ΒΑΚΑΛΗΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ από το 1967

ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2023

ΘΕΜΑ Α

Α1) β **Α2)** δ **Α3)** β **Α4)** α

Α5) **α)** Λάθος,

β) Σωστό,

γ) Σωστό,

δ) Λάθος,

ε) Λάθος

ΘΕΜΑ Β

Β1) Σωστή απάντηση: (i)

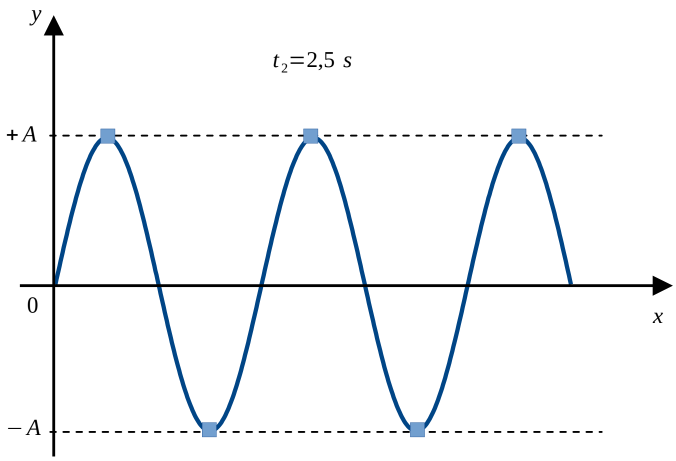
Αιτιολόγηση

Από το διάγραμμα φ-x καταλαβαίνουμε πως το κύμα διαδίδεται προς τη θετική κατεύθυνση, έτσι η εξίσωση φάσης γράφεται $\phi = \omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda}$ και για $t_1 = 2s$,

$$\phi = 2\omega - 2\pi \frac{x}{\lambda}$$

- Για $x = 0$ και $\phi = 4\pi\ rad : 4\pi = 2\omega \rightarrow \omega = 2\pi\ rad/s \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 1s$
- Για $x = 4m$ και $\phi = 0 : 0 = 4\pi - 2\pi \frac{4}{\lambda} \rightarrow \frac{8\pi}{\lambda} = 4\pi \rightarrow \lambda = 2m$

Σε χρονικό διάστημα $t_2 = 2{,}5s$ έχουν δημιουργηθεί $N = \frac{t_2}{T} = \frac{2{,}5}{1} \rightarrow N = 2{,}5T$ άρα 2,5 μ.κ.



Από το στιγμιότυπο του κύματος παρατηρούμε ότι υπάρχουν 5 σημεία σε ακραία θέση.

Β2) Σωστή απάντηση: (ii)

<u>Αιτιολόγηση</u>

Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein έχουμε:

$K_1=hf_1-\phi$ και επειδή η f_1 είναι η συχνότητα κατωφλίου $K_1=0$ οπότε:

$$0=hf_1-\phi \rightarrow hf_1=\phi \quad (1)$$

Για τη συχνότητα f_2 έχουμε:

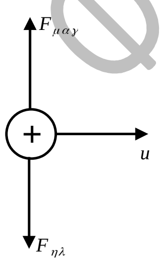
$K_2=hf_2-\phi=3hf_1-\phi$ και λόγω της (1) $K_2=3hf_1-hf_1=2hf_1$

Με το Θ.Μ.Κ.Ε υπολογίζουμε την κινητική ενέργεια με την οποία τα ηλεκτρόνια φτάνουν στην άνοδο. Σύμφωνα με την εκφώνηση αυτή είναι μηδέν οπότε:

$$K_{αν}-K_{καθ}=-eV_0 \rightarrow 0-K_2=-eV_0 \rightarrow V_0=\frac{2hf_1}{e}$$

Β3) α) Σωστή απάντηση: (ii) **β)** Σωστή απάντηση: (i)

<u>Αιτιολόγηση</u>



α) Τα θετικά ιόντα δέχονται δύναμη από το ηλεκτρικό πεδίο με φορά ομόρροπη της $\vec{E}$ και αντίρροπη μαγνητική δύναμη από το μαγνητικό πεδίο $\vec{B}_1$. Αυτά που δεν εκτρέπονται ικανοποιούν την σχέση:

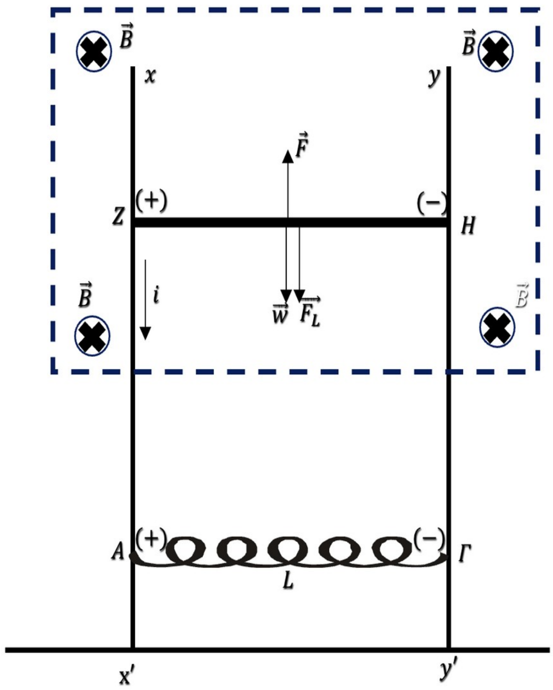
$$|\vec{F}_μ|=|\vec{F}_{ηλ}| \rightarrow B_1 u q=E q \rightarrow u=\frac{E}{B_1}$$

β) Τα ισότοπα έχουν ίδιο φορτίο και διαφορετική μάζα έτσι όταν εισέρχονται στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}_2$ακολουθούν διαφορετικές ημικυκλικές τροχιές. Ετσι:

$$d=2R_2-2R_1 \rightarrow \frac{d}{2}=\frac{m_2 u}{B_2 q}-\frac{m_1 u}{B_2 q} \rightarrow \frac{d}{2}=\frac{u}{B_2 q}(m_2-m_1) \rightarrow \frac{d}{2}=\frac{u}{B_2 q}\Delta m \rightarrow \Delta m=\frac{qB_1B_2d}{2E}$$

επειδή $u=\frac{E}{B_1}$.

ΘΕΜΑ Γ

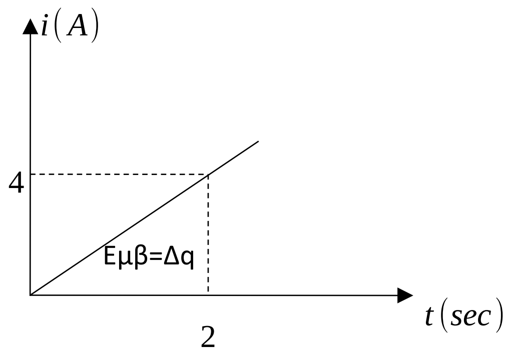


Γ1. $i=2t$ (SI)

Για t=0 → $i_0=0$

Για t_1=2s → $i_1=4\,A$

$$\frac{\Delta i}{\Delta t}=\frac{i_1-i_0}{t_1-t_0}=2\frac{A}{s}$$



Στο διάγραμμα της i=f(t) κάθε στοιχειώδης εμβαδό χωρίου δίνει το γινόμενο $i \cdot dt=dq$

Συνεπώς από t_0=0 ως t_1=2 s το περικλειόμενο εμβαδό δίνει το φορτίο που διήλθε από μια διατομή του κυκλώματος : $\Delta q=E\,\mu\beta\;\tau\rho\iota\gamma\acute{\omega}\nu o\upsilon=\frac{2\cdot 4}{2}=4C$

Γ2. Στο πηνίο αναπτύσσεται ΗΕΔ από αυτεπαγωγή με θετικό πόλο στο Α και αρνητικό στο Γ, έτσι ώστε να αντιτίθεται στην αύξηση της μαγνητικής ροής στις σπείρες του πηνίου, που προκαλείται από την αύξηση της έντασης του ρεύματος και συνεπώς της μαγνητικής έντασης του πεδίου του πηνίου.

Από το νόμο της αυτεπαγωγής : $\left|E_{AYT}\right|=L\left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|=1\,V$

Γ3. Από τον κανόνα των 3 δακτύλων που δίνει τη φορά της μαγνητικής δύναμης στα ελεύθερα ηλεκτρόνια της ράβδου, διαπιστώνουμε ότι η ΗΕΔ επαγωγής που αναπτύσσεται σε αυτήν , έχει θετική πολικότητα στο Ζ και αρνητική στο Θ.

Ο 2^{ος} κανόνας του Kirchhoff στο βρόχο ΗΖΑΓΗ δίνει :

$$E_{\varepsilon\pi}-iR-\left|E_{AYT}\right|=0\rightarrow Bul-iR-\left|E_{AYT}\right|=0\rightarrow u-2t-1=0\rightarrow u=1+2t\,(SI)$$

Γ4. α) Από τη συνάρτηση i=2t για t_1=2s προκύπτει ένταση ρεύματος i_1=4A.

