

19) Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях

1. однородное эл. поле

$$\vec{E} = \text{const}$$

$$m\vec{\ddot{r}} = q\vec{E} \Rightarrow \vec{v} = \vec{v}_0 + \frac{q\vec{E}}{m}t \Rightarrow \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0t + \frac{q\vec{E}}{2m}t^2$$

Циклотронная частота и Ларморовский радиус

2. однородное магнитное поле

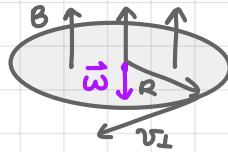
$$m\vec{\ddot{r}} = \frac{q}{c}\vec{r} \times \vec{B} \quad \vec{r} = \vec{r}_{||} + \vec{r}_{\perp}$$

$$\begin{cases} m\ddot{r}_{||} = 0 & \text{— прямолинейное} \\ m\ddot{r}_{\perp} = \frac{q}{c}[\vec{r}_{\perp}, \vec{B}] & \text{— по окружности с частотой} \end{cases}$$

$$\vec{\omega} = -\frac{q\vec{B}}{mc} \text{ — циклотронная частота}$$

$$R = \frac{v_{\perp}}{\omega} = \frac{mc v_{\perp}}{qB}$$

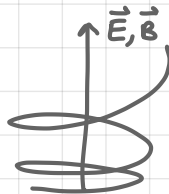
$$\vec{R} = -\frac{mc}{q} \frac{\vec{v} \times \vec{B}}{B^2} \text{ — ларморовский радиус}$$



3. $\vec{E} \parallel \vec{B}$

$$\ddot{r}_{||} = \frac{q}{m}\vec{E} \Rightarrow \vec{v}_{||} = \frac{q\vec{E}}{m}t$$

$$m\ddot{r}_{\perp} = \frac{q}{c}\vec{v}_{\perp} \times \vec{B} \Rightarrow \vec{\omega} = -\frac{q\vec{B}}{mc}$$

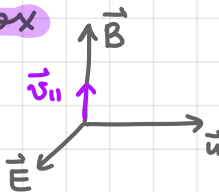


Дрейф в пересекающихся однородных полях

4. $\vec{E} \perp \vec{B}$

$$\vec{E}' = \vec{E} + \frac{1}{c}\vec{u} \times \vec{B} = 0 \quad \begin{matrix} \text{улино} \\ \vec{B} \times \end{matrix}$$

↑
переносная скорость



$$\vec{B} \times \vec{E} + \frac{1}{c}\vec{B} \times (\vec{u} \times \vec{B}) = 0$$

$$\vec{u} B^2 - \vec{B}(\vec{u}, \vec{B})$$

$$\text{[} \vec{u} \perp \vec{B} \text{]: } \vec{B} \times \vec{E} + \frac{1}{c}\vec{u} B^2 = 0 \quad \text{— дрейф в направлении } \vec{E} \times \vec{B}$$

$$\vec{u} = c \frac{\vec{E} \times \vec{B}}{B^2}$$

$$\frac{E}{B} \ll 1 \quad (\text{чтобы } u \ll c)$$

тогда получаем:

$$\vec{E}' = 0$$

$$\vec{B}' = \vec{B} - \frac{1}{c}\vec{u} \times \vec{E} = \vec{B}$$

$$\Rightarrow m\vec{\ddot{r}}' = \frac{q}{c}[\vec{r}', \vec{B}] \quad \vec{\omega} = -\frac{q\vec{B}}{mc}$$

$$m\ddot{r}_{||} = 0 \Rightarrow \vec{v}_{||} = \text{const}$$

симметричное движение:

$$1. \text{ равномерное вдоль } \vec{B} \text{ со скоростью } \vec{v}_{||} = \vec{v}_{||}|_{t=0}$$

$$2. \text{ дрейфовое со скоростью } \vec{u} = c \frac{\vec{E} \times \vec{B}}{B^2}$$

$$3. \text{ вращение вокруг } \vec{B} \text{ с } \vec{\omega} = -\frac{q\vec{B}}{mc}$$