



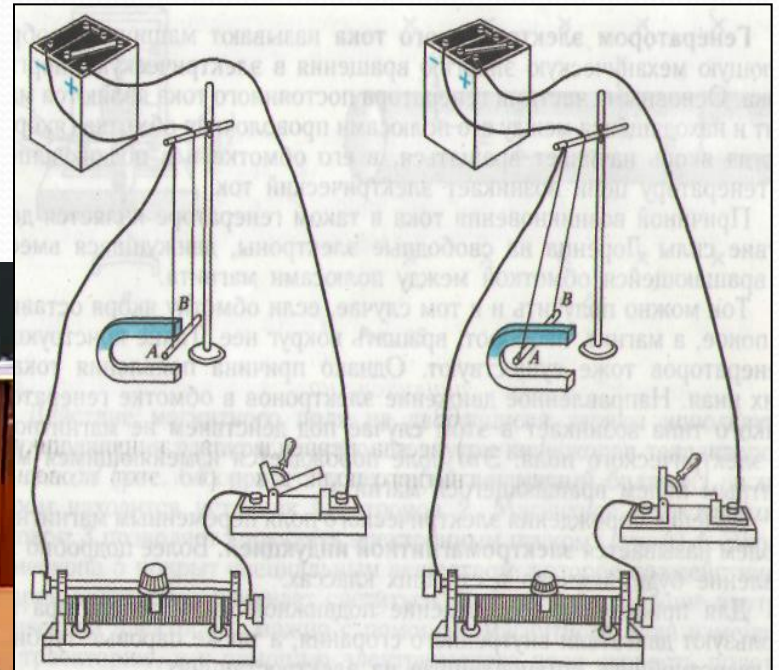
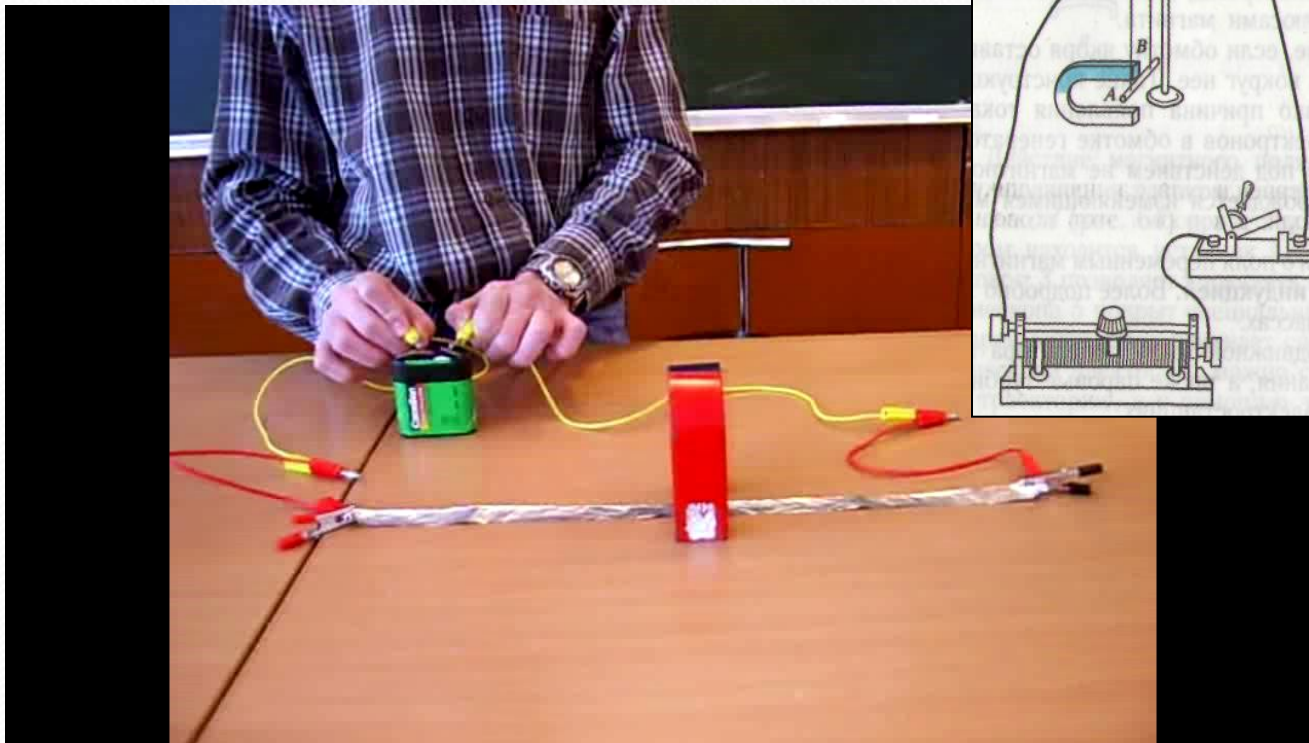
Сила Ампера  
Сила Лоренца







# ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОВОДНИК С ТОКОМ



Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле, называется **силой Ампера**.  
*Сила действия однородного магнитного поля на проводник с током прямо пропорциональна силе тока, длине проводника, модулю вектора индукции магнитного поля, синусу угла между вектором индукции*

*и перпендикулярна плоскости, образованной вектором индукции и направлением тока.*



# Сила Ампера

$$F_A = BI \Delta l \sin \alpha$$

$F_A$  – модуль силы Ампера

$B$  – магнитная индукция поля

$I$  – сила тока в проводнике

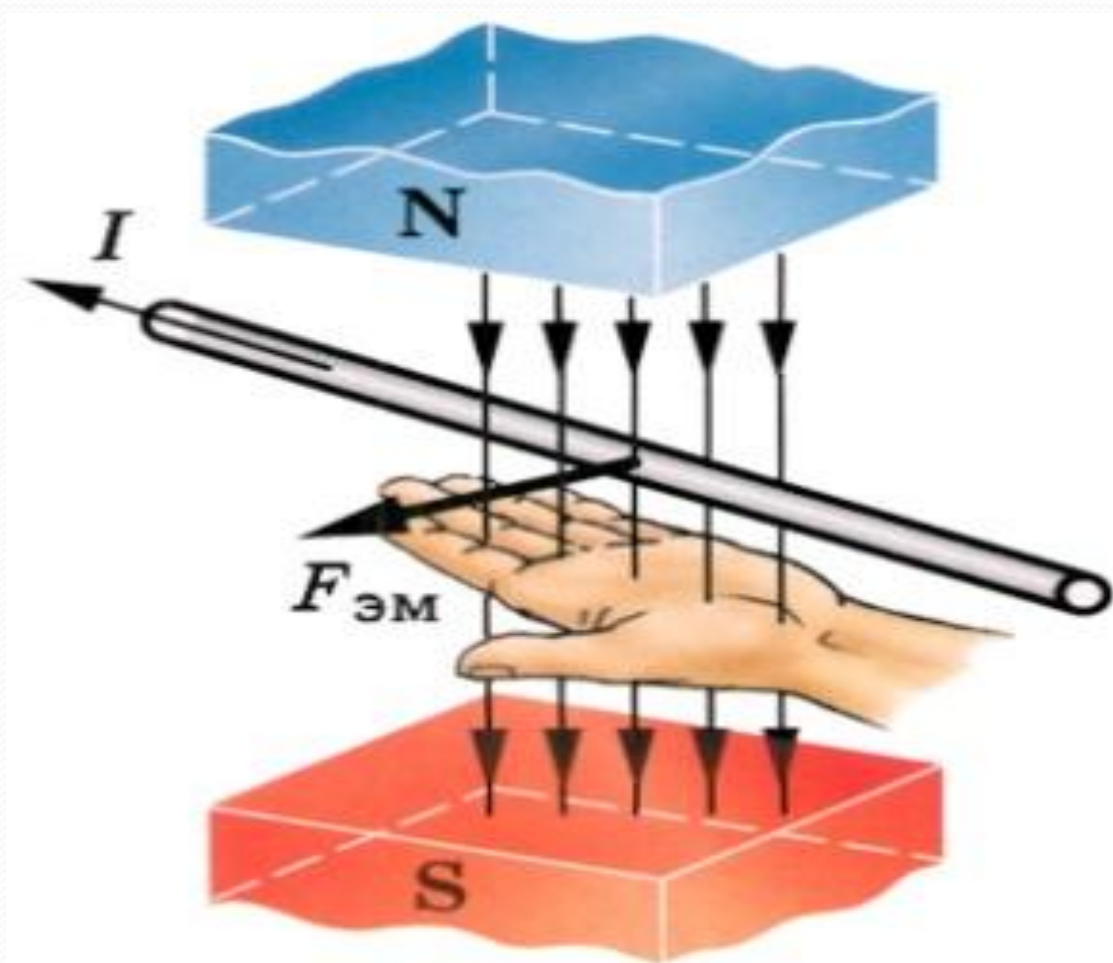
$\Delta l$  – длина прямолинейного отрезка проводника

$\alpha$  – угол между вектором магнитной индукции  
и направлением тока в проводнике

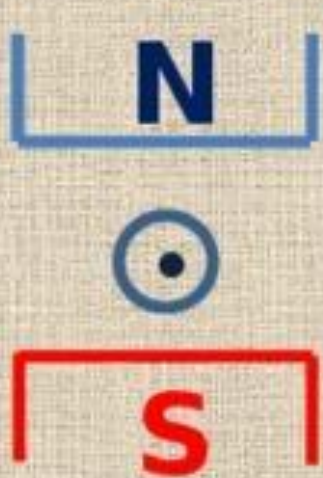
**Направление силы Ампера (правило левой руки)** Если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная составляющая вектора  $B$  входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый на  $90^\circ$  большой палец покажет направление силы, действующей на проводник с ТОКОМ.



