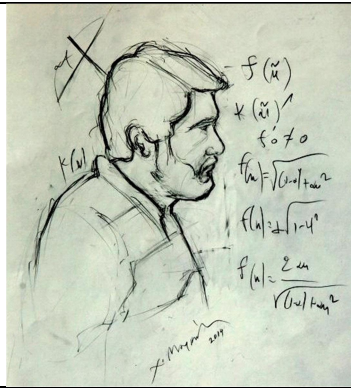
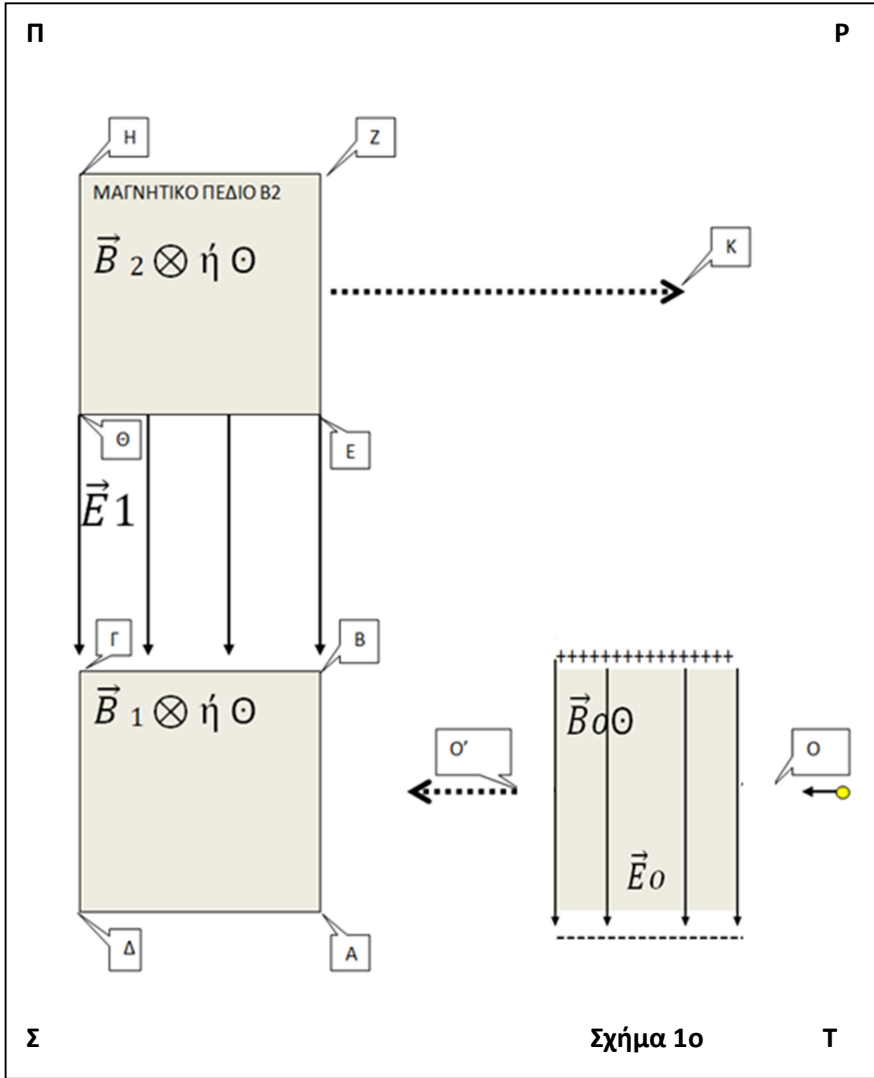


<p style="text-align: center;"><b>Σύλλογος Θετικών Επιστημόνων Δράμας</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Διαγωνισμός στη μνήμη του καθηγητή: Βασίλη Ξανθόπουλου</b></p>
	<p style="text-align: center;"><b>Φυσική: Τάξη: Γ'</b> <b>Δράμα 26 ΜΑΡΤΙΟΥ 2023</b></p>

**ΘΕΜΑ .**

Δέσμη πρωτονίων  $m_p$  εκπέμπονται με διαφορετικές ταχύτητες από το σημείο Ο και εισέρχονται κάθετα σε περιοχή όπου υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό  $\vec{E}_0$  και μαγνητικό πεδίο  $\vec{B}_0$ , όπως φαίνεται στο διπλανό Σχήμα 1ο.

