

# Сила Лоренца

# Лоренц Хендрик Антон



(1853 – 1928 г.г.)

великий  
нидерландский  
физик –  
теоретик,  
создатель  
классической  
электронной  
теории

Лоренц ввел в электродинамику представления о дискретности электрических зарядов и записал уравнения для электромагнитного поля, созданного отдельными заряженными частицами (уравнения Максвелла – Лоренца); ввел выражение для силы, действующей на движущийся заряд в электромагнитном поле; создал классическую теорию дисперсии света и объяснил расщепление спектральных линий в магнитном поле (эффект Зеемана). Его работы по электродинамике движущихся сред послужили основой для создания специальной теории относительности.

# Сила Лоренца -

это сила, с которой магнитное поле действует на заряженные частицы

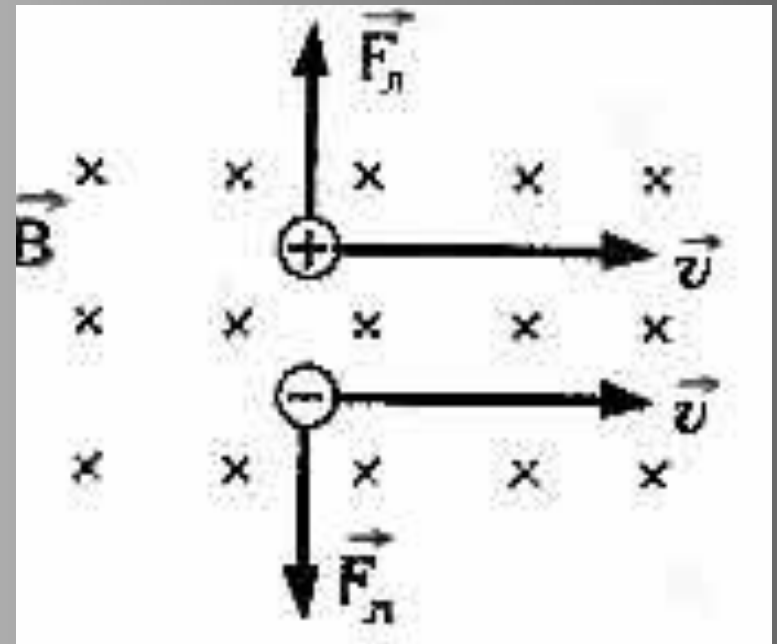
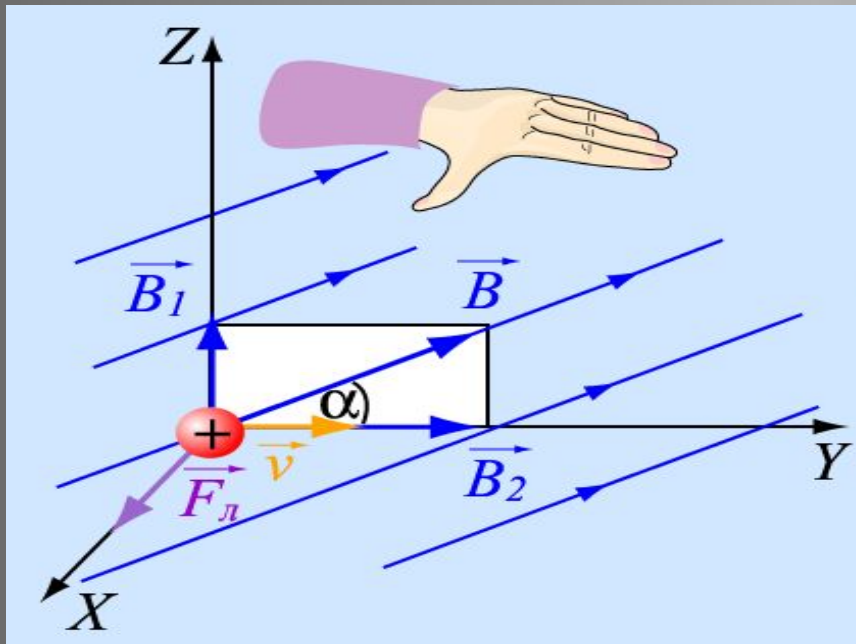
**Модуль силы Лоренца** прямо пропорционален:

- индукции магнитного поля **B** (в **Тл**);
- модулю заряда движущейся частицы **|q<sub>0</sub>|** (в **Кл**);
- скорости частицы **v** (в **м/с**)

$$F_{\text{Л}} = q_0 \cdot B \cdot v \cdot \sin \alpha$$

где угол **α** – это угол между вектором магнитной индукции и направлением вектора скорости частицы