# Правило левой руки



**Определите направление силы,  
действующей  
на проводник в магнитном поле.**



x

x

x

x

x

x

x

x

x



1.

2.

•

•

•

•

•

•

•

•

•

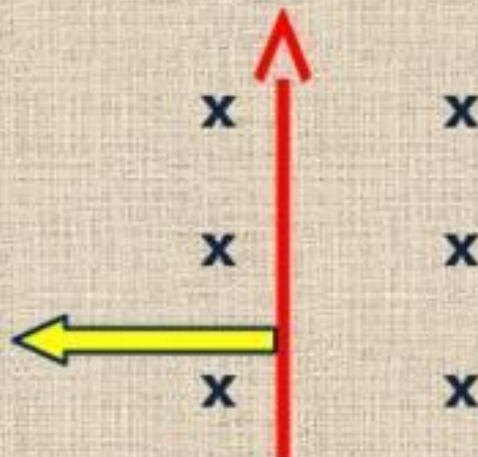
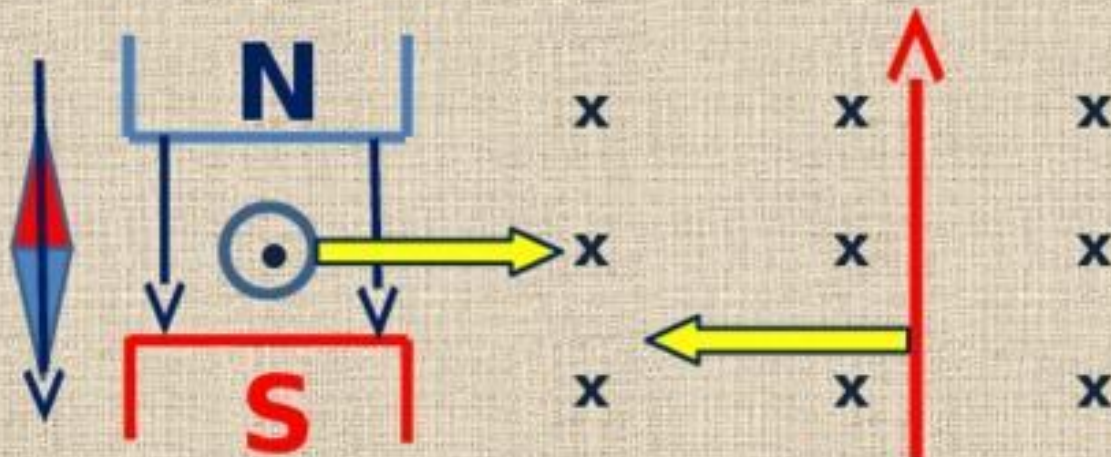


3.

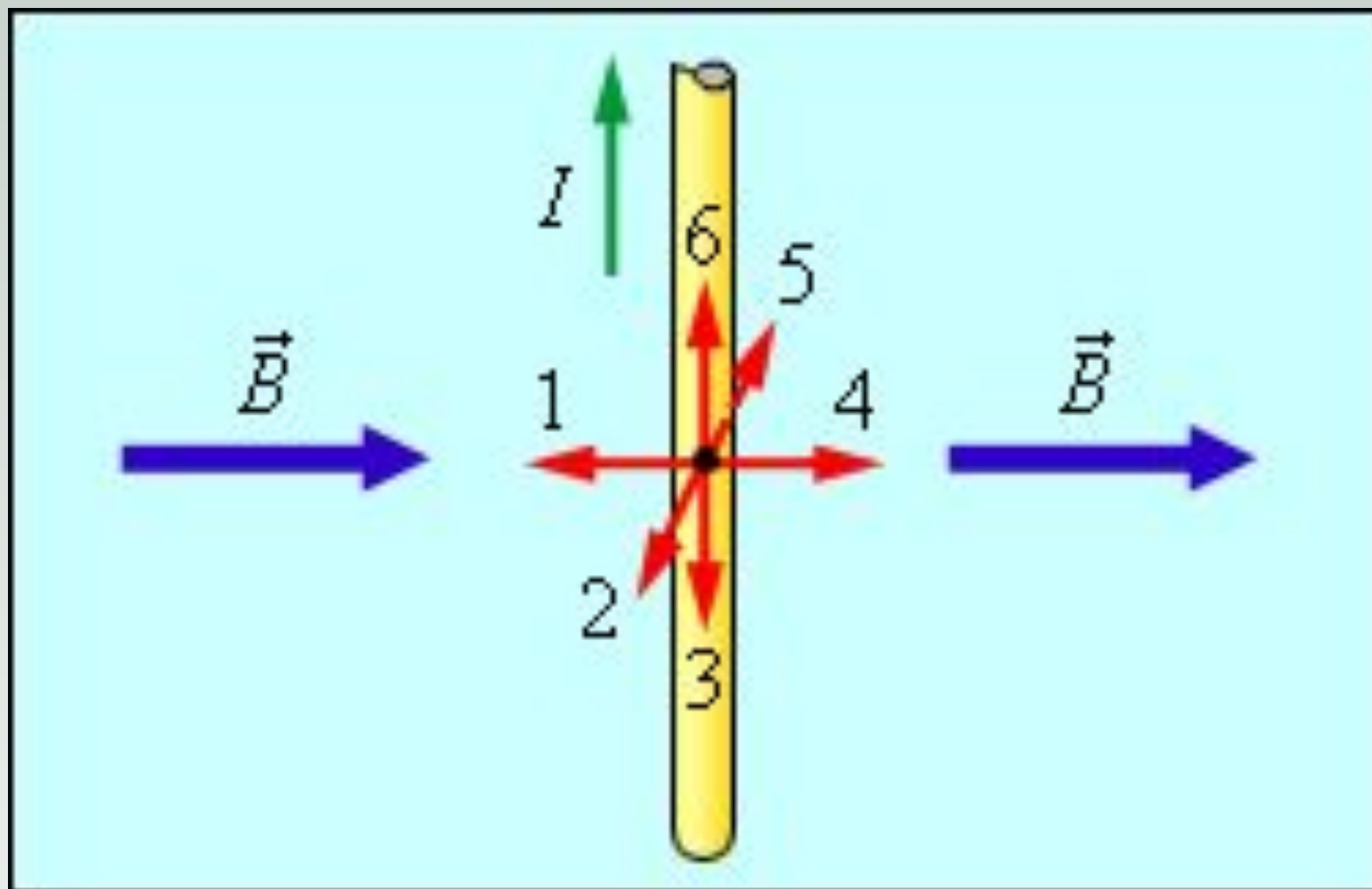


## ПРОВЕРЬ СЕБЯ:

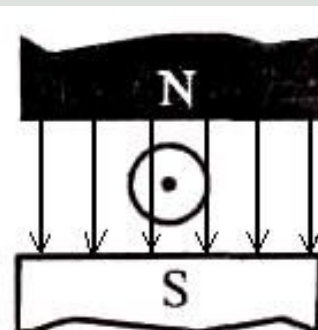
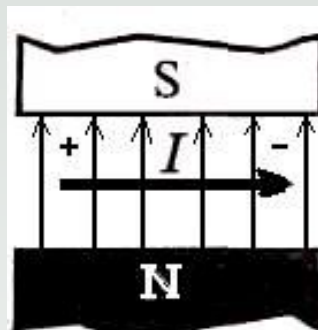
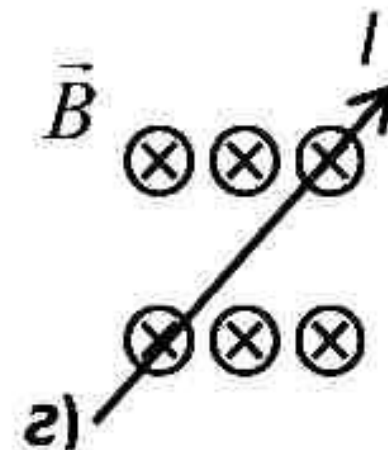
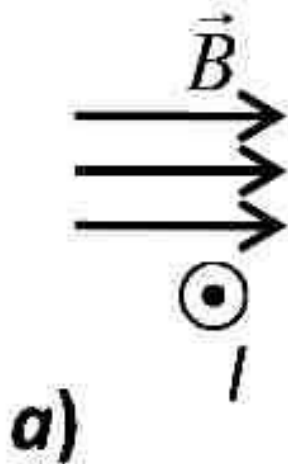
Определите направление силы,  
действующей  
на проводник в магнитном поле.



# КАКАЯ СТРЕЛКА УКАЖЕТ НАПРАВЛЕНИЕ СИЛЫ АМПЕРА?



# ОПРЕДЕЛИТЕ НАПРАВЛЕНИЕ СИЛЫ АМПЕРА



# ЗАДАЧА

Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН?

Сила тока в проводнике 25 А.

Проводник расположен перпендикулярно вектору индукции магнитного поля.

№ 840(830).

