

ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ



24^Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

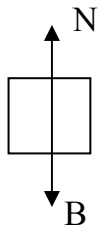
Κυριακή, 25 Απριλίου, 2010

Ώρα: 11:00 - 14:00

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1^ο: (Μονάδες 10)

α)



$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{N} - \vec{B} = m\vec{a} \Rightarrow N = mg + ma = 20 + 4 = 24N \quad (\text{μον.2})$$

$$\begin{array}{l} \beta) \left. \begin{array}{l} v_{0\chi} = 3\text{m/s} \\ a_{\chi} = 0 \\ \chi_0 = 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} v_{\chi} = 3 \quad (1) \\ \chi = 3t \quad (2) \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} v_{0\psi} = 0 \\ a_{\psi} = 2\text{m/s}^2 \\ \psi_0 = 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} v_{\psi} = 2t \\ \psi = t^2 \end{array} \quad (\text{μον.2}) \end{array}$$

$$\gamma) \left. \begin{array}{l} \chi = 3t \Rightarrow t = \chi/3 \\ \psi = t^2 \end{array} \right\} \psi = \frac{\chi^2}{9} \quad (\text{μον.2})$$

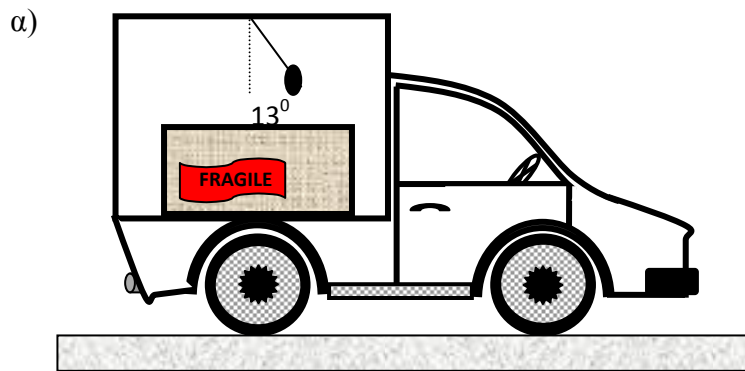
$$\delta) \left. \begin{array}{l} \chi = 3t \\ d = 6\text{m} \end{array} \right\} \Rightarrow 6 = 3t \text{ και αντικαθιστώντας στην εξ.4 } \psi = t^2 \Rightarrow \psi = 4\text{m} \quad (\text{μον.2})$$

ε) Αντικαθιστώντας $t=2\text{s}$ στις εξισώσεις της ταχύτητας παίρνουμε

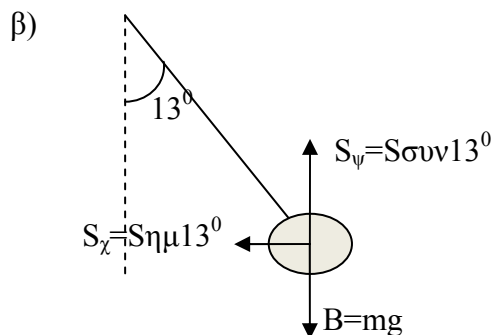
$$\left. \begin{array}{l} v_{\chi} = 3 \\ v_{\psi} = 2t \Rightarrow v_{\psi} = 2 \cdot 2 = 4\text{m/s} \end{array} \right\} \begin{array}{l} v = \sqrt{v_{\chi}^2 + v_{\psi}^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\text{m/s} \\ \epsilon\phi\phi = \frac{4}{3} \Rightarrow \phi \approx 53^{\circ} \end{array}$$

(μον.2)

ΘΕΜΑ 2^ο: (Μονάδες 20)



Το εκκρεμές εκτρέπεται από την κατακόρυφο διότι τείνει να διατηρήσει την ταχύτητα του, έτσι η οριζόντια συνιστώσα της τάσης του νήματος του προσδίδει την απαραίτητη προς τα πίσω επιτάχυνση για να ακολουθήσει την κίνηση του φορτηγού. (μον. 3)



$$\begin{aligned}\Sigma \vec{F}_\psi &= 0 & \Sigma \vec{F}_x &= ma \\ S_\psi &= mg & -S_x &= ma \\ S \sin 13^\circ &= mg \quad (1) & -S \eta \mu 13^\circ &= ma \quad (2)\end{aligned}$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις εξισώσεις (1) και (2) παίρνουμε $\alpha = -g \cdot \epsilon \phi 13^\circ \Rightarrow \alpha = -2,3 \text{ m/s}^2$ (μον. 3)

