

Εγχειρίδιο Χρήστη

Το πρότυπο στη
δημιουργία εκπαιδευτικών
προσομοιώσεων
για τη Φυσική

Windows® 95/98/2000/NT®
Mac® OS 7.1 ή νεώτερο

Interactive Physics™

Version IP2000

για Windows®95 & NT και Mac™ OS

Εγχειρίδιο Χρήστη

Knowledge
Revolution



Περιεχόμενα

	Εισαγωγή.....	xvii
	Τι είναι το Interactive Physics;.....	xvii
	Σχετικά με αυτό το εγχειρίδιο.....	xxv
Κεφάλαιο 1	Ξενάγηση στο Interactive Physics.....	1-1
	1.1. Ξεκινώντας το Interactive Physics	1-1
	1.2. Δημιουργία μιας νέας προσομοίωσης με απλά βήματα	1-4
	1.3. Εκτέλεση ενός υποδείγματος προσομοίωσης	1-5
	1.4. Δημιουργία μιας απλής προσομοίωσης	1-6
	Άνοιγμα ενός νέου εγγράφου	1-6
	Δημιουργία κύκλου	1-7
	Αλλαγή μεγέθους κύκλου.....	1-8
	Μετακίνηση του κύκλου σε σημείο εκκίνησης.....	1-9
	Καθορισμός της αρχικής ταχύτητας.....	1-10
	Εκτέλεση της προσομοίωσης.....	1-12
	1.5. Ιδιότητες μετρήσεων από μια προσομοίωση	1-12
	Δημιουργία μετρητή ταχύτητας	1-13
	Αλλαγή μορφής εμφάνισης του μετρητή.....	1-15
	Εμφάνιση διανυσμάτων.....	1-16
	1.6. Εμφάνιση ίχνους	1-17
	1.7. Αποθήκευση μιας προσομοίωσης	1-18
	1.8. Έξυπνος Επεξεργαστής.....	1-18
	Τροποποίηση της γεωμετρίας της συνδεσμολογίας	1-22
	Σύνδεση και Χωρισμός	1-24
	1.9. Μια απλή προσομοίωση με εργαλεία ελέγχου και κουμπιά καταλόγου επιλογών	1-27
	Πώς να δημιουργήσετε το δικό σας μοντέλο.....	1-27
	Δημιουργία εργαλείων ελέγχου.....	1-29
	Δημιουργία κουμπιών καταλόγου επιλογών.....	1-30
	Εκτελέσιμες δραστηριότητες	1-35
	1.10. Περίληψη	1-35
Κεφάλαιο 2	Οδηγός για τα Εργαλεία & τους Καταλόγους Επιλογών	2-1
	2.1. Οι γραμμές εργαλείων του Interactive Physics.....	2-1

Γραμμές εργαλείων των Windows	2-1
Γραμμές εργαλείων MacOS	2-6
Χρήση των εργαλείων	2-6
Εργαλεία Interactive Physics	2-8
Κανονική Γραμμή εργαλείων (μόνο για Windows)	2-8
Εργαλεία Επεξεργασίας	2-9
Εργαλεία ελέγχου εκτέλεσης	2-10
Εργαλεία σώματος	2-10
Έλεγχος Σύνδεση/Χωρισμός	2-11
Εργαλεία σημείων και εγχοπών	2-11
Εργαλεία άρθρωσης	2-13
Εργαλεία συνδέσμου	2-14
2.2. Κατάλογοι επιλογών του Interactive Physics	2-17
Ο κατάλογος επιλογών Apple (μόνο σε MacOS)	2-18
Ο κατάλογος επιλογών Αρχείο	2-18
Ο κατάλογος επιλογών Επεξεργασία	2-19
Ο κατάλογος επιλογών Μικρόκοσμος	2-20
Ο κατάλογος επιλογών Θέαση	2-22
Ο κατάλογος επιλογών Αντικείμενο	2-25
Ο κατάλογος επιλογών Ορισμός	2-27
Ο κατάλογος επιλογών Μέτρηση	2-28
Ο κατάλογος επιλογών Προγραμματισμός	2-29
Ο κατάλογος επιλογών Παράθυρο	2-29
Ο κατάλογος επιλογών Βοήθεια (μόνο για Windows)	2-32
Ο κατάλογος επιλογών Apple Guide™ (μόνο για MacOS)	2-32
Κεφάλαιο 3	
Σώματα	3-1
3.1. Δημιουργία σωμάτων	3-1
Δημιουργία Ορθογωνίων και Τετραγώνων	3-2
Δημιουργία πολυγώνων και καμπύλων σωμάτων	3-6
3.2. Ιδιότητες Σώματος	3-10
Αρχική θέση και προσανατολισμός	3-12
Αρχική ταχύτητα	3-13
Ελαστικότητα και τριβή	3-14
Επιφ. Πυκνότητα, Ροπή, Υλικό και Φορτίο	3-16
Ταυτόχρονη αλλαγή των ιδιοτήτων πολλών αντικειμένων	3-19

Διαδοχική αλλαγή ιδιοτήτων των αντικειμένων.....	3-21
Χρήση των τύπων για να αναφερθείτε στις Ιδιότητες σώματος ..	3-23
Χρήση των τύπων για το εργαλείο ελέγχου της κίνησης ενός σώματος.....	3-23
3.3. Εμφάνιση σώματος	3-23
3.4. Γεωμετρία σώματος.....	3-27
Χρήση των τύπων για τη γεωμετρία σώματος	3-30
Χρήση τύπων για τον ορισμό της γεωμετρίας σώματος.....	3-31
Συντεταγμένες για πολύγωνα και καμπύλα σώματα.....	3-31
Αλλαγή σχήματος πολυγώνων και καμπύλων σωμάτων με αριθμητικό τρόπο	3-32
Αντιγραφή της γεωμετρίας πολυγώνου ή καμπύλου σώματος προς και από άλλες εφαρμογές.....	3-36
3.5. Σταθεροποίηση σωμάτων με την Αγκυρά	3-38
3.6. Ελεγχος συγκρούσεων μεταξύ σωμάτων	3-38

Κεφάλαιο 4

Σύνδεσμοι.....	4-1
4.1. Τι είναι σύνδεσμος;	4-1
4.2. Είδη συνδέσμων.....	4-2
Γραμμικοί σύνδεσμοι	4-2
Περιστροφικοί σύνδεσμοι.....	4-2
Δυνάμεις και ροπές	4-3
Αρθρώσεις	4-3
4.3. Γενικές ιδιότητες των συνδέσμων	4-3
Παράθυρο Ιδιοτήτες	4-4
Εμφάνιση και απόκρυψη συνδέσμων.....	4-9
Ονομασία συνδέσμων	4-9
Συντεταγμένες για σημειακά στοιχεία συνδέσμων	4-10
Ακριβής τοποθέτηση συνδέσμων	4-14
Ελεγχος της επισύναψης συνδέσμου	4-20
Χωρισμός και αφαίρεση συνδέσμων	4-21
Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση συνδέσμων	4-22
Ορισμοί πολικότητας.....	4-3
4.4. Σχοινιά	4-25
Δημιουργία σχοινιού.....	4-25
Ιδιότητες σχοινιού.....	4-26

4.5.	Ελατήρια	4-31
	Δημιουργία ελατηρίου	4-31
	Ιδιότητες ελατηρίου.....	4-32
4.6.	Αποσβεστήρες	4-35
	Δημιουργία ενός αποσβεστήρα	4-36
	Ιδιότητες αποσβεστήρα	4-37
4.7.	Ελατήρια με απόσβεση.....	4-38
	Δημιουργία ενός ελατηρίου με απόσβεση	4-39
	Ιδιότητες ελατηρίου με απόσβεση.....	4-40
4.8.	Περιστροφικά ελατήρια	4-39
	Δημιουργία περιστροφικού ελατηρίου.....	4-40
	Ιδιότητες περιστροφικού ελατηρίου.....	4-41
4.9.	Περιστροφικοί αποσβεστήρες	4-43
	Δημιουργία περιστροφικού αποσβεστήρα	4-43
	Ιδιότητες περιστροφικού αποσβεστήρα	4-44
4.10.	Τροχαλίες	4-46
	Δημιουργία συστήματος τροχαλίας.....	4-46
	Ιδιότητες συστήματος τροχαλίας.....	4-48
4.11.	Γρανάζια.....	4-49
	Δημιουργία γραναζιών	4-50
	Ιδιότητες γραναζιού	4-56
4.12.	Ράβδοι	4-58
	Δημιουργία μιας ράβδου	4-58
	Ιδιότητες ράβδου	4-59
4.13.	Διαχωριστές	4-60
	Δημιουργία διαχωριστή	4-60
	Ιδιότητες διαχωριστή	4-62
4.14.	Δύναμη.....	4-63
	Δημιουργία δύναμης	4-63
	Ιδιότητες δύναμης	4-65
4.15.	Ροπή.....	4-67
	Δημιουργία ροπής	4-67
	Ιδιότητες ροπής	4-67
4.16.	Ενεργοποιητές.....	4-68
	Δημιουργία ενός ενεργοποιητή	4-70
	Ιδιότητες ενεργοποιητή	4-71
4.17.	Κινητήρες	4-71

Δημιουργία κινητήρα	4-72
Ιδιότητες κινητήρα	4-72
4.18. Αρθρώσεις	4-75
Δημιουργία άρθρωσης.....	4-75
Ιδιότητες άρθρωσης.....	4-79
Μέτρηση δυνάμεων αντίδρασης στις αρθρώσεις	4-81
4.19. Αρθρώσεις εγκοπής	4-83
Δημιουργία μιας άρθρωσης κατακόρυφης εγκοπής	4-83
Δημιουργία άρθρωσης καμπύλης εγκοπής	4-84
Δημιουργία αρθρώσεων εγκοπής από στοιχεία	4-88
Επισύναψη και Απόσπαση ενός στοιχείου εγκοπής.....	4-92
Ιδιότητες άρθρωσης εγκοπής.....	4-93
Μέτρηση δυνάμεων αντίδρασης σε αρθρώσεις εγκοπής	4-94
Ορισμός της γεωμετρίας μιας καμπύλης εγκοπής	4-96
Αλλαγή σχήματος μιας καμπύλης εγκοπής με αριθμητικό τρόπο	4-98
Αντιγραφή μιας καμπύλης εγκοπής προς και από άλλες εφαρμογές.....	4-101

Κεφάλαιο 5

Έξυπνος Επεξεργαστής.....	5-1
5.1. Σύνδεση στοιχείων και χωρισμός συνδέσμων.....	5-1
Έλεγχος της κίνησης αντικειμένου κατά τη διαδικασία ένωσης ...	5-3
Έλεγχος της κίνησης αντικειμένων.....	5-5
5.2. Σύρσιμο και Στροφή συνδεδεμένων σωμάτων.....	5-6
Κάνοντας κλικ και σύροντας.....	5-9
Κλείδωμα Σημείων και Κλείδωμα εργαλείων ελέγχου	5-9
5.3. Κατανόηση του Έξυπνου Επεξεργαστή.....	5-11
Παράδειγμα ποδιού ρομπότ	5-12
Παράδειγμα συνδεσμολογίας	5-13
Στροφή σωμάτων.....	5-15
Πότε χρησιμοποιείται ο Έξυπνος Επεξεργαστής;	5-18
Χρήση του Έξυπνου Επεξεργαστή με τα σχοινιά.....	5-20
Τι γίνεται στην περίπτωση που αποτύχει ο Έξυπνος Επεξεργαστής;.....	5-20
Έλεγχος της ακρίβειας της επεξεργασίας πράξεων.....	5-22

Κεφάλαιο 6	Χώρος εργασίας	6-1
6.1.	Φυσικά αντικείμενα και αντικείμενα της διεπαφής	6-1
6.2.	Επιλογές Θέας	6-2
	Μετακίνηση της Θέας στο Μικρόκοσμο	6-3
	Μεγένθυση-Σμίκρυνση	6-4
	Εμφάνιση εργαλείων και εργαλείων ελέγχου του χώρου εργασίας.....	6-7
	Εμφάνιση των αξόνων χ και ψ	6-10
	Εμφάνιση των χαράκων	6-10
	Εμφάνιση γραμμών πλέγματος.....	6-11
	Ευθυγράμμιση αντικειμένων στο πλέγμα	6-12
	Ευθυγράμμιση αντικειμένων σε σώματα	6-13
	Εμφάνιση της Γραμμής συντεταγμένων.....	6-13
	Η γραμμή κατάστασης	6-15
6.3.	Αριθμοί και μονάδες.....	6-17
	Τύποι και μονάδες.....	6-19
6.4.	Ορισμός των παραμέτρων του μικρόκοσμου.....	6-20
	Βαρύτητα	6-20
	Αντίσταση του αέρα	6-22
	Ηλεκτροστατική.....	6-23
	Δύναμη πεδίου	6-24
6.5.	Τροποποίηση αντικειμένων.....	6-27
	Επιλογή πολλών αντικειμένων.....	6-27
	Εμφάνιση όλων των κρυμμένων αντικειμένων.....	6-28
	Αποκοπή, Αντιγραφή, Επικόλληση και Διαγραφή/Απαλοιφή.....	6-29
	Αναίρεση της τελευταίας ενέργειας που εκτελέσατε.....	6-30
	Μετακίνηση ενός αντικειμένου.....	6-31
	Στροφή αντικειμένων.....	6-32
	Μεταφορά ενός αντικειμένου πίσω ή μπροστά	6-35
6.6.	Χρήση παραθύρων για αλλαγή των ιδιοτήτων ενός αντικειμένου.....	6-36
 Κεφάλαιο 7	 Διεπαφές προσομοίωσης	 7-1
7.1.	Μετρητές	7-1
	Τι μπορεί να μετρηθεί με τους μετρητές;.....	7-1
	Μέτρηση αλληλεπιδράσεων μεταξύ δύο αντικειμένων	7-3
	Δημιουργία μετρητών.....	7-4

Εμφάνιση σε μορφή ψηφιακή, γραφική και ως ραβδόγραμμα	7-4
Τροποποίηση μετρητή για εμφάνιση τροποποιημένων ιδιοτήτων	7-6
Αλλαγή θέσης και μεγέθους του μετρητή	7-6
Επιλεκτική εμφάνιση και απόκρυψη ιδιοτήτων	7-8
Αλλαγή της κλίμακας της γραφικής παράστασης (min και max) ..	7-8
Αλλαγή του χρώματος των γραμμών σε μια γραφική παράσταση	7-11
Σύγκριση αποτελεσμάτων πολλαπλών προσομοιώσεων	7-11
7.2. Εργαλεία ελέγχου	7-14
Δημιουργία εργαλείων ελέγχου	7-17
Τροποποίηση θέσης και μεγέθους του εργαλείου ελέγχου	7-17
Είδη εργαλείων ελέγχου και ιδιότητες	7-18
7.3. Κουμπιά καταλόγου επιλογών	7-22
Σύνδεση πολλών εγγραφών με κουμπιά καταλόγου επιλογών	7-24
7.4. Διανύσματα	7-26
Εμφάνιση διανυσμάτων	7-27
Προσαρμογή του μήκους των διανυσμάτων	7-28
Ρύθμιση επιλογών εμφάνισης διανυσμάτων	7-29
Εμφάνιση διανυσμάτων της δύναμης αντίδρασης άρθρωσης	7-31
7.5. Κείμενο	7-32
Χρήση του εργαλείου Κείμενο	7-32
Επιλογή αντικειμένου κειμένου	7-32
Διαγραφή ενός αντικειμένου κειμένου	7-33
Εισαγωγή νέου κειμένου	7-33
Αλλαγή γραμματοσειράς, μεγέθους και στυλ κειμένου	7-34
Ονομασία αντικειμένων	7-35
7.6. Εικόνες	7-35
Δημιουργία αντικειμένων εικόνας	7-35
Επισύναψη αντικειμένων εικόνας σε σώματα	7-36

Κεφάλαιο 8

Εκτέλεση προσομοιώσεων 8-1

8.1. Εκτέλεση μιας προσομοίωσης	8-1
8.2. Διακοπή μιας προσομοίωσης	8-2
8.3. Χρήση των εργαλείων ελέγχου του κασετοφώνου	8-3
Βηματική εκτέλεση προσομοίωσης	8-4

Υπερπήδηση πλαισίων	8-4
Αναπαραγωγή της προσομοίωσης προς τα πίσω.....	8-5
Μετάβαση σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο	8-6
Επιτάχυνση της αναπαραγωγής.....	8-7
Προσωρινή παύση	8-8
8.4. Προτιμήσεις.....	8-9
Επεξεργασία αντικειμένων ως περιγράμματα ή ως αντικείμενα.....	8-10
Σύρσιμο του διανύσματος της ταχύτητας.....	8-10
Αυτόματος υπολογισμός αρχικών συνθηκών.....	8-10
Αποφυγή επεξεργασίας πέραν των αρχικών συνθηκών.....	8-11
Αλλαγή δρομέα σε σήμα στοπ κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της προσομοίωσης.....	8-11
Ανακύκλωση (βρόγχος) όταν το κασετόφωνο είναι γεμάτο	8-12
Αυτόματες εξίσωσεις σημείου στην Προσάρτηση αντικειμένου.....	8-12
Αποθήκευση προτιμήσεων	8-13
8.5. Εγγραφή μιας προσομοίωσης	8-14
Απαιτήσεις μνήμης μιας εγγραφής	8-14
Εκτέλεση μιας προσομοίωσης πέρα από ό,τι μπορεί να εγγραφεί	8-15
Χρήση των ρυθμίσεων μιας υπάρχουσας προσομοίωσης αντί μιας άλλης νέας	8-17
8.6. Εκτέλεση προγραμματισμών	8-17
8.7. Περιβάλλοντα/Τρόποι προσομοίωσης.....	8-18
Περιβάλλον επεξεργασίας	8-18
Περιβάλλον εκτέλεσης.....	8-19
8.8. Σύστημα αναφοράς	8-20
Χρήση των συστημάτων αναφοράς	8-21
Διαγραφή συστήματος αναφοράς	8-23
Θέαση μιας προσομοίωσης από το σύστημα αναφοράς της μάζας.....	8-24
8.9. Εμφάνιση ίχνους	8-24
Εμφάνιση ίχνους μόνο για επιλεγμένα αντικείμενα.....	8-25
Εκτέλεση προσομοιώσεων με πολλαπλά ίχνη.....	8-26
8.10.Αποθήκευση μιας προσομοίωσης	8-29
Συμβατότητα με προηγούμενες εκδόσεις του Interactive Physics	8-30
Αποθήκευση ως προσομοίωση τύπου “Εκτελέσιμη μόνο”.....	8-31
8.11.Εκτύπωση μιας προσομοίωσης	8-32

8.12.Εκτύπωση πλαισίου με εμφανή ίχνη	8-36
8.13.Μια γρήγορη ματιά στις εσωτερικές λειτουργίες.....	8-37
Χρονικό βήμα	8-37
Ακρίβεια προσομοίωσης.....	8-38
Προειδοποιήσεις και αντίμετρα.....	8-39
8.14.Χρήσιμες συμβουλές για την προσομοίωση	8-41
Επιταχύνοντας την εκτέλεση της προσομοίωσής σας	8-41
Αποφυγή ασυμβίβαστων αρχικών ταχυτήτων.....	8-43
Γιατί σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρείται επιβράδυνση σε συγκεκριμένα πλαίσια;.....	8-43
Έλεγχος της διάρκειας μιας προσομοίωσης	8-44
Εκτέλεση προσομοιώσεων χωρίς επίβλεψη	8-44
Ελαχιστοποίηση συγκρούσεων	8-46
Αποφυγή αλληλοδιείσδυσης αντικειμένων.....	8-47
Αντικείμενα που διαχωρίζονται μετά από ανελαστικές κρούσεις.....	8-48
Χρήση άκαμπτων αρθρώσεων για δυνατές συγκρούσεις.....	8-48
8.15.Ανταλλαγή αρχείων μεταξύ των πλατφόρμων.....	8-49
Θέματα μεταφοράς	8-50

Κεφάλαιο 9

Εξαγωγή αρχείων και δεδομένων 9-1

9.1. Διαθέσιμες επιλογές εξαγωγής.....	9-1
9.2. Επιλογή τύπου εξαγωγής δεδομένων.....	9-2
9.3. Βήματα εξαγωγής	9-2
9.4. Εξαγωγή δεδομένων μετρητή σε αρχείο.....	9-4
Αντιγραφή και επικόλληση δεδομένων από μετρητές	9-6
Μεταβίβαση δεδομένων μετρητών σε αντικείμενα ελέγχου.....	9-7
9.5. Εξαγωγή ταινιών QuickTime (μόνο σε MacOS)	9-7
9.6. Εξαγωγή Video for Windows (μόνο για Windows)	9-10
Επιλογές εξαγωγής.....	9-11
Τροποποίηση των επιλογών συμπίεσης Video	9-13
9.7. Ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο με εξωτερικές εφαρμογές.....	9-14
Ανταλλαγή δεδομένων μέσω Apple Events ή DDE	9-16

Κεφάλαιο 10	Χρήση τύπων.....	10-1
10.1.	Μονάδες σε τύπους	10-1
	Πώς χειρίζεται το Interactive Physics τις μετατροπές μονάδων	10-2
10.2.	Χρήση τύπων για τη σύνδεση εργαλείων ελέγχου σε αντικείμενα	10-5
10.3.	Χρήση τύπων για την τροποποίηση αντικειμένων	10-7
	Αριθμητικές εκφράσεις	10-7
	Υποθετικοί τύποι.....	10-8
	Ενεργοποίηση και Απενεργοποίηση συνδέσμων	10-9
	Τοποθέτηση των συνδέσμων σε σχέση με τη γεωμετρία του σώματος.....	10-10
	Τροποποίηση κινητήρων και ενεργοποιητών	10-11
10.4.	Χρήση τύπων για τον ορισμό δύναμης πεδίου	10-11
	Ορισμός δύναμης πεδίου που εξαρτώνται από το σώμα	10-13
	Δυνάμεις πεδίου που ενεργούν σε ζεύγη σωμάτων.....	10-13
10.5.	Χρήση τύπων για την προσαρμογή των μετρητών	10-14
10.6.	Καθορισμός της διαδρομής του σώματος με βάση τη θέση	10-16
10.7.	Καθορισμός της διαδρομής του σώματος με βάση την ταχύτητα	10-17
10.8.	Χρήση τύπων για τον ορισμό συστημάτων αναφοράς.....	10-18
10.9.	Χρήση μετρητών ως μεταβλητές σε τύπους.....	10-21
 Παράρτημα Α	 Τεχνικές Πληροφορίες.....	 A-1
A.1.	Καλύτερη αξιοποίηση της διαθέσιμης μνήμης.....	A-1
	Αύξηση διαθέσιμης μνήμης για το Interactive Physics	A-1
	Μηχανές προγραμματισμού (scripting engines) και χρήση μνήμης σε συστήματα MacOS	A-3
A.2.	Βελτιστοποίηση της ταχύτητας απόδοσης	A-5
A.3.	Τρόπος λειτουργίας του Interactive Physics.....	A-7
A.4.	Χρονικό βήμα και απόδοση	A-10
	Επιλογή κατάλληλου χρονικού βήματος.....	A-10
	Μεταβλητό χρονικό βήμα	A-12
A.5.	Τρόπος εντοπισμού λαθών από το Interactive Physics	A-13
	Σχετικά αποδεκτό σφάλμα	A-14
	Απολύτως αποδεκτό σφάλμα	A-15
	Αποδεκτό σφάλμα	A-15
	Επιλογή αποδεκτού σφάλματος για την προσομοίωσή σας	A-16

A.6.	Διάλογος ακρίβειας προσομοίωσης και παράμετροι προσομοίωσης	A-18
	Ολοκληρωτές	A-20
	Βήμα προσομοίωσης	A-22
	Σφάλμα ολοκλήρωσης	A-22
	Χρονικό βήμα ολοκλήρωσης	A-23
	Ανοχή σφαλμάτων προσομοίωσης	A-23
	Προειδοποιήσεις	A-25
A.7.	Προσομοιώσεις κρούσεων	A-27
	Μέθοδος προσομοίωσης κρούσεων από το Interactive Physics	A-27
	Υπολογισμός δυνάμεων κρούσης	A-28
	Δύναμη κρούσης σε μετρητές	A-30
A.8.	Ακρίβεια προσομοίωσης	A-30
	Αποτροπή ασταθών προσομοιώσεων	A-30
	Λήψη υψηλής ακρίβειας προσομοίωσης	A-32
	Συστήματα που αποκτούν ενέργεια	A-33
	Ακρίβεια και ιδιότητες συστήματος	A-33
	Γιατί αριθμοί όπως ο $1e-19$ εμφανίζονται σε πεδία θέσης	A-33
	Ακρίβεια των δεδομένων μετρητή σε μονάδες άλλες από εκείνες του Διεθνούς συστήματος (SI)	A-34
A.9.	Τεχνικές παραπομπές	A-35
	Αριθμητικές μέθοδοι	A-35
	Μηχανική	A-36

Παράρτημα Β	Μαθηματική γλώσσα	B-1
B.1.	Σχετικά με τους τύπους	B-1
B.2.	Αριθμητικές συνθήκες	B-2
	Εκθέτες	B-2
	Μέτρηση γωνίας	B-2
B.3.	Αναγνωριστικά	B-2
B.4.	Πεδία	B-4
	Πεδία διανύσματος	B-6
	Πεδία σωμάτων	B-7
	Πεδία σημείων	B-9
	Πεδία συνδέσμων	B-10
	Πεδία εξόδου	B-11
B.5.	Τελεστές	B-11

Αριθμητικοί τελεστές	B-11
Προτεραιότητα τελεστών	B-14
Τελεστές διανυσμάτων	B-16
B.6. Συναρτήσεις	B-18
Κατάλογος συναρτήσεων	B-19
Συναρτήσεις προσομοιώσεων	B-25
B.7. Προκαθορισμένες τιμές.....	B-28
Μεταβλητές.....	B-28

Παράρτημα Γ Χρήσιμες συμβουλές και συντομεύσεις Γ-1

Γ.1. Χρήση πλήκτρων διαφοροποίησης	Γ-1
Χρήση του πλήκτρου tab	Γ-1
Χρήση του πλήκτρου Shift.....	Γ-1
Χρήση του πλήκτρου Option	Γ-2
Χρήση του πλήκτρου Command	Γ-2
Γ.2. Συντομεύσεις πληκτρολογίων	Γ-3
Γ.3. Χρήσιμες συμβουλές για το Interactive Physics.....	Γ-5
Κατασκευή και αποσφαλμάτωση σύνθετου μοντέλου.....	Γ-5
Χρήση αυτοματοποιημένων χαρακτηριστικών	Γ-6
Επιλογή συνδεδεμένων αντικειμένων.....	Γ-6
Χρήση άκαμπτων αρθρώσεων για την κατασκευή σύνθετων αντικειμένων.....	Γ-7
Τακτοποίηση αντικειμένων	Γ-7
Τοποθέτηση σημείων κατευθείαν στο άκρο ενός σώματος	Γ-8
Γ.4. Επίλυση προβλημάτων	Γ-8
Η δύναμη πάνω σε μια άκαμπτη άρθρωση έχει την τιμή 0.....	Γ-8
Δεν μπορώ να επιλέξω σημεία μέσα σε σώματα.....	Γ-9
Δεν μπορώ να σύρω σημεία, συνδέσμους, εργαλεία ελέγχου ή μετρητές.....	Γ-9
Τα σημεία δεν εμφανίζονται με έντονο χρώμα κατά την επιλογή τους	Γ-10

Παράρτημα Δ Ποιά είναι τα νέα χαρακτηριστικά του IP 2000 Δ-1

Δ.1. Επισύναψη εικόνων.....	Δ-1
Δ.2. Διαφανείς ή Μη-ορθογώνιες εικόνες.....	Δ-3
Δ-3 Ήχος.....	Δ-5
Δ.4. Παραδείγματα προσθήκης ήχων.....	Δ-10

Δ-5. Παράδειγμα έντασης ήχου.....	Δ-11
Δ.6. Βιβλιογραφία	Δ-21
Ευρετήριο	I

Εισαγωγή

Τι είναι το Interactive Physics;

Το Interactive Physics είναι ένα πλήρες εργαστήριο κίνησης στον υπολογιστή που συνδυάζει μια απλή διεπαφή (user interface) με μια δυνατή μηχανή που προσομοιάζει τις βασικές αρχές της Κλασικής Μηχανικής του Νεύτωνα. Με το Interactive Physics μπορείτε να δημιουργήσετε προσομοιώσεις σχεδιάζοντας αντικείμενα στην οθόνη και ζωντανεύοντας αυτές τις προσομοιώσεις με εκπληκτική κίνηση. Ο αριθμός των προσομοιώσεων που μπορείτε να εκτελέσετε περιορίζεται μόνο από τη φαντασία σας.

Η δημιουργία προσομοιώσεων γίνεται μέσω της σχεδίασης με το ποντίκι στην οθόνη του υπολογιστή, με τον ίδιο τρόπο, όπως και σε ένα πρόγραμμα ζωγραφικής ή σχεδιασμού. Στη διάθεσή σας θα έχετε ελατήρια, σχοινιά, αποσβεστήρες, μετρητές και μια ποικιλία άλλων σχημάτων αντικειμένων. Κάνοντας κλικ στην **Εκτέλεση**, η προσομοίωση τίθεται σε κίνηση. Η ισχυρή μηχανή προσομοίωσης του Interactive Physics ορίζει πώς θα κινηθούν τα αντικείμενα και παρουσιάζει μια πολύ ρεαλιστική κίνηση.

Δεν απαιτείται προγραμματισμός. Οι προσομοιώσεις ορίζονται από τον τρόπο που τοποθετείτε τα αντικείμενα πάνω στο χώρο εργασίας. Η τριβή και η ελαστικότητα μπορούν να αλλάξουν. Η βαρύτητα μπορεί επίσης να αλλάξει ή να καταργηθεί.

Υπάρχει επίσης δυνατότητα ιδεατού ελέγχου οποιουδήποτε φυσικού χαρακτηριστικού ενός αντικειμένου.

Μεγέθη όπως η ταχύτητα, η επιτάχυνση, η ορμή, στροφορμή, η κινητική ενέργεια και η τριβή μπορούν να υπολογιστούν, ενώ εκτελείται η προσομοίωση. Μπορείτε να εμφανίσετε αυτές τις μετρήσεις ως αριθμούς, γραφικές παραστάσεις ή κινούμενα διανύσματα.

Το πρόγραμμα αυτό έχει σχεδιαστεί για τους καθηγητές Φυσικής, αλλά και για τους μαθητές. Οι καθηγητές μπορούν άμεσα να το

χρησιμοποιήσουν για να παρουσιάσουν ζωντανά στους μαθητές τους προβλήματα, που πιο πριν αποτελούσαν μια στατική εικόνα σε ένα βιβλίο. Με το Interactive Physics τους παρέχεται η δυνατότητα να δοκιμάσουν εναλλακτικά υποθετικά σενάρια και να δουν άμεσα τα αποτελέσματα.

Οι καθηγητές μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν τον υπολογιστή ως εργαστήριο. Οι μαθητές μπορούν να κάνουν προβλέψεις, να εκτελούν προσομοιώσεις και να βλέπουν άμεσα τα αποτελέσματα. Με το Interactive Physics το εργαστήριο είναι ασφαλές, προσπελάσιμο, ταχύτατο και πολύ δυνατό.

Για το σχέδιο, τη μηχανική ή άλλες προχωρημένες εφαρμογές, σας προτείνουμε τα Working Model ή και Working Model 3D, τους προσομοιωτές κίνησης μηχανικής ισχύος. Ως φυσικές επεκτάσεις των χαρακτηριστικών του Interactive Physics, και τα δύο προγράμματα συνδυάζουν την προηγμένη τεχνολογία προσομοίωσης κίνησης με αυξημένες δυνατότητες επεξεργασίας, ώστε να αποτελέσουν μια ολοκληρωμένη επαγγελματική λύση για προσομοιώσεις μηχανικής και κίνησης. Περισσότερες πληροφορίες για το Working Model θα πάρετε από τη Knowledge Revolution.

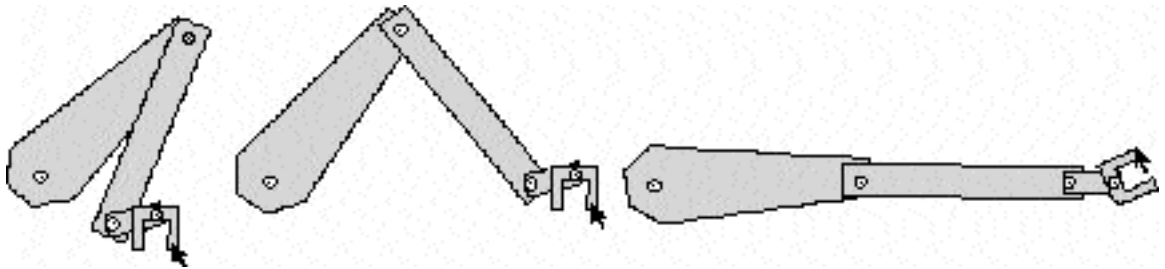
Μηχανή προσομοίωσης

Η ειδικά σχεδιασμένη για υψηλή ταχύτητα και ακρίβεια μηχανή προσομοίωσης του Interactive Physics υπολογίζει την κίνηση αλληλεπιδρώντων σωμάτων που χρησιμοποιούν προχωρημένες τεχνικές αριθμητικής ανάλυσης. Η μηχανή επιτρέπει την κατασκευή ενός πολύπλοκου συστήματος και μπορεί να υπολογίσει τη δυναμική της υπό μια σειρά περιορισμών και δυνάμεων. Εκτός από τους περιορισμούς που θέτει ο χρήστης, όπως τα ελατήρια, οι τροχαλίες ή οι σύνδεσμοι, η μηχανή έχει τη δυνατότητα να προσομοιάσει αλληλεπιδράσεις σε επίπεδο περιβάλλοντος, όπως συγκρούσεις, βαρύτητα, αντίσταση του αέρα και ηλεκτροστατική. Κάθε πλευρά της προσομοίωσης, από το χρονικό βήμα (σταθερό ή μεταβλητό) μέχρι την τεχνική ολοκλήρωσης, μπορεί να διαμορφωθεί από το χρήστη.

Προγραμματισμός

Το Interactive Physics διαθέτει ένα ενσωματωμένο σύστημα

προγραμματισμού (scripting) που επεκτείνει τις δυνατότητές του. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής είναι ο πυρήνας της διεπαφής χρήστη, που υπολογίζει τις συνδέσεις και τους συνδέσμους μεταξύ αντικειμένων, καθώς αυτοί δημιουργούνται. Για τη δημιουργία ενός μηχανισμού, ο χρήστης σχεδιάζει τα στοιχεία στην οθόνη και δείχνει πού και πώς θα συνδεθούν τα διάφορα κομμάτια. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής επιτρέπει σε ένα μηχανισμό να στρέφεται και να σύρεται, διατηρώντας ουσιαστικά την ακεραιότητα των συστατικών του μερών, καθώς και των συνδέσμων μεταξύ αυτών. Οι χρήστες μπορούν να τοποθετήσουν αντικείμενα μέσω του γνωστού τρόπου μεταφοράς και απόθεσης (drag and drop) ή ορίζοντας τις ακριβείς συντεταγμένες σε πλαίσια διαλόγου. Σε κάθε περίπτωση, ο Έξυπνος Επεξεργαστής εξασφαλίζει ότι δεν "σπάει" κανένας σύνδεσμος και κανένα σώμα δεν "τεντώνεται".



Ένα χέρι ρομπότ που αποτελείται από αρκετά μέρη που συγκρατούνται με κατακόρυφους άξονες μπορεί να τοποθετηθεί με ακρίβεια χρησιμοποιώντας τον Έξυπνο Επεξεργαστή. Κάνοντας κλικ και σύροντας την παλάμη, το χέρι εκτείνεται, ώστε να πάρει το επιθυμητό σχήμα.

Τοποθέτηση αντικειμένων με βάση τύπους

Μπορείτε να καθορίσετε τη θέση ενός συνδέσμου με βάση τη γεωμετρία του σώματος (π.χ. το ύψος και το πλάτος), ώστε η σχετική του θέση να παραμείνει σταθερή, ακόμα κι αν το σώμα αλλάξει σχήμα ή μέγεθος. Για παράδειγμα, μπορείτε να τοποθετήσετε μια άρθρωση με πείρο σε μια κορυφή ενός πολυγωνικού σώματος. Στη συνέχεια μπορείτε να αλλάξετε το σχήμα ή το μέγεθος του πολυγώνου και η άρθρωση με τον πείρο να παραμείνει στην κορυφή.

Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε τη γεωμετρία ενός συγκεκριμένου σώματος για να καθορίσετε τη γεωμετρία κάποιου άλλου σώματος. Χρησιμοποιώντας αυτό το χαρακτηριστικό, για παράδειγμα, μπορείτε να σχεδιάσετε μια συνδεσμολογία, στην οποία το μήκος του στροφάλου θα βασίζεται σε μία διάσταση του συζευκτήρα. Η αλλαγή μεγέθους του συζευκτήρα θα αλλάξει αυτομάτως το σχήμα του στροφάλου, με βάση την προδιαγραφή που εσείς ορίσατε.

Το Interactive Physics δίνει τη δυνατότητα αυτόματης προσάρτησης, ενός χαρακτηριστικού που συχνά συναντά κανείς σε εφαρμογές CAD. Καθώς δημιουργείτε σώματα και συνδέσμους, ο δείκτης του ποντικιού σας μπορεί να προσαρτηθεί σε κάποια προκαθορισμένα σημεία του σώματος, επιτρέποντας την ακριβή τοποθέτηση των αντικειμένων κατά τη φάση δημιουργίας τους.

Υποστήριξη FPU

Το Interactive Physics είναι σχεδιασμένο ώστε να εκμεταλλεύεται πλήρως τη Μονάδα Μεταβλητής Υποδιαστολής FPU (Floating Point Unit), εφόσον αυτή είναι διαθέσιμη στον υπολογιστή σας. Αυτή επιταχύνει τους υπολογισμούς σε πολύ μεγάλο βαθμό, με αποτέλεσμα η κίνηση να γίνεται ταχύτερη και ομαλότερη.

Εύκολη και γρήγορη επεξεργασία αντικειμένων

Μπορείτε να τροποποιήσετε γρήγορα τη γεωμετρία και τη θέση των διαφόρων αντικειμένων στο Interactive Physics, εισαγάγοντας τις ιδιότητες που θέλετε απευθείας στην οθόνη. Απλώς επιλέξτε το αντικείμενο που θέλετε και το Interactive Physics θα σας παρουσιάσει μια λίστα με παραμέτρους (όπως το πλάτος, το ύψος και η θέση ενός σώματος) που μπορείτε εσείς να αλλάξετε απλά και εύκολα. Πληκτρολογήστε τις ακριβείς τιμές και η τροποποίηση θα λάβει χώρα άμεσα.

Επικοινωνία εντός των εφαρμογών

Το Interactive Physics χρησιμοποιεί τα Apple® events (MacOS) ή DDE (Windows) για να επικοινωνήσει με άλλες εφαρμογές, κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης. Οι χρήστες μπορούν να ορίσουν φυσικά πρότυπα πραγματικών μηχανικών σχεδίων και στη συνέχεια να κάνουν έλεγχο εξωτερικά μέσω άλλων

προγραμμάτων. Για παράδειγμα, ένα φύλλο εργασίας Microsoft®Excel® μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρότυπο για ένα εξωτερικό σύστημα ελέγχου. Το Interactive Physics μπορεί να στείλει δεδομένα και να λάβει σημάδια ελέγχου από το φύλλο εργασίας, ενώ η προσομοίωση βρίσκεται σε εξέλιξη.

Πέραν αυτού, άλλες εφαρμογές μπορούν να στείλουν εντολές προγραμματισμού στο Interactive Physics (χρησιμοποιώντας την WM Basic). Εφόσον η εξωτερική εφαρμογή υποστηρίζει κάποια βασικά χαρακτηριστικά του DDE ή του Apple events, μπορεί να στείλει εντολές ή να καλέσει ένα ολόκληρο πρόγραμμα στο Interactive Physics.

Αν και το Interactive Physics παρέχει πληθώρα μαθηματικών συναρτήσεων, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ακόμα πιο προχωρημένες συναρτήσεις σε κάποια άλλη εφαρμογή και να τις συνδέσετε σε μια προσομοίωση του Interactive Physics.

Τα στοιχεία αριθμητικών προσομοιώσεων μπορούν να εξαχθούν ως δεδομένα μετρητή σε ένα αρχείο. Το Interactive Physics υποστηρίζει επίσης μορφές ταινιών QuickTime σε συστήματα MacOS και την εξαγωγή Video for Windows (αρχεία AVI) για συστήματα Windows.

Συσκευές Εισόδου και Εξόδου

Στις συσκευές εισόδου πραγματικού χρόνου (real-time) συμπεριλαμβάνονται οι μεταβολείς, τα κουμπιά και τα πεδία κειμένου.

Στις συσκευές εξόδου πραγματικού χρόνου (real-time) συμπεριλαμβάνονται γραφικές παραστάσεις, ψηφιακές οθόνες και η εμφάνιση ραβδογραμμάτων.

Πλήρες σετ κουμπιών καταλόγου επιλογών

Μπορείτε να δημιουργήσετε κουμπιά που θα εκτελούν τις εντολές των καταλόγων επιλογών του Interactive Physics, συμπεριλαμβανομένων των **Εκτέλεση**, **Επαναρρόθμιση** και **Διακοπή**. Τα κουμπιά μπορούν να απλοποιήσουν τις ήδη έτοιμες προσομοιώσεις για τους άπειρους χρήστες και μπορούν επίσης να χρησιμεύσουν στη δημιουργία εγγράφων του Interactive Physics, όπου το ένα έγγραφο οδηγεί στο επόμενο με το πάτημα ενός

κουμπιού.

Μπορείτε να γράψετε κείμενο για τις προσομοιώσεις απευθείας στο χώρο εργασίας χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε γραμματοσειρά, μέγεθος ή τεχνοτροπία κειμένου διαθέσιμη στον υπολογιστή σας.

Κινούμενα γραφικά

Μπορείτε να επικολλήσετε εικόνες που δημιουργήθηκαν με ένα πρόγραμμα ζωγραφικής ή σχεδιασμού απευθείας στο χώρο εργασίας ή να τις συνδέσετε με αντικείμενα. Για παράδειγμα, μπορείτε να δημιουργήσετε ένα κυκλικό αντικείμενο και να επισυνάψετε την εικόνα μιας μπάλας του μπέιζμπολ πάνω του.

Καθοριζόμενες καθολικές δυνάμεις

Με μια εξίσωση μπορείτε να προσομοιάσετε την πλανητική βαρύτητα, καθώς και τη βαρύτητα της γης, τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις, την αντίσταση του αέρα (ανάλογη της ταχύτητας ή της ταχύτητας στο τετράγωνο) ή των όποιων καθοριζόμενων καθολικών δυνάμεων εσείς ορίσετε. Για παράδειγμα, μπορείτε να δημιουργήσετε μαγνητικά πεδία, αέρα και πεδία συστήματος συγκλίσεως ηλεκτρονίων.

Γραφικά χαρακτηριστικά με μεγάλες δυνατότητες

Μπορείτε να εμφανίσετε και να κρύψετε αντικείμενα, να γεμίσετε αντικείμενα με σχέδια και χρώματα, να εμφανίσετε το ηλεκτροστατικό φορτίο των αντικειμένων (+ ή -), να επιλέξετε την πυκνότητα του περιγράμματος ενός αντικειμένου, να εμφανίσετε τα ονόματα των αντικειμένων και τέλος να εμφανίσετε διανύσματα.

Πολλαπλά Συστήματα Αναφοράς

Μπορείτε να δείτε τις προσομοιώσεις, χρησιμοποιώντας ένα οποιοδήποτε σώμα ή σημείο ως ΣΑ.

Πλήρης έλεγχος μονάδων

Μπορείτε να επιλέξετε μεταξύ των μονάδων του Διεθνούς Συστήματος (SI), όπως τα κιλά, τα μέτρα και τα ακτίνια, των βρετανικών μονάδων όπως οι γιάρδες, τα πόδια και οι ίντσες ή άλλων μονάδων (π.χ. έτη φωτός).

Ολοκληρωμένη μαθηματική γλώσσα

Το Interactive Physics διαθέτει ένα σύστημα μαθηματικής γλώσσας για τη δημιουργία αριθμητικών και μαθηματικών εκφράσεων

(συμπεριλαμβανομένων των υποθετικών προτάσεων) που μοιάζει με τη μαθηματική γλώσσα που χρησιμοποιούν τα Microsoft Excel και Lotus 1-2-3β. Οποιαδήποτε τιμή μπορεί να είναι τύπος και όχι αριθμός. Για να προσομοιάσετε έναν πύραυλο, μπορείτε να γράψετε έναν τύπο για τη μάζα του, ώστε αυτή να μειώνεται καθώς καταναλώνονται τα καύσιμα. Χρησιμοποιώντας τριγωνομετρικές συναρτήσεις, μπορείτε να γράψετε έναν τύπο που θα προσομοιάζει τη δύναμη που παράγει ένας ενεργοποιητής που προκαλεί μια ταλάντωση.

Το περιβάλλον Εκτέλεσης διαθέτει ένα παράθυρο με περιορισμένη γραμμή καταλόγων επιλογών και χωρίς Γραμμή εργαλείων, αφήνοντας περισσότερο χώρο για την εμφάνιση της προσομοίωσης. Μπορείτε να εναλλάσσετε τα δύο περιβάλλοντα (Εκτέλεσης και Επεξεργασίας), επιλέγοντας μια εντολή καταλόγου επιλογών. Οι εκτελέσιμες δραστηριότητες είναι χρήσιμες για ανθρώπους που δεν είναι εξοικειωμένοι με τις δυνατότητες δημιουργίας προτύπων του Interactive Physics.

Επιπλέον, το Interactive Physics επιτρέπει την αποθήκευση εκτελέσιμων δραστηριοτήτων ως "κλειδωμένες", ώστε ο χρήστης να μην έχει τη δυνατότητα να αλλάξει ορισμένες παραμέτρους της προσομοίωσης. Οι καθηγητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτό το χαρακτηριστικό για να δημιουργήσουν προσομοιώσεις που θα επικεντρώσουν την προσοχή των μαθητών τους σε συγκεκριμένα προβλήματα.

Προσαρμοσμένη εμφάνιση ίχνους

Μπορείτε να εμφανίσετε τα ίχνη όλων των αντικειμένων ή να περιορίσετε την εμφάνιση ίχνους σε επιλεγμένα αντικείμενα. Τα μεμονωμένα αντικείμενα μπορούν να αφήσουν ίχνη του περιγράμματός τους, του κέντρου μάζας ή της εμφάνισης διανυσμάτων. Μπορείτε επίσης να συνδέσετε τα ίχνη με γραμμές.

Στρώματα αντικειμένου

Ο μικρόκοσμος της προσομοίωσης αποτελείται από δύο στρώματα: ένα με τα αντικείμενα του χρήστη, όπως τους μετρητές και ένα με αντικείμενα όπως τα σώματα και οι σύνδεσμοι. Παρέχεται πλήρης έλεγχος για το ποια αντικείμενα συγκρούονται.

Το Interactive Physics παρέχει μεγάλο εύρος δυνατοτήτων εμφάνισης των διανυσμάτων που αναπαριστούν την ταχύτητα, την επιτάχυνση και τη δύναμη. Τα διανύσματα μπορούν να εμφανιστούν αναπαριστώντας ηλεκτροστατικές δυνάμεις, πλανητικές δυνάμεις και σε πολλά σημεία επαφής, όταν συγκρούονται δύο αντικείμενα. Μπορούν, τέλος, να εμφανιστούν σε πολλά χρώματα και σχέδια.

Πώς θα εξοικονομήσετε χρόνο

Μπορείτε να υπολογίσετε και να εγγραφείτε πολύπλοκες ή χρονοβόρες προσομοιώσεις κατά τη διάρκεια της νύχτας (χωρίς επίβλεψη) και να τις αναπαράξετε πολύ γρήγορα. Στη συνέχεια μπορείτε να τις αποθηκεύσετε στο δίσκο.

Ελεγχος παύσης

Μπορείτε αυτόματα να διακόψετε εντελώς ή προσωρινά μια προσομοίωση. Για παράδειγμα, μπορείτε να ορίσετε μια προσομοίωση να διακόπτεται προσωρινά, μετά την πάροδο δύο δευτερολέπτων από την εισαγωγή του συγκεκριμένου τύπου: Παύση όταν $\text{time} > 2$. Μπορείτε επίσης να ανακυκλώσετε (δημιουργία βρόγχου) και να επανεκκινήσετε τις προσομοιώσεις σας.

Άσκηση ελέγχου

Μπορείτε να ασκήσετε δυνάμεις και συνδέσμους σε διάφορα χρονικά σημεία. Για παράδειγμα, μπορείτε να ασκήσετε μια σταθερά δύναμη σε ένα αντικείμενο για ένα δευτερόλεπτο ή μπορείτε να ασκήσετε δύναμη όταν η ταχύτητα του αντικειμένου είναι μεγαλύτερη του 10.

Απεριόριστος αριθμός αντικειμένων

Μπορείτε να δημιουργήσετε όσα αντικείμενα (π.χ. σώματα, συνδέσμους και μετρητές) σας επιτρέπει η μνήμη του υπολογιστή σας.

Σχετικά με αυτό το εγχειρίδιο

Το εγχειρίδιο που έχετε στα χέρια σας περιέχει όλες τις πληροφορίες που πρέπει να γνωρίζετε για να χρησιμοποιήσετε το πρόγραμμα Interactive Physics και για να δημιουργήσετε και να εκτελέσετε τις δικές σας προσομοιώσεις σε οποιαδήποτε πλατφόρμα υπολογιστών, Windows ή MacOS.

Συνδυασμός για Windows και MacOS

Τα σχήματα σε αυτό το εγχειρίδιο δείχνουν οθόνες και πλαίσια διαλόγου που αφορούν και τις δύο πλατφόρμες υπολογιστών, Windows και MacOS. Σε περίπτωση που υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές, τότε εμφανίζονται και οι δύο εκδοχές. Οποιαδήποτε δε πληροφορία αφορά μόνο ένα από τα παραπάνω συστήματα, δηλώνεται σαφώς.

Τα κεφάλαια και τα παραρτήματα αυτού του οδηγού περιγράφονται παρακάτω.

- Το Κεφάλαιο 1, "Ξενάγηση στο Interactive Physics" σας εισαγάγοντας στις βασικές αρχές δημιουργίας και εκτέλεσης προσομοιώσεων.
- Το Κεφάλαιο 2, "Οδηγός για τα εργαλεία και τους καταλόγους επιλογών" περιγράφει με συντομία όλα τα εργαλεία και τους καταλόγους επιλογών του Interactive Physics.
- Το Κεφάλαιο 3, "Σώματα" εξηγεί πώς μπορείτε να δημιουργήσετε και να τροποποιήσετε άκαμπτα σώματα στο Interactive Physics.
- Το Κεφάλαιο 4, "Σύνδεσμοι" εξηγεί πώς μπορείτε να δημιουργήσετε και να τροποποιήσετε συνδέσμους που επηρεάζουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ σωμάτων.
- Το Κεφάλαιο 5, "Έξυπνος Επεξεργαστής" εξηγεί τη χρήση του Έξυπνου Επεξεργαστή για τη δημιουργία και την τροποποίηση πολύπλοκων συναρμολογήσεων σωμάτων και συνδέσμων.
- Το Κεφάλαιο 6, "Χώρος εργασίας" περιγράφει τις διάφορες επιλογές Χώρου εργασίας.
- Το Κεφάλαιο 7 "Διεπαφές προσομοιώσεων" περιγράφει

διάφορα εργαλεία ελέγχου και μετρητές που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε στις προσομοιώσεις.

- Το Κεφάλαιο 8, "Εκτέλεση προσομοιώσεων" εξηγεί πώς γίνεται η εκτέλεση και η αναπαραγωγή των προσομοιώσεων, πώς εμφανίζονται τα ίχνη των αντικειμένων και πώς εκτυπώνονται οι προσομοιώσεις.

- Το Κεφάλαιο 9, "Εξαγωγή αρχείων και δεδομένων" εξηγεί πώς αλληλεπιδρά το Interactive Physics με άλλες εφαρμογές.

- Το Κεφάλαιο 10, "Χρήση τύπων" εξηγεί τη χρήση τύπων για την είσοδο δεδομένων.

- Το Παράρτημα Α, "Τεχνικές πληροφορίες" παρέχει βασικές πληροφορίες για τη λειτουργία του Interactive Physics.

- Το Παράρτημα Β, "Μαθηματική γλώσσα" ορίζει και εξηγεί τους τύπους.

- Το Παράρτημα Γ, "Χρήσιμες συμβουλές και συντομεύσεις" παρέχει μια λίστα με ισοδύναμες εντολές πληκτρολογίου και συντομεύσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Ξενάγηση στο Interactive Physics

Στο κεφάλαιο αυτό θα μάθετε πώς να

- Ξεκινάτε το Interactive Physics
- Ανοίγετε και να εκτελείτε τα έγγραφα των προσομοιώσεων που χρησιμεύουν ως δείγματα και συνοδεύουν το πρόγραμμα
- Δημιουργείτε ένα νέο έγγραφο προσομοίωσης
- Σχεδιάζετε έναν κύκλο και να ορίζετε την αρχική του ταχύτητα
- Εκτελείτε την προσομοίωσή σας
- Εμφανίζετε ένα μετρητή ταχύτητας
- Εμφανίζετε ένα διάνυσμα
- Εμφανίζετε το ίχνος ενός κύκλου, καθώς θα εκτελείτε την προσομοίωσή σας
- Δημιουργείτε και να επεξεργάζεστε μια σύνθετη συνδεσμολογία
- Δημιουργείτε εργαλεία ελέγχου και κουμπιά
- Αποθηκεύετε την προσομοίωσή σας

1.1 Ξεκινώντας το Interactive Physics

Συμβουλευτείτε τις οδηγίες σχετικά με την εγκατάσταση του Interactive Physics, αν δεν έχετε ήδη εγκαταστήσει το Interactive Physics στο σύστημά σας.

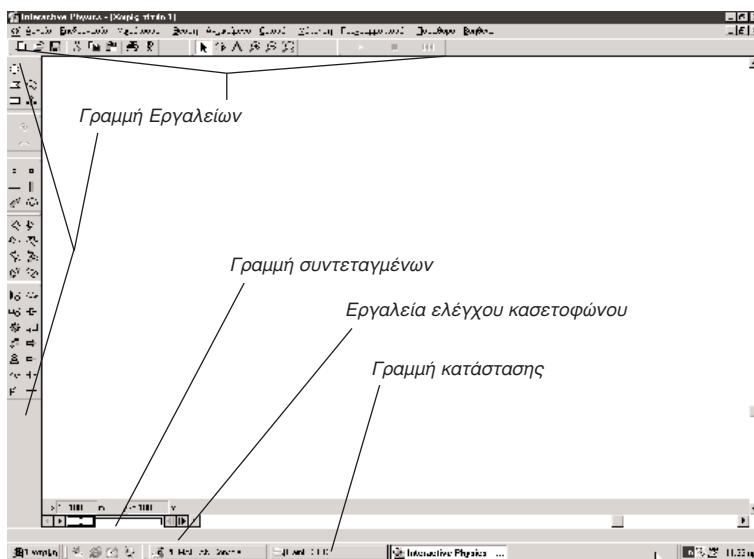
1. Κάντε διπλό κλικ στο εικονίδιο του Interactive Physics για να εκκινήσετε το πρόγραμμα.

Το Interactive Physics ξεκινάει και ανοίγει ένα νέο παράθυρο χωρίς τίτλο. Η οθόνη σας θα μοιάζει με αυτή στο σχήμα 1-1.

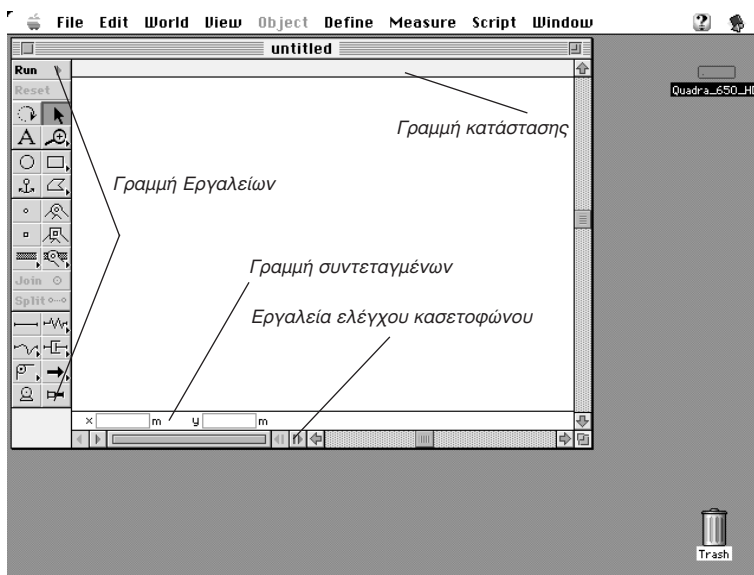
1-2 Κεφάλαιο 1-Ξενάγηση στο Interactive Physics

Σχήμα 1-1

Παράθυρο του Interactive Physics χωρίς τίτλο



Windows



MacOS

Το νέο έγγραφο προσομοίωσης Χωρίς τίτλο εμφανίζεται στο δικό

του παραθύρου. Θα δείτε τη Γραμμή συντεταγμένων και τα εργαλεία ελέγχου του κασετοφώνου κατά μήκος του κάτω μέρους του παραθύρου.

Η Γραμμή εργαλείων περιέχει εργαλεία που θα χρησιμοποιήσετε για να δημιουργήσετε νέες προσομοιώσεις. Τα εργαλεία σας δίνουν τη δυνατότητα να δημιουργήσετε σώματα, ελατήρια, σχοινιά, δυνάμεις και πολλά άλλα αντικείμενα. Η Γραμμή εργαλείων περιέχει επίσης κουμπιά για την εκτέλεση και την επανεκκίνηση των προσομοιώσεων.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η σύνθεση της Γραμμής εργαλείων είναι διαφορετική στην έκδοση του Interactive Physics για Windows και για MacOS. Συμβουλευτείτε το **"2.1. Γραμμές εργαλείων του Interactive Physics"** για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις διαφορές.

Η Γραμμή συντεταγμένων παρέχει χρήσιμες πληροφορίες, π.χ. τη θέση του δείκτη του ποντικιού, τη διαμόρφωση του αντικειμένου και τις διαστάσεις του. Το περιβάλλον εμφάνισης μεταβάλλεται ανάλογα με το κείμενο και εύκολα επιδέχεται οποιαδήποτε αλλαγή, ώστε να προσαρμόζεται στις εκάστοτε ανάγκες σας κατά τη χρήση του Interactive Physics. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να επεξεργαστείτε τις παραμέτρους ενός αντικειμένου, εισάγοντας πληροφορίες απευθείας στη Γραμμή συντεταγμένων.

Τα εργαλεία ελέγχου του κασετοφώνου σας παρέχουν μεγαλύτερη ευελιξία για την εκτέλεση και την εμφάνιση των προσομοιώσεων. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα εργαλεία ελέγχου του κασετοφώνου για να μετακινηθείτε μέσα στην προσομοίωση, να γυρίσετε πίσω μια προσομοίωση ή να μεταβείτε σε ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο μιας προσομοίωσης.

Στη Γραμμή κατάστασης δίνεται μια συνοπτική περιγραφή του εργαλείου ή του αντικειμένου, στο οποίο εκείνη τη στιγμή βρίσκεται ο δείκτης του ποντικιού. Έχετε υπόψη σας ότι ενώ η Γραμμή κατάστασης βρίσκεται στο επάνω μέρος του παραθύρου του εγγράφου στην έκδοση MacOS, στην αντίστοιχη για Windows βρίσκεται στο κάτω μέρος του παραθύρου.

1.2 Δημιουργία μιας νέας προσομοίωσης με απλά βήματα

Τα γρήγορα βήματα που ακολουθούν σας δίνουν μια εικόνα του τρόπου χρήσης του Interactive Physics για τη δημιουργία και εκτέλεση μιας προσομοίωσης. Τα βήματα αυτά μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της προσομοίωσης που θέλετε να δημιουργήσετε. Τα βασικά βήματα, όμως, για τη δημιουργία και εκτέλεση μιας προσομοίωσης είναι τα εξής:

- 1. Επιλέξτε Δημιουργία από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο για να ανοίξετε ένα νέο έγγραφο.**
- 2. Σχεδιάστε και τοποθετήστε στο σημείο που θέλετε σώματα και συνδέσμους.**
Χρησιμοποιήστε τη Γραμμή εργαλείων για να σχεδιάσετε αντικείμενα, όπως θα κάνατε με ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα ή ένα πρόγραμμα ζωγραφικής.
- 3. Κάντε διπλό κλικ σε ένα αντικείμενο για να εμφανίσετε ή και να επεξεργαστείτε τις αρχικές του προδιαγραφές (όπως την ταχύτητα, τους συντελεστές τριβής ή την ελαστικότητα).**
- 4. Επιλέξτε από τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στον κατάλογο επιλογών Μέτρηση για να ορίσετε τους μετρητές και τις γραφικές παραστάσεις που θα εμφανίζουν τις πληροφορίες που πρόκειται να αναλυθούν κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.**
- 5. Κάντε κλικ στο κουμπί Εκτέλεση της Γραμμής εργαλείων.**
- 6. Επιλέξτε Αποθήκευση από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο για να αποθηκεύσετε την προσομοίωση.**

1.3. Εκτέλεση ενός υποδείγματος προσομοίωσης

Στην άσκηση αυτή θα ανοίξετε και θα εκτελέσετε υποδείγματα εγγράφων προσομοίωσης που συμπεριλαμβάνονται σε αυτό το πρόγραμμα.

1. Επιλέξτε Άνοιγμα... από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο

Εμφανίζεται ο διάλογος Άνοιγμα.

2. Macintosh: Κάνετε διπλό κλικ στο ντοσιέ Demonstrations στο διάλογο Άνοιγμα.

Windows: Κάνετε διπλό κλικ στον κατάλογο των demo στο διάλογο Άνοιγμα.

Εμφανίζονται τα περιεχόμενα του ντοσιέ ή του καταλόγου με τις παρουσιάσεις.

3. Επιλέξτε μία από τις παρουσιάσεις, κάνοντας κλικ πάνω της. Στη συνέχεια κάνετε κλικ πάνω στο κουμπί Άνοιγμα.

4. Κάνετε κλικ στην Εκτέλεση στη Γραμμή εργαλείων.

Εκτελείται η προσομοίωση.

Σχήμα 1-2
Κουμπί Εκτέλεση



5. Για να διακόψετε μια προσομοίωση κάντε κλικ με το πλήκτρο του ποντικιού στο φόντο του παραθύρου ή κάντε κλικ στο Διακοπή (Stop) στη Γραμμή εργαλείων.

Στα συστήματα MacOS το κουμπί Εκτέλεση μετατρέπεται σε κουμπί Διακοπή κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της προσομοίωσης.

Μόλις ολοκληρωθεί η προσομοίωση, πρέπει να την κλείσετε για να απελευθερώσετε μνήμη για άλλες προσομοιώσεις.

Σχήμα 1-3

Διακοπή της προσομοίωσης



6. Επιλέξτε Κλείσιμο από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο για να κλείσετε το παράθυρο της προσομοίωσης.

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου σχετικά με το αν θέλετε να αποθηκεύσετε τις αλλαγές πριν κλείσετε την προσομοίωση.

7. Επιλέξτε Όχι στο πλαίσιο διαλόγου.

Για να παρακολουθήσετε και άλλες προσομοιώσεις, επαναλάβετε τα βήματα 1 έως 7 παραπάνω. Για να εγκαταλείψετε το Interactive Physics, επιλέξτε **Τέλος εργασίας** (MacOS) ή **Έξοδος** (Windows) από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

1.4. Δημιουργία μιας απλής προσομοίωσης

Στην άσκηση αυτή θα χρησιμοποιήσετε εργαλεία από τη Γραμμή εργαλείων για να δημιουργήσετε μια απλή προσομοίωση. Θα σχεδιάσετε έναν κύκλο που αντιπροσωπεύει ένα βλήμα και θα του δώσετε μια αρχική ταχύτητα. Στη συνέχεια θα παρακολουθήσετε το βλήμα να κινείται, καθώς θα εκτελείτε την προσομοίωση.

Άνοιγμα νέου εγγράφου

Αν κάποιον έγγραφο προσομοίωσης είναι ανοιχτό, κλείστε το πριν ανοίξετε ένα νέο έγγραφο.

1. Επιλέξτε Δημιουργία από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Θα εμφανιστεί ένα νέο παράθυρο εγγράφου χωρίς τίτλο.

Στη συνέχεια θα δημιουργήσετε έναν κύκλο που θα αντιπροσωπεύει ένα σώμα.

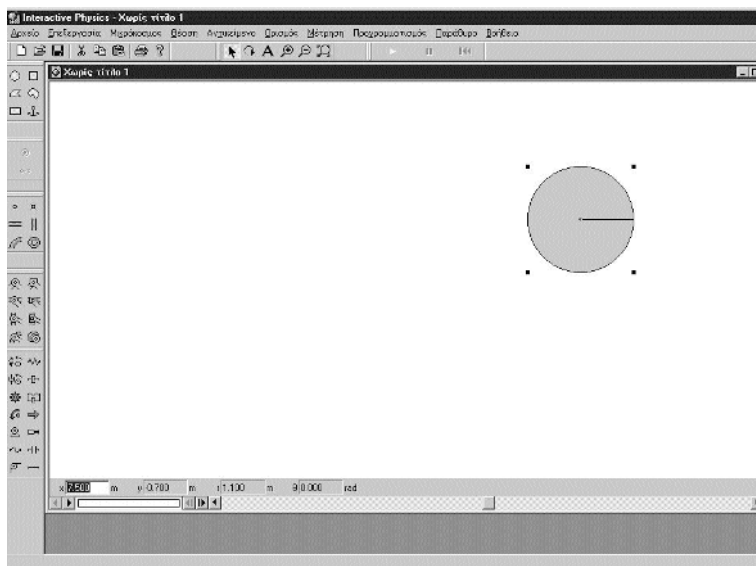
Δημιουργία κύκλου

Η Γραμμή εργαλείων παρέχει μια ποικιλία εργαλείων για τη δημιουργία προσομοιώσεων. Για να επιλέξετε ένα εργαλείο, κάνετε κλικ πάνω στο εικονίδιο του στη Γραμμή εργαλείων.

Για να δημιουργήσετε έναν κύκλο (βλ. σχήμα 1-4):

Σχήμα 1-4

Δημιουργία κύκλου



1. Κάντε κλικ στο εργαλείο Κύκλος.

2. Τοποθετήστε το δείκτη σε οποιοδήποτε σημείο εκκίνησης στην κενή περιοχή της οθόνης.

Ο δείκτης αλλάζει μορφή και από βέλος γίνεται στανρός. Αυτό σημαίνει ότι είστε έτοιμοι να δημιουργήσετε ένα αντικείμενο.

3. Κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού σύροντας το ποντίκι μέχρις ότου ο κύκλος αποκτήσει το μέγεθος που θέλετε. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού.

Εμφανίζεται μια γραμμή μέσα σε έναν κύκλο. Κατά τη διάρκεια μιας ακολουθίας κινήσεων, αυτή η γραμμή δείχνει τον περιστροφικό προσανατολισμό του κύκλου.

Εναλλακτική μέθοδος δημιουργίας κύκλου



Υπάρχει ακόμα ένας τρόπος δημιουργίας κύκλων.

1. Κάντε κλικ στο εργαλείο Κύκλος.
2. Τοποθετήστε το δείκτη σε οποιοδήποτε σημείο εκκίνησης στην κενή περιοχή της οθόνης.
3. Κάντε κλικ με το πλήκτρο του ποντικιού και απελευθερώστε το. Σύρετε το ποντίκι.
Παρατηρήστε ότι αλλάζει το μέγεθος του κύκλου.
4. Σύρετε το ποντίκι μέχρι να αποκτήσει ο κύκλος το μέγεθος που θέλετε.
5. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού.

Αλλαγή μεγέθους αντικειμένων με το ποντίκι

Αλλαγή μεγέθους του κύκλου

Για να αλλάξετε το μέγεθος του κύκλου, μπορείτε είτε:

- να επιλέξετε μία από τις γωνίες και να τη σύρετε, ή
- να πληκτρολογήσετε την ακτίνα που εσείς θέλετε απευθείας στη Γραμμή συντεταγμένων.

Για να αλλάξετε το μέγεθος ενός κύκλου σύροντας:

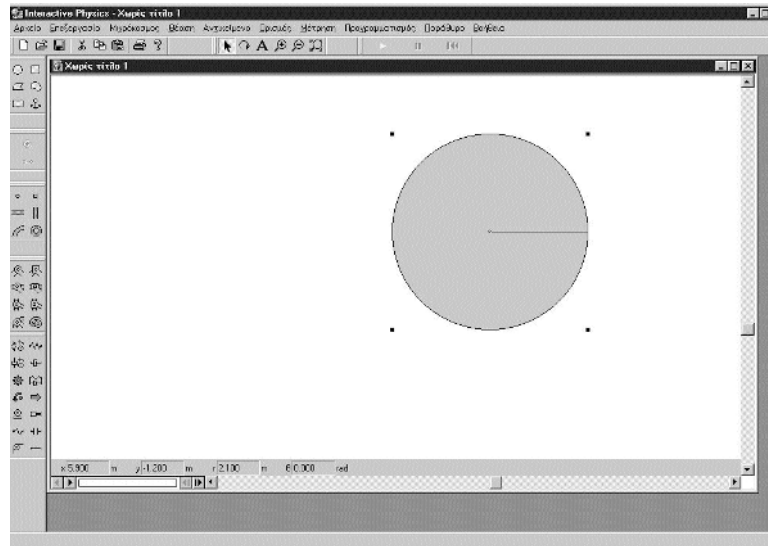
1. Κάντε κλικ πάνω στον κύκλο για να τον επιλέξετε.

Οι τέσσερις λαβές αλλαγής μεγέθους (μικρά μαύρα τετράγωνα) εμφανίζονται γύρω από τον κύκλο, όπως φαίνεται και στο σχήμα 1-4.

2. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού με το δείκτη πάνω σε μία από τις λαβές και σύρετέ το.

Ο κύκλος αλλάζει μέγεθος, καθώς σύρετε το ποντίκι. Μπορείτε να παρατηρήσετε τη Γραμμή συντεταγμένων για να δείτε πώς αλλάζει η ακτίνα (και η θέση) του κύκλου (βλ. σχήμα 1-5).

Σχήμα 1-5
Αλλαγή μεγέθους ενός κύκλου



**Χρησιμοποιώντας τη Γραμμή
συντεταγμένων**

3. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού, όταν ο κύκλος φτάσει το επιθυμητό μέγεθος.

Για να καθορίσετε το μέγεθος του κύκλου χρησιμοποιώντας τη Γραμμή συντεταγμένων:

1. Κάντε κλικ πάνω στον κύκλο για να τον επιλέξετε.

Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τη θέση του κύκλου (αναφορικά με το κέντρο του), καθώς και την ακτίνα και τον προσανατολισμό του (βλ. σχήμα 1-6).

2. Κάντε κλικ πάνω στον κύκλο για να τον επιλέξετε.

Σχήμα 1-6
Γραμμή συντεταγμένων για
ένα κύκλο



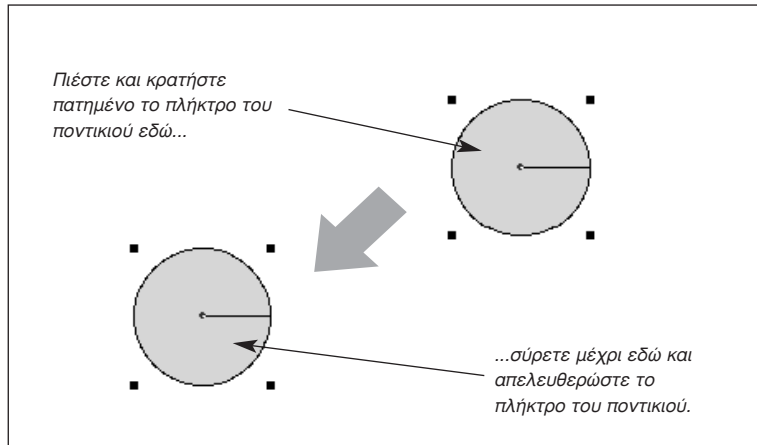
Μετακίνηση του κύκλου στο σημείο εκκίνησης

Για να τοποθετήσετε τον κύκλο στο κατάλληλο σημείο για έναρξη της προσομοίωσης:

1. Επιλέξτε το εργαλείο Βέλος αν δεν είναι ήδη επιλεγμένο.

Σχήμα 1-7
Σύροντας τον κύκλο

2. Τοποθετήστε το δείκτη μέσα στον κύκλο.
3. Κρατήστε το πλήκτρο του ποντικιού πατημένο και σύρετε τον κύκλο στην κάτω αριστερή γωνία της οθόνης, όπως φαίνεται στο σχήμα 1-7.



Εναλλακτικά, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τη Γραμμή συντεταγμένων για να καθορίσετε την ακριβή αρχική θέση. Απλώς πληκτρολογήστε τους αριθμούς που εσείς θέλετε στα πεδία "x" και "y" στη Γραμμή συντεταγμένων (βλ. σχήμα 1-6).

Καθορισμός της αρχικής ταχύτητας

Για να καθορίσετε την αρχική ταχύτητα του κέντρου του κύκλου:

1. Κάντε κλικ πάνω στον κύκλο για να τον επιλέξετε.

Εμφανίζονται τέσσερα τετράγωνα σημεία γύρω από τον κύκλο.

2. Επιλέξτε Προτιμήσεις... από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται ο διάλογος Προτιμήσεις (βλ. σχήμα 1-8). Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτόν το διάλογο για να τροποποιήσετε τις προτιμήσεις και να τις αποθηκεύσετε για όλα τα νέα έγγραφα.

3. Βεβαιωθείτε ότι το στοιχείο με τον τίτλο "Δυνατότητα συρσίματος διανύσματος ταχύτητας" έχει επιλεγεί

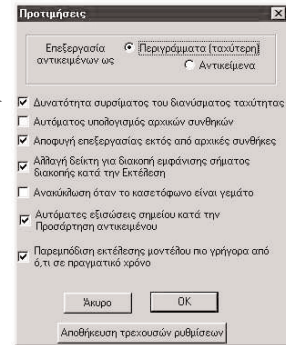
και κάντε κλικ στο OK.

Εμφανίζεται ένα νέο στρογγυλό σημείο στο κέντρο του κύκλου.

Σχήμα 1-8

Διάλογος προτιμήσεων

Κάντε κλικ εδώ
και ελέγξτε ότι
εμφανίζεται το
σημάδι επιλογής



4. Τοποθετήστε το δείκτη στο κέντρο του κύκλου (στο σημείο που εμφανίστηκε) και σύρετέ τον μακριά για να καθορίσετε την αρχική ταχύτητα του βλήματος (βλ. σχήμα 1-9).

Καθώς θα σύρετε, προσπαθήστε να το ταιριάζετε με το βέλος που εμφανίζεται στο σχήμα 1-9.

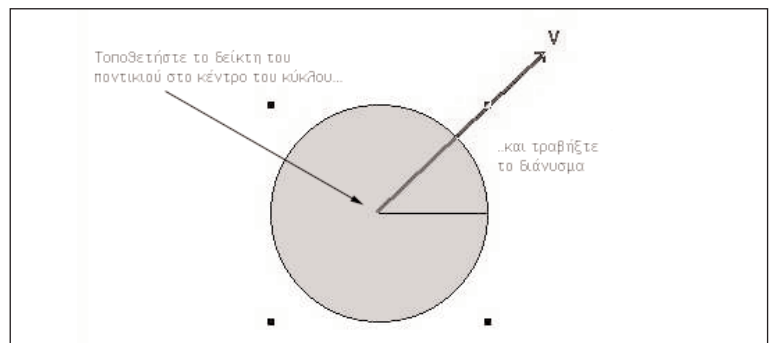
5. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού, όταν φτάσετε στην επιθυμητή αρχική ταχύτητα.

Το βέλος αντιπροσωπεύει την αρχική ταχύτητα του κέντρου μάζας του βλήματος.

6. Σύρετε την άκρη του θέλους για να προσαρμόσετε το διάνυσμα της ταχύτητας.

Σχήμα 1-9

Καθορισμός αρχικής ταχύτητας για το κέντρο μάζας του βλήματος



Εκτέλεση της προσομοίωσης

Είστε έτοιμοι να εκτελέσετε την προσομοίωσή σας. Για να το κάνετε αυτό:

1. Κάντε κλικ στο κουμπί Εκτέλεση στη Γραμμή εργαλείων.



Παρακολουθήστε την εκτέλεση της πρώτης σας προσομοίωσης. Επειδή εξ ορισμού σε κάθε νέο έγγραφο είναι ενεργοποιημένη η κανονική βαρύτητα της γης, ο κύκλος διαγράφει την τροχιά ενός συνηθισμένου βλήματος.

2. Κάντε κλικ στο κουμπί Διακοπή στη Γραμμή εργαλείων για να διακόψετε την προσομοίωση.



Εναλλακτικά, μπορείτε να κάνετε ένα κλικ στο φόντο για να διακόψετε την προσομοίωση.

3. Κάντε κλικ στο κουμπί Επαναρρύθμιση στη Γραμμή εργαλείων για να επαναφέρετε την προσομοίωση στις αρχικές συνθήκες.



4. Επιστρέψτε στο βήμα 3 υπό τον "Καθορισμό της αρχικής ταχύτητας" και δοκιμάστε να εκτελέσετε την προσομοίωση με διαφορετικές ταχύτητες.

1.5. Ιδιότητες μετρήσεων από μια προσομοίωση

Το Interactive Physics σας επιτρέπει να μετρήσετε πολλές φυσικές ιδιότητες, μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνονται η ταχύτητα, η επιτάχυνση και η ενέργεια με τη χρήση μετρητών και διανυσμάτων.

Οι μετρητές και τα διανύσματα παρέχουν οπτική αναπαράσταση των ποσοτήτων που θέλετε να μετρήσετε. Οι μετρητές μπορούν να εμφανίσουν πληροφορίες με τη μορφή:

- αριθμών (ψηφιακοί),
- γραφικών παραστάσεων, ή
- επίπεδων δεικτών (ραβδόγραμμα).

Τα διανύσματα αντιπροσωπεύουν τις ιδιότητες της ταχύτητας, της επιτάχυνσης και της δύναμης ως οπτικά βέλη. Η φορά του βέλους δείχνει τη διεύθυνση του διανύσματος και το μήκος του βέλους ανταποκρίνεται στο μέγεθος του διανύσματος.

Στις ασκήσεις που ακολουθούν θα μετρήσετε την ταχύτητα ενός βλήματος και θα την εμφανίσετε με διάφορους τρόπους. Αρχικά με τη μορφή ψηφιακού μετρητή. Στη συνέχεια θα μετατρέψετε τον μετρητή σε γραφική παράσταση. Τέλος, θα εμφανίσετε την ταχύτητα του βλήματος ως κινούμενο διάνυσμα.

Δημιουργία μετρητή ταχύτητας

Για να δημιουργήσετε ένα ψηφιακό μετρητή που θα μετράει την ταχύτητα του κέντρου μάζας του βλήματος, ακολουθήστε τα εξής βήματα:

1. Επιλέξτε Επαναρύθμιση στη Γραμμή εργαλείων.

2. Σχεδιάστε έναν κύκλο στην κάτω αριστερή γωνία του χώρου εργασίας, αν δεν υπάρχει ήδη. Επιλέξτε τον κύκλο.

Η οθόνη σας θα πρέπει να μοιάζει με το σχήμα 1-10. Όταν ο κύκλος επιλεγεί, θα εμφανιστούν τέσσερις μικρές κονκίδες και το βέλος της ταχύτητας. Αν η οθόνη σας δεν μοιάζει με το σχήμα 1-10, επαναλάβετε τα βήματα της προηγούμενης παραγράφου. Αν ήδη γνωρίζετε πώς να δημιουργείτε αντικείμενα και να τους δίνετε αρχική ταχύτητα, δημιουργήστε ένα κυκλικό σώμα και δώστε του αρχική ταχύτητα παρόμοια με εκείνη που εμφανίζεται στο σχήμα 1-10.

3. Επιλέξτε Ταχύτητα από τον κατάλογο επιλογών Μέτρηση και Όλα από τον υποκατάλογο επιλογών της Ταχύτητας.

Εμφανίζεται ένας ψηφιακός μετρητής ταχύτητας (σχήμα 1-11).

4. Κάντε κλικ στο κουμπί Εκτέλεση στη Γραμμή εργαλείων.

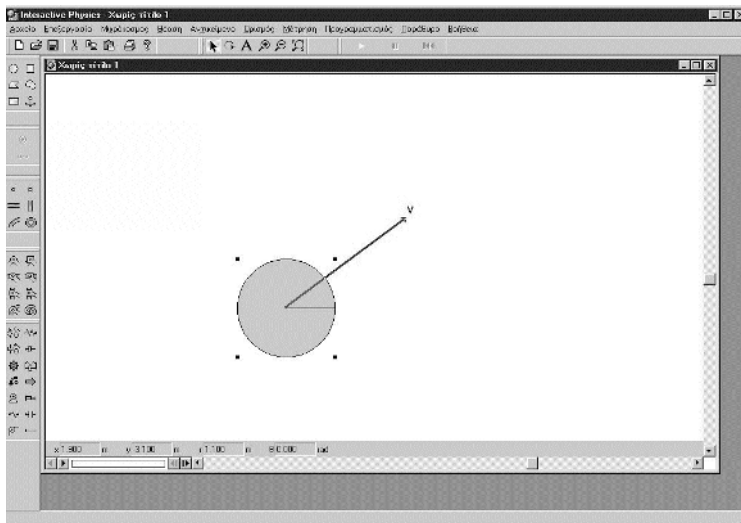
Καθώς κινείται το βλήμα, μπορείτε να παρακολουθήσετε την ταχύτητα του κέντρου μάζας του, παρακολουθώντας το μετρητή ταχύτητας.



5. Κάντε κλικ στο κουμπί Διακοπή στη Γραμμή εργαλείων για να διακόψετε την προσομοίωση.

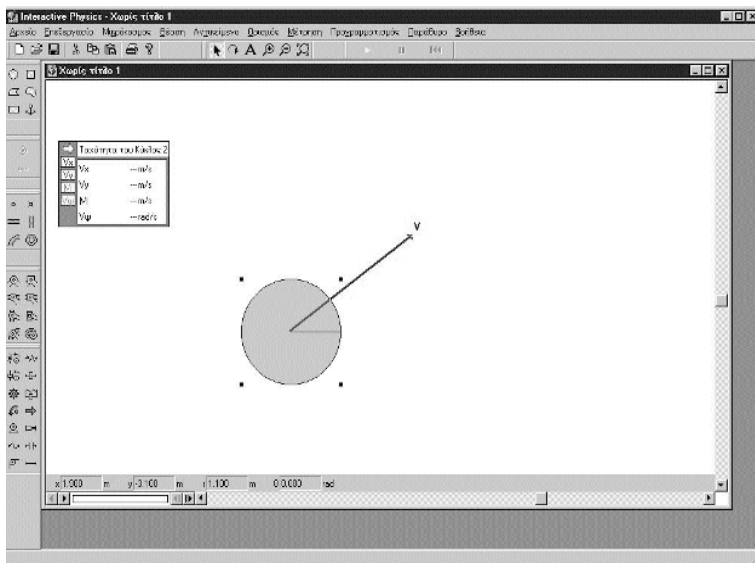
Σχήμα 1-10.

Κυκλικό βλήμα με αρχική ταχύτητα



Σχήμα 1-11.

Μετρητής ταχύτητας



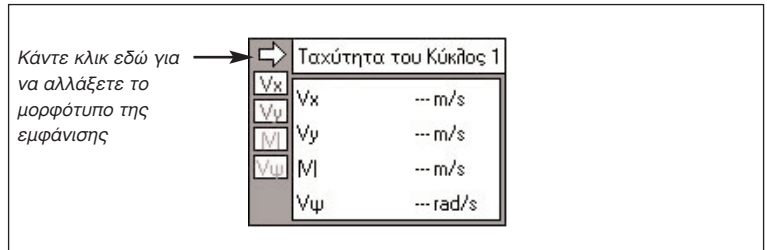
Αλλαγή της μορφής εμφάνισης του μετρητή

Για να μετατρέψετε ένα ψηφιακό μετρητή σε γραφική παράσταση:

1. Κάντε κλικ στην Επαναρρύθμιση στη Γραμμή εργαλείων για να επανεκκινήσετε την προσομοίωση.
2. Κάντε κλικ στο κουμπί του θέλους στην επάνω αριστερή

Σχήμα 1-12

Μετατροπή της ψηφιακής εμφάνισης σε γραφική



γωνία του μετρητή.

Στα συστήματα MacOS, αν κρατήσετε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού αποκαλύπτεται ένας αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογών που εμφανίζει τα αποτελέσματα σε τρεις διαφορετικές μορφές.

Στα συστήματα Windows με κάθε πάτημα του πλήκτρου του ποντικιού μεταβαίνουμε από τη μια μορφή παρουσίασης στην άλλη, κυκλικά: ψηφιακή, ραβδόγραμμα και πάλι ψηφιακή.

3. Αλλάξτε τη μορφή παρουσίασης σε Γραφική παράσταση.

4. Επιλέξτε Vy ως τη μόνη ιδιότητα που θέλετε να παρασταθεί γραφικά, πατώντας τα πλήκτρα στο πλαίσιο του μετρητή.

Μπορείτε να πατήσετε τα πλήκτρα στο πλαίσιο του μετρητή για να ενεργοποιήσετε ή να απενεργοποιήσετε το σχεδιασμό των μεμονωμένων ιδιοτήτων.

Ο μετρητής σας θα πρέπει να μοιάζει με το σχήμα 1-13.

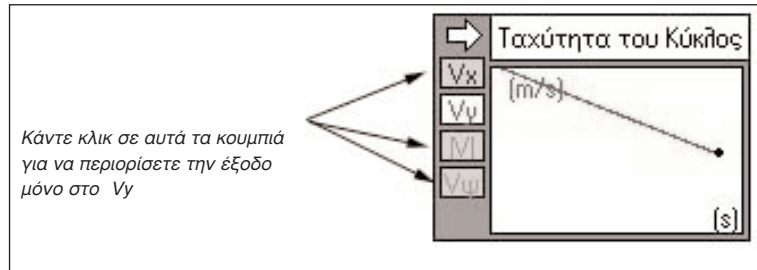
5. Κάντε κλικ στην Εκτέλεση στη Γραμμή εργαλείων.

Το αποτέλεσμα του μετρητή περιορίζεται στο Vy.

6. Κάντε κλικ στη Διακοπή για να διακόψετε την προσομοίωση.

Σχήμα 1-13

Γραφική εμφάνιση



Μπορείτε να εγκαταστήσετε μετρητές για να μετρήσετε οποιαδήποτε ποσότητα εμφανίζεται στον κατάλογο επιλογών Μέτρηση. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τους μετρητές συμβουλευτείτε το **"7.1. Μετρητές"**.

Εμφάνιση διανυσμάτων

Για να εμφανίσετε την ταχύτητα του βλήματος σαν ένα κινούμενο διάνυσμα:

1. Επιλέξτε τον κύκλο.

2. Επιλέξτε Διανύσματα από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

Εμφανίζεται ο υποκατάλογος επιλογών Διανύσματα.

3. Επιλέξτε Ταχύτητα από τον κατάλογο επιλογών Διανύσματα.

Στο εξής θα εμφανίζεται ένα σημάδι δίπλα στην Ταχύτητα στον κατάλογο επιλογών Διανύσματα, υποδηλώνοντας ότι εμφανίζονται τα διανύσματα ταχύτητας.

4. Κάντε κλικ στην Εκτέλεση στη Γραμμή εργαλείων.

Όταν εκτελείτε την προσομοίωση, εμφανίζεται ένα διάνυσμα στον κύκλο, δείχνοντας την ταχύτητα του κέντρου μάζας του.

5. Κάντε κλικ στο κουμπί Διακοπή για να διακόψετε την προσομοίωση.

1.6. Εμφάνιση ίχνους

Η εμφάνιση ίχνους εμφανίζει τη διαδρομή που διαγράφει ένα αντικείμενο, καταγράφοντας τη θέση του ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

1. Κάντε κλικ στην Επαναρρύθμιση στη Γραμμή εργαλείων αν έχετε ήδη εκτελέσει την προσομοίωση.

2. Επιλέξτε Εμφάνιση ίχνους από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος και στη συνέχεια επιλέξτε Κάθε 8 πλαίσια από τον υποκατάλογο επιλογών.

Όταν εκτελείτε την προσομοίωση το Interactive Physics θα εμφανίζει τη θέση του κύκλου σε διαστήματα των οκτώ πλαισίων.

3. Κάντε κλικ στην Εκτέλεση στη Γραμμή εργαλείων.

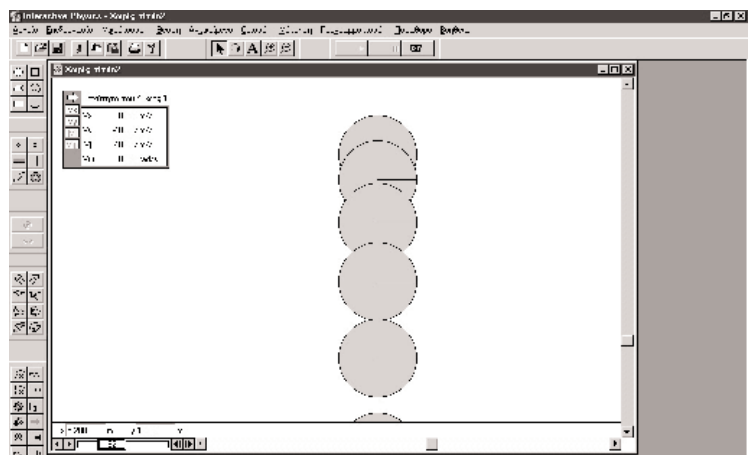
Η διαδρομή του βλήματος θα διαγράφεται καθώς αυτό κινείται (βλ. σχήμα 1-14).

4. Κάντε κλικ στο κουμπί Διακοπή για να διακόψετε την προσομοίωση.

Η δημιουργία ή η επεξεργασία αντικειμένων διαγράφει το ίχνος.

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα διανύσματα, θα βρείτε στο " 8.9. Εμφάνιση ίχνους".

Σχήμα 1-14
Εμφάνιση ίχνους



1.7. Αποθήκευση μιας προσομοίωσης

Μόλις ολοκληρωθεί η προσομοίωσή σας, μπορείτε να την αποθηκεύσετε για να την αναπαράγετε ή να την επεξεργαστείτε αργότερα.

Για να αποθηκεύσετε μια προσομοίωση στο δίσκο:

1. Επιλέξτε Αποθήκευση από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Εμφανίζεται ο διάλογος Αποθήκευση ως... αν δεν έχετε ήδη δώσει όνομα στην προσομοίωση.

2. Πληκτρολογήστε ένα όνομα για το έγγραφο της προσομοίωσής σας. Στη συνέχεια κάντε κλικ στην Αποθήκευση.

Οι αλλαγές που κάνατε σε όλα τα πλαίσια διαλόγου αποθηκεύονται με την αποθήκευση του εγγράφου της προσομοίωσης.

Αν έχετε ήδη επιλέξει και εισάγει ένα όνομα για την προσομοίωσή σας, θα μπορείτε ακολούθως να αποθηκεύετε τη δουλειά σας, χωρίς να χρειάζεται να τη διακόπτετε.

Χρησιμοποιήστε την εντολή **Αποθήκευση ως...** για να αποθηκεύσετε ένα αντίγραφο της προσομοίωσής σας με διαφορετικό όνομα.

1.8. Έξυπνος Επεξεργαστής

Στο πρόγραμμα εκμάθησης που χρησιμοποιούμε, ο Έξυπνος Επεξεργαστής του Interactive Physics θα μας φανεί χρήσιμος για να δημιουργήσουμε και να επεξεργαστούμε ένα μηχανισμό. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής ενισχύει τους συνδέσμους (όπως ελατήρια και συνδέσμους), ενώ κάνουν κάποια επεξεργασία.

Για να δημιουργήσετε μια συνδεσμολογία που θα αποτελείται από τρεις ράβδους:

1. Δημιουργήστε ένα νέο έγγραφο του Interactive Physics, επιλέγοντας Δημιουργία από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Κλείστε όλα τα ανοιχτά έγγραφα πριν ξεκινήσετε την άσκηση.

2. Κάντε διπλό κλικ στο εργαλείο Ορθογώνιο στη Γραμμή εργαλείων.

Το διπλό κλικ σας επιτρέπει να χρησιμοποιήσετε ένα εργαλείο επιτυχώς χωρίς να επανεπιλέγετε το εργαλείο μετά από κάθε χρήση.

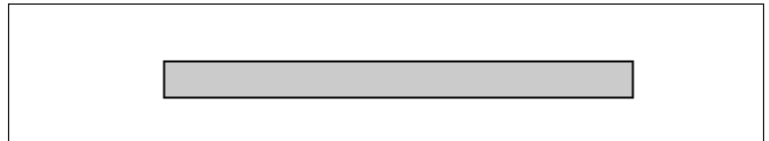
Στα συστήματα MacOS το διπλό κλικ σε ένα εργαλείο κάνει το εικονίδιο του σκούρο γκρι.

3. Σχεδιάστε ένα ορθογώνιο παρόμοιο με αυτό στο σχήμα 1-15.

4. Σχεδιάστε δύο κάθετα ορθογώνια πάνω από το οριζόντιο ορθογώνιο.

Ενώ σχεδιάζετε τα πρόσθετα ορθογώνια, εμφανίζεται ένα μικρό σύμβολο "X", καθώς μετακινείτε το δείκτη του ποντικιού πιο κοντά στα ενδιάμεσα σημεία και τις γωνίες του υπάρχοντος

Σχήμα 1-15
Ένα ορθογώνιο

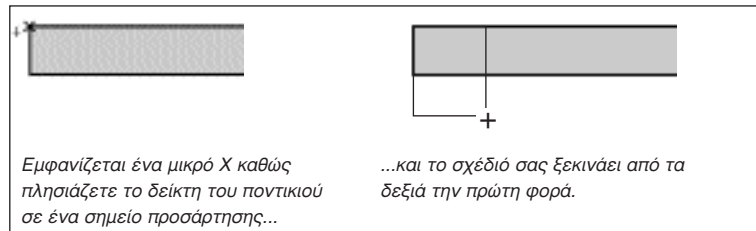


ορθογωνίου. Το σύμβολο αυτό δείχνει ότι το χαρακτηριστικό Προσάρτηση Αντικειμένου είναι ενεργό (βλ. σχήμα 1-16). Όταν ξεκινάτε να δημιουργήσετε ένα ορθογώνιο, ενώ είναι ορατό το σύμβολο του σημείου προσάρτησης, αυτό που σχεδιάσατε αυτόματα ευθυγραμμίζεται με εκείνο το σημείο προσάρτησης. Όπως φαίνεται στο σχήμα 1-16, μπορείτε να αρχίσετε να δημιουργείτε ένα ορθογώνιο ευθυγραμμίζοντας τη γωνία του με το υπάρχον ορθογώνιο.

Αφού σχεδιάσετε τους δύο κάθετους συνδέσμους, η οθόνη σας θα πρέπει να μοιάζει με το σχήμα 1-17.

Σχήμα 1-16

Ευθυγράμμιση ορθογωνίων με βάση τα σημεία προσάρτησης

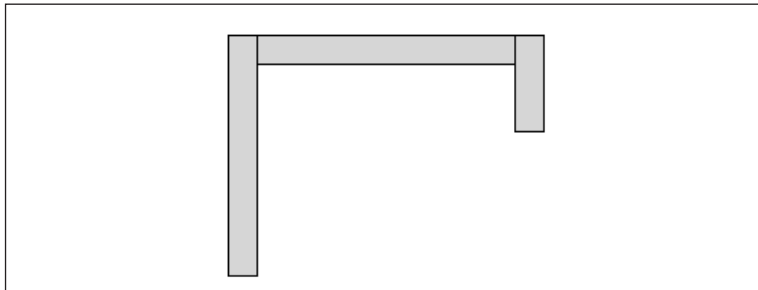


Στη συνέχεια θα δημιουργήσετε αρθρώσεις με πείρο. Μία άρθρωση με πείρο λειτουργεί ως γάντζος ανάμεσα σε δύο σώματα. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής προφυλάσσει τους συνδέσμους από το σπάσιμο κατά τη διάρκεια λειτουργιών έλξης.

1. Κάντε διπλό κλικ στο εργαλείο της Άρθρωσης με πείρο.
2. Σχεδιάστε δύο αρθρώσεις με πείρο κάνοντας μία φορά κλικ με το ποντίκι για κάθε σύνδεση. Αν είναι εφικτό, προσπαθήστε να την κάνετε να ακουμπήσει ένα σημείο προσάρτησης (όπου εμφανίζεται ένα μικρό σύμβολο X).

Σχήμα 1-17

Τρόπος εμφάνισης ενός μηχανισμού σύνδεσης



Λάβετε υπόψη σας ότι η Προσάρτηση αντικειμένου είναι ακόμα ενεργή, όταν επικολλάτε ένα σύνδεσμο, όπως μία άρθρωση με πείρο. Όπως φαίνεται στο σχήμα 1-18, τα πιθανά σημεία προσάρτησης συμπεριλαμβάνουν το κέντρο των συνδέσμων και τις γωνίες τους.

Αφού δημιουργήσετε τους δύο συνδέσμους, η οθόνη σας θα πρέπει να μοιάζει με το σχήμα 1-19.

Οι αρθρώσεις με πείρο αυτομάτως συνδέουν τα δύο πρώτα σώματα. Αν κάτω από μια άρθρωση με πείρο υπάρχει μόνο ένα σώμα, τότε αυτή συνδέει το σώμα με το φόντο.



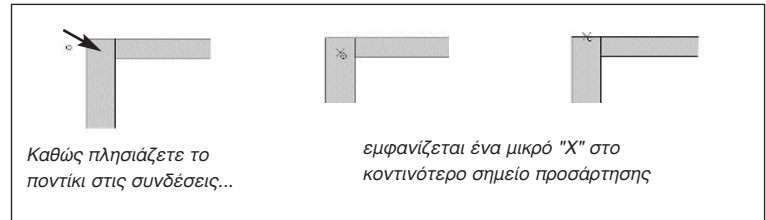
3. Επιλέξτε το εργαλείο Βέλος κάνοντας κλικ στη Γραμμή εργαλείων.

4. Δοκιμάστε να σύρετε οποιοδήποτε ορθογώνιο.

Και τα τρία ορθογώνια ακολουθούν την κίνηση του ποντικιού,

Σχήμα 1-18

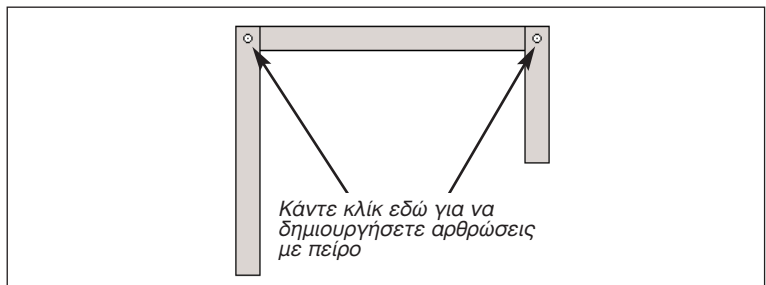
Ευθυγράμμιση αρθρώσεων με πείρο με βάση τα σημεία προσάρτησης



καθώς τα συνδέουν οι αρθρώσεις με πείρο. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής δεν επιτρέπει στις συνδέσεις να σπάσουν. Σε αυτήν την

Σχήμα 1-19

Σύνδεση του μηχανισμού με πείρο



περίπτωση, ο

Έξυπνος Επεξεργαστής μετακινεί και τα

τρία ορθογώνια μαζί.

5. Προσθέστε δύο νέες αρθρώσεις με πείρο στο κάτω μέρος των ορθογωνίων Β και Γ, όπως φαίνεται στο σχήμα 1-20.

Αυτές οι αρθρώσεις με πείρο θα συνδέσουν τα ορθογώνια στο φόντο. Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε τα σημεία προσάρτησης, αν θέλετε.

6. Κάντε κλικ στο εργαλείο Βέλος.

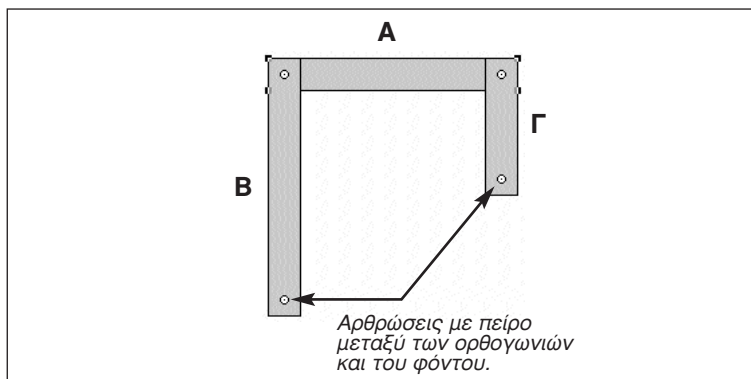
Αυτή η πράξη αποεπιλέγει το εργαλείο Άρθρωση με πείρο. Αλλιώς, όσο θα συνεχίζατε να κάνετε κλικ με το ποντίκι, θα δημιουργούνταν περισσότερες αρθρώσεις με πείρο.

7. Σύρετε το ορθογώνιο Α.

Οι αρθρώσεις στρέφονται γύρω από τον οριζόντιο άξονα και οι ράβδοι τώρα πιο σχετικά η μία με την άλλη. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής μετακινεί το μηχανισμό, ενώ εξασφαλίζει ότι οι

Σχήμα 1-20

Σύνδεση με πείρο του μηχανισμού στο φόντο



αρθρώσεις με πείρο δεν διασπώνται.

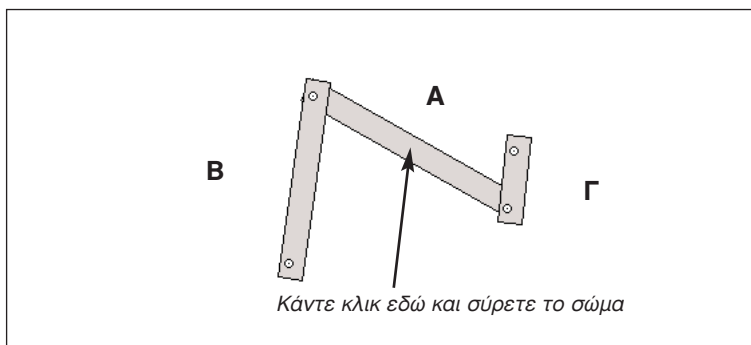
Τροποποίηση της γεωμετρίας της συνδεσμολογίας

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το ποντίκι για να τροποποιήσετε τη γεωμετρία της συνδεσμολογίας (π.χ. τα μήκη των ανεξάρτητων συνδέσμων). Για παράδειγμα, για να αλλάξουμε το μέγεθος του αριστερού κάθετου συνδέσμου:

1. Κάντε κλικ πάνω στον αριστερό κάθετο σύνδεσμο για να

Σχήμα 1-21

Σύροντας το μηχανισμό



τον επιλέξετε.

Στις γωνίες του ορθογωνίου εμφανίζονται τέσσερις λαβές αλλαγής σχήματος.

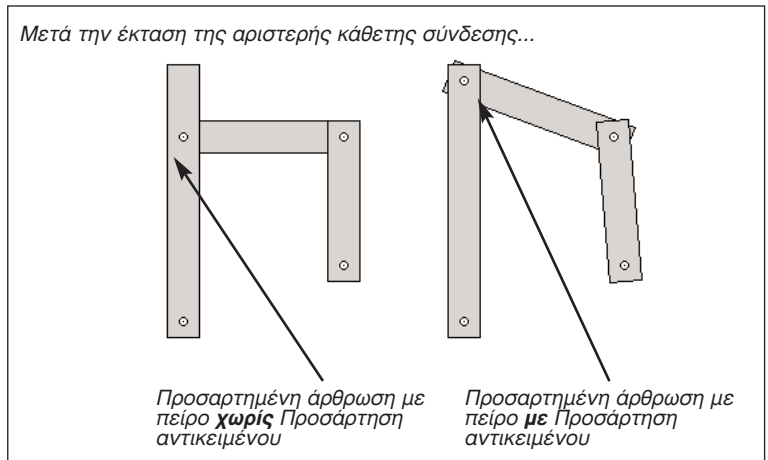
2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού σε μία από τις επάνω λαβές αλλαγής σχήματος και κρατήστε το πλήκτρο του ποντικιού πατημένο. Σύρετε το ποντίκι για να τροποποιήσετε το μέγεθος του συνδέσμου.

Αν επισυνάψετε όλες τις αρθρώσεις με πείρο στα σημεία προσάρτησης, το Interactive Physics θα τροποποιήσει αυτόματα αυτήν την επισύναψη για να τη διαφυλάξει στη θέση της, σε σχέση με το τέλος του κάθετου συνδέσμου. Αν το σημείο δεν επισυναπτόταν σε ένα σημείο προσάρτησης, δεν θα χρειαζόταν η προσαρμογή. Το σχήμα 1-22 μας δίνει τη δυνατότητα σύγκρισης των δύο περιπτώσεων.

Η διαφορά προέρχεται από ένα από τα χαρακτηριστικά του Interactive Physics, που ονομάζεται "παραμετρικός ορισμός βάσει σημείων". Σύντομα θα αναφέρουμε ότι το χαρακτηριστικό Προσάρτηση αντικειμένου συνδέεται με αυτόματο καθορισμό των θέσεων των σημείων βάσει της γεωμετρίας των σωμάτων που σχετίζονται με την προσκόλληση συνδέσμου. Μπορείτε να ενεργοποιήσετε ή να απενεργοποιήσετε αυτό το χαρακτηριστικό, χρησιμοποιώντας το διάλογο **Προτιμήσεις** στον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος**. Για περισσότερες πληροφορίες, διαβάστε

Σχήμα 1-22

Αποτέλεσμα της αλλαγής του μεγέθους των συνδέσεων και των θέσεων των αρθρώσεων με πείρο.



το "8.4. Προτιμήσεις".

Σύνδεση και Χωρισμός

Ο Έξυπνος Επεξεργαστής έχει τη δυνατότητα να συναρμολογήσει ή να αποσυναρμολογήσει αυτόματα έναν μηχανισμό. Μπορείτε να "χωρίσετε" προσωρινά τις αρθρώσεις με πείρο, αφήνοντας ένα ξεχωριστό σημείο σε κάθε σώμα. Αυτά τα σημεία μπορούν να υποστούν επεξεργασία το καθένα μεμονωμένα και στη συνέχεια η άρθρωση με πείρο μπορεί να επανασυναρμολογηθεί με την εντολή Σύνδεση.

1. Επαναφέρετε το μηχανισμό στην αρχική του μορφή.

Η οθόνη σας πρέπει να μοιάζει με το σχήμα 1-23. Αν έχετε αλλάξει το σχήμα του μηχανισμού μόνο μια φορά, μπορείτε να επιλέξετε Αναίρεση από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία. Αλλιώς, χρησιμοποιήστε τις λαβές αλλαγής σχήματος για να αλλάξετε το σχήμα του μηχανισμού μέχρι να μοιάζει με την αρχική του μορφή.

2. Κάντε κλικ στο εργαλείο Βέλος στη Γραμμή εργαλείων.

3. Κάντε κλικ στην άρθρωση με πείρο p για να την επιλέξετε, όπως φαίνεται στο σχήμα 1-23.

Η άρθρωση με πείρο γίνεται μαύρη, όταν επιλεγεί.

4. Κάντε κλικ στο κουμπί Χωρισμός στη Γραμμή εργαλείων.

Η άρθρωση με πείρο διασπάται προσωρινά. Στο σημείο αυτό, αν σύρετε το ορθογώνιο B με το ποντίκι, το ορθογώνιο A δεν θα μετακινηθεί, εφόσον τα δύο ορθογώνια δεν είναι πλέον συνδεδεμένα.

Τα δύο σημεία που λίγο πριν αποτελούσαν την άρθρωση με πείρο p, τώρα συνδέονται με μια διακεκομμένη γραμμή (που υποδηλώνει ότι προσωρινά δεν υπάρχει σύνδεση) καθώς σύρετε ένα από τα ορθογώνια μακριά από το άλλο.

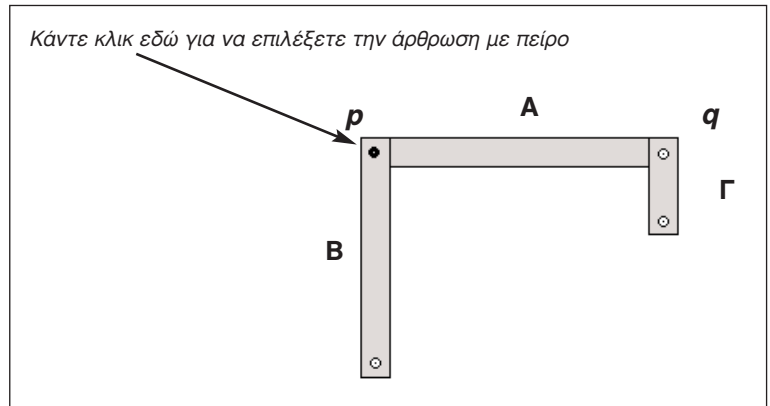
5. Δοκιμάστε να σύρετε τα άλλα ορθογώνια.

Μην σέροντε τις αρθρώσεις με πείρο, γιατί μπορεί να αφαιρεθούν από τα αντίστοιχα ορθογώνια.



Σχήμα 1-23

Επιλογή μιας άρθρωσης με
πείρο



6. Μετακινήστε τα ορθογώνια A και B σε μια θέση, όπου η άρθρωση με πείρο θα απέχει ελάχιστα από το να είναι συνδεδεμένη.

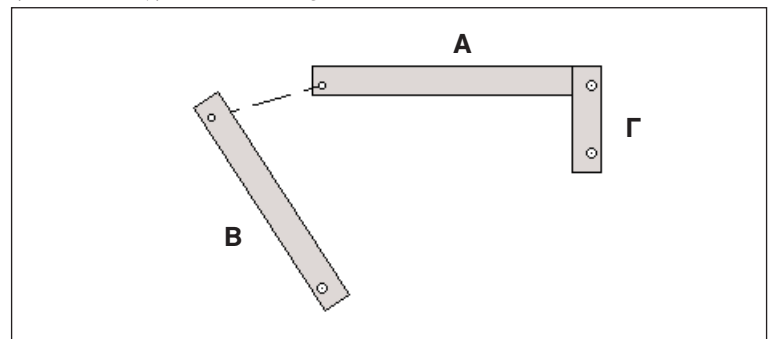
Δοκιμάστε να σύρετε κάθε ένα από τα διάφορα σώματα μεμονωμένα.
Η οθόνη σας πρέπει να μοιάζει με το σχήμα 1-25.

7. Κάντε κλικ στο ορθογώνιο B.

Παρατηρήστε ότι το κουμπί **Σύνδεση** είναι ενεργό. Το κουμπί γίνεται ενεργό όταν επιλέξετε:

Σχήμα 1-24

Μια χωρισμένη άρθρωση με
πείρο



- δύο σημεία
- ένα από τα δύο σημεία που διαχωρίστηκαν από μια άρθρωση με πείρο, ή
- ένα σώμα με ένα σημείο που διαχωρίστηκε από μια άρθρωση με πείρο.

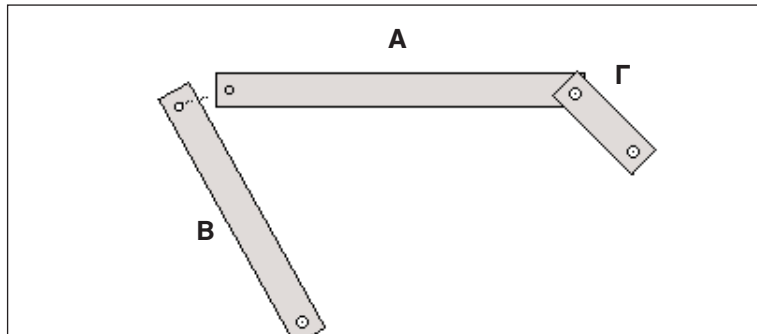


Σχήμα 1-25

Προετοιμάζοντας την άρθρωση

Το κουμπί **Σύνδεση** είναι τώρα ενεργό, επειδή η τελευταία συνθήκη που δόθηκε παραπάνω ικανοποιήθηκε.

8. Κάντε κλικ στο κουμπί Σύνδεση στη Γραμμή εργαλείων.



Η συνδεσμολογία θα επανασυναρμολογηθεί μόνη της, μετακινώντας τα μέρη της με τέτοιο τρόπο, ώστε να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες επικαλύψεις, όπου είναι απαραίτητο.

Αν τα σημεία που αποτελούν την άρθρωση με πείρο βρίσκονται πολύ μακριά το ένα από το άλλο, ο Έξυπνος Επεξεργαστής θα σας ζητήσει να τα μετακινήσετε πιο κοντά πριν κάνει τη σύνδεση.

Τροποποίηση της αρχικής διαμόρφωσης

Αριθμητική συναρμολόγηση ακριβείας

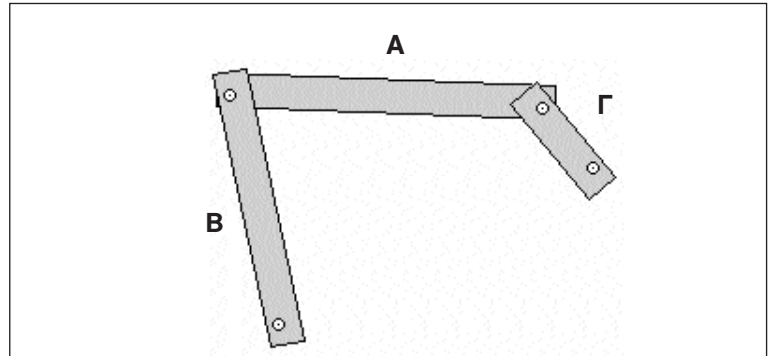
Ο Έξυπνος Επεξεργαστής συναρμολογεί μηχανισμούς με βάση αριθμητικές τιμές. Όταν εισάγετε τη θέση ενός σώματος, ενός σημείου ή μιας άρθρωσης, ο Έξυπνος Επεξεργαστής ελέγχει ότι οι αρθρώσεις δεν έχουν "σπάσει". Αν είναι απαραίτητο, θα μετακινήσει επίσης άλλα σώματα για να διατηρήσει την ακεραιότητα όλων των συνδέσεων σε έναν μηχανισμό.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον Έξυπνο Επεξεργαστή για να θέσετε τις αρχικές συνθήκες μιας προσομοίωσης. Σε αυτό το παράδειγμα, θα χρησιμοποιήσετε τον Έξυπνο Επεξεργαστή για να επαναφέρετε το μηχανισμό στην ακριβή αρχική του θέση.

1. Κάντε κλικ στο ορθογώνιο A, όπως φαίνεται στο σχήμα 1-27.

Σχήμα 1-26

Ο επανασυνδεδεμένος
μηχανισμός



Η Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζει το σύνολο των παραμέτρων που μπορείτε άμεσα να επεξεργαστείτε.

2. Εισάγετε την τιμή 0 στο πεδίο στροφής (Ψ) στη Γραμμή συντεταγμένων.

3. Εισάγετε ένα tab ή ένα χαρακτήρα επιστροφής (Return).

Το ορθογώνιο θα μετακινηθεί σε μια θέση, όπου η στροφή του θα είναι 0.00. Τα άλλα σώματα στο μηχανισμό επίσης θα μετακινηθούν, για να ικανοποιήσουν αυτή τη συνθήκη.

1.9. Μια απλή προσομοίωση με εργαλεία ελέγχου και κουμπιά καταλόγου επιλογών

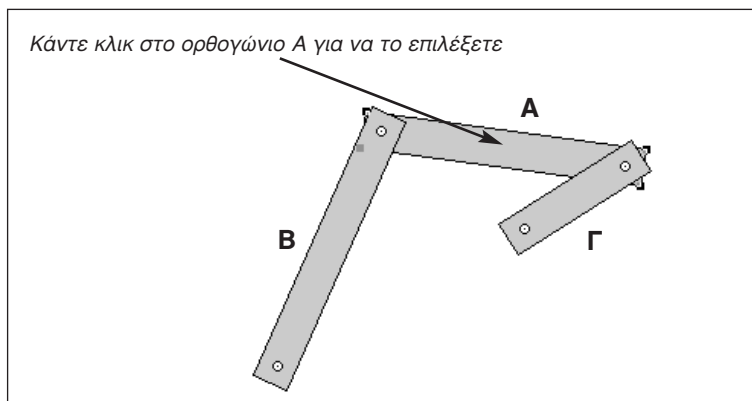
Στο πλαίσιο του προγράμματος εκμάθησης θα δημιουργήσετε μια απλή προσομοίωση μιας μπάλας που αναπηδά, με εργαλεία ελέγχου και μεταβολείς. Θα έχετε τη δυνατότητα να ελέγξετε την ταχύτητα της μπάλας με ένα μεταβολέα στην οθόνη. Θα χρησιμοποιήσετε επίσης κουμπιά για να δημιουργήσετε μια απλή, αυτοδύναμη προσομοίωση, που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα και από όσους δεν έχουν καμία εμπειρία σχετικά με τη χρήση του Interactive Physics.

Πώς να δημιουργήσετε το δικό σας μοντέλο

Το μοντέλο σας αποτελείται από μια μπάλα και ένα τραπέζι. Το τραπέζι που απεικονίζεται με ένα ορθογώνιο, είναι κλειδωμένο στο φόντο. Η μπάλα που απεικονίζεται με έναν κύκλο αναπηδά

Σχήμα 1-27

Επιλογή ενός ορθογωνίου

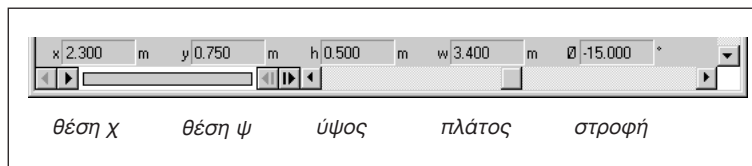


πάνω στο τραπεζί.

1. Δημιουργήστε ένα νέο έγγραφο του Interactive Physics

Σχήμα 1-28

Γραμμή συντεταγμένων για ένα σώμα



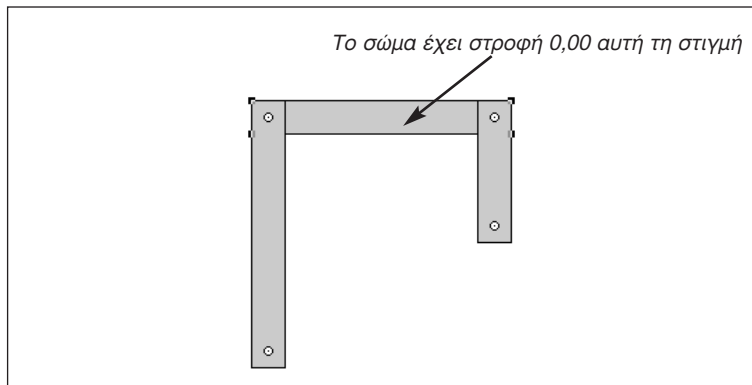
επιλέγοντας Δημιουργία από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

2. Επιλέξτε το εργαλείο Κύκλος και δημιουργήστε ένα μικρό κυκλικό σώμα στη μέση του χώρου εργασίας.

3. Επιλέξτε το εργαλείο Ορθογώνιο και δημιουργήστε ένα

Σχήμα 1-29

Χρήση αριθμητικής επεξεργασίας για ευθυγράμμιση ακριβείας



ορθογώνιο παρόμοιο με αυτό που εμφανίζεται στο σχήμα 1-30.

Κάντε κλικ στο εργαλείο Ορθογώνιο στη Γραμμή εργαλείων και στη συνέχεια σχεδιάστε το ορθογώνιο στην οθόνη. Τοποθετήστε τον κύκλο και το ορθογώνιο κατά τέτοιον τρόπο ώστε να μοιάζουν με το σχήμα 1-30.

4. Επιλέξτε το εργαλείο Άγκυρα στη Γραμμή εργαλείων

Ο δείκτης παίρνει τη μορφή άγκυρας.

5. Κάντε μια φορά κλικ στο ορθογώνιο.

Εμφανίζεται μια άγκυρα μέσα στο ορθογώνιο για να δείξει ότι το ορθογώνιο τώρα έχει σταθεροποιηθεί στη συγκεκριμένη θέση (βλ. σχήμα 1-31) και δεν θα μετακινηθεί όταν εκτελέσετε την προσομοίωση.

6. Κάντε κλικ στο κουμπί Εκτέλεση στη Γραμμή εργαλείων.

Η μπάλα αναπηδά μερικές φορές και στη συνέχεια ισορροπεί πάνω στο ορθογώνιο.

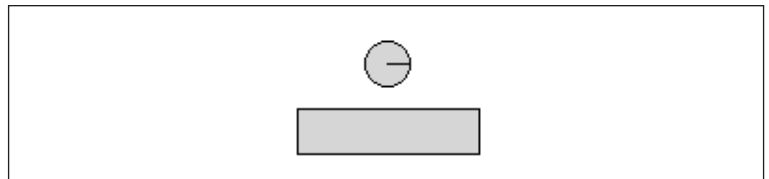
7. Κάντε κλικ στο κουμπί Επαναρρύθμιση στη Γραμμή εργαλείων.

Η μπάλα επιστρέφει στην αρχική της θέση.

Δημιουργία Εργαλείων Ελέγχου

Σχήμα 1-30

Ένας μικρός κύκλος και ένα μικρό ορθογώνιο.



Θα δημιουργήσετε τώρα μια προσομοίωση με ένα εργαλείο ελέγχου αρχικής ταχύτητας. Σε αυτήν την προσομοίωση, ο κύκλος θα λειτουργήσει ως βλήμα που εκτινάσσεται οριζόντια από τα αριστερά. Θα χρησιμοποιήσετε ένα εργαλείο ελέγχου (μεταβολέα) για να αλλάξετε την αρχική ταχύτητα του κέντρου του κύκλου.



Σχήμα 1-31

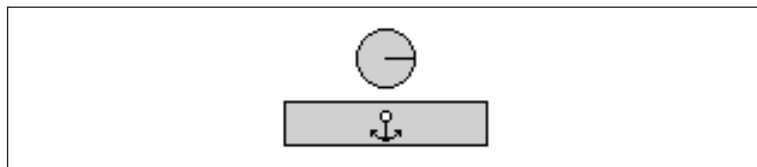
Ορθογώνιο στερεωμένο με
άγκυρα

1. Σύρετε τον κύκλο και το ορθογώνιο, ώστε η οθόνη σας να μοιάζει με το σχήμα 1-32.

2. Επιλέξτε τον κύκλο.

3. Επιλέξτε Νέο εργαλείο ελέγχου από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού και επιλέξτε Αρχική ταχύτητα X από τον υποκατάλογο επιλογών.

Εμφανίζεται ένα νέο εργαλείο ελέγχου. Αυτό το εργαλείο ελέγχου



καθορίζει τη αρχική ταχύτητα x (οριζόντια) του κέντρου του κύκλου στην κατεύθυνση x (οριζόντια).

4. Επιλέξτε μια αρχική ταχύτητα x για το κέντρο του κύκλου, χρησιμοποιώντας το μεταβολέα για να αυξήσετε ή να μειώσετε την τιμή.

5. Εκτελέστε την προσομοίωση.

Δοκιμάστε να κάνετε τη μπάλα να προσκρούει στο τραπέζι, προσαρμόζοντας την αρχική ταχύτητα. Επαναρυθμίστε την προσομοίωση για να δοκιμάσετε πάλι.

Δημιουργία κουμπιών καταλόγου επιλογών

Θα προσθέσετε τώρα κουμπιά καταλόγου επιλογών για να δημιουργήσετε μια παρουσίαση για χρήση από άτομα που δεν είναι εξοικειωμένα με το Interactive Physics.

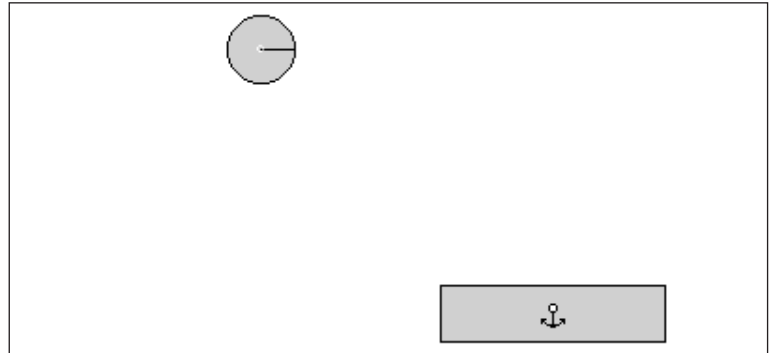
MacOS

1. Επιλέξτε Νέο κουμπί καταλόγου επιλογών... από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου που σας ζητάει να επιλέξετε την

Σχήμα 1-32

Κύκλος και ορθογώνιο



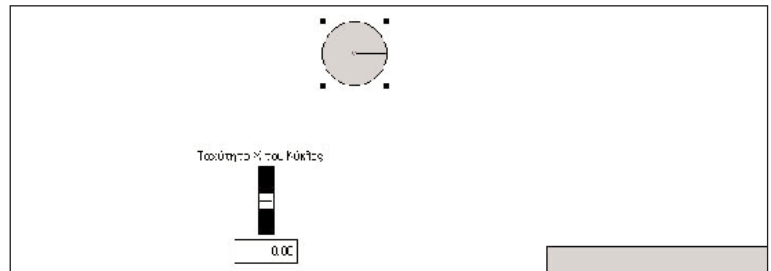
εντολή του καταλόγου επιλογών που θέλετε να εκτελέσει το νέο κουμπί.

2. Επιλέξτε Εκτέλεση από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Το κουμπί εμφανίζεται με το όνομα "Εκτέλεση". Κάνοντας κλικ σε αυτό το κουμπί είναι το ίδιο σαν να επιλέγετε Εκτέλεση από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Σχήμα 1-33

Έλεγχος ταχύτητας



3. Κάντε κλικ στον κατάλογο επιλογών Εκτέλεση για να παρακολουθήσετε την προσομοίωση.

4. Επαναρρυθμίστε την προσομοίωση.

5. Επιλέξτε Νέο κουμπί καταλόγου επιλογών... από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

6. Επιλέξτε Επαναρρύθμιση από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Τώρα έχετε ένα έγγραφο με δύο κουμπιά καταλόγου επιλογών. Σύρετε τα κουμπιά καταλόγου επιλογών και το εργαλείο ελέγχου

ταχύτητας, ώστε η οθόνη σας να μοιάζει με το σχήμα 1-34.

Windows

1. Επιλέξτε Νέο κουμπί (καταλόγου επιλογών...) από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου που σας ζητάει να επιλέξετε την εντολή του καταλόγου επιλογών που θέλετε να εκτελέσει το νέο κουμπί. Εμφανίζεται μια λίστα με όλες τις εντολές και τις ενέργειες των καταλόγων επιλογών.

2. Επιλέξτε Εκτέλεση από τη λίστα.

Το κουμπί εμφανίζεται με το όνομα "Εκτέλεση". Κάνοντας κλικ σε αυτό το κουμπί είναι το ίδιο σαν να επιλέγετε Εκτέλεση από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

3. Κάντε κλικ στον κατάλογο επιλογών Εκτέλεση για να παρακολουθήσετε την προσομοίωση.

4. Επαναρρυθμίστε την προσομοίωση.

5. Επιλέξτε Νέο κουμπί καταλόγου επιλογών... από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

6. Επιλέξτε Επαναρρύθμιση από τη λίστα.

Τώρα έχετε ένα έγγραφο με δύο κουμπιά καταλόγου επιλογών. Σύρετε τα κουμπιά καταλόγου επιλογών και το εργαλείο ελέγχου ταχύτητας, ώστε η οθόνη σας να μοιάζει με το σχήμα 1-34.

Για να μετακινήσετε ένα κουμπί καταλόγου επιλογών:

1. Κάντε κλικ κοντά στην άκρη του κουμπιού ή σύρετε το ορθογώνιο επιλογής γύρω από το κουμπί για να το επιλέξετε.

2. Τοποθετήστε το δείκτη κοντά στο επιλεγμένο κουμπί μέχρι να γίνει ο δείκτης σταυρός.

3. Σύρετε το κουμπί στη θέση που θέλετε.

Για περισσότερα σχετικά με τα κουμπιά καταλόγου επιλογών, συμβουλευτείτε το "7.3. Κουμπιά καταλόγου επιλογών".

Εκτελέσιμες δραστηριότητες

Τέλος, θα μετατρέψετε αυτό το έγγραφο σε εκτελέσιμη μόνο δραστηριότητα. Οι προσομοιώσεις αυτές είναι απλοποιημένα έγγραφα κατάλληλα για παρουσιάσεις ή για χρήση από ανθρώπους χωρίς εμπειρία στη χρήση του Interactive Physics.

Οι προσομοιώσεις αυτές είναι απλοποιημένες από πολλές απόψεις. Για παράδειγμα, δεν υπάρχουν γραμμές εργαλείων, τα αντικείμενα δεν μπορούν να αλλάξουν θέση ή μέγεθος και οι κατάλογοι επιλογών είναι υπεραπλουστευμένοι.

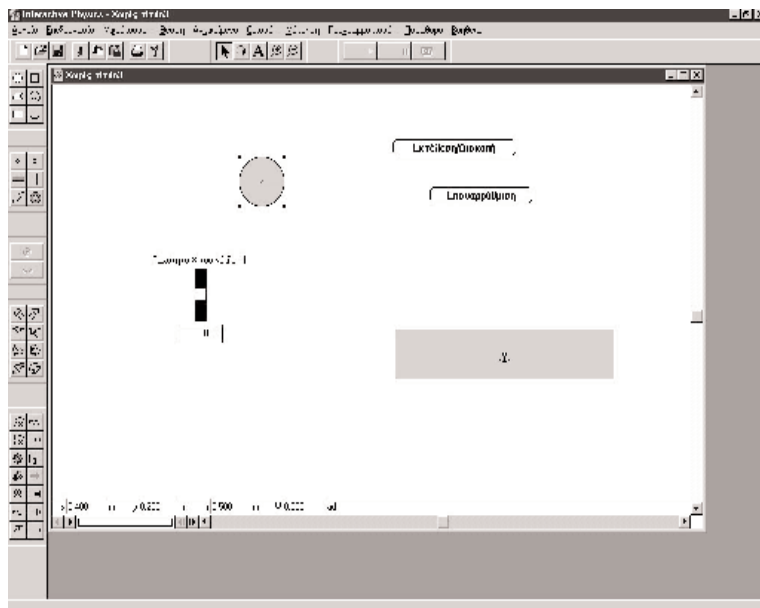
4. Επιλέξτε Περιβάλλον Εκτέλεσης από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία.

Η Γραμμή εργαλείων εξαφανίζεται και το έγγραφο μετατρέπεται σε προσομοίωση μόνο για εκτέλεση.

Οι καθηγητές μπορούν επίσης να αποθηκεύσουν κάποια αρχεία ως "μόνο για εκτέλεση", ώστε οι μαθητές να μην έχουν τη δυνατότητα να κάνουν άσκοπες αλλαγές στο έγγραφο της προσομοίωσης. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στην

Σχήμα 1-34

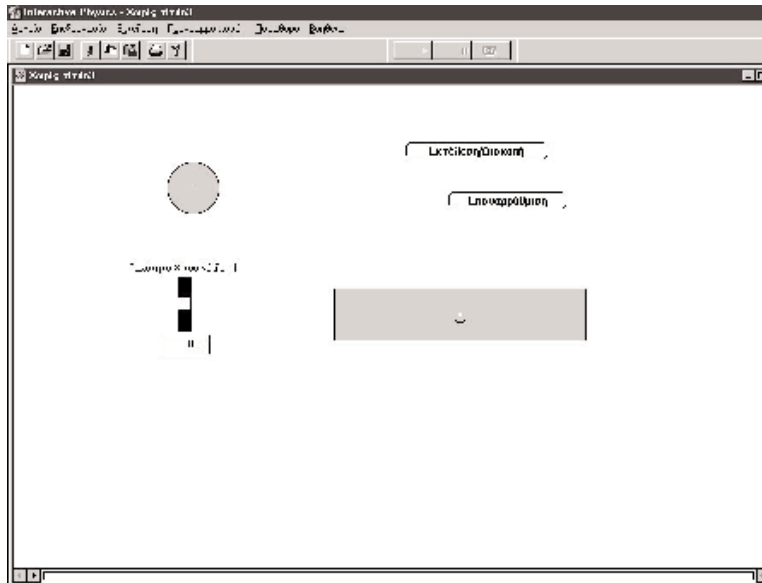
Κουμπιά καταλόγου επιλογών



"Αποθήκευση ως Εκτελέσιμη (μόνο) προσομοίωση" στη σελίδα 8-26

Σχήμα 1-35

Εκτελέσιμη δραστηριότητα



1.10. Περίληψη

Σε αυτήν την "ξενάγηση" μάθατε πώς να χρησιμοποιείτε τα εργαλεία της Γραμμής εργαλείων για να δημιουργήσετε και να κατευθύνετε αντικείμενα. Στη συνέχεια μάθατε πώς να εκτελείτε δείγματα προσομοιώσεων και να δημιουργείτε μόνοι σας απλές προσομοιώσεις.

Είδατε ότι η δημιουργία μιας απλής προσομοίωσης αποτελείται από το σχεδιασμό αντικειμένων, τον καθορισμό των αρχικών ταχυτήτων τους και στη συνέχεια την εκτέλεση της προσομοίωσης με το πάτημα ενός κουμπιού.

Χρησιμοποιήσατε τον Έξυπνο Επεξεργαστή για να δημιουργήσετε και να επεξεργαστείτε μια σύνθετη συνδεσμολογία σωμάτων.

Μάθατε επίσης πώς να εμφανίζετε μετρητές και διανύσματα για τη μέτρηση φυσικών ποσοτήτων, πώς να εμφανίζετε τα ίχνη αντικειμένων, πώς να προσθέτετε απλά εργαλεία ελέγχου για να προσαρμόσετε τα δεδομένα εισόδου κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης και πώς να δημιουργείτε κουμπιά καταλόγου επιλογών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Οδηγός για τα Εργαλεία & τους Καταλόγους Επιλογών

Στο κεφάλαιο αυτό θα μάθετε για τα βασικά εργαλεία και τους καταλόγους επιλογών του Interactive Physics.

2.1. Οι Γραμμές εργαλείων του Interactive Physics

Το Interactive Physics διαθέτει μια σειρά εργαλείων, στην οποία οι χρήστες έχουν εύκολη πρόσβαση μέσω της χρήσης των γραμμών εργαλείων και η οποία σας επιτρέπει να δημιουργήσετε ένα μοντέλο προσομοίωσης επιλέγοντας εργαλεία για να σχεδιάσετε τα συνθετικά του μέρη, όπως θα κάνατε και με ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα.

Οι Γραμμές εργαλείων έχουν σχεδιαστεί διαφορετικά για τα συστήματα Windows και MacOS, ώστε να είναι σύμφωνες με τις κατευθυντήριες γραμμές που αφορούν τη διεπαφή κάθε πλατφόρμας. Παρέχουν, όμως, πρόσβαση στην ίδια ομάδα εργαλείων.

Γραμμές εργαλείων των Windows

Στα συστήματα Windows, το Interactive Physics μας παρέχει μια ομάδα Γραμμών εργαλείων (εμφανίζονται στα σχήματα 2-2, 2-3 και 2-4). Την πρώτη φορά που θα μπειτε στο πρόγραμμα, οι Γραμμές εργαλείων βρίσκονται στις σταθερές τους θέσεις στην επάνω και αριστερή πλευρά του παραθύρου της εφαρμογής.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αν η οθόνη σας έχει ανάλυση 640 με 480 pixels, τότε το Interactive Physics εξ ορισμού εμφανίζει μόνο την Απλή Γραμμή εργαλείων (που φαίνεται στο σχήμα 2-1) και την Κανονική. Στην Απλή Γραμμή εργαλείων υπάρχουν τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα εργαλεία. Για να ενεργοποιήσετε άλλες γραμμές εργαλείων, επιλέξτε **Χώρος εργασίας** από τον κατάλογο επιλογών **Θέαση** και ενεργοποιήστε τις γραμμές εργαλείων που θέλετε (βλ. "Ο κατάλογος επιλογών Θέαση" στη σελίδα 2-22).

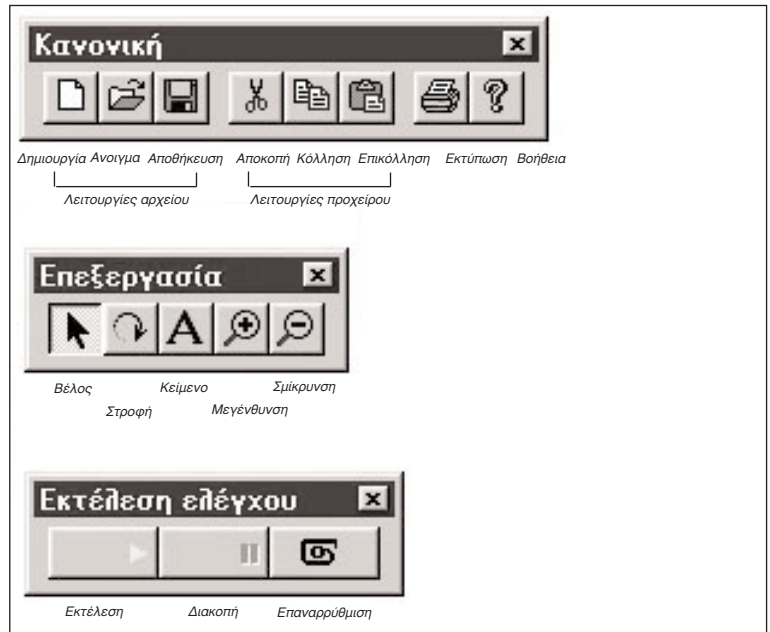
Κάνοντας κλικ και τραβώντας το πλαίσιο μιας Γραμμής εργαλείων, μπορείτε να την αποσπάσετε από τη θέση της και να την τοποθετήσετε σε οποιαδήποτε θέση εντός του παραθύρου της εφαρμογής. Οι ελεύθερες γραμμές εργαλείων μπορούν να σταθεροποιηθούν και πάλι αν τις τραβήξετε στην άκρη του παραθύρου. Κάθε Γραμμή εργαλείων, ελεύθερη ή κλειδωμένη σε μια συγκεκριμένη θέση, είναι διαθέσιμη σε όλα τα ανοιχτά έγγραφα.

Σχήμα 2-1
Απλή Γραμμή εργαλείων (Windows), μια υποομάδα εργαλείων

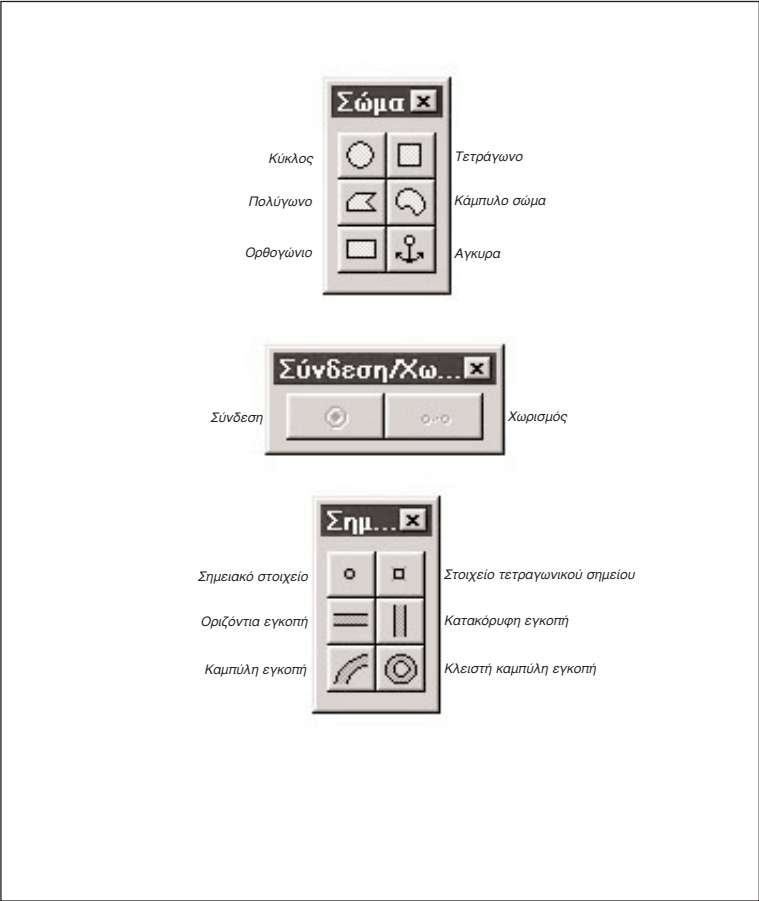


Σχήμα 2-2

Γραμμές εργαλείων: Κανονική,
Επεξεργασία και
Εκτέλεσης· Ελέγχου (Win-
dows)

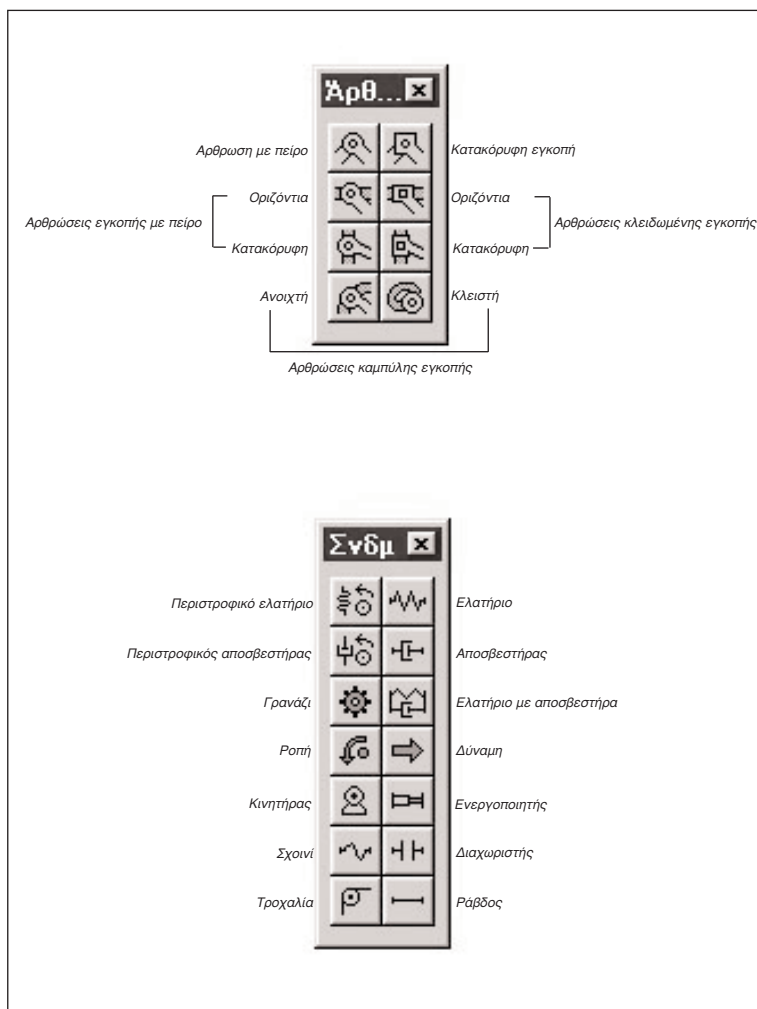


Σχήμα 2-3
Γραμμές εργαλείων: Σώματα,
Σύνδεση/Χωρισμός και
Σημεία (Windows)



Σχήμα 2-4

Γραμμές εργαλείων:
Αρθρώσεις και
Σύνδεσμοι (Windows)



Κάθε Γραμμή εργαλείων μπορεί να κρυφτεί κάνοντας κλικ στο κουτάκι κλεισίματος στην επάνω δεξιά γωνία. Όταν είναι κρυμμένη, η Γραμμή εργαλείων μπορεί να επανέλθει στην αρχική της μορφή επιλέγοντας **Χώρος εργασίας...** από τον κατάλογο επιλογών **Θέαση** και κάνοντας κλικ στο κατάλληλο πλαίσιο ελέγχου (για περισσότερες πληροφορίες βλέπε **"Εμφάνιση εργαλείων και εργαλείων ελέγχου του χώρου εργασίας"** στη σελίδα 6-7).

Γραμμή εργαλείων MacOS

Στο MacOS κάθε έγγραφο του Interactive Physics διαθέτει μία Γραμμή εργαλείων στην αριστερή πλευρά. Για να αποφεύγεται το παραγέμισμα του χώρου εργασίας, η Γραμμή εργαλείων (σχήμα 2-5) παρέχει πρόσβαση σε πολλά εργαλεία μέσω αναδιπλούμενων παλετών, που είναι εικονίδια ειδικών εργαλείων που εμφανίζονται με ένα μικρό βέλος (\$) στην κάτω δεξιά γωνία του εικονιδίου.

Για να ανοίξετε μια αναδιπλούμενη παλέτα τοποθετήστε το δείκτη σε ένα εικονίδιο εργαλείου με ένα βέλος στην κάτω δεξιά γωνία του και πατήστε το πλήκτρο του ποντικιού. Η αναδιπλούμενη παλέτα εμφανίζεται στη μία πλευρά του εικονιδίου. Σύρετε το δείκτη για να επιλέξετε το εργαλείο που θέλετε και απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού. Το επιλεγμένο εργαλείο εμφανίζεται τώρα στη Γραμμή εργαλείων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιλέξει και πάλι το εργαλείο χωρίς να ανοιχτεί η αναδιπλούμενη παλέτα.

