

ΦΥΣ. 111

2^η Πρόοδος: 24-Νοεμβρίου-2018

Πριν αρχίσετε συμπληρώστε τα στοιχεία σας (ονοματεπώνυμο και αριθμό ταυτότητας).

Ονοματεπώνυμο	Αριθμός Ταυτότητας
----------------------	---------------------------

Απενεργοποιήστε τα κινητά σας.

Σας δίνονται 9 προβλήματα και θα πρέπει να απαντήσετε σε όλα. Η μέγιστη συνολική βαθμολογία της εξέτασης είναι 120 μονάδες.

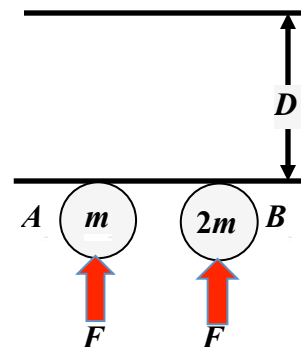
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΣΤΕ ΜΟΝΟ ΤΙΣ ΣΕΛΙΔΕΣ ΠΟΥ ΣΑΣ ΔΙΝΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΜΗΝ ΚΟΨΕΤΕ ΟΠΟΙΑΔΗΠΟΤΕ ΣΕΛΙΔΑ

Η διάρκεια της εξέτασης είναι 150 λεπτά. Καλή Επιτυχία !

Άσκηση	Βαθμός
1 ^η (10μ)	
2 ^η (10μ)	
3 ^η (10μ)	
4 ^η (10μ)	
5 ^η (10μ)	
6 ^η (10μ)	
7 ^η (20μ)	
8 ^η (20μ)	
9 ^η (20μ)	
Σύνολο	

Άσκηση 1 [10μ]

Μία δύναμη μέτρου F ασκείται σε δύο δίσκους A και B μάζας m και $2m$ αντίστοιχα. Οι δύο δίσκοι ξεκινούν από την κατάσταση της ηρεμίας από την ίδια θέση και κινούνται σε λεία επιφάνεια κατά μία απόσταση D , όπως στο διπλανό σχήμα.

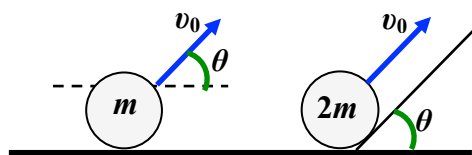


(α) Ποιός δίσκος καλύπτει την απόσταση στο συντομότερο χρόνο; [2μ]

(β) Όταν φθάνουν στο τέλος της απόστασης D , ποιός δίσκος έχει τη μεγαλύτερη κινητική ενέργεια; [2μ]

(γ) Θεωρήστε ότι η επιφάνεια δεν είναι λεία αλλά υπάρχει τριβή και ο συντελεστής τριβής μεταξύ της επιφάνειας και των δίσκων είναι μ . Για την περίπτωση αυτή, ποιός δίσκος θα έχει την μεγαλύτερη κινητική ενέργεια όταν θα έχει καλύψει την απόσταση D ; [2μ].

Φανταστείτε τώρα ότι τα σώματα έχουν μία διαφορετική κατάσταση. Το σώμα A μάζας m εκτοξεύεται σαν βλήμα με αρχική ταχύτητα v_0 και γωνία θ ως προς τον ορίζοντα. Το σώμα B μάζας $2m$ γλυστρά προς την κορυφή μίας λείας κεκλιμένης επιφάνειας γωνίας κλίσης θ , ίση με την γωνία βολής του σώματος A, και με αρχική ταχύτητα v_0 ίση με την ταχύτητα εκτόξευσης του σώματος A.