Дано:

$$L = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м},$$

$$F = 50 \text{ мН} = 0,05 \text{ Н},$$

$$I = 25 \text{ А}, \alpha = 90^\circ.$$

Решение.

$$F = IBL \cdot \sin \alpha;$$

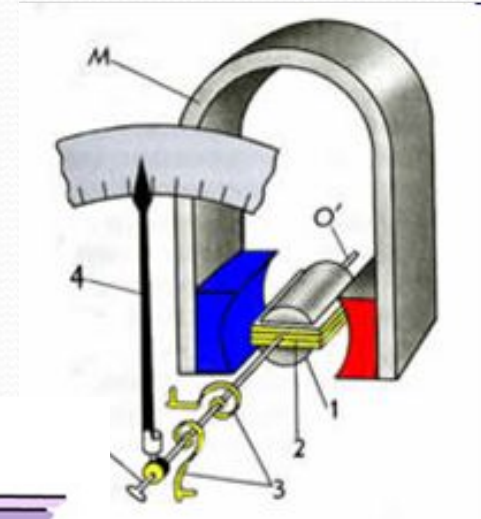
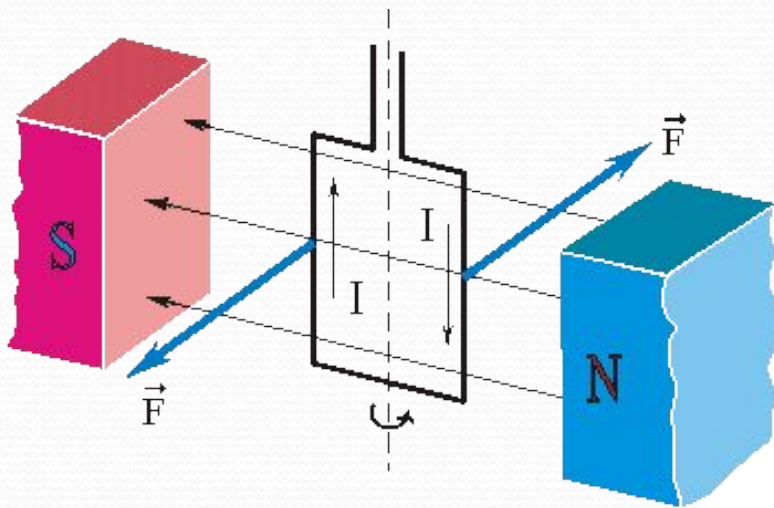
$$B = \frac{F}{I l \sin \alpha} = \frac{0,05 \text{ Н}}{25 \text{ А} \cdot 0,05 \text{ м} \cdot \sin 90^\circ} = 0,04 \text{ Тл}.$$

Найти  $B$ .

Ответ:  $B = 0,04 \text{ Тл}$ .



# Действие магнитного поля на рамку с током

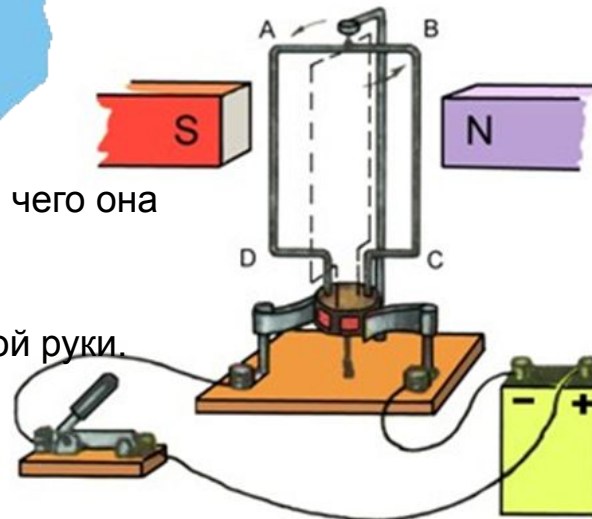


На рамку действует пара сил, в результате чего она поворачивается.

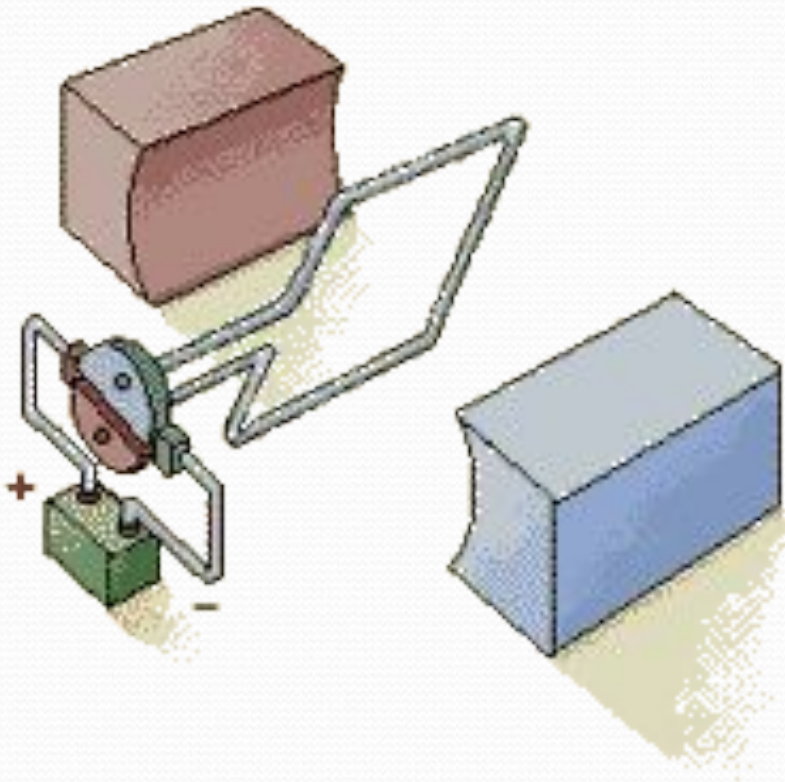
Направление вектора силы – правилу левой руки.

$$F = BIl \sin \alpha = ma$$

$$M = Fd = BIS \sin \alpha - \text{вращающий момент}$$



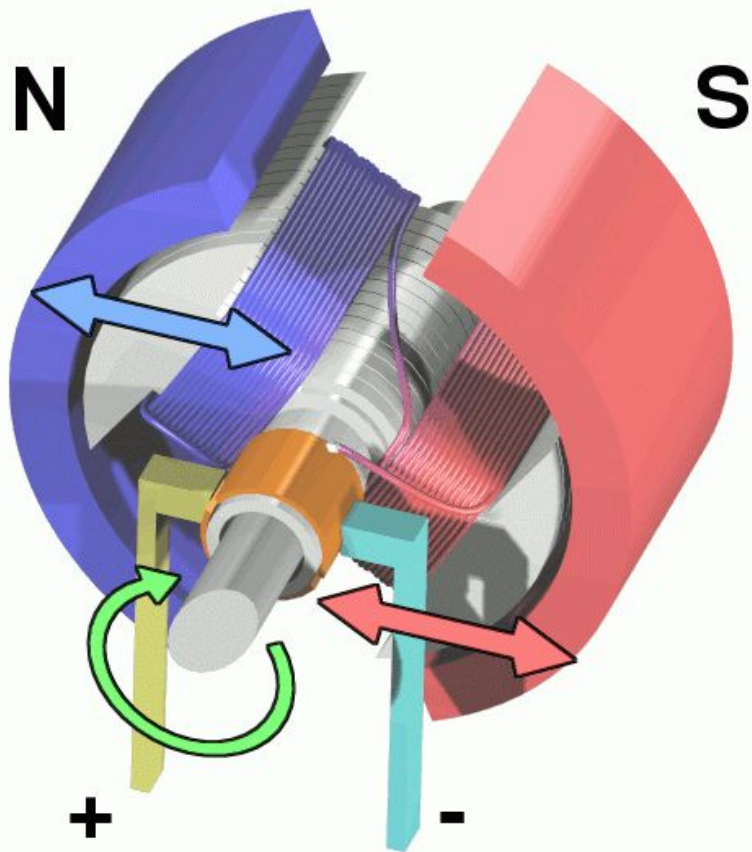
# Принцип действия электродвигателя



Простейший электродвигатель работает только на постоянном токе (от батарейки). Ток проходит по рамке, расположенной между полюсами постоянного магнита. Взаимодействие магнитных полей рамки с током и магнита заставляет рамку поворачиваться. После каждого полуоборота коллектор переключает контакты рамки, подходящие к батарейке, и поэтому рамка вращается.



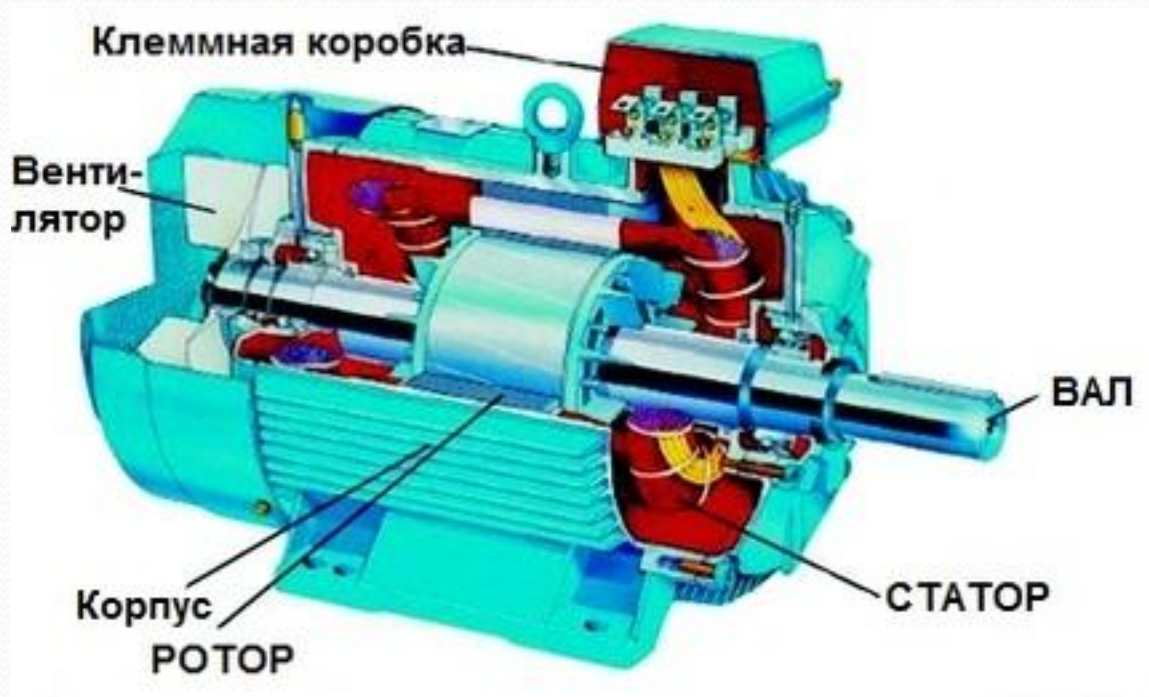
# Устройство электродвигателя



Вращающаяся часть электрической машины называется **ротором** (или **якорем**), а неподвижная - **статором**.

