

ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

26^Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ



Κυριακή, 13 Μαΐου, 2012

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 οκτώ (8) 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 (X) 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:

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

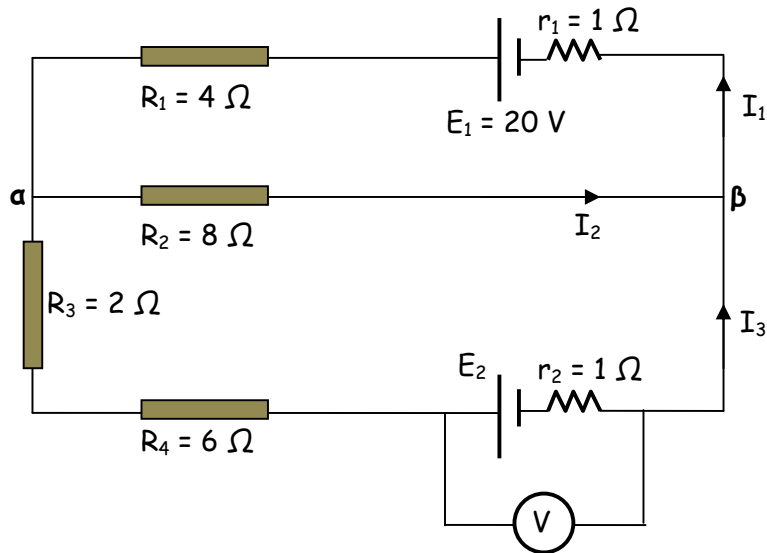
Να απαντήσετε όλα τα προβλήματα που ακολουθούν.

26η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

Πρόβλημα - 1 (6 μονάδες)

Για το κύκλωμα του σχήματος δίνεται ότι η διαφορά δυναμικού στα άκρα α , β , είναι 10 V. Να υπολογίσετε:

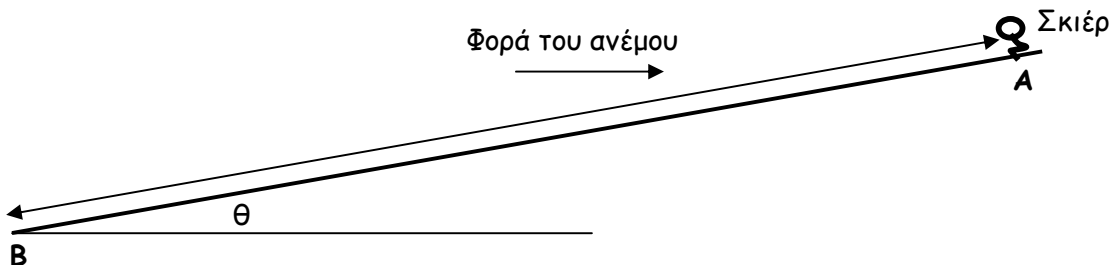
- (α) Τις τιμές των εντάσεων των ρευμάτων I_1 , I_2 και I_3 .
- (β) Την ηλεκτρεγερτική δύναμη E_2 .
- (γ) Την ένδειξη του βολτομέτρου.



Πρόβλημα - 2 (8 μονάδες)

Ένας σκιέρ μάζας 70,0 kg ξεκινά από την ηρεμία από την κορυφή A μιας χιονισμένης βουνοπλαγιάς η οποία έχει σταθερή κλίση $\theta = 10,0^\circ$ με το οριζόντιο επίπεδο, όπως δείχνει το σχήμα. Οι τριβές του σκιέρ με την επιφάνεια του χιονιού είναι αμελητέες. Ο σκιέρ φτάνει στο κάτω σημείο B της βουνοπλαγιάς διανύοντας συνολική απόσταση $AB = 100$ m.

Σε όλη τη διάρκεια της κίνησης του σκιέρ πνέει άνεμος με οριζόντια διεύθυνση, έτσι ώστε να ασκείται συνεχώς στον σκιέρ σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου 50 N, με φορά που αντιτίθεται στην κίνηση του σκιέρ (προς τα δεξιά), όπως δείχνει το σχήμα. (Δίνεται: $\eta\mu 10^\circ = 0,174$, $\sigma\upsilon\nu 10^\circ = 0,985$).