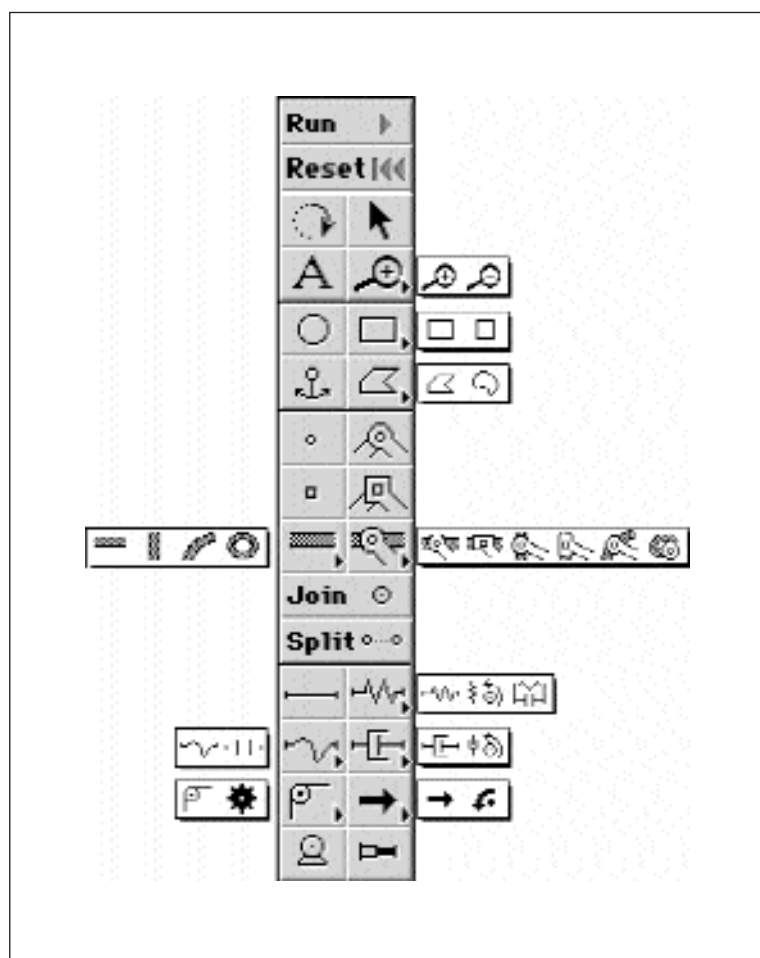
Χρήση των εργαλείων

Αν κάνετε μια φορά κλικ πάνω σε ένα εργαλείο, αυτό θα επιλεγεί για την επόμενη λειτουργία. Στη συνέχεια θα επανέλθει στο εργαλείο Βέλος. Για να χρησιμοποιήσετε ένα εργαλείο για πολλές διαδοχικές λειτουργίες, κάντε διπλό κλικ πάνω του. (μόνο για MacOS: η διαφορά μεταξύ απλού και διπλού κλικ υποδηλώνεται στη Γραμμή εργαλείων από τη σκίαση: το στοιχείο στο οποίο έχει γίνει διπλό κλικ είναι σκούρο γκρι, ενώ το στοιχείο στο οποίο έχει γίνει μονό κλικ είναι ανοιχτό γκρι.)

Για να επιλέξετε γρήγορα το εργαλείο Βέλος, πατήστε το space bar. Για να επιλέξετε γρήγορα το εργαλείο Στροφή, πατήστε το πλήκτρο "r".

Σχήμα 2-5

Οι αναδιπλούμενες παλέτες
και οι παλέτες της Γραμμής
εργαλείων (MacOS)



Εργαλεία Interactive Physics.

Τα παρακάτω είναι μια σύνοψη των εργαλείων που διαθέτει το Interactive Physics για τη δημιουργία προσομοιώσεων:

Κανονική Γραμμή εργαλείων (μόνο για Windows)

Η Κανονική Γραμμή εργαλείων είναι σύμφωνη με την κατευθυντήρια γραμμή για τη διεπαφή των Windows και συμπεριλαμβάνει τα κουμπιά **Δημιουργία**, **Άνοιγμα**, **Αποθήκευση**, **Αποκοπή**, **Αντιγραφή**, **Επικόλληση**, **Εκτύπωση** και **Βοήθεια**. Αυτές οι εντολές μπορούν επίσης να προσπελαστούν και από τους καταλόγους επιλογών **Αρχείο**, **Επεξεργασία** και **Βοήθεια** των συστημάτων Windows. Η Κανονική Γραμμή εργαλείων δεν ισχύει για τα συστήματα MacOS, όπου αυτές οι εντολές προσπελούνται μέσα από τους καταλόγους επιλογών **Apple**, **Αρχείο** και **Επεξεργασία**.

Το κουμπί **Δημιουργία** δημιουργεί ένα κενό, χωρίς τίτλο αρχείο χρησιμοποιώντας τις τρέχουσες εξ ορισμού ρυθμίσεις.

Το κουμπί **Άνοιγμα** ανοίγει ένα έγγραφο που έχετε ήδη δημιουργήσει. Μπορείτε να ανοίξετε πολλά έγγραφα με μία κίνηση.

Το κουμπί **Αποθήκευση** αποθηκεύει το τρέχον ενεργό έγγραφο στο δίσκο. Αν το ενεργό έγγραφο είχε αποθηκευτεί πιο πριν, ενημερώνεται.

Το κουμπί **Αποκοπή** αφαιρεί το/α επιλεγμένο/α αντικείμενα από το έγγραφο και τα τοποθετεί στο Πρόχειρο.

Το κουμπί **Αντιγραφή** τοποθετεί ένα αντίγραφο του/των επιλεγμένου/ων αντικειμένου/ων στο Πρόχειρο.

Το κουμπί **Επικόλληση** τοποθετεί ένα αντίγραφο του/των επιλεγμένου/ων αντικειμένου/ων από το Πρόχειρο στο ενεργό έγγραφο.

Το κουμπί **Εκτύπωση** εμφανίζει το διάλογο Εκτύπωση,



επιτρέποντάς σας να εκτυπώσετε τις προσομοιώσεις σας.

Το κουμπί **Βοήθεια** εμφανίζει έναν κατάλογο με τις επιλογές της βασικής Βοήθειας.

Λεπτομερέστερες πληροφορίες θα βρείτε αν συνεχίσετε την αναζήτηση στη Βοήθεια.



Εργαλεία Επεξεργασίας



Το εργαλείο **Βέλος** χρησιμοποιείται για να επιλέξουμε ένα αντικείμενο ή μια ομάδα αντικειμένων ή για να σύρουμε μια επιλεγμένη ομάδα αντικειμένων στην οθόνη. Πατώντας το space bar επιλέγεται αυτόματα το εργαλείο **Βέλος**.

Το εργαλείο **Στροφή** χρησιμοποιείται για να περιστρέψει ένα αντικείμενο ή μια επιλεγμένη ομάδα αντικειμένων. Τα αντικείμενα μπορούν να περιστραφούν σχετικά με το κέντρο μάζας τους, αρθρώσεις με πείρο ή σημεία μετρήσεων. Όταν χρησιμοποιείτε το εργαλείο **Στροφή**, θα παρατηρήσετε προσάρτηση στη γραμμή στο πιο κοντινό σημείο, σχετικά με το οποίο μπορούν να περιστραφούν τα αντικείμενα.



Πατώντας το πλήκτρο "r" επιλέγεται αυτόματα το εργαλείο **Στροφή**.



Το εργαλείο **Κείμενο** χρησιμοποιείται για να εισαγάγει κείμενο κατευθείαν στο χώρο εργασίας της προσομοίωσης.



Το εργαλείο **Μεγέθυνση** αυξάνει τη μεγέθυνση του χώρου εργασίας κατά ένα παράγοντα του 2 (2x). Η νέα θέαση επικεντρώνεται στην περιοχή γύρω από το δείκτη. Κρατώντας πατημένο το πλήκτρο shift, το εργαλείο μετατρέπεται σε **Σμίκρυνση**.

Το εργαλείο **Σμίκρυνση** μειώνει την εμφάνιση του χώρου εργασίας κατά ένα παράγοντα του 2 (2x). Κρατώντας πατημένο το πλήκτρο shift, το εργαλείο μετατρέπεται σε **Μεγέθυνση**.



Στα συστήματα MacOS τα εργαλεία **Μεγέθυνση** και **Σμίκρυνση**

προσπελαύνονται μέσα από την αναδιπλούμενη παλέτα **Μεγέθυνση/σμίκρυνση**.

Εργαλεία ελέγχου εκτέλεσης



Το κουμπί **Εκτέλεση** ξεκινάει μια παρουσίαση. Στα συστήματα MacOS, το κουμπί Εκτέλεση μετατρέπεται σε Διακοπή, ενόσω η προσομοίωση εξελίσσεται.

Το κουμπί **Διακοπή** διακόπτει την εκτελούμενη προσομοίωση. Στα συστήματα MacOS, το κουμπί Διακοπή μετατρέπεται σε Εκτέλεση, ενόσω η προσομοίωση βρίσκεται σε φάση διακοπής.

Το κουμπί **Επαναρρύθμιση** χρησιμοποιείται για να επαναφέρει μια προσομοίωση στις αρχικές της συνθήκες (πρώτο πλαίσιο).

Εργαλεία σώματος

Το εργαλείο **Κύκλος** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία κυκλικών σωμάτων.

Το εργαλείο **Τετράγωνο** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία τετράγωνων σωμάτων.

Το εργαλείο **Ορθογώνιο** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ορθογωνίων σωμάτων.



Στα συστήματα MacOS τα εργαλεία **Τετράγωνο** και **Ορθογώνιο** προσπελαύνονται μέσα από την αναδιπλούμενη παλέτα



Ορθογώνιο/Τετράγωνο.

Το εργαλείο **Πολύγωνο** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία άλλων πολυγώνων πλην ορθογωνίων και τετραγώνων. Ο ορισμός κάθε κορυφής γίνεται με ένα κλικ. Με διπλό κλικ υποδηλώνεται η τελική κορυφή. Μπορείτε επίσης να κλείσετε το πολύγωνο πατώντας το space bar, οπότε η κορυφή που ορίσατε τελευταία συνδέεται με την πρώτη.

Τα πολύγωνα μπορούν να μετατραπούν σε αυθαίρετα καμπύλα σώματα, ελέγχοντας τις "καμπύλες πλευρές" στο παράθυρο



Γεωμετρία. Οι κορυφές του πολυγώνου στη συνέχεια γίνονται τα σημεία ελέγχου του νέου καμπύλου σώματος.

Το εργαλείο **Καμπύλο σώμα** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία αυθαίρετων καμπύλων σωμάτων από μια σειρά ελαφρά αυλακωμένων σημείων ελέγχου. Ορίστε κάθε σημείο ελέγχου του καμπύλου σώματος με ένα απλό κλικ και με διπλό κλικ το τελικό σημείο ή πατήστε το space bar για να κλείσετε το καμπύλο σώμα.

Τα καμπύλα σώματα μπορούν να μετατραπούν σε πολύγωνα αν αποεπιλέξετε το "Καμπύλο σώμα" στο παράθυρο Γεωμετρία. Τα σημεία ελέγχου του καμπύλου σώματος στη συνέχεια γίνονται οι κορυφές του νέου πολυγώνου.



Στα συστήματα MacOS τα εργαλεία **Πολύγωνο** και **Καμπύλο σώμα** προσπελάνονται μέσα από την αναδιπλούμενη παλέτα **Πολύγωνο**.



Το εργαλείο **Άγκυρα** "κλειδώνει" την κίνηση των σωμάτων. Τα "κλειδωμένα" σώματα δεν μετακινούνται, αν δεν εισαχθεί μια εξίσωση που θα ορίζει τη θέση τους.

Έλεγχος Σύνδεση/Χωρισμός

Το κουμπί **Σύνδεση** δημιουργεί μια άρθρωση αποτελούμενη από δύο στοιχεία. Για παράδειγμα, μπορείτε να επιλέξετε δύο σημειακά στοιχεία (τα οποία θα δημιουργήσετε χρησιμοποιώντας το εργαλείο Σημείο, όπως θα δείτε παρακάτω) και να κάνετε κλικ στο κουμπί Σύνδεση για να δημιουργήσετε μια άρθρωση με πείρο (άρθρωση). Μπορείτε επίσης να ενώσετε ένα σημειακό στοιχείο και μια εγκοπή για να δημιουργήσετε μια άρθρωση εγκοπής. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο Κεφάλαιο 5, "Έξυπνος Επεξεργαστής".



Εργαλεία σημείων και εγκοπών

Το εργαλείο **Σημείο** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία σημειακών στοιχείων. Ένα σημειακό στοιχείο επισυνάπτεται σε



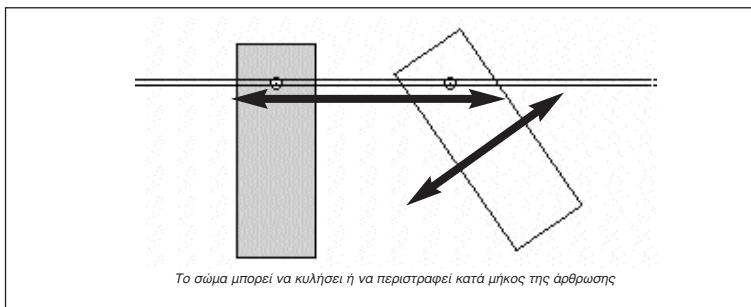
ένα σώμα ή στο φόντο και εξυπηρετεί ως βάση για τη δημιουργία συνδέσμων (αρθρώσεων). Για παράδειγμα, μπορείτε να επισυνάψετε δύο σημειακά στοιχεία σε ξεχωριστά σώματα και να συνδυάσετε τα δύο στοιχεία για να δημιουργήσετε μια άρθρωση. Δύο σώματα που συνδέονται με μια άρθρωση μπορούν να περιστραφούν ελεύθερα το ένα ως προς το άλλο. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο **Κεφάλαιο 5, "Εξυπνος Επεξεργαστής"**.

Το εργαλείο **Τετραγωνικό στοιχείο** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενός τετραγωνικού στοιχείου. Όπως συμβαίνει και με το σημειακό στοιχείο, το τετραγωνικό στοιχείο επισυνάπτεται σε ένα σώμα ή στο φόντο. Για παράδειγμα, μπορείτε να επισυνάψετε δύο τετραγωνικά στοιχεία σε ξεχωριστά σώματα και να συνδυάσετε τα δύο στοιχεία για να δημιουργήσετε μία άκαμπτη άρθρωση, που θα κλειδώνει τα δύο σώματα μαζί. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο **Κεφάλαιο 5, "Εξυπνος Επεξεργαστής"**.

Τα εργαλεία **στοιχείου εγκοπής** χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τα σημειακά στοιχεία για τη δημιουργία αρθρώσεων εγκοπής. Για παράδειγμα, μπορείτε να επισυνάψετε μια εγκοπή στο φόντο, να επισυνάψετε ένα σημειακό στοιχείο σε ένα σώμα και να

Σχήμα 2-6

Παράδειγμα άρθρωσης
εγκοπής



συνδέσετε τα δύο στοιχεία για τη δημιουργία μιας άρθρωσης εγκοπής. Η άρθρωση εγκοπής επιτρέπει στο σώμα να "κυλάει και να περιστρέφεται" κατά μήκος της άρθρωσης (βλ. σχήμα 2-6).

Το Interactive Physics παρέχει τα εργαλεία Στοιχεία εγκοπής σε διαφορετικές κατευθύνσεις και σχήματα, όπως φαίνεται παρακάτω. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το παράθυρο Ιδιότητες



για να τροποποιήσετε το σχήμα των στοιχείων εγκοπής, αφότου τα δημιουργήσετε.

Το εργαλείο **Οριζόντια εγκοπή** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία στοιχείου εγκοπής με οριζόντια διεύθυνση.

Το εργαλείο **Κατακόρυφη εγκοπή** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία στοιχείου εγκοπής με κάθετη διεύθυνση.

Το εργαλείο **Καμπύλη εγκοπή** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ανοιχτού καμπύλου στοιχείου εγκοπής με μια σειρά κλικ του ποντικιού.

Το εργαλείο **Κλειστή καμπύλη εγκοπή** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενός κλειστού καμπύλου στοιχείου εγκοπής με μια σειρά κλικ του ποντικιού.



Στα συστήματα MacOS τα εργαλεία **Στοιχεία εγκοπής** προσπελαύνονται μέσα από την αναδιπλούμενη παλέτα **Εγκοπή**.

Εργαλεία άρθρωσης



Τα εργαλεία άρθρωσης είναι μια συλλογή εργαλείων του Interactive Physics για τη δημιουργία διαφόρων ειδών αρθρώσεων. Περισσότερες πληροφορίες για κάθε άρθρωση θα βρείτε στο **Κεφάλαιο 4 "Σύνδεσμοι"**.



Το εργαλείο **Άρθρωση με πείρο** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μιας άρθρωσης με πείρο. Μια τέτοια άρθρωση λειτουργεί σαν "γάντζος" και κρατάει τα δύο σώματα ενωμένα, ώστε να μπορούν να περιστραφούν το ένα ως προς το άλλο.

Το εργαλείο **Άκαμπτη άρθρωση** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μιας άκαμπτης άρθρωσης. Η άκαμπτη άρθρωση "κλειδώνει" δύο σώματα μαζί.



Τα εργαλεία **Άρθρωση εγκοπής** χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία διαφόρων ειδών αρθρώσεων εγκοπής.

Τα εργαλεία **Άρθρωση εγκοπής** με πείρο επιτρέπουν σε ένα σώμα να κυλήσει και να περιστραφεί σε σχέση με άλλο σώμα. Το Inter-



active Physics παρέχει αρθρώσεις εγκοπής με πείρο και κατακόρυφες, οριζόντιες, καμπύλες και κλειστές καμπύλες εγκοπές. Μπορείτε να αλλάξετε το σχήμα και τον προσανατολισμό της εγκοπής μετά τη δημιουργία της άρθρωσης.

Τα εργαλεία **Κλειδωμένη άρθρωση εγκοπής** μοιάζουν με τα Άρθρωση εγκοπής με πείρο, αν εξαιρέσουμε το γεγονός ότι δεν επιτρέπουν στροφή. Για παράδειγμα, μια κλειδωμένη άρθρωση εγκοπής μπορεί να περιορίσει την κίνηση ενός εμβόλου που μετακινείται προς μια κατεύθυνση μέσα στο θάλαμο αναφλέξεως. Το Interactive Physics παρέχει κλειδωμένες αρθρώσεις εγκοπής με κατακόρυφες και οριζόντιες εγκοπές. Μπορείτε να αλλάξετε το σχήμα και τον προσανατολισμό της εγκοπής μετά τη δημιουργία της άρθρωσης.



Στα συστήματα MacOS τα εργαλεία **Άρθρωση εγκοπής** προσπελάνονται μέσα από την αναδιπλούμενη παλέτα **Άρθρωση εγκοπής**.

Εργαλεία Συνδέσμου

Τα εργαλεία **Συνδέσμου** είναι μια συλλογή εργαλείων του Interactive Physics για τη δημιουργία διαφόρων ειδών συνδέσμων. Περισσότερες πληροφορίες για κάθε σύνδεσμο, θα βρείτε στο **Κεφάλαιο 4 "Σύνδεσμοι"**.



Το εργαλείο **Αποσβεστήρας** δημιουργεί ένα σύνδεσμο που αντιστέκεται στις αλλαγές συμπίεσως ή διαστολής. Για παράδειγμα, ο αποσβεστήρας προσομοιάζει τον αποσβεστήρα κρούσεων (αμορτισέρ) της ανάρτησης ενός αυτοκινήτου. Οι αποσβεστήρες μπορούν να προσαρτηθούν μεταξύ ενός σώματος και του φόντου ή μεταξύ δύο σωμάτων (τα σημεία τέλους και αρχής του αποσβεστήρα είναι τα σημεία προσάρτησης).



Ο **περιστροφικός αποσβεστήρας** δημιουργεί μια άρθρωση με πείρο που αντιστέκεται στις αλλαγές στη στροφή. Όπως και οι αποσβεστήρες, οι περιστροφικοί αποσβεστήρες μπορεί να συνδέουν δύο σώματα ή ένα σώμα και το φόντο (τα σημεία τέλους

και αρχής του ελατηρίου είναι τα σημεία προσάρτησης). Για παράδειγμα, ένας περιστροφικός αποσβεστήρας προσομοιάζει την αντίσταση που βρίσκει μια έλικα που περιστρέφεται μέσα σε ιξώδες μέσο.



Στα συστήματα MacOS τα εργαλεία **Αποσβεστήρας** και **Περιστροφικός Αποσβεστήρας** προσπελούνται μέσα από την αναδιπλούμενη παλέτα Αποσβεστήρας.



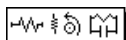
Το εργαλείο **Ελατήριο** δημιουργεί μια σύνδεση που αντιστέκεται στην επέκταση ή τη συμπίεση. Τα ελατήρια μπορεί να συνδέουν δύο σώματα ή ένα σώμα και το φόντο (τα σημεία τέλους και αρχής του ελατηρίου είναι τα σημεία προσάρτησης).



Το εργαλείο **Περιστροφικό ελατήριο** δημιουργεί μια άρθρωση που αντιστέκεται στη στροφή. Για παράδειγμα, ένα περιστροφικό ελατήριο προσομοιάζει ένα πηνίο. Όπως και τα ελατήρια, τα περιστροφικά ελατήρια μπορεί να συνδέουν δύο σώματα ή ένα σώμα και το φόντο (τα σημεία τέλους και αρχής του ελατηρίου είναι τα σημεία προσάρτησης).



Το εργαλείο **Ελατήριο με απόσβεση** δημιουργεί ένα συνδυασμό ελατηρίου και αποσβεστήρα. Για παράδειγμα, το Ελατήριο με απόσβεση προσομοιάζει ένα γόνατο Mc Pherson (συνδυασμός αποσβεστήρα κρούσεων με ένα πηνίο τυλιγμένο γύρω του). Όπως τα ελατήρια και οι αποσβεστήρες, οι αποσβεστήρες ελατηρίων μπορεί να συνδέουν δύο σώματα ή ένα σώμα και το φόντο (τα σημεία τέλους και αρχής του ελατηρίου είναι τα σημεία προσάρτησης).



Στα συστήματα MacOS τα εργαλεία **Ελατήριο, Περιστροφικός Αποσβεστήρας** και **Ελατήριο με απόσβεση** προσπελούνται μέσα από την αναδιπλούμενη παλέτα Ελατήριο.



Το εργαλείο **Γρανάζι** συνδέει οποιαδήποτε δύο σώματα με συνδέσμους γραναζιών. Κάντε κλικ σε δύο αντικείμενα για να ορίσετε ένα ζεύγος γραναζία.

Το Interactive Physics εξ ορισμού ορίζει τους συνδέσμους γραναζιών ως εξωτερικά γρανάκια (οδοντοτροχοί). Μπορείτε να ορίσετε εσείς εσωτερικά γρανάκια (το ένα να είναι μέσα στο άλλο),



επιλέγοντάς το από το παράθυρο Ιδιότητες. Το εικονίδιο γρανάξι σε ένα από τα σώματα μετατρέπεται σε γρανάξι που έχει εσωτερικά δόντια. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στο Ιδιότητες γραναζιού στη σελίδα 4-56.

Το εργαλείο **Τροχαλία** δημιουργεί μια τροχαλία που συνδέεται με ένα σχοινί. Ορίστε κάθε τροχαλία με ένα κλικ. Κάντε διπλό κλικ για να σηματοδοτήσετε την τελευταία τροχαλία. Οποιαδήποτε τροχαλία εντός μιας σύνδεσης μπορεί να προσαρτηθεί είτε στο φόντο είτε σε ένα σώμα.

Από τη στιγμή που το Interactive Physics θεωρεί τις τροχαλίες ως "τρούπα της βελόνας για την κλωστή", μέσα από την οποία περνάει το σχοινί, οι τροχαλίες δεν έχουν μάζα ούτε διαστάσεις.



Στα συστήματα MacOS τα εργαλεία **Γρανάξι** και **Τροχαλία** προσπελαύνονται μέσα από την αναδιπλούμενη παλέτα **Τροχαλία**.



Το εργαλείο **Ροπή** εφαρμόζει μια ροπή σε ένα σώμα.

Το εργαλείο **Δύναμη** ασκεί μια δύναμη σε ένα σώμα. Το σημείο όπου εφαρμόζεται η δύναμη μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε πάνω στο σώμα. Η διεύθυνση της δύναμης μπορεί να τροποποιηθεί ανάλογα με το φόντο και ως προς το σώμα.



Στα συστήματα MacOS τα εργαλεία **Ροπή** και **Δύναμη** προσπελαύνονται μέσα από την αναδιπλούμενη παλέτα **Δύναμη**.



Το εργαλείο **Κινητήρας** δημιουργεί μια άρθρωση με πείρο που ασκεί μια δύναμη ανάμεσα στα δύο σώματα. Ο κινητήρας μπορεί να τοποθετηθεί στην κορυφή ενός σώματος, οπότε και συνδέει το σώμα με το φόντο. Ένας κινητήρας που βρίσκεται πάνω από δύο επικαλυπτόμενα σώματα θα συνδέεται και με τα δύο σώματα.



Το εργαλείο **Ενεργοποιητής** δημιουργεί ένα αντικείμενο που ασκεί μια δύναμη μεταξύ των δύο τελικών σημείων του. Για παράδειγμα, ο ενεργοποιητής προσομοιάζει ένα πιστόνι που χρησιμοποιείται σε ένα υδραυλικό ασανσέρ. Οι ενεργοποιητές μπορεί να είναι προσαρτημένοι σε δύο σώματα ή σε ένα σώμα και το φόντο. Τα τελικά σημεία του ενεργοποιητή είναι τα σημεία προσάρτησης.



Η αναδιπλούμενη παλέτα **Σχοινί/Διαχωριστής** έχει δύο εργαλεία:

Το εργαλείο **Σχοινί** δεν επιτρέπει στα αντικείμενα να απομακρυνθούν περισσότερο από μια συγκεκριμένη απόσταση το ένα από το άλλο. Τα σχοινιά χαλαρώνουν (και δεν έχουν πλέον επίδραση) όταν τα αντικείμενα στα οποία είναι συνδεδεμένα έρχονται κοντά το ένα στο άλλο. Τα σχοινιά μπορεί να είναι προσαρτημένα σε δύο σώματα ή σε ένα σώμα και το φόντο (τα σημεία τέλους και αρχής των σχοινιών είναι τα σημεία προσάρτησης).



Το εργαλείο **Διαχωριστής** δεν επιτρέπει στα αντικείμενα να προσεγγίσουν περισσότερο από μια συγκεκριμένη απόσταση το ένα το άλλο. Οι διαχωριστές παύουν να έχουν αποτέλεσμα, όταν τα αντικείμενα στα οποία είναι συνδεδεμένα απομακρύνονται το ένα από το άλλο. Οι διαχωριστές μπορεί να είναι προσαρτημένοι σε δύο σώματα ή ένα σώμα και το φόντο (τα σημεία τέλους και αρχής των διαχωριστών είναι τα σημεία προσάρτησης).



Στα συστήματα MacOS τα εργαλεία **Σχοινί** και **Διαχωριστής** προσπελαύνονται μέσα από την αναδιπλούμενη παλέτα **Σχοινί**.



Το εργαλείο **Ράβδος** δημιουργεί μία άκαμπτη σύνδεση χωρίς μάζα μεταξύ δύο σωμάτων. Οι ράβδοι δεν μπορούν να συμπιεστούν ή να επιμηκυνθούν. Οι ράβδοι μπορεί να είναι προσαρτημένες σε δύο σώματα ή ένα σώμα και το φόντο. Τα σημεία τέλους και αρχής της ράβδου είναι τα σημεία προσάρτησης.

2.2. Κατάλογοι επιλογών του Interactive Physics

Το Interactive Physics διαθέτει μια κανονική γραμμή καταλόγων επιλογών με αναδιπλούμενους καταλόγους επιλογών.

Ο κατάλογος επιλογών Apple (μόνο σε MacOS)



Περί του Interactive Physics... εμφανίζει πληροφορίες για το λογισμικό του Interactive Physics, συμπεριλαμβανομένου του αριθμού έκδοσης, των πνευματικών δικαιωμάτων (copyright) και πληροφορίες για την άδεια χρήσης.

Ο κατάλογος επιλογών Αρχείο

Δημιουργία δημιουργεί ένα κενό, χωρίς τίτλο έγγραφο χρησιμοποιώντας τις τρέχουσες εξ ορισμού ρυθμίσεις.

Άνοιγμα ανοίγει ένα έγγραφο που έχετε ήδη δημιουργήσει. Μπορείτε να ανοίξετε πολλά έγγραφα με μία κίνηση.

Κλείσιμο κλείνει το τρέχον ενεργό έγγραφο. Αν υπάρχουν αλλαγές που πρέπει να αποθηκευτούν, θα εμφανιστεί το ανάλογο μήνυμα.

Αποθήκευση αποθηκεύει το τρέχον ενεργό έγγραφο στο δίσκο. Αν το ενεργό έγγραφο είχε αποθηκευτεί πιο πριν, ενημερώνεται.

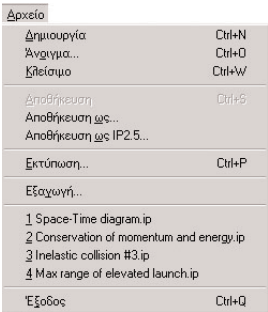
Αποθήκευση ως σας δίνει τη δυνατότητα να ονομάσετε και να αποθηκεύσετε ένα αντίγραφο του τρέχοντος ενεργού εγγράφου με νέο όνομα.

Εκτύπωση εμφανίζει το διάλογο Εκτύπωση, επιτρέποντάς σας να εκτυπώσετε τις προσομοιώσεις σας.

Διαμόρφωση σελίδας (μόνο σε MacOS) εμφανίζει ένα διάλογο που καθορίζει τις επιλογές στην εκτύπωση, όπως το μέγεθος χαρτιού και τον προσανατολισμό. Οι εκάστοτε διαθέσιμες επιλογές εξαρτώνται από τον επιλεγμένο εκτυπωτή.

Εμφάνιση αλλαγών σελίδας (μόνο σε MacOS), αν είναι ενεργό εισάγει στο χώρο εργασίας διαχωριστικές γραμμές που συμβολίζουν τις αλλαγές σελίδας, για να σας διευκολύνουν στο σχεδιασμό της εμφάνισης της προσομοίωσης σε χαρτί. Όταν είναι ενεργοποιημένη, εμφανίζεται ένα σημάδι πριν την αντίστοιχη επιλογή στον κατάλογο επιλογών.

Εξαγωγή εμφανίζει ένα διάλογο για την εξαγωγή δεδομένων του



Interactive Physics. Συμβουλευτείτε το **Κεφάλαιο 9, "Εξαγωγή Αρχείων και Δεδομένων"** για τις μορφές στις οποίες μπορούν να εξαχθούν τα δεδομένα.

Έξοδος (Windows) ή **Τέλος** (MacOS) βγαίνετε από την εφαρμογή Interactive Physics.

[**Κατάλογος των πρόσφατα ανοιγμένων εγγράφων**] - Πάνω από την επιλογή **Έξοδος** (Windows) ή κάτω από την επιλογή **Τέλος** (MacOS) θα βρείτε έναν κατάλογο με τα τέσσερα αρχεία του Interactive Physics που προσπελάστηκαν πιο πρόσφατα. Ο κατάλογος αυτός παραμένει ως έχει, ακόμα και αφού βγείτε από το Interactive Physics και το ανοίξετε κάποια άλλη στιγμή.

Ο κατάλογος επιλογών Επεξεργασία

Αναίρεση αναιρεί την τελευταία ενέργεια στην προσομοίωση. Η επιλογή στον κατάλογο επιλογών εμφανίζει την τελευταία ενέργεια (όπως φαίνεται στο σχήμα στα αριστερά) ή εμφανίζει "Αδυναμία αναίρεσης" αν η ενέργεια είναι μη αναστρέψιμη.

Αποκοπή αφαιρεί το/α επιλεγμένο/α αντικείμενα από το έγγραφο και το τοποθετεί στο Πρόχειρο.

Αντιγραφή τοποθετεί ένα αντίγραφο του/των επιλεγμένου/ων αντικειμένου/ων στο Πρόχειρο.

Επικόλληση τοποθετεί ένα αντίγραφο του/των επιλεγμένου/ων αντικειμένου/ων από το Πρόχειρο στο ενεργό έγγραφο.

Απαλοιφή (MacOS) ή **Διαγραφή** (Windows) αφαιρεί το/α επιλεγμένο/α αντικείμενο/α από την προσομοίωση χωρίς να τοποθετεί τα περιεχόμενα στο Πρόχειρο.

Επιλογή όλων επιλέγει όλα τα αντικείμενα στο ενεργό παράθυρο της προσομοίωσης.

Αναπαραγωγή δημιουργεί ένα αντίγραφο του/των επιλεγμένου/ων αντικειμένου/ων.

Αλλαγή σχήματος αν είναι ενεργοποιημένη, επιτρέπει την επεξεργασία (αλλαγή σχήματος) των πολυγώνων, των καμπύλων

Επεξεργασία	
Αναίρεση Τετράγωνο	Ctl+Z
Αποκοπή	Ctl+X
Αντιγραφή	
Επικόλληση	Ctl+V
Διαγραφή	Del
Επιλογή όλων	Ctl+A
Αναπαραγωγή	Ctl+D
Αλλαγή σχήματος	Ctl+Y
Περιβάλλον Εκτέλεσης	

σωμάτων και των καμπύλων εγκοπών με το πάτημα του πλήκτρου του ποντικιού και το σύρσιμο (click-and-drag). Όταν είναι ενεργοποιημένη, εμφανίζεται ένα σημάδι μπροστά από την αντίστοιχη επιλογή στον κατάλογο επιλογών.

Περιβάλλον Εκτέλεσης πρόκειται για μια εντολή που μειώνει ή επεκτείνει τη δομή του καταλόγου επιλογών του προγράμματος Interactive Physics. Περισσότερες πληροφορίες για το Περιβάλλον Εκτέλεσης, θα βρείτε στο "**8.7. Περιβάλλοντα προσομοίωσης**".

Ο κατάλογος επιλογών *Μικρόκοσμος*

Βαρύτητα... εμφανίζει το διάλογο Βαρύτητα, δίνοντάς σας τη δυνατότητα να επιλέξετε και να ελέγξετε τους διάφορους τύπους βαρύτητας εντός της ενεργής προσομοίωσης.

Αντίσταση του αέρα... εμφανίζει το διάλογο Αντίσταση του αέρα, δίνοντάς σας τη δυνατότητα να ελέγξετε την αντίσταση του αέρα εντός της ενεργής προσομοίωσης.

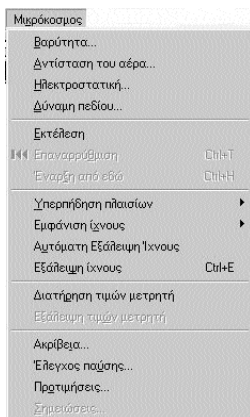
Ηλεκτροστατική... εμφανίζει το διάλογο Ηλεκτροστατική, δίνοντάς σας τη δυνατότητα να ελέγξετε τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις.

Δύναμη Πεδίου... εμφανίζει το διάλογο Δύναμη Πεδίου, δίνοντάς σας τη δυνατότητα να δημιουργήσετε τα δικά σας πεδία καθοριζόμενης δύναμης για να επενεργήσετε σε όλα τα σώματα εντός της ενεργής προσομοίωσης.

Εκτέλεση ξεκινάει την προσομοίωση.

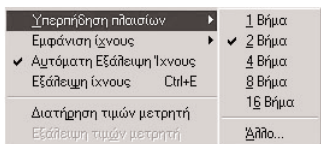
Επαναρρόθμιση επαναφέρει μια προσομοίωση στις αρχικές της συνθήκες (πρώτο πλαίσιο).

Έναρξη από εδώ ξεκινάει την προσομοίωση από τις τρέχουσες συνθήκες. Δημιουργείται μια νέα ομάδα αρχικών συνθηκών με βάση την τρέχουσα θέση και ταχύτητα όλων των αντικειμένων.



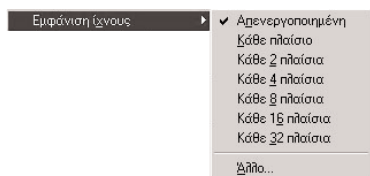
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Δεν μπορείτε να ανατρέξετε την **Έναρξη από εδώ**, που θα διαγράψει το ιστορικό της προσομοίωσης,

συμπεριλαμβανομένων των ήδη προκαθορισμένων αρχικών συνθηκών.



Υπερπήδηση πλαισίων εμφανίζεται ένας υποκατάλογος επιλογών που σας επιτρέπει να καθορίσετε διάφορους ρυθμούς αναπαραγωγής για τις προσομοιώσεις σας. Η υπερπήδηση περισσότερων πλαισίων συνεπάγεται ταχύτερη αναπαραγωγή μιας προσομοίωσης που έχει ήδη υπολογιστεί. Όταν ανοίξετε τον υποκατάλογο επιλογών Υπερπήδηση πλαισίων, εμφανίζεται ένα σημάδι μπροστά από τον τρέχοντα ρυθμό υπερπήδησης.

Οι διαθέσιμες επιλογές στον υποκατάλογο επιλογών είναι: **1 βήμα, 2 βήμα, 4 βήμα, 8 βήμα, 16 βήμα** και **Άλλο**. Ο διάλογος Άλλο σας επιτρέπει να επιλέξετε εσείς το δικό σας ρυθμό υπερπήδησης. Ρυθμός ενός βήματος αναπαράγει ένα κάθε φορά πλαίσιο της προσομοίωσης.



Εμφάνιση ίχνους εμφανίζεται ένας υποκατάλογος επιλογών που σας επιτρέπει να αφήσετε ένα ίχνος της προσομοίωσής σας σε διάφορα χρονικά διαστήματα. Όταν ανοίξετε τον υποκατάλογο επιλογών Εμφάνιση ίχνους, εμφανίζεται ένα σημάδι μπροστά από τον τρέχοντα ρυθμό εμφάνισης ίχνους.

Οι διαθέσιμες επιλογές είναι: **Απενεργοποιημένη, κάθε πλαίσιο, κάθε 2 πλαίσια, κάθε 4 πλαίσια, κάθε 8 πλαίσια, κάθε 16 πλαίσια, κάθε 32 πλαίσια** και **Άλλο**. Το πλαίσιο διαλόγου Άλλο σας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξετε το δικό σας ρυθμό καθοριζόμενης εμφάνισης ίχνους.

Αυτόματη Εξάλειψη Ίχνους, αν είναι ενεργοποιημένη, διαγράφει τα ίχνη όταν διαγραφεί το ιστορικό της προσομοίωσης. Όταν είναι ενεργοποιημένη, εμφανίζεται ένα σημάδι μπροστά από την αντίστοιχη επιλογή στον κατάλογο επιλογών.

Εξάλειψη Ίχνους διαγράφει αμέσως το ίχνος της προσομοίωσης.

Διατήρηση τιμών μετρητή, αν είναι ενεργοποιημένη, διατηρεί το ιστορικό όλων των τιμών των μετρητών που προέρχονται από πολλαπλές εκτελέσεις προσομοιώσεων. Όταν είναι ενεργοποιημένη, εμφανίζεται ένα σημάδι μπροστά από την αντίστοιχη επιλογή στον κατάλογο επιλογών.

Εξάλειψη τιμών μετρητή διαγράφει όλες τις καταχωρίσεις μετρητών, εκτός από της τελευταίας προσομοίωσης. Το Interactive Physics συνεχίζει να συγκεντρώνει καταχωρίσεις μετρητών, εφόσον η Διατήρηση τιμών μετρητή είναι ενεργοποιημένη.

Ακρίβεια... εμφανίζει το διάλογο Ακρίβεια, επιτρέποντάς σας να ελέγξετε αν οι προσομοιώσεις θα εκτελούνται πιο γρήγορα ή με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Ελεγχος παύσης... εμφανίζει το διάλογο Ελεγχος παύσης, επιτρέποντάς σας να δημιουργήσετε τις κατάλληλες συνθήκες, ώστε οι προσομοιώσεις σας να ανακυκλώνονται, να επαναρρυθμίζονται και να διακόπτονται.

Προτιμήσεις... εμφανίζει το διάλογο Προτιμήσεις, επιτρέποντάς σας να αλλάξετε διάφορες ρυθμίσεις του προγράμματος, για να τις προσαρμόσετε στον τρόπο που εσείς χρησιμοποιείτε το Interactive Physics.

Ο κατάλογος επιλογών Θέαση

Χώρος εργασίας... σας δίνει τη δυνατότητα ελέγχου της εμφάνισης του χώρου εργασίας του Interactive Physics.

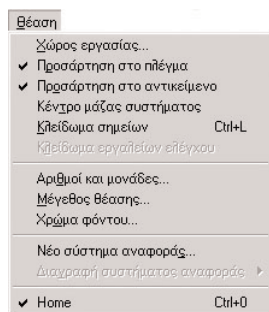
Στα συστήματα MacOS, η επιλογή **Χώρος εργασίας** εμφανίζει έναν υποκατάλογο επιλογών. Έχετε τη δυνατότητα είτε να πηγαίνετε από τη μία επιλογή στην άλλη στον υποκατάλογο επιλογών, είτε να θέσετε πολλαπλές επιλογές επιλέγοντας το διάλογο **Χώρος εργασίας...** από τον υποκατάλογο επιλογών.

Στα συστήματα Windows δεν υπάρχει υποκατάλογος επιλογών για τις μεμονωμένες επιλογές. Η επιλογή **Χώρος εργασίας** οδηγεί κατευθείαν σε ένα διάλογο με ενισχυμένες επιλογές της Γραμμής εργαλείων (βλέπε παρακάτω).

Ο κατάλογος επιλογών Χώρος εργασίας (MacOS) και ο διάλογος Χώρος εργασίας (Windows) παρέχουν τις παρακάτω επιλογές:

Χάρακες εμφανίζει ή αποκρύπτει τους χάρακες.

Γραμμές πλέγματος εμφανίζει ή αποκρύπτει τις γραμμές



πλέγματος.

Άξονες X, Y εμφανίζει ή αποκρύπτει τους άξονες X, Y

Συντεταγμένες εμφανίζει ή αποκρύπτει τη Γραμμή των συντεταγμένων στο κάτω μέρος του παραθύρου της ενεργού προσομοίωσης.

Γραμμή κατάστασης εμφανίζει ή αποκρύπτει τη Γραμμή κατάστασης στο επάνω μέρος (MacOS) ή στο κάτω μέρος (Windows) του παραθύρου της προσομοίωσης.

Γραμμές κύλισης εμφανίζει ή αποκρύπτει τις γραμμές κύλισης.

Εργαλεία ελέγχου κασετοφώνου εμφανίζει ή αποκρύπτει τα Εργαλεία ελέγχου του κασετοφώνου στο κάτω μέρος του παραθύρου της ενεργής προσομοίωσης.

Γραμμή εργαλείων (MacOS) εμφανίζει ή αποκρύπτει τη Γραμμή εργαλείων κατά μήκος της αριστερής πλευράς του παραθύρου της ενεργής προσομοίωσης.

Τα πλαίσια ελέγχου των **γραμμών εργαλείων (Windows)** σας δίνουν τη δυνατότητα να εμφανίσετε ή να αποκρύψετε κάθε μία από τις γραμμές εργαλείων που εμφανίζονται στα σχήματα 2-2, 2-3 και 2-4. Επιπλέον μπορείτε να εμφανίσετε ή να αποκρύψετε μια Απλή Γραμμή εργαλείων που θα αποτελείται από αρκετά από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα εργαλεία.

Προσάρτηση στο πλέγμα όταν είναι ενεργοποιημένη, αναγκάζει όλα τα αντικείμενα να "κολλήσουν" αυτόματα στις προκαθορισμένες γραμμές πλέγματος του χώρου εργασίας. Εμφανίζεται ένα σημάδι μπροστά από την αντίστοιχη επιλογή στον κατάλογο επιλογών, υποδηλώνοντας ότι αυτή έχει ενεργοποιηθεί.

Προσάρτηση στο αντικείμενο αν είναι ενεργοποιημένη, αναγκάζει όλα τα σημειακά στοιχεία (συμπεριλαμβανομένων των τελικών σημείων των συνδέσμων) να "κολλήσουν" αυτόματα στα προκαθορισμένα σημεία προσάρτησης των σωμάτων (όπως το σύστημα αναφοράς τους και οι κορυφές) καθώς προσεγγίζετε αυτά τα σημεία. Εμφανίζεται ένα σημάδι μπροστά από την

αντίστοιχη επιλογή στον κατάλογο επιλογών, υποδηλώνοντας ότι αυτή έχει ενεργοποιηθεί.

Κέντρο μάζας συστήματος αν είναι ενεργοποιημένο, εμφανίζει το κέντρο μάζας όλων των σωμάτων ως Χ στο παράθυρο της προσομοίωσης. Εμφανίζεται ένα σημάδι μπροστά από την αντίστοιχη επιλογή στον κατάλογο επιλογών, υποδηλώνοντας ότι έχει ενεργοποιηθεί.

Κλείδωμα σημείων αν είναι ενεργοποιημένο, εμποδίζει τα σημεία από το να μετακινηθούν κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Περισσότερες πληροφορίες για το Κλείδωμα σημείων θα βρείτε στο "Κλείδωμα σημείων και Κλείδωμα εργαλείων ελέγχου" στη σελίδα 5-9. Εμφανίζεται ένα σημάδι μπροστά από την αντίστοιχη επιλογή στον κατάλογο επιλογών, υποδηλώνοντας ότι αυτή έχει ενεργοποιηθεί.

Κλείδωμα εργαλείων ελέγχου, αν είναι ενεργοποιημένο, κλειδώνει όλα τα αντικείμενα ελέγχου (κουμπιά, μεταβολείς και μετρητές) στο φόντο. Δεν είναι δυνατή η επιλογή, η αλλαγή μεγέθους και η μετακίνηση των εργαλείων ελέγχου. Εμφανίζεται ένα σημάδι μπροστά από την αντίστοιχη επιλογή στον κατάλογο επιλογών, υποδηλώνοντας ότι αυτή έχει ενεργοποιηθεί.

Αριθμοί και μονάδες... εμφανίζει το διάλογο Αριθμοί και μονάδες, επιτρέποντάς σας να καθορίσετε το σύστημα μέτρησης μιας προσομοίωσης. Στις μορφές μονάδων συμπεριλαμβάνονται τα εξής: SI/Μετρικό, Βρετανικό, Αστρονομικό και CGS.

Μέγεθος θέασης... εμφανίζει το πλαίσιο διαλόγου Μέγεθος θέασης, επιτρέποντάς σας να καθορίσετε τη θέαση της προσομοίωσης και την κλίμακα εμφάνισης.

Χρώμα φόντου... σας επιτρέπει να επιλέξετε το χρώμα του φόντου στο παράθυρο του Interactive Physics.

Νέο σύστημα αναφοράς... σας δίνει τη δυνατότητα να επισυνάψετε ένα Σύστημα αναφοράς σε οποιοδήποτε σώμα έχετε επιλέξει. Μπορείτε να δείτε τις προσομοιώσεις μέσα από οποιοδήποτε Σύστημα αναφοράς έχετε ήδη δημιουργήσει.

Διαγραφή συστήματος αναφοράς εμφανίζει έναν υποκατάλογο

επιλογών που συμπεριλαμβάνει όλα τα Συστήματα αναφοράς, εκτός από το Home (Αρχικό). Επιλέγοντας ένα στοιχείο του υποκαταλόγου επιλογών διαγράφεται εκείνο το Σύστημα αναφοράς.

[Κατάλογος επιλογών Σύστημα αναφοράς] - Σε αυτόν τον κατάλογο επιλογών προστίθεται το όνομα κάθε ορισμένου Συστήματος αναφοράς. Μπορείτε να επιλέξετε οποιοδήποτε Σύστημα αναφοράς με το όνομά του ή χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο πλήκτρο συντόμευσης.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Το Σύστημα αναφοράς **Home** είναι προκαθορισμένο και πάντα θα βρίσκεται στον κατάλογο αυτό.

Ο κατάλογος επιλογών Αντικείμενο

Σύνδεση συνδυάζει δύο επιλεγμένα στοιχεία (σημεία και εγχοπές) για να δημιουργήσει μια άρθρωση.

Χωρισμός διασπάει μια άρθρωση ή άλλου είδους σύνδεσμο στα συνθετικά του μέρη.

Ελαστικότητα... εμφανίζει το διάλογο Ελαστικότητα, δίνοντάς σας τη δυνατότητα να τροποποιήσετε την ελαστικότητα του/των επιλεγμένου/ων αντικειμένου/ων.

Τριβή... εμφανίζει το διάλογο Τριβή, δίνοντάς σας τη δυνατότητα να τροποποιήσετε τους συντελεστές στατικής και κινητικής τριβής του/των επιλεγμένου/ων αντικειμένου/ων.

Μεταφορά μπροστά τοποθετεί το/α επιλεγμένο/α αντικείμενο/α μπροστά από όλα τα άλλα αντικείμενα.

Μεταφορά πίσω τοποθετεί το/α επιλεγμένο/α αντικείμενο/α πίσω από όλα τα άλλα αντικείμενα.

Σύγκρουση προκαλεί σύγκρουση μεταξύ των επιλεγμένων αντικειμένων, κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης.

Αποφυγή σύγκρουσης προφυλάσσει τα επιλεγμένα αντικείμενα από πιθανή σύγκρουση, κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης.

Αντικείμενο	
Σύνδεση	Ctrl+F1
Χωρισμός	Ctrl+F2
Ελαστικότητα... Τριβή...	
Μεταφορά μπροστά	Ctrl+F
Μεταφορά πίσω	Ctrl+G
✓ Σύγκρουση	
Αποφυγή σύγκρουσης	
Γραμματοσειρές...	
Επισήμανση εικόνας	
Επισήμανση σε σώμα Ctrl+B	

Γραμματοσειρά (MacOS) σας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξετε τη γραμματοσειρά με την οποία θα εμφανιστεί το επιλεγμένο κείμενο.

Μέγεθος (μόνο σε MacOS) σας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξετε το μέγεθος στο οποίο θα εμφανιστεί το επιλεγμένο κείμενο.

Στυλ (μόνο σε MacOS) σας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξετε το στυλ (τεχνοτροπία) στο οποίο θα εμφανιστεί το επιλεγμένο κείμενο.

Γραμματοσειρές (Windows) εμφανίζει το διάλογο Γραμματοσειρά και σας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξετε τη γραμματοσειρά με την οποία θα εμφανιστεί το επιλεγμένο κείμενο. Στις διαθέσιμες επιλογές **Γραμματοσειρά**, **Στυλ** και **Μεγέθος** συμπεριλαμβάνονται οι γραμματοσειρές που είναι εγκατεστημένες στο σύστημά σας.

[Τα παρακάτω στοιχεία των καταλόγων επιλογών, **Επισύναψη εικόνας** και **Απόσπαση εικόνας** εμφανίζονται εναλλακτικά, ανάλογα με το ποια αντικείμενα έχουν επιλεγεί. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στην "Επισύναψη αντικειμένων εικόνας στα σώματα" στη σελίδα 7-36.]

Επισύναψη εικόνας επισυνάπτει μια εικόνα σε ένα σώμα. Η εικόνα αντικαθιστά τη συνήθη αναπαράσταση του σώματος στο χώρο εργασίας.

Απόσπαση εικόνας αποσπάει μια εικόνα από το σώμα, το οποίο αναπαριστά. Η συνήθης αναπαράσταση του σώματος επανεμφανίζεται και η εικόνα γίνεται ξεχωριστό αντικείμενο στο χώρο εργασίας.

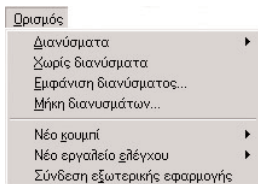
[Τα παρακάτω στοιχεία των καταλόγων επιλογών, **Επισύναψη σε σώμα** και **Απόσπαση από σώμα** εμφανίζονται εναλλακτικά, ανάλογα με το ποια αντικείμενα έχουν επιλεγεί. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο "Επισύναψη και Απόσπαση ενός στοιχείου εγχοπής" στη σελίδα 4-92.]

Επισύναψη σε σώμα επισυνάπτει ένα σύνολο σημείων ή και εγχοπών σε ένα σώμα, ενώ διατηρείται η τρέχουσα θέση τους στο

χώρο εργασίας.

Απόσπαση από σώμα αποσπάει ένα σύνολο σημείων ή και εγκοπών από το σώμα, στο οποίο είναι προσαρτημένα τη δεδομένη χρονική στιγμή. Τα αποσπασμένα σημεία και οι εγκοπές προσαρτώνται αμέσως στο φόντο.

Ο κατάλογος επιλογών Ορισμός



Διανύσματα εμφανίζει έναν υποκατάλογο επιλογών που σας δίνει τη δυνατότητα να εμφανίσετε διανύσματα για τις ιδιότητες ενός επιλεγμένου αντικειμένου. Μπορεί να επιλεγεί οποιοσδήποτε συνδυασμός διανυσμάτων από τα υπάρχοντα στον κατάλογο και τα αντίστοιχα διανύσματα θα σχεδιαστούν και θα ενημερωθούν δυναμικά κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης του Interactive Physics. (Για παράδειγμα, ο κατάλογος επιλογών που εμφανίζεται στα αριστερά εμφανίζει τα διαθέσιμα διανύσματα για ένα σώμα).

Χωρίς διανύσματα δεν επιτρέπει το σχεδιασμό διανυσμάτων για ένα επιλεγμένο σώμα.

Εμφάνιση διανύσματος... παρουσιάζει το διάλογο Εμφάνιση διανύσματος μέσω του οποίου μπορείτε να αλλάξετε τα χρώματα και την τεχνολογία των διανυσμάτων.

Μήκη διανυσμάτων... παρουσιάζει το διάλογο Μήκη διανυσμάτων μέσω του οποίου μπορείτε να αλλάξετε καθολικά το μήκος των διανυσμάτων της ταχύτητας, της δύναμης και της επιτάχυνσης.

Νέο κουμπί καταλόγου επιλογών... παρουσιάζει το διάλογο Νέο κουμπί καταλόγου επιλογών μέσω του οποίου μπορείτε να δημιουργήσετε κουμπιά που εκτελούν εντολές καταλόγου επιλογών.

Νέο εργαλείο ελέγχου παρουσιάζει έναν υποκατάλογο επιλογών ιδιοτήτων του αντικειμένου που μπορούν να ελεγχθούν αλληλεπιδραστικά μέσω εργαλείων εισαγωγής δεδομένων γραφικών. Οι ιδιότητες που εμφανίζονται σε αυτόν τον κατάλογο επιλογών εξαρτώνται από τον τύπο του αντικειμένου που

επιλέγεται.

Εξ ορισμού, το **Νέο εργαλείο ελέγχου** δημιουργεί μια Γραμμή μεταβολέα ως εργαλείο εισαγωγής δεδομένων. Το Interactive Physics δίνει τη δυνατότητα για πιο ευέλικτα εργαλεία εισόδου, όπως κείμενο, κουμπιά και δεδομένα εισόδου εξωτερικών αρχείων. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στο **"7.2. Εργαλεία ελέγχου"**.

Σύνδεση εξωτερικής εφαρμογής δίνει τη δυνατότητα στο Interactive Physics να συνδέσει τα δεδομένα εξόδου του με άλλα προγράμματα εφαρμογών. Δύο παραδείγματα εφαρμογών είναι το MATLAB (μόνο για Windows) και το Excel. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στο **"9.7. Ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο με εξωτερικές εφαρμογές"**.

Ο κατάλογος επιλογών Μέτρηση

Χρόνος δημιουργεί ένα μετρητή που μετράει το χρόνο κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης.

[Κατάλογος άλλων ιδιοτήτων] - Ο κατάλογος επιλογών **Μέτρηση** καταγράφει τις μετρήσιμες ιδιότητες κάθε επιλεγμένου αντικειμένου. Επιλέγοντας ένα στοιχείο δημιουργείται ένας μετρητής που μετράει τη συγκεκριμένη ιδιότητα. Στα αριστερά εμφανίζονται οι μετρούμενες ιδιότητες για ένα σώμα.

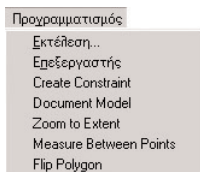
Σε αυτές τις ιδιότητες συμπεριλαμβάνονται: **Θέση, Ταχύτητα, Επιτάχυνση, Θ-T-E (Θέση, Ταχύτητα και Επιτάχυνση σε ένα μετρητή), Θέση / Ταχύτητα / Επιτάχυνση του Κέντρου μάζας, Ορμή, Στροφορμή, Συνολική δύναμη, Συνολική ροπή, Δύναμη της βαρύτητας, Ηλεκτροστατική δύναμη, Δύναμη του αέρα, Δύναμη πεδίου**. Η επιλογή άλλων αντικειμένων θα σας δώσει άλλες επιλογές μέτρησης.

Όταν δύο σώματα είναι επιλεγμένα, ο κατάλογος επιλογών **Μέτρηση** αλλάζει, ώστε να μπορείτε να μετρήσετε δυνάμεις που δρουν εγγενώς μεταξύ ενός ζεύγους αντικειμένων, συμπεριλαμβανομένων των **Δύναμη επαφής, Τριβή και Ζεύγος**

Μέτρηση	
Χρόνος	
Θέση	▶
Ταχύτητα	▶
Επιτάχυνση	▶
Θ-T-E	▶
Θέση κέντρου μάζας	▶
Ταχύτητα κέντρου μάζας	▶
Επιτάχυνση κέντρου μάζας	▶
Ορμή	
Στροφορμή	
Συνολική δύναμη	
Συνολική ροπή	
Δύναμη της βαρύτητας	
Ηλεκτροστατική δύναμη	
Δύναμη του αέρα	
Δύναμη πεδίου	
Ήχος επαφής	
Ήχος αέρα	
Κινητική ενέργεια	▶
Δυναμική ενέργεια βαρύτητας	

δυνάμεων βαρύτητας.

Ο κατάλογος επιλογών Προγραμματισμός

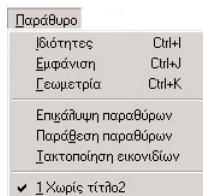


Ο κατάλογος επιλογών **Προγραμματισμός** σας δίνει τη δυνατότητα να εκτελέσετε προγραμματισμούς.

Εκτέλεση σας καλεί να ανοίξετε ένα αρχείο τύπου Προγραμματισμοί και το εκτελεί.

[Κατάλογος προγραμματισμών] - Ο κατάλογος αυτός σας παρέχει ταχύτατη πρόσβαση στους διαθέσιμους προγραμματισμούς.

Ο κατάλογος επιλογών Παράθυρο



Ο κατάλογος επιλογών **Παράθυρο** παρέχει τρία βοηθητικά παράθυρα για να καθορίσετε ακριβείς τιμές για τις ιδιότητες ενός αντικειμένου. Τα πεδία που εμφανίζονται σε κάθε βοηθητικό παράθυρο εξαρτώνται από τον τύπο του αντικειμένου που έχει επιλεγεί.

Κάθε βοηθητικό παράθυρο διαθέτει έναν αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών στο επάνω μέρος. Ο αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογών εμφανίζει την ταυτότητα (π.χ. body [3]) και το όνομα (π.χ. Ορθογώνιο) του τρέχοντος επιλεγμένου αντικειμένου. Το όνομα μπορεί να προσαρμοστεί μέσω του παραθύρου Εμφάνιση. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο χρήσης αυτών των παραθύρων, βλέπε **Κεφάλαιο 3, "Σώματα"** και **Κεφάλαιο 4, "Σύνδεσμοι"**.

Το παράθυρο **Ιδιότητες** (σχήμα 2-7) παρέχει άμεση πρόσβαση στις φυσικές ιδιότητες του τρέχοντος επιλεγμένου αντικειμένου. Διαφορετικά πεδία θα εμφανιστούν ανάλογα με τον τύπο του αντικειμένου που έχει επιλεγεί. Οι ιδιότητες αρχικών επιλεγμένων αντικειμένων μπορούν να αλλάξουν ταυτοχρόνως, επιλέγοντας πολλαπλά αντικείμενα και τροποποιώντας τις επιθυμητές ιδιότητες στο παράθυρο.

Το παράθυρο **Εμφάνιση** (σχήμα 2-8) ελέγχει την εμφάνιση των

Σχήμα 2-7

Παράθυρο Ιδιότητες

Ιδιότητες

Body(1) - Ορθογώνιο

Ορθογώνιο

x	-1.900	m
y	-0.550	m
θ	0.000	rad
V _x	0.000	m/s
V _y	0.000	m/s
ω	0.000	rad/s
υλικό	Σύνθετος	
μάζα	1.720	kg
στατ. τριβή	0.300	
κιν. τριβή	0.300	
ελαστικότητα	0.500	
φορτίο	1.000e-004	C
επιφ. πυκνότητα	1.000	kg/m ²
	Επίπεδο	
ροπή αδράν.	2.673	kg·m ²

επιλεγμένων αντικειμένων. Πιο συγκεκριμένα, μέσα από αυτό το παράθυρο μπορείτε να ελέγξετε την εμφάνιση του χρώματος, του γεμίσματος, της εμφάνισης ίχνους και του κέντρου μάζας.

Το παράθυρο **Γεωμετρία** (σχήμα 2-9) ελέγχει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά (π.χ. το πλάτος και το ύψος ενός ορθογωνίου ή

Σχήμα 2-8

Παράθυρο Εμφάνισης

Εμφάνιση

Body(1) - Ορθογώνιο

Εμφάνιση

Εμφάνιση ενόσματος

Χρώμα

Σχέδιο

Γέμισμα:

Πλήρωση

Εμφάνιση ίχνους κέντρου μάζας

Εμφάνιση κέντρου μάζας

Εμφάνιση προσανατολισμού κέντρου

Εμφάνιση περιγράμματος

Εμφάνιση σύνδεσης

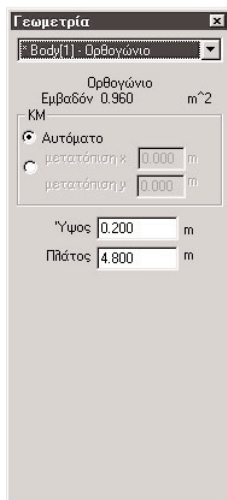
Εμφάνιση φερτίου

την ακτίνα ενός κύκλου) των επιλεγμένων σωμάτων. Οι ιδιότητες που εμφανίζονται σε αυτό το παράθυρο εξαρτώνται από τον τύπο του αντικειμένου που έχει επιλεγεί. Η γεωμετρία ενός ορθογωνίου καθορίζεται από το πλάτος και το ύψος του. Οι κορυφές ενός πολυγώνου μπορεί να αλλάξουν, αν επεξεργαστείτε τις τιμές σε αυτό το παράθυρο.

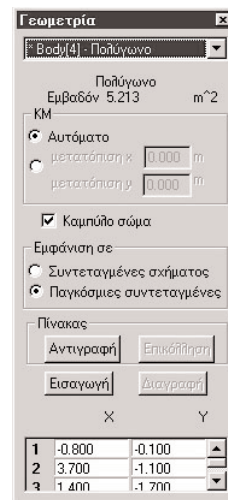
Επικάλυψη (μόνο για Windows) τακτοποιεί όλα τα παράθυρα των

Σχήμα 2-9

Παράθυρο Γεωμετρίας



Για ορθογώνια



Για πολύγωνα

τρεχόντων ανοιχτών εγγράφων με μορφή επικάλυψης (είναι ορατή μόνο η γραμμή τίτλου του κάθε παραθύρου).

Παράθεση (μόνο για Windows) τακτοποιεί όλα τα παράθυρα των τρεχόντων ανοιχτών εγγράφων με μορφή παράθεσης (είναι ορατά όλα τα παράθυρα, μειωμένα σε μέγεθος).

Τακτοποίηση εικονιδίων (μόνο για Windows) τακτοποιεί τα εικονιζόμενα έγγραφα του Interactive Physics, ώστε να βρίσκονται στην ίδια ευθεία.

[Κατάλογος ανοιχτών εγγράφων] - ένας κατάλογος ανοιχτών εγγράφων προστίθεται στο τέλος του καταλόγου επιλογών **Παράθυρο**, όταν είναι ανοιχτά περισσότερα του ενός έγγραφα.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το πλήκτρο tab για να πλοηγηθείτε από ένα πεδίο κειμένου σε άλλο μέσα σε ένα βοηθητικό παράθυρο. Επίσης, το ίδιο πλήκτρο μπορεί να σας φανεί χρήσιμο για να επιλέξετε ένα βοηθητικό παράθυρο. Αν έχετε επιλέξει ένα αντικείμενο στο χώρο εργασίας, το πάτημα του πλήκτρου tab επιλέγει αυτόματα το βοηθητικό παράθυρο που επιλέχθηκε την τελευταία φορά και που συνδέεται με το αντικείμενο.

Ο κατάλογος επιλογών Βοήθεια (μόνο για Windows)

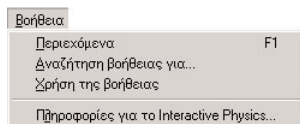
Το πλήκτρο Tab και τα βοηθητικά παράθυρα

Στα συστήματα Windows ο κατάλογος επιλογών **Βοήθεια** παρέχει on-line ηλεκτρονική βοήθεια μέσω του συστήματος WinHelpTM.

Περιεχόμενα εμφανίζει έναν κατάλογο με τις βασικές επιλογές της Βοήθειας. Λεπτομερέστερη πληροφόρηση μπορείτε να αποκτήσετε αν συνεχίσετε να ψάχνετε μέσα στη δομή της βοήθειας.

Αναζήτηση βοήθειας για... σας επιτρέπει να αναζητήσετε βοήθεια για ένα συγκεκριμένο θέμα. Εμφανίζεται αλφαβητικός κατάλογος των θεμάτων και για κάθε θέμα μια λίστα οθονών βοήθειας που παρέχουν πληροφόρηση για το δεδομένο θέμα.

Χρήση της βοήθειας παρέχει πληροφόρηση για το σύστημα βοήθειας.



Πληροφορίες για το Interactive Physics... εμφανίζει πληροφορίες σχετικά με το λογισμικό του Interactive Physics, συμπεριλαμβανομένων του αριθμού έκδοσης, των πνευματικών δικαιωμάτων και πληροφοριών για την άδεια χρήσης.

Ο κατάλογος επιλογών Apple Guide™ (μόνο για MacOS)



Apple Guide

Στα συστήματα MacOS, το Interactive Physics παρέχει on-line βοήθεια μέσω του Apple Guide. Για να την ενεργοποιήσετε, επιλέξτε **IP Guide** από τον κατάλογο επιλογών **Apple Guide** (βλέπε εικονίδιο στα αριστερά) που βρίσκεται στην επάνω δεξιά γωνία της οθόνης. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το Apple Guide θα βρείτε στο έντυπο υλικό που συνοδεύει τον υπολογιστή σας MacOS και το λογισμικό συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Σώματα

Στο κεφάλαιο αυτό θα μάθετε τα βήματα για να

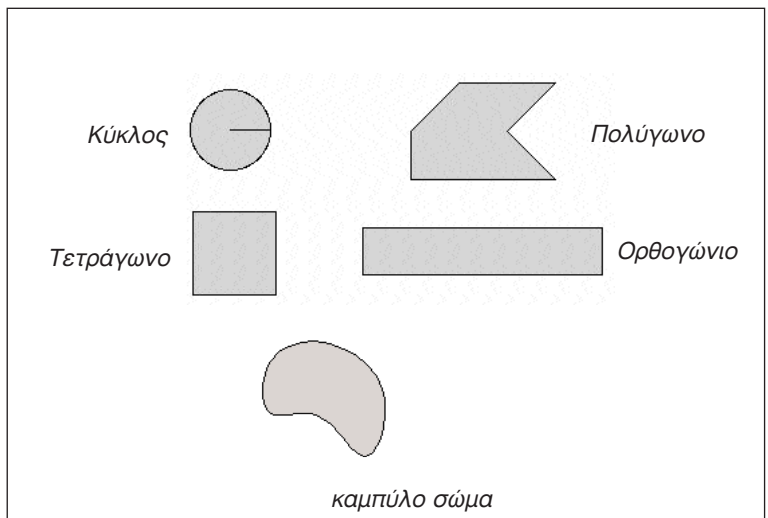
- Δημιουργήσετε, επεξεργαστείτε και να κατευθύνετε σώματα
- Ορίσετε ιδιότητες και παραμέτρους του σώματος
- Ορίσετε την εμφάνιση των σωμάτων
- Ορίσετε το σχήμα των σωμάτων

3.1. Δημιουργία σωμάτων

Στα σώματα περιλαμβάνονται κύκλοι, ορθογώνια, τετράγωνα, πολύγωνα και καμπύλα σώματα (βλέπε σχήμα 3-1). Μπορείτε να δημιουργήσετε μια ποικιλία σχημάτων για να αναπαραστήσετε σώματα, χρησιμοποιώντας τα εργαλεία που εμφανίζονται στο σχήμα 3-2.

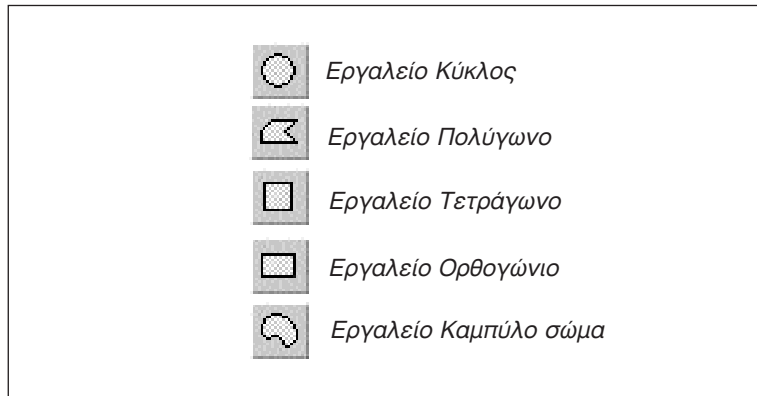
Σχήμα 3-1

Σώματα: τετράγωνο, πολύγωνο, κύκλος, ορθογώνιο και καμπύλο σώμα



Σχήμα 3-2

Εργαλεία σώματος



Κάθε σώμα διαθέτει έναν αριθμό παραμέτρων που ορίζει τη συμπεριφορά του όταν εκτελείτε μια προσομοίωση. Αυτές οι παράμετροι αρχικά έχουν τις προκαθορισμένες τιμές. Για παράδειγμα, η πυκνότητα κάθε σώματος αρχικά είναι ρυθμισμένη στα 1000kg/m². Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο **"3.2. Ιδιότητες Σώματος"**.

Μόλις δημιουργηθεί ένα σώμα, μπορείτε να επισυνάψετε συνδέσμους σε συγκεκριμένα σημεία πάνω στο σώμα. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στο "Ακριβής τοποθέτηση συνδέσμων" στη σελίδα 4-14.

Δημιουργία Ορθογώνιων και Τετραγώνων

Για να δημιουργήσετε ένα ορθογώνιο ή ένα τετράγωνο:

1. Κάντε κλικ στο εργαλείο Ορθογώνιο ή στο εργαλείο Τετράγωνο στη Γραμμή εργαλείων.

Στα συστήματα MacOS το εργαλείο Τετράγωνο είναι εξ ορισμού "κρυμμένο" στην αναδιπλούμενη παλέτα Ορθογώνιο / Τετράγωνο. Κάντε κλικ και συνεχίστε να κρατάτε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού πάνω στο εργαλείο Ορθογώνιο για να φέρετε μπροστά το εργαλείο Τετράγωνο και επιλέξτε το.

2. Τοποθετήστε το δείκτη σε μια κενή περιοχή του φόντου.

Ο δείκτης αλλάζει από βέλος σε σταυρό, υποδηλώνοντας ότι μπορείτε



να αρχίσετε να σχεδιάζετε.

3. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού και σύρετε διαγώνια μέχρι το ορθογώνιο ή το τετράγωνο να λάβει τις επιθυμητές διαστάσεις.

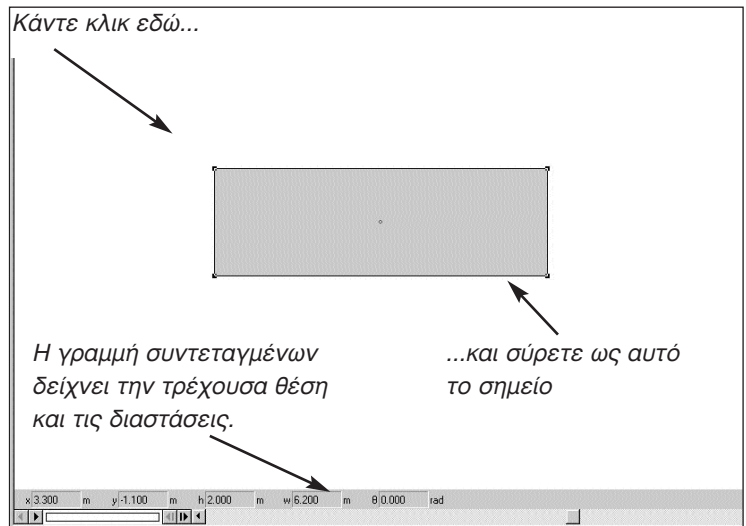
Παρατηρήστε ότι η Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζει τις τρέχουσες διαστάσεις και τη θέση του αντικειμένου (βλέπε σχήμα 3.3). Αργότερα μπορείτε να επεξεργαστείτε αυτές τις τιμές.

Αν επιλέξετε το εργαλείο Τετράγωνο, και οι τέσσερις πλευρές του σώματος θα έχουν ίσα μήκη.

4. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού.

Σχήμα 3-3

Δημιουργία ορθογωνίου



**Εναλλακτικός τρόπος
δημιουργίας Ορθογωνίων
ή Τετραγώνων**

Μπορείτε επίσης να δημιουργήσετε ένα ορθογώνιο ή ένα τετράγωνο με τον ακόλουθο τρόπο:

1. Κάντε κλικ στο εργαλείο Ορθογώνιο ή στο εργαλείο Τετράγωνο για να το επιλέξετε.

2. Τοποθετήστε το δείκτη σε μια κενή περιοχή του φόντου.

3. Κάντε κλικ μία φορά και σύρετε το ποντίκι.

Παρατηρήστε ότι το ορθογώνιο ή το τετράγωνο σχεδιάζεται διαγώνια, ακολουθώντας την κίνηση του ποντικιού.

4. Όταν το σώμα φτάσει το επιθυμητό μέγεθος, κάντε και πάλι κλικ με το ποντίκι.

Δεν χρειάζεται να αλλάξετε τις επιλογές ή τις προτιμήσεις για να χρησιμοποιήσετε αυτήν την εναλλακτική μέθοδο σχεδιασμού. Το Interactive Physics αναγνωρίζει τις ενέργειές σας με το ποντίκι και αλλάζει από μόνο του μέθοδο σχεδιασμού.

Ταχεία επεξεργασία Θέσης και Γεωμετρίας

Μπορείτε να επεξεργαστείτε γρήγορα τη θέση, τον προσανατολισμό και τις διαστάσεις (πλάτος και ύψος) του ορθογώνιου ή του τετραγώνου που μόλις δημιουργήσατε, με τον ακόλουθο τρόπο:

1. Επιλέξτε το ορθογώνιο ή το τετράγωνο, αν δεν το έχετε ήδη επιλέξει.

Αν μόλις σχεδιάσατε το αντικείμενο, τότε είναι ήδη επιλεγμένο.

2. Κάντε κλικ στο πεδίο που θα θέλατε να επεξεργαστείτε στη Γραμμή συντεταγμένων και πληκτρολογήστε τον αριθμό που θέλετε (βλέπε σχήμα 3-4 για τις διαθέσιμες παραμέτρους). Πατήστε το πλήκτρο Enter ή το πλήκτρο Return.

Οι όποιες αλλαγές γίνονται αμέσως εμφανείς στο αντικείμενο.

Σχήμα 3-4
Εμφάνιση Γραμμής
συντεταγμένων για ένα
ορθογώνιο

θέση χ	θέση ψ	ύψος	πλάτος	προσανατολισμός
x 3.300 m	y -1.100 m	h 2.000 m	w 6.200 m	θ 0.000 rad

Τα "3.2. Ιδιότητες Σώματος", "3.3. Εμφάνιση Σώματος" και "3.4. Γεωμετρία Σώματος" εξηγούν σε μεγαλύτερο βάθος τις μεταβλητές παραμέτρους των σωμάτων. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη Γραμμή συντεταγμένων, συμβουλευτείτε επίσης την "Εμφάνιση της Γραμμής συντεταγμένων" στη σελίδα 6-13.

Δημιουργία κύκλων

Για να δημιουργήσετε ένα κύκλο:

1. Κάντε κλικ στο εργαλείο Κύκλος για να το επιλέξετε.
2. Τοποθετήστε το δείκτη σε μια κενή περιοχή του φόντου.

Ο δείκτης αλλάζει από βέλος σε σταυρό, υποδηλώνοντας ότι μπορείτε να αρχίσετε να σχεδιάζετε.

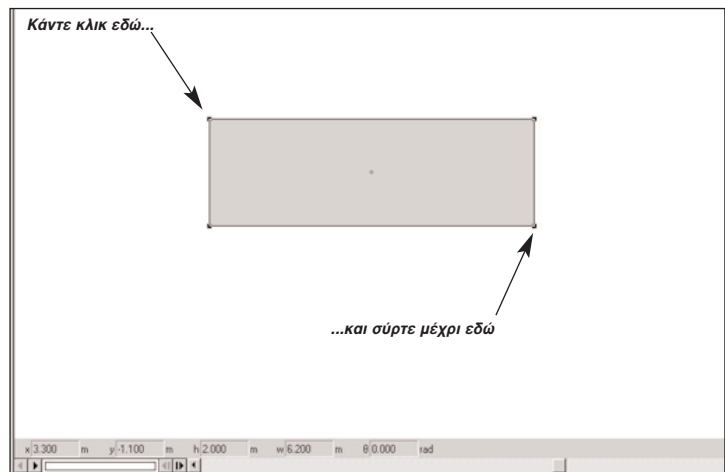
3. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού και σύρετε διαγώνια για να δημιουργήσετε έναν κύκλο οποιουδήποτε μεγέθους.

Στη Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζονται οι τρέχουσες διαστάσεις και η θέση του αντικειμένου (βλέπε σχήμα 3-5). Αργότερα μπορείτε να επεξεργαστείτε αυτές τις τιμές.

4. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού.

Σχήμα 3-5

Δημιουργία κύκλου



Μπορείτε επίσης να δημιουργήσετε ένα κύκλο με τον ακόλουθο τρόπο:

**Εναλλακτικός τρόπος
δημιουργίας Κύκλων**

1. Κάντε κλικ στο εργαλείο Κύκλος για να το επιλέξετε.
2. Τοποθετήστε το δείκτη σε μια κενή περιοχή του φόντου.
3. Κάντε κλικ μία φορά και σύρετε το ποντίκι.

Παρατηρήστε ότι ο κύκλος σχεδιάζεται διαγώνια, ακολουθώντας την κίνηση του ποντικιού.

Ταχεία επεξεργασία διαμόρφωσης και ακτίνας

Σχήμα 3-6
Εμφάνιση Γραμμής
συντεταγμένων για ένα κύκλο

4. Όταν το σώμα φτάσει το επιθυμητό μέγεθος, κάντε και πάλι κλικ με το ποντίκι.

Δεν χρειάζεται να αλλάξετε τις επιλογές ή τις προτιμήσεις για να χρησιμοποιήσετε αυτήν την εναλλακτική μέθοδο σχεδιασμού. Το Interactive Physics αναγνωρίζει τις ενέργειές σας με το ποντίκι και αλλάζει από μόνο του μέθοδο σχεδιασμού.

Μπορείτε να επεξεργαστείτε γρήγορα τη θέση, τον προσανατολισμό και την ακτίνα του κύκλου, με τον ακόλουθο τρόπο:

1. Επιλέξτε τον κύκλο, αν δεν τον έχετε ήδη επιλέξει.

Αν μόλις σχεδιάσατε το αντικείμενο, τότε είναι ήδη επιλεγμένο.

2. Κάντε κλικ στο πεδίο που θα θέλατε να επεξεργαστείτε στη Γραμμή συντεταγμένων και πληκτρολογήστε τον αριθμό που θέλετε (βλέπε σχήμα 3-6 για τις διαθέσιμες παραμέτρους). Πατήστε το πλήκτρο Enter ή το πλήκτρο Return.

θέση x		θέση y		προσανατολισμός	
x	3.300 m	y	-1.100 m	θ	2.000 rad

Οι όποιες αλλαγές γίνονται αμέσως εμφανείς στο αντικείμενο.

Δημιουργία πολυγώνων και καμπύλων σωμάτων

Τα πολύγωνα και τα καμπύλα σώματα δημιουργούνται ορίζοντας πολλά σημεία στο φόντο. Όσον αφορά τα πολύγωνα, αυτά τα σημεία αποτελούν τις κορυφές (γωνίες) του αντικειμένου, στα καμπύλα δε αντικείμενα τα σημεία αυτά ελέγχουν το σχήμα της καμπύλης.

Σημείωση σχετικά με τα Καμπύλα σώματα

Εφόσον ο τρόπος που ορίζεται ένα καμπύλο σώμα από τα σημεία ελέγχου του έχει ομοιότητες με τον τρόπο που ένα πολύγωνο ορίζεται από τις κορυφές του, αυτά τα δύο είδη αντικειμένων σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό. Μάλιστα, το Interactive Physics θεωρεί τα καμπύλα σώματα ως μια υποκατηγορία των πολυγώνων με την επιλογή μιας πρόσθετης "καμπύλης" παραμέτρου Γεωμετρίας (βλέπε "Μετατροπές πολυγώνων σε καμ" στη σελίδα 3-30). Λόγω αυτής της ομοιότητας τα καμπύλα σώματα εμφανίζονται σε ένα κατάλογο στη Γραμμή κατάστασης και σε όλους τους καταλόγους επιλογών ως πολύγωνα.

Για να σχεδιάσετε ένα πολύγωνο ή καμπύλο σώμα:

1. Κάντε κλικ στο εργαλείο Πολύγωνο ή Καμπύλο σώμα για να το επιλέξετε.

Στα συστήματα MacOS το εργαλείο Καμπύλο σώμα είναι εξ ορισμού "κρυμμένο" στην αναδιπλούμενη παλέτα Πολύγωνο ή Καμπύλο σώμα. Κάντε κλικ και συνεχίστε να κρατάτε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού πάνω στο εργαλείο Πολύγωνο για να φέρετε μπροστά το εργαλείο Καμπύλο σώμα και επιλέξτε το.

2. Τοποθετήστε το δείκτη σε μια κενή περιοχή του φόντου.

Ο δείκτης αλλάζει από βέλος σε σταυρό, υποδηλώνοντας ότι μπορείτε να αρχίσετε να σχεδιάζετε.

3. Κάντε ένα κλικ για να ορίσετε την πρώτη κορυφή του σώματος.

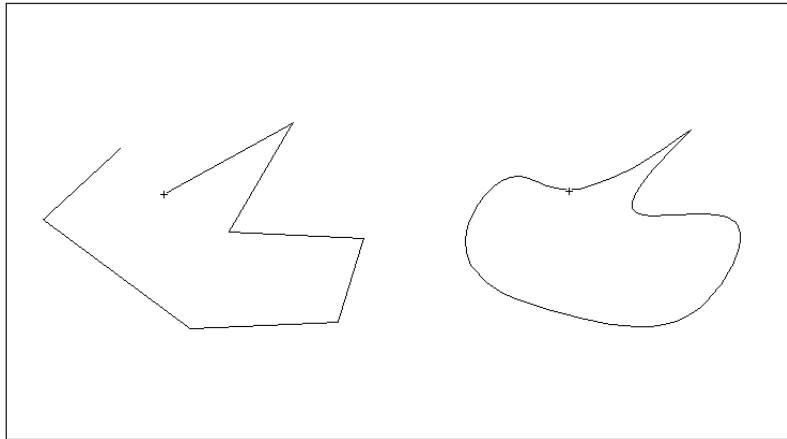
Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τις τιμές που εμφανίζονται στη Γραμμή συντεταγμένων για να ορίσετε τις καθολικές συντεταγμένες του σημείου. Η πρώτη κορυφή αποτελεί και το πρώτο σημείο ελέγχου, εάν πρόκειται για καμπύλο σώμα.

4. Μετακινήστε το δείκτη και κάντε κλικ κάθε φορά που θέλετε να δημιουργήσετε μια νέα κορυφή. Παρατηρήστε ότι στη Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζεται η σχετική μετατόπιση του δείκτη του ποντικιού από την τελευταία κορυφή που δημιουργήσατε (σχήμα 3-7).

Το Interactive Physics δημιουργεί αυτόματα το πολύγωνο ή το καμπύλο σώμα, καθώς εσείς δημιουργείτε κάθε κορυφή.

Σχήμα 3-7

Δημιουργία Πολυγώνων ή
Καμπύλων σωμάτων



5. Κάντε κλικ στην πρώτη κορυφή ή διπλό κλικ στο τελικό σημείο για να ολοκληρώσετε το πολύγωνο ή το καμπύλο σώμα. Εναλλακτικά, πατήστε το space bar, αφού κάνετε κλικ στην τελευταία κορυφή.

Αν έχετε ανοιχτό το παράθυρο Γεωμετρία, το πολύγωνο ή το καμπύλο σώμα θα εμφανίσει ένα σταυρό με τον τίτλο "ΣΑ", το σύστημα αναφοράς του. Βλέπε "Σύστημα αναφοράς", στη σελίδα 3-12 για περισσότερες λεπτομέρειες.

Αν δημιουργήσετε ένα πολύγωνο ή ένα καμπύλο σώμα με πλευρές που τέμνονται, το Interactive Physics θα εμφανίσει ένα πλαίσιο διαλόγου, προειδοποιώντας σας ότι η ορμή, η μάζα και το κέντρο μάζας θα υπολογιστούν κατά προσέγγιση και ότι δεν θα υπάρξει σύγκρουση με άλλα αντικείμενα.

Αλλαγή σχήματος Πολυγώνων και Καμπύλων σωμάτων με γραφικό τρόπο

Τα πολύγωνα ή τα καμπύλα σώματα μπορούν να αλλάξουν σχήμα με το ποντίκι ή μέσα από το παράθυρο Γεωμετρία. Αυτό το τμήμα θα καλύψει την αλλαγή σχήματος με χρήση του ποντικιού, ενώ πληροφορίες για την άλλη μέθοδο θα βρείτε στην "Αλλαγή σχήματος Πολυγώνων και Καμπύλων σωμάτων με αριθμητικό τρόπο" στη σελίδα 3-32 αυτού του κεφαλαίου.

Για να αλλάξετε το σχήμα πολυγώνων και καμπύλων σωμάτων με γραφικό τρόπο:

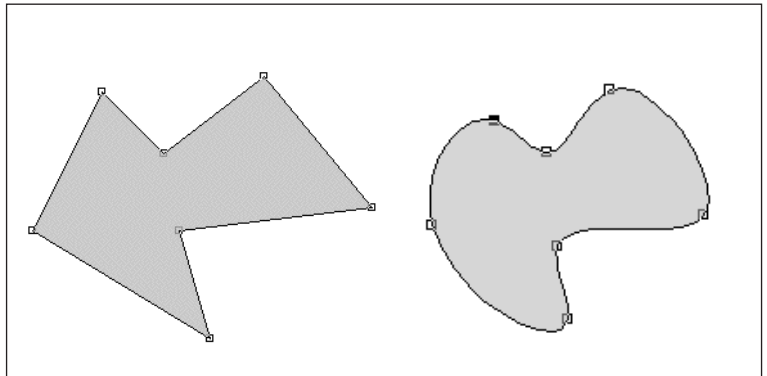
1. Επιλέξτε το πολύγωνο ή το καμπύλο σώμα και στη συνέχεια από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία κάντε κλικ στην επιλογή **Αλλαγή σχήματος**.

Η επιλογή ενεργοποιείται μόνον εφόσον υπάρχει αντικείμενο, του οποίου το σχήμα μπορεί να αλλάξει (πολύγωνο, καμπύλο σώμα ή καμπύλη εγκοπή). Όλα τα αντικείμενα των οποίων το σχήμα επιδέχεται αλλαγή, εμφανίζουν τετράγωνες λαβές αλλαγής σχήματος πάνω στις κορυφές, όταν επιλεγούν (βλέπε σχήμα 3-8).

2. Κάντε κλικ πάνω σε μία λαβή αλλαγής σχήματος και σύρετέ την.

Σχήμα 3-8

Περιβάλλον αλλαγής σχήματος



3. Για να σύρετε ένα αντικείμενο, ενώ είναι ενεργοποιημένη η **Αλλαγή σχήματος**, κάντε κλικ στο σώμα του αντικειμένου (μακριά από κορυφές ή ακμές).
4. Βγείτε από το περιβάλλον **Αλλαγή σχήματος**, αποεπιλέγοντας την **Αλλαγή σχήματος** από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία ή διαλέγοντας ένα εργαλείο από τη Γραμμή εργαλείων.

Για να προσθέσετε μια κορυφή:

1. Επιλέξτε **Αλλαγή σχήματος** από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία. Για να μεταβείτε στο περιβάλλον **Αλλαγή σχήματος**.
2. Κάντε κλικ στην πλευρά που θέλετε (μακριά από μια υπάρχουσα κορυφή) και σύρετε τη νέα κορυφή στη θέση

που θέλετε.

Για να διαγράψετε μια κορυφή:

1. Βεβαιωθείτε ότι θρискόσαστε σε περιβάλλον Αλλαγής σχήματος (η Αλλαγή σχήματος στον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία πρέπει να έχει το σημάδι επιλογής).

2. Επιλέξτε τη λαβή αλλαγής σχήματος που αντιστοιχεί στην κορυφή που θέλετε να διαγράψετε.

Η λαβή φωτίζεται.

3. Επιλέξτε Αποκοπή από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία ή πατήστε το πλήκτρο Delete.

Θα εξαφανιστεί η κορυφή.

3.2. Ιδιότητες Σώματος

Κάθε αντικείμενο στο χώρο εργασίας του Interactive Physics συμπεριφέρεται ανάλογα με τα προκαθορισμένα χαρακτηριστικά και ιδιότητές του. Οι ιδιότητες ενός αντικειμένου μπορούν να αλλάξουν με έναν από τους δύο παρακάτω τρόπους:

- αλλαγή τιμών στο παράθυρο Ιδιότητες
- αλλαγή τιμών στη Γραμμή συντεταγμένων

Παράθυρο Ιδιότητες

Το παράθυρο Ιδιότητες (σχήμα 3-9) σας παρέχει πλήρη πρόσβαση στις διαθέσιμες ιδιότητες ενός σώματος. Μέσα από το παράθυρο Γεωμετρία και το παράθυρο Εμφάνιση, μπορείτε να προσπελάσετε πληροφορίες σχετικά με τη γεωμετρία και την εμφάνιση (βλέπε "3.4. Γεωμετρία σώματος" και "3.3. Εμφάνιση σώματος").

Σχήμα 3-9

Παράθυρο Ιδιοτήτες σώματος

Property	Value	Unit
x	-1.900	m
y	-0.550	m
θ	0.000	rad
Vx	0.000	m/s
Vy	0.000	m/s
ω	0.000	rad/s
υλικό	Σύνθετος	
μάζα	1.720	kg
στατ. τριβή	0.300	
κιν. τριβή	0.300	
ελαστικότητα	0.500	
φορτίο	1.000e-004	C
επιφ. πυκνότητα	1.000	kg/m ²
ροπή αδράν.	2.673	kg·m ²

Αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογής

Για να ανοίξετε το παράθυρο Ιδιοτήτες:

- Μπορείτε (1) να κάνετε διπλό κλικ σε ένα σώμα και να ανοίξετε το παράθυρο Ιδιοτήτες ή (2) να επιλέξετε το σώμα και στη συνέχεια από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο να επιλέξετε Ιδιοτήτες.

Μπορείτε να μεταβείτε από ένα σώμα σε άλλο, κάνοντας απλώς κλικ σε διαφορετικά σώματα ή επιλέγοντας το αντικείμενο από τη λίστα στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών (εμφανίζεται στο σχήμα 3-9).

Γραμμή Συντεταγμένων

Η Γραμμή συντεταγμένων στο κάτω μέρος του παραθύρου του εγγράφου εμφανίζει παραμέτρους του αντικειμένου που αλλάζουν συχνά. Κάθε αντικείμενο διαθέτει μια σειρά παραμέτρων που μπορούν να τροποποιηθούν γρήγορα. Η εμφάνιση της Γραμμής συντεταγμένων π.χ. για ένα ορθογώνιο δείχνει τη θέση των x και y, τον προσανατολισμό, το πλάτος και το ύψος.

Στο **"3.1. Δημιουργία σωμάτων"** περιγράφονται αποτελεσματικές χρήσεις της Γραμμής συντεταγμένων. Αν η Γραμμή συντεταγμένων πάψει να εμφανίζεται, επιλέξτε **Συντεταγμένες** από τον υποκατάλογο επιλογών **Χώρος εργασίας** (θα το βρείτε στον κατάλογο επιλογών **Θέαση**).

Αρχική Θέση και Προσανατολισμός

Η αρχική θέση και ο προσανατολισμός ενός σώματος μπορούν να οριστούν αριθμητικά ή γραφικά.

Αλλαγή αρχικής θέσης και προσανατολισμού

Η αρχική θέση και ο προσανατολισμός ενός σώματος αλλάζει αν σύρετε και περιστρέψετε ένα σώμα στην οθόνη. Για να περιστρέψετε ένα σώμα, χρησιμοποιείτε το εργαλείο Στροφή στη Γραμμή εργαλείων.

Μπορείτε επίσης να πληκτρολογήσετε αριθμητικές τιμές απευθείας στα πεδία διαμόρφωσης (x , y και Ψ) για να καθορίσετε την αρχική διαμόρφωση. Η γωνία (με την ετικέτα " Ψ ") καθορίζει τον προσανατολισμό του σώματος. Όταν αλλάζετε την τιμή του Ψ , το σώμα περιστρέφεται με το γεωμετρικό του κέντρο σταθεροποιημένο στο πλαίσιο Μικρόκοσμος.

(Σύστημα αναφοράς)

Οι συντεταγμένες x και y στο παράθυρο Ιδιότητες καθορίζουν τη θέση του συστήματος αναφοράς του σώματος, σε σχέση με το σημείο εκκίνησης του πλαισίου Μικρόκοσμος. Για όλα τα σώματα, εκτός των πολυγώνων και των καμπύλων σωμάτων, το σύστημα αναφοράς είναι το γεωμετρικό κέντρο του αντικειμένου κατά τη δημιουργία του.

Οι συντεταγμένες για τις κορυφές του πολυγώνου και τα σημεία ελέγχου καμπύλου σώματος υπολογίζονται σε σχέση με το σύστημα αναφοράς. Όταν αυτά τα σώματα αλλάξουν σχήμα, το γεωμετρικό τους κέντρο θα μετακινηθεί, ενώ το σύστημα αναφοράς δεν θα μετακινηθεί. Αυτό σημαίνει ότι τροποποιώντας μία κορυφή δεν επηρεάζονται οι συντεταγμένες των άλλων. Βλέπε "Συντεταγμένες για πολύγωνα και καμπύλα σώματα" στη σελίδα 3-31.

Κέντρο μάζας (ΚΜ)

Το Κέντρο μάζας (ΚΜ) ενός σώματος μπορεί να καθοριστεί αυθαίρετα. Βλέπε "**3.4. Γεωμετρία σώματος**" για περισσότερες πληροφορίες.

Μετρήσεις

Όσον αφορά τα σώματα, οι μετρητές μπορούν να μετρήσουν τη θέση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση των ΚΜ και ΣΑ. Το θέμα αυτό αναλύεται σε μεγαλύτερη έκταση στο **"7.1. Μετρητές"**.

Αρχική ταχύτητα

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το παράθυρο Ιδιότητες για να καθορίσετε αριθμητικά την αρχική ταχύτητα του ΚΜ ενός σώματος, χρησιμοποιώντας το ποντίκι ως εξής:

1. Επιλέξτε Προτιμήσεις στον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος**. Στο διάλογο Προτιμήσεις, επιλέξτε το **"Δυνατότητα συρσίματος του διανύσματος ταχύτητας"**.
2. Κάντε κλικ στο ΟΚ για να κλείσετε το παράθυρο Προτιμήσεις.
3. Κάντε κλικ στο σώμα, του οποίου την αρχική ταχύτητα θέλετε να καθορίσετε.
4. Σύρετε την μπλε τελεία που βρίσκεται στο κέντρο μάζας για να καθοριστεί η αρχική μεταφορική του ταχύτητα.

*Το μέγεθος της ταχύτητας είναι ανάλογο του μήκους του διανύσματος της ταχύτητας. Μπορείτε να προσαρμόσετε τη σχέση μεταξύ μήκους του διανύσματος της ταχύτητας και μεγέθους της ταχύτητας που αυτό αντιπροσωπεύει, χρησιμοποιώντας το διάλογο Εμφάνιση Διανύσματος (επιλέξτε **Εμφάνιση Διανύσματος** από τον κατάλογο επιλογών **Ορισμός**).*

Οι συντεταγμένες V_x και V_y στο παράθυρο Ιδιότητες καθορίζουν την αρχική ταχύτητα ενός σώματος. Η συντεταγμένη V_θ δείχνει την αρχική γωνιακή ταχύτητα του αντικειμένου (γύρω από το κέντρο μάζας του). Αυτή η τιμή μπορεί να καθοριστεί μόνο μέσω του παραθύρου Ιδιότητες.

Όταν έχετε ένα σώμα που υπόκειται σε περιορισμούς (συνδέσμους, όπως άρθρωση, άκαμπτη άρθρωση, κ.λπ.), πρέπει να βεβαιωθείτε ότι οι αρχικές ταχύτητες που καθορίσατε είναι συνεπείς με αυτούς τους συνδέσμους. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στο "Αποφυγή ασυμβίβαστων αρχικών ταχυτήτων" στη

σελίδα 8-43.

Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε τα αντικείμενα ελέγχου στο Interactive Physics για να καθορίσετε την αρχική θέση ενός σώματος. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο **"7.2. Εργασία ελέγχου"**.

Ελαστικότητα και Τριβή

Η Ελαστικότητα και η Τριβή επιδρούν στη συμπεριφορά δύο αντικειμένων όταν αυτά έλθουν σε επαφή.

Ελαστικότητα

Η ελαστικότητα στο Interactive Physics αντιστοιχεί στο συντελεστή αποκατάστασης που χρησιμοποιείται στην προσομοίωση κρούσεων.

Στη μηχανική και τη φυσική, ο συντελεστής αποκατάστασης είναι ιδιότητα της κρούσης και όχι του σώματος. Ο συντελεστής αποκατάστασης ισούται με το λόγο των σχετικών ταχυτήτων των αντικειμένων που συγκρούονται, αμέσως πριν από την κρούση και μετά από αυτή.

Για παράδειγμα, αν ο συντελεστής αποκατάστασης είναι 0,0, η διαφορά στις ταχύτητες των δύο σωμάτων μετά από μια κρούση θα είναι μηδέν, δηλαδή το ένα σώμα θα προσκολληθεί στο άλλο. Ελαστικότητα 1,0 (τέλεια ελαστικό) σημαίνει ότι η διαφορά στις ταχύτητες μετά την κρούση θα είναι η ίδια, όπως και πριν, εκτός του γεγονότος ότι θα είναι προς διαφορετική κατεύθυνση. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στο **"A.7. Προσομοίωση κρούσεων"**.

Στο Interactive Physics, σε κάθε σώμα αποδίδεται μια σταθερά "ελαστικότητας". Ο συντελεστής αποκατάστασης σε μια κρούση ορίζεται ως η κατώτερη τιμή των σταθερών που αποδίδονται στα δύο σώματα που εμπλέκονται στην κρούση. Έτσι, λοιπόν, αν ένα σώμα έχει ελαστικότητα 0,2 και ένα άλλο σώμα έχει ελαστικότητα 0,8, η κρούση θα γίνει με συντελεστή αποκατάστασης 0,2.

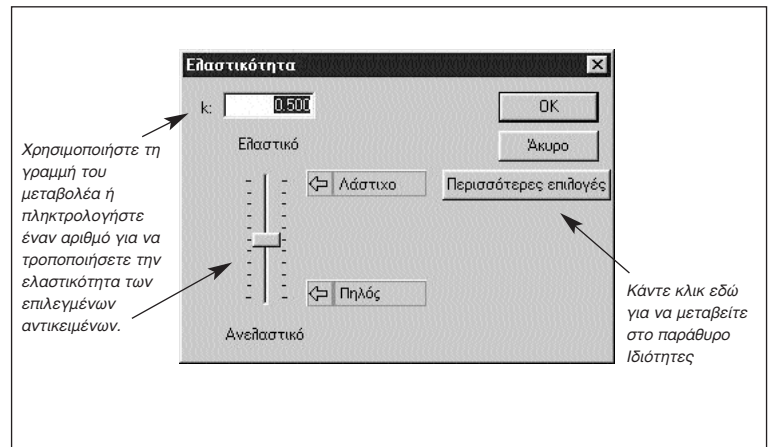
Μπορείτε να αλλάξετε το συντελεστή ελαστικότητας ενός ή

περισσότερων σωμάτων, εισάγοντας μια τιμή απευθείας στο παράθυρο Ιδιότητες.

Μπορείτε επίσης να αλλάξετε την ελαστικότητα των επιλεγμένων αντικειμένων, χρησιμοποιώντας το διάλογο Ελαστικότητα. Επιλέξτε τα αντικείμενα και από τον κατάλογο επιλογών **Αντικείμενο** την **Ελαστικότητα**. Εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου του σχήματος 3-10.

Σχήμα 3-10

Διάλογος ελαστικότητας



Τριβή

Το Interactive Physics σωστά αναπαριστά τόσο την κινητική, όσο και τη στατική τριβή Coulomb. Η στατική τριβή είναι αποτέλεσμα μόνο της επαφής δύο αντικειμένων (όχι της κίνησης του ενός ως προς το άλλο). Η κινητική τριβή είναι αποτέλεσμα της επαφής δύο αντικειμένων και της κίνησης του ενός ως προς το άλλο.

Ο συντελεστής τριβής αναπαριστά μια ιδιότητα αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο αντικειμένων. Στο Interactive Physics, σε κάθε σώμα αντιστοιχεί μια σταθερά στατικής και κινητικής τριβής. Οι συντελεστές της στατικής και κινητικής τριβής μεταξύ δύο σωμάτων προσδιορίζονται συγκρίνοντας και επιλέγοντας τη χαμηλότερη τιμή για κάθε συντελεστή για τα αλληλεπιδρώντα αντικείμενα. Άρα, ο συντελεστής κινητικής τριβής μεταξύ ενός αντικειμένου με τιμή 0,05 και ενός άλλου με τιμή 0,3 θα είναι 0,05.

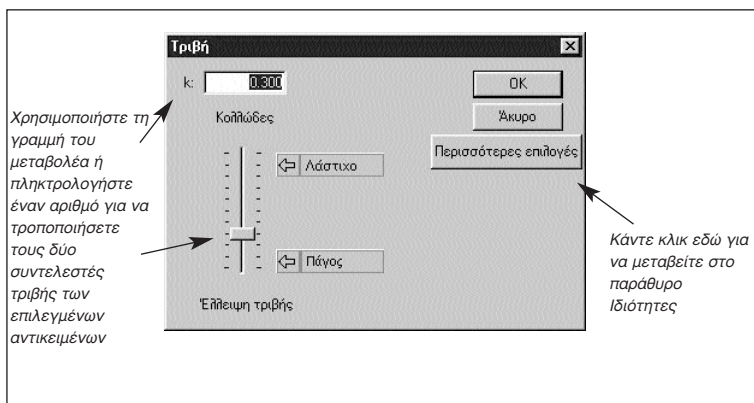
Μπορείτε να αλλάξετε το συντελεστή τριβής των επιλεγμένων

αντικειμένων ενός ή περισσότερων σωμάτων, εισάγοντας μια τιμή απευθείας στο παράθυρο Ιδιότητες.

Μπορείτε επίσης να αλλάξετε την τριβή των επιλεγμένων αντικειμένων, χρησιμοποιώντας το διάλογο Τριβή. Επιλέξτε τα αντικείμενα και από τον κατάλογο επιλογών **Αντικείμενο** την **Τριβή**. Εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου του σχήματος 3-11. Η τιμή που ορίζεται στο διάλογο ισχύει και για τους δύο συντελεστές (στατικής και κινητικής τριβής).

Σχήμα 3-11

Διάλογος Τριβής



Επιφανειακή Πυκνότητα, Ροπή Αδράνειας, Υλικό και Φορτίο

Πυκνότητα

Αρχικά είχε γίνει η υπόθεση ότι όλα τα άκαμπτα σώματα στο Interactive Physics είχαν πάχος 1 χιλιοστό (1mm), ανεξαρτήτως συστήματος μονάδων. Για παράδειγμα, αν σχεδιάσετε ένα τετράγωνο αντικείμενο διαστάσεων 1ft επί 1ft (0,3048m X 0,3048m), το εξ ορισμού πάχος του θα είναι $3,28 \times 10^{-3}$ ft ή 1mm. Αν επιλέξετε το ατσάλι ως υλικό, του οποίου η πυκνότητα είναι της τάξεως των 500lb/ft², το βάρος του αντικειμένου θα είναι $3,28 \times 10^{-3}$ ή 1,639lb.

Αρχικά σε όλα τα αντικείμενα αποδίδεται επιφανειακή πυκνότητα 1,0g/cm².

Τα μεγαλύτερα αντικείμενα έχουν μεγαλύτερο βάρος, αρχικά, σε σχέση με τα μικρότερα, καθώς η επιφ. πυκνότητά τους είναι η ίδια. Η επιφ. πυκνότητα όλων των σωμάτων εμφανίζεται στο παράθυρο Ιδιότητες. Ο μόνος τρόπος για να αλλάξετε απευθείας την επιφ. πυκνότητα ενός σώματος είναι μέσω της επιλογής του υλικού. Κάθε φορά που ορίζετε ένα νέο σώμα, εμμέσως αλλάζετε την επιφ. πυκνότητα του σώματος.

Ροπή αδράνειας

Τα σώματα, εξ ορισμού, έχουν ροπή αδράνειας, καθώς έχουμε υποθέσει ότι είναι επίπεδα και έχουν ομοιόμορφη κατανομή μάζας.

Μπορείτε να προσαρμόσετε τη ροπή αδράνειας των σωμάτων, ώστε να συμπεριφέρονται σαν να κατανέμεται η μάζα τους γύρω από την ακμή τους, σαν ένα κέλφος. Μπορείτε επίσης να καθορίσετε τη ροπή αδράνειας των κυκλικών σωμάτων, ώστε να φαίνεται ότι η μάζα τους κατανέμεται σαν σφαίρα. Τέλος, μπορείτε να καθορίσετε τη ροπή αδράνειας αριθμητικά.

Για να καθορίσετε τη ροπή αδράνειας, ώστε η κατανομή της να μοιάζει με κέλφος ή σφαίρα:

- 1. Προβάλλετε το παράθυρο Ιδιότητες για το σώμα, επιλέγοντας το σώμα και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο τις Ιδιότητες.**
- 2. Επιλέξτε τη ροπή αδράνειας που θέλετε από τον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών Ροπή.**

Η αριθμητική τιμή της ροπής αδράνειας του αντικειμένου αλλάζει, ντανακλώντας τη νέα ροπή αδράνειας.

Φορτίο

Το φορτίο υπαγορεύει τον τρόπο συμπεριφοράς ενός σώματος σε ηλεκτροστατικό πεδίο. Στα σώματα έχει δοθεί αρχικό φορτίο ικανό να δημιουργήσει κίνηση μεταξύ αντικειμένων ανθρώπινης κλίμακας (1,0 μέτρα). Η προσομοίωση επηρεάζεται από τα φορτία, μόνον όταν το χαρακτηριστικό Ηλεκτροστατική είναι ενεργοποιημένο, όταν δηλαδή έχετε επιλέξει **Ηλεκτροστατική** από τον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος**.

Το Interactive Physics θεωρεί ότι το ηλεκτρικό φορτίο συσσωρεύεται στο κέντρο μάζας κάθε σώματος. Το φορτίο δεν κατανέμεται σε όλο το σώμα, κατά συνέπεια είναι ανεξάρτητο της γεωμετρίας του σώματος.

Υλικά

Μπορείτε να ορίσετε πολλές από τις ιδιότητες ενός σώματος, ώστε να αντικατοπτρίζουν ένα συγκεκριμένο τύπο υλικού. Ορισμένες ρυθμίσεις είναι κατά προσέγγιση. Στα υλικά συμπεριλαμβάνονται τα εξής: λάστιχο, βράχος, πλαστικό, πάγος, πηλός, ξύλο και ατσάλι.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει έναν κατάλογο των τιμών που είναι αποθηκευμένες στο Interactive Physics. Οι συντελεστές στατικής και κινητικής τριβής δηλώνονται με τα μ_s και μ_k , αντίστοιχα.

Υλικό	Πυκνότητα (g/cm ³) [(lb/ft ³)]	μ_s	μ_k	Ελαστικότητα ^a	Φορτίο
Σύνηθες	1.0 [62.9]	0.3	0.3	0.5	0.0001
Ατσάλι	8.0 [503.4]	0.4	0.3	0.95	0.0001
Πάγος	0.9 [56.6]	0.02	0.01	0.0	(κανένα)
Ξύλο	0.5 [31.5]	0.2	0.2	0.5	(κανένα)
Πλαστικό	0.5 [31.5]	0.2	0.2	0.7	0.0001
Πηλός	2.0 [125.9]	0.9	0.8	0.02	(κανένα)
Λάστιχο	0.5 [31.5]	0.9	0.8	0.95	0.0001
Βράχος	4.0 [251.7]	0.4	0.3	0.2	(κανένα)

a. Στο Interactive Physics η Ελαστικότητα αφορά το συντελεστή αποκατάστασης στις κρούσεις.

Για να καθορίσετε τις ιδιότητες ενός σώματος, ώστε να είναι ίδιες με τις ιδιότητες ενός συγκεκριμένου υλικού:

1. Εμφανίστε το παράθυρο Ιδιότητες για το σώμα αυτό, είτε κάνοντας διπλό κλικ επάνω στο σώμα είτε επιλέγοντάς το και στη συνέχεια από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο το στοιχείο Ιδιότητες.

2. Επιλέξτε το υλικό που θέλετε από τον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών Υλικό.

Με την επιλογή ενός συγκεκριμένου υλικού ρυθμίζεται η επιφ. πυκνότητα, η μάζα, η ροπή, οι συντελεστές ελαστικότητας και τριβής και το φορτίο.

Ταυτόχρονη αλλαγή των ιδιοτήτων πολλών αντικειμένων

Μπορείτε να επιλέξετε ταυτόχρονα πολλά αντικείμενα, ώστε πολλά σώματα να αποκτήσουν ταυτόχρονα τις ίδιες ιδιότητες. Για να το κάνετε αυτό, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είτε τη Γραμμή συντεταγμένων για πιο γρήγορη επεξεργασία ή το παράθυρο Ιδιότητες για πλήρη έλεγχο.

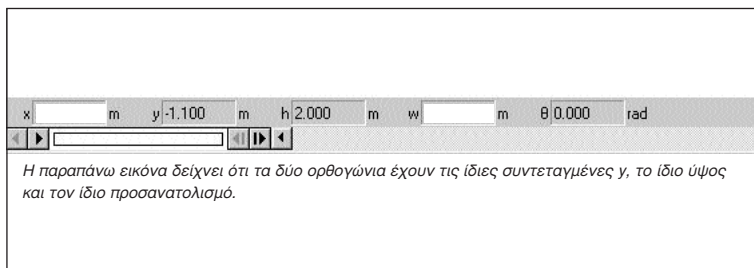
Γραμμή συντεταγμένων

Η Γραμμή συντεταγμένων προσδιορίζει αυτόματα ποιες ιδιότητες είναι κοινές μεταξύ των επιλεγμένων αντικειμένων και αναλόγως τις εμφανίζει. Για παράδειγμα, όλα τα σώματα έχουν την ιδιότητα Θέση των x και y , καθώς και Προσανατολισμό. Η Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζει αυτά τα πεδία, όταν επιλεγούν πολλά αντικείμενα.

Αν μια συγκεκριμένη ιδιότητα διαφέρει μεταξύ των επιλεγμένων σωμάτων, η Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζει την ιδιότητα ως κενή (βλέπε σχήμα 3-12).

Σχήμα 3-12

Η Γραμμή συντεταγμένων όταν είναι επιλεγμένα δύο ορθογώνια.



Για να καθορίσετε τις ιδιότητες περισσότερων του ενός σωμάτων, ταυτόχρονα:

1. Επιλέξτε όλα τα σώματα με ιδιότητες που θέλετε να αλλάξετε.

Μπορείτε να επιλέξετε πολλά αντικείμενα χρησιμοποιώντας το πλήκτρο *Shift*, δηλαδή επιλέγοντας το ένα αντικείμενο μετά το άλλο, ενώ κρατάτε πατημένο το πλήκτρο *Shift*.

2. Εισάγετε τη νέα τιμή στο κατάλληλο πεδίο της Γραμμής συντεταγμένων.

Οι ιδιότητες όλων των επιλεγμένων σωμάτων τροποποιούνται ταυτόχρονα.

Παράθυρο Ιδιότητες

Το παράθυρο Ιδιότητες αυτόματα δείχνει τις κοινές παραμέτρους στα πεδία. Αν μια συγκεκριμένη ιδιότητα διαφέρει μεταξύ των επιλεγμένων σωμάτων, το παράθυρο Ιδιότητες εμφανίζει την ιδιότητα ως κενή (βλέπε σχήμα 3-13).

Για να καθορίσετε τις ιδιότητες περισσότερων του ενός σωμάτων, ταυτόχρονα:

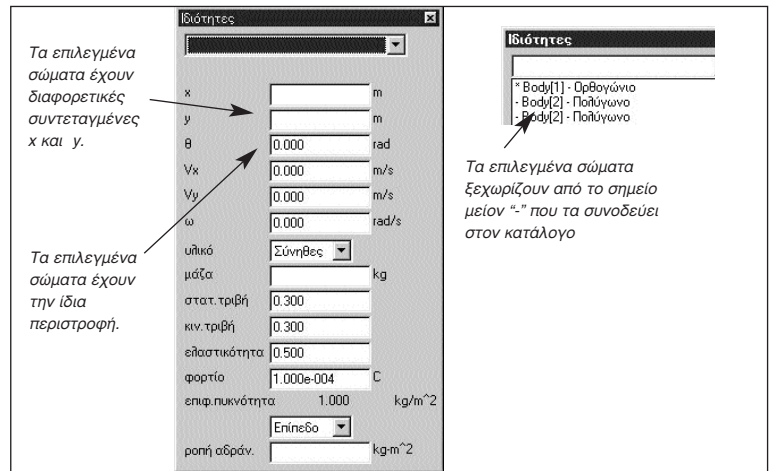
1. Επιλέξτε όλα τα σώματα με ιδιότητες που θέλετε να αλλάξετε.

Μπορείτε να επιλέξετε πολλά αντικείμενα χρησιμοποιώντας το πλήκτρο *Shift*, δηλαδή επιλέγοντας το ένα αντικείμενο μετά το άλλο, ενώ κρατάτε πατημένο το πλήκτρο *Shift*.

Ο αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογών δείχνει "ανάμεικτη επιλογή". Όταν ανοίξετε τον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών, τα σχετικά αντικείμενα εμφανίζονται με το σημείο πλην (-) δίπλα από την ταυτότητα του αντικειμένου (σχήμα 3-13).

Σχήμα 3-13

Το παράθυρο Ιδιότητες με περισσότερα του ενός σώματα επιλεγμένα



2. Εισάγετε τη νέα τιμή στο κατάλληλο πεδίο του παραθύρου Ιδιότητες.

Οι τιμές όλων των επιλεγμένων σωμάτων τροποποιούνται ταυτόχρονα.

Διαδοχική αλλαγή ιδιοτήτων των αντικειμένων

Με χρήση του αναδιπλούμενου καταλόγου επιλογών

Ο αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογών στο επάνω μέρος κάθε βοηθητικού παραθύρου εμφανίζει την ταυτότητα και το όνομα του ή των επιλεγμένων αντικειμένων. Όλα τα αντικείμενα στο Interactive Physics έχουν εξ ορισμού κάποιο όνομα (όπως "κύκλος" ή "ελατήριο"), τα οποία όμως μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν χρησιμοποιώντας το παράθυρο Εμφάνιση (βλέπε **"3.3. Εμφάνιση σώματος"** για περισσότερες οδηγίες). Ονόματα σχετικά με το αντικείμενο θα σας βοηθήσουν πολύ στην επιλογή των κατάλληλων αντικειμένων.

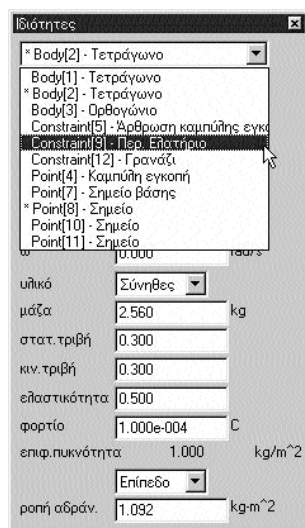
Για να επιλέξετε άλλα αντικείμενα στο χώρο εργασίας:

1. "Ξεδιπλώστε" τον κατάλογο επιλογών και επιλέξτε το όνομα του αντικειμένου που θέλετε.

Το βοηθητικό παράθυρο θα εμφανίσει τις ιδιότητες του επιλεγμένου αντικειμένου. Θυμηθείτε ότι τα αντικείμενα καμπύλων σωμάτων είναι καταχωρημένα στη λίστα του καταλόγου επιλογών εξ ορισμού ως πολύγωνα.

Σχήμα 3-14

Επιλογή ενός αντικειμένου με χρήση του αναδιπλούμενου καταλόγου επιλογών



Εφόσον τα αντικείμενα δεν έχουν ακόμη ονόματα με κάποια σημασία, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τη Γραμμή κατάστασης για να αναγνωρίσετε την ταυτότητά τους (π.χ. Body [2]). Η Γραμμή κατάστασης σας δείχνει το όνομα των αντικειμένων, καθώς μετακινείτε το ποντίκι πάνω τους. Ενεργοποιήστε τη Γραμμή κατάστασης, για να έχετε βοήθεια στην εύρεση ονομάτων για τα αντικείμενα.

Για να ενεργοποιήσετε τη Γραμμή κατάστασης:

**1. Επιλέξτε Χώρος εργασίας στον κατάλογο επιλογών
Θέαση και στη συνέχεια Γραμμή κατάστασης από τον υποκατάλογο επιλογών ή το διάλογο Χώρος εργασίας.**

Χρήση των τύπων για αναφορά στις Ιδιότητες σώματος

Οι κινηματικές ιδιότητες οποιουδήποτε σώματος (θέση, ταχύτητα και επιτάχυνση) μπορούν να προσπελαστούν μέσω μιας μαθηματικής γλώσσας. Συμβουλευτείτε το **Παράρτημα Β, "Μαθηματική γλώσσα"** (ειδικότερα το "Πεδία σωμάτων" στη σελίδα B-7).

Χρήση των τύπων για το εργαλείο ελέγχου της κίνησης ενός σώματος

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τους τύπους για να ελέγξετε τη θέση ή την ταχύτητα ενός σώματος. Επισυνάπτοντας το εργαλείο Άγκυρα και χρησιμοποιώντας τη μαθηματική γλώσσα, μπορείτε να ελέγξετε την κίνηση ενός σώματος ανεξάρτητα από το υπόλοιπο του μοντέλου προσομοίωσης.

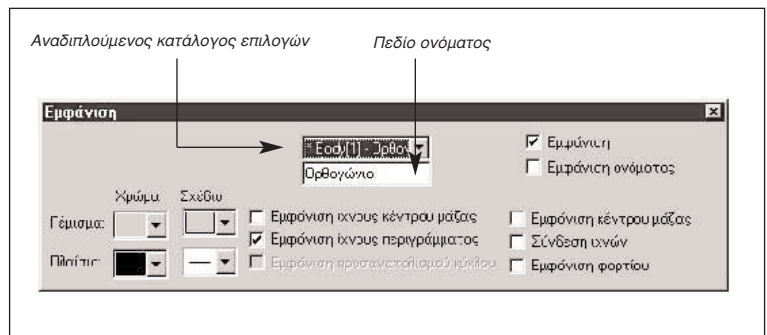
Συμβουλευτείτε τα **"10.6. Προσδιορισμός της διαδρομής του σώματος ανάλογα με τη θέση"** και **"10.7. Προσδιορισμός της διαδρομής του σώματος ανάλογα με την ταχύτητα"**.

3.3. Εμφάνιση σώματος

Το παράθυρο Εμφάνιση ελέγχει την εμφάνιση ενός αντικειμένου.

Σχήμα 3-15

Παράθυρο εμφάνισης για ένα σώμα



Για να εμφανίσετε το παράθυρο Εμφάνιση:

1. Επιλέξτε το σώμα, του οποίου την εμφάνιση θέλετε να αλλάξετε.

2. Επιλέξτε Εμφάνιση από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται το παράθυρο Εμφάνιση του συγκεκριμένου αντικειμένου (σχήμα 3-15).

Χρήση του αναδιπλούμενου καταλόγου επιλογών

Εναλλακτικά, αν το παράθυρο Εμφάνιση είναι ήδη ορατό, μπορείτε απλά να επιλέξετε το αντικείμενο, του οποίου την εμφάνιση θα θέλατε να τροποποιήσετε από τον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών στο επάνω μέρος του βοηθητικού παραθύρου (σχήμα 3-15). Ο κατάλογος επιλογών θα εμφανίσει τη λίστα με τους αριθμούς ταυτότητας και τα ονόματα όλων των αντικειμένων στο έγγραφο. Μπορείτε να αλλάξετε τα ονόματα, ώστε να σημαίνουν κάτι σε σχέση με το εκάστοτε αντικείμενο, πληκτρολογώντας ό,τι θέλετε στο πεδίο του ονόματος (το οποίο βρίσκεται ακριβώς κάτω από τον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών), για να διευκολυνθείτε κατά τη διαδικασία αναζήτησης μέσα στη λίστα.

Αλλαγή χρώματος και σχεδίου γεμίσματος

Για να αλλάξετε το χρώμα και το γέμισμα του εσωτερικού και του περιγράμματος ενός αντικειμένου, κάντε κλικ στους αναδιπλούμενους καταλόγους επιλογών δίπλα στο Γέμισμα και Πλαίσιο στο παράθυρο Εμφάνιση του σώματος.

Γέμισμα

Το κέντρο ενός σώματος μπορεί να είναι διαφανές, ένα συμπαγές χρώμα ή ένα σχέδιο με οποιαδήποτε δυο χρώματα, συμπεριλαμβανομένου του μαύρου και του άσπρου.

Κάντε κλικ στους δύο αναδιπλούμενους καταλόγους επιλογών δίπλα στο Γέμισμα στο παράθυρο Εμφάνιση, για να αλλάξετε το χρώμα και το σχέδιο του περιεχομένου του.

Πλαίσιο

Μπορείτε να αλλάξετε επίσης, το πλάτος και το χρώμα του περιγράμματος ενός αντικειμένου. Το σχέδιο του γεμίσματος μπορεί να μην είναι εμφανές σε λεπτά περιγράμματα.

**Ιχνος κέντρου μάζας, Σύνδεση
Ιχνους, Περίγραμμα Ιχνους**

Αυτές οι τρεις επιλογές καθορίζουν ποια τμήματα ενός σώματος θα αφήσουν τα ίχνη τους στην οθόνη, όταν είναι ενεργοποιημένη η Εμφάνιση ίχνους στον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

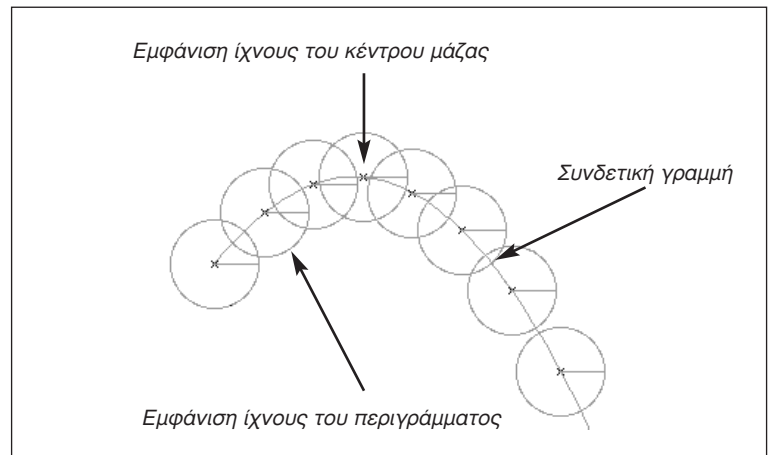
Η επιλογή **Ιχνος του κέντρου μάζας** αφήνει ένα σημείο στο κέντρο του σώματος. Μπορείτε να ενεργοποιήσετε την **Εμφάνιση κέντρου μάζας** για να τονίσετε περισσότερο το Ιχνος.

Η **Σύνδεση Ιχνους** αφήνει γραμμές σύνδεσης με το κέντρο μάζας του σώματος σε διαδοχικές θέσεις.

Το **Περίγραμμα Ιχνους** αφήνει ένα ίχνος του περιγράμματος του σώματος.

Σχήμα 3-16

Παράδειγμα του ίχνους κέντρου μάζας, της σύνδεσης ίχνους και του περιγράμματος ίχνους



Μπορείτε να κρύψετε ένα σώμα κάνοντας μία φορά κλικ στο πεδίο **Εμφάνιση** για να αφαιρέσετε το σημάδι ελέγχου. Τα κρυμμένα σώματα συμπεριφέρονται ακριβώς όπως και τα σώματα που εμφανίζονται. Αρχικά όλα τα σώματα εμφανίζονται.

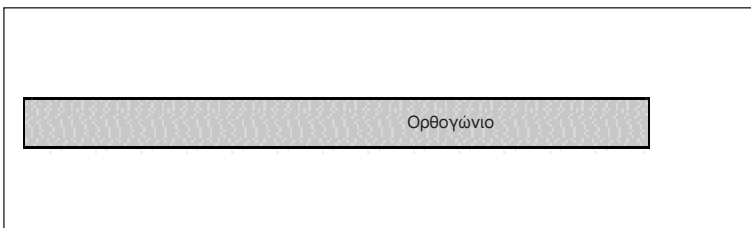
Εμφάνιση ονόματος

Το όνομα ενός σώματος αυτόματα ρυθμίζεται ανάλογα με τον τύπο του (κύκλος, ορθογώνιο, τετράγωνο ή πολύγωνο). Μην ξεχνάτε ότι τα αντικείμενα καμπύλου σώματος ονομάζονται εξ ορισμού πολύγωνα. Μπορείτε να αλλάξετε αυτό το όνομα πληκτρολογώντας κατευθείαν μέσα στο πεδίο ονόματος του παραθύρου Εμφάνιση.

Επιλέξτε Εμφάνιση ονόματος για να εμφανίσετε το όνομα ενός σώματος. Το σχήμα 3-17 εμφανίζει ένα ορθογώνιο με το όνομά του.

Σχήμα 3-17

Σώμα του οποίου το όνομα εμφανίζεται

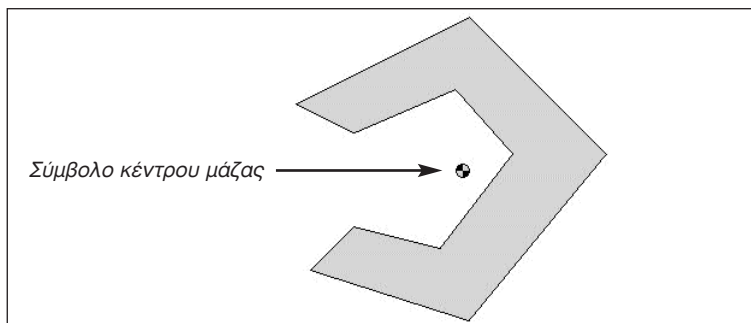


Εμφάνιση κέντρου μάζας

Επιλέξτε το πλαίσιο **Εμφάνιση κέντρου μάζας** για να εμφανίσετε το κέντρο μάζας ενός σώματος. Η ένδειξη κέντρου μάζας έχει τη μορφή ενός δίσκου με άσπρο-μαύρο. Αν έχετε ενεργοποιήσει το **Περίγραμμα ίχνους**, τότε και η ένδειξη θα αφήσει το δικό της ίχνος.

Σχήμα 3-18

Σύμβολο κέντρου μάζας



Εμφάνιση φορτίου

Αν έχετε επιλέξει Εμφάνιση φορτίου, τότε τα θετικά φορτισμένα σώματα θα έχουν στο εσωτερικό τους μεγάλα θετικά πρόσημα (+), ενώ τα αρνητικά φορτισμένα σώματα θα έχουν στο εσωτερικό τους μεγάλα αρνητικά πρόσημα (-).

Εμφάνιση προσανατολισμού κύκλου

Αρχικά, κάθε κύκλος έχει μια σταθερή γραμμή που διαπερνάει το γεωμετρικό του κέντρο και είναι παράλληλη στον άξονα x του πλαισίου Μικρόκοσμος. Ο προσανατολισμός ενός κύκλου ορίζεται ως η γωνία μεταξύ αυτής της γραμμής και του άξονα x του πλαισίου Μικρόκοσμος.

Επιλέξτε Προσανατολισμός κύκλου για να εμφανίσετε τη γραμμή που δείχνει τον τρέχοντα προσανατολισμό του κύκλου.

Για να κλείσετε το παράθυρο Εμφάνιση, κάντε κλικ στο κουτάκι κλεισίματος.

3.4. Γεωμετρία σώματος

Το Interactive Physics σας δίνει τη δυνατότητα να τροποποιήσετε εύκολα τις γεωμετρικές παραμέτρους σωμάτων, όπως:

- το πλάτος και το ύψος ενός ορθογωνίου
- την ακτίνα ενός κύκλου
- τη θέση των κορυφών ενός πολυγώνου
- τη θέση των σημείων ελέγχου ενός καμπύλου σώματος

Για να τροποποιήσετε τη γεωμετρία των σωμάτων, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είτε τη Γραμμή συντεταγμένων, είτε το παράθυρο Γεωμετρία. Η Γραμμή συντεταγμένων σας παρέχει γρήγορη και εύκολη πρόσβαση για τις παραμέτρους γεωμετρίας, ενώ το παράθυρο Γεωμετρία σας παρέχει πλήρη έλεγχο, συμπεριλαμβανομένης της εισαγωγής και εξαγωγής των γεωμετρικών δεδομένων των πολυγώνων από και προς άλλες εφαρμογές. Το παράθυρο Γεωμετρία μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την τροποποίηση των τοποθεσιών των κορυφών και των σημείων ελέγχου καμπύλων σωμάτων.

Το τμήμα αυτό σας δείχνει πώς να χρησιμοποιήσετε το παράθυρο Γεωμετρία. Περισσότερα για τη χρήση της Γραμμής συντεταγμένων θα βρείτε στο **"3.1. Δημιουργία σωμάτων"**.

Για να εμφανίσετε το παράθυρο Γεωμετρία:

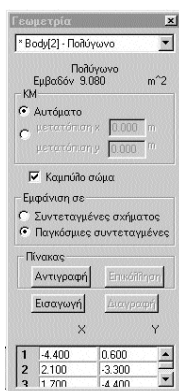
1. Επιλέξτε το σώμα, του οποίου τη γεωμετρία θέλετε να αλλάξετε.
2. Επιλέξτε γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Χρήση του αναδιπλούμενου καταλόγου επιλογών

Εναλλακτικά, αν το παράθυρο Γεωμετρία είναι ήδη ορατό, μπορείτε απλά να επιλέξετε το αντικείμενο που θέλετε από τον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών στο επάνω μέρος του παραθύρου (σχήμα 3-19). Ο κατάλογος επιλογών θα σας δείξει μια λίστα με αριθμούς ταυτότητας και τα ονόματα όλων των αντικειμένων στο έγγραφο. Μπορείτε να αλλάξετε τα ονόματα κάνοντάς τα να έχουν σημασία σχετική με το αντικείμενο, πληκτρολογώντας μέσα στο πεδίο ονόματος στο παράθυρο Εμφάνιση (βλέπε **"3.3. Εμφάνιση σώματος"**). Τα νέα αυτά ονόματα θα σας βοηθήσουν στην αναζήτηση μέσα στη λίστα των αντικειμένων.

Σχήμα 3-19

Παράθυρο γεωμετρίας για ένα ορθογώνιο



← Αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογών

Εμβαδόν

Τα σώματα στο Interactive Physics ορίζονται περισσότερο με βάση το εμβαδόν τους, παρά τον όγκο. Ο μόνος τρόπος να αλλάξετε το εμβαδόν ενός σώματος είναι αλλάζοντας το μέγεθος του αντικειμένου με το ποντίκι ή αλλάζοντας τις τιμές στο παράθυρο Γεωμετρία.

Μετατόπιση κέντρου μάζας

Όλα τα σώματα, εξ ορισμού, δημιουργούνται με το κέντρο μάζας στο γεωμετρικό κέντρο του αντικειμένου. Το κέντρο μάζας μπορεί να μετακινηθεί, τροποποιώντας τα πεδία x και y , όπως φαίνεται στο σχήμα 3-19.

Αυτές οι τιμές δίνονται αναφορικά ως προς το σύστημα αναφοράς για το αντικείμενο (περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στο "Σύστημα αναφοράς" στη σελίδα 3-12). Στο Αυτόματο περιβάλλον (όπως φαίνεται από το κουμπί ραδιοφώνου στο σχήμα 3-19), το κέντρο μάζας αυτομάτως επαναπρογραμματίζεται, όποτε αλλάζει σχήμα το πολύγωνο, ώστε το κέντρο μάζας να συμπίπτει με το γεωμετρικό κέντρο.

Κάνοντας χρήση μετρητών, μπορείτε να πάρετε κινηματικές μετρήσεις ενός σώματος (όπως για τη θέση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση) ως προς το κέντρο μάζας του ή το σύστημα αναφοράς. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στο **"7.1. Μετρητές"**.

Στη μαθηματική γλώσσα υπάρχουν λεπτομερείς αναφορές στα ΚΜ και ΣΑ. Για παράδειγμα, το `body[n].cofm.p` αναφέρεται στο ΚΜ, ενώ το `body[n].p` αναφέρεται στο ΣΑ. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στο **Παράρτημα Β, "Μαθηματική γλώσσα"**.

Ακτίνα

Όταν είναι επιλεγμένο ένα κυκλικό σώμα, τότε είναι διαθέσιμη και η επιλογή Ακτίνα στο παράθυρο Γεωμετρία. Καθορίζοντας την ακτίνα τους μπορείτε να προσδιορίσετε επακριβώς το μέγεθος των κυκλικών σωμάτων.

Η ακτίνα μπορεί, επίσης, να αλλάξει από τη Γραμμή συντεταγμένων. Συμβουλευτείτε τη "Δημιουργία κύκλων" στη σελίδα 3-5.

Ύψος και πλάτος

Το ύψος και το πλάτος είναι επιλογές διαθέσιμες στο παράθυρο Γεωμετρία όταν είναι επιλεγμένο ένα ορθογώνιο.

Αυτές οι παράμετροι μπορούν επίσης να αλλάξουν από τη Γραμμή συντεταγμένων. Συμβουλευτείτε το "Δημιουργία ορθογωνίων και τετραγώνων" στη σελίδα 3-2.

Κορυφές πολυγώνου και σημεία ελέγχου καμπύλων σωμάτων

Το παράθυρο Γεωμετρία σας παρέχει πλήρη έλεγχο των κορυφών κάθε πολυγώνου και των σημείων ελέγχου των καμπύλων σωμάτων. Εξ ορισμού, οι συντεταγμένες δίνονται αναφορικά με το μικρόκοσμο (καθολικές μεταβλητές). Μπορείτε να προσθέσετε κορυφές/σημεία ελέγχου, να διαγράψετε κορυφές/σημεία ελέγχου και να αλλάξετε το σχήμα πολυγώνων/καμπύλων σωμάτων, χρησιμοποιώντας το παράθυρο Γεωμετρία.

Μετατροπές πολυγώνων σε καμπύλα σώματα και το αντίστροφο

Το παράθυρο Γεωμετρία σας δίνει τη δυνατότητα να μετατρέψετε πολύγωνα σε καμπύλα σώματα και το αντίστροφο, μέσω του πλαισίου ελέγχου "Καμπύλο σώμα". Στα πολύγωνα το πλαίσιο αυτό δεν είναι επιλεγμένο και οι συντεταγμένες σημείου αφορούν τις κορυφές του πολυγώνου. Κάνοντας κλικ στο πλαίσιο μετατρέπουμε το πολύγωνο σε ένα καμπύλο σώμα με σημεία ελέγχου τις πρώην κορυφές του πολυγώνου.

Χρήση τύπων για τη γεωμετρία σώματος

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την ισχυρή μαθηματική γλώσσα του Interactive Physics για να αναφερθείτε στις γεωμετρικές ιδιότητες ενός οποιουδήποτε σώματος (όπως το πλάτος, το ύψος και οι συντεταγμένες των κορυφών). Για παράδειγμα, ίσως θελήσετε να χρησιμοποιήσετε τη γεωμετρία των αντικειμένων στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Καθορισμός της θέσης επισύναψης των συνδέσμων, με βάση τη γεωμετρία των αντικειμένων (δείτε το "Ακριβής τοποθέτηση συνδέσμων" στη σελίδα 4-14)
- Ορισμός σχέσεων ανάμεσα στις γεωμετρικές διαφορών σωμάτων (π.χ. το πλάτος του σώματος 5 ισούται με το διπλάσιο του ύψους του σώματος 1).

Πλήρη και λεπτομερή αναφορά στη μαθηματική γλώσσα θα βρείτε στο **Παράρτημα Β, "Μαθηματική γλώσσα"**.

Χρήση τύπων για τον ορισμό της γεωμετρίας σώματος

Μπορείτε να ορίσετε τη γεωμετρία ενός σώματος χρησιμοποιώντας μια έκφραση τύπου. Για παράδειγμα, μπορείτε να ορίσετε ένα μηχανισμό συνδεσμολογίας, όπου το μέγεθος του `body[1]` θα εξαρτάται από το μέγεθος του `body[3]`. Ας υποθέσουμε ότι θέλετε το πλάτος και το ύψος του `body[1]` να είναι το μισό του πλάτους και του ύψους του `body[3]`, αντίστοιχα. Άρα, μπορείτε να ορίσετε τα πεδία πλάτους και ύψους του `body[1]` ως εξής:

Πλάτος:	<code>body[3].width / 2</code>
Ύψος:	<code>body[3].height / 2</code>

Στη συνέχεια αλλάζοντας το μέγεθος του `body[1]` αυτομάτως αλλάζει και το μέγεθος του `body[3]`.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Όταν χρησιμοποιείται μια έκφραση τύπου για να καθοριστεί η Γεωμετρία ενός σώματος, ο τύπος υπολογίζεται μόνο στο πρώτο πλαίσιο (στο $t=0$). Το αποτέλεσμα του υπολογισμού θα χρησιμοποιηθεί για το υπόλοιπο της προσομοίωσης.

Για παράδειγμα, αν χρησιμοποιείται μια συνάρτηση $\cos(t)$ για τον καθορισμό του πλάτους ενός ορθογωνίου, τότε το ορθογώνιο θα διατηρήσει πλάτος:

$$\cos(0)=1.0$$

για το υπόλοιπο της προσομοίωσης, ανεξάρτητα από την τιμή του t ή του $\cos(t)$.

Συντεταγμένες για πολύγωνα και καμπύλα σώματα

Οι κορυφές ενός πολυγώνου και τα σημεία ελέγχου καμπύλου σώματος εμφανίζονται με τη μορφή πίνακα στο παράθυρο Γεωμετρία. Οι συντεταγμένες τους μπορούν να εμφανιστούν είτε

στο *Συντεταγμένες σχήματος* είτε στο *Παγκόσμιες συντεταγμένες*.

Παγκόσμιες συντεταγμένες

Οι παγκόσμιες συντεταγμένες δείχνουν την πραγματική θέση μιας κορυφής στο χώρο εργασίας, ως "παγκόσμιες" μεταβλητές. Όσον αφορά τα πολύγωνα και τα αντικείμενα καμπύλων σωμάτων, οι παγκόσμιες συντεταγμένες έχουν πάντα τη μορφή καρτεσιανών συντεταγμένων.

Συντεταγμένες σχήματος

Οι συντεταγμένες σχήματος δείχνουν τη θέση κάθε κορυφής αναφορικά με το σύστημα αναφοράς του αντικειμένου (βλέπε σύστημα αναφοράς στη σελίδα 3-12) ως "τοπικές" συντεταγμένες. Οι συντεταγμένες σχήματος μιας κορυφής δεν αλλάζουν, εκτός αν αλλάξει το σχήμα του αντικειμένου στο σημείο εκείνο ή αν αλλάξει το μέγεθος όλου του αντικειμένου. Οι παγκόσμιες συντεταγμένες του συστήματος αναφοράς εμφανίζονται ως x , y και T στο παράθυρο Ιδιότητες (βλέπε "Αρχική θέση και Προσανατολισμός" στη σελίδα 3-12).

Ο τύπος του συστήματος συντεταγμένων που χρησιμοποιείται στις συντεταγμένες σχήματος εξαρτάται από το αν το αντικείμενο είναι πολύγωνο ή καμπύλο σώμα. Οι συντεταγμένες σχήματος πολυγώνου έχουν τη μορφή καρτεσιανών συντεταγμένων. Οι συντεταγμένες σχήματος για τα καμπύλα σώματα δίνονται σε πολικές συντεταγμένες.

Αντιγραφή/Επικόλληση

Μπορείτε να αντιγράψετε ή και να επικολλήσετε τις συντεταγμένες μιας κορυφής από και προς άλλες εφαρμογές, όπως φύλλα εργασίας ή επεξεργαστές κειμένου. Συμβουλευτείτε το "Αντιγραφή της γεωμετρίας πολυγώνου ή καμπύλου σώματος προς και από άλλες εφαρμογές" στη σελίδα 3-36 για περισσότερες πληροφορίες.

Αλλαγή σχήματος πολυγώνων και καμπύλων σωμάτων με αριθμητικό τρόπο

Υπάρχει η δυνατότητα τροποποίησης του σχήματος των πολυγώνων ή καμπύλων σωμάτων, αλλάζοντας τις συντεταγμένες κάθε κορυφής στο παράθυρο Γεωμετρία. Αν θέλετε να αλλάξετε το

σχήμα ενός πολυγώνου ή καμπύλου σώματος σύροντας το ποντίκι, συμβουλευτείτε την "Αλλαγή σχήματος πολυγώνων και καμπύλων σωμάτων με γραφικό τρόπο" στη σελίδα 3-8 για αλλαγή του σχήματος με το ποντίκι.

Στο παράθυρο Γεωμετρία μπορείτε επίσης να:

- προσθέσετε ή να διαγράψετε κορυφές
- αντιγράψετε έναν πίνακα συντεταγμένων προς και από το Πρόχειρο για ανταλλαγή στοιχείων ακριβείας για τη γεωμετρία με άλλες εφαρμογές.

Αλλαγή σχήματος με το παράθυρο Γεωμετρίας

Για να αλλάξετε το σχήμα ενός πολυγώνου ή καμπύλου σώματος, μέσω του παραθύρου Γεωμετρία:

1. Κάντε κλικ στο πολύγωνο ή το καμπύλο σώμα για να το επιλέξετε.

2. Επιλέξτε Γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Το παράθυρο Γεωμετρία εμφανίζεται όπως στο σχήμα 3-20. Στο εσωτερικό ή κοντά στο σώμα θα εμφανιστεί ένας σταυρός με την ετικέτα "Σύστημα αναφοράς" δείχνοντας το Σύστημα αναφοράς του.

Σχήμα 3-20

Παράθυρο Γεωμετρία

	X	Y
1	-4.400	0.600
2	2.100	-3.300
3	1.700	-4.400

3. Εισάγετε νέες συντεταγμένες για την κορυφή.

Το αντικείμενο αλλάζει σχήμα, καθώς εισάγετε νέες συντεταγμένες. Παρατηρήστε πώς φωτίζεται κάθε κορυφή πάνω στο αντικείμενο, καθώς μετακινείτε μέσα στον πίνακα κορυφών με το πλήκτρο tab.

Προσθήκη μιας κορυφής

Για να προσθέσετε μια κορυφή:

1. Επιλέξτε το πολύγωνο ή το καμπύλο σώμα.

2. Επιλέξτε Γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Το παράθυρο Γεωμετρία εμφανίζεται, όπως στο σχήμα 3-21.

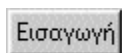
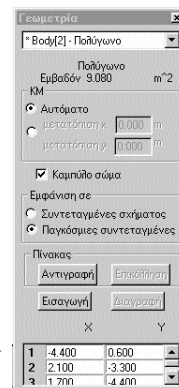
3. Επιλέξτε μια κορυφή που θα συνδέεται με ένα νέο σημείο.

Κάντε κλικ για να τοποθετήσετε το δρομέα που αναβοσβήνει σε οποιαδήποτε συντεταγμένη της κορυφής ή επιλέξτε μία από τις συντεταγμένες.

Σχήμα 3-21

Προσθήκη κορυφής

Επιλέξτε αυτή την κορυφή



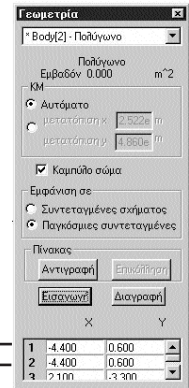
4. Κάντε κλικ στο κουμπί Εισαγωγή στο παράθυρο Γεωμετρία

Στον κατάλογο κορυφών θα δημιουργηθεί ένα αντίγραφο της κορυφής. Το σχήμα του αντικειμένου δεν θα αλλάξει μέχρι να επεξεργαστείτε το αντίγραφο. Δείτε το σχήμα 3-22.

Σχήμα 3-22

Νέο αντικείμενο με δύο
ταυτόσημες κορυφές

Αυτές οι δυο ακμές έχουν τις
ίδιες συντεταγμένες και το
πολύγωνο αποκτάει ακόμα μια
κορυφή.



5. Επεξεργαστείτε τις συντεταγμένες της νέας κορυφής για να δημιουργήσετε ένα γεωμετρικά διακριτό σημείο.

