ΝΟΥΣ ΟΜΙΛΟΣ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2023

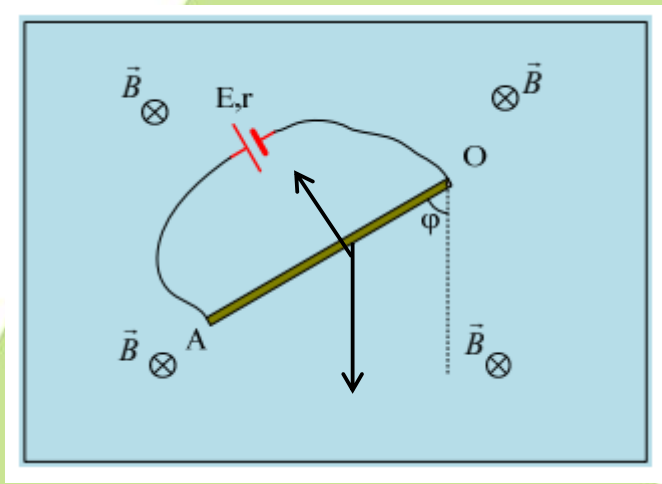
	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ		
	ΜΑΘΗΜΑ	ΦΥΣΙΚΗ	
	ΤΑΞΗ	Γ ΛΥΚΕΙΟΥ	
	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	23 / 04/ 23	**ΔΙΑΡΚΕΙΑ** 3 ΩΡΕΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ
Α2. δ
Α3. δ
Α4. β
Α5. α → **Σ**, β → **Σ**, γ → **Λ**, δ → **Λ**, ε → **Σ**

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η απάντηση (iii)



Από Νόμο Ohm για το κλειστό κύκλωμα ισχύει: $I = \frac{E}{R+r} \overset{r=R}{\Longrightarrow} I = \frac{E}{2R}$

Το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στο κέντρο του αγωγού είναι $F_{LA} = BIL = B\frac{E}{2R}L$

Λόγω ισορροπίας $\Sigma\tau(O) = 0 \Rightarrow \frac{m}{4}gL\eta\mu\varphi + mg\frac{L}{2}\eta\mu\varphi - F_{LA}\frac{L}{2} = 0 \Rightarrow 3mg\eta\mu\varphi = 2B\frac{E}{2R}L \Rightarrow B = \frac{3mgR\eta\mu\varphi}{EL}$

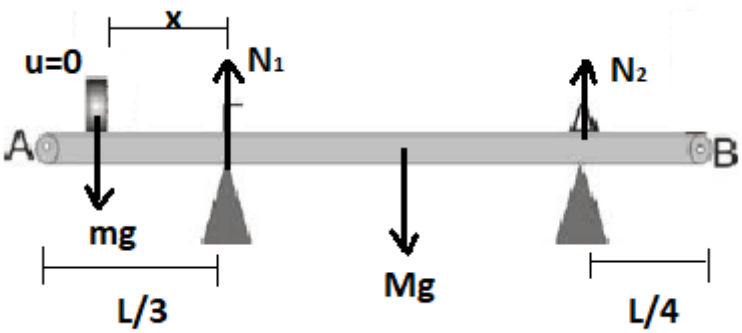
Β2. Σωστή η απάντηση (i)

Από τον τύπο της κεντρικής και ελαστικής κρούσης για την ταχύτητα του σώματος m_2 έχουμε: $V = \frac{2\,m_1}{m_1+m_2}u_0 = \frac{2\,m_1}{m_1+3m_1}u_0 = \frac{2\,m_1}{4\,m_1}u_0 = \frac{u_0}{2}$

Επειδή το σώμα μάζας m_2 ηρεμούσε στη θέση ισορροπίας του η V θα είναι και η μέγιστη ταχύτητα της ΑΑΤ: $\omega A = V = \frac{u_0}{2}$.

