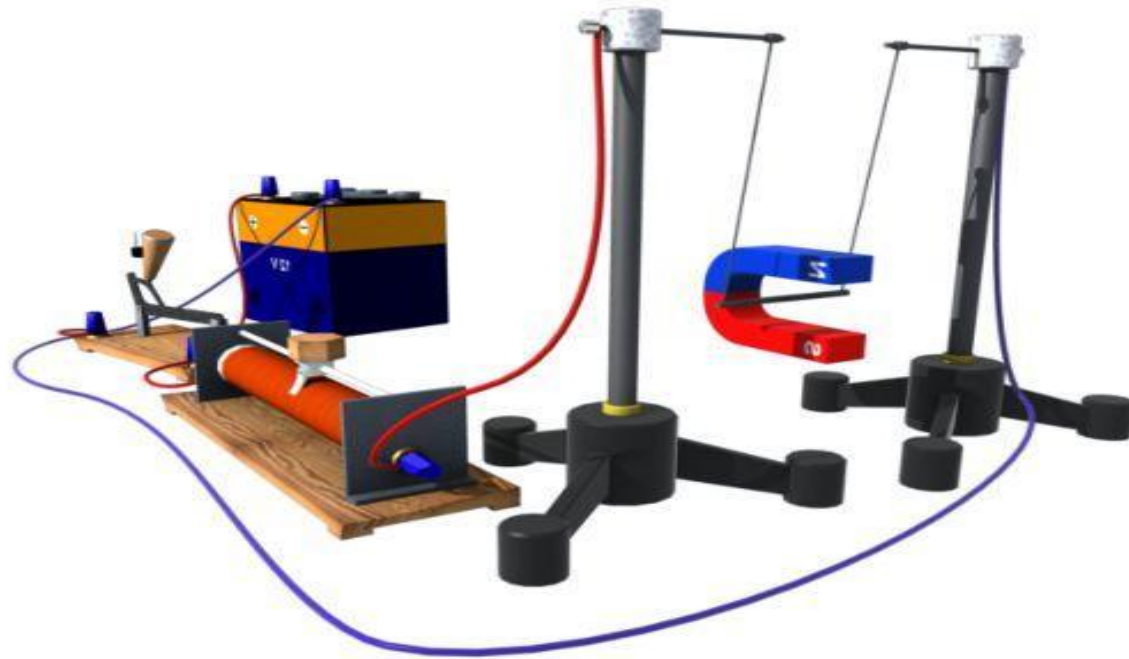
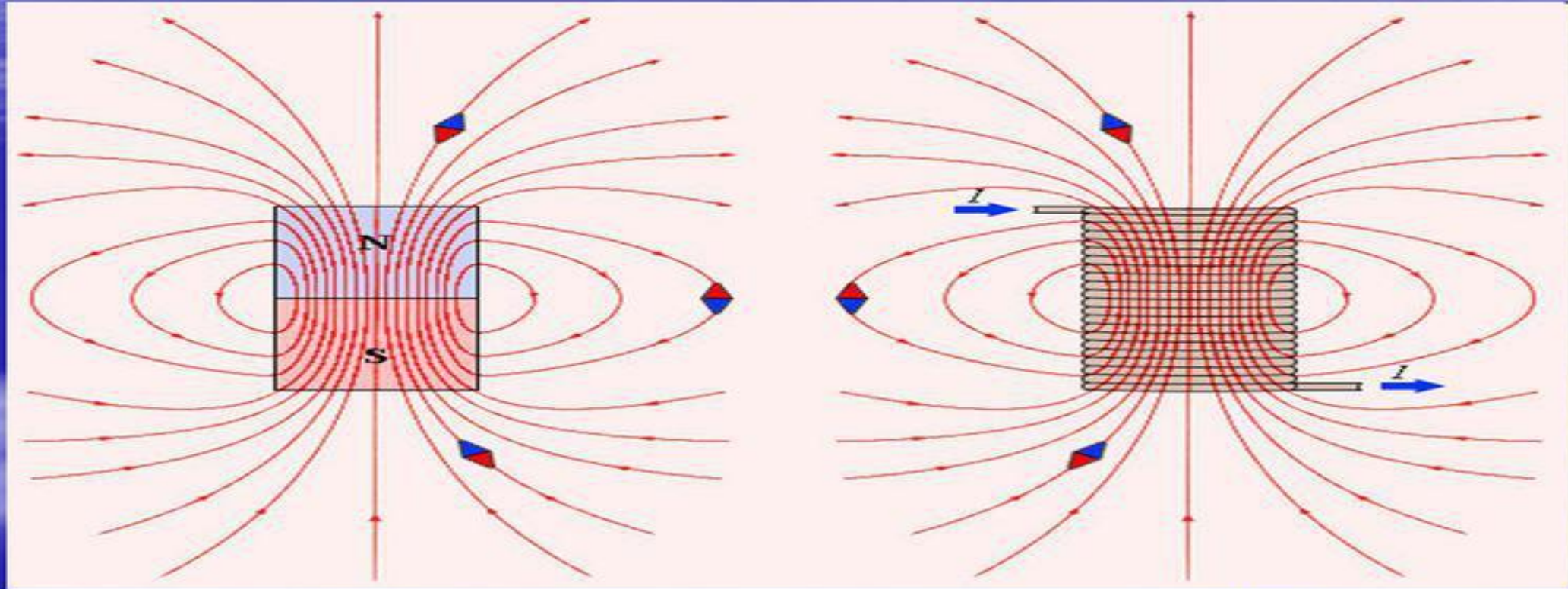


***Действие магнитного  
поля на проводник с  
током***

# Действие магнитного поля на проводник с током



# Вспомним материал прошлого урока



# Магнитное поле - особая форма существования материи.

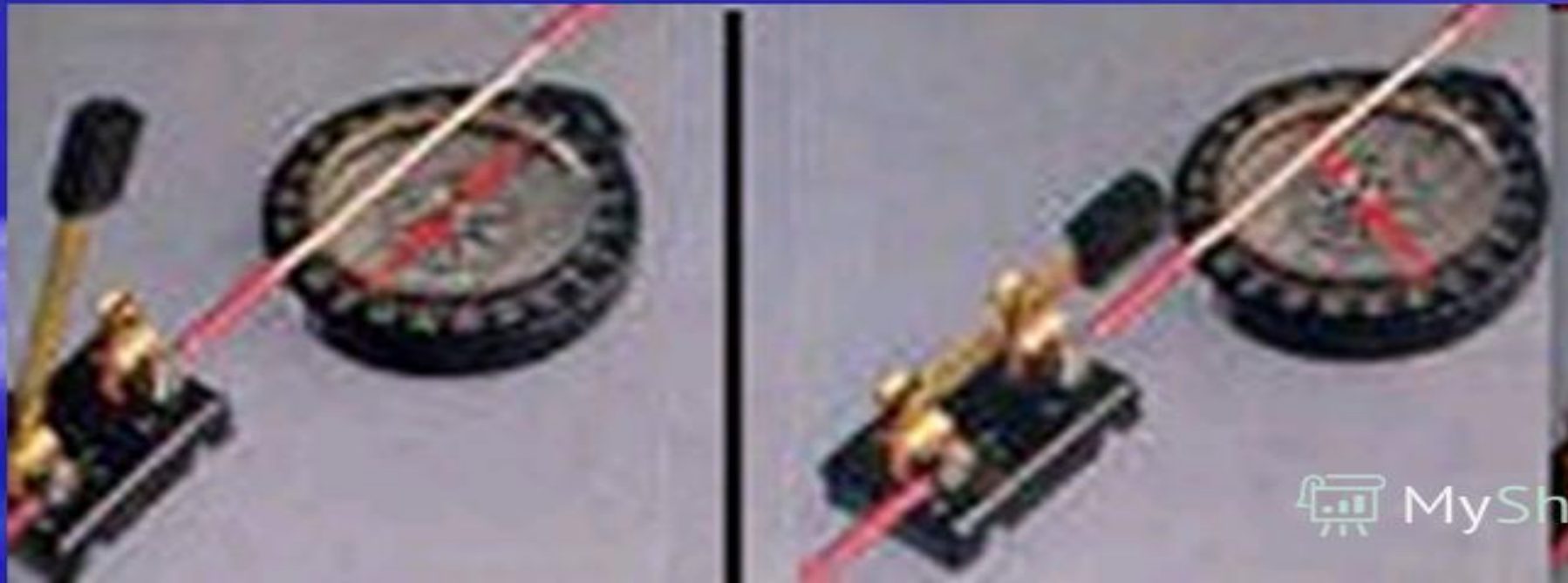
Свойства магнитного поля:

1. Порождается движущимися зарядами (электрическим током) или переменным электрическим полем;
2. Обнаруживается по действию на электрический ток или магнитную стрелку.



При замыкании цепи стрелка компаса  
начинает ориентироваться

*Вопрос:* что заставляет стрелку вести  
себя таким образом?



