ΤΑΞΗ: Α΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

Ημερομηνία: Μ. Τετάρτη 12 Απριλίου 2017
Διάρκεια Εξέτασης: 2 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ
Α2. β
Α3. δ
Α4. β
Α5. α. Λάθος
β. Σωστό
γ. Λάθος
δ. Λάθος
ε. Σωστό

ΘΕΜΑ Β

Β1. i. **Σωστή απάντηση είναι η (α)**

Από 0sec έως 2sec το κινητό εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση . Όπως φαίνεται και από την γραφική παράσταση η επιτάχυνση τη ζητούμενη χρονική στιγμή, η οποία ισούται με την επιτάχυνση την χρονική στιγμή $t_A = 2\text{sec}$, θα είναι:

$$\vec{\alpha} = \frac{\Delta\vec{\upsilon}}{\Delta t} \Leftrightarrow \alpha = \frac{\upsilon_A - \upsilon_0}{t_A - t_0} \Leftrightarrow \alpha = \frac{20}{2} \Leftrightarrow \boxed{\alpha = 10\text{m}/\text{s}^2}$$

ii. **Σωστή απάντηση είναι η (β)**

Από την γραφική παράσταση $\upsilon = f(t)$ υπολογίζουμε την ολική μετατόπιση Δx βρίσκοντας το αντίστοιχο αριθμητικό εμβαδόν που περικλείεται μεταξύ του άξονα t και της ευθείας που αναπαριστά την ταχύτητα.

$$\Delta x = E_{\text{τραπεζίου}} = \frac{(B+\beta)}{2}\cdot \text{ύψος} \Leftrightarrow \Delta x = \frac{(8+4)}{2}\cdot 20 \Leftrightarrow \boxed{\Delta x = 120\text{m}}$$

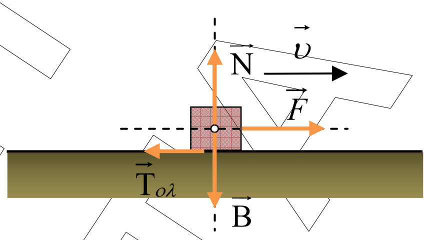
Β2. i. **Σωστή απάντηση είναι η (γ)**

Παρατηρούμε από το διάγραμμα $T - F$ ότι η οριακή τριβή $\vec{T}_{\text{ορ}}$ ισούται με 5N. Συνεπώς μέχρι η δύναμη $\vec{F}$ να ξεπεράσει αυτή την τιμή το σώμα παραμένει ακίνητο και η τριβή που του ασκείται είναι η στατική τριβή $\vec{T}_{στ}$. Αφού το σώμα παραμένει ακίνητο, από 1ο Νόμο Νεύτωνα στον άξονα x΄x ισχύει:

$$\Sigma\vec{F}_x = 0 \Leftrightarrow F - T_{στ} = 0 \Leftrightarrow T_{στ} = F \Leftrightarrow \boxed{T_{στ} = 3N}$$

ii. <u>Σωστή απάντηση είναι η (β)</u>

Η δύναμη που ασκείται στο σώμα από το έδαφος είναι η συνισταμένη δύναμη της κάθετης αντίδρασης $\vec{N}$ και της τριβής ολίσθησης $\vec{T}_{ολ}$.

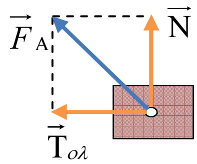


Η κάθετη αντίδραση $\vec{N}$ εφόσον το σώμα ισορροπεί στον άξονα y΄y υπολογίζεται ως εξής:

$$\Sigma\vec{F}_y = 0 \Leftrightarrow N - B = 0 \Leftrightarrow N = B \Leftrightarrow N = m\cdot g \Leftrightarrow N = 0,3\cdot 10 \Leftrightarrow N = 3N$$

Εφόσον $F = 7N$ συμπεραίνουμε ότι πλέον το σώμα κινείται και η τριβή που ασκείται στο σώμα είναι η τριβή ολίσθησης $\vec{T}_{ολ}$ η οποία, όπως φαίνεται από την γραφική παράσταση, έχει μέτρο $T_{ολ} = 4N$.

