Ενδεικτικές απαντήσεις

ΘΕΜΑ Α

*Στις ερωτήσεις **Α1-Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην επιλογή σας, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.*

Α1. Η στροφορμή ενός συστήματος σωμάτων δεν μεταβάλλεται όταν

α) η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σύστημα είναι μηδέν.

β) τα σώματα κάνουν μόνο περιστροφική κίνηση.

γ) οι άξονες περιστροφής των σωμάτων είναι σταθεροί.

δ) το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών των εξωτερικών δυνάμεων είναι μηδέν.

Μονάδες 5

Απάντηση:

Σωστή η δ

Α2. Ένα εγκάρσιο απλό αρμονικό κύμα διαδίδεται σε ομογενές γραμμικό ελαστικό μέσο χωρίς απώλειες ενέργειας. Μια τυχαία χρονική στιγμή t όλα τα σημεία του μέσου που ταλαντώνονται έχουν

α) ίσες ταχύτητες και ίσα πλάτη ταλάντωσης

β) ίσες περιόδους και ίσα πλάτη ταλάντωσης

γ) ίσες συχνότητες και ίσες απομακρύνσεις.

δ) ίσες ταχύτητες και ίσες συχνότητες.

Μονάδες 5

Απάντηση:

Σωστή η β

Α3. Τα αμπερόμετρα και τα βολτόμετρα που χρησιμοποιούνται για μετρήσεις στο εναλλασσόμενο ρεύμα δίνουν

α) την ενεργό τιμή των μεγεθών.

β) τη μέση τιμή των μεγεθών.

γ) το πλάτος των μεγεθών.

δ) τη στιγμιαία τιμή των μεγεθών.

Μονάδες 5

Απάντηση:

Σωστή η α

Α4. Δύο σφαίρες μικρών διαστάσεων, ίδιας μάζας, που κινούνται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με αντίθετες ταχύτητες μέτρου υ, συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Μετά την κρούση

α) οι σφαίρες θα ακινητοποιηθούν.

β) η μία σφαίρα θα ακινητοποιηθεί και η άλλη θα κινηθεί με ταχύτητα υ.

γ) οι σφαίρες θα απομακρυνθούν η μία από την άλλη με ταχύτητες ίδιου μέτρου.

δ) η συνολική κινητική ενέργεια των δύο σφαιρών θα μηδενιστεί.

Μονάδες 5

Απάντηση:

Σωστή η γ

Α5. *Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη Σωστό, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη Λάθος, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.*

α) Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται από μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία.

β) Σε εξαναγκασμένη ταλάντωση κατά τον συντονισμό το πλάτος της ταλάντωσης γίνεται μέγιστο.

γ) Κατά την ελαστική κρούση δεν διατηρείται η μηχανική ενέργεια του συστήματος των σωμάτων.

δ) Ο συντελεστής αυτεπαγωγής ενός ιδανικού πηνίου εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει.

ε) Σύμφωνα με τον de Broglie, κάθε κινούμενο σωματίδιο έχει κυματική φύση και μήκος κύματος αντιστρόφως ανάλογο της ορμής του.

Μονάδες 5

Απάντηση:

α) Σ,   **β)** Σ,   **γ)** Λ,   **δ)** Λ,   **ε)** Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Μία ομογενής ελαστική χορδή ΟΓ, μήκους L, έχει το άκρο της (Γ) στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο στη θέση $x = L$. Το άλλο άκρο της (Ο) βρίσκεται στη θέση $x = 0$, είναι ελεύθερο και διεγείρεται σε απλή αρμονική ταλάντωση, με αποτέλεσμα στη χορδή να δημιουργείται στάσιμο κύμα με κοιλία στη θέση $x = 0$.

Όταν το άκρο Ο ταλαντώνεται με περίοδο T_1, το στάσιμο κύμα έχει συνολικά δύο δεσμούς. Μεταβάλλουμε την περίοδο της ταλάντωσης του άκρου Ο σε T_2, με αποτέλεσμα στη χορδή να δημιουργείται στάσιμο κύμα με τρεις συνολικά δεσμούς. Τότε ο λόγος των περιόδων T_1 / T_2 είναι ίσος με:

i) 20/3 **ii)** 10/3 **iii)** 5/3

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

Απάντηση:

α) Σωστή απάντηση είναι το **iii)**

β) Γνωρίζουμε ότι το Ο είναι ελεύθερο (κοιλία) και το σημείο Γ είναι ακλόνητο (δεσμός). Γνωρίζουμε επίσης ότι η απόσταση ανάμεσα σε Κοιλία-Δεσμό είναι λ/4 και η απόσταση ανάμεσα σε Δεσμό-Δεσμό είναι λ/2. Επομένως για να υπάρχουν 2 Δεσμοί στη χορδή L θα ισχύει ότι:

$$\frac{\lambda_1}{4} + \frac{\lambda_1}{2} = L \Rightarrow \frac{3\lambda_1}{4} = L \Rightarrow \lambda_1 = \frac{4L}{3}$$

Επομένως η περίοδος αυτών των κυμάτων θα είναι ίση με:

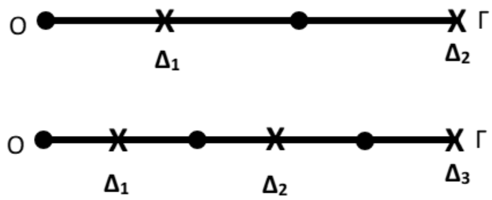
$$\upsilon = \frac{\lambda_1}{T_1} \Rightarrow T_1 = \frac{4L}{3\upsilon} \text{ (σχέση 1)}$$

Μεταβάλλουμε τη περίοδο της ταλάντωσης και η χορδή αποτελείται πλέον από 3 Δεσμούς. Άρα:

$$\frac{\lambda_2}{4} + 2\frac{\lambda_2}{2} = L \Rightarrow \frac{5\lambda_2}{4} = L \Rightarrow \lambda_2 = \frac{4L}{5} \text{ (σχέση 2)}$$

Επομένως η περίοδος αυτών των κυμάτων θα είναι ίση με:

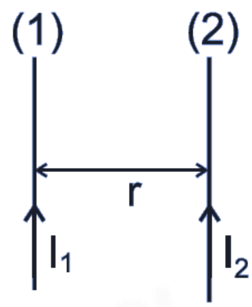
$$\upsilon = \frac{\lambda_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{4L}{5\upsilon}$$



Διαιρώντας τις σχέσεις 1 και 2 κατά μέλη, προκύπτει ότι:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{5}{3}.$$

Β2. Οι δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί (1), (2) του σχήματος έχουν μεγάλο μήκος και βρίσκονται πάνω στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Ο αγωγός (1) είναι ακλόνητα στερεωμένος ενώ ο αγωγός (2) μπορεί να μετακινηθεί. Οι αγωγοί (1) και (2) διαρρέονται, αντίστοιχα, από συνεχή ομόρροπα ρεύματα εντάσεων $I_1 = I$ και $I_2 = 2I$, απέχουν απόσταση r και η δύναμη που αναπτύσσεται σε μήκος ℓ του αγωγού (2) είναι F_1.



Απομακρύνουμε τον αγωγό (2) κατά d = r/2 προς τα δεξιά και ταυτόχρονα διπλασιάζουμε την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει. Τότε η δύναμη που αναπτύσσεται στο ίδιο μήκος ℓ του αγωγού (2) είναι F_2.

Ο λόγος των δυνάμεων F_1 / F_2 είναι ίσος με:

i) 3/4 **ii)** 4/3 **iii)** 3/5

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

Απάντηση:

α) Σωστή απάντηση είναι το **i)**

β) Γνωρίζουμε ότι τα ρεύματα είναι ίσα με I_1=I και I_2=2I, ομόρροπα και οι αγωγοί είναι σε απόσταση ℓ. Σύμφωνα με την εξίσωση της Δύναμης Laplace, οι δύο αγωγοί θα έλκονται με δύναμη:

$$F_1 = \frac{\mu_o}{4\pi} \cdot \frac{2 \cdot I_1 \cdot I_2}{r} \cdot \ell = \frac{\mu_o}{4\pi} \cdot \frac{2 \cdot I \cdot 2I}{r} \cdot \ell = \frac{\mu_o}{4\pi} \cdot \frac{4 \cdot I^2}{r} \cdot \ell \text{ (σχέση 1)}$$

