ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

25 Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Κυριακή, 03 Απριλίου, 2011

Παρακαλώ διαβάστε πρώτα τα πιο κάτω, πριν απαντήσετε οποιαδήποτε ερώτηση

Γενικές Οδηγίες:

1) Είναι πολύ σημαντικό να δηλώσετε ορθά στον κατάλληλο χώρο στο εξώφυλλο του τετραδίου απαντήσεων τα εξής στοιχεία: (α) Όνομα και Επώνυμο, (β) Όνομα πατέρα, (γ) Σχολείο, (δ) Τηλέφωνο.
2) Το δοκίμιο αποτελείται από επτά (7) σελίδες και περιέχει οκτώ (8) θέματα.
3) Η εξέταση διαρκεί τρεις (3) ώρες.
4) Η συνολική βαθμολογία του εξεταστικού δοκιμίου είναι 100 μονάδες.
5) Χρησιμοποιήστε μόνο στυλό με μελάνι χρώματος μπλε ή μαύρο. Οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να γίνουν και με μολύβι.
6) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
7) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματισμένης υπολογιστικής μηχανής.
8) Δηλώστε στις σελίδες του τετραδίου απαντήσεων τον αριθμό του προβλήματος και το αντίστοιχο γράμμα του ερωτήματος που απαντάτε.
9) Εάν χρησιμοποιήσετε κάποιες σελίδες του τετραδίου απαντήσεων για δικές σας σημειώσεις που δεν επιθυμείτε να βαθμολογηθούν, βάλτε ένα μεγάλο σταυρό (Χ) σε αυτές τις σελίδες ώστε να μην ληφθούν υπόψη στη βαθμολόγηση.
10) Να χρησιμοποιείτε μόνο σταθερές ή σχέσεις που δίνονται στο αντίστοιχο θέμα αλλά και στο τέλος των γενικών οδηγιών.
11) Τα σχήματα όλων των θεμάτων δεν είναι υπό κλίμακα.

Σταθερές:

$\pi = 3{,}14$, $g_{0(\Gamma\eta)} = 10\, m/s^2$, $K_0 = 9x10^9\, N.m^2.C^{-2}$, $G = 6{,}673x10^{-11}\, N.m^2.kg^{-2}$,

Δεδομένα:

$V_{\sigma\varphi\alpha\acute{\iota}\rho\alpha\varsigma} = \frac{4}{3}\pi R^3$, $d = \frac{m}{V}$.

Η αντίσταση του αέρα να θεωρηθεί αμελητέα.

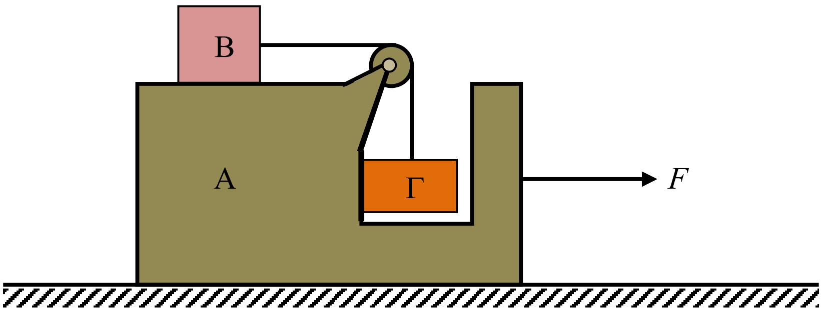
Να απαντήσετε όλα τα προβλήματα που ακολουθούν.

Πρόβλημα - 1 (10 μονάδες)

Στο σχήμα τα σώματα Α, Β και Γ έχουν μάζες m_1, m_2 και m_3 αντίστοιχα. Τα σώματα Β και Γ συνδέονται με μη εκτατό και αβαρές νήμα. Το σώμα Α βρίσκεται σε οριζόντια επιφάνεια. Πάνω στο σώμα A ασκείται η δύναμη μέτρου F, με οριζόντια διεύθυνση και φορά προς τα δεξιά, έτσι ώστε το σώμα Α να ολισθαίνει πάνω στην οριζόντια επιφάνεια και το σώμα Γ ούτε ανεβαίνει ούτε κατεβαίνει.

