

ΚΡΟΥΣΗ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ - ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΡΜΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΜΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΚΡΟΥΣΗ

ΣΤΟΧΟΙ:

- Επαλήθευση της αρχής διατήρησης της ορμής κατά την μετωπική κρούση δυο σφαιρών α) ίσων μαζών β) διαφορετικών μαζών
- Σύγκριση κινητικής ενέργειας πριν και μετά την κρούση. Εξαγωγή συμπεράσματος για το είδος της κρούσης.
- Εξοικείωση με τη χρήση ηλεκτρονικού χρονομέτρου σε συνδυασμό με φωτοπύλες

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΟΡΓΑΝΑ:

- Συσκευή κεκλιμένου επιπέδου πολλαπλών χρήσεων
- Συσκευή ορμής – κρούσης
- Ηλεκτρονικό χρονόμετρο με δυο φωτοπύλες
- Δυο μεταλλικές σφαίρες διαμ. 15mm και μια γυάλινη σφαίρα διαμ. 15mm
- Ζυγός

Όλα τα παραπάνω περιέχονται στη σειρά οργάνων μηχανικής.

- Δυο σφικκτήρες τύπου C για να στερεώσουμε τη συσκευή κεκλιμένου επιπέδου.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ:

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΟΡΜΗΣ

Ένα σώμα που κινείται σε μια διάσταση με ταχύτητα v , έχει ορμή p , ίση με το γινόμενο της μάζας επί την ταχύτητά του, $p=mv$.

Γνωρίζουμε ότι δυο σώματα που αλληλεπιδρούν ασκώντας δύναμη το ένα στο άλλο, αποτελούν ένα σύστημα σωμάτων.

Επίσης έχουμε μάθει ότι ένα σύστημα σωμάτων που αλληλεπιδρούν είναι μονωμένο, όταν δεν ασκούνται στα σώματα που το αποτελούν δυνάμεις από άλλα σώματα εκτός του συστήματος ή αν ασκούνται έχουν συνισταμένη μηδέν.

Σε μια τέτοια περίπτωση, έχει αποδειχτεί ότι η ολική ορμή του συστήματος παραμένει σταθερή.

Η πρόταση αυτή είναι γνωστή ως αρχή διατήρησης της ορμής και εμείς στην εργαστηριακή αυτή άσκηση θα προσπαθήσουμε να την επαληθεύσουμε.

Στο πείραμα που θα πραγματοποιήσουμε, οι σφαίρες που θα συγκρουστούν αποτελούν μονωμένο σύστημα, γιατί η κρούση είναι ένα φαινόμενο που διαρκεί πολύ λίγο χρόνο και οι ωθήσεις των εξωτερικών δυνάμεων είναι αμελητέες κατά τη διάρκεια της κρούσης.

ΚΡΟΥΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Γνωρίζουμε ότι αν η μηχανική ενέργεια των σωμάτων δε μεταβάλλεται με την κρούση, η κρούση είναι ελαστική. Διαφορετικά η κρούση θα είναι μη ελαστική.

Μετρώντας λοιπόν τις μάζες των σφαιρών με μια ζυγαριά και τις ταχύτητές τους, με τον τρόπο που θα περιγράψουμε παρακάτω μπορούμε να βρούμε αν η κινητική ενέργεια του συστήματος διατηρείται $K=1/2mv^2$ =σταθ. (Η δυναμική ενέργεια δε μεταβάλλεται γιατί η διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα και έτσι η θέση των σωμάτων στο χώρο δε μεταβάλλεται).

Επομένως από τα αποτελέσματα των υπολογισμών μπορούμε να αποφανθούμε αν η κρούση είναι ελαστική ή μη ελαστική.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΟΥ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΦΩΤΟΠΥΛΕΣ

Το ηλεκτρονικό χρονόμετρο συνεργάζεται με μια ή δυο φωτοπύλες.

Για τη λειτουργία του, χρησιμοποιείται ένα τροφοδοτικό. (Περιέχεται στη σειρά)
Φωτοπύλη είναι ένα σύστημα αποτελούμενο από ένα φωτοτρανζίστορ και μια κατάλληλη φωτεινή πηγή.

Το ηλ. χρονόμετρο έχει 3 εισόδους.