Απομακρύνουμε τον αγωγό (2) κατά r/2, επομένως η απόσταση θα γίνει ίση με $3r/2$ και ταυτόχρονα διπλασιάζουμε το ρεύμα του, επομένως $I_2^{'}=4I$. Οι δύο αγωγοί θα έλκονται και πάλι, με δύναμη:

$$F_2=\frac{\mu_o}{4\pi}\cdot\frac{2\cdot I_1\cdot I_2^{'}}{\frac{3r}{2}}\cdot\ell=\frac{\mu_o}{4\pi}\cdot\frac{2\cdot 2\cdot I\cdot 4I}{3r}\cdot\ell=\frac{2}{3}\frac{\mu_o}{4\pi}\cdot\frac{8\cdot I^2}{r}\cdot\ell \text{ (σχέση 2)}$$

Διαιρώντας τις σχέσεις 1 και 2 κατά μέλη προκύπτει ότι:

$$\frac{F_1}{F_2}=\frac{3}{4}.$$

Β3. Δύο λεπτές, ομογενείς και άκαμπτοι ράβδοι ΟΑ, μήκους ℓ_1, και ΟΓ, μήκους ℓ_2, είναι κατασκευασμένες από διαφορετικό υλικό, έχουν ίδια μάζα M και είναι συγκολλημένες μεταξύ τους στο κοινό άκρο τους Ο. Στο άκρο Α της ράβδου ΟΑ είναι στερεωμένη μικρή σφαίρα μάζας m = M/2.

Το σύστημα των δύο ράβδων μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα, κάθετο στο επίπεδο των δύο ράβδων στο σημείο Ο, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Όταν το σύστημα ισορροπεί, οι δύο ράβδοι σχηματίζουν την ίδια γωνία φ με την κατακόρυφο Oy.

Ο λόγος ℓ_1/ℓ_2 των μηκών των δύο ράβδων είναι ίσος με:

i) 1/3 **ii)** 1/2 **iii)** 1/4

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).

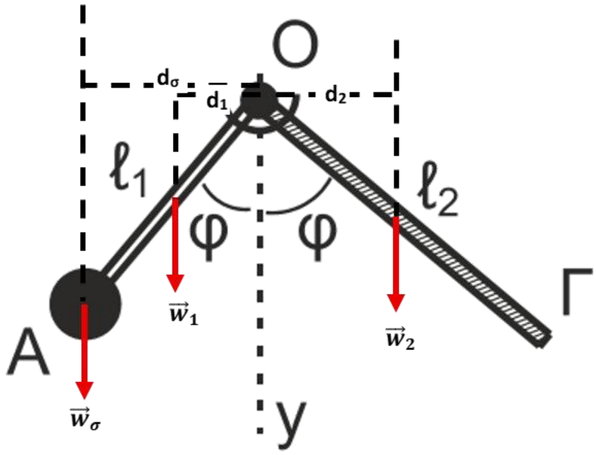
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 7).

Μονάδες 9

Απάντηση:

α) Σωστή απάντηση είναι το **ii)**

β) Προκειμένου να ισορροπεί το σύστημα των δύο ράβδων θα πρέπει η συνολική ροπή των δυνάμεων να είναι μηδέν. Ο άξονας περιστροφής είναι το σημείο Ο και θεωρούμε θετική φορά ροπών την αριστερόστροφη. Επομένως:



$$\Sigma\tau(O)=0 \Rightarrow W_1\cdot d_1 + W_\sigma\cdot d_\sigma - W_2\cdot d_2 = 0 \Rightarrow$$

$$Mg\cdot\frac{\ell_1}{2}\cdot \eta\mu\varphi + \frac{Mg}{2}\cdot\ell_1\cdot\eta\mu\varphi - Mg\cdot\frac{\ell_2}{2}\cdot\eta\mu\varphi = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{\ell_1}{2}+\frac{\ell_1}{2}-\frac{\ell_2}{2}=0 \Rightarrow \ell_1 - \frac{\ell_2}{2} = 0 \Rightarrow \ell_1 = \frac{\ell_2}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{\ell_1}{\ell_2}=\frac{1}{2}$$

ΘΕΜΑ Γ

Σε πείραμα μελέτης του φαινομένου Compton, μονοχρωματική δέσμη φωτονίων με μήκος κύματος $\lambda = 8\lambda_c$ προσπίπτει σε υλικό, όπου $\lambda_c = \dfrac{h}{m_e\cdot c}$ το μήκος κύματος Compton του ηλεκτρονίου (h η σταθερά του Planck, m_e η μάζα του ηλεκτρονίου και c η ταχύτητα του φωτός).