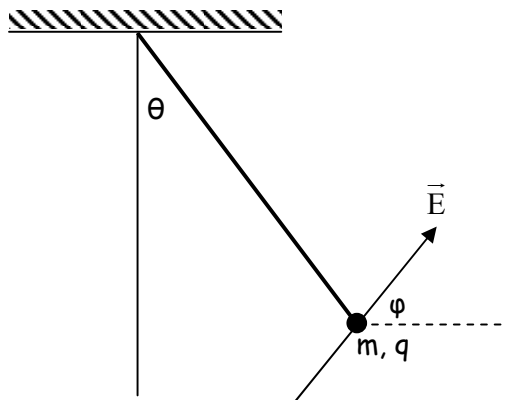


Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σκιέρ τη στιγμή που φτάνει στο σημείο B.

Πρόβλημα - 3 (10 μονάδες)

Ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο μάζας $m = 2,0 \text{ g}$ και ηλεκτρικού φορτίου ποσότητας q , βρίσκεται σε στατική ισορροπία στην παρουσία βαρυτικού και ηλεκτροστατικού πεδίου. Το σωματίδιο βρίσκεται συνδεδεμένο στο ένα άκρο αβαρούς νήματος. Το άλλο άκρο του νήματος είναι συνδεδεμένο σε ακλόνητο σημείο. Το νήμα σχηματίζει γωνία $\theta = 37,0^\circ$ με την κατακόρυφο διεύθυνση. Το ηλεκτροστατικό πεδίο έχει ένταση μέτρου $E = 6,40 \text{ N/C}$ και σχηματίζει γωνία $\varphi = 51,3^\circ$ με τον οριζόντιο άξονα, όπως δείχνει το σχήμα.

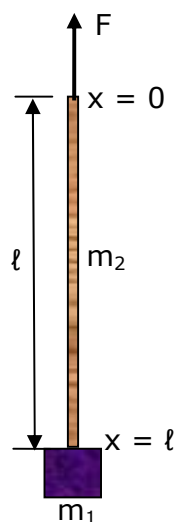
(Δίνεται: $\eta\mu 37,0^\circ = 0,602$, $\sigma\upsilon\nu 37,0^\circ = 0,799$ και $\eta\mu 51,3^\circ = 0,780$ και $\sigma\upsilon\nu 51,3^\circ = 0,625$).



- (α) Να εξηγήσετε αν το φορτίο q είναι θετικό ή αρνητικό.
(β) Να υπολογίσετε το φορτίο q του σωματιδίου.

Πρόβλημα - 4 (12 μονάδες)

Ένα σώμα μάζας m_1 συνδέεται σταθερά στο κάτω άκρο ενός κατακόρυφου μη ελαστικού σχοινιού μάζας m_2 και μήκους ℓ , σταθερής γραμμικής πυκνότητας (μάζα ανά μονάδα μήκους). Ασκούμε στο πάνω άκρο του σχοινιού κατακόρυφη σταθερή δύναμη μέτρου F . Το σχοινί μαζί με το σώμα επιταχύνονται κατακόρυφα προς τα πάνω με σταθερή επιτάχυνση μέτρου a . Η αντίσταση του αέρα να θεωρηθεί αμελητέα.



(α) Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει το μέτρο της επιτάχυνσης a σε συνάρτηση των μεγεθών m_1 , m_2 , F και της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .

(β) (i) Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει την τάση του σχοινιού που ασκείται στο σώμα, σε συνάρτηση των μεγεθών m_1 , m_2 και F .

(ii) Να εξηγήσετε ποια θα ήταν η τάση του σχοινιού στο σώμα, αν η μάζα του σχοινιού, m_2 , ήταν αμελητέα σε σχέση με τη μάζα m_1 του σώματος, ($m_2 \ll m_1$). Να επαληθεύσετε την απάντησή σας με βάση τη σχέση που αποδείξατε στο ερώτημα (β) (i).

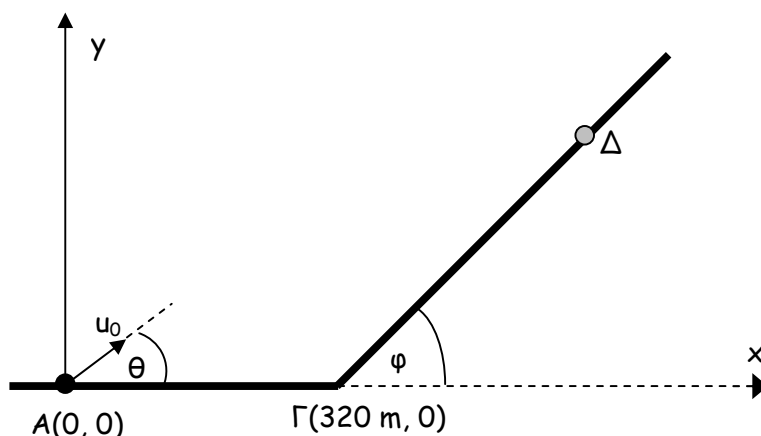
(γ) Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει την τάση του σχοινιού σε συνάρτηση με την απόσταση x , μετρούμενη από το πάνω άκρο του σχοινιού, όπου $0 \leq x \leq \ell$, και τα μεγέθη m_1 , m_2 , F και ℓ .

