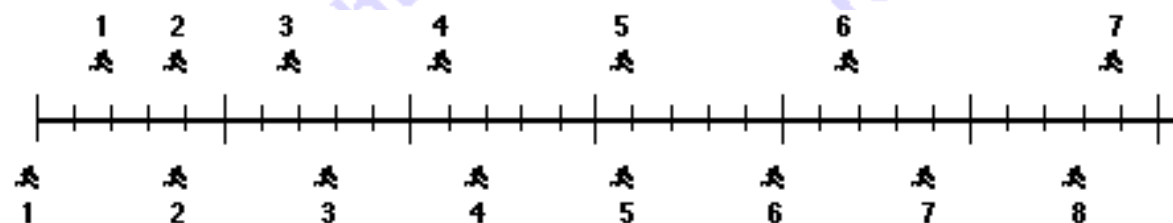


Α΄ Λυκείου14 Μαρτίου 2009**Θεωρητικό Μέρος****Θέμα 1ο**

Στις ερωτήσεις Α,Β,Γ,Δ,Ε μια μόνο απάντηση είναι σωστή. Γράψτε στο τετράδιό σας το κεφαλαίο γράμμα της ερώτησης και το μικρό γράμμα της σωστής απάντησης.

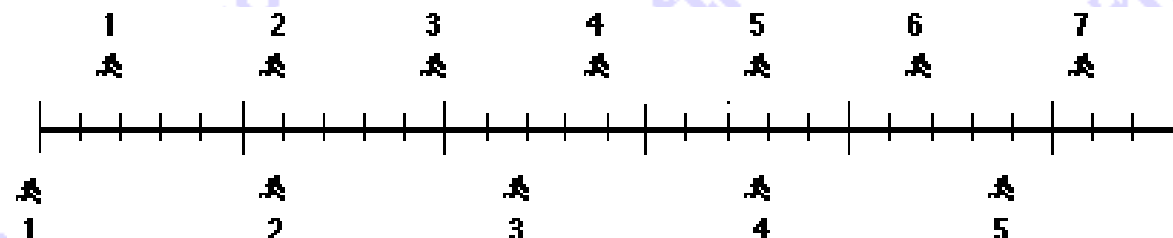
**Α)** Ενώ εσύ και ο φίλος σου τρέχετε ο φυσικός σας έπαιρνε μετρήσεις. Αργότερα έκανε το παρακάτω διάγραμμα. Τα εικονίδια δείχνουν τις θέσεις που είχατε εσύ και ο φίλος σου σε κάθε δευτερόλεπτο. Και οι δύο τρέχετε προς τα δεξιά.



Είχατε κάποια στιγμή την ίδια ταχύτητα;

- α. Όχι
- β. Ναι, στο δεύτερο δευτερόλεπτο
- γ. Ναι, στο πέμπτο δευτερόλεπτο
- δ. Ναι, στο 2<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> δευτερόλεπτο
- ε. Ναι, κάποια στιγμή μεταξύ 3<sup>ου</sup> και 5<sup>ου</sup> δευτερολέπτου

**Β)** Οι θέσεις δύο δρομέων φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα. Και οι δύο τρέχουν προς τα δεξιά

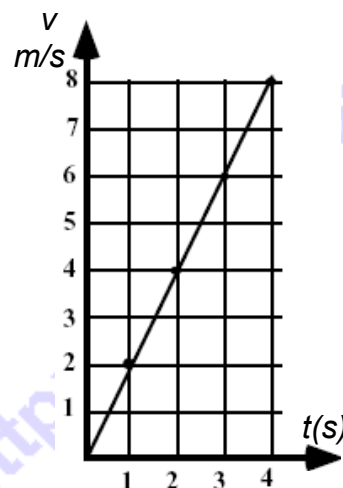


Ποιος έχει μεγαλύτερη επιτάχυνση;

- α. Ο πάνω
- β. Κανείς αφού και οι δύο έχουν την ίδια επιτάχυνση
- γ. Ο κάτω
- δ. Κανείς αφού και οι ταχύτητές τους δεν μεταβάλλονται
- ε. Δεν έχω αρκετές πληροφορίες για να απαντήσω.

**Γ)** Στο διπλανό γράφημα φαίνεται η ταχύτητα ενός αντικειμένου σε σχέση με το χρόνο. Ποια από τις παρακάτω σχέσεις ταιριάζει στο γράφημα αυτό;

- α.  $v = t + 1$
- β.  $v = t - 1$
- γ.  $v = 2t$
- δ.  $v = 8$



Δ) Αν ένα αντικείμενο κινείται κυκλικά, τότε

- α. κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- β. επιταχύνεται.
- γ. οι δυνάμεις που ενεργούν πάνω του ισορροπούν.
- δ. μόνο οι δυνάμεις φυγόκεντρος και κεντρομόλος ισορροπούν.

