Θέμα Α (Μονάδες 25)

Στις παρακάτω ερωτήσεις (**A_1–A_5**) να γράψετε στην κόλλα σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση :

(A_1) Έκκεντρη λέγεται η κρούση κατά την οποία οι ταχύτητες των κέντρων μάζας των δύο συγκρουόμενων σωμάτων πριν την κρούση :

(α) είναι μεταξύ τους κάθετες.

(β) είναι μεταξύ τους παράλληλες.

(γ) είναι ίσες.

(δ) σχηματίζουν γωνία 30^o. **(Μονάδες 5)**

(A_2) Σε μία απλή αρμονική ταλάντωση :

(α) η δυναμική μεταβάλλεται αρμονικά με το χρόνο.

(β) η κινητική ενέργεια μεταβάλλεται αρμονικά με το χρόνο.

(γ) η ολική ενέργεια μεταβάλλεται αρμονικά με το χρόνο.

(δ) η απομάκρυνση μεταβάλλεται αρμονικά με το χρόνο. **(Μονάδες 5)**

(A_3) Τροχός ακτίνας R κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο επίπεδο. Αν u_{cm} η ταχύτητα του κέντρου μάζας του τροχού λόγω μεταφορικής κίνησης, τότε η ταχύτητα των σημείων της περιφέρειας του τροχού που απέχουν από το έδαφος απόσταση R, θα έχει μέτρο :

(α) u_{cm}.

(β) $2u_{cm}$.

(γ) 0.

(δ) $\sqrt{2}\,u_{cm}$. **(Μονάδες 5)**

(A_4) Οι ρευματοδότες της ηλεκτρικής εγκατάστασης στα σπίτια μας, λένε ότι δίνουν 220V. Η τιμή αυτή αναφέρεται :

(α) στο πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης.

(β) στην ενεργό τάση της εναλλασσόμενης τάσης.

(γ) στο πλάτος της έντασης του ρεύματος.

(δ) στην ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος. **(Μονάδες 5)**

(A_5) Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εκπέμπεται **:**

(α) από φορτισμένο πυκνωτή.

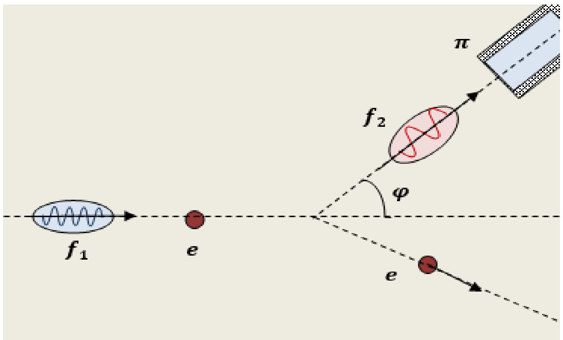
(β) από φορτία που κινούνται με σταθερή ταχύτητα.

(γ) από φορτία που κινούνται με επιτάχυνση.

(δ) από ακίνητο ραβδόμορφο μαγνήτη. **(Μονάδες 5)**

Θέμα Β (Μονάδες 25)

(Β$_1$) Μελετώντας την πρόσπτωση ακτινών X, σε μια επιφάνεια, ο Compton περιέγραψε την σκέδαση των φωτονίων μήκους κύματος λ μέσω της σχέσης ($\lambda' - \lambda = \frac{h}{m \cdot c}(1 - \sigma\upsilon\nu\varphi)$), όπου h είναι η σταθερά Planck, m η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός. Η ποσότητα $\frac{h}{m \cdot c}$, έχει διαστάσεις μήκους κύματος και ονομάζεται μήκος κύματος Compton των ηλεκτρονίων ($\lambda_c = \frac{h}{m \cdot c}$). Μια δέσμη φωτονίων με μήκος κύματος ίσο με το μισό του μήκους κύματος Compton ($\lambda = \frac{\lambda_c}{2}$) σκεδάζεται από τα ηλεκτρόνια ενός στόχου από άνθρακα. Αν ανιχνεύσαμε σκεδαζόμενη δέσμη φωτονίων με κατάλληλο "παράθυρο", και γωνία σκέδασης $\varphi = 60^o$, όπως στο σχήμα, το μήκος κύματος των σκεδαζόμενων φωτονίων σε σχέση με το αρχικό είναι:

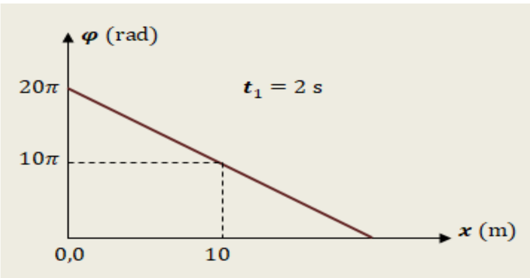


(α) αυξημένο κατά 100%. **(β)** μειωμένο κατά 100%. **(γ)** αυξημένο κατά 50%.