Τα πρωτόνια που εξέρχονται από το σημείο Ο', εισέρχονται κάθετα στο μέσο της πλευράς ΑΒ σε περιοχή με μαγνητικό πεδίο  $\vec{B}_1$ , από όπου εκτρέπονται από την πορεία τους και εξέρχονται από το μέσο της πλευράς ΒΓ παράλληλα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου  $\vec{E}_1$ . Στη συνέχεια εισέρχονται κάθετα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο  $\vec{B}_2$  και εξέρχονται με κατεύθυνση το σημείο Κ. Δίνεται:



Σχήμα 1ο

Μάζα πρωτονίου: $m_p=1.6 \cdot 10^{-27}$ kg	φορτίο ηλεκτρονίου (απόλυτη τιμή) $e=1.6 \cdot 10^{-19}$ C	$E_0= 200$ V/m,	$B_0=1 \cdot 10^{-2}$ T.
(AB)=(BΓ)=(ΓΔ)=(ΓΑ)=40cm (EZ)=(ZH)=(ΗΘ)=(ΘΕ)=40cm	(EB)=(ΘΓ)=0,5m	$ \vec{B}2  = 0,5 \cdot 10^{-3}$ T	

Α) Να καθορίσετε την κατεύθυνση και το μέτρο του μαγνητικού πεδίου  $\vec{B}1$ , ώστε τα πρωτόνια να εξέρχονται από το μέσο της πλευράς ΓΒ.

Β) Να καθορίσετε το μέτρο του ηλεκτρικού πεδίου  $\vec{E}1$  και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου  $\vec{B}2$ , ώστε τα πρωτόνια να εξέρχονται από το μέσο της πλευράς ΖΕ κάθετα στη πλευρά ΖΕ.

Γ) Εάν  $t_1$  είναι ο χρόνος παραμονής του πρωτονίου στο πεδίο  $\vec{B}1$ . Να υπολογίσετε την μεταβολή της ορμής του πρωτονίου σε χρόνο  $\Delta t=(2t_1)/3$  μετά την είσοδο στο πεδίο  $\vec{B}1$ .

Δ) Καθώς τα πρωτόνια εξέρχονται με κατεύθυνση κάθετη στην πλευρά ΖΕ, συγκρούονται στη **θέση Κ** ελαστικά και μετωπικά με ακίνητο πυρήνα μάζας Μ. Εάν το ποσοστό απώλειας κινητικής ενέργειας των πρωτονίων είναι 64%, να υπολογιστεί ο λόγος  $\frac{M}{m_p}$ .

ΣΤ) Προσδιορίστε το μέτρο και την διεύθυνση της ορμής του πρωτονίου, όταν εξέλθει από το πλαίσιο (ΠΡΣΤ).

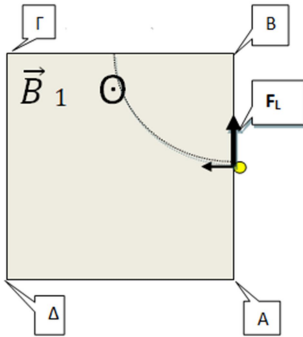
**(ΟΛΑ ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΙΝΑΙ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ, ΣΥΝΟΛΟ:20 ΜΟΝΑΔΕΣ)**

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!!!!

### ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΛΥΣΗ

A) Για τα πρωτόνια που εξέρχονται από το φίλτρο ταχυτήτων ισχύει

$$v = \frac{E_0}{B_0} = \frac{200}{10^{-2}} T = 2 \cdot 10^4 m/s.$$



Για να εξέρχονται από το μέσο της ΓΒ πλευρά πρέπει:

$$\frac{(rB)}{2} = \frac{m_p \cdot v}{B_1 e} = 0.2m \rightarrow B_1 = 10^{-3} T$$

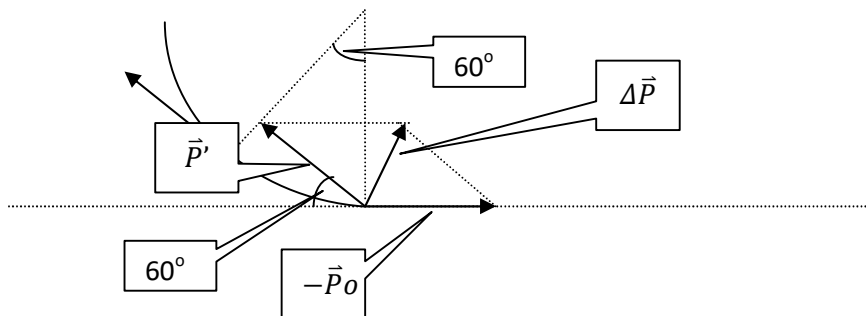
B)

