

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ & ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
...κάποια μέρα του ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ του 2023
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΠΕΝΤΕ (6)

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις **A1-A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην επιλογή σας, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

A1. Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση, χωρίς αρχική φάση, με περίοδο T και πλάτος A , το διανυόμενο διάστημα σε χρόνο $\Delta t = 7T/4$ είναι:

α) $3,5A$

β) $7A$

γ) $14A$

δ) $17,5A$

Μονάδες 5

A2. Όταν η ταχύτητα και η επιτάχυνση σε μια απλή αρμονική ταλάντωση είναι αντίρροπες, τότε η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης:

α) αυξάνεται

β) μειώνεται

γ) παραμένει σταθερή

δ) αυξάνεται αν $0 < x \leq +A$ και μειώνεται αν $-A \leq x < 0$.

Μονάδες 5

A3. Σώμα μάζας m εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k . Αν τετραπλασιάσουμε τη μάζα του σώματος τότε η συχνότητα της ταλάντωσής του:

α) υποδιπλασιάζεται

β) υποτετραπλασιάζεται

γ) διπλασιάζεται

δ) τετραπλασιάζεται

Μονάδες 5

A4. Σώμα εκτελεί φθίνουσα αρμονική ταλάντωση με δύναμη απόσβεσης ανάλογη της ταχύτητάς του. Το αρχικό (για $t=0$) πλάτος της ταλάντωσής του είναι A_0 και μετά την 1^η περίοδο γίνεται A_1 , μετά την 2^η γίνεται A_2 και μετά την 3^η, A_3 . Η σχέση που συνδέει τα πλάτη A_1 , A_2 και A_3 είναι:

α) $A_1 = \sqrt{A_2 \cdot A_3}$

β) $A_3 = \sqrt{A_1 / A_2}$

γ) $A_2 = \sqrt{A_1 \cdot A_3}$

δ) $A_3 = \sqrt{A_1 \cdot A_2}$

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) Σε κάθε απλή αρμονική ταλάντωση η δυναμική ενέργεια γίνεται 5-πλάσια της κινητικής, 5 φορές σε κάθε περίοδο.

β) Σύστημα εξαναγκασμένων ταλαντώσεων βρίσκεται σε συντονισμό. Αν αυξήσουμε τη συχνότητα του διεγέρτη το πλάτος της ταλάντωσης θα μειωθεί, ενώ αν μειώσουμε τη συχνότητα του διεγέρτη το πλάτος της ταλάντωσης θα αυξηθεί.

γ) Αυξάνοντας την σταθερά απόσβεσης σε ένα σύστημα εξαναγκασμένων ταλαντώσεων, η συχνότητα στην οποία παρατηρείται ο συντονισμός μειώνεται και το μέγιστο πλάτος κατά τον συντονισμό, επίσης μειώνεται.

δ) Δύο σώματα ίσων μαζών κρέμονται μαζί από κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς k και εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση. Η σταθερά επαναφοράς κάθε σώματος είναι $D = k/2$.

ε) Σώμα εκτελεί φθίνουσα αρμονική ταλάντωση με δύναμη απόσβεσης της μορφής $F' = -bu$, όπου u η ταχύτητα του σώματος και b μια θετική σταθερά. Αν κάποια χρονική στιγμή μια θετική θέση είναι θέση ισορροπίας, τότε σε αυτή τη θέση το σώμα πρέπει να έχει αρνητική ταχύτητα.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

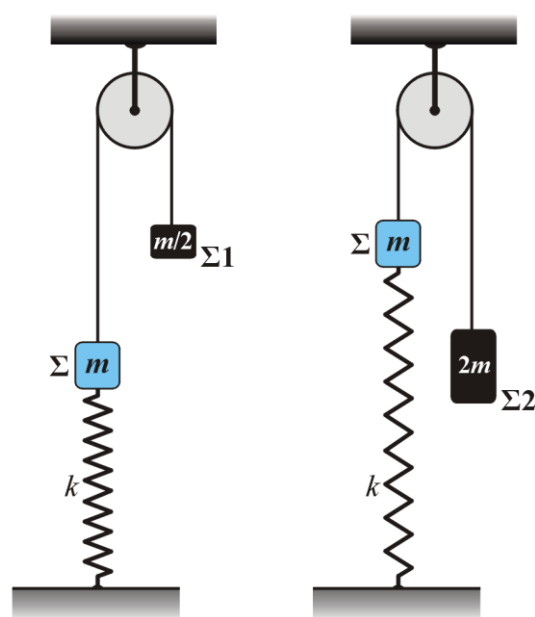
Β1. Σώμα Σ , μάζας m , είναι δεμένο στο άνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k , το κάτω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στο έδαφος. Στο πάνω μέρος του σώματος Σ , δένουμε αβαρές και μη εκτατό νήμα, το οποίο –μέσω ιδανικής τροχαλίας– καταλήγει σε σώμα Σ_1 , μάζας $m_1 = m/2$ (βλέπε **Σχήμα 1**). Κόβουμε το νήμα και το σώμα Σ ξεκινά κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση, πλάτους A_1 .

