Πανελλήνιες Εξετάσεις - 22 Ιουνίου 2020

Φυσική Θετικού Προσανατολισμού

Ενδεικτικές Λύσεις

Θέμα Α

Α.1 $\rightarrow$ **(γ)**

Α.2 $\rightarrow$ **(α)**

Α.3 $\rightarrow$ **(γ)**

Α.4 $\rightarrow$ **(δ)**

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

Θέμα Β

Β.1. $\rightarrow$ **(*iii*)** .

Εφαρμόζω την αρχή της επαλληλίας για κάθε σημείο του στερεού σώματος

$$\vec{\upsilon} = \vec{\upsilon_{\gamma\rho}} + \vec{\upsilon_{cm}}$$

Αφού κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει για το σημείο επαφής με το δάπεδο έχουμε:

$$\upsilon = \upsilon_{cm} - \omega R = 0 \Rightarrow \upsilon_{cm} = \omega R$$

Στο σημείο Γ η ταχύτητα του κέντρου μάζας έχει φορά προς τα δεξιά και η γραμμική ταχύτητα είναι κάθετη σε αυτή με φορά προς τα πάνω, άρα η συνολική ταχύτητα θα είναι ίση με:

$$\upsilon_\Gamma = \sqrt{\upsilon_{cm}^2 + (\omega r)^2} = \frac{\sqrt{5}}{2}\upsilon_{cm}$$

Στο σημείο Α η ταχύτητα του κέντρου μάζας έχει φορά προς τα δεξιά και η γραμμική ταχύτητα θα έχει την ίδια φορά, άρα η συνολική ταχύτητα θα είναι ίση με:

$$\upsilon_A = \upsilon_{cm} + \omega R = 2\upsilon_{cm}$$

Ο ζητούμενος λόγος θα είναι:

$$\frac{\upsilon_\Gamma}{\upsilon_A} = ... = \frac{\sqrt{5}}{4}$$

Β.2 → **(*ii*)** .

΄Οταν σώμα μάζας m_1 προσπίπτει κεντρικά και ελαστικά με ταχύτητα υ_1 σε ακίνητο σώμα μάζας m_2 τότε η ταχύτητα του αρχικά ακίνητου σώματος μετά την κρούση θα είναι :

$$\upsilon_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}\upsilon_1$$

Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του κινούμενου σώματος που θα περάσει στο ακίνητο σώμα θα είναι:

$$\Pi_1 = \frac{K_2'}{K_1} = \frac{\frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2}{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2} \Rightarrow ...\Pi_1 = \frac{4m_1m_2}{(m_1 + m_2)^2}$$

Αντίστοιχα για την περίπτωση που το σώμα m_2 προσπίπτει στο ακίνητο σώμα m_1 με ταχύτητα υ_2 έχουμε:

$$\upsilon_1' = \frac{2m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_2$$

Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του κινούμενου σώματος που θα περάσει στο ακίνητο σώμα θα είναι:

$$\Pi_2 = \frac{K_1'}{K_2} = \frac{\frac{1}{2}m_2\upsilon_1'^2}{\frac{1}{2}m_1\upsilon_2^2} \Rightarrow ...\Pi_2 = \frac{4m_1m_2}{(m_1+m_2)^2} = \Pi_1$$

B.3. $\rightarrow$ **(***i***)** .

Εφαρμόζω την εξίσωση $Bernoulli$ πάνω σε μια ρευματική γραμμή που εκκινεί από την επιφάνεια του δοχείου και φτάνει στο σημείο Ο. Επειδή η ελεύθερη επιφάνεια έχει σταθεροποιηθεί η ταχύτητα εκεί είναι μηδέν και η ταχύτητα εκροής από την οπή είναι υ.

$$P_{atm,} + \rho g H = P_{atm} + \frac{1}{2}\rho\upsilon^2 + \rho g h_1 \Rightarrow \upsilon = \sqrt{2g(H-h_1)}$$

Η φλέβα ρευστού στην συνέχεια εκτελεί οριζόντια βολή με αρχική ταχύτητα υ και σύμφωνα με το θεώρημα $Torricelli$ η κατακόρυφη μετατόπιση θα είναι $y = \frac{1}{2}gt^2$ και η οριζόντια μετατόπιση $x = \upsilon t$. Άρα για τιο σημείο στο έδαφος και για το σημείο Ζ θα ισχύουν:

$$S = \upsilon t_1, \quad h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2$$

$$\frac{S}{2} = \upsilon t_2, \quad h_1 - h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2$$

