

ΦΥΣ. 111

Τελική Εξέταση: 17-Δεκεμβρίου-2019

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

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

Απενεργοποιήστε τα κινητά σας.

Η εξέταση περιέχει 10 ισότιμες ασκήσεις και θα πρέπει να απαντήσετε σε όλες από αυτές. Η μέγιστη συνολική βαθμολογία της εξέτασης είναι 100 μονάδες.

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

Η διάρκεια της εξέτασης είναι 180 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 (10μ)	
8 ^η (10μ)	
9 ^η (10μ)	
10 ^η (10μ)	
Σύνολο	

Άσκηση 1 [10μ]

Ένας ανελκυστήρας που βρίσκεται αρχικά σε μηδενικό ύψος από το έδαφος, αρχίζει να κινείται προς τα πάνω με σταθερή ταχύτητα v τη χρονική στιγμή $t = 0$. Τη χρονική στιγμή T_1 ένας επιβάτης μέσα στον ανελκυστήρα ρίχνει μία μικρή μπάλα μέσω μιας τρύπας στο δάπεδο του ανελκυστήρα. Η μπάλα πέφτει με σταθερή επιτάχυνση $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ και τη χρονική στιγμή T_2 χτυπά στο έδαφος. Να βρείτε το ύψος από το έδαφος στο οποίο βρίσκεται ο ανελκυστήρας τη χρονική στιγμή T_1 .

Άσκηση 2 [10μ]

Μία μηχανή Atwood αποτελείται από μία τροχαλία ακτίνας R και ροπής αδράνειας I ως προς άξονα που περνά από το κέντρο της και είναι κάθετος στο επίπεδο της τροχαλίας. Ένα αβαρές και μη εκτατό σχοινί περνά από την τροχαλία και στα δύο άκρα του είναι δεμένα δύο σώματα με μάζα m_1 και m_2 αντίστοιχα όπου $m_2 > m_1$. Το σύστημα είναι αρχικά σε ηρεμία και αφήνεται να κινηθεί. Προσδιορίστε την επιτάχυνση των μαζών m_1 και m_2 .

Άσκηση 3 [10μ]

Ένα τούβλο μάζας M ταλαντώνεται σε οριζόντια λεία επιφάνεια εξαρτημένο από ελατήριο σταθεράς k . Το τούβλο ταλαντώνεται με πλάτος A_0 και περίοδο $T_0 = 2\pi\sqrt{M/k}$.

(α) Ένα κομμάτι πλαστελίνης μάζας m πέφτει πάνω στο τούβλο και προσκολλάται χωρίς να αναπηδήσει. Η πλαστελίνη χτυπά το τούβλο τη στιγμή που έχει μηδενική ταχύτητα. Να βρείτε:

(i) Τη νέα περίοδο ταλάντωσης. [1μ]

(ii) Το νέο πλάτος ταλάντωσης. [2μ]

(iii) Την μεταβολή στη μηχανική ενέργεια του συστήματος. [2μ]

(β) Επαναλάβετε το μέρος (α) της άσκησης αλλά αυτή τη φορά θεωρήστε ότι το τούβλο κινείται με μέγιστη ταχύτητα τη στιγμή που η πλαστελίνη χτυπά στο τούβλο. [5μ]

Άσκηση 4 [10μ]

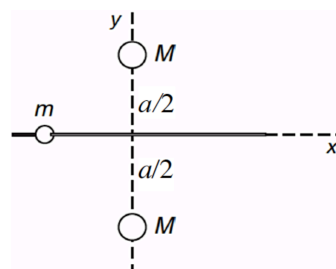
Σώμα μάζας m κινείται με ταχύτητα v κατά τη x -διεύθυνση και συγκρούεται ελαστικά με ακίνητο σώμα μάζας $2m$. Μετά τη σύγκρουση, παρατηρείται, ότι τα δύο σώματα έχουν τις συνιστώσες των ταχυτήτων τους στη x -διεύθυνση ίσες.

