ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

22Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Σάββατο, 12 Απριλίου, 2008 **Ώρα: 11:00 - 14:00**

Προτεινόμενες Λύσεις

ΘΕΜΑ 1 (10 μονάδες)

(Α) Ένα στερεό σώμα είναι σε ισορροπία όταν το διανυσματικό άθροισμα των δυνάμεων είναι μηδέν και το διανυσματικό άθροισμα των ροπών είναι μηδέν.
Ανάλογα $\Sigma F = 0$ και $\Sigma M = 0$. **(2 μον.)**

(Β) (α) Παίρνουμε ροπές ως προς το σημείο Α : $B_k.d + B_\delta.\frac{L}{2} = S.\eta\mu\theta.L$

Αντικαθιστούμε: $350.1 + 250.2 = S.4.\eta\mu 37^\circ \Rightarrow 850 = S.4.0{,}6 \Rightarrow S = 354{,}2\,N$.

Έστω F_x και F_y οι δύο συνιστώσες της δύναμης που ασκεί η άρθρωση στη δοκό στο σημείο Α. Είναι:

$$F_y + S.\eta\mu\theta = B_k + B_\delta \Rightarrow F_y + 354{,}2.\eta\mu 37^\circ = 350 + 250$$

$$\Rightarrow F_y + 213{,}16 = 600 \Rightarrow F_y = 386{,}8\,N$$

$$F_x = S.\sigma\upsilon\nu\theta \Rightarrow F_x = 354{,}2.\sigma\upsilon\nu 37^\circ \Rightarrow F_x = 282{,}9\,N.$$

Το μέτρο της F, είναι:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \Rightarrow F = \sqrt{282{,}9^2 + 386{,}6^2} \Rightarrow F = \sqrt{80032{,}41 + 149459{,}56}$$

$$\Rightarrow F = 479{,}1\,N$$

η γωνία φ που σχηματίζει η δύναμη με την οριζόντια διεύθυνση είναι:

$$\varepsilon\varphi\phi = \frac{F_y}{F_x} = \frac{386{,}8}{282{,}9} = 1{,}367 \Rightarrow \phi = 53{,}8^\circ.$$ **(6 μον.)**

(β) Παίρνουμε ροπές ως προς το σημείο Α: $B_k.d_{\max} + B_\delta.\frac{L}{2} = S_{\max}.\eta\mu\theta.L$.

Αντικαθιστούμε: $350.d_{\max} + 250.2 = 450.4.\eta\mu 37^\circ \Rightarrow d_{\max} = 1{,}67\,m$. **(2 μον.)**

ΘΕΜΑ 2 (10 μονάδες)

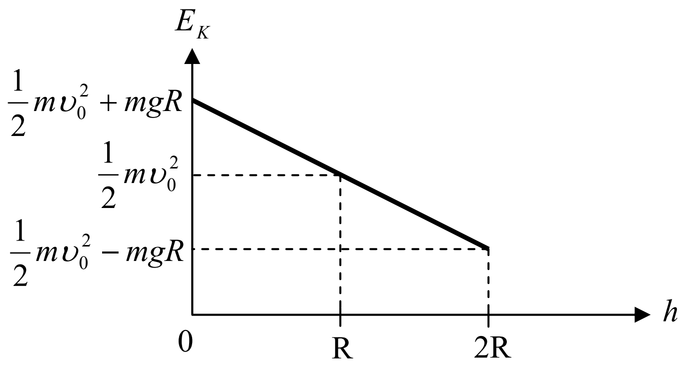
(Α) Ένα σώμα εκτελεί κυκλική κίνηση όταν υπάρχει δύναμη στο σώμα με διεύθυνση κάθετη στην ταχύτητα και με φορά προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς. **(1 μον.)**

(Β) (i) Η ελάχιστη ταχύτητα στο Μ προκύπτει από τη συνθήκη: $mg = m\dfrac{\upsilon^2_{\mathrm{M(min)}}}{R}$.

