

# ΕΝΩΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΥΠΡΟΥ

30<sup>Η</sup> ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

Κυριακή 20 Μαρτίου 2016

Ώρα: 10:00 – 13:00

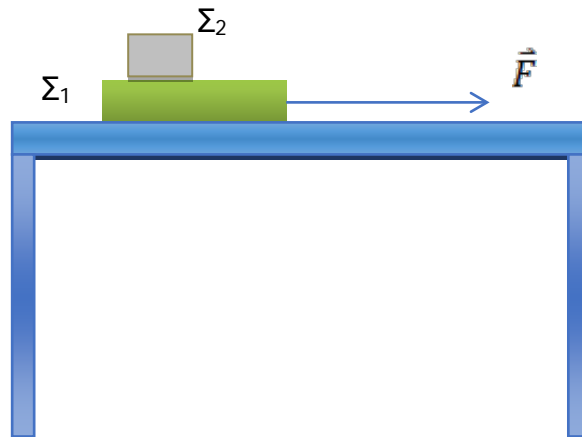
## Οδηγίες:

- (1) Το δοκίμιο αποτελείται από οκτώ (8) θέματα και δέκα (10) σελίδες.
- (2) Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα.
- (3) Τα σχήματα δεν είναι σχεδιασμένα με κλίμακα.
- (4) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.
- (5) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
- (6) Επιτρέπεται η χρήση μπλε μελανιού μόνο. (Οι γραφικές παραστάσεις και τα σχήματα, μπορούν να γίνουν και με μολύβι).
- (7) Οι γραφικές παραστάσεις να γίνουν στο τετραγωνισμένο χαρτί.
- (8) Οι απαντήσεις να δίνονται με τον αριθμό των σημαντικών ψηφίων, σύμφωνα με τα δεδομένα του κάθε προβλήματος.
- (9) Να χρησιμοποιείτε, όπου χρειάζεται, τις σταθερές που δίνονται στον πιο κάτω πίνακα.

ΣΤΑΘΕΡΕΣ	
Επιτάχυνση της βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης	$g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$
Ένταση του πεδίου βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της Γης.	$g = 9.81 \text{ Nkg}^{-1}$
Παγκόσμια σταθερά βαρύτητας	$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$
Μέση ακτίνα της Γης	$R_{Γης} = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$
Μάζα της Γης	$M_{Γης} = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Σταθερά Coulomb	$k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$
Φορτίο του ηλεκτρονίου	$q_e = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$

**ΘΕΜΑ 1** (10 μονάδες)

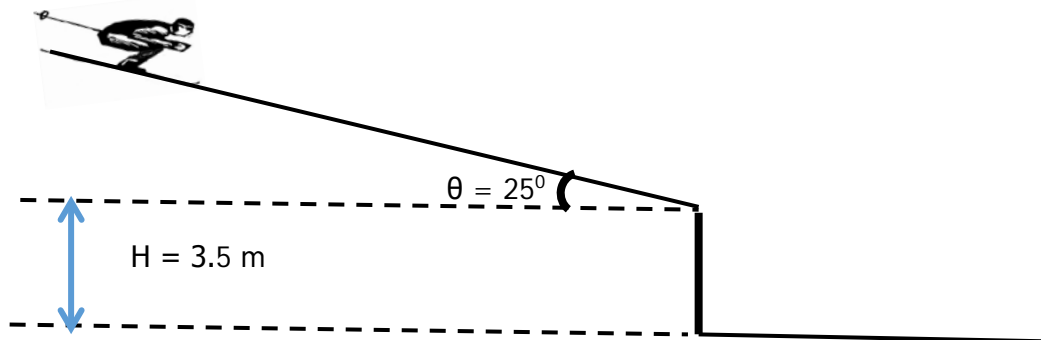
Πάνω στον πάγκο εργαστηρίου βρίσκεται σώμα  $\Sigma_1$  με μάζα  $m_1 = 1.00 \text{ kg}$  και πάνω σε αυτό είναι τοποθετημένο ένα άλλο σώμα  $\Sigma_2$ , μάζας  $m_2 = 2.00 \text{ kg}$ . Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ των επιφανειών του πάγκου και του σώματος  $\Sigma_1$  είναι  $\mu_1 = 0.35$  και ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ των επιφανειών των σωμάτων  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  είναι  $\mu_2 = 0.50$ .