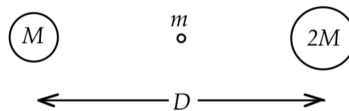


(δ) Μετά την αρχική εκτόξευσή τους, τα σώματα φθάνουν στο μέγιστο ύψος της κίνησής τους. Στο ύψος αυτό, ποιο σώμα έχει την μεγαλύτερη κινητική ενέργεια; [2μ]

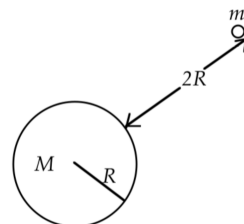
(ε) Ποιο σώμα έχει το μεγαλύτερο μέγιστο ύψος της κίνησής του; [2μ]

Άσκηση 2 [10μ]

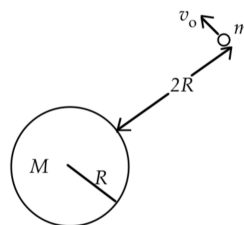
(α) Δύο μεγάλοι σφαιρικοί αστέρες με μάζες M και $2M$ αντίστοιχα βρίσκονται σε απόσταση D μεταξύ τους (μετρούμενη από το κέντρο του ενός αστέρα στο κέντρο του άλλου) όπως στο σχήμα. Ένας μικρός σφαιρικός αστεροειδής μάζας m βρίσκεται ανάμεσα στους δύο αστέρες με το κέντρο του στο μέσο της απόστασης των δύο αστέρων. Βρείτε το μέγεθος και διεύθυνση της ολικής βαρυτικής δύναμης που ασκείται στον αστεροειδή. [1μ]



(β) Ένα μικρό σώμα μάζας m αφήνεται από την κατάσταση της ηρεμίας και απόσταση $2R$ πάνω από την επιφάνεια ενός σφαιρικού πλανήτη μάζας M και ακτίνας R . Βρείτε την ταχύτητα που θα έχει το σώμα όταν αυτό θα χτυπήσει στην επιφάνεια του πλανήτη. Υποθέστε ότι ο πλανήτης δεν έχει ατμόσφαιρα και ότι δεν υπάρχει άλλη δύναμη εκτός της βαρυτικής η οποία ασκείται στο σώμα. [2μ]



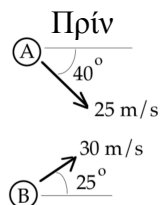
(γ) Υποθέστε ότι ένα μικρό σώμα αφήνεται από την ίδια απόσταση από τον σφαιρικό πλανήτη ($2R$) αλλά αυτή τη φορά ξεκινά με ταχύτητα $v_0 = \sqrt{GM/4R}$. Το σώμα έχει ένα προωθητικό πύραυλο προσαρτημένο πάνω του που θέτει το σώμα σε κυκλική τροχιά. Βρείτε την ταχύτητα που θα έχει το σώμα όταν θα αποκτήσει την κυκλική τροχιά του. Βρείτε επίσης το έργο που καταναλώνει ο πύραυλος. Υποθέστε ότι σε όλες τις χρονικές στιγμές το σώμα βρίσκεται στην ίδια απόσταση από τον πλανήτη και ότι δεν υπάρχουν άλλες δυνάμεις που να ασκούνται στο σώμα εκτός από την βαρυτική δύναμη. [3μ]



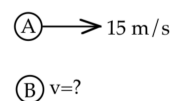
(δ) Επαναλάβετε την ερώτηση (β) αφού έχετε υποθέσει ότι πλανήτης είναι μία κοίλη σφαίρα και ότι το σώμα πέφτει μέσω μιας μικρής τρύπας στο εσωτερικό της σφαιρικής κοιλότητας. Βρείτε την ταχύτητα του σώματος καθώς αυτό φθάνει στο κέντρο του σφαιρικού φλοιού. [4μ]

Άσκηση 3 [10μ]

Δύο δίσκοι έρχονται σε σύγκρουση πάνω σε λεία οριζόντια επιφάνεια. Οι ταχύτητες των δίσκων πριν την σύγκρουσή τους φαίνονται στο διπλανό σχήμα. Αφού συγκρουστούν, ο δίσκος Α κινείται όπως στο σχήμα. Υποθέστε ότι η μάζα του δίσκου Α είναι διπλάσια από την μάζα του δίσκου Β, $M_A = 2M_B$.



