

Подготовка к ЕГЭ по физике

Преподаватель:

к.ф.-м.н, эксперт ЕГЭ, доцент отделения экспериментальной физики ТПУ

Моржикова Юлия Борисовна

 [/profiziku](#)

 [/morzhikova](#)

 morzhikova@tpu.ru

<http://portal.tpu.ru/SHARED/m/MORZHIKOVA>



Юлия Моржикова

Про физику и не только



Подписаться





Подготовка к ЕГЭ по физике

Преподаватель:

к.ф.-м.н, эксперт ЕГЭ, доцент отделения экспериментальной физики ТПУ

Моржикова Юлия Борисовна

 [/profiziku](#)

 [/morzhikova](#)

 morzhikova@tpu.ru

<http://portal.tpu.ru/SHARED/m/MORZHIKOVA>



Юлия Моржикова

Про физику и не только



Подписаться



ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Электрический ток
вызывает появление
МАГНИТНОГО ПОЛЯ
вокруг проводника

Существует и обратное
явление:

Меняющееся
относительно замкнутого
проводника магнитное
поле вызывает в
проводнике
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК



Ханс Кристиан Эрстед
1777 – 1851
датский ученый физик



Майкл Фарадэй
1791 – 1867
английский физик-
экспериментатор и химик

Явление электромагнитной индукции

Явление электромагнитной индукции – это явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром. Оно было открыто Майклом Фарадеем в 1831 году.

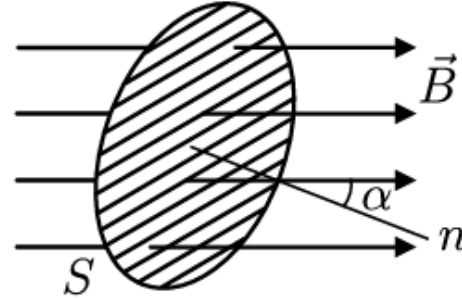
Опыты Фарадея



English: <https://www.youtube.com/watch?v=T9PflsLZqY8>

<https://rutube.ru/video/8969ae72197628f07c07ecdea91773ed/?r=wd>

МАГНИТНЫЙ ПОТОК

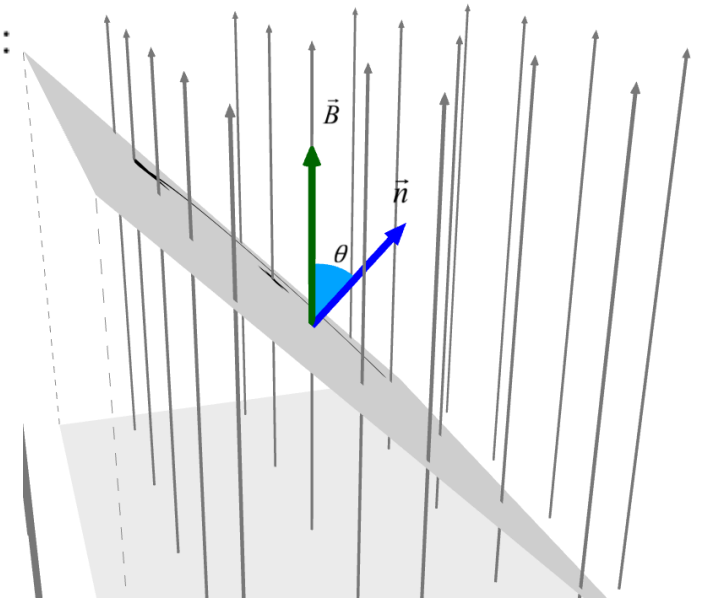


Потоком вектора магнитной индукции Φ через замкнутый контур называют произведение площади контура S и проекции B_n вектора \vec{B} на нормаль n к контуру:

$$\Phi = B_n S = BS \cos \alpha.$$

Единицей измерения потока магнитной индукции является *вебер* (Вб):

$$1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м}^2.$$



ЗАКОН электромагнитной индукции

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

закон Фарадея

$$I_i = \left| \frac{\mathcal{E}_i}{R} \right|$$

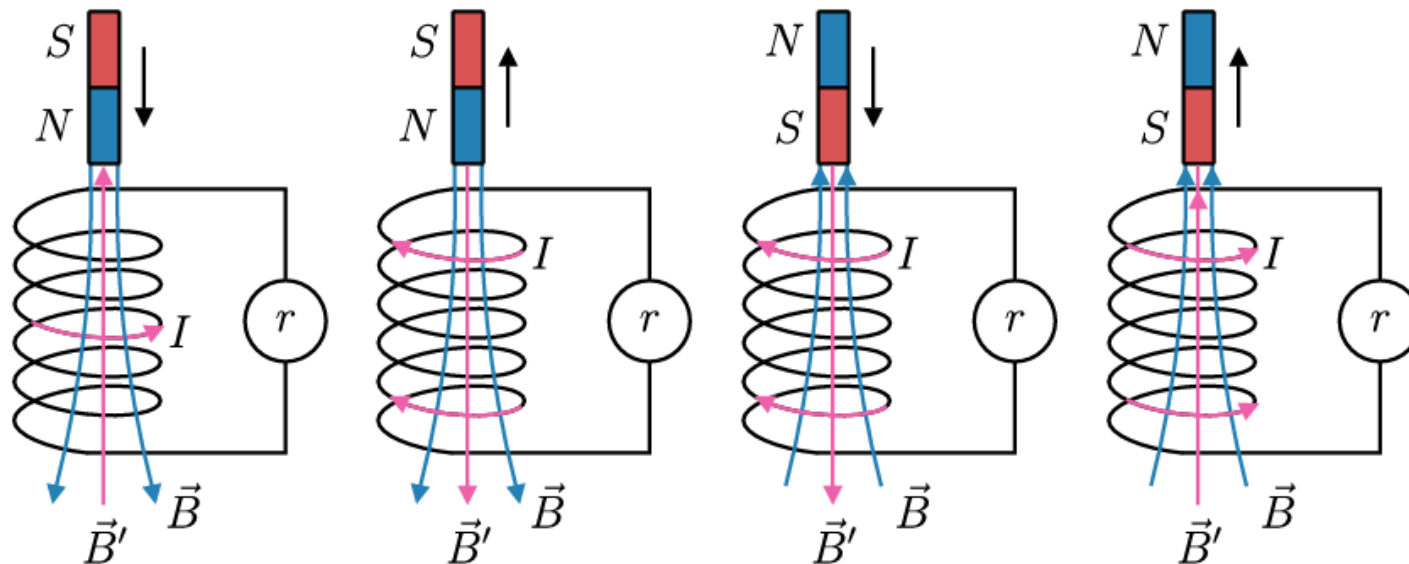
Индукционный ток

$$\Delta q = I_i \Delta t$$

$$Q = I_i^2 R \Delta t$$

ЭДС электромагнитной индукции прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока через площадь, ограниченную проводящим контуром.