Σε ένα δεύτερο πείραμα, το άκρο του νήματος καταλήγει –μέσω ιδανικής τροχαλίας– σε σώμα Σ_2 , μάζας $m_2 = 2m$. Κόβουμε, πάλι, το νήμα και το σώμα Σ ξεκινά κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση, πλάτους A_2 . Ο λόγος των πλάτων A_1/A_2 είναι:

i. $1/2$

ii. $1/4$

iii. $1/8$



Σχήμα 1

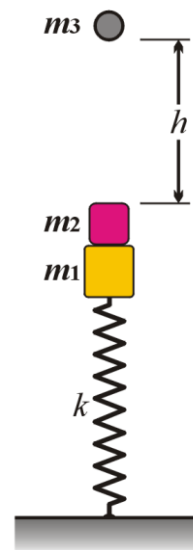
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

B2. Σώμα μάζας $m_1 = 2m$ είναι δεμένο στο άνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς k , το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο στο έδαφος. Πάνω στο σώμα m_1 τοποθετείται σώμα μάζας $m_2 = m$ και το σύστημα των δύο σωμάτων με το ελατήριο ισορροπεί κατακόρυφα. Από ύψος h , πάνω από το m_2 (βλέπε **Σχήμα 2**), αφήνεται σώμα μάζας $m_3 = 3m$ το οποίο εκτελώντας ελεύθερη πτώση, συγκρούεται ελαστικά και ακαριαία με το σύστημα των m_1 και m_2 . Μετά την κρούση, το m_3 απομακρύνεται από την κατακόρυφο και το σύστημα των m_1 και m_2 εκτελεί κατακόρυφη αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.



Σχήμα 2

Να βρεθεί το ελάχιστο ύψος h από το οποίο πρέπει να αφεθεί το m_3 , ώστε κατά την ταλάντωση που θα προκύψει, το m_2 να μην χάσει ποτέ την επαφή του με το m_1 .

i. $h = \frac{3mg}{2k}$

ii. $h = \frac{3mg}{k}$

iii. $h = \frac{mg}{2k}$

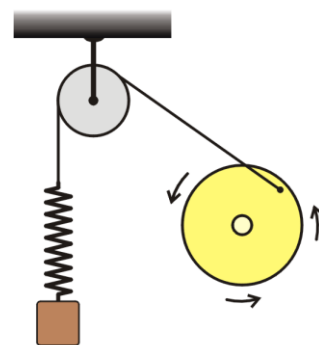
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

B3. Στο **Σχήμα 3** βλέπουμε μια διάταξη συντονισμού αποτελούμενη από ένα σύστημα ελατηρίου – σώματος, μια βοηθητική τροχαλία και έναν τροχό που με κατάλληλο μηχανισμό λειτουργεί ως διεγέρτης. Ο τροχός μπορεί και περιστρέφεται με συχνότητα f_δ η οποία μπορεί να πάρει σταδιακά διάφορες τιμές από μηδέν έως πάρα πολύ μεγάλες. Θέτουμε σε περιστροφή τον τροχό και ξεκινώντας από σχεδόν μηδενική f_δ , την αυξάνουμε σταδιακά. Παράλληλα παρατηρούμε το πλάτος ταλάντωσης του συστήματος ελατηρίου – σώματος.



Σχήμα 3

Βλέπουμε ότι για δύο διαφορετικές τιμές της f_δ (f_1 και f_2 , με $f_2 > f_1$) το πλάτος της ταλάντωσης του συστήματος είναι το ίδιο ($A_1 = A_2$). Επίσης βλέπουμε ότι για δύο άλλες διαφορετικές τιμές της f_δ (f_3 και f_4 , με $f_4 > f_3$) το πλάτος της ταλάντωσης είναι πάλι το ίδιο ($A_3 = A_4$). Αν γνωρίζουμε ότι $A_3 > A_1$, τότε για τις διαφορές $f_2 - f_1$ και $f_4 - f_3$ των συχνοτήτων ισχύει:

i. $f_2 - f_1 > f_4 - f_3$

ii. $f_2 - f_1 = f_4 - f_3$

iii. $f_2 - f_1 < f_4 - f_3$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

