

ΘΕΜΑ Α

A1. Πλαίσιο περιστρέφεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου με συχνότητα f . Αν υποδιπλασιάσουμε τη συχνότητα τότε η ενεργός τάση της εναλλασσόμενης τάσης που παράγεται:

- α. παραμένει ίδια. β. διπλασιάζεται.
- γ. υποδιπλασιάζεται. δ. πολλαπλασιάζεται με το $\sqrt{2}$.

α. ίδιες μάζες.
β. ίδιες κινητικές ενέργειες.
γ. ίδιες ορμές.
δ. αντίθετες ταχύτητες.

α. μεταβάλλεται αρμονικά. β. παραμένει σταθερός.
γ. μειώνεται εκθετικά. δ. μειώνεται γραμμικά.

α. εφαπτόμενες στην περιφέρεια του δίσκου. β. κάθετες μεταξύ τους.

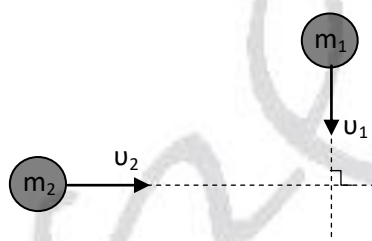
γ. ίδιες μεταξύ τους. δ. αντίθετες μεταξύ τους.

- Στη ροή των ιδανικών ρευστών, η εξίσωση Bernoulli εκφράζει την αρχή διατήρησης της ενέργειας.
- Όταν η μαγνητική ροή που διαπερνά την επιφάνεια ενός αγωγού μεταβάλλεται τότε αναγκαστικά αυτός ο αγωγός διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα.
- Κατά την ανελαστική κρούση η ενέργεια του συστήματος διατηρείται σταθερή.

- δ. Διπλασιάζοντας το μέτρο των δύο δυνάμεων ενός ζεύγους δυνάμεων και διατηρώντας της απόστασή τους σταθερή επιτυγχάνουμε τετραπλασιασμό του μέτρου της ροπής του ζεύγους.
- ε. Σε κάθε σημείο των ρευματικών γραμμών ενός ιδανικού ρευστού, το διάνυσμα της ταχύτητας των μορίων του ρευστού είναι κάθετο σε αυτές.

ΘΕΜΑ Β

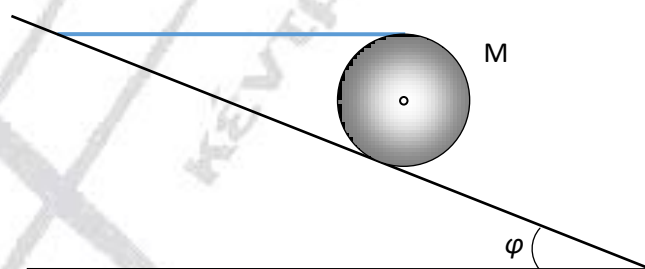
- B1.** Δύο μάζες $m_1 = 4 \text{ kg}$ και $m_2 = 1 \text{ kg}$ κινούνται στην επιφάνεια ενός τραπέζιου χωρίς τριβές, σε κάθετες διευθύνσεις με ταχύτητες $u_1 = 2 \text{ m/s}$ και $u_2 = 6 \text{ m/s}$, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Αν οι σφαίρες συγκρούονται πλαστικά, η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος είναι:



- α. 10 J β. 20 J γ. 5 J

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

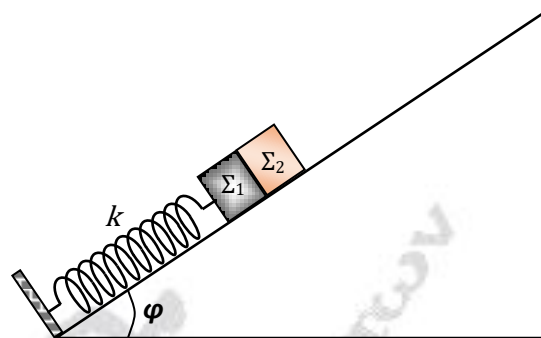
- B2.** Δίσκος μάζας M ισορροπεί στο κεκλιμένο επίπεδο του σχήματος γωνίας φ ($\eta\mu\varphi = 0,8$, $\sigma\upsilon\eta\varphi = 0,6$) με τη βοήθεια νήματος το οποίο είναι οριζόντιο και τυλιγμένο στην περιφέρειά του. Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι g . Η δύναμη στατικής τριβής που δέχεται ο δίσκος:



- α. έχει μέτρο $T_{\sigma\tau} = Mg/\sqrt{2}$ και φορά προς τα πάνω.
- β. έχει μέτρο $T_{\sigma\tau} = Mg/2$ και φορά προς τα πάνω.
- γ. έχει μέτρο $T_{\sigma\tau} = 2Mg$ και φορά προς τα κάτω.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

- B3.** Το ένα άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k είναι στερεωμένο στο κάτω άκρο λείου κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης φ , ενώ στο άλλο άκρο του είναι δεμένο σώμα Σ_1 μάζας m . Άλλο σώμα Σ_2 μάζας $3m$ βρίσκεται σε επαφή με το Σ_1 χωρίς τα δύο σώματα να είναι κολλημένα μεταξύ τους. Αρχικά το σύστημα των δύο σωμάτων ισορροπεί, όπως φαίνεται στο σχήμα. Εκτρέπουμε το σύστημα στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου προς τα πάνω, φέρνοντας το ελατήριο στη θέση φυσικού μήκους και το αφήνουμε ελεύθερο να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση, με σταθερά επαναφοράς ίση με τη σταθερά του ελατηρίου k . Όταν το σύστημα βρεθεί στην κάτω ακραία θέση της ταλάντωσης του, αφαιρούμε ακαριαία το σώμα Σ_2 και το σώμα Σ_1 εκτελεί στη συνέχεια απλή αρμονική ταλάντωση. Θεωρούμε ότι οι διαστάσεις των σωμάτων είναι αμελητέες και ότι και το σύστημα αλλά και το Σ_1 εκτελούν ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς ίση με τη σταθερά του ελατηρίου k . Ο λόγος $\frac{u_{\max,1}}{u_{\max}}$ των μέγιστων ταχυτήτων $u_{\max,1}$ του σώματος Σ_1 και $u_{\max}$ του συστήματος είναι ίσος με:

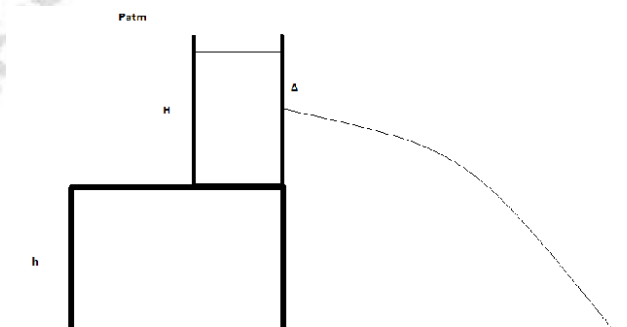


- α. $3/2$ β. $5/2$ γ. $7/2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

ΘΕΜΑ Γ

Ένα κυλινδρικό δοχείο περιέχει ιδανικό ρευστό του οποίου η ελεύθερη επιφάνειά του βρίσκεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα. Το δοχείο περιέχει νερό πυκνότητας $\rho=1000\text{kg/m}^3$ σε ύψος $H=15\text{ m}$. Σε σημείο Δ των πλευρικών τοιχωμάτων ανοίγουμε μια μικρή τρύπα εμβαδού $A_1=2\text{ cm}^2$ ενώ ταυτόχρονα παρέχουμε νερό μέσω σωλήνα από το πάνω μέρος ώστε η ελεύθερη στάθμη του νερού να παραμένει σε ύψος H . Το δοχείο βρίσκεται πάνω στην άκρη μιας βάσης ύψους $h=70\text{ m}$ και η φλέβα του νερού εξέρχεται από την τρύπα Δ με ταχύτητα $u_1=10\text{ m/s}$.

