

Β΄ ΟΜΑΔΑ

**Κριτήρια Αξιολόγησης
σε κάθε Κεφάλαιο
και
σε συνδυασμούς Κεφαλαίων**

30ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κρούσεις

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Σφαίρα Σ_1 μάζας m_1 που κινείται ευθύγραμμα σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα v_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με αρχικά ακίνητη σφαίρα Σ_2 μάζας $m_2 = 4m_1$. Μετά την κρούση η σφαίρα Σ_1 έχει ταχύτητα v_1' με αλγεβρική τιμή:

α) $v_1' = +0,3v_1$ β) $v_1' = +0,6v_1$ γ) $v_1' = -v_1$ δ) $v_1' = -0,6v_1$

Μονάδες 5

Α2. Σώμα Σ_1 μάζας m_1 κινείται ευθύγραμμα με κινητική ενέργεια K_1 και συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με άλλο αρχικά ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 4m_1$. Η απώλεια μηχανικής ενέργειας λόγω της κρούσης ισούται με:

α) $0,3K_1$ β) $0,5K_1$ γ) $0,8K_1$ δ) K_1

Μονάδες 5

Α3. Δύο μικρές σφαίρες Σ_1, Σ_2 με μάζες m_1, m_2 ($m_2 = 2m_1$) κινούνται με αντίθετες ταχύτητες και συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Ο λόγος $\frac{v_1'}{v_2'}$ των αλγεβρικών τιμών

των ταχυτήτων τους μετά την κρούση ισούται με:

α) $-\frac{1}{5}$ β) $-\frac{1}{6}$ γ) -5 δ) $+6$

Μονάδες 5

Α4. Δύο μικρές σφαίρες (1) και (2) κινούνται στην ίδια ευθεία με αντίθετες ταχύτητες $v_1 = +4 \text{ m/sec}$, $v_2 = -4 \text{ m/sec}$ και συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Οι αλγεβρικές τιμές v_1', v_2' των ταχυτήτων των δύο σφαιρών μετά την κρούση, θα μπορούσε να είναι ίσες με:

α) $v_1' = -4 \text{ m/sec}$, $v_2' = +8 \text{ m/sec}$

β) $v_1' = +4 \text{ m/sec}$, $v_2' = +8 \text{ m/sec}$

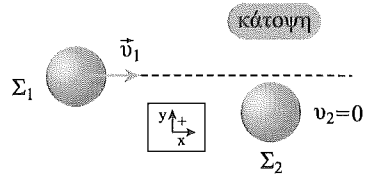
γ) $v_1' = 0$, $v_2' = +12 \text{ m/sec}$

δ) $v_1' = 0$, $v_2' = +8 \text{ m/sec}$

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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.

Η σφαίρα Σ_1 του σχήματος κινείται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα \vec{v}_1 και συγκρούεται μη κεντρικά και ανελαστικά με άλλη αρχικά ακίνητη σφαίρα Σ_2 . Οι σφαίρες έχουν μάζες m_1 και m_2 ($m_1 \neq m_2$) και αποκτούν μετά την κρούση τους ταχύτητες \vec{v}'_1, \vec{v}'_2 , ορμές \vec{p}'_1, \vec{p}'_2 και κινητικές ενέργειες K'_1, K'_2 .



- α) Ισχύει η σχέση: $\vec{v}_1 = \vec{v}'_1 + \vec{v}'_2$
- β) Ισχύει η σχέση: $\vec{p}_1 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$
- γ) Ισχύει η σχέση: $K_1 = K'_1 + K'_2$
- δ) Ισχύει η σχέση: $\Delta K_1 = -\Delta K_2$
- ε) Ισχύει η σχέση: $p'_{ολ(x)} = p_1$, όπου $p'_{ολ(x)}$ η ολική ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών μετά την κρούση στη διεύθυνση της ταχύτητας \vec{v}_1 .

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Το σώμα του διπλανού σχήματος, που βρίσκεται σε τραχύ οριζόντιο δάπεδο, εκτοξεύεται κάποια στιγμή από τη θέση Α με οριζόντια ταχύτητα μέτρου v_0 προς τα



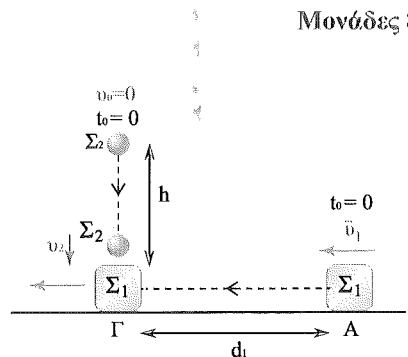
δεξιά. Το σώμα φτάνει σε κατακόρυφο τοίχο (θέση Γ) με ταχύτητα μέτρου v , συγκρούεται μ' αυτόν μετωπικά και ελαστικά και επιστρέφει στην αρχική του θέση, όπου ακινητοποιείται. Είναι:

- α) $v = \frac{v_0}{2}$
- β) $v = \frac{v_0\sqrt{2}}{2}$
- γ) $v = \frac{v_0\sqrt{2}}{4}$

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

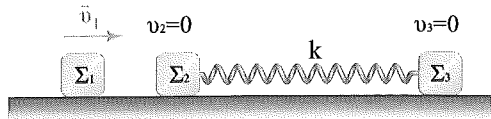
Μονάδες 8

B2. Το σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{kg}$ του διπλανού σχήματος εκτοξεύεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ από τη θέση Α του λείου οριζόντιου δαπέδου με οριζόντια ταχύτητα \vec{v}_1 και αφού διανύσει διάστημα ίσο με $d_1 = 4\text{m}$ φτάνει στη θέση Γ όπου συγκρούεται με το σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = m_1$, όπως στο σχήμα. Το σώμα Σ_2 έχει αφεθεί ελεύθερο τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ από ύψος $h = 0,8\text{m}$ πάνω από το δάπεδο. Η απώλεια μηχανικής ενέργειας



ΘΕΜΑ Δ

Τα σώματα Σ_2 και Σ_3 του διπλανού σχήματος έχουν μάζες $m_2 = 3\text{kg}$, m_3 , αντίστοιχα και είναι ακίνητα σε οριζόντιο δάπεδο, δεμένα στα άκρα ελατηρίου σταθεράς $k = 45\text{N/m}$. Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{kg}$ κινείται οριζόντια με ταχύτητα $v_1 = 10\text{m/sec}$ και συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με το σώμα Σ_2 . Αμέσως πριν την κρούση το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ_1 είναι ίσο με $v_1 = 10\text{ m /sec}$.



A. Το δάπεδο είναι τραχύ

Τα σώματα παρουσιάζουν με το δάπεδο συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = 0,5$. Μετά την κρούση το σώμα Σ_2 κινείται προς τα δεξιά και συσπειρώνει το ελατήριο, ενώ το σώμα Σ_3 παραμένει διαρκώς ακίνητο, λόγω της στατικής τριβής που δέχεται από το δάπεδο.

Τη χρονική στιγμή που το σώμα Σ_2 ακινητοποιείται στιγμιαία για πρώτη φορά το ελατήριο παρουσιάζει μέγιστη συσπείρωση $\Delta l_{\max(A)}$ και το σώμα Σ_3 ισορροπεί οριακά. Να θεωρήσετε τον συντελεστή οριακής στατικής τριβής ίσο με τον συντελεστή τριβής ολίσθησης.

Να υπολογίσετε:

- Δ1. τη συσπείρωση $\Delta l_{\max(A)}$, Μονάδες 6
- Δ2. τη μάζα m_3 του σώματος Σ_3 , Μονάδες 5
- Δ3. τη μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σώμα Σ_2 μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης ακινητοποίησής του. Μονάδες 7

B. Το δάπεδο είναι λείο

Μετά την κρούση το σώμα Σ_2 κινείται προς τα δεξιά συσπειρώνοντας το ελατήριο, το οποίο παρουσιάζει καθώς συσπειρώνεται μέγιστη δυναμική ενέργεια ίση με $U_{\epsilon\lambda(\max)B}$.

- Δ4. Να υπολογίσετε τη μέγιστη δυναμική ενέργεια $U_{\epsilon\lambda(\max)B}$.
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

Μονάδες 7

31ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Ταλαντώσεις – Κρούσεις

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Η ταχύτητα ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, γίνεται ίση με μηδέν, τη στιγμή που...
- α) η επιτάχυνσή του είναι ίση με μηδέν.
 - β) η απομάκρυνσή του είναι ίση με μηδέν.
 - γ) το σώμα δέχεται μέγιστη συνισταμένη δύναμη.
 - δ) η κινητική του ενέργεια γίνεται ίση με τη δυναμική του ενέργεια.

Μονάδες 5

- Α2. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Τις χρονικές στιγμές που το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος είναι μέγιστο...
- α) η κινητική ενέργεια του σώματος είναι μέγιστη.
 - β) η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι μηδέν.
 - γ) η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι ίση με την κινητική ενέργεια του σώματος.
 - δ) η κινητική ενέργεια του σώματος ισούται με μηδέν.

Μονάδες 5

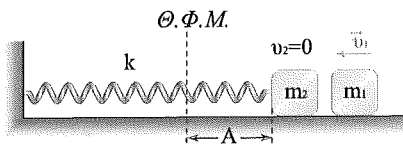
- Α3. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το σώμα περνά από τη θέση $x = +\frac{A}{2}$ με αρνητική ταχύτητα. Η αρχική φάση της ταλάντωσης του σώματος είναι ίση με:

α) $\frac{\pi}{6}$ rad β) $\frac{\pi}{3}$ rad γ) $\frac{\pi}{2}$ rad δ) $\frac{5\pi}{6}$ rad

Μονάδες 5

- Α4. Ένα σύστημα ελατηρίου σταθεράς k και σώματος μάζας m_2 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Ένα άλλο σώμα μάζας

$m_1 = m_2$, που κινείται στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου με ταχύτητα μέτρου v_1 , συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το σώμα μάζας m_2 , κάποια στιγμή που αυτό βρίσκεται σε ακραία θέση της ταλάντωσής του, όπως στο διπλανό σχήμα.



- α) Αμέσως μετά την κρούση το σώμα μάζας m_2 αποκτά ταχύτητα μέτρου $v'_2 = \frac{v_1}{2}$.
- β) Η περίοδος της ταλάντωσης μετά την κρούση είναι μικρότερη από την περίοδο της ταλάντωσης πριν την κρούση.
- γ) Το πλάτος A' της ταλάντωσης μετά την κρούση είναι μεγαλύτερο του πλάτους A της ταλάντωσης πριν την κρούση.
- δ) Η θέση ισορροπίας της ταλάντωσης αλλάζει μετά την κρούση.

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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.

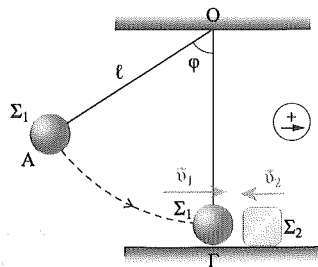
Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A και συχνότητας f .

- α) Η επιτάχυνση του σώματος είναι θετική όταν το σώμα έχει αρνητική απομάκρυνση.
- β) Η φάση της ταλάντωσης αυξάνεται γραμμικά σε συνάρτηση με τον χρόνο.
- γ) Η δύναμη που δέχεται το σώμα όταν διέρχεται από τη θέση $x_1 = A$ έχει διπλάσιο μέτρο από τη δύναμη που δέχεται το σώμα όταν διέρχεται από τη θέση $x_2 = \frac{A}{2}$.
- δ) Η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης είναι μέγιστη όταν το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του.
- ε) Η ολική ενέργεια της ταλάντωσης μεταβάλλεται αρμονικά με τον χρόνο.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Το σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{kg}$ του διπλανού σχήματος, είναι δεμένο στο ένα άκρο μη εκτατού νήματος μήκους $\ell = 1,25\text{m}$ και αρχικά συγκρατείται ακίνητο στη θέση A με το τεντωμένο νήμα να σχηματίζει γωνία φ (συνφ = 0,64) με την κατακόρυφη που διέρχεται από το ακλόνητο άκρο του O. Κάποια



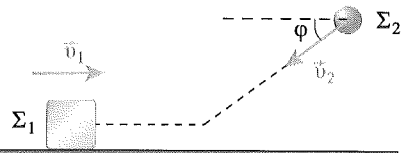
στιγμή το σώμα Σ_1 αφήνεται ελεύθερο και όταν στη συνέχεια φτάνει στη θέση Γ όπου το νήμα γίνεται κατακόρυφο, συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με άλλο σώμα μάζας $m_2 = 2\text{kg}$. Το Σ_2 κινείται στο λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα \vec{v}_2 , αντίθετης κατεύθυνσης από την ταχύτητα \vec{v}_1 που έχει το Σ_1 αμέσως πριν την κρούση. Μετά την κρούση το Σ_1 αντιστρέφει τη φορά κίνησής του και φτάνει έως τη θέση Δ όπου το νήμα γίνεται οριζόντιο. Το μέτρο της ταχύτητας \vec{v}_2' του σώματος Σ_2 μετά την κρούση ισούται με:

- α) $v_2' = 1\text{m/sec}$ β) $v_2' = 3\text{m/sec}$ γ) $v_2' = 5\text{m/sec}$

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

Μονάδες 9

- B2. Το ξύλινο σώμα Σ_1 του διπλανού σχήματος έχει μάζα m_1 και κινείται ευθύγραμμα στο λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα \vec{v}_1 .



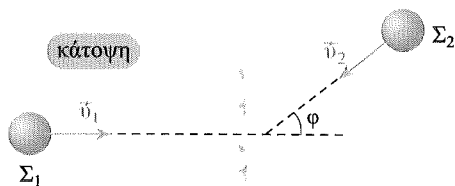
Η σφαίρα Σ_2 έχει μάζα m_2 και κινείται σε κατακόρυφο επίπεδο με ταχύτητα μέτρου $v_2 = v_1$, που σχηματίζει με την οριζόντια διεύθυνση γωνία $\varphi = 30^\circ$. Τα δύο σώματα συγκρούονται πλαστικά. Αν το ποσοστό απώλειας της κινητικής ενέργειας του συστήματος των δύο σωμάτων είναι το μέγιστο, ο λόγος $\frac{m_1}{m_2}$ των μαζών τους ισούται με :

- α) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ β) $\frac{1}{2}$ γ) $2\sqrt{3}$

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

Μονάδες 7

- B3. Τα σώματα Σ_1, Σ_2 του διπλανού σχήματος έχουν μάζες $m_1 = 1\text{kg}$, $m_2 = 2\text{kg}$ και κινούνται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητες μέτρων $v_1 = 3\text{m/sec}$ και $v_2 = \sqrt{3}\text{m/sec}$, αντίστοιχα. Τα δύο σώ-



ματα συγκρούονται πλάγια, με αποτέλεσμα το Σ_2 να ακινητοποιηθεί ($v_2' = 0$) και το Σ_1 να κινείται σε διεύθυνση κάθετη στην αρχική διεύθυνση της κίνησής του, με ταχύτητα \vec{v}_1' .

I. Η γωνία φ ισούται με:

- α. 30° β. 45° γ. 60°

II. Η κρούση είναι...

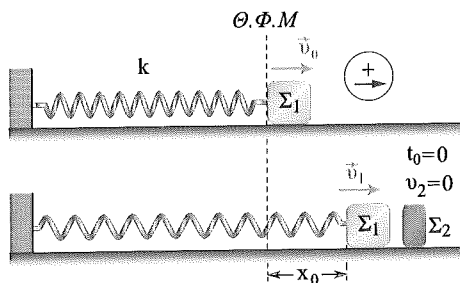
- α) ελαστική. β) ανελαστική.

Να επιλέξετε τις σωστές προτάσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (5+4)

ΘΕΜΑ Γ

Ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{ kg}$, βρίσκεται σε λείο οριζόντιο δάπεδο και είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{ N/m}$, του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο σε τοίχο. Με το ελατήριο στο φυσικό του μήκος, εκτοξεύουμε το σώμα Σ_1 στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου, με αρχική ταχύτητα μέτρου $v_0 = \sqrt{7}\text{ m/sec}$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ που το σώμα Σ_1 φτάνει σε απόσταση $x_0 = 0,1\sqrt{3}\text{ m}$ από τη θέση ισορροπίας του, συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το αρχικά ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3\text{ kg}$, όπως στο σχήμα.



Γ1. Να υπολογίσετε το ποσοστό απώλειας κινητικής ενέργειας του σώματος Σ_1 λόγω της κρούσης.

Μονάδες 5

Γ2. Να υπολογίσετε το πλάτος ταλάντωσης A' του σώματος Σ_1 μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Γ3. Να γράψετε την χρονική εξίσωση της ορμής του σώματος Σ_1 μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Γ4. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του ελατηρίου τη χρονική στιγμή t_1 στη θέση όπου η επιτάχυνση a_1 του σώματος Σ_1 μετά την κρούση γίνεται ίση με το μισό της μέγιστης θετικής τιμής της, για πρώτη φορά.

Μονάδες 5

Γ5. Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων τη χρονική στιγμή t_2 που το Σ_1 ακινητοποιείται για δεύτερη φορά μετά την κρούση. Η χρονική διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα.

Για τις πράξεις σας να θεωρήσετε ότι: $\sqrt{3} = 1,7$ και $\frac{11\pi}{60} = 0,57$

Μονάδες 5

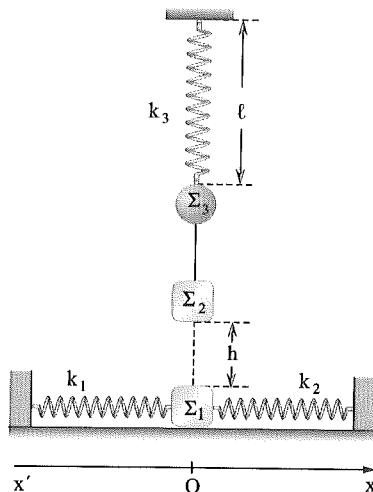
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{ m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Το σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2\text{kg}$ του παρακάτω σχήματος ισορροπεί σε λείο οριζόντιο δάπεδο, στη θέση $x = 0$ του οριζόντιου άξονα $x'Ox$, δεμένο στα ελεύθερα άκρα δύο οριζόντιων ομοαξονικών ελατηρίων που έχουν σταθερές $k_1 = k_2 = 100\text{N/m}$.

Τα άλλα άκρα των ελατηρίων είναι ακλόνητα στερεωμένα. Πάνω από το σώμα Σ_1 ισορροπούν δύο σώματα Σ_2 και Σ_3 με μάζες $m_2 = 6\text{kg}$ και m_3 , αντίστοιχα, δεμένα μεταξύ τους με αβαρές νήμα. Το σώμα Σ_2 βρίσκεται σε ύψος h πάνω από το σώμα Σ_1 ενώ το σώμα Σ_3 είναι δεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k_3 = 400\text{N/m}$, του οποίου το πάνω άκρο είναι στερεωμένο σε οροφή. Το μήκος του κατακόρυφου ελατηρίου είναι ίσο με $\ell = 0,5\text{m}$.

Εκτρέπουμε το σώμα Σ_1 προς τ' αριστερά κατά $A_1 = 0,2\text{m}$ και η χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα και ταυτόχρονα αφήνουμε ελεύθερο το σώμα Σ_1 . Σε κάθε θέση της τροχιάς του το σώμα Σ_1 δέχεται από τα ελατήρια δύο ίσες μεταξύ τους δυνάμεις.



Δ1. Να αποδείξετε ότι το σώμα Σ_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

Μονάδες 4

Τη χρονική στιγμή $t = t_2$ που το σώμα Σ_1 φτάνει για πρώτη φορά στη θέση ισορροπίας του, πέφτει πάνω του το σώμα Σ_2 και επικάθεται σ' αυτό χωρίς να αναπηδήσει. Στη συνέχεια τα δύο σώματα ταλαντώνονται με πλάτος A ως ένα σώμα με το σώμα Σ_2 να βρίσκεται διαρκώς πάνω στο σώμα Σ_1 .

Την ίδια χρονική στιγμή ($t = t_2$) το σώμα Σ_3 φτάνει για πρώτη φορά στην ανώτερη θέση της τροχιάς του.

Δ2. Να υπολογίσετε:

α) τη μάζα m_3 του σώματος Σ_3 και το ύψος h ,

Μονάδες 5

β) το πλάτος (A) της ταλάντωσης του συστήματος των δύο σωμάτων και την ελάχιστη τιμή του συντελεστή οριακής στατικής τριβής (μ_0) μεταξύ των επιφανειών των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 , ώστε το σώμα Σ_2 να μην ολισθαίνει πάνω στο σώμα Σ_1 ,

Μονάδες 6

γ) την ελάχιστη απόσταση y_{\min} στην οποία φτάνει το σώμα Σ_3 από την οροφή.

Μονάδες 6

- Δ3. Κάποια χρονική στιγμή που το σύστημα των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 διέρχεται από θέση $x = +\frac{A\sqrt{3}}{2}$ αφαιρούμε ακαριαία (χωρίς να επηρεαστεί το υπόλοιπο σύστημα) το ένα από τα δύο ελατήρια (έστω το ελατήριο σταθεράς k_2). Να υπολογίσετε το νέο πλάτος (A') της ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σύστημα που απομένει, μετά την αφαίρεση του ελατηρίου.

Μονάδες 4

Στις πράξεις σας θεωρήστε $\pi^2 = 10$.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

32ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Ταλαντώσεις – Κρούσεις

ΘΕΜΑ Α

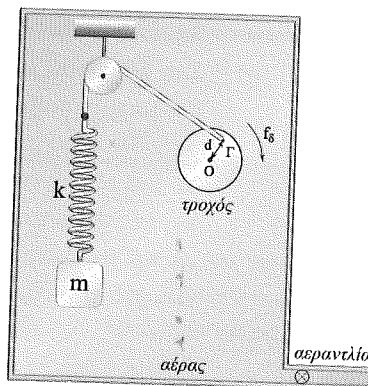
Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Ένα μικρό σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A . Η ταχύτητα \vec{v} του σώματος και η $\vec{F}_{\text{επ}}$ έχουν αντίθετες κατευθύνσεις, όταν...
- α) η ταχύτητα αποκτά τη μέγιστη τιμή της.
 - β) η δύναμη επαναφοράς αποκτά τη μέγιστη τιμή της.
 - γ) το σώμα βρίσκεται στη θέση x_1 ($x_1 > 0$) κινούμενο προς τη θέση ισορροπίας του.
 - δ) το σώμα βρίσκεται στη θέση x_2 ($x_2 < 0$) απομακρυνόμενο από τη θέση ισορροπίας του.

Μονάδες 5

- Α2. Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα του διπλανού σχήματος...

- α) δεν εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη.
- β) αυξάνεται διαρκώς όσο αυξάνεται η συχνότητα του διεγέρτη.
- γ) παραμένει σταθερό για συχνότητες περιστροφής του τροχού μεγαλύτερες της ιδιοσυχνότητας του ταλαντούμενου συστήματος.
- δ) μπορεί να έχει την ίδια τιμή για δύο διαφορετικές συχνότητες περιστροφής του τροχού.



Μονάδες 5

- Α3. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A και περιόδου T . Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να μετακινηθεί το σώμα απευθείας από τη θέση ισορροπίας του στη θέση με απομάκρυνση $x = +\frac{A}{2}$ είναι:

α) ίσο με $\frac{T}{4}$

β) ίσο με $\frac{T}{8}$

γ) μικρότερο από $\frac{T}{8}$

δ) μεγαλύτερο από $\frac{T}{8}$

Μονάδες 5

A4. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με συχνότητα f . Η κινητική ενέργεια του σώματος καθώς και η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης, μεταβάλλονται με συχνότητα:

α) $\frac{f}{4}$

β) $\frac{f}{2}$

γ) f

δ) $2f$

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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.

I. Στην απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A ενός σώματος...

α) στις θέσεις όπου μηδενίζεται η απομάκρυνση του σώματος, ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του είναι ίσος με μηδέν.

β) Η ταχύτητά του αλλάζει κατεύθυνση δύο φορές σε χρόνο μίας περιόδου.

γ) Στις θέσεις $x = \pm \frac{A}{2}$ η ταχύτητα του ισούται με το μισό της μέγιστης τιμής της.

II. δ) Στη φθίνουσα μηχανική ταλάντωση ενός μικρού σώματος με τη δράση δύναμης απόσβεσης της μορφής $F_{\text{απ}} = -bv$, αν μειώσουμε τη σταθερά απόσβεσης το πλάτος θα μειώνεται πιο αργά.

ε) Σε μια εξαναγκασμένη μηχανική ταλάντωση, η ενέργεια που προσφέρεται στο ταλαντούμενο σύστημα από τον διεγέρτη σε κάθε περίοδο ισούται με την απώλεια μηχανικής ενέργειας, λόγω της δύναμης απόσβεσης στον ίδιο χρόνο.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Ένα μικρό σώμα μάζας $m = 0,2\text{kg}$ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το σώμα διέρχεται από τη θέση $x_0 = + 0,5\text{m}$ με ταχύτητα $v_0 = +5\sqrt{3}\text{ m/sec}$ και με επιτάχυνση $a_0 = - 50\text{m/sec}^2$. Η αρχική φάση της ταλάντωσης του σώματος ισούται με:

α) $\frac{\pi}{6}$ rad

β) $\frac{\pi}{3}$ rad

γ) $\frac{\pi}{2}$ rad

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

Μονάδες 7

- B2. Ένα σώμα μάζας m είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k και ισορροπεί με τη δράση σταθερής δύναμης μέτρου $F = \frac{5mg}{4}$ όπως φαίνεται στο σχήμα.



Αν καταργήσουμε τη δύναμη F , τότε η μέγιστη τιμή του μέτρου της δύναμης του ελατηρίου στο σώμα είναι:

α) $\frac{5mg}{4}$

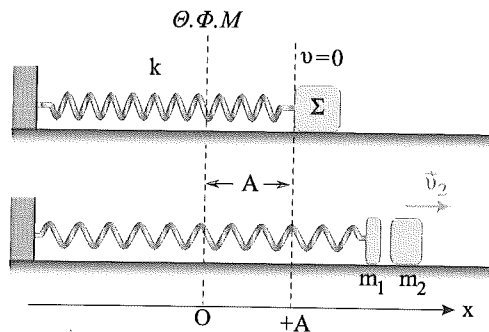
β) $\frac{7mg}{4}$

γ) $\frac{9mg}{4}$

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

Μονάδες 9

- B3. Το σώμα Σ μάζας M του σχήματος είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς k , το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο ακλόνητα. Το σώμα Σ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A και ενέργειας E σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Κάποια στιγμή που βρίσκεται στην ακραία του θετική απομάκρυνση ($x = +A$) εκρήγνυται ακαριαία σε δύο τμήματα μαζών m_1 και $m_2 = 3m_1$. Το τμήμα μάζας m_2 εκτοξεύεται προς τα δεξιά στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου με αρχική ταχύτητα \vec{v}_2 και με κινητική ενέργεια $K_2 = E$. Το τμήμα μάζας m_1 παραμένει δεμένο στο ελατήριο και εκτελεί στη συνέχεια απλή αρμονική ταλάντωση ενέργειας



Ε₁.

Ισχύει:

α) $E_1 = 2E$

β) $E_1 = 3E$

γ) $E_1 = 4E$

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Ένας δίσκος μάζας $M = 3\text{kg}$ ισορροπεί δεμένος στο πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{N/m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στο έδαφος. Σφαίρα μάζας $m = 1\text{kg}$ αφήνεται ελεύθερη από ύψος $h = 0,2\text{ m}$ πάνω από τον δίσκο και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ συγκρούεται μ' αυτόν κεντρικά και πλαστικά. Το συσσωμάτωμα εκτελεί στη συνέχεια απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.

Γ1. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος.

Μονάδες 7

Γ2. Να υπολογίσετε:

α) τον ρυθμό μεταβολής της ορμής του συσσωματώματος και τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής του ενέργειας τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, αμέσως μετά την κρούση,

Μονάδες 6

β) το διάστημα που διανύει το σώμα από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης μηδενίζεται για δεύτερη φορά.

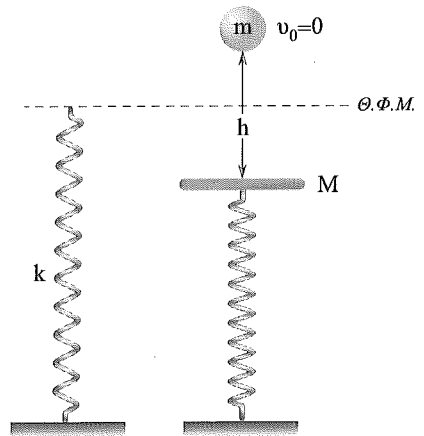
Μονάδες 6

Γ3. Να παραστήσετε γραφικά την αλγεβρική τιμή της δύναμης του ελατηρίου που δέχεται το συσσωμάτωμα σε συνάρτηση με την απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας του.

Μονάδες 6

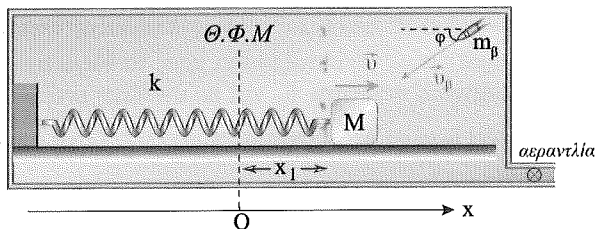
Θεωρήστε τη θετική φορά προς τα πάνω.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$ και ότι $\sqrt{2} = 1,4$.



ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας $M = 0,9\text{kg}$ είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{N/m}$ του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο. Το σώμα μάζας M εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε λείο οριζόντιο δάπεδο μέσα σε κλειστό δοχείο στο οποίο έχουμε δημιουργήσει κενό με τη βοήθεια αεραντλίας.



Κάποια στιγμή που το σώμα μάζας M βρίσκεται σε απομάκρυνση $x_1 = +0,1\sqrt{3}\text{ m}$ από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου κινούμενο με ταχύτητα μέτρου $v = 10\text{m/sec}$, ένα βλή-

μα μάζας $m_B = 0,1\text{kg}$ που κινείται με ταχύτητα μέτρου $v_B = 200\text{m/sec}$ σφηνώνεται στο κέντρο του, κινούμενο υπό γωνία $\varphi = 60^\circ$ ως προς την οριζόντια διεύθυνση. Να υπολογίσετε:

Δ1. την ενέργεια της ταλάντωσης του σώματος μάζας M πριν την κρούση.

Μονάδες 4

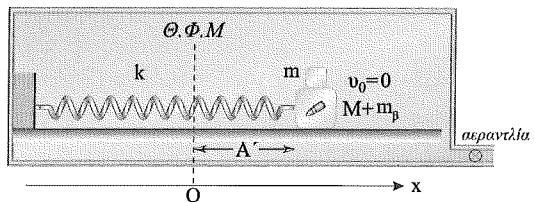
Δ2. την απώλεια μηχανικής ενέργειας του συστήματος λόγω της κρούσης.

Μονάδες 5

Δ3. τη μέγιστη τιμή του μέτρου της δύναμης επαναφοράς που δέχεται το συσσωμάτωμα κατά την ταλάντωσή του.

Μονάδες 5

Κάποια άλλη στιγμή που το συσσωμάτωμα βρίσκεται σε ακραία θέση της ταλάντωσής του, τοποθετούμε πάνω του ένα σώμα μάζας $m = 4\text{kg}$, οπότε το σύστημα αρχίζει να ταλαντώνεται χωρίς να παρατηρείται ολίσθηση του σώματος μάζας m πάνω στο συσσωμάτωμα.