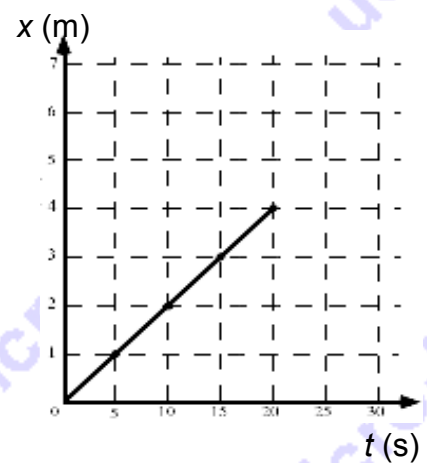
Ε) Γράψτε για κάθε σύνολο μονάδων από τα παρακάτω αν εκφράζουν δύναμη, ενέργεια ή ορμή.

- α.  $N \cdot s$     β.  $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$     γ.  $\frac{kg \cdot m}{s^2}$     δ.  $kg \cdot \frac{m}{s}$     ε.  $N \cdot m$

### Θέμα 2ο

Α. Σχεδιάστε ένα ελεύθερο διάγραμμα στο οποίο να φαίνονται οι δυνάμεις που ασκούνται σε ένα μαγνητάκι, από αυτά που κολλάμε στο ψυγείο, όταν αυτό είναι ακίνητο πάνω στην πόρτα του ψυγείου. Εξηγήστε ποιες είναι οι δυνάμεις αυτές και ποιες σχέσεις ισχύουν για τα μέτρα τους.

Β. Στο διπλανό γράφημα φαίνεται η θέση ενός εντόμου σε σχέση με το χρόνο. Αν το έντομο συνεχίσει να κινείται με την ίδια ταχύτητα σε ποια θέση θα βρίσκεται τη χρονική στιγμή 30 (s);



Γ. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι τιμές της θέσης  $x$  ενός αεροπλάνου και οι αντίστοιχες χρονικές στιγμές καθώς αυτό τροχοδρομεί στο διάδρομο απογείωσης.

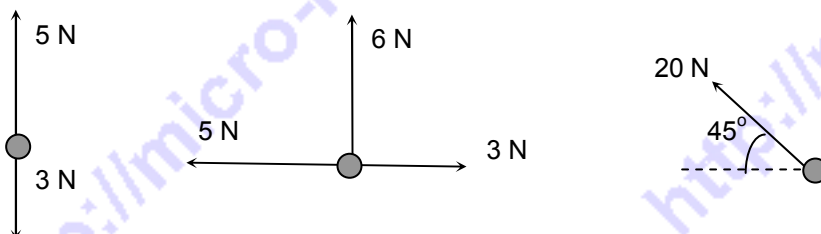
$t$ (s)	0	1	2	3	4	5
$x$ (m)	0	1	6	17	37	67

i) Η ταχύτητα του αεροπλάνου αυξάνεται, μειώνεται ή παραμένει σταθερή;

ii) Η επιτάχυνση του αεροπλάνου αυξάνεται, μειώνεται ή παραμένει σταθερή;

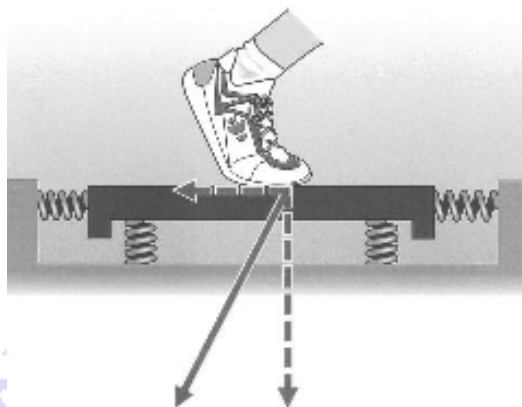
Εξηγήστε πλήρως τις απαντήσεις σας.

Δ. Εφαρμόστε τουλάχιστον δύο ακόμη δυνάμεις σε καθένα από τα τρία παρακάτω αντικείμενα έτσι που τα αντικείμενα να βρίσκονται σε ισορροπία. Κάθε δύναμη που εφαρμόζετε πρέπει να είναι είτε οριζόντια στον άξονα  $x$  είτε κατακόρυφη στον άξονα  $\psi$ . Ορίστε σαφώς τα μέτρα τους και σχεδιάστε καθαρά βέλη για τις διευθύνσεις τους ξανακάνοντας στο τετράδιό σας τα παρακάτω διαγράμματα στα οποία να έχουν προστεθεί οι δύο δυνάμεις στο καθένα από αυτά.