Διαγραφή κορυφής

Για να διαγράψετε μια κορυφή:

1. Κάντε κλικ πάνω στο αντικείμενο για να το επιλέξετε.
2. Επιλέξτε Γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται το παράθυρο Γεωμετρία.

3. Επιλέξτε την κορυφή που θέλετε να διαγράψετε στο παράθυρο Γεωμετρία.

4. Κάντε κλικ στο κουμπί Διαγραφή.

Η κορυφή διαγράφεται από τη λίστα και το πολύγωνο ή το καμπύλο σώμα αλλάζει σχήμα αναλόγως.



Αντιγραφή της γεωμετρίας πολυγώνου ή καμπύλου σώματος προς και από άλλες εφαρμογές

Το Interactive Physics σας δίνει τη δυνατότητα να αντιγράψετε και να επικολλήσετε πολύγωνα ή αντικείμενα καμπύλων σωμάτων ως μια συλλογή κορυφών. Μπορείτε να μεταφέρετε τις συντεταγμένες από εφαρμογές όπως ένα φύλλο εργασίας ή ακόμα κι έναν επεξεργαστή κειμένου.

Πώς αναπαριστώνται τα δεδομένα;

Τα γεωμετρικά στοιχεία μεταφέρονται μέσω του Προχείρου ως μια λίστα συντεταγμένων κορυφών. Τα δεδομένα είναι κείμενο που αποτελείται από έναν κατάλογο ζευγών αριθμών (x , y), που χωρίζονται με ένα tab. Κάθε ζεύγος αριθμών βρίσκεται σε διαφορετική γραμμή.

Σχεδόν όλα τα φύλλα εργασίας ή οι επεξεργαστές κειμένου μπορούν να εισάγουν δεδομένα κειμένου, επικολλώντας τα από το Πρόχειρο.

Αντιγραφή πολυγώνου ή καμπύλου σώματος σε άλλη εφαρμογή

Για να μεταφέρετε στοιχεία ενός πολυγώνου ή καμπύλου σώματος από το Interactive Physics σε άλλη εφαρμογή:

- 1. Επιλέξτε το πολύγωνο ή το καμπύλο σώμα και στη συνέχεια από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Γεωμετρία.**

Εμφανίζεται το παράθυρο Γεωμετρία και οι κορυφές.

- 2. Επιλέξτε σύστημα συντεταγμένων για να αντιπροσωπεύσουν τα σημεία δεδομένων.**

Οι συντεταγμένες Σχήματος και Μικρόκοσμου είναι διαθέσιμες.

- 3. Κάντε κλικ στο κουμπί Αντιγραφή στον κατάλογο επιλογών Γεωμετρία.**

Οι συντεταγμένες σημείου αντιγράφονται στο Πρόχειρο.

- 4. Μεταβείτε στην εφαρμογή-στόχο και χρησιμοποιήστε την Επικόλληση από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία για να επικολλήσετε τα σημεία δεδομένων.**

Κάθε σειρά δεδομένων αντιπροσωπεύει ένα ζεύγος συντεταγμένων σημείου (που χωρίζονται μεταξύ τους με ένα tab).

Επικόλληση πολυγώνου ή καμπύλου σώματος από άλλη εφαρμογή

Για να μεταφέρετε στοιχεία ενός πολυγώνου ή καμπύλου σώματος από άλλη εφαρμογή στο Interactive Physics:

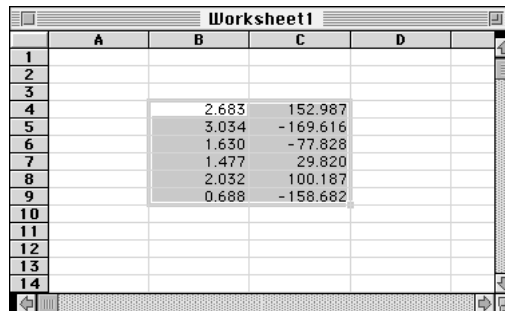
1. Επιλέξτε τον πίνακα σημείων στην εφαρμογή-πηγή.

Τα δεδομένα πρέπει να ταξινομηθούν σε πίνακα με δύο στήλες, όπου κάθε σειρά αντιπροσωπεύει ένα ζεύγος συντεταγμένων σημείου, που χωρίζονται μεταξύ τους με ένα tab. Αλλιώς, το Interactive Physics θεωρεί τη λίστα αριθμών ως διαδοχικά ζεύγη συντεταγμένων σημείου.

Το σχήμα 3-24 παρακάτω δείχνει ένα δείγμα φύλλου εργασίας Microsoft Excel που περιέχει ζεύγη συντεταγμένων για έξι σημεία ελέγχου.

Σχήμα 3-24

Το φύλλο εργασίας Microsoft Excel που δείχνει τις συντεταγμένες σημείου



	A	B	C	D
1				
2				
3				
4		2.683	152.987	
5		3.034	-169.616	
6		1.630	-77.828	
7		1.477	29.820	
8		2.032	100.187	
9		0.688	-158.682	
10				
11				
12				
13				
14				

2. Αντιγράψτε τα επιλεγμένα στοιχεία στο Πρόχειρο χρησιμοποιώντας τη λειτουργία Αντιγραφή της εφαρμογής-πηγή.

3. Επιστρέψτε στο Interactive Physics και δημιουργήστε ένα πολύγωνο ή καμπύλο σώμα. Επιλέξτε Γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Οι κορυφές του πολυγώνου δεν έχουν σημασία και θα αντικατασταθούν με τα νέα δεδομένα που επικολλούνται.

4. Στο παράθυρο Γεωμετρία μπορείτε να επιλέξετε, αν θέλετε, τα δεδομένα να μεταφράζονται ως συντεταγμένες Μικρόκοσμου ή Σχήματος, κάνοντας κλικ πάνω στο κατάλληλο κουμπί ραδιοφώνου.

Το βήμα αυτό είναι πολύ σημαντικό. Λανθασμένο ταίριασμα στο σύστημα συντεταγμένων θα οδηγούσε σε λανθασμένη απόδοση του αντικειμένου.

5. Κάντε κλικ στο κουμπί Επικόλληση στο παράθυρο Γεωμετρία.

Τα σημεία δεδομένων αυτόματα μεταφράζονται ως συντεταγμένες σημείου του νέου πολυγώνου ή καμπύλου σώματος.

3.5. Σταθεροποίηση σωμάτων με την Άγκυρα

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο Άγκυρα για να περιορίσετε την κίνηση ενός σώματος. Αφού επιλέξετε το εργαλείο Άγκυρα, κάντε κλικ μέσα στο σώμα για να το "κλειδώσετε" σε αυτή τη θέση. Μπορείτε επίσης να κρύψετε την άγκυρα (βλέπε "Εμφάνιση και Απόκρυψη συνδέσμων" στη σελίδα 4-9).

Για να αφαιρέσετε μια άγκυρα, απλώς επιλέξτε την και διαγράψτε την.

Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο Άγκυρα για να ελέγξετε την κίνηση ενός σώματος. Συμβουλευτείτε τα **"10.6. Καθορισμός της διαδρομής του σώματος με βάση τη θέση"** και **"10.7. Καθορισμός της διαδρομής του σώματος με βάση την ταχύτητα"**.

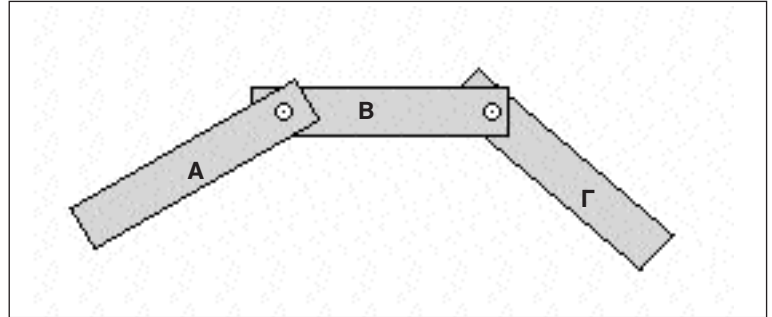
3.6. Έλεγχος συγκρούσεων μεταξύ σωμάτων

Αρχικά, το Interactive Physics θεωρεί ότι όλα τα σώματα μπορούν να συγκρουστούν. Το ίδιο το πρόγραμμα, όμως, κάνει αυτόματα εξαιρέσεις όταν δύο σώματα συνδέονται άμεσα με έναν πείρο, μια άρθρωση εγκοπής ή γρανάζια (βλέπε **Κεφάλαιο 4, "Σύνδεσμοι"**), οπότε τα δύο αντικείμενα δεν συγκρούονται.

Αν δύο σώματα δεν συνδέονται άμεσα το ένα με το άλλο, το Interactive Physics θεωρεί ότι μπορούν να συγκρουστούν. Για παράδειγμα, αν τρία σώματα Α, Β και Γ συνδέονται αρθρωτά, όπως φαίνεται στο σχήμα 3-25, τα αντικείμενα Α και Β δεν θα

Σχήμα 3-25

Αντικείμενα που συνδέονται
ως αλυσίδα



επιλέξετε περισσότερα από δύο σώματα για να καθορίσετε την ιδιότητα αυτή, αυτό θα ισχύει για όλους τους συνδυασμούς ζευγών σωμάτων μέσα στην επιλεγμένη ομάδα.

Για παράδειγμα, για να καθορίσετε ότι δύο ή περισσότερα αντικείμενα θα μπορούν να συγκρουστούν (ή δεν θα μπορούν να συγκρουστούν καθόλου) το ένα με το άλλο:

1. Επιλέξτε την ομάδα, της οποίας τα σώματα θέλετε να συγκρουστούν (ή να μην συγκρουστούν).

Χρησιμοποιήστε το πλήκτρο shift για να κάνετε την επιλογή ή επιλέξτε με το πλαίσιο επιλογής.

2. Επιλέξτε Σύγκρουση ή Αποφυγή σύγκρουσης στον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο, ανάλογα με το τι θέλετε.

Τα στοιχεία του καταλόγου επιλογών Σύγκρουση δείχνουν τις τρέχουσες προδιαγραφές κρούσης μεταξύ των επιλεγμένων σωμάτων (σχήμα 3-26).

Σχήμα 3-26
Υποκατάλογος επιλογών
κρούσης: τρεις περιπτώσεις

Αντικείμενο	Αντικείμενο	Αντικείμενο
Σύνδεση Ctrl+F1 Χωρισμός Ctrl+F2	Σύνδεση Ctrl+F1 Χωρισμός Ctrl+F2	Σύνδεση Ctrl+F1 Χωρισμός Ctrl+F2
Ελαστικότητα... Τριβή...	Ελαστικότητα... Τριβή...	Ελαστικότητα... Τριβή...
Μεταφορά μπροστά Ctrl+F Μεταφορά πίσω Ctrl+G	Μεταφορά μπροστά Ctrl+F Μεταφορά πίσω Ctrl+G	Μεταφορά μπροστά Ctrl+F Μεταφορά πίσω Ctrl+G
✓ Σύγκρουση Αποφυγή σύγκρουσης	Σύγκρουση ✓ Αποφυγή σύγκρουσης	- Σύγκρουση - Αποφυγή σύγκρουσης
Όλα τα επιλεγμένα σώματα μπορούν να συγκρουστούν το ένα με το άλλο.	Κανένα από τα επιλεγμένα σώματα δεν μπορεί να συγκρουστεί με άλλο.	Κάποια σώματα μπορούν να συγκρουστούν ενώ άλλα όχι.

Το σημάδι ελέγχου (αν υπάρχει) δίπλα στα δύο στοιχεία του καταλόγου επιλογών δείχνει αν τα επιλεγμένα αντικείμενα μπορούν να συγκρουστούν. Τρεις πιθανές περιπτώσεις είναι οι εξής:

Αν το σημάδι ελέγχου βρίσκεται δίπλα στη Σύγκρουση, στην

- επιλεγμένη ομάδα σωμάτων μπορεί να υπάρξει σύγκρουση μεταξύ των δύο σωμάτων. Αυτό σημαίνει ότι οποιαδήποτε δύο σώματα εντός της επιλεγμένης ομάδας μόλις έρθουν σε επαφή θα συγκρουστούν.

Αν το σημάδι ελέγχου βρίσκεται δίπλα στην Αποφυγή

- σύγκρουσης, στην επιλεγμένη ομάδα σωμάτων δεν θα μπορεί να υπάρξει σύγκρουση μεταξύ των δύο σωμάτων (θα διαπεράσει το ένα το άλλο). Παρατηρήστε ότι οποιαδήποτε δύο σώματα εντός της επιλεγμένης ομάδας θα διαπεράσουν το ένα το άλλο, μόλις έρθουν σε επαφή.

Εμφανίζεται μια παύλα ("-") δίπλα στα Σύγκρουση και Αποφυγή

- σύγκρουσης, όταν περισσότερα από δύο σώματα έχουν επιλεγεί και η ιδιότητα κρούσης δεν είναι κοινή για όλα τα σώματα — ορισμένα σώματα θα συγκρουστούν και άλλα όχι. Για παράδειγμα, αν επιλέξετε τα τρία σώματα που εμφανίζονται στο σχήμα 3-25, ο κατάλογος επιλογών Αντικείμενο θα εμφανίσει δύο παύλες. Για να αναγνωρίσει ακριβώς ποια αντικείμενα συγκρούονται, επιλέξτε μόνο δύο σώματα την κάθε φορά και επιβεβαιώστε τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο για κάθε

ζεύγος.

Συμβουλευτείτε την "Ελαχιστοποίηση συγκρούσεων" στη σελίδα 8-38 για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη βελτιστοποίηση της απόδοσης της προσομοίωσης. Το τμήμα "Α.7. Προσομοίωση συγκρούσεων" παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο το Interactive Physics προσομοιάζει τις συγκρούσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Σύνδεσμοι**4.1. Τι είναι σύνδεσμος;**

Στο Interactive Physics, σύνδεσμος είναι ένα αντικείμενο που ασκεί δυνάμεις και ροπές στα σώματα, με βάση καθορισμένες συνθήκες. Η κίνηση των σωμάτων περιορίζεται σαφώς από ορισμένους συνδέσμους, όπως οι αρθρώσεις που μειώνουν το βαθμό ελευθερίας στη μεταφορά ή τη στροφή, ενώ άλλοι σύνδεσμοι, όπως τα ελατήρια, ασκούν δυνάμεις ή ροπές ανάλογα με τη διαμόρφωση των σωμάτων (π.χ. τη σχετική ταχύτητα, τη μετατόπιση ή τη γωνιακή επιτάχυνση). Σε αντίθεση με τα σώματα, οι σύνδεσμοι δεν έχουν μάζα ή όγκο. Αντίστοιχα, οι σύνδεσμοι δεν συγκρούονται με τον εαυτό τους ή με άλλα σώματα.

Ένας σύνδεσμος ασκεί δυνάμεις και ροπές μόνο στις τοποθεσίες των τελικών σημείων του, τα οποία επισυνάπτονται στο σώμα ή στο φόντο. Κάθε σύνδεσμος συνδέεται με συγκεκριμένο τρόπο εφαρμογής δυνάμεων και ροπών. Για παράδειγμα, ένα γραμμικό ελατήριο ασκεί δυνάμεις στα τελικά του σημεία αναλογικά ως προς την ενδιάμεση απόσταση (π.χ. $F = -kx$).

Όλοι οι σύνδεσμοι έχουν ενσωματωμένα ένα ή δύο σημειακά στοιχεία. Ένα αντικείμενο συνδέσμου μπορεί να θεωρηθεί ως μια ομάδα από σημειακά στοιχεία με μια συνθήκη που διέπει τη δύναμη ή και μια ροπή που επενεργεί σε αυτά τα σημεία.

4.2. Είδη συνδέσμων

- Υπάρχουν τέσσερα είδη συνδέσμων στο Interactive Physics:
- Γραμμικοί σύνδεσμοι
- Περιστροφικοί σύνδεσμοι
- Δυνάμεις και ροπές
- Αρθρώσεις

Γραμμικοί σύνδεσμοι

Οι γραμμικοί σύνδεσμοι έχουν δύο τελικά σημεία και ασκούν δύναμη κατά μήκος της γραμμής που συνδέει τα τελικά τους σημεία. Στους γραμμικούς συνδέσμους συμπεριλαμβάνονται τα **Ελατήρια**, οι **Αποσβεστήρες**, τα **Σχοινιά**, οι **Ράβδοι**, οι **Διαχωριστές**, οι **Ενεργοποιητές** και οι **Τροχαλίες**. Μπορείτε να τους δημιουργήσετε κάνοντας κλικ στο κατάλληλο εργαλείο στη Γραμμή εργαλείων και στη συνέχεια σύροντας το σύνδεσμο στο χώρο εργασίας.

Οι δυνάμεις που παράγονται από αυτούς τους συνδέσμους έχουν ίσο μέγεθος και ασκούνται στα σώματα από διαφορετικές κατευθύνσεις και στα δύο τελικά σημεία.

Περιστροφικοί σύνδεσμοι

Οι περιστροφικοί σύνδεσμοι ασκούν μια δύναμη στρέψεως (ροπή) ανάμεσα σε δύο αντικείμενα. Στους περιστροφικούς συνδέσμους ανήκουν οι **Κινητήρες**, τα **Γρανάζια**, τα **Περιστροφικά ελατήρια** και οι **Περιστροφικοί αποσβεστήρες**. Όλοι οι περιστροφικοί σύνδεσμοι (εκτός από τα γρανάζια) συμπεριλαμβάνουν έναν πείρο (άρθρωση με πείρο).

Οι περιστροφικοί σύνδεσμοι πρέπει να δημιουργούνται άμεσα με χρήση του κατάλληλου εργαλείου. Δεν μπορείτε να δημιουργήσετε ένα περιστροφικό σύνδεσμο ενώνοντας τα βασικά του στοιχεία.

Μετά τη δημιουργία τους, οι περιστροφικοί σύνδεσμοι μπορούν να διαχωριστούν και να γίνει περαιτέρω επεξεργασία τους ως μεμονωμένα σημεία.

Δυνάμεις και ροπές

Οι **δυνάμεις** ασκούν μια γραμμική δύναμη σε ένα σώμα σε ένα μοναδικό σημείο. Οι **ροπές** ασκούν μια δύναμη στρέψως σε ένα σώμα.

Αρθρώσεις

Οι αρθρώσεις συνδέουν δύο σώματα και περιορίζουν τον τρόπο που κινείται το ένα σε σχέση με το άλλο. Το Interactive Physics μας παρέχει **αρθρώσεις με πείρο, άκαμπτες αρθρώσεις και αρθρώσεις εγκοπής**. Οι αρθρώσεις εγκοπής μπορεί να είναι κατακόρυφες ή καμπύλες. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο **"4.18. Αρθρώσεις"** και στο **"4.19. Αρθρώσεις εγκοπής"**.

Οι αρθρώσεις μπορούν να δημιουργηθούν με έναν από τους εξής δύο τρόπους:

- επιλέγοντας το κατάλληλο εργαλείο Άρθρωσης από τη Γραμμή εργαλείων, ή
- ενώνοντας τα βασικά στοιχεία με την εντολή Σύνδεση - για παράδειγμα, η ένωση δύο σημειακών στοιχείων δημιουργεί μια άρθρωση με πείρο.

4.3. Γενικές ιδιότητες των συνδέσμων

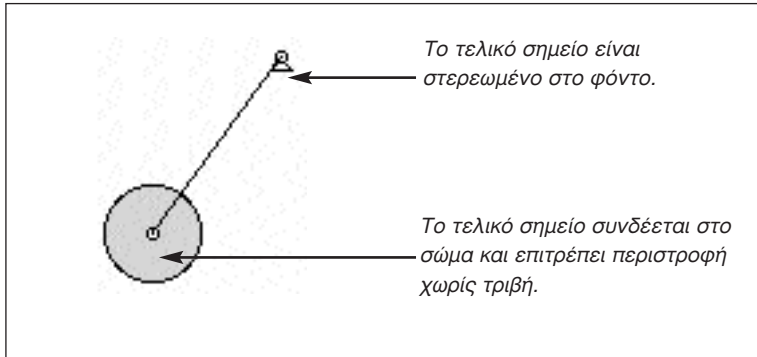
Το τμήμα αυτό σας παρέχει συμβουλές και τεχνικές που ισχύουν για τα περισσότερα είδη συνδέσμων. Παρακάτω θα βρείτε ορισμένες κοινές ιδιότητες των συνδέσμων:

- Κάθε σύνδεσμος συμπεριφέρεται σύμφωνα με τα προκαθορισμένα χαρακτηριστικά και παραμέτρους του.

- Πολλές ιδιότητες συνδέσμων μπορούν να ελεγχθούν δυναμικά χρησιμοποιώντας το κατάλληλο εργαλείο ελέγχου. (Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο "**7.2. Εργαλεία ελέγχου**").
- Όλοι οι σύνδεσμοι εκτός από τις δυνάμεις και τις ροπές έχουν δύο τελικά σημεία. Η θέση αυτών των τελικών σημείων συμπίπτει για τους περιστροφικούς συνδέσμους.
- Όταν δημιουργούνται σύνδεσμοι, κάθε τελικό σημείο αυτόματα επισυνάπτεται είτε στο σώμα είτε στο φόντο.
- Το σύμβολο σύνδεσης στην άκρη κάθε συνδέσμου δείχνει αν ο σύνδεσμος έχει επισυναφθεί στο φόντο ή στο σώμα (βλέπε σχήμα 4-1).

Σχήμα 4-1

Τα τελικά σημεία ενός σχοινιού συνδεδεμένα με ένα κυκλικό σώμα



Παράθυρο Ιδιότητες

Όπως συμβαίνει και με άλλα αντικείμενα στο χώρο εργασίας του Interactive Physics, μπορείτε να κάνετε διπλό κλικ πάνω σε οποιονδήποτε σύνδεσμο για να εμφανίσετε το παράθυρο Ιδιότητες, που χρησιμοποιείται για την προσαρμογή ή τον ορισμό των παραμέτρων του συνδέσμου.

Μπορείτε επίσης να εμφανίσετε το παράθυρο Ιδιότητες για οποιονδήποτε σύνδεσμο, επιλέγοντάς τον και στη συνέχεια από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

Το παράθυρο Ιδιότητες εμφανίζει μια ποικιλία παραμέτρων

ανάλογα με τον τύπο του επιλεγμένου συνδέσμου. Περισσότερες πληροφορίες για κάθε σύνδεσμο θα βρείτε στα ειδικά τμήματα (στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου).

**Στοιχεία συνδέσμων και
αναδιπλούμενη επιλογή**

Το παράθυρο Ιδιότητες μπορεί να σας φανεί εξαιρετικά χρήσιμο στην εύρεση συνδέσεων μεταξύ συνδέσμων, σημειακών στοιχείων και σωμάτων. Για παράδειγμα:

- Αν είναι δεδομένος ο σύνδεσμος, μπορείτε να καθορίσετε σε ποιο ή ποια σώματα θα επισυναφθεί και ποια σημειακά στοιχεία αποτελούν μέρος του συνδέσμου.
- Αν είναι δεδομένο το σημειακό στοιχείο, μπορείτε να καθορίσετε σε ποιο σώμα θα επισυναφθεί το σημείο και σε ποιον σύνδεσμο ανήκει.
- Αν είναι δεδομένο το σώμα, μπορείτε να βρείτε ποια σημειακά στοιχεία επισυνάπτονται σε αυτό.

Για να προσδιορίσετε τις συνδέσεις μεταξύ συνδέσμων, σημειακών στοιχείων και σωμάτων:

1. Επιλέξτε ένα αντικείμενο του οποίου τις συνδέσεις και τις σχέσεις θέλετε να προσδιορίσετε.

Στην περίπτωση αυτή ξεκινήστε με μια άρθρωση πείρου.

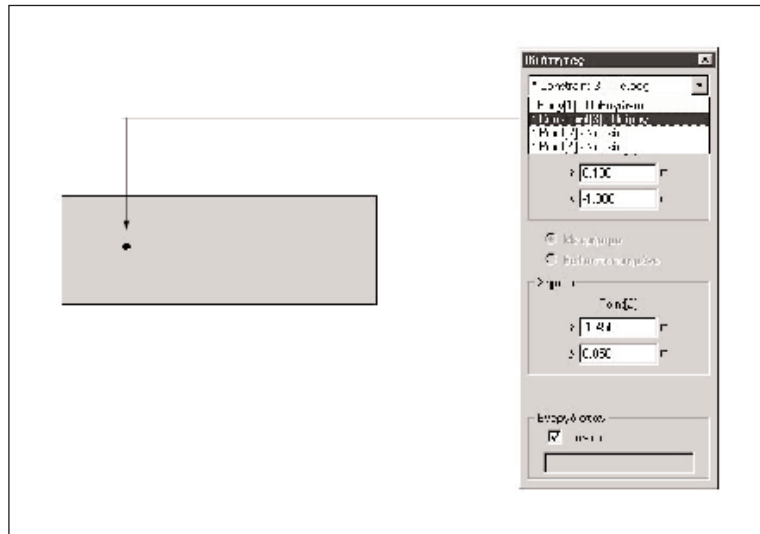
2. Επιλέξτε Ιδιότητες στον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες.

3. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών (σχήμα 4-2).

Σχήμα 4-2

Ο αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογών δείχνει τη σχέση της άρθρωσης πείρου με άλλα αντικείμενα



Στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών, τα αντικείμενα που εμφανίζονται με έναν αστερίσκο (*) (Windows) ή με έντονα γράμματα (MacOS) είναι εκείνα που έχουν επισυναφθεί ή συνδεθεί με το επιλεγμένο αντικείμενο. Το σχήμα 4-2 δείχνει ότι τα Point[1] και Point[2] συνδέονται με τον Constraint[3]. Ο Constraint[3], μια άρθρωση πείρου, όντως αποτελείται από τα Point[1] και Point[2].

Στο σχήμα 4-3 εμφανίζεται ένα άλλο παράδειγμα. Στο σχήμα, το Point[2] έχει επιλεγεί από τον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών και τα Constraint[3] και Body[8] έχουν αστερίσκους δίπλα τους που δείχνουν την ύπαρξη σύναψης. Παρατηρήστε ότι και το μεσαίο κομμάτι του παραθύρου Ιδιότητες, επιβεβαιώνει αυτή τη σχέση.

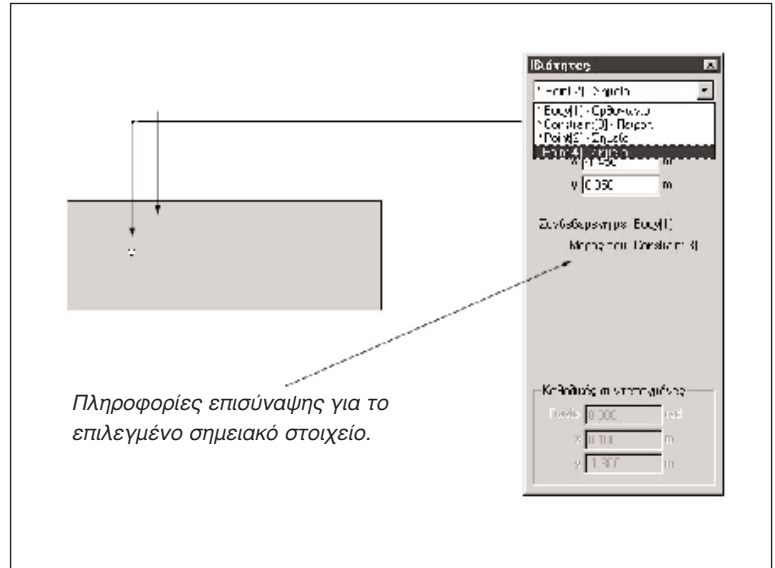
Όσον αφορά τα σημειακά στοιχεία, το παράθυρο Ιδιότητες δείχνει επίσης:

το σύνδεσμο του οποίου τελικό σημείο θεωρείται το σημείο μας
το σώμα στο οποίο έχει επισυναφθεί το σημείο.

Τα παραπάνω παραδείγματα δείχνουν ότι τα αντικείμενα στο

Σχήμα 4-3

Ο αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογών δείχνει τη σχέση ενός σημείου με άλλα αντικείμενα.



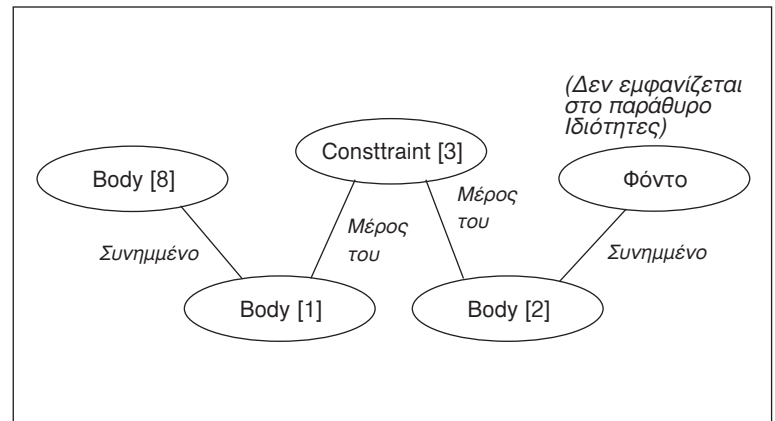
Ονόματα αντικειμένων στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών

μοντέλο συνδέονται με τον τρόπο που φαίνεται στο διάγραμμα (σχήμα 4-4):

Όλοι οι σύνδεσμοι έχουν ένα εξ ορισμού όνομα, όταν δημιουργούνται για πρώτη φορά, αλλά έχετε τη δυνατότητα να δώσετε δικά σας ονόματα σε όλους αυτούς τους συνδέσμους (και σε οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο του Interactive Physics). Τα νέα ονόματα εμφανίζονται στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών, επιτρέποντάς σας να εντοπίζετε το αντικείμενο ή τα αντικείμενα που θέλετε γρήγορα.

Σχήμα 4-4

Σχέσεις μεταξύ αντικειμένων στο σχήμα 4-2



Για να δώσετε νέα ονόματα στους συνδέσμους, συμβουλευτείτε την "Ονομασία συνδέσμων" στη σελίδα 4-9.

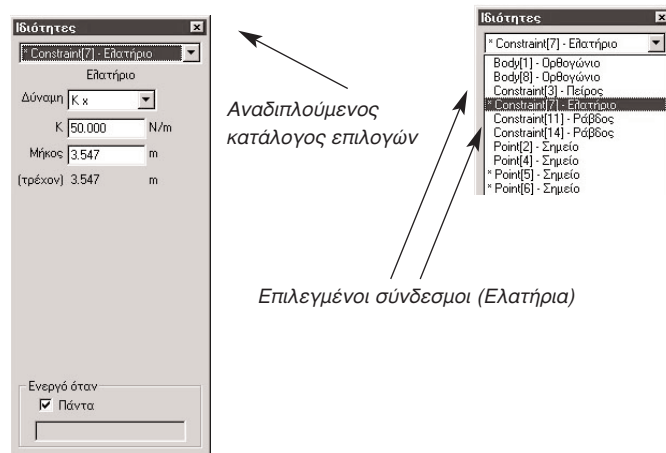
Επιλογή πολλών αντικειμένων

Αν επιλέξετε πολλά αντικείμενα ο αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογών στο παράθυρο Ιδιότητες δείχνει "ανάμεικτη επιλογή" ως όνομα στοιχείου. Για να βρείτε ποια αντικείμενα έχουν επιλεγεί, απλώς κάντε κλικ στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών (σχήμα 4-5). Τα επιλεγμένα σώματα θα εμφανιστούν με το αρνητικό πρόσημο (-) στα αριστερά.

Το παράθυρο Ιδιότητες δείχνει ιδιότητες που παραμένουν ίδιες για όλους τους επιλεγμένους συνδέσμους. Για παράδειγμα, το σχήμα 4-5 δείχνει ότι η σταθερά ελατηρίου είναι 50, αλλά το πεδίο μήκους είναι κενό, υποδεικνύοντάς μας ότι τα ελατήρια μοιράζονται την ίδια σταθερά ελατηρίου και έχουν διαφορετικά μήκη.

Σχήμα 4-5

Το παράθυρο Ιδιότητες με επιλεγμένα περισσότερα του ενός ελατήρια



Αν τροποποιήσετε την ιδιότητα της ανάμεικτης επιλογής στο παράθυρο Ιδιότητες, όλοι οι επιλεγμένοι σύνδεσμοι θα έχουν την ίδια τιμή. Για παράδειγμα, αν πληκτρολογήσετε 2.0 στο πεδίο Μήκος του παραθύρου Ιδιότητες, όπως φαίνεται στο σχήμα 4-5, τότε τα δύο ελατήρια θα έχουν ίδιο ελεύθερο μήκος (2.0 μέτρα).

Εμφάνιση και απόκρυψη συνδέσμων

Μπορείτε να εμφανίσετε ή να αποκρύψετε τους συνδέσμους επιλεκτικά, χρησιμοποιώντας το παράθυρο Εμφάνιση. Όλοι οι σύνδεσμοι λειτουργούν, ανεξάρτητα από το αν είναι εμφανείς ή κρυμμένοι. Παρακάτω θα βρείτε κάποιους λόγους για τους οποίους η απόκρυψη συνδέσμων μπορεί να σας φανεί χρήσιμη:

- Να κρύψετε τα στοιχεία εγκοπής για να αποφύγετε μια μεγάλου μήκους εγκοπή κατά μήκος της οθόνης της προσομοίωσής σας.
- Να κρύψετε έναν μηχανισμό ανάρτησης ελατηρίου-αποσβεστήρα σε κάποιο όχημα για να κάνετε το μοντέλο να φαίνεται πιο ρεαλιστικό.

Για να κρύψετε ή να εμφανίσετε συνδέσμους:

1. Επιλέξτε το σύνδεσμο που θέλετε να εμφανίσετε ή να κρύψετε.

2. Επιλέξτε Εμφάνιση στον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται ο κατάλογος επιλογών Παράθυρο.

3. Κάντε κλικ στο πλαίσιο ελέγχου "Εμφάνιση" (σχήμα 4-6).

Ονομασία συνδέσμων

Μπορείτε να δώσετε ονόματα δικής σας επιλογής στους συνδέσμους για να αναγνωρίζετε γρήγορα μεμονωμένα σημεία και συνδέσμους. Μπορείτε επίσης να εμφανίσετε ονόματα εντός του παραθύρου της προσομοίωσης κοντά στο κέντρο κάθε συνδέσμου. Για να δώσετε ένα όνομα της επιλογής σας σε ένα σύνδεσμο:

1. Επιλέξτε το σύνδεσμο που θέλετε να ονομάσετε.

2. Επιλέξτε Εμφάνιση από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται το παράθυρο Εμφάνιση.

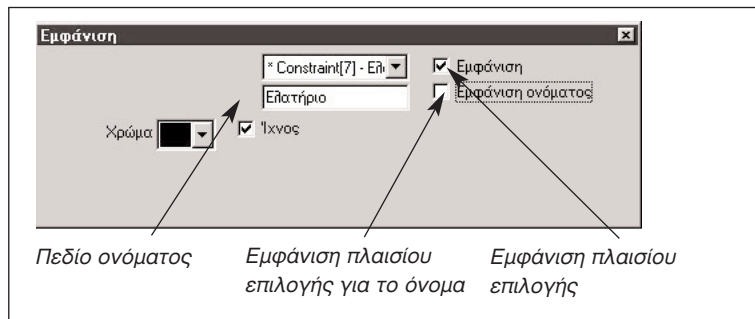
3. Πληκτρολογήστε το όνομα της επιλογής σας στο πεδίο Όνομα του παραθύρου Εμφάνιση (σχήμα 4-6).

Για να εμφανίσετε αυτά τα ονόματα στην προσομοίωση, τοποθετήστε το σημάδι επιλογής στο πλαίσιο ελέγχου "Εμφάνιση ονόματος" στο παράθυρο Εμφάνιση (σχήμα 4-6).

Συντεταγμένες για σημειακά στοιχεία συνδέσμων

Σχήμα 4-6

Παράθυρο Εμφάνιση



Όλοι οι σύνδεσμοι έχουν ενσωματωμένα ένα ή δύο σημειακά στοιχεία. Το Interactive Physics μπορεί να αναπαραστήσει τις συντεταγμένες αυτών των σημείων σε παγκόσμιες μεταβλητές (αναφορικά ως προς τον μικρόκοσμο) ή σε τοπικές μεταβλητές (αναφορικά ως προς το κέντρο του σώματος στο οποίο έχει επισυναφθεί το σημείο). Μπορείτε να δείτε και να επεξεργαστείτε αυτές τις συντεταγμένες στη Γραμμή συντεταγμένων ή στο παράθυρο Ιδιότητες. Μπορείτε επίσης να αναφερθείτε σε αυτές τις τιμές με τη μαθηματική γλώσσα.

Γραμμικοί σύνδεσμοι

Οι γραμμικοί σύνδεσμοι περιλαμβάνουν δύο τελικά σημεία. Οι τιμές των συντεταγμένων (x, y) κάθε σημείου έχουν υπολογιστεί με το σύστημα τοπικών συντεταγμένων του σώματος στο οποίο έχει επισυναφθεί το σημείο.

Περιστροφικοί σύνδεσμοι

Οι περιστροφικοί σύνδεσμοι περιλαμβάνουν δύο σημεία, ένα από τα οποία αποκαλείται Σημείο βάσης. Όπως και παραπάνω, κάθε σημείο έχει τιμές (x, y) που έχουν υπολογιστεί με το σύστημα

**Επεξεργασία μέσα από τη
Γραμμή συντεταγμένων**

τοπικών συντεταγμένων του σώματος στο οποίο έχει επισυναφθεί το σημείο.

Η Γραμμή συντεταγμένων που βρίσκεται κοντά στο κάτω μέρος του παραθύρου του εγγράφου, εμφανίζει διάφορες πληροφορίες που σχετίζονται με τα εκάστοτε επιλεγμένα αντικείμενα. Μπορείτε, επίσης, να επεξεργαστείτε αυτές τις συντεταγμένες πολύ γρήγορα, για να τροποποιήσετε το μοντέλο σας εύκολα και γρήγορα.

Το σύνολο των τιμών που εμφανίζεται στη Γραμμή συντεταγμένων ποικίλει ανάλογα με τον τύπο του συνδέσμου. Για παράδειγμα, όταν επιλεγεί ένα ελατήριο, η Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζει τα δύο τελικά σημεία (σχήμα 4-7) και το ελεύθερο μήκος του. Τα ζεύγη (x, y) εμφανίζονται στο σύστημα συντεταγμένων του σώματος στο οποίο έχει επισυναφθεί το σημείο.

Ξεχωριστά τμήματα στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου δείχνουν ποιες παράμετροι μπορούν να υποστούν επεξεργασία μέσω της Γραμμής συντεταγμένων για κάθε τύπο συνδέσμου. Το "Εμφάνιση της Γραμμής συντεταγμένων" στη σελίδα 6-13 παρέχει χρήσιμες συμβουλές σχετικά με τη χρήση της Γραμμής συντεταγμένων.

**Επεξεργασία στο παράθυρο
Ιδιότητες**

Στο παράθυρο Ιδιότητες η θέση ενός τελικού σημείου συνδέσμου δίνεται σε τοπικές και παγκόσμιες συντεταγμένες (σχήμα 4-8).

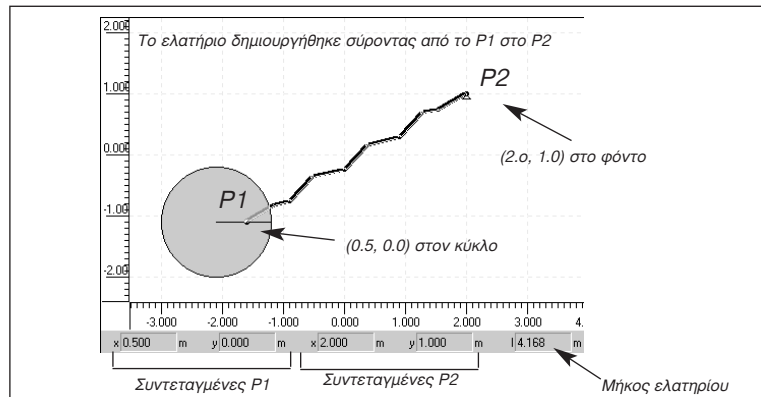
Η ομάδα στο επάνω μέρος δίνεται σε τοπικές συντεταγμένες. Οι τιμές διαμορφώνονται ανάλογα με το σώμα, στο οποίο είναι συνημμένο το σημείο. Σε κάθε περίπτωση μπορείτε να επεξεργαστείτε αυτές τις τιμές.

Η ομάδα στο κάτω μέρος δίνεται σε παγκόσμιες συντεταγμένες. Αν οι τοπικές συντεταγμένες ορίζονται με γεωμετρικούς τύπους, δεν μπορείτε να επεξεργαστείτε τις παγκόσμιες συντεταγμένες, καθώς οι τύποι αξιολογούνται ως υψηλότερης προτεραιότητας σε σχέση με οποιαδήποτε παγκόσμια συντεταγμένη.

Στην περίπτωση του κινητήρα που επισυνάπτει ένα κυκλικό σώμα στο φόντο, το σημείο βάσης του κινητήρα έχει συντεταγμένες που

Σχήμα 4-7

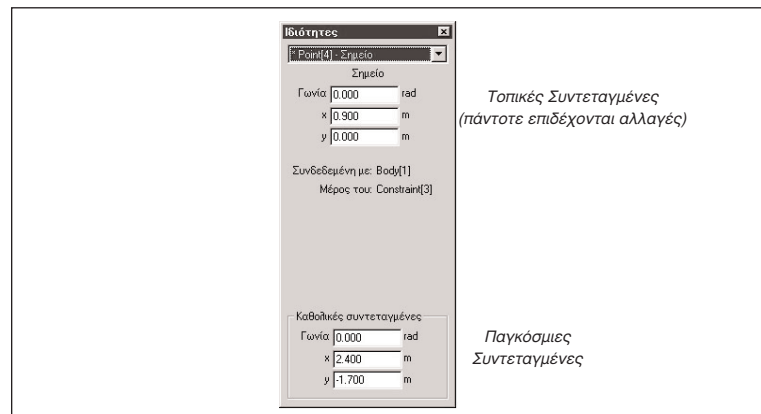
Γραμμή συντεταγμένων για
ένα ελατήριο



έχουν υπολογιστεί στο πλαίσιο Μικρόκοσμος, ενώ το Σημείο έχει συντεταγμένες που υπολογίζονται αναφορικά με το κέντρο του κύκλου.

Σχήμα 4-8

Παράθυρο Ιδιότητες ενός
τελικού σημείου συνδέσμου



Μπορείτε να τροποποιήσετε άμεσα αυτές τις τιμές για να εντοπίσετε την ακριβή θέση του συνδέσμου. Για παράδειγμα:

- τροποποιώντας τις συντεταγμένες του σημείου βάσης, μπορείτε να καθορίσετε ακριβώς την τοποθεσία του σημείου επισύναψης του κινητήρα σε σχέση με το φόντο (ο δίσκος και ο κινητήρας θα μετακινηθούν μαζί), ή
- τροποποιώντας τις συντεταγμένες σημείου μπορείτε να καθορίσετε ακριβώς τη θέση της επισύναψης του κινητήρα στο δίσκο (μόνο ο δίσκος θα μετακινηθεί).

Το σχήμα 4-9 δίνει το παράδειγμα με τον κινητήρα.

Για να τοποθετήσετε αυτούς τους συνδέσμους ακριβώς, χρησιμοποιώντας το παράθυρο Ιδιότητες:

1. Επιλέξτε τον περιστροφικό σύνδεσμο και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο τις Ιδιότητες.

Το παράθυρο Ιδιότητες δείχνει τα ονόματα του σημείου βάσης και του σημείου, π.χ. **Point[14]** και **Point[15]**.

2. Κάντε κλικ πάνω στο όνομα του συνδέσμου στο επάνω μέρος του παραθύρου Ιδιότητες.

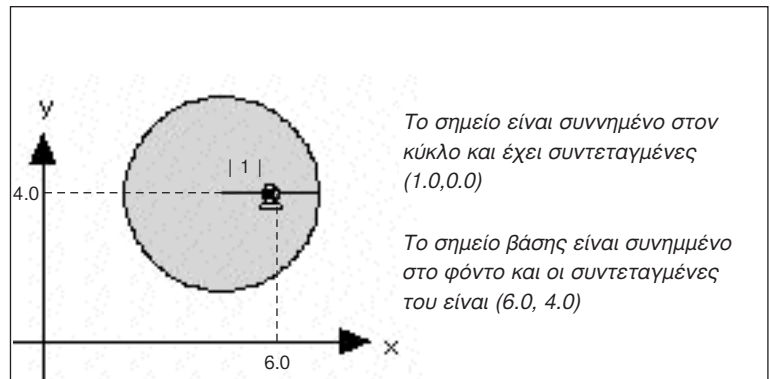
Θα εμφανιστεί μια λίστα με όλα τα αντικείμενα στο τρέχον μοντέλο.

3 Επιλέξτε το σημείο βάσης και το σημείο που θέλετε να τροποποιήσετε.

4. Πληκτρολογήστε τις τιμές των συντεταγμένων για να

Σχήμα 4-9

Σημείο βάσης και σημείο
περιστροφικού συνδέσμου



τοποθετήσετε τα σημεία ακριβώς στη θέση που θέλετε.

**Περιγραφές συντεταγμένων
με τη μαθηματική γλώσσα**

Το Interactive Physics διαθέτει δύο ξεχωριστές ομάδες εκφράσεων, σχεδιασμένων για αναφορά στις παγκόσμιες και τις τοπικές συντεταγμένες.

point[i].p

Παγκόσμιες συντεταγμένες

point[i].offset

Τοπικές συντεταγμένες

Άρα, το point[i].offset.y αναφέρεται στη συντεταγμένη y του

`point[i]` σε σχέση με το σώμα, στο οποίο έχει επισυναφθεί.

Το σώμα, στο οποίο έχει επισυναφθεί το σημείο μπορεί να αναφέρεται ως:

`point[i].body` (επιστρέφει ένα σώμα)

Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στο **Παράρτημα Β, "Μαθηματική γλώσσα"**.

Ακριβής τοποθέτηση συνδέσμων

Μπορείτε να τοποθετήσετε με ακρίβεια τους συνδέσμους με έναν από τους παρακάτω τρόπους.

Χρησιμοποιώντας την Προσάρτηση αντικειμένου

- Χρησιμοποιώντας την *Προσάρτηση στο αντικείμενο*, μπορείτε να επισυνάψετε αυτόματα και με ακρίβεια έναν σύνδεσμο σε μια τοποθεσία, κατά τη δημιουργία του.

- Χρησιμοποιώντας την *Προσάρτηση στο πλέγμα*, μπορείτε να δημιουργήσετε ένα σύνδεσμο που θα ευθυγραμμίζεται αυτόματα στο πλέγμα του φόντου.

- Χρησιμοποιώντας τη *Γραμμή συντεταγμένων*, μπορείτε να δείτε και να τροποποιήσετε άμεσα με αριθμητικό τρόπο τη γεωμετρία των συνδέσμων.

- Χρησιμοποιώντας το *παράθυρο Ιδιότητες*, μπορείτε να επεξεργαστείτε άμεσα τις συντεταγμένες των τελικών σημείων με αριθμητικό τρόπο.

Όταν επεξεργάζοσαστε τις συντεταγμένες των τελικών σημείων με αριθμητικό τρόπο, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε όχι μόνο αριθμητικές τιμές, αλλά και γεωμετρικούς τύπους, που καθορίζουν τις θέσεις των συνδέσμων, αναφορικά με τη γεωμετρία των σωμάτων.

Όταν είναι ενεργοποιημένη η Προσάρτηση στο αντικείμενο, ένα τελικό σημείο του συνδέσμου αυτομάτως επισυνάπτεται στο πιο κοντινό σημείο προσάρτησης ενός σώματος ή στο πιο κοντινό σημειακό στοιχείο, όταν απελευθερώσετε το πλήκτρο του

ποντικιού. Η επισύναψη γίνεται μόνον αν εμφανιστεί το σύμβολο προσάρτησης (σημειώνεται ως X) (βλέπε παρακάτω). Το χαρακτηριστικό Προσάρτηση στο αντικείμενο σας βοηθάει να τοποθετήσετε τους συνδέσμους με ακρίβεια εξαρχής. Για παράδειγμα, μπορείτε να τοποθετήσετε εύκολα ένα κινητήρα στο γεωμετρικό κέντρο ενός κύκλου.

Καθώς ο δείκτης του ποντικιού μετακινείται κατά μήκος της οθόνης, το πιο κοντινό σημείο προσάρτησης εμφανίζεται με ένα σύμβολο σχήματος X. Το σχήμα 4-10 αποτελεί παράδειγμα, όπου ένας κινητήρας είναι έτοιμος να επισυναφθεί στο κέντρο ενός κύκλου.

Το χαρακτηριστικό Προσάρτηση στο αντικείμενο μπορεί να ενεργοποιηθεί ή να απενεργοποιηθεί οποιαδήποτε στιγμή. Για να το ενεργοποιήσετε:

1. Επιλέξτε Προσάρτηση στο αντικείμενο από τον κατάλογο επιλογών Θέαση.

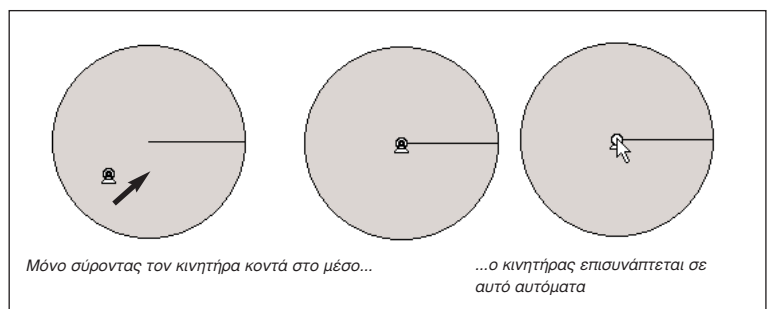
Η Προσάρτηση στο αντικείμενο είναι ήδη ενεργή αν εμφανιστεί ένα σημάδι ελέγχου δίπλα στο στοιχείο του καταλόγου επιλογών.

Κάθε σώμα έχει μια καθορισμένη ομάδα σημείων προσάρτησης, ανάλογα με τη γεωμετρία του (βλέπε σχήμα 4-11).

Όταν ένας σύνδεσμος επισυναφθεί σε σώματα σε περιβάλλον προσάρτησης αντικειμένου, το Interactive Physics αυτόματα παράγει τον αντίστοιχο γεωμετρικό τύπο για να ορίσει τις συντεταγμένες των τελικών σημείων. Περισσότερες πληροφορίες για αυτό το χαρακτηριστικό θα βρείτε στη σελίδα 4-19 "Χρήση

Σχήμα 4-10

Επισύναψη ενός κινητήρα με την Προσάρτηση στο αντικείμενο



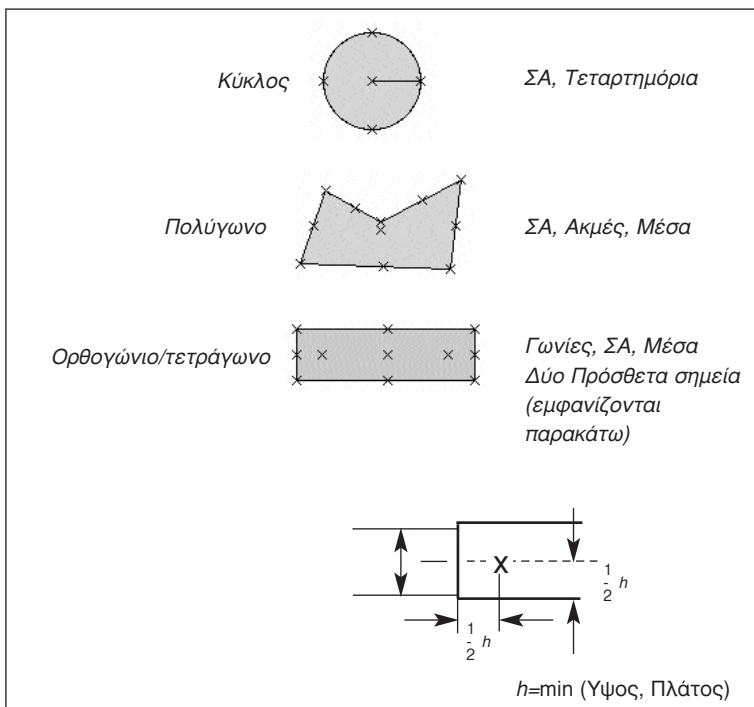
γεωμετρικών τύπων (παραμετρικός ορισμός βάσει σημείων)". Μπορείτε να απενεργοποιήσετε την αυτόματη δημιουργία τύπου μέσω του διαλόγου Προτιμήσεις. Όταν απενεργοποιηθεί η δημιουργία τύπου, η Προσάρτηση στο αντικείμενο θα παραμείνει μεν ενεργή, αλλά οι συντεταγμένες των σημείων προσάρτησης θα δοθούν με αριθμητικές τιμές και όχι με γεωμετρικούς τύπους. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο **"8.4. Προτιμήσεις"**.

Χρησιμοποιώντας την Προσάρτηση στο πλέγμα

Σχήμα 4-11

Σημεία προσάρτησης για σώματα

Όταν είναι ενεργοποιημένη η Προσάρτηση στο πλέγμα, μπορείτε να επισυνάψετε ένα τελικό σημείο του συνδέσμου στο φόντο, ώστε



να ευθυγραμμίζεται αυτόματα στα προκαθορισμένα κενά του πλέγματος. Μπορείτε, επίσης, να ευθυγραμμίσετε τα σώματα με την Προσάρτηση στο πλέγμα.

Για να ενεργοποιήσετε την Προσάρτηση στο πλέγμα:

1. Επιλέξτε Προσάρτηση στο πλέγμα από τον κατάλογο

επιλογών Θέαση.

Η Προσάρτηση στο πλέγμα είναι ήδη ενεργή αν εμφανιστεί ένα σημάδι ελέγχου δίπλα στο στοιχείο του καταλόγου επιλογών.

Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στην "Ευθυγράμμιση αντικειμένων στο πλέγμα" στη σελίδα 6-12.

Χρησιμοποιώντας τη Γραμμή συντεταγμένων

Η Γραμμή συντεταγμένων (σχήμα 4-12) εμφανίζει παραμέτρους συνδέσμων που μπορούν να γίνουν αντικείμενο επεξεργασίας, όπως τα τελικά σημεία των συντεταγμένων.

Για περιστροφικούς συνδέσμους, η πρώτη ομάδα τιμών (x , y) αντιπροσωπεύει τις συντεταγμένες του σημείου βάσης (το σημειακό στοιχείο που έχει επισυναφθεί στο σώμα στο κατώτερο στρώμα, βλέπε σχήμα 4-12). Οι τιμές δίνονται στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων.

Για γραμμικούς συνδέσμους, η πρώτη ομάδα τιμών (x , y) αντιπροσωπεύει τις συντεταγμένες του πρώτου σημείου που δημιουργήθηκε (βλέπε σχήμα 4-12).

Αν επιλέξετε ένα μεμονωμένο τελικό σημείο, η Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζει τις τιμές σε τοπικές και παγκόσμιες μεταβλητές. Οι τοπικές συντεταγμένες εμφανίζονται με ετικέτες (x, y) , ενώ οι παγκόσμιες συντεταγμένες με ετικέτες (Px, Py) .

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αν η θέση του τελικού σημείου ορίζεται μέσω ενός τύπου (βλέπε "Χρήση γεωμετρικών τύπων (παραμετρικός ορισμός βάσει σημείων)" στη σελίδα 4-19), οι παγκόσμιες μεταβλητές του δεν είναι διαθέσιμες στη Γραμμή συντεταγμένων.

Μπορείτε να εισαγάγετε αριθμητικές τιμές στους τύπους στη Γραμμή συντεταγμένων. Η τροποποίηση είναι άμεσα εμφανής, ακόμα κι αν εισαχθούν τύποι.

Τα μεμονωμένα τμήματα στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου, πραγματεύονται το θέμα ποιες παράμετροι μπορούν να αλλάξουν, κάνοντας χρήση της Γραμμής συντεταγμένων για κάθε σύνδεσμο.

Το Interactive Physics διαθέτει παραμετρικό ορισμό αντικειμένων

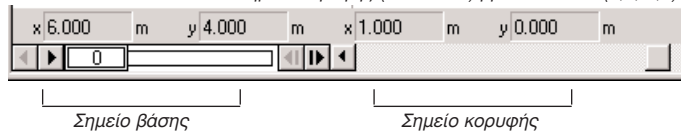
Σχήμα 4-12

Γραμμή συντεταγμένων

Για περιστροφικούς συνδέσμους...

Το Σημείο βάσης (στο φόντο) βρίσκεται στο (6,0, 4,0).

Το Σημείο κορυφής (στο δίσκο) βρίσκεται στο (1,0, 0,0).



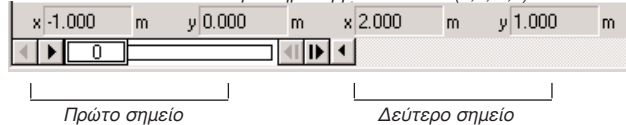
Για γραμμικούς συνδέσμους...

Ας υποθέσουμε ότι το Ελατήριο τεντώνεται

Ξεκινώντας από το σώμα προς το φόντο.

Το πρώτο σημείο βρίσκεται στο (-1,0, 0,0). Το

δεύτερο σημείο βρίσκεται στο (2,0, 1,0).

**Χρήση γεωμετρικών τύπων
(παραμετρικός ορισμός θέσει
σημείων)**

με βάση τη γεωμετρία και τους συνδέσμους. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτούς τους τύπους για να ορίσετε τις θέσεις των αντικειμένων μέσω συμβόλων αντί αριθμητικών τιμών. Για παράδειγμα, το σχήμα 4-14 δείχνει πώς μπορούν να εκφραστούν οι θέσεις των σημείων στα ορθογώνια και στον κύκλο με

Σχήμα 4-13Τοπικές και παγκόσμιες
συντεταγμένες για ένα
σημειακό στοιχείο

Όταν οι συντεταγμένες δίνονται με γεωμετρικούς τύπους (όπως (0.0) (0.0) και body [3]. width), οι παγκόσμιες συντεταγμένες δεν επιδέχονται αλλαγές.



παραμετρικούς τύπους.

Για να τροποποιήσετε τη θέση των τελικών σημείων συνδέσμων μέσω της μαθηματικής γλώσσας:

1. Επιλέξτε το τελικό σημείο του συνδέσμου, του οποίου τη θέση θέλετε να αλλάξετε.

2. Επιλέξτε ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται ο κατάλογος επιλογών Παράθυρο.

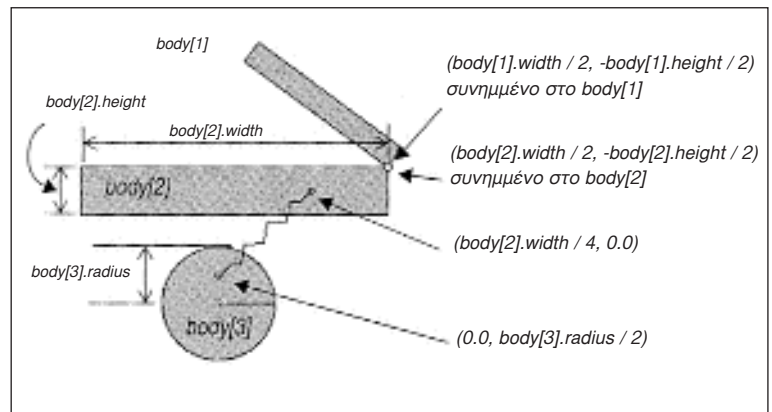
3. Πληκτρολογήστε το γεωμετρικό τύπο που θέλετε στα πεδία θέσης.

Εναλλακτικά, μπορείτε να πληκτρολογήσετε τους τύπους απευθείας στη Γραμμή συντεταγμένων. Υπάρχει, βεβαίως, πάντα η πιθανότητα να αποδειχθούν τα πεδία αυτά κάπως μικρά για την εισαγωγή μεγάλων σε μήκος εκφράσεων.

Οι γεωμετρικοί τύποι όχι μόνο σας βοηθούν να τοποθετήσετε με ακρίβεια τα τελικά σημεία συνδέσμων, αλλά εξασφαλίζουν και ότι αυτά τα σημεία δεν θα αλλάξουν, αν αλλάξει το μέγεθος και το σχήμα του ορθογώνιου. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 4-15, μπορείτε να μεγαλώσετε ένα ορθογώνιο και το τελικό σημείο του

Σχήμα 4-14

Παραδείγματα γεωμετρικών τύπων



ελατηρίου να παραμείνει προσαρτημένο στο μέσο μίας από τις πλευρές του.

Στο **Παράρτημα Β, "Μαθηματική γλώσσα"** θα βρείτε πλήρη

κατάλογο των εκφράσεων της μαθηματικής γλώσσας.

Έλεγχος της επισύναψης συνδέσμου

Αυτόματη επισύναψη συνδέσμου

Οι σύνδεσμοι αυτόματα συνδέονται με σώματα που βρίσκονται κάτω από αυτά. Για ένα γραμμικό σύνδεσμο, το κάθε τελικό του σημείο συνδέεται με το σώμα που βρίσκεται κάτω από αυτό. Για έναν περιστροφικό σύνδεσμο, τα δύο τελικά σημεία συνδέονται με τα δύο σώματα που βρίσκονται ακριβώς κάτω από το σύνδεσμο. Μπορείτε να ελέγξετε ποια σώματα βρίσκονται πιο πάνω (δηλαδή πιο μπροστά) χρησιμοποιώντας τα **Μεταφορά μπροστά** και **Μεταφορά πίσω** από τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο.

Διαγραφή αυτόματης επισύναψης

Είναι πιθανό να θελήσετε να διαγράψετε την αυτόματη επισύναψη, όταν θέλετε να επικολλήσετε ένα σύνδεσμο στο σώμα, χωρίς το τελικό σημείο του συνδέσμου να βρίσκεται εντός του περιγράμματος του σώματος.

Για να παρακάμψετε την αυτόματη σύνδεση των τελικών σημείων του συνδέσμου σε ένα σώμα:

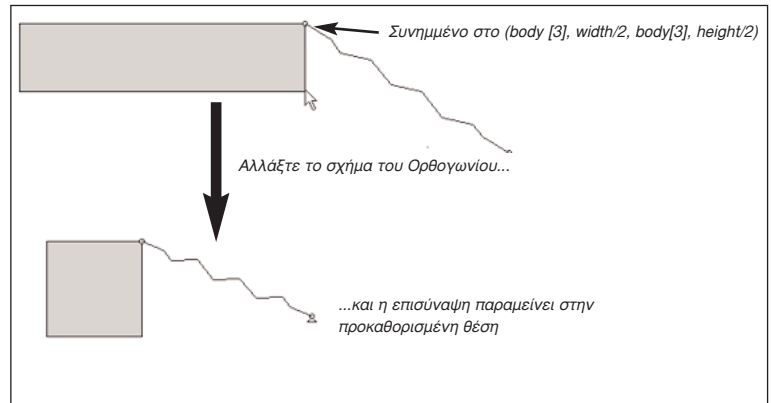
1. **Σύρετε το σύνδεσμο σε μια θέση, όπου τα τελικά του σημεία θα συνδέονται με τα σώματα που θέλετε.**
2. **Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Command (MacOS) ή Control (Windows), ενώ θα σύρετε είτε τον ίδιο το σύνδεσμο, είτε ένα από τα τελικά του σημεία.**

Ο σύνδεσμος διατηρεί τις τρέχουσες συνδέσεις του, ενώ εσείς σύρετε. Εμφανίζεται μια διακεκομμένη γραμμή που υποδηλώνει ποιο σώμα συνδέεται στο σύνδεσμο, σε περίπτωση που το τελικό σημείο του συνδέσμου δεν βρίσκεται πάνω από το σώμα.

Εναλλακτικά, μπορείτε να τροποποιήσετε τη θέση των τελικών σημείων από το παράθυρο Ιδιότητες ή τη Γραμμή συντεταγμένων. Οι συντεταγμένες σημείου εκφράζονται ως μετατόπιση από το σύστημα αναφοράς του σώματος που έχει επισυναφθεί. Για το λόγο αυτό, ενόσω ένα σημείο επισυνάπτεται σε ένα σώμα και τοποθετείται εντός του περιγράμματός του, απλά καθορίστε τη συντεταγμένη σημείου, ώστε να βρίσκεται εκτός των ορίων του

Σχήμα 4-15

Πώς οι γεωμετρικοί τύποι διατηρούν την επισύναψη συνδέσμου



σώματος.

Θα μπορούσατε επίσης να επισυνάψετε πολλά σημεία σε ένα αυθαίρετο σώμα, είτε αυτά βρίσκονται στο σώμα είτε όχι. Για να επισυνάψετε ένα σημείο σε κάποιο σώμα:

1. Επιλέξτε τα σημεία και το σώμα (χρησιμοποιήστε την επιλογή με το πλήκτρο shift ή με το πλαίσιο επιλογής).

2. Επιλέξτε Επισύναψη στο σώμα από τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο.

Τα σημεία επισυνάπτονται στο σώμα, χωρίς να αλλάξει η θέση τους.

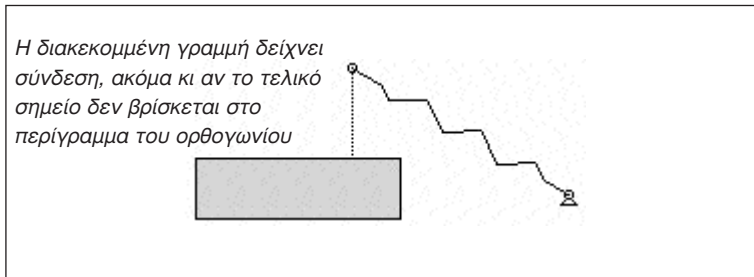
Χωρισμός και αφαίρεση συνδέσμων

Ενώ γίνεται η επεξεργασία ενός μοντέλου μπορείτε προσωρινά να απενεργοποιήσετε τους περιστροφικούς συνδέσμους, ώστε να μετακινείτε ελεύθερα τα σώματα. Μπορείτε να διαχωρίσετε δύο σώματα που συνδέονται με έναν περιστροφικό σύνδεσμο και να διαγράψετε ένα από τα σώματα. Το σημείο που επισυνάπτεται στο διεγραμμένο σώμα παραμένει και μπορείτε να το επισυνάψετε σε ένα άλλο σώμα.

Αν διαχωρίσετε έναν περιστροφικό σύνδεσμο και διαγράψετε ένα από τα τελικά του σημεία, θα διαγραφεί και το άλλο τελικό του σημείο.

Σχήμα 4-16

Σύνδεσμος με μη ενεργή σύνδεση



Εντολή Επισύναψη σε σώμα

Η ικανότητα σύνδεσης και χωρισμού συνδέσμων ανήκει στα χαρακτηριστικά του Έξυπνου Επεξεργαστή. Περισσότερες πληροφορίες για τον Έξυπνο Επεξεργαστή θα βρείτε στο Κεφάλαιο 5.

Αφαίρεση συνδέσμων

Μπορείτε να αφαιρέσετε ένα σύνδεσμο, επιλέγοντάς τον και πατώντας το πλήκτρο διαγραφής (Delete) ή επιλέγοντας **Διαγραφή** (Windows), **Απαλοιφή** (MacOS) ή **Αποκοπή** από τον κατάλογο επιλογών **Επεξεργασία**.

Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση συνδέσμων

Όλοι οι σύνδεσμοι μπορούν να ενεργοποιηθούν και να απενεργοποιηθούν κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης. Στο κάτω μέρος του παραθύρου Ιδιότητες οποιουδήποτε αντικειμένου συνδέσμου υπάρχει ένα πεδίο με τον τίτλο Ενεργό όταν. Το πεδίο αυτό εξ ορισμού είναι ρυθμισμένο στο Πάντα, υποδηλώνοντας ότι ο σύνδεσμος είναι πάντα ενεργός σε όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης.

Υπάρχουν δύο τρόποι να ελέγξετε πότε ένας σύνδεσμος θα είναι ενεργός.

1. Εισάγετε έναν τύπο απευθείας στο πεδίο Ενεργό όταν στο παράθυρο Ιδιότητες του συνδέσμου.

Ο σύνδεσμος είναι ενεργός, όποτε η τιμή ή ο τύπος στο πεδίο Ενεργό όταν είναι μεγαλύτερα από το μηδέν. Για μια πλήρη περιγραφή της

μαθηματικής γλώσσας του *Interactive Physics*, συμβουλευτείτε το **Κεφάλαιο 10, "Χρήση τύπων"**.

Εναλλακτικά,

Χωρισμός περιστροφικών συνδέσμων

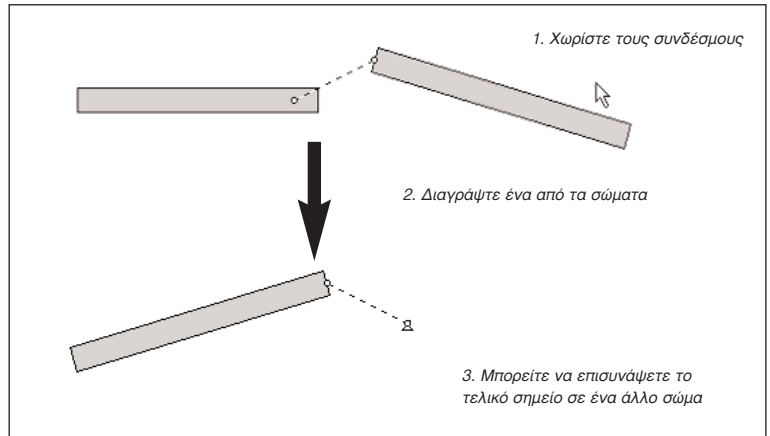
1. Επιλέξτε ένα σύνδεσμο και στη συνέχεια επιλέξτε **Νέο εργαλείο ελέγχου** από τον κατάλογο επιλογών **Ορισμός**.
2. Επιλέξτε **Ενεργοποίηση/Απενεργοποίηση** από τον υποκατάλογο επιλογών που εμφανίζεται δίπλα στο **Νέο εργαλείο ελέγχου**.

Ένα νέο εργαλείο ελέγχου θα δημιουργηθεί που θα σας επιτρέψει να ενεργοποιήσετε και να απενεργοποιήσετε το σύνδεσμο. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα εργαλεία ελέγχου θα βρείτε στο **"7.2. Εργαλεία ελέγχου"**.

Ορισμοί πολικότητας

Σχήμα 4-17

Χωρισμός ενός συνδέσμου και διαγραφή ενός τελικού σημείου



Το **μήκος του συνδέσμου** είναι ο διαχωρισμός των δύο τελικών σημείων ενός συνδέσμου, που μετράται κατά μήκος της γραμμής που συνδέει τα δύο τελικά σημεία. Το μήκος του συνδέσμου είναι μια τιμή πάντοτε θετική.

Ταχύτητα συνδέσμου

Η ταχύτητα του συνδέσμου είναι θετική, όταν το μήκος ενός συνδέσμου αυξάνεται. Η ταχύτητα του συνδέσμου είναι αρνητική, όταν το μήκος ενός συνδέσμου μειώνεται.

Για παράδειγμα, το σχήμα 4-19 δείχνει ένα ελατήριο που τεντώνεται από ένα κυκλικό σώμα σε κίνηση. Στην περίπτωση αυτή, η ταχύτητα του συνδέσμου γίνεται θετική.

Δυνάμεις συνδέσμου

Οι δυνάμεις συνδέσμου ορίζονται ως θετικές, όταν τείνουν να αυξάνουν το μήκος ενός συνδέσμου (ώθηση προς τα έξω).

Ίσως θεωρήσετε ότι η δύναμη του συνδέσμου πάντοτε μετράει τη συμπίεση. Για παράδειγμα, εφόσον το ελατήριο που εμφανίζεται στο σχήμα 4-19 είναι υπό πίεση (που μπορεί να θεωρηθεί ως αρνητική συμπίεση), το Interactive Physics μετράει τη δύναμη του συνδέσμου ως αρνητική.

Στροφή συνδέσμου

Στροφή συνδέσμου είναι η διαφορά στη στροφή μεταξύ δύο σωμάτων συνδεδεμένων στα τελικά σημεία του συνδέσμου. Η

Σχήμα 4-18

Πεδίο Ενεργό όταν



στροφή συνδέσμου μετράται πάντοτε αριστερόστροφα ως προς το αντικείμενο, στο οποίο έχει επισυναφθεί το σημείο βάσης.

Το σημείο βάσης των γραμμικών συνδέσμων είναι το πρώτο σημείο που δημιουργήθηκε κατά το σχεδιασμό του συνδέσμου.

Το σημείο βάσης ενός περιστροφικού συνδέσμου είναι το

κατώτατο σημείο του συνδέσμου, κατά το σχεδιασμό του συνδέσμου. Μπορείτε να επιβεβαιώσετε τη θέση του σημείου βάσης των περιστροφικών συνδέσμων στη Γραμμή συντεταγμένων.

Όταν διαχωριστεί ένας σύνδεσμος, το σημείο βάσης θα συμπεριλάβει το εικονίδιο του συνδέσμου (π.χ. ένα ελατήριο και ένα καμπύλο βέλος για το περιστροφικό ελατήριο, όπως φαίνεται στο σχήμα 4-20).

Ροπές συνδέσμου

Μια ροπή συνδέσμου ορίζεται ως θετική, όταν τείνει να αυξάνει τη στροφή ενός συνδέσμου (ώθηση αριστερόστροφα επάνω στο σώμα που δεν είναι συνδεδεμένο στο σημείο βάσης). Βλέπε σχήμα 4-20.



4.4. Σχοινιά

Το σχοινί, όπως υποδηλώνει και το όνομά του, ασκεί δυνάμεις στα τελικά του σημεία, ώστε η απόσταση μεταξύ αυτών να μην υπερβαίνει το προκαθορισμένο μήκος ή το μήκος του σχοινιού. Ένα σχοινί δεν ασκεί καμία δύναμη, όταν η απόσταση μεταξύ των δύο τελικών σημείων είναι μικρότερη του μήκους του σχοινιού.

Δημιουργία σχοινιού

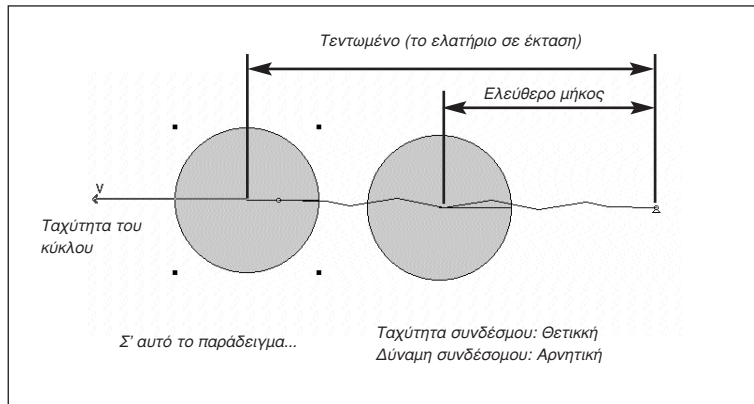
Για να δημιουργήσετε ένα σχοινί:

- 1. Επιλέξτε το εργαλείο Σχοινί από τη Γραμμή εργαλείων.**
- 2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού, στο σημείο όπου θα θέλατε να ορίσετε το πρώτο τελικό σημείο.**

Ο δείκτης από βέλος γίνεται σταυρός, δείχνοντάς σας ότι μπορείτε να αρχίσετε να σχεδιάζετε.
- 3. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το πρώτο τελικό σημείο.**

Σχήμα 4-19

Η ταχύτητα και η δύναμη του συνδέσμου στη θετική κατεύθυνση



4. Σύρετε το ποντίκι στη θέση που θέλετε να βρίσκεται το δεύτερο τελικό σημείο. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το δεύτερο τελικό σημείο.

Τα τελικά σημεία θα επισυναφθούν αυτόματα στο πιο πάνω σώμα που βρίσκεται ακριβώς κάτω από αυτά. Αν δεν υπάρχει κανένα σώμα κάτω από ένα τελικό σημείο, αυτό θα επισυναφθεί στο φόντο.

Η απόσταση μεταξύ δύο τελικών σημείων ενός σχοινιού μπορεί να αλλάξει, χωρίς να αλλάξει το μήκος του σχοινιού. Διαβάστε σχετικά στο "Χαλαρό σχοινί" στη σελίδα 4-25.7

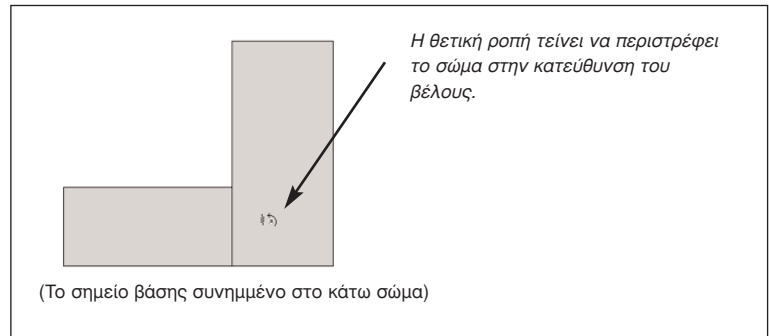
Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις συντεταγμένες για τα δύο τελικά σημεία του σχοινιού και το μήκος του, όπως φαίνεται στο σχήμα 4-21. Οι δύο τιμές των συντεταγμένων δίνονται σε σχέση με το σώμα, στο οποίο κάθε σημείο επισυνάπτεται.

Ιδιότητες σχοινιού

Για να δείτε και να τροποποιήσετε τις ιδιότητες του σχοινιού, επιλέξτε το σχοινί και επιλέξτε **Ιδιότητες** από τον κατάλογο επιλογών **Παράθυρο**. Το σχήμα 4-22 δείχνει το παράθυρο Ιδιότητες για ένα σχοινί.

Σχήμα 4-20

Ροπή συνδέσμου θετικής
κατεύθυνσης



Οι σύνδεσμοι σχοινιού έχουν δύο παραμέτρους που μπορούν να οριστούν: μήκος και ελαστικότητα.

Μήκος

Τα δύο τελικά σημεία ενός σχοινιού δεν μπορεί να απέχουν απόσταση μεγαλύτερη του μήκους του σχοινιού. Το μήκος ενός σχοινιού δεν αλλάζει, όταν το σχοινί χαλαρώνει.

Τρέχον μήκος

Το τρέχον μήκος του σχοινιού είναι η πιο κοντινή απόσταση ανάμεσα στα δύο τελικά σημεία του σχοινιού. Αυτό σημαίνει ότι ακόμα και όταν το σχοινί είναι καλά τεντωμένο, τα μεγέθη του μήκους και του τρέχοντος μήκους είναι ίσα.

Όταν δημιουργείτε αρχικά ένα σχοινί, αυτό δεν είναι πουθενά χαλαρό, είναι καλά τεντωμένο ανάμεσα στα δύο τελικά του σημεία. Αν μετακινήσετε έστω το ένα τελικό σημείο, το σχοινί θα παραμείνει τεντωμένο και το μήκος του θα ενημερωθεί αυτόματα.

Μπορείτε επίσης να καθορίσετε το μήκος με αριθμητικό τρόπο στο παράθυρο Ιδιότητες ή στη Γραμμή συντεταγμένων για το σχοινί.

Αν καθορίσετε το μήκος ως μία αριθμητική σταθερά, το σχοινί θα πάρει αμέσως το προκαθορισμένο μήκος. Αν το καθορισμένο μήκος είναι μεγαλύτερο του τρέχοντος, το σχοινί θα χαλαρώσει. Αντίθετα, αν το καθορισμένο μήκος είναι μικρότερο του τρέχοντος, το σχοινί θα μικρύνει αυτόματα και ο Έξυπνος Επεξεργαστής (βλέπε **Κεφάλαιο 5, "Έξυπνος Επεξεργαστής"**) αυτομάτως θα τροποποιήσει το υπόλοιπο του μοντέλου, ώστε να συμβαδίζει με την προδιαγραφή.

Αν χρησιμοποιήσετε μια έκφραση τύπου για να καθορίσετε το μήκος, ο τύπος θα αξιολογηθεί άμεσα ως $t=0$ και το μήκος του σχοινιού θα τροποποιηθεί αναλόγως. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής και πάλι θα τροποποιήσει αυτόματα το υπόλοιπο του μοντέλου για να ικανοποιήσει την προδιαγραφή.

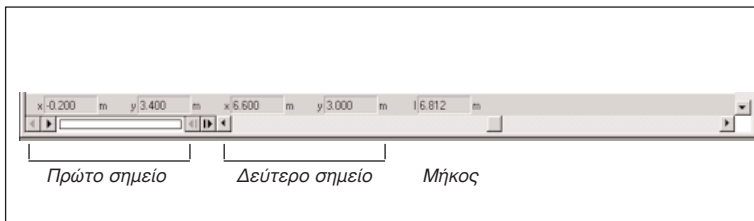
Οι σύνδεσμοι σχοινιού προκαλούν ένταση και απορροφούν ενέργεια, καθώς μεταβαίνουν από μια χαλαρή διαμόρφωση στο πλήρες μήκος τους. Ο συντελεστής ελαστικότητας για το σχοινί καθορίζει πόση ενέργεια θα διατηρηθεί κατά τη διάρκεια αυτής της μετάβασης.

Ελαστικότητα

Ο συντελεστής ελαστικότητας καθορίζει τη διαφορά μεταξύ των σχετικών ταχυτήτων των συνημμένων σωμάτων πριν και αφού ένα σχοινί φτάσει το πλήρες μήκος του. Συντελεστής 1,0 σημαίνει απόλυτα ελαστικό σχοινί, δηλαδή συνημμένα σώματα που μετακινούνται ξεχωριστά θα επιστρέψουν με την ίδια κινητική

Σχήμα 4-21

Γραμμή συντεταγμένων για ένα σχοινί



ενέργεια, λόγω της έντασης του σχοινιού. Από την άλλη μεριά, ένα σχοινί με συντελεστή 0 είναι απόλυτα ανελαστικό. Η κινητική ενέργεια των συνημμένων σωμάτων θα απορροφηθεί απόλυτα από το σχοινί, καθώς αυτό θα τεντώνεται.

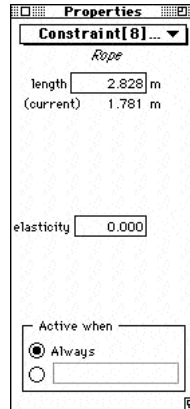
Μπορείτε κατ' αρχάς να δημιουργήσετε ένα τεντωμένο σχοινί και στη συνέχεια να καθορίσετε το μήκος, ώστε να είναι μεγαλύτερο από το τρέχον μήκος. Το σχοινί θα είναι χαλαρό, ενώ τα τελικά σημεία του σχοινιού θα παραμείνουν αμετακίνητα.

Για να μεταβάλλετε την απόσταση ανάμεσα στα δύο τελικά σημεία χωρίς να μεταβληθεί το μήκος του σχοινιού:

1. Μετακινήστε τα τελικά σημεία του σχοινιού μέχρι να

Σχήμα 4-22

Παράθυρο Ιδιότητες για ένα σχοινί



φτάσει στο επιθυμητό μήκος.

Το μήκος του σχοινιού καθορίζεται αυτόματα ως η απόσταση μεταξύ των δύο τελικών σημείων.

2. Μετακινήστε οποιοδήποτε τελικό σημείο του σχοινιού, ενώ θα κρατάτε πατημένο το πλήκτρο Option (MacOS) ή το Control (Windows).

Το σχοινί τεντώνεται ή χαλαρώνει ανάλογα με τον τρόπο που μετακινείτε το τελικό σημείο.

Προσομοίωση "σπασίματος σχοινιού"

Μπορείτε να προσομοιάσετε ένα σχοινί που "σπάει" κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Στο Interactive Physics, το μόνο που χρειάζοσαστε είναι να "απενεργοποιήσετε" το σχοινί. Το απενεργό σχοινί εμφανίζεται με μια διακεκομμένη γραμμή και δεν ασκεί καμία πίεση.

Είναι απαραίτητο να καθορίσετε πότε υποτίθεται ότι σπάει το σχοινί. Για παράδειγμα, ίσως θελήσετε να "απενεργοποιήσετε" το σχοινί σε χρόνο $> 1,0$.

Για να σπάσει ένα σχοινί:

1. Επιλέξτε το σχοινί.

2. Επιλέξτε Ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες.

3. Στο πεδίο "Ενεργό όταν" πληκτρολογήστε τη συνθήκη που θέλετε, κατά τη διάρκεια της οποίας ορίζεται να είναι ενεργό το σχοινί. Το σχοινί θα "σπάσει" όταν δεν θα πληρούται η συνθήκη.

Για παράδειγμα, μπορείτε να πληκτρολογήσετε $time < 1,0$, δείχνοντας ότι το σχοινί είναι ενεργό μόνο όσο ο χρόνος είναι μικρότερος του 1,0 (στο τρέχον σύστημα μονάδων).

Μπορείτε επίσης να ορίσετε μια συνθήκη όπως το $|body[5].a| < 50$, που σημαίνει ότι το σχοινί θα σπάσει όταν το $body[5]$ αποκτήσει επιτάχυνση μεγαλύτερη του 50.

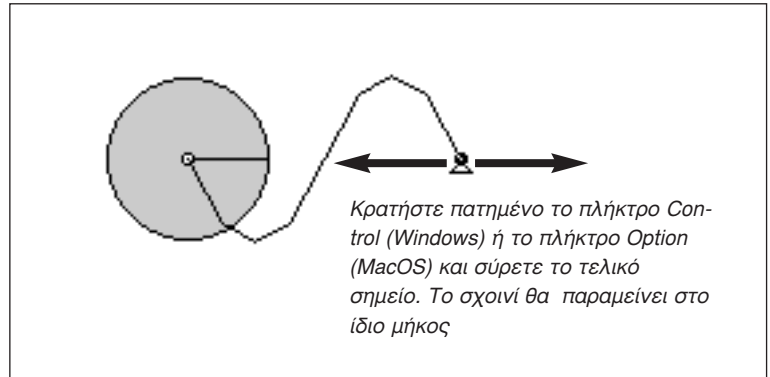
Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στην "Ενεργοποίηση και Απενεργοποίηση συνδέσμων" στη σελίδα 4-20.

4.5. Ελατήρια

Ένα ελατήριο ασκεί μια δύναμη που εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ των δύο τελικών σημείων του. Το ελατήριο δεν ασκεί καμία δύναμη, όταν η απόσταση αυτή είναι ίση με το *ελεύθερο*

Σχήμα 4-23

Αλλαγή μεγέθους ενός σχοινιού με ταυτόχρονη διατήρηση του μήκους του



μήκος του ελατηρίου.

Δημιουργία ελατηρίου

Για να δημιουργήσετε ένα ελατήριο:

1. Επιλέξτε το εργαλείο **Ελατήριο** από τη **Γραμμή εργαλείων**.
2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού όπου θα θέλατε να ορίσετε το πρώτο τελικό σημείο.
3. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το πρώτο τελικό σημείο.
4. Σύρετε το ποντίκι στη θέση που θα θέλατε να βρίσκεται το δεύτερο τελικό σημείο. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το δεύτερο τελικό σημείο.

Τα τελικά σημεία θα επισυναφθούν αυτόματα στο σώμα που θα βρίσκεται αμέσως κάτω από αυτά. Αν δεν υφίσταται κανένα σώμα κάτω από ένα τελικό σημείο, αυτό επισυνάπτεται στο φόντο.



Η Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζει τις συντεταγμένες για τα δύο τελικά σημεία του ελατηρίου και το ελεύθερο μήκος του, όπως φαίνεται στο σχήμα 4-24. Οι δύο τιμές συντεταγμένων δίνονται αναφορικά με το σώμα στο οποίο είναι συννημμένο κάθε σημείο.

Ιδιότητες ελατηρίου

Για να δείτε και να τροποποιήσετε τις ιδιότητες ενός ελατηρίου, επιλέξτε το ελατήριο και από τον κατάλογο επιλογών **Παράθυρο** επιλέξτε **Ιδιότητες**.

Μπορείτε να αλλάξετε τη σταθερά ελατηρίου και το ελεύθερο μήκος των ελατηρίων. Μπορείτε επίσης να κάνετε τα ελατήρια να ασκήσουν δυνάμεις αντιστρόφως ανάλογες προς το τετράγωνο του μήκους τους.

Σταθερά ελατηρίου

Η σταθερά ελατηρίου καθορίζει πόσο σκληρό είναι το ελατήριο. Τα ελατήρια με μεγάλη σταθερά ελατηρίου είναι λιγότερο εύκαμπτα σε σχέση με τα ελατήρια με μικρή σταθερά ελατηρίου, όταν το φορτίο είναι το ίδιο. Τα γραμμικά ελατήρια ασκούν δύναμη ίση με την απόσταση που αυτά εκτείνονται από το ελεύθερο μήκος τους επί τη σταθερά ελατηρίου.

Η σταθερά ελατηρίου μπορεί να μεταβληθεί από το παράθυρο Ιδιότητες. Απλώς κάντε διπλό κλικ πάνω στο ελατήριο ή από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε τις Ιδιότητες.

Ελεύθερο μήκος είναι το μήκος ενός ελατηρίου όταν δεν είναι ούτε τεντωμένο ούτε συμπιεσμένο.

Όταν σχεδιάζετε ή σύρετε ένα ελατήριο, το ελεύθερο μήκος αυτόματα εξισώνεται με το τρέχον μήκος, δηλαδή το μήκος όταν το ελατήριο δεν είναι ούτε τεντωμένο ούτε συμπιεσμένο. Μπορείτε να δημιουργήσετε ελατήρια με ελεύθερα μήκη διαφορετικά από το τρέχον (αυτόματη τιμή) με δύο τρόπους.

Για να ρυθμίσετε με αριθμητικό τρόπο το ελεύθερο μήκος του

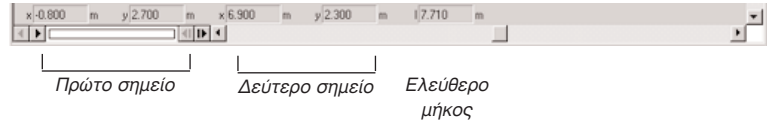


Σχήμα 4-24

Γραμμή συντεταγμένων
για ελατήριο.

ελατηρίου:

1. Κάντε διπλό κλικ σε ένα ελατήριο.



Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες.

2. Εισάγετε την τιμή που θέλετε για το ελεύθερο μήκος.

3. Κάντε κλικ στο OK.

Μπορείτε να ρυθμίσετε γραφικά το ελεύθερο μήκος του ελατηρίου, χρησιμοποιώντας το ποντίκι:

1. Σχεδιάστε ή αλλάξτε το μέγεθος του ελατηρίου μέχρι να φτάσει στο μήκος που θέλετε.

Το ελεύθερο μήκος του ελατηρίου αυτόματα ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ των δύο τελικών του σημείων.

2. Αλλάξτε το μέγεθος του ελατηρίου, ενώ κρατάτε πατημένο το πλήκτρο Option (MacOS) ή το Control (Windows).

Το ελεύθερο μήκος του ελατηρίου παραμένει αμετάβλητο, ενώ αλλάζετε το μέγεθος του ελατηρίου.

Μπορείτε να δημιουργήσετε ελατήρια αντιστρόφως ανάλογα του τετραγώνου μαζί με ελατήρια που παράγουν δυνάμεις ανάλογες του τετραγώνου, του κύβου ή αντίστροφες της επέκτασής τους. Ένα γραμμικό ελατήριο ασκεί δύναμη ίση με τη σταθερά του

Ελεύθερο μήκος

ελατηρίου του πολλαπλασιασμένη με την επέκτασή του σε σχέση με το ελεύθερο μήκος. Αυτή η επιλογή είναι διαθέσιμη στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών Τύπος ελατηρίου ως "Κχ".

Τύπος ελατηρίου

Για να αλλάξετε τον τύπο του ελατηρίου:

1. Επιλέξτε το ελατήριο και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

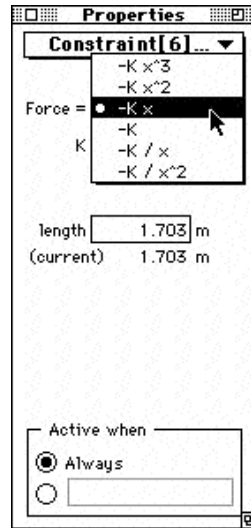
Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες.

2. Κάντε κλικ στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών δίπλα στο "Δύναμη" και σύρετε για να επιλέξετε τον τύπο ελατηρίου που θέλετε.

Το ελατήριο θα ασκήσει δυνάμεις όπως έχει καθοριστεί από τη σχέση Δύναμης-απόστασης (χ) που έχετε επιλέξει.

Σχήμα 4-25

Επιλογή τύπου ελατηρίου



Κατάλογος επιλογών Τύπου ελατηρίου



4.6. Αποσβεστήρες

Ένας αποσβεστήρας ασκεί δύναμη που εξαρτάται από τη διαφορά στην ταχύτητα μεταξύ των δύο τελικών του σημείων. Δεν ασκεί καμία, όμως, δύναμη, όταν τα τελικά σημεία έχουν την ίδια ταχύτητα (π.χ. είναι ίσα σε μέγεθος και διεύθυνση).

Για παράδειγμα, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έναν αποσβεστήρα για να προσομοιώσετε το αμορτισέρ (απορροφητήρα κρούσεων) της ανάρτησης ενός αυτοκινήτου.

Δημιουργία ενός αποσβεστήρα

Για να δημιουργήσετε έναν αποσβεστήρα:

1. Επιλέξτε το εργαλείο Αποσβεστήρας από τη Γραμμή εργαλείων.
2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού, στο σημείο όπου θα θέλατε να ορίσετε το πρώτο τελικό σημείο.
3. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το πρώτο τελικό σημείο.
4. Σύρετε το ποντίκι στη θέση που θέλετε να βρίσκεται το δεύτερο τελικό σημείο. Απελευθερώστε το πλήκτρο του

ποντικιού για να δημιουργήσετε το δεύτερο τελικό σημείο.

Τα τελικά σημεία θα επισυναφθούν αυτόματα στο πιο πάνω σώμα που βρίσκεται ακριβώς κάτω από αυτά. Αν δεν υπάρχει κανένα σώμα κάτω από ένα τελικό σημείο, αυτό θα επισυναφθεί στο φόντο.

Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις συντεταγμένες για τα δύο τελικά σημεία του αποσβεστήρα, όπως φαίνονται στο σχήμα 4-26. Οι τιμές των συντεταγμένων δίνονται αναφορικά με το σώμα στο οποίο επισυνάπτεται κάθε σημείο.

Ιδιότητες αποσβεστήρα

Για να δείτε και να τροποποιήσετε τις ιδιότητες του αποσβεστήρα, επιλέξτε τον αποσβεστήρα και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

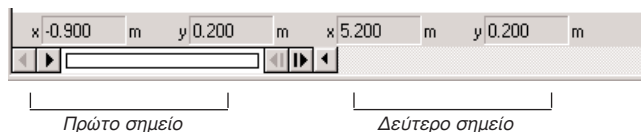
Σταθερά αποσβεστήρα

Ένας αποσβεστήρας με υψηλή σταθερά αποσβεστήρα αντιστέκεται στην κίνηση περισσότερο από ότι ένας αποσβεστήρας με χαμηλή σταθερά αποσβεστήρα.

Μπορείτε να δημιουργήσετε αποσβεστήρες που ασκούν δυνάμεις

Σχήμα 4-26

Γραμμή συντεταγμένων για έναν αποσβεστήρα



ανάλογες προς την ταχύτητα, την ταχύτητα στο τετράγωνο ή στον κύβο ανάμεσα στα δύο τελικά σημεία. Ένας γραμμικός αποσβεστήρας ασκεί δύναμη ανάλογη της διαφοράς στην



ταχύτητα μεταξύ των τελικών του σημείων. Αυτή η επιλογή είναι διαθέσιμη στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών Τύπος αποσβεστήρα ως " Kv ".

Για να αλλάξετε τον τύπο του αποσβεστήρα:

Τύπος αποσβεστήρα

1. Επιλέξτε τον αποσβεστήρα και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

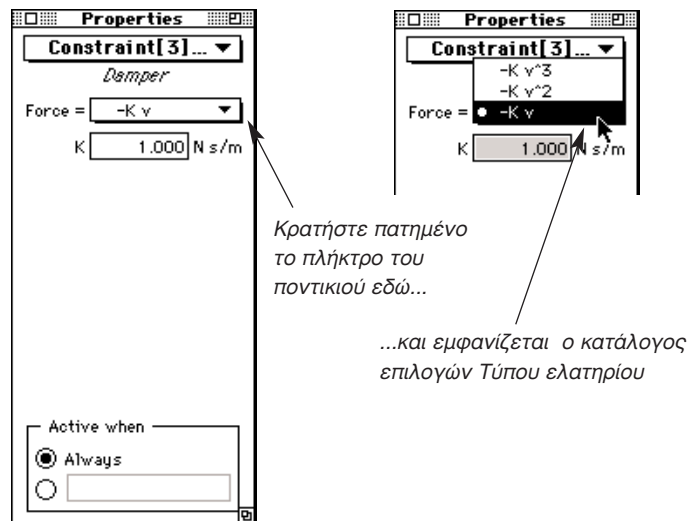
Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες.

2. Κάντε κλικ στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών δίπλα στο "Δύναμη" και σύρετε για να επιλέξετε τον τύπο του αποσβεστήρα που θέλετε.

Το ελατήριο θα ασκήσει δυνάμεις όπως έχει καθοριστεί από τη σχέση Δύναμης-ταχύτητας (v) που έχετε επιλέξει. Αν επιλέξετε " Kv^3 ", ο αποσβεστήρας θα ασκήσει μια δύναμη ίση προς την σταθερά αποσβεστήρα (K) φορές επί τη διαφορά στην ταχύτητα των τελικών του σημείων (v) στον κύβο.

Σχήμα 4-27

Επιλογή τύπου αποσβεστήρα



4.7. Ελατήρια με απόσβεση

Το ελατήριο με απόσβεση είναι απλά ένας συνδυασμός ελατηρίου και αποσβεστήρα (βλέπε "4.5. Ελατήρια" και "4.6. Αποσβεστήρες" για περισσότερες πληροφορίες). Η δύναμη που ασκείται από ένα ελατήριο με απόσβεση ισούται με το άθροισμα των δυνάμεων που ασκούν το ελατήριο και ο αποσβεστήρας.

Για παράδειγμα, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ένα ελατήριο με απόσβεση για να προσομοιάσετε ένα τμήμα της ανάρτησης του αυτοκινήτου, το "γόνατο McPherson" (συνδυασμό αποσβεστήρα κροδασμών (αμορτισέρ) με ένα σπειροειδές ελατήριο τυλιγμένο γύρω του).

Δημιουργία ενός ελατηρίου με απόσβεση

Για να δημιουργήσετε ένα ελατήριο με απόσβεση:

1. Επιλέξτε το εργαλείο Ελατήριο με απόσβεση από τη Γραμμή εργαλείων.

Στα συστήματα MacOS, το εργαλείο Ελατήριο με απόσβεση εξ ορισμού είναι "κρυμμένο" στην αναδιπλούμενη παλέτα Ελατήριο. Κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το εργαλείο Ελατήριο για να φέρετε στο προσκήνιο το Ελατήριο με απόσβεση και επιλέξτε το.

2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού, στο σημείο όπου θα θέλατε να ορίσετε το πρώτο τελικό σημείο.

3. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το πρώτο τελικό σημείο.

4. Σύρετε το ποντίκι στη θέση που θέλετε να βρίσκεται το δεύτερο τελικό σημείο. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το δεύτερο τελικό σημείο.

Τα τελικά σημεία θα επισυναφθούν αυτόματα στο σώμα που βρίσκεται ακριβώς κάτω από αυτά. Αν δεν υπάρχει κανένα σώμα

κάτω από ένα τελικό σημείο, αυτό θα επισυναφθεί στο φόντο.

Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις συντεταγμένες για τα δύο τελικά σημεία του ελατηρίου με απόσβεση, όπως φαίνονται στο σχήμα 4-28. Οι τιμές των συντεταγμένων δίνονται αναφορικά με το σώμα στο οποίο επισυνάπτεται κάθε σημείο.

Ιδιότητες ελατηρίου με απόσβεση

Τα δύο συστατικά μέρη του, το ελατήριο και ο αποσβεστήρας, έχουν από μία σταθερά που περιγράφει τη συμπεριφορά τους. Για να αλλάξετε τις ιδιότητες ενός ελατηρίου με απόσβεση:

1. Επιλέξτε το ελατήριο με απόσβεση και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες.

2. Επιλέξτε την ιδιότητα του ελατηρίου με απόσβεση που θέλετε να αλλάξετε.

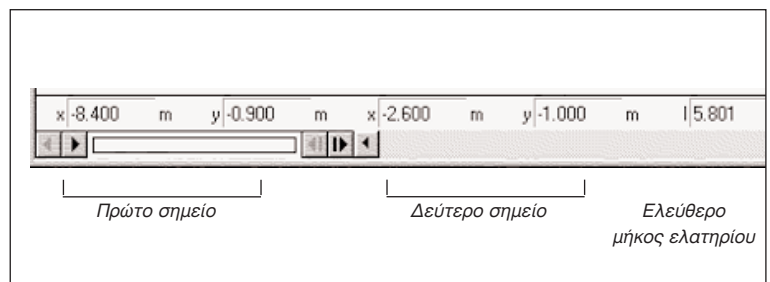
Μπορείτε να αλλάξετε τη σταθερά ελατηρίου, το ελεύθερο μήκος του ελατηρίου και τη σταθερά του αποσβεστήρα.

4.8. Περιστροφικά ελατήρια

Ένα περιστροφικό ελατήριο αποτελείται από δύο επικαλυπτόμενα σημεία και διαθέτει μια ενσωματωμένη άρθρωση πείρου. Αν το περιστροφικό ελατήριο δημιουργηθεί πάνω από ένα

Σχήμα 4-28

Γραμμή συντεταγμένων για ένα ελατήριο με απόσβεση



μόνο σώμα, το σώμα θα επισυναφθεί στο φόντο κάτω από αυτό.

Αν ένα περιστροφικό ελατήριο σχεδιαστεί πάνω στο φόντο, δεν θα κάνει τίποτα. Αν ένα περιστροφικό ελατήριο σχεδιαστεί πάνω από δύο σώματα, θα συνδέσει τα δύο σώματα με την ενσωματωμένη άρθρωση πείρου.

Σχήμα 4-29

Παράθυρο Ιδιότητες για ένα ελατήριο με απόσβεση

Properties

Constraint[?]

Damped Spring

Spring

K 50.000 N/m

length 2.200 m

(current) 2.200 m

Damper

K 1.000 N s/m

Active when

☒ Always

☐

Τα περιστροφικά ελατήρια ασκούν μια ροπή που εξαρτάται από τη διαφορά της στροφής των δύο σωμάτων συνημμένη στα τελικά σημεία. Για παράδειγμα, ένα σπείρωμα μπορεί να προσομοιωθεί μέσω ενός περιστροφικού ελατηρίου.

Τα περιστροφικά ελατήρια δεν μπορούν να δημιουργηθούν από την ένωση δύο στοιχείων, μπορούν όμως να διαχωριστούν για να γίνει επεξεργασία των σημειακών στοιχείων που τα αποτελούν.

Δημιουργία περιστροφικού ελατηρίου

Για να δημιουργήσετε ένα περιστροφικό ελατήριο:

1. Επιλέξτε το εργαλείο Περιστροφικό ελατήριο από τη Γραμμή εργαλείων.

Στα συστήματα MacOS, το εργαλείο Περιστροφικό ελατήριο εξορισμού είναι "κρυμμένο" στην αναδιπλούμενη παλέτα Ελατήριο. Κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το εργαλείο Ελατήριο για να

φέρετε στο προσκήνιο το Περιστροφικό ελατήριο και επιλέξτε το.

2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού, στο σημείο όπου θα θέλατε να δημιουργήσετε το ελατήριο και κάντε κλικ μία φορά.

Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις συντεταγμένες για το σημείο βάσης (σημειακό στοιχείο στο κατώτερο στρώμα) και το σημείο κορυφής (σημειακό στοιχείο στο ανώτερο στρώμα), καθώς και τη στροφή (ελεύθερη) (σχήμα 4-30). Οι δύο τιμές συντεταγμένων δίνονται αναφορικά ως προς το σώμα, στο οποίο είναι συνημμένο κάθε σημείο.

Ιδιότητες περιστροφικού ελατηρίου

Για να αλλάξετε τις ιδιότητες ενός περιστροφικού ελατηρίου:

Τύπος περιστροφικού ελατηρίου

1. Επιλέξτε το περιστροφικό ελατήριο και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

Μπορείτε να δημιουργήσετε περιστροφικά ελατήρια που ασκούν ροπές ανάλογες των τετραγώνων, των κύβων ή των αντίστροφων τετραγώνων των περιστροφών τους, καθώς τερματίζουν τη λειτουργία τους.

Χρησιμοποιήστε τον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών δίπλα στη Ροπή στο παράθυρο Ιδιότητες για να αλλάξετε τον τύπο περιστροφικού ελατηρίου.

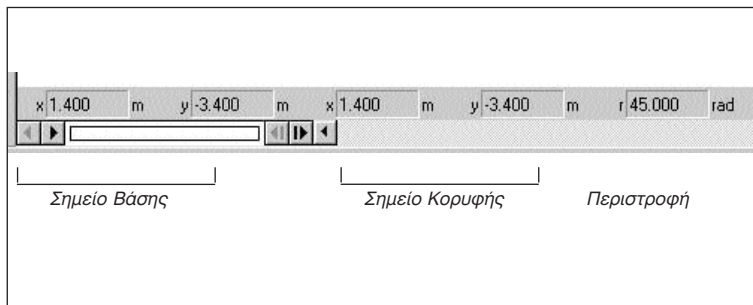
Ένα περιστροφικό ελατήριο με μεγαλύτερη σταθερά ελατηρίου ασκεί μεγαλύτερη ροπή για μια δεδομένη στροφή σε σχέση με άλλη με μικρότερη σταθερά.

Εισάγετε την τιμή για τη σταθερά περιστροφικού ελατηρίου δίπλα στο K στο παράθυρο Ιδιότητες.

Μπορείτε να δημιουργήσετε ένα περιστροφικό ελατήριο με απόσβεση, ο οποίος συνδυάζει ένα περιστροφικό ελατήριο και ένα γραμμικό περιστροφικό αποσβεστήρα (όπως περιγράφηκε στο **"4.9. Περιστροφικοί αποσβεστήρες"**). Ένα περιστροφικό

Σχήμα 4-30

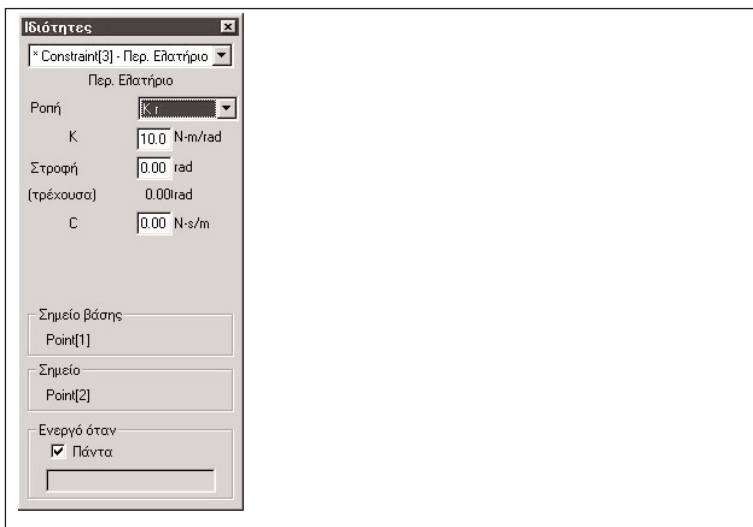
Γραμμή συντεταγμένων για
ένα περιστροφικό ελατήριο.



ελατήριο με απόσβεση ασκεί ροπή ίση με το άθροισμα των ροπών που ασκήθηκαν από το ελατήριο και τον αποσβεστήρα. Ο αποσβεστήρας ασκεί ροπή ίση με το γινόμενο της σταθεράς αποσβεστήρα και της σχετικής γωνιακής ταχύτητας μεταξύ των δύο σωμάτων που έχουν επισυναφθεί στα τελικά σημεία. Η εξορισμού τιμή για τη σταθερά αποσβεστήρα είναι μηδέν, δηλαδή δεν υφίσταται αποσβεστήρας.

Σχήμα 4-31

Παράθυρο Ιδιότητες με
επιλεγμένο το περιστροφικό
ελατήριο.



**Σταθερά περιστροφικού
αποσβεστήρα**

Εισάγετε την τιμή για τη σταθερά περιστροφικού αποσβεστήρα δίπλα στο K στο παράθυρο Ιδιότητες.

**Σταθερά περιστροφικού
ελατηρίου**

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Δεν μπορείτε να δημιουργήσετε μοντέλο απόσβεσης με ένα περιστροφικό ελατήριο ανάλογο προς δυνάμεις υψηλότερες της σχετικής γωνιακής ταχύτητας των

επισυναπτόμενων σωμάτων. Τα αποτελέσματα των προσπαθειών να γίνει αυτό με χρήση ξεχωριστών συνδέσμων περιστροφικού ελατηρίου και περιστροφικού αποσβεστήρα δεν είναι δυνατό να προβλεφθούν.

4.9. Περιστροφικοί αποσβεστήρες

Ένας περιστροφικός αποσβεστήρας αποτελείται από δύο επικαλυπτόμενα σημεία και διαθέτει ενσωματωμένη άρθρωση πείρου. Αν δημιουργηθεί ένας περιστροφικός αποσβεστήρας πάνω από ένα μεμονωμένο σώμα, το σώμα θα επισυναφθεί στο φόντο κάτω από αυτό. Αν ο περιστροφικός αποσβεστήρας σχεδιαστεί πάνω από το φόντο, δεν θα κάνει τίποτα. Αν ο περιστροφικός αποσβεστήρας σχεδιαστεί πάνω από τα δύο σώματα, θα συνδέσει τα δύο σώματα με την ενσωματωμένη άρθρωση πείρου.

Οι περιστροφικοί αποσβεστήρες δεν μπορούν να δημιουργηθούν με την ένωση δύο στοιχείων, αλλά μπορούν να διαχωριστούν, ώστε να γίνει η επεξεργασία των μεμονωμένων σημειακών στοιχείων.

Δημιουργία περιστροφικού αποσβεστήρα

Για να δημιουργήσετε ένα περιστροφικό αποσβεστήρα:

1. Επιλέξτε το εργαλείο Περιστροφικός αποσβεστήρας από τη Γραμμή εργαλείων.

Στα συστήματα MacOS, το εργαλείο Περιστροφικός αποσβεστήρας εξ ορισμού είναι "κρυμμένο" στην αναδιπλούμενη παλέτα Αποσβεστήρας. Κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το εργαλείο Αποσβεστήρας για να φέρετε στο προσκήνιο τον Περιστροφικό αποσβεστήρα και επιλέξτε τον.

2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού, στο σημείο όπου θα

Θέλατε να δημιουργήσετε τον αποσβεστήρα και κάντε κλικ μία φορά.

Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις συντεταγμένες για το σημείο βάσης (σημειακό στοιχείο στο κατώτερο στρώμα) και το σημείο κορυφής (σημειακό στοιχείο στο ανώτερο στρώμα), όπως φαίνεται στο σχήμα 4-32. Οι δύο τιμές συντεταγμένων δίνονται αναφορικά ως προς το σώμα, στο οποίο είναι συνημμένο κάθε σημείο.

Ιδιότητες περιστροφικού αποσβεστήρα

Για να αλλάξετε τις ιδιότητες του περιστροφικού αποσβεστήρα:

1. Επιλέξτε τον αποσβεστήρα και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

Ο περιστροφικός αποσβεστήρας ασκεί μια ροπή ανάλογη προς τη διαφορά της γωνιακής ταχύτητας μεταξύ των δύο σωμάτων που έχουν επισυναφθεί στα τελικά σημεία.

Μπορείτε να δημιουργήσετε έναν περιστροφικό αποσβεστήρα που θα ασκεί ροπή ανάλογη του τετραγώνου ή του κύβου της σχετικής γωνιακής ταχύτητας μεταξύ των δύο σωμάτων που έχουν επισυναφθεί.

Χρησιμοποιήστε τον κατάλογο επιλογών δίπλα στη Ροπή στο παράθυρο Ιδιότητες για να αλλάξετε τον τύπο περιστροφικού αποσβεστήρα.

Ένας περιστροφικός αποσβεστήρας με μεγαλύτερη σταθερά αποσβεστήρα ασκεί μεγαλύτερη ροπή σε σχέση με κάποια άλλη μικρότερη σταθερά. Το σύνολο της ασκούμενης ροπής από έναν περιστροφικό αποσβεστήρα είναι ίσο με τις σχετικές γωνιακές ταχύτητες των δύο σωμάτων που έχουν επισυναφθεί στα τελικά σημεία, πολλαπλασιασμένες με τη σταθερά.

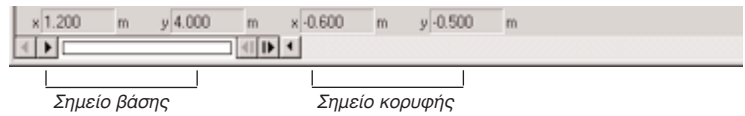
Εισάγετε την τιμή για τη σταθερά περιστροφικού αποσβεστήρα

Τύπος περιστροφικού αποσβεστήρα

Σταθερά περιστροφικού αποσβεστήρα

Σχήμα 4-32

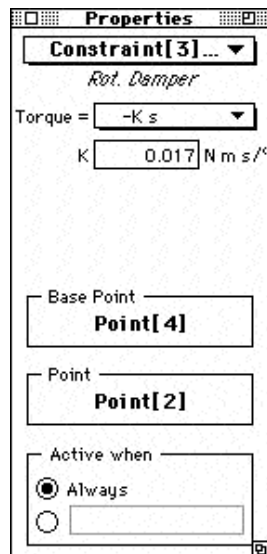
Γραμμή συντεταγμένων για
ένα περιστροφικό
αποσβεστήρα



δίπλα στο K στο παράθυρο Ιδιότητες.

Σχήμα 4-33

Παράθυρο Ιδιότητες με
επιλεγμένο τον περιστροφικό
αποσβεστήρα



4.10. Τροχαλίες

Οι τροχαλίες συμπεριφέρονται όπως και ένα απλό σχοινί που περνάει μέσα από πολλά προκαθορισμένα σημεία. Το συνολικό μήκος του σχοινιού είναι σταθερό, αλλά το μερικό μήκος μεταξύ κάθε ζεύγους συνδετικών σημείων μπορεί να διαφέρει.

Δημιουργία συστήματος τροχαλίας

Τα συστήματα τροχαλίας μπορούν να έχουν πολλά σημεία μαζί με τα δύο τελικά. Η δύναμη που ασκείται στο εσωτερικό κάθε ζεύγους σημείων είναι ίση. Κάθε σημείο σε ένα σύστημα τροχαλίας μπορεί να συνδεθεί είτε στο φόντο είτε σε ένα σώμα, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4-34.

Για να δημιουργήσουμε ένα σύστημα τροχαλίας:

- 1. Επιλέξτε το εργαλείο Τροχαλία από τη Γραμμή εργαλείων.**
- 2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού σε μια κενή περιοχή της οθόνης.**

Ο δείκτης από βέλος γίνεται σταυρός, δείχνοντας ότι μπορείτε να αρχίσετε να σχεδιάζετε.

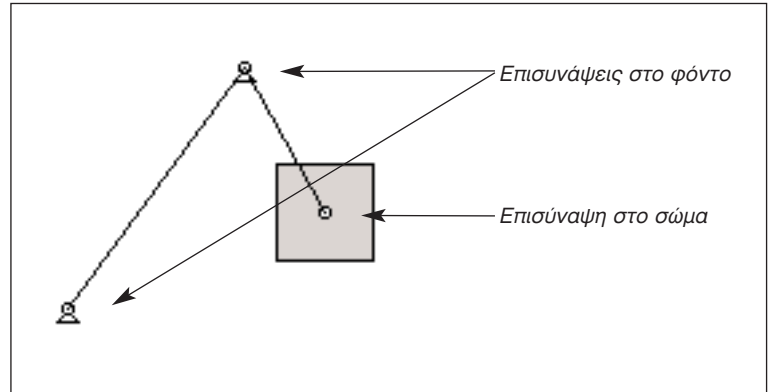
- 3. Κάντε μια φορά κλικ για να ορίσετε το σημείο εκκίνησης.**
- 4. Κάντε και πάλι κλικ για να δημιουργήσετε την πρώτη άρθρωση της τροχαλίας.**

Κάθε φορά που κάνετε κλικ, δημιουργείτε ένα νέο κομμάτι του σχοινιού με μια πολύ μικρή "τρύπα" που λειτουργεί ως άρθρωση.

- 5. Κάντε διπλό κλικ πάνω στο τελευταίο σημείο ή πατήστε οποιοδήποτε πλήκτρο για να ολοκληρώσετε την τροχαλία.**

Σχήμα 4-34

Οι τροχαλίες μπορούν να έχουν πολλά σημεία



Η Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζει τις συντεταγμένες για το πρώτο και το τελευταίο σημείο που δημιουργήθηκαν (σχήμα 4-35), καθώς και το συνολικό μήκος του σχοινιού στο σύστημα τροχαλίας. Οι τιμές των συντεταγμένων δίνονται αναφορικά ως προς το σώμα στο οποίο επισυνάπτεται κάθε σημείο.

Ιδιότητες συστήματος τροχαλίας

Για να αλλάξετε τις ιδιότητες ενός συστήματος τροχαλίας:

1. Επιλέξτε το σύστημα τροχαλίας και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

Αυτό είναι το πραγματικό μήκος της τροχαλίας.

Μήκος

Τρέχον μήκος

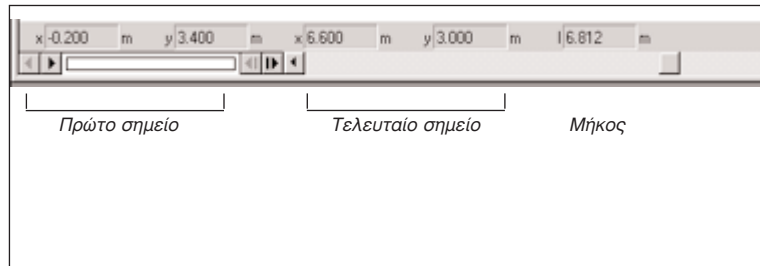
Αυτό είναι το μήκος μιας γραμμής που συνδέει κάθε σημείο στο σύστημα τροχαλίας. Αν η τροχαλία είναι χαλαρή, το τρέχον μήκος είναι μικρότερο από το μήκος της τροχαλίας.

Ελαστικότητα

Η ελαστικότητα ορίζει πώς θα συμπεριφερθούν τα αντικείμενα, αν το σύστημα τροχαλίας από τη χαλαρή του διαμόρφωση

Σχήμα 4-35

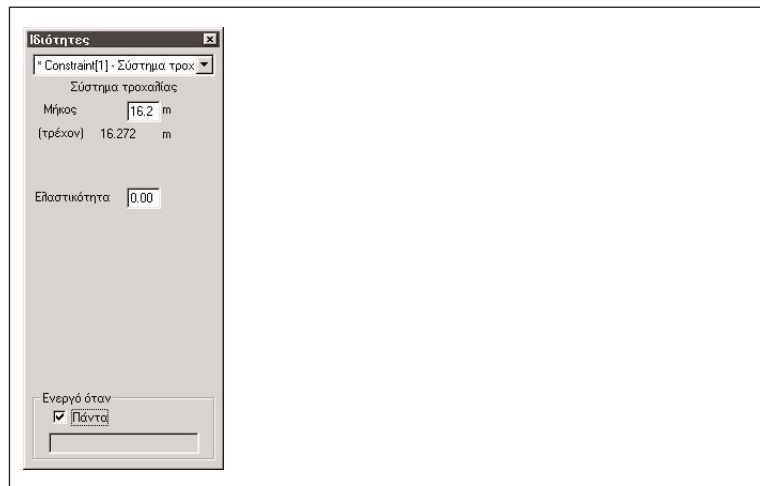
Γραμμή συντεταγμένων για
ένα σύστημα τροχαλίας



περάσει στην κατάσταση όπου θα είναι τεντωμένο. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την ελαστικότητα θα βρείτε στις "Ιδιότητες σχοινιού" στη σελίδα 4-24.

Σχήμα 4-36

Παράθυρο Ιδιότητες με
επιλεγμένο το σύστημα
τροχαλίας



4.11. Γρανάζια

Το εργαλείο Γρανάζι παρέχει ένα σύνδεσμο μεταξύ δύο σωμάτων, ώστε οι περιστροφές τους να εξαρτώνται η μία από την άλλη. Τα γρανάζια διαθέτουν επίσης μία ενσωματωμένη ράβδο που μπορεί να σας φανεί χρήσιμη όταν κάνετε προσομοιώσεις με δορυφόρους (η ράβδος είναι εξ ορισμού ενεργή, αλλά μπορείτε να την απενεργοποιήσετε, αν θέλετε). Στο τμήμα "Αρχή των προσομοιωμένων γραναζιών" στη σελίδα 4-44 θα βρείτε περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο που γίνεται η προσομοίωση των γραναζιών στο Interactive Physics.

Το σχήμα 4-37 δείχνει μια συνήθη χρήση των γραναζιών στο Interactive Physics, όπου δύο δίσκοι με διαφορετική ακτίνα είναι σε επαφή. Ο ένας δίσκος οδηγείται από έναν κινητήρα, ενώ ο άλλος έχει επισυναφθεί στο φόντο με μια άρθρωση πείρου. Σε αυτήν την περίπτωση, η σχέση μετάδοσης υπολογίζεται ως ο λόγος των δύο ακτίνων. (Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη σχέση μετάδοσης και άλλες ιδιότητες θα βρείτε στις "Ιδιότητες Γρανάζιών" στη σελίδα 4-46).

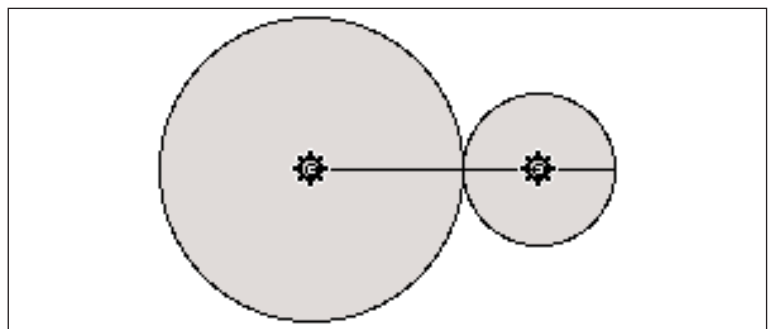
Δημιουργία γραναζιών

Για να δημιουργήσετε γρανάζια:

1. Δημιουργήστε τα δύο σώματα που θα περιορίζονται με

Σχήμα 4-37

Τα γρανάζια συσχετίζουν τη συμπεριφορά των δύο σωμάτων



γρανάζια.

2. Επιλέξτε το εργαλείο Γρανάζι από τη Γραμμή εργαλείων.

Στα συστήματα MacOS, το εργαλείο Γρανάζι εξ ορισμού είναι "κρυμμένο" στην αναδιπλούμενη παλέτα Τροχαλία. Κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το εργαλείο Τροχαλία για να φέρετε στο προσκήνιο το εργαλείο Γρανάζι και επιλέξτε το.

3. Κάντε κλικ και κρατείστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού πάνω στο πρώτο σώμα.

Αν ένα εικονίδιο γραναζιού επισυναφθεί αυτόματα σε ένα σώμα, ευθυγραμμίζεται με το κέντρο μάζας του σώματος.

4. Σύρετε το ποντίκι στο δεύτερο σώμα. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το δεύτερο γρανάζι.

Το δεύτερο εικονίδιο γραναζιού ευθυγραμμίζεται αυτόματα με το κέντρο μάζας του δεύτερου σώματος, αν επισυναφθεί στο σώμα.

Η εικόνα που παρουσιάζει η Γραμμή συντεταγμένων για τα γρανάζια δείχνει τη θέση των δύο τελικών σημείων. Από τη στιγμή που τα τελικά σημεία είναι πάντοτε ευθυγραμμισμένα με το κέντρο μάζας, η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει σχεδόν πάντα (0, 0) αρχικά. Η επεξεργασία αυτών των τιμών έχει ως αποτέλεσμα τη μετατόπιση των τελικών σημείων της ενσωματωμένης ράβδου για το γρανάζι.

Εξωτερικά γρανάζια

Όταν ορίζεται ένας σύνδεσμος γρανάζι, το Interactive Physics εξ ορισμού δημιουργεί ένα ζεύγος εξωτερικών γραναζιών (ή παρόλληλων οδοντοτροχών) που συμπεριφέρονται σαν να διέθεταν δόντια στην εξωτερική περιφέρεια του κύκλου και βρίσκονταν σε επαφή το ένα με το άλλο. Συνήθως, δύο μη-επικαλυπτόμενα σώματα που βρίσκονται κοντά το ένα με το άλλο μετατρέπονται σε εξωτερικά γρανάζια.

Εσωτερικό γρανάζι

Μπορείτε να ορίσετε ένα από τα σώματα που συνδέονται με το σύνδεσμο γρανάζι να λειτουργεί ως εσωτερικό γρανάζι - ένα γρανάζι που έχει δόντια κατά μήκος της εσωτερικής του

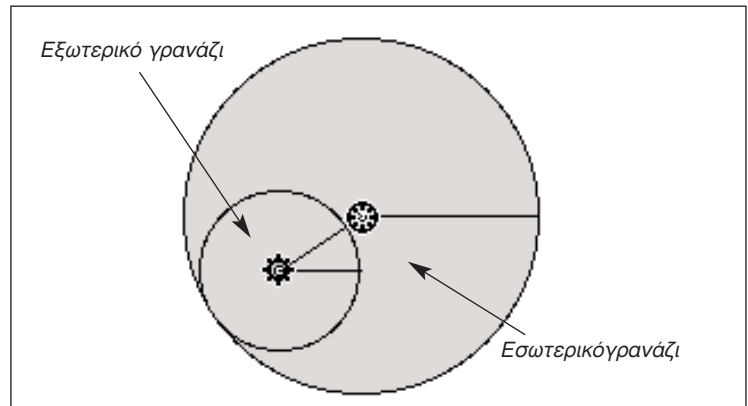
περιφέρειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι δύο μη επικαλυπτόμενα σώματα (συνήθως το ένα είναι ολοκληρωτικά μέσα στο άλλο), όπου το μεγαλύτερο σώμα ορίζεται ως το εσωτερικό γρανάζι (όπως φαίνεται στο σχήμα 4-38).

Το Interactive Physics ορίζει τα εξωτερικά γρανάζια εξ αρχής, ακόμη κι αν τα δύο σώματα προφανώς επικαλύπτονται. Για να δημιουργήσετε ένα εσωτερικό γρανάζι:

1. Δημιουργήστε και επιλέξτε έναν σύνδεσμο γραναζιού.
2. Ανοίξτε το παράθυρο Ιδιότητες και κάντε κλικ στο πλαίσιο

Σχήμα 4-38

Ένα εσωτερικό γρανάζι



ελέγχου Εσωτερικό γρανάζι.

Ένα από τα εικονίδια γραναζιού μετατρέπεται σε εικονίδιο εσωτερικού γραναζιού, δείχνοντας ότι το γρανάζι συμπεριφέρεται σαν να είχε εσωτερικά δόντια.

3. Κάντε κλικ πάνω στο κατάλληλο κουμπί ραδιοφώνου στο παράθυρο Ιδιότητες για να δείξετε ποιο γρανάζι θέλετε να είναι εσωτερικό (με δόντια στο εσωτερικό της περιφέρειάς του).



Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε ένα εσωτερικό γρανάζι για να προσομοιάσετε έναν μηχανισμό οδηγού αλυσίδας. Όπως συμβαίνει και με τους παράλληλους οδοντοτροχούς, μπορείτε να καθορίσετε τη σχέση μετάδοσης (για περισσότερες λεπτομέρειες

βλέπε "Ιδιότητες γραναζιού" στη σελίδα 4-46). Στο σχήμα 4-39 μπορείτε να δείτε ένα παράδειγμα μηχανισμού αλυσίδας.

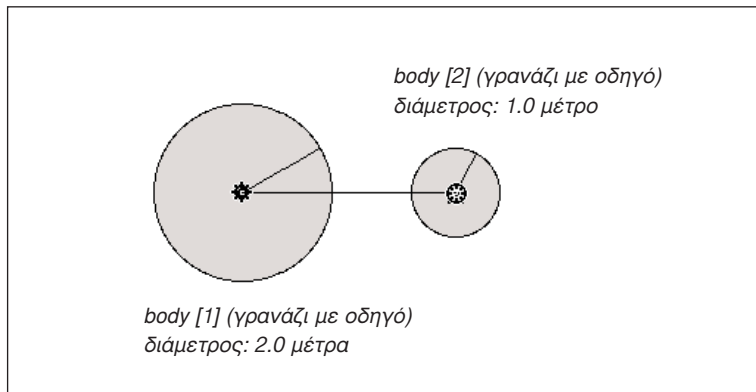
Μηχανισμός οδηγού αλυσίδας

Για να δημιουργήσετε ένα μηχανισμό οδηγού αλυσίδας, όπως αυτόν που είδαμε παραπάνω:

- 1. Δημιουργείτε δύο δίσκους που είναι ελαφρώς διαχωρισμένοι, όπως φαίνεται στο σχήμα 4-39.**

Σχήμα 4-39

Μηχανισμός οδηγού αλυσίδας με εσωτερικά γρανάζια



- 2. Συνδέστε τους δύο δίσκους με ένα σύνδεσμο γραναζιού.**

- 3. Επισυνάψτε μια άρθρωση πείρου ή κινητήρα στους δίσκους, ανάλογα με το ποια θεωρείτε απαραίτητη.**

Για παράδειγμα, επισυνάψτε ένα κινητήρα στο κέντρο ενός από τους δίσκους και μια άρθρωση πείρου στο κέντρο του άλλου. Ο δεύτερος δίσκος είναι τώρα ελεύθερος να περιστραφεί με άξονα τον πείρο.

- 4. Ανοίξτε το παράθυρο Ιδιότητες του συνδέσμου γραναζιού και επιλέξτε το σώμα που εμφανίζεται στο πάνω μέρος (δηλαδή το σώμα που είχε αρχικά επιλεχθεί να γίνει ένα γρανάζι) για να γίνει αυτό το εσωτερικό γρανάζι (βλέπε σχήμα 4-40 παρακάτω).**

Το βήμα αυτό εξασφαλίζει ότι η αυτόματα υπολογιζόμενη σχέση μετάδοσης είναι σωστή. Θα μπορούσατε να επιλέξετε το σώμα που εμφανίζεται στο κάτω μέρος ως εσωτερικό γρανάζι. Στην περίπτωση αυτή, όμως, πρέπει να αντιστρέψετε τη σχέση μετάδοσης.

5. Επιλέξτε την Εκτέλεση.

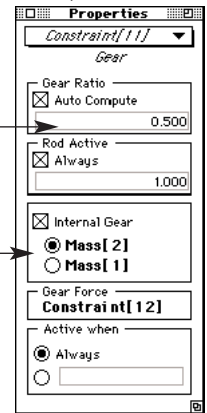
Οι δύο δίσκοι θα περιστραφούν σαν να οδηγούνταν από μια αλυσίδα.

Σχήμα 4-40

Παράθυρο Ιδιότητες για
γρανάζια που προσομοιάζουν
έναν οδηγό αλυσίδας

Στο αυτόματο περιβάλλον η σχέση μετάδοσης
υπολογίζεται ως εξής:
$$\text{radius}(\text{body}[2])/\text{radius}(\text{body}[1])$$

Αυτό είναι το σώμα που επιλέχθηκε που
επιλέχθηκε πρώτο κατά τη δημιουργία του
ζεύγους γρاناζιών



ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Το εργαλείο Γρανάζι προσομοιάζει ένα μηχανισμό οδηγού αλυσίδας μέσω ενός συνδέσμου στις περιστροφές των δύο δίσκων. Για το λόγο αυτό οι "σωματικές" ιδιότητες των αλυσίδων, όπως η μάζα ή η ένταση δεν ενσωματώνονται στην προσομοίωση.

Ένας σύνδεσμος γραναζιού επιτρέπει σε δύο άκαμπτα σώματα να ασκήσουν δυνάμεις το ένα στο άλλο σε ένα μόνο σημείο επαφής. Το σημείο επαφής βρίσκεται κατά μήκος της γραμμής που περνάει μέσα από τα κέντρα μάζας των δύο σωμάτων και η θέση του εξαρτάται από τη σχέση μετάδοσης. Για κυκλικά γρανάζια, η σχέση μετάδοσης υπολογίζεται ως ο λόγος των ακτίνων των σωμάτων.

Αρχή των προσομοιωμένων γρاناζιών

Στην περίπτωση των δύο κυκλικών γραναζιών σε επαφή, όπως φαίνεται και από το σχήμα 4-37, το σημείο επαφής είναι το σημείο όπου τα γρανάζια ακουμπούν. Αν, όμως, διαχωρίζονταν τα δύο γρανάζια, το (ιδεατό) σημείο επαφής θα βρισκόταν κάπου μεταξύ των δύο γραναζιών.

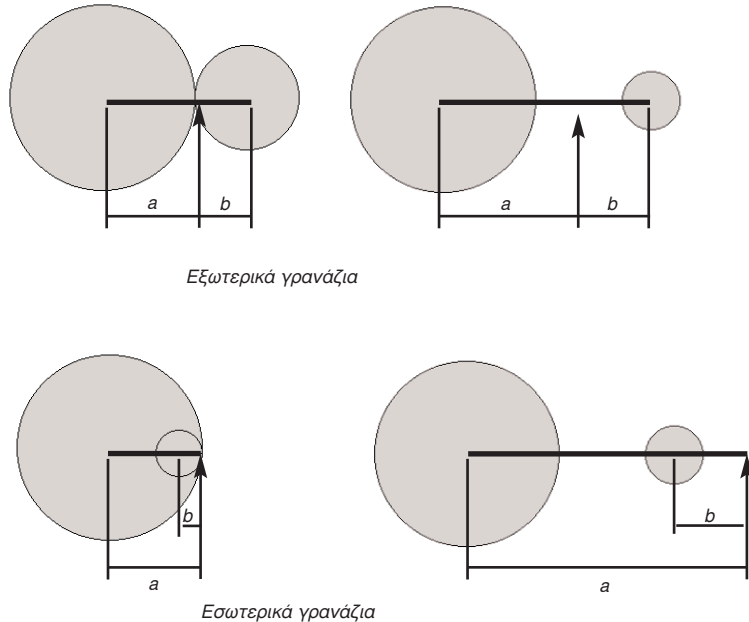
Το σχήμα 4-41 παρακάτω δείχνει παραδείγματα του τρόπου με τον οποίο είναι τοποθετημένα τα σημεία επαφής (όπως φαίνεται και από τα βέλη) για κάποια ζεύγη εξωτερικών και εσωτερικών γραναζιών. Για παράδειγμα, έστω ότι έχουμε δύο γρανάζια που

έχουν αναλογία ακτίνας 3 προς 1. Το Interactive Physics υπολογίζει την εξ ορισμού σχέση μετάδοσης σε 3,0. Στη συνέχεια, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4-41, το σημείο επαφής για κάθε ζεύγος ταχυτήτων τοποθετείται κατά τρόπον ώστε ο λόγος a/b να είναι πάντοτε 3,0.

Το γρανάξι που οδηγεί ασκεί μια δύναμη γραναζιού πάνω στο άλλο γρανάξι που οδηγείται, με κατεύθυνση κάθετη στη γραμμή που συνδέει τα δύο γρανάξια. Το Interactive Physics υπολογίζει τη δύναμη που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση αναλογικής στροφής, γωνιακής ταχύτητας και γωνιακής επιτάχυνσης και στους δύο δίσκους στο σημείο επαφής.

Σχήμα 4-41

Παραδείγματα υπολογισμού σημείου επαφής για ζεύγη γραναζιών.



Εφόσον όλα τα γρανάξια προσομοιάζονται σύμφωνα με αυτήν την αρχή, μπορείτε να δημιουργήσετε γρανάξια πιο γενικευμένα σε σχέση με αυτά που θα περιμένατε στον φυσικό κόσμο.

Ειδικότερα:

τα γρανάζια δεν είναι απαραίτητο να ακουμπούν το ένα στο άλλο, και

τα γρανάζια δεν είναι απαραίτητο να έχουν το σχήμα δίσκου.

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΓΡΑΝΑΖΙΑ:

Σε όλα τα σώματα γραναζιών δίνεται αυτόματα η εντολή **Αποφυγή σύγκρουσης**. Δεν μπορείτε να κάνετε τα σώματα γραναζιών να συγκρούονται, χωρίς να αφαιρέσετε το σύνδεσμο γραναζιού μεταξύ τους.

Για μη κυκλικά σώματα γραναζιών, η εξ ορισμού σχέση μετάδοσης είναι 1,0. Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, το Interactive Physics είναι υπεύθυνο μόνο για τη διατήρηση της στροφής, της γωνιακής ταχύτητας και της γωνιακής επιτάχυνσης των σωμάτων, σύμφωνα με μια δεδομένη σχέση μετάδοσης. Το Interactive Physics δεν λαμβάνει υπόψη του τις γεωμετρίες των σωμάτων.

Αν ένα από τα σώματα είναι σχεδιασμένο ως εσωτερικό γρανάτζι, η σχέση μετάδοσης δεν μπορεί να είναι 1,0 εκτός αν συμπίπτουν τα κέντρα μάζας των σωμάτων γραναζιών. Αλλιώς, το σημείο επαφής θα μπορούσε να εντοπιστεί στο άπειρο και η προσομοίωση να γίνει απροσδιόριστη (λάβετε υπόψη σας την περίπτωση όπου $a=b=1,0$ στο κάτω δεξιό σχέδιο στο σχήμα 4-41). Εμφανίζεται ένας διάλογος προειδοποίησης, όταν η σχέση μετάδοσης για το εσωτερικό γρανάτζι έχει οριστεί σε 1,0. Ο ορισμός του τύπου της σχέσης μετάδοσης δεν μπορεί να εκτιμηθεί μέχρι την ώρα εκτέλεσης, οπότε πρέπει να βεβαιωθείτε ότι ο τύπος δεν επιστρέφει 1,0 για την αναλογία εσωτερικού γραναζιού, κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

Ιδιότητες γραναζιού

Για να ορίσετε ή να αλλάξετε τις ιδιότητες ενός συνδέσμου

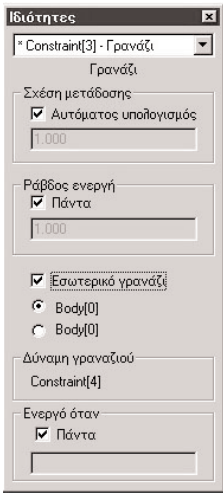
γραναξιού:

- 1. Κάντε κλικ στη ράβδο που συνδέει τα γρανάζια (ή επιλέξτε τη με το πλαίσιο επιλογής) και στη συνέχεια από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.**

Εναλλακτικά, μπορείτε να κάνετε διπλό κλικ πάνω στη γραμμή (ράβδο) που συνδέει ένα ζεύγος γραναζιών.

Αν και τα δύο σώματα είναι κύκλοι, η εξ ορισμού σχέση μετάδοσης υπολογίζεται αυτόματα ως r_1/r_2 όπου r_1 και r_2 είναι οι ακτίνες του πρώτου και δεύτερου δίσκου, αντίστοιχα. Αν τουλάχιστον ένα από τα σώματα γραναζιών δεν είναι δίσκος (είναι, για παράδειγμα, πολύγωνο), η εξ ορισμού σχέση μετάδοσης

Σχήμα 4-42
Παράθυρο Ιδιότητες για ένα γρανάζι



καθορίζεται σε 1,0.

Σχήμα 4-42
Παράθυρο Ιδιότητες για ένα γρανάζι

Η αλλαγή της σχέσης μετάδοσης επηρεάζει τη θέση του σημείου επαφής, αλλάζοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τη συμπεριφορά των σωμάτων που συνδέονται με συνδέσμους γραναζιών. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στη σελίδα 4-44 στην "Αρχή των προσομοιωμένων γραναζιών".

Μπορείτε να μην αποδεχθείτε την εξ ορισμού σχέση μετάδοσης και να την ορίσετε εσείς σε ένα δικό σας αυθαίρετο αριθμό θετικής κινητής υποδιαστολής ή μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έναν τύπο,

που θα σας επιτρέπει πιο γενικευμένα γρανάζια. Για παράδειγμα, στις προσομοιώσεις του Interactive Physics, δύο δίσκοι ίδιας ακτίνας μπορεί να έχουν σχέση μετάδοσης διαφορετική από 1,0.

Ενεργή ράβδος

Εξ ορισμού, κάθε ζεύγος γραναζιών διαθέτει μία άκαμπτη άρθρωση ράβδου μεταξύ των δύο σημείων κέντρου βάρους. Ένας σύνδεσμος ράβδου διατηρεί μια σταθερή απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων που έχουν επισυναφθεί σε καθένα από τα τελικά του σημεία. Για το λόγο αυτό, μία ράβδος διατηρεί τα κέντρα βάρους των δύο σωμάτων γραναζιών σε απόσταση ίση με το μήκος της, ενώ επιτρέπει σε καθένα από αυτά να περιστρέφεται γύρω από τα τελικά του σημεία. Αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να αποβεί χρήσιμο, για παράδειγμα, όταν προσομοιάζετε μια ομάδα δορυφόρων.

Εσείς έχετε το εργαλείο ελέγχου σχετικά με το πότε ή το αν θα είναι ενεργή η ράβδος. Μπορείτε να ορίσετε πότε θα είναι ενεργή η ράβδος χρησιμοποιώντας τους τύπους, όπως και με τους άλλους συνδέσμους. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στη σελίδα 4-20 "Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση συνδέσμων".

Εσωτερικό γρανάζι

Εξ ορισμού, το Interactive Physics θεωρεί όλα τα γρανάζια ως εξωτερικά. Αυτή η επιλογή σας επιτρέπει να μετατρέψετε ένα από τα σώματα σε εσωτερικό γρανάζι. Το παράθυρο Ιδιότητες σας παρέχει κουμπιά ραδιοφώνου για να επιλέξετε ποιο σώμα προορίζεται για εσωτερικό γρανάζι.

Η σχέση μετάδοσης δεν μπορεί να είναι 1,0 όταν χρησιμοποιείται το εσωτερικό γρανάζι, εκτός κι αν τα κέντρα βάρους των σωμάτων γραναζιών συμπίπτουν.

Δύναμη γραναζιού

Αυτό το παράθυρο δείχνει το μεταβλητό όνομα για τη δύναμη γραναζιού. Το Interactive Physics θεωρεί το ζεύγος γραναζιών ως συνδυασμό δύο συνδέσμων: μιας δύναμης γραναζιού και μιας ράβδου. Το μεταβλητό όνομα Δύναμη γραναζιού δίδεται στο σύνδεσμο δύναμη γραναζιού, ενώ ο σύνδεσμος ράβδου φέρει το όνομα μεταβλητής που εμφανίζεται στην κορυφή του παραθύρου

Ιδιότητες.

Μπορείτε να αναφερθείτε σε αυτά τα ονόματα μεταβλητών για να μετρήσετε το ποσό της δύναμης γραναζιού ή της δύναμης ράβδου. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του παραθύρου Ιδιότητες, όπως φαίνεται στο σχήμα 4-42 το:

Constraint[16].f.y

αντιπροσωπεύει τη δύναμη που ασκείται από το ένα γρανάζι στο άλλο (το στοιχείο x είναι πάντα 0), ενώ το

Constraint[15].f.x

αντιπροσωπεύει το στοιχείο x της δύναμης ράβδου (το στοιχείο y είναι πάντοτε 0). Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο **Κεφάλαιο 10, "Χρήση τύπων"**.

4.12. Ράβδοι

Μία ράβδος ασκεί δυνάμεις στα τελικά της σημεία για να διατηρήσει μια σταθερή απόσταση μεταξύ τους (*μήκος ράβδου*).

Δημιουργία μιας ράβδου

Για να δημιουργήσετε μια ράβδο:

- 1. Επιλέξτε το εργαλείο Ράβδος από τη Γραμμή εργαλείων.**
- 2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού, στο σημείο όπου θα θέλατε να ορίσετε το πρώτο τελικό σημείο.**

Ο δείκτης από βέλος γίνεται σταυρός, δείχνοντάς σας ότι μπορείτε να αρχίσετε να σχεδιάζετε.
- 3. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το πρώτο τελικό σημείο.**
- 4. Σύρετε το ποντίκι στη θέση που θέλετε να βρίσκεται το δεύτερο τελικό σημείο. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το δεύτερο τελικό**

σημείο.

Τα τελικά σημεία θα επισυναφθούν αυτόματα στο πιο πάνω σώμα που βρίσκεται ακριβώς κάτω από αυτά. Αν δεν υπάρχει κανένα σώμα κάτω από ένα τελικό σημείο, αυτό θα επισυναφθεί στο φόντο.

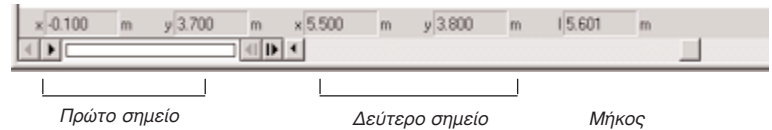
Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις συντεταγμένες για τα δύο τελικά σημεία της ράβδου και το μήκος της, όπως φαίνεται στο σχήμα 4-43. Οι δύο τιμές των συντεταγμένων δίνονται σε σχέση με το σώμα, στο οποίο κάθε σημείο επισυνάπτεται.

Ιδιότητες ράβδου

Η ράβδος ασκεί οποιαδήποτε δύναμη είναι απαραίτητη για τη διατήρηση των τελικών της σημείων σε μια σταθερή απόσταση.