Επίσης στη θέση ισορροπίας θα ισχύει $\Sigma F = 0 \Rightarrow k\,\Delta l = m_2 g\,\eta\mu 30 \overset{\Delta l=A}{\Longrightarrow} k\,A = m_2 g\ ½ \overset{k=m_2\omega^2}{\Longrightarrow} m_2\omega^2 A = m_2 g\ ½ \overset{A=\frac{\omega u_0}{2}}{\Longrightarrow} \omega^2\frac{u_0}{2\omega} = g\ ½ \Rightarrow \omega u_0 = g \overset{\omega=2\pi f}{\Longrightarrow} f = \frac{g}{2\pi u_0}$

B3. Σωστή η απάντηση (i)



Στο σημείο όπου η μάζα m σταματάει, η δοκός οριακά δεν ανατρέπεται, επομένως $N_2=0$
Επιλέγουμε συνισταμένη των ροπών ως προς το σημείο Γ, έτσι ώστε να μηδενιστεί η ροπή της N_1.

Λόγω ισορροπίας : $\Sigma\tau(\Gamma) = 0 \Rightarrow mgx - Mg\left(\frac{L}{2} - \frac{L}{3}\right) = 0 \Rightarrow mgx = mg\frac{L}{6} \Rightarrow x = \frac{L}{6}$

Το σώμα μάζας m εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση από το Β έως το σημείο που σταματάει.

Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ : $\Delta K = \Sigma W \Rightarrow K\tau\varepsilon\lambda - K\alpha\rho\chi = W_w + W_N + W_T \Rightarrow -\frac{1}{2}mu_0^2 = -\mu mg\left(\frac{L}{4} + \frac{5L}{12} + x\right) \Rightarrow \frac{1}{2}u_0^2 = \frac{3}{5}g\left(\frac{L}{4} + \frac{5L}{12} + \frac{L}{6}\right) \Rightarrow \frac{1}{2}u_0^2 = \frac{3}{5}g\frac{10L}{12} \Rightarrow u_0 = \sqrt{Lg}$

<u>ΘΕΜΑ Γ</u>

Γ1. $\frac{T}{2} = \frac{1}{10} \rightarrow T = \frac{2}{10} \rightarrow$ T=0,2s και f=5Hz.

Για την διαφορά φάσης μεταξύ δύο σημείων του ελαστικού μέσου ισχύει με <u>απόδειξη</u> η σχέση: $\Delta\varphi = \frac{2\pi\Delta x}{\lambda}$. Με αντικατάσταση προκύπτει ότι: $\frac{\pi}{2} = \frac{2\pi\cdot 0,5}{\lambda} \rightarrow \lambda=2m$.

Άρα για την ταχύτητα διάδοσης έχουμε: $\upsilon_\delta=\lambda\cdot f=2\cdot 5=10m/s$

Γ2. (i) Η γενική εξίσωση ενός στάσιμου κύματος είναι:

$$y = 2A\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \quad (1)$$

Ξέρουμε ότι $\upsilon_{max}=\omega A$ οπότε από το αρχικό κύμα προκύπτει ότι:

$$A = \frac{\upsilon_{max}}{\omega} = \frac{\upsilon_{max}}{2\pi f} = \frac{4\pi}{2\pi\cdot 5} = 0,4m$$

Από την (1) έχουμε: $y = 2\cdot 0,4\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x}{2}\right)\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{0,2}\right) \rightarrow y = 0,8\,\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x}{2}\right)\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{0,2}\right)$

ή $y = 0,8\,\sigma\upsilon\nu(\pi x)\,\eta\mu(10\pi t)$ (S.I.)

(ii) Γνωρίζουμε ότι τα κύματα που δημιουργούν το στάσιμο κύμα έφτασαν στο σημείο x=0 την στιγμή t=0. Συνεπώς τη στιγμή $t_1=0,3s$ θα έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα εκατέρωθεν του σημείου x=0 και σε απόσταση $\Delta x = \upsilon_\delta\cdot\Delta t = 10\cdot 0,3 = 3m$.

<u>Άρα το συνολικό μήκος θα είναι d = 2 Δx = 6m.</u>

Από τη σχέση υπολογισμού των θέσεων των δεσμών ενός στάσιμου κύματος έχουμε:

$$x = (2k+1)\frac{\lambda}{4}, k = 0 \pm 1, \pm 2$$

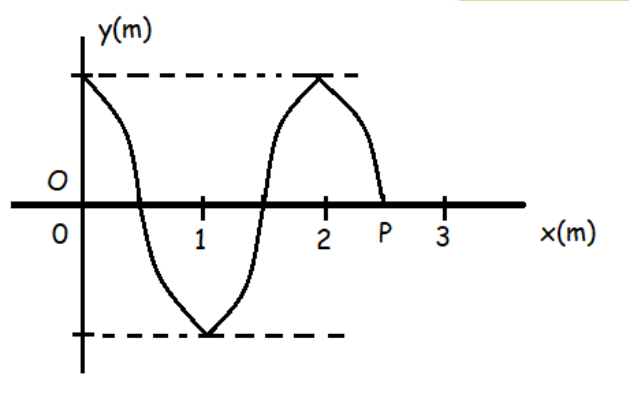
Εφόσον το θέλουμε τους δεσμούς στο τμήμα του άξονα x'Ox από x=-3m έως x=3m τότε:

$$-3 \le x \le 3$$
$$-3 \le (2k+1)\frac{\lambda}{4} \le 3$$
$$-12 \le (2k+1) \cdot 2 \le 12$$
$$-6 \le 2k+1 \le 6$$
$$-7 \le 2k \le 5$$
$$-3{,}5 \le k \le 2{,}5$$

Οπότε οι τιμές του k είναι: -3, -2, -1, 0, 1, 2 δηλαδή 6 δεσμοί.
Οι θέσεις τους είναι:
Για k=-3 → x = -2,5m
Για k=-2 → x = -1,5m
Για k=-1 → x = -0,5m
Για k=0 → x = 0,5m
Για k=1 → x = 1,5m
Για k=2 → x = 2,5m

Γ3. Το πλάτος ταλάντωσης του Σ είναι $A'_{\Sigma}=0{,}8\left|\sigma\upsilon\nu(\frac{\pi}{4})\right|=0{,}4\cdot\sqrt{2}$m. Την στιγμή που αναζητούμε το μέτρο της ταχύτητας ισχύει: $y_{\Sigma}=\frac{A'_{\Sigma}}{2} = 0{,}2\cdot\sqrt{2}$m.
Εφαρμόζοντας ΑΔΕΤ έχουμε: $|\upsilon| = \omega\sqrt{(A_{\Sigma}')^2 - y_{\Sigma}^2} = 2\pi\sqrt{6}\frac{m}{s}$.

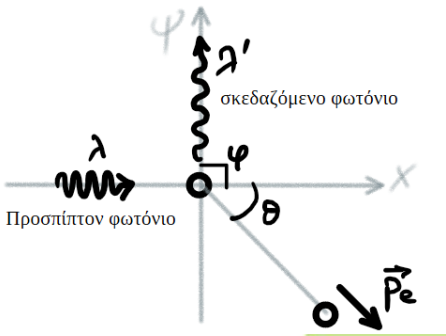
Γ4. Το σημείο Ο είναι κοιλία του στάσιμου ενώ το σημείο Ρ αποτελεί δεσμό με βάση το προηγούμενο ερώτημα. Άρα το ζητούμενο στιγμιότυπο είναι:



ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Για τη μεταβολή του μήκους κύματος του φωτονίου κατά τη σκέδαση Compton, ισχύει:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc(1-\sigma\upsilon\nu\varphi)} \Rightarrow \lambda' = \lambda + \lambda_c(1 - \sigma\upsilon\nu\varphi)$$



Εφόσον $\lambda = 7{,}2 \cdot 10^{-12} = 3 \cdot \lambda_c$ και $\varphi = \frac{\pi}{2} rad$:

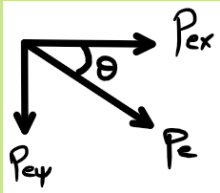
$$\lambda' = 3\lambda_c + \lambda_c(1 - 0) \Rightarrow \lambda' = 4 \cdot \lambda_c = 9{,}6 \cdot 10^{-12} m$$

Εφαρμόζουμε ΑΔΟ στον άξονα xx΄:

$$p_\varphi = p'_\varphi x + p_{ex} \Rightarrow p_\varphi = 0 + p_{ex} \Rightarrow p_{ex} = \frac{h}{\lambda} = \frac{h}{3\lambda_c}$$

Εφαρμόζουμε ΑΔΟ στον άξονα ψψ΄:

$$0 = p'_\varphi \psi - p_{e\psi} \Rightarrow p_{e\psi} = p'_\varphi \psi = \frac{h}{\lambda'} = \frac{h}{4\lambda_c}$$

