

ΦΥΣ. 111

Τελική Εξέταση: 16-Δεκεμβρίου-2018

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

Ονοματεπώνυμο	Αριθμός Ταυτότητας

Απενεργοποιήστε τα κινητά σας.

Η εξέταση έχει δύο μέρη. Μία άσκηση αποτελείται από 10 διαφορετικά ερωτήματα κατανόησης με σύντομες απαντήσεις. Οι υπόλοιπες 5 ασκήσεις είναι ισότιμες. Πρέπει να απαντήσετε σε όλα. Η μέγιστη συνολική βαθμολογία της εξέτασης είναι 100 μονάδες.

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

Η διάρκεια της εξέτασης είναι 180 λεπτά. Καλή Επιτυχία !

Άσκηση 1	Βαθμός	Άσκηση	Βαθμός
Ερώτηση 1 ^η (3μ)		1 ^η (30μ)	
Ερώτηση 2 ^η (3μ)		2 ^η (8μ)	
Ερώτηση 3 ^η (3μ)		3 ^η (12μ)	
Ερώτηση 4 ^η (3μ)		4 ^η (15μ)	
Ερώτηση 5 ^η (3μ)		5 ^η (15μ)	
Ερώτηση 6 ^η (3μ)		6 ^η (20μ)	
Ερώτηση 7 ^η (3μ)			
Ερώτηση 8 ^η (3μ)			
Ερώτηση 9 ^η (3μ)			
Ερώτηση 10 ^η (3μ)			
Σύνολο			

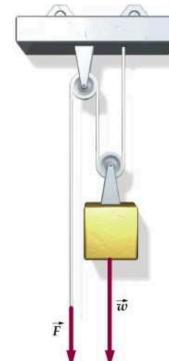
Ασκηση 1 [30μ]

Ερώτηση I [3μ]

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός σώματος αλλάζει κατά $-6J$. Εξηγήστε ποιό είναι το έργο της δύναμης της βαρύτητας στο σώμα και πως αλλάζει (αυξάνει ή ελαττώνεται) η υψομετρική θέση του σώματος κατά την αλλαγή αυτή της βαρυτικής δυναμικής του ενέργειας.

Ερώτηση II [3μ]

Θεωρήστε την διάταξη του διπλανού σχήματος. Αν το βάρος του κιβωτίου είναι $100N$, ποιά δύναμη F θα πρέπει να ασκήσουμε ώστε να κρατήσουμε το κιβώτιο ακίνητο;

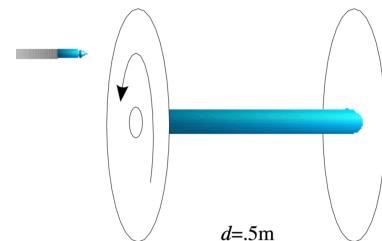


Ερώτηση III [3μ]

Να βρεθεί το μέτρο και η διεύθυνση της ροπής που ασκεί η βαρυτική έλξη της γης (μάζα M_Γ και ακτίνα R_Γ) σε έναν επικοινωνιακό δορυφόρο μάζας m που περιστρέφεται σε κυκλική τροχιά γύρω από την γη σε απόσταση $2R_\Gamma$.

Ερώτηση IV [3μ]

Η διπλανή διάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της ταχύτητας μίας σφαίρας. Αποτελείται από δύο μεταλλικούς δίσκους προσαρτημένους σε ένα περιστρεφόμενο άξονα. Οι δίσκοι περιστρέφονται με ταχύτητα $200 \text{ περιστροφές/sec}$. Μία σφαίρα κινούμενη από τα αριστερά διαπερνά και τους δύο δίσκους. Οι τρύπες που αφήνει η σφαίρα στους δίσκους είναι σε γωνία 90° μεταξύ τους. Αν οι δίσκοι βρίσκονται σε απόσταση $d = 0.5m$, ποιά είναι η μέγιστη ταχύτητα της σφαίρας;

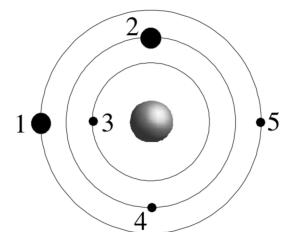


Ερώτηση V [3μ]

Μία μπάλα ρίχνεται κατά μήκος μίας λείας επιφάνειας. Αρχικά η μπάλα γλυστρά στην επιφάνεια. Εξηγήστε αν η μπάλα μπορεί να εκτελέσει κύληση χωρίς ολίσθηση και αν ναι ποια/ποιες θα πρέπει να είναι η/οι συνθήκες για να εκτελέσει τέτοιου είδους κίνηση.

