Λύσεις διαγωνίσματος Φυσικής Γ' λυκείου 9/12/2023

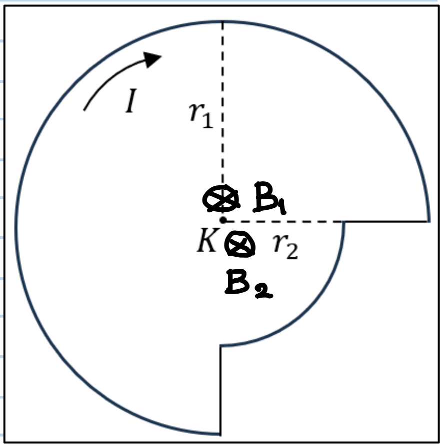
ΘΕΜΑ Α

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

ΘΕΜΑ Β

Β1 - β

Ισχύει $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,dl}{r^2} \eta\mu\theta$



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

Για κάθε κυκλικό τμήμα ισχύει:

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

$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{r} \varphi$ αφού $\vec{r} \perp d\vec{l}$ 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 $\alpha_{max} = \omega^2 A = \omega \boxed{\omega A} = \omega \cdot \upsilon_{max}$

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

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

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

Επίσης
$$\left.\begin{array}{l} x = A\eta\mu\omega t \longrightarrow \frac{x^2}{A^2} = \eta\mu^2\omega t \\ \upsilon = \upsilon_{max}\sigma\upsilon\nu\omega t \longrightarrow \frac{\upsilon^2}{\upsilon_{max}^2} = \sigma\upsilon\nu^2\omega t \end{array}\right\} (+) \Rightarrow \frac{x^2}{A^2} + \frac{\upsilon^2}{\upsilon_{max}^2} = 1$$

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

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 $\left.\begin{aligned} \alpha &= -\frac{\sqrt{3}}{2}\omega^2 A \\ \upsilon &= -\frac{1}{2}\omega A \end{aligned}\right\} \div \quad \frac{\alpha}{\upsilon} = \sqrt{3}\,\omega \Rightarrow \boxed{\alpha = +\sqrt{3}\,\omega\cdot\upsilon}$ (α)

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

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

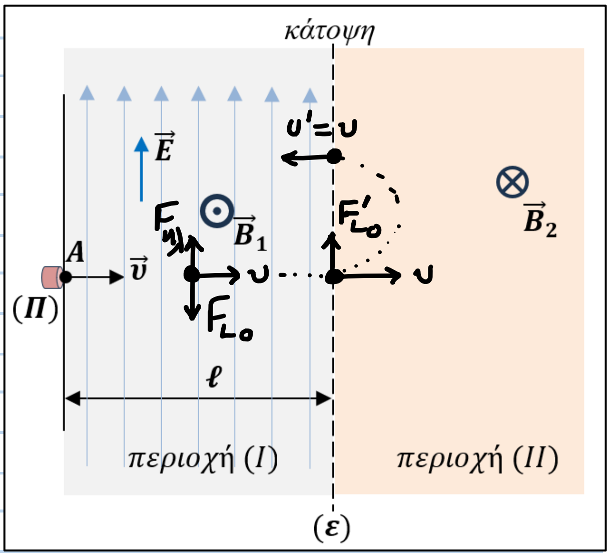
Τελικά $V' = N\omega' BA$ και $V'_{εν} = \frac{V'}{\sqrt{2}} = \frac{N\omega' BA}{\sqrt{2}}$

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



$\boxed{Γ1}$ $\vec{\upsilon}$ = 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

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

$\boxed{Γ2}$ 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 $t_2 = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{2}10^{-7}\,sec = \frac{3,14}{2}10^{-7}\,sec \Rightarrow t_2 = 1,57\cdot10^{-7}\,sec$

Οπότε η ζητούμενη χρονική στιγμή είναι:

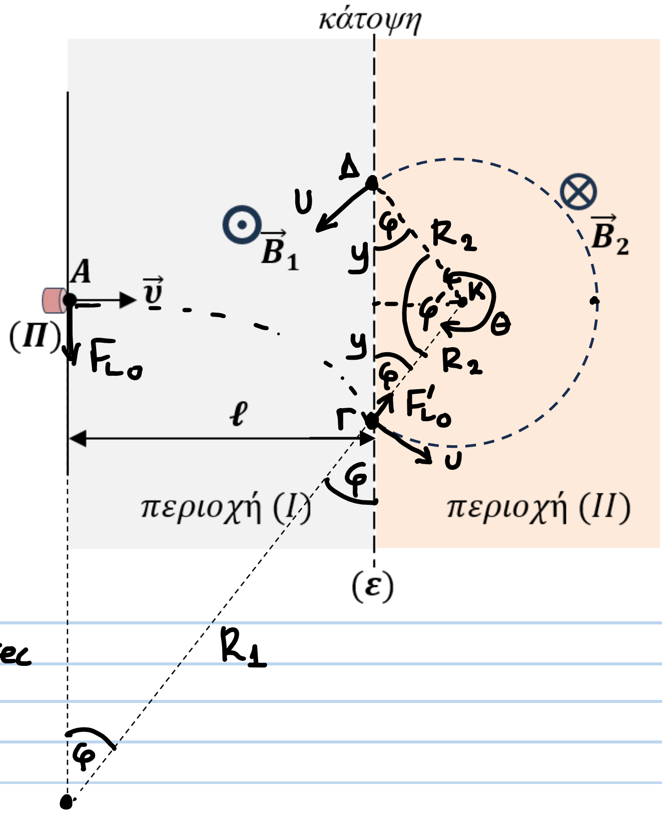
$$t = t_1 + t_2 = \left(0,5\cdot10^{-7} + 1,57\cdot10^{-7}\right) sec \Rightarrow \boxed{t = 2,07\cdot10^{-7}\,sec}$$

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

$$\Delta P = -P' - P = -mv - mv = -2mv = -2\cdot10^{-18}\cdot4\cdot10^{6}\ kg\,m/s$$

$$\Delta P = -8\cdot10^{-12}\ kg\,m/s \longrightarrow |\Delta\vec{P}| = 8\cdot10^{-12}\ kg\,m/s.$$

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



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

$\Rightarrow R_1 = \frac{10^{-18}\cdot4\cdot10^{6}}{5\cdot10^{-4}\cdot2\cdot10^{-8}}\,m$

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

και $T_1 = \frac{2\pi m}{B_1 q} = \frac{2\pi\cdot10^{-18}}{5\cdot10^{-4}\cdot2\cdot10^{-8}}\,sec$

$\Rightarrow T_1 = 2\pi\cdot10^{-7}\,sec$

Εντός του ΟΜΠ B_1 διαγράφει γωνία φ για την οποία ισχύει

$$ημφ = \frac{\ell}{R_1} = \frac{0,2}{0,4} = \frac{1}{2} \Rightarrow φ = π/6$$

Ισχύει $φ = ω_1 t_1' \Rightarrow \frac{\pi}{6} = \frac{2\pi}{T_1}t_1' \Rightarrow t_1' = \frac{T_1}{12} = \frac{\pi}{6}10^{-7}\,sec$

Στο ΟΜΠ $\vec{B}_2$: $R_2 = \frac{mv}{B_2 q} = \frac{10^{-18}\cdot4\cdot10^{6}}{10^{-3}\cdot2\cdot10^{-8}}\,m \Rightarrow R_2 = 0,2m = 20\,cm$

και $T_2 = \frac{2\pi m}{B_2 q} = \pi\cdot10^{-7}\,sec$

Εντός του ΟΜΠ $\vec{B}_2$ διαγράφει γωνία θ για την οποία ισχύει $θ = 2π - φ' = 2π - (π - 2φ) = π + 2π/6 \Rightarrow θ = 4π/3$

