



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ
ΦΥΣΙΚΗΣ

12 ΙΟΥΝΙΟΥ 2024.

ΘΕΜΑ Α

A₁ δ

A₂ γ

A₃ γ

A₄ β

A₅ α) Σωστό β) Λάθος γ) Σωστό

δ) Σωστό ε) Λάθος

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση η (ii)

Από την εξίσωση της φάσης:

$$\varphi_1 = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \text{ συσπινόμενα με τα}$$

$$\text{δεδομένα της διάδοσης: } \varphi_1 = 2\pi \left(10^{15} t - \frac{10^7}{3} x \right) \text{ (S.I.)}$$

$$\text{προκύπτει: } f_1 = 10^{15} \text{ Hz και } \lambda_1 = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m.}$$

Από την εξίσωση του Wien:

$$\lambda_1 T_1 = \lambda_2 T_2 \text{ ή } \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ m.}$$

$$\text{Επομένως: } f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = 2 \cdot 10^{15} \text{ Hz και}$$

$$T_2 = \frac{1}{f_2} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-15} \text{ sec}$$

Επομένως η φάση φ_2 της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με μήκος κύματος συχνότητας λ_2 και ν_2 είναι:

$$\varphi_2 = 2\pi \left(\frac{t}{T_2} - \frac{x}{\lambda_2} \right) \text{ ή } \varphi_2 = 2\pi \left(2 \cdot 10^{15} t - \frac{2 \cdot 10^7}{3} x \right) \text{ (S.I.)}$$

B2: Ξωστή απάντηση η (i)

Από το 1^ο πείραμα: $k_1 = \frac{hc}{\lambda_1} - \varphi$ ή $\frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{hc}{\lambda_1} - \varphi$ (1)

Από το 2^ο πείραμα: $k_2 = \frac{hc}{\lambda_2} - \varphi$ ή $\frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi$ (2)

Από την σχέση των στροφορμών:

$L_2 = 5L_1$ ή $m v_2 R_2 = 5 m v_1 R_1$ ή

$\frac{m v_2 \cdot \frac{2\pi R_2}{\lambda_2}}{B | q e |} = 5 \cdot \frac{m v_1 \cdot \frac{2\pi R_1}{\lambda_1}}{B | q e |}$ ή $v_2^2 = 5 v_1^2$

Διαιρώντας κατά μέλη τις σχέσεις (1) και (2):

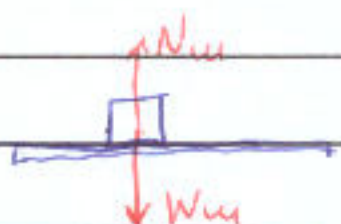
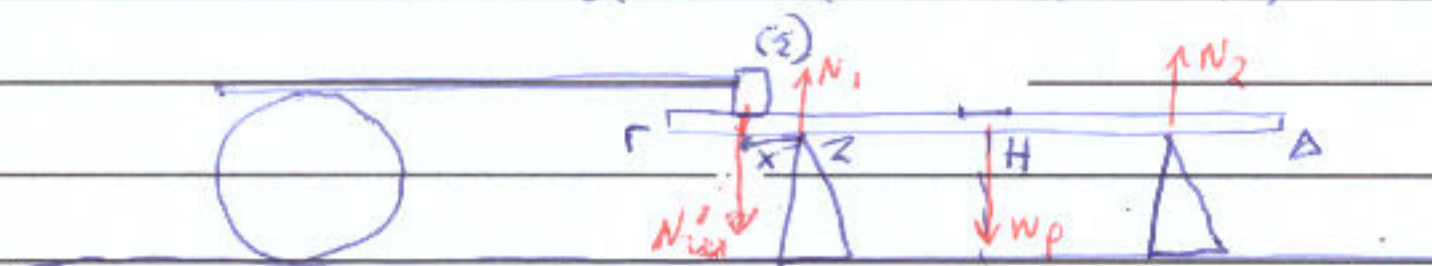
$\frac{(2)}{(1)} : \frac{\frac{1}{2} m v_2^2}{\frac{1}{2} m v_1^2} = \frac{\frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi}{\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi}$ ή $5 = \frac{\frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi}{\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi}$ ή