γ) Για $t \quad 0 \leq t \leq 0,6$

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= 20 \\ \Delta \chi_1 &= 20t \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta \chi_1 = 20 \cdot 0,6 = 12 \text{ m}$$

Για $t > 0,6$

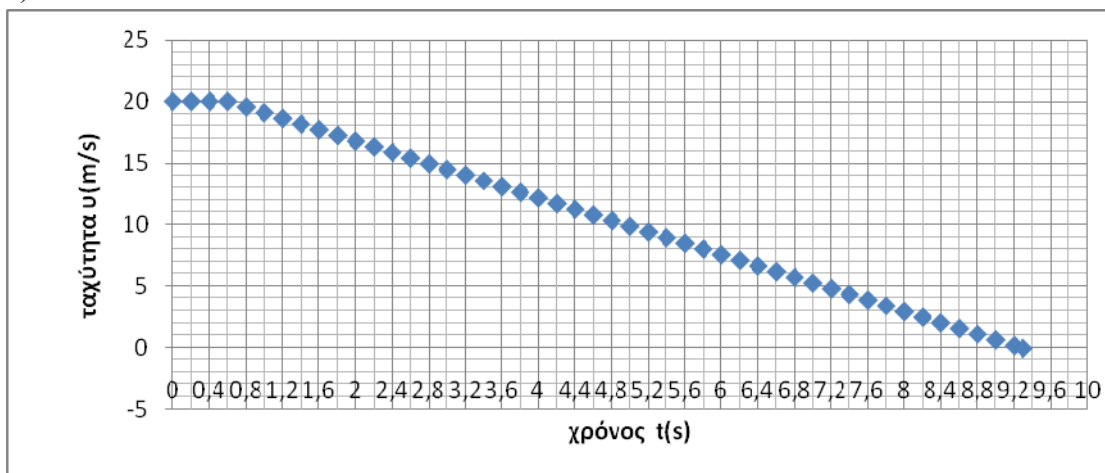
$$\left. \begin{aligned} v_2 &= 20 - 2,3(t - 0,6) \\ \Delta \chi_2 &= 20(t - 0,6) - 1,15(t - 0,6)^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} &\text{Για να σταματήσει το αυτοκίνητο θα πρέπει } v_2 = 0. \\ &0 = 20 - 2,3(t - 0,6) \Rightarrow t = 9,3 \text{ s} \end{aligned}$$

Έτσι η μετατόπιση από τη στιγμή που άρχισαν να δρουν τα φρένα μέχρι που το φορτηγό σταμάτησε θα είναι $\Delta \chi_2 = 20(t - 0,6) - 1,15(t - 0,6)^2 \Rightarrow \Delta \chi_2 = 86,96 \text{ m}$

$$\left. \begin{aligned} \Delta \chi_1 &= 12 \text{ m} \\ \Delta \chi_2 &= 86,96 \text{ m} \end{aligned} \right\} \Delta \chi_{\text{ολ}} = 98,96 \text{ m} < S \Rightarrow \text{αποφεύγεται η σύγκρουση}$$

(μον.6)

δ)



(μον. 3)

ε)

$$\Sigma \vec{F}_{\psi} = 0$$

$$N = mg$$

$$\Sigma \vec{F}_x = ma$$

$$-T_{\sigma\tau \max} = ma_{\max}$$

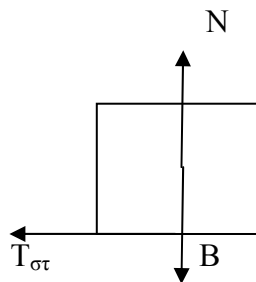
$$-\mu N = ma$$

$$-\mu mg = ma_{\max}$$

$$a_{\max} = -4 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow |a_{\max}| > |a|$$

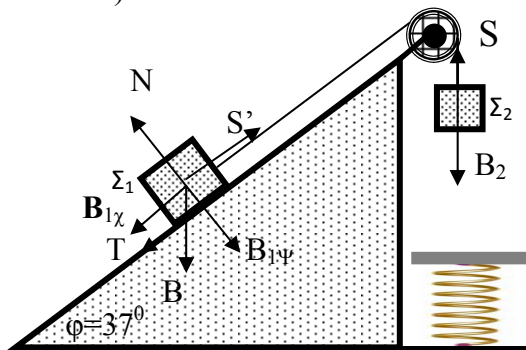
Δεν θα ολισθήσει



(μον. 5)

