ΜΙΧΑΛΟΥΔΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΣΑΜΑΡΑΣ ΣΤΑΥΡΟΣ ΣΑΡΗΓΙΑΝΝΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

Κυριακή 14 Μαΐου 2023

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

Α1. **γ**

Α2. **β**

Α3. **δ**

Α4. **α**

Α5. **α. Λ** **β. Σ** **γ. Λ** **δ. Λ** **ε. Σ**

ΘΕΜΑ Β

Β1. i. Σωστή απάντηση είναι η **β.**

ii. $\Delta p_1 = m_1\upsilon_1' - m_1\upsilon_1 \Leftrightarrow -\dfrac{5m_1\upsilon_1}{4} = m_1\upsilon_1' - m_1\upsilon_1 \Leftrightarrow -\dfrac{5\upsilon_1}{4} = \upsilon_1' - \upsilon_1 \Leftrightarrow \upsilon_1' = -\dfrac{\upsilon_1}{4}$.

Από τους τύπους της Κ.Ε.Κ. έχουμε:

$$\upsilon_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_1 \Leftrightarrow -\frac{\upsilon_1}{4} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_1 \Leftrightarrow 4m_1 - 4m_2 = -m_1 - m_2 \Leftrightarrow 5m_1 = 3m_2 \Leftrightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{5}$$

Β2. i. Σωστή απάντηση είναι η **γ.**

ii. Τα άκρα Α και Β είναι δεσμοί, άρα για τον αριθμό Ν των κοιλιών (που ταυτίζεται με τον αριθμό των ατράκτων), την ταχύτητα, τη συχνότητα και το μήκος L της χορδής ισχύει:

$L = \mathrm{N}\dfrac{\lambda}{2} \Leftrightarrow L = N\dfrac{\upsilon}{2f} \Leftrightarrow f = \dfrac{\mathrm{N}\upsilon}{2L}$. Άρα $f_1 = \dfrac{3\upsilon}{2L}$. Επίσης διαπιστώνουμε ότι η συχνότητα πρέπει να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο της ποσότητας $\dfrac{\upsilon}{2L} = \dfrac{f_1}{3}$. Άρα:

$2{,}2 f_1 < \Delta f < 2{,}5 f_1 \Leftrightarrow 6{,}6\dfrac{f_1}{3} < \Delta f < 7{,}5\dfrac{f_1}{3}$. Συνεπώς η μεταβολή της συχνότητας ισούται με: $\Delta f = 7\dfrac{f_1}{3} = \dfrac{7\upsilon}{2L}$ και η τελική τιμή της συχνότητας είναι: $f = \dfrac{3\upsilon}{2L} + \dfrac{7\upsilon}{2L} = \dfrac{10\upsilon}{2L}$. Άρα ο αριθμός Ν των συνολικών κοιλιών ισούται με $\mathrm{N} = 10$.

Β3. i. Σωστή απάντηση είναι η **α.**

ii. *Αρχικά:* Η ταχύτητα αποκτά σταθερό μέτρο υ_1 όταν

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow F_{Lap} - W = 0 \Leftrightarrow F_{Lap} = W \Leftrightarrow \mathrm{B}I\ell = mg \Leftrightarrow \mathrm{B}\frac{\mathrm{B}\upsilon_1\ell}{R_{o\lambda}}\ell = mg \Leftrightarrow \upsilon_1 = \frac{mgR_{o\lambda}}{\mathrm{B}^2\ell^2}$$

Όμως: $R_{o\lambda} = R_1 + R_{\mathrm{K\Lambda}} = 3R + R = 4R$. Άρα: $\upsilon_1 = \dfrac{4mgR}{\mathrm{B}^2\ell^2}$.

Στη συνέχεια: ομοίως $\upsilon_2 = \dfrac{mgR_{o\lambda}}{\mathrm{B}^2\ell^2}$ όπου $R_{o\lambda} = \dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2} + R_{\mathrm{K\Lambda}} = \dfrac{3R6R}{3R+6R} + R = 3R$.

