ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ Καρακάξης
ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΕΣ-ΘΕΤΙΚΕΣ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΠΟΥΔΕΣ
ΔΗΜΟΤΙΚΟ-ΓΥΜΝΑΣΙΟ-ΛΥΚΕΙΟ-ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
Τηλέφωνα: 210.98.12.105, 697.83.06.175, 698.69.26.518

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ
ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ
ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ 2023

ΘΕΜΑ Α

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

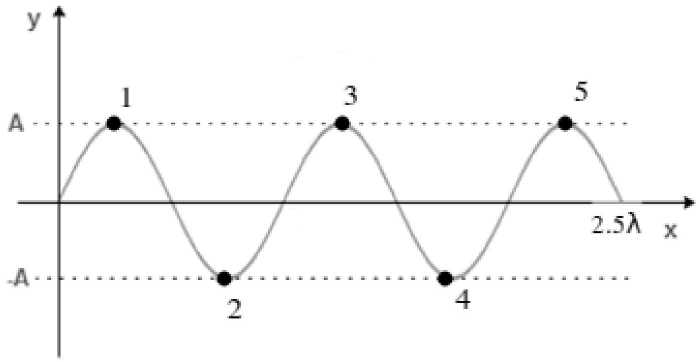
ΘΕΜΑ Β

Β1. (i)

Καθώς το αρμονικό κύμα διαδίδεται κατά τη διεύθυνση του άξονα Οx (δλδ. έχει θετική φορά) χωρίς αρχική φάση, θα ισχύει για την εξίσωση της φάσης του κύματος τη χρονική στιγμή t_1 της οποίας η γραφική παράσταση μας δίνεται: $\varphi = \frac{2\pi}{T}t_1 - \frac{2\pi}{\lambda}x$

Για $x = 0 \Rightarrow 4\pi = \frac{2\pi}{T}2 - \frac{2\pi}{\lambda}0 \Rightarrow T = 1s.$

Η χρονική στιγμή $t_2 = 2{,}5s$ είναι ίση με 2,5 περίοδους, οπότε το κύμα θα έχει διαδοθεί 2,5 μήκη κύματος και κατά συνέπεια θα έχουν σχηματιστεί 2,5 κυματικές εικόνες. Ποιοτικά το στιγμιότυπο του κύματος τη στιγμή t_2 είναι όπως στο παρακάτω διάγραμμα.



Όπως φαίνεται, τα σημεία της χορδής που βρίσκονται σε ακραία θέση της τροχιάς τους (δλδ. θα αντιστοιχούν σε όρη και κοιλάδες) τη στιγμή t_2 είναι 5.

Β2. (ii)

Για τη συχνότητα κατωφλίου ισχύει ισχύει: $f_1 = \frac{\varphi}{h} \Leftrightarrow \varphi = hf_1$ [1]

Επειδή τα φωτοηλεκτρόνια που εξέρχονται από την κάθοδο για συχνότητα προσπίπτουσας ακτινοβολίας $f_2 = 3f_1$ μόλις που καταφέρνουν να φτάσουν στην άνοδο (δλδ. με μηδενική ταχύτητα), η τάση ανόδου-καθόδου θα είναι η τάση αποκοπής V_0.

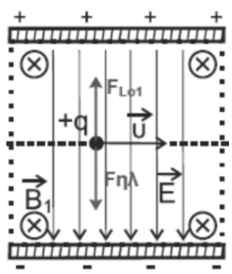
Σύμφωνα με το ΘΜΚΕ για αυτήν την κίνηση των φωτοηλεκτρονίων, προκύπτει:

$K_{αν} - K_{καθ} = W_{F_{HΛ}} \Rightarrow 0 - K = -eV_0 \Rightarrow K = eV_0$ [2]

Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein έχουμε: $K = hf_2 - \varphi \underset{[2]}{\overset{[1]}{\Rightarrow}} eV_0 = h(3f_1) - hf_1 \Rightarrow V_0 = \frac{2hf_1}{e}$

