JUSTPHYSICS ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΦΥΣΙΚΗΣ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΤΑΞΗ: **Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

Ημερομηνία: Πέμπτη 6 Μαΐου 2021
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

*Στις ημιτελείς προτάσεις **Α1 – Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.*

Α1. Ένας ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης Ι.

α. Στον αγωγό ασκείται δύναμη Laplace.

β. Όσο απομακρυνόμαστε από τον αγωγό το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου αυξάνεται.

γ. Αν φέρουμε έναν όμοιο αγωγό παράλληλα με τον πρώτο σε απόσταση r ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης 2Ι, η συνισταμένη δύναμη στο σύστημα των αγωγών είναι μηδέν.

δ. Αν φέρουμε έναν όμοιο αγωγό παράλληλα με τον πρώτο σε απόσταση r ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης 2Ι, το μέτρο της δύναμης που ασκείται στον δεύτερο αγωγό είναι διπλάσιο από το μέτρο της δύναμης που ασκείται στον πρώτο.

Μονάδες 5

Α2. Ένα σώμα Σ εκτελεί ταυτόχρονα δυο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που γίνονται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Οι χρονικές εξισώσεις των ταλαντώσεων στο S.I. είναι $x_1=0{,}4ημ100t$ και $x_2=0{,}4ημ104t$.

α. Η συνισταμένη ταλάντωση έχει σταθερό πλάτος Α=0,8 m.

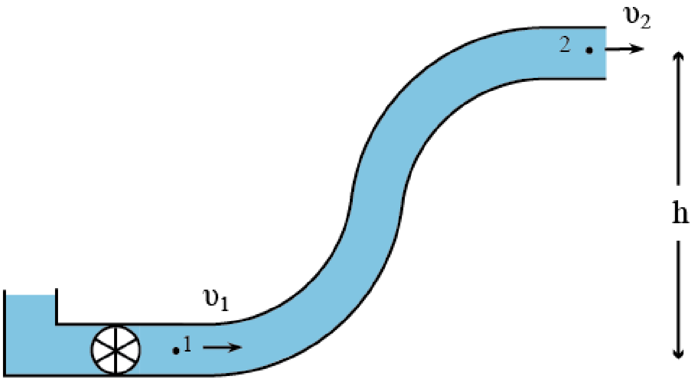
β. Η ενέργεια της συνισταμένης ταλάντωσης μεταβάλλεται μεταξύ των τιμών μηδέν και μιας μέγιστης τιμής.

γ. Η γωνιακή συχνότητα της συνισταμένης ταλάντωσης μεταβάλλεται μεταξύ των τιμών 100rad/s και 104rad/s.

δ. Η διαφορά φάσης των αρχικών ταλαντώσεων είναι σταθερή.

Μονάδες 5

Α3. Μια αντλία ανεβάζει το νερό σε ύψος h μέσω ενός σωλήνα σταθερής διατομής. Για τις πιέσεις και τις ταχύτητες του νερού στα σημεία 1 και 2 ισχύει:



α. $p_1=p_2$ και $υ_1=υ_2$.

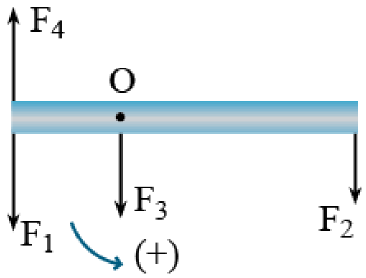
β. $p_1<p_2$ και $υ_1=υ_2$.

γ. $p_1>p_2$ και $υ_1=υ_2$.

δ. $p_1=p_2$ και $υ_1>υ_2$.

Μονάδες 5

Α4. Στο παρακάτω σχήμα η ράβδος μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το σημείο Ο.



α. Η ροπή της F_3 ως προς το Ο είναι θετική.

β. Η ροπή της F_2 ως προς το Ο είναι μηδέν.

γ. Η ροπή της F_1 ως προς το Ο είναι θετική.

δ. Η ροπή της F_4 ως προς το Ο είναι θετική.

Μονάδες 5

Α5. *Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη.*

α. Ένα σωληνοειδές διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης Ι. Αν το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στην περιοχή κοντά στα άκρα του σωληνοειδούς είναι Β, τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο κέντρο του σωληνοειδούς είναι 2Β.

β. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σταθερού πλάτους Α. Όταν το σώμα βρίσκεται σε απομάκρυνση $x=A/2$ η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης και η κινητική ενέργεια του σώματος είναι ίσες.

γ. Η ταχύτητα εκροής ενός υγρού που βρίσκεται μέσα σε δοχείο, από στόμιο που βρίσκεται σε βάθος h από την ελεύθερη επιφάνειά του είναι ίση με την ταχύτητα που θα είχε το υγρό αν έπεφτε ελεύθερα από ύψος h.

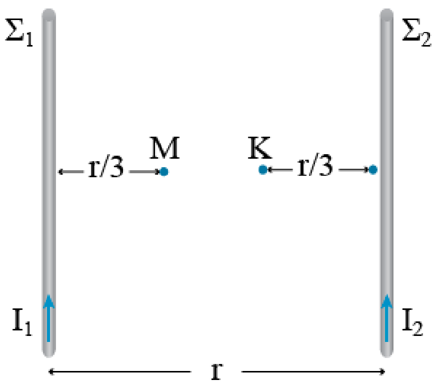
δ. Στην ομαλή κύλιση ενός τροχού η ταχύτητα της μεταφορικής κίνησης είναι ίση με τη γραμμική ταχύτητα των σημείων της περιφέρειας του τροχού.