Μετά



(α) Ποιό το μέτρο και η διεύθυνση της ταχύτητας του δίσκου Β μετά την σύγκρουση; Προσδιορίστε στο γράφημά σας την γωνία που χρησιμοποιείτε για να προσδιορίσετε τη διεύθυνση του Β; [6μ]

(β) Διατηρείται η κινητική ενέργεια στην κρούση αυτή; Δικαιολογήστε την απάντησή σας. Αν όχι θα πρέπει ξεκάθαρα να απαντήσετε ποια είναι η ποσότητα κινητικής ενέργειας που κερδήθηκε ή χάθηκε κατά την σύγκρουση. [4μ]

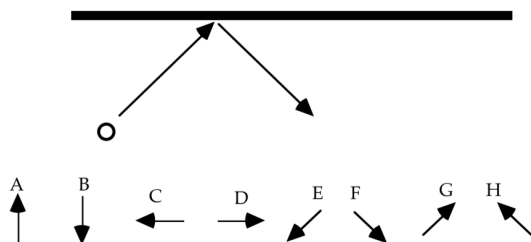
Άσκηση 4 [10μ]

(α) Ένας αστροναύτης στέκεται σε ένα φεγγάρι του πλανήτη Ποσειδώνα και εκτοξεύει μια μπάλα μάζας 0.15kg με αρχική ταχύτητα 37m/s . Η μάζα του φεγγαριού είναι $3.8 \times 10^{19}\text{kg}$ και η ακτίνα του είναι 200km . Αν ο αστροναύτης εκτοξεύει τη μπάλα οριζόντια ως προς την επιφάνεια του φεγγαριού, υπάρχει περίπτωση να θέσει τη μπάλα σε κυκλική τροχιά γύρω από το φεγγάρι; Εξηγήστε την απάντησή σας. [6μ]

(β) Θεωρήστε τώρα ότι ο αστροναύτης εκτοξεύει την μπάλα κατακόρυφα προς τα πάνω με την ίδια αρχική ταχύτητα όπως αυτή στο ερώτημα (α). Ποιο το μέγιστο ύψος στο οποίο φθάνει η μπάλα; [4μ]

Άσκηση 5 [10μ]

(α) Μία μπάλα χτυπά σε ένα τοίχο και ανακλάται όπως φαίνεται στο σχήμα. Υποθέστε ότι η σύγκρουση είναι τέλεια ελαστική. Ποιό από τα διανύσματα περιγράφει καλύτερα την μεταβολή της ορμής της μπάλας; Σημειώστε την απάντησή σας και σχολιάστε την. [4μ]

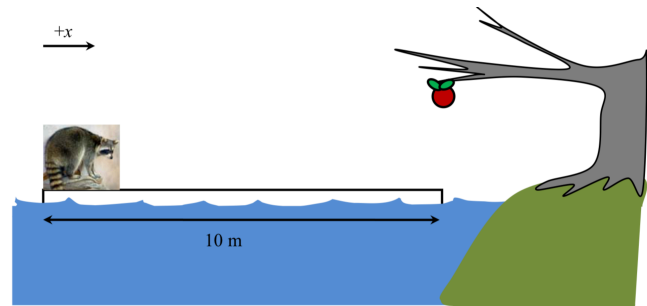


(β) Ένα μικρό αυτοκίνητο κινούμενο με ταχύτητα $3v$ στον αυτοκινητόδρομο χτυπά το πίσω μέρος ενός φορτηγού το οποίο κινείται με ταχύτητα v στην ίδια κατεύθυνση με το αυτοκίνητο. Μετά τη σύγκρουση το αυτοκίνητο μένει προσκολλημένο στο φορτηγό. Κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης, ποιο αυτοκίνητο δέχεται τη μεγαλύτερη μέση δύναμη; Εξηγήστε την απάντησή σας. [2μ]