Πρόβλημα - 5 (14 μονάδες)

Ένα βλήμα εκτοξεύεται τη χρονική στιγμή $t = 0$ από το σημείο $A(0, 0)$ του εδάφους με αρχική ταχύτητα μέτρου $u_0 = 300 \text{ m/s}$ και διεύθυνση που σχηματίζει με τον οριζόντιο άξονα x γωνία $\theta = 37^\circ$. Το επίπεδο του εδάφους είναι οριζόντιο για απόσταση 320 m από το σημείο βολής $A(0, 0)$ μέχρι το σημείο $\Gamma(320 \text{ m}, 0)$ και μετά σχηματίζει σταθερή κλίση με γωνία $\varphi = 45^\circ$ με το οριζόντιο επίπεδο. Το βλήμα συναντά το έδαφος στο σημείο Δ , στο κεκλιμένο επίπεδο, όπως δείχνει το σχήμα.

Η αντίσταση του αέρα να θεωρηθεί αμελητέα.

(Δίνεται: $\eta\mu 37^\circ = 0,602$, $\sigma\upsilon\nu 37^\circ = 0,799$).



(α) Να γράψετε, με σημείο αναφοράς το $A(0, 0)$, τις εξισώσεις κίνησης $x = f(t)$ και $y = f(t)$ για το βλήμα, στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.).

(β) Να υπολογίσετε τις συντεταγμένες του σημείου Δ .

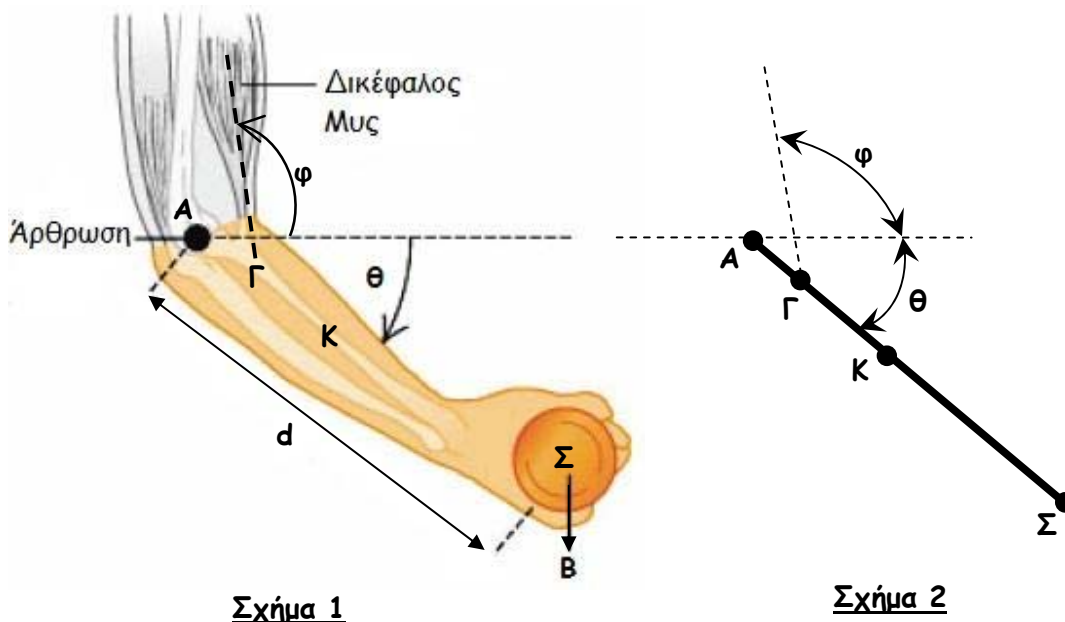
(γ) Να εξηγήσετε αν το βλήμα συναντά το έδαφος στο Δ κατά την άνοδό του ή την κάθοδό του ή αν το βλήμα στο σημείο Δ βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο της τροχιάς του.

