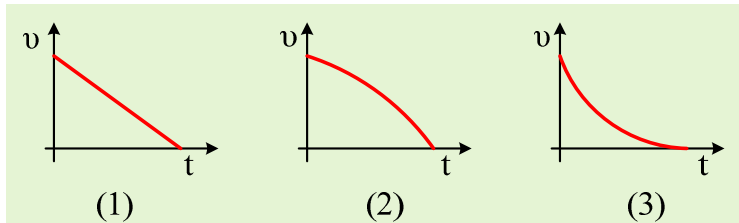
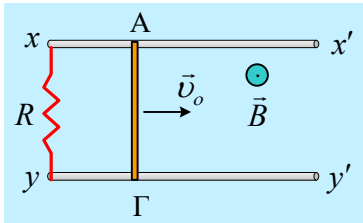


Τρεις ερωτήσεις στην εκτόξευση αγωγού

Ερώτηση 1^η :

Ο αγωγός ΑΓ εκτοξεύεται οριζόντια με αρχική ταχύτητα v_0 σε επαφή με τους οριζόντιους παράλληλους αγωγούς xx' και yy' , με αμελητέα αντίσταση, ενώ στο χώρο επικρατεί κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, όπως στο σχήμα.

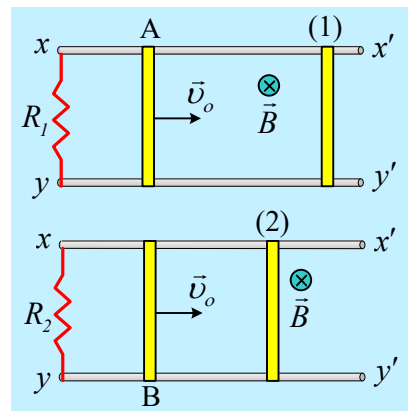


- i) Να εξηγήσετε γιατί ο αγωγός ΑΓ θα επιβραδυνθεί και μετά από λίγο θα σταματήσει.
- ii) Αν α_0 το μέτρο της επιτάχυνσης του αγωγού τη στιγμή της εκτόξευσης και α_1 το αντίστοιχο μέτρο της επιτάχυνσης, μια επόμενη χρονική στιγμή t_1 , να αποδείξετε ότι $\alpha_0 > \alpha_1$.
- iii) Ποιο από τα τρία διπλανά παραπάνω διαγράμματα παριστάνει την ταχύτητα του αγωγού σε συνάρτηση με το χρόνο:

Ερώτηση 2^η :

Δυο όμοιοι αγωγοί Α και Β εκτοξεύονται οριζόντια με την ίδια αρχική ταχύτητα, σε επαφή με τους οριζόντιους παράλληλους αγωγούς xx' και yy' , με αμελητέα αντίσταση, ενώ στο χώρο επικρατεί κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, όπως στο σχήμα. Ο πρώτος αγωγός Α, σταματά στην θέση (1), ενώ ο Β στην θέση (2). Για τις αντιστάσεις R_1 και R_2 , οι οποίες συνδέουν τα άκρα x και y των παραλλήλων αγωγών, ισχύει:

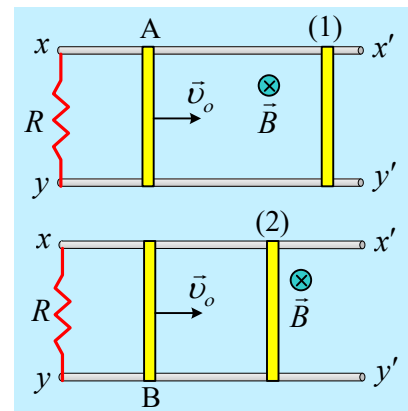
α) $R_1 < R_2$, β) $R_1 = R_2$, γ) $R_1 > R_2$.



Ερώτηση 3^η :

Δυο αγωγοί Α και Β με το ίδιο μήκος και χωρίς αντίσταση, εκτοξεύονται οριζόντια με την ίδια αρχική ταχύτητα, σε επαφή με τους οριζόντιους παράλληλους αγωγούς xx' και yy' , με αμελητέα αντίσταση, ενώ στο χώρο επικρατεί κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, όπως στο σχήμα. Ο πρώτος αγωγός Α, σταματά στην θέση (1), ενώ ο Β στην θέση (2). Για τις μάζες των δύο αγωγών Α και Β, ισχύει:

α) $m_1 < m_2$, β) $m_1 = m_2$, γ) $m_1 > m_2$.

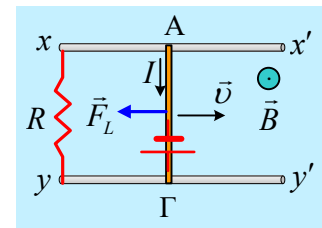


Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας στις παραπάνω ερωτήσεις.

