



ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

27^η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Α' ΛΥΚΕΙΟΥ

Κυριακή, 31 Μαρτίου, 2013

Απενεργοποιήστε τα κινητά σας τηλέφωνα!!!

Παρακαλώ διαβάστε πρώτα τα πιο κάτω, πριν απαντήσετε οποιαδήποτε ερώτηση

Γενικές Οδηγίες:

- 1) Είναι πολύ σημαντικό να δηλώσετε ορθά στον κατάλληλο χώρο στο εξώφυλλο του τετραδίου απαντήσεων τα εξής στοιχεία: (α) Όνομα και Επώνυμο, (β) Όνομα πατέρα, (γ) Σχολείο, (δ) Τηλέφωνο.
- 2) Το δοκίμιο αποτελείται από έξι (6) σελίδες και περιέχει πέντε (5) προβλήματα.
- 3) Η εξέταση διαρκεί τρεις (3) ώρες.
- 4) Η συνολική βαθμολογία του εξεταστικού δοκιμίου είναι 100 μονάδες.
- 5) Χρησιμοποιήστε μόνο στυλό με μελάνι χρώματος μπλε ή μαύρο. Οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να γίνουν και με μολύβι.
- 6) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
- 7) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.
- 8) Δηλώστε στις σελίδες του τετραδίου απαντήσεων τον αριθμό του προβλήματος και το αντίστοιχο γράμμα του ερωτήματος που απαντάτε.
- 9) Εάν χρησιμοποιήσετε κάποιες σελίδες του τετραδίου απαντήσεων για δικές σας σημειώσεις που δεν επιθυμείτε να βαθμολογηθούν, βάλτε ένα μεγάλο σταυρό (X) σε αυτές τις σελίδες ώστε να μην ληφθούν υπόψη στη βαθμολόγηση.
- 10) Να χρησιμοποιείτε μόνο σταθερές ή σχέσεις που δίνονται στο αντίστοιχο θέμα αλλά και στο τέλος των γενικών οδηγιών.
- 11) Τα σχήματα όλων των θεμάτων δεν είναι υπό κλίμακα.

Δεδομένα:

Επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10 \text{ m/s}^2$.

Να απαντήσετε όλα τα προβλήματα που ακολουθούν

Καλή Επιτυχία!!!!

Πρόβλημα 1 (20 μονάδες)

Δύο κινητά Α και Β κινούνται πάνω στην ίδια ευθεία με την ίδια κατεύθυνση. Το κινητό Α κινείται ισοταχώς με ταχύτητα $V_A=72\text{km/h}$, ενώ απέχει, κατά τη χρονική στιγμή $t=0\text{s}$, απόσταση 600m από το κινητό Β (βλέπε το πιο κάτω σχήμα), το οποίο επίσης κινείται ισοταχώς με ταχύτητα $V_B=36\text{km/h}$.



- I. Να βρεθεί η απόσταση που θα χωρίζει τα δύο κινητά την χρονική στιγμή $t=30\text{s}$. (4 μονάδες)
- II. Ακριβώς τη χρονική στιγμή $t=30\text{s}$ το κινητό Β αρχίζει να επιβραδύνεται με σταθερή επιβράδυνση $a_B=1\text{m/s}^2$, ενώ το κινητό Α αρχίζει να επιταχύνεται σταθερά με επιτάχυνση $a_A=10\text{m/s}^2$. Να βρεθεί η απόσταση που χωρίζει τα δύο κινητά μετά από χρόνο $t=5\text{s}$ (8 μονάδες)
- III. Σε ποία χρονική στιγμή το κινητό Α θα βρίσκεται στο ίδιο σημείο με το κινητό Β; Που θα είναι αυτό το σημείο σε σχέση με την θέση του κινητού Α κατά την χρονική στιγμή $t=5\text{s}$; (8 μονάδες)

Πρόβλημα 2 (20 μονάδες)**Α μέρος**

Δύο αυτοκίνητα κινούνται ισοταχώς στη ίδια ευθεία γραμμή με αντίθετες κατευθύνσεις και με κίνδυνο να συγκρουστούν. Η ταχύτητα του Α είναι $V_A=50\text{m/s}$ και η ταχύτητα του Β είναι $V_B=30\text{m/s}$ ενώ η απόσταση μεταξύ τους, τη χρονική στιγμή $t=0$, είναι 200m. Αυτή τη χρονική στιγμή ($t=0$) ο οδηγός του Α αντιλαμβάνεται το αυτοκίνητο Β και εφαρμόζει τα φρένα του αυτοκινήτου του προσδίδοντας σε αυτό επιβράδυνση $a_A=10\text{m/s}^2$. Ο οδηγός του αυτοκινήτου Β το οποίο κινείται ισοταχώς αντιλαμβάνεται μετά παρέλευση 2s τον κίνδυνο σύγκρουσης και εφαρμόζει τα φρένα του δικού του αυτοκινήτου προσδίδοντας επιβράδυνση $a_B=15\text{m/s}^2$.

