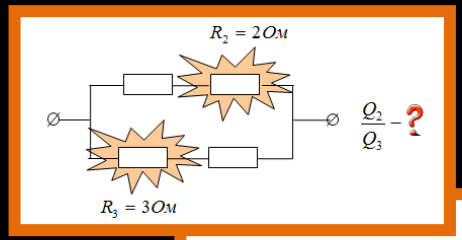
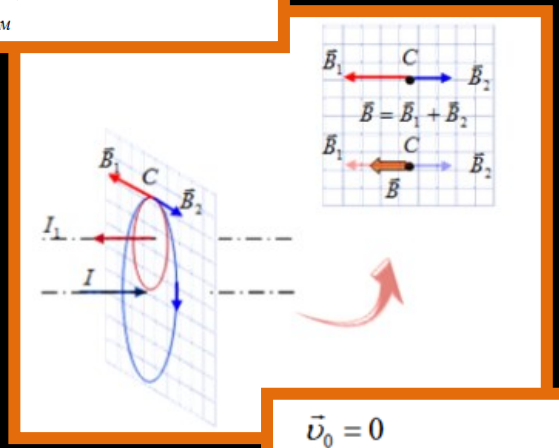
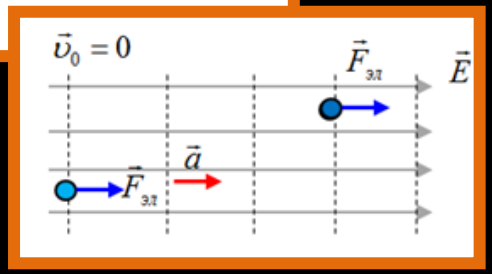
25.09.2019







СЛОЖНЫЕ ТЕМЫ ЕГЭ: «ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ», «ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ».

Панченко Марина Николаевна,
учитель физики МБОУ «Гимназии №36»
методист по физике МКУ информационно-аналитического центра образования
г. Ростова-на-Дону.
(u-235_u-238@mail.ru)

Модель ЕГЭ в 2017 году

Механика				Молекулярная физика						Электродинамика								Квантовая физика			Методо-логия	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1

Часть 1

24	25	26	27	28	29	30	31
1	1	1	3	3	3	3	3

Часть 2

- 1,2,3,4,8,9,10,13,14,15,19,20,22,23,24,25,26 ответ в виде одного числа [3] [,] [5]
- 5,6,7,11,12, 16,17,18,21 ответом является последовательность двух цифр [1] [4]
- 27,28,29,30,31 ответ включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания

ФИЗИКА

ЕГЭ 2017

Механика

№ задания	Форма задания	Балл
1	краткий ответ	1
2	краткий ответ	1
3	краткий ответ	1
4	краткий ответ	1
5	выбрать 2 верных ответа из 5	2
6	«увеличится – уменьшится, не изменится»	2
7	Соответствие «график – величина» или «величина – формула»	2

ФИЗИКА

ЕГЭ 2017

Молекулярная физика

№ задания	Форма задания	Балл
8	краткий ответ	1
9	краткий ответ	1
10	краткий ответ	1
11	выбрать 2 верных ответа из 5	2
12	«увеличится – уменьшится, не изменится» или соответствие «график – величина» или «величина – формула»	2

ФИЗИКА

ЕГЭ 2017

Электродинамика

№ задания	Форма задания	Балл
13	краткий ответ (определение направления)	1
14	краткий ответ	1
15	краткий ответ	1
16	выбрать 2 верных ответа из 5	2
17	«увеличится – уменьшится, не изменится»	2
18	Соответствие «график – величина» или «величина – формула»	2

ФИЗИКА

ЕГЭ 2017

Квантовая физика

№ задания	Форма задания	Балл
19	краткий ответ (структура атома или его ядра)	1
20	краткий ответ	1
21	«увеличится – уменьшится, не изменится» или соответствие «график – величина» или «величина – формула»	2

Методология

№ задания	Форма задания	Балл
22	краткий ответ (результат измерения с погрешностью)	1
23	краткий ответ	1

ФИЗИКА

ЕГЭ 2017

Общая сумма баллов в части 1:

$10 + 7 + 9 + 4 + 2 = 32$

Общая сумма баллов в части 2:

$3 + 5 \cdot 3 = 18$

Общая сумма первичных баллов в варианте:

$32 + 18 = 50$

Примеры заданий по разделу «Молекулярная физика», вызвавших наибольшие затруднения у учащихся

Пример 1.

Два сосуда соединены узкой трубкой, которая перекрыта краном (рис. 2.1). В первом сосуде содержится 10 л воздуха при давлении 1 атм, во втором – 20 л азота при давлении 2 атм. В обоих сосудах температура 27 °С. Кран открыли и позволили газам перемешаться при постоянно поддерживаемой температуре 27 °С. Каково установившееся в сосудах давление смеси (в атмосферах)?

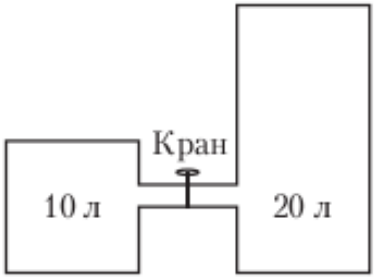


Рис. 2.1

(*Ответ*. 5/3 атм.)

