ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. β

Α2. δ

Α3. β

Α4. δ

Α5. α) Λάθος, **β)**Σωστό, **γ)** Λάθος, **δ)** Σωστό, **ε)** Λάθος.

ΘΕΜΑ Β

Β1. Αρχικά (στο λείο επίπεδο) ισχύει:

$$\Sigma F = ma_1 \Rightarrow F = ma_1 (1)$$

Τελικά (στο τραχύ δάπεδο) ισχύει:

$$\Sigma F' = ma_2 \Rightarrow F - T = ma_2 \overset{(\alpha_2 = \frac{\alpha_1}{3})}{\Longrightarrow} F - T = m\frac{\alpha_1}{3}$$

Από $\frac{(1)}{(2)}$ έχουμε: $\frac{F}{F-T} = \frac{m\alpha_1}{m\frac{\alpha_2}{3}} \Rightarrow \frac{F}{F-T} = 3 \Rightarrow 3F - 3T = F \Rightarrow 2F = 3T \Rightarrow T = \frac{2F}{3}$

Άρα σωστή είναι η πρόταση (γ).

Β2. <u>Για t=0 έως t=2s:</u>

Είναι $\Sigma F_x = F = 12N = \sigma\tau\alpha\theta$ και $\Sigma F = m\alpha_1 \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{12}{2} \Rightarrow \alpha_1 = 6\,{}^{m}\!/_{s^2}$

Το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα.

Άρα: $\Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 \Delta t_1^2 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{2} 6 \cdot 2^2 \Rightarrow \Delta x_1 = 12m$

Επίσης $\upsilon = a_1 \Delta t_1 \Rightarrow \upsilon = 6 \cdot 2 \Rightarrow \upsilon = 12 \, m/s$ (είναι η ταχύτητα την t=2s)

<u>Για t=2s έως t=4s:</u>

Είναι $\Sigma F_x = F = 0$

Το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Άρα:

$\upsilon = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta x_2 = \upsilon \Delta t_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 12 \cdot 2 \Rightarrow \Delta x_2 = 24m$.

<u>Για t=4s έως t=6s:</u>

Είναι $\Sigma F_x = F = -6N = \sigma\tau\alpha\theta$ και $\Sigma F = m\alpha_2 \Rightarrow \alpha_2 = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{-6}{2} \Rightarrow \alpha_3 = -3 \, m/s^2$

Το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση με αρχική ταχύτητα υ_0=12m/s.

Άρα: $\Delta x_3 = \upsilon_0 \Delta t_3 - \frac{1}{2} |\alpha_2| \Delta t_3^2 \Rightarrow \Delta x_3 = 12 \cdot 2 - \frac{1}{2} 3 \cdot 2^2 \Rightarrow \Delta x_3 = 18m$

Συνεπώς: $\Delta x_{o\lambda} = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 \Rightarrow \Delta x_{o\lambda} = 12m + 24m + 18m \Rightarrow \Delta x_{o\lambda} = 54m$

Άρα σωστή είναι η πρόταση (γ).

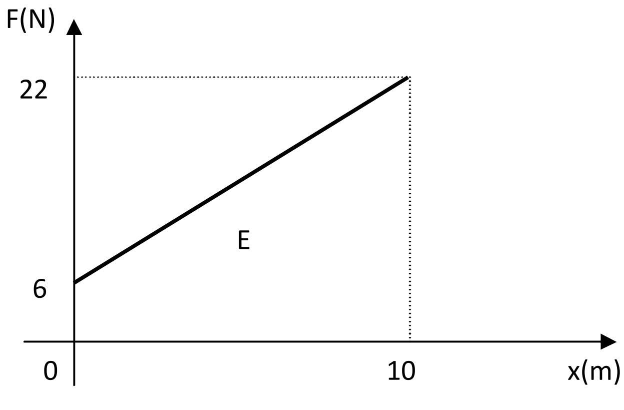
<u>ΘΕΜΑ Γ</u>

Γ1. Το έργο της μεταβλητής δύναμης $\vec{F}$ θα υπολογιστεί από το εμβαδό στο γράφημα (F-x). Είναι F=6+1,6x (1). Παρατηρούμε ότι η εξίσωση (1) είναι της μορφής y=αx+b (με α,b>0). Άρα είναι ευθεία.

