

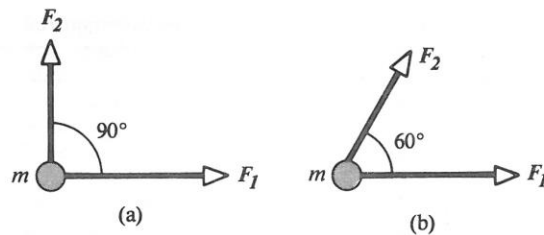
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Υποκεφάλαιο 5.1 έως Υποκεφάλαιο 5.7

- Μια δύναμη, F , όταν ασκηθεί σε σώμα μάζας m_1 προκαλεί επιτάχυνση 3 m/s^2 . Η ίδια δύναμη όταν ασκηθεί σε ένα δεύτερο σώμα μάζας m_2 προκαλεί επιτάχυνση 1 m/s^2 . (a) Ποια είναι η τιμή του λόγου m_1/m_2 ; (b) Αν τα m_1 και m_2 ενωθούν, βρείτε την επιτάχυνσή τους υπό την επίδραση της δύναμης F .
- Σώμα μάζας 6 kg κινείται με επιτάχυνση 2 m/s^2 . (a) Ποιο είναι το μέτρο της συνισταμένης δύναμης που ασκείται σε αυτό; (b) Αν η ίδια δύναμη ασκηθεί σε ένα σώμα μάζας 4 kg , ποια επιτάχυνση θα του προκαλέσει;
- Μια δύναμη 10 N ενεργεί πάνω σε σώμα μάζας 2 kg . Ποια είναι (a) η επιτάχυνση του σώματος; (b) το βάρος του σε N ; και (c) η επιτάχυνση του σώματος αν η δύναμη διπλασιαστεί;
- Ένα σώμα μάζας 3 kg ξεκινά, ενώ ήταν ακίνητο, και κινείται διανύοντας απόσταση 4 m σε 2 s υπό την επίδραση μιας σταθερής δύναμης. Βρείτε το μέτρο της δύναμης.
- Μια σφαίρα μάζας 5.0 g βγαίνει από το στόμιο της κάννης ενός όπλου με ταχύτητα 320 m/s . Ποια είναι η μέση δύναμη που ασκείται στη σφαίρα κατά τη διαδρομή της μέσα στην κάννη του όπλου, όταν αυτή έχει μήκος 0.82 m ;
- Ένας παίκτης του μπέιζμπολ ρίχνει μια μπάλα βάρους 1.4 N με το χέρι και με μέτρο ταχύτητας 32 m/s επιταχύνοντας ομαλά το χέρι του για 0.09 s . Αν η μπάλα αρχικά ηρεμούσε, (a) για πόση απόσταση επιταχύνθηκε η μπάλα προτού εκτοξευθεί και (b) ποια είναι η μέση δύναμη που έδρασε στην μπάλα για να την επιταχύνει;
- Ένα σώμα μάζας 3 kg υφίσταται επιτάχυνση που δίνεται από τη σχέση $\mathbf{a} = (2\mathbf{i} + 5\mathbf{j}) \text{ m/s}^2$. Βρείτε τη συνισταμένη δύναμη, \mathbf{F} , και υπολογίστε το μέτρο της.
- Επαληθεύστε τις ακόλουθες μετατροπές: (a) $1 \text{ N} = 10^5 \text{ dynes}$. (b) $1 \text{ N} = 0.225 \text{ lb}$.
- Ένας άνθρωπος ζυγίζει 120 lb . Προσδιορίστε (a) το βάρος του σε N και (b) τη μάζα του σε kg .
- Σε έναν υποθετικό πλανήτη, η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνειά του είναι 0.072 g . Αν ένα σώμα ζυγίζει 25 N στην επιφάνεια της Γης, ποιο θα είναι το βάρος του πάνω στην επιφάνεια του υποθετικού πλανήτη;
- Ποια είναι η μάζα ενός αστροναύτη που το βάρος του στην επιφάνεια της Σελήνης είναι 115 N ; Η επιτάχυνση της βαρύτητας στη Σελήνη είναι 1.63 m/s^2 .
- Αν ένας άνθρωπος ζυγίζει 900 N στη Γη, πόσο θα ζυγίζει στον Δία, όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 25.9 m/s^2 ;
- Σε έναν πλανήτη X, ένα σώμα ζυγίζει 10 N . Σε έναν άλλο πλανήτη B, όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 1.6 g , το σώμα ζυγίζει 27 N . Ποια είναι η μάζα του σώματος και ποια είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας (σε m/s^2) πάνω στον πλανήτη X;
- Μια ή περισσότερες εξωτερικές δυνάμεις ασκούνται σε κάθε σώμα όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.1. Προσ-

διορίστε καθαρά την αντίδραση καθεμιάς από τις δυνάμεις αυτές. (Σημείωση: Οι αντιδράσεις ασκούνται σε άλλα σώματα).

- Ένα τούβλο βάρους W στηρίζεται πάνω σε ένα κατακόρυφο ελατήριο βάρους W_s . Το ελατήριο στηρίζεται πάνω σε ένα τραπέζι. (a) Σχεδιάστε ένα διάγραμμα απελευθερωμένου σώματος για το τούβλο και ονομάστε όλες τις δυνάμεις που δρουν επάνω του. (b) Επαναλάβετε την (a) για το ελατήριο. (c) Προσδιορίστε όλα τα ζεύγη δράσης-αντίδρασης των δυνάμεων στο σύστημα τούβλο-ελατήριο-τραπέζι-Γη.
- Δύο δυνάμεις F_1 και F_2 ασκούνται σε ένα σώμα μάζας 28 kg . Η $F_1 = 8 \text{ N}$ δρα προς ανατολάς, ενώ η $F_2 = 10 \text{ N}$ σε κατεύθυνση 50° δυτικά τού Βορρά. Ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση της επιτάχυνσης του σώματος;
- Δύο δυνάμεις $F_1 = (3\mathbf{i} - 5\mathbf{j}) \text{ N}$ και $F_2 = (2\mathbf{i} + \mathbf{j}) \text{ N}$ ασκούνται πάνω σε σώμα μάζας 1.5 kg . (a) Ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση της επιτάχυνσης; (b) Αν το σώμα αρχικά ήταν ακίνητο στην αρχή των συντεταγμένων, ποιες θα είναι οι συντεταγμένες της θέσης του τη χρονική στιγμή $t = 4.0 \text{ s}$;
- Δύο δυνάμεις F_1 και F_2 ασκούνται σε σώμα μάζας 5 kg . Αν η $F_1 = 20 \text{ N}$ και $F_2 = 15 \text{ N}$, βρείτε την επιτάχυνση του (a) και του (b) στο Σχήμα 5.21.



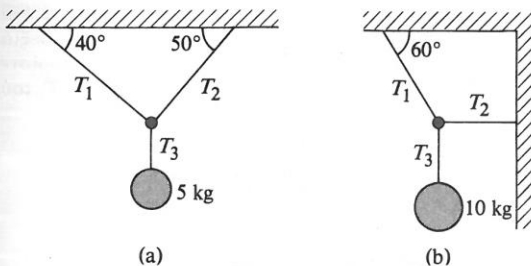
Σχήμα 5.21 (Πρόβλημα 18).