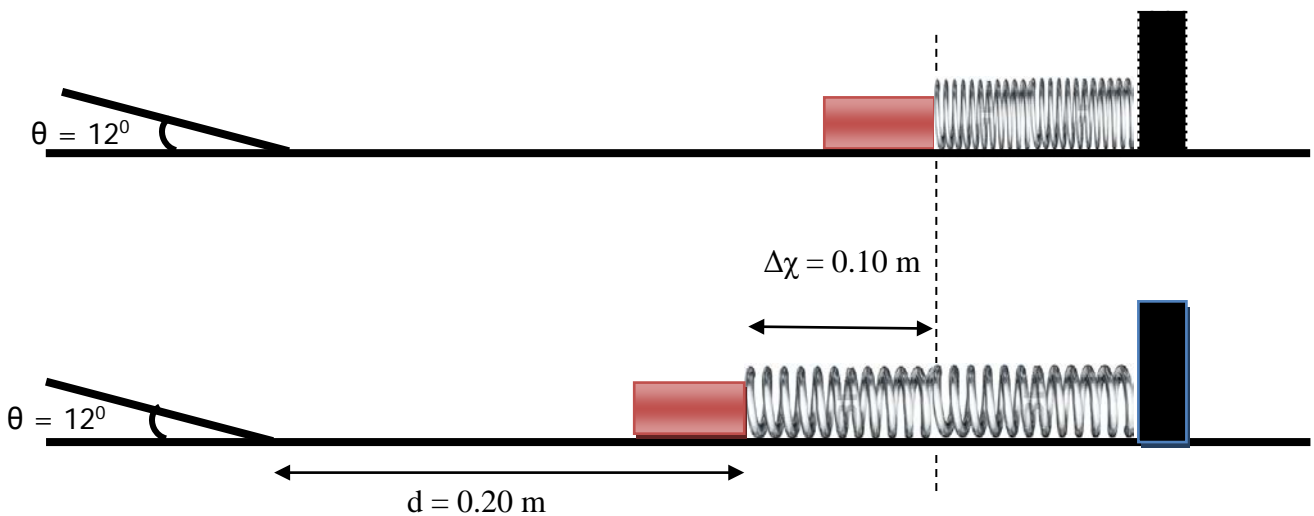
- (α) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  όταν ασκηθεί στο σώμα  $\Sigma_1$  σταθερή οριζόντια δύναμη  $F$ .  
(4 μονάδες)
- (β) Να αναφέρετε ποιες από αυτές αποτελούν ζεύγος δράσης – αντίδρασης.  
(1 μονάδα)
- (γ) Να βρεθεί η σχέση που δίνει τη μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να αποκτήσει το σώμα  $\Sigma_2$  κατά τη διεύθυνση της οριζόντιας σταθερής δύναμης  $F$ .  
(2 μονάδες)
- (δ) Να υπολογίσετε την ελάχιστη σταθερή δύναμη  $F$  που πρέπει να ασκηθεί στο σώμα  $\Sigma_1$ , έτσι ώστε το σώμα  $\Sigma_2$  να αρχίσει να ολισθαίνει στο σώμα  $\Sigma_1$ .  
(3 μονάδες)

**ΘΕΜΑ 2** (10 μονάδες)

- A.** Ένας σκιέρ ξεκινά από την ηρεμία όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα και κινείται σε επιφάνεια η οποία σχηματίζει γωνία  $\theta = 25^\circ$  με την οριζόντια διεύθυνση. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ των επιφανειών του σκι και του χιονιού είναι  $\mu = 0.20$ . Ο σκιέρ διανύει απόσταση 10.0 m πριν να βρεθεί στο κενό, ύψους 3.5 m. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητάς του κατά την προσγείωσή του στο οριζόντιο επίπεδο. Αγνοήστε την αντίσταση του αέρα. (4 μονάδες)



- B.** Σώμα μάζας  $m = 0.50$  kg συσπειρώνει ένα ελατήριο σταθεράς  $K = 100.0$  N/m κατά  $\Delta x = 0.10$  m. Στη συνέχεια αφήνεται να κινηθεί ελεύθερα. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ των επιφανειών του επιπέδου και του σώματος είναι  $\mu = 0.20$ .



