

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ - ΟΡΜΗ**

HW_1

1.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΩΜΑΤΩΝ - ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Σύστημα σωμάτων είναι ένα σύνολο σωμάτων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, αλλά πιθανώς και με το περιβάλλον. Αλληλεπίδραση σημαίνει ότι ασκούνται μεταξύ των σωμάτων δυνάμεις. Μπορούμε να έχουμε και ένα σύστημα σωμάτων που δεν αλληλεπιδρούν ποτέ μεταξύ τους, αλλά τότε δεν θα είχε καμιά σημασία από φυσικής άποψης να το μελετήσουμε.

Σε ένα σύστημα σωμάτων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους διακρίνουμε τις εσωτερικές δυνάμεις και τις εξωτερικές δυνάμεις. Οι δυνάμεις που ασκούνται από τα σώματα του συστήματος σε άλλα σώματα του ίδιου του συστήματος ονομάζονται εσωτερικές δυνάμεις.

Οι εξωτερικές δυνάμεις ασκούνται στα σώματα του συστήματος από άλλα σώματα που δεν ανήκουν στο σύστημα.

Σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, δύο σώματα αλληλεπιδρούν με την επίδραση δυνάμεων που έχουν ίσα μέτρα και αντίθετες κατευθύνσεις. Όλες οι εσωτερικές δυνάμεις, που εμφανίζονται κατά ζεύγη, δίνουν για το σύστημα συνισταμένη δύναμη μηδέν. Άρα, οι εσωτερικές δυνάμεις δεν αλλάζουν την κινητική κατάσταση του συστήματος. Αυτό εισαγάγει την έννοια του κέντρου μάζας του συστήματος. Η επιτάχυνση του κέντρου μάζας σε ένα σύστημα που ασκούνται μόνο εσωτερικές δυνάμεις είναι μηδέν. Μόνο αν υπάρχει συνισταμένη εξωτερική δύναμη που δεν είναι μηδέν, αλλάζει η κινητική κατάσταση του συστήματος.

Όταν στο σύστημα ασκούνται μόνο εσωτερικές δυνάμεις ή αν ασκούνται εξωτερικές δυνάμεις που δίνουν συνισταμένη δύναμη μηδέν, τότε το σύστημα ονομάζεται απομονωμένο.

Πρόβλημα 1

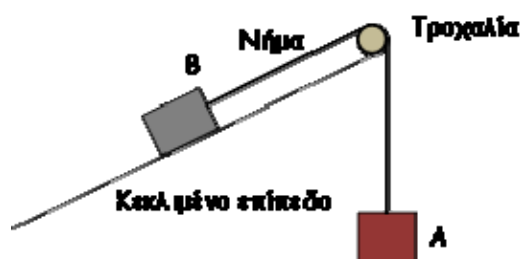
Θεωρήστε το σύστημα των τριών σωμάτων: οι δύο κύβοι Α και Β και το νήμα (αμελητέας μάζας). Το σύστημα βρίσκεται σε ηρεμία. Η μάζα του κύβου Α είναι μεγαλύτερη από τη μάζα του κύβου Β. Δεν υπάρχει τριβή μεταξύ του νήματος και της τροχαλίας. Η τροχαλία δεν περιστρέφεται.

(α) Να σημειώσετε, σε ελεύθερα διαγράμματα, όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στα τρία σώματα (κύβος Α, κύβος Β και το νήμα). Να ονομάσετε τα σώματα που τις ασκούν.

(β) Να διακρίνετε τις δυνάμεις που σημειώσατε σε εσωτερικές και εξωτερικές.

(γ) Να προσδιορίσετε τα ζεύγη δυνάμεων που είναι δυνάμεις δράσης- αντίδρασης.

(δ) Να εξηγήσετε αν το σύστημα είναι απομονωμένο ή όχι.



Πρόβλημα 2

Στο σχήμα τα σώματα Α και Β κινούνται με τη φορά που δείχνουν τα διανύσματα πάνω από τα σώματα. Τα σώματα κινούνται σε οριζόντια επιφάνεια που παρουσιάζει τριβή με τις επιφάνειες των σωμάτων. Το αβαρές ελατήριο που συνδέει τα σώματα είναι σε κατάσταση συσπείρωσης.

Θεωρήστε το σύστημα των δύο σωμάτων Α, Β και το ελατήριο.



(α) Να σημειώσετε, σε ελεύθερα διαγράμματα, όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στα τρία σώματα Α, Β και το ελατήριο. Να ονομάσετε τα σώματα που τις ασκούν.

(β) Να διακρίνετε τις δυνάμεις που σημειώσατε στο ερώτημα (α) σε εσωτερικές και εξωτερικές.

(γ) Να εξηγήσετε αν το σύστημα είναι απομονωμένο.

Πρόβλημα 3

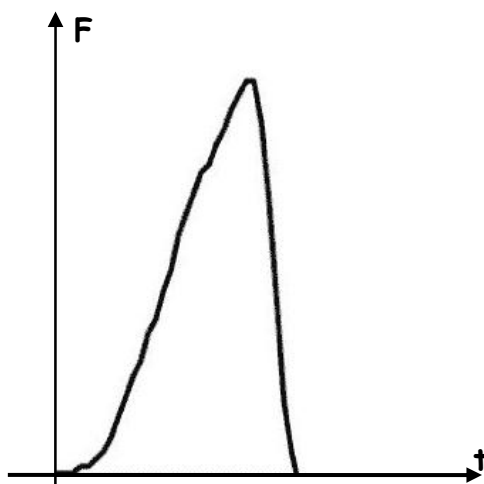
Δύο πανομοιότυπα αμαξάκια, Α και Β, κινούνται στην ίδια διεύθυνση με αντίθετη φορά, πάνω σε οριζόντια επιφάνεια όπου οι τριβές είναι αμελητέες. Κάθε αμαξάκι φέρει ένα μαγνήτη, έτσι ώστε τα δύο αμαξάκια να έλκονται από τις μαγνητικές δυνάμεις και επιταχύνονται.



(α) Να αναφέρετε όλες τις δυνάμεις που δέχονται τα δύο αμαξάκια, πριν να συγκρουστούν, και να τις διακρίνετε σε εσωτερικές και εξωτερικές για το σύστημα των δύο αμαξιών.

(β) Να εξηγήσετε αν το σύστημα των δύο αμαξιών, πριν να συγκρουστούν, είναι απομονωμένο ή όχι.

(γ) Κάποια στιγμή τα αμαξάκια συγκρούονται. Η γραφική παράσταση δείχνει τη δύναμη που δέχεται το αμαξάκι Β από το αμαξάκι Α, σε σχέση με το χρόνο, κατά την κρούση. Να σχεδιάσετε στους ίδιους άξονες τη γραφική παράσταση που δέχεται το αμαξάκι Α από το αμαξάκι Β. Εξηγήστε.



1.2. ΚΕΝΤΡΟ ΜΑΖΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΩΜΑΤΩΝ

Η έννοια του κέντρου μάζας είναι χρήσιμη στη μελέτη της κίνησης ενός συστήματος σωμάτων όπου αυτά κινούνται ανεξάρτητα. Το κέντρο μάζας είναι ένα σημείο στο οποίο θεωρείται συγκεντρωμένη όλη η μάζα του συστήματος και ασκείται στη συνολική μάζα στο σημείο αυτό η συνισταμένη όλων των δυνάμεων του συστήματος. Επειδή η συνισταμένη όλων των εσωτερικών δυνάμεων είναι πάντα μηδέν, μόνο η συνισταμένη όλων των εξωτερικών δυνάμεων επιταχύνουν το κέντρο μάζα του συστήματος.