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι:

$$\upsilon t_1 = 2\upsilon t_2 \Rightarrow t_1 = 2t_2 \Rightarrow \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = 2\sqrt{\frac{2(h_1-h_2)}{g}} \Rightarrow 3h_1 = 4h_2 \Rightarrow h_1 = \frac{28H}{3}$$

Η ζητούμενη παροχή θα είναι:

$$\Pi = vA = A\sqrt{2g(H-h_1)} = \frac{A}{2}\sqrt{gH}$$

Θέμα Γ

Γ.1 *'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 ΑΚΛΔΑ. Σε μια τυχαία στιγμή που έχει μετατοπιστεί κατά Δx η ροή θα έχει μεταβληθεί κατά $\Delta\Phi = BL\Delta x$. Εφαρμόζουμε τον Νόμο του $Faraday$ για τον υπολογισμό της επαγωγικής ΗΕΔ:*

$$E = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B\Delta xL}{\Delta t} = -BvL$$

'Αρα στο κλειστό κύκλωμα που ορίζετε θα δημιουργηθεί 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.

$$I = \frac{E}{R_1 + R_{K\Lambda}} = \frac{BvL}{R_1 + R_{K\Lambda}}$$

Για την κίνηση του αγωγού ΚΛ θα εφαρμόσουμε τον Θεμελιώδη Νόμο της μηχανικής:

$$\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F - F_L = m\alpha \Rightarrow F - BIL = m\alpha$$

Η κίνηση του αγωγού θα είναι επιταχυνόμενη, άρα η ταχύτητα θα αυξάνει, οπότε θα αυξάνει και η δύναμη $Laplace$, οπότε θα μειώνεται η επιτάχυνση *μέχρι τελικά να μηδενιστεί και ο αγωγός να αποκτά την μέγιστη οριακή του ταχύτητα:*

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F = F_L \Rightarrow F = BIL \Rightarrow F = B\frac{B\upsilon L}{R_1 + R_{K\Lambda}}L \Rightarrow \upsilon = \upsilon_{\text{ορ}} = 4m/s$$

Γ.2 *'Οταν ο αγωγός εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο B_3 έχει την παραπάνω ταχύτητα, αφού η συνισταμένη των ασκούμενων σε αυτό δυνάμεων μέσα στο μηδενικό πεδίο είναι μηδέν. Την χρονική στιγμή t_2 θα αναπτυχθεί πάλι επαγωγική τάση στα άκρα του ΚΛ, άρα και επαγωγικό ρεύμα που θα δημιουργεί εκ νέου δύναμη $Laplace$ αντίθετη στην κίνηση, άρα με φορά προς τα αριστερά, οπότε σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων η φορά του ρεύματος θα είναι από το Κ προς το Λ. Για να διατηρεί σταθερή την ταχύτητα του ο αγωγός θα πρέπει σύμφωνα με τον 1ο Νόμο του Νεύτωνα:*

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F' = F_L = BIL = 0,8N$$

**Η δύναμη F' θα έχει φορά προς τα δεξιά και θα είναι ίση με την δύναμη που αρχικά ασκήσαμε στον αγωγό, αφού η ταχύτητα του την t_2 είναι η οριακή που απέκτησε την t_1.*

Γ.3 *Η ένταση του ρεύματος θα είναι ίση με:*

$$I = \frac{B\upsilon_{\text{ορ}}L}{R_1 + R_{K\Lambda}} = 0,8A$$

Αρα με δεδομένο ότι το ρεύμα έχει σταθερή ένταση στο χρονικό διάστημα $\Delta t = t_3 - t_2$ για το φορτίο θα ισχύει:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 0,25s$$

Και η ζητούμενη θερμότητα θα είναι:

$$Q_\theta = I^2 R_{K\Lambda}^2 \Delta t = 0,8J$$

******Θα μπορούσε να γίνει και χρήση του Νόμου του $Neumman$ για τον υπολογισμό του χρόνικού διαστήματος, από την αντίστοιχη μετατόπιση του αγωγού.*

