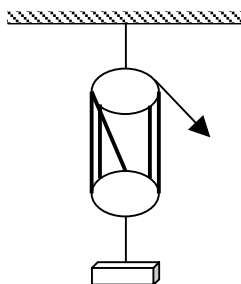


ΦΥΣ. 131

ΕΡΓΑΣΙΑ # 5

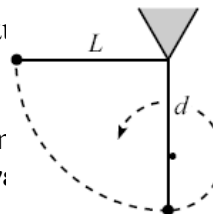
1. Ένα κιβώτιο μάζας 60kg συγκρατείται από ένα ελατήριο σταθεράς $k=4.00 \times 10^3 \text{ N/m}$ το οποίο είναι συμπιεσμένο οριζόντια κατά ένα μήκος 1.5m . Το κιβώτιο αφήνεται ελεύθερο τη χρονική στιγμή $t=0$ και γλιστρά οριζόντια πάνω σε μία λεία επιφάνεια. Κατά τη διάρκεια της διαδρομής το κιβώτιο συναντά μια τραχιά επιφάνεια μήκους 2m με συντελεστές τριβής ολίσθησης $\mu_k=0.20$ και στατικής τριβής $\mu_s=0.30$. Αφού περάσει πάνω από την τραχιά επιφάνεια συναντά μία άλλη λεία επιφάνεια και ένα ακόμα ελατήριο με σταθερά $k=3.00 \times 10^3 \text{ N/m}$. Αυτό το τελευταίο ελατήριο, αντιστρέφει την κίνηση του κιβωτίου. (α) Να βρεθεί η συνολική αρχική μηχανική ενέργεια του κιβωτίου όταν $t=0$. (β) Πόσο έργο παράγεται από την δύναμη της τριβής ολίσθησης πάνω στο κιβώτιο κατά την διάρκεια κάθε περάσματος πάνω από την τραχειά επιφάνεια. (γ) Πόση είναι η συμπίεση του δεύτερου ελατηρίου την πρώτη φορά που το κιβώτιο το συναντά. (δ) Πόσες φορές το κιβώτιο θα περάσει πλήρως πάνω από την τραχειά επιφάνεια πριν σταματήσει να κινείται.

2. Υποθέτοντας ότι δεν υπάρχουν τριβές και ότι οι τροχαλίες είναι αμελητέας μάζας πόσο

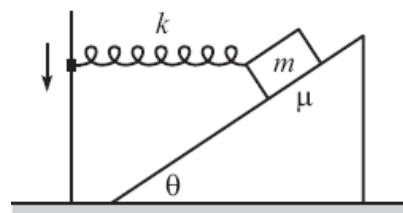


σχοινί θα πρέπει να τραβήξετε ώστε να σηκώσετε το βάρος στο παρακάτω σχήμα κατά 1 μέτρο ;

3. Ένα εκκρεμές μήκους L κρατιέται αρχικά σε οριζόντια θέση και κατόπιν αφήνεται ελεύθερο. Το νήμα του εκκρεμούς χτυπά κατά τη διαδρομή του σε ένα καρφί που βρίσκεται σε απόσταση d κάτω από το σημείο στήριξης του εκκρεμούς. Ποια είναι η μικρότερη τιμή της απόστασης d ώστε το νήμα να παραμένει πάντοτε τεντωμένο;



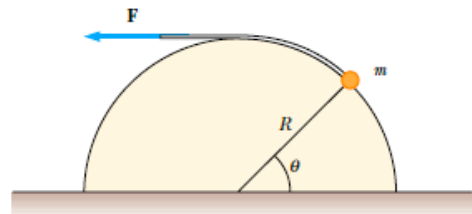
4. Μια μάζα m βρίσκεται πάνω σε ένα κεκλιμένο επίπεδο το οποίο σχηματίζει γωνία θ με την οριζόντια διεύθυνση. Ο συντελεστής τριβής (κινητικής και στατικής τριβής) μεταξύ της μάζας και του κεκλιμένου επιπέδου είναι $\mu=1.0$. Ένα οριζόντιο ελατήριο σταθεράς ελατηρίου k , έχει το δεξί άκρο του εξαρτώμενο από τη μάζα ενώ το αριστερό άκρο του εξαρτάται από ένα δαχτυλίδι το οποίο μπορεί να κινείται πάνω σε ένα κατακόρυφο στύλο. Το ελατήριο είναι αρχικά στο φυσικό του μήκος. Κατόπιν η μάζα αφήνεται ελεύθερη και αρχίζει να γλιστρά προς το κατώτερο σημείο του κεκλιμένου επιπέδου, ενώ το δαχτυλίδι στο



αριστερό άκρο του ελατηρίου παρακολουθεί την κίνηση της μάζας έτσι ώστε το ελατήριο να παραμένει πάντοτε οριζόντιο. Ποια απόσταση καλύπτει η μάζα πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο πριν έρθει σε ηρεμία για πρώτη φορά; (Μπορείτε να υποθέσετε ότι η γωνία $\theta > 45^\circ$, το οποίο σημαίνει ότι η μάζα όντως θα γλιστρήσει προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου. Ίσως κάποιος να θέλει να αποδείξει ότι όντως για να συμβεί κάτι τέτοιο θα πρέπει ο συντελεστής τριβής να είναι μικρότερος από την εφαπτομένη της γωνίας θ).