Είσοδος «E1»: Συνδέεται με το τροφοδοτικό

Είσοδος «Φ1»: Συνδέεται με τη φωτοπύλη Φ1.

Είσοδος «Φ2»: Συνδέεται με τη φωτοπύλη Φ2.

Επίσης διαθέτει μια έξοδο, την οθόνη 5 ψηφίων 7-segment.

Τέλος, έχει δυο διακόπτες «Δ1», «Δ2» για την επιλογή μεταξύ της δυνατότητας RESET και των τύπων λειτουργίας F1/F2/F3, αντίστοιχα.



Το ηλ. χρονόμετρο έχει τη δυνατότητα τριών διαφορετικών τρόπων λειτουργίας.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ 1 («F1»)

Μηδενίζουμε το χρονόμετρο(reset) διακόπτης «Δ1». Τότε το χρονόμετρο λειτουργεί για όσο χρόνο η οπτική επαφή φωτοαισθητήρα και φωτεινής πηγής έχει διακοπεί.

Όταν η επαφή αποκατασταθεί το χρονόμετρο σταματά, έχοντας καταγράψει τη διάρκεια της διακοπής του φωτός.

Επομένως μπορούμε να μετρήσουμε τη χρονική διάρκεια Δt που απαιτείται για να περάσει ένα αδιαφανές αντικείμενο μπροστά από τη φωτοπύλη. Αν τώρα γνωρίζουμε και το μήκος του αντικειμένου (d) είναι δυνατό να υπολογίσουμε την ταχύτητά του (μέση ταχύτητα). $v=d/\Delta t$

Η λειτουργία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για δυο φωτοπύλες συνδεδεμένες ταυτόχρονα, με την κάθε μια να μετρά τους χρόνους διέλευσης αντικειμένων ανεξάρτητα της άλλης.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ 2 («F2»)

Στον τρόπο λειτουργίας 2 απαιτείται η σύνδεση και των δυο φωτοπυλών ταυτόχρονα.

Σε αυτή την περίπτωση η μια φωτοπύλη, με την διακοπή της οπτικής επαφής του ζεύγους, δίνει ένα παλμό που θέτει σε λειτουργία το χρονόμετρο ενώ η διακοπή της οπτικής επαφής στο δεύτερο ζεύγος, δίνει επίσης ένα παλμό στο χρονόμετρο και έτσι διακόπτεται η λειτουργία του.

Δηλαδή στην περίπτωση αυτή χρονομετρούμε τη διάρκεια από τη διακοπή του φωτισμού στο πρώτο ζεύγος μέχρι τη διακοπή του φωτισμού στο δεύτερο ζεύγος. Έτσι μπορούμε να μετρήσουμε τη διάρκεια της κίνησης ενός αδιαφανούς σώματος από τη μια φωτοπύλη μέχρι την άλλη. Αν μετρήσουμε την απόσταση ανάμεσα στις δυο φωτοπύλες μπορούμε να υπολογίσουμε την μέση ταχύτητα του σώματος.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ 3 («F3»)

Στον τρόπο λειτουργίας 3 απαιτείται η χρήση μιας μόνο φωτοπύλης.

Το χρονόμετρο τώρα αρχίζει να μετρά, τη χρονική στιγμή που αποκαθίσταται η οπτική επαφή του ζεύγους για πρώτη φορά (μετά τη διέλευση του αντικειμένου), και σταματά τη μέτρηση τη χρονική στιγμή που αποκαθίσταται η οπτική επαφή του ζεύγους για τρίτη διαδοχική φορά.

Η επιλογή της λειτουργίας που επιθυμούμε γίνεται από το διακόπτη «Δ2» του χρονομέτρου. Πιέζοντας διαδοχικά τον διακόπτη αυξάνεται η ένδειξη της οθόνης κατά 1. Μόλις φτάσει στο 3 επιστρέφει στο 1. Αφού επιλέξουμε τον τρόπο λειτουργίας το χρονόμετρο είναι έτοιμο να κάνει μετρήσεις. Οι χρόνοι που μετρούνται εμφανίζονται άμεσα στην οθόνη και ταυτόχρονα αποθηκεύονται στη

μνήμη του. Πατώντας το διακόπτη «Δ2» εμφανίζονται διαδοχικά στην οθόνη οι αποθηκευμένες μετρήσεις. Η μνήμη καθαρίζει πατώντας το διακόπτη «Δ1».