Από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, έχουμε για την επιτάχυνση του κέντρου μάζας:

$$\Sigma \vec{F}_{\text{εξ}} = M \vec{a}_{\text{κ.μ.}}$$

Είναι,

$$\Sigma \vec{F}_1 + \Sigma \vec{F}_2 + \Sigma \vec{F}_3 + \dots = M \vec{a}_{\text{κ.μ.}} \text{ Άρα,}$$

$$M \vec{a}_{\text{κ.μ.}} = m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2 + m_3 \vec{a}_3 + \dots \text{ (επιτάχυνση κέντρου μάζας). Είναι, } \vec{a} = \frac{d\vec{u}}{dt} \text{ Άρα,}$$

$$M \vec{u}_{\text{κ.μ.}} = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 + m_3 \vec{u}_3 + \dots \text{ (ταχύτητα κέντρου μάζας). Είναι, } \vec{u} = \frac{d\vec{x}}{dt} \text{ Άρα,}$$

$$M \vec{x}_{\text{κ.μ.}} = m_1 \vec{x}_1 + m_2 \vec{x}_2 + m_3 \vec{x}_3 + \dots, \text{ όπου } x_i \text{ είναι το διάνυσμα θέσης του σώματος με μάζα } m_i \text{ και } M \text{ είναι η συνολική μάζα του συστήματος.}$$

$\vec{x}_{\text{κ.μ.}}$, είναι το διάνυσμα θέσης του κέντρου μάζας του συστήματος, δηλαδή για ένα σύνολο σωμάτων που βρίσκονται σε μια ευθεία, στο x άξονα. Η σχέση αυτή μπορεί να γενικευθεί για σώματα σε τρεις διαστάσεις.

Όπως δείχνει η σχέση αυτή, στον προσδιορισμό του κέντρου μάζας λαμβάνεται υπόψη η κατανομή της μάζας του συστήματος ως προς ένα σημείο αναφοράς. Έτσι στο σύστημα δύο ακίνητων αυτοκινήτων, ενός φορτηγού και ενός αυτοκινήτου μικρότερης μάζας, το κέντρο μάζας είναι πάνω στην ευθεία που ενώνει τα δύο αυτοκίνητα, αλλά πιο κοντά στο φορτηγό.

Πρόβλημα 4

Τα υλικά σημεία A και B στο σχήμα έχουν μάζες 100 g και 400 g αντίστοιχα και είναι ακίνητα.

(α) Να προσδιορίσετε σε κάθε περίπτωση, (i) και (ii) στο σχήμα, τη θέση του κέντρου μάζας των δύο υλικών σημείων, με σημείο αναφοράς το $x = 0$.

(β) Με βάση τις απαντήσεις στο ερώτημα (α) να εξαγάγετε ένα συμπέρασμα αναφορικά με τη θέση του κέντρου μάζας ως προς τα υλικά σημεία και την επιλογή του συστήματος αναφοράς.



(i)



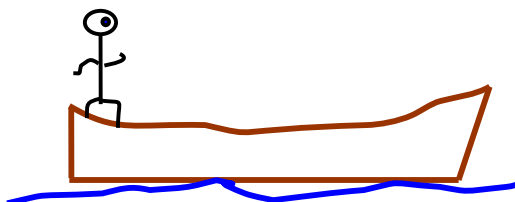
(ii)

(Απ. (α) (i) 8 cm, (ii) 19 cm)

Πρόβλημα 5

Στο σχήμα η βάρκα θεωρείται ομοιογενής και κανονικού γεωμετρικού σχήματος. Η βάρκα έχει μήκος 12,0 m και μάζα 135 kg. Ο άνθρωπος έχει μάζα 65,0 kg και βρίσκεται ακίνητος στο αριστερό άκρο της βάρκας. Θεωρήστε τον άνθρωπο ως υλικό σημείο. Η βάρκα είναι επίσης ακίνητη.

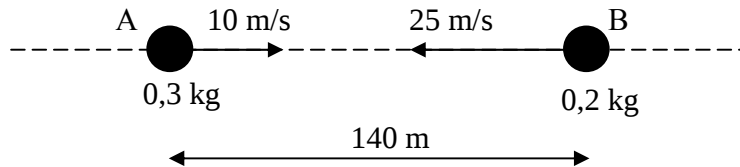
Να προσδιορίσετε το κέντρο μάζας του συστήματος βάρκα-άνθρωπος, επιλέγοντας ως σημείο αναφοράς (α) το σημείο που βρίσκεται ο άνθρωπος, (β) το κέντρο μάζας της βάρκας.



(Απ. (α) 4,05 m, (β) - 1,95 m)

Πρόβλημα 6

Στο σχήμα τα σώματα Α και Β κινούνται με σταθερές ταχύτητες. Τη στιγμή, $t_0 = 0$, τα σώματα απέχουν μεταξύ τους 140 m.



(α) Να προσδιορίσετε, τη στιγμή $t_0 = 0$, το κέντρο μάζας του συστήματος των δύο σωμάτων, επιλέγοντας ως σημείο αναφοράς το σημείο που βρίσκεται

- (i) το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα,
- (ii) στο μέσο της ευθείας που ενώνει τα δύο σώματα.

(β) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του κέντρου μάζας του συστήματος.

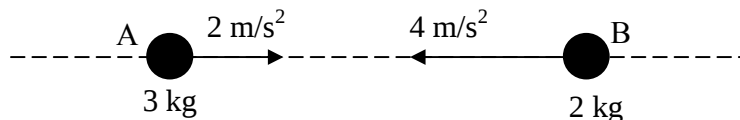
(γ) Να υπολογίσετε την απόσταση του κάθε σώματος από το κέντρο μάζας, τη χρονική στιγμή $t = 2$ s.

(δ) Να υπολογίσετε την ταχύτητα που πρέπει να είχε το σώμα Β για να παραμένει ακίνητο το κέντρο μάζας των δύο σωμάτων.

(Απ. (α) (i) 56 m, (ii) - 14 m, (β) 4,0 m/s προς τα αριστερά, (γ) 28 m, 42 m, (δ) 15 m/s προς τα αριστερά)

Πρόβλημα 7

Στο σχήμα τα δύο σώματα Α και Β κινούνται με σταθερές επιταχύνσεις.



(α) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του κέντρου μάζας του συστήματος των δύο σωμάτων.

(β) Να υπολογίσετε τη συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο κέντρο μάζας του συστήματος.

(γ) Τη χρονική στιγμή $t = 0$ τα δύο σώματα έχουν ταχύτητα μηδέν και απέχουν μεταξύ τους απόσταση 100 m. Να υπολογίσετε (i) τη θέση του κέντρου μάζας τη στιγμή $t = 0$ και (ii) τη μετατόπιση του κέντρου μάζας στα δύο πρώτα δευτερόλεπτα.

