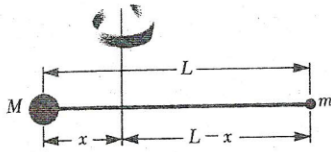


ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

21. Δύο μάζες M και m συνδέονται με μια στερεά ράβδο μήκους L και αμελητέας μάζας, όπως στο Σχήμα 10.27. Για έναν άξονα κάθετο στη ράβδο, αποδείξτε ότι το σύστημα έχει την ελάχιστη ροπή αδράνειας όταν ο άξονας διέρχεται από το κέντρο μάζας. Αποδείξτε ότι αυτή η ροπή αδράνειας είναι $I = \mu \cdot L^2$, όπου $\mu = mM/(m + M)$.



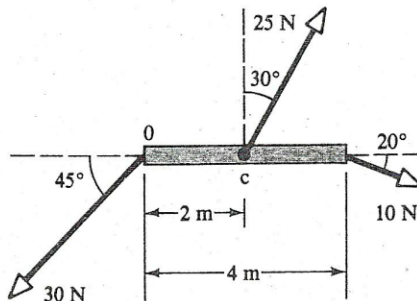
Σχήμα 10.27 (Πρόβλημα 21).

Υποκεφάλαιο 10.5 Υπολογισμός ροπών αδράνειας

22. Ακολουθώντας τη διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε στο Παράδειγμα 10.6, αποδείξτε ότι η ροπή αδράνειας ως προς τον άξονα y' της στερεάς ράβδου του Σχήματος 10.9 είναι $\frac{1}{2}ML^2$.
23. Χρησιμοποιήστε το θεώρημα των παράλληλων αξόνων και τον Πίνακα 10.2 για να βρείτε τις ροπές αδράνειας: (α) ενός συμπαγούς κυλίνδρου ως προς έναν άξονα παράλληλο προς τον άξονα του κέντρου μάζας και που διέρχεται από την παράλληλη επιφάνεια του κυλίνδρου· και (β) μιας συμπαγούς σφαίρας ως προς άξονα που εφάπτεται στην επιφάνεια της σφαίρας.

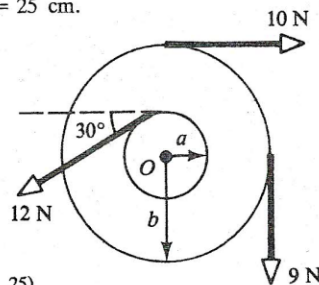
Υποκεφάλαιο 10.6 Ροπή

24. Υπολογίστε τη συνισταμένη ροπή (μέτρο και κατεύθυνση) στο δοκάρι που φαίνεται στο Σχήμα 10.28 ως προς (α) έναν άξονα που διέρχεται από το O και είναι κάθετος στο σχήμα· και (β) έναν άξονα που διέρχεται από το C και είναι κάθετος στο σχήμα.



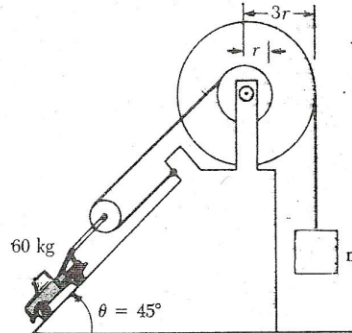
Σχήμα 10.28 (Πρόβλημα 24)

25. Βρείτε τη συνισταμένη ροπή στον τροχό του Σχήματος 10.29 ως προς άξονα που διέρχεται από το O αν $a = 10$ cm και $b = 25$ cm.



Σχήμα 10.29 (Πρόβλημα 25).

26. Βρείτε τη μάζα m που χρειάζεται για να εξισορροπεί το φορτηγό μάζας 150 kg πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο, όπως δείχνει το Σχήμα 10.30. Η γωνία κλίσης είναι $\theta = 45^\circ$. Υποθέστε ότι όλες οι τροχαλίες είναι χωρίς τριβές και έχουν αμελητέες μάζες.