Σχήμα 4-43

Γραμμή συντεταγμένων για μία ράβδο



Για να αλλάξετε τις ιδιότητες μιας ράβδου:

- 1. Επιλέξτε τη ράβδο και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.**

Αυτό είναι το τρέχον μήκος της ράβδου

Μήκος

Αν καθορίσετε το μήκος ως μια αριθμητική σταθερά, η ράβδος θα πάρει αμέσως το προκαθορισμένο μήκος. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής (βλέπε **Κεφάλαιο 5, "Έξυπνος Επεξεργαστής"**) θα

Σχήμα 4-44

Παράθυρο Ιδιότητες με
επιλεγμένη μία ράβδο



τροποποιήσει αυτομάτως το υπόλοιπο μοντέλο για να είναι σύμφωνο με την προδιαγραφή.

4.13. Διαχωριστές

Ένας διαχωριστής ασκεί δυνάμεις στα τελικά του σημεία, ώστε να μην μικρύνει η μεταξύ τους απόσταση. Ένας διαχωριστής δεν ασκεί καμία δύναμη, όταν η απόσταση μεταξύ των δύο τελικών σημείων είναι μεγαλύτερη από την προκαθορισμένη.



Δημιουργία διαχωριστή

Για να δημιουργήσετε ένα Διαχωριστή:

1. Επιλέξτε το εργαλείο Διαχωριστής από τη Γραμμή εργαλείων.

Στα συστήματα MacOS, το εργαλείο Διαχωριστής εξ ορισμού είναι "κρυμμένο" στην αναδιπλούμενη παλέτα Σχοινί. Κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το εργαλείο Σχοινί για να φέρετε στο προσκήνιο το διαχωριστή και επιλέξτε τον.

2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού, στο σημείο όπου θα

θέλατε να ορίσετε το πρώτο τελικό σημείο.

Ο δείκτης από βέλος γίνεται σταυρός, δείχνοντάς σας ότι μπορείτε να αρχίσετε να σχεδιάζετε.

3. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το πρώτο τελικό σημείο.

4. Σύρετε το ποντίκι στη θέση που θέλετε να βρίσκεται το δεύτερο τελικό σημείο. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το δεύτερο τελικό σημείο.

Τα τελικά σημεία θα επισυναφθούν αυτόματα στο σώμα που βρίσκεται ακριβώς κάτω από αυτά. Αν δεν υπάρχει κανένα σώμα κάτω από ένα τελικό σημείο, αυτό θα επισυναφθεί στο φόντο.

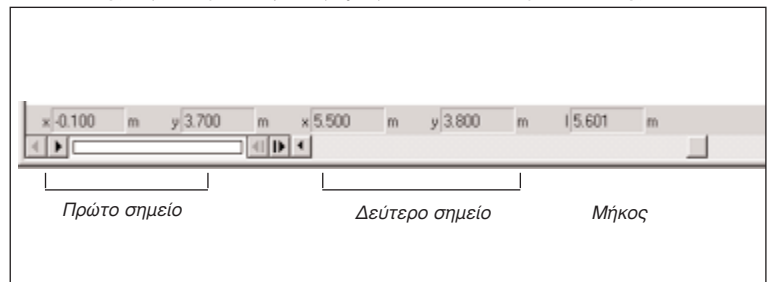
Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις συντεταγμένες για τα δύο τελικά σημεία του διαχωριστή και το μήκος του, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4-45. Οι τιμές των συντεταγμένων δίνονται αναφορικά με το σώμα, στο οποίο επισυνάπτεται κάθε σημείο.

Ιδιότητες διαχωριστή

Οι διαχωριστές συμπεριφέρονται όπως τα σχοινιά, αν

Σχήμα 4-45

Γραμμή συντεταγμένων για ένα διαχωριστή



εξαιρέσουμε το γεγονός ότι ενεργούν προς την αντίθετη κατεύθυνση. Τα σχοινιά αποτρέπουν την απομάκρυνση των τελικών σημείων τους σε απόσταση μεγαλύτερη της

προκαθορισμένης. Οι διαχωριστές, επίσης, δεν επιτρέπουν στα τελικά τους σημεία να βρεθούν σε απόσταση μεγαλύτερη από την προκαθορισμένη.

Πρόκειται για το πραγματικό μήκος του διαχωριστή, όταν τα τελικά σημεία βρίσκονται στην πλέον κοντινή τους θέση. Τα τελικά σημεία ενός διαχωριστή δεν μπορεί να απέχουν απόσταση μικρότερη του μήκους του.

Μήκος

Αν ορίσετε το μήκος ως μια αριθμητική σταθερά, ο διαχωριστής θα αποκτήσει το προκαθορισμένο μήκος αμέσως. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής (βλέπε Κεφάλαιο 5, "Έξυπνος Επεξεργαστής") θα τροποποιήσει αυτομάτως το υπόλοιπο μοντέλο για να είναι σύμφωνο με την προδιαγραφή.

Αν χρησιμοποιήσετε μια έκφραση τύπου για να καθορίσετε το μήκος, ο τύπος θα διαμορφωθεί αυτομάτως ως $t=0$ και το μήκος του διαχωριστή θα τροποποιηθεί αναλόγως. Και πάλι ο Έξυπνος Επεξεργαστής θα τροποποιήσει αυτομάτως το υπόλοιπο μοντέλο για να είναι σύμφωνο με την προδιαγραφή.

Αυτό είναι το τρέχον μήκος του διαχωριστή, υπολογιζόμενο ως η μικρότερη απόσταση μεταξύ των δύο τελικών σημείων. Το τρέχον μήκος είναι πάντοτε μεγαλύτερο ή έστω ίσο με το μήκος.

Τρέχον μήκος

Οι διαχωριστές ασκούν μια δύναμη απώθησης και απορροφούν ενέργεια, όταν από τη χαλαρή διαμόρφωση μεταβαίνουν στο ελάχιστο μήκος. Ο συντελεστής ελαστικότητας ενός διαχωριστή ορίζει πόση ενέργεια θα διατηρηθεί κατά τη διάρκεια αυτής της μετάβασης.

Ελαστικότητα

Ο συντελεστής ελαστικότητας ορίζει τη διαφορά μεταξύ των σχετικών ταχυτήτων των συνημμένων σωμάτων πριν και αφού ο διαχωριστής φτάσει το ελάχιστο μήκος. Συντελεστής 1,0 έχει ως αποτέλεσμα έναν πλήρως ελαστικό διαχωριστή, δηλαδή τα συνημμένα σώματα που κινούνται μαζί θα "απομακρυνθούν" το ένα από το άλλο, με την ίδια κινητική ενέργεια εξαιτίας της απώθησης του διαχωριστή. Από την άλλη πλευρά, διαχωριστής με

τιμή 0 είναι πλήρως ανελαστικός. Η κινητική ενέργεια των συνημμένων σωμάτων θα απορροφηθεί πλήρως από το διαχωριστή μόλις φτάσει στο ελάχιστο μήκος.

Για να αλλάξετε τις ιδιότητες ενός διαχωριστή:

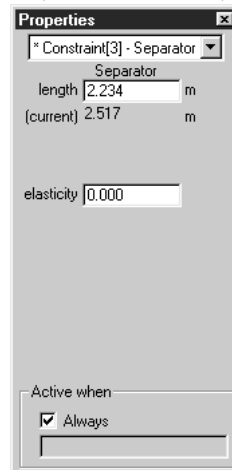
1. Επιλέξτε το διαχωριστή και στη συνέχεια από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

4.14. Δύναμη

Σε αντίθεση με τους περισσότερους άλλους συνδέσμους, μια δύναμη περιλαμβάνει μόνο ένα σημειακό στοιχείο (το σημείο εφαρμογής) και ασκεί την προκαθορισμένη δύναμη σε αυτό το σημείο. Μια δύναμη πρέπει να επισυναφθεί σε ένα σώμα για να

Σχήμα 4-46

Παράθυρο Ιδιότητες με
επιλεγμένο το διαχωριστή



είναι αποτελεσματική στις προσομοιώσεις.

Δημιουργία δύναμης

Η δύναμη είναι συνημμένη στο πρώτο σώμα που βρίσκεται κάτω από το δείκτη τη στιγμή που κάνετε κλικ. Για να δημιουργήσετε μια δύναμη:

1. Επιλέξτε το εργαλείο Δύναμη από τη Γραμμή εργαλείων.



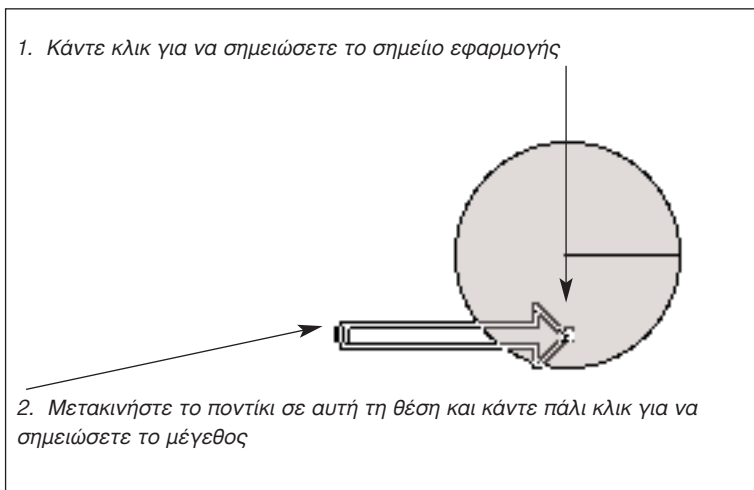
2. Μετακινήστε το δείκτη στη θέση όπου πρέπει να επενεργήσει η δύναμη πάνω σε ένα σώμα.
3. Σύρετε το δείκτη για να δημιουργήσετε ένα αντικείμενο δύναμης.

Η δύναμη μπορεί να γίνει αντικείμενο επεξεργασίας, αν πιάσετε και σύρετε το βέλος, ή χρησιμοποιώντας το παράθυρο Ιδιότητες.

Για να μετακινήσετε τη δύναμη, κάντε κλικ σε οποιοδήποτε σημείο πάνω της πλην του τελικού της σημείου (μύτη του βέλους) και

Σχήμα 4-47

Σχεδιασμός μιας δύναμης



σύρετέ το σε μια νέα τοποθεσία.

Η Γραμμή συντεταγμένων για τη δύναμη δείχνει το σημείο εφαρμογής (x , y) και τα στοιχεία της δύναμης (F_x , F_y) (σχήμα 4-48). Τα στοιχεία αυτά εμφανίζονται στο παγκόσμιο σύστημα συντεταγμένων.

Τα στοιχεία της δύναμης μπορούν να εμφανιστούν και σε πολικές συντεταγμένες. Απλώς ανοίξτε το παράθυρο Ιδιότητες και επιλέξτε Πολικές ως τρόπο εμφάνισης (σχήμα 4-48). Ο προσανατολισμός είναι επίσης στο παγκόσμιο σύστημα συντεταγμένων.

Ιδιότητες δύναμης

Σχήμα 4-48

Γραμμή συντεταγμένων για
μια δύναμη

Σε καρτεσιανές...

x	-1.100	m	y	4.200	m	F _x	-22.308	N	F _y	0.769	N

Σημείο εφαρμογής Στοιχεία X- και Y-

Σε πολικές...

x	-0.650	m	y	-0.150	m	F	56.422	N	θ	3.334	rad

Σημείο εφαρμογής Μέγεθος και διεύθυνση



να αλλάξετε το φυσικό μέγεθος της δύναμης, χρησιμοποιήστε το διάλογο Μήκη διανυσμάτων (που βρίσκεται στον κατάλογο επιλογών Ορισμός). Η κλίμακα θέασης στο πλαίσιο διαλόγου εφαρμόζεται σε όλες τις εμφανίσεις διανυσμάτων στο Interactive Physics, μεταξύ των οποίων και ο σύνδεσμος Δύναμη.

Η κατεύθυνση μιας δύναμης μπορεί να καθοριστεί είτε σε σχέση με ένα σώμα, ή σε σχέση με το φόντο. Μια δύναμη θεωρείται ότι περιστρέφεται μαζί με το σώμα, αν η γραμμή δράσης της αλλάζει με το σώμα.

Για να αλλάξετε τις ιδιότητες ενός αντικειμένου δύναμης:

1. Επιλέξτε το αντικείμενο δύναμη και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε ιδιότητες.

Καρτεσιανές/Πολικές

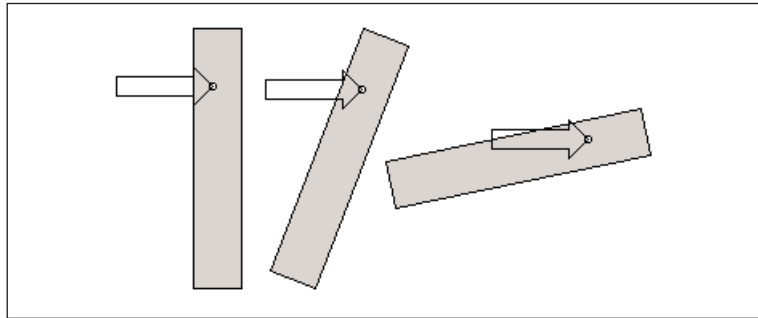
Στο περιβάλλον των **καρτεσιανών συντεταγμένων**, μπορείτε να καθορίσετε τα στοιχεία x και y του διανύσματος της δύναμης. Στο περιβάλλον των **πολικών συντεταγμένων**, μπορείτε να καθορίσετε το μέγεθος (|F|) και τη γωνία (T) του διανύσματος της δύναμης.

Στροφή με το σώμα

Μια δύναμη που περιστρέφεται με ένα σώμα, διαθέτει μια γραμμή δράσης προσαρτημένη στο πλαίσιο Μικρόκοσμος.

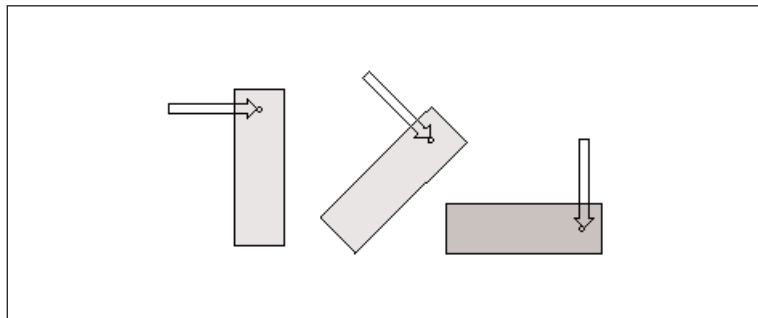
Σχήμα 4-49

Δύναμη της οποίας η γραμμή δράσης δεν περιστρέφεται με το σώμα.



Σχήμα 4-50

Δύναμη της οποίας η γραμμή δράσης περιστρέφεται με το σώμα.

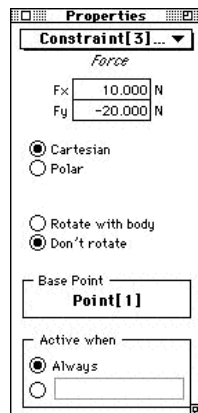


Σημείο βάσης

Το σημείο βάσης εμφανίζει την ταυτότητα του αντικειμένου στο τελικό σημείο του αντικειμένου δύναμης.

Σχήμα 4-51

Παράθυρο Ιδιότητες με μια δύναμη επιλεγμένη





4.15. Ροπή

Σε αντίθεση με τους άλλους συνδέσμους, μια ροπή ασκείται σε ένα μόνο σώμα.

Δημιουργία ροπής

Ένα αντικείμενο ροπής επισυνάπτεται στο πρώτο σώμα που βρίσκεται κάτω από το δείκτη τη στιγμή που γίνεται το κλικ και ασκείται η ροπή. Για να δημιουργήσετε μια ροπή:



1. Επιλέξτε το εργαλείο Ροπή από τη Γραμμή εργαλείων.

Στα συστήματα MacOS, το εργαλείο Ροπή εξ ορισμού είναι "κρυμμένο" στην αναδιπλούμενη παλέτα Δύναμη. Κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το εργαλείο Δύναμη για να φέρετε στο προσκήνιο το εργαλείο Ροπή και επιλέξτε το.

2. Κάντε κλικ πάνω στο σώμα, στο οποίο πρόκειται να ασκηθεί η ροπή.

Χρησιμοποιήστε το παράθυρο Ιδιότητες για να ορίσετε το μέγεθος της ροπής.

Η Γραμμή συντεταγμένων για τη ροπή δείχνει το σημείο επισύναψης (x, y) και το μέγεθος της ροπής (T) (σχήμα 4-53). Οι τιμές (x, y) είναι στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων (του σώματος στο οποίο έχει επισυναφθεί η ροπή).

Σας υπενθυμίζουμε ότι η ροπή μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε σημείο πάνω στο σώμα και οι τιμές (x, y) δεν έχουν καμία σχέση με τη δυναμική.

Ιδιότητες ροπής

Ροπή

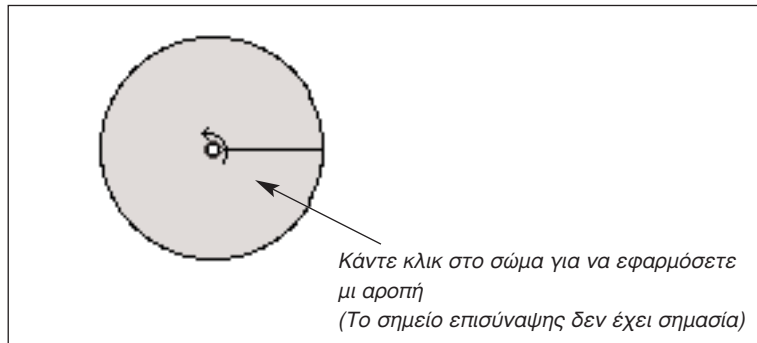
Ένα αντικείμενο ροπής ασκεί μια ροπή σε ένα μοναδικό σώμα. Για να αλλάξετε τις ιδιότητες μιας ροπής:

1. Επιλέξτε τη ροπή και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

Αυτή είναι η τιμή της ροπής που ασκείται στο σώμα. Η θετική

Σχήμα 4-52

Σχεδιασμός ροπής



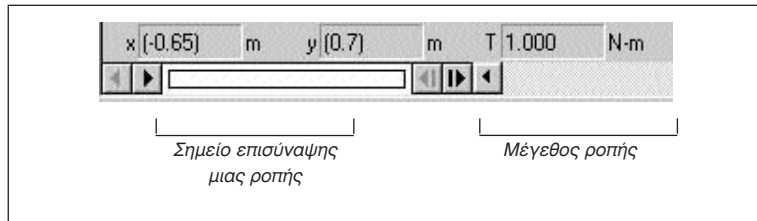
ροπή ορίζεται ως δεξιόστροφη.

4.16. Ενεργοποιητές

Ο ενεργοποιητής είναι ένας σύνδεσμος πολλών χρήσεων που ασκεί όποια δύναμη είναι απαραίτητη για τη διατήρηση των προδιαγραφών του. Μπορείτε να καθορίσετε την ιδιότητά του με έναν από τους ακόλουθους τέσσερις τρόπους: δύναμη, μήκος,

Σχήμα 4-53

Γραμμή συντεταγμένων για μια ροπή

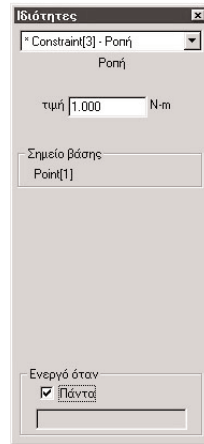


ταχύτητα ή επιτάχυνση. Μπορείτε να καθορίσετε το μέγεθος του συνδέσμου χρησιμοποιώντας μια σταθερά ή έναν τύπο (βλέπε **Κεφάλαιο 10, "Χρήση τύπων"** για παραδείγματα και το **Παράρτημα Β, "Μαθηματική γλώσσα"** για περισσότερες πληροφορίες).

Ο ενεργοποιητής επιμηκύνεται ή συστέλλεται για να διατηρήσει τη δεδομένη κατάσταση του συνδέσμου. Για παράδειγμα, αν ένας ενεργοποιητής παρέχει μια σταθερά δύναμη σε ένα σώμα που γλιστράει πάνω σε μια οριζόντια κλειδωμένη εγκοπή, το σώμα θα έχει μια γραμμική κίνηση με σταθερή επιτάχυνση. Στη συνέχεια, ο ενεργοποιητής "εκτείνεται" στο άπειρο για να ακολουθήσει το

Σχήμα 4-54

Παράθυρο Ιδιότητες με
επιλεγμένη μια ροπή



κινούμενο σώμα και συνεχίζει να ασκεί τη δύναμη.

Δημιουργία ενός ενεργοποιητή

Για να δημιουργήσετε έναν ενεργοποιητή:

- 1. Επιλέξτε το εργαλείο Ενεργοποιητής από τη Γραμμή εργαλείων.**
- 2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού, στο σημείο όπου θα θέλατε να ορίσετε το πρώτο τελικό σημείο.**
- 3. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το πρώτο τελικό σημείο.**
- 4 Σύρετε το ποντίκι στη θέση που θέλετε να βρίσκεται το δεύτερο τελικό σημείο. Απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού για να δημιουργήσετε το δεύτερο τελικό σημείο.**

Τα τελικά σημεία θα επισυναφθούν αυτόματα στο σώμα που βρίσκεται ακριβώς κάτω από αυτά. Αν δεν υπάρχει κανένα σώμα κάτω από ένα τελικό σημείο, αυτό θα επισυναφθεί στο φόντο.

Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις συντεταγμένες για τα δύο τελικά σημεία του ενεργοποιητή, όπως φαίνεται στο σχήμα 4-55. Οι δύο τιμές των συντεταγμένων δίνονται σε σχέση με το σώμα, στο οποίο κάθε σημείο επισυνάπτεται.



Ιδιότητες ενεργοποιητή

Για να αλλάξετε τις ιδιότητες ενός ενεργοποιητή:

1. Επιλέξτε τον ενεργοποιητή και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες, όπως φαίνεται στο σχήμα 4-56.

2. Επιλέξτε τον τύπο και την ιδιότητα που θεωρείτε κατάλληλα για την προσομοίωσή σας.

Μπορείτε να εισάγετε εξισώσεις στο πεδίο τιμών για να δημιουργήσετε ενεργοποιητές που συμπεριφέρονται ως οδηγοί. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη χρήση εξισώσεων θα βρείτε στο Κεφάλαιο 10, "Χρήση τύπων".

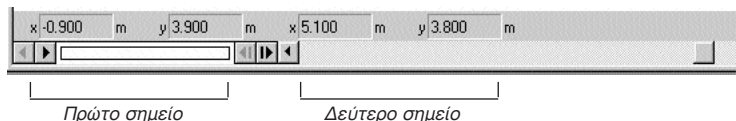
Ένας ενεργοποιητής δύναμης ασκεί μια δύναμη μεταξύ των τελικών του σημείων.

Ένας ενεργοποιητής μήκους ασκεί την απαραίτητη δύναμη για να διατηρήσει μια δεδομένη απόσταση μεταξύ των δύο τελικών του σημείων. Δεν μπορείτε να καθορίσετε μήκος μικρότερο ή ίσο του μηδενός.

Αν ορίσετε το μήκος ως αριθμητική σταθερά, ο ενεργοποιητής θα

Σχήμα 4-55

Γραμμή συντεταγμένων για έναν ενεργοποιητή



τροποποιηθεί αμέσως, ώστε να αποκτήσει το προκαθορισμένο μήκος. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής (βλέπε **Κεφάλαιο 5, "Έξυπνος Επεξεργαστής"**) αυτομάτως τροποποιεί το υπόλοιπο του μοντέλου ώστε να συμβαδίζει με την προδιαγραφή.

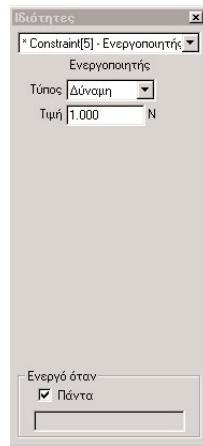
Αν χρησιμοποιήσετε μια μαθηματική έκφραση (τύπους) για να καθορίσετε το μήκος, ο τύπος θα εκτιμηθεί άμεσα ως $t=0$ και το

μήκος του ενεργοποιητή θα τροποποιηθεί αναλόγως. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής και πάλι θα τροποποιήσει αυτόματα το υπόλοιπο του μοντέλου για να ικανοποιήσει την προδιαγραφή.

Ένας ενεργοποιητής ταχύτητας ασκεί όποια δύναμη είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της σχετικής ταχύτητας μεταξύ των τελικών σημείων, όπως αυτά ορίστηκαν.

Σχήμα 4-56

Παράθυρο Ιδιότητες με επιλεγμένο έναν ενεργοποιητή.



Ένας ενεργοποιητής επιτάχυνσης ασκεί την απαραίτητη δύναμη για να διατηρήσει μια δεδομένη επιτάχυνση μεταξύ των δύο τελικών σημείων, όπως έχει οριστεί.

Δύναμη

Μήκος

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Όταν χρησιμοποιείτε μια συνάρτηση για να ορίσετε τη δύναμη του ενεργοποιητή, το μήκος, την ταχύτητα ή την επιτάχυνση, βεβαιωθείτε ότι η συνάρτηση δεν έχει ως αποτέλεσμα μήκος ενεργοποιητή μικρότερο ή ίσο του μηδενός, κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

4.17. Κινητήρες

Ένας κινητήρας αποτελείται από δύο επικαλυπτόμενα σημεία και διαθέτει μια ενσωματωμένη άρθρωση πείρου. Αν ο κινητήρας

δημιουργείται πάνω σε ένα σώμα, το σώμα θα επισυναφθεί στο φόντο κάτω από αυτό. Αν ένας κινητήρας σχεδιαστεί πάνω στο φόντο, δεν θα κάνει τίποτα. Αν σχεδιαστεί ένας περιστροφικός σύνδεσμος πάνω από τα δύο σώματα, ο κινητήρας θα συνδέσει τα δύο σώματα με την ενσωματωμένη άρθρωση πείρου.

Οι κινητήρες δεν μπορούν να δημιουργηθούν με την ένωση δύο στοιχείων, αλλά μπορούν να διαχωριστούν για να γίνει η επεξεργασία των μεμονωμένων τους σημειακών στοιχείων.

Δημιουργία κινητήρα

Για να δημιουργήσετε έναν κινητήρα:

- 1. Επιλέξτε το εργαλείο Κινητήρας από τη Γραμμή εργαλείων.**
- 2. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού, στο σημείο όπου θα θέλατε να δημιουργηθεί ο κινητήρας και κάντε ένα κλικ.**

Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις συντεταγμένες για το σημείο βάσης (σημειακό στοιχείο στο κατώτερο στρώμα) και το σημείο κορυφής (σημειακό στοιχείο στο ανώτερο στρώμα), όπως φαίνεται στο σχήμα 4-57. Οι δύο τιμές συντεταγμένων δίνονται αναφορικά ως προς το σώμα, στο οποίο είναι συνημμένο κάθε σημείο.

Ιδιότητες κινητήρα



Ταχύτητα

Επιτάχυνση

Ένας κινητήρας διαθέτει μια ενσωματωμένη άρθρωση πείρου, ο οποίος αποτελείται από δύο σημεία. Με δεδομένο δύο σώματα (ή ένα σώμα και το φόντο) συνημμένα σε αυτά τα δύο σημεία, ο κινητήρας λειτουργεί ως σύνδεσμος πολλαπλών χρήσεων που ασκεί την απαραίτητη ροπή για τη διατήρηση της καθορισμένης στροφής, της γωνιακής ταχύτητας ή της γωνιακής επιτάχυνσης μεταξύ των δύο σωμάτων.

Ο κινητήρας μοιάζει με τον ενεργοποιητή, αν εξαιρέσουμε το γεγονός ότι ένας κινητήρας μάλλον δημιουργεί μια ροπή, παρά μια γραμμική δύναμη. Μπορείτε να ορίσετε το σύνδεσμο κινητήρα

αναφορικά ως προς τη ροπή, τη στροφή, την ταχύτητα και την επιτάχυνση.

Ένας κινητήρας ροπής ασκεί ροπή ίσου μεγέθους σε αντίθετες κατευθύνσεις πάνω στα συνημμένα στο φόντο σώματα.

Ροπή

Ένας κινητήρας στροφής ασκεί την απαραίτητη ροπή για τη διατήρηση μιας συγκεκριμένης γωνίας μεταξύ των συνημμένων στον κινητήρα σωμάτων.

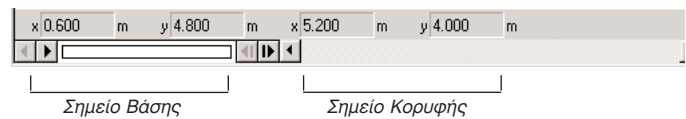
Στροφή

Αν ορίσετε τη στροφή ως αριθμητική σταθερά, ο ενεργοποιητής θα τροποποιηθεί προς την καθορισμένη κατεύθυνση αμέσως. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής (βλέπε **Κεφάλαιο 5, "Έξυπνος Επεξεργαστής"**) θα τροποποιήσει αυτομάτως το υπόλοιπο μοντέλο για να είναι σύμφωνο με την προδιαγραφή.

Αν χρησιμοποιήσετε μια έκφραση τύπου για να καθορίσετε τη στροφή, ο τύπος θα εκτιμηθεί αυτομάτως ως $t=0$ και η στροφή του

Σχήμα 4-57

Γραμμή συντεταγμένων για έναν κινητήρα



Ταχύτητα

διαχωριστή θα τροποποιηθεί αναλόγως. Και πάλι ο Έξυπνος Επεξεργαστής θα τροποποιήσει αυτομάτως το υπόλοιπο μοντέλο για να είναι σύμφωνο με την προδιαγραφή.

Επιτάχυνση

Ένας κινητήρας ταχύτητας ασκεί την απαραίτητη ροπή για τη διατήρηση μιας συγκεκριμένης σχετικής γωνιακής ταχύτητας μεταξύ των συνημμένων στον κινητήρα σωμάτων.

Ένας κινητήρας επιτάχυνσης ασκεί την απαραίτητη ροπή για τη διατήρηση μιας συγκεκριμένης σχετικής γωνιακής επιτάχυνσης μεταξύ των συνημμένων στον κινητήρα σωμάτων.

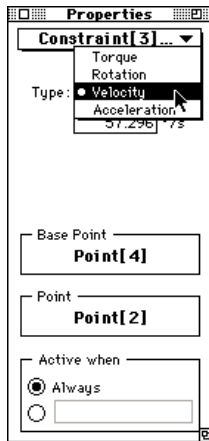
Για να αλλάξετε τις ιδιότητες ενός κινητήρα:



1. Επιλέξτε τον κινητήρα και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.
2. Επιλέξτε τον τύπο του κινητήρα και εισάγετε το μέγεθος του συνδέσμου που είναι κατάλληλο για την προσομοίωσή σας.

Σχήμα 4-58

Παράθυρο Ιδιότητες με
επιλεγμένο έναν κινητήρα



4.18 Αρθρώσεις

Αρθρώσεις με πείρο και άκαμπτες αρθρώσεις

Οι αρθρώσεις με πείρο επιτρέπουν τη στροφή, ενώ αναγκάζουν τα σημεία σε δύο διαφορετικά σώματα να επικαλύπτονται. Οι άκαμπτες αρθρώσεις κλειδώνουν τα δύο σώματα μαζί. Αν δεν υπολογιστεί η δύναμη που ασκείται πάνω σε αυτούς, οι άκαμπτες αρθρώσεις δεν εισάγουν επιπλέον εξισώσεις δύναμης σε μια προσομοίωση και δεν μειώνουν σημαντικά την ταχύτητα της προσομοίωσης. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στις "Ιδιότητες αρθρώσεων" στη σελίδα 4-65.

Δημιουργία άρθρωσης

Υπάρχουν δύο τρόποι για τη δημιουργία αρθρώσεων. Μπορείτε είτε να επισυνάψετε απευθείας μια άρθρωση ή να δημιουργήσετε μια άρθρωση από τα βασικά της στοιχεία.

Επισυνάψτε μια άρθρωση σε δύο επικαλυπτόμενα σώματα άμεσα, επιλέγοντας το κατάλληλο εργαλείο άρθρωσης από τη Γραμμή εργαλείων. Κάντε κλικ στην τοποθεσία που θέλετε να δημιουργηθεί η άρθρωση. Τα πρώτα δύο σώματα που βρίσκονται κάτω από το δείκτη θα ενωθούν. Το στοιχείο εγχοπής μιας άρθρωσης εγχοπής θα επισυναφθεί στο δεύτερο σώμα (ή στο φόντο) κάτω από το δείκτη.

Για μεγαλύτερο έλεγχο και ακρίβεια, μπορείτε να δημιουργήσετε συνδέσμους με βάση τα πρωταρχικά στοιχεία, όπως ακριβώς θα κάνατε και με μια αληθινή άρθρωση πείρου και δύο οπές. Τα σημειακά στοιχεία είναι συνώνυμα με τις τρύπες που ανοίγονται σε ένα πραγματικό σώμα. Η εντολή Σύνδεση κάνει τα δύο σημεία να επικαλύπτονται και τα συνδυάζει για τη δημιουργία μιας άρθρωσης πείρου.

Για να δημιουργήσετε μια πλήρη άρθρωση πείρου ή μία άκαμπτη άρθρωση:

- 1. Ευθυγραμμίστε τα σώματα που θα συνδεθούν με την άρθρωση πείρου ή την άκαμπτη άρθρωση.**



2. Επιλέξτε το κατάλληλο εργαλείο Σύνδεση από τη Γραμμή εργαλείων.

3. Κάντε κλικ με το ποντίκι για να δημιουργήσετε μια άρθρωση στην κατάλληλη θέση.

Τα πρώτα δύο σώματα θα συνδεθούν.

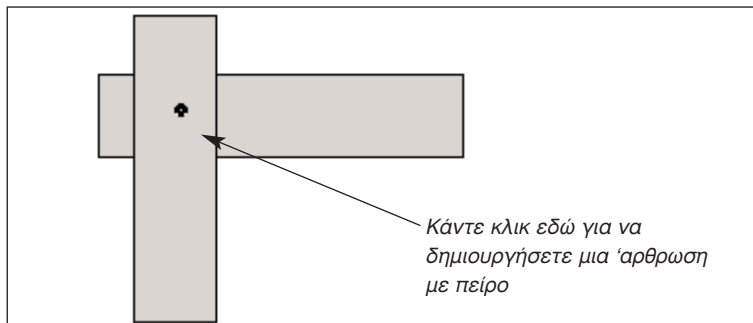
Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις συντεταγμένες για το σημείο βάσης (σημειακό στοιχείο στο κατώτερο στρώμα) και το σημείο κορυφής (σημειακό στοιχείο στο ανώτερο στρώμα), όπως φαίνεται στο σχήμα 4-60. Οι δύο τιμές συντεταγμένων δίνονται αναφορικά ως προς το σώμα, στο οποίο είναι συνημμένο κάθε σημείο.

Μπορείτε να ευθυγραμμίσετε ακριβώς τη θέση των αρθρώσεων πείρου εισάγοντας με το πληκτρολόγιο τις συντεταγμένες. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο "Ιδιότητες αρθρώσεων" στη σελίδα 4-65.

Μπορείτε να δημιουργήσετε μια άρθρωση πείρου ενώνοντας δύο σημεία που έχουν επισυναφθεί σε ξεχωριστά σώματα. Μπορείτε να δημιουργήσετε μία άκαμπτη άρθρωση ενώνοντας δύο

Σχήμα 4-59

Δημιουργία μιας άρθρωσης πείρου



τετραγωνικά στοιχεία που έχουν επισυναφθεί σε ξεχωριστά σώματα.

Για να δημιουργήσετε μια άρθρωση πείρου ή μία άκαμπτη άρθρωση από τα πρωταρχικά στοιχεία:

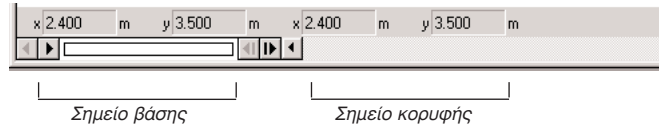


1. Δημιουργήστε σημειακά στοιχεία στη θέση της άρθρωσης πάνω σε καθένα από τα δύο σώματα.

Χρησιμοποιήστε τετραγωνικά στοιχεία, αν θέλετε να δημιουργήσετε μία άκαμπτη άρθρωση. Χρησιμοποιήστε κανονικά σημεία, αν θέλετε

Σχήμα 4-60

Γραμμή συντεταγμένων για μια άρθρωση



Προσαρμογή θέσης άρθρωσης



να δημιουργήσετε μια άρθρωση πείρου.

2. Επιλέξτε και τα δύο σημεία με το πλήκτρο Shift.

Επιλέξτε δύο αντικείμενα κρατώντας πατημένο το πλήκτρο Shift και κάνοντας κλικ με τη σειρά πάνω σε κάθε αντικείμενο.

3. Κάντε κλικ στο κουμπί Σύνδεση στη Γραμμή εργαλείων.

Δημιουργείται μια άρθρωση πείρου. Τα σώματα μετακινούνται ώστε τα σημεία να επικαλύπτονται.

Μπορείτε επίσης να συνδέσετε ένα σημείο με την υπάρχουσα άρθρωση με σκοπό τη δημιουργία μιας άρθρωσης που θα δεσμεύει πολλά σώματα.

Αυτό αποδεικνύεται εξαιρετικά χρήσιμο κατά τη δημιουργία υποστηρίγμάτων και δομών, όπου πολλά σώματα ενώνονται σε ένα κοινό σημείο.

Για παράδειγμα, για να ενώσετε τρία σώματα με μια άρθρωση πείρου:

1. Ενώστε δύο σώματα με μια άρθρωση πείρου, όπως εξηγήθηκε στα προηγούμενα τμήματα.

2. Επισυνάψτε ένα σημείο σε ένα τρίτο σώμα.

3. Επιλέξτε την άρθρωση πείρου και το σημείο.

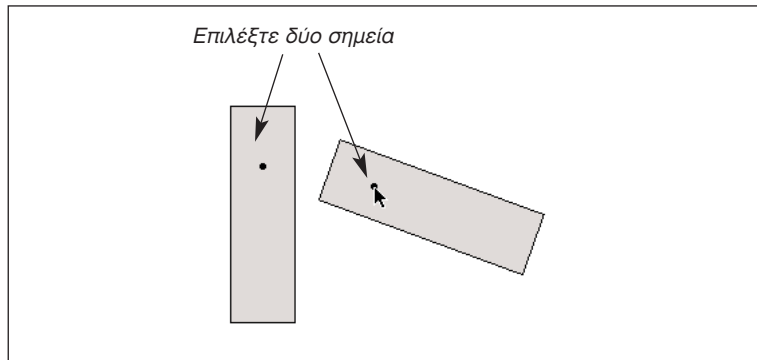
Τα κουμπιά Σύνδεση και Χωρισμός είναι ενεργά σε αυτό το σημείο. Αν κάνετε κλικ στο Χωρισμό, το Interactive Physics θα διαχωρίσει την άρθρωση πείρου.

Αρθρώσεις με πείρο που συνδέουν περισσότερα από δύο σώματα



Σχήμα 4-61

Επιλογή δύο σημειακών
στοιχείων για τη δημιουργία
μιας άρθρωσης

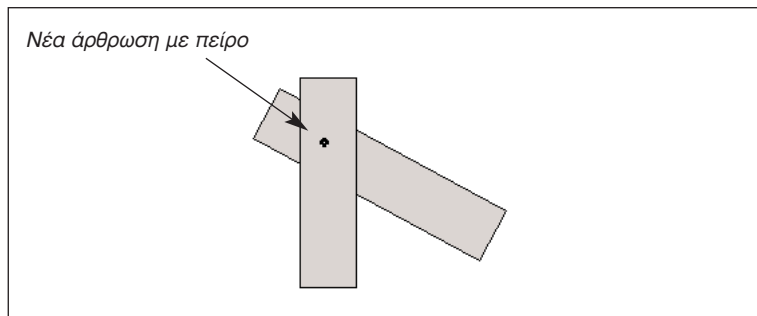


4. Κάντε κλικ στο κουμπί Σύνδεση πάνω στη Γραμμή εργαλείων.

Τα τρία σώματα συνδέονται τώρα σε μια άρθρωση πείρου.

Σχήμα 4-62

Δημιουργία μιας άρθρωσης με
πείρο με την ένωση δύο
σημειακών στοιχείων



Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη σύνδεση στοιχείων και το χωρισμό συνδέσμων θα βρείτε στο "5.1. Σύνδεση στοιχείων και Χωρισμός συνδέσμων".



Ιδιότητες συνδέσμου

Κάθε άρθρωση πείρου ή άκαμπτη άρθρωση αποτελείται από δύο σημεία συννημμένα σε ξεχωριστά σώματα. Για το λόγο αυτό, το παράθυρο Ιδιότητες δείχνει τις ταυτότητες και τις θέσεις αυτών των δύο σημείων.



Το παράθυρο Ιδιότητες μιας άκαμπτης άρθρωσης έχει δύο κουμπιά ραδιοφώνου που καθορίζουν αν η άρθρωση είναι βελτιστοποιημένη ή μετρήσιμη. Μια βελτιστοποιημένη άκαμπτη άρθρωση ούτε θα εισάγει πρόσθετες δυνάμεις στην προσομοίωση, ούτε θα επηρεάσει την ταχύτητα της προσομοίωσης - τα δύο άκαμπτα συνδεδεμένα σώματα συμπεριφέρονται ως ένα. Η βελτιστοποίηση δεν επιτρέπει τη μέτρηση δυνάμεων και ροπών πάνω στην κλειδωμένη άρθρωση (έχουν τιμή 0,0). Για να πάρετε τις σωστές τιμές για τη δύναμη και τη ροπή, μπορείτε να κάνετε την άρθρωση μετρήσιμη. Εφόσον η επεξεργασία των συνδεδεμένων σωμάτων θα γίνει μεμονωμένα για κάθε περίπτωση, οι υπολογισμοί της προσομοίωσης θα διαρκέσουν λίγο περισσότερο χρόνο.



Η δημιουργία ενός μετρητή Δύναμης ή Ροπής για μία άκαμπτη άρθρωση, θα τον κάνουν αυτομάτως μετρήσιμο (μη-βελτιστοποιημένο).

Για να ορίσετε τις ιδιότητες μιας άρθρωσης με πείρο ή άκαμπτης άρθρωσης:

- 1. Επιλέξτε την άρθρωση και επιλέξτε Ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.**
- 2. Επεξεργαστείτε τα πεδία που αντιστοιχούν στις συντεταγμένες του σημείου που θέλετε να μετακινήσετε.**

**Μετρήσιμες ή
Βελτιστοποιημένες άκαμπτες
αρθρώσεις**

Το παράθυρο Ιδιότητες δείχνει τις συντεταγμένες των δύο σημείων που συνιστούν την άρθρωση πείρου. Οι συντεταγμένες εμφανίζονται σε σχέση με το σύστημα αναφοράς του σώματος στο οποίο έχει επισυναφθεί το σημείο. (Αν ένα σημείο έχει επισυναφθεί στο φόντο, το παράθυρο δείχνει τις παγκόσμιες

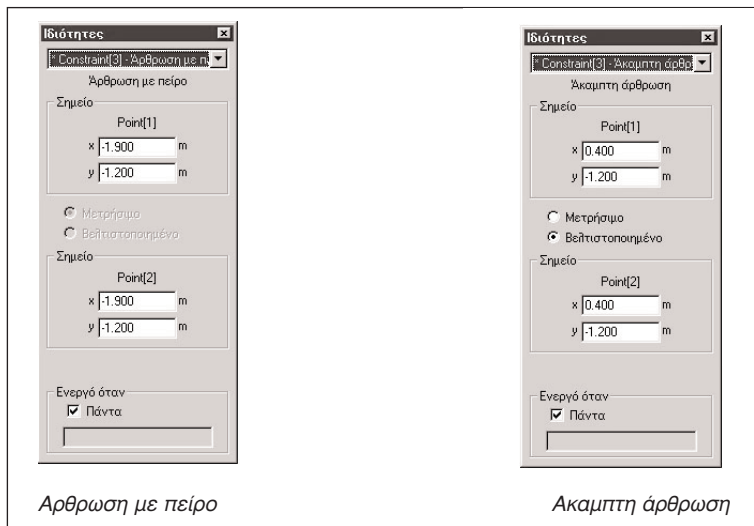
Τοποθέτηση των αρθρώσεων πείρου (με ακρίβεια)

Σχήμα 4-63

Παράθυρο Ιδιοτήτες για μια άρθρωση πείρου και μία άκαμπτη άρθρωση

συντεταγμένες). Μπορείτε να τροποποιήσετε αυτές τις τιμές, για να τοποθετήσετε με ακρίβεια τα μεμονωμένα σημεία.

Αν τροποποιήσετε τη σχετική θέση ενός από τα σημεία που ανήκουν σε μια άρθρωση πείρου, το άλλο σημείο θα μετακινηθεί για να ταιριάζει με την επανατοποθέτηση. Για παράδειγμα, ένα από τα σημεία της άρθρωσης πείρου, όπως φαίνεται στο σχήμα 4-64 είναι συνημμένο στον κύκλο. Στο αριστερό σχήμα, το σημείο έχει μετατόπιση (0, 0). Αν αλλάξετε τις συντεταγμένες του σημείου



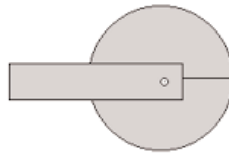
σε (0, -0,3) στο παράθυρο Ιδιοτήτες, το άλλο σώμα (το ορθογώνιο) μετακινείται κατά μήκος για να ταιριάζει με την αλλαγή θέσης.

Μέτρηση Δυνάμεων Αντίδρασης στις αρθρώσεις

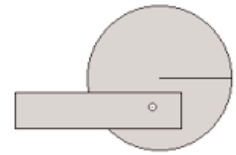
Όταν επιλέγετε μια άρθρωση και δημιουργείτε έναν μετρητή για να μετράει τη δύναμη αντίδρασης, ο μετρητής υπολογίζει τη δύναμη που ασκείται πάνω στο σώμα και βρίσκεται στο επάνω

Σχήμα 4-64

Τοποθέτηση άρθρωσης πείρου και μετατόπιση σημείου



Μετατόπιση (0, 0)



Μετατόπιση (0, -0,3)

στρώμα κατά τη δημιουργία του συνδέσμου. Τα συστατικά μέρη δίνονται στο σύστημα παγκόσμιων μεταβλητών. Το σχήμα 4-65 δείχνει τον μετρητή.

Συνήθως, οι μετρητές έχουν μαθηματικές εκφράσεις στο παράθυρο Ιδιότητες:

Σχήμα 4-65

Μέτρηση δυνάμεων αντίδρασης στις αρθρώσεις

➡ Δύναμη του Άρθρωση με πείρο 8	
F_x	F_x -17.045 N
F_y	F_y 7.659 N
$ F $	$ F $ 18.687 N

`constraintforce(n).x`

`constraintforce(n).y`

`lconstraintforce(n)`

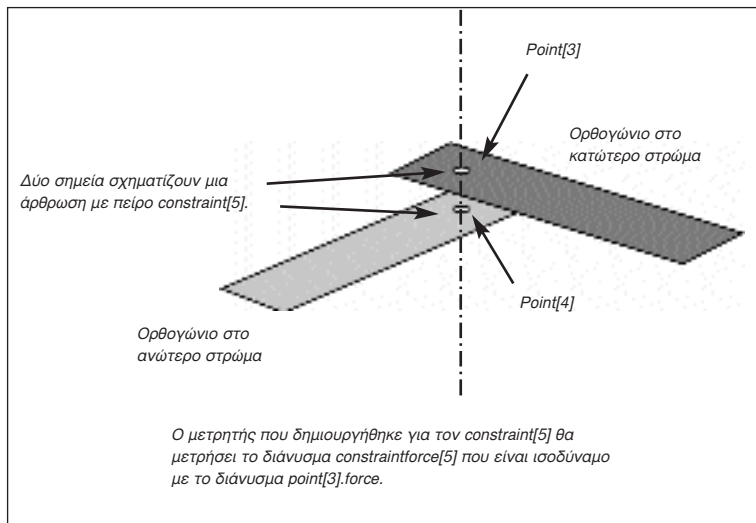
για τα x-, y- και το μέγεθος (η μεταβλητή *n* διαφέρει αναλόγως με τον αριθμό ID που έχει δοθεί στην άρθρωση πείρου στο μοντέλο σας). Η έκφραση `constraintforce(n)` αφορά το διάνυσμα δύναμης που ενεργεί στο σώμα στο επάνω στρώμα.

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι μια άρθρωση με πείρο `constraint[5]` αποτελείται από τα σημεία `point[3]` και `point[4]`. Τότε ο μετρητής δύναμης για το `constraint[5]` υπολογίζει τη δύναμη που ασκείται στο `point[3]`. Τα συστατικά στοιχεία διασπώνται και πάλι σε παγκόσμιους άξονες συντεταγμένων *x* και *y*.

Μπορείτε να μετρήσετε τη δύναμη που ασκείται στο τελευταίο σημείο, αντικαθιστώντας τα πεδία μετρητών δύναμης με:

Σχήμα 4-66

Μετρητές συνδέσμων δύναμης



`point[4].force.x`

`point[4].force.y`

`lpoint[4].forcel`

για τα x-, y- και το μέγεθος, αντίστοιχα. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στη σελίδα B-7 στο "Πεδία σημείου".

4.19. Αρθρώσεις εγκοπής

Οι αρθρώσεις εγκοπής ευθυγραμμίζουν ένα σημείο πάνω σε ένα σώμα με μια εγκοπή σε άλλο σώμα ή στο φόντο. Μια εγκοπή μπορεί να είναι είτε κατακόρυφη είτε καμπύλη.

Δημιουργία μιας άρθρωσης κατακόρυφης εγκοπής

Μπορείτε να δημιουργήσετε μια άρθρωση κατακόρυφης εγκοπής είτε:

χρησιμοποιώντας ένα από τα εργαλεία άρθρωσης κατακόρυφης εγκοπής από τη Γραμμή εργαλείων, είτε

ενώνοντας ένα στοιχείο κατακόρυφης εγκοπής με ένα σημείο ή ένα τετραγωνικό σημειακό στοιχείο (για τη δημιουργία κλειδωμένων ή με πείρο αρθρώσεων εγκοπής, αντίστοιχα). Για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη μέθοδο αυτή, συμβουλευτείτε τη "Δημιουργία αρθρώσεων εγκοπής από στοιχεία".

Για να δημιουργήσετε μια κατακόρυφη άρθρωση εγκοπής χρησιμοποιώντας άμεσα ένα εργαλείο Άρθρωσης Εγκοπής:

- 1. Ευθυγραμμίστε τα σώματα που θα ενωθούν από την άρθρωση εγκοπής ή την κλειδωμένη άρθρωση εγκοπής.**
- 2. Επιλέξτε το κατάλληλο εργαλείο Άρθρωση από τη Γραμμή εργαλείων.**
- 3. Κάντε κλικ με το ποντίκι για να δημιουργήσετε την άρθρωση στην κατάλληλη θέση.**

Τα πρώτα δύο σώματα θα ενωθούν. Το στοιχείο εγκοπής θα επισυναφθεί στο δεύτερο σώμα από πάνω. Αν μόνο ένα σώμα βρίσκεται κάτω από το δείκτη, η εγκοπή θα επισυναφθεί στο φόντο.

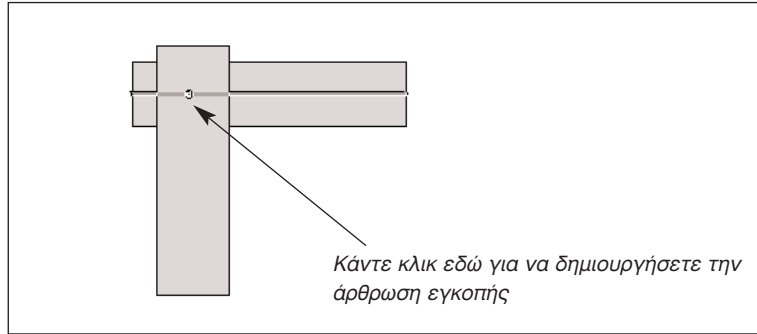
Η Γραμμή συντεταγμένων (σχήμα 4-68) για μια άρθρωση κατακόρυφης εγκοπής δείχνει το σημείο βάσης της εγκοπής και τις



συντεταγμένες του πείρου εγκοπής (το σημείο στο οποίο έχει επισυναφθεί το σώμα στην εγκοπή).

Σχήμα 4-67

Δημιουργία άρθρωσης
κατακόρυφης εγκοπής



Σχήμα 4-68

Γραμμή συντεταγμένων για
μια άρθρωση κατακόρυφης
εγκοπής



Δημιουργία άρθρωσης καμπύλης εγκοπής

Μπορείτε να δημιουργήσετε μια άρθρωση καμπύλης εγκοπής είτε:

χρησιμοποιώντας το εργαλείο Άρθρωση καμπύλης ή κλειστής εγκοπής από τη Γραμμή εργαλείων, ή

ενώνοντας ένα στοιχείο καμπύλης ή κλειστής καμπύλης εγκοπής με ένα σημειακό στοιχείο (για τη δημιουργία μιας άρθρωσης εγκοπής με πείρο). Περισσότερες πληροφορίες για αυτή τη μέθοδο θα βρείτε στο "Δημιουργία αρθρώσεων εγκοπής από στοιχεία" στη σελίδα 4-72.

Για να δημιουργήσετε μια άρθρωση (κλειστής) καμπύλης εγκοπής χρησιμοποιώντας το εργαλείο Άρθρωση (κλειστής) καμπύλης εγκοπής άμεσα:

- 1. Δημιουργήστε ένα σώμα που θα μετακινείται κατά μήκος της εγκοπής.**
- 2. Επιλέξτε το κατάλληλο εργαλείο και κάντε μια φορά κλικ πάνω στο σώμα.**

Ο πείρος εγκοπής θα επισυναφθεί στο αντικείμενο. Αυτό το σημείο θα είναι και το πρώτο σημείο ελέγχου της καμπύλης εγκοπής.

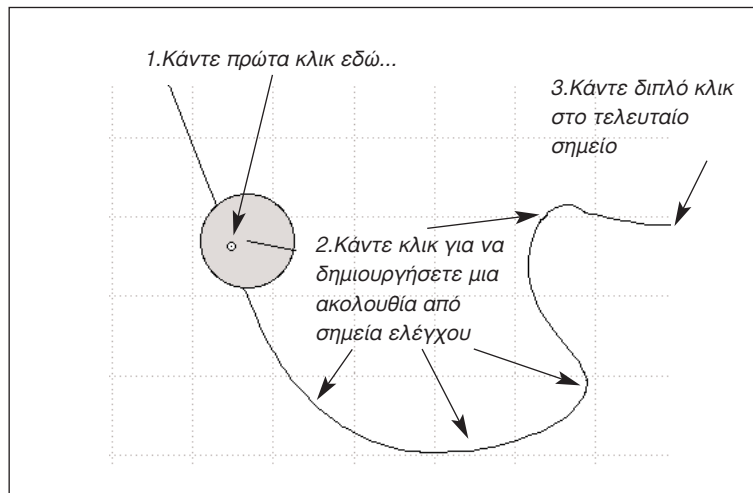
- 3. Κάντε κλικ για να δημιουργήσετε όσα περισσότερα σημεία ελέγχου θέλετε και με διπλό κλικ σηματοδοτείστε το τελευταίο σημείο ελέγχου και ολοκληρώστε το σχεδιασμό της εγκοπής. Εναλλακτικά, πατήστε το πλήκτρο space bar για να ολοκληρώσετε την εγκοπή, αφού κάνετε κλικ για να δημιουργήσετε το τελευταίο σημείο ελέγχου. Παρατηρήστε ότι στη Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζεται η μετατόπιση από το προηγούμενο σημείο ελέγχου (όπως φαίνεται και από το σχήμα 4-70).**

Το σχήμα 4-69 παρακάτω εμφανίζει ένα απλό παράδειγμα ενός σώματος που πρόκειται να μετακινηθεί κατά μήκος μιας ανοιχτής καμπύλης.

Όταν είναι επιλεγμένο το εργαλείο Άρθρωση καμπύλης εγκοπής, το Interactive Physics μετακινεί γραμμικά τα μέρη της εγκοπής

Σχήμα 4-69

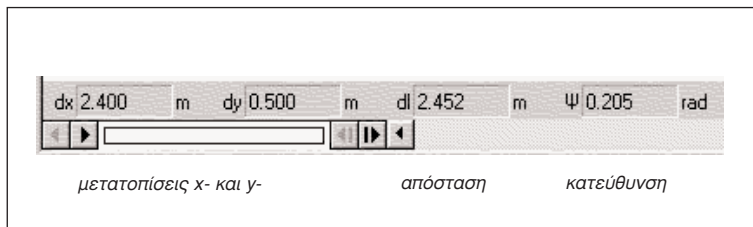
Σώμα πάνω σε ανοιχτή
καμπύλη



πέρα από τα τελικά σημεία ελέγχου. Όταν είναι επιλεγμένο το

Σχήμα 4-70

Γραμμή συντεταγμένων που
δείχνει τη μετατόπιση από το
προηγούμενο σημείο ελέγχου



εργαλείο Άρθρωση κλειστής καμπύλης εγκοπής, το Interactive Physics κλείνει αυτόματα την καμπύλη μεταξύ των τελικών σημείων ελέγχου.

Η Γραμμή συντεταγμένων για μια άρθρωση καμπύλης εγκοπής δείχνει το σημείο βάσης εγκοπής και τις συντεταγμένες εγκοπής πείρου (το σημείο στο οποίο επισυνάπτεται το σώμα στην εγκοπή). Και οι δύο τιμές βασίζονται σε τοπικές συντεταγμένες

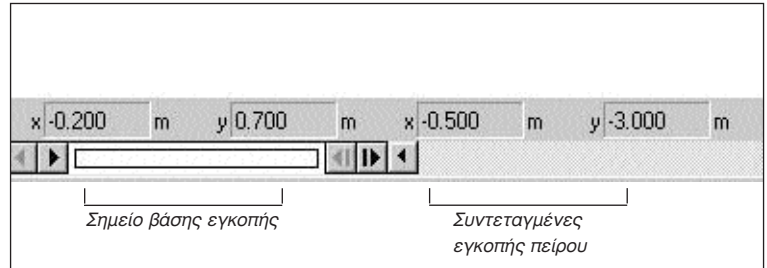
Οι καμπύλες εγκοπές μπορούν να ανασχηματιστούν με το ποντίκι ή μέσω του παραθύρου Γεωμετρία. Εδώ θα αναφερθούμε στην αλλαγή σχήματος με το ποντίκι, ενώ η "Αλλαγή σχήματος μιας καμπύλης εγκοπής με αριθμητικό τρόπο" στη σελίδα 4-79 αυτού του κεφαλαίου θα καλύψει την άλλη μέθοδο.

Για να αλλάξετε το σχήμα μιας καμπύλης εγκοπής:

1. Επιλέξτε Αλλαγή σχήματος από τον κατάλογο επιλογών

Σχήμα 4-71

Γραμμή συντεταγμένων για
 μια άρθρωση καμπύλης
 εγκοπής



**Αλλαγή σχήματος μιας
 καμπύλης εγκοπής**

Επεξεργασία.

Το στοιχείο αυτό θα ενεργοποιηθεί μόνον εφόσον υπάρχει ένα πολύγωνο, καμπύλο σώμα ή καμπύλη εγκοπή - δηλαδή αντικείμενα που μπορούν να αλλάξουν σχήμα.

2. Επιλέξτε μια καμπύλη εγκοπή.

Η καμπύλη εγκοπή εμφανίζει λαβές αλλαγής σχήματος σε όλα τα σημεία ελέγχου, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4-72.

3. Κάντε κλικ και σύρετε μια λαθή αλλαγής σχήματος.

Αυτό θα μετακινήσει ένα από τα σημεία ελέγχου.

**4. Βγείτε από το περιβάλλον αλλαγής σχήματος
 αποεπιλέγοντας την Αλλαγή σχήματος από τον κατάλογο
 επιλογών Επεξεργασία ή επιλέγοντας οποιοδήποτε άλλο
 εργαλείο από τη Γραμμή εργαλείων.**

Πρέπει να επιστρέψετε σε περιβάλλον επεξεργασίας για να σύρετε την καμπύλη εγκοπή με το ποντίκι.

Σχήμα 4-72

Καμπύλη εγκοπή σε
 περιβάλλον αλλαγής σχήματος

Για να προσθέσετε ένα σημείο ελέγχου:

- 1. Βεβαιωθείτε ότι είστε σε περιβάλλον αλλαγής σχήματος (το στοιχείο του καταλόγου επιλογών Αλλαγή σχήματος στον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία θα πρέπει να φέρει το σημάδι επιλογής).**
- 2. Κάντε κλικ πάνω στην εγκοπή (μακριά από το υπάρχον σημείο ελέγχου) και σύρετε το νέο σημείο ελέγχου στη θέση που θέλετε.**

Για να διαγράψετε ένα σημείο ελέγχου:

1. Βεβαιωθείτε ότι βρίσκεστε σε περιβάλλον **Αλλαγής σχήματος**, χρησιμοποιώντας την επιλογή **Αλλαγή σχήματος** από τον κατάλογο επιλογών **Επεξεργασία**.
2. Επιλέξτε την καμπύλη εγκοπή για να εμφανιστούν οι **λαβές αλλαγής σχήματος**.
3. Επιλέξτε τη **λαβή αλλαγής σχήματος** που αντιστοιχεί στο σημείο ελέγχου που θέλετε να διαγράψετε.
Θα επιλεγεί η λαβή.
4. Επιλέξτε **Αποκοπή** από τον κατάλογο επιλογών **Επεξεργασία**, ή πατήστε το πλήκτρο **Delete**.

Δημιουργία αρθρώσεων εγκοπής από στοιχεία

Μπορείτε να δημιουργήσετε μια άρθρωση εγκοπής συνδυάζοντας ένα σημείο (ή ένα τετραγωνικό στοιχείο) και μια εγκοπή, χρησιμοποιώντας το κουμπί **Σύνδεση**. Ειδικότερα, μπορείτε:

να δημιουργήσετε μια άρθρωση εγκοπής με πείρο, ενώνοντας ένα πείρο και μια εγκοπή, ή

να δημιουργήσετε μια άρθρωση κλειδωμένης εγκοπής, ενώνοντας ένα τετραγωνικό στοιχείο και μια εγκοπή (μόνο κατακόρυφες εγκοπές).

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

Αν επιχειρήσετε να ενώσετε ένα τετραγωνικό στοιχείο με μια καμπύλη εγκοπή, ο συνδυασμός που θα προκύψει θα είναι μια άρθρωση καμπύλης εγκοπής με πείρο.

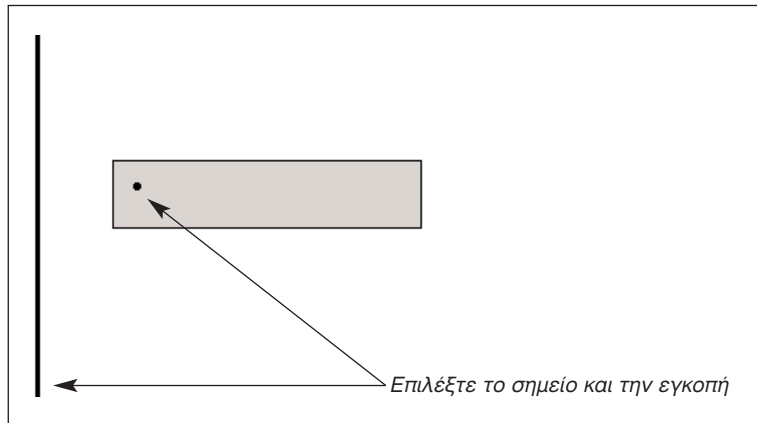
Σε μία μόνο εγκοπή δεν μπορεί να επισυναφθούν περισσότερα του ενός στοιχεία (στρογγυλά ή τετραγωνικά). Αν θέλετε να επισυναφθούν στην ίδια εγκοπή πολλά στοιχεία, θα χρειαστεί να αναπαραγάγετε την εγκοπή (χρησιμοποιώντας για

παράδειγμα, το **Αναπαγωγή** από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία) τόσες φορές όσες ο αριθμός των σημείων που πρέπει να επισυναφθούν.

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη σύνδεση στοιχείων και το χωρισμό συνδέσμων θα βρείτε στο "**5.1. Σύνδεση στοιχείων και Χωρισμός συνδέσμων**".

Σχήμα 4-73

Επιλογή ενός σημείου και μιας κατακόρυφης εγκοπής

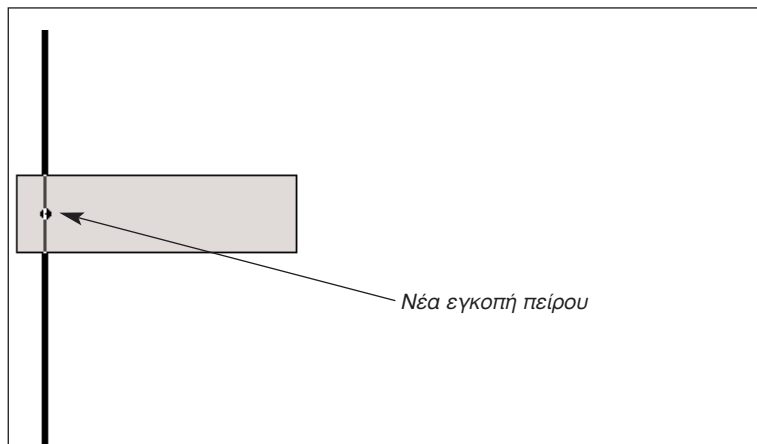


Για να δημιουργήσετε μια άρθρωση εγκοπής από τα πρωταρχικά της στοιχεία:

1. Δημιουργήστε ένα σημειακό στοιχείο και ένα στοιχείο εγκοπής σε ξεχωριστά σώματα.

Σχήμα 4-74

Δημιουργία μιας άρθρωσης εγκοπής με την ένωση ενός σημείου και μιας εγκοπής



Χρησιμοποιήστε το εργαλείο Σημείο στη Γραμμή εργαλείων για να δημιουργήσετε τα σημεία. Χρησιμοποιήστε ένα τετραγωνικό στοιχείο αν θέλετε να δημιουργήσετε μια άρθρωση κλειδωμένης εγκοπής (μόνο κατακόρυφες εγκοπές).

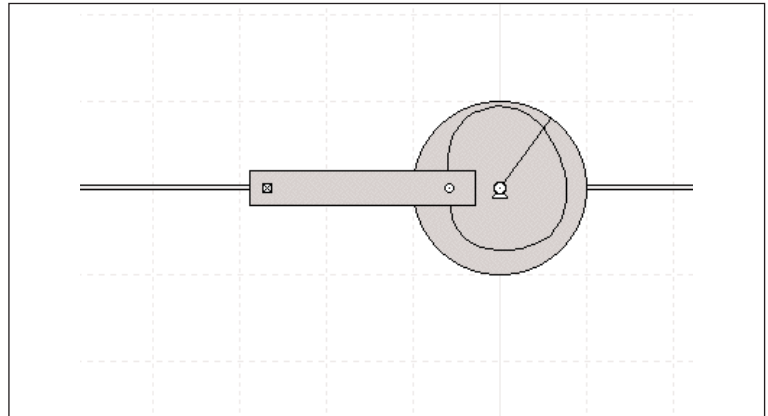
Μηχανισμός έκκεντρου

2. Επιλέξτε το σημείο και την εγκοπή.

Επιλέξτε δύο αντικείμενα, κρατώντας πατημένο το πλήκτρο Shift και

Σχήμα 4-75

Μηχανισμός απλού έκκεντρου



κάνοντας κλικ πάνω σε κάθε αντικείμενο με τη σειρά.



3. Κάντε κλικ στο κουμπί Σύνδεση πάνω στη Γραμμή εργαλείων.

Δημιουργείται μια κατακόρυφη εγκοπή. Το σώμα μετακινείται έτσι ώστε το σημείο και η εγκοπή να επικαλύπτονται.

Για να απεικονίσουμε τη δημιουργία μιας άρθρωσης καμπύλης εγκοπής από τα πρωταρχικά στοιχεία, ας δημιουργήσουμε ένα μηχανισμό έκκεντρου, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4-75 παρακάτω.



1. Δημιουργήστε ένα δίσκο και σχεδιάστε μια κλειστή καμπύλη εγκοπή πάνω του.

Χρησιμοποιήστε το εργαλείο Κλειστής καμπύλης εγκοπής. Κάντε κλικ για το πρώτο σημείο ελέγχου πάνω στο δίσκο και στη συνέχεια για τη δημιουργία και άλλων σημείων ελέγχου, κλείνοντας την καμπύλη με ένα διπλό κλικ ή πατώντας το πλήκτρο space bar.

Προς το παρόν, το σχήμα της εγκοπής θα είναι ανυπαίρετο.

Πληροφορίες σχετικά με την ακριβή προσαρμογή της γεωμετρίας της εγκοπής θα βρείτε στη σελίδα 4-79 "Αλλαγή σχήματος μιας καμπύλης εγκοπής με αριθμητικό τρόπο".

2. Επισυνάψτε ένα κινητήρα στο κέντρο του δίσκου.

Αργότερα αυτός ο κινητήρας θα οδηγεί το μηχανισμό.

- 3. Δημιουργήστε ένα ορθογώνιο σώμα (συνοδό του έκκεντρου) και επισυνάψτε ένα σημειακό στοιχείο στο ένα άκρο του ορθογωνίου, το οποίο αργότερα θα χρησιμεύσει ως πείρος στην εγκοπή.**

Βεβαιωθείτε ότι το αντικείμενο είναι αρκετά μακρύ, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα.

- 4. Επιλέξτε την εγκοπή και κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Shift για να επιλέξετε το σημείο πάνω στο συνοδό του έκκεντρου.**



- 5. Κάντε κλικ στη Σύνδεση.**

Παρατηρήστε ότι ο συνοδός έκκεντρου είναι τώρα συνημμένος στην εγκοπή.

- 6. Προσαρμόστε το συνοδό έκκεντρου ώστε να είναι οριζόντιος περίπου στην ίδια θέση y του κινητήρα οδηγού.**

Μπορείτε να σύρετε το συνοδό ή και να χρησιμοποιήσετε το παράθυρο Ιδιότητες του συνοδού για να πληκτρολογήσετε τις συντεταγμένες y για να προσαρμόσετε τη θέση και τον προσανατολισμό ακριβώς.



- 7. Χρησιμοποιήστε την οριζόντια κλειδωμένη εγκοπή για να επισυνάψτε το άκρο του συνοδού έκκεντρου στο φόντο.**

- 8. Κάντε κλικ στην Εκτέλεση.**

Παρατηρήστε πώς μετακινείται ο συνοδός έκκεντρου, καθώς περιστρέφεται το έκκεντρο.



Επισύναψη εγκοπής σε ένα σώμα

Επισύναψη και Απόσπαση ενός στοιχείου εγκοπής

Μπορείτε ελεύθερα να επισυνάψετε ή να αποσπάσετε ένα στοιχείο εγκοπής σε ένα σώμα. Για παράδειγμα, αν έχετε επισυνάψει ένα στοιχείο κλειστής εγκοπής στο φόντο, μπορείτε να επισυνάψετε το στοιχείο εγκοπής σε ένα κυκλικό σώμα για να δημιουργήσετε ένα έκκεντρο.

Για να επισυνάψετε μια εγκοπή σε ένα σώμα:

1. Μετακινήστε το στοιχείο εγκοπής στην επιθυμητή θέση πάνω ή κοντά στο σώμα.

Το Interactive Physics δεν θα αλλάξει τη θέση της εγκοπής ή του σώματος όταν τα επισυνάπτει μαζί. Πρέπει πρώτα να τοποθετήσετε την εγκοπή στη θέση που θέλετε πάνω στο σώμα.

Μπορείτε να αλλάξετε το χρώμα ή το σχέδιο του σώματος σε διαφανές, ώστε να μπορείτε να δείτε το στοιχείο εγκοπής όταν "καλύπτεται" από το αντικείμενο.

Απόσπαση εγκοπής από ένα σώμα

2. Επιλέξτε το σώμα και το στοιχείο εγκοπής.

Χρησιμοποιήστε την επιλογή με Shift ή την επιλογή με το πλαίσιο.

3. Επιλέξτε Επισύναψη στο σώμα από τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο.

Το Σύστημα αναφοράς (ΣΑ) του στοιχείου εγκοπής θα είναι το ΣΑ του σώματος. Οι συντεταγμένες των σημείων ελέγχου θα προσαρμοστούν αντιστοίχως.

Για να αποκολλήσετε μια εγκοπή από ένα σώμα:

1. Επιλέξτε το στοιχείο εγκοπής.

Μην επιλέγετε το σώμα, στο οποίο είναι συνημμένη αυτήν τη στιγμή η εγκοπή.

2. Επιλέξτε Απόσπαση από το σώμα στον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο.

Η εγκοπή θα χάσει τη σύνδεσή της με το σώμα, παρότι το γεγονός ότι η θέση της εγκοπής παραμένει αμετάβλητη. Το ΣΑ της εγκοπής θα μετακινηθεί σε εκείνο του φόντου (δηλ. στην αρχή των αξόνων) και οι συντεταγμένες του σημείου ελέγχου θα τροποποιηθούν αναλόγως.

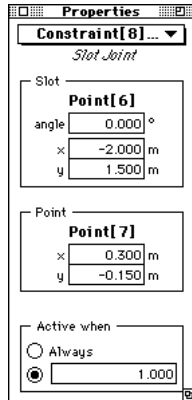
Ιδιότητες άρθρωσης εγκοπής

Για να τροποποιήσετε τις ιδιότητες μιας άρθρωσης εγκοπής:

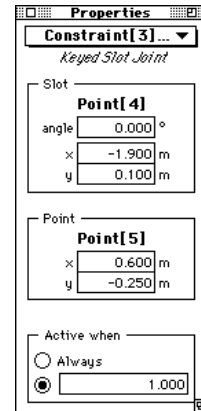
1. Επιλέξτε το σύνδεσμο εγκοπής και από τον κατάλογο

Σχήμα 4-76

Παράθυρο Ιδιότητες με
επιλεγμένη μια άρθρωση
εγκοπής ή μια άρθρωση
κλειδωμένης εγκοπής



Άρθρωση εγκοπής
με πείρο



Άρθρωση κλειδωμένης εγκοπής

επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

Το πεδίο Εγκοπή του παραθύρου Ιδιότητες περιγράφει το στοιχείο εγκοπής της άρθρωσης εγκοπής. Το στοιχείο εγκοπής περιγράφεται από το σημείο στο οποίο είναι συνημμένο στο φόντο (ή σε ένα σώμα, αν η εγκοπή είναι πάνω σε ένα σώμα) και από τη στροφή του (για κατακόρυφες εγκοπές η γωνία που σχηματίζει με τον άξονα x, για καμπύλες εγκοπές η γωνία είναι αρχικά 0). Για καμπύλες εγκοπές, αυτό το σημείο επισύναψης είναι το πρώτο σημείο ελέγχου που δημιουργείται.

Το πεδίο Σημείο δίνει τις συντεταγμένες του στοιχείου σημείου της άρθρωσης με πείρο. Αυτό το σημείο βρίσκεται πάνω στο σώμα, εκεί που βρίσκεται ο πείρος εγκοπής.

Μέτρηση δυνάμεων αντίδρασης σε αρθρώσεις εγκοπής

Μπορείτε να δημιουργήσετε έναν μετρητή που θα μετράει τις δυνάμεις που ενεργούν πάνω στην εγκοπή, επιλέγοντας **Δύναμη** από τον κατάλογο επιλογών **Μέτρηση**, καθώς θα είναι επιλεγμένο το στοιχείο εγκοπής. Ο μετρητής αποτελείται από τρία στοιχεία (μπορείτε να τα δείτε στο παράθυρο Ιδιότητες):

`constraintforce(n).x`

`constraintforce(n).y`

`lconstraintforce(n)`

(όπου ο αριθμός n μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την ταυτότητα ID του συνδέσμου σας).

Τα στοιχεία της δύναμης εγκοπής δίδονται σε όρους του συστήματος συντεταγμένων, του οποίου ο άξονας x συμπίπτει με την εγκοπή (για γραμμικές εγκοπές) ή την εφαπτομένη σε αυτό το σημείο (για καμπύλες εγκοπές). Για το λόγο αυτό, ο μετρητής δύναμης της άρθρωσης εγκοπής θα έχει πάντοτε μηδενικό x .

Αν θέλετε να παρατηρήσετε τις δυνάμεις αντίδρασης στις εγκοπές σε όρους του παγκόσμιου συστήματος συντεταγμένων, βρείτε το σημειακό στοιχείο που έχει επισυναφθεί στο σώμα που περιορίζεται από την εγκοπή. Απλώς φέρετε το δείκτη του ποντικιού πάνω από το σημειακό στοιχείο και διαβάστε τη Γραμμή κατάστασης. Υποθέστε ότι το σημειακό στοιχείο είναι `point[5]`.

Στη συνέχεια το διάνυσμα:

`point[5].force`

αντιπροσωπεύει τη δύναμη αντίδρασης που ενεργεί πάνω στο σώμα από την εγκοπή. Μπορείτε να αντικαταστήσετε τα πεδία των μετρητών στο παράθυρο Ιδιότητες με εκφράσεις όπως:

`point[5].force.x`

`point[5].force.y`



|point[5].forcel

για να πάρετε τα στοιχεία x - και y -, καθώς και το μέγεθος της δύναμης αντίδρασης. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στη σελίδα B-7 στο "Πεδία σημείου".

Ορισμός της γεωμετρίας μιας καμπύλης εγκοπής

Μια καμπύλη εγκοπή προκύπτει από τη δημιουργία μιας σειράς

Σχήμα 4-77

Παράθυρο Γεωμετρία για μια άρθρωση καμπύλης εγκοπής

Geomtry

Constraint[2]
Curved Slot Joint

Slot is
☐ Open
☒ Closed

Display in
☐ Cartesian coordinates
☒ Polar coordinates

Table

☒ Incl. interp. pts. 10

	Radius	θ
1	1.838	135.000
2	2.648	-169.114
3	1.105	-84.805
4	1.342	63.435

σημείων ελέγχου. Η τοποθεσία των σημείων ελέγχου μπορεί να ειδωθεί, να τροποποιηθεί και να γίνουν ανταλλαγές προς και από το Πρόχειρο, χρησιμοποιώντας το παράθυρο Γεωμετρία (μπορείτε επίσης να τροποποιήσετε την καμπύλη γεωμετρίας γραφικά, βλέπε "Αλλαγή σχήματος μιας καμπύλης εγκοπής" στη σελίδα 4-71).

Για να εμφανίσετε το παράθυρο Γεωμετρία:

- Επιλέξτε την καμπύλη εγκοπή.**
- Επιλέξτε Γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.**

Εναλλακτικά, αν το παράθυρο Γεωμετρία είναι ήδη ορατό,

Ανοιχτή/Κλειστή εγκοπή

μπορείτε απλώς να επιλέξετε την καμπύλη εγκοπής, της οποίας τη γεωμετρία θέλετε να δείτε από τον κατάλογο επιλογών στο επάνω μέρος του παραθύρου.

Συντεταγμένες εμφάνισης

Μπορείτε να μετατρέψετε ανοιχτές καμπύλες εγκοπές σε κλειστές και αντιστρόφως, επιλέγοντας το κατάλληλο κουμπί ραδιοφώνου. Όταν είναι ανοιχτές οι καμπύλες εγκοπές, οι κλίσεις της αυλακωμένης καμπύλης στα οριακά σημεία χρησιμοποιούνται για τη γραμμική μετατόπιση από το σημείο εκείνο μέχρι το άπειρο.

Πίνακας**Αντιγραφής/Επικόλλησης**

Μπορείτε να δείτε τα σημεία ελέγχου είτε σε καρτεσιανές είτε σε πολικές συντεταγμένες. Οι εγκοπές κλειστής καμπύλης εξ ορισμού είναι σε πολικές συντεταγμένες. Οι ανοιχτές εγκοπές είναι εξ ορισμού σε καρτεσιανές συντεταγμένες.

Μπορείτε να αντιγράψετε και να επικολλήσετε τις συντεταγμένες των σημείων ελέγχου από και προς το Πρόχειρο, που αποθηκεύει τις συντεταγμένες στη μορφή κειμένου που βρίσκεται εντός | | (χωρίζονται με το χαρακτήρα tab). Αυτό το χαρακτηριστικό είναι χρήσιμο, όταν θέλετε να εξάγετε ή να εισάγετε αριθμητικά δεδομένα των συντεταγμένων των σημείων ελέγχου από άλλες εφαρμογές για να ορίσετε ακριβώς την καμπύλη εγκοπής (οδηγίες θα βρείτε στην "Αντιγραφή μιας καμπύλης εγκοπής προς και από άλλες εφαρμογές" στη σελίδα 4-82).

Μπορείτε, φυσικά, να αντιγράψετε και να επικολλήσετε καμπύλες εγκοπές γραφικά, εντός του Interactive Physics, όπως ακριβώς και οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο χωρίς να χρησιμοποιήσετε το στοιχείο Αντιγραφή/Επικόλληση Πίνακα.

**Συντεταγμένες σημείου
ελέγχου**

Το Interactive Physics σας επιτρέπει, επίσης, να αντιγράψετε έναν ορισμένο αριθμό σημείων που παρεμβάλλονται στην καμπύλη εγκοπής στο Πρόχειρο. Μπορείτε να καθορίσετε τον αριθμό σημείων που θα ληφθούν ως δείγμα για ένα κενό διάστημα μεταξύ δύο παρακαείμενων σημείων ελέγχου.

Το παράθυρο Γεωμετρία εμφανίζει τα σημεία ελέγχου σε συντεταγμένες ΣΑ.

Το παράθυρο Ιδιότητες μιας καμπύλης εγκοπής εμφανίζει τις συντεταγμένες για την εγκοπή. Αυτό το σημείο ορίζεται ως ΣΑ για την καμπύλη εγκοπή. Το ΣΑ μιας καμπύλης εγκοπής είναι το ΣΑ του σώματος στο οποίο ήταν συνημμένο, όταν αρχικά δημιουργήθηκε η εγκοπή. Αν η καμπύλη εγκοπή είχε αρχικά δημιουργηθεί στο φόντο, το ΣΑ είναι η αρχή των παγκόσμιων συντεταγμένων (0, 0).

ΣΑ μιας καμπύλης εγκοπής

Το ΣΑ για την εγκοπή παραμένει σταθερό, όταν η εγκοπή αλλάζει σχήμα, είτε γραφικά, είτε με επεξεργασία ενός από τα σημεία ελέγχου στο παράθυρο Γεωμετρία (ώστε οι συντεταγμένες των άλλων σημείων ελέγχου να παραμένουν αμετάβλητες). Καθώς μια εγκοπή μετακινείται ή σύρεται, το ΣΑ μετακινείται μαζί της. Με τον τρόπο αυτό τα σημεία ελέγχου που εμφανίζονται ως μετατόπιση από το ΣΑ, παραμένουν αμετάβλητα κατά τη μετακίνηση μιας εγκοπής.

Αλλαγή σχήματος μιας καμπύλης εγκοπής με αριθμητικό τρόπο

Μπορείτε να τροποποιήσετε με ακρίβεια το σχήμα των καμπύλων εγκοπών, ορίζοντας συντεταγμένες για κάθε σημείο ελέγχου. Για να εισάγετε τις τιμές των συντεταγμένων χρησιμοποιήστε το παράθυρο Γεωμετρία. (Αν θέλετε να αλλάξετε το σχήμα μιας καμπύλης εγκοπής γραφικά, συμβουλευτείτε την "Αλλαγή σχήματος μιας καμπύλης εγκοπής" στη σελίδα 4-71 που αναφέρεται στην αλλαγή σχήματος με το ποντίκι).

Χρήση του παραθύρου Γεωμετρία

Το παράθυρο Γεωμετρία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσθέσει ή να διαγράψει σημεία ελέγχου. Μπορείτε επίσης να αντιγράψετε έναν πίνακα συντεταγμένων από και προς το

Πρόχειρο, ώστε να υπάρξει ανταλλαγή γεωμετρικών δεδομένων ακριβείας με άλλες εφαρμογές.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το παράθυρο Γεωμετρία για να τροποποιήσετε τις θέσεις των μεμονωμένων σημείων ελέγχου. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα προσθήκης και διαγραφής σημείων ελέγχου. Συμβουλευτείτε επίσης την "**Αντιγραφή μιας καμπύλης εγκοπής από και προς άλλες εφαρμογές**" στη σελίδα 4-82 σχετικά με την εξαγωγή και εισαγωγή πίνακα γεωμετρίας από και προς άλλες εφαρμογές.

Για να αλλάξετε το σχήμα μιας καμπύλης εγκοπής:

- 1. Κάντε κλικ στην εγκοπή για να την επιλέξετε.**
- 2. Επιλέξτε Γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.**

Εμφανίζεται το παράθυρο Γεωμετρία, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4-77.

- 3. Εισάγετε νέες τιμές για τις θέσεις των σημείων ελέγχου.**

Η εγκοπή θα αλλάξει σχήμα, καθώς εισάγετε νέες συντεταγμένες.

Παρατηρήστε, επίσης, πώς τονίζεται πάνω στην καμπύλη εγκοπή το σημείο ελέγχου που εκείνη τη στιγμή επιδέχεται επεξεργασία.

Για να προσθέσετε ένα σημείο ελέγχου:

- 1. Κάντε κλικ πάνω σε μια εγκοπή για να την επιλέξετε.**
- 2. Επιλέξτε Γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.**

Εμφανίζεται το παράθυρο Γεωμετρία, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4-78.

- 3. Επιλέξτε ένα σημείο ελέγχου παρακείμενο στο νέο σημείο ελέγχου.**

Σχήμα 4-78

Προσθήκη ενός σημείου
ελέγχου σε μια καμπύλη
εγκοπή

Επιλέξτε αυτό το
σημείο ελέγχου

	Radius	ϕ
1	1.838	135.000
2	2.648	-169.114
3	1.105	-84.805
4	1.342	63.435

Insert

Σχήμα 4-79

Νέα καμπύλη εγκοπή με δύο
ταυτόσημα σημεία ελέγχου

Αυτά τα δυο
σημεία ελέγχου
έχουν τις ίδιες
συντεταγμένες

	Radius	ϕ
1	1.838	135.000
2	2.648	-169.114
3	1.105	-84.805
4	1.342	63.435

4. Κάντε κλικ στο κουμπί Εισαγωγή στο παράθυρο Γεωμετρία.

Στη λίστα θα δημιουργηθεί ένα αντίγραφο σημείου ελέγχου. Το σχήμα της εγκοπής δεν θα μεταβληθεί μέχρι να επεξεργαστείτε το αντίγραφο του σημείου ελέγχου. Βλέπε σχήμα 4-79.

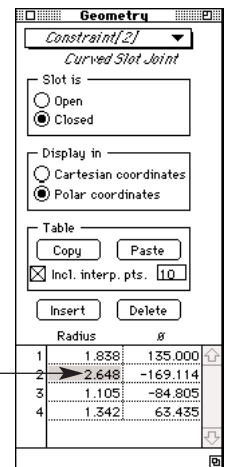
5. Επεξεργαστείτε τις συντεταγμένες του νέου σημείου ελέγχου για τη δημιουργία ενός γεωμετρικά ξεχωριστού σημείου.

Για να διαγράψετε ένα σημείο ελέγχου:

Σχήμα 4-80

Διαγραφή ενός σημείου ελέγχου από μια καμπύλη εγκοπή

Επιλέξτε αυτό το σημείο ελέγχου



1. Κάντε κλικ στο αντικείμενο για να το επιλέξετε.
2. Επιλέξτε Γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται το παράθυρο Γεωμετρία.

3. Επιλέξτε το σημείο ελέγχου που θέλετε να διαγράψετε στο παράθυρο Γεωμετρία.
4. Κάντε κλικ στο κουμπί Διαγραφή στο παράθυρο.

Το σημείο ελέγχου διαγράφεται από τη λίστα.

Αντιγραφή μιας καμπύλης εγκοπής προς και από άλλες εφαρμογές

Πώς αναπαριστώνται τα στοιχεία;

Αντιγραφή μιας καμπύλης εγκοπής σε άλλη εφαρμογή

Το Interactive Physics σας επιτρέπει να αντιγράψετε και να επικολλήσετε μια καμπύλη εγκοπή ως μια συλλογή σημείων — σημείων ελέγχου ή παρεμβαλλόμενων σημείων — ώστε να μπορείτε να μεταφέρετε τα σημεία ελέγχου του από και προς κάποια άλλη εφαρμογή, όπως ένα φύλλο εργασίας ή ακόμα κι έναν επεξεργαστή κειμένου.

Οι καμπύλες εγκοπές μεταφέρονται μέσω του Προχείρου ως συντεταγμένες των σημείων ελέγχου (με τη δυνατότητα να συμπεριλάβετε τα παρεμβαλλόμενα σημεία). Ειδικότερα, τα δεδομένα είναι απλό κείμενο που αποτελείται από μια λίστα αριθμητικών ζευγών συντεταγμένων (x, y) ή (r, θ) που χωρίζονται μεταξύ τους με ένα tab. Κάθε αριθμητικό ζεύγος βρίσκεται σε μια ξεχωριστή γραμμή.

Σχεδόν όλα τα φύλλα εργασίας ή οι επεξεργαστές κειμένου μπορούν να εισάγουν τέτοιου είδους δεδομένα, επικολλώντας τα από το Πρόχειρο.

Για να μεταφέρετε δεδομένα καμπύλης εγκοπής από το Interactive Physics σε άλλη εφαρμογή:

1. Επιλέξτε την καμπύλη εγκοπή και επιλέξτε Γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται το παράθυρο Γεωμετρία που δείχνει τα σημεία ελέγχου.

2. Επιλέξτε σύστημα συντεταγμένων για να αναπαραστήσετε τα σημεία δεδομένων.

Διαθέσιμες είναι καρτεσιανές και πολικές συντεταγμένες.

3. Αν θέλετε να εξάγετε τα παρεμβαλλόμενα σημεία, κάντε κλικ στο πλαίσιο ελέγχου Παρεμβαλλόμενα και καθορίστε πόσα παρεμβαλλόμενα σημεία πρόκειται να εξαχθούν μεταξύ κάθε ζεύγους παρακείμενων σημείων ελέγχου.

4. Κάντε κλικ στο κουμπί Αντιγραφή στο παράθυρο Γεωμετρία.

Ο πίνακας των συντεταγμένων σημείου αντιγράφεται στο Πρόχειρο. Για αυτό το βήμα, μην χρησιμοποιήσετε την Αντιγραφή από τον

κατάλογο επιλογών Επεξεργασία που αντιγράφει μόνο έναν αριθμό που έχει επιλεγεί.

Επικόλληση μιας καμπύλης εγκοπής από άλλη εφαρμογή

5. Μεταβείτε στην εφαρμογή-στόχο και χρησιμοποιήστε την Επικόλληση από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία για να επικολλήσετε τα σημεία δεδομένων.

Κάθε σειρά δεδομένων αντιπροσωπεύει ένα ζεύγος συντεταγμένων σημείου (που χωρίζονται μεταξύ τους με ένα tab).

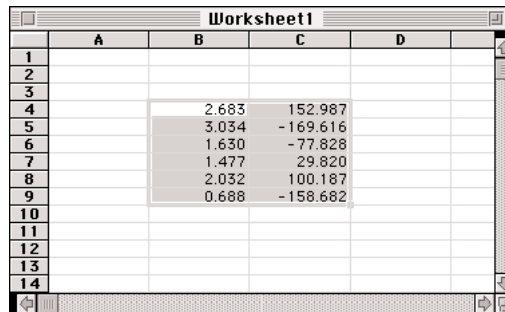
Για να μεταφέρετε δεδομένα καμπύλης εγκοπής από άλλη εφαρμογή στο Interactive Physics:

1. Επιλέξτε τον πίνακα σημείων σε άλλη εφαρμογή.

Το ιδανικό θα ήταν τα δεδομένα να ταξινομούνται σε ένα πίνακα με

Σχήμα 4-81

Δείγμα φύλλου εργασίας Excel με τις συντεταγμένες των σημείων ελέγχου



	A	B	C	D
1				
2				
3				
4		2.683	152.987	
5		3.034	-169.616	
6		1.630	-77.828	
7		1.477	29.820	
8		2.032	100.187	
9		0.688	-158.682	
10				
11				
12				
13				
14				

δύο στήλες, όπου κάθε γραμμή θα αντιπροσωπεύει ένα ζεύγος συντεταγμένων σημείου που χωρίζονται μεταξύ τους με ένα tab. Αλλιώς, το Interactive Physics θεωρεί τη λίστα των αριθμών ως ακολουθία από ζεύγη συντεταγμένων σημείου.

Το σχήμα 4-81 παρακάτω δείχνει ένα δείγμα φύλλου εργασίας του Microsoft Excel, στο οποίο υπάρχουν ζεύγη συντεταγμένων για έξι σημεία ελέγχου.

2. Αντιγράψτε τα επιλεγμένα στοιχεία στο Πρόχειρο, χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση Αντιγραφή αυτής της εφαρμογής.
3. Επιστρέψτε στο Interactive Physics και δημιουργήστε μια αρχική καμπύλη εγκοπή. Επιλέξτε Γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Τα σημεία ελέγχου αυτής της αρχικής εγκοπής δεν είναι σημαντικά, καθώς θα αντικατασταθούν από τα νέα δεδομένα που θα επικολληθούν στο επόμενο βήμα.

- 4. Στο παράθυρο Γεωμετρία επιλέξτε αν θέλετε τα δεδομένα να ερμηνευθούν ως καρτεσιανές ή πολικές συντεταγμένες, κάνοντας κλικ πάνω στο κατάλληλο κουμπί επιλογής.**
- 5. Ομοίως, επιλέξτε αν θέλετε η παρεμβαλλόμενη καμπύλη να είναι ανοιχτή ή κλειστή.**
- 6. Κάντε κλικ στο κουμπί Επικόλληση στο παράθυρο Γεωμετρία.**

Τα σημεία δεδομένων ερμηνεύονται αυτόματα ως σημεία ελέγχου για την καμπύλη εγκοπή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Εξυπνος Επεξεργαστής (Smart Editor)

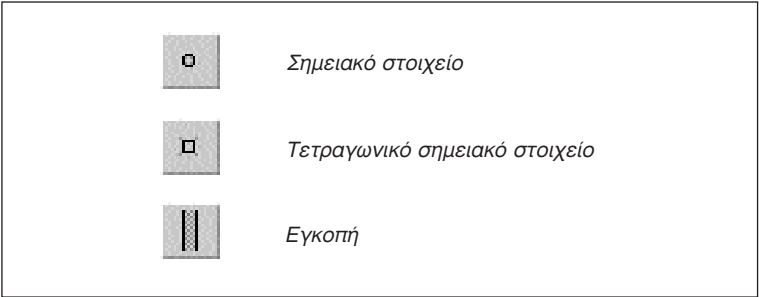
Στο κεφάλαιο αυτό θα μάθετε τα βήματα για να

- κατασκευάσετε αρθρώσεις από σημεία και εγχοπές
- σύρετε και να περιστρέψετε σώματα, διατηρώντας τους συνδέσμους μεταξύ τους
- χρησιμοποιήσετε τις επιλογές για το Κλείδωμα σημείων και τα Εργαλεία ελέγχου κλειδώματος, ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε πιθανή αλλαγή σε κάποιον μηχανισμό.

5.1. Σύνδεση στοιχείων και χωρισμός συνδέσμων

Οι αρθρώσεις πείρουν, οι άκαμπτες αρθρώσεις και οι αρθρώσεις εγχοπής κατασκευάζονται από τα βασικά συστατικά στοιχεία. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται τα σημεία, τα τετραγωνικά στοιχεία και οι εγχοπές.

Σχήμα 5-1
Είδη στοιχείων του Interactive Physics





Μια **άρθρωση πείρου** αποτελείται από δύο σημειακά στοιχεία. Δύο σώματα συνδεδεμένα με μια άρθρωση πείρου είναι ελεύθερα να περιστραφούν το ένα σε σχέση με το άλλο και δεν μπορούν να διαχωριστούν.



Μια **άκαμπτη άρθρωση** αποτελείται από δύο τετραγωνικά σημειακά στοιχεία. Τα δύο σώματα συνδέονται με μία άκαμπτη άρθρωση, ώστε η θέση του ενός ως προς το άλλο να παραμένει σταθερή. Δεν μπορούν να διαχωριστούν και δεν μπορούν να περιστραφούν το ένα σε σχέση με το άλλο.



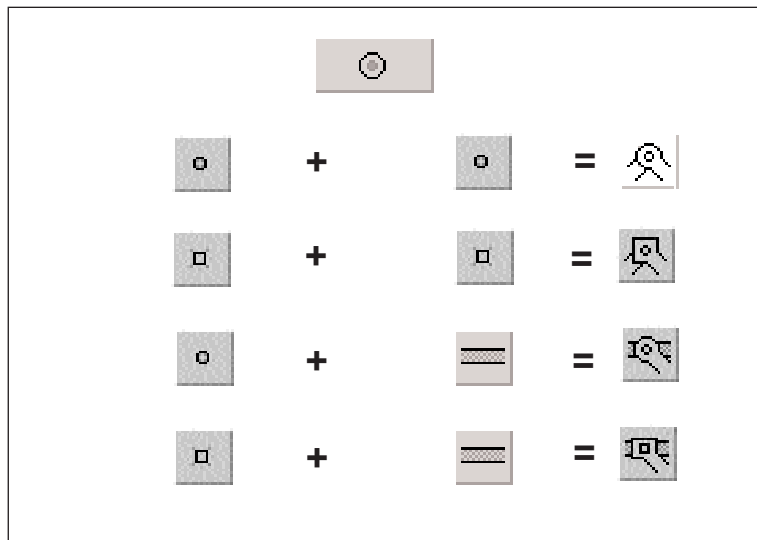
Μια **άρθρωση κλειδωμένης εγκοπής** αποτελείται από ένα στοιχείο εγκοπής και ένα τετραγωνικό στοιχείο. Μια άρθρωση κλειδωμένης εγκοπής ευθυγραμμίζει ένα σημείο πάνω σε ένα σώμα με μια εγκοπή σε ένα δεύτερο σώμα και εμποδίζει τη στροφή ανάμεσα στα δύο σώματα.



Το κουμπί **Σύνδεση** συνδυάζει στοιχεία σε συνδέσμους. Επιλέξτε τα δύο στοιχεία και στη συνέχεια κάντε κλικ στη **Σύνδεση** στη Γραμμή εργαλείων.

Σχήμα 5-2

Είδη αρθρώσεων του Interactive Physics



Παραδείγματα σχετικά με τον τρόπο που κατασκευάζονται οι αρθρώσεις πείρου και εγκοπής με χρήση του κουμπιού Σύνδεση, θα βρείτε στις παραγράφους **"4.18. Αρθρώσεις"** και **"4.19. Αρθρώσεις εγκοπής"**.



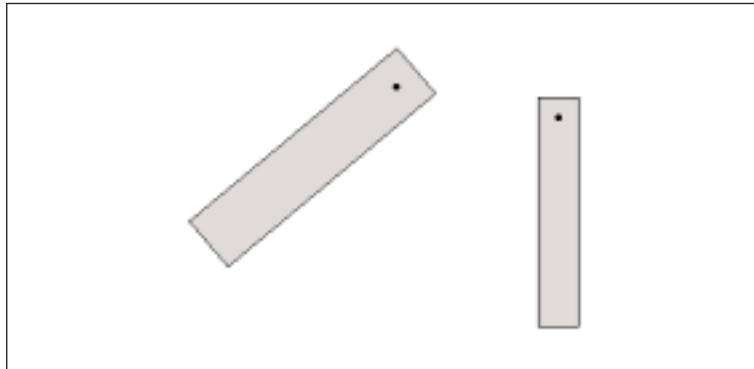
Το κουμπί **Χωρισμός** διαχωρίζει ένα σύνδεσμο στα βασικά του στοιχεία. Επιλέξτε ένα σύνδεσμο και κάντε κλικ στο **Χωρισμό** στη Γραμμή εργαλείων. Τα στοιχεία που είναι διαχωρισμένα "θυμούνται" ότι κάποτε ήταν ενωμένα, γεγονός που διευκολύνει την επανασυναρμολόγησή τους. Τα **Χωρισμός** και **Σύνδεση** μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με άλλους συνδέσμους, πλην των πείρων, των αρθρώσεων γενικά, των άκαμπτων αρθρώσεων και των αρθρώσεων εγκοπής.

Έλεγχος της κίνησης αντικειμένου κατά τη διαδικασία σύνδεσης

Κατά την ενεργοποίηση της εντολής Σύνδεση, ο Έξυπνος Επεξεργαστής χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο βελτιστοποίησης για την ελαχιστοποίηση της απόστασης μεταξύ των δύο στοιχείων που ενώνονται. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής θα μετακινήσει τα αντικείμενα για να τα συνδέσει, όπως ορίσατε, φροντίζοντας, όμως, να διατηρηθούν οι όποιοι άλλοι υπάρχοντες σύνδεσμοι. Τα σχήματα 5-3 και 5-4 δείχνουν τι συμβαίνει όταν δύο πείροι σε ορθογώνια χωρίς συνδέσμους ενώνονται για να σχηματίσουν μια άρθρωση πείρου (σημειώστε ότι ο Έξυπνος Επεξεργαστής θα μπορούσε να είχε μετακινήσει οποιοδήποτε ορθογώνιο. Η επιλογή ήταν εντελώς αυθαίρετη).

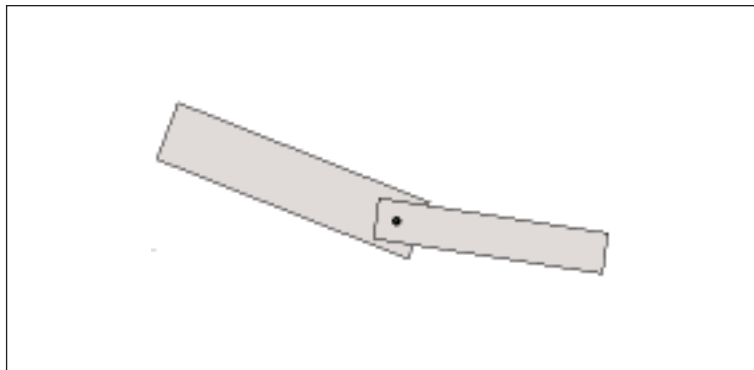
Σχήμα 5-3

Δύο ορθογώνια χωρίς
συνδέσμους



Σχήμα 5-4

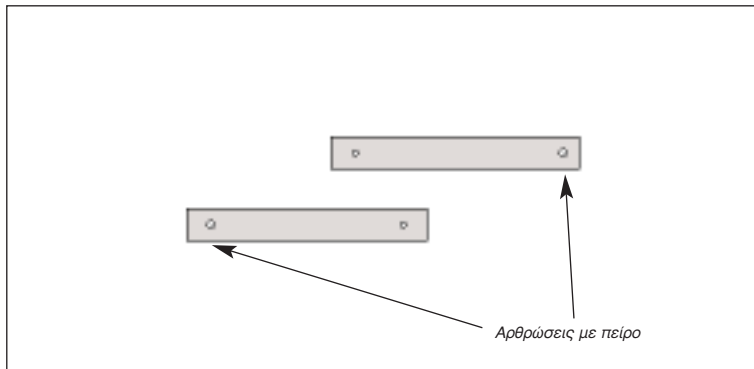
Σύνδεση δύο ορθογωνίων
χωρίς συνδέσμους



Τα σχήματα 5-3 και 5-4 δείχνουν τι συμβαίνει όταν συνδεθούν δύο ορθογώνια που είναι ελεύθερα μόνο να περιστραφούν γύρω από μια άρθρωση πείρου, αλλά δεν μπορούν να μετακινηθούν.

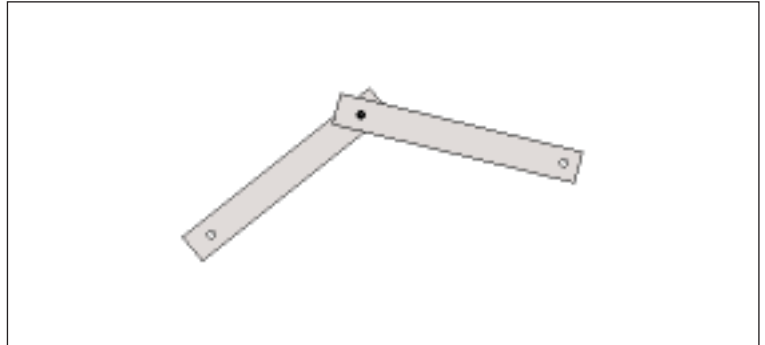
Σχήμα 5-5

Δύο ορθογώνια με
συνδέσμους



Σχήμα 5-6

Σύνδεση δύο ορθογωνίων με συνδέσμους



Έλεγχος της κίνησης αντικειμένων



Για να συνδέσετε αντικείμενα διατηρώντας τη θέση ενός ή περισσότερων, απλώς “κλειδώστε” τα αντικείμενα που δεν θέλετε να μετακινηθούν χρησιμοποιώντας “άγκυρες”.

Όταν κάνετε επεξεργασία πολύπλοκων μηχανισμών με το ποντίκι, ή όταν ενώνετε, κάποιες φορές είναι χρήσιμο να κλειδώνετε προσωρινά ορισμένα μέρη του μηχανισμού. Όταν κανένα μέρος του μηχανισμού δεν συνδέεται στο φόντο, αν σύρετε ένα οποιοδήποτε μέρος του μηχανισμού, τότε ολόκληρος ο μηχανισμός θα αλλάξει θέση και η σύνδεση θα μετακινήσει οποιοδήποτε αντικείμενο χρειαστεί, ώστε να επιτευχθεί η συναρμολόγηση. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο Άγκυρα για να κλειδώσετε τα αντικείμενα στη θέση τους. Αυτό εξασφαλίζει ότι μόνο τα αντικείμενα που δεν διαθέτουν άγκυρα θα μετακινηθούν με το ποντίκι ή με το εργαλείο Σύνδεση.

Χρησιμοποιείτε το πλήκτρο "a" και το space bar για να επιλέξετε γρήγορα τα εργαλεία Άγκυρα και Βέλος, ενώ κάνετε την επεξεργασία. Αφού πατήσετε το πλήκτρο "a" μπορείτε να "στερεώσετε" με την άγκυρα ένα συγκεκριμένο μέρος του μηχανισμού. Στη συνέχεια πατήστε το space bar για να μεταβείτε στο εργαλείο Βέλος και σύρετε το μηχανισμό. Όταν τελειώσετε, πατήστε πάλι το πλήκτρο "a" και κάντε κλικ στο σώμα με την άγκυρα. Με τον τρόπο αυτό αφαιρείτε την άγκυρα (δύο άγκυρες

Στροφή μεταξύ σωμάτων ενωμένων με άκαμπτες αρθρώσεις

πάνω στο ίδιο σώμα αλληλοεξουδετερώνονται).

Όταν ενώνετε δύο τετραγωνικά στοιχεία για να σχηματίσετε μία άκαμπτη άρθρωση, είναι πιθανό να παρατηρήσετε ότι ένα από τα δύο ή και τα δύο σώματα περιστρέφονται. Η στροφή οφείλεται στο ότι ο Έξυπνος Επεξεργαστής ευθυγραμμίζει τον προσανατολισμό των δύο τετραγωνικών στοιχείων, κατά τη δημιουργία της άκαμπτης άρθρωσης.

Για παράδειγμα, έστω ότι δύο απόλυτα οριζόντια ορθογώνια αντικείμενα περιλαμβάνουν ένα τετραγωνικό στοιχείο (το καθένα), ένα από τα οποία περιστρέφεται 30 μοίρες αναφορικά ως προς το ορθογώνιο, στο οποίο αρχικά περιέχεται. Αν ενώσετε αυτά τα δύο τετραγωνικά στοιχεία, τα δύο ορθογώνια θα συνδεθούν με μια σχετική γωνία 30 μοίρες μεταξύ τους, επειδή ο Έξυπνος Επεξεργαστής ευθυγράμμισε τους προσανατολισμούς των δύο τετραγωνικών στοιχείων. Αν στη συνέχεια αλλάξετε την στροφή ενός από τα σημεία, τα σώματα θα περιστραφούν αναφορικά το ένα ως προς το άλλο.

5.2. Σύρσιμο και Στροφή συνδεδεμένων σωμάτων

Ο Έξυπνος Επεξεργαστής είναι ένα διαδραστικό εργαλείο. Η εξοικείωση με αυτόν μέσω της χρήσης του είναι ο καλύτερος τρόπος να μάθει κανείς τη δύναμή του και τις δυνατότητές του. Ακολουθεί μια επίδειξη των ιδεών και των τεχνικών που σχετίζονται με τη χρήση του Έξυπνου Επεξεργαστή.

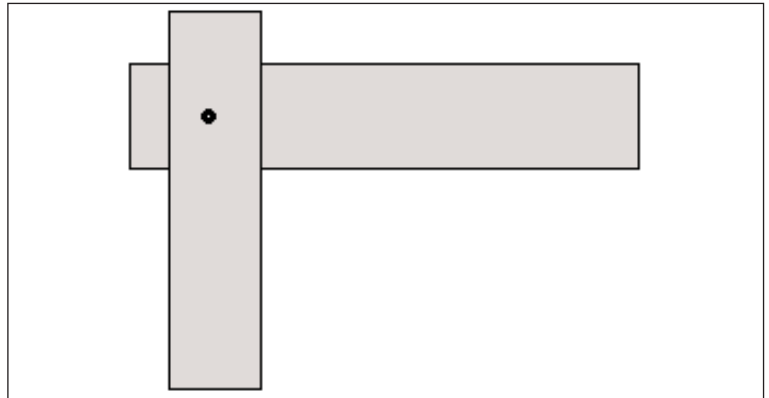
Μπορείτε να διαβάσετε το κεφάλαιο που ακολουθεί ή αν προτιμάτε, μπορείτε ταυτόχρονα να δοκιμάζετε τις έννοιες αυτές στον υπολογιστή σας, καθώς θα προχωράτε την ανάγνωση. Πρέπει να επισημάνουμε ότι στο κεφάλαιο αυτό έχει γίνει η υπόθεση ότι ήδη γνωρίζετε πώς να κατασκευάζετε και να επεξεργάζεστε σώματα και συνδέσμους.

Ένα έγγραφο του Interactive Physics περιλαμβάνει δύο ορθογώνια

που συνδέονται με μια άρθρωση πείρου.

Σχήμα 5-7

Δύο ορθογώνια συνδεδεμένα
με πείρους

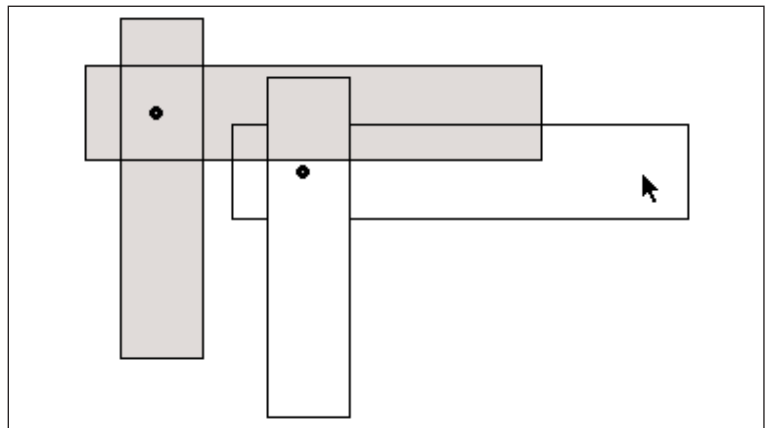


1. Πιάστε ένα ορθογώνιο και σύρετέ το μέσα στο χώρο εργασίας.

Τα ορθογώνια μετακινούνται μαζί (όπως φαίνεται και στο σχήμα 5-8), επειδή συνδέονται με μια άρθρωση πείρου.

Σχήμα 5-8

Σύροντας δύο ορθογώνια
ενωμένα με πείρους

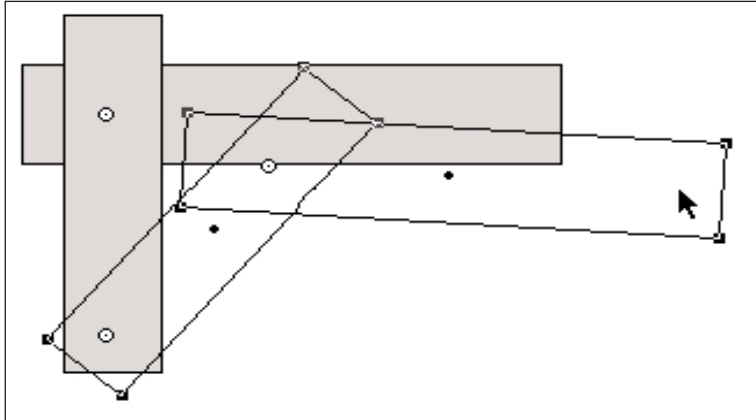


2. Συνδέστε το κάθετο ορθογώνιο στο φόντο με μια άρθρωση πείρου.

Η οθόνη σας θα έπρεπε να μοιάζει με τα γκρι ορθογώνια στο Σχήμα 5-9.

Σχήμα 5-9

Τα ορθογώνια με πείρους πριν και μετά το σύρσιμο



3. Σύρετε το οριζόντιο ορθογώνιο προς τα δεξιά.

Το κάθετο ορθογώνιο αντιμετωπίζει το εξής δίλημμα: είναι συνημμένο στο ορθογώνιο που μετακινείται προς τα δεξιά, ενώ είναι συνημμένο και στο φόντο. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής του Interactive Physics ικανοποιεί και τους δύο συνδέσμους τραβώντας το οριζόντιο ορθογώνιο στα δεξιά και δίνοντας στο κάθετο ορθογώνιο δεξιόστροφη κλίση.

Ο Έξυπνος Επεξεργαστής του Interactive Physics επιτρέπει στο χρήστη να χειρίζεται αντικείμενα και συνδέσμους, τηρώντας τις πρωταρχικές σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους. Άρα λοιπόν, η λέξη "χειρίζεται" μια από τις εξής τρεις πιθανές έννοιες:

- σύρσιμο ή στροφή
- χρήση της εντολής Σύνδεση
- πληκτρολόγηση τιμών στο παράθυρο Ιδιότητες

Ο Έξυπνος Επεξεργαστής προφυλάσσει ένα μηχανισμό από πιθανή διάλυση, όταν τα μέρη που τον αποτελούν μετακινηθούν. Αντιθέτως, άλλα μέρη μετακινούνται ή περιστρέφονται (έχουν δικούς τους συνδέσμους) μέχρις ότου επιτευχθεί η επιθυμητή μετακίνηση.

Κάποιες φορές ένα σύρσιμο ή μια στροφή μπορεί να μην είναι

σύμφωνη με τους συνδέσμους που έχουν τοποθετηθεί. Για παράδειγμα, αν ένας μηχανισμός στο σχήμα 5-9 είχε συρθεί πολύ μακριά προς τα δεξιά, κάποια στιγμή αναπόφευκτα θα σταματούσε να ακολουθεί το δείκτη. Στην περίπτωση αυτή επιτυγχάνεται συμβιβασμός μεταξύ των συνδέσμων και της μετακίνησης, πάντοτε όμως στο πλαίσιο της συμμόρφωσης προς τους περιορισμούς (σύνδεσμοι).

Κάνοντας κλικ και σύροντας

Ο Έξυπνος Επεξεργαστής έχει σχεδιαστεί για να ακολουθεί το πρότυπο "κάνω κλικ και σέρνω" κατά το μέγιστο δυνατό βαθμό. Όταν σύρετε ένα μηχανισμό, ο Έξυπνος Επεξεργαστής καταβάλλει προσπάθειες να μειώσει στο ελάχιστο την απόσταση μεταξύ του αρχικού σημείου όπου γίνεται το κλικ πάνω στο μηχανισμό και της τρέχουσας θέσης του δείκτη χωρίς παραβίαση των συνδέσμων.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Ο Έξυπνος Επεξεργαστής δεν είναι υπεύθυνος για τις συγκρούσεις.

Κλείδωμα Σημείων και Κλείδωμα εργαλείων ελέγχου

Το **Κλείδωμα σημείων** στον κατάλογο επιλογών **Θέση** παρέχει ένα χαρακτηριστικό "ασφαλείας", κατά τη διάρκεια επεξεργασίας του μοντέλου που κατασκευάσατε.

Όταν είναι ενεργή αυτή η επιλογή, το Interactive Physics δεν επιτρέπει σε κανένα σημείο -ούτε στις αρθρώσεις με πείρους, ούτε στα τελικά σημεία των συνδέσμων- να συρθεί (να αλλάξει δηλαδή θέση) με το ποντίκι.

Ας δούμε το παρακάτω παράδειγμα. Όπως φαίνεται στο σχήμα 5-10, θα μπορούσατε να επιλέξετε και να σύρετε την άρθρωση **p**, ενώνοντας τα δύο ορθογώνια στην προσπάθειά σας να επεξεργαστείτε το μοντέλο, τροποποιώντας τη διαμόρφωση των

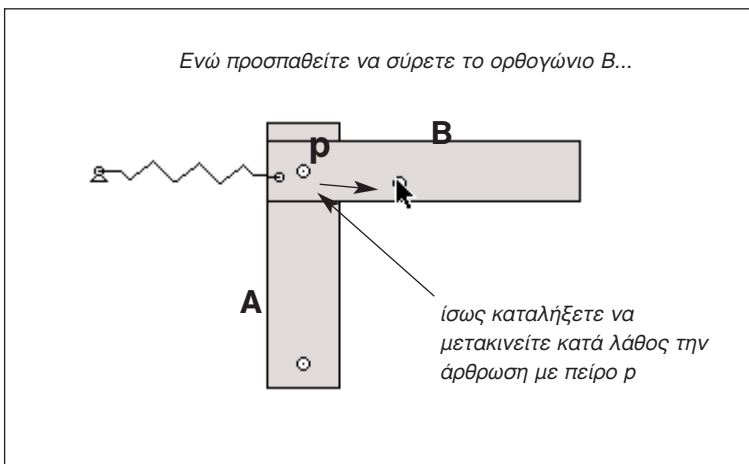
ορθογωνίων **A** ή **B**.

Τέτοιου είδους λάθη μπορούν να αποφευχθούν, ενεργοποιώντας το **Κλείδωμα Σημείων**. Όταν ενεργοποιηθεί, το χαρακτηριστικό **Κλείδωμα Σημείων** "σταθεροποιεί" την άρθρωση p αναφορικά ως προς τα ορθογώνια **A** και **B**. Η άρθρωση με πείρο p θα ενεργεί και πάλι ως άρθρωση πείρου, αλλά δεν θα υπάρχει η δυνατότητα να τη σύρετε.

Το **Κλείδωμα σημείων** δεν επιτρέπει μόνο το σύρσιμο των

Σχήμα 5-10

Μια άρθρωση πείρου που έχει συρθεί μπορεί να αλλάξει το μηχανισμό σας



σημείων με το ποντίκι. Έχετε και πάλι τη δυνατότητα να εισαγάγετε αριθμητικές συντεταγμένες στο παράθυρο Ιδιότητες για να επανατοποθετήσετε σημεία.

Κλείδωμα εργαλείων ελέγχου

Το **Κλείδωμα εργαλείων ελέγχου**, που επίσης βρίσκεται στον κατάλογο επιλογών **Θέση** μοιάζει με το **Κλείδωμα σημείων**, αλλά αφορά τα εργαλεία ελέγχου (μετρητές, εισόδους και κουμπιά καταλόγου επιλογών) περισσότερο από ότι τα σημεία (και τα τελικά σημεία των συνδέσμων). Αυτή η επιλογή δεν επιτρέπει την αλλαγή της θέσης ενός εργαλείου ελέγχου με το σύρσιμο του ποντικιού.

5.3. Κατανόηση του Έξυπνου Επεξεργαστή

Οι κανόνες που διέπουν τον Έξυπνο Επεξεργαστή κατά τη μετακίνηση αντικειμένων στο χώρο εργασίας είναι απλοί και σταθεροί. Ο ευκολότερος τρόπος να κατανοήσετε τον Έξυπνο Επεξεργαστή είναι να παίξετε με αυτόν. Αυτοί οι κανόνες είναι μια προσπάθεια κωδικοποίησης μιας συμπεριφοράς που ήταν “αυθόρμητη” και συμφωνούσε με τα δεδομένα της καθημερινής πρακτικής.

Κανόνας #1: Κανένας σύνδεσμος δεν παραβιάζεται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας.

Αν σύρετε ένα ορθογώνιο που είναι συνδεδεμένο σε ένα κύκλο, ο κύκλος πρέπει να ακολουθήσει.

Κανόνας #2: Τα τελικά σημεία των συνδέσμων δεν μπορούν να μετακινηθούν πάνω στα αντικείμενα όπου έχουν επισυναφθεί, κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας.

Τα σημεία που ορίζουν μια άρθρωση δεν μετακινούνται σε σχέση με το(α) αντικείμενο(α) στα οποία είναι συνδεδεμένα. Οι αρθρώσεις πρέπει να παραμείνουν στη θέση τους.

Κανόνας #3: Αν μια ομάδα αντικειμένων επιλεγούν ταυτόχρονα, ένα σύρσιμο ή μια στροφή θα τα θεωρήσει ως μια άκαμπτη μονάδα, οπότε δεν θα προκύψει καμία μεταβολή στις σχετικές τους θέσεις ή περιστροφές.

Κανόνας #4: Οι κρούσεις αγνοούνται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας.

Κανόνας #5: Καμία άρθρωση δεν θα περιστρέφεται, εκτός κι αν κάποιες δυνάμεις συνδέσμων την αναγκάζουν να το κάνει κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας.

Κανόνας #6: Αν αλλάξει το σχήμα ενός σώματος, όλα τα τελικά σημεία συνδέσμων που είναι συνημμένα στο σώμα

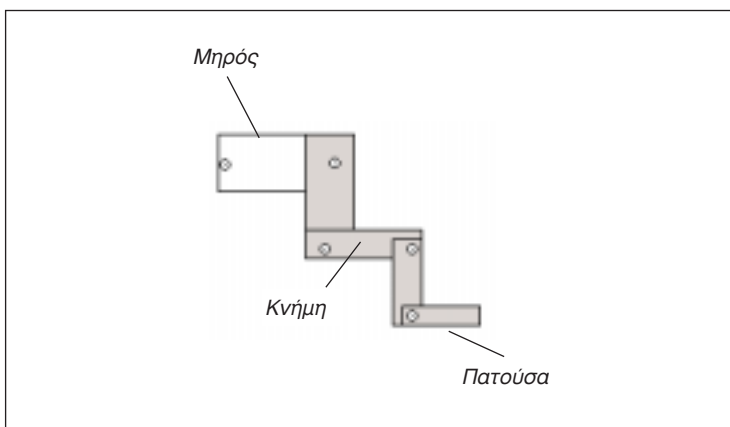
παραμένουν σταθερά αναφορικά ως προς το φόντο.

Μόνη εξαίρεση είναι όταν χρησιμοποιούνται παράμετροι.

Παράδειγμα ποδιού ρομπότ

Ας δούμε το παράδειγμα ενός "ποδιού ρομπότ" (μιας συλλογής ορθογωνίων που συγκροτούνται μεταξύ τους με αρθρώσεις πείρων) με μια άρθρωση πείρου που το επισυνάπτει στο φόντο. Βλέπε σχήμα 5-11. Ο "μηρός" είναι το άσπρο ορθογώνιο και είναι

Σχήμα 5-11
Πόδι ρομπότ

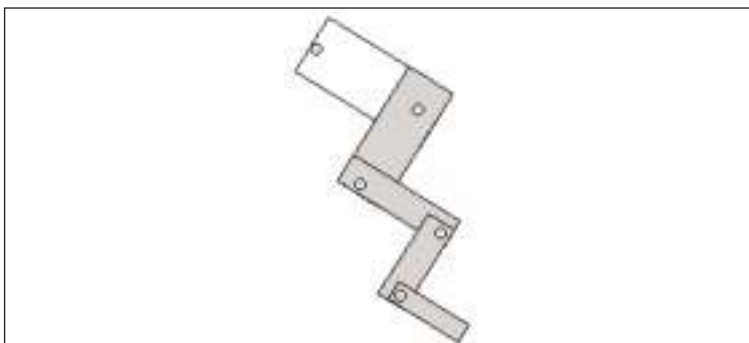


το μόνο σώμα που είναι συνημμένο στο φόντο.

1. Κάντε κλικ και σύρετε το "μηρό" (το άσπρο ορθογώνιο).

Τα γκρι ορθογώνια θα μετακινηθούν ως μια άκαμπτη μονάδα, περιστρέφοντας το σύνδεσμο μεταξύ του "μηρού" (άσπρο ορθογώνιο)

Σχήμα 5-12
Σύροντας το "μηρό"



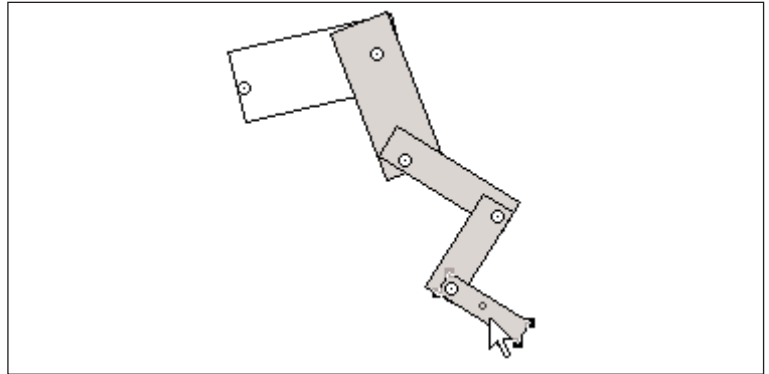
και του φόντου. Το σχήμα 5-12 απεικονίζει την κατάσταση.

2. Αν πιάσετε ένα από τα γκρι ορθογώνια, τότε οι αρθρώσεις θα αλλάξουν κατεύθυνση και το πόδι θα αλλάξει σχήμα.

Η παραπάνω ενέργεια, το πιάσιμο και το σύρσιμο δηλαδή της "πατούσας" (σχήμα 5-13) ή της "κνήμης" (σχήμα 5-14) θα κάνει την άρθρωση να λειτουργήσει, προκαλώντας μετακίνηση των ορθογωνίων

Σχήμα 5-13

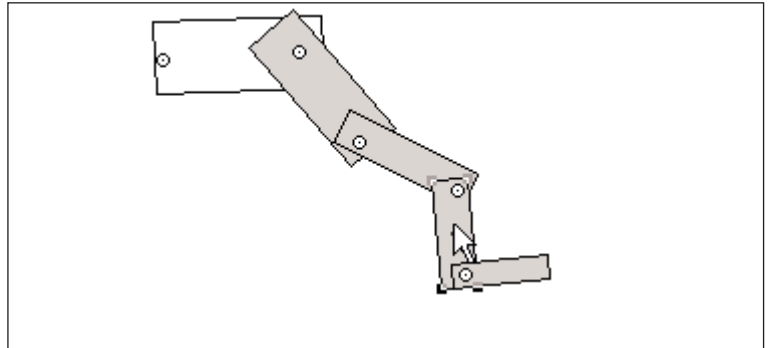
Σύροντας την "πατούσα"



(το ένα σε σχέση με το άλλο).

Σχήμα 5-14

Σύροντας την "κνήμη"

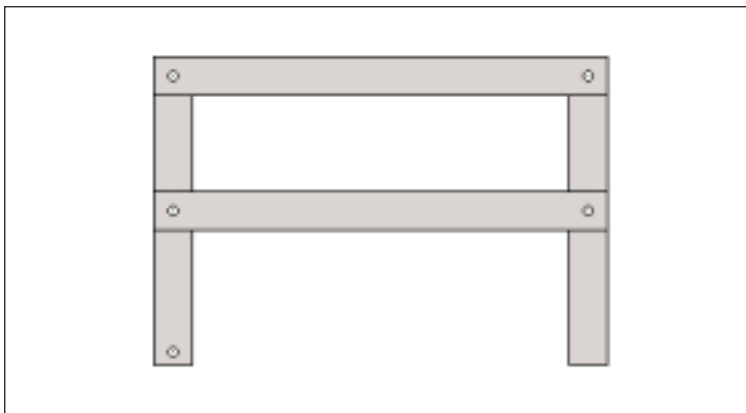


Παράδειγμα συνδεσμολογίας

Το σχήμα 5-15 αποτελεί παράδειγμα ενός μηχανισμού, όπου η μετακίνηση οποιουδήποτε μέρους μετακινεί αυτόματα όλα τα άλλα.

Σχήμα 5-15

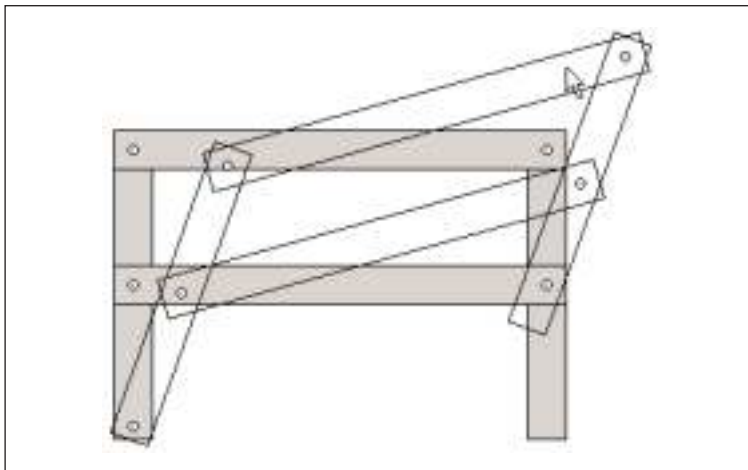
Συνδεσμολογία τεσσάρων
ορθογωνίων



Η μετακίνηση οποιουδήποτε μέρους προκαλεί παραμορφώσεις του σχήματος της συνδεσμολογίας. Για παράδειγμα, το πιάσιμο και το σύρσιμο της επάνω γραμμής προκαλεί παραμορφώσεις που

Σχήμα 5-16

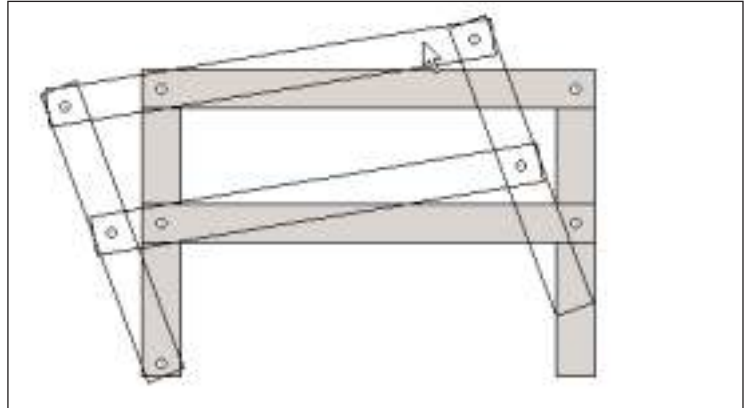
Σύρσιμο της επάνω γραμμής
προς τα πάνω και δεξιά



φαίνονται στα σχήματα 5-16 και 5-17.

Σχήμα 5-17

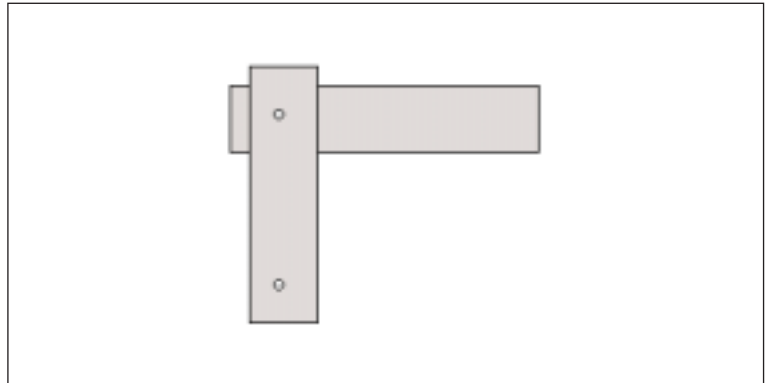
Σύρσιμο της επάνω γραμμής
προς τα πάνω και αριστερά

**Στροφή σωμάτων**

Το εργαλείο **Στροφή** χρησιμοποιεί επίσης τον Έξυπνο Επεξεργαστή για να ικανοποιήσει τους περιορισμούς που θέτουν οι σύνδεσμοι. Η απλή συνδεσμολογία που μπορείτε να δείτε στο σχήμα 5-18 περιλαμβάνει δύο ορθογώνια και δύο αρθρώσεις

Σχήμα 5-18

Συνδεσμολογία δύο
ορθογωνίων και δύο
αρθρώσεων πείρου



πείρου.

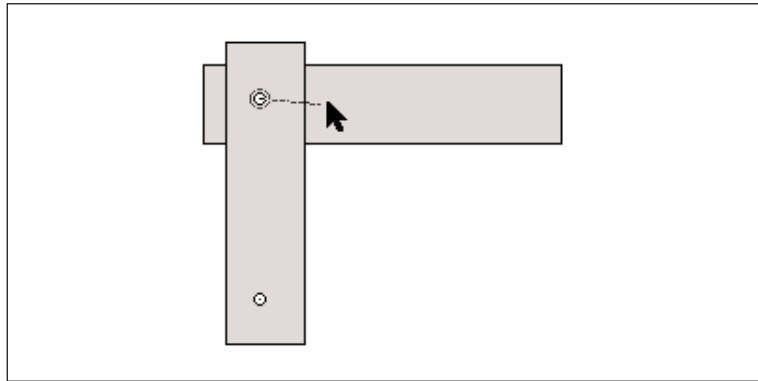
1. Επιλέξτε το εργαλείο Στροφή.

Θα εμφανιστεί μια διακεκομμένη γραμμή μεταξύ του δείκτη και του

κοντινότερον "σημείο στροφής" υποδηλώνοντας ένα σημείο γύρω από το οποίο το αντικείμενο θα μπορούσε να περιστραφεί. Οι αρθρώσεις χρησιμεύουν ως πιθανά σημεία στροφής. Το κέντρο

Σχήμα 5-19

Η διακεκομμένη γραμμή μεταξύ δείκτη και του πλησιέστερου σημείου στροφής



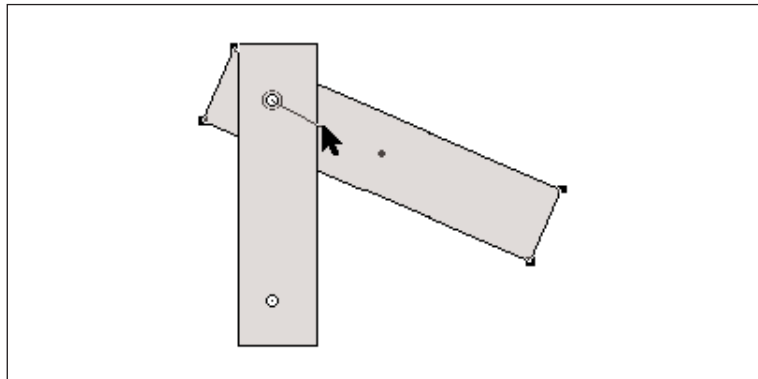
μάζας κάθε αντικειμένου χρησιμοποιείται επίσης ως πιθανό σημείο στροφής, δείτε το σχήμα 5-19.

2. Περιστρέψτε το οριζόντιο ορθογώνιο. Περιστρέφεται γύρω από την άρθρωση που το συνδέει με το κάθετο ορθογώνιο, όπως φαίνεται στο σχήμα 5-20.

Το εργαλείο Στροφή πάντα αφήνει σταθερό το "άλλο σώμα", εκείνο

Σχήμα 5-20

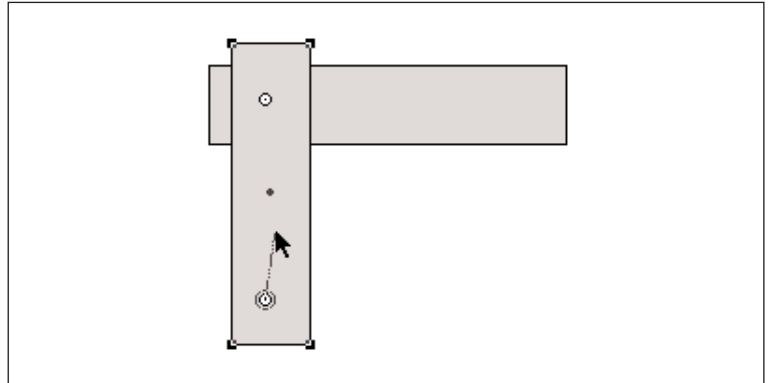
Στροφή του οριζόντιου ορθογωνίου



που συνδέεται με το επιλεγμένο σώμα στο σημείο στροφής. Αν το σημείο στροφής συνδέεται στο φόντο, τότε η στροφή σχετίζεται με το φόντο.

3. Δοκιμάστε να περιστρέψετε το κάθετο ορθογώνιο. Φέρτε**Σχήμα 5-21**

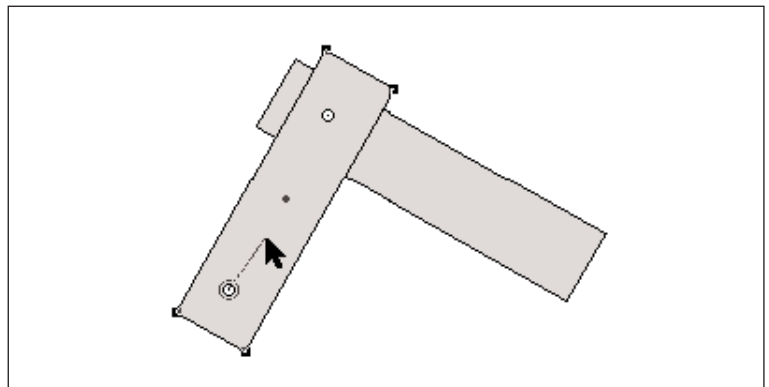
Προετοιμασία στροφής του
κάθετου ορθογωνίου

**το δείκτη κοντά στην κάτω άρθρωση πείρου.**

Θα εμφανιστεί μια διακεκομμένη γραμμή μεταξύ του δείκτη και της
κάτω άρθρωσης πείρου, όπως φαίνεται στο σχήμα 5-21

Σχήμα 5-22

Στροφή του κάθετου
ορθογωνίου

**4. Σύρετε το κάθετο ορθογώνιο.**

Το σύνολο της άρθρωσης περιστρέφεται γύρω από την κάτω
άρθρωση πείρου, όπως φαίνεται στο σχήμα 5-22.

Ο Έξυπνος Επεξεργαστής φροντίζει ώστε να ικανοποιούνται
όλοι οι περιορισμοί που θέτουν οι σύνδεσμοι κατά τη διάρκεια

των περιστροφών. Εξασφαλίζει ότι η νέα διαμόρφωση θα συμμορφώνεται με τους υπάρχοντες συνδέσμους.

Ορισμός ενός Σημείου βάσης

Υπάρχει η δυνατότητα να οριστεί ένα σημείο βάσης για μια στροφή, αντί να χρησιμοποιηθεί το κοντινότερο σημείο στροφής. Αν πλησιάσετε σε ένα σημείο στροφής και στη συνέχεια κρατήσετε πατημένο το πλήκτρο Option (MacOS) ή Control (Windows), ενώ μετακινείτε το ποντίκι, ο επεξεργαστής θα σταματήσει να προτείνει νέα σημεία στροφής και αντ' αυτού θα χρησιμοποιήσει εκείνα που εσείς επιλέξατε (το κοντινότερο στο δείκτη όταν πατήσατε το πλήκτρο Option ή Control). Σχετικές οδηγίες θα βρείτε στη σελίδα 6-32 στη "Στροφή Αντικειμένων".

Πότε χρησιμοποιείται ο Έξυπνος Επεξεργαστής;

Ο Έξυπνος Επεξεργαστής καλείται αυτόματα να λύσει τις διαφορές που προκύπτουν μεταξύ εντολών του χρήστη και συνδέσμων, στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Όταν ένα αντικείμενο συρθεί ή περιστραφεί, ο Έξυπνος Επεξεργαστής ενημερώνει δυναμικά το χώρο εργασίας. Μια κινούμενη εικόνα του μηχανισμού σας ακολουθεί το δείκτη, καθώς σύρετε ή περιστρέφετε.
- Όταν δοθεί η εντολή Σύνδεση, ο Έξυπνος Επεξεργαστής διερευνά για να εξασφαλίσει ότι δεν παραβιάζεται κανένας σύνδεσμος. Επειδή η εντολή Σύνδεση μπορεί να προκαλέσει μετακίνηση των σωμάτων στο χώρο εργασίας, ο Έξυπνος Επεξεργαστής μετακινεί τα αντικείμενα όσο χρειάζεται για να ικανοποιηθούν οι σύνδεσμοι.
- Όταν εισαχθεί στο παράθυρο Ιδιότητες μια νέα θέση συντεταγμένης ή διάσταση γεωμετρίας (όπως το πλάτος ενός ορθογωνίου ή το μήκος μιας ράβδου). Όπως συμβαίνει στην περίπτωση της Σύνδεσης, είναι απαραίτητο να επιβεβαιώσουμε ότι η νέα θέση και γεωμετρία είναι σύμφωνες με τους

υπάρχοντες συνδέσμους.

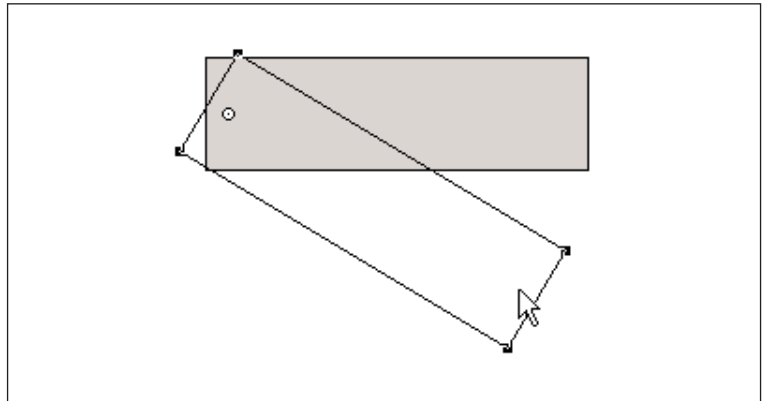
Επιλογή όλων και σύρσιμο

Υπάρχει μία βασική εξαίρεση στους κανόνες — η εξαίρεση της ενέργειας "επιλογή όλων και σύρσιμο".

- Αν επιλεγεί κάθε σύνδεσμος που έχει επισυναφθεί σε ένα επιλεγμένο σώμα, τότε το σύρσιμο του σώματος θα απενεργοποιήσει τον Έξυπνο Επεξεργαστή. Για παράδειγμα,

Σχήμα 5-23

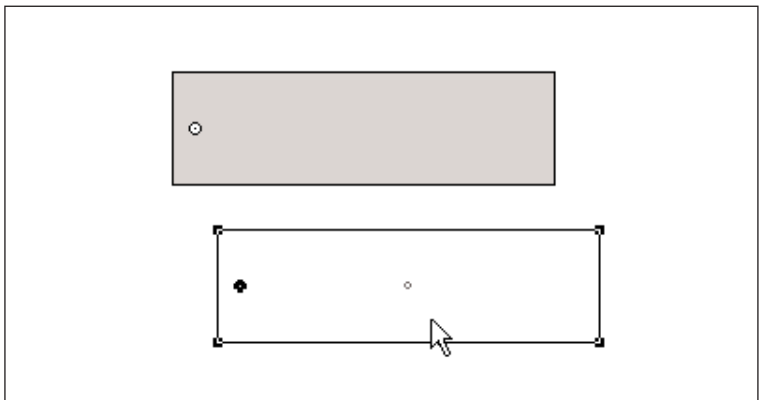
Σύρσιμο ορθογωνίου χωρίς επιλογή της άρθρωσης που είναι συνημμένη σε αυτό



εφόσον η άρθρωση πείρου στα αριστερά του ορθογωνίου δεν έχει επιλεγεί, αν δοκιμάσετε να σύρετε το ορθογώνιο, η ενέργειά σας θα προκαλέσει τη στροφή του γύρω από αυτήν

Σχήμα 5-24

Σύρσιμο ορθογωνίου μετά την επιλογή της άρθρωσης που ήταν συνημμένη σε αυτό



την άρθρωση, όπως φαίνεται στο σχήμα 5-23.

Αν τώρα επιλέξετε την άρθρωση πείρου και σύρετε ξανά, το ορθογώνιο μάλλον θα συρθεί αντί να περιστραφεί.

Χρήση του Έξυπνου Επεξεργαστή με τα σχοινιά

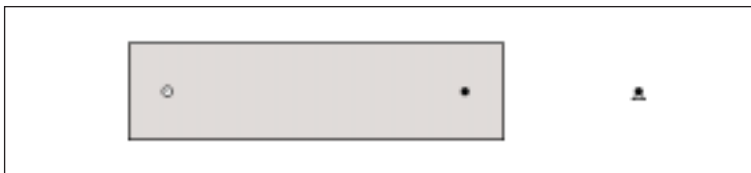
Ένα αντικείμενο σχοινί είναι μια διάταξη που εισάγει μη γραμμικές εξισώσεις στον Έξυπνο Επεξεργαστή. Όταν σύρετε μηχανισμούς που περιέχουν πολλά σχοινιά, ο Έξυπνος Επεξεργαστής μπορεί να “κλειδώσει” τα σχοινιά στην πλήρως εκτεταμένη τους θέση. Αν ένα εκτεταμένο σχοινί δεν χαλαρώνει, απελευθερώστε το πλήκτρο του ποντικιού και συνεχίστε το σύρσιμο.