(α) Βρείτε τη γωνία που σχηματίζει η διεύθυνση της ταχύτητας του σώματος μάζας $2m$ με τον x -άξονα, δουλεύοντας στο σύστημα αναφοράς του εργαστηρίου (ακίνητος παρατηρητής) [5μ]

(β) Επιβεβαιώστε την απάντησή σας στο προηγούμενο ερώτημα δουλεύοντας στο σύστημα αναφοράς του κέντρου μάζας. [5μ]

Άσκηση 5 [10μ]

Μία χάντρα μάζας m γλιστρά χωρίς τριβές σε λεία ράβδο που έχει την διεύθυνση του x -άξονα. Η ράβδος ισαπέχει από δύο σφαίρες μάζας M οι οποίες είναι ακίνητες. Οι σφαίρες βρίσκονται στις θέσεις $x = 0$ και $y = \pm a/2$, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, και έλκουν βαρυτικά τη χάντρα.



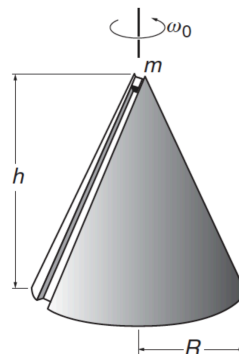
(α) Βρείτε τη βαρυτική δυναμική ενέργεια της χάντρας. [1μ]

(β) Η χάντρα αφήνεται να κινηθεί από τη θέση $x = 3a$ με ταχύτητα v_i και φορά προς την αρχή του συστήματος συντεταγμένων. Βρείτε την ταχύτητα της χάντρας καθώς περνά από την αρχή του συστήματος συντεταγμένων. [3μ]

(γ) Θεωρήστε ότι η χάντρα μετατοπίζεται κατά μία μικρή απόσταση x από την αρχή του συστήματος συντεταγμένων και αφήνεται να κινηθεί. Να βρείτε τη συχνότητα των ταλαντώσεων της ράβδου ως προς την αρχή του συστήματος συντεταγμένων. Υπόδειξη: Θα βοηθούσε η χρήση του αναπτύγματος Taylor. [6μ]

Άσκηση 6 [10μ]

Ένας κώνος μάζας M , ύψους h και ακτίνας βάσης R μπορεί να περιστρέφεται ως προς σταθερό κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο της βάσης του. Ο κώνος περιέχει στην επιφάνειά του ένα λείο αυλάκι, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Ο κώνος τίθεται σε περιστροφική κίνηση με αρχική γωνιακή ταχύτητα ω_0 . Μία μικρή σφαίρα μάζας m τοποθετείται στο αυλάκι στην κορυφή του κώνου και αφήνεται ελεύθερη να κινηθεί προς τη βάση του κώνου. Υποθέστε ότι η σφαίρα παραμένει στο αυλάκι κατά την διάρκεια της καθόδου της. Υποθέστε ακόμα ότι η ροπή αδράνειας του κώνου ως προς τον κατακόρυφο άξονα είναι I_0 . Υποθέστε ότι δεν υπάρχουν τριβές με τον άξονα περιστροφής.



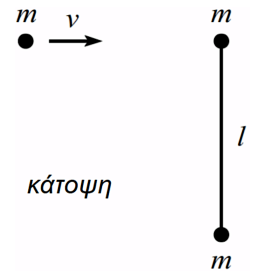
(α) Ποια είναι η γωνιακή ταχύτητα του κώνου όταν η σφαίρα φθάνει στη βάση του; [4μ].

(β) Ποια είναι η ταχύτητα της σφαίρας όταν φθάνει στη βάση του κώνου σύμφωνα με ακίνητο παρατηρητή στο έδαφος; [6μ]

Άσκηση 7 [10μ]

Σώμα μάζας m κινείται με ταχύτητα v σε λεία οριζόντια επιφάνεια και σε διεύθυνση κάθετη προς μία ακίνητο ράβδο αμελητέας μάζας και μήκους l .

Στα άκρα της ράβδου είναι στερεωμένες δύο σώματα με μάζα επίσης m το καθένα. Η κινούμενη μάζα χτυπά στο σώμα που βρίσκεται στην πάνω άκρη της διάταξης ράβδου – σωμάτων και προσκολλάται.



