

Магнитное поле

Действие магнитного поля на проводник с ТОКОМ



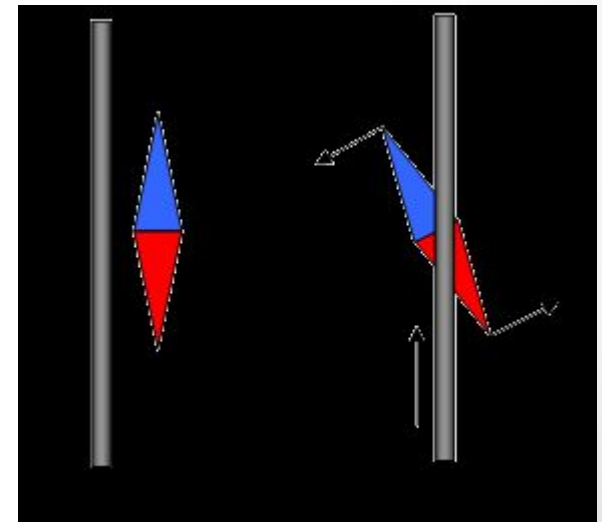
Крупенич Евгения Владимировна

ГБОУ НПО ПЛКМ
Санкт-Петербург



Опыт Эрстеда

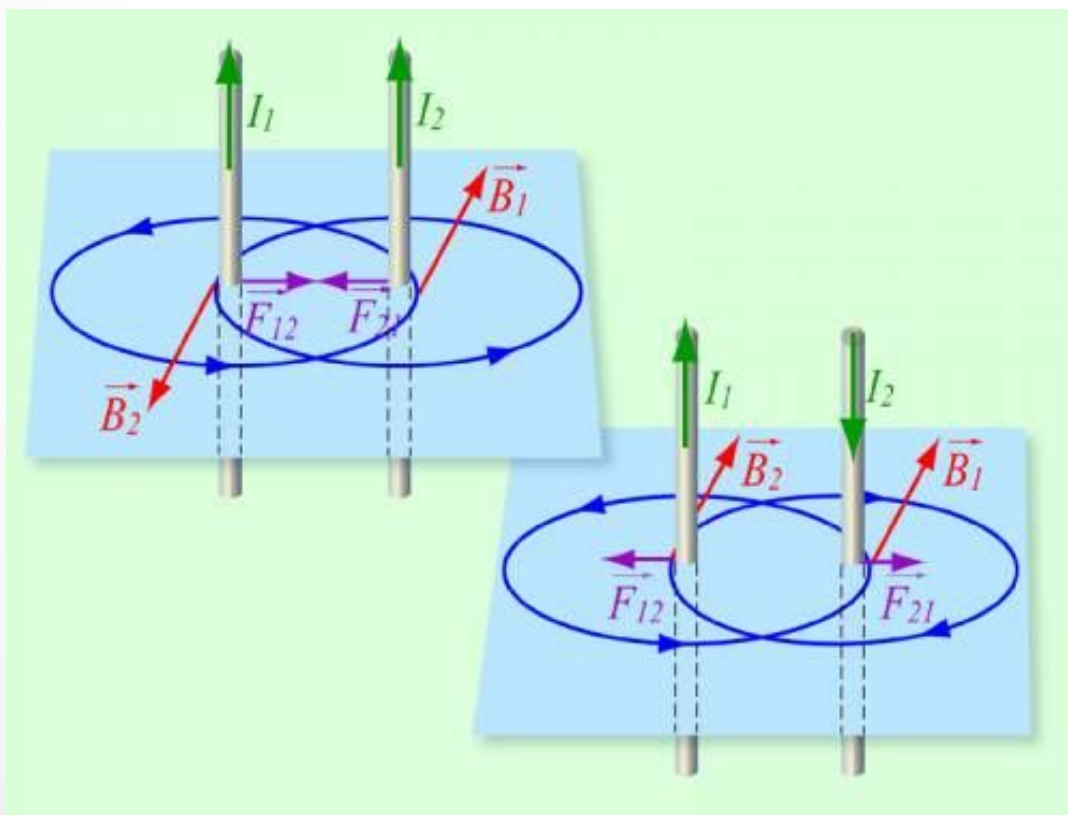
- 1820г Эрстед провел опыт по обнаружению магнитного поля вокруг проводника с током



Электрический ток действует на магнитную стрелку, т.е. создаёт магнитное поле.

Опыты Ампера

- 1820г. Ампер провел опыты по взаимодействию тонких параллельно расположенных проводников с током



Ампер доказал, что магнитное поле действует на проводник с током

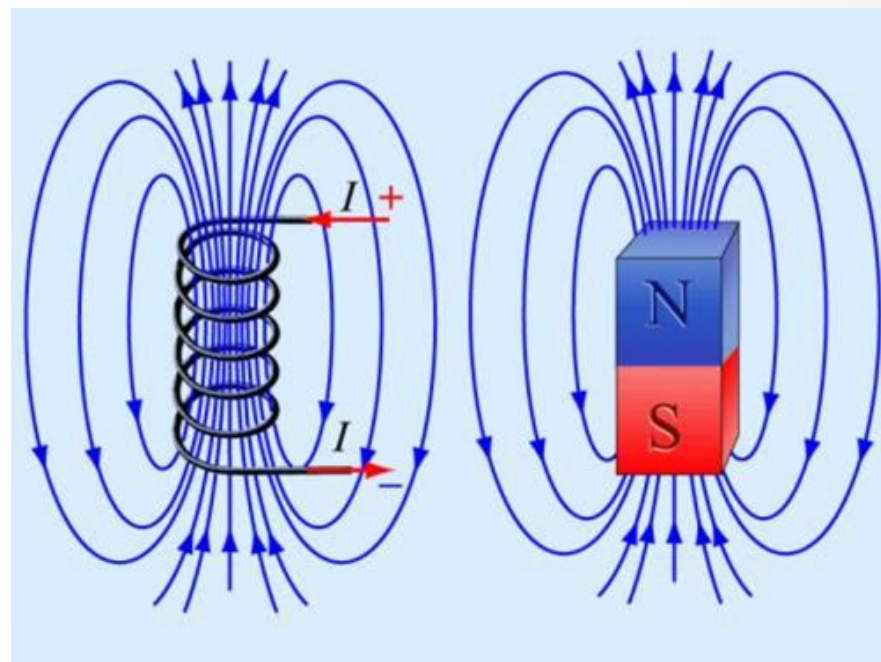
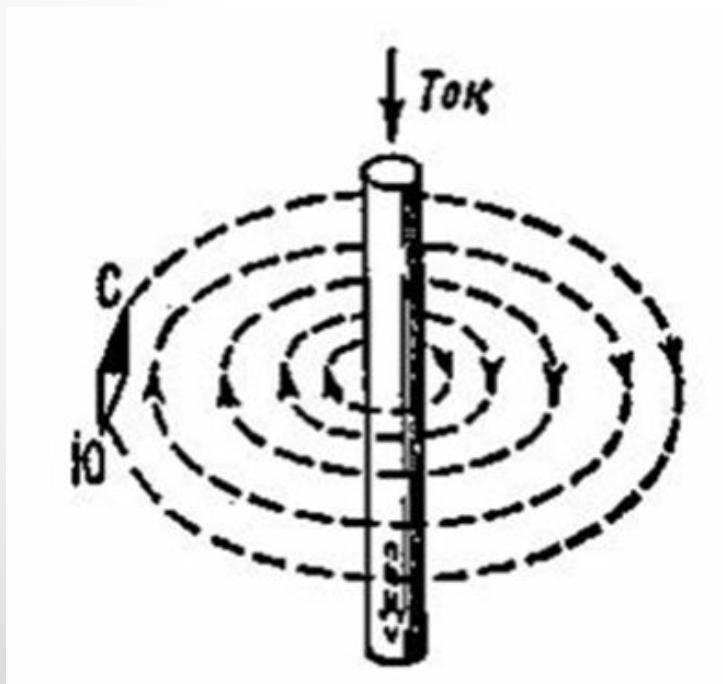
магнитное поле – особая форма материи,
посредством которой осуществляется
взаимодействие между движущимися

электрическими зарядами.

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

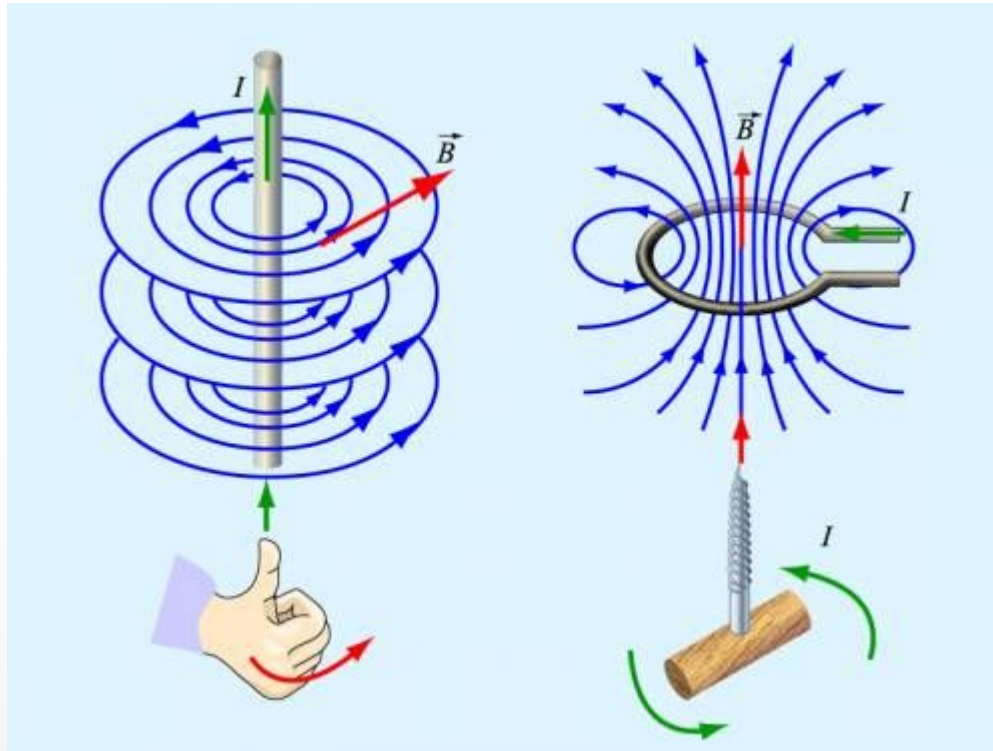
B – модуль вектора магнитной индукции поля
 F_{max} – максимальная сила, действующая
на отрезок проводника со стороны поля
 I – сила тока в проводнике
 Δl – длина прямолинейного отрезка

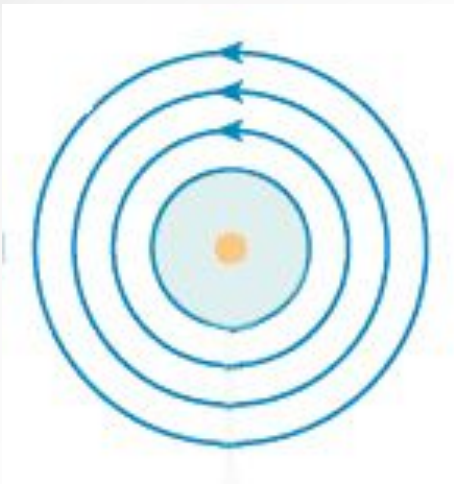
Линии магнитной индукции – линии,
касательные к которым направлены так же,
как и вектор магнитной индукции в данной
точке поля



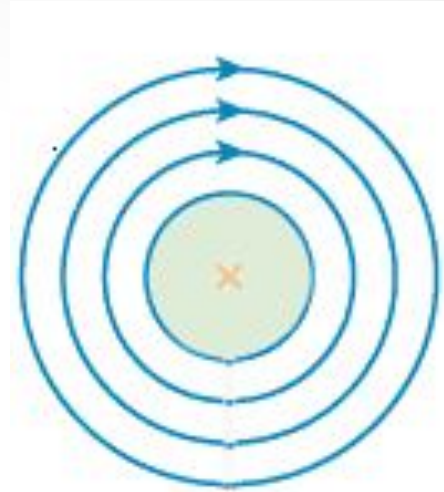
Правило буравчика (винта)

- если буравчик с правой нарезкой ввинчивать по направлению тока, то направление вращения рукоятки совпадет с направлением напряженности магнитного поля.

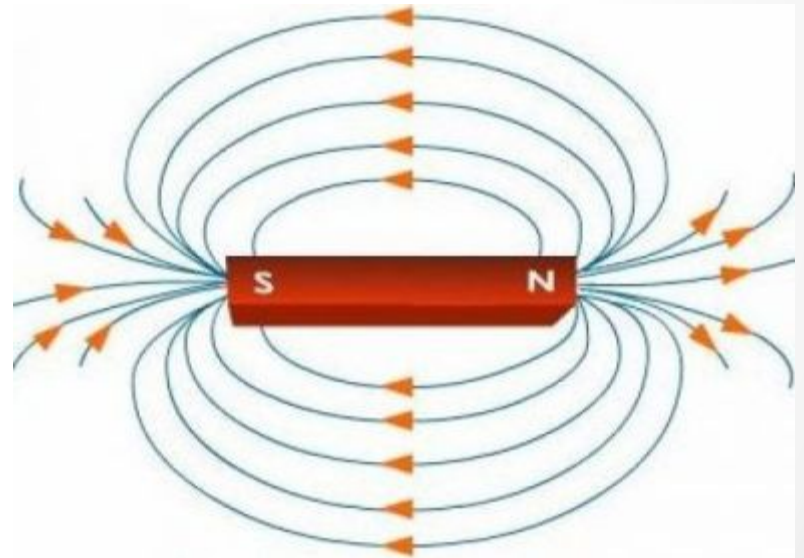
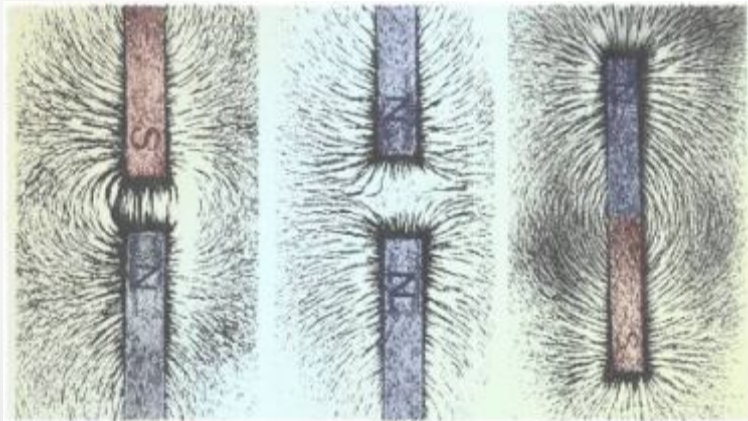




Ток направлен на наблюдателя



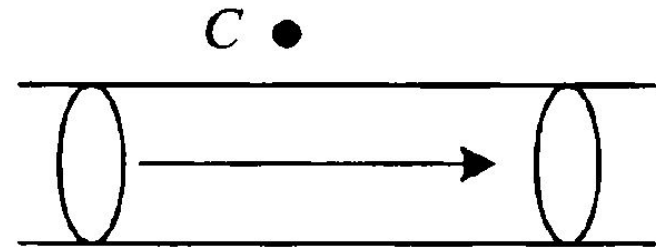
ток направлен от наблюдателя



Силовые линии **выходят из северного полюса** магнита, **входят в южный**, замыкаясь внутри магнита

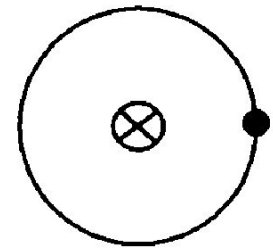
На рисунке изображён проводник, по которому течёт электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции в точке C ?

- 1) в плоскости чертежа $\uparrow$
- 2) в плоскости чертежа $\downarrow$
- 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа $\otimes$
- 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа $\odot$



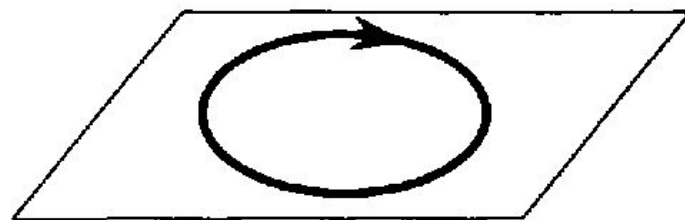
По проводнику течёт ток от нас. Вектор индукции магнитного поля в точке, находящейся справа от проводника, направлен

- 1) вниз
- 2) вверх
- 3) влево
- 4) вправо



На рисунке изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в горизонтальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

- 1) вертикально вверх $\uparrow$
- 2) горизонтально влево $\leftarrow$
- 3) горизонтально вправо $\rightarrow$
- 4) вертикально вниз $\downarrow$

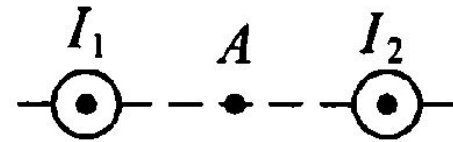


Что нужно сделать для того, чтобы изменить полюса магнитного поля катушки с током?

- 1) Уменьшить силу тока
- 2) Изменить направление тока в катушке
- 3) Отключить источник тока
- 4) Увеличить силу тока

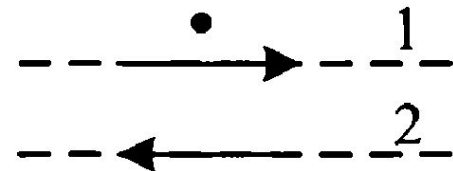
Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке A двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и I_2 , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Векторы $\vec{B}_1$ и $\vec{B}_2$ в точке A направлены в плоскости чертежа следующим образом:

- 1) $\vec{B}_1$ — вверх, а $\vec{B}_2$ — вниз
- 2) $\vec{B}_1$ — вверх, а $\vec{B}_2$ — вверх
- 3) $\vec{B}_1$ — вниз, а $\vec{B}_2$ — вверх
- 4) $\vec{B}_1$ — вниз, а $\vec{B}_2$ — вверх



По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I (см. рис.). Как направлено создаваемое ими магнитное поле в точке C ?

- 1) К нам
- 2) От нас
- 3) Вверх
- 4) Вниз



Сила Ампера – сила, действующая на проводник с током со стороны магнитного поля

$$F_A = B I \Delta l \sin \alpha$$

F_A – модуль силы Ампера

B – магнитная индукция поля

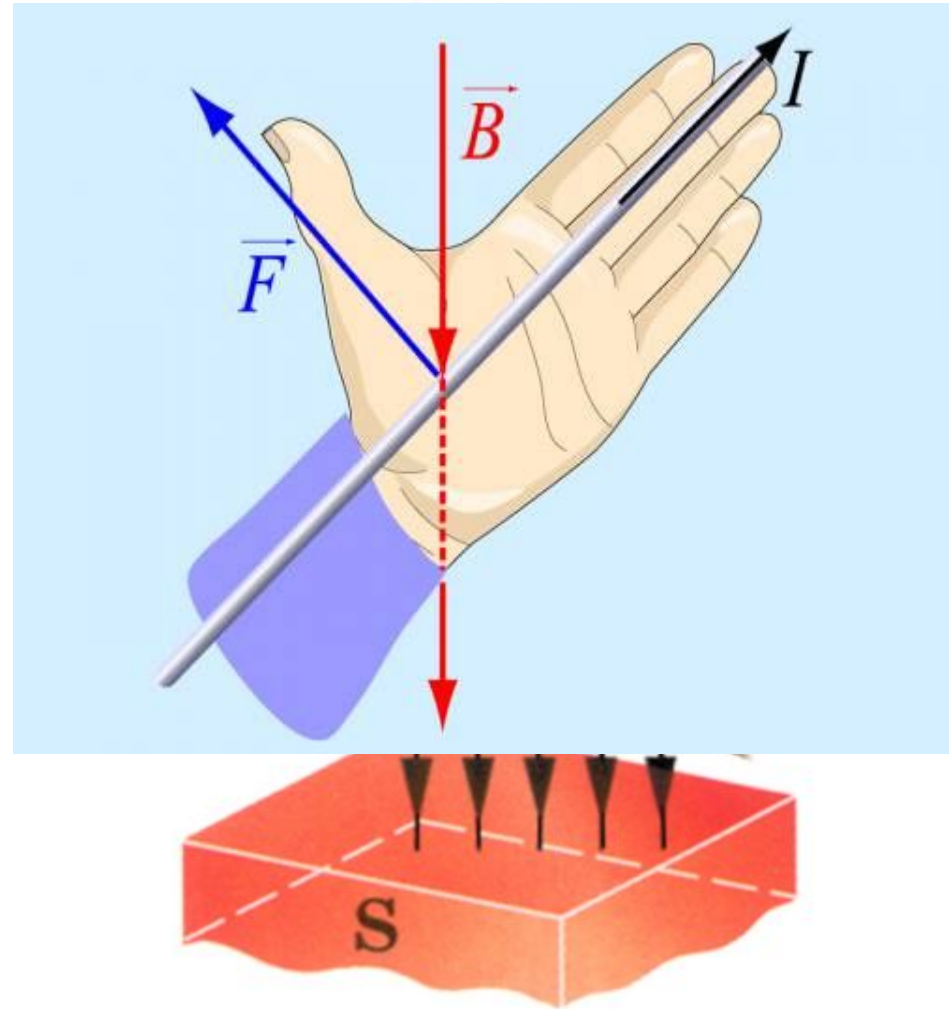
I – сила тока в проводнике

Δl – длина прямолинейного отрезка проводника

α – угол между вектором магнитной индукции и направлением тока в проводнике

Правило левой руки

- Если ладонь левой руки расположить так, чтобы вытянутые пальцы были направлены по току, а силовые линии магнитного поля входили в ладонь, то отставленный большой палец укажет направление силы, действующей на проводник.



С какой силой действует однородное магнитное поле с индукцией 2,5 Тл на проводник длиной 50 см, расположенный под углом 30° к вектору индукции, при силе тока в проводнике 0,5 А?

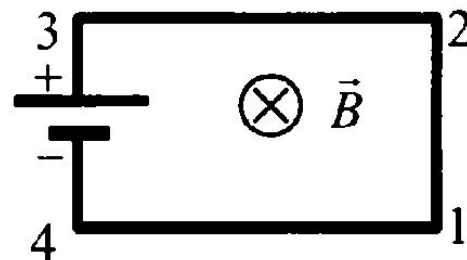
- | | |
|------------|-------------|
| 1) 31,25 Н | 2) 54,38 Н |
| 3) 0,55 Н | 4) 0,3125 Н |

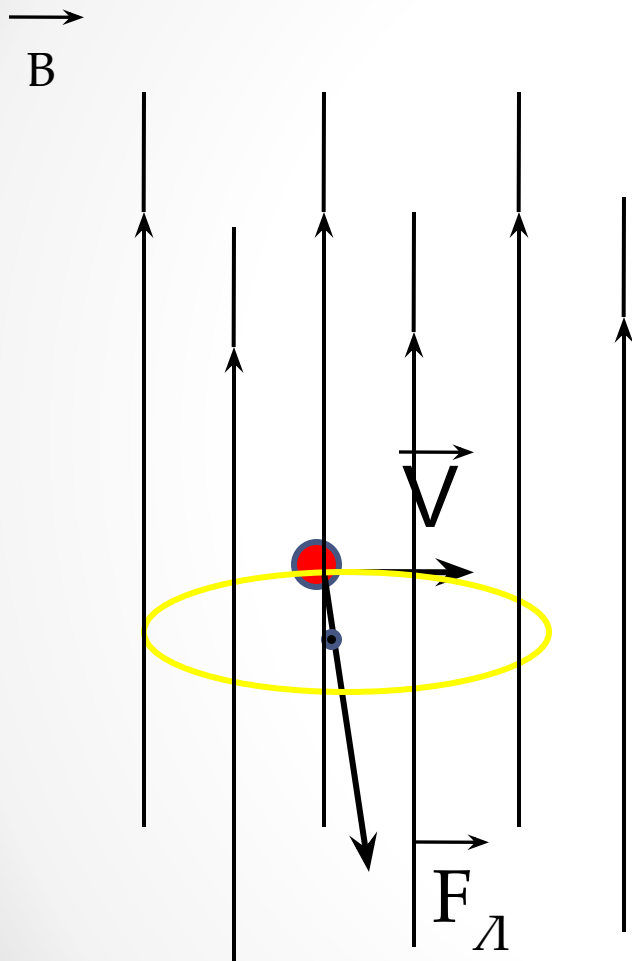
Прямолинейный проводник длины l с током I помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции $\vec{B}$. Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину уменьшить в 2 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 4 раза?

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1) Увеличится в 2 раза | 2) Не изменится |
| 3) Уменьшится в 4 раза | 4) Уменьшится в 2 раза |

Электрическая цепь, состоящая из четырёх прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого $\vec{B}$ направлен вертикально вниз (см. рис., вид сверху). Куда направлена сила Ампера, действующая на проводник 1–2?

- 1) вертикально вверх
- 2) вертикально вниз
- 3) горизонтально вправо
- 4) горизонтально влево



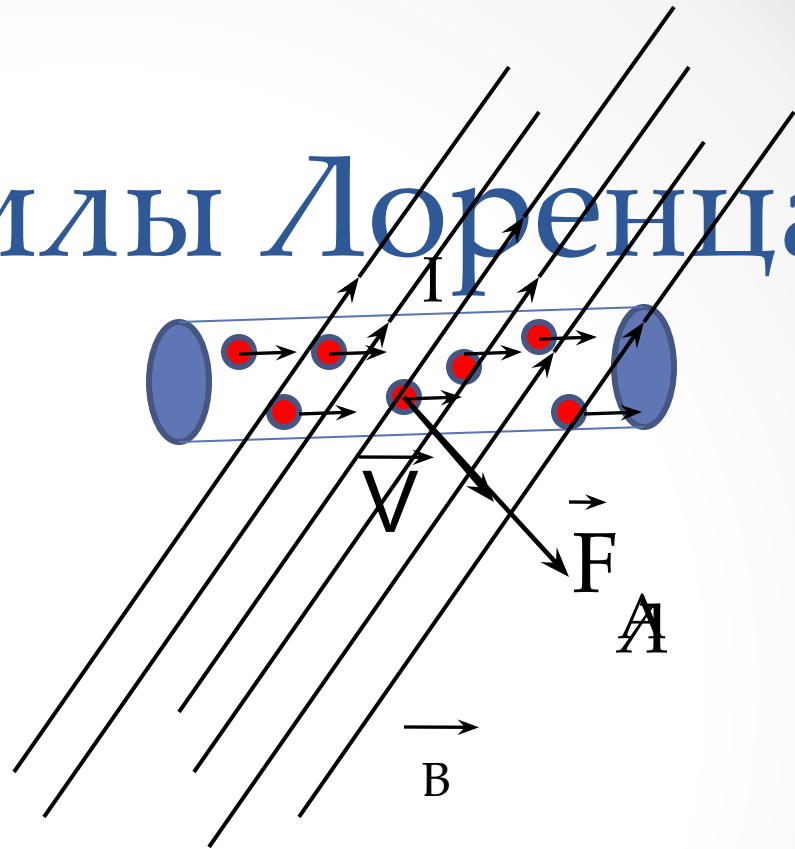


- Сила, действующая на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля, называется силой Лоренца

