

Методы повышения эффективности усвоения понятий, физических величин, определений, законов, соотношений, свойств при изучении темы «Магнитное поле и электромагнитная индукция»



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

2

- [1] Сборник задач для классов с углубленным изучением физики / Под ред. О.Ф. Кабардина, В.А. Орлова, А.Р. Зильбермана – М.: Дрофа, 1997 - 2002.
- [2] Физика. 10-11 кл. / Под ред. А.Н. Мансурова и Н.А. Мансурова – М.: Просвещение, 2000-2002.
- [3] Малинина А.Н. Задачник по физике 10-11 кл. – М.: Просвещение, 2001-2002.
- [4] ЕГЭ-2012. Физика. Типовые тестовые задания / О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина, В.А. Орлов – М.: Издательство «Экзамен», 2012. – 192 с.
- [5] Самое полное издание типовых вариантов заданий ЕГЭ: 2012: Физика / авт. сост. В.А. Грибов. – М.: АСТ: Астрель, 2012. – 190 с.
- [6] Оптимальный банк заданий для подготовки учащихся. Единый государственный экзамен 2012. Физика. Учебное пособие / В.А. Орлов, М.Ю. Демидова, Г.Г. Никифоров, Н.К. Ханнанов – М.: Интеллект-Центр, 2012. – 224 с.
- [7] ЕГЭ-2012. Физика: Типовые экзаменационные варианты: 32 варианта: 9-11 классы / под ред. М.Ю. Демидовой – М.: Национальное образование, 2011. – 272 с.
- [8] ЕГЭ-2011. Физика: Типовые экзаменационные варианты: 10 вариантов/ под ред. М.Ю. Демидовой – М.: Национальное образование, 2011. – 160 с.

1. Вектор магнитной индукции

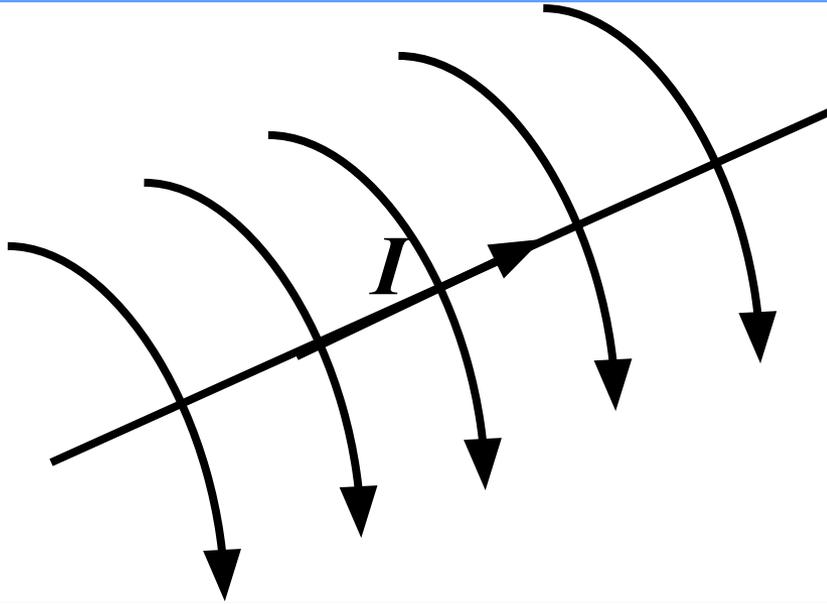
Магнитная индукция \vec{B} – векторная физическая величина, являющаяся силовой характеристикой магнитного поля.

$$[B] = \frac{H \cdot m}{A \cdot m^2} = \frac{H}{A \cdot m} = Tл \quad (\text{Тесла})$$



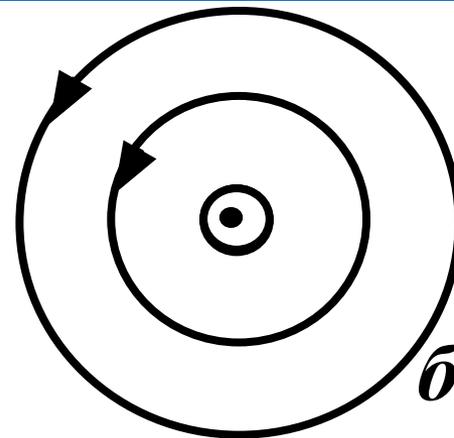
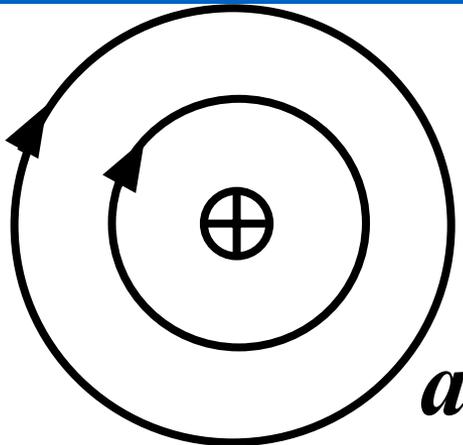
Силовые линии магнитного поля (линии магнитной индукции) – воображаемые линии в пространстве, касательная к которым в каждой точке указывает направление вектора магнитной индукции \vec{B} в сторону, указанной стрелкой на линии, а густота линий характеризует величину магнитной индукции.

Силовые линии бесконечно длинного проводника с током I



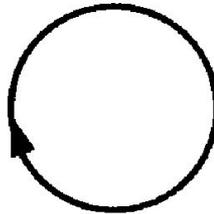
Правило буравчика или правило правого винта

Силовые линии в плоскостях, пересекающих проводник перпендикулярно (а – ток направлен «от нас», б – «к нам»)



A24 с.96 [5]

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



- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot

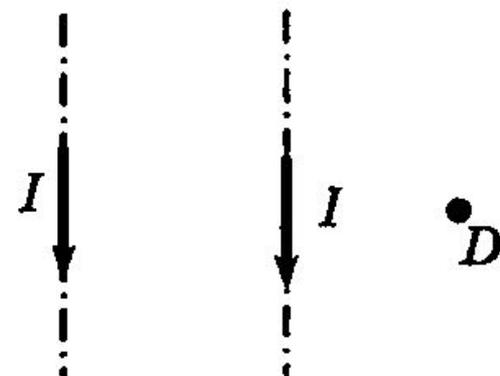
- 3) влево \leftarrow
- 4) вправо \rightarrow



B5 [5]



A13. По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I (см. рисунок), направление которых указано стрелками. Как направлен вектор индукции создаваемого ими магнитного поля в точке D ?



