



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



Моржикова
Юлия
Борисовна



[/profiziku](#)



[/morzhikova](#)



morzhikova@tpu.ru

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



Про Физику и не только 
вы подписаны

Вы подписаны



**Сделать ЕГЭ по физике
привлекательным. Ожидаемые
результаты должны быть лучше.
Почему?**

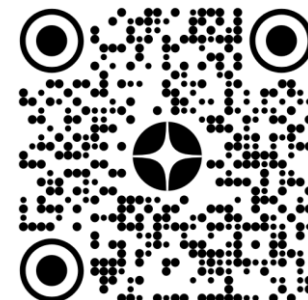
https://dzen.ru/a/ZRPBamrEphT39i_I?share_to=link



Юлия Моржикова
Про физику и не только



Подписаться



№ 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)

и $V_{\text{В}} = gt$, (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

ускорения заряда в электрическом поле: $a_{\text{эл}} = \frac{EQ}{M}$. (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 мкс. Амплитуда колебаний силы тока $I_m = 5$ 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

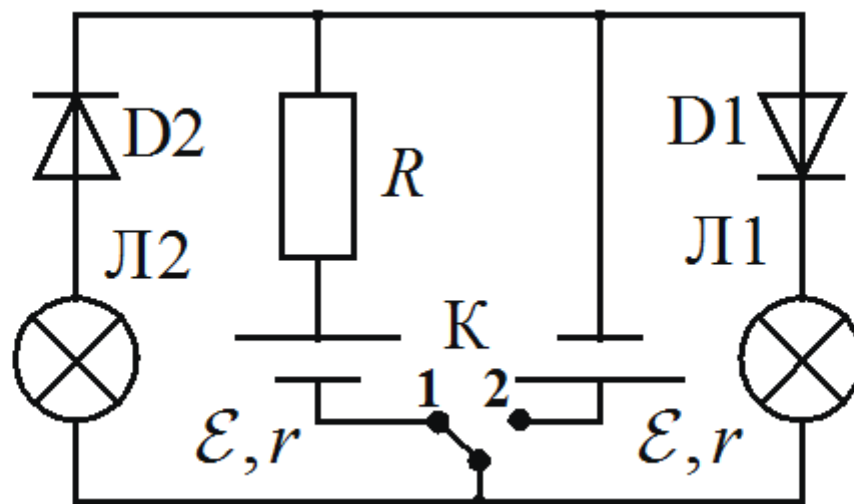
Ответ: ≈ 4 нКл.

Задача 21

3 балла

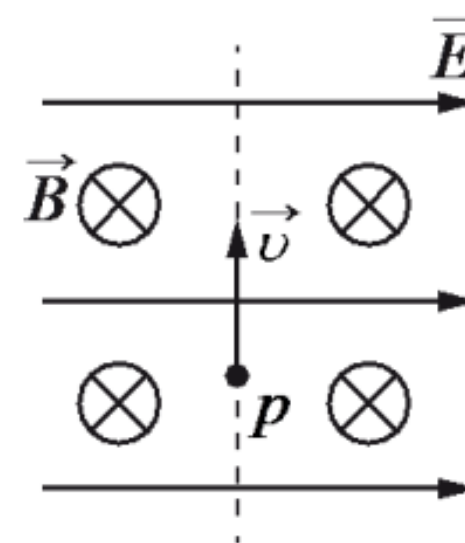
№ 4.

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

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.