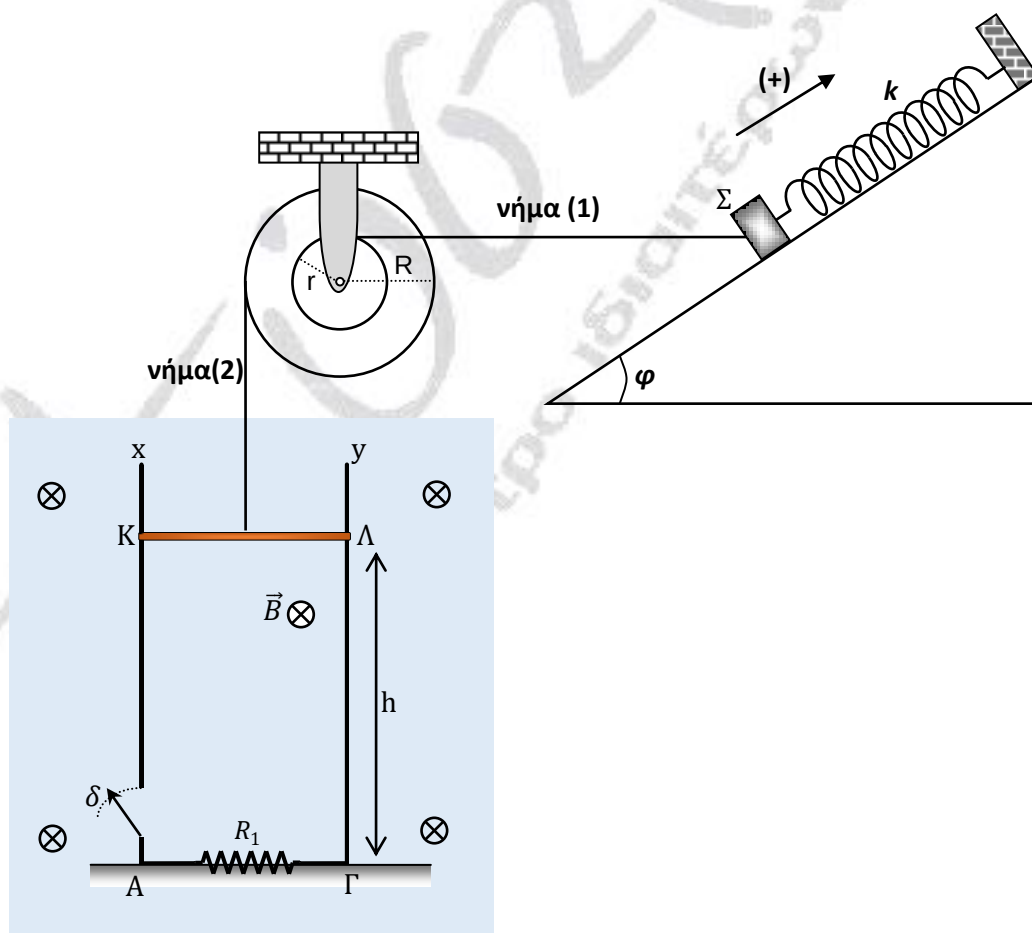


Δίνεται $g=10 \text{ m/s}^2$.

- Γ1.** Να βρεθεί το ύψος από το έδαφος που ανοίξαμε την τρύπα στο Δ.
- Γ2.** Να υπολογίσετε τη μάζα του νερού που βρίσκεται στον αέρα κάθε χρονική στιγμή μετά τη στιγμή που η φλέβα έφτασε στο έδαφος.
- Γ3.** Να υπολογίσετε την παροχή του σωλήνα και το βεληνεκές της φλέβας.
- Γ4.** Να βρεθεί η γωνιά που σχηματίζει η ταχύτητα της φλέβας νερού με την οριζόντιο την χρονική στιγμή $t=3\text{ s}$

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα (Σ) μάζας $m=2\text{kg}$ είναι δεμένο στο ένα άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k=200\text{N/m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο. Το σώμα ισορροπεί ακίνητο σε επαφή με το λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης φ ($\eta\mu\varphi=0,6$, $\sigma\upsilon\eta\varphi=0,8$), όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σώμα είναι δεμένο επίσης στο ένα άκρο ενός οριζόντιου, λεπτού, αβαρούς και μη εκτατού νήματος (1), το άλλο άκρο του οποίου είναι τυλιγμένο γύρω από τον εσωτερικό κύλινδρο ακτίνας r ενός στερεού, που αποτελείται από δύο ομοαξονικούς κυλίνδρους. Στον εξωτερικό κύλινδρο του στερεού, ακτίνας $R=2r$, είναι τυλιγμένο ένα δεύτερο λεπτό, αβαρές και μη εκτατό νήμα (2), στο άλλο άκρο του οποίου κρέμεται από το μέσον του ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους $\ell=1\text{m}$, μάζας $M=1\text{kg}$ και ωμικής αντίστασης $R_{\text{ΚΛ}}=0,3\Omega$. Ο αγωγός ΚΛ μπορεί να κινείται χωρίς τριβές έχοντας τα άκρα του σε συνεχή επαφή με δύο κατακόρυφους ακλόνητους οδηγούς Αx και Γy αμελητέας ωμικής αντίστασης. Τα άκρα Α και Γ των δύο οδηγών βρίσκονται σε επαφή με μονωμένο δάπεδο και συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1=0,5\Omega$. Το ύψος από το δάπεδο στο οποίο βρίσκεται ο αγωγός είναι $h = 5,6\text{ m}$. Ο οδηγός Αx έχει λίγο πριν το άκρο του Α ανοικτό διακόπτη δ. Η διάταξη οδηγού-αγωγός ΚΛ βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B=1\text{T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο των δύο αγωγών.



