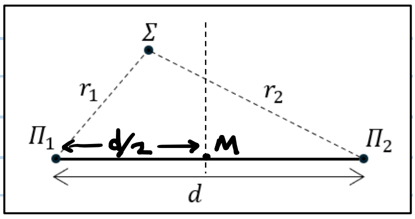
Λύσεις διαγωνίσματος Φυσικής Γ΄ Λυκείου 21/2/2026

ΘΕΜΑ Α

Α1-γ Α2-α Α3-β Α4-δ Α5 ΛΣΛΛΣ

ΘΕΜΑ Β



$\boxed{B1-\gamma}$ Το κύμα από την πηγή Π_1 φτάνει στο Σ τη χρονική στιγμή $t_1 = 2T$.

Ισχύει: $r_1 = \upsilon t_1 = \upsilon \cdot 2T = 2\upsilon T \Rightarrow r_1 = 2\lambda$

Όταν η πηγή Π_2 διέρχεται για 7η φορά από τη ΘΙ μετά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, ταλαντώνεται για χρόνο $t_2 = \frac{7T}{2}$.

Ισχύει: $r_2 = \upsilon t_2 = \upsilon \cdot \frac{7T}{2} = 3{,}5\,\upsilon T \Rightarrow r_2 = 3{,}5\lambda$.

Το σημείο Σ τη χρονική στιγμή $t_2 = \frac{7T}{2}$ ακινητοποιείται μόνιμα άρα είναι σημείο ακυρωτικής συμβολής.

Ισχύει: $r_1 - r_2 = (2N'+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 2\lambda - 3{,}5\lambda = (2N'+1)\frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow -\frac{3\lambda}{2} = (2N'+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \underline{N' = -2}$

Άρα το σημείο Σ ανήκει στην υπερβολή ακυρωτικής συμβολής $N' = -2$

Τα σημεία που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος πάνω στο $\Pi_1\Sigma$ είναι τόσα, όσα και οι υπερβολές ενισχυτικής συμβολής που το τέμνουν.

Ισχύει: $\left.\begin{array}{l} r_1 - r_2 = N\lambda \\ r_1 + r_2 = d \end{array}\right\} \oplus \Rightarrow 2r_1 = N\lambda + d \Rightarrow r_1 = N\frac{\lambda}{2} + \frac{d}{2}$

$\Rightarrow r_1 = 0{,}5N\lambda + 2{,}5\lambda$

Εύρεση υπερβολών ενισχυτικής συμβολής μεταξύ της πηγής Π_1 και της μεσοκαθέτου στο ευθύγραμμο τμήμα $\Pi_1\Pi_2$:

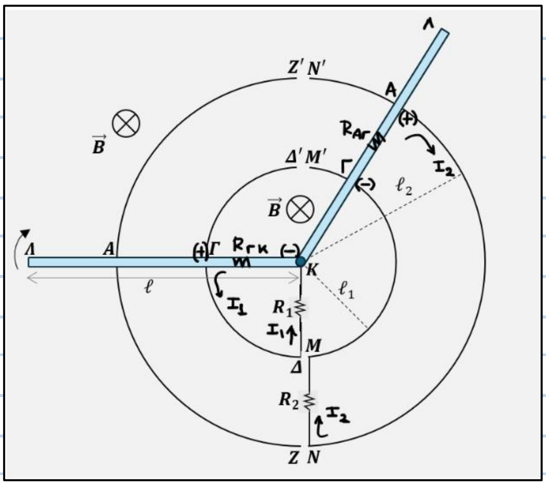
$0 < r_1 < \frac{d}{2} \Rightarrow 0 < 0{,}5N\lambda + 2{,}5\lambda < 2{,}5\lambda$

$\Rightarrow -2{,}5\lambda < 0{,}5N\lambda < 0 \Rightarrow -5 < N < 0$

Οι υπερβολές ενισχυτικής συμβολής που τέμνουν το $\Pi_1\Sigma$ και βρίσκονται αριστερά από το σημείο Σ είναι οι:

$N = -2, -3, -4$ άρα τα σημεία πάνω στο $\Pi_1\Sigma$ είναι $\boxed{\text{τρία}}$ (γ)