В простом электродвигателе постоянного тока блок катушки служит ротором, а постоянный магнит - статором.

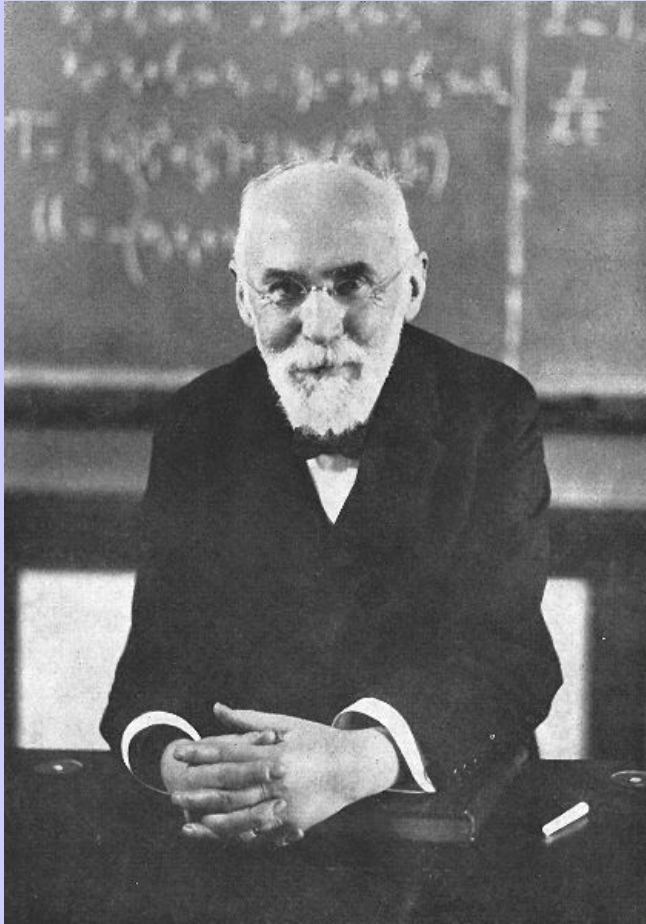
# Электродвигатель







# Сила Лоренца



- Магнитное поле действует только на **движущийся** заряд.
- Силой Лоренца называют силу  $F_L$ , действующую в магнитном поле на электрический заряд  $q$ , движущийся в пространстве со скоростью  $u$ .



Сила, действующая на заряженную движущуюся частицу в магнитном поле, называется силой Лоренца:

$$F_{\lambda} = \frac{F_A}{N} = \frac{BI\ell \sin \alpha}{nV} = \frac{BqnvS\ell \sin \alpha}{nS\ell} = qvB \sin \alpha$$

# Сила Лоренца

$$F_L = |q|vB \sin\alpha$$

$F_L$  – модуль силы Лоренца

$|q|$  – модуль заряда частицы

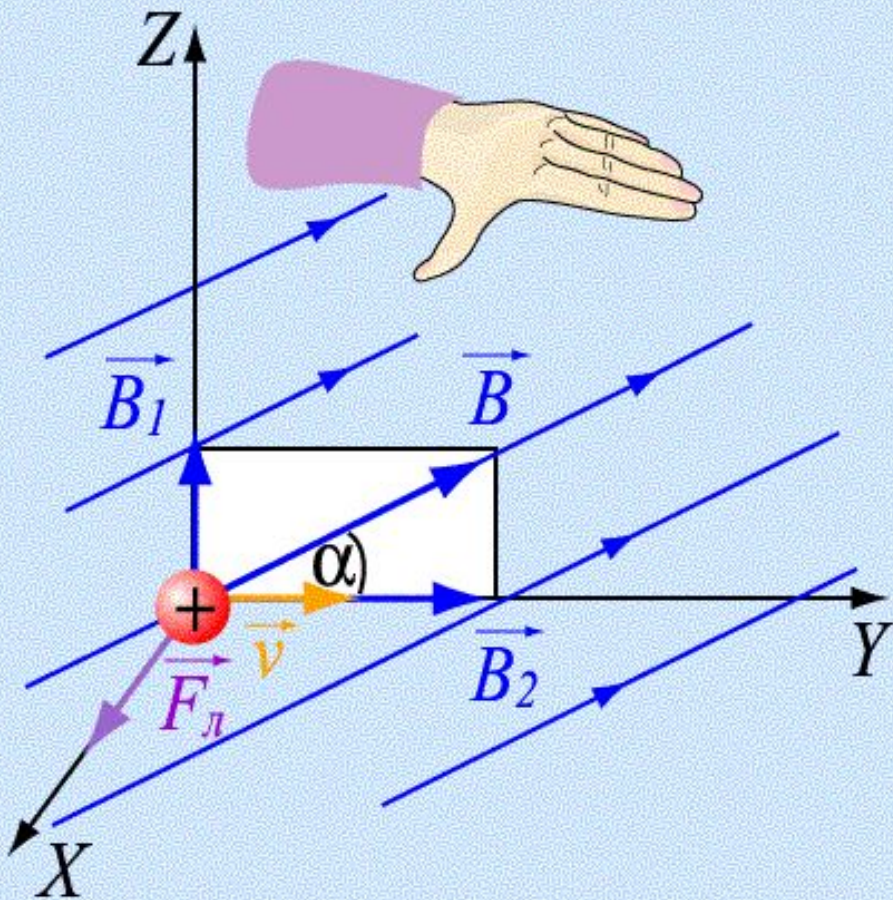
$v$  – скорость частицы

$B$  – магнитная индукция поля

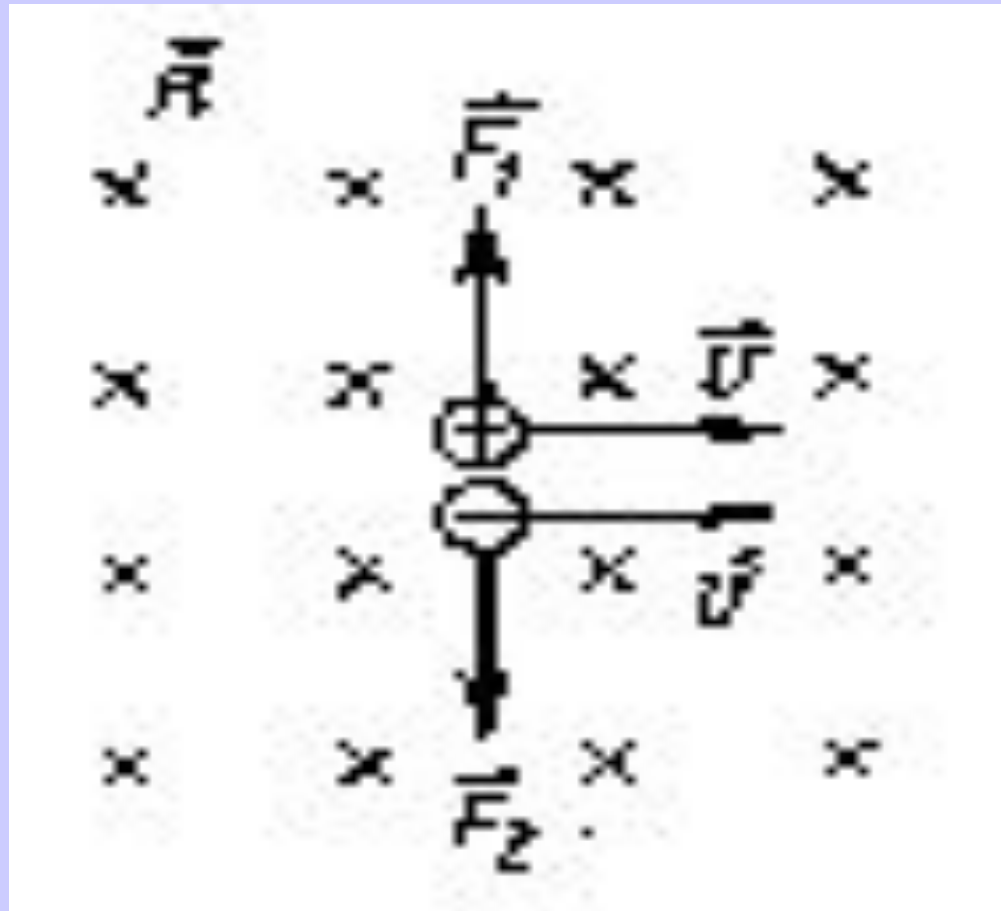
$\alpha$  – угол между вектором магнитной индукции  
и вектором скорости заряженной частицы

