

Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 21/11/2020
Διάρκεια 3 ώρες

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Α1. Σε ένα υδραυλικό πιεστήριο τα εμβαδά διατομής των εμβόλων είναι A_1 και $A_2 = 20A_1$. Αν μέτρο της δύναμης που ασκείται στο έμβολο με το μεγάλο εμβαδόν είναι F_2 τότε το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο έμβολο με το μικρό εμβαδόν είναι

- α) $F_1 = 20F_2$ β) $F_1 = F_2$ γ) $F_1 = \frac{1}{20}F_2$ δ) $F_1 = 2F_2$ (5 μονάδες)

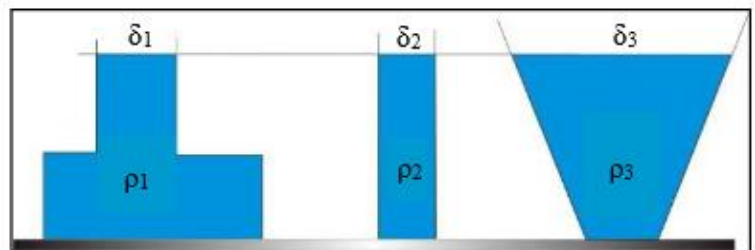
Α2. Έστω I_{cm} η ροπή αδράνειας ενός στερεού σώματος μάζας m υπολογισμένη ως προς άξονα περιστροφής που διέρχεται από το κέντρο μάζας του και I_A η ροπή αδράνειας του ίδιου στερεού σώματος υπολογισμένη ως προς άξονα περιστροφής που είναι παράλληλος και σε απόσταση d από τον αρχικό. Τότε ισχύει:

- α) $I_A = md^2$ β) $I_{cm} = I_A$ γ) $I_{cm} = I_A - md^2$ δ) $I_{cm} = I_A + md^2$ (5 μονάδες)

Α3. Κατά την κύλιση χωρίς ολίσθηση ενός ομογενούς δίσκου πάνω σε οριζόντιο επίπεδο

- α) τα σημεία της περιφέρειας έχουν το μεγαλύτερο μέτρο γωνιακής ταχύτητας,
 β) όλα τα σημεία της περιφέρειας έχουν το ίδιο μέτρο ταχύτητας όταν ο δίσκος δεν επιταχύνεται,
 γ) το κέντρο μάζας έχει τη μεγαλύτερη ταχύτητα απ' όλα τα σημεία του δίσκου,
 δ) υπάρχουν σημεία της περιφέρειας του δίσκου που έχουν μέτρο ταχύτητας μικρότερο από το μέτρο της ταχύτητας του κέντρου μάζας. (5 μονάδες)

Α4. Τα τρία δοχεία του διπλανού σχήματος περιέχουν τρία διαφορετικά υγρά και μέχρι το ίδιο ύψος. Τα δοχεία βρίσκονται στο κενό εντός πεδίου βαρύτητας και σε όλα τα δοχεία ασκείται στον πυθμένα από το κάθε υγρό το ίδιο μέτρο δύναμης. Αν για εμβαδά των πυθμένων ισχύει $A_{\delta 1} > A_{\delta 3} > A_{\delta 2}$ τότε για τις πυκνότητες των υγρών ισχύει:



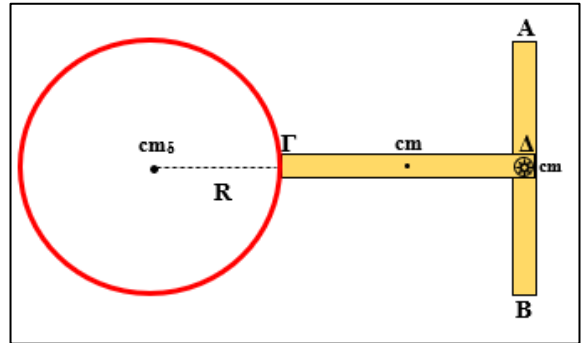
- α) $\rho_2 > \rho_3 > \rho_1$ β) $\rho_2 > \rho_1 > \rho_3$ γ) $\rho_3 > \rho_1 > \rho_2$ δ) $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ (5 μονάδες)

