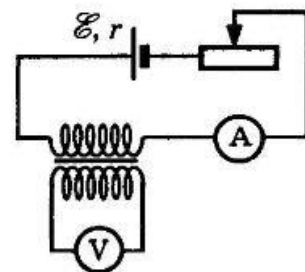
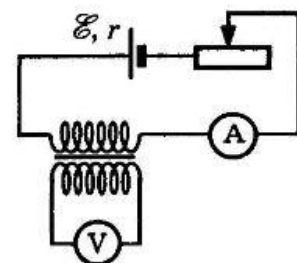


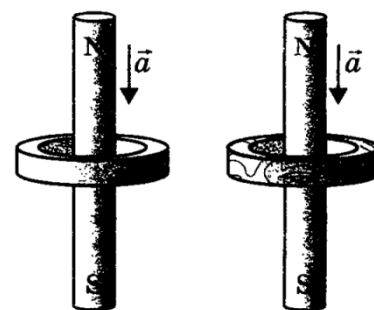
С1.1. На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен посередине и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата влево. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с \mathcal{E} .



С1.2. На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен посередине и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата вправо. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с \mathcal{E} .

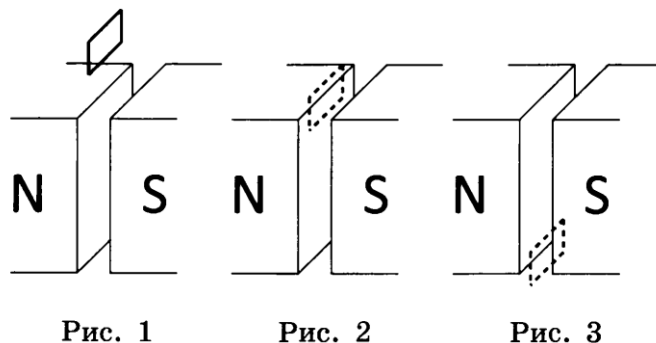


С1.3. Сквозь металлическое и деревянное кольца, не касаясь их, падают одинаковые намагниченные стержни, как показано на рисунке. По-разному ли влияют кольца на ускорение \vec{a} стержней, и если да, то в чем состоит это различие?



Рассмотрите две стадии падения стержня: стержень сближается с кольцом; стержень удаляется от кольца. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

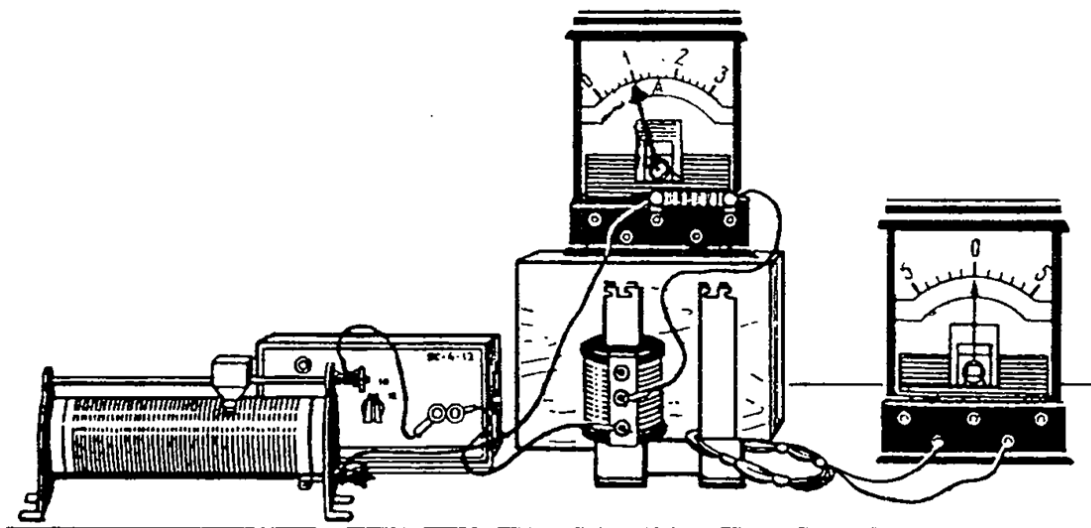
С1.4. Маленькая замкнутая рамка из медного провода падает из состояния покоя (см. рисунок 1), попадая по пути в зазор между полюсами постоянного магнита. Когда рамка входит в зазор и выходит из него, в ней возникает электрический ток. В каком из случаев (изображённых на рисунках 2 и 3) модуль силы тока в рамке имеет большее значение? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения



С1.5. Маленькая замкнутая рамка из медного провода падает из состояния покоя (см. рисунок 1), попадая по пути в зазор между полюсами постоянного магнита. Когда рамка входит в зазор и выходит из него, в ней возникает электрический ток. В каком из случаев (изображённых на рисунках 2 и 3) модуль силы тока в рамке имеет большее значение? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

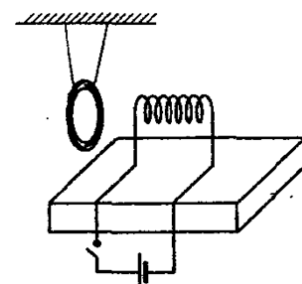
С1.6. На рисунке изображены две изолированные друг от друга электрические цепи. Первая содержит последовательно соединенные источник тока, реостат, катушку индуктивности и амперметр, а вторая — проволочный моток, к концам которого присоединен

гальванометр, изображенный на рисунке справа. Катушка и моток надеты на железный сердечник.



Как будут изменяться показания приборов, если катушку, присоединенную к источнику тока, плавно перемещая вверх, снять с сердечника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

С1.7. Замкнутое медное кольцо подвешено на длинных нитях вблизи катушки индуктивности, закрепленной на столе и подключенной к источнику постоянного тока (см. рисунок). Первоначально электрическая цепь катушки разомкнута. Как будет двигаться кольцо при замыкании цепи? Ответ поясните, используя физические закономерности.



С1.8. 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.

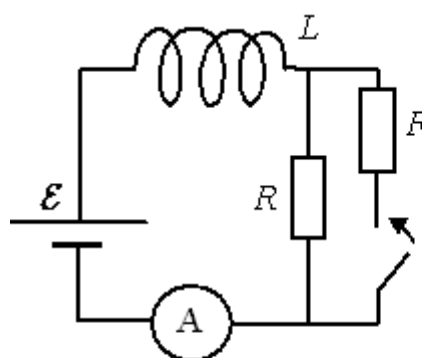


Рис. 1

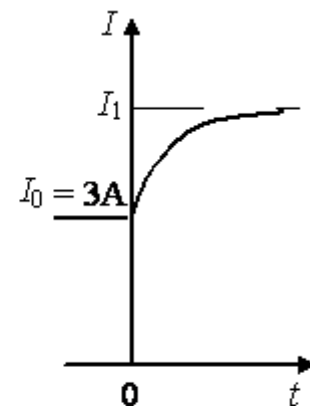


Рис. 2

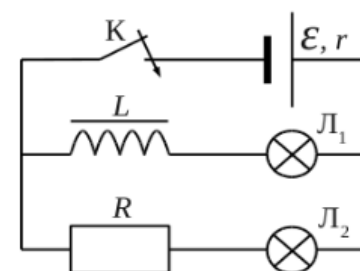
В момент времени $t = 0$ ключ замыкают, что приводит к изменениям силы тока, регистрируемым амперметром, как показано на рис. 2.

Основываясь на известных физических законах, объясните, почему при

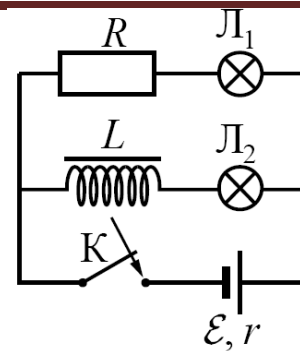
замыкании ключа сила тока плавно увеличивается до некоторого нового значения – I_1 .