Συνεπώς οι δύο δυνάμεις είναι κάθετες και το μέτρο της συνισταμένης τους υπολογίζεται ως εξής:



$$\Sigma F = \sqrt{T_{ολ}^{\,2} + N^2} \Leftrightarrow \Sigma F = \sqrt{4^2 + 3^2} \Leftrightarrow \Sigma F = \sqrt{25} \Leftrightarrow \boxed{\Sigma F = 5N}$$

<u>ΘΕΜΑ Γ</u>

Γ1. Για το χρονικό διάστημα Δt_1 από $t_A = 0sec$ έως $t_B = 3sec$ το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με $\alpha_1 = 5m/s^2$. Συνεπώς την χρονική στιγμή $t_B = 3sec$ θα έχει αποκτήσει ταχύτητα:

$$\upsilon_1 = \upsilon_0 + \alpha_1\cdot\Delta t_1 \Leftrightarrow \upsilon_1 = 0 + 5\cdot 3 \Leftrightarrow \boxed{\upsilon_1 = 15m/s}$$

Γ2. Το βάρος του σώματος είναι:

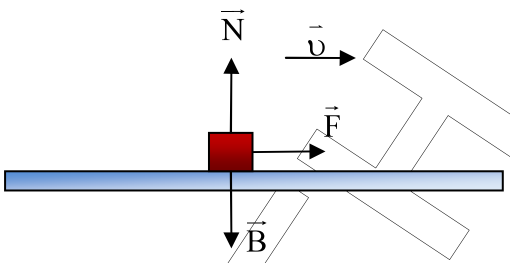
$$B = m\cdot g \Leftrightarrow B = 2\cdot 10 \Leftrightarrow B = 20N$$

Το σώμα στον άξονα y'y ισορροπεί, συνεπώς ισχύει:

$$\Sigma\vec{F}_y = 0 \Leftrightarrow N - B = 0 \Leftrightarrow N = B \Leftrightarrow N = 20N.$$

Για το χρονικό διάστημα $\Delta t_1 = 3sec$ το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση υπό την επίδραση της δύναμης $\vec{F}$ η οποία ασκείται στο σώμα όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.

Λείο δάπεδο

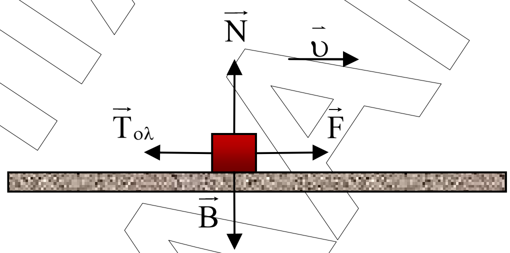


Εφαρμόζοντας λοιπόν τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής για το παραπάνω χρονικό διάστημα ισχύει ότι:

$$\Sigma\vec{F}_x = m\cdot\vec{\alpha_1} \Leftrightarrow F = 2\cdot 5 \Leftrightarrow F = 10N$$

Στην συνέχεια το σώμα εισέρχεται στο τραχύ δάπεδο όπου και εκτελεί Ευθύγραμμη Ομαλή κίνηση για το χρονικό διάστημα $\Delta t_2 = 7sec$ υπό την επίδραση της δύναμης $\vec{F}$ και της τριβής ολίσθησης $\vec{T}_{o\lambda}$ οι οποίες ασκούνται στο σώμα όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:

Τραχύ δάπεδο



Συνεπώς από 1° Νόμο Νεύτωνα για τον άξονα x΄x έχουμε:

$$\Sigma\vec{F}_x = 0 \Leftrightarrow F - T_{o\lambda} = 0 \Leftrightarrow F = T_{o\lambda} \Leftrightarrow F = \mu\cdot N \Leftrightarrow 10 = \mu\cdot 20 \Leftrightarrow \boxed{\mu = 0,5}$$