(Απ. (α) $0,4 \text{ m/s}^2$ προς τα αριστερά, (β) 2 N προς τα αριστερά, (γ) (i) 40 m από το σώμα Α και 60 m από το σώμα Β, (ii) 0,8 m προς τα αριστερά)

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ - ΟΡΜΗ****HW_2****1.3. ΟΡΜΗ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΩΜΑΤΩΝ.**

Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα για σύστημα σωμάτων γράφεται,

$\Sigma \vec{F}_{εξ} = M \vec{a}_{κ.μ.}$, όπου $\vec{a}_{κ.μ.}$ είναι η επιτάχυνση του κέντρου μάζας του συστήματος.

$$\vec{a}_{κ.μ.} = \frac{m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}.$$

Η ταχύτητα του κέντρου μάζας του συστήματος είναι,

$$\vec{u}_{κ.μ.} = \frac{m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}.$$

Ορίζουμε ως ορμή ενός σώματος (υλικού σημείου), ως

$$\vec{p} = m\vec{u}.$$

Δηλαδή η ορμή είναι διανυσματικό μέγεθος με διεύθυνση και φορά την ίδια με την ταχύτητα. Το μέτρο της ορμής είναι ίσο με το γινόμενο της μάζας του σώματος επί το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του σώματος. Μονάδες μέτρησης της ορμής στο S.I. είναι $kg.m/s$ ή $N.s$.

Μπορούμε λοιπόν να γράψουμε για την ταχύτητα του κέντρου μάζας του συστήματος:

$$\vec{u}_{κ.μ.} = \frac{\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}, \text{ ή } \vec{u}_{κ.μ.} = \frac{\vec{p}_{\text{συστ.}}}{M}, \text{ όπου } M \text{ είναι η συνολική μάζα του συστήματος και}$$

$\vec{p}_{\text{συστ.}}$ είναι η συνισταμένη ορμή όλων των ορμών των σωμάτων του συστήματος δηλαδή η ορμή του κέντρου μάζας του συστήματος. Άρα, $\vec{p}_{\text{συστ.}} = \vec{p}_{κ.μ.}$

Μπορούμε να γράψουμε το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα με την ορμή ως

$$\Sigma \vec{F}_{εξ} = \frac{d(M\vec{u}_{κ.μ.})}{dt} = \frac{d\vec{p}_{κ.μ.}}{dt}. \text{ Η σχέση αυτή καταλήγει στη σχέση } \Sigma \vec{F}_{εξ} = M\vec{a}_{κ.μ.} \text{ για σύστημα}$$

με σταθερή μάζα.

Άρα, η συνισταμένη όλων των εξωτερικών δυνάμεων ενός συστήματος είναι ίση με το ρυθμό μεταβολής της ορμής του κέντρου μάζας του συστήματος.

Πρόβλημα 8.

Δύο υλικά σημεία Α και Β έχουν μάζες 6 kg και 4 kg αντίστοιχα. Τα υλικά σημεία Α και Β κινούνται οριζόντια με σταθερές ταχύτητες μέτρου 3 m/s και 5 m/s αντίστοιχα. Τα υλικά σημεία κινούνται στην ίδια διεύθυνση και με αντίθετη φορά, πλησιάζοντας το ένα το άλλο.

(α) Να εξηγήσετε ποιο σώμα έχει τη μεγαλύτερη ορμή, κατά μέτρο.

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της ορμής του συστήματος των δύο σωμάτων.

(Απ. (β) 2 kg.m/s)

Πρόβλημα 9.

Δύο υλικά σημεία Α και Β με μάζες 2,6 kg και 4,7 kg αντίστοιχα, κινούνται στην ίδια ευθεία με αντίθετη φορά, και πλησιάζουν μεταξύ τους με σταθερές ταχύτητες μέτρου 0,56 m/s και 0,92 m/s αντίστοιχα.

(α) Να υπολογίσετε την ορμή του συστήματος των δύο υλικών σημείων Α και Β. Η απάντηση να δοθεί με 2 σημαντικά ψηφία.

(β) Να υπολογίσετε την απόσταση του κέντρου μάζας των δύο υλικών σημείων Α και Β από το σημείο της κρούσης, δύο δευτερόλεπτα πριν την κρούση. Η απάντηση να δοθεί με 2 σημαντικά ψηφία.

(Απ. (α) 2,9 kg.m/s στη ίδια κατεύθυνση με την ορμή του σώματος Β, (β) 0,79 m)

1.4. ΩΘΗΣΗ

Σε ένα σύστημα σωμάτων μόνο οι εξωτερικές δυνάμεις μπορούν να αλλάξουν την ορμή του συστήματος ή να δώσουν επιτάχυνση στο κέντρο μάζας του συστήματος, εφόσον η συνισταμένη όλων των εσωτερικών δυνάμεων είναι μηδέν. Η μεταβολή της ορμής του συστήματος ονομάζεται ώθηση $\vec{\Omega}$. Είναι:

$\vec{\Omega} = \Delta \vec{p} = \vec{p}_\tau - \vec{p}_a$, όπου $\vec{p}_\tau$ και $\vec{p}_a$ είναι η τελική και αρχική ορμή του συστήματος, αντίστοιχα.

Επειδή η μάζα του συστήματος παραμένει σταθερή, μπορούμε να γράψουμε,

$$\Delta \vec{p}_{\kappa.\mu.} = M \cdot \Delta \vec{u}_{\kappa.\mu.} \Rightarrow \Delta \vec{p}_{\kappa.\mu.} = M (\vec{u}_{\kappa.\mu.(2)} - \vec{u}_{\kappa.\mu.(1)})$$

Η σχέση αυτή ισχύει και για τη μεταβολή της ορμής υλικού σημείου ή για το κέντρο μάζας ενός στερεού σώματος.

Η μεταβολή της ορμής μπορεί να υπολογιστεί στην περίπτωση σταθερής δύναμης ή της μέσης δύναμης, από το γινόμενο της δύναμης επί το χρονικό διάστημα που ασκείται σε ένα σώμα.

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t.$$

Αν η δύναμη είναι σταθερής διεύθυνσης αλλά αλλάζει το μέτρο ή η φορά της και δίνεται η γραφική παράσταση $F = f(t)$, τότε, η μεταβολή της ορμής για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είναι ίση με το εμβαδόν της γραφικής παράστασης $F = f(t)$, στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Πρόβλημα 10.

Ένα βλήμα μάζας 200 g συναντά ένα ακλόνητο κατακόρυφο τοίχωμα από παραφίνη με ταχύτητα μέτρου 60 m/s, με οριζόντια διεύθυνση. Το βλήμα εξέρχεται από το τοίχωμα με ταχύτητα μέτρου 40 m/s, με οριζόντια διεύθυνση. Το βλήμα διαπερνά το τοίχωμα σε χρόνο 0,01 s.

(α) Να υπολογίσετε το μέτρο της ορμής του βλήματος,

(i) τη στιγμή της κρούσης και (ii) τη στιγμή που εξέρχεται από το τοίχωμα.

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκεί η παραφίνη στο βλήμα, σε όλο το χρονικό διάστημα που αυτό κινείται μέσα στο τοίχωμα.

(γ) Να σχεδιάσετε σε κατάλληλο σχήμα, το διάνυσμα της μεταβολής της ορμής του βλήματος και της μέσης δύναμης στο βλήμα, στη διάρκεια που το βλήμα κινείται μέσα στο τοίχωμα. Θεωρήστε την κίνηση να γίνεται στη θετική x διεύθυνση.

(δ) Να υπολογίσετε το πάχος του τοιχώματος της παραφίνης.

(Απ. (α) (i) 12 N.s, (ii) 8 N.s, (β) 400 N, (δ) 0,50 m)

Πρόβλημα 11.

Ένα βλήμα μάζας 100 g συναντά κορμό δέντρου με ταχύτητα μέτρου 400 m/s, με οριζόντια διεύθυνση και σταματά μέσα στον κορμό αφού διανύσει οριζόντια απόσταση 40 cm.

