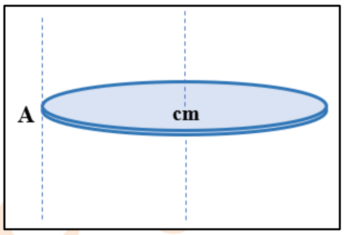
Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ΄ Λυκείου 12/2/2022

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Α1. Η ροπή αδράνειας εξαρτάται από:
α) τη γωνιακή επιτάχυνση του στερεού σώματος
β) τη γωνιακή ταχύτητα του στερεού σώματος
γ) τη συνισταμένη ροπή που δέχεται το στερεό σώμα
δ) την κατανομή της μάζας του στερεού σώματος γύρω από τον άξονα περιστροφής. ***(5 μονάδες)***

Α2. Λεπτός ομογενής δίσκος μάζας m και ακτίνας R έχει ροπή αδράνειας ως προς άξονα κάθετο στο επίπεδό του που διέρχεται από το κέντρο μάζας του $I_{cm} = \frac{1}{2}mR^2$. Ο δίσκος περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα κάθετο στο επίπεδό του που διέρχεται από το σημείο Α της περιφέρειάς του έχοντας ροπή αδράνειας I_A. Για τις ροπές αδράνειας I_{cm} και I_A ισχύει η σχέση:



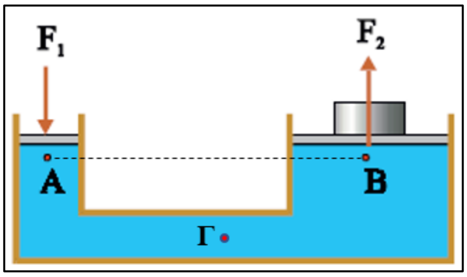
α) $I_A = 2I_{cm}$ β) $I_A = \frac{3}{2}I_{cm}$ γ) $I_A = \frac{1}{2}I_{cm}$ δ) $I_A = 3I_{cm}$ ***(5 μονάδες)***

Α3. Σώμα μικρών διαστάσεων εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που εκτελούνται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας με παραπλήσιες συχνότητες f_1 και f_2.
Η σύνθετη κίνηση που εκτελεί το σώμα εμφανίζει διακρότημα. Η συχνότητα f_1 είναι μεγαλύτερη από τη συχνότητα f_2 $(f_1 > f_2)$. Αν η συχνότητα f_2 αυξάνεται χωρίς να ξεπεράσει τη συχνότητα f_1 τότε:
α) η περίοδος του διακροτήματος αυξάνεται.
β) η συχνότητα του διακροτήματος αυξάνεται.
γ) το πλάτος της σύνθετης κίνησης αυξάνεται.
δ) το πλάτος της σύνθετης κίνησης μειώνεται. ***(5 μονάδες)***

Α4. Σώμα μικρών διαστάσεων εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που εκτελούνται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Οι χρονικές εξισώσεις που περιγράφουν τις δύο ταλαντώσεις είναι: $x_1 = 3A\,ημ\left(ωt + \frac{3π}{2}\right)$ και $x_2 = 5A\,ημ\left(ωt + \frac{π}{2}\right)$.
Η σύνθετη ταλάντωση έχει εξίσωση:
α) $x = 2A\,ημ\left(ωt + \frac{π}{2}\right)$ γ) $x = 2A\,ημ\left(ωt + \frac{3π}{2}\right)$
β) $x = 8A\,ημ\left(ωt + \frac{π}{2}\right)$ δ) $x = 8A\,ημ\left(ωt + \frac{3π}{2}\right)$ ***(5 μονάδες)***

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

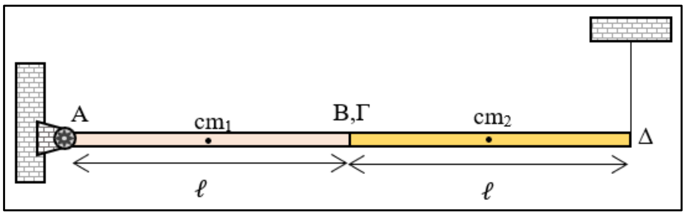
Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένα υδραυλικό πιεστήριο στο οποίο περιέχεται ιδανικό υγρό. Ασκούμε στο μικρό έμβολο μια κατακόρυφη δύναμη $\vec{F}_1$.