Το σύστημα σώμα (Σ) –στερεό-αγωγός ΚΛ είναι ακίνητο.

Δ1. Να βρεθεί η αρχική επιμήκυνση του ελατηρίου.

Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ κόβουμε τα νήματα (1) και (2) που συνδέουν το στερεό με το σώμα (Σ) και τον αγωγό ΚΛ αντίστοιχα. Το σώμα (Σ) αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D=k$ και ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να πέφτει παραμένοντας διαρκώς οριζόντιος και σε αγωγίμη επαφή με τους οδηγούς.

- Δ2.** Να γράψετε την χρονική εξίσωση της δύναμης που δέχεται το σώμα (Σ) από το ελατήριο. Να θεωρήσετε θετική τη φορά προς το πάνω μέρος του κεκλιμένου επιπέδου.

Κάποια χρονική στιγμή t_1 κλείνουμε το διακόπτη δ και διαπιστώνουμε ότι ο αγωγός ΚΛ φτάνει στο δάπεδο τη στιγμή t_2 . Μετρήθηκε επίσης ότι το φορτίο που πέρασε από μια διατομή του αγωγού ΚΛ στο χρονικό διάστημα από $t_0=0$ έως t_2 ήταν $q = 3 \text{ C}$.

- Δ3.** Να υπολογίσετε την ταχύτητα του αγωγού ΚΛ τη στιγμή t_1 . Στη συνέχεια να περιγράψετε την κίνηση του αγωγού από τη στιγμή t_1 έως τη στιγμή t_2 και να κάνετε τη γραφική παράσταση της επιτάχυνσης του αγωγού ΚΛ σε σχέση με το χρόνο για όλη τη διάρκεια της πτώσης του.
- Δ4.** Να βρεθεί το ποσοστό της αρχικής δυναμικής ενέργειας του αγωγού ΚΛ που μετατράπηκε σε θερμότητα, λόγω φαινομένου Joule, κατά τη διάρκεια της πτώσης του.
- Δ5.** Να γίνει το διάγραμμα της πολικής τάσης που εμφανίζεται στα άκρα του αγωγού σε συνάρτηση με το χρόνο.

Δίνονται:

- η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10 \text{ m/s}^2$,

Να θεωρήσετε ότι:

- η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα για όλα τα σώματα

ΛΥΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. γ, A2. α, A3. β, A4. γ, A5. α) Σ, β) Λ, γ) Σ, δ) Λ, ε) Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή απάντηση είναι η (α).

Σύμφωνα με την Α.Δ.Ο. έχουμε:

$$\vec{p}_{\text{αρχ}} = \vec{p}_{\text{τελ}} \Rightarrow \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_\Sigma \quad \text{όπου } \vec{p}_\Sigma \text{ η ορμή του συσσωματώματος.}$$

Άρα για το μέτρο της $\vec{p}_\Sigma$ ισχύει:

$$p_\Sigma = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} \Rightarrow (m_1 + m_2)V = \sqrt{m_1^2 u_1^2 + m_2^2 u_2^2} \Rightarrow V = \frac{\sqrt{m_1^2 u_1^2 + m_2^2 u_2^2}}{(m_1 + m_2)}$$

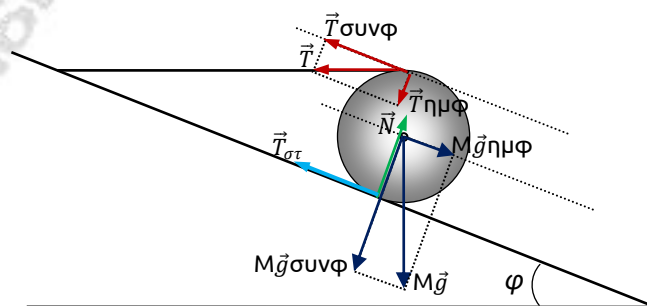
Με αντικατάσταση βρίσκουμε το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος $V=2 \text{ m/s}$.

Άρα η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος είναι:

$$K = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 \Rightarrow K = 10 \text{ J}$$

B2. Σωστή απάντηση είναι η (β).

