2ο Διαγώνισμα Προσομοίωσης

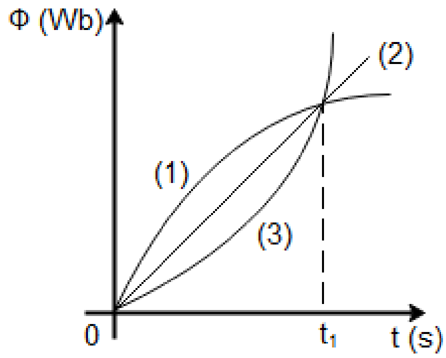
Εξεταζόμενο Μάθημα: **Φυσική Προσανατολισμού Θετικών Επιστημών**

Ημερομηνία: Ιούνιος 2021

ΘΕΜΑ Α

Στις ημιτελείς προτάσεις **Α1-Α4** να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση που συμπληρώνει σωστά κάθε πρόταση.

Α1. Σε τρία όμοια πλαίσια (1), (2) και (3) η μαγνητική ροή Φ που διέρχεται από την επιφάνεια που ορίζουν μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το χρόνο όπως απεικονίζεται στο διάγραμμα του ακόλουθου σχήματος.



Τη χρονική στιγμή t_1 η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται:

α. στο πλαίσιο (1) είναι μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες ΗΕΔ που αναπτύσσονται στα πλαίσια (2) και (3).
β. στο πλαίσιο (2) είναι μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες ΗΕΔ που αναπτύσσονται στα πλαίσια (1) και (3).
γ. στο πλαίσιο (3) είναι μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες ΗΕΔ που αναπτύσσονται στα πλαίσια (2) και (1).
δ. είναι η ίδια και στα τρία πλαίσια.

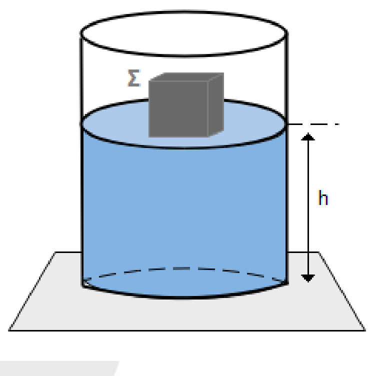
(Μονάδες 5)

Α2. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο ρευματοφόρου σωληνοειδούς είναι B. Αν αραιώσουμε τις σπείρες του σωληνοειδούς, ώστε η μεταξύ τους απόσταση να διπλασιαστεί, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο άκρο του σωληνοειδούς θα γίνει:

α. 0,5 B
β. 0,25 B
γ. $2B$
δ. $4B$

(Μονάδες 5)

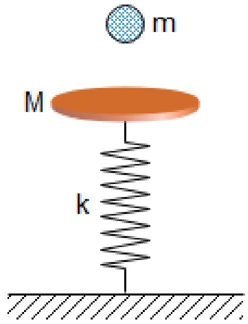
Α3. Ένα κυλινδρικό δοχείο περιέχει υγρό πυκνότητας ρ και ύψους h. Αφήνουμε στην επιφάνεια του υγρού ένα σώμα Σ. Η υδροστατική πίεση που ασκεί το υγρό στον πυθμένα του δοχείου σε σχέση με αυτή που ασκούσε πριν αφήσουμε το σώμα:



α. μειώνεται.
β. αυξάνεται.
γ. παραμένει σταθερή.
δ. αυξάνεται αν το σώμα βυθιστεί πλήρως και μειώνεται αν το σώμα επιπλέει.

(Μονάδες 5)

Α4. Ένας δίσκος μάζας M ηρεμεί δεμένος στο πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στο δάπεδο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Από ορισμένο ύψος h αφήνεται να πέσει μικρό σώμα μάζας m. Το σώμα συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με τον δίσκο και αμέσως μετά αναπηδά και φτάνει σε ύψος $\frac{h}{4}$.



Η ενέργεια ταλάντωσης του δίσκου είναι ίση με:

α. $\frac{mgh}{4}$

β. $\frac{3mgh}{4}$

γ. $\frac{mgh}{2}$

(Μονάδες 5)

Α5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν με τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή με **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Μηχανικό στερεό είναι το σώμα που μπορεί να κάνει σύνθετη –μεταφορική και περιστροφική– κίνηση.

β. Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης που εκτελεί ένα σώμα υπό την επίδραση εξωτερικής περιοδικής δύναμης μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το χρόνο.

γ. Αν ένα στερεό σώμα έχει σταθερό άξονα τότε για να ισορροπεί αρκεί η συνισταμένη των ροπών ως προς τον άξονα να είναι μηδέν.

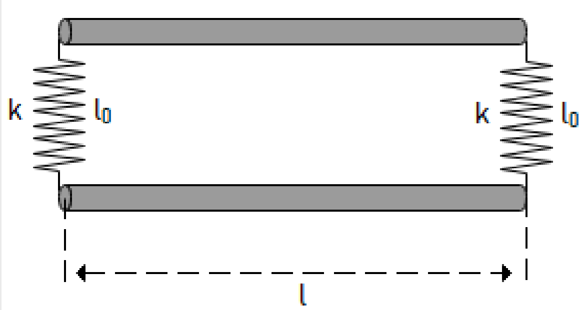
δ. Όταν ένα σώμα συγκρούεται μετωπικά με ένα δεύτερο σώμα ίδιας μάζας που κινείται, τα σώματα ανταλλάσσουν μόνο ταχύτητες.