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

- α) Η υδροστατική πίεση στα διάφορα σημεία ενός υγρού είναι ανάλογη της απόστασης h από τον πυθμένα του δοχείου μέσα στον οποίο βρίσκεται το υγρό.
 β) Στη στρωτή ροή μπορούν δύο ρευματικές γραμμές να τέμνονται.
 γ) Η εξίσωση της συνέχειας είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης της ύλης.
 δ) Η παροχή ενός ιδανικού ρευστού που ρέει κατά μήκος ενός σωλήνα μεταβλητής διατομής μεγαλώνει στα σημεία που ο σωλήνας γίνεται πιο στενός.
 ε) Η υδροστατική πίεση εξαρτάται από την επιτάχυνση της βαρύτητας. (5 μονάδες)

ΘΕΜΑ Β

B1. Η διάταξη του διπλανού σχήματος αποτελείται από δύο όμοιες λεπτές ομογενείς ράβδους AB και ΓΔ μάζας $m_p = m$ και μήκους ℓ η κάθε μία. Η ροπή αδράνειας της κάθε ράβδου ως προς άξονα κάθετο που διέρχεται από το κέντρο μάζας της υπολογίζεται από τον τύπο $I_{cm} = \frac{1}{12} m\ell^2$. Το άκρο Δ της ράβδου ΓΔ έχει στερεωθεί στο κέντρο μάζας της ράβδου AB. Στο άκρο Γ της ράβδου ΓΔ είναι ακλόνητα στερεωμένος ομογενής δακτύλιος

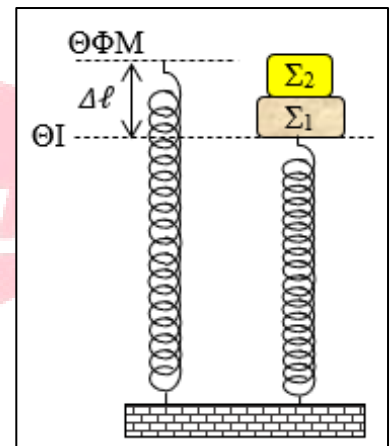


μάζας $m_\delta = m$ και ακτίνας $R = \frac{\ell}{2}$. Η ροπή αδράνειας του συστήματος ως προς τον άξονα που είναι κάθετος στο επίπεδο της διάταξης και διέρχεται από το άκρο Δ της ράβδου ΓΔ είναι:

α) $I_{ολ(\Delta)} = \frac{35}{12} m\ell^2$ β) $I_{ολ(\Delta)} = 3 m\ell^2$ γ) $I_{ολ(\Delta)} = \frac{11}{12} m\ell^2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+4 μονάδες)

B2. Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = m$ είναι δεμένο ακλόνητα στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k . Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο σε οριζόντιο δάπεδο. Πάνω στο σώμα Σ_1 είναι τοποθετημένο δεύτερο σώμα Σ_2 ίσης μάζας $m_2 = m$ όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το σύστημα ισορροπεί με το ελατήριο να έχει υποστεί αρχική παραμόρφωση $\Delta\ell$. Εκτρέπουμε το σύστημα κατακόρυφα προς τα κάτω κατά $2\Delta\ell$ και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος A και σταθερά επαναφοράς $D = k$.



I. Κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του συστήματος το σώμα Σ_2

- α) δε χάνει την επαφή του από το σώμα Σ_1 ,
- β) χάνει την επαφή του από το σώμα Σ_1 .