## Проверка домашнего задания

**Вставьте пропущенные слова.**

**1. Магнитное поле порождается \_\_\_\_\_ .**

**2. Магнитное поле создается \_\_\_\_\_**

**заряженными частицами.**

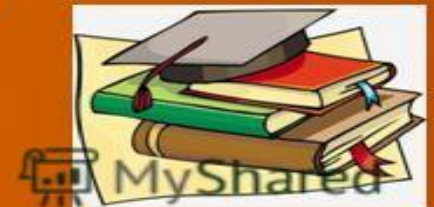
**3. За направление магнитной линии в какой-либо ее точке условно принимают направление, которое указывает \_\_\_\_\_ полюс магнитной стрелки, помещенной в эту точку.**

**4. Магнитные линии выходят из \_\_\_\_\_ полюса магнита и входят в \_\_\_\_\_.**

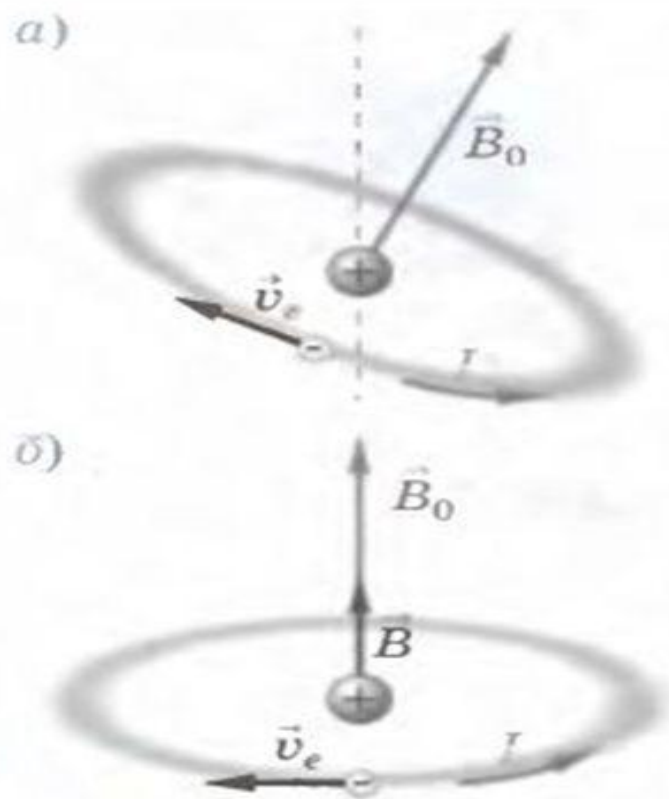
**5. Как взаимодействуют два провода троллейбусной линии: притягиваются или отталкиваются?**

## Проверка теста

1. Магнитное поле порождается электрическим током.
2. Магнитное поле создается движущимися заряженными частицами.
3. За направление магнитной линии в какой-либо ее точке условно принимают направление, которое указывает северный полюс магнитной стрелки, помещенной в эту точку.
4. Магнитные линии выходят из северного полюса магнита и входят в южный.
5. Как взаимодействуют два провода троллейбусной линии: притягиваются или отталкиваются?  
Притягиваются.



# Закон Ампера

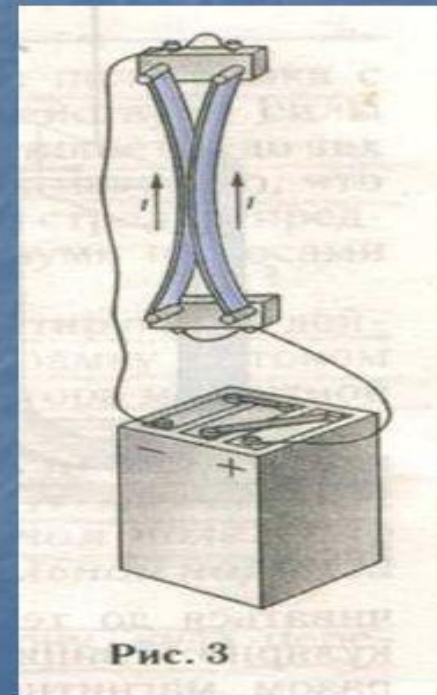
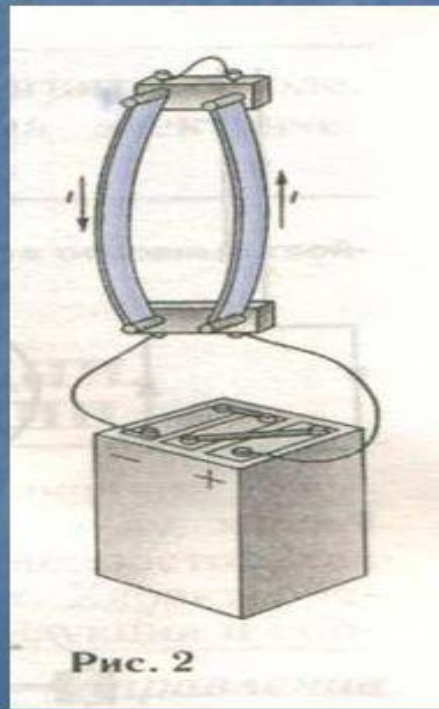
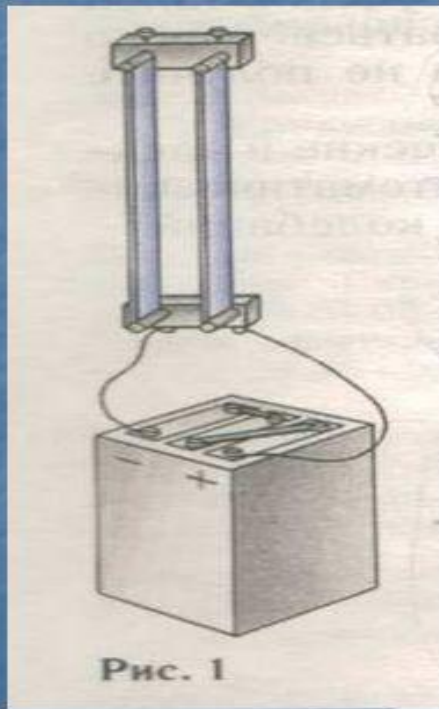


- Согласно гипотезе Ампера внутри молекул вещества циркулируют элементарные электрические токи. В намагниченном состоянии эти токи ориентированы согласованно, так, что их действия складываются. Действуя на магнитную стрелку, магнитное поле действует на токи, циркулирующие в ней. Поэтому для дальнейшего изучения свойств магнитного поля целесообразно изучить его действие на проводник с током.

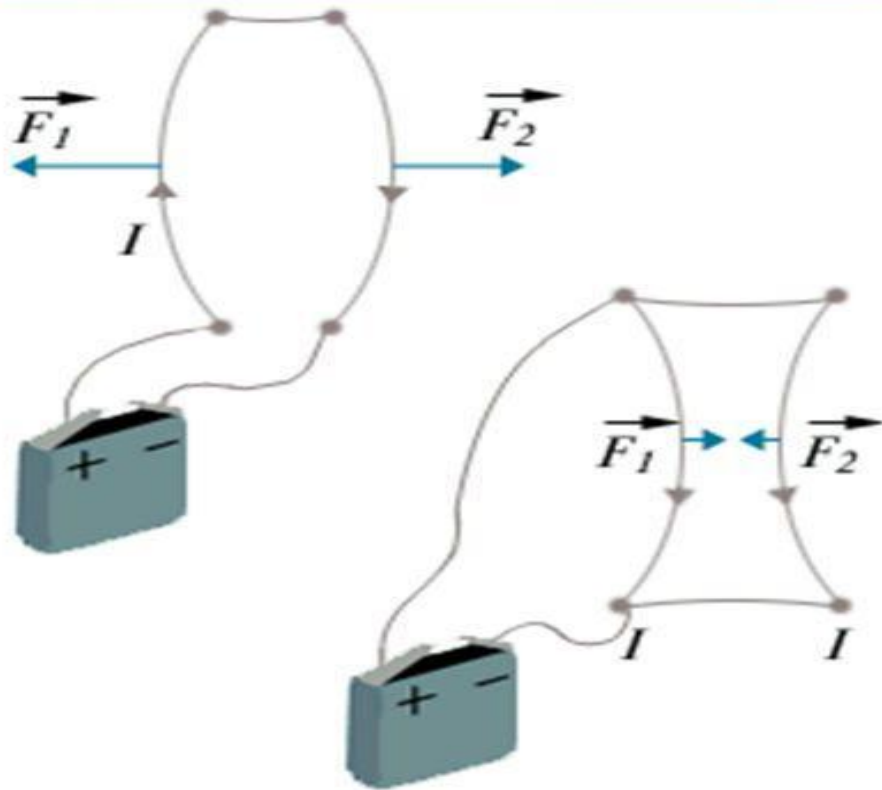


Взаимодействия между проводниками с током, то есть взаимодействия между движущимися электрическими зарядами, называют магнитными.

Силы, с которыми проводники с током действуют друг на друга, называют магнитными силами.



# Опыт Ампера.



Взаимодействие проводников с током

- Если в магнитное поле, возникающее вокруг проводника с током, поместить другой проводник с током, то проводники будут взаимодействовать между собой.

*Если проводник с током поместить в магнитное поле, то со стороны магнита будет действовать сила – сила Ампера*

Определение: Сила с которой магнитное поле действует на проводник с током называется силой Ампера

# Действие магнитного поля на проводник с током

**Магнитное поле действует с некоторой силой на любой проводник с током, находящийся в нем**



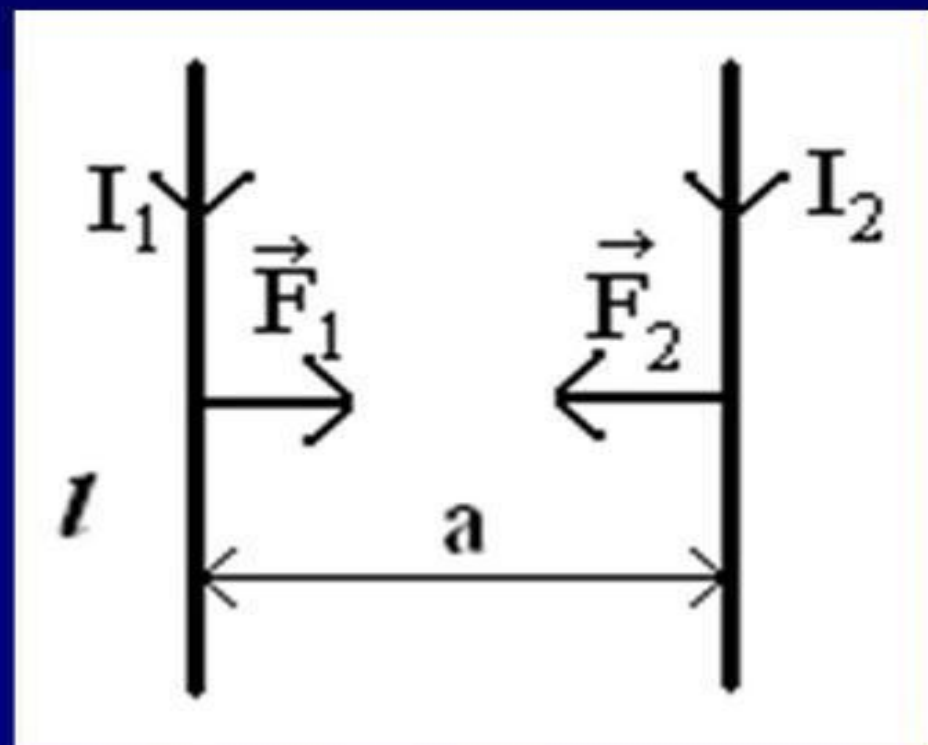
**Направление движения проводника зависит от направления тока в проводнике и от расположения полюсов магнита**