ε. Η συχνότητα του διακροτήματος δίνεται από τον τύπο $f_\delta = \frac{f_1+f_2}{2}$, όπου f_1, f_2 οι συχνότητες των συνιστωσών ταλαντώσεων.

(Μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Β

Β1. Δίνονται δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι μεταλλικοί αγωγοί μήκους l όπου ο καθένας βρίσκονται πάνω σε λείο οριζόντιο μονωτικό δάπεδο. Τα άκρα των αγωγών συνδέονται μεταξύ τους με όμοια ηλεκτρικώς μονωμένα ελατήρια τα οποία έχουν το φυσικό τους μήκος l_0, (με $l_0 \ll l$) και σταθερά k το καθένα.
Τροφοδοτούμε ταυτόχρονα τους μεταλλικούς αγωγούς της διάταξης με ρεύματα ίσης έντασης I και ίδιας κατεύθυνσης.



Διαπιστώνουμε ότι οι αγωγοί ισορροπούν ακίνητοι παραμορφώ-νοντας τα ελατήρια κατά $\frac{l_o}{5}$. Αν k_μ η μαγνητική σταθερά τότε η ένταση του ρεύματος είναι:

α. $I = \frac{l_o}{5}\sqrt{\frac{k}{k_\mu l}}$

β. $I = \frac{2l_o}{5}\sqrt{\frac{k}{k_\mu l}}$

γ. $I = \frac{l_o}{5}\sqrt{\frac{2k}{k_\mu l}}$

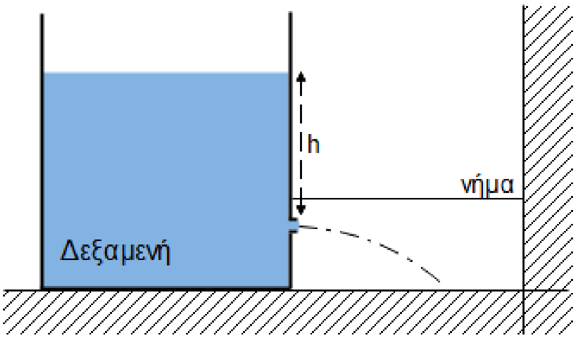
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(Μονάδες 4)

Β2. Ι. Ανοιχτό κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο μεγάλου εμβαδού βάσης περιέχει υγρό πυκνότητας ρ. Το υγρό εκρέει από οπή εμβαδού A η οποία έχει ανοιχτεί στο πλευρικό τοίχωμα του δοχείου. Το δοχείο βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και είναι συνδεδεμένο με κατακόρυφο τοίχο μέσω οριζόντιου αβαρούς και μη εκτατού νήματος. Το ένα άκρο του νήματος είναι προσδεμένο σε σημείο της πλευρικής επιφάνειας του δοχείου, ελάχιστα υψηλότερα από την οπή. Το άλλο του άκρο είναι συνδεδεμένο σε σημείο του κατακόρυφου τοίχου. Τη χρονική στιγμή κατά την οποία η στάθμη του υγρού βρίσκεται σε ύψος h πάνω από την οπή, το μέτρο της τάσης του νήματος που δέχεται το δοχείο από το νήμα είναι:



α. $T = 2\rho A g h$

β. $T = \rho A g h$

γ. $T = \frac{\rho A g h}{2}$

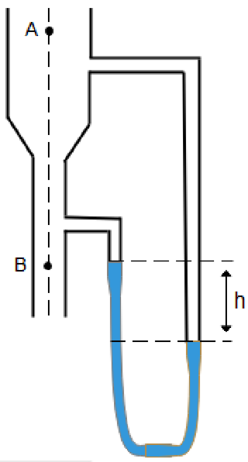
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(Μονάδες 3)

ΙΙ. Στο κατακόρυφο ροόμετρο Ventouri το οποίο απεικονίζεται στο σχήμα, ρέει στρωτά ρευστό πυκνότητας ρ_A. Στα σημεία A και B του ροόμετρου είναι προσαρμοσμένο μονόμετρο το οποίο περιέχει ασυμπίεστο υγρό πυκνότητας $\rho_\upsilon = 5\rho_A$.
Η υψομετρική διαφορά της στάθμης του υγρού στους δύο κατακόρυφους σωλήνες του μονόμετρου είναι h.
Αν g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας η μεταβολή της κινητικής ενέργειας ανά μονάδα όγκου για το ρευστό καθώς αυτό μεταβαίνει από την περιοχή A στην περιοχή B είναι:



α. $2\rho_A g h$

β. $3\rho_A g h$

γ. $4\rho_A g h$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

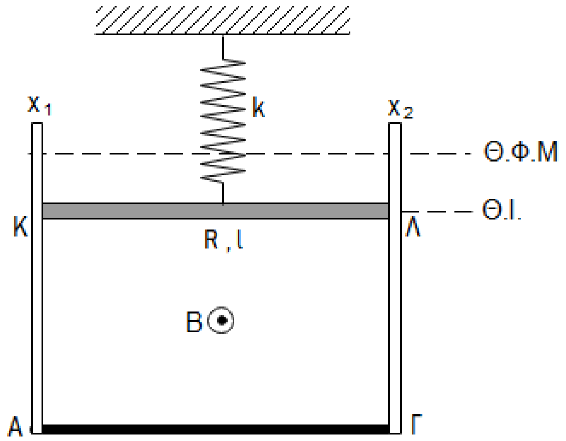
(Μονάδες 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

(Μονάδες 4)

Β3. Στη διάταξη του σχήματος ο αγωγός $K\Lambda$ μάζας $m = 1\ kg$, μήκους $l = 0{,}5\ m$ και αντίστασης $R = 1\ \Omega$, ισορροπεί στερεωμένος στο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100\ N/m$ το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε οροφή. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετου στη σελίδα, έντασης $\vec{B}$ μέτρου $1T$.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10\ m/s^2$.
Εκτρέπουμε τον αγωγό ως τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου και στη συνέχεια τον αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Ο αγωγός σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του είναι σε επαφή με σύστημα παράλληλων αγωγών Ax_1 και Γx_2 αμελητέας αντίστασης όπως και ο αγωγός $A\Gamma$, διατηρούμενος συνεχώς οριζόντιος.