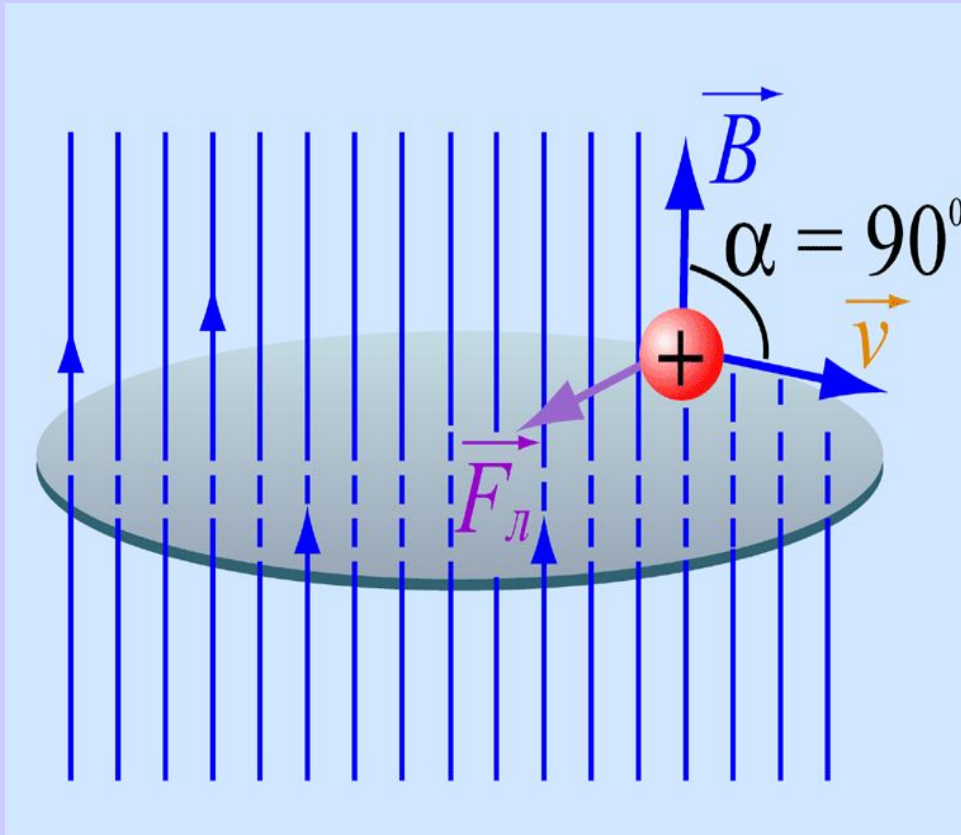
## Направление силы Лоренца определяется правилом левой руки

Если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная составляющая вектора  $\vec{B}$  входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены по направлению скорости положительно заряженной частицы, то отогнутый на  $90^\circ$  большой палец покажет направление силы Лоренца.



**Правило левой руки** сформулировано для положительной частицы. Сила, действующая на отрицательный заряд будет направлена в противоположную сторону по сравнению с положительным.





- При движении заряженной частицы в магнитном поле **сила Лоренца работы не совершает.**
- Поэтому модуль вектора скорости при движении частицы не изменяется.

Если вектор  $\mathbf{v}$  частицы перпендикулярен вектору  $\mathbf{B}$ , то частица описывает траекторию в виде окружности:

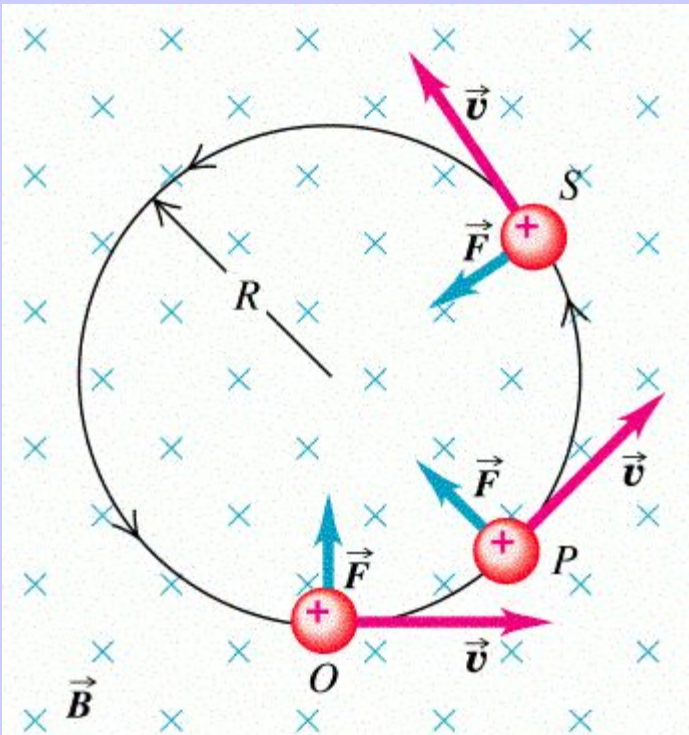
$$F_{\text{цс}} = ma_{\text{цс}} = m \frac{v^2}{R}$$

Роль центростремительной силы играет сила Лоренца

$$qvB = m \frac{v^2}{R}$$



# Движение заряженной частицы в магнитном поле перпендикулярно $\vec{B}$



$$m a_{uc} = q v B$$

$$m \frac{v^2}{R} = q v B$$

$$R = \frac{m}{q} \cdot \frac{v}{B}$$

При этом радиус окружности:

$$R = \frac{mv}{qB}$$

а период обращения

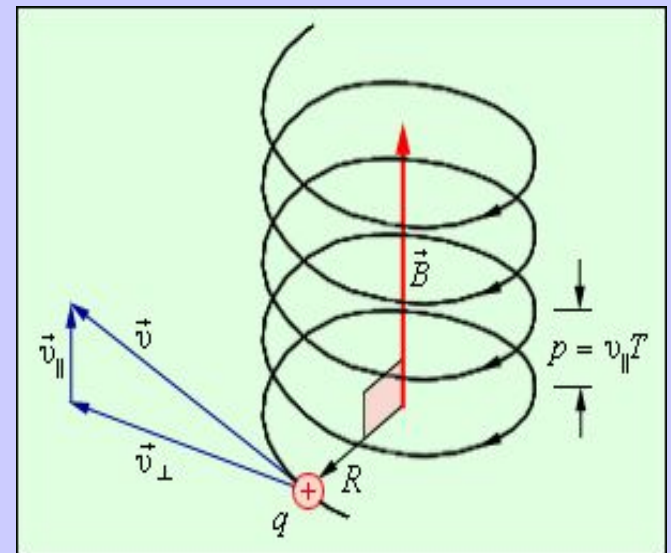
:

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

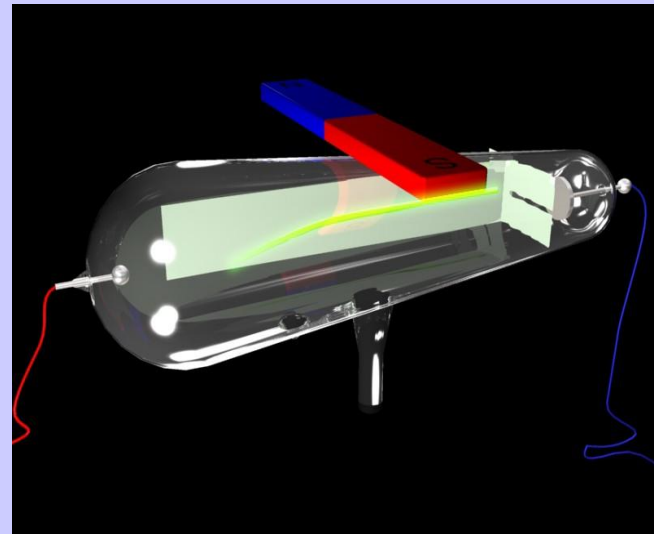
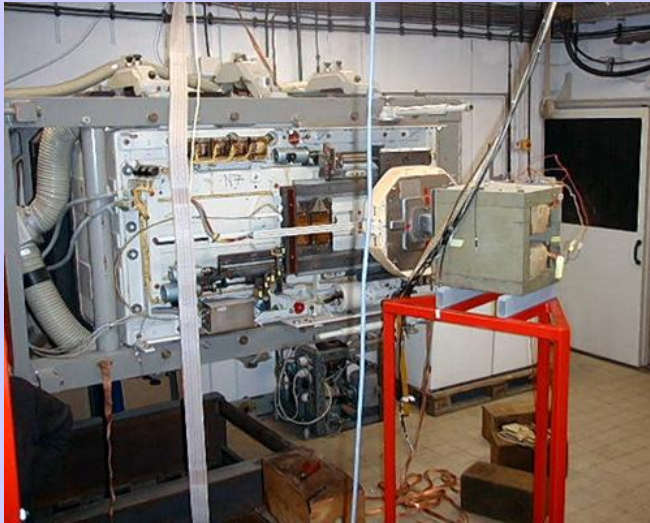
не зависит от радиуса окружности!

