ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΩΝ 2024

ΘΕΜΑ Α

Α1. δ

Α2. γ

Α3. γ

Α4. β

Α5.

- **α)** Σωστό
- **β)** Λάθος
- **γ)** Σωστό
- **δ)** Σωστό
- **ε)** Λάθος

ΘΕΜΑ Β

Β1.

α) (ii)

β) Από τον νόμο Wien έχουμε

$$\left.\begin{aligned} \lambda_{\max(1)} &= \frac{\sigma\tau\alpha\theta}{T_1} \\ \lambda_{\max(2)} &= \frac{\sigma\tau\alpha\theta}{T_2} = \frac{\sigma\tau\alpha\theta}{2T_1} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \lambda_{\max(2)} = \frac{\lambda_{\max(1)}}{2} \quad (1)$$

Από την εξίσωση φάσης βρίσκουμε περίοδο και μήκος κύματος.

$$\left.\begin{aligned} \varphi_1 &= 2\pi\left(10^{15}\cdot t - \frac{10^7}{3}\cdot x\right) \\ \varphi_1 &= 2\pi\left(\frac{t}{T_1} - \frac{x}{\lambda_{\max(1)}}\right) \end{aligned}\right\} \Rightarrow T_1 = \frac{1}{10^{15}}\ s \ (2),\ \ \lambda_{\max(1)} = 3\cdot 10^{-7}\ m \ (3)$$

Από (1) και (3):

$$\lambda_{\max(2)} = \frac{3}{2}\cdot 10^{-7}\ m \ (4)$$

Η ταχύτητα παραμένει σταθερή

$$\upsilon_2 = \frac{\lambda_{\max(2)}}{T_2} \overset{(1)}{\Rightarrow} T_2 = \frac{1}{2}\cdot 10^{-15}\ s$$

Άρα η φάση φ_2 είναι

$$\varphi_2 = 2\pi\left(2\cdot 10^{15}\cdot t - \frac{2\cdot 10^7}{3}\cdot x\right)\ (S.I.)$$

Β2.

α) (i)

β) Από τη σχέση στροφορμών που μας δίνεται προκύπτει:

$$L_2 = 5L_1 \Rightarrow m\cdot\upsilon_2\cdot R_2 = 5m\cdot\upsilon_1\cdot R_1 \Rightarrow \upsilon_2\cdot R_2 = 5\upsilon_1\cdot R_1 \Rightarrow$$

$$\upsilon_2\cdot\frac{m\upsilon_2}{Bq} = 5\upsilon_1\cdot\frac{m\upsilon_1}{Bq} \Rightarrow \upsilon_2^2 = 5\upsilon_1^2 \Rightarrow \boxed{\upsilon_2 = \sqrt{5}\upsilon_1}\ (1)$$

Από εξίσωση Einstein

$$\left.\begin{aligned} (2)\quad \frac{h\cdot c}{\lambda_1} &= \varphi + K_1 \\ (3)\quad \frac{h\cdot c}{\lambda_2} &= \varphi + K_2 \end{aligned}\right\}$$

Από την (3), με την βοήθεια της (1) προκύπτει:

$$\varphi = \frac{h\cdot c}{\lambda_2} - K_2 = \frac{h\cdot c}{\lambda_2} - \frac{1}{2}m5\upsilon_1^2 \Rightarrow \varphi = \frac{h\cdot c}{\lambda_2} - 5K_1 \Rightarrow \boxed{K_1 = \frac{h\cdot c}{5\lambda_2} - \frac{\varphi}{5}}\ (4)$$

Άρα, η σχέση (2) με την βοήθεια της (4) γίνεται:

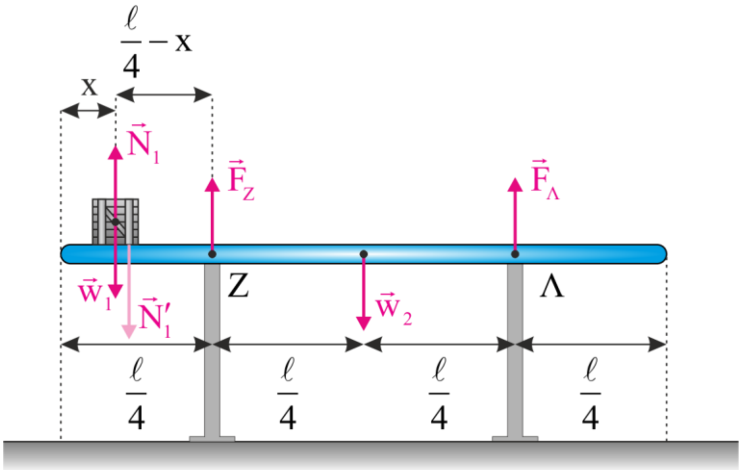
$$\frac{h\cdot c}{\lambda_1} = \varphi + \frac{h\cdot c}{5\lambda_2} - \frac{\varphi}{5} \Rightarrow \frac{h\cdot c}{\lambda_1} - \frac{h\cdot c}{5\lambda_2} = \frac{4}{5}\varphi \Rightarrow \frac{5}{4}h\cdot c\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{5\lambda_2}\right) = \varphi \Rightarrow$$

$$\varphi = \frac{5}{4}\cdot 1250eV\cdot nm\left(\frac{5\lambda_2 - \lambda_1}{5\lambda_1\lambda_2}\right) \Rightarrow \varphi = \frac{5}{4}\cdot 1250eV\cdot nm\left(\frac{2{,}5\lambda_1 - \lambda_1}{5\lambda_1\cdot\frac{\lambda_1}{2}}\right) \Rightarrow$$

$$\varphi = \frac{5}{4}\cdot 1250eV\cdot nm\cdot\frac{1{,}5\lambda_1}{2{,}5\lambda_1^2} \Rightarrow \varphi = \frac{5}{4}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{1250}{375}eV \Rightarrow \varphi = 2{,}5eV$$

Β3.

α) Σωστή απάντηση είναι το (ii).



Έστω ότι η επαφή χάνεται όταν το σώμα (Σ) βρίσκεται στο σημείο Ν αριστερά του Ζ.

$$\left.\begin{matrix} N'_1 = N_1 \\ N_1 = w_1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow N'_1 = w_1$$

$$\Sigma\vec{\tau}_Z = 0 \Rightarrow +N'_1\left(\frac{\ell}{4} - x\right) - w_2 \cdot \frac{\ell}{4} = 0 \Rightarrow mg\left(\frac{\ell}{4} - x\right) = \frac{m}{2}g \cdot \frac{\ell}{4} \Rightarrow$$

$$\frac{\ell}{4} - x = \frac{\ell}{8} \Rightarrow x = \frac{\ell}{8}$$

Άρα

$$x_\Sigma = \frac{\ell}{4} + x = \frac{\ell}{4} + \frac{\ell}{8} = \frac{3\ell}{8}$$

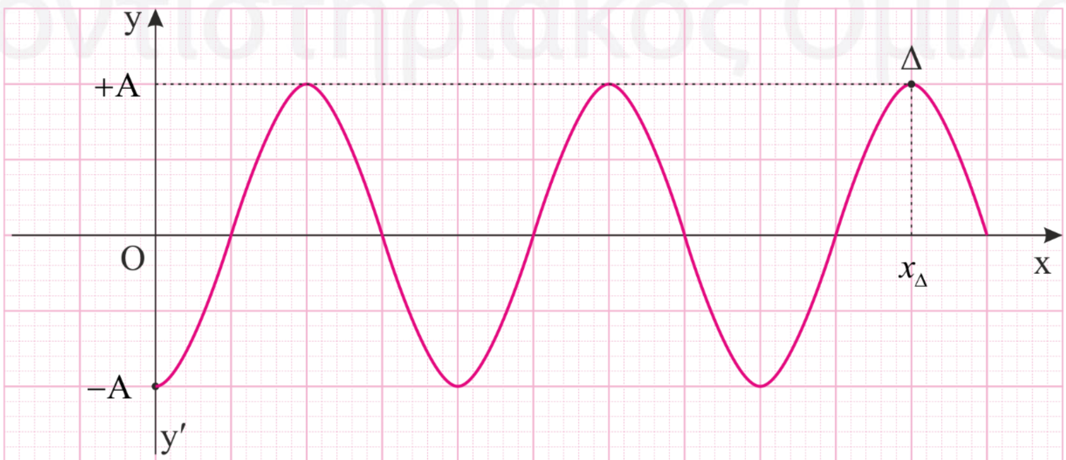
β) Σωστή απάντηση είναι το (i), γιατί

$$\upsilon_\Sigma = \upsilon_{\alpha\nu,\delta\acute{\iota}\sigma\kappa} = 2\upsilon_{cm,\delta\acute{\iota}\sigma\kappa}$$

$$x_{cm,\delta\acute{\iota}\sigma\kappa} = \upsilon_{cm,\delta\acute{\iota}\sigma\kappa} \cdot t_1 = \frac{\upsilon_\Sigma}{2} \cdot t_1 = \frac{\frac{3\ell}{8}}{2} = \frac{3\ell}{16}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.