Γ.4 *'Οταν κλείσει ο διακόπτης, τότε το ρεύμα στο σημείο Λ διακλαδώνεται σε I_1 που πηγαίνει προς τα αριστερά και διαρρέει τον αντιστάτη R_1 και σε I_2 που πηγαίνει προς τα δεξιά και διαρέει τον αντιστάτη R_2. Οι δύο αντιστάτες έχουν κοινή τάση στα άκρα τους την $V_{K\Lambda}$, άρα θα είναι συνδεδεμένοι παράλληλα με ισοδύναμη αντίσταση $R_{1,2} = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 21\Omega$. Οπότε το συνολικό ρεύμα θα αυξάνεται στιγμιαία αφού θα μειώνεται η συνολική αντίσταση ($R_{K\Lambda} + R_{1,2} = 4\Omega$), άρα και η δύναμη $Laplace$ θα αυξάνεται με αποτέλεσμα ο αγωγός να επιβραδύνεται με μειούμενη επιβράδυνση μέχρι να αποκτήσει πάλι την ελάχιστη οριακή του ταχύτητα:*

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F' = F_L' = BI'L \Rightarrow F' = B\frac{B\upsilon_{\text{ορ}}' L}{R_{1,2} + R_{K\Lambda}} L \Rightarrow \upsilon_{\text{ορ}}' = 3,2m/s$$

$$I' = \frac{B\upsilon_{\text{ορ}}' L}{R_{1,2} + R_{K\Lambda}} = 0,8A$$

$$V_{K\Lambda} = E' - I'R_{K\Lambda} = B\upsilon_{\text{ορ}}' L = I'R_{K\Lambda} = 0,8volt$$

$$I_1 = \frac{V_{K\Lambda}}{R_1} = 0,4A$$

$$I_2 = \frac{V_{K\Lambda}}{R_2} = 0,4A$$

Θέμα Δ

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

- Για το σώμα:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow T_2 = m_2 g \Rightarrow T_2 = 30N$$

- Για την τροχαλία:

$$\Sigma\tau = 0 \Rightarrow T_2' R = T_1' r \Rightarrow T_1' = 2T_2' \Rightarrow T_1' = 60N = T_1$$

- Για την ράβδο:

$$\Sigma\tau_A = 0 \Rightarrow N_1 \ell \eta\mu 45 + T_1 \left(\frac{\ell}{2} + d\right) \eta\mu 45 - Mg\frac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu 45 = 0 \Rightarrow N_1 = 10N$$

Δ.2 *Στην θέση ισορροπίας του Σ_1 ισχύει ότι:*

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow k\Delta\ell = m_1 g \eta\mu 30 \Rightarrow \Delta\ell = 0,05m$$

Μετά την κρούση θα δημιουργηθεί συσσωμάτωμα με νέα θέση ισορροπιας για την οποία το ελατήριο είναι παραμορφωμένο κατά $\Delta l'$

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow k\Delta l' = (m_1 + m_2)\, g\eta\mu 30 \Rightarrow \Delta l' = 0,2m$$

Αρα η θέση το συσσωμάτωμα στην θέση της κρούσης θα απέχει από την θέση ισορροπίας της ταλάντωσης απόσταση $x = \Delta\ell' - \Delta\ell = 0,15m.$ Για να υπολογίσω το πλάτος της ταλάντωσης εφαρμόζω την ΑΔΕΤ σε αυτή την θέση:

$$E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\, \upsilon_k^2 + \frac{1}{2}Dx^2 \Rightarrow A = 0,3m$$

Δ.3 *Η χρονική εξίσωση της ταλάντωσης του σώματος θα είναι:*

$$x = A\eta\mu\left(\omega t + \phi_o\right)$$

$$D = k = (m_1 + m_2)\,\omega^2 \Rightarrow \omega = 5rad/s$$

Την $t_o = 0$ *το σώμα βρίσκεται στην θέση* $x = -0,15m$ *και κινείται με θετική ταχύτητα άρα:*

$$-0,15 = 0,3\eta\mu\phi_o \Rightarrow \eta\mu\phi_o = -\frac{1}{2}$$

Άρα με δεδομένο ότι $0 \leq \phi_o < 2\pi$ *θα προκύψει ότι* $\phi_o = \pi + \frac{\pi}{6}$ *ή* $\phi_o = 2\pi - \frac{\pi}{6}$

$$\upsilon > 0 \Rightarrow \sigma\upsilon\nu\phi_o > 0 \Rightarrow \phi_o = 2\pi - \frac{\pi}{6} = \frac{11\pi}{6}$$

