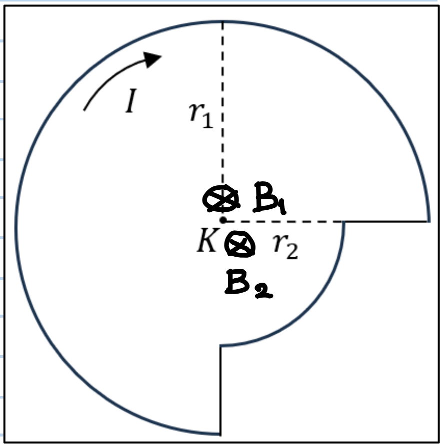
Λύσεις διαγωνίσματος Φυσικής Γ' λυκείου 9/12/2023

ΘΕΜΑ Α

Α1 - β Α2 - α Α3 - β Α4 - γ Α5 - ΣΣΣΛΛ

ΘΕΜΑ Β

Β1 - β Ισχύει $dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,d\ell}{r^2}\eta\mu\theta$



Για τα ευθύγραμμα τμήματα ισχύει $\eta\mu\theta = 0$ αφού $\vec{r} /\!/ d\vec{\ell}$ άρα $dB = 0$.

Για κάθε κυκλικό τμήμα ισχύει:

$$B = \Sigma dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{r^2}\Sigma d\ell = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{r^2} r\varphi$$

$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{r}\varphi$ αφού $\vec{r} \perp d\vec{\ell}$ και $\eta\mu\theta = 1$

Για το κυκλικό τμήμα r_1: $B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{r_1}\cdot\varphi_1 \xrightarrow{\varphi_1 = \frac{3\pi}{2}} B_1 = \frac{3}{8}\frac{\mu_0 I}{r_1}$

Για το κυκλικό τμήμα r_2: $B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{r_2}\varphi_2 \xrightarrow[r_2 = \frac{3}{5}r_1]{\varphi_2 = \pi/2} B_2 = \frac{5}{24}\frac{\mu_0 I}{r_1}$

Ισχύει $\vec{B}_K = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 \Rightarrow B_K = \frac{3}{8}\frac{\mu_0 I}{r_1} + \frac{5}{24}\frac{\mu_0 I}{r_1} \Rightarrow \boxed{B_K = \frac{7}{12}\frac{\mu_0 I}{r_1}}$ β

Β2 | Ι - α ΙΙ - α

Ι. Ισχύει $\alpha_{max} = \omega^2 A = \omega\,\omega A = \omega\cdot\upsilon_{max}$

$\Rightarrow \alpha_{max} = \omega\upsilon_{max} \Rightarrow \boxed{\frac{\upsilon_{max}}{\alpha_{max}} = \frac{1}{\omega}}$ α

ΙΙ. Ισχύει $\alpha = -\alpha_{max}\eta\mu\omega t = -\omega^2 A\eta\mu\omega t \Rightarrow \alpha = -\omega^2 x$

οπότε $\alpha = -\omega^2\frac{\sqrt{3}}{2}A \Rightarrow \alpha = -\frac{\sqrt{3}}{2}\omega^2 A$

Επίσης $x = A\eta\mu\omega t \rightarrow \frac{x^2}{A^2} = \eta\mu^2\omega t$

$\upsilon = \upsilon_{max}\sigma\upsilon\nu\omega t \rightarrow \frac{\upsilon^2}{\upsilon_{max}^2} = \sigma\upsilon\nu^2\omega t$

$(+) \Rightarrow \frac{x^2}{A^2} + \frac{\upsilon^2}{\upsilon_{max}^2} = 1$

$\Rightarrow \upsilon^2 = \omega^2(A^2 - x^2) \Rightarrow \upsilon = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$

Δεύτερη φορά στη θέση $x = +\frac{\sqrt{3}}{2}A$ $\upsilon < 0 \rightarrow \upsilon = -\omega\sqrt{A^2 - \frac{3}{4}A^2}$