(α) Να υπολογίσετε το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκεί ο κορμός στο βλήμα, σε όλο το χρονικό διάστημα που αυτό κινείται μέσα στον κορμό.

(β) Να υπολογίσετε το χρόνο που κινείται το βλήμα μέσα στον κορμό.

(Απ. (α) 20000 N, (β) 2 ms)

Πρόβλημα 12.

Μια μπάλα του τένις μάζας 57 g κινείται με ταχύτητα 20 m/s όταν συναντά την ρακέτα του παίκτη. Η ταχύτητα της μπάλας τη στιγμή της κρούσης έχει οριζόντια διεύθυνση. Ο παίκτης προσδίδει ταχύτητα στην μπάλα μέτρου 25 m/s και αντιστρέφει τη φορά κίνησής της. Η διάρκεια επαφής της μπάλας με την ρακέτα είναι $0,01\text{ s}$.

Να υπολογίσετε τη μέση δύναμη που ασκεί η ρακέτα στην μπάλα κατά την κρούση.

(Απ. $256,5\text{ N}$)

Πρόβλημα 13.

Μια ελαστική μπάλα μάζας 200 g αφήνεται να κινηθεί χωρίς αρχική ταχύτητα κατακόρυφα προς τα κάτω από ύψος 80 cm από την σκληρή οριζόντια επιφάνεια ενός δαπέδου. Η διάρκεια επαφής της μπάλας με το δάπεδο είναι $0,05\text{ s}$.

Η μπάλα κτυπά στο δάπεδο και αναπηδά φτάνοντας σε ύψος 45 cm από το δάπεδο. Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

(α) Να υπολογίσετε τα μέτρα των ταχυτήτων της μπάλας **(i)** τη στιγμή της κρούσης με το δάπεδο και **(ii)** όταν χάνει επαφή με το δάπεδο.

(β) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής της μπάλας.

(γ) Να υπολογίσετε τη μέση συνισταμένη δύναμη στην μπάλα, κατά τη διάρκεια της κρούσης.

(δ) Να υπολογίσετε τη μέση δύναμη που ασκεί το δάπεδο στην μπάλα, κατά τη διάρκεια της κρούσης.

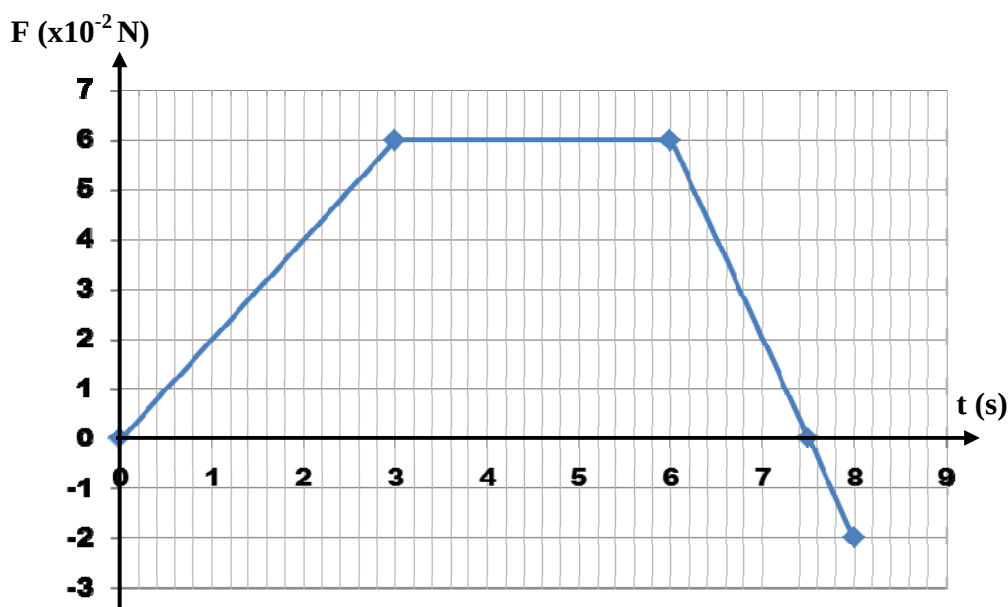
(Απ. (α) (i) 4 m/s , (ii) 3 m/s , (β) $1,4\text{ N.s}$ κατακόρυφα προς τα πάνω, (γ) 28 N ,

(δ) 30 N)

Πρόβλημα 14.

Στη γραφική παράσταση του σχήματος φαίνεται η σχέση της δύναμης με το χρόνο που ασκείται σε ένα σώμα, μάζας $0,2 \text{ Kg}$, το οποίο κινείται σε οριζόντια επιφάνεια χωρίς τριβές ή την επίδραση άλλης οριζόντιας δύναμης. Το μέτρο της ταχύτητας του σώματος τη χρονική στιγμή $t = 0$, είναι 2 m/s . Η δύναμη αρχικά έχει την ίδια κατεύθυνση με την ταχύτητα.

- (α) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής του σώματος για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 8 \text{ s}$.
 (β) Να υπολογίστε την ταχύτητα του σώματος τη χρονική στιγμή $t = 8 \text{ s}$.
 (γ) Σε ποια χρονική στιγμή ή χρονικό διάστημα το μέτρο της ταχύτητας είναι μέγιστο; Εξηγήστε.
 (δ) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο της δύναμης πάνω στο σώμα.



(Απ. (α) $0,31 \text{ N.s}$, (β) $3,55 \text{ m/s}$, (γ) $7,5 \text{ s}$, (δ) $0,86 \text{ J}$)

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ - ΟΡΜΗ**

HW_3

1.5. ΘΕΩΡΗΜΑ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΡΜΗΣ

Αν η συνισταμένη όλων των εξωτερικών δυνάμεων σε ένα σύστημα είναι μηδέν τότε η μεταβολή της ορμής του συστήματος είναι μηδέν. Άρα η ορμή του συστήματος διατηρείται, δηλαδή παραμένει με το χρόνο σταθερή. Δηλαδή,

Αν $\Sigma \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{p} = \text{σταθερή}$, όπως προκύπτει από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα: $\Sigma \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$,

και η πρόταση αυτή αποτελεί το θεώρημα διατήρησης της ορμής.

Αν ένα φαινόμενο έχει πολύ μικρή διάρκεια, όπως μια έκρηξη, ακόμα και αν η συνισταμένη εξωτερική δύναμη δεν είναι μηδέν, και αν επιπλέον οι εσωτερικές δυνάμεις έχουν μέτρο μεγαλύτερο από το μέτρο της συνισταμένης εξωτερικής δύναμης, τότε η ορμή στο χρονικό διάστημα του φαινομένου μπορούμε με πολύ καλή προσέγγιση να πούμε ότι διατηρείται.

Υπάρχουν πολλά παραδείγματα που ισχύει το θεώρημα διατήρησης της ορμής, με την κατάλληλη επιλογή του συστήματος σωμάτων. Μερικά παραδείγματα είναι:

- (α) Κίνηση βάρκας με κουπιά, (Το σύστημα είναι η βάρκα με τα κουπιά μαζί με το βαρκάρη και η μάζα του νερού που σπρώχνεται με τα κουπιά).
- (β) Κίνηση πλοίου με προπέλα, (Το σύστημα είναι το πλοίο μαζί με το νερό που σπρώχνεται με την προπέλα).
- (γ) Κίνηση αεριωθούμενου, (Το σύστημα είναι το αεριωθούμενο μαζί με τον αέρα που ωθείται από τις μηχανές του).
- (δ) Κίνηση πυραύλου στο διάστημα, (Το σύστημα είναι ο πύραυλος μαζί με τα αέρια που εκτοξεύει).
- (ε) Ανάκρουση όπλου κατά την εκपुरσοκρότηση, (Το σύστημα είναι το όπλο μαζί με το βλήμα).
- (ζ) Κρούσεις. (Το σύστημα είναι τα σώματα που λαμβάνουν μέρος στην κρούση).
- (η) Έκρηξεις. (Το σύστημα είναι όλα τα θραύσματα του αρχικού σώματος πριν την έκρηξη).

