ΤΑΞΗ: **Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: **ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΦΥΣΙΚΗ**

Ημερομηνία: Παρασκευή 3 Ιανουαρίου 2020
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ

Α2. α

Α3. β

Α4. α

Α5.

- **α.** Σ
- **β.** Λ
- **γ.** Λ
- **δ.** Λ
- **ε.** Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή επιλογή **β**

Εφαρμόζουμε την ΑΔΟ για το συγκρουόμενο σύστημα των δύο σωμάτων ελάχιστα πριν κι ελάχιστα μετά την κρούση τους.

Α κρούση: $\vec{p}_{πριν} = \vec{p}_{μετά} \Rightarrow m_1\vec{υ} = (m_1 + m_2)\vec{υ}_κ \Rightarrow m_1υ = (m_1 + m_2)υ_κ \Rightarrow$

$$\Rightarrow υ_κ = \frac{m_1}{m_1 + m_2}υ$$

$$K_{πριν} = \frac{1}{2}m_1υ^2$$

$$K_{μετά} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)υ_κ^2$$

$$E_{απωλ} = Q_A = K_{πριν} - K_{μετά} = \frac{1}{2}m_1υ^2 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\left[\frac{m_1}{(m_1 + m_2)}υ\right]^2$$

$$Q_A = \frac{1}{2}m_1υ^2 - \frac{1}{2}\frac{m_1^2}{(m_1 + m_2)}υ^2 \Rightarrow Q_A = \frac{1}{2}\frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2)}υ^2$$

Β κρούση: $\vec{p}'_{πριν} = \vec{p}'_{μετά} \Rightarrow m_2\vec{υ} = (m_1 + m_2)\vec{υ}'_κ \Rightarrow m_2υ = (m_1 + m_2)υ'_κ$

$$\Rightarrow υ'_κ = \frac{m_2}{m_1 + m_2}υ$$

$$K'_{πριν} = \frac{1}{2}m_2υ^2$$

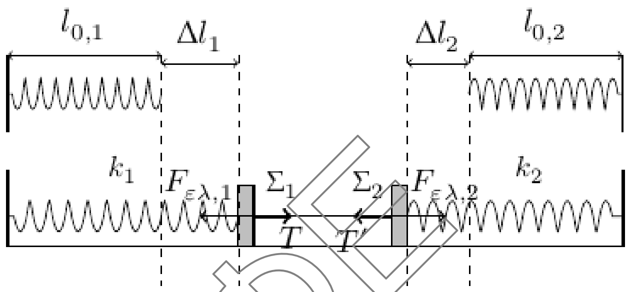
$$K'_{μετά} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)υ'^2_κ$$

$$E'_{απωλ} = Q_B = K'_{πριν} - K'_{μετά} = \frac{1}{2}m_2υ^2 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\left[\frac{m_2}{(m_1 + m_2)}υ\right]^2$$

$$Q_B = \frac{1}{2}m_2υ^2 - \frac{1}{2}\frac{m_2^2}{(m_1 + m_2)}υ^2 \Rightarrow Q_B = \frac{1}{2}\frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2)}υ^2$$

Οπότε $\frac{Q_A}{Q_B} = 1$

Β2. Σωστή επιλογή γ



Αρχικά έχουμε

$$\left.\begin{array}{l}\text{Σώμα } \Sigma_1 : \Sigma\vec{F}_1 = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda_1} = T \\ \text{Σώμα } \Sigma_2 : \Sigma\vec{F}_2 = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda_2} = T'\end{array}\right\} \overset{T=T'}{\Rightarrow} F_{\varepsilon\lambda_1} = F_{\varepsilon\lambda_2}$$

$$\Rightarrow k_1\Delta l_1 = k_2\Delta l_2 \Rightarrow 4k_2\Delta l_1 = k_2\Delta l_2$$
$$\Rightarrow 4\Delta l_1 = \Delta l_2$$

Μετά το κόψιμο του νήματος τα δύο σώματα εκτελούν αατ. Οι θέσεις φυσικού μήκους για τα δυο ελατήρια αποτελούν τις θέσεις ισορροπίας των ταλαντώσεων των σωμάτων Σ_1 και Σ_2. Αμέσως μετά το κόψιμο του νήματος τα δυο σώματα είναι αρχικά ακίνητα, οπότε βρίσκονται στα ακρότατα της τροχιάς τους.