Δ4. Να υπολογίσετε την ελάχιστη τιμή του συντελεστή οριακής στατικής τριβής μ_s μεταξύ των επιφανειών των σωμάτων μάζας M και m , ώστε το σώμα μάζας m να μην ολισθαίνει πάνω στο συσσωμάτωμα, καθώς και το μέτρο της συνισταμένης δύναμης που δέχεται το συσσωμάτωμα τις χρονικές στιγμές που το σύστημα ακινητοποιείται στιγμιαία.

Μονάδες 6

Κάποια επόμενη στιγμή (που τη θεωρούμε ως $t_0 = 0$) στην οποία το σύστημα βρίσκεται σε ακραία θέση, αφαιρούμε ακαριαία το σώμα μάζας m και συγχρόνως εισάγουμε ξαφνικά στο δοχείο αέρα, με αποτέλεσμα η ταλάντωση του συσσωματώματος να είναι πλέον φθίνουσα.

Δ5. Να υπολογίσετε τη σταθερά Λ της φθίνουσας ταλάντωσης, καθώς και το έργο της δύναμης απόσβεσης από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία ολοκληρώνονται οι πέντε πρώτες πλήρεις ταλαντώσεις του συσσωματώματος. Δίνεται ότι η χρονική t_1 ισούται με τον χρόνο υποδιπλασιασμού ($t_{1/2}$) του πλάτους της ταλάντωσης. Να θεωρήσετε ότι η περίοδος της ταλάντωσης του συσσωματώματος δεν επηρεάζεται από την ύπαρξη του αέρα στο δοχείο.

Μονάδες 5

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

33ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Ταλαντώσεις – Κρούσεις

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Κατά τη διάρκεια μιας περιόδου (T) της απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί ένα σώμα, η δύναμη επαναφοράς έχει την ίδια κατεύθυνση με την ταχύτητά του, για χρονικό διάστημα...

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

Μονάδες 5

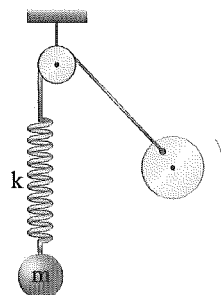
- A2. Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση με δύναμη απόσβεσης της μορφής $F_{απ} = -bv$, κατά τη διάρκεια μιας περιόδου της ταλάντωσης το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος...

- α) μηδενίζεται δύο φορές.
β) μηδενίζεται τέσσερις φορές.
γ) μηδενίζεται τις χρονικές στιγμές που μηδενίζεται η απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας του.
δ) μηδενίζεται τις χρονικές στιγμές που μηδενίζεται η δύναμη απόσβεσης.

Μονάδες 5

- A3. Στην εξαναγκασμένη ταλάντωση που εκτελεί ένα σύστημα ελατήριο-μάζα όπως στο σχήμα, η περίοδος του διεγέρτη είναι μικρότερη από την ιδιοπερίοδο του συστήματος. Αν αρχίσουμε να μειώνουμε την περίοδο του διεγέρτη, τότε το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος...

- α) θα αυξάνεται συνεχώς.
β) θα μειώνεται συνεχώς.
γ) αρχικά θα αυξάνεται και μετά θα μειώνεται.
δ) αρχικά θα μειώνεται και μετά θα αυξάνεται.



Μονάδες 5

- A4. Ένα κινούμενο νετρόνιο (n) μάζας m_n συγκρούεται με ακίνητο πυρήνα (π) μάζας m_π και επιβραδύνεται. Για να έχουμε τη μέγιστη δυνατή απώλεια κινητικής ενέργειας του νετρονίου πρέπει το νετρόνιο να συγκρουστεί κεντρικά με πυρήνα...
- πρωτίου ($m_\pi = m_n$)
 - δευτερίου ($m_\pi = 2m_n$)
 - ηλίου ($m_\pi = 4m_n$)
 - λιθίου ($m_\pi = 6m_n$)

Μονάδες 5

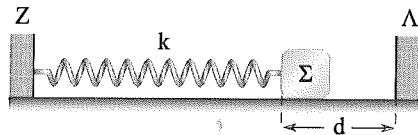
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- Κατά την κεντρική κρούση δύο σφαιρών ίσων μαζών γίνεται πάντοτε ανταλλαγή ταχυτήτων.
- Όταν μια σφαίρα συγκρουστεί πλάγια και ελαστικά με λείο τοίχο, η κινητική της ενέργεια διατηρείται, ενώ η ορμή της όχι.
- Η φάση μιας απλής αρμονικής ταλάντωσης αυξάνεται γραμμικά με τον χρόνο.
- Ο χρόνος που απαιτείται για την απευθείας μετάβαση ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση περιόδου T και πλάτους A , από τη θέση $x = 0$ στη θέση $x = +\frac{A}{2}$ είναι ίσος με $\frac{T}{8}$.
- Στις μη κεντρικές κρούσεις δεν ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής για το συγκρουόμενο σύστημα σωμάτων.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Το σώμα Σ του σχήματος έχει μάζα m και ισορροπεί αρχικά ακίνητο, δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζώντιου ελατηρίου σταθεράς k , που έχει το άλλο του άκρο ακλόνητα στερεωμένο σε τοίχο Z . Το σώμα βρίσκεται σε λείο οριζόντιο δάπεδο και απέχει απόσταση d από άλλο τοίχο Λ . Εκτρέπουμε το σώμα Σ προς τα αριστερά κατά $2d$ και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο, οπότε αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.



I. Το μέτρο της ταχύτητας \bar{v}_1 με την οποία το σώμα προσκρούει στον τοίχο ισούται με:

α) $d\sqrt{\frac{k}{m}}$

β) $d\sqrt{\frac{2k}{m}}$

γ) $d\sqrt{\frac{3k}{m}}$

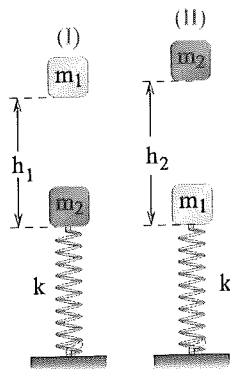
II. Το σώμα Σ συγκρούεται ελαστικά με τον τοίχο και η χρονική διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα. Το χρονικό διάστημα μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης κρούσης του σώματος Σ με τον τοίχο, ισούται με:

α) $\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ β) $\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ γ) $\frac{4}{3} \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 8 (4+4)

B2. Στην περίπτωση (I) του διπλανού σχήματος φαίνεται ένα σώμα μάζας m_1 που συγκρατείται ακίνητο σε ύψος h_1 πάνω από ένα άλλο σώμα μάζας m_2 το οποίο είναι δεμένο στο πάνω ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς k . Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο στο έδαφος. Κάποια στιγμή αφήνουμε ελεύθερο το σώμα μάζας m_1 και η κρούση που ακολουθεί είναι κεντρική και ελαστική. Μετά την κρούση το σώμα μάζας m_1 απομακρύνεται, ενώ το σώμα μάζας m_2 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά $D = k$ και πλάτος A_2 .



Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία, όπως φαίνεται στο σχήμα II, αφήνοντας τώρα ελεύθερο το σώμα μάζας m_2 σε ύψος h_2 πάνω από το σώμα μάζας m_1 που είναι δεμένο στο πάνω άκρο του ελατηρίου σταθεράς k . Αν το σώμα μάζας m_1 εκτελεί μετά την κρούση απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A_1 , ο λόγος $\frac{A_1}{A_2}$ είναι ίσος με:

α) $\frac{A_1}{A_2} = \sqrt{\frac{h_1 m_1}{h_2 m_2}}$ β) $\frac{A_1}{A_2} = \sqrt{\frac{h_2 m_2}{h_1 m_1}}$ γ) $\frac{A_1}{A_2} = \sqrt{\frac{h_1 m_2}{h_2 m_1}}$

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

Μονάδες 8

B3. Στην αρχικά ακίνητη διάταξη του διπλανού σχήματος το κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς k , έχει το πάνω άκρο του στερεωμένο σε οροφή ενώ στο κάτω ελεύθερο άκρο του είναι δεμένο ένα σώμα Σ_1 , από το οποίο κρέμεται μέσω αβαρούς και μη εκτατού νήματος ένα άλλο σώμα Σ_2 . Το ελατήριο παρουσιάζει, επιμήκυνση d σε σχέση με το φυσικό του μήκος. Μετατοπίζουμε το σύστημα τραβώντας το σώμα Σ_2 κατακόρυφα προς τα κάτω κατά $d/2$ και στη συνέχεια το αφήνουμε ελεύθερο. Αν τα σώματα Σ_1, Σ_2 έχουν ίσες μάζες ($m_1 = m_2 = m$) και το σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$, η ελάχιστη τιμή του μέτρου της τάσης του νήματος είναι ίση με:



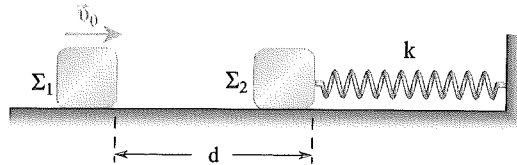
α) $\frac{mg}{2}$ β) mg γ) $\frac{3}{4}mg$

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Σώμα Σ_1 με μάζα $m_1 = 1\text{kg}$ κινείται σε οριζόντιο επίπεδο ολισθαίνοντας προς άλλο σώμα Σ_2 με μάζα $m_2 = 3m_1$, το οποίο είναι αρχικά ακίνητο. Το σώμα Σ_1 τη στιγμή $t_0 = 0$ έχει ταχύτητα μέτρου v_0 και βρίσκεται σε απόσταση $d = 2\text{m}$ από



το σώμα Σ_2 . Αρχικά το σώμα Σ_2 είναι ακίνητο πάνω στο επίπεδο δεμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 900\text{N/m}$, που έχει το φυσικό του μήκος. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο σε ακλόνητο τοίχο, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Αμέσως μετά τη κρούση, που είναι κεντρική και ελαστική, το σώμα Σ_1 αποκτά ταχύτητα με μέτρο $v_1' = 2\text{m/sec}$ και φορά αντίθετη της αρχικής ταχύτητας.

Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης που παρουσιάζουν τα δύο σώματα με το οριζόντιο επίπεδο είναι ίσος με $\mu = 0,5$.

Να υπολογίσετε:

Γ1. το μέτρο της αρχικής ταχύτητας v_0 του σώματος Σ_1 ,

Μονάδες 6

Γ2. το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταφέρθηκε από το σώμα Σ_1 στο σώμα Σ_2 κατά την κρούση,

Μονάδες 6

Γ3. τον συνολικό χρόνο κίνησης του σώματος Σ_1 από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή που θα ακινητοποιηθεί,

Μονάδες 6

Γ4. τη μέγιστη συσπείρωση του ελατηρίου.

Μονάδες 7

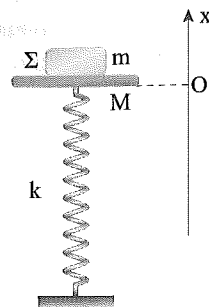
Να θεωρήσετε ότι η χρονική διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα και ότι τα δύο σώματα συγκρούονται μόνο μία φορά.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$ και $35^2 = 1225$.

(Το παραπάνω πρόβλημα τέθηκε ως θέμα Γ στις πανελλαδικές εξετάσεις του 2013 με άλλα αριθμητικά δεδομένα).

ΘΕΜΑ Δ

Το σώμα Σ μάζας $m = 0,2\text{kg}$ του σχήματος είναι τοποθετημένο πάνω σε δίσκο μάζας $M = 1,8\text{kg}$, που είναι δεμένος στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 50\text{N/m}$. Το κάτω άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε δάπεδο και το σύστημα ισορροπεί. Πιέζουμε το σώμα Σ κατακόρυφα προς τα κάτω συμπιέζοντας το ελατήριο κατά $0,2\text{m}$ και από τη θέση αυτή το αφήνουμε ελεύθερο, οπότε το σύστημα αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, με σταθερά επαναφοράς $D = k$.



- Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης \vec{N} που ασκεί ο δίσκος στο σώμα Σ στις θέσεις $x = -0,2\text{m}$, $x = 0$, $x = +0,2\text{m}$ και να παραστήσετε γραφικά την εξίσωση $N = f(x)$.

Μονάδες 6

- Δ2. Να βρείτε τη μέγιστη τιμή του πλάτους ταλάντωσης A_{max} του συστήματος, ώστε το σώμα Σ να μην εγκαταλείπει το δίσκο.

Μονάδες 3

- Δ3. Με το σύστημα να ταλαντώνεται με πλάτος A_{max} , να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί για την απευθείας μετάβαση του συστήματος από τη θέση $x_1 = -\frac{A_{\text{max}}}{2}$ στη θέση $x_2 = +\frac{A_{\text{max}}}{2}$ κινούμενο προς τα επάνω ($v_1 > 0$, $v_2 > 0$).

Μονάδες 4

Ακινητοποιούμε το σύστημα των δύο σωμάτων και αντικαθιστούμε το ελατήριο με άλλο σταθεράς k' .

- Δ4. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή k'_{max} της σταθεράς k' , ώστε με πλάτος ταλάντωσης ίσο με $A = 0,2\text{m}$ να μη χάνεται η επαφή του σώματος Σ με τον δίσκο.

Μονάδες 4

- Δ5. Με το ελατήριο σταθεράς k'_{max} και με πλάτος ταλάντωσης $0,4\text{m}$, να υπολογίσετε:

- Δ5.1. το έργο της δύναμης του ελατηρίου κατά τη μετάβαση του συστήματος από την κάτω ακραία θέση της τροχιάς του, έως τη θέση όπου χάνεται η επαφή του σώματος Σ με τον δίσκο,

Μονάδες 4

- Δ5.2. το μέγιστο ύψος h που θα φτάσει το σώμα Σ πάνω από τη θέση όπου χάνεται η επαφή του με τον δίσκο.

Μονάδες 4

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

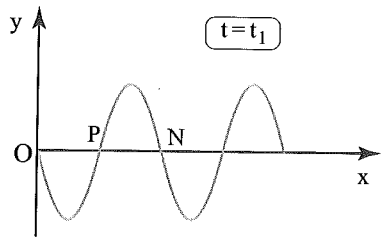
340 Κριτήριο Αξιολόγησης

Μηχανικά κύματα

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει ένα στιγμιότυπο γραμμικού αρμονικού κύματος που διαδίδεται προς τα δεξιά, σε κάποια χρονική στιγμή t_1 . Τη χρονική στιγμή t_1 τα σημεία P και N του μέσου κινούνται...



- α) και τα δύο προς τα πάνω.
- β) και τα δύο προς τα κάτω.
- γ) το σημείο P προς τα πάνω και το σημείο N προς τα κάτω.
- δ) το σημείο P προς τα κάτω και το σημείο N προς τα πάνω.

Μονάδες 5

- Α2. Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π_1 , Π_2 ταλαντώνονται στην επιφάνεια υγρού και παράγουν κύματα ίδιου πλάτους. Τα σημεία της επιφάνειας του υγρού που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος ανήκουν σε...

- α) παραβολές.
- β) ομόκεντρους κύκλους.
- γ) ελλείψεις.
- δ) υπερβολές.

Μονάδες 5

- Α3. Σ' ένα ελαστικό μέσο έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα. Όλα τα σημεία του μέσου, που περιλαμβάνονται μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών ενός στάσιμου κύματος...

- α) έχουν ίσα πλάτη ταλάντωσης.
- β) έχουν κάθε στιγμή ίσες φάσεις ταλάντωσης.
- γ) έχουν κάθε στιγμή φάση ίση με μηδέν ή ίση με π rad.
- δ) έχουν διαφορετικές συχνότητες ταλάντωσης.

Μονάδες 5

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

II. Το πλήθος των υπερβολών ενίσχυσης που σχηματίζονται μεταξύ του σημείου P και της μεσοκαθέτου yy' του ευθύγραμμου τμήματος ΚΛ είναι ίσο με:

- α) 1 β) 2 γ) 3 δ) 4

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

B2. Μια χορδή ΚΛ έχει το δεξιό άκρο της Λ ακλόνητα στερεωμένο ενώ το αριστερό της άκρο Κ είναι ελεύθερο. Στη χορδή δημιουργείται στάσιμο κύμα. Το άκρο Κ είναι κοιλία και ταλαντώνεται με συχνότητα $f = 3\text{Hz}$. Στη χορδή σχηματίζονται συνολικά δύο δεσμοί. Για να διπλασιαστεί ο αριθμός των δεσμών, ενώ το άκρο Κ παραμένει κοιλία, πρέπει η τιμή της συχνότητας f' να γίνει ίση με:

- α) 3Hz β) 5Hz γ) 7Hz

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

B3. Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής που ταυτίζεται με ημιάξονα Ox έχει σχηματιστεί στάσιμο κύμα. Στο αριστερό άκρο της χορδής, που βρίσκεται στη θέση $O(x = 0)$ έχουμε κοιλία, ενώ το δεξιό της άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο.

Συνολικά σχηματίζονται τρεις δεσμοί. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ η χορδή είναι ευθύγραμμη. Τη χρονική στιγμή t_1 κάθε σημείο της χορδής που ταλαντώνεται έχει κινητική ενέργεια ίση με τα $\frac{3}{4}$ της ολικής ενέργειας της ταλάντωσής του, απομακρυνόμενο από τη θέση ισορροπίας του, ενώ τη χρονική στιγμή $t_2 = t_1 + \frac{1}{30}$ sec όλα τα ταλαντούμενα σημεία φτάνουν για πρώτη φορά σε ακραία θέση της τροχιάς τους.

Αν η ταχύτητα διάδοσης των δύο αρμονικών κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα ισούται με $v = 2\text{m/sec}$, το φυσικό μήκος της χορδής είναι ίσο με:

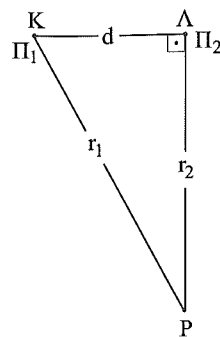
- α) 0,3m β) 0,4m γ) 0,5m

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

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ Γ

Δύο σύγχρονες πηγές αρμονικών κυμάτων Π_1 και Π_2 βρίσκονται στα σημεία K και Λ της επιφάνειας υγρού και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ τίθενται σε κατακόρυφη αρμονική ταλάντωση με πλάτος $A = 6\text{cm}$ και περίοδο $T = 1\text{sec}$, χωρίς αρχική φάση. Η απόσταση των σημείων K και Λ είναι $d = 30\text{cm}$. Τα κύματα που παράγονται διαδίδονται στην επιφάνεια του υγρού με ταχύτητα $v = 40\text{cm/sec}$.

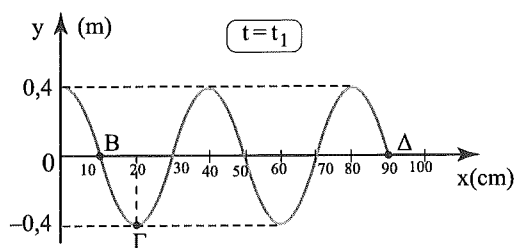


Ένα σημείο P της επιφάνειας του υγρού απέχει από το σημείο K απόσταση r_1 και από το σημείο Λ απόσταση $r_2 = 40\text{cm}$. Τα ευθύγραμμα τμήματα KΛ και ΛP είναι κάθετα μεταξύ τους. Να υπολογίσετε:

- Γ1. τη χρονική στιγμή t_a στην οποία ξεκινά να ταλαντώνεται, το σημείο P καθώς και τη χρονική στιγμή t_b που ξεκινά στο σημείο P η συμβολή των δύο κυμάτων, Μονάδες 4
- Γ2. το πλήθος των υπερβολών ενίσχυσης που σχηματίζονται στην επιφάνεια του υγρού, Μονάδες 6
- Γ3. το πλήθος των υπερβολών απόσβεσης που τέμνουν την ευθεία που διέρχεται από τα σημεία Λ και P, καθώς και το πλήθος των σημείων της ευθείας αυτής που παραμένουν διαρκώς ακίνητα. Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

A. Το στιγμιότυπο του διπλανού σχήματος παριστάνει τη χρονική στιγμή $t = t_1$ ένα αρμονικό κύμα συχνότητας $f = 5\text{Hz}$ που διαδίδεται προς τα δεξιά. Το σημείο O ($x_0 = 0$) είναι η πηγή του κύματος και η εξίσωση ταλάντωσής του είναι της μορφής $y = A\eta\omega t$. Τη χρονική στιγμή t_1 το σημείο Δ ($x_\Delta = 90\text{cm}$) ξεκινά την ταλάντωσή του.



- Δ1. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος. Μονάδες 6
- Δ2. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 . Μονάδες 6
- Δ3. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σημείου B ($x_B = 10\text{cm}$) τη χρονική στιγμή $t_2 = t_1 + 0,1\text{sec}$ και να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική t_2 . Μονάδες 6

- B. Θεωρήστε τώρα ότι το σημείο Δ αποτελεί το ακλόνητα στερεωμένο άκρο του νήματος και ότι το στιγμιότυπο του σχήματος παριστάνει ένα στάσιμο κύμα τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία η κινητική ενέργεια των σημείων του γραμμικού ελαστικού μέσου είναι ίση με μηδέν. Στη θέση $x = 0$ δημιουργείται κοιλία.
- Δ4. Να γράψετε τις εξισώσεις των αρμονικών κυμάτων που συμβάλλουν για να δημιουργήσουν το στάσιμο κύμα, καθώς και η εξίσωση του στάσιμου κύματος αν γνωρίζετε ότι η συχνότητα των κυμάτων που το δημιούργησαν με τη συμβολή τους είναι ίση με $f = 5\text{Hz}$.

Μονάδες 6

- Δ5. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της ταχύτητας του σημείου Γ ($x_G = 20\text{ cm}$) και να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη χρονική στιγμή $t_2 = t_1 + 0,1\text{sec}$.

Μονάδες 6

35ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κύματα

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Όταν ένα κύμα αλλάζει μέσο διάδοσης, τότε...
- α) η ταχύτητά του παραμένει σταθερή.
 - β) η συχνότητά του παραμένει σταθερή.
 - γ) το μήκος κύματός του δεν μεταβάλλεται.
 - δ) μεταβάλλεται η ταχύτητα και η συχνότητά του.

Μονάδες 5

- A2. Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π_1, Π_2 δημιουργούν στην επιφάνεια υγρού εγκάρσια κύματα πλάτους A και μήκους κύματος λ . Ένα σημείο P βρίσκεται στην επιφάνεια του υγρού σε αποστάσεις r_1 και r_2 από τις πηγές. Αν είναι $|r_1 - r_2| = 11\lambda$, τότε το σημείο P ταλαντώνεται με πλάτος:

- α) A β) $A\sqrt{2}$ γ) 0 δ) $2A$

Μονάδες 5

- A3. Το στάσιμο κύμα είναι το αποτέλεσμα της συμβολής δύο κυμάτων που διαδίδονται στο ίδιο γραμμικό ελαστικό μέσο και έχουν...

- α) το ίδιο πλάτος, την ίδια συχνότητα και ίδια κατεύθυνση διάδοσης.
- β) το ίδιο πλάτος, την ίδια συχνότητα και αντίθετη κατεύθυνση διάδοσης.
- γ) το ίδιο πλάτος, διαφορετική συχνότητα και αντίθετη κατεύθυνση διάδοσης.
- δ) το ίδιο πλάτος, αντίθετη κατεύθυνση διάδοσης και παραπλήσιες συχνότητες.

Μονάδες 5

- A4. Για το ηλεκτρομαγνητικό κύμα γνωρίζουμε ότι:

- α) δεν μεταβάλλεται η συχνότητά του όταν περνά από το κενό σε κάποιο υλικό.
- β) διαδίδεται σε διεύθυνση κάθετη προς το ηλεκτρικό πεδίο και παράλληλη προς το μαγνητικό πεδίο.

- γ) ο λόγος των μέτρων των εντάσεων του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου είναι κάθε στιγμή ίσος με $\frac{E}{B} = c$
- δ) παράγεται από ακίνητα ηλεκτρικά φορτία ή από ηλεκτρικά φορτία που κινούνται με σταθερή ταχύτητα.

Μονάδες 5

- A5. Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π_1, Π_2 που βρίσκονται στα σημεία Κ και Λ της επιφάνειας υγρού, αρχίζουν τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να ταλαντώνονται κατακόρυφα με εξίσωση $y = 0,1\eta\mu 4\pi t$ (S.I.). Τα παραγόμενα κύματα διαδίδονται στην επιφάνεια με ταχύτητα $v = 4\text{m/sec}$. Ένα σημείο Ρ της επιφάνειας του υγρού που απέχει από τις πηγές Π_1 και Π_2 αποστάσεις $r_1 = 8\text{m}$ και $r_2 = 12\text{m}$, αντίστοιχα.

Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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) Τα δύο κύματα φτάνουν στο σημείο Ρ με χρονική διαφορά ίση με $\Delta t = 1\text{sec}$.
- β) Το μήκος κύματος των παραγόμενων κυμάτων ισούται με $\lambda = 4\text{m}$.
- γ) Στο χρονικό διάστημα από $t_0 = 0$ έως $t = 2\text{sec}$ το σημείο Ρ παραμένει ακίνητο.
- δ) Το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Ρ στο χρονικό διάστημα από 2sec έως 3sec είναι ίσο με 0,1m.
- ε) Μετά τη χρονική στιγμή $t = 3\text{sec}$ το σημείο Ρ ταλαντώνεται με μέγιστη ταχύτητα ίση με $v_{\max} = 0,8\pi \text{ m/sec}$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Οι παρακάτω εξισώσεις περιγράφουν δύο εγκάρσια αρμονικά κύματα (1) και (2) που διαδίδονται σε δύο διαφορετικά γραμμικά ελαστικά μέσα.

$$y_1 = 0,2\eta\mu 2\pi(2t - 4x) \text{ (S.I.) και}$$

$$y_2 = 0,1\eta\mu \pi(8t - 4x) \text{ (S.I.)}$$

- I. Το κύμα που διαδίδεται με μεγαλύτερη ταχύτητα είναι το:
- α) 1 β) 2

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4

- II. Ο λόγος των μέγιστων ταχυτήτων $\frac{v_{\max(1)}}{v_{\max(2)}}$ που αποκτούν τα διάφορα σημεία των ελαστικών μέσων λόγω του κάθε κύματος, είναι ίσος με:

α) 1

β) 2

γ) $\frac{1}{2}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 5

- B2. Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής δημιουργείται στάσιμο κύμα. Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών είναι ίση με 4cm. Η μέγιστη ταχύτητα και η μέγιστη επιτάχυνση που αποκτούν τα σημεία που είναι κοιλίες ισούνται με $v_{\max} = 0,2\pi$ m/sec και $a_{\max} = 2\pi^2$ m/sec², αντίστοιχα. Αν στη θέση $x = 0$ έχει δημιουργηθεί κοιλία, η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι:

α) $y = 2\sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{4}x\eta\mu 10\pi t$

β) $y = 4\eta\mu\frac{\pi}{4}x\sigma\upsilon\nu 10\pi t$

γ) $y = 4\sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{4}x\eta\mu 10\pi t$

δ) $y = 4\sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{2}x\eta\mu 20\pi t$

(x, y σε cm και t σε sec)

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

Μονάδες 8

- B3. Στη χορδή μιας κιθάρας δημιουργείται στάσιμο κύμα συχνότητας f_1 και σχηματίζονται τέσσερις δεσμοί (δύο στα άκρα και άλλοι δύο μεταξύ των άκρων). Στην ίδια χορδή δημιουργείται άλλο στάσιμο κύμα συχνότητας f_2 που έχει διπλάσιους δεσμούς, δηλαδή συνολικά οκτώ δεσμούς (δύο στα άκρα του και άλλοι έξι μεταξύ των άκρων). Είναι:

α) $f_2 = \frac{5}{2}f_1$

β) $f_2 = f_1$

γ) $f_2 = 2f_1$

δ) $f_2 = \frac{7}{3}f_1$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου και κατά τη θετική φορά του άξονα x'Οx με τον οποίο ταυτίζεται το μέσο, διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα πλάτους $A = 5$ cm και συχνότητας $f = 20$ Hz. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ η πηγή του κύματος που βρίσκεται στη θέση $x = 0$ ξεκινά να ταλαντώνεται με θετική ταχύτητα. Κάποια χρονική στιγμή οι φάσεις των ταλαντώσεων δύο σημείων Κ και Λ του μέσου είναι ίσες με $\varphi_K = \frac{4\pi}{3}$ rad και $\varphi_\Lambda = \pi$ rad αντίστοιχα. Τα σημεία Κ και Λ απέχουν, κατά μήκος του άξονα x'Οx, απόσταση ίση με $\frac{25}{3}$ cm.

Γ1. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος και τη χρονική διαφορά Δt με την οποία ξεκινούν να ταλαντώνονται τα σημεία Κ και Λ.

Μονάδες 6

Γ2. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος και να προσδιορίσετε την ταχύτητα του σημείου Μ που βρίσκεται στη θέση $x_M = 1\text{m}$, τη χρονική στιγμή που το κύμα έχει διαδοθεί κατά τη θετική φορά, σε απόσταση $x_{\max} = 1,25\text{m}$ από την πηγή Ο.

Μονάδες 7

Γ3. Να υπολογίσετε την απομάκρυνση y_K του σημείου Κ κάθε φορά που το σημείο Λ αποκτά τη μέγιστη απομάκρυνσή του.

Μονάδες 6

Γ4. Να υπολογίσετε την απομάκρυνση που έχει κάθε σημείο του μέσου, μετά από χρόνο $\Delta t = \frac{1}{240}\text{sec}$ από τη στιγμή που άρχισε να ταλαντώνεται.

Μονάδες 6

Δίνεται: $\pi = 3,14$.

ΘΕΜΑ Δ

Εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται σε ομογενές γραμμικό ελαστικό μέσο (χορδή) κατά μήκος της ημιευθείας Οx προς τη θετική κατεύθυνση. Η διάδοση του κύματος γίνεται χωρίς απώλειες ενέργειας. Η πηγή του κύματος βρίσκεται στο άκρο Ο της χορδής. Δύο υλικά σημεία της χορδής ίδιας στοιχειώδους μάζας Δm βρίσκονται στα σημεία Κ και Λ της χορδής, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Τα υλικά σημεία Κ, Λ απέχουν μεταξύ τους απόσταση $(ΚΛ) = 0,2\text{m}$. Το κύμα κατά τη διάδοσή του περνάει πρώτα από το σημείο Κ και μετά από το σημείο Λ. Θεωρούμε ως αρχή μέτρησης των αποστάσεων ($x = 0$) τη θέση ισορροπίας του υλικού σημείου Κ και ως αρχή μέτρησης των χρόνων ($t = 0$) τη χρονική στιγμή που το κύμα φτάνει για πρώτη φορά στο σημείο Κ. Το σημείο Κ τη στιγμή αυτή βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του ($y = 0$) και αρχίζει να κινείται προς τη θετική κατεύθυνση. Κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του υλικού σημείου Κ, η κινητική του ενέργεια μεγιστοποιείται κάθε $0,25\text{sec}$. Παρατηρούμε ότι, μια χρονική στιγμή που το υλικό σημείο Λ βρίσκεται σε κορυφή κύματος ($y = +A$), το υλικό σημείο Κ βρίσκεται και αυτό σε κορυφή κύματος ($y = +A$) και ανάμεσά τους υπάρχει ακόμα μια κορυφή κύματος ($y = +A$). Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των ακραίων θέσεων ταλάντωσης του υλικού σημείου Κ είναι $0,04\text{m}$.

Δ1. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος λ , τη συχνότητα f και την ταχύτητα διάδοσής του κύματος.

Μονάδες 6

- Δ2. Να γράψετε την εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσης του υλικού σημείου Λ σε συνάρτηση με τον χρόνο και να κάνετε τη γραφική της παράσταση σε συνάρτηση με τον χρόνο, σε βαθμολογημένους άξονες από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t_1 = 1,75 \text{ sec}$.

Μονάδες 6

Αυξάνουμε τη συχνότητα ταλάντωσης της πηγής χωρίς να αλλάξει το πλάτος του κύματος.