** Προφανώς θα μπορούσε να γίνει και χρήση της αναπαράστασης του περιστρεφόμενου διανύσματος.*

$$x = 0,3\eta\mu\left(5t + \frac{11\pi}{6}\right) \quad (S.I.)$$

Δ.4 *Για την κρούση που έχει προηγηθεί της ταλάντωσης θα εφαρμόσω την Α.Δ.Ο. στον άξονα* x *(παράλληλο στο κεκλιμένο επίπεδο):*

$$m_2\upsilon_{2x} = (m_1 + m_2)\,\upsilon_k \Rightarrow \upsilon_{2x} = \sqrt{3}m/s \Rightarrow \upsilon_2\sigma\upsilon\nu 60 = \sqrt{3} \Rightarrow \upsilon_2 = 2\sqrt{3}m/s$$

Για την πτώση του m_2 *πριν την κρούση εφαρμόζω το ΘΜΚΕ:*

$$\frac{1}{2}m_2\upsilon_2^2 - 0 = m_2gh \Rightarrow h = 0,6m$$

Δ.5 *Η θέση μέγιστης παραμόρφωσης είναι η κάτω ακραία θέση :*

$$\frac{F_{\varepsilon\lambda}}{F_{\varepsilon\pi}} = \frac{k\,(\Delta\ell + A)}{kA} = \frac{5}{3}$$

Λόγω χρόνου δεν έχουν γίνει τα σχήματα !

Γενικά σχόλια για τα θέματα

- **Θέμα Α**: Τα Α.1, Α.2 , Α.3 είναι μικρά Β θέματα και όχι εξέταση θεωρίας, καθώς απαιτούν κάποιες πράξεις.
- **Θέμα Β**: Το Β.1 εξετάζει βασικές γνώσης της σύνθετης κίνησης στερεού σώματος, το Β.2 είναι μια άσκηση ελαστικής κρούσης η οποία εξετάζει ένα βασικό ποσοστό. Το Β.3 είναι μια άσκηση ρευστών η οποία απαιτεί αρκετές αλγεβρικές πράξεις και θα δυσκολέψει τους μαθητές.
- **Θέμα Γ**: Μια βασική άσκηση από το κεφάλαιο του Ηλεκτρομαγνητισμού που εξετάζει την κίνηση ράβδου εντός Μαγνητικού πεδίου. Το θέμα αν και αποτελεί βασική άσκηση, είναι διατυπωμένο με τρόπο που θα μπερδέψει τους μαθητές Το Γ.4 εξετάζει βασικές γνώσεις ηλεκτρικών κυκλωμάτων από την Φυσική της Β Λυκείου.
- **Θέμα Δ**: Ένα κλασσικό Δ θέμα, καθώς η επιτροπή επέλεξε για ακόμα μια φορά να δημιουργήσει μια «υπερ-κατασκευή» για να εξετάσει την ισορροπία στερεού σώματος, την ταλάντωση και την πλάγια κρούση. Βέβαια ο τρόπος διαμόρφωσης των ερωτημάτων είναι τέτοιος ώστε να βοηθήσει τους μαθητές να λύσουν ανεξάρτητα ερωτήματα που από μόνα τους είναι κλασσικά.

Σε γενικές γραμμές τα σημερινά θέματα εξετάζουν ένα μεγάλο εύρος της ύλης, έχουν την απαιτούμενη διαβάθμιση, τα ερωτήματα είναι με σαφήνεια διατυπωμένα και χαρακτηρίζονται ως θέματα που μπορούν να πανικοβάλουν τους υποψήφιους. Ένας ψύχραιμος μαθητής θα μπορέσει να τα διαχειριστεί.

Ευχόμαστε Καλή επιτυχία στα παιδιά !

Επιμέλεια : Δρ. Μιχάλης Καραδημητρίου