α) Η πίεση στα σημεία Α και Γ του υγρού θα αυξηθεί κατά το ίδιο ποσό.
β) Η πίεση στα σημεία Α, Β και Γ είναι ίδια.
γ) Το μέτρο της δύναμης $\vec{F}_2$ που θα ασκήσει το υγρό στο μεγάλο έμβολο είναι ίσο με το μέτρο της δύναμης $\vec{F}_1$ που ασκούμε στο μικρό έμβολο.
δ) Το έργο της δύναμης $\vec{F}_1$ είναι ίσο με το έργο της δύναμης $\vec{F}_2$.
ε) Αν για τα εμβαδά των εμβόλων ισχύει η σχέση $A_2 = 20A_1$ τότε για τα μέτρα των δυνάμεων ισχύει η σχέση $F_1 = 20F_2$. ***(5 μονάδες)***

ΘΕΜΑ Β

Β1. Δύο λεπτές ομογενείς ράβδοι ΑΒ και ΓΔ έχουν ίδιο μήκος ℓ, συγκολλούνται στα άκρα τους Β, Γ και δημιουργείται η ράβδος ΑΔ. Η ράβδος ΑΒ έχει μάζα $m_1 = 5m$, ενώ η ράβδος ΓΔ έχει μάζα $m_2 = m$. Η ράβδος ΑΔ στο άκρο της Α έχει στερεωθεί ακλόνητα σε άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο γύρω από την οποία μπορεί να στρέφεται χωρίς τριβές. Στο άκρο Δ η ράβδος είναι δεμένη σε κατακόρυφο αβαρές μη ελαστικό νήμα, το άλλο άκρο του οποίου δένεται σε οροφή.



Η ράβδος ΑΔ ισορροπεί σε οριζόντια θέση.

Α. Ο λόγος των μέτρων των δυνάμεων που δέχεται η δοκός από την άρθρωση (F_A) και από το κατακόρυφο νήμα (T_ν) είναι:

α) $\frac{F_A}{T_\nu} = 2$ β) $\frac{F_A}{T_\nu} = \frac{5}{3}$ γ) $\frac{F_A}{T_\nu} = 5$

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

Β. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το νήμα κόβεται. Η ράβδος ΑΔ θα στραφεί σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από τον οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το άκρο της Α στην άρθρωση. Η ροπή αδράνειας μιας λεπτής ράβδου ως προς άξονα κάθετο που διέρχεται από το κέντρο μάζας της είναι $I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2$.

Η γωνιακή επιτάχυνση της ράβδου στην οριζόντια θέση τη χρονική στιγμή $t = 0$ που κόβεται το νήμα είναι:

α) $\alpha_{\gamma\omega\nu} = 0{,}8\frac{g}{\ell}$ β) $\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{g}{\ell}$ γ) $\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{2}{3}\frac{g}{\ell}$

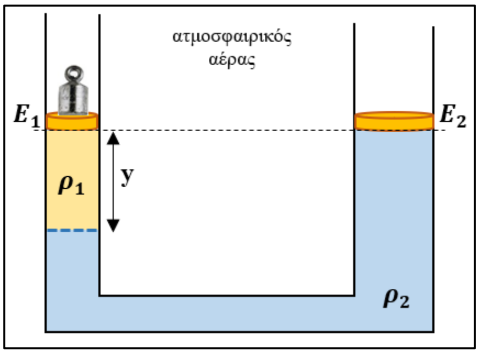
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. ***(1+5 μονάδες)***

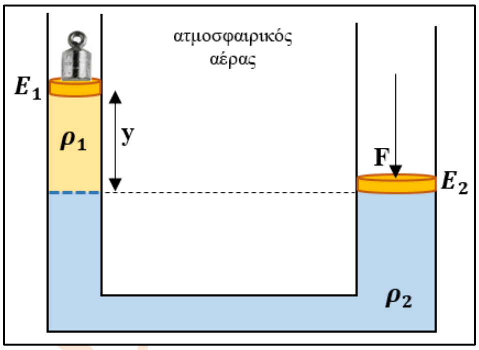
Β2. Δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις της ίδιας συχνότητας εκτελούνται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Η πρώτη ταλάντωση έχει πλάτος A_1 και ενέργεια E_1, ενώ η δεύτερη έχει πλάτος A_2 και ενέργεια E_2. Όταν οι ταλαντώσεις έχουν διαφορά φάσης $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}rad$, η σύνθετη ταλάντωση έχει ενέργεια τριπλάσια από την ενέργεια της πρώτης ταλάντωσης ($E = 3E_1$). Όταν οι ταλαντώσεις έχουν διαφορά φάσης $\Delta\varphi = \frac{\pi}{4}rad$ το πλάτος της σύνθετης ταλάντωσης είναι:

α) $A = \sqrt{2}\,A_1$ β) $A = \sqrt{3}\,A_1$ γ) $A = \sqrt{5}\,A_1$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. ***(1+6 μονάδες)***

Β3. Το δοχείο του διπλανού σχήματος περιέχει υγρά που δεν αναμιγνύονται με πυκνότητες ρ_1 και $\rho_2 = 1{,}25\rho_1$. Το υγρό πυκνότητας ρ_1 περιορίζεται στον κατακόρυφο αριστερό σωλήνα του δοχείου σε ύψος y. Οι κατακόρυφοι σωλήνες του δοχείου κλείνονται με εφαρμοστά αβαρή έμβολα E_1 και E_2 που έχουν εμβαδά A_1 και $A_2 = 4A_1$ αντίστοιχα. Πάνω στο έμβολο E_1 είναι τοποθετημένο ένα σώμα βάρους w. Τα έμβολα αρχικά ισορροπούν και βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο. Μετακινούμε το έμβολο E_2 προς τα κάτω έτσι ώστε τα έμβολα να ισορροπούν σε νέα θέση. Το έμβολο E_2 στη νέα θέση ισορροπίας υπό την επίδραση κατακόρυφης δύναμης $\vec{F}$, βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με τη διαχωριστική επιφάνεια των δύο υγρών.





Για το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$ ισχύει:

α) $F = 4w$ β) $F = 20w$ γ) $F = 25w$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. ***(1+6 μονάδες)***

ΘΕΜΑ Γ

Σώμα μικρών διαστάσεων μάζας $m = 0{,}1Kg$ εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που εξελίσσονται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας . Οι χρονικές εξισώσεις των απομακρύνσεων των δύο ταλαντώσεων $x_1 = f(t)$ και $x_2 = f(t)$ είναι:

$$x_1 = 0{,}04\,\eta\mu(200t + \pi) \text{ (S.I.) και } x_2 = 0{,}02\,\eta\mu(200t) \text{ (S.I.)}.$$

Γ1. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης της σύνθετης ταλάντωσης $x_{1,2} = f(t)$. ***(5 μονάδες)***

Γ2. Να υπολογίσετε τη συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο σώμα τη χρονική στιγμή $t = \frac{\pi}{400}\,s$. ***(5 μονάδες)***

Γ3. Το σώμα ταυτόχρονα με τις δύο πρώτες ταλαντώσεις εκτελεί και μια τρίτη ταλάντωση με χρονική εξίσωση απομάκρυνσης $x_3 = 0{,}02\,\eta\mu\left(200t + \frac{\pi}{2}\right)$ (S.I.). Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της ταχύτητας του σώματος $\upsilon = f(t)$ εξαιτίας των τριών επιμέρους ταλαντώσεων. ***(5 μονάδες)***

Μειώνουμε τη συχνότητα της δεύτερης ταλάντωσης $x_2 = f(t)$ κατά 2% και τη συνθέτουμε με μια τέταρτη απλή αρμονική ταλάντωση $x_4 = f(t)$ παραπλήσιας συχνότητας. Η ταλάντωση $x_4 = f(t)$ εκτελείται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας με την ταλάντωση $x_2 = f(t)$.