I. Να αιτιολογήσετε ότι ο αγωγός θα εκτελέσει φθίνουσα ταλάντωση.
Η σταθερά απόσβεσης έχει τιμή:

α. $0{,}25\ \frac{kg}{s}$

β. $1\ \frac{kg}{s}$

γ. $0{,}5\ \frac{kg}{s}$

(Μονάδες 4)

II. Τη στιγμή που η ταχύτητα του αγωγού έχει μέτρο $\upsilon = 0{,}4\ m/s$ ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας της φθίνουσας ταλάντωσης είναι ίσος με:

α. $\frac{\Delta E}{\Delta t} = -0{,}04\ J/s$

β. $\frac{\Delta E}{\Delta t} = -0{,}016\ J/s$

γ. $\frac{\Delta E}{\Delta t} = -0{,}08\ J/s$

(Μονάδες 4)

III. Αν το πλάτος στο τέλος της τέταρτης περιόδου είναι $A_4 = \frac{3A_0}{25}$ και στο τέλος της πέμπτης περιόδου $A_5 = \frac{A_0}{50}$, τότε το πλάτος στο τέλος της πρώτης περιόδου είναι

α. $\frac{1}{30}\ m$

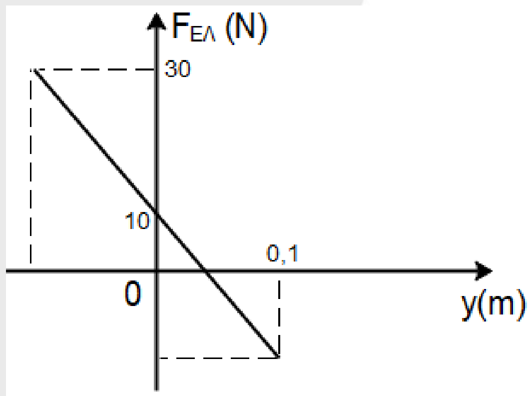
β. $\frac{1}{40}\ m$

γ. $\frac{1}{60}\ m$

(Μονάδες 3)

ΘΕΜΑ Γ

Ιδανικό ελατήριο σταθεράς k έχει το ένα του άκρο στερεωμένο σε σημείο της οροφής ενώ στο άλλο του άκρο είναι δεμένο ένα σώμα Σ μάζας m. Φέρνουμε το σώμα στη θέση όπου το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το εκτοξεύουμε κατακόρυφα προς τα επάνω με αρχική ταχύτητα υ_0.Το σύστημα αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.
Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η γραφική παράσταση της αλγεβρικής τιμής της δύναμης που ασκείται στο σώμα Σ από το ελατήριο, σε συνάρτηση με την απομάκρυνση y της ταλάντωσης.



Γ1. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης.

(Μονάδες 5)

Γ2. Να γραφεί η εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης θεωρώντας θετική φορά προς τα επάνω.

(Μονάδες 5)

Γ3. Να βρεθεί η ταχύτητα εκτόξευσης υ_0.

(Μονάδες 5)

Τη χρονική στιγμή t_1 που μηδενίζεται ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος για τρίτη φορά μετά την έναρξη της ταλάντωσης το σώμα Σ εκρήγνυται σε δύο κομμάτια Σ_1 και Σ_2 με ίσες μάζες. Το κομμάτι Σ_1 παραμένει δεμένο στο ελατήριο και συνεχίζει να ταλαντώνεται στην ίδια κατακόρυφη διεύθυνση με νέο πλάτος ταλάντωσης $A' = 0{,}5\ m$.

Γ4. Να βρεθεί η χρονική στιγμή t_1.

(Μονάδες 5)

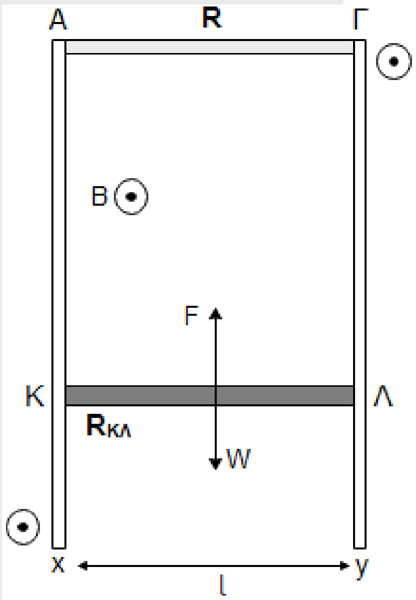
Γ5. Να υπολογίσετε την ενέργεια που απελευθερώθηκε εξαιτίας της έκρηξης θεωρώντας γνωστό ότι το 25% από αυτή μετατράπηκε σε θερμότητα και η υπόλοιπη σε κινητική ενέργεια των θραυσμάτων.