- Ένα σώμα μάζας 2 kg κινείται πάνω στον άξονα x υπό την επίδραση μιας μόνο, σταθερής, δύναμης. Αν το σώμα ξεκινά, ενώ ήταν ακίνητο, από την αρχή των αξόνων κατά τη χρονική στιγμή $t = 0$ και παρατηρείται να έχει ταχύτητα $-6.0\mathbf{i} \text{ m/s}$ σε χρόνο $t = 4 \text{ s}$, ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση της δύναμης;
- Σώμα μάζας 9 kg υφίσταται επιτάχυνση 2 m/s^2 προς τα δεξιά υπό την επίδραση δύο δυνάμεων, F_1 και F_2 . Η F_1 δρα προς τα δεξιά και έχει μέτρο 25 N . Ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση της F_2 ;
- Ένα σώμα μάζας 4 kg έχει ταχύτητα $3\mathbf{i} \text{ m/s}$ κάποια χρονική στιγμή. Οκτώ δευτερόλεπτα αργότερα, η ταχύτητα του σώματος είναι $(8\mathbf{i} + 10\mathbf{j}) \text{ m/s}$. Εάν υποθεθεί ότι στο σώμα επιδρά μία σταθερή συνισταμένη δύναμη, βρείτε (a) τις συνιστώσες της δύναμης και (b) το μέτρο της.
- Ένα άλογο μάζας 240 kg προσπαθεί να τραβήξει ένα κάρο μάζας 100 kg . Ποια οριζόντια δύναμη πρέπει να ασκεί το έδαφος στο άλογο ώστε αυτό να αποκτήσει

- επιτάχυνση 2.0 m/s^2 ; (Η τριβή μεταξύ τών τροχών τού κάρου και τού εδάφους είναι αμελητέα).
23. Ένα φορτηγό αυτοκίνητο μάζας 2 ton προσδίδει επιτάχυνση 3 ft/s^2 σε ένα τροχόσπιτο μάζας 5 ton. Αν το φορτηγό ασκεί την ίδια έλξη σε ένα τροχόσπιτο μάζας 15 ton, ποια επιτάχυνση θα προκαλέσει;
24. Ένα ηλεκτρόνιο μάζας $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ έχει αρχική ταχύτητα $3.0 \times 10^5 \text{ m/s}$. Το ηλεκτρόνιο κινείται σε ευθεία γραμμή και η ταχύτητά του αυξάνεται σε $7.0 \times 10^5 \text{ m/s}$ μετά από απόσταση 5.0 cm. Εάν υποθεθεί ότι η επιτάχυνσή του είναι σταθερή (α) Προσδιορίστε τη δύναμη που ασκείται πάνω στο ηλεκτρόνιο· και (b) συγκρίνετε τη δύναμη αυτή με το βάρος τού ηλεκτρονίου, το οποίο δεν λάβαμε υπ' όψιν.
25. Ένα σώμα βάρους 15 lb βρίσκεται πάνω στο πάτωμα. (a) Ποια δύναμη ασκεί το πάτωμα στο σώμα; (b) Δένουμε τη μία άκρη ενός σχοινιού στο σώμα, περνάμε το σχοινί γύρω από μια τροχαλία, σε κατακόρυφο επίπεδο, και στην άλλη άκρη τού σχοινιού δένουμε ένα βάρος 10 lb, που κρέμεται ελεύθερο. Ποια είναι η δύναμη που ασκεί το πάτωμα στο σώμα βάρους 15 lb; (c) Αν αντικαταστήσουμε το βάρος τών 10 lb τής (b) με ένα βάρος 20 lb, ποια θα είναι η δύναμη που ασκεί το πάτωμα στο σώμα βάρους 15 lb;

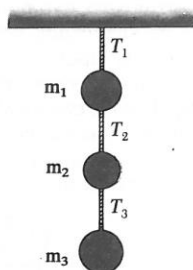
Υποκεφάλαιο 5.8 Εφαρμογές τών νόμων τού Newton

26. Να υπολογιστούν οι τάσεις τών σχοινιών στα συστήματα που φαίνονται στα Σχήματα 5.22. (Μη λάβετε υπ' όψιν τη μάζα τών σχοινιών).



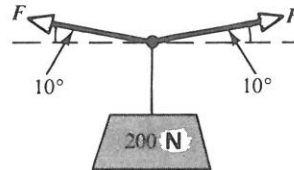
Σχήμα 5.22 (Πρόβλημα 26).

27. Τρία σώματα μάζας 10 kg το καθένα κρέμονται όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.23. Προσδιορίστε καθεμιά από τις τάσεις που είναι σημειωμένες στο σχήμα.



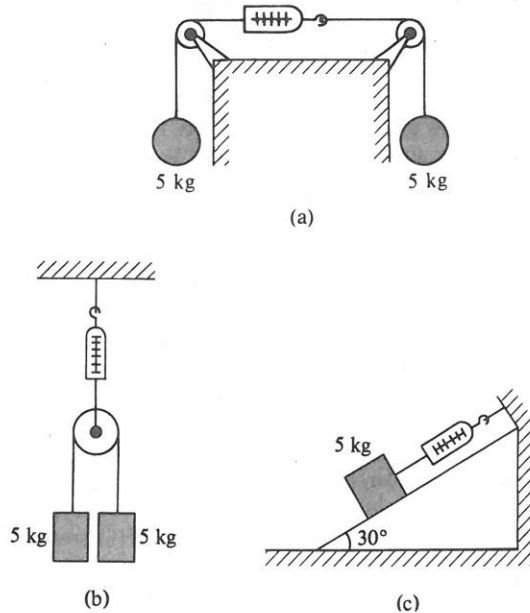
Σχήμα 5.23 (Πρόβλημα 27).

28. Ένα βάρος 200 N είναι δεμένο στη μέση ενός γερού σχοινιού και δύο άνθρωποι τραβούν τα δύο άκρα τού σχοινιού και προσπαθούν να σηκώσουν το βάρος. (a) Ποια δύναμη F πρέπει να ασκεί ο καθένας για να κρατήσουν το βάρος όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.24; (b) Μπορούν να τραβήξουν κατά τέτοιο τρόπο ώστε το σχοινί να γίνει οριζόντιο; Εξηγήστε την απάντησή σας.



Σχήμα 5.24 (Πρόβλημα 28).

29. Μια μάζα 50 kg κρέμεται από ένα σχοινί μήκους 5 m., το οποίο είναι δεμένο στην οροφή. Ποια οριζόντια δύναμη αν ασκηθεί στη μάζα θα τήν εκτρέψει πλάγια κατά 1 m από την κατακόρυφο και θα τήν κρατάει σε αυτήν τη θέση;
30. Τα συστήματα που φαίνονται στο Σχήμα 5.25 βρίσκονται σε ισορροπία. Αν τα δυναμόμετρα είναι βαθμονομημένα σε N, τί θα δείχνουν σε κάθε περίπτωση; (Μη λάβετε υπ' όψιν τις μάζες τών τροχαλιών και τών νημάτων και υποθέστε ότι το κεκλιμένο επίπεδο είναι λείο).

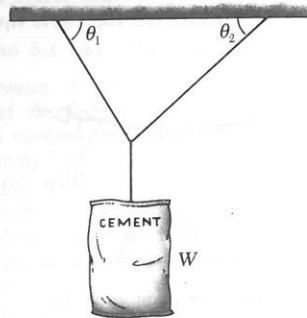


Σχήμα 5.25 (Πρόβλημα 30).

31. Ένα σακί τοιμένο κρέμεται από τρία συρματόσχοινα, όπως δείχνει το Σχήμα 5.26. Δύο από τα συρματόσχοινα σχηματίζουν γωνίες θ_1 και θ_2 με το οριζόντιο επίπεδο. Αν το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία, (a) Δείξτε ότι

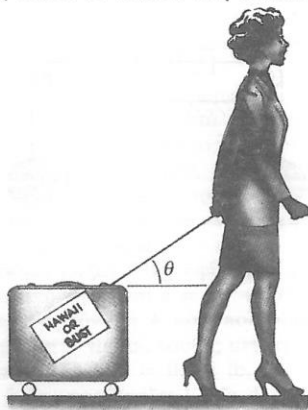
$$T_1 = \frac{W \cos(\theta_2)}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$$

(b) Αν δοθεί ότι $W = 200 \text{ N}$, $\theta_1 = 10^\circ$ και $\theta_2 = 25^\circ$, βρείτε τις τάσεις T_1 , T_2 και T_3 στα συρματόσχοινα.