Γ1. Να υπολογιστεί το μήκος κύματος λ′ ενός φωτονίου που σκεδάζεται σε γωνία φ = 180° από πρακτικά ακίνητο ηλεκτρόνιο του υλικού ως συνάρτηση του λ_c. Δίνεται ότι $\sigma\upsilon\nu 180^\circ = -1$.

Μονάδες 5

Απάντηση:

Αντικαθιστούμε στην εξίσωση Compton

$$\lambda' - \lambda = \lambda_c(1-\sigma\upsilon\nu\phi)$$
$$\lambda' - 8\lambda_c = \lambda_c(1-(-1))$$
$$\lambda' - 8\lambda_c = \lambda_c \cdot 2$$
$$\lambda' = 8\lambda_c + 2\lambda_c$$
$$\lambda' = 10\lambda_c$$

Γ2. Να εκφράσετε τις ενέργειες E_ϕ και E'_ϕ του προσπίπτοντος και του κατά φ=180ο σκεδαζόμενου φωτονίου, αντίστοιχα, ως συνάρτηση των μεγεθών e m και c (μονάδες 4). Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου σε eV (μονάδες 4).

Μονάδες 8

Απάντηση:

Γνωρίζουμε ότι η ενέργεια ενός φωτονίου δίνεται από $E_\phi = hf$ αντικαθιστούμε $c = \lambda f \Rightarrow f = \dfrac{c}{\lambda}$ και καταλήγουμε $E_\phi = \dfrac{hc}{\lambda}$.

Αντικαθιστούμε το μήκος κύματος του προσπίπτοντος φωτονίου $\lambda = 8\lambda_c$

$$E_\phi = \frac{hc}{8\lambda_c} = \frac{hc}{8\dfrac{h}{m_e c}} = \frac{m_e c^2}{8}$$

ομοίως για το σκεδαζόμενο φωτόνιο $\lambda' = 10\lambda_c$:

$$E'_\phi = \frac{hc}{\lambda'} = \frac{hc}{10\lambda_c} = \frac{m_e c^2}{10}$$

Για να υπολογίσουμε την ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου εφαρμόζουμε Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας:

$$E_\phi = E'_\phi + K_e$$

$$K_e = E_\phi - E'_\phi$$

$$K_e = \frac{m_e c^2}{8} - \frac{m_e c^2}{10}$$

$$K_e = \frac{m_e c^2}{40} = \frac{5\cdot 10^5}{40} = 1{,}25\cdot 10^4\,eV$$

Η δέσμη των σκεδαζόμενων φωτονίων, μετά από πρόσπτωση σε κατάλληλο υλικό, παράγει φωτόνια μήκους κύματος λ_1=400nm, τα οποία εισέρχονται σε διάταξη μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.

Γ3. Εάν το έργο εξαγωγής του υλικού της καθόδου είναι Φ = 1,4 eV, να αποδείξετε τη σχέση υπολογισμού της συχνότητας κατωφλίου f_o (μονάδες 4) και να υπολογίσετε την f_o (μονάδες 3).

Μονάδες 7

Απάντηση:

Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση έχουμε $K = hf - \phi$. Για την κινητική ενέργεια ισχύει $K \geq 0$

$$hf - \phi \geq 0 \Rightarrow hf \geq \phi \Rightarrow f \geq \frac{\phi}{h} \Rightarrow f \geq f_0 \ .$$

Ορίζουμε το λόγο $\frac{\phi}{h} = f_0$, έχει διαστάσεις συχνότητας, και είναι η ελάχιστη συχνότητα για την οποία έχουμε εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων.

Για το υπολογισμό της συχνότητας κατωφλίου, μετατρέπουμε τις μονάδες του έργου εξαγωγής από eV se J και με αντικατάσταση των τιμών προκύπτει

$$f_0 = \frac{1{,}4 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{6{,}4 \cdot 10^{-34}} = 35 \cdot 10^{13} Hz$$

Γ4. Να υπολογίσετε το δυναμικό αποκοπής V_0 στην περίπτωση που η επιφάνεια της καθόδου φωτίζεται με την παραπάνω ακτινοβολία μήκους κύματος λ_1.

Μονάδες 5

Να θεωρήσετε ότι:

- $m_e \cdot c^2 = 5 \cdot 10^5$ eV, $hc = 1200$ ev·nm
- $h = 6{,}4 \cdot 10^{-34}$ J·s, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, $1ev = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J
- Οι πειραματικές διατάξεις βρίσκονται σε χώρο υψηλού κενού.

