# ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ & ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ ΤΕΤΑΡΤΗ 12 ΙΟΥΝΙΟΥ 2024 ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

## ΘΕΜΑ Α

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

## ΘΕΜΑ Β

**Β1.** Σωστή απάντηση: ii

Από το νόμο του Wien για το μέλαν σώμα έχουμε:

$$\lambda_1 T_1 = \lambda_2 T_2 \Longrightarrow \lambda_1 T_1 = \lambda_2 \cdot 2T_1 \Leftrightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} \ (1)$$

Από τη φάση:

$$\varphi_1 = 2\pi\left(10^{15}t - \frac{10^7}{3}x\right)$$

$$\varphi = 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda_1}\right)$$

συγκρίνοντας τις σχέσεις, προκύπτει ότι:

$$\mathrm{T} = 10^{-15}\mathrm{s} \text{ και } \lambda_1 = 3 \cdot 10^{-7}\mathrm{m}$$

$$(1) \Longrightarrow \lambda_2 = \frac{3 \cdot 10^{-7}}{2} m$$

Επομένως για τη φάση $\varphi_2$ έχουμε:

$$\varphi_2 = 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda_2}\right) \Longrightarrow \varphi_2 = 2\pi\left(10^{15}t - \frac{2}{3} \cdot 10^7 x\right), \qquad (S.I.)$$

**Β2.** Σωστή απάντηση: i

<u>Για το πείραμα 1:</u>

$$\lambda_1 = 375nm = 375 \cdot 10^{-9}m$$

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein έχουμε:

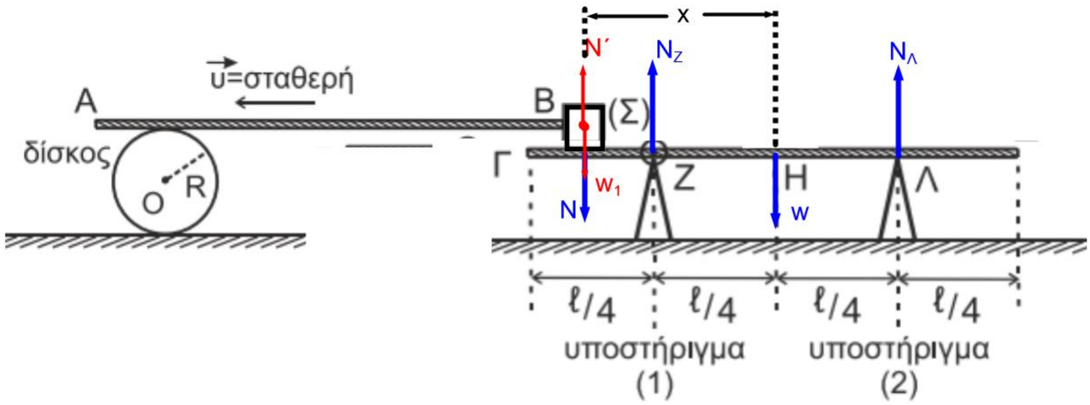
$$K_1 = hf_1 - \varphi \Longrightarrow K_1 = \frac{hc}{\lambda_1} - \varphi \Longrightarrow \frac{p_1^2}{2m} = \frac{hc}{\lambda_1} - \varphi \Leftrightarrow$$
$$p_1^2 = 2m\left(\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi\right) \ (1)$$

Για τη στροφορμή: $L_1 = mv_1R_1 = p_1R_1$
όπου $R_1$ η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς που διαγράφουν στο ΟΜΠ:
$$R_1 = \frac{mv_1}{B|q|} \Leftrightarrow R_1 = \frac{p_1}{B|q|}$$
Επομένως η στροφορμή γίνεται:
$$L_1 = \frac{p_1^2}{B|q|} \overset{(1)}{\Longrightarrow} L_1 = \frac{2m\left(\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi\right)}{B|q|}$$

<u>Για το πείραμα 2:</u>
Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein έχουμε:
$$K_2 = hf_2 - \varphi \Longrightarrow K_2 = \frac{hc}{\lambda_2} - \varphi \Longrightarrow \frac{p_2^2}{2m} = \frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi \Leftrightarrow$$
$$p_2^2 = 2m\left(\frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi\right) \ (2)$$

