

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ 2018

**ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΘΕΜΑ Α**

Στις ημιτελείς προτάσεις **A1-A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

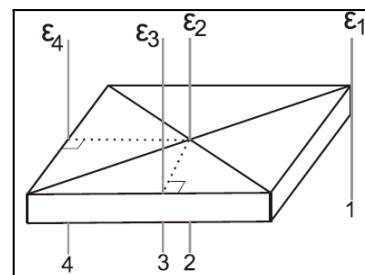
A1. Ταλαντωτής εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση. Η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας ($F = -b v$). Η ενέργεια της ταλάντωσης τη χρονική στιγμή t_1 είναι ίση με E και το πλάτος της ίσο με A . Αν μετά από χρόνο t η ενέργεια της ταλάντωσης είναι ίση με $\frac{E}{4}$ τότε το νέο πλάτος της ταλάντωσης θα είναι ίσο με:

- α. $\frac{A}{4}$. β. $\frac{A}{2}$. γ. $\frac{A}{4}$. δ. A .

Μονάδες 5

A2. Το οριζόντιο ομογενές στερεό του σχήματος είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο και μπορεί να περιστραφεί κάθε φορά γύρω από τους κατακόρυφους παράλληλους άξονες ϵ_1 ή ϵ_2 ή ϵ_3 ή ϵ_4 , με την ίδια σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω . Το μέτρο της στροφορμής του στερεού έχει τη μεγαλύτερη τιμή του όταν το στερεό σώμα περιστρέφεται γύρω από τον άξονα:

- α. ϵ_1 . β. ϵ_2 .
γ. ϵ_3 . δ. ϵ_4 .



Μονάδες 5

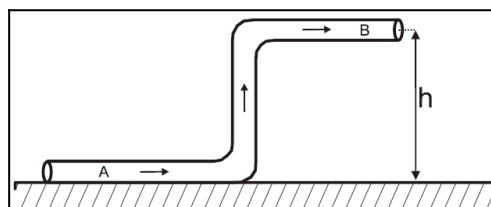
A3. Κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων που εκτελούνται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας με εξισώσεις $\chi_1 = A \eta\mu(100\pi t)$ (S.I.) και $\chi_2 = A \eta\mu(104\pi t)$ (S.I.) δημιουργούνται διακροτήματα. Η συχνότητα των διακροτημάτων είναι ίση με:

- α. 0,5 Hz. β. 1,0 Hz
γ. 2,0 Hz δ. 4,0 Hz

Μονάδες 5

A4. Το Σχήμα παριστάνει έναν κυλινδρικό σωλήνα μικρής διατομής που βρίσκεται σε κατακόρυφο επίπεδο. Ο σωλήνας έχει σταθερή διατομή και στο εσωτερικό του ρέει ιδανικό ρευστό με σταθερή παροχή. Για τις πιέσεις και τις ταχύτητες στα σημεία A και B του σωλήνα ισχύει:

- α. $p_A = p_B$ και $v_A = v_B$.
β. $p_A > p_B$ και $v_A > v_B$.
γ. $p_A < p_B$ και $v_A = v_B$.
δ. $p_A > p_B$ και $v_A = v_B$.



Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε αν το περιεχόμενο των ακόλουθων προτάσεων είναι **Σωστό** ή **Λάθος**, γράφοντας στο τετράδιό σας τη λέξη **Σωστό** ή **Λάθος** δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί στην κάθε πρόταση.

- α. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση η ενέργεια του ταλαντωτή παραμένει σταθερή.
β. Σε ένα στάσιμο κύμα όλα τα σημεία του μέσου τα οποία ταλαντώνονται φτάνουν ταυτόχρονα σε θέσεις μέγιστης απομάκρυνσης.
γ. Όταν ένας παρατηρητής πλησιάζει με σταθερή ταχύτητα μια ακίνητη ηχητική πηγή, η συχνότητα του ήχου που ακούει είναι συνεχώς μεγαλύτερη από τη συχνότητα που παράγει η πηγή.
δ. Αν σε ένα αρχικά ακίνητο ελεύθερο στερεό σώμα ασκηθεί σταθερή δύναμη της οποίας ο φορέας διέρχεται από το κέντρο μάζας του, το σώμα θα περιστραφεί.
ε. Η ταχύτητα ενός ιδανικού ρευστού που ρέει σε οριζόντιο σωλήνα είναι μεγαλύτερη στις περιοχές όπου οι ρευματικές γραμμές είναι πυκνότερες.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Δύο ιδανικά ελατήρια A και B με σταθερές k_1 και k_2 αντίστοιχα κρέμονται από δύο ακλόνητα σημεία (Σχήμα). Στα κάτω άκρα των ελατηρίων A και B είναι δεμένα και ισορροπούν δύο σώματα Σ_1 μάζας m_1 και Σ_2 μάζας m_2 . Στην κατάσταση αυτή το ελατήριο A έχει διπλάσια επιμήκυνση από το ελατήριο B. Εκτρέπουμε τα σώματα Σ_1 και Σ_2 κατακόρυφα μέχρις ότου τα ελατήρια αποκτήσουν το φυσικό τους μήκος και τα αφήνουμε ελεύθερα. Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση με ενέργειες ταλάντωσης E_1 και $E_2 = 2E_1$ αντίστοιχα. Ο λόγος των σταθερών k_1 και k_2 των δύο ελατηρίων A και B είναι ίσος με:

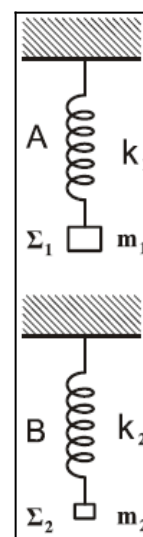
α) $\frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{4}$ β) $\frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{8}$ γ) $\frac{k_1}{k_2} = 8$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 2

Μονάδες 6



B2. Από το εσωτερικό άκρο A ενός ημισφαιρίου ακτίνας R (Σχήμα) αφήνεται ελεύθερη μάζα m_1 αμελητέων διαστάσεων. Στο κατώτατο σημείο Γ του ημισφαιρίου είναι ακίνητη μια πανομοιότυπη μάζα m_2 ($m_1 = m_2 = m$) αμελητέων διαστάσεων. Οι τριβές θεωρούνται αμελητέες.

B2.A. Η μάζα m_1 συγκρούεται με τη μάζα m_2 κεντρικά και ελαστικά. Μετά την κρούση η μάζα m_2 θα ανέλθει σε ύψος H ως προς το κατώτατο σημείο του ημισφαιρίου ίσο με:

α) $\frac{R}{4}$ β) R γ) $\frac{3R}{2}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

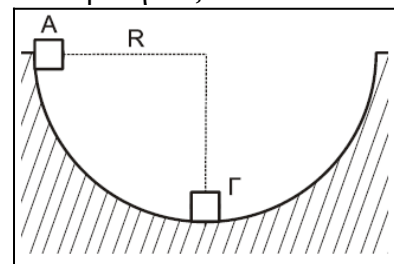
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 3

B2.B. Η μάζα m_1 συγκρούεται με τη μάζα m_2 μετωπικά και πλαστικά. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα θα ανέλθει σε ύψος h ως προς το κατώτατο σημείο του ημισφαιρίου ίσο με:

α) $\frac{R}{4}$ β) R γ) $\frac{3R}{2}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.



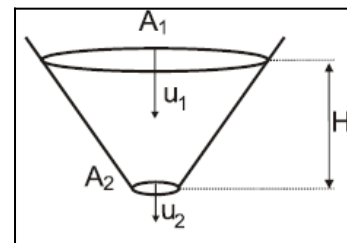
Μονάδες 1

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 3

Μονάδες 8

B3. Σε ανοιχτό κωνικό δοχείο (Σχήμα) που περιέχει ιδανικό ρευστό αφαιρούμε τον πυθμένα με αποτέλεσμα το ρευστό να αρχίσει να ρέει. Κάποια χρονική στιγμή το περιεχόμενο ρευστό στο δοχείο έχει ύψος H . Η ταχύτητα του ρευστού στην επιφάνεια εμβαδού A_1 είναι ίση με u_1 ενώ η αντίστοιχη



ταχύτητα του ρευστού στον πυθμένα εμβαδού $A_2 = \frac{A_1}{6}$ είναι ίση με u_2 . Τότε το ύψος H ισούται με:

α) $\frac{u_1^2}{2g}$ β) $\frac{3u_1^2}{2g}$ γ) $\frac{3u_1^2}{g}$

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

(μονάδες 2+7)

ΘΕΜΑ Γ

Γραμμικό ελαστικό μέσο μεγάλου μήκους εκτείνεται κατά μήκος του ημιάξονα Ox . Το άκρο O ($x = 0$) του ελαστικού μέσου εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Οι δύο ταλαντώσεις του άκρου O περιγράφονται από τις σχέσεις:

$$y_1 = A \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (S.I.)} \quad \text{και} \quad y_2 = \sqrt{3} A \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (S.I.)}$$

Το άκρο O του ελαστικού μέσου ξεκινά να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t = 0$ και εκτελεί 10 πλήρεις ταλαντώσεις κάθε 2 sec με πλάτος ταλάντωσης $A = 0,05 \text{ m}$. Η συνισταμένη ταλάντωση του άκρου O του ελαστικού μέσου δημιουργεί αρμονικό κύμα που διαδίδεται στο ελαστικό μέσο και σε χρόνο $t_1 = 0,3 \text{ sec}$ διανύει απόσταση 1,5 m.

Γ1. Να δείξετε ότι η εξίσωση απομάκρυνσης y της απλής αρμονικής ταλάντωσης του άκρου O σε συνάρτηση με το χρόνο είναι $y = 0,1 \sin 10\pi t$ (S.I.).

(Μονάδες 6)

Γ2. Να γράψετε την εξίσωση του στιγμιότυπου του κύματος τη χρονική στιγμή $t_2 = t_1 + 5^4$ και να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή t_2 σε βαθμολογημένους άξονες.

(Μονάδες 3 + 4)

Γ3. Να υπολογίσετε την ταχύτητα ταλάντωσης ενός σημείου N που βρίσκεται σε απόσταση $x = 1,75 \text{ m}$ από το άκρο O του ελαστικού μέσου τη χρονική στιγμή που η φάση της ταλάντωσης του άκρου O είναι ίση με $3,75\pi \text{ rad}$.

(Μονάδες 6)

Γ4. Εάν κατά μήκος της χορδής διαδοθεί ταυτόχρονα με το παραπάνω κύμα ένα κύμα αντίθετης φοράς με τα ίδια χαρακτηριστικά, τότε τα δύο κύματα συμβάλλουν με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα με κοιλία στη θέση $x = 0$.

Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος και να βρείτε τη θέση του πέμπτου δεσμού του στάσιμου κύματος.

(Μονάδες 3 + 4)

Δίνονται: $\eta\mu 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ και $\sigma\upsilon\nu 60^\circ = \frac{1}{2}$.

ΘΕΜΑ Δ

Συμπαγής ομογενής κύλινδρος μάζας m και ακτίνας $R = 0,1 \text{ m}$ είναι προσδεμένος σε ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$ στο σημείο Α και ισορροπεί πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο μεγάλου μήκους γωνίας κλίσης φ όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο άξονας του ελατηρίου είναι παράλληλος στο κεκλιμένο επίπεδο. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο ακλόνητα στο σημείο Γ. Η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι $\Delta\ell = 0,06 \text{ m}$.

Δ1. Να υπολογίσετε τη μάζα του κυλίνδρου.

(Μονάδες 5)

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο κύλινδρος αποσπάται από το ελατήριο και κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου. Να υπολογίσετε:

Δ2. την επιτάχυνση του κέντρου μάζας του κυλίνδρου,

(Μονάδες 5)

Δ3. το μέτρο της στατικής τριβής που δέχεται ο κύλινδρος από το κεκλιμένο επίπεδο κατά τη διάρκεια της κύλισής του,

(Μονάδες 4)

Δ4. τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του κυλίνδρου τη χρονική στιγμή $t = 1 \text{ s}$.

(Μονάδες 5)

Έστω ότι στο κέντρο μάζας του κυλίνδρου είναι ενσωματωμένος σημειακός ανιχνευτής ηχητικών κυμάτων, ο οποίος φέρει λαμπάκι. Στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου είναι στερεωμένη πηγή S ηχητικών κυμάτων, όπως φαίνεται στο σχήμα, συχνότητας $f_s = 1700 \text{ Hz}$. Το λαμπάκι του ανιχνευτή ανάβει όταν ανιχνεύονται συχνότητες μεταξύ των τιμών $f_1 = 1750 \text{ Hz}$ και $f_2 = 1800 \text{ Hz}$.

Δ5. Κατά την κύλιση του κυλίνδρου στο κεκλιμένο επίπεδο να εξετάσετε αν το λαμπάκι θα ανάψει από τη χρονική στιγμή $t_1 = 1 \text{ s}$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t_2 = 2 \text{ s}$.

(Μονάδες 6)

Δίνονται:

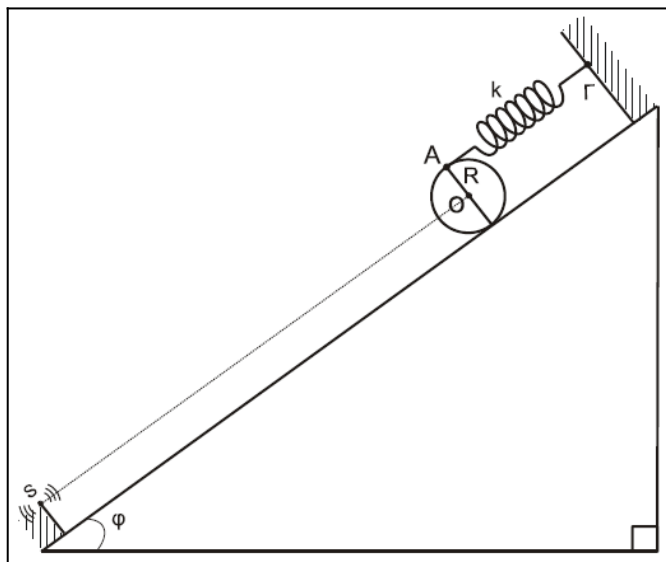
- η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- η ροπή αδράνειας του κυλίνδρου ως προς τον άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας

του είναι ίση με $I_{\text{cm}} = \frac{1}{2} m R^2$.

- $\eta\mu\varphi = 0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,8$.
- η ταχύτητα του ήχου στον αέρα ίση με $v_{\text{ηχ}} = 340 \text{ m/s}$.

Να θεωρήσετε ότι:

- ο άξονας περιστροφής του κυλίνδρου παραμένει συνεχώς σε οριζόντια θέση σε όλη τη διάρκεια της κίνησης του.
- η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.



- η ευθεία που ενώνει την πηγή και τον ανιχνευτή είναι παράλληλη στο κεκλιμένο επίπεδο.
- η λήψη των ηχητικών κυμάτων από τον ανιχνευτή δεν επηρεάζεται από την κύλιση και το υλικό του κυλίνδρου.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1 → β

A2 → α

A3 → γ

A4 → δ

A5. (α) Λ (β) Σ (γ) Σ (δ) Λ (ε) Σ

ΘΕΜΑ Β

B1. (α) Σωστή απάντηση είναι η β.

Επειδή τα σώματα Σ_1 και Σ_2 αφήνονται από την ΘΦΜ για να εκτελέσουν απλή αρμονική ταλάντωση, η ΘΦΜ θα είναι ακραία θέση της ταλάντωσης τους, άρα τα πλάτη των ταλαντώσεων τους θα είναι ίσα με:

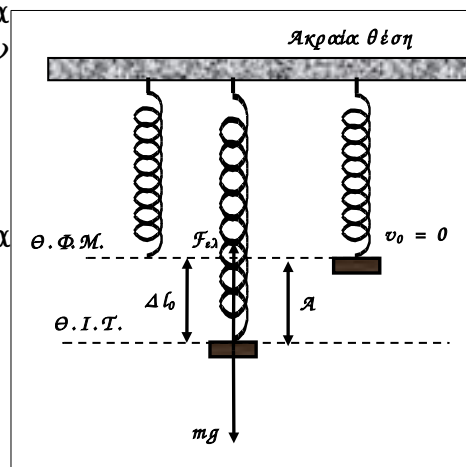
$$A_1 = \Delta \ell_{0(1)} \text{ και } A_2 = \Delta \ell_{0(2)} \text{ με } \Delta \ell_{0(1)} = 2\Delta \ell_{0(2)} \quad (1)$$

Η ενέργεια ταλάντωσης για το σώμα Σ_1 θα είναι:

$$E_1 = \frac{1}{2} k_1 A_1^2 \text{ και για το σώμα } \Sigma_2: E_2 = \frac{1}{2} k_2 A_2^2 .$$

$$\text{Όμως: } E_2 = 2E_1 \rightarrow \frac{1}{2} k_2 A_2^2 = 2 \frac{1}{2} k_1 A_1^2 \rightarrow$$

$$k_2 \Delta \ell_{(0)2}^2 = 2 k_1 \Delta \ell_{(0)1}^2 \rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\Delta \ell_{(0)2}^2}{2 \Delta \ell_{(0)1}^2} \rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{\Delta \ell_{(0)2}^2}{2 (2 \Delta \ell_{(0)2})^2} = \frac{\Delta \ell_{(0)2}^2}{2 \cdot 4 \Delta \ell_{(0)2}^2} = \frac{1}{8} \rightarrow \frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{8}$$



B2. (Α) Σωστή απάντηση είναι η β.

Θα βρούμε την ταχύτητα της μάζας m_1 στο σημείο (Γ) εφαρμόζοντας Α.Δ.Μ.Ε.

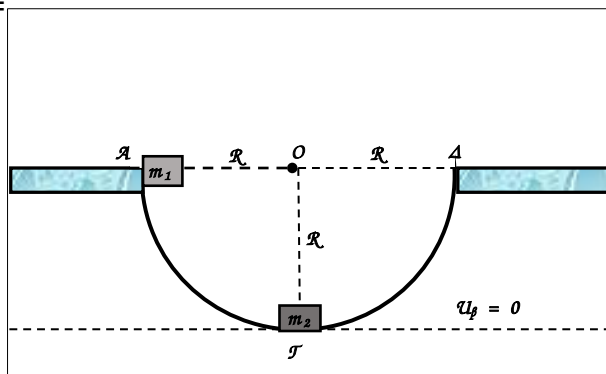
$$E_{\mu\kappa}^{(A)} = E_{\mu\kappa}^{(Γ)} \rightarrow K_{(A)} + U_{(A)} = K_{(Γ)} + U_{(Γ)} \rightarrow 0 + m_1 g R = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + 0 \rightarrow$$

$$g R = \frac{1}{2} v_1^2 \rightarrow v_1 = \sqrt{2gR} .$$

Αφού οι μάζες m_1 και m_2 είναι ίσες και η κρούση κεντρική κι ελαστική, οι δύο μάζες θα ανταλλάξουν ταχύτητες, δηλαδή ή m_1 θα ακινητοποιηθεί ενώ η m_2 θα αποκτήσει ταχύτητα $v_2 = v_1 = \sqrt{2gR}$.

Εφαρμόζω Α.Δ.Μ.Ε. για τη μάζα m_2 :

$$E_{\mu\kappa}^{(\Gamma)} = E_{\mu\kappa}^{(\Delta)} \rightarrow K_{(\Gamma)} + U_{(\Gamma)} = K_{(\Delta)} + U_{(\Delta)} \rightarrow \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + 0 = m_2 g H \rightarrow \frac{1}{2} (\sqrt{2gR})^2 = g H \rightarrow \frac{1}{2} 2gR = g H \rightarrow H = R.$$



(B) Σωστή απάντηση είναι η α.

Εφαρμόζω ΑΔΟ για την πλαστική κρούση:

$$p_{\text{αρχ}}^{\text{συστ}} = p_{\text{τελ}}^{\text{συστ}} \rightarrow m_1 u_1 = (m_1 + m_2)V \rightarrow m_1 u_1 = 2 m_1 V \rightarrow V = \frac{u_1}{2} = \frac{\sqrt{2gR}}{2}$$

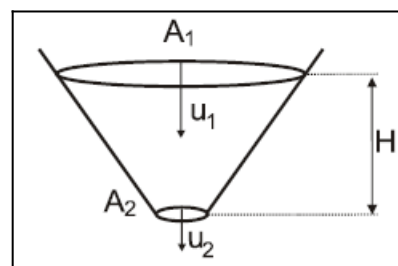
Εφαρμόζω Α.Δ.Μ.Ε. για το συσσωμάτωμα: $E_{\mu\kappa}^{(\Gamma)} = E_{\mu\kappa}^{(\Delta)} \rightarrow K_{(\Gamma)} + U_{(\Gamma)} = K_{(\Delta)} + U_{(\Delta)} \rightarrow$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 + 0 = (m_1 + m_2) g h \rightarrow \frac{1}{2} \frac{(\sqrt{2gR})^2}{4} = g h \rightarrow \frac{1}{2} \frac{2gR}{4} = g h \rightarrow h = \frac{R}{4}.$$

B3. Σωστή απάντηση είναι η β.

Εφαρμόζουμε την εξίσωση της συνέχειας κατά μήκος της ρευματικής γραμμής που περνά από την επιφάνεια και από τον πυθμένα του κωνικού δοχείου:

$$\Pi_1 = \Pi_2 \rightarrow A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2 \rightarrow v_1 = \frac{1}{6} v_2 \rightarrow v_2 = 6v_1.$$



Από την εξίσωση Bernoulli κατά μήκος της ρευματικής γραμμής που περνά από την επιφάνεια και από τον πυθμένα του κωνικού δοχείου παίρνουμε:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g H = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \rightarrow p_{atm} + \frac{1}{2}\rho g H = p_{atm} + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$\rho v_1^2 + 2\rho g H = \rho v_2^2 \rightarrow H = \frac{v_2^2}{2g}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Το υλικό σημείο που βρίσκεται στην αρχή Ο εκτελεί $N = 10$ ταλαντώσεις ανά 2 δευτερόλεπτα. Άρα:

$$f = \frac{N}{\Delta t} = 5 \text{ Hz} \quad \text{και} \quad \omega = 2\pi f = 10\pi \text{ rad/s}$$

Δίνεται ακόμη ότι το μηχανικό κύμα που δημιουργείται διανύει απόσταση $x_1 = 1,5 \text{ m}$ σε χρόνο $t_1 = 0,3 \text{ s}$. Άρα $v_g = \frac{x_1}{t_1} = \frac{1,5 \text{ m}}{0,3 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$ και $\lambda = \frac{v_g}{f} = \frac{5}{5} \rightarrow \lambda = 1 \text{ m}$.

Οι δύο ΑΑΤ που εκτελεί ταυτόχρονα το άκρο Ο του ελαστικού μέσου έχουν:

- πλάτη: $A_1 = A = 0,05 \text{ m}$ και $A_2 = A\sqrt{3} = 0,05\sqrt{3} \text{ m}$,
- κυκλικές συχνότητες: $\omega_1 = \omega_2 = \omega = 10\pi \text{ rad/s}$,
- διαφορά φάσης: $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 10\pi t + \frac{\pi}{3} - (10\pi t - \frac{\pi}{6}) \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$.

Επειδή οι δύο αρμονικές ταλαντώσεις γίνονται στην ίδια ευθεία, γύρω από το ίδιο σημείο και έχουν τις ίδιες συχνότητες η συνισταμένη κίνηση που εκτελεί το Ο θα είναι ΑΑΤ με:

- κυκλική συχνότητα $\omega = 10\pi \text{ rad/s}$,
- πλάτος: $A' = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\varphi} = \sqrt{A^2 + 3A^2} = \sqrt{4A^2} \rightarrow A' = 2A = 0,1 \text{ m}$
- γωνία θ που προηγείται της ταλάντωσης με τη μικρότερη φάση:

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{A_2 \eta\mu\varphi}{A_1 + A_2 \cos\varphi} = \frac{A\eta\mu\frac{\pi}{2}}{A\sqrt{3} + A\cos\frac{\pi}{2}} = \frac{A}{A\sqrt{3}} \rightarrow \varepsilon\varphi\theta = \frac{\sqrt{3}}{3} \rightarrow \theta = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

Άρα η εξίσωση της συνισταμένης ΑΑΤ που εκτελεί το άκρο Ο του ελαστικού μέσου θα είναι:

$$y = 0,1 \eta\mu(10\pi t - \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{6}) \rightarrow y = 0,1 \eta\mu(10\pi t) \quad (\chi \text{ σε m}).$$

$$\Gamma 2. \quad t_2 = t_1 + \frac{T}{4} = 0,55 \text{ s.}$$

Το κύμα τη παραπάνω χρονική στιγμή t_2 έχει φθάσει στο σημείο που απέχει από το άκρο Ο: $\chi_2 = v_6 t_2 = 2,75 \text{ m}$.

Η εξίσωση του κύματος αυτή τη χρονική στιγμή γράφεται:

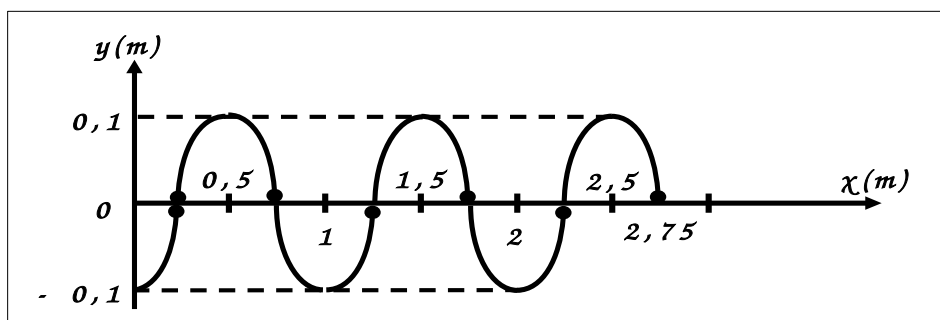
$$y = 0,1 \text{ ημ} 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) = 0,1 \text{ ημ}(5,5\pi - 2\pi x) \text{ (S.I.) με } x \leq 2,75 \text{ m}$$

Η σχέση αυτή δίνει την απομάκρυνση όλων των σημείων του μέσου, από την πηγή έως το σημείο που απέχει $\chi_2 = 2,75 \text{ m}$ από την πηγή, την χρονική στιγμή $t_2 = 0,55 \text{ s}$.

$$\text{Για } x = 0 \text{ m} \quad \rightarrow \quad y = -0,1 \text{ m}$$

$$\text{για } x = \frac{\lambda}{4} = 0,25 \text{ m} \quad \rightarrow \quad y = 0 \text{ m}$$

Το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_2 = 0,55 \text{ s}$ είναι:



Γ3. Η φάση του κύματος του σημείου Ο ($x = 0$) γίνεται ίση με $3,75\pi \text{ rad}$ τη

$$\text{χρονική στιγμή: } \varphi_0 = 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \rightarrow 3,75\pi = 10\pi t \rightarrow t = 0,375 \text{ s.}$$

Η ταχύτητα του σημείου Ν ($x_N = 1,75 \text{ m}$) την παραπάνω χρονική στιγμή θα είναι:

$$v_N = \omega A \sin 2\pi \left(\frac{x_N}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \rightarrow v_N = 10\pi \cdot 0,1 \sin(10\pi \cdot 0,375 - 2\pi \cdot 1,75) = \pi \sin 1,25\pi$$

$$\rightarrow v_N = \pi \sin\left(\pi + \frac{\pi}{4}\right) = \pi \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow v_N = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ m/s.}$$

Γ4. Η εξίσωση του στάσιμου κύματος δίνεται από την σχέση:

$$y = 2 A \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \sin \frac{2\pi t}{T} \rightarrow y = 0,2 \sin(2\pi x) \sin(10\pi t) \quad (y, x \text{ σε m, } t \text{ σε s})$$

Η θέση του πέμπτου δεσμού του στάσιμου κύματος υπολογίζεται από την σχέση:

$$\chi_5 = (2N + 1) \frac{\lambda}{4} \xrightarrow{N=4} \chi_5 = 9 \frac{\lambda}{4} \rightarrow \chi_5 = 2,25 \text{ m.}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Στον κύλινδρο ασκούνται τρεις δυνάμεις: το βάρος mg , που αναλύεται σε δυο συνιστώσες $mg \sin \phi$ και σε $mg \cos \phi$, η δύναμη από το ελατήριο $F_{ελ}$ η οποία είναι παράλληλη στο κεκλιμένο επίπεδο και η δύναμη του επιπέδου η οποία αναλύεται σε δύο συνιστώσες την κάθετη δύναμη N από το επίπεδο στο σώμα και την στατική τριβή T .

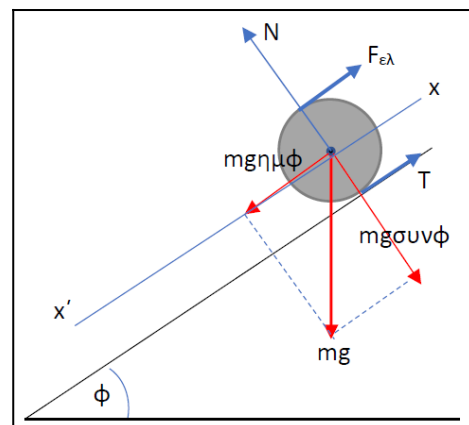
Αφού το στερεό ισορροπεί ισχύει:

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow F_{ελ} + T = mg \sin \phi \quad (1)$$

$$\Sigma \tau_{(K)} = 0 \rightarrow F_{ελ} R = T R \rightarrow F_{ελ} = T \quad (2)$$

Από την σχέση (1) λόγω της (2) προκύπτει:

$$2F_{ελ} = mg \sin \phi \rightarrow 2 k \Delta \ell = mg \sin \phi \rightarrow 2 \cdot 0,6 = m \cdot 0,6 \rightarrow m = 2 \text{ Kg.}$$



Δ2. Επειδή ο κύλινδρος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει και η μεταφορική και η περιστροφική κίνηση του θα είναι ομαλά επιταχυνόμενες.