Στον δίσκο ασκούνται το βάρος του $M\vec{g}$, η τάση του νήματος $\vec{T}$, η κάθετη αντίδραση $\vec{N}$ και η στατική τριβή $\vec{T}_{\text{στ}}$. Καθώς ο δίσκος ισορροπεί, ισχύει $\Sigma \tau = 0$ ως προς οποιοδήποτε σημείο. Βλέπουμε ότι η ροπή της τάσης ως προς το κέντρο Κ του δίσκου είναι αριστερόστροφη, ενώ οι ροπές του βάρους και της $\vec{N}$ είναι μηδενικές. Έτσι, για να εξασφαλιστεί η ισορροπία, η στατική τριβή πρέπει να δημιουργεί μια δεξιόστροφη ροπή ως προς το Κ. Άρα η φορά της πρέπει να είναι προς τα πάνω.



Έχουμε λοιπόν: $\Sigma \tau_{(K)} = 0 \Rightarrow TR - T_{\text{στ}}R = 0 \Rightarrow T = T_{\text{στ}} \quad (1)$

Επίσης: $\Sigma F_x = 0 \Rightarrow Mg \sin \phi - T_{\text{στ}} - T \sin \phi = 0 \xrightarrow{(1)} T_{\text{στ}} + 0,6T_{\text{στ}} = 0,8Mg \Rightarrow 1,6T_{\text{στ}} = 0,8Mg \Rightarrow T_{\text{στ}} = Mg/2$

B3. Σωστή απάντηση είναι η (γ).

Στη Θ.Ι. του συστήματος ισχύει: $\Sigma F_x = 0 \Rightarrow k\Delta\ell = (m_1 + m_2)g\eta\mu\varphi \Rightarrow k\Delta\ell = 4mg\eta\mu\varphi \Rightarrow$

$$\Delta\ell = \frac{4mg\eta\mu\varphi}{k} \quad (1)$$

Η ταλάντωση του συστήματος ξεκινάει από ακραία θέση, η οποία ταυτίζεται με τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου. Άρα για το πλάτος της ισχύει $A = \Delta\ell$, ενώ για τη μέγιστη ταχύτητα έχουμε:

$$u_{\max} = \omega A \Rightarrow u_{\max} = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} A \Rightarrow u_{\max} = \sqrt{\frac{k}{4m}} A \Rightarrow u_{\max} = \sqrt{\frac{k}{m}} \frac{A}{2} \quad (2)$$

Η ταλάντωση του Σ_1 ξεκινάει χωρίς κάποια αρχική ταχύτητα δηλαδή από ακραία θέση. Η ακραία θέση της ταλάντωσης του Σ_1 λοιπόν ταυτίζεται με την ακραία θέση της ταλάντωσης του συστήματος. Στη Θ.Ι. της ταλάντωσης του Σ_1 ισχύει:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow k\Delta\ell_1 = m_1g\eta\mu\varphi \Rightarrow k\Delta\ell_1 = mg\eta\mu\varphi \Rightarrow \Delta\ell_1 = \frac{mg\eta\mu\varphi}{k} \quad \text{ή λόγω της (1)} \quad \Delta\ell_1 = \frac{\Delta\ell}{4} = \frac{A}{4}$$

$$\text{Συνεπώς το πλάτος } A_1 \text{ της ταλάντωσης του } \Sigma_1 \text{ είναι: } A_1 = A + (\Delta\ell - \Delta\ell_1) \Rightarrow A_1 = 2A - \frac{A}{4} = \frac{7A}{4}$$

$$\text{Η μέγιστη ταχύτητα αυτής της ταλάντωσης είναι: } u_{\max,1} = \omega_1 A_1 \Rightarrow u_{\max,1} = \sqrt{\frac{k}{m}} A_1 \Rightarrow u_{\max,1} = \sqrt{\frac{k}{m}} \frac{7A}{4} \quad (3)$$