Για τη στροφορμή: $L_2 = mv_2R_2 = p_2R_2$
όπου $R_1$ η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς που διαγράφουν στο ΟΜΠ:
$$R_2 = \frac{mv_2}{B|q|} \Leftrightarrow R_2 = \frac{p_2}{B|q|}$$
Επομένως η στροφορμή γίνεται:
$$L_2 = \frac{p_2^2}{B|q|} \overset{(1)}{\Longrightarrow} L_2 = \frac{2m\left(\frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi\right)}{B|q|}$$
Δίνεται ότι:
$$L_2 = 5L_1 \Leftrightarrow \frac{2m\left(\frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi\right)}{B|q|} = 5\frac{2m\left(\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi\right)}{B|q|} \Leftrightarrow$$
$$\frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi = \frac{5hc}{\lambda_1} - 5\varphi \Leftrightarrow 4\varphi = \frac{3hc}{\lambda_1} \Leftrightarrow \varphi = \frac{3hc}{4\lambda_1} \Leftrightarrow$$
$$\varphi = \frac{3}{4} \cdot \frac{1250}{375} \Leftrightarrow \varphi = 2{,}5 \ eV$$
Επομένως το υλικό είναι Βάριο.

**Β3.** Α) Σωστή απάντηση: ii
Έστω ότι το σώμα (Σ) έχει διανύσει απόσταση x, όπως στο σχήμα:




Σώμα Σ: $\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow N' = w_1 \Leftrightarrow N' = mg$
όμως $N' = N = mg$ ως ζεύγος δράσης - αντίδρασης.
Περιστροφική ισορροπία δοκού ΓΔ ως προς Ζ: $\Sigma \vec{\tau}_Z = 0$
ορίζω θετική φορά περιστροφής την αντίθετη του ρολογιού:

$$+N \cdot \left(x - \frac{l}{4}\right) - w \cdot \frac{l}{4} + N_\Lambda \cdot \frac{l}{2} = 0 \Leftrightarrow$$

$$N_\Lambda \cdot \frac{l}{2} = w \cdot \frac{l}{4} - N \cdot \left(x - \frac{l}{4}\right) \Leftrightarrow$$

$$N_\Lambda \cdot \frac{l}{2} = \frac{mg}{2} \cdot \frac{l}{4} - mgx + \frac{mgl}{4} \Leftrightarrow$$

$$N_\Lambda \cdot \frac{l}{2} = \frac{3mgl}{8} - mgx$$

Όταν η ράβδος οριακά ανατρέπεται:

$$N_\Lambda = 0 \Longrightarrow \frac{3mgl}{8} - mgx = 0 \Leftrightarrow x = \frac{3l}{8}$$

B) Σωστή απάντηση: i
Ο δίσκος κυλίεται χωρίς ολίσθηση, επομένως: $\upsilon_{cm} = \upsilon_{\gamma\rho} = \omega R$ (1)
Για το ανώτερο σημείο του Κ, ισχύει: $\upsilon_K = \upsilon_{\gamma\rho} + \upsilon_{cm} \overset{(1)}{\Longrightarrow} \upsilon_K = 2\upsilon_{cm}$
Όμως για τα σημεία Κ και Β: $\upsilon_B = \upsilon_K = 2\upsilon_{cm} \Leftrightarrow \upsilon_{cm} = \frac{\upsilon_B}{2}$ (2)
Το σώμα (Σ) εκτελεί ΕΟΚ: $\upsilon_B = \frac{x}{t_1}$
Το κέντρο μάζας του δίσκου εκτελεί ΕΟΚ: $\upsilon_{cm} = \frac{x_{cm}}{t_1}$
Επομένως (2) $\Longrightarrow \frac{x_{cm}}{t_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{x}{t_1} \Leftrightarrow x_{cm} = \frac{x}{2} x_{cm} \Longrightarrow x_{cm} \frac{3l}{16}$

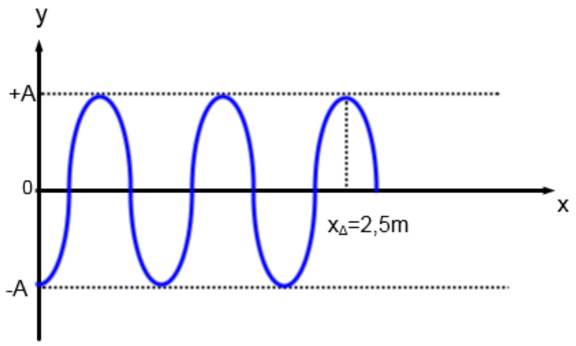
**ΘΕΜΑ Γ**

Γ1. Κάθε σημείο διέρχεται 2 φορές από τη ΘΙ σε μία ταλάντωση, επομένως για να διέρχεται 60 φορές, σημαίνει ότι εκτέλεσε 30 ταλαντώσεις.