Δηλαδή η κάθετη δύναμη από την τροχιά να είναι μηδέν, οπότε το βάρος ενεργεί ως κεντρομόλος δύναμη. Άρα, $\upsilon_{\mathrm{M(min)}} = \sqrt{gR}$. Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας για τα σημεία Μ και το σημείο που το σώμα έχει ταχύτητα μέτρου υ_0, οπότε παίρνουμε,:

$$\frac{1}{2}m\upsilon_0^2 = mgR + \frac{1}{2}mgR \Rightarrow \upsilon_0 = \sqrt{3gR}\,.$$ **(2 μον.)**

(ii) Στο σημείο που βρίσκεται αρχικά το σώμα έχει μηχανική ενέργεια ίση με $\frac{1}{2}m\upsilon_0^2 + mgR$. Στη συνέχεια η ενέργεια αυτή παραμένει σταθερή επειδή δεν υπάρχουν τριβές. Άρα, $\frac{1}{2}m\upsilon_0^2 + mgR = E_K + mgh$. Άρα, $E_K = \frac{1}{2}m\upsilon_0^2 + mgR - mgh$, όπου $0 \le h \le 2R$. Η γραφική παράσταση φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα.



(2 μον.)

(Γ) Από την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας: $mgR(1-\sigma\upsilon\nu\theta) = \frac{1}{2}m\upsilon^2$.

Στο σημείο που το σώμα χάνει επαφή με την τροχιά, η κεντρομόλος δύναμη είναι η ακτινική συνιστώσα του βάρους: $mg\sigma\upsilon\nu\theta = m\dfrac{\upsilon^2}{R} \Rightarrow \upsilon^2 = Rg\sigma\upsilon\nu\theta$. Άρα,

$$gR(1-\sigma\upsilon\nu\theta) = \frac{1}{2}Rg\sigma\upsilon\nu\theta \Rightarrow 1-\sigma\upsilon\nu\theta = \frac{1}{2}\sigma\upsilon\nu\theta \Rightarrow 1 = \frac{3}{2}\sigma\upsilon\nu\theta \Rightarrow \sigma\upsilon\nu\theta = \frac{2}{3}.$$

(5 μον.)

ΘΕΜΑ 3 (10 μονάδες)

(α) Η δύναμη παγκόσμιας έλξης από τη Γη στον δορυφόρο ενεργεί ως κεντρομόλος δύναμη. Άρα,

$G\frac{M_\Gamma . m}{(R+h)^2} = m\omega^2 (R+h)$. Είναι $\omega = \frac{2\pi}{T}$. Άρα, $G\frac{M_\Gamma}{(R+h)^2} = \frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)$.

Είναι $g_0 = G\frac{M_\Gamma}{R^2}$. Άρα, $g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2} = \frac{4\pi^2}{T^2}(R+h) \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{g_0 R^2}}$.

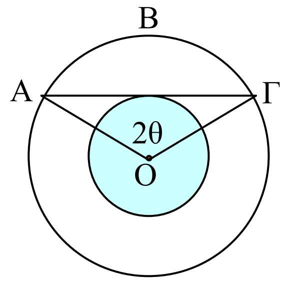
Αντικαθιστούμε,

$T = 2.\pi\sqrt{\frac{(6370000+900000)^3}{10.(6370000)^2}} = 1{,}70\,h$. **(4 μον.)**

(β) Ένας δορυφόρος είναι γεωστατικός όταν (i) έχει την ίδια περίοδο με τη Γη γύρω από τον άξονά της , δηλαδή 24 h, (ii) το επίπεδο της τροχιάς του συμπίπτει με το επίπεδο του ισημερινού και (iii) έχει την ίδια φορά κίνησης με τη Γη. **(1 μον.)**
Ο πιο πάνω δορυφόρος δεν μπορεί να είναι γεωστατικός επειδή έχει περίοδο διαφορετική από 24 h. **(1 μον.)**

(γ) Θεωρούμε τη Γη ακίνητη και το δορυφόρο να περιστρέφεται γύρω από τη Γη με σχετική ως προς τη Γη γωνιακή ταχύτητα, $\omega_\sigma = \omega_\Delta \pm \omega_\Gamma$. Το πρόσημο (-) αντιστοιχεί στην περίπτωση που ο δορυφόρος περιστρέφεται στη φορά περιστροφής της Γης και το (+) στην περίπτωση που ο δορυφόρος περιστρέφεται αντίθετα με τη φορά της Γης.

