

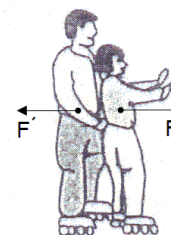
**ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ**  
**26<sup>η</sup> ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ**  
**Α' ΛΥΚΕΙΟΥ**



**Κυριακή, 13 Μαΐου 2012      Ώρα: 10:00 – 13:00**

**ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup> (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<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα)



- β) Σύμφωνα με το 2<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα θα ισχύει:

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

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

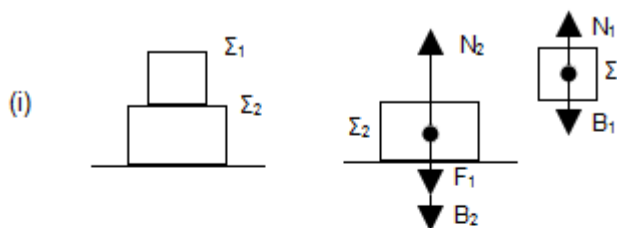
Επειδή  $M > m$ , θα είναι: (1), (2)  $\Rightarrow \alpha_1 < \alpha_2$ ,

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

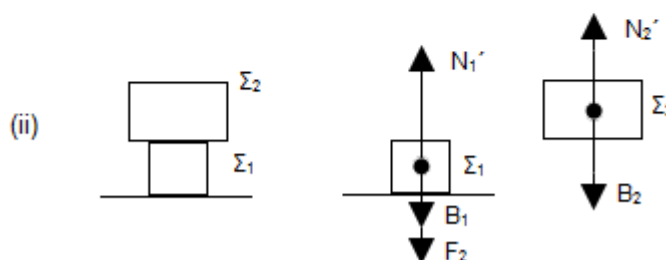
**ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup> (15 μονάδες): Λύση**

- 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  $\Sigma_1$  ασκούνται: το βάρος  $B_1$  και η αντίδραση  $N_1$  από το  $\Sigma_2$ .  
 Στο  $\Sigma_2$  ασκούνται: το βάρος  $B_2$ , η δύναμη  $F_1$  από το  $\Sigma_1$  και η αντίδραση  $N_2$  από το έδαφος.



- Στην περίπτωση (ii) στο  $\Sigma_1$  ασκούνται: το βάρος  $B_1$ , η δύναμη  $F_2$  από το  $\Sigma_2$  και η αντίδραση  $N_1'$  από το έδαφος.  
 Στο  $\Sigma_2$  ασκούνται: το βάρος  $B_2$  και η αντίδραση  $N_2'$  από το  $\Sigma_1$ .



γ) Στην περίπτωση (i) ισχύει:  $N_1 = B_1$  (1<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα) (1)

$$N_1 = F_1 \text{ (3<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα) (2)}$$

$$N_2 = F_1 + B_2 \text{ (1<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα) (3)}$$

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

Στην περίπτωση (ii) ισχύει:  $N_2' = B_2$  (1<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα) (5)

$$N_2' = F_2 \text{ (3<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα) (6)}$$

$$N_1' = B_1 + F_2 \text{ (1<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα) (7)}$$

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<sup>ο</sup> (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 =  $\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{\text{τελ}} - x_{\text{αρχ}}}{t_{\text{τελ}} - t_{\text{αρχ}}} = u$  (ταχύτητα).

$$\underline{0 \rightarrow 10\text{s}}: u_1 = \frac{10 - 0}{10 - 0} = 1 \text{ cm/s}, \quad \underline{16\text{s} \rightarrow 22\text{s}}: u_2 = \frac{0 - 12}{22 - 16} = -2 \text{ cm/s}$$

Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει αντίθετη φορά κίνησης.

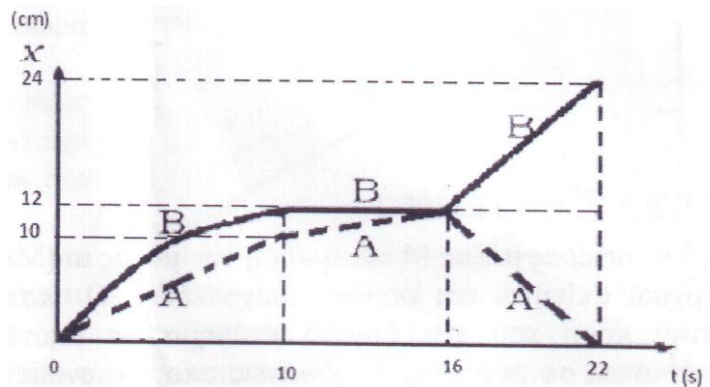
Άρα  $|u_1| < |u_2|$ , δηλαδή στο χρονικό διάστημα 16s→22s το μέτρο της ταχύτητας του σώματος είναι μεγαλύτερο.