ε. Η ροπή μιας δύναμης ως προς ορισμένο σημείο εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από το μέτρο της δύναμης.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Στο παρακάτω σχήμα οι δύο ευθύγραμμοι και παράλληλοι αγωγοί μεγάλου μήκους Σ_1 και Σ_2, διαρρέονται από σταθερά ηλεκτρικά ρεύματα εντάσεων $I_1=I$ και I_2 αντίστοιχα. Η απόσταση των δύο αγωγών είναι r και η ένταση του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο σημείο Μ είναι μηδέν.



Τοποθετούμε στο σημείο Κ παράλληλα με τους αρχικούς αγωγούς και στο ίδιο επίπεδο με αυτούς, έναν αγωγό $Σ_3$ μήκους ℓ και μάζας m ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα $I_3=2I$. Ο αγωγός $Σ_3$ θα αρχίσει να κινείται με επιτάχυνση μέτρου:

α. $α = K_μ \dfrac{18I^2}{mr}\ell$

β. $α = K_μ \dfrac{9I^2}{mr}\ell$

γ. $α = K_μ \dfrac{14I^2}{mr}\ell$

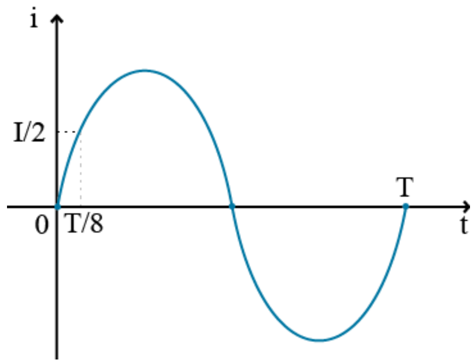
Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

Β2. Τροφοδοτούμε μια ωμική αντίσταση R με συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης Ι. Σε χρόνο Δt πάνω στην αντίσταση παράγεται θερμότητα Q_1. Τροφοδοτούμε την ίδια αντίσταση με εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα η ένταση του οποίου μεταβάλλεται με το χρόνο σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα. Στον ίδιο χρόνο Δt παράγεται στην αντίσταση θερμότητα Q_2. Ο λόγος των θερμοτήτων $\dfrac{Q_1}{Q_2}$ είναι:



α. $\dfrac{Q_1}{Q_2} = 1$

β. $\dfrac{Q_1}{Q_2} = 4$

γ. $\frac{Q_1}{Q_2} = 2$

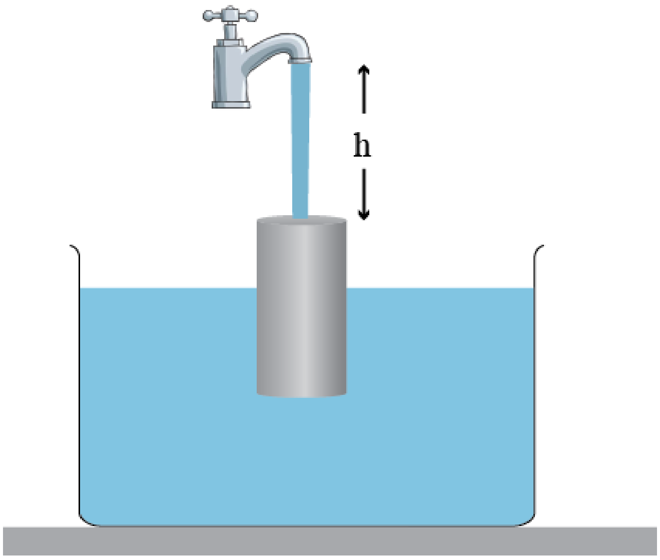
Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

Β3. Ένας κύλινδρος $Σ_1$ εμβαδού διατομής 10Α ισορροπεί βυθισμένος μέσα σε νερό πυκνότητας ρ. Πάνω από τον κύλινδρο και στην ίδια κατακόρυφο με τον άξονά του βρίσκεται το στόμιο βρύσης εμβαδού διατομής Α, από την οποία ρέει νερό ίσης πυκνότητας ρ με παροχή Π. Το στόμιο της βρύσης βρίσκεται σε απόσταση h από την πάνω βάση του κυλίνδρου. Το νερό μετά την επαφή του με τον κύλινδρο, έχει μηδενική ταχύτητα και απομακρύνεται με την βοήθεια ενός αβαρούς μηχανισμού. Κάποια χρονική στιγμή σταματάμε τη ροή του νερού από τη βρύση και ο κύλινδρος αρχίζει να κινείται. Αν η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι g, η ελάχιστη απόσταση την πάνω βάσης του κυλίνδρου από το στόμιο της βρύσης κατά την κίνησή του είναι:



α. $d_{min} = h - \frac{Π}{10gA}\sqrt{\frac{Π^2}{A^2} + 2gh}$

β. $d_{min} = h - \frac{Π}{10gA}\sqrt{\frac{Π}{A} + 2gh}$

γ. $d_{min} = h - \dfrac{\Pi}{5gA}\sqrt{\dfrac{\Pi^2}{A^2} + 2gh}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