Σχήμα 5.26 (Πρόβλημα 31).

32. Μια γυναίκα στο αεροδρόμιο μεταφέρει τη βαλίτσα της μάζας 20 kg με σταθερή ταχύτητα τραβώντας το λουρί που σχηματίζει γωνία θ πάνω από το οριζόντιο επίπεδο (βλέπε Σχήμα 5.27). Η γυναίκα τραβάει το λουρί με δύναμη 35 N και η δύναμη τής τριβής πάνω στη βαλίτσα είναι 20 N . (a) Ποια γωνία σχηματίζει το λουρί με το οριζόντιο επίπεδο; (b) Ποια κάθετη δύναμη ασκεί το δάπεδο στη βαλίτσα;

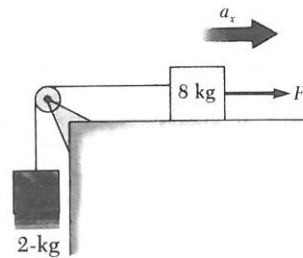


Σχήμα 5.27 (Πρόβλημα 32).

33. Το αλεξίπτωτο ενός αυτοκινήτου αγώνων βάρους $8\,820 \text{ N}$ ανοίγει στο τέλος διαδρομής $\frac{1}{4}$ του μιλίου ενώ το αυτοκίνητο τρέχει με ταχύτητα 55 m/s . Ποια είναι η ολική επιβραδύνουσα δύναμη που χρειάζεται για να σταματήσει το αυτοκίνητο μέσα σε απόσταση $1\,000 \text{ m}$ χωρίς να χρησιμοποιήσει τα φρένα του;
34. Μια σφαίρα τουφεκιού, μάζας 12 g , κινείται με ταχύτητα 400 m/s και χτυπάει ένα μεγάλο ξύλινο σώμα, στο οποίο εισχωρεί μέχρι βάθος 15 cm . Προσδιορίστε το μέτρο τής δύναμης τριβής (που υποτίθεται ότι είναι σταθερή) η οποία ασκείται πάνω στη σφαίρα.
35. Ένα αυτοκίνητο ($m = 2\,200 \text{ kg}$) κινείται με ταχύτητα $v = 32 \text{ m/s}$ σε έναν ευθύγραμμο δρόμο. Αν η επιβραδύνουσα δύναμη που ασκείται στους τροχούς του αυτοκινήτου είναι σταθερή και ίση με $6\,000 \text{ N}$, ποια απόσταση θα διατρέξει το αυτοκίνητο από τη

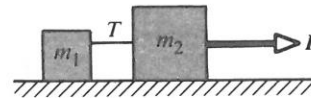
στιγμή που ο οδηγός θα πατήσει το φρένο μέχρι να σταματήσει το αυτοκίνητο;

36. Ένα σχοινί μάζας $m = 0.8 \text{ kg}$ είναι δεμένο σε ένα σώμα μάζας $M = 4 \text{ kg}$. Το σύστημα σχοινί-σώμα ωθείται πάνω σε μία οριζόντια επιφάνεια χωρίς τριβές με μία δύναμη 12 N που εφαρμόζεται στο ελεύθερο άκρο του σχοινού. Ποια είναι η επιτάχυνση του συστήματος; Ποια δύναμη ασκεί το σχοινί πάνω στο σώμα;
37. Στο σύστημα που φαίνεται στο Σχήμα 5.28, μία οριζόντια δύναμη F_x δρα στο σώμα μάζας 8 kg . (a) Για ποιές τιμές τής F_x το σώμα μάζας 2 kg θα επιταχύνεται προς τα επάνω; (b) Για ποιές τιμές τής F_x η τάση του νήματος θα είναι μηδέν; (c) Σχεδιάστε την επιτάχυνση του σώματος μάζας 8 kg σε συνάρτηση με την F_x . Συμπεριλάβετε τιμές τής F_x από -100 N έως $+100 \text{ N}$.



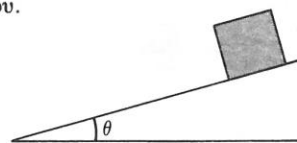
Σχήμα 5.28 (Πρόβλημα 37).

38. Δύο μάζες, m_1 και m_2 , που βρίσκονται πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια χωρίς τριβές, συνδέονται με ένα λεπτό νήμα. Μια δύναμη, F , ασκείται προς τα δεξιά πάνω στη μία μάζα (βλ. Σχήμα 5.29). Προσδιορίστε την επιτάχυνση του συστήματος και την τάση, T , του νήματος.



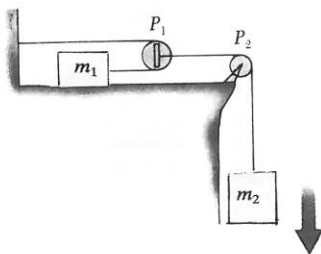
Σχήμα 5.29 (Προβλήματα 38 και 55).

39. Δύο μάζες 3 kg και 5 kg συνδέονται με ένα λεπτό νήμα που περνάει γύρω από μια λεία τροχαλία, όπως στο Σχήμα 5.12. Προσδιορίστε (a) την τάση του νήματος, (b) την επιτάχυνση καθεμιάς μάζας και (c) την απόσταση κατά την οποία μετακινείται κάθε μάζα κατά τη διάρκεια του πρώτου δευτερολέπτου τής κίνησης αν άρχισαν να κινούνται ενώ προηγουμένως βρίσκονταν σε κατάσταση ηρεμίας.
40. Ένα σώμα ολισθαίνει προς τα κάτω σε ένα λείο κεκλιμένο επίπεδο, γωνίας κλίσης $\theta = 15^\circ$ (βλ. Σχήμα 5.30). Αν το σώμα ξεκινά, ενώ ήταν ακίνητο, από την κορυφή και το μήκος του κεκλιμένου επιπέδου είναι 2 m , βρείτε (a) την επιτάχυνση του σώματος και (b) την ταχύτητά του όταν φτάσει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου.



Σχήμα 5.30 (Προβλήματα 40 και 41).

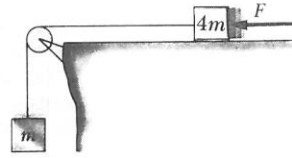
41. Σε ένα σώμα δίνεται αρχική ταχύτητα 5 m/s προς τα επάνω σε ένα λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης 20° (βλ. Σχήμα 5.30). Πόση απόσταση θα διατρέξει πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο το σώμα μέχρις ότου σταματήσει;
42. Δύο μάζες συνδέονται με ένα αβαρές νήμα μέσω μιας λείας τροχαλίας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.13. Αν το κεκλιμένο επίπεδο είναι λείο και αν $m_1 = 2$ kg, $m_2 = 6$ kg και $\theta = 55^\circ$, βρείτε (a) την επιτάχυνση των μαζών, (b) την τάση του νήματος και (c) την ταχύτητα καθεμιάς μάζας, 2 s από τη στιγμή που αφέθηκαν ελεύθερες ενώ προηγουμένως βρισκόταν σε κατάσταση ηρεμίας.
43. Ένας άνθρωπος μάζας 72 kg βρίσκεται πάνω σε μια ζυγαριά με ελατήριο μέσα σε έναν ανελκυστήρα. Ο ανελκυστήρας που ως τότε ήταν ακίνητος ξεκινά και ανεβαίνει μέχρις ότου αποκτήσει τη μέγιστη ταχύτητα του 1.2 m/s μέσα σε 0.8 s. Στη συνέχεια για 5.0 s κινείται με αυτή την ταχύτητα σταθερή. Μετά, ο ανελκυστήρας υφίσταται μία σταθερή αρνητική επιτάχυνση για 1.5 s και τελικά σταματά. Ποια θα είναι η ένδειξη της ζυγαριάς (a) προτού ο ανελκυστήρας αρχίσει να κινείται; (b) κατά τη διάρκεια των πρώτων 0.8 s; (c) όταν αυτός κινείται με σταθερή ταχύτητα; (d) κατά τη διάρκεια που κινείται με αρνητική επιτάχυνση;
44. Σώμα μάζας 3.0 kg κινείται πάνω σε ένα επίπεδο και οι συντεταγμένες του x και y είναι $x = 5t^2 - 1$ και $y = 3t^2 + 2$, όπου τα x και y δίνονται σε μέτρα και το t σε δευτερόλεπτα. Βρείτε το μέτρο της συνισταμένης δύναμης που ασκείται στο σώμα τη χρονική στιγμή $t = 2.0$ s.
45. Μια ολική οριζόντια δύναμη $F = A + Bt^3$ δρα σε ένα σώμα μάζας 2 kg, όπου $A = 5.0$ N και $B = 2.0$ N/s³. Ποια θα είναι η οριζόντια ταχύτητα του σώματος 4 δευτερόλεπτα από τη στιγμή που θα αρχίσει να κινείται;
46. Η μάζα m_1 πάνω σε ένα οριζόντιο λείο τραπέζι συνδέεται με τη μάζα m_2 διά μέσου μιας πολύ ελαφριάς τροχαλίας P_1 και μιας ελαφριάς ακίνητης τροχαλίας P_2 , όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.31. (a) Αν a_1 και a_2 είναι οι επιταχύνσεις των m_1 και m_2 , αντίστοιχα, ποια είναι η σχέση που συνδέει τις επιταχύνσεις αυτές; Εκφράστε τις (b) τάσεις των νημάτων και (c) επιταχύνσεις a_1 και a_2 σε συνάρτηση με τις μάζες m_1 , m_2 και με το g .



