ΣΑΒΒΑΤΟ 6 ΜΑΪΟΥ 2023

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ
ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ: ΑΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

ΘΕΜΑ Α

I. Α1. Β περισσότερα φωτόνια εξάγουν περισσότερα φωτοηλεκτρόνια.

Α2. Δ από τον τύπο $u_1{}' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1$

Α3. Α από την φωτοηλεκτρική εξίσωση $K_e = hf - \varphi$

Α4. Γ από τον ορισμό του βήματος της έλικας είναι 2 φορές το βήμα.

ΙΙ. 1) Σ αβεβαιότητα θέσης – ορμής.

2) Λ με διαφορετική ένταση , υπάρχει μήκος κύματος αιχμής.

3) Σ $c = \lambda \cdot f = 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^{15} = 3 \cdot 10^{8} m/s$.

4) Σ από τον τύπο $V_0 = \frac{hf}{e} - \frac{\varphi}{e}$.

5) Σ γιατί αυξάνεται η κινητική του ενέργεια.

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η (α).

Από εκφώνηση η απόσταση των δυο πηγών είναι ίση με 3λ όπου λ το μήκος κύματος των κυμάτων. Για το σημείο Σ που απέχει αποστάσεις r_1 και r_2 από τις δυο πήγες Π1 ,Π2 αντίστοιχα, ισχύουν οι σχέσεις:

$r_1 - r_2 = (2N+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ για Ν=1 αφού είναι το δεύτερο σημείο δεξιά του μέσου Μ του τμήματος ΒΓ στο οποίο τα κύματα συμβάλλουν αποσβεστικά, δηλαδή $r_1 - r_2 = 3\frac{\lambda}{2}$ (1)

Επίσης : $r_1 + r_2 = 3\lambda$ (2)

Πρόσθεση κατά μέλη των (1) και (2):

$$2r_1 = 3\frac{\lambda}{2} + 3\lambda \Leftrightarrow 2r_1 = 4,5\lambda \Leftrightarrow r_1 = 2,25\lambda$$

Τελικά: $\Sigma\Gamma = r_2 = 3\lambda - 2,25\lambda = \frac{3\lambda}{4}$

Β2. Α. Σωστή η (β)

Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται σε έναν ρευματοφόρο κυκλικό αγωγό <u>δεν</u> είναι ομογενές στο επίπεδο που ορίζει ο αγωγός. Γνώση του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου ,με τύπο, έχουμε μόνο για το κέντρο Κ του κυκλικού αγωγού όπου εκεί το μέτρο της έντασης είναι ανάλογο της έντασης του ρεύματος.

Επειδή ο αγωγός ακτίνας α_1 διαρρέεται από ρεύμα που έχει την φορά των δεικτών του ρολογιού και η ένταση του i_1 μειώνεται (το «με σταθερό ρυθμό» δεν σημαίνει σταθερό $\frac{dB}{dt}$ σε όλη την επιφάνεια του αγωγού $\rightarrow$ σταθερή μεταβολή ροής στο άλλο κυκλικό αγωγό $\rightarrow$ σταθερή επαγωγική τάση σε αυτόν $\rightarrow$ σταθερό επαγωγικό ρεύμα) τότε μειώνεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του κυκλικού αγωγού ακτίνας α_2, οπότε αναπτύσσεται σε αυτόν επαγωγική τάση. Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz το ρεύμα από επαγωγή έχει τέτοια φορά έτσι ώστε να αντιστέκεται στην μείωση της ροής που το προκαλεί. Επειδή η ροή που προκαλεί το i_1 έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα τότε και το παραγόμενο μαγνητικό πεδίο στον κυκλικό αγωγό ακτίνας α_2 θα έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Από τον κανόνα του δεξιού χεριού ο αγωγός ακτίνας α_2 διαρρέεται από ρεύμα μεταβλητής έντασης που έχει την φορά των δεικτών του ρολογιού.

Β. Σωστή η (β)

Καθώς ο κυκλικός αγωγός κινείται προς τον ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκος αυξάνεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του, η οποία μαγνητική ροή έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Σύμφωνα με τον τύπο $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I}{r}$ όσο πλησιάζουμε τον αγωγό απείρου μήκους, τόσο και αυξάνεται η ένταση του μη ομογενούς μαγνητικού πεδίου στον χώρο γύρω από αυτόν, με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου να είναι ομόκεντροι κύκλοι με κέντρο τον αγωγό. Στον κυκλικό αγωγό που είναι κλειστός αναπτύσσεται επαγωγική τάση.

Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz το ρεύμα από επαγωγή στον κυκλικό αγωγό έχει τέτοια φορά έτσι ώστε να αντιστέκεται στην αύξηση της ροής που το προκαλεί. Το δευτερογενές παραγόμενο μαγνητικό πεδίο στον κυκλικό αγωγό έχει δυναμικές γραμμές με φορά από την σελίδα προς τον αναγνώστη οπότε με εφαρμογή του κανόνα του δεξιού χεριού το ρεύμα στον αγωγό έχει φορά αντίθετη από αυτή των δεικτών του ρολογιού.

Β3. Σωστή η (β)

Πριν ανοίξουμε τον διακόπτη οι κλάδοι του κυκλώματος διαρρέονται από σταθερά ρεύματα. Έστω I_1 η ένταση του ρεύματος στον αντιστάτη R_1 και I_2 η ένταση του ρεύματος στον αντιστάτη R_2 που συνδέεται σε σειρά με το πηνίο. Όταν ανοίξουμε τον διακόπτη έχουμε κατάργηση του κλάδου που περιέχει την πηγή, οπότε κλειστό κύκλωμα αποτελούν οι αντιστάτες και το πηνίο. Το ρεύμα στο πηνίο πάει απότομα να μηδενιστεί οπότε έχουμε αμέσως εμφάνιση σε αυτό, τάσης από αυτεπαγωγή. Σύμφωνα με την διατήρηση της ενέργειας στο φαινόμενο της αυτεπαγωγής, όλη η αποθηκευμένη ενέργεια μαγνητικού πεδίου στο πηνίο, γίνεται μέσω του φαινομένου της αυτεπαγωγής ηλεκτρική ενέργεια στο κλειστό κύκλωμα και τελικά θερμότητα στις αντιστάσεις του.

Πριν ανοίξουμε τον διακόπτη από τον νομό του Ohm: $I_2 = \frac{E}{R_2 + R_\Pi} = \frac{E}{3R}$

Η ενέργεια μαγνητικού πεδίου στο πηνίο με αυτό το ρεύμα είναι : $U_B = \frac{1}{2} L \cdot I_2^2$

Α.Δ.Ε : $Q_{ολ} = U_B = \frac{1}{2} L \cdot \left(\frac{E}{3R}\right)^2 \Leftrightarrow Q_{ολ} = \frac{L \cdot E^2}{18R^2}$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. ΘΜΚΕ για το Σ1 από το έδαφος μέχρι να φτάσει στο ύψος h με ταχύτητα u_1 , ελάχιστα πριν συγκρουστεί με το Σ2.

$$W_B = K_{τελ} - K_{αρχ} \Leftrightarrow -m_1 gh = \frac{1}{2}m_1 u_1^2 - \frac{1}{2}m_1 u_0^2 \Leftrightarrow -2gh = u_1^2 - u_0^2 \Leftrightarrow u_1 = \sqrt{u_0^2 - 2gh} .$$

Με αντικατάσταση $u_1 = 1\frac{m}{s}$

Ελαστική κρούση : $u_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot u_1 = \frac{2 \cdot 1}{1+3} \cdot 1 = 0,5\frac{m}{s} \Rightarrow \boxed{u_2' = 0,5\frac{m}{s}}$

Γ2. Είναι $y_2 = A \cdot ημ(ωt + φ_0)$

Για το πλάτος της ταλάντωσης του Σ2 ,η ταχύτητά του αμέσως μετά την κρούση είναι η μέγιστη της ταλάντωσης που εκτελεί αμέσως μετα, γιατί την αποκτά στην θέσης ισορροπίας της ταλάντωσης. Δηλαδή $u_2' = ω \cdot A$

Για το ω : $k = m_2 ω^2 \Leftrightarrow ω = \sqrt{\frac{12π^2}{3}} = 2π rad / s$.

Όπως προαναφέραμε για το πλάτος: $u_2' = ω \cdot A \Leftrightarrow 0,5 = 2π \cdot A \Leftrightarrow A = \frac{1}{4π} m$ και για την αρχική φάση ,την χρονική στιγμή t=0 το σώμα Σ2 βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του με u>0. Δηλαδή $φ_0$=0.