(Μονάδες 5)

Δίνεται $g = 10\ m/s^2$. Κάθε αντίσταση θεωρείται αμελητέα.

ΘΕΜΑ Δ

Δύο κατακόρυφοι μεταλλικοί Ax και Γy μεγάλου μήκους και αμελητέας ωμικής αντίστασης απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση $l = 1m$. Τα επάνω άκρα των αγωγών είναι συνδεδεμένα με αντιστάτη ωμικής αντίστασης $R = 1\Omega$. Η διάταξη βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$, μέτρου $2\ T$. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι οριζόντιες και κάθετες στο επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί Ax και Γy, όπως φαίνεται στο σχήμα.
Αγώγιμη ράβδος $K\Lambda$ με μήκος $l = 1m$, μάζα $m = 0{,}5\ kg$ και ωμική αντίσταση $R_{K\Lambda} = 3\ \Omega$ μπορεί να κινείται χωρίς τριβές, έχοντας συνεχώς τα άκρα της σε επαφή με τους αγωγούς Ax και Γy, παραμένοντας συνεχώς κάθετη σε αυτούς.



Η ράβδος $K\Lambda$ συγκρατείται αρχικά ακίνητη. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε τη ράβδο να κινηθεί χωρίς να της προσδώσουμε αρχική ταχύτητα ενώ ταυτόχρονα ασκούμε στο μέσο της ράβδου, κάθετα σε αυτή μια κατακόρυφη δύναμη $\vec{F}$. Η δύναμη $\vec{F}$ έχει φορά προς τα επάνω και μέτρο μεγαλύτερο από το βάρος της ράβδου. Η διαφορά δυναμικού $V_{A\Gamma}$ στα άκρα του ωμικού αντιστάτη αυξάνεται από την τιμή μηδέν (την $t_0 = 0$) έως την τιμή $+1V$ (χρονική στιγμή t_1) στην οποία και σταθεροποιείται.

Δ1. Να υπολογίσετε την τιμή της σταθερής οριακής ταχύτητας που αποκτά η ράβδος.

(Μονάδες 4)

Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$.

(Μονάδες 4)

Δ3. Να γράψετε τη σχέση που συνδέει τα μέτρα α και υ της επιτάχυνσης και της ταχύτητας της ράβδου $ΚΛ$. Στη συνέχεια να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της σχέσης $\alpha = f(\upsilon)$ σε βαθμονομημένο ορθογώνιο σύστημα αξόνων ως τη χρονική στιγμή t_1.

(Μονάδες 5)

Δ4. Με ποιο ρυθμό μεταβάλλεται η μηχανική ενέργεια της ράβδου τη χρονική στιγμή κατά την οποία η ταχύτητά της έχει μέτρο $\upsilon = 1\ m/s$.

(Μονάδες 5)

Κάποια χρονική στιγμή t_2 (μετά την t_1) καταργούμε τη δύναμη $\vec{F}$. Η ράβδος μετά από χρονική διάρκεια κίνησης Δt αποκτά νέα οριακή ταχύτητα, σε θέση που βρίσκεται χαμηλότερα αυτής που βρισκόταν την t_2 κατά $h = 1{,}25\ m$.

Δ5. Να βρεθεί η νέα οριακή ταχύτητα της ράβδου και το φορτίο που μετατοπίστηκε στο κύκλωμα στη χρονική διάρκεια Δt.

(Μονάδες 3)

Δ6. Το ποσό θερμότητας που απελευθερώθηκε σε κάθε μια από τις αντιστάσεις του κυκλώματος στην ίδια χρονική διάρκεια.

(Μονάδες 4)

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10\ m/s^2$.

Ενδεικτικές Απαντήσεις 2ου Διαγωνίσματος

ΘΕΜΑ Α

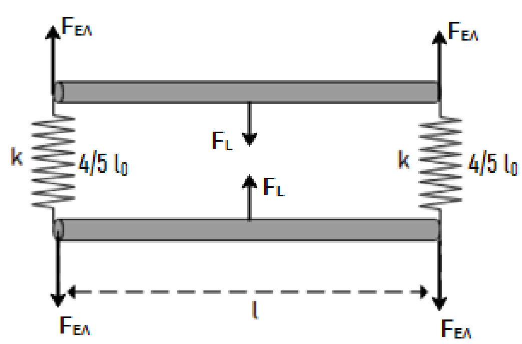
Α1. γ **Α2.** β **Α3.** β **Α4.** β

Α5.

- **α.** **Λάθος**
- **β.** **Λάθος**
- **γ.** **Σωστό**
- **δ.** **Λάθος**
- **ε.** **Λάθος**

ΘΕΜΑ Β

Β1. Οι δύο αγωγοί διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα με αποτέλεσμα να έλκονται.



Ο καθένας από αυτούς βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο έντασης:

$$B = k_\mu \frac{2I}{4l_0/5} \text{ ή } B = k_\mu \frac{5I}{2l_0}.$$

Η δύναμη Laplace που δέχεται κάθε ένας από αυτούς έχει μέτρο:

$$F_L = k_\mu \frac{5I^2}{2l_0} l \qquad (1).$$

Κάθε ελατήριο ασκεί σε κάθε αγωγό δύναμη μέτρου:

$F_{ΕΛ} = k\dfrac{l_0}{5}$.