В рассмотренном примере роль сторонних сил, играют *магнитные силы*. Работа этих сил над единичным положительным зарядом, равная ЭДС оказывается отличной от нуля. Знак (-) отражает **правило Ленца**.



Правило Ленца

Индукционный ток имеет такое направление, что своим магнитным полем стремится противодействовать причине его породившей.

1. Найти направление линий индукции \mathbf{B} внешнего магнитного поля.
2. Выяснить увеличивается или уменьшается магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром.
3. Если $\Delta\Phi > 0$, то \mathbf{B}_i , (создаваемая индукционным током), противоположно \mathbf{B} . Если $\Delta\Phi < 0$, то \mathbf{B}_i совпадает с \mathbf{B} .
4. По правилу буравчика находим направление индукционного тока

$$I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$$

Если контур состоит из N витков, то

$$\mathcal{E}_i = -\sum_k \frac{d\Phi_k}{dt} = -\frac{d}{dt} \left(\sum_k \Phi_k \right)$$

$$\psi = \sum_k \Phi_k$$

ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЕ

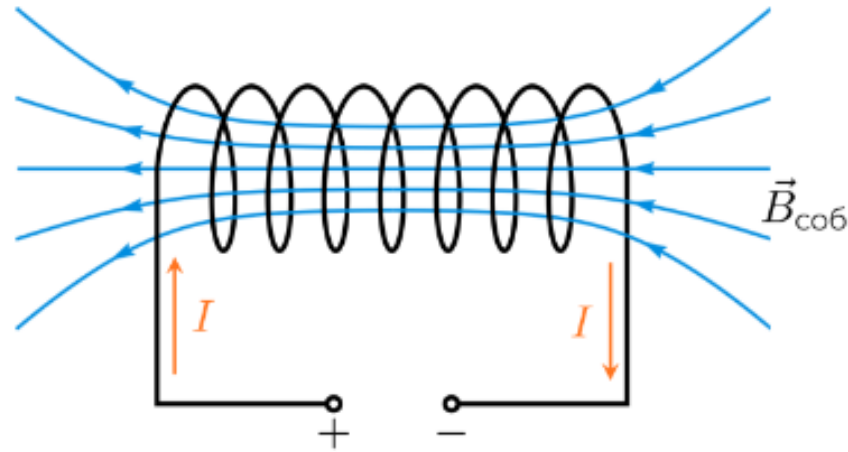
$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\psi}{dt}$$

Потокосцепление (МИФИ) ~ 1 мин:



https://www.youtube.com/watch?v=OnoA59bW_XI&list=PLWM8IO-3TQjOm1VahNbxIPaTO-3W4iP2_&index=7
<https://rutube.ru/video/bb9d9e15c3dc21bd033e95c6b2ee29e0/?r=wd>

Катушка индуктивности (соленоид)



$$\Phi_{\text{соб}} = LI,$$

$\Phi_{\text{соб}}$ — собственный магнитный поток через катушку индуктивности, L — индуктивность катушки, I — сила тока в катушке.

$$[L] = \text{Гн.}$$

Явление самоиндукции

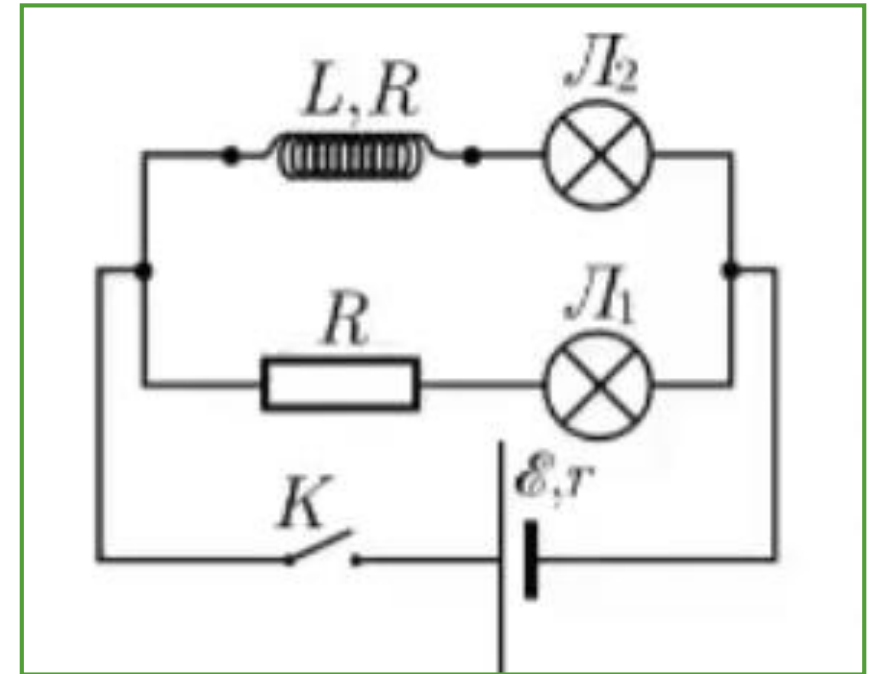
Если сила тока I , протекающего через катушку, изменяется с течением времени t , то изменяется собственный магнитный поток $\Phi_{\text{соб}}$, пронизывающий эту катушку. По закону электромагнитной индукции Фарадея в катушке возникает ЭДС самоиндукции \mathcal{E}_{si} , которая по правилу Ленца препятствует изменению тока I .

$$\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Big|_{\Delta t \rightarrow 0}.$$

КАЧЕСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ НА ЯВЛЕНИЕ САМОИНДУКЦИИ

№ 1.

Одинаковые лампочки накаливания L_1 и L_2 подключены к источнику тока: первая последовательно с резистором сопротивлением R , вторая – последовательно с катушкой индуктивности L с железным сердечником. Сопротивление катушки составляет R . **Первоначально ключ K разомкнут.** Опишите разницу в работе лампочек после замыкания ключа K . Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

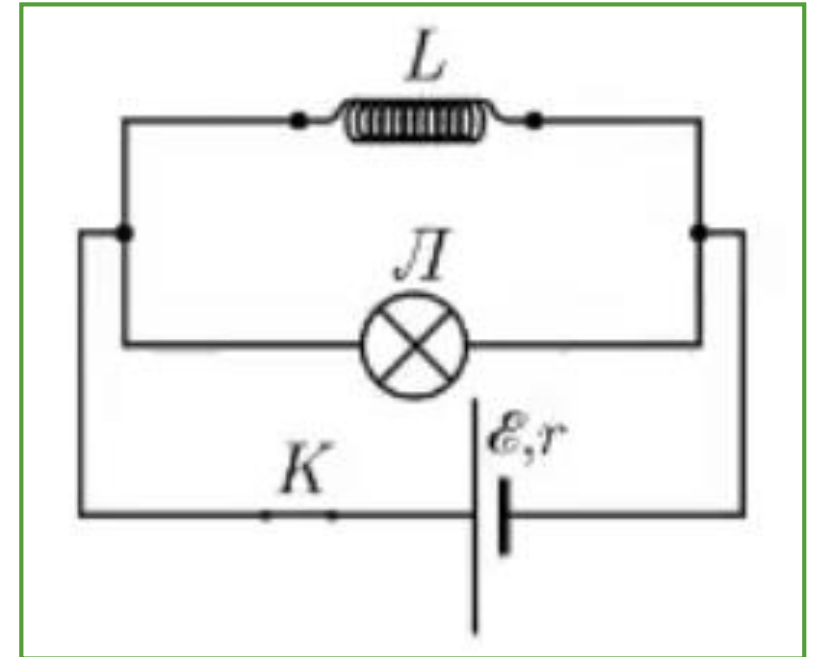


3 балла

КАЧЕСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ НА ЯВЛЕНИЕ САМОИНДУКЦИИ

№ 2.