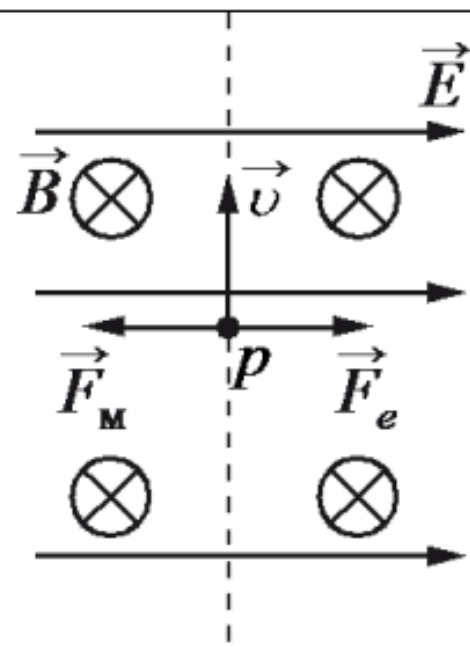


Возможное решение

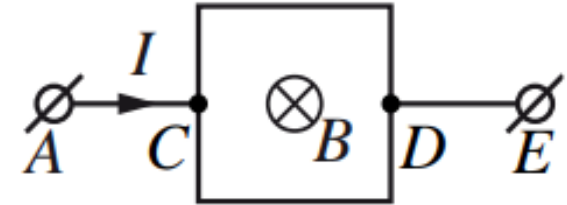
1. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой вправо.

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

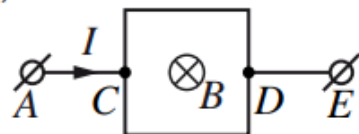


Квадратная рамка со стороной $L = 10$ см подключена к источнику постоянного тока серединами своих сторон так, как показано на рисунке. На участке AC течёт ток $I = 2$ А. Сопротивление всех сторон рамки одинаково. Найдите полную силу Ампера, которая действует на рамку в однородном магнитном поле, вектор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



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.



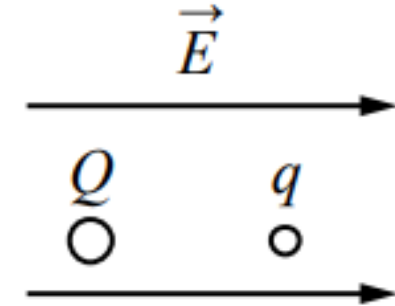
3 балла

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, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>формула для силы Ампера, правило левой руки, принцип суперпозиции сил</u>); II) сделан правильный рисунок, на котором указаны силы, действующие на рамку; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических	3

№ 7.

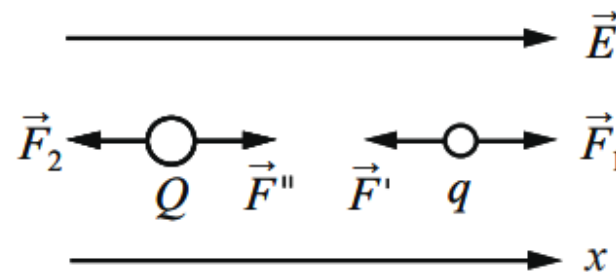
В однородном электрическом поле с напряжённостью $E = 18 \text{ В/м}$ находятся два точечных заряда: $Q = -1 \text{ нКл}$ и $q = +5 \text{ нКл}$ с массами $M = 5 \text{ г}$ и $m = 10 \text{ г}$ соответственно (см. рисунок). На каком расстоянии d друг от друга находятся заряды, если их ускорения совпадают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

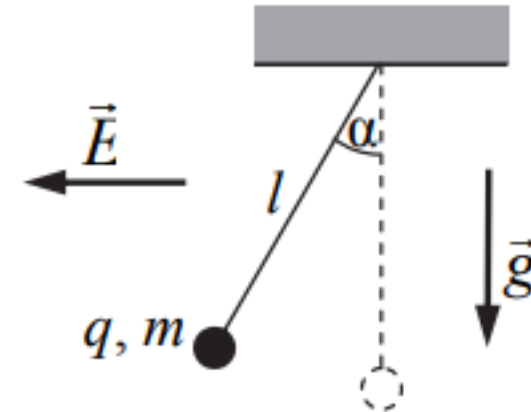
$$d = \sqrt{\frac{kq|Q|(m+M)}{E(m|Q|+qM)}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot 1 \cdot 10^{-9} \cdot (0,01 + 0,005)}{18(0,01 \cdot 1 \cdot 10^{-9} + 0,005 \cdot 5 \cdot 10^{-9})}} \approx 1 \text{ м.}$$

Ответ: $d \approx 1 \text{ м}$

№ 8.

