

11 класс

Д^в действие магнитного поля на заряженные частицы

Сила Лоренца

Хендрик Антон Лоренц

1853-1928 г

великий нидерландский физик,
лауреат Нобелевской премии

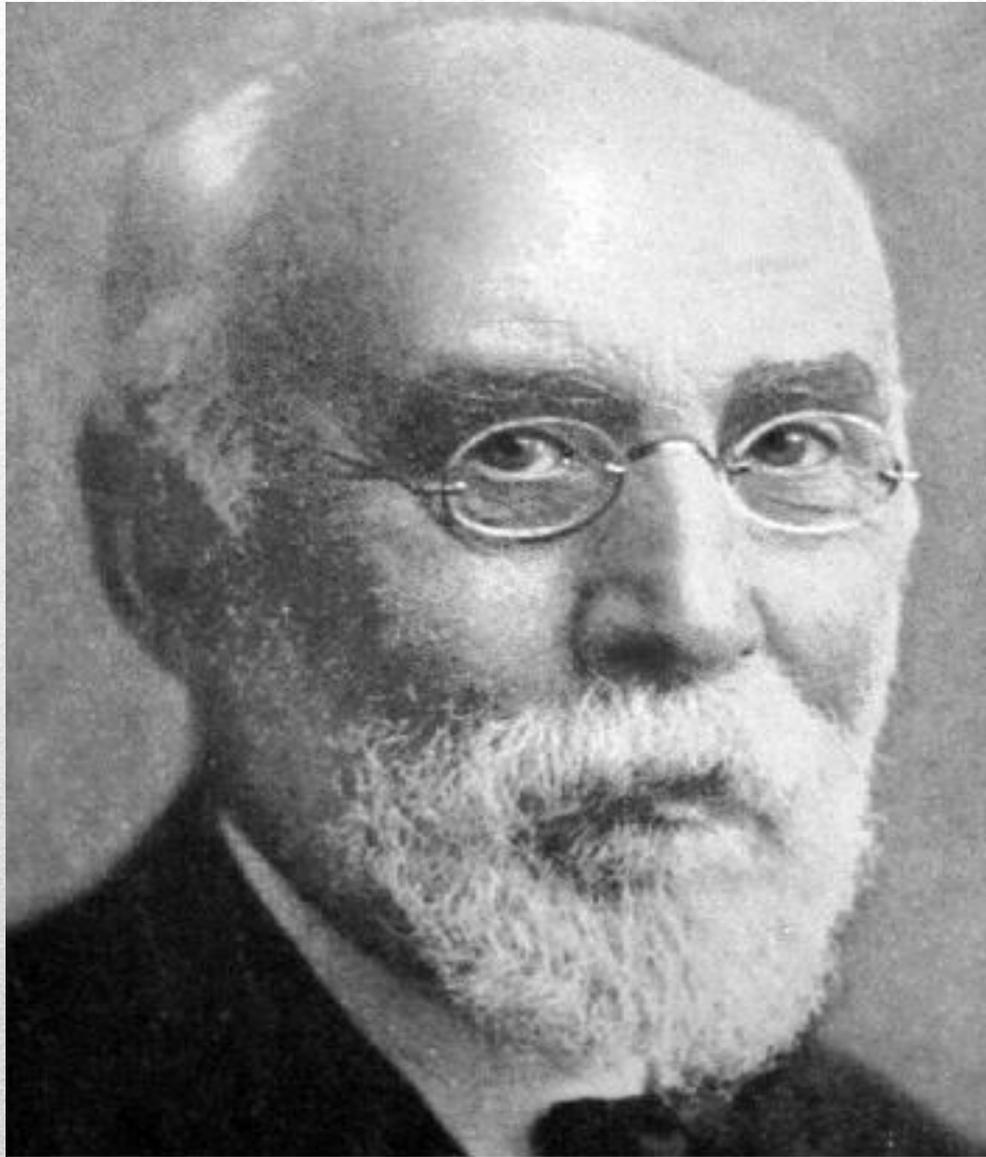


- С именем этого ученого связана известная сила Лоренца

Нобелевскую премию Лоренц получил совместно с другим нидерландским физиком Питером Зееманом за объяснение феномена, известного как эффект Зеемана

« Его блестящий ум указал нам путь от теории Максвелла к достижениям физики наших дней...»