Σχήμα 5.31 (Πρόβλημα 46).

47. Δύο σώματα μαζών m και $4m$ συνδέονται με ελαφρύ νήμα που τυλίγεται γύρω από μια ακίνητη τροχαλία όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.32. Η μάζα $4m$ βρίσκεται πάνω σε μια λεία οριζόντια επιφάνεια και σπρώχνεται προς τα αριστερά με σταθερή οριζόντια δύναμη F

- (a) Ποια τιμή της F θα προσδώσει στο σύστημα επιτάχυνση $0.4g$; (b) Βρείτε την τάση του νήματος όταν η F έχει την τιμή που προσδιορίστηκε στην (a). (c) Τί συμβαίνει όταν $F > 4mg$;



Σχήμα 5.32 (Πρόβλημα 47).

Υποκεφάλαιο 5.9 Δυνάμεις τριβής

48. Ένα σώμα μάζας 25 kg βρίσκεται πάνω σε μια τραχιά οριζόντια επιφάνεια και ηρεμεί αρχικά. Μια οριζόντια δύναμη 75 N χρειάζεται για να κάνει το σώμα να κινηθεί. Αφού αρχίσει να κινείται, απαιτείται μια οριζόντια δύναμη 60 N για να διατηρεί το σώμα σε κίνηση με σταθερή ταχύτητα. Απλά τα δεδομένα αυτά υπολογίστε τους συντελεστές της στατικής τριβής και της τριβής ολισθήσεως.
49. Ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ ενός σώματος μάζας 5 kg και μιας οριζόντιας επιφάνειας είναι 0.4. Ποια είναι η μέγιστη οριζόντια δύναμη που μπορεί να ασκηθεί στο σώμα πριν να αρχίσει να ολισθαίνει;
50. Ένα αγωνιστικό αυτοκίνητο επιταχύνεται ομαλά από 0 σε 80 mi/h μέσα σε 8 s. Η εξωτερική δύναμη που επιταχύνει το αυτοκίνητο είναι η δύναμη τριβής μεταξύ των τροχών και του δρόμου. Αν οι τροχοί δεν γλιστρούν στριφογυρίζοντας, προσδιορίστε τον ελάχιστο συντελεστή τριβής μεταξύ των τροχών και του δρόμου.
51. Ρίχνουμε έναν δίσκο σε ένα πάτωμα, με μέτρο ταχύτητας 5 m/s. Ο δίσκος ολισθαίνει και διατρέχει 8 m προτού σταματήσει. Ποιος είναι ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως μεταξύ του δίσκου και του πατώματος;
52. Ένα αυτοκίνητο κινείται με ταχύτητα 50 mi/h πάνω σε έναν οριζόντιο αυτοκινητόδρομο. (a) Αν ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως μεταξύ του δρόμου και των τροχών κάποια βροχερή ημέρα είναι 0.1, ποια είναι η ελάχιστη απόσταση στην οποία το αυτοκίνητο μπορεί να σταματήσει; (b) Ποια είναι η απόσταση αυτή όταν ο δρόμος είναι στεγνός και $\mu = 0.6$; (c) Γιατί θα πρέπει να αποφύγετε να «πατήσετε» απότομα φρένο αν θέλετε να σταματήσετε στη μικρότερη απόσταση;
53. Ένα παιδί σέρνει το έλκηθρό του, βάρους 60 N, με σταθερή ταχύτητα προς τα επάνω σε έναν λόφο που έχει γωνία κλίσης 15° . Το παιδί τό κάνει αυτό τραβώντας με δύναμη 25 N ένα σχοινί που είναι δεμένο στο έλκηθρο. Αν το σχοινί σχηματίζει γωνία κλίσης 35° με το οριζόντιο επίπεδο, (a) ποιος είναι ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως μεταξύ του έλκηθρου και του χιονιού; (b) Στην κορυφή του λόφου το παιδί πηδά πάνω στο έλκηθρο και γλιστρά προς τα κάτω. Ποια είναι η επιτάχυνση στην κίνησή του προς τα κάτω;
54. Ένα σώμα κινείται προς τα επάνω σε ένα κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης 45° με σταθερή ταχύτητα υπό την επίδραση μιας δύναμης 15 N που ασκείται παράλληλα προς το κεκλιμένο επίπεδο. Αν ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως είναι 0.3, προσδιορίστε (a)

το βάρος του σώματος και (b) την ελάχιστη δύναμη που χρειάζεται για να κινείται το σώμα προς τα κάτω με σταθερή ταχύτητα.

