



**A.3.** Ένα σώμα μάζας  $m$  είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζοντίου ελατηρίου και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση σε λείο οριζόντιο επίπεδο με περίοδο  $T$ . Αντικαθιστούμε το σώμα μάζας  $m$  με ένα άλλο σώμα τετραπλάσιας μάζας και το αναγκάζουμε πάλι να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση. Η περίοδος της νέας ταλάντωσης είναι :

(α)  $\frac{T}{2}$ ,

(β)  $T$ ,

(γ)  $2T$ ,

(δ) απροσδιόριστη, γιατί δεν έχουμε πληροφορίες για τα πλάτη των ταλαντώσεων.

**A.4.** Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και κάποια χρονική στιγμή η φάση της είναι ίση με  $\frac{15\pi}{4} rad$ . Αυτή την χρονική στιγμή το σώμα :

(α) έχει θετική ταχύτητα και απομάκρυνση.

(β) έχει θετική επιτάχυνση και ταχύτητα.

(γ) έχει αρνητική ταχύτητα και απομάκρυνση.

(δ) έχει αρνητική επιτάχυνση και ταχύτητα.

**A.5.** Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη. **[5 × 1 = 5 μονάδες]**

(α) Η περίοδος μιας απλής αρμονικής ταλάντωσης είναι ανάλογη του πλάτους ταλάντωσης.

(β) Στο σύστημα μάζας ελατηρίου η σταθερά επαναφοράς είναι ανάλογη της μάζας του σώματος.

- (γ) Σώμα μάζας  $m$  εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, στερεωμένο στο ελεύθερο άκρο ενός ελατηρίου. Αν συγκρουστεί μετωπικά και ελαστικά με δεύτερο σώμα ίσης μάζας, τότε διπλασιάζεται η σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης.
- (δ) Η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης ενός συστήματος μάζας ελατηρίου ταυτίζεται πάντα με την δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης του ελατηρίου.
- (ε) Η Κινητική και η Δυναμική Ενέργεια της ταλάντωσης μεγιστοποιούνται 4 φορές στην χρονική διάρκεια μιας ταλάντωσης.

## Θέμα Β

**B.1.** Σώμα μάζας  $m$  ισορροπεί δεμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k$  που το άλλο άκρο του είναι στερεωμένο στην οροφή ενός εργαστηρίου.

Με την βοήθεια μεταβλητής δύναμης μετακινούμε το σώμα μέχρι την θέση στην οποία δεν του ασκείται δύναμη από το ελατήριο. Από αυτήν την θέση το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί χωρίς αρχική ταχύτητα την στιγμή που θεωρούμε ως  $t_0 = 0$ .

Την χρονική στιγμή  $t_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$  το μέτρο της ταχύτητας του σώματος θα είναι:

(α)  $g\sqrt{\frac{m}{k}}$

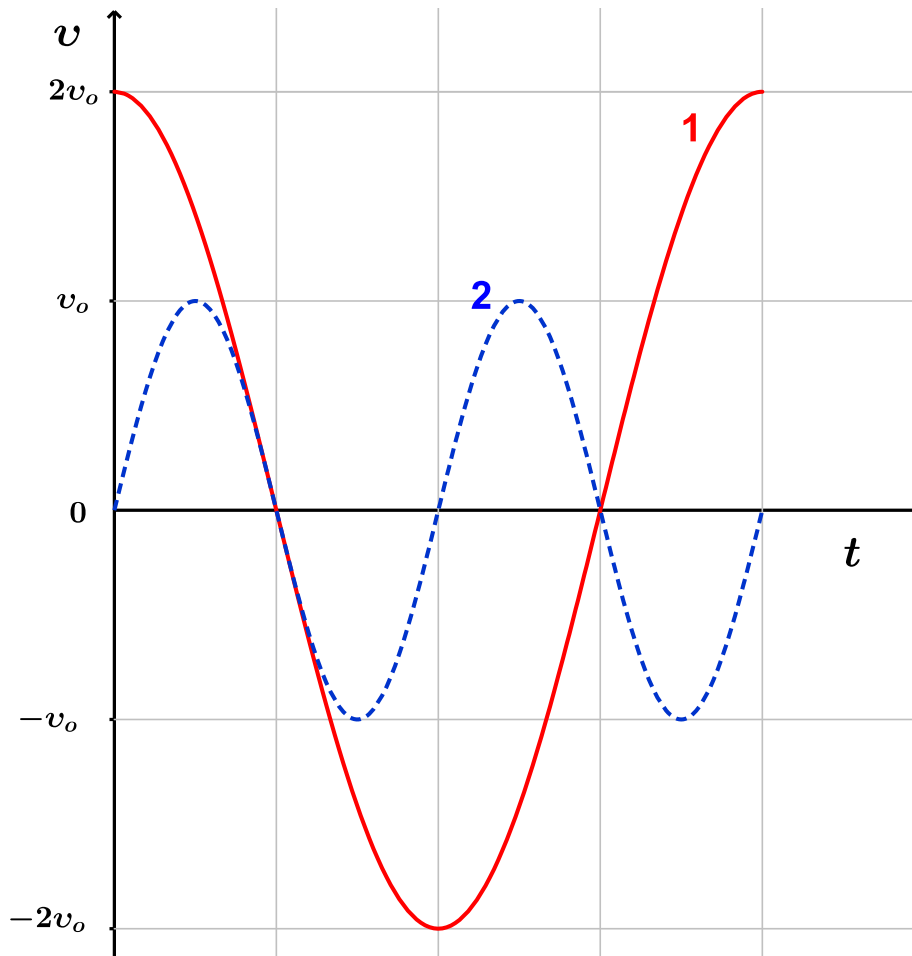
(β)  $g\sqrt{\frac{k}{m}}$

(γ)  $2g\sqrt{\frac{m}{k}}$

Η επιτάχυνση της βαρύτητας θεωρείται γνωστή και ίση με  $g$ .

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **[2+7=9 μονάδες]**

**B.2.** Δύο σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  με μάζες  $m_1 = m$  και  $m_2 = 2m$  εκτελούν ανεξάρτητες ταλαντώσεις για τις οποίες δίνεται το κοινό διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με τον χρόνο.



Αν  $F_1$  και  $F_2$  είναι το μέτρο της δύναμης επαναφοράς για το  $\Sigma_1$  και το  $\Sigma_2$  αντίστοιχα στην θέση μέγιστης δυναμικής ενέργειας για την κάθε ταλάντωση, τότε:

(α)  $\frac{F_1}{F_2} = 1$

(β)  $\frac{F_1}{F_2} = 2$

(γ)  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{2}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [ 2+6 = 8 μονάδες]

**B.3.** Ένα σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1$  είναι δεμένο στην άκρη οριζώντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k$  και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους  $A$  σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Όταν διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του, συγκρούεται πλαστικά με δεύτερο ακίνητο σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2$ .

Αν η ενέργεια της ταλάντωσης του συσσωματώματος μετά την κρούση είναι ίση με το 25% της ενέργειας της ταλάντωσης του  $\Sigma_1$  πριν την κρούση, τότε για τον λόγο των μαζών των δύο σωμάτων ισχύει ότι:

$$\text{(α)} \frac{m_1}{m_2} = 3$$

$$\text{(β)} \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$$

$$\text{(γ)} \frac{m_1}{m_2} = 1$$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **[2+6= 8 μονάδες]**

## Θέμα Γ

Σώμα μάζας  $m = 0,5\text{kg}$  εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με περίοδο  $T$ . Η συνολική ενέργεια της ταλάντωσης είναι  $E = 4\text{J}$ . Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  το σώμα έχει τη μέγιστη κινητική του ενέργεια και κινείται προς την αρνητική κατεύθυνση, ενώ τη χρονική στιγμή  $\frac{T}{12}$  βρίσκεται στη θέση  $x = -0,2m$ .

- Γ.1** Να δικαιολογήσετε ότι η ταλάντωση έχει αρχική φάση και να υπολογίσετε την τιμή της.
- Γ.2** Να βρείτε τη σχέση επιτάχυνσης- απομάκρυνσης και να την παραστήσετε γραφικά σε κατάλληλα βαθμολογημένους άξονες.
- Γ.3** Να γράψετε την εξίσωση της δύναμης επαναφοράς σε συνάρτηση με το χρόνο και να την παραστήσετε γραφικά σε κατάλληλα βαθμολογημένους άξονες για διάστημα δύο επαναλήψεων της κίνησης.
- Γ.4** Να υπολογίσετε το έργο της συνισταμένης δύναμης που δέχεται το σώμα, από τη χρονική στιγμή  $t = 0$  έως τη χρονική στιγμή  $t = \frac{T}{12}$ .

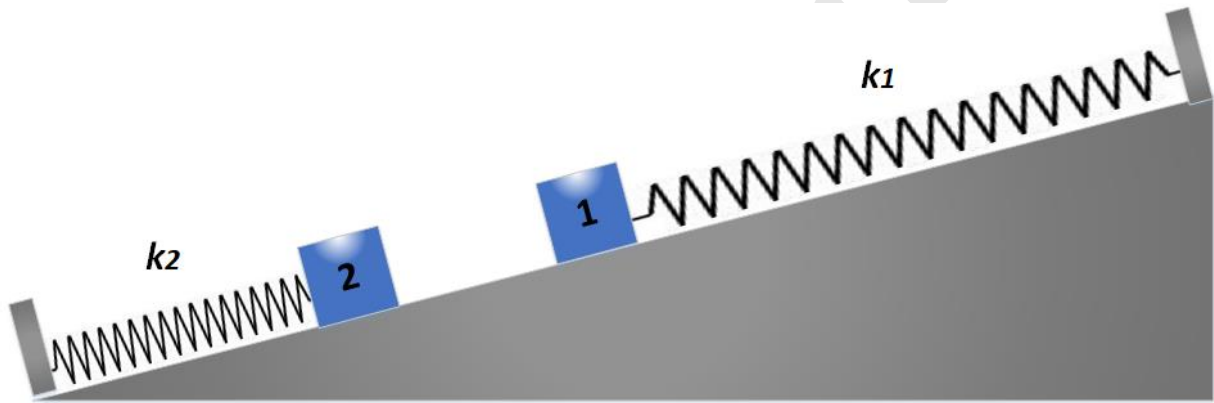
$$\text{Δίνεται: } \pi^2 \simeq 10, \sigma\upsilon\nu\pi = -1, \sigma\upsilon\nu\frac{7\pi}{6} = -\frac{1}{2}$$

**[5+7+7+6 μονάδες]**

## Θέμα Δ

Σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης  $\phi = 30^\circ$  ισορροπούν δύο σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  με μάζες  $m_1 = m_2 = m = 1\text{kg}$  αναρτημένα σε δύο ιδανικά ελατήρια με σταθερές  $k_1 = k_2 = 100\text{N/m}$ . Τα ελατήρια έχουν το ένα άκρο τους ακλόνητα στερεωμένο και όταν αυτά βρίσκονται στο φυσικό τους μήκος, τα ελεύθερα άκρα τους απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $d = 0,05\text{m}$ .

Με κατάλληλη μεταβλητή δύναμη εκτρέπω το  $\Sigma_1$  προς τα πάνω μέχρι το ελατήριο να συσπειρωθεί κατά  $d$  από το φυσικό του μήκος. (Θέση Δ) και από αυτή την θέση το αφήνω ελεύθερο να κινηθεί χωρίς αρχική ταχύτητα, οπότε στην συνέχεια θα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.



**Δ.1** Να υπολογιστεί η ενέργεια που ξοδέψαμε για την εκτροπή του σώματος μέχρι την θέση Δ.

Το  $\Sigma_1$  σε μια χρονική στιγμή που θα την θεωρήσουμε ως  $t_0 = 0$  συγκρούεται κεντρικά με το ακίνητο  $\Sigma_2$  με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί συσσωμάτωμα.

**Δ.2** Να δείξετε ότι το συσσωμάτωμα θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογιστεί ο χρόνος για μια πλήρη επανάληψη της κίνησης.

**Δ.3** Θεωρώντας ως θετική την ταχύτητα του  $\Sigma_1$  πριν την κρούση να δείξετε ότι η χρονική εξίσωση απομάκρυνσης από την θέση ισορροπίας του συσσωματώματος δίνεται από την συνάρτηση:

$$x = 0,05\eta\mu\left(10t + \frac{\pi}{6}\right) \quad (S.I.)$$

**Δ.4** Να υπολογίσετε την χρονική στιγμή κατά την οποία η επιτάχυνση του συσσωματώματος θα γίνει μέγιστη για πρώτη φορά μετά την κρούση.

**Δ.5** Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της ορμής του σώματος  $\Sigma_2$  την παραπάνω χρονική στιγμή.

**Δίνονται:** η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10\text{m/s}^2$ . Να θεωρήσετε αμελητέες τις διαστάσεις των σωμάτων.

**[5+5+6+5+4 μονάδες]**

**Να διαβάσετε με προσοχή τις παρακάτω οδηγίες**

- Στο εξώφυλλο του τετραδίου σας 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
- 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.
- Να απαντήσετε στο τετράδιο σας σε όλα τα θέματα μόνο με μπλε ή μόνο με μαύρο στυλό, με μελάνι που δεν σβήνει. Μολύβι επιτρέπεται, μόνο αν το ζητάει η εκφώνηση, και μόνο για πίνακες, διαγράμματα κλπ
- Κάθε απάντηση επιστημονικά τεκμηριωμένη είναι αποδεκτή.
- Διάρκεια εξέτασης: τρεις (3) ώρες μετά τη διανομή των φωτοαντιγράφων.

**Καλή Επιτυχία!**