**Απαντήσεις Διαγωνίσματος Η/Μ**

**ΘΕΜΑ Α:** Α1 γ , Α2  α , Α3γ , Α4 α , Α5 Σ-Σ-Λ-Σ-Λ

**ΘΕΜΑ Β : Β1** Α)  (i)

d

2d

**I1**

**I2**

**I3**

Κ

Λ

**F12**

**F21**

**F31**

**F32**

**F13**

**F23**

Α

Β

Γ

Δ

Μ

Είναι $F\_{12}=F\_{13}=F\_{23}⟹$

$$\frac{μ\_{o}}{4π}∙\frac{I\_{1}I\_{2}∙L}{d}=\frac{μ\_{o}}{4π}∙\frac{I\_{1}I\_{3}∙L}{3d}=\frac{μ\_{o}}{4π}∙\frac{I\_{3}I\_{2}∙L}{2d}⟹$$

$I\_{2}=\frac{I\_{3}}{3}=\frac{I}{3}$ με φορά αντίθετη των Ι1 και Ι3 και $I\_{1}=\frac{Ι\_{3}}{2}=\frac{Ι}{2}$

Β)  (i) $\sum\_{}^{}(Β∙dl∙συνθ)=μ\_{o}∙Ι\_{εγκ.}=μ\_{o}∙\left(I\_{1}+I\_{3}-I\_{2}\right)=μ\_{o}∙\left(\frac{Ι}{2}+Ι-\frac{I}{3}\right)=μ\_{o}∙\frac{7Ι}{6}$

**Β2:** (ii)

**V**

**+**

**-**

**θ**

$$\vec{Β}$$

$$\vec{υ}$$

**d**

$$\vec{υ\_{x}}$$

$$\vec{υ\_{y}}$$

Η κίνηση των φορτισμένων σωματιδίων είναι ελικοειδής, και η ταχύτητα είναι εφαπτόμενη της ελικοειδούς τροχιάς. Άρα το διάστημα της τροχιάς τους μέχρι την έξοδο από το μαγνητικό πεδίο Β είναι $s=υt$ (1)

Από την κίνησή τους από την τάση V έχουμε

$Κ\_{τελ.}-Κ\_{αρχ.}=W\_{ηλ.πεδ.}⟹\frac{1}{2}mυ^{2}-0=qV⟹υ=\sqrt{\frac{2qV}{m}}$ *(2)*

Ο χρόνος κίνησης στο μαγνητικό πεδίο είναι $t=\frac{d}{υ\_{x}}=\frac{d}{υσυνθ}$ (3)

Από τις (1),(2),(3) έχουμε: $s=υ∙\frac{d}{υσυνθ}=\frac{d}{συνθ}=$ ανεξάρτητη της ταχύτητας , άρα

$$s\_{1}=s\_{2}=s=\frac{d}{συνθ}⟹\frac{s\_{1}}{s\_{2}}=1$$

Σχόλιο: Τα φορτισμένα σωματίδια αποκτούν διαφορετικές ταχύτητες $υ\_{1}=\sqrt{\frac{2qV}{m}}$ , $υ\_{2}=\sqrt{\frac{2∙2qV}{4m}}=\frac{υ\_{1}}{\sqrt{2}}$ , διαγράφουν ελικοειδείς τροχιές στο μαγνητικό πεδίο ακτίνων $R\_{1}=\frac{m}{Bq}∙\sqrt{\frac{2qV}{m}}=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mV}{q}} , R\_{2}=\frac{4m}{B2q}∙\sqrt{\frac{2∙2qV}{4m}}=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{4mV}{q}}=R\_{1}\sqrt{2}$ , με διαφορετικά βήματα

$β\_{1}=υ\_{1}συνθ∙Τ\_{1}=\sqrt{\frac{2qV}{m}}∙συνθ∙\frac{2πm}{Bq}=\frac{2π}{B}\sqrt{\frac{2mV}{q}}∙συνθ, $ $β\_{2}=\frac{2π}{B}\sqrt{\frac{2∙4mV}{2q}}∙συνθ=β\_{1}\sqrt{2}$