$\Rightarrow \upsilon = -\frac{1}{2}\omega A$

Άρα $\alpha = -\frac{\sqrt{3}}{2}\omega^2 A$, $\upsilon = -\frac{1}{2}\omega A$ $\Big\}$ $\div$ $\frac{\alpha}{\upsilon} = \sqrt{3}\,\omega \Rightarrow \boxed{\alpha = +\sqrt{3}\,\omega\cdot\upsilon}$ (α)

B3-γ Αρχικά $V = N\omega BA$ και $V_{εν} = \frac{V}{\sqrt{2}} = \frac{N\omega BA}{\sqrt{2}}$

οπότε $Q = \frac{V_{εν}^2}{R}\Delta t \Rightarrow Q = \frac{(N\omega BA)^2}{2R}10T$, $\Delta t = 10T$

Τελικά $V' = N\omega' BA$ και $V'_{εν} = \frac{V'}{\sqrt{2}} = \frac{N\omega' BA}{\sqrt{2}}$

οπότε $Q' = \frac{V'^2_{εν}}{R}\Delta t' \Rightarrow Q' = \frac{(N\omega' BA)^2}{2R}5\cdot T'$, $\Delta t' = 5T'$

Όμως $Q' = Q \Rightarrow \frac{(N\omega BA)^2}{2R}10T = \frac{(N\omega' BA)^2}{2R}5T'$

$\Rightarrow \omega^2\cdot 10\cdot\frac{2\pi}{\omega} = \omega'^2\cdot 5\frac{2\pi}{\omega'} \Rightarrow 10\omega = 5\omega' \Rightarrow \boxed{\omega' = 2\omega}$ (γ)

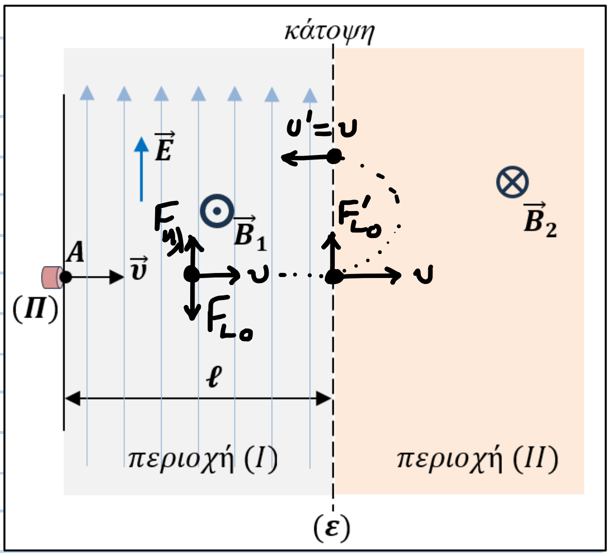
ΘΕΜΑ Γ

Γ1 $\vec{\upsilon}$ = σταθερή $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$

$\Rightarrow F_{ηλ} = F_{Lo} \Rightarrow qE = B_1\upsilon q$

$\Rightarrow E = B_1\cdot\upsilon = 5\cdot10^{-4}\cdot4\cdot10^{6}$ N/C

$\Rightarrow \boxed{E = 2000\ N/C}$



Γ2 Στην περιοχή (Ι) το σωματίδιο εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και κινείται για χρόνο t_1.

Διανύει $x = \ell \Rightarrow \upsilon t_1 = \ell \Rightarrow t_1 = \frac{\ell}{\upsilon} = \frac{2\cdot10^{-1}}{4\cdot10^{6}} \Rightarrow t_1 = 0{,}5\cdot10^{-7}$ sec.

Στην περιοχή (ΙΙ) το σωματίδιο δέχεται δύναμη Lorentz F'_{Lo} οπότε κινούμενο εντός του ΟΜΠ $\vec{B}_2$ εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση διαγράφοντας ημικύκλιο. Κινείται για χρόνο $t_2 = \frac{T_2}{2}$

όπου $T_2 = \frac{2\pi m}{B_2 q} = \frac{2\pi\cdot10^{-18}}{10^{-3}\cdot2\cdot10^{-8}}$ sec $\Rightarrow T_2 = \pi\cdot10^{-7}$ sec

Άρα $t_2 = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{2} 10^{-7}\, sec = \frac{3{,}14}{2} 10^{-7} sec \Rightarrow t_2 = 1{,}57 \cdot 10^{-7} sec$