Τη στιγμή t_1 η δύναμη Laplace στη ράβδο δίνεται: $F_L=Bi_1 l=1\cdot4\cdot1=4\,N$ και

$w=m\cdot g=0{,}5\cdot10=5\,N$

Από τη χρονική εξίσωση της ταχύτητας διαπιστώνουμε ότι η επιτάχυνση της ράβδου είναι σταθερή και ίση με 2m/s^2

Αρα η συνισταμένη δύναμη δίνεται: $\Sigma F=ma=0{,}5\cdot2=1\,N$

Είναι $\Sigma F=F-F_L-w\rightarrow1=F-4-5\rightarrow F=10\,N$

β) Τη στιγμή t_1=2s η εξίσωση της ταχύτητας δίνει στιγμιαία τιμή $u_1=1+2\cdot2\rightarrow u_1=5\,\frac{m}{s}$

$$P_F=\frac{dW_F}{dt}=F\frac{dy}{dt}\sigma\upsilon\nu\,0^0=F\cdot u_1\rightarrow P_F=50\,W$$

γ) Από το θεώρημα έργου ενέργειας ή από την αρχή διατήρησης της ενέργειας διαπιστώνουμε ότι το έργο της $\vec{F}$ που προσφέρεται στο σύστημα κατανέμεται ως εξής :

αυξάνει την κινητική ενέργεια της ράβδου, όπως και τη δυναμική ενέργεια βαρύτητας, παράγει τη θερμότητα που εκλύεται λόγω φαινομένου Joule στην αντίσταση και αυξάνει την ενέργεια μαγνητικού πεδίου που αποθηκεύεται στο πηνίο .

Αρα $P_F=\frac{\Delta K}{\Delta t}+i^2R+\frac{\Delta U_{BAP}}{\Delta t}+\frac{\Delta U_B}{\Delta t}$

Είναι $\frac{\Delta K}{\Delta t}=\frac{\Delta W_{\Sigma F}}{\Delta t}=\Sigma F\frac{dy}{dt}\sigma\upsilon\nu\,0^0=\Sigma F\cdot\upsilon\cdot\sigma\upsilon\nu\,0^0$

$$\frac{\Delta U_W}{\Delta t}=\frac{-\Delta W_W}{\Delta t}=-w\cdot u\cdot\sigma\upsilon\nu\,180^0$$

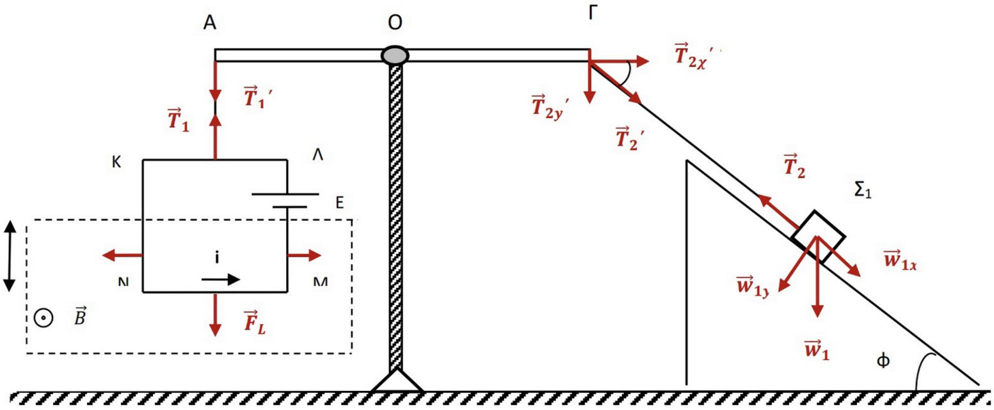
Αρα για τη στιγμή t_1:

$$P_F=\Sigma F\cdot u_1+i_1^2\cdot R+w\cdot u_1+\frac{\Delta U_B}{\Delta t}\rightarrow50=1\cdot5+4^2\cdot1+5\cdot5+\frac{\Delta U_B}{\Delta t}\rightarrow\frac{\Delta U_B}{\Delta t}=4\,\frac{J}{s}$$

β' τρόπος

$$U_B = \frac{1}{2} L i^2 \quad \text{άρα} \quad \frac{dU_B}{dt} = L \cdot i_1 \cdot \frac{di}{dt} \rightarrow \frac{dU_B}{dt} = |E_{AYT}| \cdot i_1 = 1 \cdot 4 \rightarrow \frac{dU_B}{dt} = 4 \frac{J}{s}$$