Θεωρήστε ότι μεταξύ όλων των επιφανειών δεν υπάρχει τριβή.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας g.



(α) Να εξάγετε τη σχέση που δίνει το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος Β, ως συνάρτηση των μαζών m_2, m_3 και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g. ***(3 μον.)***

(β) Να σημειώσετε, σε ελεύθερο διάγραμμα δυνάμεων, όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα Α, στην οριζόντια διεύθυνση. Να αναφέρετε το σώμα που ασκεί την καθεμιά από τις δυνάμεις αυτές. ***(2 μον.)***

(γ) Να εξάγετε τη σχέση που δίνει το μέτρο της δύναμης F, ως συνάρτηση των μαζών m_1, m_2, m_3 και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g.

(5 μον.)

Πρόβλημα - 2 (10 μονάδες)

(α) Να χρησιμοποιήσετε τον ορισμό της έντασης του πεδίου βαρύτητας σε απόσταση r από το κέντρο ενός πλανήτη και το νόμο της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα μεταξύ του πλανήτη και ενός σώματος για να αποδείξετε ότι η ένταση του πεδίου βαρύτητας του πλανήτη σε απόσταση r από το κέντρο του, σε σχέση με την πυκνότητα d και την ακτίνα R του πλανήτη, δίνεται από τη σχέση, $g_r = \frac{4}{3}\pi G d R^3 \frac{1}{r^2}$, όπου $r \geq R$ και G είναι η παγκόσμια σταθερά βαρύτητας.

Θεωρήστε τον πλανήτη σφαιρικό και με σταθερή πυκνότητα.

(5 μον.)

(β) Η Ιώ είναι ένας από τους δορυφόρους του πλανήτη Δία που ανακαλύφθηκε από τον Γαλιλαίο τον Ιανουάριο του 1610 και σχεδόν συγχρόνως από το Γερμανό αστρονόμο Μάγερ Σίμωνα.

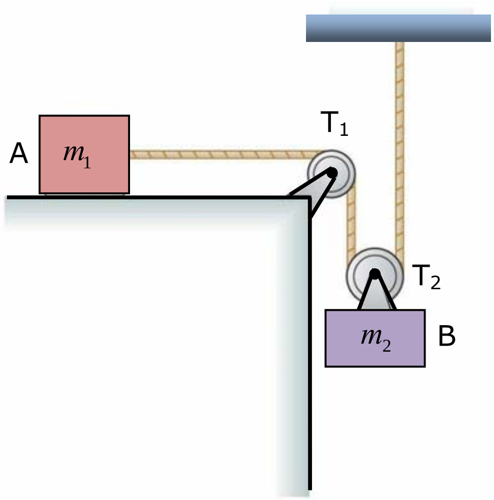
Η Ιώ έχει ακτίνα κυκλικής τροχιάς γύρω από το Δία 421700 km και περίοδο 42 ώρες, 27 λεπτά και 34 δευτερόλεπτα. Η (μέση) πυκνότητα του Δία είναι $1,326\, g/cm^3$.

Να χρησιμοποιήσετε τα δεδομένα αυτά μαζί με τη σχέση που αποδείξατε στο (α) ερώτημα για να υπολογίσετε τη (μέση) ακτίνα του Δία.

(5 μον.)

Πρόβλημα - 3 (10 μονάδες)

Στο σχήμα τα σώματα Α και Β με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα συνδέονται μεταξύ τους με αβαρές και μη εκτατό νήμα διαμέσου της σταθερής τροχαλίας Τ$_1$ και της κινούμενης τροχαλίας Τ$_2$. Οι τροχαλίες είναι αμελητέου βάρους και δεν παρουσιάζουν τριβές με το νήμα. Μεταξύ του σώματος Α και της οριζόντιας επιφάνειας υπάρχει τριβή με συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu_{ολ}$. Αφήνουμε τα σώματα να κινηθούν από την ηρεμία. Το βάρος του σώματος Β είναι αρκετό για να προκαλέσει ολίσθηση στο σώμα Α.



