ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ
ΦΥΣΙΚΗΣ
12 ΙΟΥΝΙΟΥ 2024.

ΘΕΜΑ Α

Α1 δ

Α2 γ

Α3 γ

Α4 β

Α5 α) Σωστό β) Λαθος γ) Σωστό
δ) Σωστό ε) Λάθος

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση η (ii)

Απο την εξίσωση της φάσης:
$\varphi_1 = 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$ συγκρίνοντας με τα

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

προκύπτει: $f_1 = 10^{15}$ Hz και $\lambda_1 = 3\cdot10^{-7}$ m.

Από την εξίσωση του Wien:
$\lambda_1 T_1 = \lambda_2 T_2$ ή $\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} = 1{,}5\cdot10^{-7}$ m.

Επομένως: $f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = 2\cdot10^{15}$ Hz και

$T_2 = \frac{1}{f_2} = \frac{1}{2}\cdot10^{-15}$ sec

Επομένως η φάση φ_2 της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με μήκος κύματος αιχμής λ_{2max} είναι:
$\varphi_2 = 2\pi\left(\frac{t}{T_2} - \frac{x}{\lambda_2}\right)$ ή $\varphi_2 = 2\pi\left(2\cdot10^{15}t - \frac{2\cdot10^7}{3}x\right)$ (S.I.)

B2: Σωστή 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

$m v_2 \cdot \frac{m v_2}{B|q_e|} = 5 \cdot m v_1 \cdot \frac{m v_1}{B|q_e|}$ ή $v_2^2 = 5 v_1^2$

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

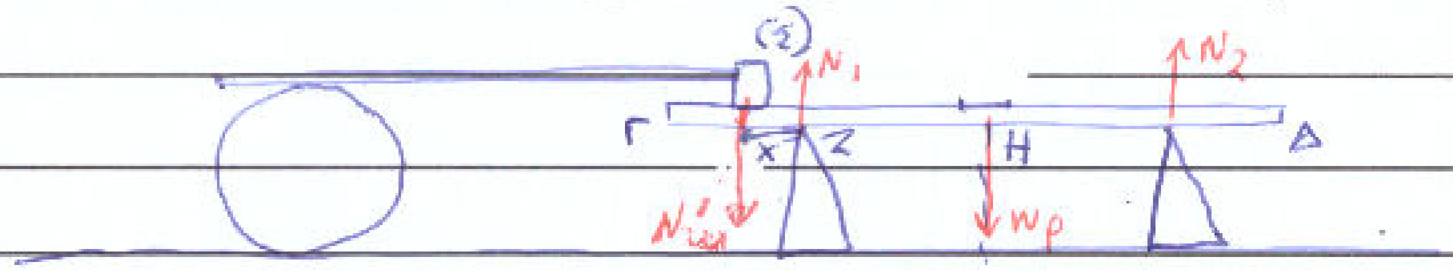
$\frac{(2)}{(1)}: \frac{\frac{1}{2} m v_2^2}{\frac{1}{2} m v_1^2} = \frac{\frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi}{\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi}$ ή $5 = \frac{\frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi}{\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi}$ ή

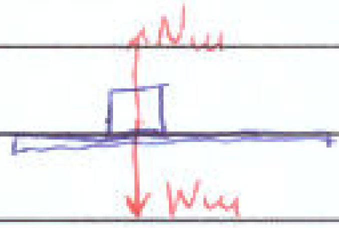
$2\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi = 5 \cdot \left(\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi\right)$ ή $\varphi = \frac{3}{4} \frac{hc}{\lambda_1}$

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

B3

α) Σωστή απάντηση η (ii)





Στο κιβώτιο ασκούνται, το βάρος του W_κ και η δύναμη από την ράβδο N_κ.

Από την ισορροπία του κιβωτίου στον άξονα y'y: $\Sigma F_y=0$ ή $N_\kappa=mg$.