- 1) вверх \uparrow 2) к нам \odot 3) от нас \otimes 4) вниз \downarrow

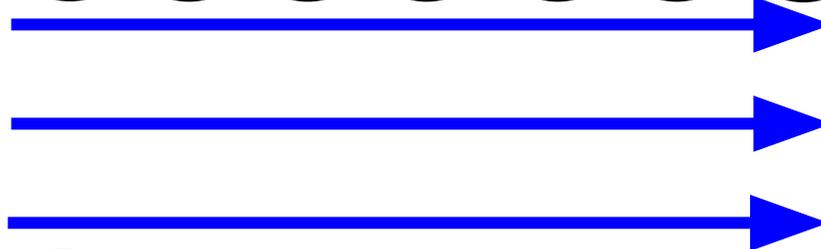
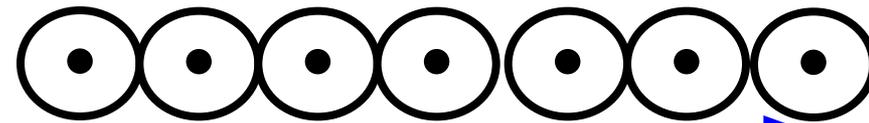
A22 B3.1 [7]

Магнитная стрелка компаса зафиксирована (северный полюс затемнен, см. рисунок). К компасу поднесли сильный постоянный полосовой магнит, затем освободили стрелку. При этом стрелка

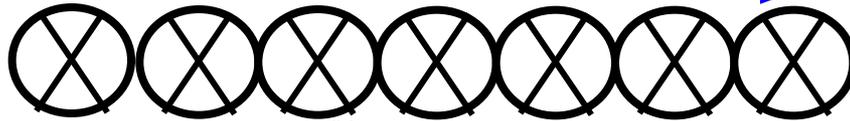
- 1) повернется на 180°
- 2) повернется на 90° против часовой стрелки
- 3) повернется на 90° по часовой стрелке
- 4) останется в прежнем положении



Магнитное поле соленоида



$$\vec{B} = \text{const}$$



$$\vec{B}' = 0$$



⊠ 1. Внутри соленоида магнитное поле однородно: $B = \text{const}$, силовые линии параллельны оси соленоида (определяются правилом буравчика, если буравчик вращать вдоль направления тока в витках).

2. Вне соленоида поле отсутствует: $B' = 0$.

2. Сила Ампера, сила Лоренца

2.1. Закон Ампера

На проводник с током, помещенный в магнитное поле, действует сила:

$$F = BIl \sin \alpha$$



где α - угол между направлением тока и вектором магнитной индукции \vec{B}

Правило левой руки: пальцы ладони направляем вдоль направления тока, ладонь ориентируем так, чтобы силовые линии поля упирались в нее, тогда большой палец руки покажет направление действия силы.

A25 B3.1 [7]

Прямолинейный проводник длиной L с током I помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции \vec{B} . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину уменьшить в 2 раза, а силу тока в проводнике увеличить в 4 раза?

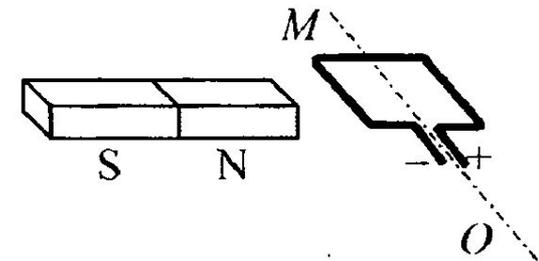
- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1) уменьшится в 2 раза | 3) увеличится в 2 раза |
| 2) уменьшится в 4 раза | 4) увеличится в 4 раза |



C1 B3.2 [7]