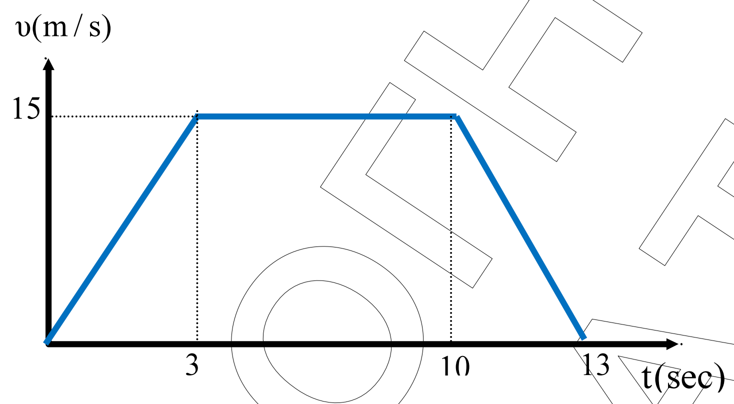
Γ3. Την χρονική στιγμή $t_\Gamma = 10sec$ στο σώμα παύει να ασκείται η δύναμη $\vec{F}$. Το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση στο ίδιο τραχύ δάπεδο, υπό την επίδραση της τριβής ολίσθησης $\vec{T}_{o\lambda}$ μέχρι την χρονική στιγμή t_Δ οπότε και το κινητό σταματά. Εφαρμόζουμε τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής στον άξονα x΄x για να υπολογίσουμε το μέτρο της επιβράδυνσης του κινητού $\vec{\alpha}_3$:
$\Sigma\vec{F}_x = m\cdot\vec{\alpha}_3 \Leftrightarrow T_{o\lambda} = m\cdot\alpha_3 \Leftrightarrow \mu\cdot N = m\cdot\alpha_3 \Leftrightarrow 10 = 2\cdot\alpha_3 \Leftrightarrow \alpha_3 = 5m/s^2$ (μέτρο επιβράδυνσης).
Υπολογίζουμε το χρονικό διάστημα διάστημα κίνησης Δt_3 (από την χρονική στιγμή $t_\Gamma = 10sec$ μέχρι την χρονική στιγμή t_Δ όπου το κινητό ακινητοποιείται):

$$\upsilon = \upsilon_0 - \alpha_3\cdot\Delta t_3 \Leftrightarrow 0 = 15 - 5\cdot\Delta t_3 \Leftrightarrow \Delta t_3 = 3\sec$$

Συνεπώς το σώμα παύει να κινείται την χρονική στιγμή:

$$t_\Delta = t_\Gamma + \Delta t_3 \Leftrightarrow t_\Delta = 10 + 3 \Leftrightarrow t_\Delta = 13\,\text{sec}$$

Αφού διαθέτουμε και τις τρεις χρονικές στιγμές για τις επιμέρους διαδοχικές κινήσεις που εκτελεί το κινητό κατασκευάζουμε ως εξής την γραφική παράσταση υ=f(t) για το κινούμενο σώμα για όλη την διάρκεια της κίνησής του :



Γ4. Για το χρονικό διάστημα 0-3sec:

Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα. Η μετατόπιση του σώματος Δx_1 υπολογίζεται ως εξής:

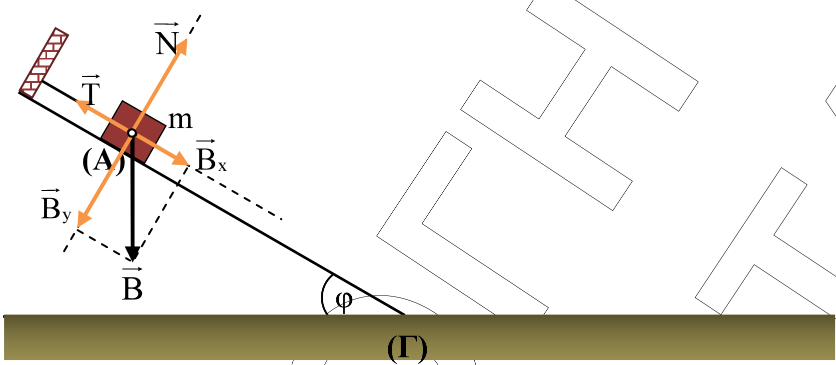
$$\Delta x_1 = \upsilon_0 \cdot \Delta t_1 + \frac{1}{2}\cdot \alpha_1 \cdot \Delta t_1^{\,2} \Leftrightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{2}\cdot 5\cdot 3^2 \Leftrightarrow \boxed{\Delta x_1 = 22,5\text{m}}$$

Συνεπώς το έργο της δύναμης F για το χρονικό διάστημα 0-3sec είναι:

$$W_F = F\cdot \Delta x_1 \Leftrightarrow W_F = 10\cdot 22,5 \Leftrightarrow \boxed{W_F = 225\text{J}}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Αναλύοντας την δύναμη του βάρους σε συνιστώσες έχουμε:

$$B_x = B\cdot ημφ = m\cdot g\cdot ημφ \Leftrightarrow B_x = 25N$$

Από την ισορροπία του σώματος στον άξονα x΄x έχουμε:

$$\Sigma\vec{F}_x = 0 \Leftrightarrow B_x - T = 0 \Leftrightarrow B_x = T \Leftrightarrow \boxed{T = 25N}$$

Δ2. Από την χρονική στιγμή $t_0 = 0\,s$, που κόβεται το νήμα, το σώμα ξεκινά αμέσως να κατέρχεται το λείο κεκλιμένο επίπεδο.

<u>Α΄ τρόπος</u>

Από τον 2ο Νόμο Νεύτωνα έχουμε:

$$\Sigma\vec{F}_x = m\cdot\vec{\alpha}_1 \Leftrightarrow B_x = m\cdot\alpha_1 \Leftrightarrow 25 = 5\cdot\alpha_1 \Leftrightarrow \alpha_1 = 5m/s^2$$

Από την γεωμετρία του σχήματος υπολογίζουμε την μετατόπιση του σώματος μέχρι να φτάσει στο έδαφος:

$$ημφ = \frac{h}{\Delta x_1} \Leftrightarrow \Delta x_1 = \frac{h}{ημφ} = \frac{5}{\frac{1}{2}} \Leftrightarrow \Delta x_1 = 10m$$

Από την εξίσωση της μετατόπισης για την ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση, έχουμε:

$$\Delta x_1 = \upsilon_0\cdot\Delta t_1 + \frac{1}{2}\cdot\alpha_1\cdot\Delta t_1^2 \Leftrightarrow 10 = 0 + \frac{1}{2}\cdot 5\cdot\Delta t_1^2 \Leftrightarrow \Delta t_1 = 2\sec$$

Οπότε τελικά το σώμα φτάνει στην βάση του κεκλιμένου με ταχύτητα μέτρου:

$$\upsilon_1 = \upsilon_0 + \alpha_1\cdot\Delta t_1 = 5\cdot 2 \Leftrightarrow \boxed{\upsilon_1 = 10m/s}$$

<u>Β΄ τρόπος</u>

Εφαρμόζουμε το θεώρημα έργου – ενέργειας, για το σώμα μάζας m, από το σημείο (Α) μέχρι το σημείο (Γ) (βάση κεκλιμένου επιπέδου)

$$\Delta K = \Sigma W_F \Leftrightarrow K_{(\Gamma)} - K_{(A)} = W_{\vec{B}} + W_{\vec{N}} \Leftrightarrow$$

$$(W_{\vec{N}} = 0 \text{ αφού } \vec{N} \perp \Delta\vec{x})$$

$$\frac{1}{2}\cdot m\cdot \upsilon_1^2 - 0 = m\cdot g\cdot h \Leftrightarrow \frac{1}{2}\cdot 5\cdot \upsilon_1^2 - 0 = 5\cdot 10\cdot 5 \Leftrightarrow \boxed{\upsilon_1 = 10m/s}$$