B2-γ Όταν ο αγωγός ΚΛ κινείται πάνω στα σύρματα ΖΖ', ΔΔ' εμφανίζει ΗΕΔ $\mathcal{E}_{επ_{ΓΚ}} = \mathcal{E}_{επ_1} = \frac{1}{2} B \omega \ell_1^2$ στον "βρόχο" ΓΔΚΓ και η συνολική αντίσταση είναι:



$$R_{ολ_1} = R_{ΓΚ} + R_1 = \frac{R}{3} + \frac{2R}{3} \Rightarrow R_{ολ_1} = R$$

όπου $R_{ΓΚ} = \rho \frac{\ell_1}{S} = \frac{1}{3} \rho \frac{\ell}{S} = \frac{R}{3}$

Για την ένταση I_1 του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον βρόχο ΓΔΚΓ ισχύει: $I_1 = \frac{\mathcal{E}_{επ_1}}{R_{ολ_1}} = \frac{1}{2} \frac{B \omega \ell_1^2}{R} = \frac{1}{18} \frac{B \omega \ell^2}{R}$

Όταν ο αγωγός ΚΛ κινείται πάνω στα σύρματα ΜΜ' και ΝΝ' εμφανίζει ΗΕΔ $\mathcal{E}_{επ_{ΑΓ}} = \mathcal{E}_{επ_2}$ στον "βρόχο" ΓΜΝΑΓ για την οποία ισχύει:

Σε γωνία 2π rad αντιστοιχεί εμβαδόν $\pi \ell_2^2 - \pi \ell_1^2$

" " $\Delta\theta$ " " ΔA

$$\Delta A \cdot 2\pi = \Delta\theta \cdot \pi (\ell_2^2 - \ell_1^2)$$

$$\Delta A = \frac{1}{2} \Delta\theta (\ell_2^2 - \ell_1^2)$$

$$\mathcal{E}_{επ_2} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B \cdot \Delta A}{\Delta t} = \frac{1}{2} B \frac{\Delta\theta}{\Delta t} (\ell_2^2 - \ell_1^2) = \frac{1}{2} B \omega (\ell_2^2 - \ell_1^2)$$

$$\mathcal{E}_{επ_2} = \frac{1}{2} B \omega \left(\frac{4\ell^2}{9} - \frac{\ell^2}{9} \right) \Rightarrow \mathcal{E}_{επ_2} = \frac{3}{18} B \omega \ell^2$$

Η συνολική αντίσταση στον βρόχο ΓΜΝΑΓ είναι:

$$R_{ολ_2} = R_{ΑΓ} + R_2 = \frac{R}{3} + \frac{R}{3} \Rightarrow R_{ολ_2} = \frac{2R}{3}$$

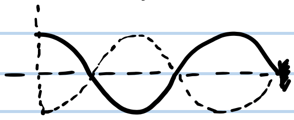
όπου $R_{ΑΓ} = \rho \frac{\ell_{ΑΓ}}{S} = \rho \frac{\ell_2 - \ell_1}{S} = \frac{1}{3} \rho \frac{\ell}{S} = \frac{R}{3}$

Για την ένταση I_2 του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον βροχο ΓΜΝΑΓ ισχύει: $I_2 = \frac{\mathcal{E}_{επ_2}}{R_{ολ_2}} = \frac{\frac{3}{18} B \omega \ell^2}{\frac{2}{3} R} = \frac{1}{4} \frac{B \omega \ell^2}{R}$

Άρα: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{1}{18} \frac{B\omega\ell^2}{R}}{\frac{1}{4} \frac{B\omega\ell^2}{R}} \Rightarrow \boxed{\frac{I_1}{I_2} = \frac{2}{9}}$ (γ)

$\boxed{B3 \ \text{I}-\beta, \text{II}-\alpha}$ Ι) Για τη χορδή μήκους ℓ_1 που έχει στο ένα άκρο κοιλία και στο άλλο άκρο δεσμό ισχύει:

$\ell_1 = \mu\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$



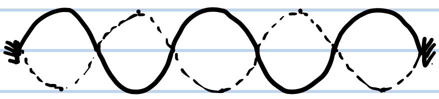
$\mu = 2 \rightarrow \ell_1 = \frac{5\lambda}{4}$