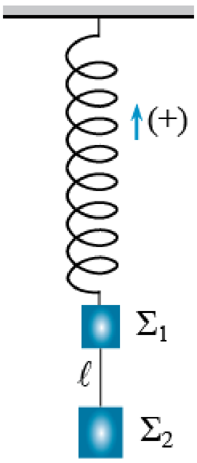
Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Στο σχήμα τα σώματα Σ_1 και Σ_2 (αμελητέων διαστάσεων) έχουν μάζες m_1=1Kg και m_2=3Kg αντίστοιχα και συνδέονται με αβαρές και μη εκτατό νήμα μήκους ℓ=0,1m. Το σώμα Σ_1 είναι δεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς K=100N/m το άλλο άκρο του ο-ποίου είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο. Το σύστημα αρχικά ισορροπεί.



Γ1. Να υπολογίσετε την αρχική δυναμική ενέργεια που έχει το ελατήριο.

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή t_o=0 κόβουμε το νήμα οπότε το σώμα Σ_1 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

Γ2. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που το σώμα φτάνει για πρώτη φορά στη θέση που η κινητική του ενέργεια και η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι ίσες.

Μονάδες 6

Γ3. Να γράψετε την εξίσωση που δίνει το ρυθμό μεταβολής της ορμής του σώματος Σ_1 σε συνάρτηση με το χρόνο και να τη σχεδιάσετε για χρόνο δυο περιόδων.

Μονάδες 7

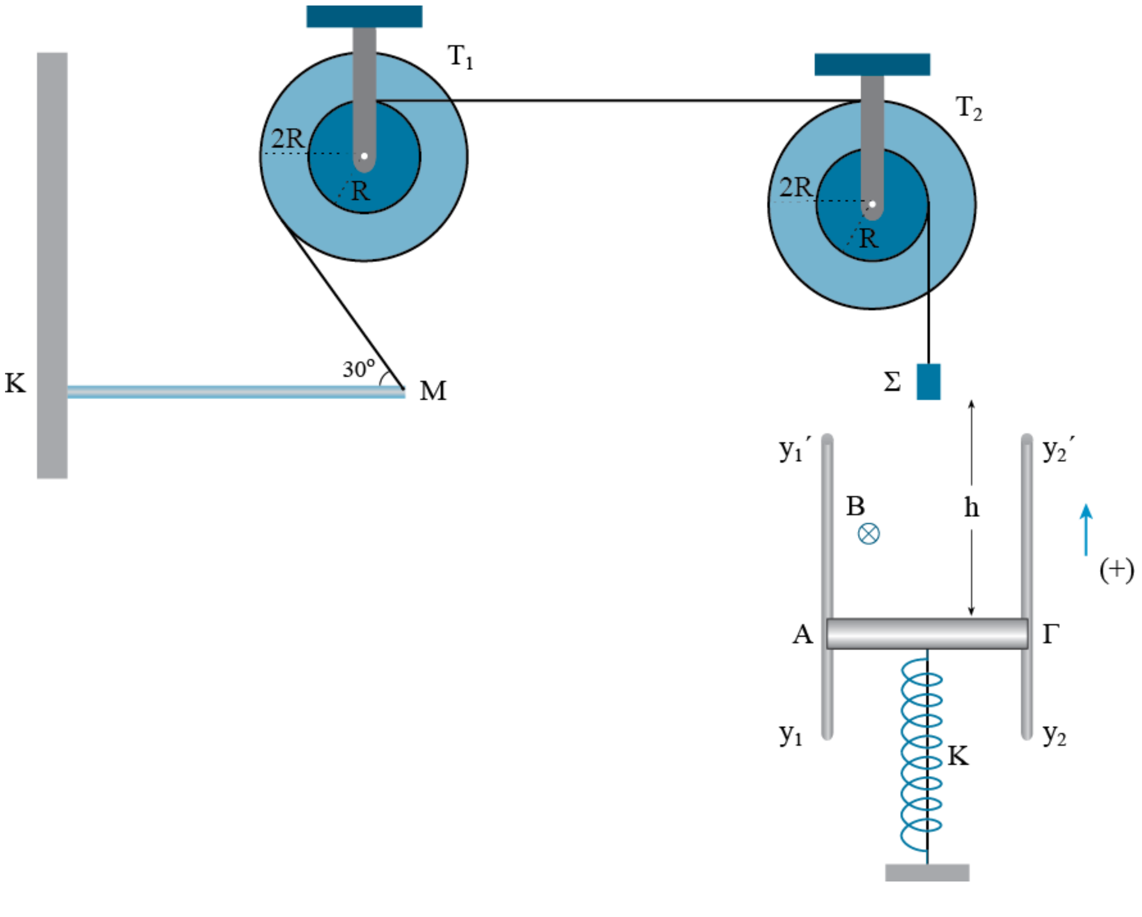
Γ4. Να υπολογίσετε την απόσταση των δυο σωμάτων τη χρονική στιγμή που το σώμα $Σ_1$ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της ταλάντωσής του για δεύτερη φορά.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε θετική την φορά που φαίνεται στο σχήμα.
Δίνεται $g=10m/s^2$ και $π^2=10$.