# Направление силы Лоренца

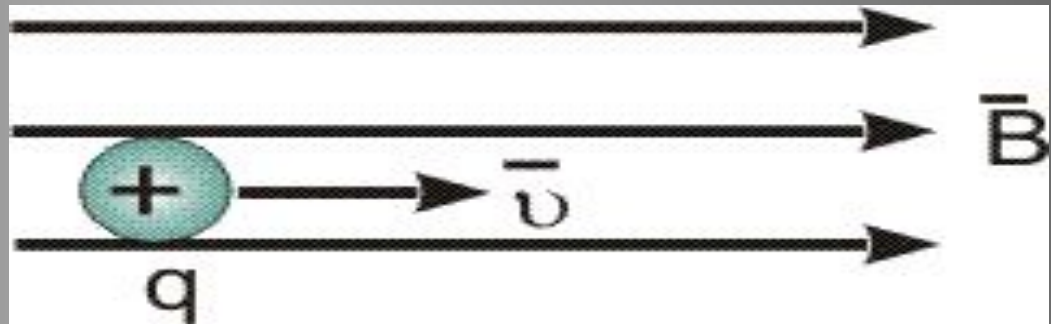


**Направление силы Лоренца определяется по правилу левой руки:** левую руку надо расположить так, чтобы линии магнитной индукции входили в ладонь, четыре вытянутых пальца были направлены по направлению движения положительно заряженной частицы (или против отрицательной), тогда отогнутый на  $90^\circ$  большой палец покажет направление действия силы Лоренца.

# Пространственные траектории заряженных частиц в магнитном поле

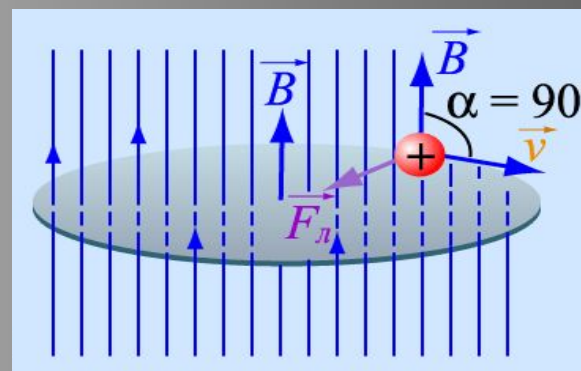
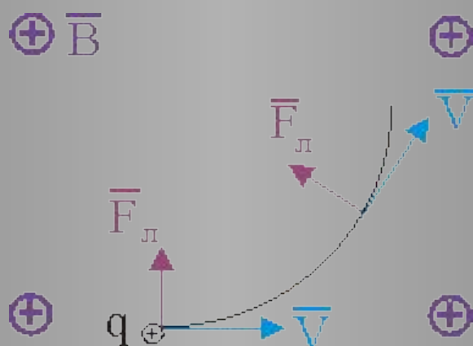
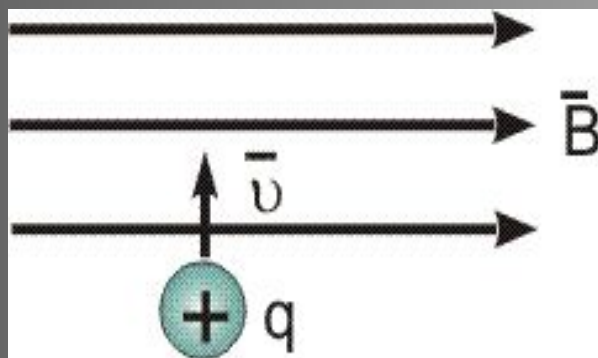
Частица влетает в магнитное поле  $\parallel$  линиям  
магнитной индукции  $\Rightarrow \alpha = 0^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 0$

$$\Rightarrow F_{\text{л}} = 0$$



Если сила, действующая на частицу,  $= 0$ , то частица,  
влетающая в магнитное поле, будет двигаться  
равномерно и прямолинейно вдоль линий  
магнитной индукции

# Пространственные траектории заряженных частиц в магнитном поле

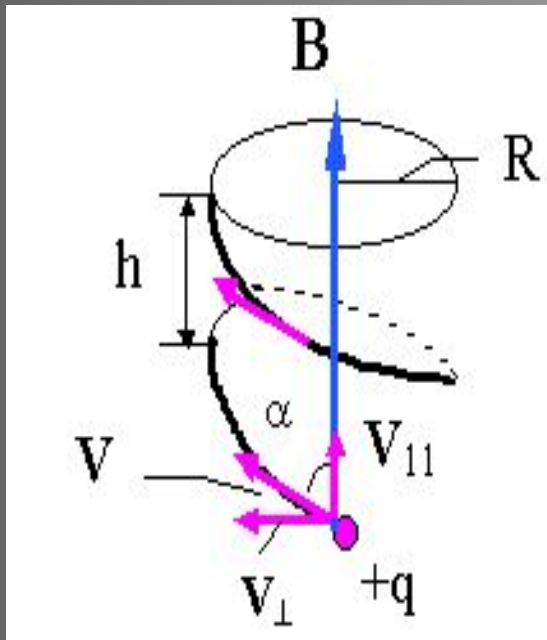
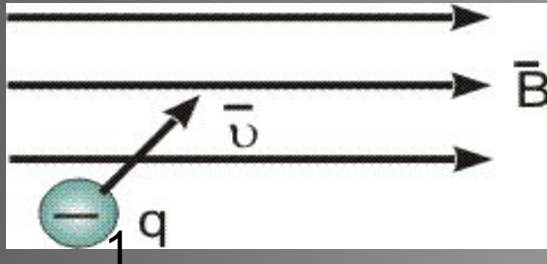