Ερώτηση VI [3μ]

Το διπλανό σχήμα δείχνει 5 δορυφόρους που κινούνται σε κυκλική τροχιά γύρω από την γη. Οι μάζες των δορυφόρων είναι $m_1=m_2 > m_3=m_4=m_5$. Εξηγήστε ποιος δορυφόρος έχει την μεγαλύτερη εφαπτομενική ταχύτητα.



Ερώτηση VI [3μ]

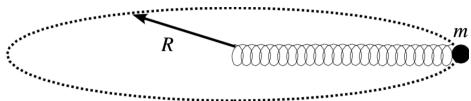
Σώμα μάζας M βρίσκεται στη θέση $x = 0$ και θεωρήστε ότι του δίνεται μία μικρή ώθηση. Θεωρήστε ότι το σώμα κινείται κατόπιν κάτω από την επίδραση δυνάμης που προκαλείται από δυναμική ενέργεια η συναρτήση της οποίας είναι $U_1(x) = bx^2$. Φανταστείτε ότι επαναλαμβάνετε την προηγούμενη διαδικασία τέσσερεις (4) ακόμα φορές αλλά σε κάθε περίπτωση η δύναμη που δρα στο σώμα προέρχεται από διαφορετική συνάρτηση δυναμικής ενέργειας. Οι περιπτώσεις που έχετε είναι $U_2(x) = \sin(bx)$, $U_3(x) = \cos(bx)$, $U_4(x) = e^x + e^{-x}$ και $U_5(x) = x^2 + bx^3$. Εξηγήστε σε ποια/ποιες από τις προηγούμενες 5 περιπτώσεις το σώμα **δεν** θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση ως προς τη θέση $x = 0$.

Ερώτηση VIII [3μ]

Δύο σώματα γλυστρούν πάνω σε μία ξύλινη επιφάνεια με την ίδια ταχύτητα. Ο συντελεστής κινητικής τριβής μεταξύ του πρώτου σώματος και της επιφάνειας είναι διπλάσιος από τον συντελεστή κινητικής τριβής μεταξύ του δεύτερου σώματος και της επιφάνειας, $\mu_{\kappa_1} = 2\mu_{\kappa_2}$. Αν η απόσταση που καλύπτει το πρώτο σώμα μέχρι να σταματήσει είναι S_1 ποιά είναι η απόσταση S_2 που καλύπτει το δεύτερο σώμα μέχρι να σταματήσει; (Η απάντησή σας θα πρέπει να δοθεί συναρτήσει της απόστασης S_1).

Ερώτηση IX [3μ]

Σώμα μάζας m είναι προσαρτημένο σε ελατήριο σταθεράς k και κινείται σε οριζόντια κυκλική τροχιά ακτίνας R με σταθερή ταχύτητα v . Υποθέστε ότι το φυσικό μήκος του ελατηρίου είναι L . Ποιά η περίοδος της κίνησης του σώματος;



Ερώτηση X [3μ]

Δύο αστροναύτες βρίσκονται στο διάστημα ακίνητοι κρατώντας τα άκρα ενός αβαρούς σχοινιού. Ο αστροναύτης A, μάζας M_A , είναι πολύ δυνατός γιατί σαν παλιός αθλητής ήταν ολυμπιονίκης της άρσης βαρών. Ο αστροναύτης B, μάζας M_B , είναι φυσικός και δεν ασχολήθηκε ποτέ με τον αθλητισμό.



Αρχίζει ο καθένας να τραβά το σχοινί με δύναμη προς το μέρος του. Η μέγιστη δύναμη F_A , που μπορεί να ασκήσει ο A είναι αρκετά μεγαλύτερη από τη μέγιστη δύναμη F_B , που μπορεί να ασκήσει ο B. Βρείτε την επιτάχυνση με την οποία κινείται ο κάθε αστροναύτης.

