

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:
ΔΙΟΝΥΣΗΣ ΣΥΝΟΔΙΝΟΣ
ΜΑΝΩΛΗΣ ΤΡΑΜΠΑΚΟΣ
ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΠΙΣΧΙΝΑΣ
ΓΙΑΝΝΗΣ ΑΝΔΡΙΟΠΟΥΛΟΣ



Η κρούση επεκτείνεται και στο μικρόκοσμο όπου αναπτύσσονται πολύ ισχυρές δυνάμεις μεταξύ των «συγκρουόμενων» σωματιδίων για πολύ μικρό χρονικό διάστημα.

ΦΥΣΙΚΗ

ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΚΡΟΥΣΗ

Μία σφαίρα μάζας $M = 1\text{Kg}$ ισορροπεί με τη βοήθεια δύο αβαρών και μη εκτατών νημάτων που είναι προσδεμένα σε ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{Kg}$ το πρώτο και σε ακλόνητο σημείο O το δεύτερο, όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Το νήμα μεταξύ της σφαίρας και του σημείου O έχει μήκος $\ell = 1,25\text{m}$, αρχικά είναι οριζόντιο και δεν ασκεί τάση στη σφαίρα ενώ το σώμα Σ_1 είναι συνδεδεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου το πάνω άκρο του οποίου συνδέεται σε ακλόνητο σημείο της οροφής. Το ελατήριο είναι επιμηκυμένο κατά $\Delta\ell = 20\text{cm}$. Κόβουμε το νήμα μεταξύ της σφαίρας και του σώματος Σ_1 οπότε το σώμα Σ_1 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και η σφαίρα να κινείται σε κυκλική τροχιά γύρω από το σημείο O .

α) Να βρεθεί το πλάτος και η περίοδος της απλής αρμονικής ταλάντωσης του σώματος Σ_1 .

Όταν η σφαίρα διέρχεται από την κατώτερη θέση της τροχιάς της συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3\text{Kg}$ που βρίσκεται σε οριζόντιο επίπεδο.

β) Να υπολογίσετε της ταχύτητα της σφαίρας μετά την κρούση και το ύψος που θα φθάσει

γ) Να βρείτε το κλάσμα της κινητικής ενέργειας που μεταβιβάστηκε στο σώμα Σ_2 από τη σφαίρα κατά την κρούση τους

δ) Αν το χρονικό διάστημα που κινείται το σώμα Σ_2 πάνω στο οριζόντιο επίπεδο μέχρι να σταματήσει είναι π φορές το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών της ταχύτητας του σώματος Σ_1 κατά την ταλάντωση του, να βρείτε i. το συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ οριζοντίου επιπέδου και σώματος Σ_2 και ii. την απόσταση που θα διανύσει μέχρι να σταματήσει.

Δίνονται: Η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/s}^2$, $\pi^2 = 10$. Θεωρήστε αμελητέα τη διάρκεια της κρούσης.

ΛΥΣΗ

α) Όταν το ελατήριο είναι επιμηκυμένο κατά $\Delta\ell$ και τα σώματα ισορροπούν στο σώμα Σ_1 ασκούνται οι εξής δυνάμεις:

- η δύναμη του ελατηρίου $\vec{F}_{\text{ελ}}$
- το βάρος \vec{w}_1
- η τάση του νήματος \vec{T} ενώ στη σφαίρα οι:
- το βάρος \vec{w}
- η τάση του νήματος \vec{T}'

Από τις συνθήκες ισορροπίας για το σώμα Σ_1 παίρνουμε:

$$\Sigma F = 0 \text{ ή } F_{\text{ελ}} = T + w_1 \text{ ή } K \cdot \Delta\ell = T + m_1 g \quad (1)$$

ενώ από τις συνθήκες ισορροπίας για τη σφαίρα παίρνουμε:

$$\Sigma F = 0 \text{ ή } T' = w \text{ ή } T' = Mg \quad (2)$$

Όμως αφού το νήμα είναι αβαρές ισχύει: $T = T'$ (3)

Από τις σχέσεις (1), (2) και (3) παίρνουμε:

$$K \cdot \Delta\ell = Mg + m_1 g \text{ ή } K = \frac{M + m_1}{\Delta\ell} g \text{ ή } K = 100\text{N/m}$$

