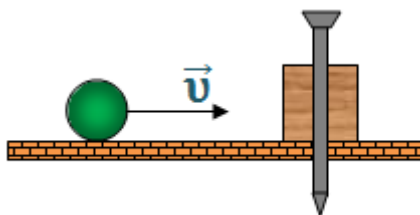


ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΚΡΟΥΣΕΙΣ – ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ – ΚΥΜΑΤΑ
ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

ΘΕΜΑ Α

Στις ημιτελείς προτάσεις Α1– Α4, να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

Α1. Σφαιρίδιο συγκρούεται με ακίνητο ξύλινο κιβώτιο που είναι καρφωμένο στο ακλόνητο οριζόντιο επίπεδο, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Στο φαινόμενο αυτό έχουμε:

- α. Διατήρηση της ορμής του συστήματος σφαιρίδιο-κιβώτιο-καρφί.
- β. Διατήρηση της ορμής του μόνο του σφαιριδίου.
- γ. Διατήρηση της κινητικής ενέργειας του συστήματος σφαιρίδιο-κιβώτιο-καρφί.
- δ. Διατήρηση της ενέργειας του συστήματος σφαιρίδιο-κιβώτιο-καρφί.

Μονάδες 5

Α2. Μικρό σώμα εκτελεί φθίνουσα μηχανική ταλάντωση. Η δύναμη της απόσβεσης F' είναι της μορφής $F' = -bv$, όπου b η σταθερά απόσβεσης και v η ταχύτητα του σώματος. Η μονάδα της σταθερά απόσβεσης στο (S.I.) είναι το:

- α. $1\text{ kg} \cdot \text{s}$ β. 1 kg/s γ. $1\text{ kg} \cdot \text{s}^2$ δ. 1 kg/s^2

Μονάδες 5

Α3. Τα όρια των περιοχών του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος δεν είναι αυστηρά καθορισμένα. Μια ακτίνα X και μια ακτίνα γ με ίδιο μήκος κύματος διαδίδονται στο κενό. Οι ακτίνες αυτές μπορούν να διακριθούν από:

- α. Την ταχύτητα διάδοσης τους.
- β. Τη συχνότητα τους.
- γ. Τον τρόπο παραγωγής τους.
- δ. Από το ότι οι ακτίνες X είναι αβλαβής για τους οργανισμούς που τις απορροφούν ενώ οι ακτίνες γ όχι.

Μονάδες 5

- A4.** Ένα στερεό σώμα εκτελεί μεταφορική κίνηση πάνω σε οριζόντιο επίπεδο.
- α. Υπάρχουν υλικά σημεία του σώματος που κινούνται με διαφορετική ταχύτητα από αυτή που έχει το κέντρο μάζας του.
 - β. Το ευθύγραμμο τμήμα που συνδέει δυο υλικά σημεία του σώματος κινείται παράλληλα προς τον εαυτό του.
 - γ. Αλλάζει ο προσανατολισμός του στερεού στο χώρο.
 - δ. Τα υλικά σημεία του στερεού που έρχονται σε επαφή με το οριζόντιο επίπεδο έχουν μηδενική ταχύτητα.

Μονάδες 5

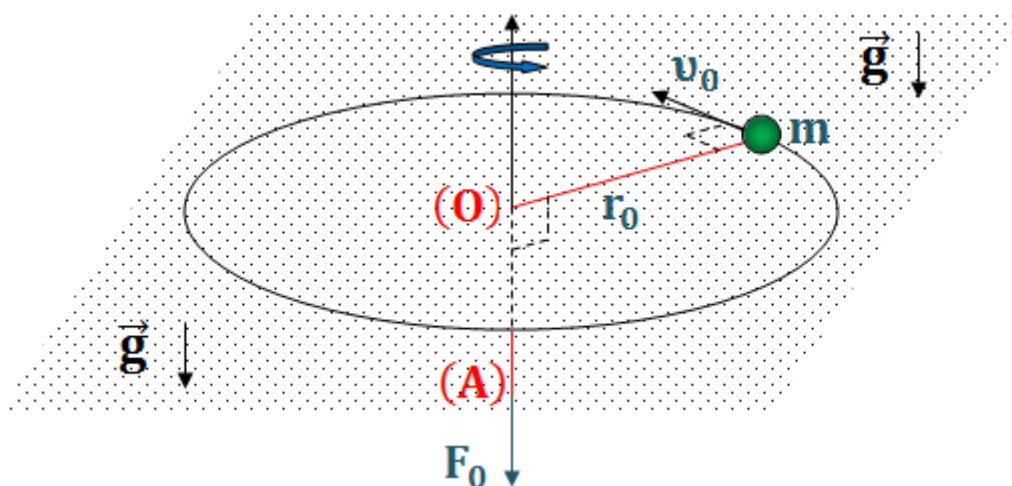
- A5.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιο σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη Σωστό, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη Λάθος, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.
- α. Στην ελαστική κρούση δε διατηρείται η κινητική ενέργεια του συστήματος των συγκρουόμενων σωμάτων.
 - β. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση ο διεγέρτης επιβάλλει τη συχνότητα του στο ταλαντούμενο σύστημα.
 - γ. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, όπως και τα μηχανικά, διαδίδονται τόσο στο κενό όσο και στην ύλη.
 - δ. Το κέντρο μάζας ενός στερεού σώματος δεν μπορεί να βρίσκεται έξω από το σώμα.
 - ε. Στα εγκάρσια μηχανικά κύματα τα σωματίδια του μέσου διάδοσης ταλαντώνονται κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Στο επόμενο σχήμα, το υλικό σημείο μάζας m εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση ακτίνας r_0 πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα σταθερού μέτρου v_0 , γύρω από το σημείο (O) με τη βοήθεια του νήματος. Ασκώντας κατάλληλη κατακόρυφη δύναμη στο άκρο (A) του κατακόρυφου νήματος, ελαττώνουμε την ακτίνα περιφοράς του υλικού σημείου από r_0 σε $r = r_0/2$.