Σχήμα 10.30 (Πρόβλημα 26).

27. Ένας σφόνδυλος σε σχήμα στερεού κυλίνδρου ακτίνας $R = 0,6$ m και μάζας $M = 15$ kg μπορεί να αποκτήσει γωνιακή ταχύτητα 12 rad/s σε χρόνο 0.6 s με τη βοήθεια ενός κινητήρα που του ασκεί σταθερή ροπή. Μετά ο κινητήρας σβήνει και ο σφόνδυλος κάνει 20 περιστροφές προτού σταματήσει εξαιτίας των απωλειών λόγω τριβής (η οποία υποτίθεται ότι είναι σταθερή κατά τη διάρκεια της περιστροφής). Ποιο ποσοστό της ισχύος που παράγει ο κινητήρας χρησιμοποιείται για να υπερικηθούν οι απώλειες τριβής;

Υποκεφάλαιο 10.7 Σχέση ανάμεσα στη ροπή και στη γωνιακή επιτάχυνση

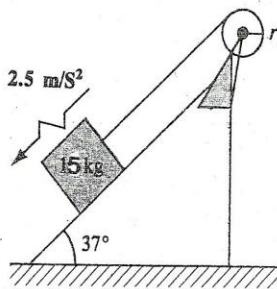
28. Ο συνδυασμός μιας εφαρμοζόμενης δύναμης και μιας δύναμης τριβής δημιουργεί μια σταθερή ολική ροπή $36 \text{ N} \cdot \text{m}$ πάνω σε έναν τροχό που περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα. Η ασκούμενη δύναμη δρα για 6 s, και στον χρόνο αυτό η γωνιακή ταχύτητα του τροχού αυξάνεται από 0 μέχρι 10 rad/s. Η εφαρμοζόμενη δύναμη καταργείται τότε, και ο τροχός σταματάει σε χρόνο 60 s. Βρείτε (α) τη ροπή αδράνειας του τροχού, (β) το μέτρο της ροπής τής τριβής και (γ) τον συνολικό αριθμό των περιστροφών του τροχού.
29. Αν ένας κινητήρας πρόκειται να παράγει ροπή ίση με $50 \text{ N} \cdot \text{m}$ πάνω σε έναν τροχό που περιστρέφεται με 2 400 στροφές/min, πόση ισχύς πρέπει να παρέχεται στον κινητήρα;
30. Το σύστημα που περιγράφηκε στο Παράδειγμα 10.11 (βλ. Σχήμα 10.18) αφήνεται ενώ προηγουμένως ακινητούσε. Αφού η μάζα m κατέλθει κατά απόσταση h , βρείτε (α) τη γραμμική ταχύτητα της μάζας m και (β) τη γωνιακή ταχύτητα του τροχού.

Υποκεφάλαιο 10.8 Έργο και ενέργεια στην περιστροφική κίνηση

31. Ένας τροχός διαμέτρου 1 m περιστρέφεται γύρω από έναν σταθερό οριζόντιο άξονα χωρίς τριβή. Η ροπή αδράνειας του ως προς τον άξονα αυτόν είναι $5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Μια σταθερή τάση 20 N δημιουργείται με ένα σχοινί που είναι τυλιγμένο γύρω από την περιφέρεια του τροχού έτσι ώστε αυτός να επιταχύνεται. Αν ο

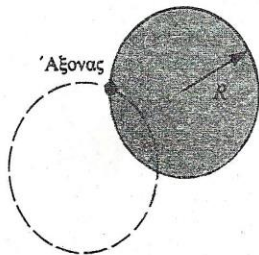
τροχός αρχίζει να περιστρέφεται όταν $t = 0$, βρείτε (a) τη γωνιακή επιτάχυνση του τροχού, (b) τη γωνιακή ταχύτητα του τροχού κατά τη χρονική στιγμή $t = 3$ s (c) την κινητική ενέργεια του τροχού όταν $t = 3$ s και (d) το μήκος του σχοινιού που ξετυλίχθηκε στα πρώτα 3 s.

