

Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 24/10/2020

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Α1. Σώμα ισορροπεί δεμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο ακλόνητα. Εκτρέπουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας του κατά d και το αφήνουμε ελεύθερο να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση με περίοδο T . Αν εκτρέψουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας του κατά $2d$ και το αφήσουμε ελεύθερο, θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση με περίοδο

- α) $\frac{T}{2}$ β) T γ) $2T$ δ) $4T$ (5 μονάδες)

Α2. Σώμα Σ είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητο σε οροφή. Εκτρέπουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας του, το αφήνουμε ελεύθερο και στη συνέχεια εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A . Το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσης του σώματος Σ είναι α_{1max} . Αντικαθιστούμε το ελατήριο με ένα άλλο σταθεράς $2k$. Εκτρέπουμε πάλι το σώμα Σ από τη θέση ισορροπίας του και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση ίδιου πλάτους A . Για το μέτρο α_{2max} της μέγιστης επιτάχυνσης ισχύει:

- α) $\alpha_{2max} = 2\alpha_{1max}$ β) $\alpha_{2max} = \alpha_{1max}$ γ) $\alpha_{2max} = \sqrt{2}\alpha_{1max}$ δ) $\alpha_{2max} = \frac{\alpha_{1max}}{2}$ (5 μονάδες)

Α3. Σε μία οριζόντια φλέβα ρέει ιδανικό ρευστό. Όταν σε μια περιοχή του υγρού οι ρευματικές γραμμές αραιώνουν, τότε:

- α) η ταχύτητα ροής αυξάνεται και η πίεση μειώνεται
β) η ταχύτητα ροής μειώνεται και η πίεση αυξάνεται
γ) η ταχύτητα ροής μειώνεται και η πίεση μειώνεται
δ) η ταχύτητα ροής αυξάνεται και η πίεση αυξάνεται. (5 μονάδες)

Α4. Σε μια στοιχειώδη μάζα ιδανικού ρευστού που ρέει σε σωλήνα προσφέρεται από το περιβάλλον ρευστό ενέργεια ανά μονάδα όγκου $150 \frac{J}{L}$ και ταυτόχρονα η μάζα μειώνει τη δυναμική της ενέργεια ανά

μονάδα όγκου κατά $50 \frac{J}{L}$. Τότε:

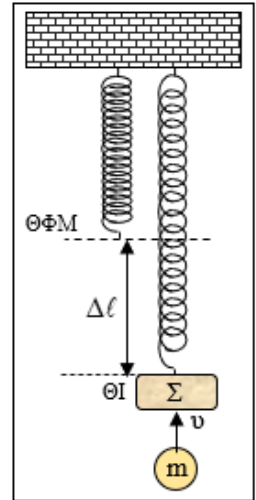
- α) η κινητική ενέργεια ανά μονάδα όγκου της στοιχειώδους μάζας αυξάνεται κατά $100 \frac{J}{L}$.
β) η κινητική ενέργεια ανά μονάδα όγκου της στοιχειώδους μάζας μειώνεται κατά $100 \frac{J}{L}$.
γ) η κινητική ενέργεια ανά μονάδα όγκου της στοιχειώδους μάζας αυξάνεται κατά $200 \frac{J}{L}$.
δ) η διατομή του σωλήνα αυξάνεται και η πίεση μειώνεται. (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) Στη στρωτή ροή ενός ιδανικού ρευστού δεν εμφανίζονται στρόβιλοι.
β) Η εξίσωση της συνέχειας είναι άμεση συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας στη ροή των ιδανικών ρευστών.
γ) Η πίεση που δημιουργεί ένα εξωτερικό αίτιο σε κάποιο σημείο ενός ακίνητου υγρού μεταφέρεται αναλλοίωτη σε όλα τα σημεία του.
δ) Σε έναν οριζόντιο σωλήνα μεταβλητής διατομής το έργο του περιβάλλοντος ρευστού που προσφέρεται σε ένα τμήμα του ρευστού ανάμεσα σε δύο σημεία Β και Γ είναι ίσο με τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας ανά μονάδα όγκου στα αντίστοιχα σημεία.
ε) Με τη βοήθεια του υδραυλικού ανυψωτήρα μπορούμε να κερδίσουμε σε δύναμη. (5 μονάδες)

