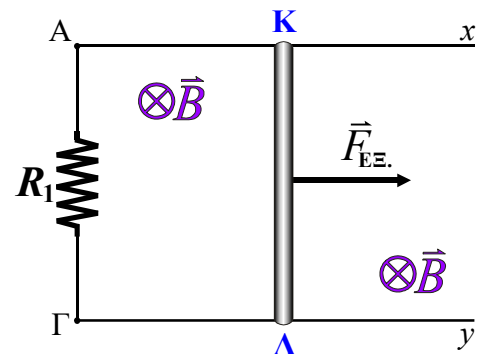


Κίνηση Ράβδου σε Ομ. Μαγνητικό Πεδίο, υπό την Επίδραση Σταθερής Εξωτερικής Δύναμης

Ράβδος (ΚΛ) μήκους ℓ και αντίστασης R βρίσκεται αρχικά ακίνητη πάνω σε σιδηροτροχιές Αx και Γy που γεφυρώνονται στα σημεία Α και Γ με αντιστάτη αντίστασης R_1 . Το σύστημα βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης B , όπως στο σχήμα. Κάποια στιγμή ξεκινάει να ασκείται στη ράβδο σταθερή εξωτερική δύναμη $F_{εξ.}$ με φορά προς τα δεξιά και η ράβδος αρχίζει να κινείται. Να βρεθούν:

- α) η πολικότητα της επαγωγικής τάσης που εμφανίζεται στα άκρα της ράβδου
- β) η φορά της δύναμης Laplace που ασκείται στη ράβδο
- γ) η οριακή της ταχύτητα
- δ) η πολικότητα της $E_{επ.}$ και η φορά της F_L , αν αντιστραφεί η φορά του μαγνητικού πεδίου.

Δίνονται: $\ell = 1 \text{ m}$, $R = 2 \Omega$, $R_1 = 8 \Omega$, $B = 1 \text{ T}$, $F_{εξ.} = 10 \text{ N}$.



ΑΥΣΗ

➤ Εφόσον ασκείται η $F_{εξ.}$, η ράβδος ξεκινάει να κινείται (αποκτά ταχύτητα).

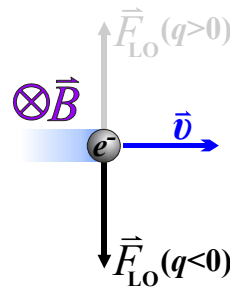
➤ Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια της δέχονται δύναμη Lorentz:

➤ Άρα συσσωρεύονται στο άκρο Λ.

➤ Και η πολικότητα της ράβδου είναι: K(+) & Λ(-).

➤ Δημιουργείται πηγή εξ επαγωγής (η ράβδος ΚΛ) με ΗΕΔ:

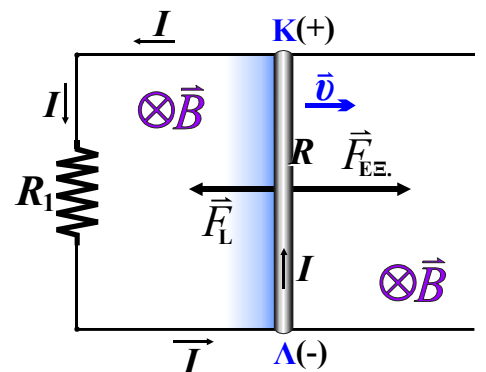
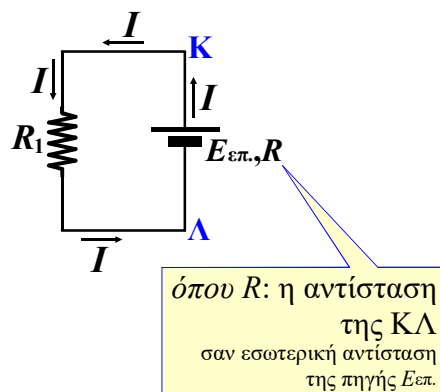
$$E_{επ.} = Bv\ell$$



➤ Άρα κύκλωμα της μορφής:

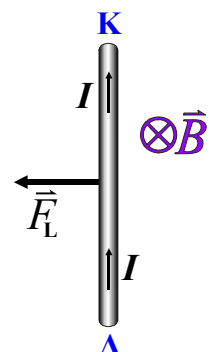
➤ Το ρεύμα έχει φορά: ⤿ δλδ “βγαίνει” από το Κ και “ξαναμπάινει” στο Λ.

