ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΙΣ
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ
& ΤΕΚΝΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ ΠΟΥ ΥΠΗΡΕΤΟΥΝ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ
ΠΕΜΠΤΗ 12 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2024

ΘΕΜΑ Α

Α1. (γ)

Α2. (α)

Α3. (β)

Α4. (δ)

Α5.

α. (Σ)

β. (Σ)

γ. (Λ)

δ. (Λ)

ε. (Σ)

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση: (**ii)**

Αιτιολόγηση:

Η χρονική στιγμή t_1 αντιστοιχεί σε χρόνο $t_1 = t_B + \frac{T}{4}$, όπου t_B ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει το κύμα στο σημείο Β και $\frac{T}{4}$ ο χρόνος που χρειάζεται το σημείο Β να φτάσει για πρώτη φορά στη μέγιστη θετική απομάκρυνση.

Άρα $t_B = t_1 - \frac{T}{4} \rightarrow t_B = \frac{9T}{4} - \frac{T}{4} = 2T$

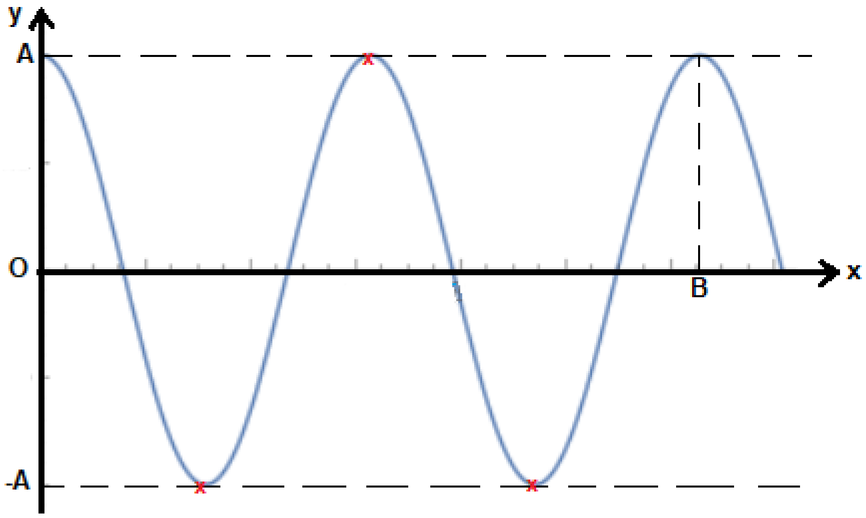
Επιπλέον η θέση του Β είναι:

$$x_B = \upsilon_\delta \cdot t_B = \frac{\lambda}{\mathrm{T}} \cdot 2\mathrm{T} = 2\lambda$$

Κατασκευάζουμε το στιγμιότυπο του κύματος τη στιγμή t_1.

Το κύμα θα έχει διαδοθεί μέχρι τη θέση:

$$x = \upsilon_\delta \cdot t_1 = \frac{\lambda}{T} \cdot \frac{9T}{4} = 2\lambda + \frac{\lambda}{4}$$



Από το στιγμιότυπο είναι φανερό ότι μεταξύ των σημείων Ο και Β υπάρχουν τρία σημεία ακίνητα, δηλαδή σημεία που βρίσκονται σε ακραία θέση.

Β2. Σωστή απάντηση: (**i**)

Αιτιολόγηση:

Η σκέδαση Compton περιγράφεται από τη σχέση:

$$\lambda_{\mu\varepsilon\tau\alpha} - \lambda_{\pi\rho\iota\nu} = \frac{h}{m_e \cdot c}(1 - \sigma\upsilon\nu\varphi) \xrightarrow{\varphi = 60^o} \lambda_{\mu\varepsilon\tau\alpha} - \lambda_{\pi\rho\iota\nu} = \frac{h}{2m_e \cdot c} \ (1)$$

Εφαρμόζουμε αρχή διατήρησης της ορμής χωριστά για τους δύο άξονες.