1928 г. Эйнштейн



Сила Лоренца -

сила, действующая на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля.

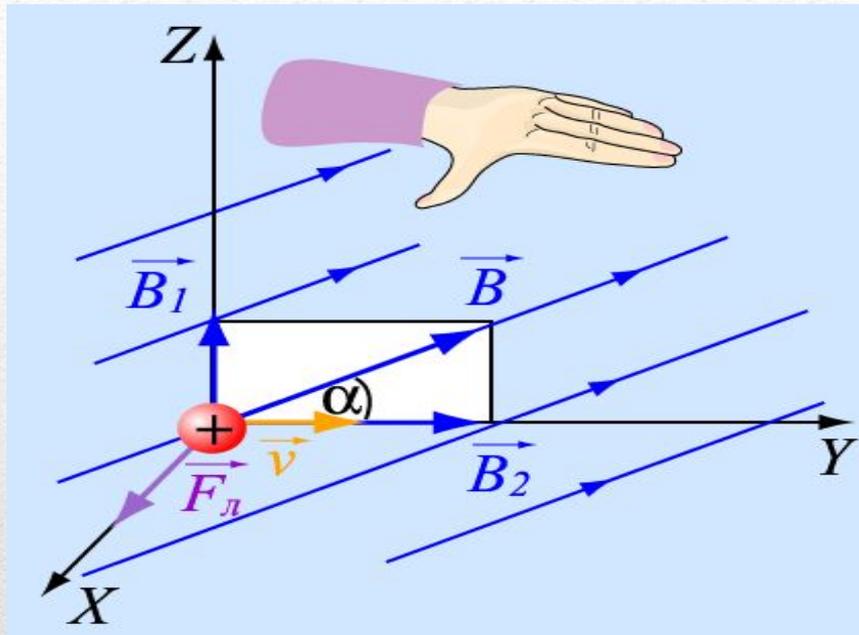
Модуль силы Лоренца прямо пропорционален:

- индукции магнитного поля B (Тл);
- модулю заряда движущейся частицы $|q_0|$ (Кл);
- скорости частицы v (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

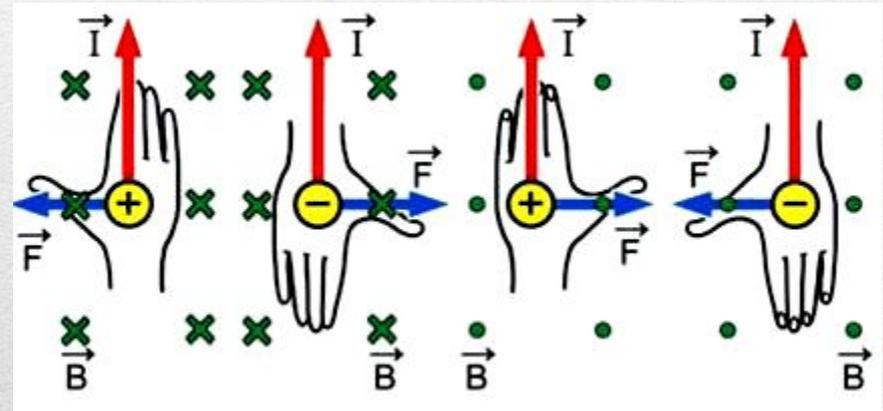
Направление силы Лоренца



Направление силы Лоренца определяется по правилу левой руки: если левую руку расположить так, чтобы составляющая магнитной индукции, перпендикулярная скорости заряда, входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены по направлению движения положительного заряда (против движения отрицательного), то отогнутый на 90° большой палец покажет направление действующей на заряд силы Лоренца.

