

Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле. Циклотрон. Фокусировка электронов в магнитном поле. Скрещенные поля. Эффект Холла.

Сила Лоренца: смотреть в билете 14.

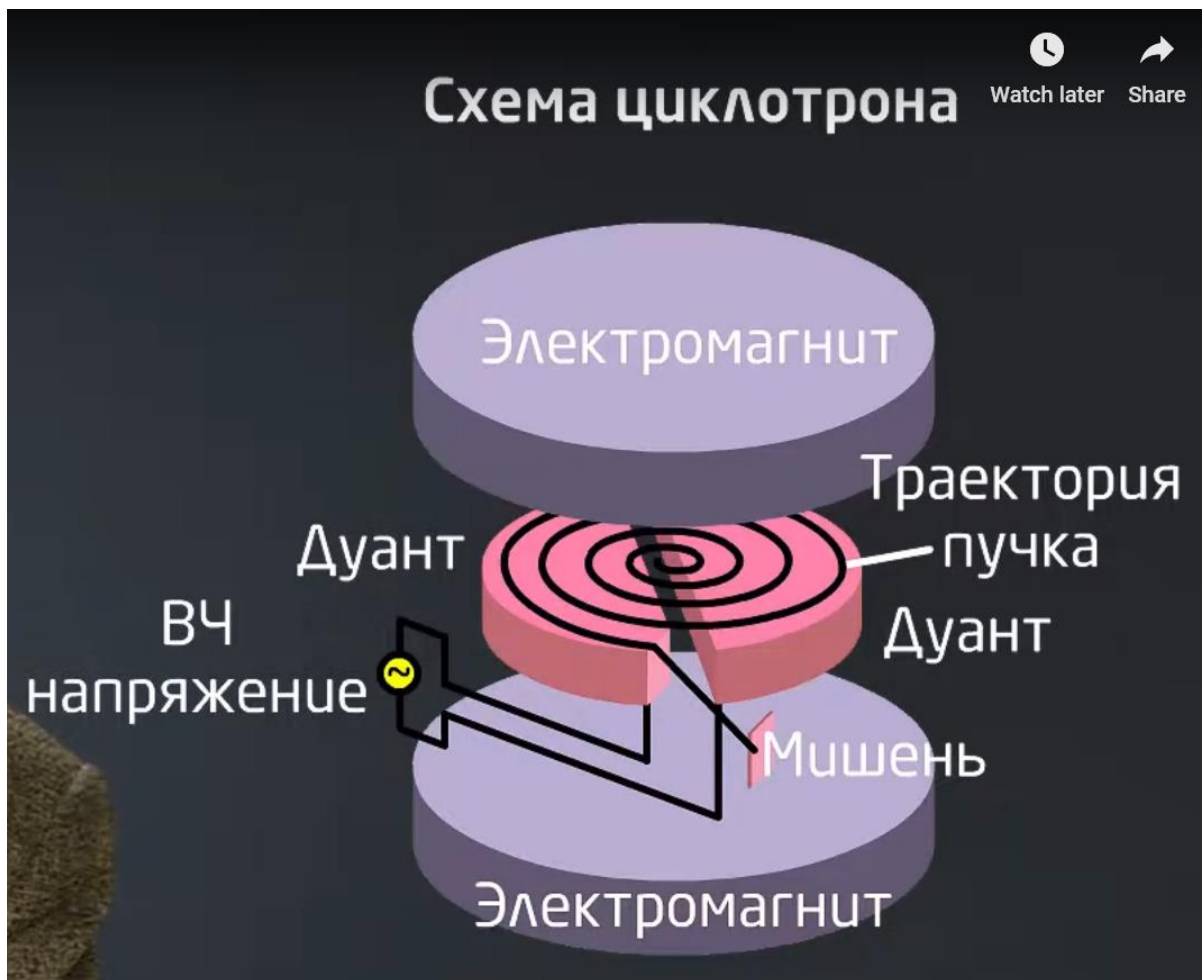
Движение заряженной частицы в магнитном поле

Происходит движение по окружности радиуса R (сила Лоренца перпендикулярна скорости).

$$\frac{v^2}{R} = \frac{qvB}{m} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}; T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

Циклотрон

Частицы движутся в постоянном и однородном магнитном поле, а для их ускорения используется высокочастотное электрическое поле неизменной частоты.



(Электромагниты удерживают частицы в горизонтальной плоскости)

Тут как раз тот случай, когда электроны движутся в магнитном поле.

Обмотки быстро переключаются, но только для ускорения частиц. Они должны быть не релятивистскими.

Радиус изменяется вместе со скоростью.