$$f = \frac{N}{t} = \frac{30}{60} = \frac{1}{2} Hz, \qquad T = 2\,s$$

Από το παραπάνω σχήμα προκύπτει:

$$x_{\Delta} = 2\lambda + \frac{\lambda}{2} = 2{,}5 \Rightarrow \frac{5\lambda}{2} = \frac{5}{2} \Rightarrow \lambda = 1\,m$$

$$\upsilon = \frac{\lambda}{T} = \frac{1}{2} = 0{,}5\,m/s$$

Το κύμα φτάνει στο σημείο Δ μετά από χρόνο

$$t = 2T + \frac{T}{2} = 2{,}5T = 5\,s$$

Γνωρίζουμε ότι σε κάθε περίοδο, το υλικό σημείο διανύει απόσταση $4A$, άρα σε $2{,}5T$ θα διανύει απόσταση $10A$. Οπότε $x = 10A \Rightarrow 2 = 10A \Rightarrow A = 0{,}2m$

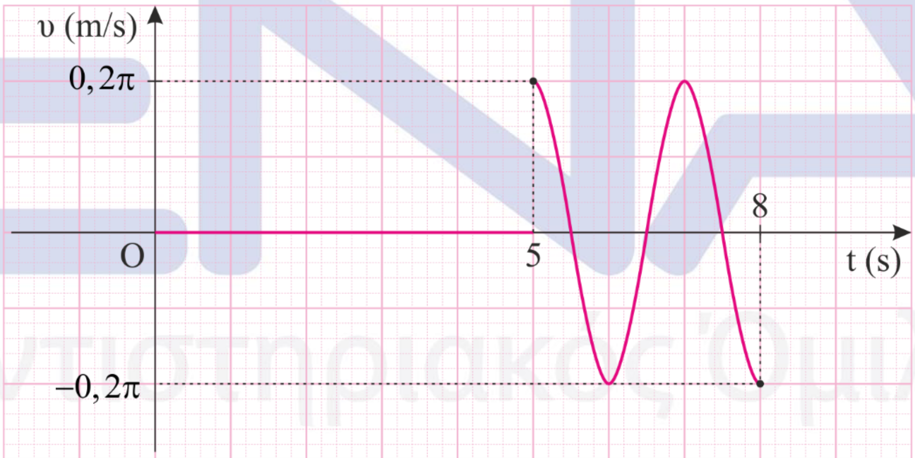
Γ2. Απόδειξη Σχολικού Βιβλίου, Τεύχος Γ', σελίδα 46.

Γ3.

Για το σημείο Δ ισχύει

$$\upsilon_{\Delta} = \omega A \cdot \sigma\upsilon\nu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x_{\Delta}}{\lambda}\right) = 0{,}2\pi \cdot \sigma\upsilon\nu 2\pi\left(\frac{t}{2} - 2{,}5\right) \;\; (S.I.)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi\,rad/s$$



Γ4. Τα σημεία Ο και Δ είναι συμφασικά με την απόστασή τους να ισούται με 1 μήκος κύματος. Επειδή η ταχύτητα διάδοσης παραμένει σταθερή, ισχύει:

$$\lambda_1 \cdot f_1 = \lambda_2 \cdot f_2 \Rightarrow f_2 = \frac{1 \cdot \frac{1}{2}}{2{,}5} = \frac{1}{5}\;Hz$$

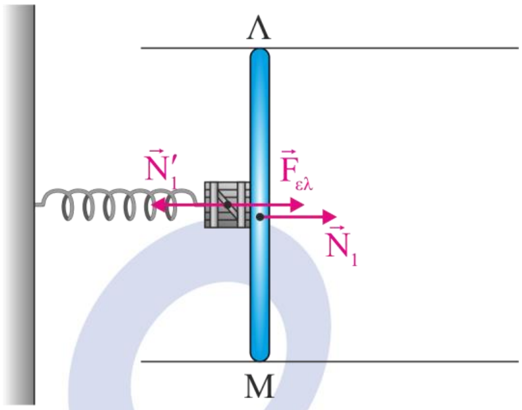
$$\Delta f = f_2 - f_1 = \frac{1}{5} - \frac{1}{2} = -0{,}3\,Hz$$