ΘΕΜΑ Δ

Στο παρακάτω σχήμα η ράβδος ΚΜ μάζας m_1=0,4Kg και μήκους L, ισορροπεί σε οριζόντια θέση, με το ένα άκρο της να ακουμπάει στον κατακόρυφο τοίχο ενώ το άλλο άκρο της είναι στερεωμένο μέσω νήματος στη διπλή τροχαλία T_1. Οι ακτίνες της διπλής τροχαλίας T_1 είναι $R_1=R$ και $R_2=2R$. Το σώμα Σ μάζας m ισορροπεί μέσω ενός νήματος στην άλλη διπλή τροχαλία T_2. Οι ακτίνες της διπλής τροχαλίας T_2 είναι $R_3=R$ και $R_4=2R$. Ο αγωγός ΑΓ μάζας m και μήκους ℓ=0,5m, ο οποίος μπορεί να κινείται χωρίς τριβές πάνω στα κατακόρυφα σύρματα y_1y_1' και y_2y_2' ισορροπεί με τη βοήθεια ενός νήματος στο πάνω άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς K=160N/m. Το κέντρο μάζας του αγωγού είναι στερεωμένο στο ελατήριο, το οποίο είναι συσπειρωμένο κατά x_1=0,3m. Κάθετα στο επίπεδο των συρμάτων και του αγωγού ΑΓ υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B=4T.



Δ1. Να υπολογίσετε το συντελεστή στατικής τριβής μεταξύ του τοίχου και της ράβδου ΚΜ.

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή $t_o=0$ κόβουμε τα νήματα που είναι συνδεμένα με το σώμα Σ και με τον αγωγό ΑΓ. Τη χρονική στιγμή που η ΗΕΔ από επαγωγή γίνεται ίση με μηδέν για πρώτη φορά μετά τη χρονική στιγμή $t_o=0$, το σώμα Σ και ο αγωγός ΑΓ συγκρούονται μετωπικά και ελαστικά. Μετά την κρούση το σώμα Σ απομακρύνεται με ένα μηχανισμό.

Δ2. Να υπολογίσετε την αρχική απόσταση h του αγωγού ΑΓ από το σώμα Σ.

Μονάδες 6

Δ3. Να υπολογίσετε το ποσοστό μεταβολής της μέγιστης κινητικής ενέργειας του αγωγού κατά την κίνησή του, πριν και μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Δ4. **i.** Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της ΗΕΔ από επαγωγή από τη χρονική στιγμή $t_o=0$ μέχρι τη χρονική στιγμή της κρούσης και να σχεδιάσετε το αντίστοιχο διάγραμμα.

Μονάδες 6

ii. Να υπολογίσετε το λόγο του μέτρου της ΗΕΔ από επαγωγή που έχει ο αγωγός ΑΓ αμέσως μετά την κρούση προς την μέγιστη ΗΕΔ που αποκτά κατά την κίνησή του μετά την κρούση.

Μονάδες 3

Να θεωρήσετε θετική την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα.
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10m/s^2$ και $\pi^2=10$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

*Στις ημιτελείς προτάσεις **Α1 – Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.*

Α1. γ

Α2. β

Α3. γ

Α4. γ

Α5. Σ, Λ, Σ, Λ, Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η α.

Από το σημείο Μ παίρνουμε:

$$B_1 = B_2 \Rightarrow k_\mu \frac{2I_1}{\frac{r}{3}} = k_\mu \frac{2I_2}{2\frac{r}{3}} \Rightarrow I_2 = 2I_1$$

Υπολογίζουμε τη συνολική δύναμη που ασκείται στον αγωγό Σ_3.

$$\Sigma F = F_1 - F_2 = k_\mu \frac{2I_1I_3}{2\frac{r}{3}}\ell - k_\mu \frac{2I_2I_3}{\frac{r}{3}}\ell = k_\mu \frac{2I\cdot 2I}{2\frac{r}{3}}\ell - k_\mu \frac{2\cdot 2I\cdot 2I}{\frac{r}{3}}\ell \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Sigma F = k_\mu \frac{6I^2}{r}\ell - k_\mu \frac{24I^2}{r}\ell = -k_\mu \frac{18I^2}{r}\ell \Rightarrow |\Sigma F| = k_\mu \frac{18I^2}{r}\ell$$

Και η αρχική επιτάχυνση του αγωγού είναι:

$$\Sigma F = m\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{k_\mu \frac{18I^2}{r}\ell}{m} = k_\mu \frac{18I^2}{mr}\ell$$

Β2. Σωστή η β.

Το ποσό θερμότητας Q_1 είναι:

$$Q_1 = I^2 R\Delta t$$

Υπολογίζουμε το πλάτος της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος και στη συνέχεια την ενεργό τιμή του.

$$i = I_{max}\eta\mu\omega t \Rightarrow \frac{I}{2} = I_{max}\eta\mu\frac{2\pi}{T}\frac{T}{8} \Rightarrow \frac{I}{2} = I_{max}\eta\mu\frac{\pi}{4} \Rightarrow \frac{I}{2} = I_{max}\frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow I_{max} = \frac{\sqrt{2}}{2}I$$

$$I_{\varepsilon\nu} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}I}{\sqrt{2}} = \frac{I}{2}$$

Το ποσό θερμότητας Q_2 είναι:

$$Q_2 = I_{\varepsilon\nu}^2 R\Delta t = \frac{I^2}{4}R\Delta t$$

Και ο λόγος των θερμοτήτων είναι:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{I^2 R\Delta t}{\frac{I^2}{4}R\Delta t} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = 4$$