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

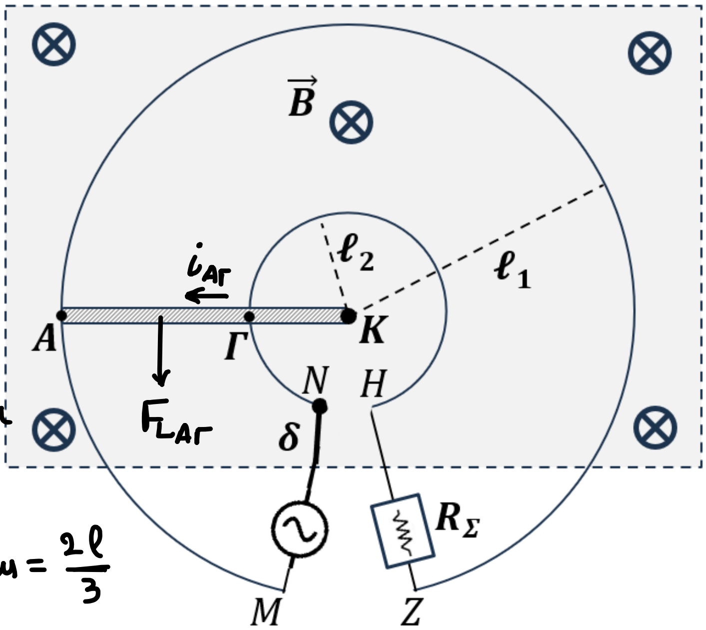
$\Rightarrow t_2' = \frac{2\pi}{3} 10^{-7}\, sec$

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 $d = ΓΔ = 2y$ ισχύει:

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

ΘΕΜΑ Δ



Δ1 Για τη συσκευή

$P_K = 8W$, $V_K = 4V$ ισχύουν:

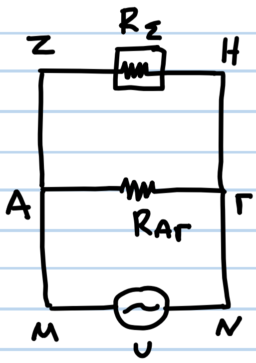
$P_K = \frac{V_K^2}{R_Σ} \Rightarrow R_Σ = \frac{V_K^2}{P_K} = \frac{16}{8}Ω$

$\Rightarrow R_Σ = 2Ω$, $I_K = \frac{V_K}{R_Σ} = 2A$

Για την αντίσταση στο τμήμα ΑΓ του αγωγού ΑΚ ισχύει

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

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



$\Rightarrow R_{AΓ} = 2Ω$

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

$υ = V ημωt$
$υ = 4\sqrt{2}\, ημ100πt$ $\Big\}$ $V = 4\sqrt{2}\, Volt \to V_{εν} = \frac{V}{\sqrt{2}} = 4V$
$ω' = 100π\, rad/s$

$I_{εν} = \frac{V_{εν}}{R_{ολ}} = \frac{4}{1}A \Rightarrow I_{εν} = 4A$ 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 $I_{εν} = 2I_{εν_Σ} \Rightarrow \boxed{I_{εν_Σ} = \frac{I_{εν}}{2} = 2A = I_K = 2A}$ λειτουργεί κανονικά

Δ2) Ισχύει $\bar{P}_{R_{ολ}} = I_{εν}^2 \cdot R_{ολ} = 4^2 \cdot 1\,W \Rightarrow \boxed{\bar{P}_{R_{ολ}} = 16\,W}$

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

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

$\Rightarrow υ = -4\sqrt{2}$ Volt

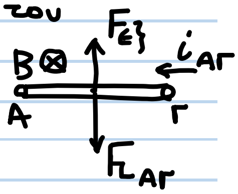
Για την ένταση που διαρρέει το τμήμα ΑΓ την t_1 ισχύει:

$i_{ΑΓ} = \frac{υ}{R_{ΑΓ}} = \frac{-4\sqrt{2}}{2}\,A \Rightarrow i_{ΑΓ} = -2\sqrt{2}\,A < 0$ 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 $\rightarrow F_{Λ_{ΑΓ}} = |B\, i_{ΑΓ} \cdot ℓ_{ΑΓ}| = |B\, i_{ΑΓ} \frac{2ℓ}{3}| = 2 \cdot 2\sqrt{2} \cdot 2\,N \Rightarrow \boxed{F_{Λ_{ΑΓ}} = 8\sqrt{2}\,N}$