Απάντηση:

Υπολογίζουμε την ενέργεια του εξερχόμενου φωτοηλεκτρονίου:

$$K = hf_1 - \phi \Rightarrow K = \frac{hc}{\lambda_1} - \phi \Rightarrow K = \frac{1200}{400} - 1{,}4 \Rightarrow K = 1{,}6eV$$

Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ (όλα τα φωτοηλεκτρόνια ακινητοποιούνται):

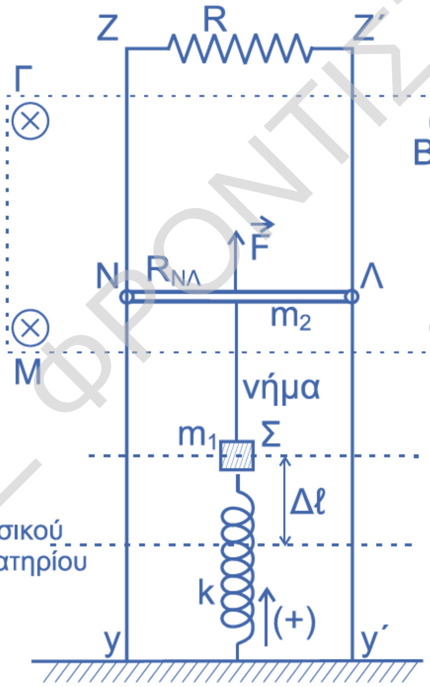
$$\Delta K = \Sigma W \Rightarrow K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{F_{\eta\lambda}}$$

$$-K = -V_0 \cdot |e| \Rightarrow V_0 = \frac{K}{|e|} \Rightarrow V_0 = 1{,}6V$$

Άρα το δυναμικό αποκοπής είναι $-1{,}6V$

ΘΕΜΑ Δ

Στη διάταξη του σχήματος 1, οι κατακόρυφοι αγωγοί Zy και Z΄y΄ έχουν μεγάλο μήκος, αμελητέα αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους 1 m. Τα άκρα τους Z και Z΄ συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης R = 1 Ω, ενώ ο ευθύγραμμος αγωγός ΝΛ, μήκους ℓ = 1 m, μάζας m2 = 0,1 kg και αντίστασης RΝΛ = 1 Ω, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω τους, μένοντας συνεχώς οριζόντιος και με τα άκρα του Ν, Λ σε διαρκή επαφή με αυτούς.



Σχήμα 1

Στην περιοχή ΓΗΘΜ υπάρχει ομογενές οριζόντιο μαγνητικό πεδίο έντασης Β = 1 Τ, κάθετο στο επίπεδο των αγωγών και με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

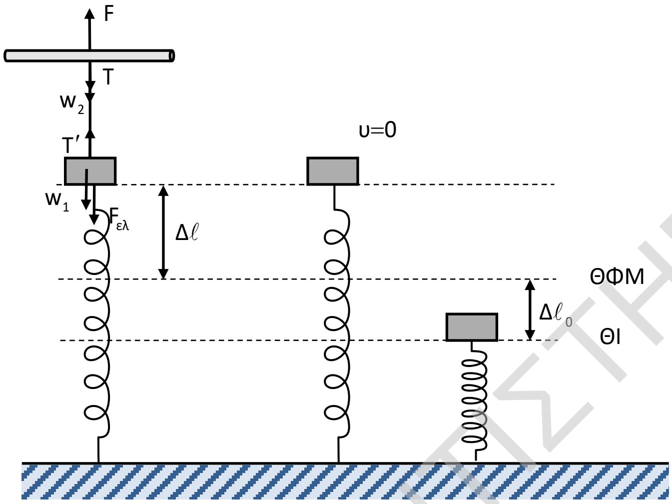
Στο μέσο του αγωγού ΝΛ ασκείται προς τα πάνω κατακόρυφη σταθερή δύναμη F = 3 N. Στο ίδιο σημείο είναι δεμένο κατακόρυφο αβαρές, μη εκτατό νήμα, από το οποίο αναρτάται σώμα Σ μικρών διαστάσεων και μάζας m1 = 0,1 kg. Το σώμα Σ είναι στερεωμένο σε κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς k = 10 N / m, του οποίου το κάτω άκρο στερεώνεται σε οριζόντιο ηλεκτρομονωτικό δάπεδο. Ο αγωγός ΝΛ και το σώμα Σ ισορροπούν, με το ελατήριο να έχει επιμηκυνθεί κατά Δℓ από τη θέση του φυσικού του μήκους.