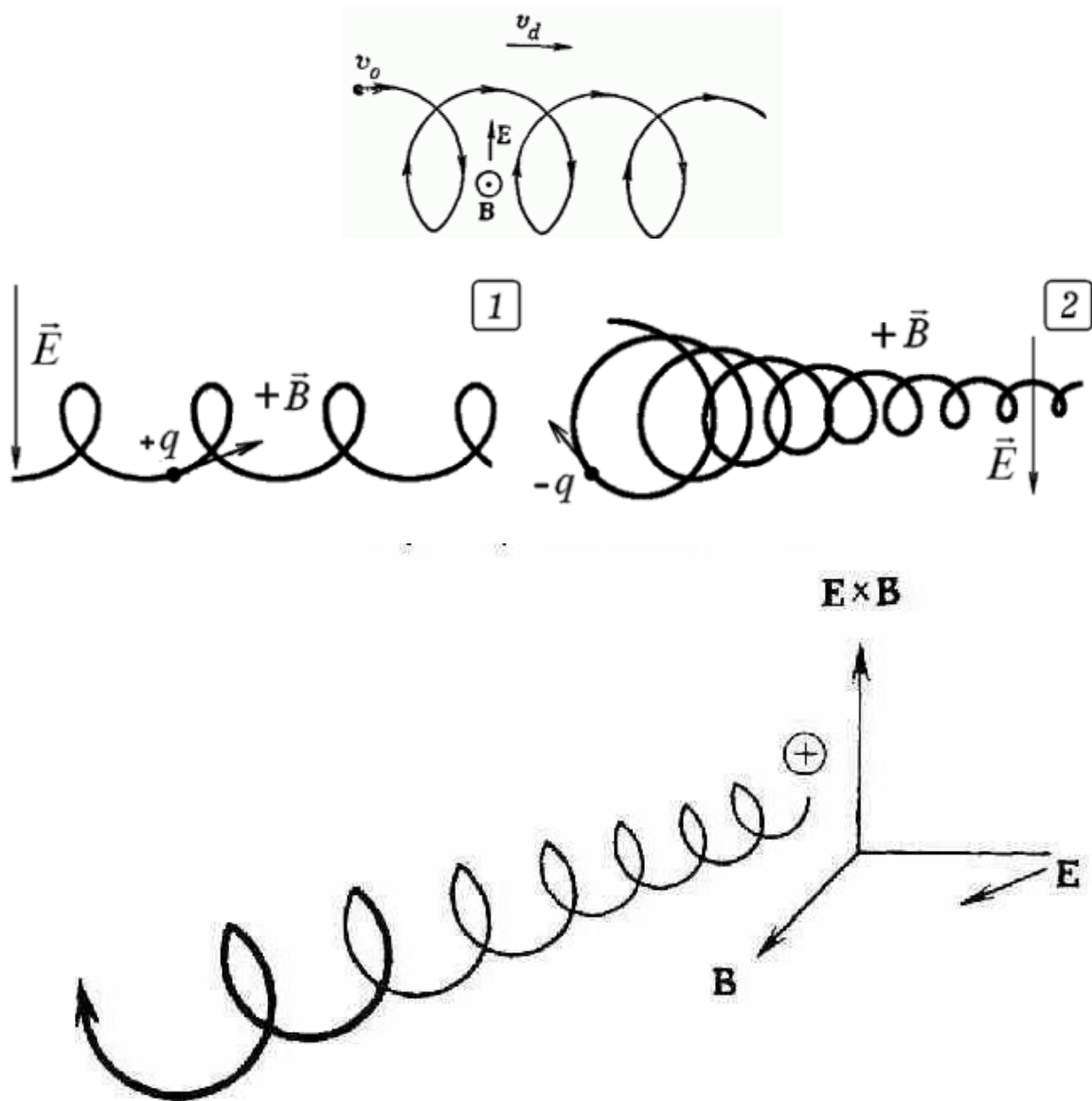
Фокусировка электронов в магнитном поле

Электронный пучок – поток электронов, движущихся по близким траекториям в одном направлении, имеющий размеры, значительно большие в направлении движения, чем в поперечной плоскости.

Электроны вылетают из точки под маленьким углом в однородном магнитном поле. Вопрос: когда и где они встретятся? Они летят по окружностям, то есть сначала разлетаются довольно далеко, а потом, когда каждый пролетит по всей своей окружности, встретятся там же.

