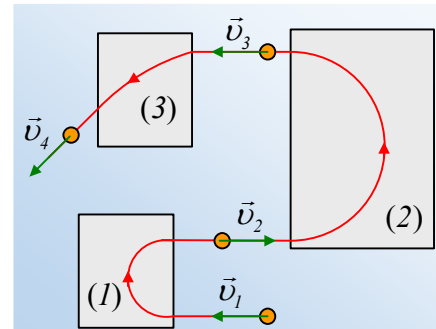


## Ένα Θέμα από test του 2007

Ένα πρωτόνιο περνά από 3 ομογενή πεδία, κινούμενο κάθετα στις δυναμικές γραμμές τους, όπως στο σχήμα. Το ένα πεδίο είναι ηλεκτρικό και τα άλλα δύο μαγνητικά.



- i) Σχεδιάστε τις δυναμικές γραμμές των τριών πεδίων, αν η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι κάθετη στην ταχύτητα εισόδου στο πεδίο του πρωτονίου.
- α) Ποιο μαγνητικό πεδίο έχει μεγαλύτερη ένταση;
- β) Σε ποιο μαγνητικό πεδίο το πρωτόνιο κινείται περισσότερο χρόνο;
- γ) Να συγκρίνετε τα μέτρα των ταχυτήτων  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$  και  $v_4$ .

Να δικαιολογήσετε τις παραπάνω ερωτήσεις.

- ii) Να χαρακτηρίσετε σαν σωστές ή λαθεμένες τις παρακάτω προτάσεις:
- α) Μεγαλύτερη δύναμη δέχεται το σωματίδιο από το (2) πεδίο, παρά από το (1).
- β) Το έργο της δύναμης που δέχεται το σωματίδιο από το πρώτο πεδίο είναι θετικό.
- γ) Η δύναμη που δέχεται το σωματίδιο από το δεύτερο πεδίο είναι σταθερή.
- δ) Στο τρίτο πεδίο το σωματίδιο έχει σταθερή επιτάχυνση.
- ε) Το σωματίδιο δεν επιταχύνεται όταν βρίσκεται στο πρώτο πεδίο.

## Απάντηση:

- i) Στα πεδία (1) και (2) το πρωτόνιο εκτελεί κυκλική κίνηση (από ένα ημικύκλιο...), πράγμα που σημαίνει ότι τα πεδία είναι μαγνητικά, σε αντίθεση με το πεδίο (3) όπου μένει να είναι ηλεκτροστατικό. Στο σχήμα έχουν σημειωθεί οι δυνάμεις που ασκούνται στο πρωτόνιο και στα τρία πεδία, οπότε στο μεν ηλεκτρικό πεδίο η ένταση έχει την κατεύθυνση της δύναμης, ενώ στα δύο μαγνητικά, με βάση τον κανόνα των τριών δακτύλων και αφού σχεδιάσουμε τις δυνάμεις Laplace να κατευθύνονται προς τα κέντρα των δύο κυκλικών τροχιών, βρίσκουμε την ένταση  $B_1$  να είναι κάθετη στο επίπεδο της σελίδας με φορά προς τα έξω, ενώ η ένταση  $B_2$  έχει φορά προς τα μέσα.
- α) Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του πρωτονίου δίνεται από την εξίσωση:

$$R = \frac{mv}{Bq}$$

Αλλά στην ομαλή κυκλική κίνηση που εκτελεί το πρωτόνιο μέσα στο (1) πεδίο, δεν μεταβάλλεται το μέτρο της ταχύτητας, οπότε στα δύο μαγνητικά πεδία το πρωτόνιο έχει το ίδιο μέτρο ταχύτητας. Αλλά τότε η ακτίνα σε κάθε πεδίο είναι αντιστρόφως ανάλογη της έντασης με αποτέλεσμα στο πεδίο (1) που

η ακτίνα είναι μικρότερη το πεδίο να είναι ισχυρότερο. Δηλαδή  $B_1 > B_2$ .

β) Σε κάθε μαγνητικό πεδίο το πρωτόνιο παραμένει για χρονικό διάστημα, ίσο με την μισή περίοδο:

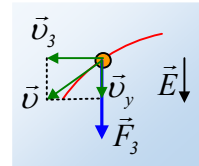
$$t = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi m}{Bq} = \frac{\pi m}{Bq}$$

Οπότε στο πεδίο (1) με την μεγαλύτερη ένταση θα κινηθεί για μικρότερο χρονικό διάστημα και  $t_1 < t_2$ .

γ) Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, στα μαγνητικά πεδία δεν μεταβάλλεται το μέτρο της ταχύτητας του πρωτονίου, οπότε για τα μέτρα των ταχυτήτων θα έχουμε:

$$v_1 = v_2 = v_3.$$

Αντίθετα στο ηλεκτρικό πεδίο το σωματίδιο εκτελεί παραβολική τροχιά, όπου στην κατεύθυνση της έντασης του πεδίου, το πρωτόνιο επιταχύνεται αυξάνοντας το μέτρο της ταχύτητας  $v_y$ , συνεπώς αυξάνοντας και το συνολικό μέτρο της ταχύτητάς του  $v$  και τελικά θα εξέλθει με ταχύτητα  $v_4 > v_3$ .



ii) Το μέτρο της δύναμης Laplace δίνεται από την εξίσωση  $F=Bvq$  και για τα δύο μαγνητικά πεδία, ενώ η δύναμη είναι συνεχώς κάθετη στην ταχύτητα, άρα μεταβάλλεται η κατεύθυνσή της, ενώ δεν παράγει έργο. Αντίθετα στο ηλεκτρικό πεδίο έχουμε σταθερή δύναμη η οποία προσδίδει στο πρωτόνιο σταθερή επιτάχυνση, οπότε θα έχουμε:

α) Μεγαλύτερη δύναμη δέχεται το σωματίδιο από το (1) πεδίο, παρά από το πεδίο (2). (Σ)

β) Το έργο της δύναμης που δέχεται το σωματίδιο από το πρώτο πεδίο είναι θετικό. (Α)

γ) Η δύναμη που δέχεται το σωματίδιο από το δεύτερο πεδίο είναι σταθερή. (Α)

δ) Στο τρίτο πεδίο το σωματίδιο έχει σταθερή επιτάχυνση. (Σ)

ε) Το σωματίδιο έχει επιτάχυνση όταν βρίσκεται στο πρώτο πεδίο. (Σ)

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