Το αρμονικό κύμα που διαδίδεται στην ελαστική χορδή έχει πλάτος $A = \frac{1}{4π} m$, συχνότητα $f \frac{ω}{2π} = 1Hz$ και μήκος κύματος $λ = \frac{u_k}{f} = \frac{0,5}{1} = 0,5m$

Εξίσωση κύματος : $y = A \cdot ημ2π\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{λ}\right) \Leftrightarrow y = \frac{1}{4π} \cdot ημ2π\left(t - \frac{x}{0,5}\right)$ στο SI.

Γ3. Είναι $x_Z = 1m = 2λ$

Για να φτάσει το κύμα στο σημείο Ζ περνά χρόνος $2T = 2s$.

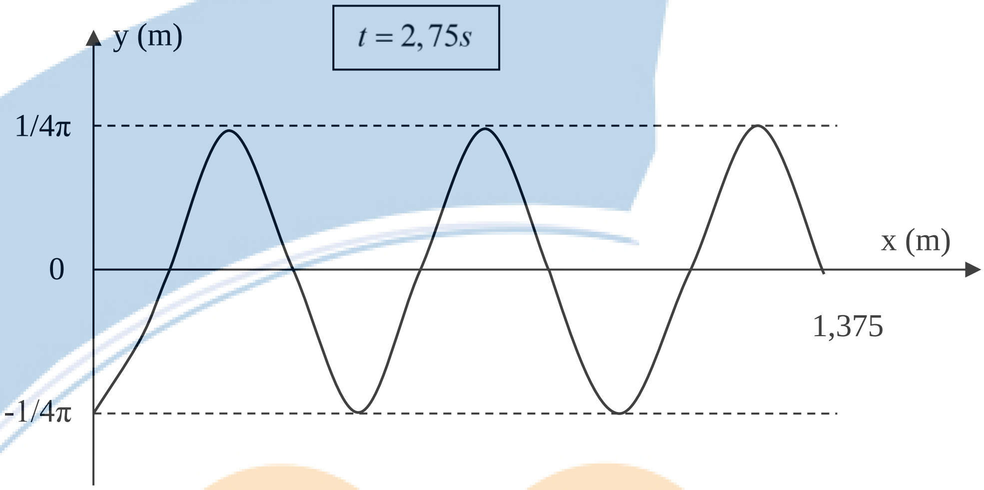
Το σημείο Ζ φτάνει για πρώτη φορά σε αρνητική ακραία θέση της ταλάντωσής του όταν περάσει επιπλέον χρόνος $\frac{3T}{4} = 0,75s$.

Το ζητούμενο στιγμιότυπο αφορά την χρονική στιγμή $t_1 = 2T + \frac{3T}{4} = 2,75s$

Το κύμα έχει διαδοθεί μέχρι την θέση $x_1 = 2λ + \frac{3λ}{4} = 1,375m$.

Η εξίσωσή της γραφικής είναι $y = \frac{1}{4π} \cdot ημ2π\left(2,75 - \frac{x}{0,5}\right)$ στο SI.

Η ζητούμενη γραφική φαίνεται στο σχήμα:



Γ4. Διαφορά φάσης μεταξύ των σημείων Λ και Ζ:

$$...\Delta\varphi = \varphi_\Lambda - \varphi_Z = 2\pi\frac{\Delta x}{\lambda} = 2\pi\frac{1-0,625}{0,5} = \frac{3\pi}{2}$$ με $\varphi_\Lambda > \varphi_Z$.