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  $S_B = S_A$ .

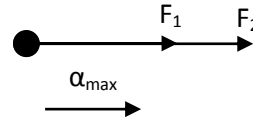


**ΘΕΜΑ 4<sup>ο</sup> (15 μονάδες): Λύση**

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

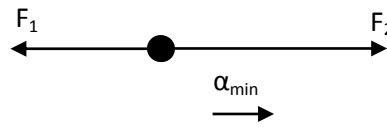
β) Τη μέγιστη επιτάχυνση  $\alpha_{\max}$ , μπορεί να αποκτήσει το σώμα, όταν οι δυνάμεις  $F_1$  και  $F_2$  έχουν την ίδια διεύθυνση και φορά.

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



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

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



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

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

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

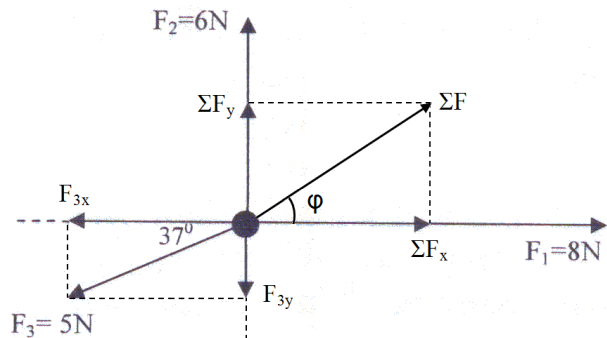
$$\Sigma F_y = F_2 - F_{3y} = 6 - 3 = 3 \text{ N}.$$

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

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

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

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

$\alpha = \frac{\Sigma F}{m}$  (2<sup>ος</sup> νόμος Νεύτωνα). Η επιτάχυνση  $\alpha$  θα έχει τη διεύθυνση και φορά της συνισταμένης δύναμης  $\Sigma F$ .

**ΘΕΜΑ 5<sup>ο</sup> (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)  $\Rightarrow 0 = 20 - 10 \cdot t \Rightarrow t = 2\text{s}$ .

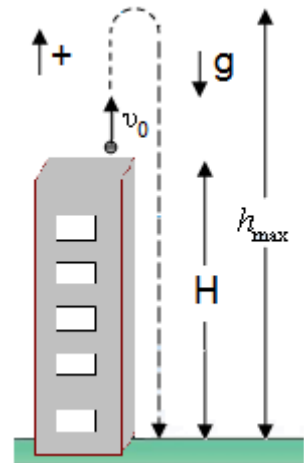
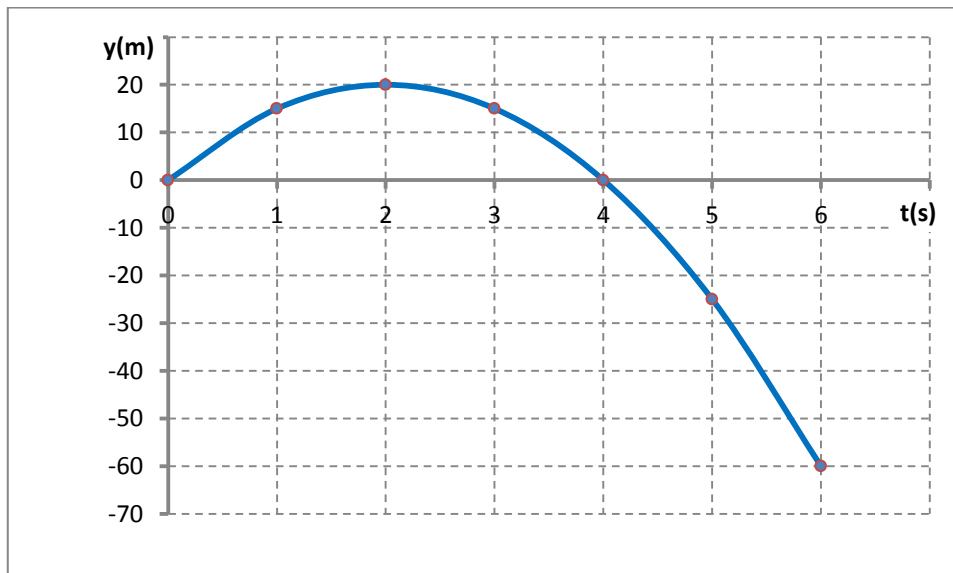
Για  $t = 2\text{s} \rightarrow h_{\max} = H + y \stackrel{(2)}{\Rightarrow} h_{\max} = 60 + 20 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2 \Rightarrow h_{\max} = 80\text{m}$ .