Лампочка накаливания L и катушка индуктивности подключены к источнику тока так, как показано на рисунке. Ключ K продолжительное время замкнут. Что будет происходить с лампочкой после **размыкания ключа K** ? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Сопротивление катушки много меньше сопротивления лампочки.

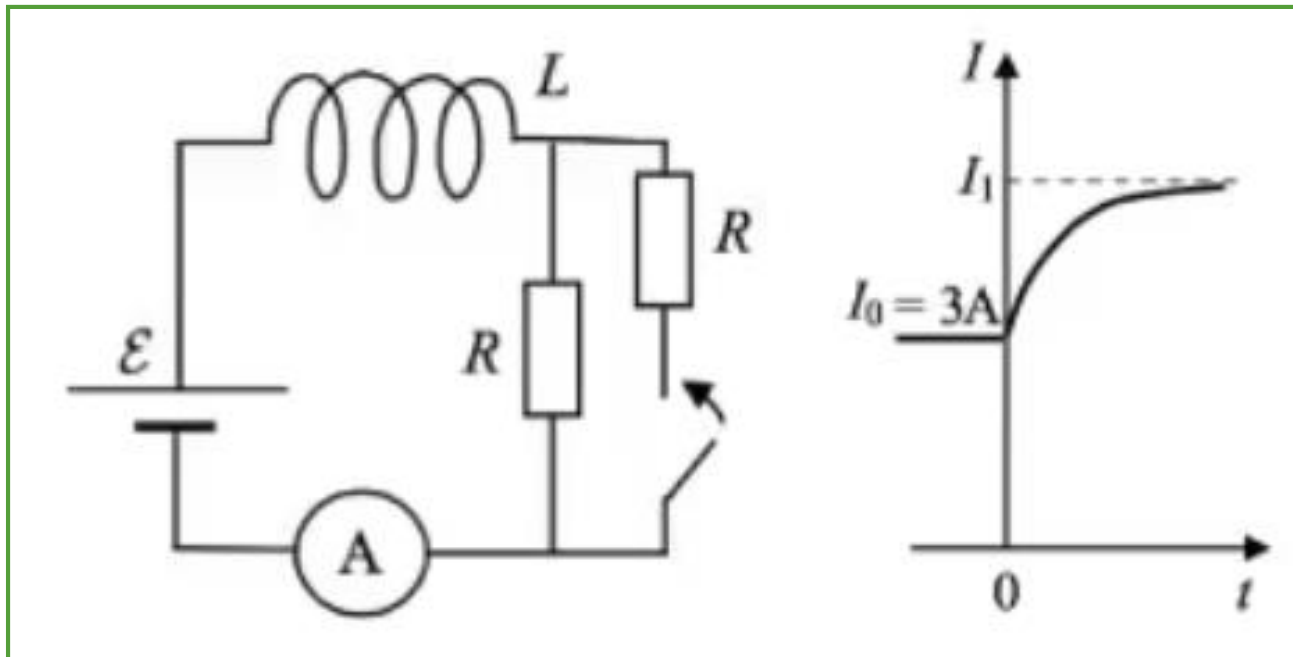


3 балла

КАЧЕСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ НА ЯВЛЕНИЕ САМОИНДУКЦИИ

№ 3.

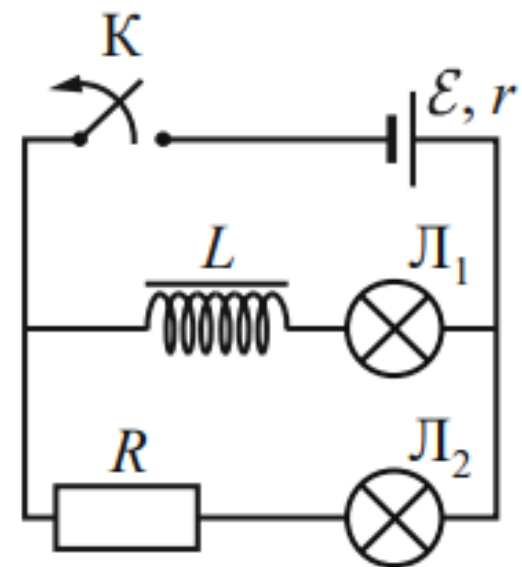
Первоначально ключ K разомкнут. В момент времени $t = 0$ ключ замыкают, что приводит к изменениям силы тока, регистрируемым амперметром. Основываясь на известных физических законах, объясните, почему при замыкании ключа K сила тока плавно увеличивается до некоторого нового значения I_1 . Определите значение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



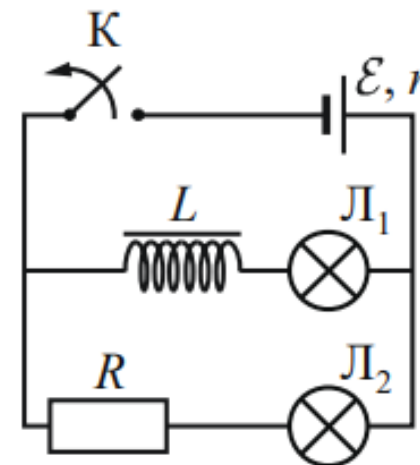
3 балла

Юлия Борисовна Моржикова

Резистор R и катушка индуктивности L с железным сердечником подключены к источнику постоянного тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, а через лампочки проходят соответственно токи $I_1 = 0,2$ А и $I_2 = 1,5$ А. Что произойдёт с величиной и направлением тока через резистор после размыкания ключа K ? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



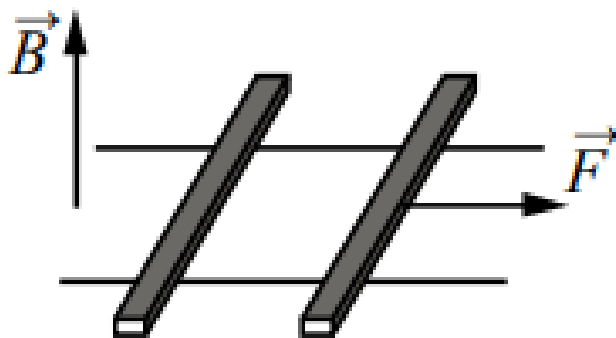
Резистор R и катушка индуктивности L с железным сердечником подключены к источнику постоянного тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, а через лампочки проходят соответственно токи $I_1 = 0,2$ А и $I_2 = 1,5$ А. Что произойдёт с величиной и направлением тока через резистор после размыкания ключа K ? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



