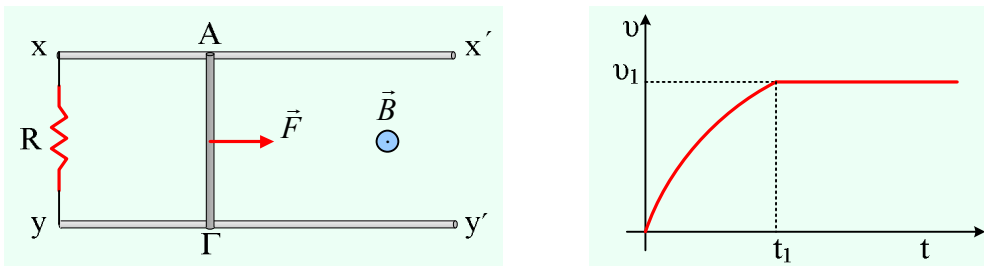


Όταν αλλάζει το μέτρο της δύναμης

Ο αγωγός ΑΓ του σχήματος, μήκους l , ηρεμεί σε οριζόντια θέση, σε επαφή με δύο παράλληλους στύλους $x x'$ και $y y'$, οι οποίοι δεν παρουσιάζουν αντίσταση. Οι στύλοι ορίζουν ένα οριζόντιο επίπεδο και το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B . Ο αγωγός ξεκινά από την ηρεμία και κινείται με την επίδραση μιας οριζόντιας δύναμης F , σταθερού μέτρου F_1 , ενώ μετά από λίγο τη στιγμή t_1 , το μέτρο της δύναμης αλλάζει. Στο διάγραμμα δεξιά, δίνεται η ταχύτητα του αγωγού ΑΓ σε συνάρτηση με το χρόνο.



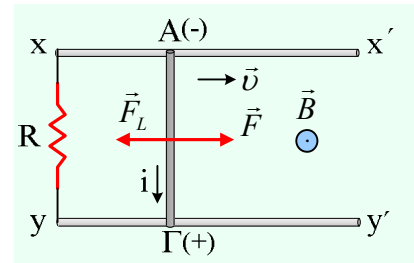
- i) Να αποδείξετε ότι στο χρονικό διάστημα $t > t_1$ η ασκούμενη δύναμη F έχει σταθερό μέτρο F_2 .
 ii) Για το μέτρο F_1 της δύναμης F πριν τη στιγμή t_1 και F_2 μετά την παραπάνω στιγμή, ισχύει:

α) $F_1 < F_2$, β) $F_1 = F_2$, γ) $F_1 > F_2$.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Απάντηση:

Μόλις ο αγωγός κινηθεί προς τα δεξιά, εμφανίζεται πάνω του μια ΗΕΔ από επαγωγή $E=Bvl$, με θετικό πόλο το άκρο Γ, εξαιτίας της οποίας ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης i , με φορά από το Α στο Γ, όπως στο διπλανό σχήμα. Αλλά τότε στον αγωγό ασκείται δύναμη Laplace από το μαγνητικό πεδίο, μέτρου $F_L=Bi l$, αντίθετης κατεύθυνσης, από την ασκούμενη δύναμη F .



- i) Με βάση το διάγραμμα $v-t$, η ταχύτητα του αγωγού ΑΓ για $t > t_1$ παραμένει σταθερή. Αλλά τότε:

$$\Sigma \vec{F} = 0 \rightarrow F_2 - F_L = 0 \rightarrow F_2 = F_L = BI_1 l \rightarrow$$

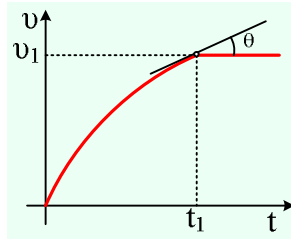
$$F_2 = B \frac{Bv_1 l}{R} l = \frac{B^2 l^2}{R} v_1 = st$$

- ii) Στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq t_1$ ο αγωγός επιταχύνεται, οπότε από τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα παίρνουμε:

$$\Sigma \vec{F} = 0 \rightarrow F_1 - F_L = ma \rightarrow F_1 = F_L + ma \xrightarrow{t=t_1} \rightarrow$$

$$F_1 = BI_1 l + ma = \frac{B^2 l^2}{R} v_1 + ma \quad (1)$$

Αν πάρουμε το διάγραμμα $v-t$ και φέρουμε την εφαπτόμενη στο διάγραμμα για μια στιγμή, ελάχιστα πριν αλλάξει το μέτρο της ασκούμενης δύναμης, θα πάρουμε το παρακάτω σχήμα.



Η κλίση της παραπάνω καμπύλης μας δίνει την επιτάχυνση του αγωγού τη στιγμή t_1 , όπου $\theta > 0$, συνεπώς και $\epsilon_{\theta} > 0$ άρα και η επιτάχυνση του αγωγού $\Delta\Gamma$ είναι θετική. Τότε όμως από την εξίσωση (1):

$$F_1 = \frac{B^2 l^2}{R} v_1 + ma > \frac{B^2 l^2}{R} v_1 \rightarrow$$

$$F_1 > F_2$$

Σωστό το γ).

dmargaris@gmail.com