(γ) Δύο μπάλες μάζας 2 kg και 3 kg αντίστοιχα γλιστρούν πάνω σε λεία οριζόντια επιφάνεια με ταχύτητες 4 m/s και 2 m/s , αντίστοιχα. Μετά από μία ανελαστική σκέδαση, οι μπάλες προσκολούνται και κινούνται με ταχύτητα 2 m/s . Σε ποιά διεύθυνση κινούνται οι μπάλες πριν την σύγκρουσή τους; [4μ]

Άσκηση 6 [10μ]

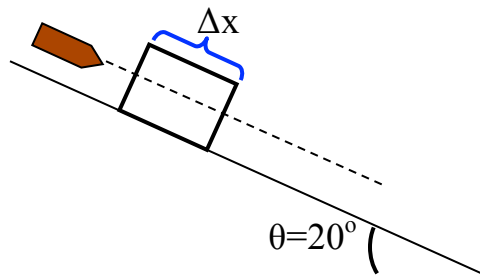
Ένα κάστορας στέκεται στην άκρη ενός κορμού δέντρου μήκους 10m . Ο κορμός επιπλέει στα νερά ενός ποταμού. Ξαφνικά βλέπει ένα μήλο να κρέμεται από το κλαδί ενός δέντρου το οποίο βρίσκεται ακριβώς πάνω από την άλλη άκρη του κορμού στο οποίο στέκεται ο κάστορας. Ο κάστορας αρχίζει να κινείται με ταχύτητα $v = 0.1\text{m/s}$ προς το μήλο. Αυτή είναι η ταχύτητα του κάστορα ως προς τον κορμό του δέντρου. Υποθέστε ότι ο κάστορας έχει μάζα 25kg ενώ η μάζα του κορμού είναι 100 kg . Αγνοήστε το μέγεθος του κάστορα.



- (α) Καθώς ο κάστορας κινείται πάνω στον κορμό, ποια η ταχύτητα του κορμού ως προς την όχθη; [5μ]
- (β) Όταν ο κάστορας φθάνει στο άλλο άκρο του κορμού ποια η οριζόντια απόστασή του από το μήλο που επιθυμεί; [5μ]

Άσκηση 7 [20μ]

Ένα τούβλο μάζας $M=1\text{kg}$ και πάχους $\Delta x=0.1\text{m}$ βρίσκεται ακίνητο στην κορυφή ενός κεκλιμένου επιπέδου κλίσης 20° με την οριζόντια διεύθυνση. Μια σφαίρα μάζας $m=5\text{gr}$ η οποία κινείται παράλληλα προς το κεκλιμένο επίπεδο με ταχύτητα $v=300\text{m/s}$ χτυπά το τούβλο, το διαπερνά και εξέρχεται έχοντας χάσει το 75% της αρχικής κινητικής της ενέργειας.



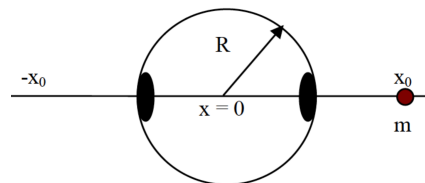
(α) Ποια είναι η ταχύτητα του τούβλου ακριβώς τη στιγμή που η σφαίρα εξέρχεται από αυτό. (Υποθέστε ότι η σφαίρα και το τούβλο δεν αλλάζουν μάζα) [8π]

(β) Ποια είναι η μέση δύναμη που ασκείται στην σφαίρα καθώς διαπερνά το τούβλο; [5π]

(γ) Αν το τούβλο κατόπιν γλυστρά κατά $s = 50\text{m}$ προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου πριν σταματήσει, ποιος είναι ο συντελεστής της κινητικής τριβής μεταξύ του τούβλου και της επιφάνειας του επιπέδου; [7π]

Άσκηση 8 [20μ]

Ένα πολύ λεπτό σφαιρικό κέλυφος (κοίλη σφαίρα) μάζας M και ακτίνας R κατέχει κάποια σταθερή θέση στο χώρο ώστε το κέντρο του να συμπίπτει με την αρχή του συστήματος συντεταγμένων. Δύο μικρές τρύπες ανοίγονται στο κέλυφος ακριβώς στα σημεία στα οποία ο x -άξονας διαπερνά το κέλυφος. Μία μικρή μάζα m κινείται κατά μήκος του x -άξονα από τη θέση x_0 στη θέση $-x_0$. Οι διαστάσεις των τρυπών είναι λίγο μεγαλύτερες από τις διαστάσεις της μάζας και έτσι η μάζα μπορεί να περάσει μέσα από τις τρύπες αυτές.