Επομένως έχουμε μείωση 0,3 Hz.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

α) Εφαρμόζοντας τη συνθήκη ταλάντωσης για τη ράβδο ΛΜ έχουμε



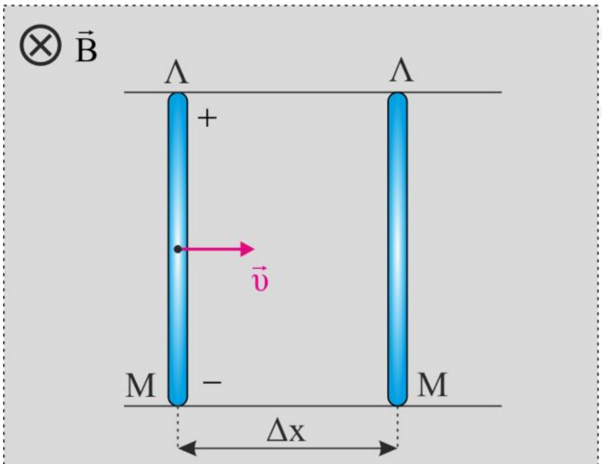
Ράβδος ΛΜ: $ΣF = -N_1 = -D_{ΛΜ} \cdot x$.
Από την τελευταία σχέση παρατηρούμε ότι η επαφή χάνεται όταν $N_1 = 0$ άρα $x = 0$ (θέση φυσικού μήκους).

β) Επειδή η θέση ισορροπίας ταυτίζεται με τη θέση φυσικού μήκους και δεν αλλάζει μετά τον αποχωρισμό της ράβδου, θα πρέπει:

$$υ_{max,πριν} = υ_{max,μετά} \Rightarrow ωA = ω'A' \Rightarrow \sqrt{\frac{k}{m+M_ρ}} \cdot Δ\ell = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot A' \Rightarrow$$

$$A' = 0{,}2\ m$$

Δ2. Εφαρμόζουμε το Νόμο του Faraday για τις θέσεις που φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



$$|E_{επ}| = \left|-N \cdot \frac{ΔΦ}{Δt}\right| \Rightarrow |E_{επ}| = \frac{Φ_{τελ} - Φ_{αρχ}}{Δ_t} = \frac{B \cdot A}{Δt} = \frac{B \cdot Δx \cdot L}{Δt} \Rightarrow E_{επ} = BυL$$

Με την βοήθεια του κανόνα του δεξιού χεριού βρίσκουμε την πολικότητα στα άκρα της ράβδου ΛΜ.

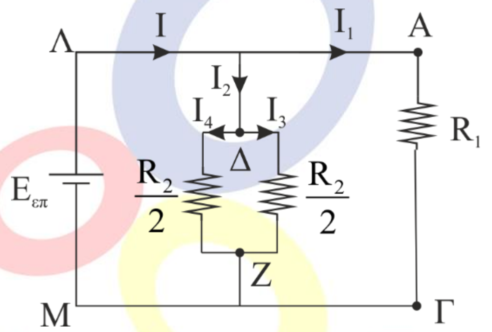
Δ3. Εφαρμόζοντας τον 2ο Νόμο του Νεύτωνα, έχουμε:

$$\vec{\alpha} = \frac{\Sigma\vec{F}}{M_\rho} \Rightarrow a = \frac{F}{M_\rho} = 2{,}5\, m/s^2$$

Το μέτρο της ταχύτητας της ράβδου ΛΜ είναι:

$$\upsilon = \upsilon_0 + a \cdot t \Rightarrow \upsilon = 6m/s$$

Δ4.



α) Τη στιγμή που κλείνει ο διακόπτης, η τάση στα άκρα της ράβδου ΛΜ είναι

$$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon L = 6V$$

Υπολογίζουμε την ολική αντίσταση για το κύκλωμα.

$$R_{o\lambda} = \frac{R_{A\Gamma} \cdot R_{\Delta Z}}{R_{A\Gamma} + R_{\Delta Z}}$$

όμως

$$R_{A\Gamma} = R_1 = 10\Omega \;\; \kappa\alpha\iota \;\;\; R_{\Delta Z} = \frac{\frac{R_2}{2} \cdot \frac{R_2}{2}}{\frac{R_2}{2} + \frac{R_2}{2}} = 2{,}5\;\Omega$$

οι αντιστάτες $R_2/2$ είναι ίσοι γιατί είναι φτιαγμένοι από το ίδιο υλικό, έχουν το ίδιο μήκος και την ίδια διατομή.