- Δ3. Να υπολογίσετε την αύξηση της συχνότητας Δf έτσι ώστε, όταν μια χρονική στιγμή τα υλικά σημεία Κ και Λ βρίσκονται σε κορυφές κυμάτων ($y = +A$), ανάμεσά τους να υπάρχουν συνολικά 3 κορυφές κύματος ($y = +A$).

Μονάδες 6

- Δ4. Αν $K_{\max, 1}$ είναι η μέγιστη κινητική ενέργεια του υλικού σημείου Κ πριν την αλλαγή της συχνότητας και $K_{\max, 2}$ η κινητική του ενέργεια μετά την αλλαγή της συχνότητας, να υπολογίσετε την τιμή του λόγου $\frac{K_{\max, 1}}{K_{\max, 2}}$.

Μονάδες 7
(Εξετάσεις)

36ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Μηχανικά κύματα

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Κατά τη διάδοση ενός μηχανικού κύματος σε ένα ελαστικό μέσο...
- α) μεταφέρεται ενέργεια και ύλη.
 - β) μεταφέρεται μόνο ύλη.
 - γ) μεταφέρεται ενέργεια και ορμή από το ένα σημείο του μέσου στο άλλο.
 - δ) όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου την ίδια χρονική στιγμή έχουν την ίδια φάση.

Μονάδες 5

- A2. Για το στάσιμο κύμα γνωρίζουμε ότι...
- α) καθώς διαδίδεται μεταφέρει ενέργεια και ορμή.
 - β) όλα τα σημεία του γραμμικού ελαστικού μέσου στο οποίο σχηματίζεται το στάσιμο κύμα ταλαντώνονται με το ίδιο πλάτος.
 - γ) όλα τα σημεία του γραμμικού ελαστικού μέσου (εκτός των δεσμών που δεν κινούνται) ταλαντώνονται με την ίδια συχνότητα.
 - δ) όλα τα σημεία του γραμμικού ελαστικού μέσου στο οποίο σχηματίζεται το στάσιμο κύμα δεν αποκτούν ταυτόχρονα τη μέγιστη κινητική τους ενέργεια.

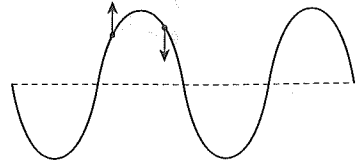
Μονάδες 5

- A3. Ένα σημείο P της επιφάνειας υγρού ταλαντώνεται με την επίδραση δύο αρμονικών κυμάτων που παράγονται από δύο σύγχρονες πηγές Π₁ και Π₂ οι οποίες ταλαντώνονται στα σημεία Κ και Λ της επιφάνειας του υγρού με πλάτος ταλάντωσης Α. Το σημείο P ταλαντώνεται με πλάτος 2Α όταν ισχύει:

- α) $|KP - \Lambda P| = (2N + 1)\frac{\lambda}{2}$
- β) $|KP - \Lambda P| = (2N + 1)\frac{\lambda}{4}$
- γ) $|KP - \Lambda P| = N\frac{\lambda}{2}$
- δ) $|KP - \Lambda P| = N\lambda$, όπου $N = 0, 1, 2, \dots$

Μονάδες 5

- A4. Στο στιγμιότυπο αρμονικού μηχανικού κύματος του παρακάτω σχήματος, παριστάνονται οι ταχύτητες ταλάντωσης δύο σημείων του.



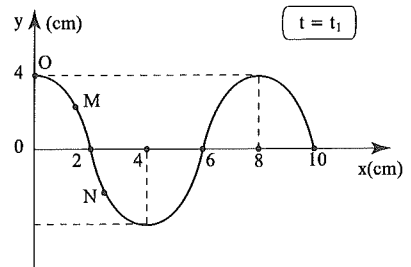
Το κύμα...

- α) διαδίδεται προς τα αριστερά.
- β) διαδίδεται προς τα δεξιά.
- γ) είναι στάσιμο.
- δ) μπορεί να διαδίδεται και προς τις δύο κατευθύνσεις (δεξιά ή αριστερά).

(Εξετάσεις)

Μονάδες 5

- A5. Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου έχει σχηματιστεί στάσιμο κύμα. Τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{T}{4} = 0,25\text{sec}$ το γραμμικό μέσο είναι στιγμιαία ακίνητο και έχει τη μορφή που φαίνεται στο στιγμιότυπο του διπλανού σχήματος.



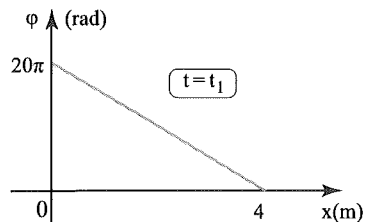
Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Όλα τα σημεία του μέσου αποκτούν την ίδια μέγιστη ταχύτητα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.
- β) Τη χρονική στιγμή $t_2 = 0,5\text{sec}$ το σημείο που βρίσκεται στη θέση $x = 2\text{cm}$ θα αποκτήσει απομάκρυνση $y = +4\text{cm}$.
- γ) Οι εξισώσεις των κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα είναι $y_1 = 2\eta\mu 2\pi\left(t - \frac{x}{8}\right)$, $y_2 = 2\eta\mu 2\pi\left(t + \frac{x}{8}\right)$ (x, y_1 και y_2 σε cm και t σε sec).
- δ) Τη χρονική στιγμή $t_2 = 0,5\text{sec}$ η χορδή θα έχει μόνο κινητική ενέργεια.
- ε) Τα σημεία M και N αμέσως μετά τη χρονική στιγμή t_1 θα κινηθούν προς την ίδια κατεύθυνση.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Στο διάγραμμα του διπλανού σχήματος παριστάνεται η γραφική παράσταση της φάσης ενός γραμμικού αρμονικού κύματος μια ορισμένη χρονική στιγμή t_1 σε συνάρτηση με τη συντεταγμένη x της θέσης των διαφόρων σημείων του μέσου. Το σημείο O του γραμμικού ελαστικού



μέσου που βρίσκεται στη θέση $x = 0$ αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ με εξίσωση της μορφής $y = A\eta\mu\omega t$. Το μήκος κύματος είναι ίσο με:

- α) 0,4 m β) 0,5 m γ) 1 m

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

Μονάδες 6

- B2. Κατά μήκος ελαστικής χορδής Ox συμβάλλουν δύο αρμονικά κύματα πλάτους A και μήκους κύματος λ που διαδίδονται αντίθετα με αποτέλεσμα τη δημιουργία στάσιμου κύματος. Το σημείο O του ημιάξονα Ox ταλαντώνεται με εξίσωση $y = 2A\eta\mu\omega t$. Ο λόγος των μέγιστων ταχυτήτων ταλάντωσης $\frac{v_{K(\max)}}{v_{\Lambda(\max)}}$ του σημείου K

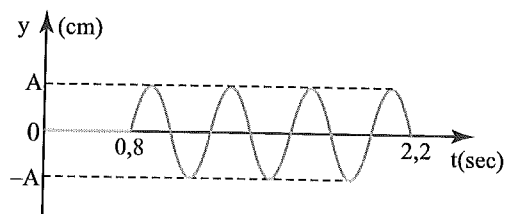
που βρίσκεται στη θέση $x_K = \lambda$ και του σημείου Λ που βρίσκεται στη θέση $x_\Lambda = \frac{\lambda}{6}$ είναι ίσος με:

- α) 1 β) 2 γ) $\sqrt{2}$

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

Μονάδες 5

- B3. Δύο σύγχρονες πηγές αρμονικών κυμάτων Π_1 και Π_2 , που βρίσκονται στα σημεία K και Λ της ήρεμης επιφάνειας υγρού, αρχίζουν τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να ταλαντώνονται κατακόρυφα με πλάτος



A, χωρίς αρχική φάση. Η απόσταση μεταξύ των σημείων K και Λ ισούται με $d = 6,5\text{m}$. Τα κύματα που παράγουν οι πηγές έχουν ίσα πλάτη και διαδίδονται στην επιφάνεια του υγρού με ταχύτητα $v = 2,5\text{m/sec}$. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η γραφική παράσταση της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας ενός μικρού φελλού που επιπλέει στο σημείο P της επιφάνειας του υγρού, σε συνάρτηση με τον χρόνο. Στο σημείο P φτάνει πρώτα το κύμα από την πηγή Π_2 και ύστερα το κύμα από την πηγή Π_1 .

Η υπερβολή απόσβεση που διέρχεται από το σημείο P τέμνει το ευθύγραμμο τμήμα ΚΛ στο σημείο Γ.

- B3.1 Η απόσταση x_1 του σημείου Γ από την πηγή Π_1 ισούται με:

- α) 1,5m β) 5m γ) 5,5m

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

Μονάδες 7

B3.2 Το πλήθος των υπερβολών απόσβεσης που σχηματίζονται μεταξύ της μεσοκαθέτου του ευθύγραμμου τμήματος ΚΛ και της υπερβολής απόσβεσης που διέρχεται από τα σημεία Ρ και Γ είναι:

- α) 3 β) 4 γ) 5

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

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Ένα γραμμικό ελαστικό μέσο εκτείνεται στη διεύθυνση οριζόντιου άξονα $x'Ox$. Δύο σημεία Σ_1 και Σ_2 του μέσου που βρίσκονται στις θέσεις $x_1 = -6\text{cm}$ και $x_2 = +6\text{cm}$, αρχίζουν ταυτόχρονα να ταλαντώνονται κατακόρυφα προς τη θετική φορά του άξονα $y'Oy$ με συχνότητα $f = 5\text{Hz}$ και πλάτος $A = 4\text{cm}$. Θεωρούμε ως χρονική στιγμή $t_0 = 0$ τη χρονική στιγμή που τα κύματα από τις πηγές Σ_1 και Σ_2 φτάνουν στο σημείο Ο που βρίσκεται στην αρχή του άξονα.

Ανάμεσα στα σημεία Σ_1 και Σ_2 δημιουργείται στάσιμο κύμα. Ο πλησιέστερος δεσμός δεξιά (ή αριστερά) του σημείου Ο, απέχει από την αρχή των αξόνων 1cm . Στο σημείο Ο σχηματίζεται κοιλία.

Γ1. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος.

Μονάδες 5

Γ2. Να υπολογίσετε τον αριθμό των δεσμών και τον αριθμό των κοιλιών που σχηματίζονται.

Μονάδες 5

Γ3. Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης σε συνάρτηση με το χρόνο για την πρώτη κοιλία μετά το σημείο Ο στον θετικό ημιάξονα. Από ποια χρονική στιγμή και μετά ισχύει η παραπάνω εξίσωση;

Μονάδες 7

Γ4. Με την προϋπόθεση ότι τα σημεία Σ_1 και Σ_2 είναι κοιλίες, για ποιες τιμές συχνοτήτων ταλάντωσης των σημείων Σ_1 και Σ_2 σχηματίζεται μεταξύ τους στάσιμο κύμα;

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Δ

Κατά μήκος ελαστικής χορδής που εκτείνεται στη διεύθυνση ενός άξονα $x'Ox$ διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα. Τα υλικά σημεία Ο ($x = 0$) και Ρ ($x_p = +1\text{m}$) ταλαντώνονται λόγω του κύματος με εξισώσεις $y_0 = 0,2\eta\mu 10\pi t$ (S.I.) και $y_p = 0,2\eta\mu(10\pi t - 4\pi)$ (S.I.), αντίστοιχα.

Δ1. Να βρείτε τη φορά διάδοσης του κύματος.

Μονάδες 4

Δ2. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος.

Μονάδες 5

Δ3. Να σχεδιάσετε σε κοινό σύστημα βαθμολογημένων αξόνων τις γραφικές παραστάσεις της φάσης ταλάντωσης των σημείων Ο και Ρ σε συνάρτηση με το χρόνο, στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow 0,8\text{sec}$.

Μονάδες 4

Δ4. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος μεταξύ των σημείων Ο και Ρ τη χρονική στιγμή t_1 που το σημείο Ρ αρχίζει να ταλαντώνεται.

Μονάδες 5

Δ5. Να βρείτε πόσες φορές από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t_2 = 0,45\text{sec}$ το υλικό σημείο Κ ($x_K = 0,5\text{m}$) απέκτησε δυναμική ενέργεια ταλάντωσης ίση με το $1/4$ της μέγιστης τιμής της.

Μονάδες 7

37ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κρούσεις – Ταλαντώσεις – Μηχανικά κύματα

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση περιόδου T . Η χρονική διάρκεια μεταξύ δύο διαδοχικών μεγιστοποιήσεων της κινητικής ενέργειας του σώματος ισούται με:

α) $\frac{T}{4}$ β) $\frac{T}{2}$ γ) T δ) $2T$

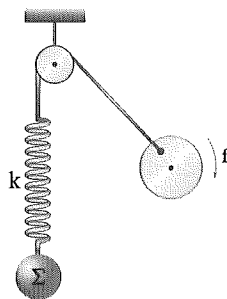
Μονάδες 5

- Α2. Ένα σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση με πλάτος που μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 e^{-\lambda t}$. Αν τη χρονική στιγμή t_1 το πλάτος της ταλάντωσης ισούται με $A_1 = \frac{A_0}{2}$, τη χρονική στιγμή $t_2 = 3t_1$ το πλάτος θα είναι ίσο με:

α) $\frac{A_0}{8}$ β) $\frac{A_0}{6}$ γ) $\frac{A_0}{4}$ δ) $\frac{A_0}{3}$

Μονάδες 5

- Α3. Ο τροχός του διπλανού σχήματος περιστρέφεται με συχνότητα f , εξαναγκάζοντας το σώμα Σ μάζας m , που είναι δεμένο στο κάτω άκρο του ελατηρίου σταθεράς k , να εκτελέσει ταλάντωση με χρονική εξίσωση απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας του της μορφής $x = A\eta\mu\left(\sqrt{\frac{2k}{m}}t\right)$. Αν αρχίσουμε να περιστρέφουμε ολοένα πιο γρήγορα τον τροχό, το σώμα...



- α) θα συνεχίσει να βρίσκεται σε κατάσταση συντονισμού.
β) κάποια στιγμή θα βρεθεί σε κατάσταση συντονισμού.
γ) θα ταλαντώνεται με ολοένα και μικρότερο πλάτος.
δ) θα ταλαντώνεται με πλάτος που μεταβάλλεται και το οποίο κάποια στιγμή θα ξαναγίνει ίσο με A .

Μονάδες 5

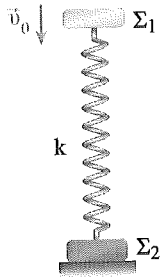
Η ελάχιστη συχνότητα για την οποία μπορεί να σχηματιστεί στάσιμο κύμα στη χορδή είναι ίση με:

- α) 4Hz β) 8Hz γ) 12Hz

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

Μονάδες 9

- B3. Το σύστημα του διπλανού σχήματος αποτελείται από ένα κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς k που έχει στο πάνω και στο κάτω άκρο του αντίστοιχα, δεμένα δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 μαζών $m_1 = m$ και $m_2 = 2m$. Αρχικά το σύστημα είναι ακίνητο με το σώμα Σ_2 μάζας m_2 σε επαφή με το έδαφος. Η μέγιστη τιμή του μέτρου της κατακόρυφης ταχύτητας \bar{v}_0 με την οποία μπορούμε να εκτοξεύσουμε το σώμα μάζας m_1 κατακόρυφα προς τα κάτω, ώστε το σώμα μάζας m_2 να μη χάσει την επαφή του με το έδαφος είναι ίση με:



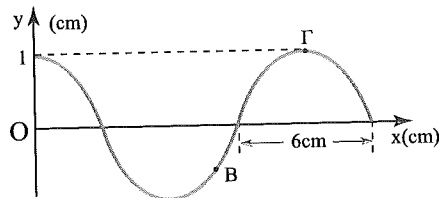
- α) $\frac{g}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ β) $g \sqrt{\frac{m}{k}}$ γ) $3g \sqrt{\frac{m}{k}}$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Στο διπλανό σχήμα παριστάνεται το στιγμιότυπο ενός στάσιμου κύματος, το οποίο έχει σχηματιστεί κατά μήκος ενός ημιάξονα Ox τη χρονική στιγμή t_1 που η κινητική ενέργεια κάθε ταλαντούμενου σημείου της χορδής είναι τριπλάσια της δυναμικής του ενέργειας ($K = 3U$).



Η συχνότητα των δύο κυμάτων, από τη συμβολή των οποίων προέκυψε το στάσιμο κύμα ισούται με $f = 5\text{Hz}$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ στη θέση $x = 0$ έχουμε μηδενική φάση και στη θέση αυτή σχηματίζεται κοιλία.

- Γ1. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος.

Μονάδες 5

- Γ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σημείου B ($x_B = 8\text{cm}$) όταν η απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας του είναι ίση με $0,5\text{cm}$.

Μονάδες 4

- Γ3. Να παραστήσετε γραφικά τις χρονικές εξισώσεις των απομακρύνσεων των υλικών σημείων B και Γ της χορδής και να υπολογίσετε την ελάχιστη και τη μέγιστη κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των σημείων αυτών κατά τη διάρκεια των ταλαντώσεών τους.

Μονάδες 6

Γ4. Να παραστήσετε γραφικά τη μέγιστη ταχύτητα των σημείων του γραμμικού μέσου σε συνάρτηση με τη θέση τους x .

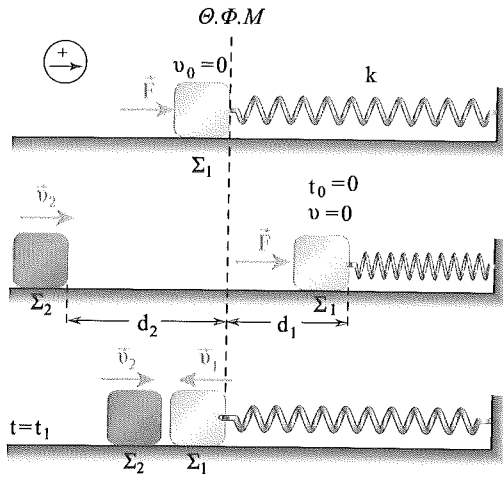
Μονάδες 5

Γ5. Να σχεδιάσετε την ταχύτητα v σε συνάρτηση με τη θέση x των σημείων της χορδής τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{1}{12}$ sec.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1$ kg ισορροπεί σε λείο οριζόντιο δάπεδο δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 100$ N/m. Κάποια χρονική στιγμή ασκούμε στο σώμα Σ_1 σταθερή οριζόντια δύναμη \vec{F} όπως στο σχήμα και την καταργούμε τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ που το σώμα Σ_1 ακινητοποιείται για πρώτη φορά μετά την έναρξη της κίνησής του, έχοντας διανύσει απόσταση $d_1 = 0,2$ m.



Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης \vec{F} και να αποδείξετε ότι το σώμα Σ_1 εκτελεί με τη δράση της

δύναμης \vec{F} απλή αρμονική ταλάντωση, με σταθερά επαναφοράς $D = k$.

Μονάδες 7

Το άλλο σώμα Σ_2 του σχήματος που έχει μάζας $m_2 = 3$ kg, κινείται στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου με ταχύτητα μέτρου $v_2 = 2$ m/sec και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ απέχει από τη Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου απόσταση d_2 . Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά στη Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία το Σ_1 διέρχεται για πρώτη φορά από τη θέση ισορροπίας του. Να υπολογίσετε:

Δ2. την απόσταση d_2 .

Μονάδες 5

Δ3. τις ταχύτητες v'_1, v'_2 των σωμάτων Σ_1, Σ_2 αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ4. την απόσταση d μεταξύ των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 τη χρονική στιγμή $t_3 = 0,25\pi$ sec.

Μονάδες 7

Δίνεται $\pi = 3,14$.

380 Κριτήριο Αξιολόγησης

Κρούσεις – Ταλαντώσεις – Μηχανικά κύματα

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Ένα κύμα μεταβαίνει από ένα μέσο διάδοσης σε ένα άλλο. Κατά τη μετάβαση...
- α) μεταβάλλεται η ταχύτητά του και το μήκος κύματός του, ενώ η συχνότητα του παραμένει σταθερή.
 - β) μεταβάλλεται η συχνότητά του, το μήκος κύματός του και η ταχύτητά του.
 - γ) μεταβάλλεται η ταχύτητα διάδοσής του, ενώ το μήκος κύματός του και η συχνότητα του δεν αλλάζουν.
 - δ) η ταχύτητα διάδοσής του, η συχνότητά του και το μήκος κύματός του παραμένουν σταθερά.

Μονάδες 5

- A2. Ένα αρμονικό κύμα συχνότητας $f = 2\text{Hz}$ διαδίδεται σε ελαστικό μέσο με ταχύτητα διάδοσης $v = 3\text{m/sec}$. Την ίδια χρονική στιγμή η διαφορά φάσης των ταλαντώσεων δύο σημείων του ελαστικού μέσου που οι θέσεις ισορροπίας τους απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\Delta x = 0,75\text{m}$ είναι ίση με:

- α) $\frac{\pi}{2}$ rad
- β) π rad
- γ) 2π rad
- δ) $\frac{3\pi}{2}$ rad

Μονάδες 5

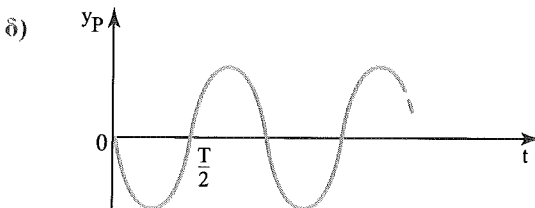
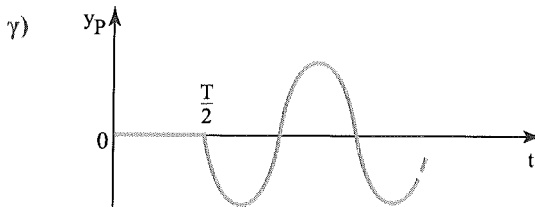
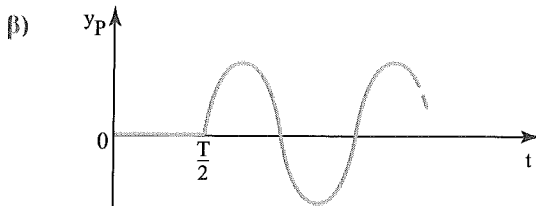
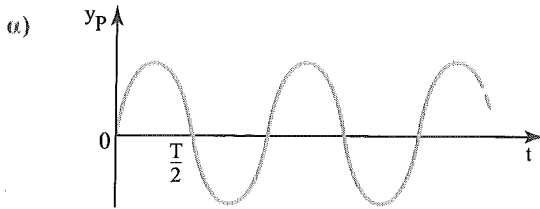
- A3. Δύο σύγχρονες πηγές παράγουν στην επιφάνεια μιας ήρεμης λίμνης εγκάρσια αρμονικά κύματα πλάτους 20cm και μήκους κύματος 1m . Το πλάτος της ταλάντωσης ενός σημείου Σ που απέχει από την πηγή Π_1 απόσταση $r_1 = 3\text{m}$ και από την πηγή Π_2 απόσταση $r_2 = 1\text{m}$ είναι ίσο με:

- α) 0
- β) 10cm
- γ) 20cm
- δ) 40cm

Μονάδες 5

- A4. Κατά μήκος οριζόντιας χορδής Ox και προς τη θετική κατεύθυνση διαδίδεται αρμονικό κύμα. Η πηγή του κύματος βρίσκεται στο άκρο O της χορδής και τη χρονική

στιγμή $t = 0$ αρχίζει να ταλαντώνεται κάθετα στη διεύθυνση της χορδής με εξίσωση $y = A\eta\omega t$. Ένα σημείο P της χορδής βρίσκεται στη θέση $x = \frac{\lambda}{2}$. Η γραφική παράσταση της εξίσωσης $y_P = f(t)$ απεικονίζεται σωστά στο διάγραμμα:



Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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.

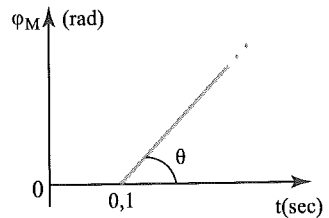
- Η έννοια της κρούσης στον μικρόκοσμο περιλαμβάνει και φαινόμενα σκέδασης σωματιδίων, τα οποία αλληλεπιδρούν για πολύ μικρό χρόνο χωρίς να έρχονται σε επαφή μεταξύ τους.
- Όταν δύο σφαίρες 1 και 2 συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά, η σχέση που συνδέει τις μεταβολές των κινητικών τους ενεργειών είναι $\Delta K_1 = \Delta K_2$.
- Στην πλάγια ανελαστική κρούση δεν ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής.

- δ) Στην κεντρική κρούση οι ταχύτητες των κέντρων μάζας των συγκρουόμενων σωμάτων μετά την κρούση βρίσκονται πάντοτε στην ίδια ευθεία.
- ε) Όταν δύο σώματα ίσων μαζών που κινούνται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με κάθετες ταχύτητες ίσου μέτρου v συγκρουστούν πλαστικά, το συσσωμάτωμά τους θα κινηθεί με ταχύτητα μέτρου $v\sqrt{2}$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1.** Το άκρο O μιας ελαστικής χορδής αρχίζει τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση συχνότητας f και πλάτους A κάθετα στη διεύθυνσή της. Η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σημείου O από τη θέση ισορροπίας του περιγράφεται από την εξίσωση $y = A\eta\omega t$. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η γραφική παράσταση της φάσης του σημείου $M(x_M = 20\text{cm})$ της χορδής σε συνάρτηση με το χρόνο, στην οποία έχουμε $\epsilon\phi\theta = 4\pi \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$.



Το μήκος κύματος του εγκάρσιου αρμονικού κύματος που διαδίδεται κατά μήκος της χορδής είναι ίσο με:

- α) 0,25m β) 1m γ) 4m

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

Μονάδες 9

- B2.** Ένα σώμα Σ_1 μάζας m_1 είναι δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς k , το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στο δάπεδο. Το σώμα Σ_1 ισορροπεί ακίνητο, ενώ το ελατήριο συγκρατείται συσπειρωμένο με τη βοήθεια νήματος. Το μέτρο της τάσης του νήματος είναι διπλάσιο του βάρους του σώματος Σ_1 . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα οπότε το σώμα Σ_1 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A_1 . Ταυτόχρονα αφήνουμε ένα άλλο σώμα Σ_2 μάζας m_2 από ύψος h πάνω από την αρχική θέση του σώματος Σ_1 . Τα δύο σώματα συγκρούονται κεντρικά και πλαστικά τη χρονική στιγμή που το σώμα Σ_1 φτάνει για πρώτη φορά στη θέση ισορροπίας της ταλάντωσής του.

I. Το ύψος h ισούται με:

- α) $\frac{m_1 g}{4k}$ β) $\frac{5m_1 g}{4k}$ γ) $\frac{13m_1 g}{4k}$

όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας. Δίνεται $\pi^2 = 10$.

Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται στιγμιαία και στη συνέχεια αρχίζει να εκτελεί ταλάντωση πλάτους A_2 .

II. Ο λόγος των μαζών $\frac{m_1}{m_2}$ των δύο σωμάτων είναι ίσος με:

α) $\frac{\pi}{4}$ β) $\frac{\pi}{2}$ γ) π

III. Ο λόγος των πλατών ταλάντωσης $\frac{A_1}{A_2}$ ισούται με:

α) $\frac{\pi}{2}$ β) π γ) 2π

Στις πράξεις σας θεωρήστε $\pi^2 = 10$.

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (3+3+3)

B3. Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π_1, Π_2 βρίσκονται στα σημεία Κ, Λ, αντίστοιχα, της επιφάνειας υγρού και ταλαντώνονται κατακόρυφα με εξίσωση της μορφής $y = A\eta\mu(2\pi ft)$. Ένα σημείο Ρ της επιφάνειας του υγρού που απέχει από τα σημεία Κ και Λ αποστάσεις r_1, r_2 ($r_1 > r_2$), αντίστοιχα, ταλαντώνεται με μέγιστο πλάτος μετά τη συμβολή των κυμάτων στο σημείο αυτό.

Μεταξύ του σημείου Ρ και της μεσοκάθετου του τμήματος ΚΛ υπάρχει άλλη μία υπερβολή ενισχυτικής συμβολής. Μεταβάλλουμε τη συχνότητα f των πηγών στην τιμή f' με αποτέλεσμα το πλάτος της ταλάντωσης του σημείου Ρ να μηδενιστεί. Το σημείο Ρ βρίσκεται τώρα στη δεύτερη υπερβολή ακυρωτικής συμβολής μετά τη μεσοκάθετο. Ο λόγος $\frac{f'}{f}$ είναι ίσος με:

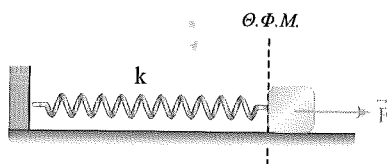
α) $\frac{1}{4}$ β) $\frac{3}{4}$ γ) $\frac{5}{4}$

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

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Ένα σώμα μάζας $m = 1\text{kg}$ βρίσκεται σε λείο οριζόντιο δάπεδο δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{N/m}$, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο ακλόνητα. Το αρχικά ακίνητο σώμα αρχίζει να δέχεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου $F = 10\text{N}$ στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου, όπως στο σχήμα.



Γ1. Να υπολογίσετε το πλάτος A της ταλάντωσης του σώματος. Τη χρονική στιγμή t_1 που το ελατήριο φτάνει για πρώτη φορά σε μέγιστη επιμήκυνση αντιστρέφουμε ακαριαία τη φορά της δύναμης \vec{F} .

Μονάδες 6

Γ2. Να υπολογίσετε το πλάτος A' της νέας ταλάντωσης του σώματος. Τη χρονική στιγμή t_2 που το ελατήριο επανέρχεται για πρώτη φορά στο φυσικό του μήκος η δύναμη \vec{F} καταργείται ακαριαία.

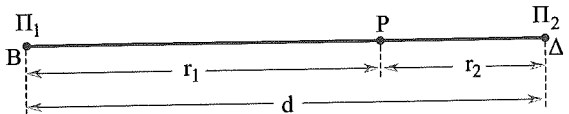
Μονάδες 9

Γ3. Να υπολογίσετε το τελικό πλάτος A'' της ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα μετά την κατάργηση της δύναμης \vec{F} .

Μονάδες 10

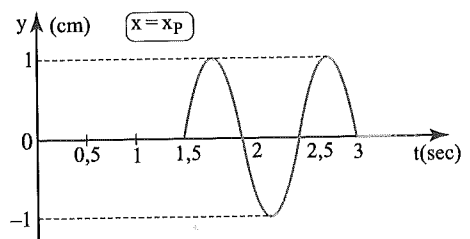
ΘΕΜΑ Δ

Στα σημεία B και Δ της ήρεμης επιφάνειας υγρού, που απέχουν μεταξύ τους απόσταση d , αρχίζουν τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να ταλαντώνονται



στην κατακόρυφη διεύθυνση του άξονα $y'Oy$ δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων Π_1 και Π_2 , με εξίσωση ταλάντωσης της μορφής $y = A\eta\omega t$. Σε ένα σημείο P της επιφάνειας του υγρού, που ανήκει στο ευθύγραμμο τμήμα BΔ επιπλέει μικρός φελλός μάζας $m = 1g$ σε αποστάσεις r_1 και r_2 από τα σημεία B και Δ ($r_1 > r_2$), αντίστοιχα.

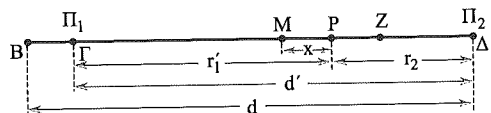
Δ1. Στο διπλανό διάγραμμα παριστάνεται η απομάκρυνση του φελλού από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με το χρόνο.