ΘΕΜΑ Δ



Δ1. Από την ισορροπία του $Σ_1$:

$$\overrightarrow{\Sigma F_x} = \vec{0} \Longrightarrow \vec{T}_2 + \vec{w}_{1x} = \vec{0} \;\; και \;\; σε \;\; μέτρο: T_2 = w_{1x} = m_1 g ημφ = 18\,N$$

Το νήμα (2) είναι αβαρές, άρα: $T_2{}' = T_2 = 18\ N$

Από την ισορροπία της ράβδου:

$$\vec{\Sigma\tau}_{(o)} = \vec{0} \Longrightarrow T_1{}'(AO) - T_{2y}{}'(ΓO) = 0 \Rightarrow T_1{}' = T_{2y}{}' \Rightarrow T_1{}' = T_2{}' ημφ \Rightarrow T_1{}' = 10{,}8\,N$$

Δ2. Το νήμα (1) είναι αβαρές, άρα: $T_1 = T_1{}' = 10{,}8\ N$

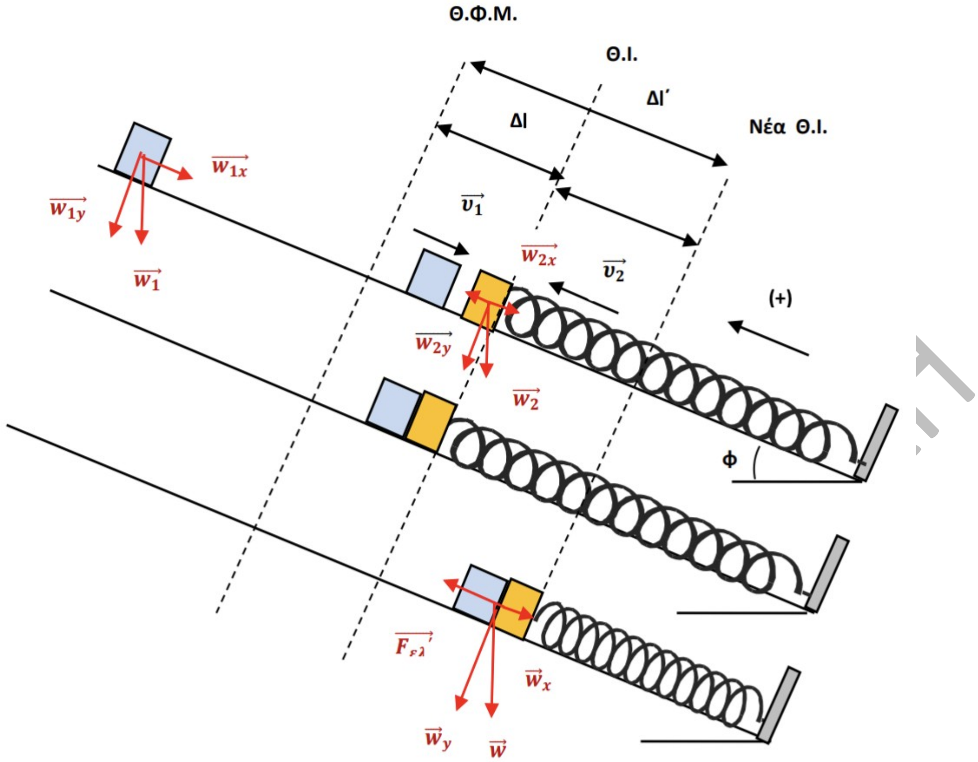
Το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

$$I = \frac{E}{R} = 15\,A$$

Στα κατακόρυφα τμήματα των πλευρών ΚΝ και ΛΜ που βρίσκονται μέσα στο μαγνητικό πεδίο ασκούνται δυνάμεις Laplace ίδιου μέτρου $F_L = BIy$, με αντίθετη κατεύθυνση, άρα η συνισταμένη τους είναι μηδενική. Ετσι η συνολική δύναμη Laplace στο πλαίσιο είναι αυτή που ασκείται στην πλευρά ΝΜ. Από την ισορροπία του πλαισίου:

$$\overrightarrow{\Sigma F} = \vec{0} \Longrightarrow \vec{T}_1 + \vec{F}_L = \vec{0} \;\; και \;\; σε \;\; μέτρο \;\; F_L = T_1 \Rightarrow BI\alpha = T_1 \Rightarrow B = \frac{10{,}8}{12} \Rightarrow B = 0{,}9\,T$$

Δ3.