$$\vec{F}_L \uparrow \uparrow \vec{F}_A$$

Модуль силы Лоренца

$$F_A = BIl \sin \alpha$$



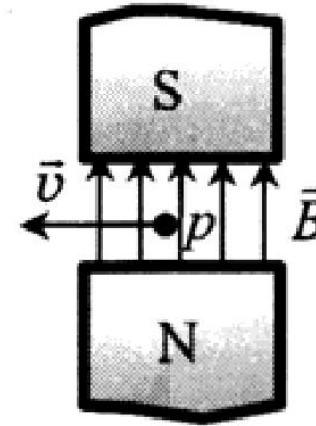
$$F_{\text{Л}} = \frac{B I l \sin \alpha}{N}$$

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow F_{\text{Л}} = \frac{B q l \sin \alpha}{t N} ; q_0 = \frac{q}{N}$$

$$V = \frac{l}{t} \Rightarrow F_{\text{Л}} = B q_0 V \sin \alpha$$

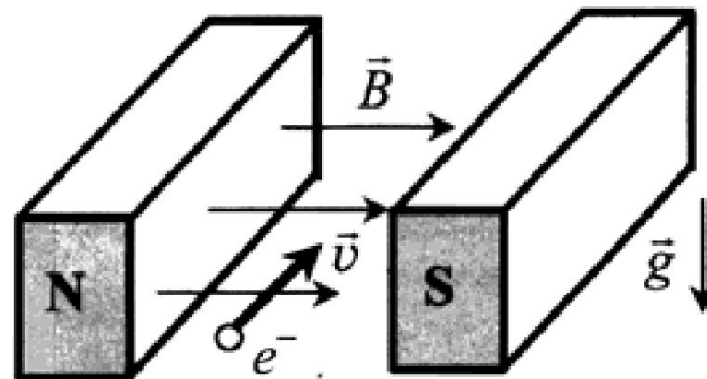
Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость $\vec{v}$, перпендикулярную вектору индукции $\vec{B}$ магнитного поля, направленному вертикально вверх (см. рис.). Куда направлена действующая на него сила Лоренца $\vec{F}$?

- 1) От наблюдателя $\otimes$
- 2) К наблюдателю $\odot$
- 3) Горизонтально вправо $\rightarrow$
- 4) Вертикально вниз $\downarrow$



Электрон e^- , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость $\vec{v}$, перпендикулярную вектору индукции магнитного поля B (см. рис.). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца $\vec{F}$?

- 1) Вертикально вниз
- 2) Вертикально вверх
- 3) Горизонтально влево
- 4) Горизонтально вправо



Внимание. Сила Лоренца не действует:

- 1) на нейтральные частицы (нейтрон, атом, молекулу, фотон);
- 2) на неподвижные частицы;
- 3) на частицы, скорость которых параллельна направлению силовых линий.

Магнитное поле действует с ненулевой по модулю силой на

- 1) покоящийся атом
- 2) покоящийся ион
- 3) ион, движущийся вдоль линий магнитной индукции
- 4) ион, движущийся перпендикулярно линиям магнитной индукции

В магнитном поле индукцией $B = 4$ Тл движется электрон со скоростью 10^7 м/с, направленной перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Чему равен модуль силы F , действующей на электрон со стороны магнитного поля? Заряд электрона равен $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

1) $0,4 \cdot 10^{-12}$ Н

2) $6,4 \cdot 10^{12}$ Н

3) $0,4 \cdot 10^{-26}$ Н

4) $6,4 \cdot 10^{26}$ Н

Протон и α -частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции на расстоянии L друг от друга с одинаковыми скоростями v . Заряд протона в 2 раза меньше заряда α -частицы. Отношение модулей сил, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени, равно

1) $4 : 1$

2) $2 : 1$

3) $1 : 1$

4) $1 : 2$

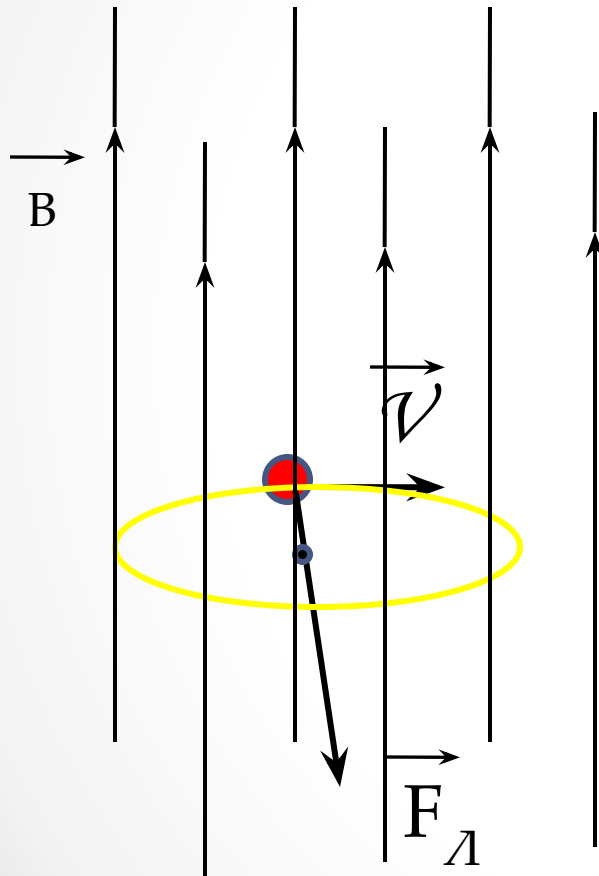
Магнитное поле действует с ненулевой по модулю силой на