2.1.Α. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση. **(Μονάδες 4)**

2.1.Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. **(Μονάδες 8)**

(Β$_2$) Εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται χωρίς απώλειες ενέργειας, σε γραμμικό ελαστικό μέσο μεγάλου μήκους (τεντωμένη χορδή), που η αρχική του διεύθυνση ταυτίζεται με ημιάξονα Ox. Η πηγή του κύματος βρίσκεται στο άκρο O της χορδής και εξαναγκάζει το σημείο αυτό σε ταλάντωση κάθετα στη διεύθυνσή Ox. Η απομάκρυνση του άκρου O της χορδής από τη θέση ισορροπίας του αποδίδεται από τη σχέση $y = A \cdot \eta\mu\omega t$. Στο διάγραμμα παριστάνεται η φάση ταλάντωσης των υλικών σημείων του ελαστικού μέσου, σε συνάρτηση με την απόσταση x της θέσης ισορροπίας τους από την πηγή, τη χρονική στιγμή $t_1 = 2\,s$. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι ίση με:



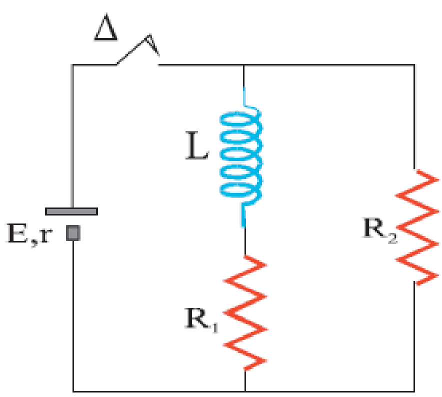
(α) $\upsilon = 5\ \frac{m}{s}$. **(β)** $\upsilon = 10\frac{m}{s}$. **(γ)** $\upsilon = 12{,}5\ \frac{m}{s}$.

2.2.Α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. **(Μονάδες 4)**

2.2.Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. **(Μονάδες 9)**

Θέμα Γ (Μονάδες 25)

Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος η πηγή έχει ΗΕΔ Ε=12V και εσωτερική αντίσταση r=2Ω. Το πηνίο είναι ιδανικό έχει συντελεστή αυτεπαγωγής L=0,2H, οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και οι αντιστάτες R$_1$ και R$_2$ έχουν αντίστοιχα αντιστάσεις 3Ω και 6Ω. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι ανοιχτός και το κύκλωμα δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Κάποια χρονική στιγμή t$_0$=0 κλείνουμε το διακόπτη δ.



($Γ_1$) Βρείτε τις τιμές των εντάσεων του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέουν τους αντιστάτες αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη. **(Μονάδες 6 (3+3))**

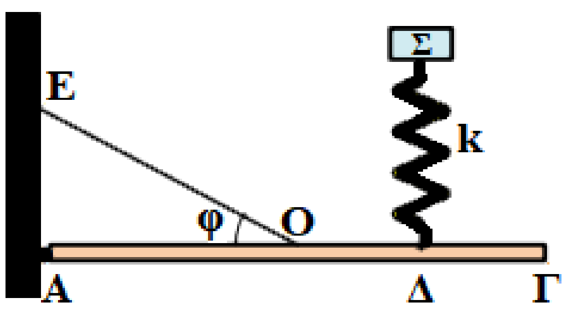
($Γ_2$) Βρείτε το ρυθμό αύξησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος $\frac{\Delta i}{\Delta t}$ στο πηνίο τη χρονική στιγμή $t_o=0$. **(Μονάδες 5)**

($Γ_3$) Βρείτε τις τιμές των εντάσεων του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέουν τους αντιστάτες μετά από αρκετό χρόνο όταν θα έχουν αποκατασταθεί οι τελικές τιμές των ρευμάτων. **(Μονάδες 6 (3+3))**