Συχνότητα: $f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{30}{60} \Rightarrow f = \frac{1}{2} = 0{,}5Hz$

Περίοδος: $T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = 2s$

Για τα σημεία Ο και Δ την ίδια στιγμή δίνεται:




από το σχήμα φαίνεται ότι: $x_\Delta = 2\lambda + \frac{\lambda}{2} \Rightarrow x_\Delta = \frac{5\lambda}{2} \Rightarrow 2{,}5 = \frac{5\lambda}{2} \Leftrightarrow$

$$\lambda = 1m$$

Ταχύτητα διάδοσης: $\upsilon = \lambda f = 1 \cdot 0{,}5 \Rightarrow \upsilon = 0{,}5m/s$

Το κύμα φτάνει στο Δ σε χρόνο $t_\Delta$: $t_\Delta = \frac{x_\Delta}{\upsilon} = \frac{2{,}5}{0{,}5} \Rightarrow t_\Delta = 5s$

Παρατηρώ ότι: $t_\Delta = 2{,}5T = 2T + \frac{T}{2}$

Στον ίδιο χρόνο, το σημείο Ο έχει κάνει 2,5 ταλαντώσεις, διανύοντας απόσταση:

$$s = 8A + 2A \Rightarrow s = 10A \Rightarrow 2 = 10A \Rightarrow A = 0{,}2m$$

Γ2) Η εξίσωση ταλάντωσης του σημείου Ο είναι: $y = A\eta\mu\omega t$

Το Δ καθυστερεί σε σχέση με το Ο να ταλαντωθεί κατά $t_\Delta = \frac{x_\Delta}{\upsilon}$

επομένως η εξίσωση ταλάντωσής του είναι:

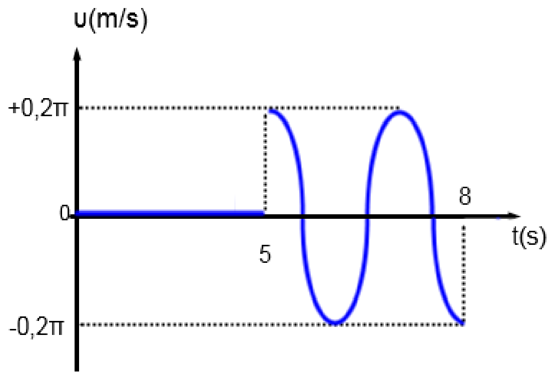
$$y = A\eta\mu\omega(t - t_\Delta) \Rightarrow y = A\eta\mu\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x_\Delta}{\upsilon}\right) \Rightarrow y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{T\upsilon}\right)$$

$$\xRightarrow{\lambda=\upsilon T} y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{\lambda}\right)$$

Γ3) Γωνιακή συχνότητα: $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \omega = \pi\ rad/s$

Για την ταχύτητα ταλάντωσης του Δ έχουμε:

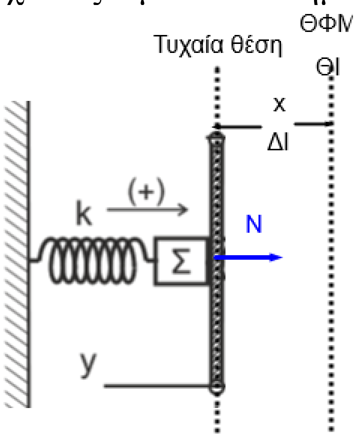
$$\upsilon_\Delta = \omega A \sigma\upsilon\nu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{\lambda}\right), t \geq t_\Delta \Rightarrow$$
$$\upsilon_\Delta = 0{,}2\pi\ \sigma\upsilon\nu 2\pi(0{,}5t - 2{,}5), t \geq 5s$$




Γ4) Για να έχουν ίδια απομάκρυνση και ίδια ταχύτητα τα Δ και Ο, σημαίνει ότι είναι σε συμφωνία φάσης, δηλαδή απέχουν $\Delta x_{O\Delta}$=kλ΄. Επειδή είναι διαδοχικά, πρέπει k=1: $\Delta x_{O\Delta} = \lambda' \Rightarrow x_\Delta - x_O = \lambda'$
$$\Rightarrow 2{,}5 - 0 = \lambda' \Rightarrow \lambda' = 2{,}5m$$
Το υλικό μέσο δεν άλλαξε, επομένως ούτε η ταχύτητα διάδοσης:
$$\upsilon = \lambda' f' \Rightarrow f' = \frac{\upsilon}{\lambda'} = \frac{0{,}5}{2{,}5} \Rightarrow f' = \frac{1}{5} = 0{,}2Hz$$
Μείωση συχνότητας: $|\Delta f| = f - f' = 0{,}5 - 0{,}2 \Rightarrow |\Delta f| = 0{,}3Hz$

