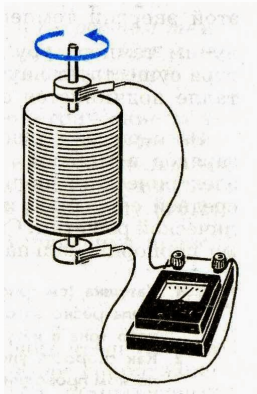


ВОПРОС №9

ОПЫТ ТОЛМЕНА И СТЮАРТА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОНА.

...Этот вопрос мы прямо обсуждали на "консультации", но я его на всякий случай продублирую.



Суть опыта

Катушка с достаточно большим количеством витков раскручивается вдоль продольной оси, а затем резко останавливается, из-за чего электроны из-за того, что они не четко "прикреплены" к решетке металла в проводе, начинают смещаться по силе инерции, создавать электрическое поле в катушке и протекать через гальванометр, к которому прикреплены концы проводов катушки.

Вычисление удельного заряда электрона (отношения заряда электрона к его массе)

Для простоты будем считать, что поле на катушке, создаваемое на катушке, постоянно на всей катушке (но не от времени) и равно $E(t)$. Суммарное сопротивление на катушке и гальванометре обозначим за R . Радиус катушки — r . Напряжение на катушке будет $U(t) = E(t) \cdot L$, где L — длина катушки. По закону Ома в любой момент времени $I(t) = \frac{U(t)}{R}$; Запишем выражение для протекшего через гальванометр заряда:

$$Q = \int I dt = \int \frac{U(t)}{R} dt = \int \frac{E(t) \cdot L}{R} dt \quad (1)$$

При этом можно записать второй закон Ньютона для электрона (m — масса, q — заряд, v — скорость):

$$m \frac{dv}{dt} = qE(t) \quad (2)$$

Откуда ($\Delta\omega$ — изменение угловой скорости)

$$Q = \frac{L}{qR} \int q E(t) dt = \frac{mL}{qR} \int dv = \Delta v \frac{mL}{qR} = \Delta \omega r \frac{mL}{qR} \quad (3)$$

Наконец,

$$\frac{q}{m} = \frac{\Delta \omega L r}{QR} \quad (4)$$

, что и требовалось получить. В оригинальном опыте Толмена-Стюарта катушка резко сначала долго раскручивалась, затем резко останавливалась, т.е. $\Delta \omega$ равно угловой скорости до остановки.