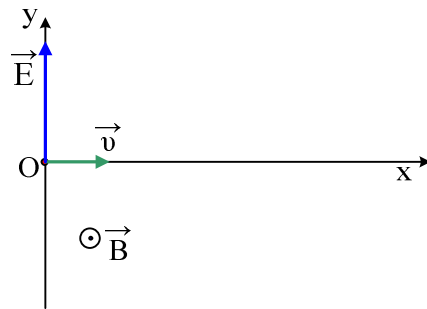
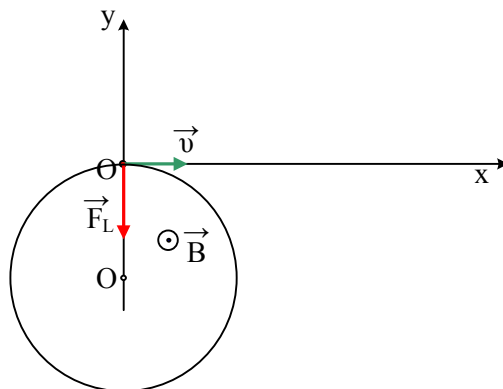


## Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε ΟΗΠ και ΟΜΠ.

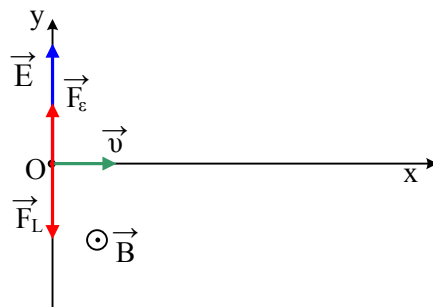
Έστω ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο το οποίο εκτοξεύεται με ταχύτητα  $v$ , κάθετα στις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου, ενώ ταυτόχρονα στο χώρο υπάρχει και ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο με ένταση  $E$  κάθετη και στην ένταση  $B$  του ΟΜΠ αλλά και στην ταχύτητα  $v$ , όπως στο σχήμα.



Αν δεν υπήρχε το ηλεκτρικό πεδίο, το σωματίδιο θα εκτελούσε ομαλή κυκλική κίνηση ακτίνας  $R = mv/Bq$ , στο επίπεδο του χαρτιού  $xy$  κέντρου  $O$ , όπως στο σχήμα.



Αφού υπάρχει όμως και το ηλεκτρικό πεδίο, οι δυνάμεις που ασκούνται πάνω του φαίνονται στο σχήμα.

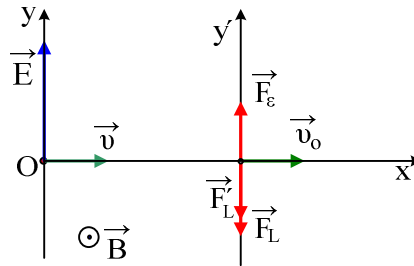


Έτσι ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα μας δίνει:

$$m \frac{dv}{dt} = q \vec{E} + q \vec{v} \times \vec{B} \quad (1)$$

Τι κίνηση πραγματοποιεί;

Έστω ένα νέο σύστημα αναφοράς  $xy'z$  το οποίο κινείται με ταχύτητα  $v_0 = E/B$  στη διεύθυνση του άξονα  $x$ , όπως στο σχήμα.



Η ταχύτητα του σωματιδίου ως προς αυτό το σύστημα είναι  $v'$ , οπότε για την ταχύτητα  $v$  ισχύει:

$$v = v_0 + v'$$

$$\text{οπότε και } \frac{dv}{dt} = \frac{dv_0}{dt} + \frac{dv'}{dt}$$

$$\text{ή } \frac{dv}{dt} = \frac{dv'}{dt}$$

και η σχέση (1) για το νέο σύστημα αναφοράς μας γίνεται:

$$m \frac{dv'}{dt} = q \vec{E} + q \vec{v}' \times \vec{B} + q v_0 \times \vec{B}$$

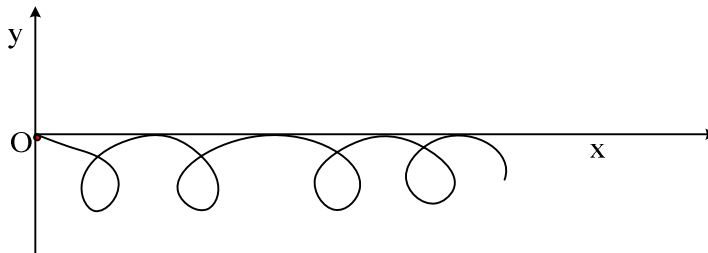
Ο πρώτος προσθετέος είναι η δύναμη  $F_E$  από το ηλεκτρικό πεδίο, ο δεύτερος η δύναμη Lorentz για την κίνηση στο ΟΜΠ, ενώ ο τρίτος είναι η δύναμη  $F_L'$ , Lorentz εξαιτίας της ταχύτητας  $v_0$ . Αλλά  $F_L' = q v_0 \times B = q \cdot (E/B) \cdot B = q \cdot E$  με φορά προς τα κάτω (βλέπε σχήμα) συνεπώς εξουδετερώνει τη δύναμη του ηλεκτρικού πεδίου. Άρα:

$$m \frac{dv'}{dt} = q \vec{v}' \times \vec{B}$$

Βλέπουμε δηλαδή ότι ως προς το κινούμενο σύστημα αναφοράς  $xy'z$  η κίνηση γίνεται σαν να μην υπάρχει το ηλεκτρικό πεδίο και η κίνησή του είναι μια ομαλή κυκλική κίνηση:

$$\text{ακτίνας } R = mv'/qB \text{ και περιόδου } T = 2\pi m/qB$$

Σε σχέση με το ακίνητο σύστημα αναφοράς μας  $xyz$  ο κύκλος αυτός κινείται πάνω στον άξονα  $x$  με ταχύτητα  $v_0$ , με αποτέλεσμα η τροχιά του να είναι της μορφής του παρακάτω σχήματος.



Αν  $v_0 = \omega \cdot R$ , τότε προκύπτει η γνωστή μας κυκλοειδής τροχιά που πραγματοποιεί ένα σημείο

ενός τροχού που κυλίνεται!!!!

**Προσοχή λοιπόν στο «παράδοξο»:**

Ενώ από το ηλεκτρικό πεδίο ασκείται δύναμη στον άξονα  $y$  και αν κάποιος εφάρμοζε τυπικά την αρχή της επαλληλίας, θα έβγαζε ότι ο κύκλος μετακινείται επιταχυνόμενος στον άξονα  $y$ , η αλήθεια είναι ότι η κίνηση είναι ένας κύκλος που μεταφέρεται με σταθερή ταχύτητα στον άξονα  $x$ !!!!

Είπατε τίποτα για την αρχή της επαλληλίας;;;

Και ένα δεύτερο συμπέρασμα, με περισσότερη Φυσική αξία:

Ένας ακίνητος παρατηρητής ανιχνεύει και ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο κατά την κίνηση του φορτίου. Ένας κινούμενος παρατηρητής «βλέπει» μόνο το μαγνητικό.

Άρα το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο εξαρτώνται από τη σχετική κίνηση του παρατηρητή.

[dmargaris@sch.gr](mailto:dmargaris@sch.gr)