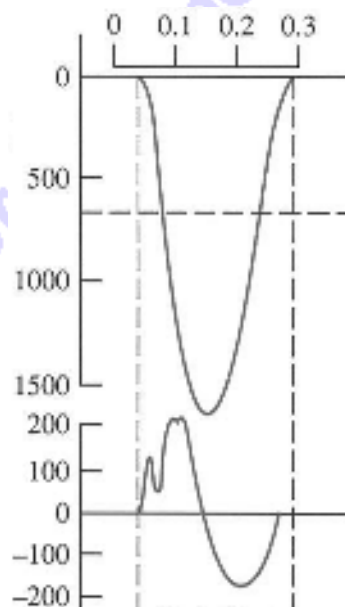
**Θέμα 3ο**

**A.** Στην εικόνα φαίνεται ένα απλοποιημένο μοντέλο μιας πλατφόρμας που χρησιμοποιείται στη βιολογική μηχανική για τη μέτρηση της δύναμης που ασκείται στο έδαφος από το πόδι ενός δρομέα. Υποθέστε ότι η πλατφόρμα έχει μάζα 5 Kg και κάθε ένα από τα τέσσερα ελατήρια έχει σταθερά  $10^6$  N/m. Κάποια στιγμή, τα κατακόρυφα ελατήρια είναι συμπιεσμένα κατά 0,5 mm. Την ίδια στιγμή, καθένα από τα οριζόντια ελατήρια απέχει από το φυσικό του μήκος κατά 0,1 mm, το αριστερό είναι συμπιεσμένο και το δεξιό είναι τεντωμένο. Η κατακόρυφη συνιστώσα της επιτάχυνσης της πλατφόρμας έχει φορά προς τα πάνω και μέτρο  $5 \text{ m/s}^2$  ενώ η οριζόντια συνιστώσα της έχει φορά προς τα πίσω (αριστερά) και μέτρο  $2 \text{ m/s}^2$ .



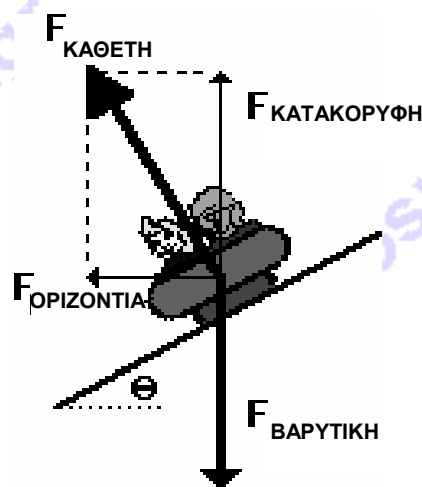
i) Βρείτε τη δύναμη που δέχεται το πόδι του δρομέα από την πλατφόρμα τη στιγμή αυτή. Δίνεται η επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας  $g=9,81 \text{ m/s}^2$

ii) Στο διπλανό γράφημα φαίνονται δεδομένα μιας πλατφόρμας στην περίπτωση δρομέα 68 kg. Το πάνω γράφημα δείχνει την κατακόρυφη δύναμη και το κάτω δείχνει την οριζόντια δύναμη που δέχεται η πλατφόρμα από το δεξί πόδι του δρομέα. Στον οριζόντιο άξονα φαίνονται οι τιμές του χρόνου σε δευτερόλεπτα και στον κατακόρυφο οι τιμές των δυνάμεων σε N. Να βρείτε κατά προσέγγιση τη δύναμη που δέχεται το πόδι του αθλητή από την πλατφόρμα τη στιγμή που η οριζόντια συνιστώσα της μεγιστοποιείται.



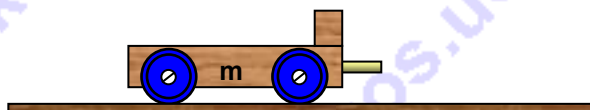
iii) Συγκρίνετε τη δύναμη που δέχεται το πόδι του αθλητή από την πλατφόρμα με το βάρος του αθλητή. Εξηγήστε την αναγκαιότητα της χρήσης κατάλληλων υποδημάτων χωρίς τα οποία οι δρομείς θα είχαν πιθανώς τραυματισμούς.