(α) Προσδιορίστε τη βαρυτική δυναμική ενέργεια $U(x)$ του συστήματος, όπου x είναι η (μεταβαλλόμενη) θέση της m . Θεωρήστε όλες τις τιμές του x από το $-x_0$ έως το $+x_0$. [5μ]

Κάντε επίσης το γράφημα της $U(x)$ συναρτήσει της θέσης x . [5μ]

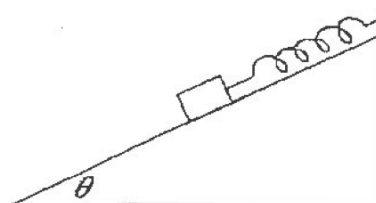
(β) Προσδιορίστε τη βαρυτική δύναμη $F(x)$ στη μάζα m , για x από το $-x_0$ στο $+x_0$. [5μ]

Κάντε το γράφημα της $F(x)$ συναρτήσει του x . [5μ]

Θεωρήστε την F αρνητική εάν έχει την κατεύθυνση στη $-x$ -διεύθυνση και θετική εάν έχει κατεύθυνση στην $+x$ -διεύθυνση.

Άσκηση 9 [20μ]

Ένα κιβώτιο μάζας m βρίσκεται ακίνητο πάνω σε κεκλιμένη επιφάνεια που σχηματίζει γωνία θ με την οριζόντια διεύθυνση. Υπάρχει τριβή μεταξύ του κιβωτίου και της κεκλιμένης επιφάνειας και ο συντελεστής στατικής τριβής, μ_s , είναι μεγαλύτερος από τον συντελεστή της κινητικής τριβής, μ_k . Το κιβώτιο είναι στερεωμένο σε ελατήριο αμελητέας μάζας και σταθεράς k . Απουσία οποιασδήποτε δύναμης στο ελατήριο, το φυσικό του μήκος είναι l .



(α) Τραβάμε το κιβώτιο προκαλώντας επιμήκυνση του ελατηρίου κατά $l+x$. Ποια είναι η μέγιστη επιμήκυνση στο ελατήριο, x_{max} , για την οποία το κιβώτιο θα παραμείνει ακίνητο όταν αφαιρεθεί ελεύθερο; [3μ]

(β) Για την θέση αυτή σχεδιάστε το διάγραμμα απελευθερωμένου σώματος για το κιβώτιο. Σημειώστε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται και δώστε το μέτρο τους. [2μ]

(γ) Καθώς το κιβώτιο βρίσκεται στην θέση x_{max} , του δίνουμε μια μικρή ώθηση (θεωρείστε ότι αυτός είναι ο χρόνος $t_0 = 0$) και αυτό αρχίζει να κινείται. Για ποια τιμή του x το κιβώτιο θα αποκτήσει την μέγιστη ταχύτητά του; [5μ]

(δ) Καθώς το κιβώτιο κινείται, το ελατήριο συσπειρώνεται και σε κάποια χρονική στιγμή, t_f , θα έχει απομάκρυνση από το φυσικό του μήκος, x . Ποιο είναι το έργο της δύναμης της βαρύτητας, της δύναμης του ελατηρίου και της δύναμης της τριβής στο διάστημα μεταξύ t_0 και t_f ; [5μ]

(ε) Καθώς το κιβώτιο κινείται προς την κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου το ελατήριο συσπειρώνεται. Ποια είναι η απαραίτητη προϋπόθεση ώστε το ελατήριο να συσπειρωθεί και να επανέλθει στο φυσικό του μήκος, l ; [5μ]