32. Ένα σώμα μάζας 15 kg είναι δεμένο σε ένα νήμα που είναι τυλιγμένο γύρω από έναν τροχό ακτίνας $r = 10$ cm (βλ. Σχήμα 10.31). Η επιτάχυνση του σώματος προς τα κάτω στο λείο κεκλιμένο επίπεδο είναι 2.5 m/s². Εάν υποθεθεί ότι ο άξονας του τροχού είναι χωρίς τριβή, υπολογίστε (a) την τάση του νήματος, (b) τη ροπή αδράνειας του τροχού και (c) τη γωνιακή ταχύτητα του τροχού μετά από 2 s από τη στιγμή που αρχίζει να περιστρέφεται ενώ προηγουμένως ήταν ακίνητος.



Σχήμα 10.31 (Πρόβλημα 32).

33. (a) Ένας ομογενής στερεός δίσκος ακτίνας R και μάζας M είναι ελεύθερος να στρέφεται γύρω από ένα άξονα που διέρχεται από ένα σημείο της περιφέρειάς του (βλ. Σχήμα 10.32). Αν ο δίσκος αφηθεί, ενώ ως τότε ήταν ακίνητος στη θέση που δείχνει ο πλήρης κύκλος, ποια είναι η ταχύτητα του κέντρου βάρους του, όταν φτάνει στη θέση που δείχνει ο διακεκομμένος κύκλος; (b) Ποια είναι η ταχύτητα του χαμηλότερου σημείου του δίσκου στη θέση του διακεκομμένου κύκλου; (c) Επαναλάβετε το (a) μέρος του προβλήματος αν το σώμα είναι ένας ομογενής δακτύλιος.



Σχήμα 10.32 (Πρόβλημα 33).

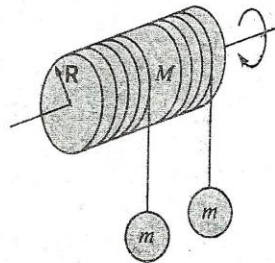
34. Ο τροχός αγγειοπλάστη αποτελείται από έναν πέτρινο δίσκο ακτίνας 0.5 m και μάζας 100 kg που περιστρέφεται ελεύθερα και κάνει 50 στροφές/min. Ο αγγειοπλάστης μπορεί να σταματήσει τον τροχό σε 6 s πιέζοντας ένα βρεγμένο πανί στην περιμέτρου του και ασκώντας έτσι μια ακτινική προς τα μέσα δύναμη ίση με 70 N. Βρείτε τον συντελεστή τριβής ολισθήσεως μεταξύ του τροχού και του βρεγμένου πανιού.
35. Ένα βάρος 50 N είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο ενός

ελαφρού νήματος τυλιγμένου σε μια τροχαλία ακτίνας 0.25 m και μάζας 3 kg. Η τροχαλία είναι ελεύθερη να περιστρέφεται σε ένα κατακόρυφο επίπεδο ως προς έναν οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο της. Το βάρος αφήνεται ελεύθερο 6 m πάνω από το έδαφος. (a) Προσδιορίστε την τάση του νήματος, την επιτάχυνση της μάζας και την ταχύτητα με την οποία το βάρος προσκρούει στο έδαφος. (b) Βρείτε, χρησιμοποιώντας τον νόμο διατήρησης της ενέργειας, την ταχύτητα που υπολογίστηκε στο (a) μέρος.