Направление силы Лоренца

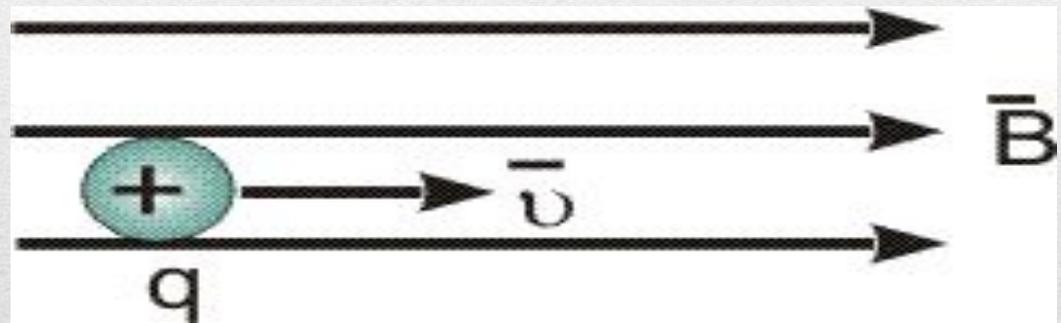
С помощью правила левой руки можно определить направление силы Лоренца, с которой магнитное поле действует на движущиеся в нем как положительно, так и отрицательно заряженные частицы



Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле

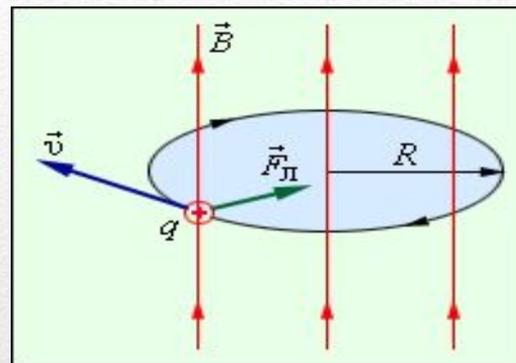
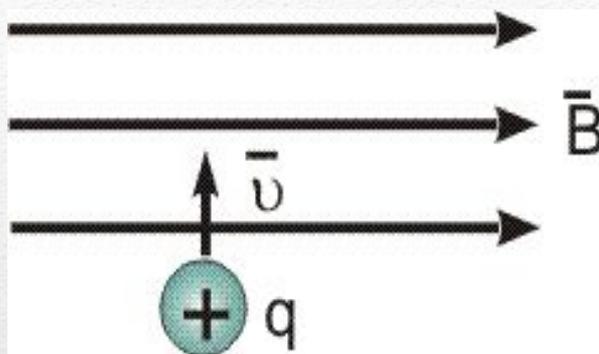
Частица влетает в магнитное поле \parallel линиям
магнитной индукции $\Rightarrow \alpha = 0^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 0$

$$\Rightarrow F_{\text{л}} = 0$$



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

Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле



Если вектор $\vec{B} \perp$ вектору скорости \vec{u} ,
то $\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1 \Rightarrow$

$$F_L = q_0 \cdot B \cdot v$$

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

**с центростремительным ускорением по
окружности**

Согласно второму закону Ньютона

$$F = ma_{\text{ц}}$$

Учитывая, что $F_{\wedge} = |q_0| vB$, $a_{\text{ц}} = v^2/R$, находим

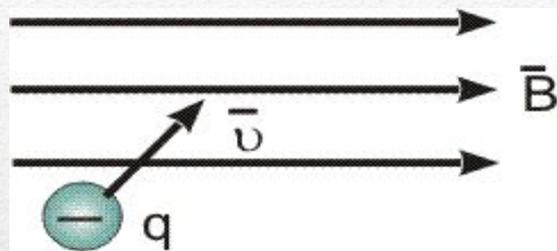
$$|q_0| vB = mv^2/R$$

Радиус окружности, по которой движется заряженная частица:

$$R = mv/q_0B$$

Траектория движения заряженной частицы в магнитном поле частицы - окружность

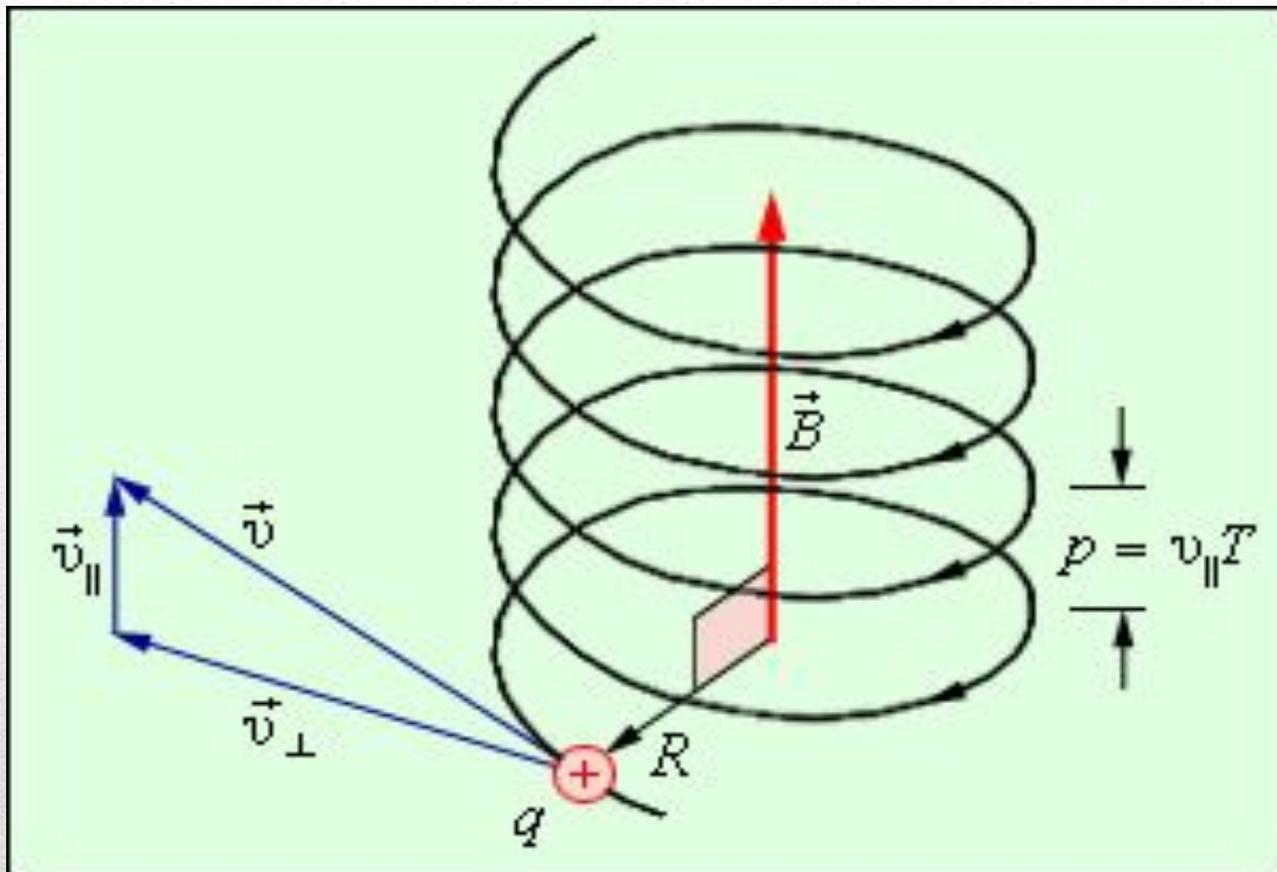
Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле



- Заряженная частица влетает в магнитное поле под некоторым углом к вектору магнитной индукции

Вектор скорости нужно разложить на две составляющие: v_{\parallel} и 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