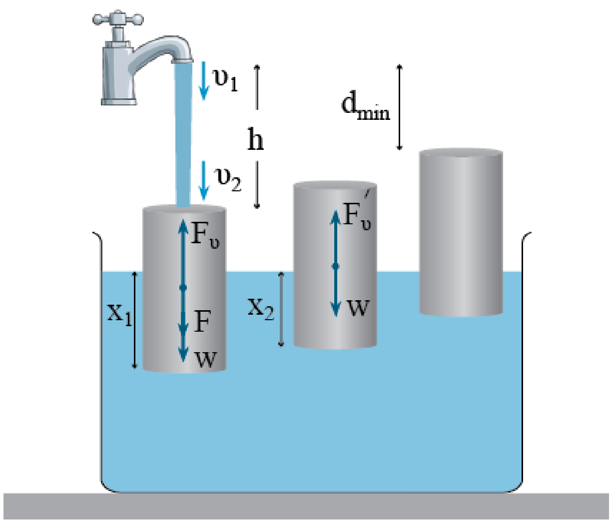
Β3. Σωστή η γ.

Από την παροχή της βρύσης και την εξίσωση του Bernoulli παίρνουμε:

$$\Pi = A\upsilon_1 \Rightarrow \upsilon_1 = \frac{\Pi}{A}$$

$$p_{\alpha\tau\mu} + \frac{1}{2}\rho\upsilon_1^2 + \rho g h = p_{\alpha\tau\mu} + \frac{1}{2}\rho\upsilon_2^2 \Rightarrow \upsilon_2 = \sqrt{\upsilon_1^2 + 2gh} \Rightarrow \upsilon_2 = \sqrt{\frac{\Pi^2}{A^2} + 2gh}$$

Η δύναμη που ασκεί το νερό στον κύλινδρο είναι:



$$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \Rightarrow F = \frac{\Delta m \cdot \upsilon_2}{\Delta t} = \frac{\rho \Delta V \cdot \upsilon_2}{\Delta t} = \rho \Pi \upsilon_2$$

Από την ισορροπία του κυλίνδρου στις δυο θέσεις υπολογίζουμε το πλάτος της ταλάντωσης που εκτελεί ο κύλινδρος.

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F + w = F_\upsilon \Rightarrow \rho\Pi\upsilon_2 + w = \rho g x_1 10A \Rightarrow x_1 = \frac{\rho\Pi\upsilon_2 + w}{\rho g 10A}$$

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow w = F'_\upsilon \Rightarrow w = \rho g x_2 10A \Rightarrow x_2 = \frac{w}{\rho g 10A}$$

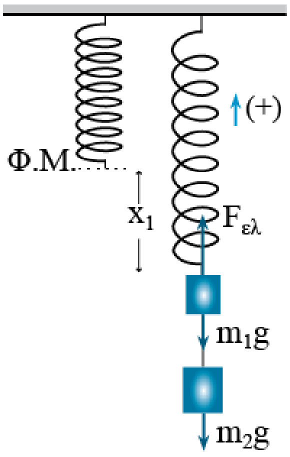
$$A_T = x_1 - x_2 = \frac{\rho\Pi\upsilon_2 + w}{\rho g 10A} - \frac{w}{\rho g 10A} = \frac{\Pi\upsilon_2}{g 10A}$$

Και η ελάχιστη απόσταση είναι:

$$d_{min} = h - 2A_T = h - 2\frac{\Pi\upsilon_2}{g10A} = h - \frac{\Pi}{5gA}\sqrt{\frac{\Pi^2}{A^2} + 2gh}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από την ισορροπία υπολογίζουμε την αρχική επιμήκυνση του ελατηρίου.



$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{ελ} = w_1 + w_2 \Rightarrow K x_1 = m_1 g + m_2 g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 100 x_1 = 40 \Rightarrow x_1 = 0{,}4\ m$$

Και η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου είναι:

$$U_{ελ} = \frac{1}{2} K x_1^2 = \frac{1}{2} 100 \cdot 0{,}4^2 = 8\,J$$

Γ2. Το σώμα $Σ_1$ ξεκινάει την ταλάντωσή του από τη θέση x=−A.

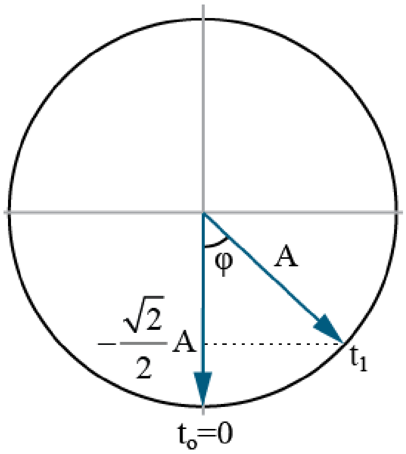
Από τη διατήρηση της ενέργειας στην ταλάντωση παίρνουμε:

$$K+U=E \xrightarrow{K=U} 2U=E \Rightarrow 2\frac{1}{2}Kx_2^2=\frac{1}{2}KA^2 \Rightarrow x_2=\pm\frac{\sqrt{2}}{2}A$$

