

20-26 окт.	8	Сверхпроводники в магнитном поле. Эффект Холла. Движение заряженных частиц.	6.35 8.9 08.1
---------------	---	---	---------------------

6.35. Над плоской поверхностью сверхпроводника I рода на изолирующем слое толщиной $h = 5$ мм лежит тонкое сверхпроводящее кольцо радиусом $R = 10$ см, по которому течет постоянный ток I . При каком токе I кольцо начнет парить над сверхпроводником, если масса кольца $m = 1$ г?

Дано:

$$h = 0,5 \text{ см}$$

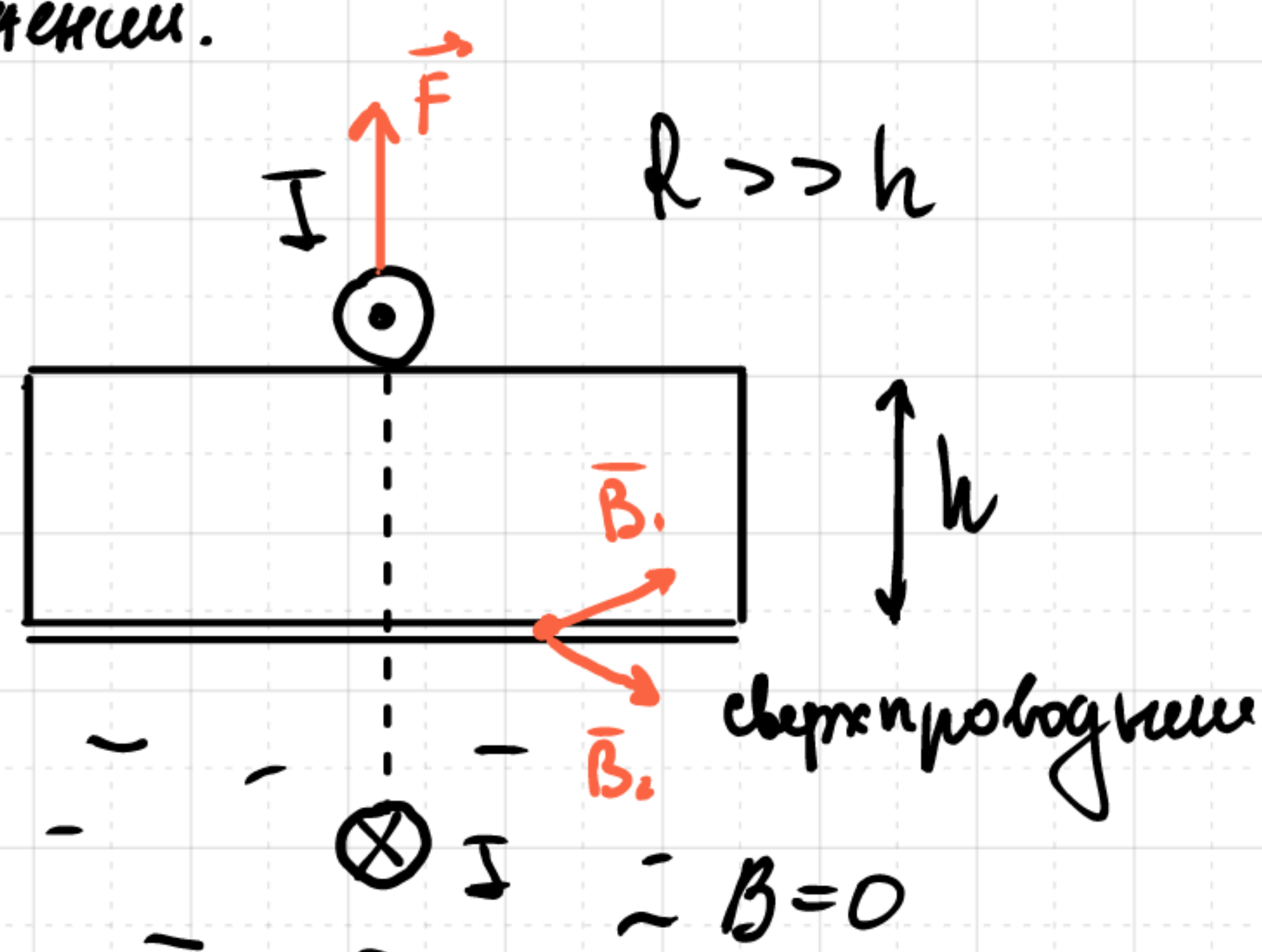
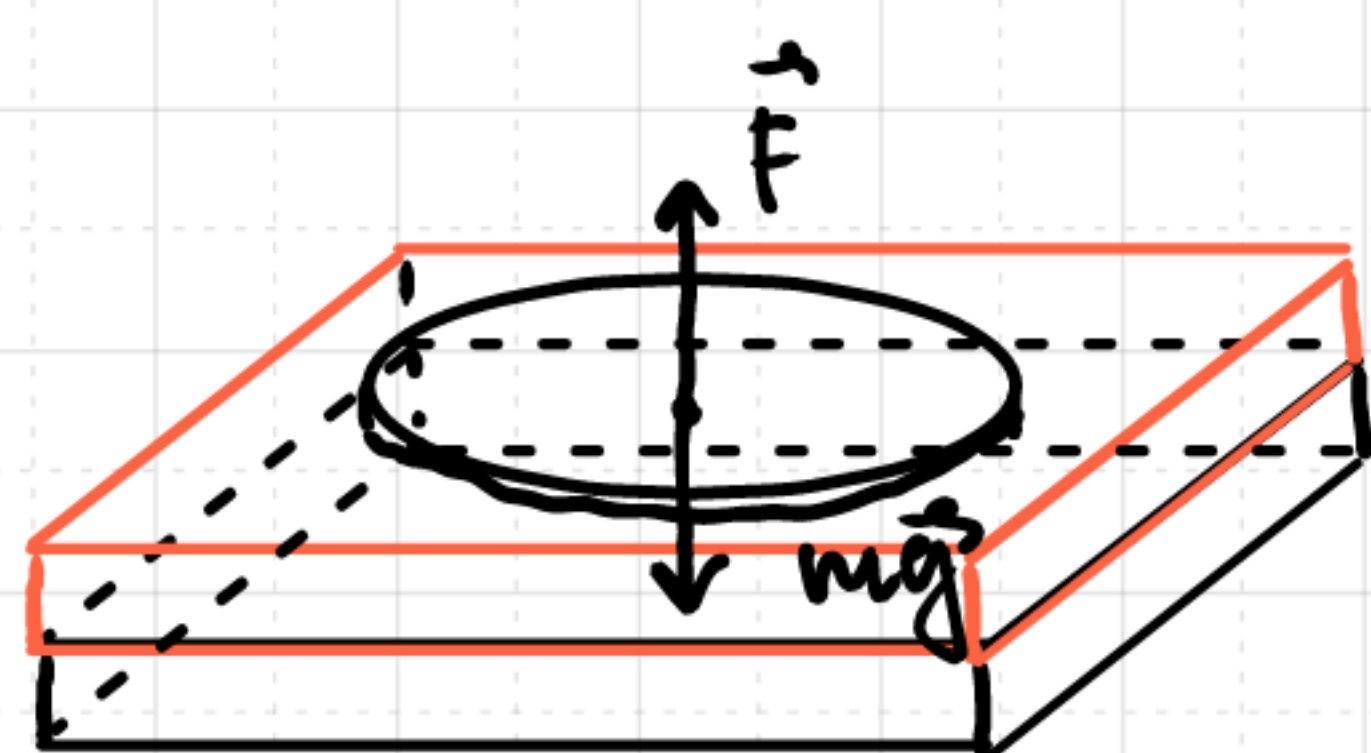
$$R = 10 \text{ см}$$