Οπότε η ζητούμενη χρονική στιγμή είναι:

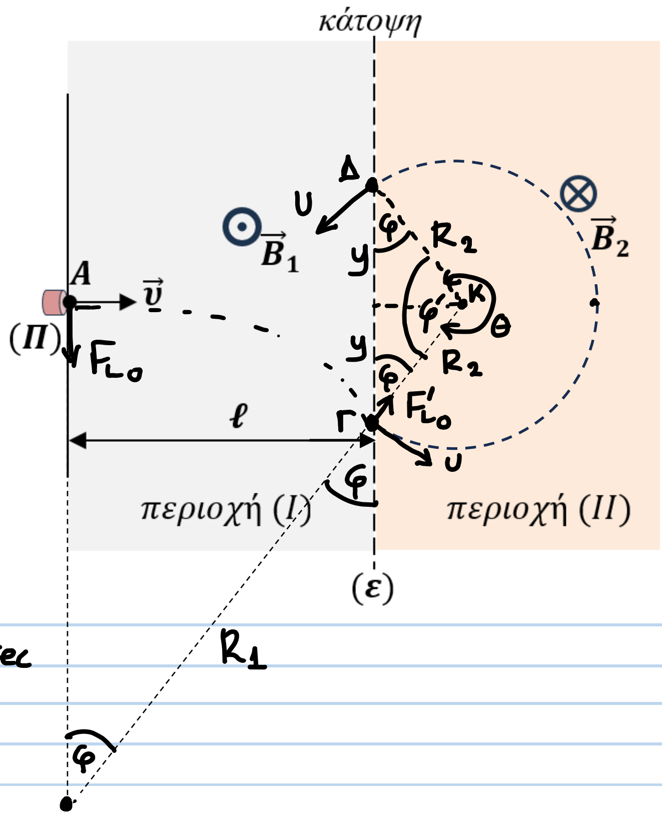
$t = t_1 + t_2 = (0{,}5 \cdot 10^{-7} + 1{,}57 \cdot 10^{-7})\, sec \Rightarrow \boxed{t = 2{,}07 \cdot 10^{-7} sec}$

Γ3 Ισχύει $\Delta \vec{P} = \vec{P}' - \vec{P}$ ($\xrightarrow{+}$)

$\Delta P = -P' - P = -mv - mv = -2mv = -2 \cdot 10^{-18} \cdot 4 \cdot 10^{6}\, kg\, m/s$

$\Delta P = -8 \cdot 10^{-12}\, kg\, m/s \longrightarrow |\Delta \vec{P}| = 8 \cdot 10^{-12}\, kg\, m/s.$

Γ4 Μετά την κατάργηση του ηλεκτρικού πεδίου σε κάθε ΟΜΠ διαγράφει τμήμα κυκλικής τροχιάς.



Στο ΟΜΠ $\vec{B}_1$: $R_1 = \frac{mv}{B_1 q}$

$\Rightarrow R_1 = \frac{10^{-18} \cdot 4 \cdot 10^{6}}{5 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-8}}\, m$

$\Rightarrow R_1 = 0{,}4m = 40\, cm$

και $T_1 = \frac{2\pi m}{B_1 q} = \frac{2\pi \cdot 10^{-18}}{5 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-8}}\, sec$

$\Rightarrow T_1 = 2\pi \cdot 10^{-7} sec$

Εντός του ΟΜΠ B_1 διαγράφει γωνία φ για την οποία ισχύει

$\eta\mu\varphi = \frac{\ell}{R_1} = \frac{0{,}2}{0{,}4} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \pi/6$

Ισχύει $\varphi = \omega_1 t_1' \Rightarrow \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{T_1} t_1' \Rightarrow t_1' = \frac{T_1}{12} = \frac{\pi}{6} 10^{-7} sec$

Στο ΟΜΠ $\vec{B}_2$: $R_2 = \frac{mv}{B_2 q} = \frac{10^{-18} \cdot 4 \cdot 10^{6}}{10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-8}}\, m \Rightarrow R_2 = 0{,}2m = 20\, cm$