Να εξηγήσετε το είδος της συμβολής που συμβαίνει στο σημείο P και να υπολογίσετε τη μέγιστη κινητική ενέργεια του φελλού κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής του.

Μονάδες 4

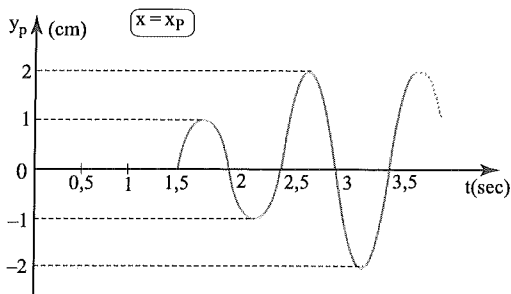
Δ2. Μετακινούμε την πηγή Π_1 κατά μήκος του ευθύγραμμου τμήματος BΔ στο σημείο Γ, ώστε η απόσταση d μεταξύ των πηγών να γίνει ίση με $d' = d - 0,5m$, και επαναλαμβάνουμε το πείραμα.



Τώρα η απομάκρυνση του φελλού σε συνάρτηση με το χρόνο περιγράφεται από το διπλανό διάγραμμα.

Να υπολογίσετε:

Δ2.1 το μήκος κύματος λ των κυμάτων που παράγουν οι πηγές.



Μονάδες 5

Δ2.2 την απόσταση $d' = (\Gamma\Delta)$ μετά τη μετακίνηση της πηγής Π_1 , καθώς και την απόσταση x του σημείου P από το μέσο M του τμήματος $\Gamma\Delta$.

Μονάδες 4

Δ2.3 τη διαφορά φάσης $\Delta\varphi_{(M,P)}$ των ταλαντώσεων που εκτελεί ταυτόχρονα ο φελλός λόγω του κάθε κύματος χωριστά.

Μονάδες 3

Δ2.4 τη διαφορά φάσης $\Delta\varphi_{(M,P)}$ των ταλαντώσεων των σημείων M και P μετά την έναρξη της συμβολής των κυμάτων στο σημείο P.

Μονάδες 3

Δ2.5 το πλήθος (N) του συνόλου των υπερβολών απόσβεσης που σχηματίζονται λόγω της συμβολής των κυμάτων, μετά τη μετακίνηση της πηγής Π_1 .

Μονάδες 3

Δ2.6 το πλήθος (N') των υπερβολών απόσβεσης που σχηματίζονται μεταξύ του σημείου Z (μέσο του τμήματος $M\Delta$) και του σημείου Δ, μετά τη μετακίνηση της πηγής Π_1 .

Μονάδες 3

Δίνεται: $\pi^2 = 10$.

39ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Στερεό

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Σε ένα ελεύθερο στερεό σώμα ασκείται ένα ζεύγος δυνάμεων. Αν διπλασιάσουμε το μέτρο και των δύο δυνάμεων του ζεύγους, υποδιπλασιάζοντας ταυτόχρονα τη μεταξύ τους απόσταση, τότε η ροπή των δυνάμεων του ζεύγους ...
- α) θα παραμείνει σταθερή.
 - β) θα υποδιπλασιαστεί.
 - γ) θα διπλασιαστεί.
 - δ) θα τετραπλασιαστεί.

Μονάδες 5

- Α2. Κατά την περιστροφική κίνηση ενός στερεού σώματος γύρω από ακλόνητο άξονα περιστροφής...
- α) όλα τα σημεία του σώματος έχουν κάθε στιγμή την ίδια γραμμική ταχύτητα περιστροφής.
 - β) κάθε σημείο του σώματος κινείται με γραμμική ταχύτητα της οποίας το μέτρο είναι ανάλογο του τετραγώνου της απόστασης του σημείου αυτού από τον άξονα περιστροφής.
 - γ) κάθε σημείο του σώματος έχει γωνιακή ταχύτητα $\bar{\omega}$, που το μέτρο της είναι ανάλογο της απόστασης του σημείου αυτού από τον άξονα περιστροφής.
 - δ) η κεντρομόλος επιτάχυνση κάθε σημείου έχει μέτρο ανάλογο της απόστασης του σημείου αυτού από τον άξονα περιστροφής.

Μονάδες 5

- Α3. Ένας τροχός ακτίνας R κυλίζει χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο επίπεδο έδαφος. Αν το μέτρο της ταχύτητας του σημείου του που απέχει από το έδαφος απόσταση $2R$ είναι v , τότε το μέτρο της ταχύτητας των σημείων της περιφέρειάς του που απέχουν από το έδαφος απόσταση ίση με R , έχει μέτρο ίσο με:

- α) μηδέν
- β) $\sqrt{2}v$
- γ) $\frac{\sqrt{2}}{2}v$
- δ) $2v$

Μονάδες 5

- A4. Ένα ελεύθερο αρχικά ακίνητο στερεό σώμα δέχεται τη δράση ενός ζεύγους δυνάμεων. Το ζεύγος των δυνάμεων...
- αποτελείται από δύο δυνάμεις ίσου μέτρου, ίδιας διεύθυνσης και ίδιας φοράς.
 - μπορεί να αντικατασταθεί από μία δύναμη.
 - προκαλεί στο σώμα ροπή που είναι ίδια ως προς οποιοδήποτε άξονα περιστροφής κάθετο στο επίπεδο των δυνάμεων του ζεύγους.
 - προκαλεί στο σώμα στροφική και ταυτόχρονα μεταφορική κίνηση.

Μονάδες 5

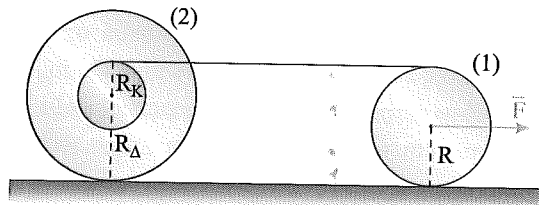
- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- Μηχανικά στερεά ονομάζονται αυτά που μπορούν να εκτελούν μόνο μεταφορικές κινήσεις.
- Ο τροχός του Λούνα παρκ εκτελεί περιστροφική κίνηση, αλλά οι θαλαμίσκοι που κρέμονται από αυτόν εκτελούν μεταφορική κίνηση.
- Αν σε ένα ελεύθερο στερεό σώμα ασκηθεί μια μόνο δύναμη της οποίας ο φορέας διέρχεται από το κέντρο μάζας του, τότε το σώμα θα εκτελέσει μόνο μεταφορική κίνηση.
- Σε ένα ρολόι με δείκτες, ο λεπτοδείκτης έχει 12 φορές μεγαλύτερη γωνιακή ταχύτητα από αυτή του ωροδείκτη.
- Τα σημεία της περιφέρειας ενός τροχού που κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο δάπεδο, έχουν την ίδια κατά μέτρο ταχύτητα.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Το στερεό σώμα (2) του σχήματος είναι καρούλι που αποτελείται από έναν κύλινδρο ακτίνας $R_K = 0,25\text{m}$ και από δύο όμοιους δίσκους ακτίνας $R_\Delta = 0,75\text{m}$ που είναι κολλη-

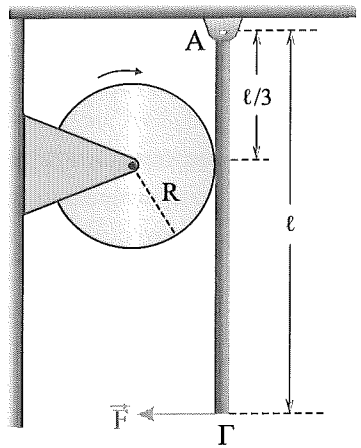


μένοι στις βάσεις του κυλίνδρου, έτσι ώστε τα κέντρα των δίσκων να βρίσκονται στην προέκταση του άξονα του κυλίνδρου. Στην περιφέρεια του κυλίνδρου έχουμε τυλίξει ένα αβαρές και μη εκτατό νήμα, το οποίο είναι τυλιγμένο και στην περιφέρεια του τροχού (στερεό 1) ακτίνας $R = 0,5\text{m}$. Με το νήμα τεντωμένο, ασκούμε κάποια στιγμή στο κέντρο του τροχού οριζόντια δύναμη \vec{F} , με αποτέλεσμα τα αρχικά ακίνητα στερεά να κυλίσουν στο οριζόντιο δάπεδο χωρίς να ολισθαίνουν.

- A. Το μήκος του ευθύγραμμου τμήματος του νήματος που συνδέει τα δύο στερεά με την πάροδο του χρόνου...
- α) αυξάνεται. β) μειώνεται. γ) παραμένει σταθερό.
- B. Τα μέτρα των γωνιακών ταχυτήτων περιστροφής ω_1, ω_2 των δύο στερεών συνδέονται με τη σχέση:
- α) $\omega_1 = \omega_2$ β) $\omega_1 > \omega_2$ γ) $\omega_1 < \omega_2$
- Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (4+5)

- B2. Η κατακόρυφη τροχαλία του σχήματος περιστρέφεται ελεύθερα και χωρίς τριβές γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα, που διέρχεται από το κέντρο της. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ πιέζουμε το άκρο Γ της κατακόρυφης αβαρούς ράβδου ΑΓ, που στηρίζεται σε οροφή μέσω άρθρωσης, ασκώντας οριζόντια δύναμη μέτρου $F = 40\text{N}$ με αποτέλεσμα η τροχαλία να επιβραδύνεται εξαιτίας της τριβής που δέχεται από τη ράβδο. Το σημείο επαφής της ράβδου με την τροχαλία απέχει από το άκρο Α της ράβδου απόσταση ίση με $\ell/3$. Ο συντελεστής τριβής μεταξύ της ράβδου και της επιφάνειας της περιφέρειας της τροχαλίας είναι ίσος με $\mu = 0,5$. Το μέτρο της δύναμης \vec{F}_A που ασκεί η άρθρωση στο άκρο Α της ράβδου ισούται με:

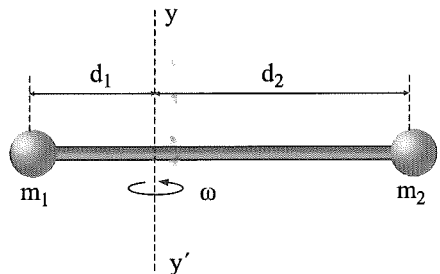


- α) 80 N β) 100 N γ) 110 N

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

Μονάδες 8

- B3. Η οριζόντια ράβδος του διπλανού σχήματος είναι αβαρής, η σημειακή μάζα m_1 είναι τετραπλάσια από τη σημειακή μάζα m_2 , και το μήκος d_2 είναι διπλάσιο από το μήκος d_1 . Το σύστημα περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από τον ακλόνητο κατακόρυφο άξονα $y'y'$ με γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω .



Το μέτρο της στροφορμής του συστήματος κατά τον άξονα yy' ισούται με:

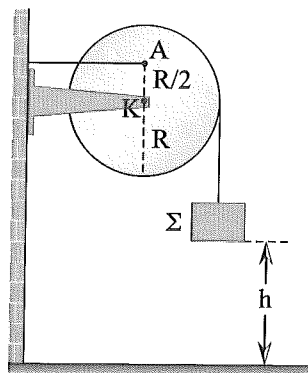
- α) $m_1\omega d_2^2$ β) $3m_2\omega d_1^2$ γ) $8m_2\omega d_1^2$

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

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Η τροχαλία του διπλανού σχήματος έχει μάζα $M = 0,5 \text{ kg}$, ακτίνα $R = 0,4 \text{ m}$ και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο της K . Στην περιφέρεια της τροχαλίας έχει τυλιχτεί αβαρές και μη εκτατό νήμα, στο ελεύθερο άκρο του οποίου είναι δεμένο σώμα Σ μάζας $m = 1 \text{ kg}$. Το σύστημα συγκρατείται αρχικά ακίνητο μέσω άλλου αβαρούς οριζόντιου νήματος που είναι δεμένο στον τοίχο και στο σημείο A της τροχαλίας, το οποίο ανήκει στην κατακόρυφη διάμετρό της και απέχει απόσταση $r = \frac{R}{2}$ από το κέντρο της.



I. Το σώμα βρίσκεται σε ύψος $h = 1,6 \text{ m}$ από το δάπεδο.

Γ1. Να υπολογίσετε τα μέτρα της δύναμης \vec{F}_A και της δύναμης \vec{F}_K που δέχεται η τροχαλία στα σημεία της A και K αντίστοιχα, από το οριζόντιο νήμα και από τον άξονα της.

Μονάδες 6

II. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το οριζόντιο νήμα, οπότε η τροχαλία αρχίζει να περιστρέφεται με γωνιακή επιτάχυνση μέτρου $\alpha_{\gamma\omega\nu}$.

Το σώμα Σ κατέρχεται με επιτάχυνση μέτρου a και τη χρονική στιγμή t_1 φτάνει στο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 4 \text{ m/sec}$. Να υπολογίσετε:

Γ2. το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σώματος Σ κατά την κίνησή του, το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης της τροχαλίας, καθώς και τη νέα τιμή του μέτρου της δύναμης F_K (F'_K),

Μονάδες 6

Γ3. τους ρυθμούς μεταβολής της κινητικής ενέργειας και της δυναμικής ενέργειας του σώματος Σ , καθώς και την ισχύ της τάσης του νήματος που δέχεται το σώμα Σ , τη χρονική στιγμή t_1 ,

Μονάδες 6

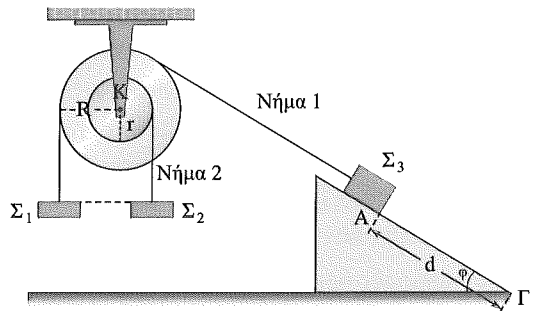
Γ4. τον αριθμό περιστροφών που εκτελεί η τροχαλία στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow 2t_1$.

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Το σύστημα του διπλανού σχήματος αποτελείται από μία διπλή τροχαλία και τρία σώματα Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 μαζών $m_1 = 2\text{ kg}$, $m_2 = 2\text{ kg}$ και $m_3 = 4\text{ kg}$, αντίστοιχα. Η τροχαλία αποτελείται από δύο αβαρείς ομοαξονικούς κυλίνδρους ακτίνων $r = 0,2\text{ m}$ και $R = 2r$, κολλημένους μεταξύ τους και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα που ταυτίζεται με τον άξονα των κυλίνδρων.



Στην περιφέρεια του μεγάλου κυλίνδρου έχουμε τυλίξει πολλές φορές ένα αβαρές και μη εκτατό νήμα (Νήμα 1) στο ένα άκρο του οποίου είναι δεμένο το σώμα Σ_1 και στο άλλο το σώμα Σ_3 . Στην περιφέρεια του μικρού κυλίνδρου είναι τυλιγμένο άλλο αβαρές και μη εκτατό νήμα (Νήμα 2), στο ελεύθερο άκρο του οποίου είναι δεμένο το σώμα Σ_2 .

Τα σώματα Σ_1 , Σ_2 βρίσκονται αρχικά στο ίδιο ύψος από το έδαφος και η γωνία κλίσης φ του κεκλιμένου επιπέδου, στο οποίο βρίσκεται το σώμα Σ_3 , έχει $\eta\mu\varphi = 0,6$ και $\sigma\upsilon\eta\varphi = 0,8$.

Το σύστημα ισορροπεί με το σώμα Σ_3 να παραμένει οριακά ακίνητο στη θέση A του κεκλιμένου επιπέδου, που βρίσκεται σε απόσταση $d = 5\text{ m}$ από τη βάση του Γ . Να υπολογίσετε:

- Δ1. τη γωνία θ που σχηματίζει η δύναμη $\vec{F}_{\alpha\epsilon}$ που δέχεται η τροχαλία από τον άξονά της με τον ορίζοντα, Μονάδες 5
- Δ2. του συντελεστή οριακής στατικής τριβής μεταξύ του σώμα Σ_3 και του κεκλιμένου επιπέδου. Μονάδες 5
- Δ3. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή του μέτρου της κατακόρυφης δύναμης \vec{F} με την οποία μπορούμε να τραβήξουμε προς τα κάτω το σώμα Σ_1 , ώστε το σώμα Σ_3 να συνεχίσει να ισορροπεί ακίνητο στη θέση A. Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα 1 σε ένα σημείο του κοντά στο σώμα Σ_3 , οπότε το σώμα Σ_3 αρχίζει να κινείται προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου και φτάνει στο σημείο Γ τη χρονική στιγμή $t = t_1$, ενώ η τροχαλία αρχίζει να περιστρέφεται με γωνιακή επιτάχυνση μέτρου $\alpha_{\gamma\omega\nu}$.

Μετά την κοπή του νήματος 1, το μέτρο της τάσης του νήματος 2 που ασκείται στο σώμα Σ_2 αυξάνεται κατά $2N$, ενώ το τμήμα του νήματος 1 που είναι σφιχτά τυλιγμένο στην τροχαλία και έχει δεμένο στο άκρο του το σώμα Σ_1 παραμένει τεντωμένο. Να υπολογίσετε:

Δ4. το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης της τροχαλίας,

Μονάδες 5

Δ5. την υψομετρική διαφορά των θέσεων των σωμάτων Σ_1 , Σ_2 τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 5

Να θεωρήσετε ότι τα σώματα Σ_1 , Σ_2 δεν έχουν φτάσει στην τροχαλία ή στο δάπεδο τη χρονική στιγμή t_1 και ότι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του Σ_3 και του κεκλιμένου επιπέδου ισούται με τον συντελεστή οριακής στατικής τριβής.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

40ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Στερεό – Ταλαντώσεις

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις A1-A4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Ένα σώμα περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα.
- α) Κάθε σημείο του σώματος έχει γωνιακή ταχύτητα που το μέτρο της είναι ανάλογο της απόστασής του από τον άξονα περιστροφής.
 - β) Κάθε σημείο του σώματος έχει γωνιακή επιτάχυνση που το μέτρο της είναι ανάλογο της απόστασής του από τον άξονα περιστροφής.
 - γ) Τα διανύσματα της γωνιακής ταχύτητας $\vec{\omega}$ και της γωνιακής επιτάχυνσης $\vec{\alpha}_{γων}$ έχουν την ίδια διεύθυνση και οι φορές τους είναι ίδιες ή αντίθετες.
 - δ) Τα διανύσματα της γωνιακής ταχύτητας $\vec{\omega}$ και της γωνιακής επιτάχυνσης $\vec{\alpha}_{γων}$ είναι κάθετα μεταξύ τους.

Μονάδες 5

- A2. Το κέντρο μάζας ενός στερεού σώματος...
- α) συμπίπτει πάντα με το κέντρο συμμετρίας του.
 - β) συμπίπτει πάντα με το κέντρο βάρους του.
 - γ) είναι οπωσδήποτε ένα εσωτερικό σημείο του σώματος.
 - δ) είναι το σημείο εκείνο που κινείται όπως ένα υλικό σημείο με μάζα ίση με τη μάζα του σώματος, αν σε αυτό ασκούσαν όλες οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.

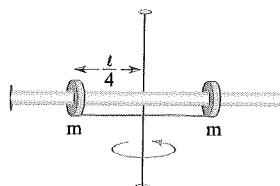
Μονάδες 5

- A3. Αν σε ένα ελεύθερο στερεό σώμα, που ισορροπεί αρχικά ακίνητο, ασκηθεί μια δύναμη \vec{F} που ο φορέας της δεν διέρχεται από το κέντρο μάζας του, τότε το στερεό σώμα...
- α) θα συνεχίσει να ισορροπεί ακίνητο.
 - β) θα αρχίσει να εκτελεί μόνο περιστροφική κίνηση γύρω από άξονα παράλληλο στον φορέα της δύναμης \vec{F} .
 - γ) θα αρχίσει να εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση.

- δ) θα αρχίσει να εκτελεί σύνθετη κίνηση γύρω από τον άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του και είναι κάθετος στο επίπεδο που ορίζεται από το κέντρο μάζας και τον φορέα της δύναμης \vec{F} .

Μονάδες 5

- A4. Η αβαρής ράβδος του σχήματος είναι οριζόντια και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το μέσο της. Το μήκος της ράβδου είναι ℓ . Σε απόσταση $\frac{\ell}{4}$ από τον άξονα περιστροφής



βρίσκονται δύο μεταλλικοί δακτύλιοι μάζας m ο καθένας που θεωρούνται σημειακά σώματα και συνδέονται μεταξύ τους με νήμα. Το σύστημα περιστρέφεται γύρω από τον άξονα με συχνότητα f_1 . Κάποια στιγμή το νήμα σπάει και οι δακτύλιοι ωθούνται λόγω αδράνειας στα άκρα της ράβδου. Η νέα συχνότητα f_2 με την οποία θα περιστρέφεται το σύστημα είναι ίση με:

α) $f_2 = \frac{f_1}{4}$ β) $f_2 = \frac{f_1}{2}$ γ) $f_2 = 2f_1$ δ) $f_2 = 4f_1$

Μονάδες 5

- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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) Αν αφήσουμε να πέσει από κάποιο ύψος πάνω από το έδαφος ένα αρχικά ακίνητο στερεό σώμα που μπορεί να κινείται ελεύθερα, αυτό θα αρχίσει να εκτελεί σύνθετη κίνηση (μεταφορική και στροφική) ταυτόχρονα.
- β) Το διάνυσμα της γωνιακής επιτάχυνσης $\vec{a}_{γων}$ ενός στερεού σώματος έχει κάθε στιγμή την κατεύθυνση του διανύσματος $d\vec{\omega}$ της αντίστοιχης μεταβολής της γωνιακής του ταχύτητας.
- γ) Ο λεπτοδείκτης ενός ρολογιού έχει γωνιακή ταχύτητα περιστροφής ίδιας κατεύθυνσης μ' αυτή του ωροδείκτη και κατά μέτρο 12 φορές μεγαλύτερη.
- δ) Το εμβαδόν του διαγράμματος $\Sigma\tau - t$ της συνισταμένης ροπής που δέχεται ένα σώμα σε συνάρτηση με τον χρόνο, ισούται με τη μεταβολή της στροφορμής του στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα.
- ε) Ένας ομογενής κύλινδρος εκτοξεύεται από τη βάση κεκλιμένου επιπέδου προς την κορυφή του και αφού σε κάποια χρονική στιγμή σταματήσει στιγμιαία να κινείται, επιστρέφει και πάλι στην αρχική του θέση. Αν σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του ο κύλινδρος εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση, τότε το διάνυσμα της γωνιακής του ταχύτητας θα έχει συνεχώς την ίδια κατεύθυνση.

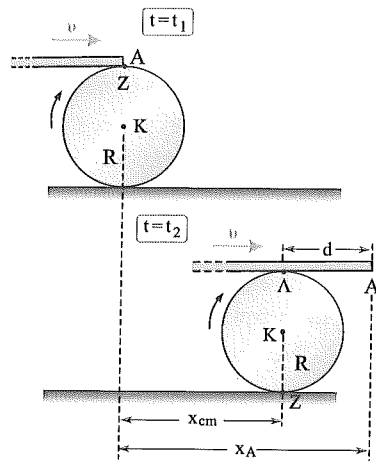
Μονάδες 5

- α) $\frac{3v_K}{2}$ β) $2v_K$ γ) $\frac{5v_K}{2}$

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

Μονάδες 7

- B3. Ο τροχός ακτίνας R του διπλανού σχήματος εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση σε οριζόντιο δάπεδο. Τη χρονική στιγμή t_1 το δεξιό άκρο A μιας οριζόντιας ράβδου έρχεται σε επαφή με το ανώτερο σημείο Z του τροχού. Η ράβδος κινείται σε επαφή με το ανώτερο σημείο του τροχού έχοντας σταθερή ταχύτητα \bar{v} , χωρίς να ολισθαίνει πάνω σ' αυτόν. Τη χρονική στιγμή t_2 που το σημείο Z φτάνει για πρώτη φορά στο δάπεδο, το άκρο A της ράβδου απέχει από το (νέο) ανώτερο σημείο Λ του τροχού απόσταση d ίση με:



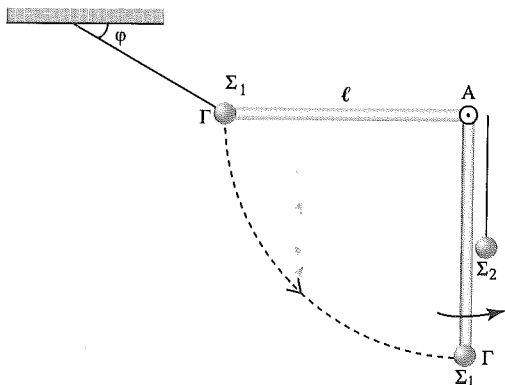
- α) $d = \frac{\pi R}{2}$ β) πR γ) $2\pi R$

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

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Μια αβαρής ράβδος ΑΓ μήκους $\ell = 3,2\text{m}$ μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το άκρο της Α. Στο άκρο Γ της ράβδου είναι στερεωμένο ένα σφαιρίδιο Σ_1 (αμελητέων διαστάσεων) μάζας $m = 3\text{kg}$. Αρχικά η ράβδος συγκρατείται σε οριζόντια θέση μέσω νήματος που συνδέει το σώμα Σ_1 το άκρο της Γ με οροφή, με την οποία το νήμα σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^\circ$.



- Γ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης \vec{T} του νήματος και την εφαπτομένη της γωνίας θ_1 που σχηματίζει η δύναμη \vec{F}_A που δέχεται η ράβδος από τον άξονα περιστροφής της (άρθρωση), με την οριζόντια διεύθυνση.

Μονάδες 6

Κάποια στιγμή κόβουμε το νήμα, οπότε η ράβδος αρχίζει να περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο χωρίς τριβές.

Γ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης $\alpha_{γων}$ του σφαιριδίου Σ_1 όταν έχει διαγράψει γωνία θ_2 ($\eta\mu\theta_2 = 0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\theta_2 = 0,8$) από την αρχική του θέση.

Μονάδες 6

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής που αποκτά το σφαιρίδιο Σ_1 κατά τον άξονα περιστροφής του, τη χρονική στιγμή που η ράβδος ΑΓ φτάνει στην κατακόρυφη θέση του σχήματος.

Μονάδες 6

Τη στιγμή που η ράβδος ΑΓ φτάνει στην κατακόρυφη θέση της, συγκρούεται με άλλο σφαιρίδιο Σ_2 μάζας $m_2 = 2,4\sqrt{5}$ kg που ισορροπεί ακίνητο δεμένο στο κάτω άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους $d = \frac{\ell}{2}$, όπως στο σχήμα. Η ράβδος ακινητοποιείται αμέσως μετά την κρούση.

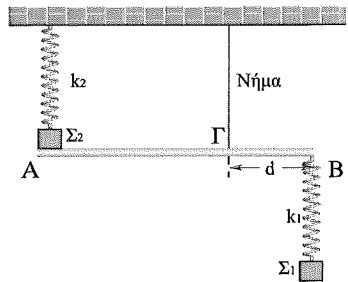
Γ4. Να εξετάσετε αν το σφαιρίδιο Σ_2 εκτελεί ανακύκλωση μετά την κρούση.

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Μια οριζόντια ομογενής δοκός ΑΒ μήκους $\ell = 90\text{cm}$ και μάζας $M = 8\text{kg}$ ισορροπεί οριζόντια με τη βοήθεια κατακόρυφου νήματος που είναι δεμένο στο σημείο της Γ, σε απόσταση $d = 40\text{cm}$ από το άκρο της Β. Στο άκρο Β της ράβδου είναι κρεμασμένο μέσω ελατηρίου 1 μεγάλου μήκους σταθεράς $k_1 = 60\text{ N/m}$ σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2\text{kg}$.



Σχ. 1

Ι. Στο άλλο άκρο Α της δοκού ακουμπά σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = m_1$, που είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου 2 σταθεράς $k_2 = k_1$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου αυτού είναι στερεωμένο σε οροφή (σχ. 1). Να υπολογίσετε:

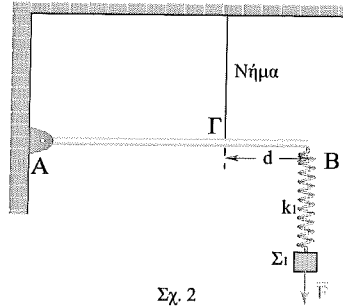
Δ1. το μέτρο της δύναμης που δέχεται η δοκός από το σώμα Σ_2 ,

Μονάδες 8

Δ2. την παραμόρφωση (επιμήκυνση ή συσπείρωση) του ελατηρίου 2 σε σχέση με το φυσικό του μήκος.

Μονάδες 8

- II. Το άκρο A της δοκού είναι στηριγμένο σε κατακόρυφο τοίχο μέσω άρθρωσης και το σώμα Σ_1 ισορροπεί όπως στο σχήμα με τη δράση κατακόρυφης δύναμης \vec{F} (σχ. 2). Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ καταργούμε ακαριαία τη δύναμη \vec{F} και το σύστημα ελατήριο 1 – σώμα Σ_1 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με τη ράβδο να ισορροπεί.



Σχ. 2

- Δ3. Αν το μέτρο της δύναμης \vec{F} έχει τη μέγιστη δυνατή τιμή, ώστε η ράβδος να συνεχίζει να ισορροπεί μετά την κατάργησή της, να υπολογίσετε το μέτρο της (F).

Μονάδες 9

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

- δ) μεταφορική κίνηση και ταυτόχρονα στροφική κίνηση αρχικά με φορά αυτή της περιστροφής των δεικτών του ρολογιού και στη συνέχεια αντίθετη από αυτή.

Μονάδες 5

- A4. Αν σε ένα ελεύθερο στερεό σώμα ασκήσουμε ένα ζεύγος δυνάμεων, τότε...
- θα μεταβληθεί η ταχύτητα του κέντρου μάζας του.
 - θα μεταβληθεί η ορμή του.
 - θα μεταβληθεί η θέση του κέντρου μάζας του.
 - θα μεταβληθεί η γωνιακή του ταχύτητα.

Μονάδες 5

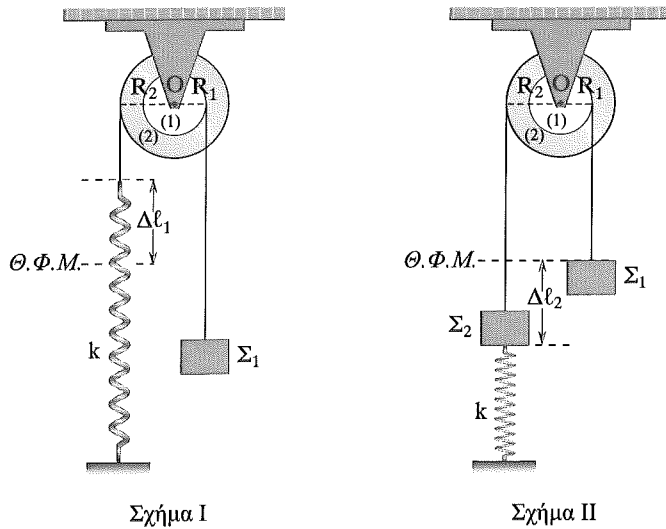
- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- Σε στερεό σώμα που εκτελεί στροφική κίνηση και το μέτρο της γωνιακής του ταχύτητας αυξάνεται, τα διανύσματα της γωνιακής του ταχύτητας και της γωνιακής του επιτάχυνσης έχουν αντίθετες κατευθύνσεις.
- Αν σε ένα αρχικά ακίνητο ελεύθερο στερεό σώμα ασκηθεί ζεύγος δυνάμεων, τότε αυτό θα εκτελέσει σύνθετη κίνηση (στροφική και μεταφορική).
- Το κέντρο μάζας ενός σώματος μπορεί να βρίσκεται και έξω από το σώμα.
- Στην περιστροφική κίνηση ενός στερεού σώματος γύρω από ακλόνητο άξονα περιστροφής που διέρχεται από το σώμα, κάποια σημεία του παραμένουν διαρκώς ακίνητα.
- Στη μεταφορική κίνηση ενός στερεού σώματος είναι δυνατόν όλα του τα σημεία να διαγράφουν κυκλικές τροχιές.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Η διπλή τροχαλία του παρακάτω σχήματος I αποτελείται από δύο ομοαξονικούς ομόκεντρους δίσκους 1 και 2 ακτίνων R_1 και R_2 ($R_2 = 2R_1$). Η τροχαλία μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο ακλόνητο άξονα που διέρχεται από το κέντρο της και είναι κάθετος στο επίπεδο των δίσκων. Στην περιφέρεια κάθε δίσκου είναι τυλιγμένο ένα αβαρές και μη εκτατό νήμα. Το νήμα που είναι τυλιγμένο στον δίσκο 2 είναι δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς k , ενώ από το νήμα που είναι τυλιγμένο στον δίσκο 1 κρέμεται σώμα Σ_1 μάζας m_1 και το σύστημα ισορροπεί ακίνητο. Στο σχήμα II έχουμε δέσει μεταξύ του ελατηρίου και του νήματος του δίσκου 2 ένα σώμα Σ_2 μάζας m_2 και το σύστημα ισορροπεί και πάλι.