Определите значение силы тока I_1 . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

С1.9. Две одинаковые лампы L_1 и L_2 подключены к источнику тока, одна - последовательно с катушкой индуктивности L с железным сердечником, а другая - последовательно с резистором R (см. рисунок). Первоначально ключ K разомкнут. Опишите разницу в работе лампочек при замыкании ключа K . Каким явлением вызвана эта разница?

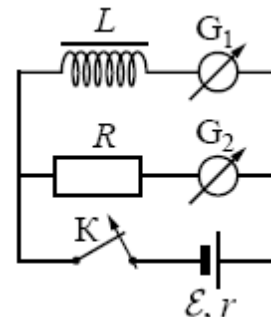


С1.10. Две одинаковые лампочки L_1 и L_2 подключены к источнику тока, одна – последовательно с резистором R , а другая – последовательно с катушкой индуктивности L с железным сердечником (см. рисунок). Первоначально ключ K разомкнут. Спустя продолжительное время после замыкания ключа K лампочки горят одинаково ярко.



Опишите разницу в работе лампочек при замыкании ключа K . Объясните причину различия в том, как будут загораться лампочки, указав наблюдаемое явление.

С1.11. Резистор R и катушка индуктивности L с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, показания гальванометров G_1 и G_2 равны, соответственно, $I_1 = 0,1 \text{ A}$ и $I_2 = 1 \text{ A}$. Что произойдёт с величиной и направлением тока через резистор при размыкании ключа K ? Каким явлением это вызвано?



С5.1. Медное кольцо, диаметр которого 20 см , а диаметр провода кольца 2 мм , расположено в однородном магнитном поле. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Определите модуль скорости изменения магнитной индукции поля со временем, если при этом в кольце возникает индукционный ток 10 A . Удельное сопротивление меди $\rho_{Cu} = 1,72 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Ответ: 1 Тл

С5.2. Медное кольцо из провода диаметром 2 мм расположено в однородном магнитном поле, магнитная индукция которого меняется по модулю со скоростью $1,09 \text{ Тл/с}$. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Каков диаметр кольца, если возникающий в нём индукционный ток равен 10 A ? Удельное сопротивление меди $\rho_{Cu} = 1,72 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Ответ: $D \approx 0,2 \text{ м}$.

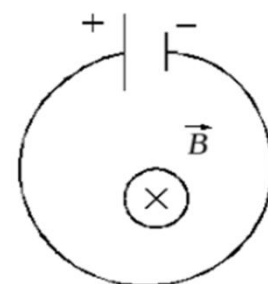
С5.3. Медное кольцо, диаметр которого 20 см , а диаметр провода кольца 2 мм , расположено в однородном магнитном поле. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Определите модуль скорости изменения магнитной индукции поля со временем, если при этом в кольце возникает индукционный ток 1 A . Удельное сопротивление меди $\rho_{Cu} = 1,72 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Ответ: $\left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{16 I \rho}{\pi d^2 D} \approx 0,11 \text{ Тл/с}$.

С5.4. Плоская замкнутая рамка из одного витка провода, охватывающая прямоугольник площадью $S = 0,01 \text{ м}^2$, лежит на горизонтальной плоскости в однородном вертикальном магнитном поле индукцией $B = 2 \text{ Тл}$. Какой заряд протечет по рамке, если ее повернуть на 180° вокруг одной из ее сторон? Сопротивление рамки равно $R = 0,1 \text{ Ом}$.

Ответ: $0,4 \text{ Кл}$.

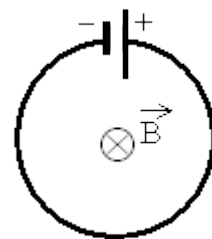
С5.5. Плоский контур с источником постоянного тока находится во внешнем однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} перпендикулярен плоскости контура (см. рисунок). Во сколько раз



изменится мощность тока в контуре после того, как поле начнет увеличиваться со скоростью $0,01 \text{ Тл/с}$? Площадь контура $0,1 \text{ м}^2$, ЭДС источника тока 10 мВ .