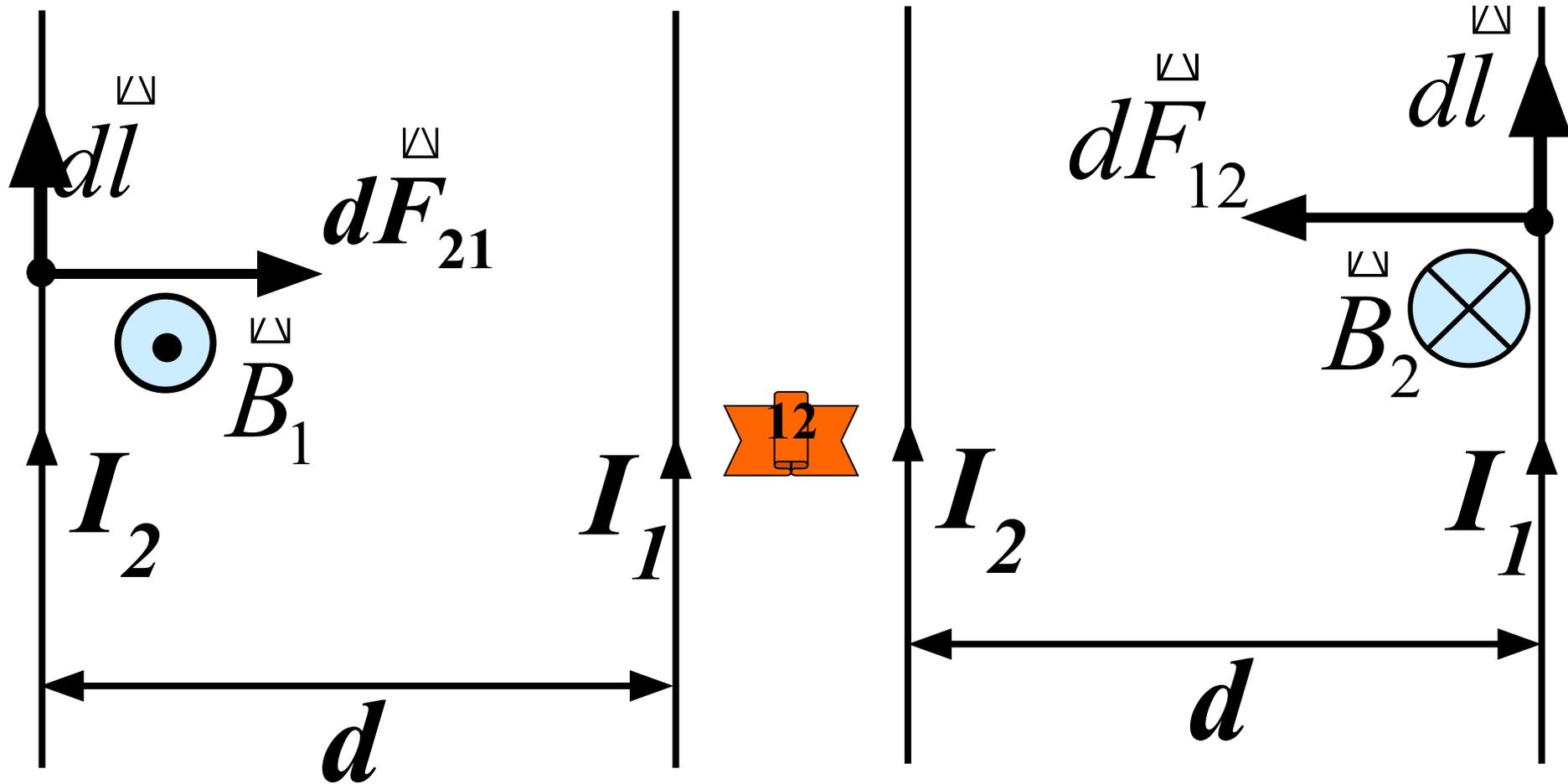


Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси MO , если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.



2.2 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ПРОВОДНИКОВ С ТОКОМ

Сонаправленные токи



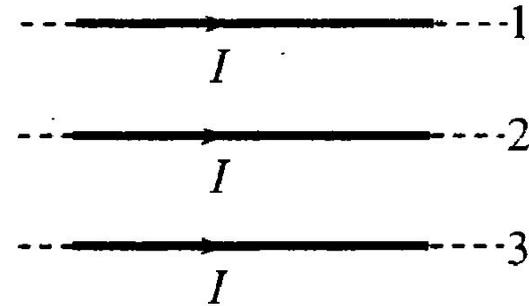
Два параллельных однонаправленных тока притягиваются, разнонаправленные отталкиваются.

A23 B3.1 [7]

Три тонких параллельных проводника с сонаправленными токами I лежат в одной плоскости, расстояния между соседними проводниками одинаковы (см. рисунок). На проводник 3 со стороны двух других проводников действуют силы Ампера. Результирующая этих сил

1) направлена вверх \uparrow
2) направлена вниз \downarrow

3) направлена к нам \odot
4) равна нулю



2.3 Сила Лоренца



Сила Лоренца – сила, действующая со стороны магнитного поля на движущийся заряд:

$$F_L = qVB \sin \alpha$$

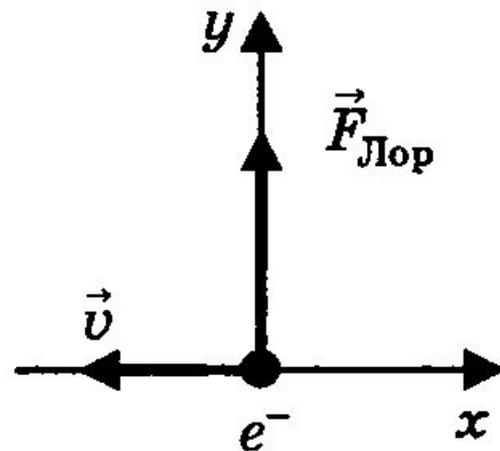
α - угол между направлением скорости \vec{v} заряда q и вектором магнитной индукции \vec{B}

Направление силы определяется по правилу левой руки!

B2 [5]

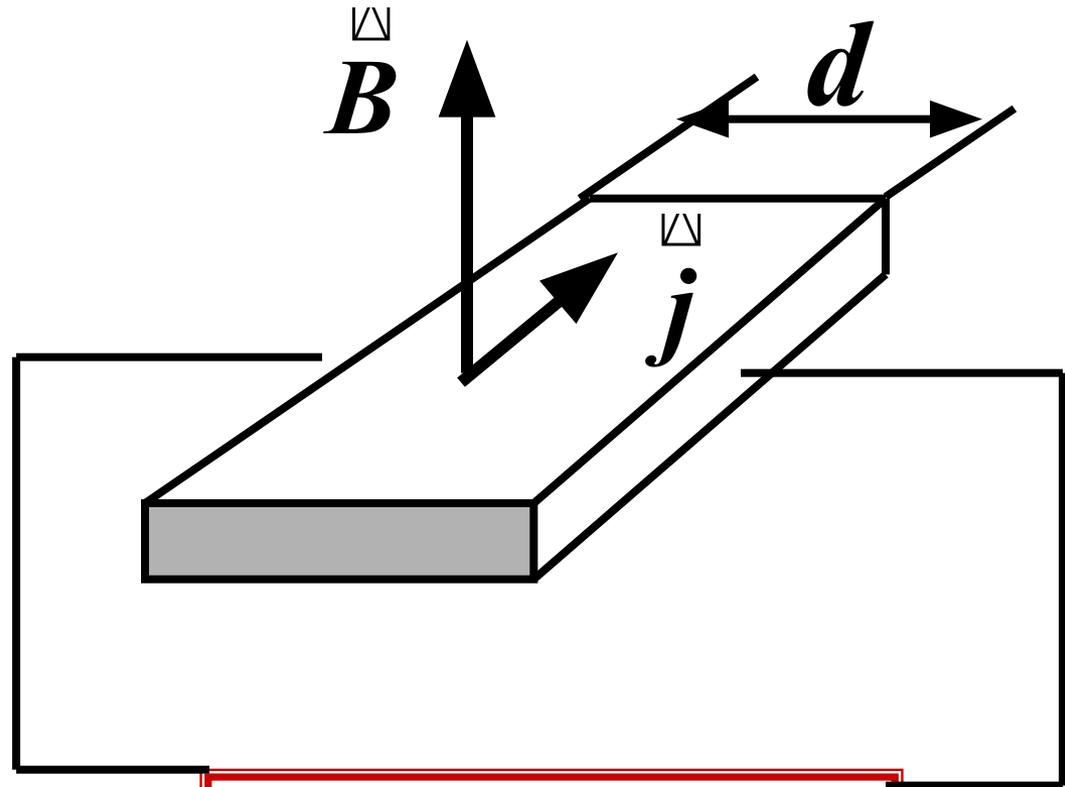
15

A13. В некоторый момент времени скорость \vec{v} электрона e^- , движущегося в магнитном поле, направлена вдоль оси x (см. рисунок). Как направлен вектор магнитной индукции \vec{B} , если в этот момент сила Лоренца, действующая на электрон, направлена вдоль оси y ?



