

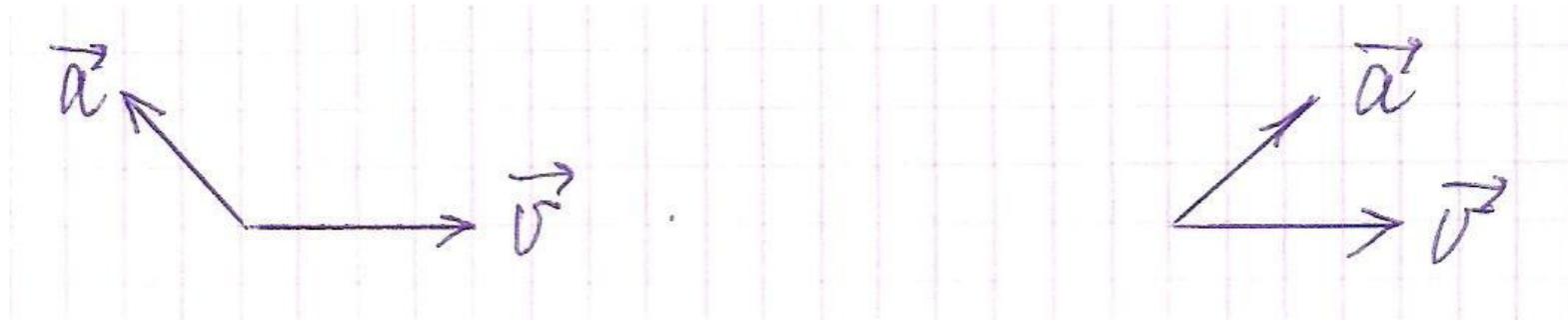
# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

*Составила Хренова Ольга Юрьевна,  
учитель физики СОШ № 5  
г.Павлодара*

## Задача.

На рисунке заданы направления скорости и ускорения.

Укажите вид движения



Решение:

Если векторы скорости и ускорения направлены вдоль одной прямой:

- в одну сторону, движение прямолинейное равноускоренное.
- в противоположные стороны, движение прямолинейное равнозамедленное.

Если под прямым углом, движение равномерное по окружности.

Если угол между векторами меньше  $90^0$ , движение ускоренное по окружности.

Если угол между векторами больше  $90^0$ , движение замедленное по окружности.

## Задача.

На рисунке представлена зависимость механического напряжения при деформации образца от относительного удлинения.

Предел упругости обозначен точкой

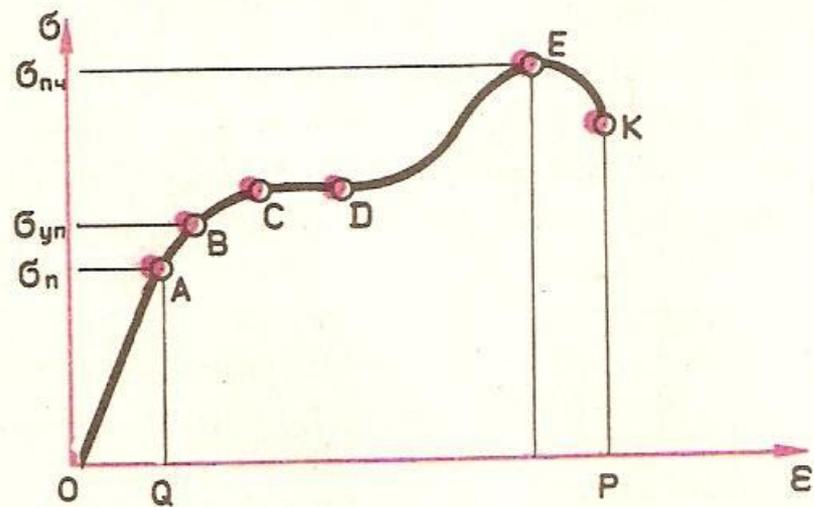
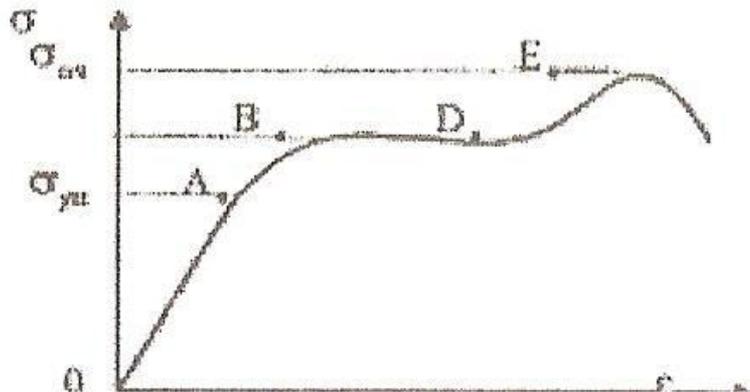
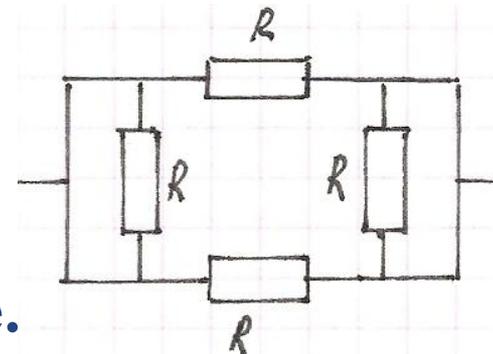
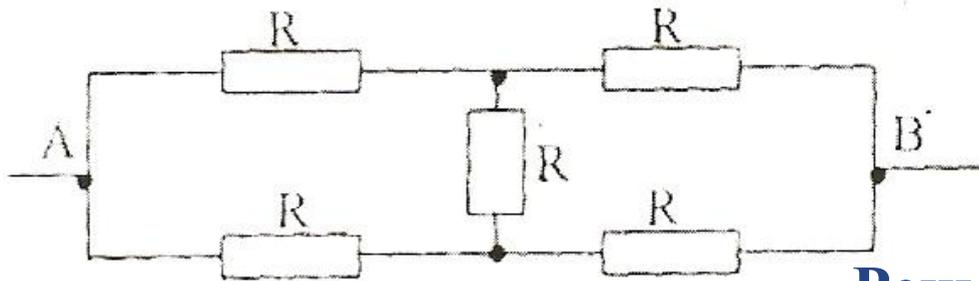


Рис 47

# Раздел «Электричество»



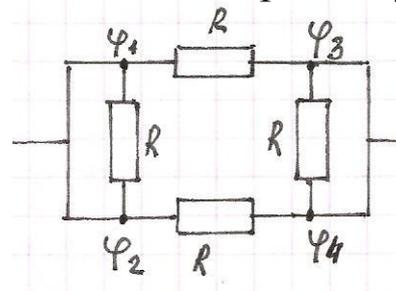
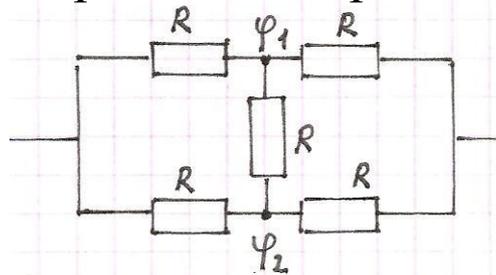
*Найти сопротивление цепи между точками А и В, если сопротивление каждого звена R*



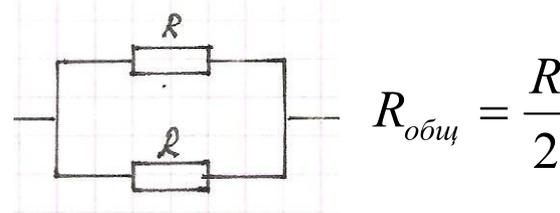
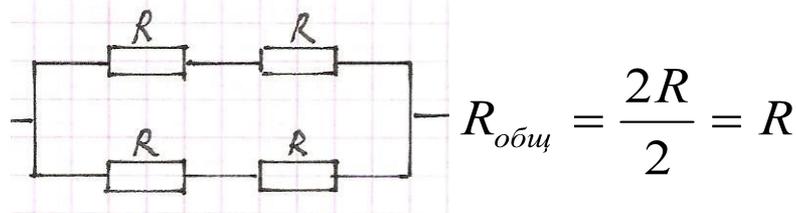
**Решение.**

Чтобы через участок проходил ток, необходимо, чтобы между концами проводника существовала разность потенциалов

Сопротивления резисторов одинаковы, поэтому  $\varphi_1 = \varphi_2; \varphi_3 = \varphi_4$



Переходим к схеме



*К сети напряжением 120В присоединены два сопротивления.*

*При их последовательном соединении сила тока равна 3А, а при параллельном суммарная сила тока составляет 16А.*

*Сопротивление каждого резистора соответственно равно*

Решение:

Найдем общие сопротивления при последовательном и параллельном соединениях сопротивлений по закону Ома для участка цепи

$$R_{\text{посл}} = \frac{U}{I_1} = \frac{120}{3} = 40(\text{Ом}); R_{\text{парал}} = \frac{U}{I_2} = \frac{120}{16} = 7,5(\text{Ом})$$

Значит,  $R_1 + R_2 = 40$  (1)

Во втором уравнении делаем замену и получаем систему из двух

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 7,5$$
 (2)

уравнений с двумя неизвестными

$$R_1 + R_2 = 40$$

$$R_1 \cdot R_2 = 300$$
 Решаем систему и находим значения сопротивлений

$$R_1 = 10(\text{Ом}); R_2 = 30(\text{Ом})$$
 Это общий путь решения

**Проще с помощью подбора ответов (заданные варианты ответов подставляем в уравнения (1), (2) и находим верные равенства).**



*Если проводник разрезать на две равные части и соединить эти части параллельно, то сопротивление проводника ...*

**Решение**

$$R_1 = R_2 = \frac{R_0}{2}, \quad R_1 = R_2 = \rho \cdot \frac{l_1}{S}$$

*l уменьшилась в 2 раза, значит R уменьшилось в 2 раза.*

*При параллельном соединении*

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{или} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R = \frac{\frac{R_0}{2} \cdot \frac{R_0}{2}}{\frac{R_0}{2} + \frac{R_0}{2}} = \frac{R_0^2}{4R_0} = \frac{R_0}{4}$$

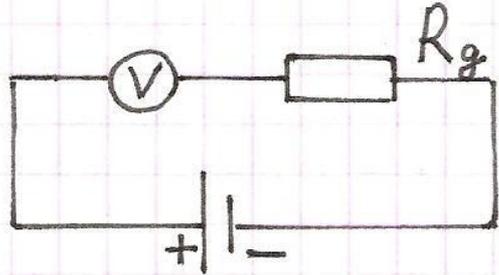
*Сопротивление уменьшилось в 4 раза*

**Можно вывести закономерность: если проводник разрезать на n равных частей и соединить их параллельно, то общее сопротивление**

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_0}{n^2}$$

**Вольтметр с внутренним сопротивлением 2500 Ом включен**

**в сеть, показал напряжение 125 В. Дополнительное сопротивление, при подключении которого вольтметр покажет 100 В равно...**



Решение:

1 способ.

Источник тока рассчитан на напряжение 125 В. При включении дополнительного сопротивления возникло последовательное соединение, значит

$$U = U_B + U_D \Rightarrow U_D = U - U_B = 125 - 100 = 25(\text{В})$$

Сила тока при последовательном соединении остается неизменной

$$I_B = I_D; \frac{U_B}{R_B} = \frac{U_D}{R_D} \Rightarrow R = \frac{U_D \cdot R_B}{U_B} = \frac{25 \cdot 2500}{100} = 625(\text{Ом})$$

2 способ.

По формуле для определения добавочного сопротивления

$$R_D = R_B \cdot (N - 1) \quad , \text{ где } N = \frac{U_0}{U_B} = \frac{125}{100} = 1,25$$

$$R_D = 2500 \cdot (1,25 - 1) = 2500 \cdot 0,25 = 625(\text{Ом})$$



## Запомнить формулы

Для вольтметра: добавочное сопротивление  
(включается последовательно вольтметру)

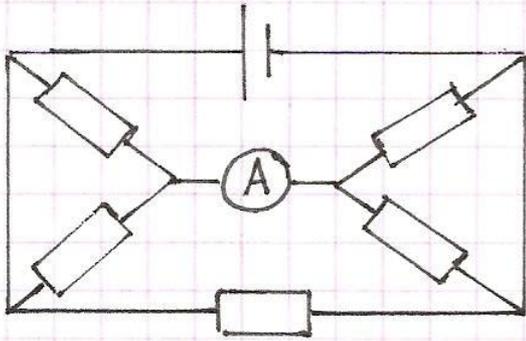
$$R_D = R_B \cdot (N - 1) \quad , \text{ где} \quad N = \frac{U_0}{U_B}$$

Для амперметра: сопротивление шунта  
(включается параллельно амперметру)

$$R_{Ш} = \frac{R_A}{(N - 1)} \quad , \text{ где} \quad N = \frac{I_0}{I_A}$$

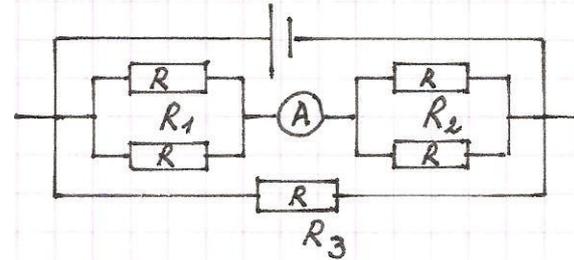


Показание амперметра в цепи, где ЭДС = 4В;  $r = 1$  Ом;



Решение:

Может быть кому-то будет удобней та же самая схема, изображенная иначе



Сопротивления  $R_1 = R_2 = \frac{R}{2}$

соединены последовательно, их общее сопротивление  $R' = R_1 + R_2 = R$

$R'$  и  $R_3$  соединены параллельно, поэтому внешнее сопротивление в цепи

$$R_{\text{общ}} = \frac{R' \cdot R_3}{R' + R_3} = \frac{R}{2}$$

Т.к. сопротивления ветвей одинаковы, то и токи в них одинаковы.

Найдем силу тока в неветвленной цепи по закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{\text{ЭДС}}{R_{\text{общ}} + r} = \frac{4\text{В}}{\frac{2\text{Ом}}{2} + 1\text{Ом}} = 2\text{А}$$

Значит амперметр показывает ток в одной ветви

$$I_1 = \frac{I}{2} = \frac{2\text{А}}{2} = 1\text{А}$$



*Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление  $R = 25$  кОм, включили последовательно с резистором  $r = 5$  кОм.*

*Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи (при том же напряжении источника тока) увеличилась в 4 раза.*

*Сопротивление фоторезистора уменьшилось...*

Решение:

По закону Ома для полной цепи

$$\text{ЭДС} = I_1 \cdot (R_1 + r) = I_2 \cdot (R_2 + r) = 4 \cdot I_1 \cdot (R_2 + r)$$

Тогда  $R_1 + r = 4R_2 + 4r \Rightarrow 4R_2 = R_1 - 3r = 25 - 3 \cdot 5 = 10$  (кОм)

Значит  $R_2 = \frac{10}{4} = 2,5$  (кОм)

Поэтому  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{25}{2,5} = 10$

*Сопротивление уменьшилось в 10 раз*



Если скорость дрейфа электронов составляет  $0,02$  мм/с, молярная масса железа  $M = 56,8 \cdot 10^{-3}$  кг/моль, плотность  $7,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, число электронов проводимости равно числу атомов в металле, то сила тока, проходящего через железный проводник с площадью поперечного сечения  $20$  мм<sup>2</sup>, равна... ( $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>)

**Решение:**

Сила тока  $I = q_0 n v S$ ,  $q_0 = e$

Найдем концентрацию

$$n = \frac{N}{V} = \frac{v \cdot N_A}{V} = \frac{m \cdot N_A}{M \cdot V} = \frac{\rho \cdot N_A}{M}$$

Значит

$$I = e \cdot \frac{\rho \cdot N_A}{M} \cdot v \cdot S = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 7,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 2 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2}{56,8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} = 0,28 \text{ А}$$

*Медный проводник взят при 0°C. Чтобы его сопротивление*

*увеличилось в 3 раза, необходимо повысить температуру на... ( $\alpha=0,0033 \text{ K}^{-1}$ )*

Решение:

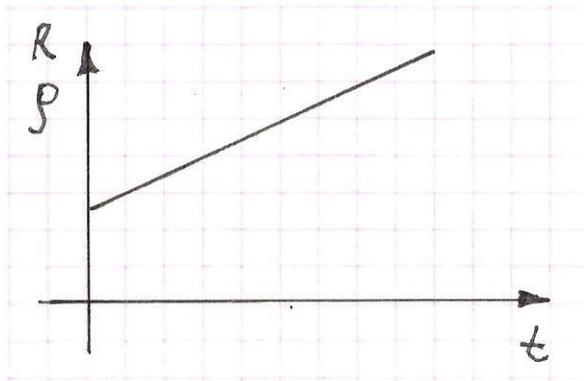
С ростом температуры сопротивление проводника увеличивается

$$R = R_0(1 + \alpha \cdot t)$$

$$R = 3R_0 \quad \text{- по условию задачи}$$

$$3R_0 = R_0(1 + \alpha \cdot t) \Rightarrow 3 = 1 + \alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{2}{\alpha} \quad t = \frac{2}{0,0033} \approx 600^\circ \text{C}$$

Обратить внимание: график зависимости сопротивления от температуры имеет вид (не проходит через ноль)



При пропускании тока  $I$  в течении времени  $t$  объем водорода

с валентностью  $n$ , выделившегося при электролизе воды, оказался равным  $V$  при температуре  $T$  и давлении  $p$ .

Формула, по которой можно вычислить заряд одного электрона...

Решение:

Электрохимический эквивалент  $k = \frac{M}{e \cdot n \cdot N_A} \Rightarrow e = \frac{M}{k \cdot n \cdot N_A}$

По закону электролиза  $m = k \cdot I \cdot t \Rightarrow k = \frac{m}{I \cdot t}$

Значит  $e = \frac{M \cdot I \cdot t}{m \cdot n \cdot N_A}$

Массы неизвестны. Найдем их отношение из уравнения

Менделеева-Клапейрона

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{R \cdot T}{p \cdot V}$$

тогда  $e = \frac{M \cdot I \cdot t}{m \cdot n \cdot N_A} = \frac{I \cdot t \cdot R \cdot T}{p \cdot V \cdot n \cdot N_A}$



При электролизе воды через ванну проходит заряд 5000 Кл.  
Выделившийся кислород занимает объем 0,26 л и находится  
под давлением  $1,29 \cdot 10^5$  Па. При этом его температура  
равна...

Решение:

По закону электролиза  $m = k \cdot q$

По уравнению состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона)

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow T = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot m}$$

Тогда

$$T = \frac{p \cdot V \cdot M}{R \cdot k \cdot q} = \frac{1,29 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,26 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 0,083 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot 5000 \text{ Кл}} \approx 300 \text{ К}$$



*масса*

*куска меди 32 г,  $M=64 \cdot 10^{-3}$  кг/моль,  $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, то  
величина*

*заряда всех электронов в куске меди равна ( $N_A=6,02 \cdot 10^{23}$   
моль<sup>-1</sup>)*

Решение:

$$q = N \cdot |e| = N_1 \cdot z \cdot |e|$$

N- число электронов; N1-число молекул; z- порядковый номер

Из молекулярно-кинетической теории знаем, что

$$N_1 = \nu \cdot N_A = \frac{m}{M} \cdot N_A \quad . \text{Значит,}$$

$$q = \frac{m \cdot N_A \cdot z \cdot |e|}{M} = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 29 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{64 \cdot 10^{-3}} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ Кл}$$



выделилось  $0,3\text{г}$  водорода. Если сопротивление его  $0,4\text{ Ом}$ ,

а электрохимический эквивалент водорода  $0,01 \cdot 10^{-6}\text{ кг/Кл}$ ,

то **мощность, расходуемая на нагревание электролита...** Решение:

Мощность электрического тока  $P = I^2 \cdot R$

Найдем силу тока.

По закону электролиза

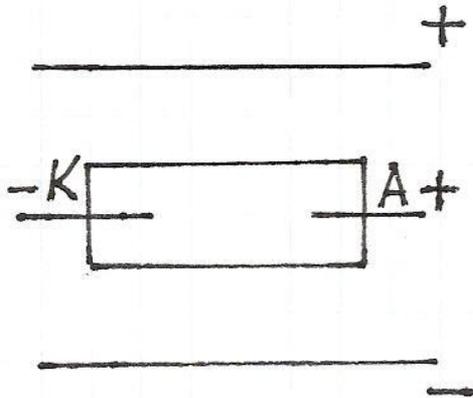
$$m = k \cdot I \cdot t \Rightarrow I = \frac{m}{k \cdot t}$$

Значит

$$P = \left( \frac{m}{k \cdot t} \right)^2 \cdot R = \left( \frac{0,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{0,01 \cdot 10^{-6} \frac{\text{ кг}}{\text{ Кл}} \cdot 3600 \text{ с}} \right)^2 \cdot 0,4 \text{ Ом} = 28 \text{ Вт}$$



*Если газоразрядная трубка помещена в поле плоского конденсатора, то катодные лучи...*



Решение:

Катодные лучи- это поток электронов ( отрицательно заряженных частиц).

Значит, они будут отклоняться к «+», т.е.вверх



# Раздел «Магнетизм»



**Магнитное поле**- это особая форма материи, которая возникает вокруг любой заряженной движущейся частицы.

**Электрический ток**- это упорядоченное движение заряженных частиц  
Вокруг любого проводника, по которому течет электрический ток, возникает магнитное поле.

Характеристики магнитного поля:

**Вектор магнитной индукции**  $B$   
Модуль данного вектора  $B = \frac{F_{\max}}{I \cdot \Delta l}$

Направление вектора: от северного полюса постоянного магнита к южному полюсу; по правилу буравчика.

**Напряженность магнитного поля**  $H = \mu_0 \cdot \mu \cdot B$   
( Магнитная проницаемость среды  $\mu = \frac{B}{B_0}$  )

**Магнитный поток**  $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$   
( $\alpha$ - угол между вектором магнитной индукции и нормалью к плоскости, в которой лежит проводящий контур)



Магнитное поле с некоторой силой действует на проводники с током и на движущиеся заряженные частицы:

Сила Ампера  $F_A = B \cdot |I| \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha$

Сила Лоренца  $F_L = B \cdot |q| \cdot v \cdot \sin \alpha$

Направления обеих сил определяются по **правилу левой руки**.

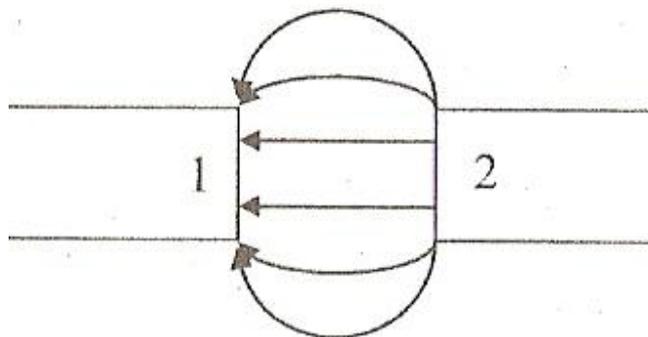
Если частица влетает в магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, то начинает двигаться по окружности.

При этом  $m \cdot a = B \cdot |q| \cdot v$

или  $m \cdot v = B \cdot |q| \cdot R$



*На рисунке изображены магнитные полюсы*



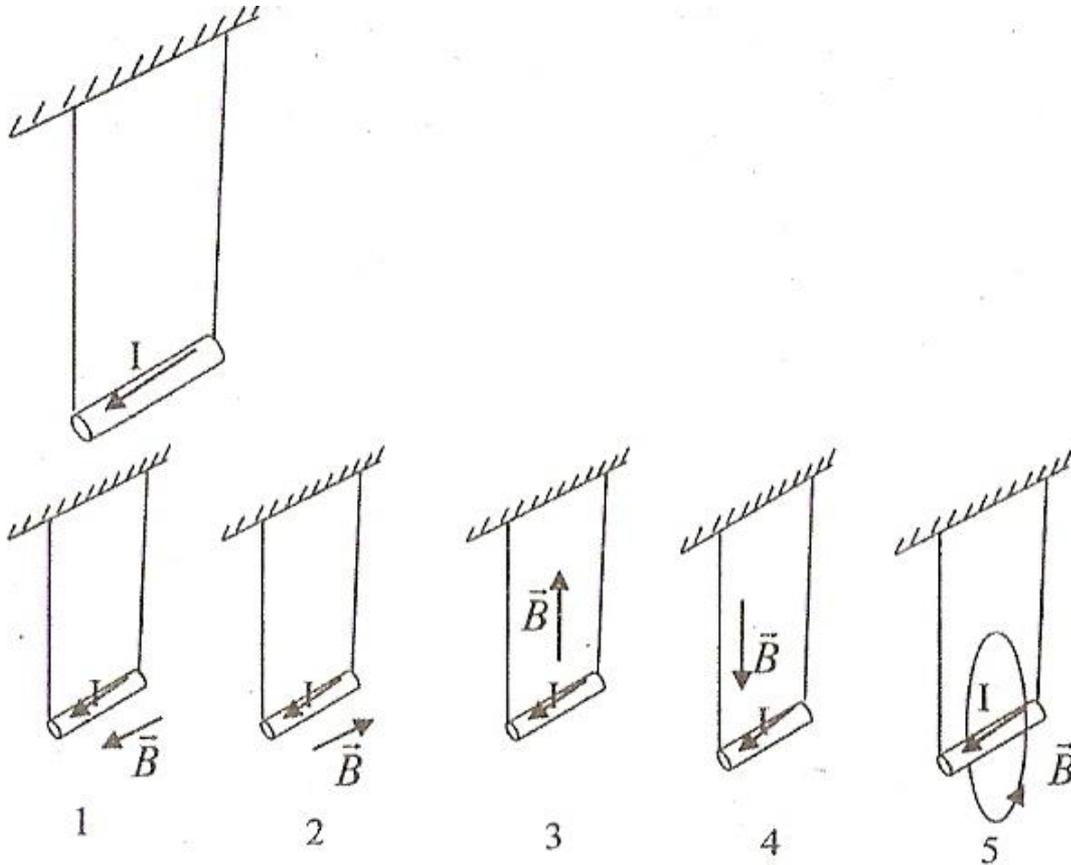
Решение:

По определению- вектор магнитной индукции направлен от южного к северному полюсу магнитной стрелки, свободно ориентированной в магнитном поле, а значит от северного к южному полюсу постоянного магнита.

В нашем случае: 1- южный полюс; 2- северный полюс.



*В однородном магнитном поле неподвижно висит проводник с током. Если по нему течет ток указанного направления, то вектор магнитной индукции верно направлен на рисунке.*



Решение:

По правилу буравчика- рисунок 4



**На рисунках 1-4 показаны прямолинейные параллельные проводники. Проводники притягиваются**



Рис. 1.

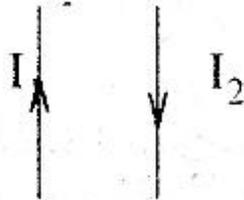


Рис. 2.

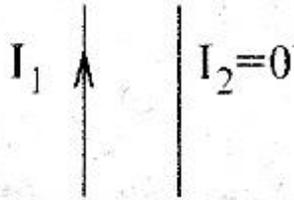


Рис. 3.

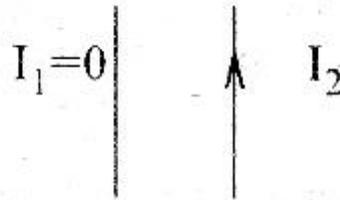


Рис. 4.

Решение:

По правилу левой руки можно определить действие магнитных полей, созданных каждым проводником. Оказывается, что за счет действия этих сил проводники, по которым идут токи одного направления, притягиваются; проводники, по которым идут токи противоположных направлений отталкиваются.



*Если силы взаимодействия направлены так, как показано на рисунке, то*



- A) тока в проводниках нет.
- B) ***токи идут по противоположным направлениям.***
- C) токи по первому и второму проводникам идут вниз.
- D) токи по первому и второму проводникам идут вверх.
- E) нет тока в одном из проводников.



*Длинная катушка в виде пружины очень малой жесткости находится на гладком столе. Если по катушке пропустить электрический ток, то...*

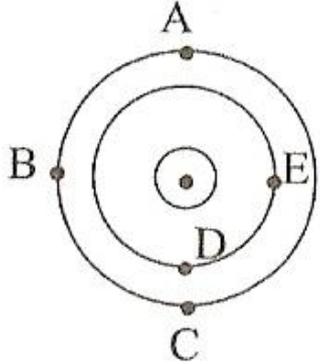
Решение:

Витки катушки представляют собой токи одного направления, а мы знаем, что проводники, по которым текут токи одного направления, притягиваются.

**Значит пружина сожмется**



*На рисунке изображены две силовые линии магнитного поля длинного проводника с током, расположенного перпендикулярно плоскости рисунка. Вектор индукции магнитного поля направлен вправо и имеет наибольшую величину в точке*



Решение:

По правилу буравчика: если поступательное движение буравчика совпадает с направлением тока («к нам»), то вращательное движение покажет направление силовых линий (против часовой стрелки).

Т.к. силовая линия - это линия, касательные к которой в каждой точке совпадают с векторами магнитной индукции, то в нашем случае вправо они будут направлены в точках С и D.

Для прямого тока 
$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r},$$

поэтому, чем ближе от провода находится точка, тем больше модуль вектора магнитной индукции.

**Ответ:** вектор магнитной индукции направлен вправо и имеет наибольшую величину в точке D.



*На рисунках прямолинейный проводник с током, расположенный в плоскости, перпендикулярной плоскости чертежа, подвергается действию магнитного поля постоянных магнитов. В каком из указанных случаев направление силы Ампера указано неправильно?*

( $\odot$ ) - ток направлен к нам, ( $\otimes$ ) - ток направлен от нас).

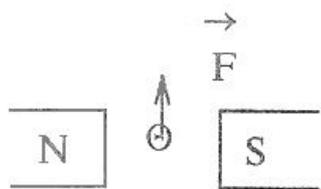


Рис. 1.

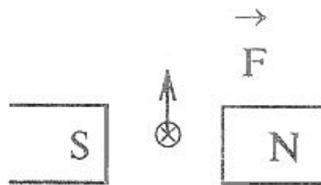


Рис. 2.

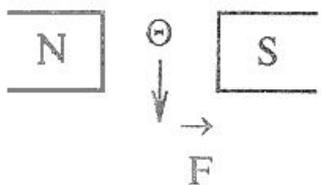


Рис. 3.

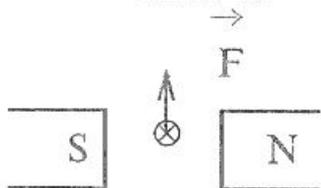
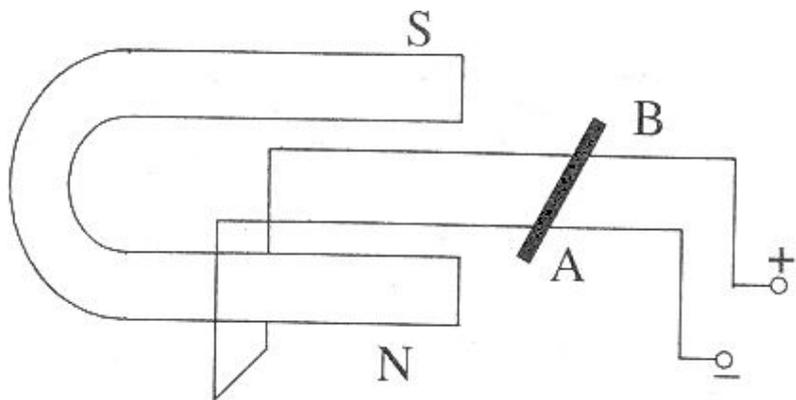


Рис. 4.

Решение:

Используя правило левой руки для каждого рисунка, находим, что верными являются рисунки 1, 2, 3

## Металлический стержень АВ будет



Решение:

На проводник со стороны магнитного поля действует сила, поэтому он будет двигаться. Узнаем направление его движения.

За направление тока принимается направление движения положительных зарядов: значит от «+» к «-». В нашем случае **от В к А**.

Вектор магнитной индукции направлен от северного полюса к южному полюсу постоянного магнита, значит, **вверх**.

По правилу левой руки: ладонь располагаем так, чтобы вектор магнитной индукции входил в нее, четыре пальца направлены от В к А, тогда отогнутый на  $90^\circ$  большой палец покажет направление силы Ампера.

В данном случае- это направление влево.

Ответ: **двигаться влево**



*По двум параллельным бесконечно длинным прямым проводникам C и E текут одинаковые по величине и направленные от нас токи. Если AC=CD=DE=EF=FG, то индукция результирующего магнитного поля равна нулю*



Решение:

По принципу суперпозиции магнитных полей  
( т.к.поле создано двумя проводниками)

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

Чтобы результирующее поле было равно нулю, векторы  $\vec{B}_1$  и  $\vec{B}_2$  должны быть направлены в противоположные стороны.

По правилу буравчика находим, что это будет наблюдаться в точке D (т.к.силовые линии в обоих случаях направлены против часовой стрелки, то в точке D от первого проводника вектор направлен вверх, а от второго- вниз )



*Если протон движется «к нам» перпендикулярно плоскости*

*рисунка, то сила, действующая на протон, пролетающий между полюсами магнита, направлена*



Решение:

На заряженную частицу действует магнитное поле.

Применим правило «левой руки».

В нашем случае вектор магнитной индукции направлен вправо (от северного к южному полюсу постоянного магнита).

Протон- положительно заряженная частица.

**Левую руку располагаем так, что вектор магнитной индукции входит в ладонь, четыре пальца направлены по движению частицы ( т.е.к нам), тогда отогнутый на  $90^\circ$  большой палец показывает направление силы Лоренца.**

**В данной задаче сила направлена вверх.**



# Направление силы, действующей на электрон со стороны

магнитного поля, правильно показано на рисунке

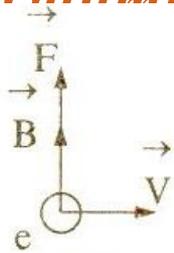


Рис.1.

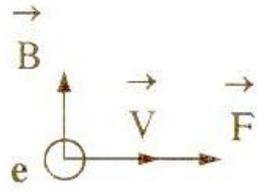


Рис.2.

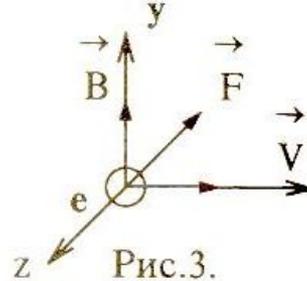


Рис.3.

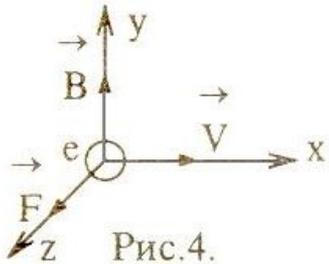


Рис.4.

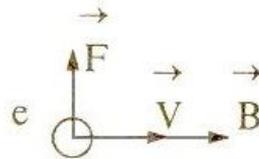


Рис.5.

Решение:

Вновь используем правило левой руки.

Вектор магнитной индукции направлен вверх.

Ладонь располагаем так, что он входил в ладонь.

Четыре пальца направлены по движению положительного заряда.

Электрон- отрицательная частица, поэтому 4 пальца располагаем в сторону, противоположную его движению, т.е. противоположно вектору скорости, тогда отогнутый на  $90^\circ$  большой палец покажет направление силы Лоренца.

Значит, **верный ответ на рисунке 3.**

*На проводник длиной 30 см, помещенный в магнитное поле с индукцией 20 мТл, при силе тока 3А поле действует с силой*

*9мН. Угол между направлением тока и вектором магнитной индукции равен...*

Решение:

На проводник с током действует сила Ампера со стороны магнитного поля

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

Тогда

$$\sin \alpha = \frac{F_A}{B \cdot |I| \cdot \Delta l} = \frac{9 \cdot 10^{-3} \text{ Н}}{20 \text{ Тл} \cdot 10^{-3} \cdot 3 \text{ А} \cdot 0,3 \text{ м}} = 0,5 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$



*Прямолинейный проводник с током находится в магнитном поле. На проводник действует сила  $F$ . Если проводник переместить из вакуума в среду с магнитной проницаемостью  $0,99$ , то на проводник будет действовать сила*

Решение:

В магнитном поле на проводник действует сила Ампера

$$F_A = B \cdot |I| \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha \quad , \text{которая}$$

прямопропорционально зависит от модуля вектора магнитной индукции, связанного с магнитной проницаемостью среды

$$\mu = \frac{B}{B_0} \quad \text{Тогда} \quad B = \mu \cdot B_0$$

Значит,

$$F_A = B \cdot |I| \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha = \mu \cdot B_0 \cdot |I| \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha = \mu \cdot F_{A_0} = 0,99F$$



расстояние 25см, сила Ампера совершает работу 0,38 Дж.

Индукция магнитного поля 1,5Тл, угол между направлением

тока и вектором магнитной индукции  $30^\circ$ , значит, длина

проводника равна ( $\sin 30^\circ = 0,5$ )

Решение:  
Работа определяется соотношением  $A = F \cdot S \cdot \cos \beta$

Направления перемещения и действия силы совпадают, поэтому

$$\cos \beta = 1 \Rightarrow A = F \cdot S$$

Сила, перемещающая проводник- сила Ампера

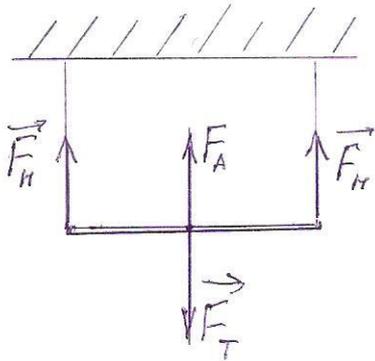
$$F_A = B \cdot |I| \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha \Rightarrow A = B \cdot |I| \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha \cdot S$$

Значит,

$$\Delta l = \frac{A}{B \cdot |I| \cdot \sin \alpha \cdot S} = \frac{0,38 \text{ Дж}}{1,5 \text{ Тл} \cdot 10 \text{ А} \cdot 0,5 \cdot 0,25 \text{ м}} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}$$



*Проводник длиной 50см и массой 20г, подвешенный на двух тонких нитях, помещен в магнитное поле с индукцией 0.4 Тл, направленной горизонтально. Натяжение нитей исчезнет при силе тока, равной...*



Решение:

На проводник действуют несколько сил: сила тяжести, сила Ампера, силы натяжения нитей.

Т.к.натяжение нитей исчезает, то сила Ампера становится равной силе тяжести

$$B \cdot |I| \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha = m \cdot g$$

$$\sin \alpha = 1$$

$$B \cdot |I| \cdot \Delta l = m \cdot g \Rightarrow I = \frac{m \cdot g}{B \cdot \Delta l} = \frac{0,02\text{кг} \cdot 10\text{м/с}^2}{0,4\text{Тл} \cdot 0,5\text{м}} = 1\text{А}$$



Проводник длиной  $l$  и массой  $m$ , подвешенный горизонтально на двух тонких нитях, находится в магнитном поле с индукцией, направленной вертикально вниз. При пропускании по проводнику тока  $I$ , нити отклонились на угол  $\varphi$ . Индукция магнитного поля равна...

Решение:

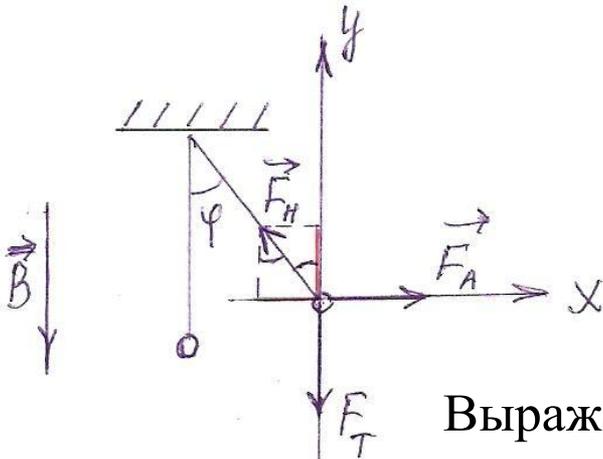
Проводник находится в состоянии покоя, значит

$$\vec{F}_m + \vec{F}_A + \vec{F}_H = 0$$

Найдем проекции на оси координат

$$\text{На } O_x: F_A - F_H \cdot \sin \varphi = 0$$

$$\text{На } O_y: -m \cdot g + F_H \cdot \cos \varphi = 0$$



Выражаем модуль силы натяжения из проекции на ось  $O_y$ ,

подставляем в формулу проекции на ось  $O_x$  и выражаем модуль вектора магнитной индукции.

$$F_H = \frac{m \cdot g}{\cos \varphi}$$

$$F_A = F_H \cdot \sin \varphi = \frac{m \cdot g}{\cos \varphi} \cdot \sin \varphi = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

$$\text{С другой стороны, по определению } F_A = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha \quad (\sin \alpha = 1)$$

$$\text{Тогда } B \cdot I \cdot l = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \varphi \Rightarrow B = \frac{m \cdot g}{I \cdot l} \cdot \operatorname{tg} \varphi = \frac{mg}{Il} \operatorname{tg} \varphi$$

*Если вектор скорости заряда перпендикулярен вектору индукции магнитного поля, то при увеличении скорости*

*заряда в 2 раза и увеличении индукции магнитного поля в 2 раза, сила, действующая на электрический заряд со стороны магнитного поля*

Решение :

На заряженную частицу действует сила Лоренца  $F_L = B \cdot |q| \cdot v \cdot \sin \alpha$

Значит, в нашем случае, т.к. влетает перпендикулярно, то  $\alpha = 90^\circ$ , тогда

$$F_L = B \cdot |q| \cdot v = 2B_0 \cdot |q| \cdot 2v_0 = 4 \cdot B_0 |q| \cdot v_0 = 4F_{L_0}$$

**Т.е. сила увеличится в 4 раза.**



*При увеличении в 2 раза скорости частицы и уменьшении*

*в 2 раза индукции магнитного поля, радиус кривизны траектории движения заряженной частицы в масс-спектрографе*

Решение:

$$m \cdot v = B \cdot |q| \cdot R \Rightarrow R = \frac{m \cdot v}{B \cdot |q|} = \frac{m \cdot 2v_0}{\frac{1}{2} B_0 \cdot |q|} = 4R_0$$

**Радиус увеличивается в 4 раза**



# Радиус траектории движения заряженной частицы

в

циклотроне при увеличении ее энергии в 4 раза

Решение:

Энергия движущейся частицы- это кинетическая энергия  $E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$

Изменение энергии происходит за счет изменения скорости

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4E_{k_0}}{m}} = 2\sqrt{\frac{2E_{k_0}}{m}} = 2v_0$$

Тогда 
$$R = \frac{m \cdot v}{B \cdot |q|} = \frac{m \cdot 2v_0}{B_0 \cdot |q|} = 2R_0$$

**Радиус увеличивается в 2 раза**



*Заряженная частица движется перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля со скоростью  $v$ . Если скорость увеличить в 2 раза то, период обращения частицы*

Решение:

При движении по окружности  $T = \frac{2\pi R}{v}$

Для заряженной частицы, движущейся в магнитном поле  $m \cdot v = B \cdot |q| \cdot R$

Т.е. при прочих равных условиях, если увеличивается скорость в 2 раза, то увеличивается и радиус окружности, по которой происходит движение, в 2 раза.

Поэтому  $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi \cdot 2R_0}{2v_0} = \frac{2\pi R_0}{v_0} = T_0$

**Период не изменится.**



*Протон и  $\alpha$ - частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Если у них одинаковые скорости, то отношение радиусов траектории движения частиц  $R_\alpha/R_p$  равно*  $(m_\alpha=4m_p, q_\alpha=2q_p)$

Решение:

Так как частицы влетают в магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, то они начинают двигаться по окружностям и для них выполняется соотношение  $m \cdot v = B \cdot |q| \cdot R$

Значит, 
$$R_p = \frac{m_p \cdot v}{B \cdot q_p}, R_\alpha = \frac{m_\alpha \cdot v}{B \cdot q_\alpha}$$

Тогда 
$$\frac{R_\alpha}{R_p} = \frac{\frac{m_\alpha \cdot v}{B \cdot q_\alpha}}{\frac{m_p \cdot v}{B \cdot q_p}} = \frac{m_\alpha \cdot v \cdot B \cdot q_p}{m_p \cdot v \cdot B \cdot q_\alpha} = \frac{m_\alpha \cdot q_p}{m_p \cdot q_\alpha} = \frac{4m_p \cdot q_p}{m_p \cdot 2q_p} = 2$$



*Электрон влетает в магнитное поле с индукцией 28.2 мТл, со скоростью  $10^7$  м/с. Радиус окружности, по которой он начинает вращаться, равен...*

Решение:

Двигается по окружности, значит,  $m \cdot v = B \cdot |q| \cdot R$

$$R = \frac{m \cdot v}{B \cdot |q|} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 10^7 \text{ м/с}}{28,2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 0,2 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 2 \text{ мм}$$

### **Аналогичные задания**

1. Протон, влетевший в магнитное поле с индукцией 10.4 мТл, движется по окружности радиусом 10см. Скорость, с которой протон влетает в магнитное поле, равна...
2.  $\alpha$  – частица, влетевшая в магнитное поле со скоростью  $10^6$  м/с, движется по траектории с радиусом кривизны 1.038м. Индукция магнитного поля равна...
3. Электрон вращается в магнитное поле с индукцией 2мТл. Период обращения электрона равен...
4. Протон движется в магнитном поле с индукцией 0.5Тл. Частота обращения протона равна... ( частота и период взаимнообратны)



*Если вектор индукции магнитного поля  $B$  образует угол  $\alpha$  с плоскостью рамки, то магнитный поток через площадь  $S$*

*плоского витка равен...*

Решение:

По определению  $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \beta$ , где  $\beta$ - угол между вектором магнитной индукции и нормалью к плоскости, в которой лежит проводящий контур.

Тогда  $\beta = 90^\circ - \alpha$

Значит,  $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \beta = B \cdot S \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = B \cdot S \cdot \sin \alpha$

**Ответ:**  $\Phi = B \cdot S \cdot \sin \alpha$



**Вектор магнитной индукции величиной 0.5 Тл составляет угол 60° к нормали, проведенной к плоскости контура площадью 25 см<sup>2</sup>.**

**Магнитный поток, пронизывающий контур, равен...**

Решение:

Магнитный поток  $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$

Тогда,  $\Phi = 0,5 \text{ Тл} \cdot 25 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 0,5 = 625 \cdot 10^{-6} \text{ Вб} = 0,625 \text{ мВб} = 625 \text{ мкВб}$

### Подобные задания

1. Магнитное поле с индукцией 5 Тл, направленной под углом 60° к нормали, проведенной к плоскости контура, создает магнитный поток 40 мВб, пронизывающий этот контур. Площадь поверхности контура равна...
2. Магнитное поле с индукцией 0.5 Тл, пронизывающий контур площадью 400 см<sup>2</sup>, создает магнитный поток 0.01 Вб. Угол между вектором магнитной индукции и поверхностью контура равен...  
(обратить внимание на то, какой угол надо найти)



*В однородном магнитном поле на замкнутый проводящий контур с током 2А действует момент сил 0,03 Н·м. площадь контура 50 см<sup>2</sup>. если нормаль к контуру перпендикулярна к линиям индукции, то модуль вектора магнитной индукции равен*

Решение:

Максимальный момент амперовых сил:  $M = I \cdot B \cdot S$  , значит

$$B = \frac{M}{I \cdot S} = \frac{0,03 \text{ Н} \cdot \text{м}}{2 \text{ А} \cdot 50 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 3 \text{ Тл}$$



*Магнитный поток  $2 \cdot 10^{-3}$  Вб пересекает катушку. Если число*

*витков в катушке 120, а сила тока в ней 7 А, то энергия магнитного поля катушки*

Решение:

$$\text{Энергия магнитного поля } W = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

Мы знаем, что магнитный поток, пронизывающий катушку, может быть выражен через индуктивность катушки  $\Phi = N \cdot L \cdot I$

тогда энергия магнитного поля 
$$W = \frac{L \cdot I \cdot I}{2} = \frac{N \cdot \Phi \cdot I}{2}$$

подставляем значения и находим ответ

$$W = \frac{120 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ Вб} \cdot 7 \text{ А}}{2} = 0,84 \text{ Дж}$$





**Спасибо за внимание!**

**Удачи Вам!**

11 апреля 2013 год