Μετά το κόψιμο του νήματος το σώμα Σ_1 ισορροπεί σε νέα θέση ισορροπίας (σχήμα 3) όπου το ελατήριο είναι επιμηκυμένο κατά $\Delta\ell'$. Από τις συνθήκες ισορροπίας στη νέα θέση ισορροπίας του σώματος Σ_1

όπου του ασκούνται η δύναμη του ελατηρίου $\vec{F}'_{\text{ελ}}$ και το βάρος \vec{w}_1 παίρνουμε:

$$\Sigma F = 0 \text{ ή } F'_{\text{ελ}} = w_1 \text{ ή } K \cdot \Delta\ell' = m_1 g \text{ ή } \Delta\ell' = \frac{m_1}{K} g \text{ ή } \Delta\ell' = 0,1\text{m}$$

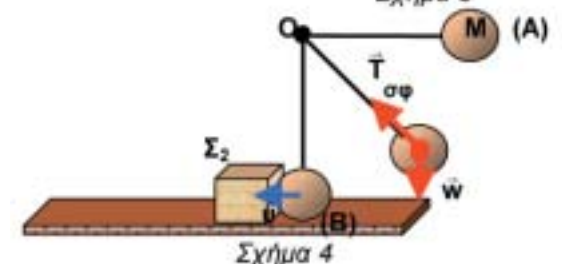
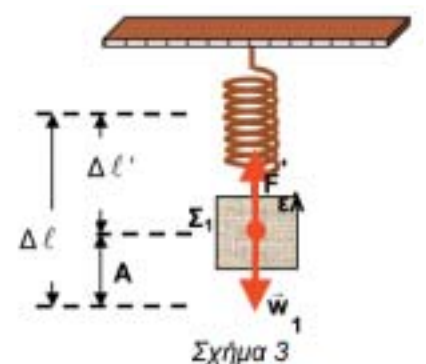
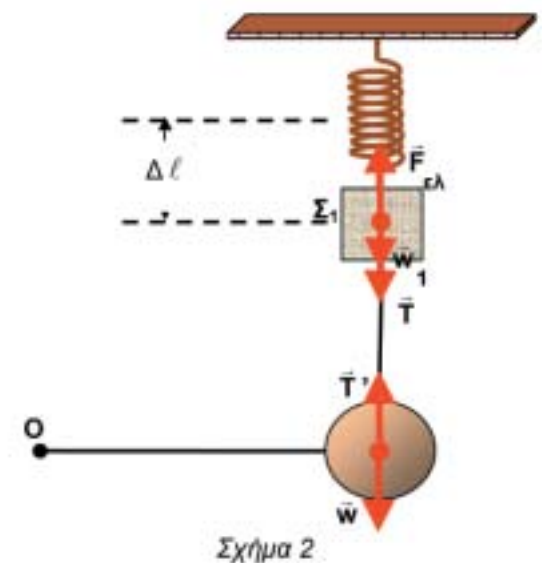
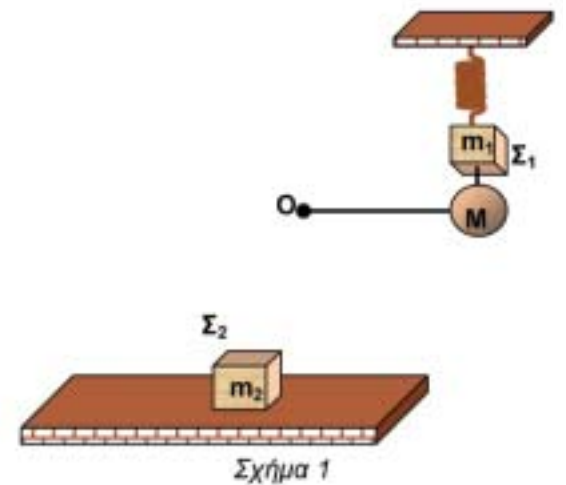
Επομένως το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος Σ_1 είναι $A = \Delta\ell - \Delta\ell'$

$$\Delta\ell' \text{ ή } A = 0,1\text{m} \text{ και η περίοδος της } T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{K}} \text{ ή } T =$$

$$0,2\pi \text{ s}$$

β) Μετά το κόψιμο του νήματος η σφαίρα κινείται σε κυκλική τροχιά από τη θέση A στη θέση B (σχήμα 4) και λίγο προτού συγκρουστεί με το σώμα Σ_2 έχει αποκτήσει ταχύτητα μέτρου u .