Να υπολογίσετε:

- (α) Την ταχύτητα του σώματος τη στιγμή που το ελατήριο επανέρχεται στο αρχικό του σχήμα. (2 μονάδες)
- (β) Τη μέγιστη απόσταση που θα διανύσει το σώμα, μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά του για πρώτη φορά. (4 μονάδες)

**ΘΕΜΑ 3** (15 μονάδες)

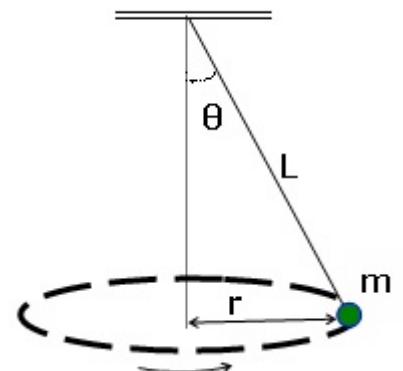
- (α) Ποια κίνηση ονομάζεται ομαλή κυκλική; (2 μονάδες)
- (β) Να διατυπώσετε την απαραίτητη συνθήκη, έτσι ώστε ένα σώμα να εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση. (2 μονάδες)
- (γ) Να ορίσετε το φυσικό μέγεθος, γωνιακή ταχύτητα. (2 μονάδες)
- (δ) Ένας μοτοσικλετιστής μάζας 76.5 Kg επιχειρεί να εκτελέσει τον γύρο του "θανάτου" μέσα σε έναν μεγάλο κατακόρυφο κύλινδρο εσωτερικής ακτίνας 15 m, χρησιμοποιώντας τη μοτοσικλέτα του μάζας 115 Kg, όπως στην πιο κάτω εικόνα.



Ο συντελεστής στατικής τριβής και τριβής ολίσθησης μεταξύ των ελαστικών της μοτοσικλέτας και της κατακόρυφης επιφάνειας είναι  $\mu = 0.775$

- (i) Να υπολογίσετε το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης που ασκείται στον μοτοσικλετιστή με την μοτοσικλέτα του, εάν μπορεί και εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση σε οριζόντιο επίπεδο, στην εσωτερική επιφάνεια του κυλίνδρου. (3 μονάδες)
- (ii) Να υπολογίσετε το μέτρο της ελάχιστης κυκλικής συχνότητας με την οποία πρέπει να περιστρέφεται το σύστημα μοτοσικλετιστής - μοτοσικλέτα, έτσι ώστε να μπορεί να διαγράψει οριζόντιες κυκλικές τροχιές στο εσωτερικού του κυλίνδρου. (4 μονάδες)
- (ε) Κωνικό εκκρεμές αποτελείται από αβαρές μη εκτατό νήμα μήκους  $L$  στο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σώμα μάζας  $m$ , το οποίο διαγράφει κυκλική οριζόντια τροχιά με σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\omega$ , ώστε το νήμα να σχηματίζει γωνία  $\theta$  με την κατακόρυφη, όπως φαίνεται στο σχήμα. Να αποδείξετε τη σχέση που συνδέει τη γωνία  $\theta$  με τη γωνιακή ταχύτητα  $\omega$ , σε συνάρτηση με το μήκος  $L$  και τη σταθερά  $g$ .