Άρα: $\upsilon_2 = \dfrac{3mgR}{\mathrm{B}^2\ell^2}$. Επομένως $\dfrac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \dfrac{4}{3}$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Για το σύστημα ράβδου-m_4-m_5 ως προς τον άξονα περιστροφής της ράβδου που διέρχεται από το σημείο Α θα ισχύει:

$$\Sigma\tau = 0 \Leftrightarrow w_4 \cdot L \cdot \sigma\upsilon\nu\theta + w_5 \cdot \frac{L}{3} \cdot \sigma\upsilon\nu\theta - T_2 \cdot L \cdot \eta\mu\theta = 0 \Leftrightarrow$$

$$10 \cdot 0,3 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,1 \cdot 0,6 - T_2 \cdot 0,3 \cdot 0,8 = 0 \Leftrightarrow T_2 = 10\ N$$

Για την τροχαλία, ως προς τον άξονα περιστροφής της, ισχύει:

$$\Sigma\tau = 0 \Leftrightarrow T_2 \cdot R_2 - T_1 \cdot R_1 = 0 \Leftrightarrow T_2 \cdot 2R_1 - T_1 \cdot R_1 = 0 \Leftrightarrow T_1 = 20\ N$$

Για το σώμα μάζας m_1 ισχύει:

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow T_1 - W_1 = 0 \Leftrightarrow m_1 \cdot g = T_1 \Leftrightarrow m_1 = 2\ kg.$$

Γ2. Έστω ότι η δύναμη $\vec{F_{\mathrm{A}}}$ που δέχεται η ράβδος από την άρθρωση έχει μία οριζόντια και μία κατακόρυφη συνιστώσα. Σε κάθε άξονα ισχύει:

$$\Sigma F_x = 0 \Leftrightarrow T_2 - F_{Ax} = 0 \Leftrightarrow F_{Ax} = 10\ N$$

$$\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow F_{Ay} - w_4 - w_5 = 0 \Leftrightarrow F_{Ay} = 20\ N$$

Το μέτρο της δύναμης της άρθρωσης είναι:

$$F_A = \sqrt{\Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2} = \sqrt{10^2 + 20^2} = \sqrt{500} = 10\sqrt{5}\ N$$

Γ3. Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ από την αρχική μέχρι την οριζόντια θέση της ράβδου:

$$\Sigma W = \Delta K \Leftrightarrow W_{W_4} + W_{W_5} = K_{\tau\varepsilon\lambda} - \cancelto{0}{K_{\alpha\rho\chi}} \Leftrightarrow$$

$$m_4 \cdot g \cdot L \cdot \eta\mu\theta + m_5 \cdot g \cdot \frac{L}{3} \cdot \eta\mu\theta = \frac{1}{2} \cdot m_4 \cdot \upsilon_4^2 + \frac{1}{2} \cdot m_5 \cdot \upsilon_5^2 \Leftrightarrow$$

$$2,4 + 0,8 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot (\omega \cdot L)^2 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot \left(\omega \cdot \frac{L}{3}\right)^2 \Leftrightarrow 3,2 = \frac{1}{2} \cdot \omega^2 \cdot 0,09 + \frac{1}{2} \cdot \omega^2 \cdot 0,01 \Leftrightarrow$$

$$6,4 = 0,1 \cdot \omega^2 \Leftrightarrow \omega = 8\ rad/s.$$

Άρα η γραμμική ταχύτητα του σώματος μάζας m_5 έχει μέτρο:

$$\upsilon = \omega \frac{L}{3} = 8 \cdot 0,1 = 0,8\ \mathrm{m/s}$$

και η στροφορμή της έχει μέτρο: $L_5 = m_5 \upsilon \dfrac{L}{3} = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,1 = 0,08\ \mathrm{kg \cdot m^2}/s$.

Γ4. Στη Θ.Ι. του m_1 ισχύει: $\Sigma F = 0 \Leftrightarrow F_{\varepsilon\lambda} = W_1 \Leftrightarrow k \cdot \Delta\ell_1 = m_1 \cdot g \Leftrightarrow \Delta\ell_1 = 0,1\ m$.

Τόσο θα είναι το πλάτος της ταλάντωσης του m_1.