Για τα πλάτη τους ισχύει ότι:

$A_1 = \Delta\ell_1$ και $A_2 = \Delta\ell_2$ οπότε $A_2 = 4A_1$

Για την ενέργεια ταλάντωσης του σώματος Σ_1 έχουμε:

$$E_1 = \frac{1}{2}D_1A_1^2 = \frac{1}{2}k_1A_1^2$$

Για την ενέργεια ταλάντωσης του σώματος Σ_2 έχουμε:

$$E_2 = \frac{1}{2}D_2A_2^2 = \frac{1}{2}k_2A_2^2$$

$$\frac{E_1}{E_2}=\frac{\frac{1}{2}k_1A_1^2}{\frac{1}{2}k_2A_2^2}=\frac{1}{4}\Rightarrow E_2=4E_1$$

Β3. Σωστή επιλογή **α**

Στον κάθε κυκλικό αγωγό διέρχεται μαγνητική ροή όση διέρχεται και από μία σπείρα του σωληνοειδούς, γιατί το μαγνητικό πεδίο περιορίζεται στο εσωτερικό του σωληνοειδούς. Με την μεταβολή του ρεύματος μεταβάλλεται η τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς με αποτέλεσμα τη μεταβολή της μαγνητικής ροής στους δύο κυκλικούς αγωγούς, ώσπου τελικά μετά από χρονικό διάστημα Δt μηδενίζεται το ρεύμα στο σωληνοειδές.

$$\Delta\Phi_{\text{σπείρας}}=\Delta\Phi_{K_1}=\Delta\Phi_{K_2}=\Phi_{\text{τελ}}-\Phi_{\text{αρχ}}$$

$E_{\text{επ}}=\dfrac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$ οπότε $E_{\text{επ}_{K_1}}=E_{\text{επ}_{K_2}}$

Για το επαγωγικό φορτίο ισχύει $q=\dfrac{|\Delta\Phi|}{R}$

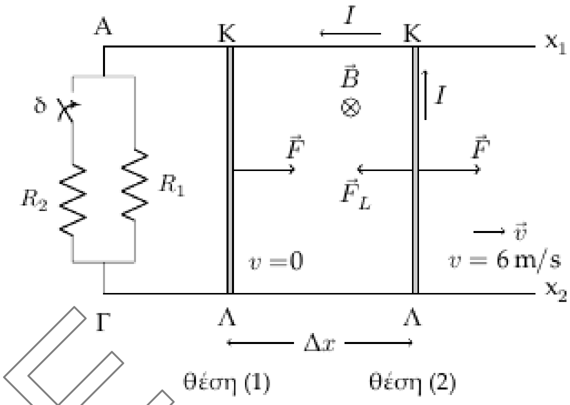
Επειδή το μήκος του κυκλικού σύρματος K_2 είναι μεγαλύτερο από αυτό του κυκλικού σύρματος K_1, έχουμε ότι η ωμική αντίσταση R_2 του σύρματος K_2 είναι μεγαλύτερη από την ωμική αντίσταση R_1 του σύρματος K_1

$q_1=\dfrac{|\Delta\Phi|}{R_1}$ και $q_2=\dfrac{|\Delta\Phi|}{R_2}$

Αφού $R_1<R_2$ προκύπτει $q_1>q_2$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Το ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα έχει σταθερή τιμή, όταν δημιουργείται από σταθερή ΗΕΔ λόγω επαγωγής, δηλαδή όταν η ταχύτητα του αγωγού ΚΛ έχει σταθερή τιμή.