36. Θεωρήστε το Σχήμα 10.22 (Παράδειγμα 10.14) με $m_1 = 12.5$ kg, $m_2 = 20$ kg, $R = 0.2$ m και μάζα της τροχαλίας $M = 5$ kg. Η μάζα m_1 βρίσκεται στο έδαφος και η μάζα m_2 βρίσκεται 4 m πάνω από το έδαφος όταν αφήνεται ελεύθερη ενώ ως τότε ακινητούσε. Υπολογίστε τον χρόνο που χρειάζεται ώσπου η m_2 να προσκρούσει στο έδαφος. Πώς θα άλλαζε η απάντησή σας αν η μάζα της τροχαλίας ήταν αμελητέα;

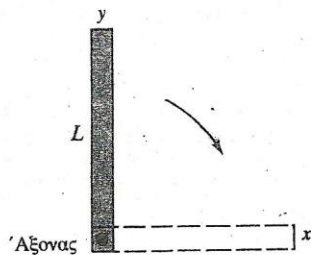
ΓΕΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

37. Ένα νήμα είναι τυλιγμένο γύρω από έναν ομογενή δίσκο ακτίνας 0.25 m και μάζας 8 kg. Ο δίσκος αρχίζει να κινείται και είναι ελεύθερος να στρέφεται γύρω από τον άξονά του. Το άκρο του νήματος έλκεται με σταθερή δύναμη 12 N. Σε χρόνο $t = 2$ s αφότου ασκήθηκε η σταθερή δύναμη, προσδιορίστε (a) τη ροπή που εφαρμόζεται στον δίσκο, (b) τη γωνιακή επιτάχυνση του δίσκου, (c) την επιτάχυνση του άκρου του νήματος, (d) τη γωνιακή ταχύτητα του δίσκου, (e) την ταχύτητα του άκρου του νήματος, (f) την κινητική ενέργεια του δίσκου, (g) το έργο που παράγεται στον δίσκο, (h) τη γωνία θ κατά την οποία έχει στραφεί ο δίσκος και (i) το μήκος του νήματος που ξετυλίχθηκε από τον δίσκο.
38. Υπολογίστε τη ροπή αδράνειας μιας ομογενούς σφαιράς μάζας M και ακτίνας R ως προς μια διάμετρο (βλ. Πίνακα 10.2) (Υπόδειξη: θεωρήστε τη σφαίρα σαν ένα σύνολο δίσκων διαφορετικών ακτίνων και βρείτε πρώτα μια έκφραση για τη ροπή αδράνειας ενός από αυτούς τους δίσκους ως προς τον άξονα συμμετρίας).
39. Ένας ομογενής στερεός κύλινδρος μάζας M και ακτίνας R περιστρέφεται γύρω από έναν οριζόντιο άξονα χωρίς τριβές (βλ. Σχήμα 10.33). Δύο ίσες μάζες είναι αναρτημένες από ελαφρά νήματα τυλιγμένα γύρω από τον κύλινδρο. Αν το σύστημα αφηθεί ελεύθερο ενώ ως τότε ήταν ακίνητο, βρείτε (a) την τάση καθενός νήματος, (b) την επιτάχυνση καθενιάς μάζας και (c) τη γωνιακή ταχύτητα του κυλίνδρου όταν οι μάζες έχουν κατεβεί κατά απόσταση h .



Σχήμα 10.33 (Πρόβλημα 39).

