

Η δύναμη Laplace και οι στρεβλώσεις

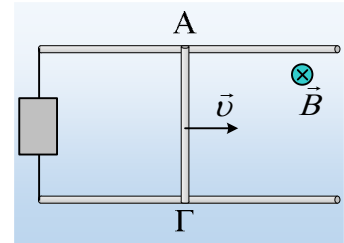
Στις εξετάσεις του 2.123 έπεσε το παρακάτω θέμα Β:

Θέμα Β:

Στο σχήμα, με το γνωστό σύστημα κίνησης ράβδου, η ράβδος ΑΓ, κινείται προς τα δεξιά και κάποια στιγμή έχει ταχύτητα v . Για την στιγμή αυτή:

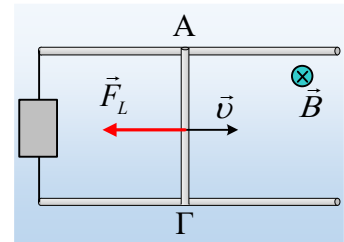
- i) Να σχεδιάσετε την δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό ΑΓ.
- ii) Τι μετράει το έργο της παραπάνω δύναμης;

Το κύκλωμα εμφανίζει αντίσταση R , ενώ η κίνηση μπορεί να εξασφαλίζεται με την επίδραση κάποιας δύναμης, πράγμα που δεν μας απασχολεί.



Απάντηση:

- i) Με βάση τον κανόνα του Lenz η δύναμη Laplace αντιστέκεται στην κίνηση της ράβδου, συνεπώς έχει αντίθετη κατεύθυνση από την ταχύτητα, όπως στο διπλανό σχήμα.
- ii) Το έργο της δύναμης Laplace, ως γνωστόν, εκφράζει την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.



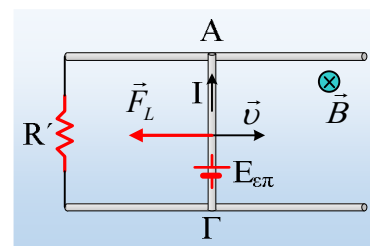
Απάντησε σωστά παραπάνω ο μαθητής;

Δεν έχουμε παρά να ανοίξουμε το αδιαφανές κιβώτιο, που υπάρχει στο σχήμα και να δούμε τι περιέχει!

Ας δούμε δύο ενδεχόμενα:

- 1) Έστω ότι στο αδιαφανές κιβώτιο περιέχεται ένας αντιστάτης R' , οπότε το σχήμα είναι αυτό του διπλανού σχήματος.

Αλλά τότε με τον κανόνα των τριών δακτύλων βρίσκουμε ότι στον κινούμενο αγωγό ΑΓ αναπτύσσεται μια ΗΕΔ από επαγωγή με απόλυτο τιμή $E_{επ} = Bvl$ και με πολικότητα όπως στο σχήμα, οπότε ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I , με φορά από το Γ στο Α. Αλλά τότε με βάση τον κανόνα των τριών δακτύλων, ο αγωγός δέχεται δύναμη Laplace, κάθετη στον αγωγό με κατεύθυνση προς τα αριστερά.

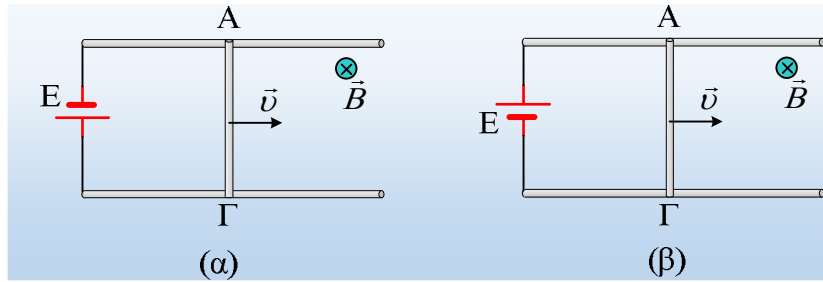


Όσον αφορά το 2^ο υποερώτημα, αφού το έργο της δύναμης είναι αρνητικό, πράγματι η δύναμη αφαιρεί μηχανική ενέργεια από τον αγωγό, την οποία μετατρέπει σε ηλεκτρική στο κύκλωμα.

Συμπέρασμα: Έστω και με κακή δικαιολόγηση ο μαθητής παραπάνω, βρήκε σωστά την κατεύθυνση της δύναμης, αφού το ρεύμα είναι επαγωγικό και ισχύει ο κανόνας του Lenz...

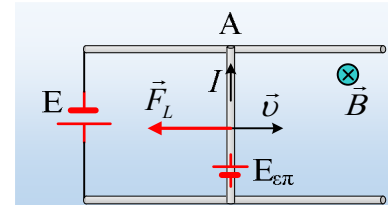
- 2) Έστω ότι ανοίγοντας το κιβώτιο, βλέπουμε ότι το κύκλωμα περιλαμβάνει μια πηγή (μπορεί και επιπλέον

αντιστάτη), για την οποία έχουμε δύο δυνατές περιπτώσεις σύνδεσης



- i) Τι συμβαίνει στο (α) κύκλωμα; Ας το δούμε, με βάση το διπλανό σχήμα. Το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα, με φορά από το Γ στο Α και με ένταση:

$$I = \frac{E + E_{\epsilon\pi}}{R} = \frac{E + Bvl}{R}$$



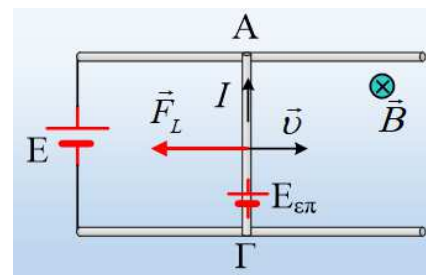
Όπου R η συνολική αντίσταση του κυκλώματος.

Αλλά τότε στην ράβδο ΑΓ ασκείται δύναμη Laplace όπως στο σχήμα, με αποτέλεσμα ο μαθητής να έχει δίκιο! Πράγματι η δύναμη έχει αντίθετη φορά από την ταχύτητα, αλλά φευ!!! Δεν έχει αυτή τη φορά εξαιτίας του κανόνα του Lenz!!! Το ρεύμα δεν είναι επαγωγικό. Δεν υπάρχει μόνο εξαιτίας της κίνησης της ράβδου, αλλά και εξαιτίας της πηγής E! Ακόμη και ακίνητη να ήταν η ράβδος, η δύναμη Laplace θα είχε την ίδια κατεύθυνση... Το δε έργο της, ΔΕΝ συνδέεται μόνο με την ισχύ της $E_{\epsilon\pi}$...

- ii) Αν πάρουμε το (β) κύκλωμα τι θα έχουμε; Εδώ διακρίνουμε δύο υποπεριπτώσεις, ανάλογα με τις τιμές της ΗΕΔ E και της ΗΕΔ από επαγωγή. Ας τις δούμε:

- α) Έστω ότι $E < E_{\epsilon\pi}$, οπότε το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Γ στο Α, όπως στο διπλανό σχήμα, όπου:

$$I = \frac{E_{\epsilon\pi} - E}{R} = \frac{Bvl - E}{R}$$

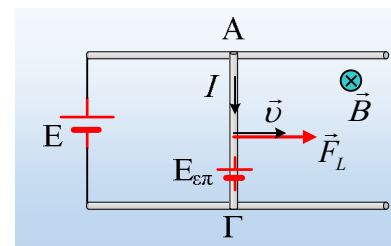


Αλλά τότε ξανά η απάντηση του μαθητή για την κατεύθυνση της δύναμης είναι σωστή, έστω και κατά τύχη...

Εδώ η ισχύς της $E_{\epsilon\pi}$ εκφράζεται μέσω και του έργου της δύναμης Laplace, αλλά αυτή η ηλεκτρική ενέργεια δεν θα εμφανιστεί ως θερμότητα πάνω στις αντιστάσεις, αλλά ένα μέρος της ενέργειας αποθηκεύεται στην πηγή (μια μπαταρία επαναφορτιζόμενη ή ένα μοτεράκι που στρέφεται...).

- β) Θα μπορούσε όμως $E > E_{\epsilon\pi}$. Αλλά τότε το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Α στο Γ, με ένταση:

$$I = \frac{E - E_{\epsilon\pi}}{R} = \frac{E - Bvl}{R}$$



Αλλά τότε από τον κανόνα των τριών δακτύλων προκύπτει ότι η

δύναμη Laplace έχει φορά προς τα δεξιά, επιταχύνοντας τον αγωγό! Αλλά τότε η ισχύς της είναι θετική και το έργο της δύναμης μετράει το μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο μετατρέπεται σε μηχανική.

Προφανώς όλη η απάντηση του μαθητή είναι λανθασμένη...

Φαινόμενα επαγωγής εμφανίζονται στο κύκλωμα, οι τυπικές απαντήσεις όμως που ο μαθητής έχει μάθει να επαναλαμβάνει, εδώ δεν έχουν καμιά θέση...

Οπότε δεν μένει, παρά να **αναρωτηθούμε**:

- Είναι απλό το θέμα αφαίρεσης μιας κατηγορίας ασκήσεων; Απλά δεν κάνουμε κάποιες ασκήσεις ή αυτό έχει παρενέργειες που οδηγούν και σε παρερμηνείες; Είναι σωστά τα συμπεράσματα που καταλήγει ένας μαθητής όσον αφορά το τι συμβαίνει κατά την κίνηση αγωγού, όπως διατυπώνονται στις αρχικές απαντήσεις του;
- Είναι προτιμότερο ο μαθητής να μάθει να παπαγαλίζει απαντήσεις, χωρίς να σκέφτεται, παρά να πρέπει να αναλύει και να σκέφτεται; Αξίζει η παραπάνω στρέβλωση για να εξασφαλίσουμε ότι ακόμη και ένας μέτριος μαθητής θα σχεδιάσει σωστά την δύναμη Laplace; Το έχει δει τόσες φορές, οπότε χωρίς να σκέφτεται, χωρίς να καταλαβαίνει το γιατί, μπορεί να την σχεδιάσει και αυτός...
- Τι λέτε συνάδελφοι οι ασκήσεις «με δύο πηγές» αφαιρέθηκαν εξαιτίας του 2^{ου} κανόνα του Kirchhoff και του κατά πόσο διδάχτηκε σωστά στην Β' τάξη;

Και τότε, γιατί όλα αυτά;

Γιατί πρέπει να μειωθεί η ασκησιολογία ή η «ασκησιολογία» και να χαμηλώσει το επίπεδο...

Και έτσι κτυπώντας την ασκησιολογία, φτάνουμε στις υπερκατασκευές ή στις εξεζητημένες ερωτήσεις, προσπαθώντας να βάλουμε κάτι, το μη τετριμμένο....

Μήπως αν μπορούσαμε να καταργήσουμε εντελώς τις ασκήσεις, θα το κάναμε;

dmargaris@gmail.com