(α) Ποια είναι η γωνιακή ταχύτητα του συστήματος μετά τη σύγκρουση; [4μ]

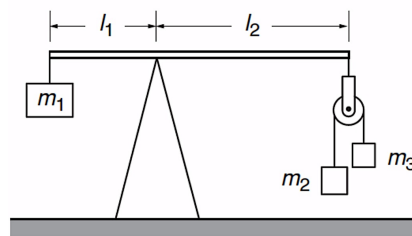
(β) Ποια είναι η ταχύτητα του άκρου της ράβδου που βρίσκονται οι δύο μάζες, όταν η ράβδος έχει εκτελέσει μισή περιστροφή; [6μ]

Άσκηση 8 [10μ]

Μία ράβδος μήκους l και μάζας m βρίσκεται αρχικά σε κατακόρυφη θέση πάνω σε λεία οριζόντια επιφάνεια και αρχίζει να ανατρέπεται με εφαρμογή στιγμιαίας μικρής ώθησης ενός ζεύγους δυνάμεων. Να βρείτε την ταχύτητα του κέντρου μάζας της ράβδου συναρτήσει της γωνίας θ που σχηματίζει η ράβδος με την κατακόρυφο καθώς πέφτει.

Άσκηση 9 [10μ]

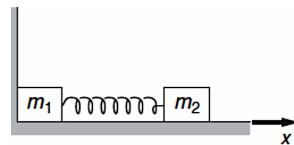
Μία αβαρής ράβδος μήκους l είναι ακουμπισμένη σε υποστήριγμα. Στο ένα άκρο της ράβδου και σε απόσταση l_1 από το υποστήριγμα, είναι κρεμασμένη μία μάζα m_1 ενώ στο άλλο άκρο της ράβδου και σε απόσταση l_2 από το υποστήριγμα υπάρχει κρεμασμένη μία μηχανή Atwood, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η μηχανή Atwood αποτελείται από μία μικρή αβαρή και λεία τροχαλία εκατέρωθεν της οποίας κρέμονται μέσω ενός αβαρούς νήματος δύο μάζες m_2 και m_3 όπου $m_2 > m_3$. Οι μάζες m_2 και m_3 είναι αρχικά ακίνητες.



Βρείτε μία σχέση μεταξύ των μαζών m_1 , m_2 , m_3 , και των αποστάσεων l_1 και l_2 τέτοια ώστε η ράβδος να παραμένει σε ισορροπία όταν οι μάζες m_2 και m_3 αφαιθούν ελεύθερες να κινηθούν.

Άσκηση 10 [10μ]

Ένα σύστημα σωμάτων αποτελείται από ένα συσπειρωμένο ελατήριο φυσικού μήκους l και σταθεράς k και δύο σώματα με μάζες m_1 και m_2 συνδεδεμένα στα δύο άκρα του ελατηρίου. Τα σύστημα μπορεί να κινείται σε λεία οριζόντια επιφάνεια. Αρχικά το σώμα m_2 κρατιέται ακίνητο και το ελατήριο είναι συσπειρωμένο κατά $l/2$ ενώ το σώμα m_1 πιέζεται πάνω σε τοίχο, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το σώμα m_2 αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί. Βρείτε:



- (α) Την επιτάχυνση του κέντρου μάζας του συστήματος των δύο σωμάτων m_1 και m_2 τη στιγμή που το σώμα m_2 αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί. [2μ]
- (β) Την ταχύτητα του κέντρου μάζας του συστήματος των δύο σωμάτων τη στιγμή που το σώμα m_1 χάνει επαφή με τον τοίχο. [2μ]
- (γ) Τη μέγιστη επιμήκυνση του ελατηρίου αφότου το σώμα m_1 χάσει επαφή με τον τοίχο. [2μ].
- (δ) Περιγράψτε την κίνηση του κέντρου μάζας του συστήματος των δύο σωμάτων συναρτήσει του χρόνου. [4μ]