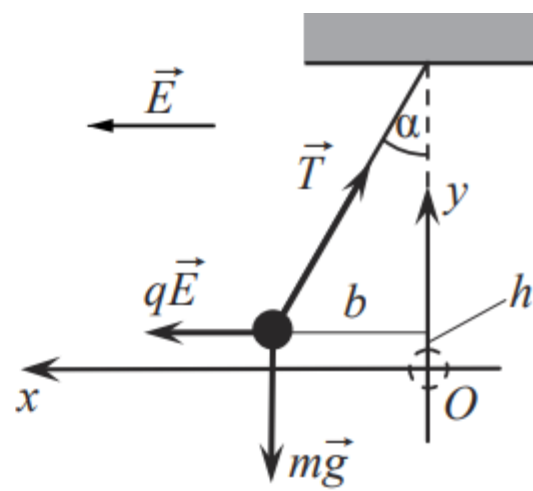
3 балла

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.



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

- 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.

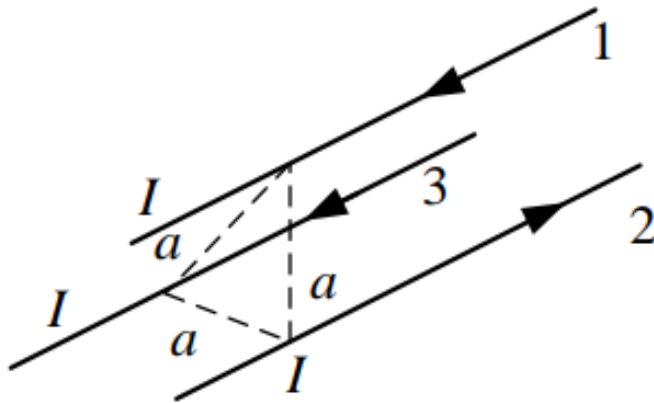


Рис. 1

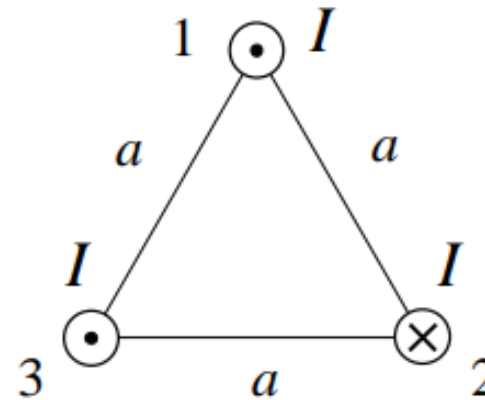
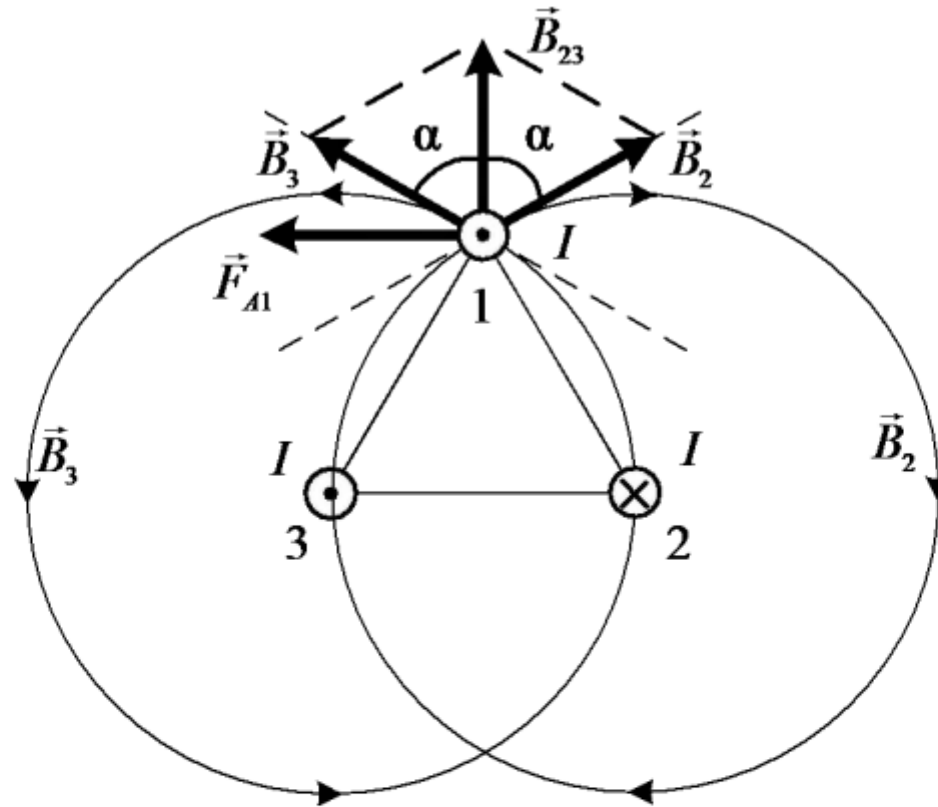