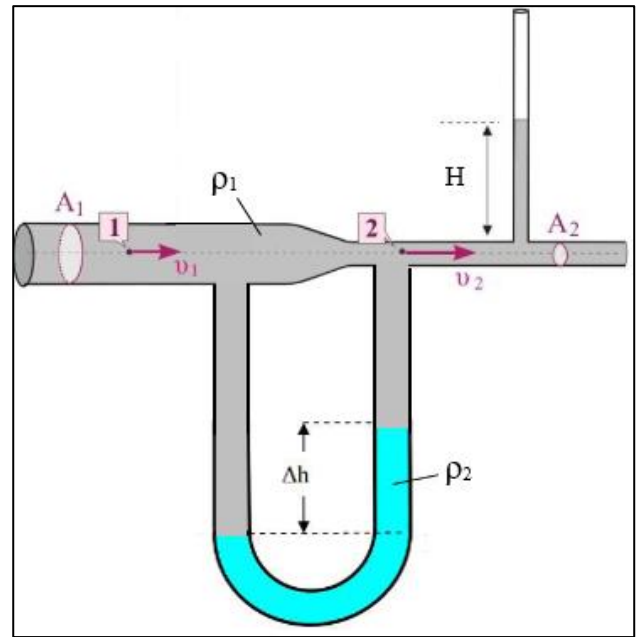
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+3 μονάδες)

II. Από τη στιγμή που το σύστημα αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί, το σώμα Σ_2 κινούμενο προς τα πάνω και μέχρι να ακινητοποιηθεί στιγμιαία για πρώτη φορά διανύει κατακόρυφη απόσταση

α) $d = 2A$ β) $d = 2,25A$ γ) $d = 2,5A$

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

B3. Στο ροόμετρο του διπλανού σχήματος στο οριζόντιο τμήμα του το εμβαδόν της μεγάλης διατομής είναι A_1 ενώ το εμβαδόν της μικρής είναι $A_2 = \frac{A_1}{2}$. Το ιδανικό υγρό πυκνότητας ρ_1 που ρέει στον οριζόντιο σωλήνα στα σημεία (1) και (2) έχει μέτρο ταχύτητας v_1 και v_2 αντίστοιχα. Η πίεση στο σημείο (1) είναι $p_1 = 1,6p_{atm}$ όπου p_{atm} η ατμοσφαιρική πίεση. Πάνω από τη μικρή διατομή του οριζόντιου σωλήνα υπάρχει κατακόρυφος λεπτός



σωλήνας στον οποίο η στήλη του υγρού πυκνότητας ρ_1 φτάνει σε ύψος H το οποίο είναι $H = \frac{p_{atm}}{10\rho_1 g}$ όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Το ιδανικό υγρό που βρίσκεται στον υοειδή σωλήνα (σωλήνας U) έχει πυκνότητα $\rho_2 = 5\rho_1$ και είναι σε ισορροπία. Η υψομετρική διαφορά στις στάθμες του υγρού πυκνότητας ρ_2 στον υοειδή σωλήνα είναι Δh .

I. Η ταχύτητα του υγρού πυκνότητας ρ_1 στο σημείο (1) έχει μέτρο:

α) $v_1 = \sqrt{\frac{p_{atm}}{3\rho_1}}$ β) $v_1 = \sqrt{\frac{3p_{atm}}{\rho_1}}$ γ) $v_1 = \sqrt{\frac{4p_{atm}}{3\rho_1}}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+4 μονάδες)