$$m = 1 \text{ г}$$

$$I = ?$$

Решение:

Метод образов.



Поскольку $R \gg h$ ($10 \gg 0,5$), то на малой масштабе (порядка h) кольцо будет представлять собой прямой проводник с током.

$$dF = \frac{B I dl}{c} = \frac{2 I^2 dl}{c^2 \cdot 2h} = \frac{I^2 dl}{hc^2}$$

$$\Rightarrow F = \frac{2\pi R I^2}{hc^2}; \quad F \geq mg \Rightarrow I \geq c \sqrt{\frac{mgh}{2\pi R}} = 3 \cdot 10^9 \sqrt{\frac{1000 \cdot 0,5}{2\pi \cdot 10}} = 8,4 \cdot 10^{10} \text{ эд. МСГ} = 25 \text{ А.}$$

Ответ: 25 А

8.9.

8.9. Найти отношение силы кулоновского расталкивания к силе притяжения Ампера двух параллельных пучков электронов, прошедших ускоряющий потенциал $V = 10$ кВ.

Дано:

$$V = 10 \text{ кВ.}$$

$$\frac{F_{\text{кл}}}{F_A} = ?$$

Решение:

$$F_{\text{кл}} = eE$$

$$F_A = \frac{e v B}{c} = \left\langle \vec{B} = \frac{[\vec{v}, \vec{E}]}{c} \right\rangle = \frac{e v' E}{c^2}$$

$$\frac{m v^2}{2} = e V \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 V e}{m}}$$

$$\frac{F_{\text{кл}}}{F_A} = \frac{e E}{e v^2 E / c^2} = \frac{c^2}{v^2} = \frac{m c^2}{2 e V} \approx \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^{10})^2}{2 \cdot 4,8 \cdot 10^{-10} \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{300}} \approx 25,6$$

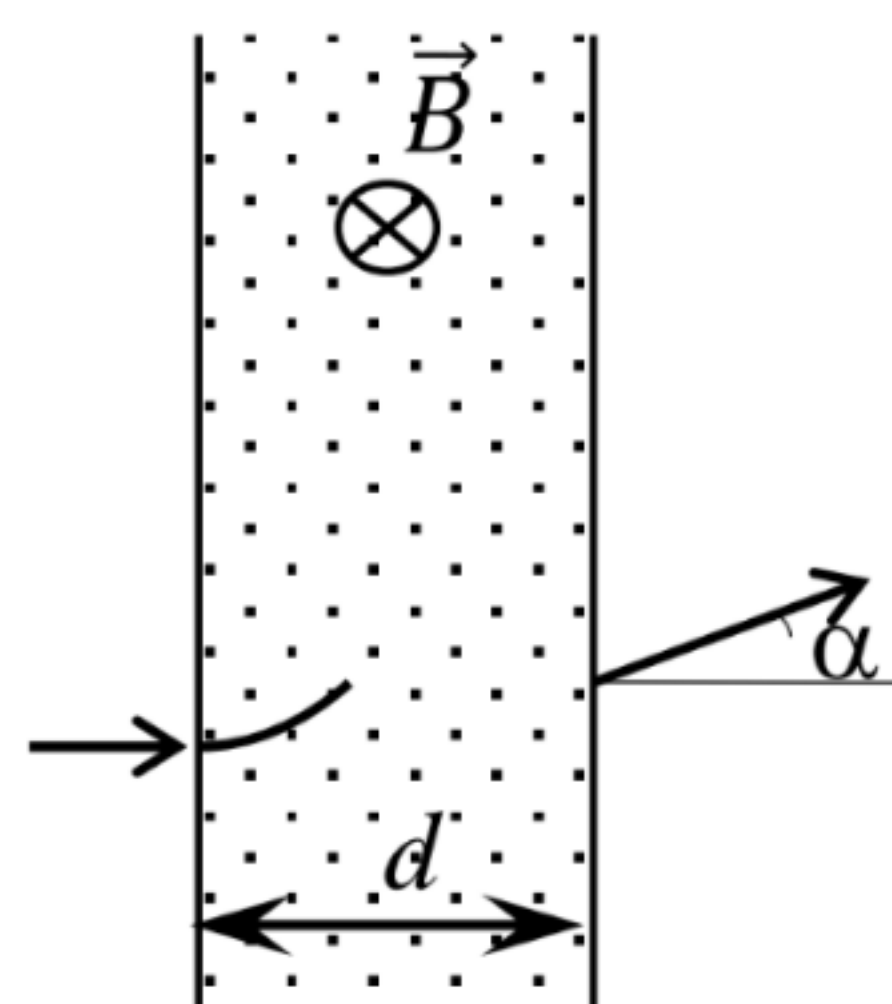
Ответ: 25,6

8.1°

Семинар 8

8.1. Протон влетает в область поперечного магнитного поля $B = 5$ Тл со скоростью $v = 2,4 \cdot 10^{10}$ см/с. Толщина области, занятой полем, $d = 50$ см (см. рис.). Найти угол отклонения протона α от первоначального направления движения. Излучением пренебречь.

Ответ: $\alpha \approx \arcsin \frac{3}{5} \approx 37^\circ$.