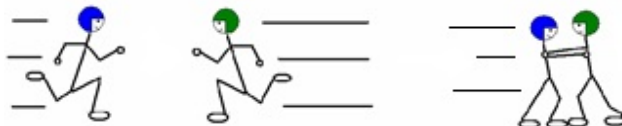


ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΡΟΥΣΕΩΝ

Πρόβλημα 15

Ένας άντρας μάζας 80 Kg και μια γυναίκα μάζας 55 Kg κινούνται αντίθετα με ταχύτητες μέτρου 5 m/s και 3 m/s αντίστοιχα σε μια πίστα πάγου στα πλαίσια μιας επίδειξης. Σε μια στιγμή αγκαλιάζονται και κινούνται μαζί με κοινή ταχύτητα.

Να υπολογίσετε την κοινή ταχύτητα του ζευγαριού.



(Απ. 1,74 m/s)

Πρόβλημα 16

Δύο αμαξάκια A και B, με μάζες 2 kg και 3 kg αντίστοιχα, κινούνται στην ίδια διεύθυνση με αντίθετη φορά, χωρίς τριβές και χωρίς άλλες αντιστάσεις. Τα αμαξάκια A και B κινούνται με σταθερές ταχύτητες με μέτρο $u_A = 4$ m/s και $u_B = 3$ m/s, αντίστοιχα. Τα αμαξάκια συγκρούονται κεντρικά και μετά την κρούση κινούνται μαζί με κοινή ταχύτητα. Το χρονικό διάστημα της κρούσης 0,1 s.



(α) Να εξηγήσετε ποια είναι η φορά της κοινής ταχύτητας.

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της κοινής ταχύτητας.

(γ) Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια των δύο αμαξιών, που μετατράπηκε σε άλλες μορφές λόγω της κρούσης.

(δ) Θεωρήστε ότι η κρούση συμβαίνει τη στιγμή $t = 1$ s.

(i) Να χαράξετε τη γραφική παράσταση της ορμής ως συνάρτηση του χρόνου, στους ίδιους βαθμολογημένους άξονες, και για τα δύο αμαξάκια, στο διάστημα $0 \leq t \leq 2$ s.

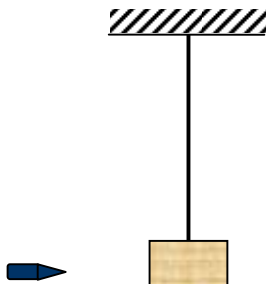
(ii) Να χαράξετε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας ως συνάρτηση του χρόνου, στους ίδιους βαθμολογημένους άξονες, και για τα δύο αμαξάκια, στο διάστημα $0 \leq t \leq 2$ s.

(iii) Να χαράξετε τη γραφική παράσταση της ορμής του συστήματος ως συνάρτηση του χρόνου, στους ίδιους βαθμολογημένους άξονες, και για τα δύο αμαξάκια, στο διάστημα $0 \leq t \leq 2$ s.

(Απ. (α) αριστερά, (β) 0,2 m/s, (γ) 29,4 J)

Πρόβλημα 17

Ένα βαλλιστικό εκκρεμές αποτελείται από ένα ξύλινο σώμα μάζας $m_1 = 10 \text{ Kg}$ το οποίο αιωρείται από την οροφή με τη βοήθεια αβαρούς νήματος μήκους $1,0 \text{ m}$. Ένα βλήμα μάζας $m_2 = 50 \text{ g}$ βάλλεται προς το σώμα με ταχύτητα 400 m/s και σφηνώνεται σε αυτό.

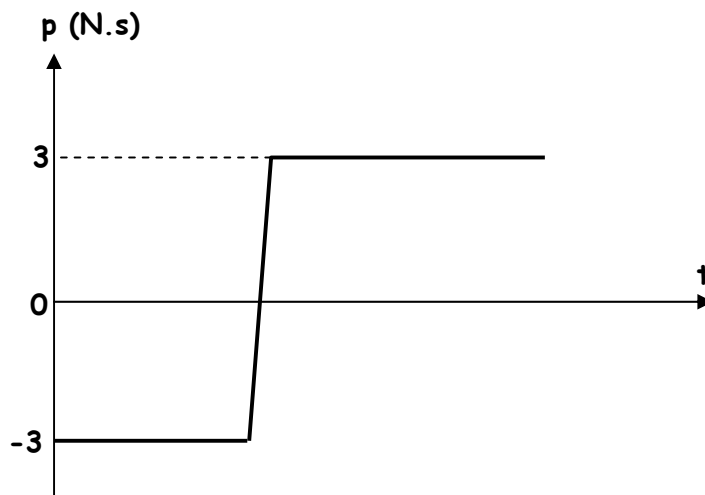


Να υπολογίσετε

- (α) την κοινή ταχύτητα σώματος-βλήματος αμέσως μετά την κρούση.
 - (β) τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος πριν και μετά την κρούση.
 - (γ) τη μέγιστη γωνία, σε σχέση με την κατακόρυφη, που θα σχηματίσει το νήμα μετά την κρούση.
- (Απ. (α) $1,99 \text{ m/s}$, (β) -3980 J , (γ) 37 μοίρες)

Πρόβλημα 18

Ένα σώμα Α, μάζας $2,0 \text{ kg}$, κινείται σε επίπεδη επιφάνεια χωρίς τριβές και συγκρούεται με ένα δεύτερο σώμα Β που έχει πριν την κρούση ταχύτητα μέτρου 4 m/s . Μετά την κρούση, η οποία είναι κεντρική και πλαστική, τα δύο σώματα αποκτούν κοινή ταχύτητα. Η γραφική παράσταση δείχνει την ορμή του σώματος Α σε συνάρτηση με το χρόνο.



- (α) Να εξηγήσετε ποια είναι η φορά της ταχύτητας του σώματος Β, πριν την κρούση.
 - (β) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής του σώματος Α.
 - (γ) Να εξηγήσετε πόση είναι η μεταβολή της ορμής του σώματος Β.
 - (δ) Να υπολογίσετε τη μάζα του σώματος Β.
- (Απ. (β) $+6 \text{ N.s}$, (δ) $2,4 \text{ kg}$)

Πρόβλημα 19

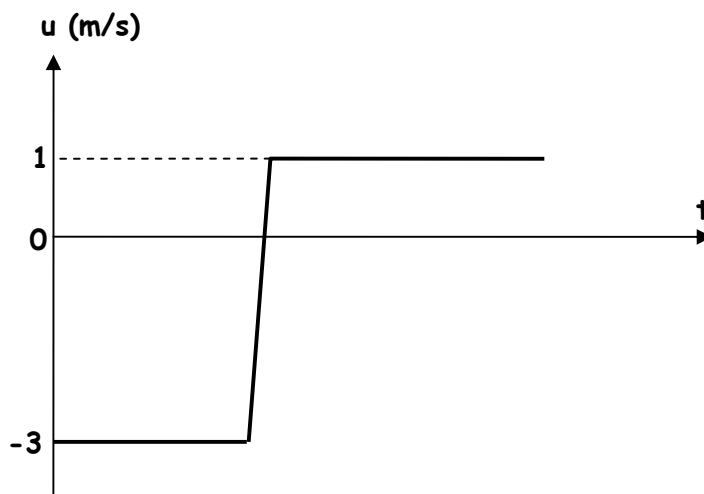
Δύο αμαξάκια A και B, με μάζες 1 kg και 4 kg αντίστοιχα, κινούνται στην ίδια διεύθυνση με αντίθετη φορά, χωρίς τριβές και χωρίς άλλες αντιστάσεις. Τα αμαξάκια A και B κινούνται με σταθερές ταχύτητες με μέτρο $u_A = 20 \text{ m/s}$ και $u_B = 10 \text{ m/s}$, αντίστοιχα. Η κρούση είναι κεντρική και ελαστική με διάρκεια 0,1 s.



