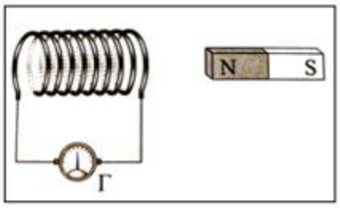
Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ΄ Λυκείου 16/1/2021

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Α1. Στο διπλανό σχήμα φαίνονται ένας ραβδόμορφος μαγνήτης και ένα σωληνοειδές. Τα άκρα του σωληνοειδούς έχουν συνδεθεί με ένα γαλβανόμετρο. Όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται με σταθερή ταχύτητα



α) δε χρειάζεται να του ασκείται εξωτερική δύναμη,

β) δεν εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή στο σωληνοειδές,

γ) το σωληνοειδές δε δέχεται δύναμη,

δ) η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το γαλβανόμετρο μειώνεται. *(5 μονάδες)*

Α2. Ένα πλαίσιο περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο γύρω από άξονα που είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στα άκρα του πλαισίου δημιουργείται εναλλασσόμενη τάση που περιγράφεται από την εξίσωση $\upsilon = V \cdot \eta\mu(\omega t)$. Αν διπλασιαστεί η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου τότε η νέα τάση στα άκρα του περιγράφεται από την εξίσωση:

α) $\upsilon = V \cdot \eta\mu(2\omega t)$ β) $\upsilon = 2V \cdot \eta\mu(2\omega t)$ γ) $\upsilon = \frac{V}{2} \cdot \eta\mu(2\omega t)$ δ) $\upsilon = 2V \cdot \eta\mu(\omega t)$ *(5 μονάδες)*

Α3. Δύο σώματα με διαφορετικές μάζες συγκρούονται πλαστικά και μετά την κρούση το συσσωμάτωμα που δημιουργείται παραμένει ακίνητο. Τα σώματα πριν την κρούση

α) κινούνται σε κάθετες διευθύνσεις,

β) έχουν ίσες ορμές,

γ) έχουν ίσες κινητικές ενέργειες,

δ) έχουν αντίθετες ορμές. *(5 μονάδες)*

Α4. Σώμα δέχεται δύναμη αντίστασης $F' = -b\upsilon$ και εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται εκθετικά σε συνάρτηση με τον χρόνο σύμφωνα με την εξίσωση $A = A_0 e^{-\Lambda t}$.

α) Όταν η σταθερά απόσβεσης b έχει ορισμένη τιμή, η περίοδος της ταλάντωσης παραμένει σταθερή και είναι ανεξάρτητη του πλάτους.

β) Ο λόγος δύο διαδοχικών μέγιστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση είναι ανεξάρτητος της σταθεράς απόσβεσης b.

γ) Η ενέργεια του σώματος αυξάνεται όταν η σταθερά απόσβεσης b μειώνεται.

δ) Η σταθερά Λ είναι ανεξάρτητη της σταθεράς απόσβεσης b. *(5 μονάδες)*

Α5. Να χαρακτηρίσετε την κάθε πρόταση παρακάτω με το γράμμα Σ αν είναι σωστή ή με το γράμμα Λ αν είναι λανθασμένη.

α) Όταν ένα διαμαγνητικό υλικό τοποθετείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, τότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου ελαττώνεται.

β) Η φορά των επαγωγικών ρευμάτων καθορίζεται από τον κανόνα Lenz.

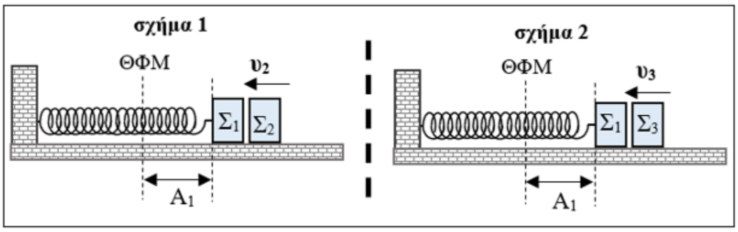
γ) Αν διπλασιάσουμε τον αριθμό σπειρών ανά μονάδα μήκους ενός σωληνοειδούς, τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς υποδιπλασιάζεται.

δ) Η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή είναι ανάλογη με τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής.