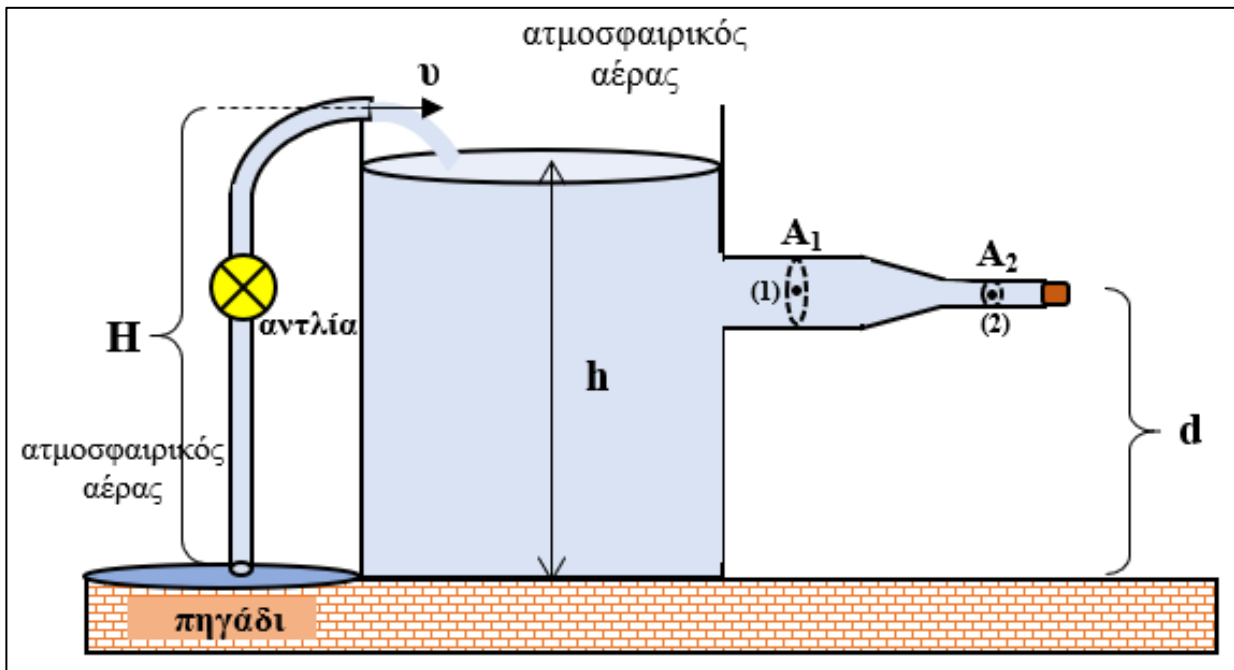
II. Για την υψομετρική διαφορά στις στάθμες του υγρού πυκνότητας ρ_2 στον υοειδή σωλήνα ισχύει:

α) $\Delta h = 2H$ β) $\Delta h = 1,5H$ γ) $\Delta h = 1,25H$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+3 μονάδες)

ΘΕΜΑ Γ

Μια αντλία ανεβάζει το νερό από την επιφάνεια ενός ανοικτού πηγαδιού σε ύψος $H = 5\text{m}$ και γεμίζει μια αρχικά άδεια δεξαμενή μεγάλου όγκου ανοικτή στον ατμοσφαιρικό αέρα. Η επιφάνεια του πηγαδιού και η βάση της δεξαμενής βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο. Το νερό εξέρχεται από τον κατακόρυφο σωλήνα που έχει εμβαδόν διατομής $A = 20\text{cm}^2$ με ταχύτητα $v = 5\text{m/s}$. Όταν το νερό στη δεξαμενή φτάσει σε ύψος $h = 4\text{m}$ και ο όγκος του είναι $V = 36\text{m}^3$ κλείνουμε την αντλία. Η δεξαμενή στο πλαϊνό τοίχωμα σε ύψος $d = 3,2\text{m}$ από τη βάση της έχει έναν οριζόντιο σωλήνα μεταβλητής διατομής ο οποίος στο άκρο του κλείνεται με τάπα. Το φαρδύ τμήμα του οριζόντιου σωλήνα έχει εμβαδόν διατομής $A_1 = 25\text{cm}^2$ ενώ το πιο στενό έχει εμβαδόν διατομής $A_2 = 20\text{cm}^2$.



Γ1. Να υπολογίσετε:

- α) τον χρόνο που χρειάστηκε για να γεμίσει η δεξαμενή, (3 μονάδες)
- β) την ενέργεια που δαπάνησε η αντλία κατά τη λειτουργία της, (3 μονάδες)
- γ) την ισχύ της αντλίας. (3 μονάδες)

Αφαιρούμε την τάπα του οριζόντιου σωλήνα και αμέσως αποκαθίσταται μόνιμη και στρωτή ροή. Ταυτόχρονα βάζουμε σε λειτουργία πάλι την αντλία με την ίδια ισχύ όπως πριν.

