ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

24^{Η} ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

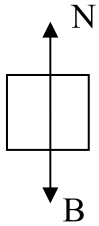
Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Κυριακή, 25 Απριλίου, 2010 **Ώρα: 11:00 - 14:00**

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1^{0}: (Μονάδες 10)

α)



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

β) $\left.\begin{array}{l} \upsilon_{0\chi}=3m/s \\ \alpha_{\chi}=0 \\ \chi_0=0 \end{array}\right\}$ $\begin{array}{ll} \upsilon_{\chi}=3 & (1) \\ \chi=3t & (2) \end{array}$ $\left.\begin{array}{l} \upsilon_{0\psi}=0 \\ \alpha_{\psi}=2m/s^2 \\ \psi_0=0 \end{array}\right\}$ $\begin{array}{l} \upsilon_{\psi}=2t \\ \psi=t^2 \end{array}$ (μον.2)

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

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

(μον.2)

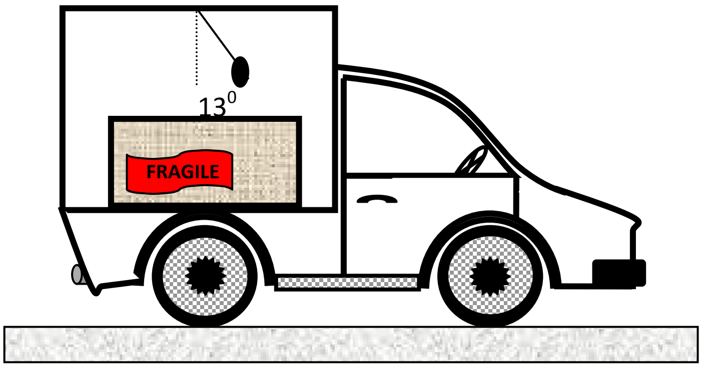
ε) Αντικαθιστώντας t=2s στις εξισώσεις της ταχύτητας παίρνουμε

$\left.\begin{array}{l} \upsilon_{\chi}=3 \\ \\ \upsilon_{\psi}=2t \Rightarrow \upsilon_{\psi}=2.2=4m/s \end{array}\right\}$ $\begin{array}{l} \upsilon = \sqrt{\upsilon_{\chi}^2 + \upsilon_{\psi}^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5m/s \\ \varepsilon\phi\phi = \dfrac{4}{3} \Rightarrow \phi \approx 53^0 \end{array}$

(μον.2)

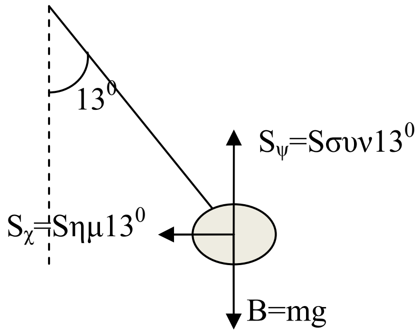
ΘΕΜΑ 2^0: (Μονάδες 20)

α)



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)**

β)



$$\Sigma\vec{F}_\psi = 0 \qquad\qquad \Sigma\vec{F}_x = ma$$

$$S_\psi = mg \qquad\qquad -S_x = ma$$

$$S\sigma\upsilon\nu 13^0 = mg \quad (1) \qquad\qquad -S\eta\mu 13^0 = ma \quad (2)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις εξισώσεις (1) και (2) παίρνουμε α=-g.εφφ13^0 => α=-2,3m/s^2 **(μον. 3)**

γ) Για t **0**≤t≤0,6

$\left.\begin{array}{l} \upsilon_1=20 \\ \Delta\chi_1=20t \end{array}\right\} \Longrightarrow \Delta\chi_1=20.0{,}6=12m$

Για t>0,6

$\left.\begin{array}{l} \upsilon_2=20-2{,}3(t-0{,}6) \\ \Delta\chi_2=20(t-0{,}6)-1{,}15(t-0{,}6)^2 \end{array}\right\} \Longrightarrow$ Για να σταματήσει το αυτοκίνητο θα πρέπει $\upsilon_2=0$.

