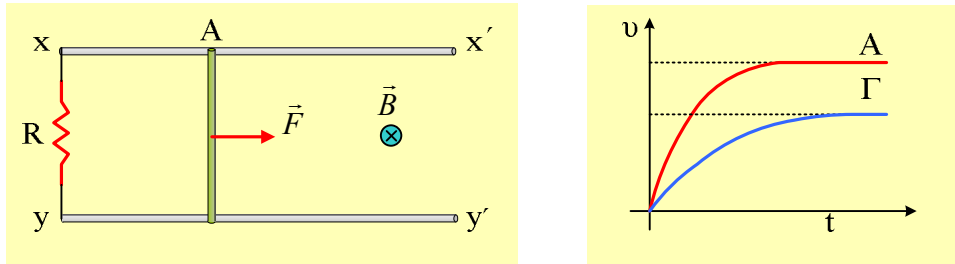


## Δύο αγωγοί επιταχύνονται από την ίδια δύναμη

Ο αγωγός A του σχήματος, μάζας  $m_1$  με αντίσταση  $R_1$ , σύρεται οριζόντια σε επαφή με δύο παράλληλους στύλους  $xx'$  και  $yy'$ , χωρίς τριβές. Οι στύλοι ορίζουν ένα οριζόντιο επίπεδο και δεν εμφανίζουν αντίσταση. Ο αγωγός ξεκινά από την ηρεμία και κινείται με την επίδραση σταθερής οριζόντιας δύναμης  $F$ , όπως στο σχήμα (σε κάτοψη). Τα άκρα  $x$  και  $y$  των δύο στύλων συνδέονται με αντίσταση  $R$ , ενώ στο χώρο υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στο επίπεδο κίνησης του αγωγού.



Σε μια επανάληψη του ίδιου πειράματος ο αγωγός A αντικαθίσταται από αγωγό  $\Gamma$ , μάζας  $m_2$  και αντίστασης  $R_2$ . Στο ίδιο σύστημα αξόνων  $v$ - $t$ , χαράσσουμε τις γραφικές παραστάσεις της ταχύτητας των δύο αγωγών A και  $\Gamma$  σε συνάρτηση με το χρόνο, παίρνοντας τις καμπύλες, που φαίνονται στο διπλανό σχήμα.

i) Για τις αντιστάσεις των αγωγών A και  $\Gamma$  ισχύει:

$$\alpha) R_1 < R_2, \quad \beta) R_1 = R_2, \quad \gamma) R_1 > R_2.$$

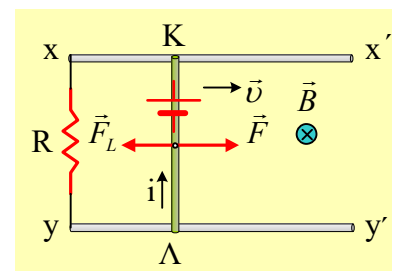
ii) Για τις μάζες των αγωγών A και  $\Gamma$  ισχύει:

$$\alpha) m_1 < m_2, \quad \beta) m_1 = m_2, \quad \gamma) m_1 > m_2.$$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

### Απάντηση:

Μόλις ο αγωγός κινηθεί προς τα δεξιά, εμφανίζεται πάνω του μια ΗΕΔ, από επαγωγή  $\mathcal{E} = Bvl$ , με πολικότητα όπως στο διπλανό σχήμα, εξαιτίας της οποίας ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $i$ , με φορά από το  $\Lambda$  στο  $K$ . Αλλά τότε στον αγωγό ασκείται δύναμη Laplace από το μαγνητικό πεδίο, μέτρου  $F_L = Bil$ , αντίθετης κατεύθυνσης, από την ασκούμενη δύναμη  $F$ .



i) Αν ο κινούμενος αγωγός έχει εσωτερική αντίσταση  $r$ , αποκτά οριακή ταχύτητα, όταν η συνισταμένη δύναμη είναι μηδενική, οπότε:

$$\begin{aligned} \Sigma \vec{F} = 0 &\rightarrow F = F_L = BIL = B \frac{Bvl}{R+r} l = \frac{B^2 l^2}{R+r} v_{op} \rightarrow \\ R+r &= \frac{B^2 l^2}{F} v_{op} \rightarrow \\ r &= \frac{B^2 l^2}{F} v_{op} - R \end{aligned}$$

Από την παραπάνω εξίσωση προκύπτει ότι ο αγωγός που τελικά αποκτά μεγαλύτερη οριακή ταχύτητα, παρουσιάζει και μεγαλύτερη αντίσταση. Με βάση το διάγραμμα ο αγωγός A αποκτά μεγαλύτερη οριακή

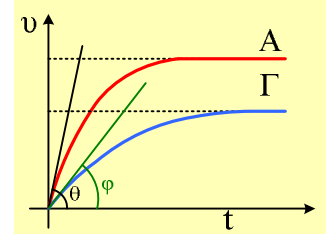
ταχύτητα, άρα έχει και μεγαλύτερη αντίσταση. Σωστό το γ)  $R_1 > R_2$ .

- ii) Αν εφαρμόσουμε τον θεμελιώδη νόμο της δυναμικής τη στιγμή που ο αγωγός ξεκινά ( $v=0$ ), οπότε και  $E=0$  και δεν ασκείται στον αγωγό δύναμη Laplace, θα πάρουμε:

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \rightarrow F = ma \quad (1)$$

Αλλά στο διάγραμμα  $v-t$  για ένα κινούμενο σώμα, η κλίση μας δίνει την επιτάχυνση του σώματος. Έτσι αν φέρουμε τις εφαπτόμενες στις δύο καμπύλες για  $t=0$ , θα σχηματισθούν οι γωνίες  $\theta$  και  $\varphi$ , όπως στο διπλανό σχήμα, όπου  $\theta > \varphi$ , συνεπώς ο αγωγός A έχει μεγαλύτερη αρχική επιτάχυνση από τον αγωγό Γ. Πράγμα που σημαίνει ότι έχει μικρότερη μάζα, λόγω της σχέσης (1).

Σωστό το α)  $m_1 < m_2$ .



[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)