# Движение заряженной частицы в магнитном поле под углом к $\vec{B}$

- Такая частица будет двигаться в однородном магнитном поле по спирали.
- При этом радиус спирали  $R$  зависит от модуля перпендикулярной магнитному полю составляющей  $v_{\perp}$  а шаг спирали  $p$  – от модуля



# Применение силы Лоренца





# ЦИКЛИЧЕСКИЙ УСКОРИТЕЛЬ

1. Полюс электромагнита
2. Мишень
3. Шток
4. Полюс электромагнита
5. Дуанты
6. Коробка
7. Изоляторы

ВНЕШНИЙ ВИД  
ЦИКЛИЧЕСКОГО  
УСКОИТЕЛЯ

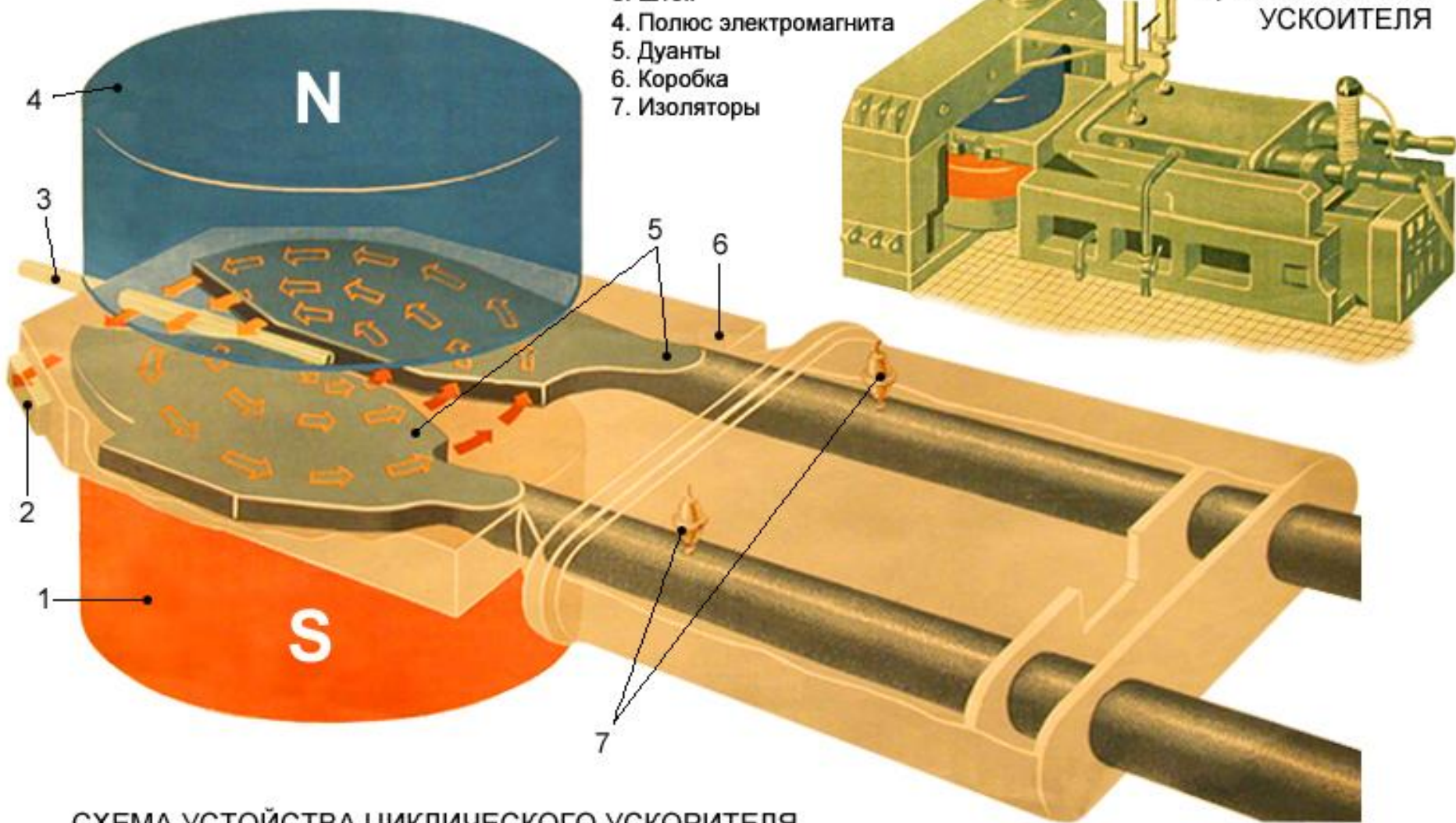
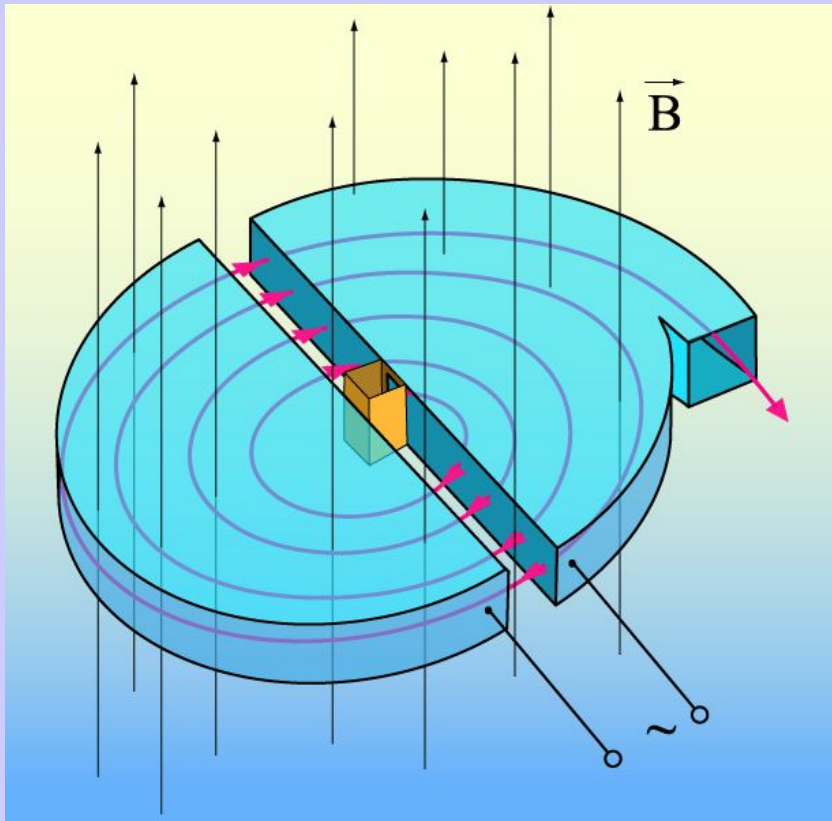


СХЕМА УСТОЙСТВА ЦИКЛИЧЕСКОГО УСКОРИТЕЛЯ

# Циклотрон.



- Период обращения частицы в однородном магнитном поле равен

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

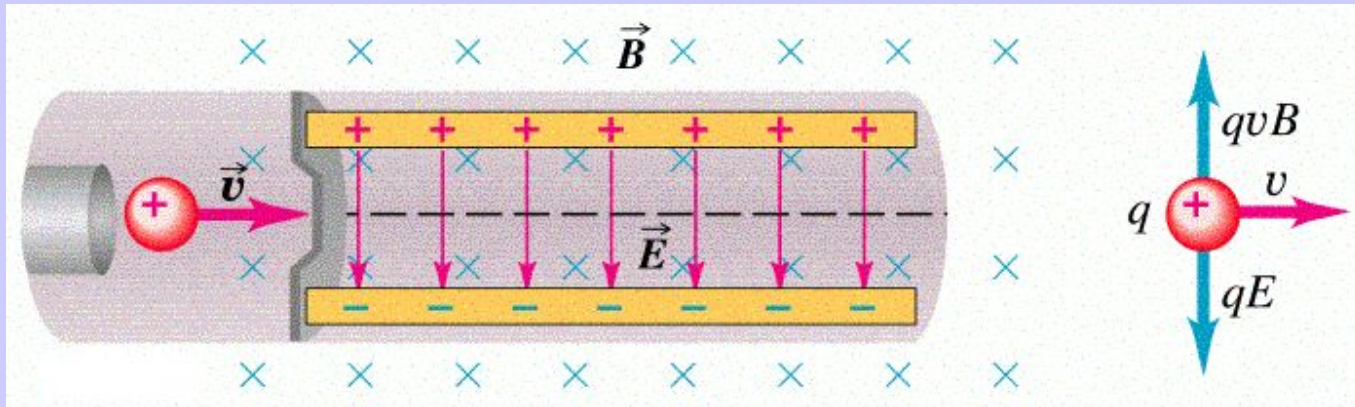
- Циклотронная частота не зависит от скорости
- Заряженная частица ускоряется электрическим



