

Телепроект «МОЯ ШКОЛА в online»

ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ

ФИЗИКА

11 класс

Урок № 12

Электромагнитная индукция.
Явление самоиндукции.

Иоголевич Иван Александрович,
учитель физики
Физтех-лицея им. П. Л. Капицы

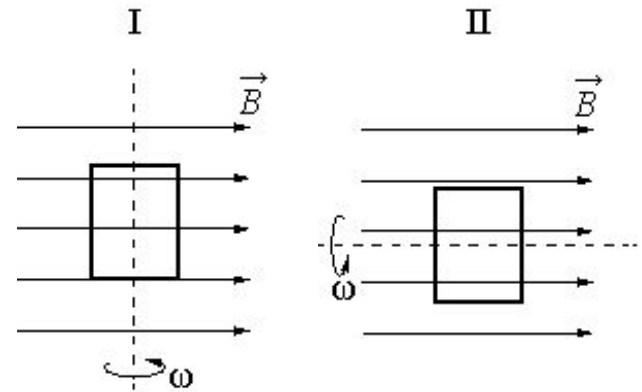
Задание №18467

На рисунке показаны два способа вращения плоской рамки в однородном магнитном поле.

В каком(-их) случае(-ях) в рамке возникает ЭДС индукции?

Ответ:

1. в обоих случаях
2. не возникает ни в одном из случаев
3. только в первом случае
4. только во втором случае



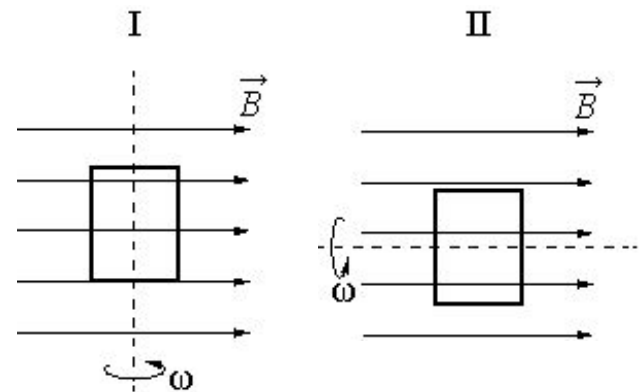
Задание №18467

На рисунке показаны два способа вращения плоской рамки в однородном магнитном поле.

В каком(-их) случае(-ях) в рамке возникает ЭДС индукции?

Ответ:

1. в обоих случаях
2. не возникает ни в одном из случаев
3. только в первом случае
4. только во втором случае



ЭДС индукции возникает при изменении магнитного потока через рамку. Это происходит только в первом случае.

Во втором случае магнитный поток остаётся равным нулю, так как линии индукции не пересекают плоскость рамки.

Ответ: 3

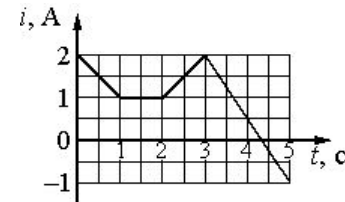
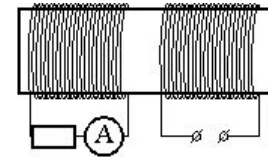
Задание №18250

На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику.

В какие промежутки времени амперметр покажет наличие тока в левой катушке?

Ответ:

1. только от 0 с до 1 с и от 2 с до 3 с
2. от 0 с до 1 с и от 2 с до 5 с
3. только от 3 с до 5 с
4. только от 1 с до 2 с



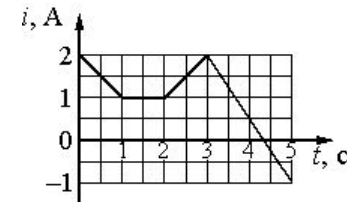
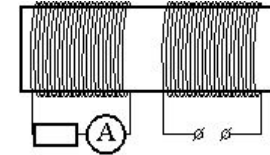
Задание №18250

На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику.

В какие промежутки времени амперметр покажет наличие тока в левой катушке?

