

ΦΥΣ. 111
Τελική Εξέταση: 17-Δεκεμβρίου-2017

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

Ονοματεπώνυμο	Αριθμός ταυτότητας

Απενεργοποιήστε τα κινητά σας.

Σας δίνονται 12 ισοδύναμες ασκήσεις και θα πρέπει να απαντήσετε σε 10 από αυτές. Θα πρέπει να σημειώσετε τις ασκήσεις που θέλετε να βαθμολογηθούν

Προσπαθήστε να σημειώσετε καθαρά τις απαντήσεις σας σε κάθε ερώτηση και να αναφέρετε καθαρά σε ποιά σελίδα πιθανόν να συνεχίζεται η απάντησή σας.

Η μέγιστη συνολική βαθμολογία είναι 100 μονάδες.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μόνο το τυπολόγιο που σας δίνεται και απαγορεύεται η χρήση οποιοδήποτε σημειώσεων, βιβλίων, κινητών.

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

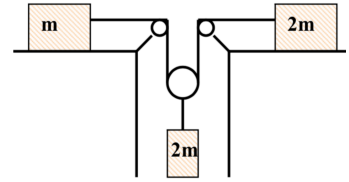
Η διάρκεια της εξέτασης είναι 200 λεπτά. Καλή Επιτυχία!

Βαθμολογία ερωτήσεων

Άσκηση	Βαθμός	Άσκηση	Βαθμός
1 (10μ)		6 (10μ)	
2 (10μ)		7 (10μ)	
3 (10μ)		8 (10μ)	
4 (10μ)		9 (10μ)	
5 (10μ)		10 (10μ)	
Σύνολο 50		Σύνολο 50	
Βαθμός			

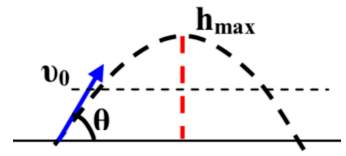
Άσκηση 1 [10μ]

Το σύστημα των τροχαλιών του διπλανού σχήματος αφήνεται να κινηθεί από την κατάσταση της ηρεμίας. Αν το νήμα που συνδέει τα δύο σώματα είναι αβαρές και οι τροχαλίες λείες και αβαρείς και δεν υπάρχουν τριβές μεταξύ των επιφανειών που έρχονται σε επαφή, να βρεθούν οι επιταχύνσεις των μαζών καθώς και η τάση του νήματος. Να εκφράσετε τις απαντήσεις σας συναρτήσει των μεγεθών m και g .



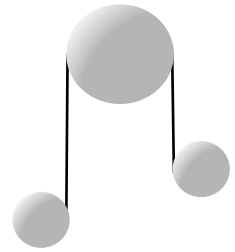
Άσκηση 2 [10μ]

Αν ρίξετε ένα βλήμα με ταχύτητα v_0 και γωνία θ ως προς τον ορίζοντα, πόσο ποσοστό του συνολικού χρόνου πτήσης του βρίσκεται σε ύψος πάνω από το μισό του μέγιστου ύψους του;



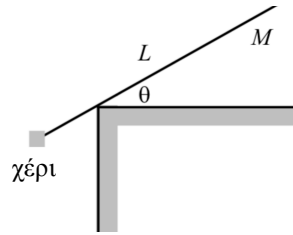
Άσκηση 3 [10μ]

Αβαρές νήμα είναι τυλιγμένο γύρω από δύο μικρές τροχαλίες μάζας M και ακτίνας R . Η μία τροχαλία είναι κοίλη (θεωρήστε την ως στεφάνι) ενώ η άλλη είναι συμπαγής (θεωρήστε την ως δίσκο). Το σχοινί περνά από μία άλλη τρίτη τροχαλία που είναι λεία και αβαρής ούτως ώστε οι μικρές τροχαλίες να βρίσκονται εκατέρωθεν της μεγάλης αυτής τροχαλίας όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σύστημα κρατιέται αρχικά ακίνητο και κατόπιν αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί. Οι δύο τροχαλίες αρχίζουν να κατεβαίνουν και το σχοινί ξετιλύγεται. Να βρεθούν η μεταφορική και γωνιακή επιτάχυνση των δύο μικρών τροχαλιών και η τάση του νήματος.