ε) Ένας ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός αν έχει οριζόντια διεύθυνση δεν δημιουργεί μαγνητικό πεδίο. *(5 μονάδες)*

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = m$ είναι δεμένο στο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A_1 πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Τη στιγμή που το σώμα Σ_1 βρίσκεται στην ακραία θέση της ταλάντωσής του, όπως φαίνεται στο σχήμα 1, συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με σώμα Σ_2 ίσης μάζας $m_2 = m$ το οποίο κινείται ευθύγραμμα με ταχύτητα μέτρου υ_2.



Μετά την κρούση το σώμα Σ_1 εκτελεί νέα ταλάντωση με πλάτος $A = \sqrt{3}A_1$. Στο σχήμα 2 το σώμα Σ_1 εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση με το ίδιο πλάτος A και βρισκόμενο πάλι στην ακραία θέση συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με σώμα Σ_3 ίσης μάζας $m_3 = m$ το οποίο κινείται ευθύγραμμα με ταχύτητα μέτρου υ_3. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα που δημιουργείται εκτελεί απλή ταλάντωση με πλάτος $A' = \sqrt{2}A_1$. Για τα μέτρα των ταχυτήτων υ_2 και υ_3 ισχύει:

α) $\frac{\upsilon_2}{\upsilon_3} = \frac{3}{2}$ β) $\frac{\upsilon_2}{\upsilon_3} = 1$ γ) $\frac{\upsilon_2}{\upsilon_3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. *(2+6 μονάδες)*

<u>Σχημα 1</u>: $\upsilon_1' = \upsilon_2$, $E_1 = \frac{1}{2}kA_1^2$

$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}k\,3A_1^2 = 3E_1$

Αμέσως μετά την κρούση $E = E_1 + \frac{1}{2}m_1\upsilon_2^2$

$3E_1 = E_1 + \frac{1}{2}m\upsilon_2^2 \Rightarrow 2E_1 = \frac{1}{2}m\upsilon_2^2 \Rightarrow E_1 = \frac{1}{4}m\upsilon_2^2$ (1)

Σχημα 2: ΑΔΟ $P_3 = P_\kappa \Rightarrow m_3\upsilon_3 = m_{o\lambda}\upsilon_\kappa$

$\Rightarrow \upsilon_\kappa = \frac{\upsilon_3}{2}$

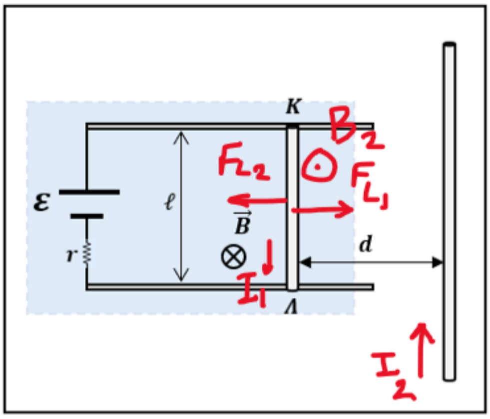
$E' = \frac{1}{2}kA'^2 = \frac{1}{2}k\,2A^2 = 2E_1$

Αμέσως μετά την κρούση $E' = E_1 + \frac{1}{2}m_{o\lambda}\upsilon_\kappa^2$

$\Rightarrow 2E_1 = E_1 + \frac{1}{2}2m\frac{\upsilon_3^2}{4} \Rightarrow E_1 = \frac{1}{4}m\upsilon_3^2$ (2)

Από (1), (2) $\upsilon_2 = \upsilon_3 \Rightarrow \boxed{\frac{\upsilon_2}{\upsilon_3} = 1 \quad (β)}$

Β2. Ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους είναι τοποθετημένος ακίνητος πάνω σε οριζόντιο μονωτικό επίπεδο και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I_2 όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα (κάτοψη). Στο οριζόντιο επίπεδο, μέσα σε ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, βρίσκονται και δύο οριζόντιες παράλληλες αγώγιμες ράγες πάνω στις οποίες μπορεί να κινείται χωρίς τριβές ένας δεύτερος αγωγός ΚΛ μήκους ℓ και ωμικής αντίστασης R.