και $T_2 = \frac{2\pi m}{B_2 q} = \pi \cdot 10^{-7}\, sec$

Εντός του ΟΜΠ $\vec{B}_2$ διαγράφει γωνία θ για την οποία

ισχύει $\theta = 2\pi - \varphi' = 2\pi - (\pi - 2\varphi) = \pi + 2\pi/6 \Rightarrow \theta = 4\pi/3$

Ισχύει $\theta = \omega_2 t_2' \Rightarrow \frac{4\pi}{3} = \frac{2\pi}{T_2} t_2' \Rightarrow t_2' = \frac{2T_2}{3}$

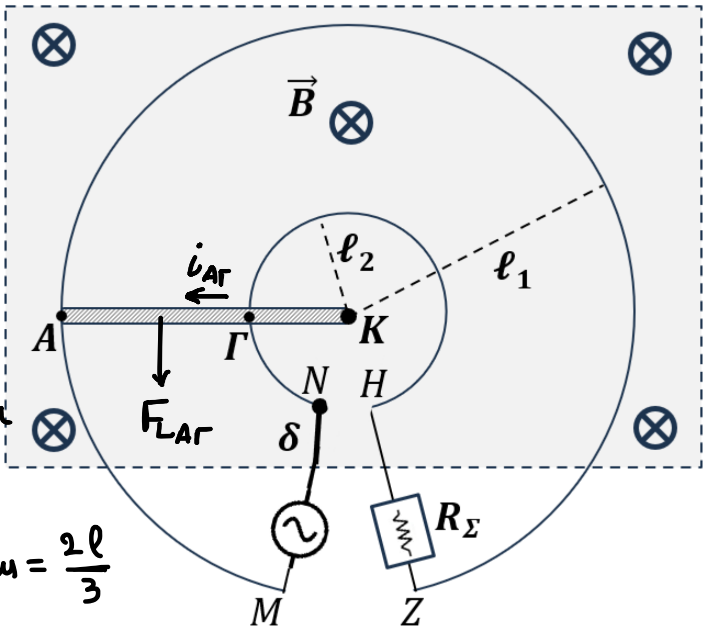
$\Rightarrow t_2' = \frac{2\pi}{3} 10^{-7}$ sec

Άρα $t' = t_1' + t_2' = \left(\frac{\pi}{6} 10^{-7} + \frac{2\pi}{3} 10^{-7}\right)$ sec $\Rightarrow \boxed{t' = \frac{5\pi}{6} 10^{-7} sec = \frac{15,7}{6} 10^{-7} sec}$

Γ5 Για την απόσταση $d = Γ\Delta = 2y$ ισχύει:

$συνφ = \frac{y}{R_2} \Rightarrow y = R_2 συνφ = 0,2 \frac{\sqrt{3}}{2} m \Rightarrow y = 0,1\sqrt{3} m \rightarrow \boxed{d = 2y = 0,2\sqrt{3} m}$

ΘΕΜΑ Δ



Δ1 Για τη συσκευή

$P_κ = 8W$, $V_κ = 4V$ ισχύουν:

$P_κ = \frac{V_κ^2}{R_Σ} \Rightarrow R_Σ = \frac{V_κ^2}{P_κ} = \frac{16}{8} Ω$

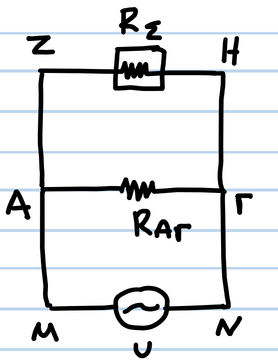
$\Rightarrow \underline{\underline{R_Σ = 2Ω}}$, $I_κ = \frac{V_κ}{R_Σ} = 2A$

Για την αντίσταση στο τμήμα ΑΓ του αγωγού ΑΚ ισχύει

$R_{AK} = ρ\frac{\ell}{S}$, $\ell_{AΓ} = \ell_1 - \ell_2 = 2m = \frac{2\ell}{3}$

$R_{AΓ} = ρ\frac{\ell_{AΓ}}{S} = \frac{2}{3} ρ \frac{\ell}{S} = \frac{2}{3} R_{AΓ} = \frac{2}{3} 3Ω$