- 1) покоящийся атом
- 2) покоящийся ион
- 3) ион, движущийся вдоль линий магнитной индукции
- 4) ион, движущийся перпендикулярно линиям магнитной индукции

Нейтрон и протон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции на расстоянии L друг от друга с одинаковыми скоростями v . Отношение модулей сил, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени, равно

- | | | | |
|------|------|---------|-----------|
| 1) 0 | 2) 1 | 3) 2000 | 4) 1/2000 |
|------|------|---------|-----------|

Движение заряженной частицы под действием силы Лоренца, если $\alpha = 90^\circ$



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

Сила, перпендикулярная скорости, вызывает изменение направления движения. Центробежное ускорение:

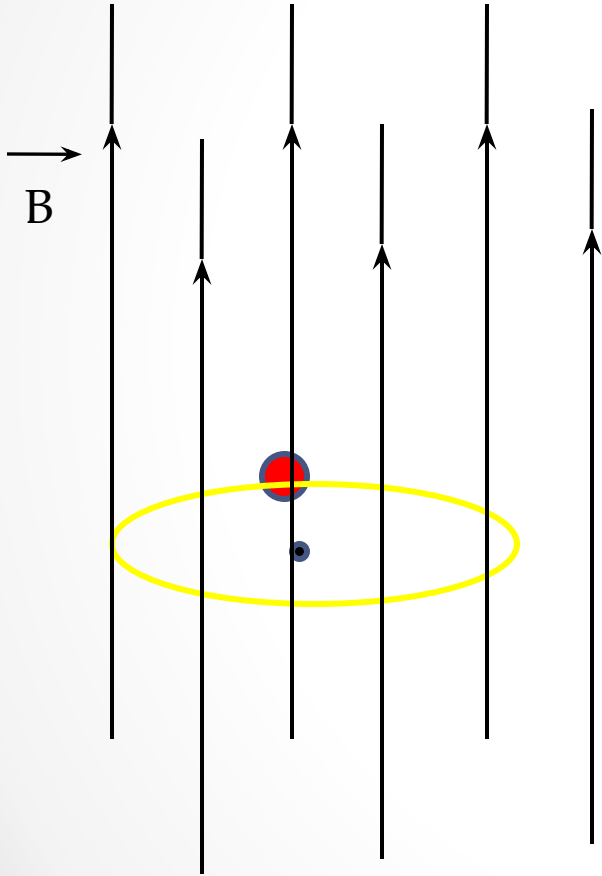
$$a = \frac{v^2}{r}$$

По II закону Ньютона $F = m a$

$$Bq v = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow$$

$$r = \frac{m v}{Bq}$$

Движение заряженной частицы под действием силы Лоренца, если $\alpha = 90^\circ$



Т.к движение равномерное, то

$$T = \frac{2\pi}{\nu} \Rightarrow$$

т.
к.

$$r = \frac{m\nu}{Bq}$$

$$T = \frac{2\pi m}{Bq\nu} = \frac{2\pi}{\omega}$$

	Замены величин во втором законе Ньютона: $qvB = ma_{\text{ц.с.}}$		Итоговая формула
Линейная скорость	—	$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R}$	$v = \frac{qBR}{m}$
Радиус окружности	—	$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R}$	$R = \frac{mv}{qB}$
Угловая скорость	$v = \omega R$	$a_{\text{ц.с.}} = \omega^2 R$	$\omega = \frac{qB}{m}$
Период	$v = \frac{2\pi R}{T}$	$a_{\text{ц.с.}} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$	$T = \frac{2\pi m}{qB}$
Частота	$v = 2\pi R\nu$	$a_{\text{ц.с.}} = 4\pi^2 R\nu^2$	$\nu = \frac{qB}{2\pi m}$
Импульс $p = qBR$	—	$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{R}$	$p = qBR$
Кинетическая энергия $E_k = \frac{mv^2}{2}$	—	—	$E_k = \frac{mv^2}{2}$

Две частицы, имеющие отношение масс $\frac{m_2}{m_1} = 8$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение зарядов частиц $\frac{q_2}{q_1}$, если их скорости равны, а отношение радиусов траекторий: $\frac{R_2}{R_1} = 2$.

1) 16

2) 2

3) 8

4) 4

Как изменится частота обращения заряженной частицы в однородном магнитном поле при увеличении её скорости в n раз?

1) Увеличится в n раз

2) Увеличится в n^3 раз

3) Увеличится в n^2 раз

4) Не изменится

В35. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты, периодом обращения и кинетической энергией частицы при увеличении индукции магнитного поля?