Ο λόγος $\frac{F_0}{F}$ των μέτρων της αρχικής δύναμης F_0 και της τελικής δύναμης F που ασκούμε στο σημείο (A) του νήματος, είναι:



α) $\frac{1}{8}$

β) $\frac{1}{4}$

γ) $\frac{1}{2}$

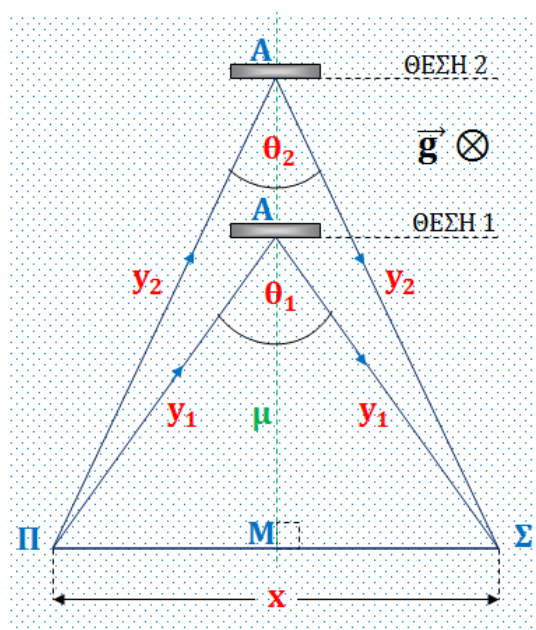
1) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Μονάδες 2

2) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 6

B2. Σε κάποιο σημείο στην επιφάνεια ενός υγρού δημιουργούμε κύματα με την πηγή Π. Στο σημείο (Σ) της επιφάνειας του υγρού, σε απόσταση x από την πηγή, τα κύματα μπορούν να φτάσουν ή απευθείας ακολουθώντας τη διαδρομή (ΠΣ) ή αφού ανακλαστούν στον ανακλαστήρα Α που βρίσκεται στην επιφάνεια του υγρού πάνω στη μεσοκάθετο μ του τμήματος (ΠΣ).



Όταν ο ανακλαστήρας βρίσκεται στη θέση 1, το σημείο (Σ) είναι σημείο ενίσχυσης και για τη γωνία θ_1 , που σχηματίζουν το προσπίπτον με το ανακλώμενο κύμα είναι $\sin\theta_1 = 0,50$.

Μετακινώντας τον ανακλαστήρα πάνω στη μεσοκάθετο μ, το πλάτος του σημείου (Σ) μεταβάλλεται μετά τη συμβολή των κυμάτων σε αυτό και για πρώτη φορά γίνεται ξανά μέγιστο στη θέση 2. Για τη γωνία θ_2 , που σχηματίζουν το προσπίπτον με το ανακλώμενο κύμα είναι $\sin\theta_2 = 0,68$.