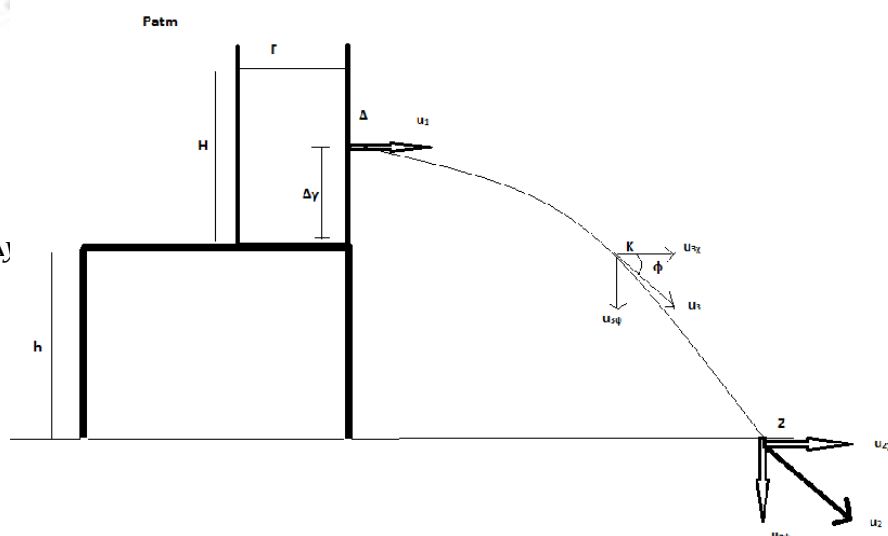
$$\text{Από τις (2) και (3) παίρνουμε: } \frac{u_{\max,1}}{u_{\max}} = \frac{7}{2}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Εφαρμόζοντας την εξίσωση Bernoulli μεταξύ των σημείων Γ και Δ έχουμε

$$P_{atm} + \rho g H = P_{atm} + \rho g \Delta y + \frac{1}{2} \rho u_1^2 \rightarrow \Delta y$$

Άρα το σημείο Δ απέχει από το έδαφος $10 + 70 = 80 \text{ m}$



Γ2. Η παροχή του ρευστού που εξέρχεται από τη μικρή οπή ισούται με

$$\Pi = A_1 \cdot u_1 = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 10 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$\text{Όμως } \Pi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta m / \rho}{\sqrt{\frac{2(h + \Delta y)}{g}}} \rightarrow \Delta m = 8 \text{ kg}$$

Γ3. Αφού η στάθμη του υγρού στο δοχείο παραμένει σταθερή από την εξίσωση συνέχειας $\Pi_{\text{εισ}} = \Pi_{\text{εξ}}$ άρα η παροχή του σωλήνα ισούται με $\Pi = A_1 \cdot u_1 = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 10 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$

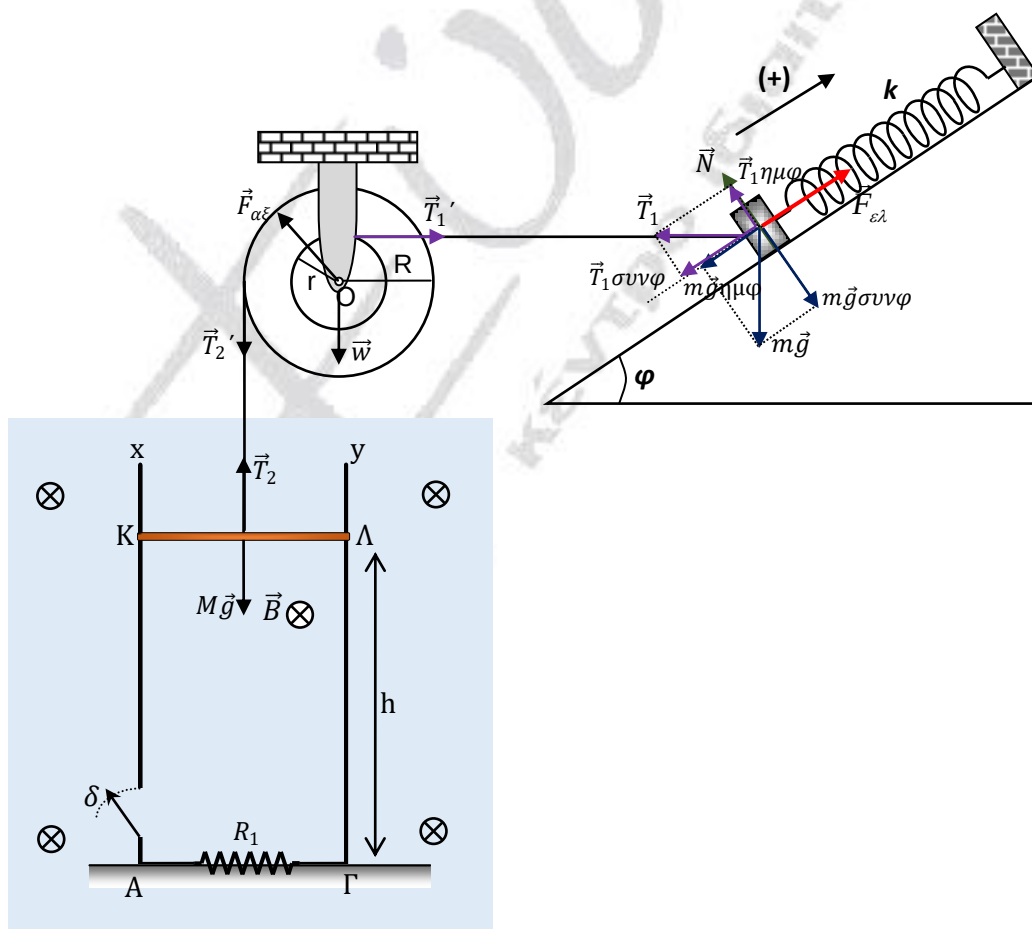
$$t_\pi = \sqrt{\frac{2(h + \Delta y)}{g}} = 4 \text{ s. Άρα } L = u_1 \cdot t_\pi = 40 \text{ m}$$