Άξονας y:

$$\vec{p}_{\varphi\omega\tau\ \pi\rho\iota\nu\ y} = \vec{p}_{\varphi\omega\tau\ \mu\varepsilon\tau\alpha\ y} + \vec{p}_{\eta\lambda\ \mu\varepsilon\tau\alpha\ y} \rightarrow 0 = p_{\varphi\omega\tau\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \cdot \eta\mu\varphi - p_{\eta\lambda\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \cdot \eta\mu\theta \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\eta\lambda\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \cdot \frac{1}{2} = p_{\varphi\omega\tau\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow p_{\eta\lambda\ \mu\varepsilon\tau\alpha} = p_{\varphi\omega\tau\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \cdot \sqrt{3} \ (2)$$

Άξονας x:

$$\vec{p}_{\varphi\omega\tau\ \pi\rho\iota\nu\ x} = \vec{p}_{\varphi\omega\tau\ \mu\varepsilon\tau\alpha\ x} + \vec{p}_{\eta\lambda\ \mu\varepsilon\tau\alpha\ x} \rightarrow p_{\varphi\omega\tau\ \pi\rho\iota\nu} = p_{\varphi\omega\tau\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi + p_{\eta\lambda\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \cdot \sigma\upsilon\nu\theta \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\varphi\omega\tau\ \pi\rho\iota\nu} = p_{\varphi\omega\tau\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \cdot \frac{1}{2} + p_{\eta\lambda\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \xrightarrow{(2)} p_{\varphi\omega\tau\ \pi\rho\iota\nu} = p_{\varphi\omega\tau\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \cdot \frac{1}{2} + p_{\varphi\omega\tau\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \cdot \frac{3}{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow p_{\varphi\omega\tau\ \pi\rho\iota\nu} = 2 \cdot p_{\varphi\omega\tau\ \mu\varepsilon\tau\alpha} \rightarrow \frac{h}{\lambda_{\pi\rho\iota\nu}} = 2 \cdot \frac{h}{\lambda_{\mu\varepsilon\tau\alpha}} \rightarrow \lambda_{\mu\varepsilon\tau\alpha} = 2 \cdot \lambda_{\pi\rho\iota\nu} \ (3)$$

Από τις σχέσεις (1) και (3) προκύπτει $2\lambda_{\pi\rho\iota\nu} - \lambda_{\pi\rho\iota\nu} = \frac{h}{2 \cdot m_e \cdot c} \rightarrow \lambda_{\pi\rho\iota\nu} = \frac{h}{2 \cdot m_e \cdot c}$

Β3. Σωστή απάντηση: **(i)**

Αιτιολόγηση:

Καθώς το πλαίσιο εισέρχεται στο πεδίο, η μαγνητική ροή μέσα από το πλαίσιο μεταβάλλεται (αυξάνεται) με συνέπεια στο πλαίσιο να αναπτυχθεί επαγωγική τάση, άρα και επαγωγικό ρεύμα. Εξαιτίας του ρεύματος στο πλαίσιο αναπτύσσεται δύναμη Laplace, αντίρροπη της ταχύτητας του πλαισίου, σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz. Για να κινείται λοιπόν το πλαίσιο με σταθερή ταχύτητα, θα πρέπει να ασκείται σε αυτό δύναμη αντίθετη της Laplace, δηλαδή ομόρροπη της ταχύτητας με μέτρο:

$$F = F_L = B \cdot I_{\varepsilon\pi} \cdot \alpha = B \cdot \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} \cdot \alpha \rightarrow F = \frac{B^2 \cdot \upsilon \cdot \alpha^2}{R_{o\lambda}} \text{ (σταθερή).}$$