Αν η επιμήκυνση $\Delta\ell_1$ του ελατηρίου του σχήματος I είναι ίση με τη συσπείρωση $\Delta\ell_2$ του ελατηρίου στο σχήμα II, τότε ο λόγος $\frac{m_1}{m_2}$ των μαζών των σωμάτων Σ_1 και

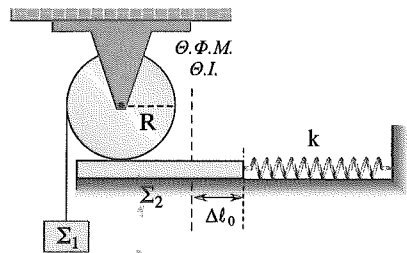
Σ_2 είναι ίσος με:

- α) $\frac{1}{2}$ β) 1 γ) 2

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

Μονάδες 9

B2. Στην περιφέρεια της τροχαλίας ακτίνας R του διπλανού σχήματος, που μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα γύρω από τον ακλόνητο άξονά της χωρίς τριβές, έχουμε τυλίξει αβαρές νήμα, στο άκρο του οποίου είναι δεμένο σώμα Σ_1 μάζας m_1 . Η τροχαλία εφάπτεται σε σώμα Σ_2 μάζας m_2 , που βρίσκεται σε λείο οριζόντιο δάπεδο και είναι στερεωμένο στο ελεύθερο άκρο οριζοντίου ελατηρίου σταθεράς k . Αν το σύστημα ισορροπεί ακίνητο, η παραμόρφωση του ελατηρίου σε σχέση με το φυσικό του μήκος ισούται με:



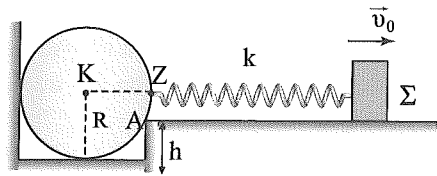
- α) $\frac{m_1 g}{k}$ β) $\frac{m_2 g}{2k}$ γ) $\frac{2(m_1 + m_2)g}{k}$

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

Μονάδες 7

B3. Στο διπλανό σχήμα το σκαλοπάτι έχει ύψος $h = 0,2\text{m}$ και ο τροχός ακτίνας $R = 0,5\text{m}$, έχει βάρος $W = 120\text{N}$.

Το οριζόντιο ελατήριο σταθεράς $k = 320\text{N/m}$, έχει το ένα του άκρο στερεωμένο στο σημείο Z της περιφέρειας του τροχού που ανήκει στην οριζόντια διάμετρό του, ενώ το άλλο του άκρο είναι δεμένο σε σώμα Σ μάζας $m = 5\text{kg}$.



Το σώμα Σ ισορροπεί αρχικά ακίνητο στο λείο οριζόντιο δάπεδο, ενώ το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος και ο τροχός ακουμπά στην ακμή A του σκαλοπατιού. Η μέγιστη τιμή του μέτρου της οριζόντιας ταχύτητας \bar{v}_0 που μπορούμε να προσδώσουμε στο σώμα Σ, ώστε ο τροχός να συνεχίσει να ισορροπεί ακίνητος είναι:

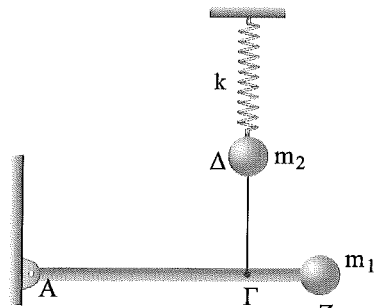
- α) 2m/sec β) 4m/sec γ) 7m/sec

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Ομογενής άκαμπτη ράβδος AZ έχει μήκος $\ell = 4\text{m}$, μάζα $M = 3\text{kg}$ και ισορροπεί σε οριζόντια θέση, όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο άκρο της A υπάρχει ακλόνητη άρθρωση γύρω από την οποία η ράβδος μπορεί να περιστρέφεται, χωρίς τριβές, ενώ στο άλλο άκρο της Z υπάρχει στερεωμένο σφαιρίδιο μάζας $m_1 = 0,6\text{kg}$ αμελητέων διαστάσεων. Ένα αβαρές τεντωμένο νήμα ΔΓ συνδέει το σημείο Γ της ράβδου με σφαιρίδιο μάζας $m_2 = 1\text{kg}$, το οποίο είναι στερεωμένο στο ελεύθερο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{N/m}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητο. Η απόσταση ΑΓ είναι ίση με $2,8\text{m}$. Όλη η διάταξη βρίσκεται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο, στο οποίο γίνονται και όλες οι κινήσεις.



Να υπολογίσετε:

- Γ1. το μέτρο της τάσης του νήματος ΔΓ και το μέτρο της δύναμης που δέχεται η ράβδος από την άρθρωση.

Μονάδες 7

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα ΔΓ, οπότε το σφαιρίδιο m_2 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, ενώ η ράβδος μαζί με το σώμα m_1 αρχίζουν να περιστρέφονται χωρίς τριβές γύρω από το σημείο A.

- Γ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος μάζας m_2 από τη θέση ισορροπίας του και να υπολογίσετε τον χρόνο που χρειάζεται το σφαιρίδιο m_2

από τη στιγμή που κόβεται το νήμα μέχρι τη στιγμή που θα φτάσει στην ψηλότερη θέση του για πρώτη φορά.

Μονάδες 7

Γ3. Να παραστήσετε γραφικά την κινητική ενέργεια του σώματος μάζας m_2 σε συνάρτηση με τον χρόνο, στη χρονική διάρκεια της πρώτης περιόδου.

Μονάδες 5

Γ4. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της ορμής του σώματος μάζας m_2 στη θέση όπου η κινητική του ενέργεια είναι τριπλάσια από τη δυναμική ενέργεια της ταλάντωσής του για πρώτη φορά.

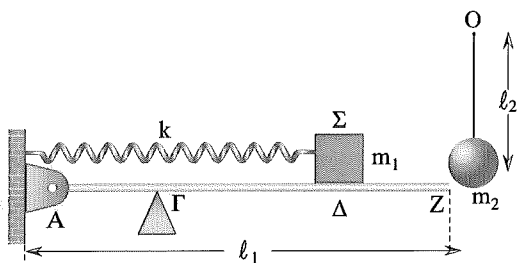
Μονάδες 6

Να θεωρήσετε τη θετική φορά προς τα κάτω.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$, $\pi = 3,14$.

ΘΕΜΑ Δ

Η λεία οριζόντια δοκός AZ του διπλανού σχήματος έχει μάζα M, μήκος $\ell_1 = 1,6\text{m}$ και ισορροπεί ακίνητη με το άκρο της A αρθρωμένο σε τοίχο και το σημείο της Γ που βρίσκεται σε απόσταση $\frac{\ell_1}{4}$ από το A να ακουμπά σε στήριγμα. Στο σημείο Δ της δοκού που απέχει



από το άκρο της Z απόσταση $\frac{\ell_1}{4}$ ισορροπεί αρχικά ακίνητο ένα σώμα Σ μάζας $m_1 = 0,2\text{kg}$

δεμένο στο ελεύθερο άκρο του οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 20\text{N/m}$, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο ακλόνητα στον τοίχο. Με τη βοήθεια του σώματος Σ συσπειρώνουμε το ελατήριο και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο, οπότε αυτό αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$ και ολική ενέργεια $E = 6,4\text{J}$.

Δ1. Να υπολογίσετε τη μέγιστη ταχύτητα του σώματος Σ.

Μονάδες 4

Δ2. Αν το μέτρο της δύναμης που ασκεί το στήριγμα στη δοκό τη χρονική στιγμή t_1 που το σώμα Σ φτάνει στο άκρο Z της δοκού, ισούται με 108N , να υπολογίσετε τη μάζα της M.

Μονάδες 5

- Δ3. Να γράψετε την εξίσωση $F_A = f(x)$ του μέτρου της δύναμης \vec{F}_A που ασκεί η άρθρωση στη δοκό σε συνάρτηση με την απομάκρυνση του σώματος Σ από τη θέση ισορροπίας του στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$ και να την παραστήσετε γραφικά. Να θεωρήσετε ως θετική τη φορά προς τα δεξιά.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή t_1 το σώμα Σ συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με αρχικά ακίνητη σφαίρα μάζας $m_2 = m_1$ που είναι δεμένη στο ελεύθερο άκρο αβαρούς και μη εκτατού κατακόρυφου νήματος μήκους ℓ_2 . Το άλλο του άκρο O του νήματος είναι ακλόνητα στερεωμένο. Μετά την κρούση η σφαίρα εκτελεί ανακύκλωση και στο ανώτερο σημείο της τροχιάς της δέχεται από το νήμα δύναμη ίση με το βάρος της.

- Δ4. Να υπολογίσετε το ποσοστό μεταβολής της ολικής ενέργειας της ταλάντωσης του σώματος Σ , λόγω της κρούσης.

Μονάδες 4

- Δ5. Να υπολογίσετε το μέτρο της μεταβολής της στροφορμής της σφαίρας, μεταξύ της κατώτερης και της ανώτερης θέσης της κυκλικής της τροχιάς μετά την κρούση, κατά τον άξονα περιστροφής της.

Μονάδες 6

Να θεωρήσετε αμελητέα τη χρονική διάρκεια κάθε κρούσης και για τις πράξεις σας

$$4\sqrt{3} = 7 \text{ και } \frac{49}{60} = 0,8.$$

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

42ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Στερεό – Ταλαντώσεις

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην σωστή φράση.

- A1. Αν ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, τότε...
- α) η επιτάχυνσή του μηδενίζεται τέσσερις φορές σε χρόνο μιας περιόδου της ταλάντωσης.
 - β) η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης μεγιστοποιείται δύο φορές σε χρόνο μιας περιόδου της ταλάντωσης.
 - γ) η ενέργεια της ταλάντωσης μεταβάλλεται αρμονικά με το χρόνο.
 - δ) στις ακραίες θέσεις της τροχιάς του, ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής του ενέργειας είναι ίσος με τη μέγιστη τιμή του.

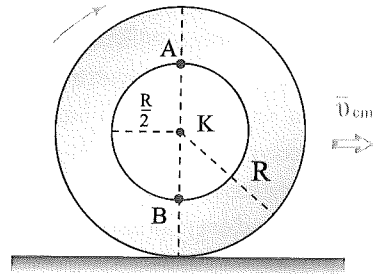
Μονάδες 5

A2. Ένας οριζόντιος δίσκος ακτίνας R περιστρέφεται γύρω από σταθερό κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από τον κέντρο του. Ο δίσκος εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη περιστροφική κίνηση με σταθερή γωνιακή επιτάχυνση $\alpha_{\gamma\omega\nu}$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του δίσκου είναι ω_0 .

- α) Το μέτρο της επιτροχιακής επιτάχυνσης των σημείων της περιφέρειας του δίσκου αυξάνεται με σταθερό ρυθμό.
- β) Τη χρονική στιγμή $t = \frac{\omega_0}{\alpha_{\gamma\omega\nu}}$ ο δίσκος αποκτά γωνιακή ταχύτητα ίση με $1,5\omega_0$.
- γ) Ο δίσκος διαγράφει ίσους αριθμούς περιστροφών σε ίσα χρονικά διαστήματα.
- δ) Το μέτρο της κεντρομόλου επιτάχυνσης των σημείων της περιφέρειας του δίσκου υπολογίζεται σε συνάρτηση με τον χρόνο t από τη σχέση $\alpha_{\kappa} = R(\omega_0 + \alpha_{\gamma\omega\nu} t)^2$.

Μονάδες 5

- A3. Ο τροχός ακτίνας R του διπλανού σχήματος κυλίνεται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο δάπεδο. Για τα μέτρα των ταχυτήτων των σημείων του A και B που βρίσκονται στην κατακόρυφη διάμετρό του και απέχουν από το κέντρο του K απόσταση ίση με $R/2$, ισχύει η σχέση:



- α) $v_A + v_B = v_{cm}/2$ β) $v_A + v_B = v_{cm}$
 γ) $v_A + v_B = 3v_{cm}/2$ δ) $v_A + v_B = 2v_{cm}$

Μονάδες 5

- A4. Ένα σημειακό σώμα περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα έχοντας ως προς τον άξονα περιστροφής του στροφομή μέτρου L . Αν τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ασκήσουμε στο σώμα σταθερή ροπή μέτρου τ ως προς τον άξονα περιστροφής του, τότε αυτό θα ακινητοποιηθεί τη χρονική στιγμή:

- α) $t = \frac{\tau}{L}$ β) $t = \frac{L}{\tau}$ γ) $t = \frac{L^2}{\tau}$ δ) $t = \frac{L}{\tau^2}$

Μονάδες 5

- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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) Ένα μικρό σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση δεμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο ακλόνητα. Η κινητική ενέργεια του σώματος μεγιστοποιείται κάθε φορά που το σώμα διέρχεται από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου.
- β) Η εξίσωση της απομάκρυνσης ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση είναι $x = A\eta\mu\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ (S.I.). Στο χρονικό διάστημα από $t_1 = T/4$ έως $t_2 = T/2$, τα διανύσματα της ταχύτητάς του \vec{v} και της δύναμης επαναφοράς $\vec{F}_{επ}$ έχουν την ίδια κατεύθυνση.
- γ) Η συχνότητα της εξαναγκασμένης ταλάντωσης που πραγματοποιεί ένα σώμα, εξαρτάται από τη μάζα του σώματος.
- δ) Η ολική ενέργεια ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση είναι σταθερή και ανάλογη του τετραγώνου της μέγιστης ταχύτητάς του.
- ε) Το κέντρο μάζας ενός σώματος είναι αδύνατον να βρίσκεται έξω από το σώμα.

Μονάδες 5

- II. Από κάποιο ύψος πάνω από το σώμα Σ_1 αφήνεται ελεύθερο άλλο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = m_1$ και τα σώματα συγκρούονται πλαστικά, οπότε το συσσωμάτωμα τους αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$ και με πλάτος $A = \frac{Mg}{2k}$.

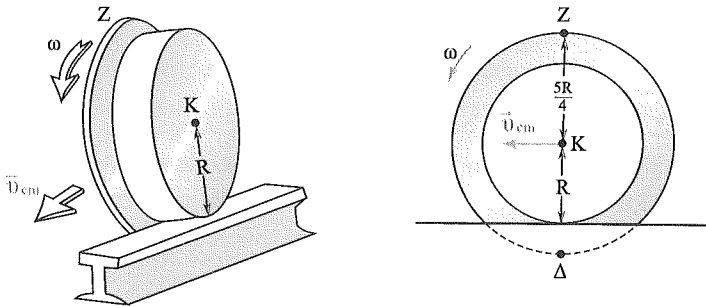
Η μέγιστη τιμή (F_{\max}) του μέτρου της δύναμης \vec{F} που ασκεί το στήριγμα στη ράβδο κατά την ταλάντωση του συσσωματώματος ισούται με:

- α) $F_{\max} = 3Mg$ β) $F_{\max} = 4Mg$ γ) $F_{\max} = 5Mg$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 10 (5+5)

- B3. Ο τροχός του παρακάτω σχήματος αποτελείται από έναν κύλινδρο ακτίνας R που έχει κολλημένο από τη μια του πλευρά έναν ομόκεντρο δίσκο ακτίνας $5R/4$. Ο τροχός κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει πάνω στη ράγα, στην οποία ο κύλινδρος «πατάει», ενώ ο δίσκος εφάπτεται σ' αυτή, όπως δείχνει το σχήμα.



Αν σε κάποια στιγμή το μέτρο της ταχύτητας του κατώτερου σημείου Δ του δίσκου είναι v , τότε την ίδια χρονική στιγμή το μέτρο της ταχύτητας του ανώτερου σημείου Z του δίσκου είναι ίσο με:

- α) $4v$ β) $5v$ γ) $9v$

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

(Εξετάσεις)

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Γ

Αβαρής οριζόντια ράβδος $N\Lambda$ μήκους $\ell = 90\text{cm}$ του παρακάτω σχήματος ισορροπεί οριζόντια όπως στο σχήμα, με τη βοήθεια κατακόρυφου ανθεκτικού και μη εκτατού νήματος που είναι δεμένο στο άκρος της N . Το κατακόρυφο ακλόνητο υποστήριγμα OP απέχει από το άκρο N απόσταση $d = 30\text{cm}$. Από το άκρο Λ της ράβδου κρέμεται μέσω ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{N/m}$ σώμα Σ μάζας $m = 0,9\text{kg}$.

I. Αρχικά το σώμα Σ είναι ακίνητο.

Γ1. Να βρείτε τη δύναμη που δέχεται η ράβδος από το νήμα και από το υποστήριγμα.

Μονάδες 6

II. Το σύστημα ελατήριο – σώμα Σ τίθεται σε κατακόρυφη ταλάντωση.

Γ2. Να υπολογίσετε το μέγιστο πλάτος της ταλάντωσης (A_{max}) του σώματος, ώστε η ράβδος να ισορροπεί.

Μονάδες 7

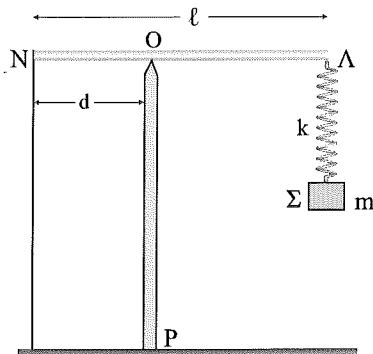
Γ3. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή της δύναμης που ασκεί το υποστήριγμα στη ράβδο όταν το σύστημα ελατήριο – σώμα ταλαντώνεται με πλάτος A_{max} .

Μονάδες 6

Γ4. Αν η ράβδος ΝΛ είχε μάζα $M = 2\text{kg}$ ποιο θα ήταν το μέγιστο πλάτος ταλάντωσης (A'_{max}) του σώματος Σ ώστε η ράβδος να ισορροπεί;

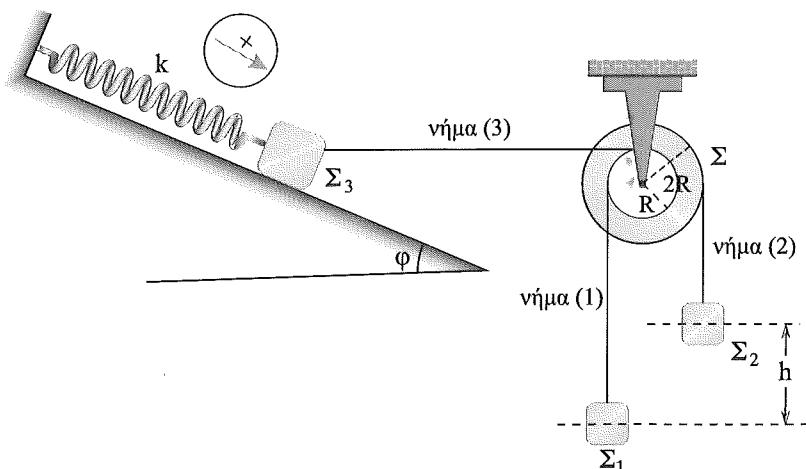
Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.



ΘΕΜΑ Δ

Το στερεό σώμα Σ του σχήματος, αποτελείται από δύο κολλημένους ομοαξονικούς κυλίνδρους με ακτίνες R και 2R αντίστοιχα, όπου $R = 0,1\text{m}$ και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα που συμπίπτει με τον άξονα συμμετρίας του. Τα σώματα Σ₁ μάζας $m_1 = 1\text{kg}$ και Σ₂ μάζας $m_2 = 1,5\text{kg}$ κρέονται στα ελεύθερα άκρα αβαρών και μη εκτατών νημάτων 1 και 2. Τα νήματα είναι πολλές φορές τυλιγμένα στους κυλίνδρους ακτίνων R και 2R, αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Στην κορυφή λείου κεκλιμένου επιπέδου μεγάλου μήκους γωνίας κλίσης φ ($\eta\mu\varphi=0,8$ και $\sigma\upsilon\eta\varphi=0,6$), είναι στερεωμένο το ένα άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k=300\text{N/m}$, στο άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σώμα Σ_3 μάζας $m_3 = 3\text{kg}$. Ο άξονας του ελατηρίου είναι παράλληλος στο κεκλιμένο επίπεδο. Το σώμα Σ_3 συνδέεται με τον κύλινδρο ακτίνας R με τη βοήθεια οριζόντιου αβαρούς και μη εκτατού νήματος 3, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σύστημα των σωμάτων αρχικά ισορροπεί και τα σώματα Σ_1 και Σ_2 απέχουν κατακόρυφα μεταξύ τους απόσταση $h = 0,4\text{m}$.

- Δ1. Να υπολογίσετε την επιμήκυνση του ελατηρίου από τη θέση του φυσικού του μήκους.

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα 3. Το σώμα Σ_3 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D=k$ και θετική φορά προς τα κάτω, όπως φαίνεται στο σχήμα και το στερεό σώμα Σ αρχίζει να περιστρέφεται γύρω από τον σταθερό οριζόντιο άξονά του. Να υπολογίσετε:

- Δ2. το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σώματος Σ_3 τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{\pi}{15} \text{sec}$,

Μονάδες 7

- Δ3. το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης του στερού σώματος Σ , αν γνωρίζετε ότι αμέσως μετά την κοπή του νήματος 3, η τάση του νήματος στο σώμα Σ_1 αυξάνεται κατά 2N ,

Μονάδες 7

- Δ4. Την υψομετρική διαφορά Δy των σωμάτων Σ_1, Σ_2 τη χρονική στιγμή t_2 που το σώμα Σ_3 ακινητοποιείται για πρώτη φορά μετά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$.

Μονάδες 6

Να θεωρήσετε ότι τα μήκη των νημάτων 1 και 2 είναι πολύ μεγάλα ώστε τα σώματα Σ_1 και Σ_2 να μη φτάνουν στο στερεό Σ ή στο έδαφος, έως τη χρονική στιγμή t_2 .

Θεωρήστε στις πράξεις σας ότι $\pi^2 = 10$.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

43ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κρούσεις – Ταλαντώσεις – Μηχανικά κύματα – Στερεό

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται σε γραμμικό ελαστικό μέσο που εκτείνεται στη διεύθυνση ενός άξονα $x'Ox$, προς τη θετική κατεύθυνση του άξονα. Το σημείο O που βρίσκεται στη $x = 0$ ταλαντώνεται χωρίς αρχική φάση. Δύο σημεία K και Λ του ελαστικού μέσου έχουν κάποια στιγμιά φάσεις $\varphi_K = \frac{11\pi}{6} \text{ rad}$ και $\varphi_\Lambda = 3\pi \text{ rad}$,

αντίστοιχα.

- α) Το κύμα διαδίδεται από το σημείο K προς το σημείο Λ .
- β) Η απόσταση ($O\Lambda$) είναι μεγαλύτερη από την απόσταση (OK).
- γ) Η απόσταση ($K\Lambda$) είναι ίση με $\frac{7\lambda}{12}$, όπου λ το μήκος κύματος.
- δ) Η απόσταση ($K\Lambda$) είναι ίση με ακέραιο αριθμό μηκών κύματος.

Μονάδες 5

Α2. Όταν σε ένα μέσο διάδοσης διαδίδονται ταυτόχρονα δύο κύματα τότε για την απομάκρυνση ενός υλικού σημείου του μέσου γνωρίζουμε ότι...

- α) είναι ίση με το αλγεβρικό άθροισμα των απομακρύνσεων που οφείλονται σε κάθε κύμα χωριστά, με την προϋπόθεση ότι τα κύματα δεν είναι πολύ ισχυρά.
- β) ισχύει η αρχή της επαλληλίας για την απομάκρυνση κάθε υλικού σημείου με την προϋπόθεση ότι τα δύο κύματα έχουν το ίδιο πλάτος και την ίδια συχνότητα.
- γ) ισχύει η αρχή της επαλληλίας, ανεξάρτητα από το πόσο ισχυρή είναι η διαταραχή που προκαλούν τα κύματα στο μέσο διάδοσης.
- δ) δεν ισχύει η αρχή της επαλληλίας.

Μονάδες 5

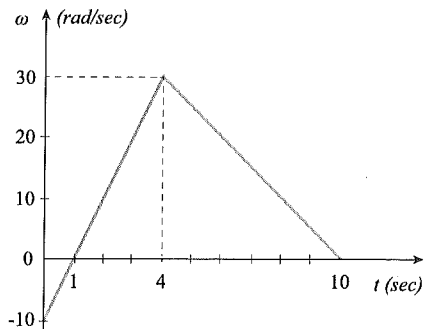
- A3. Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα. Δύο υλικά σημεία Κ και Λ βρίσκονται δεξιά και αριστερά αντίστοιχα από έναν δεσμό Δ και απέχουν απ' αυτόν αποστάσεις $(ΚΔ) = \frac{\lambda}{4}$ και $(ΔΛ) = \frac{\lambda}{6}$, όπου λ το μήκος κύματος των δύο εγκάρσιων αρμονικών κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα. Τα σημεία Κ και Λ...
- εκτελούν ταλαντώσεις με την ίδια φάση.
 - εκτελούν ταλαντώσεις με διαφορά φάσης $\frac{\pi}{2}$ rad.
 - έχουν το ίδιο πλάτος ταλάντωσης.
 - έχουν την ίδια συχνότητα ταλάντωσης.

Μονάδες 5

- A4. Δύο όμοιες πηγές κυμάτων που βρίσκονται στην επιφάνεια νερού ταλαντώνονται σε φάση παράγοντας αρμονικά κύματα ίδιου πλάτους. Ο γεωμετρικός τόπος των σημείων της επιφάνειας του νερού τα οποία παραμένουν διαρκώς ακίνητα, είναι...
- κύκλοι.
 - ελλείψεις.
 - παραβολές.
 - υπερβολές.

Μονάδες 5
(Εξετάσεις)

- A5. Ένα στερεό σώμα περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα. Στο σχήμα απεικονίζεται η γραφική παράσταση της αλγεβρικής τιμής της γωνιακής ταχύτητας του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο.



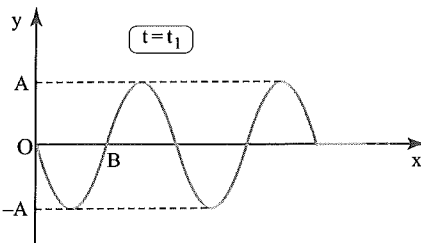
Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- Από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t = 4$ sec το διάνυσμα της γωνιακής επιτάχυνσης δεν αλλάζει φορά.
- Τη χρονική στιγμή $t = 1$ sec το διάνυσμα της γωνιακής ταχύτητας αλλάζει φορά.
- Τη χρονική στιγμή $t = 4$ sec το διάνυσμα της γωνιακής επιτάχυνσης αλλάζει φορά.
- Στο χρονικό διάστημα από $t_0 = 0$ έως $t = 4$ sec το σώμα έχει γωνιακή επιτάχυνση μέτρου $7,5 \text{ rad/sec}^2$.
- Στο χρονικό διάστημα από $t = 4$ sec έως $t = 10$ sec η γωνιακή μετατόπιση του σώματος είναι ίση με 90 rad .

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Στο διπλανό σχήμα παριστάνεται το στιγμιότυπο ενός αρμονικού κύματος που διαδίδεται κατά μήκος του ημιάξονα Ox προς τη θετική κατεύθυνση, τη χρονική στιγμή t_1 . Η πηγή του κύματος βρίσκεται στη θέση $O(x=0)$ και ταλαντώνεται με εξίσωση της μορφής $y = A\eta\mu 2\pi t$ (t σε sec). Τη χρονική στιγμή $t_2 = t_1 + 0,25$ sec το σημείο Β...



- α) βρίσκεται στη μέγιστη θετική του απομάκρυνση.
- β) βρίσκεται στη μέγιστη αρνητική του απομάκρυνση.
- γ) διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του κινούμενο προς τη θετική φορά του άξονα y .

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

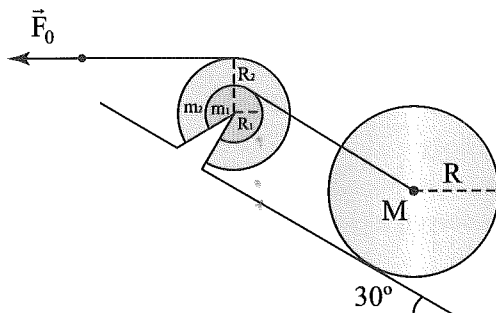
B2. Κατά μήκος ελαστικής χορδής έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα. Στη θέση $x = 0$ έχει σχηματιστεί κοιλία που ταλαντώνεται με πλάτος 4cm και με συχνότητα 5Hz. Το μήκος κύματος των δύο αρμονικών κυμάτων που σχημάτισαν το στάσιμο κύμα είναι ίσο με $\lambda = 20$ cm. Το μέτρο της ταχύτητας του σημείου K της χορδής που βρίσκεται στη θέση $x_K = 2,5$ cm, σε κάποια χρονική στιγμή που η απομάκρυνσή του είναι ίση με $y_K = 2$ cm, είναι ίσο με:

- α. μηδέν
- β. 20π cm/sec
- γ. $20\sqrt{3}$ cm/sec
- δ. 1 m/sec

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

Μονάδες 9

B3. Ο ομογενής κύλινδρος του σχήματος έχει μάζα $M = 4$ kg και ακτίνα $R = 0,5$ m. Μέσω κατάλληλης αβαρούς διάταξης, ο άξονας του κυλίνδρου συνδέεται με αβαρές και μη εκτατό νήμα με το μικρό δίσκο (1) διπλής τροχαλίας, η οποία μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα. Οι δίσκοι της τροχαλίας είναι κολημένοι μεταξύ τους. Οι ακτίνες των δίσκων είναι ίσες με $R_1 = 0,1$ m και $R_2 = 0,2$ m, αντίστοιχα.