ΠΡΟΣΟΧΗ: μέσα στη ράβδο ΚΛ το ρεύμα ρέει ανάποδα (από το Λ- στο Κ+).



➤ Λόγω ρεύματος και μαγνητικού πεδίου, η ράβδος δέχεται δύναμη Laplace:

➤ Η φορά της δύναμης Laplace συμφωνεί και με τον κανόνα του Lenz, που λέει ότι το αποτέλεσμα του επαγωγικού ρεύματος (δλδ η δύναμη Laplace) πρέπει να αντιτίθεται στην αιτία που το προκάλεσε (δλδ στην ταχύτητα).



ΜΕΛΕΤΗ της ΚΙΝΗΣΗΣ

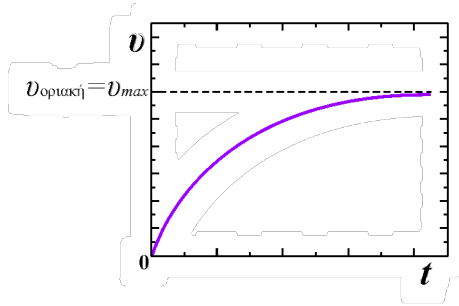
➡ αρχικά: $v = 0 \rightarrow E_{\text{επ.}} = Bv\ell = 0 \rightarrow I_{\text{επ.}} = \frac{E_{\text{επ.}}}{R + R_1} = 0 \rightarrow F_L = BI\ell = 0 \rightarrow \Sigma F = F_{\text{εξ.}}$ (μόνο!)

➡ Άρα η $F_{\text{εξ.}}$ επιταχύνει τη ράβδο και την κινεί προς τα δεξιά με αυξανόμενη ταχύτητα:

$$v : \uparrow (\text{λόγω } F_{\text{εξ.}}) \Rightarrow E_{\text{επ.}} = Bv\ell : \uparrow \Rightarrow I_{\text{επ.}} = \frac{E_{\text{επ.}}}{R + R_1} : \uparrow \Rightarrow F_L = BI\ell : \uparrow \Rightarrow \Sigma F = F_{\text{εξ.}} - F_L : \downarrow \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{κάποια στιγμή } (F_{\text{εξ.}} = F_L) \Rightarrow \Sigma F = 0 \xrightarrow{1^{\text{ος}} \text{ v. Newton}} v = \text{σταθ.} = \text{ΟΡΙΑΚΗ}$$

ΚΙΝΗΣΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗ
ΜΕ ΣΥΝΕΧΩΣ ΜΕΙΟΥΜΕΝΗ
ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ



και επειδή μέχρι εκείνη
τη στιγμή η ταχύτητα
αυξάνεται, η οριακή
ταχύτητα θα είναι και
η max ταχύτητα...

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΛΥΣΗ:

$$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{F_{\text{εξ.}} - F_L}{m} = \frac{F_{\text{εξ.}} - BI\ell}{m} =$$

$$= \frac{F_{\text{εξ.}} - B \frac{E_{\text{επ.}}}{R + R_1} \ell}{m} = \frac{F_{\text{εξ.}} - B \frac{Bv\ell}{R + R_1} \ell}{m} =$$

$$= \frac{F_{\text{εξ.}} - \frac{B^2 v \ell^2}{R + R_1}}{m} \Rightarrow a = \frac{F_{\text{εξ.}}}{m} - \frac{B^2 \ell^2}{m(R + R_1)} v$$

Εδώ γινόμαστε μάρτυρες
μιας πολύ σκληρής και
αιματηρής ιστορίας...