2.4. Эффект Холла

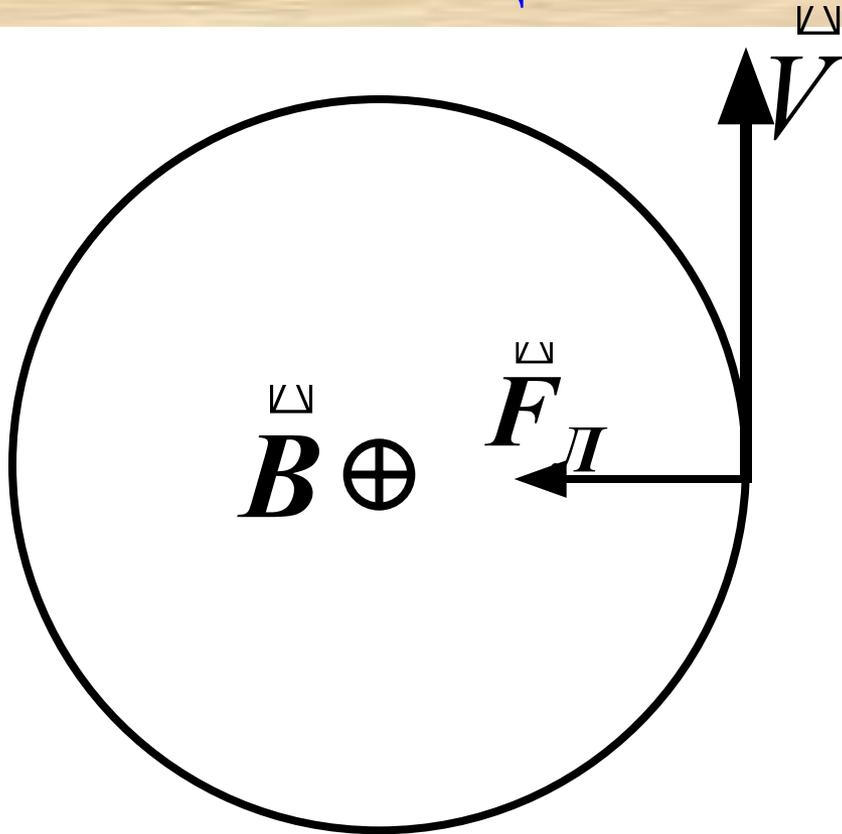
Возникновение поперечной разности потенциалов при помещении вещества в скрещенные электрическое и магнитное поля называется эффектом Холла.



$$U_H = R d j B$$

$$R = \frac{1}{en}$$

2.5. Движение заряженных частиц в магнитных полях



Если направление скорости \vec{V} перпендикулярно направлению вектора магнитной индукции, то заряд движется по окружности

$$m a_{ц} = F_L = qVB$$

$$\frac{mV^2}{R} = qVB; \quad \rightarrow \quad R = \frac{mV}{qB}$$

B2[5]

A24. Две частицы, отношение зарядов которых $\frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{2}$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение масс частиц $\frac{m_2}{m_1}$, если их кинетические энергии одинаковы, а отношение радиусов траекторий $\frac{R_2}{R_1} = 2$.

1) 1

2) 2

3) 8

4) 4

C5 B1[4]

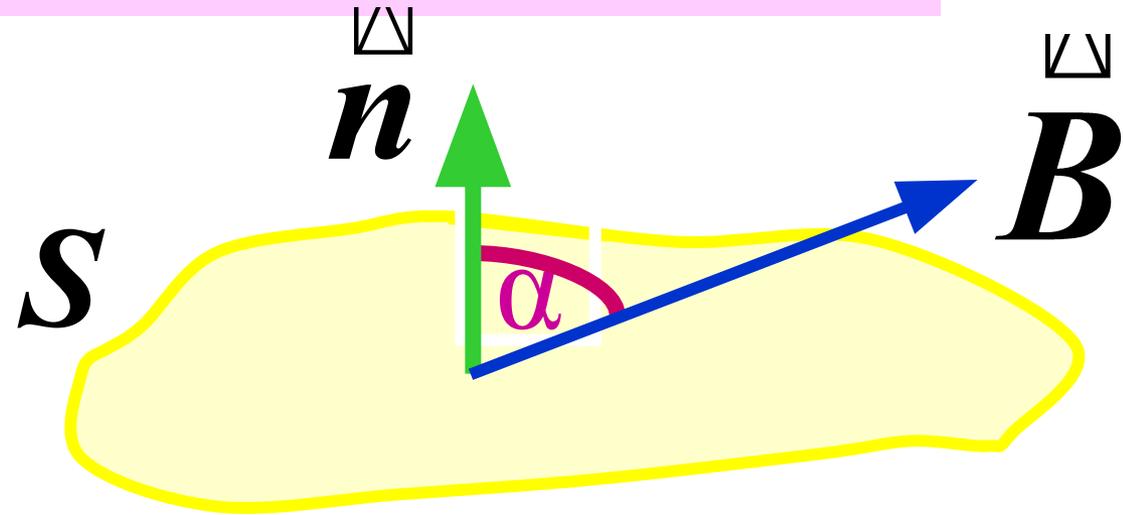


Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движется по окружности радиуса $R = 10$ мм. Вычислите скорость электрона.