Β3. α (ii), **β** (i)

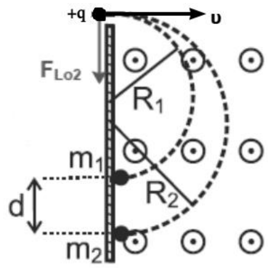
α. Τα ιόντα που κινούνται μέσα στον επιλογέα ταχυτήτων δέχονται



- την ηλεκτρική δύναμη $\vec{F}_{HΛ}$ εξαιτίας του Ο.Η.Π. που θα έχει κατεύθυνση ομόρροπη της έντασης $\vec{E}$ του Ο.Η.Π. καθώς τα ιόντα είναι θετικά και
- τη δύναμη Lorentz $\vec{F}_{Lo}$ εξαιτίας του Ο.Μ.Π. η οποία θα έχει τέτοια κατεύθυνση σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δαχτύλων του δεξιού χεριού που θα είναι αντίρροπη της $\vec{F}_{HΛ}$.

Όσα ιόντα δεν εκτρέπονται, κινούνται ευθύγραμμα και ομαλά, οπότε: $\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_{H\Lambda} + \vec{F}_{Lo} = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \vec{F}_{Lo} = -\vec{F}_{H\Lambda} \Rightarrow |F_{Lo}| = |F_{H\Lambda}| \Rightarrow B_1 \upsilon q = qE \Rightarrow \upsilon = \frac{E}{B_1}$$



β. Στη συνέχεια τα ιόντα με αυτήν την ταχύτητα εισέρχονται στην περιοχή δεύτερου Ο.Μ.Π. έντασης $\vec{B}_2$ κάθετα στις δυναμικές γραμμές του, οπότε διαγράφουν ημικυκλικές τροχιές διαφορετικών ακτίνων κινούμενα με ίδια σταθερή κατά μέτρο ταχύτητα.

Για τις ακτίνες αυτών των τροχιών ισχύει: $R_1 = \frac{m_1 \upsilon}{B_2 q}$ [1] και $R_2 = \frac{m_2 \upsilon}{B_2 q}$ [2]

Η απόσταση που απέχουν τα ίχνη των διαφορετικών ισοτόπων πάνω στη φωτογραφική πλάκα σύμφωνα με το σχήμα είναι:

$$d = 2R_2 - 2R_1 \Rightarrow d = 2(R_2 - R_1) \underset{[2]}{\overset{[1]}{\Rightarrow}} d = 2\left(\frac{m_2 \upsilon}{B_2 q} - \frac{m_1 \upsilon}{B_2 q}\right) \Rightarrow$$

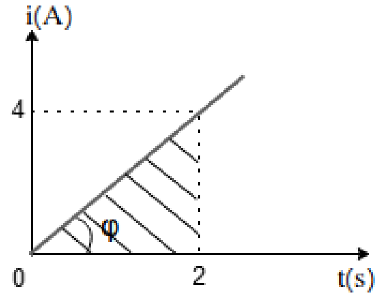
$$d = \frac{2\upsilon}{B_2 q}(m_2 - m_1) \Rightarrow \Delta m = \frac{dB_2 q}{2\upsilon} \overset{[\alpha]}{\Rightarrow} \Delta m = \frac{dB_1 B_2 q}{2E}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Μας δίνεται ότι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα ΖΑΓΗΖ είναι $i = 2t, (S.I.)$, δλδ. είναι πρώτου βαθμού συνάρτηση με τον χρόνο οπότε η γραφική παράσταση i - t θα είναι ένα ευθύγραμμο τμήμα με θετική κλίση.