(α) Να εξηγήσετε αν τα σώματα θα έχουν την ίδια κατά μέτρο ταχύτητα σε οποιαδήποτε στιγμή της κίνησής τους.

Αν όχι να προσδιορίσετε το λόγο του μέτρου της ταχύτητας του Α προς το μέτρο της ταχύτητας του Β.

(4 μον.)

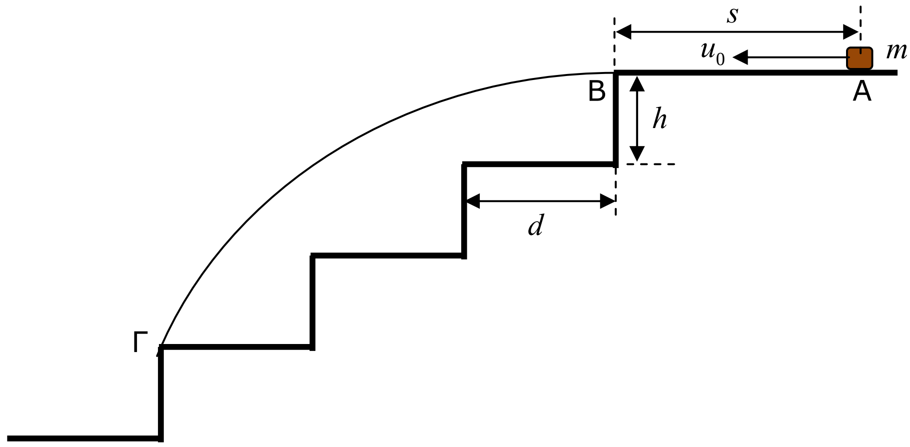
(β) Να δείξετε ότι το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος Β δίνεται από τη σχέση,

$$a = \frac{(m_2 - 2\mu_{ολ} m_1)g}{4m_1 + m_2}.$$

(6 μον.)

Πρόβλημα - 4 (10 μονάδες)

Ένα σώμα μάζας m με αρχική ταχύτητα u_0, στο σημείο Α του σχήματος, διανύει απόσταση s σε οριζόντια επιφάνεια και μετά εκτελεί οριζόντια βολή, από την κορυφή Β μιας σκάλας, υπό την επίδραση μόνο του βάρους του. Μεταξύ της οριζόντιας επιφάνειας και του σώματος υπάρχει τριβή με συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu_{o\lambda}$. Το σώμα συναντά την άκρη του τρίτου σκαλοπατιού, στο σημείο Γ. Το κάθε σκαλοπάτι έχει ύψος h και πλάτος d. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας g.



(α) Να εξάγετε τη σχέση που δίνει το μέτρο της ταχύτητας του σώματος όταν εγκαταλείπει την οριζόντια επιφάνεια, u_{0x}, στο σημείο Β, ως συνάρτηση των μεγεθών u_0, $\mu_{o\lambda}$, s και g.

(5 μον.)

(β) Να εξάγετε τη σχέση που δίνει την απόσταση s, ως συνάρτηση των μεγεθών u_0, $\mu_{o\lambda}$, d, h και g.

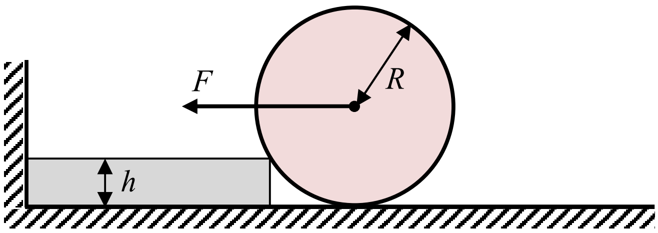
(5 μον.)

Πρόβλημα - 5 **(10 μονάδες)**

Ο ομογενής κύλινδρος στο σχήμα έχει μάζα m και ακτίνα R.