- Для двух параллельных бесконечно длинных проводников Ампер установил:

$$F \sim I_1, \quad F \sim I_2,$$

$$F \sim \frac{1}{a}, \quad F \sim l.$$

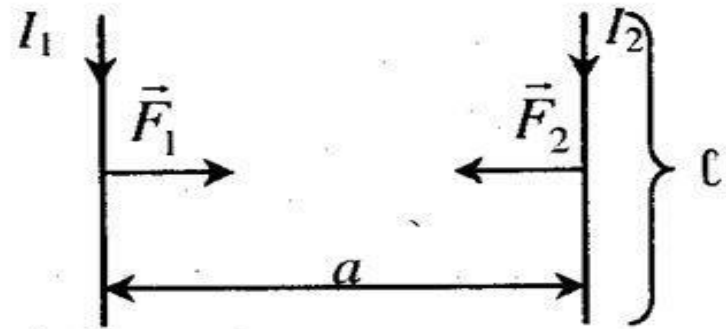
$$F = \frac{k I_1 I_2 l}{a}$$



В 1820 году Андре Ампер открыл закон взаимодействия проводников с током. Для двух бесконечно длинных проводников Ампер установил

$$F \sim I_1; F \sim I_2; F \sim \frac{1}{a}; F \sim \ell$$

$$F = k \frac{I_1 I_2 \cdot \ell}{a}$$



$k$  – коэффициент пропорциональности

$$k = 2 \cdot 10^{-7} \frac{H}{A^2}$$

# Закон Ампера

Гипотеза:

Внутри молекул вещества циркулируют элементарные электрические токи (круговые)

В намагниченном состоянии они ориентированы так, что их действия складываются

Магнитное поле действует на все участки проводника с током с некоторой силой. Зная направление и величину силы, действующей на каждый малый отрезок проводника, можно найти силу, действующую на весь проводник.

1820 г. Ампер: установил направление силы и от каких величин она зависит.

# ОПЫТ АМПЕРА

---

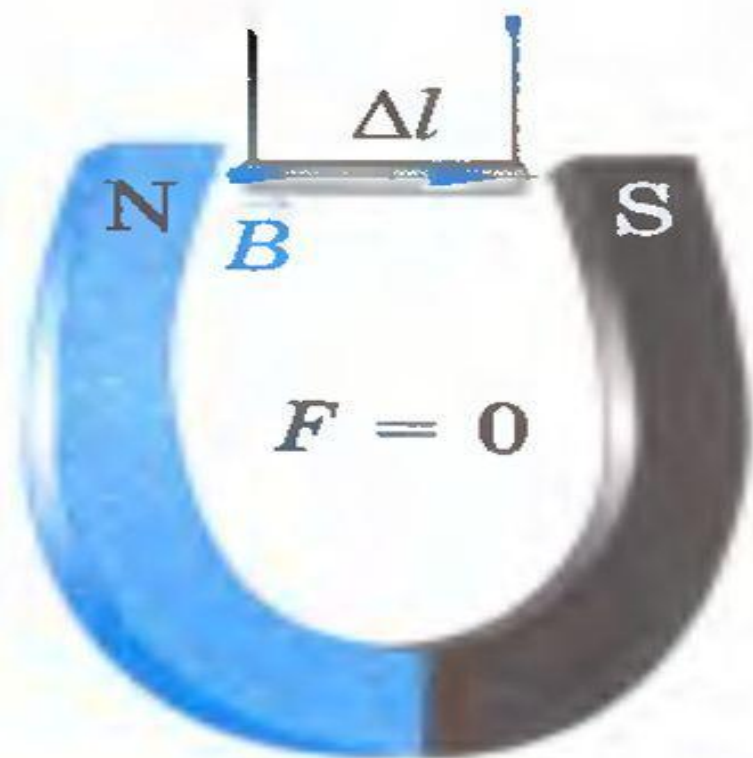


**Меняя форму проводников и их расположение, Ампер сумел установить выражение для силы действующей на участок проводника.**





## Закон Ампера



a)

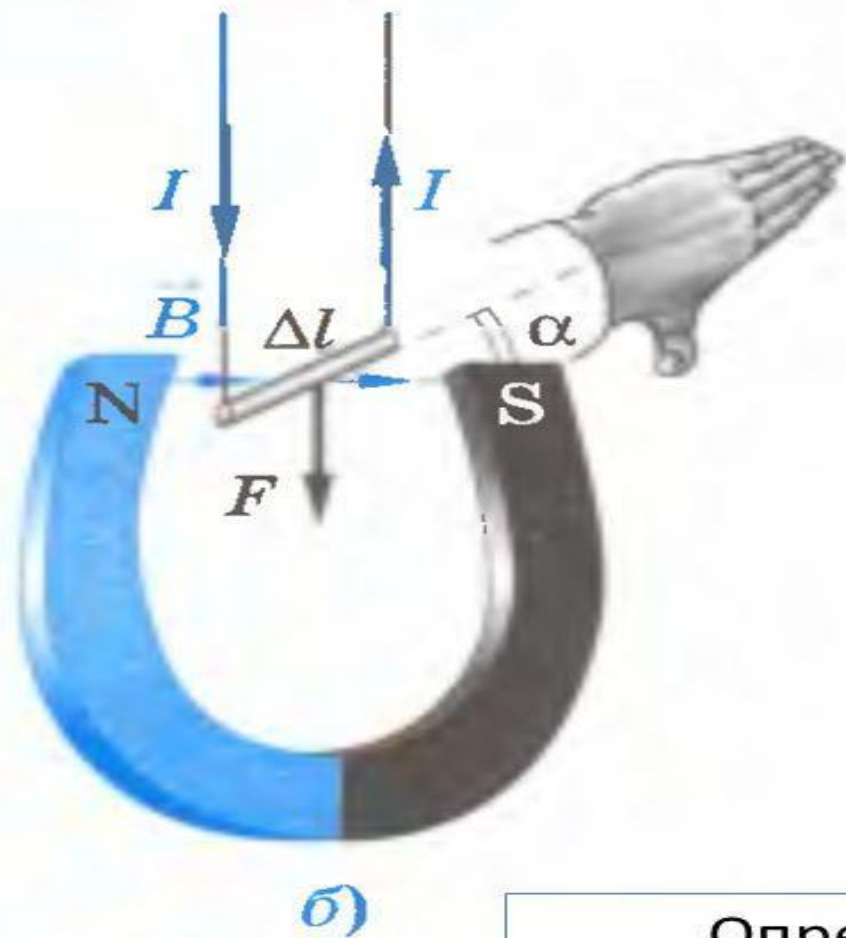
$\Delta l$  – отрезок проводника

Тока в проводнике нет ( $I=0$ )



Сила на проводник не действует

## Закон Ампера



$\Delta l$  – отрезок проводника

По проводнику течет ток. Направление тока составляет угол  $\alpha$  с вектором магнитной индукции  $\vec{B}$