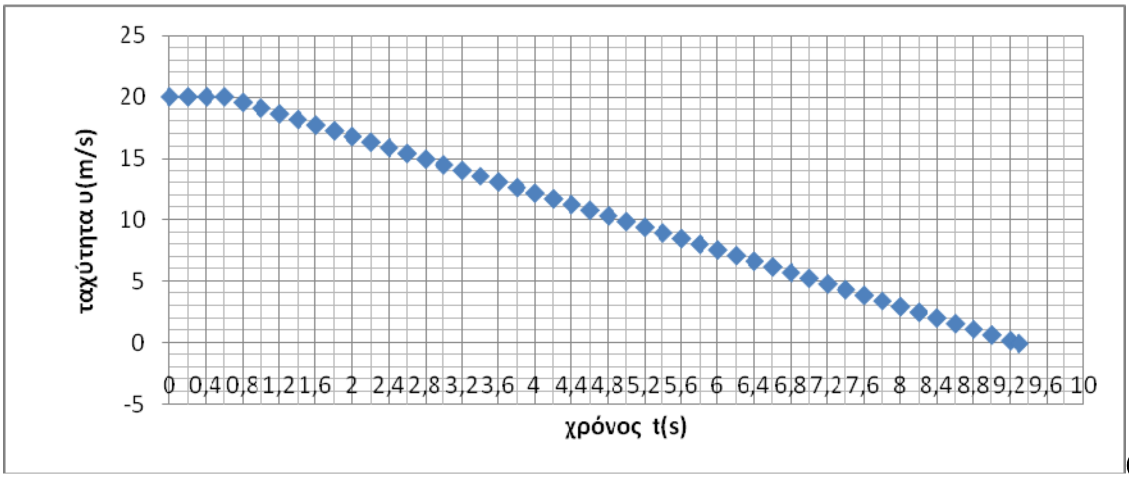
0=20-2,3(t-0,6) =>t=9,3s

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

$\left.\begin{array}{l} \Delta\chi_1=12m \\ \Delta\chi_2=86{,}96m \end{array}\right\}$ $\Delta\chi_{o\lambda}$=98,96m<S => αποφεύγεται η σύγκρουση

(μον.6)

δ)



(μον. 3)

ε)

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

$\mathrm{N} = mg$

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

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

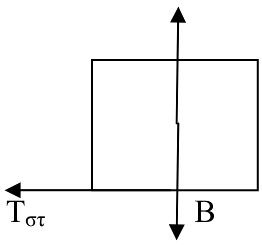
$-\mu \mathrm{N} = ma$

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

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

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

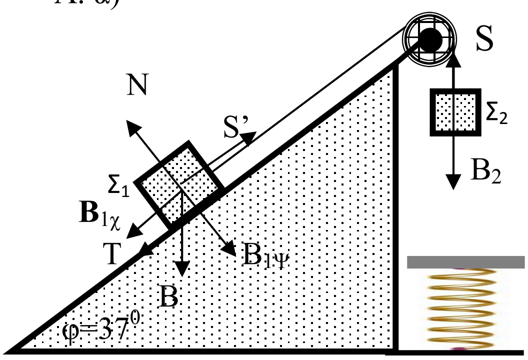
Δεν θα ολισθήσει



(μον. 5)

<u>ΘΕΜΑ 3^0: (Μονάδες 10)</u>

Α. α)



ημ37^0 =0,6

συν 37^0 =0,8

<u>Σώμα 1</u>

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

$\mathrm{N} = \mathrm{B}_{1\psi}$

$\mathrm{N} = mg\sigma\upsilon\nu 37^0$

$\mathrm{N} = 24\mathrm{N}$

<u>Σώμα 2</u>

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

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

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

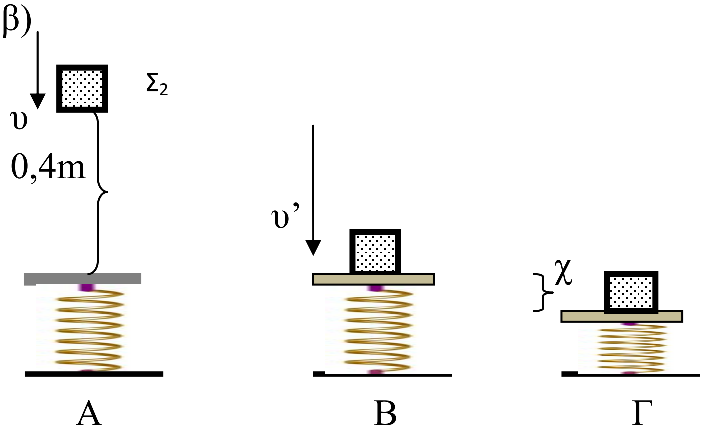
$S' - B_{1x} - T = ma\,(1)$ $\qquad$ $T=\mu N \Rightarrow T=0,25.24=6N$

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

$$\begin{array}{l} S' - B_{1x} - T = m_1 a \\ B_2 - S = m_2 a \qquad + \\ \hline \end{array}$$