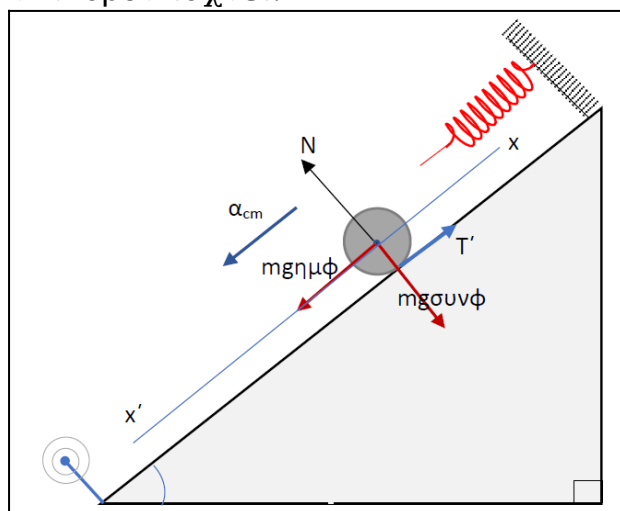
Για τη μεταφορική κίνηση του κυλίνδρου ισχύει:

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= m a_{cm} \rightarrow \\ m g \sin \phi - T' &= m a_{cm} \rightarrow \\ m g \sin \phi - T' &= m a_{cm} \quad (3) \end{aligned}$$

Από το θεμελιώδη νόμο για την περιστροφική κίνηση έχουμε:

$$\begin{aligned} \Sigma \tau_{(K)} &= I_{cm} \alpha_y \rightarrow \\ T' R &= \frac{1}{2} m R^2 \alpha_y \rightarrow \\ T' &= \frac{1}{2} m R \alpha_y = \frac{1}{2} m a_{cm} \quad (4) \end{aligned}$$

αφού ισχύει: $\alpha_{cm} = \alpha_y R$.



Από (3) και (4) παίρνουμε:

$$mg \eta\mu\varphi = \frac{3}{2} m \alpha_{cm} \rightarrow \alpha_{cm} = \frac{2}{3} g \eta\mu\varphi \rightarrow \alpha_{cm} = 4 \text{ m/s}^2.$$

Δ3. Από τη σχέση (4) υπολογίζουμε τη στατική τριβή:

$$T' = \frac{1}{2} m \alpha_{cm} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4 \rightarrow T' = 4 \text{ N}.$$

Δ4. Για $t = 1 \text{ s}$, $v_{cm} = a_{cm} t = 4 \text{ m/s}$.

$$\frac{dK}{dt} = \frac{dK_{\text{μετ}}}{dt} + \frac{dK_{\text{περ}}}{dt} = \frac{\Sigma \tau d\theta}{dt} + \frac{\Sigma F_{\chi} v_{cm}}{dt} \rightarrow$$

$$\frac{dK}{dt} = \Sigma F_{\chi} v_{cm} + \Sigma \tau_{(K)} \omega = (mg \eta\mu\varphi - T') v_{cm} + T' R \omega \xrightarrow{v_{cm} = \omega R}$$

$$\frac{dK}{dt} = mg \eta\mu\varphi v_{cm} - T' v_{cm} + T' v_{cm} = mg \eta\mu\varphi v_{cm} \rightarrow \frac{dK}{dt} = 48 \text{ J/s}.$$

Δ5. Η συχνότητα που καταγράφει ο ανιχνευτής, καθώς πλησιάζει προς την

πηγή του ήχου με ταχύτητα v_{cm} , είναι ίση με: $f_A = \frac{v_{\eta\chi} + v_{cm}}{v_{\eta\chi}} f_s = \frac{v_{\eta\chi} + \alpha t}{v_{\eta\chi}} f_s$

$$\frac{v_{\eta\chi} + \alpha t_1}{v_{\eta\chi}} = \frac{340 + 4}{340}$$

$$\text{Για } t_1 = 1 \text{ s} \rightarrow f_{A(1)} = \frac{v_{\eta\chi}}{340} 1700 \rightarrow f_{A(1)} = 1720 \text{ Hz}.$$

$$\frac{v_{\eta\chi} + \alpha t_2}{v_{\eta\chi}} = \frac{340 + 8}{340}$$

$$\text{Για } t_1 = 2 \text{ s} \rightarrow f_{A(2)} = \frac{v_{\eta\chi}}{340} 1700 \rightarrow f_{A(2)} = 1740 \text{ Hz}.$$

Επειδή $f_{A(1)} < f_{A(2)} < f_1 = 1750 \text{ Hz}$ το λαμπάκι δεν θα ανάψει.