Ο δορυφόρος είναι ορατός από έναν ακίνητο, ως προς τη Γη, παρατηρητή, που βρίσκεται στην επιφάνεια της Γης, στο επίπεδο της τροχιάς του δορυφόρου, όσο χρόνο ο δορυφόρος διαγράφει το τόξο ΑΒΓ.



Είναι

$\omega_\sigma = \frac{2\pi}{\mathrm{T}} \pm \frac{2\pi}{\mathrm{T}_\Gamma} = 2\pi(\frac{1}{\mathrm{T}} \pm \frac{1}{\mathrm{T}_\Gamma}) = 2\pi\frac{\mathrm{T}_\Gamma \pm \mathrm{T}}{\mathrm{T}.\mathrm{T}_\Gamma}$.

Είναι, $\omega_\sigma = \frac{2\theta}{t}$. Άρα,

$2\pi\left|\frac{\mathrm{T}_\Gamma \pm \mathrm{T}}{\mathrm{T}.\mathrm{T}_\Gamma}\right| = \frac{2\theta}{t} \Rightarrow t = \frac{\theta}{\pi}\left|\frac{\mathrm{T}_\Gamma.\mathrm{T}}{\mathrm{T} \pm \mathrm{T}_\Gamma}\right|$.

Από το σχήμα παίρνουμε,

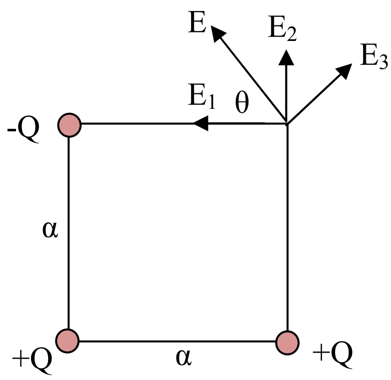
$\sigma\upsilon\nu\theta = \frac{R}{R+h} \Rightarrow \sigma\upsilon\nu\theta = \frac{6370000}{6370000+900000} \Rightarrow \theta = 0{,}503\,rad$ Άρα,

$t = \frac{\theta}{\pi}\left|\frac{\mathrm{T}_\Gamma \mathrm{T}}{\mathrm{T} \pm \mathrm{T}_\Gamma}\right| = \frac{0{,}503}{\pi}\left|\frac{24.1{,}70}{1{,}70 \pm 24}\right| = 915\,s \cdots \acute{\eta} \cdots 1055\,s$. **(4 μον.)**

(Σημ. Να δοθούν 4 μον. εάν υπολογιστεί ορθά μόνο η μια περίπτωση).

ΘΕΜΑ 4 (10 μονάδες)

(α) Βρίσκουμε πρώτα το μέτρο των τριών εντάσεων στην τέταρτη κορυφή που οφείλονται στο κάθε φορτίο ξεχωριστά.



$E_1 = K_0 \dfrac{Q}{a^2} = 9x10^9 \dfrac{2x10^{-6}}{9} = 2x10^3\ N/C$.

$E_2 = E_1 = 2x10^3\ N/C$.

$E_3 = K_0 \dfrac{Q}{r^2} = 9x10^9 \dfrac{2x10^{-6}}{18} = 1x10^3\ N/C$.

$E_{3x} = E_{3y} = E_3 \eta\mu 45^\circ = 0{,}71x10^3\ N/C$.