Ответ : 1,21

С5.6. D90474 Плоский контур с источником постоянного тока находится во внешнем однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} перпендикулярен плоскости контура (см. рисунок). На сколько процентов изменится мощность тока в контуре после того, как поле начнет уменьшаться со скоростью $0,01 \text{ Тл/с}$? Площадь контура равна $0,1 \text{ м}^2$, ЭДС источника тока 10 мВ .



Ответ: на 2%.

С5.7. Плоская рамка из провода сопротивлением 5 Ом находится в однородном магнитном поле. Проекция магнитной индукции поля на ось Ox , перпендикулярную плоскости рамки, меняется от $B_{1x} = 3 \text{ Тл}$ до $B_{2x} = -1 \text{ Тл}$. За время изменения поля по рамке протекает заряд $1,6 \text{ Кл}$. Определите площадь рамки.

Ответ: $S=2 \text{ м}^2$.

С5.8. Плоская рамка из провода сопротивлением 5 Ом находится в однородном магнитном поле. Проекция магнитной индукции поля на ось Ox , перпендикулярную плоскости рамки, меняется от $B_{1x} = 3 \text{ Тл}$ до $B_{2x} = -1 \text{ Тл}$. Площадь рамки 2 м^2 . Какой заряд пройдет по рамке за время изменения поля?

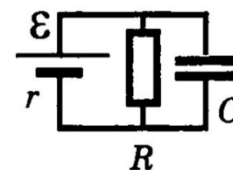
Ответ: $q=1,6 \text{ Кл}$.

С5.9. 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 $B_z = -0,15 \text{ Тл}$ до некоторого конечного значения B_{2z} , по контуру протекает заряд $0,008 \text{ Кл}$. Найдите B_{2z} .

Ответ: $B_{2z} = 0,25 \text{ Тл}$.

С5.10. Плоская рамка из провода сопротивлением 5 Ом находится в однородном магнитном поле. Проекция магнитной индукции поля на ось Ox , перпендикулярную плоскости рамки, меняется от $B_{1x} = 3 \text{ Тл}$ до $B_{2x} = -1 \text{ Тл}$. За время изменения поля по рамке протекает заряд $1,6 \text{ Кл}$. Определите площадь рамки.

Ответ: $S = 2 \text{ м}^2$.



С5.11. Плоская рамка из провода сопротивлением 5 Ом находится в однородном магнитном поле. Проекция магнитной индукции поля на ось Ox перпендикулярную плоскости рамки, меняется от $B_{1x} = 3 \text{ Тл}$ до $B_{2x} = -1 \text{ Тл}$. Площадь рамки 2 м^2 . Какой заряд пройдет по рамке за время изменения поля?

Ответ: $q = 1,6 \text{ Кл}$.

С5.12. Плоская катушка диаметром 6 см , состоящая из 120 витков , находится в однородном магнитном поле, индукция которого $6 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$. Катушка поворачивается вокруг оси, перпендикулярной линиям индукции, на угол 180° за $0,2 \text{ с}$. Плоскость катушки до и после

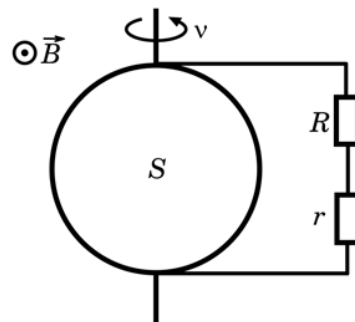
поворота перпендикулярна линиям индукции поля. Чему равно среднее значение ЭДС индукции, возникающей в катушке?

Ответ: $\varepsilon \approx 0,2 \text{ В}$.

С5.13. Катушка, содержащая несколько витков провода, резистор и конденсатор емкостью $C = 10 \text{ мкФ}$ соединены последовательно и образуют замкнутую цепь. В некоторый момент времени включают внешнее магнитное поле, и поток магнитной индукции Φ через витки катушки начинает увеличиваться с течением времени t по закону $\Phi = \alpha t$, где $\alpha = 10^{-2} \text{ Вб/с}$. Какой по величине заряд установится на пластинах конденсатора спустя достаточно длительное время после начала процесса? Индуктивностью катушки пренебречь.