Γ2. Να εξετάσετε αν μετά την αφαίρεση της τάπας το νερό στη δεξαμενή ανεβαίνει (χωρίς να υπερχειλίζει) ή κατεβαίνει. Να υπολογίσετε το νέο ύψος h' στο οποίο σταθεροποιείται η στάθμη του νερού στη δεξαμενή. (3+3 μονάδες)

Γ3. Να βρείτε το βεληνικές της φλέβας του νερού που εξέρχεται από τον οριζόντιο σωλήνα όταν έχει σταθεροποιηθεί η στάθμη στο νέο ύψος h' . (4 μονάδες)

Γ4. Να βρείτε την πίεση του νερού στο σημείο (1) του οριζόντιου σωλήνα καθώς και τον ρυθμό παραγωγής έργου μεταξύ των σημείων (1) και (2) των διατομών A_1 και A_2 αντίστοιχα. (3+3 μονάδες)

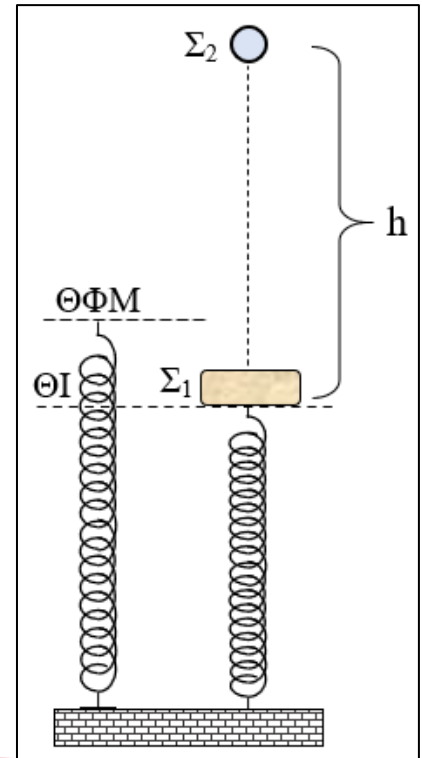
Δίνονται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, η πυκνότητα του νερού $\rho = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ και η ατμοσφαιρική

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

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 3kg$ 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. Σε άγνωστο ύψος h στην ίδια κατακόρυφο πάνω από το σώμα Σ_1 βρίσκεται ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1kg$. Εκτοξεύουμε κατακόρυφα προς τα κάτω το σώμα Σ_1 με μέτρο ταχύτητας $v_0 = \sqrt{3} m/s$ και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Κατάλληλη χρονική στιγμή εκτοξεύουμε το σώμα Σ_2 κατακόρυφα προς τα κάτω με μέτρο ταχύτητας $v = 6\sqrt{3} m/s$. Το σώμα Σ_2 συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με το σώμα Σ_1 τη στιγμή που ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του είναι μέγιστος κατά μέτρο για δεύτερη φορά μετά την εκτόξευσή του.



Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα αποκτά κατακόρυφη ταχύτητα μέτρου $2\sqrt{3} m/s$ με φορά προς τα κάτω.

Δ1. Να υπολογίσετε:

- α) το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα Σ_1 , (3 μονάδες)
 β) το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ_2 τη στιγμή της κρούσης, (3 μονάδες)
 γ) το ύψος h από το οποίο αφέθηκε το σώμα Σ_2 . (3 μονάδες)

Δ2. Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης της αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το συσσωμάτωμα σε συνάρτηση με τον χρόνο θεωρώντας χρονική στιγμή $t = 0$ τη στιγμή της κρούσης. Θετικά του άξονα της ταλάντωσης να θεωρήσετε τη φορά προς τα πάνω και ότι η σταθερά επαναφοράς του συσσωματώματος είναι επίσης $D = k$. (6 μονάδες)

Δ3. Να βρείτε πως μεταβάλλεται η δύναμη του ελατηρίου σε συνάρτηση με την απομάκρυνση της ταλάντωσης του συσσωματώματος και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση. (4+2 μονάδες)

Δ4. Όταν το συσσωμάτωμα κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω στη διάρκεια της ταλάντωσης του και το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σώματος Σ_1 είναι $\frac{|dp_1|}{dt} = 30N$, να βρείτε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος. (4 μονάδες)

Δίνεται $g = 10 \frac{m}{s^2}$.