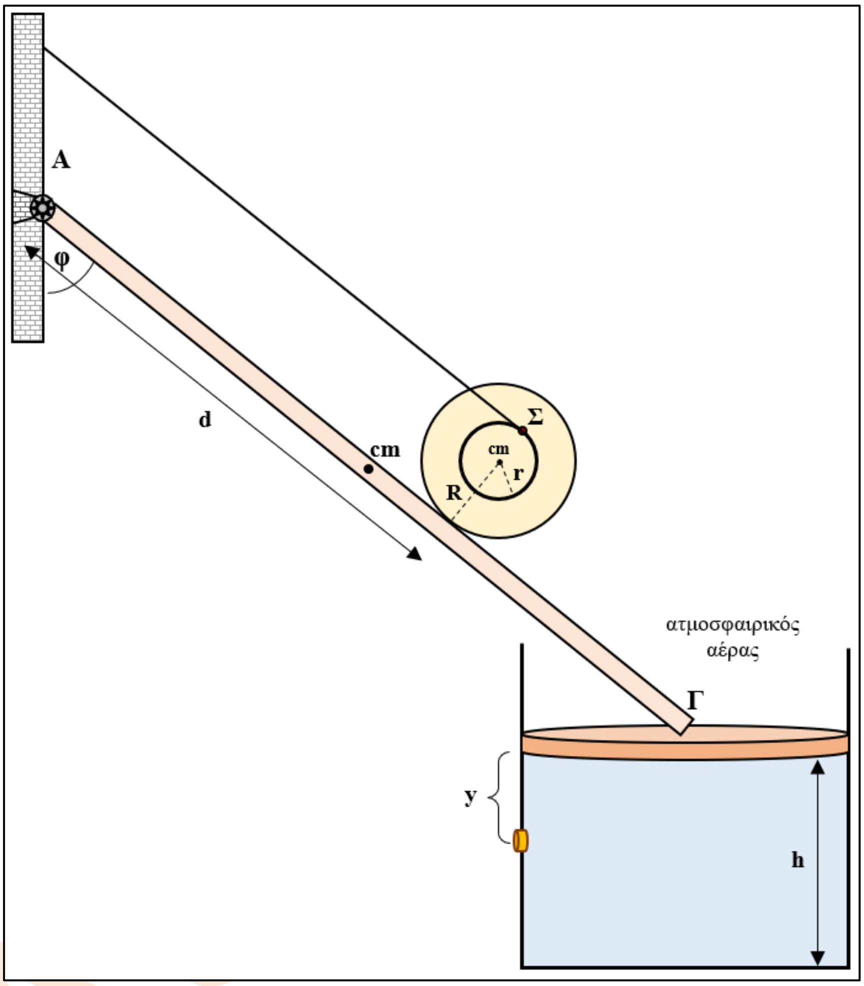
Η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης είναι $x_4 = 0{,}02\eta\mu 204t$ (S.I.)