$E_x = E_1 - E_{3x} = 2x10^3 - 0{,}71x10^3 = 1{,}29x10^3\ N/m$

$E_y = E_2 + E_{3y} = 2x10^3 + 0{,}71x10^3 = 2{,}71x10^3\ N/m$

$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \sqrt{(1{,}29x10^3)^2 + (2{,}71x10^3)^2}$,

$E = \sqrt{1664100 + 7344100} = \sqrt{9008200} = 3001{,}4\ N/m$.

$\varepsilon\varphi\theta = \dfrac{E_y}{E_x} = \dfrac{2{,}71}{1{,}29} = 2{,}1 \Rightarrow \theta = 64{,}5^\circ$. (βλ. σχήμα). **(5 μον.)**

(β) Το ολικό δυναμικό στο Δ είναι: $V_\Delta = K_0 (\dfrac{-Q}{a} + \dfrac{+Q}{a} + \dfrac{+Q}{a\sqrt{2}}) = K_0 \dfrac{+Q}{a\sqrt{2}}$.

Αντικαθιστούμε, $V_\Delta = 9x10^9 \dfrac{+2x10^{-6}}{3.\sqrt{2}} = +4242{,}6V$. **(2 μον.)**

(γ) Το έργο του πεδίου στο φορτίου q, κατά τη μετακίνηση από το σημείο Δ στο άπειρο είναι:

$W = -q.\Delta V = -q.(V_\infty - V_\Delta)$. Αντικαθιστούμε,

$W = -10x10^{-9}.(0 - 4242{,}6) = +4{,}24x10^{-5}\ J$. Το έργο του πεδίου στο φορτίο είναι θετικό, άρα το πεδίο παράγει έργο στο φορτίο. **(3 μον.)**

ΘΕΜΑ 5 (15 μονάδες)

(α) Στο σημείο Α, η κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας είναι μηδέν. Είναι $\upsilon_y = \upsilon_0 \eta\mu\theta - gt$. Άρα, $0 = \upsilon_0 \eta\mu\theta - gt \Rightarrow t = \dfrac{\upsilon_0 \eta\mu\theta}{g}$.

Σε κάθε στιγμή η θέση, ως προς το σημείο βολής, καθορίζεται από: $x = \upsilon_0 \sigma\upsilon\nu\theta t$ και $y = \upsilon_0 \eta\mu\theta t - \dfrac{1}{2}gt^2$. Στο σημείο Α έχουμε: $50 = \upsilon_0 \sigma\upsilon\nu\theta t$ και $20 = \upsilon_0 \eta\mu\theta t - \dfrac{1}{2}gt^2$.

Αντικαθιστούμε το χρόνο $t = \dfrac{\upsilon_0 \eta\mu\theta}{g}$ και παίρνουμε,

$$50 = \upsilon_0 \sigma\upsilon\nu\theta \frac{\upsilon_0 \eta\mu\theta}{10} \Rightarrow 500 = \upsilon_0^2 \eta\mu\theta . \sigma\upsilon\nu\theta,$$

$$20 = \upsilon_0 \eta\mu\theta \frac{\upsilon_0 \eta\mu\theta}{g} - \frac{\upsilon_0^2 \eta\mu^2\theta}{2g} \Rightarrow 400 = 2\upsilon_0^2 \eta\mu^2\theta - \upsilon_0^2 \eta\mu^2\theta \Rightarrow 400 = \upsilon_0^2 \eta\mu^2\theta .$$

Από τις δύο εξισώσεις παίρνουμε: $\varepsilon\phi\theta = \dfrac{4}{5}$. Είναι $\eta\mu\theta = \dfrac{4}{\sqrt{41}}$. Άρα

$$400 = \upsilon_0^2 \eta\mu^2\theta \Rightarrow 400 = \upsilon_0^2 \frac{16}{41} \Rightarrow \upsilon_0 = 5\sqrt{41} = 32\ m/s .$$ **(7 μον.)**

(β) Όταν το βλήμα κτυπά τη βάση του τοίχου, $y = -3m$ και $x = d + \upsilon_\pi .t$, όπου t είναι ο χρόνος βολής (πτήσης) και υ_π είναι το μέτρο της ταχύτητας του πυροβόλου. Από την προηγούμενη ερώτηση $\upsilon_0 = 32 m/s$ και $\varepsilon\phi\theta = \dfrac{4}{5} \Rightarrow \theta = 39^\circ$.