Возможное решение

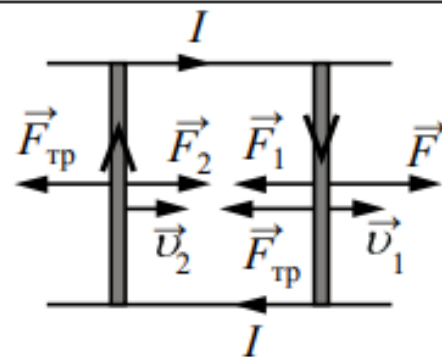
1. Благодаря явлению самоиндукции ток в катушке меняется медленно. После размыкания ключа K ток через катушку L является током в образовавшейся замкнутой цепи и медленно уменьшается с значения I_1 до нуля.
2. После размыкания ключа K резистор и катушка соединены последовательно, поэтому ток через резистор станет таким же, как ток в катушке, т.е. изменит направление на противоположное и быстро достигнет значения около $0,2$ А. Затем ток уменьшится до 0 .
3. Ответ: Ток через резистор после размыкания ключа K меняет направление на противоположное и быстро достигает значения около $0,2$ А. Затем ток уменьшается до 0

По горизонтально расположенным шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой $m = 100$ г и сопротивлением $R = 0,1$ Ом каждый. Расстояние между рельсами $l = 10$ см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами $\mu = 0,1$. Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.

**2 м/с**

Возможное решение

При движении стержней с разными скоростями изменение потока вектора магнитной индукции, пронизывающего контур, за промежуток времени Δt определяется по формуле $\Delta\Phi = Bl(v_1 - v_2)\Delta t = Blv_{\text{отн}}\Delta t$, что приводит к возникновению в контуре ЭДС индукции. Согласно закону Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -Blv_{\text{отн}}$. Здесь мы



пренебрегли самоиндукцией контура.

В соответствии с законом Ома для замкнутой цепи в контуре появился ток

$$I = \frac{|\mathcal{E}|}{2R} = \frac{Blv_{\text{отн}}}{2R}.$$

На проводники с током в магнитном поле действуют силы Ампера F_1 и F_2 , $F_1 = F_2 = IBl$, как показано на рисунке. Кроме этих сил, на каждый стержень действует тормозящая сила трения, $F_{\text{тр}} = \mu mg$.

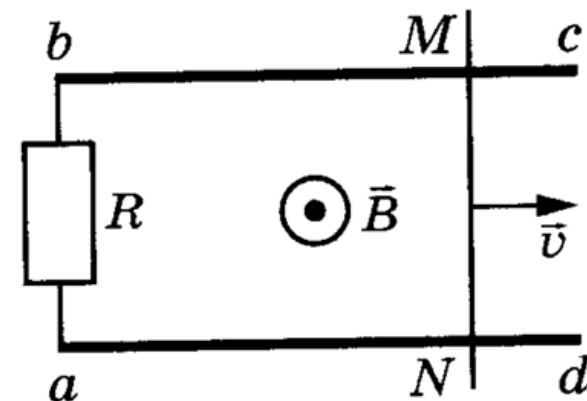
Так как стержни движутся равномерно, сумма сил, приложенных к каждому стержню, равна нулю. На второй стержень действуют только сила Ампера F_2

и сила трения, поэтому $\frac{(Bl)^2 v_{\text{отн}}}{2R} = \mu mg$. Отсюда: относительная скорость

$$v_{\text{отн}} = \frac{2\mu mgR}{(Bl)^2} = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 0,1}{(1 \cdot 0,1)^2} = 2 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v_{\text{отн}} = 2 \text{ м/с}$

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.



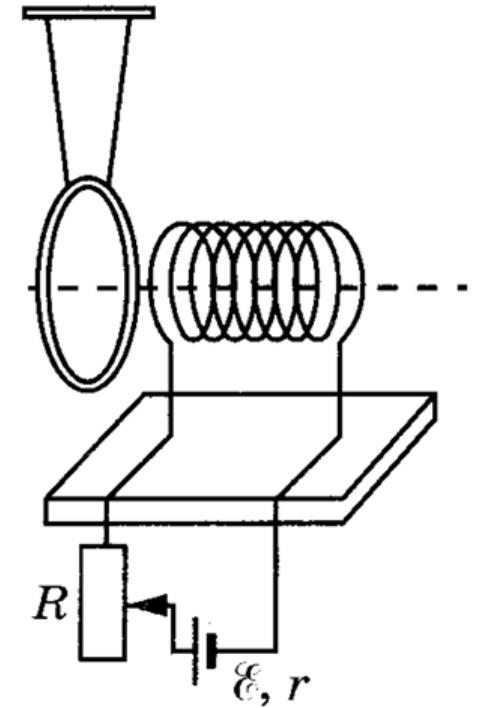
Ответ: 1 м/с.

Плоская горизонтальная фигура площадью $0,1 \text{ м}^2$, ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление 5 Ом , находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от некоторого начального значения B_{1z} до конечного значения $B_{2z} = 4,7 \text{ Тл}$. За это время по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,08 \text{ Кл}$. Найдите B_{1z} .

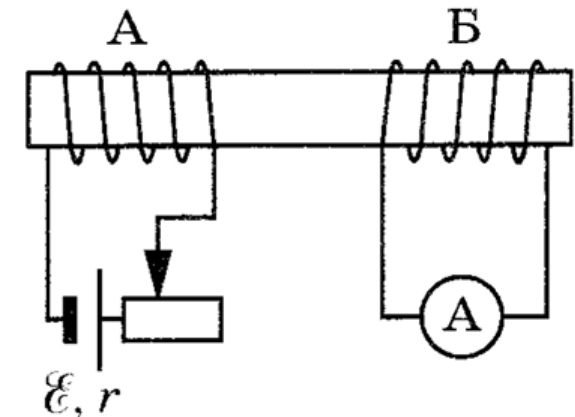
Ответ: $0,7 \text{ Тл}$.

№ 3.

Многовитковая катушка медного провода подключена к источнику тока через реостат. Вблизи торца катушки на шёлковых нитях подвешено замкнутое медное кольцо с малым сопротивлением. Ось кольца совпадает с осью катушки (см. рисунок). Опишите, как начнёт двигаться кольцо (притянется, оттолкнётся или останется неподвижным относительно катушки), если движок реостата резко сдвинуть **вверх** в крайнее положение. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



На железном стержне намотаны две катушки изолированного медного провода А и Б. Катушка А подключена к источнику с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r , как показано на рисунке. Катушка Б замкнута на амперметр малого сопротивления. Ползунок реостата передвигают вправо. В каком направлении протекает при этом ток через амперметр, подключённый к катушке Б? Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



2024

3 балла

№ 1.

