

**Κρούσεις**

5.1 Μπορεί ένα σύστημα σωμάτων να έχει κινητική ενέργεια χωρίς να έχει ορμή;

Ισχύει το ίδιο και στην περίπτωση ενός σώματος;

5.2 Συμπληρώστε τα κενά:

Δύο σφαίρες με μάζες  $m_1=2$  kg και  $m_2=3$  kg, που κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις και συγκρούονται πλαστικά, έχουν πριν τη σύγκρουσή τους ταχύτητες  $v_1=3$  m/s και  $v_2=3$  m/s. Η ορμή της πρώτης σφαίρας πριν τη σύγκρουση έχει μέτρο .....kg m/s και της δεύτερης .....kg m/s. Η ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών πριν την κρούση έχει μέτρο.....kg m/s και μετά την κρούση.....kg m/s.

5.3 Ποιο από τα παρακάτω μεγέθη διατηρείται σε κάθε κρούση;

α) Η κινητική ενέργεια συστήματος.

β) Η μηχανική ενέργεια.

γ) Η ορμή του.

Επιλέξτε το σωστό.

5.4 Κατά την ελαστική κρούση δύο σωμάτων

α) η ολική κινητική ενέργεια του συστήματος παραμένει σταθερή,

β) η κινητική ενέργεια κάθε σώματος παραμένει σταθερή,

γ) η κινητική ενέργεια του συστήματος αυξάνεται,

δ) η κινητική ενέργεια του συστήματος μειώνεται.

Επιλέξτε τη σωστή πρόταση.

5.5 Κατά την πλαστική κρούση δύο σωμάτων η μηχανική ενέργεια του συστήματος

α) παραμένει σταθερή,

β) αυξάνεται,

γ) μειώνεται.

Επιλέξτε το σωστό.

5.6 Δύο σφαίρες ίσων μαζών κινούνται πάνω στην ίδια ευθεία και κατά την ίδια φορά με ταχύτητες  $v_1 = 10$ m/s και  $v_2 = 20$ m/s. Αν μετά την κρούση η σφαίρα 1 έχει ταχύτητα  $v_1' = 16$ m/s, Τι συμπέρασμα βγάζεται για την κρούση; Είναι ελαστική ή όχι;

5.7 Μια σφαίρα Α συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ακίνητη σφαίρα Β, ίσης μάζας.

Η ταχύτητα της σφαίρας Α μετά την κρούση

α) θα είναι ίση με την ταχύτητα που είχε πριν την κρούση,

β) θα είναι αντίθετη της ταχύτητας που είχε πριν την κρούση,

γ) θα είναι ίση με την ταχύτητα που θα αποκτήσει η σφαίρα Β.

δ) θα μηδενιστεί. Επιλέξτε τη σωστή πρόταση.

5.8 Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

α) Στις μετωπικές κρούσεις δύο σφαιρών οι ταχύτητες των σωμάτων πριν και μετά την κρούση έχουν την ίδια διεύθυνση.

β) Κατά την ελαστική κρούση δύο σφαιρών η μηχανική ενέργεια του συστήματος διατηρείται σταθερή.

γ) Κατά την πλαστική κρούση δύο σωμάτων η ενέργεια του συστήματος μεταβάλλεται.

δ) Αν η μετωπική κρούση δύο σφαιρών με ίσες μάζες είναι ελαστική, οι σφαίρες ανταλλάσσουν ταχύτητες.

5.9 Σώμα μάζας  $m$  κινείται οριζόντια με ταχύτητα  $v$ . Στην πορεία του συγκρούεται ελαστικά με κατακόρυφο τοίχο. Η μεταβολή στην ορμή του σώματος έχει μέτρο: α) 0; β)  $mv/2$ ; γ)  $mv$ ; δ)  $2mv$ ;

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

### Κρούσεις

5.22 Βλήμα μάζας  $m=0,4$  kg κινείται οριζόντια με ταχύτητα  $v_1=400$  m/s. Το βλήμα στην πορεία του συναντάει σώμα μάζας  $M= 2$  kg που ήταν ακίνητο σε οριζόντιο επίπεδο, το διαπερνά και βγαίνει με ταχύτητα  $v_2 = 300$ m/s. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης του σώματος  $M$ , με το οριζόντιο επίπεδο είναι 0,5. Να υπολογίσετε:

α) την ταχύτητα του σώματος  $M$ , αμέσως μετά την κρούση.

β) τη μηχανική ενέργεια που χάθηκε κατά την κρούση.

γ) το διάστημα που θα διανύσει το  $M$  μέχρι να σταματήσει.

Δίνεται  $g = 10\text{m/s}^2$

[Απ: 20m/s, 13.600J, 40m]

5.23 Σώμα μάζας  $m$  που κινείται με ταχύτητα  $v=12$  m/s συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ακίνητο σώμα τριπλάσιας μάζας. Να υπολογιστούν οι ταχύτητες των σωμάτων μετά την κρούση.