Άσκηση 4 [10μ]

Θεωρήστε ότι κρατάτε με το χέρι σας το ένα άκρο μιας ράβδου μήκους L και μάζας M όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Σε απόσταση $L/4$ από το άκρο που κρατάτε, η ράβδος ακουμπά στη λεία γωνία ενός τραπεζιού. Η ράβδος σχηματίζει γωνία θ με την οριζόντια διεύθυνση.

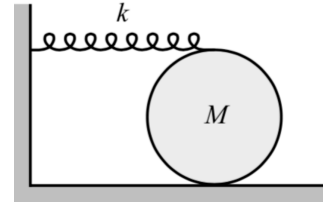


(α) Ποια δύναμη θα πρέπει να ασκήσετε στη ράβδο ώστε να παραμείνει στη θέση αυτή; [7μ]

(β) Σε ποια γωνία θ η κατακόρυφη συνιστώσα της δύναμης που ασκεί το χέρι είναι μηδέν; [3μ]

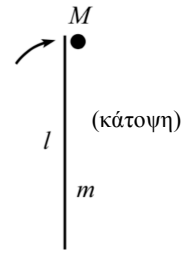
Άσκηση 5 [10μ]

Ένας συμπαγής κύλινδρος μάζας m και ακτίνας R συνδέεται με ελατήριο σταθεράς k όπως στο διπλανό σχήμα. Αν ο κύλινδρος εκτελεί κύληση χωρίς ολίσθηση ποια είναι η συχνότητα των μικρών ταλαντώσεων του κυλίνδρου; Υπόδειξη: το πάνω τμήμα του κυλίνδρου κινείται διπλάσια απόσταση από αυτή του κέντρου του κυλίνδρου.



Άσκηση 6 [10μ]

Μία ομογενής ράβδος μάζας m και μήκους l περιστρέφεται ως προς το κέντρο μάζας της πάνω στη λεία οριζόντια επιφάνεια ενός τραπεζιού. Η ράβδος δεν είναι στερεωμένη σε κάποιο σημείο ή άξονα. Θεωρήστε ότι τοποθετείτε πάνω στην επιφάνεια του τραπεζιού μία μάζα M και σε τέτοια θέση ώστε το άκρο της ράβδου να συγκρουστεί με τη μάζα, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η σύγκρουση είναι ελαστική. Ποια θα πρέπει να είναι η τιμή της μάζας M ώστε μετά τη σύγκρουση η κίνηση της ράβδου να είναι μόνο μεταφορική και όχι περιστροφική;



Άσκηση 7 [10μ]

Φανταστείτε ένα διαστημόπλοιο ακίνητο κοντά σε ένα πλανήτη μάζας M και ακτίνας R . Το διαστημόπλοιο βρίσκεται σε απόσταση $5R$ από το κέντρο του πλανήτη.

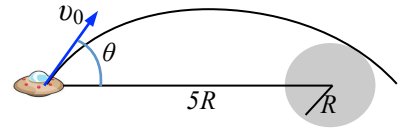
(α) Κάποια στιγμή αφήνει ένα πακέτο με μηδενική αρχική ταχύτητα να πέσει στον πλανήτη.