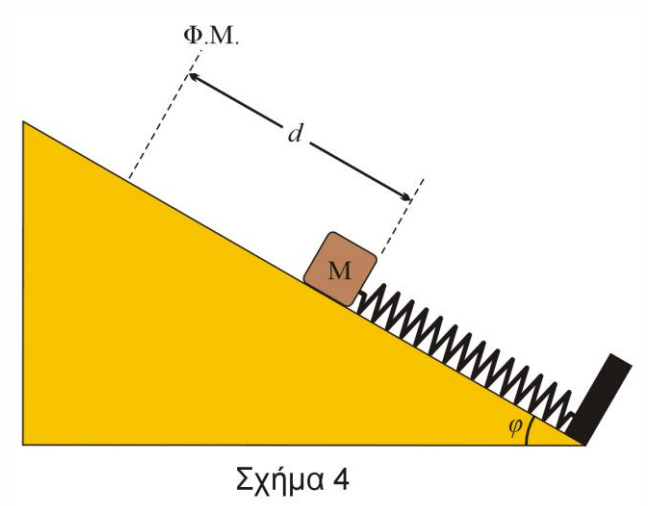
Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Γ

Σώμα μάζας $M=2\text{ kg}$ είναι δεμένο στο ένα άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k=100\text{ N/m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητο. Το σύστημα ελατηρίου – σώματος βρίσκεται σε λείο κεκλιμένο επίπεδο, γωνίας κλίσης $\varphi=30^\circ$ και αρχικά το κρατάμε ακίνητο έτσι ώστε το ελατήριο να είναι συσπειρωμένο κατά $d=0,4\text{ m}$ από το φυσικό του μήκος (ΦΜ), όπως φαίνεται στο **Σχήμα 4**. Αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο και αυτό εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D=k$.



Γ1. Να βρεθεί το πλάτος της ταλάντωσης (3 μονάδες) και η ενέργεια της ταλάντωσης (2 μονάδες) του σώματος.

Μονάδες 5

Γ2. Όταν το σώμα διέρχεται για 1^η φορά από τη Θέση Ισορροπίας της ταλάντωσης του να βρεθούν οι ρυθμοί μεταβολής:

- i. της κινητικής ενέργειας (1 μονάδα)
- ii. της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης (1 μονάδα)
- iii. της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας (2 μονάδες)
- iv. της δυναμικής ενέργειας του ελατηρίου (2 μονάδες)

Μονάδες 6

Γ3. Όταν το σώμα διέρχεται από τη Θέση Φυσικού Μήκους του ελατηρίου να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας του σώματος.

Μονάδες 4

Τη στιγμή που το σώμα, μάζας M , διέρχεται (για 1^η φορά) από τη θέση Φυσικού Μήκους του ελατηρίου συγκρούεται πλαστικά με βλήμα, μάζας m , που κινείται με ταχύτητα u_2 , αντίρροπη της u_1 , με μέτρο $u_2=4\text{ m/s}$. Το αποτέλεσμα της κρούσης είναι το συσσωμάτωμα να ακινητοποιηθεί στιγμιαία.

Γ4. Να βρεθεί η μάζα m του βλήματος.

Μονάδες 4

Το συσσωμάτωμα στη συνέχεια θα εκτελέσει μια νέα απλή αρμονική ταλάντωση (και πάλι με σταθερά επαναφοράς $D=k$). Για την ταλάντωση αυτή θεωρούμε $t=0$, τη στιγμή της κρούσης και θετική φορά την προς τα πάνω (προς την κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου).

Γ5. Να βρεθεί η συνάρτηση της ταχύτητας ταλάντωσης του συσσωματώματος (3 μονάδες) και να γίνει η αντίστοιχη γραφική παράσταση για χρονική διάρκεια μιας περιόδου (2 μονάδες).

Μονάδες 5

Τριβές και αντιστάσεις αέρα δεν υπάρχουν. Δίνονται: $g=10\text{ m/s}^2$ και $\eta\mu 30^\circ=1/2$.

ΘΕΜΑ Δ

Δύο ιδανικά ελατήρια σταθερών $k_1 = 300 \text{ N/m}$ και $k_2 = 100 \text{ N/m}$ βρίσκονται στερεωμένα κατακόρυφα, όπως δείχνει το **Σχήμα 5**. Τα ελεύθερα άκρα των ελατηρίων βρίσκονται στις θέσεις $x_1 = 0,5 \text{ m}$ και $x_2 = 0,3 \text{ m}$ του κατακόρυφου αριθμημένου άξονα του σχήματος και απέχουν $S = 0,2 \text{ m}$. Δένουμε στα άκρα των ελατηρίων ένα σώμα αμελητέων διαστάσεων και μάζας $m = 6 \text{ kg}$ και αφήνουμε το σύστημα να ισορροπήσει ακίνητο.

Δ1. Να αποδειχθεί ότι στη θέση που ισορροπεί το σώμα, το ελατήριο σταθεράς k_2 δεν παρουσιάζει παραμόρφωση.

Μονάδες 4

Από τη θέση ισορροπίας του, εκτρέπουμε το σώμα κατά $d = 0,2 \text{ m}$ προς τα πάνω και τη χρονική στιγμή $t = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο.

Δ2. Να αποδειχθεί ότι το σώμα θα εκτελέσει κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση (μονάδες 3) με συχνότητα $f = 5\sqrt{6}/3\pi \text{ Hz}$ (μονάδες 2).

Μονάδες 5

Δ3. Να βρεθεί η εξίσωση της επιτάχυνσης του σώματος σε συνάρτηση με τον χρόνο (μονάδες 3) και να γίνει η αντίστοιχη γραφική παράσταση για το χρονικό διάστημα από $t = 0$ μέχρι $t = \pi\sqrt{6}/5 \text{ sec}$ (μονάδες 2).

Μονάδες 5

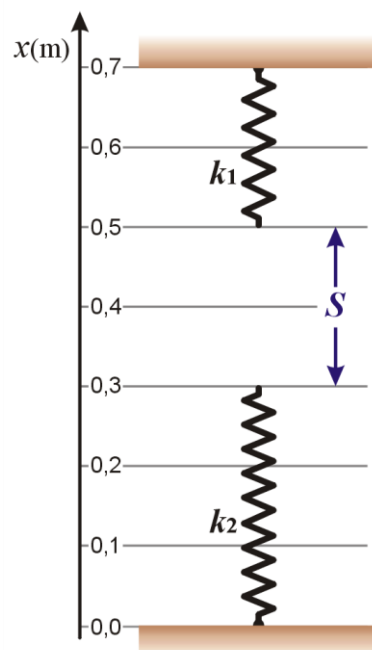
Δ4. Όταν το σώμα διέρχεται από τη θέση $x = 0,4 \text{ m}$ του αριθμημένου άξονα, κινούμενο προς τα κάτω να βρεθούν:

- i. η κινητική του ενέργεια (μονάδες 2).
- ii. ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής του ενέργειας (μονάδες 2).
- iii. ο ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του ελατηρίου σταθεράς k_1 (μονάδες 3).

Μονάδες 7

Δ5. Να βρεθεί η εξίσωση της δύναμης του ελατηρίου σταθεράς k_2 σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x του σώματος από τη θέση ισορροπίας του (μονάδες 2) και να γίνει η αντίστοιχη γραφική παράσταση (μονάδες 2).

Μονάδες 4



Σχήμα 5

Δίνεται: τριβές και αντιστάσεις αέρα δεν υπάρχουν, η θετική φορά είναι η προς τα πάνω και η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΟΔΗΓΙΕΣ (για τους εξεταζομένους)

- 1. Στο εξώφυλλο** του τετραδίου να γράψετε το εξεταζόμενο μάθημα. **Στο εσώφυλλο πάνω-πάνω** να συμπληρώσετε τα ατομικά στοιχεία μαθητή. **Στην αρχή των απαντήσεών σας** να γράψετε πάνω-πάνω την ημερομηνία και το εξεταζόμενο μάθημα. **Να μην αντιγράψετε** τα θέματα στο τετράδιο και **να μη γράψετε** πουθενά στις απαντήσεις σας το όνομά σας.
- 2.** Να γράψετε το ονοματεπώνυμό σας στο πάνω μέρος των φωτοαντιγράφων αμέσως μόλις σας παραδοθούν. **Τυχόν σημειώσεις σας πάνω στα θέματα δεν θα βαθμολογηθούν σε καμία περίπτωση.** Κατά την αποχώρησή σας να παραδώσετε μαζί με το τετράδιο και τα φωτοαντίγραφα.
- 3.** Να απαντήσετε **στο τετράδιό σας** σε όλα τα θέματα **μόνο** με μπλε ή **μόνο** με μαύρο στυλό με μελάνι που δεν σβήνει. **Για τα σχήματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μολύβι.**
- 4.** Κάθε απάντηση επιστημονικά τεκμηριωμένη είναι αποδεκτή.
- 5.** Διάρκεια εξέτασης: τρεις (3) ώρες μετά τη διανομή των φωτοαντιγράφων.
- 6.** Ώρα δυνατής αποχώρησης: 10.00 π.μ.

ΣΑΣ ΕΥΧΟΜΑΣΤΕ ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

ΤΕΛΟΣ ΜΗΝΥΜΑΤΟΣ