[Απ: 6 m/s, 6m/s αντίθετων κατευθύνσεων ]

5.24 Δύο σφαίρες με μάζες  $m_1 = 10\text{kg}$  και  $m_2 = 20\text{kg}$  κινούνται με αντίθετη φορά πάνω στην ίδια ευθεία με ταχύτητες  $v_1 = 3\text{m/s}$  και  $v_2 = 2\text{m/s}$  αντίστοιχα, και συγκρούονται πλαστικά. Να βρείτε την ταχύτητα του συσσωματώματος και το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του συστήματος που χάθηκε κατά την κρούση.

[Απ: 0,33 m/s, 98%]

5.25 Σφαίρα (1) μάζας  $m_1 = 1\text{kg}$  προσπίπτει με ταχύτητα  $v$ , σε ακίνητη σφαίρα (2) και συγκρούεται ελαστικά και κεντρικά με αυτή. Μετά την κρούση η (1) κινείται με ταχύτητα μέτρου  $v_1' = v/3$  m/s Ποια πρέπει να είναι η μάζα  $m_2$  της σφαίρας (2) ώστε

α) Η  $v_1'$  να είναι ομόρροπη της  $v_1$ . β) Η  $v_1'$  να είναι αντίρροπη της  $v_1$ .

[Απ: 0,5kg, 2kg]

5.26 Σφαίρα μάζας  $m_1 = 2\text{kg}$  που κινείται με ταχύτητα  $v_1 = 4\text{m/s}$  συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με άλλη σφαίρα μάζας  $m_2 = 4\text{kg}$  που κινείται αντίθετα με ταχύτητα  $v_2 = 5\text{m/s}$  Να υπολογίσετε τις ταχύτητες των σωμάτων μετά τη σύγκρουση.

[Απ: 8m/s, 1m/s]

5.27 Σφαίρα μάζας  $m_1$  πέφτει με ταχύτητα  $v_1$  σε ακίνητη σφαίρα μάζας  $m_2$  και συγκρούεται ελαστικά και κεντρικά με αυτή. Ποια πρέπει να είναι η

σχέση μεταξύ των  $m_1$  και  $m_2$  ώστε μετά την κρούση η σφαίρα  $m_2$  να έχει μέγιστη κινητική ενέργεια;

[Απ:  $m_1 = m_2$ ]

5.28 Όταν ένα κινούμενο νετρόνιο συγκρουστεί με ακίνητο πυρήνα χάνει μέρος της κινητικής του ενέργειας και επιβραδύνεται. Τι ποσοστό της κινητικής του ενέργειας χάνει το νετρόνιο αν συγκρουστεί α) με πυρήνα πρωτίου ( ${}^1_1\text{H}$ ) β) με πυρήνα δευτερίου ( ${}^2_1\text{H}$ ) και γ) με πυρήνα ηλίου ( ${}^4_2\text{H}$ ). Οι κρούσεις θεωρούνται ελαστικές

[Απ: 100%, 88,9%, 64%]

5.29 Δύο σφαίρες με μάζες  $m_1 = 6\text{kg}$  και  $m_2 = 4\text{kg}$  κινούνται στο οριζόντιο επίπεδο, με ταχύτητες  $v_1 = 8\text{m/s}$  και  $v_2 = 9\text{m/s}$  κάθετες μεταξύ τους, και συγκρούονται πλαστικά. Να υπολογίσετε:

α) την κοινή τους ταχύτητα μετά την κρούση.

β) τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος.

[Απ:  $6\text{m/s}$ ,  $\epsilon\phi\theta = 3/4$ ,  $-174\text{J}$ ]

5.30 Ξύλινη πλάκα με μάζα  $M=5\text{kg}$  είναι δεμένη από σκοινί και κρέμεται κατακόρυφα. Ένα βλήμα με μάζα  $m=50\text{g}$  και οριζόντια ταχύτητα  $v_1=520\text{m/s}$  χτυπά την πλάκα στο κέντρο της τη διαπερνά και βγαίνει με ταχύτητα  $v_2=80\text{m/s}$ . Η απόσταση του κέντρου της πλάκας από το σημείο όπου είναι δεμένο το σκοινί είναι  $l=2\text{m}$ . Πόσο θα εκτραπεί το σκοινί από την κατακόρυφη θέση; Δίνεται  $g=10\text{m/s}^2$ . Θεωρήστε ότι η πλάκα αρχίζει να κινείται όταν την έχει διαπεράσει το βλήμα.

[Απ: περίπου  $60^\circ$ ]

## ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

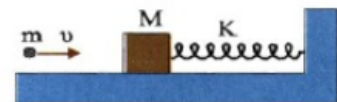
5.41 Μια σφαίρα συγκρούεται ελαστικά με άλλη όμοια σφαίρα που αρχικά ηρεμεί. Δείξτε ότι αν η κρούση δεν είναι κεντρική, μετά την κρούση οι σφαίρες θα κινηθούν σε διευθύνσεις κάθετες μεταξύ τους.

5.42 Ένα βλήμα με μάζα  $m=50\text{g}$  κινείται οριζόντια με ταχύτητα  $v=200\text{m/s}$  και σφηνώνεται σε ξύλο με μάζα  $M=950\text{g}$  που είναι ακίνητο σε λείο οριζόντιο τραπέζι (σχ. 5.32). Η σταθερά του ελατηρίου είναι  $K=10000\text{N/m}$ . Να υπολογίσετε:

α) τη μέγιστη συσπίρωση του ελατηρίου

β) το ποσοστό της μηχανικής ενέργειας που χάθηκε.