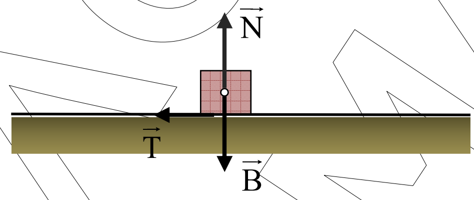
<u>Γ΄ τρόπος</u>

Μετά το κόψιμο του νήματος στο σώμα ασκούνται δύο δυνάμεις:
Το βάρος $\vec{B}$, που είναι συντηρητική δύναμη και η κάθετη αντίδραση από το επίπεδο $\vec{N}$ της οποίας το έργο είναι μηδέν.
Συνεπώς η μηχανική ενέργεια του σώματος, κατά την διάρκεια κίνησης του στο κεκλιμένο, παραμένει σταθερή. Ορίζουμε σαν επίπεδο μηδενικής βαρυτικής ενέργειας την θέση (Γ).

$$E_{MHX(A)} = E_{MHX(B)} \Leftrightarrow K_{(A)} + U_{(A)} = K_{(\Gamma)} + U_{(\Gamma)} \Leftrightarrow 0 + m\cdot g\cdot h = \frac{1}{2}\cdot m\cdot \upsilon_1^2 + 0$$

$$\Leftrightarrow 5\cdot 10\cdot 5 = \frac{1}{2}\cdot 5\cdot \upsilon_1^2 \Leftrightarrow \boxed{\upsilon_1 = 10m/s}$$

Δ3.



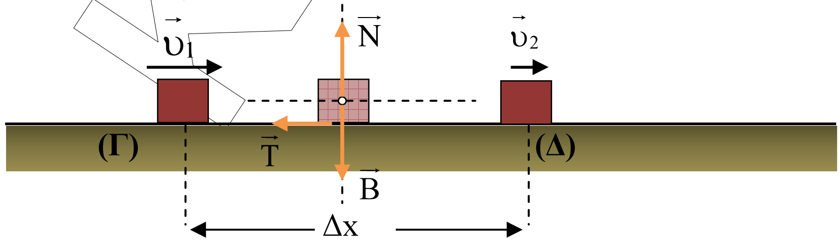
άξονας y΄y : $\Sigma\vec{F}_y = 0 \Leftrightarrow N - B = 0 \Leftrightarrow N = m\cdot g \Leftrightarrow N = 50N$
άξονας x΄x : Από Θεμελιώδη Νόμο της Μηχανικής έχουμε:

$$\Sigma F_x = m\cdot \alpha_2 \Leftrightarrow T = m\cdot \alpha_2 \Leftrightarrow \mu\cdot N = m\cdot \alpha_2 \Leftrightarrow 0,25\cdot 50 = 5\cdot \alpha_2 \Leftrightarrow \alpha_2 = 2,5m/s^2$$

(μέτρο επιβράδυνσης).
Από την εξίσωση της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση από την θέση (Γ) όπου το σώμα έχει ταχύτητα μέτρου $\upsilon_1 = 10m/s$ μέχρι την θέση όπου το σώμα τελικά ακινητοποιείται ($\upsilon = 0m/s$) έχουμε:

$$\upsilon = \upsilon_1 - \alpha_2\cdot \Delta t_{o\lambda} \Leftrightarrow 0 = 10 - 2,5\cdot \Delta t_{o\lambda} \Leftrightarrow \boxed{\Delta t_{o\lambda} = 4sec}$$