Στα άκρα τους οι ράγες συνδέονται με μια ηλεκτρική πηγή ΗΕΔ $\mathcal{E}$ και εσωτερικής αντίστασης r. Ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί σε οριζόντια απόσταση d από τον ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους.

Ι. Η έντασης I_2 του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό απείρου μήκους έχει φορά:

α) προς τα πάνω β) προς τα κάτω

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. ***(1+2 μονάδες)***

ΙΙ. Η τιμή της έντασης I_2 του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό απείρου μήκους είναι:

α) $I_2 = \dfrac{d}{2k_\mu B}$ β) $I_2 = \dfrac{2k_\mu}{d \cdot B}$ γ) $I_2 = \dfrac{d \cdot B}{2k_\mu}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. ***(1+5 μονάδες)***

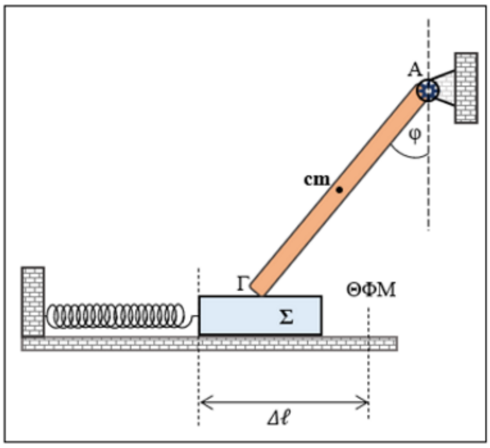
$\boxed{\text{I}-\alpha}$ Ισορροπεί: $\vec{F}_{L_2} \uparrow\downarrow \vec{F}_{L_1}$ άρα $I_2 \uparrow$ ωστε $\vec{B}_2 \odot$ και $\vec{F}_{L_2}$ αριστερά.

$\boxed{\text{II}-\gamma}$ $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{L_1} = F_{L_2} \Rightarrow B \cdot I_1 \ell = B_2 I_1 \ell$

$\Rightarrow B \cancel{I_1 \ell} = k_\mu \dfrac{2I_2}{d} \cancel{I_1 \ell} \Rightarrow \boxed{I_2 = \dfrac{d \cdot B}{2k_\mu}}$

Β3. Η ομογενής δοκός ΑΓ του διπλανού σχήματος έχει μάζα m, μήκος ℓ και το άκρο της Α είναι στερεωμένο ακλόνητα σε άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο. Το άλλο άκρο της Γ εφάπτεται πάνω σε σώμα Σ μάζας $M = m/3$ το οποίο είναι δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k.

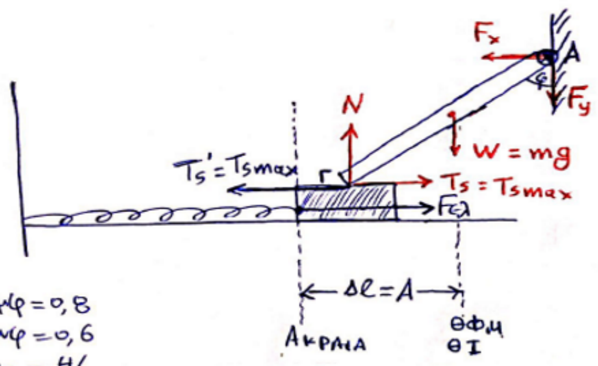
Το σώμα Σ είναι τοποθετημένο πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Μεταξύ δοκού και σώματος υπάρχει στατική τριβή ο συντελεστής της οποίας είναι $\mu_S = 4/15$. Το σύστημα ισορροπεί οριακά με το ελατήριο να είναι συσπειρωμένο κατά $\Delta\ell$ και τη δοκό να σχηματίζει με την κατακόρυφη διεύθυνση γωνία φ για την οποία δίνονται $\eta\mu\varphi = 0{,}8$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0{,}6$. Κάποια στιγμή ανασηκώνουμε απότομα τη δοκό και το σώμα Σ ξεκινά να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Το μέγιστο μέτρο της επιτάχυνσης που αποκτά το σώμα κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής του είναι:



α) $\alpha_{max} = \dfrac{1}{2} g$ β) $\alpha_{max} = \dfrac{2}{3} g$ γ) $\alpha_{max} = \dfrac{1}{4} g$

όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. ***(2+6 μονάδες)***



$\eta\mu\varphi = 0,8$
$\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,6$
$\mu_s = 4/15$

Δοκός m, ℓ : $\Sigma\tau_A = 0 \Rightarrow \tau_N - \tau_w - \tau_{T_s} = 0$

$\Rightarrow N\cdot\ell\,\eta\mu\varphi - w\frac{\ell}{2}\eta\mu\varphi - T_s\ell\,\sigma\upsilon\nu\varphi = 0 \Rightarrow N\cdot\eta\mu\varphi - T_s\,\sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{w}{2}\eta\mu\varphi$

όπου $T_s = T_{smax} = \mu_s N \Rightarrow N = \frac{T_s}{\mu_s}$ και $w = mg$

$\Rightarrow \frac{T_s}{\mu_s}\eta\mu\varphi - T_s\,\sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{mg}{2}\eta\mu\varphi \Rightarrow \frac{T_s\cdot 0,8}{4/15} - 0,6\,T_s = \frac{mg\cdot 0,8}{2}$

$\Rightarrow 3T_s - 0,6\,T_s = 0,4\,mg \Rightarrow 2,4\,T_s = 0,4\,mg \Rightarrow T_s = \frac{1}{6}mg = T_{smax}$.

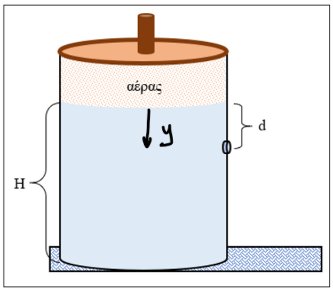
σώμα $M \rightarrow m = 3M$ $\quad \Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_s' = F_{ελ} \Rightarrow \frac{1}{6}mg = k\Delta\ell$

$\Rightarrow \Delta\ell = \frac{mg}{6k} = A$

$\alpha_{max} = \omega^2\cdot A = \frac{k}{M}\,\frac{mg}{6k} = \frac{k}{M}\,\frac{3Mg}{6k} \Rightarrow \boxed{\alpha_{max} = g/2}$

ΘΕΜΑ Γ

Το κυλινδρικό δοχείο του διπλανού σχήματος με εμβαδόν βάσης $A = 800cm^2$, είναι τοποθετημένο πάνω σε οριζόντιο δάπεδο και περιέχει νερό πυκνότητας $\rho = 1000\frac{kg}{m^3}$.

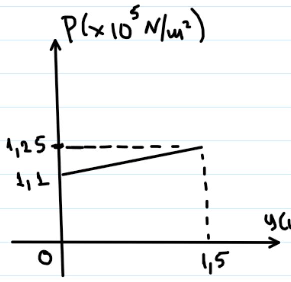


Το δοχείο κλείνεται στην πάνω βάση του με εφαρμοστό έμβολο και μεταξύ εμβόλου και νερού υπάρχει εγκλωβισμένος αέρας υπό πίεση $p_{αέρα} = 1,1\cdot 10^5 N/m^2$. Το ύψος του νερού στο δοχείο είναι $H = 1,5m$. Σε κατακόρυφη απόσταση $d = 0,8m$ από την επιφάνεια του νερού υπάρχει στο πλευρικό τοίχωμα του δοχείου μια οπή πολύ μικρής διατομής που κλείνεται με τάπα.

Γ1. Να γράψετε την εξίσωση που περιγράφει πως μεταβάλλεται η πίεση μέσα στο δοχείο σε συνάρτηση με το βάθος y από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού μέχρι την κάτω βάση του δοχείου ($p = f(y)$) και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση. *(4+3 μονάδες)*

$P = P_{αέρα} + \rho g y = 1,1\cdot 10^5 + 1000\cdot 10\cdot y \Rightarrow \boxed{P = 1,1\cdot 10^5 + 10^4 y \quad SI}$

$0 \le y \le H \rightarrow 0 \le y \le 1,5m$

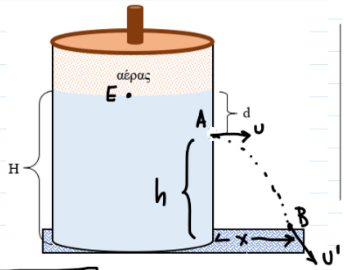


για $y = 0$ $\quad P = 1,1\cdot 10^5 N/m$

για $y = 1,5m$ $\quad P = 1,1\cdot 10^5 + 10^4\cdot 1,5 = 1,1\cdot 10^5 + 0,15\cdot 10^5 \Rightarrow P = 1,25\cdot 10^5 N/m^2 = P_{πυθ}$