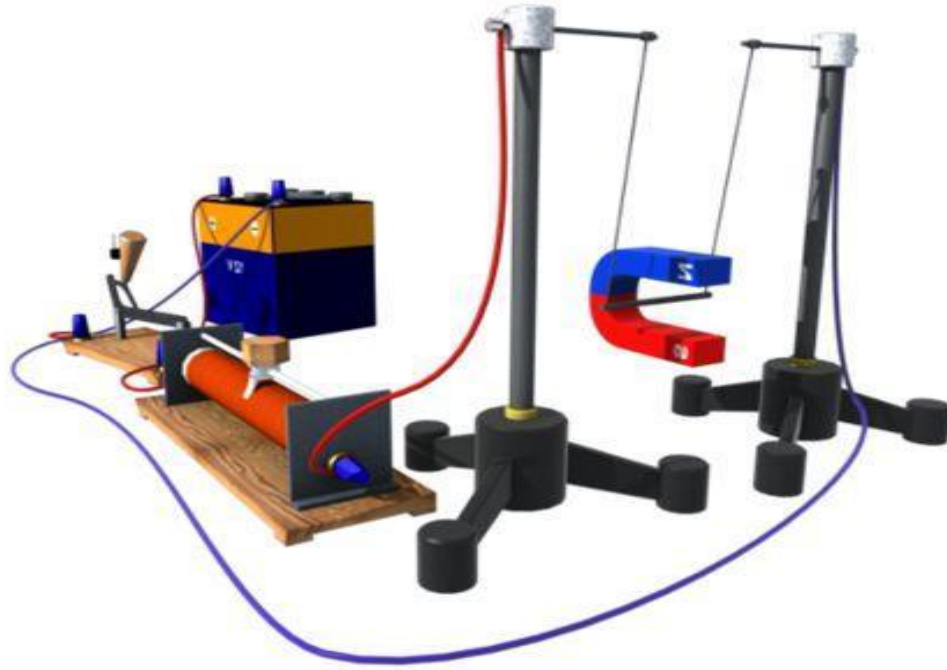
на отрезок проводника действует сила



Определяется – по закону Ампера

Shared

# Закон Ампера



$$F_{\alpha} = B \cdot I \cdot L \cdot \sin \alpha$$

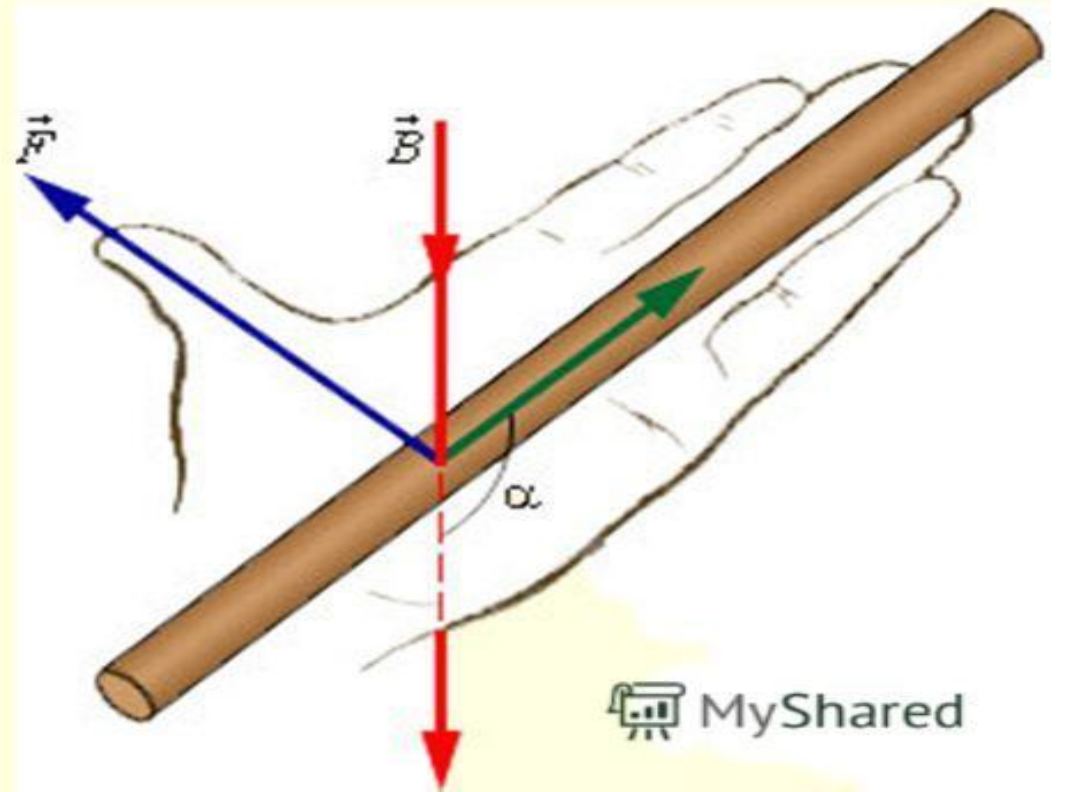
- *Сила, с которой магнитное поле действует на помещенный в него отрезок проводника с током, равна произведению силы тока, модуля вектора магнитной индукции, длины отрезка, проводника и синуса угла между направлениями тока и магнитной индукции*

# Сила Ампера

Описывает действие магнитного поля на проводник с током

$$F = BIl \sin \alpha$$

$$\alpha = (\vec{B}, \vec{I})$$



# Сила Ампера

$$F = I_{\Delta} l B_{\perp}$$

Если же вектор магнитной индукции  
направлен к элементу тока под  
углом  $\alpha$

то

$$B_{\perp} = B \sin \alpha$$

соответственно

$$F = B I_{\Delta} l \sin \alpha$$

$$F = IB\Delta l \sin \alpha$$

$I$  - сила тока, А

$B$  - магнитная индукция, Тл

$\Delta l$  - длина активной части проводника ( той части, которая находится в магнитном поле), м

$\sin \alpha$  – угол между вектором магнитной индукции и активной части проводника

# Опыт Ампера.

- Сила Ампера – сила, действующая на проводник с током, помещенный в магнитное поле.



$$F = BI_{\Delta} l \sin \alpha$$

Данное выражение называется  
законом Ампера:

*Сила ампера равна произведению вектора магнитной индукции на силу тока, длину участка проводника и на синус угла между магнитной индукцией и участком проводника*



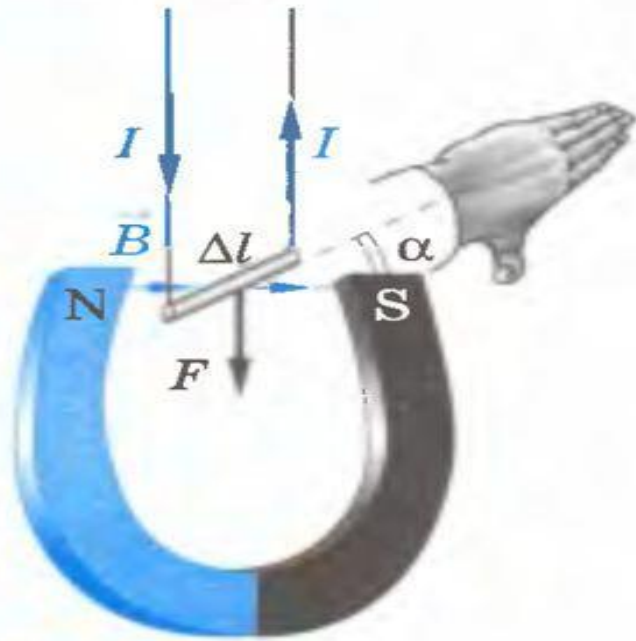
Направление силы Ампера можно определить с помощью

*правила левой руки*

- *Если левую руку расположить так, чтобы вектор магнитной индукции входил в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый на  $90^\circ$  большой палец покажет направление силы, действующей на отрезок проводника.*

# Закон Ампера

Правило левой руки:

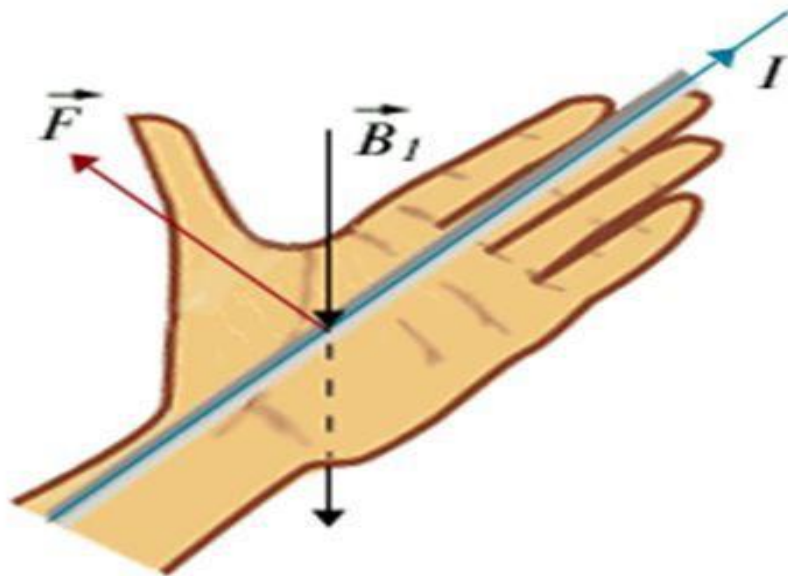


б)

Если кисть левой руки расположить так, что четыре вытянутых пальца указывают направление тока в проводнике, а вектор магнитной индукции входит в ладонь, то отогнутый (в плоскости ладони) на  $90^\circ$  большой палец покажет направление силы, действующей на отрезок проводника

Сила Ампера перпендикулярна направлению тока и вектору магнитной индукции

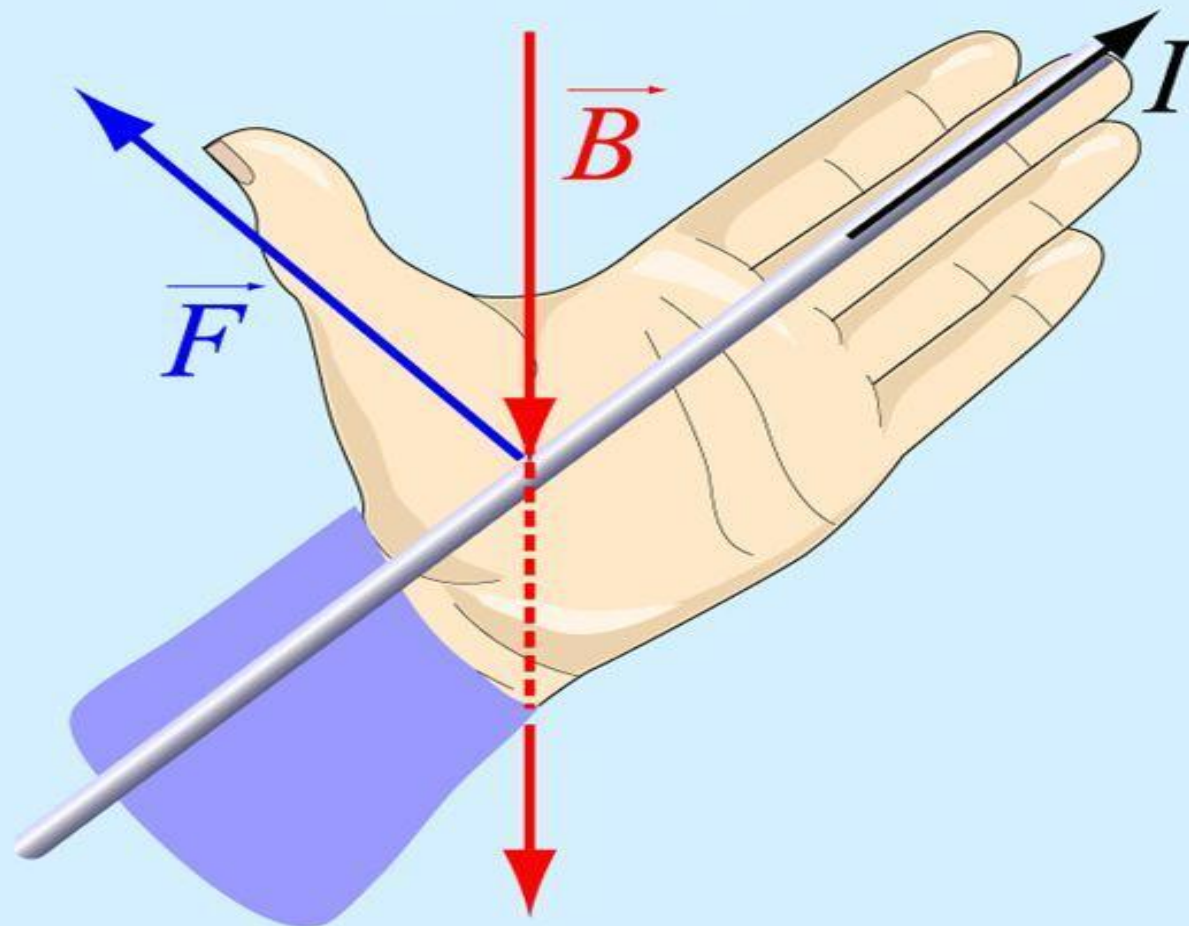
# Направление силы Ампера.