3. Электромагнитная индукция

3.1. Магнитный поток

$$\vec{B} = \text{const}$$

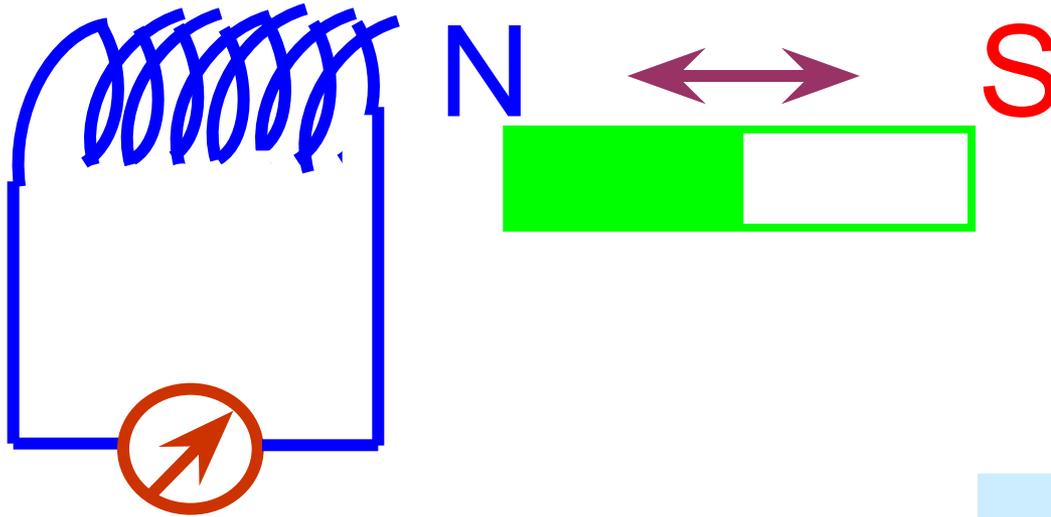


$$\Phi = BS \cos \alpha$$



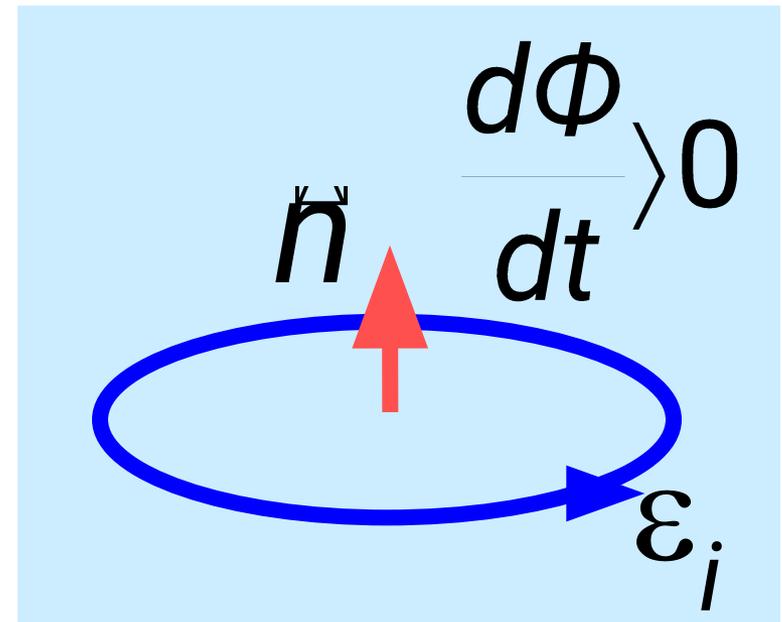
$$[\Phi] = 1 \text{ Тл} \cdot \text{м}^2 = 1 \text{ Вб} \quad (\text{Вебер})$$

3.2. ЗАКОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ (ЗАКОН ФАРАДЕЯ).



1831 г.

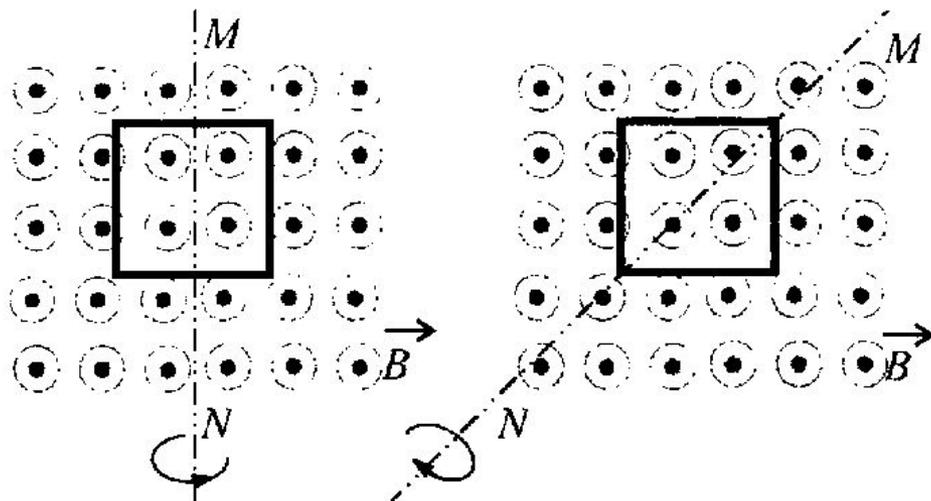
$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$



A3 B3.3[7]

На рисунке показаны два способа вращения проволочной рамки в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости чертежа. Вращение происходит вокруг оси MN . Ток в рамке

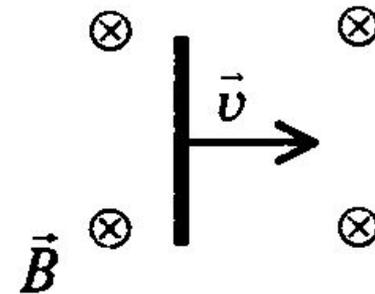
- 1) существует в обоих случаях
- 2) не существует ни в одном из случаев
- 3) существует только в первом случае
- 4) существует только во втором случае



V1 [5]

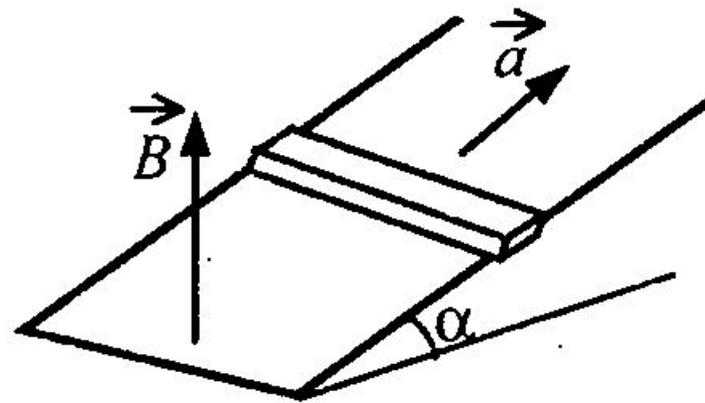


С5. Проводник длиной 1 м движется равноускоренно в однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). Начальная скорость движения проводника 4 м/с. Значение ЭДС индукции в этом проводнике в конце перемещения на расстояние 1 м равно 3 В. Чему равно ускорение, с которым движется проводник в магнитном поле?