$\frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi = 5 \left(\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi \right)$ ή $\varphi = \frac{3}{4} \frac{hc}{\lambda_1}$

Αντικαθιστώντας: $\varphi = \frac{3}{4} \cdot \frac{1250 \text{ eV} \cdot 4 \text{ nm}}{375 \text{ nm}} = 2,5 \text{ eV}$

B3

α) Λύση ανάντη ή (ii)



Στο κιβώτιο m ασκείται, το βάρος του W_m και η δύναμη από την ράβδο N_m .

Από την ισορροπία του κιβωτίου στον άξονα y : $\sum F_y = 0$ ή $N_m = W_m$.

Από τον 3^ο νόμο του Νεύτωνα, στο κιβώτιο ασκείται η N_m' . ($N_m' = N_m = W_m$)

Την στιγμή που η ράβδος ΓΔ χάνει την επαφή με από το υποστηρίγμα (2): $N_2 = 0$

Προφανώς εκείνη την στιγμή το σώμα Σ είναι αριστερά του Z κατά x .

Από την ισορροπία ροπών ως προς το Z :

$$\sum \tau = 0 \text{ ή } \tau_{W_m'} = \tau_{W_p} \text{ ή } W_m \cdot x = W_p \cdot \frac{l}{4} \text{ ή } x = \frac{l}{8}$$

Επομένως το (2) έχει μετακινηθεί οριζόντια κατά:

$$d = \frac{l}{4} + \frac{l}{8} = \frac{3l}{8}$$

B3 β) Σωστή ανάρτηση η α).

Το οριζόντιο επιφάνεια του δίσκου με την ράβδο AB έχει ταχύτητα $v_p = 2v_{cm}$, όπου v_{cm} η ταχύτητα του δίσκου.

Επομένως:

Για την ράβδο: $d = v_p t = 2v_{cm} t$.

Για τον δίσκο: $x_s = v_{cm} t$.

$$\frac{d}{x_s} = \frac{2v_{cm} t}{v_{cm} t} = 2 \quad \text{Άρα: } x_s = \frac{d}{2} = \frac{3l}{16}$$

Ο χρόνος που απαιτείται για να πάει
το κύμα από το Ο στο Δ είναι:

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \text{ή} \quad t_{OD} = \frac{2,5}{0,5} = 5 \text{ sec} = 2,5 T, \quad \text{όπου}$$

T η περίοδος του κύματος.

Το διάστημα που διανύει το υλικό σημείο
που βρίσκεται στην θέση $x=0$ σε μια περίοδο
είναι: $S = 4A$.

Επομένως σε $2,5$ περιόδους διανύει διάστημα
ίσο με $10A$.

Επομένως $10A = 2 \text{ m}$ ή $A = 0,2 \text{ m}$.

γ2) Το σημείο Ο όταν θέσει $y=0$ ταλαντώνεται στον άξονα $y'y$ σύμφωνα με την εξίσωση: $y = A \sin \omega t$

Ο χρόνος που απαιτείται για να μεταφερθεί το κύμα στο Δ, σε οριζόντια απόσταση x_Δ από το Ο, είναι: $v = \frac{x_\Delta}{t_{\Delta\Delta}}$ ή $t_{\Delta\Delta} = \frac{x_\Delta}{v}$

Επομένως η μαθηματική σχέση που περιγράφει την ταλάντωση του υλικού σημείου Δ είναι:

$$y = A \sin \omega t_\Delta \equiv A \sin \frac{2\pi}{T} (t - t_{\Delta\Delta}) =$$

$$= A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{v \cdot T} \right)$$

Άρα; καθώς $\lambda = v \cdot T$

$$y = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

Γ3) Η εξίσωση του αρμονικού κύματος είναι για το Δ:

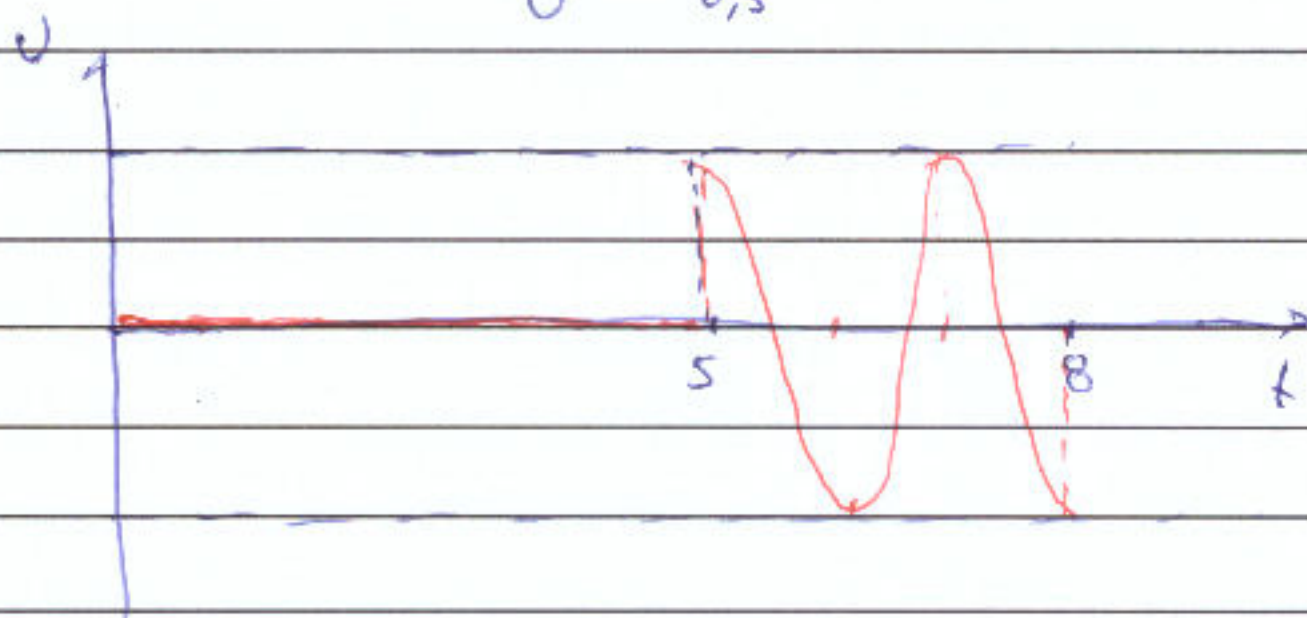
$$y_{\Delta} = A \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_{\Delta}}{\lambda} \right) \Rightarrow y = 0,2 \mu 2\pi (0,5t - 2,5) \quad (\text{S.I.})$$

Επομένως η εξίσωση της ταχύτητας ταδδίνωσής του είναι:

$$v_{\tau} = v_{\max} \omega 2\pi (0,5t - 2,5) \quad (\text{S.I.}) \quad \text{για } t \geq t_{0\Delta}$$

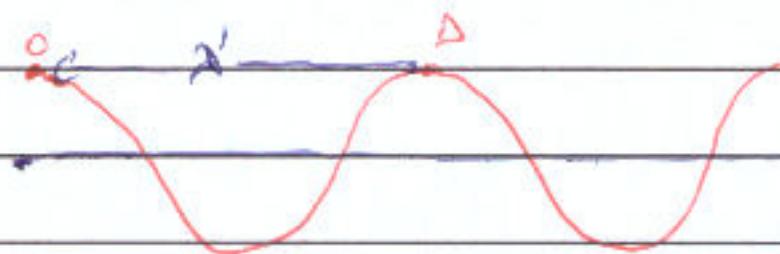
$$\text{όπου } v_{\max} = \omega A = 2\pi f \cdot A = 0,2\pi \text{ m/s},$$

$$\text{και } t_{0\Delta} = \frac{x_{\Delta}}{v} = \frac{2,5}{0,5} = 5 \text{ sec.}$$



Το χρονικό διάστημα $\Delta t = 8 - 5 = 3 \text{ sec}$ αντιστοιχεί σε 1,5 T.