- (α) Να υπολογίσετε τις ταχύτητες των δύο αμαξιών μετά την κρούση.
 (β) Να υπολογίσετε τη δύναμη που δέχεται το κάθε αμαξάκι από το άλλο κατά την κρούση. (Θεωρήστε τις δυνάμεις σταθερές).
 (γ) Θεωρήστε ότι η κρούση συμβαίνει τη στιγμή $t = 1 \text{ s}$.
 (i) Να χαράξετε τη γραφική παράσταση της ορμής ως συνάρτηση του χρόνου, στους ίδιους βαθμολογημένους άξονες, (i) για τα δύο αμαξάκια και (ii) του συστήματος των δύο αμαξιών, στο διάστημα $0 \leq t \leq 2 \text{ s}$.
 (ii) Να χαράξετε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας ως συνάρτηση του χρόνου, στους ίδιους βαθμολογημένους άξονες, (i) για τα δύο αμαξάκια και (ii) του κέντρου μάζας του συστήματος, στο διάστημα $0 \leq t \leq 2 \text{ s}$.
 (Απ. (α) -28 m/s , $+2 \text{ m/s}$, (β) -480 N , $+480 \text{ N}$)

Πρόβλημα 20

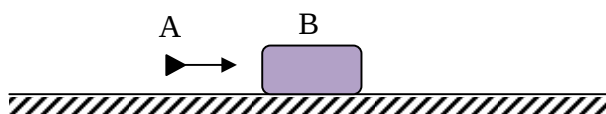
Ένα σώμα Α, μάζας 2,0 kg, κινείται σε επίπεδη επιφάνεια χωρίς τριβές και συγκρούεται με ένα δεύτερο σώμα Β που είναι πριν την κρούση ακίνητο. Η κρούση είναι κεντρική και ελαστική. Η γραφική παράσταση δείχνει την ταχύτητα του σώματος Α σε συνάρτηση με το χρόνο.



- (α) Να υπολογίσετε τη μάζα του σώματος Β.
 (β) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος Β, μετά την κρούση.
 (Απ. (α) 4 kg, (β) -2 m/s)

Πρόβλημα 21

Ένα βλήμα Α μάζας 150 g κινείται με ταχύτητα μέτρου 200 m/s και με οριζόντια διεύθυνση όταν κτυπά σε ένα δεύτερο ξύλινο σώμα Β, μάζας 2500 g, αρχικά ακίνητο σε οριζόντια επιφάνεια που δεν παρουσιάζει τριβές. Το βλήμα διαπερνά και εξέρχεται από το ξύλο με ταχύτητα μέτρου 50 m/s και με οριζόντια διεύθυνση.



- (α) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας που αποκτά το ξύλινο σώμα μετά την κρούση.
 (β) Να υπολογίσετε το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του βλήματος που μετατρέπεται σε άλλες μορφές λόγω της κρούσης.
 (Απ. (α) 9 m/s, (β) 90,4 %)

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ - ΟΡΜΗ**

HW_4

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΚΡΗΞΕΩΝ Ή ΑΝΑΚΡΟΥΣΗΣ ΟΠΛΟΥ**Πρόβλημα 22**

Ένας πύραυλος μάζας 1500 Kg, αρχικά ακίνητος, σπάει σε δύο κομμάτια, χωρίς την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων, λόγω έκρηξης που συμβαίνει στο εσωτερικό του. Το ένα κομμάτι μάζας 1000 Kg κινείται, μετά την έκρηξη με ταχύτητα μέτρου 100 m/s.

(α) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του δεύτερου κομματιού.

(β) Να υπολογίσετε τη δύναμη που δέχονται τα δύο κομμάτια λόγω της έκρηξης, αν η διάρκεια της είναι 0,02 s.

(Απ. (α) 200 m/s, αντίθετα με τη φορά της ταχύτητας του πρώτου κομματιού,

(β) 5000000 N)

Πρόβλημα 23

Η σφαίρα ενός πυροβόλου όπλου φεύγει από την κάνη του όπλου με ταχύτητα μέτρου 100 m/s ως προς το έδαφος. Η μάζα της σφαίρας είναι 175 g και η μάζα του όπλου είναι 3,5 kg. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας ανάκρουσης του όπλου.

(Απ. 5 m/s)

Πρόβλημα 24

Ένας πύραυλος μάζας 200 Kg κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου 120 m/s χωρίς την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων. Σε κάποια στιγμή ο πύραυλος, λόγω έκρηξης που συμβαίνει στο εσωτερικό του, σπάει σε δύο κομμάτια. Το ένα κομμάτι μάζας 150 Kg κινείται με ταχύτητα μέτρου 200 m/s και στην ίδια κατεύθυνση που είχε αρχικά ο πύραυλος.

Να υπολογίσετε,

(α) Την ταχύτητα του δεύτερου κομματιού. Θεωρήστε την αρχική φορά της ταχύτητας του πυραύλου θετική.

(β) Τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας λόγω της έκρηξης και να εξηγήσετε που οφείλεται η αύξηση της κινητικής ενέργειας.

(Απ. (α) -120 m/s, (β) 1920000 J)

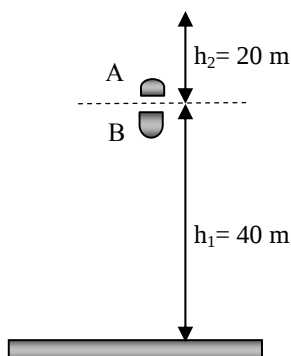
Πρόβλημα 25

Ένα βλήμα μάζας $m = 3 \text{ kg}$ εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα πάνω. Όταν φτάνει σε ύψος $h_1 = 40 \text{ m}$ η κινητική του ενέργεια μηδενίζεται, στιγμιαία, και αμέσως εκρήγνυται. Το βλήμα διασπάται σε δύο κομμάτια (θραύσματα) A και B που έχουν μάζες $m_A = \frac{m}{3}$ και $m_B = \frac{2m}{3}$

αντίστοιχα. Το κομμάτι A αμέσως μετά την έκρηξη κινείται προς τα πάνω και φτάνει σε ύψος $h_2 = 20 \text{ m}$ από το σημείο της έκρηξης.