(2 μονάδες)

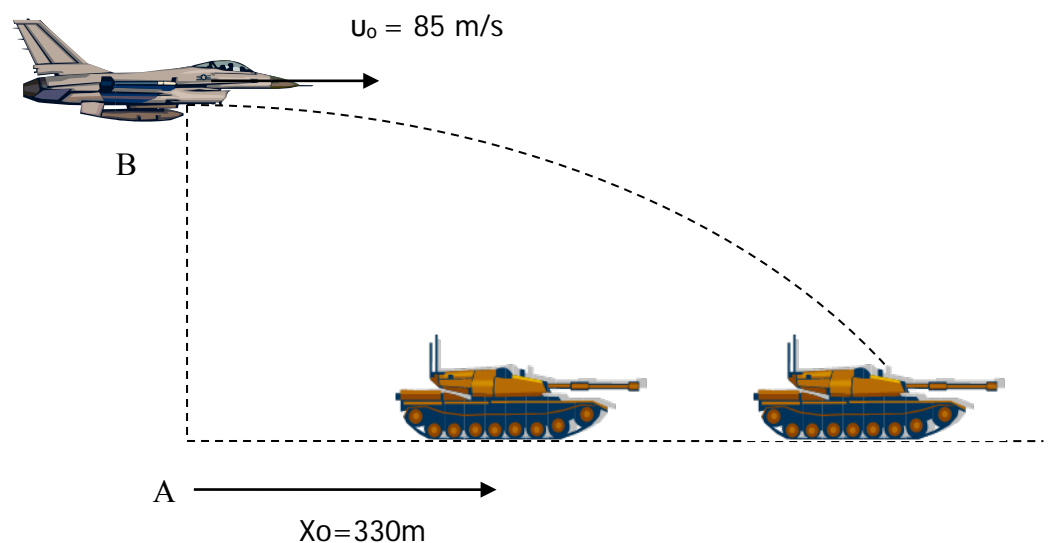


**ΘΕΜΑ 4** (15 μονάδες)

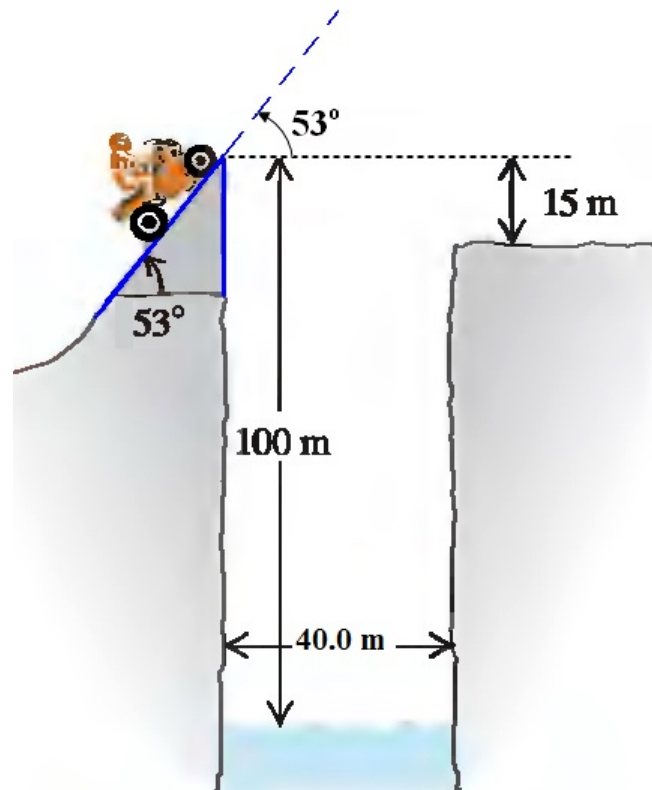
- A.** Ένα πολεμικό αεροπλάνο πετά οριζόντια σε ύψος 317 m με σταθερή ταχύτητα  $u_0 = 85 \text{ m/s}$  οπότε αντιλαμβάνεται άρμα  $\Sigma$ , το οποίο κινείται στο οριζόντιο έδαφος με σταθερή ταχύτητα. Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  το αεροπλάνο βρίσκεται πάνω από την αρχή των αξόνων A, οπότε αφήνει μια βόμβα B η οποία χτυπά το άρμα στο πάνω μέρος του πυργίσκου. Τη στιγμή που αφήνεται η βόμβα ο πυργίσκος του άρματος βρίσκεται σε οριζόντια απόσταση  $x_0 = 330 \text{ m}$  από το A. (Το αεροπλάνο και η βόμβα να θεωρηθούν υλικά σημεία. Αγνοήστε την αντίσταση του αέρα.)