Ποια η ταχύτητα με την οποία θα φθάσει το πακέτο στην επιφάνεια του πλανήτη; [3μ]

(β) Φανταστείτε τώρα ότι το πακέτο εκτοξεύεται με αρχική

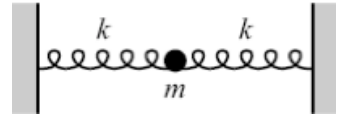
ταχύτητα v_0 και γωνία θ ως προς την ευθεία που ενώνει το κέντρο του πλανήτη με τη θέση του διαστημόπλοιου. Ποια θα

πρέπει να είναι η τιμή της ταχύτητας v_0 ώστε το πακέτο να περάσει εφαιπτομενικά της επιφάνειας του πλανήτη; [7μ]



Άσκηση 8 [10μ]

Τα ελατήρια του διπλανού σχήματος βρίσκονται στα φυσικά τους μήκη (μήκος ηρεμίας). Η μάζα ταλαντώνεται κατά μήκος των ελατηρίων (δηλαδή παράλληλα προς τη διεύθυνση των ελατηρίων) με πλάτος ταλάντωσης d . Κάποια στιγμή (υποθέστε αυτή είναι η $t = 0$) η μάζα βρίσκεται στη θέση $x = d/2$ κινούμενη προς τα δεξιά, αφαιρούμε το δεξιό ελατήριο.



(α) Υπολογίστε τη συχνότητα ταλάντωσης της μάζας στο σύστημα των δύο ελατηρίων και την εξίσωση της θέσης της μάζας. [3μ]

(β) Ποια είναι η εξίσωση $x(t)$ που περιγράφει τη θέση της μάζας όταν αφαιρεθεί το δεξιό ελατήριο; Θα πρέπει να βρείτε όλους τους όρους που καθορίζουν την εξίσωση αυτή συναρτήσει των δεδομένων του προβλήματος και να μην γράψετε απλά μία εξίσωση. [6μ]

(γ) Ποιο είναι το πλάτος της νέας ταλάντωσης; [1μ]

Άσκηση 9 [10μ]

Ένας ανελκυστήρας χωρίς οροφή ανεβαίνει με σταθερή ταχύτητα $v_a = 10.0\text{m/s}$. Μέσα στον ανελκυστήρα στέκεται ένα παιδί σε ύψος 2.0m από το δάπεδο του ανελκυστήρα. Το παιδί εκτοξεύει κατακόρυφα προς τα πάνω μια μπάλα με ταχύτητα $v_{μπ} = 20\text{m/s}$ ως προς τον ανελκυστήρα. Την στιγμή που εκτοξεύει την μπάλα, ο ανελκυστήρας βρίσκεται σε ύψος 28.0m από το έδαφος. (α) Ποιο το μέγιστος ύψος ως προς το έδαφος στο οποίο φθάνει η μπάλα; [3μ]

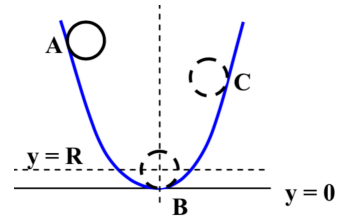
(β) Πόσος χρόνος από την στιγμή της εκτόξευσής της χρειάζεται ώστε η μπάλα να πέσει στο δάπεδο του ανελκυστήρα; [4μ].

(γ) Σε ποιο ύψος ως προς το έδαφος βρίσκεται ο ανελκυστήρας όταν η μπάλα πέφτει στο δάπεδο του ανελκυστήρα. [3μ]

(Σημείωση: Θεωρήστε αμελητέα την αντίσταση του αέρα).

Άσκηση 10 [10μ]

Ένας ομοιόμορφος και ομοιογενής κύλινδρος ακτίνας R κυλά από την κατάσταση της ηρεμίας προς το κατώτερο μέρος ενός παραβολικού σωλήνα όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η εξίσωση επιφάνειας του σωλήνα είναι $y = \frac{1}{2} Dx^2$. Ο κύλινδρος δεν ολισθαίνει από το σημείο A

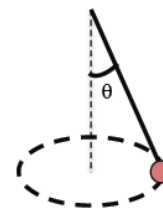


στο σημείο B αλλά η επιφάνεια του σωλήνα μεταξύ των σημείων B και C είναι λεία.