Две большие параллельные вертикальные пластины из диэлектрика расположены на расстоянии $d = 5$ см друг от друга. Пластины равномерно заряжены разноимёнными зарядами. Модуль напряжённости поля между пластинами $E = 6 \cdot 10^5$ В/м. Между пластинами, на равном расстоянии от них, помещён маленький шарик с зарядом $Q = 5 \cdot 10^{-11}$ Кл и массой $M = 3 \cdot 10^{-3}$ г. После того как шарик отпускают, он начинает падать. Какую скорость будет иметь шарик, когда коснётся одной из пластин? Трением о воздух и размерами шарика пренебречь.

- Уравнения кинематики,
- Второй закон Ньютона,
- Формула расчёта силы, действующей на заряд в электрическом поле

Ответ: 1 м/с.

Возможное решение

1. Модуль скорости шарика в момент касания пластины равен

$$V = \sqrt{V_{\Gamma}^2 + V_{\text{В}}^2}, \quad (1)$$

где V_{Γ} и $V_{\text{В}}$ – проекции скорости шарика на горизонтальную и вертикальную оси.

2. Запишем выражения для проекций скорости шарика с учётом условия задачи: $V_{\Gamma} = a_{\text{эл}}t$ (2)

$$\text{и } V_{\text{В}} = gt, \quad (3)$$

где t – время движения шарика, $a_{\text{эл}}$ – проекция ускорения шарика на горизонтальную ось. Время движения шарика находим из соотношения

$$\frac{d}{2} = \frac{a_{\text{эл}}t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{d}{a_{\text{эл}}}}. \quad (4)$$

3. Используя второй закон Ньютона и формулу расчёта модуля силы, действующей на заряд в электрическом поле $F = QE$, выражаем проекцию

$$\text{ускорения заряда в электрическом поле: } a_{\text{эл}} = \frac{EQ}{M}. \quad (5)$$

4. С учётом уравнений (2)–(5) получаем

$$V = \sqrt{\frac{EQd}{M} + \frac{g^2Md}{EQ}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-11} \cdot 0,05}{3 \cdot 10^{-6}} + \frac{10^2 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05}{6 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-11}}} = 1 \text{ м/с.}$$

Ответ: $V = 1 \text{ м/с}$

2024

3 балла

№ 2.

Ион с зарядом $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл и массой $m = 1,5 \cdot 10^{-25}$ кг проходит ускоряющую разность потенциалов $U = 10^3$ В и после этого попадает в однородное магнитное поле, в котором движется по окружности радиусом $R = 0,3$ м. Определите модуль индукции B магнитного поля. Считать, что установка находится в вакууме. Силой тяжести и скоростью иона до прохождения ускоряющей разности потенциалов пренебречь.

- *связь изменения кинетической энергии заряженной частицы с работой электрического поля,*
- *формулы для центростремительного ускорения и для модуля силы Лоренца,*
- *второй закон Ньютона*

Ответ: $\approx 0,1$ Тл.

Задача 25

3 балла

№ 3.

Период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, равен $6,3 \text{ мкс}$. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5 \text{ мА}$. В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА . Найдите заряд конденсатора в этот момент.

- закон сохранения энергии,
- формула Томсона,
- формулы для энергии электрического поля заряженного конденсатора и энергии магнитного поля катушки с током

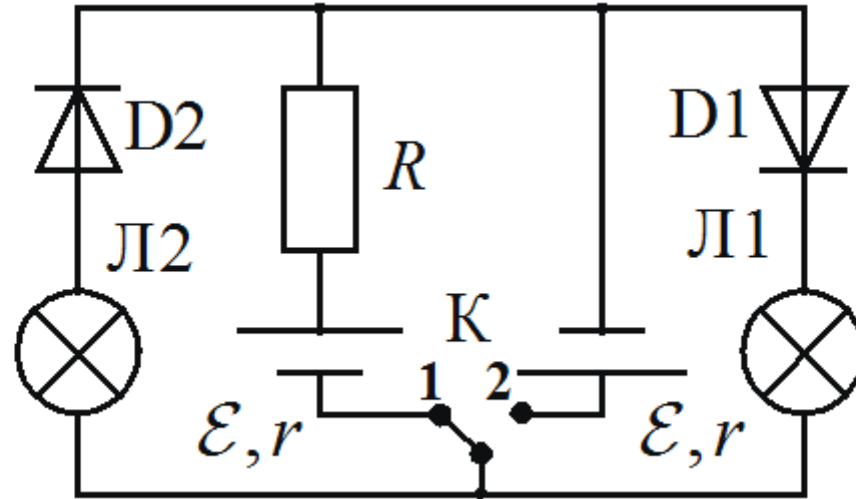
Ответ: $\approx 4 \text{ нКл}$.

Задача 21

3 балла

№ 4.

На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из двух одинаковых источников ЭДС, ключа K , одинаковых ламп $L1$ и $L2$, резистора R и двух одинаковых идеальных диодов $D1$ и $D2$. Опираясь на законы электродинамики, объясните, какие изменения произойдут в работе этой цепи, если перевести ключ K из положения 1 в положение 2. Сравните накал ламп в этих двух случаях.



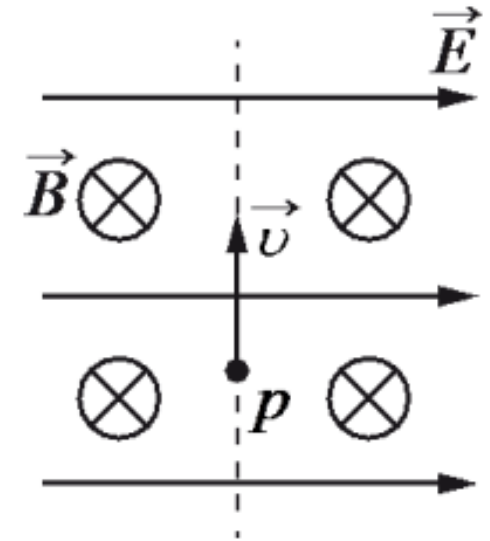
- закон Ома для полной цепи,
- условия протекания электрического тока через полупроводниковый диод,
- правила последовательного соединения проводников

Качественная

3 балла

№ 5.

В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью \vec{E} и магнитное поле с индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. **Объясните, как изменится начальный участок траектории протона, если напряжённость электрического поля увеличить.** В ответе укажите, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.