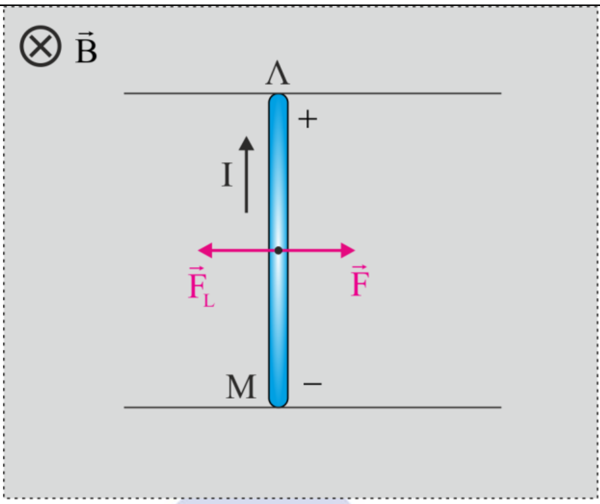
Άρα $R_{o\lambda} = 2\;\Omega$ και

$$I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{6}{2} = 3A$$

Άρα η F_L που ασκείται στον αγωγό ΛΜ τη στιγμή αυτή έχει μέτρο

$$F_L = B \cdot I \cdot L \Rightarrow F_L = 3\;N$$

Οπότε στον αγωγό ΛΜ, $\Sigma\vec{F} = 0 \Rightarrow F - F_L = 0.$



Άρα ο αγωγός εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

β) Από το σχήμα και με την βοήθεια του Νόμου του Ohm υπολογίζουμε τις εντάσεις των ρευμάτων του κυκλώματος.

$$I_1 = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_1} = 0{,}6\ A$$

$$I_2 = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{\Delta Z}} = \frac{12}{5} = 2{,}4\ A$$

Επειδή $R_{\Delta NZ} = R_{\Delta\Theta Z}$ και $V_{\Delta NZ} = V_{\Delta\Theta Z}$ προκύπτει

$$I_3 = I_4 = \frac{I_2}{2} = 1{,}2\ A$$

Από 1^{o} κανόνα Κίρχοφ στον κόμβο Α προκύπτει

$$I = I_1 + I_2 = 3\ A$$

Δ5.

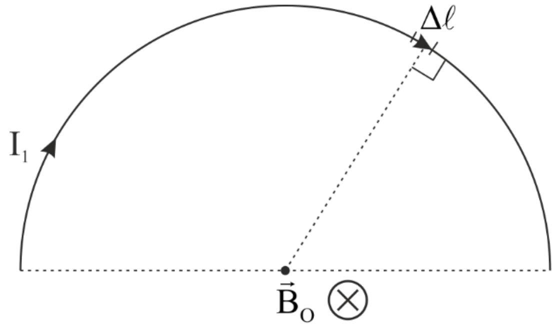
α) Σύμφωνα με τον Νόμο Biot-Savart για το στοιχειώδες τμήμα $\Delta\ell$, η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Ο είναι:

$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{\Delta\ell \cdot I_1}{r_1^2} \cdot \eta\mu\theta \xRightarrow{\theta=90^\circ} \Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{\Delta\ell \cdot I_1}{r_1^2}$$

Για τον ημικυκλικό αγωγό στο σημείο Ο, η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι

$$B_O = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I_1}{r_1^2} \cdot \pi r_1 \Rightarrow B_O = 1{,}2\pi \cdot 10^{-7}\ T$$

Η φορά της έντασης βρίσκεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού και φαίνεται στο σχήμα.



β) Η ένταση λόγω του κυκλικού αγωγού στο σημείο Ο είναι 0 (μηδέν) διότι τα μέτρα των εντάσεων του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το κάθε ημικύκλιο είναι ίσα αλλά από κανόνα δεξιού χεριού έχουν αντίθετη φορά.
Άρα $B_{ολ,O} = B_O = 1{,}2\pi \cdot 10^{-7}\ T$ και φορά που φαίνεται στο σχήμα.