

A.3. Σώμα εκτελεί ταλάντωση δεμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου. Στο ίδιο ελατήριο δένουμε σώμα τετραπλάσιας μάζας το οποίο εκτελεί ταλάντωση με το ίδιο πλάτος, για την νέα ταλάντωση :

- (α) η κυκλική συχνότητα διπλασιάζεται
- (β) η περίοδος διπλασιάζεται
- (γ) η ολική ενέργεια διπλασιάζεται
- (δ) το μέτρο της μέγιστης δύναμης επαναφοράς διπλασιάζεται.

A.4. Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και κάποια χρονική στιγμή η φάση της είναι ίση με $\frac{2\pi}{3} rad$. Αυτή την χρονική στιγμή το σώμα :

- (α) έχει θετική ταχύτητα και θετική απομάκρυνση
- (β) έχει θετική επιτάχυνση
- (γ) κατευθύνεται προς την θέση ισορροπίας
- (δ) έχει θετική φορά κίνησης

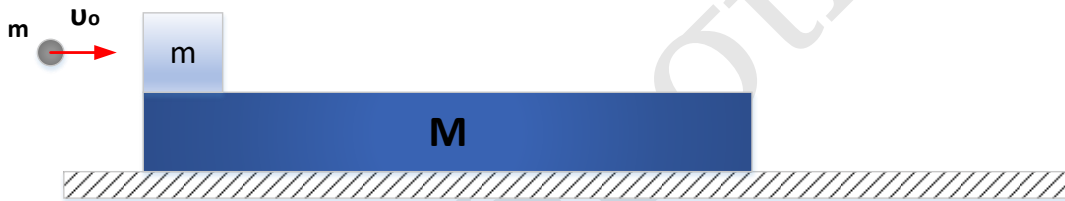
A.5. Να γράψετε στο τετράδιο σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη. **[5 × 1 = 5 μονάδες]**

- (α) Η ορμή ενός μονωμένου συστήματος σωμάτων δεν διατηρείται κατά την διάρκεια μιας ανελαστικής κρούσης.
- (β) Μικρή σφαίρα συγκρούεται ελαστικά και πλάγια με κατακόρυφο τοίχο. Τόσο η κινητική ενέργεια όσο και η ορμή της παραμένουν σταθερά.
- (γ) Οριζόντιο σύστημα ελατηρίου μάζας εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, αν συγκρουστεί μετωπικά και ελαστικά με δεύτερο σώμα ίσης μάζας, τότε διπλασιάζεται η σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης.
- (δ) Η σταθερά ενός ελατηρίου εξαρτάται από τις διαστάσεις του και το υλικό κατασκευής του.

- (ε) Η Δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης ενός συστήματος μάζας ελατηρίου ταυτίζεται πάντα με την δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης του ελατηρίου.

Θέμα Β

Β.1. Σώμα Σ_1 και μάζας m ισορροπεί στο αριστερό άκρο ακίνητης πλατφόρμας μάζας $M = 8m$ η οποία είναι ακίνητη πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο, όπως στο σχήμα. Το Σ_1 παρουσιάζει με την πλατφόρμα συντελεστή τριβής ολίσθησης μ . Βλήμα μάζα m που κινείται οριζόντια, σφηνώνεται με ταχύτητα μέτρου v_0 στο σώμα Σ_1 .



Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα ολισθαίνει πάνω στην πλατφόρμα, χωρίς να πέφτει από αυτή. Η θερμότητα που εκλύεται λόγω της τριβής ολίσθησης θα είναι ίση με :

(α) $\frac{mv_0^2}{20}$

(β) $\frac{mv_0^2}{10}$

(γ) $\frac{mv_0^2}{5}$

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

Β.2. 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 :

$$\text{(α)} g\sqrt{\frac{m}{k}}$$

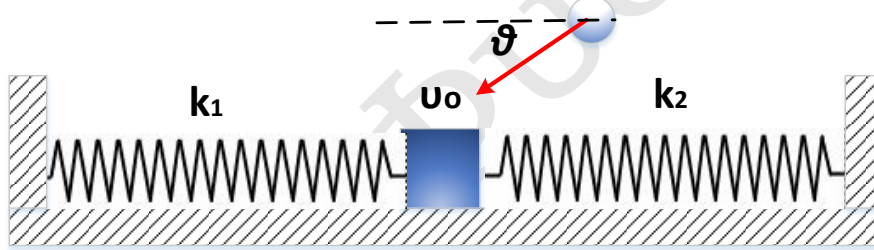
$$\text{(β)} g\sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\text{(γ)} 2g\sqrt{\frac{m}{k}}$$

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+6= 8 μονάδες]**

B.3. Σώμα μάζας $m_1 = m$ είναι στερεωμένο στα ελεύθερα άκρα δύο οριζόντιων ιδανικών ελατηρίων σταθερών $k_1 = k_2 = k$ και ισορροπεί ακίνητο. Ένα βλήμα μάζας $m_2 = m$ σφηνώνεται με ταχύτητα v_0 υπό γωνία $\phi = 60^\circ$ και κινητική ενέργεια K_0 όπως φαίνεται στο σχήμα. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Η μέγιστη Δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης του ελατηρίου k_1 κατά την διάρκεια της ταλάντωσης θα είναι ίση με:



$$\text{(α)} \frac{K_0}{8}$$

$$\text{(β)} \frac{K_0}{16}$$

$$\text{(γ)} \frac{K_0}{64}$$

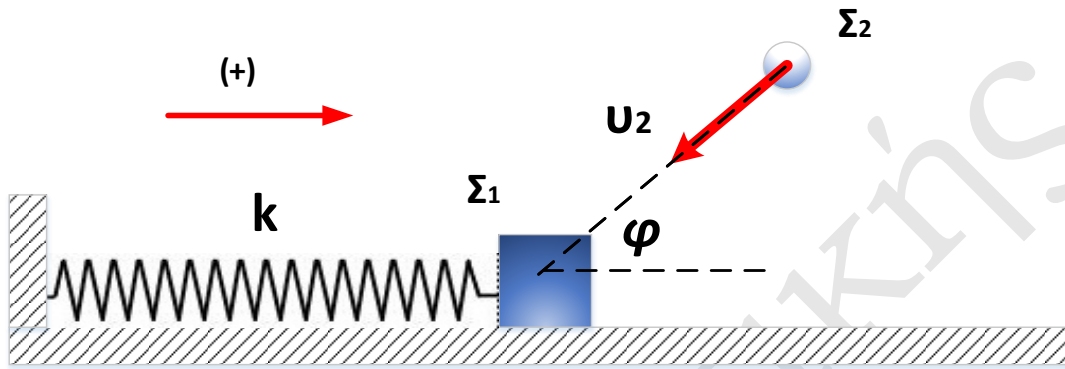
Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **[2+7=9 μονάδες]**

Θέμα Γ

Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{kg}$ είναι δεμένο στο 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 $A = 0,4\text{m}$, σε λείο οριζόντιο επίπεδο.

Τη χρονική στιγμή που το σώμα Σ_1 έχει απομάκρυνση $x_1 = \frac{A\sqrt{3}}{2}$, κινούμενο κατά τη θετική φορά, συγκρούεται πλαστικά με σώμα Σ_2 , μάζας

$m_2 = 3kg$. Το σώμα Σ_2 κινείται, λίγο πριν την κρούση, με ταχύτητα $v_2 = 8m/s$ σε διεύθυνση που σχηματίζει γωνία ϕ (όπου $\sin\phi = \frac{1}{3}$) με το οριζόντιο επίπεδο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το συσσωμάτωμα που προκύπτει μετά την κρούση, εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.



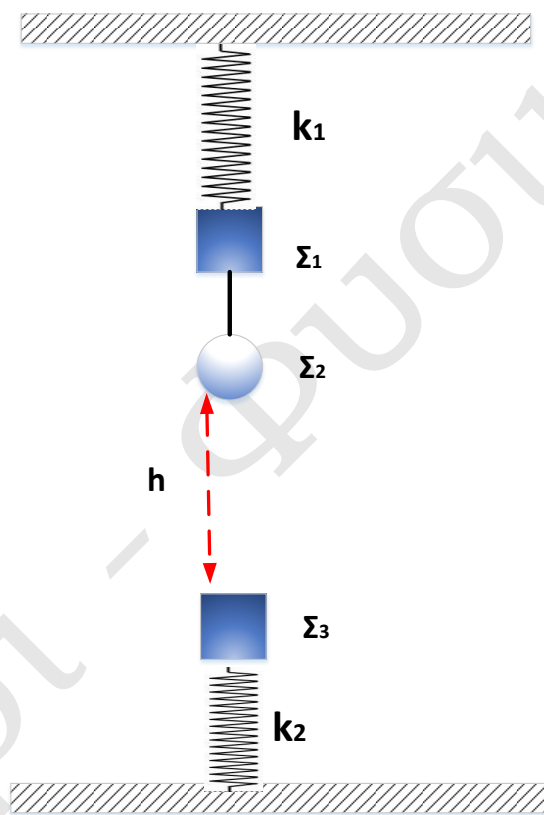
- Γ.1** Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος, αμέσως μετά την κρούση.
- Γ.2** Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος.
- Γ.3** Να εκφράσετε την κινητική ενέργεια του συσσωματώματος σε συνάρτηση με την απομάκρυνση. Να σχεδιάσετε (με στυλό) σε βαθμολογημένους άξονες την κινητική ενέργεια του συσσωματώματος σε συνάρτηση με την απομάκρυνση.
- Γ.4** Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της Κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος την χρονική στιγμή που η Κινητική Ενέργεια είναι τριπλάσια της Δυναμικής ενέργειας παραμόρφωσης του ελατηρίου για 2η φορά.

Να θεωρήσετε τις διαστάσεις των σωμάτων αμελητέες και την διάρκεια της κρούσης αμελητέα. Επίσης η θετική φορά είναι η φορά που φαίνεται στο σχήμα.

[6+6+6+7 μονάδες]

Θέμα Δ

Τα σώματα Σ_1 , Σ_2 του σχήματος έχουν μάζες $m_1 = m_2 = m = 1\text{kg}$ και συνδέονται με αβαρές μη εκτατό νήμα. Το Σ_1 είναι στερεωμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k_1 = 100\text{N/m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οροφή. Τα δύο σώματα ισορροπούν, όπως φαίνεται στο σχήμα και σε κάποια χρονική στιγμή κόβεται το νήμα που συνδέει τις δύο μάζες.



- Δ.1** Να αποδείξετε ότι το Σ_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε την περίοδο της.
- Δ.2** Να γράψετε την εξίσωση της ταχύτητας του Σ_1 σε συνάρτηση με τον χρόνο και να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες το αντίστοιχο διάγραμμα. Να θεωρήσετε ως χρονική στιγμή $t_0 = 0$ την στιγμή που κόβουμε το νήμα και ως θετική την φορά προς τα κάτω.

Δ.3 Να γράψετε την εξίσωση της δύναμης του ελατηρίου σε συνάρτηση με την απομάκρυνση από την θέση ισορροπίας.

Στο κάτω μέρος του Σ_2 και σε απόσταση h από την αρχική του θέση ισορροπεί σώμα Σ_3 μάζας $m_3 = 2m$ δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k_2 = 200\text{N/m}$. Πριν κόψουμε το νήμα εκτρέπουμε το Σ_3 από την θέση ισορροπίας του συμπιέζοντας επιπλέον το ελατήριο κατά $d = \frac{\pi}{5}m$.

Την στιγμή που θεωρήσαμε ως στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε ελεύθερο το Σ_3 από την θέση αρχικής εκτροπής με αποτέλεσμα να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση. Το Σ_3 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το Σ_2 , που κινείται στην διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου, την χρονική στιγμή που διέρχεται για πρώτη φορά από την θέση ισορροπίας του.

Δ.4 Να βρεθεί το ύψος h και η μεταβολή της ορμής του Σ_2 εξαιτίας της κρούσης.

Δ.5 Να βρεθεί ο λόγος της ενέργειας ταλάντωσης που θα εκτελέσει το Σ_3 μετά την κρούση, προς την ενέργεια της ταλάντωσης του πριν την κρούση.

Δίνεται: $\pi^2 = 10$ και $g = 10\text{m/s}^2$. Η διάρκεια της κρούσης να θεωρηθεί αμελητέα και οι διαστάσεις των σωμάτων αμελητέες.

[5+5+5+5+5 μονάδες]

Οδηγίες

- Γράφουμε όλες τις απαντήσεις στην κόλλα αναφοράς.
- Κάθε επιστημονικά τεκμηριωμένη λύση είναι σωστή.
- Το άγχος δεν βοήθησε ποτέ κανένα!

Επιμέλεια: Δρ. Μιχάλης Καραδημητρίου, Φυσικός

- Μπορώ να υπολογίσω την κίνηση των αστεριών, αλλά όχι την τρέλα των ανθρώπων -

Isaac Newton

Καλή Επιτυχία!