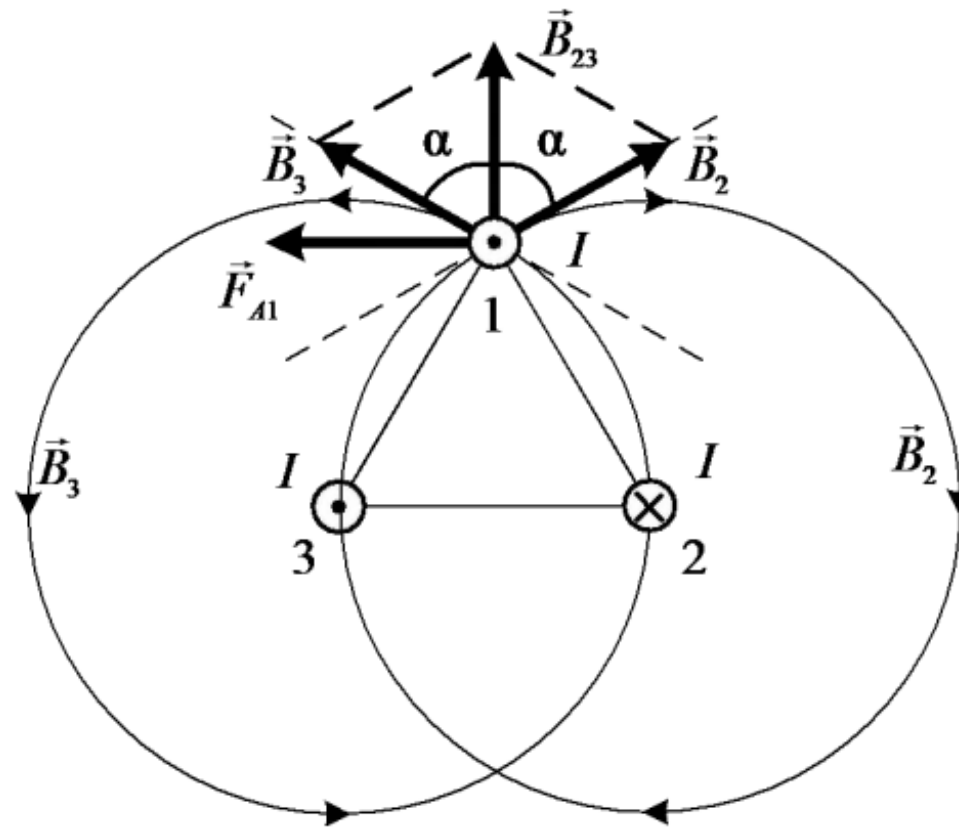
Рис. 2

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
- $|\vec{B}_2| = |\vec{B}_3| = B$.