Απάντηση:

Ερώτηση 1^η :

i) Μόλις ο αγωγός εκτοξευθεί μέσα στο μαγνητικό πεδίο, αναπτύσσεται πάνω του μια ΗΕΔ από επαγωγή, με πολικότητα όπως στο σχήμα. Αλλά τότε το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης με φορά από το Α στο Γ:



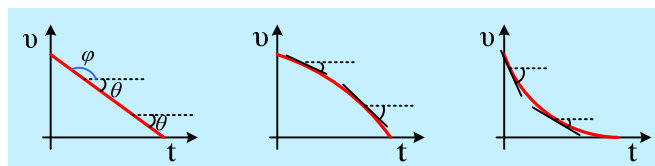
$$I = \frac{E_{\epsilon\pi}}{R} = \frac{Bvl}{R}$$

Το αποτέλεσμα είναι στον ΑΓ να ασκηθεί δύναμη Laplace με κατεύθυνση αντίθετη της ταχύτητας, η οποία θα προκαλέσει επιτάχυνση της ίδιας φοράς, εξαιτίας της οποίας ο αγωγός επιβραδύνεται, μέχρι να σταματήσει.

$$F_L = ma \rightarrow a = \frac{F_L}{m} = \frac{BIl}{m} = \frac{B^2 l^2}{mR} v \quad (1)$$

ii) Από την παραπάνω εξίσωση (1) προκύπτει ότι το μέτρο της επιτάχυνσης του αγωγού είναι ανάλογο της ταχύτητάς του. Αλλά αφού η ταχύτητα μειώνεται, λόγω επιβραδυνόμενης κίνησης, θα μειώνεται και το μέτρο της επιτάχυνσης.

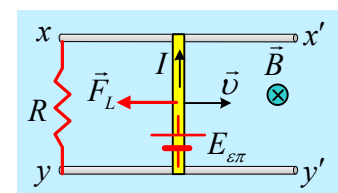
iii) Στο διάγραμμα v-t, η κλίση μας δίνει την επιτάχυνση του αγωγού. Με βάση τα προηγούμενα η κλίση αυτή μειώνεται ανάλογα με την ταχύτητα του αγωγού. Από τα διαγράμματα που μας δίνονται, στο πρώτο η κλίση (εφθ) είναι σταθερή, στο δεύτερο η κλίση αυξάνει, καθώς μειώνεται με το χρόνο, ενώ στο τρίτο διάγραμμα έχουμε μείωση της κλίσης καθώς μειώνεται η ταχύτητα. Άρα το τρίτο διάγραμμα είναι το σωστό.



Σημείωση: Η κλίση π.χ. στο πρώτο διάγραμμα, εκφράζεται μέσω της εφαπτομένης της γωνίας φ, ενώ στα παραπάνω σχήματα έχουν σημειωθεί η παραπληρωματική της γωνία θ. Αυτό γίνεται για δύο λόγους. Πρώτον γιατί αν μας ενδιαφέρει το μέτρο της επιτάχυνσης μας ενδιαφέρει η απόλυτη τιμή της εφθ, η οποία είναι ίση με την εφθ. Ο δεύτερος λόγος, είναι πιο εύκολη η σύγκριση των γωνιών όταν αυτές είναι οξείες, όπου για δύο γωνίες $\theta_1 < \theta_2$ ισχύει και $\epsilon\phi\theta_1 < \epsilon\phi\theta_2$.

Ερώτηση 2^η :

Στο διπλανό σχήμα έχουν σημειωθεί η ΗΕΔ από επαγωγή, η ένταση του ρεύματος και η δύναμη Laplace που ασκείται στον κινούμενο αγωγό, σύμφωνα με όσα διατυπώθηκαν και παραπάνω στην 1^η ερώτηση. Με βάση την εξίσωση (1)



$$a = \frac{B^2 l^2}{mR} v$$

Η επιβράδυνση του αγωγού είναι αντιστρόφως ανάλογη της αντίστασης, η οποία συνδέεται στα άκρα x και y.

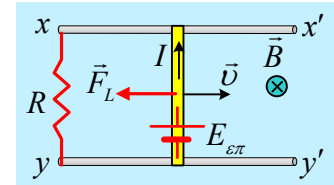
Αλλά όσο μεγαλύτερη επιβράδυνση αποκτά ο αγωγός, τόσο πιο σύντομα θα σταματήσει και τότε θα έχει διανύσει και μικρότερο διάστημα. Συνεπώς όταν $R_1 > R_2$, ο αγωγός Α θα αποκτήσει μικρότερη επιτάχυνση και θα διανύσει μεγαλύτερη απόσταση, μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά του και να ακινητοποιηθεί.

Σωστό το γ).

Ερώτηση 3^η:

Με την ίδια λογική όπως και στη 2^η ερώτηση, για την επιτάχυνση έχουμε:

$$a = \frac{B^2 l^2}{mR} v$$



Η επιβράδυνση του αγωγού είναι αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του κινούμενου αγωγού. Αλλά και πάλι όσο μεγαλύτερη επιβράδυνση αποκτά ο αγωγός τόσο πιο σύντομα θα σταματήσει και τότε θα έχει διανύσει και μικρότερο διάστημα. Συνεπώς όταν $m_1 > m_2$, ο αγωγός Α θα αποκτήσει μικρότερη επιτάχυνση και θα διανύσει μεγαλύτερη απόσταση, μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά του και να ακινητοποιηθεί. Σωστό ξανά το γ).

Σχόλιο:

Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι στην 2^η ερώτηση μεγαλύτερη αντίσταση, σημαίνει μικρότερη ένταση ρεύματος και μικρότερη δύναμη Laplace, η οποία επιβραδύνει τον αγωγό.

Στην 3^η ερώτηση, έχουμε την ίδια ΗΕΔ και στους δυο αγωγούς, ίδια ένταση ρεύματος και ίδια δύναμη Laplace. Η διαφορετική απόσταση που διανύει ο αγωγός εξαρτάται από την μάζα του (την αδράνεια που προβάλλει ο ίδιος ο αγωγός).

dmargaris@gmail.com