Εφόσον  $|\vec{B}_2| = 0,5 \cdot 10^{-3} T$  και  $\frac{(ZE)}{2} = \frac{m_p \cdot v'}{B_2 e} \rightarrow v' = 10^4 m/s$

Το ηλεκτρικό πεδίο  $\vec{E}_1$  επιβραδύνει τα πρωτόνια και ισχύει:

$$-qV = \frac{1}{2} m_p v'^2 - \frac{1}{2} m_p v^2 \rightarrow V = 1.5V \rightarrow |\vec{E}_1| = 3V/m$$

Γ) Ο χρόνος παραμονής στο πεδίο  $\vec{B}_1$  είναι το  $\frac{1}{4}$  της περιόδου της ομαλής κυκλικής κίνησης που διαγράφει το πρωτόνιο, επομένως στο διάστημα  $\Delta t = (2t_1)/3 = T_1/6$  έχει διαγράψει γωνία  $\phi = (360^\circ / 6) = 60^\circ$  και σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα είναι:  $|\Delta \vec{P}| = |\vec{P}_0| = 3,2 \cdot 10^{-23} kg \cdot m/s$  και γωνία  $60^\circ$  με την οριζόντια διεύθυνση.



$$\Delta) \frac{K_{αρχ}-K_{τελ}}{K_{αρχ}} = 0,64 \rightarrow 1 - \frac{v_{τελ}^2}{v_{αρχ}^2} = 0,64 \rightarrow \frac{v_{τελ}^2}{v_{αρχ}^2} = 0,36 \rightarrow \frac{|mp-M|}{M+mp} = 0,6$$

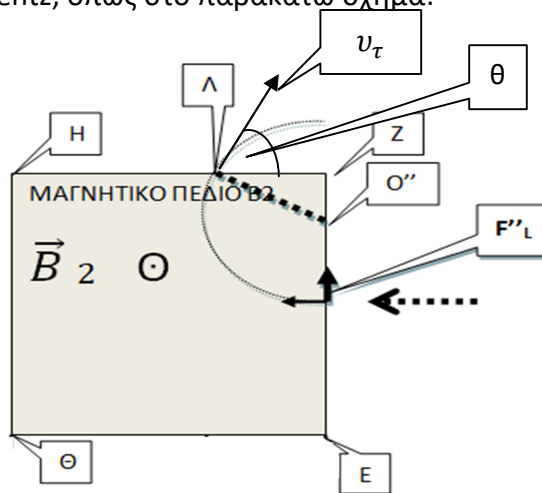
υπάρχουν δύο λύσεις:

- η μία δίνει λόγο  $\frac{M}{m_p} = \frac{1}{4}$  και απορρίπτεται, γιατί δεν υπάρχει πυρήνας με μάζα μικρότερη της μάζας ενός τουλάχιστον πρωτονίου.
- η δεύτερη δίνει λόγο  $\frac{M}{m_p} = 4$  που είναι αποδεκτή.

ΣΤ) Μετά την κρούση με το πυρήνα  $M=4m_p$  το πρωτόνιο αποκτά ταχύτητα:

$$\frac{v''}{v'} = \frac{mp-M}{M+mp} = \frac{(-3)}{5},$$

Εφόσον εισέρχεται στο πεδίο τώρα με ταχύτητα αντίθετης φοράς, θα δεχθεί δύναμη Lorentz, όπως στο παρακάτω σχήμα:



άρα η νέα ακτίνα της ομαλής κυκλικής κίνησης θα είναι  $\frac{R''}{R'} = \frac{3}{5} \rightarrow R'' = 12cm$ .

Για το τρίγωνο ΛΖΟ'' ισχύει:  $(ΛΟ'')=R''=12cm$ ,  $(Ο''Ζ)=20cm-12cm=8cm$  και τελικά σε χιλιοστά:  $(ΛΖ) = \sqrt{(12)^2 - 8^2} = \sqrt{80} cm = 4\sqrt{5}cm$

$$|v_τ| = \frac{3}{5}v' = \frac{3}{5}10^4 m/s, \quad |\vec{p}_τ| = 0,96 \cdot 10^{-23} kg m/s \quad \epsilon\phi\theta = \frac{(ΛΖ)}{(ΖΟ'')} = \frac{4\sqrt{5}}{8} = 0,5\sqrt{5}$$