Να υπολογίσετε:

- (α) Το μέτρο της ταχύτητας  $u_2$  του άρματος. Να υποθέσετε ότι το άρμα έχει ύψος 3.00 m (2 μονάδες)
- (β) Την τελική ταχύτητα της βόμβας. (2 μονάδες)
- (γ) Την οριζόντια απόσταση που θα έχει το αεροπλάνο από το άρμα, τη στιγμή της έκρηξης. (1 μονάδα)
- (δ) Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες, τη γραφική παράσταση μετατόπισης – χρόνου για τη Χ-διεύθυνση και για τα δύο κινητά (αεροπλάνο – άρμα), στο ίδιο σύστημα αξόνων. (2 μονάδες)



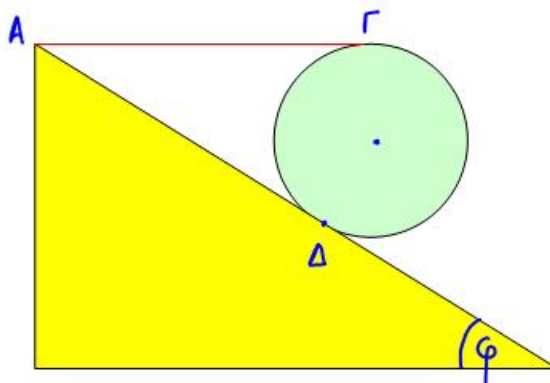
- B.** Ένας κασκαντέρ προσπαθεί να περάσει οδηγώντας την ειδικά σχεδιασμένη μοτοσικλέτα του, ποτάμι πλάτους 40.0 m όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. (Δίνονται:  $\eta\mu 53^\circ = 0.80$ ,  $\sigma\upsilon\nu 53^\circ = 0.60$ . Αγνοείστε την αντίσταση του αέρα.)



- (α) Να γράψετε τις εξισώσεις (ταχύτητας και μετατόπισης) για την οριζόντια και την κατακόρυφη κίνηση του κασκαντέρ σύμφωνα με τα πιο δεδομένα. (2 μονάδες)
- (β) Να υπολογίσετε το μέτρο της ελάχιστης ταχύτητας που πρέπει να έχει κατά την απογείωσή του ο μοτοσικλετιστής, ώστε να επιτύχει τον στόχο του. (2 μονάδες)
- (γ) Να υπολογίσετε τις συνιστώσες  $v_x$ ,  $v_y$  της ταχύτητας, τη στιγμή που ο μοτοσικλετιστής προσγειώνεται στο έδαφος. (2 μονάδες)
- (δ) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του μοτοσικλετιστή, τη στιγμή που προσγειώνεται στο έδαφος. (2 μονάδες)

**ΘΕΜΑ 5** (15 μονάδες)

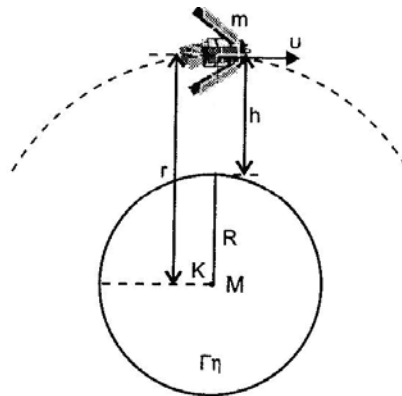
- (α) Να διατυπώσετε το Θεώρημα των Ροπών.  
(3 μονάδες)
- (β) Τι ονομάζουμε ζεύγους δυνάμεων;  
(2 μονάδες)
- (γ) Στην πλευρά κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσεως  $\varphi$ , ισορροπεί σφαίρα μάζας  $m = 5.10 \text{ Kg}$  και ακτίνας  $R = 35 \text{ cm}$  με τη βοήθεια οριζώντιου αβαρούς και μη εκτατού νήματος, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. ( $\varphi = 42.0^\circ$ )