Άσκηση 2 [8μ]

Η NASA προγραμματίζει διάφορες αποστολές στον Άρη και σε μία από αυτές αναμένεται ότι τα δείγματα που θα συλλεχθούν θα μπορέσουν να έρθουν στη Γη για περισσότερη επιστημονική διερεύνηση. Ο πλανήτης Άρης έχει μάζα $M = 6.421 \times 10^{23} kg$ και ακτίνα $R = 3397 km$.

(α) Για τον προσδιορισμό της μάζας των συλλεχθέντων δειγμάτων, τοποθετούνται σε ένα ελατήριο σταθεράς $k = 0.2 N/m$, και τίθενται σε ταλάντωση συχνότητας $1.35 Hz$. Ποια είναι η μάζα των δειγμάτων; [2μ]



Για την επιστροφή των δειγμάτων στη Γη προτείνονται δύο τρόποι. Ο πρώτος τρόπος προβλέπει την εκτόξευση μιας καψούλας στο διάστημα σαν να πρόκειται για βλήμα:

(β) Ποιά είναι η ταχύτητα διαφυγής στον Άρη; [2μ]

Ο δεύτερος τρόπος που προτάθηκε προβλέπει τη χρήση προωθητικών πυραύλων σε ένα μικρό όχημα στο οποίο θα τοποθετηθούν τα δείγματα. Η αρχική μάζα του διαστημικού οχήματος συμπεριλαμβανομένων της μηχανής και των καυσίμων είναι $20 kg$ και τα καύσιμα εκτοξεύονται με ταχύτητα $2.3 km/s$.

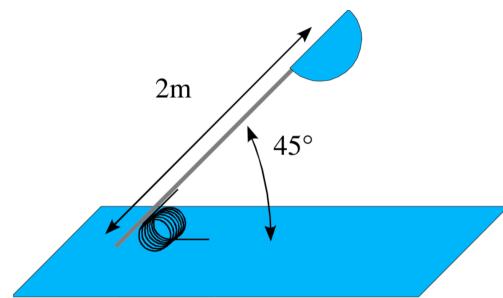
(γ) Ποιά είναι το μέτρο του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνεια του Άρη; [2μ]

(δ) Ποιός είναι ο ελάχιστος ρυθμός καύσης των προωθητικών μηχανών που θα επιτρέψει στο διαστημικό όχημα να ξεπεράσει τη βαρυτική δύναμη στην επιφάνεια του Άρη; [2μ]

Άσκηση 3 [12μ]

Κατά τη μεσαιωνική εποχή ο στρατός μίας πόλης επινόησε έναν έξυπνο καταπέλτη για να απωθεί εχθρικά στρατεύματα που θέλανε να πολιορκήσουν την πόλη τους.

- (α) Ο μηχανισμός του καταπέλτη στηρίζεται σε ένα σπειροειδές ελατήριο το οποίο εφαρμόζει ροπή η οποία είναι ανάλογη της γωνίας που έχει στραφεί το ελατήριο, δηλαδή $\tau = -D\theta$. Ο μηχανισμός ρίψης περνά σταματά την κίνηση του καταπέλτη όταν αυτός βρεθεί σε γωνία 45° ως προς τη βάση της διάταξης. Πόσο έργο απαιτείται για να κατέβει το καλάθι του καταπέλτη, το οποίο μπορείτε να θεωρήσετε αμελητέας μάζας, από το υψηλότερο σημείο που μπορεί να βρεθεί ($\theta = 45^\circ$) στο χαμηλότερο σημείο ως προς τη βάση της διάταξης για να το γεμίσουν με το τοξικό φλέγον υλικό πριν την εκτόξευσή του; [3μ]



- (β) Υποθέστε ότι οι στρατιώτες στην βιασύνη τους, τοποθετούν $M \text{ kg}$ από το τοξικό υλικό και είναι έτοιμοι να απελευθερώσουν τον μηχανισμό εκτόξευσης. Αν θεωρήσετε ότι το μήκος του βραχίονα του καταπέλτη είναι L , βρείτε την ταχύτητα με την οποία το υλικό φεύγει από το καλάθι. [3μ]