Να υπολογίσετε:

- (α) Το μέτρο της ταχύτητας του κομματιού A αμέσως μετά την έκρηξη.
- (β) Το μέτρο της ταχύτητας του κομματιού B αμέσως μετά την έκρηξη.
- (γ) Το ποσό της ενέργειας που προήλθε από την έκρηξη και μετατράπηκε σε κινητική ενέργεια των θραυσμάτων.
- (δ) Το δεύτερο κομμάτι B συγκρούεται ελαστικά με το έδαφος και αναπηδά προς τα πάνω. Να υπολογίσετε τη μέση δύναμη που ασκείται στο κομμάτι B από το έδαφος κατά τη διάρκεια της κρούσης. Η κρούση του κομματιού B με το έδαφος είναι 10^{-2} s .



(Απ. (α) 20 m/s , (β) 10 m/s , (γ) 300 J , (δ) 12020 N)

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ - ΟΡΜΗ**

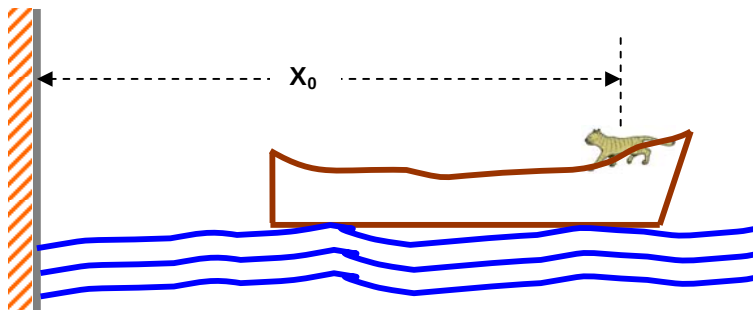
HW_5

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΟΡΜΗΣ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΟ ΜΑΖΑΣ**Πρόβλημα 26**

Μια βάρκα, μάζας $m_b = 420 \text{ kg}$, είναι ακίνητη σε ήρεμα νερά επιφάνειας λίμνης. Ένα λιοντάρι, μάζας $m_\lambda = 80 \text{ kg}$, στέκει ακίνητο μέσα στη βάρκα σε απόσταση $x_0 = 15 \text{ m}$ από τη στεριά, όπως δείχνει το σχήμα. Κάποια στιγμή το λιοντάρι αρχίζει να περπατά προς τη στεριά και σταματά αφού διανύσει διάστημα $d = 5 \text{ m}$, πάνω στη βάρκα. Η τριβή της βάρκας με το νερό είναι αμελητέα.

(α) Να δείξετε ότι η βάρκα μετατοπίζεται στην αντίθετη κατεύθυνση που κινείται το λιοντάρι σε απόσταση που δίνεται από τη σχέση $x_\beta = \frac{m_\lambda d}{m_\lambda + m_\beta}$.

(β) Να υπολογίσετε πόσο απέχει τώρα το λιοντάρι από τη στεριά.



(Απ. (β) 10,8 m)

Πρόβλημα 27

Μια σανίδα, μάζας 120 kg και μήκους 12 m , βρίσκεται αρχικά ακίνητη σε οριζόντια επιφάνεια πάγου. (Οι τριβές είναι αμελητέες). Ένας άνδρας μάζας 80 kg βρίσκεται αρχικά ακίνητος σε απόσταση 2 m από το δεξί άκρο της σανίδας, όπως δείχνει το σχήμα.



(α) Να υπολογίσετε, ως προς το δεξί άκρο της σανίδας, τη θέση του κέντρου μάζας του συστήματος άνδρας-σανίδα.

(β) Στη συνέχεια ο άνδρας μετατοπίζεται προς τα αριστερά και σταματά αφού διανύσει πάνω στη σανίδα απόσταση 6 m . Να υπολογίσετε την απόσταση που μετακινήθηκε η σανίδα, ως προς τον πάγο.

(Απ. (α) $4,4\text{ m}$, (β) $2,4\text{ m}$)

Πρόβλημα 28

Μια σανίδα, μάζας 240 kg , βρίσκεται αρχικά ακίνητη σε οριζόντια επιφάνεια πάγου. (Οι τριβές είναι αμελητέες). Δύο άνδρες A_1 και A_2 με μάζες 100 kg και 60 kg αντίστοιχα βρίσκονται αρχικά ακίνητοι σε απόσταση 5 m ο ένας από τον άλλο. Οι δύο άντρες ανταλλάσσουν θέσεις. Να υπολογίσετε την απόσταση που μετακινείται η σανίδα.



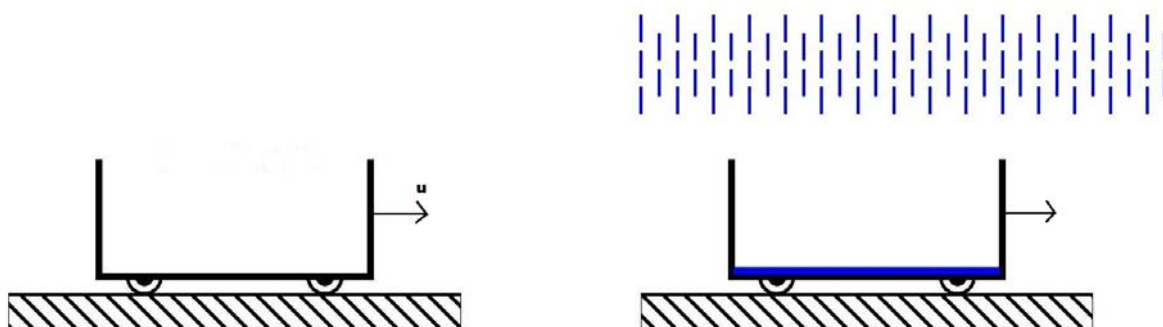
(Απ. (α) $0,5\text{ m}$)

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ - ΟΡΜΗ**

HW_6

ΣΥΝΘΕΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΜΗΣ ΚΑΙ +++ (ΑΡΧΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΚΙΝΗΣΗΣ, ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ)**Πρόβλημα 29**

Το βαγόνι του σχήματος, μάζας 100 Kg, κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου 15 m/s. Κάποια στιγμή αρχίζει να βρέχει οπότε αρχίζει να μαζεύεται νερό μέσα στο βαγόνι. (Αγνοήστε τριβές και αντιστάσεις στην κίνηση του βαγονιού).



(α) Ποια επίδραση θα έχει στην ταχύτητα του βαγονιού η συνεχής αύξηση του νερού μέσα στο βαγόνι; Εξηγήστε.

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του βαγονιού όταν η μάζα του νερού μέσα στο βαγόνι γίνει 50 Kg.

(γ) Τη στιγμή που η μάζα του νερού στο βαγόνι είναι 50 Kg ανοίγει μια τρύπα που βρίσκεται στο πάτωμα του βαγονιού και χύνεται νερό στο δρόμο. Να εξηγήσετε αν θα αλλάξει ή όχι το μέτρο της ταχύτητας του βαγονιού στις εξής δύο περιπτώσεις. Σε κάθε περίπτωση αν το μέτρο της ταχύτητας του βαγονιού αλλάξει να εξηγήσετε αν θα μειωθεί ή αν θα αυξηθεί.

Περίπτωση (i) Λόγω της βροχής πέφτει, στον ίδιο χρόνο, μέσα στο βαγόνι τόσο νερό όσο χύνεται στο δρόμο, ώστε η μάζα του νερού μέσα στο βαγόνι να διατηρείται συνεχώς σταθερή, 50 Kg.