- I. Να εξετάσετε, με λογιστικό (αριθμητικό) τρόπο, κατά ποσο θα υπάρξει σύγκρουση, ποία χρονική στιγμή και σε ποίο σημείο. (2 μονάδες)
- II. Να βρεθεί η μετατόπιση των αυτοκινήτων Α και Β. (2 μονάδες)

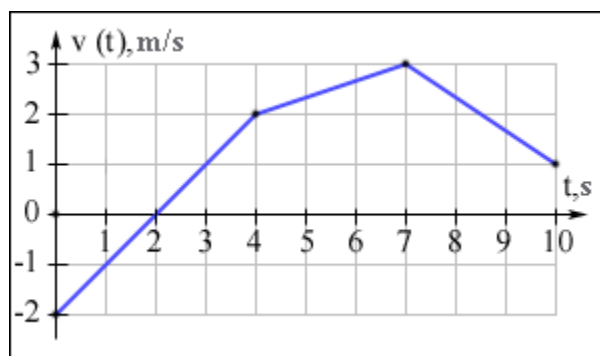


II. Να κάνετε σε βαθμολογημένους άξονες τις γραφικές παραστάσεις:

(Α) $\mathbf{V_A-t}$, $\mathbf{V_B-t}$, (Β) $\mathbf{X_A-t}$, $\mathbf{X_B-t}$, και (Γ) $\mathbf{a_A-t}$, $\mathbf{a_B-t}$. (6 μονάδες)

Β Μέρος

- I. Ένα αυτοκίνητο έχει κινηθεί με ταχύτητα $\mathbf{v_1}$ στο πρώτο μισό της πορείας του, και με ταχύτητα $\mathbf{v_2}$ στο δεύτερο μισό της πορείας του, κινούμενο προς την ίδια κατεύθυνση. Ποια είναι η μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου; (4 μονάδες)
- II. Η γραφική παράσταση της ταχύτητας $\mathbf{v}$ με το χρόνο $\mathbf{t}$ ενός σώματος σε μια ευθύγραμμη κίνηση φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Βρείτε το διάστημα $\mathbf{s}$ και τη μετατόπιση $\Delta\mathbf{x}$ στο κομμάτι της τροχιάς στο οποίο το σώμα εκτελούσε κίνηση με τη μέγιστη επιτάχυνση. (6 μονάδες)



Πρόβλημα 3 (20 μονάδες)

Σφαίρα αφήνεται να πέσει ελεύθερα από πύργο ύψους 60m.

Θεωρείστε την αντίσταση του αέρα αμελητέα.

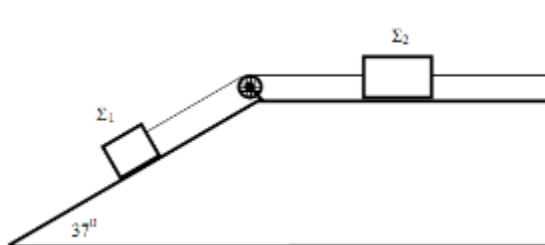
- I. Να βρεθεί η ταχύτητα που θα αποκτήσει μετά από 2 δευτερόλεπτα. (2 μονάδες)
- II. Πόσο χρόνο θα χρειαστεί ώστε να φτάσει ή σφαίρα στο έδαφος; (3 μονάδες)
- III. Πόση ταχύτητα θα αποκτήσει η σφαίρα όταν θα έχει φτάσει στο έδαφος; (3 μονάδες)
- IV. Ο πύργος διαθέτει ένα παράθυρο ύψους 2 μέτρων και πλάτους 1.5 μέτρα. Αν το πάνω οριζόντιο επίπεδο του παραθύρου βρίσκεται σε 15 μέτρα ύψος από το έδαφος, να βρεθεί:



- A. η ταχύτητα του σώματος στο πάνω οριζόντιο επίπεδο του παραθύρου. (3 μονάδες)
- B. η ταχύτητα του σώματος στο κάτω οριζόντιο επίπεδο του παραθύρου. (3 μονάδες)
- Γ. ο χρόνος κατά τον οποίο θα διέλθει από το πάνω οριζόντιο επίπεδο του παραθύρου. (3 μονάδες)
- Δ. ο χρόνος κατά τον οποίο θα διέλθει από το κάτω οριζόντιο επίπεδο του παραθύρου. (3 μονάδες).

Πρόβλημα 4 (20 μονάδες)

Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 έχουν μάζες $m_1=5\text{Kg}$ και $m_2=2\text{Kg}$ αντίστοιχα και ισορροπούν όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Τα νήματα είναι αβαρή και δεν υπάρχουν τριβές. Δίδονται: $\eta\mu 37^\circ=0,6$ και $\sigma\upsilon\nu 37^\circ=0,8$



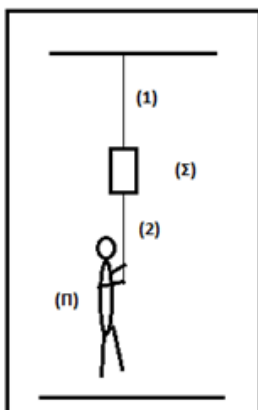
- I. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που εξασκούνται πάνω στα σώματα Σ_1 και Σ_2 . (4 μονάδες)
- II. Να υπολογίσετε την αντίδραση του κεκλιμένου επιπέδου πάνω στο σώμα Σ_1 . (8 μονάδες)
- III. Να υπολογίσετε τη δύναμη που εξασκείται από το νήμα πάνω στον κατακόρυφο τοίχο. (8 μονάδες)