Ответ: $q = C\alpha = 10^{-7} \text{ Кл}$.

С5.14. В однородное постоянное магнитное поле с индукцией $B = 0,955 \text{ Тл}$ помещена катушка с малым сопротивлением, намотанная на цилиндрический каркас и состоящая из $N = 100$ витков площадью $S = 10 \text{ см}^2$ каждый. Катушка вращается с частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$ вокруг оси, лежащей в плоскости витков и перпендикулярной вектору \vec{B} (см. рисунок). При помощи скользящих контактов концы катушки присоединены к цепи, состоящей из последовательно соединенных резисторов сопротивлением $R = 20 \text{ Ом}$ и $r = 5 \text{ Ом}$. Найдите амплитуду переменного напряжения на резисторе r . Явлением самоиндукции в катушке пренебречь.

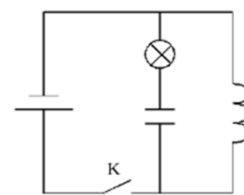


Ответ: $U_{r0} = 6 \text{ В}$.

С5.15. Концы катушки сопротивлением 20 Ом и индуктивностью $0,01 \text{ Гн}$ замкнуты. Катушка находится в переменном магнитном поле. Когда создаваемый этим полем магнитный поток увеличился на $0,001 \text{ Вб}$, ток в катушке возрос на $0,05 \text{ А}$. Какой заряд прошел за это время по катушке?

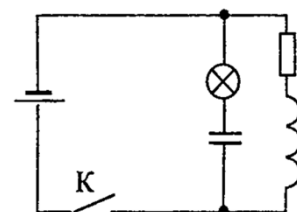
Ответ: $25 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$.

С5.16. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока соответственно равны 3 В и $0,5 \text{ Ом}$; емкость конденсатора 2 мФ ; индуктивность катушки 2 мГн . В начальный момент времени ключ K замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



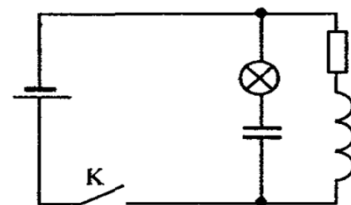
Ответ: $W = Q = W_{\text{маг}} = 36 \text{ мДж}$.

С5.17. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 12 В , емкость конденсатора 2 мФ , индуктивность катушки 5 мГн , сопротивление лампы — 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом . В начальный момент времени ключ K замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



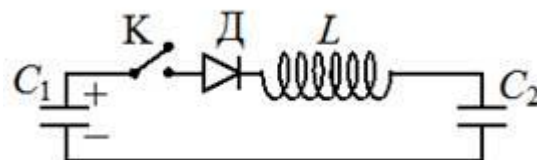
Ответ: $E_{\text{л}} = 0,115 \text{ Дж}$.

C5.18. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 12 В , емкость конденсатора 2 мФ , индуктивность катушки 5 мГн , сопротивление лампы 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом . В начальный момент времени ключ K замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока, сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



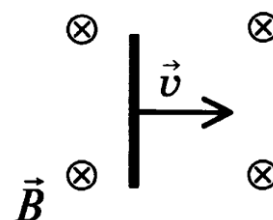
Ответ: $E_{\text{л}} = 0,115\text{ Дж}$

C5.19. К конденсатору C_1 через диод и катушку индуктивности L подключён конденсатор ёмкостью $C_2 = 2\text{ мкФ}$. До замыкания ключа K конденсатор C_1 был заряжен до напряжения $U = 50\text{ В}$, а конденсатор C_2 не заряжен. После замыкания ключа система перешла в новое состояние равновесия, в котором напряжение на конденсаторе C_2 оказалось равным $U_2 = 20\text{ В}$. Какова ёмкость конденсатора C_1 ? (Активное сопротивление цепи пренебрежимо мало.)