Κάποια χρονική στιγμή t_1, αφού έχουν αποκατασταθεί οι τελικές τιμές των εντάσεων των ρευμάτων ανοίγουμε το διακόπτη.
($Γ_4$) Βρείτε την τάση από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο τη χρονική στιγμή t_1 και τη συνολική θερμότητα λόγω φαινομένου Joule που αναπτύσσεται στους δύο αντιστάτες μετά το άνοιγμα του διακόπτη.
(Μονάδες 8 (4+4))

ΘΕΜΑ Δ (Μονάδες 25)

Στη διάταξη του σχήματος η ομογενής ράβδος ΑΓ έχει μάζα $m = 6kg$, μήκος L και ισορροπεί στηριζόμενη σε άρθρωση στη μία άκρη Α και σε νήμα ΟΕ το οποίο είναι δεμένο στο μέσο της Ο και σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^o$ με τον άξονα της ράβδου, έτσι ώστε η ράβδος να παραμένει οριζόντια (όπως φαίνεται στο σχήμα). Πάνω στη ράβδο και στο σημείο Δ, του οποίου η απόσταση από το άκρο Γ της ράβδου είναι $\frac{1}{4}$L, είναι στερεωμένο ένα κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο, σταθεράς $k = 100N/m$, στο πάνω μέρος του οποίου ισορροπεί σώμα Σ, μάζας $m_Σ = 1Kg$. Τη χρονική στιγμή $t_o = 0$ μετακινούμε το σώμα Σ στη θέση όπου το ελατήριο είναι στο φυσικό του μήκος και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση.



($Δ_1$) Βρείτε το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ. **(Μονάδες 6)**

($Δ_2$) Βρείτε τη μέγιστη τιμή του μέτρου της τάσης του νήματος εξαιτίας της ταλάντωσης του σώματος Σ. **(Μονάδες 8)**

($Δ_3$) Βρείτε το μέτρο της δύναμης που ασκείται στη ράβδο από την άρθρωση, τη χρονική στιγμή όπου η τιμή του μέτρου της τάσης του νήματος εξαιτίας της ταλάντωσης του σώματος Σ παίρνει την ελάχιστη τιμή. **(Μονάδες 6)**

($Δ_4$) Βρείτε την κινητική ενέργεια του σώματος Σ τη χρονική στιγμή $t = \frac{\pi}{60}$s. **(Μονάδες 5)**

θετική φορά για την ταλάντωση, η φορά προς τα πάνω
επιτάχυνση βαρύτητας $g = 10m/s^2$

Καλή Επιτυχία

ΦΗΘΣ Γ1 23.05.2024

* Θέμα Α

A_1 (β) A_2 (δ) A_3 (δ) A_4 (β) A_5 (α)

* Θέμα Β

Β1. $\lambda'-\lambda=\frac{h}{mc}(1-\sigma\upsilon\nu\phi) \rightarrow \lambda'-\frac{1}{2}\frac{h}{mc}=\frac{h}{mc}\left(1-\frac{1}{2}\right)$

$\rightarrow \lambda'=\frac{1}{2}\frac{h}{mc}+\frac{1}{2}\frac{h}{mc}=2\frac{1}{2}\frac{h}{mc}=2\lambda$

οπότε $\Delta\lambda=\lambda'-\lambda=\lambda$ και τελικά $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\cdot 100\%=100\%$ (α)

Β2. $\varphi=2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)$

$\rightarrow 20\pi=2\pi\left(\frac{2}{T}-\frac{0}{\lambda}\right)\rightarrow 20\pi=\frac{4\pi}{T}$

$T=0{,}2s$

$\rightarrow 10\pi=2\pi\left(\frac{2}{0{,}2}-\frac{10}{\lambda}\right)\rightarrow 10\pi=20\pi-\frac{20\pi}{\lambda}$

$\rightarrow \frac{20\pi}{\lambda}=10\pi \rightarrow \lambda=2m$

οπότε $U_\delta=\frac{\lambda}{T}=\frac{2}{0{,}2}=10\ m/s$ (β)

* Θέμα Γ

Γ1. Τη χρονική στιγμή $t_0=0 \rightarrow I_1=0$ αφού η τάση από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο διατηρεί μηδενική την ένταση του πηνίου όπως ίσχυε πριν το κλείσιμο του διακόπτη