ΘΕΜΑ 3^ο: (Μονάδες 10)

A. α)



$$\eta_{\mu 37^{\circ}} = 0,6$$

$$\sigma_{\nu \nu 37^{\circ}} = 0,8$$

Σώμα 1

$$\Sigma \vec{F}_{\psi} = 0$$

$$N = B_{1\psi}$$

$$N = mg \sigma_{\nu \nu 37^{\circ}}$$

$$N = 24 \text{ N}$$

Σώμα 2

$$\Sigma \vec{F}_{\psi} = ma$$

$$B_2 - S = ma \quad (2)$$

$$\Sigma \vec{F}_x = ma$$

$$S' - B_{1x} - T = ma \quad (1)$$

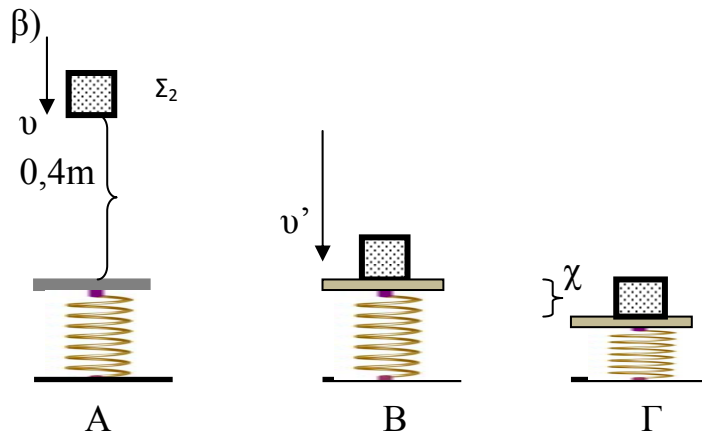
$$T = \mu N \Rightarrow T = 0,25 \cdot 24 = 6N$$

Προσθέτοντας κατά μέλη τις εξισώσεις (1) και (2):

$$S' - B_{1x} - T = m_1 a$$

$$B_2 - S = m_2 a \quad +$$

$$B_2 - B_{1x} - T = (m_1 + m_2) a \quad (3) \Rightarrow a = (B_2 - B_{1x} - T) / (m_1 + m_2) \Rightarrow a = (30 - 18 - 6) / 6 \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$



Μέχρι να κοπεί το νήμα το σύστημα απόκτησε ταχύτητα $v = v_0 + at = 0 + 1 \cdot 2 = 2 \text{ m/s}$

$EM_A = EM_\Gamma$ (επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας αυτό που βρίσκεται αρχικά ο δίσκος)

$$EK_A + E\Delta_A = E\Delta_{\epsilon\lambda\Gamma}$$

$$1/2 mv^2 + mg(h + \chi) = 1/2 K \chi^2$$

$$1/2 \cdot 3 \cdot 2^2 + 3 \cdot 10 \cdot (0,4 + \chi) = 1/2 \cdot 1200 \cdot \chi^2 \quad \text{λύνοντας τη δευτεροβάθμια εξίσωση προκύπτει:}$$

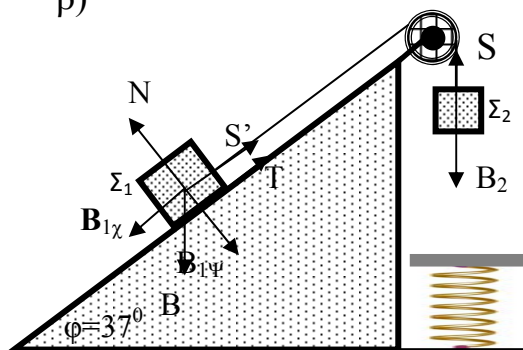
$$\chi_1 = 0,2 \text{ m (δεκτή)} \quad \chi_2 = -0,15 \text{ m (απορρίπτεται)}$$

B. α) Θέτουμε στην εξίσωση (3) $a=0$ και αφήνουμε το συντελεστή τριβής άγνωστο.

$$B_2 - B_{1x} - T = (m_1 + m_2) a \Rightarrow B_2 - B_{1x} - \mu_{\min} N = (m_1 + m_2) a^0 \Rightarrow 30 - 18 - 24 \mu_{\min} = 0 \Rightarrow \mu_{\min} = 0,5$$

Για να παραμένει το σύστημα ακίνητο όταν το αφήσουμε ελεύθερο θα πρέπει $\mu \geq 0,5$.