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

А) Радиус орбиты

1) увеличится

Б) Период обращения

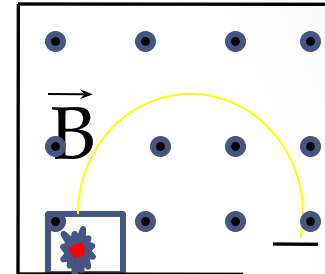
2) уменьшится

В) Кинетическая энергия

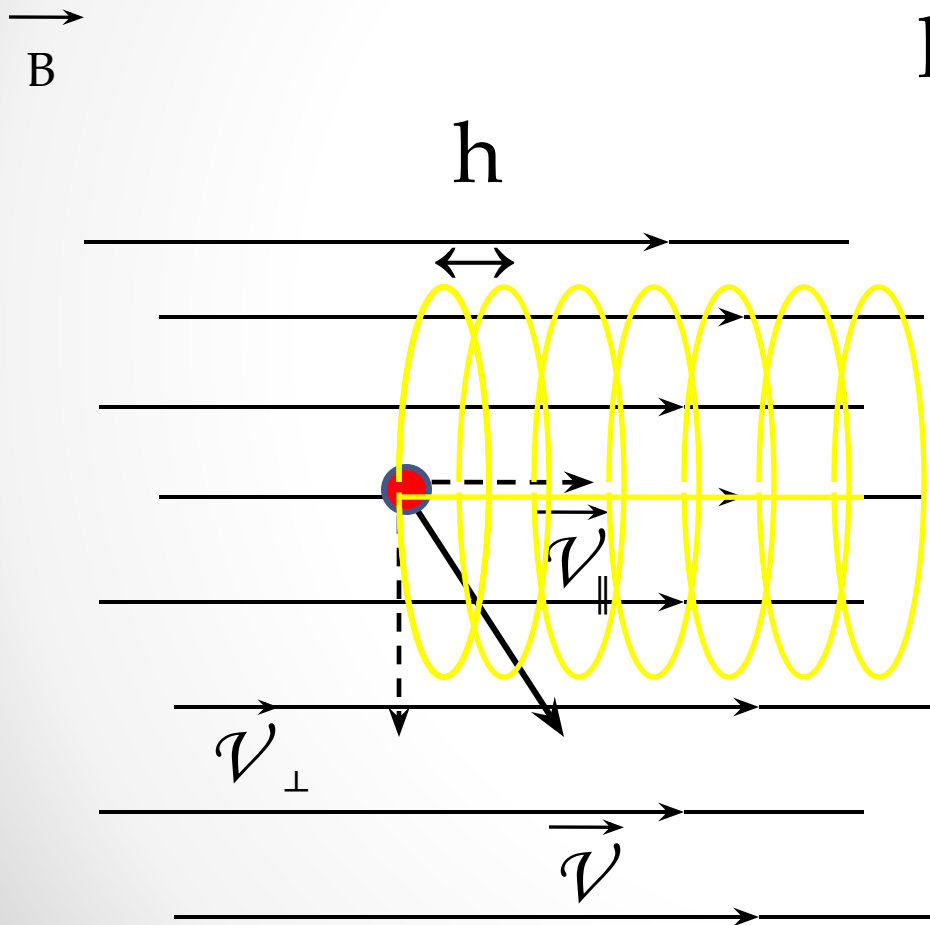
3) не изменится

Применение силы Лоренца

- Осциллограф
- Кинескоп
- Масс – спектрограф
- Ускорители элементарных частиц
(циклотрон, бетатрон, синхрофазотрон)



Движение заряженной частицы под действием силы Лоренца, если $\alpha \neq 90^\circ$



$$h = v_{\parallel} T$$

$$v_{\parallel} = v \cos \alpha$$

$$v_{\perp} = v \sin \alpha$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega_B q} \Rightarrow$$

$$h = v \cos \alpha \frac{2\pi}{\omega_B q}$$

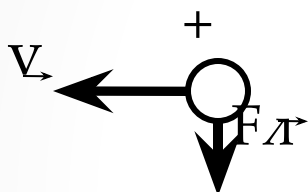
Проверьте свои
знания

1 вариант

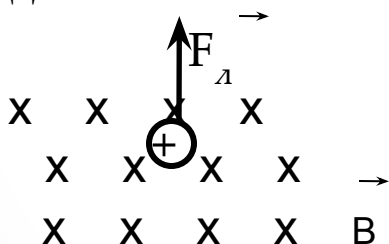
1) Определите направление силы Лоренца



2) Определите направление вектора магнитной индукции :



3) Определите направление скорости движения заряда

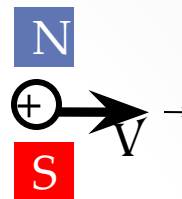


4) С какой скоростью движется в однородном поле с магнитной индукцией $0,01 \text{ Тл}$ протон, если он описывает окружность радиусом

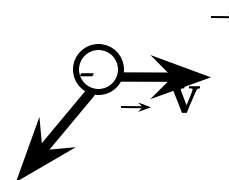
10^{-2} м

2 вариант

1) Определите направление силы Лоренца

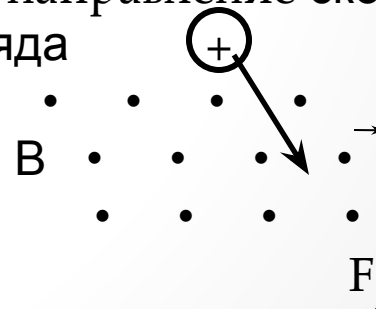


2) Определите направление вектора магнитной индукции :



F_L (к нам)

3) Определите направление скорости движения заряда



4) Электрон, двигаясь со скоростью 10^8 см/с , влетает в однородное магнитное поле с индукцией 20 мТл . Каков будет радиус кривизны его траектории?