Στην περιφέρεια του μεγάλου δίσκου (2) της διπλής τροχαλίας έχουμε τυλίξει αβαρές και μη εκτατό νήμα, στο ελεύθερο άκρο του οποίου ασκούμε οριζόντια δύναμη

\vec{F}_0 , ώστε το σύστημα να ισορροπεί. Το μέτρο της δύναμης που δέχεται ο κύλινδρος από το κεκλιμένο επίπεδο, και το μέτρο της δύναμης \vec{F}_0 είναι αντίστοιχα ίσα με:

- α) $20\sqrt{3}\text{ N}$, 8 N β) $20\sqrt{3}\text{ N}$, 10 N γ) $10\sqrt{3}\text{ N}$, 10 N

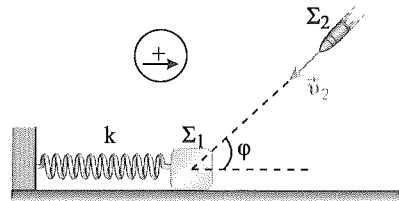
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{ m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Γ

Σώμα Σ_1 , μάζας $m_1 = 1\text{ kg}$, είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{ N/m}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένο. Το σώμα Σ_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A_1 = 0,4\text{ m}$ με σταθερά επαναφοράς $D_1 = k$ σε λείο οριζόντιο δάπεδο.



Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ που το σώμα Σ_1 βρίσκεται σε απομάκρυνση $x_1 = +\frac{A_1\sqrt{3}}{2}$ από τη θέση ισορροπίας του κινούμενο προς τη θετική φορά, συγκρούεται πλαστικά με σώμα Σ_2 , μάζας $m_2 = 3\text{ kg}$. Το σώμα Σ_2 κινείται, λίγο πριν την κρούση, με ταχύτητα μέτρου $v_2 = 14\text{ m/sec}$ σε διεύθυνση που σχηματίζει γωνία φ (όπου $\sin\varphi = \frac{1}{3}$) με το οριζόντιο δάπεδο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το συσσωμάτωμα που προκύπτει μετά την κρούση, εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D_1 = k$.

Γ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος Σ_1 λίγο πριν την κρούση.

Μονάδες 5

Γ2. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος, αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Γ3. Να υπολογίσετε το πλάτος A της απομάκρυνσης του συσσωματώματος από τη θέση ισορροπίας του.

Μονάδες 6

Γ4. Να γράψετε την εξίσωση της κινητικής ενέργειας (K) του συσσωματώματος σε συνάρτηση με την απομάκρυνσή του (x) και να τη σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες.

Μονάδες 5

Γ5. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του ελατηρίου για την κίνηση του συσσωματώματος, από τη θέση του αμέσως μετά την κρούση, έως τη θέση που ακινητοποιείται για πρώτη φορά.

Μονάδες 4

ΘΕΜΑ Δ

Δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων, που βρίσκονται στα σημεία Κ και Λ της ήρεμης επιφάνειας υγρού, αρχίζουν τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση σε κατακόρυφη διεύθυνση με εξίσωση $y = 0,04\eta\mu 4\pi t$ (S.I.). Τα παραγόμενα κύματα διαδίδονται με ταχύτητα $v = 0,4\text{m/sec}$ και με πλάτος που θεωρούμε ότι παραμένει σταθερό.

Σε ένα σημείο Ρ της επιφάνειας του υγρού επιπλέει μικρό κομμάτι φελλού που απέχει από τις πηγές Π_1 και Π_2 αποστάσεις r_1 και r_2 ($r_1 < r_2$), αντίστοιχα. Το κύμα από την πηγή Π_1 φτάνει στο σημείο Ρ τη χρονική στιγμή t_1 και το κύμα από την πηγή Π_2 φτάνει στο σημείο Ρ τη χρονική στιγμή $t_2 = 2t_1$. Στο χρονικό διάστημα $\Delta t = t_2 - t_1$ ο φελλός εκτελεί τέσσερις πλήρεις ταλαντώσεις.

Δ1. Να δείξετε ότι στο σημείο Ρ τα κύματα από τις πηγές Π_1 και Π_2 συμβάλλουν ενισχυτικά.

Μονάδες 4

Δ2. Να υπολογίσετε τις αποστάσεις r_1 και r_2 .

Μονάδες 4

Δ3. Να υπολογίσετε το πλήθος των υλικών σημείων του τμήματος ΚΛ μεταξύ των πηγών Π_1, Π_2 , που ταλαντώνονται με πλάτος ίσο με 8cm. Δίνεται η απόσταση $(ΚΛ) = d = 0,9\text{m}$.

Μονάδες 5

Δ4. Να υπολογίσετε το πλήθος των υλικών σημείων του ευθύγραμμου τμήματος ΚΡ που ταλαντώνονται με πλάτος ίσο με 8cm.

Μονάδες 6

Δ5. Αυξάνουμε σταδιακά τη συχνότητα ταλάντωσης των δύο πηγών, έτσι ώστε αυτές να παραμένουν σύγχρονες, και τη σταθεροποιούμε στη μικρότερη συχνότητα f_{\min} ($f_{\min} > f$) για την οποία ο φελλός ακινητοποιείται.

Να βρείτε τη συχνότητα f_{\min} .

Μονάδες 6

44ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κρούσεις – Ταλαντώσεις – Μηχανικά κύματα – Στερεό

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Η σταθερά απόσβεσης b μιας φθίνουσας ταλάντωσης, στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας...
- α) εξαρτάται από την ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται.
 - β) μειώνεται κατά τη διάρκεια της φθίνουσας ταλάντωσης.
 - γ) έχει μονάδα μέτρησης στο S.I. το $1 \text{ kg} \cdot \text{sec}$.
 - δ) εξαρτάται από τις ιδιότητες του μέσου μέσα στο οποίο γίνεται η φθίνουσα ταλάντωση.

(Εξετάσεις)

Μονάδες 5

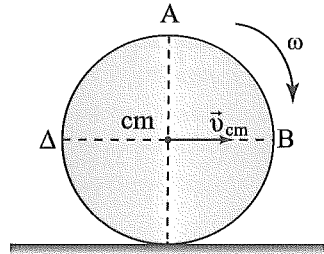
- A2. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση η δύναμη που προκαλεί την απόσβεση είναι της μορφής $F = -bv$, όπου b θετική σταθερά και v η ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται. Το έργο της δύναμης αυτής είναι...
- α) θετικό, όταν το σώμα κινείται προς την αρνητική κατεύθυνση.
 - β) πάντα αρνητικό.
 - γ) πάντα θετικό.
 - δ) μηδέν για μια πλήρη ταλάντωση.

Μονάδες 5

- A3. Ένα σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με περίοδο μικρότερη από την ιδιοπερίοδό του. Αν μειώνουμε διαρκώς την περίοδο του διεγέρτη, τότε το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος...
- α) αυξάνεται διαρκώς.
 - β) μειώνεται διαρκώς.
 - γ) αρχικά μειώνεται και στη συνέχεια αυξάνεται.
 - δ) αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια μειώνεται.

Μονάδες 5

A4. Ο τροχός του σχήματος κυλίνεται σε οριζόντιο δάπεδο χωρίς να ολισθαίνει. Τα σημεία της περιφέρειας του τροχού που έχουν κάθε στιγμή ταχύτητες ίσου μέτρου είναι τα:



- α) A και B
- β) B και Γ
- γ) A και Γ
- δ) B και Δ

Μονάδες 5

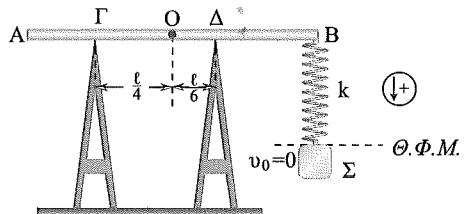
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Τα εγκάρσια μηχανικά κύματα διαδίδονται στα στερεά και στα υγρά, αλλά όχι στα αέρια.
- β) Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου δημιουργείται στάσιμο κύμα. Όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου που ταλαντώνονται έχουν κάθε στιγμή φάσεις 0 ή π rad.
- γ) Το φαινόμενο της συμβολής δύο ή περισσότερων κυμάτων παρατηρείται σε κάθε περίπτωση που τα κύματα διαδίδονται ταυτόχρονα στην ίδια περιοχή του μέσου, εκτός από την περίπτωση ισχυρών κυμάτων που μεταβάλλουν τις ιδιότητες του μέσου.
- δ) Κατά μήκος δύο ελαστικών χορδών από το ίδιο υλικό, διαδίδονται δύο εγκάρσια κύματα με ίσα πλάτη και συχνότητες f_1 και f_2 , αντίστοιχα. Αν $f_1 > f_2$, τότε μεγαλύτερη ταχύτητα διάδοσης έχει το κύμα στη χορδή 1.
- ε) Η εξίσωση $y = A\eta\mu\pi\left(2t - \frac{x}{4}\right)$ (S.I.) περιγράφει αρμονικό κύμα συχνότητας 1Hz και μήκους κύματος 8m.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Η οριζόντια ομογενής δοκός AB μάζας M και μήκος ℓ του διπλανού σχήματος στηρίζεται στα σημεία της Γ και Δ, τα οποία απέχουν από το μέσο O της δοκού αποστάσεις $\ell/4$ και $\ell/6$, αντίστοιχα. Στο άκρο B της δοκού



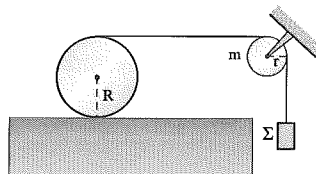
έχουμε στερεώσει το πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς k. Στο κάτω ελεύθερο άκρο του ελατηρίου είναι δεμένο σώμα Σ μάζας m. Κάποια στιγμή αφήνουμε ελεύθερο το σώμα Σ, στη θέση φυσικού μήκους (Θ.Φ.Μ.) του ελατηρίου.

- A. Τη χρονική στιγμή που αφήνουμε ελεύθερο το σώμα Σ, το μέτρο της δύναμης που ασκεί το στήριγμα στο σημείο Γ της δοκού ισούται με:
- α) $0,4 Mg$ β) $0,4 Mg - 0,8mg$ γ) $Mg - mg$
- B. Αν κατά την ταλάντωση του σώματος Σ η δοκός ισορροπεί διαρκώς, αλλά υπάρχει μια θέση της τροχιάς του σώματος στην οποία η δοκός ισορροπεί οριακά, τότε ο λόγος των μαζών M/m είναι ίσος με:
- α) 4 β) 6 γ) 8

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (4+5)

- B2. Ο κύλινδρος του διπλανού σχήματος έχει ακτίνα $R = 0,5m$. Στην περιφέρειά του έχουμε τυλίξει αβαρές μη εκτατό νήμα το οποίο διέρχεται από το αυλάκι της τροχαλίας ακτίνας $r = 0,1m$. Στο άλλο άκρο του νήματος είναι δεμένο σώμα Σ. Αρχικά το σύστημα συγκρατείται ακίνητο με το νήμα τεντωμένο. Κάποια χρονική στιγμή αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο και ο κύλινδρος αρχίζει να εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση στο οριζόντιο δάπεδο. Αν το νήμα δεν ολισθαίνει στο αυλάκι της τροχαλίας, ο λόγος $\frac{\alpha_{γων(\tau)}}{\alpha_{γων(\kappa)}}$ του μέτρου της γωνιακής επιτάχυνσης $\alpha_{γων(\tau)}$ της τροχαλίας



ας προς το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης $\alpha_{γων(\kappa)}$ του κυλίνδρου, ισούται με:

- α) 1 β) $\frac{1}{10}$ γ) 10

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

Μονάδες 7

- B3. Δύο σύγχρονες πηγές αρμονικών κυμάτων Π_1 και Π_2 βρίσκονται στην επιφάνεια υγρού και ταλαντώνονται με συχνότητα f . Ένα σημείο P της επιφάνειας του υγρού απέχει από τις πηγές Π_1 και Π_2 αποστάσεις r_1 και r_2 για τις οποίες ισχύει $r_1 - r_2 = 4,5\lambda$, όπου λ το μήκος κύματος των παραγόμενων κυμάτων στην επιφάνεια του υγρού. Μεταβάλλουμε τη συχνότητα ταλάντωσης των πηγών από f σε f' , έτσι ώστε το σημείο P να ανήκει σε υπερβολή ενίσχυσης. Αν ανάμεσα στο σημείο P και στη μεσοκάθετο του τμήματος $\Pi_1\Pi_2$ υπάρχουν άλλες δύο υπερβολές ενίσχυσης, τότε ο λόγος των συχνοτήτων $\frac{f'}{f}$ είναι ίσο με:

- α. $\frac{4}{9}$ β. $\frac{2}{3}$ γ. $\frac{3}{2}$

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Σε γραμμικό ελαστικό μέσο που ταυτίζεται με τον θετικό ημιάξονα Ox ενός άξονα $x'Ox$ έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα ως αποτέλεσμα της συμβολής δύο αρμονικών κυμάτων ίδιου πλάτους και ίδιου μήκους κύματος που διαδίδονται ταυτόχρονα σ' αυτό προς αντίθετες κατευθύνσεις.

Η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι $y = 0,4\sigma\upsilon\upsilon(5\pi x) \cdot \eta\mu(5\pi t)$ (S.I.).

Γ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των δύο αρμονικών κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα και να βρείτε την απόσταση μεταξύ του δεύτερου δεσμού και της τέταρτης κοιλίας δεξιά του σημείου O , κατά τη διεύθυνση του άξονα $x'Ox$.

Μονάδες 6

Γ2. Να υπολογίσετε την διαφορά φάσης των ταλαντώσεων των υλικών σημείων $K\left(x_K = \frac{5\lambda}{8}\right)$ και $\Lambda\left(x_\Lambda = \frac{9\lambda}{8}\right)$ του μέσου.

Μονάδες 6

Γ3. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση του πλάτους της ταχύτητας ταλάντωσης των υλικών σημείων του μέσου μεταξύ του σημείου O και του σημείου $Z(x_Z = 0,5m)$, σε συνάρτηση με τη θέση τους x πάνω στον άξονα.

Μονάδες 7

Γ4. Μεταβάλλουμε την τιμή της συχνότητας από f σε f' , ώστε στο σημείο K να δημιουργείται δεσμός και μεταξύ του σημείου O (που παραμένει κοιλία) και του σημείου K να υπάρχουν άλλοι δύο δεσμοί. Να υπολογίσετε την τιμή της συχνότητας f' .

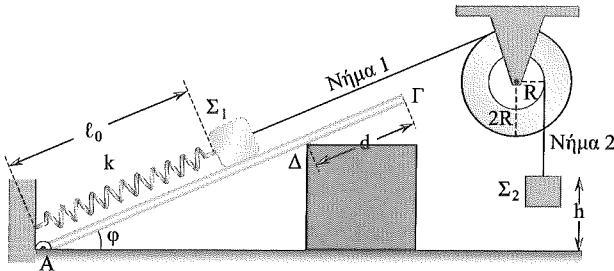
Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Δ

Η κεκλιμένη ομογενής λεία σανίδα $ΑΓ$ του παρακάτω σχήματος, έχει μήκος $\ell = 1,5m$, μάζα $M = 2\text{ kg}$ και ισορροπεί ακίνητη με το άκρο της A στερεωμένο στο δάπεδο με άρθρωση, σχηματίζοντας γωνία φ ($\eta\mu\varphi = 0,6$, $\sigma\upsilon\upsilon\varphi = 0,8$) με αυτό. Το σημείο Δ της σανίδας, που απέχει από το άκρο της Γ απόσταση $d = 0,5m$, ακουμπά σε λεία ακμή.

Πάνω στη σανίδα βρίσκεται αρχικά ακίνητο ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{kg}$ δεμένο στο ελεύθερο άκρο ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{ N/m}$, το οποίο εκτείνεται στην διεύθυνση της σανίδας και έχει το άλλο του άκρο στερεωμένο ακλόνητα. Αρχικά το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος, ίσο με $\ell_0 = 0,75\text{ m}$. Η διπλή τροχαλία αποτελείται από δύο κολλημένους μεταξύ τους δίσκους ακτινών $R = 10\text{cm}$ και $2R$ που μπορούν να περιστρέφονται χωρίς τριβές γύρω από τον κοινό σταθερό οριζόντιο άξονά τους. Στον κύλινδρο ακτίνας $2R$ είναι τυλιγμένο ένα αβαρές και μη εκτατό νήμα (Νήμα 1), του οποίου το ελεύθερο άκρο είναι δεμένο στο σώμα Σ_1 . Το νήμα 1 είναι τεντωμένο και το ευθύγραμμο τμήμα του είναι παράλληλο στη σανίδα. Ένα δεύτερο αβαρές και μη εκτατό νήμα είναι τυλιγμένο στη περιφέρεια του κυ-

λίνδρου ακτίνας R , με το ελεύθερο άκρο του δεμένο σε σώμα Σ_2 που ισορροπεί σε ύψος h από το δάπεδο.



Δ1. Να υπολογίσετε τη μάζα m_2 του σώματος Σ_2 .

Μονάδες 4

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα 1 και ταυτόχρονα αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο, οπότε το σώμα Σ_1 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$, και η τροχαλία αρχίζει να περιστρέφεται με γωνιακή επιτάχυνση μέτρου $\alpha_{\gamma\omega\nu} = 80 \text{ rad/sec}^2$.

Δ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση $x = f(t)$ της απομάκρυνσης του σώματος Σ_1 από τη θέση ισορροπίας του. Θεωρήστε τη θετική φορά από το A προς το Γ.

Μονάδες 4

Δ3. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας του σώματος Σ_2 τη χρονική στιγμή t_1 που το σύστημα φτάνει για πρώτη φορά μετά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ στη θέση ισορροπίας (Θ.Ι.) της ταλάντωσης του.

Μονάδες 4

Δ4. Να υπολογίσετε το ύψος h , αν γνωρίζετε ότι το σώμα Σ_2 φτάνει στο έδαφος τη χρονική στιγμή t_2 που το σώμα Σ_1 περνά για τρίτη φορά από τη θέση όπου η κινητική του ενέργεια γίνεται ίση με το 50% της μέγιστης τιμής της.

Μονάδες 4

Δ5. Να γράψετε την εξίσωση $F_{\Delta} = f(x)$ της δύναμης F_{Δ} που δέχεται η σανίδα από την ακμή στο σημείο της Δ σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x του σώματος Σ_1 από τη θέση ισορροπίας του και να την παρατηρήσετε γραφικά.

Μονάδες 9 (7+2)

Όπου εμφανίζεται ο αριθμός π να μην γίνει αντικατάσταση με την τιμή του, ενώ όπου εμφανίζεται π^2 να θεωρείται ίσο με 10.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

45ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Ηλεκτρομαγνητισμός

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

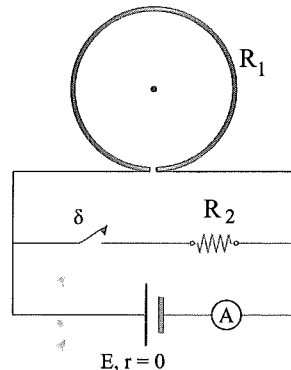
Α1. Στο εσωτερικό ενός σωληνοειδούς ωμικής αντίστασης R σχηματίζεται ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B , όταν το συνδέσουμε στους πόλους μιας πηγής με ΗΕΔ E , που έχει αμελητέα εσωτερική αντίσταση. Αν κόψουμε το σωληνοειδές στη μέση και το ένα κομμάτι του το συνδέσουμε με την ίδια πηγή, τότε στο εσωτερικό του θα σχηματιστεί ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου...

- α) $\frac{B}{2}$ β) B γ) $2B$ δ) $4B$

Μονάδες 5

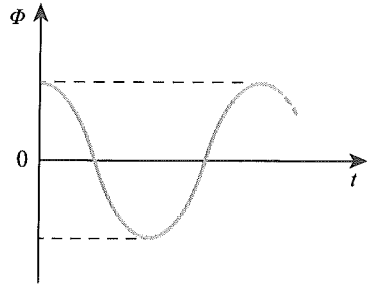
Α2. Αν στο διπλανό κύκλωμα κλείσουμε τον διακόπτη δ , τότε...

- α) η ένδειξη του ιδανικού αμπερόμετρου θα αυξηθεί και το μέτρο της έντασης στο κέντρο του κυκλικού αγωγού θα μειωθεί.
β) η ένδειξη του αμπερόμετρου θα μειωθεί και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού θα μειωθεί επίσης.
γ) η ένδειξη του αμπερόμετρου θα αυξηθεί και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού θα παραμείνει σταθερό.
δ) η ένδειξη του αμπερόμετρου θα μειωθεί και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού θα αυξηθεί.

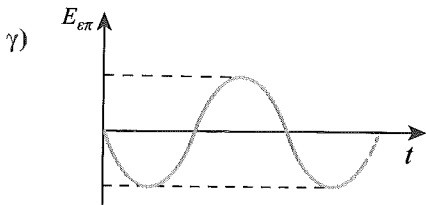
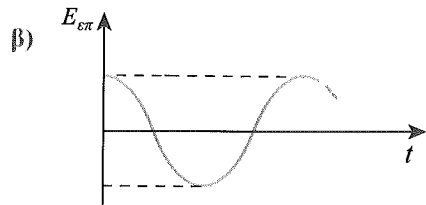
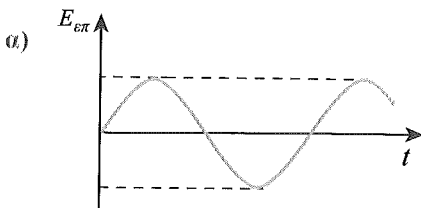


Μονάδες 5

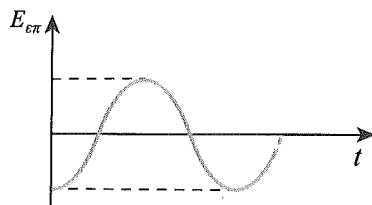
- A3. Ένα αγώγιμο πλαίσιο περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο και η μαγνητική ροή που διέρχεται από κάθε σπείρα του μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τον χρόνο, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο, μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τον χρόνο, σύμφωνα με το διάγραμμα:



Μονάδες 5



δ)



- A4. Ένας αντιστάτης αντίστασης R διαρρέεται από εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $i = 2\eta\mu 50\pi t$ (S.I.). Η εναλλασσόμενη τάση στα άκρα του αντιστάτη έχει ενεργό τιμή ίση με $V_{\text{εφ}} = \sqrt{2} V$. Η μέγιστη τιμή της στιγμιαίας ισχύος που καταναλώνει ο αντιστάτης ισούται με:

- α) 0,5W β) 1W γ) 2W δ) 4W

Μονάδες 5

- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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) Ένας ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο τοποθετημένος κάθετα στις μαγνητικές του γραμμές. Αν περιστρέψουμε τον αγωγό γύρω από άξονα παράλληλο στις μαγνητικές γραμμές, τότε

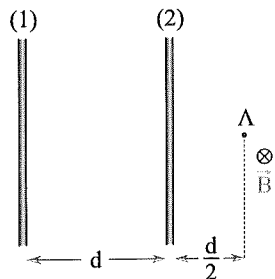
το μέτρο της δύναμης Laplace που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο δεν θα μεταβληθεί.

- β) Ο χαλκός και το αλουμίνιο είναι διαμαγνητικά υλικά.
- γ) Η μαγνητική ροή είναι διανυσματικό μέγεθος.
- δ) Η μονάδα μέτρησης της μαγνητικής ροής στο S.I. είναι ίση με $1 \text{ Volt} \cdot \text{sec}$.
- ε) Ο κανόνας Lenz είναι συνέπεια της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Τα δύο παράλληλα μεταλλικά σύρματα 1 και 2 του διπλανού σχήματος, απέχουν μεταξύ τους απόσταση d , έχουν πολύ μεγάλο μήκος και διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων I_1 , I_2 , αντίστοιχα. Στο σημείο Λ του επιπέδου των δύο συρμάτων, η ένταση του μαγνητικού πεδίου λόγω του αγωγού 1 έχει την κατεύθυνση του σχήματος και μέτρο B_1 , ενώ η συνολική ένταση λόγω και των δύο συρμάτων είναι ομόρροπη της \vec{B}_1 με μέτρο $B_{\text{ολ}} = 2B_1$.



B1.1. Ο λόγος $\frac{I_1}{I_2}$ των εντάσεων των ρευμάτων που διαρρέουν τα δύο σύρματα

είναι ίσος με:

- α) 1
- β) 2
- γ) 3

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

Μονάδες 5

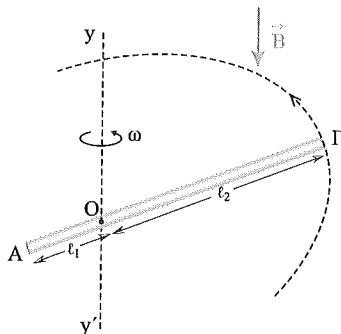
B1.2. Τα σημεία του επιπέδου των δύο συρμάτων, στα οποία η ένταση του συνολικού μαγνητικού πεδίου είναι ίση με μηδέν...

- α) ανήκουν σε ευθεία παράλληλη στα δύο σύρματα που βρίσκεται αριστερά του σύρματος 1 σε απόσταση $x = d$ από αυτό.
- β) ανήκουν σε ευθεία παράλληλη στα δύο σύρματα, που βρίσκεται ανάμεσά τους σε απόσταση $\frac{d}{4}$ από το σύρμα 2.
- γ) ανήκουν σε ευθεία παράλληλη στα δύο σύρματα, που βρίσκεται ανάμεσά τους σε απόσταση $\frac{d}{3}$ από το σύρμα 2.

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

Μονάδες 4

B2. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΑΓ του διπλανού σχήματος έχει μήκος ℓ και περιστρέφεται σε οριζόντιο επίπεδο με γωνιακή ταχύτητα ω , γύρω από κατακόρυφο άξονα yy' που διέρχεται από το σημείο της Ο και απέχει από το άκρο της Α απόσταση $\ell_1 = \frac{\ell}{4}$. Η ράβδος βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} .



Ο λόγος $\frac{V_{ΓΟ}}{V_{ΑΟ}} = \frac{V_{Γ} - V_{Ο}}{V_{Α} - V_{Ο}}$ είναι ίσος με:

α) +3

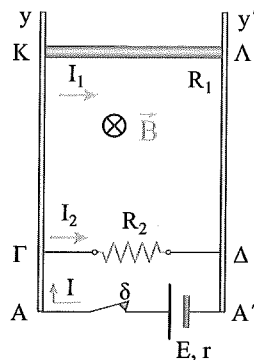
β) +9

γ) -9

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

Μονάδες 8

B3. Η οριζόντια ομογενής μεταλλική ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος έχει βάρος W , μήκος ℓ , αντίσταση R_1 και ισορροπεί ακίνητη. Τα άκρα της ράβδου βρίσκονται σε επαφή με δύο κατακόρυφες σιδηροτροχιές Αγ, Α'γ' αμελητέας αντίστασης. Τα σημεία Γ, Δ των σιδηροτροχιών συνδέονται μεταξύ τους με αντιστάτη αντίστασης $R_2 = R_1$, ενώ τα κάτω άκρα τους Α, Α' συνδέονται μεταξύ τους μέσω πηγής, που έχει ΗΕΔ E και εσωτερική αντίσταση $r = 0,5R_1$.



Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στο επίπεδο των αγωγών και ο διακόπτης δ είναι κλειστός. Κάποια στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη, οπότε η ράβδος αρχίζει να κινείται και αποκτά οριακή ταχύτητα (πριν προσκρούσει στον αντιστάτη R_2), της οποίας το μέτρο ισούται με:

α) $v_{op} = \frac{E}{2B\ell}$

β) $v_{op} = \frac{E}{B\ell}$

γ) $v_{op} = \frac{2E}{B\ell}$

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

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

I. Ένα ορθογώνιο μεταλλικό πλαίσιο πλευρών $\alpha = 35\text{cm}$, $\beta = 60\text{cm}$, που έχει ωμική αντίσταση R_{π} , αποτελείται από $N = 100$ σπείρες και περιστρέφεται με συχνότητα $f = \frac{10}{\pi}$ Hz γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του. Το πλαίσιο είναι τοποθετημένο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1\text{T}$, του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στον άξονα περι-

στροφής του. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, το διάνυσμα \vec{A} που προσανατολίζει την επιφάνεια του πλαισίου είναι ομόρροπο με την ένταση \vec{B} του πεδίου.

- Γ1. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση $\Phi = f(t)$ της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο και να την παραστήσετε γραφικά στο χρονικό διάστημα των 2,25 πρώτων περιστροφών του.

Μονάδες 5

- Γ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση $v = f(t)$ της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στα άκρα του πλαισίου και να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που η τιμή της γίνεται ίση με την ενεργό της τιμή, για δεύτερη φορά.

Μονάδες 5

- II. Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται με θερμική συσκευή που έχει ονομαστικά στοιχεία $180\sqrt{2}V / 1080W$ και η συσκευή λειτουργεί κανονικά.

- Γ3. Να υπολογίσετε την ωμική αντίσταση R_π του πλαισίου.

Μονάδες 5

- III. Διπλασιάζουμε τη συχνότητα περιστροφής του πλαισίου.

- Γ4. Να υπολογίσετε την ωμική αντίσταση R_1 του αντιστάτη που πρέπει να συνδέσουμε σε σειρά με θερμική συσκευή, ώστε αυτή να συνεχίσει να λειτουργεί κανονικά, όταν το σύστημα συσκευή-αντιστάτης R_1 συνδεθεί στα άκρα του περιστρεφόμενου πλαισίου.

Μονάδες 5

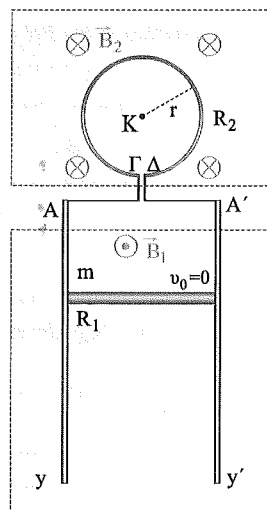
- Γ5. Να υπολογίσετε την αντίσταση R_2 , του αντιστάτη που θα έπρεπε να συνδέσουμε παράλληλα στη συσκευή, ώστε αυτή να λειτουργεί και πάλι κανονικά, όταν το σύστημα συσκευή-αντιστάτης R_2 συνδεθεί στα άκρα του περιστρεφόμενου πλαισίου.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Η μεταλλική ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος έχει μήκος $\ell = 0,5m$, μάζα $m = 0,1kg$, αντίσταση $R_1 = 0,2\Omega$ και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές με τα άκρα της σε επαφή με τις δύο παράλληλες ακλόνητες κατακόρυφες σιδηροτροχιές Ay, A'y' αμελητέας αντίστασης. Τα πάνω άκρα A, A' των σιδηροτροχιών συνδέονται με τα άκρα Γ, Δ ενός κατακόρυφου κυκλικού αγωγού ακτίνας $r = \frac{1}{\sqrt{\pi}}m$ και αντίστασης $R_2 = 0,3\Omega$. Στον

χώρο των σιδηροτροχιών υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_1 μέτρου $B_1 = 1T$, που έχει τη φορά του σχήματος. Στον χώρο του κυκλικού αγωγού υπάρχει άλλο οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μεταβλητού μέτρου και αντίθετης φοράς σε σχέση με το \vec{B}_1 , του οποίου το μέτρο της έντασης αρχίζει τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να μειώνεται



γραμμικά από αρχική τιμή $B_0 = 2\text{T}$ σύμφωνα με την εξίσωση $B_2 = B_0 - \lambda t$, όπου λ θετική σταθερά με μονάδα μέτρησης T/sec. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε ελεύθερη τη ράβδο ΚΛ και παρατηρούμε ότι ισορροπεί ακίνητη στη χρονική διάρκεια μείωσης του μαγνητικού πεδίου \vec{B}_2 . Από τη χρονική στιγμή t_1 και μετά που μηδενίζεται (μόνιμα) το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου \vec{B}_2 , η ράβδος ΚΛ αρχίζει να κινείται.