5. Μια μάζα είναι δεμένη στο ένα άκρο ενός νήματος αμελητέας μάζας. Το άλλο άκρο του νήματος είναι δεμένο σε ένα πολύ λεπτό, λείο (χωρίς τριβές) κατακόρυφο στύλο. Το νήμα είναι αρχικά τελείως περιτυλιγμένο γύρω από το στύλο (σε ένα μεγάλο αριθμό μικρών οριζόντιων κύκλων), με την μάζα να ακουμπά στο στύλο. Η μάζα απελευθερώνεται και το νήμα αρχίζει σιγά σιγά να ξετυλίγεται. Τι γωνία κάνει το νήμα με το στύλο τη στιγμή που το νήμα έχει ξετυλιχθεί τελείως;
6. Ελατήριο αμελητέας μάζας και σταθεράς ελατηρίου k κρέμεται κατακόρυφα από μία οροφή. Αρχικά το ελατήριο είναι στη θέση ισορροπίας του. Μιά μάζα m κρέμεται στο χαμηλότερο άκρο του ελατηρίου και αφήνεται ελεύθερη.
 - (α) Υπολογίστε την ολική δυναμική ενέργεια του συστήματος σε συνάρτηση του ύψους y (το οποίο είναι αρνητικό), σχετικά με την αρχική θέση ισορροπίας. Σχεδιάστε το δυναμικό που βρήκατε.
 - (β) Να βρεθεί η θέση y_0 , το σημείο στο οποίο το δυναμικό είναι ελάχιστο
 - (γ) Ξαναγράψτε τη δυναμική ενέργεια σε συνάρτηση της μεταβλητής $z=y-y_0$. Εξηγήστε γιατί το αποτέλεσμα σας δείχνει ότι ένα κρεμαμένο ελατήριο μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα ελατήριο σε ένα κόσμο χωρίς βαρύτητα, με την προϋπόθεση ότι το νέο σημείο ισορροπίας (y_0) λαμβάνεται σά το μήκος ηρεμίας του εκκρεμούς.
7. Μια μπίλια είναι αρχικά σε ηρεμία στο ψηλότερο σημείο ενός λείου στεφανιού ακτίνας R , το οποίο βρίσκεται σε κατακόρυφο επίπεδο. Δίνεται στην μπίλια μια οριζόντια ώθηση έτσι ώστε να αρχίσει να κυλά προς τα κάτω και γύρω από το στεφάνι. Σε ποιά σημεία του στεφανιού η μπίλια ασκεί μέγιστη οριζόντια δύναμη στο στεφάνι;
8. Ένα μυρμήγκι κυκλοφορεί σε μια διαδρομή σε μια επίπεδη επιφάνεια από ένα σημείο $(0,0,0)$ σε ένα σημείο $(1.0\text{m}, 5.0\text{m}, 0\text{m})$. Εξαιτίας ενός μόνιμου αέρα, δέχεται μία δύναμη $\vec{F}=(0.002\text{N}, 0.001\text{N}, -0.0005\text{N})$. Πόσο έργο δαπάνησε ο αέρας πάνω στο μυρμήγκι, για την διαδρομή αυτή. Αγνοήστε τριβές.

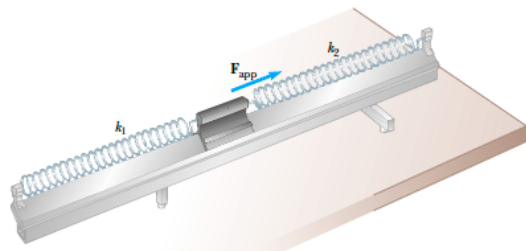
9. Ένα μικρό σώμα μάζας m σύρεται στην επιφάνεια ενός λείου ημισφαιρίου ακτίνας R , με τη βοήθεια ενός νήματος το οποίο περνά από τη κορυφή του ημισφαιρίου (όπως στο σχήμα). (α) Αν το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα, δείξτε ότι $F = mg\cos\theta$ (Σημειώστε ότι το εφόσον το σωματίδιο κινείται με σταθερή ταχύτητα η συνιστώσα της επιτάχυνσης εφαπτόμενη του ημισφαιρίου πρέπει να είναι μηδέν σε όλες τις χρονικές στιγμές). (β) Ολοκληρώνοντας $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$ να βρεθεί το έργο που



καταναλώνεται ώστε το σωματίδιο να κινείται με σταθερή ταχύτητα από το χαμηλότερο σημείο του ημισφαιρίου στο υψηλότερο.