$\Sigma\vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{F}_L + \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{F} = -\vec{F}_L \Rightarrow$

$\Rightarrow F = F_L \Rightarrow BI\ell = F \Rightarrow B = 1T$

Σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού, γνωρίζοντας την κατεύθυνση της $\vec{F}_L$ και τη φορά του ρεύματος, προσδιορίζουμε τη φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου, η οποία είναι προς τα μέσα ⊗, δηλαδή από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

$R_{ολ} = R_1 + R_{ΚΛ} = 4\ \Omega$

$E_{επ} = \dfrac{d\Phi}{dt} = B\ell\dfrac{dx}{dt} = B\upsilon\ell$

$IR_{ολ} = 12\ \text{V} = E_{επ} = B\upsilon\ell \Rightarrow \upsilon = 6\ \text{m/s}$

Γ2. Με εφαρμογή της ΑΔΕ κατά τη μετακίνηση της ράβδου από τη θέση (1) έως τη θέση (2) έχουμε ότι η προσφερόμενη ενέργεια μέσω του έργου της δύναμης $\vec{F}$ ισούται με το άθροισμα της κινητικής ενέργειας της ράβδου στη θέση (2) και της θερμότητας Q λόγω φαινομένου Joule στις αντιστάσεις του κυκλώματος,

Δηλαδή $W_F = K_2 + Q$

Αφού $Q > 0$ τότε $W_F > K_2$

Γ3. Όταν ο αγωγός κινείται με ταχύτητα μέτρου $\upsilon = 2\ \text{m/s}$ τότε $E'_{\varepsilon\pi} = 1\cdot 2\cdot 2 = 4\ \text{V}$

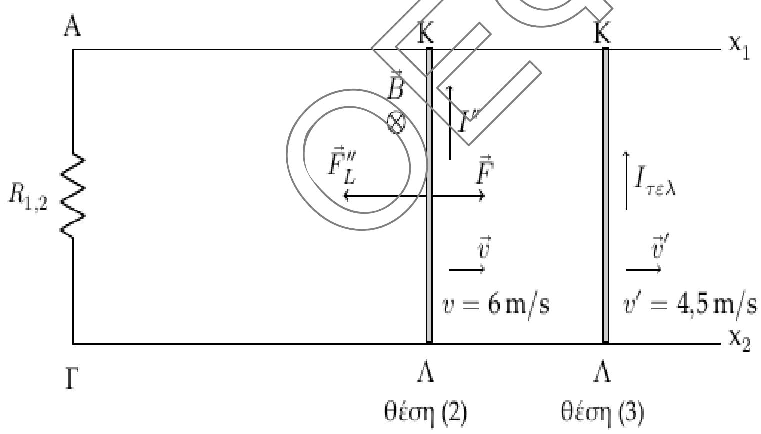
και $I'_{\varepsilon\pi} = \dfrac{E'_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = 1\ \text{A}$

$V_{K\Lambda} = V_{R_1} = I'R_1 = 3\ \text{V},\ F_L' = BI'_{\varepsilon\pi}\ell = 2\ \text{N}$

Για τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού έχουμε:

$$\frac{dK}{dt} = \Sigma F\cdot\upsilon = \left(F - F_L'\right)\upsilon = \left(6-2\right)\cdot 2 = 8\ \text{J/s}$$

Γ4. Όταν κλείσουμε το διακόπτη δ, τότε μεταξύ των άκρων Α και Γ παρεμβάλλεται συνολική αντίσταση $R_{1,2} = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2\ \Omega$



$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon l = 12\text{V},$

$I'' = \dfrac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \dfrac{12}{R_{12} + R_{K\Lambda}} = 4\text{A}$

$F_L'' = BI''\ell = 8\ \text{N}$

Αφού $F_L'' > F$ ο αγωγός αρχίζει να επιβραδύνεται. Καθώς ελαττώνεται το μέτρο της ταχύτητάς του μειώνεται και το μέτρο της $\vec{F}_L$, με αποτέλεσμα να εκτελεί επιβραδυνόμενη κίνηση, με επιβράδυνση που ελαττώνεται κατά μέτρο. Τελικά το μέτρο της $\vec{F}_L$ θα γίνει όσο το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$, δηλαδή $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$

$$F_L = F \Rightarrow I_{\tau\varepsilon\lambda} = 3\ \text{A} = \frac{E'_{\varepsilon\pi}}{R'_{o\lambda}} \Rightarrow E'_{\varepsilon\pi} = 9\text{V} = B\upsilon'\ell \Rightarrow \upsilon' = 4{,}5\ \text{m/s}$$

Στη συνέχεια ο αγωγός θα κινείται με σταθερή ταχύτητα $\upsilon' = 4{,}5\ \text{m/s}$ γιατί η συνολική δύναμη που δρα σε αυτόν είναι μηδέν.

Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνεται στο σύστημα των αντιστατών R_1 και R_2 θα έχει τη μικρότερη τιμή όταν και η ΗΕΔ από επαγωγή έχει τη μικρότερη τιμή της, μετά το κλείσιμο του διακόπτη. Αυτό συμβαίνει όταν η ταχύτητα του αγωγού ΚΛ σταθεροποιηθεί στην τιμή $4{,}5\ \text{m/s}$. Τότε θα έχουμε

$$I_{\tau\varepsilon\lambda} = \frac{E'_{\varepsilon\pi}}{R'_{o\lambda}} = 3\ \text{A}$$

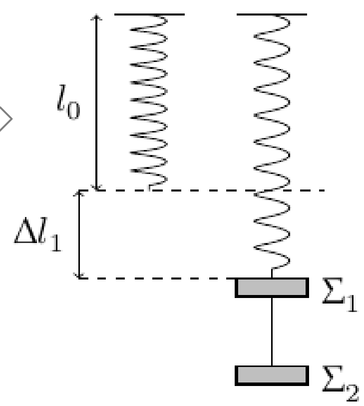
$$P_{\underset{\min}{R_{1,2}}} = I^2_{\tau\varepsilon\lambda} R_{1,2} = 3^2 \cdot 2 = 18\ \text{J/s}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Αρχικά το σύστημα ισορροπεί

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow (m_1 + m_2) g = k\Delta\ell_1 \Rightarrow \Delta\ell_1 = 0{,}4\ \text{m}.$$

Το πλάτος της ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σύστημα είναι $A = d = 0{,}4\ \text{m}$.



Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το κάθε σώμα βρίσκεται στην ακραία αρνητική θέση της τροχιάς του, $x = -A$

$$y = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0) \overset{t=0}{\Rightarrow} -A = A\eta\mu\varphi_0 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{3\pi}{2}\ \text{rad}$$

$$D = k = (m_1 + m_2)\omega^2 \Rightarrow \omega = 5\ \text{rad/s}$$

Η χρονική εξίσωση απομάκρυνσης για το σώμα Σ_1 είναι

$$y_1 = 0{,}4\eta\mu\left(5t + \frac{3\pi}{2}\right),\ \text{S.I.}$$

Δ2. Η ενέργεια που δαπανήσαμε για να θέσουμε το σύστημα των σωμάτων Σ_1, Σ_2 σε ταλάντωση είναι όση η ενέργεια της ταλάντωσής του.

$$E_{\delta\alpha\pi} = E_{\tau\alpha\lambda} = \frac{1}{2}kA^2 = 8\ \text{J}$$

Δ3. Για την ταλάντωση του κάθε σώματος ισχύει

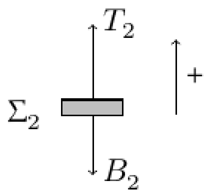
$$\Sigma\vec{F}_1 = -D_1\vec{y} \Rightarrow \Sigma F_1 = -D_1 y = -m_1\omega^2 y$$

$$\Sigma\vec{F}_2 = -D_2\vec{y} \Rightarrow \Sigma F_2 = -D_2 y = -m_2\omega^2 y$$

Κάθε στιγμή τα δυο σώματα έχουν την ίδια απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας τους, οπότε:

$$\frac{\Sigma F_1}{\Sigma F_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$$