Πρόβλημα - 6 (15 μονάδες)

Ένας αθλητής κρατά στο ένα του χέρι ένα σώμα Σ βάρους $B = 75,0 \text{ N}$. Το βάρος του χεριού του αθλητή (από την άρθρωση μέχρι τα άκρα) είναι $21,6 \text{ N}$ και το κέντρο βάρους βρίσκεται στο σημείο K σε απόσταση 16 cm από το σημείο A της άρθρωσης. Η απόσταση του σώματος Σ από το σημείο A είναι $d = 38 \text{ cm}$. Ο δικέφαλος μυς ασκεί δύναμη στο σημείο Γ του αντιβραχίονα το οποίο απέχει απόσταση $5,50 \text{ cm}$ από το σημείο A της άρθρωσης. Η διεύθυνση της δύναμης αυτής σχηματίζει γωνία $\varphi = 100^\circ$ με τον οριζώντιο άξονα.

Ο αθλητής κρατά το σώμα Σ σε στατική ισορροπία όταν ο αντιβραχίονας σχηματίζει γωνία $\theta = 40^\circ$, κάτω από τον οριζώντιο άξονα, όπως δείχνει το σχήμα 1. Το σχήμα 2 δείχνει διαγραμματικά τα σημεία στα οποία ασκούνται οι δυνάμεις στον αντιβραχίονα του χεριού.

(Το κέντρο βάρους του σώματος Σ και τα σημεία K , Γ και A είναι στην ίδια ευθεία).
(Δίνεται: $\eta\mu 40^\circ = 0,643$, $\sigma\upsilon\nu 40^\circ = 0,766$ και $\eta\mu 10^\circ = 0,174$, $\sigma\upsilon\nu 10^\circ = 0,985$).

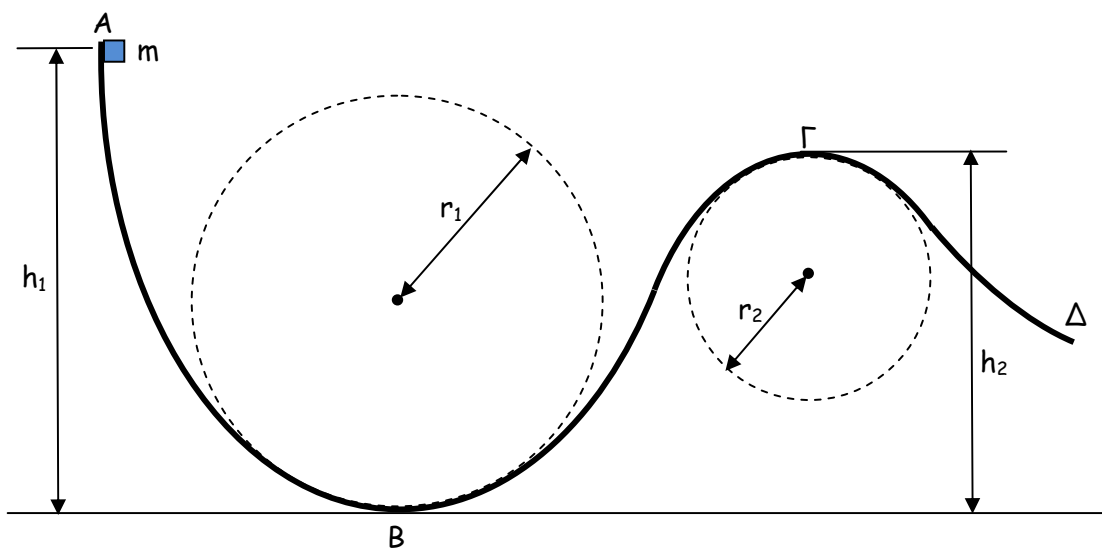


- (α) Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκεί ο δικέφαλος μυς στον αντιβραχίονα του χεριού.
(β) Να υπολογίσετε τη δύναμη (μέτρο, διεύθυνση και φορά) που ασκεί η άρθρωση στον αντιβραχίονα του χεριού.