Από την ισορροπία κάθε αγωγού είναι:

$$\overrightarrow{\Sigma F}=0 \Rightarrow F_L = 2\,F_{E\Lambda} \Rightarrow k_\mu \frac{5I^2 l}{2l_0} = 2k\frac{l_0}{5} \Rightarrow I = \frac{2l_0}{5}\sqrt{\frac{k}{k_\mu l}}$$

Σωστή απάντηση είναι το β.

Β2. Ι. Το μέτρο της δύναμης $\vec{F'}$ που ασκεί στο σύστημα δοχείο-υγρό η εκρεόμενη ποσότητα υγρού, ισούται λόγω δράσης-αντίδρασης με το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$ που ασκείται από το σύστημα δοχείο-υγρό στην ίδια εκρεόμενη ποσότητα.

Από τον γενικευμένο 2ο νόμο Newton για τα μέτρα των δυνάμεων έχουμε:

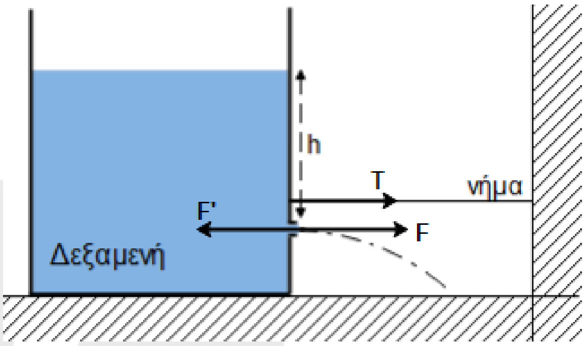
$$F' = F = \frac{\Delta P}{\Delta t} \text{ ή } F' = \frac{\Delta m}{\Delta t}\upsilon,$$

όπου Δm η στοιχειώδης μάζα του υγρού που εκρέει από την οπή με ταχύτητα μέτρου υ σε χρόνο Δt.

Από τη σχέση της πυκνότητας: $\Delta m = \rho \Delta V$

οπότε η παραπάνω σχέση γράφεται:

$$F' = \rho\frac{\Delta V}{\Delta t}\upsilon = \rho \Pi \upsilon = \rho A \upsilon^2 \quad (1)$$



Από το θεώρημα Torricelli η ταχύτητα εκροής είναι $\upsilon = \sqrt{2gh}$, οπότε η (1) γίνεται: $F' = 2\rho A g h$.

Επειδή το σύστημα δοχείο-υγρό ηρεμεί, η συνισταμένη των δυνάμεων που δέχεται ισούται με μηδέν.

$\overrightarrow{\Sigma F} = 0 \Longrightarrow T - F' = 0 \Rightarrow T = 2\rho A g h.$

Σωστή απάντηση είναι η α.

ΙΙ. Εφαρμόζουμε την εξίσωση του Bernoulli για τα σημεία (1) και (2) της κεντρικής κατακόρυφης ρευματικής γραμμής.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho_A \upsilon_1^2 + \rho_A g z = P_2 + \frac{1}{2}\rho_A \upsilon_2^2 + \rho_A g \cdot 0 \Rightarrow$$

$$P_1 - P_2 + \rho_A g z = \frac{1}{2}\rho_A \upsilon_2^2 - \frac{1}{2}\rho_A \upsilon_1^2 \; (1)$$

Επειδή το υγρό στο μονόμετρο ηρεμεί, οι πιέσεις στα σημεία K και Λ τα οποία ανήκουν στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο είναι ίσες.

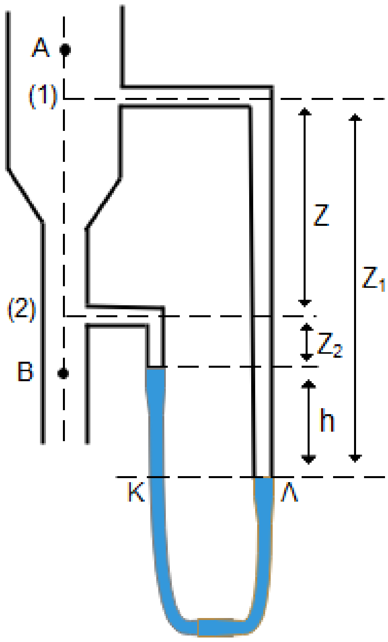
$P_K = P_\Lambda \Rightarrow P_1 + \rho_A g z_1 = P_2 + \rho_A g z_2 + \rho_\upsilon g h \Rightarrow$

$P_1 + \rho_A g (z + z_2 + h) = P_2 + \rho_A g z_2 + \rho_\upsilon g h \Rightarrow$

$P_1 + \rho_A g z + \rho_A g h = P_2 + \rho_\upsilon g h \Rightarrow$

$P_1 - P_2 + \rho_A g z = (\rho_\upsilon - \rho_A) g h \Rightarrow$

$P_1 - P_2 + \rho_A g z = 4\rho_A g h \;\; (2)$



Από τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε:

$$\frac{1}{2}\rho_A \upsilon_2^2 - \frac{1}{2}\rho_A \upsilon_1^2 = 4\rho_A g h \text{ ή}$$

$$\frac{K_2}{V} - \frac{K_1}{V} = 4\rho_A g h \text{ ή } \frac{\Delta K}{V} = 4\rho_A g h$$

Σωστή απάντηση το β.