Τη χρονική στιγμή $t_o = 0$ κόβουμε το νήμα, οπότε το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σταθεράς D = k και ο αγωγός ΝΛ ανέρχεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

Δ1. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης x του σώματος Σ από τη θέση ισορροπίας του. Να θεωρήσετε ως θετική την προς τα πάνω φορά.

Μονάδες 7

Απάντηση:



Για την ισορροπία της ράβδου ΝΛ

$\Sigma F = 0 \Rightarrow F - T - w_2 = 0 \Rightarrow T = F - m_2 g \Rightarrow T = 2N$

Νήμα αβαρές $T' = T = 2N$

Ισορροπία σώματος Σ:

$\Sigma F = 0 \Rightarrow T' - F_{ελ} - w_1 = 0 \Rightarrow kΔl = T' - m_1 g \Rightarrow Δl = 0{,}1m$

Στη θέση ισορροπίας της ΑΑΤ $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{ελ} - w_1 = 0 \Rightarrow kΔl_0 = m1g \Rightarrow Δl_0 = 0{,}1m$

Την στιγμή $t = 0s$ που κόβουμε το νήμα, το σώμα έχει ταχύτητα $υ = 0m/s$

Άρα το σώμα Σ βρίσκεται στην θετική ακραία θέση απομάκρυνσης (+Α).

Το πλάτος της ταλάντωσης είναι $A = Δl + Δl_0 = 0{,}2m$

Υπολογίζουμε την σταθερά επαναφοράς $D = m_1 ω_1 \Rightarrow ω = \sqrt{\dfrac{k}{m_1}} = 10\ rad/s$

Υπολογίζουμε την αρχική φάση $φ_0$

$$t = 0s, x = +A \Rightarrow A = Aημ(φ_0) \Rightarrow ημ(φ_0) = ημ\left(\frac{π}{2}\right)$$

Άρα $φ_0 = \dfrac{π}{2} rad$.

Η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης προκύπτει: $x = 0{,}2ημ\left(10t + \dfrac{π}{2}\right)$ (S.I.)

Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος Σ, στις θέσεις όπου ο λόγος της κινητικής του ενέργειας K προς την ολική ενέργεια της ταλάντωσής του E είναι ίσος με $\frac{K}{E}=\frac{3}{4}$.

Μονάδες 5

Απάντηση:

Γνωρίζουμε ότι $\frac{K}{E}=\frac{3}{4}\Rightarrow K=\frac{3}{4}E$

Αντικαθιστούμε στην ΑΔΕΤ $E=K+U\Rightarrow U=E-K\Rightarrow U=E-\frac{3}{4}E\Rightarrow U=\frac{1}{4}E\Rightarrow$

$$\frac{1}{2}Dx^2=\frac{1}{4}\frac{1}{2}DA^2\Rightarrow x=\pm\frac{A}{2}=\pm 0{,}1\text{m}$$

$$\left.\begin{array}{r} x=A\eta\mu(\omega t+\phi_0) \\ \alpha=-\omega^2 A\eta\mu(\omega t+\phi_0) \end{array}\right\}\Rightarrow \alpha=-\omega^2 x \ \text{ με } \ -A\le x\le +A$$

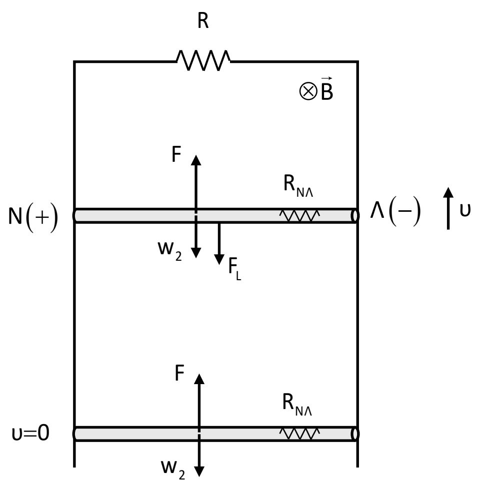
$$|\alpha|=\omega^2|x|\Rightarrow|\alpha|=100\cdot 0{,}1=10\text{m/s}^2$$

Δ3. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης του αγωγού ΝΛ από τη χρονική στιγμή t_o μέχρι αυτός να αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα (μονάδες 3), την οποία και να υπολογίσετε (μονάδες 4).