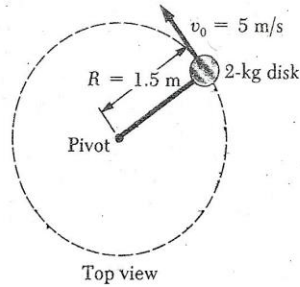
40. Βρείτε με ολοκλήρωση τη ροπή αδράνειας ενός κοίλου κυλίνδρου ως προς τον άξονα συμμετρίας του. Η μάζα του κυλίνδρου είναι M , η εσωτερική ακτίνα του είναι R_1 και η εξωτερική R_2 . (Ελέγξτε το αποτέλεσμά σας με την τιμή που δίνεται στον Πίνακα 10.2).
41. Ένα κομμάτι ελαφρού σπάγγου νάυλον μήκους 4 m είναι τυλιγμένο γύρω από ένα ομογενές κυλινδρικό πηνίο ακτίνας 0,5 m και μάζας 1 kg. Το πηνίο είναι στερεωμένο σε έναν άξονα χωρίς τριβή και αρχικά είναι ακίνητο. Ο σπάγγος έλκεται από το πηνίο με σταθερή επιτάχυνση 2.5 m/s^2 . (a) Πόσο έργο έχει παραχθεί στο πηνίο, όταν αυτό έχει αποκτήσει γωνιακή ταχύτητα $\omega = 8 \text{ rad/s}$; (b) Εάν υποθεθεί ότι υπάρχει αρκετός σπάγγος στο πηνίο, πόσος χρόνος θα χρειαστεί για να αποκτήσει το πηνίο γωνιακή ταχύτητα 8 rad/s ; (c) Υπάρχει αρκετός σπάγγος στο πηνίο ώστε να μπορέσει αυτό να αποκτήσει γωνιακή ταχύτητα τών 8 rad/s ;
42. Πολλές μηχανές χρησιμοποιούν βαριούς κυκλικούς δίσκους, που λέγονται σφόνδυλοι και που βοηθούν στο να διατηρείται σταθερή η περιστροφική κίνηση. Η αδράνεια στην περιστροφή ενός σφονδύλου εξομαλύνει τις διακυμάνσεις της γωνιακής ταχύτητας που εμφανίζονται κατά τη λειτουργία τους, όπως λογούχαρη σε ορισμένους δενζοκινητήρες στους οποίους η ροπή εμφανίζεται περιοδικά. Ένας ορισμένος σφόνδυλος που έχει διάμετρο 0.6 m και μάζα 200 kg είναι στηριγμένος σε έναν άξονα χωρίς τριβές. Ένας κινητήρας είναι συνδεδεμένος με τον σφόνδυλο και τον επιταχύνει, ενώ ως τότε ήταν ακίνητος, ωστόσο αποκτάει 1 000 στροφές/min. (a) Ποια είναι η ροπή αδράνειας του σφονδύλου; (b) Πόσο έργο παράγεται στον σφόνδυλο κατά τη διάρκεια αυτής της επιτάχυνσης; (c) Αφού ο σφόνδυλος αποκτάει τις 1 000 στροφές/min, ο κινητήρας αποσυνδέεται από τον σφόνδυλο. Ένα φρένο τριβής χρησιμοποιείται για να ελαττώσει τον ρυθμό περιστροφής σε 500 στροφές/min. Πόση ενέργεια χάνεται με τη μορφή της θερμότητας στα φρένα;
43. Μια επιμήκης ομογενής ράβδος μήκους L και μάζας M είναι στερεωμένη στο ένα άκρο της με έναν οριζόντιο άξονα χωρίς τριβή. Η ράβδος αφήνεται ελεύθερη, ενώ προηγουμένως ήταν ακίνητη σε κατακόρυφη θέση, όπως δείχνει το Σχήμα 10.34. Τη στιγμή που η ράβδος είναι οριζόντια, βρείτε (a) τη γωνιακή ταχύτητα της ράβδου, (b) τη γωνιακή της επιτάχυνση, (c) τις συνιστώσες x και y της επιτάχυνσης του κέντρου μάζας της και (d) τις συνιστώσες της δύναμης αντίδρασης του άξονα στήριξης.



Σχήμα 10.34 (Πρόβλημα 43).

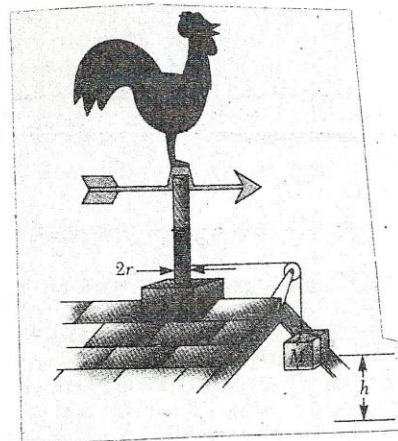
44. Ένας επίπεδος μικρός δίσκος με μάζα 2 kg ολισθαί-