Τι γίνεται στην περίπτωση που αποτύχει ο Έξυπνος Επεξεργαστής;

Υπάρχει πάντα η πιθανότητα να προκύψουν καταστάσεις όπου θα είναι αδύνατο να ικανοποιηθούν όλοι οι περιορισμοί που επιβάλλονται σε ένα σύστημα. Σκεφθείτε το παράδειγμα του σχήματος 5-25. Το ορθογώνιο συγκρατείται στο φόντο από την

Σχήμα 5-25

Αδύνατη Σύνδεση

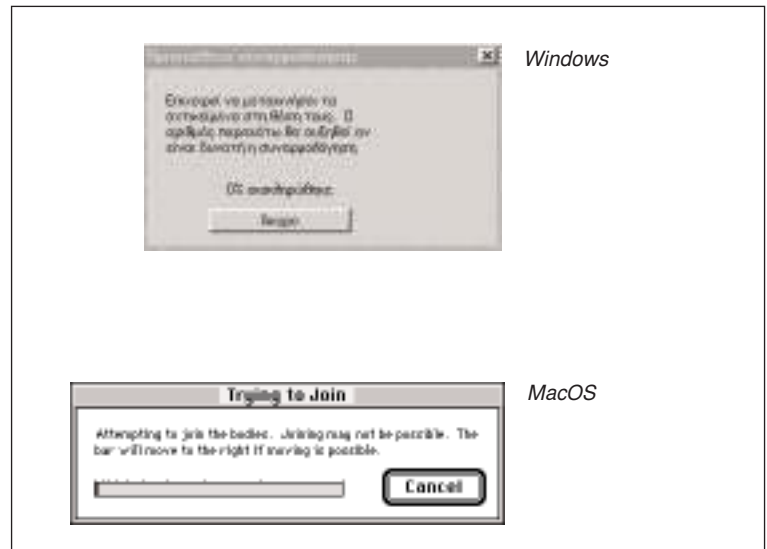


αριστερή άρθρωση πείρου και τα άλλα δύο σημειακά στοιχεία είναι επιλεγμένα. Δεν υπάρχει τρόπος να ενωθούν τα δύο σημειακά στοιχεία χωρίς να καταστραφεί η αριστερή άρθρωση πείρου.

Αν δοκιμάσετε να τα συνδέσετε, εμφανίζεται το πλαίσιο προειδοποίησης του σχήματος 5-26.

Σχήμα 5-26

Πλαίσιο προειδοποίησης
"αδύνατης σύνδεσης"



Αν προσπαθήσετε να σύρετε ένα αντικείμενο σε μια θέση που έρχεται σε αντίθεση με ό,τι ορίζουν οι σύνδεσμοι, δεν θα εμφανιστεί μήνυμα λάθους. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής θα προσπαθήσει να βρει την καλύτερη δυνατή λύση, μετακινώντας αντικείμενα, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η απόσταση μεταξύ του δείκτη και της θέσης επάνω στο αντικείμενο, όπου είχε γίνει το αρχικό κλικ του δείκτη.

Κάνοντας πειράματα με τον Έξυπνο Επεξεργαστή, θα αρχίσετε να κατανοείτε περί τίνος πρόκειται. Αν δοκιμάσετε να σύρετε ένα αντικείμενο πολύ μακριά, αυτό θα ακολουθήσει το ποντίκι και στη συνέχεια θα σταματήσει όταν φτάσει στο πιο μακρινό σημείο που μπορεί να φτάσει.

Ο καλύτερος τρόπος να μάθετε πώς να χρησιμοποιείτε τον Έξυπνο Επεξεργαστή είναι να δοκιμάσετε να παίξετε μαζί του. Δημιουργείστε αντικείμενα με τη συναρμολόγηση στην επιφάνεια εργασίας και μετακινείτε τα αντικείμενα, χρησιμοποιείτε τις εντολές Σύνδεση και Χωρισμός και το παράθυρο Ιδιότητες για να σταθεροποιήσετε τη θέση των αντικειμένων.

Έλεγχος της ακρίβειας της επεξεργασίας πράξεων

Ο Έξυπνος Επεξεργαστής του Interactive Physics χρησιμοποιεί τον όρο **"Σφάλμα συναρμολόγησης"** στο διάλογο Ακρίβεια για να ορίσει πώς ακριβώς θα τοποθετήσει τα αντικείμενα. Ο Έξυπνος Επεξεργαστής ενεργοποιείται όποτε σύρετε, ενώνετε ή προσαρμόζετε αριθμητικά τα συστήματα των συνδεδεμένων σωμάτων.

Μετά τη σύνδεση δύο σημείων για τη δημιουργία μιας άρθρωσης με πείρο, η απόσταση μεταξύ των δύο σημείων θα μειωθεί ή θα εξισωθεί με την απόσταση που ορίζεται ως όριο για το Σφάλμα συναρμολόγησης ή την ανοχή που επιτρέπεται στη συναρμολόγηση. Αν τα περιθώρια ανοχής είναι μεγάλα, ο Έξυπνος Επεξεργαστής θα λειτουργήσει ταχύτερα, ειδικά στην περίπτωση που κάποια αντικείμενα σύρονται με το ποντίκι. Μικρότερα περιθώρια εξασφαλίζουν ακριβέστερη ευθυγράμμιση των διαφόρων τμημάτων.

Όταν πειραματιζόσαστε ή κάνετε τα αρχικά σχέδια, θα ήταν καλή ιδέα να χρησιμοποιήσετε την αυτόματη επιλογή για τις τιμές των Σφάλμα συναρμολόγησης και Βήμα κινουμένου σχεδίου στο πλαίσιο του διαλόγου Ακρίβεια (βλέπε **"Α.6. Διάλογος Ακρίβειας Προσομοίωσης και Παράμετροι Προσομοίωσης"**).

Αν χρειαστείτε ακριβέστερη ευθυγράμμιση βαδίζοντας προς την ολοκλήρωση του σχεδιασμού, μπορείτε να μειώσετε την τιμή του Σφάλματος συναρμολόγησης. Οι τιμές που εισάγονται αυτόματα έχουν υπολογιστεί με βάση το μέγεθος των αντικειμένων στο μοντέλο σας, καθώς και τις ταχύτητες των αντικειμένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Χώρος εργασίας

Στο κεφάλαιο αυτό θα βρείτε οδηγίες σχετικά με το πώς θα

- ρυθμίσετε τις επιλογές θέασης
- χρησιμοποιήσετε τους χάρακες και το πλέγμα
- ορίσετε τις παραμέτρους του μικρόκοσμου
- ορίσετε τις ιδιότητες και τις παραμέτρους αντικειμένων
- χρησιμοποιήσετε τη Γραμμή κατάστασης για να αποκτήσετε ταχεία πληροφόρηση σχετικά με τα αντικείμενα και τα εργαλεία στο χώρο εργασίας
- αλλάξετε τις μονάδες μέτρησης

6.1. Φυσικά αντικείμενα και αντικείμενα της διεπαφής

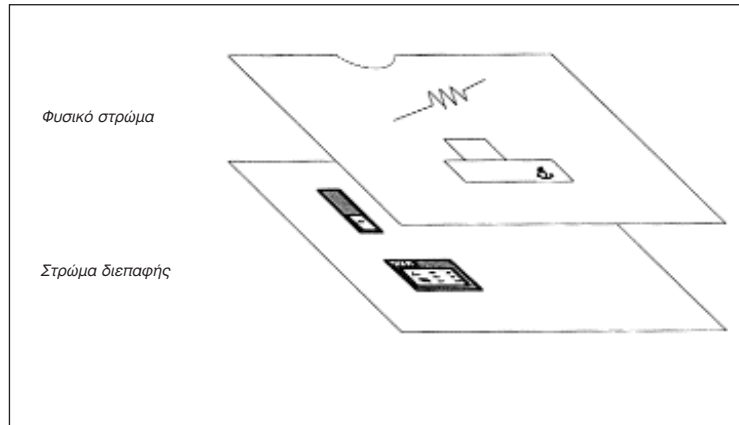
Ο μικρόκοσμος της προσομοίωσης αποτελείται από δύο επίπεδα (στρώματα): ένα πίσω και ένα μπροστά. Τα φυσικά αντικείμενα βρίσκονται στο μπροστινό επίπεδο και τα αντικείμενα της διεπαφής βρίσκονται στο πίσω επίπεδο (βλέπε σχήμα 6-1).

Στα φυσικά αντικείμενα συμπεριλαμβάνονται τα σώματα, τα σημεία και οι σύνδεσμοι.

Τα αντικείμενα διεπαφής περιλαμβάνουν μετρητές, εργαλεία ελέγχου (μεταβολείς, πλαίσια κειμένου, κουμπιά) και εικόνες που δεν είναι συνημμένες σε φυσικά αντικείμενα.

Σχήμα 6-1

Το επίπεδο διεπαφής και το φυσικό επίπεδο



Εφόσον τα αντικείμενα διεπαφής βρίσκονται στο πίσω επίπεδο, υπάρχει η δυνατότητα να τα κρύψετε, τοποθετώντας επάνω τους τα φυσικά αντικείμενα.

Στο φυσικό επίπεδο ένας σύνδεσμος θα επισυναφθεί στο σώμα που βρίσκεται πιο πάνω, κατά την τοποθέτησή του σε επικαλυπτόμενα σώματα.

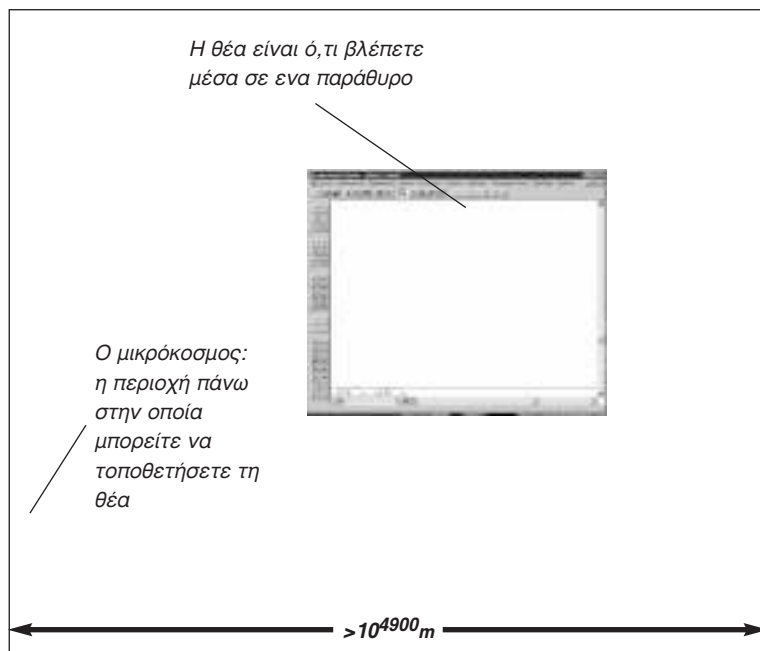
Για να φέρετε ένα σώμα σε αυτή τη θέση, επιλέξτε το αντικείμενο και στη συνέχεια από τον κατάλογο επιλογών **Αντικείμενο** επιλέξτε **Μεταφορά μπροστά**.

6.2. Επιλογές Θέας

Το Interactive Physics παρέχει έναν πρακτικά απεριόριστο χώρο εργασίας που είναι μεγαλύτερος από αυτόν που μπορεί να απεικονιστεί στην οθόνη κάθε φορά. Η περιοχή που καλύπτει ο χώρος εργασίας αποκαλείται Μικρόκοσμος. Αυτό που βλέπετε στην οθόνη είναι μόνο ένα μικρό μέρος του. Το μέρος αυτό αποκαλείται Θέα. Βλέπε σχήμα 6-2.

Σχήμα 6-2

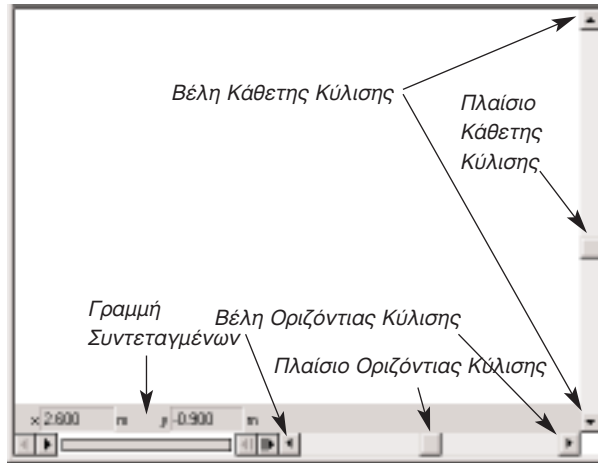
Τι βλέπετε στην οθόνη και ποιος είναι ο χώρος εργασίας

**Μετακίνηση της Θέας στο Μικρόκοσμο**

Μπορείτε να μετακινήσετε τη θέα σε διαφορετικά σημεία του μικρόκοσμου, χρησιμοποιώντας τις οριζόντιες και κάθετες γραμμές κύλισης. Το σχήμα 6-3 δείχνει τα εργαλεία ελέγχου του παραθύρου, δηλαδή τα πλαίσια κύλισης και τα βέλη.

Σχήμα 6-3

Εργαλεία ελέγχου παραθύρου



Κάντε κλικ σε ένα από τα τέσσερα βέλη για να μεταφέρετε τη θέα προς την κατεύθυνση που θέλετε, ή σύρετε ένα πλαίσιο κύλισης για να μεταβείτε άμεσα σε μια νέα θέση θέασης.

Οι γραμμές κύλισης προσαρμόζονται αυτόματα, ώστε να συμπεριλάβουν όλα τα αντικείμενα που δημιουργήσατε εντός του μικρόκοσμου. Μπορείτε να συνεχίσετε να χρησιμοποιείτε τις γραμμές κύλισης, μέχρις ότου τα αντικείμενά σας να μην φαίνονται πια στην οθόνη. Για να συνεχίσετε την κύλιση, χρησιμοποιείτε πρώτα το εργαλείο Μεγέθυνση/σμίκρυνση για να σταματήσει η μεγέθυνση.

Μεγέθυνση-Σμίκρυνση

Χρήση των εργαλείων Μεγέθυνση-Σμίκρυνση

Χρησιμοποιείτε αυτά τα εργαλεία για να μεγαλώσετε ή να σμικρύνετε την θέαση των αντικειμένων στο μικρόκοσμο.

Για να χρησιμοποιήσετε τα εργαλεία Μεγέθυνση-Σμίκρυνση:

1. Επιλέξτε το εργαλείο με το συν (+) για να μεγεθύνετε την θέαση. Επιλέξτε το εργαλείο με το πλην (-) για να σμικρύνετε τη θέαση.

Ο δείκτης μετατρέπεται σε μεγεθυντικό φακό.



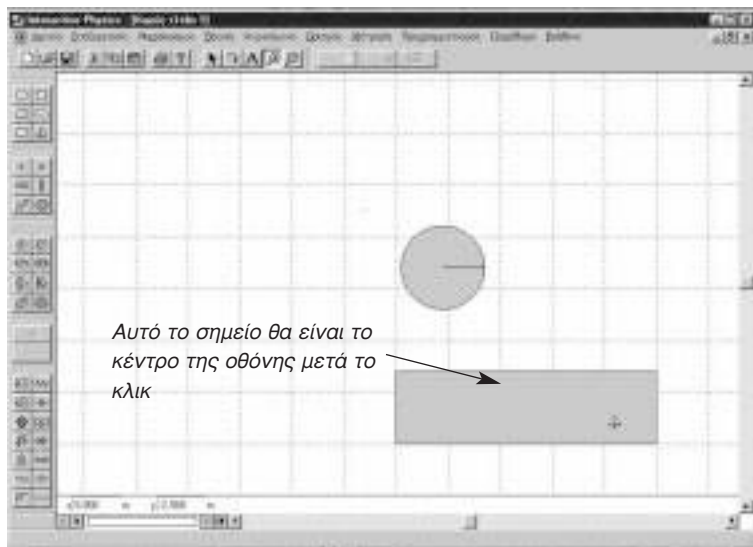
Στα συστήματα MacOS, το εργαλείο Σμίκρυνση είναι εξ ορισμού κρυμμένο στην παλέτα Μεγέθυνση. Κάντε κλικ και κρατείστε πατημένο το εργαλείο Μεγέθυνση για να εμφανιστεί το εργαλείο Σμίκρυνση και στη συνέχεια επιλέξτε το.

2. Κάντε κλικ στην περιοχή που θέλετε να μεγεθύνετε ή να σμικρύνετε.

Το μέγεθος των αντικειμένων στην οθόνη μεγαλώνει ή μικραίνει, ανάλογα με το ποιο εργαλείο θα επιλέξετε.

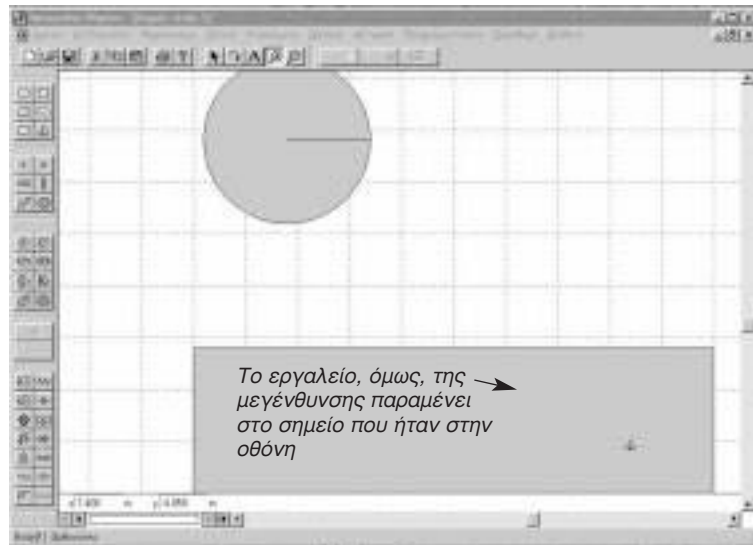
Το νέο παράθυρο μετά την αλλαγή της θέασης θα ρυθμιστεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ως κέντρο της οθόνης να θεωρείται το σημείο όπου έγινε το κλικ με το εργαλείο Μεγέθυνση-Σμίκρυνση (βλέπε σχήμα 6-4, MacOS).

Σχήμα 6-4
Μεγέθυνση, πριν...



Σχήμα 6-5

...και μετά



Κάθε φορά που χρησιμοποιείτε το εργαλείο Μεγέθυνση (+), η θέαση αυξάνει κατά έναν παράγοντα του 2 ($2\times$). Κάθε φορά που χρησιμοποιείτε το εργαλείο Σμίκρυνση, η θέαση μειώνεται κατά έναν παράγοντα του 2 ($1/2\times$).

Χρήση του διαλόγου Μέγεθος θέασης

Η κλίμακα του χώρου εργασίας στο διάλογο Μέγεθος θέασης δείχνει το μέγεθος του χώρου εργασίας σε σχέση με τα αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο. Κλίμακα ίση με τη μονάδα (1) σημαίνει ότι τα αντικείμενα του χώρου εργασίας έχουν το ίδιο μέγεθος με τα πραγματικά (1 μέτρο του χώρου εργασίας ισοδυναμεί με 1 μέτρο στον πραγματικό κόσμο). Κλίμακα μικρότερη της μονάδας σημαίνει ότι τα αντικείμενα στο χώρο εργασίας είναι μικρότερα από ότι είναι στον πραγματικό κόσμο.

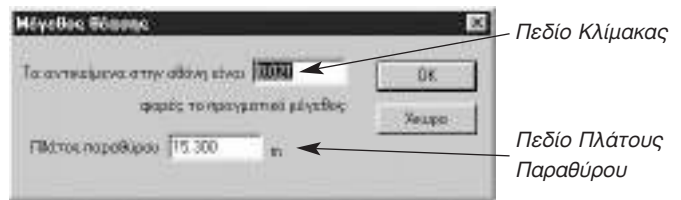
Για να καθορίσετε με ακρίβεια το μέγεθος ή την κλίμακα της θέασης:

1. Επιλέξτε Μέγεθος θέασης από τον κατάλογο επιλογών Θέαση.

Θα εμφανιστεί το παρακάτω πλαίσιο διαλόγου (σχήμα 6-6).

Σχήμα 6-6

Διάλογος Μέγεθος θέασης



2. Εισάγετε μια τιμή στο πεδίο κλίμακας για να καθορίσετε την ακριβή κλίμακα της θέασης.

Όταν κάνετε κλικ στο OK, η θέαση θα τροποποιηθεί, ώστε η κλίμακά της να προσαρμοστεί στην τιμή που ορίσατε.

3. Εισάγετε μια τιμή στο πεδίο Πλάτους παραθύρου για να καθορίσετε το ακριβές μέγεθος της θέασης.

Όταν κάνετε κλικ στο OK, η θέαση θα τροποποιηθεί, ώστε το πλάτος της να προσαρμοστεί στη τιμή που ορίσατε.

4. Κάντε κλικ στο OK.

Εμφάνιση εργαλείων και εργαλείων ελέγχου του χώρου εργασίας

Η εντολή **Χώρος εργασίας** στον κατάλογο επιλογών **Θέαση** σας δίνει τη δυνατότητα να εμφανίσετε ή να αποκρύψετε τα παρακάτω εργαλεία και ελέγχους του χώρου εργασίας:

- Γραμμή εργαλείων
- Γραμμές κύλισης
- Γραμμή συντεταγμένων
- Εργαλεία ελέγχου κασετοφώνου
- Χάρακες

- Γραμμή κατάστασης

Στα συστήματα MacOS, η επιλογή **Χώρος εργασίας** εμφανίζει έναν υποκατάλογο επιλογών και μπορείτε να μεταβείτε από τη μία επιλογή του υποκαταλόγου επιλογών στην άλλη ή να καθορίσετε πολλαπλές επιλογές, επιλέγοντας το διάλογο **Χώρος εργασίας...** από τον υποκατάλογο επιλογών.

Στα συστήματα Windows δεν υπάρχει υποκατάλογος μεμονωμένων επιλογών. Το στοιχείο **Χώρος εργασίας...** οδηγεί απευθείας σε ένα πλαίσιο διαλόγου που σας επιτρέπει να καθορίσετε πολλές επιλογές με μία κίνηση.

Για να καθορίσετε μεμονωμένες επιλογές για το χώρο εργασίας (μόνο για MacOS):

1. Επιλέξτε Χώρος εργασίας από τον κατάλογο επιλογών Θέαση.

Εμφανίζεται ο υποκατάλογος επιλογών Χώρος εργασίας, όπως φαίνεται στο σχήμα 6-7.

Σχήμα 6-7

Ο υποκατάλογος επιλογών Χώρος εργασίας (μόνο για MacOS)



2. Επιλέξτε το στοιχείο που θέλετε να τροποποιήσετε.

Ένα σημάδι επιλογής δίπλα στην επιλογή δείχνει ότι αυτή είναι ενεργή.

Για να ρυθμίσετε ταυτόχρονα πολλές επιλογές:

1. Επιλέξτε Χώρος εργασίας... (μόνο για MacOS: από τον υποκατάλογο επιλογών Χώρος εργασίας) από τον κατάλογο επιλογών Θέαση.

Εμφανίζεται ο διάλογος Χώρος εργασίας.

Σχήμα 6-8

Διάλογος Χώρος εργασίας



Windows

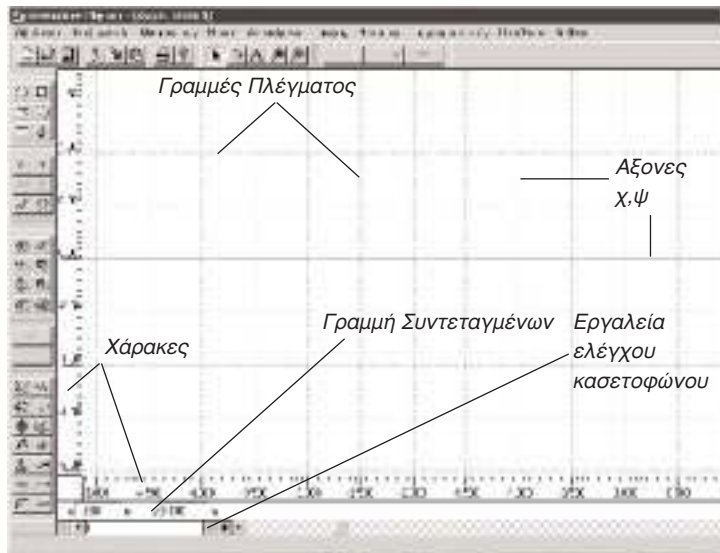


MacOS

2. Κάντε κλικ στα πλαίσια ελέγχου για τις επιλογές που θέλετε.
3. Κάντε κλικ στο OK (MacOS) ή στο Κλείσιμο (Windows).

Σχήμα 6-9

Πλέγμα, χάρακες, εργαλεία ελέγχου κασετοφώνου και Γραμμή συντεταγμένων



Εμφάνιση των αξόνων x και y

Οι άξονες x και y ορίζονται από σαφώς διακριτές γραμμές. Η αρχή των αξόνων $(0, 0)$ ορίζεται ως το σημείο τομής των x και y .

Για να εμφανιστούν οι άξονες x και y , επιλέξτε **Άξονες X, Y** από τον υποκατάλογο επιλογών ή το διάλογο **Χώρος εργασίας**. Εμφανίζεται ένα σημάδι επιλογής δίπλα σε αυτήν την εντολή, όταν εμφανίζονται οι άξονες. Για να αποκρύψετε τους άξονες x και y , επιλέξτε πάλι **Άξονες X, Y**. Το σημάδι επιλογής δίπλα στο **Άξονες X, Y** εξαφανίζεται.

Εμφάνιση των χαράκων

Το Interactive Physics θέτει στη διάθεσή σας χάρακες και πλέγματα για να σας εξασφαλίσει την ακριβή τοποθέτηση και κλιμάκωση αντικειμένων. Βλέπε σχήμα 6-9.

Για να εμφανιστούν οι χάρακες, επιλέξτε **Χάρακες** από τον υποκατάλογο επιλογών ή το διάλογο **Χώρος εργασίας**. Εμφανίζεται ένα σημάδι επιλογής δίπλα σε αυτήν την εντολή, όταν εμφανίζονται οι χάρακες. Για να αποκρύψετε τους χάρακες, επιλέξτε πάλι **Χάρακες**. Το σημάδι επιλογής δίπλα στο **Χάρακες** εξαφανίζεται.

Εξ ορισμού, οι χάρακες μετρούνται σε μέτρα με ακρίβεια 3 σημαντικών ψηφίων. Οι μετρήσεις των χαράκων μπορούν να αλλάξουν σε άλλες μονάδες μέτρησης απόστασης και άλλο αριθμό σημαντικών ψηφίων. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την αλλαγή μονάδων και την αριθμητική ακρίβεια θα βρείτε στη σελίδα 6-17 αυτού του κεφαλαίου στο "Αριθμοί και μονάδες".

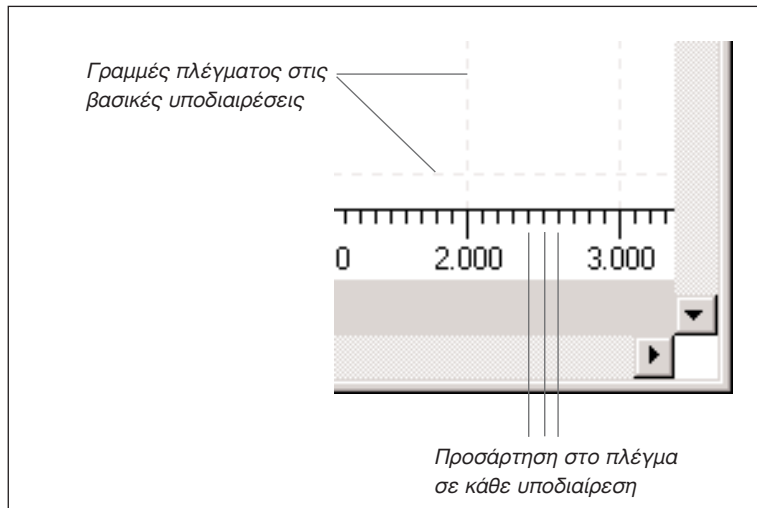
Εμφάνιση γραμμών πλέγματος

Μπορείτε να εμφανίσετε γραμμές πλέγματος που θα σας βοηθήσουν να τοποθετήσετε και να μετρήσετε με ακρίβεια τα αντικείμενα. Το διάστιχο ανάμεσα στις γραμμές πλέγματος είναι αυτόματο και προσαρμόζεται ανάλογα, καθώς μεγεθύνετε ή σμικρύνετε.

Για να εμφανίσετε το πλέγμα, επιλέξτε **Πλέγμα** από το διάλογο ή τον υποκατάλογο επιλογών **Χώρος εργασίας**. Εμφανίζεται ένα σημάδι επιλογής δίπλα στην εντολή **Πλέγμα**, όταν εμφανίζεται το πλέγμα. Για να αποκρύψετε το πλέγμα, επιλέξτε πάλι **Πλέγμα**. Το σημάδι επιλογής εξαφανίζεται.

Σχήμα 6-10

Γραμμές πλέγματος και
προσάρτηση στο πλέγμα



Ευθυγράμμιση αντικειμένων στο πλέγμα

Μπορείτε να ευθυγραμμίσετε αντικείμενα στο πλέγμα, χρησιμοποιώντας την Προσάρτηση στο πλέγμα. Αυτό συμβαίνει στις μικρότερες χαραγές πάνω στους χάρακες (όπως φαίνεται στο σχήμα 6-10).

Όταν είναι ενεργοποιημένη η Προσάρτηση στο πλέγμα (ανεξάρτητα από το αν είναι ορατό το πλέγμα ή όχι), αυτό επηρεάζει τα εργαλεία προκαλώντας μετακινήσεις (των εργαλείων), ώστε αυτά να ευθυγραμμιστούν στα σημεία του πλέγματος.

1. Επιλέξτε Προσάρτηση στο πλέγμα από τον κατάλογο επιλογών Θέαση.

Η προσάρτηση στο πλέγμα είναι ενεργοποιημένη, όταν δίπλα στο στοιχείο "Προσάρτηση στο πλέγμα" του υποκαταλόγου επιλογών υπάρχει το σημάδι επιλογής.

Ευθυγράμμιση αντικειμένων σε σώματα

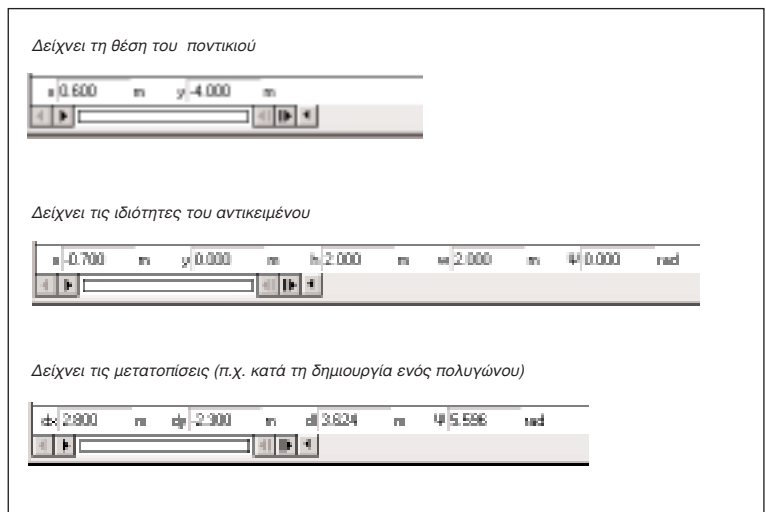
Η εντολή **Προσάρτηση στο αντικείμενο** είναι εξαιρετικά χρήσιμη όταν θέλετε να επισυνάψετε συνδέσμους σε μια κορυφή, το κέντρο ή ένα σημείο στο μέσο ενός σώματος. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στη σελίδα 4-14 στην "Ακριβή τοποθέτηση συνδέσμων".

Εμφάνιση της Γραμμής συντεταγμένων

Η Γραμμή συντεταγμένων (σχήμα 6-11) είναι ένα εύλικτο εργαλείο σχεδιασμένο να σας βοηθήσει στην ταχύτερη δημιουργία μοντέλων. Η γραμμή εμφανίζει συνεχώς τη θέση του ποντικιού καθώς το μετακινείτε, τις παραμέτρους των αντικειμένων όταν επιλέγετε αντικείμενα και τις μετατοπίσεις, καθώς σύρετε τα αντικείμενα. Πέραν αυτού, μπορείτε να τη χρησιμοποιήσετε για να επεξεργαστείτε παραμέτρους αντικειμένων χωρίς να ανοίξετε τα παράθυρα Ιδιότητες ή Γεωμετρία.

Σχήμα 6-11

Η Γραμμή συντεταγμένων και οι λειτουργίες της



Εμφάνιση θέσης ποντικιού

Οι πληροφορίες που εμφανίζονται στο κάτω μέρος του εγγράφου δείχνουν τη θέση του ποντικιού (συντεταγμένες) στην κοντινότερη ελαχίστη υποδιαίρεση του χάρακα, αν είναι ενεργοποιημένη η προσάρτηση στο πλέγμα ή στο πλησιέστερο εικονοστοιχείο (pixel), αν είναι απενεργοποιημένη.

Επεξεργασία παραμέτρων αντικειμένου

Όταν κάποια σώματα ή σύνδεσμοι είναι επιλεγμένοι, η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις παραμέτρους που συνήθως αλλάζουν. Μπορείτε να επεξεργαστείτε αυτές τις τιμές απευθείας στη Γραμμή συντεταγμένων και η τροποποίηση θα πραγματοποιηθεί αμέσως (περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη χρήση της Γραμμής συντεταγμένων θα βρείτε στα "**3.2. Ιδιότητες σωμάτων**" και "**4.3. Γενικές ιδιότητες συνδέσμων**").

Μπορείτε να επιλέξετε ένα πεδίο χρησιμοποιώντας το ποντίκι ή το πλήκτρο tab. Με το πάτημα του πλήκτρου tab μεταβαίνετε από το ένα πεδίο στο άλλο, ενώ κρατώντας ταυτόχρονα πατημένο το πλήκτρο Shift ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία.

Αν αρχίσετε να πληκτρολογείτε αμέσως μετά την επιλογή ενός αντικειμένου, το Interactive Physics αυτομάτως επιλέγει το άκρο αριστερό πεδίο στη Γραμμή συντεταγμένων, καθώς πληκτρολογείτε.

Όταν οι τιμές των συντεταγμένων είναι πολύ μεγάλες (έχουν πολλά ψηφία) για να χωρέσουν στο πλαίσιο επεξεργασίας, μπορείτε να κυλήσετε το κείμενο στα πλάγια χρησιμοποιώντας τα βέλη του πληκτρολογίου.

Εμφάνιση μετατοπίσεων

Όταν σύρετε ένα αντικείμενο, οι πληροφορίες για τις συντεταγμένες δείχνουν μετατόπιση σχετικά με την αρχική θέση του αντικειμένου (δηλαδή σε ποια απόσταση έχει συρθεί το αντικείμενο). Η μετατόπιση παρουσιάζεται σε όρους τιμών x και y , καθώς και ως συνολική μετατόπιση (απόσταση από το σημείο εκκίνησης) και γωνία μετατόπισης. Με την απελευθέρωση του πλήκτρου του ποντικιού, οι συντεταγμένες θα δείξουν και πάλι τις παγκόσμιες συντεταγμένες x - και y - του ποντικιού.

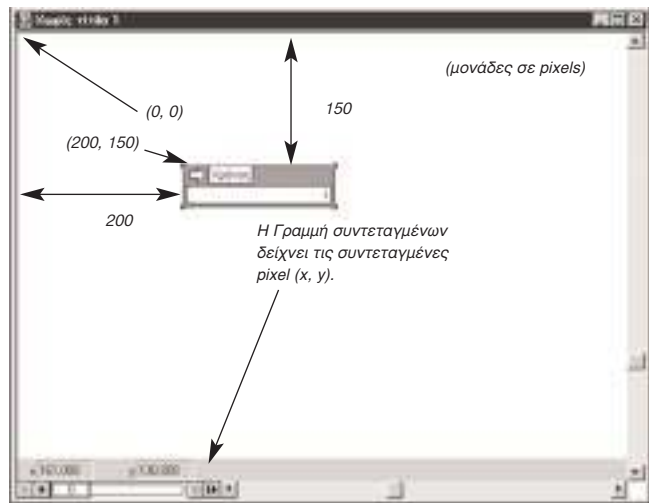
Συντεταγμένες μετρητών και εργαλείων ελέγχου

Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τις συντεταγμένες εικονοστοιχείων των μετρητών και των εργαλείων ελέγχου.

Το σύστημα συντεταγμένων σχεδιάζεται ώστε η επάνω αριστερή γωνία του παραθύρου προσομοίωσης να είναι $(x, y)=(0, 0)$. Η τετμημένη x αυξάνεται προς τη δεξιά πλευρά του παραθύρου, ενώ η τεταγμένη y αυξάνεται προς τα κάτω. Η Γραμμή συντεταγμένων δείχνει τη θέση των μετρητών και των εργαλείων ελέγχου σε όρους της επάνω αριστερής γωνίας (σχήμα 6-12).

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Οι συντεταγμένες εικονοστοιχείου χρησιμοποιούνται μόνο για μετρητές και εργαλεία ελέγχου.

Σχήμα 6-12
Συντεταγμένες
εικονοστοιχείου

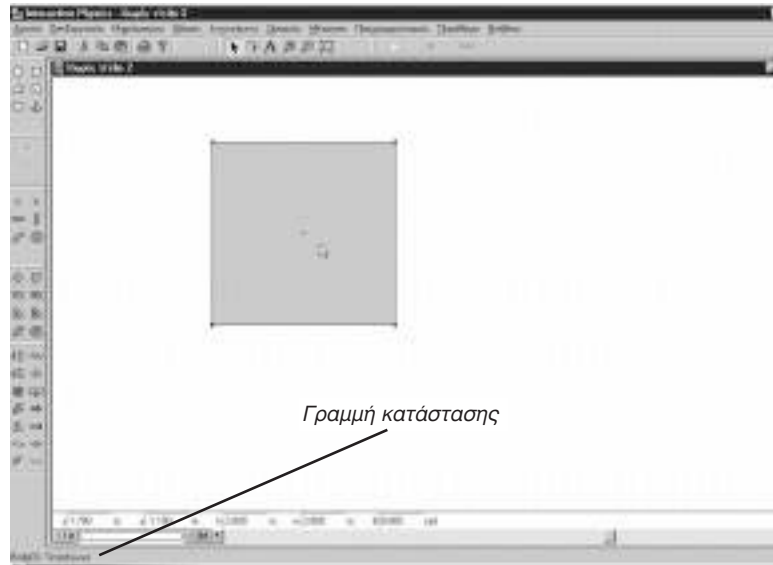


Η Γραμμή κατάστασης

Η Γραμμή κατάστασης εμφανίζει πληροφορίες σχετικά με το εργαλείο ή το αντικείμενο που εκείνη τη στιγμή βρίσκεται κάτω από το δείκτη. Βρίσκεται στο επάνω μέρος του παραθύρου της προσομοίωσης στα συστήματα MacOS και στο κάτω μέρος του παραθύρου στα συστήματα Windows. Αν ο δείκτης βρίσκεται πάνω από ένα τετράγωνο σώμα, για παράδειγμα, η Γραμμή κατάστασης θα αναγνωρίσει το σώμα, δίνοντας τον αριθμό και τον τύπο του (σχήμα 6-13).

Σχήμα 6-13

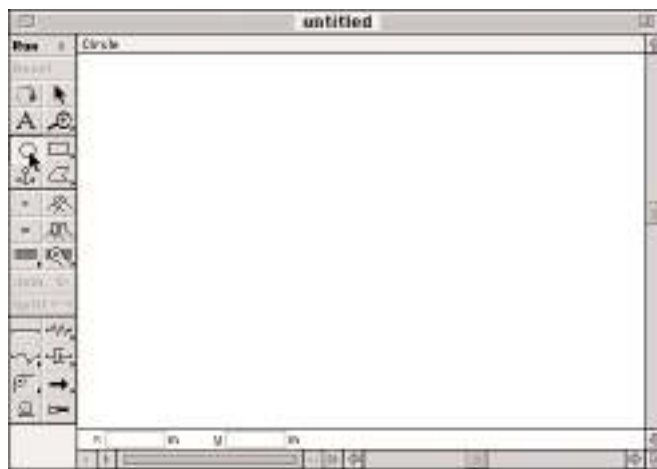
Γραμμή κατάστασης όπου έχει γίνει αναγνώριση ενός τετράγωνου σώματος (Windows)



Αν ο δείκτης βρίσκεται πάνω σε ένα εργαλείο στη Γραμμή εργαλείων, η Γραμμή κατάστασης θα το αναγνωρίσει. Βλέπε σχήμα 6-14 (Σημειώστε ότι ο δείκτης βρίσκεται πάνω στο εργαλείο Κύκλος). Στα συστήματα Windows εμφανίζεται, επίσης, μια σύντομη περιγραφή του εργαλείου κάτω από το δείκτη μέσα σε ένα μικρό πλαίσιο.

Σχήμα 6-14

Γραμμή κατάστασης όπου έχει γίνει αναγνώριση ενός εργαλείου (MacOS)



6.3. Αριθμοί και μονάδες

Κάθε νέο έγγραφο προσομοίωσης που δημιουργείτε, εξ ορισμού υιοθετεί το διεθνές μετρικό σύστημα (SI) μονάδων. Οι παρακάτω μονάδες είναι οι εξ ορισμού τιμές:

Σχήμα 6-15
Προκαθορισμένες μονάδες

Ποσότητα	Αρχικά μετρούμενη σε
Χρόνος	δευτερόλεπτα
Μήκος	μέτρα
Στροφή	μοίρες
Μάζα	κιλά
Δύναμη	newtons
Ενέργεια	joules
Ισχύς	watts
Φορτίο	coulombs

Το Interactive Physics μετατρέπει εσωτερικά όλες τις ποσότητες σε μετρικές μονάδες, πριν προβεί σε οποιονδήποτε υπολογισμό. Μπορείτε, όμως, να κάνετε το Interactive Physics να εμφανίσει τα αποτελέσματα σε διάφορα συστήματα μονάδων. Είστε ελεύθεροι να επιλέξετε το σύστημα μονάδων που ταιριάζει περισσότερο στην προσομοίωσή σας, ώστε να μπορείτε να εισαγάγετε και να παρακολουθείτε τις τιμές στο σύστημα μονάδων.

Για να καθορίσετε μια διαφορετική μονάδα μέτρησης για οποιαδήποτε ποσότητα:

1. Επιλέξτε Αριθμοί και Μονάδες από τον κατάλογο επιλογών Θέαση.

Εμφανίζεται ο διάλογος Αριθμοί και Μονάδες (σχήμα 6-16).

Σχήμα 6-16

Διάλογος Αριθμοί και Μονάδες



2. Επιλέξτε ένα γενικό σύστημα μονάδων από τον κατάλογο επιλογών Σύστημα Μονάδων.

Στα συστήματα μονάδων συμπεριλαμβάνονται οι μονάδες SI, οι βρετανικές, οι αστρονομικές, οι ατομικές και τα συστήματα CGS.

3. Επιλέξτε πώς θα εμφανιστούν οι αριθμοί κάνοντας κλικ σε ένα από τα ακόλουθα: Σταθερή υποδιαστολή, Κινητή υποδιαστολή ή Αυτόματα.

Η μορφή Σταθερή υποδιαστολή εμφανίζει όλους τους αριθμούς με ένα σταθερό αριθμό ψηφίων στα δεξιά της υποδιαστολής.

Η μορφή Κινητή υποδιαστολή εμφανίζει όλους τους αριθμούς στη δεκαδική μορφή του τύπου 1,23e4.

Το Αυτόματα επιτρέπει στο Interactive Physics να αποφασίσει αν θα εμφανίσει τους αριθμούς με Σταθερή ή Κινητή υποδιαστολή. Οι αριθμοί παρουσιάζονται στην καλύτερη δυνατή μορφή για γρήγορη προβολή.

4. Για να ορίσετε τις μονάδες για μια συγκεκριμένη ποσότητα, κάντε κλικ στο Περισσότερες επιλογές.

Αυτό σας επιτρέπει να επιλέξετε τις μονάδες στις οποίες θα αναφέρεται μια συγκεκριμένη ποσότητα. Βλέπε σχήμα 6-17.

Σχήμα 6-17

Διάλογος Αριθμοί και Μονάδες
με επιλεγμένες τις
Περισσότερες επιλογές



5. Κάντε κλικ στο OK για να αποθηκεύσετε τις αλλαγές σας.

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει παραδείγματα του τρόπου εμφάνισης ενός αριθμού, ανάλογα με την επιλογή που έχετε κάνει (σταθερή, κινητή ή αυτόματη).

Σχήμα 6-18
Αριθμητικοί τύποι

Αριθμός	Σταθερή (1 ψηφίο)	Κινητή (1 ψηφίο)	Αυτόματη (1 ψηφίο)
0,000123	0,0	1,2e-4	1,2e-4
333,3333	333,3	3,3e2	333,3

Τύποι και μονάδες

Η αλλαγή μονάδων θα επηρεάσει όλες τις σταθερές και τους τύπους που ορίζουν τις ιδιότητες του συστήματος. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο που οι τύποι μετατρέπονται για να ταιριάζουν με τις αλλαγές μονάδων, συμβουλευτείτε το **Κεφάλαιο 10, "Χρήση τύπων"**.

6.4. Ορισμός των παραμέτρων του μικρόκοσμου

Όταν δημιουργείτε ένα νέο έγγραφο προσομοίωσης, οι αρχικές ρυθμίσεις για το μικρόκοσμο είναι:

Σχήμα 6-19
Προκαθορισμένες δυνάμεις

Ιδιότητα	Ρύθμιση
Βαρύτητα	Γη (9,81m/s ²)
Αντίσταση του αέρα	καμία
Ηλεκτροστατική	καμία
Δύναμη Πεδίου	καμία

Βαρύτητα

Η εξ ορισμού ρύθμιση της βαρύτητας είναι η κατακόρυφη βαρύτητα.

Για να αλλάξετε τη βαρύτητα του μικρόκοσμου:

1. Επιλέξτε Βαρύτητα από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται ο διάλογος Βαρύτητα, όπως φαίνεται στο σχήμα 6-20.

Σχήμα 6-20

Διάλογος Βαρύτητα

**2. Επιλέξτε τον τύπο βαρύτητας που θέλετε.**

Όταν επιλεγεί το *Καμία*, αυτό δείχνει ότι η βαρύτητα δεν είναι ενεργοποιημένη. Η *Κατακόρυφη* βαρύτητα δημιουργεί ένα κάθετο πεδίο, όπως αυτό που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της γης, ενώ η *Πλανητική* δημιουργεί αλληλεπίδραση ανάμεσα σε κάθε ζεύγος αντικειμένων.

3. Σύρετε το μεταβολέα ή εισάγετε μια τιμή για να προσαρμόσετε το μέγεθος της βαρύτητας.***Κατακόρυφη βαρύτητα***

Όταν μεταβάλετε την κατακόρυφη βαρύτητα, μεταβάλετε την τιμή του g , την αναλογική σταθερά (επιτάχυνση της βαρύτητας) που συσχετίζει τη δύναμη στο κέντρο μάζας του αντικειμένου με τη μάζα του, δηλαδή $F=mg$.

Πλανητική βαρύτητα

Η πλανητική βαρύτητα προσομοιάζει την πραγματική έλξη της βαρύτητας που ασκείται μεταξύ όλων των σωμάτων. Όταν μεταβάλετε την πλανητική βαρύτητα, μεταβάλετε την τιμή του " G ", της παγκόσμιας σταθεράς βαρύτητας.

Οι δυνάμεις που ασκούνται από τη βαρύτητα μεταξύ των αντικειμένων, όπως ένας άνθρωπος ή ένα βιβλίο, είναι αμελητέες, επειδή τα αντικείμενα αυτά δεν έχουν την απαιτούμενη μάζα. Για να δείτε, λοιπόν, την επίδραση της πλανητικής βαρύτητας, η προσομοίωσή σας πρέπει να διαθέτει ένα ή περισσότερα

αντικείμενα με μεγάλη μάζα. Ένας καλός πρακτικός κανόνας είναι η μάζα του ήλιου που είναι περίπου $1,0 \times 10^{30}\text{kg}$.

Αντίσταση του αέρα

Η αντίσταση του αέρα είναι μια δύναμη πάνω σε ένα κινούμενο σώμα αντίθετη προς την κατεύθυνση της κίνησής της. Αυτή η δύναμη είναι ανάλογη της διατομής του αντικειμένου προς την κατεύθυνση της κίνησης. Η αντίσταση του αέρα στο Interactive Physics δεν λαμβάνει υπόψη της το συντελεστή αντίστασης του αέρα των διαφόρων σχημάτων. Χρησιμοποιεί τη διατομή του κατάλληλου αντικειμένου στην κατεύθυνση της κίνησης. Κύκλος διαμέτρου 1 μέτρου έχει την ίδια αντίσταση (του αέρα), όπως και ένα τετράγωνο με ακμή 1 μέτρο, ακόμα κι αν αυτό δεν ανταποκρίνεται πάντοτε στην πραγματικότητα.

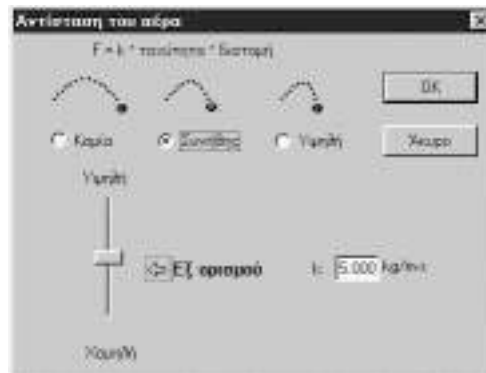
Για να ενεργοποιήσετε την αντίσταση του αέρα:

1. Επιλέξτε Αντίσταση του αέρα από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται ο διάλογος Αντίσταση του αέρα, όπως βλέπετε στο σχήμα 6-21.

Σχήμα 6-21

Διάλογος Αντίσταση του αέρα



2. Κάντε κλικ στο Συνήθης ή Υψηλή για να επιλέξετε ένα πρότυπο αντίστασης του αέρα.

Η συνήθης αντίσταση του αέρα εισάγει μια δύναμη ανάλογη προς την ταχύτητα του αντικείμενου. Η υψηλή αντίσταση του αέρα εισάγει μια δύναμη ανάλογη της ταχύτητας του αντικείμενου στο τετράγωνο. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, η συνήθης αντίσταση του αέρα χρησιμοποιείται με αντικείμενα με χαμηλές ταχύτητες.

3. Σύρετε το μεταβολέα ή εισάγετε μια τιμή για να προσαρμόσετε το μέγεθος της αντίστασης του αέρα.

Η επιλογή της προκαθορισμένης τιμής δίνει καλά αποτελέσματα στο κανονικό μέγεθος χώρου εργασίας.

Ηλεκτροστατική

Κάθε σώμα στο Interactive Physics έχει ένα φορτίο. Εξ ορισμού, κάθε αντικείμενο έχει θετικό φορτίο $1,0 \times 10^{-4}$ Coulombs. Το φορτίο αυτό είναι αρκετό για να παράγει ενδιαφέροντα αποτελέσματα μεταξύ αντικειμένων στον προκαθορισμένο χώρο εργασίας, παρά το γεγονός ότι το φορτίο αυτό είναι υπερβολικό.

Μπορείτε να ορίσετε τις ηλεκτροστατικές δυνάμεις μεταξύ αντικειμένων ενεργοποιώντας την Ηλεκτροστατική. Θα χρειαστεί, επίσης, να ορίσετε ως τιμές του φορτίου διαφόρων σωμάτων άλλες τιμές πλην του μηδενός για να δείτε την επίδραση του φορτίου.

Η Ηλεκτροστατική θεωρεί ότι ολόκληρο το φορτίο ενός σώματος συγκεντρώνεται στο κέντρο μάζας. Το φορτίο δεν διανέμεται στην επιφάνεια ενός σώματος.

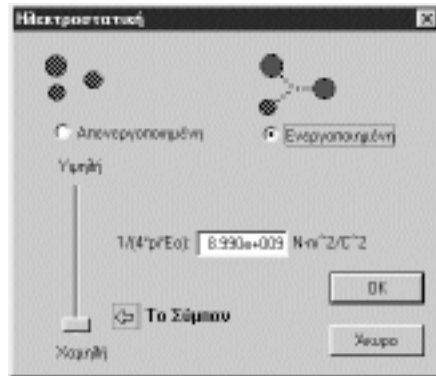
Για να αλλάξετε την ηλεκτροστατική του μικρόκοσμου:

1. Επιλέξτε Ηλεκτροστατική... από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται ο διάλογος Ηλεκτροστατική, όπως φαίνεται στο σχήμα 6-22.

Σχήμα 6-22

Διάλογος Ηλεκτροστατικής



2. Κάντε κλικ στο Ενεργοποίηση ή στο Απενεργοποίηση για να ενεργοποιήσετε ή να απενεργοποιήσετε την ηλεκτροστατική.
3. Σύρετε τον μεταβολέα ή εισάγετε μια τιμή για να επιλέξετε μια νέα τιμή για $1/4\pi\epsilon_0$.
4. Κάντε κλικ στο OK για να αποθηκεύσετε τις αλλαγές.

Δύναμη Πεδίου

Μπορείτε να ορίσετε δυνάμεις που επενεργούν σε κάθε αντικείμενο ή κάθε ζεύγος αντικειμένων, χρησιμοποιώντας την εντολή Δύναμη Πεδίου. Για παράδειγμα, μπορείτε να δημιουργήσετε ένα πρότυπο δυνάμεων αέρος ασκώντας μια οριζόντια δύναμη σε όλα τα αντικείμενα, η οποία ποικίλει ανάλογα με το χρόνο. Μπορείτε να προτυποποιήσετε τα συστήματα βαρύτητας όπου η δύναμη της βαρύτητας επιδεικνύει μια παράξενη συμπεριφορά, όπως για παράδειγμα η βαρύτητα που αυξάνεται αναλογικά προς το αντίστροφο της απόστασης. Τα πεδία καθοριζόμενης δύναμης βασίζονται σε τύπους του Interactive Physics, που είναι το αντικείμενο που πραγματεύεται το **Κεφάλαιο 10, "Χρήση τύπων"** και το **Παράρτημα Β, "Μαθηματική γλώσσα"**. Οι τύποι μοιάζουν με εκείνους που μπορεί να βρει κανείς σε ένα φύλλο εργασίας υπολογιστή. Η βασική διαφορά είναι ότι οι τύποι σε αυτό το φύλλο εργασίας

αναφέρονται σε άλλα κελιά του φύλλου εργασίας. Οι τύποι του Interactive Physics αναφέρονται σε φυσικές παραμέτρους των διαφόρων αντικειμένων της προσομοίωσης.

Μπορείτε να κάνετε κλικ στον κατάλογο επιλογών Δύναμη στο πλαίσιο διαλόγου Δύναμη Πεδίου για να δείτε παραδείγματα των διαφόρων πεδίων που μπορείτε να δημιουργήσετε, μαζί με τους κατάλληλους τύπους που τα ορίζουν.

Οι καθοριζόμενες παγκόσμιες δυνάμεις μπορούν να ασκηθούν σε κάθε αντικείμενο μεμονωμένα ή σε κάθε ζεύγος αντικειμένων. Οι δυνάμεις βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της γης αποτελούν καλό παράδειγμα ενός πεδίου δύναμης που ασκείται σε κάθε αντικείμενο ξεχωριστά.

Στα εγχειρίδια φυσικής αυτή η δύναμη συνήθως ορίζεται ως $F=mg$, όπου $g=-9,81\text{m/sec}^2$. Το Interactive Physics προτυποποιεί αυτή τη δύναμη με τον ίδιο τύπο. Για να δείτε αυτόν τον τύπο, επιλέξτε "Γραμμική Βαρύτητα της Γης" από τον κατάλογο επιλογών Δύναμη στο πλαίσιο διαλόγου Δύναμη Πεδίου. Θα δείτε τον παρακάτω τύπο:

$$F_y = -\text{self.mass} * 9,81$$

Αυτή η δύναμη ασκείται σε όλα τα ογκώδη βαριά αντικείμενα στην προσομοίωση. Ο όρος "self.mass" σημαίνει ότι κάθε σώμα πρέπει να χρησιμοποιήσει τη δική του τιμή μάζας κατά τον υπολογισμό της δύναμης που ασκείται σε αυτό. Το "self" είναι ίσο για όλα τα σώματα, καθώς η παγκόσμια δύναμη ασκείται σε όλα ανεξαιρέτως τα σώματα.

Μια παγκόσμια δύναμη κατά ζεύγη ασκείται σε κάθε ζεύγος σωμάτων, αντί για κάθε σώμα μεμονωμένα. Αυτό σημαίνει ότι θα υπάρξουν πολύ περισσότερες δυνάμεις που θα διαδραματίσουν ρόλο στην προσομοίωση. Μια προσομοίωση με 10 σώματα θα περιλαμβάνει 50 ζεύγη συνδυασμών σωμάτων. Καλό παράδειγμα δύναμης που επηρεάζει τα αντικείμενα κατά ζεύγη είναι η δύναμη της βαρύτητας μεταξύ πλανητών.

Για να αλλάξετε τη Δύναμη Πεδίου στο μικρόκοσμο:

1. Επιλέξτε Δύναμη Πεδίου από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται ο διάλογος Δύναμη Πεδίου, όπως φαίνεται στο σχήμα 6-23.

Σχήμα 6-23

Διάλογος Δύναμη Πεδίου



2. Κάντε κλικ στον κατάλογο επιλογών Δύναμη για να δείτε δείγματα ορισμένων παγκόσμιων δυνάμεων.

Θα δείτε δείγματα των εξής παγκόσμιων δυνάμεων:

- Γραμμική βαρύτητα
- Πλανητική βαρύτητα
- Μαγνητικό πεδίο
- Ηλεκτροστατική
- Αέρας
- Αντίσταση του αέρα

Η χρήση του κουμπιού του δείγματος είναι ένας θαυμάσιος τρόπος να πάρει κανείς μια γενική ιδέα της μαθηματικής γλώσσας που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε με το *Interactive Physics*.

3. Κάντε κλικ σε ένα από τα επάνω τρία κουμπιά για να επιλέξετε τον τύπο της καθοριζόμενης παγκόσμιας δύναμης.

4. Εισάγετε μια εξίσωση για τη δύναμη.

5. Κάντε κλικ στο OK για να αποθηκεύσετε τις αλλαγές.

Οι τύποι που έχουν εισαχθεί στο διάλογο Δύναμη Πεδίου ασκούνται ως δυνάμεις και ροπές σε όλα τα αντικείμενα.

Μια λεπτομερέστερη περιγραφή της διαδικασίας προσαρμογής των δυνάμεων με χρήση των τύπων δίνεται στο **Κεφάλαιο 10, "Χρήση τύπων"**.

6.5.Τροποποίηση αντικειμένων

Επιλογή πολλών αντικειμένων

Η επιλογή πολλών αντικειμένων είναι χρήσιμη για τη μετακίνηση ομάδων αντικειμένων ή για την ταυτόχρονη αλλαγή των παραμέτρων πολλών αντικειμένων.

Υπάρχουν τρεις τρόποι να επιλέξετε πολλά αντικείμενα: η επιλογή με το πλήκτρο Shift, το πλαίσιο επιλογής και η Επιλογή όλων.

Επιλογή με το πλήκτρο Shift

Συνήθως, όταν κάνετε κλικ με το εργαλείο επιλογής πάνω σε ένα αντικείμενο, όλες οι άλλες επιλογές ακυρώνονται αυτόματα.

Αν κρατήσετε πατημένο το πλήκτρο Shift όταν κάνετε κλικ σε ένα νέο αντικείμενο, αυτό επιλέγεται, αλλά και τα ήδη επιλεγμένα αντικείμενα παραμένουν επιλεγμένα. Αν κάνετε κλικ σε ένα επιλεγμένο αντικείμενο, κρατώντας πατημένο το πλήκτρο Shift, το αντικείμενο αυτό αποεπιλέγεται.

Πλαίσιο επιλογής

Τα αντικείμενα που βρίσκονται κοντά το ένα στο άλλο μπορούν να επιλεγούν, αν τα περικλείσετε σε ένα ορθογώνιο πλαίσιο επιλογής.

1. Κάντε κλικ στο εργαλείο Βέλος.

2. Τοποθετήστε το δείκτη σε μία γωνία ενός φανταστικού ορθογωνίου που θα περικλείσει όλα τα αντικείμενα που θέλετε να επιλέξετε.

3. Σύρετε το δείκτη σε μια άλλη γωνία αυτού του ορθογωνίου.

Το Interactive Physics θα εμφανίσει ένα ορθογώνιο με διακεκομμένο περίγραμμα για να δείξει την επιλεγμένη περιοχή. Όταν απελευθερώσετε το πλήκτρο του ποντικιού, θα επιλεγούν όλα τα αντικείμενα που περικλείονται στο ορθογώνιο. Όλα τα άλλα αντικείμενα αποεπιλέγονται.

Αν κρατήσετε πατημένο το πλήκτρο Shift, ενώ σύρετε το πλαίσιο επιλογής, τα αντικείμενα που εσωκλείονται στο ορθογώνιο επιλέγονται αν δεν ήταν επιλεγμένα ή αποεπιλέγονται στην περίπτωση που ήταν ήδη επιλεγμένα.

Επιλογή όλων

Μπορείτε να επιλέξετε όλα τα αντικείμενα μιας προσομοίωσης (ακόμη κι εκείνα που βρίσκονται εκτός οθόνης) με την εντολή **Επιλογή όλων** από τον κατάλογο επιλογών **Επεξεργασία**.

Επιλέγονται όλα τα αντικείμενα. Για να αποεπιλέξετε όλα τα αντικείμενα, κάντε κλικ στο χώρο εργασίας σε ένα σημείο όπου δεν υπάρχουν αντικείμενα.

Εμφάνιση όλων των κρυμμένων αντικειμένων

Για να εμφανίσετε όλα τα κρυμμένα αντικείμενα:

1. Επιλέξτε Επιλογή όλων από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία.

Επιλέγονται όλα τα αντικείμενα, ακόμα κι αυτά που είναι κρυμμένα.

2. Επιλέξτε Εμφάνιση από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται το παράθυρο Εμφάνιση.

3. Κάντε κλικ για να θέσετε το σημάδι επιλογής δίπλα στο Εμφάνιση.

Αυτό αφορά όλα τα αντικείμενα, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται όλα.

Αποκοπή, Αντιγραφή, Επικόλληση και Διαγραφή/Απαλοιφή

Τα επιλεγμένα αντικείμενα μπορούν να διαγραφούν, να αποθηκευτούν προσωρινά ή να αφαιρεθούν από την συγκεκριμένη προσομοίωση και να τοποθετηθούν σε άλλη προσομοίωση.

Όταν αντιγράφετε ένα αντικείμενο, διατηρούνται όλα του τα χαρακτηριστικά (για παράδειγμα η αρχική του ταχύτητα), καθώς και τα χαρακτηριστικά εμφάνισής του (π.χ. τα διανύσματα).

Πρόχειρο

Το Πρόχειρο είναι ο χώρος όπου τοποθετείτε τα δεδομένα σας για προσωρινή φύλαξη.

Windows

Περισσότερες πληροφορίες για το Πρόχειρο θα βρείτε στην τεκμηρίωση των Windows.

Αποκοπή

Η εντολή Αποκοπή αφαιρεί την τρέχουσα επιλογή από την προσομοίωση και την τοποθετεί στο Πρόχειρο.

- 1. Επιλέξτε ένα ή περισσότερα αντικείμενα που προορίζονται για αποκοπή.**
- 2. Επιλέξτε Αποκοπή από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία.**

Αντιγραφή

Η εντολή Αντιγραφή αναπαράγει την τρέχουσα επιλογή στο Πρόχειρο χωρίς να τη διαγράφει από το έγγραφό σας.

- 1. Επιλέξτε ένα ή περισσότερα αντικείμενα που προορίζονται για αντιγραφή.**
- 2. Επιλέξτε Αντιγραφή από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία.**

Επικόλληση

Η Επικόλληση τοποθετεί ένα αντίγραφο του Προχείρου στο έγγραφό σας.

1. Χρησιμοποιείτε τις εντολές Αποκοπή ή Αντιγραφή για να αποθηκεύσετε μια επιλογή στο Πρόχειρο.

2. Ενεργοποιήστε το παράθυρο που ανήκει στο έγγραφο όπου θέλετε να τοποθετήσετε την επιλογή.

Μπορείτε να επικολλήσετε την επιλογή σας στο ίδιο ή σε άλλο έγγραφο.

3. Επιλέξτε Επικόλληση από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία.

Όταν επικολλάτε αντικείμενα με παραμέτρους που περιέχουν τύπους, το Interactive Physics προσπαθεί να ενημερώσει τους τύπους, στην περίπτωση που οποιοδήποτε αντικείμενο πρέπει να αριθμηθεί εξ αρχής. Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση που μέσα στο έγγραφο ήδη υπάρχει αντικείμενο με τον ίδιο αριθμό με το αντικείμενο που θέλετε να επικολλήσετε.

Απαλοιφή/Διαγραφή

Με την εντολή αυτή η τρέχουσα επιλογή αφαιρείται από το έγγραφο χωρίς να αποθηκεύεται στο Πρόχειρο.

1. Επιλέξτε ένα ή περισσότερα αντικείμενα που θέλετε να αφαιρέσετε.

2. Επιλέξτε Απαλοιφή/Διαγραφή από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία ή απλώς πατήστε το πλήκτρο Backspace ή Delete.

Το Πρόχειρο δεν επηρεάζεται από την εντολή Απαλοιφή/Διαγραφή.

Αναίρεση της τελευταίας ενέργειας που εκτελέσατε

Οι περισσότερες ενέργειες στο Interactive Physics μπορούν να αναιρεθούν (για παράδειγμα, αν διαγράψετε κατά λάθος ένα ή περισσότερα αντικείμενα από την οθόνη).

1. Επιλέξτε Αναίρεση από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία.

Συνήθως, στην συγκεκριμένη επιλογή του καταλόγου επιλογών εμφανίζεται και το όνομα της εντολής που πρόκειται να αναιρεθεί, όπως Αναίρεση Αποκοπή(ς).

Μετακίνηση ενός αντικειμένου

Όλα τα αντικείμενα μπορούν να μετακινηθούν.

Για να μετακινήσετε αντικείμενα:

1. Επιλέξτε ένα ή περισσότερα αντικείμενα.

Για να επιλέξετε πολλά αντικείμενα, δείτε την "Επιλογή πολλών αντικειμένων" στη σελίδα 6-27.

2. Τοποθετήστε το δείκτη πάνω σε ένα αντικείμενο που έχετε επιλέξει.

Αν το αντικείμενο είναι ένας σύνδεσμος, μην τοποθετήσετε το δείκτη σε κάποιο τελικό σημείο. Αν το αντικείμενο είναι ένα εργαλείο ελέγχου εισόδου, βεβαιωθείτε ότι ο δείκτης μετατρέπεται σε δρομέα πριν σύρετε το αντικείμενο.

3. Σύρετε το επιλεγμένο αντικείμενο ή αντικείμενα στη θέση που θέλετε.

Μετακινούνται όλα τα επιλεγμένα αντικείμενα και παραμένουν επιλεγμένα και αφού τα σύρετε. Για να επιλέξετε όλα τα αντικείμενα στην προσομοίωση, από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία ενεργοποιήστε την Επιλογή όλων.

Μπορείτε να μετακινήσετε σώματα και σημεία με μεγαλύτερη ακρίβεια, αλλάζοντας τις οριζόντιες και κάθετες τοποθεσίες στο παρόθυρο Ιδιότητες.

Οι σύνδεσμοι (αρθρώσεις, πείροι, εγκοπές) που συνδέουν τα αντικείμενα στην προσομοίωσή σας μπορεί να σημαίνουν ότι η μετακίνηση ενός αντικειμένου αναγκάζει κάποιο άλλο να

μετακινηθεί ή αλλάζει τα χαρακτηριστικά (π.χ. το μήκος ελατηρίου) ενός συνδέσμου. Για να μετακινήσετε ένα αντικείμενο ανεξαρτήτως των συνδέσμων που συνδέονται με αυτό, υλοποιείτε την εντολή Χωρισμός για όλους τους συνδέσμους. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη μετακίνηση αντικειμένων θα βρείτε στο **Κεφάλαιο 5, "Έξυπνος Επεξεργαστής"**.



Στροφή αντικειμένων

Το εργαλείο Στροφή σας επιτρέπει να περιστρέψετε επιλεγμένα αντικείμενα, διατηρώντας ένα σημείο του αντικειμένου σταθερά προσαρτημένο στο φόντο. Το σημείο που επιλέγεται ως "σημείο στροφής" μπορεί να είναι οποιοδήποτε σημείο του χώρου εργασίας, όπως π.χ. μια άρθρωση πείρου ή ένα κέντρο μάζας.

Το εργαλείο Στροφή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιλογή αντικειμένων για στροφή, καθώς και για την πράξη της στροφής. Αφού επιλέξετε το(α) αντικείμενο(α) που θέλετε να περιστρέψετε, μία γραμμή θα προσαρτηθεί από το δείκτη στο κοντινότερο σημείο πάνω στην επιφάνεια εργασίας. Αυτό είναι το σημείο που θα σταθεροποιηθεί στο φόντο, κατά τη διάρκεια της στροφής.

Για να περιστρέψετε ένα αντικείμενο:

1. Επιλέξτε το εργαλείο Στροφή.

2. Κάντε κλικ στο αντικείμενο που θέλετε να περιστρέψετε.

Το αντικείμενο επιλέγεται. Μια γραμμή ξεκινάει από το δείκτη, κατευθυνόμενη προς το κέντρο του επιλεγμένου αντικειμένου, υποδηλώνοντας ότι το αντικείμενο θα "περιστραφεί" γύρω από αυτό το σημείο.

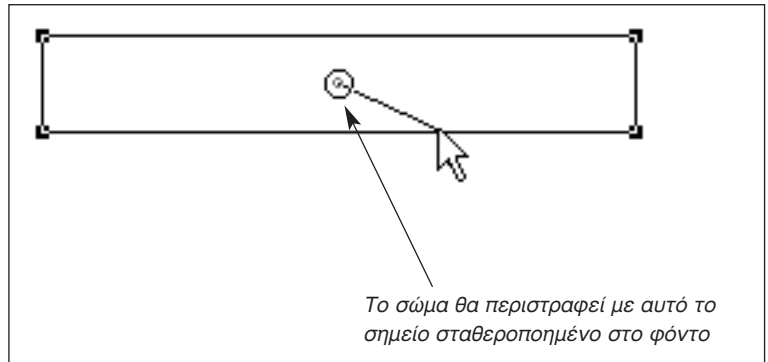
3. Σύρετε το αντικείμενο για να το περιστρέψετε.

Μπορείτε επίσης να περιστρέψετε ένα σώμα αλλάζοντας τη γωνία στροφής στο παράθυρο Ιδιότητες για το επιλεγμένο σώμα.

Όπως συμβαίνει και στην περίπτωση των μετακινούμενων αντικειμένων, η στροφή ενός αντικειμένου που είναι συνδεδεμένο

Σχήμα 6-24

Στροφή ενός αντικειμένου



με άλλα αντικείμενα μέσω συνδέσμων μπορεί να προκαλέσει τη μετακίνηση και αυτών των άλλων αντικειμένων. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη χρήση αυτών των χαρακτηριστικών θα βρείτε στο **Κεφάλαιο 5 "Εξυπνος Επεξεργαστής"**.

Μπορείτε να περιστρέψετε περισσότερα από ένα αντικείμενα χρησιμοποιώντας μία φορά το εργαλείο Στροφή.

Για να περιστρέψετε δύο ή περισσότερα αντικείμενα:

- 1. Επιλέξτε τα αντικείμενα που θέλετε να περιστρέψετε.**

Κάντε κλικ στα αντικείμενα με το εργαλείο Στροφή ή με το εργαλείο Βέλος. Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Shift για να επεκτείνετε την επιλογή.

- 2. Επιλέξτε το εργαλείο Στροφή.**

- 3. Σύρετε πάνω σε ένα από τα αντικείμενα ή στον κενό χώρο μεταξύ των αντικειμένων.**

Τα επιλεγμένα αντικείμενα θα περιστραφούν γύρω από το σημείο που υποδεικνύει η διακεκομμένη γραμμή.

Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να θελήσετε να περιστρέψετε την επιλογή γύρω από ένα σημείο, το οποίο δεν είναι το κοντινότερο στο δείκτη. Αυτό μπορεί να γίνει με τα πλήκτρα Option (MacOS) ή Control (Windows).

- 1. Επιλέξτε τα αντικείμενα που θέλετε να περιστρέψετε.**

Χρησιμοποιήστε την επιλογή με το πλήκτρο Shift ή με το πλαίσιο

Στροφή πολλών αντικειμένων

**Ορισμός ενός σημείου βάσης
για μια στροφή**

επιλογής για να περιστρέψετε πολλά αντικείμενα.

2. Επιλέξτε το εργαλείο Στροφή.

3. Μετακινήστε το δείκτη στο επάνω μέρος του σημείου γύρω από το οποίο θα περιστραφεί το αντικείμενο.

Παρατηρήστε το μικρό κύκλο που εμφανίζεται γύρω από το σημείο.

4. Όταν ένας μικρός κύκλος είναι ορατός γύρω από το σημείο, κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Option (MacOS) ή Control (Windows). Μετακινήστε το ποντίκι και παρατηρήστε το κομμάτι της διακεκομμένης γραμμής που εμφανίζεται μεταξύ του σημείου και του δείκτη του ποντικιού.

Ενώ θα κρατάτε πατημένο το πλήκτρο Option (MacOS) ή Control (Windows), η γραμμή θα παραμένει συνδεδεμένη με το σημείο και δεν θα έλκεται προς άλλα κοντινά σημεία. Στο σχήμα 6-25 παρακάτω, ο χρήστης μετακίνησε το δείκτη πάνω από αυτό το σημείο και στη συνέχεια κράτησε πατημένο το πλήκτρο Option (MacOS) ή Control (Windows) ενώ μετακινούσε το δείκτη πάνω από το(α) αντικείμενο(α) που ήθελε να περιστρέψει.

5. Ενώ κρατάτε πατημένο το πλήκτρο Option (MacOS) ή Control (Windows), μετακινήστε το δείκτη σε ένα από τα αντικείμενα που θέλετε να στρέψετε.

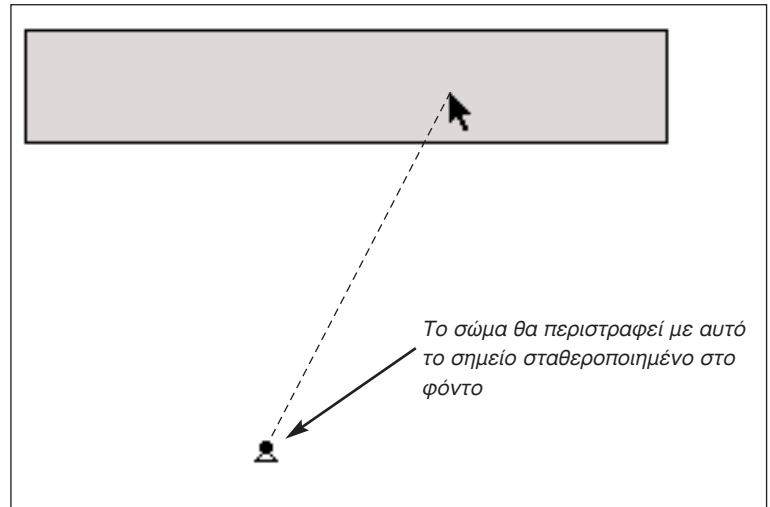
6. Κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού και σύρετε τα αντικείμενα σαν να τα περιστρέφατε.

Τα επιλεγμένα αντικείμενα θα περιστραφούν με το επιλεγμένο σημείο να παραμένει σταθερό.

Οι κινήσεις των περιστρεφόμενων σωμάτων υπόκεινται σε περιορισμούς που θέτουν οι σύνδεσμοι που είναι προσαρτημένοι σε αυτά. Περισσότερες λεπτομέρειες θα δείτε στο **Κεφάλαιο 5, "Εξυπνος Επεξεργαστής".**

Σχήμα 6-25

Στροφή γύρω από σημειακό στοιχείο



Μεταφορά ενός αντικειμένου πίσω ή μπροστά

Όλα τα αντικείμενα πάνω στο φυσικό επίπεδο μπορούν να μετακινηθούν προς τα μπροστά ή προς τα πίσω πάνω στο φυσικό επίπεδο.

Για να φέρετε ένα αντικείμενο μπροστά από κάποιο άλλο:

- 1. Επιλέξτε το αντικείμενο.**
- 2. Επιλέξτε Μεταφορά μπροστά από τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο για να φέρετε το επιλεγμένο αντικείμενο μπροστά από όλα τα άλλα στο ίδιο επίπεδο.**

Το σχήμα 6-26 παρουσιάζει ένα επιλεγμένο ορθογώνιο πριν και μετά τη χρήση της επιλογής Μεταφορά μπροστά.

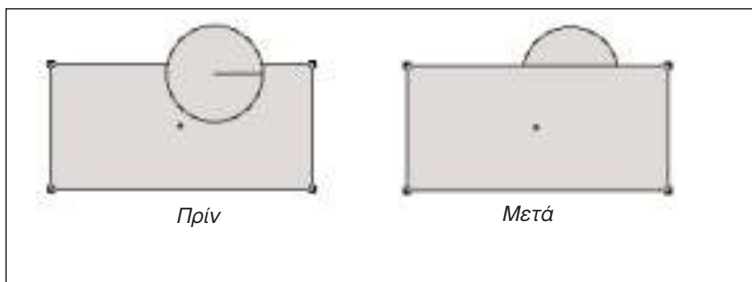
- 3. Επιλέξτε Μεταφορά πίσω από τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο για να μετακινήσετε το επιλεγμένο αντικείμενο πίσω από όλα τα άλλα στο ίδιο επίπεδο.**

6.6. Χρήση παραθύρων για αλλαγή των ιδιοτήτων ενός αντικειμένου

Όταν θέλετε να αλλάξετε τις ιδιότητες ενός αντικειμένου ή τις παραμέτρους του, μπορείτε να ξεκινήσετε επιλέγοντας **Ιδιότητες** από τον κατάλογο επιλογών **Παράθυρο**.

Σχήμα 6-26

Μεταφορά ενός αντικειμένου μπροστά από ένα κύκλο



Παράθυρο Ιδιότητες

Με την ενέργεια αυτή εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες που περιγράφει το αντικείμενο (σχήμα 6-27). Στη συνέχεια μπορείτε να προβείτε σε αλλαγές εντός του παραθύρου. Εφόσον το παράθυρο Ιδιότητες είναι ένα "κινούμενο" παράθυρο, μπορείτε να το μετακινήσετε οπουδήποτε στην οθόνη. Το παράθυρο παραμένει μπροστά, ακόμη κι όταν εκτελείτε μια προσομοίωση.

Μπορείτε να μετακινήσετε ένα βοηθητικό παράθυρο, τοποθετώντας το δείκτη πάνω στη γραμμή του τίτλου και σύροντάς το σε άλλη θέση.

Μπορείτε να μεγαλώσετε το παράθυρο Ιδιότητες, κάνοντας κλικ στο πλαίσιο μεγέθυνσης/σμίκρυνσης στην επάνω δεξιά γωνία ή σύροντας την κάτω δεξιά γωνία. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν εισάγετε μεγάλες εξισώσεις.

Τα βοηθητικά παράθυρα σας επιτρέπουν να αλλάξετε ταχύτητα τις παραμέτρους πολλών διαφορετικών αντικειμένων. Μπορείτε να αλλάξετε περισσότερα του ενός αντικείμενα του ίδιου τύπου, ταυτόχρονα. Επιλέξτε τα αντικείμενα που θέλετε να αλλάξετε και στη συνέχεια εισάγετε την τιμή που θέλετε σε ένα πεδίο του

Σχήμα 6-27

Παράθυρο Ιδιότητες για ένα
ορθογώνιο

Παράθυρο Ιδιότητες (Properties) για ένα ορθογώνιο. Τα πεδία περιλαμβάνουν:

- Βασική: x (8.290), y (2.150), θ (0.000), V_x (0.000), V_y (0.000), ω (0.000), ω_{θ} (Σύνθετος), μ_{σ} (6.970), σ_{σ} (0.300), ω_{σ} (0.300), ϵ_{σ} (0.900), ρ_{σ} (1.000×10^4), σ_{σ} (1.000), ρ_{σ} (Επίπεδο), ρ_{σ} (11.442).
- Μονάδες: kg/m^2 .

Σχήμα 6-28

Παράθυρο Εμφάνιση

Παράθυρο Εμφάνιση (Appearance). Περιλαμβάνει:

- Εμφάνιση: ☒ Εμφάνιση, ☐ Εμφάνιση οπίσθιας.
- Χρώμα: (Εμφάνιση οπίσθιας οφειλόμενης).
- Σχέδιο: (Εμφάνιση οπίσθιας οφειλόμενης).
- Εμφάνιση: (Εμφάνιση οπίσθιας οφειλόμενης).
- Εμφάνιση: (Εμφάνιση οπίσθιας οφειλόμενης).
- Εμφάνιση: (Εμφάνιση οπίσθιας οφειλόμενης).

βοηθητικού παραθύρου. Όλα τα αντικείμενα θα αλλάξουν ταυτόχρονα.

Παράθυρο Εμφάνιση

Μπορείτε να αλλάξετε την εμφάνιση ενός αντικειμένου, π.χ. το χρώμα του ή το σχέδιο γεμίσματός του, αλλάζοντας τις πληροφορίες στο παράθυρο Εμφάνιση (σχήμα 6-28).

Για να δείτε το παράθυρο Εμφάνιση ενός ή περισσότερων αντικειμένων, επιλέξτε τα αντικείμενα και στη συνέχεια επιλέξτε Εμφάνιση από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Όλα τα βοηθητικά παράθυρα παρουσιάζουν δεδομένα για την τρέχουσα επιλογή. Η αλλαγή των δεδομένων στα παράθυρα αλλάζει τα δεδομένα για τα τρέχοντα επιλεγμένα αντικείμενα ή αντικείμενο.

Παράθυρο Γεωμετρία

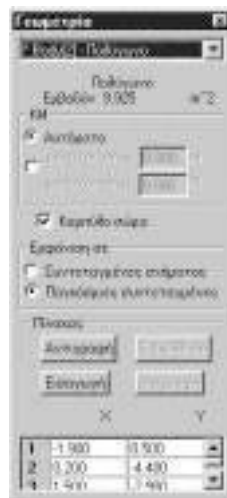
Το παράθυρο Γεωμετρία (σχήμα 6-29) περιέχει πληροφορίες που

σχετίζονται περισσότερο με τα σώματα. Μπορείτε να τροποποιήσετε τις διαστάσεις των σωμάτων χρησιμοποιώντας το παράθυρο Γεωμετρία.

Για τα πολύγωνα και τις καμπύλες εγκοπές, το παράθυρο Γεωμετρία εμφανίζει έναν εύχρηστο πίνακα για την επεξεργασία των κορυφών και των σημείων ελέγχου.

Σχήμα 6-29

Παράθυρο Γεωμετρία για ένα πολύγωνο



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Διεπαφές προσομοίωσης

Στο κεφάλαιο αυτό θα βρείτε οδηγίες σχετικά με τον τρόπο να επικολλάτε εικόνες σε αντικείμενα

- αλλάζετε το μέγεθος των γραμμάτων, την τεχνοτροπία και τα χρώματα
- δημιουργείτε εργαλεία ελέγχου εισόδου
- δημιουργείτε κουμπιά καταλόγου επιλογών
- παρουσιάζετε τα δεδομένα για ανάλυση

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: στην ελληνική έκδοση κατά την πρώτη εμφάνιση των μετρητών δεν υπάρχει πλήρης αντιστοίχιση μεταξύ των συμβόλων που εμφανίζονται στα κουμπιά των μετρητών και του συμβολισμού ορισμένων μεγεθών μέσα στην εφαρμογή. Για παράδειγμα, ενώ η γωνία περιστροφής στη γραμμή συντεταγμένων και στον κατάλογο επιλογών Παράθυρο - Ιδιότητες συμβολίζεται με θ , στα κουμπιά των μετρητών εμφανίζεται αρχικά ως rot στην επιλογή Θέση. Κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο μετρητή ή επιλέγοντας Ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο μπορείτε να γράψετε εσείς οι ίδιοι τους σωστούς συμβολισμούς στα κουμπιά των μετρητών.

7.1. Μετρητές

Οι μετρητές σας επιτρέπουν να εξάγετε αριθμητικά και γραφικά δεδομένα από την προσομοίωσή σας. Μπορείτε όχι μόνο να μετρήσετε οποιαδήποτε φυσική ιδιότητα σε μια προσομοίωση του Interactive Physics, αλλά και να προσαρμόσετε τους μετρητές, ώστε να μετρούν, να εμφανίζουν ή να υπολογίζουν αριθμητικές και μαθηματικές εκφράσεις, χρησιμοποιώντας την ευέλικτη Μαθηματική γλώσσα που διαθέτει το Interactive Physics.

Τι μπορεί να μετρηθεί με τους μετρητές

Όταν επιλέγετε μια ομάδα αντικειμένων, το Interactive Physics αυτομάτως παρουσιάζει έναν κατάλογο επιλογών ιδιοτήτων που μπορούν να μετρηθούν μέσα από τον κατάλογο επιλογών **Μέτρηση**. Για το λόγο αυτό, για να δείτε ποιες ιδιότητες μπορούν να μετρηθούν για όλα τα αντικείμενα, απλώς επιλέξτε το αντικείμενο και στη συνέχεια δείτε τον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών **Μέτρηση**. Ο κατάλογος επιλογών δείχνει τις ποσότητες που μπορούν να μετρηθούν για το συγκεκριμένο αντικείμενο. Το σχήμα 7-1 δείχνει ένα παράδειγμα για την περίπτωση που ένα σώμα επιλέγεται.

Σχήμα 7-1
Μενού μέτρησης μετά την
επιλογή ενός αντικειμένου

Μέτρηση	
Χρόνος	
✓ Θέση	▶
Ταχύτητα	▶
Επιτάχυνση	▶
θ-Ι-Ε	▶
Θέση κέντρου μάζας	▶
Ταχύτητα κέντρου μάζας	▶
Επιτάχυνση κέντρου μάζας	▶
Ροπή	
Γωνιακή ροπή	
Συνολική δύναμη	
Συνολική ροπή	
Δύναμη της βαρύτητας	
Ηλεκτροστατική δύναμη	
Δύναμη του αέρα	
Πεδίο της δύναμης	
Κινητική ενέργεια	▶
Δυναμικό βαρύτητας	

Σημειώστε ότι ο κατάλογος επιλογών Μέτρηση είναι απλώς μια επιλεγμένη ομάδα άμεσα διαθέσιμων μετρητών και ότι οι μετρητές έχουν τη δυνατότητα να μετρήσουν πιο περίπλοκες ποσότητες ή άλλες, όχι άμεσα διαθέσιμες στον κατάλογο επιλογών Μέτρηση. Μπορείτε εύκολα να τροποποιήσετε οποιονδήποτε μετρητή, χρησιμοποιώντας απλές εκφράσεις τύπων για να περιγράψετε τις τιμές που θέλετε να μετρήσετε. Για παράδειγμα, για να μετρήσετε την ενέργεια δύο αντικειμένων, μπορείτε απλώς να αλλάξετε τον

εξ ορισμού τύπο ενός από τους μετρητές για να μετράτε την ποσότητα που θέλετε. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο **"10.5. Χρήση τύπων για την τροποποίηση μετρητών"**.

Παρακάτω θα βρείτε μερικά παραδείγματα ποσοτήτων που μπορούν να μετρηθούν με τη χρήση μετρητών.

- Σώματα

Θέση, Ταχύτητα και Επιτάχυνση (του ΣΑ, Σύστημα αναφοράς ή του ΚΜ, Κέντρο μάζας), Γραμμική ορμή, Γωνιακή ορμή, Συνολική ασκούμενη δύναμη, Συνολική ασκούμενη ροπή, Βαρύτητα, Ηλεκτροστατική, Αντίσταση του αέρα, Κινητική ενέργεια (Μεταφορική ή και Περιστροφική), Δυναμικό βαρύτητας

- Γραμμικοί σύνδεσμοι

Ένταση, Μήκος, Ταχύτητα, Επιτάχυνση, Ισχύς

- Περιστροφικοί σύνδεσμοι

Μεταδιδόμενη ροπή, Στροφή, Γωνιακή ταχύτητα, Γωνιακή επιτάχυνση, Ισχύς, Αντίδραση

- Δύναμη και Ροπή

Δύναμη, Ροπή (αντίστοιχα)

- Αρθρώσεις

Αντίδραση, Ροπή (διαφορετική του μηδενός μόνο για τις Άκαμπτες αρθρώσεις ή τις Αρθρώσεις κλειδωμένης εγκοπής)

Μπορείτε επίσης να επιλέξετε δύο σώματα για να μετρήσετε τις ιδιότητες που σχετίζονται με την αλληλεπίδρασή τους, όπως τη δύναμη επαφής, την τριβή και το ηλεκτροστατικό δυναμικό (βλέπε "Μέτρηση αλληλεπιδράσεων μεταξύ δύο αντικειμένων" στη σελίδα 7-3).

Πέραν αυτών, το Interactive Physics έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας με άλλες εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο, ανταλλάσσοντας δεδομένα μέσω αντικειμένων μετρητών. Στην παράγραφο **"9.7. Ανταλλαγή δεδομένων με εξωτερικές εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο"** θα βρείτε περισσότερες πληροφορίες σχετικά με αυτό το χαρακτηριστικό.

Μέτρηση αλληλεπιδράσεων μεταξύ δύο αντικειμένων

Πολλές επιλογές του καταλόγου επιλογών **Μέτρηση** προϋποθέτουν την επιλογή δύο αντικειμένων ταυτόχρονα. Πρόκειται για τις επιλογές του μετρητή που λογικά ασκούνται σε δύο σώματα. Αφού έχετε επιλέξει δύο σώματα, επιλέξτε τον κατάλογο επιλογών **Μέτρηση** και θα δείτε μια νέα ομάδα δυνατοτήτων μέτρησης που ασκούνται σε δύο σώματα.

Ειδικότερα, οι ιδιότητες της *δύναμης κρούσης* και *δύναμης τριβής* ισχύουν για ένα συγκεκριμένο ζεύγος σωμάτων. Για να εφαρμόσετε μια δύναμη κρούσης ή έναν μετρητή δύναμης τριβής, χρειάζεται να επιλέξετε δύο σώματα. Το δεύτερο επιλεγμένο σώμα θα είναι το σώμα, στο οποίο θα ασκείται η συγκεκριμένη δύναμη.

Η δύναμη επαφής μετράει το άθροισμα του αντίκτυπου της δύναμης κρούσης και της δύναμης επαφής (της δύναμης που ασκούν δύο σώματα το ένα στο άλλο, όταν βρίσκονται σε επαφή).

Μπορείτε επίσης να δημιουργήσετε μετρητές για συνδέσμους και σημεία. Επιλέξτε το αντικείμενο που θέλετε να μετρήσετε και στη συνέχεια επιλέξτε την ιδιότητα που θέλετε από τον κατάλογο επιλογών **Μέτρηση**.

Δημιουργία μετρητών

Για να εγκαταστήσετε ένα μετρητή:

- 1. Επιλέξτε ένα σώμα, σημείο ή αντικείμενο συνδέσμου, του οποίου τις ιδιότητες θέλετε να μετρήσετε.**

Μπορείτε επίσης να επιλέξετε δύο σώματα για να μετρήσετε ιδιότητες που ισχύουν για ζεύγη σωμάτων.

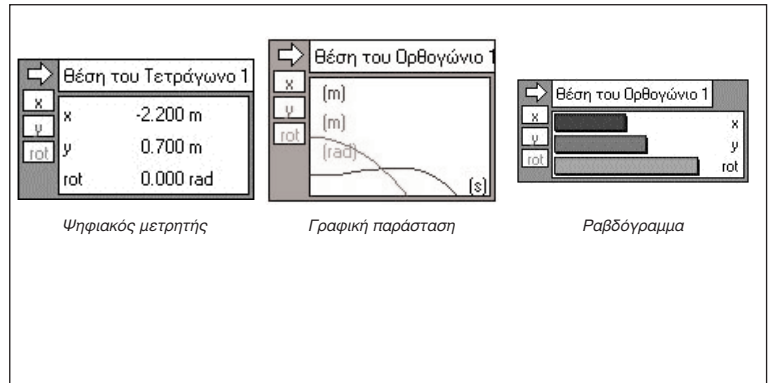
- 2. Επιλέξτε την ιδιότητα που θέλετε να μετρήσετε από τον κατάλογο επιλογών **Μέτρηση**.**

Εμφανίζεται ένας μετρητής με αριθμητική ένδειξη.

Για να εγκαταστήσετε ένα μετρητή δύναμης επαφής ή τριβής,

Σχήμα 7-2

Μετρητές ψηφιακοί, γραφικοί και σε μορφή ραβδογράμματος



πρέπει να επιλέξετε τα δύο σώματα πριν δημιουργήσετε το μετρητή.

Μπορείτε να μετακινήσετε, να αλλάξετε το μέγεθος ή να διαγράψετε ένα μετρητή.

Εμφάνιση σε μορφή ψηφιακή, γραφική και ως ραβδόγραμμα

Το Interactive Physics διαθέτει τρία είδη μετρητών (όπως φαίνεται στο σχήμα 7-2 παρακάτω): ψηφιακούς, γραφικούς και σε μορφή ραβδογράμματος.

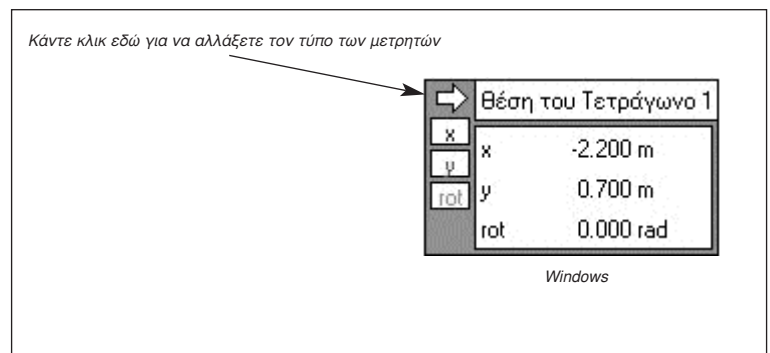
Για να επιλέξετε τον τρόπο εμφάνισης ενός μετρητή:

1. Επιλέξτε το μετρητή.

Εμφανίζονται οι γωνιακές λαβές που δείχνουν ότι έχει επιλεγεί ο

Σχήμα 7-3

Αλλαγή μορφής εμφάνισης του μετρητή



μετρητής.

2. Κάντε κλικ πάνω στο κουμπί θέλος στην επάνω αριστερή γωνία (θλέπε σχήμα 7-3).

Στα συστήματα MacOS εμφανίζεται ένας αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογών, από τον οποίο μπορείτε να επιλέξετε τον τύπο του μετρητή. Στα συστήματα Windows με κάθε κλικ περνάτε από τη μία μορφή μετρητή στην άλλη, κυκλικά, δηλαδή περνώντας από την ψηφιακή στη γραφική, στη συνέχεια στο ραβδόγραμμα και πάλι από την αρχή στην ψηφιακή.

Τροποποίηση μετρητή για εμφάνιση τροποποιημένων ιδιοτήτων

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μετρητές για την εμφάνιση τροποποιημένων ιδιοτήτων, εκμεταλλευόμενοι την ισχυρότατη μαθηματική γλώσσα που διαθέτει το Interactive Physics. Για παράδειγμα, μπορεί να θελήσετε να εμφανίσετε το άθροισμα γραμμικών ροπών δύο σωμάτων που συγκρούονται για να επιβεβαιώσετε τη διατήρηση της ροπής. Είναι πιθανό να θελήσετε να παραστήσετε γραφικά μια ημιτονοειδή συνάρτηση για να συγκρίνετε τα αποτελέσματα ενός συστήματος ταλαντώσεων. Σχετικά παραδείγματα και οδηγίες θα βρείτε στο **"10.5. Χρήση τύπων για την προσαρμογή μετρητών"**.

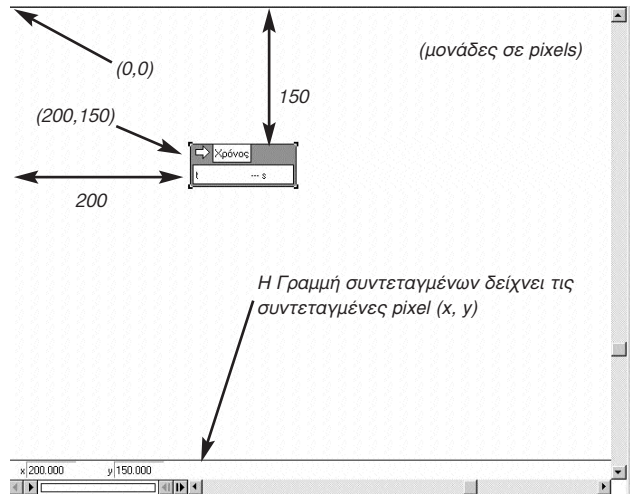
Αλλαγή θέσης και μεγέθους του μετρητή

Μπορείτε να τοποθετήσετε το μετρητή σε οποιοδήποτε σημείο της οθόνης, επιλέγοντάς τον και σύροντάς τον. Μπορείτε, επίσης, να τοποθετήσετε το μετρητή χρησιμοποιώντας τη Γραμμή συντεταγμένων.

Όταν επιλεγεί ένας μετρητής, στη Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζονται οι συντεταγμένες (x,y) του μετρητή σε συντεταγμένες εικονοστοιχείων, πάνω στο έγγραφο του Interactive Physics.

Σχήμα 7-4

Συντεταγμένες
εικονοστοιχείων για μετρητές



Τροποποίηση μεγέθους
μετρητή

Η αρχή των συντεταγμένων εικονοστοιχείων (0, 0) ορίζονται στην επάνω αριστερή γωνία του παραθύρου του εγγράφου. (σχήμα 7-4). Ο άξονας x εκτείνεται προς τα δεξιά, ενώ ο y των συντεταγμένων εικονοστοιχείων εκτείνεται προς τα κάτω (σημειώστε ότι ο άξονας y των συντεταγμένων εικονοστοιχείων εκτείνεται προς την αντίθετη κατεύθυνση, σε σχέση με τις συντεταγμένες που χρησιμοποιούνται στις προσομοιώσεις του Interactive Physics). Η θέση του μετρητή δίνεται σε σχέση με την επάνω αριστερή του γωνία.

Μπορείτε να τροποποιήσετε άμεσα τις τιμές (x, y) στη Γραμμή συντεταγμένων.

Μπορείτε να τροποποιήσετε το μέγεθος του μετρητή, επιλέγοντας το μετρητή και σύροντας μία από τις λαβές επιλογής (μικρά μαύρα τετράγωνα) που εμφανίζονται στις γωνίες.

Σχήμα 7-5

Επιλογή ιδιοτήτων που θα
παρασταθούν γραφικά

Κάντε κλικ σε αυτά
τα κουμπιά για να
εμφανίσετε ή να
αποκρύψετε τις
ιδιότητες που
πρόκειται να
εμφανιστούν.



Επιλεκτική εμφάνιση και απόκρυψη ιδιοτήτων

Για να εμφανίσετε ή να αποκρύψετε ιδιότητες που θέλετε να φαίνονται πάνω σε ένα μετρητή:

1. Επιλέξτε το μετρητή.
2. Κάντε κλικ στα κουμπιά με τις ετικέτες στο πλαίσι του μετρητή για να εμφανίσετε ή να κρύψετε την ιδιότητα στο μετρητή.

Όταν το κουμπί γίνει γκρι, η ιδιότητα χάνεται από το μετρητή (δεν εμφανίζεται πια). Αλλιώς, ο μετρητής θα δείχνει την ιδιότητα.

Αλλαγή της κλίμακας της γραφικής παράστασης (min και max)

Για όλες τις γραφικές παραστάσεις που δημιουργείτε στο Interactive Physics, η κλίμακά τους ορίζεται αυτόματα και για τους δύο άξονες. Αυτό το χαρακτηριστικό της αυτόματης κλιμάκωσης καλύπτει τους περισσότερους σκοπούς εξαγωγής δεδομένων.

Όταν αρχικά εμφανίζετε τους μετρητές με τη μορφή γραφικής παράστασης, το Interactive Physics προσαρμόζει αυτόματα την κλίμακα των δεδομένων, ώστε να χωράνε στην περιοχή εμφάνισης της γραφικής παράστασης. Αν θέλετε να εμφανίσετε μόνο ένα μέρος των δεδομένων της γραφικής παράστασης, μπορείτε να

Σχήμα 7-6

Παράθυρο Ιδιότητες με
επιλεγμένο τον μετρητή

	Ετικέτα	Εξίσωση
x	t	time
y1	x	Body[1].p.x
y2	y	Body[1].p.y
y3	rot	Body[1].p.r
y4		

	Αυτόμ.	Min	Max
x	☒	0.000	1.000
y1	☒	-1.000	1.000
y2	☒	-1.000	1.000
y3	☒	0.000	1.000
y4	☐		

επιλέξετε την κλίμακα της γραφικής παράστασης των αξόνων x και y μέσα από το παράθυρο Ιδιότητες. Κάντε κλικ στα πλαίσια ελέγχου κάτω από το Αυτόματο για να απενεργοποιήσετε την αυτόματη επιλογή κλίμακας. Εισάγετε τιμές στα πεδία Ελάχιστο και Μέγιστο, ώστε να δημιουργήσετε τις γραφικές παραστάσεις που θέλετε με την κλίμακα που θέλετε.

Για να αλλάξετε την κλίμακα του μετρητή που εμφανίζει πληροφορίες με τη μορφή γραφικής παράστασης:

- 1. Επιλέξτε το μετρητή.**
- 2. Επιλέξτε Ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.**
- 3. Εισάγετε τις τιμές του Μεγίστου και του Ελαχίστου για την ποσότητα που θέλετε να παραστήσετε γραφικά.**

Όταν δημιουργείτε ένα μετρητή, αυτομάτως εμφανίζονται στο διάλογο Κλίμακα οι κατάλληλες εξισώσεις. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την εισαγωγή τύπων, διαβάστε το **Κεφάλαιο 10, "Χρήση τύπων"**.

Μπορείτε να επεξεργαστείτε τις ετικέτες ονομάτων, καθώς και τους τύπους στο παράθυρο Ιδιότητες.

Στην ελληνική έκδοση κατά την πρώτη εμφάνιση των μετρητών δεν υπάρχει πλήρης αντιστοίχιση μεταξύ των συμβόλων που εμφανίζονται στα κουμπιά των μετρητών και του συμβολισμού ορισμένων μεγεθών μέσα στην εφαρμογή. Πιο συγκεκριμένα, ενώ η γωνία περιστροφής στη γραμμή συντεταγμένων και στο μενού Παράθυρο - Ιδιότητες συμβολίζεται με θ , στα κουμπιά των μετρητών (μενού Μέτρηση) εμφανίζεται αρχικά ως rot στην επιλογή Θέση. Στην Ταχύτητα η γωνιακή ταχύτητα εμφανίζεται ως $N\psi$ αντί για ω και στην Επιτάχυνση η γωνιακή επιτάχυνση αντί για $A\theta$ εμφανίζεται ως $A\psi$. Κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο μετρητή ή επιλέγοντας Ιδιότητες από το μενού Παράθυρο μπορείτε να γράψετε εσείς οι ίδιοι τους σωστούς συμβολισμούς στα κουμπιά των μετρητών.

Ο άξονας x εξ ορισμού μετράει το χρόνο. Καθώς περισσότερα δεδομένα προστίθενται στη γραφική παράσταση, η κλίμακα αυτής μειώνεται, ώστε να καταστεί δυνατή η πλήρης εκτέλεση της προσομοίωσης που θα εμφανιστεί.

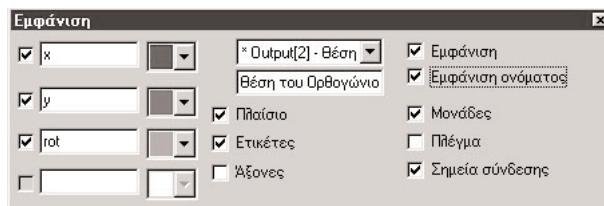
Η κλίμακα των ποσοτήτων πάνω στον άξονα y επίσης ορίζεται αυτόματα. Μπορείτε να παρακάμψετε την αυτόματη επιλογή κλίμακας αφαιρώντας το σημάδι επιλογής από το πλαίσιο ελέγχου.

Όταν απενεργοποιήσετε την αυτόματη επιλογή κλίμακας, η κλίμακα ορίζεται από τις τιμές στα πλαίσια ελάχιστο και μέγιστο για κάθε ποσότητα. Αν έχετε ήδη εκτελέσει την προσομοίωσή σας, αυτές οι τιμές περιλαμβάνουν τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές που υπολογίστηκαν με την αυτόματη κλίμακα και αποτελούν μια καλή αρχή για την προσαρμογή της δικής σας κλίμακας.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αν ο μετρητής μετράει πολλές τιμές ($y_1, y_2, \dots$), η κλίμακα του άξονα y , καθώς και η θέση του άξονα x και οι γραμμές του πλέγματος, σχετίζονται αποκλειστικά και μόνο με το

Σχήμα 7-7

Παράθυρο Εμφάνιση με
επιλεγμένο έναν μετρητή



πρώτο εξαγόμενο (y_1). Τα άλλα αποτελέσματα κλιμακώνονται σύμφωνα με τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές που εμφανίζονται στο παράθυρο Ιδιότητες, αλλά δεν φαίνονται οι συντεταγμένες y ή το σημείο τομής στον άξονα x .

Αλλαγή του χρώματος των γραμμών σε μια γραφική παράσταση

Υπάρχουν πολλές επιλογές για τους μετρητές που εμφανίζονται με τη μορφή γραφικών παραστάσεων. Μπορείτε να εμφανίσετε ή να κρύψετε τις γραμμές πλέγματος, τις ετικέτες, τους άξονες, τις μονάδες και το πλαίσιο κάθε γραφικής παράστασης. Μπορείτε να επιλέξετε ένα χρώμα για τις γραμμές και την ετικέτα με το όνομα κάθε ιδιότητας που παριστάνεται γραφικά.

Για να αλλάξετε τα χρώματα των γραμμών σε μία γραφική παράσταση:

1. Επιλέξτε το μετρητή.
2. Επιλέξτε Εμφάνιση από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.
3. Επιλέξτε το χρώμα που θέλετε για κάθε παράμετρο κάνοντας κλικ στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογής χρώματος.

Σύγκριση αποτελεσμάτων πολλαπλών προσομοιώσεων

Μπορείτε να συγκρίνετε τα αποτελέσματα πολλαπλών προσομοιώσεων, ενεργοποιώντας τη **Διατήρηση τιμών μετρητή** στον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος**. Αν είναι ενεργοποιημένη η Διατήρηση τιμών μετρητή, το Interactive Physics αποθηκεύει το ιστορικό κάθε προσομοίωσης για μετέπειτα εκτέλεση. Τα αντικείμενα μετρητή διατηρούν τα δεδομένα τους, επιτρέποντας τη σύγκριση των γραφικών αποτελεσμάτων πολλαπλών προσομοιώσεων. Εξ ορισμού, η Διατήρηση τιμών μετρητή είναι

ανενεργή.

Διατήρηση τιμών μετρητών

Όταν ενεργοποιηθεί η Διατήρηση τιμών μετρητή, οι υποθέσεις διαγράφονται μόνον όταν επιλεγεί η **Εξάλειψη τιμών μετρητή** από τον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος**. Η εντολή Εξάλειψη τιμών μετρητή έχει ως αποτέλεσμα το Interactive Physics να διαγράψει τα δεδομένα μετρητή από όλες τις προηγούμενες προσομοιώσεις, *εκτός της τελευταίας*. Για παράδειγμα, αν έχετε ανοιχτό ένα μετρητή γραφικής παράστασης, στον οποίο έχετε καταγράψει δεδομένα από πολλαπλές εκτελέσεις προσομοιώσεων, επιλέγοντας Εξάλειψη τιμών μετρητή, όλες οι γραφικές παραστάσεις των προηγούμενων προσομοιώσεων θα διαγραφούν, εκτός από την τελευταία.

Εξάλειψη τιμών μετρητή

Η επιλογή **Εξάλειψη τιμών μετρητή** από τον κατάλογο επιλογών είναι ενεργοποιήσιμη μόνον όταν ενεργοποιήσετε τη **Διατήρηση τιμών μετρητή**.

Εγγραφή δεδομένων μετρητή σε ένα αρχείο

Οι πληροφορίες του μετρητή για όλες τις αποθηκευμένες προσομοιώσεις, μπορεί επίσης να εξαχθούν σε ένα αρχείο (συμβουλευτείτε και το **"9.4. Εξαγωγή δεδομένων μετρητή σε αρχείο"**). Για να αποθηκεύσετε τα αποτελέσματα πολλαπλών προσομοιώσεων σε ένα αρχείο:

- 1. Δημιουργήστε ή ανοίξτε μια προσομοίωση.**
- 2. Επιλέξτε Διατήρηση τιμών μετρητή από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.**
- 3. Δημιουργήστε μετρητές που θα μετρούν τα στοιχεία που θέλετε και εκτελέστε τις προσομοιώσεις σας όσες φορές χρειάζεται, αλλάζοντας παραμέτρους (μάζα, ταχύτητα, κ.λπ.) για κάθε προσομοίωση.**

Όλα τα δεδομένα των μετρήσεων θα αποθηκευτούν στη μνήμη. Αν διαγράψετε ένα μετρητή, όμως, τα δεδομένα των μετρήσεων για το συγκεκριμένο μετρητή θα χαθούν.

- 4. Αφού τελειώσετε τους πειραματισμούς σας, επιλέξτε**

Εξαγωγή από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Εμφανίζεται ο διάλογος Εξαγωγή (βλέπε σχήμα 9-1 στη σελίδα 9-3 για γενικές πληροφορίες σχετικά με το διάλογο Εξαγωγή).

5. Ορίστε τον τύπο της εξαγωγής σε Στοιχεία μετρητή.**6. Ρυθμίστε τις επιλογές Εξαγωγής, όπως το κρίνετε απαραίτητο.****7. Επιλέξτε OK.**

**Μορφή δεδομένων για τα
δεδομένα μετρητή από
πολλαπλές προσομοιώσεις**

Το αρχείο με τα εξαγόμενα δεδομένα του μετρητή έχει τη μορφή πολλών στηλών, με κάθε γραμμή να αντιπροσωπεύει μια σειρά δεδομένων από ένα πλαίσιο κίνησης. Το αρχείο περιλαμβάνει όσες στήλες απαιτούνται για την αποθήκευση όλων των δεδομένων των μετρητών τη στιγμή που εκτελείτε την εντολή Εξαγωγή. Τα δεδομένα πολλαπλών προσομοιώσεων δίδονται κατά παράταξη.

Για παράδειγμα, αν έχετε τρεις μετρητές για το χρόνο και τη θέση των βλημάτων (x , y , θ), τα δεδομένα των μετρήσεων από δύο εκτελέσεις της προσομοίωσης θα δημιουργήσουν $3 \text{ (μετρητές)} * 4 \text{ (στήλες δεδομένων για τα } x, y, \theta) * 2 \text{ (προσομοιώσεις)} = 24$ στήλες. Αν είχατε καταγράψει 4 προσομοιώσεις, τότε το αρχείο θα είχε 48 στήλες.

Το αρχείο θα έχει όσες γραμμές χρειάζεται για την αποθήκευση δεδομένων από την προσομοίωση με τα περισσότερα πλαίσια κίνησης. Αν κάποια ή κάποιες από τις προσομοιώσεις είχαν λιγότερα πλαίσια από άλλες, οι εναπομείνουσες σειρές (στο κάτω μέρος) συμπληρώνονται με πλην (-) για να διατηρηθεί η ομοιομορφία στο μήκος των στηλών.

Αν δημιουργούνται νέοι μετρητές ενώ πειραματιζόσαστε, τα δεδομένα από πειράματα που έγιναν νωρίτερα θα έχουν κενές στήλες για να δείξουν ότι τη δεδομένη στιγμή δεν υπήρχε ο μετρητής. Όλες αυτές οι στήλες είναι γεμάτες με το σημείο πλην (-). Με αυτόν τον τρόπο, το αρχείο περιέχει ομάδες στηλών, όπου η κάθε ομάδα αντιπροσωπεύει ένα γύρο της προσομοίωσης και όλες οι ομάδες έχουν τον ίδιο αριθμό στηλών δεδομένων.

Εφόσον είναι απαραίτητη η διατήρηση ολόκληρων των υποθέσεων

Τιμές μετρητών και υποθέσεις

για κάθε γύρο, οι απαιτήσεις μνήμης μπορεί να αποδειχθούν ιδιαίτερα υψηλές, όταν είναι ενεργοποιημένη η Διατήρηση τιμών μετρητή. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι εξ ορισμού απενεργοποιημένο για καλύτερη χρήση της μνήμης και το Interactive Physics χρησιμοποιεί έναν αυτόματο μηχανισμό ανανέωσης για να διαγράφει το ιστορικό προσομοιώσεων, όποτε τροποποιείται οτιδήποτε θα μπορούσε να επηρεάσει το αποτέλεσμα της προσομοίωσης (π.χ. η αλλαγή των ιδιοτήτων του αντικειμένου και οι ρυθμίσεις του Μικρόκοσμου). Για κάποιους άλλους λόγους βελτιστοποίησης της μνήμης, το χαρακτηριστικό Διατήρηση τιμών μετρητή υπόκειται στους εξής περιορισμούς:

- Κάθε τροποποίηση εγγράφου απαιτεί τον επανέλεγχο όλων των δεδομένων του ιστορικού από το Interactive Physics. Για παράδειγμα, η διαγραφή ενός μετρητή απαιτεί τη διαγραφή των δεδομένων του μετρητή. Για το λόγο αυτό, ίσως παρατηρήσετε ότι μια τροποποίηση σε ένα έγγραφο προοδευτικά

Σχήμα 7-8

Πλαίσιο κειμένου, κουμπί και μεταβολέας



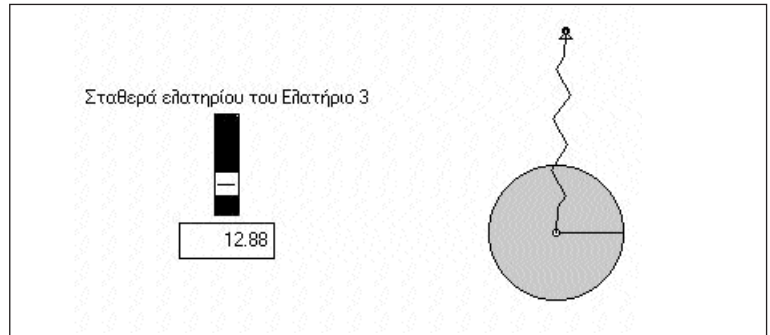
επιβραδύνεται, καθώς συσσωρεύονται περισσότερα δεδομένα για το ιστορικό.

- Η μετάβαση από τη Διατήρηση τιμών μετρητή στη Εξάλειψη τιμών μετρητή δεν μπορεί να αναιρεθεί.

7.2. Εργαλεία ελέγχου

Σχήμα 7-9

Μεταβολέας που ελέγχει μια σταθερά ελατηρίου

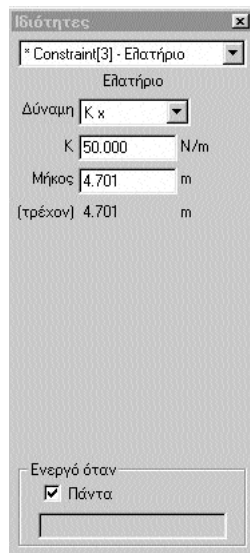


Τα εργαλεία ελέγχου σας επιτρέπουν να ρυθμίσετε τις παραμέτρους της προσομοίωσης, πριν και κατά τη διάρκεια εκτέλεσής της.

Εργαλείο ελέγχου μπορεί να είναι ένας μεταβολέας (εξ ορισμού), ένα πλαίσιο κειμένου ή ένα κουμπί. Για παράδειγμα, το σχήμα 7-9 δείχνει ένα μεταβολέα που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για να ελέγξετε τη σταθερά ελατηρίου ενός ελατηρίου.

Σχήμα 7-10

Παράθυρο Ιδιότητες για ένα ελατήριο με ένα εργαλείο ελέγχου στην σταθερά του



Πέραν αυτού, μπορείτε να επιτρέψετε στο Interactive Physics να διαβάσει ένα αρχείο κειμένου ως είσοδο. Λεπτομέρειες θα βρείτε στο "Είδη εργαλείων ελέγχου και ιδιότητες" στη σελίδα 7-18.

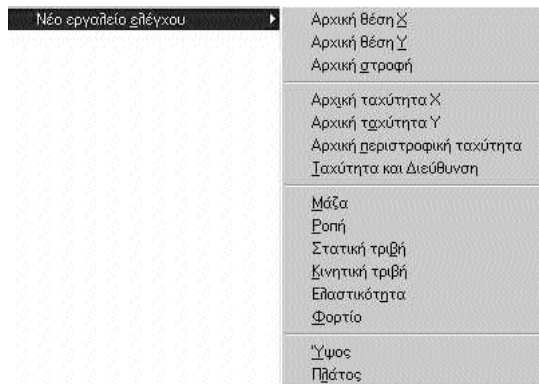
Το Interactive Physics έχει επίσης τη δυνατότητα επικοινωνίας με άλλες εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο, με την ανταλλαγή δεδομένων μέσω αντικειμένων ελέγχου. Στην παράγραφο "9.7. Ανταλλαγή δεδομένων με εξωτερικές εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο" σας παρέχονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες.

Αν επιλέξετε ένα ελατήριο και στη συνέχεια δημιουργήσετε ένα εργαλείο ελέγχου για τη σταθερά του, αυτομάτως αντικαθιστάτε τον αριθμό στο πεδίο "σταθερά ελατηρίου" με έναν τύπο που δίνει την τρέχουσα τιμή του μεταβολέα. Μπορείτε να δείτε αυτήν την αλλαγή εμφανίζοντας το παράθυρο Ιδιότητες για το ελατήριο, όπως φαίνεται στο σχήμα 7-10.

Αν δεν προβείτε σε επεξεργασία αυτού του τύπου, όταν

Σχήμα 7-11

Κατάλογος επιλογών Νέο εργαλείο ελέγχου (επιλεγμένο ορθογώνιο)



διαγράψετε το εργαλείο ελέγχου η αριθμητική τιμή του θα επιστρέψει στην αρχική.

Μπορείτε να δημιουργήσετε ένα μεταβολέα για να ρυθμίσετε την αρχική ταχύτητα ενός σώματος πριν εκτελέσετε μια προσομοίωση. Χρησιμοποιήστε το μεταβολέα για να προσαρμόσετε την ταχύτητα και στη συνέχεια εκτελέστε και πάλι την προσομοίωση, χρησιμοποιώντας τη νέα τιμή.

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τους τύπους, θα βρείτε στο **Κεφάλαιο 10, "Χρήση τύπων"**.

Δημιουργία εργαλείων ελέγχου

Για να δημιουργήσετε ένα εργαλείο ελέγχου για ένα σώμα ή ένα σύνδεσμο:

1. Επιλέξτε το αντικείμενο του οποίου τις ιδιότητες θέλετε να αλλάξετε.

Οι ιδιότητες που μπορείτε να ελέγξετε βρίσκονται στον κατάλογο επιλογών Εργαλείο ελέγχου. Μπορείτε να προσθέσετε ένα εργαλείο ελέγχου για κάθε μία από τις ιδιότητες που αναγράφεται στη λίστα.

2. Επιλέξτε Νέο εργαλείο ελέγχου από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

Εμφανίζεται μια λίστα ιδιοτήτων που μπορούν να ελεγχθούν.

3. Επιλέξτε την ιδιότητα που θέλετε.

Εμφανίζεται ένας μεταβολέας με πλαίσιο κειμένου. Μπορείτε να ελέγξετε (τροποποιήσετε) το μέγεθος της ιδιότητας που επιλέξατε, σύροντας το μεταβολέα.

Τροποποίηση θέσης και μεγέθους του εργαλείου ελέγχου

Θέση εργαλείου ελέγχου

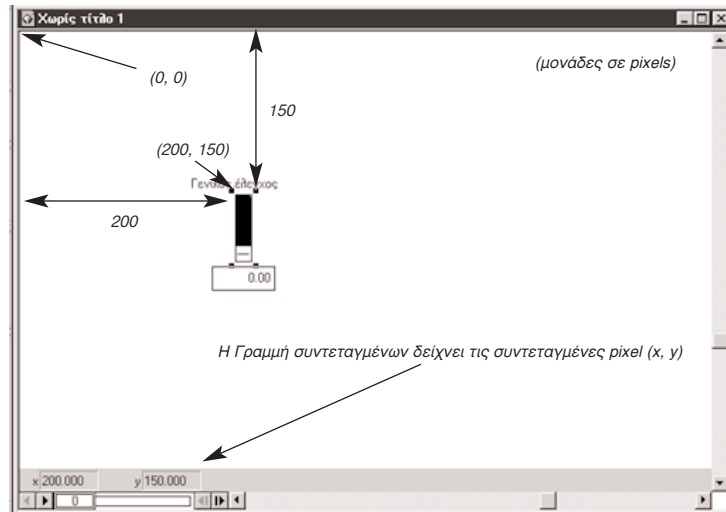
Μπορείτε να τοποθετήσετε το εργαλείο ελέγχου σε οποιοδήποτε σημείο της οθόνης θέλετε, επιλέγοντάς το και σύροντάς το. Μπορείτε, επίσης, να τοποθετήσετε το εργαλείο ελέγχου, χρησιμοποιώντας τη Γραμμή συντεταγμένων.

Όταν επιλεγεί ένα εργαλείο ελέγχου, στη Γραμμή συντεταγμένων εμφανίζονται οι συντεταγμένες (x, y) σε *συντεταγμένες εικονοστοιχείων* στο έγγραφο του Interactive Physics.

Η αρχή των αξόνων (0, 0) των συντεταγμένων εικονοστοιχείων ορίζονται στην επάνω αριστερή γωνία του παραθύρου του εγγράφου (βλέπε σχήμα 7-4). Ο άξονας x εκτείνεται προς τα δεξιά, ενώ ο άξονας y προς τα κάτω (σημειώστε ότι ο άξονας y των

Σχήμα 7-12

Συντεταγμένες
εικονοστοιχείων για εργαλεία
ελέγχου



συντεταγμένων εικονοστοιχείων διαγράφει αντίθετη τροχιά από τις φυσικές συντεταγμένες που υπάρχουν στις προσομοιώσεις του Interactive Physics). Η θέση του εργαλείου ελέγχου δίδεται σε όρους της λαβής επιλογής που εμφανίζεται στην επάνω αριστερή γωνία.

Μπορείτε να μεταβάλετε άμεσα τις τιμές (x, y) από τη Γραμμή συντεταγμένων.

**Τροποποίηση μεγέθους του
εργαλείου ελέγχου**

Μπορείτε να τροποποιήσετε το μέγεθος ενός εργαλείου ελέγχου, επιλέγοντάς το και σύροντας μία από τις λαβές επιλογής (μικρά μαύρα τετράγωνα) που εμφανίζονται στις γωνίες.

Είδη εργαλείων ελέγχου και ιδιότητες

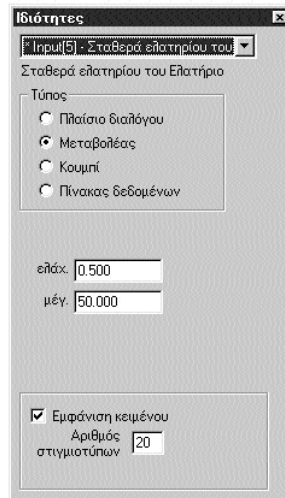
Μετά τη δημιουργία μιας γραμμής μεταβολέα, μπορείτε να αλλάξετε τον τύπο του εργαλείου ελέγχου σε πλαίσιο κειμένου ή κουμπί ή μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ένα εξωτερικό αρχείο για την τροφοδότηση του εργαλείου ελέγχου με δεδομένα.

Για να αλλάξετε τις ιδιότητες ενός εργαλείου ελέγχου:

1. Κάντε διπλό κλικ πάνω στο εργαλείο ελέγχου ή επιλέξτε

Σχήμα 7-13

Παράθυρο Ιδιότητες για
εργαλεία ελέγχου



το και στη συνέχεια επιλέξτε Ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Το παράθυρο Ιδιότητες αλλάζει την εμφάνισή του, ανάλογα με τον τύπο του εκάστοτε εργαλείου ελέγχου.

2. Αν θέλετε να αλλάξετε τον τίτλο και το χρώμα ενός εργαλείου ελέγχου, χρησιμοποιήστε το παράθυρο Εμφάνιση.

3. Επιλέξτε τον τύπο εργαλείου ελέγχου, κάνοντας κλικ στον τύπο εργαλείου ελέγχου που θέλετε.

Κάθε είδος εργαλείου ελέγχου συνδέεται με μια διαφορετική ομάδα ιδιοτήτων που μπορείτε να καθορίσετε.

Μεταβολείς

Μπορείτε να καθορίσετε τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές για τις γραμμές των μεταβολέων. Ο αριθμός των προσαρτήσεων δείχνει πόσες διακριτές τιμές είναι διαθέσιμες στο μεταβολέα.

Εξ ορισμού, ένα παράθυρο κειμένου επισυνάπτεται στο μεταβολέα. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το παράθυρο κειμένου για να εισάγετε μια ακριβή τιμή εντός του εύρους του, ακόμη κι αν η τιμή δεν συμπίπτει με τα διακριτά βήματα του μεταβολέα.

Αυτό το παράθυρο κειμένου μπορεί να ανοίξει ή να κλείσει κάνοντας κλικ στο πλαίσιο ελέγχου Εμφάνιση κειμένου.

Πλαίσιο κειμένου

Ένα πλαίσιο κειμένου σας δίνει τη δυνατότητα να εισάγετε ακριβή αριθμητικά δεδομένα για την τιμή της ιδιότητας.

Κουμπί

Χρησιμοποιώντας ένα κουμπί μπορείτε να επιλέξετε μία από τις δύο τιμές που ορίστηκαν στα πλαίσια ελάχιστο και μέγιστο. Το κουμπί μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για να μεταβείτε από μία επιλογή σε άλλη είτε ως κουμπί που πατώντας το εκτελείται μια λειτουργία (δηλ. κρατάτε το κουμπί πατημένο όσο κρατάτε πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού).

Πίνακας

Ο πίνακας (εργαλείο ελέγχου) παίρνει τιμές από ένα αρχείο πίνακα. Ένα αρχείο πίνακα είναι ένα αρχείο κειμένου ASCII που περιλαμβάνει πολλές στήλες με αριθμούς, οι οποίοι χωρίζονται μεταξύ τους με tab. Το Interactive Physics, εξ ορισμού, θεωρεί ότι η πρώτη στήλη δεδομένων αφορά το χρόνο και η δεύτερη τις αντίστοιχες τιμές των εργαλείων ελέγχου.

Χρησιμοποιώντας αυτό το χαρακτηριστικό, μπορείτε να συνδυάσετε τα δεδομένα ενός πειράματος με τις προσομοιώσεις σας.

Το Interactive Physics μπορεί να διαβάσει ένα αρχείο κειμένου που περιέχει πολλές στήλες με αριθμούς. Το Interactive Physics αγνοεί όλες τις γραμμές που αρχίζουν με έναν αυθαίρετο όχι αριθμητικό χαρακτήρα ως σχόλια. Αν χρησιμοποιείτε ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου για την επεξεργασία ενός αρχείου κειμένου, βεβαιωθείτε ότι το αρχείο αποθηκεύεται ως κείμενο αρχείου ASCII.

Για να διαβάσετε ένα αρχείο πίνακα:

- 1. Κάντε διπλό κλικ πάνω στο εργαλείο ελέγχου ή επιλέξτε το εργαλείο ελέγχου και στη συνέχεια επιλέξτε ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.**
- 2. Επιλέξτε το εικονίδιο του πίνακα από το παράθυρο Ιδιότητες.**
- 3. Κάντε κλικ στο κουμπί Ανάγνωση πίνακα.**

Ένα αναδιπλούμενο παράθυρο σας καλεί να εντοπίσετε το αρχείο κειμένου που θα θέλατε να χρησιμοποιήσετε.

4. Επιλέξτε το αρχείο που θέλετε και κάντε κλικ στο OK.

Στο σημείο αυτό, ο πίνακας διαβάζεται από το *Interactive Physics*. Ακόμη κι αν διαγράψετε το αρχείο πίνακα, το *Interactive Physics* θα θνημάται και πάλι τα δεδομένα. Ομοίως, αν τροποποιήσετε το αρχείο πίνακα, το *Interactive Physics* δεν θα λάβει γνώση της αλλαγής μέχρι να επαναλάβετε το βήμα 3 παραπάνω που διαβάζει εκ νέου τα δεδομένα του πίνακα.

5. Καθορίστε ποιες στήλες θα θέλατε να χρησιμοποιήσετε ως αναφορά στο χρόνο και στα δεδομένα.

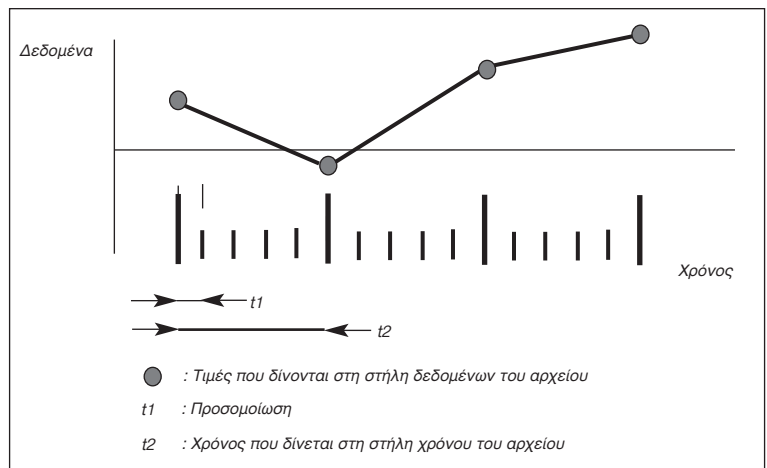
Όταν η ρύθμιση είναι 0 στη στήλη του χρόνου, το *Interactive Physics* θα διαβάζει τα δεδομένα γραμμή-γραμμή για κάθε πλαίσιο κίνησης (για περισσότερες πληροφορίες, διαβάστε το "Βήμα κινουμένου σχεδίου" στη σελίδα A-22).

Πρέπει να καθορίσετε ένα θετικό αριθμό για τη στήλη δεδομένων — δεν μπορείτε να δώσετε την τιμή 0 στη στήλη δεδομένων.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 7-14, οι διακριτές τιμές δεδομένων που δίνονται από μια στήλη στο αρχείο του πίνακα μεταφέρονται σε μια συνεχή γραμμική συνάρτηση, από την οποία το *Interactive*

Σχήμα 7-14

Δεδομένα πίνακα και χρονικά βήματα προσομοίωσης



Physics διαβάζει μια τιμή δεδομένων σε κάθε χρονικό βήμα.

Οι αριθμοί στη στήλη του χρόνου στο αρχείο πίνακα πρέπει να ταξινομηθούν με αύξουσα σειρά, αλλιώς η συμπεριφορά της προσομοίωσης μπορεί να μην είναι ακριβής.

- Αν το αρχείο εισόδου έχει μία στήλη για το χρόνο, δεν θα πρέπει να κάνετε το Βήμα προσομοίωσης (στο διάλογο Ακρίβεια) μεγαλύτερο από το χρονικό βήμα που δίδεται στο αρχείο εισόδου, ώστε να εξασφαλιστεί η ομαλή πορεία της προσομοίωσης.
- Όταν αποθηκεύετε την προσομοίωση του Interactive Physics (με ή χωρίς εγγραφή), το αποθηκευμένο έγγραφο συμπεριλαμβάνει τα στοιχεία του πίνακα. Για το λόγο αυτό, όταν κάποια στιγμή αργότερα ανοίξετε το έγγραφο της προσομοίωσης, το Interactive Physics δεν χρειάζεται να έχει πρόσβαση στο αρχείο πίνακα.
- Αν επιλέξετε την **Έναρξη από εδώ** (στον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος**), το Interactive Physics θα χρησιμοποιήσει τα ίδια δεδομένα πίνακα, θεωρώντας ότι η πρώτη σειρά δεδομένων του πίνακα ανταποκρίνεται στο τρέχον πλαίσιο της προσομοίωσης, από τη στιγμή που η **Έναρξη από εδώ** επαναφέρει τόσο τον αριθμό των πλαισίων, όσο και το χρονομετρητή στο μηδέν.

7.3. Κουμπιά του καταλόγου επιλογών

Ένα κουμπί καταλόγου επιλογών σας δίνει τη δυνατότητα να προσθέσετε τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες εντολές απευθείας στο χώρο εργασίας. Κάνοντας κλικ σε ένα κουμπί καταλόγου επιλογών έχετε το ίδιο αποτέλεσμα με το να επιλέξετε την αντίστοιχη εντολή από έναν κατάλογο επιλογών. Για να δημιουργήσετε ένα κουμπί καταλόγου επιλογών:

MacOS

1. Επιλέξτε Νέο κουμπί καταλόγου επιλογών από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου που σας ζητάει να επιλέξετε την εντολή καταλόγου επιλογών που θέλετε να εκτελέσει το νέο κουμπί.

Σχήμα 7-15

Διάλογος Νέο κουμπί
καταλόγου επιλογών



2. Επιλέξτε μια εντολή από τον κατάλογο επιλογών του Interactive Physics.

Εμφανίζεται το νέο κουμπί με το όνομα της επιλογής σας από τον κατάλογο. Κάνοντας κλικ σε αυτό το νέο κουμπί έχετε το ίδιο αποτέλεσμα με το να επιλέξετε την αντίστοιχη εντολή από τον κατάλογο επιλογών.

3. Επιλέξτε OK.

Κάνοντας κλικ στο κουμπί εκτελείται η εντολή

Windows

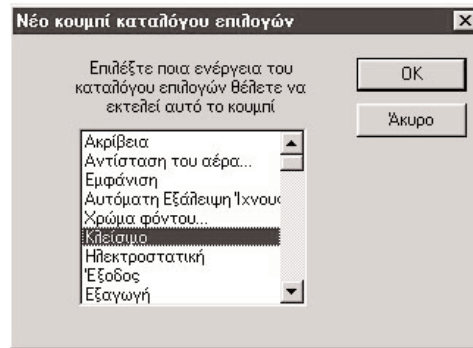
1. Επιλέξτε Νέο κουμπί (καταλόγου επιλογών) από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου που σας ζητάει να επιλέξετε την εντολή που θέλετε να εκτελεί το νέο κουμπί. Εμφανίζεται κατάλογος με όλες τις εντολές του καταλόγου επιλογών.

2. Επιλέξτε μια εντολή από τον κατάλογο.

Σχήμα 7-16

Διάλογος Νέο κουμπί
καταλόγου επιλογών



Μπορείτε να κάνετε κύλιση στον κατάλογο αυτό ή να εισάγετε το πρώτο γράμμα της εντολής. Για λεπτομερέστερη επιλογή μπορείτε, επίσης, να χρησιμοποιήσετε τα πλήκτρα με τα βέλη για να μετακινηθείτε στη λίστα προς τα πάνω ή προς τα κάτω, ανά στοιχείο.

3. Επιλέξτε OK.

Το κουμπί θα εκτελέσει την εντολή του καταλόγου επιλογών, όταν πατηθεί.

**Σύνδεση πολλών εγγράφων με κουμπιά
καταλόγου επιλογών**

Μπορείτε να δημιουργήσετε βιβλία εργασίας με πολλά έγγραφα μέσω ορισμένων κουμπιών του καταλόγου επιλογών, που θα κλείνουν το τρέχον έγγραφο και θα ανοίγουν ένα νέο έγγραφο. Με τα κουμπιά του καταλόγου επιλογών, μπορείτε να συνδέσετε προσομοιώσεις και να δημιουργήσετε μια ακολουθία δραστηριοτήτων.

Για να συνδέσετε πολλά έγγραφα προσομοίωσης:

MacOS

1. Δημιουργείστε τα έγγραφα προσομοίωσης που θέλετε να συνδέσετε και για δική σας διευκόλυνση, αποθηκεύστε τα στο ίδιο ντοσιέ.

2. Ανοίξτε το πρώτο έγγραφο.

3. Επιλέξτε Κουμπί καταλόγου επιλογών από τον κατάλογο επιλογών Εργαλείο ελέγχου.

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου που σας ζητάει να επιλέξετε την εντολή που θέλετε να εκτελέσει αυτό το κουμπί.

4. Επιλέξτε Άνοιγμα από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο και στη συνέχεια επιλέξτε το όνομα του εγγράφου που θέλετε να ανοίγει το κουμπί, όταν πατηθεί.

Εμφανίζεται το κουμπί Άνοιγμα ως αντικείμενο χρήστη στο χώρο εργασίας.

Όταν κάνετε κλικ στο κουμπί Άνοιγμα εντός της τρέχουσας προσομοίωσης, η προσομοίωση αυτή κλείνει, και ανοίγει η προσομοίωση που επιλέξατε κατά τη δημιουργία του κουμπιού Άνοιγμα.

Windows

1. Δημιουργείστε τα έγγραφα προσομοίωσης που θέλετε να συνδέσετε και για δική σας διευκόλυνση, αποθηκεύστε τα στον ίδιο φάκελο.

Αν το Interactive Physics δεν μπορεί να βρει ένα αρχείο στον τοπικό φάκελο, θα φέρει στο προσκήνιο ένα διάλογο επιλογής αρχείου που επιτρέπει στο χρήστη να εντοπίσει το αρχείο. Αυτό θα συμβαίνει κάθε φορά που ενεργοποιείται το κουμπί καταλόγου επιλογών Άνοιγμα, οπότε είναι προτιμότερο να αποθηκεύσετε όλα τα σχετικά αρχεία στον ίδιο φάκελο.

2. Ανοίξτε το πρώτο έγγραφο.

3. Επιλέξτε Κουμπί καταλόγου επιλογών από τον κατάλογο

επιλογών Εργαλείο ελέγχου.

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου που σας ζητάει να επιλέξετε την εντολή που θέλετε να εκτελέσει αυτό το κουμπί.

4. Επιλέξτε το αρχείο που θέλετε να ανοίξει, όταν πατηθεί το κουμπί Άνοιγμα.

Όταν κάνετε κλικ στο κουμπί Άνοιγμα εντός της τρέχουσας προσομοίωσης, η προσομοίωση αυτή κλείνει, και ανοίγει η προσομοίωση που επιλέξατε κατά τη δημιουργία του κουμπιού Άνοιγμα.

7.4. Διανύσματα

Μπορείτε να αναπαράστήσετε γραφικά τις κινηματικές (ταχύτητα και επιτάχυνση) και τις κινητικές (δύναμη) ιδιότητες, με την εμφάνιση διανυσμάτων.

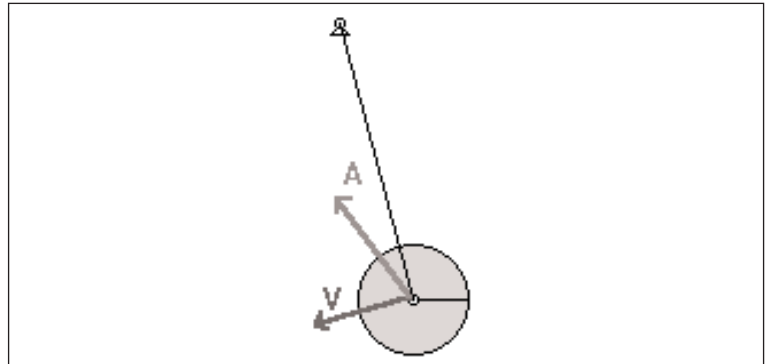
Τα διανύσματα μπορούν να τοποθετηθούν σε σημεία και σώματα. Επιλέξτε το τελικό σημείο ενός συνδέσμου για να εμφανίσετε τα διανύσματα για δυνάμεις που δημιουργούνται από το σύνδεσμο.

Τα διανύσματα που ορίζουν ταχύτητα και επιτάχυνση πάντοτε σχεδιάζονται με κατεύθυνση από το κέντρο μάζας του σώματος προς τα έξω. Τα διανύσματα που παριστάνουν ποσότητες δύναμης μπορούν να σχεδιαστούν είτε από είτε προς το κέντρο μάζας του σώματος. Τα διανύσματα που παριστάνουν τις δυνάμεις που προκύπτουν, όταν τα σώματα έρχονται σε επαφή το ένα με το άλλο, μπορούν να αναπαρασταθούν στο σημείο επαφής ή στο κέντρο μάζας κάθε σώματος.

Το σχήμα 7-17 δείχνει ένα σώμα με ενεργά διανύσματα ταχύτητας και επιτάχυνσης.

Σχήμα 7-17

Εκκρεμές με διανύσματα
ταχύτητας και επιτάχυνσης



Οι παρακάτω ιδιότητες μπορούν να παρασταθούν γραφικά με διανύσματα:

- ταχύτητα
- επιτάχυνση
- συνολική δύναμη
- βαρύτητα
- ηλεκτροστατική
- δύναμη του αέρα
- δύναμη πεδίου
- δύναμη επαφής
- τριβή

Εμφάνιση διανυσμάτων

Για την εμφάνιση ενός ή περισσότερων διανυσμάτων:

1. Επιλέξτε ένα ή περισσότερα σώματα, των οποίων τα διανύσματα θέλετε να παραστήσετε γραφικά.

Ο υποκατάλογος επιλογών Διανύσματα στον κατάλογο επιλογών Ορισμός καταγράφει τα πιθανά διανύσματα που μπορούν να εμφανιστούν για τα επιλεγμένα αντικείμενα (ή αντικείμενο). Σε περίπτωση που έχουν επιλεγεί περισσότερα από ένα αντικείμενα και τα τρέχοντα εμφανιζόμενα διανύσματα για τα σώματα δεν ταιριάζουν, θα εμφανιστεί ένα "-" δίπλα στον τύπο του διανύματος,

υποδηλώνοντας ότι υπάρχει ανάμεικτη επιλογή.

2. Επιλέξτε τον τύπο του διανύσματος για εμφάνιση από τον υποκατάλογο επιλογών Διανύσματα του καταλόγου επιλογών Ορισμός.

Τα διανύσματα θα εμφανιστούν την επόμενη φορά που θα εκτελέσετε την προσομοίωση.

Προσαρμογή του μήκους των διανυσμάτων

Το μήκος του εμφανιζόμενου διανύσματος βασίζεται στο μέγεθός του και σε έναν παράγοντα κλίμακας. Ανάλογα με τις ιδιότητες που παριστάνουν τα διανύσματα, μπορεί αυτά να είναι πολύ μεγάλα ή πολύ μικρά, καθιστώντας δύσκολο ή και αδύνατο να δει κανείς τις τιμές τους. Το Interactive Physics παρέχει ένα εργαλείο για τη ρύθμιση του παράγοντα κλίμακας.

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι στο διεθνές σύστημα μονάδων (SI) έχουμε ένα διάνυσμα δύναμης μεγέθους 10 Newtons και ο παράγοντας κλίμακας είναι 0,1. Τότε το διάνυσμα εμφανίζεται ως εξής:

$$10 \times 0,1 = 1,0$$

ή 1,0 μέτρο (επειδή το διεθνές σύστημα μονάδων (SI) θεωρεί το μέτρο ως προκαθορισμένη μονάδα μέτρησης απόστασης) σε ένα έγγραφο του Interactive Physics. Τα μήκη για άλλες ιδιότητες (ταχύτητα και επιτάχυνση) υπολογίζονται με τον ίδιο τρόπο.

Για να προσαρμόσετε τον παράγοντα κλιμάκωσης της εμφάνισης του διανύσματος:

1. Επιλέξτε Μήκη διανυσμάτων από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου, όπως φαίνεται στο σχήμα 7-18.

2. Χρησιμοποιήστε τους μεταβολείς ή εισάγετε έναν παράγοντα κλίμακας για να προσαρμόσετε τα μήκη των διανυσμάτων για την ταχύτητα, τη δύναμη και την επιτάχυνση.

3. Κάντε κλικ στο OK για να αποθηκεύσετε τις αλλαγές.

Ρύθμιση επιλογών εμφάνισης διανυσμάτων

Τα διανύσματα μπορούν να παρουσιαστούν ολοκληρωμένα. Τα διανύσματα ταχύτητας, δύναμης και επιτάχυνσης μπορούν να

Σχήμα 7-18

Διάλογος Μήκη διανυσμάτων



παρασταθούν και με διαφορετικά χρώματα, ενώ τα διανύσματα δύναμης μπορούν να εμφανιστούν στο σημείο εφαρμογής τους ή στο κέντρο μάζας του σώματος.

Για να προσαρμόσετε τις επιλογές εμφάνισης διανυσμάτων:

1. Επιλέξτε Εμφάνιση διανύσματος από τον κατάλογο επιλογών Διανύσματα.

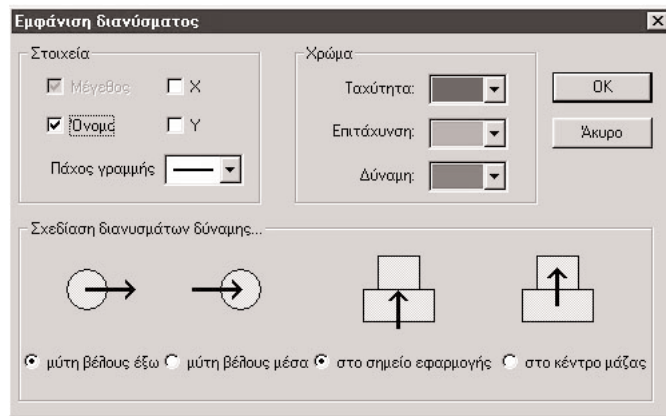
Εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου, όπως φαίνεται στο σχήμα 7-19. Επιλέξτε ποια χαρακτηριστικά του διανύσματος θα εμφανιστούν βάζοντας το σημάδι επιλογής στο κατάλληλο πλαίσιο στην περιοχή Στοιχεία.

2. Επιλέξτε χρώματα από τους αναδιπλούμενους καταλόγους επιλογών στην περιοχή Χρώματα.

3. Επιλέξτε αν θα σχεδιάσετε το διάνυσμα με τη μύτη προς το εσωτερικό ή το εξωτερικό και αν θα εμφανίζονται τα διανύσματα στο σημείο εφαρμογής.

Τα διανύσματα των δυνάμεων εξ ορισμού σχεδιάζονται στο σημείο εφαρμογής και με τη μύτη προς τα έξω.