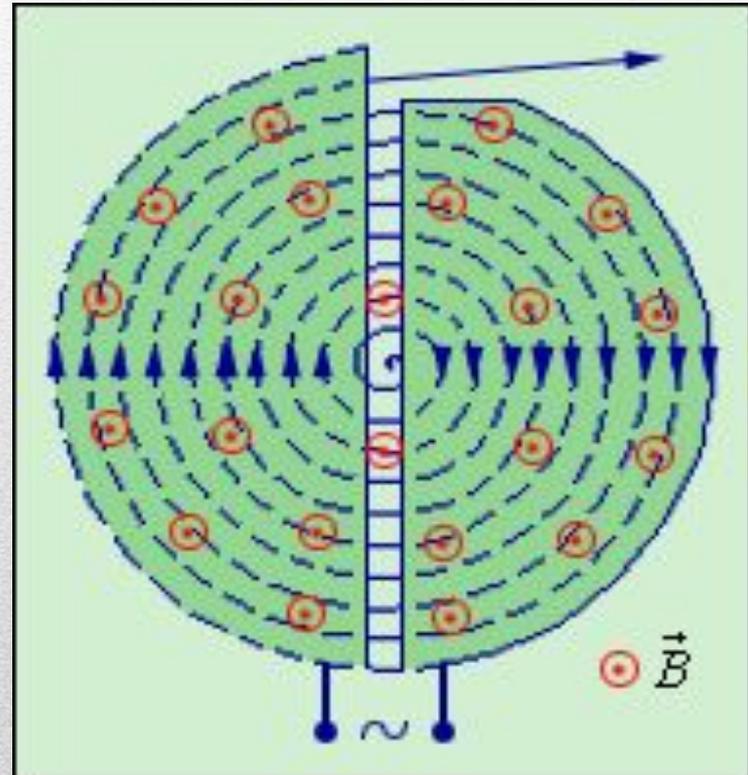
**Частица движется по
спирали**

Применение силы Лоренца

Циклотрон

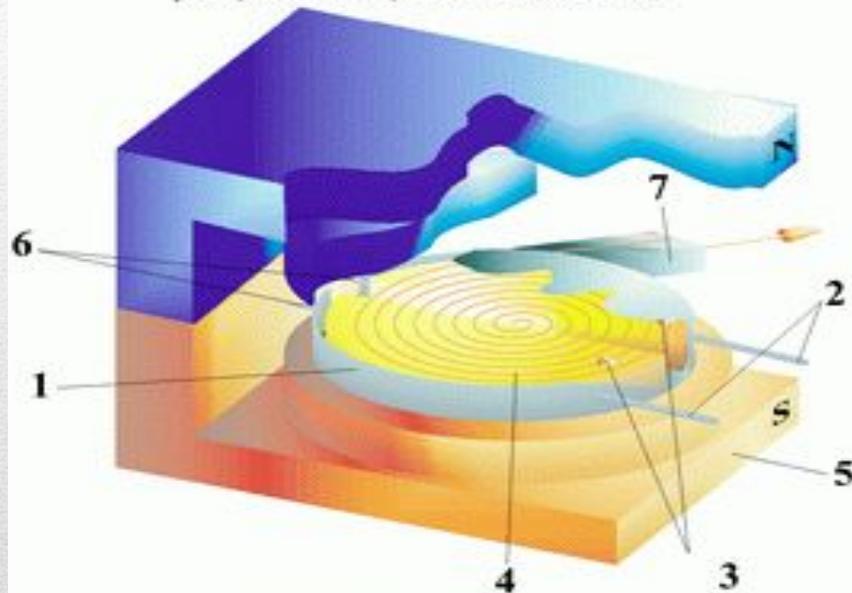
- В этом ускорителе заряженные частицы разгоняются переменным электрическим полем
- В циклотронах используется тот факт, что период обращения частицы в однородном магнитном поле не зависит от скорости и радиуса траектории ее движения