Να προσθέσουμε τέλος ότι το χρονόμετρο αυτό είναι αρκετά ευαίσθητο και πολύ χρήσιμο όταν θέλουμε να μελετήσουμε κινήσεις που διαρκούν πολύ λίγο και συνεπώς δεν μπορούμε να τις χρονομετρήσουμε με το χειροκίνητο χρονόμετρο.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

1. Συναρμολογούμε την συσκευή κεκλιμένου επιπέδου πολλαπλών χρήσεων σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
2. Συναρμολογούμε τη συσκευή ορμής- κρούσης.
3. Τοποθετούμε τη συσκευή ορμής- κρούσης πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο πολλαπλών χρήσεων.
4. Αναρτούμε τις δυο φωτοπύλες στις θέσεις που υποδεικνύονται από τον κατασκευαστή.

Σε περίπτωση που δεν διαθέτετε το εγχειρίδιο με τις οδηγίες του κατασκευαστή απευθυνθείτε στο ΕΚΦΕ της περιοχής σας.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

A. Ίσες μάζες

Από τη θεωρία γνωρίζουμε ότι αν οι σφαίρες έχουν ίσες μάζες η προσπίπτουσα σφαίρα μένει ακίνητη μετά την κρούση.

Έτσι μετράμε την ταχύτητα της προσπίπτουσας την στιγμή που περνά από τη βάση του αλουμινένιου διαδρόμου πριν πραγματοποιήσουμε την κρούση.

Αυτό γίνεται γιατί όταν ακινητοποιηθεί η σφαίρα δεν περνά από τη φωτοπύλη και δεν καταγράφεται χρόνος.

Θέτουμε σε λειτουργία το χρονόμετρο με τις δυο φωτοπύλες, επιλέγοντας τον τρόπο λειτουργίας «F1». Έτσι μετράμε την ταχύτητα της προσπίπτουσας σφαίρας όπως έχουμε περιγράψει.

Στη συνέχεια ισορροπούμε τη μια μεταλλική σφαίρα(στόχος) πάνω στον αξονίσκο. Αφήνουμε την άλλη μεταλλική σφαίρα(προσπίπτουσα) να κυλίσει από το ίδιο ύψος του αλουμινένιου διαδρόμου που την είχαμε αφήσει και προηγουμένως.(Έτσι θα φτάσει στη βάση του διαδρόμου με την ίδια ταχύτητα που έχουμε μετρήσει).



Έχουμε έτσι μια μετωπική (κεντρική) κρούση δύο σφαιρών με ίσες μάζες και ίδιες διαστάσεις.

B. Άνισες μάζες

Θέτουμε σε λειτουργία το χρονόμετρο με τις δυο φωτοπύλες, επιλέγοντας τον τρόπο λειτουργίας «F1».

Μετράμε την ταχύτητα της προσπίπτουσας σφαίρας (m_1) την στιγμή που περνά από τη βάση του αλουμινένιου διαδρόμου πριν πραγματοποιήσουμε την κρούση.

Ισορροπούμε τη γυάλινη σφαίρα(στόχος $-m_2$) πάνω στον αξονίσκο.

Θέτουμε σε λειτουργία το χρονόμετρο με τις δυο φωτοπύλες, επιλέγοντας τον τρόπο λειτουργίας «F1».

Αφήνουμε την μεταλλική σφαίρα (προσπίπτουσα) m_1 να κυλίσει από το ίδιο ύψος του αλουμινένιου διαδρόμου που την είχαμε αφήσει και προηγουμένως.

Έχουμε έτσι μια μετωπική κρούση δυο σφαιρών με διαφορετικές μάζες και ίδιες διαστάσεις.

Προσοχή! Κατά την κρούση δεν παίρνουμε υπόψη μας την πρώτη μέτρηση του χρόνου($t_{\text{προσπίπτουσας}}=t_1$) καθώς η μέτρηση αυτή που θα μας δώσει την ταχύτητα της προσπίπτουσας σφαίρας πριν την κρούση δεν είναι η πραγματική διότι η κρούση γίνεται πριν περάσει η σφαίρα την φωτοπύλη.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΟΝΟΜΑ/ΕΠΩΝΥΜΟ _____

A. Τσες μάζες

Πραγματοποιήστε την πειραματική διαδικασία όπως περιγράψαμε πριν.

Στην οθόνη του χρονομέτρου εμφανίζονται οι μετρήσεις $t_{\text{προσπίπτουσας}}$ και $t_{\text{στόχου}}$

Επαναλάβετε την διαδικασία 5-6 φορές και υπολογίστε την μέση τιμή των χρόνων.

Συμπληρώστε τον ΠΙΝΑΚΑ Α

ΠΙΝΑΚΑΣ Α

	1	2	3	4	5	t(μέση τιμή)
$t_{\text{προσπίπτουσα}}$						
$t_{\text{στόχου}}$						

Συγκρίνομε τις τιμές και αν οι χρόνοι είναι ίδιοι η ορμή διατηρείται. Εξηγήστε γιατί.
Αν δεν συμβαίνει αυτό, αναφέρετε τους πιθανούς λόγους.

Η κινητική ενέργεια διατηρείται; Εξηγήστε.

Τι συμπεραίνεις για την ελαστικότητα (ή όχι) της κρούσης.

B Άνισες μάζες

Βλέπουμε στην οθόνη του χρονομέτρου τρεις μετρήσεις $t_{\text{προσπίπτουσας}}=t_1$, $t_{\text{στόχου}}=t_2$ και $t_{\text{προσπίπτουσας μετά}}=t'_1$. Θυμόμαστε ότι για t_1 δεν παίρνουμε αυτόν τον χρόνο αλλά αυτόν που είχαμε μετρήσει για την προσπίπτουσα πριν τοποθετήσουμε την σφαίρα- στόχο πάνω στον αξονίσκο.

Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία 5-6 φορές και υπολογίζουμε την μέση τιμή των χρόνων. Προσέχουμε κάθε φορά να αφήνουμε την σφαίρα από το ίδιο ύψος στον αλουμινένιο διάδρομο. Συμπληρώνουμε τον ΠΙΝΑΚΑ Β

ΠΙΝΑΚΑΣ Β

	1	2	3	4	5	t(μέση τιμή)
t_1						
t_2						
t'_1						

Ζυγίζουμε τις μάζες και καταγράφουμε τις τιμές

$m_1=$ _____

$m_2=$ _____

Δίνεται από τον κατασκευαστή ότι η διάμετρος κάθε σφαίρας είναι 15mm.
 Θυμηθείτε τον τρόπο υπολογισμού της ταχύτητας και υπολογίστε την ορμή του συστήματος των σφαιρών $p_{αρχ}$ και $p_{τελ}$.
 Ελέγξτε αν η ορμή του συστήματος διατηρείται. Ερμηνεύστε τα αποτελέσματά σας.

Η κινητική ενέργεια του συστήματος διατηρείται; Εξηγήστε.
 Τι συμπεραίνεις για την ελαστικότητα (ή όχι) της κρούσης;

Γιατί επιλέξαμε να είναι στόχος η γυάλινη σφαίρα και όχι η μεταλλική;

Ελέγξτε τις γνώσεις σας

Στην περίπτωση που πραγματοποιούμε κρούση με άνισες μάζες m_1 , m_2 και αρχικά η μάζα m_2 είναι ακίνητη, ξεκινώντας από την αρχή διατήρησης της ορμής να αποδειχθεί η σχέση: $1/t_1 = 1/t'_1 + m_2/m_1 t_2$

Ακόμα ξεκινώντας από τη σχέση της διατήρησης της κινητικής ενέργειας να δείξετε ότι ισχύει η σχέση: $1/t_1^2 = 1/t'^2_1 + m_2/m_1 t_2^2$

Τι κερδίζουμε αν χρησιμοποιούσαμε αυτές τα σχέσεις στους πειραματικούς υπολογισμούς μας για την επαλήθευση (ή όχι) της διατήρησης της ορμής και της μηχανικής ενέργειας;

Η μηχανική ενέργεια του συστήματος διατηρείται, αν διατηρείται η κινητική ενέργεια; Τι γίνεται με τη δυναμική ενέργεια του συστήματος;