Σχήμα 7-19
Διάλογος Εμφάνιση
διανύσματος



Εμφάνιση διανυσμάτων της δύναμης αντίδρασης άρθρωσης

Αν επιλεγεί μια άρθρωση με πείρο και στη συνέχεια από τον κατάλογο επιλογών Διανύσματα επιλεγεί το Συνολική δύναμη, τα διανύσματα θα εμφανίζονται για κάθε δύο σημεία που συνιστούν μια άρθρωση με πείρο. Όταν εκτελείται η προσομοίωση, από την άρθρωση με πείρο θα ξεκινούν δύο αντίθετα διανύσματα δύναμης.

Για να εμφανίσετε μόνο το ένα διάνυσμα, επιλέξτε μόνο ένα από τα σημεία στην άρθρωση με πείρο, πριν επιλέξετε Συνολική δύναμη από τον κατάλογο επιλογών Διανύσματα:

- 1. Επιλέξτε την άρθρωση με πείρο και στη συνέχεια από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.**
- 2. Στο παράθυρο Ιδιότητες, επιλέξτε ένα από τα σημεία που συνιστούν τον πείρο, από τον αναδιπλούμενο κατάλογο**

επιλογών στο επάνω μέρος του παραθύρου.

Μόνο ένα από τα σημεία της άρθρωσης θα επιλεγούν στο χώρο εργασίας.

3. Επιλέξτε Συνολική δύναμη από τον κατάλογο επιλογών Διανύσματα.

Όταν εκτελείται η προσομοίωση, το διάνυσμα που εμφανίζεται θα είναι η δύναμη σε ένα μόνο από αυτά τα σημεία.

Αν θέλετε να μετρήσετε τις δυνάμεις αντίδρασης ποσοτικά, χρησιμοποιώντας μετρητές, συμβουλευτείτε το "Μέτρηση δυνάμεων αντίδρασης στις αρθρώσεις" στη σελίδα 4-81.

7.5. Κείμενο

Για να δώσετε ένα όνομα στις προσομοιώσεις σας, μπορείτε να δημιουργήσετε λεζάντες (κείμενο) μέσα στο έγγραφο. Οι λεζάντες θεωρούνται αντικείμενα κειμένου στο Interactive Physics. Μπορείτε να επεξεργαστείτε ένα αντικείμενο κειμένου, επιλέγοντας το σύνολο ή ένα μέρος του κειμένου στην οθόνη και πληκτρολογώντας το κείμενο αντικατάστασης. Τα ονόματα μπορούν να εμφανιστούν στην οθόνη. Αυτό το τμήμα του κεφαλαίου εξηγεί πώς μπορείτε να δημιουργήσετε και να επεξεργαστείτε τα δύο είδη κειμένου.

Χρήση του εργαλείου Κείμενο

Για να δημιουργήσετε ένα αντικείμενο κειμένου:

- 1. Επιλέξτε το εργαλείο Κείμενο.**
- 2. Κάντε κλικ στο χώρο εργασίας, στο σημείο που θέλετε να αρχίσετε την πληκτρολόγηση.**
- 3. Εισάγετε το κείμενο.**

Πατήστε το πλήκτρο Return για να αλλάξετε γραμμή κειμένου.



Επιλογή αντικειμένου κειμένου

Για να επιλέξετε μέρος κειμένου σε ένα αντικείμενο κειμένου:

1. Επιλέξτε το αντικείμενο κειμένου που θέλετε.
2. Επιλέξτε το γράμμα ή τις λέξεις που θέλετε να επεξεργαστείτε σύροντας το δείκτη του ποντικιού πάνω του.

Το επιλεγμένο κείμενο εμφανίζεται με άλλο χρώμα.

3. Κάντε διπλό κλικ πάνω σε μια λέξη για να την επιλέξετε.
4. Κάντε κλικ σε άλλο σημείο του παραθύρου για να αποεπιλέξετε κείμενο.



Διαγραφή ενός αντικειμένου κειμένου

Για να διαγράψετε ένα αντικείμενο κειμένου:

1. Επιλέξτε το εργαλείο Βέλος στη Γραμμή εργαλείων.
2. Κάντε κλικ στο αντικείμενο κειμένου για να το επιλέξετε.
3. Επιλέξτε Αποκοπή ή Απαλοιφή από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία ή πατήστε το πλήκτρο Delete στο πληκτρολόγιό σας.

Το κείμενο που αποκόπτεται, τοποθετείται στο Πρόχειρο και μπορεί να επικολληθεί στο τρέχον έγγραφο ή σε άλλο έγγραφο.

Το πάτημα του πλήκτρου **Delete** ισοδυναμεί με την επιλογή Διαγραφή/Απαλοιφή από τον κατάλογο επιλογών **Επεξεργασία**, οπότε το αποκομμένο κείμενο δεν μπορεί να επικολληθεί.

Για να αναιρέσετε τη διαγραφή, επιλέξτε **Αναίρεση** από τον κατάλογο επιλογών **Επεξεργασία**, πριν κάνετε οτιδήποτε άλλο.

Εισαγωγή νέου κειμένου

Μπορείτε πάντοτε να προσθέσετε κείμενο σε ένα αντικείμενο

Σχήμα 7-20

Επιλεγμένο κείμενο



κειμένου.

Για να εισάγετε νέο κείμενο:

1. Κάντε κλικ στο αντικείμενο κειμένου που θέλετε να αλλάξετε.
2. Κάντε κλικ στο σημείο που θέλετε να εισάγετε κείμενο.
3. Πληκτρολογήστε το κείμενο ή επιλέξτε Επικόλληση από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία για να επικολλήσετε το κείμενο που αποκόψατε ή αντιγράψατε.

Όταν εισάγετε κείμενο, αυτό προσαρμόζεται για να χωρέσει στα τρέχοντα περιθώρια. Μπορείτε να αλλάξετε το μέγεθος του αντικειμένου κειμένου, σύροντας μία από τις λαβές του.

Αλλαγή γραμματοσειράς, μεγέθους και στυλ κειμένου

Μπορείτε να επιλέξετε μια γραμματοσειρά, το μέγεθος και το στυλ οποιουδήποτε κειμένου εμφανίζεται στο χώρο εργασίας. Για να αλλάξετε τη γραμματοσειρά, το μέγεθος ή το στυλ του κειμένου:

MacOS

1. Επιλέξτε το αντικείμενο κειμένου ή το αντικείμενο, του οποίου το όνομα θέλετε να τροποποιήσετε.
2. Επιλέξτε Γραμματοσειρά, Μέγεθος και Στυλ από τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο.
3. Επιλέξτε τη γραμματοσειρά, το μέγεθος ή το στυλ που θέλετε από τον υποκατάλογο επιλογών.

Οι αλλαγές που κάνετε εφαρμόζονται σε όλα τα κείμενα στο επιλεγμένο αντικείμενο.

Windows



- 1. Επιλέξτε το αντικείμενο κειμένου ή το αντικείμενο, του οποίου το όνομα θέλετε να τροποποιήσετε.**
- 2. Επιλέξτε Γραμματοσειρές από τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο.**
- 3. Επιλέξτε τη γραμματοσειρά, το μέγεθος ή το στυλ που θέλετε από το πλαίσιο διαλόγου.**

Οι γραμματοσειρές που εμφανίζονται στο πλαίσιο διαλόγου είναι οι γραμματοσειρές, τα μεγέθη και τα στυλ των Windows που είναι εγκατεστημένα στο σύστημά σας.

Οι αλλαγές που κάνετε εφαρμόζονται σε όλα τα κείμενα στο επιλεγμένο αντικείμενο.

Ονομασία αντικειμένων

Για να επεξεργαστείτε ή να αλλάξετε το όνομα ενός σώματος, συνδέσμου, μετρητή ή εργαλείου ελέγχου:

- 1. Επιλέξτε το αντικείμενο, του οποίου το όνομα θέλετε να τροποποιήσετε.**
- 2. Επιλέξτε Εμφάνιση από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.**
- 3. Επιλέξτε το τρέχον όνομα και πληκτρολογήστε ένα νέο στη θέση του.**

7.6. Εικόνες

Όποτε επικολλούνται δεδομένα γραφικών στο χώρο εργασίας δημιουργούνται αντικείμενα εικόνων στο Interactive Physics. Η

έκδοση για MacOS δέχεται δεδομένα PICT. Η έκδοση για Windows δέχεται δεδομένα metafile.

Μπορείτε να σύρετε, να αποκόψετε, να αντιγράψετε και να επικολλήσετε αντικείμενα εικόνας. Μπορείτε επίσης να επικολλήσετε αντικείμενα εικόνας σε σώματα.

Δημιουργία αντικειμένων εικόνας

Για να δημιουργήσετε ένα αντικείμενο εικόνας:

1. Αντιγράψτε μια εικόνα από ένα πρόγραμμα ζωγραφικής στο Πρόχειρο.

Στα συστήματα MacOS η εικόνα πρέπει να είναι σε μορφή PICT. Στα συστήματα Windows, η εικόνα πρέπει να είναι σε μορφή metafile.

2. Επικολλήστε την εικόνα στο έγγραφο της προσομοίωσης.

Θα εμφανιστεί η εικόνα ως αντικείμενο εικόνας.

Επισύναψη αντικειμένων εικόνας σε σώματα

Για να επισυνάψετε ένα αντικείμενο εικόνας σε ένα σώμα:

1. Επιλέξτε το σώμα και την εικόνα, κρατώντας πατημένο το πλήκτρο Shift και κάνοντας κλικ σε καθένα από αυτά.

Η εικόνα και το αντικείμενο εμφανίζονται επιλεγμένα. Το χαρακτηριστικό Επισύναψη εικόνας από τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο επιλέγεται.

2. Επιλέξτε Επισύναψη εικόνας από τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο.

Επισυνάπτεται στο σώμα η εικόνα.

Για να αποσπάσετε μια εικόνα από ένα σώμα:

1. Επιλέξτε το σώμα κάνοντας κλικ πάνω του.

Η επιλογή Επισύναψη εικόνας μετατρέπεται σε Απόσπαση εικόνας.

2. Επιλέξτε Απόσπαση εικόνας από τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο.

Η εικόνα και το σώμα μπορούν τώρα να επιλεγούν ξεχωριστά.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Οι εικόνες δεν αλλάζουν μέγεθος θέασης, ούτε περιστρέφονται με συνημμένα κάποια σώματα. Είναι προτιμότερο να επικολλάτε εικόνες στα σώματα που θα παρατηρήσετε για γραμμική και όχι για περιστροφική κίνηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Εκτέλεση προσομοιώσεων

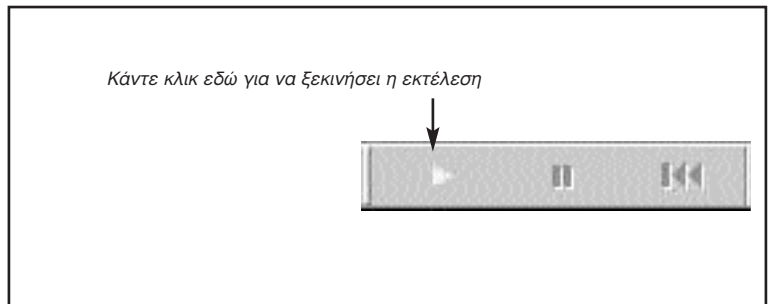
Στο κεφάλαιο αυτό θα βρείτε οδηγίες σχετικά με:

- την εκτέλεση μιας προσομοίωσης
- την επανάληψη μιας προσομοίωσης
- τον έλεγχο της ταχύτητας και της ακρίβειας μιας προσομοίωσης
- την αποθήκευση μιας εγγεγραμμένης προσομοίωσης
- τη δημιουργία εκτελέσιμων δραστηριοτήτων
- τον καθορισμό ενός συστήματος αναφοράς
- την εμφάνιση του ίχνους αντικειμένων
- την εκτύπωση.

8.1. Εκτέλεση μιας προσομοίωσης

Για να εκτελέσετε μια προσομοίωση:

Σχήμα 8-1
Εκτέλεση εργαλείων ελέγχου



1. Κάντε κλικ στην Εκτέλεση στη Γραμμή εργαλείων ή επιλέξτε Εκτέλεση από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος. Βλέπε σχήμα 8-1.

Στα συστήματα MacOS, το κουμπί Εκτέλεση μετατρέπεται σε Διακοπή, κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

2. Κάντε κλικ στη Διακοπή για να διακόψετε οριστικά την προσομοίωση ή επιλέξτε Διακοπή από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Για να συνεχιστεί η εκτέλεση της προσομοίωσης, κάντε κλικ στο κουμπί Εκτέλεση.

3. Κάντε κλικ στο κουμπί Επαναρύθμιση για να επαναφέρετε την προσομοίωση στις αρχικές ρυθμίσεις.

Μόλις εκτελέσετε την προσομοίωση, οι υπολογισμοί αποθηκεύονται στο κασετόφωνο. Αν εκτελέσετε και πάλι την προσομοίωση — χωρίς να προβείτε σε αλλαγές — αυτή θα εκτελεστεί πολύ πιο γρήγορα.

8.2. Διακοπή μιας προσομοίωσης

Μπορείτε να διακόψετε μια προσομοίωση με πολλούς τρόπους:

- Κάντε κλικ στη Διακοπή στη Γραμμή εργαλείων
- Κάντε κλικ στο εικονίδιο Διακοπή στα εργαλεία ελέγχου του κασετοφώνου
- Κάντε κλικ σε οποιοδήποτε σημείο εντός του παραθύρου, αν ο δρομέας εμφανιστεί με το σήμα στοπ.
- Επιλέξτε Διακοπή από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.
- Κάντε κλικ πάνω στο κουμπί Διακοπή του καταλόγου επιλογών, εφόσον υπάρχει τέτοιο κουμπί.
- Διακόψτε αυτόματα την προσομοίωση χρησιμοποιώντας το χαρακτηριστικό παύσης. Για να διακόψετε προσωρινά μια προσομοίωση, συμβουλευτείτε την "Προσωρινή Παύση" στη σελίδα 8-8 αυτού του κεφαλαίου.

- Μόνο για MacOS: Πατήστε το πλήκτρο Command και την τελεία (.) στο πληκτρολόγιο.

8.3. Χρήση των εργαλείων ελέγχου του κασετοφώνου

Ενώ εκτελείται μια προσομοίωση, το Interactive Physics την καταγράφει ταυτόχρονα, χρησιμοποιώντας μια δυνατότητα που ονομάζεται "κασετόφωνο". Αυτό σημαίνει ότι μπορείτε να αναπαράγετε προσομοιώσεις προς τα πίσω, να παραλείψετε πλαίσια της προσομοίωσης και να αναπαράγετε προσομοιώσεις πιο γρήγορα μετά την ολοκλήρωση των υπολογισμών.

Τα εργαλεία ελέγχου του κασετοφώνου παρέχουν μια οπτική ένδειξη του αριθμού των πλαισίων της προσομοίωσης.

Για να εμφανίσετε τα εργαλεία ελέγχου του κασετοφώνου, αν δεν είναι ήδη ορατά:

1. Επιλέξτε Χώρος εργασίας από τον κατάλογο επιλογών Θέσης.

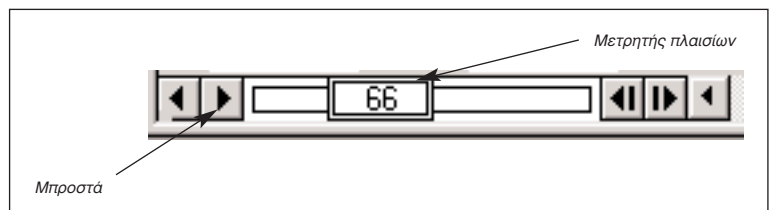
Εμφανίζεται ο κατάλογος επιλογών Χώρος εργασίας και μπορείτε να επιλέξετε την ενέργεια που θέλετε.

2. Επιλέξτε την εισαγωγή Εργαλεία ελέγχου κασετοφώνου.

3. Κάντε κλικ στο OK.

Τα εργαλεία ελέγχου και οι δείκτες του κασετοφώνου εμφανίζονται στο κάτω μέρος της οθόνης, όπως φαίνεται και στο σχήμα 8-2.

Σχήμα 8-2
Εργαλεία ελέγχου
κασετοφώνου

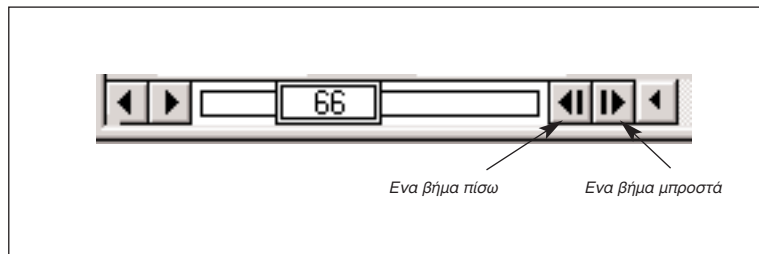


Βηματική εκτέλεση προσομοίωσης

Το Interactive Physics σας δίνει τη δυνατότητα να παρακολουθήσετε την εξέλιξη μιας προσομοίωσης καρέ - καρέ.

Σχήμα 8-3

Προχωρώντας ένα πλαίσιο τη φορά



Μπορείτε να προχωρήσετε σε μια προσομοίωση με δύο τρόπους: Κάντε κλικ στο βήμα εμπρός ή πίσω από τα εργαλεία ελέγχου του κασετοφώνου για να προχωρήσετε ένα βήμα μπροστά ή πίσω κάθε φορά.

Μπορείτε να πατήσετε τα πλήκτρα + και - για να προχωρήσετε μπροστά ή πίσω, ανάλογα.

Για να επιλέξετε τον αριθμό των πλαισίων που θα παραλείψετε με τα εργαλεία ελέγχου βήματος:

1. Επιλέξτε Υπερπήδηση πλαισίων από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.
2. Επιλέξτε έναν από τους αριθμούς στον υποκατάλογο επιλογών.

Υπερπήδηση πλαισίων

Για να παραλείψετε πλαίσια και να επιταχύνετε την προσομοίωσή σας:

1. Από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος επιλέξτε Υπερπήδηση πλαισίων, χωρίς να αφήσετε το πλήκτρο του ποντικιού.

Εμφανίζεται ένας υποκατάλογος επιλογών στα δεξιά του δείκτη.

2. Επιλέξτε τον αριθμό πλαισίων που θέλετε να παραλείψετε από τον υποκατάλογο επιλογών Υπερπήδηση πλαισίων.

Ένας άλλος τρόπος να ελέγξετε την ταχύτητα της προσομοίωσης είναι να ρυθμίσετε το Χρονικό βήμα. Στη σελίδα 8-41 αυτού του κεφαλαίου θα μάθετε περισσότερα για το χαρακτηριστικό αυτό ("Χρήσιμες συμβουλές για την προσομοίωση").

Όταν εκτελείτε μια προσομοίωση για πρώτη φορά, η εντολή Υπερπήδηση πλαισίων δεν φέρει κανένα αποτέλεσμα. Η Υπερπήδηση πλαισίων αφορά προσομοιώσεις που έχουν εκτελεστεί τουλάχιστον μία φορά και έχουν αποθηκευτεί στο κασετόφωνο.

Αναπαραγωγή της προσομοίωσης προς τα πίσω

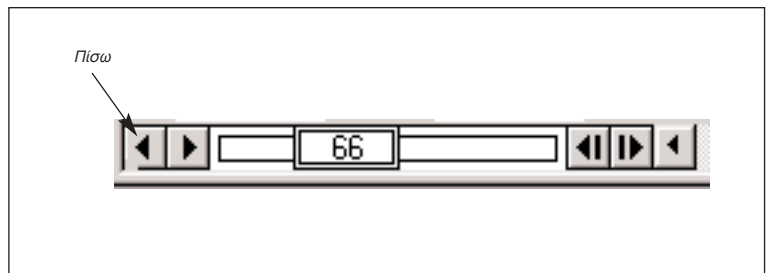
Μετά την εκτέλεση μιας προσομοίωσης, μπορείτε να την αναπαράγετε προς τα πίσω.

1. Κάντε κλικ στο εργαλείο ελέγχου αναπαραγωγής προς τα πίσω πάνω στο κασετόφωνο. Βλέπε σχήμα 8-4.

Η προσομοίωση αρχίζει να αναπαράγεται αντίστροφα. Μπορείτε να διακόψετε την προσομοίωση οποιαδήποτε στιγμή. Η προσομοίωση σταματάει μόνη της, όταν φτάσει το πρώτο πλαίσιο.

Σχήμα 8-4

Αναπαραγωγή προς τα πίσω



2. Κάντε κλικ στο εργαλείο ελέγχου της αναπαραγωγής προς τα εμπρός ή πίσω, για να συνεχιστεί η κίνηση.

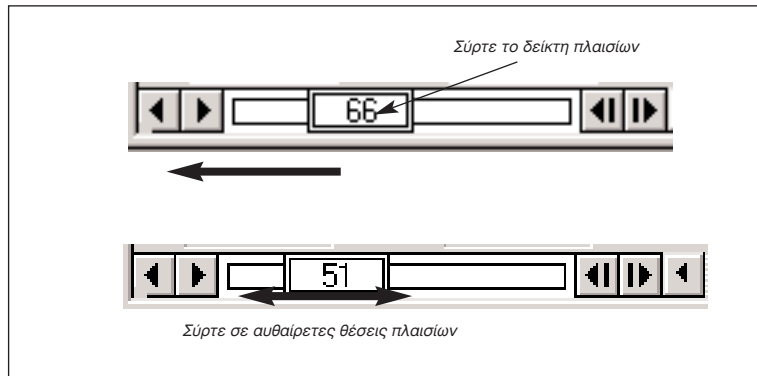
Καθώς αναπαράγεται η προσομοίωση, προχωρώντας προς την αρχή, ο δείκτης πλαισίου μετακινείται προς τα αριστερά, ενώ εμφανίζεται ο αριθμός του τρέχοντος πλαισίου κίνησης.

Μετάβαση σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο

Για να μεταβείτε γρήγορα σε οποιοδήποτε πλαίσιο μιας εγγεγραμμένης προσομοίωσης, σύρετε το δείκτη πλαισίου προς τα αριστερά ή τα δεξιά.

Σχήμα 8-5

Σύροντας προς ένα συγκεκριμένο πλαίσιο



Μπορείτε, επίσης, να κάνετε κλικ σε οποιοδήποτε σημείο της γκρι περιοχής πάνω στα εργαλεία ελέγχου του κασετοφώνου, ώστε να μετακινήσετε άμεσα το δείκτη πλαισίου στη θέση που θέλετε.

Για να συνεχίσετε την προσομοίωση πέρα από την τρέχουσα εγγραφή, σύρετε το δείκτη όσο πιο μακριά γίνεται προς τα δεξιά και στη συνέχεια κάντε κλικ στο εργαλείο ελέγχου αναπαραγωγή προς τα εμπρός. Το Interactive Physics θα συνεχίσει την προσομοίωση.

Αν κάνετε κλικ στο εργαλείο ελέγχου αναπαραγωγή προς τα εμπρός μέσα σε οποιοδήποτε πλαίσιο μιας εγγεγραμμένης προσομοίωσης, το Interactive Physics θα εμφανίσει τα πλαίσια που έχουν καταγραφεί, μέχρι να φτάσει στο τέλος της

προσομοίωσης και μετά θα συνεχίσει να υπολογίζει πρόσθετα πλαίσια.

Επιτάχυνση της αναπαραγωγής

Όταν εκτελείτε μια προσομοίωση για πρώτη φορά, το Interactive Physics όχι μόνο σχεδιάζει την κίνηση στην οθόνη, αλλά υπολογίζει και την κάθε κίνηση, της οποίας τα αποτελέσματα θα εμφανιστούν στην προσομοίωση. Στις περισσότερες προσομοιώσεις, αυτός ο υπολογισμός δεν επιβραδύνει αισθητά την προσομοίωση, αφού το Interactive Physics υπολογίζει γρήγορα την κίνηση.

Για πολύπλοκες όμως προσομοιώσεις, ειδικά προσομοιώσεις με πολλά αντικείμενα που ακουμπούν το ένα το άλλο ταυτόχρονα, η κίνηση μπορεί να είναι αργή την πρώτη φορά που εκτελείτε την προσομοίωση.

Μπορείτε να επιταχύνετε την κίνηση αναπαράγοντας μια φορά ακόμη την προσομοίωση ή χρησιμοποιώντας το χαρακτηριστικό Υπερπήδηση. Το χαρακτηριστικό Υπερπήδηση αυξάνει την ταχύτητα της κίνησης, αφαιρώντας πλαίσια. Για παράδειγμα, αν εμφανίζεται κάθε δεύτερο πλαίσιο της προσομοίωσης, τότε η ταχύτητα αναπαραγωγής διπλασιάζεται.

Για να αναπαράγετε τα πλαίσια και να επιτύχετε ταχύτερη κίνηση:

- 1. Καταγράψτε τα κινούμενα σχέδια και υπολογίστε την κίνηση εκτελώντας μία φορά την προσομοίωση.**
- 2. Κάντε κλικ στην Επαναρρύθμιση στη Γραμμή εργαλείων.**
- 3. Εκτελέστε πάλι την προσομοίωση.**

Η προσομοίωση αναπαράγεται πιο γρήγορα αυτή τη φορά, επειδή το Interactive Physics δεν χρειάζεται πια να υπολογίσει την κίνηση, κατά την επανάληψη της προσομοίωσης.

**Αναπαραγωγή της
προσομοίωσης**

Προσωρινή παύση

Το χαρακτηριστικό προσωρινή παύση σας δίνει τη δυνατότητα να διακόψετε αυτόματα μια προσομοίωση, όταν πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις. Για παράδειγμα, μπορείτε να διακόψετε προσωρινά μια προσομοίωση, όταν ο χρόνος είναι μεγαλύτερος από 1,00 δευτερόλεπτο.

Για να ρυθμίσετε τις προϋποθέσεις, υπό τις οποίες μια προσομοίωση διακόπτεται προσωρινά:

1. Επιλέξτε Έλεγχος παύσης από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται ο διάλογος Έλεγχος παύσης (σχήμα 8-6).

Σχήμα 8-6

Διάλογος Έλεγχος παύσης

2. Κάντε κλικ στο κουμπί Νέα συνθήκη.

Εμφανίζεται ένα δείγμα τύπου ως συνθήκη πρώτης παύσης.

3. Επιλέξτε τον τύπο του γεγονότος που θα θέλατε να συμβεί, όταν ισχύει η συνθήκη.

Μπορείτε να παύσετε προσωρινά, να διακόψετε, να κάνετε ανακύκλωση ή να επαναρρυθμίσετε, όταν ο τύπος δίνει ως αποτέλεσμα τιμή μεγαλύτερη του 0,0 (τιμή αληθή).

Για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη χρήση τύπων, βλέπε **Κεφάλαιο 10 "Χρήση τύπων" και το Παράρτημα Β "Μαθηματική γλώσσα".**

8.4. Προτιμήσεις

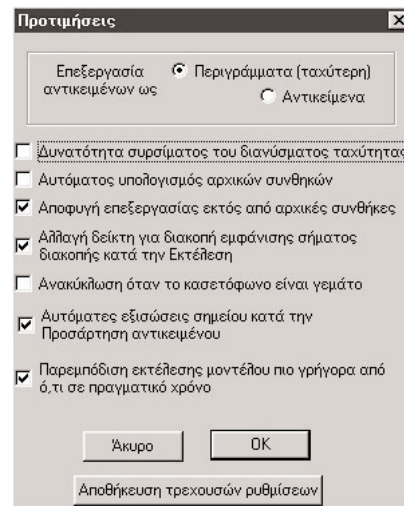
Ο διάλογος Προτιμήσεις σας δίνει τη δυνατότητα ελέγχου πολλών σημαντικών χαρακτηριστικών run-time. Για να αλλάξετε μία από αυτές τις προτιμήσεις:

1. Επιλέξτε Προτιμήσεις από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται ο διάλογος Προτιμήσεις (σχήμα 8-7).

Σχήμα 8-7

Διάλογος Προτιμήσεις



2. Τοποθετήστε σημάδια επιλογής στα κουτάκια των προτιμήσεων που θέλετε, για να ενεργοποιήσετε τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά.

Τα παρακάτω πραγματεύονται αυτά τα χαρακτηριστικά. Διαβάστε τα για περισσότερες πληροφορίες.

Οι προτιμήσεις αποθηκεύονται μόνο για το τρέχον έγγραφο της προσομοίωσης:

για το λόγο αυτό δεν επηρεάζουν τα νέα έγγραφα που δημιουργείτε.

3. Κάντε κλικ στο ΟΚ.

Επεξεργασία αντικειμένων ως περιγράμματα ή ως αντικείμενα

Όταν σύρετε αντικείμενα, ενώ τα επεξεργάζεστε, το Interactive Physics μπορεί να εμφανίσει τα αντικείμενα ως περιγράμματα μόνο ή ως ολοκληρωμένα αντικείμενα. Η εμφάνιση των περιγραμμάτων έχει ως αποτέλεσμα πιο ομαλή κίνηση κατά την επεξεργασία.

Σύρσιμο του διανύσματος της ταχύτητας

Όταν ενεργοποιείται αυτή η επιλογή, το επιλεγμένο σώμα εμφανίζει μια μικρή μπλε τελεία στο κέντρο μάζας του. Μπορείτε να σύρετε αυτήν την τελεία για να σύρετε προς τα έξω το διάνυσμα που καθορίζει την αρχική ταχύτητα. Στη σελίδα 1-10 θα βρείτε ένα τέτοιο παράδειγμα, στον "Καθορισμό της αρχικής ταχύτητας". Αυτό το χαρακτηριστικό είναι ένα γραφικό συμπλήρωμα στο παράθυρο Ιδιότητες, που σας επιτρέπει να καθορίσετε την αρχική ταχύτητα αριθμητικά.

Αυτόματος υπολογισμός αρχικών συνθηκών

Αυτή η δυνατότητα είναι εξ ορισμού απενεργοποιημένη και το Interactive Physics δεν εκτελεί υπολογισμούς μέχρι να ξεκινήσετε μια προσομοίωση. Οι μετρητές και οι γραφικές παραστάσεις είναι αρχικά κενές στο πλαίσιο μηδέν (αρχικές συνθήκες). Οι μετρητές και τα διανύσματα εμφανίζουν αποτελέσματα με νόημα στο πλαίσιο μηδέν, μόνον αφού εκτελέσετε και επανενεκινήσετε την προσομοίωση τουλάχιστον μία φορά.

Όταν ενεργοποιείτε αυτήν την επιλογή, το Interactive Physics αυτόματα υπολογίζει τα αποτελέσματα του πλαισίου μηδέν, μετά από κάθε λειτουργία επεξεργασίας (σχεδίαση, σύρσιμο, στροφή, αλλαγή μεγέθους). Αυτός ο υπολογισμός μπορεί να δημιουργήσει μια ελαφρά καθυστέρηση μεταξύ των λειτουργιών επεξεργασίας

σε πολύπλοκες προσομοιώσεις. Το Interactive Physics αποεπιλέγει κάθε αντικείμενο μετά από κάθε λειτουργία επεξεργασίας.

Το πλεονέκτημα του αυτόματου υπολογισμού του πλαισίου μηδέν είναι ότι οι μετρητές και τα διανύσματα εμφανίζουν αμέσως τις σωστές τιμές οποιαδήποτε στιγμή. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τα στατικά προβλήματα, όπου τα διανύσματα χρησιμοποιούνται για την εμφάνιση δυνάμεων. Μετά από κάθε μικρή προσαρμογή σε μια προσομοίωση, το στατικό πρόβλημα θα υπολογιστεί εκ νέου και θα εμφανιστούν τα κατάλληλα διανύσματα δύναμης.

Αποφυγή επεξεργασίας πέραν των αρχικών συνθηκών

Το Interactive Physics σας ωθεί να κάνετε επαναρρύθμιση της προσομοίωσής σας, να επανέλθετε στο μηδενικό πλαίσιο, πριν να προβείτε σε οποιαδήποτε αλλαγή στη μέση μιας προσομοίωσης. Η επαναρρύθμιση της προσομοίωσης οδηγεί στη διατήρηση των αρχικών συνθηκών που πιθανώς έχετε ορίσει.

Εναλλακτικά, το Interactive Physics μπορεί να σας επιτρέψει να κάνετε αλλαγές στη μέση μιας προσομοίωσης. Αν κάνετε μόνο μία αλλαγή, μπορείτε να την αναιρέσετε πατώντας τα πλήκτρα Command-Z (MacOS) ή Control-Z (Windows) και να επαναφέρετε τα πλαίσια στην προηγούμενη κατάσταση τους. Αν κάνετε περισσότερες από μία αλλαγές, θα χάσετε τις παλιές αρχικές συνθήκες και ο μετρητής πλαισίου θα επανέλθει στο πλαίσιο μηδέν. Δεν θα έχετε τη δυνατότητα να επανέλθετε στις αρχικές συνθήκες της προσομοίωσης, αν δεν κάνετε την επεξεργασία.

Αλλαγή δρομέα σε σήμα στοπ κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της προσομοίωσης

Το Interactive Physics σας επιτρέπει κανονικά να διακόψετε μια προσομοίωση, κάνοντας κλικ οπουδήποτε εντός του χώρου

εργασίας. Ο δρομέας μεταβάλλεται σε σήμα στοπ, ενώ εκτελείται η προσομοίωση.

Αν αποεπιλέξετε αυτό το πλαίσιο ελέγχου, ο δρομέας δεν θα μετατραπεί σε σήμα στοπ, κατά την εκτέλεση. Κάνοντας κλικ πάνω στο έγγραφο, η προσομοίωση διακόπτεται. Ανεξάρτητα από αυτήν την επιλογή, μπορείτε πάντοτε να σταματήσετε μια προσομοίωση με το κουμπί Διακοπή στη Γραμμή εργαλείων, το κουμπί Διακοπή από τα εργαλεία ελέγχου του κασετόφωνου ή την επιλογή **Διακοπή** του καταλόγου επιλογών **Μικρόκοσμος**.

Ανακύκλωση (βρόγχος) όταν το κασετόφωνο είναι γεμάτο

Το Interactive Physics, εξ ορισμού, διακόπτει μια προσομοίωση όταν δεν υπάρχει αρκετή διαθέσιμη μνήμη για την αποθήκευση άλλων πλαισίων στο κασετόφωνο.

Μπορείτε, όμως, να δημιουργήσετε ένα βρόγχο, όταν γεμίζει το κασετόφωνο. Θα υπολογιστούν πρόσθετα πλαίσια, τα οποία θα αποθηκευτούν πάνω από τα τρέχοντα αποθηκευμένα. Η προσομοίωση θα εκτελείται χωρίς διακοπή ή μέχρι να διακοπεί από το χρήστη.

Η επαναρρύθμιση σε αυτήν την περίπτωση θα σημαίνει επιστροφή στις αρχικές συνθήκες.

Αν σύρετε το πλαίσιο του μετρητή πλαισίων θα εμφανιστούν τα πιο πρόσφατα υπολογισμένα πλαίσια. Συμβουλευτείτε την "Εκτέλεση μιας προσομοίωσης πέρα από ό,τι μπορεί να εγγραφεί" στη σελίδα 8-15.

Αυτόματες εξισώσεις σημείου στην Προσάρτηση αντικειμένου

Όταν επισυνάπτονται σύνδεσμοι σε ένα σώμα, ενώ είναι ενεργοποιημένη η Προσάρτηση στο αντικείμενο, το Interactive Physics δημιουργεί μια έκφραση γεωμετρικού τύπου για τη θέση

του σημείου (που χρησιμοποιείται από την παραμετρική μέθοδο με βάση το σημείο). Τα τελικά σημεία των συνδέσμων όχι μόνο προσαρτώνται στα αντίστοιχα σημεία προσάρτησης, αλλά διατηρείται η θέση της επισύναψης, ακόμα κι όταν αλλάζετε το μέγεθος ή το σχήμα των σωμάτων (περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στη σελίδα 4-14 στο "Ακριβής τοποθέτηση συνδέσμων").

Για να απενεργοποιήσετε το χαρακτηριστικό αυτόματης δημιουργίας τύπων, απλώς απενεργοποιήστε το στοιχείο "Αυτόματες εξισώσεις σημείου κατά την Προσάρτηση αντικειμένου" στο διάλογο Προτιμήσεις. Τα σημεία θα προσαρτηθούν στα αντίστοιχα σημεία προσάρτησης, αλλά οι συντεταγμένες θα καθοριστούν ως μια αριθμητική σταθερά, και όχι παραμετρικά με βάση το σημείο.

Αποθήκευση προτιμήσεων

Αν κάνετε κλικ στην Αποθήκευση τρεχουσών ρυθμίσεων στο διάλογο Προτιμήσεις, δημιουργείται ένα αρχείο προτιμήσεων.

Στα συστήματα MacOS το αρχείο **Interactive Physics Prefs** θα βρίσκεται στο ντοσιέ Προτιμήσεις στο Ντοσιέ συστήματος. Στα συστήματα Windows, δημιουργείται το αρχείο με το όνομα **ipprefs3.ip** στο φάκελο Windows.

Αυτό το αρχείο προτιμήσεων ανοίγεται και διαβάζεται κάθε φορά που ανοίγετε ένα νέο έγγραφο Interactive Physics και χρησιμοποιείται για την προσαρμογή του περιβάλλοντος εκκίνησης του Interactive Physics.

Στις αποθηκευμένες Προτιμήσεις συμπεριλαμβάνονται τα ακόλουθα:

- το μέγεθος και η τοποθεσία του τρέχοντος εγγράφου
- οι ρυθμίσεις του καταλόγου επιλογών Μικρόκοσμος (συμπεριλαμβάνονται εκείνες του διαλόγου Προτιμήσεις),
- οι ρυθμίσεις του καταλόγου επιλογών Θέαση, και
- οι ρυθμίσεις Μήκος/Εμφάνιση διανύσματος στον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

8.5. Εγγραφή μιας προσομοίωσης

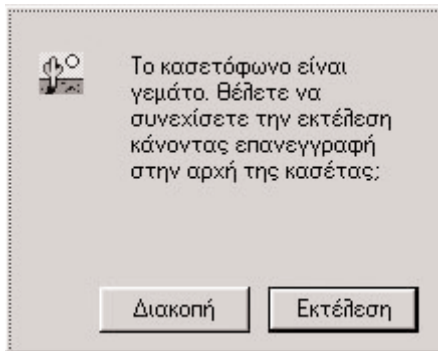
Η εγγραφή μιας προσομοίωσης μπορεί να δεσμεύσει μεγάλο μέρος της μνήμης. Ανάλογα με τον αριθμό των αντικειμένων, των μετρητών και των διανυσμάτων που ενεργοποιούνται, ένα πλαίσιο κίνησης μπορεί να χρησιμοποιήσει αρκετές χιλιάδες bytes μνήμης. Το Interactive Physics χρησιμοποιεί αυτόματα όλη τη διαθέσιμη μνήμη για την αποθήκευση μεγάλων προσομοιώσεων.

Απαιτήσεις μνήμης μιας εγγραφής

Αν η προσομοίωσή σας έχει ήδη χρησιμοποιήσει όλη τη διαθέσιμη μνήμη (δηλαδή, όταν το κασετόφωνο είναι γεμάτο), θα δείτε το

Σχήμα 8-8

Διάλογος μνήμης για την περίπτωση που το κασετόφωνο είναι πλήρες



ακόλουθο πλαίσιο διαλόγου (σχήμα 8-8):

Αν δεν υπάρχει ελεύθερη μνήμη, μπορείτε να συνεχίσετε την εκτέλεση της προσομοίωσής σας με αρκετούς τρόπους:

- Κλείστε άλλα έγγραφα Interactive Physics για να απελευθερώσετε περισσότερη μνήμη για το κασετόφωνο.
- Διαθέστε περισσότερη μνήμη στο Interactive Physics (συμβουλευτείτε την "Αύξηση διαθέσιμης μνήμης για το Interactive Physics" στη σελίδα A - 1).
- Αφήστε το κασετόφωνο να κάνει ανακύκλωση και συνεχίστε την εκτέλεση της προσομοίωσης.

- Αυξήστε το χρονικό βήμα της προσομοίωσης, που έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία κενού μεταξύ των πλαισίων. Μια αύξηση στο κενό μεταξύ των πλαισίων σας δίνει τη δυνατότητα να εγγράψετε την προσομοίωση για περισσότερο χρόνο στο κασετόφωνο. Όταν το κάνετε αυτό, η προσομοίωση ίσως πρέπει να εκτελείται με ακριβέστερο τρόπο. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο **Παράρτημα Α, "Τεχνικές πληροφορίες"**.

Εκτέλεση μιας προσομοίωσης πέρα από ότι μπορεί να εγγραφεί

Όταν δεν υπάρχει ελεύθερη μνήμη, για την εγγραφή μιας προσομοίωσης, μπορείτε είτε να διακόψετε την προσομοίωση ή να τη συνεχίσετε, διαγράφοντας τα αρχικά πλαίσια της εγγραφής.

Διαγραφή των υφιστάμενων πλαισίων

Για να καταλάβετε τι συμβαίνει όταν διαγραφούν τα αρχικά πλαίσια της εγγραφής, υποθέστε ότι η μνήμη του κασετοφώνου έχει χώρο για 100 πλαίσια. Αν θέλετε να συνεχίσετε την προσομοίωση, ακόμα κι αφού έχει γεμίσει το κασετόφωνο, θα σταματήσετε την προσομοίωση στο πλαίσιο 160. Μπορείτε να αναπαράγετε την προσομοίωση προς τα πίσω μέχρι το πλαίσιο 60, όχι όμως μέχρι την αρχή. Τα πλαίσια 1 μέχρι 60 έχουν αντικατασταθεί από τα 100 μέχρι 160.

Κάνοντας κλικ στην Επαναρύθμιση στη Γραμμή εργαλείων, επανερχόσαστε στο πλαίσιο μηδέν.

Διάσπαση σε πολλά αρχεία

Μπορείτε επίσης να συνεχίσετε να παρατηρείτε την προσομοίωση χωρίς να χάσετε τα αρχικά πλαίσια.

1. Αποθηκεύστε την τρέχουσα προσομοίωση σε ένα αρχείο.

Για οδηγίες, συμβουλευτείτε το "8.10. Αποθήκευση μιας προσομοίωσης".

2. Τοποθετήστε το εργαλείο ελέγχου του κασετοφώνου στο τελευταίο πλαίσιο.

Ο έλεγχος του κασετοφώνου είναι το θέμα του "8.3. Χρήση των εργαλείων ελέγχου του κασετοφώνου".

3. Επιλέξτε Έναρξη από εδώ από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Η εντολή διαγράφει το ιστορικό της υπάρχουσας προσομοίωσης και καθιστά το τελευταίο πλαίσιο πρώτο, διατηρώντας όλες τις διαμορφώσεις, όπως θέσεις και ταχύτητες του αντικειμένου.

4. Αποθηκεύστε το αρχείο με διαφορετικό όνομα.

Με τον τρόπο αυτό, δεν θα διαγραφεί κατά λάθος το ιστορικό που αποθηκεύσατε λίγο πριν.

5. Συνεχίστε την εκτέλεση της προσομοίωσης.

Έχετε ακόμα τα δεδομένα από τα αρχικά πλαίσια στο αρχείο που αποθηκεύσατε νωρίτερα.

Σημείωση για χρήστες Mac

Για να διευκολύνετε την εκτέλεση μιας προσομοίωσης με πολλά δεδομένα, μπορείτε να κλείσετε την εφαρμογή, να αυξήσετε το μέγεθος της εφαρμογής (βλέπε "Εκτέλεση προσομοιώσεων χωρίς επίβλεψη" στη σελίδα 8-44) και να εκκινήσετε πάλι την εφαρμογή. Με τον τρόπο αυτό, η εφαρμογή έχει στη διάθεσή της περισσότερη μνήμη. Ίσως είστε σε θέση να ανοίξετε το προηγούμενο αρχείο με το αποθηκευμένο ιστορικό και να συνεχίσετε την προσομοίωση.

Σημείωση για χρήστες Windows

Για να μεγιστοποιήσετε τη μνήμη που διαθέτει το Interactive Physics, βεβαιωθείτε ότι δεν εκτελούνται ταυτόχρονα άλλες εφαρμογές στο μηχάνημά σας. Αφού εγκαταλείψετε τις άλλες εφαρμογές, θα είστε σε θέση να συνεχίσετε την προσομοίωσή σας στο Interactive Physics.

Χρήση των ρυθμίσεων μιας υπάρχουσας προσομοίωσης αντί μιας άλλης νέας

- 1. Σύρετε το δείκτη πλαισίων στο σημείο εκκίνησης που θέλετε.**
- 2. Επιλέξτε Έναρξη από εδώ από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.**

Το τρέχον πλαίσιο γίνεται το μηδενικό και οι νέες οι αρχικές συνθήκες. Οι πρωτότυπες αρχικές συνθήκες χάνονται. Η προσομοίωση επαναυπολογίζεται από το νέο αρχικό σημείο.

Αποθηκεύστε την προσομοίωσή σας με ένα νέο όνομα πριν θέσετε τις νέες αρχικές συνθήκες, αν θέλετε να επαναχρησιμοποιήσετε τις παλιές αρχικές συνθήκες κάποια στιγμή στο μέλλον.

8.6. Εκτέλεση προγραμματισμών

Το Interactive Physics σας επιτρέπει να εκτελέσετε προγραμματισμούς. Οι προγραμματισμοί χρησιμεύουν ως ένα εξαιρετικά δυνατό εργαλείο για την επέκταση των δυνατοτήτων του Interactive Physics.

Για να εκτελέσετε ένα προγραμματισμό:

- 1. Επιλέξτε Εκτέλεση από τον κατάλογο επιλογών Προγραμματισμός.**

Εμφανίζεται ένας διάλογος αναζήτησης αρχείου.

- 2. Βρείτε το αρχείο εργαλείων ή το αρχείο που περιέχει τον προγραμματισμό που θέλετε.**
- 3. Κάντε κλικ στο OK.**

8.7. Περιβάλλοντα/Τρόποι προσομοίωσης

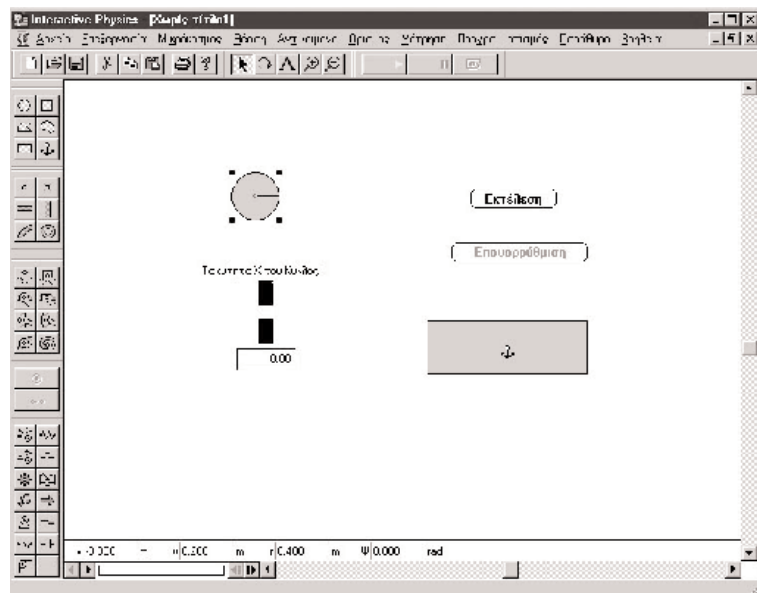
Οι προσομοιώσεις μπορούν να εκτελεστούν είτε σε περιβάλλον επεξεργασίας είτε σε εκτέλεσης.

Περιβάλλον επεξεργασίας

Το περιβάλλον επεξεργασίας είναι το προκαθορισμένο περιβάλλον του Interactive Physics. Στο περιβάλλον αυτό είναι διαθέσιμες όλες οι γραμμές εργαλείων και όλοι οι κατάλογοι επιλογών για την επεξεργασία και την εκτέλεση των προσομοιώσεων.

Σχήμα 8-9

Περιβάλλον Επεξεργασίας

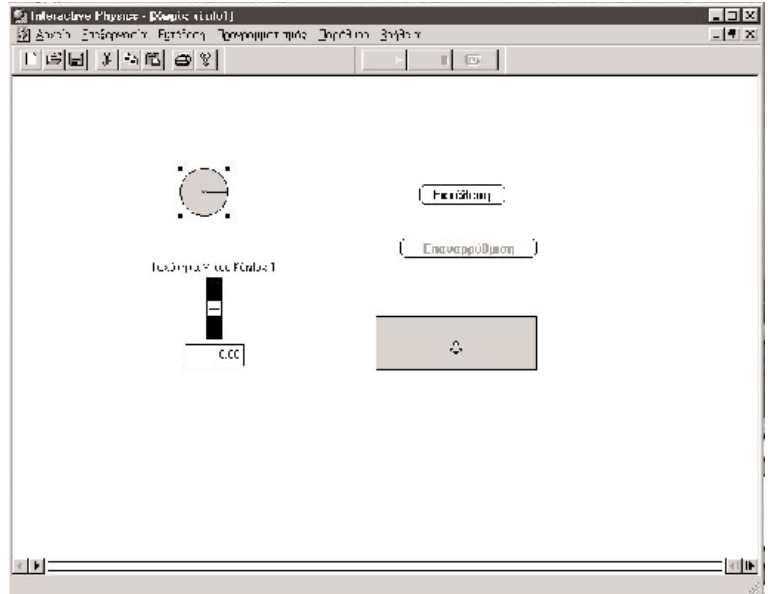


Περιβάλλον Εκτέλεσης

Στο περιβάλλον Εκτέλεσης οι γραμμές εργαλείων είναι κρυμμένες, για να υπάρχει περισσότερος χώρος για το έγγραφο στην οθόνη. Οι κατάλογοι επιλογών είναι επίσης μειωμένοι. Όλες οι εντολές που χρειάζεστε κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας προσομοίωσης εμφανίζονται σε αυτούς τους καταλόγους επιλογών.

Σχήμα 8-10

Περιβάλλον Εκτέλεσης



Για να εκτελέσετε μια προσομοίωση σε Περιβάλλον Εκτέλεσης:

- 1. Επιλέξτε Περιβάλλον Εκτέλεσης από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία.**

Παρατηρήστε ότι μετά από αυτό έχετε στη διάθεσή σας περιορισμένο αριθμό καταλόγων επιλογών και εντολών: Αρχείο, Επεξεργασία και Εκτέλεση.

- 2. Επιλέξτε Εκτέλεση από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.**

3. Επιλέξτε Επαναρρύθμιση από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

4. Επιλέξτε Κλείσιμο από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Κλείστε την προσομοίωση μόλις τη δείτε, ώστε να υπάρχει περισσότερος ελεύθερος χώρος για άλλες προσομοιώσεις.

5. Επιλέξτε Περιβάλλον επεξεργασίας από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία για να επιστρέψετε στο Περιβάλλον επεξεργασίας.

Οι προσομοιώσεις που έχουν αποθηκευτεί σε Περιβάλλον Εκτέλεσης είναι κατάλληλες για χρήστες που δεν πρόκειται να κάνουν καμία επεξεργασία της προσομοίωσης. Μπορείτε να δημιουργήσετε προσομοιώσεις σε Περιβάλλον εκτέλεσης, χρησιμοποιώντας το διάλογο Αποθήκευση ως (για περισσότερες πληροφορίες βλέπε Αποθήκευση ως προσομοίωση τύπου “Εκτελέσιμη μόνο” στη σελίδα 8-31).

8.8. Σύστημα αναφοράς

Ένα αντικείμενο παραμένει σταθερό στην οθόνη, όταν επιλεγεί ως αντικείμενο του συστήματος αναφοράς, ενώ άλλα αντικείμενα μετακινούνται γύρω από αυτό. Το Interactive Physics σας επιτρέπει να επιλέξετε οποιοδήποτε αντικείμενο ως τρέχον σύστημα αναφοράς. Το εξ ορισμού σύστημα αναφοράς είναι το φόντο ή ο μικρόκοσμος.

Για παράδειγμα, σε ένα μοντέλο του ηλιακού συστήματος, ο ήλιος συνήθως χρησιμοποιείται ως σύστημα αναφοράς και οι πλανήτες περιστρέφονται γύρω από αυτόν. Αν ως σύστημα αναφοράς επιλέξετε τη γη, το αποτέλεσμα θα είναι παρόμοιο με την επικρατούσα άποψη για το ηλιακό σύστημα πριν τον Κοπέρνικο. Η γη θα θεωρείται ένα στατικό αντικείμενο πάνω στο χώρο εργασίας, ενώ οι άλλοι πλανήτες και ο ήλιος θα περιστρέφονται γύρω από αυτήν.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Στο Interactive Physics, ο ορισμός ενός πλαισίου ως συστήματος αναφοράς παγώνει μια συγκεκριμένη άποψη, λειτουργεί ως άξονας αναφοράς κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης και δεν επηρεάζει τις τιμές των συντεταγμένων οποιουδήποτε αντικειμένου στο μοντέλο σας. Όλες οι αριθμητικές μετρήσεις στο Interactive Physics παραμένουν οι ίδιες, ανεξάρτητα από τα συστήματα αναφοράς που θα ορίσετε.

Χρήση των συστημάτων αναφοράς

Δύο είναι οι συνήθεις χρήσεις των συστημάτων αναφοράς. Κατά πρώτον, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα συστήματα αναφοράς για να μεταβείτε γρήγορα από τη μία όψη της προσομοίωσης σε άλλη. Το σύστημα αναφοράς περιλαμβάνει τις τρέχουσες ρυθμίσεις της κύλισης και της μεγέθυνσης/σμίκρυνσης. Μέσω των αντιστοιχιών των πλήκτρων μπορείτε να μεταβαίνετε γρήγορα από το ένα σύστημα αναφοράς στο άλλο. Σε κάθε νέο σύστημα αναφοράς αντιστοιχίζεται ένας αριθμός από 0-9 στο πληκτρολόγιο. Στον κατάλογο επιλογών Θέαση μπορείτε να δείτε τις αντιστοιχίες του πληκτρολογίου.

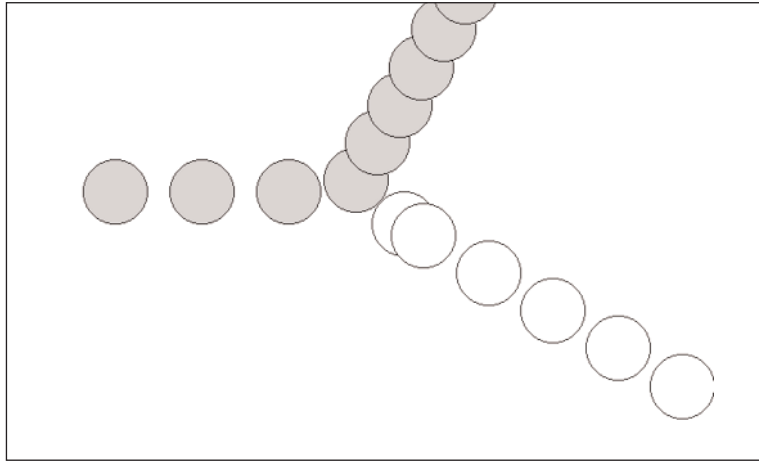
Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε τα συστήματα αναφοράς για να παρακολουθήσετε μια προσομοίωση με βάση οποιοδήποτε αντικείμενο. Μπορείτε να επικολλήσετε συστήματα αναφοράς σε σημεία, στο κέντρο μάζας του συστήματος και στα σώματα.

Όταν δημιουργείτε ένα νέο σύστημα αναφοράς από ένα αντικείμενο που περιστρέφεται, θα δείτε το μικρόκοσμο από την οπτική γωνία του αντικειμένου αυτού. Ο μικρόκοσμος θα περιστρέφεται γύρω από το συγκεκριμένο αντικείμενο.

Τα σχήματα 8-11 και 8-12 παρουσιάζουν την ίδια κρούση από δύο συστήματα αναφοράς: το Αρχικό (Home, το οποίο μπορείτε να επιλέξετε από τον κατάλογο επιλογών Χώρος εργασίας) και από το σύστημα αναφοράς του πιο σκούρου κύκλου. Η τριβή έχει απενεργοποιηθεί κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, ώστε η κρούση να είναι ελαστική και τα συστήματα αναφοράς δεν περιστρέφονται.

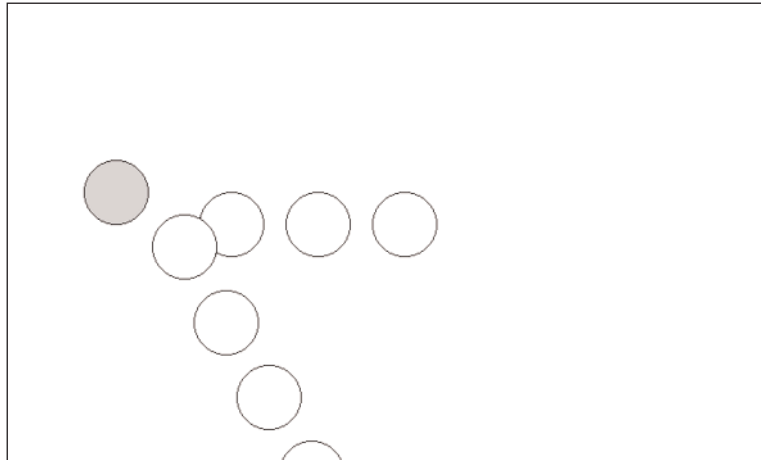
Σχήμα 8-11

Σύστημα αναφοράς: μια κρούση



Σχήμα 8-12

Η ίδια κρούση με βάση το σύστημα αναφοράς του σκοτεινού κύκλου



Για να δημιουργήσετε ένα νέο σύστημα αναφοράς:

1. Επιλέξτε ένα αντικείμενο (σώμα ή σημείο).

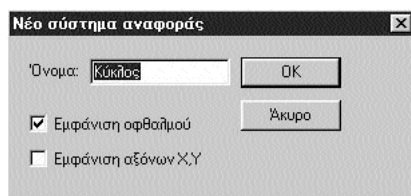
Αν δεν επιλέξετε ένα αντικείμενο, θα δημιουργήσετε ένα νέο σύστημα αναφοράς για το φόντο.

2. Επιλέξτε Νέο σύστημα αναφοράς από τον κατάλογο επιλογών Θέαση.

Εμφανίζεται ο διάλογος Νέο σύστημα αναφοράς, όπως φαίνεται στο σχήμα 8-13.

Σχήμα 8-13

Διάλογος Νέου συστήματος αναφοράς



3. Πληκτρολογήστε ένα όνομα για το Νέο σύστημα αναφοράς.

Μπορείτε να επιλέξετε επίσης να εμφανίσετε ένα οφθαλμό (εποπτικό εργαλείο) του συστήματος αναφοράς, τους άξονες x - και y - ή και τα δύο. Ο οφθαλμός και οι άξονες εμφανίζονται στο κέντρο της αρχής των αξόνων του πλαισίου αναφοράς.

4. Κάντε κλικ στο OK.

Το νέο σύστημα αναφοράς γίνεται το τρέχον σύστημα αναφοράς και προστίθεται στο κάτω μέρος του καταλόγου επιλογών Θέαση.

Για να επιλέξετε μεταξύ διαφόρων συστημάτων αναφοράς, ανοίξτε τον κατάλογο επιλογών Θέαση και από τα συστήματα που θα βρείτε στο κάτω μέρος, επιλέξτε το σύστημα αναφοράς που θέλετε να χρησιμοποιηθεί.

Μπορείτε να δημιουργήσετε ένα σύστημα αναφοράς χρησιμοποιώντας τη μαθηματική γλώσσα του Interactive Physics. Για παράδειγμα, μπορείτε να δημιουργήσετε ένα σύστημα αναφοράς που δεν θα περιστρέφεται με το σώμα. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη χρήση τύπων θα βρείτε στο **Κεφάλαιο 10 "Χρήση τύπων"** και στο **Παράρτημα Β "Μαθηματική γλώσσα"**.

Διαγραφή συστήματος αναφοράς

Η διαγραφή ενός συστήματος αναφοράς γίνεται απευθείας από τον κατάλογο επιλογών Θέαση.

1. Επιλέξτε Διαγραφή συστήματος αναφοράς από τον κατάλογο επιλογών Θέαση.

Αυτός είναι ένας ιεραρχικός κατάλογος επιλογών. Τα ονόματα όλων

των συστημάτων αναφοράς εμφανίζονται στα δεξιά.

2. Επιλέξτε το όνομα του συστήματος αναφοράς που θέλετε να διαγράψετε.

3. Κάντε κλικ στο OK.

Το σύστημα αναφοράς διαγράφεται.

Θέαση μιας προσομοίωσης από το σύστημα αναφοράς του κέντρου μάζας

Για να απεικονίσετε μια προσομοίωση από το σύστημα αναφοράς του κέντρου μάζας όλων των αντικειμένων:

1. Επιλέξτε Κέντρο μάζας συστήματος από τον κατάλογο επιλογών Θέαση, για να δημιουργήσετε ένα σημείο κέντρου μάζας του συστήματος.

2. Επιλέξτε το σημείο κέντρου μάζας του συστήματος.

3. Επιλέξτε Νέο σύστημα αναφοράς από τον κατάλογο επιλογών Θέαση.

4. Πληκτρολογήστε ένα όνομα για το νέο σύστημα αναφοράς.

5. Κάντε κλικ στο OK.

Όταν εκτελείτε την προσομοίωση, θα τη δείτε από το σύστημα αναφοράς του κέντρου μάζας του συστήματος.

8.9. Εμφάνιση ίχνους

Η Εμφάνιση ίχνους αφήνει ένα ίχνος (εικόνα) των κινούμενων αντικειμένων - ισχύει μόνο για σώματα και συνδέσμους - σε προσαρμοζόμενα χρονικά διαστήματα. Μπορείτε να εμφανίσετε ίχνη μεμονωμένων αντικειμένων ή όλων των αντικειμένων. Τα αντικείμενα αφήνουν ορατά ίχνη του περιγράμματός τους, του κέντρου μάζας ή των διανυσμάτων, ώστε να μπορείτε να παρακολουθήσετε τη φυσική δράση καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης.

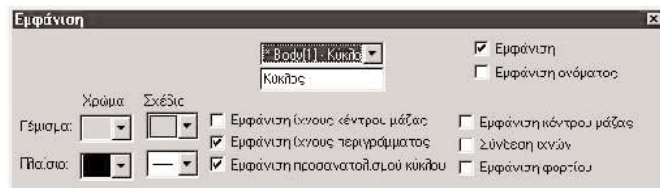
Για να ενεργοποιήσετε την Εμφάνιση ίχνους:

- 1. Δημιουργήστε ή ανοίξτε μια προσομοίωση.**
- 2. Επιλέξτε Εμφάνιση ίχνους από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.**
- 3. Επιλέξτε πόσο συχνά θέλετε να γίνεται η εμφάνιση ίχνους από τον αντίστοιχο υποκατάλογο επιλογών.**

Τα αντικείμενα θα αφήσουν ίχνη την επόμενη φορά που θα εκτελέσετε μια προσομοίωση.

Σχήμα 8-14

Επιλογές εμφάνισης ίχνους στο παράθυρο Εμφάνιση



Για να ελέγξετε ποια μεμονωμένα στοιχεία κάθε αντικειμένου αφήνουν ίχνη:

- 1. Επιλέξτε το αντικείμενο, του οποίου τη μεμονωμένη συμπεριφορά εμφάνισης ίχνους θέλετε να ορίσετε.**
- 2. Επιλέξτε Εμφάνιση από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.**

Εμφανίζεται το παράθυρο Εμφάνιση.

- 3. Κάντε κλικ στις επιλογές εμφάνισης ίχνους που θέλετε.**

Μπορείτε να επιλέξετε να εμφανίσετε το ίχνος του περιγράμματος ή και το σημείο του κέντρου μάζας. Μπορείτε επίσης να συνδέσετε το σημείο του κέντρου μάζας με μια γραμμή επιλέγοντας Σύνδεση ιχνών.

Εμφάνιση ίχνους μόνο για επιλεγμένα αντικείμενα

Εφόσον τα σώματα έχουν εξ ορισμού επιλεγμένο το πλαίσιο ελέγχου "Ιχνος περιγράμματος" (στο παράθυρο Εμφάνιση), η ενεργοποίηση της εμφάνισης ίχνους θα εμφανίσει τα ίχνη για όλα

τα σώματα. Αν θέλετε να εμφανίσετε τα ίχνη ενός ή περισσότερων αντικειμένων, μετά την ενεργοποίηση της εμφάνισης ίχνους, επιλέξτε όλους τους συνδέσμους και τα σώματα και αποεπιλέξτε όλες τις επιλογές εμφάνισης ίχνους στο παράθυρο Εμφάνιση. Στη συνέχεια, επιλέξτε μόνο τα σώματα και τους συνδέσμους που θέλετε να εμφανίσετε ίχνη τους και ελέγξτε τις επιλογές εμφάνισης ίχνους που θέλετε να ενεργοποιηθούν για αυτά τα αντικείμενα.

Εκτέλεση προσομοιώσεων με πολλαπλά ίχνη

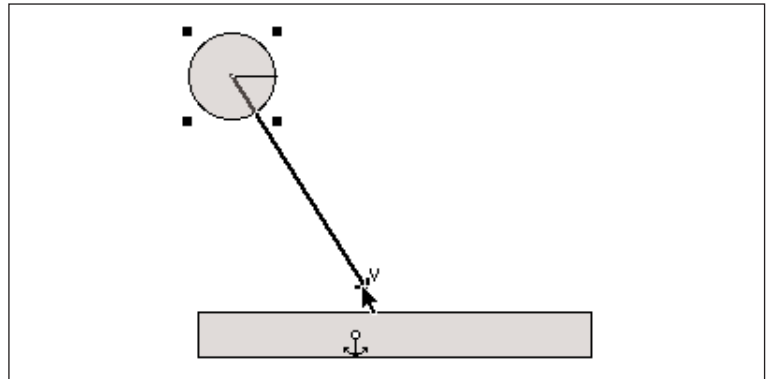
Η προκαθορισμένη συμπεριφορά για το Interactive Physics είναι να διαγράφει τα ίχνη, όποτε τροποποιείται κάτι που μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα της προσομοίωσης (π.χ. η αλλαγή μιας ιδιότητας αντικειμένου ή μιας ρύθμισης του μικρόκοσμου).

Η απενεργοποίηση του στοιχείου **Αυτόματη Εξάλειψη Ίχνους** στον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος** θα θέσει σε λειτουργία την αυτόματη εξάλειψη ίχνους και θα επιτρέψει προσομοιώσεις με πολλαπλά επικαλυπτόμενα ίχνη.

Η επιλογή **Εξάλειψη ίχνους** από τον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος** διαγράφει όλα τα ίχνη και ανανεώνει όλους τους μετρητές και τα άλλα αντικείμενα στο επίπεδο της διεπαφής (βλέπε παρακάτω για περισσότερες λεπτομέρειες).

Ως παράδειγμα μιας προσομοίωσης πολλαπλού ίχνους, ας δούμε την επίδραση της ελαστικότητας σε μια απλή κρούση. Για να δημιουργήσετε το μοντέλο κρούσης:

- 1. Δημιουργήστε έναν κύκλο.**
- 2. Επιλέξτε Προτιμήσεις από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.**
Εμφανίζεται ο διάλογος Προτιμήσεις.
- 3. Κάντε κλικ στο "Δυνατότητα συρσίματος διανύσματος ταχύτητας".**
- 4. Δώστε στον κύκλο μια αρχική ταχύτητα με φορά προς τα κάτω, επιλέγοντάς τον και σύροντας το διάνυσμα**

Σχήμα 8-15*Μοντέλο απλής κρούσης*

ταχύτητας από το κέντρο του αντικειμένου.

- 5. Δημιουργείστε ένα πίνακα σχεδιάζοντας ένα ορθογώνιο και σταθεροποιώντας το στη θέση του με μια άγκυρα.**

Το μοντέλο πρέπει να μοιάζει με αυτό του σχήματος 8-15.

- 6. Ορίστε την ελαστικότητα του πίνακα σε 1.**

*Μπορείτε να ορίσετε την ελαστικότητα, ανοίγοντας το παράθυρο Ιδιότητες για τον πίνακα. Επιλέξτε τον πίνακα και στη συνέχεια επιλέξτε **Ιδιότητες** από τον κατάλογο επιλογών **Παράθυρο**.*

- 7. Ελέγξτε την ελαστικότητα της μπάλας μέσω ενός μεταβολέα.**

*Επιλέξτε το αντικείμενο κύκλος που αντιπροσωπεύει τη μπάλα και στη συνέχεια επιλέξτε **Ελαστικότητα** (από τον υποκατάλογο επιλογών **Νέο εργαλείο ελέγχου**, στον κατάλογο επιλογών **Ορισμός**).*

- 8. Ενεργοποιήστε την εμφάνιση ίχνους κάθε 4 πλαίσια και εκτελέστε μια προσομοίωση με την ελαστικότητα της μπάλας στο 1.0.**

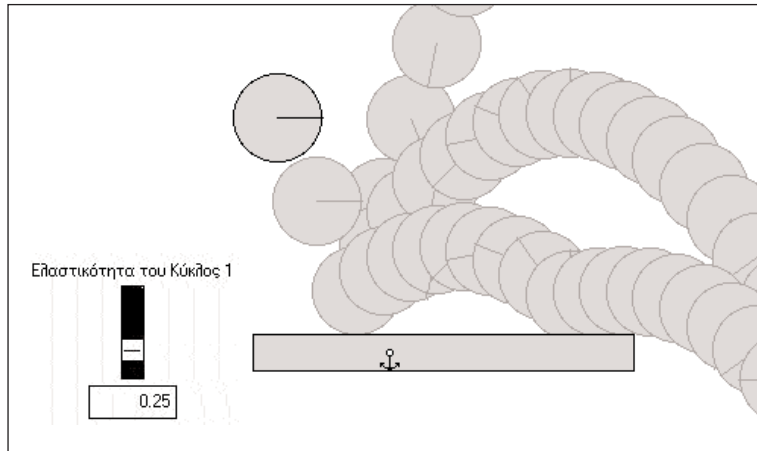
*Μπορείτε να ενεργοποιήσετε την εμφάνιση ίχνους, επιλέγοντας **Εμφάνιση ίχνους** από τον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος**.*

- 9. Απενεργοποιήστε την Αυτόματη Εξάλειψη Ίχνους και εκτελέστε πολλαπλές προσομοιώσεις, μειώνοντας την ελαστικότητα της κρούσης κάθε φορά.**

*Μπορείτε να απενεργοποιήσετε το χαρακτηριστικό **Αυτόματη Εξάλειψη Ίχνους**, από τον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος**. Η*

Σχήμα 8-16

Εκτέλεση πολλαπλών
προσομοιώσεων με
απενεργοποιημένη την
Αυτόματη Εξάλειψη Ίχνους



προσομοίωση θα πρέπει να μοιάζει με την εικόνα του σχήματος 8-16.

Για να γίνει πιο αποτελεσματική η χρήση πολλαπλών ιχνών, θα πρέπει να κατανοήσετε την οργάνωση των βασικών επιπέδων σχεδίασης (στρώματα) στο Interactive Physics. Το επίπεδο όπου σχεδιάζονται τα ίχνη ονομάζεται *επίπεδο διεπαφής* ή *πίσω επίπεδο* (βλέπε **"6.1. Φυσικά αντικείμενα και αντικείμενα διεπαφής"** για περισσότερες λεπτομέρειες). Στο ίδιο επίπεδο σχεδιάζονται επίσης οι μετρητές, τα εργαλεία ελέγχου (μεταβολείς, πλαίσια κειμένου, κουμπιά) και οι εικόνες που είναι συνημμένες στο φόντο.

Όταν απενεργοποιηθεί η Αυτόματη Εξάλειψη Ίχνους, το Interactive Physics δεν θα διαγράφει τα ίχνη όταν έχουμε:

- αλλαγή της γεωμετρίας, της θέσης και των ιδιοτήτων (όπως η αρχική ταχύτητα, η ελαστικότητα, η μάζα) ενός σώματος ή ενός συνδέσμου,
- προσθήκη ή αφαίρεση ενός σώματος ή ενός συνδέσμου,
- αλλαγή του χρώματος ή και του σχεδίου ενός σώματος και
- αλλαγή των ρυθμίσεων ενός εργαλείου ελέγχου ή μετρητή χωρίς αλλαγή του μεγέθους και της θέσης ενός παραθύρου - για παράδειγμα τη μετατόπιση μιας γραμμής ελέγχου.

Ενέργειες που διαγράφουν ίχνη

Ορισμένες ενέργειες απαιτούν επανασχεδίαση του επιπέδου διεπαφής και θα διαγράφουν τα ίχνη, *ακόμα κι όταν είναι απενεργοποιημένη η Αυτόματη Εξάλειψη Ίχνους*. Τέτοιες ενέργειες συμπεριλαμβάνουν μεν, αλλά δεν περιορίζονται στην

- αλλαγή της θέσης ενός εργαλείου ελέγχου,
- δημιουργία ενός νέου μετρητή,
- αλλαγή της κλίμακας των μετρητών με το χέρι (η αυτόματη επιλογή κλίμακας απενεργοποιείται, όταν απενεργοποιηθεί και η Αυτόματη Εξάλειψη Ίχνους) και,
- μεγέθυνση/σμίκρυνση του παραθύρου.

Η συνιστώμενη χρήση των πολλαπλών ιχνών έχει ως εξής:

- 1. Δημιουργήστε το μοντέλο της προσομοίωσης που θέλετε.**
- 2. Ενεργοποιήστε την Αυτόματη Εξάλειψη και εκτελέστε το μοντέλο λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους, με τις οποίες θέλετε να πειραματιστείτε.**

Με την ενέργειά σας αυτή, οι μετρητές αυτομάτως παίρνουν το κατάλληλο μέγεθος, ώστε να ανταποκρίνονται στις μετρήσεις.

- 3. Απενεργοποιήστε την Αυτόματη Εξάλειψη και στη συνέχεια εκτελέστε πολλά πειράματα, παραλλάσσοντας τις παραμέτρους των αντικειμένων στο μοντέλο.**

Μπορείτε, στο σημείο αυτό, να εξετάσετε τα γραφικά αποτελέσματα των πολλαπλών προσομοιώσεων.

8.10. Αποθήκευση μιας προσομοίωσης

Όταν αποθηκεύετε ένα αρχείο προσομοίωσης, το Interactive Physics αυτομάτως αποθηκεύει κάθε ιστορικό που σχετίζεται με την προσομοίωση. Η αποθηκευμένη προσομοίωση εκτελείται ταχύτερα, γιατί δεν απαιτούνται υπολογισμοί.

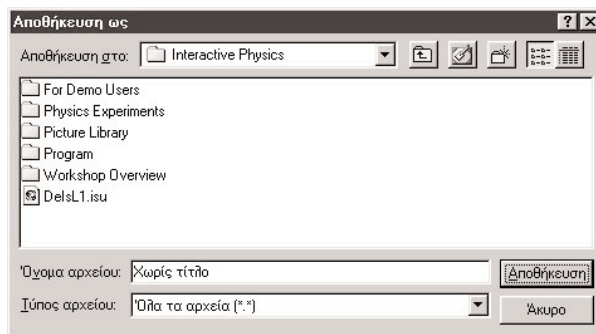
Για να αποθηκεύσετε την προσομοίωσή σας και το ιστορικό της κασέτας:

1. Επιλέξτε την προσομοίωσή σας από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Εμφανίζεται ο διάλογος Αποθήκευση ως, όπως φαίνεται στο σχήμα 8-17, εφόσον αυτή είναι η πρώτη φορά που αποθηκεύετε την προσομοίωση. Αν έχετε ήδη αποθηκεύσει μία φορά την προσομοίωσή σας, μπορείτε στη συνέχεια να αποθηκεύετε πιο απλά και χωρίς

Σχήμα 8-17

Διάλογος Αποθήκευση ως



Windows

διακοπές τη δουλειά σας.

2. Επιλέξτε το φάκελο στον οποίο θα αποθηκεύσετε το αρχείο.

3. Πληκτρολογήστε το όνομα αρχείου και κάντε κλικ στην Αποθήκευση.

Το μοντέλο της προσομοίωσής σας, η αρχική συνθήκη και το χρονικό ιστορικό αποθηκεύονται στο δίσκο. Όταν ανοίξετε αυτήν την προσομοίωση, η μνήμη του κασετοφώνου θα γεμίσει με το χρονικό ιστορικό που έχετε ήδη αποθηκεύσει και η προσομοίωση θα εκτελεστεί με ταχύτερο ρυθμό την πρώτη φορά που θα γίνει αυτό.

Συμβατότητα με προηγούμενες εκδόσεις του Interactive Physics

Interactive Physics 2.5

Το Interactive Physics 5.0 μπορεί μεν να διαβάσει αρχεία προσομοίωσης που δημιουργήθηκαν με την έκδοση 2.5, αλλά το

αντίστροφο δεν συμβαίνει. Για να διατηρηθεί η συμβατότητα με την έκδοση 2.5, το Interactive Physics 5.0 σας δίνει τη δυνατότητα να αποθηκεύσετε αρχεία με τη μορφή προηγούμενης έκδοσης. Το χαρακτηριστικό αυτό σας επιτρέπει να δημιουργήσετε προσομοιώσεις με τη νέα έκδοση, οι οποίες όμως, θα εκτελούνται και με την παλαιότερη.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα νέα χαρακτηριστικά (όπως τα καμπύλα σώματα) που δεν υπήρχαν στην έκδοση 2.5 θα αγνοηθούν από την προσομοίωση κατά την αποθήκευση. Επιπλέον, δεν θα αποθηκευτεί το ιστορικό στην κασέτα. Θα πρέπει να εκτελέσετε την προσομοίωση στην έκδοση 2.5 για να δημιουργήσετε ένα νέο ιστορικό.

Για να αποθηκεύσετε ένα αρχείο σε μορφή Interactive Physics 2.5:

1. Επιλέξτε Αποθήκευση ως IP2.5... από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Εμφανίζεται ο διάλογος Αποθήκευση ως.

2. Επιλέξτε το φάκελο στον οποίο θα αποθηκεύσετε.

3. Πληκτρολογήστε το όνομα αρχείου και κάντε κλικ στην Αποθήκευση.

Το Interactive Physics 5.0 δεν μπορεί να διαβάσει ιστορικά αρχείων που δημιουργήθηκαν με την έκδοση Interactive Physics II ή άλλες παλαιότερες. Αν ανοίξετε ένα τέτοιο αρχείο με την έκδοση 5.0, το χρονικό ιστορικό θα αγνοηθεί.

Αποθήκευση ως προσομοίωση τύπου "Εκτελέσιμη μόνο "

Το Interactive Physics σας επιτρέπει επίσης να αποθηκεύσετε προσομοιώσεις με τη μορφή "Εκτελέσιμη μόνο". Στις προσομοιώσεις αυτής της μορφής, ο χρήστης δεν μπορεί να αλλάξει ορισμένες παραμέτρους της προσομοίωσης και αυτές εκτελούνται μόνο σε περιβάλλον Εκτέλεσης (περισσότερες

Παλαιότερες εκδόσεις

πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον Εκτέλεσης θα βρείτε στο **"8.7. Περιβάλλοντα προσομοίωσης"**).

Οι καθηγητές μπορούν να διανείμουν τις προσομοιώσεις τύπου Εκτελέσιμη μόνο στους μαθητές τους και εκείνοι θα επικεντρώσουν την προσοχή τους σε συγκεκριμένα προβλήματα, μη έχοντας τη δυνατότητα να αλλάξουν αυθαίρετα την προσομοίωση.

Για να αποθηκεύσετε ένα αρχείο ως προσομοίωση τύπου Εκτελέσιμη μόνο :

1. Επιλέξτε Αποθήκευση ως... από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Εμφανίζεται ο διάλογος Αποθήκευση ως.

2. Στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών Τύπος αρχείου, επιλέξτε Εκτελέσιμη μόνο.

3. Επιλέξτε το αρχείο, στο οποίο θα αποθηκεύσετε.

4. Πληκτρολογήστε το όνομα του αρχείου και κάντε κλικ στην Αποθήκευση.

8.11. Εκτύπωση μιας προσομοίωσης

Μπορείτε να εκτυπώσετε ένα πλαίσιο της προσομοίωσής σας σε οποιονδήποτε εκτυπωτή που υποστηρίζεται από σύστημα MacOS ή Windows, χρησιμοποιώντας την εντολή Εκτύπωση.

Όλα τα αντικείμενα εντός του παραθύρου της προσομοίωσης θα εκτυπωθούν. Επιλέξτε το κατάλληλο παράθυρο μεγέθυνσης/σμίκρυνσης για να μεγθύνετε ή να σμικρύνετε την εκτύπωσή σας.

Εκτύπωση σε MacOS

Επιλογή μεγέθους σελίδας και προσανατολισμού

Προτού επιλέξετε Εκτύπωση, μπορείτε να καθορίσετε τις επιλογές εκτύπωσης, όπως το μέγεθος του χαρτιού και τον προσανατολισμό των αντικειμένων πάνω στις εκτυπώσεις σας.

Για να ορίσετε τις επιλογές εκτύπωσης:

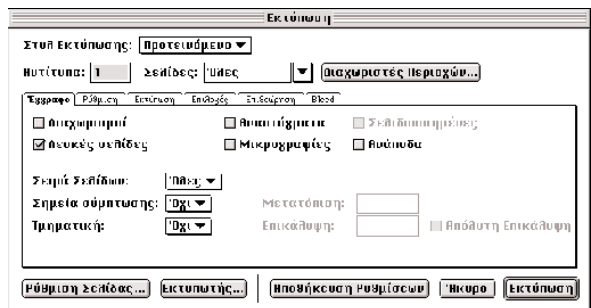
1. Δημιουργείτε ή ανοίξετε μια προσομοίωση.

2. Επιλέτε Διαμόρφωση σελίδας από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Εμφανίζεται ο διάλογος Διαμόρφωση σελίδας για τον εκτυπωτή σας. Αν χρησιμοποιείτε εκτυπωτή LaserWriter, θα δείτε το

Σχήμα 8-18

Διάλογος Διαμόρφωση
σελίδας για εκτυπωτές
LaserWriter



διάλογο που φαίνεται στο σχήμα 8-18.

Οι πληροφορίες που βλέπετε στο διάλογο Διαμόρφωση σελίδας ποικίλουν ανάλογα με το σύστημα και τον εκτυπωτή που χρησιμοποιείτε. Η εντολή Διαμόρφωση σελίδας και οι ρυθμίσεις που βλέπετε εδώ περιγράφουν τη διαμόρφωση σελίδας για εκτύπωση σε Apple LaserWriter. Αν χρησιμοποιείτε διαφορετικό είδος εκτυπωτή, οι ρυθμίσεις και οι επιλογές που βλέπετε σε αυτόν τον διάλογο μπορεί να διαφέρουν. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο MacOS για την επιλογή συγκεκριμένων ρυθμίσεων.

Εκτύπωση

Μετά την τοποθέτηση της προσομοίωσής σας εντός του παραθύρου στην τοποθεσία και με τη μεγέθυνση/σμίκρυνση που έχετε επιλέξει, είστε έτοιμοι να εκτυπώσετε.

Για να εκτυπώσετε μια προσομοίωση:

1. Ανοίξτε την προσομοίωση.

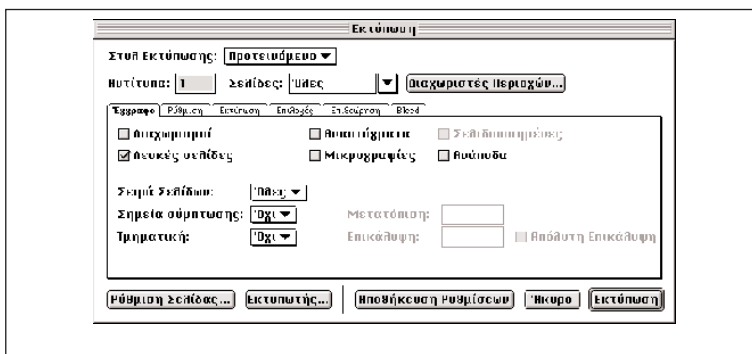
2. Επιλέξτε Εκτύπωση από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Εμφανίζεται ο διάλογος Εκτύπωση για τον εκτυπωτή σας. Αν χρησιμοποιείτε εκτυπωτή LaserWriter, θα δείτε το διάλογο που εμφανίζεται στο σχήμα 8-19.

Αν χρησιμοποιείτε διαφορετικό είδος εκτυπωτή, οι ρυθμίσεις και οι επιλογές που βλέπετε στο διάλογο θα διαφέρουν. Συμβουλευτείτε το

Σχήμα 8-19

Διάλογος εκτύπωσης MacOS



εγχειρίδιο MacOS.

3. Κάντε κλικ στο OK.

Εκτύπωση σε Windows

Μετά την τοποθέτηση της προσομοίωσής σας εντός του παραθύρου στη θέση και με τη μεγέθυνση/σμίκρυνση που έχετε επιλέξει, είστε έτοιμοι να εκτυπώσετε.

Για να εκτυπώσετε μια προσομοίωση:

1. Δημιουργήστε ή ανοίξτε μια προσομοίωση.

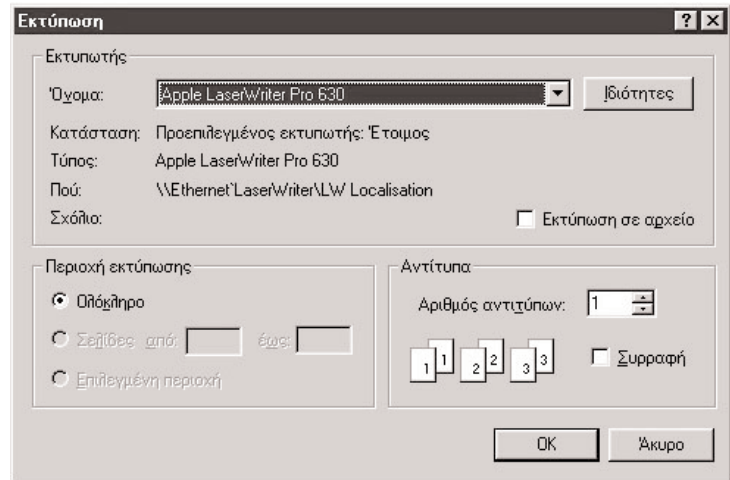
2. Επιλέξτε Εκτύπωση από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Εμφανίζεται ο διάλογος Εκτύπωση για τον εκτυπωτή σας. Θα εμφανιστούν οι ρυθμίσεις του προεπιλεγμένου εκτυπωτή και σας δίνεται η δυνατότητα να επιλέξετε άλλον εκτυπωτή, την περιοχή

σελίδων, τον αριθμό αντιτύπων που θέλετε να εκτυπώσετε, αν θέλετε να κατευθύνετε το εξαγόμενο σε ένα αρχείο, αντί για τον εκτυπωτή κι

Σχήμα 8-20

Διάλογος εκτύπωσης σε Windows



αν θέλετε να είναι ενεργοποιημένη η συρραφή των αντιγράφων.

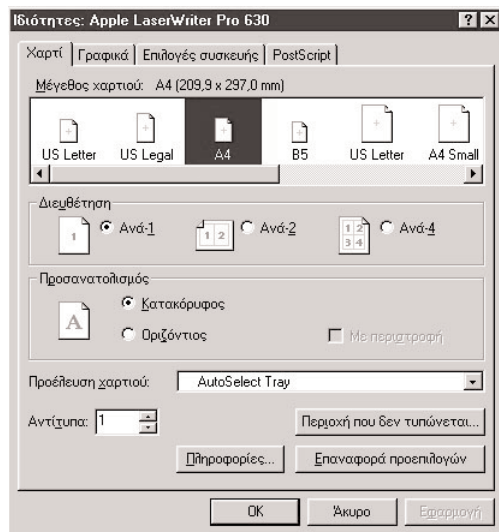
3. Επιλέξτε άλλες πιθανές επιλογές Εκτύπωσης, κάνοντας κλικ στο κουμπί Ιδιότητες.

Από το διάλογο Ιδιότητες, μπορείτε να επιλέξετε τη διαχείριση χαρτιού, την εκτύπωση γραφικών, την εκτύπωση PostScript (αν είναι διαθέσιμη) και άλλες επιλογές που αφορούν τον εκτυπωτή, κάνοντας κλικ στον κατάλληλο φάκελο στο επάνω μέρος.

4. Κάντε κλικ στο OK.

Σχήμα 8-21

Διάλογος Ιδιότητες εκτύπωσης
σε Windows



8.12. Εκτύπωση πλαισίου με εμφανή ίχνη

Μπορείτε να εκτυπώσετε την πρόοδο της κίνησης της προσομοίωσής σας, εκτυπώνοντας με το χαρακτηριστικό Εμφάνιση ίχνους ενεργοποιημένο.

1. Δημιουργείτε ή ανοίξετε μια προσομοίωση.
2. Εκτελέστε την προσομοίωση με το χαρακτηριστικό Εμφάνιση ίχνους ενεργοποιημένο.
3. Διακόψτε την προσομοίωση.
4. Επιλέξτε Εκτύπωση από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Θα εκτυπωθούν τα πλαίσια με τα ίχνη της προσομοίωσής σας.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αν έχετε συγκεντρώσει ίχνη από πολλές εκτελέσεις προσομοιώσεων, το Interactive Physics θα εκτυπώσει μόνο τα ίχνη που προέρχονται από την τελευταία σας προσομοίωση.

8.13. Μια γρήγορη ματιά στις εσωτερικές λειτουργίες

Αυτό το μέρος παρέχει μια γρήγορη περιγραφή της προσέγγισης του Interactive Physics στην προσομοίωση. Το τμήμα "Χρήσιμες συμβουλές για την προσομοίωση" στη σελίδα 8-41 σας δίνει μερικές ιδέες για να κάνετε τις προσομοιώσεις σας αποτελεσματικές, γρήγορες και ακριβείς.

Οι αναγνώστες που ενδιαφέρονται για περισσότερες πληροφορίες μπορούν να συμβουλευτούν το **Παράρτημα Α "Τεχνικές πληροφορίες"**.

Χρονικό βήμα

Στο Interactive Physics κάθε πλαίσιο της προσομοίωσης αντανακλά μια δεδομένη χρονική στιγμή. Αν υπολογίζεται ένα νέο πλαίσιο κάθε εκατοστό του δευτερολέπτου, το πρώτο πλαίσιο αντιστοιχεί στην προσομοίωση σε χρόνο $t=0s$, το δεύτερο πλαίσιο σε $t=0,01s$, το τρίτο πλαίσιο σε $t=0,02s$ κ.ο.κ.

Το χρονικό αυτό διάστημα μεταξύ των πλαισίων αποκαλείται "χρονικό βήμα" ή Δt . Η ακρίβεια κάθε προσομοίωσης επηρεάζεται από το Δt , σε διαφορετικό βαθμό η κάθε μία.

Γενικά, όσο μικρότερο είναι το Δt , τόσο πιο αργή και ακριβής θα είναι η εκτέλεση της προσομοίωσης. Αντιστρόφως, όσο μεγαλύτερο είναι το Δt , τόσο πιο γρήγορη και λιγότερο ακριβής θα είναι η εκτέλεση της προσομοίωσης.

Διαφορετικές προσομοιώσεις απαιτούν διαφορετικά χρονικά βήματα. Μια προσομοίωση με μια μπάλα του μπέιζμπολ φέρει καλά αποτελέσματα, όταν το χρονικό βήμα είναι περίπου 0,01 δευτερόλεπτα. Αυτό το χρονικό βήμα δεν θα ήταν, όμως, κατάλληλο για μια προσομοίωση του ηλιακού συστήματος. Με ένα ρυθμό 0,01 δευτερόλεπτα ανά πλαίσιο, θα απαιτούσε πολύ χρόνο για να γίνει αντιληπτή η οποιαδήποτε κίνηση της γης γύρω από τον ήλιο.

Το Interactive Physics επιλέγει αυτομάτως το χρονικό βήμα κάθε προσομοίωσης με βάση το μέγεθος και τη μάζα των αντικειμένων. Αν το κρίνετε απαραίτητο, μπορείτε να παρακάμψετε το αυτόματο χρονικό βήμα και να εισαγάγετε τη δική σας τιμή.

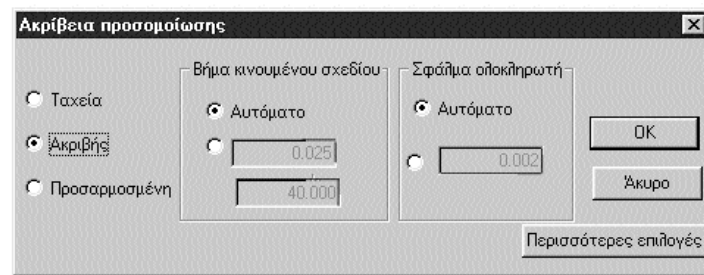
Για να αλλάξετε την τιμή του Δt :

1. Επιλέξτε Ακρίβεια από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται το παρακάτω πλαίσιο διαλόγου (σχήμα 8-22):

Σχήμα 8-22

Διάλογος ακρίβειας προσομοίωσης



2. Εισάγετε τη δική σας τιμή για το χρονικό βήμα.

Το κουμπί ραδιοφώνου δίπλα στο Αυτόματο δεν είναι πια επιλεγμένο.

Για να χρησιμοποιήσετε το αυτόματο χρονικό βήμα, κάντε κλικ στο κουμπί του ραδιοφώνου, δίπλα στο Αυτόματο. Η τιμή του βήματος που επιλέγεται από το Interactive Physics εμφανίζεται σε αυτό το διάλογο.

3. Κάντε κλικ στο OK.

Ακρίβεια προσομοίωσης

Το Interactive Physics σας παρέχει πλήρη έλεγχο των αριθμητικών αλγορίθμων, που χρησιμοποιούνται στη δημιουργία προσομοιώσεων. Για μεγαλύτερη άνεση, αυτές οι επιλογές συμπυκνώθηκαν σε δύο γενικότερα περιβάλλοντα ακρίβειας:

- *Ταχεία*

Τα αντικείμενα μπορεί να επικαλυφθούν. Σχετικά σταθερός χρόνος υπολογισμού ανά πλαίσιο. Οι ανελαστικές κρούσεις μπορεί να εμφανίσουν αναπήδηση ή κίνηση προς τα πίσω. Δίδονται οι ελάχιστες προειδοποιήσεις για υψηλές ταχύτητες και επιταχύνσεις.

- *Ακριβής*

Εμποδίζει τα αντικείμενα από πιθανή επικάλυψη. Οι ανελαστικές κρούσεις εμφανίζονται σωστά. Η τριβή υπολογίζεται ακριβώς.

Μπορείτε, επίσης, να δημιουργήσετε προσαρμοζόμενα περιβάλλοντα ακριβείας, επιλέγοντας άλλους συνδυασμούς παραμέτρων. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το εργαλείο ελέγχου των παραμέτρων της προσομοίωσης, θα βρείτε στο **Παράρτημα Α, "Τεχνικές πληροφορίες"**.

Για να επιλέξετε περιβάλλον ακριβείας:

1. Επαναρρυθμίστε την προσομοίωση.

2. Επιλέξτε Ακρίβεια από τον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται ο διάλογος Ακρίβεια προσομοίωσης (σχήμα 8-22).

3. Κάντε κλικ στο περιβάλλον ακριβείας που έχετε επιλέξει.

Προειδοποιήσεις και αντίμετρα

Το Interactive Physics διακόπτει προσωρινά μια προσομοίωση και παρέχει προειδοποιήσεις, όταν η διαμόρφωση ενός δεδομένου μοντέλου έχει στοιχεία που μπορεί να καταστήσουν ανέφικτη την υλοποίησή του ή μπορεί να οδηγήσουν σε ασταθεία. Μπορείτε να παρακάμψετε αυτές τις προειδοποιήσεις κατά την εκτέλεση ή να τις απενεργοποιήσετε εξ αρχής από το διάλογο Ακρίβεια προσομοίωσης (στον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος**). Μπορεί να θελήσετε να τροποποιήσετε τις προσομοιώσεις σας, ώστε αυτές να γίνουν πιο ακριβείς και αποτελεσματικές.

Ανακριβής ολοκλήρωση

Η προειδοποίηση για ανακριβή ολοκλήρωση αποτελεί ένδειξη ότι τα σώματα έχουν μια ταχύτητα ή μια επιτάχυνση αρκετά μεγάλη, ώστε να παραβιάζεται η δεδομένη ανοχή σφάλματος που καθορίζει η προσομοίωση (για περισσότερες πληροφορίες βλέπε **"A.5. Περιορισμός σφαλμάτων" από το Interactive Physics**).

Αυτή η προειδοποίηση μπορεί να αγνοηθεί κατά την εκτέλεση, αλλά το υπόλοιπο της προσομοίωσης μπορεί να είναι σε κάποιο βαθμό ανακριβές ή και ασταθές.

Αρχική επικάλυψη σώματος

Η προειδοποίηση για Αρχική επικάλυψη σώματος εμφανίζεται, όταν ισχύουν οι παρακάτω συνθήκες:

- δύο σώματα επικαλύπτονται στην αρχή της προσομοίωσης
- δεν συνδέονται άμεσα με σύνδεσμο ή γρανάζια και
- δεν τους έχει δοθεί εντολή **Αποφυγή σύγκρουσης**.

Στις περιπτώσεις αυτές, το Interactive Physics θεωρεί ότι τα δύο σώματα συγκρούονται και προσπαθεί να παράγει δύναμη ικανή να τα διαχωρίσει (βλέπε **"A.6. Διάλογος Ακρίβεια προσομοίωσης και παράμετροι προσομοίωσης"**), με πιθανώς μη αναμενόμενα αποτελέσματα.

Δύο αντικείμενα που επικαλύπτονται κατά την έναρξη της προσομοίωσης πρέπει να έχουν λάβει την εντολή **Αποφυγή σύγκρουσης** (από τον κατάλογο επιλογών **Αντικείμενο**). Αν σχεδιάζετε ένα μοντέλο, όπου δύο αντικείμενα είναι κοντά το ένα στο άλλο και προορίζονται να αλληλεπιδρούν, πρέπει να εξασφαλίσετε ότι δεν θα συγκρούονται κατά την έναρξη της προσομοίωσης.

Μπορείτε να μάθετε αν ένα συγκεκριμένο αντικείμενο συγκρούεται με κάποιο άλλο κατά την έναρξη της προσομοίωσης, μετρώντας τη δύναμη επαφής. Για παράδειγμα: επιλέξτε το αντικείμενο και ορίστε ένα διάνυσμα για να εμφανιστεί η δύναμη επαφής (βλέπε **"Εμφάνιση διανυσμάτων"** στη σελίδα 7-27). Τα αντικείμενα επικαλύπτονται, αν εμφανιστεί ένα διάνυσμα δύναμης από το αντικείμενο στο πρώτο πλαίσιο της προσομοίωσης.

Ασυμβίβαστοι σύνδεσμοι

Σε περιβάλλον Ακρίβειας εμφανίζονται προειδοποιήσεις για ασυμβίβαστους συνδέσμους, εάν μια ομάδα συνδέσμων δεν μπορεί να υπάρξει στην πραγματικότητα. Για παράδειγμα, αν ένας κινητήρας είναι συνδεδεμένος με μια ράβδο που συνδέεται με ένα πείρο στο φόντο, ένας από τους συνδέσμους δεν θα ενεργοποιηθεί. Το Interactive Physics θα σας προειδοποιήσει, αν συμβεί κάτι τέτοιο.

Πλεονάζοντες σύνδεσμοι

Σε περιβάλλον Ακρίβειας εμφανίζονται προειδοποιήσεις για πλεονάζοντες συνδέσμους, εάν συνδέσετε μια άκαμπτη δομή στο φόντο με υπερβολικά πολλούς συνδέσμους. Οι δυσδιάστατες άκαμπτες δομές έχουν τρεις βαθμούς ελευθερίας (x, y και στροφή). Αν χρησιμοποιείτε συνδέσμους που περιορίζουν και πέρα από τους τρεις βαθμούς ελευθερίας, ένας από αυτούς δεν θα είναι ενεργός.

Δομές όπως οι γέφυρες απεικονίζονται συνήθως με ένα πείρο που συνδέεται στο έδαφος στο ένα άκρο και σε μία άρθρωση εγκοπής στο άλλο άκρο. Ο πείρος περιορίζει δύο βαθμούς ελευθερίας, ενώ η άρθρωση εγκοπής ένα βαθμό. Αν χρησιμοποιούνταν δύο αρθρώσεις με πείρο, θα υπήρχαν τέσσερις σύνδεσμοι και ένας από αυτούς δεν θα ήταν ενεργός.

8.14. Χρήσιμες συμβουλές για την προσομοίωση

Επιταχύνοντας την εκτέλεση της προσομοίωσής σας

Μια μικρή αλλαγή στο μοντέλο μπορεί να απαιτήσει πολύ λιγότερους υπολογισμούς στο Interactive Physics και να επιταχύνει την προσομοίωσή σας, διατηρώντας επαρκή ακρίβεια. Παρακάτω θα βρείτε ένα κατάλογο τροποποιήσεων που θα

μπορούσατε να εφαρμόσετε στο μοντέλο σας για να επιταχύνετε την εκτέλεση των προσομοιώσεων.

Χρησιμοποιήστε τη μέθοδο Γρήγορη προσομοίωση και ορίστε το χρονικό βήμα στη μέγιστη τιμή που επιτρέπει σταθερή προσομοίωση και αποδεκτή ακρίβεια.

Μειώστε τον αριθμό των αντικειμένων που βρίσκονται σε επαφή. Βεβαιωθείτε ότι έχετε χρησιμοποιήσει την εντολή **Αποφυγή σύγκρουσης** (στον κατάλογο επιλογών **Αντικείμενο**) με όλες τις ομάδες αντικειμένων που δεν χρειάζεται να συγκρουστούν. Αυτή η τροποποίηση επιτρέπει στο Interactive Physics να ξεπεράσει πολλές δοκιμασίες συγκρούσεων. Για να ελέγξετε οπτικά τις επαφές, εμφανίστε τα διανύσματα των δυνάμεων κρούσης, επιλέγοντας όλα τα αντικείμενα και τέλος από τον κατάλογο επιλογών **Ορισμός** επιλέξτε **Διάνυσμα** και στη συνέχεια **Δύναμη επαφής**.

- Ορίστε τους συντελεστές τριβής των αντικειμένων που έρχονται σε επαφή σε 0,0 αν η τριβή δεν είναι απαραίτητη για την προσομοίωσή σας.
- Χρησιμοποιείτε άκαμπτες αρθρώσεις για να δημιουργήσετε πολύπλοκα αντικείμενα. Η χρήση δύο πείρων για να κλειδώσετε μαζί τα αντικείμενα εισάγει προσθήκες στην προσομοίωση και ανενεργούς συνδέσμους.
- Χρησιμοποιήστε ράβδους αντί για σχοινιά, όποτε αυτό είναι δυνατό. Μια υποστηρικτική δομή αποτελούμενη από δύο μικρά σώματα που συνδέονται μεταξύ τους με ράβδους θα προσομοιάζεται πιο γρήγορα σε σχέση με μια ανάλογη αποτελούμενη από ορθογώνια που συνδέονται μεταξύ τους με πείρους.
- Μικρύνετε το μέγεθος του παραθύρου σας. Το μικρότερο μέγεθος παραθύρου απαιτεί λιγότερο χρόνο επεξεργασίας γραφικών.

Αποφυγή ασυμβίβαστων αρχικών ταχυτήτων

Το Interactive Physics επιβάλλει τη συμφωνία αναφορικά με τις θέσεις, με τον Έξυπνο Επεξεργαστή. Δεν επιβάλλεται, όμως, συμφωνία για την ταχύτητα. Ένα σώμα που είναι "στερεωμένο" στο φόντο θα έχει ασυμβίβαστη ταχύτητα, εφόσον η αρχική του ταχύτητα κατευθύνεται στον πείρο, αντί να είναι κάθετη σε αυτόν. Στα αντικείμενα που έχουν ασυμβίβαστες ταχύτητες στα αρχικά πλαίσια μιας προσομοίωσης, ασκούνται μεγάλες διορθωτικές δυνάμεις.

Γιατί σε ορισμένες προσομοιώσεις παρατηρείται επιβράδυνση σε συγκεκριμένα πλαίσια;

Μια προσομοίωση μπορεί να επιβραδυνθεί, εφόσον στο μοντέλο σας υπάρχουν πολλά αντικείμενα που βρίσκονται σε επαφή ή όταν τα αντικείμενα συγκρούονται πολύ γρήγορα.

- Καθώς οι συγκρούσεις πλησιάζουν, το Interactive Physics πρέπει να εκτελέσει περισσότερους υπολογισμούς για να καθορίσει τα κατάλληλα χρονικά βήματα, που θα προτυποποιήσουν τις συγκρούσεις με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια.
- Καθώς οι επιταχύνσεις αυξάνονται, το Interactive Physics αυτομάτως επιλέγει μικρότερα χρονικά βήματα ολοκλήρωσης, για να εξασφαλίσει την ακρίβεια της προσομοίωσης. Εφόσον το μέγεθος του βήματος κινουμένου σχεδίου είναι σταθερό σε όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης, ένα απλό πλαίσιο απαιτεί περισσότερους υπολογισμούς, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερη καθυστέρηση μεταξύ των πλαισίων.

Για το λόγο αυτό, όταν το μοντέλο σας φτάσει σε μια "δύσκολη" διαμόρφωση - με πολλά αντικείμενα να συγκρούονται ή με μεγάλες επιταχύνσεις - το Interactive Physics αποφασίζει να

χρησιμοποιήσει μικρότερα χρονικά βήματα ολοκλήρωσης, για να διατηρήσει την ακρίβεια, με αποτέλεσμα να απαιτούνται περισσότεροι υπολογισμοί ανά πλαίσιο κίνησης. Τα παραπάνω δίνουν την εντύπωση ότι η προσομοίωση καθυστερεί.

Έλεγχος της διάρκειας μιας προσομοίωσης

Ο διάλογος Έλεγχος παύσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αυτόματη διακοπή μιας προσομοίωσης οποιαδήποτε στιγμή. Εισαγάγετε μια εξίσωση με τη λέξη "χρόνος" σε ένα από τα πεδία συνθήκης παύσης και στη συνέχεια χρησιμοποιήστε τον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών για να καθορίσετε τι πρέπει να συμβεί (διακοπή, παύση, ανακίνηση, επανεκκίνηση) όταν ικανοποιείται η συνθήκη. Στις συνθήκες-υποδείγματα συμπεριλαμβάνονται "χρόνος>1,0", ή πλαίσιο() = 30". Όταν χρησιμοποιείτε το σημείο της ισότητας "=" σε μια συνθήκη παύσης, βεβαιωθείτε ότι η συνθήκη όντως θα ισχύει. Αν το χρονικό βήμα έχει καθοριστεί σε 0,97 δευτερόλεπτα, ο χρόνος ποτέ δεν θα ισούται ακριβώς με 1,0 δευτ. (βλέπε "Προσωρινή παύση" στη σελίδα 8-8).

Εκτέλεση προσομοιώσεων χωρίς επίβλεψη

Όταν δημιουργείτε ένα πολύπλοκο μοντέλο, ίσως χρειαστεί να εκτελέσετε το Interactive Physics για μεγάλο χρονικό διάστημα, ώστε να έχετε τα απαιτούμενα αποτελέσματα της προσομοίωσης (για παράδειγμα, αφήστε την προσομοίωση να εκτελείται όλη τη νύχτα).

Αν αποφασίσετε να εκτελέσετε την προσομοίωση χωρίς επίβλεψη, θα πρέπει να βεβαιωθείτε ότι το Interactive Physics μπορεί να συνεχίσει τους υπολογισμούς χωρίς διακοπή.

1. Το χρονικό βήμα ολοκλήρωσης πρέπει να είναι σταθερό. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στη σελίδα A-23 στο "Χρονικό βήμα ολοκλήρωσης"

Ειδικότερα:

- ο χώρος που διαθέτει η μνήμη στην εφαρμογή πρέπει να επαρκεί για την εκτέλεση της προσομοίωσης και την αποθήκευση των αποτελεσμάτων (βλέπε παρακάτω) και,
- τα προειδοποιητικά πλαίσια διαλόγου πρέπει να απενεργοποιηθούν, ώστε το Interactive Physics να μπορεί να συνεχίσει τους υπολογισμούς του χωρίς διακοπές.

Για να απενεργοποιήσετε τις προειδοποιήσεις που σχετίζονται με το μοντέλο:

1. Επιλέξτε Ακρίβεια στον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται ο διάλογος Ακρίβεια προσομοίωσης (σχήμα 8-22).

2. Κάντε κλικ στο κουμπί Περισσότερες επιλογές.

3. Αφαιρέστε όλα τα σημάδια ελέγχου από τα πλαίσια ελέγχου Προειδοποιήσεις.

Για να επεκτείνετε τη μνήμη της εφαρμογής

Το Interactive Physics αποθηκεύει τα δεδομένα της προσομοίωσης στη διαθέσιμη μνήμη, συμπεριλαμβανομένου του ιστορικού της προσομοίωσης. Μπορείτε να αυξήσετε τη διαθέσιμη μνήμη για μια εφαρμογή. Συμβουλευτείτε το **"Α.1. Βέλτιστη χρήση της διαθέσιμης μνήμης"**.

Χώρος μνήμης και ιστορικό της προσομοίωσης

Όταν πιστεύετε ότι η μνήμη μπορεί να είναι ανεπαρκής για την αποθήκευση ολόκληρης της προσομοίωσης, έχετε δύο επιλογές προτού αρχίσετε την εκτέλεσή της.

Επιλογή 1: Αφήστε το Interactive Physics να διακόψει την προσομοίωση, μόλις εξαντληθεί η μνήμη και αργότερα δείτε με προσοχή τα αποτελέσματα που πήρατε από το σημείο εκείνο.

1. Επιλέξτε Προτιμήσεις στον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται ο διάλογος Προτιμήσεις (σχήμα 8-7).

2. Αφαιρέστε το σημάδι επιλογής από το πλαίσιο ελέγχου: "Ανακύκλωση όταν το κασετόφωνο είναι γεμάτο".

Με αυτήν τη ρύθμιση, το Interactive Physics αυτομάτως διακόπτει την προσομοίωση όταν εξαντληθεί η μνήμη, διατηρώντας το ιστορικό της προσομοίωσης που αποκτήθηκε μέχρι εκείνη τη στιγμή. Αν είναι απαραίτητο, μπορείτε να συνεχίσετε την προσομοίωση, χωρίς το ιστορικό. Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στην "Εκτέλεση μιας προσομοίωσης πέρα από ό,τι μπορεί να εγγραφεί" στη σελίδα 8-15.

Επιλογή 2: Αφήστε το Interactive Physics να συνεχίσει την προσομοίωση, κάνοντας ανακύκλωση στην κασέτα για όσο χρόνο χρειάζεται (βλέπε "Ανακύκλωση όταν το κασετόφωνο είναι γεμάτο" στη σελίδα 8-12). Αυτή η επιλογή είναι χρήσιμη όταν, για παράδειγμα θέλετε να παρατηρήσετε τη σταθερή κατάσταση ενός δυναμικού συστήματος μετά από μια μακρά μεταβατική περίοδο, της οποίας οι υπολογισμοί μπορεί να είναι πολύ χρονοβόροι.

1. Επιλέξτε Προτιμήσεις στον κατάλογο επιλογών Μικρόκοσμος.

Εμφανίζεται ο διάλογος Προτιμήσεις (σχήμα 8-7).

2. Τοποθετήστε το σημάδι επιλογής στο πλαίσιο ελέγχου: "Ανακύκλωση όταν το κασετόφωνο είναι γεμάτο".

Η προσομοίωση θα εκτελείται συνεχώς χωρίς διακοπή ή μέχρι να την σταματήσετε. Αν θέλετε να ορίσετε μια αυτόματη παύση στην προσομοίωση, δείτε το "Έλεγχος της διάρκειας μιας προσομοίωσης" στη σελίδα 8-44.

Ελαχιστοποίηση συγκρούσεων

Μπορείτε να ελέγξετε αν δύο αντικείμενα θα συγκρουστούν. Το Interactive Physics, εξ ορισμού, κάνει όλα τα αντικείμενα να συγκρούονται, εκτός από εκείνα που συνδέονται άμεσα μεταξύ τους, με ένα σύνδεσμο ή γρανάζια. Έχετε τον πλήρη έλεγχο, για να ορίσετε ότι πολλά αντικείμενα δεν θα συγκρουστούν το ένα με το άλλο. Σχετικές οδηγίες θα βρείτε στο **"3.6. Έλεγχος συγκρούσεων μεταξύ σωμάτων"**.

Αν στην προσομοίωσή σας υπάρχουν πολλά αντικείμενα που επικαλύπτονται, το Interactive Physics θα υπολογίσει τις δυνάμεις κρούσης για κάθε ζεύγος επικαλυπτόμενων αντικειμένων. Οι υπολογισμοί στην περίπτωση αυτή είναι χάσιμο χρόνου και υπάρχει κίνδυνος να επιβραδύνουν ή να καταστήσουν ασταθείς τις προσομοιώσεις. Βεβαιωθείτε ότι μόνο τα αντικείμενα που θέλετε να συγκρουστούν, είναι όντως σχεδιασμένα για να συγκρουστούν.

Για ένα μοντέλο που αποτελείται από πολλά αντικείμενα - για παράδειγμα, περισσότερα από 20 - σας προτείνουμε να ξεκινήσετε επιλέγοντας όλα τα αντικείμενα στο χώρο εργασίας (χρησιμοποιήστε την **Επιλογή όλων** από τον κατάλογο επιλογών **Επεξεργασία**) και από τον υποκατάλογο επιλογών **Σύγκρουση** (κατάλογος επιλογών **Αντικείμενο**) επιλέξτε **Αποφυγή σύγκρουσης**. Μπορείτε, στη συνέχεια, να επιλέξετε ομάδες σωμάτων (που πρόκειται να συγκρουστούν) και να επιλέξετε **Σύγκρουση** από τον υποκατάλογο επιλογών.

Αποφυγή αλληλοδιείσδυσης αντικειμένων

Το Interactive Physics επιτρέπει σε αντικείμενα να διεισδύουν το ένα στο άλλο με μικρή απόσταση. Αυτή η απόσταση διείσδυσης μπορεί να ελεγχθεί από το διάλογο Ακρίβεια προσομοίωσης.

Όταν συγκρούονται δύο σώματα που κινούνται γρήγορα, μπορεί να δείτε ότι επικαλύπτουν το ένα το άλλο από μια ανεπίτρεπτα μεγάλη απόσταση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα αντικείμενα μετακινούνται σε μεγάλη απόσταση για κάθε νέο πλαίσιο υπολογισμών. Το πρόβλημα αυτό μπορείτε να το επιλύσετε με πολλούς τρόπους.

Σε περιβάλλον μεταβλητού χρονικού βήματος, τα αποτελέσματα των δύο μικρών χρονικών βημάτων συγκρίνονται με το αποτέλεσμα του μονού χρονικού βήματος. Αν η διαφορά στις θέσεις των αντικειμένων είναι μεγάλη, θα χρησιμοποιηθεί μικρότερο χρονικό βήμα. Το περιβάλλον ακριβούς προσομοίωσης θα ασχοληθεί για το λόγο αυτό με τα περισσότερα προβλήματα διείσδυσης.

Τα μικρότερα χρονικά βήματα σχεδόν πάντοτε βελτιώνουν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είτε μικρότερο βήμα κινουμένου σχεδίου ή μικρότερο χρονικό βήμα ολοκλήρωσης.

Αντικείμενα που διαχωρίζονται μετά από ανελαστικές κρούσεις

Όταν συγκρούονται αντικείμενα με μηδενική ελαστικότητα και επικαλύπτονται από μεγάλη απόσταση, ασκείται μια μικρή διορθωτική δύναμη για να φέρει την απόσταση επικάλυψης πίσω στο προκαθορισμένο επίπεδο, στο πεδίο Σφάλμα επικάλυψης στο διάλογο Ακρίβεια προσομοίωσης. Αυτή η δύναμη τείνει να διαχωρίσει τα αντικείμενα. Μπορείτε να εξασφαλίσετε ότι αντικείμενα με ελαστικότητα 0 δεν θα αναπηδήσουν, χρησιμοποιώντας κάποια από τις μεθόδους που περιγράφηκαν στο προηγούμενο τμήμα.

Χρήση άκαμπτων αρθρώσεων για δυνατές συγκρούσεις

Το Interactive Physics εσωτερικά υποδιαίρει καμπύλα πολύγωνα σε κυρτές περιοχές. Αυτές οι κυρτές περιοχές χρησιμοποιούνται στον αλγόριθμο ανίχνευσης κρούσης για να καθορίζουν πού και σε ποια κατεύθυνση ασκούνται δυνάμεις μεταξύ των αντικειμένων που έρχονται σε επαφή.

Σε σπάνιες περιπτώσεις, όταν καμπύλα πολύγωνα συγκρούονται με άλλα κυρτά, η επιλογή τοποθεσίας και κατεύθυνσης για τις δυνάμεις επαφής δεν είναι η καλύτερη. Μπορείτε να το εξετάσετε αυτό, επιλέγοντας ένα από τα πολύγωνα και στη συνέχεια από τον κατάλογο επιλογών **Διανύσματα** επιλέξτε **Δύναμη επαφής**. Μπορείτε να βελτιώσετε την ισχύ της επαφής, δημιουργώντας ένα από τα καμπύλα πολύγωνα από άκαμπτα συνδεδεμένα κυρτά πολύγωνα και ορθογώνια.

8.15. Ανταλλαγή αρχείων μεταξύ των πλατφορμών

Από MacOS σε Windows

Τα αρχεία του Interactive Physics είναι συμβατά μεταξύ εκδόσεων MacOS και Windows.

Για να διαβάσετε ένα αρχείο MacOS σε υπολογιστή με σύστημα Windows:

- 1. Βεβαιωθείτε ότι τα ονόματα αρχείων ακολουθούν τις συμβάσεις ονοματολογίας των Windows και διαθέτουν επέκταση .ip**

Ένα έγκυρο όνομα θα ήταν π.χ. το exchange.ip.

- 2. Μεταφέρετε το αρχείο στον υπολογιστή με σύστημα Windows.**

Η μεταφορά μπορεί να γίνει είτε με μια δισκέτα, είτε μέσω δικτύου.

- 3. Ανοίξτε το αρχείο μέσα από το Interactive Physics στον υπολογιστή με σύστημα Windows.**

Από Windows σε MacOS

Για να διαβάσετε ένα αρχείο Windows σε υπολογιστή με σύστημα MacOS:

- 1. Μεταφέρετε το αρχείο στον υπολογιστή με σύστημα MacOS.**
- 2. Ανοίξτε το αρχείο μέσα από το Interactive Physics στον υπολογιστή με σύστημα MacOS.**

Αν θέλετε να τροποποιήσετε το αρχικό αρχείο, ώστε με διπλό κλικ να ανοίγει την εφαρμογή, μπορείτε:

- να ανοίξετε το αρχείο μέσα από το Interactive Physics και να το αποθηκεύσετε ξανά, ή
- να αφήσετε ένα αυτόματο πρόγραμμα (όπως το PC Exchange) να χειριστεί τις μετατροπές του τύπου των αρχείων.

Θέματα μεταφοράς

Παρά το γεγονός ότι τα αρχεία είναι πλήρως συμβατά και στις δύο πλατφόρμες, υπάρχουν ορισμένες διαφορές ανάμεσα στα δύο περιβάλλοντα συστήματος που μπορεί να επηρεάσουν τη μεταφορά αρχείων.

Χρώματα

Γενικά, τα χρώματα που είναι διαθέσιμα στις δύο πλατφόρμες δεν έχουν αντιστοιχία ένα προς ένα, οπότε το Interactive Physics θα κάνει το καλύτερο δυνατό για να βρει το χρώμα που πλησιάζει περισσότερο στην τρέχουσα πλατφόρμα. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση διαφορετικών χρωμάτων για μια δεδομένη προσομοίωση. Ο χρήστης μπορεί, βεβαίως, να αλλάξει τα χρώματα όποτε το θελήσει.

Μερικές φορές χάνονται στοιχεία σχετικά με τη διαφάνεια σε εικόνες που μεταφέρονται από PICT (MacOS) σε metafiles (Windows).

Γραμματοσειρές

Οι γραμματοσειρές δεν έχουν πάντοτε αντιστοιχία ένα προς ένα. Η προκαθορισμένη γραμματοσειρά αντικαθιστά όλες τις γραμματοσειρές ενός εγγράφου που δεν αντιστοιχούν σε γραμματοσειρά εγκατεστημένη στο σύστημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Εξαγωγή αρχείων και δεδομένων

Αυτό το κεφάλαιο περιέχει πληροφορίες σχετικά με:

- την εξαγωγή στοιχείων των μετρητών
- την εξαγωγή ταινιών και κινουμένων σχεδίων
- τον καθορισμό συνδέσεων πραγματικού χρόνου (real-time links) χρησιμοποιώντας τα Apple “Events (MacOS) ή το DDE (Windows).

9.1. Διαθέσιμες επιλογές εξαγωγής

Το Interactive Physics μπορεί να εξάγει δεδομένα σε διάφορες μορφές.

Στοιχεία μετρητή

Τα στοιχεία οποιουδήποτε μετρητή μπορούν να εξαχθούν ως αρχείο κειμένου με tabs. Τα στοιχεία αυτά μπορείτε να τα επεξεργαστείτε με έναν επεξεργαστή κειμένου, ένα φύλλο εργασίας ή μια εφαρμογή γραφικών.

Τα δεδομένα μετρητή μπορούν επίσης να συλλεχθούν με την επιλογή ενός μετρητή και στη συνέχεια με την επιλογή Αντιγραφή δεδομένων από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία. Τα στοιχεία του μετρητή θα αντιγραφούν στο Πρόχειρο. Μπορείτε να επικολλήσετε τα δεδομένα σε μια εφαρμογή που υποστηρίζει κείμενο με tabs.

Μόνο για Windows

Video for Windows

Το Video for Windows είναι μια μορφή δεδομένων κινούμενης εικόνας (animation).

MacOS και Windows

QuickTime Movie

Η μορφή ταινίας QuickTime είναι η συνήθης για κινούμενη εικόνα (και ήχο) και στα δύο συστήματα. Οι ταινίες που εξάγονται από το Interactive Physics μπορούν να αναπαραχθούν σε οποιαδήποτε εφαρμογή υποστηρίζει QuickTime.

9.2. Επιλογή τύπου εξαγωγής δεδομένων

Οι δυνατότητες εξαγωγής του Interactive Physics μπορούν να ομαδοποιηθούν ανάλογα με τον τύπο δεδομένων που δημιουργούν.

Δεδομένα προσομοίωσης

Αν θέλετε να εξαγάγετε αριθμητικά στοιχεία από μια προσομοίωση, αυτό θα γίνει μέσω των μετρητών. Στα αριθμητικά στοιχεία συμπεριλαμβάνεται οτιδήποτε μπορείτε να μετρήσετε σε μια προσομοίωση του Interactive Physics, όπως η δύναμη σε ένα σύνδεσμο ή η γωνιακή επιτάχυνση ενός αντικειμένου.

Κινούμενη εικόνα (Animation)

Αν θέλετε να συλλάβετε την κίνηση, χρησιμοποιήστε τον τύπο εξαγωγής QuickTime ή Video for Windows (μόνο για Windows).

9.3. Βήματα εξαγωγής

Για να εξαγάγετε οποιοδήποτε τύπο δεδομένων υποστηρίζει το Interactive Physics, χρησιμοποιείτε τα ακόλουθα βήματα:

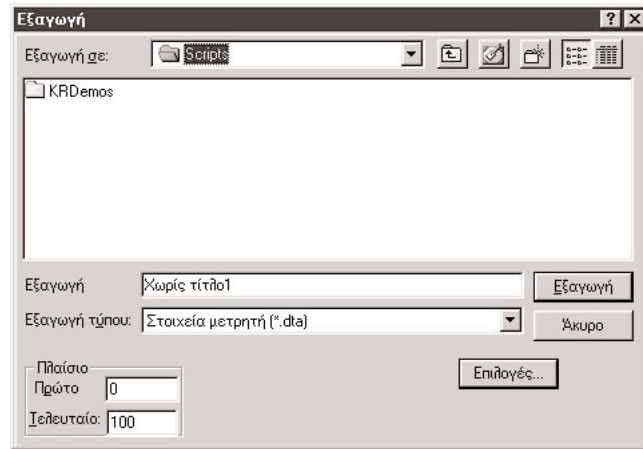
- 1. Δημιουργείτε ή ανοίξετε μια προσομοίωση στο Interactive Physics.**

- 2. Επιλέξτε Εξαγωγή από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.**

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου, όπως φαίνεται στο σχήμα 9-1.

Σχήμα 9-1

Διάλογος εξαγωγής



Windows

3. Επιλέξτε τον τύπο των δεδομένων που θέλετε να εξαγάγετε, κάνοντας κλικ στον κατάλογο επιλογών δίπλα στο Εξαγωγή τύπου.

Θα δείτε μια λίστα με όλους τους τύπους εξαγωγής δεδομένων που υποστηρίζει το *Interactive Physics*. Οι επιλογές που δεν είναι διαθέσιμες τη δεδομένη χρονική στιγμή εμφανίζονται πιο αχνά.

4. Κάντε κλικ στο κουμπί Επιλογές για να καθορίσετε συγκεκριμένες επιλογές για τον τύπο εξαγωγής δεδομένων που θα χρησιμοποιήσετε.

Κάθε τύπος εξαγωγής διαθέτει επιλογές, ειδικές για τον τύπο των δεδομένων του.

5. Εισάγετε τιμές για το πρώτο και το τελευταίο πλαίσιο.

Τα τρέχοντα πλαίσια — πρώτο και τελευταίο — της προσομοίωσής σας βρίσκονται στην πρώτη και τελευταία εισαγωγή πλαισίων. Αν δεν έχετε εκτελέσει ακόμα την προσομοίωσή σας, εξ ορισμού το τελευταίο πλαίσιο θα είναι το 100ο.

6. Πληκτρολογήστε ένα όνομα για το αρχείο και στη συνέχεια κάντε κλικ στην Αποθήκευση.

Εμφανίζεται ένας διάλογος προόδου στην οθόνη και τα εξαγόμενα δεδομένα αποθηκεύονται σε ένα αρχείο.

Οι ισχύουσες ρυθμίσεις (από το χώρο εργασίας του Interactive Physics) εφαρμόζονται κατά την εξαγωγή. Όταν κάνετε εξαγωγή δεδομένων μετρητή, η αριθμητική μορφή λαμβάνεται από την τρέχουσα ρύθμιση στο διάλογο Αριθμοί και μονάδες. Όταν κάνετε εξαγωγή ταινιών QuickTime σε συστήματα MacOS, οι ρυθμίσεις των χρωμάτων ή των αριθμών των χρωμάτων λαμβάνονται από τις τρέχουσες ρυθμίσεις της οθόνης.

9.4. Εξαγωγή δεδομένων μετρητή σε αρχείο

Μπορείτε να εξαγάγετε δεδομένα μετρητή από το Interactive Physics με δύο τρόπους:

Χρησιμοποιήστε την εντολή **Εξαγωγή** για να εξαγάγετε δεδομένα μετρητή σε ένα νέο αρχείο κειμένου.

Επιλέξτε έναν ή περισσότερους μετρητές και στη συνέχεια επιλέξτε **Αντιγραφή δεδομένων** από τον κατάλογο επιλογών **Επεξεργασία**. Με την ενέργειά σας αυτή αντιγράφονται τα δεδομένα στο Πρόχειρο και μπορείτε στη συνέχεια να τα επικολλήσετε σε άλλη εφαρμογή.

Για να εξαγάγετε πληροφορίες μετρητή σε ένα αρχείο δεδομένων:

1. Δημιουργήστε ή ανοίξτε μια προσομοίωση.

Δημιουργήστε μετρητές για τις ιδιότητες που θέλετε να εξάγετε.

2. Επιλέξτε Εξαγωγή από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου Εξαγωγή (βλέπε σχήμα 9-1 για γενικές πληροφορίες σχετικά με το διάλογο Εξαγωγή).

3. Ορίστε τον τύπο εξαγωγής σε Στοιχεία μετρητή.

4. Ορίστε τις Επιλογές (εξαγωγής), ανάλογα με τις ανάγκες σας (βλέπε παρακάτω).

5. Κάντε κλικ στην Αποθήκευση (για MacOS) ή στην Εξαγωγή (Windows).

Τα στοιχεία του μετρητή εξάγονται με τη μορφή αρχείου κειμένου με tabs. Μπορείτε να ανοίξετε το εξαγόμενο αρχείο με οποιοδήποτε πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου ή φύλλου εργασίας. Τα δεδομένα μετρητή αποθηκεύονται σε στήλες, με την κάθε γραμμή να αντιπροσωπεύει ένα νέο πλαίσιο προσομοίωσης.

Η αριθμητική μορφή των δεδομένων μετρητή λαμβάνεται από την τρέχουσα ρύθμιση στο διάλογο Αριθμοί και μονάδες. Ένα έγγραφο με μετρητή μίας μόνο θέσης θα έδινε το παρακάτω αρχείο:

Data From Untitled-1

at:8:32:20 PM 2/4/93

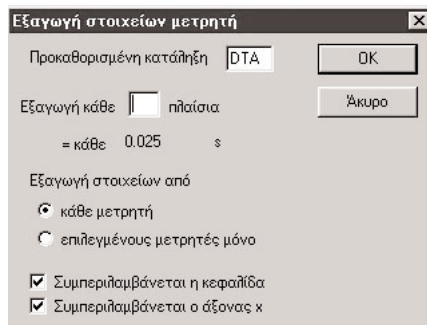
Position of Rectangle #2

t	x	y	rot
0.000	1.250	-3.000	0.000
0.020	1.365	-2.884	0.000
0.040	1.480	-2.2772	0.000
0.060	1.595	-2.664	0.000
0.080	1.710	-2.559	0.000
0.100	1.825	-2.459	0.000
0.120	1.940	-2.362	0.000
0.140	2.055	-2.270	0.000
0.160	2.170	-2.181	0.000
0.180	2.285	-2.097	0.000
0.200	2.400	-2.016	0.000

Συμβουλευτείτε το "Σύγκριση αποτελεσμάτων πολλαπλών προσομοιώσεων" στη σελίδα 7-11 για τη μορφή του αρχείου των δεδομένων μετρητή που λαμβάνονται από πολλαπλές προσομοιώσεις.

Σχήμα 9-2

Επιλογές εξαγωγής
δεδομένων μετρητή



Windows

Κεφαλίδα

Η επιλογή αυτή συμπεριλαμβάνει το όνομα του αρχείου, το όνομα του μετρητή και τα ονόματα των στηλών πριν από όλα τα αριθμητικά δεδομένα. Αυτή η επιλογή είναι χρήσιμη όταν αναφέρεστε σε συγκεκριμένες στήλες δεδομένων. Όταν απενεργοποιηθεί αυτή η επιλογή, εξάγονται μόνο αριθμητικά δεδομένα.

Άξονας x

Η επιλογή αυτή συμπεριλαμβάνει τα δεδομένα του άξονα x για κάθε μετρητή ως στήλη. Γενικά, οι μετρητές εξ ορισμού στον άξονα x έχουν το χρόνο. Μπορείτε να καθορίσετε άλλη μεταβλητή (π.χ. τον αριθμό των πλαισίων) και να την κάνετε αυτή ανεξάρτητη μεταβλητή.

Αντιγραφή και επικόλληση δεδομένων από μετρητές

Για να αντιγράψετε δεδομένα προσομοίωσης απευθείας στο Πρόχειρο:

1. Δημιουργείτε ή ανοίξετε μια προσομοίωση.
2. Προσθέστε μετρητές για τη μέτρηση των παραμέτρων αντικειμένου.
3. Εκτελέστε την προσομοίωση για όσο χρόνο θέλετε για να συλλέξετε δεδομένα.

4. Επιλέξτε έναν ή περισσότερους μετρητές.

5. Επιλέξτε Αντιγραφή δεδομένων από τον κατάλογο επιλογών Επεξεργασία.

Τα δεδομένα σας είναι τώρα στο Πρόχειρο. Μπορείτε να επικολλήσετε αυτά τα δεδομένα σε άλλες εφαρμογές.

Μεταβίβαση δεδομένων μετρητών σε αντικείμενα ελέγχου

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα δεδομένα εξόδου ως είσοδο για το εργαλείο ελέγχου άλλων αντικειμένων. Τα αντικείμενα ελέγχου μπορούν να διαβάσουν εξωτερικά δεδομένα. Σαφείς οδηγίες για το θέμα αυτό θα βρείτε στο "Είδη εργαλείων ελέγχου και ιδιότητες" στη σελίδα 7-18.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Ενώ τα δεδομένα εξόδου καταγράφονται μετά τον υπολογισμό κάθε πλαισίου, η χρήση αυτών των δεδομένων ως είσοδο θα καθορίσει τις ελεγχόμενες τιμές στην αρχή κάθε πλαισίου, πριν γίνουν οι υπολογισμοί.

9.5. Εξαγωγή ταινιών QuickTime (μόνο σε MacOS)

Το QuickTime είναι η συνήθης μορφή δεδομένων κινούμενης εικόνας (animation). Τα αρχεία QuickTime περιέχουν ακολουθίες εικόνων που μπορούν να αναπαραχθούν ως ταινίες σε πολλές εφαρμογές. Οι πολύπλοκες προσομοιώσεις του Interactive Physics αναπαραγονται με μεγαλύτερη ταχύτητα ως ταινίες QuickTime.

Για να εξαγάγετε ταινίες QuickTime:

1. Δημιουργήστε ή ανοίξτε μια προσομοίωση.

2. Επιλέξτε Εξαγωγή από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

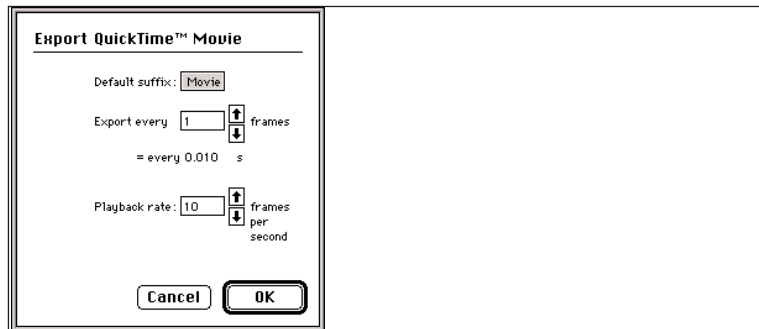
Εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου Εξαγωγή (βλέπε σχήμα 9-1 για γενικές πληροφορίες σχετικά με το διάλογο

Εξαγωγή).

3. Ορίστε τον τύπο εξαγωγής σε **Ταινία QuickTime**.
4. Ορίστε τις **Επιλογές εξαγωγής**, ανάλογα με τις ανάγκες σας (βλέπε παρακάτω).
5. Κάντε κλικ στην **Αποθήκευση**.

Σχήμα 9-3

Επιλογές εξαγωγής QuickTime
Movie



Η Εξαγωγή QuickTime Movie παρέχει τις παρακάτω παραμέτρους.

Επαύξηση εξαγωγής

Μπορείτε να παραλείψετε κάποια πλαίσια της προσομοίωσης κατά την εξαγωγή ταινιών QuickTime, επιλέγοντας βήμα εξαγωγής μεγαλύτερο του 1.

Ρυθμός αναπαραγωγής

Οι ταινίες QuickTime συνοδεύονται από πληροφορίες, σχετικά με την ταχύτητα με την οποία πρέπει να αναπαράγονται. Προσομοίωση με 10 πλαίσια ανά δευτερόλεπτο εξασφαλίζει ομαλή κίνηση των εικόνων.

Το μέγεθος του παραθύρου του εγγράφου καθορίζει το μέγεθος της εξαγόμενης ταινίας QuickTime. Οι ρυθμίσεις της οθόνης καθορίζουν το βάθος χρώματος της ταινίας QuickTime.

Αν έχετε έγχρωμο υπολογιστή MacOS, ρυθμίστε το βάθος χρώματος της οθόνης σας στο "4" από τις Ρυθμίσεις, για να επιτύχετε τη βέλτιστη απόδοση για το Interactive Physics, διατηρώντας παράλληλα όλα τα διαθέσιμα χρώματα.

Οι ταινίες QuickTime καταλαμβάνουν πολύ χώρο στο δίσκο σας, περίπου 10K bytes ανά πλαίσιο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια ταινία με 100 πλαίσια να προσεγγίζει τα 1000K, μέγεθος μεγαλύτερο της χωρητικότητας μιας δισκέτας DD (800K). Το μέγεθος μιας ταινίας QuickTime σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος της εικόνας που εξάγεται και της ρύθμισης χρώματος της οθόνης.

Μπορείτε να δημιουργήσετε ταινίες QuickTime που θα αναπαράγουν προσομοιώσεις σε πραγματικό χρόνο, ρυθμίζοντας το χρονικό βήμα που χρησιμοποιείται στην προσομοίωση, ώστε να είναι το ίδιο με το ρυθμό αναπαραγωγής.

1. Επιλέξτε ρυθμό αναπαραγωγής για την ταινία QuickTime (που θα μπορεί να υποστηρίξει ο εκτυπωτής σας).

Ένα καλό σημείο εκκίνησης είναι 10 πλαίσια ανά δευτερόλεπτο.

2. Στο πλαίσιο διαλόγου Ακρίβεια, ρυθμίστε το ρυθμό αναπαραγωγής πλαισίων, ώστε να ταιριάζει με αυτήν την τιμή.

Αν ο ρυθμός αναπαραγωγής πλαισίων είναι 10 πλαίσια το δευτερόλεπτο, το ίδιο θα πρέπει να είναι και ο ρυθμός αναπαραγωγής πλαισίων της προσομοίωσης. Το χρονικό βήμα θα πρέπει να είναι 1/10 του δευτερολέπτου.

3. Προσαρμόστε το εσωτερικό χρονικό θήμα όπως νομίζετε, για να έχετε μια δυνατή προσομοίωση.

Γενικά, θα χρησιμοποιήσετε μεγάλα χρονικά βήματα προσομοίωσης κατά τη δημιουργία προσομοιώσεων πραγματικού χρόνου. Το εσωτερικό χρονικό βήμα πρέπει να μειώνεται, ώστε τα εσωτερικά αποτελέσματα να υπολογίζονται πιο συχνά.

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα χρονικά βήματα, θα βρείτε στο Παράρτημα Α.

9.6. Εξαγωγή Video for Windows (μόνο για Windows)

Η μορφή Video for Windows είναι μια μορφή κινούμενης εικόνας (animation) που χρησιμοποιείται στα συστήματα Windows. Οι προσομοιώσεις του Interactive Physics αναπαράγονται με μεγαλύτερη ταχύτητα ως ταινίες Video for Windows.

Για να εξάγετε ταινίες Video for Windows:

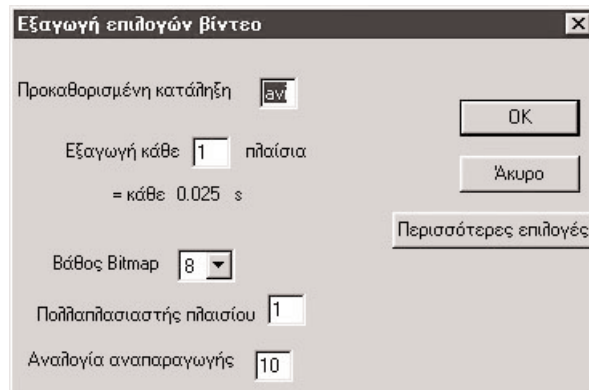
1. Δημιουργείτε ή ανοίξετε μια προσομοίωση.
2. Επιλέξτε Εξαγωγή από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

Εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου Εξαγωγή (βλέπε σχήμα 9-1 για γενικές πληροφορίες σχετικά με το διάλογο Εξαγωγή).

3. Ορίστε τον τύπο εξαγωγής σε Ταινία Video for Windows.
4. Ορίστε τις Επιλογές εξαγωγής, ανάλογα με τις ανάγκες σας (βλέπε παρακάτω).

Σχήμα 9-4

Επιλογές εξαγωγής Video for Windows



5. Κάντε κλικ στην Εξαγωγή.

Εξαγόμενη εικόνα

Το Interactive Physics εξάγει την εικόνα του εγγράφου σας, ακριβώς όπως αυτό εμφανίζεται στο παράθυρο της εφαρμογής σας. Για το λόγο αυτό, αν έχετε ενεργοποιήσει τις γραμμές εργαλείων, τη Γραμμή συντεταγμένων και τους άξονες ΧΥ (τα παραπάνω είναι εξ ορισμού ενεργοποιημένα), το αρχείο που θα εξαχθεί θα έχει επίσης τις ίδιες εικόνες.

Αν επιλέξετε να κάνετε εξαγωγή ενός αρχείου Video for Windows χωρίς το πλαίσιο θέασης Interactive Physics:

1. Επιλέξτε Χώρος εργασίας από τον κατάλογο επιλογών Θέαση.

2. Απενεργοποιήστε όλες τις επιλογές του υποκαταλόγου επιλογών Χώρος εργασίας.

Το έγγραφό σας δεν θα έχει παρά μόνο λεζάντα (γραμμή τίτλου) και το μοντέλο σας.

3. Προχωρήστε στην εξαγωγή του αρχείου Video for Windows.

Επιλογές εξαγωγής

Η εξαγωγή του αρχείου Video for Windows έχει τις ακόλουθες παραμέτρους. Οι προκαθορισμένες ρυθμίσεις είναι κατάλληλες για τους περισσότερους σκοπούς.

Εξ ορισμού, ένα αρχείο κινούμενης εικόνας (animation) τύπου Video for Windows έχει κατάληξη .avi. Τα Windows συσχετίζουν την επέκταση .avi με το Media Player.

Προκαθορισμένη κατάληξη**Εξαγωγή κάθε n πλαίσια**

Καθορίζει πόσα πλαίσια της προσομοίωσης του Interactive Physics θα πρέπει να εξαχθούν στο αρχείο (animation). Η προκαθορισμένη τιμή είναι 1, που σημαίνει ότι όλα τα πλαίσια που δημιουργεί το Interactive Physics θα εξαχθούν.

Βάθος bitmap

Καθορίζει τον αριθμό χρωμάτων που είναι διαθέσιμα στο bitmap (ψηφιοχάρτης). Η προκαθορισμένη τιμή είναι 8, δηλαδή μπορούν να χρησιμοποιηθούν $2^8 = 256$ χρώματα. Η άλλη επιλογή είναι 24, που σημαίνει ότι μπορούν να αποθηκευτούν εκατομμύρια χρώματα.

Πολλαπλασιαστής πλαισίου

Καθορίζει πόσες φορές επαναλαμβάνεται κάθε εξαγόμενο πλαίσιο, κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής. Η εξ ορισμού τιμή είναι 1.

Για παράδειγμα, αν ρυθμίσετε τον Πολλαπλασιαστή πλαισίων στο 4, το αρχείο Video for Windows θα έχει 4 διαδοχικά αντίγραφα του κάθε πλαισίου του Interactive Physics, με αποτέλεσμα η αναπαραγωγή να είναι 4 φορές πιο αργή (αργή κίνηση) σε σχέση με την προκαθορισμένη ρύθμιση.

Αναλογία αναπαραγωγής

Καθορίζει πόσα πλαίσια ανά δευτερόλεπτο θα εμφανιστούν κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Η μέγιστη τιμή που μπορεί να εισαχθεί είναι 100. Η προκαθορισμένη τιμή είναι 15, που σημαίνει ότι θα εμφανιστούν 15 πλαίσια το δευτερόλεπτο.

Ο μηχανισμός Video for Windows αυτόματα προσαρμόζει κάθε πλαίσιο, ώστε να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του ρυθμού αναπαραγωγής. Οι υπερβολικά υψηλές τιμές υποβαθμίζουν την κίνηση και για το λόγο αυτό δεν συνιστώνται.

Παράδειγμα ρύθμισης αναπαραγωγής

Υποθέστε ότι έχετε ρυθμίσει τις παραμέτρους ως εξής:

- Εξαγωγή κάθε n πλαίσια = 5
- Βάθος bitmap = 8
- Πολλαπλασιαστής πλαισίου = 4
- Αναλογία αναπαραγωγής = 10

και κάνετε εξαγωγή 80 πλαίσια. Τότε το αρχείο AVI θα περιέχει:

$$80 \text{ (πλαίσια)} / 5 \text{ (εξαγωγή κάθε 5 πλαίσια)} = 16 \text{ πλαίσια}$$

Θα διαρκέσει:

$$16 \text{ (πλαίσια)} \times 4 \text{ (πολλαπλασιαστής)} / 10 \text{ (πλαίσια/s)} = 6,4 \text{ sec.}$$

για να αναπαραχθεί ολόκληρο το αρχείο AVI.

Τροποποίηση των επιλογών συμπίεσης Video

Το Interactive Physics παρέχει εξ ορισμού τιμές για τις επιλογές συμπίεσης εικόνας, οι οποίες θεωρούνται επαρκείς για τους περισσότερους σκοπούς. Αν θέλετε να τροποποιήσετε την ποιότητα εικόνας και τις απαιτήσεις αποθήκευσης, το Interactive Physics δίνει πρόσβαση στις πιο προχωρημένες επιλογές που ενσωματώνονται στο Video for Windows.

Για να ρυθμίσετε τις παραμέτρους επιλογής συμπίεσης:

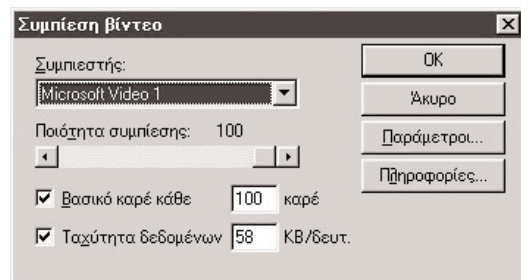
- 1. Επιλέξτε Εξαγωγή από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.**
- 2. Ρυθμίστε τον τύπο εξαγωγής σε Video for Windows.**
- 3. Κάντε κλικ στο κουμπί "Επιλογές".**
- 4. Κάντε κλικ στο "Περισσότερες επιλογές".**

Εμφανίζεται ο διάλογος Συμπίεση βίντεο (σχήμα 9-5).

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις επιλογές του διαλόγου Συμπίεση βίντεο, συμβουλευτείτε την τεκμηρίωση για Video for Windows που παρέχει η Microsoft Corporation.