Το Σ_2 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος $A_2=d=\frac{9\pi}{100}m$ και κυκλική συχνότητα $\omega_2=\sqrt{\frac{k}{m_2}}=10\,rad/s$. Αρα, λίγο πριν την κρούση περνά από τη θέση ισορροπίας του με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_2=\upsilon_{2max}=\omega_2 d=0{,}9\pi\,m/s$.

Η περίοδος της ταλάντωσης του Σ_2 είναι $T_2=\frac{2\pi}{\omega_2}=\frac{\pi}{5}s$ και αφού τα σώματα αφήνονται ταυτόχρονα, θα κινηθούν για χρόνο $\Delta t=\frac{T_2}{4}=\frac{\pi}{20}s$ πριν συγκρουστούν.

Για την κίνηση του Σ_1 πριν την κρούση είναι:

$$\alpha_1=\frac{w_{1x}}{m_1}=\frac{m_1 g\eta\mu\varphi}{m_1}=g\eta\mu\varphi=6\,m/s^2$$

Αρα το μέτρο της ταχύτητάς του Σ_2 πριν την κρούση είναι: $\upsilon_1=\alpha_1\Delta t=0{,}3\pi\,m/s$.

Από την Α.Δ.Ο. για την κρούση:

$$\vec{p}_{\alpha\rho\chi}=\vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda}\Rightarrow m_2\upsilon_2-m_1\upsilon_1=(m_1+m_2)\upsilon_\kappa\Rightarrow\upsilon_\kappa=0$$

Δ4. Το συσσωμάτωμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με κυκλική συχνότητα

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m_1+m_2}}=5\,rad/s$$

Στη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης του Σ_2 πριν την κρούση:

$$\Sigma\vec{F}_x=0\Rightarrow\vec{F}_{\varepsilon\lambda}+\vec{w}_{2x}=0$$

και σε μέτρο :

$$F_{\varepsilon\lambda}=w_{2x}\Rightarrow k\Delta l=m_2 g\,\eta\mu\varphi\Rightarrow\Delta l=0{,}06\,m$$

Στη νέα θέση ισορροπίας της ταλάντωσης του συσσωματώματος:

$$\Sigma\vec{F}_x=0\Rightarrow\vec{F}_{\varepsilon\lambda}{}'+\vec{w}_x=0$$

και σε μέτρο :

$$F_{\varepsilon\lambda}{}'=w_x\Rightarrow k\Delta l'=(m_1+m_2)g\,\eta\mu\varphi\Rightarrow\Delta l'=0{,}24\,m$$

Το συσσωμάτωμα ξεκινά τα ταλαντώνεται από τη θετική ακραία θέση του, άρα:

$$A=\Delta l'-\Delta l\Rightarrow A=0{,}18\,m$$

Τη χρονική στιγμή t=0 είναι x=+A, άρα ισχύει:

$$x=A\eta\mu(\omega t+\varphi_0)\Rightarrow A=A\,\eta\mu\,\varphi_0\Rightarrow\eta\mu\,\varphi_0=1,\ \mu\varepsilon\ 0\le\varphi_0<2\pi,\ \acute{\alpha}\rho\alpha\ \varphi_0=\frac{\pi}{2}rad$$

Η χρονική εξίσωση απομάκρυνσης της ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι:

$$x=A\eta\mu(\omega t+\varphi_0)\Rightarrow x=0{,}18\,\eta\mu\left(5t+\frac{\pi}{2}\right)(S.I.)$$

Δ5. Για την ταλάντωση του συσσωματώματος σε μια τυχαία θέση, ισχύει:

$$\Sigma\vec{F}_x\Rightarrow\vec{F}_{\varepsilon\lambda}+\vec{w}_x\Rightarrow-kx=F_{\varepsilon\lambda}-(m_1+m_2)g\,\eta\mu\varphi\Rightarrow$$

$$F_{\varepsilon\lambda}=-kx+(m_1+m_2)g\,\eta\mu\varphi\Rightarrow$$

$$F_{\varepsilon\lambda}=-100\,x+24\,(S.I.),\mu\varepsilon\ -0{,}18\,m\le x\le+0{,}18\,m$$

Για x=0 είναι $F_{\varepsilon\lambda}$=24 N, για x=-0,18 m είναι $F_{\varepsilon\lambda}$=42 N και για x=+0,18 m είναι $F_{\varepsilon\lambda}$=6 N.

Η αντίστοιχη γραφική παράσταση είναι: