



- (γ) όλη η κινητική ενέργεια της σφαίρας  $\Sigma_1$  μεταφέρθηκε στη σφαίρα  $\Sigma_2$ .
- (δ) ισχύει  $\Delta\vec{P}_1 = -\Delta\vec{P}_2$ , όπου  $\Delta\vec{P}_1, \Delta\vec{P}_2$  οι μεταβολές των ορμών των δύο σφαιρών.

**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)  $T$
- (β)  $2T$
- (γ)  $\frac{T}{2}$
- (δ) απροσδιόριστη, γιατί δεν έχουμε πληροφορίες για τα πλάτη των ταλαντώσεων

**A.4.** Σε ένα σώμα που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, όταν η επιτάχυνσή του είναι θετική και το μέτρο της μειώνεται, τότε η ταχύτητα του σώματος είναι:

- (α) θετική και το μέτρο της αυξάνεται
- (β) θετική και το μέτρο της μειώνεται
- (γ) αρνητική και το μέτρο της αυξάνεται
- (δ) αρνητική και το μέτρο της μειώνεται

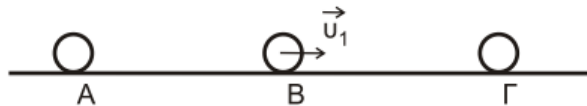
**A.5.** Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη. **[5 × 1 = 5 μονάδες]**

- (α) Στην κεντρική ελαστική κρούση δύο σωμάτων η μεταβολή της ορμής του ενός σώματος είναι πάντα αντίθετη από την μεταβολή της ορμής του άλλου σώματος

- (β) Κατά την πλαστική κρούση δύο σωμάτων, η μηχανική ενέργεια του συστήματος παραμένει σταθερή.
- (γ) Για ένα σώμα που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση το διάνυσμα της απομάκρυνσης από την θέση ισορροπίας και το διάνυσμα της ταχύτητας έχουν συνεχώς την ίδια διεύθυνση.
- (δ) Ο ρυθμός μεταβολής της Ορμής για ένα σώμα που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση είναι σταθερός.
- (ε) Η σταθερά επαναφοράς μιας αρμονικής ταλάντωσης είναι ανάλογη της δύναμης επαναφοράς που ασκείται στο ταλαντούμενο σώμα.

## Θέμα Β

**B.1.** 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 Β είναι:

(α)  $\frac{1}{81}$

(β) 81

(γ)  $\frac{4}{81}$

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

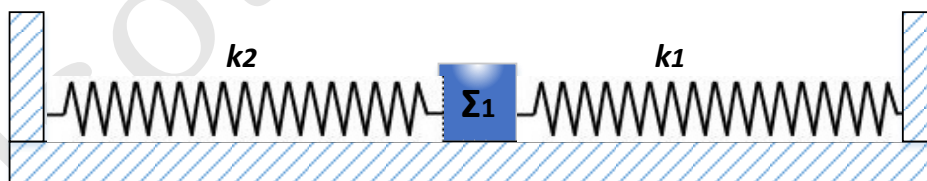


- Γ.1** Να βρείτε πόσο απέχουν μεταξύ τους οι ακραίες θέσεις της ταλάντωσης του σώματος.
- Γ.2** Να γράψετε την εξίσωση και να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της δύναμης επαναφοράς σε συνάρτηση με την απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας του σε αριθμημένους άξονες.
- Γ.3** Να υπολογίσετε τη μετατόπιση καθώς και το διάστημα που διένυσε το σώμα στο χρονικό διάστημα από τη στιγμή  $t_1 = 0$ , έως τη χρονική στιγμή  $t_2 = \frac{5\pi}{60} s$ .
- Γ.4** Να βρείτε το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος τη χρονική στιγμή που το σώμα διέρχεται από τη θέση  $x = +\frac{A}{2}$ , όπου  $A$  είναι το πλάτος της ταλάντωσης και επιταχύνεται.

[6+6+6+7 μονάδες]

## Θέμα Δ

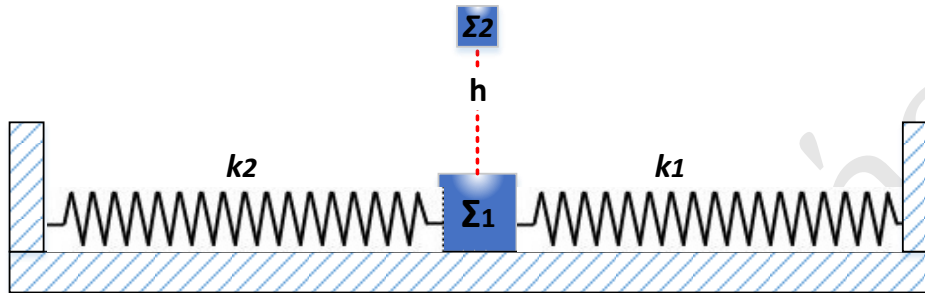
Σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1 = 1 kg$  ισορροπεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο δεμένο στα ελεύθερα άκρα δύο ιδανικών ελατηρίων με σταθερές  $k_1 = k_2 = k = 50 N/m$  τα οποία έχουν το ένα άκρο τους ακλόνητα στερεωμένο και βρίσκονται στο φυσικό τους μήκος.



Εκτρέπω το σώμα από την ισορροπία, έτσι ώστε η ενέργεια ελαστικής παραμόρφωσης του κάθε ελατηρίου να γίνει  $1 J$  και την χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  το αφήνω ελεύθερο από την θέση αυτή.

- Δ.1** Να δείξετε ότι το σώμα θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση και να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης του σε συνάρτηση με τον χρόνο, θεωρώντας ως θετική την φορά της αρχικής εκτροπής.

- Δ.2** Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας ταλάντωσης σε μια χρονική στιγμή για τον οποία το σώμα διέρχεται επιταχυνόμενο από την θέση  $x_1 = -0,1m$ .



Δεύτερο σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2 = 3kg$  αφήνεται να πέσει από ύψος  $h$  και πέφτει πάνω στο  $\Sigma_1$ , χωρίς να αναπηδήσει, όταν εκείνο διέρχεται από την θέση ισορροπίας του κινούμενο κατά την θετική φορά. Το σύστημα των δύο σωμάτων συνεχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

- Δ.3** Να βρεθεί το πλάτος και η περίοδος της νέας ταλάντωσης.
- Δ.4** Να βρεθεί η εξίσωση του ρυθμού μεταβολής της ορμής του συστήματος των δύο σωμάτων σε συνάρτηση με τον χρόνο. Να θεωρήσετε θετική την φορά προς τα δεξιά και  $t_0 = 0$  την στιγμή μετά την κρούση.
- Δ.5** Να βρεθεί η ελάχιστη τιμή του συντελεστή στατικής τριβής ανάμεσα στα δύο σώματα, ώστε να παραμένουν σε επαφή σε όλη την διάρκεια της ταλάντωσης τους.

**Δίνεται:**  $g = 10m/s^2$ .

**[6+6+4+4+5 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.

**Επιμέλεια: Δρ. Μιχάλης Καραδημητρίου, Φυσικός**

**Καλή Επιτυχία!**

«Θυμήσου να κοιτάς τα αστέρια και όχι τα πόδια σου. Προσπάθησε να καταλαβαίνεις ό,τι βλέπεις και να αναρωτιέσαι τι κάνει το σύμπαν να υπάρχει. Να είσαι περίεργος. Όσο δύσκολη κι αν φαίνεται η ζωή, πάντα υπάρχει κάτι το οποίο μπορείς να κάνεις και να πετύχεις. Σημασία έχει απλώς να μην τα παρατήσεις»

**Stephen Hawking**