Γ2. Να βρείτε το μέτρο της δύναμης που δέχεται η κάτω βάση του δοχείου από το νερό. *(3 μονάδες)*

$$F = P_{πυθ} A = 1{,}25 \cdot 10^{5} \cdot 800 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \boxed{F = 10^{4}\,N}$$



Κάποια στιγμή αφαιρούμε την τάπα και αμέσως αποκαθίσταται μόνιμη και στρωτή ροή. Να βρείτε:

Γ3. την ταχύτητα που εξέρχεται το νερό από την οπή. *(6 μονάδες)*

(*)

Bernoulli $_{E \to A}$: $P_{αερα} + \rho g d = P_{ατμ} + \frac{1}{2}\rho υ^2 \Rightarrow υ^2 = \dfrac{2(P_{αερα} - P_{ατμ})}{\rho} + 2gd$

$$\Rightarrow υ^2 = \frac{2(1{,}1 \cdot 10^5 - 10^5)}{10^3} + 2 \cdot 10 \cdot 0{,}8 = 20 + 16 \Rightarrow υ^2 = 36 \Rightarrow \boxed{υ = 6\,m/s}$$

Γ4. την κινητική ενέργεια ανά μονάδα όγκου του νερού τη στιγμή που η φλέβα φτάνει στο οριζόντιο δάπεδο. *(4 μονάδες)*

Bernoulli $_{A \to B}$: $\underset{(ατμ)}{P_A} + \frac{1}{2}\rho υ^2 + \rho g h = \underset{(ατμ)}{P_B} + \frac{1}{2}\rho υ'^2 \Rightarrow \dfrac{K_B}{\Delta V} = \frac{1}{2}\rho υ'^2 = \frac{1}{2}\rho υ^2 + \rho g (H - d) = \frac{1}{2} 10^3 \cdot 36 + 10^3 \cdot 10 \cdot 0{,}7$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{K_B}{\Delta V} = 25 \cdot 10^3\ J/m^3}$$

Γ5. σε ποιο ύψος από τη βάση του κυλινδρικού δοχείου θα έπρεπε να βρίσκεται η οπή στο πλευρικό τοίχωμα ώστε η φλέβα του νερού να φτάνει στη μεγαλύτερη δυνατή οριζόντια απόσταση από το δοχείο. *(5 μονάδες)*

Έστω d' το βάθος της οπής. Από (*) $\Rightarrow$

$$υ'^2 = \frac{2(P_{αερα} - P_{ατμ})}{\rho} + 2gd' \Rightarrow υ'^2 = \frac{2(1{,}1 \cdot 10^5 - 10^5)}{10^3} + 20d' \Rightarrow υ'^2 = 20 + 20d'.$$

Επίσης $\begin{cases} υ' = \dfrac{x'}{t'} \Rightarrow t' = \dfrac{x'}{υ'} \\ h = \frac{1}{2} g t'^2 \Rightarrow H - d' = \frac{1}{2} g \dfrac{x'^2}{υ'^2} \Rightarrow 1{,}5 - d' = \frac{1}{2} 10 \dfrac{x'^2}{20 + 20d'} \end{cases} \Rightarrow (1{,}5 - d')(20 + 20d') = 5x'^2$

$$\Rightarrow 30 + 30d' - 20d' - 20d'^2 = 5x'^2 \Rightarrow 20d'^2 - 10d' + 5x'^2 - 30 = 0$$

$$\Delta = 100 - 80(5x'^2 - 30) = 100 - 400x'^2 + 2400 \Rightarrow \Delta = 2500 - 400x'^2$$