β)



$$\eta \mu 37^\circ = 0,6$$

$$\sigma \nu \nu 37^\circ = 0,8$$

Σώμα 1

$$\Sigma \vec{F}_{\psi} = 0$$

$$N = B_{1\psi}$$

$$N = m_1 g \sin 37^\circ$$

Σώμα 2

$$\begin{aligned} \Sigma \vec{F}_{\psi} &= m_2 a \\ S - B_2 &= m_2 a \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \Sigma \vec{F}_x &= m_1 a \\ B_{1x} - S' - T &= m_1 a \end{aligned} \quad (4)$$

$$T = \mu N \Rightarrow T = \mu \cdot m_1 g \cdot \sin 37^\circ$$

Προσθέτοντας κατά μέλη τις εξισώσεις (1) και (2):

$$B_{1x} - S' - T = m_1 a$$

$$S - B_2 = m_2 a \quad +$$

$$\hline B_{1x} - B_2 - T = (m_1 + m_2) a \quad (6)$$

Για να κινείται το σύστημα προς τα αριστερά όταν το αφήσουμε ελεύθερο θα πρέπει στην εξίσωση (6) να είναι $a > 0$ έτσι θα πρέπει και το δεξιό μέλος

$$B_{1x} - B_2 - T > 0 \Rightarrow m_1 g \sin 37^\circ - m_2 g - \mu N > 0 \Rightarrow 6m_1 - 30 - 2m_1 > 0 \Rightarrow m_1 > 7,5 \text{ kg}$$

ΘΕΜΑ 4^ο: (Μονάδες 10)

α) Η περίοδος του δορυφόρου είναι $T = 24.3600/16 = 5400 \text{ s}$

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$$

$$F_{\text{Π.Ε}} = m a_k$$

$$\frac{GM_{\Gamma} M_{\Delta}}{(R_{\Gamma} + h)^2} = \frac{M_{\Delta} 4\pi^2 (R_{\Gamma} + h)}{T^2}$$

$$(R_{\Gamma} + h)^3 = \frac{GM_{\Gamma} T^2}{4\pi^2}$$

$$R_{\Gamma} + h = \sqrt[3]{\frac{GM_{\Gamma} T^2}{4\pi^2}}$$

$$R_{\Gamma} + h = 6,66 \times 10^6$$

$$h = 6,66 \times 10^6 - 6400000$$

$$h = 2,64 \times 10^5 \text{ m}$$

(μον.3)

β)

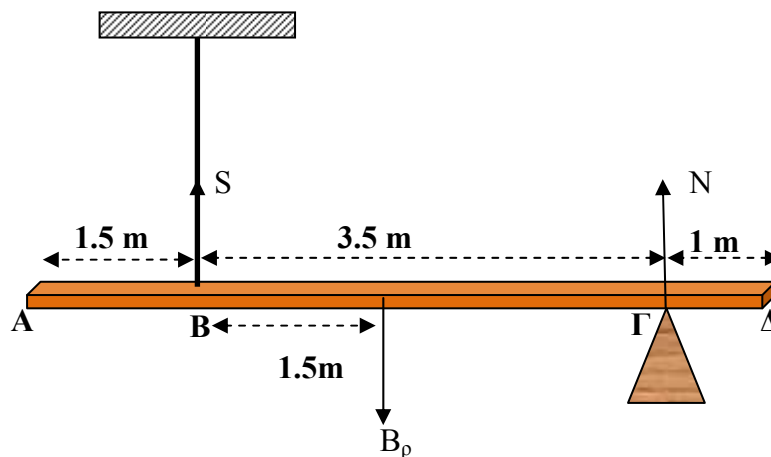
$$g = \frac{GM_{\Gamma}}{(R_{\Gamma} + h)^2}$$

$$g = 9,02 \text{ m/s}^2 \text{ (με φορά προς το κέντρο της } \Gamma \text{ ης)}$$

(μον.2)

ΘΕΜΑ 5^ο: (Μονάδες 15)

Η ομογενής δοκός ΑΔ του πιο κάτω σχήματος έχει μάζα $m = 7 \text{ kg}$ και μήκος $d = 6 \text{ m}$. Η δοκός ισορροπεί οριζόντια με τη βοήθεια ενός στηρίγματος στο σημείο Γ και ενός αβαρούς μη ελαστικού νήματος δεμένου στο σημείο Β και στην οροφή.