Από τον 3ο νόμο του Νεύτωνα, στο κιβώτιο ασκείται η N_κ' ... ($N_\kappa'=N_\kappa=mg$)

Την στιγμή που η ράβδος ΓΔ χάνει την επαφή της από το υποστήριγμα (Ζ): $N_2=0$

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

Από την ισορροπία ροπών ως προς το Ζ:

$\Sigma\tau=0$ ή $\tau_{N_\kappa'}=\tau_{w_\rho}$ ή $mg\cdot x=Mg\frac{l}{4}$ ή

$x=\frac{l}{8}$

Επομένως το (Σ) έχει μετακινηθεί οριζόντια κατά:

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

B_3 (β) Σωστή απάντηση η (ι).

Το σημείο επαφής του δίσκου με την ράβδο ΑΒ έχει ταχύτητα $v_\rho = 2v_{cm}$, όπου v_{cm} η ταχύτητα του δίσκου.

Επομένως:
Για την σανίδα: $d = v_\sigma t = 2v_{cm} t$.
Για τον δίσκο: $x_\delta = v_{cm} t$.

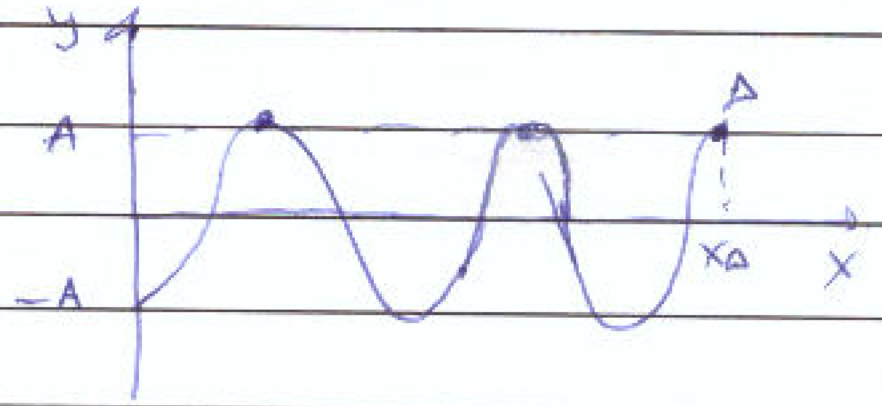
$$\frac{d}{x_\delta} = \frac{2\cancel{v_{cm} t}}{\cancel{v_{cm} t}} = 2 \quad . \quad \text{Άρα: } x_\delta = \frac{d}{2} = \frac{3\ell}{16}$$

ΘΕΜΑ Γ.

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

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

Αν $t_{0\Delta}$ είναι ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει το κύμα στο Δ, το στιγμιότυπο του κύματος όπου για το Ο, $y = -A$ είναι:



Από το σχήμα:

$x_\Delta = 2,5\lambda$ ή

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

Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι:

$v = \lambda f$ ή $\boxed{v = 0,5\,m/s}$

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

$$\upsilon = \frac{x_\Delta}{t_{O\Delta}} \text{ ή } t_{O\Delta} = \frac{2,5}{0,5} = 5\,sec = 2,5\,T,$$ 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 10 A.

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

Γ2) Το σημείο Ο στην θέση $y=0$ ταλαντώνεται στον άξονα $y'y$ σύμφωνα με την εξίσωση: $y = A ημ ωt$