γ4). Μετά την μεταβολή της συχνότητας, ένα σημείο του κύματος δίνεται παρακάτω.



Η οριζόντια μεταξύ τους απόσταση είναι ίση με ένα μήκος κύματος λ' .

Επομένως $\lambda' = 2,5 \text{ m}$.

Καθώς τα ταχύτητα του σώματος παραμένει σταθερή.

$$v = \lambda f = \lambda' f' \quad \text{Αρα } f' = 0,2 \text{ Hz}$$

Επομένως η πείραση της συχνότητας είναι ίση με:

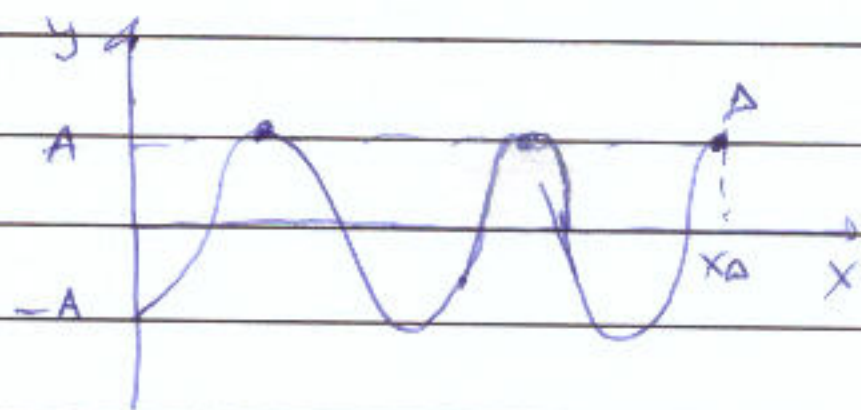
$$|f' - f| = 0,3 \text{ Hz}$$

ΘΕΜΑ Γ.

Γ1. Κάθε αμείο του υλικού μέσου περνά από την θέση ισορροπίας του 2 φορές σε χρόνο μιας περιόδου. Επομένως καθώς το συγκεκριμένο αμείο θ περνά 60 φορές από την θέση ισορροπίας του σε χρόνο $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ sec}$, πραγματοποιεί σε αυτό το χρονικό διάστημα $N = 30$ ταλαντώσεις.

$$f = \frac{N}{t} = 0,5 \text{ Hz} \quad , \quad \text{και} \quad T = \frac{1}{f} \quad \text{ή} \quad \boxed{T = 2 \text{ sec}}$$

Αν το Δ είναι ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει το κύμα στο Δ , το σημείο όπου το κύματος είναι για το θ , $y = -A$ είναι:



Από το σχήμα:

$$x_{\Delta} = 2,5\lambda \quad \text{ή}$$

$$\lambda = \frac{x_{\Delta}}{2,5} \quad \text{ή} \quad \boxed{\lambda = 1 \text{ m}}$$