α. Οι συνθήκες ισορροπίας για στερεό σώμα απαιτούν $\Sigma \vec{M} = 0$ και $\Sigma \vec{F} = 0$.

Παίρνοντας $\Sigma \vec{M} = 0$ (γύρω από το Β)

$$B_p \cdot 1,5 = N \cdot 3,5$$

$$70 \cdot 1,5 = N \cdot 3,5$$

$$N = 30 \text{ N}$$

Επίσης ισχύει $\Sigma \vec{F} = 0$

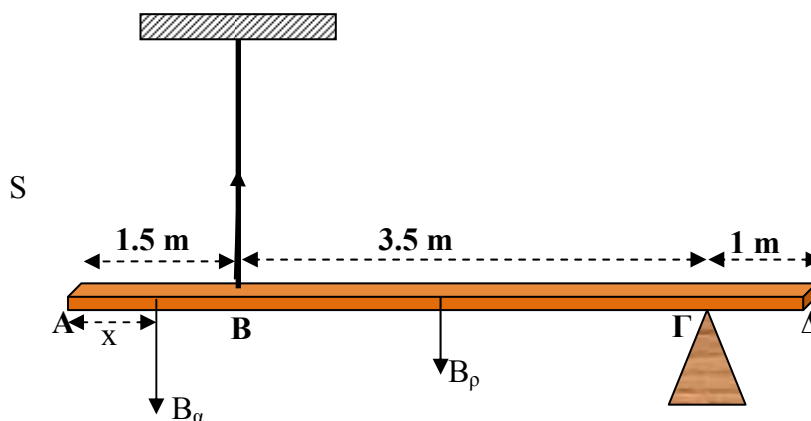
$$B_p = N + S$$

$$S = B_p - N$$

$$S = 40 \text{ N}$$

(μον. 5)

β. i)



Ανατροπή γύρω από το Γ:

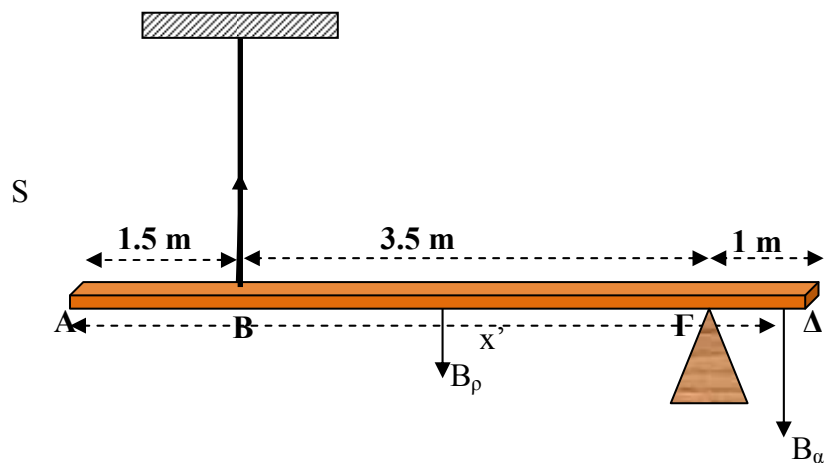
$\Sigma \vec{M} = 0$ (γύρω από το Β)

$$B_a \cdot (1,5 - \chi) = B_p \cdot 1,5$$

$$210 \cdot (1,5 - \chi) = 70 \cdot 1,5$$

$$\chi = 1 \text{ m}$$

ii)