Σε ποιο ύψος από την πλευρά του σημείου C θα ανέβει ο κύλινδρος; Φανταστείτε ότι αντί του κυλίνδρου χρησιμοποιείτε μία ομοιόμορφη και ομοιογενή σφαίρα ακτίνας ίσης με την ακτίνα του κυλίνδρου. Σε ποιο ύψος θα ανέβει η σφαίρα αν αφαιρεθεί από το ίδιο ύψος A που αφέθηκε ο κύλινδρος και οι υπόλοιπες συνθήκες του προβλήματος είναι ακριβώς ίδιες;

Άσκηση 11 [10μ]

Υποθέστε ότι έχετε ένα ελαστικό νήμα μήκους $l = 30\text{cm}$ στο ένα άκρο του οποίου είναι δεμένη μία μικρή σφαίρα. Το άλλο άκρο του νήματος είναι στερεωμένο σε κάποιο μηχανισμό ο οποίος μπορεί να το περιστρέφει. Αρχικά το σύστημα νήμα-σφαίρα είναι κατακόρυφο και δεν περιστρέφεται. Στη θέση αυτή το νήμα επιμηκύνεται κατά 2.0cm ως προς το φυσικό του μήκος. Ο μηχανισμός τίθεται σε λειτουργία και η σφαίρα αρχίζει να κινείται σε σταθερό οριζόντιο κύκλο ενώ το νήμα σχηματίζει γωνία 60° με την κατακόρυφο διεύθυνση. Η διάταξη αυτή συμπεριφέρεται σαν κωνικό εκκρεμές.



(α) Να βρεθεί η περίοδος περιστροφής της σφαίρας. [6μ]

(β) Υποθέστε τώρα ότι η περίοδος περιστροφής γίνεται μισή αυτής που βρήκατε στο προηγούμενο ερώτημα. Βρείτε τη γωνία που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφο σ' αυτή την περίπτωση. [1μ]

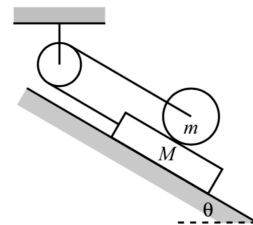
(γ) Ποια είναι η ελάχιστη και ποια η μέγιστη γωνιακή ταχύτητα με την οποία μπορεί να κινηθεί η σφαίρα ώστε το σύστημα να συνεχίσει να συμπεριφέρεται σαν κωνικό εκκρεμές; [2μ]

(δ) Σχολιάστε πως αλλάζουν τα χαρακτηριστικά της κίνησης καθώς η γωνιακή ταχύτητα τείνει στην μέγιστη τιμή της. [1μ]

Άσκηση 12 [10μ]

Μια ρόδα μάζας m (και ροπής αδράνειας $I = mR^2/2$) βρίσκεται πάνω σε μία σανίδα μάζας M .

Υποθέστε ότι $M \gg m$. Η σανίδα βρίσκεται πάνω σε λεία κεκλιμένη επιφάνεια γωνίας κλίσης θ με την οριζόντια διεύθυνση. Ένα αβαρές νήμα περνά από λεία και αβαρή τροχαλία και έχει τα άκρα του δεμένα στη σανίδα και στον άξονα της ρόδας που περνά από το κέντρο της ρόδας και είναι κάθετος στην επιφάνειά της. Θεωρήστε ότι η ρόδα εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση πάνω στη σανίδα και ότι τα δύο τμήματα του νήματος από τη τροχαλία στα δύο σώματα, είναι και τα δύο παράλληλα προς την κεκλιμένη επιφάνεια.



(α) Να κάνετε το διάγραμμα του ελεύθερου σώματος για τη σανίδα και τη ρόδα (χρειάζεται να δείξετε μόνο τις δυνάμεις παράλληλες προς τη κεκλιμένη επιφάνεια). [3μ]

(β) Ποια είναι η επιτάχυνση της σανίδας; [7μ]