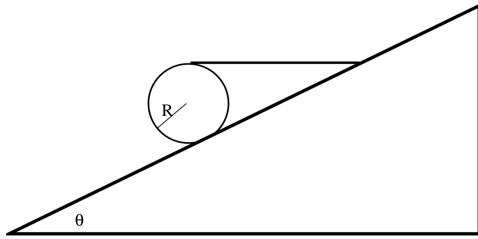
- (γ) Αν ο βραχίονας του καταπέλτη είναι $L=2m$, η σταθερά του ελατηρίου είναι $D=8000 \text{ N/m}$ και η μάζα του υλικού είναι $M=10 \text{ kg}$ ποιά είναι η οριζόντια απόσταση που καλύπτει το υλικό από τη στιγμή που αφήνει το καλάθι και πριν πέσει στο έδαφος; [6μ]

Άσκηση 4 [15μ]

Ένας κοίλος (κούφιος) κύλινδρος μάζας M και ακτίνας R είναι ακίνητος σε κεκλιμένη επιφάνεια.

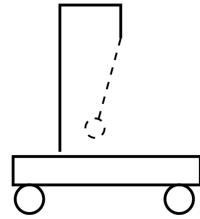
Κρατείται ακίνητος με την βοήθεια ενός οριζόντιου νήματος, το ένα άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στο πάνω σημείο της περιφέρειας του κυλίνδρου. Το άλλο άκρο του είναι στερεωμένο στην κεκλιμένη επιφάνεια.

Έστω η κλίση της κεκλιμένης επιφάνειας με την οριζόντια διεύθυνση είναι θ και ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ της κεκλιμένης επιφάνειας και του κυλίνδρου είναι μ_c . Ποιά πρέπει να είναι η μικρότερη τιμή του συντελεστή στατικής τριβής μ_c ώστε ο κύλινδρος να διατηρήσει την θέση αυτή σαν θέση ισορροπίας;



Άσκηση 5 [15μ]

Ένα απλό εκκρεμές μάζας $m = 0.5\text{kg}$ και μήκους $0.65m$ είναι στερεωμένο σε ένα βαγονάκι μάζας 1kg . Η μάζα του στηρίγματος του εκκρεμούς είναι αμελητέα. Το βαγονάκι μπορεί να κινηθεί ελεύθερα πάνω σε λεία επιφάνεια. Τη χρονική στιγμή $t = 0$, η μάζα του εκκρεμούς αφήνεται ελεύθερη να κινηθεί από την ηρεμία όταν το νήμα του εκκρεμούς σχηματίζει γωνία 10° ως προς την κατακόρυφο. Υποθέστε ότι η κίνηση του βαγονιού ως προς το έδαφος είναι απλή αρμονική ταλάντωση.



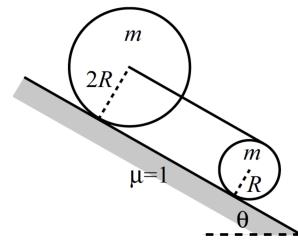
(α) Βρείτε το πλάτος της ταλάντωσης του βαγονιού. [9μ]

(β) Για ποιό λόγο νομίζετε ότι το βαγονάκι εκτελεί απλή αρμονική κίνηση; [6μ]

Υπόδειξη: Θυμηθείτε ότι ο τύπος που δίνει την κίνηση του εκκρεμούς είναι ως προς το σημείο περιστροφής του.

Άσκηση 6 [20μ]

Δύο συμπαγείς κύλινδροι τοποθετούνται σε μία κεκλιμένη επιφάνεια γωνίας θ με την οριζόντια επιφάνεια, όπως στο σχήμα. Οι δύο κύλινδροι έχουν ο καθένας μάζα m , αλλά η ακτίνα του ενός είναι διπλάσια του άλλου. Ένα αβαρές νήμα συνδέει τους δύο κυλίνδρους, από το κέντρο του μεγαλύτερου κυλίνδρου στην περιφέρεια του μικρότερου κυλίνδρου. Οι κύλινδροι ελευθερώνονται από την ηρεμία και αρχίζουν να κυλούν χωρίς να ολισθαίνουν προς τη βάση της κεκλιμένης επιφάνειας.



(α) Ποια είναι η επιτάχυνση των δύο κυλίνδρων; [12μ]

(β) Αν ο συντελεστής τριβής μεταξύ των κυλινδρικών επιφανειών και της κεκλιμένης επιφάνειας είναι $\mu=1$, ποιά είναι η μέγιστη γωνία θ για την οποία δεν θα παρουσιαστεί ολίσθηση μεταξύ κανενός από τους κυλίνδρους και της κεκλιμένης επιφάνειας; [8μ]