Δίνεται ο νόμος των συνημίτονων: $\alpha^2 = \beta^2 + \gamma^2 - 2\beta\gamma\cos A$

Το μήκος κύματος λ των κυμάτων που παράγει η πηγή είναι ίσο με:

$$\alpha) \lambda = \frac{x}{4}$$

$$\beta) \lambda = \frac{x}{2}$$

$$\gamma) \lambda = x$$

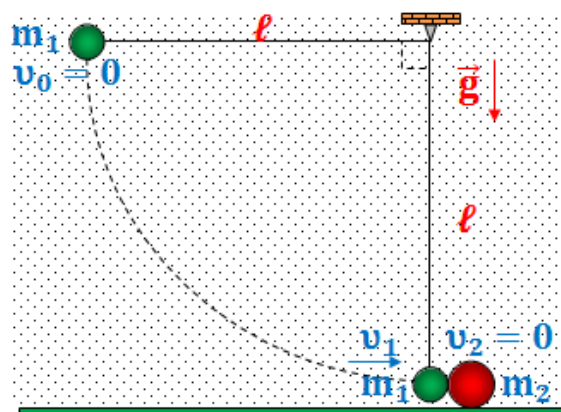
1) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Μονάδες 2

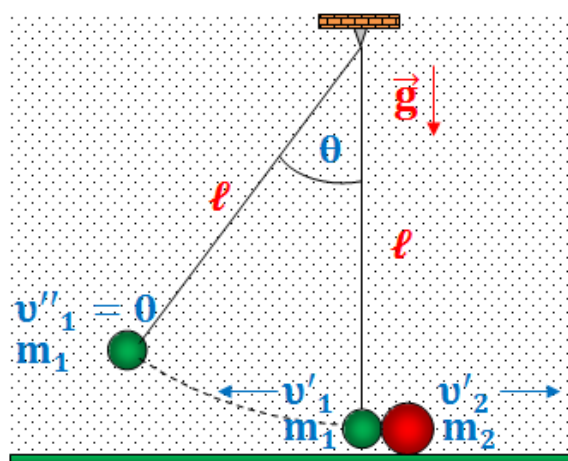
2) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 6

B3. Μικρό σφαιρίδιο μάζας m_1 είναι δεμένο στο ένα άκρο αβαρούς και ελαστικού νήματος μήκους ℓ , το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε σταθερό σημείο. Το σφαιρίδιο συγκρατείται ακίνητο με το νήμα οριζόντιο και τεντωμένο και κάποια στιγμή αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί. Τη στιγμή που το νήμα γίνεται κατακόρυφο, το σφαιρίδιο μάζας m_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με άλλο σφαιρίδιο μάζας m_2 , που είναι ακίνητο πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο.



Μετά την κρούση, το σφαιρίδιο μάζας m_1 ακινητοποιείται στιγμιαία σε θέση που το νήμα σχηματίζει γωνία θ με την κατακόρυφο που διέρχεται από το σημείο πρόσδεσης του νήματος.



Το κλάσμα της κινητικής ενέργειας του σφαιριδίου μάζας m_1 , ελάχιστα πριν την κρούση, που εξαιτίας της μεταφέρθηκε στο σφαιρίδιο μάζας m_2 είναι ίσο με:

α) $\sin\theta$

β) $1 - \sin\theta$

γ) $\sin^2\theta$

1) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

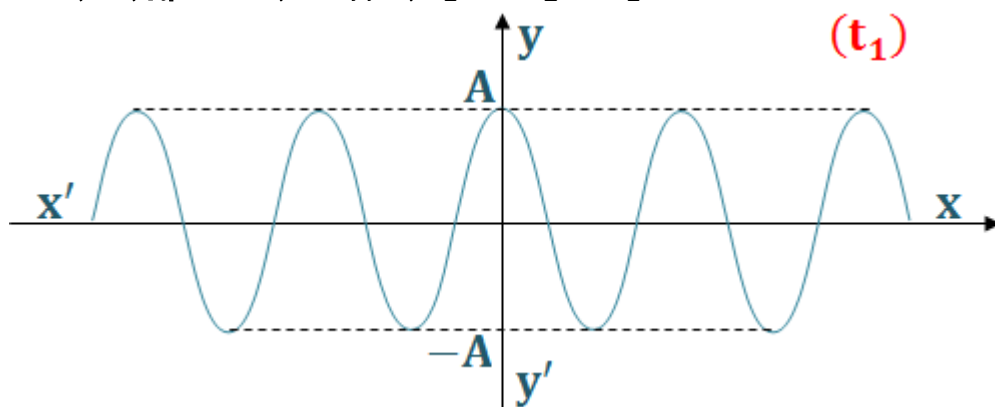
Μονάδες 2

2) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Μονάδες 7

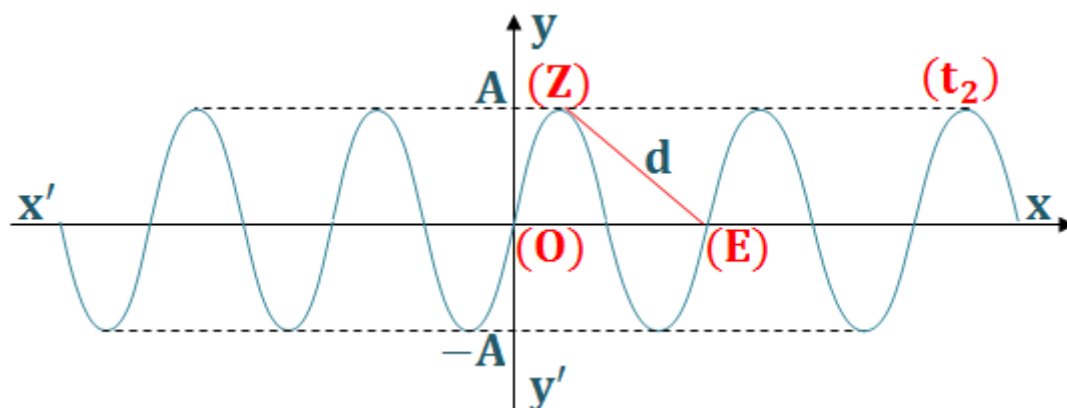
ΘΕΜΑ Γ

Ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα (κύμα 1) διαδίδεται σε ομογενή ελαστική χορδή που εκτείνεται στον άξονα x' . Στα επόμενα διαγράμματα βλέπουμε δυο στιγμιότυπα του κύματος τις χρονικές στιγμές t_1 και $t_2 = t_1 + 1,25s$.



Τη χρονική στιγμή t_2 :

- α. Το υλικό σημείο (O) με θέση ισορροπίας $x_0 = 0$, διέρχεται για τρίτη φορά από τη θέση ισορροπίας του μετά τη χρονική στιγμή t_1 , έχοντας διανύσει στο χρονικό διάστημα $t_1 \rightarrow t_2$ διάστημα $S = 2\text{m}$.
- β. Τα υλικά σημεία (Z) και (E) με απομακρύνσεις $y_Z = A$ και $y_E = 0$, έχουν απόσταση $d = 0,5\text{m}$.



Γ1. Να γραφεί η εξίσωση του κύματος 1.

Μονάδες 7

Γ2. Μια χρονική στιγμή t_3 τα υλικά σημεία (Z) και (E), που θεωρούμε ότι έχουν ίσες μάζες, απέχουν εξίσου από τη θέση ισορροπίας τους. Αν K_Z και K_E οι κινητικές τους ενέργειες τη χρονική στιγμή t_3 να βρεθεί ο λόγος $\frac{K_Z}{K_E}$.

Μονάδες 6

Στη χορδή διαδίδεται και ένα δεύτερο κύμα (κύμα 2) όμοιο με το κύμα 1 αλλά αντίθετης κατεύθυνσης, με συνέπεια να δημιουργηθεί στη χορδή στάσιμο κύμα. Το σημείο (O) είναι κοιλία που τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, βρίσκεται στη θέση ισορροπίας κινούμενο κατά τη θετική φορά του άξονα y' .

Να βρεθούν:

Γ3. Η διαφορά φάσης των σημείων (O) και (E).

Μονάδες 6

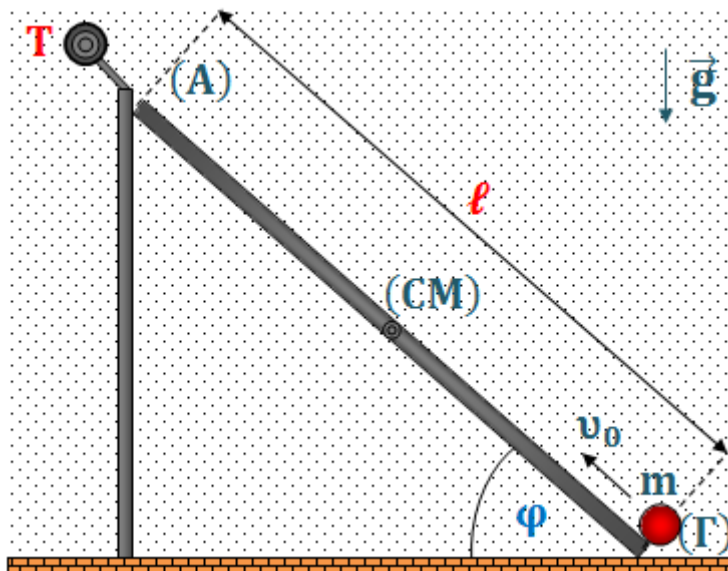
Γ4. Το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσης ενός υλικού σημείου (M) με θέση ισορροπίας $x_M = \frac{1}{15} \text{m}$. Δίνεται $\pi^2 = 10$.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Δ

Λεπτή ομογενής ράβδος (ΑΓ) μάζας $M = 1,2\text{kg}$ και μήκους $\ell = 9\text{m}$, στηρίζεται σε λείο κατακόρυφο στύλο και τραχύ οριζόντιο επίπεδο με το οποίο παρουσιάζει συντελεστή στατικής τριβής $\mu_s = 6/13$ και σχηματίζει με αυτό γωνία φ , όπου $\eta\mu\varphi = 0,8$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,6$. Στο πάνω άκρο του στύλου υπάρχει προσαρμοσθεί αβαρής τροχαλίας όπως φαίνεται στο σχήμα. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10\text{m/s}^2$.