Το σώμα βρίσκεται σε αρνητική απομάκρυνση. Άρα:

$$x_2=-\frac{\sqrt{2}}{2}A$$

Υπολογίζουμε τη γωνία φ.



$$συνφ=\frac{\left|-\frac{\sqrt{2}}{2}A\right|}{A}=\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow φ=\frac{π}{4}rad$$

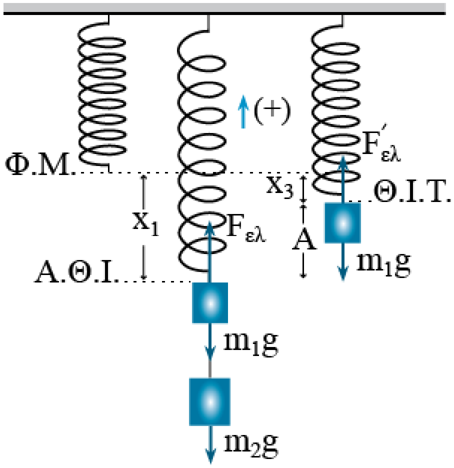
Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι:

$$K=m_1ω^2 \Rightarrow ω=\sqrt{\frac{K}{m_1}}=\sqrt{\frac{100}{1}}=10\,rad/s$$

Και η χρονική στιγμή t_1 είναι:

$$φ=ωt_1 \Rightarrow \frac{π}{4}=10t_1 \Rightarrow t_1=\frac{π}{40}s$$

Γ3. Στη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης παίρνουμε:



$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F'_{ελ} = m_1 g \Rightarrow Kx_3 = m_1 g \Rightarrow x_3 = \frac{m_1 g}{K} = \frac{1 \cdot 10}{100} = 0{,}1\text{m}$$

Το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος $Σ_1$ είναι:

$$A = x_1 - x_3 = 0{,}4 - 0{,}1 = 0{,}3\ \text{m}$$

Υπολογίζουμε την αρχική φάση της ταλάντωσης:

$$x = A \cdot ημ(ωt + φ) \xrightarrow{t=0} -A = Aημφ \Rightarrow ημφ = -1 \Rightarrow ημφ = ημ\left(-\frac{π}{2}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left| \begin{array}{l} φ = 2κπ - \dfrac{π}{2} \xrightarrow{κ=1} \\ φ = 2κπ + π + \dfrac{π}{2} \xrightarrow{κ=0} \end{array} \right. φ = \frac{3π}{2}\text{rad}$$

Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής είναι ίσος με τη συνολική δύναμη που ασκείται στο σώμα $Σ_1$.

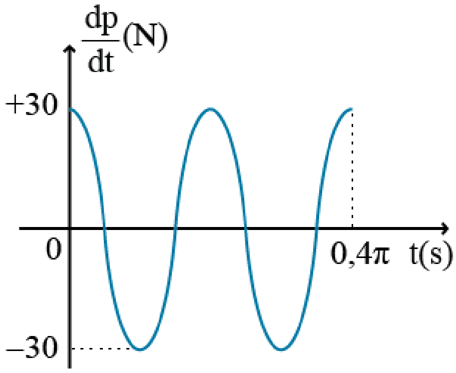
$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \Sigma\vec{F} \Rightarrow \frac{dp}{dt} = -Kx = -KAημ(ωt + φ) \Rightarrow \frac{dp}{dt} = -100 \cdot 0{,}3ημ\left(10t + \frac{3π}{2}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dp}{dt} = -30ημ\left(10t + \frac{3π}{2}\right)$$

Η περίοδος της ταλάντωσης είναι:

$$T = \frac{2π}{ω} = \frac{2π}{10} = 0{,}2π\,\text{s}$$

Και το χρονικό διάγραμμα του ρυθμού μεταβολής της ορμής φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Γ4. Το σώμα $Σ_1$ θα βρεθεί στη θέση ισορροπίας για δεύτερη φορά τη χρονική στιγμή t_2.

$$t_2 = \frac{3T}{4} = \frac{3 \cdot 0,2\pi}{4} = 0,15\pi\,s$$

Στον παραπάνω χρόνο το σώμα $Σ_2$ το οποίο εκτελεί ελεύθερη πτώση θα έχει διανύσει διάστημα d.

$$d = \frac{1}{2} g t_2^2 = \frac{1}{2} 10 (0,15\pi)^2 = 1,125\,m$$

Και η απόσταση των δυο σωμάτων είναι:

$$L = A + \ell + d = 0,3 + 0,1 + 1,125 = 1,525\ m$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Από την ισορροπία της ράβδου παίρνουμε:

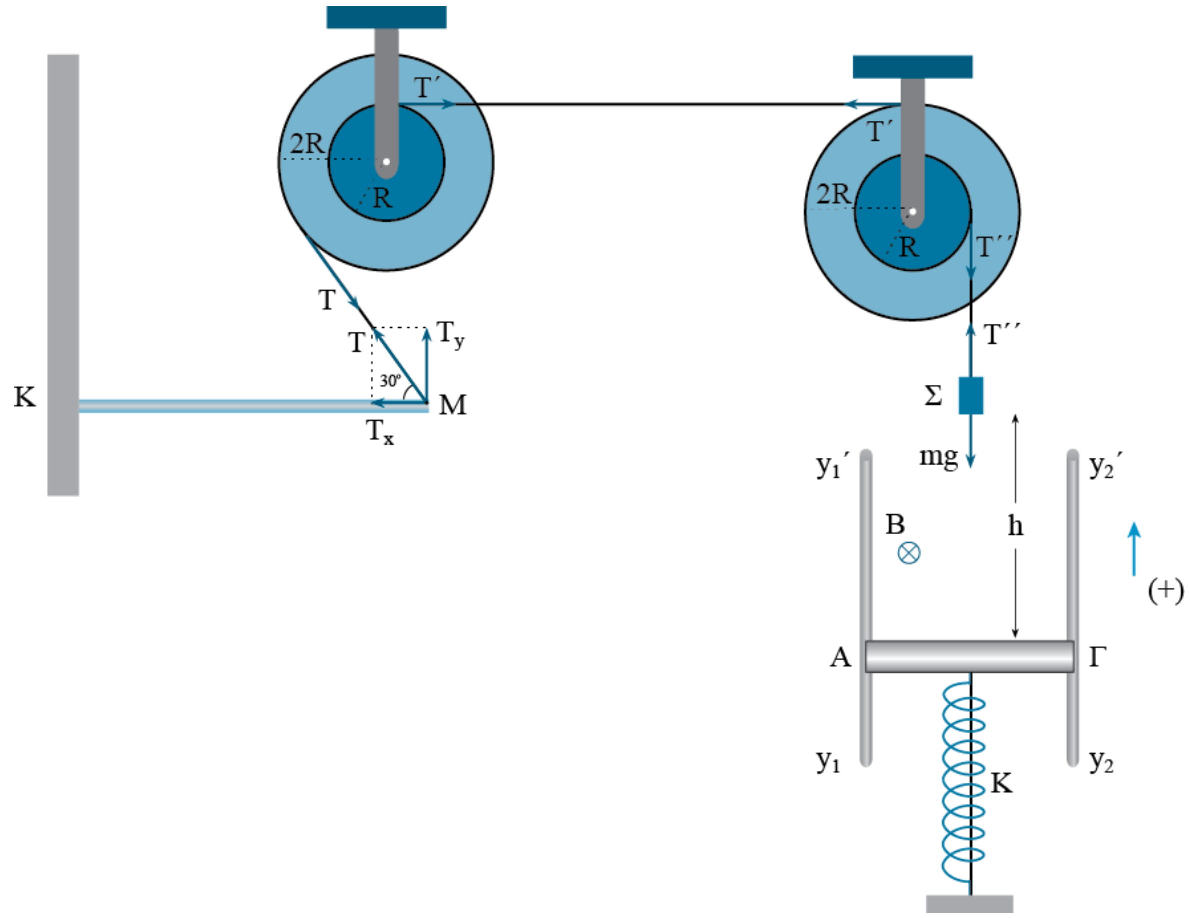
$$\Sigma\tau_{(K)} = 0 \Rightarrow T_y L - m_\rho g \frac{L}{2} = 0 \Rightarrow T_y = 2\,N$$

$$\eta\mu 30^o = \frac{T_y}{T} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{2}{T} \Rightarrow T = 4\,N$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T_\sigma + T_y = w \Rightarrow T_\sigma = 2\,N$$

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow N = T_x = T\sigma\upsilon\nu 30^o = 4\frac{\sqrt{3}}{2} = 2\sqrt{3}\,N$$

$$T_\sigma = \mu_\sigma N \Rightarrow 2 = \mu_\sigma 2\sqrt{3} \Rightarrow \mu_\sigma = \frac{\sqrt{3}}{3}$$



Δ2. Υπολογίζουμε τη μάζα του σώματος Σ η οποία είναι ίση και με τη μάζα του αγωγού ΑΓ.

$$\Sigma\tau = 0 \Rightarrow T2R = T΄R \Rightarrow T΄ = 2T = 8\,N$$

$$\Sigma\tau = 0 \Rightarrow T΄2R = T΄΄R \Rightarrow T΄΄ = 2T΄ = 16\,N$$

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow T΄΄ = mg \Rightarrow 16 = m10 \Rightarrow m = 1{,}6\,Kg$$

Υπολογίζουμε το πλάτος της ταλάντωσης του αγωγού όταν κόβουμε το νήμα.

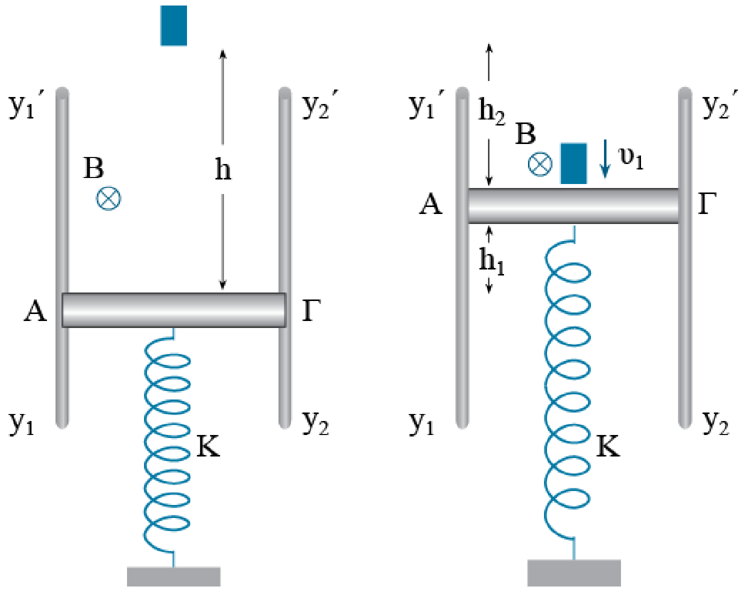
$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = w \Rightarrow Kx_2 = mg \Rightarrow 160x_2 = 1{,}6 \cdot 10 \Rightarrow x_2 = 0{,}1m$$

$$A = x_1 - x_2 = 0{,}2\,m$$

Υπολογίζουμε την περίοδο της ταλάντωσης του αγωγού.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{1{,}6}{160}} = 0{,}2\pi\,s$$