Είναι, $y = \upsilon_0 \eta\mu\theta . t - \dfrac{1}{2}gt^2$. Άρα, $-3 = 32\eta\mu 39.t - 5t^2$

$5t^2 - 20{,}14t - 3 = 0 \Rightarrow t = 4{,}17 s.$

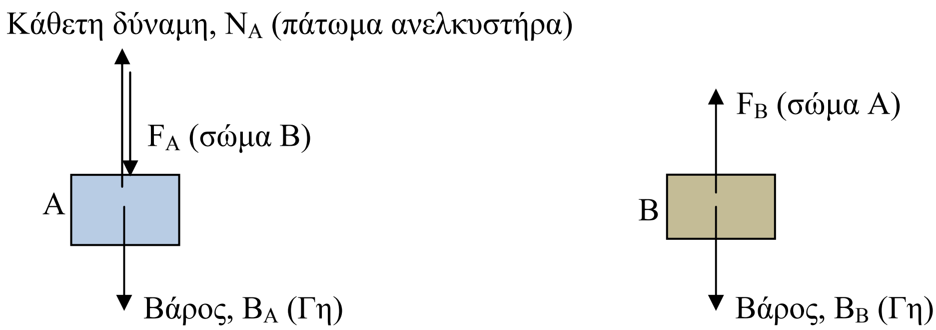
Είναι: $x = \upsilon_0 \sigma\upsilon\nu\theta . t$ και $x = d + \upsilon_\pi .t$. Άρα, $50 + \upsilon_\pi .t = 32\sigma\upsilon\nu 39.t$.

Αντικαθιστούμε την τιμή του χρόνου: $50 + \upsilon_\pi .4{,}17 = 32\sigma\upsilon\nu 39.4{,}17 \Rightarrow \upsilon_\pi = 12{,}9 m/s$.

(8 μον.)

ΘΕΜΑ 6 (15 μονάδες)

(Α) (α) Το σώμα Α δέχεται τρεις δυνάμεις και το σώμα Β δύο δυνάμεις, όπως δείχνουν τα ελεύθερα διαγράμματα:



(1 μον.)

(β) Από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για το σύστημα, έχουμε: $\Sigma F = (m_{o\lambda})a$. Άρα, $S - B_{o\lambda} = (m_1 + m_2 + m_3)a \Rightarrow S - (m_1 + m_2 + m_3)g = (m_1 + m_2 + m_3)a$. Άρα, $S = (m_1 + m_2 + m_3)(g + a)$. **(2 μον.)**

(γ) Από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για το σώμα Α, έχουμε: $\Sigma F = m_1 a$. Άρα, $\Sigma F = 20.0{,}5 = 10\,N.$ **(2 μον.)**

(δ) Από το διάγραμμα των δυνάμεων στο Α, έχουμε, $\Sigma F = N_A - B_A - F_A$. Από το διάγραμμα των δυνάμεων στο Β, έχουμε,
$\Sigma F = F_B - B_B \Rightarrow m_2 a = F_B - m_2 g \Rightarrow F_B = m_2(a+g) \Rightarrow F_B = 40(0{,}5 + 10) = 420\,N$.
Είναι $F_B = F_A$ (δράση - αντίδραση). Άρα, $\Sigma F = N_A - B_A - F_A \Rightarrow 10 = N_A - 200 - 420$
$\Rightarrow N_A = 630\,N$. **(2 μον.)**