Από το άκρο (Γ) της ράβδου εκτοξεύουμε μικρό σφαιρίδιο μάζας $m = 1\text{kg}$ με ταχύτητα μέτρου v_0 παράλληλα στη ράβδο με φορά προς το άκρο (Α), ώστε να περάσει από αυτό. Η κίνηση του σφαιριδίου πάνω στη ράβδο γίνεται χωρίς τριβές.



- Δ1.** Να αποδειχθεί ότι η ράβδος δε θα ολισθήσει καθώς το σφαιρίδιο κινείται πάνω σε αυτή.

Μονάδες 6

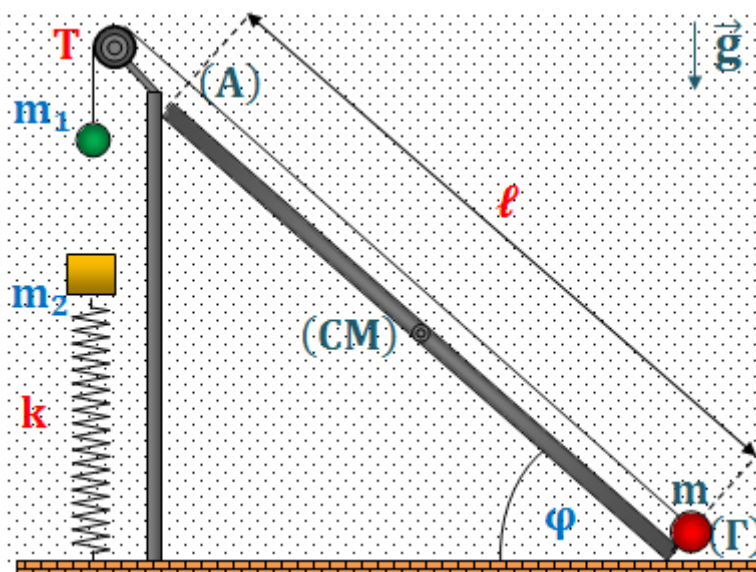
- Δ2.** Να βρεθεί η μέγιστη τιμή του μέτρου v_0 της ταχύτητας του σφαιριδίου, ώστε αυτό να επιστρέψει στο άκρο (Γ) της ράβδου.

Μονάδες 6

Επαναφέρουμε το σφαιρίδιο πάνω από το άκρο (Γ) της ράβδου και το συνδέουμε με αβαρές και μη εκτατό νήμα που διέρχεται από το αυλάκι της τροχαλίας. Στο άλλο άκρο του κατακόρυφου μέρους του νήματος έχει συνδεθεί δεύτερο σφαιρίδιο μάζας $m_1 = 1\text{kg}$. Στην κατακόρυφο που διέρχεται από το σφαιρίδιο

μάζας m_1 ισορροπεί τρίτο μάζας $m_2 = 8\text{kg}$ που είναι συνδεδεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{N/m}$.

Το σύστημα σφαιρίδια - νήμα που αρχικά συγκρατείται ακίνητο αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί. Μετά από χρόνο $\Delta t_1 = 4\text{s}$ από την εκκίνηση του συστήματος κόβουμε το νήμα. Αμέσως μετά την κοπή του νήματος το σφαιρίδιο μάζας m_1 συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με το σώμα μάζας m_2 . Το παραγόμενο συσσωμάτωμα εκτελεί κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά k .



Να βρεθούν:

Δ3. Το μέτρο της στατικής τριβής που η ράβδος δέχεται στο άκρο της (Γ) από το οριζόντιο επίπεδο, τη στιγμή που το σφαιρίδιο μάζας m ακινητοποιείται στιγμιαία πάνω στη ράβδο.

Μονάδες 6

Δ4. Το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος.