Γ4. Την $t = 3 \text{ s}$: $u_{3x} = u_1 = 10 \text{ m/s}$ και $u_{3y} = g \cdot t = 20 \text{ m/s}$

Για τη γωνία που σχηματίζει η φλέβα με τον ορίζοντα: $\varepsilon\varphi\varphi = \frac{u_{3x}}{u_{3y}} = \frac{1}{2}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Σχεδιάζουμε όλες τις δυνάμεις κατά την ισορροπία του συστήματος.



Για την ισορροπία του αγωγού ΚΛ: $\Sigma F = 0 \Rightarrow T_2 = Mg \Rightarrow T_2 = 10 \text{ N}$, οπότε και $T_2' = 10 \text{ N}$ αφού το νήμα (2) είναι αβαρές.

Για την ισορροπία του στερεού: $\Sigma \tau_{(O)} = 0 \Rightarrow T_2' R - T_1' r = 0 \Rightarrow 2T_2' r = T_1' r \Rightarrow T_1' = 20 \text{ N}$, οπότε και $T_1 = 20 \text{ N}$ αφού το νήμα (1) είναι αβαρές.

Το σώμα (Σ) ισορροπεί: $\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_{ελ} - mg \sin \varphi - T_1 \sin \varphi = 0 \Rightarrow k \Delta \ell_0 = mg \sin \varphi + T_1 \sin \varphi$ και αντικαθιστώντας βρίσκουμε: $\Delta \ell_0 = 0,14 \text{ m}$ που είναι η αρχική επιμήκυνση του ελατηρίου.

Δ2. Για την ταλάντωση του (Σ): $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10 \text{ rad/s}$, ενώ η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης θα είναι $x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$.

Η ταλάντωση του (Σ) ξεκινάει από την ακραία αρνητική του θέση, οπότε για $t=0$ και $x=-A$:

$$-A = A \sin \varphi_0 \quad \text{ή} \quad \sin \varphi_0 = -1 \quad \text{ή} \quad \varphi_0 = \frac{3\pi}{2} \text{ rad} \quad \text{εφόσον πρέπει } 0 \leq \varphi_0 \leq 2\pi \text{ rad.}$$

Στη Θ.Ι. της ταλάντωσης ισχύει: $\Sigma F_x = 0 \Rightarrow k \Delta \ell_1 = mg \sin \varphi \Rightarrow \Delta \ell_1 = \frac{mg \sin \varphi}{k} \Rightarrow \Delta \ell_1 = 0,12 \text{ m}$.

Το πλάτος θα είναι: $A = \Delta \ell_0 - \Delta \ell_1$ οπότε $A = 0,02 \text{ m}$.

Έτσι η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης είναι: $x = 0,02 \sin \left(10t + \frac{3\pi}{2} \right)$ (S.I.).

Ισχύει: $\Sigma F_x = -kx \Rightarrow F_{ελ} - mg \sin \varphi = -kx \Rightarrow F_{ελ} = -kx + mg \sin \varphi$ και αντικαθιστώντας τα παραπάνω προκύπτει:

$$F_{ελ} = -4 \sin \left(10t + \frac{3\pi}{2} \right) + 12 \quad (\text{S.I.}).$$

Δ3. Το φορτίο που πέρασε από μια διατομή του αγωγού ΚΛ εμφανίστηκε στο χρονικό διάστημα από t_1 , που έκλεισε ο διακόπτης, έως t_2 . Μόνο σε αυτό το χρονικό διάστημα διαρρέεται από ρεύμα ο αγωγός λόγω φαινομένου επαγωγής. Έστω y_2 η απόσταση που διανύει ο αγωγός σε αυτό το χρονικό διάστημα.

$$\text{Είναι } q = \frac{\Delta \Phi}{R_{ΚΛ} + R_1} = \frac{B \Delta A}{R_{ΚΛ} + R_1} = \frac{B y_2}{R_{ΚΛ} + R_1} \quad \text{απ' όπου βρίσκουμε: } y_2 = 2,4 \text{ m.}$$

Συνεπώς ο αγωγός εκτέλεσε αρχικά ελεύθερη πτώση διανύοντας: $y_1 = h - y_2 = 3,2 \text{ m}$.