(Β) (α) Για να παραμένει ακίνητο σε σχέση με το τοίχωμα, πρέπει να ικανοποιείται:
$T_{\sigma\tau\alpha(\max)} \geq mg \Rightarrow \mu_{\sigma\tau} N \geq mg \Rightarrow \mu_{\sigma\tau} F \geq mg \Rightarrow F \geq \dfrac{mg}{\mu_{\sigma\tau}} = \dfrac{20}{0{,}5} \Rightarrow F \geq 40\,N$. Εφόσον το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο σώμα ικανοποιεί τη συνθήκη αυτή, το σώμα είναι ακίνητο ως προς το τοίχωμα. **(3 μον.)**

(β) (i)Όταν το μέτρο της F γίνει ίσο με 40 N, το σώμα αρχίζει να ολισθαίνει. Αυτό συμβαίνει τη χρονική στιγμή t = 2 s. **(2 μον.)**

(ii) Τη χρονική στιγμή t = 3 s το μέτρο της δύναμης είναι 30 N. Από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, έχουμε, $\Sigma F = ma \Rightarrow mg - T_{o\lambda} = ma \Rightarrow mg - \mu_{o\lambda} F = ma$
$\Rightarrow a = \dfrac{mg - \mu_{o\lambda} F}{m} \Rightarrow a = \dfrac{20 - 0{,}4.30}{2} = 4\,m/s^2$. **(3 μον.)**

ΘΕΜΑ 7 (15 μονάδες)

(Α) Η στατική τριβή είναι η δύναμη που εμφανίζεται μεταξύ δύο επιφανειών όταν η μια τείνει να κινηθεί ως προς την άλλη.
Η τριβή ολίσθησης είναι η δύναμη που εμφανίζεται μεταξύ δύο επιφανειών όταν υπάρχει κίνηση της μιας επιφάνειας ως προς την άλλη. **(1 μον.)**

(Β) (α) Από το θεώρημα διατήρησης της ενέργειας:

$$mgh = \frac{1}{2}m\upsilon_{\mathrm{M}}^2 + T_{o\lambda}.d \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}m\upsilon_{\mathrm{M}}^2 + \mu_{o\lambda}.mg.d \Rightarrow 2gh = \upsilon_{\mathrm{M}}^2 + 2\mu_{o\lambda}gd$$

$\Rightarrow \upsilon_{\mathrm{M}} = \sqrt{2gh - 2\mu_{o\lambda}gd}$. Αντικαθιστούμε:

$\upsilon_{\mathrm{M}} = \sqrt{2.10.1{,}8 - 2.0{,}2.10.4} = \sqrt{36-16} = \sqrt{20} = 4{,}47\,m/s$. **(2 μον.)**

(β) Όταν σταματήσει το σώμα, όλη η αρχική ενέργεια καταναλώνεται στο έργο της τριβής. Άρα, $mgh = T_{o\lambda}.x_{o\lambda} \Rightarrow x_{o\lambda} = \frac{mgh}{T_{o\lambda}} = \frac{mgh}{\mu_{o\lambda}.mg} \Rightarrow x_{o\lambda} = \frac{h}{\mu_{o\lambda}} = 9\,m$.
Άρα το σώμα διαγράφει δύο φορές την απόσταση d, διανύοντας 8 m, και σταματά σε απόσταση 1 m από το σημείο Λ. **(3 μον.)**

(Γ) (α) Από το θεώρημα διατήρησης της ενέργειας μεταξύ της αρχικής θέσης του ανελκυστήρα και της στιγμής της επαφής με το ελατήριο:

$$Bh = \frac{1}{2}m\upsilon^2 + T.h \Rightarrow 3000.7{,}5 = \frac{1}{2}.300.\upsilon^2 + 1000.7{,}5 \Rightarrow 22500 = 150.\upsilon^2 + 7500$$

$\Rightarrow 15000 = 150.\upsilon^2 \Rightarrow \upsilon = 10\,m/s$. **(3 μον.)**