Γ4. Να βρείτε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης της σύνθετης κίνησης που εκτελεί το σώμα εξαιτίας των ταλαντώσεων $x_2 = f(t)$ και $x_4 = f(t)$. ***(5 μονάδες)***

Γ5. Να υπολογίσετε το πλήθος των μηδενισμών της ταχύτητας του σώματος μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών του πλάτους της σύνθετης κίνησης που προκύπτει από τη σύνθεση των δύο παραπάνω ταλαντώσεων $x_2 = f(t)$ και $x_4 = f(t)$. ***(5 μονάδες)***

ΘΕΜΑ Δ

Η ομογενής δοκός ΑΓ του διπλανού σχήματος έχει βάρος $w = 25N$ και μήκος $\ell = 10m$.
Στο άκρο της Α η δοκός έχει προσαρμοστεί σε άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο γύρω από την οποία μπορεί να στρέφεται χωρίς τριβές. Το άκρο Γ της δοκού είναι τοποθετημένο στο κέντρο εμβόλου κυλινδρικού δοχείου που περιέχει νερό. Η δοκός σχηματίζει γωνία φ με τον κατακόρυφο τοίχο για την οποία δίνονται $\eta\mu\varphi = 0{,}8$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0{,}6$.
Το βάρος του εμβόλου είναι $w_{\varepsilon\mu\beta} = 80N$ και το εμβαδόν του $A_{\varepsilon\mu\beta} = 100cm^2$. Το ύψος του νερού στο δοχείο είναι $h = 2m$.
Σε κατακόρυφη απόσταση $y = 98cm$ κάτω από το έμβολο στο πλαϊνό τοίχωμα υπάρχει μια οπή που κλείνεται με τάπα εμβαδού $A_{\tau\acute{\alpha}\pi\alpha\varsigma} = 1cm^2$.



Μεταξύ της δοκού και του εμβόλου δεν υπάρχει τριβή. Πάνω στη δοκό και σε απόσταση d από το άκρο της Α είναι τοποθετημένος, αρχικά ακίνητος, ομογενής δίσκος βάρους $w_1 = 10N$ και ακτίνας $R = \frac{1}{2\pi}m$.
Συμμετρικά ως προς το κέντρο μάζας του δίσκου είναι κολλημένος ένας αβαρής δακτύλιος ακτίνας $r = \frac{R}{2}$. Στο σημείο Σ της περιφέρειας του δακτυλίου είναι δεμένο το άκρο ενός αβαρούς μη εκτατού νήματος, με διεύθυνση παράλληλη στη δοκό, το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο στον κατακόρυφο τοίχο. Μεταξύ των επιφανειών του δίσκου και της δοκού υπάρχει τριβή. Στην κατάσταση ισορροπίας όλου του συστήματος η δοκός δέχεται από το έμβολο κατακόρυφη δύναμη μέτρου $F_\Gamma = 20N$.
Να υπολογιστεί:

Δ1. Το μέτρο της δύναμης που δέχεται ο δίσκος από τη δοκό. ***(5 μονάδες)***

Δ2. Η πίεση στον πυθμένα του δοχείου. ***(5 μονάδες)***

Δ3. Το μέτρο της δύναμης που δέχεται η δοκός από την άρθρωση. ***(5 μονάδες)***

Τη χρονική στιγμή $t = 0$ κόβεται το νήμα που συνδέει τον δίσκο με τον κατακόρυφο τοίχο οπότε ο δίσκος αρχίζει να κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει πάνω στη δοκό έχοντας σταθερή επιτάχυνση μέτρου $\alpha_{cm} = 4\frac{m}{s^2}$.

Δ4. Όταν το κέντρο μάζας του δίσκου έχει μετατοπιστεί κατά $0{,}5m$ από την αρχική του θέση να βρείτε την ταχύτητα του σημείου Σ της περιφέρειας του δακτυλίου. ***(5 μονάδες)***

Δ5. Όταν το κέντρο μάζας του δίσκου έχει μετατοπιστεί κατά $2m$ από την αρχική του θέση η τάπα της οπής του πλαϊνού τοιχώματος εκτοξεύεται. Να βρείτε το μέτρο της μέγιστης δύναμης που δέχεται η τάπα από το τοίχωμα μέχρι πριν εκτοξευτεί. ***(5 μονάδες)***

Δίνονται $g = 10\frac{m}{s^2}$, $\rho_\nu = 10^3\frac{Kg}{m^3}$, $p_{atm} = 10^5\frac{N}{m^2}$.