Πρόβλημα 5 (20 μονάδες)

A ΜΕΡΟΣ



Στο πιο κάτω σχήμα το Νήμα (1) είναι δεμένο ακλόνητα σε μια οροφή και από το άλλο άκρο του είναι δεμένο ένα σώμα (Σ) μάζας $m_1=10\text{Kg}$. Στο κάτω μέρος του σώματος Σ είναι δεμένο άλλο Νήμα (2) μήκους $L=4\text{m}$. Από το κάτω άκρο του νήματος αυτού κρατιέται ένα παιδί (Π) μάζας $m_2=50\text{Kg}$. Το όλο σύστημα (νήματα- σώμα- παιδί) ηρεμεί, με το παιδί να αιωρείται στον αέρα χωρίς να εφάπτεται στο δάπεδο.



- I. Ποιά δύναμη ασκεί το νήμα (1) στην οροφή; (2 μονάδες)
- II. Το παιδί αρχίζει να αναρριχάται στο σχοινί με σταθερή επιτάχυνση και σε χρόνο $t=4\text{s}$ φθάνει στο σώμα Σ.

Να βρείτε:

- A. Την επιτάχυνση a με την οποία το παιδί ανεβαίνει το νήμα. (2 μονάδες)
- B. Με ποια ταχύτητα φθάνει το παιδί στο σώμα Σ. (2 μονάδες)
- Γ. Κατά την άνοδο του παιδιού ποια δύναμη ασκεί το νήμα (1) στην οροφή. (4 μονάδες)

Θεωρείστε ότι η μάζα των δύο νημάτων είναι αμελητέα.

B ΜΕΡΟΣ

Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται ένα δυναμόμετρο το οποίο είναι στερεωμένο σε οριζόντιο στήριγμα και τοποθετείτε πάνω σε αυτό ένας κύβος μάζας $m_k=1,22\text{kg}$. Στη κάτω πλευρά του κύβου τοποθετείτε ένα άλλο όμοιο δυναμόμετρο στο οποίο κρέμεται σφαίρα μάζας $m_o=2,96\text{kg}$.

Αγνοείτε τη μάζα των δυναμόμετρων.

- I. Ποια είναι η ένδειξη του κάθε δυναμόμετρου αν το στήριγμα ηρεμεί. (4 μονάδες)



- II. Αν τώρα το στήριγμα κινείται προς τα πάνω με επιτάχυνση $\alpha=2\text{m/s}^2$ να υπολογίσετε τις νέες ενδείξεις των δυναμόμετρων. (6 μονάδες)



ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

26^η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Α' ΛΥΚΕΙΟΥ



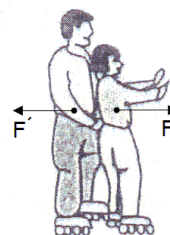
Κυριακή, 13 Μαΐου 2012

Ώρα: 10:00 – 13:00

ΘΕΜΑ 1^ο (10 μονάδες): Λύση

- α) Ο πατέρας ασκεί δύναμη F στην κόρη του και η κόρη του ασκεί δύναμη F' σε αυτόν.

Θα ισχύει $F=F'$ (3^{ος} νόμος του Νεύτωνα)



- β) Σύμφωνα με το 2^ο νόμο του Νεύτωνα θα ισχύει:

επιτάχυνση πατέρα: $\alpha_1 = \frac{F}{M}$ (1)

επιτάχυνση κόρης: $\alpha_2 = \frac{F'}{m}$ (2)

Επειδή $M > m$, θα είναι: (1), (2) $\Rightarrow \alpha_1 < \alpha_2$,

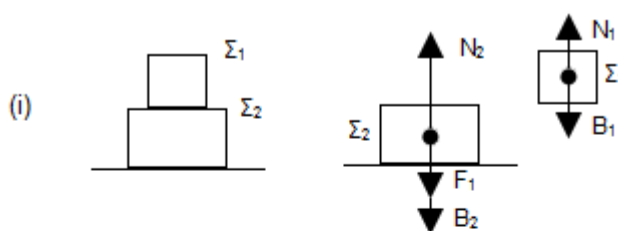
δηλαδή ο πατέρας έχει μεγαλύτερη μάζα από την κόρη του και θα αποκτήσει μικρότερη επιτάχυνση από αυτήν.

ΘΕΜΑ 2^ο (15 μονάδες): Λύση

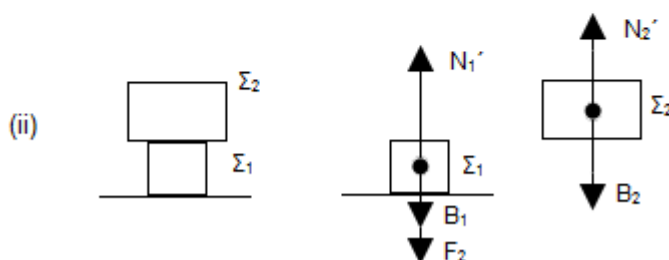
- α) Δύναμη είναι η αιτία που μπορεί να προκαλέσει τη μεταβολή της κινητικής κατάστασης ενός σώματος ή την παραμόρφωσή του.