$$T = 2\pi m / qV$$



Циклотрон

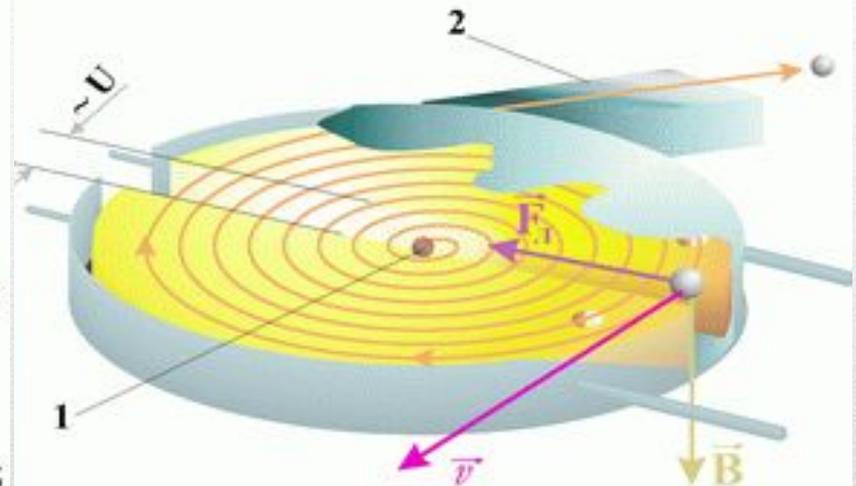
Принципиальная схема циклотрона - ускорителя заряженных частиц



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

$$\vec{F}_L \perp \vec{v} \perp \vec{B}$$

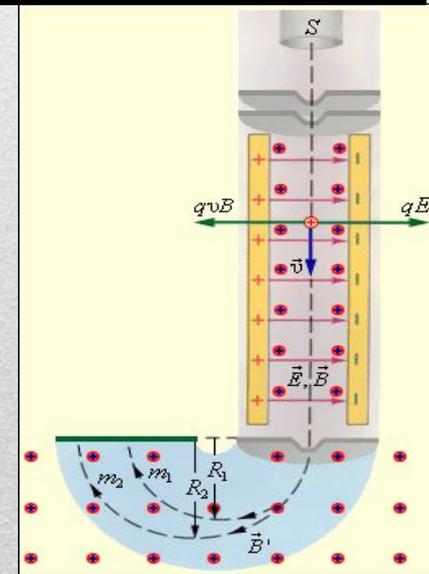
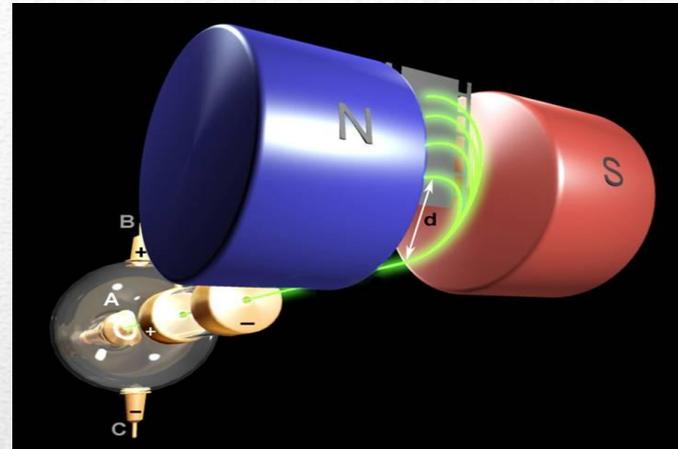
Направление силы Лоренца для электрона определяется по правилу правой руки