Β3. Ι. Η δύναμη που είναι κάθε χρονική στιγμή αντίθετη της ταχύτητας του αγωγού στο φαινόμενο είναι η δύναμη Laplace. Συνεπώς αυτή παίζει το ρόλο της δύναμης απόσβεσης της ταλάντωσης.

$$\vec{F}_L = \vec{F}_{\alpha\pi} \Rightarrow -\frac{B^2 l^2}{R}\vec{\upsilon} = -b\vec{\upsilon} \;\Rightarrow \frac{B^2 l^2}{R} = b \Rightarrow 0{,}25\;\frac{kg}{s} = b$$

Σωστή απάντηση είναι η α.

ΙΙ. Πρόκειται για την ισχύ της δύναμης απόσβεσης τη δεδομένη στιγμή που είναι κάθε στιγμή αρνητική καθώς αφαιρεί ενέργεια από το σύστημα.

$$P_{F\alpha\pi} = -|\vec{F}_{\alpha\pi}||\vec{v}| = -bv^2 = -0{,}04\, J/s$$

Σωστή απάντηση είναι η α.

ΙΙΙ. Σε κάθε φθίνουσα ταλάντωση με δύναμη απόσβεσης της μορφής: $\vec{F}_{\alpha\pi} = -b\vec{v}$ ισχύει:

$$\frac{A_0}{A_1} = \cdots = \frac{A_4}{A_5} \Rightarrow A_1 = A_0\frac{A_5}{A_4} = A_0\frac{\frac{A_0}{50}}{\frac{3A_0}{25}} = \frac{A_0}{6}$$

Στη θέση ισορροπίας της ράβδου ήταν $\Sigma\vec{F} = 0 \Rightarrow mg = k\Delta l_0 \Rightarrow \Delta l_0 = 0{,}1\, m$

Εφόσον το σώμα εξετράπη ως τη Θ.Φ.Μ. και αφέθηκε από εκεί, το Δl_0 αποτελεί και το αρχικό πλάτος A_0 της ταλάντωσης.

$$A_1 = \frac{A_0}{6} = \frac{1}{60}\, m$$

Σωστή απάντηση είναι η γ.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από τη συνθήκη της απλής αρμονικής ταλάντωσης έχουμε:

$$\overrightarrow{\Sigma F} = -k\vec{y} \Rightarrow F_{E\Lambda} - mg = -ky\ (\alpha\lambda\gamma\varepsilon\beta\rho\iota\kappa\acute{\alpha}) \Rightarrow F_{E\Lambda} = mg - ky\ (1)$$

Οι δύο ακραίες τιμές του οριζόντιου άξονα αντιστοιχούν στις θέσεις: $y = \pm A$.

Η (1) για $y = -A$ δίνει:

$$30 = mg - k(-A) \Rightarrow 30 = mg + kA\ (2)$$

Ο συντελεστής διεύθυνσης της γραφικής παράστασης είναι η σταθερά του ελατηρίου. Από τις τιμές έχω:

$$-k = \frac{10-0}{0-0{,}1} \Rightarrow 0{,}1k = 10 \Rightarrow k = 100\frac{N}{m}$$

Επίσης για $y = 0$ (Θ.Ι.Τ.) ισχύει:

$$F_{E\Lambda} = mg \text{ άρα } 10 = mg \Rightarrow m = 1kg.$$

Έτσι η (2) γίνεται:

$$30 = 10 + 100A \Rightarrow A = 0{,}2m.$$

Γ2. Στη ΘΙΤ είναι: $mg = k\Delta l_0 = 0{,}1\, m$

Φέρνοντας το σώμα στη θέση όπου το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος είναι την $t_0 = 0$:

$$y = 0{,}1\, m \text{ και } v_0 > 0.$$

$$y = A\eta\mu\varphi_0 \Rightarrow 0{,}1 = 0{,}2\eta\mu\varphi_0 \Rightarrow \eta\mu\varphi_0 = \tfrac{1}{2} \text{ και } \varphi_0 = \tfrac{\pi}{6}. \text{ Επίσης } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10\, rad/s.$$

Έτσι η εξίσωση απομάκρυνσης γράφεται:

$$y = 0{,}2\ \eta\mu(10t + \tfrac{\pi}{6})\ \text{(SI)}$$

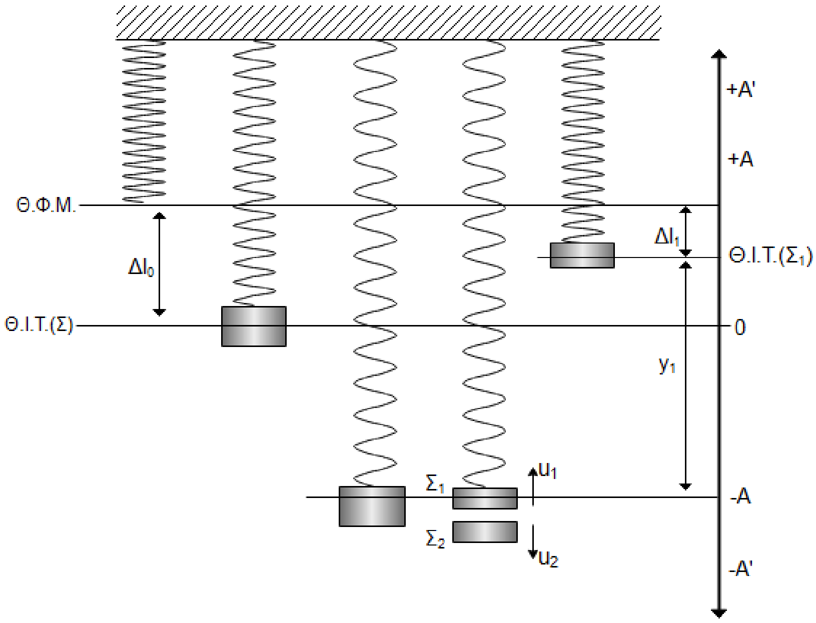
Γ3. Αντιστοίχως η εξίσωση της ταχύτητας είναι:

$$v = \omega A\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_0) \Longrightarrow v = 2\sigma\upsilon\nu(10t + \tfrac{\pi}{6})\ \text{(SI)}$$

Για $t_0 = 0$ έχω την ταχύτητα εκτόξευσης v_0, με:

$$v_0 = 2\sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{6} = \sqrt{3}\, m/sec$$

Γ4.