Η μάνα επιτάχυνση
κυοφορεί το δολοφονικό
έμβρυο. λόγω του αρνητικού προσήμου
ταχύτητα

Όσο η μάνα επιτάχυνση
τρέφει το έμβρυο αίτιο αύξησης της ταχύτητας
τόσο αυτό μεγαλώνοντας η ταχύτητα αυξάνεται
τρώει τη μάνα. η επιτάχυνση μειώνεται

Αποτέλεσμα είναι στο
τέλος η μάνα να πεθάνει οριακά $a=0$
και φυσικά το έμβρυο ταχύτητα
μη έχοντας πια τι να φάει χωρίς επιτάχυνση
να παραμείνει σε
σταθερό μέγεθος. σταθερή (οριακή) ταχύτητα



ΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΟΡΙΑΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ:

Έχουμε οριακή ταχύτητα όταν $\Sigma F=0$ (ή όταν $a=0$):

$$\gg \Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\text{εξ.}} = F_L \Rightarrow F_{\text{εξ.}} = BI\ell \Rightarrow 10 = 1 \cdot I \cdot 1 \Rightarrow I_{\text{επ.}} = 10 \text{ A}$$

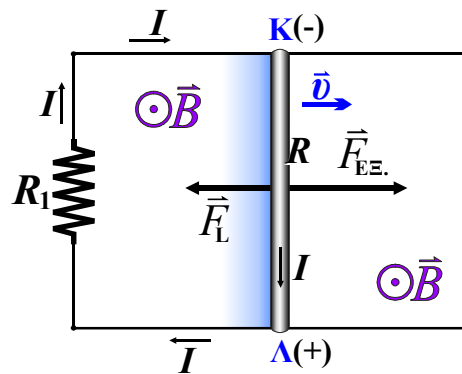
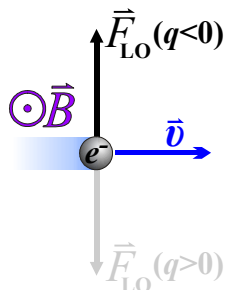
$$\gg I_{\text{επ.}} = \frac{E_{\text{επ.}}}{R + R_1} \Rightarrow 10 = \frac{E_{\text{επ.}}}{2 + 8} \Rightarrow E_{\text{επ.}} = 100 \text{ Volt}$$

$$\gg E_{\text{επ.}} = Bv\ell \Rightarrow 100 = 1 \cdot v \cdot 1 \Rightarrow v_{\text{ορ.}} = 100 \text{ m/s}$$

max

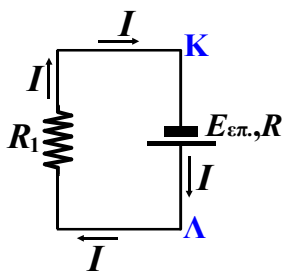
➤ Αν αλλάξουμε τη φορά του $\vec{B}$:

➤ Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια δέχονται:



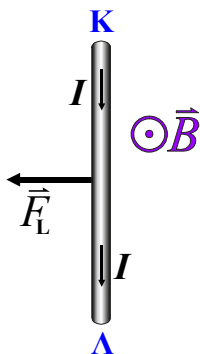
➤ άρα συσσωρεύονται στο Κ δηλαδή: $K(-)$ & $\Lambda(+)$

➤ και το ισοδύναμο κύκλωμα είναι:



Δηλαδή το ρεύμα διαρρέει το κύκλωμα έτσι: $\curvearrowright$

➤ άρα “μπαίνει” στο Κ και “βγαίνει” απ’ το Λ. Επομένως η F_L στη ράβδο είναι:



Δηλαδή πάλι προς τα πίσω (αντίρροπη της ταχύτητας) άρα πάλι συμφωνεί με τον κανόνα του Lenz.

...και η υπόλοιπη μελέτη της άσκησης είναι ακριβώς η ίδια.