Если вектор  $\vec{B} \perp$  вектору скорости  $\vec{u}$ ,  
то  $\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow F_{\text{Л}} = q_0 \cdot B \cdot v$

В этом случае сила Лоренца максимальна,  
значит, частица будет двигаться

с центростремительным ускорением по окружности

# Пространственные траектории заряженных частиц в магнитном поле



Вектор скорости нужно разложить на две составляющие:  $\mathbf{v} \parallel$  и  $\mathbf{v} \perp$ , т.е. **представить сложное движение частицы в виде двух простых:** равномерного прямолинейного движения вдоль линий индукции и движения по окружности перпендикулярно линиям индукции – **частица движется по спирали.**

$$R = m v_{\perp} / |q B|$$

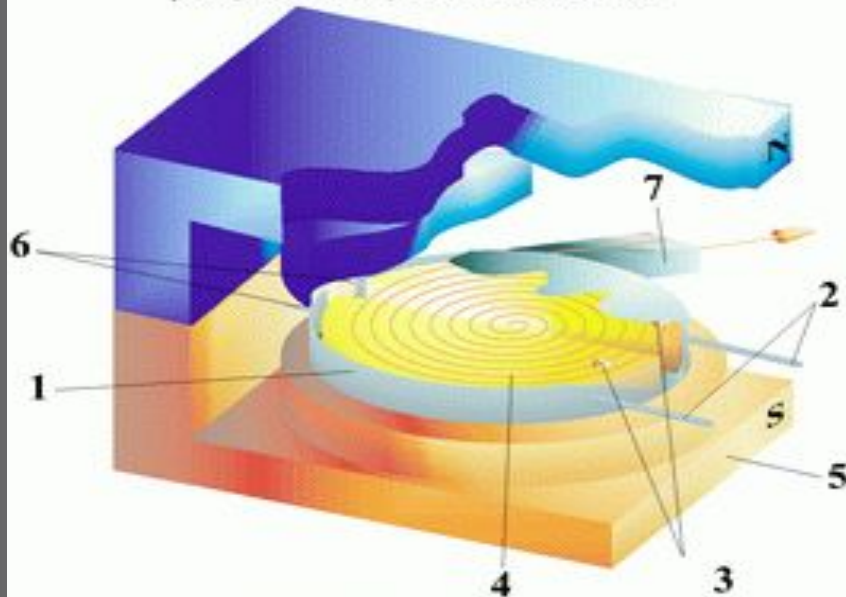
$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$



# Применение силы Лоренца

## Циклотрон

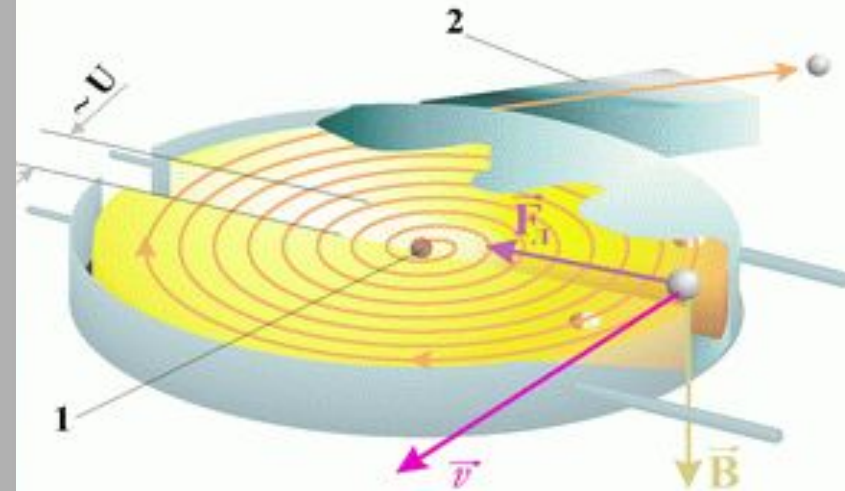
Принципиальная схема циклотрона - ускорителя заряженных частиц



1. Вакуумная камера
2. Труба вакуумного насоса
3. Дуанты
4. Траектория ускоряемой частицы
5. Полюс магнита
6. Выводы к генератору переменного напряжения
7. Вывод электронов

В циклотроне заряженная частица разгоняется в электрическом поле между дуантами 3

## Траектория движения электрона в циклотроне



$\sim U$  - переменное напряжение между дуантами  
 $B$  - индукция магнитного поля

1. Область инжекции электронов
2. Вывод электронов

$$\vec{E}_T \perp \vec{v} \perp \vec{B}$$

Направление силы Лоренца для электрона определяется по правилу правой руки

В циклотроне образуются пучки электронов со скоростями порядка  $10^6 - 10^7$  м/с