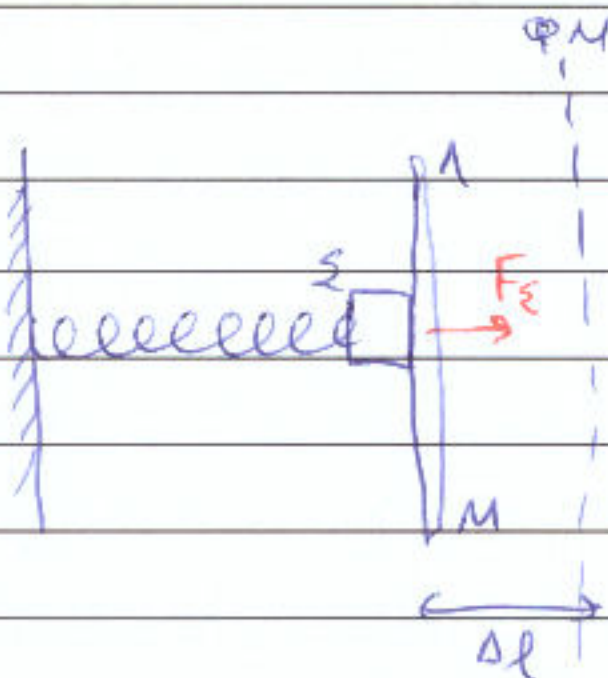
Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι:

$$v = \lambda f \quad \text{ή} \quad \boxed{v = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1)

α)



Όταν αφήσουμε τα 2 σώματα ελεύθερα να κινηθούν, τα σώματα εκτελούν γ.α.ε κυκλικής συχνότητας ω_0 .

$$K = (M_p + m)\omega_0^2 \quad \text{ή} \quad \omega_0 = 2,5 \text{ rad/s}$$

Η ταχύτητα που αποκτών την στιγμή που το ελατήριο αποκτά το φυσικό του μήκος είναι: $v_{\max} = \omega_0 A_0 = \omega_0 \Delta l = 1 \text{ m/s}$

Εάν ράβδος ασκείται η δύναμη F_Σ από το Σ . Επομένως για την ράβδο:

$$F_{\Sigma p} = -D_p \cdot x \quad \text{όπου} \quad D_p = M_p \omega_0^2$$

Την στιγμή που η ράβδος αποχωρίζεται από το Σ , $F_{\Sigma p} = 0$, οπότε $x = 0$.

Επομένως τα 2 σώματα θα αποχωριστούν στο σημείο ισορροπίας της ταλάντρωσής τους που ταυτίζεται με το φυσικό μήκος του ελατηρίου.