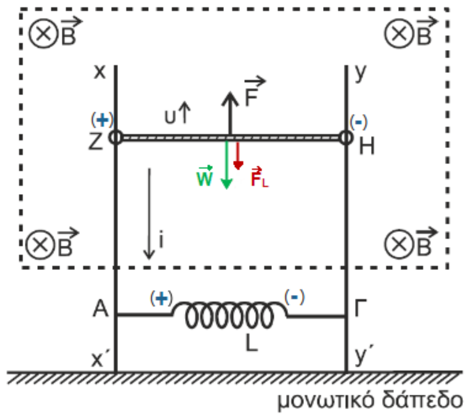
Για $t = 0 \Rightarrow i = 0$

Για $t = 2s \Rightarrow i = 4A$



Εφόσον η ένταση του ρεύματος μεταβάλλεται γραμμικά με τον χρόνο, ο ρυθμός μεταβολής της είναι σταθερός και ίσος με $\frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{4-0}{2-0} \Rightarrow \frac{\Delta i}{\Delta t} = 2\frac{A}{s}$, (συμπίπτει και με την κλίση της ευθείας στο διάγραμμα i – t).

Στο διάγραμμα i – t το εμβαδόν που περικλείεται από τη γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος και τον άξονα του χρόνου από t = 0 έως t = 2s ισούται αριθμητικά με το φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του κυκλώματος στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα. Άρα: $q_{0\to 2s} = \frac{2\cdot 4}{2} \Rightarrow q_{0\to 2s} = 4C$



Γ2. Η ΗΕΔ $E_{επ}$ που επάγεται στα άκρα της ράβδου ΖΗ εξαιτίας της κατακόρυφης κίνησής της μέσα στο οριζόντιο Ο.Μ.Π. έχει πολικότητα Ζ(+) και Η(-) ώστε η φορά του επαγωγικού ρεύματος στο κλειστό κύκλωμα να είναι όπως δίνεται στο σχήμα με αποτέλεσμα η δύναμη Laplace που ασκείται στο μέσον της ράβδου ΖΗ να αντιστέκεται στο αίτιο (κίνηση προς τα πάνω) που προκάλεσε το ρεύμα σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz (Α.Δ.Ε.).

Το πηνίο αντιδρά στην εμφάνιση και αύξηση του επαγωγικού ρεύματος στο κύκλωμα λόγω αυτεπαγωγής και η ΗΕΔ $E_{αυτ}$ στα άκρα του έχει πολικότητα Α(+) και Γ(-) ώστε να προσπαθεί να εμποδίσει την αύξηση του $I_{επ}$. Ισχύει:

$|E_{\alpha\upsilon\tau}| = |-L\frac{di}{dt}| = 0{,}5 \cdot 2 \Rightarrow |E_{\alpha\upsilon\tau}| = 1V$ (Επειδή $\frac{di}{dt} = \sigma\tau\alpha\theta$ η $E_{αυτ}$ του πηνίου είναι επίσης σταθερή!)

Γ3. Από τον 2ο κανόνα Kirchhoff στον βρόχο ΖΑΓΗΖ έχουμε: $E_{αυτ} - |E_{αυτ}| - iR = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow B\upsilon l - |E_{αυτ}| - iR = 0 \Rightarrow \upsilon = \frac{|E_{αυτ}| - iR}{Bl} \Rightarrow \upsilon = 2t + 1, (S.I.)$$

Η συνάρτηση υ – t είναι πρώτου βαθμού κάτι το οποίο συμβαίνει μόνο στην ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση όπου $\upsilon = \upsilon_{αρχ} + \alpha(t - t_{αρχ})$ οπότε συμπεραίνουμε ότι $\upsilon_{αρχ} = 1\frac{m}{s}$ και $\alpha = 2\frac{m}{s^2}$.