В4 [5]

С5. Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле (см. рисунок). По стержню протекает ток I . Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Отношение массы стержня к его длине $\frac{m}{L} = 0,1$ кг/м. Модуль индукции магнитного поля $B = 0,2$ Тл. Ускорение стержня $a = 1,9$ м/с². Чему равна сила тока в стержне?

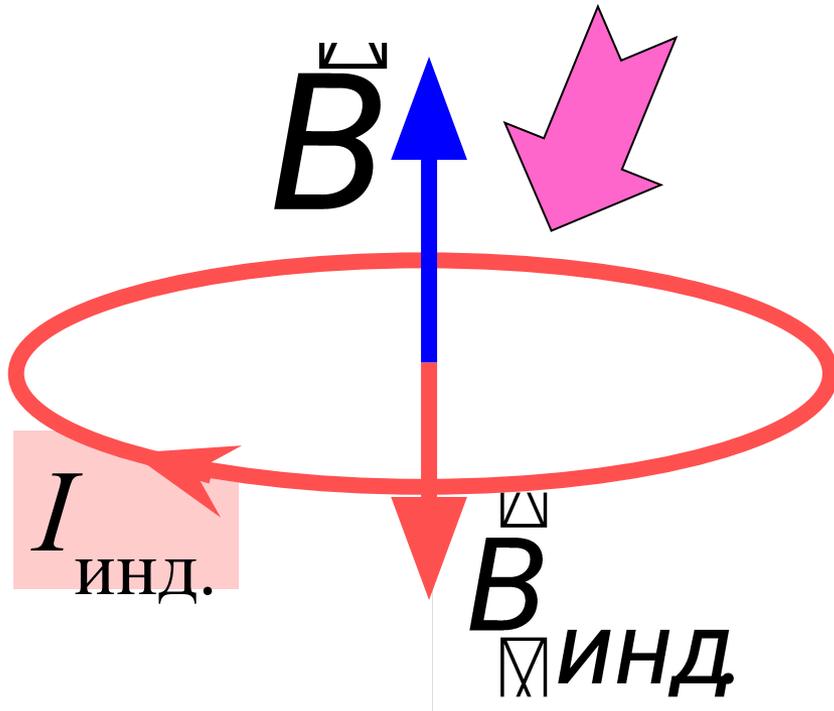


Ответ:

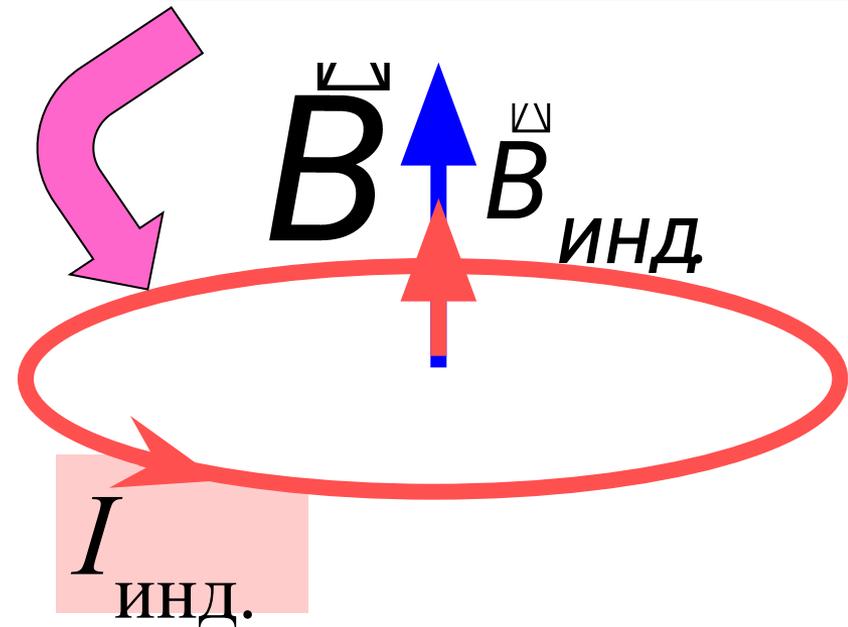
25

3.3. ПРАВИЛО ЛЕНЦА

Φ возрастает



Φ убывает

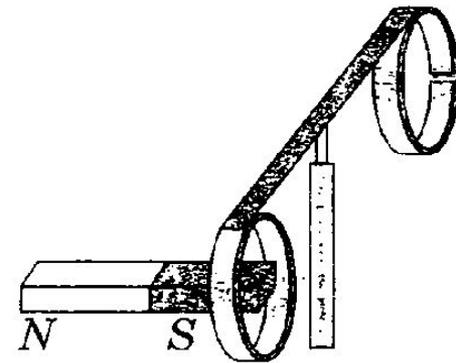


$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$

A2 B3.3 [7]

27

На рисунке изображен момент демонстрационного эксперимента по проверке правила Ленца, когда все предметы неподвижны. Южный полюс магнита находится внутри сплошного металлического кольца, но не касается его. Коромысло с металлическими кольцами может свободно вращаться вокруг вертикальной опоры. При выдвигении магнита из кольца оно будет