Για το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας της ταλάντωσης ισχύει:

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma F \cdot \upsilon$$

- Πρώτος μηδενισμός στη θέση $+A$ ($\upsilon = 0$)
- Δεύτερος μηδενισμός στη θέση ισορροπίας ($\Sigma F = 0$)
- Τρίτος μηδενισμός στη θέση $-A$ ($\upsilon = 0$)

Η έκρηξη του σώματος Σ γίνεται συνεπώς στη θέση $y = -A$ και η χρονική στιγμή θα βρεθεί από την εξίσωση της απομάκρυνσης:

$$-0{,}2 = 0{,}2\,\eta\mu\left(10t_1 + \frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow -1 = \eta\mu\left(10t_1 + \frac{\pi}{6}\right)$$

Τη χρονική στιγμή t_1 έχουμε την πρώτη διέλευση από την ακραία θέση $-A$, οπότε:

$$\frac{3\pi}{2} = 10t_1 + \frac{\pi}{6} \Rightarrow \frac{9\pi}{6} - \frac{\pi}{6} = 10t_1 \Rightarrow \frac{8\pi}{60} = t_1 \Rightarrow \frac{2\pi}{15}sec = t_1.$$

Γ5. Εφαρμόζουμε την Α.Δ.Ο. για την έκρηξη, οπότε έχουμε:

$$\vec{P}_{\alpha\rho\chi} = \vec{P}_{\tau\varepsilon\lambda} \implies$$

$$0 = m_1\upsilon_1 - m_2\upsilon_2 \xRightarrow{m_1=m_2}$$

$$\upsilon_1 = \upsilon_2$$

Για τη νέα Θ.Ι.Τ. για το (Σ_1) είναι:

$$\Sigma\vec{F} = 0 \implies$$

$$\frac{m}{2}g = k\Delta l_1 \implies$$

$$\Delta l_1 = \frac{mg}{2k} = 0{,}05\,m.$$

Η απομάκρυνση του Σ_1 από τη ΘΙΤ(Σ_1) αμέσως μετά την έκρηξη είναι:

$$y_1 = A + \Delta l_o = \Delta l_1 = 0{,}25\,m$$

Εφαρμόζοντας την Α.Δ.Μ.Ε. παίρνουμε:

$$\frac{1}{2}ky_1^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{m}{2}\upsilon_1^2 = \frac{1}{2}kA'^2 \implies$$

$$\frac{m}{2}\upsilon_1^2 = k(A'^2 - y_1^2) \Rightarrow$$
$$\upsilon_1^2 = \frac{2k}{m}(A'^2 - y_1^2) \Rightarrow$$
$$\upsilon_1^2 = 200\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) \Rightarrow$$
$$\upsilon_1^2 = 200 \cdot \frac{3}{16} \Rightarrow$$
$$\upsilon_1^2 = \frac{75}{2} \Rightarrow$$
$$\upsilon_1 = 5\sqrt{\frac{3}{2}}\ m/s$$

Το άθροισμα των κινητικών ενεργειών των σωμάτων μετά την έκρηξη είναι:

$$K_{O\Lambda} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{2}\upsilon_2^2 \xRightarrow{\upsilon_1=\upsilon_2}$$
$$K_{O\Lambda} = \frac{m}{2}\upsilon_1^2 \Rightarrow$$
$$K_{O\Lambda} = \frac{1}{2} \cdot \frac{75}{2} \Rightarrow$$
$$K_{O\Lambda} = \frac{75}{4}\ J.$$

Αυτή αποτελεί το 75% της ενέργειας της έκρηξης καθώς το υπόλοιπο 25% μετατράπηκε σε θερμότητα.
Άρα:

$$E_{EKP} = \frac{1}{0{,}75}K_{O\Lambda} \Rightarrow$$
$$E_{EKP} = \frac{4}{3} \cdot \frac{75}{4} \Rightarrow$$
$$E_{EKP} = 25\ J.$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Όταν γίνει: $V_{A\Gamma} = 1\ V$ ισχύει: $I = \frac{V_{A\Gamma}}{R} = 1A$

Το ρεύμα που κυκλοφορεί στο κύκλωμα οφείλεται στην επαγωγική τάση που έχει αναπτυχθεί στον αγωγό $K\Lambda$ και είναι:

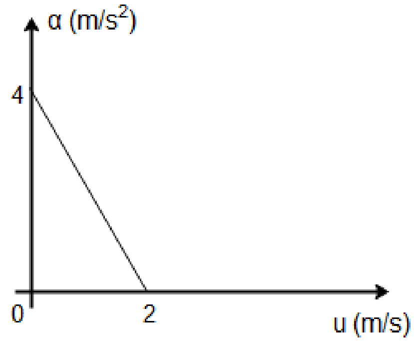
$$I = \frac{E_{E\Pi}}{R_{o\lambda}} \Rightarrow I = \frac{B\upsilon_{o\rho 1} l}{R_1 + R_{K\Lambda}} \Rightarrow \upsilon_{o\rho 1} = 2\ m/s$$