Правило левой руки

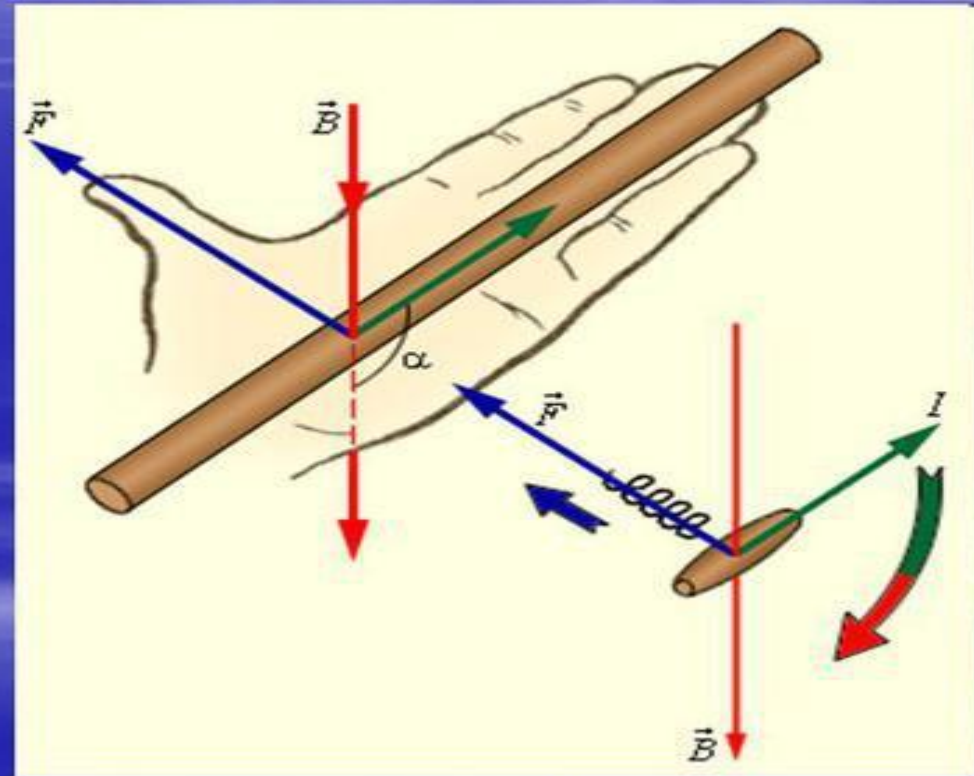
- Если проводник стоком расположить над ладонью левой руки так, чтобы вектор магнитной индукции был перпендикулярен ему и входил в ладонь, а четыре пальца руки расположить по направлению тока, то отогнутый большой палец укажет направление силы Ампера.

# Направление силы Ампера определяется по правилу левой руки.



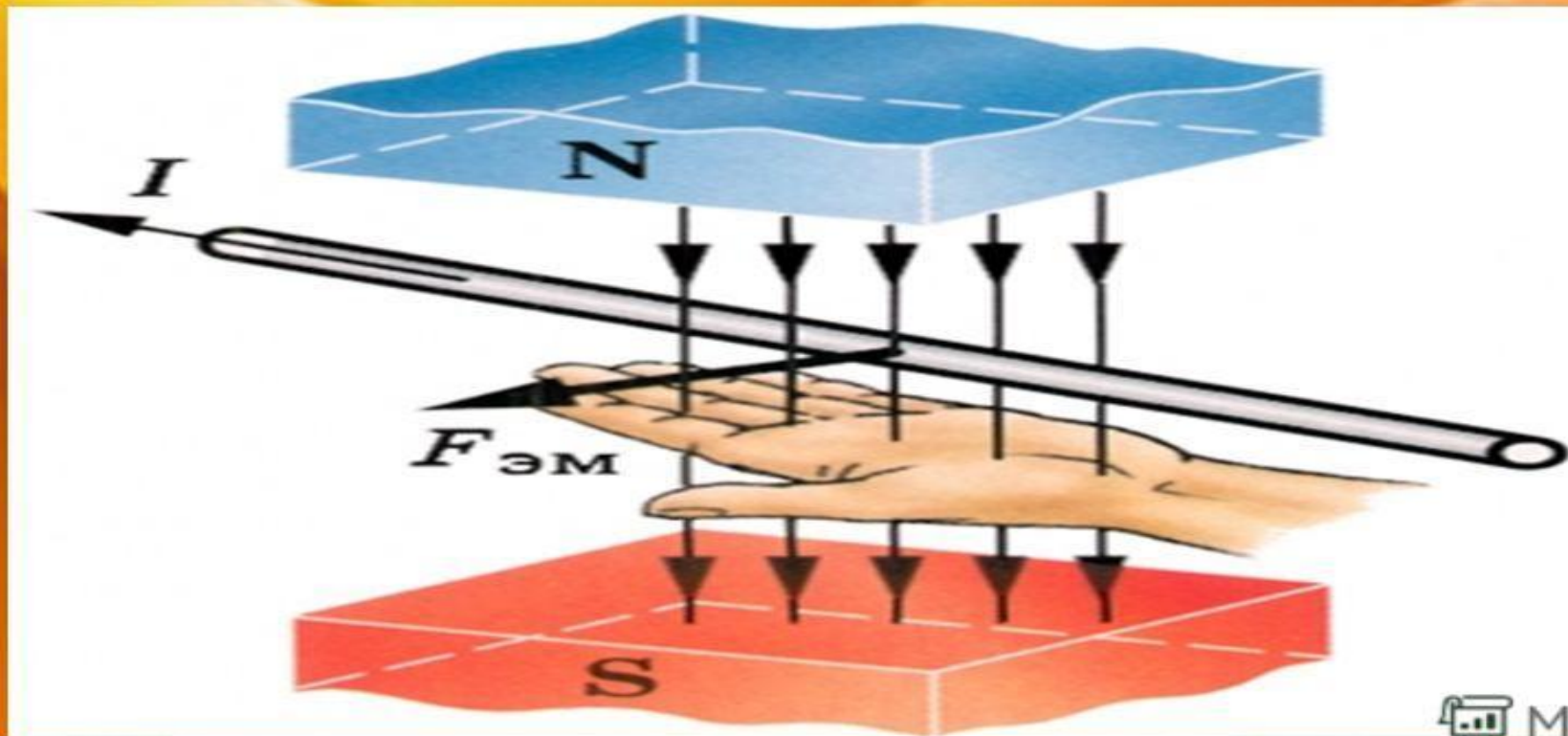
# Определение направления силы Ампера

- Для определения направления силы Ампера обычно используют правило левой руки: если расположить левую руку так, чтобы линии индукции входили в ладонь, а вытянутые пальцы были направлены вдоль тока, то отведенный большой палец укажет направление силы, действующей на проводник



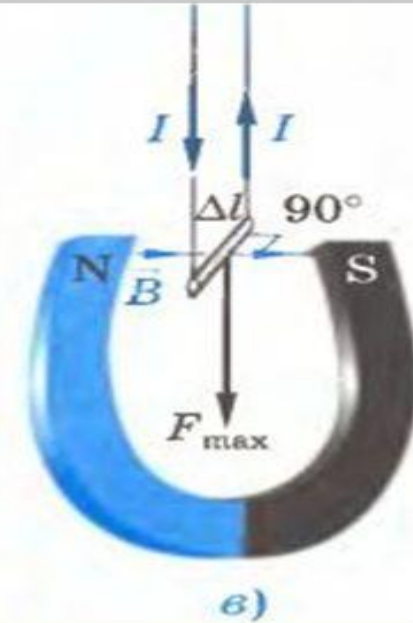
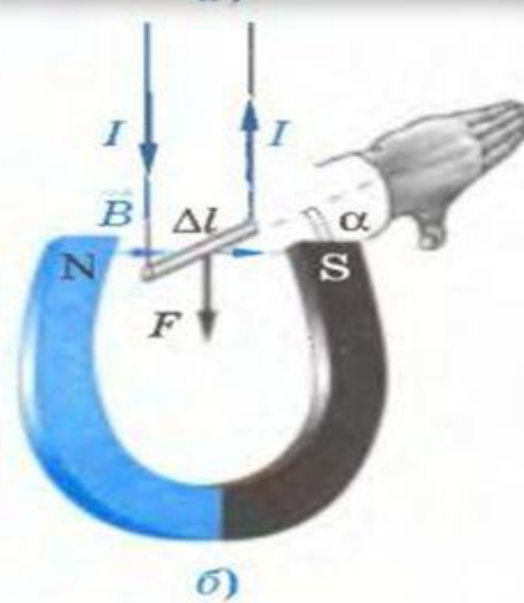
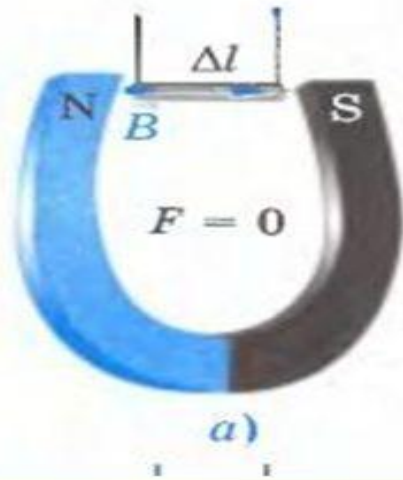
## Объяснение нового материала

**Правило левой руки:** если левую руку расположить так, чтобы линии магнитного поля входили в ладонь перпендикулярно к ней, а четыре пальца были направлены по току, то отставленный на  $90^\circ$  большой палец покажет направление действующей на проводник силы.