**B.** Δυο παιδιά σε λούνα πάρκ παίρνουν στροφή πάνω σε λείο κεκλιμένο ως προς το οριζόντιο επίπεδο δρόμο. Το όχημα μαζί με τα παιδιά έχει μάζα 400 kg και κινείται με ταχύτητα σταθερού μέτρου  $20 \text{ m/s}$  σε οριζόντια κυκλική τροχιά ακτίνας 20 m, όπως φαίνεται στο διπλανό ελεύθερο διάγραμμα. Η κάθετη δύναμη έχει αναλυθεί σε κατακόρυφη συνιστώσα και οριζόντια συνιστώσα. Η επιτάχυνση λόγω της βαρύτητας είναι  $g=10 \text{ m/s}^2$ . Να βρείτε: την επιτάχυνση του οχήματος, τη συνισταμένη δύναμη στο όχημα, τη βαρυτική δύναμη στο όχημα, την κατακόρυφη και την οριζόντια συνιστώσα της κάθετης δύναμης από το δρόμο και τη γωνία  $\theta$  του κεκλιμένου δρόμου με το οριζόντιο επίπεδο.



**Πειραματικό Μέρος**

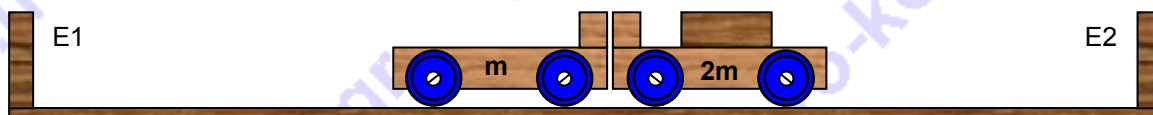
**A.** Το αμαξίδιο του διπλανού σχήματος φέρει μηχανισμό εκτίναξης και έχει μάζα  $m$  και μήκος  $d=0,15$  m. Ο μηχανισμός εκτίναξης αποτελείται



από ελατήριο με έμβολο το οποίο όταν είναι συσπειρωμένο είναι στο εσωτερικό του αμαξιδίου ενώ όταν απελευθερώνεται το έμβολο εξέρχεται χωρίς να αποκολλάται από το καροτσάκι. Συσπειρώνουμε το μηχανισμό εκτίναξης και τον απελευθερώνουμε απότομα.

i) Αμέσως μετά την απελευθέρωση το αμαξίδιο θα κινηθεί προς τα αριστερά, προς τα δεξιά ή θα παραμείνει ακίνητο; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

Με συσπειρωμένο το μηχανισμό εκτίναξης ακουμπάμε στο δεξί άκρο του αμαξιδίου αυτού το αριστερό άκρο ενός δεύτερου αμαξιδίου με το ίδιο μήκος, χωρίς μηχανισμό εκτίναξης και με μάζα  $2m$  όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Τα δύο αμαξίδια βρίσκονται πάνω σε εργαστηριακό πάγκο στα άκρα του οποίου υπάρχουν εμπόδια  $E1$  και  $E2$ . Η απόσταση των εμποδίων είναι  $L=1,5$  m και το επίπεδο συνεπαφής των δύο αμαξιδίων ισαπέχει από τα εμπόδια.



Με την απελευθέρωση του μηχανισμού εκτίναξης ακούμε τρεις κρότους πριν ξαναπλησιάσουν τα αμαξάκια. Ο πρώτος αμέσως με την απελευθέρωση, ο δεύτερος λίγο αργότερα και ο τρίτος λίγο αργότερα μετά τον δεύτερο.

ii) Εξηγήστε την προέλευση των κρότων αυτών.

iii) Σε ποια απόσταση από το εμπόδιο  $E1$  θα έπρεπε να βρίσκεται το επίπεδο συνεπαφής των αμαξιδίων ώστε μετά την απελευθέρωση και πριν ξαναπλησιάσουν τα αμαξάκια να ακουστούν δύο κρότοι. Ο πρώτος αμέσως με την απελευθέρωση και ο δεύτερος λίγο μετά; Να εξηγήσετε πλήρως την απάντησή σας.

**B.** Ένα ξύλινο παραλληλεπίπεδο σύρεται πάνω στον οριζόντιο πάγκο του σχολικού εργαστηρίου. Η σταθερή οριζόντια δύναμη που του ασκείται κάθε φορά καταγράφεται με τη βοήθεια δυναμόμετρου ή αισθητήρα δύναμης. Η επιτάχυνση που αποκτά το παραλληλεπίπεδο καταγράφεται με τη βοήθεια επιταχυνσιόμετρου (αισθητήρα επιτάχυνσης) που είναι τοποθετημένος πάνω στο κιβώτιο. Τα πειραματικά δεδομένα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

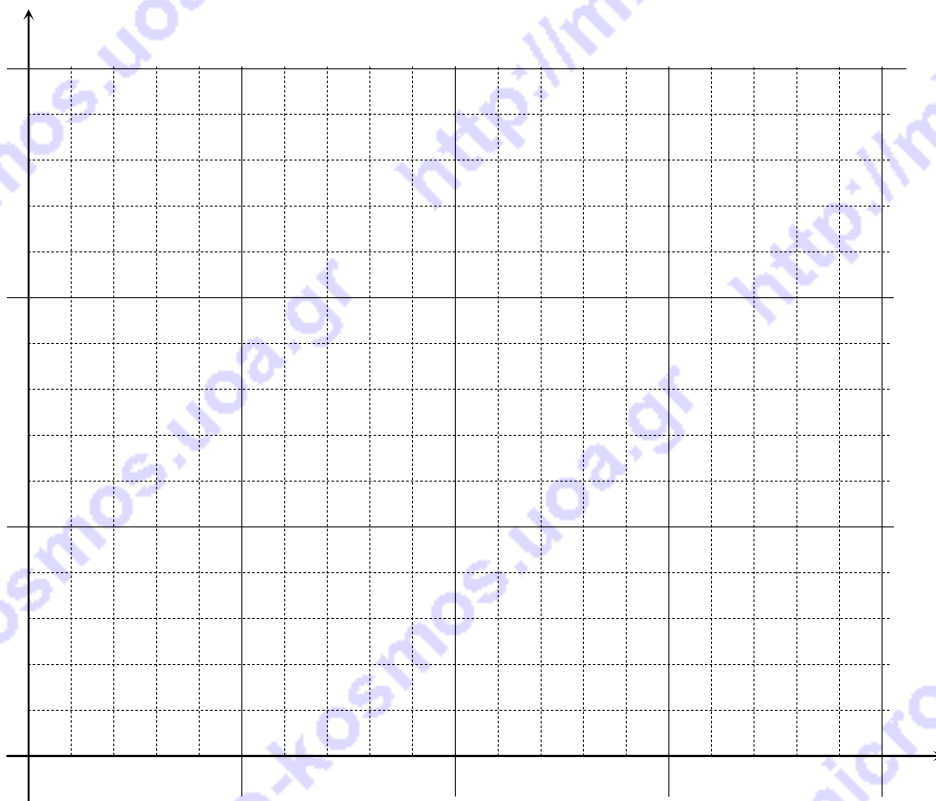
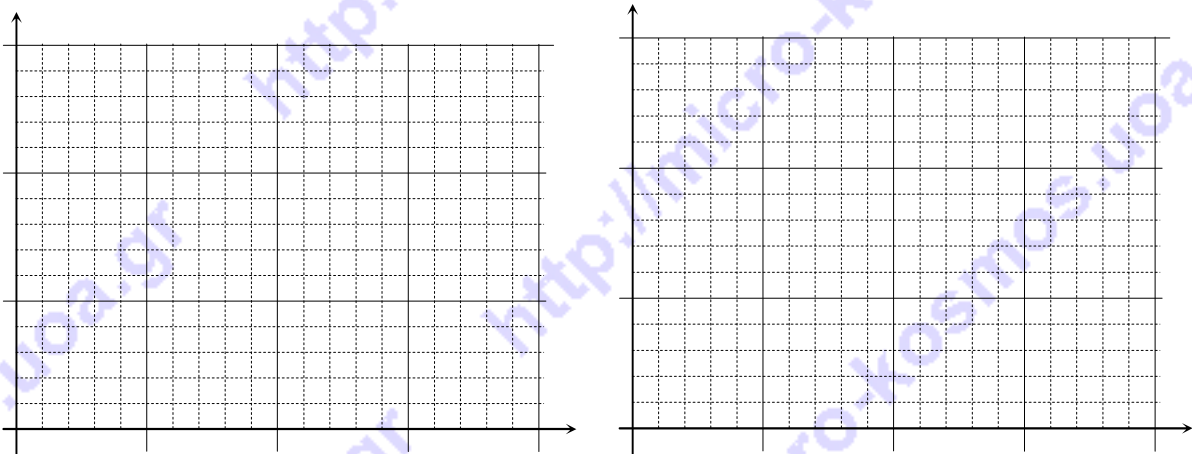
$F$ (N)	3,05	3,45	4,05	4,45	5,05
$a$ ( $m/s^2$ )	0,95	2,05	2,95	4,05	4,95

Βρείτε τη μάζα του παραλληλεπίπεδου και τον συντελεστή τριβής μεταξύ του ξύλινου παραλληλεπίπεδου και της επιφάνειας του εργαστηριακού πάγκου. Δίνεται  $g=10$   $m/s^2$ .



Αν θέλετε, μπορείτε να κάνετε τα γραφήματα τα οποία πιθανώς θα σας χρειαστούν σ' αυτή τη σελίδα και να την επισυνάψετε μέσα στο τετράδιό σας.

Επιλέξτε τους άξονες τιλοδοτήστε συμπεριλάβετε και τις κατάλληλες μονάδες σε κάθε άξονα.