# Электронно-лучевая трубка.

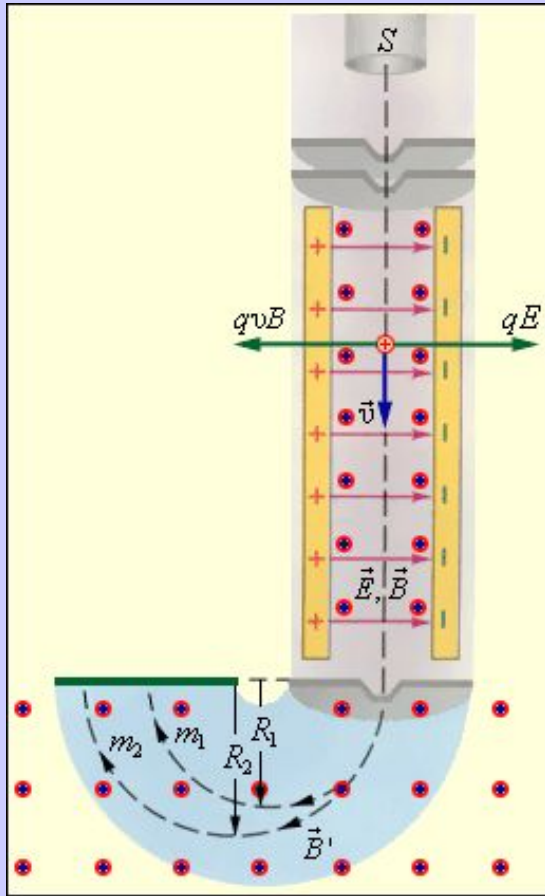


# Селектор скоростей.

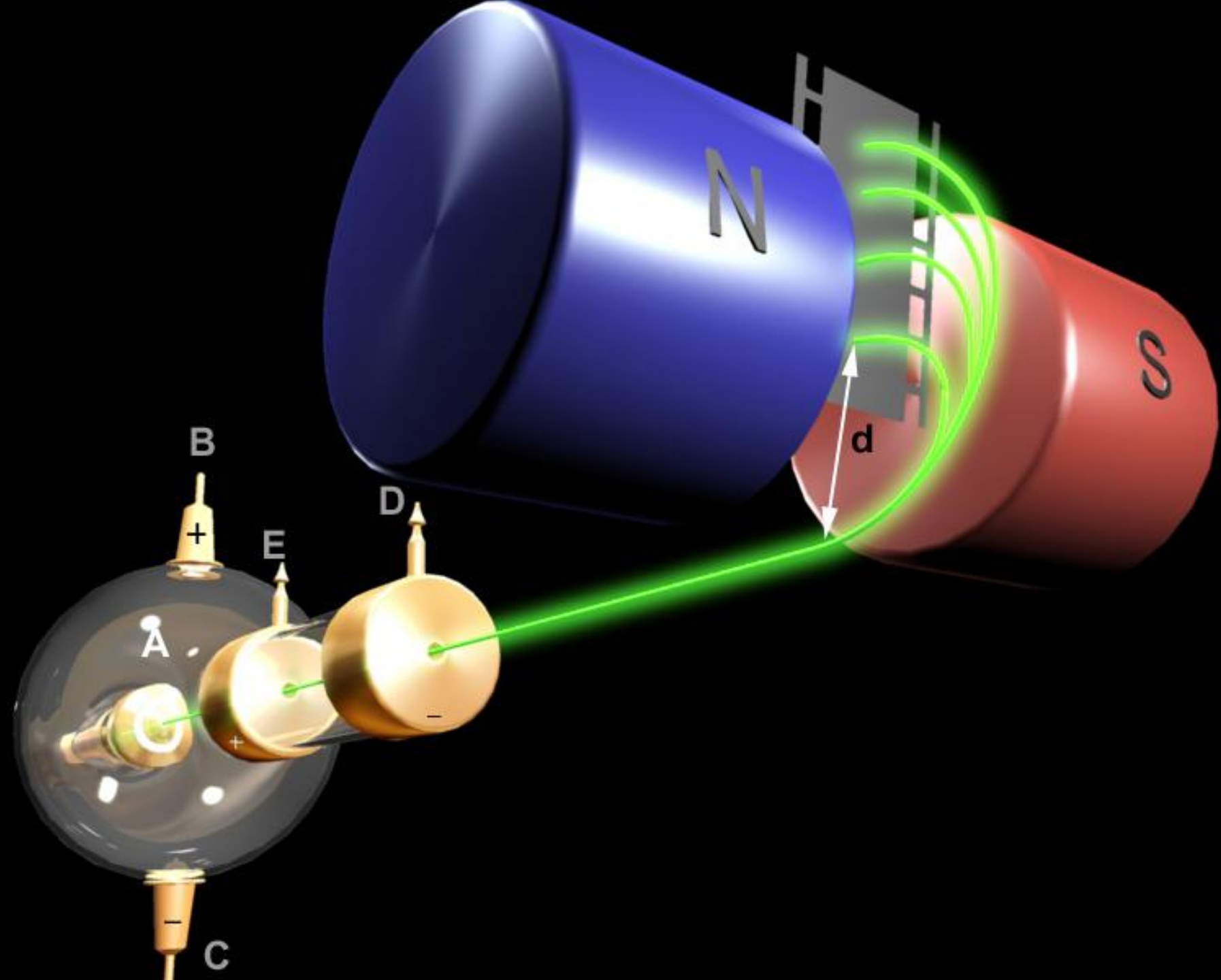


- Частицы движутся в скрещенных однородных электрическом и магнитном полях.
- Если электрическая сила скомпенсирована силой Лоренца, частица будет двигаться равномерно и прямолинейно .
- При заданных значениях электрического и магнитного полей

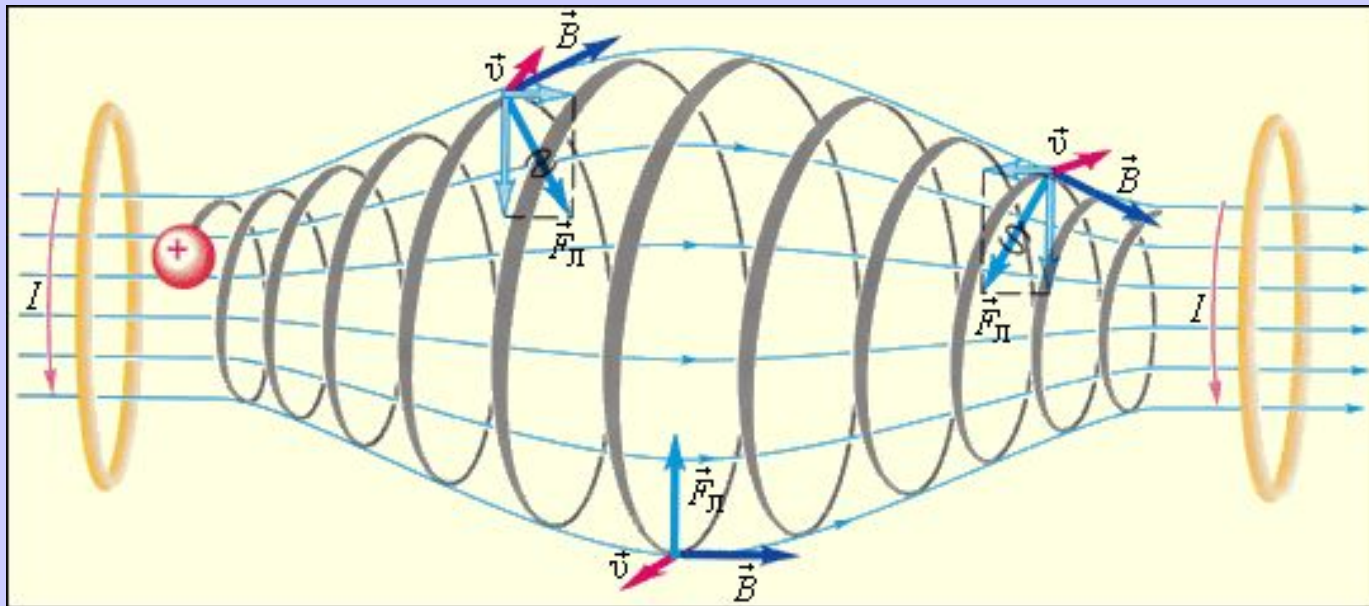
# Масс – спектрометр.



- Можно измерять массы заряженных частиц – ионов или ядер различных атомов.
- Используются для разделения изотопов, то есть ядер атомов с одинаковым зарядом, но разными массами.



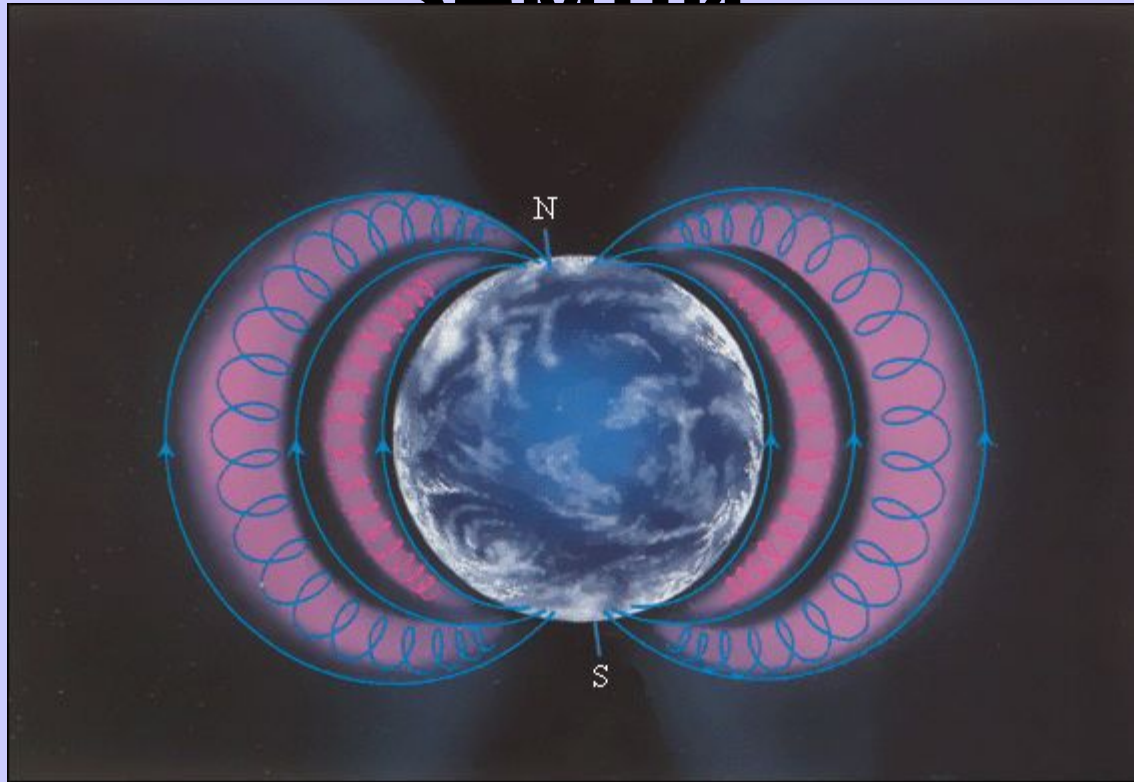
# Магнитная «бутылка» или ловушка.



- Заряженные частицы не выходят за пределы «бутылки».
- Используется для удержания плазмы в управляемом термоядерном синтезе.