**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  $t = 6\text{s}$ .

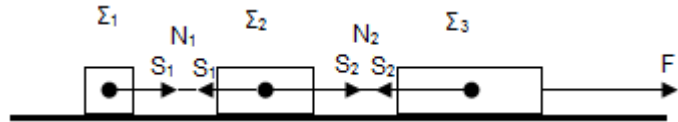
**ε)** Για  $t = 0$  η (2)  $\Rightarrow y = 0$ , για  $t = 2\text{s}$  η (2)  $\Rightarrow y = 20\text{m}$ , για  $t = 4\text{s}$  η (2)  $\Rightarrow y = 0\text{m}$  και για  $t = 6\text{s}$  η (2)  $\Rightarrow y = -60\text{m}$ .

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



**ΘΕΜΑ 6<sup>ο</sup> (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  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  θα εκτελούν ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και το  $\Sigma_3$  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  $\Sigma_1$ ,  $\Sigma_2$  και  $S_2$  η τάση του νήματος μεταξύ των  $\Sigma_2$ ,  $\Sigma_3$ .

**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  $\Sigma_1$  σύμφωνα με το 2<sup>ο</sup> 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  $\Sigma_2$  σύμφωνα με το 2<sup>ο</sup> 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  $\Sigma_1$  και του  $\Sigma_3$  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  $\Sigma_1$ ,  $\Sigma_2$  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  $\Sigma_3$  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  $\Sigma_1$  κα  $\Sigma_3$  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 ( $\Sigma_1$ ,

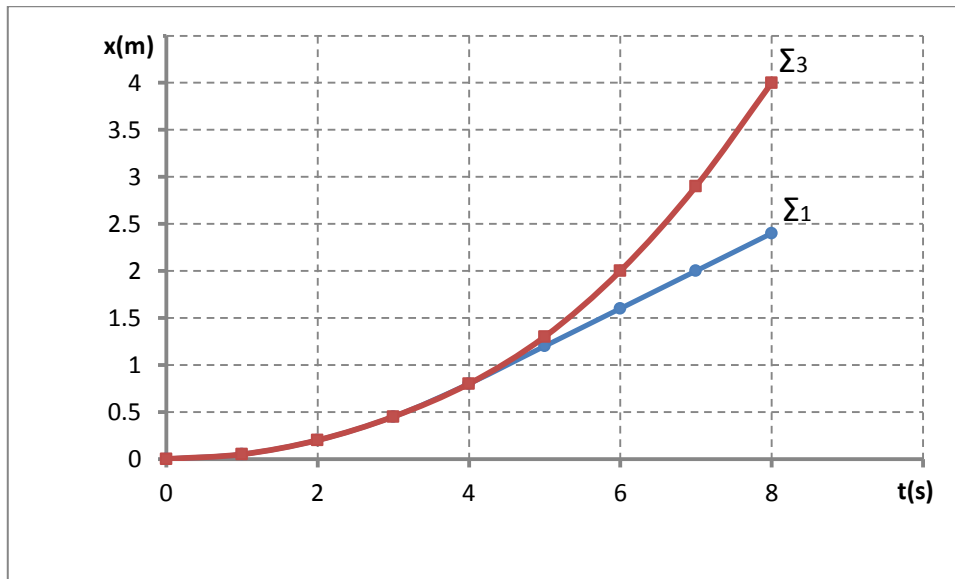
$$\Sigma_3) \text{ είναι: } x = \frac{1}{2} \cdot a_1 \cdot t^2 \Rightarrow x = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot t^2.$$

Στο χρονικό διάστημα από  $4\text{s} \rightarrow 8\text{s}$ , η εξίσωση μετατόπισης και για το  $\Sigma_1$  είναι:

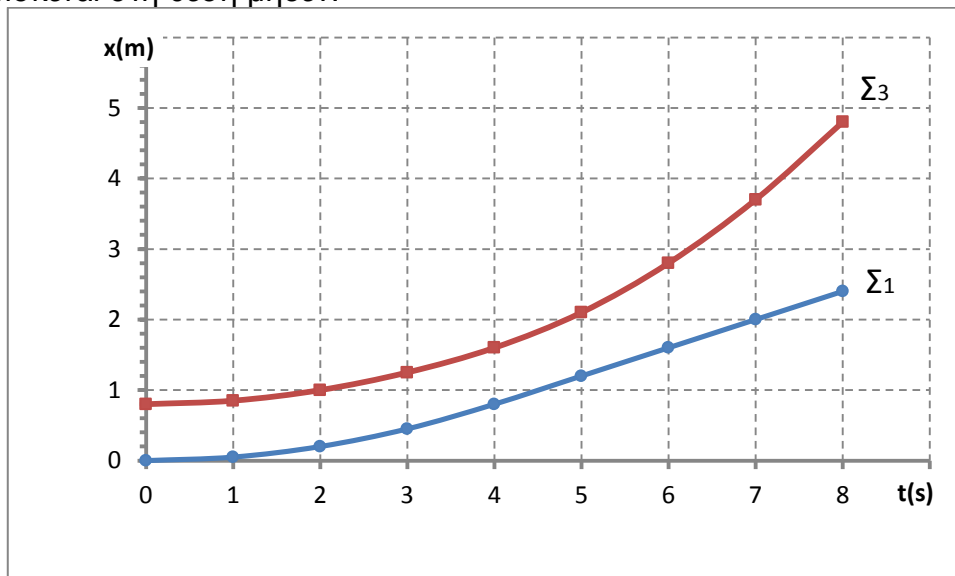
$$x = \frac{1}{2} \cdot a_1 \cdot 4^2 + u_0 \cdot (t-4) \Rightarrow x = 0,8 + 0,4 \cdot (t-4)$$

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

Γραφική παράσταση μετατόπισης – χρόνου των σωμάτων  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_3$ .



Γραφική παράσταση θέσης – χρόνου των σωμάτων  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_3$ , θεωρώντας ότι το  $\Sigma_1$  αρχικά βρίσκεται στη θέση μηδέν.



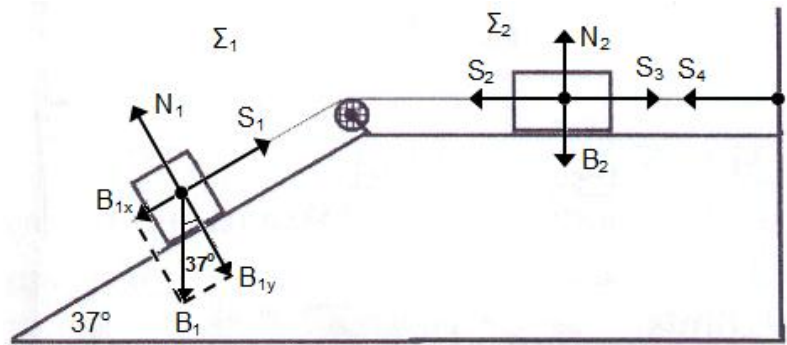
(Σημείωση: Όσοι μαθητές έκαναν τη γραφική παράσταση θέσης – χρόνου παίρνουν τις 2 μονάδες από τις 4 του ερωτήματος.)

**ΘΕΜΑ 7<sup>ο</sup> (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  $\Sigma_1$  ασκούνται το βάρος  $B_1$ , η αντίδραση του επιπέδου  $N_1$  και η τάση του νήματος  $S_1$ .

Στο  $\Sigma_2$  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<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα θα ισχύει:  $N_1 = B_{1y}$  (1).

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

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

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

Είναι όμως:  $S_4 = S_3$  (2) (κατακόρυφος τοίχος –  $\Sigma_2$  ενωμένα με το ίδιο νήμα),

$S_3 = S_2$  (3) (ισορροπία του  $\Sigma_2$  στον οριζόντιο άξονα),

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

$S_1 = B_{1x}$  (5) (ισορροπία του  $\Sigma_1$  στον άξονα του κεκλιμένου επιπέδου),

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

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