Δ2. Στην κατάσταση της οριακής ταχύτητας με τη δύναμη F να ασκείται στη ράβδο είναι:

$$\Sigma\vec{F} = 0 \Rightarrow$$
$$F_L + W = F \Rightarrow$$
$$BIl + W = F \Rightarrow$$
$$F = 7N$$

Δ3. Μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 που η ράβδος ακοκτά την οριακή ταχύτητα ισχύει:

$$\Sigma\vec{F} = ma \Rightarrow$$
$$F - F_L - W = ma \Rightarrow$$
$$F - BIl - mg = ma \Rightarrow$$
$$7 - \frac{B^2 \upsilon l^2}{R_1 + R_{K\Lambda}} - 5 = 0{,}5a \Rightarrow$$
$$2 - \upsilon = 0{,}5\alpha \Rightarrow$$
$$4 - 2\upsilon = \alpha\ (SI)$$



Δ4. Για το ρυθμό μεταβολής της μηχανικής ενέργειας τη στιγμή που η ταχύτητα της ράβδου είναι $\upsilon = 1\,m/s$ ισχύει:

$$\frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\Delta K}{\Delta t} + \frac{\Delta U}{\Delta t}$$

όπου:

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma F \cdot \upsilon = ma \cdot \upsilon = m(4 - 2\upsilon) \cdot \upsilon = 0{,}5 \cdot 2 \cdot 1 = 1\,\frac{J}{s}$$

και:

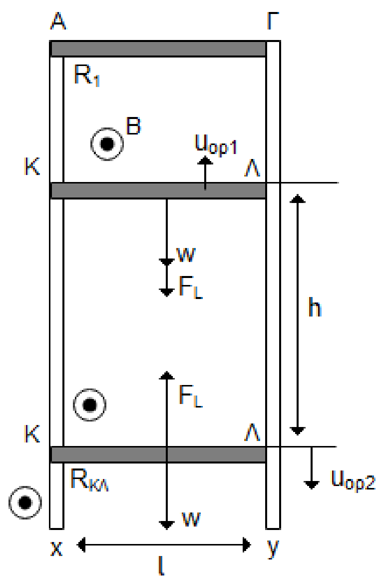
$$\frac{\Delta U}{\Delta t} = -\frac{\Delta W_w}{\Delta t} = -\left(-mg\frac{\Delta x}{\Delta t}\right) = mg \cdot \upsilon = 5\frac{J}{s}.$$

Άρα:

$$\frac{\Delta E}{\Delta t} = +6\frac{J}{s}$$

Δ5. Μετά την κατάργηση της δύναμης F η ράβδος $K\Lambda$ επιβραδύνει, κάποια στιγμή σταματά και στη συνέχεια αλλάζει κατεύθυνση κίνησης, επιταχύνοντας προς τα κάτω. Στην κατάσταση της νέας οριακής ταχύτητας χωρίς τη δύναμη F να ασκείται στη ράβδο είναι:

$$\Sigma\vec{F} = 0 \Rightarrow$$
$$F_L = W \Rightarrow$$
$$BIl = mg \Rightarrow$$
$$\frac{B^2 \upsilon_{o\rho 2} l^2}{R_1 + R_{K\Lambda}} = mg \Rightarrow$$
$$\upsilon_{o\rho 2} = 5\,\frac{m}{s}$$



Για τον υπολογισμό του επαγωγικού φορτίου που μετατοπίστηκε στο κύκλωμα χρειαζόμαστε μόνο τη μετατόπιση της ράβδου από τη στιγμή της κατάργησης της δύναμης ως τη θέση της νέας οριακής ταχύτητας. Συνεπώς, έχουμε:

$$q_{\varepsilon\pi} = \frac{\Delta\Phi}{R_{o\lambda}} = \frac{Blh}{R_{o\lambda}} = 0{,}625C$$

Δ6. Για τον υπολογισμό της συνολικής θερμότητας στις αντιστάσεις εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. από τη στιγμή της κατάργησης της δύναμης F ως τη στιγμή που η ράβδος αποκτά τη νέα οριακή της ταχύτητα:

$$\frac{1}{2}m\upsilon_{o\rho 2}^2 - \frac{1}{2}m\upsilon_{o\rho 1}^2 = W_w - W_{F_L} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2}\frac{1}{2}25-\frac{1}{2}\frac{1}{2}4=\frac{1}{2}10\frac{5}{4}-W_{F_L}\Rightarrow$$
$$1J=W_{F_L}$$

Το έργο της F_L αντιπροσωπεύει τη συνολική θερμότητα Q που εκλύεται στους αγωγούς, ενώ απο το νόμο Joule γνωρίζουμε ότι η θερμότητα σε κάθε αντιστάτη είναι ανάλογη της τιμής της αντίστασης.

Έτσι έχουμε:

$$Q_1+Q_{K\Lambda}=1\,J,$$

ενώ:

$$\frac{Q_1}{Q_{K\Lambda}}=\frac{R_1}{R_{K\Lambda}}=\frac{1}{3}.$$

Η επίλυση δίνει:

$$Q_1=0{,}25J\ \&\ Q_{K\Lambda}=0{,}75\,J$$

Επιμέλεια:
Η ομάδα Φυσικών του ΜΕΘΟΔΙΚΟΥ

Ευχόμαστε καλά αποτελέσματα!