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

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

$$y = A \cdot ημ ωt_Δ = A \cdot ημ \frac{2π}{T}(t - t_{ΟΔ}) =$$

$$= A ημ 2π\left(\frac{t}{T} - \frac{x_Δ}{υ \cdot T}\right)$$

Άρα, καθώς $λ = υ \cdot T$

$$y = A ημ 2π\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{λ}\right)$$

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

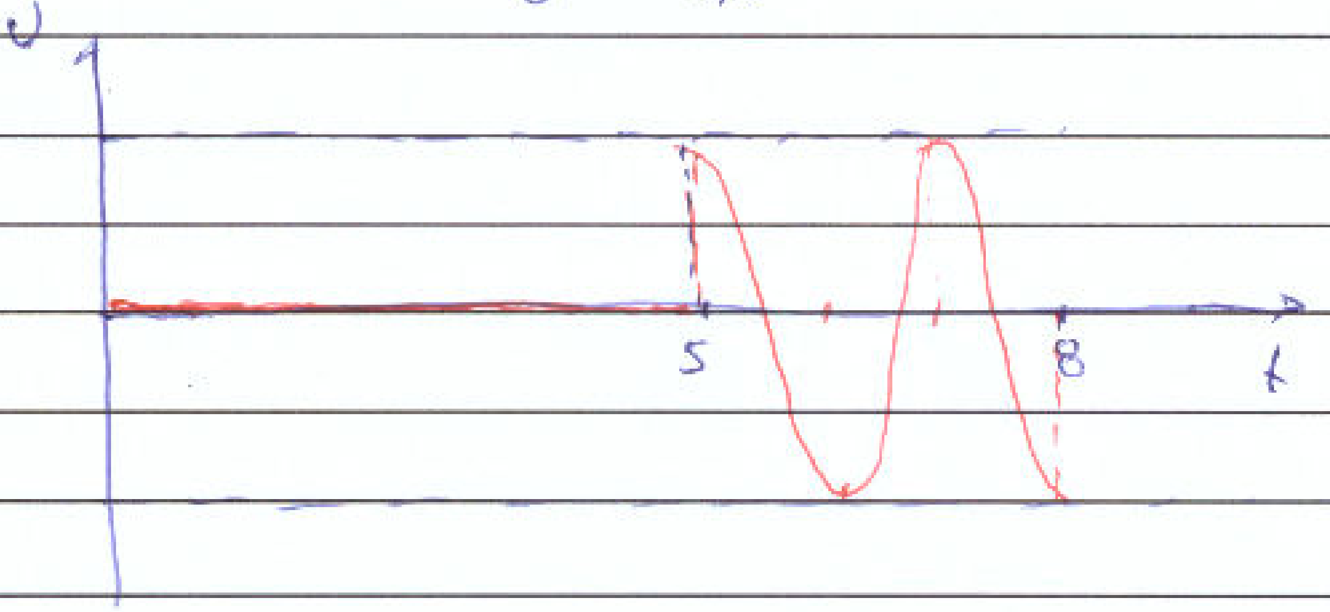
$$y_Δ = Aημ2π\left(\frac{t}{T} - \frac{x_Δ}{λ}\right) \Rightarrow y = 0{,}2ημ2π(0{,}5t - 2{,}5)$$ (S.I)

Επομένως η εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσης του είναι:

$υ_T = υ_{max} \cdot συν2π(0{,}5t - 2{,}5)$ (S.I) για $t \geq t_{0Δ}$

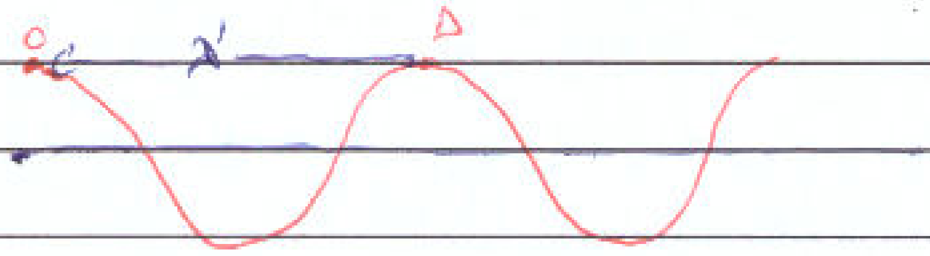
όπου $υ_{max} = ωA = 2πf \cdot A = 0{,}2π \ m/s$,

και $t_{0Δ} = \frac{x_Δ}{υ} = \frac{2{,}5}{0{,}5} = 5$ sec.



Το χρονικό διάστημα $Δt = 8 - 5 = 3sec$ αντιστοιχεί σε $1{,}5T$.

Γ4). Μετά την μεταβολή της συχνότητας, ένα στιγμιότυπο του κύματος δίνεται παρακάτω.



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

Επομένως $\lambda' = 2,5m$.
Καθώς τα ταχύτητα του κύματος παραμένει σταθερή.

