

Рух зарядженої частинки в магнітному полі



Циклотронна частота

На частинку діє сила Лоренца, так що рівняння руху має вигляд:

$$m\vec{\dot{v}} = q \left[\frac{\vec{v}}{c} \times \vec{B} \right].$$

Очевидно, що $\vec{\dot{v}} \perp \vec{v}$ і $\vec{\dot{v}} \perp \vec{B}$. Розкладемо вектор швидкості на складові паралельну і перпендикулярну полю:

$$\vec{v} = \vec{v}_{\perp} + \vec{v}_{\parallel}$$

Для цих складових маємо рівняння:

$$\begin{cases} m\vec{\dot{v}}_{\parallel} = 0, \\ \vec{\dot{v}}_{\perp} = q \left[\frac{\vec{v}_{\perp}}{c} \times \vec{B} \right]. \end{cases}$$

З першого рівняння випливає $\vec{v}_{\parallel} = \text{const.}$ Друге рівняння перепишемо у вигляді:

$$\vec{\dot{v}}_{\perp} = \left[\vec{\omega} \times \frac{\vec{v}_{\perp}}{c} \right], \quad \boxed{\vec{\omega} = -\frac{q\vec{B}}{mc}.}$$

Рівняння описує обертання навколо напрямку магнітного поля з

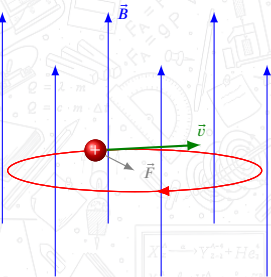
Робота сили Лоренца:

$$\delta A = \vec{F} \cdot d\vec{r} = \vec{F} \cdot \vec{v} dt = \left[\frac{q\vec{v}}{c} \times \vec{B} \right] \cdot \vec{v} dt.$$

$$\vec{A} \cdot [\vec{B} \times \vec{C}] = \vec{C} \cdot [\vec{A} \times \vec{B}].$$

$$\vec{v} \cdot [\vec{v} \times \vec{B}] = \vec{B} \cdot [\vec{v} \times \vec{v}] = 0.$$

$$\delta A = 0.$$



За теоремою про зміну кінетичної енергії $A = \Delta \left(\frac{mv^2}{2} \right) = 0$, кінетична енергія частинки не змінюється.

Магнітне поле не виконує роботи над частинкою!