Υπολογίζουμε το διάστημα που θα έχει κινηθεί ο αγωγός και το διάστημα που θα έχει κινηθεί το σώμα μέχρι το σημείο της κρούσης.



$$h_1 = 2A = 0,4\,m$$

$$h_2 = \frac{1}{2}gt^2 \xrightarrow{t=\frac{T}{2}} h_2 = \frac{1}{2}g\frac{T^2}{4} = \frac{1}{2}10\frac{0,04\pi^2}{4} = 0,5\,m$$

Και η απόσταση h είναι:

$$h = h_1 + h_2 = 0,9\,m$$

Δ3. Η ταχύτητα του σώματος Σ πριν την κρούση είναι:

$$\upsilon_1 = g\frac{T}{2} = 10\frac{0,2\pi}{2} = \pi\,m/s$$

Μετά την κρούση ο αγωγός και το σώμα ανταλλάσσουν ταχύτητες.

$$\upsilon_1' = 0$$

$$\upsilon_2' = \pi\,m/s$$

Υπολογίζουμε το πλάτος της νέας ταλάντωσης του αγωγού.

$$K_T + U_T = E_T \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_2'^2 + \frac{1}{2}KA^2 = \frac{1}{2}KA'^2 \Rightarrow 1,6\cdot\pi^2 + 160\cdot 0,2^2 = 160A'^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 16 + 6,4 = 160A'^2 \Rightarrow A' = \sqrt{0,14}\,m$$

Και το ποσοστό είναι:

$$\Pi = \frac{\frac{1}{2}KA'^2 - \frac{1}{2}KA^2}{\frac{1}{2}KA^2} = \frac{A'^2 - A^2}{A^2} = \frac{0,14-0,04}{0,04} = 2,5 \rightarrow 250\%$$

Δ4. i. Ο αγωγός ξεκινάει την ταλάντωσή του από τη θέση x=-A. Η χρονική εξίσωση της ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του αγωγού είναι:

$$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi) \xrightarrow{t=0} -A = A\eta\mu\varphi \Rightarrow \eta\mu\varphi = -1 \Rightarrow \eta\mu\varphi = \eta\mu\left(-\frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow$$

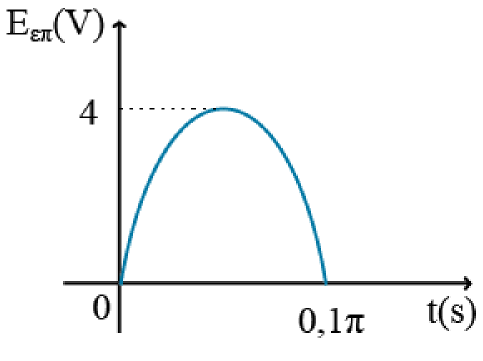
$$\Rightarrow \left| \begin{array}{l} \varphi = 2\kappa\pi - \frac{\pi}{2} \xrightarrow{\kappa=1} \\ \varphi = 2\kappa\pi + \pi + \frac{\pi}{2} \xrightarrow{\kappa=0} \end{array} \right. \varphi = \frac{3\pi}{2}\,\text{rad}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,2\pi} = 10\,\text{rad/s}$$

$$\upsilon_T = A\omega\sigma\upsilon\nu\left(\omega t + \frac{3\pi}{2}\right) \Rightarrow \upsilon_T = 2\sigma\upsilon\nu\left(10t + \frac{3\pi}{2}\right)$$

$$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon_T\ell = 4\sigma\upsilon\nu\left(10t + \frac{3\pi}{2}\right)$$

Το διάγραμμα φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



ii. Αμέσως μετά την κρούση η ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του αγωγού είναι:

$$E'_{\varepsilon\pi} = B\upsilon'_2\ell = 2\pi\,V$$

Η μέγιστη ΗΕΔ από επαγωγή είναι:

$$E_{\varepsilon\pi,max} = BA'\omega\ell = 4\sqrt{0,14}\cdot 10\cdot 0,5 = 20\sqrt{0,14}\,V$$

Και ο λόγος του μέτρου της ΗΕΔ από επαγωγή που έχει ο αγωγός ΑΓ αμέσως μετά την κρούση προς την μέγιστη ΗΕΔ που αποκτά κατά την κίνησή του μετά την κρούση είναι:

$$\frac{E'_{\varepsilon\pi}}{E_{\varepsilon\pi,\max}} = \frac{2\pi}{20\sqrt{0,14}} = \frac{\pi}{\sqrt{14}} = \frac{\pi\sqrt{14}}{14}$$