Η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος και μονάδα μέτρησής της (στο S.I.) είναι το Newton.

- β) Στην περίπτωση (i) στο Σ_1 ασκούνται: το βάρος B_1 και η αντίδραση N_1 από το Σ_2 .
Στο Σ_2 ασκούνται: το βάρος B_2 , η δύναμη F_1 από το Σ_1 και η αντίδραση N_2 από το έδαφος.



Στην περίπτωση (ii) στο Σ_1 ασκούνται: το βάρος B_1 , η δύναμη F_2 από το Σ_2 και η αντίδραση N_1' από το έδαφος.
Στο Σ_2 ασκούνται: το βάρος B_2 και η αντίδραση N_2' από το Σ_1 .



γ) Στην περίπτωση (i) ισχύει: $N_1 = B_1$ (1^{ος} νόμος του Νεύτωνα) (1)

$$N_1 = F_1 \text{ (3^{ος} νόμος του Νεύτωνα) (2)}$$

$$N_2 = F_1 + B_2 \text{ (1^{ος} νόμος του Νεύτωνα) (3)}$$

Άρα από τις (1), (2), (3) $\Rightarrow N_2 = B_1 + B_2$ (4).

Στην περίπτωση (ii) ισχύει: $N_2' = B_2$ (1^{ος} νόμος του Νεύτωνα) (5)

$$N_2' = F_2 \text{ (3^{ος} νόμος του Νεύτωνα) (6)}$$

$$N_1' = B_1 + F_2 \text{ (1^{ος} νόμος του Νεύτωνα) (7)}$$

Άρα από τις (5), (6), (7) $\Rightarrow N_1' = B_1 + B_2$ (8).

Επομένως από τις (4), (8) $\Rightarrow N_2 = N_1'$.

ΘΕΜΑ 3^ο (15 μονάδες): Λύση

α) Είδος κίνησης για το B:

0→10s: ευθύγραμμη μεταβαλλόμενη κίνηση (το κινητό επιβραδύνεται),

10s→16s: σταματημένο,

16s→22s: ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

β) Είδος κίνησης για το A:

0→10s: ευθύγραμμη ομαλή κίνηση,

10s→16s: ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με μικρότερη ταχύτητα (μικρότερη κλίση),

16s→22s: ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με αντίθετη φορά κίνησης και μεγαλύτερη ταχύτητα (αρνητική κλίση και μεγαλύτερη κλίση).

γ) κλίση = $\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{\text{τελ}} - x_{\text{αρχ}}}{t_{\text{τελ}} - t_{\text{αρχ}}} = v$ (ταχύτητα).

$$\text{0→10s: } v_1 = \frac{10-0}{10-0} = 1 \text{ cm/s, } \quad \text{16s→22s: } v_2 = \frac{0-12}{22-16} = -2 \text{ cm/s}$$

Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει αντίθετη φορά κίνησης.

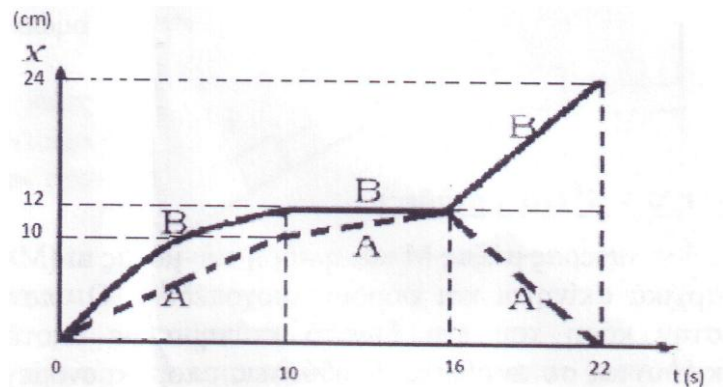
Άρα $|v_1| < |v_2|$, δηλαδή στο χρονικό διάστημα 16s→22s το μέτρο της ταχύτητας του σώματος είναι μεγαλύτερο.

δ) Στα 22s της κίνησης των δύο κινητών, το κινητό A μετατοπίστηκε κατά $x_A = 0 \text{ cm}$ και το κινητό B κατά $x_B = 24 \text{ cm}$.

Άρα $x_B > x_A$.

ε) Στα 22s της κίνησης των δύο κινητών, το κινητό A διένυσε $S_A = 12 + |-12| = 24 \text{ cm}$ και το κινητό B διένυσε διάστημα $S_B = 24 \text{ cm}$.

Άρα $S_B = S_A$.

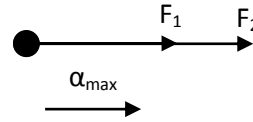


ΘΕΜΑ 4^ο (15 μονάδες): Λύση

α) Ονομάζεται η δύναμη που αντικαθιστά δύο ή περισσότερες δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα και επιφέρει το ίδιο αποτέλεσμα με αυτές.