Για τη χορδή μήκους $\ell_2 = 2\ell_1$ που έχει δεσμούς στα άκρα ισχύει:

$\ell_2 = \mu'\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 2\ell_1 = \mu'\frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow 2\frac{5}{4}\lambda = \mu'\frac{\lambda}{2}$

$\Rightarrow \mu' = 5 \rightarrow \boxed{5 \text{ κοιλίες}}$ (β)



ΙΙ) Στη χορδή μήκους ℓ_2 με τα ακλόνητα άκρα για να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα θα πρέπει το μήκος της να είναι πολλαπλάσιο του $\lambda/2$ δηλαδή: $\ell_2 = \mu'\frac{\lambda}{2} = \mu'\cdot\frac{\upsilon}{2f}$

$\Rightarrow f = \frac{\mu'\upsilon}{2\ell_2}$

Αρχικά $\mu' = 5$ $f = \frac{5\upsilon}{2\ell_2} = \frac{2{,}5\upsilon}{\ell_2}$

Για $f' > f \Rightarrow \frac{\mu'\upsilon}{2\ell_2} > \frac{2{,}5\upsilon}{\ell_2} \Rightarrow \mu' > 5$ άρα $\mu' = 6 \rightarrow f' = \frac{3\upsilon}{\ell_2}$

Άρα $\pi = \frac{\Delta f}{f}100\% = \frac{f'-f}{f}100\% = \left(\frac{f'}{f}-1\right)100\%$

$\pi = \left(\frac{3\upsilon/\ell_2}{2{,}5\upsilon/\ell_2} - 1\right)100\% = \left(\frac{6}{5}-1\right)100\% = \frac{1}{5}100\% \Rightarrow \boxed{\pi = 20\%}$ (α)

ΘΕΜΑ Γ

Γ1 Δίνεται: $y_B = 0{,}2\,\eta\mu(10\pi t - 4\pi)$ SI και $x_B = 0{,}8\,m$

Ισχύει: $y_B = A\,\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x_B}{\lambda}\right)$

Άρα: $A = 0{,}2\,m$, $\frac{2\pi}{T} = \omega = 10\pi\ rad/s \rightarrow T = 0{,}2\ sec \rightarrow f = \frac{1}{T} = 5\,Hz$

$\frac{2\pi x_B}{\lambda} = 4\pi \Rightarrow \frac{2\pi\cdot 0{,}8}{\lambda} = 4\pi \Rightarrow \lambda = 0{,}4\,m$

α) Ταχύτητα διάδοσης: $\upsilon = \lambda f = 0{,}4\cdot 5\ m/s \Rightarrow \boxed{\upsilon = 2\,m/s}$

β) Για το σημείο Δ : $\phi_\Delta = \frac{3\pi}{2}$ rad.

Φάση κύματος : $\phi = \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda} \Rightarrow \phi = 10\pi t - 5\pi x$. S.I

Ισχύει : $\phi_\Delta = 10\pi t - 5\pi x_\Delta \Rightarrow \frac{3\pi}{2} = 10\pi \cdot 1{,}15 - 5\pi x_\Delta \Rightarrow x_\Delta = 2m$

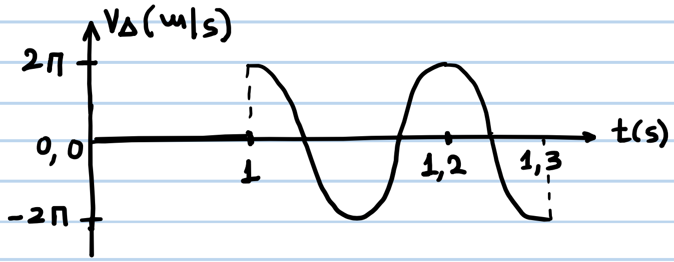
Το κύμα φτάνει στο σημείο Δ τη χρονική στιγμή:

$x_\Delta = u\, t_\Delta \Rightarrow t_\Delta = \frac{x_\Delta}{u} = 1$ sec.

Για την ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου Δ ισχύει:

$V_\Delta = V_{max}\, \sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x_\Delta}{\lambda}\right)$ όπου $V_{max} = \omega A = 2\pi$ m/s

$$\boxed{V_\Delta = 2\pi\, \sigma\upsilon\nu(10\pi t - 10\pi) \text{ S.I} \quad \text{για } t \geq 1 \text{ sec}}$$



χρονικό διάστημα ταλάντωσης

του σημείου Δ : $\Delta t_{\tau\alpha\lambda} = t - t_\Delta = (1{,}3 - 1)$ sec $\Rightarrow \Delta t_{\tau\alpha\lambda} = 0{,}3$ sec $= \frac{3T}{2}$

γ) Για τα σημεία που κάθε στιγμή έχουν αντίθετη απομάκρυνση

και αντίθετη ταχύτητα με την αρχή Ο ισχύει:

$\Delta x = \kappa\lambda + \frac{\lambda}{2} \Rightarrow x - 0 = \kappa\lambda + \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \underline{x = 0{,}4\kappa + 0{,}2}$ S.I

Για τα σημεία που βρίσκονται $x_B < x < x_\Delta$ ισχύει:

$0{,}8 < 0{,}4\kappa + 0{,}2 < 2$

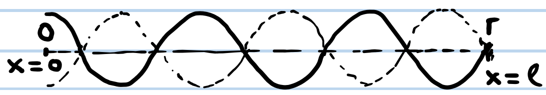
$0{,}6 < 0{,}4\kappa < 1{,}8$

$1{,}5 < \kappa < 4{,}5 \rightarrow \kappa = 2, 3, 4 \rightarrow$ $\boxed{3 \text{ σημεία}}$

Θέσεις σημείων : $\kappa = 2 \rightarrow \boxed{x = 1m}$, $\kappa = 3 \rightarrow \boxed{x = 1{,}4m}$, $\kappa = 4 \rightarrow \boxed{x = 1{,}8m}$

<u>Γ2</u> $\ell = 110$cm, $y_0 = 40\eta\mu(10\pi t)$ y→cm, t→sec

Συνολικά 6 δεσμοί



$x = (2\kappa+1)\frac{\lambda}{4}$

για $x = \ell$, $\kappa = 5$ ($6^{ος}$ δεσμός)

$(2 \cdot 5 + 1)\frac{\lambda}{4} = 110$cm $\Rightarrow \lambda = 40$cm α) Εξίσωση στάσιμου κύματος: $y = 2A\,\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi x}{\lambda}\,\eta\mu\frac{2\pi t}{T}$

$\Rightarrow y = 40\,\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi x}{40}\,\eta\mu\,10\pi t$

$\Rightarrow \boxed{y = 40\,\sigma\upsilon\nu\frac{\pi x}{20}\cdot\eta\mu(10\pi t) \quad x, y \rightarrow cm,\ t \rightarrow sec}$

β) Θέσεις κοιλιών: $x = \kappa\frac{\lambda}{2}$

Θέση 2ης κοιλίας μετά το σημείο Ο: $\kappa = 2 \rightarrow x = 2\frac{40}{2}\,cm = 40\,cm$

Εξίσωση ταλάντωσης 2ης κοιλίας: $y_{(2)} = 40\,\sigma\upsilon\nu\frac{40\pi}{20}\,\eta\mu\,10\pi t$

$y_{(2)} = 40\,\sigma\upsilon\nu\,2\pi\,\eta\mu\,10\pi t$

$y_{(2)} = 40\,\eta\mu\,10\pi t \quad y \rightarrow cm,\ t \rightarrow sec$

φάση ταλάντωσης 2ης κοιλίας: $\underline{\phi_{(2)} = 10\pi t \ \ SI}$

Έστω Σ το σημείο που απέχει $d = 10\,cm$ από το άκρο Γ.

Θέση σημείου Σ: $x_\Sigma = \ell - d = 100\,cm$

Εξίσωση ταλάντωσης σημείου Σ: $y_\Sigma = 40\,\sigma\upsilon\nu\frac{100\pi}{20}\,\eta\mu\,10\pi t$

$y_\Sigma = 40\,\sigma\upsilon\nu\,5\pi\cdot\eta\mu\,10\pi t$

$y_\Sigma = -40\,\eta\mu\,10\pi t$

$y_\Sigma = 40\,\eta\mu(10\pi t + \pi) \quad y \rightarrow cm,\ t \rightarrow sec$

φάση ταλάντωσης σημείου Σ: $\underline{\phi_\Sigma = 10\pi t + \pi \ \ SI}$

Διαφορά φάσης 2ης κοιλίας με το σημείο Ο και σημείου Σ:

$\Delta\phi = \phi_\Sigma - \phi_{(2)} = 10\pi t + \pi - 10\pi t \Rightarrow \boxed{\Delta\phi = \pi\ rad}$

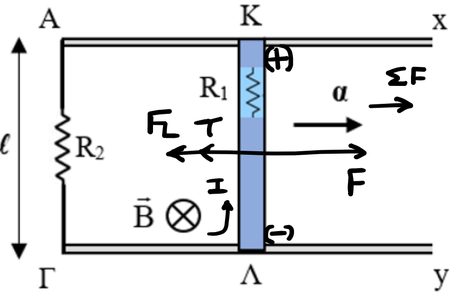
γ) Δύο επιπλέον μόνιμα ακίνητα σημεία στη χορδή σημαίνει ότι οι δεσμοί θα είναι συνολικά 8.

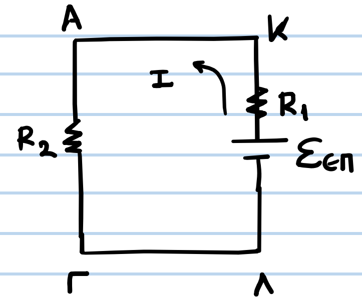
Το σημείο Γ θα είναι ο τελευταίος δεσμός $(\kappa = 7)$ στη θέση $x = \ell$. Ισχύει:

$x = (2\kappa+1)\frac{\lambda'}{4} \Rightarrow \ell = (2\cdot 7+1)\frac{\upsilon}{4f'} \Rightarrow f' = \frac{15\upsilon}{4\ell}$

$\Rightarrow f' = \frac{15\cdot 2}{4\cdot 1{,}1}\,Hz \Rightarrow \boxed{f' = \frac{75}{11}\,Hz}$

ΘΕΜΑ Δ





Ο αγωγός κινούμενος εντός του ΟΜΠ εμφανίζει στα άκρα του ΗΕΔ $E_{επ}$. Στη διάταξη κυκλοφορεί επαγωγικό ρεύμα οπότε ο αγωγός, εκτός από την τριβή $\vec{T}$ και την εξωτερική δύναμη $\vec{F}$, δέχεται και τη δύναμη Laplace $\vec{F_L}$.

Δ1 Ισχύουν:

$$\upsilon=\alpha t \rightarrow E_{επ}=B\upsilon\ell \rightarrow I=\frac{E_{επ}}{R_{ολ}}=\frac{B\upsilon\ell}{R_{ολ}}=\frac{B\alpha\ell}{R_{ολ}}t, \quad \text{όπου } R_{ολ}=R_1+R_2=2\Omega$$

$$\Rightarrow I=\frac{1\cdot 0,8\cdot 1}{2}t \Rightarrow \boxed{I=0,4\cdot t,\ SI}$$

Δ2 Για την τάση στα άκρα της αντίστασης R_2 ισχύει:

$$V_2=IR_2 \rightarrow \frac{dV_2}{dt}=\frac{dI}{dt}\cdot R_2=0,4\cdot 1,5\ V/s \Rightarrow \boxed{\frac{dV_2}{dt}=0,6\ \frac{V}{s}}$$

όπου $\frac{dI}{dt}=0,4\ A/s$

Δ3 Για τη δύναμη Laplace ισχύει:

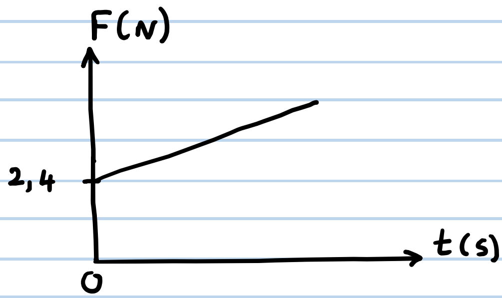
$$F_L=BI\ell=1\cdot 0,4t\cdot 1 \Rightarrow \underline{F_L=0,4t\ SI}$$

Από τον 2ο N.Newton έχουμε:

$$\Sigma F=m\alpha \Rightarrow F-F_L-T=m\alpha$$

$$\Rightarrow F-0,4t-2=0,4$$

$$\Rightarrow \boxed{F=2,4+0,4t,\ SI}$$

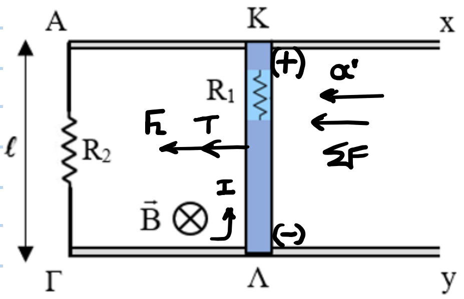


Δ4 Τη χρονική στιγμή $t=2,5\ sec \rightarrow \upsilon=\alpha t=2m/s,\ F=3,4N$

i) $P_F=\frac{dW_F}{dt}=F\cdot\upsilon=3,4\cdot 2\ W \Rightarrow \boxed{P_F=6,8W}$

ii) $\frac{dK}{dt}=\frac{dW_{\Sigma F}}{dt}=+\Sigma F\frac{dx}{dt}=+\Sigma F\cdot\upsilon=m\alpha\cdot\upsilon \Rightarrow \boxed{\frac{dK}{dt}=0,8J/s}$

Δ5 Όταν καταργείται η δύναμη $\vec{F}$ ο αγωγός λόγω των $\vec{T}$ και $\vec{F_L}$ επιβραδύνεται και τελικά ακινητοποιείται τη χρονική στιγμή t_2.



Για $F_L = T \Rightarrow 0{,}4 t_1 = 2 \Rightarrow \underline{t_1 = 5\,sec}$ χρονική στιγμή που καταργείται η $\vec{F}$.

Τότε $\upsilon_1 = \alpha t_1 = 0{,}8 \cdot 5\,m/s \Rightarrow \upsilon_1 = 4\,m/s$.

Η κινητική ενέργεια του αγωγού τη χρονική στιγμή t_1 είναι:

$$K_1 = \frac{1}{2} m \upsilon_1^2 = \frac{1}{2} 0{,}5 \cdot 16\,J \Rightarrow K_1 = 4\,J.$$

Στη χρονική διάρκεια της επιβραδυνόμενης κίνησης $(\Delta t = t_2 - t_1)$ το έργο τριβής είναι: $W_T = -T \cdot d = -2 \cdot 1{,}3\,J \Rightarrow W_T = -2{,}6\,J$

Η θερμότητα που παράγεται λόγω του έργου της τριβής είναι: $Q_{τριβής} = |W_T| = 2{,}6\,J$.

Στη χρονική διάρκεια της επιβραδυνόμενης κίνησης η αρχική κινητική ενέργεια του αγωγού, από την Αρχή Διατήρησης Ενέργειας, μετατρέπεται όλη σε θερμότητα: $Q_{ολική} = K_1 = 4\,J$.

Ένα μέρος της θερμότητας οφείλεται στην τριβή ολίσθησης ($Q_{τριβής} = 2{,}6\,J$) ενώ το υπόλοιπο ($Q_{R_{ολ}}$) μετατρέπεται σε θερμότητα λόγω φαινομένου Joule στις αντιστάσεις της διάταξης.

Ισχύει: $Q_{ολική} = Q_{τριβής} + Q_{R_{ολ}} \Rightarrow 4\,J = 2{,}6\,J + Q_{R_{ολ}} \Rightarrow \underline{Q_{R_{ολ}} = 1{,}4\,J}$

Το ζητούμενο ποσοστό είναι: $\pi = \frac{Q_{R_{ολ}}}{K_1} 100\% = \frac{1{,}4}{4} 100\% \Rightarrow \boxed{\pi = 35\%}$