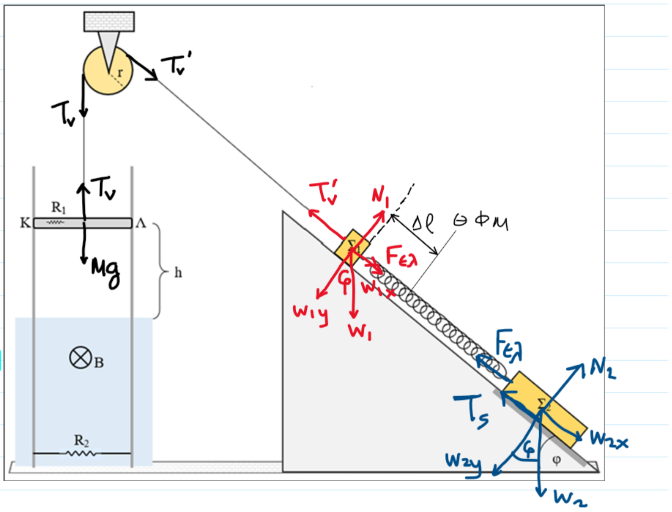
όμως $\Delta \geq 0 \Rightarrow 2500 - 400x'^2 \geq 0 \Rightarrow x'^2 \leq \dfrac{2500}{400} \Rightarrow x' \leq \dfrac{5}{2} \Rightarrow x' \leq 2{,}5m \rightarrow x'_{max} = 2{,}5m$

Άρα $d' = -\dfrac{β}{2α} = -\dfrac{-10}{40} \Rightarrow d' = 0{,}25m$ βάθος οπής άρα $h' = H - d' \Rightarrow \boxed{h' = 1{,}25m}$

ΘΕΜΑ Δ

Στο παρακάτω σχήμα η ομογενής αγώγιμη ράβδος ΚΛ μάζας $M = 2kg$, μήκους $\ell = 1m$ και ωμικής αντίστασης $R_1 = 0{,}6\Omega$ είναι τοποθετημένη πάνω σε λείους κατακόρυφους οδηγούς με τους οποίους εφάπτεται. Οι οδηγοί κοντά στα κάτω άκρα τους συνδέονται με ωμική αντίσταση $R_2 = 0{,}4\Omega$. Η ράβδος ΚΛ ισορροπεί με τη βοήθεια νήματος το οποίο διέρχεται από την περιφέρεια τροχαλίας ακτίνας r.

Σε κατακόρυφη απόσταση $h = 0{,}8m$ από τη θέση ισορροπίας της ράβδου υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίου μέτρου έντασης $B = 2T$ περιορισμένου εύρους το οποίο εκτείνεται μέχρι το οριζόντιο δάπεδο. Το άλλο άκρο του νήματος έχει συνδεθεί με σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2kg$. Το σώμα Σ_1 ισορροπεί δεμένο στο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100N/m$ σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης $\varphi = 60^o$. Στο άλλο άκρο του ελατηρίου είναι δεμένο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 8kg$ το οποίο επίσης ισορροπεί. Το μεγαλύτερο τμήμα του κεκλιμένου επιπέδου είναι λείο. Κοντά στη βάση του, στη θέση που ισορροπεί το σώμα Σ_2, το κεκλιμένο επίπεδο είναι τραχύ και εμφανίζει τριβή με συντελεστή στατικής τριβής $\mu_S = \frac{\sqrt{3}}{2}$.



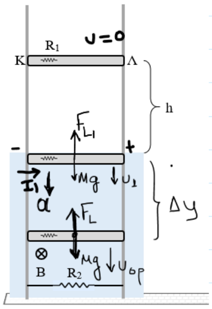
Δ1. Στην κατάσταση ισορροπίας όλων των σωμάτων να υπολογίσετε την επιμήκυνση του ελατηρίου. *(5 μονάδες)*

Ράβδος ΚΛ: $\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T_ν = Mg = 20N$

Τροχαλία $\Sigma\tau = 0 \Rightarrow \tau_{T_ν} = \tau_{T_ν'} \Rightarrow T_ν r = T_ν' r$
$\Rightarrow T_ν = T_ν' = 20N$

Σώμα Σ_1: $\Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_ν' = F_{ελ} + W_{1x} \Rightarrow F_{ελ} = T_ν' - m_1 g\,ημφ \Rightarrow k\Delta\ell = T_ν' - m_1 g\,ημφ \Rightarrow 100\Delta\ell = 20 - 10 \Rightarrow \boxed{\Delta\ell = 0{,}1m}$

Δ2. Να βρείτε το μέτρο και την κατεύθυνση της επιτάχυνσης της ράβδου τη στιγμή που μόλις εισέρχεται στο ομογενές μαγνητικό πεδίο. *(4+1 μονάδες)*



ΘΜΚΕ: $\frac{1}{2}mv_1^2 - 0 = W_{mg} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0{,}8} = \sqrt{16} \Rightarrow v_1 = 4\,m/s$.