**Συνοπτικές Απαντήσεις**

**Θεωρητικό Μέρος**

**Θέμα 1ο**

- A. ε.                      B. δ                      Γ. γ                      Δ. β
- E. α:ορμή      β:ενέργεια      γ:δύναμη      δ:ορμή      ε:ενέργεια

**Θέμα 2ο**

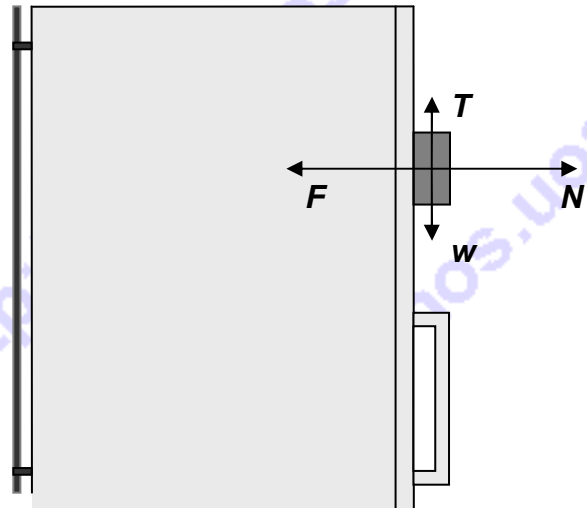
A. Στο διπλανό διάγραμμα φαίνονται οι δυνάμεις που ασκούνται στο μαγνητάκι.

Το βάρος  $w$  από τη Γη η μαγνητική δύναμη  $F$  από το ψυγείο επειδή μαγνητίζεται από το μαγνητάκι ή κάθετη δύναμη  $N$  από το ψυγείο και η στατική τριβή  $T$

Αφού το μαγνητάκι ισορροπεί θα πρέπει

$\Sigma F_x=0$  και  $\Sigma F_y=0$  δηλαδή για τα μέτρα των δυνάμεων ισχύει:

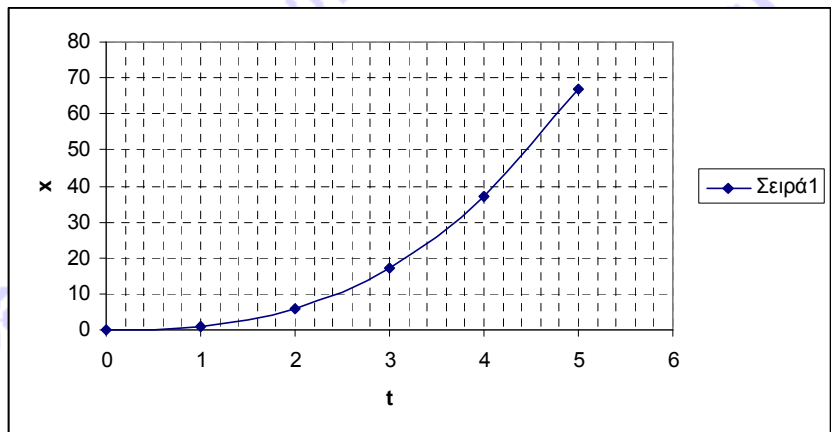
$w=T$  και  $F=N$



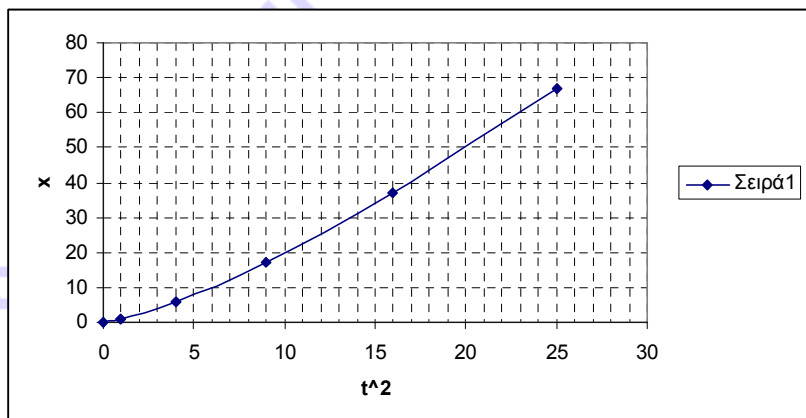
B.  $x=6m$

Γ.