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

Скрещенные поля

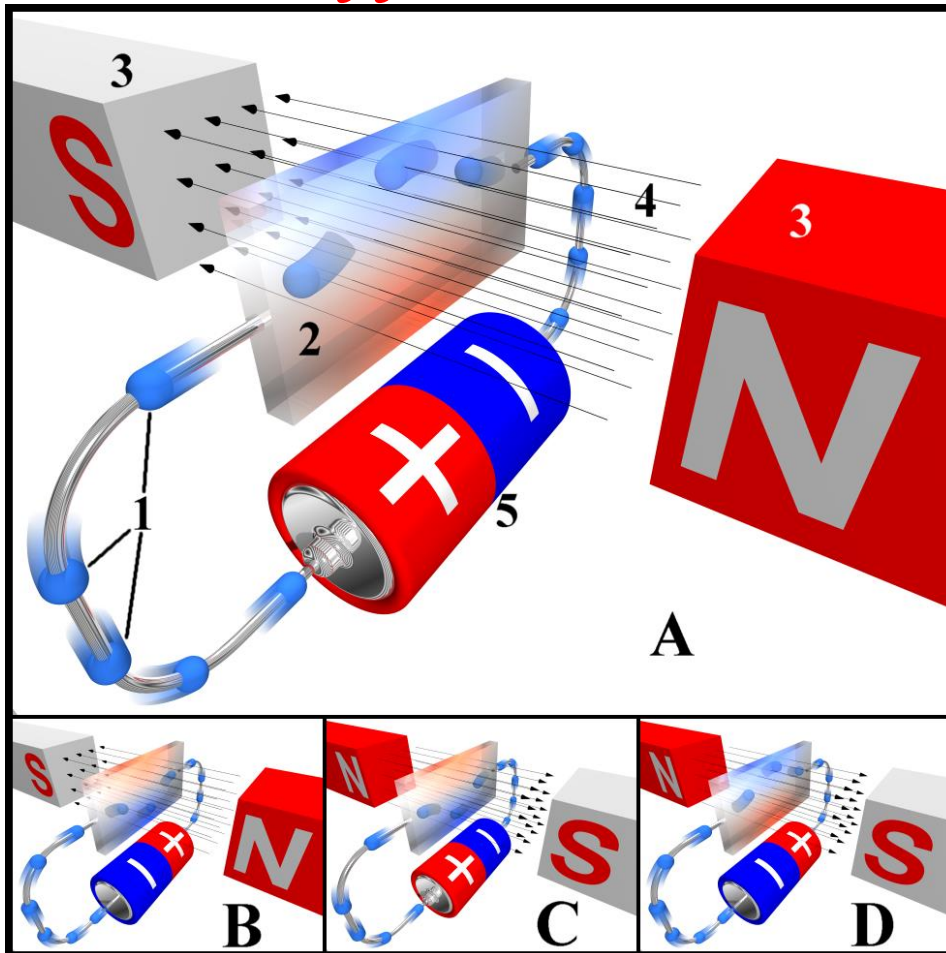


Электрон движется в «скрещенных» Э и М полях (то есть перпендикулярных в данном случае). Помним, что в просто электрическом поле эл-н движется прямо, а просто в магнитном: по окружности. Теперь он начинает движение вперед, а тем временем крутится по окружности. Из-за электрического поля электрон набирает энергию \Leftrightarrow скорость, таким образом, окружность, по которой он локально двигается, постоянно смещается в направлении против электрического поля, а радиус её постоянно увеличивается (при совпадении соответствующих направлений).

$$x(t) = v_0 t + \frac{\frac{qE}{m} \cdot t^2}{2}$$

$\{y, z\}(t) = \text{«По спирали, очевидно»}$

Эффект Холла



$$U_x = \frac{I}{nebd} Bb = \frac{1}{ne} \cdot \frac{IB}{d} = R \cdot \frac{IB}{d}$$

Через проводящий брусок в слабом магнитном поле с индукцией B течёт электрический ток с плотностью j под действием напряжённости E . Магнитное поле будет отклонять носители заряда к одной из граней бруса.

Сила Лоренца приведёт к накоплению отрицательного заряда возле одной грани бруска, и положительного – возле противоположной.

Накопление заряда будет продолжаться до тех пор, пока возникшее электрическое поле зарядов E_1 не скомпенсирует силу Лоренца:

$$evB = E_1 e \Rightarrow E_1 = vB$$

$$j = n \cdot e \cdot v \Rightarrow v = \frac{j}{ne} \Rightarrow E_1 = Bj \cdot \frac{1}{ne} = Bj \cdot R_H \Rightarrow U_H = E_1 \cdot d = Bj \cdot d \cdot R_H$$

$$R_H = \frac{1}{ne} \text{ — коэффициент Холла}$$

С помощью коэффициента Холла (его знака) можно определить знак носителей заряда в металлах.