Από θεώρημα μεταβολής κινητικής ενέργειας από τη θέση A στη B παίρνουμε:



φροντιστήρια
ΠΟΥΚΑΜΙΣΑΣ

ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ FRANCHISE

ΠΕΙΡΑΙΑΣ

Σωτήρος & Αλκιβιάδου 132

Τηλ.: 210 4112507

e-mail: info@poukamisas.gr

ΑΙΓΑΛΕΟ: Θηβών 425 & Αδριανουπόλεως 10, Τηλ.: 210 5319805, **ΑΜΦΙΑΛΗ:** Κεφαλληνίας 8, Τηλ.: 210 4004200, **ΓΑΛΑΤΣΙ:** Εθ. Βενιζέλου 16, Τηλ.: 210 2224000, **ΓΛΥΦΑΔΑ:** Γούναρη 44 & Πόντου 87, Τηλ.: 210 9647806, **ΔΡΑΠΕ-**

ΤΣΩΝΑ: Εθ. Βενιζέλου 72, Τηλ.: 210 4622920, **ΚΑΛΛΙΘΕΑ:** Εθ. Βενιζέλου 188, Τηλ.: 210 9588891, **ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ:** Δημητρακοπού-

λου & Σπεσιών 38, Τηλ.: 210 4978027, **ΛΑΡΙ-**

ΣΑ: Ρούσβετ & Καποδιστριαύ 1, Τηλ.: 2410 612660, **ΜΟΣΧΑΤΟ:** Χρυσοστόμου Σμύρνης 124, Τηλ.: 210 9401137, **ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ:** Εθ.

Βενιζέλου 233 & Μάρκου Μπότσαρη 30, Τηλ.: 210 9883771, **ΝΙΚΑΙΑ:** Ατταλίας 214 & Δια-

μαντίδη 71, Τηλ.: 210 4975777, **ΠΕΙΡΑΙΑΣ:** Σωτήρος & Αλκιβιάδου 132, Τηλ.: 210 4112506,

ΠΕΡΑΜΑ: Λ. Ειρήνης 177, Τηλ.: 210 4416454



ΚΡΙΣΤΙΑΝ ΓΙΟΧΑΝ ΝΤΟΠΛΕΡ (1803-1853)

Αυστριακός φυσικός και αστρονόμος, καθηγητής στην Ακαδημία Δασών και Ορυχείων του Χέμνιτς, καθηγητής επίσης του Πολυτεχνικού Ινστιτούτου και του Πανεπιστημίου της Βιέννης. Οι εργασίες του αφορούσαν κυρίως στην εκτροπή των φωτεινών ακτίνων, στη θεωρία του μικροσκοπίου και του οπτικού ανιχνευτή απόστασης, καθώς και στη θεωρία των χρωμάτων. Ωστόσο, η κύρια συμβολή του στη φυσική επιστήμη ήταν η επινόηση του φαινομένου «φαινομένου Ντόπλερ».

Μιλάμε για τη θεωρητική εξήγηση που έδωσε ο Αυστριακός επιστήμονας το 1842 για τη σχέση ανάμεσα στη συχνότητα ενός κύματος που λαμβάνεται από έναν παρατηρητή και την ταχύτητα και διεύθυνση της κίνησης του παρατηρητή ως προς την πηγή ή την ταχύτητα και διεύθυνση κίνησης της πηγής ως προς τον παρατηρητή.

Η βασική αιτία του «φαινομένου Ντόπλερ» είναι μια αλλαγή στον αριθμό των κυμάτων που περιλαμβάνονται στη διαδρομή μεταξύ πηγής και παρατηρητή. Για παράδειγμα στα ελαστικά κύματα (ηχητικά ή σεισμικά κύματα) και στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα (φως ή ραδιοκύματα) η αλλαγή συχνότητας εξαρτάται από την ταχύτητα και τη διεύθυνση της πηγής και του παρατηρητή σε αναφορά με το μέσο διάδοσης των κυμάτων.

$$\Delta K = W_{\text{ολικ.}} \text{ ή } K_B - K_A = W_w \text{ ή } \frac{1}{2} M u^2 = M g \ell \text{ ή } u = \sqrt{2 g \ell} \text{ ή } u = 5 \text{ m/s.}$$

Αφού η σφαίρα και το σώμα Σ_2 που αρχικά είναι ακίνητο συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά, για τις ταχύτητες τους μετά την κρούση ισχύει αντίστοιχα: $u' = \frac{M - m_2}{M + m_2} u$ ή $u' = -2,5 \text{ m/s}$ (Η σφαίρα λοιπόν κινείται προς τα πίσω με