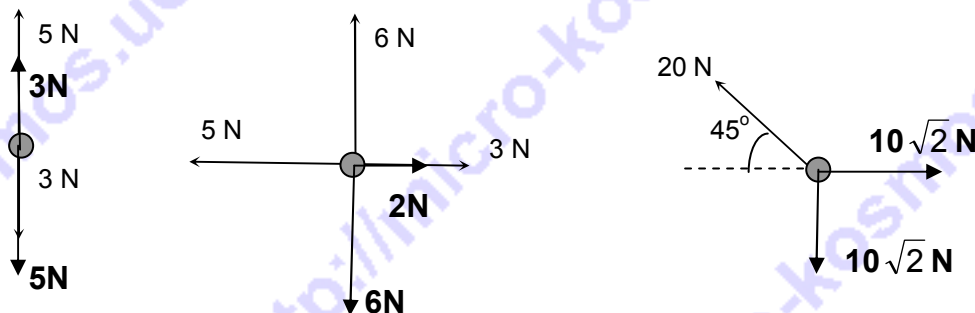
i ) Η ταχύτητα του αεροπλάνου αυξάνεται όπως προκύπτει από το διπλανό γράφημα του  $x$  σε σχέση με το χρόνο



ii ) Η επιτάχυνση του αεροπλάνου αυξάνεται, όπως προκύπτει από το διπλανό γράφημα του  $x$  σε σχέση με το τετράγωνο του χρόνου.



Δ. Οι δύο ζητούμενες δυνάμεις φαίνονται στο παρακάτω σχήμα με έντονη γραφή. Στην πρώτη περίπτωση θα μπορούσε η απάντηση να είναι και διαφορετική.



**Θέμα 3ο**

A. i) Από το δεύτερο νόμο του Newton για την πλατφόρμα στον άξονα x

$$\Sigma F_x = ma_x$$

$$F_3 + F_4 + F_{5x} = ma_x$$

$$F_{5x} = ma_x - F_3 - F_4$$

Αλλά  $F_3 = F_4 = k\Delta l_{op}$  οπότε

$$F_{5x} = ma_x - 2k\Delta l_{op} \text{ και αντικαθιστώντας}$$

$$F_{5x} = -210\text{N}$$

Από το δεύτερο νόμο του Newton για την πλατφόρμα στον άξονα y

$$\Sigma F_y = ma_y$$

$$F_1 + F_2 + F_{5y} - w = ma_y$$

$$F_{5y} = ma_y + w - F_1 - F_2$$

Αλλά  $F_1 = F_2 = k\Delta l_{κατ}$  και  $w = mg$  οπότε

$$F_{5y} = ma_y + mg - 2k\Delta l_{κατ} \text{ και αντικαθιστώντας}$$

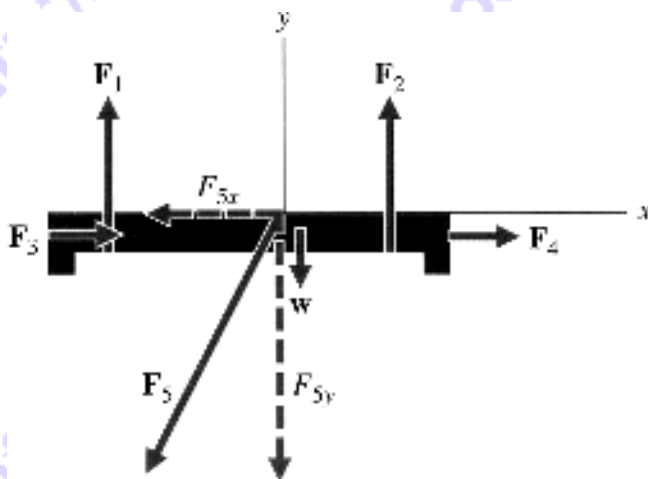
$$F_{5y} = -930\text{N}.$$

Από τη σύνθεση των κάθετων δυνάμεων  $F_{5x}$  και  $F_{5y}$  προκύπτει από το πυθαγόρειο θεώρημα ότι  $F_5 = \sqrt{210^2 + 930^2} = 953\text{ N}$  σχηματίζει γωνία  $\varphi$  με την κατακόρυφο και  $\text{εμφ} = \frac{210}{930}$

Από τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα προκύπτει ότι το πόδι θα δέχεται δύναμη αντίθετη της  $F_5$ .

ii) Από το γράφημα φαίνεται ότι τη στιγμή που η οριζόντια συνιστώσα μεγιστοποιείται (220N περίπου) η κατακόρυφη συνιστώσα είναι περίπου 1300N. Συνεπώς η δύναμη που δέχεται το πόδι από την πλατφόρμα θα είναι:  $\sqrt{220^2 + 1300^2} = 1318,5\text{N}$

iii) Από το γράφημα φαίνεται ότι η κατακόρυφη δύναμη στο πόδι του δρομέα των 68kg έχει μέγιστη τιμή περίπου 1700N, δηλαδή σχεδόν 2,5 φορές το βάρος του δρομέα (τη στιγμή εκείνη φαίνεται επίσης από το γράφημα ότι η οριζόντια συνιστώσα της δύναμης εί-



ναί περίπου μηδέν). Αυτό εξηγεί την αναγκαιότητα της χρήσης κατάλληλων υποδημάτων χωρίς τα οποία οι δρομείς θα είχαν πιθανώς τραυματισμούς.

$$\text{B. } a = \frac{v^2}{R} \text{ οπότε } a = \frac{400}{20} (m/s^2) \text{ δηλαδή } a = 20 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{ολ}} = ma \text{ οπότε } F_{\text{ολ}} = 400 \cdot 20 = 8000 \text{ N}$$

$$F_{\text{ΒΑΡ}} = mg \text{ οπότε } F_{\text{ΒΑΡ}} = 400 \cdot 10 = 4000 \text{ N}$$

$$F_{\text{ΚΑΤ}} = 4000 \text{ N αφού } \Sigma F_y = 0$$

$$F_{\text{ΟΡΙΖ}} = F_{\text{ολ}} = 8000 \text{ N}$$

$$\epsilon\phi\theta = \frac{F_{\text{ΟΡΙΖ}}}{F_{\text{ΚΑΤ}}} = \frac{8000}{4000} = 2$$

### Πειραματικό μέρος

**A.**

i) Θα παραμείνει ακίνητο αφού δε δέχεται εξωτερικές δυνάμεις στον οριζόντιο άξονα και στον κατακόρυφο η συνισταμένη τους είναι μηδέν.

ii) Ο πρώτος προέρχεται από την απελευθέρωση και το κτύπημα του μηχανισμού εκτίναξης στο αμαξίδιο με μάζα  $2m$ . Ο δεύτερος προέρχεται από τη κρούση του αμαξιδίου μάζα  $m$  στο εμπόδιο  $E_1$  και ο τρίτος προέρχεται από την κρούση του αμαξιδίου με μάζα  $2m$  στο εμπόδιο  $E_2$ .

Επειδή το σύστημα των αμαξιδίων δε δέχεται εξωτερικές δυνάμεις στον οριζόντιο άξονα θα διατηρείται η ορμή του λίγο πριν και αμέσως μετά την απελευθέρωση και το κτύπημα του μηχανισμού εκτίναξης. Αν λοιπόν  $v_1$  η ταχύτητα με την οποία εκτοξεύεται το αμαξίδιο με μάζα  $m$  και  $v_2$  η ταχύτητα με την οποία εκτοξεύεται το αμαξίδιο με μάζα  $2m$  έχουμε:

$$0 = 2mv_2 - mv_1 \text{ άρα } v_1 = 2v_2 \quad (1)$$

δηλαδή το αμαξίδιο με μάζα  $m$  κινείται γρηγορότερα άρα θα φτάσει πρώτο στο εμπόδιο  $E_1$  αφού και τα δύο αμαξίδια διανύουν την ίδια απόσταση μέχρι να φτάσουν στα εμπόδια εκτελώντας ευθύγραμμες ομαλές κινήσεις.

iii) Αφού θα ακουστούν δύο κρότοι τα αμαξίδια θα φτάνουν στον ίδιο χρόνο  $t$  στα δύο εμπόδια (δηλαδή θα φτάνουν ταυτόχρονα). Έστω  $x$  η απόσταση της επιφάνειας συνεπαφής από το εμπόδιο  $E_1$ . Θα ισχύει:  $v_1 = \frac{x-d}{t}$  και  $v_2 = \frac{L-x-d}{t}$

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις αυτές στην (1) έχουμε:

$$x-d = 2(L-x-d) \quad \text{οπότε} \quad x = \frac{2L-d}{3}$$

Με αντικατάσταση των δεδομένων παίρνουμε:  $x = 0,95 \text{ m}$

**B.** Από το δεύτερο νόμο του Newton για παραλληλεπίπεδο προκύπτει:

$$F - \mu mg = ma \text{ οπότε } F = \mu mg + ma. \quad (1)$$



Με βάση τα δεδομένα του πίνακα κάνουμε το γράφημα  $F$ - $a$  και χαράσσουμε τη βέλτιστη ευθεία αφού η σχέση  $F$  και  $a$  είναι γραμμική όπως φαίνεται από την (1).

Η κλίση στο γράφημα μας δίνει τη μάζα οπότε  $m=0,5\text{kg}$  περίπου

$$\text{Για } a=0 \text{ η } F=\mu mg \text{ οπότε } \mu=\frac{F}{mg} \text{ (2)}$$

Προεκτείνοντας το γράφημα βρίσκουμε ότι όταν  $a=0$  η δύναμη είναι  $2,5\text{N}$  περίπου οπότε από τη σχέση (2) αντικαθιστώντας έχουμε  $\mu=\frac{2,5}{5}=0,5$