Σχήμα 9-5

Διάλογος Συμπίεση βίντεο



9.7. Ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο με εξωτερικές εφαρμογές

Επισκόπηση

Το Interactive Physics μπορεί να ανταλλάξει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο με εξωτερικές εφαρμογές, χρησιμοποιώντας το Apple Events σε συστήματα MacOS ή το Dynamic Data Exchange (DDE) σε συστήματα Windows. Εν συντομία, θα λέγαμε ότι το Interactive Physics λειτουργεί ως πελάτης (client) που εκμεταλλεύεται τις διαθέσιμες σε άλλες εφαρμογές δυνατότητες (π.χ. στο Excel), οι οποίες εφαρμογές λειτουργούν με τη σειρά τους ως εξυπηρετητής (server). Το Interactive Physics στέλνει και λαμβάνει μηνύματα από άλλες εφαρμογές μία φορά σε κάθε χρονικό βήμα προσομοίωσης.

Τέτοιον είδους συνδέσεις σας επιτρέπουν να δημιουργήσετε ένα πολύπλοκο σύστημα ελέγχου σε άλλη εφαρμογή και να εκτελέσετε μια προσομοίωση του Interactive Physics με αυτό. Μπορείτε επίσης να δημιουργήσετε πολύπλοκες συναρτήσεις σε άλλες εφαρμογές που μπορεί να μην υποστηρίζονται άμεσα από το Interactive Physics. Για παράδειγμα, μπορείτε να εισάγετε ένα πίνακα στο Microsoft Excel για την καμπύλη ιπποδύναμης ενός κινητήρα.

MacOS

Το Interactive Physics μπορεί να επικοινωνήσει με εφαρμογές που υποστηρίζουν το Table Suite των Apple Events. Αυτές οι εφαρμογές συμπεριλαμβάνουν το Microsoft Excel και το Claris FileMaker“. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο της εκάστοτε εφαρμογής για να δείτε αν υποστηρίζεται το Table Suite.

Windows

Το Interactive Physics μπορεί να επικοινωνήσει με εφαρμογές που υποστηρίζουν DDE (Excel Table ή Text). Αυτές οι εφαρμογές συμπεριλαμβάνουν τα Microsoft Excel, Quattro Pro, MATLAB (έκδοση 4.2 ή νεότερη) και Microsoft Word for Windows. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο της εκάστοτε εφαρμογής για να δείτε αν υποστηρίζεται το DDE.

Αντικείμενα διεπαφής

Το Interactive Physics μπορεί να επικοινωνήσει με εξωτερικές εφαρμογές μέσω μετρητών και εργαλείων ελέγχου. Οι μετρητές λειτουργούν ως συσκευές εξόδου, ενώ τα εργαλεία ελέγχου ως είσοδοι.

Εντολές από μακριά

Το Interactive Physics σας δίνει επίσης τη δυνατότητα να καθορίσετε εντολές σε εξωτερικές εφαρμογές, κατά τη διάρκεια των κύκλων προσομοίωσης. Μπορείτε να καθορίσετε:

Εντολές έναρξης/αρχικοποίησης, που εκτελούνται στην αρχή μιας προσομοίωσης και

Εντολές εκτέλεσης, που εκτελούνται σε οποιοδήποτε πλαίσιο κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης.

Κύκλοι προσομοίωσης και Ανταλλαγή δεδομένων

Η ανταλλαγή δεδομένων και η εκτέλεση εντολών από μακριά σχετίζονται με τους κύκλους προσομοίωσης του Interactive Physics με τον ακόλουθο τρόπο:

```
Initialize remote commands
loop while simulation continues {
    send output to external application
    Execute remote commands
    get input data from external application
    run simulation step
} end loop
```


Ανταλλαγή δεδομένων μέσω Apple Events ή DDE

Το Interactive Physics μπορεί να επικοινωνήσει με εξωτερικές εφαρμογές μέσω Apple Events (MacOS) ή DDE (Windows).

Για να ρυθμίσετε το Interactive Physics για ανταλλαγή δεδομένων με μια εξωτερική εφαρμογή:

Ρύθμιση της διεπαφής εφαρμογής

1. Δημιουργείτε ή ανοίξετε μια προσομοίωση του Interactive Physics.
2. Δημιουργείτε μετρητές ή και εργαλεία ελέγχου για τις ιδιότητες που θέλετε να ανταλλάξετε με την εξωτερική εφαρμογή.
3. Επιλέξτε Σύνδεση εξωτερικής εφαρμογής (External Application Link) από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

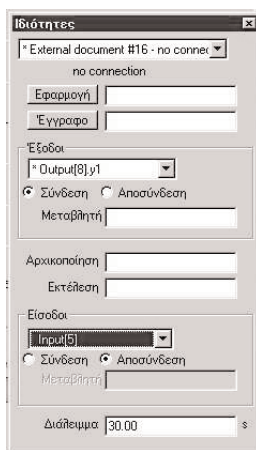
Στο έγγραφό σας εμφανίζεται ένα εικονίδιο κενού δεσμού.

4. Κάντε διπλό κλικ στο εικονίδιο του δεσμού.

Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες, όπως φαίνεται στο σχήμα 9-6.

Σχήμα 9-6

Παράθυρο Ιδιότητες για ένα αντικείμενο δεσμού



Windows

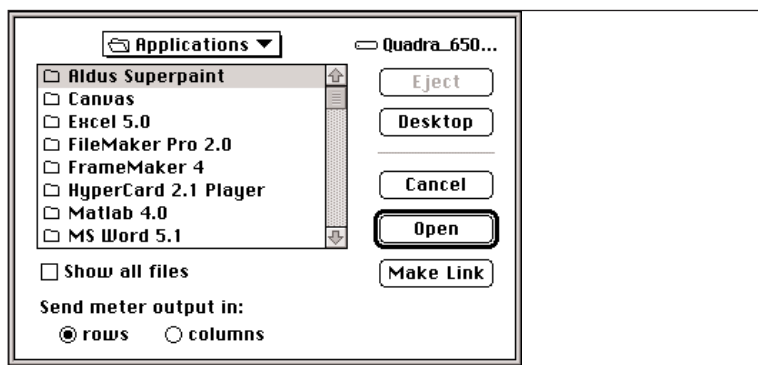
5. (Μόνο για Windows) Κάντε κλικ στο κουμπί Εφαρμογή, επιλέξτε το όνομα της εφαρμογής από το πλαίσιο διαλόγου και κάντε κλικ στο OK.

6. Κάντε κλικ στο κουμπί Έγγραφο.

Στα συστήματα MacOS εμφανίζεται ο διάλογος του δεσμού Apple Events (σχήμα 9-7). Στα Windows εμφανίζεται ένας κανονικός διάλογος επιλογής αρχείου.

Σχήμα 9-7

Διάλογος του δεσμού Apple Events (μόνο για MacOS)



7. Βρείτε και επιλέξτε το έγγραφο με το οποίο θέλετε να συνδεθείτε¹.

8. (Μόνο για MacOS) Βεβαιωθείτε ότι ήδη εκτελείται η εφαρμογή και ότι το έγγραφο είναι ήδη ανοικτό. Στη συνέχεια κάντε κλικ στη Δημιουργία δεσμού.

9. (Μόνο για Windows) Κάντε κλικ στο OK και η εφαρμογή θα ξεκινήσει αυτόματα² αν δεν εκτελείται ήδη.

Το όνομα του συνδεδεμένου αρχείου θα εμφανιστεί στο παράθυρο Ιδιότητες. Το εικονίδιο κενού αντικειμένου διεπαφής γίνεται εικονίδιο της συνδεδεμένης εφαρμογής.

1. Στο MATLAB να πληκτρολογείτε ενγινε αντί για το όνομα του αρχείου.

2. Η εφαρμογή ξεκινάει με το πάτημα του πλήκτρου Enter αφού ορίσετε το όνομα του εγγράφου. Αν αποθηκεύσετε την προσομοίωση με δεσμούς ΔΔΕ και την ανοίξετε αργότερα το Interactive Physics δεν θα εκκινήσει αυτόματα την εφαρμογή.

Σύνδεση των εισόδων/εξόδων με την εφαρμογή

Στο σημείο αυτό έχετε καθορίσει την εξωτερική εφαρμογή και το έγγραφο με το οποίο θα αλληλεπιδράσετε. Πρέπει επίσης να καθορίσετε ποια μεμονωμένα εργαλεία ελέγχου (είσοδοι) και μετρητές (έξοδοι) στο έγγραφο του Interactive Physics αντιστοιχούν στα κατάλληλα στοιχεία της εξωτερικής εφαρμογής. Για παράδειγμα, πρέπει να δημιουργήσετε ένα λογικό δεσμό μεταξύ Ελέγχων/Μετρητών και των μεμονωμένων κελιών (Excel) ή μεταβλητών (MATLAB).

1. Στο παράθυρο Ιδιότητες για το αντικείμενο της διεπαφής, επιλέξτε μία είσοδο ή μία έξοδο από τη λίστα.

Το σχήμα 9-8 δείχνει τη λίστα με όλους τους μετρητές, όταν κάνετε κλικ στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογών. Το ίδιο ισχύει και για τα αντικείμενα εργαλείων ελέγχου.

2. Για κάθε επιλεγμένο μετρητή ή αντικείμενο ελέγχου, κάνετε κλικ στο κουμπί επιλογής Σύνδεση και πληκτρολογήστε το κατάλληλο για την εξωτερική εφαρμογή όνομα μεταβλητής.

Για παράδειγμα, αν χρησιμοποιείτε το Excel, μπορείτε να καθορίσετε το κελί, πληκτρολογώντας:

R1C3

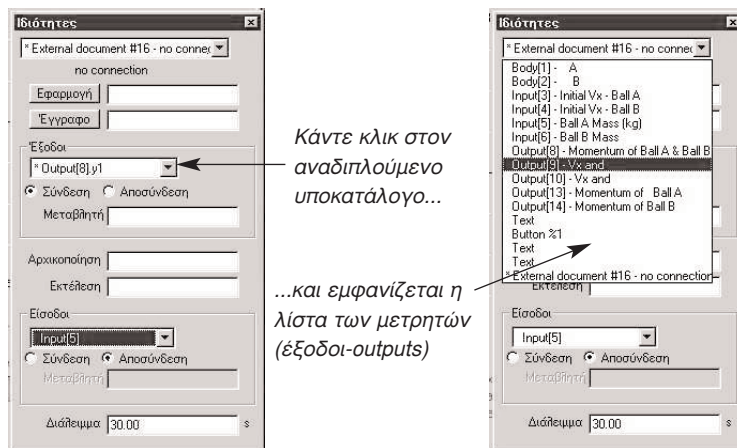
για να δείξετε το κελί που βρίσκεται στη σειρά 1, στήλη 3. Στο MATLAB μπορείτε, απλώς, να πληκτρολογήσετε το όνομα της μεταβλητής ακριβώς όπως εμφανίζεται στο MATLAB:

x_initial

Για μετρητές, παρατηρήστε ότι όλα τα πεδία μετρητών (όπως y1, y2 και y3) εμφανίζονται ξεχωριστά. Μπορείτε να καθορίσετε ονόματα μεταβλητών ή ονόματα κελιών για καθένα από τα κανάλια εξόδου, ξεχωριστά.

Σχήμα 9-8

Επιλογή αντικειμένων εξόδου
από τη λίστα



3. Κάντε κλικ στο κουμπί επιλογής Σύνδεση για τη συγκεκριμένη είσοδο ή έξοδο.

Εξ ορισμού, όλες οι εισοδοι και εξοδοι είναι αποσυνδεδεμένες. Το Interactive Physics δεν συνδέεται με το κελί ή τη μεταβλητή, αν δεν επιλέξετε **Σύνδεση**. Και πάλι μπορείτε να πραγματοποιήσετε **Σύνδεση** ή **Αποσύνδεση** για κάθε είσοδο και έξοδο, μεμονωμένα, όπως φαίνεται και στο σχήμα 9-9.

4. Επαναλάβετε τα βήματα 1, 2 και 3 για όλες τις εισόδους και εξόδους που θέλετε να ανταλλάξετε δεδομένα με την εξωτερική εφαρμογή.

5. Αν θέλετε, μπορείτε να ορίσετε τις εντολές Έναρξη/Αρχικοποίηση και Εκτέλεση, που θεωρείτε κατάλληλες για την εξωτερική εφαρμογή.

Βλέπε παρακάτω για παραδείγματα τέτοιων εντολών.

6. Εκτελέστε την προσομοίωση.

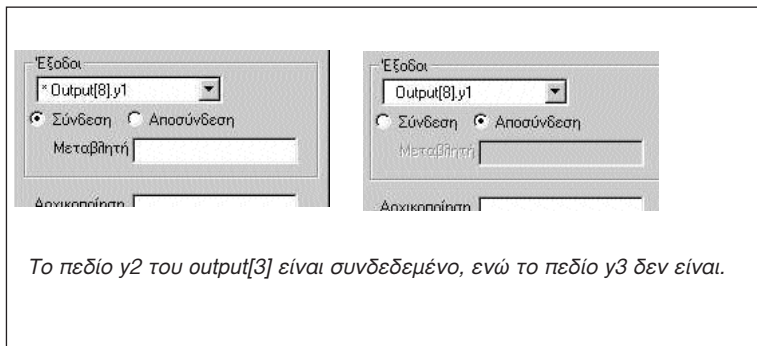
- Αν η εξωτερική εφαρμογή χρησιμοποιείται ως έξοδος ενός αντικειμένου μετρητή του Interactive Physics, αποστέλλονται δεδομένα στην εξωτερική εφαρμογή σε κάθε πλαίσιο της προσομοίωσης.
- Αν η εξωτερική εφαρμογή χρησιμοποιείται ως είσοδος ενός αντικειμένου ελέγχου του Interactive Physics, λαμβάνονται δεδομένα από την εξωτερική εφαρμογή σε κάθε πλαίσιο της

προσομοίωσης.

Μπορείτε να εκτελέσετε εντολές που είναι ειδικές για τη συνδεδεμένη με το Interactive Physics εξωτερική εφαρμογή. Για παράδειγμα, μπορείτε να εκτελέσετε εντολές του MATLAB ή μακροεντολές του Excel, πληκτρολογώντας τις στα πλαίσια

Σχήμα 9-9

Σύνδεση/Αποσύνδεση για κάθε είσοδο/έξοδο



κειμένου **Έναρξη/Αρχικοποίηση** και **Εκτέλεση**, πριν ξεκινήσετε την προσομοίωση. Τα παρακάτω αποτελούν παραδείγματα εντολών.

Στο MATLAB μπορείτε να πληκτρολογήσετε τις κλήσεις συνάρτησης στα πλαίσια εντολών **Έναρξη/Αρχικοποίηση** και **Εκτέλεση**:

(Έναρξη/Αρχικοποίηση) $u=0$,
(Εκτέλεση) $u=f(x, y)$.

Στο Excel, μπορείτε να πληκτρολογήσετε μακροεντολές στα πλαίσια εντολών. Στα **Windows** οι εντολές πρέπει να βρίσκονται εντός [], όπως φαίνεται παρακάτω (οι αγκύλες δεν είναι απαραίτητες για τα MacOS):

(Έναρξη/Αρχικοποίηση) [FORMULA("=R[-1]C+R2C3")]
(Εκτέλεση) [RUN("MACRO1")],

όπου MACRO1 είναι π.χ. το όνομα μιας μακροεντολής που έχετε καταγράψει. Συμβουλευτείτε το εγχειρίδιο του Excel *Function Reference* για περισσότερες λεπτομέρειες.

Εκτέλεση εντολών από μακριά Οι εντολές που πληκτρολογήθηκαν στο πλαίσιο **Έναρξη/Αρχικοποίηση** θα εκτελεστούν όταν ξεκινήσει η προσομοίωση, πριν πραγματοποιήσει το Interactive Physics οποιονδήποτε υπολογισμό. Για παράδειγμα, οι εντολές μπορούν να αρχικοποιήσουν δεδομένα πριν ξεκινήσει η προσομοίωση.

Οι εντολές που πληκτρολογήθηκαν στο πλαίσιο **Εκτέλεση** θα εκτελεστούν σε κάθε πλαίσιο της προσομοίωσης του Interactive Physics.

Ως παράδειγμα, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το Excel για να δημιουργήσετε ένα σύστημα τροφοδοσίας που μεταβάλλει το μέγεθος της ροπής ενός κινητήρα που βασίζεται στην περιστροφική ταχύτητα.

- 1. Δημιουργείτε ένα φύλλο εργασίας Excel και γράψτε μια συνάρτηση που περιγράφει το εργαλείο ελέγχου ανάδρασης.**
- 2. Βεβαιωθείτε ότι ο κινητήρας στο μοντέλο σας διαθέτει ένα μετρητή για την περιστροφική ταχύτητα και ένα εργαλείο ελέγχου για τη ροπή.**

Ο μετρητής και το εργαλείο ελέγχου χρησιμεύουν ως είσοδος και έξοδος, αντίστοιχα, για το σύστημα ελέγχου.

- 3. Στο Interactive Physics, δημιουργείτε μια διεπαφή εξωτερικής εφαρμογής επιλέγοντας Σύνδεση εξωτερικής εφαρμογής στον κατάλογο επιλογών Ορισμός. Επιλέξτε το έγγραφο του Excel που θέλετε.**

Συμβουλευτείτε το "Ρύθμιση της διεπαφής εφαρμογής" στη σελίδα 9-16 για πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο ορισμού της διεπαφής.

- 4. Επιλέξτε το εργαλείο ελέγχου του κινητήρα από τους καταλόγους εισόδων που εμφανίζονται στο παράθυρο Ιδιότητες της διεπαφής.**
- 5. Πληκτρολογήστε το κατάλληλο κελί Excel στα πεδία της Μεταβλητής της εισόδου.**

Βεβαιωθείτε ότι το κελί περιέχει την επιθυμητή συνάρτηση ελέγχου στο Excel.

**Προσχέδιο σχεδιασμού
συστήματος ελέγχου**

6. Επιλέξτε το μετρητή του κινητήρα από τις λίστες εξόδων που εμφανίζονται στο παράθυρο Ιδιότητες.

Πληκτρολογήστε το κατάλληλο κελί στο πεδίο μεταβλητής.

Βεβαιωθείτε ότι το κελί χρησιμοποιείται ως είσοδος στη συνάρτηση του Excel.

7. Εκτελέστε την προσομοίωσή σας.

Σε κάθε πλαίσιο, τα δεδομένα ταχύτητας αποστέλλονται στο φύλλο εργασίας, του οποίου οι μακροεντολές θα υπολογίσουν την απαιτούμενη ροπή. Η ροπή επιστρέφει στην προσομοίωση του Interactive Physics ως είσοδος του κινητήρα μέσω του εργαλείου ελέγχου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Χρήση τύπων

Στο κεφάλαιο αυτό θα μάθετε τρόπους να τροποποιείτε:

- εργαλεία ελέγχου εισόδου
- μετρητές
- σώματα
- παγκόσμιες δυνάμεις
- συστήματα αναφοράς

Το Interactive Physics σας δίνει τη δυνατότητα να εισαγάγετε τύπους στα περισσότερα σημεία, όπου συνήθως εισαγάγετε αριθμούς. Οι τύποι σας επιτρέπουν να δημιουργήσετε καθοριζόμενες δυνάμεις και συνδέσμους και να ελέγξετε δυναμικά τη συμπεριφορά των αντικειμένων. Οι τύποι χρησιμοποιούν επίσης ως υποκείμενος μηχανισμός που συνδέει εργαλεία ελέγχου εισόδου στην προσομοίωση. Οι τύποι ελέγχουν τα δεδομένα που εμφανίζουν οι μετρητές και οι συσκευές εξόδου.

Στο **Παράρτημα Β "Μαθηματική γλώσσα"** θα βρείτε λεπτομερή πληροφόρηση για τη μαθηματική γλώσσα του Interactive Physics.

10.1. Μονάδες σε τύπους

Το Interactive Physics αυτόματα παρακολουθεί το σύστημα μονάδων που συνδέεται με τους τύπους, σύμφωνα με τους ακόλουθους βασικούς κανόνες:

Κανόνας 1: Όλοι οι τύποι και όλες οι σταθερές συνδέονται με μονάδες που συμβαδίζουν με τις τρέχουσες ρυθμίσεις στο διάλογο Αριθμοί και μονάδες.

Κανόνας 2: Αν αλλάξετε τις ρυθμίσεις στο διάλογο, το Interactive Physics αυτόματα πολλαπλασιάζει όλες τις σταθερές και τους τύπους με τους κατάλληλους συντελεστές μετατροπής μονάδων,

για να εξασφαλίσει ότι η προσομοίωση θα συμπεριφέρεται με τον ίδιο τρόπο και μετά την αλλαγή.

Πώς χειρίζεται το Interactive Physics τις μετατροπές μονάδων

Σταθερές

Μια σταθερά ορίζεται ως αριθμός, π.χ. 3,12. Οτιδήποτε άλλο θεωρείται τύπος, με εξαίρεση τις εκφράσεις που αφορούν σταθερές, όπως $3+2$.

Όταν αλλάζει το σύστημα μονάδων, το Interactive Physics ενημερώνει τις τιμές όλων των σταθερών. Για παράδειγμα, η εισαγωγή της τιμής 10 σε ένα πεδίο θέσης που μετράται σε μέτρα και στη συνέχεια η αλλαγή των μονάδων απόστασης σε εκατοστόμετρα, θα προκαλέσει την αυτόματη αλλαγή της τιμής σε 1000 (cm). Σημειώστε ότι αυτή η αλλαγή διατηρεί τη φυσική ποσότητα του μήκους σε συμφωνία με τον **Κανόνα 2**.

Τύποι

Όταν αλλάζει το σύστημα μονάδων, όλοι οι συντελεστές στον τύπο πολλαπλασιάζονται με τις κατάλληλες σταθερές μετατροπής. Υποθέστε ότι το τρέχον σύστημα μονάδων είναι feet/pounds/seconds και θέλετε να εισάγετε το μήκος ενός ενεργοποιητή, σύμφωνα με τα παρακάτω:

Μήκος: time + 5 [σε πόδια]

Στο χρόνο $t=1,0$, το μήκος θα ήταν 6,0 feet.

Αν χρησιμοποιήσετε το διάλογο Αριθμοί και μονάδες για να αλλάξετε το σύστημα μονάδων σε ίντσες, η εξίσωση αυτομάτως θα μετατραπεί σε:

Μήκος: $12 * (\text{time} + 5)$ [σε ίντσες]

Παρατηρήστε ότι η φυσική ποσότητα διατηρείται πριν και μετά την αλλαγή του συστήματος μονάδων. Χωρίς τον συντελεστή μετατροπής "12", το μήκος θα ήταν 6,0 ίντσες σε $t=1,0$, αν και θα περιμένατε να είναι 6,0 πόδια (72,0 ίντσες).

Πέραν αυτού, αν οι μονάδες χρόνου άλλαζαν από δευτερόλεπτα σε λεπτά, η εξίσωση θα γινόταν:

Μήκος: $12 * (\text{time} * 60 + 5)$ [σε ίντσες]

επειδή η μεταβλητή **χρόνος** επιστρέφει τώρα την τιμή σε λεπτά (σύμφωνα με τον **Κανόνα 1** παραπάνω).

Επίδραση στους μετρητές

Οι τιμές που εμφανίζουν τα αντικείμενα μετρητών πάντοτε συνδέονται με το τρέχον σύστημα μονάδων. Αν ένας μετρητής δείχνει 2 πόδια στο βρετανικό σύστημα μονάδων (pounds), θα δείχνει 24 ίντσες μετά τη μετατροπή της μονάδας μήκους σε ίντσες.

Για να τηρηθεί, όμως, ο **Κανόνας 2** (διατήρηση της σωστής συμπεριφοράς μιας προσομοίωσης), οι τιμές που επιστρέφουν οι τύποι (π.χ. **output[5].y2**) παραμένουν οι ίδιες κατά τη διάρκεια της αλλαγής μονάδων. Τέτοιου είδους συμπεριφορά είναι χρήσιμη όταν χρησιμοποιείτε μετρητές ως μεταβλητές (βλέπε τμήμα **10.9. "Χρήση μετρητών ως μεταβλητές σε τύπους"** για περισσότερες λεπτομέρειες).

Για παράδειγμα, υποθέστε ότι δημιουργήσατε ένα μετρητή χρόνου **output[6]**, ενώ η τρέχουσα μονάδα για το χρόνο είναι τα δευτερόλεπτα. Το παράθυρο Ιδιότητες για το αντικείμενο Μετρητής δείχνει τη μεταβλητή **χρόνος** (time) στο πεδίο **y1**. Στο σημείο αυτό, ο τύπος **output[6].y1** θα επιστρέφει την τιμή 60,0 μετά την πάροδο 60 δευτερολέπτων από την έναρξη της προσομοίωσης.

Αν αλλάξετε το σύστημα μονάδων σε λεπτά, ο ίδιος μετρητής θα εμφανίζει τις σωστές τιμές σε λεπτά, θα δείχνει δηλαδή 1,0 (λεπτά) μετά την πάροδο 60 δευτερολέπτων. Το παράθυρο Ιδιότητες θα δείχνει **output[6].y1 = time*60,0** δευτερόλεπτα, ώστε η αναφορά **output[6].y1** να επιστρέφει 1,0 μετά από 60,0 δευτερόλεπτα, επειδή ο χρόνος επιστρέφει τώρα την τιμή σε λεπτά, σύμφωνα με τον **Κανόνα 1**.

Ο ίδιος ο μετρητής "γνωρίζει" ότι η αλλαγή μονάδων έχει πραγματοποιηθεί και πολλαπλασιάζει το **output[6].y1** με έναν παράγοντα εσωτερικής μετατροπής 1/60 (δεν εμφανίζεται στο παράθυρο Ιδιότητες) για να εμφανίσει τα δεδομένα σωστά (σε λεπτά).

Αν επεξεργαστείτε αυτό το πεδίο, ο παράγοντας εσωτερικής μετατροπής ρυθμίζεται εκ νέου σε 1,0. Έστω ότι αλλάξατε το "time*60.0" σε "time *60.0" (εισαγάγοντας ένα κενό μεταξύ του time και του "*"), τότε ο μετρητής θα δείχνει 60,0, μετά από 1 λεπτό, ενώ το output[6].y1 θα δείχνει ακόμη 60,0 μετά από ένα λεπτό.

Σημειώσεις σχετικά με την Ακρίβεια

Οι σταθερές μετατροπής αποθηκεύονται εσωτερικά με απόλυτη ακρίβεια, αλλά εμφανίζονται μόνο με τα σημαντικά ψηφία στο διάλογο Αριθμοί και μονάδες (εξ ορισμού είναι 3 ψηφία). Η επεξεργασία μιας εξίσωσης που περιέχει σταθερές μετατροπής ενσωματώνει αυτές τις σταθερές στη στοιχειοσειρά (string) της εξίσωσης με την ακρίβεια που εμφανίζεται (αντί εκείνης που αποθηκεύεται εσωτερικά με την απόλυτη ακρίβεια).

Ας δούμε την εξίσωση παράδειγμα. Ακόμη κι αν αλλάξουν οι μονάδες σε ίντσες και λεπτά, εσωτερικά η εξίσωση αποθηκεύεται ακόμη ως:

Μήκος: (time sec. + 5) ft

που εμφανίζεται όμως ως:

Μήκος: 12* (time*60 + 5) in

Αν επεξεργαστούμε την εξίσωση, ακόμη κι αν αφαιρέσουμε τα κενά, εσωτερικά αυτή αποθηκεύεται ως:

Μήκος: 12* (time min * 60 + 5) in

Σημειώστε ότι αν κάποιες από αυτές τις σταθερές έχουν πολλά σημαντικά ψηφία, η τροποποίηση της εξίσωσης θα οδηγούσε σε κάπως διαφορετικές απαντήσεις στην προσομοίωση. Συμβουλευτείτε επίσης την παράγραφο "Ακρίβεια των δεδομένων μετρητή σε μονάδες άλλες από εκείνες του SI" στη σελίδα A-34.

Μέγιστο μήκος εξίσωσης

Οι εξισώσεις μπορεί να έχουν μήκος μέχρι 255 χαρακτήρες. Όταν, όμως, προστεθούν οι σταθερές μετατροπής, η εξίσωση μεγαλώνει σε μήκος και μπορεί να υπερβεί τους 255 χαρακτήρες, παρό το γεγονός ότι το αρχικό μήκος που εσείς είχατε εισάγει ήταν εντός των ορίων. Στην περίπτωση αυτή, η εξίσωση εμφανίζεται όπως αρχικά εισήχθη και διατηρείτε το αρχικό σύστημα μονάδων. Οι μονάδες εμφανίζονται ως τρία διαδοχικά ερωτηματικά ή ??? (που δηλώνουν το αρχικό σύστημα μονάδων). Η επεξεργασία της εξίσωσης θα αλλάξει τις μονάδες της στο τρέχον σύστημα μονάδων.

10.2. Χρήση τύπων για τη σύνδεση εργαλείων ελέγχου σε αντικείμενα

Κάθε φορά που δημιουργείτε ένα εργαλείο ελέγχου στο Interactive Physics συνδέεται το εργαλείο ελέγχου και το αντικείμενο που αυτό επηρεάζει. Για παράδειγμα, για να δημιουργήσετε ένα αντικείμενο που θα ελέγχει μια σταθερά ελατηρίου:

1. Επιλέξτε ένα ελατήριο.

2. Επιλέξτε Σταθερά ελατηρίου από τον υποκατάλογο επιλογών Νέο εργαλείο ελέγχου στον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

Στην οθόνη εμφανίζονται ένας μεταβολέας και ένα πλαίσιο κειμένου. Αυτό το εργαλείο ελέγχου συνδέεται απευθείας με το ελατήριο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αλλάξει τη σταθερά ελατηρίου.

Για να δείτε το δεσμό μεταξύ εργαλείου ελέγχου και σταθεράς ελατηρίου:

1. Επιλέξτε το ελατήριο.

2. Επιλέξτε Ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες.

Σχήμα 10-1

Παράθυρο Ιδιότητες με
επιλεγμένο ένα ελατήριο.

Ιδιότητες

* Constraint[3] - Ελατήριο

Ελατήριο

Δύναμη $K x$

K input[5] N/m

Μήκος 2.000 m

(τρέχον) 2.000 m

Ενεργό όταν

☒ Πάντα

Στην περιοχή που ορίζει τη σταθερά ελατηρίου, θα δείτε τα παρακάτω:

input[5]

Όταν το Interactive Physics εκτελεί μια προσομοίωση, ψάχνει για μια τιμή που θα χρησιμοποιήσει ως σταθερά ελατηρίου. Αντί να χρησιμοποιήσει έναν αριθμό, θα χρησιμοποιήσει οποιαδήποτε τιμή δημιουργείται από το input #5.

Το input[5] είναι το όνομα τύπου για την τιμή που δημιουργείται από το μεταβολέα. Ο τύπος Input[5] τοποθετήθηκε αυτόματα στο πεδίο σταθεράς ελατηρίου, όταν δημιουργήθηκε το εργαλείο ελέγχου μεταβολέα. Αν διαγράψετε το εργαλείο ελέγχου μεταβολέα, ο τύπος θα αφαιρεθεί και θα αντικατασταθεί από την αρχική τιμή της σταθεράς ελατηρίου.

Μπορείτε να συνδέσετε τα εργαλεία ελέγχου εισόδου σε οποιαδήποτε ιδιότητα θέλετε, επιλέγοντας ένα αντικείμενο και δημιουργώντας ένα νέο εργαλείο ελέγχου από τον κατάλογο επιλογών ή εισάγοντας το όνομα του εργαλείου ελέγχου (στην περίπτωση αυτή "input[5]") σε οποιοδήποτε πεδίο δέχεται τύπους.

Κάθε εργαλείο ελέγχου έχει ελάχιστη και μέγιστη τιμή που μπορείτε να αλλάξετε από το παράθυρο Ιδιότητες του εργαλείου ελέγχου.

10.3. Χρήση τύπων για την τροποποίηση αντικειμένων

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τύπους αντί για αριθμούς, σε οποιοδήποτε πεδίο του παραθύρου Ιδιότητες. Αυτό σημαίνει ότι μπορείτε να επισυνάψετε εξισώσεις για το εργαλείο ελέγχου της κίνησης, καθώς και τις φυσικές ιδιότητες των αντικειμένων κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης. Για παράδειγμα, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τύπους για να προτυποποιήσετε τη μάζα ενός πυραύλου που γίνεται ελαφρύτερος, καθώς καταναλώνονται τα καύσιμά του.

Αριθμητικές εκφράσεις

Συνήθως, ένα αντικείμενο διατηρεί τη σταθερά της μάζας του, κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης.

Μπορείτε να δείτε τη μάζα ενός αντικειμένου, επιλέγοντας το αντικείμενο και στη συνέχεια επιλέγοντας Ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο. Το παράθυρο Ιδιότητες εμφανίζει τις ιδιότητες αντικειμένου, συμπεριλαμβανομένης της μάζας του.

Μπορείτε να κάνετε κλικ στο πλαίσιο αλλαγής μεγέθους στην επάνω δεξιά γωνία του παραθύρου Ιδιότητες, για να το κάνετε μεγαλύτερο. Τα πεδία εισόδου ταυτοχρόνως επεκτείνονται, επιτρέποντάς σας να εισαγάγετε μεγαλύτερες σε μήκος εκφράσεις πιο εύκολα.

Ένας συνηθισμένος πύραυλος μπορεί να ξεκινήσει με μια μάζα 10.000 κιλών (εκτός από τα καύσιμα) και να μεταφέρει 10.000 κιλά καύσιμα. Αν τα καύσιμα καταναλωθούν σε 100 δεύτερα και με σταθερό ρυθμό, τότε η μάζα M του πυραύλου μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

$$M = \begin{cases} 20000-100t(0 < t < 100) \\ 10000(t > 100) \end{cases}$$

Αν εκτελείτε την προσομοίωση για λιγότερο από 100 δεύτερα, θα μπορούσατε απλώς να εισαγάγετε τα παρακάτω στο πεδίο μάζας του παραθύρου Ιδιότητες (βλέπε σχήμα 10-2) που καθορίζει τη μάζα του πυραύλου:

$$20000 - 100 * \text{time}$$

Σχήμα 10-2

Τύπος που εισήχθη στο παράθυρο Ιδιότητες

mass	20000 - 100*time	kg

Όταν εκτελούσατε την προσομοίωση του πυραύλου, ο πύραυλος προοδευτικά γίνεται ελαφρύτερος, σύμφωνα με τον τύπο που εισαγάγατε.

Υποθετικοί τύποι

Αν εκτελούσατε την προσομοίωση για περισσότερα από 100 δεύτερα, θα μπορούσατε να συνδυάσετε με ακρίβεια αυτές τις δύο εξισώσεις σε μια υποθετική πρόταση ως εξής:

```
if (time < 100)  mass = 20000 - 100*time
else             mass = 10000
```

Θα μπορούσατε να εισαγάγετε ένα τύπο σαν κι αυτόν, χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση if. Η συνάρτηση if λαμβάνει τρεις παραμέτρους, που χωρίζονται μεταξύ τους με ένα κόμμα, με την ακόλουθη μορφή:

```
if (condition, return if true, return if false)
```

Οι εξισώσεις για τον πύραυλο συνδυάζονται με μια συνάρτηση if(), όπως η εξής:

```
if (time<100, 20000-100*time, 10000)
```

Ενεργοποίηση και Απενεργοποίηση συνδέσμων

Η παραπάνω εξίσωση περιγράφει με ακρίβεια τη μάζα του πυραύλου κάθε στιγμή. Οι οποιεσδήποτε δυνάμεις συσχετίζονται με τη μεταβαλλόμενη μάζα του πυραύλου θα πρέπει επίσης να συμφωνούν με το γεγονός ότι μετά από 100 δεύτερα, έχουν καταναλωθεί όλα τα καύσιμα στον πύραυλο. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να το κάνετε αυτό.

Στο παραθύρο Ιδιότητες της δύναμης που χρησιμοποιείται για τον προωθητήρα του πυραύλου, θα μπορούσατε να εισαγάγετε την τιμή ορισμένων δυνάμεων, όπως αυτή:

if (time<100, 5000, 0)

Αυτό σημαίνει ότι αν ο χρόνος είναι μικρότερος από 100 δεύτερα, η δύναμη θα ασκήσει 5000 N. Αλλιώς, η δύναμη θα ασκήσει 0 N.

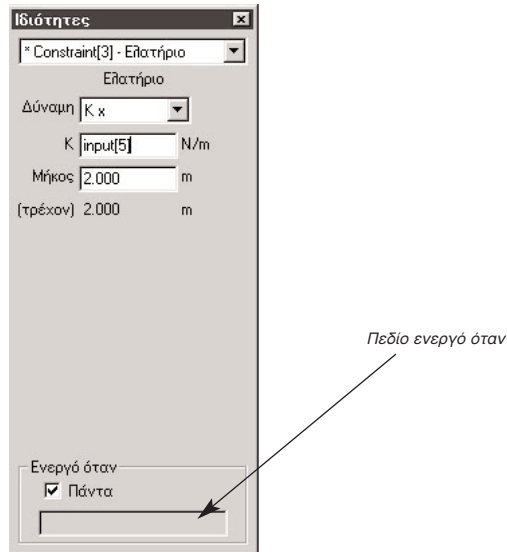
Το Interactive Physics παρέχει, επίσης έναν εύκολο τρόπο ενεργοποίησης και απενεργοποίησης των συνδέσμων, χρησιμοποιώντας το πεδίο "Ενεργό όταν" του παραθύρου Ιδιότητες της δύναμης. Για να απενεργοποιήσετε τη δύναμη μετά από 100 δευτερόλεπτα, απλώς εισάγετε στην τιμή της δύναμης τον αριθμό 5000 ως τιμή της δύναμης και στη συνέχεια

time < 100

στο πεδίο "Ενεργό όταν" του παραθύρου Ιδιότητες της δύναμης (βλέπε σχήμα 10-3).

Σχήμα 10-3

Πεδίο "Ενεργό όταν" ενός
συνδέσμου



Τοποθέτηση των συνδέσμων σε σχέση με τη γεωμετρία του σώματος

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τη μαθηματική γλώσσα για να δημιουργήσετε έναν σύνδεσμο, του οποίου οι θέσεις των τελικών σημείων καθορίζονται σε σχέση με τις γεωμετρίες των σωμάτων. Για παράδειγμα, μπορείτε να επισυνάψετε ένα τελικό σημείο ελατηρίου για τη δεύτερη κορυφή ενός πολυγώνου (υποθέστε ότι είναι `body[3]`), καθορίζοντας τη συντεταγμένη τελικού σημείου, όπως:

```
x:    body[3].vertex[2].x
y:    body[3].vertex[2].y
```

Με τον τρόπο αυτό, το τελικό σημείο θα παραμένει πάντοτε στη δεύτερη κορυφή, ακόμα κι αν το μέγεθος και το σχήμα του πολυγώνου τροποποιηθεί.

Συμβουλευτείτε τη "Χρήση γεωμετρικών τύπων (παραμετρικός ορισμός βάσει σημείων)" στη σελίδα 4-19 για περισσότερες πληροφορίες. Αναφορές στη σύνταξη θα βρείτε στο "Πεδία

σωμάτων" στη σελίδα B-7.

Τροποποίηση κινητήρων και ενεργοποιητών

Για να δημιουργήσετε έναν ημιτονοειδή οδηγό, ζωγραφίστε έναν ενεργοποιητή και επιλέξτε τον τύπο του ως "μήκος". Εμφανίζεται μια προκαθορισμένη τιμή για το μήκος, για παράδειγμα "2.00". Ένας ενεργοποιητής με σταθερό μήκος ενεργεί ως ράβδος.

Ένας ενεργοποιητής μπορεί να μετατραπεί σε ημιτονοειδή οδηγό, αντικαθιστώντας τη σταθερή τιμή του "2.00" με έναν τύπο. Η εισαγωγή του τύπου

$$\sin(\text{time}) + 2.0$$

αντί του 2.00 θα δημιουργήσει έναν ημιτονοειδή οδηγό που αλλάζει σε μήκος από 1.00 σε 3.00 μέτρα κάθε 2π δευτερόλεπτα. Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τους ενεργοποιητές μήκους θα βρείτε στη σελίδα 4-71 στις "Ιδιότητες ενεργοποιητή".

10.4. Χρήση τύπων για τον ορισμό δύναμη πεδίου

Το χαρακτηριστικό δύναμη πεδίου στο Interactive Physics σας επιτρέπει να δημιουργήσετε πρότυπα πολλών ειδών δυνάμεων πεδίου που επιδρούν σε μεμονωμένα αντικείμενα, καθώς και σε ζεύγη αντικειμένων. Οι τύποι που εισάγονται στο διάλογο Δύναμη Πεδίου εφαρμόζονται ως δυνάμεις και ροπές σε όλα τα αντικείμενα.

Για να ασκήσουμε μία δύναμη 5N στη θετική διεύθυνση x σε όλα τα αντικείμενα, θα εισαγάγετε το 5 στο διάλογο Δύναμη Πεδίου και θα επιλέξετε το κουμπί ραδιοφώνου Πεδίο, όπως φαίνεται στο σχήμα 10-4.

Σχήμα 10-4**Διάλογος Δύναμη Πεδίου**

Κάποιες φορές θα θελήσετε να προσπελάσετε τις ιδιότητες κάθε σώματος ξεχωριστά, ασκώντας μια καθοριζόμενη παγκόσμια δύναμη. Ένα καλό παράδειγμα αυτής της δύναμης είναι η βαρύτητα στην επιφάνεια της γης. Η δύναμη που παράγεται από το πεδίο βαρύτητας της γης, κοντά στην επιφάνειά της δίνεται με τον τύπο:

$$F=mg$$

όπου $g=-9,81 \text{ m/s}^2$.

Αυτή η εξίσωση προκύπτει από τη γενικότερη εξίσωση που περιγράφει τη βαρύτητα στο σύμπαν:

$$F= Gm_1m_2 / r^2$$

Αντικαθιστώντας τις τιμές των:

$$G=6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \text{ (σταθερά της βαρύτητας),}$$

$$m_1=5,98 \times 10^{24} \text{ kg (μάζα της γης), και}$$

$$r=6,38 \times 10^6 \text{ m (ακτίνα της γης)}$$

στην παραπάνω εξίσωση μειώνεται το πρόβλημα σε $F=-9,81m_2$.

Ορισμός δυνάμεων πεδίου που εξαρτώνται από το σώμα

Για να προτυποποιήσετε ένα πεδίο βαρύτητας, όπως αυτό της γης, μπορείτε να εισαγάγετε τις παρακάτω εξισώσεις για μία καθοριζόμενη παγκόσμια δύναμη:

$$\begin{array}{ll} F_x: & 0 \\ F_y: & -9,81 * \text{self.mass} \\ T: & 0 \end{array}$$

Αυτή η εξίσωση για το F_y συμπεριλαμβάνει ένα αναγνωριστικό που λέγεται "self". Το self χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό αυτής της δύναμης για κάθε σώμα στη σειρά, με βάση τη μάζα του σώματος.

Επίσης, πρέπει να επιλέξετε το κουμπί ραδιοφώνου Πεδίο στο διάλογο Δύναμη Πεδίου. Η δύναμη θα εφαρμοστεί ως πεδίο για κάθε αντικείμενο ξεχωριστά.

Τα F_x και F_y είναι τα στοιχεία x και y της δύναμης που επενεργεί στο κέντρο μάζας κάθε σώματος, αντίστοιχα. T είναι η ροπή που ασκείται σε κάθε σώμα.

Δυνάμεις πεδίου που ενεργούν σε ζεύγη σωμάτων

Για να δημιουργήσετε ένα πρότυπο για την έλξη της βαρύτητας μεταξύ κάθε ζεύγους σωμάτων, μπορείτε να επιλέξετε δυνάμεις "κατά ζεύγη". Οι διευθύνσεις των F_x , F_y και T ανταποκρίνονται στο σύστημα αναφοράς που δημιουργήθηκε από τη συνδετική γραμμή μεταξύ κάθε διαδοχικού ζεύγους σωμάτων.

Οι δυνάμεις στη διεύθυνση x είναι παράλληλες προς τη συνδετική γραμμή και οι δυνάμεις στη διεύθυνση y είναι κάθετες στη συνδετική γραμμή.

Για να δημιουργήσετε πρότυπο βαρύτητας στα πλανητικά

συστήματα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η παρακάτω εξίσωση:

$$\begin{aligned} F_x &= 6,67 \times 10^{-11} * \text{self.mass} * \text{other.mass} / \\ &\quad \text{sqr}(\text{self.p} - \text{other.p}) \\ F_y &= 0 \\ T &= 0 \end{aligned}$$

Αυτός είναι ο πλήρης ορισμός για τη δύναμη της βαρύτητας. Στον προσομοιωτή θα εφαρμοστεί μία δύναμη που θα ανταποκρίνεται στο Gm_1m_2 / r^2 σε κάθε ζεύγος σωμάτων.

Παρατηρήστε ότι εισάγονται σταθερές με την επιστημονική γραφή, οπότε η παγκόσμια σταθερά της βαρύτητας:

$$G=6,67 \times 10^{-11}$$

εισάγεται στο Interactive Physics ως:

$$6,67 \times 10^{-11}$$

Περισσότερες λεπτομέρειες θα βρείτε στο **Παράρτημα Β, "Μαθηματική γλώσσα"**.

10.5. Χρήση τύπων για την προσαρμογή των μετρητών

Οι μετρητές μετρούν ιδιότητες που ορίζονται από τύπους. Κάθε φορά που δημιουργείται ένας μετρητής, αποδίδονται σε αυτόν περιγραφές μαθηματικής γλώσσας. Έστω ότι δημιουργήσατε ένα μετρητή θέσης για ένα σώμα. Μπορείτε να δείτε τους τύπους που χρησιμοποιούνται από έναν μετρητή στο παράθυρο Ιδιότητες, όπως φαίνεται στο σχήμα 10-5 παρακάτω.

Σχήμα 10-5

Τύποι που χρησιμοποιούνται
σε ένα μετρητή θέσης

Θέση του Κύκλος 1		
Ετικέτα	Εξίσωση	
x	t	time
y1	x	Body[1].p.x
y2	y	Body[1].p.y
y3	rot	Body[1].p.r
y4		

	Αυτόμ.	Min	Max
x	☒	0.000	1.000
y1	☒	-1.000	1.000
y2	☒	-1.000	1.000
y3	☒	0.000	1.000
y4	☐		

Ένας μετρητής που μετράει τη θέση ενός σώματος περιλαμβάνει τους εξής τρεις τύπους:

body[1].p.x
body[1].p.y
body[1].p.r

Αυτοί οι τύποι αναφέρονται στη διαμόρφωση του αντικειμένου, σχετικά με τη θέση του (x, y) και τη στροφή του (r).

Μπορείτε να δημιουργήσετε καθοριζόμενους μετρητές, αντικαθιστώντας τους προκαθορισμένους τύπους με τους δικούς σας. Ο τίτλος και η εμφάνιση ενός μετρητή μπορούν επίσης να αλλάξουν, χρησιμοποιώντας το παράθυρο Εμφάνιση.

Περαιτέρω, οποιοδήποτε πεδίο μετρητή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλη περιγραφή τύπου. Παραδείγματα θα βρείτε στη σελίδα 10-21, στη "Χρήση μετρητών ως μεταβλητές σε τύπους".

10.6. Καθορισμός της διαδρομής του σώματος με βάση τη θέση.

Οι υπολογισμοί της προσομοίωσης του Interactive Physics συνήθως καθορίζουν αυτόματα την κίνηση των αντικειμένων στο μοντέλο της προσομοίωσής σας κατά το χρόνο εκτέλεσης. Τα εργαλεία ελέγχου εισόδου (όπως περιγράφονται στο **κεφάλαιο 6, "Χώρος εργασίας"**) είναι αποτελεσματικά μόνο για τον ορισμό των αρχικών θέσεων των σωμάτων.

Υποθέστε, όμως, ότι θέλετε να μετακινήσετε ένα σώμα στο μοντέλο σας, σύμφωνα με μια προκαθορισμένη καμπύλη της τροχιάς του, που περιγράφεται με τύπους. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο Άγκυρα, για να σταθεροποιήσετε το σώμα, απελευθερώνοντάς το με τον τρόπο αυτό από τις φυσικές αλληλεπιδράσεις που υπολογίζει το Interactive Physics και αποδίδοντας αυθαίρετους τύπους στο αντικείμενο για τον έλεγχο της διαμόρφωσής του.

1. Επιλέξτε το εργαλείο Άγκυρα από τη Γραμμή εργαλείων.

2. Κάντε κλικ πάνω σε ένα σώμα.

Εμφανίζεται μια άγκυρα πάνω στο σώμα.

3. Επιλέξτε το σώμα με το εργαλείο Βέλος.

4. Επιλέξτε ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται ο κατάλογος επιλογών Παράθυρο.

5. Πληκτρολογήστε ένα τύπο στα πεδία θέσης των x, y ή και στροφή.

Το σώμα θα μετακινηθεί σύμφωνα με τον τύπο.

Για να κάνετε ένα σώμα να μετακινηθεί προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα, μπορείτε να πληκτρολογήσετε:

time + 2,3

στο πεδίο θέσης x. Όταν εκτελείτε την προσομοίωση, το σώμα ξεκινάει από $x=2,3$ και στη συνέχεια μετακινείται προς τα δεξιά. Αν πληκτρολογήσετε ένα τύπο σε οποιοδήποτε από τα τρία πεδία ταχύτητας, οι τιμές στα πεδία θέσης θα χρησιμοποιηθούν μόνο ως αρχικές συνθήκες.

Για παράδειγμα, αν V_x =χρόνος και $x=3,0$ - χρόνος, το κέντρο μάζας του αντικειμένου θα αρχίζει στο $x=3$ και στη συνέχεια θα επιταχύνει προς τα δεξιά. Σε χρόνο = 1 θα έχει ταχύτητα 1 στη διεύθυνση x.

10.7. Καθορισμός της διαδρομής του σώματος με βάση την ταχύτητα

Μπορείτε επίσης να προδιαγράψετε την ταχύτητα ενός σώματος σε όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης χρησιμοποιώντας μια Άγκυρα.

1. Επιλέξτε το εργαλείο Άγκυρα από τη Γραμμή εργαλείων.

2. Κάντε κλικ πάνω σε ένα σώμα.

Εμφανίζεται μια άγκυρα πάνω στο σώμα.

3. Επιλέξτε το σώμα με το εργαλείο Βέλος.

4. Επιλέξτε Ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες.

5. Πληκτρολογήστε ένα τύπο στα πεδία V_x , V_y ή ω .

Για να κάνετε το κέντρο μάζας ενός αντικειμένου να μετακινηθεί προς τα δεξιά με σταθερή επιτάχυνση, μπορείτε να πληκτρολογήσετε:

time

στο πεδίο V_x . Το κέντρο της μάζας αρχίζει από $V_x=0$ και επιταχύνεται προς τα δεξιά, κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

Για να κάνετε το κέντρο μάζας να μετακινηθεί με μια σταθερή ταχύτητα, πληκτρολογήστε

(5,0)

στο πεδίο ταχύτητας. Τοποθετώντας τον αριθμό σε παρενθέσεις κάνετε την ταχύτητα τύπο.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αν το σώμα με την άγκυρα έχει ένα τύπο σε οποιοδήποτε από τα πεδία ταχύτητάς του, το Interactive Physics θεωρεί την άγκυρα ως σύνδεσμο ταχύτητας και τα πεδία θέσης - ακόμη κι αν περιέχουν τύπους - θα εφαρμοστούν *μόνο στο πρώτο πλαίσιο*.

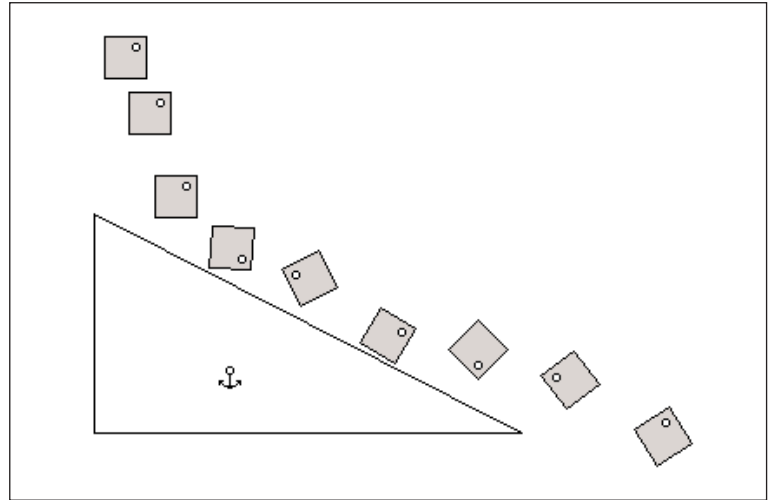
10.8. Χρήση τύπων για τον ορισμό συστημάτων αναφοράς

Το Interactive Physics μπορεί να θέσει σε κίνηση την προσομοίωσή σας σε σύστημα αναφοράς άλλο από το σύνθητες. Για παράδειγμα, μπορεί να θέλετε το κινούμενο σχέδιο να εμφανίζει τα ίχνη που αφήνει ένα κινούμενο αντικείμενο που υπό άλλες συνθήκες θα έφευγε από την οθόνη σε κάποιο σημείο.

Το σχήμα 10-6 δείχνει μία προσομοίωση ενός τετραγώνου που κατρακυλάει από μια σφηνοειδή πλατφόρμα. Το σύστημα αναφοράς είναι το φόντο. Εξ ορισμού, το Interactive Physics χρησιμοποιεί το φόντο ως σύστημα αναφοράς.

Σχήμα 10-6

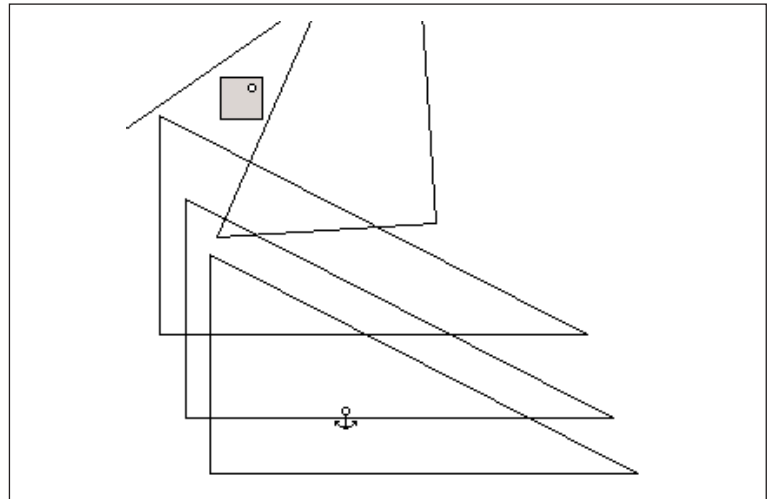
Τετράγωνο που κατακυλάει
από μια σφηνοειδή πλατφόρμα



Μετά την επιλογή του τετραγώνου ως συστήματος αναφοράς — που σημαίνει ότι επιλέγουμε να δούμε την προσομοίωση από το κέντρο μάζας του τετραγώνου και τον προσανατολισμό του τετραγώνου — το κινούμενο σχέδιο θα είχε τη μορφή του σχήματος 10-7. Σημειώστε ότι η σφηνοειδής πλατφόρμα με την άγκυρα φαίνεται να περιστρέφεται κατά τη διάρκεια της

Σχήμα 10-7

Προσομοίωση από το σύστημα
αναφοράς του τετραγώνου

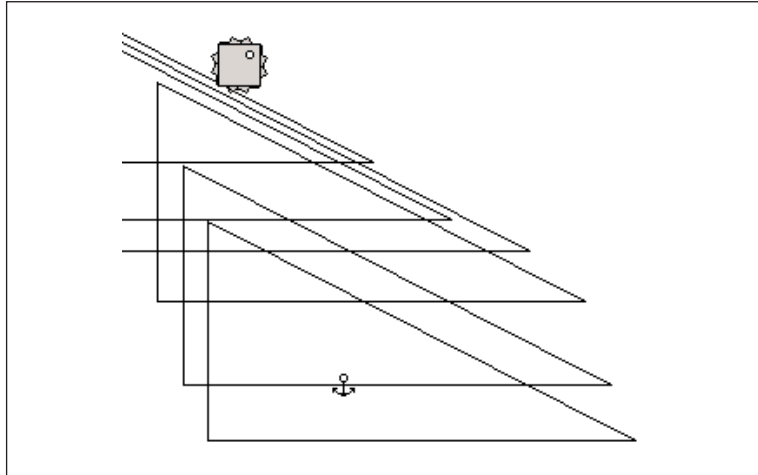


προσομοίωσης.

Το σχήμα 10-8 δείχνει πάλι την ίδια προσομοίωση. Αυτή τη φορά, όμως, η προσομοίωση απεικονίζεται με βάση τη θέση από το σημείο στην επάνω δεξιά γωνία του τετραγώνου, με τον

Σχήμα 10-8

Προσομοίωση από το σύστημα αναφοράς του τετραγώνου χωρίς στροφή



προσανατολισμό, όμως, του φόντου.

Για να ορίσετε το σύστημα αναφοράς που φαίνεται παραπάνω:

1. Προσαρτήστε ένα σημειακό στοιχείο στο σώμα που θα χρησιμοποιηθεί ως σύστημα αναφοράς.

Στο παραπάνω παράδειγμα, το σώμα αυτό είναι το τετράγωνο που κατρακυλάει.

2. Επιλέξτε το σημείο και από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο επιλέξτε Ιδιότητες.

Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες.

3. Εισάγετε τον παρακάτω τύπο στο πεδίο T (γωνία) του σημείου (η είναι ο αριθμός ID που αντιστοιχεί στο τετράγωνο που κατρακυλάει):

`-body[n].p.r`

Ο τύπος ορίζει τον προσανατολισμό του συστήματος αναφοράς που αντιτίθεται σε αυτόν του σώματος. Το σημείο θα περιστραφεί στη

συνέχεια, για να αποσβέσει τη στροφή του σώματος.

4. Επιλέξτε το σημείο και από τον κατάλογο επιλογών Θέαση επιλέξτε Νέο σύστημα αναφοράς.

Το σύστημα αναφοράς επισυνάπτεται στο σημείο και είστε έτοιμοι να εκτελέσετε την προσομοίωση.

10.9. Χρήση μετρητών ως μεταβλητές σε τύπους

Κάποιες φορές θα ήταν χρήσιμο να ορίσετε μια "μεταβλητή" που θα χρησιμοποιείται στις εξισώσεις. Για παράδειγμα, μπορεί να θέλετε να χρησιμοποιήσετε την έκφραση:

`lbody[3].p - body[4].pl`

(που ορίζει την απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων) σε πολλά σημεία. Για να αποφύγετε τη συνεχή πληκτρολόγηση των ίδιων πραγμάτων, μπορείτε να ορίσετε ένα μετρητή και να τον χρησιμοποιήσετε ως μεταβλητή ή ενδιάμεση δέσμευση θέσεως.

Για να ορίσετε ένα μετρητή και να τον χρησιμοποιήσετε ως μεταβλητή:

1. Από τον κατάλογο επιλογών Μέτρηση, επιλέξτε Χρόνος και δημιουργήστε ένα μετρητή χρόνου.

Στην πράξη, οποιοσδήποτε μετρητής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια μεταβλητή. Προς το παρόν, θα χρησιμοποιήσουμε μόνο ένα μετρητή χρόνου και θα τον τροποποιήσουμε.

2. Κάντε διπλό κλικ στο μετρητή χρόνου.

Εμφανίζεται το παράθυρο Ιδιότητες.

3. Διαγράψτε το πεδίο y_1 με τους τύπους που εμφανίζονται στο σχήμα 10-9 παρακάτω. Αν το κρίνετε απαραίτητο, αλλάξτε το μέγεθος του παραθύρου Ιδιότητες, ώστε να μπορείτε να δείτε ολόκληρο το κείμενο στο πλαίσιο του τύπου.

Σε αυτό το βήμα ορίζετε τη μεταβλητή. Στην πράξη, μπορείτε να

χρησιμοποιήσετε οποιοδήποτε ή και όλα τα πεδία εξόδου (y1 μέχρι y4) για να ορίσετε μεταβλητές.

Μπορείτε τώρα να αναφερθείτε στην απόσταση,

Σχήμα 10-9

Χρήση ενός πεδίου μετρητή
ως μεταβλητή

Διαγράψτε το περιεχόμενο των πεδίων
(προαιρετική η αναγραφή)

πληκτρολογώντας απλώς:

`output[9].y1`

(ή y2 μέχρι y4, ανάλογα με το πεδίο που χρησιμοποιήσατε ως μεταβλητή), αντί να γράφετε:

`lbody[1].p - body[10].pl`

Για παράδειγμα, για να υπολογίσετε την τετραγωνική ρίζα της απόστασης μεταξύ δύο σωμάτων, μπορείτε να πληκτρολογήσετε:

`sqrt(output[9].y1)`

αντί για:

`sqrt(lbody[1].p - body[10].pl)`

Αν δεν θέλετε να δείτε το μετρητή που φέρει τον τύπο στον χώρο εργασίας σας, μπορείτε να τον αποκρύψετε. Απλώς αφαιρέστε το σημάδι επιλογής από την επιλογή "Εμφάνιση" στο παράθυρο Εμφάνιση για το μετρητή.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Τεχνικές Πληροφορίες

Το παράρτημα αυτό σας παρέχει τεχνικές πληροφορίες και δίνει μια περιγραφή αρκετών εσωτερικών λειτουργιών του Interactive Physics.

A.1. Καλύτερη αξιοποίηση της διαθέσιμης μνήμης

Ορισμένες φορές το Interactive Physics ίσως να μην έχει επαρκή διαθέσιμη μνήμη συστήματος (RAM), και σας ενημερώνει.

Αύξηση διαθέσιμης μνήμης για το Interactive Physics

Ακολουθούν ορισμένοι τρόποι αύξησης της διαθέσιμης μνήμης του Interactive Physics. Αξίζει να σημειωθεί πως η χρήση της ιδεατής μνήμης (virtual memory) επιβραδύνει την απόδοση (δείτε το θέμα "Βελτιστοποίηση της ταχύτητας απόδοσης" στη σελίδα A-5).

Mac OS

Το σύστημα Mac OS κάνει μία πρώτη κατανομή της μνήμης κατά την εκκίνηση μιας εφαρμογής· η εφαρμογή αυτή δεν θα ξεκινήσει αν δεν υπάρχει ελεύθερος χώρος. Μπορείτε να αλλάξετε τις απαιτήσεις μνήμης του Interactive Physics - ή οποιασδήποτε άλλης εφαρμογής του Mac OS - με τον ακόλουθο τρόπο:

1. Επιλέξτε Τέλος εργασίας για το Interactive Physics.

Δεν έχετε τη δυνατότητα αλλαγής των απαιτήσεων μνήμης εάν δεν εγκαταλείψετε την εφαρμογή.

2. Επιλέξτε το εικονίδιο του Interactive Physics στον Finder.

3. Επιλέξτε Πληροφορίες από τον κατάλογο επιλογών Αρχείο.

4. Δώστε μια μεγαλύτερη τιμή για το "Προτεινόμενο μέγεθος" στο πλαίσιο Απαιτήσεις μνήμης.

5. Κλείστε το παράθυρο Πληροφορίες.

Η αλλαγή δεν θα έχει ισχύ έως ότου κλείσετε το παράθυρο.

Την επόμενη φορά που θα ανοίξετε το Interactive Physics θα δοκιμάσει να κάνει χρήση όσο περισσότερης μνήμης γίνεται - με όριο την τιμή που δόθηκε στο "Προτεινόμενο μέγεθος". Αν η τιμή της διαθέσιμης μνήμης είναι κατώτερη από την "Ελάχιστη", το σύστημα Mac OS δεν θα σας επιτρέψει να ανοίξετε το Interactive Physics.

Η παραπάνω μέθοδος δε θα είναι αποτελεσματική εάν η διαθέσιμη μνήμη του λειτουργικού συστήματος Mac OS είναι εν γένει χαμηλή. Σε μια τέτοια περίπτωση, μπορείτε να κάνετε χρήση της ιδεατής μνήμης, αν είναι απαραίτητο. Για να ενεργοποιήσετε την ιδεατή μνήμη, ανοίξτε τη ρύθμιση Μνήμη. Ενεργοποιήστε το Virtual Memory στο διάλογο και ρυθμίστε αναλόγως το κατάλληλο μέγεθος. Για να τεθεί σε ισχύ η ιδεατή μνήμη, θα πρέπει να επανεκκινήσετε τον υπολογιστή σας Mac OS.

Windows

Στην πλατφόρμα Windows, μια εφαρμογή μπορεί να καταλάβει τόσο χώρο μνήμης όσο χρειάζεται. Επιπλέον, μπορείτε να κάνετε χρήση της ιδεατής μνήμης προκειμένου να απελευθερώσετε περισσότερο χώρο από όσο είναι διαθέσιμος στη μνήμη RAM. Εξ ορισμού, η ιδεατή μνήμη ενεργοποιείται στα Windows μόνο αν ο χρήστης δεν έχει κάνει κάποια άλλη ρύθμιση. Σε περίπτωση που το Interactive Physics εμφανίσει ένα μήνυμα ανεπαρκούς μνήμης, βεβαιωθείτε πως δεν έχετε απενεργοποιήσει την ιδεατή μνήμη.

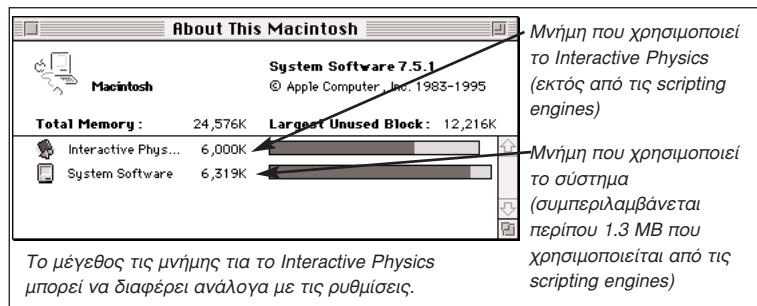
Η ιδεατή μνήμη κάνει χρήση του σκληρού σας δίσκου για τη διαχείριση της μνήμης. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιφέρει σημαντική ελάττωση της ταχύτητας εκτέλεσης λειτουργιών τόσο των υπολογιστών με Windows όσο και των υπολογιστών με Mac OS.

Μηχανές προγραμματισμού (scripting engines) και χρήση μνήμης σε συστήματα Mac OS

Οι μηχανές προγραμματισμού (scripting engines) είναι εκείνα τα μέρη μιας εφαρμογής τα οποία είναι απαραίτητα για την εκτέλεση των αυτοματισμών. Για τη λειτουργία των μηχανών προγραμματισμού απαιτούνται περίπου 1300 kilobytes (=1,3 megabytes) μνήμη. Η μνήμη αυτή προστίθεται στην ποσότητα μνήμης που έχει οριστεί στο πλαίσιο Πληροφορίες της εφαρμογής Interactive Physics.

Σχήμα A-1

Διάλογος "Περί αυτού του Macintosh"



Όταν ελέγχετε την κατάσταση μνήμης από το διάλογο "Περί αυτού του Macintosh", στον Finder (δείτε το σχήμα A-1), θα δείτε μόνο το μπλοκ που έχει οριστεί για το Interactive Physics. Ωστόσο, η μνήμη που χρησιμοποιείται από τη μηχανή προγραμματισμού θεωρείται μέρος του Λογισμικού Συστήματος.

Οι μηχανές προγραμματισμού προσπαθούν να κάνουν χρήση της επιπρόσθετης μνήμης κατά την εκκίνηση του Interactive Physics. Αν δεν υπάρχει διαθέσιμη μνήμη, το Interactive Physics θα εμφανίσει ένα διάλογο προειδοποίησης σχετικά με την απενεργοποίηση του χαρακτηριστικού προγραμματισμού — συμπεριλαμβανομένων των ήδη υπαρχόντων προγραμματισμών. Μπορείτε να συνεχίσετε να χρησιμοποιείτε το Interactive Physics, αλλά όλοι οι αυτοματισμοί του θα είναι ανενεργοί.

Για να ενεργοποιήσετε ξανά τις μηχανές προγραμματισμού:

1. Κλείστε το Interactive Physics.

2. Κλείστε άλλες εφαρμογές ή χρησιμοποιήστε/αυξήστε την ιδεατή μνήμη, προκειμένου να έχετε στη διάθεσή σας περισσότερη μνήμη.

Για περισσότερες πληροφορίες συμβουλευτείτε την "Αύξηση διαθέσιμης μνήμης για το Interactive Physics" στη σελίδα A-1.

3. Εκκινήστε ξανά το Interactive Physics.

Να θυμάστε πως η αύξηση της μνήμης της εφαρμογής Interactive Physics (από τις Πληροφορίες) δε θα δώσει περισσότερη μνήμη στις μηχανές προγραμματισμού, οι οποίες προσπαθούν να

χρησιμοποιήσουν μνήμη μεγαλύτερη από τη μνήμη της εφαρμογής. Στην πραγματικότητα, όσο μεγαλύτερη είναι η μνήμη της εφαρμογής, τόσο ελαττώνεται η μνήμη που είναι διαθέσιμη για τις μηχανές προγραμματισμού!

A.2 Βελτιστοποίηση της ταχύτητας απόδοσης

MacOS

Αν το μέγεθος της οθόνης χωράει μια ολόκληρη σελίδα ή είναι ακόμη μεγαλύτερο, ίσως ανακαλύψετε πως η ταχύτητα των κινουμένων εικόνων είναι κάτω από το επίπεδο αποδεκτής απόδοσης. Μπορείτε να αυξήσετε την ταχύτητα, αν ελαττώσετε το μέγεθος του παραθύρου του εγγράφου.

Windows

Οι δύο κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του Interactive Physics, εκτός από την απόδοση του ίδιου του υπολογιστή, είναι η διαθέσιμη μνήμη (RAM), καθώς και το μέγεθος του παραθύρου του εγγράφου.

Η έλλειψη επαρκούς μνήμης RAM προκαλεί συχνή πρόσβαση στο δίσκο και έχει αρνητικά αποτελέσματα στην απόδοση. Αν η ποσότητα της φυσικής μνήμης RAM δεν επαρκεί για την αποθήκευση του Interactive Physics και άλλων εφαρμογών (συμπεριλαμβανομένων των Windows), το λειτουργικό σύστημα θα αναγκάζεται συχνά να μοιράζει μέρος του Interactive Physics στο δίσκο. Για να αποφύγετε κάτι τέτοιο, κλείστε όλες τις άλλες εφαρμογές έτσι ώστε να απελευθερώσετε περισσότερη μνήμη για το Interactive Physics

Αν το μέγεθος της οθόνης χωράει μια ολόκληρη σελίδα ή είναι ακόμη μεγαλύτερο, ίσως ανακαλύψετε πως η ταχύτητα των

Σας ενδιαφέρει η γρήγορη αναπαραγωγή;

κινουμένων εικόνων είναι κάτω από το επίπεδο αποδεκτής απόδοσης. Μπορείτε να αυξήσετε την ταχύτητα των κινουμένων εικόνων, αν ελαττώσετε το μέγεθος του παραθύρου του εγγράφου.

Η ενότητα "Επιταχύνοντας την εκτέλεση της προσομοίωσής σας" στη σελίδα 8-41 σας παρέχει χρήσιμες συμβουλές σχετικά με τον τρόπο βελτιστοποίησης της ταχύτητας προσομοίωσης.

Να θυμάστε πως το Interactive Physics αποθηκεύει στη μνήμη ένα ιστορικό προσομοιώσεων κατά τον υπολογισμό κάθε πλαισίου. Αν δεν έχει αλλάξει κανένα τμήμα του μοντέλου, το Interactive Physics δεν θα καταναλώσει ξανά χρόνο στον υπολογισμό της προσομοίωσης. Επομένως, αν σας ενδιαφέρει η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης σε κοινό, μπορείτε να εκτελέσετε την προσομοίωση με τον επιθυμητό αριθμό πλαισίων· απλώς αποθηκεύστε το αποτέλεσμα της προσομοίωσης με το ιστορικό (η επιλογή είναι διαθέσιμη στο πλαίσιο διαλόγου Αποθήκευση Ως), ανοίξτε και πάλι την προσομοίωση και εκτελέστε την.

Εξαγωγή Video

Μπορείτε επίσης να αποθηκεύσετε τα αποτελέσματα των ζωντανών προσομοιώσεων σε μορφή runtime animation. Η έκδοση του Interactive Physics για Mac OS υποστηρίζει εξαγωγή Quick-Time, ενώ η έκδοση για Windows έχει και τη δυνατότητα εξαγωγής αρχείων Video for Windows. Αυτές οι μορφές δεδομένων έχουν βελτιωθεί με σκοπό την εξομάλυνση της κίνησης, ενώ η ταχύτητα αναπαραγωγής τους μπορεί να θεωρηθεί ως υψηλότερη από εκείνη του Interactive Physics. Επίσης, οι παραλήπτες αυτών των αρχείων δεν χρειάζεται να έχουν αντίγραφο του Interactive Physics για να δουν τα αποτελέσματα.

Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο **κεφάλαιο 9 "Εξαγωγή αρχείων και δεδομένων"**.

A.3 Τρόπος λειτουργίας του Interactive Physics

Επισκόπηση

Το Interactive Physics χρησιμοποιεί μια ποικιλία εξειδικευμένων αριθμητικών μεθόδων για την επίλυση προβλημάτων. Κάθε πρόβλημα συναρτάται του χρόνου και το Interactive Physics υπολογίζει την κίνηση και τις δυνάμεις, ενώ κάνει και έναν έλεγχο για να διαπιστώσει αν πληρούνται οι προϋποθέσεις (σύνδεσμοι). Με τη συστηματική του προσέγγιση, το Interactive Physics μπορεί να πραγματευθεί μια μεγάλη ποικιλία προβλημάτων.

Οι αριθμητικές μέθοδοι αποτελούν ένα τεράστιο πεδίο συνεχούς έρευνας των φυσικών επιστημών και της μηχανικής. Υπάρχει πολύ μεγάλη βιβλιογραφία σχετικά με το θέμα αυτό. Συνιστούμε στους ενδιαφερόμενους να ανατρέξουν σε πιο εξειδικευμένη βιβλιογραφία. Το **παράρτημα Α.9. "Τεχνικές πληροφορίες"** μπορεί να αποτελέσει ένα ξεκίνημα για αυτούς.

Όσον αφορά την περιγραφή των αριθμητικών μεθόδων, ας δούμε ένα παράδειγμα μιας μπάλας που κινείται σε βλητική τροχιά. Για να το απλοποιήσουμε, σκεφθείτε πως η βαρύτητα είναι η μόνη δύναμη που ενεργεί πάνω στη μπάλα.

Αναλυτική μέθοδος¹

Μια αναλυτική επίλυση για τις συντεταγμένες x y του κέντρου μάζας μιας μπάλας είναι η εξής (όπως εμφανίζεται σε κείμενα στοιχειώδους φυσικής):

$$x = x_0 + v_{x0}t$$

$$y = y_0 + v_{y0}t + \frac{1}{2}gt^2$$

όπου $g = -9.81 \text{ m/sec}^2$

1. Λέγεται και συμβολική μέθοδος

Με αυτούς τους τύπους μπορείτε να βρείτε τη θέση της μπάλας σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή, εισάγοντας απλώς τις σωστές αρχικές τιμές (x_0 , v_{x0} , v_{y0}).

Αν η βλητική τροχιά ήταν το μοναδικό είδος προβλήματος που θα έπρεπε να λύσει το Interactive Physics, τότε θα σας επέτρεπε να συνεχίσετε να εργάζεστε στον υπολογιστή σας.

Όμως, για τα περισσότερα προβλήματα φυσικής, είναι αδύνατο να βρεθούν ακριβείς λύσεις, όπως αυτή της βλητικής τροχιάς. Για παράδειγμα, δεν υπάρχει αναλυτική επίλυση για εξισώσεις κίνησης που αφορούν τρία μόρια (ή αστρικά σώματα) τα οποία ενεργούν κάτω από δυνάμεις βαρύτητας μεταξύ τους¹.

Αριθμητική ολοκλήρωση

Αντί για αναλυτικές μεθόδους, το Interactive Physics χρησιμοποιεί αριθμητικές μεθόδους με σκοπό την επίλυση της κίνησης των μηχανικών συστημάτων για τα οποία ισχύουν διαφορικές εξισώσεις που προκύπτουν από τις αρχές της μηχανικής. Στις δύο διαστάσεις, οι αρχές αυτές μπορούν να δοθούν με απλές εξισώσεις ως εξής:

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

(δύναμη = μάζα*επιτάχυνση)

$$\boldsymbol{\tau} = I\boldsymbol{\alpha}_r$$

(ροπή = ροπή αδράνειας*γωνιακή επιτάχυνση)

$$\mathbf{a} = d\mathbf{v}/dt$$

(στιγμιαία επιτάχυνση = χρονική παράγωγος του $\mathbf{v}$)

$$\mathbf{v} = d\mathbf{x}/dt$$

(στιγμιαία ταχύτητα = χρονική παράγωγος του $\mathbf{x}$)

$$\boldsymbol{\alpha}_r = d\boldsymbol{\omega}/dt$$

(στιγμιαία γωνιακή επιτάχυνση = χρονική παράγωγος του $\boldsymbol{\omega}$)

1. Αξίζει να σημειώσουμε ότι δεν υπάρχουν αναλυτικές λύσεις ούτε για 2 σώματα, εκτός αν πρόκειται για τέλειες σφαίρες.

Το Interactive Physics χρησιμοποιεί αυτές τις εξισώσεις για την επίλυση των προβλημάτων δυναμικής. Η επίλυση γίνεται μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται *αριθμητική ολοκλήρωση*.

Για παράδειγμα, η ολοκλήρωση των δύο μερών της εξίσωσης

$$a = dv/dt \text{ δίνει ως αποτέλεσμα το}$$

$$v = \int a dt + v_0 \text{ δηλαδή,}$$

το οποίο μπορεί να υπολογισθεί περίπου σε

$$v = a \cdot t + v_0.$$

Η ακρίβεια αυτής της προσέγγισης βελτιώνεται με μικρότερο Δt , που ονομάζεται *Χρονικό βήμα* (δείτε το θέμα **A.4 "Χρονικό βήμα και Απόδοση"** για περισσότερες πληροφορίες). Η καρδιά της αριθμητικής ολοκλήρωσης βρίσκεται στην προσέγγιση του προβλήματος με υποδιαίρεσή του σε μικρά, διακριτά χρονικά βήματα και υπολογισμό του αποτελέσματος κάθε χρονικού βήματος.

Συγκεκριμένα, το Interactive Physics βρίσκει την τρέχουσα επιτάχυνση ενός αντικειμένου και τη χρησιμοποιεί, προκειμένου να υπολογίσει μια ταχύτητα (και θέση) μετά από ένα χρονικό βήμα. Επιπλέον, το Interactive Physics ενσωματώνει ένα σχεδιάγραμμα για τον έλεγχο και τη διόρθωση της πρόβλεψής του. Η διεργασία αυτή χρησιμοποιείται ξανά για την εύρεση νέας ταχύτητας και θέσης.

Για παράδειγμα, η αριθμητική ανάλυση για γραμμική κίνηση εξελίσσεται ως ακολούθως:

1. Τώρα στο $t=0$. Υπολογίστε το a με χρήση εξισώσεων δυνάμεων.

2. Χρησιμοποιήστε το a για τον υπολογισμό νέας ταχύτητας v στο $t = \Delta t$.

$$V_{t=\Delta t} = a \cdot t + v_{t=0} \text{ (προσέγγιση του } v = \int a t + v_0)$$

3. Χρησιμοποιήστε το v για τον υπολογισμό της νέας θέσης x στο $t = \Delta t$.

$$X_{t=\Delta t} = X_{t=0} + V_{t=0} \cdot \Delta t$$

Η διεργασία αυτή ονομάζεται αριθμητική ολοκλήρωση. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για την αριθμητική ολοκλήρωση επιτάχυνσης με σκοπό τον υπολογισμό νέων τιμών ταχύτητας και θέσης σε κάποια άλλη στιγμή. Η μέθοδος που παρουσιάζεται πιο πάνω ονομάζεται *μέθοδος Euler* και αποτελεί έναν από τους πιο απλούς αριθμητικούς ολοκληρωτές που υπάρχουν. Το Interactive Physics διαθέτει έναν ακόμη αριθμητικό ολοκληρωτή που ονομάζεται μέθοδος *Kutta-Merson*. Δείτε την ενότητα "Ολοκληρωτές" στη σελίδα A-20, για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις αριθμητικές ολοκληρώσεις.

A.4. Χρονικό βήμα και απόδοση

Το μέγεθος ενός χρονικού βήματος αποτελεί μια σημαντική παράμετρο των καθορισμένων αριθμητικών ολοκληρωτών, επειδή επηρεάζει σημαντικά την ταχύτητα και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Γενικά, ένα μικρό χρονικό βήμα δίνει περισσότερο ακριβή αποτελέσματα προσομοίωσης, αλλά απαιτεί μεγαλύτερη προσπάθεια υπολογισμού ανά δεδομένη χρονική περίοδο από ένα μεγαλύτερο χρονικό βήμα ολοκλήρωσης.

Επιλογή κατάλληλου χρονικού βήματος

Η επιλογή του κατάλληλου χρονικού βήματος για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα δεν είναι εύκολη. Οι ειδικοί κανόνες που ακολουθούν μπορούν να σας βοηθήσουν να επιλέξετε χρονικό βήμα:

Μικρό χρονικό βήμα=μεγαλύτερη ακρίβεια

Μεγάλο χρονικό βήμα=ταχύτερος υπολογισμός

Δεν είναι πάντα απαραίτητο να επιλέγετε πολύ μικρό χρονικό βήμα μόνο και μόνο επειδή σας ενδιαφέρει η ακρίβεια. Πιο συχνά, ένα χρονικό βήμα με μικρό μέγεθος σε λογικά πλαίσια, δίνει επαρκή ακρίβεια αποτελεσμάτων προσομοίωσης.

Για παράδειγμα, μπορείτε να ξεκινήσετε την προσομοίωση ενός προβλήματος με ένα μεγάλο χρονικό βήμα, έτσι ώστε να αποκτήσετε γρήγορα μια γενική ιδέα για το μοντέλο. Όταν θέλετε ακριβείς λεπτομέρειες, μπορείτε να αφήσετε το Interactive Physics να εκτελέσει μια μεγάλη προσομοίωση με μικρό χρονικό βήμα για την επαλήθευση της ακρίβειας του μοντέλου.

Ευτυχώς, το Interactive Physics είναι αποτελεσματικό ως προς την αποφυγή επιλογής ακριβούς χρονικού βήματος, εκτός αν αποφασίσετε να το επιλέξετε εσείς. Το Interactive Physics διαθέτει ευκολίες για την αυτόματη επιλογή κατάλληλων χρονικών βημάτων και την παρακολούθηση σφαλμάτων προσομοίωσης διαφορετικού τύπου (δείτε την ενότητα "Μεταβλητό χρονικό βήμα" στη σελίδα A-12 για περισσότερες λεπτομέρειες).

Για παράδειγμα, το ιδανικό χρονικό βήμα θα πρέπει να είναι μεταβλητό κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης και να προσαρμόζεται ανάλογα με την πολυπλοκότητα του προβλήματος, προκειμένου να έχετε την καλύτερη δυνατή αναλογία ταχύτητας-ακρίβειας, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω. Αν εκτελείτε την προσομοίωση ενός κομήτη που βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τον ήλιο, για να έχετε ταχύτερα αποτελέσματα θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε μικρότερο χρονικό βήμα όταν ο κομήτης βρίσκεται κοντά στον ήλιο και ταξιδεύει με υψηλή ταχύτητα και να χρησιμοποιήσετε μεγαλύτερο χρονικό βήμα όταν ο κομήτης περνάει από τον Κρόνο, όπου η ταχύτητά του είναι σχετικά μικρή. Αν χρησιμοποιούσατε μικρό χρονικό βήμα για ολόκληρη την προσομοίωση, ο υπολογιστής θα κατανάλωνε άσκοπα πολύ χρόνο στον υπολογισμό μιας αποδεκτής λύσης του προβλήματος. Η προεπιλογή του Interactive Physics προσαρμόζει αυτόματα το μέγεθος του χρονικού βήματος κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης.

Μεταβλητό χρονικό βήμα

Ένας ολοκληρωτής μεταβλητού χρονικού βήματος είναι χρήσιμος για τη γρήγορη λήψη αποτελεσμάτων ακριβείας. Όταν η επιτάχυνση μεταβάλλεται γρήγορα κατά τη διάρκεια ενός μέρους της προσομοίωσης, ο ολοκληρωτής μειώνει εσωτερικά το χρονικό βήμα ολοκλήρωσης.

Όταν είναι εφικτό, ο ολοκληρωτής θα αυξήσει το χρονικό βήμα ολοκλήρωσης για τη βελτίωση της υπολογιστικής του απόδοσης.

Στο περιβάλλον μεταβλητού χρονικού βήματος, το Interactive Physics υπολογίζει ένα αριθμητικό λάθος σε κάθε βήμα ολοκλήρωσης (στο θέμα **A.5 "Τρόπος εντοπισμού λαθών από το Interactive Physics"** θα βρείτε πληροφορίες για τον τρόπο ελέγχου λαθών) και αν το λάθος υπερβαίνει μια συγκεκριμένη ανοχή, το τρέχον χρονικό βήμα ολοκλήρωσης (το οποίο ισούται με το βήμα προσομοίωσης στο ξεκίνημα) εκλαμβάνεται ως πολύ μεγάλο για ένα συγκεκριμένο πλαίσιο. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το Interactive Physics ελαττώνει το χρονικό βήμα κατά το μισό και προσπαθεί να υπολογίσει ξανά νέο αποτέλεσμα με μικρότερο χρονικό βήμα. Το αποτέλεσμα αυτό υπόκειται στον ίδιο έλεγχο λαθών.

Το Interactive Physics επαναλαμβάνει αναδρομικά τη διεργασία έως ότου η διαφορά να βρίσκεται μέσα στα όρια ανοχής και υπολογίζει το υπόλοιπο του πλαισίου κίνησης με χρήση αυτών των μικρών χρονικών βημάτων ολοκλήρωσης. Ωστόσο, μόλις ολοκληρωθεί το πλαίσιο, το Interactive Physics επαναρρυθμίζει το μέγεθος του χρονικού βήματος ολοκλήρωσης στο μέγεθος του βήματος κινουμένου σχεδίου και ξεκινάει από την αρχή να υπολογίζει το επόμενο πλαίσιο.

Η διεργασία αυτή χωρίζει αποτελεσματικά ένα πλαίσιο κίνησης σε πολλαπλά ενδιάμεσα πλαίσια (τα οποία δεν εμφανίζονται στην οθόνη) με σκοπό την εξασφάλιση ακρίβειας. Ως αποτέλεσμα, μπορεί να παρατηρήσετε πως ορισμένα πλαίσια απαιτούν περισσότερο χρόνο να εμφανιστούν από κάποια άλλα, αφού το

βήμα προσομοίωσης παραμένει σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης.

Αν οι επιταχύνσεις αλλάζουν δραστικά μέγεθος κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης, ίσως ο ολοκληρωτής να μη μπορεί να βρει ένα χρονικό βήμα τόσο μικρό, ώστε να πληροί τα κριτήρια ακρίβειας. Σε τέτοιες περιπτώσεις, εμφανίζεται ένα μήνυμα προειδοποίησης που μας ενημερώνει για το ότι ο αριθμός των σφαλμάτων ολοκλήρωσης είναι υπερβολικά μεγάλος (συμβουλευτείτε την ενότητα "Προειδοποιήσεις" στη σελίδα A-25).

A.5 Τρόπος εντοπισμού λαθών από το Interactive Physics

Όπως είπαμε στο θέμα A.4 "Χρονικό βήμα και απόδοση", το Interactive Physics προσαρμόζει το χρονικό βήμα υπολογίζοντας την ολοκλήρωση των αποτελεσμάτων του υπολογισμού. Η ενότητα αυτή σας εξηγεί πώς το Interactive Physics κάνει έναν έλεγχο των δικών του αποτελεσμάτων με βάση τα **όρια σφάλματος** που έχουν οριστεί από το χρήστη.

Θεωρητικά, το Interactive Physics κάνει έναν υπολογισμό σφάλματος στα αποτελέσματα του υπολογισμού. Η μέθοδος υπολογισμού σφάλματος περιγράφεται στο θέμα "Ολοκληρωτές" στη σελίδα A-20. Το Interactive Physics συγκρίνει το μέγεθος του υπολογισμού με τα **όρια σφάλματος** που έχουν οριστεί από το χρήστη.

Βασικά, το όριο σφάλματος ολοκλήρωσης ορίζεται ως το μεγαλύτερο από τα δύο κριτήρια για τα οποία γίνεται λόγος παρακάτω: σχετικώς αποδεκτό σφάλμα και απολύτως αποδεκτό σφάλμα. Αυτά τα κριτήρια σφάλματος βασίζονται σε δύο παραμέτρους (τις οποίες μπορείτε να προσαρμόσετε): **σχετικό σφάλμα** (υποδηλώνεται με το ϵ_r) και **απόλυτο σφάλμα** (υποδηλώνεται με το ϵ_a).

Σχετικά αποδεκτό σφάλμα

Το σχετικό σφάλμα είναι ένας θετικός αριθμός που χρησιμοποιείται για να αποδώσει το σχετικά αποδεκτό σφάλμα στο $|Y|$, δηλαδή τον υπολογισμό της απόλυτης τιμής του Y , με τη μεταβλητή ολοκληρωμένη. Το σχετικά αποδεκτό σφάλμα ορίζεται ως εξής:

$$\text{Σχετικά αποδεκτό σφάλμα} = \varepsilon_r |Y|$$

Η τιμή του ε_r επιλέγεται για να δώσει ένα συγκεκριμένο αριθμό αποτελούμενο από σημαντικά ψηφία ακριβείας. Σύμφωνα με έναν χρήσιμο κανόνα μπορείτε να ρυθμίσετε το $\varepsilon_r = 10^{-n}$, όπου n είναι ο επιθυμητός αριθμός των σημαντικών ψηφίων για το Y . Μπορείτε να επιλέξετε Σημαντικά ψηφία και να ρυθμίσετε έτσι την τιμή του n από το πλαίσιο διαλόγου Ακρίβεια (δείτε το κεφάλαιο **A.6."Διάλογος ακρίβειας προσομοίωσης και παράμετροι προσομοίωσης"**).

Το ανώτερο όριο του n εξαρτάται από την ακρίβεια των αριθμών που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς. Για εκτεταμένους αριθμούς διπλής ακριβείας (80-bit), όπως στο Interactive Physics, το n δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο του 20.

Το κριτήριο σχετικού σφάλματος έχει καλύτερα αποτελέσματα όταν η τιμή του Y διατηρεί την ίδια τάξη μεγέθους κατά την ολοκλήρωση. Αν η τιμή του Y είναι διαφορετική για τις διάφορες τάξεις μεγέθους — κυρίως όταν το Y αλλάζει σύμβολο ή προσεγγίζει το 0 — το κριτήριο σχετικού σφάλματος για το οποίο έγινε λόγος πιο πάνω θα προκαλούσε σημαντική επιβράδυνση της προσομοίωσης.

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε πως το Y παίρνει τιμές από -1000 έως +1000, ενώ το ε_r έχει ρυθμιστεί στο 10^{-8} (8 σημαντικά ψηφία). Όταν $Y = 1000$, το σχετικώς αποδεκτό σφάλμα γίνεται 10^{-5} ($=\varepsilon_r |Y|$). Αν όμως $Y = .001$, το σχετικώς αποδεκτό σφάλμα θα γινόταν 10^{-11} . Ως αποτέλεσμα, όταν η τιμή του Y είναι μικρή, το Interactive Physics καταναλώνει αδικώς χρόνο για τον υπολογισμό που πρέπει να κάνει, προκειμένου να ανταποκριθεί

στο υπερβολικά μικρό κριτήριο σχετικού σφάλματος. Για την αποφυγή ενός τέτοιου προβλήματος, το Interactive Physics χρησιμοποιεί ένα δεύτερο όριο σφάλματος, το οποίο ονομάζεται Απολύτως αποδεκτό σφάλμα.

Απολύτως αποδεκτό σφάλμα

Το απολύτως αποδεκτό σφάλμα, ϵ_a , είναι ένας θετικός αριθμός ο οποίος αποδίδει μια "μικρή" απόλυτη τιμή στο Y . Δηλαδή, όταν το $|Y|$ είναι μικρότερο του ϵ_a , η ολοκλήρωση συνεχίζεται χωρίς διακοπή του βήματος ολοκλήρωσης. Επομένως, στην πράξη, αυτό το κριτήριο επιταχύνει τη διαδικασία ολοκλήρωσης για μικρές τιμές του $|Y|$. Το απολύτως αποδεκτό σφάλμα ορίζεται απλώς ως εξής:

$$\text{Απολύτως αποδεκτό σφάλμα} = \epsilon_a$$

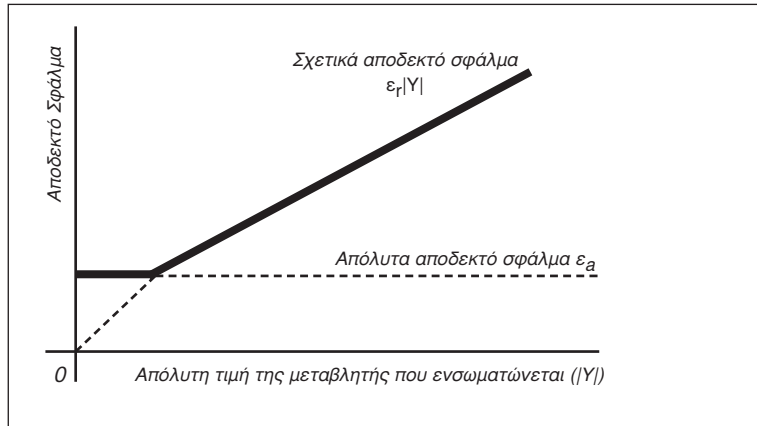
Μπορείτε να ορίσετε το μέγεθος του εα ως Σφάλμα ολοκλήρωσης στο διάλογο Ακρίβεια (δείτε την ενότητα A.6 “**Διάλογος ακρίβειας προσομοίωσης και παράμετροι προσομοίωσης**”).

Αποδεκτό σφάλμα

Το αποδεκτό σφάλμα είναι το μέγιστο του Απολύτως αποδεκτού σφάλματος και του Σχετικώς αποδεκτού σφάλματος. Στο σχήμα 2, το αποδεκτό σφάλμα υποδηλώνεται με μια παχιά γραμμή. Όταν ο υπολογισμός του σφάλματος υπερβαίνει αυτή τη γραμμή, το Interactive Physics μειώνει το χρονικό βήμα κατά το μισό (δείτε το θέμα “**Μεταβλητό χρονικό βήμα**” στη σελίδα A-12).

Σχήμα Α-2

Αποδεκτό σφάλμα



Σημείωση: το Απολύτως αποδεκτό σφάλμα παραμένει σταθερό ανεξάρτητα από την τιμή του $|Y|$, ενώ το μέγεθος του Σχετικά αποδεκτού σφάλματος είναι ανάλογο του $|Y|$.

Επιλογή αποδεκτού σφάλματος για την προσομοίωσή σας

Τώρα που έχετε δύο όρια σφάλματος προς έλεγχο, το θέμα είναι με ποιον τρόπο μπορείτε να βελτιώσετε την απόδοση της προσομοίωσης, στα πλαίσια της ταχύτητας και της ακρίβειας. Η απάντηση εξαρτάται από το τι σας ενδιαφέρει να λάβετε από το Interactive Physics.

Εξ ορισμού, το Interactive Physics επιλέγει αυτομάτως παραμέτρους σφάλματος, οι οποίες επαρκούν για τις περισσότερες περιπτώσεις. Η ενότητα αυτή απευθύνεται σε όσους επιθυμούν να συντονίσουν τις προσομοιώσεις που θέλουν να εκτελέσουν.

Παράδειγμα: εκτόξευση δορυφόρου

Ας χρησιμοποιήσουμε ως παράδειγμα την προσομοίωση ενός δορυφόρου που εκτοξεύεται από τη Γη. Υποθέτουμε απλώς ότι ο δορυφόρος δεν μπορεί να δώσει ώθηση στον εαυτό του και ότι το

Προσομοίωση της θέσης του δορυφόρου

μήκος του είναι περίπου 6 μ.

Ας υποθέσουμε πως θέλετε να μάθετε ποια θα είναι η θέση του δορυφόρου μετά από ένα χρόνο από τη στιγμή της εκτόξευσης. Με δυνατότητα απόκλισης $\pm 1,6$ χιλιόμετρα, μπορείτε να ρυθμίσετε το Απολύτως αποδεκτό σφάλμα σε 1,6 χιλιόμετρα. Αφού το αριθμητικό μέγεθος της λύσης που επιδιώχετε είναι κάπως μικρό σε σύγκριση με το μέγεθος του σώματος, ένα βεβαρημένο απόλυτο σφάλμα θα απαιτούσε πάρα πολύ μεγάλη διάρκεια υπολογισμού. Από την άλλη πλευρά, θα πρέπει να διατηρήσετε το Σχετικά αποδεκτό σφάλμα σε χαμηλές τιμές (π.χ. 10^{-6} , το οποίο συνεπάγεται ρύθμιση των Σημαντικών ψηφίων στο 6), διότι η απόκλιση $\pm 1,6$ χιλιομέτρων ενός σφάλματος αποτελεί μικρό τμήμα της όλης μετατόπισης του δορυφόρου, που πιθανώς επεκτείνεται σε μια απόσταση εκατομμυρίων χιλιομέτρων.

Προσομοίωση του εσωτερικού μηχανισμού του δορυφόρου

Ας υποθέσουμε πως σας ενδιαφέρει ο προσανατολισμός του δορυφόρου καθώς ταξιδεύει στο διάστημα. Ας υποθέσουμε επίσης πως το σφάλμα πρέπει να βρίσκεται σε 1° .

Το Interactive Physics υπολογίζει ένα γωνιακό σφάλμα μετατρέποντάς το στο μήκος τόξου που σχεδιάζεται από το σώμα με τη δεδομένη γωνία. Στην περίπτωση μας, ένα σώμα μήκους 6 μ. στρέφεται κατά 1° για να σχεδιάσει το μήκος τόξου του:

$$20/2 \text{ [feet]} \cdot 1 \text{ [degrees]} \cdot \pi/180 \text{ [radians/deg]} = 0.175 \text{ [feet]}$$

(το μήκος του σώματος διαιρείται με το 2 για τη λήψη της ακτίνας στροφής, υποθέτοντας πως το σώμα περιστρέφεται γύρω από το κέντρο μάζας του.)

Τότε το Απολύτως αποδεκτό σφάλμα του 1 μιλίου είναι πάρα πολύ μεγάλο· πρέπει να το μικρύνετε κατά 2 ίντσες (περίπου 0.175 πόδια). Εντωμεταξύ, μπορείτε να αφήσετε την τιμή του Σχετικά αποδεκτού σφάλματος 10^{-6} , προκειμένου να διατηρήσετε το σφάλμα θέσης των $\pm 1,6$ χιλιομέτρων. Αφού η όλη ανοχή έχει ελαττωθεί λόγω του μικρού απόλυτου σφάλματος, ο υπολογισμός της προσομοίωσης διαρκεί περισσότερο από τον υπολογισμό μόνο της θέσης.

Περίληψη

Ακολουθεί μια εμπειρική μέθοδος σωστής ρύθμισης και συντονισμού των αποδεκτών σφαλμάτων:

- Η τιμή του Σχετικά αποδεκτού σφάλματος θα πρέπει να είναι σχεδόν πάντα χαμηλή. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με την επιλογή μεγαλύτερης τιμής (τουλάχιστον 4) για τα σημαντικά ψηφία στο διάλογο Ακρίβεια.

- Ίσως χρειαστεί να ρυθμίσετε το Απολύτως αποδεκτό σφάλμα (το οποίο ορίζεται ως Σφάλμα ολοκληρωτή στο διάλογο Ακρίβεια), ανάλογα με το μέγεθος της λύσης που σας ενδιαφέρει.

Η επόμενη ενότητα σας παρέχει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο ελέγχου και ρύθμισης των παραμέτρων προσομοίωσης.

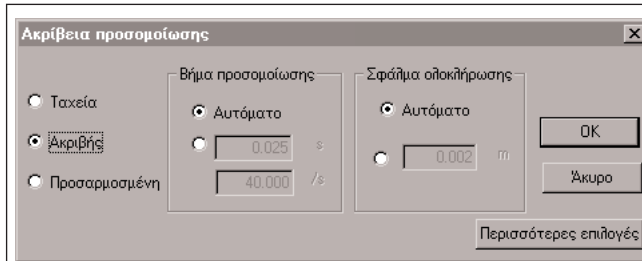
A.6. Διάλογος ακρίβειας προσομοίωσης και παράμετροι προσομοίωσης

Υπάρχουν δύο τρόποι χρήσης του διαλόγου Ακρίβεια προσομοίωσης (στον οποίο έχετε πρόσβαση από την επιλογή **Ακρίβεια** του καταλόγου επιλογών **Μικρόκοσμος**). Τις περισσότερες φορές, μπορείτε απλώς να επιλέξετε Ταχεία ή Ακριβής (προσομοίωση) και να αφήσετε το Interactive Physics να επιλέξει αυτόματα ένα χρονικό βήμα και τις άλλες παραμέτρους προσομοίωσης για το πρόβλημά σας.

Για όσους ενδιαφέρονται για τον έλεγχο της ταχύτητας και της ακρίβειας της προσομοίωσης, υπάρχουν περισσότερες μεταβλητές προσομοίωσης (όταν κάνετε κλικ στο κουμπί Περισσότερες επιλογές).

Σχήμα A-3

Διάλογος Ακρίβεια
προσομοίωσης με
ενεργοποιημένη την επιλογή
Περισσότερες επιλογές



Ταχεία/Ακριβής

Τα κουμπιά αυτά δημιουργούν τις εξής προεπιλεγμένες
παραμέτρους προσομοίωσης:

	Ταχεία	Ακριβής
Ολοκληρωτής	Euler	Kutta-Merson
Βήμα ολοκλήρωσης	Σταθερό	Μεταβλητό
Προειδοποίηση για προσεγγιστική ολοκλήρωση	Ναι	Όχι
Προειδοποίηση για επικάλυψη αρχική σώματος	Ναι	Ναι
Προειδοποίηση για πλεονάζοντες συνδέσμους	Όχι	Όχι
Προειδοποίηση για ασυμβίβαστους συνδέσμους	Όχι	Ναι

Προσαρμογή

Σε περίπτωση που αλλάξουν οι παράμετροι προσομοίωσης, η προσομοίωση γίνεται προσαρμοσμένη.

Αν θέλετε να μάθετε περισσότερα σχετικά με τις παραμέτρους, συνεχίστε την ανάγνωση.

Ολοκληρωτές

Το Interactive Physics καθορίζει έναν ολοκληρωτή κάθε φορά που επιλέγετε είτε Ταχεία είτε Ακριβή προσομοίωση. Η ενότητα αυτή απευθύνεται σε όσους επιθυμούν να πειραματιστούν με τις διάφορες μεθόδους ολοκληρωτών.

Ο ολοκληρωτής είναι μια μαθηματική διαδικασία η οποία ολοκληρώνει επαναληπτικά επιταχύνσεις σωμάτων με σκοπό την ενημέρωση της θέσης και των ταχυτήτων τους. Στο Interactive Physics υπάρχουν οι εξής ολοκληρωτές:

- Ολοκλήρωση Euler
- Ολοκλήρωση Kutta-Merson

Για να δούμε τη σχετική πολυπλοκότητα των δύο αυτών μεθόδων, ας εξετάσουμε την εξής διαφορική εξίσωση πρώτου βαθμού:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{f}(\mathbf{y}, t)$$

Και ας δούμε τον τρόπο με τον οποίο κάθε ολοκληρωτής την επιλύει αριθμητικά. Θέλουμε να επιλύσουμε το y_{n+1} ή την τιμή του y στο "επόμενο" βήμα t_{n+1} , με δεδομένες τις πληροφορίες y_n και t_n . Θα ονομάσουμε το χρονικό βήμα h (επομένως $t_{n+1} - t_n = h$).

Euler

Η ολοκλήρωση Euler είναι ο πιο γρήγορος και απλός — αλλά λιγότερο ακριβής — ολοκληρωτής που υπάρχει για ένα δεδομένο χρονικό βήμα. Η ολοκλήρωση Euler είναι προεπιλεγμένη στον γρήγορο τρόπο προσομοίωσης και είναι επαρκής για να σας δώσει μια γενική ιδέα της κίνησης. Η μέθοδος Euler επιλύει την παραπάνω διαφορική εξίσωση σε ένα μόνο βήμα:

$$y_{n+1} = y_n + hf(y_n, t_n)$$

Kutta-Merson

Το Interactive Physics δεν παρέχει την επιλογή μεταβλητού χρονικού βήματος για τη μέθοδο Euler.

Η ολοκλήρωση Kutta-Merson¹ αποτελεί ένα πιο σύνθετο, αλλά και δυνατό σχήμα εξασφάλισης αυξημένης ακρίβειας. Η μέθοδος επιλύει την παραπάνω διαφορική εξίσωση ως εξής:

$$(y_n)_1 = y_n + 1/3 hf (y_n, t_n)$$

$$(y_n)_2 = y_n + 1/6 hf (y_n, t_n) + 1/6 hf$$

Το Interactive Physics κάνει έναν έλεγχο του αποτελέσματος σε σχέση με τα όρια σφάλματος συγκρίνοντας:

με το Αποδεκτό σφάλμα (Διαβάστε σχετικά στο A.5. "Τρόπος εντοπισμού λαθών από το Interactive Physics")

1. Η μέθοδος Kutta-Merson είναι επίσης γνωστή ως Runge-Kutta 5ης τάξης ή Runge-Kutta 5.

Βήμα προσομοίωσης

Το πλαίσιο Βήμα προσομοίωσης καθορίζει το χρόνο μεταξύ των πλαισίων κίνησης. Τα δεδομένα της προσομοίωσης παρουσιάζονται στην οθόνη ως νέο πλαίσιο σε αυτή την παύση. *Το πλαίσιο αυτό δεν αντιπροσωπεύει το χρονικό βήμα ολοκλήρωσης.*

Εξ ορισμού, το Interactive Physics προσπαθεί αυτομάτως να επιλέξει ένα κατάλληλο βήμα προσομοίωσης με βάση τον τύπο της προσομοίωσης που έχει δημιουργηθεί. Με χρήση του μεγέθους των αντικειμένων, του διαστήματός τους και των ταχυτήτων τους, το Interactive Physics προσδιορίζει το ιδανικό μέγεθος βήματος προσομοίωσης. Επομένως, αν εκτελείτε μια προσομοίωση του ηλιακού συστήματος, το μεγάλο του μέγεθος, τα ενδιαμέσα κενά και οι ταχύτητές του θα προκαλέσουν ένα αυτόματο μέγεθος βήματος προσομοίωσης σε κλίμακα ημερών ή ωρών.

Μπορείτε να παραβλέψετε τον αυτόματο καθορισμό βήματος προσομοίωσης και να ορίσετε το δικό σας μέγεθος βήματος προσομοίωσης μεταξύ των πλαισίων κίνησης. Διαβάστε την ενότητα "Χρονικό βήμα ολοκλήρωσης" στη σελίδα A-23, όπου γίνεται λόγος για τον τρόπο ρύθμισης του χρονικού βήματος ολοκλήρωσης.

Σφάλμα ολοκλήρωσης

Το σφάλμα ολοκλήρωσης αντιστοιχεί στο Απολύτως αποδεκτό σφάλμα, ή την παράμετρο για την οποία έγινε λόγος στο Εα “**A.5. Τρόπος εντοπισμού λαθών από το Interactive Physics**”. Βασικά, η τιμή χρησιμοποιείται ως το ελάχιστο όριο για τα αριθμητικά σφάλματα· το Interactive Physics αδυνατεί να επιτύχει μεγαλύτερη ακρίβεια από αυτή που καθορίζει το Σφάλμα ολοκλήρωσης. Τα αποτελέσματα ολοκλήρωσης μπορεί να παραβιάσουν αυτό το όριο, εφόσον υπάρχουν στο Σχετικά αποδεκτό χρονικό βήμα.

Χρονικό βήμα ολοκλήρωσης

Υπάρχουν δύο τρόποι καθορισμού του χρονικού βήματος ολοκλήρωσης: με άμεση καταχώρηση του χρονικού βήματος ή με σταδιακή καταχώρηση του χρονικού βήματος ανά πλαίσιο κίνησης.

Όταν το χρονικό βήμα ολοκλήρωσης είναι μικρότερο από το βήμα προσομοίωσης, ένα πλαίσιο κίνησης αντανακλά τα αποτελέσματα πολλών διαφορετικών βημάτων ολοκλήρωσης. Το μέγεθος βήματος ολοκλήρωσης δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το βήμα προσομοίωσης.

Σταθερό

Στη ρύθμιση Σταθερό, το χρονικό βήμα ολοκλήρωσης είναι κλειδωμένο. Η προεπιλεγμένη τιμή για το βήμα ολοκλήρωσης ισοδυναμεί με το βήμα προσομοίωσης. Μπορείτε να κάνετε το χρονικό βήμα ολοκλήρωσης μικρότερο από το βήμα προσομοίωσης πληκτρολογώντας το επιθυμητό μέγεθος βήματος στο πλαίσιο κειμένου. Με αυτήν την ενέργεια, συγκεντρώνετε πολλά βήματα ολοκλήρωσης σε ένα πλαίσιο κίνησης.

Μεταβλητό

Στη ρύθμιση Μεταβλητό, το Interactive Physics προσαρμόζει αυτόματα το χρονικό βήμα ολοκλήρωσης καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης με σκοπό τη βελτίωση της απόδοσης υπολογισμού. Το βήμα ολοκλήρωσης μπορεί να γίνει μικρότερο από εκείνο που έχει οριστεί στο Βήμα κινούμενου σχεδίου, αλλά δε θα είναι ποτέ μεγαλύτερο. Για περισσότερες πληροφορίες συμβουλευτείτε το "Μεταβλητό χρονικό βήμα" στη σελίδα A-12..

Ανοχή σφαλμάτων προσομοίωσης

Κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης το Interactive Physics παρακολουθεί συνεχώς τα διάφορα είδη πιθανών σφαλμάτων, όπως:

- Σώματα που διεισδύουν το ένα μέσα στο άλλο

- Παραβάσεις συνδέσμων

Σε κάθε βήμα ολοκλήρωσης, το Interactive Physics ελέγχει τα αποτελέσματα του υπολογισμού που έχει κάνει, προκειμένου να διαπιστώσει αν το μοντέλο είναι εντός των ορίων σφάλματος. Μπορείτε να ρυθμίσετε αναλόγως τις επόμενες παραμέτρους με σκοπό τη βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων και της απόδοσης της προσομοίωσης.

Εξ ορισμού, το Interactive Physics υπολογίζει αυτομάτως την κατάλληλη τιμή για αυτά τα κριτήρια σφάλματος σχετικά με ένα δεδομένο μοντέλο και με βάση τις ιδιότητες των σωμάτων και των συνδέσμων.

Αν χρειαστεί, μπορείτε να αγνοήσετε την προεπιλογή και να καθορίσετε εσείς την τιμή (πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 0). Να θυμάστε πως όσο ελαττώνεται το σφάλμα ανοχής, τόσο περισσότερο χρόνο καταναλώνει το Interactive Physics για την παρακολούθηση και την αποτροπή προβλημάτων. Από την άλλη πλευρά, μια υπερβολικά μεγάλη ανοχή μπορεί να επιφέρει ανακριβή αποτελέσματα προσομοίωσης.

Σφάλμα επικάλυψης

Το *σφάλμα επικάλυψης* χρησιμοποιείται ως το ανώτατο όριο επικάλυψης μεταξύ των σωμάτων, ενώ το Interactive Physics προσομοιάζει τη σύγκρουσή τους. Για την αποτροπή της αλληλοδιείσδυσης δύο σωμάτων, το Interactive Physics εφαρμόζει μια ανακλαστική δύναμη επαφής σε κάθε αντικείμενο όταν τα δύο σώματα επικαλύπτονται κατά μια τιμή μεγαλύτερη από αυτή. Το σχέδιο αυτό διασφαλίζει ότι η επικάλυψη δε θα υπερβεί ποτέ την τιμή που έχει καθοριστεί στο *Σφάλμα επικάλυψης*. Για περισσότερες πληροφορίες συμβουλευτείτε την ενότητα **A.7. "Προσομοιώσεις κρούσεων"**.

Το *σφάλμα συναρμολόγησης* χρησιμοποιείται για να περιορίσει

Σφάλμα συναρμολόγησης

το αριθμητικό σφάλμα κατά τη λειτουργία Σύνδεσης που εκτελείται από τον Έξυπνο Επεξεργαστή. Για παράδειγμα, όταν ενώνετε δύο άκρα για να σχηματίσετε μια άρθρωση με πείρο, το Interactive Physics υπολογίζει συνεχώς τη διαμόρφωση έως ότου το αποτέλεσμα να συμπίσει μέσα στην τιμή για το Σφάλμα συναρμολόγησης.

Σημείωση: Οι αρθρώσεις παρακολουθούνται πιο στενά για επιδιόρθωση σφαλμάτων κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης. Η διατήρηση της άρθρωσης με πείρο αποτελεί μια απλή διεργασία, ενώ στη ρύθμιση μεταβλητού βήματος το Interactive Physics διορθώνει τα σφάλματα μόλις αυτά εμφανίζονται. Στη ρύθμιση σταθερού χρονικού βήματος, μπορεί να δείτε πως οι αρθρώσεις δεν είναι πολύ σταθερές. Το Interactive Physics προσπαθεί να διορθώσει τη θέση μιας τέτοιας άρθρωσης διότι το αποτέλεσμα της προσομοίωσης μετά από ένα πλαίσιο μπορεί να αντισταθμίσει την άρθρωση πείρου, λόγω αριθμητικού σφάλματος.

Σημαντικά ψηφία

Η τιμή που δίνεται στα **Σημαντικά ψηφία** αντιστοιχεί στον αριθμό ψηφίων τα οποία είναι ακριβή κατά τη διάρκεια των αριθμητικών ολοκληρώσεων. Ο αριθμός που δίνετε στο πεδίο **Σημαντικά ψηφία**, καθορίζει το σχετικό σφάλμα 10^{-n} (δείτε το θέμα **A.5 "Τρόπος εντοπισμού λαθών από το Interactive Physics"**, για περισσότερες λεπτομέρειες).

Προειδοποιήσεις

Όταν γίνεται μια προειδοποίηση, η προσομοίωση διακόπτεται και εμφανίζεται ένας διάλογος. Τότε η προσομοίωση μπορεί να διακοπεί ή να συνεχίσει.

Προσεγγιστική ολοκλήρωση

Προειδοποιεί όταν τα σώματα έχουν ταχύτητα ή επιτάχυνση τόσο μεγάλη που μπορεί να παραβιάσουν τη δεδομένη ανοχή που έχει καθοριστεί στην προσομοίωση (δείτε το θέμα **A.5 "Τρόπος εντοπισμού λαθών" στο Interactive Physics**). Η προειδοποίηση αυτή μπορεί να παραβλεφθεί κατά την εκτέλεση, αλλά το

υπόλοιπο της προσομοίωσης μπορεί να γίνει ανακριβές ή και ασταθές.

Αρχική επικάλυψη σώματος

Προειδοποιεί όταν δύο ή περισσότερα σώματα έχουν επικάλυψη μεγαλύτερη από την επιτρεπόμενη (δείτε την ενότητα "Ανοχή σφαλμάτων προσομοίωσης" στη σελίδα A-23) στην αρχική κατάσταση και όταν τα σώματα δεν φέρουν αρθρώσεις ή έχουν τη ρύθμιση **Αποφυγή σύγκρουσης**.

Όταν συγκρούονται δύο σώματα τα οποία επικαλύπτονται, μπορεί να προκαλέσουν φυσική αστάθεια στην προσομοίωση. Συμβουλευτείτε επίσης την "Αποτροπή ασταθών προσομοιώσεων" στη σελίδα A-30 για περισσότερες πληροφορίες.

Πλεονάζοντες σύνδεσμοι

Προειδοποιεί όταν υπάρχουν περισσότεροι σύνδεσμοι από όσους χρειάζονται για τον περιορισμό της κίνησης ενός συγκεκριμένου αντικείμενου. Για παράδειγμα, όταν ένα σώμα που έχει αρκετές αρθρώσεις με πείρους μεταξύ αυτού και του φόντου, έχει πλεονάζοντες συνδέσμους.

Ασυμβίβαστοι σύνδεσμοι

Προειδοποιεί όταν οι σύνδεσμοι του μοντέλου γίνονται φυσικά ασυμβίβαστοι: π.χ. όταν ένα αντικείμενο που ωθείται από μηχανισμό συνεχούς ταχύτητας χτυπά ένα δεύτερο σώμα σταθεροποιημένο στη θέση του με την άγκυρα. *Η προειδοποίηση αυτή μπορεί να αγνοηθεί και έτσι να συνεχίσετε την προσομοίωση, όμως τα αποτελέσματα της πιθανώς να μην είναι σωστά.*

A.7. Προσομοιώσεις κρούσεων

Η ενότητα αυτή είναι μια περίληψη του τρόπου με τον οποίο δημιουργούνται τα πρότυπα κρούσεων στο Interactive Physics. Μπορεί επίσης να σας βοηθήσει στο να κατανοήσετε τα δεδομένα μετρήσεων τα οποία λαμβάνονται από τις προσομοιώσεις του Interactive Physics.

Μέθοδος προσομοίωσης κρούσεων από το Interactive Physics

Ανίχνευση επικαλύψεων

Αφού το Interactive Physics εκτελεί τις ολοκληρώσεις αριθμητικά σε διακριτά βήματα, τα σώματα μπορεί να επικαλύπτονται κατά ένα μικρό βαθμό. Για παράδειγμα, μπορεί δύο σώματα να είναι κοντά το ένα στο άλλο, αλλά μακριά κατά χρονικό βήμα n , ενώ οι ταχύτητές τους να προκαλούν την επικάλυψή τους στο επόμενο πλαίσιο, σε χρονικό βήμα $(n+1)$.

Το Interactive Physics ανιχνεύει τις κρούσεις γεωμετρικά, εντοπίζοντας διατομές μεταξύ των σωμάτων. Κατά την κρούση των σωμάτων, το Interactive Physics υπολογίζει τις δυνάμεις που είναι απαραίτητες για την αποτροπή της αλληλοδιείσδυσης. Με βάση αυτές τις δυνάμεις, το Interactive Physics υπολογίζει τις νέες ταχύτητες των σωμάτων και συνεχίζει την εκτέλεση της προσομοίωσης.

Όταν είναι ενεργοποιημένη η ρύθμιση μεταβλητού χρονικού βήματος, μπορείτε να ορίσετε την ανοχή σφάλματος προκειμένου να περιορίσετε το βαθμό επικάλυψης (δείτε το θέμα "Ανοχή σφαλμάτων προσομοίωσης" στη σελίδα A-23). Το Interactive Physics χρησιμοποιεί αυτομάτως τα κατάλληλα μικρά βήματα ολοκλήρωσης κοντά στις κρούσεις και διατηρεί την επικάλυψη μέσα στα όρια της ανοχής, η οποία καθορίζεται ως Σφάλμα επικάλυψης στο διάλογο Ακρίβεια. Το Σφάλμα επικάλυψης χρησιμοποιείται επίσης για την ανίχνευση κρούσεων με καθορισμένο χρονικό βήμα, αλλά οι κρούσεις μπορεί να

Ορμή κρούσεως

παρουσιάσουν επικάλυψη μεγαλύτερη από την ανοχή εξαιτίας του καθορισμένου χρονικού βήματος.

Μετά τον εντοπισμό κρούσης, το Interactive Physics υπολογίζει τις δυνάμεις που προκαλούν για την ώθηση των σωμάτων κατά την προσομοίωση μιας κρούσης. Το Interactive Physics κάνει χρήση ενός μοντέλου κρούσης βασισμένης στην ορμή, για το οποίο χρησιμοποιείται ο συντελεστής επαναφοράς (που ονομάζεται *ελαστικότητα* στο παράθυρο Ιδιότητες. Δείτε το θέμα "Ελαστικότητα και τριβή" στη σελίδα 3-14).

Ας ξεκινήσουμε με ένα παράδειγμα μηχανικής ενός μονοδιάστατου σωματιδίου. Έχουμε δύο σωματίδια (μάζας m_1 και m_2 αντιστοίχως) τα οποία συγκρούονται κατά μέτωπο με ταχύτητες v_1 και v_2 αντιστοίχως. Στη συνέχεια, μπορούν να υπολογιστούν οι ταχύτητές τους μετά την κρούση (ας τις ονομάσουμε

v_1' και v_2') μέσω ενός ζεύγους γραμμικών εξισώσεων ως ακολούθως (παρατηρήστε πως οι δύο άγνωστοι v_1' και v_2' υπάρχουν σε δύο ανεξάρτητες γραμμικές εξισώσεις):

(διατήρηση γραμμικής ορμής)

(ορισμός συντελεστή επαναφοράς)

Το Interactive Physics αποτελεί έναν προσομοιωτή δύο διαστάσεων και χρησιμοποιεί κάπως πιο γενικευμένες, αλλά παρόμοιες αρχές για τον υπολογισμό των νέων ταχυτήτων των σωμάτων μετά την κρούση.

Υπολογισμός δυνάμεων κρούσης

Αφού οι συγκρούσεις υπολογίζονται σε διαφορετικό χρόνο, το χρονικό ιστορικό των δυνάμεων που προέρχονται από την κρούση επηρεάζεται από το χρονικό βήμα. Με χρήση της σημειογραφίας που παρουσιάστηκε στη προηγούμενη ενότητα ("**Μέθοδος προσομοίωσης κρούσεων από το Interactive Physics**") το Interactive Physics αναφέρει τη δύναμη κρούσης f_1 που επενεργεί στη μάζα m_1 ως: (δύναμη κρούσης όπως

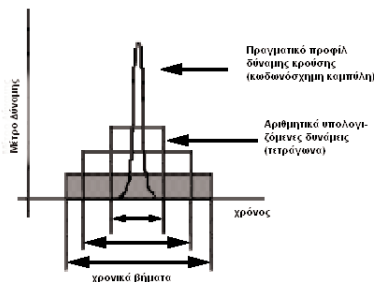
αναφέρεται από το Interactive Physics)
όπου Δt είναι το χρονικό βήμα προσομοίωσης.

Σημείωση: Η μέτρηση της δύναμης κρούσεως από το Interactive Physics εξαρτάται επομένως από το μέγεθος του Δt , ενώ η ορμή κρούσης $f_1 \Delta t$ παρουσιάζεται πάντα με ακρίβεια.

Στα παραδείγματα φυσικής, το προφίλ μιας δύναμης κρούσεως μοιάζει με καμπύλη κουδουνιού σε σχήμα ήλου της οποίας η υποστήριξη (όπου η συνάρτηση είναι μη μηδενική, δηλαδή, η φυσική διάρκεια της κρούσης) είναι συνήθως πολύ μικρότερη από το σύνθετο χρονικό βήμα που χρησιμοποιείται στις αριθμητικές προσομοιώσεις (βλέπε σχήμα A-4).

Σχήμα A-4

Μέγεθος χρονικού βήματος, μέγιστη αριθμητική τιμή και μέγιστη φυσική τιμή



Η επιφάνεια (εμβαδόν) κάτω από την καμπύλη του κουδουνιού ονομάζεται ορμή και αυτή η ποσότητα διατηρείται σωστή από το Interactive Physics, ανεξάρτητα από το μέγεθος του χρονικού βήματος. Στο σχήμα A-4, τετράγωνα διαφορετικού μεγέθους αντιπροσωπεύουν το "σχήμα" της ορμής που υπολογίζεται από το Interactive Physics. Αξίζει να σημειώσετε πως το ύψος (μέγιστη δύναμη) ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος του χρονικού βήματος, διότι η ορμή (το εμβαδόν των τετραγώνων) δεν μεταβάλλεται με το μέγεθος του χρονικού βήματος. Επειδή το Interactive Physics είναι ένας διακριτός χρονικός προσομοιωτής και αφού η ακριβής διάρκεια της κρούσης γίνεται σπανίως γνωστή, ακόμη και στα πειράματα φυσικής, το Interactive Physics αναφέρει τη δύναμη κρούσης ως την ορμή διαιρεμένη με το χρονικό βήμα προσομοίωσης.

Η δύναμη κρούσης που αναφέρεται από το Interactive Physics -η μέγιστη τιμή των προφίλ διαφορετικών δυνάμεων - προσεγγίζει την πειραματική τιμή καθώς το μέγεθος βήματος πλησιάζει τη φυσική διάρκεια της κρούσης.

Δύναμη κρούσης σε μετρητές

Η δύναμη κρούσης μπορεί να εμφανιστεί με χρήση του μετρητή δύναμης επαφής του Interactive Physics. Για τη δημιουργία του μετρητή:

- 1. Επιλέξτε τα σώματα που θα συγκρουστούν**
- 2. Επιλέξτε Δύναμη επαφής από τον κατάλογο επιλογών Μέτρηση**

Ο μετρητής της Δύναμης επαφής εμφανίζεται στο έγγραφο.

Ο μετρητής της Δύναμης επαφής αναφέρει το άθροισμα της κανονικής δύναμης και της δύναμης κρούσης. Όταν ένα σώμα βρίσκεται πάνω από κάποιο άλλο, η δύναμη επαφής αναφέρει μη μηδενικές τιμές εξαιτίας της κανονικής δύναμης που επενεργεί από το ένα σώμα στο άλλο. Κατά τη διάρκεια κρούσεων, ο μετρητής της Δύναμης επαφής αναφέρει μια δύναμη της οποίας το μέγεθος είναι σημαντικά μεγαλύτερο από την κανονική δύναμη, λόγω της δύναμης κρούσης στην οποία αναφερθήκαμε πιο πάνω.

A.8. Ακρίβεια προσομοίωσης

Αποτροπή ασταθών προσομοιώσεων

Μια ασταθής προσομοίωση υποδηλώνεται από δύο σώματα που κινούνται προς τυχαίες κατευθύνσεις με υψηλές ταχύτητες. Η αστάθεια των προσομοιώσεων γίνεται αμέσως εμφανής.

Οι αστάθειες των προσομοιώσεων προκύπτουν όταν επιτρέπεται σε σώματα που αρχικώς επικαλύπτονταν, να συγκρουστούν.

Μπορούν να συγκρουστούν οποιαδήποτε σώματα είναι συνδεδεμένα με μια άρθρωση. Αν δύο σώματα επικαλυφθούν χωρίς να γίνει χρήση της εντολής **Αποφυγή σύγκρουσης**, αναπτύσσονται τεράστιες δυνάμεις, οι οποίες διαχωρίζουν τα σώματα.

Οι αστάθειες συνήθως υποδηλώνουν την ανάγκη χρήσης μικρότερου χρονικού βήματος. Αν ένα αντικείμενο διανύει μεγάλες αποστάσεις σε μικρό χρόνο και αλληλεπιδρά με άλλο αντικείμενο μέσω άρθρωσης ή επαφής, μπορεί να υπάρξουν αστάθειες και λανθασμένα αποτελέσματα.

Σύμφωνα με έναν καλό εμπειρικό κανόνα, το χρονικό βήμα πρέπει να είναι τόσο μικρό ώστε να μπορεί να εντοπίζει μικρές κινήσεις που συμβαίνουν μέσα στο σύστημα. Αν προτυποποιείτε τη χορδή μιας κιθάρας, χρειάζεστε πολύ μικρό χρονικό βήμα. Αν η χορδή της κιθάρας ταλαντώνεται 440 φορές το δευτερόλεπτο, θα θέλατε τουλάχιστον τέσσερα χρονικά βήματα για την ακριβή προτυποποίηση κάθε κίνησης της χορδής. Επομένως, θα θέλατε 1760 χρονικά βήματα το δευτερόλεπτο, ή ένα χρονικό βήμα 1/1760 δευτερολέπτου.

Κάποια άλλα συστήματα που απαιτούν μικρό χρονικό βήμα συμπεριλαμβάνουν βαριά σώματα που αλληλεπιδρούν με ελαφριά σώματα, αλυσίδες που τεντώνονται, καθώς και ελαφριές ρόδες σε βαριά οχήματα.

Οι αστάθειες μπορούν συνήθως να διορθωθούν με την Ακριβή προσομοίωση (διάλογος Ακρίβεια προσομοίωσης). Η μέθοδος ακρίβειας προσομοίωσης ρυθμίζει αυτομάτως το χρονικό βήμα για σας. Ως εναλλακτική λύση, χρησιμοποιήστε τη ρύθμιση Ταχεία προσομοίωση, αφού όμως ελαττώσετε το χρονικό βήμα. Αν πειραματιστείτε για λίγο, θα μπορέσετε να πάρετε μια γεύση του τρόπου με τον οποίο το χρονικό βήμα επηρεάζει την προσομοίωση.

Κατά τη χρήση της ρύθμισης Ταχεία (σταθερό χρονικό βήμα), η μείωση του χρονικού βήματος αυξάνει την ακρίβεια. Κατά τη χρήση της ρύθμισης Ακριβής (μεταβλητό χρονικό βήμα), η μείωση της τιμής του Σφάλματος ολοκληρωτή αυξάνει την ακρίβεια. Αυτή

η τιμή σφάλματος καθορίζει την έκταση του αριθμητικού σφάλματος κατά τη διάρκεια κάθε χρονικού βήματος. Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή του σφάλματος, τόσο πιο ακριβής είναι η προσομοίωση.

Λήψη υψηλής ακρίβειας προσομοίωσης

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αύξηση της ακρίβειας προσομοίωσης μοιάζει με εκείνη που χρησιμοποιείται στα πακέτα ανάλυσεων πεπερασμένων στοιχείων. Μπορείτε να εκτελέσετε την προσομοίωσή σας αρκετές φορές, αυξάνοντας την ακρίβεια, έως ότου τα αποτελέσματα να αρχίσουν να συγκλίνουν μη συμπτωματικά.

Υπάρχουν δύο τρόποι αύξησης της ακρίβειας: με τη ρύθμιση Ταχεία (σταθερό χρονικό βήμα) μπορείτε να ελαττώσετε το μέγεθος του χρονικού βήματος. Με τη ρύθμιση Ακριβής (μεταβλητό χρονικό βήμα) μπορείτε να μειώσετε την τιμή του Σφάλματος ολοκληρωτή.

Οι καλύτεροι όροι που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για τον έλεγχο της ακρίβειας είναι οι θέσεις και οι ταχύτητες των σωμάτων που είναι ενσωματωμένες σε κάποιο σύστημα και έχουν μεγάλες ταχύτητες. Κατά την προσομοίωση ενός συστήματος ανάρτησης οχήματος, χρησιμοποιήστε κάποιο από τα τμήματα της ανάρτησης που κινούνται πιο γρήγορα για τον έλεγχο της ακρίβειας. Κατά την προσομοίωση μιας ταλαντευόμενης αλυσίδας, χρησιμοποιήστε κάποια από τις εξωτερικές συνδέσεις.

Για τον έλεγχο της ακρίβειας μέσω ενός συγκεκριμένου τμήματος, δημιουργήστε μετρητές θέσης και ταχύτητας για το τμήμα αυτό. Καταγράψτε τις τιμές του μετρητή σε δεδομένη χρονική στιγμή προς το τέλος της προσομοίωσης. Επαναρυθμίστε την προσομοίωση και ελαττώστε το χρονικό βήμα κατά το ήμισυ, ή ελαττώστε το Σφάλμα ολοκληρωτή κατά το ήμισυ σε περίπτωση που χρησιμοποιείτε μια μέθοδο μεταβλητού χρονικού βήματος. Εκτελέστε ξανά την προσομοίωση και παρατηρήστε αν οι μετρούμενες τιμές αλλάζουν σημαντικά. Κατά την εκτέλεση με

αυξημένη ακρίβεια, θα πρέπει κάθε τιμή που μετράται να συγκλίνει από προσομοίωση σε προσομοίωση.

Αν δεν παρατηρείτε σύγκλιση σε μια μετρούμενη μεταβλητή προσομοίωσης, είναι πιθανό το σύστημα να εξαρτάται πολύ από τις αρχικές συνθήκες ή να είναι κατά κάποιο τρόπο ασταθές.

Συστήματα που αποκτούν ενέργεια

Τα συστήματα που αποκτούν ενέργεια απαιτούν συνήθως προσομοιώσεις που πρέπει να εκτελούνται με μέθοδο μεγαλύτερης ακρίβειας. Αν ένα απλό εκκρεμές αρχίζει να ταλαντώνεται όλο και πιο ψηλά, το σύστημα αποκτά ενέργεια. Όταν ένα σύστημα αποκτά ενέργεια, μειώστε το χρονικό βήμα ή δοκιμάστε να χρησιμοποιήσετε μεταβλητό χρονικό βήμα.

Ακρίβεια και ιδιότητες συστήματος

Η ακρίβεια προσομοίωσης εξαρτάται κατά ένα μεγάλο βαθμό από το φυσικό σύστημα το οποίο προτυποποιείται. Ορισμένα φυσικά συστήματα, όπως μια συνδεσμολογία που αποτελείται από τέσσερις ράβδους και έχει μία μόνο δύναμη ώθησης, προσφέρονται για προσομοιώσεις υψηλής ακρίβειας. Τα φυσικά συστήματα που εξαρτώνται πάρα πολύ από τις αρχικές συνθήκες προσφέρονται για προσομοιώσεις που είναι πολύ ευαίσθητες στις αρχικές συνθήκες.

Σε περίπτωση που το σύστημά σας δε δίνει δύο συνεχείς φορές τα ίδια αποτελέσματα με αυτά που θα έδινε στην πραγματικότητα, μια προσομοίωση μπορεί να σας δώσει μόνο μια ιδέα για τις πιθανές συμπεριφορές του συστήματος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η πτώση ενός ανθρώπου σε σκαλιά.

Σε περίπτωση που το σύστημά σας μπορεί να αναπαραχθεί στον πραγματικό κόσμο, θα πρέπει να μπορείτε να λάβετε ακρίβεια προσομοίωσης σε οποιοδήποτε βαθμό εσείς επιλέξετε.

Γιατί αριθμοί όπως ο $1e-19$ εμφανίζονται σε

πεδία θέσης

Οι αριθμοί αυτοί δημιουργούνται από στρογγυλοποίηση που προκύπτει όταν σύρετε αντικείμενα, ενώ είναι ενεργοποιημένη η Προσάρτηση στο πλέγμα. Αφού σύρετε αρκετές φορές, συγκεντρώνονται πολύ μικρές διαφορές στο τελευταίο ψηφίο των μεγάλων αριθμών κινητής υποδιαστολής. Ο αριθμός $1e-19$ σημαίνει 0.0000000000000000001. Αυτή η στρογγυλοποίηση είναι τόσο αμελητέα που δεν επηρεάζει την εργασία σας.

Αν θέλετε, μπορείτε να αλλάξετε τις ρυθμίσεις θέασης των αριθμών μέσω του διαλόγου Αριθμοί και μονάδες. Έτσι, μπορείτε να εμφανίσετε αυτόν τον αριθμό ως εξής: 0.000. Επιλέξτε τη Σταθερή υποδιαστολή. (Μπορείτε επίσης να αντικαταστήσετε αριθμούς όπως $1e-19$ με την τιμή 0.0, εάν δε σας αρέσουν.

Ακρίβεια των δεδομένων μετρητή σε μονάδες άλλες από εκείνες του Διεθνούς συστήματος (SI)

Οι μετρητές που μετρούν δυνάμεις, ενέργεια ή ισχύ μπορεί να είναι λιγότερο ακριβείς στα συστήματα μονάδων που δεν είναι SI από ότι στα συστήματα SI. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε πως δημιουργούμε ένα μετρητή για τη μέτρηση της μεταφορικής κινητικής ενέργειας ενός σώματος. Το Interactive Physics χρησιμοποιεί τον τύπο $1/2 mv^2$. Στο Διεθνές σύστημα ισχύει το εξής: $1 J \text{ (Joule)} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$. Στο βρετανικό σύστημα, όμως, χρησιμοποιούνται άλλες μονάδες, οι Btu (British Thermal Unit, βρετανική μονάδα θερμοότητας) που δεν είναι ίσες με $1 \text{ lb} \cdot \text{ft}^2/\text{s}^2$. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ειδικοί μηχανισμοί μετατροπής, ώστε οι τιμές του μετρητή να είναι σωστές σε Btu, ενώ θα χρησιμοποιείται ο τύπος $1/2 mv^2$ για τον υπολογισμό της ενέργειας.

Ως αποτέλεσμα αυτής της μετατροπής, ο τύπος στο μετρητή της

μεταφορικής κινητικής ενέργειας εμφανίζεται ως εξής:

$$9.49\text{e-}4 * (0.5 * \text{body}[1].\text{mass} * 0.454 * \text{sqr}(\text{body}[1].v * 0.305)),$$

όπου οι σταθερές 9.49e-4, 0.454 και 0.305 μετατρέπουν τα Joule σε Btu, τα pounds σε κιλά και τα feet σε μέτρα, αντίστοιχα.

Εφόσον οι σταθερές αυτές εμφανίζονται με τον αριθμό ψηφίων που έχει καθοριστεί στο διάλογο Αριθμοί και μονάδες, είναι πιθανό να παρατηρούνται διαφοροποιήσεις μεταξύ των διαφόρων συστημάτων μονάδων. Μπορείτε να αυξήσετε τον αριθμό των υποδεκαδικών ψηφίων στο διάλογο Αριθμοί και μονάδες για να αυξήσετε την ακρίβεια αυτών των παραγόντων μετατροπής που δημιουργεί το Interactive Physics.

A.9 Τεχνικές παραπομπές

Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να αναζητήσουν πιο εμπειριστατωμένη βιβλιογραφία πάνω στις αριθμητικές μεθόδους και τη μηχανική. Σας παραθέτουμε ορισμένα μόνο βιβλία από την τεράστια βιβλιογραφία που υπάρχει για τα θέματα αυτά.

Αριθμητικές μέθοδοι

Leslie Fox: *Numerical Solution of Ordinary and Partial Differential Equations*, Addison-Wesley, 1962.

Robert W. Hornbeck: *Numerical Methods*, Prentice-Hall, 1961.

Gene H. Golub and James M. Ortega: *Scientific Computing and Differential Equations: An Introduction to Numerical Methods*, Academic Press, Inc., 1992.

C. William Gear: *Numerical Initial Value Problems in Ordinary Differential Equations*, Prentice-Hall, 1991.

Germund Dahlquist and Ake Bjorck: *Numerical Methods*, Prentice-Hall, 1974.

Μηχανική

Thomas R. Kane and Dvid A. Levinson: *Dynamics: Thoery and Applications*, McGraw-Hill Publishing Company, 1985.

Ferdinand P. Beer and E. Russel Johnston, Jr.: *Vector Mechanics for Engineers*, McGraw-Hill Book Company, 1977.

Nicholas P. Chronis: *Mechanisms and Mechanical Devices Sourcebook*. McGraw-Hill Inc., 1991.

Edward J. Haug: *Computer-Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems*, Allyn and Bacon, 1989.

A. Bedford and W. Fowler: *Engineering Dynamics-Mechanics*, Addison-Wesley Publishing Company, 1995.

R. E. Roberson and R. Schwertassek: *Dynamics of Multybody Systems*, Springer-Verlag, 1988.

R. C. Hibbeler: *Engineering Mechanics-Dynamics*, Macmillan Publishing Co., Inc., 1983.

J. L. Meriam and L. G. Kraige: *Engineering Mechanics, Volume 2, Dynamics*, John Wiley and Sons, 1987.

David J. McGill and Wilton W. King: *Engineering Mechanics:an introduction to Dynamics*, Brooks/Cole Engineering Division, 1984.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Μαθηματική γλώσσα

Το παράρτημα αυτό περιγράφει τη Μαθηματική γλώσσα του Interactive Physics.

Σημείωση: Η Μαθηματική γλώσσα αποτελεί σύστημα διαφορετικό από το ενσωματωμένο σύστημα προγραμματισμού του Interactive Physics. Παρόλο που έχουν παρόμοια σύνταξη και αρίθμηση, η χρήση τους εξυπηρετεί διαφορετικούς σκοπούς. Το σύστημα προγραμματισμού ελέγχει το Interactive Physics, ενώ η Μαθηματική γλώσσα είναι μια "ελαφριά" γλώσσα υψηλής απόδοσης, την οποία χρησιμοποιούν τα αντικείμενα του Interactive Physics κατά την εκτέλεση προσομοιώσεων.

B.1. Σχετικά με τους τύπους

Οι τύποι ακολουθούν βασικούς κανόνες μαθηματικής σύνταξης και μοιάζουν πολύ με τις εξισώσεις των φύλλων εργασίας και των γλωσσών προγραμματισμού. Οι τύποι αποτελούνται από αναγνωριστικά, πεδία, τελεστές και συναρτήσεις. Οι ενότητες που ακολουθούν περιγράφουν λεπτομερώς κάθε κατηγορία.

Οι τύποι μπορεί να περιέχουν έως και 255 χαρακτήρες. Τα κεφαλαία γράμματα και το διάστιχο δεν επηρεάζουν τους τύπους, παρόλο που τα ονόματα των αναγνωριστικών και των συναρτήσεων δεν πρέπει να περιέχουν διαστήματα. Οι παρενθέσεις έχουν την ίδια χρησιμότητα όπως και στην άλγεβρα.

B.2. Αριθμητικές συνθήκες

Η σημειογραφία των αριθμών του Interactive Physics είναι η ίδια βασική επιστημονική σημειογραφία που χρησιμοποιείται στα φύλλα εργασίας, όπως το Lotus 1-2-3 και το Excel, καθώς και στις γλώσσες υπολογιστών όπως είναι η BASIC, η PASCAL και η C.

Εκθέτες

Οι εκθέτες υποδηλώνονται ως ακολούθως:

Σε τυπωμένο κείμενο	Στο Interactive Physics
123×10^3	123e3
1.001×10^{-22}	1.001e-22

Μέτρηση γωνίας

Όλες οι γωνίες μετρώνται σε ακτίνια. Μια γωνία 360° μοιρών είναι ακτίνιο 2π .

Σημείωση: οι γωνίες στους τύπους εκφράζονται σε ακτίνια, παρόλο που η προεπιλεγμένη ρύθμιση εμφάνισής τους στο Interactive Physics είναι σε μοίρες.

B.3. Αναγνωριστικά

Τα αναγνωριστικά χρησιμοποιούνται στους τύπους για την αναγνώριση αντικειμένων. Υπάρχουν τρία είδη αναγνωριστικών. Κατά τη δημιουργία τύπων, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ένα ή περισσότερα από τα εξής είδη:

body [3]
point [2]
constraint [44]
output [12]
input [5]

Ο αριθμός στην αγκύλη είναι η ταυτότητα του αντικειμένου. Κάθε αντικείμενο του Interactive Physics έχει τη δική του ταυτότητα. Για να βρείτε την ταυτότητα ενός αντικειμένου, κάντε διπλό κλικ στο αντικείμενο, προκειμένου να εμφανιστεί το παράθυρο Ιδιότητες. Στο πάνω μέρος του παραθύρου Ιδιότητες εμφανίζεται η ταυτότητα μαζί με τη σωστή σύνταξη του τύπου. Επίσης, εμφανίζεται στη Γραμμή κατάστασης το αναγνωριστικό ενός αντικειμένου, όταν ο δείκτης βρίσκεται πάνω στο αντικείμενο (βλέπε **Κεφάλαιο 6, "Χώρος εργασίας"**).

Για παράδειγμα, body [10] είναι η ταυτότητα του body #10.

Body []

Body [] είναι το αναγνωριστικό σωμάτων, όπως είναι οι κύκλοι, τα πολύγωνα, τα ορθογώνια.

Point []

Point [] είναι το αναγνωριστικό των σημείων. Τα σημεία είναι είτε μεμονωμένα σημεία είτε σημεία τα οποία συναποτελούν τα άκρα ενός συνδέσμου. Το Point [11] είναι η ταυτότητα του Point #11. (Στα "Πεδία σωμάτων" στη σελίδα B-7 θα βρείτε περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις κορυφές πολυγώνων.)

Constraint []

Constraint [] είναι το αναγνωριστικό των συνδέσμων, συμπεριλαμβανομένων των ελατηρίων, των σχοινιών, των αρθρώσεων και των τροχαλιών.

Output []

Output [] είναι το αναγνωριστικό όλων των μετρητών.

Input []

Input [] είναι το αναγνωριστικό όλων των εργαλείων ελέγχου εισόδου, συμπεριλαμβανομένων των μεταβολέων, πλαισίων κειμένου και κουμπιών.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιήσετε ένα αναγνωριστικό με ταυτότητα ενός ανύπαρκτου αντικειμένου, το αποτέλεσμα θα είναι ένα "Μηδενικό" αντικείμενο. Τα μηδενικά αντικείμενα επιστρέφουν 0.0 για όλες τις ιδιότητές τους.

B.4. Πεδία

Όλα τα αναγνωριστικά της μαθηματικής γλώσσας του Interactive Physics μπορούν να έχουν πεδία. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα πεδία προκειμένου να προσπελάσετε τις τιμές βασικών ιδιοτήτων, όπως είναι η θέση και η ταχύτητα.

Τα πεδία προσδιορίζονται από ένα είδος, ακολουθούμενο από μια τελεία (.) και το όνομα ενός πεδίου. Για να προσπελάσετε τη ορμή ενός σώματος με ταυτότητα 3, θα πρέπει να δώσετε τον τύπο:

```
body [3] .moment
```

Η τιμή που επιστρέφει το `body [3] .moment` είναι ένας αριθμός τον οποίο μπορείτε να χρησιμοποιήσετε σε οποιοδήποτε τύπο.

Οποιαδήποτε τιμή έχει `x`, `y` και στοιχείο στροφής επιστρέφεται ως τύπος διανύσματος. Ο τύπος διανύσματος έχει τρία πεδία: `.x`, `.y` και `.r` (στροφή).

Τα πεδία αποτελούν έναν τρόπο προσπέλασης των μικρότερων τμημάτων ορισμένων μεγάλων αντικειμένων.