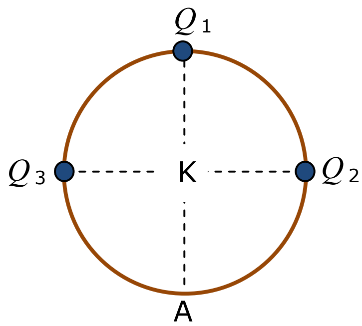
Να δείξτε ότι η ελάχιστη οριζόντια δύναμη $\vec{F}$, με διεύθυνση που περνά από το κέντρο του κυλίνδρου, που χρειάζεται για να σπρώξει τον κύλινδρο για να υπερπηδήσει ένα σκαλί ύψους h, (όπου $h < R$), έχει μέτρο $F = \dfrac{mg\sqrt{h(2R-h)}}{R-h}$, όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Δεν υπάρχουν τριβές μεταξύ του κυλίνδρου και των επιφανειών επαφής με αυτόν.



Πρόβλημα - 6 **(15 μονάδες)**

Τρία θετικά σημειακά φορτία το καθένα με φορτίο $+2\mu C$ βρίσκονται σε περιφέρεια κύκλου ακτίνας $R = 3cm$, όπως δείχνει το σχήμα. (Τα φορτία κρατούνται ακίνητα με κατάλληλο μηχανισμό).



(α) Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου του συστήματος των τριών φορτίων στο σημείο Α, που βρίσκεται αντιδιαμετρικά με το φορτίο Q_1.

(5 μον.)

(β) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των τριών φορτίων. (Θεωρήστε το άπειρο ως σημείο μηδενικής ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας).

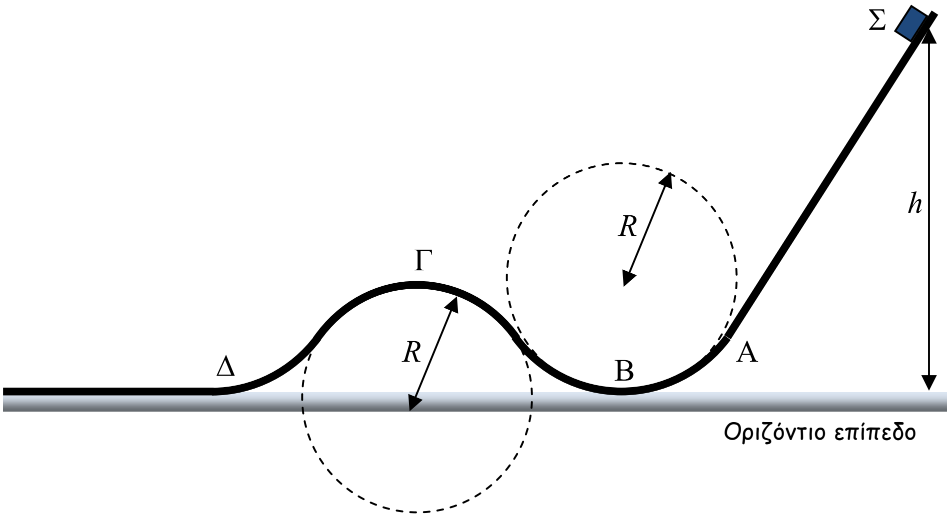
(5 μον.)

(γ) Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος αν μετακινήσουμε το φορτίο Q_1 κατά μήκος της διαμέτρου μέχρι το σημείο Α.

(5 μον.)

Πρόβλημα - 7   **(15 μονάδες)**

Το σώμα Σ στο σχήμα κινείται ελεύθερα σε κατακόρυφο επίπεδο μέσα σε αυλακωτή τροχιά. Το σώμα αφήνεται από την ηρεμία να κινηθεί από ύψος h πάνω από το οριζόντιο επίπεδο. Η τροχιά είναι ευθύγραμμη μέχρι το σημείο Α. Μεταξύ των σημείων Α και Δ η τροχιά αποτελείται από κυκλικά τμήματα ακτίνας R. Από το σημείο που το σώμα αφήνεται να κινηθεί μέχρι το σημείο Δ δεν υπάρχει τριβή. Από το σημείο Δ και μετά η τροχιά είναι ευθύγραμμη και υπάρχει τριβή με συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu_{ολ}$.