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

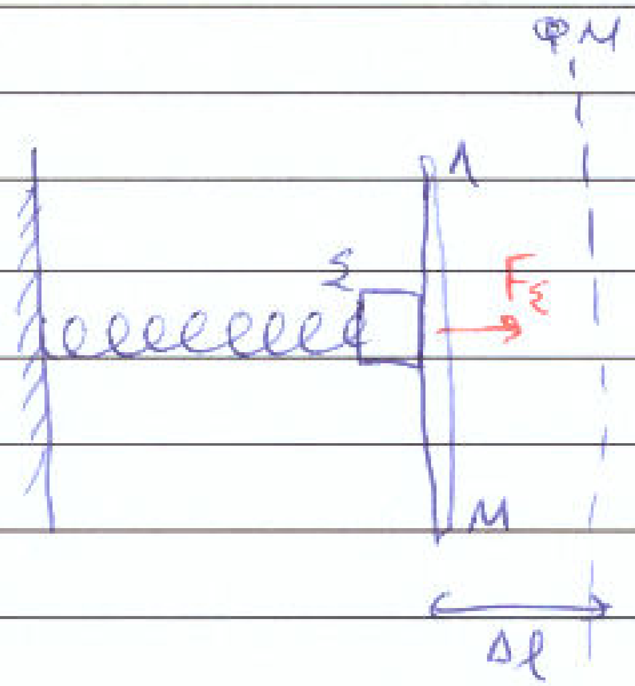
Επομένως η μείωση της συχνότητας είναι ίση με:

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

ΘΕΜΑ Δ)

Δ1)

α)



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

$K=(M_ρ+m)ω_0^2$ ή $ω_0=2,5\ rad/s$

Η ταχύτητα που αποκτούν την στιγμή που το ελατήριο αποκτά το φυσικό του μήκος είναι: $υ_{max}=ω_0A_0=ω_0Δℓ=1\ m/s$

Στην ράβδο ασκείται η δύναμη $F_Σ$ από το Σ. Επομένως για την ράβδο:

$F_{επ,ρ}=-D_ρ\cdot x$ όπου $D_ρ=M_ρω_0^2$

Την στιγμή που η ράβδος αποχωρίζεται από το Σ, $F_{επ,ρ}=0$, οπότε $x=0$.

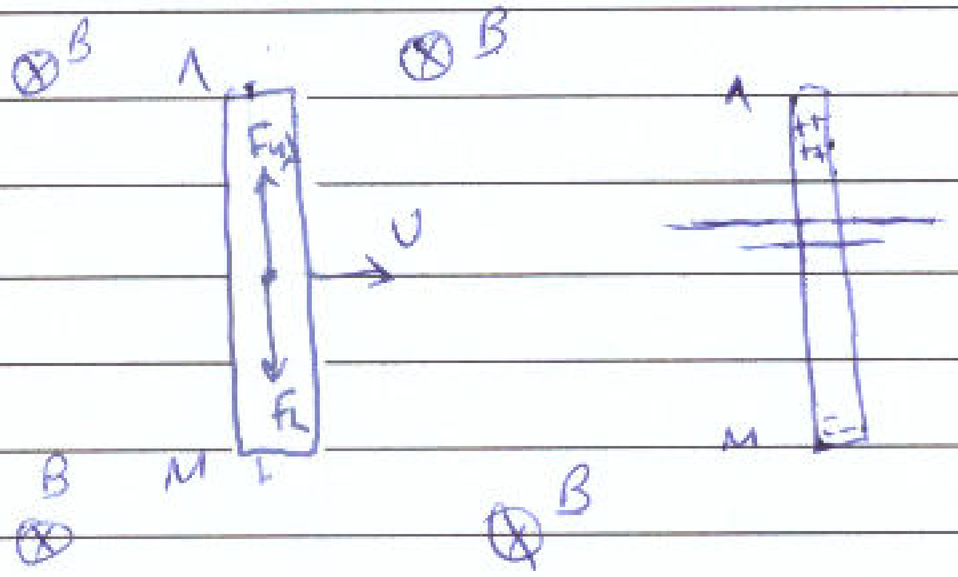
Επομένως τα 2 σώματα θα αποχωριστούν στο σημείο ισορροπίας της ταλάντωσής τους που ταυτίζεται με το φυσικό μήκος του ελατηρίου β) Στην συνέχεια το Σ εκτελεί ταλάντωση, με το ίδιο σημείο ισορροπίας. Επομένως η νέα κυκλική συχνότητα ταλάντωσής του είναι:

$K = m\omega^2$ ή $\omega = 5\,rad/s$

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

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

Δγ)



Καθώς η ράβδος κινείται με ταχύτητα υ κάθετη στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, ασκούνται στα ηλεκτρόνια της δυνάμεις από το μαγνητικό πεδίο ($F_L = Bυq \cdot ημ90^\circ = Bυq$) 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 χώρα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που ασκεί στα ελεύθερα ηλεκτρόνια της ράβδου δύναμη $F_{ηλ} = E|q|$, αντίθετης φοράς από την F_L. Η μετακίνηση φορτίων προς το κάτω άκρο της ράβδου θα σταματήσει όταν $F_{ηλ} = F_L$ ή $E = υ \cdot B$.

∴ Όταν σταματήσει η μετακίνηση, έχουμε $V_Λ > V_K$ οπότε συμπεραίνουμε πως στα άκρα της ράβδου έχει αναπτυχθεί διαφορά δυναμικού

Δ3) καθώς ο διακόπτης δ είναι ανοιχτός, στην ράβδο ασκείται μόνο η σταθερή δύναμη $F=3N$, οπότε η ράβδος εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με $\alpha = \frac{F}{M_p} = 2{,}5\ m/s^2$.

Η ταχύτητα που αποκτά την χρονική στιγμή $t=3sec$, υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψιν ότι η F ασκήθηκε για $\Delta t = 3-1 = 2sec$

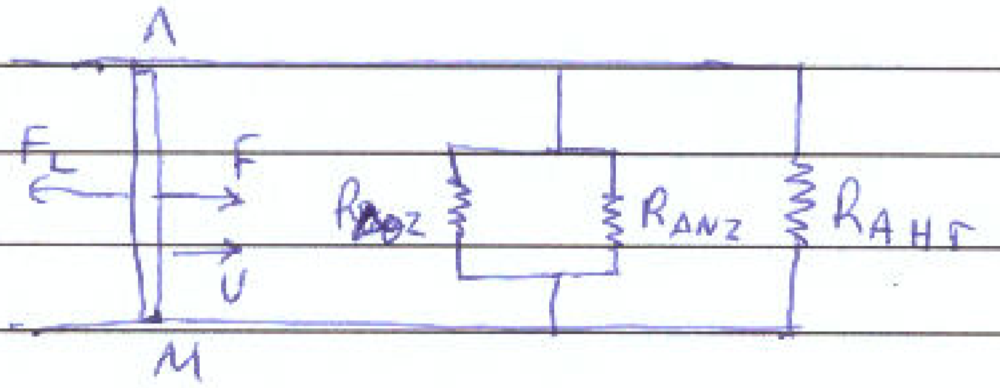
Άρα: $v = v_0 + \alpha\Delta t = v_{max} + \alpha\Delta t = 1 + 2{,}5 \cdot 2$

ή $\boxed{v = 6\ m/s}$

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

Δ4)

α)



Καθώς $\ell_{ANZ} = \ell_{\Delta\Theta Z}$, έχουμε:

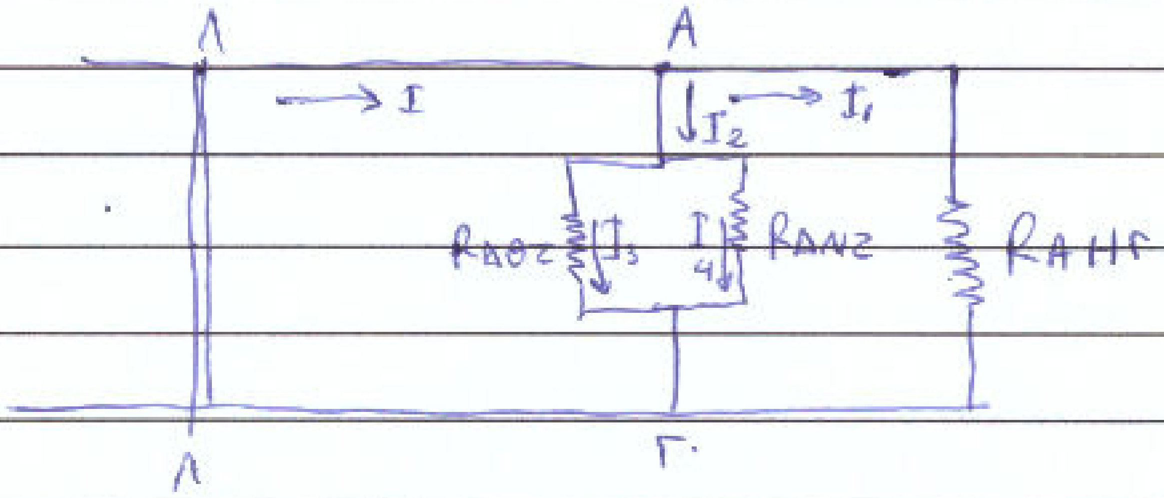
$R_{ANZ} = R_{\Delta\Theta Z} = \frac{R_2}{2} = 5\Omega$.

Η ολική ωμική αντίσταση του κυκλώματος είναι: $\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_{\Delta\Theta Z}} + \frac{1}{R_{ANZ}} + \frac{1}{R_{AH\Gamma}}$ ή $R_{ολ} = 2\Omega$.

Στα άκρα της ράβδου αναπτύσσεται:
$E_{επ} = BUl = 6V$, και το ρεύμα που την διαρρέει είναι:
$I_{επ} = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} = 3A$.

Στην ράβδο ασκείται $F_L = BIl = 3N$ αντίρροπη της ταχύτητάς της.
Επομένως για την ράβδο: $\Sigma F = F - F_L = 0$, οπότε η ράβδος εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

β)



Η ράβδος διαρρέεται από $I = 3\,A$.

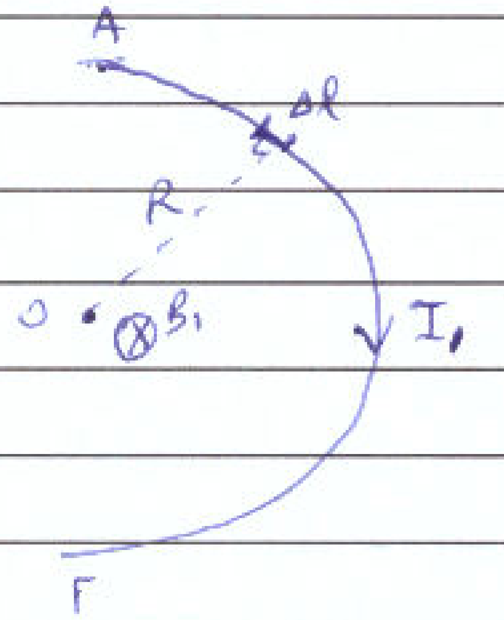
Για το τμήμα ΑΗΓ: $I_1 = \dfrac{V_{ΑΗΓ}}{R_{ΑΗΓ}} = \dfrac{E_{επ}}{R_{ΑΗΓ}} = 0{,}6\,A$.

Επομένως: $I_2 = I - I_1 = 2{,}4\,A$.

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

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

Δ 5).

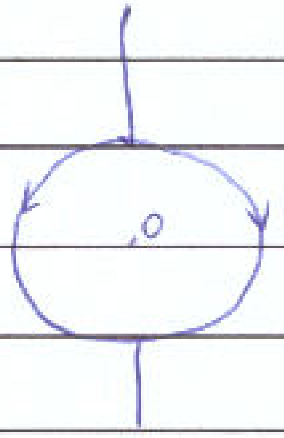


i) Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί το ημικύκλιο ΑΓ στο Ο είναι:

$$B = \sum \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1 \Delta l}{R^2}\,ημ90^\circ = \frac{\mu_0 I_1}{4\pi R^2}\sum \Delta l = \frac{\mu_0 I_1}{4\pi R^2}\,\pi R$$

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

ii)



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

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

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