 Βγαίνουν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (αν εισέλθουν ταυτόχρονα) $t\_{1}=\frac{d}{υ\_{1}συνθ}=\frac{d}{συνθ}\sqrt{\frac{m}{2qV}}$ και $t\_{2}=\frac{d}{συνθ}\sqrt{\frac{4m}{2∙2qV}}=t\_{1}\sqrt{2}$

Εκτελούν διαφορετικό αριθμό στροφών $Ν\_{1}=\frac{t\_{1}}{Τ\_{1}}=\frac{\frac{d}{συνθ}\sqrt{\frac{m}{2qV}}}{\frac{2πm}{Bq}}=\frac{dΒ}{2πσυνθ}∙\sqrt{\frac{q}{2mV}}$ , $Ν\_{2}=\frac{Ν\_{1}}{\sqrt{2}}$

Αλλά τα μήκη των τροχιών τους είναι ίσα!

**Β3.** (iii)

Αρχικά $υ=Vημωt=NωΒΑημωt$ με πλάτος έντασης του ρεύματος $Ι=\frac{NωΒΑ}{R\_{Σ}+R\_{π}}$ και ενεργού τιμής $Ι\_{εν.}=\frac{Ι}{\sqrt{2}}$ . Η δαπανώμενη ισχύς στη θερμική συσκευή είναι $Ρ\_{Σ}=Ι\_{εν.}^{2}∙R\_{Σ}$ .

Όταν αυξηθεί κατά 20% η γωνιακή ταχύτητα , δηλ. γίνει $ω^{'}=1,2ω$ τότε το πλάτος της παραγόμενης τάσης γίνεται $V^{'}=1,2V$ άρα και το πλάτος της έντασης $Ι^{'}=1,2Ι$ και η ενεργός τιμή του ρεύματος $Ι\_{εν.}^{'}=1,2Ι\_{εν.}$ . Άρα η δαπανώμενη ισχύς στην συσκευή γίνεται

 $Ρ'\_{Σ}=Ι\_{εν.}^{'2}∙R\_{Σ}=1,44Ι\_{εν.}^{2}∙R\_{Σ}=1,44Ρ\_{Σ}$, δηλαδή αυξήθηκε κατά 44%.

**ΘΕΜΑ Γ:**

**Ε,r**

Κυκλικό πηνίο Ν σπειρών

Θερμική συσκευή

α

Κ

**δ**

**K**

**Λ**

**R1**

**R2**

**R3**

**Γ 1,2.** Από τα χαρακτηριστικά της θερμικής συσκευής έχουμε: $Ρ\_{Σ}=24W, V\_{Σ}=12V$

$Ρ\_{Σ}=V\_{Σ}∙I\_{Σ}⟹I\_{Σ}=2A$ *και αντίστασης*

$$R\_{2}=\frac{V\_{Σ}}{I\_{Σ}}=6Ω$$

Η ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι

$R\_{ολ.}=r+R\_{3}+\frac{R\_{1}R\_{2}}{R\_{1}+R\_{2}}=1Ω+2Ω+\frac{6∙3}{6+3}Ω=5Ω$ και η ένταση που διαρρέει την πηγή $Ι=\frac{Ε}{R\_{ολ.}}=6Α=Ι\_{3}$ . Είναι επίσης $V\_{1}=V\_{2}=V\_{1,2}=I∙R\_{1,2}=6∙2=12V=V\_{Σ}$ (τάση κανονικής λειτουργίας) που σημαίνει ότι η συσκευή δουλεύει κανονικά.

Έτσι $Ι\_{1}=\frac{V\_{1}}{R\_{1}}=\frac{12}{3}=4Α$ και $Ι\_{2}=\frac{V\_{2}}{R\_{2}}=\frac{12}{6}=2Α$ (ρεύμα κανονικής λειτουργίας).

Είναι $Β\_{σωλ.}=Β\_{κυκλ.}⟹μ\_{ο}nΙ\_{1}=\frac{μ\_{o}}{4π}∙\frac{2πΙ\_{3}}{a}∙N⟹N=\frac{2anΙ\_{1}}{Ι\_{3}}=\frac{2∙10^{-1}∙600∙4}{6}=800 σπείρες$.

**Γ3.** Όταν ανοίξουμε τον διακόπτη, στο κύκλωμα σωληνοειδούς-θερμικής συσκευής θα έχουμε για λίγο χρονικό διάστημα ρεύμα λόγω της αυτεπαγωγής του σωληνοειδούς. Έτσι όλη η ενέργεια που ήταν αποθηκευμένη στο μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς θα γίνει θερμότητα Joule στις αντιστάσεις τους.

Η αρχική ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς είναι

 $U\_{αρχ.}=\frac{1}{2}LI\_{1}^{2}=\frac{1}{2}∙0.1∙16=0.8J$ και όταν η ένταση του ρεύματος γίνει Ι=1 Α θα είναι

$U\_{τελ.}=\frac{1}{2}LΙ^{2}=\frac{1}{2}∙0.1∙4=0.2J$ άρα η θερμότητα στις αντιστάσεις είναι

 $Q\_{ϑ}=U\_{αρχ.}-U\_{τελ.}=0.6J$

Η θερμότητα αυτή επιμερίζεται ανάλογα με τις αντιστάσεις, αφού οι R1, R2 είναι σε σειρά και διαρρέονται από το ίδιο επαγωγικό ρεύμα μετά το άνοιγμα του διακόπτη.

Έτσι έχουμε $\frac{Q\_{ϑ1}}{Q\_{ϑ2}}=\frac{R\_{1}}{R\_{2}}=\frac{1}{2}⟹Q\_{ϑ2}=2Q\_{ϑ1}⟹ Q\_{ϑ}-Q\_{ϑ1}=2Q\_{ϑ1}⟹Q\_{ϑ1}=\frac{Q\_{ϑ}}{3}=0.2J$, $Q\_{ϑ2}=0,4J$

**Γ4.** Είναι $\left|Ε\_{αυτ.}\right|=L\left|\frac{di}{dt}\right|=i∙\left(R\_{1}+R\_{2}\right)⟹i=\frac{L}{R\_{1}+R\_{2}}∙\left|\frac{di}{dt}\right|$

VΚΛ (V)

(0,0)

$\left|\frac{di}{dt}\right|$ (A/s)

12

360

$V\_{ΚΛ}=i∙R\_{2}=\frac{L∙R\_{2}}{R\_{1}+R\_{2}}∙\left|\frac{di}{dt}\right|⟹\left|\frac{di}{dt}\right|=\frac{R\_{1}+R\_{2}}{L∙R\_{2}}∙V\_{ΚΛ}⟹$

$\left|\frac{di}{dt}\right|=30∙V\_{ΚΛ}$(s.i.)

Για t=0 είναι $Ι\_{1}=4Α ⟹V\_{ΚΛ,αρχ.}=Ι\_{1}∙R\_{1}=12V$

**ΘΕΜΑ Δ**

**Ο**

**Α**

**Κ**

**Λ**

**R1**

**F**

**B**

**Μ**

**Ν**

**+**

**-**

**Εεπ.**

**Ι**

**FL**

**Ι**

**Ι2**

**Ι**

**Δ1.** Κατά την κίνηση του αγωγού ΟΑ στο ομογενές μαγνητικό πεδίο Β, σε κάθε ελεύθερο ηλεκτρόνιό του ασκείται δύναμη Lorenz αντίθετη από τη φορά της ταχύτητας, κι έτσι στο τμήμα ΚΛ δημιουργείται ΗΕΔ με Κ(+) και Λ(-) . Έτσι η φορά του ρεύματος που έχουμε στο κλειστό κύκλωμα είναι από το Λ προς το Κ και από το Μ προς το Ν. Η αντίσταση του τμήματος ΚΛ είναι

$$\frac{R\_{ΚΛ}}{R}=\frac{ρ\frac{KΛ}{s}}{ρ\frac{OA}{s}}=\frac{KΛ}{ΟΑ}=\frac{0,5-0,3}{0,6}=\frac{1}{3}⟹$$

$R\_{ΚΛ}=\frac{R}{3}=2Ω$

$Ε\_{επ.}=\frac{ΔΦ}{Δt}=\frac{B∙ΔA}{Δt}=\frac{B∙\left(πr\_{2}^{2}-πr\_{1}^{2}\right)}{T}=$ $\frac{Bπ\left(r\_{2}^{2}-r\_{1}^{2}\right)}{\frac{2π}{ω}}=\frac{Bω\left(r\_{2}^{2}-r\_{1}^{2}\right)}{2}⟹Ε\_{επ.}=\frac{1∙20∙\left(0.25-0.09\right)}{2}V=1.6V$

$Ι=\frac{Ε\_{επ.}}{R\_{ολ.}}=\frac{Ε\_{επ.}}{R\_{1}+R\_{ΚΛ}}=\frac{1.6V}{4Ω}⟹Ι=0,4Α$

**Δ2.** Επειδή η γωνιακή ταχύτητα ω περιστροφής της ράβδου είναι σταθερή, η ισχύς της δύναμης F είναι ίση με τη θερμική ισχύ στην ολική αντίσταση του κυκλώματος, άρα

$$Ρ\_{F}=P\_{ϑ}=I^{2}∙\left(R\_{1}+R\_{ΚΛ}\right)=0.16∙4W=0.64W$$

Όμως $Ρ\_{F}=F∙υ\_{Α}=F∙ω∙L⟹F=\frac{Ρ\_{F}}{ω∙L}⟹F=\frac{0.64}{20∙0.6}=\frac{64∙10^{-2}}{12}=\frac{16}{3}∙10^{-2}N=0,053Ν$

Ή αλλιώς: $ω=σταθ.⟹α\_{γων.}=0⟹ΣΤ\_{\left(Ο\right)}=0⟹F∙L-F\_{L}∙\left(r\_{1}+\frac{r\_{2}-r\_{1}}{2}\right)=0⟹$

$$F=\frac{F\_{L}}{2L}\left(r\_{2}+r\_{1}\right)=\frac{BI\left(r\_{2}-r\_{1}\right)}{2L}\left(r\_{2}+r\_{1}\right)=\frac{BI(r\_{2}^{2}-r\_{1}^{2})}{2L}=\frac{1∙0.4∙0.16}{2∙0.6}=\frac{16}{3}∙10^{-2}N$$

**Δ3.** $V\_{ΚΛ}=Ε\_{επ.}-Ι∙R\_{ΚΛ}=1,6-0,4∙2=0,8V$ ή

$$V\_{ΚΛ}=V\_{ΜΝ}=Ι∙R\_{1}=0.4∙2=0,8V$$

**Δ4.** Όταν συνδέσουμε την αντίσταση R1 στο άκρο Ν, η ΗΕΔ αναπτύσσεται στο τμήμα ΟΛ, έτσι έχουμε $Ε'\_{επ.}=\frac{ΔΦ}{Δt}=\frac{B∙ΔA}{Δt}=\frac{B∙\left(πr\_{2}^{2}\right)}{T}=$ $\frac{Bπr\_{2}^{2}}{\frac{2π}{ω}}=\frac{Bωr\_{2}^{2}}{2}⟹Ε^{'}\_{επ.}=\frac{1∙20∙0,25}{2}V=2,5V$

$$\frac{R\_{ΟΛ}}{R}=\frac{ΟΛ}{ΟΑ}=\frac{5}{6}⟹R\_{ΟΛ}=5Ω$$

$$Ι'=\frac{Ε'\_{επ.}}{R\_{ολ.}}=\frac{Ε'\_{επ.}}{R\_{1}+R\_{ΟΛ}}=\frac{1.6V}{7Ω}⟹Ι=\frac{1,6}{7}Α$$

$$Ρ'\_{F}=P'\_{ϑ}=I'^{2}∙\left(R\_{1}+R\_{ΟΛ}\right)=\left(\frac{1,6}{7}\right)^{2}∙7W=0,365W$$

$$Ρ'\_{F}=F'∙υ\_{Α}=F'∙ω∙L⟹F'=\frac{Ρ^{'}\_{F}}{ω∙L}⟹F'=\frac{0.365}{20∙0.6}=0,03Ν$$

***Κορκίζογλου Πρόδρομος***