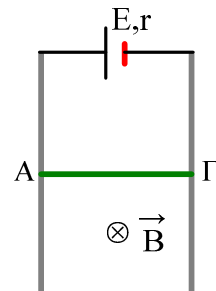


Πώς γράφεται μια λύση.....

Στο σχήμα, ο αγωγός ΑΓ έχει αντίσταση 3Ω , μήκος 1m , μάζα 2kg και αφήνεται να κινηθεί κατακόρυφα σε επαφή με τους δύο κατακόρυφους αγωγούς, που δεν έχουν αντίσταση, χωρίς τριβές. Δίνονται ακόμη $E=30\text{V}$ και $r=2\Omega$ ενώ το ομογενές οριζόντιο μαγνητικό πεδίο έχει ένταση $B=2\text{T}$.



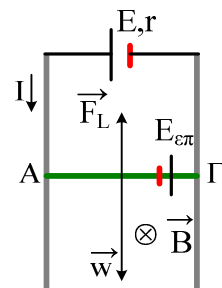
- i) Για την στιγμή που η ταχύτητα του αγωγού έχει μέτρο 5m/s , να υπολογιστούν:
 - a) Η ΗΕΔ από επαγωγή και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
 - b) Η επιτάχυνση του αγωγού.
 - c) Η ισχύς της γεννήτριας και η ισχύς που μετατρέπεται σε θερμότητα στο κύκλωμα.
 - d) Η ισχύς της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό ΑΓ.
- ii) Να βρεθεί η οριακή ταχύτητα του αγωγού; Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.

Η λύση που συνήθως γράφετε.....

- i) a) $E=Bv\ell=2\cdot 5\cdot 1=10\text{V}$ και $I=\frac{E+E_{\text{επ}}}{R+r}=\frac{30+10}{3+2}\text{A}=8\text{A}$.
- b) $mg-F_L=ma \rightarrow a=\frac{mg-Bil}{m}=\frac{2\cdot 10-2\cdot 8\cdot 1}{2}=2\text{m/s}^2$.
- c) $P=E\cdot I=30\cdot 8=240\text{W}$ και $P_Q=I^2R_{\text{ολ}}=64\cdot 5=320\text{W}$.
- d) $P_{F_L}=-F_L\cdot v=-16\cdot 5=-80\text{W}$.
- ii) $\Sigma F=0 \rightarrow mg=F_L \rightarrow mg=B\frac{E+Bv\ell}{R+r}\ell \rightarrow 20=2\cdot\frac{30+2v}{5} \rightarrow v_{\text{op}}=10\text{m/s}$.

Δες και αυτήν

- i) Μόλις αφήσουμε ελεύθερο τον αγωγό, για $t=0$, το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα η ένταση του οποίου υπολογίζεται από τον νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα: $I=\frac{E}{R+r}=\frac{30\text{V}}{3\Omega+2\Omega}=6\text{A}$, με φορά όπως στο σχήμα. Ο αγωγός ΑΓ διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, άρα δέχεται δύναμη Laplace με μέ-



τρο $F_L = BI\ell = 2T \cdot 6A \cdot 1m = 12N$ ενώ, με την βοήθεια του κανόνα των τριών δακτύλων, προκύπτει ότι έχει διεύθυνση κατακόρυφη και φορά προς τα πάνω, όπως φαίνεται στο σχήμα. Στον αγωγό ασκείται εξάλλου το βάρος του με μέτρο $w = mg = 20N$. Παρατηρούμε ότι $w > F_L$ και κατά συνέπεια ο αγωγός θα επιταχυνθεί προς τα κάτω.

a) Τη στιγμή που ο αγωγός κινείται με ταχύτητα $5m/s$, εξαιτίας της κίνησής του σε μαγνητικό πεδίο, αναπτύσσεται πάνω του ΗΕΔ από επαγωγή με τιμή:

$$E_{\pi} = Bv\ell \rightarrow E_{\pi} = 2T \cdot 5m/s \cdot 1m = 10V \text{ και με θετικό άκρο το } \Gamma \text{ (όπως στο σχήμα).}$$

Η ένταση του ρεύματος στη θέση αυτή, προκύπτει με εφαρμογή του νόμου του Ohm σε κλειστό κύκλωμα:

$$I = \frac{E + E_{\pi}}{R + r} (1) \rightarrow I = \frac{30 + 10}{3 + 2} A = 8A.$$

b) Από το θεμελιώδη νόμο της Μηχανικής έχουμε:

$$\Sigma F = ma \text{ ή } mg - F_L = ma \text{ ή } mg - BI\ell = ma. (2)$$

$$\text{Έτσι } a = \frac{mg - BI\ell}{m} = \frac{2 \cdot 10N - 2 \cdot 8 \cdot 1N}{2kg} = 2m/s^2.$$

c) Η ισχύς της γεννήτριας δίνεται από την εξίσωση $P_{\gamma\epsilon\nu} = E \cdot I$ και με αντικατάσταση έχουμε $P_{\gamma\epsilon\nu} = 30V \cdot 8A = 240W$, ενώ η ισχύς που μετατρέπεται σε θερμότητα στο κύκλωμα παρέχεται από τη σχέση $P_Q = I^2 R_{\text{ολ}} = I^2 (R + r)$. Οπότε $P_Q = 8^2 A^2 \cdot (3\Omega + 2\Omega) = 320W$.

d) Η ισχύς μιας δύναμης παρέχεται από τη σχέση $P = F \cdot v \cdot \sigma\upsilon\nu\alpha$, όπου α η γωνία μεταξύ της δύναμης και της ταχύτητας. Στην περίπτωσή μας ο αγωγός κινείται προς τα κάτω, ενώ η δύναμη Laplace έχει φορά προς τα πάνω, άρα $\alpha = 180^\circ \rightarrow \sigma\upsilon\nu\alpha = -1$. Έτσι:

$$P_{FL} = - F_L \cdot v = - BI\ell v = - 2T \cdot 8A \cdot 1m \cdot 5m/s = - 80W.$$

ii) Από την εξίσωση (2) και με αντικατάσταση της έντασης του ρεύματος από την εξίσωση (1)

έχουμε $mg - B \frac{E + Bv\ell}{R + r} \ell = ma$. Από την εξίσωση αυτή συμπεραίνουμε ότι όταν αυξάνεται

η ταχύτητα του αγωγού, αυξάνεται το μέτρο της δύναμης Laplace και έτσι μειώνεται η επιτάχυνσή του. Όταν λοιπόν το μέτρο της δύναμης Laplace γίνει ίσο με το μέτρο του βάρους, ο αγωγός σταματά να επιταχύνεται και κινείται πλέον με σταθερή ταχύτητα, την $v_{\text{ορ}}$.

$$\text{Συνεπώς: } \Sigma F = 0 \text{ ή } mg = B \frac{E + Bv\ell}{R + r} \ell \text{ ή}$$

$$mg(R + r) = BE\ell + B^2 \ell^2 v_{\text{ορ}} \text{ ή}$$

$$v_{\text{ορ}} = \frac{mg(R + r) - BE\ell}{B^2 \ell^2}$$

και με αντικατάσταση παίρνουμε:

$$v_{op} = \frac{2kg \cdot 10m/s^2 \cdot (3\Omega + 2\Omega) - 2T \cdot 30V \cdot 1m}{4T^2 \cdot 1m^2} = \frac{20 \cdot 5 - 60}{4} m/s = 10m/s$$

Και.....

Ὁ ἔχων ὦτα ἀκούειν, ἀκουέτω.....