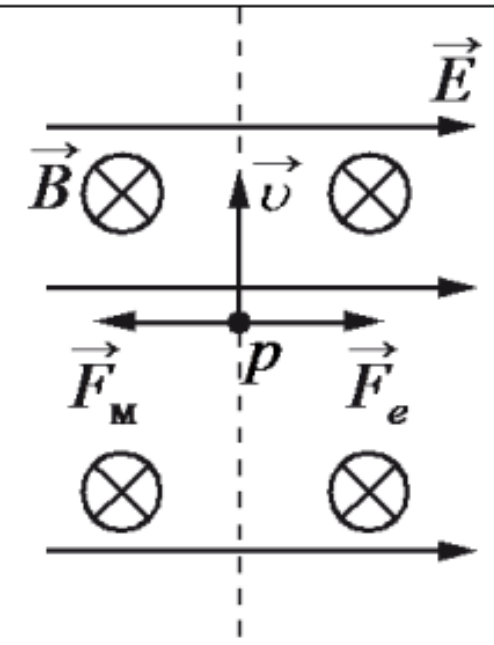


Возможное решение

1. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой вправо.

2. На протон действуют магнитное поле силой $F_M = qvB$ и электрическое поле силой $F_e = qE$. Поскольку заряд протона положительный, \vec{F}_e сонаправлена с \vec{E} , а по правилу левой руки \vec{F}_M направлена противоположно силе \vec{F}_e . Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

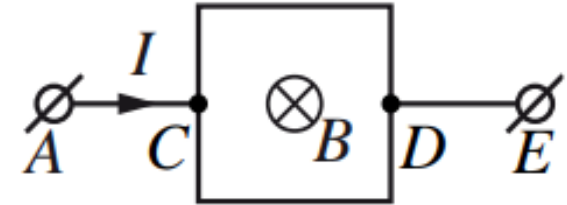
3. Сила действия электрического поля с увеличением напряжённости электрического поля увеличится. Поскольку равнодействующая сил \vec{F}_M и \vec{F}_e , а также вызываемое ею в этом случае ускорение направлены вправо, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой вправо



3 балла

№ 6.

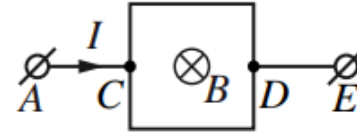
Квадратная рамка со стороной $L = 10$ см подключена к источнику постоянного тока серединами своих сторон так, как показано на рисунке. На участке AC течёт ток $I = 2$ А. Сопротивление всех сторон рамки одинаково. Найдите полную силу Ампера, которая действует на рамку в однородном магнитном поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости рамки и по модулю $B = 0,2$ Тл. **Сделайте рисунок, на котором укажите силы, действующие на рамку.**



3 балла

В задании 3 следует обратить внимание на изменение обобщённой схемы оценивания в связи с дополнительным требованием рисунка с указанием сил, действующих на тело.

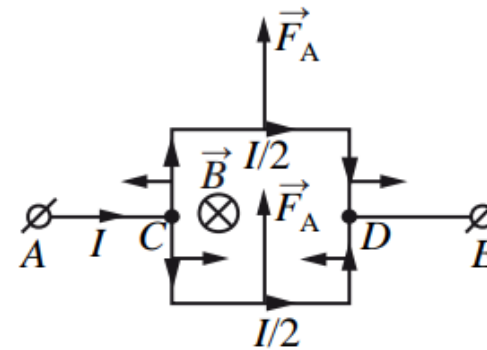
Квадратная рамка со стороной $L = 10$ см подключена к источнику постоянного тока серединами своих сторон так, как показано на рисунке. На участке AC течёт ток $I = 2$ А. Сопротивление всех сторон рамки одинаково. Найдите полную силу Ампера, которая действует на рамку в однородном магнитном поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости рамки и по модулю $B = 0,2$ Тл. Сделайте рисунок, на котором укажите силы, действующие на рамку.



Возможное решение

1. В точке C ток I разделяется на два одинаковых по силе тока: $I_1 = \frac{I}{2}$, так как сопротивление обеих половин рамки одинаково.

2. На каждый из участков прямого провода действует своя сила Ампера, перпендикулярная направлению тока и вектору магнитной индукции. Направление силы Ампера, действующей на проводник с током, определим по правилу левой руки (см. рисунок).



3. Так как $F_A = I_1 B l$, где l – длина проводника, то силы, действующие на вертикальные стороны рамки, компенсируют друг друга, а силы, действующие на горизонтальные стороны, складываются, так как они сонаправлены друг другу.

4. Окончательно получим: $F = 2F_A = 2 \cdot \frac{I}{2} B L = I B L = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 0,04$ Н, где L – длина стороны рамки.

Ответ: $F = 0,04$ Н

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формула для силы Ампера, правило левой руки, принцип суперпозиции сил);

II) сделан правильный рисунок, на котором указаны силы, действующие на рамку;

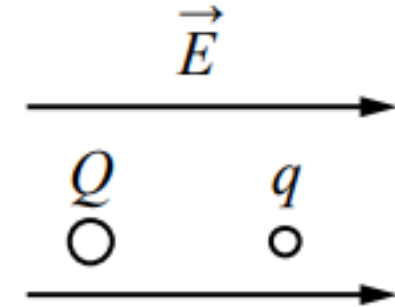
III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических

3

3 балла

№ 7.

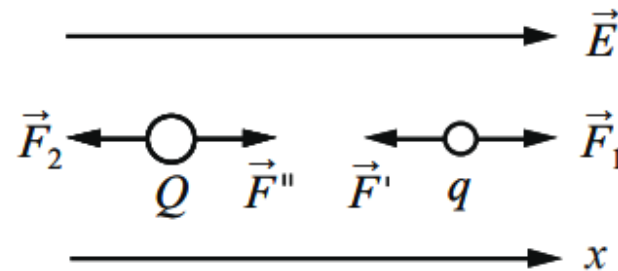
В однородном электрическом поле с напряжённостью $E = 18 \text{ В/м}$ находятся два точечных заряда: $Q = -1 \text{ нКл}$ и $q = +5 \text{ нКл}$ с массами $M = 5 \text{ г}$ и $m = 10 \text{ г}$ соответственно (см. рисунок). На каком расстоянии d друг от друга находятся заряды, если их ускорения совпадают по величине и направлению? Сделайте рисунок с указанием всех сил, действующих на заряды. Силой тяжести пренебречь.



1 м

Возможное решение

1. Направим ось Ox по напряжённости электрического поля \vec{E} . На заряд q действуют две электрические силы: $F_1 = qE$ со стороны однородного поля и сила Кулона $F' = F = \frac{kq|Q|}{d^2}$ со стороны другого заряда. На заряд Q действуют сила $F_2 = |Q|E$ со стороны однородного поля и сила Кулона $F'' = F = \frac{kq|Q|}{d^2}$ со стороны заряда q .