Έτσι η χρονική στιγμή t_1 ισούται με: $t_1 = \sqrt{\frac{2y_1}{g}} \Rightarrow t_1 = 0,8 \text{ s}$

Άρα η ταχύτητα του αγωγού την t_1 θα είναι: $u_1 = g t_1$ οπότε $u_1 = 8 \text{ m/s}$

Την t_1 η ΗΕΔ από επαγωγή στον αγωγό είναι $E_{εν} = B u_1 \ell = 8 \text{ V}$ και το επαγωγικό ρεύμα στο κύκλωμα είναι: $I_{εν} = \frac{E_{εν}}{R_{ΚΛ} + R_1} = 10 \text{ A}$. Ο αγωγός δέχεται δύναμη Laplace:

$$F_L = B I_{εν} \ell = 10 \text{ N.}$$

Εκείνη τη στιγμή λοιπόν: $\Sigma F = Ma \Rightarrow F_L - Mg = Ma \Rightarrow a = 0$.

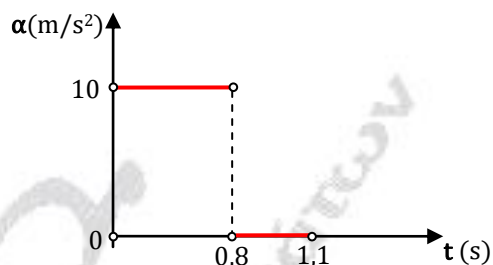
Άρα ο αγωγός εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση στο χρονικό διάστημα από t_1 έως t_2 .

Τελικά το διάγραμμα επιτάχυνσης χρόνου είναι αυτό που φαίνεται στο σχήμα.

Για τη διάρκεια της Ε.Ο.Κ. έχουμε:

$$\Delta t = y_2 / u_1 \quad \text{δηλ} \quad \Delta t = 0,3 \text{ s}$$

$$\text{οπότε } t_2 = t_1 + \Delta t \quad \text{δηλ} \quad t_2 = 1,1 \text{ s.}$$



Δ4. Η θερμότητα λόγω φαινομένου Joule στο χρονικό διάστημα $t_1 \rightarrow t_2$ μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση: $Q = I_{\epsilon\eta}^2 (R_{\text{ΚΛ}} + R_1) \Delta t$ απ' όπου βρίσκουμε: $Q = 24 \text{ J}$

Το ζητούμενο ποσοστό είναι:

$$\eta\% = \frac{Q}{U} 100\% = \frac{Q}{Mgh} 100\% \quad \text{και με αντικατάσταση:} \quad \Pi\% = \frac{300}{7} \%$$

Δ5. Από $t_0 = 0$ έως την $t_1 = 0,8 \text{ s}$ η πολική τάση στα άκρα του αγωγού, εφόσον αυτός δεν διαρρέεται από ρεύμα, περιγράφεται από τη σχέση:

$$V_n = E_{\epsilon\eta} \Rightarrow V_n = Bu\ell \Rightarrow V_n = Bgt\ell \Rightarrow V_n = 10t \quad (\text{S.I.})$$

Από $t_1 = 0,8 \text{ s}$ έως την $t_2 = 1,1 \text{ s}$ η πολική τάση στα άκρα του αγωγού περιγράφεται από τη σχέση:

$$V_n = E_{\epsilon\eta} - I_{\epsilon\eta}R \Rightarrow V_n = Bu_1\ell - I_{\epsilon\eta}R_{\text{ΚΛ}} \Rightarrow V_n = 5 \text{ V}$$

Άρα τελικά:

$$V_n = \begin{cases} 10t & \text{για } t < 0,8 \text{ s} \\ 5 \text{ V} & \text{για } 0,8 \text{ s} \leq t \leq 1,1 \text{ s} \end{cases}$$

Η γραφική παράσταση αυτής της συνάρτησης είναι:

