Πανελλήνιες Εξετάσεις - 22 Ιουνίου 2021

Φυσική Θετικού Προσανατολισμού

Ενδεικτικές Λύσεις

Θέμα Α

Α.1 $\rightarrow$ **(γ)**

Α.2 $\rightarrow$ **(δ)**

Α.3 $\rightarrow$ **(γ)**

Α.4 $\rightarrow$ **(β)**

Α.5 $\rightarrow$ **Σ ,Λ , Σ , Σ , Λ**

Θέμα Β

Β.1. $\rightarrow$ **(*ii*)** .

Η σκάλα δέχεται μια κάθετη δύναμη από τον τοίχο με μέτρο N_1*, το βάρος της που είναι κάθετο στο έδαφος, μια κάθετη δύναμη από το δάπεδο με μέτρο* N_2 *και την στατική τριβή από το δάπεδο που έχει φορά προς τα αριστερά.* ***Εφαρμόζουμε τς συνδήκες ισορροπίας.***

$$\Sigma\tau = 0 \Rightarrow N_1 L\eta\mu\phi - w\frac{L}{2}\sigma\upsilon\nu\phi = 0 \Rightarrow N_1 = \frac{w}{2\epsilon\phi\phi}$$

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_s = N_1$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N_2 = w$$

Για να ισορροπεί οριακά πρέπει :

$$T_s = T_{s(max)} = \mu N_2 \Rightarrow \epsilon\phi\phi = \frac{1}{2\mu}$$

B.2 $\rightarrow$ **(**i**)** .

*Εφαρμόζω την **εξίσωση** $Bernoulli$ πάνω σε μια ρευματική γραμμή που εκκινεί από την επιφάνεια της δεξαμενής και φτάνει στο σημείο εξόδου. Επειδή η διατομή του δοχείου είναι μεγάλη σε σχέση με την διατομή στο σημείο εκροής η ελεύθερη επιφάνεια έχει ταχύτητα μηδέν (πολύ μικρότερη από την ταχύτητα εκροής στην πραγματικότητα) και η ταχύτητα εκροής από την οπή είναι υ_1.*

$$P_{atm} + \rho g H = P_{atm} + \frac{1}{2}\rho\upsilon_1^2 \Rightarrow \upsilon = \sqrt{2gH} \tag{1}$$

*Εφαρμόζω την **εξίσωση** $Bernoulli$ για δύο σημεία που βρίσκονται πάνω σε μια ρευματική γραμμή που αρχίζει κάτω από από τον κατακόρυφο σωλήνα που η πίεση είναι P_1 και η ταχύτητα υ' και την έξοδο για την οποία έχουμε υπολογίσει την ταχύτητα.*

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho\upsilon'^2 = P_{atm} + \frac{1}{2}\rho\upsilon_1^2 \tag{2}$$

*Για τις δύο ταχύτητες εφαρμόζω την **εξίσωση συνέχειας** ώστε να βρω την σχέση μεταξύ τους:*

$$A_1\upsilon' = \frac{A_1}{2}\upsilon \Rightarrow \upsilon' = \frac{\upsilon}{2} \tag{3}$$

Από τις σχέσεις (1),(2),(3) προκύπτει ότι:

$$P_1 = P_{atm} + \frac{3}{4}\rho g H \tag{4}$$

*Το **έμβολο ισορροπεί** δεχόμενο το βάρος του, μια δύναμη από τον ατμοσφαιρικό αέρα (F_{atm}) και μια δύναμη ($F_{\upsilon\gamma\rho}$) από το υγρό που ισορροπεί (η ροή γίνεται στην οριζόντια κατεύθυνση). Η πίεση κάτω από το έμβολο είναι P_E*

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{atm} + w = F_{\text{υγρ}} \Rightarrow P_{atm}A + w = P_E A \Rightarrow P_E = P_{atm} + \frac{w}{A} \quad (5)$$

*Για την **ισορροπία του ρευστού** στον κατακόρυφο σωλήνα γίνεται ο υπολογισμός της πίεσης P_1:*

$$P_1 = P_E + \rho g H \quad (6)$$

Από τις σχέσεις (4) , (5) , (6) θα προκύψει ότι:

$$w = \frac{\rho g H A}{2}$$

Β.3 $\rightarrow$ **(*iii*)** .

Για την έκκεντρη κρούση με δεδομένο ότι το σύστημα των σωμάτων είναι μονωμένο εφαρμόζουμε την Αρχή Διατήρησης της Ορμής στην Αλγεβρική της μορφή. :

$$P_y = P'_y \Rightarrow 0 + 0 = m_1 \upsilon'_1 - m_2 \upsilon'_2 \eta\mu 30 \Rightarrow \upsilon'_1 = \upsilon'_2 \quad (7)$$

$$P_x = P'_x \Rightarrow m\upsilon_1 = 0 - m_2 \upsilon'_2 \sigma\upsilon\nu 30 \Rightarrow \upsilon_1 = \upsilon'_2 \sqrt{3} \quad (8)$$

Για την πλαστική κρούση που ακολουθεί εφαρμόζουμε ξανά την Αρχή Διατήρησης της Ορμής

$$P = P' \Rightarrow m\upsilon'_1 = (m + m)\upsilon_k \Rightarrow \upsilon'_1 = 2\upsilon_k \quad (9)$$

Ο ζητούμενος λόγος κινητικών ενεργειών με βάση τα (7) , (8), (9) θα είναι:

$$\frac{K}{K_1} = \frac{\frac{1}{2} 2m\upsilon_k^2}{\frac{1}{2} m\upsilon_1^2} = \frac{1}{6}$$

*** η πληροφορία ότι η έκκεντρη κρούση είναι ελαστική δεν υπήρχε λόγος να δοθεί στην εκφώνηση:*

Θέμα Γ

Γ.1

$$\bar{P} = 12watt = \frac{V_{\varepsilon\nu}^2}{R_1} \Rightarrow V_{\varepsilon\nu} = 6\sqrt{2}volt \Rightarrow V = \sqrt{2}V_{\varepsilon\nu} = 12volt$$

$$I_{\varepsilon\nu} = \frac{V_{\varepsilon\nu}}{R_1} = \sqrt{2}A$$

Γ.2 *Η μέγιστη τάση θα γίνεται από την σχέση $V = N\omega BA$, άρα ο διπλασιασμός της συχνότητας περιστροφής ($\omega = 2\pi f$) θα έχει ως αποτέλεσμα και τον διπλασιασμό της μέγιστης τάσης ($V' = 2V$). Η στιγμιαία ισχύς στο SI θα είναι:*

$$P = \frac{\upsilon^2}{R_1} = \frac{(2V\eta\mu\omega' t)^2}{R_1} = 96\eta\mu^2(100\pi t)$$

Και στην χρονική στιγμή που μας δίνεται θα είναι: $P = 96Watt$

Γ.3 *'Οταν ασκήσουμε στον αγωγό την δύναμη F, αρχίζει να κινείται προς τα δεξιά, οπότε θα εμφανιστεί στα άκρα του μια επαγωγική τάση εξαιτίας της αύξησης της μαγνητικής ροής διαμέσου της επιφάνειας ΚΓΖΛΚ. Σε μια τυχαία στιγμή που έχει μετατοπιστεί κατά Δx η ροή θα έχει μεταβληθεί κατά $\Delta\Phi = B\ell\Delta x$. Εφαρμόζουμε τον Νόμο του $Faraday$ για τον υπολογισμό της επαγωγικής ΗΕΔ:*

$$E = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B\Delta x\ell}{\Delta t} = -B\upsilon\ell$$

'Οσο οι διακόπτες είναι ανοιχτοί η ράβδος θα δέχεται μόνο την δύναμη F και θα επιταχύνεται ομαλά με επιτάχυνση $\alpha = \dfrac{F}{m} = 1m/s^2$

'Οταν οι διακόπτες κλείνουν δημιουργείται κλειστό κύκλωμα και ο ΚΛ θα διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα έντασης I η φορά του οποίου θα είναι από το Λ προς το Κ, ώστε να δημιουργεί δύναμη $Laplace$ πάνω στον ΚΛ,

η οποία θα έχει φορά προς τα αριστερά, ώστε να αντιτίθεται στην κίνηση (Σύμφωνα με τον κανόνα του $Lentz$ το επαγωγικό ρεύμα θα αντιτίθεται μέσω της φοράς του στο αίτιο που το προκαλεί). Η ένταση του ρεύματος θα υπολογιστεί από τον Νόμο του Ohm.

$$I = \frac{E}{R_{1,2} + R_{K\Lambda}} = \frac{B\upsilon L}{R_{1,2} + R_{K\Lambda}}$$

** Το ρεύμα έντασης I στο σημείο Κ διαχωρίζεται σε I_1 και I_2 που διαρρέει αντίστοιχα τους αντιστάτες R_1 και R_2 που είναι συνδεδεμένοι παράλληλα. 'Αρα :*

$$R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2\Omega$$

** Η ταχύτητα την στιγμή που κλείνουν οι διακόπτες θα έχει μέτρο $\upsilon = \alpha t = 2m/s$*

Για την κίνηση του αγωγού ΚΛ με σταθερή ταχύτητα :

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F - F_L = 0 \Rightarrow F = BI\ell = B\frac{B\upsilon\ell}{R_{1,2} + R_{K\Lambda}}\ell \Rightarrow B = 1T$$

Γ.4 *Το έργο της δύναμης F στο ζητούμενο χρονικό διάστημα θα είναι:*

$$W = F\Delta x = F\left(\Delta x_1 + \Delta x_2\right) = 4Joule$$

*** Στο χρονικό διάστημα μέχρι να κλείσουν οι διακόπτες η κίνηση είναι ομαλά επιταχυνόμενη $\Delta x_1 = \frac{1}{2}\alpha t^2 = 2m$ και στην συνέχεια η κίνηση είναι ομαλή $\Delta x_2 = \upsilon\Delta t = 6m$*

Θερμότητα θα εκλύεται από τους αντιστάτες μόνο όσο οι διακόπτες είναι κλειστοί και οι αντιστάτες διαρρέονται από ρεύμα ($2 \rightarrow 5s$).

$$I = \frac{B\upsilon\ell}{R_{1,2} + R_{K\Lambda}} = 0,5A$$

$$I_1R_1 = I_2R_2 \Rightarrow I_2 = 2I_1$$

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{1}{3}A$$

Με δεδομένο ότι το ρεύμα έχει σταθερή ένταση στο χρονικό διάστημα αυτό η θερμότητα θα είναι:

$$Q_\theta = I_2^2 R_2^2 \Delta t = 1J$$

Αφού το 1 $Joule$ *από τα 4* $Joule$ *έγινε θερμότητα το ζητούμενο ποσοστό είναι* 25%

Θέμα Δ

Δ.1 Αρχικά το σύστημα ισορροπεί οπότε εφαρμόζω συνθήκες ισορροπίας σε κάθε σώμα:

– Για το σώμα 1 :

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow T_1 = m_1 g$$

– Για την τροχαλία:

$$\Sigma\tau = 0 \Rightarrow T_1' 2r = T_2' r \Rightarrow T_2' = 2T_1'$$

– Για το σώμα 2:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow m_2 g \eta\mu\phi = T_2 \Rightarrow T_2 = 30N$$

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι $m_1 = 1,5kg$

Η τροχαλία θα δέχεται από τον άξονα της μια δύναμη F_α *και εφόσον ισορροπεί θα ισχύει:*

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_{\alpha x} = T'_{2x} \Rightarrow F_{\alpha x} = T'_2 \sigma\upsilon\nu\phi = 24N$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_{\alpha y} = T'_{2y} + T'_1 + Mg \Rightarrow F_{\alpha y} = 48N$$

*** Έχουμε αναλύσει σε κάθετες συνιστώσες τόσο την δύναμη από τον άξονα, όσο και τις τάση του νήματος που είναι παράλληλο στο κεκλιμένο επίπεδο. Η δύναμη από τον άξονα θα είναι:*

$$F_\alpha = \sqrt{F_{\alpha x}^2 + F_{\alpha y}^2} = 24\sqrt{5}N$$

Δ.2 *Αφού κοπεί το νήμα το σώμα 2 κατέρχεται και όταν εισέλθει στο οριζόντιο επίπεδο έχει αποκτήσει ταχύτητα υ_2 η οποία θα είναι σταθερή μέχρι και την σύγκρουση του με το σώμα 3. Για την κάθοδο του σώματος 2 εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ:*

$$\Delta K = \Sigma W \Rightarrow \frac{1}{2}m_2\upsilon_2^2 = m_2gh \Rightarrow \upsilon_2 = 6m/s$$

Σε χρονικό διάστημα Δt το σώμα 2 διανύει την απόσταση ΓΔ και ταυτόχρονα το σώμα 3 πηγαίνει από την ακραία θέση στην ΘΙΤ. Δηλαδή:

$$\Delta t = \frac{T}{4} \Rightarrow \frac{\ell}{\upsilon_2} = \frac{T}{4} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{5}s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 5rad/s$$

Η ζητούμενη σταθερά ελατηρίου θα είναι ίση με την σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης του σώματος 3:

$$D = k = m_3\omega^2 \Rightarrow k = 125N/m$$

Δ.3 *Το σώμα 3 πριν την κρούση διέρχεται για πρώτη φορά από την θέση ισορροπίας του κινούμενο προς τα αριστερά με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_3 = \omega A = \omega d = 1m/s$. Αφού η κρούση είναι κεντρική και ελαστική και τα σώματα έχουν την ίδια μάζα θα ανταλλάξουν ταχύτητες. Την στιγμή της κρούσης βρίσκεται στην θέση ισορροπίας της ταλάντωσης, οπότε:*

$$\upsilon_3' = \upsilon_{max}' = \omega A' \Rightarrow A' = 1,2m$$

Το σώμα 3 μετά την κρούση κινείται προς τα δεξιά άρα η αρχική φάση θα είναι $\phi_o = \pi rad^{**}$

*** Την $t = 0$ έχουμε $x = 0 \Rightarrow \eta\mu\phi_o = 0$ και $\upsilon < 0 \Rightarrow \sigma\upsilon\nu\phi_o < 0$*

Η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης από την θέση ισορροπίας για την παραπάνω ταλάντωση θα είναι:

$$x = 1,2\eta\mu\left(5t + \pi\right) \quad (S.I.)$$

Δ.4 *Για την θέση στην οποία $K = 8U$ εφαρμόζω την ΑΔΕΤ για να υπολογίσω την απομάκρυση από την θέση ισορροπίας*

$$E = K + U \Rightarrow E = 9U \Rightarrow \frac{1}{2}DA^2 = 9\frac{1}{2}Dx^2 \Rightarrow x = \pm\frac{A}{3} = \pm 0,4m$$

Η πρώτη φορά είναι όταν το σώμα βρίσκεται δεξιά της ΘΙΤ και κινείται επίσης προς τα δεξιά ($x < 0, \upsilon < 0$)

$$\frac{dP}{dt} = \Sigma F = -Dx = 50kg \cdot m/s^2$$

Εφαρμόζω πάλι την ΑΔΕΤ, ώστε να υπολογίσω και την ταχύτητα την ίδια χρονική στιγμή:

$$E = K + \frac{K}{8} = \frac{9}{8}K \Rightarrow \frac{1}{2}m_3\upsilon_{max}^2 = \frac{9}{8}\cdot\frac{1}{2}m_3\upsilon^2 \Rightarrow \upsilon = \pm\frac{2\sqrt{2}}{3}\upsilon_{max}' = \pm 4\sqrt{2}m/s$$

$$\frac{dK}{dt} = \Sigma F\upsilon = -200\sqrt{2}J/s$$

Άρα η απόλυτη τιμή του ρυθμού μεταβολής της κινητικής ενέργειας θα είναι $200\sqrt{2}J/s$

Δ.5 *Το σώμα 3 διέρχεται για πρώτη φορά από την θέση φυσικού μήκους μετά την κρούση σε χρονικό διάστημα* $\Delta t = \dfrac{T}{2} = \dfrac{\pi}{5}s$. *Στον ίδιο χρόνο το σώμα 2 έχει διανύσει διάστημα* Δx *από την θέση φυσικού μήκους που βρίσκονταν την στιγμή της κρούσης, το οποίο θα είναι ίσο με την μεταξύ τους απόσταση.*

$$\Delta x = \upsilon_2' \Delta t = \upsilon_3 \Delta = 0,2\pi = 0,628m$$

Λόγω περιορισμένου χρόνου δεν έχουν γίνει τα σχήματα!

Γενικά σχόλια για τα θέματα

- **Θέμα Α**: εξετάζει επαρκώς την θεωρία, τα ερωτήματα είναι διατυπωμένα με σαφήνεια και χωρίς παγίδες.
- **Θέμα Β**: είναι βατό εξετάζει το κεφάλαιο της μηχανικής στερεού σώματος, τα ρευστά και τις κρούσεις. Το Β.1 είναι κλασσικό θέμα ισορροπίας στερεού σώματος, το Β.2 και το Β.3 απαιτούσαν προσοχή στις αλγεβρικές πράξεις και στις διατυπώσεις των εκφωνήσεων. Δεν χαρακτηρίζονται ως απαιτητικά θέματα.
- **Θέμα Γ**: προσπαθεί να συνδυάσει τα εναλλασσόμενα ρεύματα με την κίνηση ράβδου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Κρίνεται ως θέμα αρκετά περίπλοκο στις διατυπώσεις του και στο σχήμα του και θα μπερδέψει τους υποψηφίους. Τα ζητήματα Γ.1 και Γ.2 είναι απλή εφαρμογή τύπων που δεν συνδέονται με τα Γ.3 και Γ.4. Η όλη όμως διάταξη είναι επικίνδυνη για παρανοήσεις. Δύσκολα θα επιλυθεί από την μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών.
- **Θέμα Δ**: κινείται στο επίπεδο των θεμάτων Δ των τελευταίων ετών. Το πρώτο μέρος του Δ.1 είναι ισορροπία στερεού σώματος και το δεύτερο μέρος μια ελαστική κρούση σε συνδυασμό με την απλή αρμονική ταλάντωση. Κρίνεται ως ένα βατό θέμα.

Τα σημερινά θέματα Φυσικής χαρακτηρίζονται ως θέματα με διαβάθμιση, χωρίς επιστημονικά λάθη και καλύπτουν το σύνολο της ύλης. Απευθύνονται σε ψύχραιμους και σωστά προετοιμασμένους μαθητές.

Ευχόμαστε Καλή επιτυχία στα παιδιά!

Επιμέλεια: Δρ. Μιχάλης Καραδημητρίου