ΘΕΜΑ 1ο

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμίας από τις παρακάτω ερωτήσεις 1-4 και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Η ταχύτητα διάδοσης ενός αρμονικού κύματος:

α. είναι πάντοτε ίση με τη μέγιστη ταχύτητα κίνησης των μορίων του μέσου,
β. εξαρτάται από το μήκος κύματος,
γ. εξαρτάται από το μέσο διάδοσης,
δ. είναι ανάλογη της συχνότητας του κύματος.

Μονάδες 5

2. Για ένα σώμα που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση:

α. η κίνηση από τη θέση ισορροπίας του προς ακραία θέση είναι ομαλή,
β. η κίνηση από ακραία θέση προς τη θέση ισορροπίας του είναι ομαλά επιταχυνόμενη,
γ. η δύναμη επαναφοράς έχει αντίθετη φορά από αυτήν της ταχύτητας,
δ. η δύναμη και η ταχύτητα είναι ομόρροπα διανύσματα, όταν το κινητό κινείται προς τη θέση ισορροπίας.

Μονάδες 5

3. Σε μια πλαστική κρούση δεν ισχύει:

α. η Αρχή Διατήρησης της Ορμής,
β. η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας,
γ. η Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας,
δ. ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα.

Μονάδες 5

4. Σε μια αρμονική ταλάντωση η ταχύτητα έχει περίοδο μεταβολής 2 s. Τότε η δυναμική ενέργεια του ταλαντωτή μεταβάλλεται με περίοδο:

α. 2 s,
β. 1 s,
γ. 4 s,
δ. 0,5 s.

Μονάδες 5

5. Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό** για τη σωστή πρόταση και τη λέξη **Λάθος** για τη λανθασμένη.

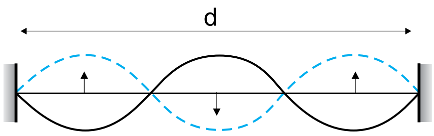
		Σ	Λ
α.	Ηχητική πηγή και παρατηρητής κινούνται στην ίδια ευθεία με τέτοιο τρόπο, ώστε η μεταξύ τους απόσταση να αυξάνεται. Ο ήχος που εκπέμπει η πηγή είναι συχνότητας f_s. Ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται ήχο μεγαλύτερης συχνότητας.		
β.	Σε μια κρούση μεταξύ δύο οποιωνδήποτε σωμάτων αυτά έρχονται οπωσδήποτε σε επαφή.		
γ.	Σε εξαναγκασμένη ταλάντωση το σύστημα ταλαντώνεται με τη συχνότητα του διεγέρτη.		
δ.	Η συμβολή και η ανάκλαση είναι φαινόμενα που συναντάμε μόνο στα μηχανικά κύματα.		

		Σ	Λ
ε.	Η ροπή ζεύγους δυνάμεων ποτέ δεν είναι μηδέν ως προς οποιοδήποτε σημείο του επιπέδου τους.		

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 2ο

1. Κατά μήκος χορδής που έχει μήκος d και ακλόνητα άκρα δημιουργείται στάσιμο κύμα. Όταν η συχνότητα των κυμάτων που συμβάλλουν είναι f_1, το στάσιμο έχει 4 δεσμούς. Για συχνότητα f_2 το στάσιμο έχει διπλάσιο αριθμό δεσμών. Ο λόγος f_1/f_2 είναι:



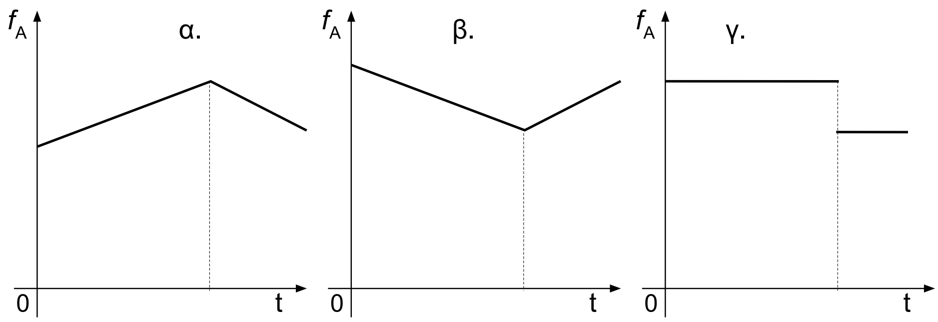
α. 2 **β.** 3/7 **γ.** 7/3 **δ.** 7

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

2. Μια ηχητική πηγή αρχίζει να εκπέμπει ήχο συχνότητας f_A τη χρονική στιγμή $t = 0$. Ένας παρατηρητής κινείται με σταθερή ταχύτητα προς την πηγή, την προσπερνά και απομακρύνεται με την ίδια ταχύτητα. Από τα παρακάτω διαγράμματα, ποιο αντιστοιχεί στον ήχο συχνότητας f_A που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής;

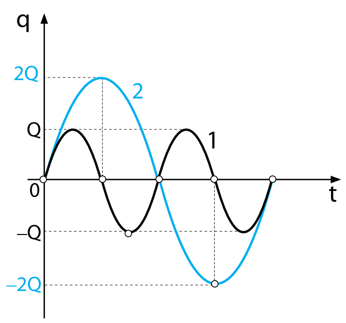


Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

3. Για δύο κυκλώματα L_1C_1 και L_2C_2 που φορτίστηκαν με ίδια τάση V_0 και εκτελούν ηλεκτρικές ταλαντώσεις, τα διαγράμματα $q = f(t)$ φαίνονται στο διπλανό σχήμα. Ποια από τις παρακάτω σχέσεις είναι σωστή;



α. $I_1 > I_2$ **β.** $I_1 < I_2$ **γ.** $I_1 = I_2$.

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

4. Μια σφαίρα Α μάζας m κινείται με ταχύτητα $υ_1$ και συγκρούεται ελαστικά και κεντρικά με δεύτερη σφαίρα Β μάζας 3m, η οποία αρχικά είναι ακίνητη. Το % ποσοστό της κινητικής ενέργειας της σφαίρας Α που μεταβιβάζεται στη σφαίρα Β, είναι:

α. 100% **β.** 25% **γ.** 50% **δ.** 75%

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 3ο

Μονοχρωματική ακτίνα φωτός διαδίδεται στο νερό και προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια του νερού με τον αέρα, υπό γωνία 45^o. Η φάση του κύματος στον αέρα δίνεται από τη σχέση $\varphi_0 = 2\pi\,(f_0 \cdot t - 2 \cdot 10^6\,x)$ (S.I.) και στο νερό από τη σχέση $\varphi = 2\pi\,(f \cdot t - 4 \cdot 10^6\,x)$ (S.I.).

α. Να βρείτε τις συχνότητες f_0 και f. *Μονάδες 6*

β. Να υπολογίσετε τον δείκτη διάθλασης του νερού. *Μονάδες 6*

γ. Να δείξετε ότι η ακτίνα δε θα εξέλθει από το νερό. *Μονάδες 6*

δ. Να γράψετε τη σχέση που δίνει τη φάση ενός δεύτερου Η/Μ κύματος το οποίο διαδίδεται στον αέρα και όταν συμβάλλει με το πρώτο, δημιουργεί στάσιμο.

Μονάδες 7

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης στο κενό $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

ΘΕΜΑ 4ο

Ένας κύλινδρος μάζας m = 2 kg και ακτίνας R = 0,1 m αφήνεται να κυλήσει από την κορυφή προς τη βάση κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης $\varphi = 30^o$. Ο κύλινδρος κυλάει χωρίς να ολισθαίνει. Μετά από διάστημα s = 2,4 m, το κεκλιμένο επίπεδο γίνεται λείο. Να υπολογιστούν:

α. το μέτρο της ταχύτητας υ_{cm} του κέντρου μάζας του κυλίνδρου και η στροφορμή του, όταν διανύσει το διάστημα 2,4 m πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο.

Μονάδες 6

β. οι τιμές του συντελεστή τριβής, για να μην ολισθαίνει ο κύλινδρος.

Μονάδες 6

γ. η κινητική ενέργεια του κυλίνδρου μετά από 2 s που κινείται πάνω στο λείο επίπεδο.

Μονάδες 6

δ. Να κάνετε το διάγραμμα υ_{cm}- t για όλη τη διάρκεια της κίνησης.

Μονάδες 7

Δίνονται: $I_{κυλ.} = \dfrac{mR^2}{2}$ και $g = 10$ m/s^2.

Γιαννης Βαγονακης *(Φυσικη)*
email: orosimo.g@hotmail.com

ΘΕΜΑ 1ο

1. (γ),

2. (δ),

3. (γ),

4. (β),

5. **α.** (Λ), **β.** (Λ), **γ.** (Σ), **δ.** (Λ), **ε.** (Σ).

ΘΕΜΑ 2ο

1. **(β).**

Από το σχήμα παρατηρούμε ότι, όταν η συχνότητα είναι f_1, τότε $d = 3\dfrac{\lambda_1}{2}$, όπου λ_1 το μήκος των κυμάτων που συμβάλλουν.

Όταν η συχνότητα γίνει f_2, θα είναι $d = 7\dfrac{\lambda_2}{2}$.

Επομένως:

$$3\lambda_1 = 7\lambda_2 \Rightarrow 3\frac{\upsilon}{f_1} = 7\frac{\upsilon}{f_2} \Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \frac{3}{7}$$

2. **(γ).**
Η ταχύτητα υ_A του παρατηρητή είναι σταθερή. Επομένως και η συχνότητα του ήχου f_A που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής θα είναι σταθερή.
Όταν πλησιάζει προς την πηγή $f_A > f_s$ και όταν απομακρύνεται από την πηγή $f_A < f_s$.

3. Από το διάγραμμα της εκφώνησης φαίνεται ότι $Q_2 = 2Q_1$ και $T_2 = 2T_1$.
Από τη θεωρία είναι γνωστό ότι:

$$I_1 = Q_1 \cdot \omega_1 = Q_1\frac{2\pi}{T_1} \qquad \text{και} \qquad I_2 = Q_2 \cdot \omega_2 = Q_2\frac{2\pi}{T_2} = 2Q_1\frac{2\pi}{2T_1} - Q_1\frac{2\pi}{T_1}$$

Άρα σωστή είναι η γ.

4. Το ζητούμενο % ποσοστό της κινητικής ενέργειας της σφαίρας Α που μεταβιβάζεται στη σφαίρα Β είναι:

$$\frac{\Delta K_2}{K_{1(\pi\rho\iota\nu)}}100 = \frac{\frac{1}{2}m_2\upsilon'^2_2}{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2}100 = 3\frac{\upsilon'^2_2}{\upsilon_1^2}100$$

Από τη θεωρία γνωρίζουμε ότι:

$$\upsilon'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}\upsilon_1 = \frac{2m}{4m}\upsilon_1 = \frac{\upsilon_1}{2}$$

Επομένως $\dfrac{\Delta K_2}{K_{1(\pi\rho\iota\nu)}}100 = 3\dfrac{\left(\dfrac{\upsilon_1}{2}\right)^2}{\upsilon_1^2}100 = \dfrac{3}{4}100 = 75\%.$

Συνεπώς σωστή είναι η δ.

ΘΕΜΑ 3ο

α. Η φάση αρμονικού ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι:

$$\varphi = 2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right)$$

Επομένως έχουμε $2 \cdot 10^6 = \frac{1}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{1}{2 \cdot 10^6}$ m.

Από τη σχέση $c = f_0 \cdot \lambda_0 \Rightarrow f_0 = \frac{c}{\lambda_0} \Rightarrow f_0 = 6 \cdot 10^{14}$ Hz.

Όταν όμως ένα κύμα αλλάζει μέσο διάδοσης, δεν αλλάζει η συχνότητά του.
Συνεπώς $f = f_0 = 6 \cdot 10^{14}$ Hz.

β. Ο δείκτης διάθλασης ορίζεται από τη σχέση $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$.
Με αντικατάσταση έχουμε:

$$n = \frac{\frac{1}{2 \cdot 10^6}}{\frac{1}{4 \cdot 10^6}} \Rightarrow n = 2$$

γ. Για να γίνει ολική ανάκλαση πρέπει η γωνία πρόσπτωσης $\theta_\pi > \theta_{crit}$.
Όμως από τη θεωρία γνωρίζουμε ότι:

$$\eta\mu\theta_{crit} = \frac{n_{\alpha\acute{\varepsilon}\rho\alpha}}{n} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{crit} = 30^o$$

Επομένως ισχύει ότι $\theta_\pi > \theta_{crit}$.

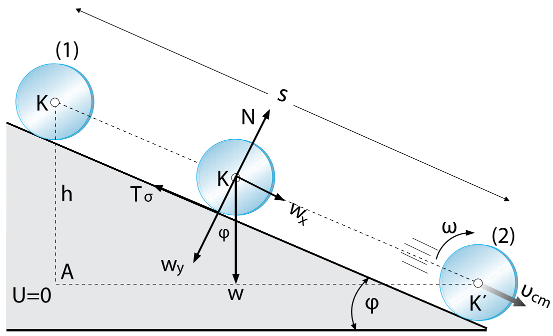
δ. Τα Η/Μ κύματα δίνουν φαινόμενα συμβολής. Άρα η φάση του κύματος που ζητείται είναι:

$$\varphi = \kappa\pi\,(6 \cdot 10^{14} t + 2 \cdot 10^6 x)\ \text{S.I.}$$

ΘΕΜΑ 4ο

α. Στο σώμα ασκούνται οι δυνάμεις:

- το βάρος του $\vec{w}$, που αναλύεται σε συνιστώσες:
  $$w_x = w \cdot \eta\mu\varphi \text{ και } w_y = w \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi$$
- η κάθετη δύναμη $\vec{N}$ από το κεκλιμένο επίπεδο
- η στατική τριβή $\vec{T}_6$ από το κεκλιμένο επίπεδο που η φορά της φαίνεται στο διπλανό σχήμα. (Επειδή το σώμα δεν ολισθαίνει, η τριβή είναι στατική).



Επειδή στην κύλιση χωρίς ολίσθηση το έργο της στατικής τριβής είναι μηδέν, εφαρμόζουμε Α.Δ.Μ.Ε. **από τη θέση (1) μέχρι τη θέση (2)**. Οπότε:

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \qquad \acute{\eta} \qquad m \cdot g \cdot h + 0 = 0 + \frac{1}{2} m \cdot \upsilon_{cm}^2 + \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 \quad (1)$$

όπου h είναι το ύψος που κατέβηκε το κέντρο μάζας (cm) του κυλίνδρου. Από το ορθογώνιο τρίγωνο ΑΚΚ΄ είναι $h = s \cdot ημφ$.

Στην κύλιση χωρίς ολίσθηση ισχύει $υ_{cm} = ω \cdot R$.
Η σχέση (1) γράφεται:

$$m \cdot g \cdot s \cdot ημφ = \frac{1}{2}\, m \cdot υ_{cm}^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot R^2}{2} \cdot \left(\frac{υ_{cm}}{R}\right)^2 \quad ή \quad g \cdot s = υ_{cm}^2 + \frac{υ_{cm}^2}{2}$$

Αντικαθιστώντας έχουμε: $υ_{cm} = \sqrt{\dfrac{2g \cdot s}{3}} = 4\ m/s$.

Η στροφορμή του κυλίνδρου στη θέση (2) είναι $L = I \cdot ω$, όπου $ω = \dfrac{υ_{cm}}{R}$.

Με αντικατάσταση έχουμε: $L = \dfrac{mR^2}{2} \cdot \dfrac{υ_{cm}}{R}$ ή $L = m \cdot υ_{cm} \cdot R$ ή $L = 0{,}4\ Kg\ m^2/s$.

β. Για να μην ολισθαίνει ο κύλινδρος, πρέπει το μέτρο της στατικής τριβής να μη ξεπεράσει το μέτρο της τριβής ολίσθησης, δηλαδή να ισχύει:

$$T_6 < μ \cdot N \text{ (συνθήκη κύλισης χωρίς ολίσθηση)}$$

Η κάθετη δύναμη $\vec{N}$ που ασκείται στο σώμα από το κεκλιμένο επίπεδο έχει μέτρο:

$$N = w \cdot συνφ \quad ή \quad N = 20\,\frac{\sqrt{3}}{2}\ N \quad ή \quad N = 10\sqrt{3}\ N$$

Για να υπολογίσουμε το μέτρο της στατικής τριβής, εφαρμόζουμε τον **θεμελιώδη νόμο** για τη **μεταφορική** και τη **στροφική** κίνηση και έχουμε:

$$\sum F_x = m \cdot α_{cm} \quad ή \quad w \cdot ημφ - T_6 = m \cdot α_{cm} \qquad (1)$$

$$\sum T^{(K)} = I \cdot α_{γων.} \quad ή \quad T_6 \cdot R = I \cdot α_{γων.} \quad ή \quad T6 \cdot R = \frac{m \cdot R^2}{2}\, α_{γων.} \qquad (2)$$

Στην κύλιση χωρίς ολίσθηση ισχύει $α_{cm} = α_{γων.} \cdot R$.

Άρα η σχέση (2) γράφεται $T_6 = \dfrac{m}{2}\, α_{cm}$ (3)

Προσθέτουμε κατά μέλη τις σχέσεις (1) και (3). Οπότε έχουμε:

$$w \cdot ημφ = \frac{3m}{2}\, α_{cm} \quad ή \quad m \cdot g \cdot ημφ = \frac{3m}{2}\, α_{cm}$$

Η τελευταία λύνεται ως προς $α_{cm}$. Συνεπώς:

$$α_{cm} = \frac{2}{3}\, g \cdot ημφ \quad ή \quad α_{cm} = \frac{10}{3}\ m/s^2$$

Από τη σχέση (3) βρίσκουμε την τιμή της στατικής τριβής $T_6 = \dfrac{10}{3}\ N$.

Αντικαθιστώντας στη σχέση $T_6 < μ \cdot N$ τις τιμές που βρήκαμε, παίρνουμε $μ > \dfrac{\sqrt{3}}{9}$.

γ. Στο λείο επίπεδο δεν υπάρχει στατική τριβή και συνεπώς ο κύλινδρος δε δέχεται ροπή. Έτσι το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας που έχει αποκτήσει στη θέση (2) δεν αλλάζει $\left(\omega = \frac{\upsilon_{cm}}{R} = 40\ \text{rad/s}\right)$.
$\left(\omega = \frac{\upsilon_{cm}}{R} = 40\ \text{rad/s}\right)$.

Επομένως και η κινητική ενέργεια λόγω στροφικής κίνησης δεν αλλάζει σε σχέση με αυτή που είχε στη θέση (2). Η ενέργεια αυτή είναι:

$$K_{\sigma\tau\rho o\varphi.} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 \quad \acute{\eta} \quad \text{με αντικατάσταση } K_{\sigma\tau\rho o\varphi.} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 = 8\ \text{J}$$

Για να υπολογίσουμε την κινητική ενέργεια του κυλίνδρου λόγω μεταφορικής κίνησης, πρέπει να υπολογίσουμε την ταχύτητα του κέντρου μάζας του.
Η μεταφορική κίνηση του κυλίνδρου είναι επιταχυνόμενη και το μέτρο της επιτάχυνσής του είναι:

$$\sum F_x = m \cdot \alpha_{cm} \quad \acute{\eta} \quad w \cdot \eta\mu\varphi = m \cdot \alpha'_{cm} \quad \acute{\eta} \quad \alpha'_{cm} = g \cdot \eta\mu\varphi \quad \acute{\eta} \quad \alpha'_{cm} = 5\ \text{m/s}^2$$

Συνεπώς η ταχύτητα του κέντρου μάζας του κυλίνδρου ύστερα από χρόνο 2 s μετά τη θέση (2) είναι:

$$\upsilon'_{cm} = \upsilon_{cm} + \alpha'_{cm} \cdot t \quad \acute{\eta} \quad \upsilon'_{cm} = 4 + 5 \cdot 2 \quad \acute{\eta} \quad \upsilon'_{cm} = 14\ \text{m/s}$$

Άρα $K_{\mu\varepsilon\tau.} = \frac{1}{2} m \cdot \upsilon'^2_{cm}$ και από τη σχέση αυτή με αντικατάσταση έχουμε $K_{\mu\varepsilon\tau.} = 196$ J.

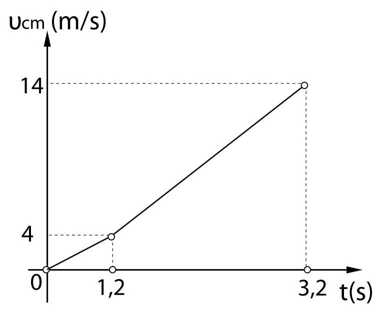
Τελικά η ζητούμενη κινητική ενέργεια είναι:

$$K = K_{\mu\varepsilon\tau.} + K_{\sigma\tau\rho o\varphi.} \Rightarrow K = 204\ \text{J}$$

δ. Για να γίνει το ζητούμενο διάγραμμα, πρέπει να βρούμε σε πόσο χρόνο κινήθηκε ο κύλινδρος από τη θέση (1) στη θέση (2) που έχει ταχύτητα $\upsilon_{cm} = 4$ m/s. Άρα:

$$\upsilon_{cm} = \alpha_{cm} \cdot t \Rightarrow 4 = \frac{10}{3} t \Rightarrow t = 1{,}2\ \text{s}$$

Το ζητούμενο διάγραμμα είναι:



Γιαννης Βαγιονακης (Φυσικη)
email:orosimo.g@hotmail.com