- (i) Να υπολογίσετε την τάση του νήματος  
(4 μονάδες)
- (ii) Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκεί η σφαίρα στο κεκλιμένο επίπεδο και να τη σχεδιάσετε σε κατάλληλο σχήμα.  
(6 μονάδες)

**ΘΕΜΑ 6** (10 μονάδες)

- A.** (α) Τι ορίζουμε ένταση πεδίου βαρύτητας μάζας  $M$ , σε σημείο  $A$ ;  
(1 μονάδα)
- (β) Να υπολογίσετε την ένταση του πεδίου βαρύτητας σε σημείο που απέχει από την επιφάνεια της Γης απόσταση  $h = 11 R_T$ , όπου  $R_T$  η ακτίνα της Γης.  
(2 μονάδες)
- B.** Δορυφόρος μάζας  $m = 1.0 \times 10^3$  kg κινείται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη σε ύψος  $h = 11 R_T$  από την επιφάνειά της, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



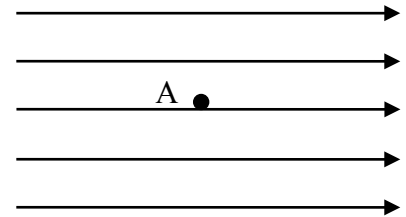
- (α) Να υπολογίσετε την περίοδο περιστροφής  $T$  του δορυφόρου σε ώρες.  
(3 μονάδες)
- (β) Να υπολογίσετε το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας  $u$  του δορυφόρου.  
(1 μονάδα)
- (γ) Αν η μάζα του δορυφόρου διπλασιαστεί, να υπολογίσετε τη νέα περίοδο  $T_1$  περιστροφής του.  
(1 μονάδα)
- (δ) Να αποδείξετε ότι στο εσωτερικό του δορυφόρου ο αστροναύτης νιώθει "αβαρής".  
(2 μονάδες)



**ΘΕΜΑ 7** (15 μονάδες)

- A.** (α) Να ορίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε ένα σημείο του.  
(1 μονάδα)
- (β) Να γράψετε δύο χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών.  
(1 μονάδα)

- (γ) Στο διπλανό σχήμα, ένα αρνητικό φορτίο  $q = -4.5 \mu\text{C}$  αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί από τη θέση Α, μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης  $1950 \text{ N/C}$ .
- (i) Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που θα ασκηθεί πάνω στο φορτίο από το ηλεκτρικό πεδίο.

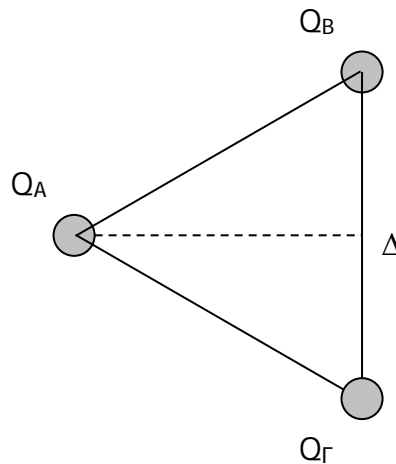


- (ii) Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το φορτίο αν κινηθεί σε απόσταση  $32 \text{ cm}$  μέσα στο πεδίο, από τη θέση Α που αφέθηκε.

(2 μονάδες)

(2 μονάδες)

- B.** Τρία φορτία  $Q_A = +6.0 \mu\text{C}$ ,  $Q_B = -4.0 \mu\text{C}$  και  $Q_\Gamma = +4.0 \mu\text{C}$  βρίσκονται τοποθετημένα ακλόνητα στον αέρα, στις κορυφές ισόπλευρου τριγώνου πλευράς  $a = 1.8 \text{ m}$  όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.