Ответ:

1. только от 0 с до 1 с и от 2 с до 3 с
2. от 0 с до 1 с и от 2 с до 5 с
3. только от 3 с до 5 с
4. только от 1 с до 2 с



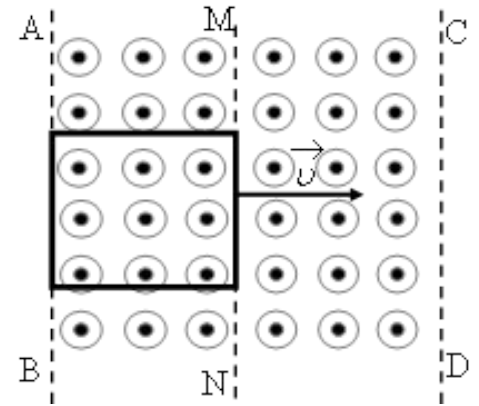
Индукционный ток в левой катушке появляется при изменении магнитного потока, пронизывающего её витки. Изменение магнитного потока вызвано изменением магнитного поля, который создаётся током в правой катушке.

Ответ: 2

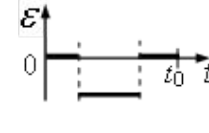
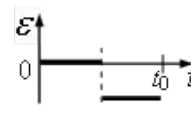
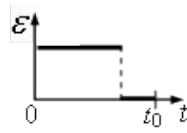
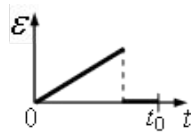
Задание №17565

В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно его силовым линиям.

На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать линию MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 задней стороной пересекает линию CD?



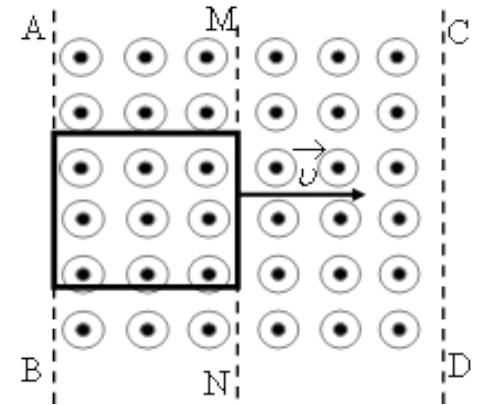
Ответ:



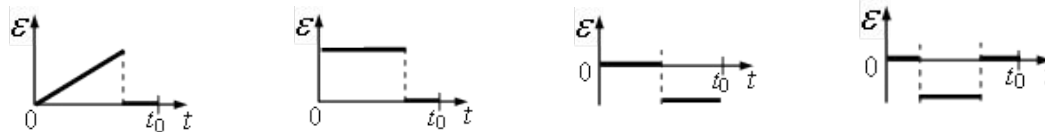
Задание №17565

В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно его силовым линиям.

На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать линию MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 задней стороной пересекает линию CD?



Ответ:



Пока передняя сторона рамки не достигла линии CD, магнитный поток через рамку не меняется, поэтому ЭДС индукции равна нулю. Так как рамка движется с постоянной скоростью, то после пересечения линии CD в ней наводится постоянная ЭДС. Знак ЭДС определяется выбранным положительным направлением обхода контура. Согласно правилу Ленца, индукционный ток в рамке потечёт против часовой, чтобы создаваемое им магнитное поле поддерживало убывающий магнитный поток.

Ответ: 3

Задание №17970

При вращении в однородном магнитном поле плоскости металлического кольца из тонкой проволоки вокруг оси, перпендикулярной линиям поля, максимальная сила индукционного тока, возникающего в кольце, равна I_1 .

Чему будет равна максимальная сила индукционного тока I_2

Ответ:

1. $I_2 = 2I_1$
2. $I_2 = I_1$
3. $I_2 = 0,5I_1$
4. $I_2 = 4I_1$

Задание №17970

При вращении в однородном магнитном поле плоскости металлического кольца из тонкой проволоки вокруг оси, перпендикулярной линиям поля, максимальная сила индукционного тока, возникающего в кольце, равна I_1 .

Чему будет равна максимальная сила индукционного тока I_2

Ответ:

1. $I_2 = 2I_1$
2. $I_2 = I_1$
3. $I_2 = 0,5I_1$
4. $I_2 = 4I_1$

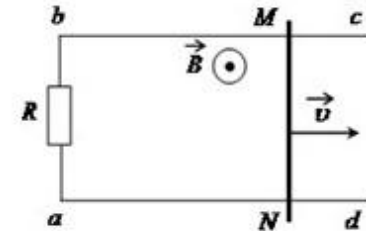
Пусть магнитный поток, пронизывающий кольцо, $\Phi = BS\cos\omega t$. По закону ЭМИ при вращении кольца в нём возникает ЭДС индукции $\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = BS\omega\sin\omega t$. Максимальное значение ЭДС $\varepsilon_m = BS\omega$ при уменьшении скорости вращения кольца в 2 раза также уменьшится в 2 раза, то же самое произойдёт и с максимальным значением индукционного тока.

Ответ: 3

Задание №18634

По параллельным проводникам bc и ad , находящимся в магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл, скользит проводящий стержень MN , который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня через резистор R протекает ток $I = 40$ мА.

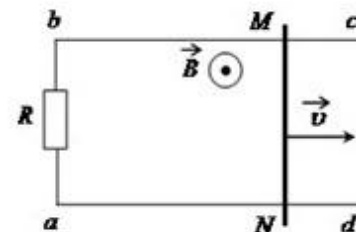
С какой скоростью движется проводник? Считать, что вектор \vec{B} перпендикулярен плоскости рисунка.



Задание №18634

По параллельным проводникам bc и ad , находящимся в магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл, скользит проводящий стержень MN , который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня через резистор R протекает ток $I = 40$ мА.

С какой скоростью движется проводник? Считать, что вектор \vec{B} перпендикулярен плоскости рисунка.



ЭДС индукции, возникающая в проводнике $\varepsilon_1 = IR = 80$ мВ. ЭДС индукции в движущемся в магнитном поле проводнике $\varepsilon_i = Blv$. Скорость движения проводника $v = \frac{\varepsilon_i}{BL} = 1$ м/с. Ток в контуре $abMN$ течёт по часовой стрелке. Сила Ампера направлена против движения проводника.

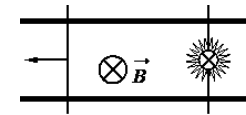
Ответ: 1

Задание №19064

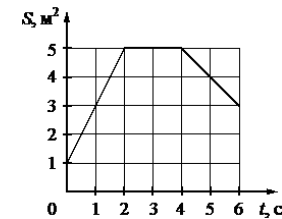
По гладким параллельным рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} (см. рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике б. Выберите два верных утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.

Ответ:

1. В течение первых 6 секунд индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.
2. Индукционный ток течёт в контуре всё время в одном направлении.
3. В интервале времени от 4 до 6 с через лампочку протекает индукционный ток.
4. В момент времени $t = 3$ с сила Ампера, действующая на проводник, направлена вправо.
5. Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в первые две секунды максимальна.



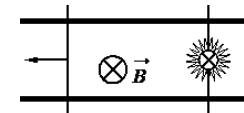
а)



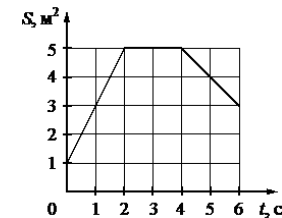
б)

Задание №19064

По гладким параллельным рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} (см. рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике б. **Выберите два верных утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.**



а)



б)

1. В течение первых 6 секунд индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.
2. Индукционный ток течёт в контуре всё время в одном направлении.
3. В интервале времени от 4 до 6 с через лампочку протекает индукционный ток.
4. В момент времени $t = 3$ с сила Ампера, действующая на проводник, направлена вправо.
5. Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в первые две секунды максимальна.

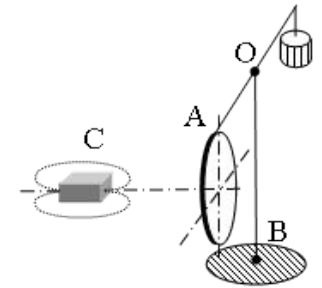
Индукционный ток течёт только, когда площадь контура изменяется (проводник движется). В промежуток времени от 2 до 4 секунд проводник неподвижен – тока нет. Первые две секунды проводник движется влево (площадь контура растёт) – ток течёт против часовой стрелки. В интервале времени от 4 до 6 секунд проводник движется вправо (площадь контура уменьшается) – ток течёт по часовой стрелке. В момент времени $t = 3$ с на проводник не действует сила Ампера, так как тока нет. В первые две секунды максимальна скорость изменения магнитного потока (движения проводника), поэтому максимальны и ЭДС индукции, и сила тока в проводнике. Сила Ампера прямо пропорциональна силе тока, поэтому в этом промежутке времени сила, прикладываемая для перемещения проводника, будет максимальна.

Ответ: **3, 5**

Задание №17577

Медное кольцо на горизонтальном коромысле поворачивается вокруг вертикальной оси OB под действием движущегося магнита C . Установите соответствие между направлением движения магнита, вращением коромысла с кольцом и направлением индукционного тока в кольце.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

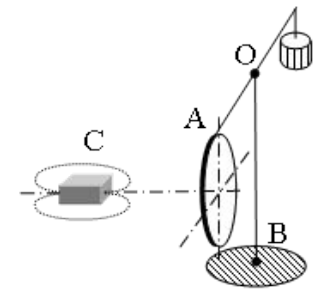


МАГНИТ	ПОВОРОТ КОРОМЫСЛА И ТОК В КОЛЬЦЕ
А) движется по направлению к кольцу, северный полюс обращён к кольцу	1) коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита, ток идёт по часовой стрелке
Б) движется к кольцу, к кольцу обращён южный полюс	2) коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита, ток идёт против часовой стрелки
	3) коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту, ток идёт по часовой стрелке
	4) коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту, ток идёт против часовой стрелки

Задание №17577

Медное кольцо на горизонтальном коромысле поворачивается вокруг вертикальной оси OB под действием движущегося магнита C . Установите соответствие между направлением движения магнита, вращением коромысла с кольцом и направлением индукционного тока в кольце.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



МАГНИТ	ПОВОРОТ КОРОМЫСЛА И ТОК В КОЛЬЦЕ
А) движется по направлению к кольцу, северный полюс обращён к кольцу	1) коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита, ток идёт по часовой стрелке
Б) движется к кольцу, к кольцу обращён южный полюс	2) коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита, ток идёт против часовой стрелки
	3) коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту, ток идёт по часовой стрелке
	4) коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту, ток идёт против часовой стрелки

Согласно правилу Ленца, проводящее кольцо всегда будет отталкиваться от приближающегося магнита. Индукционный ток в кольце течёт в таком направлении, чтобы препятствовать увеличению магнитного поля при приближении магнита.

Ответ:

А	Б
1	2

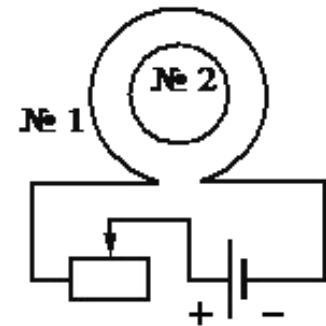
Задание №19032

Катушка №1 включена в электрическую цепь, состоящую из источника напряжения и реостата. Катушка №2 помещена внутрь катушки №1 и замкнута (см. рисунок).

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы в цепи и катушках при перемещении ползунка реостата **вправо**.

Ответ:

1. Сила тока в катушке №1 увеличивается.
2. Вектор индукции магнитного поля, созданного катушкой №1, всюду увеличивается.
3. Магнитный поток, пронизывающий катушку №2, увеличивается.
4. Вектор индукции магнитного поля, созданного катушкой №2, в центре этой катушки направлен от наблюдателя.
5. В катушке №2 индукционный ток направлен по часовой стрелке.



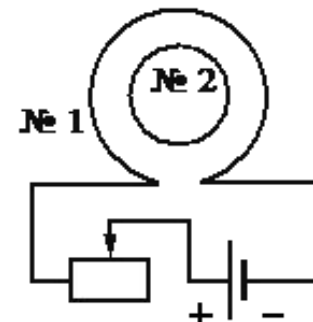
Задание №19032

Катушка №1 включена в электрическую цепь, состоящую из источника напряжения и реостата. Катушка №2 помещена внутрь катушки №1 и замкнута (см. рисунок).

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы в цепи и катушках при перемещении ползунка реостата **вправо**.

Ответ:

1. Сила тока в катушке №1 увеличивается.
2. Вектор индукции магнитного поля, созданного катушкой №1, всюду увеличивается.
3. Магнитный поток, пронизывающий катушку №2, увеличивается.
4. Вектор индукции магнитного поля, созданного катушкой №2, в центре этой катушки направлен от наблюдателя.
5. В катушке №2 индукционный ток направлен по часовой стрелке.



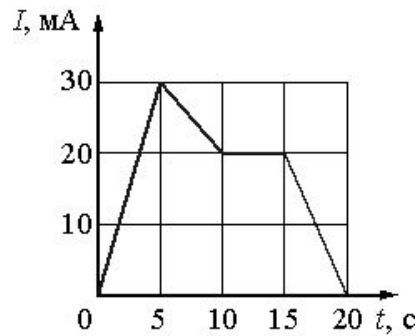
При перемещении ползунка реостата вправо его сопротивление увеличивается, поэтому сила тока в катушке №1 уменьшается. Значит, магнитное поле, создаваемое этой катушкой, во всём пространстве ослабляется, и магнитный поток, пронизывающий катушку №2, уменьшается. Согласно правилу Ленца, вектор индукции магнитного поля, созданный катушкой №2, будет направлен от наблюдателя, чтобы поддержать убывающий внешний магнитный поток. Индукционный ток в катушке №2 будет направлен по часовой стрелке.

Ответ: 4, 5

Задание №18534

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн.

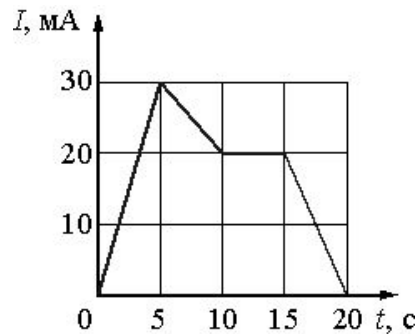
Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 5 до 10 с.



Задание №18534

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн.

Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 5 до 10 с.



По закону электромагнитной индукции модуль ЭДС самоиндукции

$$\varepsilon_s = L \left| \frac{dI}{dt} \right| = 1 \text{ мГн} \cdot \frac{10 \text{ мА}}{5 \text{ с}} = 2 \text{ мкВ}$$

Ответ: **2**

Задание №18478

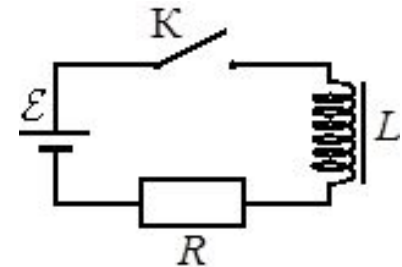
Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R=60$ Ом (см. рисунок). В момент $t=0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $0,01$ А, представлены в таблице

$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите два верных утверждения о процессах, происходящих в цепи.

Ответ:

1. Напряжение на резисторе в момент времени $t=1,0$ с равно $1,9$ В.
2. Энергия катушки максимальна в момент времени $t=0$ с.
3. ЭДС источника тока равна 18 В.
4. Напряжение на катушке максимально в момент времени $t=6,0$ с.
5. Модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени $t=2,0$ с равен $2,4$ В.:



Задание №18478

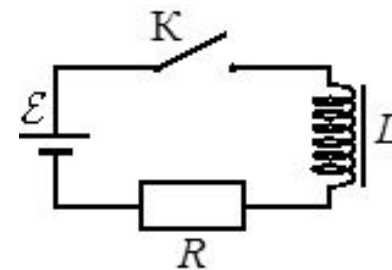
Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R=60$ Ом (см. рисунок). В момент $t=0$ ключ К замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью 0,01 А, представлены в таблице

t, с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
I, А	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите два верных утверждения о процессах, происходящих в цепи.

Ответ:

1. Напряжение на резисторе в момент времени $t=1,0$ с равно 1,9 В.
2. Энергия катушки максимальна в момент времени $t=0$ с.
3. ЭДС источника тока равна 18 В.
4. Напряжение на катушке максимально в момент времени $t=6,0$ с.
5. Модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени $t=2,0$ с равен 2,4В.:



- Напряжение на резисторе в момент времени $t = 1,0$ с равно $U_R = IR = 0,19 \text{ А} \cdot 60 \text{ Ом} = 11,4 \text{ В}$.
- Энергия катушки $W = \frac{LI^2}{2}$, поэтому при $t = 0$ с она минимальна ($I = 0 \text{ А}$).
- К моменту времени $t = 6,0$ с ток через катушку перестал изменяться, поэтому ЭДС индукции в ней равно 0, тогда ЭДС источника $\varepsilon = I'R = 0,30 \text{ А} \cdot 60 \text{ Ом} = 18 \text{ В}$.
- При $t = 2,0$ с модуль ЭДС самоиндукции $\varepsilon_s = \varepsilon - I''R = 18 \text{ В} - 0,26 \text{ А} \cdot 60 \text{ Ом} = 2,4 \text{ В}$.

Ответ: 3,5

Домашнее задание Задание №17686

Катушка, обладающая индуктивностью L , соединена с источником питания с ЭДС \mathcal{E} и двумя одинаковыми резисторами R . Электрическая схема соединения показана на рис. 1. В начальный момент ключ в цепи разомкнут.

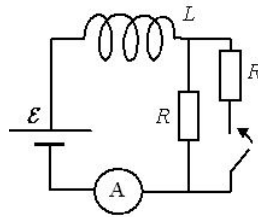


Рис. 1

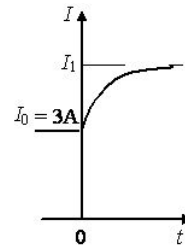


Рис. 2

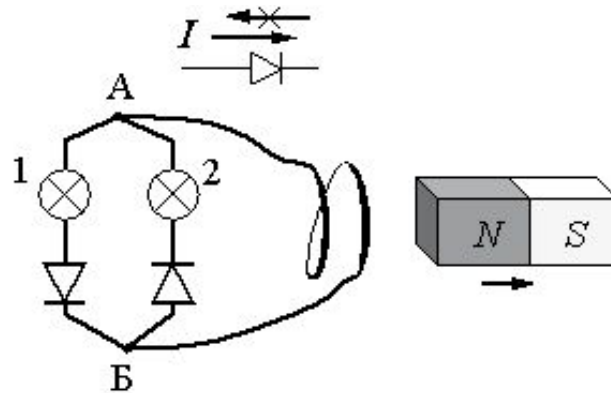
В момент времени $t = 0$ ключ замыкают, что приводит к изменениям силы тока, регистрируемым амперметром, как показано на рис. 2. Основываясь на известных физических законах, объясните, почему при замыкании ключа сила тока плавно увеличивается до некоторого нового значения - I_1 . **Определите значение силы тока I_1 .** Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Домашнее задание Задание №18546

Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединённых, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.)

Какая из лампочек загорится, если отодвигать от витка северный полюс магнита?

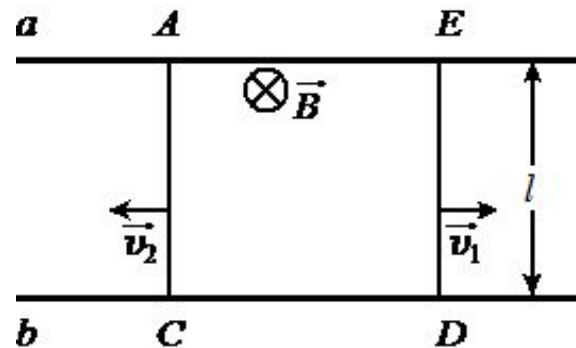
Ответ объясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



Домашнее задание Задание №18984

На горизонтальном столе лежат два параллельных друг другу рельса: a и b , замкнутых двумя одинаковыми металлическими проводниками: AC и ED (см. рисунок). Вся система проводников находится в однородном магнитном поле, направленном вертикально вниз. Модуль индукции магнитного поля равен B , расстояние между рельсами l , скорости проводников v_1 и v_2 , сопротивление каждого из проводников R .

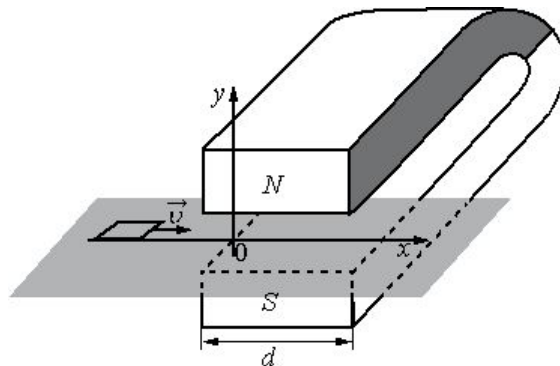
Какова сила тока в цепи? Сопротивлением рельсов пренебречь.



Домашнее задание Задание №18333

Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b=5$ см и сопротивлением $R=0,1$ Ом перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью $u=1$ м/с. Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Индукционные токи, возникающие в рамке, оказывают тормозящее действие, поэтому для поддержания постоянной скорости движения к ней прикладывают внешнюю силу F , направленную вдоль оси Ox .

Чему равна суммарная работа внешней силы за время движения рамки? Ширина полюсов магнита $d=20$ см, магнитное поле имеет резкую границу, однородно между полюсами, а его индукция $B=1$ Тл.



Домашнее задание Задание №22768

На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из источника тока с ЭДС $\varepsilon = 12\text{В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1\text{ Ом}$, двух резисторов с сопротивлениями $R_1 = 8\text{ Ом}$ и $R_2 = 3\text{ Ом}$, конденсатора ёмкостью $C = 4\text{ мкФ}$ и катушки с индуктивностью $L = 24\text{ мкГн}$. В начальном состоянии ключ K длительное время замкнут.

Какое количество теплоты выделится на резисторе R_2 после размыкания ключа K ? Сопротивлением катушки пренебречь.