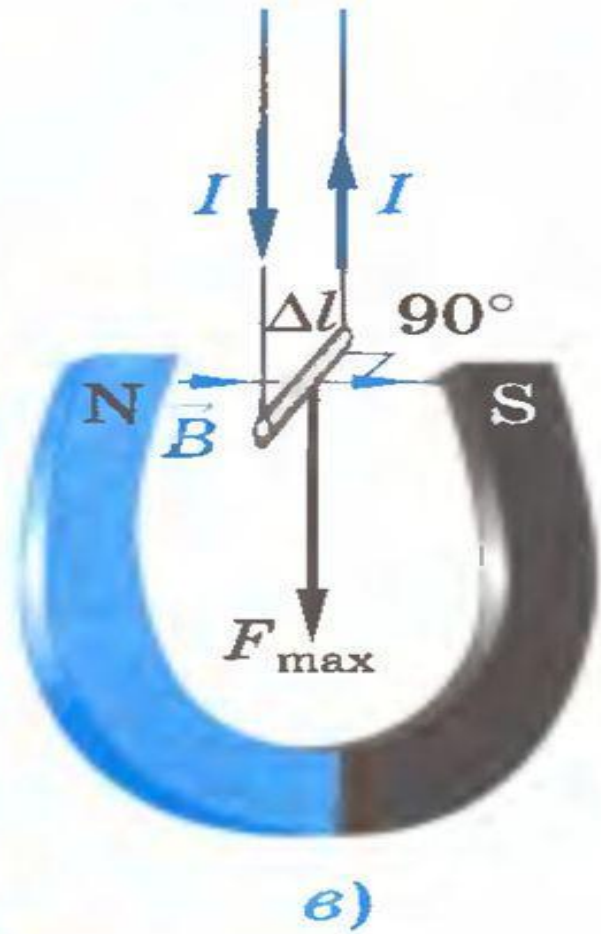
# Закон Ампера

$$F_a = B \cdot I \cdot L \cdot \sin \alpha$$



- Направление силы определяется по правилу правого винта (буравчика) необходимо расположить левую руку так, чтобы магнитные линии (вектор  $B$ ) входили в ладонь, четыре пальца совпадали с направлением тока в проводнике, то отогнутый большой палец покажет направление силы Ампера

## Закон Ампера



Максимальная сила  $F_{A \max}$  действует на отрезок проводника, расположенный перпендикулярно вектору магнитной индукции, так как при  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\sin \alpha = 1$

$$F_{A \max} = IB\Delta l.$$



## Закон Ампера

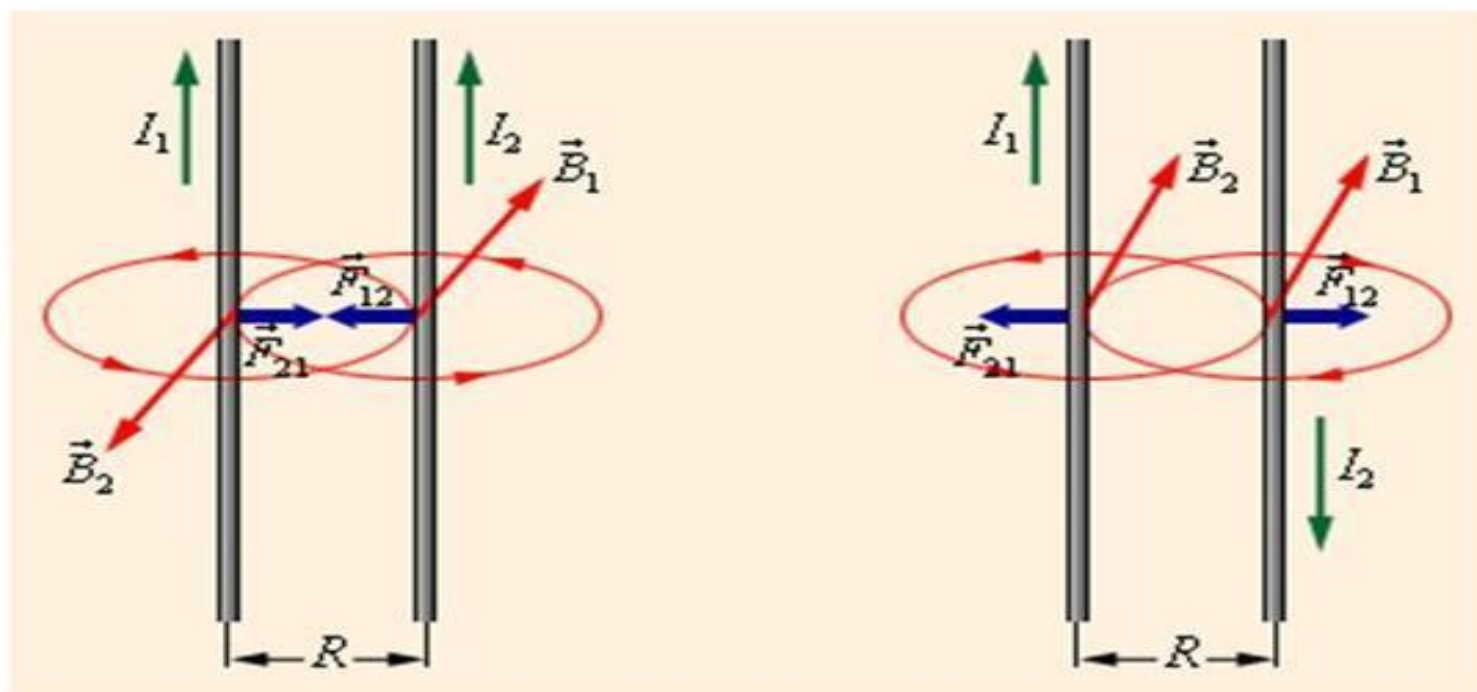
Модуль вектора магнитной индукции:

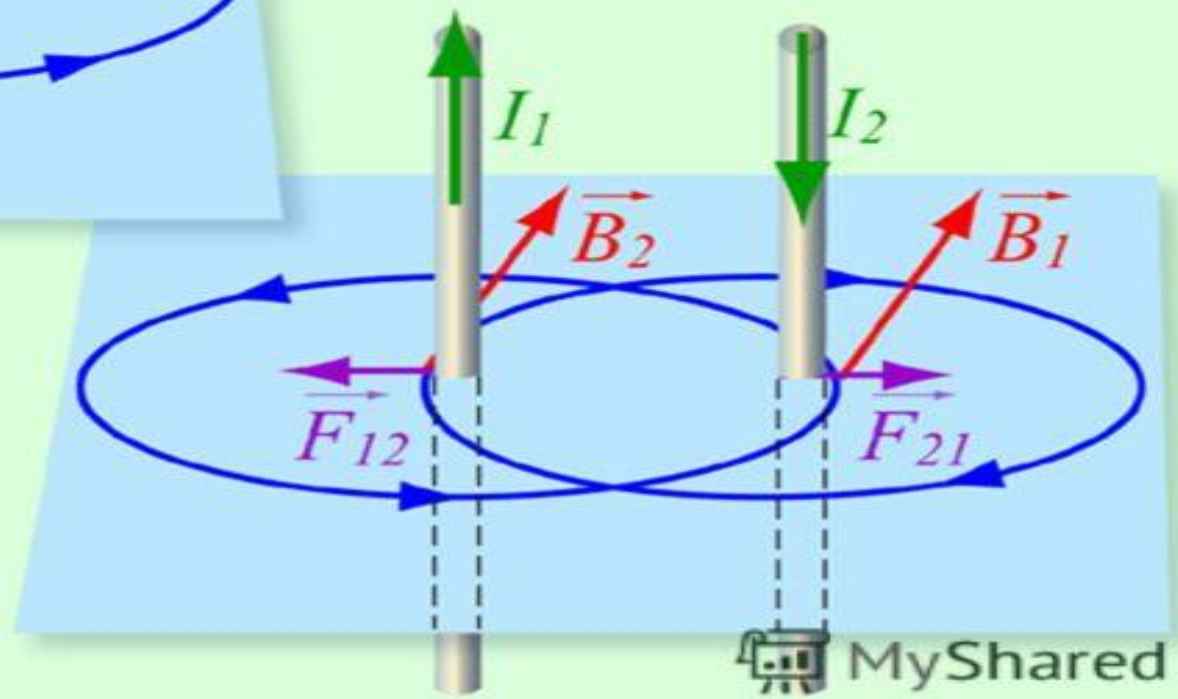
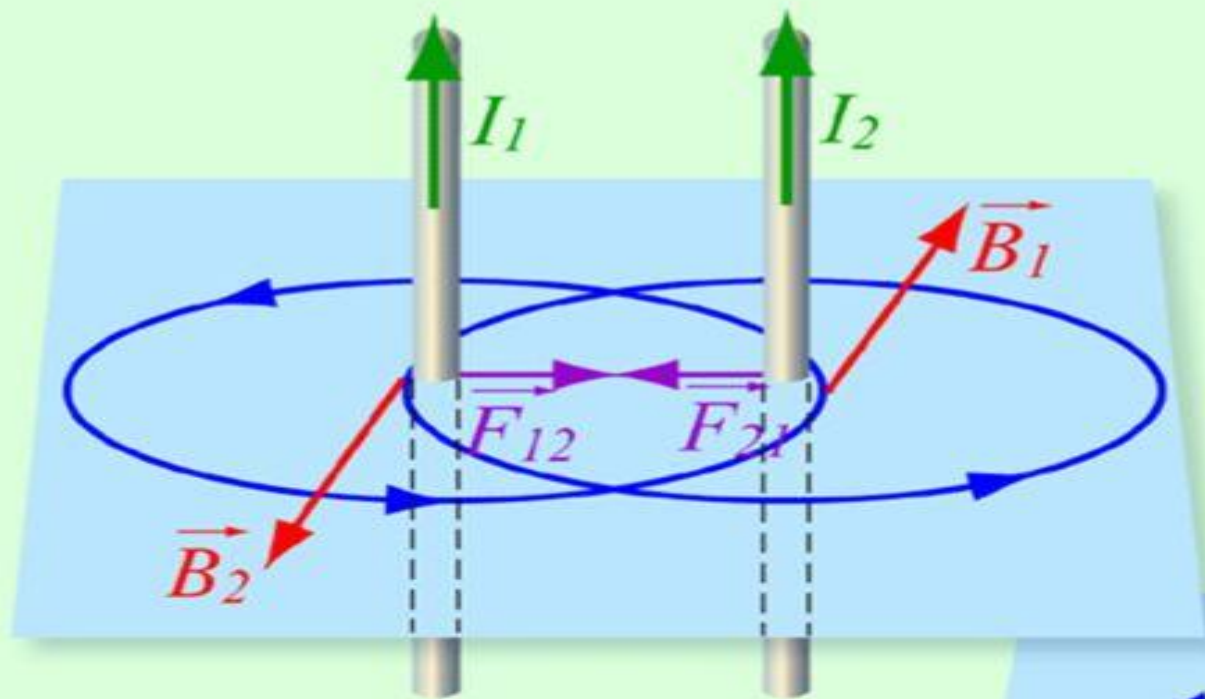
- физическая величина, равная отношению максимальной силы, действующей со стороны магнитного поля на отрезок проводника с током, к произведению силы тока на длину отрезка проводника

$$B = \frac{F_{A \max}}{I \cdot \Delta l}$$

**Взаимодействие токов вызывается их магнитными полями. Магнитное поле одного тока действует силой Ампера на другой ток и наоборот.**