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m_1}} = 10\ rad/s$$

Υπολογίζουμε την αρχική φάση της ταλάντωσης:

$x = A \cdot \eta\mu(\omega t + \phi_0) \Leftrightarrow A = A \cdot \eta\mu\phi_0 \Leftrightarrow \eta\mu\phi_0 = 1 \Leftrightarrow \eta\mu\phi_0 = \eta\mu\frac{\pi}{2} \Leftrightarrow \phi_0 = \frac{\pi}{2}\ rad$

Η εξίσωση της απομάκρυνσης σε συνάρτηση με τον χρόνο είναι: $x = 0{,}1 \cdot \eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (S.I.)$

Το σώμα μάζας m_2 ισορροπεί:

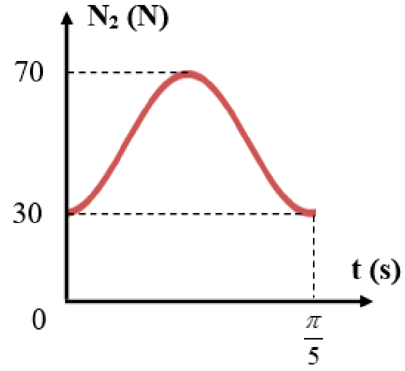
$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow N_2 - w_2 - F_{\varepsilon\lambda} = 0 \Leftrightarrow$

$N_2 = m_2 \cdot g + k \cdot (\Delta\ell_1 - x) \Leftrightarrow$

$N_2 = 30 + 20 - 200x \Leftrightarrow$

$N_2 = 50 - 200 \cdot A \cdot \eta\mu(\omega t + \phi_0) \Leftrightarrow$

$N_2 = 50 - 20 \cdot \eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (S.I.)$



ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Έστω K_A η κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου όταν βγαίνει από την κάθοδο, την οποία υπολογίζουμε με τη φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein:

$$hf = K_A + \varphi \Leftrightarrow K_A = h\frac{c}{\lambda} - \varphi \Leftrightarrow K_A = \frac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{10^{-7}} - 9{,}8 \cdot 10^{-19} \Leftrightarrow$$

$$K_A = 19{,}8 \cdot 10^{-19} - 9{,}8 \cdot 10^{-19} \Leftrightarrow K_A = 10 \cdot 10^{-19} = 10^{-18}\ \text{J}.$$

Εφαρμόζουμε θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας για την κίνηση του ηλεκτρονίου από το σημείο Α στο σημείο Γ:

$$K_\Gamma - K_A = eV \Leftrightarrow K_\Gamma - 10 \cdot 10^{-19} = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \Leftrightarrow K_\Gamma = 18 \cdot 10^{-19}\ \text{J}.$$

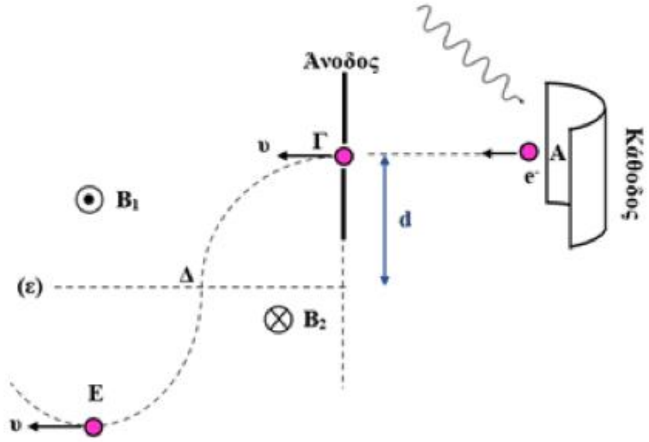
Άρα: $K_\Gamma = \frac{1}{2}m\upsilon^2 \Leftrightarrow 18 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} 9 \cdot 10^{-31} \upsilon^2 \Leftrightarrow \upsilon = 2 \cdot 10^6\ \text{m/s}$.

Δ2. Η ακτίνα R_1 της κυκλικής τροχιάς του ηλεκτρονίου κατά την κίνησή του στο μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_1$ ισούται με:

$R_1 = \frac{m\upsilon}{B_1 e} = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot 2 \cdot 10^6}{\frac{1}{800} 1{,}6 \cdot 10^{-19}} = \frac{800 \cdot 9 \cdot 2 \cdot 10^{-25}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 9 \cdot 10^{-3}\ \text{m}$. Με κανόνα δεξιού χεριού βρίσκουμε πως όταν το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στη θέση Γ, η δύναμη Lorentz έχει φορά προς τα κάτω και το ηλεκτρόνιο κινείται αντίθετα με τους δείκτες του ρολογιού (αριστερόστροφα).

Διαπιστώνουμε ότι ισχύει $R_1 = d$ και αφού η ταχύτητα στο σημείο Γ είναι κάθετη στον ευθύγραμμο αγωγό της ανόδου, το κέντρο της κυκλικής τροχιάς είναι το σημείο τομής της ευθείας (ε) και της διεύθυνσης της ανόδου. Επομένως το τόξο ΓΔ είναι τεταρτοκύκλιο και το ηλεκτρόνιο στο σημείο Δ έχει ταχύτητα κάθετη στην ευθεία (ε).