$I_2=\frac{E}{R_2+r}=\frac{12V}{(6+2)\Omega}=1{,}5A$

Γ2. $\mathcal{E}_{αυτ}=-V_2$ ή $\mathcal{E}_{αυτ}=-V_{πολ}=-(12-1{,}5\cdot 2)=-9Volt$

οπότε $\mathcal{E}_{αυτ}=-L\frac{\Delta i}{\Delta t}\rightarrow\frac{\Delta i}{\Delta t}=\frac{\mathcal{E}_{αυτ}}{-L}=\frac{-9}{-0{,}2}=45\frac{A}{s}$

Γ3. $R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1+R_2} = \frac{3\cdot 6}{3+6} = 2\Omega$ $\quad R_{ολ} = R_{12} + r = 2+2 = 4\Omega$

$I_{ολ} = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{12V}{4\Omega} = 3A$ $\quad V_{12} = I_{12} \cdot R_{12} = 3\cdot 2 = 6Volt$

οποτε $I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{6}{3} = 2A$ $\quad I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{6}{6} = 1A$

Γ4. Ανοίγοντας το διακόπτη η τάση από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο τη χρονική στιγμή t_1 τείνει να διατηρήσει την ένταση 2A στον κλάδο του αντιστάτη R_1.
Όμως οι αντιστάτες πλέον συνδέονται σε σειρά
οπότε $E_{αυτ} = I_1(R_1+R_2) = 2(3+6) = 18V$

$Q_{(R_1+R_2)} = U_B = \frac{1}{2} L I_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot 2^2 = 0,4J$

* Θέμα Δ

Δ1. Θέση ισορροπίας $\Sigma F = 0 \rightarrow F_{ελ} = B_\Sigma \rightarrow kx_1 = m_\Sigma g$
$\rightarrow 100x_1 = 1\cdot 10 \rightarrow x_1 = 0,1m$
και αφού μετακινούμε το σώμα στη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου και το αφήνουμε ελεύθερο
$t_0 = 0 : v = 0 \rightarrow A = x_1 = 0,1m$ και $\varphi_0 = \frac{\pi}{2} rad$

Δ2. $\Sigma F = -Dx \rightarrow F_{ελ} - B_\Sigma = -kx \rightarrow F_{ελ} = B_\Sigma - kx$

$\xrightarrow[x=-A]{F_{ελ}=max} F_{ελ}(max) = 1\cdot 10 - 100(-0,1) \rightarrow F_{ελ}(max) = 20N$

που ασκείται στο σώμα Σ προς τα πάνω οπότε στη ράβδο ασκείται προς τα κάτω

Επομένως για τη ράβδο

$\Sigma\tau=0 \rightarrow \cancel{\tau_{F_A}}+\tau_{B_p}+\tau_{F_{\Sigma}}+\tau_T=0 \rightarrow mg\frac{l}{2}+F_{\Sigma}\frac{3l}{4}=T\cdot\eta\mu 30^{\circ}\frac{l}{2}$

$\rightarrow 30+15=\frac{1}{4}T \rightarrow T_{max}=180N$

Δ3: Αφού η ανώτερη θέση της ταλάντωσης είναι η θέση φυσικού μήκους τότε $F_{\Sigma}=0$ οπότε για τη ράβδο

$\Sigma\tau=0 \rightarrow \cancel{\tau_{F_A}}+\tau_T+\tau_B=0 \rightarrow T\eta\mu 30^{\circ}\frac{l}{2}=mg\frac{l}{2} \rightarrow T=120N$

$\Sigma F=0$

$\rightarrow F_A(y)+T_y=B_{\Sigma} \rightarrow F_A(y)=6\cdot 10-120\cdot\frac{1}{2}=0$

$\rightarrow F_A(x)=T_x \rightarrow F_A(x)=120\frac{\sqrt{3}}{2}=60\sqrt{3}N$

οπότε $F_A=F_A(x)=60\sqrt{3}N$

Δ4. $u_{max}=\omega A=10\cdot 0{,}1=1m/s$

$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{100}{1}}=10\frac{rad}{s}$

$u=u_{max}\cdot\sigma\upsilon\nu(\omega t+\varphi_0)=1\sigma\upsilon\nu\left(10\cdot\frac{\pi}{60}+\frac{\pi}{2}\right)=1\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi}{3}$

$\rightarrow u=-\frac{1}{2}m/s$ οπότε $K=\frac{1}{2}mu^2=\frac{1}{2}\cdot 1\cdot\frac{1}{4}=\frac{1}{8}J$