Γ4. α. $\Sigma\vec{F} = m\vec{a} \overset{\uparrow(+)}{\Longrightarrow} F - w - F_L = ma \Rightarrow F = mg + B(2t_1)l + ma \Rightarrow F = 5 + 4 + 1 \Rightarrow F = 10N$

β. Ο ρυθμός με τον οποίο η δύναμη $\vec{F}$ προσφέρει ενέργεια <u>στη διάταξη</u> (λαμβάνουμε υπόψη λοιπόν την αύξηση της μηχανικής ενέργειας με τον χρόνο) είναι:

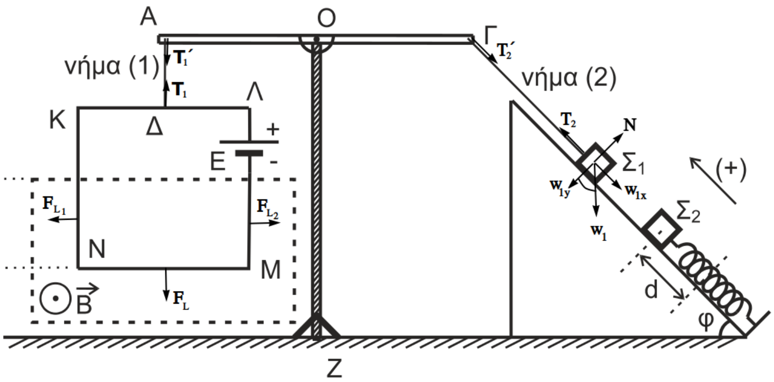
$$\frac{dW_F}{dt} = \frac{Fdy}{dt} = F\upsilon = F(2t_1 + 1) = 10(2 \cdot 2 + 1) \Rightarrow \frac{dW_F}{dt} = 50\frac{J}{s}$$

Ο ρυθμός με τον οποίο η δύναμη $\vec{F}$ προσφέρει ενέργεια <u>στο κύκλωμα</u> (δίχως να λαμβάνουμε υπόψη λοιπόν την αύξηση της μηχανικής ενέργειας με τον χρόνο) είναι:

$$\frac{dW_F}{dt} = E_{επ}I = B\upsilon lI = B(2t_1 + 1)l(2t_1) = 1 \cdot 5 \cdot 4 \Rightarrow \frac{dW_F}{dt} = 20\frac{J}{s}$$

γ. $\frac{dU}{dt} = V_{πην}I = E_{αυτ}I = E_{αυτ}(2t_1) = 1 \cdot 4 \Rightarrow \frac{dU}{dt} = 4\frac{J}{s}$

ΘΕΜΑ Δ



Δ1. Για την ισορροπία του Σ_1: $\Sigma F_x = 0 \Rightarrow m_1 g \cdot ημφ = T_2 \Longrightarrow 30\frac{3}{5} = T_2 \Longrightarrow T_2 = 18N$

Το νήμα (2) είναι αβαρές, μη εκτατό και διατηρείται διαρκώς τεντωμένο, άρα: $T_2' = T_2$ (μέτρα)

Για την ισορροπία της ράβδου ΑΓ έχουμε: $\Sigma\tau_{(0)} = 0 \Rightarrow T_2'\, ημφ \cdot - T_1' \cdot \frac{L}{2} = 0 \Longrightarrow T_1' = T_2'\, ημφ \Rightarrow T_1' = 18 \cdot \frac{3}{5} \Rightarrow$

$\Rightarrow T_1' = \frac{54}{5} N$

Δ2. Η ένταση του ρεύματος στο πλαίσιο είναι: $I = \frac{E}{R} = 15A$

Οι οριζόντιες F_{L1} και F_{L2} είναι αντίθετες και αλληλοαναιρούνται.