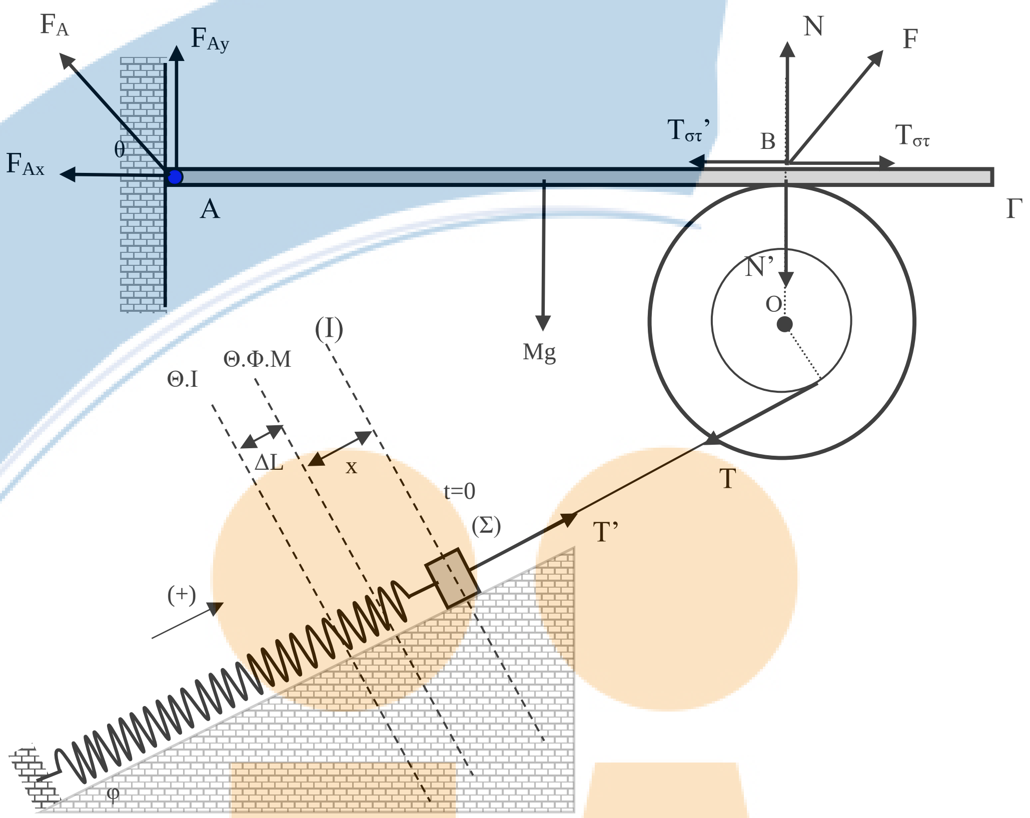
Μια χρονική στιγμή που το σημείο Ζ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του με την θετική προς τα πάνω φορά κίνησης έχει φάση ταλάντωσης με την γενική μορφή $\varphi_Z = 2k\pi$ με k=0,1,2,..

Από την διαφορά φάσης μεταξύ των δυο σημείων : $\varphi_\Lambda - \varphi_Z = \frac{3\pi}{2} \Leftrightarrow \varphi_\Lambda = \varphi_Z + \frac{3\pi}{2}$

<u>Απομάκρυνση του σημείου Λ</u>: $y_\Lambda = A\eta\mu\varphi_\Lambda = A\eta\mu(\varphi_Z + \frac{3\pi}{2}) = A\eta\mu(2k\pi + \frac{3\pi}{2}) = -A$

<u>Ταχύτητα του σημείου Λ</u>: Ίση με το μηδέν γιατί βρίσκεται σε ακραία θέση.

ΘΕΜΑ Δ



Δ1. Στο σημείο Β η ράβδος δέχεται από την τροχαλία τις δυνάμεις $N, T_{στ}$.
Η ράβδος ασκεί στην τροχαλία τις αντίθετες ,αντίστοιχα δυνάμεις $N', T_{στ}'$ (τρίτος νομός του Νεύτωνα). Η συνολική δύναμη F που δέχεται η ράβδος από την τροχαλία είναι το διανυσματικό άθροισμα των κάθετων μεταξύ τους δυνάμεων $N, T_{στ}$.

<u>Εύρεση Ν</u> : Στροφική Ισορροπία ράβδου $\Sigma\tau_{(A)} = 0 \Leftrightarrow -Mg\cdot\frac{L}{2} + N\cdot\frac{3L}{4} = 0 \Leftrightarrow N = 40N.$

<u>Εύρεση Τστ</u>: Η διπλή τροχαλία μόλις που δεν γλιστρά όταν ακουμπά στην ράβδο.
Δηλαδή $T_{στ} = T_{στ(\max)} = \mu_{ορ}\cdot\mathrm{N} = 0,75\cdot 40 = 30N$

<u>Μέτρο δύναμης F</u>: $F = \sqrt{N^2 + T_{στ}^2} = 50\mathrm{N}$

<u>Διεύθυνση δύναμης F</u> : $εφφ_1 = \frac{\mathrm{N}}{T_{στ}} = \frac{4}{3}$.