10. Ένα κιβώτιο μάζας 10.0kg σύρεται σε τραχύ κεκλιμένο επίπεδο με αρχική ταχύτητα 1.50m/s . Η δύναμη που σύρει το κιβώτιο έχει μέτρο 100N και είναι παράλληλη προς το κεκλιμένο επίπεδο, το οποίο έχει γωνία κλίσης 20° ως προς την οριζόντια διεύθυνση. Ο συντελεστής κινητικής τριβής μεταξύ του κιβωτίου και του κεκλιμένου επιπέδου είναι $\mu_k=0.400$ και το κιβώτιο σύρεται 5.00m . (α) Πόσο έργο παράγεται από την δύναμη της βαρύτητας στο κιβώτιο; (β) Προσδιορίστε την αύξηση της εσωτερικής ενέργειας του συστήματος κεκλιμένο επίπεδο-κιβώτιο εξαιτίας της δύναμης της τριβής. (γ) Πόσο έργο παράγει η δύναμη των 100N πάνω στο κιβώτιο; (δ) Ποια η μεταβολή στην κινητική ενέργεια του κιβωτίου; (ε) Ποια η ταχύτητα του κιβωτίου αφού έχει διανύσει τα 5.0m ;
11. Ένα έλκυθρο μάζας m δέχεται μια στιγμιαία ώθηση και κινείται πάνω στην επιφάνεια μιας παγωμένης λίμνης. Η ώθηση προσδίδει στο έλκυθρο μια αρχική ταχύτητα 2.00m/s . Ο συντελεστής κινητικής τριβής μεταξύ του έλκυθρου και της λίμνης είναι $\mu_k=0.100$. Χρησιμοποιώντας εξισώσεις ενέργειας να βρεθεί η απόσταση που διανύει το έλκυθρο μέχρι να σταματήσει.
12. Ένα σώμα μάζας 4.00kg κινείται κατά μήκος του x -άξονα. Η θέση του μεταβάλλεται με το χρόνο σύμφωνα με την εξίσωση $x = t + 20t^3$, όπου x μετράται σε μέτρα και ο χρόνος t σε δευτερόλεπτα. Να βρεθεί (α) η κινητική του ενέργεια σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, (β) η επιτάχυνση του σώματος και η δύναμη που δρα πάνω του σε μια τυχαία χρονική στιγμή t , (γ) η ισχύς που καταναλώνεται στο σώμα σε μια τυχαία χρονική στιγμή t , και (δ) το έργο που καταναλώνεται πάνω στο σώμα στο χρονικό διάστημα $t=0\text{s}$ σε $t=20\text{s}$.

13. Δυο ελατήρια αμελητέας μάζας, ένα με σταθερά ελατηρίου k_1 και το δεύτερο με σταθερά ελατηρίου k_2 είναι εξαρτημένα από τα άκρα μιας αεροτροχιάς όπως στο σχήμα. Ένα σώμα εξαρτάται από τα ελεύθερα άκρα των δυο ελατηρίων και βρίσκεται μεταξύ τους. Όταν το σώμα βρίσκεται σε ισορροπία, το ελατήριο 1 έχει επιμήκυνση x_{i1} προς τα δεξιά του φυσικού του μήκους και το ελατήριο 2 έχει μια συσπείρωση x_{i2} προς τα αριστερά του φυσικού του μήκους. Μια οριζόντια δύναμη F_{app} εξασκείται πάνω στο σώμα και το μετακινεί μια απόσταση x_A προς τα δεξιά της θέσης ισορροπίας του. Δείξτε ότι (α) το έργο που καταναλώνεται στο ελατήριο 1 δίνεται από τη σχέση $\frac{1}{2}k_1(x_A^2 + 2x_Ax_{i1})$, (β) το έργο που καταναλώνεται στο ελατήριο 2 είναι $\frac{1}{2}k_1(x_A^2 + 2x_Ax_{i1})$, (γ) τα x_{i2} και x_{i1} σχετίζονται σύμφωνα με την εξίσωση $x_{i2} = k_1x_{i1} / k_2$ και (δ) το ολικό έργο που παράγει η δύναμη F_{app} είναι $\frac{1}{2}(k_1 + k_2)x_A^2$



14. Ο εκτοξευτής των μπαλών σε ένα μηχανήμα pinball έχει σταθερά ελατηρίου 1.20N/cm (δείτε το σχήμα). Η επιφάνεια στην οποία κινείται η μπάλα έχει κλίση 10° ως προς την οριζόντια διεύθυνση. Αν το ελατήριο είναι αρχικά συμπιεσμένο κατά 5.0cm , να βρεθεί η αρχική ταχύτητα εκτόξευσης της μπάλας η οποία έχει μάζα 100gr . Θεωρήστε ότι οι τριβές είναι αμελητέες και αγνοήστε τη μάζα του ελατηρίου.