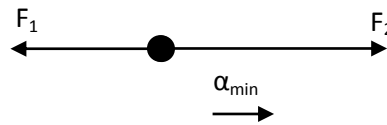
β) Τη μέγιστη επιτάχυνση $a_{\max}$, μπορεί να αποκτήσει το σώμα, όταν οι δυνάμεις F_1 και F_2 έχουν την ίδια διεύθυνση και φορά.

$$\begin{aligned} \text{Έτσι: } a_{\max} &= \frac{\Sigma F}{m} \Rightarrow a_{\max} = \frac{F_1 + F_2}{m} \Rightarrow \\ a_{\max} &= \frac{20 + 30}{20} \Rightarrow a_{\max} = 2,5 \text{ m/s}^2. \end{aligned}$$



Την ελάχιστη επιτάχυνση $a_{\min}$, μπορεί να αποκτήσει το σώμα, όταν οι δυνάμεις F_1 και F_2 έχουν την ίδια διεύθυνση αλλά αντίθετη φορά.

$$\begin{aligned} \text{Έτσι: } a_{\min} &= \frac{\Sigma F}{m} \Rightarrow a_{\min} = \frac{F_2 - F_1}{m} \Rightarrow \\ a_{\min} &= \frac{30 - 20}{20} \Rightarrow a_{\min} = 0,5 \text{ m/s}^2. \end{aligned}$$



γ) i) Είναι: $F_{3x} = F_3 \cdot \sin 37^\circ = 5 \cdot 0,8 = 4 \text{ N}$.

$$F_{3y} = F_3 \cdot \cos 37^\circ = 5 \cdot 0,6 = 3 \text{ N}.$$

$$\Sigma F_x = F_1 - F_{3x} = 8 - 4 = 4 \text{ N}.$$

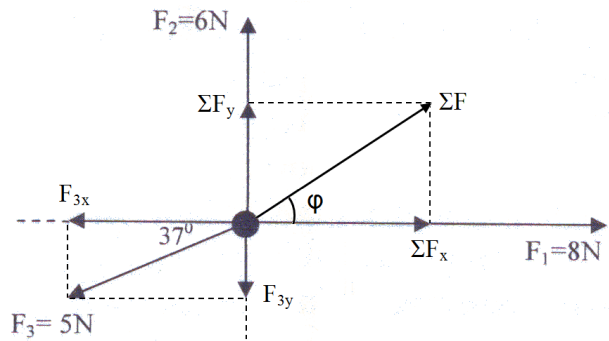
$$\Sigma F_y = F_2 - F_{3y} = 6 - 3 = 3 \text{ N}.$$

$$\Sigma F = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2} \Rightarrow$$

$$\Sigma F = \sqrt{4^2 + 3^2} \Rightarrow \Sigma F = 5 \text{ N}.$$

$$\text{Και } \tan \phi = \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x} = \frac{3}{4} \Rightarrow \phi = 36,87^\circ \cong 37^\circ$$

Δηλαδή η συνισταμένη δύναμη έχει μέτρο $\Sigma F = 5 \text{ N}$ και σχηματίζει γωνία $\phi = 36,87^\circ \cong 37^\circ$ με το οριζόντιο επίπεδο.



ii) Το σώμα θα κάνει ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση

$a = \frac{\Sigma F}{m}$ (2^{ος} νόμος Νεύτωνα). Η επιτάχυνση a θα έχει τη διεύθυνση και φορά της συνισταμένης δύναμης ΣF .

ΘΕΜΑ 5^ο (15 μονάδες): Λύση

α) Η μπάλα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση με επιτάχυνση g . Όταν η μπάλα ανεβαίνει επιβραδύνεται, ενώ όταν κατεβαίνει επιταχύνεται.

β) Θεωρώντας ως θετική φορά κίνησης, την κίνηση προς τα πάνω έχουμε:

εξίσωση ταχύτητας: $u = u_0 - g \cdot t \Rightarrow u = 20 - 10 \cdot t$ (1),

εξίσωση μετατόπισης: $y = u_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \Rightarrow y = 20 \cdot t - 5 \cdot t^2$ (2).

γ) Έστω $h_{\max}$ το μέγιστο ύψος στο οποίο φτάνει η μπάλα.

Στο μέγιστο ύψος θα είναι $u=0$, οπότε από την εξίσωση (1) μπορούμε να υπολογίσουμε το χρόνο ανόδου της μπάλας οπότε η (1) $\Rightarrow 0 = 20 - 10 \cdot t \Rightarrow t = 2\text{s}$.