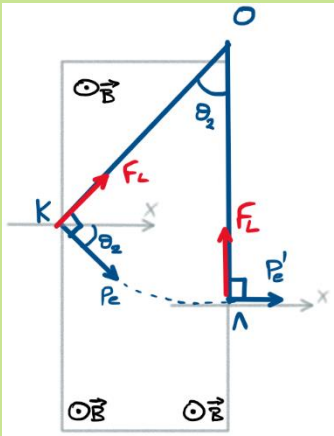


$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{p_{e\psi}}{p_{ex}} = \frac{\frac{h}{4\lambda c}}{\frac{h}{3\lambda_c}} = \frac{3}{4}$$

$$p_e = \sqrt{p_{ex}^2 + p_{e\psi}^2} = \sqrt{\frac{h^2}{\lambda_c^2}\left(\frac{1}{9} + \frac{1}{16}\right)} = \frac{h}{\lambda_c} \cdot \sqrt{\frac{25}{9 \cdot 16}} = \frac{h}{\lambda_c} \cdot \frac{5}{12}$$

$$p_e = \frac{h}{\frac{h}{m \cdot c}} \cdot \frac{5}{12} = m \cdot c \cdot \frac{5}{12} = 9 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{5}{12} = \frac{45}{4} \cdot 10^{-23} = 11{,}25 \cdot 10^{-23}\ \mathrm{kg}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Δ2. Η δύναμη Lorentz λειτουργεί ως κεντρομόλος στην ΟΚΚ που εκτελεί το ηλεκτρόνιο. Σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού, η κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου θα έχει διεύθυνση κάθετη στη σελίδα και φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.



Η περίοδος της ΟΚΚ που θα εκτελέσει το ηλεκτρόνιο όσο βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο είναι $T = \frac{2\pi m}{B \cdot q} = 2\pi \cdot 10^{-11} s$.

Επίσης: $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\theta}{2\pi} \cdot T$, άρα με αντικατάσταση της γωνίας $\theta_2 = \frac{\pi}{5}$„rad", παίρνουμε $\Delta t = 2\pi \cdot 10^{-12} s$.

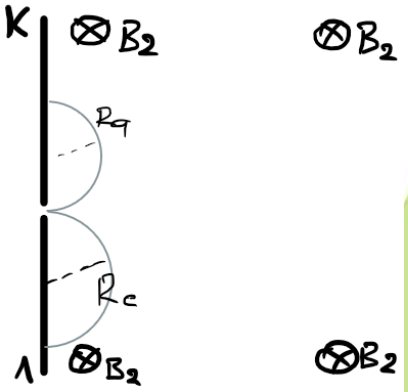
Για το μέτρο της μεταβολής της ορμής του ηλεκτρονίου, από νόμο συνημιτόνων παίρνουμε:

$$\Delta p = \sqrt{p_{e'}^2 + p_e^2 - 2p_e \cdot p'_e \cdot \sigma\upsilon\nu\theta_2} = \sqrt{2p_e^2 - 2p_e^2 \cdot 0{,}8} \text{ οπότε } \Delta p = \frac{9 \cdot \sqrt{10}}{4} \cdot 10^{-23} kg\frac{m}{s}$$

Δ3. Το ηλεκτρόνιο και το σωμάτιο α εκτελούν ΟΚΚ λόγω του μαγνητικού πεδίου B_2 με ακτίνες:

$$R_e = \frac{m_e \cdot \upsilon}{B_2 \cdot q_2} = 9 \cdot 10^{-2}\text{m}$$

$$R_a = \frac{m_a \cdot \upsilon_a}{B_2 \cdot q_a} = \frac{\upsilon_a}{B_2} \cdot \left(\frac{q_a}{m_a}\right)^{-1} = 8 \cdot 10^{-2}\text{m}$$



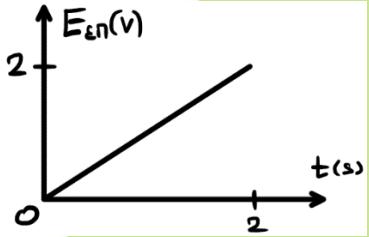
Οι εκτροπές τους είναι προς διαφορετική κατεύθυνση λόγω της δύναμης Lorentz, με την τελική απόσταση των σημείων πρόσπτωσης να είναι:

$$d = 2R_a + 2R_e = 34 \cdot 10^{-2} m$$

Δ4. Για τον κινούμενο αγωγό ΚΛ, μέσω του νόμου Faraday αποδεικνύεται ότι $E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon l$ και εφόσον η κίνηση του αγωγού είναι ομαλά επιταχυνόμενη:

$E_{\varepsilon\pi} = B_3 \upsilon l = B_3 \alpha l \cdot t = 1 \cdot t$ (S.I.)