**<u>ΘΕΜΑ Δ</u>**

Δ1. α) Η ράβδος δέχεται από το σώμα Σ μία δύναμη επαφής Ν. Σχεδιάζουμε το σύστημα σε μια τυχαία θέση πριν τη ΘΦΜ/ΘΙ:




Για τη ράβδο ισχύει κατά την ταλάντωση:
$$\Sigma F = -D_\rho x \Rightarrow N = -D_\rho x$$
Η επαφή χάνεται όταν Ν=0, άρα όταν x=0, επομένως στη θέση ισορροπίας (ΘΙ), η οποία ταυτίζεται με τη θέση φυσικού μήκους (ΘΦΜ).

β) Στη θέση που συσπειρώσαμε το σύστημα (Δl=x=0,4m), η ταχύτητα ήταν μηδενική, επομένως αυτή αποτελεί το πλάτος της ταλάντωσης του συστήματος, με γωνιακή συχνότητα:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m + M_\rho}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{10}{1,6}} \Rightarrow \omega = 2,5 rad/s$$

Τη στιγμή που χάνεται η επαφή, τα σώματα έχουν τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης: $\upsilon_{max} = \omega A = 2,5 \cdot 0,4 \Rightarrow \upsilon_{max} = 1 m/s$
Μετά τον αποχωρισμό, το σώμα Σ εκτελεί νέα ΑΑΤ με την ίδια ΘΙ και την ίδια μέγιστη ταχύτητα, αλλά νέα γωνιακή συχνότητα:

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{10}{0,4}} \Rightarrow \omega' = 5 rad/s$$

Επομένως στη ΘΙ έχουμε για τη νέα ταλάντωση:

$$\upsilon_{max} = \omega' A' \Rightarrow 1 = 5A' \Rightarrow A' = 0,2m$$

Δ2) Λόγω της κίνησης του αγωγού, μεταβάλλεται το νοητό εμβαδό που σχηματίζει και επομένως μεταβάλλεται η μαγνητική ροή μέσα από αυτό. Σύμφωνα με το νόμο Faraday, στα άκρα του αγωγού αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή ($E_{επ}$) με πολικότητα τέτοια ώστε να αναιρεί το αίτιο που την προκάλεσε (κανόνας Lenz), δηλαδή τα + στο Λ και τα – στο Μ.

Δ3) Στο χρονικό διάστημα που ο διακόπτης είναι ανοιχτός (ανοιχτό κύκλωμα), η μόνη δύναμη που ασκείται στον αγωγό είναι η F. Επομένως:

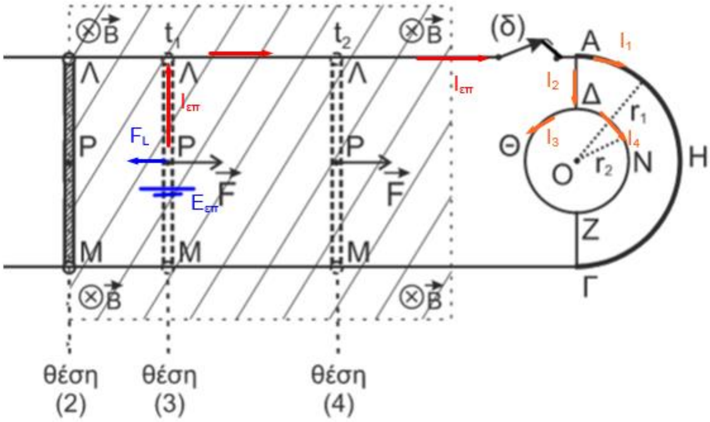
$$\Sigma F = M_\rho a \Rightarrow F = M_\rho a \Rightarrow 3 = 1,2a \Rightarrow \alpha = 2,5 m/s^2$$

Ο αγωγός εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με αρχική ταχύτητα αυτή που απέκτησε από την απώλεια επαφής:

$$\upsilon = \upsilon_0 + \alpha \Delta t \Rightarrow \upsilon_2 = 1 + 2,5 \cdot (3 - 1) \Rightarrow \upsilon_2 = 6\ m/s$$