2. В соответствии со вторым законом Ньютона в проекциях на ось Ox имеем:

$$ma = F_1 - F, \quad (1)$$

$$Ma = -F_2 + F. \quad (2)$$

Тогда из соотношений (1) и (2) и условия задачи получим:

$$\frac{F_1 - F}{m} = \frac{F - F_2}{M}. \quad (3)$$

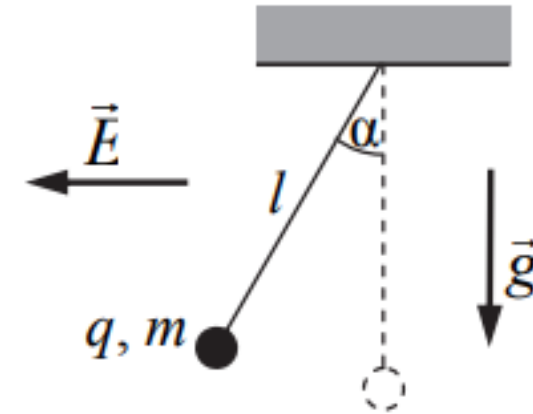
3. Подставляя в (3) выражения для электрических сил, получим:

$$d = \sqrt{\frac{kq|Q|(m+M)}{E(m|Q|+qM)}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot 1 \cdot 10^{-9} \cdot (0,01 + 0,005)}{18(0,01 \cdot 1 \cdot 10^{-9} + 0,005 \cdot 5 \cdot 10^{-9})}} \approx 1 \text{ м.}$$

Ответ: $d \approx 1 \text{ м}$

№ 8.

Маленький шарик массой m с зарядом $q = 5$ нКл, подвешенный к потолку на лёгкой шёлковой нитке длиной $l = 0,8$ м, находится в горизонтальном однородном электростатическом поле \vec{E} с модулем напряжённости поля $E = 6 \cdot 10^5$ В/м (см. рисунок). Шарик отпускают с нулевой начальной скоростью из положения, в котором нить вертикальна. В момент, когда нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$, модуль скорости шарика $v = 0,9$ м/с. Чему равна масса шарика m ? Сопротивлением воздуха пренебречь.

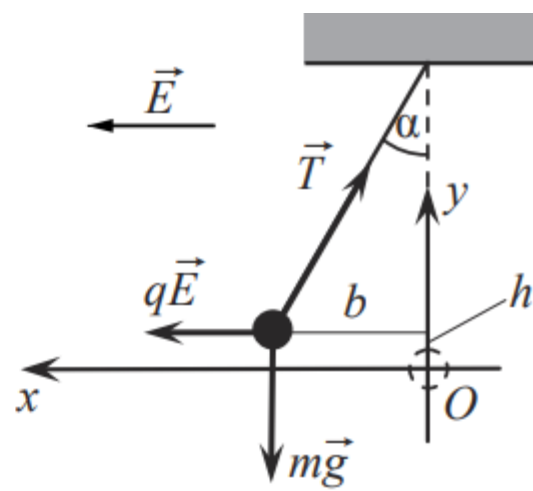


3 балла



0,81 г

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. На шарик действуют вертикальная сила тяжести $m\vec{g}$, горизонтальная сила со стороны электрического поля $q\vec{E}$ и вдоль нити сила её натяжения \vec{T} (см. рисунок).



2. По теореме об изменении кинетической энергии материальной точки в ИСО, $\Delta E_{\text{кин}} = A_{\text{всех сил}}$. Работа силы \vec{T} равна нулю,

так как эта сила в любой момент времени перпендикулярна скорости шарика.

Силы $m\vec{g}$ и $q\vec{E}$ потенциальны, поэтому их работа при переходе из начальной точки в конечную не зависит от выбора траектории.

3. Выберем траекторию перехода в виде двух последовательных шагов: сначала из исходного положения вверх на расстояние h , затем по горизонтали на расстояние b в конечное положение. На этой траектории сумма работ силы тяжести и силы со стороны электрического поля

$$A = -mgh + qEb, \text{ где } h = l(1 - \cos\alpha), \quad b = l \sin\alpha.$$

4. В результате получаем:

$$\Delta E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} - 0 = A_{\text{всех сил}} = -mgl(1 - \cos\alpha) + qEl \sin\alpha.$$

Отсюда:

$$m = \frac{2qEl \sin\alpha}{v^2 + 2gl(1 - \cos\alpha)} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot 6 \cdot 10^5 \cdot 0,8 \cdot 0,5}{0,81 + 2 \cdot 10 \cdot 0,8 \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)} \approx 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ кг.}$$

Ответ: $m \approx 8,1 \cdot 10^{-4}$ кг

- 21** Три параллельных длинных прямых проводника 1, 2 и 3 расположены на одинаковом расстоянии a друг от друга (см. рис. 1 и 2). В каждом проводнике протекает электрический ток силой I : в проводниках 1 и 3 – в одном направлении, а в проводнике 2 – в противоположном. Определите направление результирующей силы, действующей на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3. Сделайте рисунок на бланке ответов на основе рис. 2, указав в области проводника 1 векторы магнитной индукции полей, созданных проводниками 2 и 3, вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля и вектор результирующей силы. Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