- **Магнитное взаимодействие параллельных и антипараллельных токов.**





## Сила взаимодействия параллельных ТОКОВ

$$dF = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{R} \cdot dl$$



## Физкультминутка

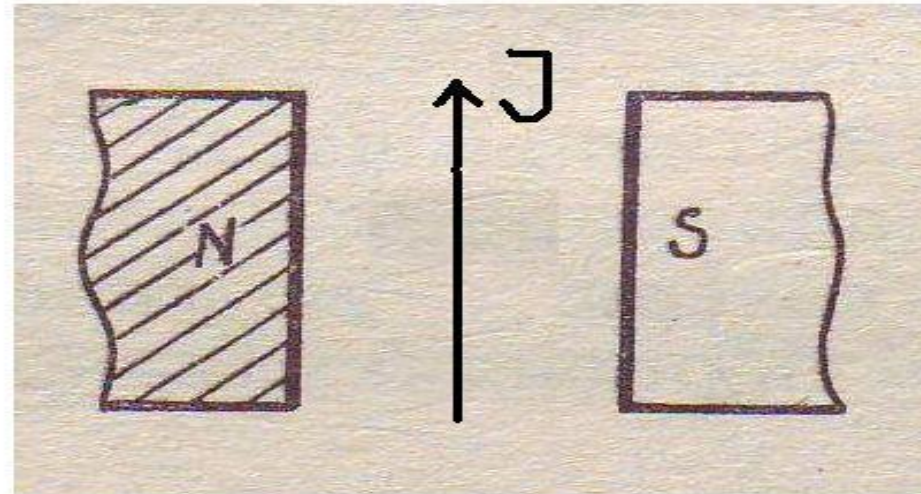
**Условия разминки: вы — компас, ваше лицо — указывает всегда на север, затылок — на юг.**

**Когда говорю магнитные бури — вы начинаете качаться и вращаться.**

**НАЧИНАЕМ...**

# Контрольные вопросы:

Определите направление силы Ампера, действующей на ток?





**Собраны три установки приборов *а, б, в.*  
В какой из них проводник АВ придет в движение, если замкнуть ключ К?**

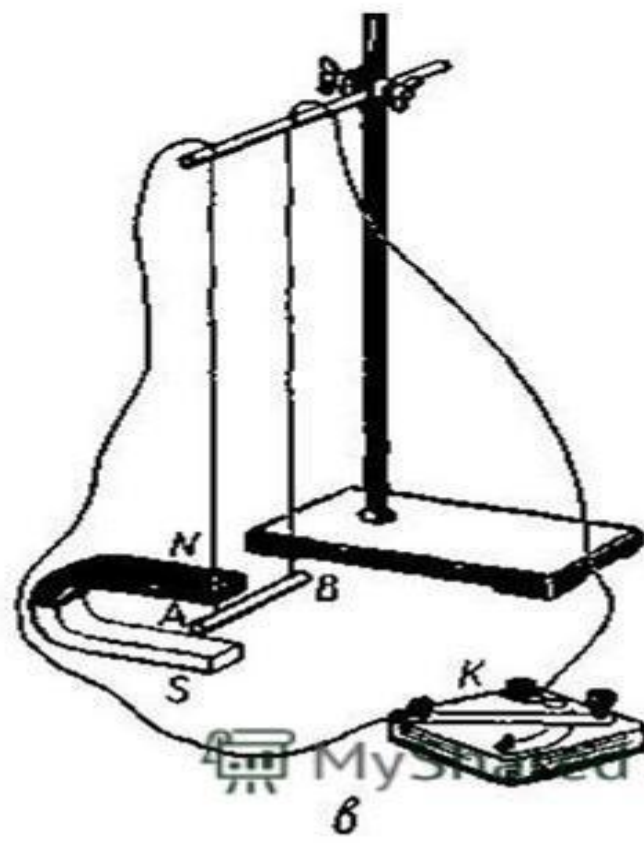
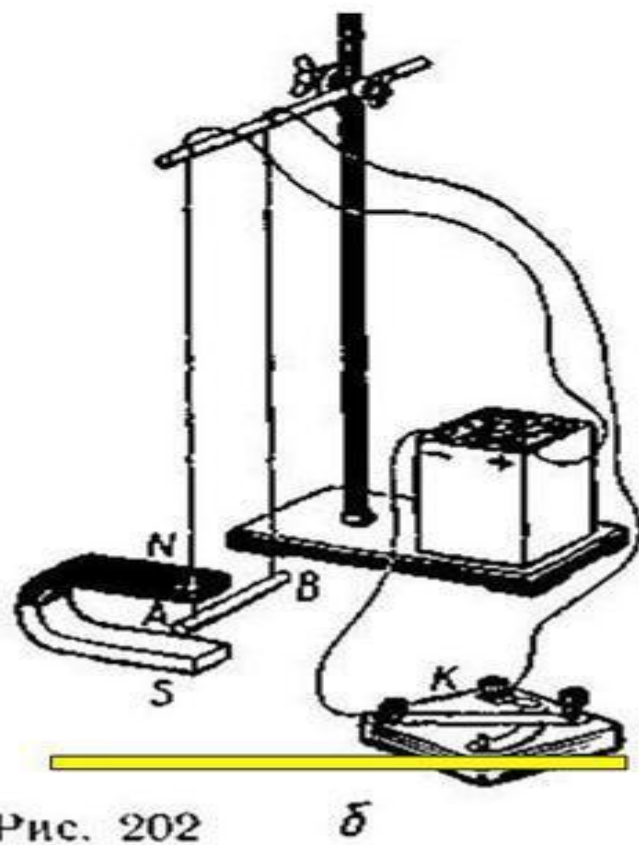
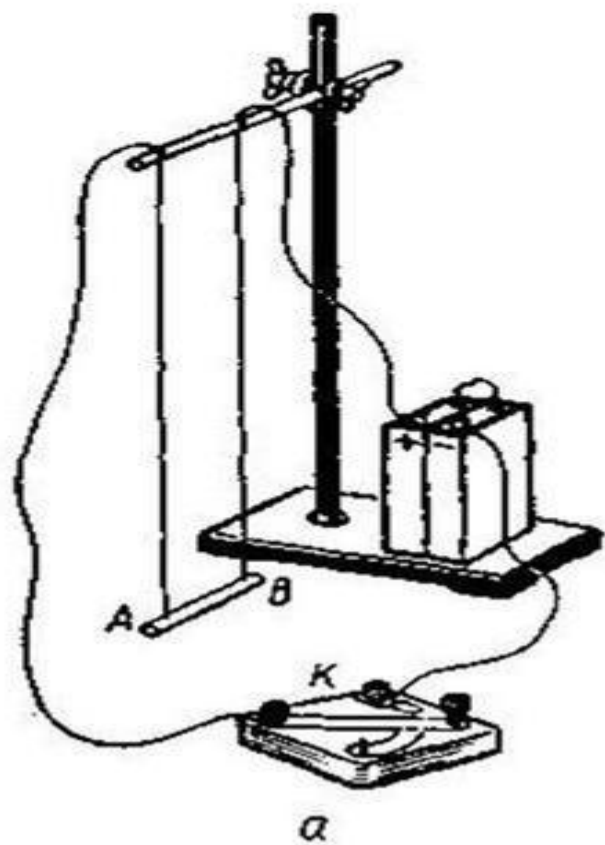


