

2. Протон влетает в область магнитного поля под углом  $\alpha=55^\circ$  к плоскости, ограничивающей полупространство, занятое полем, и по нормали к силовым линиям поля. Найти индукцию этого поля, если силовые линии поля параллельны границам поля, а время движения протона в области магнитного поля равно  $\tau=4,4$  мкс.

Румянцев А. А., Зобанин Д. А., Овчинников П. А.  
Машетин. Задача 2.

Дано:

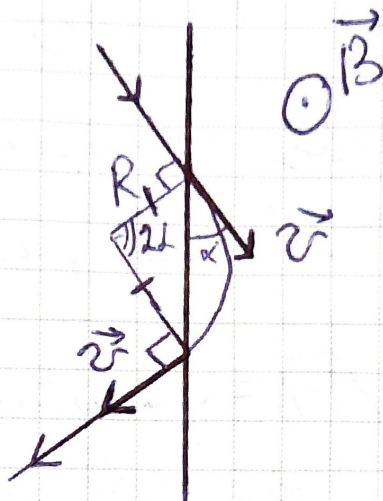
Рисунок:

$$\alpha = 55^\circ$$

$$\beta = 90^\circ$$

$$t = 4,4 \text{ нс}$$

$$B = ?$$



Решение:

Протон влетит в область магнитного поля, под действием силы Лоренца  $F_L = qvB \sin \beta$  при  $\sin \beta = \sin 90^\circ = 1$  будет двигаться по окружности, пока (через  $t = 4,4 \text{ нс}$ ) не вылетит из поля.

Чтобы найти ту часть окружности, которую протон пролетит в поле, проведем два радиуса  $R \Rightarrow \Delta$  получим равнобедренный. Кауден центральный угол через  $180^\circ$  и два других, равных  $90 - \alpha \Rightarrow \alpha = 180 - 2(90 - \alpha) = 2\alpha$ . Выразим часть дуги как  $\frac{360^\circ}{2\alpha} = \frac{180}{\alpha}$ .



Выразим время как отношение периода поперечного оборота и <sup>времени</sup> ~~перехода~~ на дуге:

$$t = \frac{T}{\left(\frac{180}{L}\right)} = T \cdot \frac{L}{180}$$

На протон действует только одна сила — сила Лоренца. По II закону Ньютона:

$$F = ma \Rightarrow F_L = qvB \sin \beta \Rightarrow qvB \sin 90^\circ = ma$$

Такая протон будет двигаться по окружности, то  $a = a_y = v^2/R \Rightarrow$   ~~$v^2/R = qvB$~~

$\Rightarrow v = \frac{qRB}{m}$ . При движении частицы по окружности ее период можно выразить так:

$$T = \frac{2\pi R}{v} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{\left(\frac{qRB}{m}\right)} = \frac{2\pi m}{qB}$$

Подставим  $T$  в  $t$ :

$$t = \frac{2\pi m}{qB} \cdot \frac{L}{180} \Rightarrow B = \frac{2\pi m}{qt} \cdot \frac{L}{180} =$$

$$= \frac{2\pi \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-6}} = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$$

Ответ:  $1,6 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$