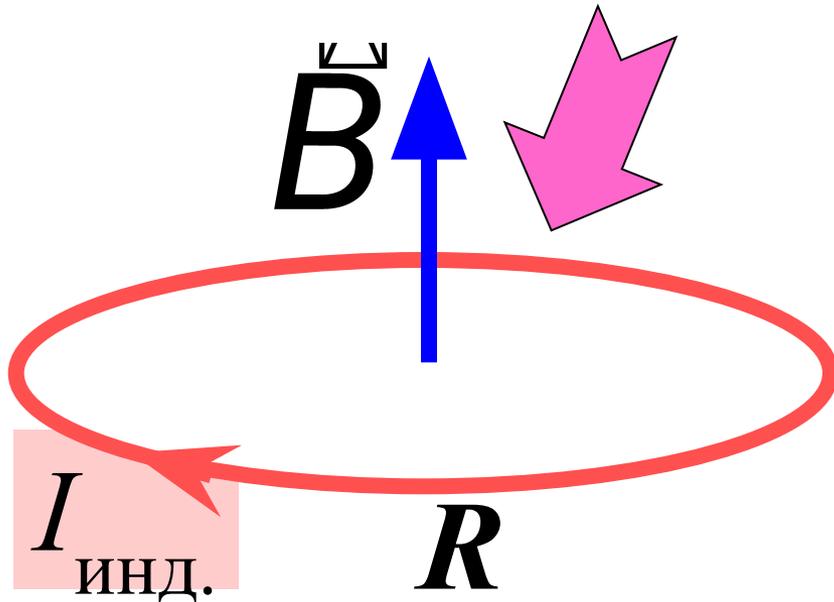


- 1) оставаться неподвижным
- 2) двигаться против часовой стрелки
- 3) совершать колебания
- 4) перемещаться вслед за магнитом

Ответ: 4

3.4. ЗАРЯД, ПРОТЕКАЮЩИЙ ЧЕРЕЗ КОНТУР

Φ возрастает



$$I_{\text{инд.}} = \frac{dq}{dt}$$

$$I_{\text{инд.}} = \frac{\varepsilon_i}{R} = -\frac{1}{R} \frac{d\Phi}{dt}$$

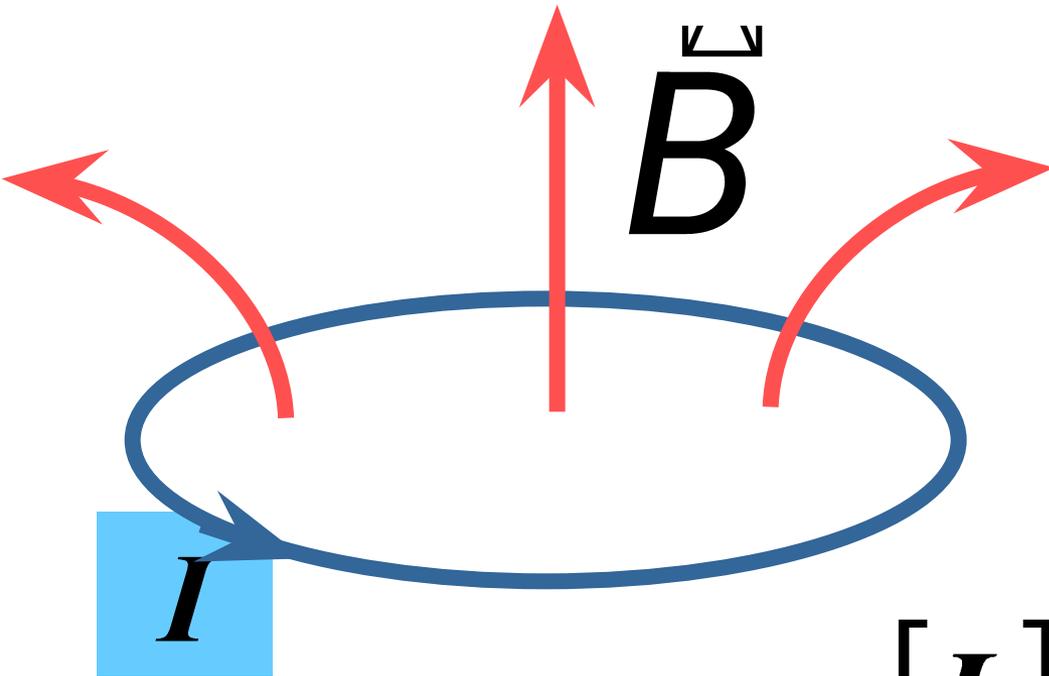
$$dq = -\frac{1}{R} d\Phi$$

$$q = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{R}$$

B7 [5]

C5. Плоская горизонтальная фигура площадью $0,1 \text{ м}^2$, ограниченная проводящим контуром с сопротивлением 5 Ом , находится в однородном магнитном поле. Пока проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от $B_{1z} = -0,15 \text{ Тл}$ до некоторого конечного значения B_{2z} , по контуру протекает заряд $0,008 \text{ Кл}$. Найдите B_{2z} .

3.5 Индуктивность



$$L = \frac{\Phi}{I}$$

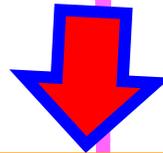
$$[L] = \frac{1 \text{ Вб}}{1 \text{ А}} = 1 \text{ Гн}$$

3.6. Явление самоиндукции

$$\varepsilon_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

$$\Phi = LI$$



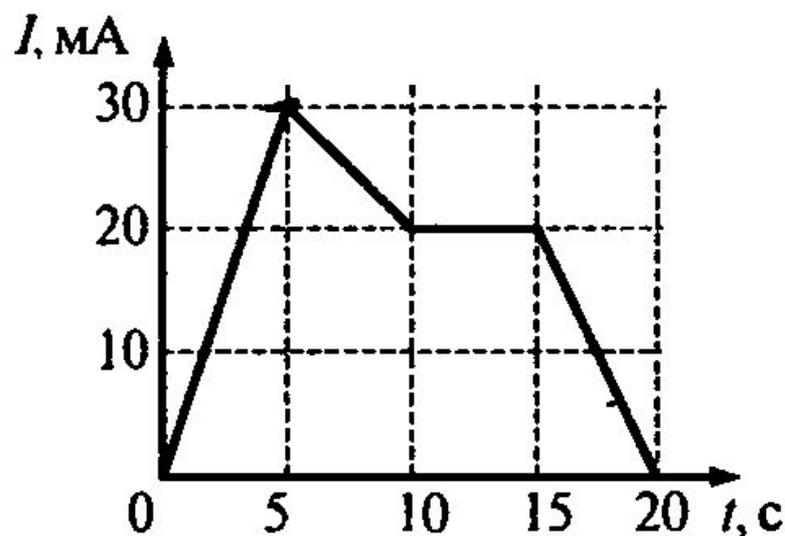
$$\varepsilon_c = -L \frac{dI}{dt}$$

B7 [5]