Ανατροπή γύρω από το B:

$$\Sigma \vec{M} = 0 \text{ (γύρω από το } \Gamma \text{)}$$

$$B_{\alpha} \cdot (\chi' - 5) = B_p \cdot 2$$

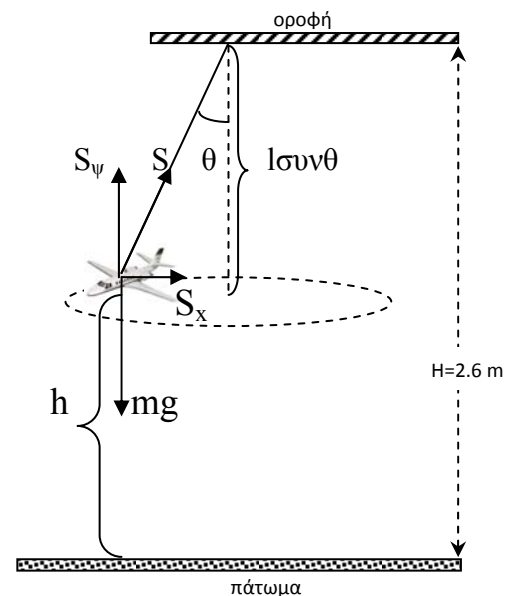
$$210 \cdot (\chi' - 5) = 70 \cdot 2$$

$$\chi' = 1 \quad 7 \quad / \quad 3 \quad \text{m}$$

(μον.10)

ΘΕΜΑ 6⁰: (Μονάδες 10)

Για να περπατά το παιδάκι με ασφάλεια θα πρέπει το ύψος h της τροχιάς που περιστρέφεται το αεροπλάνο να είναι μεγαλύτερο από το ύψος του.



$$\Sigma \vec{F}_{\psi} = 0$$

$$S_{\psi} = mg$$

$$S \cos \theta = mg \quad (1)$$

$$\Sigma \vec{F}_{\chi} = ma$$

$$S_x = ma_{\kappa}$$

$$S \sin \theta = m \omega^2 r$$

$$S \sin \theta = m \omega^2 l \sin \theta$$

$$S = m \omega^2 l \quad (2)$$

Αντικαθιστώντας την (2) στην (1) και λύνοντας ως προς $l \cos \theta$ προκύπτει

$$l \cos \theta = g / \omega^2 \quad (3) \Rightarrow l \cos \theta = g / 4\pi^2 f^2 \Rightarrow l \cos \theta = 10 / [4\pi^2 \cdot (24/60)^2] \Rightarrow l \cos \theta = 1,58 \text{m}$$

$h = 2,6 - 1,58 = 1,02 \text{m}$ συνεπώς το παιδάκι δεν μπορεί να περιφέρεται με ασφάλεια.

(μον. 6)

β) Με βάση τη σχέση (3) αν η περίοδος υποδιπλασιαστεί τότε

$$l \sin \theta' = g T'^2 / 4\pi^2 \Rightarrow l \sin \theta' = 0,39 \Rightarrow h = 2,6 - 0,39 = 2,21 \text{ m}$$

(μον. 4)

ΘΕΜΑ 7^ο: (Μονάδες 15)

A)

α) Η δύναμη μεταξύ των δύο φορτισμένων σωμάτων έχει μέτρο:

$$F = \frac{KQ_1Q_2}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-5} \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{0,2^2} = 90 \text{ N}$$

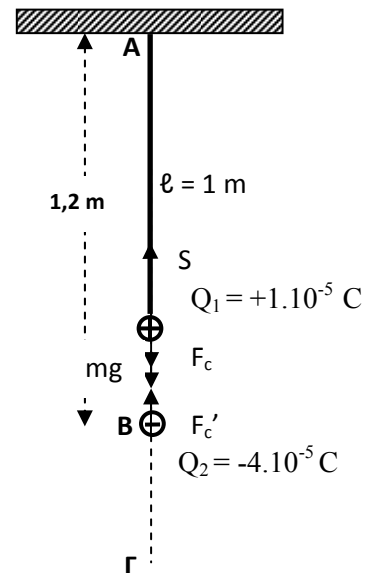
(ελκτική με διεύθυνση αυτή που ενώνει τα κέντρα των δύο φορτίων) (μον. 3)

β)

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

$$S = mg + F_c$$

$$S = 36 + 90 = 126 \text{ N} \quad (\text{μον. 2})$$



γ)

$$\begin{array}{l}
 \text{A} \\
 \oplus \\
 \ominus
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 0,2 \\
 0,2
 \end{array}
 \right.
 \begin{array}{l}
 \vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \\
 E_A = \frac{KQ_1}{r_1^2} - \frac{KQ_2}{r_2^2} \\
 E_A = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-5}}{0,2^2} - \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{0,4^2} = 0
 \end{array}$$