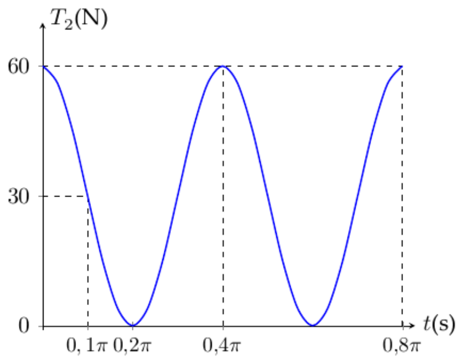
Δ4. Για το σώμα Σ_2 ισχύει:



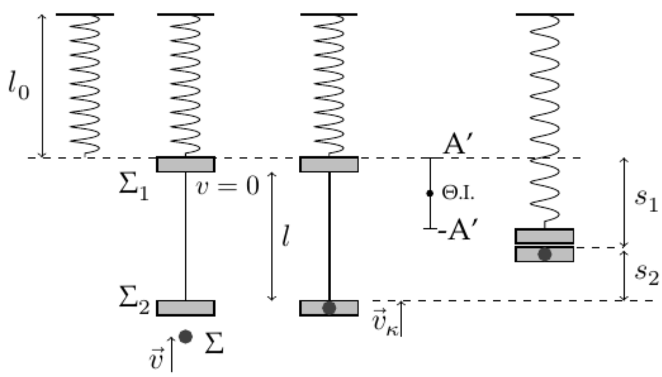
$$\Sigma\vec{F}_2 = \vec{T}_2 + \vec{B}_2 \Rightarrow -D_2 y = T_2 - m_2 g$$

$$\Rightarrow T_2 = -m_2\omega^2 y + m_2 g = -30\eta\mu\left(5t + \frac{3\pi}{2}\right) + 30,\ \text{S.I.}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,4\pi\ \text{s}$$



Δ5. Το πλάτος της ταλάντωσης των σωμάτων Σ_1, Σ_2 είναι $A = 0,4\ \text{m}$ όση είναι και η αρχική παραμόρφωση $\Delta\ell_1$ του ελατηρίου.



Οπότε η ανώτερη θέση της ταλάντωσης για το σώμα Σ_1 είναι όταν το ελατήριο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος.

Κατά την πλαστική κρούση της σφαίρας Σ με το σώμα Σ_2 ισχύει

$$m\vec{\upsilon} + 0 = (m_1 + m_2)\vec{\upsilon}_\kappa \Rightarrow m\upsilon = (m_1 + m_2)\upsilon_\kappa \Rightarrow \upsilon_\kappa = \pi\ \text{m/s}$$

Αμέσως μετά την πλαστική κρούση, το συσσωμάτωμα θα κινηθεί αρχικά κατακόρυφα προς τα πάνω. Για τη νέα ταλάντωση που θα εκτελέσει το σώμα Σ_1 ισχύει:

$$\Theta.\text{Ι}.: \Sigma F = 0 \Rightarrow m_1 g = k\Delta\ell'_1 \Rightarrow \Delta\ell'_1 = 0,1\ \text{m}$$

Οπότε το πλάτος της ταλάντωσής του είναι $A' = 0,1\ \text{m}$ και η περίοδος

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} = 0,2\pi\ \text{s}.$$

Η συνάντηση του σώματος Σ_1 με το συσσωμάτωμα συμβαίνει όταν οι ταχύτητες τους μηδενίζονται για πρώτη φορά μετά την κρούση.
Αυτό συμβαίνει στην ακραία αρνητική θέση της ταλάντωσης του σώματος Σ_1,

δηλαδή μετά από χρόνο $\Delta t = \dfrac{T'}{2} = 0,1\pi\ \text{s}$

Σε αυτό το χρονικό διάστημα το σώμα Σ_1 έχει διανύσει μήκος

$$S_1 = 2A' = 0,2\ \text{m}$$

Για το συσσωμάτωμα έχουμε $S_2 = \upsilon_\kappa \Delta t - \dfrac{1}{2} g \Delta t^2 = 0,5\ \text{m}$

Οπότε το μήκος του νήματος είναι $\ell = S_1 + S_2 = 0,7\ \text{m}$