ΘΕΜΑ Β

B1. Ιδανικό ελατήριο σταθεράς k είναι στερεωμένο με το ένα άκρο του ακλόνητο σε οροφή. Στο άλλο άκρο του ελατηρίου ισορροπεί δεμένο σώμα Σ μάζας m προκαλώντας αρχική επιμήκυνση Δl . Βλήμα ίδιας μάζας m που κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω, έχει ελάχιστα πριν συγκρουστεί κεντρικά και πλαστικά με το σώμα Σ ταχύτητα μέτρου $v = 2\sqrt{g \cdot \Delta l}$ (όπου Δl αρχική επιμήκυνση του ελατηρίου). Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται μετά την κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι:

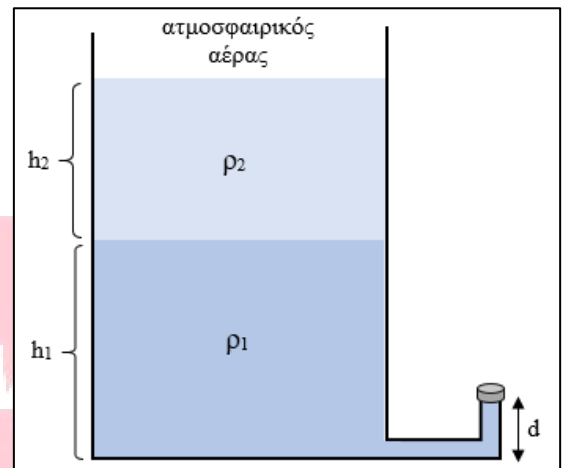


- α) $A = 2\Delta l$ β) $A = \sqrt{2}\Delta l$ γ) $A = \sqrt{3}\Delta l$

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

(2+6 μονάδες)

B2. Κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο με μεγάλο εμβαδόν διατομής περιέχει δύο ιδανικά υγρά σε ισορροπία που έχουν πυκνότητες ρ_1 και $\rho_2 = 0,8\rho_1$. Τα υγρά θεωρούνται ιδανικά και δεν αναμιγνύονται. Το ύψος της στήλης του υγρού πυκνότητας ρ_2 είναι h_2 , ενώ το ύψος της στήλης του υγρού πυκνότητας ρ_1 από τη βάση του δοχείου είναι $h_1 = 1,2h_2$. Στη βάση το δοχείο έχει έναν οριζόντιο σωλήνα πολύ μικρής διατομής ο οποίος κάμπτεται και κλείνεται με τάπα. Κάποια στιγμή αφαιρούμε την τάπα οπότε το υγρό πυκνότητας ρ_1 εκτοξεύεται κατακόρυφα και δημιουργείται πίδακας. Θεωρούμε την αντίσταση του αέρα αμελητέα και ότι το εμβαδόν διατομής του δοχείου είναι πολύ μεγαλύτερο από το εμβαδόν διατομής του σωλήνα έτσι ώστε η ανώτερη επιφάνεια του υγρού πυκνότητας ρ_2 να είναι ακίνητη. Το μέγιστο ύψος από τη βάση του δοχείου στο οποίο φτάνει ο πίδακας είναι:

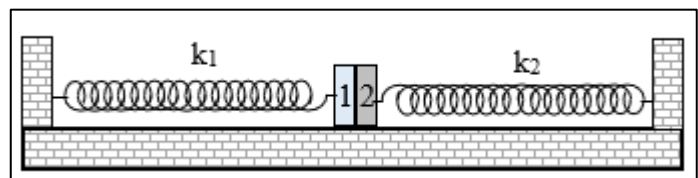


α) $h_{max} = 2h_2$ β) $h_{max} = 2,2h_2$ γ) $h_{max} = 0,8h_2$

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

(2+5 μονάδες)

B3. Δύο ιδανικά ελατήρια με σταθερές k_1 και $k_2 = 0,5k_1$ έχουν στερεωμένα τα άκρα τους σε κατακόρυφους τοίχους. Στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου σταθεράς k_1 είναι δεμένο σώμα Σ_1 μάζας m_1 και στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου



σταθεράς k_2 είναι δεμένο σώμα Σ_2 μάζας m_2 . Τα σώματα είναι αρχικά ακίνητα πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο και εφάπτονται με τα ελατήρια να έχουν το φυσικό τους μήκος. Εκτρέπουμε το σώμα Σ_1 προς τα αριστερά συσπειρώνοντας το ελατήριο σταθεράς k_1 κατά d και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση. Τη στιγμή που διέρχεται από τη θέση φυσικού μήκους συγκρούεται ακαριαία, κεντρικά και πλαστικά με το σώμα Σ_2 . Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται εκτελεί νέα απλή αρμονική ταλάντωση. Δίνεται ότι το χρονικό διάστημα που χρειάζεται το συσσωμάτωμα

για να περάσει για πρώτη φορά στη θέση της κρούσης κινούμενο με αντίθετη ταχύτητα είναι τετραπλάσιο από το χρονικό διάστημα που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση το σώμα Σ_1 .