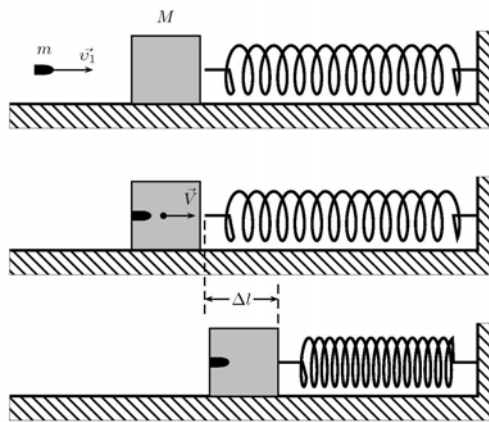
Περίπτωση (ii) Τη στιγμή που ανοίγει η τρύπα στο πάτωμα του βαγονιού η βροχή σταματά.

Πρόβλημα 30

Ένα βλήμα μάζας $m = 200 \text{ g}$ κινείται οριζόντια και προσκρούει με ταχύτητα μέτρου $u_1 = 100 \text{ m/s}$, σε ένα αρχικά ακίνητο κομμάτι ξύλου μάζας $M = 1,8 \text{ Kg}$. Το βλήμα σφηνώνεται στο ξύλο, σε αμελητέο χρόνο. Το ξύλινο σώμα μαζί με το βλήμα ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω σε οριζόντιο επίπεδο και συμπιέζει ένα αβαρές ελατήριο, σταθεράς 20000 N/m , που βρίσκεται οριζόντια τοποθετημένο με τον άξονα του κατά τη διεύθυνση της κίνησης του βλήματος και που είναι στερεωμένο σε ακλόνητο τοίχωμα, όπως δείχνει το σχήμα.

Να υπολογιστούν:

- (α) Η ταχύτητα ξύλου - βλήματος αμέσως μετά τη κρούση
(β) Η μέγιστη συμπίεση του ελατηρίου.



(Απ. (α) 10 m/s , (β) 10 cm)

Πρόβλημα 31

Ένα βλήμα μάζας 200 g κινείται οριζόντια και προσκρούει με ταχύτητα μέτρου 500 m/s σε ένα αρχικά ακίνητο σώμα από πολυστερίνη μάζας $2,5 \text{ Kg}$. Η πολυστερίνη, σε σχήμα ορθογώνιου παραλληλεπιπέδου, βρίσκεται σε οριζόντια επιφάνεια χωρίς τριβές. Το βλήμα διαπερνά την πολυστερίνη, με πάχος $3,65 \text{ m}$, και εξέρχεται από αυτήν με ταχύτητα μέτρου 250 m/s .

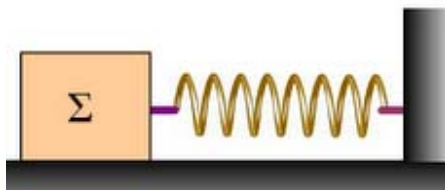
Να υπολογιστούν:

- (α) Το μέτρο της ταχύτητας της πολυστερίνης μετά την κρούση.
(β) Το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας που μετατρέπεται σε άλλες μορφές λόγω της κρούσης.
(γ) Ο χρόνος κρούσης που χρειάζεται το βλήμα να διαπεράσει την πολυστερίνη.
(δ) Το μέτρο της μέσης δύναμης που δέχεται το βλήμα από την πολυστερίνη, λόγω της κρούσης.
(ε) Η απόσταση που διανύει η πολυστερίνη κατά τη διάρκεια της κρούσης.

(Απ. (α) 20 m/s , (β) 73% , (γ) $0,01 \text{ s}$, (δ) 5000 N , (ε) $0,1 \text{ m}$)

Πρόβλημα 32

Ένα σώμα Σ μάζας 4 kg βρίσκεται αρχικά ακίνητο σε οριζόντια επιφάνεια χωρίς τριβές και συνδεδεμένο στην άκρη αβαρούς οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς 100 N/m, όπως δείχνει το σχήμα.



Απομακρύνουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας του, ελαττώνοντας το μήκος του ελατηρίου κατά 10 cm, και αφήνουμε το σώμα να κινηθεί ελεύθερα. Τη στιγμή που το σώμα περνά για δεύτερη φορά από το σημείο ισορροπίας του, προκαλείται έκρηξη στο σώμα (αμελητέας διάρκειας) το οποίο σπάζει σε δύο μέρη A και B με μάζες 1 kg και 3 kg αντίστοιχα. Το μέρος A παραμένει στο ελατήριο και προκαλεί σε αυτό μέγιστη συσπίρωση ίση με 20 cm.

(α) Να υπολογίσετε τις ταχύτητες των δύο μερών A και B, αμέσως μετά την έκρηξη.

(β) Να υπολογίσετε το ποσό της ενέργειας που μεταφέρθηκε στα δύο σώματα, A και B, σε μορφή κινητικής ενέργειας, λόγω της έκρηξης.

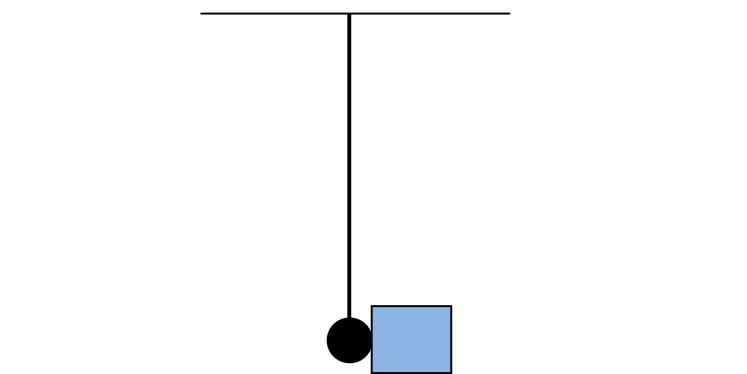
(γ) Να εξηγήσετε αν μετά την έκρηξη είναι δυνατό τα δύο μέρη A και B να συγκρουστούν. Αν ναι να υπολογίσετε τη νέα μέγιστη συσπίρωση του ελατηρίου, δεδομένου ότι η κρούση γίνεται ακαριαία και είναι (i) πλαστική, (ii) ελαστική.

(Απ. (α) 2 m/s, μηδέν (β) 1,5 J, (γ) (i) 10 cm, (ii) 10 cm)

Πρόβλημα 33

Στο σχήμα η σφαίρα, αμελητέων διαστάσεων, έχει μάζα 50 g και ισορροπεί στη μια άκρη αβαρούς και μη ελαστικού νήματος μήκους 2 m, η άλλη άκρη του οποίου είναι συνδεδεμένη σε σταθερό σημείο. Η σφαίρα είναι σε επαφή με ένα κύβο μάζας 100 g, αρχικά ακίνητο σε οριζόντια επιφάνεια που δεν παρουσιάζει τριβές. Απομακρύνουμε τη σφαίρα έτσι ώστε το νήμα να παραμείνει τεντωμένο και να σχηματίσει με την κατακόρυφο γωνία 53 μοίρες. ($\eta\mu 53^\circ = 0,8$ και $\sigma\upsilon\nu 53^\circ = 0,6$). Αφήνουμε τη σφαίρα να κινηθεί ελεύθερα και κτυπά το σώμα. Μετά την κρούση η σφαίρα ανακλάται προς τα πίσω και το νήμα σχηματίζει μέγιστη γωνία 37 μοίρες. ($\eta\mu 37^\circ = 0,6$ και $\sigma\upsilon\nu 37^\circ = 0,8$).

Να υπολογίσετε την ταχύτητα που αποκτά το ξύλινο σώμα μετά την κρούση.



(Απ. 3,41 m/s προς τα δεξιά)