$E_{επ_1} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Bv_1\ell = 2 \cdot 4 \cdot 1 = 8\,Volt$, $I_1 = \frac{E_{επ1}}{R_{ολ}} = \frac{E_{επ1}}{R_1+R_2} = \frac{8}{1} \Rightarrow I_1 = 8A$

$F_{L_1} = BI_1\ell = 2 \cdot 8 \cdot 1 \Rightarrow F_{L_1} = 16N < mg = 20N$

$\Sigma F = m \cdot \alpha \Rightarrow mg - F_{L_1} = m \cdot \alpha \Rightarrow 20 - 16 = 2\alpha \Rightarrow \boxed{\alpha = 2\,m/s^2 \text{ με φορά κάτω}}$

Δ3. Να υπολογίσετε την οριακή ταχύτητα που αποκτά η ράβδος. Να θεωρήσετε ότι η ράβδος ΚΛ αποκτά την οριακή της ταχύτητα πριν φτάσει στην αντίσταση R_2. *(5 μονάδες)*

Επειδή $\vec{\alpha} \uparrow\uparrow \vec{v_1}$ η ράβδος επιταχύνεται άρα η ταχύτητα αυξάνεται
η ΗΕΔ $E_{επ} = Bv\ell$ αυξάνεται, το επαγωγικό ρεύμα $I = E_{επ}/R_{ολ}$ αυξάνεται
η $F_L = BI\ell$ αυξάνεται και η $\Sigma F = mg - F_L$ μειώνεται με $\Sigma F = 0$ οπότε
η ράβδος αποκτά οριακή ταχύτητα

Έχουμε $\Sigma F = 0 \Rightarrow mg = F_L \Rightarrow mg = BI\ell \Rightarrow mg = B\frac{E_{επ}}{R_{ολ}}\ell \Rightarrow mg = B\frac{Bv_{ορ}\ell}{R_{ολ}} \cdot \ell \Rightarrow mg = \frac{B^2\ell^2 \cdot v_{ορ}}{R_{ολ}}$

$\Rightarrow v_{ορ} = \frac{mg \cdot R_{ολ}}{B^2 \cdot \ell^2} \Rightarrow v_{ορ} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 1}{4 \cdot 1} \Rightarrow \boxed{v_{ορ} = 5\,m/s}$

Δ4. Να βρείτε την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται λόγω της ΗΕΔ από επαγωγή από τη στιγμή της εισόδου της ράβδου στο ομογενές μαγνητικό πεδίο και μέχρι να αποκτήσει την οριακή ταχύτητα αν δίνεται ότι μέχρι τότε έχει διανύσει κατακόρυφη απόσταση $\Delta y = 1{,}2m$. *(5 μονάδες)*

Για την κίνηση της ράβδου από τη στιγμή της εισόδου στο ΟΜΠ με ταχύτητα v_1 και μέχρι να αποκτήσει οριακή ταχύτητα από την αρχή διατήρησης ενέργειας έχουμε ότι:

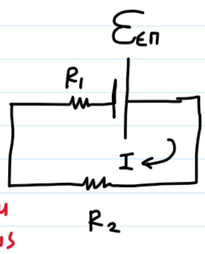
$K_{αρχ} + W_{mg} = K_{τελ} + Q_{R_{ολ}} \Rightarrow W_{mg} = K_{τελ} - K_{αρχ} + Q_{R_{ολ}} \longrightarrow \boxed{W_{mg} = \Delta K + Q_{R_{ολ}}}$

Η μείωση της δυναμικής ενέργειας της ράβδου μέσω του έργου βάρους μετατρέπεται σε θερμότητα στις αντιστάσεις και αύξηση της κινητικής ενέργειας

$\Rightarrow mg\Delta y = \frac{1}{2}mv_{ορ}^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 + Q_{R_{ολ}} \Rightarrow 20 \cdot 1{,}2 = \frac{1}{2}2 \cdot 25 - \frac{1}{2}2 \cdot 16 + Q_{R_{ολ}}$

