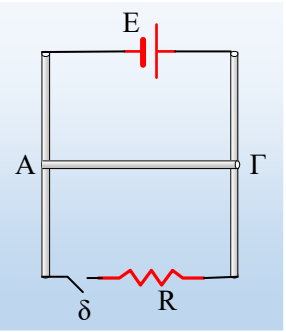


Μια διπλή ισορροπία ενός αγωγού

Ο αγωγός ΑΓ αφήνεται ελεύθερος σε επαφή με δύο κατακόρυφους στύλους, οι οποίοι δεν παρουσιάζουν αντίσταση και στα πάνω άκρα τους συνδέεται μια πηγή Ε, ενώ στα κάτω άκρα τους συνδέεται με ανοικτό διακόπτη δ, ένας αντιστάτης με αντίσταση R. Ο αγωγός ΑΓ ισορροπεί, ενώ στην περιοχή υπάρχει ένα οριζόντιο ομογενές μαγνητικό επίπεδο με δυναμικές γραμμές κάθετες στο επίπεδο του σχήματος.



- i) Να σχεδιάσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου που υπάρχει στο χώρο.
- ii) Σε μια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη δ και παρατηρούμε ότι ο αγωγός ΑΓ συνεχίζει να ισορροπεί. Με δεδομένο ότι η επίδραση των μαγνητικών πεδίων των υπολοίπων αγωγών στον ΑΓ θεωρείται αμελητέα, για την εσωτερική αντίσταση της πηγής, ισχύει:

$$\alpha) r=0, \quad \beta) r= \frac{1}{2} R, \quad \gamma) r=R.$$

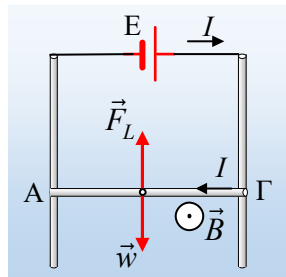
Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας, θεωρώντας ότι ο αγωγός ΑΓ έχει αντίσταση R_{ΑΓ}.

Απάντηση:

- i) Ο αγωγός ΑΓ ισορροπεί δεχόμενος το βάρος, με κατεύθυνση προς τα κάτω και της δύναμης Laplace από το μαγνητικό πεδίο. Από την συνθήκη ισορροπίας προκύπτει ότι οι δύο δυνάμεις πρέπει να είναι αντίθετες, οπότε η δύναμη Laplace έχει κατεύθυνση προς τα πάνω όπως στο σχήμα. Ισχύει δηλαδή:

$$\Sigma F=0 \rightarrow F_L=w \rightarrow BI\ell=mg \quad (1)$$

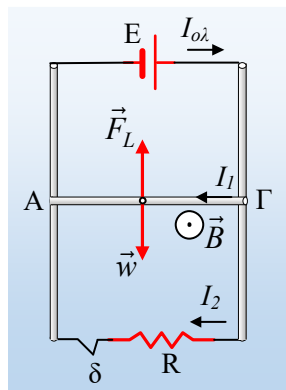
Όμως ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Γ στο Α, οπότε από τον κανόνα των τριών δακτύλων προκύπτει ότι η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετη στο επίπεδο της σελίδας με φορά προς τον αναγνώστη, όπως στο διπλανό σχήμα.



- ii) Μόλις κλείσουμε τον διακόπτη ο αντιστάτης διαρρέεται από κάποιο ρεύμα έντασης I₂, ενώ η ράβδος από ρεύμα έντασης I₁, όπως στο διπλανό σχήμα. Αλλά και πάλι ο αγωγός ΑΓ ισορροπεί, οπότε η σχέση (1) γίνεται:

$$BI_1\ell=mg \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει ότι δεν άλλαξε η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον ΑΓ, δηλαδή I₁=I.



Όμως αν η πηγή έχει κάποια εσωτερική αντίσταση r, η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον ΑΓ, συνδέεται με την πολική τάση της πηγής, από τον νόμο του Ohm.

Έτσι για τις δύο παραπάνω περιπτώσεις, θα έχουμε:

$$I = \frac{V_{\pi 1}}{R_{ΑΓ}} = \frac{E - Ir}{R_{ΑΓ}} \quad \text{και} \quad I_1 = \frac{V_{\pi 2}}{R_{ΑΓ}} = \frac{E - I_{ol}r}{R_{ΑΓ}} \quad I=I_1 \rightarrow$$

$$\frac{E - Ir}{R_{A\Gamma}} = \frac{E - I_{ολ}r}{R_{A\Gamma}} \rightarrow Ir = I_{ολ}r$$

Όμως $I_{ολ} = I_1 + I_2 = I + I_2$, οπότε για να ισχύει η παραπάνω εξίσωση, θα πρέπει $r=0$, δηλαδή η πηγή να μην έχει εσωτερική αντίσταση. Σωστό το α).

Πράγματι στην περίπτωση αυτή η πολική τάση παραμένει σταθερή και ίση με E , οπότε το άνοιγμα ή το κλείσιμο του διακόπτη δεν μεταβάλλει την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό $A\Gamma$, αφού:

$$I_{A\Gamma} = \frac{E}{R_{A\Gamma}}$$

dmargaris@gmail.com