Δ1. Να βρείτε την πολικότητα και να υπολογίσετε την τιμή της επαγωγικής ΗΕΔ που αναπτύσσεται στον κυκλικό αγωγό στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$,

Μονάδες 7

Δ2. Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς λ ,

Μονάδες 7

Δ3. Να υπολογίσετε τη θερμότητα Q_1 που εκλύεται από το κύκλωμα στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$,

Μονάδες 3

Δ4. Να υπολογίσετε το μέτρο της οριακής ταχύτητας που αποκτά η ράβδος ΚΛ και το επαγωγικό φορτίο που πέρασε από μία διατομή της ράβδου ΚΛ στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή t_2 που αποκτά την οριακή ταχύτητα, αν στο χρονικό διάστημα $t_1 \rightarrow t_2$ κατέρχεται κατά $h = 1\text{ m}$.

Μονάδες 8

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{ m/sec}^2$.

A4. Ένας μεταλλικός δακτύλιος ακτίνας a και ωμικής αντίστασης R είναι τοποθετημένος μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, του οποίου το μέτρο της έντασης αυξάνεται σε συνάρτηση με τον χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $B = B_0 + \lambda t$. Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει τον δακτύλιο, και το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του δακτυλίου από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή στην οποία το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου γίνεται ίσο με $2B_0$, είναι ίσο με:

α) $\frac{\lambda \pi a^2}{R}$ και $\frac{B_0 \pi a^2}{R}$ β) $\frac{2\lambda \pi a^2}{R}$ και $\lambda \pi a^2$
 γ) $\frac{\lambda \pi a^2}{2R}$ και $\frac{\lambda B_0 \pi a^2}{R}$ δ) $\frac{\lambda \pi a^2}{R}$ και $\frac{B_0 \pi a^2}{\lambda R}$

Μονάδες 5

A5. Τα άκρα ενός αντιστάτη αντίστασης $R = 10\Omega$ συνδέονται με τα άκρα ενός αγωγίσιμου πλαισίου που περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, με αποτέλεσμα ο αντιστάτης να διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα του οποίου η ένταση περιγράφεται από την εξίσωση $i = 2\sqrt{2}\eta\mu 50\pi t$ (S.I.).

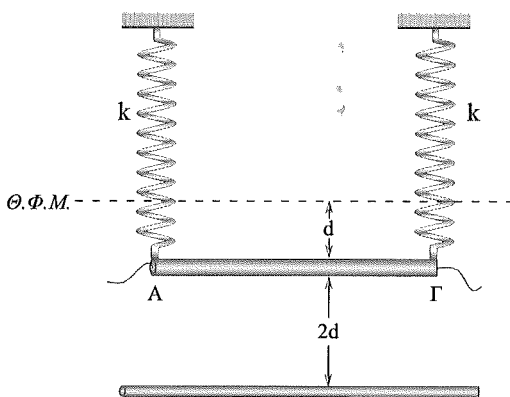
Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος είναι ίση με 2A.
 β) Η χρονική εξίσωση της τάσης στα άκρα του αντιστάτη είναι $v = 20\sqrt{2}\sigma\upsilon\nu 50\pi t$ (S.I.)
 γ) Η μέγιστη ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτης είναι 80W.
 δ) Η μέση ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτης είναι 40W.
 ε) Η χρονική εξίσωση της στιγμιαίας ισχύος που καταναλώνεται στο αντιστάτη είναι $P = 80\eta\mu 2500\pi^2 t$ (S.I.).

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Τα άκρα A, Γ μιας μεταλλικής ράβδου μάζας m και μήκους ℓ είναι δεμένα στα ελεύθερα άκρα δύο όμοιων ελατηρίων σταθεράς k , των οποίων τα άλλα άκρα είναι ακλόνητα στερεωμένα σε οροφή. Κάτω από τη ράβδο και στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο με αυτή



βρίσκεται ένας ακλόνητος ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους. Αρχικά, η ράβδος και ο αγωγός δεν διαρρέονται από ρεύμα και η ράβδος ισορροπεί όπως φαίνεται στο σχήμα, σε απόσταση $2d$ πάνω από τον αγωγό με τα ελατήρια να παρουσιάζουν επιμήκυνση ίση με d . Όταν η ράβδος και ο αγωγός διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα ίσων εντάσεων I , τότε η νέα θέση ισορροπίας της ράβδου απέχει από τον ευθύγραμμο αγωγό απόσταση d και τα ελατήρια παρουσιάζουν επιμήκυνση $2d$. Η σταθερά k των ελατηρίων ισούται με:

$$\alpha) \frac{\mu_0 I^2 \ell}{8\pi d^2} \quad \beta) \frac{\mu_0 I^2 \ell}{4\pi d^2} \quad \gamma) \frac{\mu_0 I^2 \ell}{2\pi d^2}$$

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

B2. Ένα κυκλικό πλαίσιο N σπειρών αμελητέας ωμικής αντίστασης και ακτίνας a περιστρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από μια διάμετρό του με συχνότητα f . Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} που είναι κάθετο στον άξονα περιστροφής του πλαισίου. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το πλαίσιο είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

I. Η μέση ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{1}{6f}$ είναι:

$$\alpha) B\pi a^2 f N \quad \beta) 3B\pi a^2 f N \quad \gamma) 6B\pi a^2 f N$$

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

II. Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται με έναν αντιστάτη αντίστασης R . Αν μειώσουμε τη συχνότητα περιστροφής του πλαισίου κατά 20% και συνδέσουμε παράλληλα στον αντιστάτη έναν άλλο όμοιο αντιστάτη, τότε η ολική δαπανώμενη μέση ισχύς θα μεταβληθεί κατά:

$$\alpha) 28\% \quad \beta) -44\% \quad \gamma) 72\%$$

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

B3. Ο οριζόντιος χάλκινος αγωγός ΚΛ του σχήματος έχει σταθερή διατομή, μήκος ℓ , ωμική αντίσταση R και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές σε επαφή με τις οριζόντιες σιδηροτροχιές Αx και Α'x' του σχήματος παραμένοντας διαρκώς κάθετος σε αυτές. Τα άκρα Α, Α' των σιδηροτροχιών συνδέονται με αντιστάτη

$$R_1 = \frac{R}{2} \text{ και η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε}$$

κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} . Στο μέσον του αγωγού ασκείται σταθερή οριζόντια δύναμη \vec{F} και ο αγωγός ΚΛ κινείται με σταθερή (οριακή) ταχύτητα \vec{v} .

I. Η διαφορά δυναμικού $V_{\text{ΚΛ}} = V_{\text{Κ}} - V_{\text{Λ}}$ μεταξύ των άκρων του Κ και Λ, είναι ίση με:

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

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

Μονάδες 5

II. Το μέτρο της δύναμης \vec{F} είναι ίσο με:

α) $\frac{B^2 v \ell^2}{4R}$ β) $\frac{B^2 v \ell^2}{2R}$ γ) $\frac{B^2 v \ell^2}{R}$

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

Μονάδες 4

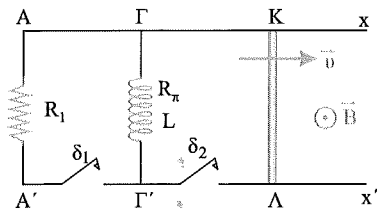
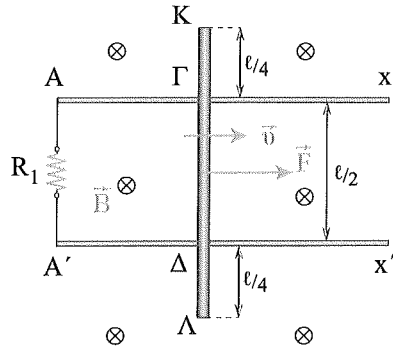
ΘΕΜΑ Γ

Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος, που έχει μήκος $\ell = 1\text{m}$ και ωμική αντίσταση $R = 2\Omega$, κινείται χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 12\text{m/sec}$ έχοντας τα άκρα της σε επαφή με δύο οριζόντιες ευθύγραμμες σιδηροτροχιές Αx, Α'x' αμελητέας αντίστασης.

Τα άκρα Α, Α' των σιδηροτροχιών συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 4\Omega$ και τα σημεία τους Γ, Γ' με πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 0,4\text{H}$ και ωμικής αντίστασης $R_{\pi} = 4\Omega$.

Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1\text{T}$. Οι διακόπτες δ_1, δ_2 είναι αρχικά ανοιχτοί.

Τη χρονική στιγμή t_0 κλείνουμε τον διακόπτη δ_2 και αρχίζουμε να ασκούμε στο μέσον της ράβδου ΚΛ οριζόντια δύναμη \vec{F} παράλληλη στις σιδηροτροχιές, ώστε η ταχύτητά της να παραμείνει σταθερή και ίση με v .



A. Να βρείτε:

Γ1. τον ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο, αμέσως μετά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$,

Μονάδες 5

Γ2. το μέτρο της δύναμης \vec{F} όταν πλέον έχει σταθεροποιηθεί η ένταση του ρεύματος.

Μονάδες 5

Γ3. την εξίσωση του ρυθμού μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει και να την παραστήσετε γραφικά.

Μονάδες 5

B. Κάποια χρονική στιγμή (t_1) μετά τη σταθεροποίηση των εντάσεων των ρευμάτων, ανοίγουμε τον διακόπτη δ_2 και ταυτόχρονα κλείνουμε τον διακόπτη δ_1 χωρίς να σχηματιστεί σπινθήρας. Να υπολογίσετε:

Γ4. τη θερμότητα που θα εκλυθεί από τότε και μετά συνολικά από τον αντιστάτη R_1 και το πηνίο λόγω του φαινομένου Joule,

Μονάδες 5

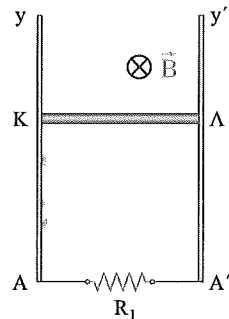
Γ5. τον ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος και τη διαφορά δυναμικού $V_{\Gamma\Gamma'}$ στα άκρα του πηνίου, τη στιγμή που η ένταση του ρεύματος έχει υποδιπλασιαστεί σε σχέση με την τιμή της τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Στο μέσον της αρχικά ακίνητης μεταλλικής ράβδου ΚΛ του σχήματος, ασκούμε τη χρονική στιγμή $t_0=0$ κατάλληλη κατακόρυφη δύναμη \vec{F} με φορά προς τα πάνω, οπότε αυτή αρχίζει να ανεβαίνει παραμένοντας οριζόντια με τα άκρα της σε επαφή στις δύο κατακόρυφες σιδηροτροχιές Ay, A'y', κινούμενη με σταθερή

επιτάχυνση μέτρου $a = 2 \frac{m}{sec^2}$.



Τα άκρα A, A' των σιδηροτροχιών συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 3\Omega$ και στον χώρο της διάταξης υπάρχει οριζό-

ντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1T$, που έχει τη φορά του σχήματος.

Η ράβδος ΚΛ έχει μήκος $\ell = 1m$, μάζα $m = 0,2kg$, ωμική αντίσταση $R = 2\Omega$ και κινείται χωρίς τριβές.

Δ1. Να γράψετε την εξίσωση του μέτρου της δύναμης (F) σε συνάρτηση με το μέτρο της ταχύτητας της ράβδου, καθώς και τη χρονική εξίσωση της διαφοράς δυναμικού $V_{ΚΛ}$ στα άκρα της ράβδου.

Μονάδες 5

Δ2. Να υπολογίσετε τον ρυθμό με τον οποίο προσφέρεται ενέργεια στη ράβδο τη χρονική στιγμή $t_1 = 2\text{sec}$.

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή t_1 η δύναμη \vec{F} καταργείται ακαριαία. Να υπολογίσετε:

Δ3. την επιτάχυνση του αγωγού αμέσως μετά την κατάργηση της δύναμης \vec{F} ,

Μονάδες 5

Δ4. τους ρυθμούς μεταβολής της κινητικής ενέργειας και της δυναμικής ενέργειας της ράβδου, καθώς και τον ρυθμό με τον οποίο εκλύεται θερμότητα από το κύκλωμα, αμέσως μετά την κατάργηση της δύναμης \vec{F} ,

Μονάδες 5

Δ5. την οριακή ταχύτητα που θα αποκτήσει η ράβδος (μέτρο και κατεύθυνση).

Μονάδες 5

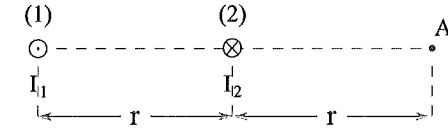
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$.

47ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κρούσεις – Ταλαντώσεις – Ηλεκτρομαγνητισμός

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Οι παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) απείρου μήκους του διπλανού σχήματος διαρρέονται από ηλεκτρικά ρεύματα ίσης έντασης $I_1 = I_2 (= I)$ και αντίθετης φοράς. Αν το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Α λόγω του αγωγού (1) είναι B_1 , τότε η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Α λόγω και των δύο αγωγών (2) έχει:
- 

- α) μέτρο ίσο με B_1 και φορά προς τα πάνω.
- β) μέτρο ίσο με $3B_1$ και φορά προς τα πάνω.
- γ) μέτρο ίσο με B_1 και φορά προς τα κάτω.
- δ) μέτρο ίσο με $3B_1$ και φορά προς τα κάτω.

Μονάδες 5

- A2. Ένα μηχανικό σύστημα ελατηρίου μάζας εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με συχνότητα $f > f_0$. Για να βρεθεί το σύστημα σε κατάσταση συντονισμού πρέπει...
- α) να ελαττώσουμε την ταλαντούμενη μάζα.
 - β) να αυξήσουμε τη σταθερά απόσβεσης.
 - γ) να αντικαταστήσουμε το ελατήριο με άλλο μικρότερης σταθεράς k .
 - δ) να αυξήσουμε τη συχνότητα του διεγέρτη.

Μονάδες 5

- A3. Ένα σωματίο α κινείται προς έναν άλλο πυρήνα (π). Όταν τα δύο σωματία πλησιάσουν, η αλληλεπίδρασή τους...
- α) είναι πολύ ασθενής.
 - β) δεν μπορεί να χαρακτηριστεί κρούση.
 - γ) είναι προσεγγιστικά ελαστική.
 - δ) είναι απολύτως ελαστική.

Μονάδες 5

- A4. Η δύναμη επαναφοράς που ασκείται σε ένα σώμα μάζας m που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση είναι ίση με F . Το πηλίκο $\frac{F}{m} \dots$
- α) παραμένει σταθερό σε σχέση με το χρόνο.
 - β) μεταβάλλεται αρμονικά σε σχέση με το χρόνο.
 - γ) αυξάνεται γραμμικά σε σχέση με το χρόνο.
 - δ) γίνεται μέγιστο, όταν το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του.

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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) Τα παραμαγνητικά υλικά έχουν μαγνητική διαπερατότητα λίγο μικρότερη της μονάδας.
- β) Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο ενός κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού έχει φορά που καθορίζεται από τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού.
- γ) Το εμβαδόν μεταξύ του διαγράμματος $E_{επ} = f(t)$ της επαγωγικής ΗΕΔ και του άξονα του χρόνου σε χρονικό διάστημα Δt , ισούται αριθμητικά με την αντίθετη τιμή της μεταβολής της μαγνητικής ροής στο χρονικό διάστημα αυτό.
- δ) Όταν μια σφαίρα προσκρούει ελαστικά σε λείο τοίχο, το μέτρο της ταχύτητάς της δεν μεταβάλλεται, μόνο αν η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με 0° .
- ε) Η εξαναγκασμένη ταλάντωση είναι αμείωτη.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Μια σφαίρα Σ_1 μάζας m_1 που κινείται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα $v_1 = +3\text{m/sec}$, συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με άλλη σφαίρα Σ_2 μάζας m_2 .

B.1.1 Η σφαίρα Σ_2 είναι αρχικά ακίνητη. Αν το μέτρο της ταχύτητας της σφαίρας Σ_1 μετά την κρούση ισούται με $v'_1 = 0,8 v_1$, το ποσοστό της κινητικής ενέργειας της σφαίρας Σ_1 που μεταφέρθηκε στη σφαίρα Σ_2 κατά την κρούση ισούται με:

- α) 36%
- β) 44%
- γ) 64%

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

Μονάδες 6

12W. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1\text{T}$.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ασκούμε στο μέσο της αρχικά ακίνητης ράβδου οριζόντια δύναμη \vec{F} της οποίας ο φορέας είναι κάθετος στη διεύθυνσή της, οπότε αυτή αρχίζει να κινείται με σταθερή επιτάχυνση μέτρου $a = 2\text{m/sec}^2$. Η ράβδος διανύει απόσταση $d = 16\text{m}$ έως τη χρονική στιγμή t_1 και τη στιγμή αυτή η δύναμη \vec{F} παύει να ασκείται.

Γ1. Να παραστήσετε γραφικά την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη θερμική συσκευή σε συνάρτηση με το χρόνο στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$ και να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που πέρασε από μια διατομή της ράβδου στο παραπάνω χρονικό διάστημα.

Μονάδες 7

Γ2. Να παραστήσετε γραφικά το μέτρο της δύναμης \vec{F} σε συνάρτηση με τον χρόνο στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$.

Μονάδες 5

Γ3. Να υπολογίσετε την ισχύ της δύναμης \vec{F} τη χρονική στιγμή που η ράβδος έχει διανύσει διάστημα $s = 4\text{m}$.

Μονάδες 4

Γ4. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας της ράβδου τη στιγμή που μετά την κατάργηση της δύναμης \vec{F} το μέτρο της ταχύτητας της ράβδου γίνεται ίσο με $\frac{v_1}{2}$, όπου v_1 το μέτρο της ταχύτητάς της τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 5

* Γ5. Να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύθηκε από τη θερμική συσκευή στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή t_1 έως τη χρονική στιγμή t_2 που η ράβδος ακινητοποιήθηκε.

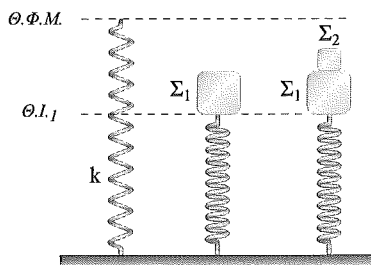
Μονάδες 4

Γ6. Να βρείτε τη σταθερή τιμή του μέτρου της οριζόντιας δύναμης \vec{F}' που πρέπει να ασκήσουμε στο μέσο της ράβδου μετά τη χρονική στιγμή t_2 , ώστε τελικά η συσκευή να λειτουργεί κανονικά.

Μονάδες 4

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2\text{kg}$ ισορροπεί δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 400\text{N/m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο ακλόνητα στο έδαφος. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ακουμπάμε χωρίς αρχική ταχύτητα ($v_0 = 0$) πάνω στο σώμα Σ_1 ένα άλλο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = m_1$, οπότε το σύστημα αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.



- Δ1. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση [$x = f(t)$] της απομάκρυνσης του συστήματος των δύο σωμάτων από τη θέση ισορροπίας τους. Να θεωρήσετε τη θετική φορά προς τα πάνω.

Μονάδες 6

- Δ2. Να υπολογίσετε τις σταθερές επαναφοράς των ταλαντώσεων που εκτελούν χωριστά το καθένα από τα σώματα Σ_1, Σ_2 .

Μονάδες 2

- Δ3. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης γίνεται ίση για πρώτη φορά με το 25% της μέγιστης τιμής της και να βρείτε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συστήματος τη στιγμή αυτή ($t = t_1$).

Μονάδες 6

- Δ4. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης επαναφοράς και το έργο της δύναμης του ελατηρίου στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$.

Μονάδες 5

- Δ5. Ακινητοποιούμε το σύστημα στη θέση ισορροπίας του (Θ.Ι.2). Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή του μέτρου (v_0) της κατακόρυφης ταχύτητας την οποία μπορούμε να προσδώσουμε στο σύστημα των δύο σωμάτων στη θέση αυτή ώστε να μη χαθεί η επαφή των σωμάτων Σ_1, Σ_2 κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής τους.

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

48ο Κριτήριο Αξιολόγησης

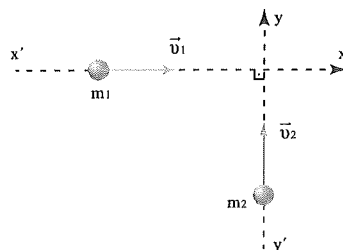
Κρούσεις – Ταλαντώσεις – Ηλεκτρομαγνητισμός

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Σε μια πλάγια ελαστική κρούση δύο σφαιρών που κινούνται σε κάθετες διευθύνσεις σε λείο οριζόντιο δάπεδο κατά μήκος των αξόνων $x'x$ και $y'y$ όπως στο σχήμα, διατηρείται...

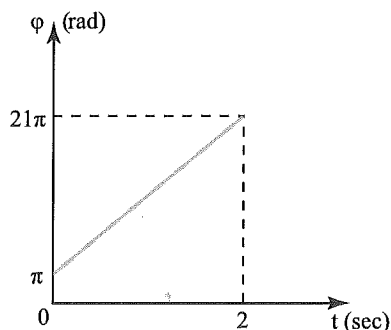
- α) η κινητική ενέργεια κάθε σφαίρας.
- β) η κινητική ενέργεια του συστήματος.
- γ) η ορμή κάθε σφαίρας.
- δ) η ορμή του συστήματος μόνο στη διεύθυνση του άξονα $x'x$



Μονάδες 5

Α2. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η γραφική παράσταση της φάσης ενός σημειακού αντικειμένου που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Η μάζα του αντικειμένου είναι ίση με $m = 2\text{g}$ και η ενέργεια της ταλάντωσής του είναι ίση με $E = 4\pi^2 \cdot 10^{-3}\text{J}$. Η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του αντικειμένου από τη θέση ισορροπίας του είναι:

- α) $x = 0,4\eta\mu(21\pi + \pi)$ (S.I.)
- β) $x = 0,2\eta\mu(21\pi)$ (S.I.)
- γ) $x = 0,2\eta\mu(10\pi + \pi)$ (S.I.)
- δ) $x = 0,4\eta\mu(10\pi)$ (S.I.)



Μονάδες 5

Α3. Ένα πηνίο που συμμετέχει σε κύκλωμα με πηγή και αντιστάτη, διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα του οποίου η ένταση μεταβάλλεται από την τιμή I στην τιμή $2I$. Η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο...

- α) είναι μεγαλύτερη όταν η μεταβολή της έντασης γίνεται γρήγορα.
- β) είναι ανεξάρτητη από τον χρόνο που διαρκεί η μεταβολή του ρεύματος.

- γ) εξαρτάται από την ΗΕΔ E της πηγής που τροφοδοτεί το κύκλωμα.
- δ) εξαρτάται από την ωμική αντίσταση R του κυκλώματος.

Μονάδες 5

A4. Στα άκρα ενός αντιστάτη αντίστασης R εφαρμόζουμε εναλλασσόμενη τάση της μορφής $v = V\eta\mu(2\pi ft)$. Η θερμότητα που εκλύεται από τον αντιστάτη σε χρονικό διάστημα $\Delta t = \frac{2}{f}$ ισούται με:

- α) 0
- β) $\frac{V^2}{2Rf}$
- γ) $\frac{2V^2}{Rf}$
- δ) $\frac{V^2}{Rf}$

Μονάδες 5

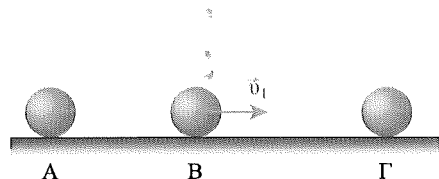
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Στις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις, όταν το ταλαντούμενο σύστημα βρίσκεται στην κατάσταση συντονισμού, το μέγιστο πλάτος ταλάντωσης εξαρτάται από τη σταθερά απόσβεσης.
- β) Η ενεργός τιμή του εναλλασσόμενου ρεύματος μεταβάλλεται αρμονικά σε συνάρτηση με τον χρόνο.
- γ) Στο νόμο του Ampere, το B οφείλεται στα ρεύματα που περικλείονται στο βρόχο που επιλέγουμε, αλλά και στα ρεύματα που βρίσκονται έξω από αυτόν.
- δ) Στην κεντρική ελαστική κρούση δύο σφαιρών που κινούνται σε οριζόντιο δάπεδο η μεταβολή της ορμής του ενός σώματος είναι πάντα αντίθετη από την μεταβολή της ορμής του άλλου σώματος.
- ε) Με το σύστημα ανάρτησης των αυτοκινήτων (αμορτισέρ), επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση της απόσβεσης των ταλαντώσεων.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Τρεις σφαίρες Α, Β, Γ ίδιων διαστάσεων με μάζες $m_A = 2m$, $m_B = m$ και $m_\Gamma = 2m$, αντίστοιχα, βρίσκονται ακίνητες πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο, με τα κέντρα τους στην ίδια ευθεία, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Η σφαίρα Β έχει τεθεί από εξωτερικό αίτιο σε κίνηση με σταθερή ταχύτητα v_1 προς τα δεξιά χωρίς να περιστρέφεται. Η σφαίρα Β, αφού συγκρουστεί με τη σφαίρα Γ στη συνέχεια συγκρούεται με τη σφαίρα Α. Αν όλες οι κρούσεις είναι κεντρικές και

ελαστικές ο λόγος της τελικής προς την αρχική κινητική ενέργεια της σφαίρας B είναι:

α) $\frac{1}{81}$

β) 81

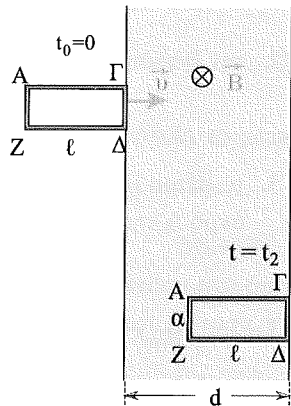
γ) $\frac{4}{81}$

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

(Εξετάσεις)

Μονάδες 8

- B2. Το οριζόντιο ορθογώνιο συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ του διπλανού σχήματος που έχει μήκη πλευρών a , ℓ και ωμική αντίσταση R , αρχίζει τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να διέρχεται με σταθερή ταχύτητα \bar{v} από ζώνη κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης \vec{B} , εύρους $d = 1,5\ell$.



Η ενέργεια που πρέπει να προσφέρουμε στο πλαίσιο κατά την κίνησή του από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t_2 = \frac{d}{v}$, ισούται με:

α) $\frac{B^2 v a^3}{R}$

β) $\frac{B^2 v a^2 \ell}{R}$

γ) $\frac{B^2 v a^2 d}{R}$

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

Μονάδες 8

- B3. Δύο πηνία (1) και (2), έχουν ίσα μήκη ℓ_1 , ℓ_2 ($\ell_1 = \ell_2$), πλήθη σπειρών N_1 , N_2 ($N_1 = 2N_2$) και περιέχουν πυρήνες από το ίδιο υλικό.

Αν για τα μήκη των συρμάτων d_1 , d_2 που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των δύο πηνίων ισχύει η σχέση $d_1 = 4d_2$, τότε ο λόγος $\frac{L_1}{L_2}$ των συντελεστών αυτε-

παγωγής τους ισούται με:

α) 2

β) 4

γ) 16

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

Μονάδες 9

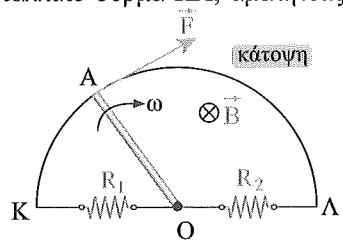
ΘΕΜΑ Γ

Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΟΑ του παρακάτω σχήματος, έχει μήκος $\ell = 1\text{m}$, ωμική αντίσταση $R = 1\ \Omega$ και περιστρέφεται γύρω από το άκρο της Ο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega = 10\ \text{rad/sec}$ μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2\ \text{T}$. Οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στη ράβδο. Το άκρο Α της

ράβδου κινείται χωρίς τριβές, σε επαφή με ημικυκλικό μεταλλικό σύρμα ΚΛ, αμελητέας αντίστασης. Τα άκρα Κ και Λ του σύρματος συνδέονται με το άκρο Ο της ράβδου με αντιστάτες αντίστασεων $R_1 = R_2 = 8\Omega$.

Να υπολογίσετε:

Γ1. την ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στη ράβδο ΟΑ,



Μονάδες 5

Γ2. την ένταση του ρεύματος I που διαρρέει τη ράβδο,

Μονάδες 5

Γ3. το μέτρο (F) της επαπτομενικής στο σύρμα ΚΛ δύναμης που πρέπει να ασκούμε στο άκρο Α της ράβδου, ώστε αυτή να κινείται με τη σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω,

Μονάδες 5

Γ4. τον ρυθμό με τον οποίο αναπτύσσεται θερμότητα στον αντιστάτη R_1 ,

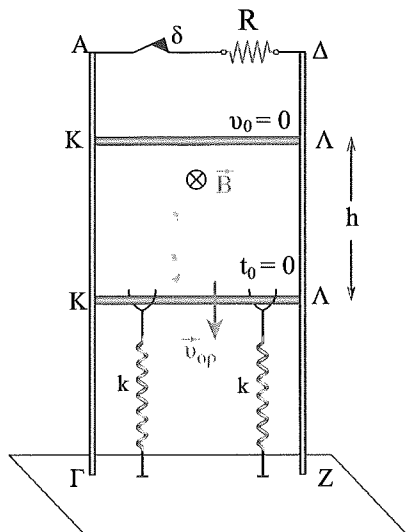
Μονάδες 5

Γ5. τον ρυθμό με τον οποίο προσφέρουμε ενέργεια στη ράβδο μέσω της δύναμης \vec{F} .

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Οι δύο κατακόρυφες σιδηροτροχιές ΑΓ και ΔΖ του διπλανού σχήματος έχουν αμελητέα αντίσταση και τα πάνω άκρα τους Α, Δ συνδέονται μέσω διακόπτη με αντιστάτη αντίστασης $R = \sqrt{3}\Omega$. Τα κάτω άκρα τους Γ και Ζ είναι στερεωμένα σε μονωτικό δάπεδο. Μια οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ μάζας $m = 0,1\text{kg}$ μήκους $\ell = 1\text{m}$ και αμελητέας αντίστασης, έχει τα άκρα της σε επαφή με τις σιδηροτροχιές και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1\text{T}$. Κάποια χρονική στιγμή η ράβδος αφήνεται ελεύθερη από τη θέση του σχήματος και αφού διατρέξει κατακόρυφη απόσταση h αποκτά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ οριακή ταχύτητα \vec{v}_{op} . Τη



στιγμή αυτή ($t_0 = 0$) ανοίγουμε τον διακόπτη και η ράβδος ΚΛ ακουμπά (χωρίς να αναπηδήσει) στα πάνω άκρα σχήματος «Υ» δύο όμοιων κατακόρυφων ελατηρίων σταθεράς $k = 5\text{N/m}$ το καθένα, των οποίων τα κάτω άκρα είναι στερεωμένα στο έδαφος σε μικρές και ίσες αποστάσεις από τα σημεία Γ και Ζ, όπως στο σχήμα. Η ράβδος αρχίζει τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = 2k$.

Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο (v_{op}) της οριακής ταχύτητας που αποκτά η ράβδος.

Μονάδες 5

Δ2. Να υπολογίσετε τους ρυθμούς μεταβολής...

- i. του μέτρου της ταχύτητας της ράβδου,
- ii. της κινητικής ενέργειας της ράβδου,
- iii. της δυναμικής ενέργειας της ράβδου, τη χρονική στιγμή στην οποία το μέτρο της ταχύτητας της ράβδου ισούται με $v_1 = \frac{v_{op}}{2}$.

Μονάδες 6

Δ3. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή της επαγωγικής ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου κατά την κίνησή της, καθώς και τη μέγιστη τιμή του μέτρου της δύναμης που ασκεί το κάθε ελατήριο στη ράβδο.

Μονάδες 7

Δ4. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της επαγωγικής ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow t_1$ που αυτή βρίσκεται σε επαφή με τα ελατήρια.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε τη θετική φορά προς τα πάνω.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

49ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Στερεό – Ηλεκτρομαγνητισμός

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην σωστή φράση.