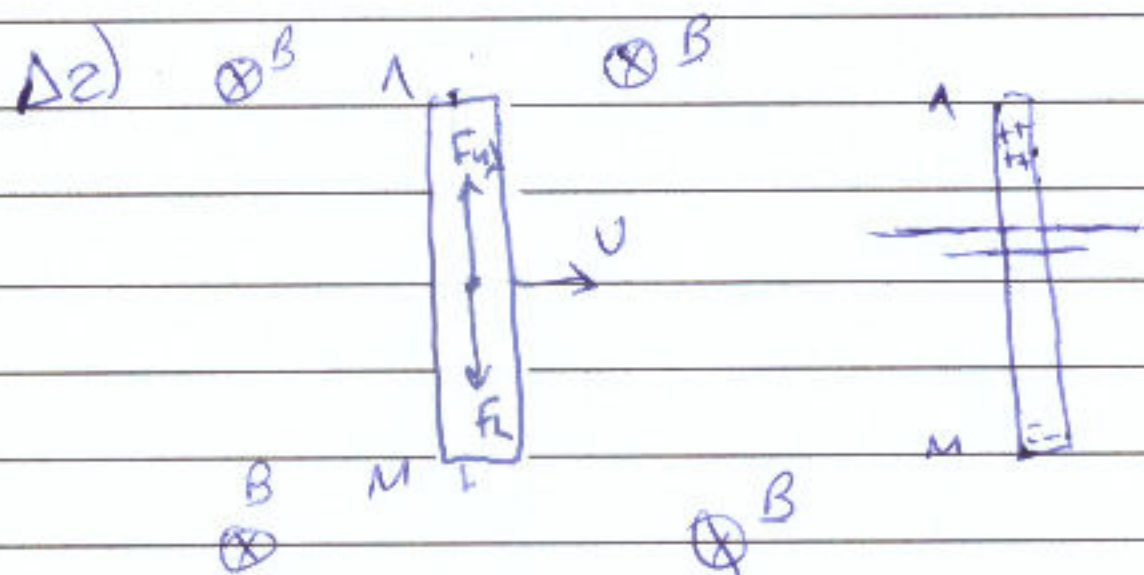


β) Στην συνέχεια το $\mathcal{L}$ εκτελεί ταλάντωση, με το ίδιο σημείο ισορροπίας, επομένως η νέα κυκλική συχνότητα ταλάντωσης του είναι:

$$K = m\omega^2 \quad \text{ή} \quad \omega = 5 \text{ rad/s}$$

Η V_{max} παραμένει σταθερή εφόσον δεν μεταβάλλεται το σημείο ισορροπίας

$$\text{Άρα: } V_{\text{max}} = \omega A \quad \text{ή} \quad \boxed{A = 0,2 \text{ m}}$$



Κάθε η ράβδος κινείται με ταχύτητα v κάθετα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, ασκούνται στα ηλεκτρόνια της ράβδου από το μαγνητικό πεδίο ($F_L = B v q \cdot \mu_{90^\circ} = B v q$) με φορά που δίνεται στο σχήμα.

Επομένως το κάτω άκρο της ράβδου θα φορτιστεί αρνητικά και το άνω άκρο θετικά.

Στο εσωτερικό του αγωγού δημιουργείται τώρα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που ασκεί στα ελεύθερα ηλεκτρόνια της ράβδου δύναμη $F_{M2} = E |q|$,

αντίθετης φοράς από την F_L . Η μετακίνηση

φορτίων προς το κάτω άκρο της ράβδου θα σταματήσει όταν: $F_{M2} = F_L$ ή $E = v \cdot B$.

Όταν σταματήσει η μετακίνηση, έχουμε $V_M > V_K$ οπότε υπερβείνουμε πως στα άκρα της ράβδου έχει αναπτυχθεί διαφορά δυναμικού

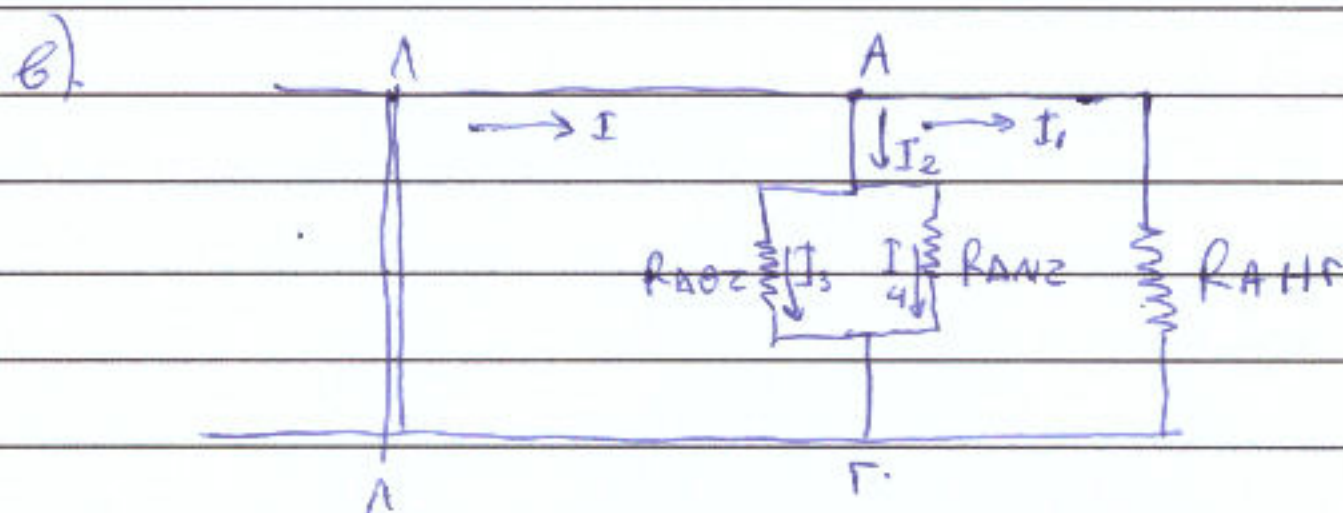
Δ3) καθώς ο διακόπτης δ είναι ανοιχτός, στην ράβδο ασκείται μόνο η ελαστική δύναμη $F=3\text{N}$, οπότε η ράβδος εξετάζει ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με $a = \frac{F}{M\rho} = 2,5 \text{ m/s}^2$.