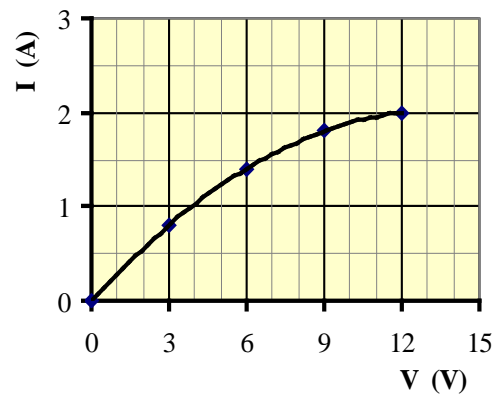
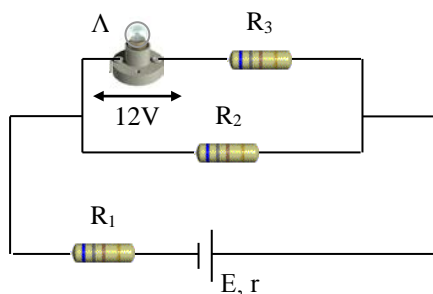


Ζητούνται:

- (α) Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο  $\Delta$  του τριγώνου που βρίσκεται στο μέσο της πλευράς (ΒΓ). Να σχεδιαστεί η  $E_{\text{ολ}}$  στο σχήμα.  
(4 μονάδες)
- (β) Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο  $\Delta$  του τριγώνου.  
(2 μονάδες)
- (γ) Το μέτρο της δύναμης που θα ασκηθεί σε φορτίο  $q = +10 \mu\text{C}$ , όταν τοποθετηθεί στο σημείο  $\Delta$ .  
(1 μονάδα)
- (δ) Το έργο των δυνάμεων του πεδίου κατά τη μετακίνηση του φορτίου  $q = +10 \mu\text{C}$ , το οποίο αφήνεται ελεύθερο στο σημείο ( $\Delta$ ), μέχρι αυτό να βγει εκτός πεδίου.  
(2 μονάδες)

**ΘΕΜΑ 8** (10 μονάδες)

- (α) Τι ονομάζουμε ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) μιας ηλεκτρικής πηγής;  
(1 μονάδα)
- (β) Να διατυπώσετε τον Νόμο του Ohm, γράφοντας και την κατάλληλη μαθηματική εξίσωση.  
(1 μονάδα)
- (γ) Το κύκλωμα του πιο κάτω σχήματος αποτελείται από τρεις αντιστάσεις, μία ηλεκτρική πηγή και ένα λαμπτήρα  $\Lambda$  με τάση λειτουργίας 12 V. Η γραφική παράσταση, αντιπροσωπεύει τη χαρακτηριστική καμπύλη του λαμπτήρα.



- (i) Να γράψετε πότε ένας αγωγός χαρακτηρίζεται ως ωμικός και να εξηγήσετε αν ο συγκεκριμένος λαμπτήρας είναι ή όχι ωμικός.  
(2 μονάδες)
- (ii) Αν ο λαμπτήρας στο κύκλωμα λειτουργεί κανονικά, να προσδιορίσετε την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει και να βρείτε την ισχύ του. Να υπολογίσετε την ενέργεια που θα καταναλώσει, αν λειτουργήσει κανονικά για 7 min.  
(2 μονάδες)
- (iii) Αν  $R_2 = 17 \Omega$  και  $R_3 = 11 \Omega$ , να υπολογίσετε το συνολικό ηλεκτρικό ρεύμα που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα.  
(2 μονάδες)
- (iv) Αν τα χαρακτηριστικά της πηγής είναι  $E = 56 \text{ V}$  και  $r = 1.2 \Omega$ , να υπολογίσετε την τιμή της αντίστασης  $R_1$ .  
(2 μονάδες)

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