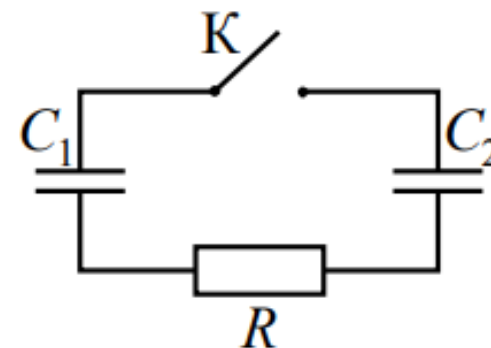
3. Из геометрических построений видно, что угол между векторами $\vec{B}_2$ и $\vec{B}_3$ составляет 120° , а значит, $\alpha = 60^\circ$. Следовательно, вектор индукции результирующего магнитного поля $\vec{B}_{23}$, созданного проводниками 2 и 3, направлен вертикально вверх (см. рисунок).
4. Со стороны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

№ 10. Конденсатор $C_1 = 1$ мкФ заряжен до напряжения $U = 300$ В и включён в последовательную цепь из резистора $R = 300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2 = 2$ мкФ и разомкнутого ключа K (см. рисунок). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится?



3 балла

30 мДж



Возможное решение

1. Первоначальный заряд конденсатора C_1 равен $q = C_1 U$.
2. В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому конденсаторы можно считать соединёнными параллельно. Тогда их общая ёмкость $C_0 = C_1 + C_2$.
3. По закону сохранения заряда суммарный заряд конденсаторов будет равен $C_1 U$.
4. По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном

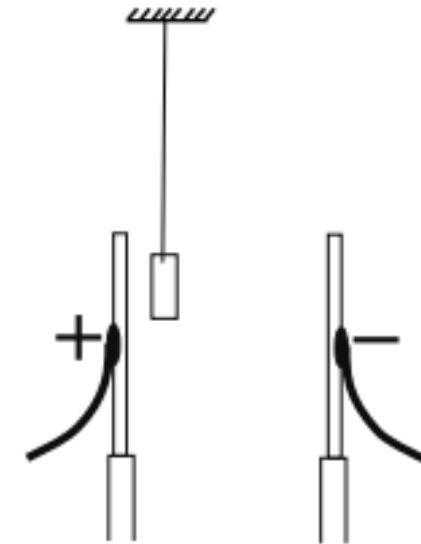
состояниях:
$$Q = \frac{C_1 U^2}{2} - \frac{(C_1 U)^2}{2(C_1 + C_2)}.$$

Откуда получим:

$$Q = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} = \frac{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2}{2(10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})} = 0,03 \text{ Дж.}$$

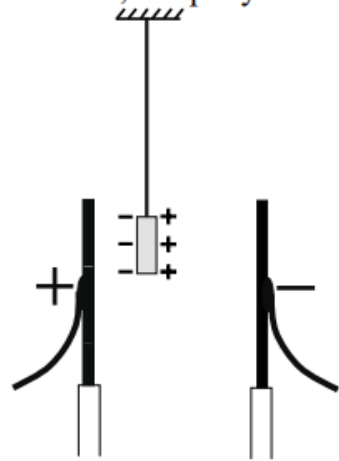
Ответ: $Q = 30 \text{ мДж}$

Между двумя металлическими близко расположенными вертикальными пластинами, укреплёнными на изолирующих подставках, подвесили на длинной шёлковой нити лёгкую металлическую незаряженную гильзу (см. рисунок). Когда к пластинам приложили постоянное высокое напряжение, гильза пришла в движение. Опираясь на законы электростатики и механики, опишите движение гильзы и объясните его.



Возможное решение

1. Под действием электрического поля пластин изменится распределение электронов в гильзе: левая сторона будет иметь отрицательный заряд, а правая сторона – положительный, см. рисунок.



Сила взаимодействия заряженных тел уменьшается с ростом расстояния между ними. Поэтому притяжение к пластинам ближних к ним сторон гильзы будет больше отталкивания противоположных сторон гильзы. Гильза первоначально находится ближе к левой, положительно заряженной пластине. Поэтому согласно второму закону Ньютона равнодействующая сил Кулона, действующих на гильзу, будет направлена в сторону положительно заряженной пластины, и гильза будет двигаться к этой пластине, пока не коснётся её.