[Απ:  $0,1\text{m}$ ,  $95\%$ ]



Σχ. 5.32

5.43 Ένα βλήμα με μάζα  $m=20\text{g}$  κινείται οριζόντια και σφηνώνεται σε κομμάτι ξύλου με μάζα  $M=1\text{kg}$  το οποίο είναι δεμένο σε κατακόρυφο σκοινί μήκους  $l=1\text{m}$ . Μετά τη σύγκρουση το νήμα εκτρέπεται από την κατακόρυφο κατά γωνία  $\theta=60^\circ$ .

Να υπολογιστεί η μηχανική ενέργεια που χάθηκε κατά την κρούση. Δίνεται  $g=10\text{m/s}^2$ .

[Απ:  $255\text{J}$ ]

5.44 Ένα σώμα με μάζα  $m_1=20\text{kg}$  ισορροπεί σε πλάγιο επίπεδο με κλίση  $\phi=30^\circ$ . Ένα δεύτερο σώμα με μάζα  $m_2=30\text{kg}$  που ανεβαίνει στο πλάγιο επίπεδο, συγκρούεται πλαστικά με το πρώτο έχοντας ταχύτητα  $v=10\text{m/s}$ .

Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ συσσωματώματος

και επιπέδου είναι  $\sqrt{3}/3$ . Να υπολογίσετε το διάστημα που διανύει το συσσωμάτωμα μέχρι να σταματήσει. Θα επιστρέψει το συσσωμάτωμα στη βάση του πλάγιου επιπέδου; Δίνεται  $g=10\text{m/s}^2$ .

[Απ:  $18\text{m}$ , όχι]

5.45 Από την κορυφή πλάγιου επιπέδου, που έχει μήκος  $s=4,2$  m και σχηματίζει με το οριζόντιο επίπεδο γωνία  $\varphi=30^\circ$  αφήνεται να ολισθήσει σώμα με μάζα  $m=1$  kg, χωρίς τριβή. Κατά την κάθοδο του και ενώ έχει διανύσει διάστημα  $s_1 = 16$ m συναντά ακίνητο σώμα της ίδιας μάζας και συγκρούεται πλαστικά με αυτό. Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται από την κρούση ολισθαίνει στο πλάγιο επίπεδο και φτάνει στη βάση του με μηδενική ταχύτητα. Να υπολογίσετε:

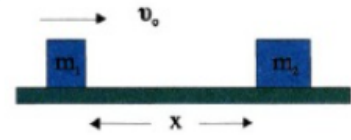
α) το συντελεστή τριβής ολίσθησης του συσσωματώματος με το πλάγιο επίπεδο.

β) τη συνολική θερμότητα που παράχθηκε κατά τη διάρκεια του φαινομένου.

Δίνεται  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

[Απ:  $\frac{5\sqrt{3}}{13}$ , 34J]

5.47 Σώμα μάζας  $m_1$  έχει ταχύτητα  $v_0$  και προσκρούει σε ακίνητο σώμα μάζας  $m_2 = 2m_1$  που βρίσκεται σε απόσταση  $x=1$  m (σχ. 5.33). Μετά την κρούση, που είναι ελαστική, το πρώτο σώμα επιστρέφει και σταματά στην αρχική του θέση. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης των δυο σωμάτων με το δάπεδο είναι  $\mu=0,5$ . Να υπολογίσετε:



Σχ. 5.33

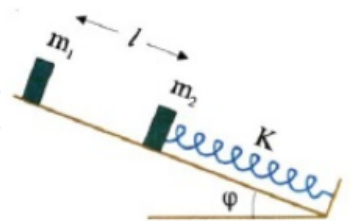
α) την αρχική ταχύτητα  $v_0$  του πρώτου σώματος.

β) το διάστημα που θα διανύσει το δεύτερο σώμα μέχρι να σταματήσει.

Δίνεται  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

[Απ: 10 m/s<sup>2</sup>, 4m]

5.48 Ελατήριο σταθεράς  $K=200$  N/m βρίσκεται πάνω σε λείο πλάγιο επίπεδο, με κλίση  $\varphi = 30^\circ$  όπως στο σχήμα 5.34. Στο πάνω άκρο του ελατηρίου ισορροπεί σώμα με μάζα  $m_2 = 1$ kg ενώ το κάτω άκρο του είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο. Από το σημείο Α που απέχει απόσταση  $l=4$  m από το  $m_2$  αφήνεται να ολισθήσει σώμα μάζας  $m_1=m_2/3$ . Το  $m_1$  κατεβαίνοντας συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με το  $m_2$ . Να υπολογιστεί σε πόση απόσταση από το σημείο της σύγκρουσης οι ταχύτητες των  $m_1$  και  $m_2$  στιγμιαία θα μηδενιστούν. Δίνεται  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.



Σχ. 5.34

[Απ: 1m,  $\sqrt{5} \times 10^{-1}$ m]