Όταν όλο το πλαίσιο έχει εισέλθει εντός του πεδίου, δεν μεταβάλλεται η ροή μέσα από αυτό, κατά συνέπεια δεν αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή, ούτε επαγωγικό ρεύμα, άρα ούτε και δύναμη Laplace, κατά συνέπεια δεν απαιτείται εξωτερική δύναμη προκειμένου η ταχύτητα του πλαισίου να παραμείνει σταθερή.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Σύμφωνα με το σχήμα τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα χλωρίου εισέρχονται αρχικά σε επιλογέα ταχυτήτων. Για να μην εκτρέπονται από τη διάταξη των δύο πεδίων θα πρέπει να δέχονται δύο αντίθετες δυνάμεις, μία ηλεκτρική με κατεύθυνση προς τα πάνω και μια μαγνητική με κατεύθυνση προς τα κάτω. Για να συμβεί αυτό, θα πρέπει τα ιόντα να έχουν κατάλληλη ταχύτητα που προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$F_{\eta\lambda} = F_{\mu\alpha\gamma\nu} \rightarrow E|q| = B_1 \cdot \upsilon \cdot |q| \rightarrow \upsilon = \frac{E}{B_1} (1)$$

Γ2. Σύμφωνα με τη σχέση (1) του ερωτήματος Γ1 έχουμε:

$$\upsilon = \frac{E}{B_1} = \frac{2 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^{-2}} = 5 \cdot 10^4 m/s .$$

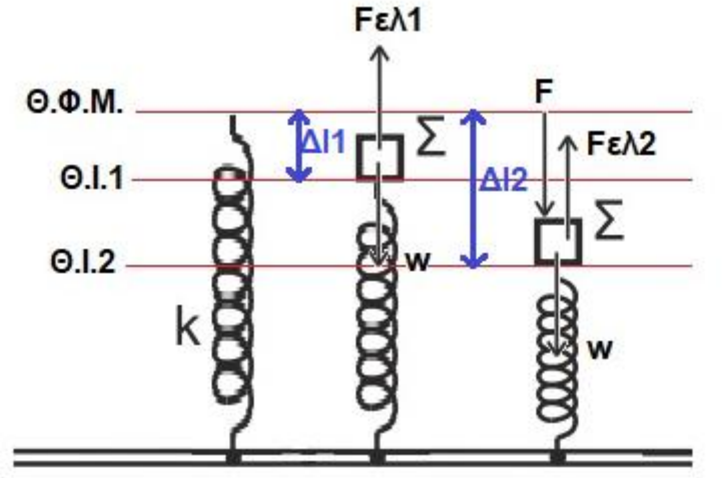
Γ3. Τα ιόντα του χλωρίου εισερχόμενα στο μαγνητικό πεδίο B_2 δέχονται δύναμη Lorentz κάθετη στην ταχύτητά τους που λειτουργεί ως κεντρομόλος δύναμη, με συνέπεια αυτά να κινηθούν σε ημικυκλική τροχιά μέχρι να πέσουν στη φωτογραφική πλάκα. Η ακτίνα της τροχιάς τους δίνεται από τη σχέση:

$$R = \frac{m \cdot \upsilon}{B_2 \cdot |q|} (2)$$

Από τη σχέση (2) είναι φανερό ότι αν $m_1>m_2$, τότε $R_1>R_2$. Δηλαδή τα ιόντα με τη μεγαλύτερη μάζα συγκρούονται με τη φωτογραφική πλάκα στο σημείο Δ.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. m=1kg, Δl_2=0,3m, k=100N/m, φ=30^o, Mρ=4kg, g=10m/s^2



Ισορροπία σώματος Σ στη θέση ισορροπίας 1:

$$F_{\varepsilon\lambda 1} = w \rightarrow k \cdot \Delta l_1 = m \cdot g \rightarrow \Delta l_1 = 0{,}1m$$

Ισορροπία σώματος Σ στη θέση ισορροπίας 2:

$$F_{\varepsilon\lambda 2} = w + F \rightarrow k \cdot \Delta l_2 = m \cdot g \rightarrow F = 20N$$