νει πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια χωρίς τριβή. Ο δίσκος περιστρέφεται σε κυκλική τροχιά με τη βοήθεια μιας ράβδου μήκους 1.5 m αμελητέας μάζας που είναι στερεωμένη στο ένα άκρο της, όπως φαίνεται στο Σχήμα 10.35. Αρχικά, ο δίσκος έχει γραμμική ταχύτητα 5 m/s. Στη συνέχεια ρίχνεται στο δίσκο κατακόρυφα από πάνω μια μάζα στόκου ίση με 1 kg. Αν ο στόκος κολλήσει στον δίσκο, ποια είναι η νέα περίοδος περιστροφής;



Σχήμα 10.35 (Πρόβλημα 44).

45. Η ακτίνα αδράνειας, K , ενός στερεού σώματος για οποιονδήποτε δεδομένο άξονα περιστροφής, ορίζεται από τη σχέση $K^2 = I/M$, όπου M είναι η ολική μάζα του σώματος και I είναι η ροπή αδράνειας ως προς τον δεδομένο άξονα. Η ακτίνα αδράνειας είναι ίση με την απόσταση από τον άξονα περιστροφής ενός υποθετικού σημείου στο οποίο θα μπορούσε να συγκεντρωθεί όλη η μάζα του σώματος, M , χωρίς να μεταβληθεί η ροπή αδράνειας, I , ως προς τον ίδιο άξονα. Βρείτε την ακτίνα αδράνειας: (a) ενός στερεού δίσκου ακτίνας R , (b) μιας ομογενούς ράβδου μήκους L , και (c) μιας στερεάς σφαίρας ακτίνας R , όλων τών παραπάνω σωμάτων ως προς ένα κεντρικό άξονα περιστροφής.
46. Ένας σπουδαστής Φυσικής αγοράζει έναν ανεμοδείκτη για το γκαράζ του πατέρα του. Ο ανεμοδείκτης αποτελείται από έναν κόκορα που στέκεται πάνω σε ένα βέλος. Ο ανεμοδείκτης είναι στερεωμένος σε έναν κατακόρυφο άξονα ακτίνας r και μάζας m που είναι ελεύθερος να περιστρέφεται γύρω από το στήριγμά του στη στέγη, όπως φαίνεται στο Σχήμα 10.36. Ο

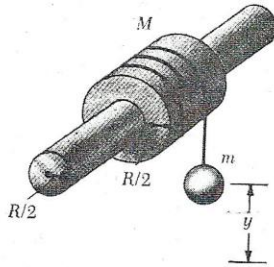


Σχήμα 10.36 (Πρόβλημα 46).

σπουδαστής οργανώνει ένα πείραμα για να μετρήσει τη ροπή αδράνειας του κόκορα και του βέλους που είναι συνδεδεμένο με τον άξονα. Τυλίγει έναν σπάγγο γύρω από τον κατακόρυφο άξονα, τόν περνάει από μια τροχαλία και δένει μια μάζα M που κρέμεται από τη στέγη του γκαράζ. Όταν η μάζα M αφήνεται ελεύθερη, ο σπουδαστής προσδιορίζει τον χρόνο t που απαιτείται ώστε η μάζα να κατέλθει κατά απόσταση h . Από αυτά τα δεδομένα ο σπουδαστής μπορεί να βρει τη ροπή αδράνειας I του κόκορα και του βέλους. Βρείτε την έκφραση για το I σε συνάρτηση με τα m, M, r, g, h και t .