Δ4) α) Μετά το κλείσιμο του διακόπτη, το κύκλωμα κλείνει και ο αγωγός διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα $I_{επ}$ με φορά από το Μ προς το Λ και μέτρο $I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}}$.
Η ΗΕΔ από επαγωγή έχει τιμή: $E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon l$
Στον αγωγό ασκείται και δύναμη Laplace μέτρου

$$F_L = BI_{\varepsilon\pi} l \Rightarrow F_L = \frac{B^2 \upsilon l^2}{R_{o\lambda}}$$




και φοράς σύμφωνα με τον κανόνα 3 δακτύλων, δηλαδή αντίθετης της F.
Ισοδύναμη αντίσταση στον ΔΘΖΝ:

$$R_{\Delta\Theta ZN}=\frac{R_{\Delta\Theta Z}\cdot R_{\Delta NZ}}{R_{\Delta\Theta Z}+R_{\Delta NZ}}=2{,}5\Omega$$

$$R_{o\lambda}=\frac{R_{\Delta\Theta ZN}\cdot R_{AH\Gamma}}{R_{\Delta\Theta ZN}+R_{AH\Gamma}}=\frac{2{,}5\cdot 10}{12{,}5}\Rightarrow R_{o\lambda}=2\Omega$$

Τη στιγμή που έκλεισε ο διακόπτης ($t_2$):

$$F_L=\frac{1\cdot 6\cdot 1}{2}\Rightarrow F_L=3N$$

Άρα $\Sigma F=F-F_L=3-3\Rightarrow \Sigma F=0$, δηλαδή εκτελεί ΕΟΚ

β) Ρεύμα στη ράβδο ΛΜ: $I_{\varepsilon\pi}=\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}}=\frac{B\upsilon_2 l}{R_{o\lambda}}\Rightarrow I_{\varepsilon\pi}=\frac{6}{2}=3A$

Ρεύμα στον ημικυκλικό ΑΗΓ: $I_1=\frac{V_{M\Lambda}}{R_1}=\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_1}\Rightarrow I_1=\frac{6}{10}\Rightarrow I_1=0{,}6A$

$1^{ος}$ κανόνας Kirchhoff: $I_{\varepsilon\pi}=I_1+I_2\Rightarrow I_2=I_{\varepsilon\pi}-I_1\Rightarrow I_2=2{,}4A$

Για τις εντάσεις των τμημάτων του κυκλικού αγωγού ισχύει:

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

καθώς έχουν ίδια τάση, ίδια αντίσταση.

Δ5. α) Χωρίζουμε σε στοιχειώδη τμήματα $\Delta l_1$, $\Delta l_2$, … τον ημικυκλικό αγωγό, και το καθένα δημιουργεί στοιχειώδη ένταση μαγνητικού πεδίου $\Delta B_1$, $\Delta B_2$, … στο κέντρο του. Η συνολική ένταση στο κέντρο είναι:

$$B_1=\Delta B_1+\Delta B_2+\cdots\Rightarrow$$

$$B_1=\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I_1\cdot\Delta l_1\cdot\eta\mu 90^o}{r_1^2}+\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I_1\cdot\Delta l_2\cdot\eta\mu 90^o}{r_1^2}+\cdots$$

$$B_1=\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I_1}{r_1^2}\cdot(\Delta l_1+\Delta l_2+\cdots)\Rightarrow B_1=\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I_1}{r_1^2}\cdot s_{AH\Gamma}\Rightarrow$$

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I_1}{r_1^2} \cdot r_1 \cdot \pi \Rightarrow B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{\pi I_1}{r_1} \Rightarrow B_1 = 10^{-7} \cdot \frac{\pi \cdot 0,6}{\frac{1}{2}} \Rightarrow B_1 = 1,2\pi \cdot 10^{-7} T$$

β) Το ημικυκλικό κομμάτι ΔΘΖ δημιουργεί μαγνητικό πεδίο φοράς από τη σελίδα προς τον αναγνώστη και μέτρου $B_3 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{\pi I_3}{r_2}$
Το ημικυκλικό κομμάτι ΔΝΖ δημιουργεί μαγνητικό πεδίο φοράς από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και μέτρου $B_4 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{\pi I_4}{r_2}$
Επομένως συνολικά ο κυκλικός αγωγός έχει ένταση B=0.
Αυτό σημαίνει ότι στο κέντρο Ο η ένταση του μαγνητικού πεδίου οφείλεται μόνο στο ημικυκλικό τμήμα ΑΗΓ: $B_O = 1,2\pi \cdot 10^{-7} T$

**Τις απαντήσεις επιμελήθηκαν οι καθηγητές:**
**Ασημεόνογλου Παναγιώτης**
**Νικολαΐδου Φωτεινή**