Δ3. $s = \dfrac{2\pi R_1}{4} = \dfrac{2\pi 9\cdot 10^{-3}}{4} = 4,5\pi 10^{-3}\ \text{m}$.



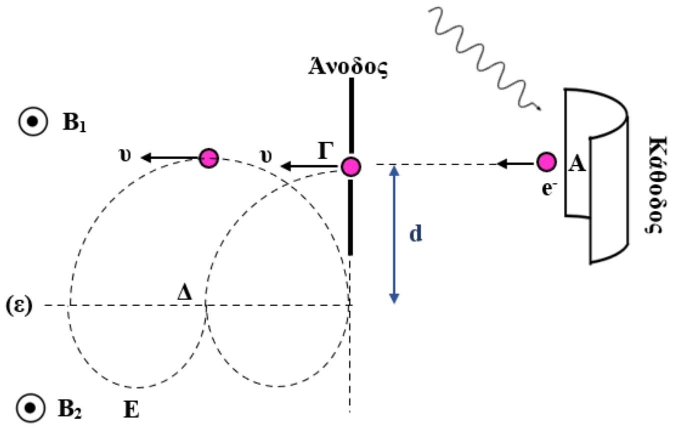
Δ4. Τη χρονική στιγμή t_3 το ηλεκτρόνιο θα έχει ίση ορμή και ταχύτητα με αυτήν που είχε στο σημείο Γ. Άρα θα έχει ταχύτητα παράλληλη στην ευθεία (ε) και το τόξο ΔΕ θα είναι τεταρτοκύκλιο. Η ακτίνα της τροχιάς του στο δεύτερο μαγνητικό πεδίο είναι:

$$R_2 = \frac{m\upsilon}{B_2 e} = \frac{9\cdot 10^{-31}\cdot 2\cdot 10^{6}}{\frac{1}{1600}1,6\cdot 10^{-19}} = \frac{1600\cdot 9\cdot 2\cdot 10^{-25}}{1,6\cdot 10^{-19}} = 18\cdot 10^{-3}\ \text{m}$$. Επομένως:

$$(\Gamma\text{E}) = (\Gamma\Delta) + (\Delta\text{E}) = \sqrt{R_1^2 + R_1^2} + \sqrt{R_2^2 + R_2^2} = R_1\sqrt{2} + R_2\sqrt{2} = 27\sqrt{2}\cdot 10^{-3}\ \text{m}.$$

Να σημειωθεί ότι τα ευθύγραμμα τμήματα (ΓΔ) και (ΔΕ) είναι συνευθειακά, διότι σχηματίζουν γωνίες 45^o με την ευθεία (ε), αφού τα τόξα είναι τεταρτοκύκλια.

Δ5. Η νέα τιμή της ακτίνας στο δεύτερο μαγνητικό πεδίο είναι:



$$R_2 = \frac{m\upsilon}{B_2 e} = \frac{9\cdot 10^{-31}\cdot 2\cdot 10^{6}}{\frac{1}{400}1,6\cdot 10^{-19}} = \frac{400\cdot 9\cdot 2\cdot 10^{-25}}{1,6\cdot 10^{-19}} = 4,5\cdot 10^{-3}\ \text{m}$$

Ισχύει $R_2 = \dfrac{R_1}{2}$ και το ηλεκτρόνιο θα ακολουθήσει την τροχιά του σχήματος, μέχρι να ξαναπεράσει από το σημείο Δ. Οι τιμές των περιόδων της κίνησης στα δύο πεδία είναι:

$$\text{T}_1 = \frac{2\pi m}{B_1 e} = \frac{2\pi 9\cdot 10^{-31}}{\frac{1}{800}1,6\cdot 10^{-19}} = 9\pi 10^{-9}\ \text{s} \text{ και } \text{T}_2 = \frac{2\pi m}{B_2 e} = \frac{2\pi 9\cdot 10^{-31}}{\frac{1}{400}1,6\cdot 10^{-19}} = 4,5\pi 10^{-9}\ \text{s}$$

Άρα το ζητούμενο χρονικό διάστημα είναι:

$$\Delta t = \frac{\text{T}_1}{2} + \text{T}_2 = 9\pi 10^{-9}\ \text{s}.$$