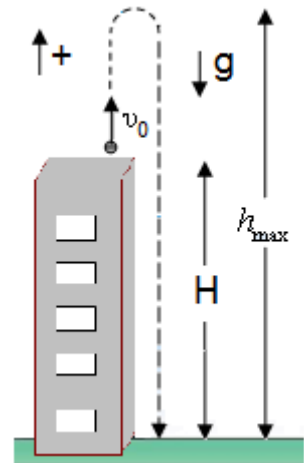
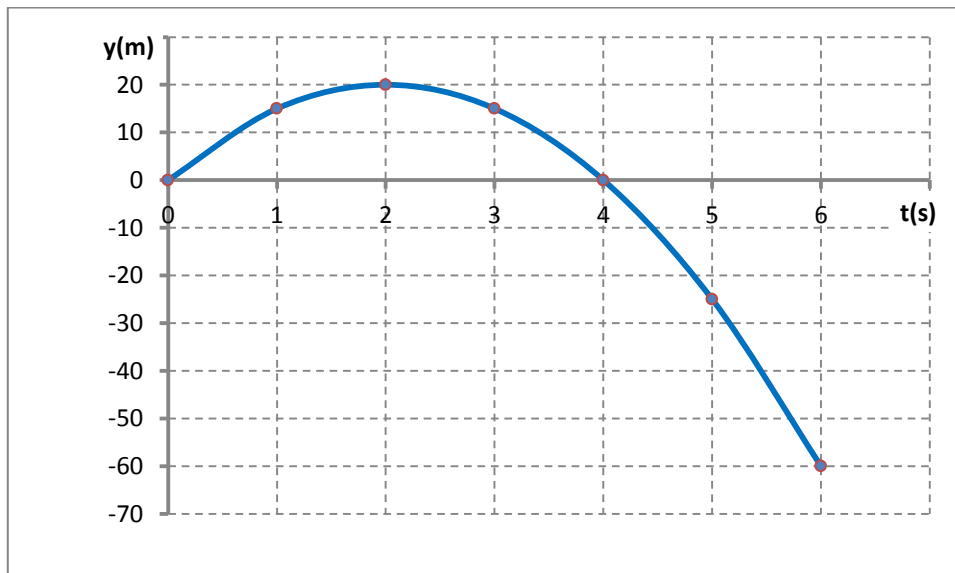
Για $t = 2\text{s} \rightarrow h_{\max} = H + y \Rightarrow h_{\max} = 60 + 20 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2 \Rightarrow h_{\max} = 80\text{m}$.

δ) Όταν η μπάλα φτάνει στο έδαφος η μετατόπισή της θα είναι $y = -H$, οπότε η (2) $\Rightarrow -60 = 20 \cdot t - 5 \cdot t^2 \Rightarrow t^2 - 4 \cdot t - 12 = 0 \Rightarrow (t = -2\text{s}$ απορ. και $t = 6\text{s})$.

Άρα η μπάλα φτάνει στο έδαφος σε χρόνο $t = 6\text{s}$.

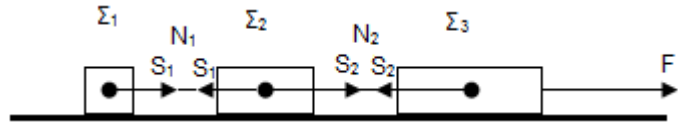
ε) Για $t = 0$ η (2) $\Rightarrow y = 0$, για $t = 2\text{s}$ η (2) $\Rightarrow y = 20\text{m}$, για $t = 4\text{s}$ η (2) $\Rightarrow y = 0\text{m}$ και για $t = 6\text{s}$ η (2) $\Rightarrow y = -60\text{m}$.

Οπότε η γραφική παράσταση μετατόπισης – χρόνου της μπάλας από τη στιγμή που ρίχτηκε προς τα πάνω μέχρι να φτάσει στο έδαφος είναι:



ΘΕΜΑ 6^ο (15 μονάδες): Λύση

Έως ότου κοπεί το νήμα N_2 τα τρία σώματα εκτελούν ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση:



$$\alpha_1 = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{1,2}{2 + 4 + 6} \Rightarrow \alpha_1 = 0,1 \text{ m/s}^2 \text{ (θεωρώντας το σύστημα των τριών}$$

σωμάτων σαν ένα σώμα).

Αφού κοπεί το N_2 και μετά, τα σώματα Σ_1 και Σ_2 θα εκτελούν ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και το Σ_3 θα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση:

$$\alpha_2 = \frac{F}{m_3} \Rightarrow \alpha_2 = \frac{1,2}{6} \Rightarrow \alpha_2 = 0,2 \text{ m/s}^2.$$

Ακόμα έστω S_1 η τάση του νήματος μεταξύ των Σ_1 , Σ_2 και S_2 η τάση του νήματος μεταξύ των Σ_2 , Σ_3 .

α) Τη χρονική στιγμή $t_1=2\text{s}$ το N_2 δεν έχει ακόμα κοπεί, τα τρία σώματα θα έχουν την ίδια ταχύτητα η οποία είναι: $u_1 = \alpha_1 \cdot t_1 \Rightarrow u_1 = 0,1 \cdot 2 \Rightarrow \mathbf{u_1 = 0,2 \text{ m/s}}$.

β) Τη χρονική στιγμή $t_1=2\text{s}$ οι τάσεις των νημάτων S_1 , S_2 υπολογίζονται ως εξής:

Για το Σ_1 σύμφωνα με το 2^ο νόμο του Νεύτωνα ισχύει:

$$S_1 = m_1 \cdot \alpha_1 \Rightarrow S_1 = 2 \cdot 0,1 \Rightarrow \mathbf{S_1 = 0,2 \text{ N}}.$$

Για το Σ_2 σύμφωνα με το 2^ο νόμο του Νεύτωνα ισχύει:

$$S_2 - S_1 = m_2 \cdot \alpha_1 \Rightarrow S_2 = S_1 + m_2 \cdot \alpha_1 \Rightarrow S_2 = 0,2 + 4 \cdot 0,1 \Rightarrow \mathbf{S_2 = 0,6 \text{ N}}.$$

γ) Έως ότου κοπεί το νήμα η απόσταση μεταξύ του Σ_1 και του Σ_3 θα είναι $x_1 = 2 \cdot 0,4 \Rightarrow \mathbf{x_1 = 0,8 \text{ m}}$.