(μον. 3)

δ)

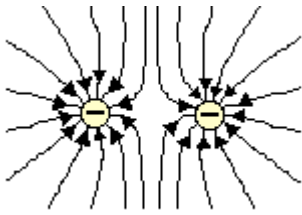
$$\begin{array}{l}
 \oplus \\
 \ominus
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 0,2 \\
 \chi
 \end{array}
 \right.
 \begin{array}{l}
 \vec{E} = 0 \\
 E_1 = E_2 \\
 \frac{KQ_1}{r_1^2} = \frac{KQ_2}{r_2^2} \\
 \frac{1 \cdot 10^{-5}}{(x + 0,2)^2} = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{x^2} \\
 x = -0,4
 \end{array}$$

Άρα δεν υπάρχει σημείο με μηδενική ένταση στο ευθύγραμμο τμήμα ΒΓ.

(μον. 5)

B)

α)



(μον. 2)

β)

i. Τη μικρότερη δύναμη τη δέχεται στο μέσο της ευθείας που ενώνει τα δύο φορτία διότι στο σημείο εκείνο η ένταση είναι μηδέν και συνεπώς μηδέν θα είναι και η δύναμη που θα δέχεται το φορτίο q.

$$\vec{E}_o = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$E_o = \frac{KQ_1}{r_1^2} - \frac{KQ_2}{r_2^2}$$

(μον. 2)

$$E_o = 0$$

ii. Τη μεγαλύτερη σε μέτρο ταχύτητα θα την αποκτήσει στο μέσο της ευθείας που ενώνει τα δύο φορτία διότι όταν περάσει το συνοριακό αυτό σημείο η δύναμη που θα δέχεται από το ηλεκτρικό πεδίο θα είναι αντίρροπη της ταχύτητας του με αποτέλεσμα η ταχύτητα του να αρχίσει να μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί οπότε και το φορτίο θα ακολουθήσει ανάδρομη πορεία.

(μον. 3)

Θέμα 8^ο: (Μονάδες 10)

α) Με τους διακόπτες 1 και 2 κλειστούς οι Λ_2 και Λ_3 είναι εκτός κυκλώματος διότι το κλείσιμο του Δ_1 δημιουργεί βραχυκύκλωμα μεταξύ των σημείων που ενώνονται οι Λ_2 και Λ_3 στο κύκλωμα. Ως εκ τούτου μόνο ο Λ_1 διαρρέεται από ρεύμα $I = V/R_\Lambda$ και μόνος αυτός φωτοβολεί.

(μον. 2)

β) Όταν οι διακόπτες Δ_1 και Δ_2 είναι ανοικτοί, ο Λ_2 είναι εκτός κυκλώματος.

Το κύκλωμα έχει ολική αντίσταση $R_{ολ} = R_\Lambda + R_\Lambda = 2R_\Lambda$ και διαρρέεται από ρεύμα

$$I = \frac{V}{2R_\Lambda}.$$

Οι Λ_2 και Λ_1 είναι συνδεδεμένοι σε σειρά διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα και φωτοβολούν το ίδιο έντονα.

(μον. 2)

γ) Όταν ο διακόπτης Δ_1 είναι ανοικτός και ο Δ_2 είναι κλειστός,

το κύκλωμα έχει ολική αντίσταση $R_{ολ} = R_{\Lambda} + \frac{R_{\Lambda} \cdot R_{\Lambda}}{2R_{\Lambda}} = \frac{3}{2} R_{\Lambda}$ και διαρρέεται από

$$\text{ρεύμα } I = \frac{2V}{3R_{\Lambda}}.$$

Ο Λ_1 διαρρέεται από το I ενώ οι Λ_2 και Λ_3 από ρεύμα $I/2$ με αποτέλεσμα να φωτοβολούν λιγότερο έντονα από το Λ_1 . (μον. 2)

δ) Με βάση τις απαντήσεις των ερωτημάτων α), β) και γ) ο Λ_3 διαρρέεται από μεγαλύτερο ρεύμα στην περίπτωση που οι διακόπτες Δ_1 και Δ_2 είναι κλειστοί και άρα σε αυτή την περίπτωση φωτοβολεί πιο έντονα. (μον. 4)