B_2-$B_{1\chi}$-T=(m_1+m_2)α (3) =>α=(B_2-$B_{1\chi}$-T)/(m_1+m_2) =>α=(30-18-6)/6=> α=1m/s^2

β)



Μέχρι να κοπεί το νήμα το σύστημα απόκτησε ταχύτητα υ=$υ_0$+αt=0+1.2=2m/s

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

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

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

$½.3.2^2+3.10.(0,4+\chi)=1/2.1200.\chi^2$ λύνοντας τη δευτεροβάθμια εξίσωση προκύπτει:

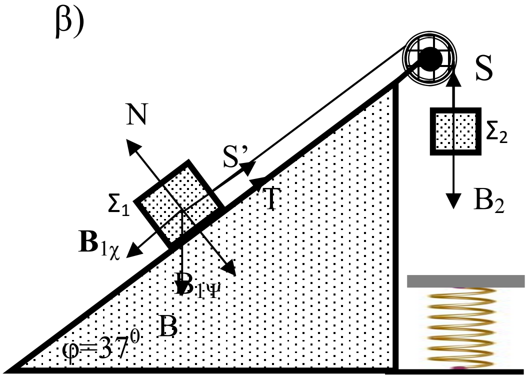
χ_1=0,2m (δεκτή) χ_2=-0,15m (απορρίπτεται)

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

B_2-$B_{1\chi}$-T=(m_1+m_2)α => B_2-$B_{1\chi}$-μ_{min}N=(m_1+m_2)$\cancel{\alpha}^0$ =>30-18-24μ_{min}=0 => μ_{min}=0,5

Για να παραμένει το σύστημα ακίνητο όταν το αφήσουμε ελεύθερο θα πρέπει μ≥0,5.

β)



$ημ37^0$ =0,6

$συν\ 37^0$ =0,8

Σώμα 1

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

$\mathrm{N}=\mathrm{B}_{1\psi}$

$\mathrm{N}=m_1 g\sigma\upsilon\nu 37^0$

Σώμα 2

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

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

T=μN => T=μ.m_1g.συν37^o

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

$$\begin{aligned}B_{1x}-S'-T&=m_1 a\\ S-B_2&=m_2 a \qquad +\end{aligned}$$

$B_{1\chi}$ -B_2-T=(m_1+m_2)α (6)

Για να κινείται το σύστημα προς τα αριστερά όταν το αφήσουμε ελεύθερο θα πρέπει στην εξίσωση (6) να είναι α>0 έτσι θα πρέπει και το δεξιό μέλος $B_{1\chi}$ -B_2-T>0 => m_1gημ37^0-m_2g-μN>0 => 6m_1-30-2m_1>0 =>m_1>7,5kg

ΘΕΜΑ 4^0: (Μονάδες 10)

α) Η περίοδος του δορυφόρου είναι T=24.3600/16=5400s

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

$$F_{\Pi.E}=ma_k$$

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

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

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

$$R_{\Gamma}+h=6{,}66\times10^6$$

$$h=6{,}66\times10^6-6400000$$

$$h=2{,}64\times10^5\,m$$

(μον.3)

β)

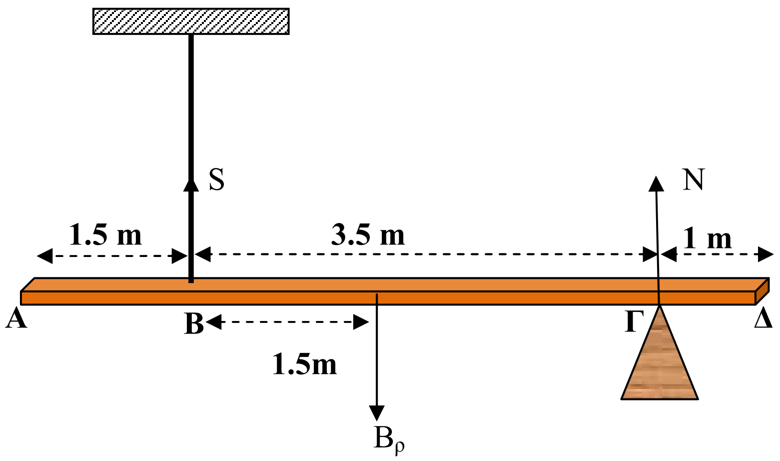
$$g=\frac{GM_{\Gamma}}{(R_{\Gamma}+h)^2}$$

$$g=9{,}02m/s^2\,(\mu\varepsilon\ \varphi o\rho\acute{\alpha}\ \pi\rho o\varsigma\ \tau o\ \kappa\acute{\varepsilon}\nu\tau\rho o\ \tau\eta\varsigma\ \Gamma\eta\varsigma)$$