$\Rightarrow R_{AΓ} = 2Ω$



Ισχύει $R_Σ // R_{AΓ} \rightarrow R_{ολ} = \frac{R_Σ \cdot R_{AΓ}}{R_Σ + R_{AΓ}} = 1Ω$

$υ = V ημωt$, $V = 4\sqrt{2} Volt \rightarrow V_{εν} = \frac{V}{\sqrt{2}} = 4V$

$υ = 4\sqrt{2} ημ100πt$, $ω' = 100π$ rad/s

$I_{εν} = \frac{V_{εν}}{R_{ολ}} = \frac{4}{1} A \Rightarrow I_{εν} = 4A$ και $I_{εν} = I_{εν_Σ} + I_{εν_{AΓ}}$

Όμως $V_{εν_{AΓ}} = V_{εν_Σ} \Rightarrow I_{εν_{AΓ}} \cancel{R_{AΓ}} = I_{εν_Σ} \cancel{R_Σ} \Rightarrow I_{εν_{AΓ}} = I_{εν_Σ}$

Άρα $I_{εν} = 2 I_{εν_Σ} \Rightarrow \boxed{I_{εν_Σ} = \frac{I_{εν}}{2} = 2A = I_κ = 2A}$ λειτουργεί κανονικά

Δ2| Ισχύει $\bar{P}_{R_{AΓ}} = I^2_{εν_{AΓ}} R_{AΓ} = 2^2 \cdot 2\,W \Rightarrow \boxed{\bar{P}_{R_{AΓ}} = 8W}$

Δ3| Την t_1: $υ = 4\sqrt{2}\,ημ(100π t_1) = 4\sqrt{2}\,ημ(100π \cdot 0{,}155)$

$\Rightarrow υ = 4\sqrt{2} \cdot ημ(15{,}5π) = 4\sqrt{2}\,ημ(14π + \frac{3π}{2}) = 4\sqrt{2}\,\underline{ημ\frac{3π}{2}} \to -1$

$\Rightarrow υ = -4\sqrt{2}$ Volt

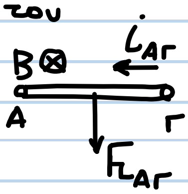
Για την ένταση που διαρρέει το τμήμα ΑΓ την t_1 ισχύει:

$i_{AΓ} = \frac{υ}{R_{AΓ}} = \frac{-4\sqrt{2}}{2} A \Rightarrow i_{AΓ} = -2\sqrt{2} A < 0$ άρα έχει φορά αντίθετη από αυτή που διαρρέεται στο χρονικό διάστημα $(0, T/2)$, δηλαδή έχει φορά από το Γ στο Α

Για τη δύναμη Laplace:

Μέτρο → $F_{AΓ} = |B\, i_{AΓ} \cdot ℓ_{AΓ}| = |B\, i_{AΓ} \frac{2ℓ}{3}| = 2 \cdot 2\sqrt{2} \cdot 2 N \Rightarrow \boxed{F_{AΓ} = 8\sqrt{2} N}$

Κατεύθυνση → από τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού έχει φορά προς τα κάτω

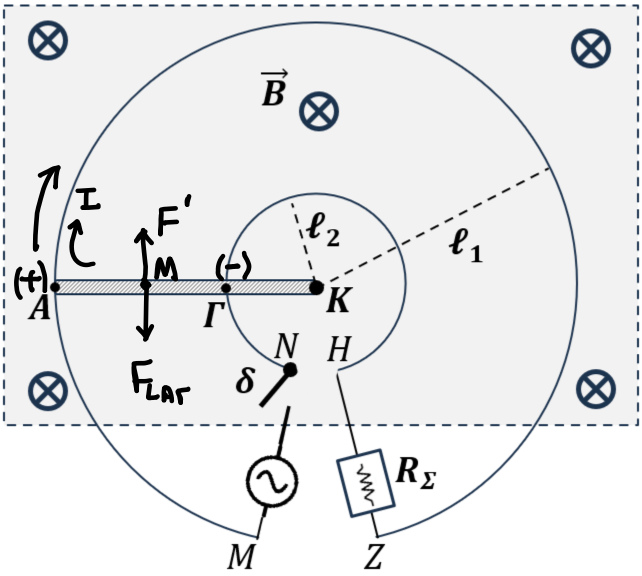


Δ4| Η συσκευή λειτουργεί κανονικά οπότε η διάταξη διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = I_κ = 2A$

Οι αντιστάσεις $R_{AΓ}$ και $R_Σ$ είναι σε σειρά οπότε:

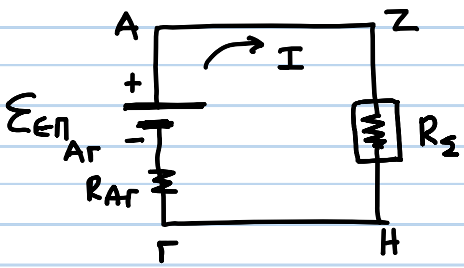
$R'_{ολ} = R_{AΓ} + R_Σ = 4\,Ω$

Ισχύει $I = \frac{Ε_{επ_{AΓ}}}{R'_{ολ}} \Rightarrow$



$Ε_{επ_{AΓ}} = I R'_{ολ} = 2 \cdot 4 V = 8V$

Όμως $Ε_{επ_{AΓ}} = \frac{ΔΦ}{Δt} = \frac{B \cdot ΔΑ}{Δt}$



Σε $T \to π(ℓ_1^2 - ℓ_2^2)$

$Δt \to ΔΑ$

$\frac{ΔΑ}{Δt} = \frac{π}{T}(ℓ_1^2 - ℓ_2^2) = \frac{ω}{2}(ℓ_1^2 - ℓ_2^2)$

Άρα $\mathcal{E}_{\varepsilon\pi_{A\Gamma}} = \frac{B\omega}{2}(\ell_1^2-\ell_2^2) \Rightarrow 8 = \frac{2\cdot\omega}{2}(3^2-1) \Rightarrow \boxed{\omega = 1\,\frac{rad}{s}}$ ⊗

ή σε 2π rad αντιστοιχεί εμβαδόν $\pi(\ell_1^2-\ell_2^2)$

σε $\Delta\varphi$ " " ΔA

$$\Delta A = \Delta\varphi\,\frac{\pi(\ell_1^2-\ell_2^2)}{2\pi} = \Delta\varphi\,\frac{\ell_1^2-\ell_2^2}{2}$$

$$\mathcal{E}_{\varepsilon\pi_{A\Gamma}} = \frac{B\Delta A}{\Delta t} = B\,\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}\,\frac{\ell_1^2-\ell_2^2}{2} = \frac{B\omega}{2}(\ell_1^2-\ell_2^2) \Rightarrow \dots \Rightarrow \omega = 1\,\text{rad/s} \otimes$$

Δ5 Επειδή $\vec{\omega}$ = σταθ ο ρυθμός που προσφέρεται ενέργεια στον αγωγό από τη δύναμη $\vec{F}'$ είναι ίσος με τον ρυθμό που χάνει ενέργεια από τη δύναμη Laplace, άρα:

$$\frac{dW_{F'}}{dt} = \left|\frac{dW_{F_{LA\Gamma}}}{dt}\right| \quad \text{όπου} \quad P_{F_{LA\Gamma}} = \frac{dW_{F_{LA\Gamma}}}{dt} = -F_{LA\Gamma}\cdot \upsilon_{\gamma\rho M}$$

$$F_{LA\Gamma} = BI\ell_{A\Gamma} = 2\cdot 2\cdot 2\,N = 8N$$

$$\Rightarrow P_{F'} = |P_{F_{LA\Gamma}}|$$

$$\upsilon_{\gamma\rho M} = \ell_{KM}\cdot\omega, \quad \ell_{KM} = \ell_{AK} - \frac{\ell_{A\Gamma}}{2} = 2m.$$

$$\Rightarrow \boxed{P_{F'} = \frac{dW_{F'}}{dt} = 16\,J/s}$$

$$\upsilon_{\gamma\rho M} = 2\cdot 1\,m/s = 2\,m/s$$

Άρα $P_{F_{LA\Gamma}} = -8\cdot 2\,J/s = -16\,J/s.$