Δ4. **<u>Α΄ τρόπος</u>**



Από την εξίσωση της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση από την θέση (Γ) όπου το σώμα έχει ταχύτητα μέτρου $\upsilon_1 = 10\text{m}/\text{s}$ μέχρι την θέση (Δ) όπου το σώμα αποκτά ταχύτητα μέτρου $\upsilon_2 = \frac{\upsilon_1}{2} \Leftrightarrow \upsilon_2 = 5\text{m}/\text{s}$ έχουμε:

$$\upsilon_2 = \upsilon_1 - \alpha_2 \cdot \Delta t_2 \Leftrightarrow 5 = 10 - 2{,}5 \cdot \Delta t_2 \Leftrightarrow \Delta t_2 = 2\sec$$

Από την εξίσωση της μετατόπισης τελικά έχουμε:

$$\Delta x_2 = \upsilon_0 \cdot \Delta t_2 - \frac{1}{2} \cdot \alpha_2 \cdot \Delta t_2{}^2 \Leftrightarrow \Delta x_2 = 10 \cdot 2 - \frac{1}{2} \cdot 2{,}5 \cdot 2^2 \Leftrightarrow \Delta x_2 = 15\text{m}$$

Η θερμική ενέργεια (Q) ισούται κατά απόλυτη τιμή με το έργο της τριβής ολίσθησης:

$$Q = |W_T| = |-T \cdot \Delta x_2| = |-12{,}5 \cdot 15| \Leftrightarrow Q = 187{,}5\text{Joule}$$

Η δυναμική βαρυτική ενέργεια στην θέση (Α) υπολογίζεται ως εξής:

$$U_{(A)} = m \cdot g \cdot h = 5 \cdot 10 \cdot 5 = 250\text{Joule}$$

Άρα τελικά

$$\frac{Q}{U_{(A)}} = \frac{187{,}5}{250} \Leftrightarrow \boxed{\frac{Q}{U_{(A)}} = \frac{3}{4}}$$

<u>Β΄ τρόπος</u>

Από την διατήρηση της μηχανικής ενέργειας κατά την κίνηση του σώματος στο κεκλιμένο επίπεδο προκύπτει ότι η Κινητική Ενέργεια στην θέση (Γ) (βάση κεκλιμένου) ισούται με την αρχική Δυναμική Ενέργεια τους σώματος:

$$K_{(\Gamma)} = U_{(A)} \quad (1)$$

Εφαρμόζοντας το θεώρημα έργου – ενέργειας για το σώμα μάζας m από την θέση (Γ) μέχρι την θέση (Δ) (εκεί δηλαδή όπου η ταχύτητα του σώματος έχει υποδιπλασιαστεί) έχουμε:

$$\Delta K = \Sigma W_F \Leftrightarrow K_{(\Delta)} - K_{(\Gamma)} = W_{\vec{B}} + W_{\vec{N}} + W_{\vec{T}}$$

$$(W_{\vec{N}} = 0 \text{ και } W_{\vec{B}} = 0 \text{ αφού } \vec{N} \perp \Delta\vec{x} \text{ και } \vec{B} \perp \Delta\vec{x} \ )$$

$$\text{Όμως } \upsilon_2 = \frac{\upsilon_1}{2} \text{ άρα } K_{(\Delta)} = \frac{K_{(\Gamma)}}{4} \ ,$$

$$\text{Συνεπώς } \frac{K_{(\Gamma)}}{4} - K_{(\Gamma)} = W_T \Leftrightarrow W_T = -\frac{3}{4} \cdot K_{(\Gamma)} \quad (2)$$

$$(1),(2) \rightarrow \frac{Q}{U_{(A)}} = \frac{|W_T|}{U_{(A)}} = \frac{\frac{3}{4}K_{(\Gamma)}}{K_{(\Gamma)}} \Leftrightarrow \boxed{\frac{Q}{U_{(A)}} = \frac{3}{4}}$$