55. Δύο σώματα συνδέονται με ένα ελαφρύ σχοινί και σύρονται με οριζόντια δύναμη F (βλ. Σχήμα 5.29). Υποθέστε ότι $F = 50 \text{ N}$, $m_1 = 10 \text{ kg}$, $m_2 = 20 \text{ kg}$ και ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως μεταξύ καθενός σώματος και επιφάνειας είναι 0.1. (a) Σχεδιάστε το διάγραμμα απελευθερωμένου σώματος για καθένα σώμα. (b) Προσδιορίστε την τάση, T , και την επιτάχυνση τού συστήματος.
56. Ένας δίσκος τού χόκεϊ πάνω σε μια παγωμένη λίμνη δέχεται ένα χτύπημα και αρχίζει να κινείται με ταχύτητα 12.0 m/s. Τη χρονική στιγμή $t = 5.0 \text{ s}$, η ταχύτητα τού δίσκου είναι 6.0 m/s. (a) Ποια είναι η μέση επιτάχυνση τού δίσκου; (b) Ποια είναι η μέση τιμή τού συντελεστή τριβής μεταξύ τού δίσκου και τού πάγου; (c) Ποια απόσταση διέτρεξε ο δίσκος κατά τη διάρκεια των 5 s;
57. Ένα σώμα μάζας 3 kg ξεκινάει, ενώ ήταν ακίνητο, από την κορυφή ενός κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης 30° και ολισθαίνει προς τα κάτω. Το σώμα διανύει απόσταση 2 m σε χρόνο 1.5 s. Βρείτε (a) την επιτάχυνση τού σώματος, (b) τον συντελεστή τριβής ολισθήσεως ανάμεσα στο σώμα και στο κεκλιμένο επίπεδο, (c) τη δύναμη τριβής που ασκείται στο σώμα και (d) την ταχύτητα τού σώματος αφού ολισθήσει 2 m.
58. Σώμα ολισθαίνει πάνω σε ένα τραχύ κεκλιμένο επίπεδο. Ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως ανάμεσα στο σώμα και το επίπεδο είναι μ_k . (a) Αν το σώμα επιταχύνεται προς τα κάτω, δείξτε ότι η επιτάχυνση τού σώματος είναι $a = g(\sin \theta - \mu_k \cos \theta)$. (b) Αν το σώμα εκτοξεύεται προς τα πάνω, δείξτε ότι η επιτάχυνση είναι $a = -g(\sin \theta + \mu_k \cos \theta)$.
59. Προκειμένου να προσδιορίσει τους συντελεστές τριβής μεταξύ ελαστικού και διαφόρων επιφανειών, ένας σπουδαστής χρησιμοποίησε μια γομολάστιχα και ένα κεκλιμένο επίπεδο. Στη διάρκεια ενός πειράματος η γομολάστιχα ολισθαίνει προς τα κάτω στο κεκλιμένο επίπεδο όταν η γωνία κλίσης είναι 36° και μετά κινείται με σταθερή ταχύτητα όταν η γωνία μειωθεί στις 30° . Από τα δεδομένα αυτά, προσδιορίστε τους συντελεστές τής στατικής τριβής και τής τριβής ολισθήσεως.
60. Ένα κιβώτιο βάρους W ωθείται με μια δύναμη F πάνω σε έναν οριζόντιο τραχύ δρόμο. Αν ο συντελεστής στατικής τριβής είναι μ_s και η F κατευθύνεται κατά γωνία ϕ κάτω από το οριζόντιο επίπεδο (a) δείξτε ότι η ελάχιστη τιμή τής F που θα κινήσει το κιβώτιο είναι

$$F = \frac{\mu_s W \sec \phi}{1 - \mu_s \tan \phi}$$

(b) Βρείτε την ελάχιστη τιμή τής F η οποία μπορεί να προκαλέσει κίνηση όταν $\mu_s = 0.4$, $W = 100 \text{ N}$, και $\phi = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$, και 60° .

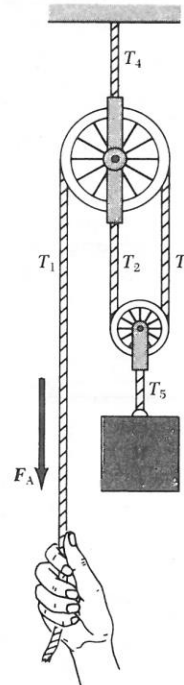
61. Δύο μάζες συνδέονται με ένα ελαφρύ νήμα, που διέρχεται από ακίνητη τροχαλία χωρίς τριβές, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.13. Το κεκλιμένο επίπεδο είναι τραχύ. Όταν $m_1 = 3 \text{ kg}$, $m_2 = 10 \text{ kg}$ και $\theta = 60^\circ$, η μάζα τών 10 kg κινείται στο κεκλιμένο επίπεδο προς τα κάτω με επιτάχυνση 2 m/s^2 . Βρείτε (a) την τάση τού νήματος και (b) τον συντελεστή τριβής ολισθή-

σεως μεταξύ τής μάζας 10 kg και τού κεκλιμένου επιπέδου.

62. Ένα κιβώτιο βρίσκεται ακίνητο στο πίσω μέρος ενός φορτηγού. Ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ τού κιβωτίου και τού δαπέδου είναι 0.3. (a) Όταν το φορτηγό επιταχύνεται, ποια δύναμη επιταχύνει το κιβώτιο; (b) Βρείτε τη μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να έχει το φορτηγό προτού ολισθήσει το κιβώτιο.
63. Ένα σώμα γλιστρά προς τα κάτω σε ένα κεκλιμένο επίπεδο γωνίας 30° με σταθερή επιτάχυνση. Το σώμα ξεκινάει, ενώ δρισκόταν ακίνητο στην κορυφή τού κεκλιμένου επιπέδου, και διανύει 18 m μέχρι τη βάση του, όπου η ταχύτητά τού σώματος είναι 3 m/s. Βρείτε (a) τον συντελεστή τριβής ολισθήσεως μεταξύ τού σώματος και τού κεκλιμένου επιπέδου και (b) την επιτάχυνση τού σώματος.

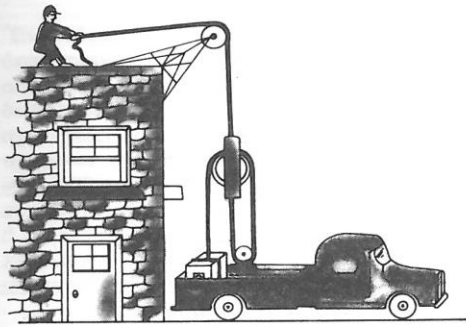
ΓΕΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

64. Δύο μάζες πάνω σε μια τραχιά οριζόντια επιφάνεια συνδέονται με μια άκαμπτη ράβδο και η m_1 βρίσκεται αριστερά τής m_2 . Μια οριζόντια δύναμη F ασκείται στη μάζα m_1 προς τη m_2 και προκαλεί στο σύστημα επιτάχυνση προς τα δεξιά. Ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως μεταξύ τών μαζών και τής επιφάνειας είναι μ (a) Σχεδιάστε διάγραμμα απελευθερωμένου σώματος για κάθε μάζα. Ονομάστε όλες τις δυνάμεις στα διαγράμματά σας. (b) Γράψτε σε συμβολική μορφή τον δεύτερο νόμο τού Newton στην οριζόντια και κατακόρυφη κατεύθυνση για κάθε μάζα. (c) Βρείτε τη δύναμη επαφής μεταξύ τής ράβδου και κάθε μάζας σε συνάρτηση με τα m_1 , m_2 , και F . (d) Βρείτε την επιτάχυνση τού συστήματος σε συνάρτηση με τις δοσμένες παραμέτρους και με το g .



Σχήμα 5.33 (Πρόβλημα 65).

65. Μια μάζα M κρατείται στη θέση της με μια δύναμη F_A και ένα σύστημα τροχαλιών, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.33. Οι τροχαλίες δεν έχουν μάζες και οι τριβές είναι αμελητέες. Βρείτε (a) την τάση κάθε τμήματος τού σχοινοῦ, T_1, T_2, T_3, T_4 και T_5 και (b) την ασκούμενη δύναμη F_A .
66. Ο άνθρωπος τού Σχήματος 5.34 θυμάται από τη Φυσική τού λυκείου ότι οι τροχαλίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βοηθήσουν να σηκώσουμε βαριά σώματα. Σχεδίασε λοιπόν ένα σύστημα τροχαλιών, όπως φαίνεται στο σχήμα, για να ανεβάσει ένα χρηματοκιβώτιο σε ένα γραφείο τού δεύτερου ορόφου. Το χρηματοκιβώτιο ζυγίζει 400 lb και ο άνθρωπος μπορεί να τραβήξει με δύναμη 240 lb. (a) Μπορεί ο άνθρωπος να ανεβάσει το χρηματοκιβώτιο; (b) Ποιο είναι το μέγιστο βάρος που μπορεί να σηκώσει χρησιμοποιώντας το σύστημα τών τροχαλιών;

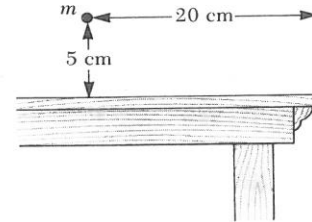


Σχήμα 5.34 (Πρόβλημα 66).