(β) Από το θεώρημα διατήρησης της ενέργειας μεταξύ της στιγμής της επαφής με το ελατήριο και της στιγμής της μέγιστης συμπίεσης:

$$\frac{1}{2}m\upsilon^2 + mgx = \frac{1}{2}Kx^2 + T..x \Rightarrow 15000 + 3000x = 5000x^2 + 1000x .$$

$\Rightarrow 15 + 3x = 5x^2 + x \Rightarrow 5x^2 - 2x - 15 = 0 \Rightarrow x = 1{,}9\,m$. **(3 μον.)**

(γ) Από το θεώρημα διατήρησης της ενέργειας μεταξύ της στιγμής της μέγιστης συμπίεσης και της στιγμής του μέγιστου ύψους:

$$\frac{1}{2}Kx^2 = T(x+H) + mg(x+H) \Rightarrow \frac{1}{2}.10000.1{,}9^2 = 1000(1{,}9+H) + 3000(1{,}9+H)$$

$$\Rightarrow 18050 = 1900 + 1000H + 5700 + 3000H \Rightarrow 10450 = 4000H \Rightarrow H = 2{,}61m .$$

(3 μον.)

ΘΕΜΑ 8 (15 μονάδες)

(α) Η ηλεκτρική ισχύς στην αντίσταση είναι: $P = I^2.R$. Από το νόμο του Ohm έχουμε: $I = \frac{E}{R+r}$. Άρα, $P = \frac{E^2.R}{(R+r)^2}$. **(3 μον.)**

(β) Από τη γραφική παράσταση προκύπτει ότι η μέγιστη ισχύς στην αντίσταση παράγεται όταν $R = r$. Άρα, $P = \frac{E^2.R}{(R+R)^2} \Rightarrow P = \frac{E^2}{4R}$. **(2 μον.)**

(γ) Μέγιστη ισχύς στην αντίσταση R έχουμε όταν η τιμή της R είναι ίση με την ισοδύναμη εσωτερική αντίσταση των δύο πηγών στο κύκλωμα. Οι δύο εσωτερικές αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα. Άρα, $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \Rightarrow r = \frac{r_1.r_2}{r_1 + r_2}$. Επομένως ,

$R = \frac{r_1.r_2}{r_1 + r_2}$. **(4 μον.)**

(δ) (i) Ο πρώτος κανόνας του Kirchhoff για κόμβο στηρίζεται στο νόμο διατήρησης του φορτίου. Ο δεύτερος κανόνας του Kirchhoff για βρόχο στηρίζεται στο νόμο διατήρησης της ενέργειας. **(1 μον.)**

(ii) Οι αντιστάσεις R_3 και R_4 συνδέονται παράλληλα. Άρα, $R_{3,4}$ = 1 Ω. Οι αντιστάσεις R_2 και $R_{3,4}$ συνδέονται σε σειρά. Άρα, $R_{2,3,4}$ = 4 Ω. Οι αντιστάσεις R_5 και $R_{2,3,4}$ συνδέονται παράλληλα. Άρα, $R_{2,3,4,5}$ = 2 Ω. Τέλος, οι αντιστάσεις R_1 και $R_{2,3,4,5}$ συνδέονται σε σειρά. Επομένως, η ισοδύναμη αντίσταση στο κύκλωμα έχει τιμή: $R_{ολ}$ = 4 Ω.

Η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα έχει τιμή, $I = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{16}{4} = 4\,\text{A}$.

Από την αντίσταση R_1 περνά ρεύμα έντασης 4 A. Το ρεύμα αυτό μοιράζεται εξίσου στις αντιστάσεις R_5 και $R_{2,3,4}$. Άρα, από την αντίσταση R_5 και την R_2 περνά ρεύμα έντασης 2 A. Το ρεύμα από την R_2 διαμοιράζεται εξίσου στις R_3 και R_4. Άρα από τις αντιστάσεις R_4 και R_3 περνά ρεύμα 1 A. Το ρεύμα I_1 είναι το ρεύμα από την R_4 και την R_5. Επομένως, I_1 = 3 A. **(5 μον.)**