$\Rightarrow 24 = 9 + Q_{R_{ολ}} \Rightarrow Q_{R_{ολ}} = 15J$

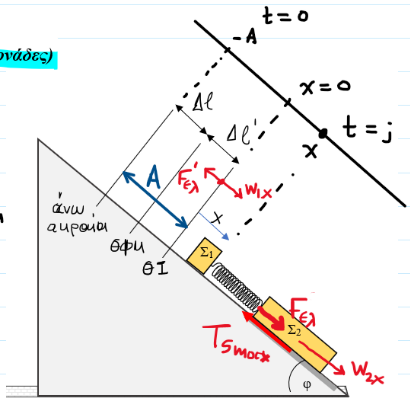
Η διάταξη ισοδυναμεί με ένα ηλεκτρικό κύκλωμα στο οποίο από την αρχή διατήρησης ενέργειας



ισχύει $W_{ηλ_{E_{επ}}} = Q_{R_{ολ}}$ (η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται λόγω του φαινομένου της επαγωγής μετατρέπεται σε θερμότητα λόγω φαινομένου Joule)

$\Rightarrow \boxed{W_{ηλ_{E_{επ}}} = 15J}$

Δ5. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που θα αρχίσει να ολισθαίνει το σώμα Σ2. *(5 μονάδες)*



ΘΙ της αατ του Σ_1: $\Sigma F'_{1x} = 0 \Rightarrow F'_{\varepsilon\lambda} = W_{1x} \Rightarrow$

$k\Delta\ell' = m_1 g\, \eta\mu\varphi \Rightarrow \Delta\ell' = \dfrac{m_1 g\,\eta\mu\varphi}{k} = \dfrac{20 \cdot 1/2}{100} \Rightarrow \Delta\ell' = 0{,}1m$

Το πλάτος της αατ που εκτελεί το σώμα Σ_1 είναι

$A = \Delta\ell + \Delta\ell' = 0{,}1m + 0{,}1m \Rightarrow A = 0{,}2m$

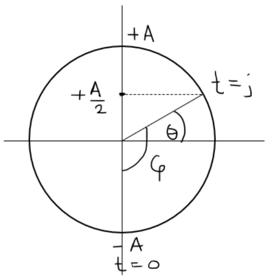
Όταν το σώμα Σ_1 κινείται πάνω από τη ΘΙ $T_s < T_{s\,max}$, οπότε το σώμα Σ_2 δεν ολισθαίνει.

όπου $T_{s\,max} = \mu_s N_2 = \mu_s m_2 g\, \sigma\upsilon\nu\varphi = \dfrac{\sqrt{3}}{2} 80 \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow T_{s\,max} = 60N$

Σε τυχαία θέση κάτω από τη ΘΙ τη στιγμή που αρχίζει η ολίσθηση του σώματος Σ_2

οριακά ισχύει $\Sigma F_{2x} = 0 \Rightarrow T_{s\,max} = W_{2x} + F_{\varepsilon\lambda} \Rightarrow T_{s\,max} = m_2 g\,\eta\mu\varphi + k(\Delta\ell' + x)$

$\Rightarrow 60 = 40 + 100(0{,}1 + x) \Rightarrow 20 = 100(0{,}1 + x) \Rightarrow 0{,}2 = 0{,}1 + x \Rightarrow x = +0{,}1m = +A/2$



$D = k = m_1 \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{k/m_1} = \sqrt{\dfrac{100}{2}} = \sqrt{50} = 5\sqrt{2}\ rad/s$

$\eta\mu\theta = \dfrac{A/2}{A} = 1/2 \rightarrow \theta = \pi/6$ και $\varphi = \pi/2 + \theta = \pi/2 + \pi/6 = 2\pi/3.$

$\varphi = \omega \cdot t \Rightarrow t = \dfrac{\varphi}{\omega} = \dfrac{2\pi/3}{5\sqrt{2}} = \dfrac{2\pi}{15\sqrt{2}} = \dfrac{2\pi\sqrt{2}}{15 \cdot 2} \Rightarrow \boxed{t = \dfrac{\pi\sqrt{2}}{15}\ sec}$