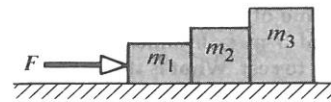
67. Το μεγαλύτερο διαμετρήματος αντιαεροπορικό πυροβόλο που χρησιμοποιήθηκε από την γερμανική αεροπορία κατά τη διάρκεια τού Β΄ Παγκόσμιου πολέμου ήταν το Flak 40 τών 12.8 cm. Αυτό το πυροβόλο έβαλλε βλήματα μάζας 25.8 kg το καθένα, που είχαν στο στόμιο τής κάνης ταχύτητα 880 m/s. Ποια προωθητική δύναμη ήταν απαραίτητη για να αποκτήσει το βλήμα αυτή την ταχύτητα μέσα στην κάννη που έχει μήκος 6.0 m; (Υποθέστε ότι η επιτάχυνση είναι σταθερή και μην λάβετε υπ' όψιν την επίδραση τής βαρύτητας στο βλήμα).
68. Ένα σώμα μάζας 0.50 kg υφίσταται την επίδραση τής βαρυτικής δύναμης και μιας σταθερής οριζόντιας δύναμης ίσης με 15 N. Το σώμα συγκρατείται στη θέση του, που απέχει 5 cm από την επιφάνεια ενός τραπέζιου και 20 cm από την παρυφή του, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.35. Εάν αφαιρεθεί ελεύθερο, θα

ξεπεράσει την παρυφή τού τραπέζιου; Εάν όχι, πόσο μέσα θα πέσει;

69. Τρία σώματα βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια χωρίς τριβές, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.36. Μια οριζόντια δύναμη F ασκείται στο m_1 . Αν $m_1 = 2$ kg, $m_2 = 3$ kg, $m_3 = 4$ kg και $F = 18$ N, βρείτε (a) την επιτάχυνση τών σωμάτων, (b) τη συνισταμένη δύναμη σε κάθε σώμα και (c) το μέτρο τών δυνάμεων επαφής μεταξύ τών σωμάτων.

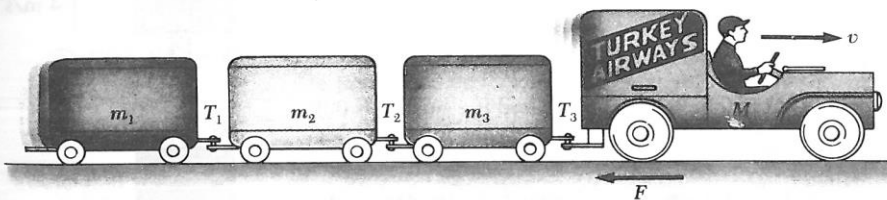


Σχήμα 5.35 (Πρόβλημα 68)



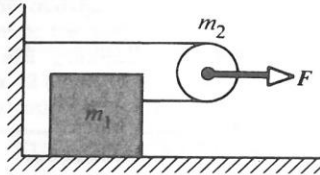
Σχήμα 5.36 (Πρόβλημα 69 και 70).

70. Επαναλάβετε το Πρόβλημα 69 αλλά με συντελεστή τριβής ολισθήσεως μεταξύ τών σωμάτων και τής επιφάνειας ίσο με 0.1. Χρησιμοποιείστε τα δεδομένα τού προβλήματος 69.
71. Τρία καρότσια αποσκευών με μάζες m_1, m_2 και m_3 ρυμουλκούνται από ένα αυτοκίνητο μάζας M κατά μήκος ενός διαδρόμου τού αεροδρομίου. Οι τροχοί τού αυτοκινήτου ασκούν μια συνολική δύναμη τριβής F στο έδαφος, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.37. Στα ερωτήματα που ακολουθούν εκφράστε τις απαντήσεις σας σε συνάρτηση τών F, M, m_1, m_2, m_3 και g . (a) Ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση τής οριζόντιας δύναμης που ασκείται στο αυτοκίνητο από το έδαφος; (b) Ποια είναι η μικρότερη τιμή τού συντελεστή στατικής τριβής, μ_s , που θα εμποδίσει τους τροχούς να ολισθήσουν; Υποθέστε ότι καθένας από τους δύο τροχούς κίνησης τού αυτοκινήτου υποδοσάτζει το 1/3 τού βάρους τού αυτοκινήτου. (c) Ποια είναι η επιτάχυνση a τού συστήματος (αυτοκίνητο-καρότσια); (d) Ποιες είναι οι τάσεις T_1, T_2 και T_3 τών συρματόσχοινων σύνδεσης; (e) Ποια είναι η συνολική δύναμη στο καρότσι μάζας m_2 ;



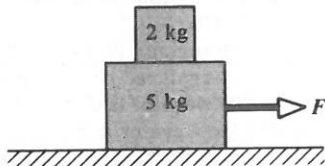
Σχήμα 5.37 (Πρόβλημα 71).

72. Μια οριζόντια δύναμη F δρα σε μια τροχαλία χωρίς τριβές μάζας m_2 , όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.38. Η οριζόντια επιφάνεια είναι λεία. (a) Αποδείξτε ότι η επιτάχυνση του σώματος μάζας m_1 είναι διπλάσια από την επιτάχυνση της τροχαλίας. Βρείτε (b) την επιτάχυνση της τροχαλίας και του σώματος και (c) την τάση του σχοινιού. Στον άξονα της τροχαλίας εφαρμόζεται μια σταθερή δύναμη στήριξης ίση με το βάρος της.



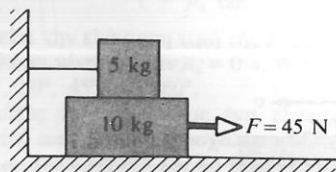
Σχήμα 5.38 (Πρόβλημα 72).

73. Ένα σώμα μάζας 2 kg τοποθετείται πάνω σε ένα σώμα μάζας 5 kg, όπως δείχνει το Σχήμα 5.39. Ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως μεταξύ του σώματος μάζας 5 kg και της επιφάνειας είναι 0.2. Μια οριζόντια δύναμη F δρα στο σώμα μάζας 5 kg. (a) Σχεδιάστε το διάγραμμα απελευθερωμένου σώματος για κάθε σώμα. Ποια δύναμη επιταχύνει το σώμα τών 2 kg; (b) Υπολογίστε τη δύναμη που χρειάζεται για να σύρει και τα δύο σώματα προς τα δεξιά με επιτάχυνση 3 m/s^2 . (c) Βρείτε τον ελάχιστο συντελεστή στατικής τριβής μεταξύ των δύο σωμάτων έτσι ώστε το σώμα τών 2 kg να μη γλιστρά λόγω της επιτάχυνσης των 3 m/s^2 .



Σχήμα 5.39 (Πρόβλημα 73).

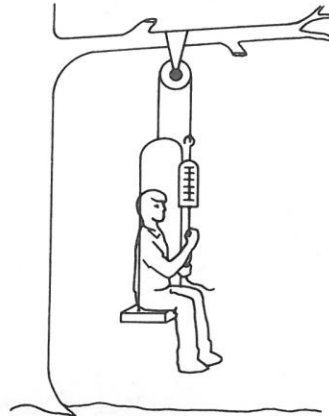
74. Ένα σώμα μάζας 5 kg στηρίζεται πάνω σε ένα σώμα μάζας 10 kg (βλ. Σχήμα 5.40). Μια οριζόντια δύναμη ίση με 45 N εφαρμόζεται στο σώμα τών 10 kg, ενώ το σώμα τών 5 kg είναι δεμένο στον τοίχο. Ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως μεταξύ των επιφανειών που κινούνται είναι 0.2. (a) Σχεδιάστε το διάγραμμα απελευθερωμένου σώματος για κάθε σώμα και αναγνωρίστε τις δυνάμεις δράσης-αντίδρασης μεταξύ των σωμάτων. (b) Προσδιορίστε την τάση του νήματος και την επιτάχυνση του σώματος τών 10 kg.



Σχήμα 5.40 (Πρόβλημα 74).