Πίνακας τιμών για την εξίσωση (1):

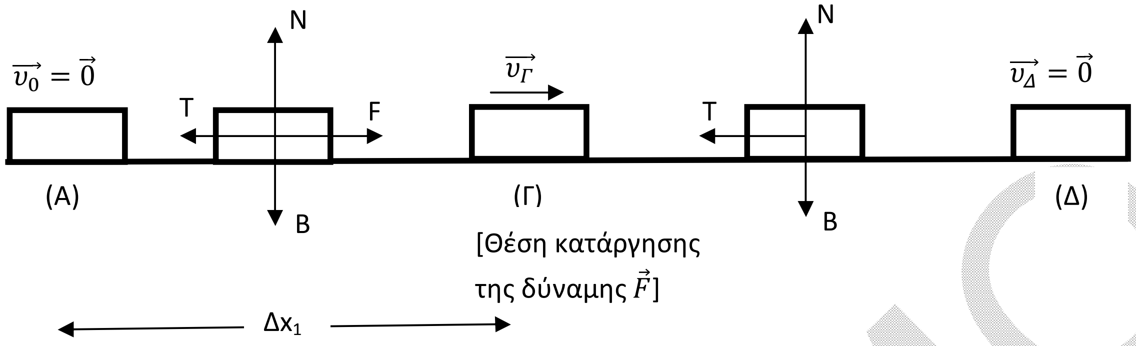
x(m)	0	10
F(N)	6	22

Άρα η γραφική παράσταση (F-x) είναι:



Ισχύει ότι $W_F = \varepsilon\mu\beta\alpha\delta\acute{o}(\mathrm{E}) = \frac{22+6}{2}10 \Rightarrow W_F = 140J$

Γ2.



Στον άξονα y'y ισχύει: $\overrightarrow{\Sigma F_y} = \vec{0} \Rightarrow N - B = 0 \Rightarrow B = N \Rightarrow N = mg \Rightarrow N = 20N$

Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση του σώματος από τη θέση Α έως τη θέση Γ:

$K_{\tau\varepsilon\lambda} - \mathrm{K}_{\alpha\rho\chi} = W_{o\lambda} \Rightarrow \mathrm{K}_\Gamma - \mathrm{K}_\mathrm{A} = W_\mathrm{N} + W_B + W_T + W_F (2)$

Όμως: K_A=0 (αφού το σώμα αρχικά είναι ακίνητο) και W_N=0, W_B=0 (γιατί οι δυνάμεις $\vec{\mathrm{N}}$ και $\vec{\mathrm{B}}$ είναι κάθετες στη μετατόπιση του σώματος).

Άρα:

$$(2) \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_\Gamma^2 - 0 = 0 + 0 - T\Delta x_1 + W_F \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_\Gamma^2 = -\mu \mathrm{N}\Delta x_1 + W_F \Rightarrow \upsilon_\Gamma = \sqrt{\frac{2(W_F - \mu\mathrm{N}\Delta x_1)}{m}} \Rightarrow \upsilon_\Gamma = \sqrt{\frac{2(140 - 0,2 \cdot 20 \cdot 10)}{2}} \Rightarrow \upsilon_\Gamma = 10 \, {}^{m}\!/_{s}$$

Γ3. Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση του σώματος από τη θέση (Α) έως τη θέση (Δ) που σταματά: $K_{\tau\varepsilon\lambda} - \mathrm{K}_{\alpha\rho\chi} = W_{o\lambda} \Rightarrow \mathrm{K}_\Delta - \mathrm{K}_\mathrm{A} = W_\mathrm{B} + W_\mathrm{N} + W_T + W_F (3)$

Όμως: K_A=0, K_Δ=0, W_N=0 και W_B=0.