Δ2. Με την κατάργηση της δύναμης F η θέση ισορροπίας 2 θα είναι η ακραία θέση της ταλάντωσης, επειδή το σώμα θα έχει στιγμιαία ταχύτητα 0. Κατά συνέπεια το πλάτος της ταλάντωσης θα είναι η απόσταση από την ακραία θέση μέχρι τη θέση ισορροπίας, δηλαδή:

$$A = \Delta l_1 - \Delta l_2 = 0{,}2m$$

Δ3. Η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης είναι της μορφής:

$$x = A \cdot \eta\mu\left(\omega \cdot t + \varphi_0\right) \ (1)$$

Η περίοδος της ταλάντωσης δίνεται από τη σχέση:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{100}} \rightarrow T = \frac{\pi}{5}\sec$$

Η γωνιακή συχνότητα είναι ίση με:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega = 10 rad / \sec .$$

Μέχρι εδώ η σχέση (1) διαμορφώνεται ως εξής: $x = 0{,}2 \cdot \eta\mu\left(10 \cdot t + \varphi_0\right)\ (1)$

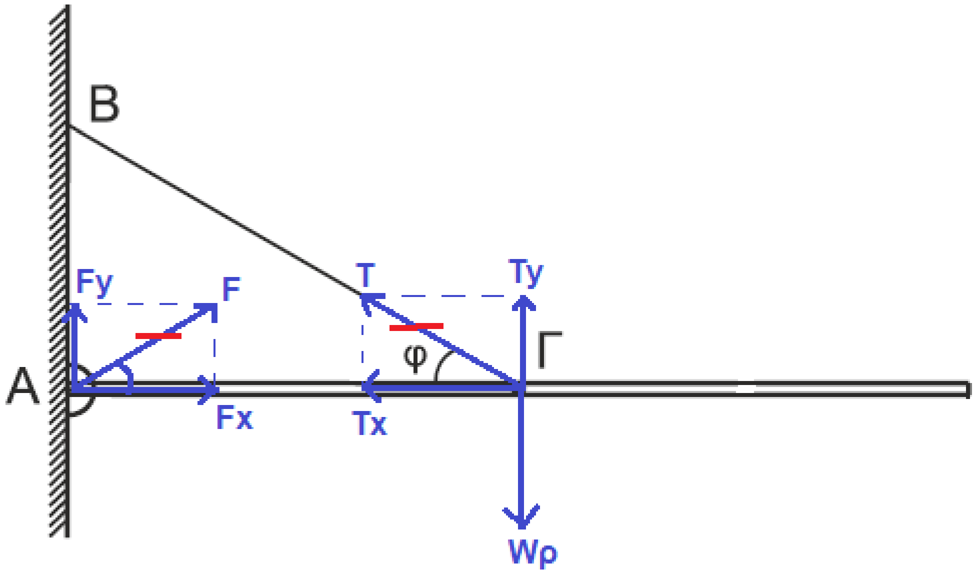
Τη χρονική στιγμή t=0, το σώμα βρίσκεται στη θέση x=+A=0,2m, οπότε:

$$(1) \xrightarrow{x=0{,}2m} 0{,}2 = 0{,}2 \cdot \eta\mu\varphi_0 \rightarrow \eta\mu\varphi_0 = 1 \rightarrow \eta\mu\varphi_0 = \eta\mu\frac{\pi}{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \varphi_0 = 2k\pi + \frac{\pi}{2}, k \in \mathbb{Z} \xrightarrow{0 \le \varphi_0 < 2\pi} \varphi_0 = \frac{\pi}{2} rad$$

Άρα η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης του σώματος Σ είναι $x = 0{,}2 \cdot \eta\mu\left(10 \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)(S.I.)$.

Δ4. Τη χρονική στιγμή που το σώμα Σ περνά από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου, το ελατήριο δεν ασκεί δύναμη στη ράβδο. Κατά συνέπεια η ισορροπία της ράβδου θα μελετηθεί με το ελατήριο να απουσιάζει από τη ράβδο.



$$\Sigma\tau_A = 0 \rightarrow T_y \cdot \frac{L}{2} - w_\rho \cdot \frac{L}{2} = 0 \rightarrow T \cdot \eta\mu\varphi = M_\rho \cdot g \rightarrow T \cdot \frac{1}{2} = 4 \cdot 10 \rightarrow T = 80N$$