Μονάδες 7

- Τα σχήματα έχουν κατασκευαστεί χωρίς κλίμακα.
- Διάρκεια εξέτασης τρεις (3) ώρες.
- Καλή επιτυχία.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

- A1. **δ** A2. **β** A3. **γ** A4. **β**
A5. **α. Λ** **β. Σ** **γ. Λ** **δ. Λ** **ε. Σ**

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή απάντηση το (α)

Το υλικό σημείο δε δέχεται ροπή αφού η τάση του νήματος διέρχεται από τον άξονα περιφοράς του.

$$L_0 = L \Leftrightarrow m\omega_0 r_0^2 = m\omega r^2 \Leftrightarrow \omega_0 r_0^2 = \omega r^2 \xrightarrow{r=\frac{r_0}{2}} \omega = 4\omega_0 \quad (1)$$

Αρχικά: $F_0 = m\omega_0^2 r_0 \quad (2)$

Τελικά: $F = m\omega^2 r \quad (3)$

$$\frac{(2)}{(3)} \Leftrightarrow \frac{F_0}{F} = \left(\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2 \frac{r_0}{r} \stackrel{(1)}{\Leftrightarrow} \frac{F_0}{F} = \frac{1}{8}$$

B2. Σωστή απάντηση το (β)

Ανακλαστήρας στη θέση (1). Το σημείο (Σ) είναι σημείο ενίσχυσης, άρα:

$$r_1 - r_2 = N\lambda, \text{ όπου } r_1 = 2y_1 \text{ και } r_2 = x$$

Τελικά

$$2y_1 - x = N\lambda \quad (1)$$

Ανακλαστήρας στη θέση (2). Το σημείο (Σ) είναι το επόμενο σημείο ενίσχυσης, άρα:

$$2y_2 - x = (N + 1)\lambda \quad (2)$$

Αφαιρώντας τις (1) και (2) κατά μέλη παίρνουμε:

$$2(y_2 - y_1) = \lambda \Leftrightarrow y_2 - y_1 = \frac{\lambda}{2} \quad (3)$$

Για $\theta = \theta_1$ από το νόμο των συνημίτονων στο τρίγωνο (ΑΠΣ) έχουμε:

$$x^2 = y_1^2 + y_1^2 - 2y_1y_1\cos\theta_1 \Leftrightarrow x^2 = 2y_1^2(1 - \cos\theta_1) \Leftrightarrow x = y_1 \quad (4)$$

Για $\theta = \theta_2$ από το νόμο των συνημίτονων στο τρίγωνο (ΑΠΣ) έχουμε:

$$x^2 = y_2^2 + y_2^2 - 2y_2y_2\cos\theta_2 \Leftrightarrow x^2 = 2y_2^2(1 - \cos\theta_2) \Leftrightarrow x = 0,8y_2 \quad (5)$$

Η (3) λόγω των (4) και (5) δίνει:

$$\lambda = \frac{x}{2}$$

B3. Σωστή απάντηση το (α)

Τα ζητούμενο κλάσμα είναι:

$$\frac{K'_2}{K_1} = \frac{K_1 - K'_1}{K_1} \Leftrightarrow \frac{K'_2}{K_1} = 1 - \frac{K'_1}{K_1} \Leftrightarrow \frac{K'_2}{K_1} = 1 - \frac{\frac{1}{2}m_1 v_1'^2}{\frac{1}{2}m_1 v_1^2} \Leftrightarrow \frac{K'_2}{K_1} = 1 - \left(\frac{v_1'}{v_1}\right)^2 \quad (1)$$

Εφαρμόζοντας το Θ.Μ.Κ.Ε. για τη μάζα m_1 στη μη ομαλή κυκλική κίνηση πριν και μετά την ελαστική κρούση έχουμε:

Πριν:

$$\Sigma W = \Delta K \Leftrightarrow m_1 g \ell = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \Leftrightarrow |v_1| = \sqrt{2g\ell} \quad (2)$$

Μετά:

$$\Sigma W = \Delta K \Leftrightarrow -m_1 g h = -\frac{1}{2} m_1 v_1'^2 \Leftrightarrow |v_1'| = \sqrt{2gh} \xrightarrow{h=\ell(1-\cos\theta)} |v_1'| = \sqrt{2g\ell(1-\cos\theta)} \quad (3)$$

Η (1) λόγω των (2) και (3) γράφεται:

$$\frac{K'_2}{K_1} = 1 - \frac{2g\ell(1-\cos\theta)}{2g\ell} \Leftrightarrow \frac{K'_2}{K_1} = \cos\theta$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Στο χρονικό διάστημα $\Delta t = t_2 - t_1 = 1,25s$ το σημείο (O) διέρχεται για τρίτη φορά από τη θέση ισορροπίας του επομένως:

$$\Delta t = \frac{5T}{4} \Leftrightarrow T = \frac{4\Delta t}{5} \Leftrightarrow T = 1s$$