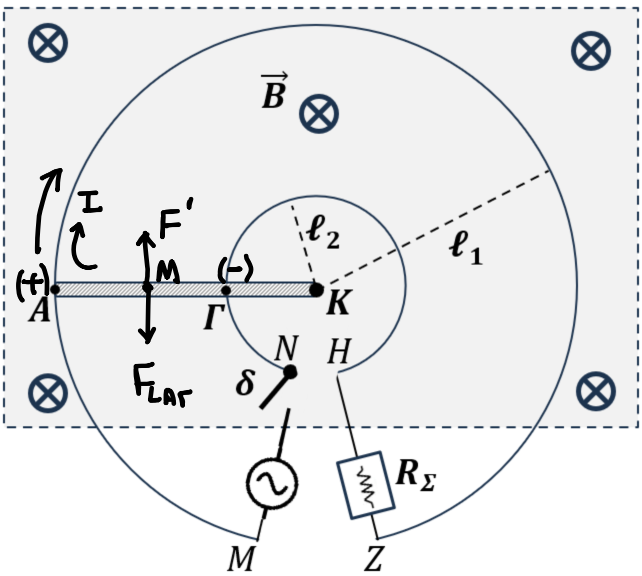
Κατεύθυνση $\rightarrow$ από τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού έχει φορά προς τα κάτω



Όμως ο αγωγός είναι ακίνητος οπότε $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$

$\Rightarrow \vec{F}_{εξ} = -\vec{F}_{Λ_{ΑΓ}}$ οπότε κατά μέτρο $F_{εξ} = 8\sqrt{2}$ και φορά πάνω(↑)

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



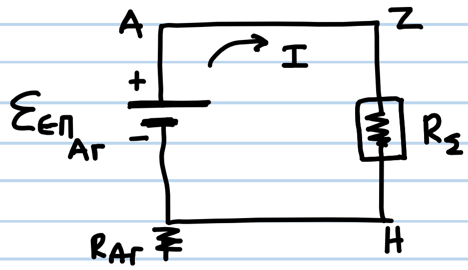
Οι αντιστάσεις $R_{ΑΓ}$ και $R_Σ$ είναι σε σειρά οπότε:

$R'_{ολ} = R_{ΑΓ} + R_Σ = 4\,Ω$

Ισχύει $I = \frac{E_{επ_{ΑΓ}}}{R'_{ολ}} \Rightarrow$

$E_{επ_{ΑΓ}} = I R'_{ολ} = 2 \cdot 4\,V = 8V$

Όμως $E_{επ_{ΑΓ}} = \frac{ΔΦ}{Δt} = \frac{B \cdot ΔA}{Δt}$



Σε $T \longrightarrow \pi(\ell_1^2-\ell_2^2)$

$\Delta t \longrightarrow \Delta A$

$$\frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{\pi}{T}(\ell_1^2-\ell_2^2) = \frac{\omega}{2}(\ell_1^2-\ell_2^2)$$

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

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

σε $\Delta\varphi$ " " ΔA

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

$$\mathcal{E}_{επ_{ΑΓ}} = \frac{B\Delta A}{\Delta t} = B\,\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}\,\frac{\ell_1^2-\ell_2^2}{2} = \frac{B\omega}{2}(\ell_1^2-\ell_2^2) \Rightarrow \dots \Rightarrow \omega = 1\ rad/s\ ⊗$$

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:

$\frac{dW_{F'}}{dt} = \left|\frac{dW_{F_{L,ΑΓ}}}{dt}\right|$ όπου $P_{F_{L,ΑΓ}} = \frac{dW_{F_{L,ΑΓ}}}{dt} = -F_{L,ΑΓ}\cdot \upsilon_{γρ,Μ}$

$F_{L,ΑΓ} = BI\ell_{ΑΓ} = 2\cdot 2\cdot 2\,N = 8N$

$\Rightarrow P_{F'} = |P_{F_{L,ΑΓ}}|$

$\upsilon_{γρ,Μ} = \ell_{ΚΜ}\cdot\omega$, $\ell_{ΚΜ} = \ell_{ΑΚ} - \frac{\ell_{ΑΓ}}{2} = 2m.$

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

$\upsilon_{γρ,Μ} = 2\cdot 1\ m/s = 2\ m/s$

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