# Радиационные пояса Земли



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

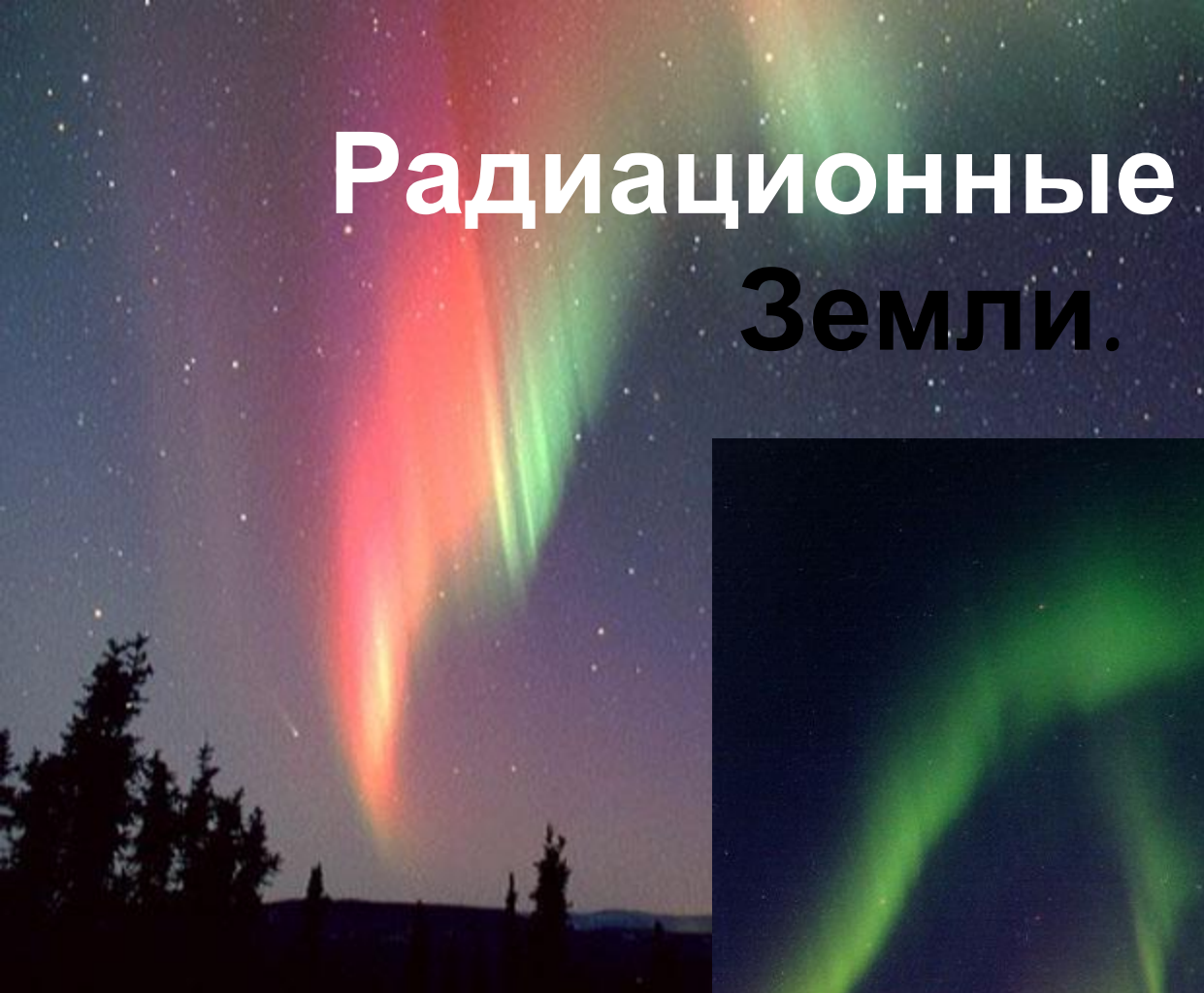


**Движение заряженных частиц в магнитном поле Земли.** Вблизи магнитных полюсов Земли космические заряженные частицы движутся по спирали (с ускорением). Одно из основных положений теории Максвелла говорит о том, что заряженная частица, движущаяся с ускорением, является источником электромагнитных волн - возникает т.н. синхротронное излучение. Столкновение заряженных частиц с атомами и молекулами из верхних слоев атмосферы приводит к возникновению полярных сияний.

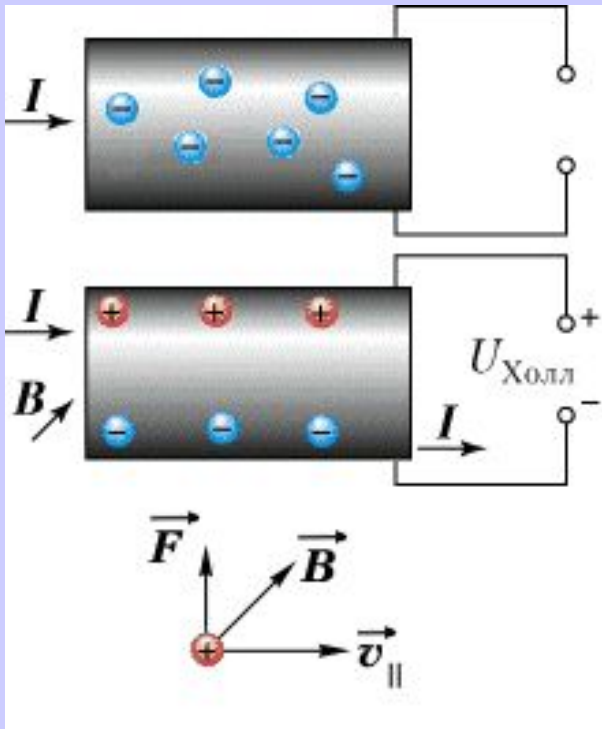
# **Радиационные пояса Земли.**

# Радиационные пояса Земли.

- Частицы могут покинуть пояса в полярных областях и вторгаться в верхние слои атмосферы, вызывая

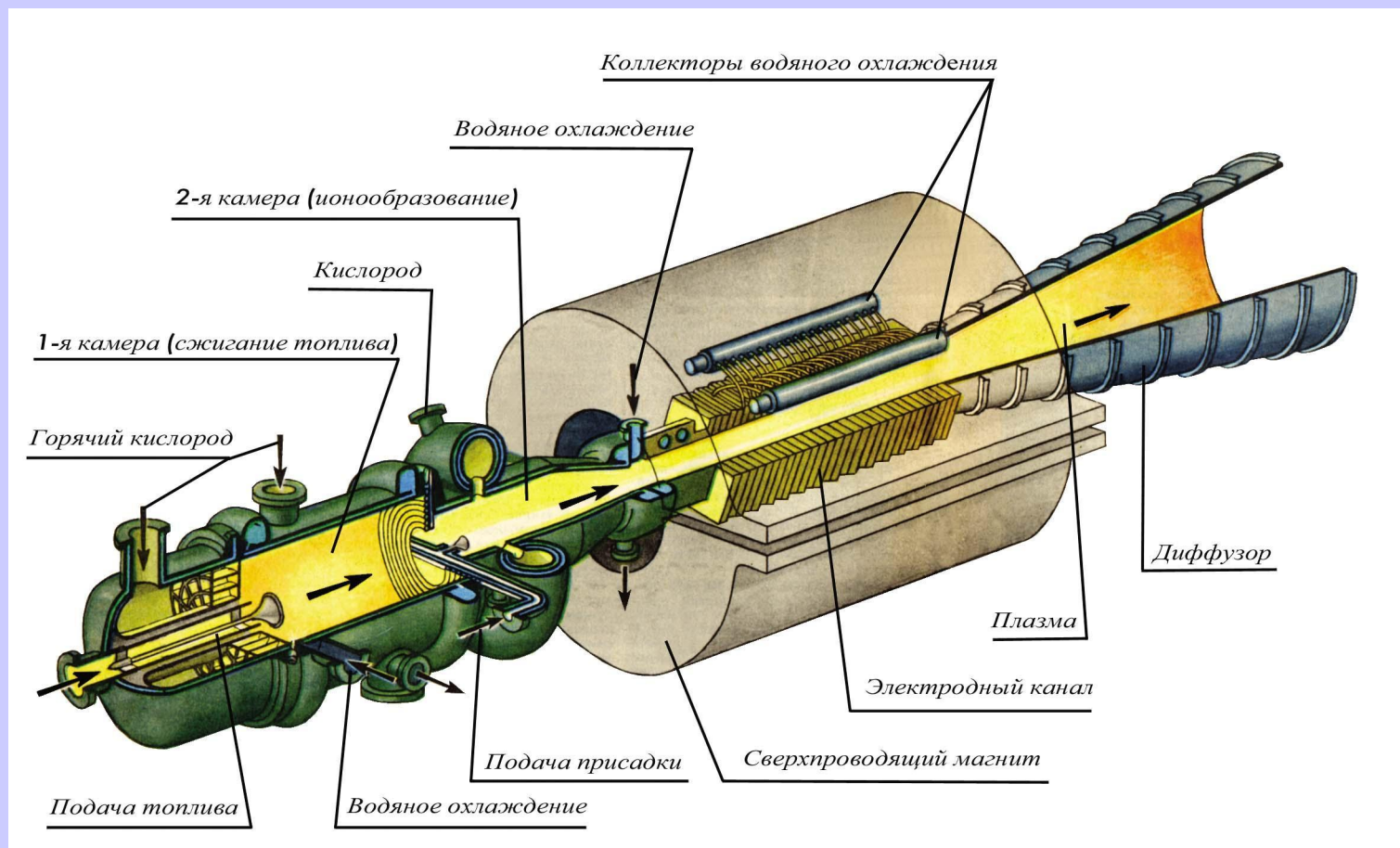


# Эффект Холла.



- Возникновение в проводнике или полупроводнике с током, находящемся в магнитном поле, поперечной разности потенциалов.
- Причиной является отклонение электронов, движущихся в магнитном поле под действием силы

# МГД - генератор.



- Работа основана на эффекте Холла.



# *Домашнее задание:*

Изучить материал по теме Сила Ампера.  
Сила Лоренца.