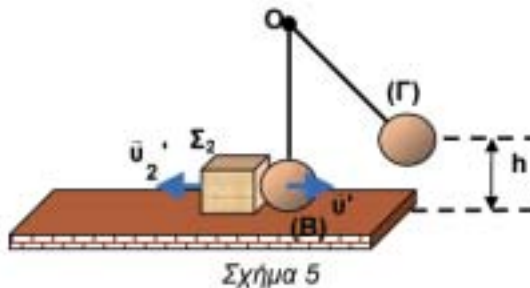
$$\text{ταχύτητα μέτρου } 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \text{ και } u'_2 = \frac{2M}{M + m_2} u \text{ ή } u'_2 = 2,5 \text{ m/s}$$

Μετά την κρούση η σφαίρα κινείται σε κυκλική τροχιά από τη θέση Β στη θέση Γ που βρίσκεται σε ύψος h πάνω από το οριζόντιο επίπεδο.

Από θεώρημα μεταβολής κινητικής ενέργειας από τη θέση Β στη Γ παίρνουμε:

$$\Delta K = W_{\text{ολικ.}} \text{ ή } K_\Gamma - K_B = W_w \text{ ή } -\frac{1}{2} M (u')^2 = -M g h \text{ ή}$$

$$h = \frac{(u')^2}{2g} \text{ ή } h = 0,3125 \text{ m.}$$



γ) Το ζητούμενο κλάσμα της ενέργειας που μεταβιβάστηκε από τη σφαίρα στο σώμα Σ_2 είναι: $x\% = \frac{K'_2}{K} 100\%$ ή

$$x\% = \frac{\frac{1}{2} m_2 (u')^2}{\frac{1}{2} M u^2} 100\% \text{ ή } x\% = 75\%$$

δ) i. Το χρονικό διάστημα που χρειάζεται το σώμα Σ_1 να βρεθεί από μια θέση μηδενικής ταχύτητας στην αμέσως επόμενη αντίστοιχη θέση είναι: $\Delta t = \frac{T}{2}$. Επομένως, το σώμα Σ_2 κινείται στο οριζόντιο επίπεδο μέχρι να

$$\text{σταματήσει για χρονικό διάστημα } t_2 = \pi \Delta t \text{ ή } t_2 = \pi \frac{T}{2} \text{ ή } t_2 = \pi \frac{0,2\pi}{2} \text{ s ή } t_2 = 1 \text{ s.}$$

Δηλαδή το σώμα Σ_2 σταματά ($u_2 = 0 \text{ m/s}$) αφού επιβραδύνεται ομαλά για χρονικό διάστημα $t_2 = 1 \text{ s}$. Συνεπώς από το νόμο της ταχύτητας για την κίνηση αυτή παίρνουμε:

$$u_2 = u'_2 - \alpha \cdot t \text{ ή } 0 = u'_2 - \alpha \cdot t_2 \text{ ή } \alpha = \frac{u'_2}{t_2} \text{ ή } \alpha = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Κατά την κίνηση του σώματος Σ_2 πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ασκούνται οι εξής δυνάμεις:

- το βάρος \vec{w}_2
- η τριβή ολίσθησης \vec{T}_ρ
- η κάθετη αντίδραση \vec{N}

Για την κίνηση του σώματος Σ_2 πάνω στο οριζόντιο επίπεδο από δεύτερο νόμο του Newton παίρνουμε:

$$\Sigma F_y = 0 \text{ ή } N = w_2 \text{ ή } N = m_2 g \quad (4)$$

$$\text{και } \Sigma F_x = m a \text{ ή } T_\rho = m_2 a \quad (5)$$

$$\text{Ακόμα ισχύει: } T_\rho = \mu N \text{ ή μέσω της σχέσης (4) } T_\rho = \mu m_2 g \quad (6)$$

$$\text{Από τις σχέσεις (5) και (6) παίρνουμε: } m_2 a = \mu m_2 g \text{ ή } \mu = \frac{a}{g} \text{ ή } \mu = 0,25$$

ii. Η απόσταση S που διανύει το σώμα Σ_2 μέχρι να σταματήσει υπολογίζεται από τη σχέση:

$$S = u'_2 t_2 - \frac{1}{2} a t_2^2 \text{ ή } S = 1,25 \text{ m}$$