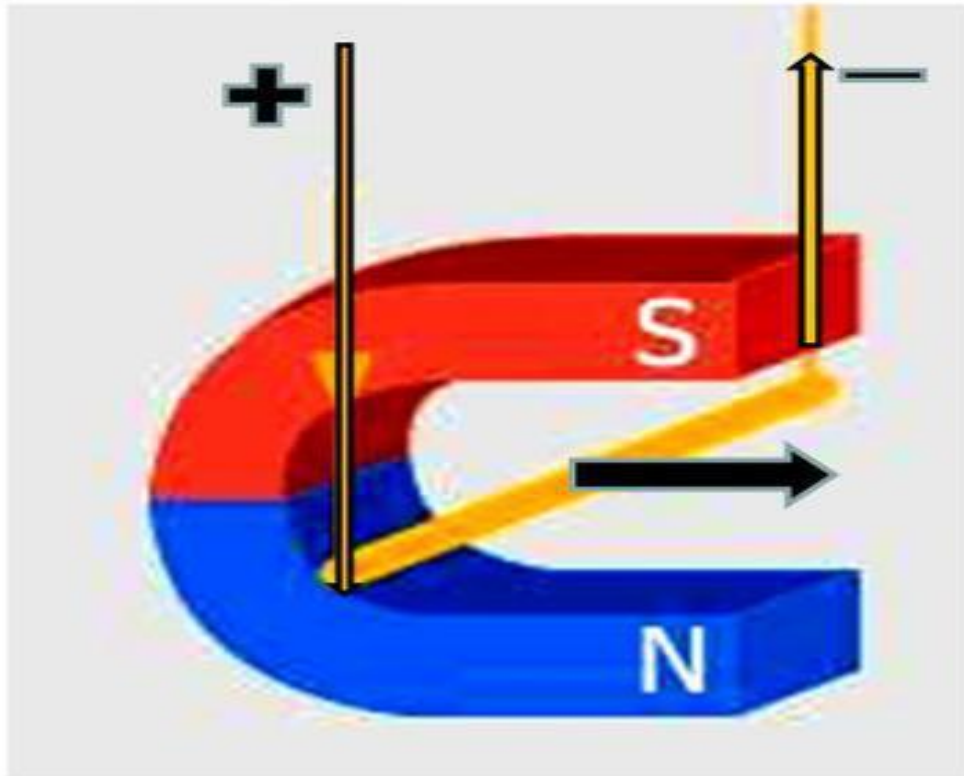
Рис. 202

*б*

*в*



**В ситуации, изображенной на рисунке, действие силы Ампера направлено:**

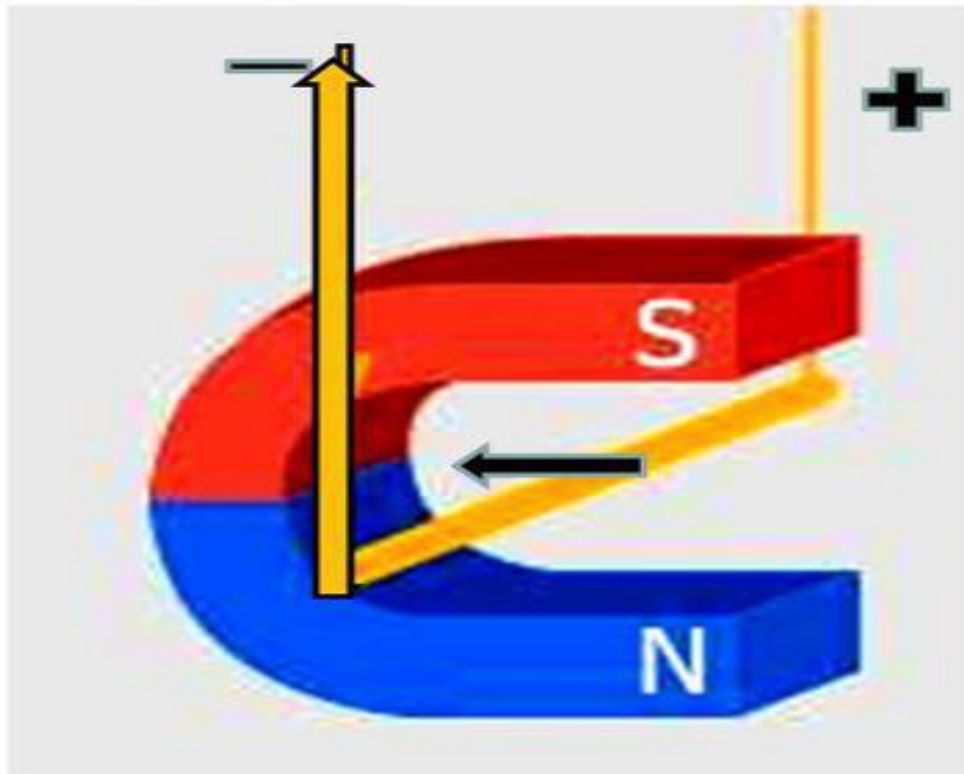


- А. Вверх**
- Б. Вниз**
- В. Влево**
- Г. Вправо**





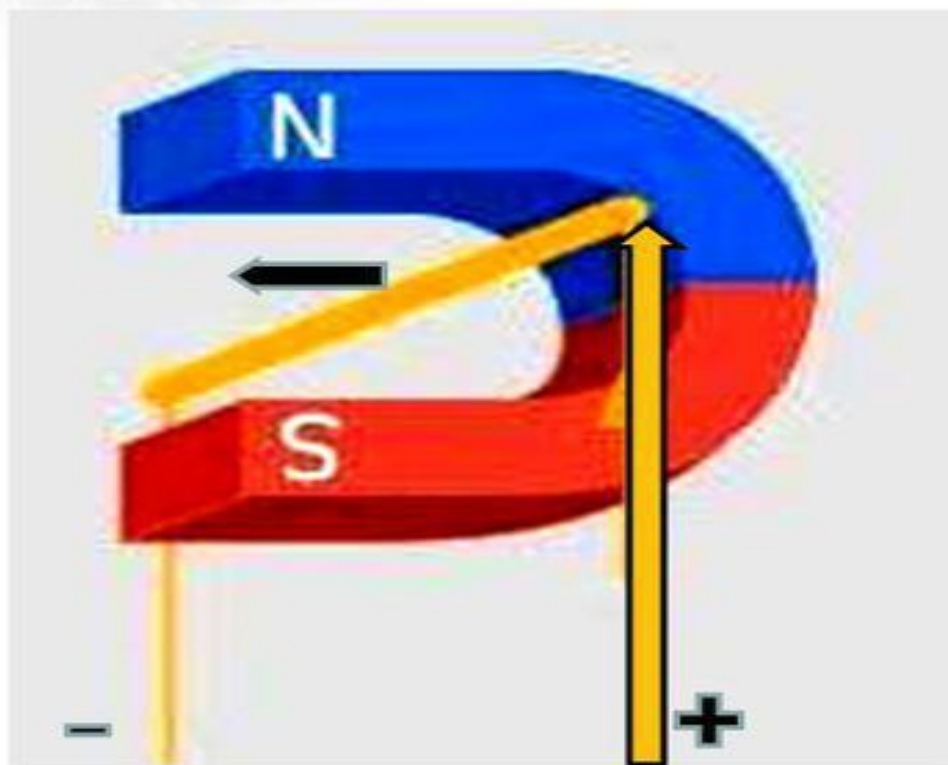
**В ситуации, изображенной на рисунке, действие силы Ампера направлено:**



- А. Вверх**
- Б. Вниз**
- В. Влево**
- Г. Вправо**



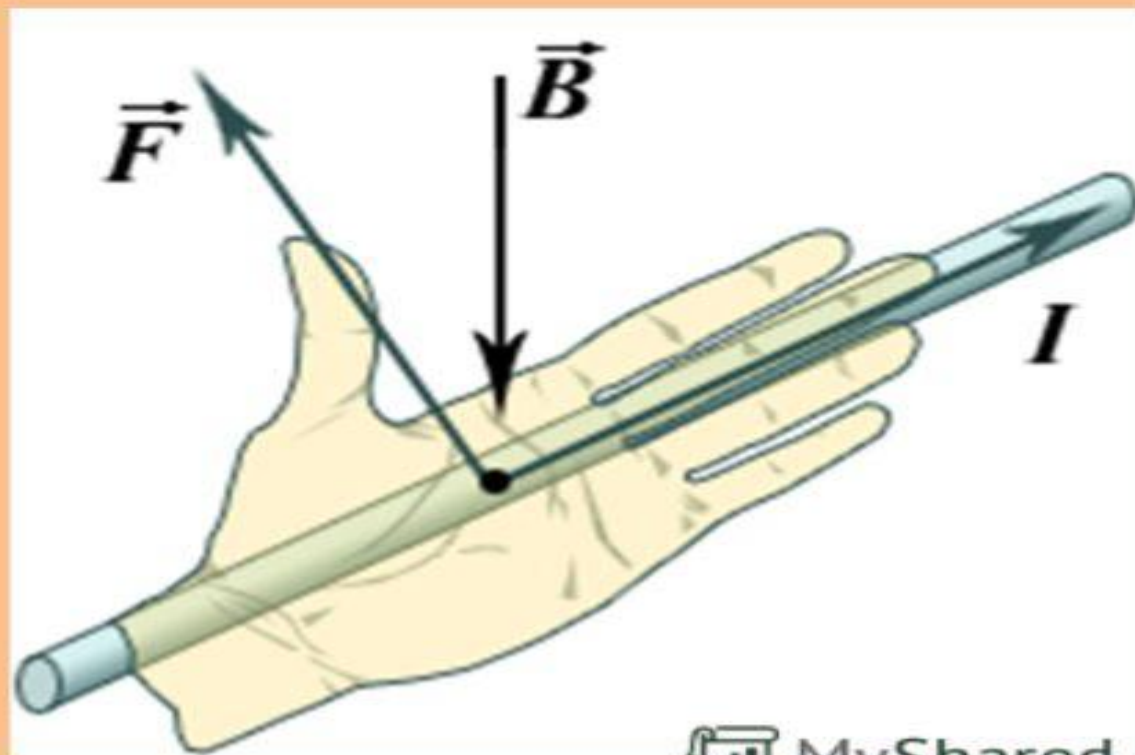
**В ситуации, изображенной на рисунке, действие силы Ампера направлено:**



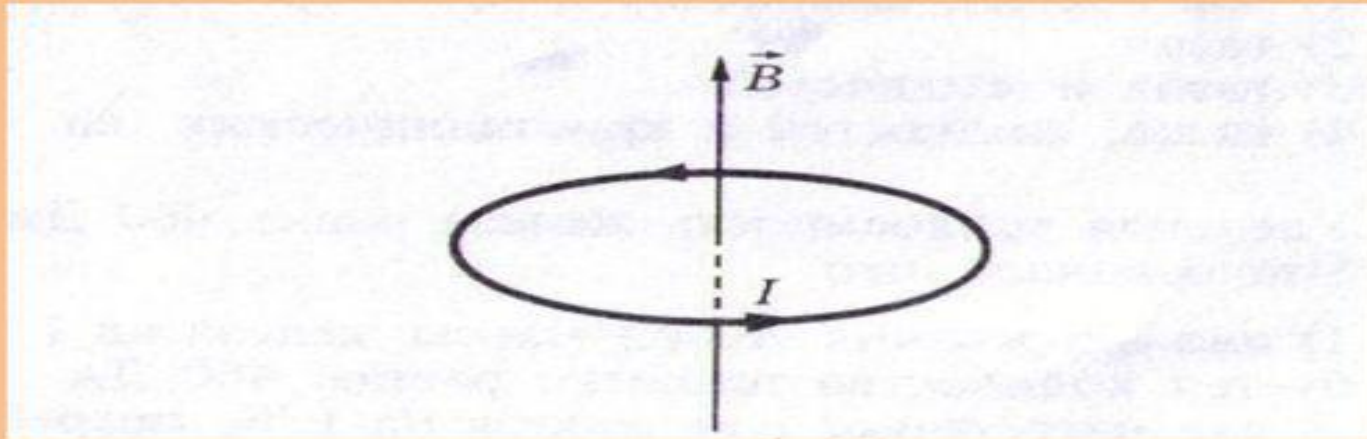
- А. Вверх
- Б. Вниз
- В. Влево
- Г. Вправо

8. Правило Ампера существует для определения...

1. направления силовых линий магнитного поля
2. направления силы тока в проводнике
3. направления силы, действующей со стороны магнитного поля на проводник с током
4. направления движения руки



18. На рис. показано положение контура с током, помещённого в однородное магнитное поле. Под действием силы Ампера контур



1. Растягивается
2. Сжимается
3. Перемещается вверх
4. Перемещается вниз