I. Ο λόγος των μαζών των σωμάτων Σ_1, Σ_2 είναι:

α) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{5}$ β) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2}$ γ) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{7}$

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

(1+4 μονάδες)

II. Αν A_1 το πλάτος ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα Σ_1 και A_2 το πλάτος ταλάντωσης που εκτελεί το συσσωμάτωμα τότε ισχύει:

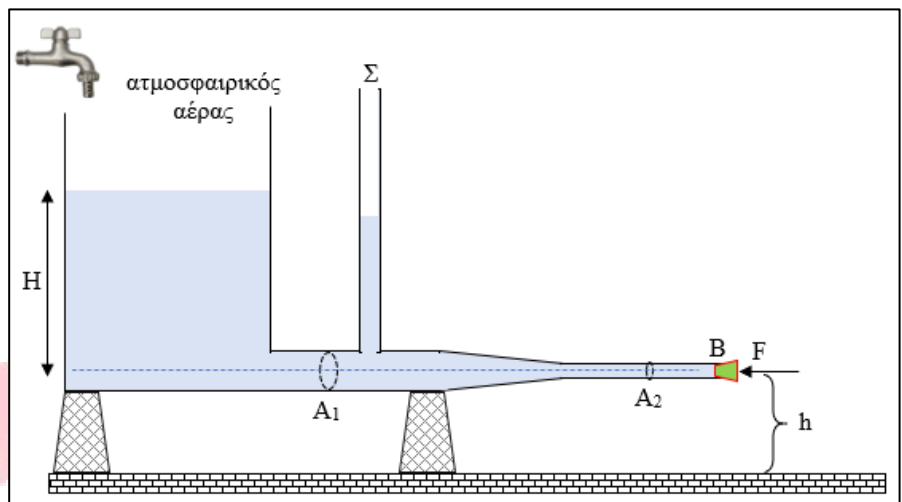
α) $A_1 = 4A_2$ β) $A_1 = 3A_2$ γ) $A_1 = 2A_2$

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

(1+4 μονάδες)

ΘΕΜΑ Γ

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται μια δεξαμενή νερού μεγάλου όγκου η οποία είναι τοποθετημένη πάνω σε δύο στηρίγματα που βρίσκονται σε οριζόντιο δάπεδο. Στη βάση της η δεξαμενή συνδέεται με οριζόντιο σωλήνα μεταβλητής διατομής ο οποίος στο άκρο του B κλείνεται με τάπα εμβαδού $A_2 = 10\text{cm}^2$ η οποία συγκρατείται ασκώντας οριζόντια δύναμη \vec{F} . Η τάπα δεν εμφανίζει τριβές με τα τοιχώματα του σωλήνα. Η δεξαμενή περιέχει νερό σε ύψος $H = 3,2\text{m}$ και μπορεί να τροφοδοτείται από μια βρύση η οποία είναι αρχικά κλειστή. Στο φαρδύ τμήμα του σωλήνα το εμβαδόν διατομής είναι $A_1 = 20\text{cm}^2$, ενώ στο στενό τμήμα το εμβαδόν διατομής είναι $A_2 = 10\text{cm}^2$. Στο φαρδύ τμήμα του οριζώντιου σωλήνα έχει προσαρμοστεί λεπτός κατακόρυφος σωλήνας Σ . Το νερό στη δεξαμενή είναι αρχικά σε ισορροπία.



Η δεξαμενή περιέχει νερό σε ύψος $H = 3,2\text{m}$ και μπορεί να τροφοδοτείται από μια βρύση η οποία είναι αρχικά κλειστή. Στο φαρδύ τμήμα του σωλήνα το εμβαδόν διατομής είναι $A_1 = 20\text{cm}^2$, ενώ στο στενό τμήμα το εμβαδόν διατομής είναι $A_2 = 10\text{cm}^2$. Στο φαρδύ τμήμα του οριζώντιου σωλήνα έχει προσαρμοστεί λεπτός κατακόρυφος σωλήνας Σ . Το νερό στη δεξαμενή είναι αρχικά σε ισορροπία.