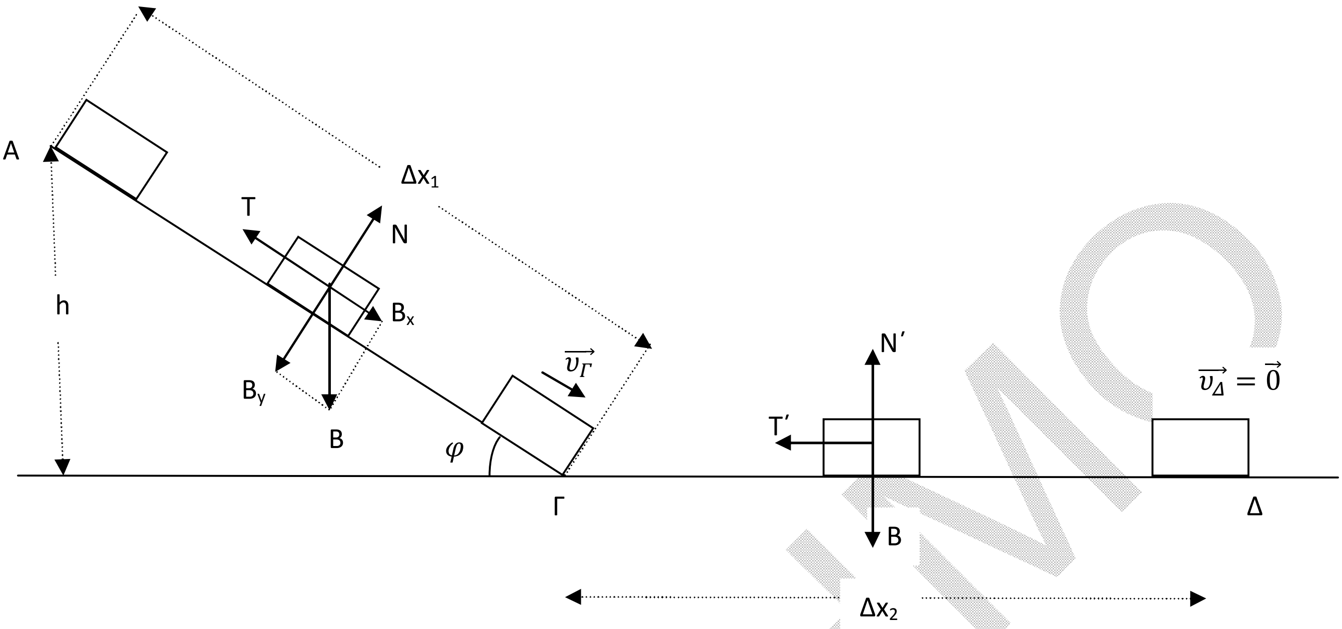
Άρα:

$$(3) \Rightarrow 0 - 0 = 0 + 0 - \mathrm{T}\Delta x_{o\lambda} + W_F \Rightarrow 0 = -\mu\mathrm{N}\Delta x_{o\lambda} + W_F \Rightarrow \Delta x_{o\lambda} = \frac{W_F}{\mu\mathrm{N}} \Rightarrow \Delta x_{o\lambda} = \frac{140}{0,2 \cdot 20} \Rightarrow \Delta x_{o\lambda} = 35m$$

Γ4. Το ποσό της θερμότητας (Q) που εκλύθηκε ισούται αριθμητικά με το έργο της τριβής ολίσθησης. Άρα:

$$Q = |W_T| = |-\mathrm{T}\Delta x_{o\lambda}| \Rightarrow Q = \mu\mathrm{N}\Delta x_{o\lambda} \Rightarrow Q = 140J$$

ΘΕΜΑ Δ



Ισχύει : $\eta\mu\varphi = \dfrac{h}{\Delta x_1} \Rightarrow \Delta x_1 = \dfrac{h}{\eta\mu\varphi}(1)$

$\mathrm{B}_x = B\eta\mu\varphi \Rightarrow \mathrm{B}_x = mg\eta\mu\varphi$

$\mathrm{B}_y = B\sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow \mathrm{B}_y = mg\sigma\upsilon\nu\varphi$

Δ1. Για την κίνηση του σώματος στο κεκλιμένο επίπεδο ισχύει:

Στον άξονα y΄y έχουμε: $\overrightarrow{\Sigma F_y} = \vec{0} \Rightarrow N - B_y = 0 \Rightarrow N = B_y \Rightarrow N = mg\sigma\upsilon\nu\varphi(2)$

Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση του σώματος από τη θέση (Α) στη θέση (Γ):

$\Delta\mathrm{K} = \Sigma W \Rightarrow K_{\tau\varepsilon\lambda} - \mathrm{K}_{\alpha\rho\chi} = W_{B_x} + W_{B_y} + W_T + W_N\,(3)$

Όμως:K_A=0 (αφού το σώμα αφέθηκε στη θέση Α) και W_{By}=0, W_N=0 (γιατί οι δυνάμεις B_y, N είναι κάθετες στη μετατόπιση του σώματος).