Επομένως για το αβαρές πλαίσιο είναι:

$\Sigma F_y = 0 \Longrightarrow T_1 = F_L \Longrightarrow B = \frac{T_1}{IL} \Longrightarrow B = 0{,}9T$

Δ3. Ο χρόνος κίνησης του Σ_2 μέχρι τη σύγκρουσή του με το Σ_1 στη θέση ισορροπίας της ταλάντωσής του είναι:

$\Delta t = T/4$ όπου $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}} = \frac{\pi}{5}s$, οπότε $\Delta t = \frac{\pi}{20}s$

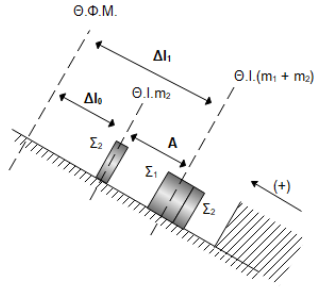
Στον ίδιο χρόνο κινείται και το σώμα Σ_1 μετά το κόψιμο του νήματος, εκτελώντας ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση, χωρίς αρχική ταχύτητα και επιτάχυνση: $\alpha = \frac{\Sigma F_x}{m_1} = \frac{w_{1x}}{m_1} = gημφ = 6\frac{m}{s^2}$.

Άρα: $\upsilon_1 = \alpha\Delta t = 6\frac{\pi}{20} \Rightarrow \upsilon_1 = \frac{3\pi}{10}\frac{m}{s}$

Το Σ_2 περνά από τη Θ.Ι. του έχοντας μέγιστη ταχύτητα: $\upsilon_2 = \upsilon_{max} = \omega A = \frac{2\pi}{T}d \Rightarrow \upsilon_2 = \frac{9\pi}{10}\frac{m}{s}$

Κατά την πλαστική κρούση το σύστημα των $Σ_1$ και $Σ_2$ θεωρείται μονωμένο οπότε:

$$\vec{P}_{ολ(ΠΡΙΝ)} = \vec{P}_{ολ(ΜΕΤΑ)} \Rightarrow m_1 υ_1 - m_2 υ_2 = (m_1 + m_2)υ_κ \Rightarrow 3\frac{3π}{10} - 1\frac{9π}{10} = 4υ_κ \Rightarrow υ_κ = 0$$



Δ4. Στη Θ.Ι.$_{(m2)}$ έχουμε: $m_2 gημφ = kΔl_0 \Rightarrow Δl_0 = 0{,}06m$

Στη Θ.Ι. $_{(m1+m2)}$ έχουμε: $(m_1 + m_2)gημφ = kΔl_1 \Rightarrow Δl_1 = 0{,}24m$

Το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι: $A = Δl_1 - Δl_0 = 0{,}18m$

Ενώ η καινούρια γων. συχνότητα της αατ του συσ/τος είναι:

$$ω' = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} = 5\frac{rad}{s}$$

Για $t_0=0$ το συσ/μα ξεκινά να ταλαντώνεται χωρίς αρχική ταχύτητα από τη Θ.Ι.$_{(m2)}$ οπότε αυτή η θέση αποτελεί ακραία θέση και αφού η θετική φορά είναι προς την κορυφή του κεκλιμένου είναι $x_0 = +A \Rightarrow$
$\Rightarrow Aημφ_0 = +A \Rightarrow ημφ_0 = +1 \Rightarrow φ_0 = 2κπ + \frac{π}{2}, κ \in Z$, οπότε για κ=0 προκύπτει $φ_0 = \frac{π}{2} rad$

Άρα η εξίσωση της ταλάντωσης είναι: $x = 0{,}18ημ\left(5t + \frac{π}{2}\right)$ (S. I.)

Δ5. Για δυνάμεις κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του συσσωματώματος ισχύει: $ΣF_x = -kx \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_{ελ} - (m_1 + m_2)gημφ = -kx \Rightarrow F_{ελ} = 24 - 100x, (S.I.), -0{,}18m \le x \le +0{,}18m$$

Άρα η γραφική παράσταση της δύναμης του ελατηρίου σε συνάρτηση με την απομάκρυνση θα είναι ευθύγραμμο τμήμα με κλίση(1ου βαθμού ως προς x).

Για $x = -0{,}18m \Rightarrow F_{ελ} = 42N$

Για $x = +0{,}18m \Rightarrow F_{ελ} = 6N$