Дано

$$B = 5 \text{ Тл}$$

$$v = 2,4 \cdot 10^{10} \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$d = 50 \text{ см}$$

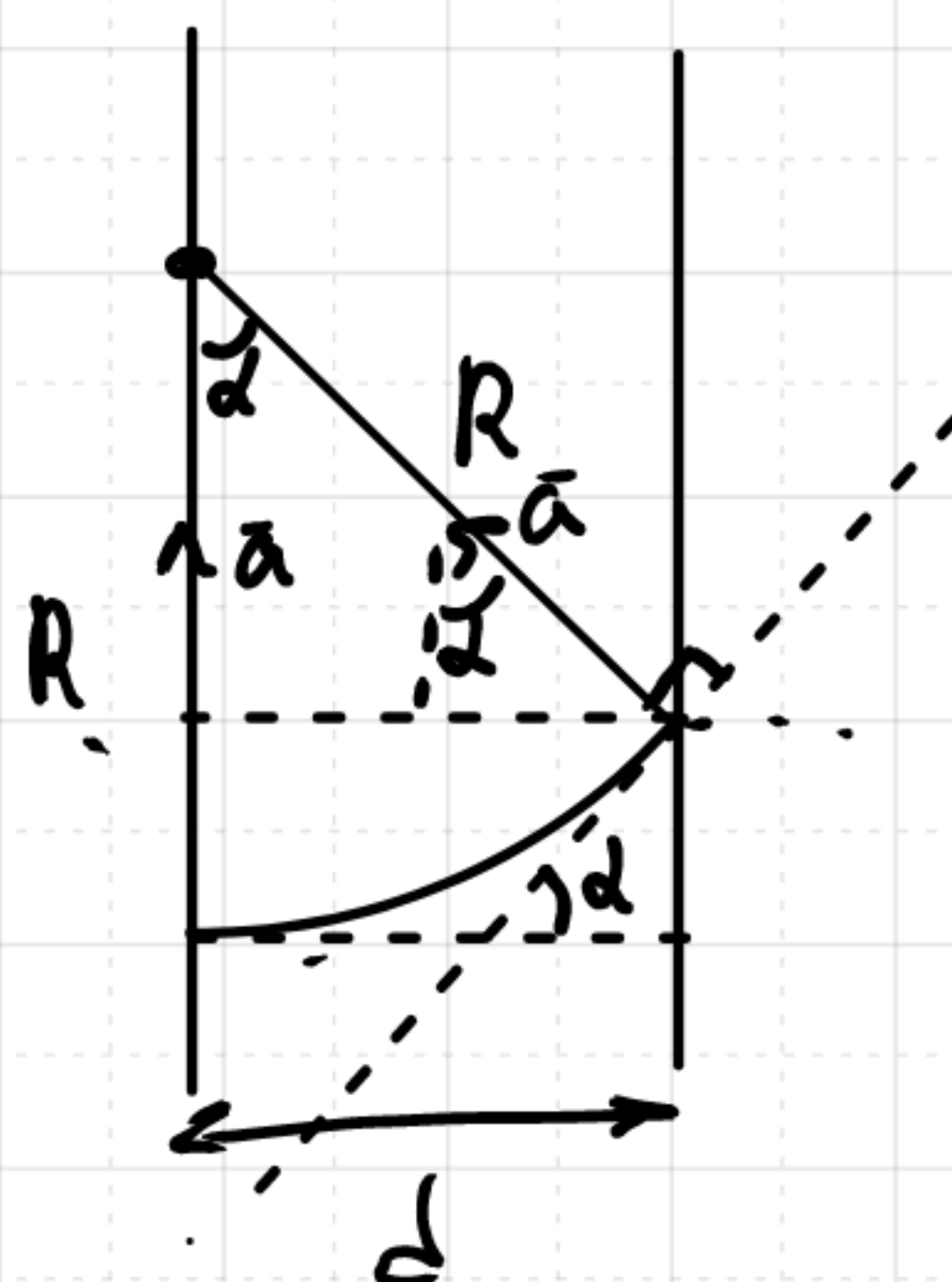
$$\alpha = ?$$

Решение:

$$\vec{F} \perp \vec{v} \text{ в про:}$$

$$\vec{F} = q[\vec{v}, \vec{B}] = \gamma m a_{\text{yc}}$$

$$\frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \frac{v^2}{R} = q v B$$



$$R = \frac{v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \frac{m}{qB} ; \sin \alpha = \frac{d}{R} = \frac{qBd}{m} \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{v} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 0,5}{1,67 \cdot 10^{-27}} \approx 0,6 = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}.$$

$$\text{Ondem: } \alpha \approx \arcsin \frac{3}{5} \approx 37^\circ$$