Μονάδες 7

Απάντηση:

Εξαιτίας της κίνησης του αγωγού ΝΛ σύμφωνα με τον νόμο του Faraday αναπτύσσεται σε αυτόν $E_{\varepsilon\pi}=B\upsilon l=1\cdot\upsilon\cdot 1=\upsilon$ (S.I.) (1)



Το κύκλωμα ΝΛΖ'Ζ είναι κλειστό, συνεπώς διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

$$I_{\varepsilon\pi}=\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R+R_{N\Lambda}}\Rightarrow I_{\varepsilon\pi}=\frac{\upsilon}{2}\ \text{(S.I.)}\ (2)$$

Η φορά του οποίου καθορίζεται από τον κανόνα του Lenz, έτσι ώστε το επαγωγικό ρεύμα να έχει φορά τέτοια που να αντιτίθεται στο αίτιο που το προκάλεσε, Θετικός πόλος στο Ν(+) όπως φαίνεται στο σχήμα. Άρα η δύναμη Laplace αντιτίθεται στην κίνηση του αγωγού (αντίρροπη της ασκούμενης δύναμης F)

$\Sigma F = m_2\alpha \Rightarrow F - w_2 - F_L = m_2\alpha \Rightarrow F - m_2 g - BI_{\varepsilon\pi}l = m_2\alpha \Rightarrow$

$3 - 1 - \frac{\upsilon}{2} = 0{,}1\alpha \Rightarrow \alpha = 20 - 5\upsilon$ (S.I.) (3)

Αρχικά ο αγωγός είναι ακίνητος, άρα $\alpha_0 = 20 m/s^2$. Παρατηρούμε ότι η αύξηση του μέτρου της ταχύτητας, προκαλεί μείωση του μέτρου της επιτάχυνσης . Η κίνηση είναι επιταχυνόμενη (όχι ομαλά) μέχρι να πάρει την τιμή $\alpha = 0$, που ο αγωγός θα αποκτήσει οριακή (σταθερή) ταχύτητα, και από εκείνη τη στιγμή και μετά θα κινείται ευθύγραμμα και ομαλά. Από την (3):

$(3) \Rightarrow 0 = 20 - 5\upsilon_{o\rho} \Rightarrow \upsilon_{o\rho} = 4 m/s$

Ο αγωγός ΝΛ, κινούμενος προς τα πάνω και αφού έχει αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα, ανέρχεται κατά h σε χρονικό διάστημα Δt = 0,125 s.

Δ4. Να υπολογίσετε το ποσοστό επί τοις % του έργου της δύναμης F που μετατρέπεται σε θερμότητα στους αντιστάτες του κυκλώματος στο χρονικό διάστημα Δt.

Μονάδες 6

Να θεωρήσετε ότι:

- g = 10 m/s2.
- Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα και ότι καθ' όλη τη διάρκεια της κίνησής του ο αγωγός ΝΛ παραμένει εντός του ομογενούς μαγνητικού πεδίου.

Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

Απάντηση:

Όταν ο αγωγός αποκτήσεις την οριακή ταχύτητα, το ρεύμα σταθεροποιείται (2) $I = 2A$

Σε χρόνο $\Delta t = 0{,}125 s = \frac{1}{8} s$ η θερμότητα που αναπτύσσεται στις αντιστάσεις είναι:

$Q_{Joule} = I^2(R + R_{N\Lambda})\Delta t = 4 \cdot 2 \cdot \frac{1}{8} = 1J$

Ο αγωγός εκτελεί ΕΟΚ άρα έχει διανύσει απόσταση $y = \upsilon_{o\rho}\Delta t = 0{,}5m$.

Το έργο της σταθερής δύναμης F είναι $W_F = F \cdot y \Rightarrow W_F = 3 \cdot 0{,}5 = 1{,}5J$

Το ποσοστό του έργου της δύναμης F που μετατρέπεται σε θερμότητα στις αντιστάσεις στο χρονικό διάστημα Δt: $\pi\% = \frac{Q_{Joule}}{W_F} 100\% = \frac{100}{1{,}5} = \frac{200}{3}\%$