Ορισμένες φορές θα χρησιμοποιήσετε δύο πεδία στη σειρά. Για να πάρετε τη στροφή ενός σώματος, θα πρέπει να δώσετε τον τύπο:

```
body [2] .p.r
```


Η εξίσωση αυτή έχει δύο ιεραρχικά πεδία. Πρώτον, το `body[2].p` δίνει το πεδίο θέσης του σώματος #2, που είναι ένα διάνυσμα. Δεύτερον, το `".r"` δίνει μια τιμή στροφής (π.χ. τον προσανατολισμό του σώματος) από το πεδίο θέσης.

<code>body [2]</code>	τύπος σώματος
<code>body [2] .p</code>	τύπος διανύσματος
<code>body [2] .p.r</code>	τύπος αριθμού

Ακολουθεί ένας κατάλογος όλων των πεδίων και των τύπων τιμών που μπορεί να δώσει κάθε πεδίο. Στις επόμενες ενότητες θα βρείτε πληροφορίες για τα πεδία.

Τύπος	Πεδίο	Τύπος που επιστρέφεται
Διάνυσμα	<code>.x</code>	Αριθμός
	<code>.y</code>	Αριθμός
	<code>.r</code>	Αριθμός
Σώμα	<code>.p</code>	Διάνυσμα
	<code>.v</code>	Διάνυσμα
	<code>.a</code>	Διάνυσμα
	<code>.mass</code>	Αριθμός
	<code>.moment</code>	Αριθμός
	<code>.charge</code>	Αριθμός
	<code>.staticfric</code>	Αριθμός
	<code>.kineticfric</code>	Αριθμός
	<code>.elasticity</code>	Αριθμός
	<code>.cofm</code>	Σημείο
	<code>.width</code>	Αριθμός
	<code>.height</code>	Αριθμός
	<code>.radius</code>	Αριθμός
	<code>.vertex[n] .x</code>	Αριθμός
	<code>.vertex[n] .y</code>	Αριθμός

Σημείο	.p	Διάνυσμα
	.v	Διάνυσμα
	.a	Διάνυσμα
	.offste	Διάνυσμα
	.body	Σώμα
	.force	Διάνυσμα
Σύνδεσμος	.length	Αριθμός
	.dp	Διάνυσμα
	.dv	Διάνυσμα
	.da	Διάνυσμα
	.p1	Σημείο
	.p2	Σημείο
	.force	Διάνυσμα
Output	.x	Αριθμός
	.y1	Αριθμός
	.y2	Αριθμός
	.y3	Αριθμός
	.y4	Αριθμός
Input		Αριθμός

Πεδία διανύσματος

x,y,r

Αξιίζει να σημειωθεί πως η θέση, η ταχύτητα και η επιτάχυνση επιστρέφονται πάντα ως τύπος "vector" όπως στον παραπάνω πίνακα. Για παράδειγμα τα,

Point [4] .a επιτάχυνση του σημείου #4
Body [3] .v ταχύτητα του κέντρου μάζας του σώματος #3
Είναι και τα δύο είδη διανύσματος. Δεν μπορείτε να εισάγετε αυτούς τους δύο τύπους σε πεδίο κειμένου διότι δεν είναι αριθμοί.

Για να προσπελάσετε μεμονωμένα τμήματα αυτών των διανυσμάτων, πρέπει να προσδιορίσετε αν θέλετε τα x y ή τα στοιχεία στροφής.

Για τη λήψη ενός αριθμού, δώστε εναλλακτικά την εξής εξίσωση:

body [3] .v.x x ταχύτητα κέντρου μάζας του body #3

Το body [3] .v.x αντιπροσωπεύει την x ταχύτητα του κέντρου μάζας του σώματος #3, που είναι αριθμός και όχι διάνυσμα.

Το υποπεδίο ".r" επιστρέφει το στοιχείο στροφής οποιουδήποτε διανύσματος.

Πεδία σωμάτων

p, v, a

Αυτές είναι οι τρέχουσες τιμές θέσης, ταχύτητας και επιτάχυνσης. Κάθε ένα από αυτά τα πεδία επιστρέφει μια τιμή ενός είδους διανύσματος. Επομένως, για να χρησιμοποιήσετε κάποιο από αυτά τα πεδία, πρέπει να προσθέσετε ένα από τα πεδία διανύσματος (x , y , r).

body [1] .p.x x θέση κέντρου μάζας σώματος #1

body [3] .v.y y ταχύτητα κέντρου μάζας σώματος #3

body [37] .a.r γωνιακή επιτάχυνση σώματος #37

**μάζα, ροπή, φορτίο,
στατικότητα, κινητικότητα,
ελαστικότητα**

Αυτές είναι οι τρέχουσες τιμές των διαφόρων ιδιοτήτων.

body [3] .charge φορτίο σώματος #3

body [14] .mass μάζα σώματος #14

cofm

Το πεδίο αυτό επιστρέφει τις κινητικές ιδιότητες του κέντρου μάζας ενός σώματος. Η έκφραση

body [3] .cofm

είναι του ίδιου είδους με τα σημεία, επομένως διαθέτει όλα τα πεδία που έχουν και τα σημεία (δείτε το θέμα "Πεδία σημείων" στη σελίδα B-9).

Για παράδειγμα, η έκφραση

`body [3] .cofm .p.x`

επιστρέφει τη συντεταγμένη x του κέντρου μάζας. Κατά τον ίδιο τρόπο η έκφραση

`body [3] .cofm .v.x`

επιστρέφει το τμήμα τη συνιστώσα x της ταχύτητας του ΚΜ.

Τα επόμενα τέσσερα πεδία (πλάτος, ύψος, ακτίνα, κορυφή $[n]$) ονομάζονται *γεωμετρικοί τύποι* και επιστρέφουν τις γεωμετρικές πληροφορίες των σωμάτων. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτά τα πεδία προκειμένου να τοποθετήσετε με ακρίβεια τα άκρα των συνδέσμων (δείτε την ενότητα "Χρήση γεωμετρικών τύπων (παραμετρικός ορισμός βάσει σημείων)" στη σελίδα 4-19).

Πλάτος (*width*)

Επιστρέφει το πλάτος ενός ορθογωνίου ή ενός τετραγώνου. Το πεδίο πλάτος δεν ισχύει για τα υπόλοιπα σώματα. Για τα τετράγωνα, το πλάτος ισούται πάντα με το ύψος.

Ύψος (*height*)

Επιστρέφει το ύψος ενός ορθογωνίου ή ενός τετραγώνου. Το πεδίο ύψος δεν ισχύει για τα υπόλοιπα σώματα. Για τα τετράγωνα, το ύψος ισούται πάντα με το πλάτος.

Ακτίνα (*radius*)

Επιστρέφει την ακτίνα ενός κύκλου. Το πεδίο ακτίνα δεν ισχύει για τα υπόλοιπα σώματα.

Κορυφή $[n].x$, Κορυφή $[n].y$ (*vertex $[n].x$ vertex $[n].y$*)

Για πολύγωνα, τα Κορυφή $[n].x$, Κορυφή $[n].y$ επιστρέφουν τις συντεταγμένες x και y της κορυφής n , αντιστοίχως. Ο αριθμός n ($n \geq 1$) αντιστοιχεί με τον αριθμό ταυτότητας της κορυφής που εμφανίζεται στο παράθυρο Γεωμετρία του πολυγώνου. Οι συντεταγμένες δίνονται στα πλαίσια του συστήματος αναφοράς του πολυγώνου (δείτε την ενότητα "Σύστημα αναφοράς (ΣΑ)" στη σελίδα 3-12).

Για τα τετράγωνα και τα ορθογώνια, η κορυφή $[1]$ ισοδυναμεί με την άνω δεξιά γωνία (όταν ο προσανατολισμός του σώματος είναι 0) και η επακόλουθη ευρετηρίαση (2 μέσω 4) επιστρέφει τις

υπόλοιπες κορυφές σε σειρά που ακολουθεί την αντίστροφη φορά των δεικτών του ρολογιού.

Η έκφραση `vertex[n]` δεν ισχύει για κύκλους.

Πεδία σημείων

p, v, a

Αυτές είναι οι τρέχουσες τιμές θέσης, ταχύτητας και επιτάχυνσης. Κάθε ένα από αυτά τα πεδία επιστρέφει την τιμή ενός είδους διανύσματος. Επομένως, για να χρησιμοποιήσετε κάποιο από αυτά τα πεδία, πρέπει να προσθέσετε ένα πεδίο διανύσματος (x,y,r).

Point [1] .p.x x θέση του σημείου #1

Η θέση ενός σημείου δίνεται στα πλαίσια των παγκόσμιων συντεταγμένων.

Μετατόπιση (offset)

Το πεδίο `offset` επιστρέφει το διάνυσμα που περιέχει την τρέχουσα διαμόρφωση (.x, .y, .r) του σημείου στα πλαίσια του ΣΑ (σύστημα αναφοράς) του σώματος στο οποίο είναι προσαρτημένο το σημείο (τοπικές συντεταγμένες).

Αν το σημείο είναι προσαρτημένο στο φόντο, το πεδίο `offset` ισοδυναμεί με το πεδίο .p του σημείου. Δηλαδή:

`point[n] .p.x = point [n] .offset.x`

Και παρομοίως για τα πεδία .y και .r.

Σώμα (body)

Το πεδίο `body` επιστρέφει το σώμα στο οποίο είναι προσαρτημένο το σημείο. Περισσότερες πληροφορίες για τα σχετικά πεδία θα βρείτε στα "Πεδία σωμάτων" στη σελίδα B-7.

Δύναμη (force)

Το πεδίο `force` επιστρέφει ένα διάνυσμα που αντιπροσωπεύει τη δύναμη που ασκείται στο σημείο - και για την ακρίβεια, τη δύναμη που ασκείται στο σώμα στη θέση που βρίσκεται το σημείο. Τα στοιχεία δίνονται στα πλαίσια των παγκόσμιων συντεταγμένων, ανεξάρτητα από το πού είναι προσαρτημένο το σημείο.

Πεδία συνδέσμων

Μήκος (length)

Αυτή είναι η τρέχουσα απόσταση ανάμεσα στα δύο άκρα του συνδέσμου. Για να βρείτε το τρέχον μήκος ενός ελατηρίου, θα πρέπει να δώσετε:

constraint [3] .length μήκος συνδέσμου #3

dp, dv, da

Αυτές είναι οι τρέχουσες τιμές που αφορούν τη διαφορά θέσης, ταχύτητας και επιτάχυνσης ανάμεσα στα δύο άκρα του συνδέσμου. Κάθε ένα από αυτά τα πεδία επιστρέφει την τιμή ενός είδους διανύσματος.

Οι τιμές αυτές μετρώνται στο σύστημα αναφοράς του συνδέσμου. Η τιμή x μετράται κατά μήκος της γραμμής που συνδέει τα δύο άκρα ενός συνδέσμου σημείο προς σημείο.

Για να βρείτε την ταχύτητα αλλαγής του μήκους ενός ελατηρίου (τη διαφορά ταχύτητας ανάμεσα στα δύο άκρα ενός ελατηρίου), πρέπει να δώσετε τον ακόλουθο τύπο:

constraint [3] .dv.x

p1, p2

Κάθε ένα από αυτά τα πεδία επιστρέφει το σημείο που λειτουργεί ως άκρο ενός συνδέσμου. Το πεδίο $p1$ επιστρέφει το σημείο που δημιουργήθηκε πρώτο. Δείτε το θέμα "Πεδία σημείων" στη σελίδα B-9 για τα σχετικά πεδία.

Δύναμη (force)

Το πεδίο $force$ επιστρέφει το διάνυσμα που αντιπροσωπεύει τη δύναμη του συνδέσμου. Το πεδίο αυτό ισοδυναμεί με το $constraintforce(n)$ (βλέπε και "Συναρτήσεις προσομοιώσεων" στη σελίδα B-25).

Πεδία εξόδου

x

Αυτή είναι η τιμή που εμφανίζεται στον άξονα x ή την τετμημένη μιας γραφικής παράστασης εξόδου.

output [6].x τιμή που εμφανίζεται στον άξονα x της εξόδου 6

y1, y2, y3, y4

Αυτές είναι οι τιμές που εμφανίζονται στον άξονα y μιας γραφικής παράστασης εξόδου.

output [6].y1 τιμή που εμφανίζεται στον άξονα y1 της εξόδου 6

output [6].y2 τιμή που εμφανίζεται στον άξονα y2 της εξόδου 6

output [6].y3 τιμή που εμφανίζεται στον άξονα y3 της εξόδου 6

output [6].y4 τιμή που εμφανίζεται στον άξονα y4 της εξόδου 6

B.5. Τελεστές

Οι τελεστές περιλαμβάνουν τα συνήθη αλγεβρικά σύμβολα (+, -, >, =). Οι ακόλουθοι τελεστές απαιτούν έναν ή δύο αριθμούς. Τα γράμματα "a" και "b" χρησιμοποιούνται για την κράτηση θέσεων (placeholders) για οποιονδήποτε αριθμό ή τύπο που ισοδυναμεί με αριθμό.

Αριθμητικοί τελεστές

Ακολουθεί ένας κατάλογος με τους αριθμητικούς τελεστές που είναι διαθέσιμοι προς χρήση σε τύπο:

Τελεστής	Είσοδος	Έξοδος
- (αρνητικός)	a	-a
+ (συν)	a + b	a + b
- (μείον)	a - b	a - b
* (επί)	a * b	a * b
/ (δια)	a / b	a / b
% (τοις εκατό)	a % b	a mod b
^ (δύναμη)	a ^ b	a ^b
>	a > b	1 ή 0
<	a < b	1 ή 0
>=	a >= b	1 ή 0
<=	a <= b	1 ή 0
= (ισούται)	a = b	1 ή 0
<> (δεν ισούται)	a <> b	1 ή 0

Οι τελεστές αυτοί δέχονται αριθμούς στις εισόδους τους. Κάτι τέτοιο σημαίνει πως δεν μπορείτε να εισάγετε στοιχεία τύπων που δεν είναι αριθμοί.

Λάθος:

body [3] + point [3]	αδύνατη η πρόσθεση σώματος με σημείο
body [3] .p - 34.5	αδύνατη η αφαίρεση αριθμού από διάνυσμα
point [7] .v + body [3]	αδύνατη η πρόσθεση διανύσματος με σώμα
body [3] .p > 44.0	αδύνατη η σύγκριση διανύσματος με αριθμό

Σωστό:

body [3].p.x + point [3].p.x

body [3].p.x - 34.5

point [7] .v.y - body [3] .v.y

body [3] .p.y > 44.0

body[3] .p.y = 44.0

body [3] .p.y !=44.0

- (αρνητικός)

Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει τον αρνητικό αυτού του αριθμού.

+ (συν)

Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει το άθροισμα.

- (μείον)

Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει τη διαφορά.

*** (επί)**

Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει το γινόμενο.

/ (δια)

Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει το πηλίκο.

% (τοις εκατό)

Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει το υπόλοιπο της διαίρεσης της πρώτης τιμής με τη δεύτερη.

^ (δύναμη)

Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει την πρώτη τιμή υψωμένη στη δύναμη της δεύτερης τιμής.

> (μεγαλύτερο από)

Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει την τιμή 1 αν η πρώτη τιμή είναι μεγαλύτερη από τη δεύτερη τιμή. Διαφορετικά, επιστρέφει τιμή 0.

< (μικρότερο από)

Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει την τιμή 1 αν η πρώτη τιμή είναι μικρότερη από τη δεύτερη τιμή. Διαφορετικά, επιστρέφει τιμή 0.

$\geq$ (μεγαλύτερο από ή ίσο με) Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει την τιμή 1 αν η πρώτη τιμή είναι μεγαλύτερη από ή ίση με τη δεύτερη τιμή. Διαφορετικά, επιστρέφει τιμή 0.

$\leq$ (μικρότερο από ή ίσο με) Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει την τιμή 1 αν η πρώτη τιμή είναι μικρότερη από ή ίση με τη δεύτερη τιμή. Διαφορετικά, επιστρέφει τιμή 0.

$=$ (ισούται) Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει την τιμή 1 αν οι δύο τιμές είναι ίσες. Διαφορετικά, επιστρέφει τιμή 0. Ο τελεστής αυτός δεν αποδίδει καμία τιμή στο αριστερό μέρος της εξίσωσης. Ο τύπος:

`body [3] .p.y = 3`

επιστρέφει 1 αν η θέση y του σώματος #3 ισοδυναμεί με 3.0. ο τύπος αυτός δεν καθορίζει τιμές για τη θέση του σώματος #3.

$\neq$ (δεν ισούται) Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει την τιμή 1 αν οι δύο τιμές δεν είναι ίσες. Διαφορετικά, επιστρέφει τιμή 0.

Προτεραιότητα τελεστών

Χρησιμοποιήστε παρενθέσεις προκειμένου να ορίσετε τη σειρά των πράξεων της εξίσωσης. Όλες οι εξισώσεις κάνουν συνήθως τους υπολογισμούς από αριστερά προς δεξιά. Δίνεται προτεραιότητα στους τελεστές ως ακολούθως (οι τελεστές που βρίσκονται στην ίδια σειρά έχουν την ίδια προτεραιότητα):

()	[]	.	υψηλή προτεραιότητα
*	/	^	%
+	-	(δυαδικοί τελεστές)	
<	<=	>	>=
=			χαμηλή προτεραιότητα

Αριθμητικοί τελεστές

Οι τελεστές που έχουν υψηλή προτεραιότητα εφαρμόζονται πρώτοι. Για παράδειγμα, στον ακόλουθο τύπο:

$$3 + 2 * 4$$

ο υπολογισμός γίνεται ως εξής: $3+(2*4)$ αντί για $(3+2)*4$. Αυτό συμβαίνει διότι ο τελεστής πολλαπλασιασμού (*) έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα από τον τελεστή πρόσθεσης (+).

Χρησιμοποιήστε παρενθέσεις προκειμένου να αλλάξετε τη σειρά υπολογισμών, ή προκειμένου να εξασφαλίσετε τη σειρά υπολογισμών αν δεν είστε απολύτως σίγουροι για την προτεραιότητα των διαφόρων τελεστών. Στο παραπάνω παράδειγμα, θα μπορούσατε να δώσετε τον τύπο ως εξής:

$$(3+2)*4$$

έτσι ώστε να υπολογιστεί πρώτα η πρόσθεση και μετά ο πολλαπλασιασμός.

Μπορείτε επίσης να συμπεριλάβετε παρενθέσεις εντός άλλων παρενθέσεων όπως στον τύπο

$$((3+2)*4+10)/2$$

Βεβαιωθείτε πως χρησιμοποιείτε παρενθέσεις και όχι αγκύλες ([]) ή άγκιστρα ({ }).

Παρατήρηση πάνω στις ανισότητες

Παρόλο που οι τελεστές ανισότητας έχουν την ίδια προτεραιότητα, η τιμή επιστροφής του τύπου:

$$\text{if } (0 < t \leq 1, 50, 100)$$

ισοδυναμεί με:

$$\text{if } ((0 < t) \leq 1, 50, 100)$$

αφού η αλυσίδα των δυαδικών τελεστών υπολογίζεται από αριστερά προς τα δεξιά. Ως αποτέλεσμα, ο παραπάνω τύπος επιστρέφει πάντα 50, ανεξάρτητα από την τιμή t (αφού το $(0 < t)$ επιστρέφει 1 ή 0, ολόκληρο το πρώτο όρισμα είναι πάντα 1, ή σωστό). Αν θέλετε τη συνθήκη "επέστρεψε 50 όταν το t είναι μεταξύ 1 και 0, διαφορετικά επέστρεψε 100", θα πρέπει να πληκτρολογήσετε:

if (and ($0 < t$, $t \leq 1$), 50, 100).

Παρακαλώ, δείτε το θέμα "Κατάλογος συναρτήσεων" στη σελίδα B-19 για λεπτομερή περιγραφή κάθε συνάρτησης.

Τελεστές διανυσμάτων

Οι ακόλουθοι τελεστές ισχύουν για διανύσματα:

τελεστής	Είσοδος(οι)	Έξοδος
- (αρνητικός)	Διάνυσμα	Διάνυσμα
+ (συν)	Διάνυσμα, Διάνυσμα	Διάνυσμα
- (μείον)	Διάνυσμα, Διάνυσμα	Διάνυσμα
* (επί)	Αριθμός, Διάνυσμα	Διάνυσμα
(μέγεθος)	Διάνυσμα	Αριθμός

Οι τελεστές αυτοί προϋποθέτουν ταύτιση των ειδών των εισόδων τους με εκείνα που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη γραφική παράσταση. Οι τελεστές διανυσμάτων είναι χρήσιμοι στην απλοποίηση τύπων. Για να εμφανίσετε έναν μετρητή που να δείχνει την απόσταση μεταξύ δύο σωμάτων, θα πρέπει να δώσετε τον εξής τύπο:

`lbody [3].p - body [2].pl`

Ο τύπος αυτός περιέχει δύο τελεστές διανύσματος. Πρώτον, ο τελεστής "-" χρησιμοποιήθηκε για την αφαίρεση των δύο θέσεων των σωμάτων:

`body [3].p - body [2].p` το αποτέλεσμα δίνει διάνυσμα

Η παραπάνω γραφική παράσταση υποδηλώνει πως ο τελεστής (-) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δύο διανύσματα και πως το αποτέλεσμα είναι ένα διάνυσμα. Στη συνέχεια, το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τον τελεστή μεγέθους (||) προκειμένου να δώσει έναν αριθμό. Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει ορισμένα συνήθη λάθη και τις διορθώσεις τους.

Λάθος	Σωστό
body[2]. a	body[2].a
body[2] .a	body[2].a
body[2].a.x	abs(body[2].a.x)
body[2].a.x+ body[2].v	Ενοποιήστε και τους δύο τελεστές σε διανύσματα ή αριθμούς.

- (αρνητικός)

Παίρνει μια ποσότητα διανύσματος και επιστρέφει τον αρνητικό αριθμό αυτής της ποσότητας. Τα πεδία .x, .y, .r του διανύσματος γίνονται αρνητικά.

body[3].p.x η τιμή είναι 10.0

-body[3].p.x η τιμή είναι -10.0

(-body[3].p).x η τιμή είναι -10.0

Στην τελευταία περίπτωση, η τιμή του body[3].p γίνεται αρνητική ως ένα ολόκληρο διάνυσμα.

+ (συν)

Παίρνει δύο διανύσματα και επιστρέφει ένα διάνυσμα το οποίο είναι το άθροισμα. Κάθε πεδίο (.x, .y, .r) του διανύσματος που επιστρέφεται θα είναι ίσο προς το άθροισμα των αντίστοιχων πεδίων των δύο διανυσμάτων των οποίων γίνεται η πρόσθεση.

-(μείον)

Παίρνει δύο διανύσματα και επιστρέφει ένα διάνυσμα το οποίο είναι η διαφορά. Κάθε πεδίο (.x, .y, .r) του διανύσματος που επιστρέφεται θα είναι ίσο προς τη διαφορά των αντίστοιχων πεδίων των δύο διανυσμάτων των οποίων γίνεται η πρόσθεση.

***(επί)**

Παίρνει ένα διάνυσμα και έναν αριθμό και επιστρέφει το γινόμενο. Κάθε πεδίο (.x, .y, .r) του διανύσματος που επιστρέφεται θα είναι ίσο προς το γινόμενο του αριθμού και του αντίστοιχου πεδίου του διανύσματος που πολλαπλασιάζεται.

// (μέγεθος)

Παίρνει ένα διάνυσμα και επιστρέφει έναν αριθμό ο οποίος είναι το μέγεθος των πεδίων .x και .y. Το μέγεθος ισοδυναμεί με το μήκος μιας γραμμής σχεδιασμένης από τα πεδία του διανύσματος (0,0) ως (.x, .y). Ο αριθμός που επιστρέφεται από τη συνάρτηση μεγέθους ισοδυναμεί με:

$$|v| = \text{sqrt}(v.x*v.x + v.y*v.y)$$

B.6. Συναρτήσεις

Οι συναρτήσεις δέχονται από 0 έως τρία ορίσματα και επιστρέφουν έναν αριθμό ή μια τιμή διανύσματος. Όλες οι συναρτήσεις δέχονται τα ορίσματά τους με την ακόλουθη μορφή: function (arg1, arg2.....)

Υπάρχουν δύο είδη συναρτήσεων: οι μαθηματικές συναρτήσεις που εκτελούν βασικές μαθηματικές πράξεις και οι συναρτήσεις προσομοιώσεων που επιστρέφουν πληροφορίες από τις προσομοιώσεις του Interactive Physics.

Κατάλογος συναρτήσεων

Όνομα	Είσοδοι	Έξοδος
abs	αριθμός	αριθμός
and	αριθμός, αριθμός	1 ή 0
angle	διάνυσμα	αριθμός
acos	αριθμός	αριθμός
asin	αριθμός	αριθμός
atan	αριθμός	αριθμός
atan2	αριθμός, αριθμός	αριθμός
ceil	αριθμός	αριθμός
cos	αριθμός	αριθμός
exp	αριθμός	αριθμός
floor	αριθμός	αριθμός
if	αριθμός, αριθμός, αριθμός	αριθμός
ln	αριθμός	αριθμός
log	αριθμός	αριθμός
mag	διάνυσμα	αριθμός
max	αριθμός, αριθμός	αριθμός
min	αριθμός, αριθμός	αριθμός
mod	αριθμός, αριθμός	αριθμός
not	αριθμός	1 ή 0
or	αριθμός αριθμός	1 ή 0
pi	αριθμός	π
pow	αριθμός, αριθμός	αριθμός
rand	αριθμός	αριθμός
sign	αριθμός	1 ή -1
sin	αριθμός	αριθμός
sqr	αριθμός	αριθμός
	διάνυσμα	αριθμός
sqrt	αριθμός	αριθμός
tan	αριθμός	αριθμός
vector	αριθμός, αριθμός	διάνυσμα

abs(x)

Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει την απόλυτη τιμή αυτού του αριθμού. Για παράδειγμα:

`abs (body[3].p.x)`

επιστρέφει την απόλυτη τιμή της θέσης x του σώματος #3.

and(x,y)

Λογική πράξη AND. Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει την τιμή 1 εάν κανείς από τους αριθμούς δεν είναι 0. Διαφορετικά, επιστρέφει την τιμή 0. Για παράδειγμα:

`and (time>1, body[2].v.y>10)`

επιστρέφει την τιμή 1 εάν το time είναι μεγαλύτερο από 1 και η ταχύτητα y του σώματος #2 είναι μεγαλύτερη από 10.

angle(v)

Παίρνει ένα διάνυσμα και επιστρέφει τη γωνία που δημιουργεί το διάνυσμα στο επίπεδο της συντεταγμένης. Για παράδειγμα, αν ένα σώμα έχει ταχύτητα 0 στην κατεύθυνση x και 10 στην κατεύθυνση y, το σώμα έχει ταχύτητα που βρίσκεται στην κατεύθυνση 90 ή $\pi/2$ στο επίπεδο της συντεταγμένης. Ο τύπος

`angle(body[3].v)`

θα επέστρεφε την τιμή $\pi/2$.

acos(x)

Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει το αντίστροφο συνημίτονο του αριθμού. Οι τιμές που επιστρέφονται περιέχονται στην κλίμακα $[0, \pi]$.

asin(x)

Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει το αντίστροφο ημίτονο του αριθμού. Οι τιμές που επιστρέφονται περιέχονται στην κλίμακα $[-\pi/2, \pi/2]$.

atan(x)

Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει την αντίστροφη εφαπτομένη του αριθμού. Οι τιμές που επιστρέφονται περιέχονται στην κλίμακα $[-\pi/2, \pi/2]$.

<i>atan2(x,y)</i>	Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει την αντίστροφη εφαπτομένη του y/x . Η συνάρτηση αυτή είναι χρήσιμη διότι, αντίθετα με τη συνάρτηση <i>atan</i> , μπορεί να δώσει μια γωνία στο σωστό τεταρτημόριο. Οι τιμές που επιστρέφονται περιέχονται στην κλίμακα $[-\pi, \pi]$.
<i>ceil(x)</i>	Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει το μικρότερο ακέραιο (όχι μικρότερο από τον αριθμό).
<i>cos(x)</i>	Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει το συνημίτονο του αριθμού.
<i>exp(x)</i>	Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει το εκθετικό αποτέλεσμα του αριθμού (e υψωμένο στην τιμή του αριθμού).
<i>floor(x)</i>	Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει τον μεγαλύτερο ακέραιο (όχι μεγαλύτερο από τον αριθμό).
<i>if(x,y,z)</i>	Δέχεται τρεις αριθμούς. Αν η τιμή του πρώτου αριθμού (x) δεν είναι ίση με 0, τότε επιστρέφει την τιμή του δεύτερου αριθμού (y). Διαφορετικά, επιστρέφει την τιμή του τρίτου αριθμού (z). Για παράδειγμα: if (time>1, 20, 0 επιστρέφει την τιμή 20 αν το time είναι μεγαλύτερο από 1, διαφορετικά επιστρέφει τιμή 0. Τυπικά, το πρώτο όρισμα μιας συνάρτησης if είναι μια σχέση (όπως $x>y$), ή μια λογική πράξη (όπως $\text{and}(a, b)$). Μπορείτε να ενσωματώσετε δηλώσεις if, κάνοντας αναδρομική χρήση άλλων συναρτήσεων if, ως όρισμα.

Για παράδειγμα, βλέπετε παρακάτω ένα σχετικά απλό τμήμα κώδικα C το οποίο επιστρέφει το μέγιστο τριών αριθμών a, b και c:

```
{
    if (a>b) {
        if (a>c)
            return a ;
        else
            return c ;
    }
    else {
        if (b>c)
            return b ;
        else
            return c ;
    }
}
```

Στη μαθηματική γλώσσα του Interactive Physics, το παραπάνω κομμάτι μπορεί να μετατραπεί σε μια μόνο γραμμή ως ακολούθως:

`if(a>b, if (a>c,a,c, if (b>c,b,c))`

ln(x)

Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει το φυσικό λογάριθμο του αριθμού.

log(x)

Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει το λογάριθμο βάσης 10 του αριθμού.

mag(v)

Παίρνει ένα διάνυσμα και επιστρέφει το μέγεθος του διανύσματος. Το αποτέλεσμα είναι το ίδιο με αυτό του `lv`.

Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει το μεγαλύτερο από τους

max(x,y)

αριθμούς αυτούς. Για παράδειγμα:

`max(body[1].a.x , body[2].a.x)`

επιστρέφει τη μεγαλύτερη x επιτάχυνση είτε του σώματος #1 είτε του σώματος #2.

Αν θέλετε να βρείτε το μέγιστο τριών αριθμών a, b και c, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αναδρομικά τις συναρτήσεις `max( )` ως ακολούθως:`max (max(a,b),c)`***min(x,y)***

Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει το μικρότερο από τους δύο. Για παράδειγμα:

`minbody[1].v.x, body[2].v.x)`

επιστρέφει τη μικρότερη ταχύτητα x είτε του σώματος #1 είτε του σώματος #2.

Όπως στη συνάρτηση `max( )`, μπορείτε να βρείτε το ελάχιστο τριών αριθμών a, b και c ως εξής:`min (min(a,b),c)
mod(x,y)`***mod(x,y)***

Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει το υπόλοιπο που προκύπτει από τη διαίρεση της πρώτης τιμής με τη δεύτερη.

not(x)

Λογική πράξη NOT. Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει την τιμή 0 εάν ο αριθμός δεν είναι 0. Διαφορετικά επιστρέφει τιμή 1.

or(x,y)

Λογική πράξη OR. Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει την τιμή 1 εάν τουλάχιστον ένας από τους αριθμούς δεν είναι 0. Επιστρέφει 0 εάν και μόνο και οι δύο αριθμοί είναι 0. Για παράδειγμα:

`or(time>1, body[2].v.r>10)`

επιστρέφει την τιμή 1 αν το time είναι μεγαλύτερο από 1 ή εάν η γωνιακή ταχύτητα του σώματος #2 είναι μεγαλύτερη από 10.

<i>pow(x,y)</i>	Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει την τιμή του x υψωμένη στην τιμή του y · δηλαδή, επιστρέφει x^y .
<i>pi()</i>	Επιστρέφει την τιμή του π .
<i>rand()</i>	Επιστρέφει μια τυχαία τιμή από 0 έως 1.
<i>sign(x)</i>	Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει την τιμή 1 εάν ο αριθμός είναι μεγαλύτερος από ή ίσος με 0. Διαφορετικά, επιστρέφει την τιμή -1.
<i>sin(x)</i>	Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει το ημίτονο του αριθμού.
<i>sqr(x)</i>	Παίρνει έναν αριθμό ή ένα διάνυσμα. Αν η είσοδος είναι αριθμός, επιστρέφει το τετράγωνο ($x*x$) του αριθμού. Αν η είσοδος είναι διάνυσμα, επιστρέφει το άθροισμα του πεδίου $.x$ τετραγωνισμένο και το πεδίου $.y$ τετραγωνισμένο.
<i>sqrt(x)</i>	Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει την τετραγωνική ρίζα του αριθμού.
<i>tan(x)</i>	Παίρνει έναν αριθμό και επιστρέφει την τετραγωνική ρίζα του αριθμού.
<i>vector(x,y)</i>	Παίρνει δύο αριθμούς και επιστρέφει ένα διάνυσμα που αποτελείται από τους αριθμούς αυτούς. Ο πρώτος αριθμός (x) γίνεται το πεδίο $.x$ του διανύσματος. Ο δεύτερος αριθμός (y) γίνεται το πεδίο $.y$ του διανύσματος.

Συναρτήσεις προσομοιώσεων

Οι συναρτήσεις προσομοιώσεων χρησιμοποιούνται για να εξάγουν δεδομένα από προσομοιώσεις. Οι συναρτήσεις αυτές χρησιμοποιούνται στους διάφορους μετρητές και τα διάφορα διανύσματα του Interactive Physics.

Όνομα	Είσοδοι	Έξοδοι
constraintforce	αριθμός	διάνυσμα
	αριθμός, αριθμός	διάνυσμα
	αριθμός, αριθμός, αριθμός	διάνυσμα
frame		αριθμός
frictionforce	αριθμός, αριθμός	διάνυσμα
groupcofm	αριθμός	διάνυσμα
kinetic		αριθμός
length	αριθμός, αριθμός	αριθμός
normalforce	αριθμός, αριθμός	διάνυσμα
section	αριθμός, διάνυσμα	αριθμός

constraintforce(x)

Παίρνει τον αριθμό ταυτότητας του συνδέσμου (x), και επιστρέφει ένα διάνυσμα που προσδιορίζει την τρέχουσα δύναμη που εφαρμόζεται από το σύνδεσμο. Για να βρείτε την πίεση που ασκείται σε ένα ελατήριο, χρησιμοποιήστε τον τύπο:

constraintforce(3).x

Στους συνδέσμους σημείο προς σημείο, το τμήμα .x της δύναμης του διανύσματος μετράται πάντα κατά μήκος της γραμμής που ενώνει τα δύο άκρα. Σε συνδέσμους που ασκούν μια ροπή, το τμήμα .r της δύναμης του συνδέσμου περιέχει την τιμή της ασκούμενης ροπής.

Για αρθρώσεις με πείρο, τα τμήματα x και y δίνονται στα πλαίσια των παγκόσμιων συντεταγμένων αξόνων.

constraintforce(x,y)

Παίρνει τον αριθμό ταυτότητας του συνδέσμου (x) και τον αριθμό ταυτότητας του σώματος (y). Επιστρέφει το ποσό της δύναμης που εφαρμόζεται στο σώμα από το σύνδεσμο ως διάνυσμα. Η συνάρτηση αυτή χρησιμοποιείται από μετρητές που μετρούν βαρύτητα, αντίσταση αέρα, πεδία ηλεκτροστατικά και προσαρμοζόμενες δυνάμεις πεδίου. Οι αριθμοί ταυτότητας αυτών των τεσσάρων συνδέσμων είναι σταθεροί και η περιγραφή τους δίνεται στην επόμενη ενότητα.

Ο σύνδεσμος της βαρύτητας χρησιμοποιεί πάντα την ταυτότητα συνδέσμου #10002. Για τη μέτρηση της δύναμης που ασκείται σε κάποιο σώμα από τη γραμμική βαρύτητα, χρησιμοποιήστε τον τύπο:

`constraintforce(10002, 3).y`

Στην περίπτωση αυτή, η κατάληξη .y χρησιμοποιείται για τη λήψη της τιμής της δύναμης στην κατεύθυνση y (πάνω και κάτω).

constraintforce(x,y,z)

Παίρνει τον αριθμό ταυτότητας του συνδέσμου (x), και τους αριθμούς ταυτότητας δύο σωμάτων (y, z). Επιστρέφει την ποσότητα της δύναμης που εφαρμόζεται από το σύνδεσμο ανάμεσα στα δύο σώματα.

Η συνάρτηση αυτή επιστρέφει μόνο τιμές για δυνάμεις οι οποίες ασκούνται σε κάθε ζεύγος σωμάτων (πλανητική βαρύτητα, ηλεκτροστατική και πεδία καθοριζόμενης δύναμης). Οι αριθμοί ταυτότητας αυτών των συνδέσμων είναι σταθεροί και η περιγραφή τους δίνεται στην επόμενη ενότητα. Η βαρύτητα χρησιμοποιεί πάντα την ταυτότητα συνδέσμου #10002. Για τη μέτρηση της δύναμης βαρύτητας μεταξύ δύο συγκεκριμένων σωμάτων σε ένα πλανητικό σύστημα, χρησιμοποιήστε τον τύπο:

`constraintforce(10002,3,5) .x`

Όπως και με τους συνδέσμους σημείο προς σημείο (point to point), η τιμή .x του διανύσματος μετράει τη δύναμη που ασκείται κατά μήκος της γραμμής που συνδέει το κέντρο μάζας των δύο σωμάτων.

<i>frame()</i>	Επιστρέφει τον τρέχοντα αριθμό πλαισίου. Οι αρχικές συνθήκες προσδιορίζονται ως μηδενικό πλαίσιο.
<i>frictionforce(x,y)</i>	Παίρνει τον αριθμό ταυτότητας δύο σωμάτων (x,y) και επιστρέφει τη δύναμη τριβής που ασκείται από το πρώτο σώμα στο δεύτερο. Η τιμή επιστρέφεται ως διάνυσμα.
<i>groupcofm(x)</i>	Παίρνει τον αριθμό ταυτότητας μιας ομάδας (x) και επιστρέφει το κέντρο μάζας όλων των σωμάτων της ομάδας. Κατά τη δεδομένη στιγμή, η μόνη ομάδα που έχει προσδιοριστεί είναι η ομάδα #0, η οποία περιέχει όλα τα σώματα.
<i>kinetic()</i>	Επιστρέφει ως αριθμό την ολική κινητική ενέργεια όλων των σωμάτων της προσομοίωσης.
<i>length(x,y)</i>	Παίρνει τους αριθμούς ταυτότητας δύο σωμάτων (x, y) και επιστρέφει το μήκος της γραμμής που συνδέει τα κέντρα μάζας τους.
<i>normalforce(x,y)</i>	Παίρνει τους αριθμούς ταυτότητας δύο σωμάτων (x, y) και επιστρέφει τη δύναμη επαφής που ασκείται από το πρώτο αντικείμενο στο δεύτερο. Η τιμή επιστρέφεται ως διάνυσμα. Το Interactive Physics εκλαμβάνει τη δύναμη επαφής ως το άθροισμα της κανονικής δύναμης και της δύναμης κρούσεως. Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στο θέμα A.7 "Προσομοίωση κρούσεων".
<i>section(x,v)</i>	Παίρνει τον αριθμό ταυτότητας ενός σώματος (x) και μια ποσότητα διανύσματος (y). Επιστρέφει το πλάτος διατομής του σώματος στην κατεύθυνση του διανύσματος. Για παράδειγμα, το <code>section(body[1], vector(1,0))</code> θα επιστρέφει το κατακόρυφο πλάτος διατομής του <code>body[1]</code> . Η συνάρτηση αυτή χρησιμοποιείται από το πεδίο δύναμης της αντίστασης του αέρα για την προσέγγιση της έλξης των σωμάτων.

B.7 Προκαθορισμένες τιμές

Μεταβλητές

Υπάρχουν διάφορες προκαθορισμένες μεταβλητές τις οποίες μπορείτε να χρησιμοποιήσετε σε τύπους.

Όνομα	Τύπος
time ή t	αριθμός
self	μάζα
other	μάζα
ground	μάζα

time ή t

Επιστρέφει τον τρέχοντα χρόνο της προσομοίωσης. Το time ξεκινάει πάντα με #0.0 στο πλαίσιο #0.

self

Επιστρέφει ένα τύπο σώματος όταν τοποθετείται μέσα σε μια εξίσωση πεδίου δυνάμεως. Κατά τον υπολογισμό εξισώσεων πεδίων δυνάμεως για κάθε σώμα της προσομοίωσης, το "self" λαμβάνει ως δεδομένη την τιμή του τρέχοντος σώματος στο οποίο ασκείται το πεδίο δυνάμεως. Για παράδειγμα, η εξίσωση για ένα πεδίο γραμμικής βαρύτητας είναι:

$$F_y : - \text{self.mass} * 9.81$$

Ασκείται μια δύναμη σε κάθε σώμα της προσομοίωσης. Η τιμή του "self" λαμβάνει ως δεδομένη την τιμή του συγκεκριμένου σώματος πάνω στο οποίο ασκείται η δύναμη. Επομένως, σε αυτήν την περίπτωση, πάνω σε κάθε σώμα ασκείται μια δύναμη που ισοδυναμεί με -9.81 φορές τη μάζα του.

Κατά τον υπολογισμό των πεδίων δυνάμεως κάθε ζεύγους σωμάτων (πεδία με ζεύγη), η τιμή του "self" λαμβάνει ως δεδομένο το σώμα του πρώτου σώματος κάθε ζεύγους.

other

Επιστρέφει ένα τύπο σώματος κατά την τοποθέτησή του μέσα σε μια εξίσωση πεδίου δυνάμεως. Κατά τον υπολογισμό των πεδίων δυνάμεως κάθε ζεύγους σωμάτων της προσομοίωσης (πεδία με ζεύγη), η τιμή του "other" λαμβάνει ως δεδομένη την τιμή του

δεύτερου σώματος κάθε ζεύγους.

Για παράδειγμα, η εξίσωση πεδίου δυνάμεως για την πλανητική βαρύτητα είναι:

$$-\text{self.mass} * 6.67\text{e-}11 / \text{sqr}(\text{self.p} - \text{other.p}) * \text{other.mass}$$

ή συνηθέστερα: Gm_1m_2/r^2

Η εξίσωση αυτή ισχύει για κάθε ζεύγος σωμάτων της προσομοίωσης. Καθώς η εξίσωση ισχύει για κάθε ζεύγος σωμάτων, το "self" λαμβάνει ως δεδομένη την τιμή του πρώτου σώματος και το "other" την τιμή του δεύτερου σώματος κάθε ζεύγους.

ground

Επιστρέφει ένα τύπο σώματος για το φόντο. Αυτό είναι ουσιαστικά ένα σώμα, στη θέση 0.0, το οποίο δεν μετακινείται ποτέ.

Σταθερές

Υπάρχουν τέσσερις αριθμοί ταυτότητας για τα παγκόσμια πεδία δύναμης βαρύτητας, ηλεκτροστατικής, αντίστασης αέρα και το βασικό πεδίο δύναμης. Θα δείτε αυτούς τους αριθμούς ταυτότητας σε τύπους που χρησιμοποιούνται από μετρητές που μετρούν δυνάμεις οι οποίες ασκούνται από τους συνδέσμους αυτούς. Οι αριθμοί αυτοί έχουν ως ακολούθως:

Δύναμη Πεδίου	Δεσμευμένος αριθμός ταυτότητας
Βαρύτητα	10002
Ηλεκτροστατική	10004
Αντίσταση του αέρα	10006
Πεδίο καθοριζόμενης δυνάμεως	10008

Σε περίπτωση που δημιουργήσετε ένα μετρητή για τη μέτρηση της δύναμης βαρύτητας ενός σώματος, θα δείτε έναν τύπο όπως:

constraintforce(10002, 3).y

Ο τύπος αυτός δίνει το στοιχείο y της δύναμης που ασκείται από το σύνδεσμο #10002 στο σώμα #3. Η τιμή 10002 εισάγεται αυτομάτως στον τύπο για τον μετρητή αυτό, ως αριθμός ταυτότητας του συνδέσμου για τη δύναμη βαρύτητας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Χρήσιμες συμβουλές και συντομεύσεις

Το παράρτημα αυτό σας παρέχει χρήσιμες συμβουλές που θα σας βοηθήσουν να έχετε καλύτερα αποτελέσματα κατά τη χρήση του Interactive Physics.

Γ.1. Χρήση πλήκτρων διαφοροποίησης

Ο κατάλογος που ακολουθεί σας παρέχει πληροφορίες για τα πλήκτρα διαφοροποίησης που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κατά την επεξεργασία αντικειμένων.

Χρήση του πλήκτρου tab

Χρησιμοποιήστε το πλήκτρο tab προκειμένου να επιλέξετε την πρώτη τιμή της Γραμμής συντεταγμένων χωρίς να χρειαστεί να κάνετε κλικ στο πεδίο. Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε το πλήκτρο tab για μετάβαση από το ένα πεδίο στο άλλο στη Γραμμή συντεταγμένων. Όταν κρατάτε πατημένο το πλήκτρο Shift, ενώ χρησιμοποιείτε το πλήκτρο tab, έχετε τη δυνατότητα να παραβλέψετε κάποια από τα προηγούμενα πεδία.

Mac OS

Χρήση του πλήκτρου Shift

Για επιλογή περισσότερων του ενός αντικειμένων, κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Shift ενώ κάνετε κλικ στα αντικείμενα που σας ενδιαφέρουν.

Αν κάνετε κλικ σε ένα ήδη επιλεγμένο αντικείμενο, ενώ κρατάτε

πατημένο το πλήκτρο Shift, ακυρώνεται η επιλογή.

Χρήση του πλήκτρου Option

Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Option προκειμένου να διατηρήσετε το ελεύθερο μήκος ενός συνδέσμου κατά την αλλαγή του μεγέθους του.

Χρήση του πλήκτρου Command

Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Command προκειμένου να διατηρήσετε τις τρέχουσες συνδέσεις των συνδέσμων και των αντικειμένων μάζας όταν τα σύρετε.

Windows

Χρήση του πλήκτρου Shift

Για επιλογή περισσότερων του ενός αντικειμένων, κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Shift ενώ κάνετε κλικ στα αντικείμενα που σας ενδιαφέρουν.

Αν κάνετε κλικ σε ένα ήδη επιλεγμένο αντικείμενο, ενώ κρατάτε πατημένο το πλήκτρο Shift, ακυρώνεται η επιλογή.

Χρήση του πλήκτρου Control

Όταν κρατάτε πατημένο το πλήκτρο Control, ενώ σύρετε το άκρο ενός συνδέσμου, διατηρείται το τρέχον μήκος του. Επίσης, διατηρούνται οι τρέχουσες συνδέσεις των συνδέσμων και των αντικειμένων μάζας.

Γ.2. Συντομεύσεις πληκτρολογίου

Mac OS

Πλήκτρο	Λειτουργία
Command +	Σύνδεση
Command -	Χωρισμός
Shift-Command-R	Εκτελεί τον υπολογισμό του τελευταίου πλαισίου
F1 or Command-Z	Ακύρωση
F2 or Command-X	Κοπή
F3 or Command-C	Αντιγραφή
F4 or Command-V	Κόλληση
Space bar	Επιλέγει το εργαλείο Βέλος
R, r	Επιλέγει το εργαλείο Στροφή
A, a	Επιλέγει το εργαλείο Άγκυρα
z	Επιλέγει το εργαλείο Μεγέθυνση
Z	Επιλέγει το εργαλείο Σμίκρυνση

Windows

Πλήκτρο	Λειτουργία
Control F1	Σύνδεση
Control F2	Χωρισμός
Shift- Control -R	Εκτελεί τον υπολογισμό του τελευταίου πλαισίου
Space bar	Επιλέγει το εργαλείο Βέλος
Control-Z	Αναίρεση
Delete	Απαλοιφή
Control-X	Αποκοπή
Control-C	Αντιγραφή
Control-V	Επικόλληση
F1	Βοήθεια
Control-N	Νέο έγγραφο
Alt-F4	Έξοδος
F5	Εκτέλεση/Διακοπή
F12	Αποθήκευση ως
Shift-F12	Αποθήκευση
Control-F12	Άνοιγμα
Control-Shift-F12	Εκτύπωση

Γ.3 Χρήσιμες συμβουλές για το Interactive Physics

Κατασκευή και αποσφαλμάτωση σύνθετου μοντέλου

Αντί να προσπαθήσετε να δημιουργήσετε μοντέλα για όλα τα τμήματα ενός σύνθετου μοντέλου, σε μία μόνο κίνηση, σας συνιστούμε να ξεκινήσετε με ένα απλουστευμένο μοντέλο (20 αντικείμενα ή λιγότερα) και να θέσετε σε λειτουργία πρώτα αυτό το μοντέλο. Παρόλο που αυτό το αρχικό μοντέλο μπορεί να μην είναι αρκετά ακριβές για μια κατανοητή ανάλυση, εξυπηρετεί κάποιο σκοπό. Κατ' αρχάς, σας επιτρέπει να επαληθεύσετε τη συμπεριφορά μεγάλων τμημάτων. Σε περίπτωση που το μοντέλο παρουσιάσει μη αναμενόμενη συμπεριφορά, ένα τέτοιο απλουστευμένο σύστημα θα είναι πιο εύκολο να αποσφαλματωθεί. Επίσης, θα έχετε τη δυνατότητα να κάνετε μετρήσεις τάξεως μεγέθους στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης ενός μοντέλου, επιτρέποντας έτσι την αναγνώριση θεμάτων επιπέδου συστήματος.

Αφού προτυποποιηθεί το βασικό σύστημα, σας προτείνουμε να αυξήσετε σταδιακά την αξιοπιστία του μοντέλου, κάνοντας επαλήθευση της όλης συμπεριφοράς σε κάθε βήμα. Η προσέγγιση αυτή μοιάζει να είναι πιο αργή από την προτυποποίηση όλων των τμημάτων του μοντέλου ταυτόχρονα, όμως η πείρα μας δείχνει πως μακροπρόθεσμα αποδεικνύεται πιο γρήγορη, διότι κερδίζετε το χρόνο που θα θέλατε για την αποσφαλμάτωση.

Μια άλλη χρήσιμη προσέγγιση έγκειται στην προτυποποίηση επιμέρους τμημάτων σε ξεχωριστά έγγραφα του Interactive Physics, με έλεγχο τους ως αυτόνομα τμήματα και ενσωμάτωσή τους στο κυρίως μοντέλο με απλή αντιγραφή και επικόλληση.

Χρήση αυτοματοποιημένων χαρακτηριστικών

Κατά την κατασκευή ενός μοντέλου, καλό θα ήταν να ξεκινάτε με τη ρύθμιση Ακρίβεια. Η ρύθμιση αυτή είναι η προεπιλεγμένη ρύθμιση ενός νέου εγγράφου και καθιστά μεταβλητό το εσωτερικό μέγεθος βήματος. Κάτι τέτοιο ενεργοποιεί τον αυτόματο έλεγχο του χρονικού βήματος στο Interactive Physics και δίνει σταθερά και ακριβή αποτελέσματα. Η ρύθμιση Ακρίβεια βρίσκεται στο διάλογο Ακρίβεια (κάτω από τον κατάλογο επιλογών **Μικρόκοσμος**).

Μπορείτε να αγνοήσετε οποιοδήποτε μήνυμα προειδοποίησης εμφανίζεται κατά την έναρξη μιας προσομοίωσης. Ο χρήστης θα πρέπει να μπορεί να αναγνωρίζει την πηγή του προβλήματος και να το επιλύει. Ένα σύνθημα σχετίζεται με την επικάλυψη σωμάτων. Αν δείτε αυτό το μήνυμα, θα πρέπει πρώτα να προσδιορίσετε τα σώματα που επικαλύπτονται και συγκρούονται και στη συνέχεια να απενεργοποιήσετε τις μεταξύ τους κρούσεις, ή να προσαρμόσετε ανάλογα τα διάφορα μέρη τους.

Αν παρουσιαστεί πρόβλημα κατά τον εντοπισμό των ανεπιθύμητων κρούσεων, επιλέξτε όλα τα αντικείμενα (μέσω της επιλογής **Επιλογή όλων** από τον κατάλογο επιλογών **Επεξεργασία**), ενεργοποιήστε τα διανύσματα δυνάμεων επαφής (**Ορισμός - Διανύσματα - Δύναμη επαφής**) και παρατηρήστε τα απρόσμενα διανύσματα δυνάμεων, καθώς εκτελείται η προσομοίωση.

Επιλογή συνδεδεμένων αντικειμένων

Ένας εύκολος και χρήσιμος τρόπος επιλογής των αντικειμένων της προσομοίωσής σας είναι ο αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογών που υπάρχει στο επάνω μέρος των διαφόρων παραθύρων βοηθητικών προγραμμάτων (Ιδιότητες, Εμφάνιση, Γεωμετρία). Θα προσέξετε ίσως πως ορισμένες επιλογές (Σημεία, Σώματα, Σύνδεσμοι) εμφανίζονται τονισμένες (προηγείται ένα * στα συστήματα Windows, ενώ στα συστήματα Mac OS

εμφανίζονται με έντονη γραφή). Οι επιλογές αυτές έχουν κατά κάποιο τρόπο σχέση με την τρέχουσα επιλογή.

Αν επιλέξετε ένα σώμα, όλα τα σημεία που είναι συνδεδεμένα στο σώμα εμφανίζονται τονισμένα στον κατάλογο επιλογών συντόμευσης. Αν επιλέξετε ένα σημείο, εμφανίζεται τονισμένο το σώμα στο οποίο είναι συνδεδεμένο το σημείο. Αν επιλέξετε σύνδεσμο, εμφανίζονται τονισμένα τα σημεία τα οποία έχουν σχέση με το σύνδεσμο.

Χρήση άκαμπτων αρθρώσεων για την κατασκευή σύνθετων αντικειμένων

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε άκαμπτες αρθρώσεις προκειμένου να μετατρέψετε απλά σχήματα σε μεγάλα, πολύπλοκα αντικείμενα. Είναι πιο εύκολο να δημιουργήσετε ένα κενό σχήμα κουτιού αν συνδέσετε με άκαμπτες αρθρώσεις τέσσερα ορθογώνια, παρά να κάνετε το ίδιο με σχεδιασμό ενός σύνθετου πολύγωνου.

Οι άκαμπτες αρθρώσεις δεν εισαγάγουν επιπλέον εξισώσεις κίνησης σε μια προσομοίωση και επομένως είναι προτιμότερο να χρησιμοποιήσετε αυτές, παρά δύο αρθρώσεις πείρου κατά το κλείδωμα αντικειμένων μεταξύ τους.

Τακτοποίηση αντικειμένων

Ο μηχανισμός προσομοιώσεων του Interactive Physics μπορεί να σας χρησιμεύσει στην ευθυγράμμιση αντικειμένων. Ας πάρουμε για παράδειγμα ένα τούβλο το οποίο πρέπει να εφάπτεται ενός κεκλιμένου επιπέδου. Επιλέξτε το τούβλο και το επίπεδο και ρυθμίστε τους συντελεστές τριβής τους σε μια υψηλή τιμή, όπως 1.0. Τοποθετήστε το τούβλο ακριβώς πάνω στο επίπεδο και στη συνέχεια εκτελέστε την προσομοίωση. Το τούβλο θα σταθεροποιηθεί σε ένα σημείο. Τότε, σταματήστε την προσομοίωση και επιλέξτε **Έναρξη από εδώ** (κατάλογος επιλογών **Μικρόκοσμος**). Έτσι, η σταθερή και η ευθυγραμμισμένη θέση θα

αποτελέσουν την αρχική κατάσταση. Το τούβλο θα ευθυγραμμιστεί πλήρως με το επίπεδο.

Τοποθέτηση σημείων κατευθείαν στο άκρο ενός σώματος

Για να τοποθετήσετε ένα σημείο κατευθείαν στο άκρο ενός σώματος, σχεδιάστε πρώτα το σημείο μέσα στη μάζα, κοντά στο άκρο του, αλλά όχι πάνω σε αυτό. Στη συνέχεια, επιλέξτε το σημείο και ενεργοποιήστε την επιλογή Ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο. Στο παράθυρο Ιδιότητες, εισάγετε μια μετατόπιση έτσι ώστε να τοποθετήσετε το σημείο κατευθείαν στο άκρο της μάζας του αντικειμένου.

Μπορείτε να κάνετε χρήση του χαρακτηριστικού Προσάρτηση καθώς και του Παραμετρικού υπολογισμού. Για περισσότερες πληροφορίες συμβουλευτείτε την ενότητα "Ακριβής τοποθέτηση συνδέσμων" στη σελίδα 4-14.

Γ.4. Επίλυση προβλημάτων

Η ενότητα αυτή περιέχει έναν κατάλογο με ερωτήσεις και απαντήσεις, οι οποίες προέρχονται από τη βάση δεδομένων που διαθέτουμε για τεχνική υποστήριξη.

Η δύναμη πάνω σε μια άκαμπτη άρθρωση έχει την τιμή 0

Βεβαιωθείτε πως η άρθρωση έχει την επιλογή Μετρήσιμη (επιλέξτε το κουμπί ραδιοφώνου στο παράθυρο Ιδιότητες της άρθρωσης). Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στην ενότητα "Ιδιότητες άρθρωσης" στη σελίδα 4-79.

Δεν μπορώ να επιλέξω σημεία μέσα σε σώματα

Τα σημεία σχεδιάζονται πάντα στο επίπεδο γραφικών που βρίσκεται κάτω από εκείνο των σωμάτων. Όταν η γραμμοσκίαση γεμίσματος ενός σώματος είναι διαφανής, μπορείτε ακόμη να παρατηρήσετε τα σημεία που στην πραγματικότητα καλύπτονται από το σώμα. Δεν θα μπορείτε όμως να μετακινήσετε το δείκτη του ποντικιού πάνω σε αυτά τα σημεία ή να κάνετε κλικ πάνω τους.

Μπορείτε να επιλέξετε τα σημεία με κάποιο πλαίσιο επιλογής. Τοποθετήστε αρχικά το πλαίσιο επιλογής έξω από το σώμα, έτσι ώστε να καλύπτει τα σημεία και σχεδιάστε ένα ορθογώνιο πλαίσιο επιλογής, έτσι ώστε τα επιθυμητά σημεία να βρίσκονται μέσα στο πλαίσιο. Δεν θα επιλεγεί κανένα αντικείμενο, εκτός αν βρίσκεται ολόκληρο μέσα στα όρια του πλαισίου επιλογής.

Δεν μπορώ να σύρω σημεία, συνδέσμους, εργαλεία ελέγχου ή μετρητές

Ίσως είναι ενεργοποιημένα τα χαρακτηριστικά **Κλείδωμα σημείων** ή και **Κλείδωμα εργαλείων ελέγχου** του καταλόγου επιλογών **Θέση**. Η επιλογή **Κλείδωμα σημείων** εμποδίζει τα σημεία από το να μετακινηθούν αναλογικά προς τα αντικείμενα της μάζας τους, ενώ η επιλογή **Κλείδωμα εργαλείων ελέγχου** εμποδίζει τη μετακίνηση μετρητών και εργαλείων ελέγχου. Χρησιμοποιήστε το χαρακτηριστικό Κλείδωμα σημείων κατά την επεξεργασία σύνθετων συνδεδεμένων σχημάτων ή μηχανισμών. Αυτά τα χαρακτηριστικά αποτρέπουν την απρόσμενη αλλαγή της γεωμετρίας ή τη μετατόπιση ενός συνδέσμου, κατά το σύρσιμο ενός σημείου.

Τα σημεία δεν εμφανίζονται με έντονο χρώμα κατά την επιλογή τους

Αν επιλέξετε πολλά σημεία τα οποία άμεσα επικαλύπτονται, δεν εμφανίζονται τονισμένα· είναι σα να μην έχει επιλεγεί κανένα σημείο. Κάτι τέτοιο συμβαίνει διότι το Interactive Physics χρησιμοποιεί έναν γρήγορο αποκλειστικό-ή αλγόριθμο (ex-or) για το σχεδιασμό του τονισμού της επιλογής. Μπορείτε να επαληθεύσετε την επιλογή των σημείων μέσω του χαρακτηριστικού Ιδιότητες στον κατάλογο επιλογών Παράθυρο. Το παράθυρο Ιδιότητες εμφανίζει μια "ανάμεικτη επιλογή" στον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογής.

Πολλά σημεία μπορεί να επικαλύπτονται στην ακόλουθη περίπτωση:

Κατά το διαχωρισμό μιας άθρωσης πείρου, έχετε δύο σημεία τα οποία βρίσκονται το ένα επάνω στο άλλο. Κάθε σημείο θα συνδεθεί σε διαφορετικό σώμα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Ποια είναι τα νέα χαρακτηριστικά του IP 2000

Δ.1. Επισύναψη εικόνων

Η επισύναψη εικόνων σε σώματα είναι ένα θέμα που αναλύεται στην ενότητα **7.6. Εικόνες** στη σελίδα 7-27. Στην παράγραφο αυτή η σημείωση μας πληροφορεί ότι οι εικόνες δεν περιστρέφονται μαζί με το σώμα ούτε μεγεθύνονται/σμικρύνουν. Το Interactive Physics σας επιτρέπει τώρα να

- περιστρέψετε εικόνες συνημμένες σε σώματα μαζί με τα ίδια τα σώματα.
- μετατοπίσετε το σύστημα αναφοράς μιας εικόνας και να το περιστρέψετε με βάση το σύστημα του σώματος.

Σημείωση: Η εικόνα που εισαγάγατε δεν θα αλλάξει εστίαση (μεγέθυνση/σμίκρυνση) με το σώμα. Για το λόγο αυτό, η επισύναψη εικόνων σε σώματα επιτυγχάνεται καλύτερα μεγεθύνοντας ή σμικρύνοντας πρώτα τη θέα με ορατή ολόκληρη την προσομοίωση και στη συνέχεια επισυνάπτοντας την εικόνα στο σώμα.

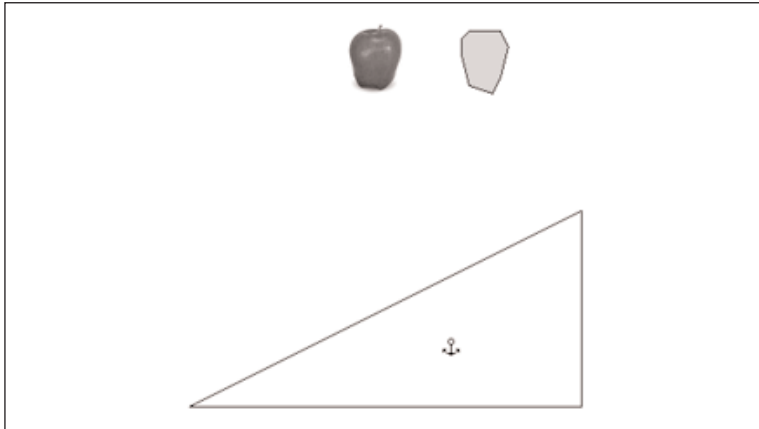
Για να δημιουργήσετε αντικείμενα εικόνων και να τα επισυνάψετε στα σώματα ακολουθήστε τις οδηγίες που θα βρείτε στη σελίδα 7-28. Το σχήμα Δ-1 παρουσιάζει ένα σώμα και την εικόνα ενός μήλου (όχι συνημμένη) και μια πλατφόρμα σε σχήμα σφήνας στερεωμένη στο έδαφος. Αφού γίνει η επισύναψη, η εικόνα και το σώμα θα μετακινηθούν και θα περιστραφούν μαζί, όπως φαίνεται στο Σχήμα Δ-2.

Στο σχήμα Δ-2 η εικόνα επισυνάφθηκε στο σώμα με βάση τις οδηγίες που υπάρχουν στην **Ενότητα 7.6. Εικόνες** στη σελίδα 7-27. Τα δύο σώματα επισυνάπτονται έτσι ώστε το σύστημα αναφοράς

του σώματος και το σύστημα αναφοράς της εικόνας να συμπίπτουν. Η επικάλυψη των δύο συστημάτων αναφοράς είναι

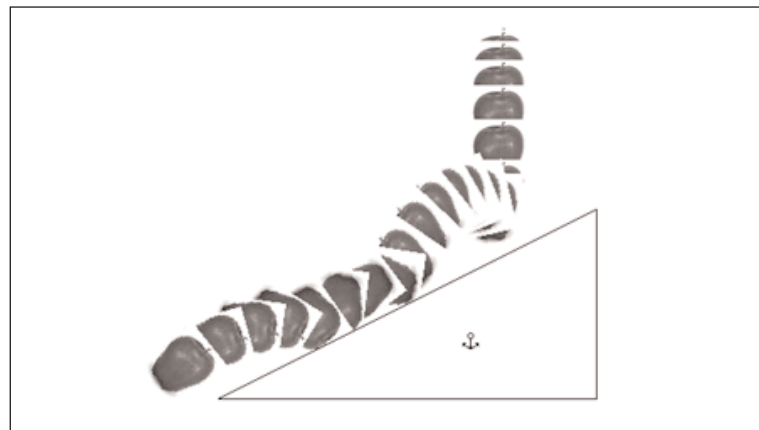
Σχήμα Δ-1

Ένα σώμα και μια εικόνα μήλου, όχι συνημμένη



Σχήμα Δ-2

Η εικόνα συνημμένη στο σώμα, καθώς πέφτει από την πλατφόρμα.



το εξ ορισμού αποτέλεσμα της λειτουργίας επισύναψης εικόνας. Αντίθετα με το προκαθορισμένο αποτέλεσμα, το σώμα και η εικόνα μπορούν να επισυναφθούν με τη σχετική μετατόπιση των συστημάτων αναφοράς και να περιστραφούν. Για να γίνει η μετατόπιση και η περιστροφή του συστήματος της εικόνας από το σύστημα του σώματος:

1. Επιλέξτε την εικόνα (άρα και το σώμα, εφόσον η εικόνα είναι ακόμα συνημμένη στο σώμα).

Η εικόνα εμφανίζεται επιλεγμένη.

2. Επιλέξτε Γεωμετρία από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

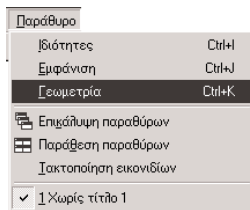
Εμφανίζεται το παράθυρο Γεωμετρία, όπως φαίνεται και στο σχήμα Δ-3.

3. Επιλέξτε την εικόνα από τον αναδιπλούμενο κατάλογο επιλογής στο παράθυρο Γεωμετρία.

Στο παράθυρο Γεωμετρία θα εμφανιστούν τα πλαίσια εισόδου για τη θέση, το μέγεθος και τη μετατόπιση, όπως φαίνεται στο σχήμα Δ-4.

4. Εισάγετε μετατόπιση ενός μέτρου (1.0m) και 0.4rad, όπως φαίνεται στο σχήμα Δ-4.

5. Εκτελέστε την προσομοίωση.



Επειδή η εικόνα έχει ανέβει πιο πάνω από το σύστημα αναφοράς του σώματος, εμφανίζεται ένα κενό ανάμεσα στη σφηνοειδή πλατφόρμα και το σώμα κατά την πρώτη αναπήδηση, όπως φαίνεται και στο σχήμα Δ-5. Αυτή η άνοδος προκαλεί τη διείσδυση της εικόνας στην πλατφόρμα κατά τη δεύτερη αναπήδηση.

Δ.2. Διαφανείς ή Μη-ορθογώνιες εικόνες

Στο σχήμα Δ-2 και το σχήμα Δ-5, η εικόνα συμπεριλαμβάνει το λευκό, ορθογώνιο περίγραμμα του μήλου. Η προσομοίωση θα έδειχνε καλύτερη αν αυτό το περίγραμμα ήταν διαφανές. Για να το πετύχετε αυτό, χρωματίστε το περίγραμμα με κυανό (κόκκινο=0, πράσινο=255, μπλε=255), όπως φαίνεται στο σχήμα Δ-6.

Επισυνάψτε την εικόνα στο σώμα, ακολουθώντας τα βήματα που περιγράφηκαν πιο πριν. Παρατηρήστε πως το κυανό φόντο της εικόνας γίνεται διαφανές, μόλις η εικόνα επισυναφθεί στο σώμα.

Δ-4 Παράρτημα Δ-Ποια είναι τα νέα χαρακτηριστικά του IP 2000

Σχήμα Δ-3

Παράθυρο Γεωμετρία για ένα σώμα

Γεωμετρία

Body(2) - Πολύγωνο

Πολύγωνο
Εμβαδόν 7.440 m²

ΚΜ

☒ Αυτόματα μετατόπιση 0.000 m
☐ μετατόπιση 0.000 m

☐ Καμπύλο σώμα

Εμφάνιση σε

☐ Συντεταγμένες σχήματος
☒ Παγκόσμιες συντεταγμένες

Πίνακας

Αντιγραφή Επικόλληση

Εισαγωγή Διαγραφή

	X	Y
1	-2.500	1.400
2	0.600	-1.900
3	2.300	0.000

Σχήμα Δ-4

Παράθυρο Γεωμετρία για την εικόνα

Γεωμετρία

Εικόνα

Εικόνα

Αριστερά 290
Κορυφή 270
Πλάτος 48
Ύψος 56

Μετατόπιση μάζας

X 0.000 m
Y 0.000 m
R 0.000 rad

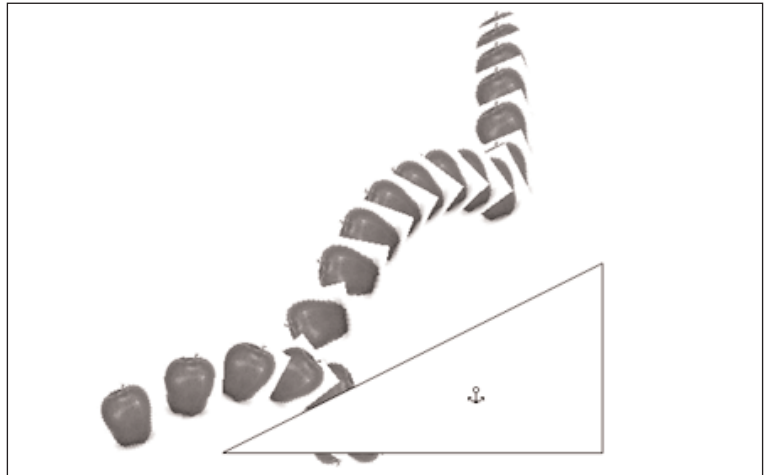
Η προσομοίωση εμφανίζεται στο σχήμα Δ-7. Παρατηρήστε ότι μόνο το μήλο είναι ορατό. Το ορθογώνιο άσπρο φόντο τώρα είναι διαφανές. Συγκρίνετε τις οπτικές βελτιώσεις που υπάρχουν στο Σχήμα Δ-7 σε σχέση με το Σχήμα Δ-2.

Δ.3. Ήχος (Μόνο για Windows)

Το Interactive Physics δίνει τη δυνατότητα προσθήκης ήχου στις προσομοιώσεις. Οι ήχοι δημιουργούνται με τη σύνδεση ενός αρχείου *.wav με έναν μετρητή. Οι μετρητές καταγράφουν ποσότητες όπως η κινηματική, η κινητική, η ενέργεια και η ορμή κατά τη διάρκεια των προσομοιώσεων. Ενώ θεωρητικά οποιοσδήποτε μετρητής μπορεί να συνδεθεί με τον ήχο, η επαφή δύο σωμάτων και η κίνηση ενός σώματος μέσα από τον αέρα θεωρούνται και έχουν συμπεριληφθεί ως δύο τυπικές μετρήσεις

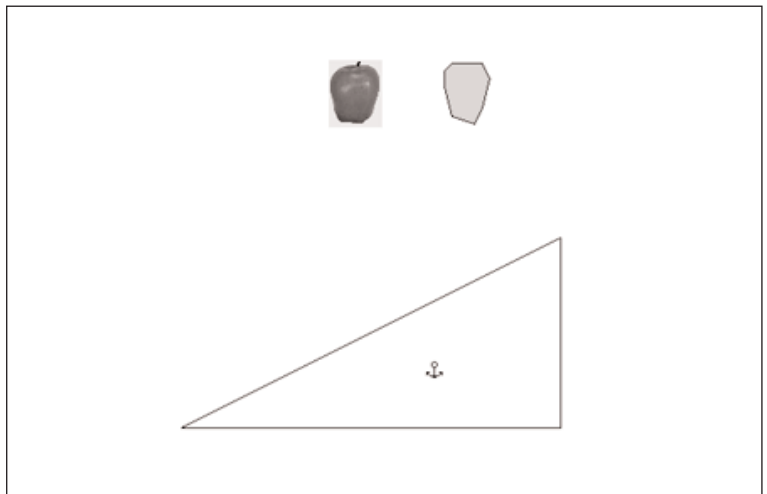
Σχήμα Δ-5

Η εικόνα συνημμένη στο σώμα με $1,0m$ y και $0,4 rad$ μετατόπιση, καθώς κατρακυλάει από την πλατφόρμα.



Σχήμα Δ-6

Το σώμα και η εικόνα ενός μήλου, όχι συνημμένα και με κυανό φόντο.



ήχου.

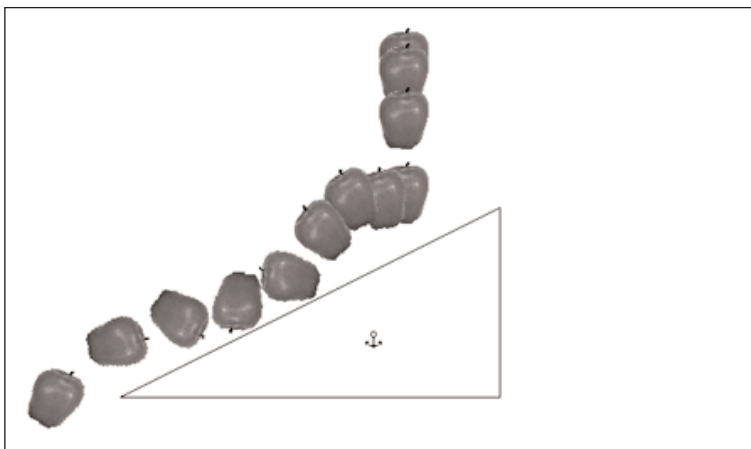
Οι ήχοι της επαφής και της κίνησης μέσα από τον αέρα ελέγχονται με εξισώσεις που διαμορφώνουν την ένταση και τη συχνότητα του ήχου. Οι εξισώσεις αυτές ομαδοποιούνται στον πίνακα Δ-1.

Οι τέσσερις εξισώσεις που υπάρχουν στον Πίνακα Δ-1 έχουν

Σχήμα Δ-7

Η εικόνα συνημμένη στο σώμα πέφτει από την πλατφόρμα.

Παρατηρήστε πως το κυανό φόντο της εικόνας γίνεται διαφανές μόλις επισυναφθεί στο σώμα.



μεταβλητές που ελέγχουν την ένταση και τη συχνότητα του ήχου. Οι προκαθορισμένες τιμές των μεταβλητών αυτών μπορούν να αλλάξουν από το χρήστη.

Η εξίσωση SoundVolumeCollision

SoundVolumeCollision(bodyID, obsID, dBLevel, RefFreq)

επιστρέφει την ένταση ήχου με βάση την τιμή των ορμών κρούσης που ενεργούν κανονικά στην επιφάνεια του βασικού σώματος. Οι τέσσερις μεταβλητές εισόδου είναι οι εξής:

- **bodyID** αριθμός ταυτότητας του βασικού σώματος. Για παράδειγμα, αν το σώμα Body[1] δημιουργεί τον ήχο, τότε για την bodyID χρησιμοποιείται το 1.
- **obsID** σημείο παρατήρησης ή αριθμός ταυτότητας του σώματος παρατήρησης. Αν ο αριθμός ρυθμιστεί στο -1, ο παρατηρητής

Εξίσωση SoundVolume για κρούσεις

- επισυνάπτεται στην πηγή του ήχου. Αν ο αριθμός ρυθμιστεί στο 0, ο παρατηρητής επισυνάπτεται στην αρχή του μικρόκοσμου.
- **dbLevel** το επίπεδο ήχου με μονάδες decibel, του αντικειμένου κατά τη διάρκεια της κρούσης. Αν ο αριθμός ρυθμιστεί στο 0, η ένταση βασίζεται στην ορμή της κρούσης.
- **RefFreq** η συχνότητα αναφοράς του συστήματος. Μη θετικός αριθμός εξ ορισμού 1.0E6.

Οι προκαθορισμένες τιμές είναι **SoundVolumeCollision(bodyID, -1, 0, 0)**.

Η εξίσωση **SoundFrequencyCollisionRatio**

SoundFrequencyCollisionRatio(bodyID, obsID, SpeedofSound, RefFreq)

επιστρέφει μια τιμή που χρησιμεύει για τον έλεγχο της συχνότητας

Εξίσωση SoundFrequencyCollisionRatio για κρούσεις

Πίνακας Δ-1 Εξισώσεις που χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση της έντασης και της συχνότητας του ήχου επαφής και του ήχου του αέρα.

είδος ήχου	διαμόρφωση ήχου	
	ένταση	συχνότητα
επαφή	SoundVolume-Collision	SoundFrequency-CollisionRatio
αέρας	SoundVolumeAir	SoundFrequencyAirRatio

ενός συγκεκριμένου ήχου κρούσης. Η τιμή αυτή συνδέεται με τη φυσική συχνότητα του βασικού σώματος.

- **bodyID** αριθμός ταυτότητας του βασικού σώματος. Για παράδειγμα, αν το σώμα **Body[1]** δημιουργεί τον ήχο, τότε για την **bodyID** χρησιμοποιείται το 1.
- **obsID** σημείο παρατήρησης ή αριθμός ταυτότητας του σώματος παρατήρησης. Αν ο αριθμός ρυθμιστεί στο -1, ο παρατηρητής επισυνάπτεται στην πηγή του ήχου. Αν ο αριθμός ρυθμιστεί στο 0, ο παρατηρητής επισυνάπτεται στην αρχή του μικρόκοσμου.
- **SpeedofSound** η ταχύτητα του ήχου στον ξηρό αέρα (π.χ. 343m/s για ξηρό αέρα σε 1 atmosphere και 20 βαθμούς Κελσίου). Αν **arg3=0**, χρησιμοποιείται η προκαθορισμένη τιμή

Εξίσωση SoundVolume για ένα σώμα στον αέρα

343.

- **RefFreq** η συχνότητα του συστήματος αναφοράς. Μη θετικός αριθμός εξ ορισμού 1.0E6.

Οι προκαθορισμένες τιμές είναι

SoundFrequencyCollisionRatio(bodyID, -1, 343, 0).

Η εξίσωση **SoundVolumeAir**

SoundVolumeAir (bodyID, obsID, dBLevel, Scale)

επιστρέφει μια τιμή που χρησιμεύει για τον έλεγχο της έντασης του ήχου που παράγει ένα σώμα στον αέρα.

- **bodyID** αριθμός ταυτότητας του βασικού σώματος. Για παράδειγμα, αν το σώμα **Body[1]** δημιουργεί τον ήχο, τότε για την **arg1** χρησιμοποιείται το 1.
- **obsID** σημείο παρατήρησης ή αριθμός ταυτότητας του σώματος παρατήρησης. Αν ο αριθμός ρυθμιστεί στο -1, ο παρατηρητής επισυνάπτεται στην πηγή του ήχου. Αν ο αριθμός ρυθμιστεί στο 0, ο παρατηρητής επισυνάπτεται στην αρχή του μικρόκοσμου.
- **dBLevel** το επίπεδο ήχου του αντικειμένου σε μονάδες decibel, καθώς αυτό κινείται στον αέρα. Αν ο αριθμός ρυθμιστεί στο 0, η ένταση βασίζεται στο μέγεθος και την ταχύτητα του βασικού σώματος.
- **Scale** παράγοντας κλιμάκωσης. Αν ο αριθμός ρυθμιστεί στο 0, δεν υφίσταται κλιμάκωση (το ίδιο όπως και **Scale=1**). Οι προκαθορισμένες τιμές είναι **SoundVolumeAir** (bodyID, 0, 0, 0).

Εξίσωση SoundFrequencyAirRatio (συχνότητα του ήχου) για ένα σώμα στον αέρα

Η εξίσωση **SoundFrequencyAirRatio**

SoundFrequencyAirRatio (bodyID, obsID, SpeedofSound, arg4)

επιστρέφει μια τιμή που χρησιμοποιείται για να ελέγξει τη συχνότητα του ήχου που παράγεται από ένα σώμα στον αέρα.

- **bodyID** αριθμός ταυτότητας του βασικού σώματος. Για παράδειγμα, αν το σώμα **Body[1]** δημιουργεί τον ήχο, τότε για την **bodyID** χρησιμοποιείται το 1.

- **obsID** σημείο παρατήρησης ή αριθμός ταυτότητας του σώματος παρατήρησης. Αν ο αριθμός ρυθμίζεται στο -1, ο παρατηρητής επισυνάπτεται στην πηγή του ήχου. Αν ο αριθμός ρυθμίζεται στο 0, ο παρατηρητής επισυνάπτεται στην αρχή του μικρόκοσμου.
- **SpeedofSound** η ταχύτητα του ήχου στον ξηρό αέρα (π.χ. 343m/s για ξηρό αέρα σε 1 atmosphere και 20degrees Celsius). Αν **arg3=0**, χρησιμοποιείται η προκαθορισμένη τιμή 343.
- **arg4** δεν είναι σε χρήση και έχει την προκαθορισμένη τιμή 0.

Οι προκαθορισμένες τιμές είναι

SoundFrequencyAirRatio(arg1, 0, 343, 0).

Η τιμή του **SoundFrequencyAirRatio** εξ ορισμού είναι ίση με 1. Αυτή η αναλογία κλιμακώνεται προς τα επάνω ή προς τα κάτω ανάλογα με την ταχύτητα του σώματος που παράγει τον ήχο και την ταχύτητα του παρατηρητή σύμφωνα με την εξίσωση

$$\text{ratio} = (s_{\text{sound}} + s_{\text{obs}}) / (s_{\text{sound}} - s_{\text{source}})$$

Η ταχύτητα του παρατηρητή στο πλαίσιο του μικρόκοσμου είναι s_{obs} . Ο αριθμός s_{obs} είναι θετικός αν ο παρατηρητής μετακινείται προς την πηγή του ήχου, αυξάνοντας την αναλογία. Ο αριθμός s_{obs} είναι αρνητικός αν ο παρατηρητής απομακρύνεται από την πηγή του ήχου. Η ταχύτητα της πηγής στο πλαίσιο του μικρόκοσμου είναι s_{source} . Ο αριθμός s_{source} είναι θετικός αν η πηγή μετακινείται προς τον παρατηρητή, αυξάνοντας την αναλογία. Ο αριθμός είναι αρνητικός, εφόσον η πηγή απομακρύνεται από τον παρατηρητή.

Δ.4. Παραδείγματα προσθήκης ήχων

Τα παρακάτω παραδείγματα δείχνουν πώς προστίθεται ήχος σε μια προσομοίωση. Τα παραδείγματα σας ενημερώνουν για τον τρόπο προσθήκης ήχου σε έναν μετρητή και τον τρόπο επισύναψης ήχου σε έναν μετρητή, καθώς και τον τρόπο ελέγχου εξισώσεων ήχου, όπως περιγράφονται στην ενότητα **Δ.2. Προσθήκη ήχου**, μέσα από τους καταλόγους επιλογών της διεπαφής με το χρήστη.

Τα νέα αρχεία προσομοιώσεων του Interactive Physics με τη δυνατότητα ήχου βρίσκονται στο φάκελο Sound Experiments (Πειράματα Ήχου). Ορισμένα από αυτά τα αρχεία χρησιμοποιούνται εδώ ως παραδείγματα. Ορισμένα αρχεία του Interactive Physics που αρχικά βρίσκονταν στο φάκελο Physics Experiments (Πειράματα Φυσικής) τροποποιήθηκαν για να συμπεριλάβουν ήχο. Τα αρχεία αυτά διατηρούν το ίδιο βασικό όνομα αρχείου, αλλά τώρα συμπεριλαμβάνουν τις λέξεις "(με ήχο)" ως μέρος του ονόματός τους. Τα αρχεία αυτά βρίσκονται στο φάκελο *Sound Experiments*. Το σχήμα Δ-8 αναπαριστά γραφικά αυτή τη δομή αρχείων.

Η αποθήκευση μιας προσομοίωσης του Interactive Physics με ήχο συνεπάγεται την αποθήκευση του σχετικού αρχείου ήχου .wav ως μέρος του αρχικού αρχείου ip. Για το λόγο αυτό, το μέγεθος του αρχείου Interactive Physics θα αυξηθεί λόγω του αρχείου ήχου .wav. Αν χρησιμοποιηθεί ένας νέος ήχος και αποθηκευτεί το αρχείο Interactive Physics, τότε το νέο αρχείο ήχου .wav θα αντικαταστήσει το παλιό.

Τα αρχεία ήχου περιλαμβάνονται στο φάκελο Sounds (Ήχοι) που βρίσκεται μέσα στο φάκελο Program Physics. Ο χρήστης μπορεί να συμπεριλάβει νέους ήχους εμπλουτίζοντας το φάκελο Sounds.

Σημείωση: Οι ήχοι επαφής και αέρα είναι δύο σπάνια μετρήσις ήχων. Οποιοσδήποτε όμως ενεργός μετρητής εμφανίζεται στον κατάλογο επιλογών Μέτρηση μπορεί να συνδεθεί με έναν ήχο. Για παράδειγμα, μπορεί να αποδοθεί ήχος στην κινητική ενέργεια, ο οποίος ήχος θα δυναμώνει καθώς η κινητική ενέργεια θα αυξάνει.

Παράδειγμα έντασης ήχου

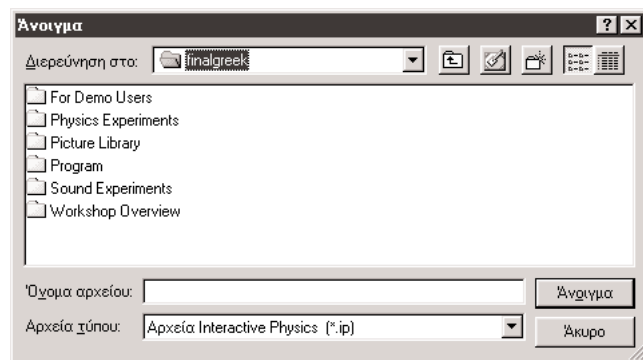
Στο παράδειγμα αυτό προστίθεται ήχος στην προσομοίωση για να δείξει ότι:

- Η ένταση του ήχου που ακούει ο παρατηρητής είναι συνάρτηση της απόστασης μεταξύ παρατηρητή και πηγής του ήχου.

Το αρχείο (παράδειγμα) βασίζεται σε υπολογισμούς στη σελίδα 313 του Giancoli (βλέπε **Ενότητα Δ.4. Βιβλιογραφία**). Ανοίξτε το αρχείο "Jet distance.ip" από το φάκελο Sound Experiments. Ο χώρος εργασίας για το αρχείο αυτό εμφανίζεται στο σχήμα Δ-9.

**Πού βρίσκονται τα
παραδείγματα
αρχείων με ήχο**

Σχήμα Δ-8
Δομή καταλόγου για
τους φακέλους του
Interactive Physics



**Αποθήκευση αρχείων
ήχου ως μέρος ενός
αρχείου του Interactive
Physics**

**Πού βρίσκονται τα αρχεία
ήχου**

Για να δημιουργήσετε ένα αρχείο Interactive Physics με ήχο και να δείξετε πώς η απόσταση από την πηγή του ήχου επηρεάζει την ένταση του ήχου:

1. Επιλέξτε τον κύκλο στην αρχή των αξόνων.

Ο κύκλος, Body[1], είναι ενεργός. Μπορείτε να επιβεβαιώσετε ότι επιλέγετε το σωστό σώμα από τις Ιδιότητες στον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

**2. Επιλέξτε Ήχος αέρα από τον κατάλογο επιλογών
Μέτρηση.**

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο με τίτλο Ήχος αέρα του Circle 1.

3. Κάντε ένα κλικ στο κουτί με τίτλο "Ήχος αέρα του Circle 1".

Το πλαίσιο εμφανίζεται επιλεγμένο.

**4. Επιλέξτε Μετρητής ήχου από τον κατάλογο επιλογών
Αντικείμενο.**

Εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου Ήχος, όπως φαίνεται και στο σχήμα Δ-10.

**5. Από τον κατάλογο των ήχων επιλέξτε "aircraft - jet engine"
("αεροσκάφος-μηχανή τζετ"). Βεβαιωθείτε ότι τα πλαίσια**

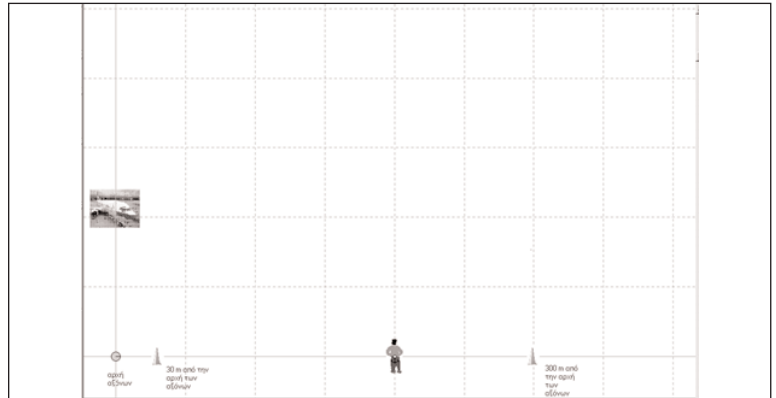
"Αναπαραγωγή ήχου" και "Συνεχής ήχος" φέρουν το σημάδι επιλογής. Προσαρμόστε την ένταση και το τονικό ύψος, αν το κρίνετε απαραίτητο. Κάντε κλικ στο Ο.Κ.

Σημείωση: Από το πλαίσιο "Αναπαραγωγή ήχου" πρέπει να επιλεγούν οι ήχοι που θα είναι ενεργοί. Όταν είναι επιλεγμένο το πλαίσιο "Συνεχής ήχος", το αρχείο ήχου wav αναπαράγεται συνεχώς. Αν το αρχείο ήχου φτάσει στο τέλος, πριν τελειώσει η προσομοίωση (δηλαδή η διάρκεια της προσομοίωσης είναι μεγαλύτερη από τη διάρκεια του αρχείου .wav), το αρχείο θα επαναλαμβάνεται συνεχώς μέχρι να ολοκληρωθεί η προσομοίωση. Για παράδειγμα, οι ήχοι του αέρα πρέπει να

Σχήμα Δ-9

Χώρος εργασίας του
"Jet distance.ip" πριν
προστεθεί ήχος.

Μέτρηση	
Χρόνος	
Θέση	►
Ταχύτητα	►
Επιτάχυνση	►
Θ-Γ-Ε	►
Θέση κέντρου μάζας	►
Ταχύτητα κέντρου μάζας	►
Επιτάχυνση κέντρου μάζας	►
Ορμή	
Στροφορμή	
Συνολική δύναμη	
Συνολική ροπή	
Δύναμη της βαρύτητας	
Ηλεκτροστατική δύναμη	
Δύναμη του αέρα	
Δύναμη πεδίου	
◀: Ήχος επαφής	
◀: Ήχος αέρα	



χρησιμοποιούνται πάντοτε με την επιλογή "συνεχής ήχος". Αν το πλαίσιο "συνεχής ήχος" δεν φέρει το σημάδι επιλογής, το αρχείο .wav θα αρχίσει να αναπαράγεται και πάλι από την αρχή, κάθε φορά που θα συμβαίνει κάποιο γεγονός, όπως μια επαφή. Για το λόγο αυτό, αν η διάρκεια του αρχείου .wav είναι μεγάλη, πολλαπλοί ήχοι μπορεί να επικαλύψουν ο ένας τον άλλον.

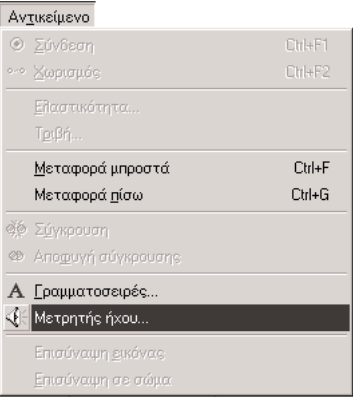
6. Επιλέξτε Χρόνος από τον κατάλογο επιλογών Μέτρηση.

Εμφανίζεται πλαίσιο με τον τίτλο Χρόνος.

7. Κάντε ένα κλικ στο πλαίσιο και επιλέξτε Εμφάνιση από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο με τίτλο Εμφάνιση.

8. Αλλάξτε τον τίτλο "Χρόνος" σε "Μετρήσεις έντασης του ήχου" και στη συνέχεια κλείστε το πλαίσιο διαλόγου. Το βήμα αυτό είναι καθαρά αισθητικό και δεν επηρεάζει τη λειτουργικότητα.



9. Κάντε διπλό κλικ στο πλαίσιο με τίτλο "Ήχος αέρα του Circle 1".

Εμφανίζεται πλαίσιο διαλόγου με τίτλο Ιδιότητες.

10. Τροποποιήστε τα πλαίσια εισόδου στο διάλογο Ιδιότητες, ώστε να ταιριάζουν με αυτά που εμφανίζονται στο σχήμα Δ-11. Κλείστε το πλαίσιο διαλόγου.

Εδώ χρησιμοποιείται η εξίσωση "SoundVolumeAir(1, 6, 160, 1) με το Body[1] ως πηγή, το Body[6] ως παρατηρητή, το Body[1] να δημιουργεί έναν ήχο 160decibel και κανένα παράγοντα κλιμάκωσης.

Η εξίσωση "SoundFrequencyAirRatio(1, 6, 343, 0) χρησιμοποιείται με το Body[1] ως πηγή, το Body[6] ως παρατηρητή, ταχύτητα του ήχου στον αέρα της τάξης των 343m/s και την τελευταία μεταβλητή, μη χρησιμοποιούμενη τη δεδομένη χρονική στιγμή, ρυθμισμένη στο 0.



11. Κάντε διπλό κλικ στο κουτί με τον τίτλο "Μετρήσεις έντασης ήχου".

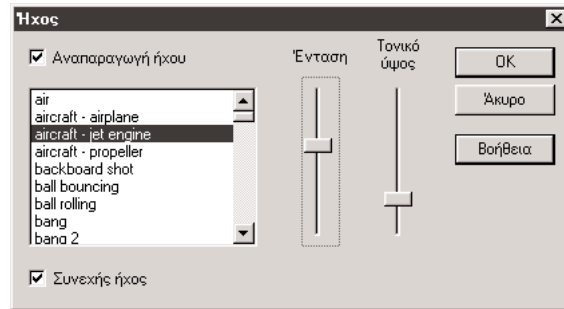
Εμφανίζεται πλαίσιο διαλόγου με τίτλο Ιδιότητες.

12. Τροποποιήστε τα πλαίσια εισόδου στο διάλογο Ιδιότητες, ώστε να ταιριάζουν με αυτά που εμφανίζονται στο σχήμα Δ-12.

Κλείστε το πλαίσιο διαλόγου.

Σχήμα Δ-10

Πλαίσιο διαλόγου Ήχος



Το κείμενο των y1-y4 στη στήλη Ετικέτα δεν εμφανίζεται στο σχήμα Δ-12. Το πλήρες κείμενο αυτών είναι το εξής

Σε όλες τις εισόδους εξισώσεων χρησιμοποιείται η "SoundVolumeAir(arg1, arg2, arg3, arg4)". Η εξίσωση εξηγείται στην **Ενότητα Δ.2. Προσθήκη ήχου**. Εδώ, η πηγή του ήχου είναι Body[1], καθώς το 1 είναι η πρώτη τιμή και στις τέσσερις εξισώσεις. Η ένταση του ήχου μετράται σε τέσσερα σημεία: Στην αρχή των αξόνων, στην αριστερή γωνία, στη δεξιά και στον παρατηρητή. Αυτά αντιστοιχούν στα Body[0], Body[2], Body[3] και Body[6]. Και στις τέσσερις εξισώσεις, το επίπεδο έντασης του ήχου της πηγής είναι 160decibels. Η τέταρτη μεταβλητή, ο παράγοντας κλιμάκωσης, ρυθμίζεται παντού στο 1.

Για να κάνετε ορισμένες τελικές τροποποιήσεις ώστε να μπορείτε να μετακινείτε τον παρατηρητή:

1. Κάντε ένα κλικ στον Παρατηρητή.

Επιλέγεται ο Παρατηρητής.

2. Επιλέξτε Νέο εργαλείο ελέγχου>Αρχική θέση X από τον κατάλογο επιλογών Ορισμός.

Εμφανίζεται ένας μεταβολέας.

3. Επιλέξτε το μεταβολέα και στη συνέχεια επιλέξτε Ιδιότητες από τον κατάλογο επιλογών Παράθυρο.

Εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου Ιδιότητες.

4. Αλλάξτε τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές για το "Θέση X

Σχήμα Δ-11

Πλαίσιο διαλόγου

Ιδιότητες για τον ήχο του
αέρα του Κύκλος 1

The dialog box is titled 'Ιδιότητες' (Properties). It has a dropdown menu at the top showing 'Output(4) - Ήχος αέρα του Circle 1'. Below this, there are two columns: 'Ετικέτα' (Label) and 'Εξίσωση' (Equation). The labels are x, y1, y2, y3, and y4. The equations are time, soundvolumeair(1,0,10), soundfrequencyairratio(), and empty. Below these, there are three columns: 'Αυτόμ.' (Automatic), 'Min', and 'Max'. The 'Automatic' column has checkboxes for x, y1, y2, y3, and y4. The 'Min' and 'Max' columns have input fields for x, y1, y2, y3, and y4. The values for x, y1, and y2 are 0.000 and 1.000 respectively. The values for y3 and y4 are empty.

	Ετικέτα	Εξίσωση
x	t	time
y1	volume	soundvolumeair(1,0,10)
y2	freq. ratio	soundfrequencyairratio()
y3		
y4		

	Αυτόμ.	Min	Max
x	☒	0.000	1.000
y1	☒	0.000	1.000
y2	☒	0.000	1.000
y3	☐		
y4	☐		

Σχήμα Δ-12

Πλαίσιο διαλόγου

Ιδιότητες για τις
μετρήσεις της έντασης του
ήχου

The dialog box is titled 'Ιδιότητες' (Properties). It has a dropdown menu at the top showing 'Output(5) - Μετρήσεις έντασης ήχου'. Below this, there are two columns: 'Ετικέτα' (Label) and 'Εξίσωση' (Equation). The labels are x, y1, y2, y3, and y4. The equations are frame(), SoundVolumeAir(1, 0, frame(), SoundVolumeAir(1, 2, frame(), SoundVolumeAir(1, 3, frame(), and SoundVolumeAir(1, 6, frame(). Below these, there are three columns: 'Αυτόμ.' (Automatic), 'Min', and 'Max'. The 'Automatic' column has checkboxes for x, y1, y2, y3, and y4. The 'Min' and 'Max' columns have input fields for x, y1, y2, y3, and y4. The values for x, y1, y2, y3, and y4 are 0.000 and 1.000 respectively.

	Ετικέτα	Εξίσωση
x	frame	frame()
y1	Decibel Vol	SoundVolumeAir(1, 0, frame(),
y2	Decibel Vol	SoundVolumeAir(1, 2, frame(),
y3	Decibel Vol	SoundVolumeAir(1, 3, frame(),
y4	Decibel Vol	SoundVolumeAir(1, 6, frame(),

	Αυτόμ.	Min	Max
x	☒	0.000	1.000
y1	☒	0.000	1.000
y2	☐	0.000	1.000
y3	☐	0.000	1.000
y4	☐	0.000	1.000

του Square 6" σε 0.00 και 300.0, αντίστοιχα. Κλείστε το πλαίσιο διαλόγου.

Ο μεταβολέας μετακινείται μεταξύ 0.000 και 300. Η θέση X του Κινούμενου Παρατηρητή αλλάζει, καθώς αλλάζει η θέση του μεταβολέα.

5. Επιλέξτε Εκτέλεση. Παρατηρήστε ότι οι μετρήσεις έντασης του ήχου υπολογίζονται σωστά.

	Ετικέτα	Εξίσωση
Q	frame	frame ()
y1	Decibel Volume at Source	SoundVolumeAir(1, 0, 160, 1)
y2	Decibel Volume at 30m	SoundVolumeAir(1, 2, 160, 1)
y3	Decibel Volume at 300m	SoundVolumeAir(1, 3, 160, 1)
y4	Decibel Volume at Observer	SoundVolumeAir(1, 6, 160, 1)

χώρος εργασίας για το αρχείο αυτό πρέπει να έχει τη μορφή που βλέπετε στο σχήμα Δ-9. Παρατηρήστε ότι ο μεταβολέας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετακινηθεί ο παρατηρητής. Η μετακίνηση του παρατηρητή προκαλεί επανυπολογισμό της έντασης του ήχου που ακούει ο παρατηρητής.

Η διαδικασία προσθήκης ήχου σε μια προσομοίωση έχει πλήρως αναλυθεί. Αν και στο παράδειγμα χρησιμοποιήσαμε μόνο την εξίσωση "SoundVolumeAir", και οι άλλες εξισώσεις χρησιμοποιούνται με τον ίδιο τρόπο. Για παράδειγμα, υποθέστε ότι θέλουμε να προσθέσουμε τα στοιχεία ένταση και συχνότητα ήχου. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται τα ίδια βήματα που περιγράφηκαν στο **Παράδειγμα Έντασης Ήχου** στη σελίδα Δ-11, με μερικά πρόσθετα βήματα ειδικά για την εξίσωση "SoundFrequencyAirRatio". Τα πρόσθετα αυτά βήματα θα τα δείτε παρακάτω στο **Παράδειγμα Συχνότητας Ήχου**.

Παράδειγμα Συχνότητας Ήχου

Στο παράδειγμα αυτό ο ήχος προστίθεται σε μια προσομοίωση για να δείξει:

- τη διαμόρφωση της έντασης του ήχου που δημιουργεί ένα αντικείμενο, όπως αυτό παρατηρείται από ένα άτομο σε σταθερό σημείο.
- τη διαμόρφωση της συχνότητας (φαινόμενο Doppler) ενός

αντικειμένου που μετακινείται μέσα στον αέρα, καθώς την παρατηρεί ένα άτομο σε σταθερό σημείο.

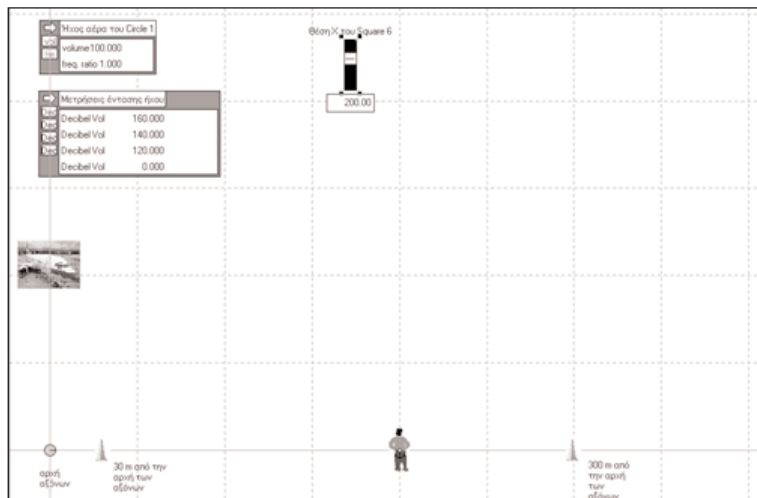
Ανοίξτε το αρχείο *Air drop.ip* στο φάκελο *Projectiles and Rockets* που περιλαμβάνεται στο φάκελο *Physics Experiments*. Το συγκεκριμένο αρχείο δεν έχει ήχο. Το αρχείο *Air drop (with sound).ip* στο φάκελο *Sound Experiments* περιέχει τον ήχο ενός αεροπλάνου που πετάει. Ακολουθούν τα βήματα προσθήκης του ήχου.

Για να προσθέσετε ήχο στο αεροπλάνο:

1. Κάντε κλικ στο αεροπλάνο. Για να βεβαιωθείτε ότι το σώμα στο οποίο είναι συνημμένο το αεροπλάνο έχει επιλεγεί, πηγαίνετε στον κατάλογο επιλογών Παράθυρο, επιλέξτε Γεωμετρία και ελέγξτε ότι στον αναδιπλούμενο κατάλογο

Σχήμα Δ-13

Χώρος εργασίας για το αρχείο "Jet distance.ip" μετά την προσθήκη ήχου

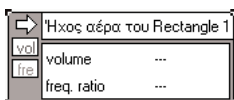


εμφανίζεται το *Body[1] - Rectangle.

Η εικόνα εμφανίζεται επιλεγμένη.

2. Επιλέξτε Ήχος αέρα από τον κατάλογο επιλογών Μέτρηση.

Εμφανίζεται ένα πλαίσιο με την ετικέτα "Ήχος αέρα του Rectangle 1".



3. Κάντε ένα κλικ στο πλαίσιο "Ήχος αέρα του Rectangle 1".

Το πλαίσιο εμφανίζεται επιλεγμένο.

4. Επιλέξτε Μετρητής ήχου από τον κατάλογο επιλογών Αντικείμενο.

Εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου Ήχος, ακριβώς όπως στο σχήμα Δ-10.

5. Επιλέξτε τον ήχο "aircraft-propeller". Βεβαιωθείτε ότι τα "Αναπαραγωγή ήχου" και "Συνεχής ήχος" είναι επιλεγμένα. Ρυθμίστε τους μεταβολείς Έντασης και Τονικού ύψους για να διαμορφώσετε τον ήχο. Στη συνέχεια κάντε κλικ στο κουμπί OK.

Το πλαίσιο διαλόγου Ήχος εξαφανίζεται. Ο ήχος τώρα συνδέεται με τον ήχο του αεροπλάνου.



6. Επιλέξτε το κουμπί Εκτέλεση.

Ακούγεται ο ήχος του αεροπλάνου καθώς προσεγγίζει τους

Σχήμα Δ-14

Πλαίσιο διαλόγου Ιδιότητες

Ιδιότητες		
Output[18] Ήχος αέρα του Rectangle 1		
Ήχος αέρα του Rectangle 1		
Ετικέτα	Εξίσωση	
x	t	time
y1	volume	soundvolumeair(1.0,10
y2	freq. ratio	soundfrequencyairratio(
y3		
y4		
Αυτόμ.	Min	Max
x	☒	0.00 1.00
y1	☒	0.00 1.00
y2	☒	0.00 1.00
y3	☐	
y4	☐	

ορειβάτες στην κορυφή. Οι αριθμητικές τιμές για την ένταση και τη συχνότητα εμφανίζονται στο πλαίσιο με όνομα Ήχος αέρα του Rectangle 1. Κάνοντας κλικ στο δεξί βέλος του πλαισίου θα εμφανιστούν διαδοχικά οι τρεις επιλογές θέασης των αναλογιών ήχου και συχνότητας:

- Αριθμητική τιμή
- Τιμή σχεδιασμένη ως συνάρτηση του χρόνου
- Ραβδόγραμμα

Ο ήχος και η συχνότητα αντιστοιχούν στο σώμα που δημιουργήσε τον ήχο και τη θέση του παρατηρητή που ακούει τον ήχο, σε σχέση με το αντικείμενο. Για να δείτε τους τύπους που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ήχου στο παράδειγμα αυτό, κάντε διπλό κλικ στο πλαίσιο με την ετικέτα "Ήχος αέρα του Rectangle 1". Εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου Ιδιότητες, όπως στο σχήμα Δ-14.

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές για τις εξισώσεις SoundVolumeAir και SoundFrequencyAirRatio εξηγούνται στην **Ενότητα Δ.2. Προσθήκη ήχου**. Στην περίπτωση μας η πηγή του ήχου είναι το Body[1], και το 1 εμφανίζεται ως η πρώτη ανεξάρτητη μεταβλητή και στις δύο εξισώσεις. Ο παρατηρητής του ήχου επιλέγεται ως αρχή των αξόνων, στο σημείο που στέκονται οι ορειβάτες, ενώ εμφανίζεται ένα 0 ως δεύτερη ανεξάρτητη μεταβλητή και στις δύο εξισώσεις. Η τρίτη ανεξάρτητη μεταβλητή της εξίσωσης SoundVolumeAir παίρνει την τιμή 0, υποδηλώνοντας ότι η ένταση υπολογίζεται αυτόματα με βάση το μέγεθος και την ταχύτητα του σώματος-πηγή. Η τέταρτη ανεξάρτητη μεταβλητή είναι 0, υποδηλώνοντας ότι δεν υπάρχει κλιμάκωση της εξίσωσης. Η τρίτη ανεξάρτητη μεταβλητή της εξίσωσης SoundFrequencyAirRatio παίρνει την τιμή 343m/s και αντιπροσωπεύει την ταχύτητα του ήχου στον ξηρό αέρα. Η τέταρτη δεν χρησιμοποιείται τη δεδομένη στιγμή και για το λόγο αυτή έχει την τιμή 0.

Δ.4. Βιβλιογραφία

Douglas C. Giancoli: Physics: Principles with Applications, Third Edition, Prentice Hall, 1991.

Ευρετήριο

A

Άγκυρα 1-30, 3-38

ως σύνδεσμος θέσης 10-18

ως σύνδεσμος ταχύτητας 10-18

Άγκυρα ταχύτητας 10-18

Ακαμπτη άρθρωση 2-13, 4-76, 5-2

βελτιστοποιημένη 4-79

ιδιότητες 4-79

μετρήσιμη 4-79

Ακρίβεια 8-38

Ακτίνα B-8

Αλγόριθμοι 8-38

Αλλαγή

γραμματοσειράς/μεγέθους/τεχνοτροπίας 7-34

κλίμακας θέασης 6-7

κλίμακας μετρητή 7-8

ονομασίας αντικειμένου 7-35

συστήματος μονάδων 6-18

χρώματος κειμένου 7-34

Αλλαγή σχήματος

καμπύλης εγκοπής 4-87

πολυγώνου και καμπύλου σώματος 3-32

Αναγνωριστικά B-2

εύρεση B-3

Αναδιπλούμενες παλέτες εργαλείων 2-6

Αναίρεση 6-30

Ανακύκλωση όταν το κασετόφωνο είναι γεμάτο 8-12

Αναλυτική μέθοδος A-7

Αναπαραγωγή της προσομοίωσης 8-7

Άνεμος 6-26

Άνοιγμα νέου εγγράφου 1-6

Ανοικτή καμπύλη εγκοπή 2-13

Ανταλλαγή

αρχείων μεταξύ των πλατφόρμων 8-49

Αντιγραφή 6-29

δεδομένων 9-1

Αντικείμενο

αλλαγή ιδιοτήτων 6-36

αναγνωριστικό B-3

αντικείμενο εικόνας 35

ονομασία 7-35

στροφή 6-32

Αντικείμενο διεπαφής

ορισμός 6-11

Αντίσταση του αέρα 6-22

άξονες X και Y

εμφάνιση 6-10

Απαλοιφή

εξάλειψη ίχνους 8-26

στον κατάλογο επιλογών

“Επεξεργασία” 6-31

Απλή γραμμή εργαλείων 2-23

Απόδοση

υποδείξεις βελτιστοποίησης A-24

Αποθήκευση

εγγεγραμμένης προσομοίωσης 8-29

προσομοίωσης 1-18

Αποκοπή 6-29

Αποσβεστήρας

είδος 4-37

μη-γραμμικός 4-37

ορισμός ιδιοτήτων 4-37

περιστροφικός 2-14

σταθερά 4-37

Αποσβεστήρας ελατηρίου 2-15

Αποσύνδεση

- εικόνας από αντικείμενο 7-36
- Αποφυγή σύγκρουσης (κατάλογος επιλογών Αντικείμενο) 3-39
- Άρθρωση 5-1
 - άκαμπτη άρθρωση 4-80
 - άρθρωση με πείρο 1-20, 4-82
- Άρθρωση εγκοπής 2-13
 - αλλαγή σχήματος 4-87
 - γεωμετρία 4-96
 - μετατροπή μεταξύ κλειστής και ανοιχτής 4-97
 - σημεία ελέγχου 4-86
 - συντεταγμένες 4-97
 - ιδιότητες 4-93
 - καμπύλη
 - κλειδωμένη 5-2
 - με πείρο 5-2
- Άρθρωση εγκοπής πείρου 2-12, 5-2
- Άρθρωση κλειδωμένης εγκοπής 5-2
 - ιδιότητες 4-94
- Άρθρωση με πείρο 1-20, 4-82
 - δημιουργία 1-20
 - ιδιότητες 4-80
- Αριθμητική μέθοδος A-7
- Αριθμητική ολοκλήρωση A-9
- Αριθμοί και Μονάδες 6-17
- Apple events 9-14
 - Table suite 9-14
- Αρχεία
 - ανταλλαγή μεταξύ πλατφόρμων 8-49
- Αρχείο πίνακα 7-20
- Αρχικές ρυθμίσεις του μικρόκοσμου 6-20
- Αρχικές συνθήκες
 - αυτόματος υπολογισμός 8-10
- Αρχική επικάλυψη σώματος A-26
- Αρχικοποίηση εντολών 9-15
- Ασυμβίβαστοι σύνδεσμοι 8-41, A-26

- Αυτόματη
 - εμφάνιση κινητής υποδιαστολής 6-18
 - μετατόπιση ΚΜ από το σύστημα αναφοράς του αντικειμένου 3-29
- Αυτόματη Εξάλειψη Ίχνους 8-26

B

- Βαρύτητα 6-20
 - κατακόρυφη 6-21
 - παγκόσμια σταθερά 6-21
 - πλανητική 6-21
 - προσαρμογή 6-20
- Βέλος 2-6
- Βελτιστοποίηση απόδοσης A-24
- Βηματική εκτέλεση προσομοίωσης 8-4
- Body[] B-3
- Βοήθεια
 - Apple Guide (MacOS) 2-32
 - WinHelp (Windows) 2-32

Γ

- Γέμισμα αντικειμένων 3-24
- Γεωμετρικοί τύποι 4-19, 4-20, B-8
- Γραμματοσειρά
 - αλλαγή 7-34
- Γραμμές κύλισης 6-4
- Γραμμή συντεταγμένων 3-11, 6-13
- Γραμμή εργαλείων 1-3, 2-6
- Γραμμή κατάστασης 3-22, 6-15
- Γραμμική Βαρύτητα της Γης 6-25
- Γραμμικός σύνδεσμος 4-2
- Γρανάζι 2-15
 - δημιουργία 4-50
 - δορυφόροι 4-57
 - δύναμη γραναζιού 4-54
 - εξωτερικό 4-50
 - εσωτερικό 4-51

ιδιότητες 4-56
σημείο επαφής 4-53
σχέση μετάδοσης 4-55

Γραφικά

επικόλληση σε 7-35
Γραφικές παραστάσεις
δημιουργία 1-13, 1-15
κλίμακα 7-8
χρώμα 7-10

Γωνία

σε τύπους B-2
Claris FileMaker 9-14

Δ

Δεσμευμένοι κωδικοί αριθμοί ταυτότητας B-29

Δημιουργία

αρθρώσεων 4-3
άρθρωσης εγκοπής 4-83
άρθρωσης ευθύγραμμης εγκοπής 4-83
άρθρωσης καμπύλης εγκοπής 4-86
γρاناζιών 4-49
εργαλείου ελέγχου 7-16
καμπύλου σώματος 3-6
κειμένων 7-32
κουμπιού καταλόγου επιλογών 7-20
κύκλου 3-5
μετρητή 7-4
νέας προσομοίωσης 1-4
ορθογωνίων και τετραγώνων 3-2
πολυγώνου 3-6
σημείων 4-77
τροχαλιών 4-46

Διακοπή μιας προσομοίωσης (Βλέπε Προσομοιώσεις)

Διαμόρφωση σελίδας 8-33

Διαμόρφωση εκτύπωσης 8-33

Διάνυσμα 7-26

διαφορετικά είδη 7-30
εμφάνιση 1-16, 7-27
επιλογές εμφάνισης 7-29
κινούμενο 1-13
μήκος 7-28
πεδία σε τύπους B-6
χρώμα 7-30

Διατήρηση τιμών μετρητή 7-11

Διατομή 6-22

Διαχωριστής 2-17

ελαστικότητα 4-62
ιδιότητες 4-62
μήκος 4-62

Δt 8-37

Δύναμη πεδίου 6-26

πλαίσιο διαλόγου 6-26
προσαρμογή 6-27

Δυνάμεις αντίδρασης

εμφάνιση διανυσμάτων 7-31
στις αρθρώσεις εγκοπής 4-94
στις αρθρώσεις με πείρο 4-81

Δύναμη 2-16, 4-2

ιδιότητες 4-65
κατά ζεύγη 10-13
κατεύθυνση 4-65
προσαρμογή 10-1

Δύναμη επαφής 7-4, 7-27

(βλέπε Κρούση)

Δυναμική Ανταλλαγή Δεδομένων (ΔΑΔ) 9-16

Ε

Έγγραφα (δραστηριότητες) μόνο για Εκτέλεση 8-19

Εγγραφή

απαιτήσεις μνήμης 8-14

Εικόνα

- αποσύνδεση από αντικείμενο 7-36
- προσθήκη σε μια προσομοίωση 7-36
- Εισαγωγή 9-1
 - πίνακα δεδομένων εισόδου 7-20
- Είσοδος 10-6
- Εκθέτης B-2
- Εκτέλεση προσομοίωσης 1-5, 8-1
- Εκτέλεση προσομοίωσης προς τα πίσω 8-5
- Εκτελέσιμες δραστηριότητες
 - πρόγραμμα εκμάθησης 1-34
- Εκτύπωση 8-32
 - διαμόρφωση εκτύπωσης 8-35
 - διαμόρφωση σελίδας 8-33
 - επιλογή μεγέθους σελίδας και
- προσανατολισμού 8-32
 - ορισμός επιλογών εκτύπωσης 8-32
 - προσομοιώσεις 8-32
 - των πλαισίων με τα στιγμιότυπα 8-36
- Ελαστικότητα
 - αλλαγή 3-14
 - ορισμός 6-23
- Ελατήριο 2-15
 - ελεύθερο μήκος 4-34
 - μη γραμμικό 4-34
 - ορισμός ιδιοτήτων 4-33
 - περιστροφικό 2-15
 - σκληρότητα 4-33
 - σταθερά 4-33
 - τύπος 4-34
- Έλεγχος παύσης 8-8
- Ελεύθερο μήκος ελατηρίου 4-32
- Εμφάνιση
 - βοηθητικών παραθύρων 3-21, 6-37
 - σώματος 3-23
- Εμφάνιση ίχνους 8-24
 - Αυτόματη Εξάλειψη Ίχνους 8-26
 - εξάλειψη ίχνους 8-26
- επιλεγμένα αντικείμενα 8-25
- επιλογές 8-25
- κέντρο μάζας 3-24
- ορισμός 1-17
- περιγράμματα 3-24
- σύνδεση σημείων 3-24
- Εμφάνιση και απόκρυψη
 - εργαλεία και έλεγχοι 6-7
- Εμφάνιση ονόματος 3-26
- Έναρξη από εδώ 8-16
- Έναρξη του Interactive Physics 1-1
- Ενεργό όταν 4-24, 10-9
- Ενεργοποιητής 2-16
 - ιδιότητες 4-71
 - τύπος 4-71
- Εντολές εκτέλεσης 9-15
- Εξαγωγή
 - βήματα για εξαγωγή δεδομένων 9-2
 - δεδομένων μετρητή 7-12, 9-4
 - διαθέσιμων δεδομένων 9-2
 - QuickTime 9-7
 - Video for Windows 9-10
- Εξάλειψη ίχνους 8-26
- Εξάλειψη τιμών μετρητή 2-22
- Έξυπνος Επεξεργαστής 5-6
 - καθορισμός αρχικών συνθηκών 1-27
 - κανόνες 5-11
 - μετακίνηση πέραν των συνδέσμων 5-8
 - πότε τον χρησιμοποιούμε 5-18
- Εξωτερικά γρανάζια 4-50
- Εξωτερική εφαρμογή
 - ανταλλαγή δεδομένων με 9-16
 - σύνδεση με 2-28
- Επαναρρυθμισμό πειράματος 8-11
- Επικόλληση 6-29
- Επιλογές θέασης 6-2
- Επιλογή

- πολλαπλών αντικειμένων 6-27
 - πολλαπλών στοιχείων Γ-1, Γ-2
 - Επιλογή με πατημένο το πλήκτρο Option 5-18
 - Επιλογή με Shift 3-19, 6-27
 - Επιλογή όλων 6-28
 - σύρσιμο των επιλεγμένων 5-19
 - Επίλυση προβλημάτων Γ-8
 - Επιφανειακή Πυκνότητα
 - θέαση 3-16
 - ορισμός 3-16
 - Επισύναψη
 - εγκοπής σε σώμα 4-92
 - εικόνας σε σώμα 7-36
 - σημείου σε σώμα 2-27
 - Εργαλεία ελέγχου κασέτας 1-3
 - Εργαλείο
 - άγκυρα 1-30, 2-11, 3-38
 - άκαμπτη άρθρωση 2-13
 - άρθρωση εγκοπής 2-13
 - άρθρωση εγκοπής με πείρο 2-13
 - άρθρωση κλειδωμένης εγκοπής 2-14
 - άρθρωση με πείρο 2-13
 - βέλος 2-9
 - γροανάξι 2-15
 - διαχωριστής 2-17
 - δύναμη 2-16
 - ενεργοποιητής 2-16
 - καμπύλη εγκοπή 2-13
 - καμπύλο σώμα 2-11
 - κατακόρυφη εγκοπή 2-13
 - κείμενο 2-9
 - κινητήρας 2-16
 - κουμπί εκτέλεσης 2-10
 - κουμπί επαναρρύθμισης 2-10
 - κουμπί σύνδεσης 2-11
 - κουμπί χωρισμού 2-11
 - κύκλος 2-10
 - μεγέθυνση/σμίκρυνση 2-9
 - ορθογώνιο 2-10
 - οριζόντια εγκοπή 2-13
 - περιστροφικό ελατήριο 2-15
 - περιστροφικός αποσβεστήρας 2-14
 - πολύγωνο 2-10
 - ράβδος 2-17
 - ροπή 2-16
 - σημειακό στοιχείο 2-11
 - στοιχείο εγκοπής 2-12
 - στροφή 2-9
 - σχοινί 2-17
 - τετραγωνικό στοιχείο 2-11
 - τετράγωνο 2-10
 - τροχαλία 2-16
 - Εργαλείο ελέγχου
 - δημιουργία 7-16
 - είδη 7-18
 - εμφάνιση και απόκρυψη 6-7
 - ιδιότητες 7-18
 - κλείδωμα 5-10
 - μεταβολέας 7-14
 - ορισμός 7-17
 - ταχύτητα (παράδειγμα) 7-31
 - Εσωτερικά γροανάξια 4-51
 - Ευθυγράμμιση
 - αντικειμένων στο πλέγμα 6-12
 - κειμένου 7-26
 - συνδέσμων στο αντικείμενο 4-14
 - των αρθρώσεων με πείρο με ακρίβεια 4-77
- Z**
- H**
- Ηλεκτροστατική 6-23
 - Ήλιος 6-22

- Θ**
- Θέαση 6-2
 - αλλαγή κλίμακας 6-5
 - μέγεθος 6-6
 - μετακίνηση 6-3
 - ορισμός 6-2
 - Θέση
 - ακριβής ευθυγράμμιση αρθρώσεων με πείρο 4-80
 - ευθυγράμμιση αντικειμένων στο πλέγμα 6-12
 - ρύθμιση θέσεων αντικειμένων 6-10
- I**
- Ιδεατή μνήμη
 - Macintosh A-2
 - Windows A-3
 - Ιδιότητες
 - αλλαγή για αντικείμενα 6-36
 - αλλαγή για πολλαπλές επιλογές 3-19, 4-8
 - εργαλείου ελέγχου 7-15
 - παράθυρο 6-36
 - συνδέσμων 4-5
 - if() 10-8
 - Input[] B-5
- K**
- Καθοριζόμενη δύναμη 10-1
 - Καθοριζόμενη καθολική δύναμη 6-26
 - Καμπύλη εγκοπή 2-13
 - αριθμητική αλλαγή σχήματος 4-98
 - γεωμετρική αλλαγή σχήματος 4-87
 - κλειστή 2-13
 - Καμπύλο σώμα 2-11
 - αριθμητική αλλαγή σχήματος 3-32
 - γραφική αλλαγή σχήματος 3-8
 - δημιουργία 3-6
 - Καρτεσιανές συντεταγμένες 4-97
 - Κασετόφωνο 8-2
 - γεμάτο 8-12
 - έλεγχοι 8-3
 - Κατακόρυφη βαρύτητα 6-20
 - Κατακόρυφη εγκοπή 2-13
 - Κατάλογοι επιλογών
 - κατάλ. επιλ. “Αντικείμενο” 2-25
 - κατάλ. επιλ. “Apple Guide (MacOS)” 2-32
 - κατάλ. επιλ. “Apple menu (MacOS)” 2-18
 - κατάλ. επιλ. “Αρχείο” 2-18
 - κατάλ. επιλ. “Βοήθεια (Windows)” 2-32
 - κατάλ. επιλ. “Επεξεργασία” 2-19
 - κατάλ. επιλ. “Θέαση” 2-22
 - κατάλ. επιλ. “Μέτρηση” 2-28
 - κατάλ. επιλ. “Μικρόκοσμος” 2-20
 - κατάλ. επιλ. “Ορισμός” 2-27
 - κατάλ. επιλ. “Παράθυρο” 2-29
 - Κείμενο 2-9
 - αλλαγή γραμματοσειράς, μεγέθους, στοίχισης και χρώματος 7-34
 - δημιουργία και επεξεργασία 7-32
 - διαγραφή 7-33
 - εισαγωγή 7-33
 - επιλογή 7-32
 - πλαίσιο κειμένου 7-14
 - χρήση του εργαλείου “Κείμενο” 7-32
 - Κέντρο μάζας
 - εμφάνιση 3-24
 - μετατόπιση 3-29
 - ως σύστημα αναφοράς 8-24
 - Κινητή υποδιαστολή A-34, 6-18
 - Κινητήρας 2-16
 - επιτάχυνση 4-74
 - ιδιότητες 4-73
 - ροπή 4-74

-
- στροφή 4-74
 - ταχύτητα 4-74
 - Κινούμενα διανύσματα 7-20
 - Κλείδωμα
 - εργαλείων ελέγχου 5-10
 - σημείων 5-10
 - Κλείδωμα προσομοίωσης
 - Εκτελέσιμη (μόνο) προσομοίωση 8-31
 - Κλειστή καμπύλη εγκοπή 2-13
 - Κλίμακα
 - αλλαγή 6-7
 - αλλαγή κλίμακας γραφικής παράστασης 7-8
 - Κλίμακα θέασης του Μικρόκοσμου 6-6
 - Κορυφή B-8
 - Κουμπί
 - δημιουργία κουμπιών καταλόγου επιλογών 1-32
 - κουμπί εκτέλεσης 2-10
 - μετακίνηση 1-34
 - σύνδεσης εγγράφων 7-26
 - Κουμπί εκτέλεσης 2-10, 8-2
 - Κουμπί επαναρρυθμίσεως 2-10
 - Κουμπί καταλόγου επιλογών
 - δημιουργία 7-20
 - Κουμπί σύνδεσης 2-11
 - Κουμπί χωρισμού 2-11
 - Κρούση
 - αποφυγή επικάλυψης κατά τη διάρκεια 8-39
 - βελτιστοποίηση με χρήση άκαμπτων αρθρώσεων 8-48
 - δύναμη A-28
 - έλεγχος 3-38
 - μέτρηση δύναμης 7-3
 - μετρητές δύναμης A-30
 - προσομοίωση της A-24
 - Κύκλος
 - ακτίνα, αλλαγή της 3-29
 - δημιουργία 3-5
 - εμφάνιση προσανατολισμού 3-27
 - Κύλιση της οθόνης 6-4
 - Λ**
 - Λαβές
 - λαβή αλλαγής σχήματος 3-9
 - Λαβή αλλαγής σχήματος 3-9
 - Μ**
 - Μάζα
 - αλλαγή κατά τη διάρκεια πειράματος 10-7
 - MATLAB 9-15
 - Μέγεθος σελίδας και προσανατολισμός 8-33
 - Μεγέθυνση/Σμίκρυνση 2-9, 6-4
 - αλλαγή κλίμακας 6-7
 - Μεταβλητές 10-21, B-28
 - Μεταβλητό χρονικό βήμα A-12
 - Μεταβολέας 7-14
 - Μεταφορά
 - κύκλου 1-9
 - σε ένα συγκεκριμένο σύστημα αναφοράς 8-6
 - Μεταφορά μπροστά 6-2
 - Μεταφορά μπροστά 6-36
 - Μεταφορά πίσω 6-36
 - Μέτρηση
 - αλλαγή μονάδων 10-4
 - δύναμη γραναζιού 4-54
 - ιδιότητες 1-12
 - παραμετροί 7-12
 - Μετρητής
 - (Βλέπε επίσης Γραφική παράσταση)
 - ακρίβεια σε μη-SI συστήματα μονάδων A-34
 - αλλαγή κλίμακας 7-9
 - αλλαγή μορφότυπου εμφάνισης 1-15
 - Αντιγραφή Δεδομένων 9-1

αποτελέσματα αλλαγής μονάδων 10-2
δεδομένα μετρητή 9-1
δημιουργία 7-4
διατήρηση τιμών 2-21
εξαγωγή δεδομένων μετρητή 9-4
εξάλειψη τιμών (Βλέπε Εξάλειψη Τιμών Μετρητή)
επιλεκτική εμφάνιση 7-7
επιλογές για εξαγωγή δεδομένων 9-6
επιλογή μορφής εμφάνισης 7-4
επισκόπηση 7-1
μορφότυποι εμφάνισης 7-4
μορφότυπος αρχείου δεδομένων 7-12, 9-1
ορισμός 1-1
προσαρμογή 10-14
ταχύτητα 1-13
χρήση ως μεταβλητή 10-21
Μηχανισμός έκκεντρου (CAM) 4-90
Μηχανισμός οδηγού-αλυσίδας 4-52
Microsoft Excel 9-14, 4-103
Μικρόκοσμος 6-2
αρχικές ρυθμίσεις 6-20
στρώματα 6-1
Μνήμη
απαιτούμενη για εγγραφή 8-14
βελτιστοποίηση χρήσης A-1
κασετόφωνο 8-15
μνήμη εφαρμογής 8-45
Μνήμη εφαρμογής
αλλαγή μεγέθους 8-45

N
Νέο εργαλείο ελέγχου 7-16
Νέο κουμπί καταλόγου επιλογών 7-22

Ξ

Ο

Ολοκλήρωση
κλειδωμένο A-23
μεταβλητό A-12
αριθμητική ολοκλήρωση A-9
χρονικό βήμα A-22
Ολοκλήρωση Euler A-19, A-20
Ολοκληρωτής
Euler A-19
Ονομασία αντικειμένων 7-35
Ορθογώνιο 2-10
Οριζόντια εγκοπή 2-12
Ορισμός
σύνδεσμος 4-4
Output[] B-3

Π

Παγκόσμια δύναμη
γραμμική 6-25
κατά ζεύγη 6-25
προσαρμογή 10-1
Παγκόσμια σταθερά βαρύτητας 6-21
Παράθυρο
βοηθητικό 6-36
Παράθυρο βοηθητικών προγραμμάτων
αναδιπλούμενος κατάλογος επιλογών 3-20
Γεωμετρία 2-30, 3-27, 4-87
Εμφάνιση 2-30, 3-23
ενεργό όταν 4-24
Ιδιότητες 2-29
Παράθυρο Γεωμετρίας
εμβадόν 3-28
εμφάνιση 3-28
σώμα 3-27
Παράλληλοι οδοντοτροχοί 4-50
Παραμετρικός ορισμός αντικειμένων
σημειακός 4-16

Παύση προσομοίωσης 8-8

Πεδία

διανύσματος B-6

σημείων B-9

συνδέσμων B-10

σωμάτων B-7

Περιβάλλον ακριβούς προσομοίωσης 8-41

Περιβάλλον Εκτέλεσης 1-34, 8-19

περιβάλλον Επεξεργασίας 8-18

Περιβάλλον ταχείας προσομοίωσης 8-39

Περιστροφικό ελατήριο 2-15

ιδιότητες 4-30

σταθερά 4-43

Περιστροφικοί σύνδεσμοι 4-2

Περιστροφικός αποσβεστήρας 2-15

ιδιότητες 4-45

τύπος 4-46

Πίνακας 9-14

Πλαίσιο

δείκτης 8-6

εκτύπωση 8-32

μετάβαση 8-6

μηδενικό πλαίσιο 8-11

σύστημα αναφοράς 8-20

Πλαίσιο διαλόγου ακριβείας A-14

Πλαίσιο επιλογής 6-27

Πλανητική

βαρύτητα 6-21

Πλάτος B-8

Πλέγμα

εμφάνιση 6-11

ευθυγράμμιση αντικειμένων σε 6-12

ορισμός 6-11

Πλεονάζοντες σύνδεσμοι A-26

Πλήκτρα τροποποίησης

μεγέθυνση/σμίκρυνση Γ-1

Πλήκτρο Shift

και επιλογή αντικειμένων 6-27

Πολικές συντεταγμένες 4-97

Πολικότητα

συνδέσμων 4-25

Πολλαπλά αντικείμενα

αλλαγή ιδιοτήτων των 3-19 , 4-8

στροφή 4-74

Πολύγωνο 2-10

αριθμητική αλλαγή σχήματος 3-32

γραφική αλλαγή σχήματος 3-8

δημιουργία 3-7

διαγραφή κορυφής 3-35

παράθυρο Γεωμετρίας 3-30

προσθήκη κορυφής 3-34

συντεταγμένες σχήματος 3-32

συντεταγμένες του Μικρόκοσμου 3-32

σύστημα αναφοράς 3-12

Προειδοποιήσεις A-25

Προκαθορισμένες τιμές B-28

Προσάρτηση αντικειμένου 4-16

Προσεγγιστική ολοκλήρωση 8-40, A-26

Προσομοιώσεις A-6

άνοιγμα 1-6

απλά και γρήγορα βήματα δημιουργίας 1-4

απλή προσομοίωση 1-6

αποθήκευση 1-18

βήμα προσομοίωσης A-27

βηματική μετάβαση σε στιγμιότυπο 1-4, 8-4

βλήμα 1-30

δείγμα 1-5

διακοπή 8-2

εκτέλεση 1-5, 8-1

εκτέλεση προς τα πίσω 8-5

εκτύπωση 8-32

ιδιότητες μετρήσεων 1-12

παράμετροι A-18

παύση 8-8

πολλαπλά ίχνη 8-26
σύγκριση πολλαπλών 7-11
συναρτήσεις B-18
σύνδεση 7-24
σύνδεση τεσσάρων ορθογωνίων 5-13
ταχύτητα 8-39
τρόποι προσομοίωσης 8-38
Προτεραιότητα
 τελεστών B-14
Προτιμήσεις 8-9
 αποθήκευση 8-16
Πρόχειρο 6-29
Πύραυλος 10-8

P

Ράβδος 2-17
 ιδιότητες 4-59
 μήκος 4-60
PICT 7-35
Point[] B-3
Ροπή 2-16, 4-3
 αντικείμενο ροπής 4-68
 ιδιότητες 4-68
 στη θετική κατεύθυνση 4-27
Ροπή αδράνειας 3-17
QuickTime 9-2, 9-7
 εξαγωγή 9-7

Σ

Σήμα διακοπής 8-11
Σημεία προσάρτησης 2-23
Σημείο 4-78
 κλειδίωμα 5-10
 πεδία σε τύπους β-9
 σημειώσιμο στοιχείο 2-11
 τετραγωνικό στοιχείο 4-77
Σημείο ελέγχου

διαγραφή 4-88
προσθήκη 4-88
συντεταγμένες 4-86
Σημείο επαφής 4-53
Σημείο προσάρτησης 4-15
Σταθερές
 αλλαγή για τα ελατήρια 4-33
 αλλαγή για τους αποσβεστήρες 4-37
Σταθερή κατάσταση 8-46
Σταθερή υποδιαστολή 6-18
Σταθερό χρονικό βήμα A-23
Στοιχείο εγκοπής 2-12
Στροφή
 ορισμός κέντρου 6-34
 αντικειμένων 6-32
Στροφή (εργαλείο) 2-9
Στροφή 5-15, 6-32
Στρώματα 6-1
 τακτοποίηση αντικειμένων πάνω σε 6-35
Σύγκρουση (βλέπε Κρούση)
Σύγκρουση (κατάλογος επιλογών Αντικείμενο)
3-39
Συμβατότητα
 με προηγούμενες εκδόσεις 8-30
Συναρτήσεις B-18
 παραπομπή B-19
Σύνδεση
 έλεγχος κίνησης αντικειμένου 5-3
 στοιχεία 5-1
 σφάλματα αδύνατης σύνδεσης 5-20
Σύνδεση εγγράφων προσομοίωσης 7-24
Σύνδεσμος 4-1
 αναίρεση σύνδεσης 4-23
 γραμμικός 4-2
Constraint[] B-3
δύναμη ασκούμενη από 4-26
ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση 10-9

- ιδιότητες 4-3
- ορισμοί πολικότητας 4-25
- ορισμός 4-4
- πεδία σε τύπους B-10
- περιστροφικός 4-2
- στροφή του 4-26
- σύμβαση πρόσημου 4-27
- σύνδεση 4-23
- Συντελεστής
 - αντίστασης 6-22
 - τριβής 3-15
- Συντελεστής αντίστασης 6-22
- Σύστημα αναφοράς
 - (βλέπε και Σύστημα αναφοράς)
 - καμπύλης εγκοπής 4-80
 - σώματος 3-12
- Σύστημα αναφοράς 8-20
 - δημιουργία 8-20
 - διαγραφή 8-23
 - ηλιακό σύστημα (παράδειγμα) 8-20
 - καθορισμός 8-21
 - κέντρο μάζας 8-21
 - χρήση τύπου για ορισμό 10-18
- Σύστημα ελέγχου 9-14
 - σχέδιο για 9-22
- Σύστημα μονάδων
 - αλλαγή 6-18
 - συνγκρότηση 6-18
- Σφάλμα επικάλυψης A-24
- Σφάλμα ολοκλήρωσης A-22
- Σφάλμα συναρμολόγησης A-25
- Σχεδιασμός
 - δυνάμεων 4-64
 - καμπύλου σώματος 3-6
 - κύκλου 1-7
 - ορθογωνίου 3-2
 - πολυγώνου 3-6
 - ροπών 4-67
 - τετραγώνου 3-2
 - τροχαλίων 4-46
- Σχοινί 2-17
 - ελαστικότητα 4-30
 - μήκος 4-29
- Σώμα
 - αλλαγή γεωμετρίας 3-27
 - απόκρυψη 3-23
 - απόσπαση εικόνας από 7-36
 - αρχική θέση, αλλαγή 3-11
 - αρχική στροφή, αλλαγή 3-12
 - αρχική ταχύτητα, αλλαγή 3-13
 - δημιουργία 3-1
 - ελαστικότητα 3-14
 - εμβαδόν 3-28
 - εμφάνιση 3-23
 - εμφάνιση ίχνους 3-24
 - εμφάνιση ονόματος 3-26
 - ηλεκτροστατικό φορτίο, αλλαγή του 3-17
 - κέντρο μάζας, εμφάνιση 3-24
 - πεδία σε τύπους B-7
 - πυκνότητα, αλλαγή της 3-16
 - συντελεστής τριβής, αλλαγή του 3-15
 - σύστημα αναφοράς 3-12
 - υλικό, αλλαγή του 3-16
 - φορτίο, εμφάνιση 3-27
 - χρώμα γεμίσματος, αλλαγή 3-24
- Σώρευση
 - αντικειμένων 6-2
- Self 10-13
- Self.mass 6-25
- T**
- Ταχύτητα
 - επανεκτέλεσης 8-7
 - καθορισμός αρχικής ταχύτητας 1-10

προσομοίωσης 8-39
Τελεστές
 αριθμητικοί B-15
 διάνυσμα B-16
 προτεραιότητα B-14
Τετραγωνικό στοιχείο 2-12, 4-77
Τετράγωνο 2-10
 δημιουργία 3-2
Τεχνική βιβλιογραφία A-35
Τρέχουσα συνθήκη
 χρήση για “Εναρξη από εδώ” 8-16, 8-17
Τριβή
 μέτρηση 7-5
 ορισμός 3-15
Τροποποίηση του χώρου εργασίας 6-3
Τροχαλία 2-16, 4-46
 δημιουργία 4-46
 ελαστικότητα 4-49
 ιδιότητες 4-48
 μήκος 4-48
Τύποι 10-1, B-1
 γεωμετρικοί 4-19, B-8
 για ενεργοποίηση και απενεργοποίηση
των συνδέσμων 10-9
 για προσαρμογή των καθολικών δυνάμεων
10-12
 για σύνδεση εργαλείων ελέγχου στην
προσομοίωση 10-5
 εισαγωγή 10-8
 όριο μήκους B-1
 που διέπουν την κίνηση 10-7

Υ

Υλικό
 καθορισμός υλικού του αντικειμένου 3-18
 ορισμός 3-18
Υπερπήδηση 8-4

 Υπερπήδηση πλαισίων 8-5
Υπό συνθήκη
 τύποι υποθετικοί 10-8
 χρήση της συνάρτησης if B-21
Ύψος B-8

Φ

Φάκελος Παρουσιάσεων 1-5
Φορτίο 3-17, 6-23
Φυσικό αντικείμενο
 ορισμός 6-1
Video for Windows 9-1
 εξαγωγή 9-10

Χ

Χάρακες 6-10
Χρονικό βήμα 8-5, 8-37, A-10
Χρώμα
 αλλαγή στο διάνυσμα 7-29
 αλλαγή στο κείμενο 7-33
 αλλαγή στο σώμα 3-24
 της γραφικής παράστασης 7-10
Χωρισμός 1-25, 5-3
Χώρος εργασίας
 κλίμακα 6-6
 πλαίσιο διαλόγου 6-9
 υποκατάλογος επιλογών 6-9

Ψ

Ω

Interactive Physics™

Ελληνική έκδοση



Ελληνικά
Σχολεία
στην
Κοινωνία
της
Πληροφορίας

Το λογισμικό **Interactive Physics** εξελληνίστηκε και διατέθηκε καταρχήν για χρήση στα Γυμνάσια, Λύκεια και ΤΕΕ που συμμετέχουν στην **Οδύσσεια** – «Ελληνικά Σχολεία στην Κοινωνία της Πληροφορίας». Πρόκειται για το μακρόχρονο (1996-2006) σχεδιασμένο εθνικό πρόγραμμα παιδαγωγικής ένταξης των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας σε όλο το εύρος του εκπαιδευτικού συστήματος. Στο **Σχολικό Εργαστήριο της Κοινωνίας της Πληροφορίας** υποστηρίζεται η διδασκαλία όλων των μαθημάτων και άλλες εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Το 1999-2000 σε πάνω από 400 σχολεία καθηγητές όλων των ειδικοτήτων αξιοποιούν υπολογιστές και δίκτυα στην κύρια καθημερινή σχολική δραστηριότητά τους. Το 3ο ΚΠΣ θα χρηματοδοτήσει τη σταδιακή εξάπλωση της

Οδύσσειας σε όλα τα σχολεία.

Η **Οδύσσεια** την περίοδο 1996-2000 περιλαμβάνει:

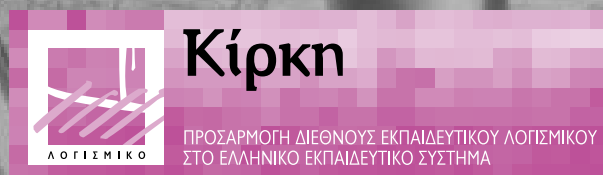
- **μεταπτυχιακή εκπαίδευση 100 επιμορφωτών** (καθηγητές όλων των ειδικοτήτων) σε εξειδικευμένα ετήσια πανεπιστημιακά προγράμματα, που αναλαμβάνουν τη
- **διαρκή ενδοσχολική επιμόρφωση των 6000 εκπαιδευτικών** που υπηρετούν στα σχολεία της Οδύσσειας –και όχι μόνο– ώστε να μπορούν να αξιοποιήσουν το
- **διερευνητικό διαθεματικό εκπαιδευτικό λογισμικό** (30 πακέτα αναπτύχθηκαν εξ αρχής και 10 προσαρμόστηκαν από διεθνές, για όλες τις τάξεις Γυμνασίου και Λυκείου και τις διάφορες ειδικότητες καθηγητών) που λειτουργεί στα
 - 400 περίπου **σχολικά εργαστήρια** (με τοπική και εξ' αποστάσεως τεχνική υποστήριξη), δικτυωμένα στο
 - **πανελλήνιο σχολικό δίκτυο** (με 1500 σχολεία το 1999-2000).

Ο εξελληνισμός και η προσαρμογή του εκπαιδευτικού λογισμικού **Interactive Physics** στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της **Κίρκης**, έργου της Δράσης II: «Εκπαιδευτικό λογισμικό» της Οδύσσειας. Η δημόσια χρηματοδότηση της προσαρμογής εξασφαλίζει ότι το κόστος του παρόντος λογισμικού δεν υπερβαίνει το αντίστοιχο διεθνές.

Η **Οδύσσεια** χρηματοδοτείται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης (ΕΠΕΑΕΚ) του Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων (Επίβλεψη: Διευθύνσεις Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και Κοινωνικού Πλαισίου Στήριξης, πιστοποίηση: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο). Ο σχεδιασμός, η επιστημονική τεχνική στήριξη, ο συντονισμός και η διοικητική και οικονομική διαχείριση γίνονται από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών (ΙΤΥ). Στην εκτέλεσή της συμμετέχουν πάνω από 2500 πληροφορικοί, εκπαιδευτικοί, τεχνικοί, και διοικητικοί εργαζόμενοι σε 50 πανεπιστημιακά τμήματα, 60 εταιρίες και 15 μουσεία, ιδρύματα, ερευνητικά κέντρα κ.ά.

Κέντρο Πληροφόρησης Οδύσσειας: Infodesk.Odysseia@cti.gr
<http://Odysseia.cti.gr/kirki/>

Φορείς της Ενέργειας



Ανάδοχος φορέας

Rainbow Computer AE

Ηλία Ηλιού 75, 117 44, Ν. Κόσμος
web site: www.rainbow.gr
e-mail: rc@rainbow.gr

MSC SOFTWARE
SIMULATING REALITY