- 47 Ένα ομογενές κοίλο κυλινδρικό καρούλι έχει εσωτερική ακτίνα $R/2$, εξωτερική R και μάζα M (βλ. Σχήμα 10.37). Είναι τοποθετημένο έτσι ώστε να περιστρέφεται γύρω από έναν τραχύ σταθερό οριζόντιο άξονα. Μια μάζα m είναι δεμένη στην άκρη ενός νήματος που είναι τυλιγμένο γύρω από το καρούλι. Η μάζα m αρχίζει να κινείται και παρατηρείται ότι κατέρχεται κατά απόσταση y σε χρόνο t . Αποδείξτε ότι η ροπή που οφείλεται σε δυνάμεις τριβής μεταξύ του καρουλιού και του άξονα είναι

$$\tau_F = R \left[m \left(g - \frac{2y}{t^2} \right) - \frac{3}{2} M \left(\frac{y}{t^2} \right) \right]$$



Σχήμα 10.37 (Πρόβλημα 47).

- 48 Ένας σπάγγος είναι τυλιγμένος γύρω από μια τροχαλία μάζας m και ακτίνας r . Το ελεύθερο άκρο του σπάγγου δένεται σε ένα σώμα μάζας M . Το σώμα αρχίζει να ολισθαίνει προς τα κάτω σε ένα τραχύ κεκλιμένο επίπεδο που σχηματίζει γωνία θ με την οριζόντιο. Ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως μεταξύ του σώματος και του κεκλιμένου επιπέδου είναι μ . (α) Χρησιμοποιήστε το θεώρημα έργου-ενέργειας για να αποδείξετε ότι η ταχύτητα του σώματος v ως συνάρτηση της μετατόπισης d προς τα κάτω στο κεκλιμένο επίπεδο είναι

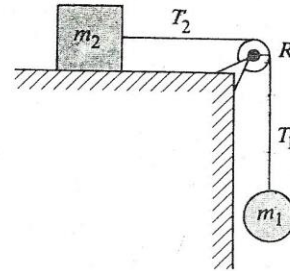
$$v = \left[4gd \left(\frac{M}{m + 2M} \right) (\sin \theta - \mu \cos \theta) \right]^{1/2}$$

(β) Βρείτε την επιτάχυνση του σώματος σε συνάρτηση με τα μ, m, M, g και θ .

- 49 Μια κυκλική τρύπα ακτίνας $R/4$ ανοίγεται σε έναν δίσκο ακτίνας R και μάζας M . Η τρύπα έχει το κέντρο της σε απόσταση $R/2$ από το κέντρο του δίσκου. Βρείτε μια έκφραση για τη ροπή αδράνειας αυτού του σώματος ως προς έναν άξονα κάθετο στον

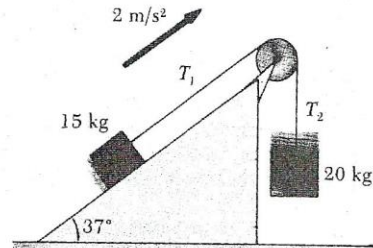
δίσκο και που διέρχεται από το κέντρο του. [Υπόδειξη: θεωρήστε την τρύπα ως έναν υλικό δίσκο «αρνητικής μάζας»].

- 50 Μια μάζα m_1 συνδέεται με μια μάζα m_2 με ένα λεπτό νήμα, που μπορεί να ολισθαίνει πάνω σε μια λεία επιφάνεια (βλ. Σχήμα 10.38). Η τροχαλία περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα χωρίς τριβή και έχει ροπή αδράνειας I και ακτίνα R . Εάν υποθεθεί ότι το νήμα δεν ολισθαίνει στην τροχαλία, βρείτε (α) την επιτάχυνση των δύο μαζών, (β) τις τάσεις T_1 και T_2 και (c) τις αριθμητικές τιμές των a, T_1 και T_2 αν $I = 0.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2, R = 0.3 \text{ m}, m_1 = 4 \text{ kg}$ και $m_2 = 3 \text{ kg}$. (d) Ποιες θα ήταν οι απαντήσεις σας αν η ροπή αδράνειας της τροχαλίας θεωρούνταν αμελητέα;



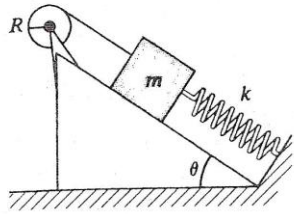
Σχήμα 10.38 (Πρόβλημα 50).