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

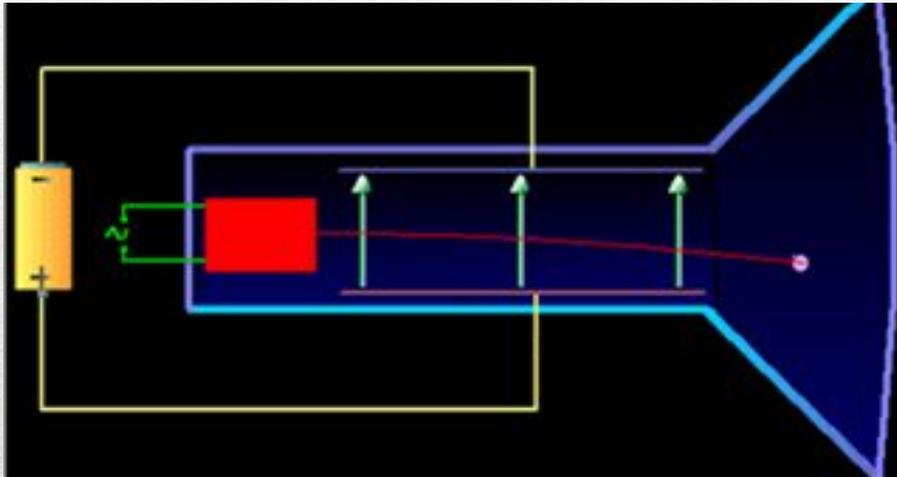
Применение силы Лоренца

Масс-спектрограф

В этих приборах с помощью магнитного поля можно разделить заряженные частицы по их удельным зарядам. Одновременно можно точно определить массы частиц.



Применение силы Лоренца

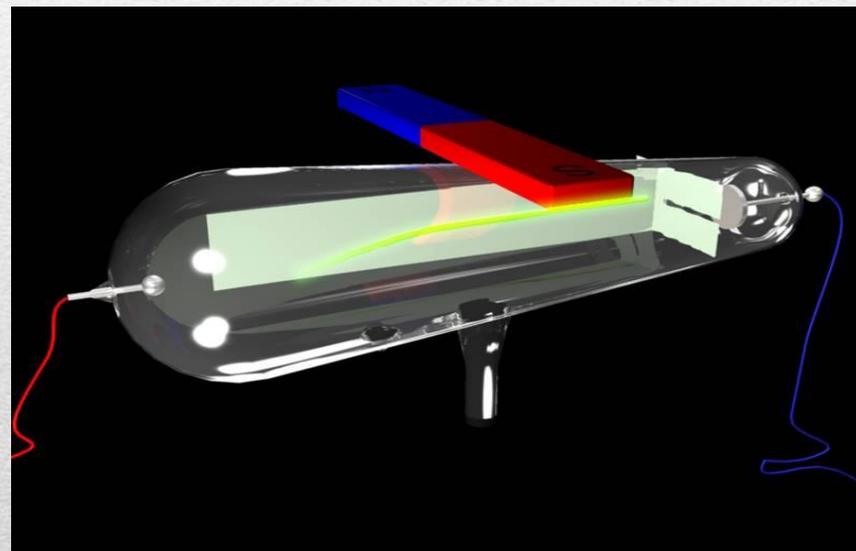


Электронно- лучевая
трубка

Перемещение
электронного луча по
экрану электронно-
лучевых трубок
происходит с помощью
магнитного поля,
создаваемого особыми
катушками

Применение силы Лоренца

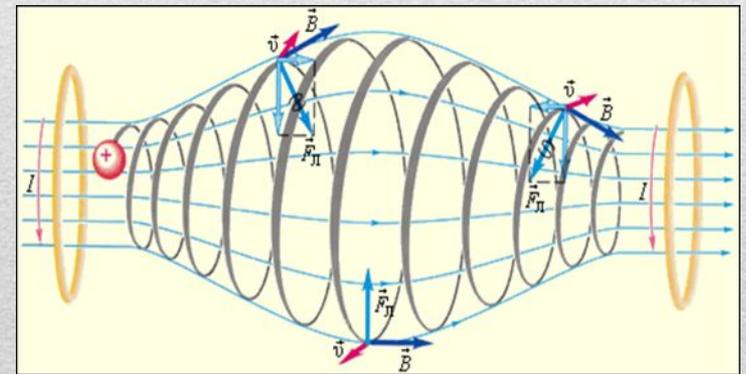
**Отклонение
катодных лучей в
магнитном поле**