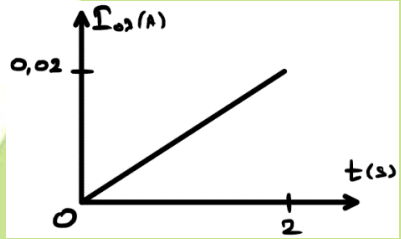
Συνεπώς η ζητούμενη γραφική παράσταση έχει τη διπλανή μορφή:

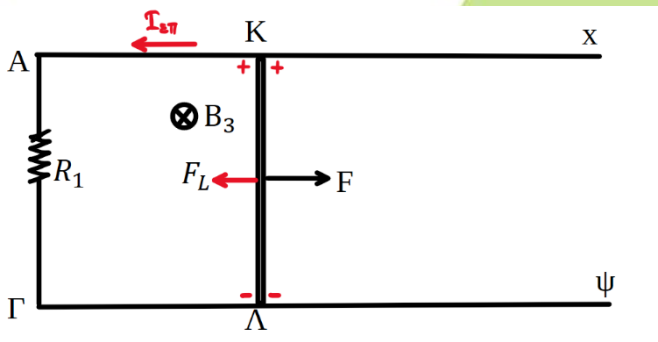


Για το κύκλωμα που δημιουργεί ο κινούμενος αγωγός ΚΛ, ισχύει:

$R_{o\lambda} = R_1 + R_{K\Lambda} = 60 + 40 = 100\Omega$ και

$I_{»o\lambda « "max «} = \frac{E_{\varepsilon\pi(max)}}{R_{»o\lambda}}» = \frac{2}{100} = 0{,}02$ Αφού η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος μεταβάλλεται χρονικά, το ζητούμενο φορτίο προκύπτει από το εμβαδό της γραφικής παράστασης $I_{o\lambda}(t)$, άρα: $q_{\varepsilon\pi} = \frac{1}{2} \cdot \Delta t \cdot I_{»max «} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0{,}02 = 0{,}02\text{C}$

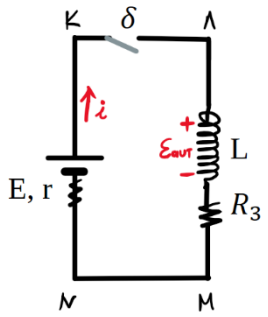




Δ5.

i) Από το 2ο κανόνα Κίρχοφ για το βρόγχο ΝΚΛΜΝ παίρνουμε:

$$-i \cdot r + E - E_{\alpha\upsilon\tau} - i \cdot R_3 = 0 \Rightarrow E_{\alpha\upsilon\tau} = 8V$$



Η πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή φαίνεται στο σχήμα και προκύπτει από τον κανόνα του Lenz.

ii) Από το νόμο της αυτεπαγωγής: $"-«L\frac{di}{dt} = \mathrm{E}_{\alpha\upsilon\tau} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{E_{\alpha\upsilon\tau}}{L} = -\frac{-8}{2} = +4\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{s}}$

Το θετικό πρόσημο στο ρυθμό μεταβολής εκφράζει την αύξηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πηνίο.

iii) Σύμφωνα με την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας, η ενέργεια που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα μετατρέπεται εν μέρει σε θερμότητα στους αντιστάτες R_1 και R_2 λόγω φαινομένου Joule και η υπόλοιπη αποθηκεύεται ως ενέργεια μαγνητικού πεδίου στο πηνίο. Ο ρυθμός προσφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από την πηγή στο κύκλωμα θα ισούται με το ρυθμό μεταβολής $\frac{dU_B}{dt}$ που ζητήθηκε συν τους ρυθμούς μετατροπής ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα (θερμική ισχύς στους αντιστάτες).

$$E \cdot i = \frac{dU_B}{dt} + i^2 R_3 + i^2 \cdot r \Rightarrow \frac{dU_B}{dt} = +1{,}6\frac{J}{s}$$