Γ1. Να βρείτε

α) το μέτρο της οριζόντιας δύναμης \vec{F} ,

(6 μονάδες)

β) το ύψος του νερού στον κατακόρυφο σωλήνα Σ .

(3 μονάδες)

Κάποια στιγμή αφαιρούμε την τάπα και αμέσως αποκαθίσταται μόνιμη και στρωτή ροή. Ταυτόχρονα ανοίγουμε τη βρύση ώστε το ύψος H στη δεξαμενή να παραμένει σταθερό.

Γ2. Να βρείτε τη μέγιστη οριζόντια απόσταση x_{max} που φτάνει η φλέβα του νερού στο έδαφος μετρώντας από το άκρο του σωλήνα, αν δίνεται ότι το ύψος του άκρου B είναι $h = 1,25\text{m}$.

(5 μονάδες)

Γ3. Να υπολογίσετε το ύψος στον κατακόρυφο σωλήνα Σ .

(5 μονάδες)

Γ4. Μεταβάλλουμε την παροχή της βρύσης και μετά από λίγο χρόνο η ελεύθερη στάθμη του νερού στη δεξαμενή σταθεροποιείται σε νέο ύψος H' . Διαπιστώνουμε ότι η μέγιστη οριζόντια απόσταση που φτάνει η φλέβα του νερού στο έδαφος, μετρώντας από το άκρο B του σωλήνα, είναι κατά ένα μέτρο ($\Delta x = 1\text{m}$) μεγαλύτερη απ' ότι προηγουμένως. Να υπολογίσετε το έργο που προσφέρεται στο τμήμα του νερού

ανάμεσα στις διατομές A_1 και A_2 από το περιβάλλον του σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 2 \text{ min}$ μετά τη σταθεροποίηση της στάθμης του στο δοχείο. (6 μονάδες)

Δίνονται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \frac{m}{s^2}$, η πυκνότητα του νερού $\rho = 10^3 \frac{kg}{m^3}$ και η ατμοσφαιρική

$$\text{πίεση } p_{am} = 10^5 \frac{N}{m^2} .$$

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$ είναι δεμένο ακλόνητα στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \frac{N}{m}$ και ισορροπεί. Το άλλο

άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο σε οριζόντιο δάπεδο όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Μετακινούμε το σώμα Σ_1 κατακόρυφα προς τα πάνω κατά $d = 0,3 \text{ m}$ και τη χρονική στιγμή $t = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί.

Δ1. Να αποδείξετε ότι το σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

(3 μονάδες)

Δ2. Να γράψετε τη σχέση που περιγράφει πως μεταβάλλεται η απομάκρυνση της αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα Σ_1 σε συνάρτηση με τον χρόνο.

Να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση στο χρονικό διάστημα

$0 \leq t \leq \frac{3T}{2}$, όπου T η περίοδος της ταλάντωσης. Θετικά του άξονα της ταλάντωσης να θεωρήσετε προς τα πάνω. (4+3 μονάδες)

Δ3. Να βρείτε τη χρονική στιγμή που μηδενίζεται για δεύτερη φορά η επιτάχυνση του σώματος Σ_1 .

(4 μονάδες)

Δ4. Να βρείτε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος Σ_1 όταν το μέτρο της δύναμης του ελατηρίου είναι $F_{ελ} = 10 \text{ N}$. (6 μονάδες)

Τη χρονική στιγμή $t = \frac{3T}{2}$ το σώμα Σ_1 συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3 \text{ kg}$ το οποίο κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω με ταχύτητα \vec{v}_2 . Αμέσως μετά την πλαστική κρούση το συσσωμάτωμα που δημιουργείται εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του συσσωματώματος το πηλίκο της μέγιστης δυναμικής ενέργειας

ταλάντωσης προς την ελάχιστη δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης του ελατηρίου είναι $\frac{U_{\text{ταλ,max}}}{U_{\text{ελατ,min}}} = 9$.

Δ5. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας \vec{v}_2 .

(5 μονάδες)

Δίνεται $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