Τη χρονική στιγμή $t=4\text{s}$ που κόβεται το νήμα N_2 η ταχύτητα και των τριών σωμάτων θα είναι: $u_0 = \alpha_1 \cdot t \Rightarrow u_0 = 0,1 \cdot 4 \Rightarrow u_0 = 0,4 \text{ m/s}$.

Στο χρονικό διάστημα $\Delta t = t_2 - t = 8 - 4 = 4\text{s}$, τα Σ_1 , Σ_2 εκτελούν ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και μετατοπίζονται κατά: $x_{1,2} = u_0 \cdot \Delta t \Rightarrow x_{1,2} = 0,4 \cdot 4 \Rightarrow \mathbf{x_{1,2} = 1,6 \text{ m}}$ και το Σ_3 εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση (με $u_0 = 0,4 \text{ m/s}$ και $\alpha_2 = 0,2 \text{ m/s}^2$) και

μετατοπίζεται κατά $x_3 = u_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot \alpha_2 \cdot (\Delta t)^2 \Rightarrow x_3 = 0,4 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot 4^2 \Rightarrow \mathbf{x_3 = 3,2 \text{ m}}$.

Επομένως τη χρονική στιγμή $t_2=8\text{s}$ τα σώματα Σ_1 και Σ_3 θα απέχουν μεταξύ τους κατά x_2 : $x_2 = x_1 + x_3 - x_{1,2} \Rightarrow x_2 = 0,8 + 3,2 - 1,6 \Rightarrow \mathbf{x_2 = 2,4 \text{ m}}$.

δ) Στο χρονικό διάστημα από $0 \rightarrow 4\text{s}$, η εξίσωση μετατόπισης και για τα δύο σώματα (Σ_1 ,

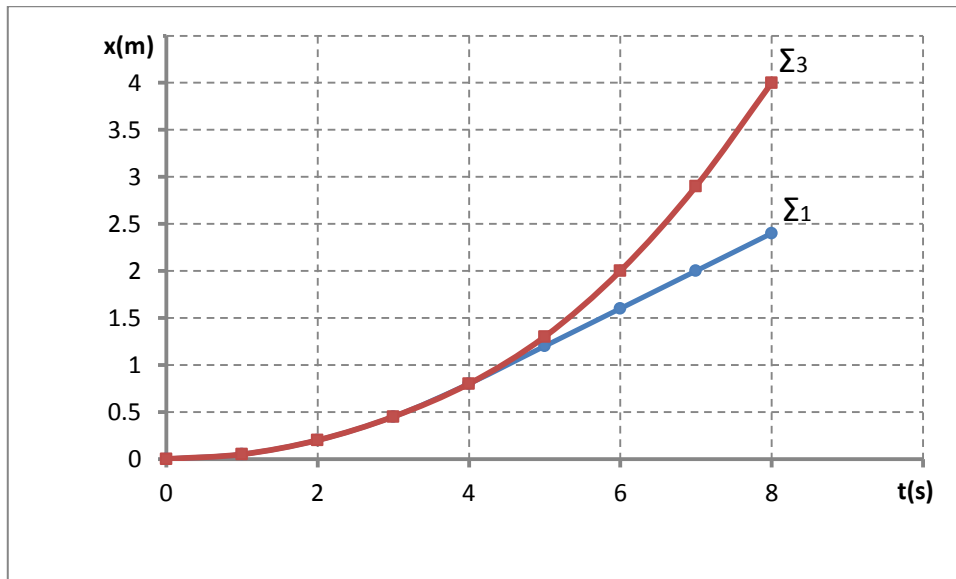
$$\Sigma_3)$$
 είναι: $x = \frac{1}{2} \cdot a_1 \cdot t^2 \Rightarrow x = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot t^2$.

Στο χρονικό διάστημα από $4\text{s} \rightarrow 8\text{s}$, η εξίσωση μετατόπισης και για το Σ_1 είναι:

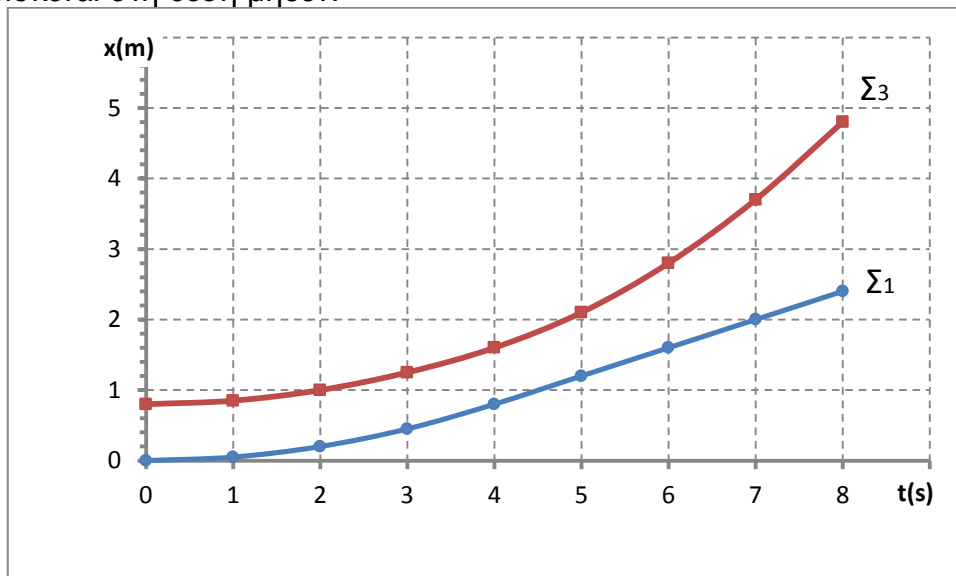
$$x = \frac{1}{2} \cdot a_1 \cdot 4^2 + u_0 \cdot (t-4) \Rightarrow x = 0,8 + 0,4 \cdot (t-4)$$

$$\text{και για το } \Sigma_3 \text{ είναι: } x = \frac{1}{2} \cdot a_1 \cdot 4^2 + u_0 \cdot (t-4) + \frac{1}{2} \cdot a_2 \cdot (t-4)^2 \Rightarrow x = 0,8 + 0,4 \cdot (t-4) + \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot (t-4)^2.$$

Γραφική παράσταση μετατόπισης – χρόνου των σωμάτων Σ_1 και Σ_3 .



Γραφική παράσταση θέσης – χρόνου των σωμάτων Σ_1 και Σ_3 , θεωρώντας ότι το Σ_1 αρχικά βρίσκεται στη θέση μηδέν.



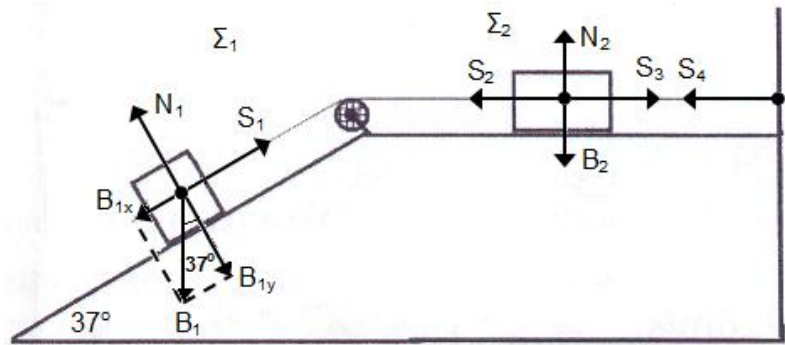
(Σημείωση: Όσοι μαθητές έκαναν τη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου παίρνουν τις 2 μονάδες από τις 4 του ερωτήματος.)

ΘΕΜΑ 7^ο (15 μονάδες): Λύση

i) Ένα σώμα ισορροπεί όταν η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε αυτό είναι ίση με το μηδέν, δηλαδή $\Sigma \mathbf{F} = \mathbf{0}$.

ii) α) Στο Σ_1 ασκούνται το βάρος B_1 , η αντίδραση του επιπέδου N_1 και η τάση του νήματος S_1 .

Στο Σ_2 ασκούνται το βάρος B_2 , η αντίδραση του επιπέδου N_2 , η τάση του νήματος S_2 και η τάση του νήματος S_3 .



β) Σύμφωνα με τον 1^ο νόμο του Νεύτωνα θα ισχύει: $N_1 = B_{1y}$ (1).

Είναι όμως $B_{1y} = B_1 \cdot \sin 37^\circ \Rightarrow B_{1y} = m_1 \cdot g \cdot \sin 37^\circ \Rightarrow B_{1y} = 5 \cdot 10 \cdot 0,8 \Rightarrow B_{1y} = 40\text{N}$.

Άρα η (1) $\Rightarrow \mathbf{N_1 = 40N}$.

γ) Στον κατακόρυφο τοίχο ασκείται η τάση του νήματος S_4 .

Είναι όμως: $S_4 = S_3$ (2) (κατακόρυφος τοίχος – Σ_2 ενωμένα με το ίδιο νήμα),

$S_3 = S_2$ (3) (ισορροπία του Σ_2 στον οριζόντιο άξονα),

$S_2 = S_1$ (4) ($\Sigma_1 - \Sigma_2$ ενωμένα με το ίδιο νήμα),

$S_1 = B_{1x}$ (5) (ισορροπία του Σ_1 στον άξονα του κεκλιμένου επιπέδου),

$B_{1x} = B_1 \cdot \cos 37^\circ \Rightarrow B_{1x} = m_1 \cdot g \cdot \cos 37^\circ \Rightarrow B_{1x} = 5 \cdot 10 \cdot 0,6 \Rightarrow B_{1x} = 30\text{N}$.

Άρα από τις (2), (3), (4), (5) $\Rightarrow \mathbf{S_4 = 30N}$.