- A1. Κατά την περιστροφική κίνηση ενός στερεού σώματος γύρω από ακλόνητο άξονα περιστροφής...
- α) όλα τα σημεία του σώματος έχουν κάθε στιγμή την ίδια γραμμική ταχύτητα περιστροφής.
 - β) κάθε σημείο του σώματος κινείται με γραμμική ταχύτητα της οποίας το μέτρο είναι ανάλογο του τετραγώνου της απόστασης του σημείου αυτού από τον άξονα περιστροφής.
 - γ) κάθε σημείο του σώματος έχει γωνιακή ταχύτητα $\bar{\omega}$, που το μέτρο της είναι ανάλογο της απόστασης του σημείου αυτού από τον άξονα περιστροφής.
 - δ) η κεντρομόλος επιτάχυνση κάθε σημείου έχει μέτρο ανάλογο της απόστασης του σημείου αυτού από τον άξονα περιστροφής.

Μονάδες 5

- A2. Σε ένα ελεύθερο στερεό σώμα ασκείται ένα ζεύγος δυνάμεων. Αν διπλασιάσουμε το μέτρο και των δύο δυνάμεων του ζεύγους, υποδιπλασιάζοντας ταυτόχρονα τη μεταξύ τους απόσταση, τότε η ροπή των δυνάμεων του ζεύγους ...
- α) θα παραμείνει σταθερή.
 - β) θα υποδιπλασιαστεί.
 - γ) θα διπλασιαστεί.
 - δ) θα τετραπλασιαστεί.

Μονάδες 5

- A3. Το συνολικό φορτίο που μετακινείται σε ένα κλειστό κύκλωμα, λόγω του φαινομένου της επαγωγής, εξαρτάται από...
- α) τη χρονική διάρκεια του φαινομένου.
 - β) τον ρυθμό μεταβολή της μαγνητικής ροής.
 - γ) την ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα.

δ) την ωμική αντίσταση που παρουσιάζει το κύκλωμα.

Μονάδες 5

A4. Η στιγμιαία ισχύς του εναλλασσόμενου ρεύματος δίνεται από τη σχέση:

α) $p = VI$

β) $p = \frac{VI}{2}$

γ) $p = V_{\text{ημωτ}} \cdot I_{\text{ημωτ}}$

δ) $p = V_{\text{εφ}} \cdot I_{\text{εφ}}$

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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) Η μονάδα έντασης του μαγνητικού πεδίου στο S.I. είναι το 1 Tesla.
- β) Στο χώρο γύρω από κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό δημιουργείται ομογενές μαγνητικό πεδίο.
- γ) Τα διανύσματα της γωνιακής ταχύτητας και τη γωνιακής επιτάχυνσης έχουν πάντα τη ίδια κατεύθυνση.
- δ) Ένα ακίνητο φορτισμένο σωματίδιο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, δεν δέχεται δύναμη από το πεδίο.
- ε) Όλα τα σημεία ενός ομογενούς τροχού που εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση, εκτός του κέντρου μάζας του, έχουν την ίδια γωνιακή ταχύτητα περιστροφής.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Δύο ηλεκτρόνια (1), (2) εισέρχονται το ένα μετά το άλλο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} με ταχύτητες \vec{v}_1 , \vec{v}_2 που σχηματίζουν με τις μαγνητικές γραμμές γωνίες $\varphi_1 = 30^\circ$ και $\varphi_2 = 60^\circ$, αντίστοιχα. Αν οι ακτίνες R_1 , R_2 των ελικοειδών τροχιών που διαγράφουν είναι ίσες, ο λόγος $\frac{\beta_1}{\beta_2}$ των βημάτων τους ισούται με:

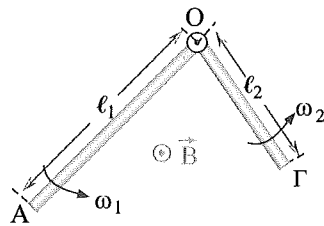
- α) $\frac{1}{3}$ β) 1 γ) 3

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

Μονάδες 8

B2. Οι δύο μεταλλικές ράβδοι OA και OΓ του διπλανού σχήματος έχουν αντίστοιχα μήκη ℓ_1, ℓ_2 ($\ell_2 = \frac{3}{4}\ell_1$)

και περιστρέφονται στο ίδιο επίπεδο, γύρω από το κοινό τους άκρο O με τις φορές του σχήματος, χωρίς η μια να επηρεάζει την κίνηση της άλλης. Στον χώρο υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} κάθετο, στο επίπεδο περιστροφής των ράβδων.



Αν η διαφορά δυναμικού $V_{ΑΓ}$ μεταξύ των άκρων A και Γ των δύο ράβδων είναι ίση με μηδέν, τότε ο λόγος $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ των

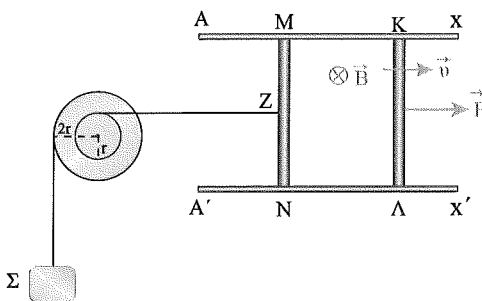
μέτρων των γωνιακών ταχυτήτων τους ισούται με:

- α) $\frac{4}{3}$ β) $\frac{3}{4}$ γ) $\frac{9}{16}$

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

Μονάδες 8

B3. Οι ακλόνητοι οριζόντιοι αγωγοί Ax, A'x' του διπλανού σχήματος, ανήκουν στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο και έχουν αμελητέα αντίσταση. Οι κατακόρυφες μεταλλικές ράβδοι MN και ΚΛ έχουν η κάθε μια αντίσταση R και μπορούν να κινούνται χωρίς τριβές, με τα άκρα τους σε επαφή στους οριζόντιους αγωγούς Ax, A'x'.



Το μέσον Z της ράβδου MN, συνδέεται μέσω αβαρούς νήματος με τον μικρό δίσκο ακτίνας r μιας διπλής τροχαλίας, που μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από τον ακλόνητο οριζόντιο άξονά της. Ο μεγάλος δίσκος της τροχαλίας έχει ακτίνα 2r και γύρω του είναι τυλιγμένο ένα άλλο αβαρές νήμα, στο ελεύθερο άκρο του οποίου είναι δεμένο ένα σώμα Σ μάζας m, όπως στο σχήμα. Η ράβδος ΚΛ κινείται με σταθερή ταχύτητα \vec{v} , παραμένοντας διαρκώς κατακόρυφη, ενώ το σύστημα ράβδος MN –τροχαλία– σώμα Σ ισορροπεί ακίνητο.

Το μέτρο της ταχύτητας \vec{v} ισούται με:

- α) $\frac{mgR}{2B^2\ell^2}$ β) $\frac{2mgR}{B^2\ell^2}$ γ) $\frac{4mgR}{B^2\ell^2}$

όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Το σωληνοειδές μήκους ℓ του διπλανού σχήματος, που έχει $n = 500$ σπείρες/m και ωμική αντίσταση $R_1 = 2\Omega$, έχει συνδεθεί με θερμική συσκευή Σ ωμικής αντίστασης R_Σ , η οποία όταν στα άκρα της έχει τάση ίση με $10V$, λειτουργεί κανονικά αποδίδοντας θερμική ισχύ $50W$.

Στα σημεία K , Λ του κυκλώματος έχει συνδεθεί κυκλικός αγωγός ωμικής αντίστασης $R_2 = 2\Omega$. Ο αγωγός αυτός αποτελείται από $N = 300$ σπείρες ίδιας ακτίνας, εμβαδού $S = 0,25m^2$ και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το επίπεδο του αγωγού αυτού είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, οι οποίες έχουν φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.

Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου αυξάνεται με σταθερό ρυθμό $\frac{\Delta B_2}{\Delta t} = 0,16T/sec$.

Γ1. Να σχεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος στον κυκλικό αγωγό, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

Μονάδες 6

Γ2. Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) από επαγωγή που αναπτύσσεται στον κυκλικό αγωγό.

Μονάδες 6

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου \vec{B}_1 στο κέντρο του σωληνοειδούς.

Μονάδες 6

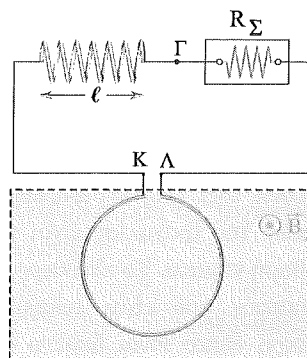
Γ4. Αποσυνδέουμε το σωληνοειδές από το κύκλωμα, το κόβουμε στη μέση και συνδέουμε ξανά το ένα από τα δύο νέα σωληνοειδή στα σημεία A , Γ , διατηρώντας το μήκος $\frac{\ell}{2}$. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης \vec{B}_1 του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του νέου σωληνοειδούς, καθώς και την τελική ισχύ που αποδίδει τότε η θερμική συσκευή.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε σε κάθε περίπτωση ότι το ρεύμα στο κύκλωμα έχει αποκατασταθεί.

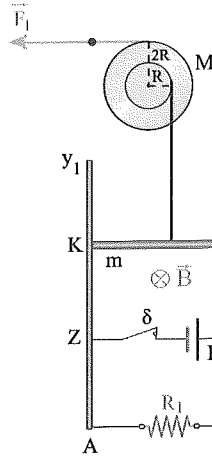
Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$.

(Εξετάσεις)

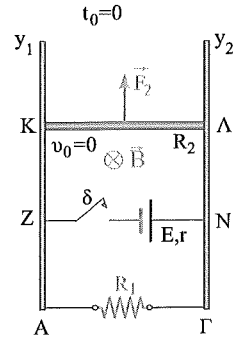


ΘΕΜΑ Δ

Στο διπλανό σχήμα 1, η διπλή τροχαλία, αποτελείται από δύο ομόκεντρους δίσκους ακτίνων R και $2R$ και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από τον ακλόνητο οριζώντιο άξονά της. Στις περιφέρειες των δίσκων της τροχαλίας είναι τυλιγμένα αβαρή νήματα. Το ελεύθερο άκρο του νήματος που είναι τυλιγμένο στον μικρό δίσκο είναι δεμένο στο μέσο μιας μεταλλικής ομογενούς ράβδου ΚΛ μήκους $\ell = 1\text{m}$, μάζας $m = 0,2\text{kg}$ και αντίστασης $R_2 = 1,5\Omega$ που έχει τα άκρα της σε επαφή με δύο λείες κατακόρυφες σιδηροτροχιές Ay_1 , Γy_2 αμελητέας αντίστασης. Τα κάτω άκρα των σιδηροτροχιών συνδέονται μεταξύ τους με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 0,5\Omega$. Τα σημεία Z και N των σιδηροτροχιών συνδέονται μεταξύ τους μέσω κλειστού διακόπτη δ με πηγή ΗΕΔ $E = 2\text{V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = \frac{1}{8}\Omega$. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1\text{T}$, που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Ασκούμε στο ελεύθερο άκρο του νήματος που είναι τυλιγμένο στον μεγάλο δίσκο της τροχαλίας οριζόντια δύναμη \vec{F}_1 και το σύστημα ισορροπεί.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Τα κάτω άκρα των σιδηροτροχιών συνδέονται μεταξύ τους με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 0,5\Omega$. Τα σημεία Z και N των σιδηροτροχιών συνδέονται μεταξύ τους μέσω κλειστού διακόπτη δ με πηγή ΗΕΔ $E = 2\text{V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = \frac{1}{8}\Omega$. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1\text{T}$, που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Ασκούμε στο ελεύθερο άκρο του νήματος που είναι τυλιγμένο στον μεγάλο δίσκο της τροχαλίας οριζόντια δύναμη \vec{F}_1 και το σύστημα ισορροπεί.

Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης \vec{F}_1 .

Μονάδες 7

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ανοίγουμε τον διακόπτη δ , κόβουμε το νήμα που είναι δεμένο στη ράβδο ΚΛ και ασκούμε στο μέσον της κατακόρυφη δύναμη \vec{F}_2 με φορά προς τα επάνω, οπότε αυτή αρχίζει να κινείται προς τα επάνω με σταθερή επιτάχυνση μέτρου $a = 2\text{m/sec}^2$ παραμένοντας συνεχώς οριζόντια.

(Η τροχαλία και ο άξονάς της απομακρύνονται).

Δ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση του μέτρου της δύναμης F_2 .

Μονάδες 7

Τη χρονική στιγμή $t_1 = 1,6\text{sec}$, το μέτρο της δύναμης \vec{F}_2 σταθεροποιείται στην τιμή (F) που έχει τότε.

Δ3. Να υπολογίσετε το φορτίο που πέρασε από μια διατομή της ράβδου στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$.

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή t_2 η ράβδος ΚΛ αποκτά οριακή ταχύτητα μέτρου v_{op} και τη χρονική στιγμή t_3 ($t_3 > t_2$) η δύναμη \vec{F}_2 καταργείται.

Δ4. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της διαφοράς δυναμικού $V_{κλ} = V_κ - V_λ$ μεταξύ των άκρων της ράβδου σε συνάρτηση με την αλγεβρική τιμή της ταχύτητάς της, για την κίνησή της από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ και μετά.

Θεωρήστε τη θετική φορά προς τα επάνω.

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

50ο Κριτήριο Αξιολόγησης

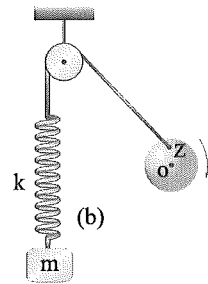
Κρούσεις – Ταλαντώσεις – Ηλεκτρομαγνητισμός – Στερεό

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

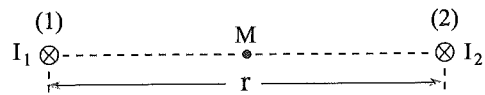
Α1. Το σώμα του διπλανού σχήματος εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με συχνότητα f μικρότερη της ιδιοσυχνότητάς του f_0 .

- Το πλάτος της ταλάντωσης είναι ανεξάρτητο από την σταθερά απόσβεσης b .
- Αν μειώσουμε τη μάζα m του σώματος, η περίοδος της ταλάντωσης θα αυξηθεί.
- Αν αυξήσουμε την περίοδο περιστροφής του τροχού, το πλάτος της ταλάντωσης θα αυξηθεί.
- Η ενέργεια που χάνει το σύστημα ελατήριο-σώμα σε χρόνο μιας περιόδου, αναπληρώνεται πλήρως από το έργο της δύναμης του διεγέρτη.



Μονάδες 5

Α2. Οι δύο παράλληλοι ρευματοφόροι αγωγοί του διπλανού σχήματος διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα εντάσεων I_1 και $I_2 = 2I_1$ αντίστοιχα και η ένταση του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο μέσον M του ευθύγραμμου τμήματος που τους ενώνει είναι \vec{B} . Αν διακοπεί το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό (2), τότε η ένταση \vec{B}' του μαγνητικού πεδίου στο σημείο M θα είναι ίση με:



- $\vec{B}' = \vec{B}$
- $\vec{B}' = -\vec{B}$
- $\vec{B}' = -\frac{\vec{B}}{2}$
- $\vec{B}' = 2\vec{B}$

Μονάδες 5

Α3. Ένα σώμα εκτελεί φθίνουσα μηχανική ταλάντωση που το πλάτος της μειώνεται εκθετικά με το χρόνο, από αρχική τιμή A_0 . Αν στο τέλος της 2ης περιόδου το πλάτος της ταλάντωσης είναι $\frac{4}{9}A_0$, τότε στο τέλος της 1ης περιόδου είναι:

$$\alpha) \frac{2}{3}A_0 \quad \beta) \frac{1}{3}A_0 \quad \gamma) \frac{3}{4}A_0 \quad \delta) \frac{7}{16}A_0$$

Μονάδες 5

A4. Η δύναμη επαναφοράς που ασκείται σε ένα σώμα μάζας m που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση είναι ίση με F . Το πηλίκο $\frac{F}{m}$...

- α) παραμένει σταθερό σε σχέση με το χρόνο.
- β) μεταβάλλεται αρμονικά σε σχέση με το χρόνο.
- γ) αυξάνεται γραμμικά σε σχέση με το χρόνο.
- δ) γίνεται μέγιστο, όταν το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του.

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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) Ένα ορθογώνιο μεταλλικό πλαίσιο περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, γύρω από άξονα κάθετο στις μαγνητικές γραμμές, που περνά από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του. Η μέγιστη μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από το πλαίσιο είναι Φ_{\max} . Αν διπλασιάσουμε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής του πλαισίου, τότε η μέγιστη τιμή της μαγνητικής ροής που διέρχεται μέσα από αυτό θα είναι ίση με $\Phi'_{\max} = 2\Phi_{\max}$.
- β) Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση, η απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας του μειώνεται εκθετικά με την πάροδο του χρόνου.
- γ) Σε ένα εκκρεμές ρολόι επιδιώκουμε την ελαχιστοποίηση της απόσβεσης.
- δ) Σε μια φθίνουσα ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο, το μέτρο της δύναμης απόσβεσης είναι ανάλογο της απομάκρυνσης.
- ε) Σε μία εξαναγκασμένη ταλάντωση η διεγείρουσα δύναμη είναι μια περιοδική δύναμη.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Ένα τετράγωνο πλαίσιο πλευράς a έχει N σπείρες και περιστρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του με γωνιακή ταχύτητα ω . Το πλαίσιο είναι κατασκευασμένο από κυλινδρικό σύρμα διαμέτρου διατομής δ , που το μέταλλό του έχει ειδική αντίσταση ρ και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στον άξονα περιστροφής.

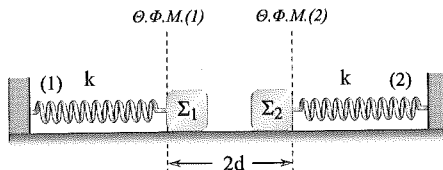
Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται με αντιστάτη, που η αντίσταση του είναι ίση με την αντίσταση του πλαισίου. Η μέση ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτης είναι ίση με:

α) $\frac{N\omega^2 B^2 a^3 \pi d^2}{32\rho}$ β) $\frac{N\omega^2 B^2 a^3 \pi d^2}{64\rho}$ γ) $\frac{N\omega^2 B^2 a^3 \pi d^2}{128\rho}$

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

Μονάδες 8

B2. Τα σώματα Σ_1, Σ_2 του διπλανού σχήματος έχουν ίσες μάζες $m_1 = m_2 = m$ και είναι δεμένα στα ελεύθερα άκρα δύο όμοιων οριζόντιων ελατηρίων 1, 2 σταθεράς k το καθένα, που είναι τοποθετημένα στην ίδια



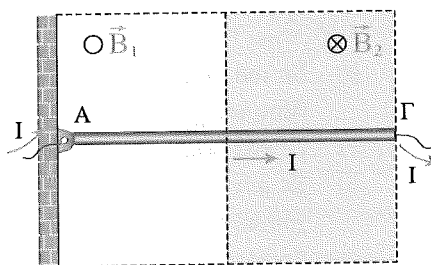
διεύθυνση. Τα σώματα είναι ακίνητα στο λείο οριζόντιο δάπεδο σε απόσταση $2d$ μεταξύ τους και τα ελατήρια έχουν το φυσικό τους μήκος. Συμπιέζουμε το ελατήριο 1 με τη βοήθεια του σώματος Σ_1 κατά $3d$ και το αφήνουμε ελεύθερο, οπότε αυτό αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση έως ότου να συγκρουστεί με το σώμα Σ_2 . Μετά την κεντρική πλαστική κρούση των δύο σωμάτων, το συσσωμάτωμά τους εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = 2k$, πλάτους:

α) $A = d$ β) $A = 1,2d$ γ) $A = 1,5d$

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

Μονάδες 8

B3. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται μία αβαρής ομογενής ράβδος ΑΓ μήκος ℓ , που μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα, ο οποίος διέρχεται από το άκρο της Α και είναι κάθετος σ' αυτή (άρθρωση). Η μισή ράβδος βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο που έχει ένταση \vec{B}_1 , ενώ η άλλη μισή βρίσκεται μέσα σε ένα άλλο οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_2 . Οι μαγνητικές γραμμές των δύο πεδίων είναι κάθετες στη ράβδο (η φορά της έντασης \vec{B}_1 δεν έχει σχεδιαστεί). Η ράβδος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I με τη φορά του σχήματος και ισορροπεί σε οριζόντια θέση.



Οι εντάσεις $\vec{B}_1, \vec{B}_2 \dots$

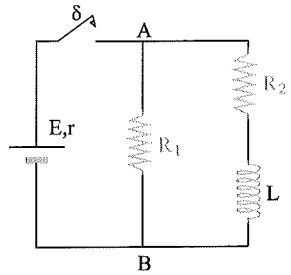
- α) έχουν αντίθετες φορές και τα μέτρα τους συνδέονται με τη σχέση $B_1 = 2B_2$.
- β) έχουν αντίθετες φορές και τα μέτρα τους συνδέονται με τη σχέση $B_1 = 3B_2$.
- α) έχουν την ίδια φορά και τα μέτρα τους συνδέονται με τη σχέση $B_1 = 3B_2$.

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Το κύκλωμα του διπλανού σχήματος αποτελείται από ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L , δύο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = 3\Omega$ και $R_2 = 6\Omega$, η πηγή συνεχούς τάσης που έχει ΗΕΔ $E = 9V$ και εσωτερική αντίσταση $r = 1\Omega$ και διακόπτη δ .



Κλείνουμε το διακόπτη και όταν μετά από κάποιο χρόνο τα ρεύματα που διαρρέουν τους κλάδους του κυκλώματος σταθεροποιούνται στις τελικές τους τιμές, η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο πηνίο ισούται με $U_{B(0)} = 10^{-2} J$.

A. Να υπολογίσετε:

Γ1. τις εντάσεις των ρευμάτων I_1 και I_2 που διαρρέουν τους αντιστάτες R_1 και R_2 , όταν τα ρεύματα έχουν σταθεροποιηθεί,

Μονάδες 6

Γ2. τον συντελεστή αυτεπαγωγής του πηνίου.

Μονάδες 6

B. Κάποια χρονική στιγμή μετά τη σταθεροποίηση των ρευμάτων ανοίγουμε τον διακόπτη.

Γ3. Να βρείτε τον λόγο των διαφορών δυναμικού V_{AB} τις χρονικές στιγμές αμέσως πριν και αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη.

Μονάδες 6

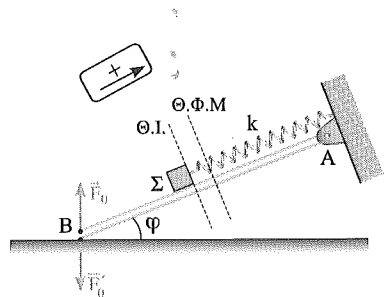
Γ4. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_1 τη στιγμή που η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου έχει μειωθεί κατά 75% σε σχέση με την τιμή $U_{B(0)}$ που είχε αμέσως πριν το άνοιγμα του διακόπτη.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Η λεία ομογενής σανίδα AB του διπλανού σχήματος έχει μήκος $\ell = 2m$, μάζα $M = 8kg$ και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το άκρο της A .

Η σανίδα ισορροπεί ακίνητη με το άκρο της B να ακουμπά σε λείο οριζόντιο δάπεδο, το οποίο παραμένει άκαμπτο και δεν υποχωρεί, εφόσον δέχεται από τη ράβδο δύναμη μέτρου μικρότερου ή ίσου με $F_{\max} = 132,5 N$ (για $F' = F_{\max}$, το δάπεδο οριακά παραμένει άκαμπτο και δεν υποχωρεί).



Πάνω στη σανίδα βρίσκεται αρχικά ακίνητο ένα σώμα Σ μάζας $m = 10 \text{ kg}$ δεμένο στο ελεύθερο άκρο ελατηρίου σταθεράς $k = 160 \text{ N/m}$ φυσικού μήκους $\ell_0 = 1 \text{ m}$, του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο, όπως στο σχήμα.

Η σανίδα σχηματίζει με το δάπεδο γωνία φ ($\eta\mu\varphi = 0,8$ και $\sigma\upsilon\eta\varphi = 0,6$).

Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο F_0 της δύναμης που δέχεται η ράβδος από το δάπεδο.

Μονάδες 6

Δ2. Να υπολογίσετε την εφαπτομένη της γωνίας θ που σχηματίζει η δύναμη \vec{F}_A που δέχεται η σανίδα στο άκρο της A (από τον άξονα περιστροφής της), με τη διεύθυνση της σανίδας.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε το σώμα Σ με ταχύτητα $v_0 = +1 \text{ m/sec}$ στη διεύθυνση της σανίδας.

Δ3. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση του μέτρου της δύναμης \vec{F} που ασκείται στη ράβδο από το δάπεδο.

Μονάδες 7

Δ4. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή του μέτρου της ταχύτητας \vec{v}_0 , ώστε να μην υποχωρήσει το δάπεδο.

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

51ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Κβαντομηχανική – Απλή αρμονική ταλάντωση

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Κατά το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, το έργο εξαγωγής των ηλεκτρονίων από την επιφάνεια του μετάλλου...
- α) είναι ανάλογο της έντασης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
 - β) έχει την ίδια τιμή για όλα τα μέταλλα.
 - γ) είναι το ελάχιστο ποσό ενέργειας που πρέπει να προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο για να εξέλθει από την επιφάνεια του μετάλλου.
 - δ) εξαρτάται από τη θερμοκρασία του μετάλλου.

Μονάδες 5

- A2. Η συχνότητα κατωφλίου σε μια συσκευή φωτοκυττάρου εξαρτάται από...
- α) την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
 - β) το εμβαδόν της επιφάνειας της καθόδου.
 - γ) το μέταλλο της καθόδου.
 - δ) το μέταλλο της ράβδου.

Μονάδες 5

- A3. Το φαινόμενο Compton αναφέρεται...
- α) στην εκπομπή ηλεκτρονίων από ένα μέταλλο, όταν πέσει πάνω του ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.
 - β) στην εκπομπή ακτίνων X από την επιφάνεια ενός μετάλλου, όταν πάνω του προσπίπτουν ηλεκτρόνια μεγάλης ταχύτητας.
 - γ) στην κβάντωση της ενέργειας ενός ατόμου.
 - δ) στη μεταβολή του μήκους κύματος ακτίνων X, όταν υποστούν σκέδαση στην επιφάνεια ενός υλικού.

Μονάδες 5

- A4. Έστω Ψ η κυματοσυνάρτηση που περιγράφει την κυματική συμπεριφορά ενός σωματιδίου.

Σύμφωνα με τον Born η ποσότητα $|\psi|^2 dV \dots$

- α) ισούται με 1.
- β) ονομάζεται η συνθήκη κανονικοποίησης.
- γ) εκφράζει την ακριβή θέση του σωματιδίου μια δεδομένη χρονική στιγμή.
- δ) εκφράζει την πιθανότητα να βρίσκεται το σωματίδιο μέσα στον όγκο dV μια δεδομένη χρονική στιγμή.

Μονάδες 5

A.5 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό 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.

Κατά το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο σε μια συσκευή φωτοκυττάρου...

- α) εξέρχονται φωτοηλεκτρόνια από το μέταλλο της καθόδου, αν η συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας είναι ίση ή υψηλότερη από τη συχνότητα καταφυλίου.
- β) η ένταση του ρεύματος που μετρά το μικροαμπερόμετρο αυξάνεται γραμμικά καθώς αυξάνουμε την τάση ανόδου – καθόδου.
- γ) η κινητική ενέργεια με την οποία εξέρχονται τα φωτοηλεκτρόνια από την κάθοδο είναι ανάλογη της έντασης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
- δ) η ένδειξη του μικροαμπερόμετρου αυξάνεται όταν αυξηθεί η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
- ε) για διαφορές δυναμικού $V_{\text{καθόδου}} - V_{\text{ανόδου}} > V_0$, το φωτοηλεκτρικό ρεύμα μηδενίζεται.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Αν το έργο εξαγωγής από το μέταλλο της καθόδου ενός φωτοκυττάρου είναι ίσο με $\varphi = \frac{hf}{5}$, όπου f η συχνότητα της προσπίπτουσας μονοχρωματικής ακτινοβολίας, τότε η (μέγιστη) κινητική ενέργεια των εκπεμπόμενων από την κάθοδο φωτοηλεκτρονίων ισούται με:

- α) $\frac{hf}{5}$
- β) $\frac{4hf}{5}$
- γ) hf

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

Μονάδες 8

B2. Αν ένα φωτόνιο μήκους κύματος λ προσκρούσει σε ελεύθερο και πρακτικά ακίνητο ηλεκτρόνιο και χάσει το 60% της ενέργειας του, το μήκος κύματός του θα αυξηθεί κατά:

- α) 64% β) 80% γ) 150%

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

Μονάδες 8

B3. Ένα φωτόνιο ορμής μέτρου p συγκρούεται με ένα ελεύθερο και πρακτικά ακίνητο ηλεκτρόνιο. Αν το μέτρο της ορμής του φωτονίου μειώνεται λόγω της «κρούσης» κατά 75%...

A. το σκεδαζόμενο φωτόνιο έχει μήκος κύματος λ' ίσο με:

- α) $\lambda' = 2\lambda$ β) $\lambda' = 3\lambda$ γ) $\lambda' = 4\lambda$

B. το ηλεκτρόνιο αποκτά κινητική ενέργεια K_e ίση με:

- α) $\frac{1}{4}pc$ β) $\frac{1}{2}pc$ γ) $\frac{3}{4}pc$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (4+5)

ΘΕΜΑ Γ

Φωτόνιο ενέργειας $E = 0,2\text{MeV}$ προσπίπτει στην επιφάνεια γραφίτη και σκεδάζεται. Να υπολογίσετε:

Γ1. το μήκος κύματος του φωτονίου πριν τη σκέδαση,

Μονάδες 5

Γ2. το μήκος κύματος του φωτονίου που σκεδάζεται κατά $\phi = 90^\circ$ σε σχέση με την αρχική του διεύθυνση,

Μονάδες 5

Γ3. την ενέργεια του σκεδαζόμενου φωτονίου,

Μονάδες 5

Γ4. την κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου,

Μονάδες 5

Γ5. το μέτρο της ορμής του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου.

Μονάδες 5

Δίνεται η ταχύτητα του φωτός $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$, η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$, η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ και ότι $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σώμα μάζας $m = 1 \text{ kg}$ ισορροπεί δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 400 \text{ N/m}$, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο στο έδαφος.

Δ1. Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου.

Μονάδες 4

Ανασηκώνουμε το σώμα κατακόρυφα προς τα επάνω μέχρι τη θέση που το ελατήριο παύει να του ασκεί δύναμη και από τη θέση αυτή το αφήνουμε ελεύθερο τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$.

Δ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος από τη θέση ισορροπίας του. Να θεωρήσετε τη θετική φορά προς τα επάνω.

Μονάδες 5

Δ3. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της ορμής του σώματος.

Μονάδες 3

Δ4. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος κατά de Broglie που αντιστοιχεί στη μέγιστη ορμή του σώματος. Είναι ανιχνεύσιμο;

Μονάδες 4

Δ5. Αν σε κάθε θέση της τροχιάς του σώματος η αβεβαιότητα στη μέτρηση της απομάκρυνσής του από τη θέση ισορροπίας του είναι ίση με το μήκος κύματος που έχει κατά de Broglie, να υπολογίσετε την ελάχιστη αβεβαιότητα στη μέτρηση της ορμής του...

i) όταν διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του,

Μονάδες 4

ii) στη θέση όπου η δυναμική ενέργεια είναι τριπλάσια της κινητικής ενέργειας του σώματος.

Μονάδες 5

Δίνεται η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.