(μον.2)

ΘΕΜΑ 5^0: (Μονάδες 15)

Η ομογενής δοκός ΑΔ του πιο κάτω σχήματος έχει μάζα m = 7 kg και μήκος d = 6 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)

$B_\rho.1,5=N.3,5$

$70.1,5=N.3,5$

$N=30$ N

Επίσης ισχύει $\Sigma\vec{F} = 0$

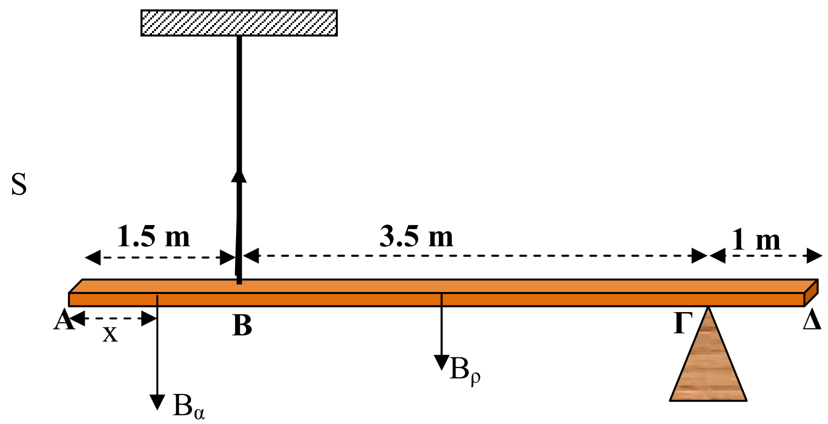
$B_\rho=N+S$

$S= B_\rho-N$

$S=40N$

(μον. 5)

β. i)



Ανατροπή γύρω από το Γ:

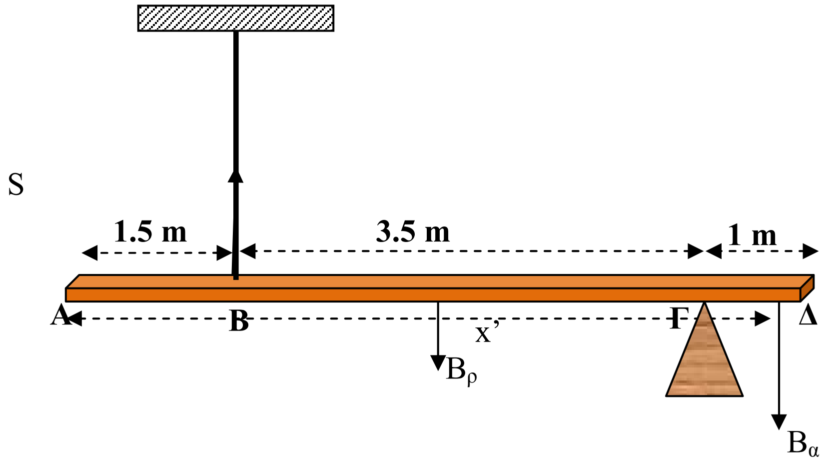
$\Sigma\vec{M} = 0$ (γύρω από το Β)

$B_\alpha.(1,5-\chi)=B_\rho.1,5$

$210.(1,5-\chi)=70.1,5$

$\chi=1m$

ii)



Ανατροπή γύρω από το Β:

$\Sigma\vec{M} = 0$ (γύρω από το Γ)

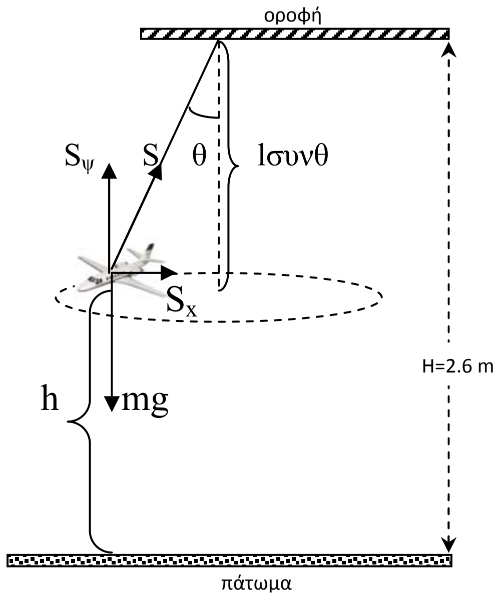
$B_\alpha.(\chi'-5)=B_\rho.2$

$210.(\chi'-5)=70.2$

$\chi' = 17/3\ m$ **(μον.10)**

ΘΕΜΑ 6^0: (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.