Το διάστημα που έχει διανύσει το (O) θα είναι:

$$S = 5A \Leftrightarrow A = \frac{S}{5} \Leftrightarrow A = 0,4m$$

Από την απόσταση των σημείων (Z) και (E) έχουμε:

$$d^2 = A^2 + \left(\frac{3\lambda}{4}\right)^2 \Leftrightarrow \lambda = 0,4m$$

Η εξίσωση του κύματος θα είναι:

$$y = A \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \Leftrightarrow y = 0,4 \eta \mu (2\pi t - 5\pi x) \text{ (SI)}$$

Γ2. Την χρονική στιγμή t_3 θα είναι:

$$|y_Z| = |y_E| \Leftrightarrow 0,4 |\eta \mu (2\pi t_3 - 5\pi x_Z)| = 0,4 |\eta \mu (2\pi t_3 - 5\pi x_E)| \Leftrightarrow |\eta \mu (2\pi t_3 - 5\pi x_Z)| = |\eta \mu (2\pi t_3 - 5\pi x_E)| \quad (1)$$

Για τα μέτρα των ταχυτήτων ταλάντωσης των σημείων (Z) και (E) είναι:

$$|v_Z| = |v_{\max} \cdot \sin(2\pi t_3 - 5\pi x_Z)| \text{ και } |v_E| = |v_{\max} \cdot \sin(2\pi t_3 - 5\pi x_E)| \Leftrightarrow$$

Λόγω της (1) και της τριγωνομετρικής ταυτότητας θα ισχύει:

$$|\sin(2\pi t_3 - 5\pi x_Z)| = |\sin(2\pi t_3 - 5\pi x_E)| \Leftrightarrow |v_Z| = |v_E|$$

οπότε τελικά θα είναι:

$$\frac{K_Z}{K_E} = 1$$

Γ3. Η εξίσωση του στάσιμου κύματος θα είναι:

$$y = 2A \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) \eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \Leftrightarrow y = 0,8 \sin(5\pi x) \eta\mu(2\pi t) \text{ (SI)}$$

Για το σημείο (O, x = 0) είναι:

$$y_{(O)} = 0,8 \eta\mu(2\pi t) \text{ (SI)} \quad (1)$$

Για το σημείο (E, x_E = 0,4m) είναι:

$$y_{(E)} = 0,8 \sin(5\pi \cdot 0,4) \eta\mu(2\pi t) \Leftrightarrow y_{(E)} = 0,8 \eta\mu(2\pi t) \text{ (SI)} \quad (2)$$

Από τις (1) και (2) προκύπτει ότι τα σημεία (O) και (E) έχουν:

$$\Delta\phi = 0$$

Γ4. Το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσης του (M) θα είναι:

$$\alpha_{M,\max} = \omega^2 A_M \quad (3)$$

Το πλάτος ταλάντωσης του σημείου (M) είναι:

$$A_M = |0,8 \sin(5\pi x_M)| \Leftrightarrow A_M = 0,8 \left| \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) \right| \Leftrightarrow A_M = 0,4\text{m}$$

Από την (3)

$$\alpha_{M,\max} = (2\pi)^2 0,4 \Leftrightarrow \alpha_{M,\max} = \mathbf{16\text{m/s}^2}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Αρκεί να δείξουμε ότι όταν το σώμα διέρχεται από το (Α) η στατική τριβή στο (Γ) είναι:

$$T_s \leq T_{s(\text{ορ})} \quad (1)$$

Έστω ότι η δοκός ισορροπεί όταν το σώμα m βρίσκεται στο σημείο (Α).

$$\Sigma \tau_{(\Gamma)} = 0 \Leftrightarrow A' \ell + Mg \frac{\ell}{2} \sin \varphi - F \ell \eta \mu \varphi = 0 \Leftrightarrow$$

$$mg \sin \varphi + \frac{Mg}{2} \sin \varphi = F \eta \mu \varphi \Leftrightarrow$$

$$F = \left(m + \frac{M}{2} \right) g \frac{\sin \varphi}{\eta \mu \varphi} \Leftrightarrow F = (1 + 0,6) \cdot 10 \cdot \frac{3}{4} \Leftrightarrow F = 12 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0 \Leftrightarrow F = A'_x + T_s \Leftrightarrow T_s = F - A'_x \eta \mu \varphi \Leftrightarrow T_s = F - mg \eta \mu \varphi \sin \varphi \Leftrightarrow$$

$$T_s = 12 - 1 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \Leftrightarrow T_s = 7,2 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow N - Mg - A'_y = 0 \Leftrightarrow N = Mg + mg \sin^2 \varphi \Leftrightarrow N = 12 + 1 \cdot 10 \cdot \frac{9}{25} \Leftrightarrow N = 15,6 \text{ N}$$

Για την οριακή τριβή είναι:

$$T_{s(\text{ορ})} = \mu_s N \Leftrightarrow T_{s(\text{ορ})} = \frac{6}{13} 15,6 \Leftrightarrow T_{s(\text{ορ})} = 7,2 \text{ N}$$

Εφόσον $T_{s(\text{ορ})} = T_s$ η δοκός δεν θα ολισθήσει.