Η ταχύτητα που αποκτά την χρονική στιγμή $t=3\text{sec}$, υπολογίζεται, λαμβάνοντας υπόψη ότι η F ασκείται για $\Delta t = 3-1=2\text{sec}$.

Άρα: $v = v_0 + a\Delta t = v_{\text{max}} + a\Delta t = 1 + 2,5 \cdot 2$

ή $v = 6 \text{ m/s}$

όπου v_{max} η ταχύτητα που απέκτησε όταν αποχωρίστηκε από το δ.



Η ραβδος διαρρέεται από $I = 3 \text{ A}$.

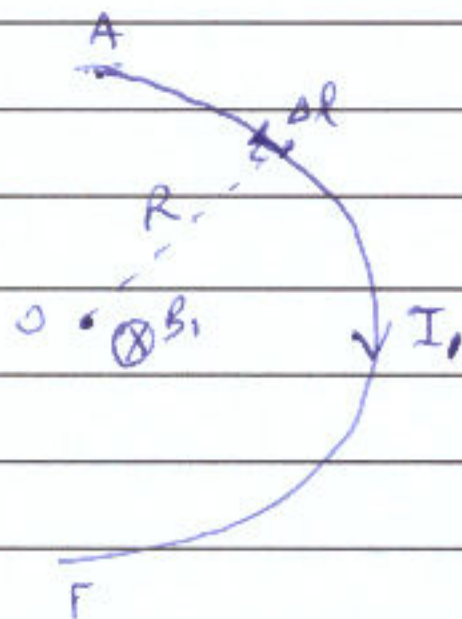
Για το κλάμα ΑΗΓ: $I_1 = \frac{V_{ΑΗΓ}}{R_{ΑΗΓ}} = \frac{E_{\text{πη}}}{R_{ΑΗΓ}} = 0,6 \text{ A}$.

Επομένως: $I_2 = I - I_1 = 2,4 \text{ A}$.

Για το ΑΘΖ: $I_3 = \frac{V_{ΑΓ}}{R_{ΑΘΖ}} = 1,2 \text{ A}$

Για το ΑΝΖ: $I_4 = \frac{V_{ΑΓ}}{R_{ΑΝΖ}} = 1,2 \text{ A}$

Δ 5)



i) Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί το ημικύκλιο ΑΓ στο Ο είναι:

$$B = \int \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 d\ell}{R^2} \sin 90^\circ = \frac{\mu_0 I_1}{4\pi R^2} \int d\ell = \frac{\mu_0 I_1}{4\pi R^2} \pi R$$

Άρα: $B = \frac{\mu_0 I_1}{4R} = 1,2\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$

ii)



Ο κυκλικός αγωγός του σχήματος χωρίζεται σε 2 ημικύκλια που διαρρέονται από ρεύματα ίσων εντάσεων I_3 και I_4 .

Εμφάνει τα μαγνητικά πεδία B_3 και B_4 που δημιουργούν στο Ο έχουν ίσα μέτρα, αντίθετη φορά, και εξουδετερώνονται.

Άρα στο Ο: $B_{\text{ολ}} = 1,2\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$