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

$S_\psi = mg$

$S\sigma\upsilon\nu\theta = mg \ (1)$

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

$S_x = ma_\kappa$

$S\eta\mu\theta = m\omega^2 r$

$S\eta\mu\theta = m\omega^2 l\eta\mu\theta$

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

Αντικαθιστώντας την (2) στην (1) και λύνοντας ως προς lσυνθ προκύπτει $l\sigma\upsilon\nu\theta=g/\omega^2$ (3) => $l\sigma\upsilon\nu\theta=g/4\pi^2f^2$ => $l\sigma\upsilon\nu\theta=10/[4\pi^2.(24/60)^2]$ => lσυνθ=1,58m

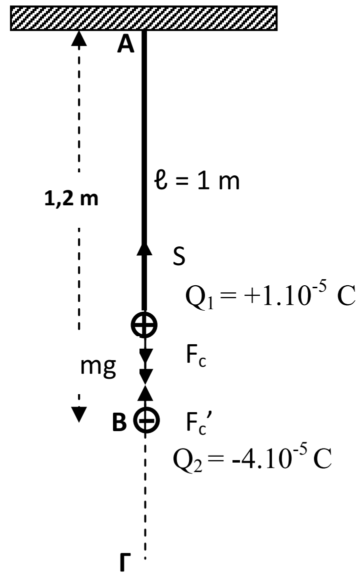
h=2,6-1,58=1,02m συνεπώς το παιδάκι δεν μπορεί να περιφέρεται με ασφάλεια.

(μον. 6)

β) Με βάση τη σχέση (3) αν η περίοδος υποδιπλασιαστεί τότε
$l\sigma\upsilon\nu\theta' = gT'^2/4\pi^2 \Rightarrow l\sigma\upsilon\nu\theta' = 0{,}39 \Rightarrow h = 2{,}6 - 0{,}39 = 2{,}21m$ **(μον. 4)**

<u>ΘΕΜΑ 7^0: (Μονάδες 15)</u>

Α)



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

$$F = \frac{KQ_1Q_2}{r^2} = \frac{9.10^9.1.10^{-5}4.10^{-5}}{0{,}2^2} = 90N$$

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

β)

$$\Sigma\vec{F} = 0$$
$$S = mg + F_c$$
$$S = 36 + 90 = 126N$$

(μον. 2)

γ)

Α
$\}$ 0,2
⊕
$\}$ 0,2
⊖

$$\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$
$$E_A = \frac{KQ_1}{r_1^2} - \frac{KQ_2}{r_2^2}$$
$$E_A = \frac{9.10^9.1.10^{-5}}{0{,}2^2} - \frac{9.10^9.4.10^{-5}}{0{,}4^2} = 0$$

(μον. 3)

δ)

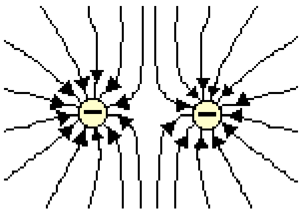
⊕
$\}$ 0,2
⊖
$\}$ χ

$$\vec{E} = 0$$
$$E_1 = E_2$$
$$\frac{KQ_1}{r_1^2} = \frac{KQ_2}{r_2^2}$$
$$\frac{1.10^{-5}}{(x+0{,}2)^2} = \frac{4.10^{-5}}{x^2}$$
$$x = -0{,}4$$

Άρα δεν υπάρχει σημείο με μηδενική ένταση στο ευθύγραμμο τμήμα ΒΓ. **(μον. 5)**

Β)

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.

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

$$E_0 = \frac{KQ_1}{r_1^2} - \frac{KQ_2}{r_2^2}$$ **(μον. 2)**

$$E_0 = 0$$

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)**

<u>Θέμα 8^0: (Μονάδες 10)</u>

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 Λ1 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_3 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 $R_{ολ} = R_Λ + \frac{R_Λ . R_Λ}{2R_Λ} = \frac{3}{2} R_Λ$ και διαρρέεται από ρεύμα $I = \frac{2V}{3R_Λ}$.

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 ανοιχτοί και άρα σε αυτή την περίπτωση φωτοβολεί πιο έντονα. **(μον. 4)**