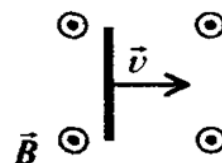
Ответ: $C_1 = 0,5\text{ мкФ}$.

C5.20. Проводник длиной 1 м движется равноускоренно в однородном магнитном поле, индукция которого равна $0,5\text{ Тл}$ 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?



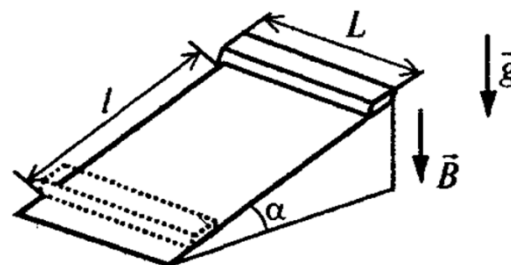
Ответ: $a = 10\text{ м/с}^2$.

C5.21. Горизонтальный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна $0,5\text{ Тл}$. Скорость проводника горизонтальна и перпендикулярна проводнику (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, проводник переместился на 1 м . ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В . Каково ускорение проводника?



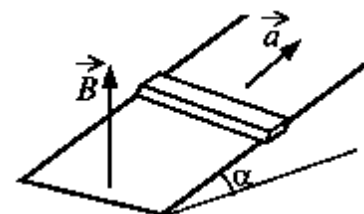
Ответ: $a = 8\text{ м/с}^2$.

C5.22. Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину $L = 0,5\text{ м}$, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле индукцией $B = 0,1\text{ Тл}$ (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$. Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдет по наклонной плоскости расстояние $l = 1,6\text{ м}$.



Ответ: $\varepsilon \approx 0,17\text{ В}$.

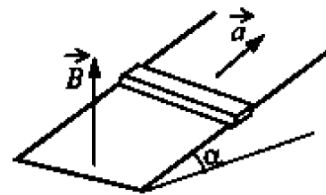
C5.23. Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой



наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле (см. рисунок). По стержню протекает ток $I = 4 \text{ А}$. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Отношение массы стержня к его длине $\frac{m}{l} = 0,1 \text{ кг/м}$. Модуль индукции магнитного поля $B = 0,2 \text{ Тл}$. Чему равно ускорение стержня?

Ответ; $a \approx 1,9 \text{ м/с}^2$

С5.24. 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 $\alpha = 30^\circ$. Отношение массы стержня к его длине $\frac{m}{l} = 0,1 \text{ кг/м}$. Модуль индукции магнитного поля $B = 0,2 \text{ Тл}$. Ускорение стержня $a = 1,9 \text{ м/с}^2$. Чему равна сила тока в стержне?

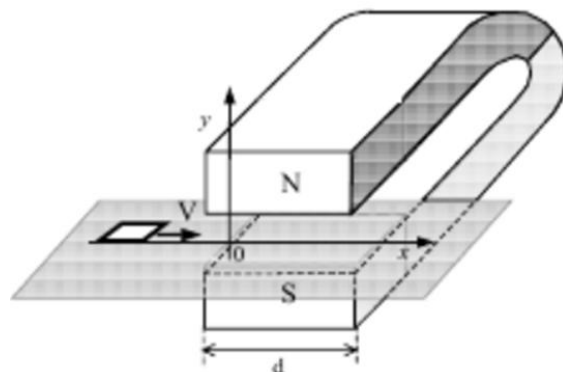


Ответ; $I \approx 4 \text{ А}$.