Άρα: $(3) \Rightarrow \dfrac{1}{2}m\upsilon_\Gamma^2 - 0 = B_x\Delta x_1 + 0 - T\Delta x_1 + 0 \Rightarrow \dfrac{1}{2}m\upsilon_\Gamma^2 = mg\eta\mu\varphi\Delta x_1 - \mu\mathrm{N}\Delta x_1 \xRightarrow{(2)}$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_\Gamma^2 = mg\eta\mu\varphi\Delta x_1 - \mu mg\sigma\upsilon\nu\varphi\Delta x_1 \overset{(1)}{\Longrightarrow} \upsilon_\Gamma = \sqrt{2g\eta\mu\varphi\frac{h}{\eta\mu\varphi} - 2\mu g\sigma\upsilon\nu\varphi\frac{h}{\eta\mu\varphi}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \upsilon_\Gamma = \sqrt{2gh(1-\frac{\mu\sigma\upsilon\nu\varphi}{\eta\mu\varphi}} \Rightarrow \upsilon_\Gamma = \sqrt{15}\, m/s$$

Δ2. Για την κίνηση του σώματος στο οριζόντιο επίπεδο ισχύει:

$$\overrightarrow{\Sigma F_y} = \vec{0} \Rightarrow N' - B = 0 \Rightarrow N' = B \Rightarrow N' = mg (4)$$

Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση του σώματος από τη θέση (Γ) έως τη θέση (Δ):

$$\Delta K = \Sigma W \Rightarrow K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{N'} + W_B + W_{T'} (5)$$

Όμως: $K_{\tau\varepsilon\lambda}=K_{(\Delta)}=0$

(αφού το σώμα σταματά στη θέση Δ) και $W_{N'}=0$, $W_B=0$ (γιατί οι δυνάμεις $\overrightarrow{N'}$ και $\vec{B}$ είναι κάθετες στη μετατόπιση του σώματος).

Άρα:

$$(5) \Rightarrow 0 - \frac{1}{2}m\upsilon_\Gamma^2 = 0 + 0 - T'\Delta x_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_\Gamma^2 = \mu N'\Delta x_2 \overset{(4)}{\Rightarrow} \frac{1}{2}m\upsilon_\Gamma^2 = \mu mg\Delta x_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta x_2 = \frac{\upsilon_\Gamma^2}{2\mu g} \Rightarrow \Delta x_2 = \sqrt{3} m$$

Συνεπώς, η συνολική μετατόπιση του σώματος είναι:

$$\Delta x_{o\lambda} = \Delta x_1 + \Delta x_2 \overset{(1)}{\Longrightarrow} \Delta x_{o\lambda} = \frac{h}{\eta\mu\varphi} + \sqrt{3} \Rightarrow \Delta x_{o\lambda} = \frac{5\sqrt{3}}{3} m$$

Δ3. Η αρχική βαρυτική δυναμική ενέργεια του σώματος στο σημείο Α μετατρέπεται (μέσω του έργου του βάρους του) σε κινητική ενέργεια στη θέση Γ και σε θερμότητα (μέσω του έργου της τριβής κατά τη διαδρομή Α→Γ) έως την θέση Γ.

Κατόπιν, όλη η κινητική ενέργεια του σώματος στη θέση Γ μετατρέπεται (μέσω του έργου της τριβής κατά τη διαδρομή Γ→Δ) σε θερμότητα έως τη θέση Δ.

Δ4. Είναι

$$U_{\alpha\rho\chi} = \text{B}h = mgh = 1\cdot 10\cdot 1 \Rightarrow U_{\alpha\rho\chi} = 10J$$

$$Q_{\text{A}\to\Gamma} = |W_T| = |-T\Delta x_1| = \mu \text{N}\Delta x_1 \overset{(1),(2)}{\Longrightarrow}$$

Επίσης $Q_{\text{A}\to\Gamma} = \mu m g \sigma\upsilon\nu\varphi \dfrac{h}{\eta\mu\varphi} \Rightarrow Q_{\text{A}\to\Gamma} = \dfrac{\sqrt{3}}{4}\cdot 1\cdot 10\cdot \dfrac{1}{2}\dfrac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow Q_{\text{A}\to\Gamma} = 2,5J$

Συνεπώς, το ζητούμενο ποσοστό είναι:

$$\Pi\% = \frac{Q_{\text{A}\to\Gamma}}{U_{\alpha\rho\chi}}100\% = \frac{2,5}{10}100\% = 25\%$$

Επιμέλεια: Αποστόλου Άρης

Τομέας Φυσικής

Ορόσημο Αθήνας