- 51 Δύο σώματα συνδέονται με νήμα αμελητέας μάζας που περνά από μια τροχαλία ακτίνας 0.25 m και ροπής αδράνειας I . Το σώμα στο κεκλιμένο επίπεδο κινείται προς τα πάνω με σταθερή επιτάχυνση 2 m/s^2 (βλ. Σχήμα 10.39). (α) Προσδιορίστε τις τάσεις T_1 και T_2 στα δύο τμήματα του νήματος, και (β) βρείτε τη ροπή αδράνειας της τροχαλίας.



Σχήμα 10.39 (Πρόβλημα 51).

- 52 Η τροχαλία στο Σχήμα 10.40 έχει ακτίνα R και ροπή αδράνειας I . Η μία πλευρά του σώματος μάζας m , συνδέεται με ένα ελατήριο σταθεράς K και η άλλη είναι δεμένη σε ένα νήμα που είναι τυλιγμένο γύρω από μια τροχαλία. Ο άξονας της τροχαλίας και το κεκλιμένο επίπεδο είναι χωρίς τριβή. Αν η τροχαλία στραφεί αντίθετα προς τους δείκτες του ρολογιού έτσι ώστε να επιμηκύνει το ελατήριο κατά απόσταση d από τη θέση στην οποία βρίσκεται όταν δεν είναι τεταμένο και μετά αφηθεί ελεύθερο, βρείτε (α) τη γωνιακή ταχύτητα της τροχαλίας όταν το ελατήριο βρεθεί πάλι στη θέση που είχε όταν δεν ήταν τεταμένο, και (β) μια αριθμητική τιμή της γωνιακής ταχύτητας σε αυτό το σημείο, αν $I = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2, R = 0.3 \text{ m}, K = 50 \text{ N/m}, m = 0.5 \text{ kg}, d = 0.2 \text{ m}$ και $\theta = 37^\circ$.



Σχήμα 10.40 (Πρόβλημα 52).

53. Ένα κυλινδρικό καρούλι νήματος ακτίνας 0.1 m και μάζας 4 kg τοποθετείται έτσι ώστε μπορεί να στρέφεται ελεύθερα γύρω από τον επιμήκη άξονα συμμετρίας του. Το καρούλι αρχίζει να περιστρέφεται ενώ προηγουμένως ήταν ακίνητο, καθώς το νήμα έλκεται και ξετυλίγεται ενώ η τάση στο νήμα διατηρείται σταθερή στα 8 N . Αγνοήστε τη μάζα του ξετυλιγμένου

νήματο και προσδιορίστε (α) τη ροπή που ενεργεί στο καρούλι και τη γωνιακή του επιτάχυνση. Τη στιγμή κατά την οποία η γωνιακή ταχύτητα του καρουλιού είναι 10 rad/s , προσδιορίστε (β) τη γωνία κατά την οποία έχει στραφεί το καρούλι από την έναρξη τής κίνησης, (c) την επαπτομενική και ακτινική επιτάχυνση ενός σημείου στην περιφέρεια του καρουλιού και (d) την κινητική ενέργεια λόγω περιστροφής και τη στροφορμή του καρουλιού.

54. Ένας ηλεκτρικός κινητήρας μπορεί να επιταχύνει έναν τροχό ροπής αδράνειας $I = 20.000 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ από την κατάσταση ηρεμίας ως 10 στροφές/min σε χρόνο 12 s . Όταν ο κινητήρας αποσυνδεθεί, ο τροχός επιδραδύνεται από $10 \text{ στις } 8 \text{ στροφές/min}$ σε 10 s , λόγω τών απωλειών σε τριβές. Προσδιορίστε (α) τη ροπή που προκαλεί ο κινητήρας για να προσδώσει στον τροχό 10 στροφές/min και (b) την ισχύ που απαιτείται για να διατηρεί την περιστροφή του τροχού σε 10 στροφές/min .