(α) Να εξάγετε τη σχέση, ως συνάρτηση της ακτίνας R, που δίνει το ύψος, h, πάνω από το οριζόντιο επίπεδο, από το οποίο θα αφήνεται να κινηθεί το σώμα και δεν θα χάνει επαφή με την τροχιά, σε οποιοδήποτε σημείο της.

(6 μον.)

Θεωρήστε για τα ερωτήματα που ακολουθούν ότι η ακτίνα των κυκλικών τμημάτων της τροχιάς είναι $R = 2\,m$ και ότι το σώμα αφήνεται να κινηθεί από την ηρεμία από ύψος $h = 2,45\,m$. Η μάζα του σώματος είναι $20\,kg$. Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 10\,m/s^2$.

(β) Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκεί η τροχιά στο σώμα:
(i) Στο χαμηλότατο σημείο Β, και
(ii) Στο ανώτατο σημείο Γ.

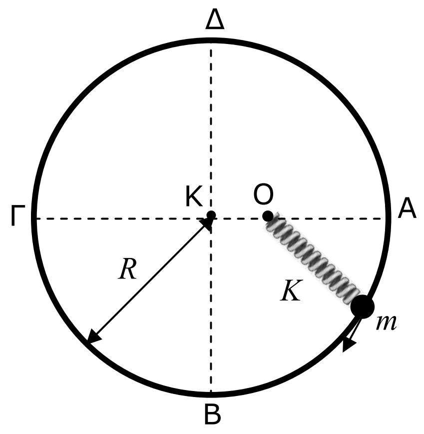
(4 μον.)

(γ) Να υπολογίσετε την απόσταση που διανύει το σώμα, από το σημείο Δ και μετά, μέχρι να σταματήσει. Δίνεται ο συντελεστής τριβής ολίσθησης, $\mu_{ολ} = 0,25$.

(5 μον.)

Πρόβλημα - 8 **(20 μονάδες)**

Μια χάντρα μάζας m κινείται χωρίς τριβές σε κατακόρυφη κυκλική στεφάνη ακτίνας R. Η στεφάνη είναι αμελητέας μάζας και ακλόνητη. Η χάντρα είναι συνδεδεμένη με αβαρές ελατήριο σταθεράς K, που ικανοποιεί το νόμο του Hooke, σε όλα τα σημεία της κίνησης του σώματος. Το άλλο άκρο του ελατηρίου συνδέεται με το ακίνητο σημείο Ο το οποίο βρίσκεται πάνω στην οριζόντια ακτίνα ΚΑ και απέχει από το κέντρο Κ της στεφάνης απόσταση ίση με $(KO)=\frac{5}{12}R$, όπως δείχνει το σχήμα.



Δίνουμε στη χάντρα στο σημείο Α αρχική ταχύτητα μέτρου u_0, με διεύθυνση εφαπτομενικά της τροχιάς και φορά προς τα κάτω, και την αφήνουμε να κινηθεί στην κατακόρυφη περιφέρεια της στεφάνης. Στο σημείο Α το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος. Δίνεται η σταθερά της επιτάχυνσης της βαρύτητας g.

(α) Να εξηγήσετε αν το μέτρο της ταχύτητας της χάντρας στο σημείο Γ (που βρίσκεται αντιδιαμετρικά από το σημείο Α), είναι μεγαλύτερο, μικρότερο ή ίσο με το μέτρο της ταχύτητας στο Α.

(6 μον.)

(β) Να εξάγετε τη σχέση που δίνει το μέτρο της ταχύτητας της χάντρας στο κατώτατο σημείο Β της τροχιάς, ως συνάρτηση των μεγεθών u_0, R, K, m και g.

(6 μον.)

(γ) Να εξάγετε τη σχέση που δίνει το ελάχιστο μέτρο της ταχύτητας της χάντρας στο σημείο Α, $u_{0(\min)}$, ως συνάρτηση των μεγεθών R, K, m και g, ώστε η χάντρα να μπορεί να εκτελεί πλήρη κυκλική τροχιά.

(8 μον.)