Применение силы Лоренца

- ❑ Российские академики И.Е. Тамм и А.Д.Сахаров в 1950 г. предложили использовать магнитную термоизоляцию
- ❑ В вакуумной кольцевой камере создается сильное магнитное поле
- ❑ Заряженные частицы движутся, как бы навиваясь на линии индукции, и не испытывают столкновений со стенками камеры
- ❑ Такие камеры применяют в установках «Токамак» для получения плазмы

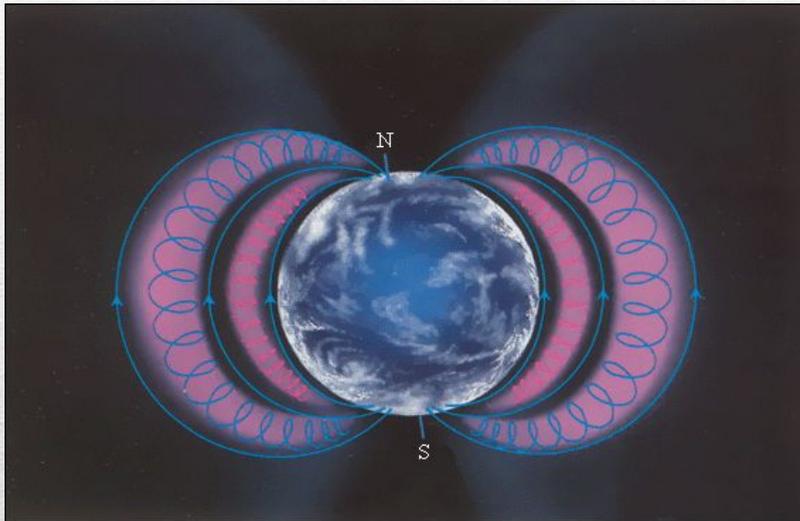
Магнитная ловушка



- ❑ Своеобразной защитой для всего живого на Земле от потоков заряженных частиц из космоса является магнитное поле Земли

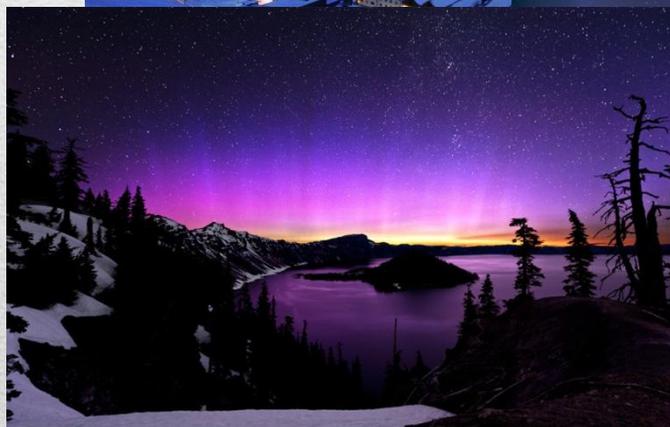
- ❑ Быстрые заряженные частицы от Солнца попадают в магнитные ловушки радиационных поясов

- ❑ Частицы могут покидать пояса в полярных областях и вторгаться в верхние слои атмосферы, вызывая полярные сияния



Радиационные пояса Земли

Северное сияние



ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

§ 5, Р. № 847, 848.

Сообщения: «Применение силы Лоренца».

ПРИ СОЗДАНИИ ПРЕЗЕНТАЦИИ БЫЛИ ИСПОЛЬЗОВАНЫ МАТЕРИАЛЫ:

- 1. ФИЗИКА 11 КЛАСС . УЧЕБНИК ДЛЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ / Г. Я. МЯКИШЕВ, Б. Б. БУХОВЦЕВ, В. М. ЧАРУГИН – М., ПРОСВЕЩЕНИЕ, 2016.*
- 2. САЙТ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ МОУ СОШ №8 Г. МОЗДОКА САРАХМАН И.Д.*
- 3. САЙТ: [YANDEX.RU/IMAGES](https://yandex.ru/images)*

Презентацию подготовила учитель физики Знаменская Н.В.