Δ2. Η μέγιστη τιμή της αρχικής ταχύτητας θα πρέπει να είναι τέτοια έτσι ώστε το σώμα να ακινητοποιηθεί στιγμιαία στο (Α).

Από το Θ.Μ.Κ.Ε. στη διαδρομή (ΑΓ) είναι:

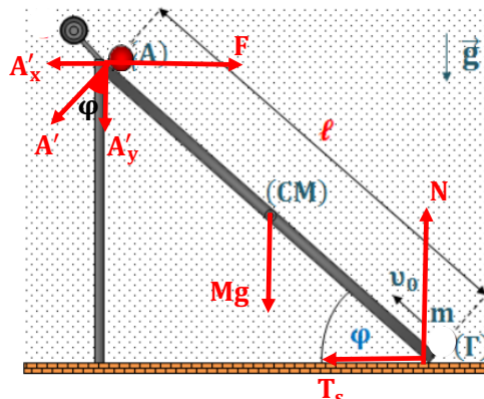
$$\Sigma W = \Delta K \Leftrightarrow -mg \ell \eta \mu \varphi = -\frac{1}{2} m_1 v_0^2 \Leftrightarrow |v_0| = \sqrt{2g \ell \eta \mu \varphi} \Leftrightarrow |v_0| = 12 \text{ m/s}$$

Δ3. Η επιτάχυνση του συστήματος θα είναι:

$$\alpha = \frac{m_1 - m \eta \mu \varphi}{m_1 + m} g \Leftrightarrow \alpha = 1 \text{ m/s}^2$$

Η ταχύτητα και η μετατόπιση του θα είναι:

$$v_1 = \alpha_1 \Delta t_1 \Leftrightarrow v_1 = 4 \text{ m/s} \quad \text{και} \quad \Delta x_1 = \frac{1}{2} \alpha_1 \Delta t_1^2 \Leftrightarrow \Delta x_1 = 8 \text{ m}$$



Μετά την κοπή του νήματος το σώμα m επιβραδύνεται με επιτάχυνση μέτρου

$$\alpha_2 = g \mu \varphi \Leftrightarrow \alpha_2 = 8 \text{ m/s}^2$$

Το χρονικό διάστημα και η μετατόπιση της επιβραδυνόμενης κίνησης θα είναι:

$$\Delta t_2 = \frac{v_1}{\alpha_2} \Leftrightarrow \Delta t_2 = 0,5 \text{ s} \quad \text{και} \quad \Delta x_2 = \frac{v_1^2}{2\alpha_2} \Leftrightarrow \Delta x_2 = 1 \text{ m}$$

Η συνολική μετατόπιση θα είναι:

$$\Delta x_1 + \Delta x_2 = 9 \text{ m} = \ell$$

Το σώμα m ακινητοποιείται στη θέση (A) στη οποία η στατική τριβή είναι ίση με την οριακή άρα:

$$\mathbf{T}_s = \mathbf{T}_{s(\text{op})} = 7,2 \text{ N}$$

Δ4. Για την κρούση των δυο σωμάτων εφαρμόζουμε την Α.Δ.Ο.

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) V \Leftrightarrow V = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} \Leftrightarrow V = \frac{4}{9} \text{ m/s}$$

Στη Θ.Ι. του m_2 η συμπίεση του ελατηρίου είναι:

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow F_{\varepsilon\lambda} = w_2 \Leftrightarrow \Delta \ell_1 = \frac{m_2 g}{k} \Leftrightarrow \Delta \ell_1 = 0,8 \text{ m}$$

Στη Θ.Ι. του συσσωματώματος ($m_1 + m_2$) η συμπίεση του ελατηρίου είναι:

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow F_{\varepsilon\lambda} = w_{\Sigma} \Leftrightarrow \Delta \ell_2 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k} \Leftrightarrow \Delta \ell_2 = 0,9 \text{ m}$$

Για την απλή αρμονική ταλάντωση που θα εκτελέσει το συσσωμάτωμα στη θέση αμέσως μετά την κρούση θα έχει απομάκρυνση:

$$x = \Delta \ell_2 - \Delta \ell_1 \Leftrightarrow x = 0,1 \text{ m}$$

Από την ενέργεια της ταλάντωσης παίρνουμε:

$$E = K + U \Leftrightarrow \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 + \frac{1}{2} k x^2 \Leftrightarrow A^2 = \frac{m_1 + m_2}{k} V^2 + x^2 \Leftrightarrow A = \frac{1}{6} \text{ m}$$