75. Ένα εφευρετικό παιδί θέλει να φτάσει ένα μήλο

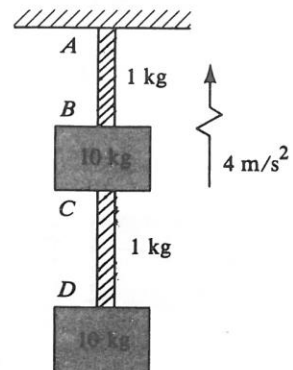
χωρίς να σκαρφαλώσει στο δέντρο. Το παιδί κάθεται σε ένα κάθισμα συνδεδεμένο με ένα σχοινί που περνά γύρω από μια τροχαλία χωρίς τριβή (βλ. Σχήμα 5.41). Το παιδί τραβά το ελεύθερο άκρο του σχοινιού με τέτοια δύναμη ώστε το δυναμόμετρο δείχνει 250 N. Το πραγματικό βάρος του παιδιού είναι 320 N και το κάθισμα ζυγίζει 160 N. (a) Σχεδιάστε διαγράμματα απελευθερωμένου σώματος για το παιδί και το κάθισμα, αν θεωρηθούν ως ξεχωριστά συστήματα, και ένα άλλο διάγραμμα του παιδιού και του καθίσματος αν θεωρηθούν ως ένα σύστημα. (b) Δείξτε ότι η επιτάχυνση του συστήματος είναι προς τα επάνω και βρείτε το μέτρο της. (c) Υπολογίστε τη δύναμη που ασκεί το παιδί στο κάθισμα.



Σχήμα 5.41 (Πρόβλημα 75).

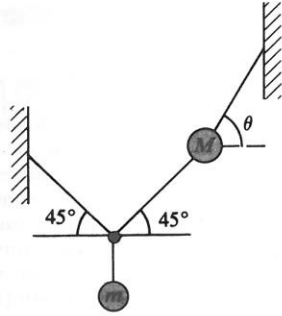
76. Θεωρήστε ότι ένα σύστημα αποτελείται από ένα άλογο που σέρνει ένα έλκηθρο. Σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Newton, η δύναμη που ασκεί το άλογο στο έλκηθρο είναι ίση κατά μέτρο και αντίθετη προς τη δύναμη που ασκεί το έλκηθρο στο άλογο. Κατά συνέπεια, κάποιος μπορεί να ισχυριστεί ότι το σύστημα δεν θα κινηθεί ποτέ. Εξηγήστε, χρησιμοποιώντας πλήρη διαγράμματα δυνάμεων για το άλογο και το έλκηθρο, ότι η κίνηση στο σύστημα είναι δυνατή, παρά τον τρίτο νόμο του Newton. Βεβαιωθείτε ότι αναγνωρίσατε όλες τις δυνάμεις.

77. Δύο σώματα είναι αναρτημένα από την οροφή ενός ανελκυστήρα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.42. Ο ανελκυστήρας επιταχύνεται προς τα επάνω με επιτάχυνση 4 m/s^2 . Κάθε σχοινί έχει μάζα 1 kg. Βρείτε τις τάσεις των σχοινιών στα σημεία A, B, C και D.



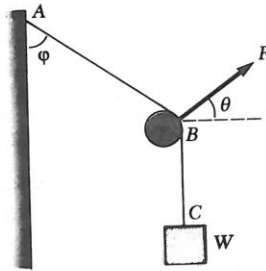
Σχήμα 5.42 (Πρόβλημα 77).

78. Δύο μάζες m και M είναι δεμένες με νήματα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.43. Αν το σύστημα ισορροπεί, δείξτε ότι $\tan \theta = 1 + \frac{2M}{m}$.



Σχήμα 5.43 (Πρόβλημα 78).

79. Ένα σύρμα ABC συγκρατεί ένα σώμα βάρους W , όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.44. Το σύρμα διέρχεται από μια ακίνητη τροχαλία στο B και είναι σταθερά δεμένο σε κατακόρυφο τοίχο στο σημείο A . Το AB σχηματίζει γωνία ϕ με την κατακόρυφο, ενώ η τροχαλία στο B ασκεί μια δύναμη μέτρου F που σχηματίζει γωνία θ με το οριζόντιο επίπεδο πάνω στο σύρμα. (a) Αποδείξτε ότι αν το σύστημα ισορροπεί, $\theta = (1/2)\phi$. (b) Αποδείξτε ότι $F = 2W \sin(\phi/2)$. (c) Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της F καθώς η ϕ αυξάνεται από 0° έως 180° .

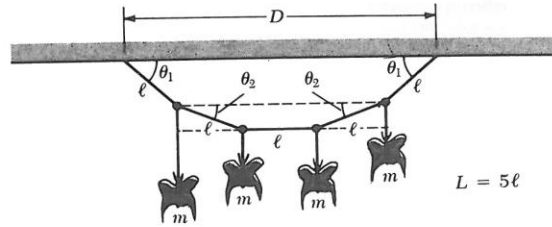


Σχήμα 5.44 (Πρόβλημα 79).

80. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.45, τέσσερις μεταλλικές πεταλούδες της ίδιας μάζας m είναι αναρτημένες από ένα σύρμα μήκους L . Τα σημεία ανάρτησης έχουν ληφθεί έτσι ώστε να ισαπέχουν μεταξύ τους κατά απόσταση ℓ . Το σύρμα σχηματίζει γωνία θ_1 με την οροφή σε κάθε τελικό σημείο. Το μεσαίο κομμάτι του σύρματος είναι οριζόντιο. (a) Βρείτε την τάση κάθε κομματιού του σύρματος σε συνάρτηση με τα θ_1 , m και g . (b) Προσδιορίστε τη γωνία θ_2 σε συνάρτηση με τη θ_1 , που σχηματίζουν οι εξωτερικές και οι εσωτερικές πεταλούδες με το οριζόντιο επίπεδο. (c) Αποδείξτε ότι η απόσταση D μεταξύ των τελευταίων σημείων του σύρματος είναι

$$D = \frac{L}{5} (2 \cos \theta_1 + 2 \cos [\tan^{-1} (\frac{1}{2} \tan \theta_1)] + 1)$$

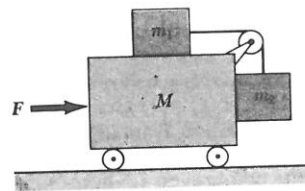
81. Δύο δυνάμεις $F_1 = (-6i - 4j)$ N και $F_2 = (-3i + 7j)$ N δρουν σε ένα σώμα μάζας 2 kg που αρχικά ηρεμεί



Σχήμα 5.45 (Πρόβλημα 80).

στις συντεταγμένες $(-2 \text{ m}, +4 \text{ m})$. (a) Ποιες είναι οι συνιστώσες της ταχύτητας του σώματος σε χρόνο $t = 10 \text{ s}$; (b) Σε ποια κατεύθυνση κινείται το σώμα όταν $t = 10 \text{ s}$; (c) Ποια μετατόπιση έχει υποστεί το σώμα κατά τη διάρκεια των πρώτων 10 s; (d) Ποιες είναι οι συντεταγμένες του σώματος κατά τη χρονική στιγμή $t = 10 \text{ s}$;

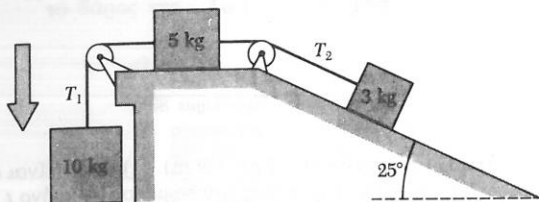
82. Μια μπάλλα τού μπόουλινγκ δεμένη σε ένα δυναμόμετρο κρέμεται από την οροφή τού ανελκυστήρα, όπως στο Σχήμα 5.15. (Η μπάλλα αντικαθιστά το ψάρι!). Το δυναμόμετρο δείχνει 16 lb όταν ο ανελκυστήρας είναι ακίνητος. (a) Τί θα δείχνει το δυναμόμετρο αν ο ανελκυστήρας ανεβαίνει προς τα επάνω με ρυθμό 8 ft/s^2 ; (b) Τί θα δείχνει το δυναμόμετρο αν ο ανελκυστήρας επιταχύνεται προς τα κάτω με ρυθμό 8 ft/s^2 ; (c) Αν το σχοινί που έχουν δεθεί έχει μέγιστη τάση 25 lb και δεν ληφθεί υπ' όψιν το βάρος τού δυναμομέτρου, ποια είναι η μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να έχει ο ανελκυστήρας προτού σπάσει το σχοινί; (d) Αν το δυναμόμετρο ζυγίζει 5 lb, ποιο σχοινί θα σπάσει πρώτο; Γιατί;
83. Ποια οριζόντια δύναμη πρέπει να ασκήσουμε στο αμαξάκι που φαίνεται στο Σχήμα 5.46 έτσι ώστε τα σώματα να παραμένουν ακίνητα σε σχέση με το αμαξάκι; Υποθέστε ότι όλες οι επιφάνειες, οι τροχοί και η τροχαλία δεν υφίστανται τριβές. (Υπόδειξη: σημειώστε ότι η τάση τού νήματος επιταχύνει το m_1 .)