Δ2. <u>Στροφική Ισορροπία τροχαλίας</u>: $\Sigma\tau_{(0)} = 0 \Leftrightarrow \mathrm{T}_{στ}'\cdot R_2 - T\cdot R_1 = 0 \Leftrightarrow T = 60N.$
Το νήμα ασκεί στο σώμα Σ μια δύναμη $T' = T = 60N$.

Δ3. Πριν κοπεί το νήμα το σώμα (Σ) ισορροπεί δεχόμενο στην διεύθυνση του κεκλιμένου επιπέδου τις δυνάμεις από το νήμα , το ελατήριο και την συνιστώσα του βάρους w_x.
Επειδή $w_x = mgημφ = 20\mathrm{N}$ και $w_x < \mathrm{T}'$ το ελατήριο είναι επιμηκυμένο.
Έστω x η επιμήκυνση του ελατήριου από το φυσικό του μήκος στην ισορροπία του (Σ).

Ισορροπία (Σ) : $\Sigma F_x = 0 \Leftrightarrow w_x + F_{\varepsilon\lambda} - T' = 0 \Leftrightarrow kx = T' - w_x \Leftrightarrow x = 0{,}1m$

Θέση ισορροπίας ταλάντωσης του (Σ) :

$\Sigma F_x = 0 \Leftrightarrow w_x - F_{\varepsilon\lambda} = 0 \Leftrightarrow mg\eta\mu\varphi = k\cdot\Delta L \Leftrightarrow \Delta L = 0{,}05m$

Την χρονική στιγμή t=0 που κόβουμε το νήμα το σώμα (Σ) είναι ακίνητο στην Α.Θ της επερχόμενης ταλάντωσής του και απέχει από την θέση ισορροπίας ταλάντωσης $x + \Delta L = 0{,}15m = A$

Για την κυκλική συχνότητα ω : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10\frac{rad}{s}$

για την αρχική φάση : Την t=0 είναι y=+A οπότε … $\varphi_0 = \pi/2$

Χρονική εξίσωση απομάκρυνσης του (Σ) : $y = A\cdot\eta\mu(\omega t + \varphi_0) \Leftrightarrow y = 0{,}15\cdot\eta\mu(10t + \frac{\pi}{2})$ (SI)

Δ4. $\frac{dU}{dt} = -\frac{dK}{dt} = -\Sigma F\cdot u_3$ (1)

Έστω u_3 η ταχύτητα του (Σ) στη θέση φυσικού μήκους του ελατήριου. Στη θέση αυτή $y = +0.05m = \frac{A}{3}$ και η ταχύτητα αυτή είναι αρνητική.

Για την ταχύτητα u_3 εφαρμόζουμε ΑΔΕΤ:

$$E = K + U \Leftrightarrow \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mu_3^2 + \frac{1}{2}k\cdot y^2 \Leftrightarrow u_3 = -\omega\sqrt{A^2 - (\frac{A}{3})^2} = 10\sqrt{0{,}15^2 - 0{,}05^2}$$

$$\Leftrightarrow u_3 = -\sqrt{2}\frac{m}{s}$$

Για την συνιστάμενη δύναμη: $\Sigma F = -D\cdot y = -k\cdot\frac{A}{3} = -20N$

Με αντικατάσταση στη σχέση (1): $\frac{dU}{dt} = -\frac{dK}{dt} = -\Sigma F\cdot u_3 = -20\sqrt{2}\frac{J}{s}$

Δ5. Μεταφορική ισορροπία της ράβδου στον άξονα y:

$\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow F_{AY} - Mg + N = 0 \Leftrightarrow F_{AY} = 20N$

Μεταφορική ισορροπία της ράβδου στον άξονα x:

$\Sigma F_x = 0 \Leftrightarrow T_{\sigma\tau} - F_{AX} = 0 \Leftrightarrow F_{AX} = 30N$

Η γωνιά θ φαίνεται στο σχήμα και $\varepsilon\varphi\theta = \frac{F_{AY}}{F_{AX}} = \frac{2}{3}$