

## Δύναμη και κίνηση

Όργανα, συσκευές, υλικά:

- Ένα εργαστηριακό αμαξάκι + πλάκες βαριδιών.
- Τροχαλία+ βάση χυτοσίδηρου για “stop” στο αμαξίδιο.
- Νήμα (70-80cm).
- Μάζα (50gr.)
- Δυναμόμετρο.
- Χρονομετρητής.
- Μετροταινία

### Θεωρία

Εξισώσεις κινήσεων:

- ✓ Κίνηση με σταθερή επιτάχυνση.

$$v = v_{αρχ} + α \cdot \Delta t$$

$$\Delta x = v_{αρχ} \cdot \Delta t + 1/2 \alpha \cdot \Delta t^2$$

Νόμοι δυνάμεων

- ✓ Νόμος της αδράνειας.
- ✓ Θεμελιώδης νόμος της μηχανικής.

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

- ✓ Τρίτος νόμος του Νεύτωνα.. «...για κάθε δράση υπάρχει και μία αντίδραση»

### Σκοπός –Στόχοι Άσκησης

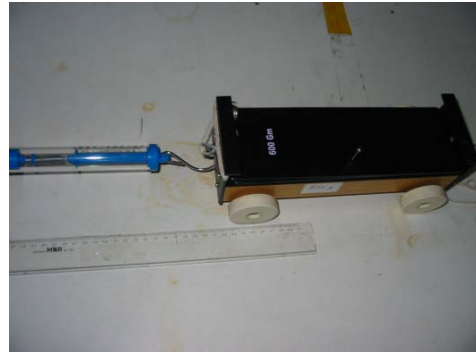
Οι μαθητές:

- Εφαρμόζουν τις πειραματικά μετρούμενες τιμές μήκους & χρόνου στις εξισώσεις κίνησης.
- Αναγνωρίζουν τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα και αντιλαμβάνονται τις σχέσεις μεταξύ τους, με την βοήθεια του τρίτου νόμου του Νεύτωνα.
- Εφαρμόζουν τις μετρούμενες τιμές στον Θεμελιώδη Νόμο της Μηχανικής.

### Περιγραφή Πειράματος

- Τοποθετούμε στο αμαξίδιο δύο μάζες περίπου 600g την κάθε μία, ώστε η συνολική μάζα να είναι 1800g (το κάθε αμαξίδιο έχει μάζα 580-600g). Έτσι έχουμε αυξημένη αδράνεια στη διάρκεια των κινήσεων. Επίσης καλό είναι να ελέγξουμε του τροχούς του ώστε να περιστρέφονται χωρίς πρόβλημα (πιθανόν να χρειάζονται λάδωμα) καθώς και την οριζοντίωση του πάγκου εργασίας.

- Αρχικά υπολογίζουμε τις δυνάμεις τριβής που εμποδίζουν την κίνηση. Τραβάμε με το δυναμόμετρο σιγά -σιγά, ώστε το αμαξάκι μόλις που να αρχίσει να κινείται. Ακριβώς Πριν συμβεί αυτό σημειώνουμε την δύναμη που ασκήσαμε.
- Τις δυνάμεις που εμποδίζουν την κίνηση μπορούμε να τις υπολογίσουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια μέσω μεταβλητού βάρους που κρεμάμε στο αμαξάκι (π.χ., ένα ελαφρύ κύπελλο που συμπληρώνουμε νερό).



- Κρεμάμε ένα βαρίδι 50g και αφήνουμε το αμαξάκι να κινηθεί σε μια ορισμένη απόσταση. Μετράμε τον χρόνο κίνησης και επαναλαμβάνουμε 4-5 φορές. Εφαρμόζουμε τις τιμές στην εξίσωση μετατόπισης της ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης και υπολογίζουμε την επιτάχυνση (μέση τιμή από τις μετρήσεις):

$$a = 2 \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t^2}$$

- Υπολογίζουμε την συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο αμαξάκι εφαρμόζοντας τον Θεμελιώδη Νόμο της Μηχανικής.
- Υπολογίζουμε την δύναμη που ασκεί το νήμα και την συγκρίνουμε με το βάρος του βαριδιού.



- Παρατήρηση ...  
*Η τροχαλία που χρησιμοποιούμε έχει πολύ μικρή μάζα και αντίστοιχα πολύ μικρή ροπή αδράνειας. Έτσι τις δυνάμεις που δέχεται από τα δύο τμήματα του νήματος τις θεωρούμε ίσες.*

## Δύναμη και κίνηση - Φύλλο εργασίας

Όνοματεπώνυμο .....

Τμήμα .....

1. Χρησιμοποιώντας το δυναμόμετρο που βρίσκεται στην θέση εργασίας σου, προσπάθησε να τραβήξεις οριζόντια το αμαξάκι, έτσι ώστε αυτό να ίσα - ίσα να μην κινείται.



- a. Πόση είναι η **συνισταμένη** δύναμη που ασκείται στο αμαξάκι;

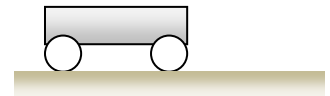
.....

- b. Τι δυνάμεις ασκούνται στο αμαξάκι; Σχεδίασε τις στο διπλανό σχήμα (θεωρώντας ότι όλες ασκούνται στο κέντρο μάζας του), και ονόμασε τις.

.....

.....

.....



- c. Ποια-ες δύναμη προσπαθεί να κινήσει το αμαξάκι και ποια-ες το εμποδίζει;

.....

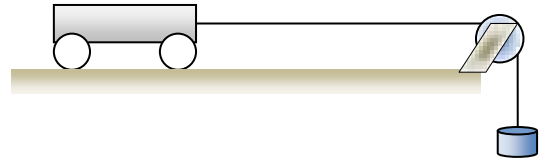
- d. Πόση ήταν η δύναμη που εμποδίζε το αμαξάκι να κινηθεί;

.....

2. Τοποθέτησε το αμαξίδιο σε συγκεκριμένη απόσταση από την τροχαλία. Σημείωσε στον διπλανό πίνακα τα δεδομένα για την μάζα του αμαξιδίου που θα χρησιμοποιήσεις, καθώς και την απόσταση  $S$  που θα διανύσει στην διάρκεια της κίνησης του.

Μάζα Αμαξιδίου (kg)	Απόσταση $S$ που διανύεται (m)

3. Κρέμασε μία μάζα  $m = 50g$  μέσω της τροχαλίας και άφησε το σύστημα ελεύθερο να κινηθεί.



- a. Τι δυνάμεις δέχεται το αμαξάκι στην διάρκεια της κίνησης του;

.....

- b. Είναι σταθερές ή μεταβλητές οι δυνάμεις αυτές;

.....

- c. Ποια είναι μεγαλύτερη;

.....

1. Μέτρησε τον χρόνο που χρειάζεται το αμαξίδιο για να διανύσει την απόσταση S. Επανάλαβε το πείραμα 4-5 φορές και συμπλήρωσε τις τιμές στον διπλανό πίνακα (1<sup>η</sup> στήλη).

$\Delta t$ (χρονική διάρκεια κίνησης)	$\overline{\Delta t}$

2. Υπολόγισε την μέση τιμή του χρόνου  $\Delta t$  (μέσος όρος των τιμών του).

.....  
 .....

3. Τι είδους κίνηση εκτελεί; Ποια από τις δύο επόμενες εξισώσεις περιγράφει την απόσταση που διανύει;

$$A. S = v \cdot \Delta t \quad B. S = \frac{1}{2} \alpha \cdot \Delta t^2$$

4. Χρησιμοποιώντας την εξίσωση που επέλεξες, υπολόγισε την επιτάχυνση.

.....  
 .....

5. Εφαρμόζοντας τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής, με την τιμή της επιτάχυνσης που μέτρησες, υπολόγισε την συνολική δύναμη που δέχεται το αμαξάκι.

.....  
 .....

6. Θεώρησε ότι η δύναμη της τριβής που μέτρησες στην πρώτη ερώτηση (1.), παραμένει σταθερή σε όλη την διάρκεια της κίνησης.

- a. Πόση είναι η δύναμη που ασκεί το νήμα στο αμαξάκι;

.....  
 .....

- b. Πόσο είναι το βάρος της μάζας που έχεις κρεμάσει;

.....

- c. Σύγκρινε την προηγούμενη τιμή του βάρους με αυτήν της δύναμης του νήματος.

.....

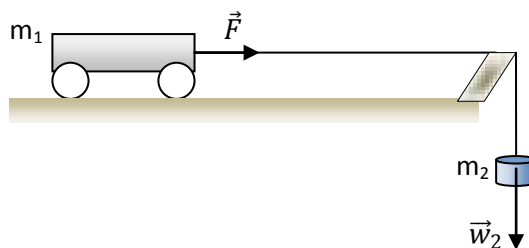
- d. Ποια από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστή;

**A.** Η δύναμη που τραβάει το αμαξάκι προς την κατεύθυνση της κίνησης είναι το βάρος του βαριδιού.

**B.** Η δύναμη που τραβάει το αμαξάκι προς την κατεύθυνση της κίνησης είναι η δύναμη του νήματος.

## Ασκήσεις

1. Ένα αμαξάκι μάζας  $m_1 = 1,8\text{kg}$  βρίσκεται αρχικά ακίνητο πάνω σε ένα οριζόντιο τραπέζι. Με την βοήθεια ενός νήματος και μιας μάζας  $m_2$  βάρους  $w_2 = 2\text{N}$  που συνδέονται όπως φαίνεται στο σχήμα, δέχεται σταθερή δύναμη  $\vec{F}$ . Έτσι αυτό αρχίζει να επιταχύνεται ομαλά. Αν



γνωρίζουμε ότι η συνολική δύναμη που αντιστέκεται στην κίνησή του έχει μέτρο  $F_T = 0,5\text{N}$  καθώς και ότι κατά την κίνησή του διανύει απόσταση  $S = 1,5\text{m}$  σε χρόνο  $\Delta t = 2\text{s}$ , να υπολογιστούν:

- A.** Η επιτάχυνση που αποκτάει το αμαξάκι.
- B.** Η συνισταμένη δύναμη που δέχεται.
- Γ.** Η δύναμη που ασκεί το νήμα στο αμαξάκι.
- Δ.** Η συνισταμένη δύναμη που δέχεται το βαρίδι  $m_2$

2. Ένα αντικείμενο που αρχικά ηρεμεί πάνω σε οριζόντιο επίπεδο, δέχεται δύο οριζόντιες δυνάμεις με μέτρο  $F = 5\text{N}$  και  $T = 1\text{N}$  και αντίθετη φορά, όπως φαίνεται στο σχήμα (όπου  $\vec{T}$  είναι η συνολική τριβή που δέχεται κατά την κίνησή του). Η μάζα του είναι  $m = 4\text{kg}$ .



- A.** Σχεδιάστε **όλες** τις δυνάμεις που δέχεται το αντικείμενο. Είναι κάποιες από αυτές της μορφής «δράση – αντίδραση»; Εξηγήστε.
- B.** Πόση είναι η δύναμη που ασκεί το τραπέζι στο σώμα, και πόση η δύναμη που ασκεί η Γή στο σώμα;
- Γ.** Πόση δύναμη ασκεί το σώμα στο τραπέζι; Εξηγήστε.
- Δ.** Υπολογίστε την επιτάχυνση που αποκτάει το αντικείμενο.
- Ε.** Πόση θα είναι η ταχύτητά του και πόση απόσταση θα έχει διανύσει σε χρόνο  $\Delta t = 2\text{s}$ ;
- Στ.** Φτιάξτε το διάγραμμα της ταχύτητάς του, σε συνάρτηση με τον χρόνο.