2. В момент касания пластины гильза приобретёт заряд того же знака, какой имеется у пластины, оттолкнётся от неё и будет двигаться к противоположной пластине. Так как нить достаточно длинная, то гильза на нити дойдёт до противоположной пластины. Коснувшись противоположной пластины, гильза поменяет знак заряда, вернётся к первой пластине, и такое движение будет периодически повторяться.

3. Ответ: гильза начнёт двигаться влево, после касания пластины станет двигаться вправо, затем – опять влево. Начнутся колебания гильзы между пластинами

2 балла

Импульс лазерного излучения длится 3 мс, в течение которых излучается 10^{19} фотонов. Длина волны излучения лазера равна 600 нм. Определите среднюю мощность импульса лазера.

1100 Вт

При облучении фотокатода ультрафиолетовым излучением с длиной волны $\lambda = 300$ нм задерживающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,9 В. Какова длина волны, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для материала фотокатода?

384 нм

Импульс лазерного излучения длится 3 мс, в течение которых излучается 10^{19} фотонов. Длина волны излучения лазера равна 600 нм. Определите среднюю мощность импульса лазера.

Возможное решение

Мощность импульса излучения равна

$$P = \frac{E \cdot N}{t}, \text{ где}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} - \text{энергия одного фотона,}$$

N – число излучённых фотонов,

t – длительность излучения.

$$P = \frac{hcN}{\lambda t} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{19}}{600 \cdot 10^{-9} \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = 1100 \text{ Вт.}$$

Ответ: $P = 1100 \text{ Вт}$

Возможное решение

1. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$h\nu = A_0 + W_{\text{кmax}}$, где $W_{\text{кmax}}$ – максимальная кинетическая энергия электронов, A_0 – работа выхода.

2. Так как электроны под действием задерживающего поля тормозятся, то можно записать $W_{\text{кmax}} = eU_3$.

3. Для «красной границы» уравнение Эйнштейна можно записать как $h \frac{c}{\lambda_{\text{кр}}} = A_0$.

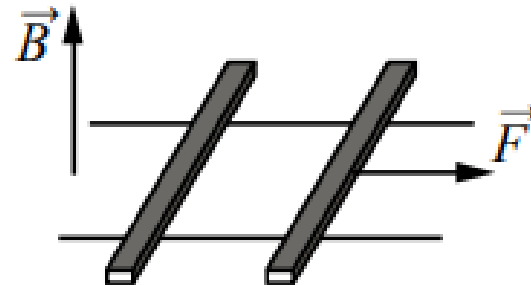
4. Преобразуем уравнение Эйнштейна: $h \frac{c}{\lambda} = h \frac{c}{\lambda_{\text{кр}}} + eU_3$.

5. Отсюда

$$\lambda_{\text{кр}} = \frac{hc}{h \frac{c}{\lambda} - eU_3} = \lambda \frac{1}{1 - \frac{eU_3 \lambda}{hc}} = \frac{3 \cdot 10^{-7}}{1 - \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 10^{-7}}{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}} \approx 384 \text{ нм.}$$

Ответ: $\lambda_{\text{кр}} \approx 384 \text{ нм}$

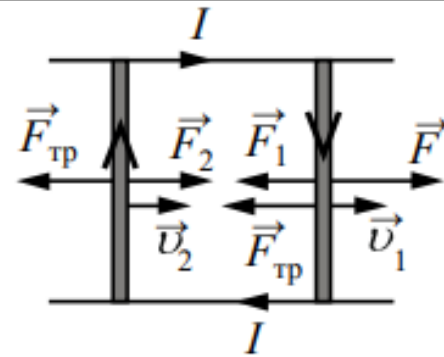
По горизонтально расположенным шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой $m = 100$ г и сопротивлением $R = 0,1$ Ом каждый. Расстояние между рельсами $l = 10$ см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами $\mu = 0,1$. Рельсы со стержнями 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: $v_{\text{отн}} = 2 \text{ м/с}$

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>