Σχήμα 5.46 (Προβλήματα 83 και 84).

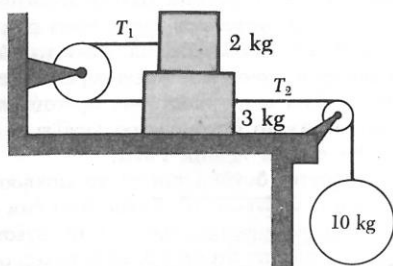
84. Αρχικά το σύστημα τών μαζών που φαίνονται στο Σχήμα 5.46 παραμένει ακίνητο. Όλες οι επιφάνειες, η τροχαλία και οι τροχοί δεν υφίστανται τριβές. Σε αυτήν την περίπτωση υποθέστε ότι η δύναμη F είναι μηδέν και το m_2 μπορεί να κινηθεί μόνο κατακόρυφα. Τη στιγμή ακριβώς που έχει ελευθερωθεί το σύστημα τών μαζών βρείτε: (a) την τάση τού νήματος· (b) την επιτάχυνση τού m_2 · (c) την επιτάχυνση τού M · και (d) την επιτάχυνση τού m_1 . (Σημείωση: η τροχαλία επιταχύνεται μαζί με το αμαξάκι.)
85. Τα τρία σώματα τού Σχήματος 5.47 συνδέονται με

αβαρή νήματα που διέρχονται από τροχαλίες χωρίς τριβή. Η επιτάχυνση τού συστήματος είναι 2 m/s^2 προς τα αριστερά και οι επιφάνειες είναι τραχιές. Βρείτε (a) τις τάσεις τών νημάτων και (b) τον συντελεστή τριβής ολισθήσεως μεταξύ τών σωμάτων και τών επιφανειών. (Υποθέστε ότι το μ είναι ίδιο και για τα δύο σώματα.)



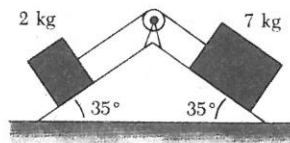
Σχήμα 5.47 (Πρόβλημα 85).

86. Στο Σχήμα 5.48, ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως μεταξύ τών σωμάτων με μάζες 2 kg και 3 kg είναι 0.3 . Η οριζόντια επιφάνεια και οι τροχαλίες θεωρείται ότι δεν υφίστανται τριβές και τα σώματα αφήνονται ενώ προηγουμένως ήταν ακίνητα. (a) Σχεδιάστε διαγράμματα απελευθερωμένου σώματος για κάθε σώμα. (b) προσδιορίστε την επιτάχυνση κάθε σώματος. (c) βρείτε τις τάσεις τών νημάτων.



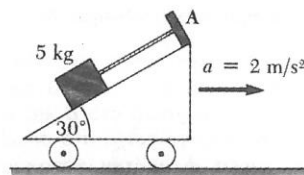
Σχήμα 5.48 (Πρόβλημα 86).

87. Δύο σώματα, μαζών 2 kg και 7 kg , συνδέονται με ένα λεπτό νήμα που περνάει γύρω από μια τροχαλία χωρίς τριβή (βλ. Σχήμα 5.49). Τα κεκλιμένα επίπεδα είναι λεία. Βρείτε (a) την επιτάχυνση κάθε σώματος και (b) την τάση τού νήματος.
88. Το σύστημα που περιγράφηκε στο Σχήμα 5.49 μετρήθηκε να έχει επιτάχυνση 1.5 m/s^2 όταν τα κεκλιμένα επίπεδα είναι τραχιά. Υποθέστε ότι οι συντελεστές τριβής ολισθήσεως μεταξύ καθενός σώματος και τών κεκλιμένων επιπέδων είναι ίδιοι. Βρείτε (a) τον συντελεστή τριβής ολισθήσεως και (b) την τάση τού νήματος.



Σχήμα 5.49 (Προβλήματα 87 και 88).

89. Η σφήνα που φαίνεται στο Σχήμα 5.50 κινείται πάνω σε μια λεία οριζόντια επιφάνεια με επιτάχυνση 2 m/s^2 . Ένα σώμα μάζας 5 kg βρίσκεται πάνω στη σφήνα και είναι δεμένο με ένα ελαφρό νήμα στο σημείο A. Τριβή μεταξύ τής σφήνας και τού σώματος δεν υπάρχει. (a) Ποια είναι η τάση τού νήματος; (b) Ποια κάθετη δύναμη ασκεί η σφήνα στο σώμα; (c) Συγκρίνετε τις απαντήσεις στα (a) και (b) με τις τιμές που βρίσκονται όταν η σφήνα ήταν ακίνητη.



Σχήμα 5.50 (Πρόβλημα 89).

90. Πριν από το 1960 πίστευαν ότι ο μέγιστος δυνατός συντελεστής τριβής ελαστικών αυτοκινήτου ήταν μικρότερος τού 1. Το 1962 όμως τρεις διαφορετικές εταιρείες κατασκεύασαν ελαστικά με συντελεστή 1.6 . Από τότε τα ελαστικά έχουν βελτιωθεί, όπως φαίνεται στο παρακάτω πρόβλημα. Σύμφωνα με την έκδοση τού *Guinness Book of Records*, ο Don Garlits τον Οκτώβριο τού 1975 κάλυψε απόσταση $\frac{1}{4}$ μιλίου σε 5.64 s . (a) Εάν υποθεθεί ότι η ροπή που προσέδωσαν οι πίσω τροχοί τού αυτοκινήτου τού Garlits σχεδόν σήκωσαν τους πρόσθιους τροχούς του από τον δρόμο, υπολογίστε τη χαμηλότερη τιμή τού μ_s που μπορούσαν να έχουν οι τροχοί του. (b) Υποθέστε ότι ο Garlits μπορούσε να διπλασιάσει την ισχύ τής μηχανής του διατηρώντας ίδια όλα τα άλλα δεδομένα. Πώς αυτό θα επηρέαζε το ρεκόρ του;
91. Ένας ταχυδακτυλουργός προσπαθεί να τραβήξει ένα τραπεζομάντιλο που πάνω του έχει ένα ποτήρι μπύρας μάζας 200 g . Το ποτήρι απέχει 30 cm από την παρυφή τού τραπεζομάντιλου. Υπάρχει μικρή δύναμη τριβής 0.1 N μεταξύ τού τραπεζομάντιλου και τού ποτηριού. Ο ταχυδακτυλουργός τραβάει το τραπεζομάντιλο με σταθερή επιτάχυνση 3.0 m/s^2 . Τί απόσταση θα διανύσει το ποτήρι μέχρις ότου το τραπεζομάντιλο φύγει από κάτω; (Σημείωση: Το τραπεζομάντιλο κινείται περισσότερο από 30 cm προτού τραβηχτεί τελείως).