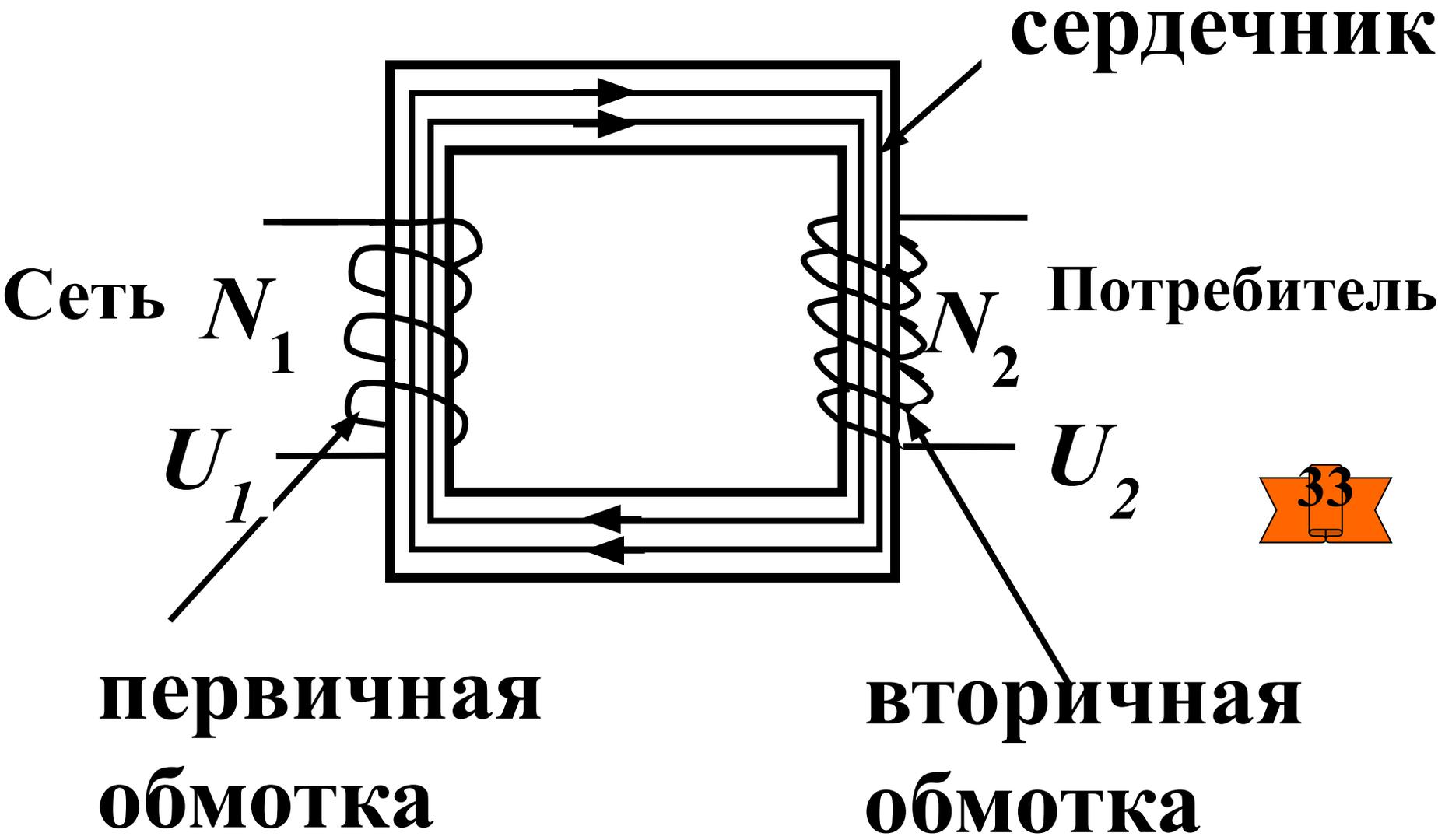
A13. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн . Определите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 до 15 с .

- 1) 2 мкВ
- 2) 3 мкВ
- 3) 5 мкВ
- 4) 0



3.7. Трансформатор

Устройство,  предназначенное для преобразования напряжения и силы тока.



Если пренебречь потоком рассеяния, магнитный поток, пронизывающий обе обмотки одинаков.


$$\varepsilon_1 = -d\Phi/dt N_1; \varepsilon_2 = -d\Phi/dt N_2.$$

N_1 и N_2 - число витков в обмотках.

$$\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow k = \frac{N_2}{N_1}$$


k - коэффициент трансформации. Если $k > 1$, трансформатор повышающий, если $k < 1$ - понижающий.

Коэффициент трансформации k показывает, во сколько раз напряжение на выходе трансформатора превышает напряжение на входе **в режиме холостого хода**.

$$k = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

Трансформатор называется **идеальным**, если в нем пренебрегается диссипацией энергии (вся энергия первичной обмотки передается вторичной).

$$I_1 U_1 = I_2 U_2$$



$$k = \varepsilon_2 / \varepsilon_1 = U_2 / U_1 = I_1 / I_2$$

A12 B3.3 [7]

Амплитуда напряжения на концах первичной обмотки трансформатора равна 180 В, амплитуда силы тока в ней 2 А. Амплитуда напряжения на концах вторичной обмотки 36 В. Какой была бы амплитуда силы тока во вторичной обмотке при коэффициенте полезного действия трансформатора 100%?

- 1) 0,1 А 2) 1 А 3) 10 А 4) 100 А

4. Энергия магнитного поля

$$W_B = \frac{LI^2}{2}$$

энергия соленоида

В4 В7 [7]

37

Индуктивность катушки увеличили в 2 раза, а силу тока в ней уменьшили в 2 раза. Энергия магнитного поля катушки при этом

- 1) увеличилась в 8 раз
- 2) уменьшилась в 2 раза
- 3) уменьшилась в 8 раз
- 4) уменьшилась в 4 раза