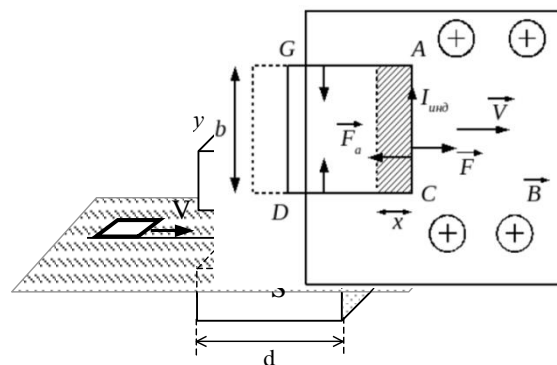
С5.25. Медный куб с длиной ребра $a = 0,1 \text{ м}$ скользит по столу с постоянной скоростью $v = 10 \text{ м/с}$, касаясь стола одной из плоских поверхностей. Вектор индукции магнитного поля $B = 0,2 \text{ Тл}$ направлен вдоль поверхности стола и перпендикулярно вектору скорости куба. Найдите модуль вектора напряженности электрического поля, возникающего внутри металла, и модуль разности потенциалов между центром куба и одной из его вершин.

Ответ: $0,1 \text{ В}$.

С5.26. Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5 \text{ см}$ перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью $V = 1 \text{ м/с}$. Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает полностью пройти между полюсами магнита. 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 равно сопротивление проволоки рамки, если суммарная работа внешней силы за время движения равна $A = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$? Ширина полюсов магнита $d = 20 \text{ см}$, магнитное поле имеет резкую границу, однородно между полюсами, а его индукция $B = 1 \text{ Тл}$.



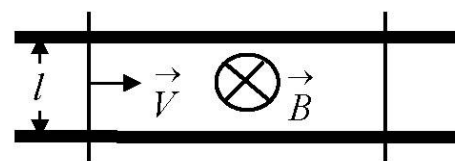
С5.27. Квадратная рамка со стороной $b = 5 \text{ см}$ изготовлена из медной проволоки сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$. Рамку перемещают по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью V вдоль оси Ox . Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка проходит между полюсами магнита и вновь оказывается 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 . С какой скоростью движется рамка, если суммарная работа внешней силы за время движения равна $A = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$? Ширина полюсов магнита $d = 20 \text{ см}$, магнитное поле имеет резкую границу, однородно между полюсами, а его индукция $B = 1 \text{ Тл}$.



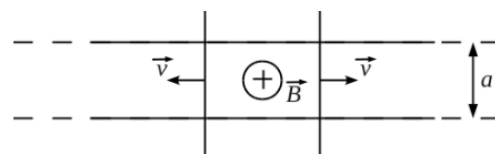
С5.28. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости,

находятся в однородном магнитном поле, индукция \vec{B} которого направлена вертикально вниз (см. рисунок). Левый проводник движется вправо со

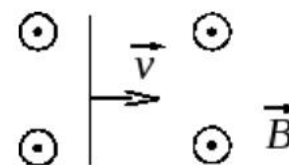
скоростью \vec{V} , а правый – покоится. С какой скоростью \vec{v} надо перемещать правый проводник (такой же), чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



С5.29. Два параллельных рельса расположены на расстоянии $a = 1$ м друг от друга в горизонтальной плоскости в однородном вертикальном магнитном поле (см. рисунок). Рельсы замкнуты перемычками, которые, сохраняя с ними надежный контакт, движутся в противоположные стороны с одинаковой по величине скоростью $v = 2$ м/с. Сопротивление каждой из перемычек $R = 2$ Ом, а сопротивление рельсов пренебрежимо мало. Какова индукция магнитного поля, если сила тока, текущего по перемычкам, $I = 0,1$ А?



С5.30. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна $0,5$ Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, проводник переместился на 1 м. ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В. Каково ускорение проводника?



проводника?

Ответ: 8 м/с².

С5.31. Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,1$ м², ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление $R = 5$ Ом, находится в однородном магнитном поле. Какой заряд протечёт по контуру за большой промежуток времени, пока проекция вектора магнитной индукции на вертикаль равномерно меняется с $B_{1z} = 2$ Тл до $B_{2z} = -2$ Тл?

С5.32. Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,01$ м², ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление $R = 10$ Ом, находится в однородном магнитном поле. Какой заряд протечет по контуру за большой промежуток времени, пока проекция магнитной индукции на вертикаль равномерно меняется с $B_{1z} = 3$ Тл до $B_{2z} = -3$ Тл?

Ответ: $0,006$ Кл.