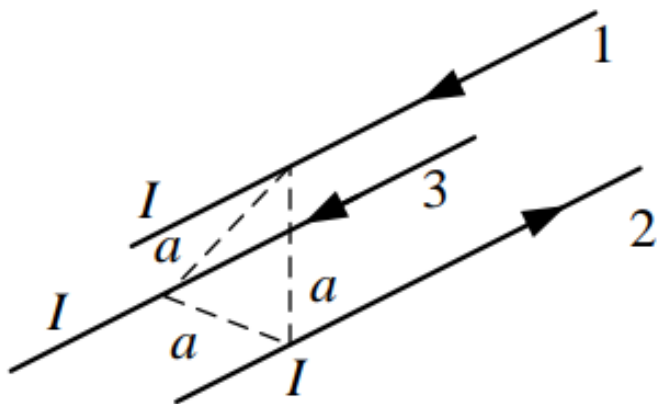


Рис. 1

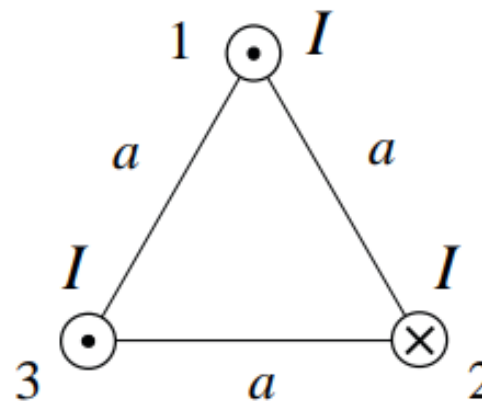
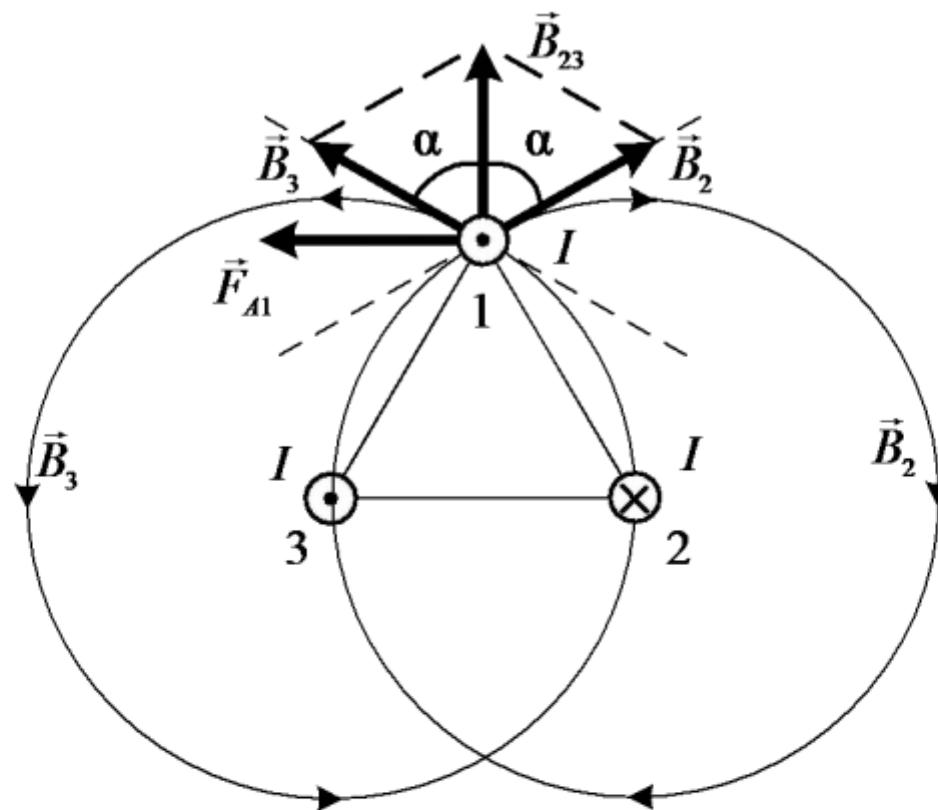


Рис. 2

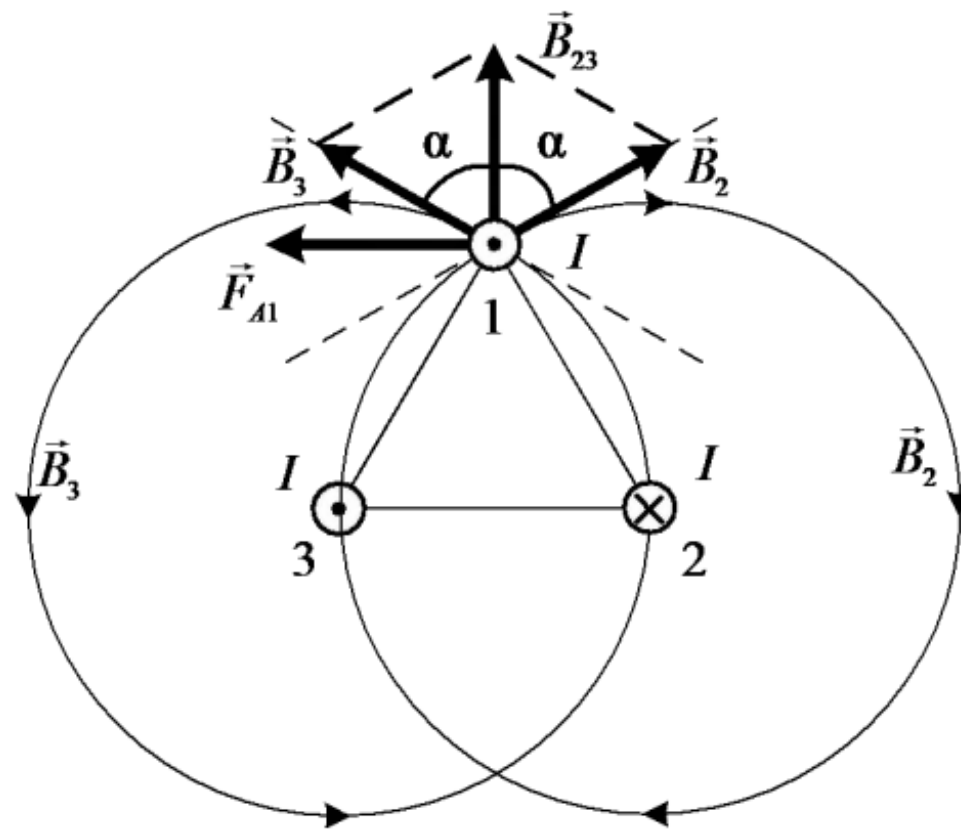
В.

1. На проводник 1 со стороны
 сила, направленная горизонтал
 2. Вокруг проводников с ток
 индукции которых являются
 магнитных полей определяет
 магнитной индукции результ
 1 определяется принципом суп
 и \vec{B}_3 – векторы индукции маг
 Поскольку проводник 1 находи
 из проводников 2 и 3 и по прс
 $|\vec{B}_2| = |\vec{B}_3| = B$.



3. Из геометрических построений видно, что угол между векторами \vec{B}_2 и \vec{B}_3 составляет 120° , а значит, $\alpha = 60^\circ$. Следовательно, вектор индукции результирующего магнитного поля \vec{B}_{23} , созданного проводниками 2 и 3, направлен вертикально вверх (см. рисунок).

4. Со стороны результирующего магнитного поля \vec{B}_{23} на проводник 1 с током действует сила Ампера \vec{F}_{A1} , направление которой определяется правилом левой руки. Таким образом, результирующая сила, действующая на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3, направлена горизонтально влево



3. Из геометрических построений видно, что угол между векторами \vec{B}_2 и \vec{B}_3 составляет 120° , а значит, $\alpha = 60^\circ$. Следовательно, вектор индукции результирующего магнитного поля \vec{B}_{23} , созданного проводниками 2 и 3, направлен вертикально вверх (см. рисунок).

4. Со стороны результирующего магнитного поля \vec{B}_{23} на проводник 1 с током действует сила Ампера \vec{F}_{A1} , направление которой определяется правилом левой руки. Таким образом, результирующая сила, действующая на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3, направлена горизонтально влево

ТВОЕ БУДУЩЕЕ
ЗАВИСИТ ОТ ТОГО,
ЧТО ТЫ ДЕЛАЕШЬ
СЕГОДНЯ ☺



ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ ЖМИ

ВАША ОЦЕНКА ОЧЕНЬ ВАЖНА,
ОНА ПОМОЖЕТ УЛУЧШИТЬ КУРС

ПРЕЗЕНТАЦИЮ ПОДГОТОВИЛА

Юлия Борисовна МОРЖИКОВА

/morzhikova

morzhikova@tpu.ru

<http://portal.tpu.ru/SHARED/m/MORZHIKOVA>