Πρόβλημα - 7 (15 μονάδες)

Ένα σώμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$ (θεωρήστε το σώμα ως υλικό σημείο) αφήνεται από την ηρεμία να κινηθεί από το σημείο A , από ύψος $h_1 = 3,6 \text{ m}$, σε μεταλλική τροχιά η οποία βρίσκεται σε κατακόρυφο επίπεδο. Σε όλο το μήκος της τροχιάς υπάρχει τριβή μεταξύ του σώματος και της επιφάνειας της τροχιάς. Θεωρήστε ότι η τριβή ολίσθησης έχει σταθερό μέτρο 2 N σε όλη την κίνηση του σώματος από το σημείο A μέχρι το σημείο Δ . Δύο τμήματα της τροχιάς είναι κυκλικά τόξα με ακτίνες r_1 και r_2 αντίστοιχα, όπως δείχνει το σχήμα. Το μήκος της τροχιάς AB είναι $4,0 \text{ m}$ και το μήκος της τροχιάς $B\Gamma$ είναι $3,5 \text{ m}$. Η κατακόρυφη απόσταση των σημείων B, Γ είναι $h_2 = 2,4 \text{ m}$.

Η αντίσταση του αέρα να θεωρηθεί αμελητέα.



(α) Στο χαμηλότερο σημείο B του πρώτου κυκλικού τόξου το σώμα δέχεται κάθετη δύναμη από την επιφάνεια της τροχιάς μέτρου $5mg$. Να αποδείξετε ότι $r_1 = \frac{u_B^2}{4g}$, όπου

u_B είναι το μέτρο της ταχύτητας του σώματος στο σημείο B και g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας.

(β) Να υπολογίσετε το μήκος της ακτίνας r_1 .

(γ) Να δείξετε ότι στο σημείο Γ το σώμα δεν χάνει επαφή με την τροχιά αν το μέτρο της ταχύτητας του σώματος στο Γ ικανοποιεί τη σχέση $u_\Gamma < \sqrt{r_2 g}$.

(δ) Να υπολογίσετε την ελάχιστη ακτίνα r_2 ώστε το σώμα να μην χάνει επαφή με την τροχιά σε κανένα σημείο του δεύτερου κυκλικού τόξου, παρά μόνο στιγμιαία στο σημείο Γ .

Πρόβλημα - 8 (20 μονάδες)

(α) Θεωρήστε τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος να διαγράφουν κυκλικές τροχιές γύρω από τον Ήλιο, με ακτίνα τροχιάς r και περίοδο T . Ο πίνακας δείχνει τις τιμές των ακτίνων r και των αντίστοιχων περιόδων T , τεσσάρων πλανητών.

Πλανήτης	r ($\times 10^{11}$ m)	T ($\times 10^7$ sec)
Ερμής	0,580	0,760
Αφροδίτη	1,08	1,95
Γη	1,49	3,15
Άρης	2,28	5,94

(i) Να χρησιμοποιήσετε τα δεδομένα του πίνακα για να χαράξετε, σε βαθμολογημένους άξονες, τη γραφική παράσταση $T^2 = f(r^3)$, δηλαδή το τετράγωνο της περιόδου (T^2) σε συνάρτηση με την τρίτη δύναμη της ακτίνας της τροχιάς (r^3).

(ii) Να εξηγήσετε πώς από τη γραφική παράσταση $T^2 = f(r^3)$ που σχεδιάσατε επαληθεύεται ότι «Η περίοδος των πλανητών στο τετράγωνο είναι ανάλογη της τρίτης δύναμης της ακτίνας των κυκλικών τροχιών τους γύρω από τον Ήλιο».

(β) (i) Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει τη συνάρτηση $T = f(r)$, με δεδομένα τη μάζα του Ήλιου, M_H , και τη σταθερά της παγκόσμιας έλξης G .

(ii) Να υπολογίσετε τη μάζα του Ήλιου, M_H , χρησιμοποιώντας τη γραφική παράσταση που χαράξατε στο ερώτημα (α) και την τιμή της παγκόσμιας σταθεράς G , η οποία δίνεται στην πρώτη σελίδα του δοκιμίου.

(iii) Η απόσταση της Σελήνης από τη Γη είναι $3,8 \times 10^5$ km. Η περίοδος της Σελήνης γύρω από τη Γη είναι 27,3 μέρες.

Να υπολογίσετε το λόγο $\frac{M_H}{M_\Gamma}$, όπου M_Γ είναι η μάζα της Γης και M_H είναι η μάζα του

Ήλιου.

(Θεωρήστε ότι η τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη είναι κυκλική).