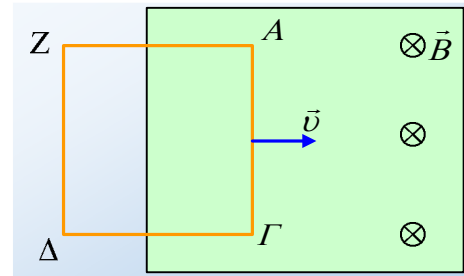


Ας μιλήσουμε για δυνάμεις σε φορτία και πλαίσιο

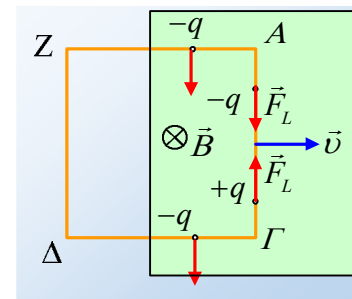
Ένα τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο ΑΓΔΖ, πλευράς ℓ και αντίστασης R , εισέρχεται σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές. Για την θέση του σχήματος, όπου το πλαίσιο έχει ταχύτητα u , να εξετάσετε αν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές ή λανθασμένες, δικαιολογώντας τις απαντήσεις σας.



- i) Στην πλευρά ΑΓ του πλαισίου αναπτύσσεται ΗΕΔ επειδή το μαγνητικό πεδίο ασκεί δύναμη στα ελεύθερα ηλεκτρόνια αλλά και στα θετικά ιόντα, με αποτέλεσμα να κινούνται και η πλευρά ΑΓ να λειτουργεί σαν πηγή με θετικό πόλο, το άκρο Α.
- ii) Στο τμήμα της πλευράς ΖΑ, που βρίσκεται μέσα στο πεδίο, δεν αναπτύσσεται ΗΕΔ, επειδή δεν ασκούνται δυνάμεις στα ελεύθερα ηλεκτρόνια από το μαγνητικό πεδίο.
- iii) Η τάση στα άκρα της πλευράς ΑΓ είναι ίση με $V_{ΑΓ}=Bu\ell$.
- iv) Για να ασκείται δύναμη Laplace σε μια πλευρά ενός πλαισίου, θα πρέπει αυτό να κινείται σε μαγνητικό πεδίο.
- v) Δύναμη Laplace ασκείται μόνο στην πλευρά ΑΓ.
- vi) Στην πλευρά ΓΔ δεν αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή, αλλά υπάρχει τάση $V_{ΔΓ}$ διάφορη του μηδενός.

Απάντηση:

- i) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκεί το μαγνητικό πεδίο, δυνάμεις Lorentz, σε θετικό και αρνητικά φορτία, τα οποία κινούνται με ταχύτητα u (εξαιτίας της κίνησης του αγωγού στην οποία συμμετέχουν). Με την επίδραση των δυνάμεων αυτών θα κινηθούν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, αλλά όχι τα αντίστοιχα πρωτόνια, τα οποία δεν έχουν τη δυνατότητα να κινηθούν, αφού βρίσκονται στους πυρήνες των ιόντων. Συνεπώς η ΗΕΔ θα αναπτυχθεί εξαιτίας των δυνάμεων που ασκούνται στα ελεύθερα ηλεκτρόνια (και όχι στα θετικά ιόντα), τα οποία μετακινούνται με φορά από το Α προς το Γ.



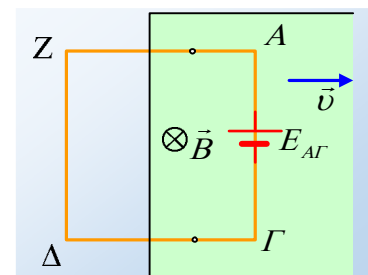
Η πρόταση λοιπόν είναι λανθασμένη.

- ii) Προφανώς και στα ελεύθερα ηλεκτρόνια στο τμήμα της ΖΑ που είναι μέσα στο πεδίο, ασκούνται δυνάμεις Lorentz (στο παραπάνω σχήμα έχει σημειωθεί η δύναμη σε ένα αρνητικό φορτίο $-q$), αλλά τα ηλεκτρόνια αυτά συσσωρεύονται στην κάτω πλευρά του αγωγού και όχι προς το άκρο Α ή το Ζ. Η πρόταση λοιπόν είναι λάθος.

- iii) Η πρόταση είναι επίσης λανθασμένη. Στην πλευρά ΑΓ αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή $E_{ΑΓ}=Bu\ell$, αλλά η τάση στα άκρα της είναι:

$$V_{ΑΓ}=E-Ir$$

όπου r η αντίσταση της πλευράς ΑΓ.



Όμως για την αντίσταση του πλαισίου, ισχύει:

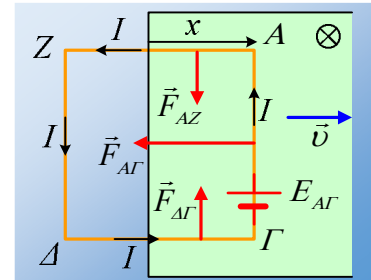
$$R = \rho \frac{4\ell}{S} \text{ ενώ η αντίστοιχη αντίσταση της πλευράς } \Gamma\Delta \text{ είναι } r = \rho \frac{\ell}{S} = \frac{1}{4}R, \text{ οπότε:}$$

$$V_{\Delta\Gamma} = E - Ir = E - \frac{E}{R}r = E - \frac{E}{R} \cdot \frac{R}{4} = \frac{3}{4}E = \frac{3}{4}Bv\ell$$

iv) Δύναμη Laplace ασκείται από το μαγνητικό πεδίο σε έναν αγωγό όταν διαρρέεται από ρεύμα. Εδώ λοιπόν θα ασκείται δύναμη σε μια του πλαισίου, όταν αυτό διαρρέεται από ρεύμα (ανεξάρτητα την αιτία του ρεύματος) και όχι επειδή κινείται.

Και αυτή η πρόταση είναι λανθασμένη.

v) Δύναμη Laplace ασκείται σε κάθε αγωγό που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο. Συνεπώς και στα τμήματα των πλευρών ΖΑ και ΔΓ που βρίσκονται μέσα στο πεδίο, ασκούνται δυνάμεις Laplace, όπως στο σχήμα. Για τα μέτρα τους όμως έχουμε $F_{AZ} = F_{\Gamma\Delta} = BIx$, όπου x το μήκος των πλευρών που βρίσκονται μέσα στο πεδίο. Αλλά τότε η συνισταμένη των δυνάμεων αυτών είναι μηδενική,



οπότε τελικά η συνολική δύναμη, η οποία ασκείται στο πλαίσιο από το πεδίο, είναι αυτή που ασκείται στην πλευρά ΑΓ. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι δυο παραπάνω δυνάμεις ασκούνται στο μέσον του τμήματος x που είναι μέσα στο πεδίο, συνεπώς είναι συγγραμμικές με μηδενική ροπή ως προς οποιοδήποτε σημείο.

vi) Παραπάνω εξηγήθηκε γιατί οι δυνάμεις Lorentz στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του τμήματος της πλευράς ΔΓ, που βρίσκεται μέσα στο πεδίο, τα μεταφέρουν στα πλευρικά τοιχώματα και όχι στο άκρο Δ ή στο άκρο Γ της πλευράς. Αλλά τότε η ΗΕΔ από επαγωγή στην πλευρά αυτή θα είναι μηδενική. Αντίθετα η πλευρά διαρρέεται από ρεύμα, με φορά από το Δ προς το Γ, συνεπώς η τάση στα άκρα της είναι:

$$V_{\Delta\Gamma} = IR_{\Delta\Gamma} = \frac{E}{R}R_{\Delta\Gamma} = \frac{E}{R} \cdot \frac{R}{4} = \frac{1}{4}Bv\ell$$

Έτσι έχουμε και μια σωστή πρόταση!!!

dmargaris@gmail.com