$m = const$

$T = const \quad pV = const$

$p_1 V_1 = p_1' \cdot (V_1 + V_2) \qquad p_1' = \dfrac{p_1 V_1}{V_1 + V_2} = \dfrac{1}{3}\,атм.$

$p_2 V_2 = p_2' \cdot (V_1 + V_2) \qquad p_2' = \dfrac{p_2 V_2}{V_1 + V_2} = \dfrac{4}{3}\,атм.$

$p' = p_1' + p_2'$

$p' = \dfrac{1}{3}\,атм. + \dfrac{4}{3}\,атм. = \dfrac{5}{3}\,атм.$

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С КРАТКИМ ОТВЕТОМ.

Пример 2.

Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в два раза. Относительная влажность воздуха стала равной:

1) 120%; **2)** 100%; 3) 60%; 4) 30%.

Пример 3.

Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 50%. Какой станет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

1) 100%; 2) 200%; 3) 50%; 4) 150%.

Пример 2.

Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в два раза. Относительная влажность воздуха стала равной:

1) 120%; **2)** 100%; 3) 60%; 4) 30%.

$$2\ \rho = \frac{m}{\frac{1}{2}V}$$

$$2\varphi = \frac{2\rho}{\rho_н}\cdot 100\%$$

$$\varphi_2 = 2\varphi_1 = 120\%$$

$$\varphi_2 = 100\%$$

Пример 3.

Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 50%. Какой станет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

1) 100%; 2) 200%; 3) 50%; 4) 150%.

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ НА УСТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ.

Пример 1.

В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. На дне сосуда лежит стальной шарик (рис. 2.10). Газ нагревают. Как изменится в результате этого объем газа, его давление и действующая на шарик архимедова сила?

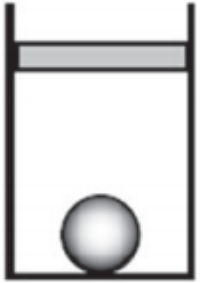


Рис. 2.10

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличилась; 2) уменьшилась; 3) не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Давление газа	Архимедова сила
1	3	2

$$p = const \qquad \frac{V}{T} = const$$

$$V \uparrow, T \uparrow$$

$$\downarrow \rho = \frac{m}{\uparrow V}$$

$$\downarrow F_A = V_{тела} \cdot \downarrow \rho_{возд} \cdot g$$

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ НА УСТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ.

Пример 2.

Объём сосуда с идеальным газом увеличили вдвое, выпустив половину газа и поддерживая температуру газа в сосуде постоянной. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде, его плотность и внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличилась; 2) уменьшилась; 3) не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Плотность	Внутренняя энергия
2	2	2

$T = const \qquad V\uparrow, p\downarrow$

$$\downarrow \rho = \frac{m}{\uparrow V}$$

$$\downarrow U = \frac{3}{2} \cdot \frac{\downarrow m}{M} \cdot R \cdot T$$

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ НА УСТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ.

Пример 3.

В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия, его давление и объём?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия	Объём гелия
1	1	2

$$\Delta U = Q + A$$

$$Q = 0 \qquad \Delta U = A$$

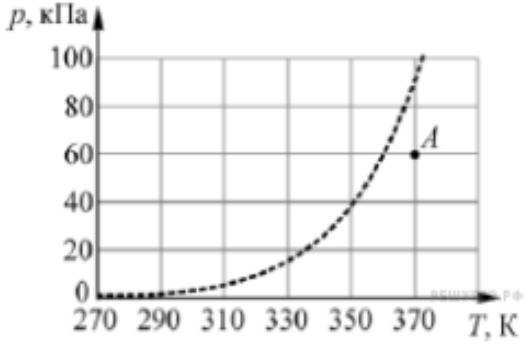
$$\Delta U \uparrow,\ A > 0 \Rightarrow V \downarrow$$

$$\uparrow U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot R \cdot \uparrow T$$

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ НА УСТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ.

Пример 4.

Водяной пар находится в сосуде объёмом 10 литров при давлении 60 кПа (точка A на графике). Используя график зависимости давления p насыщенных паров воды от температуры T, приведённый на рисунке, определите, как будут изменяться масса пара и его внутренняя энергия при изотермическом уменьшении объёма, занимаемого паром, на 10%.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится;
2) уменьшится;
3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем таблице:

Масса пара	Внутренняя энергия пара

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ НА УСТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ.

Пример 4.

Водяной пар находится в сосуде объёмом 10 литров при давлении 60 кПа (точка A на графике). Используя график зависимости давления p насыщенных паров воды от температуры T, приведённый на рисунке, определите, как будут изменяться масса пара и его внутренняя энергия при изотермическом уменьшении объёма, занимаемого паром, на 10%.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится;
2) уменьшится;
3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.
Цифры в ответе могут повторяться.

$$pV = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$T = const \qquad pV = const$$

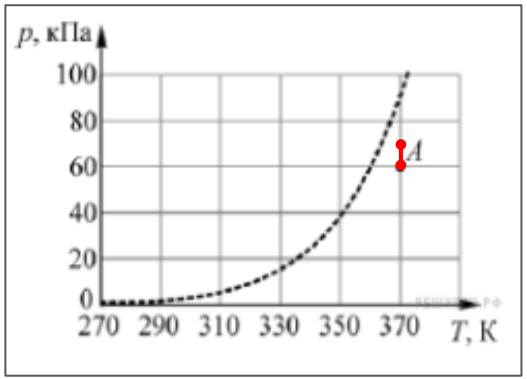
$$V \downarrow, p \uparrow$$

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$V_2 = V_1 - 0{,}1V_1 = 0{,}9V_1$$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{60 кПа}{0{,}9} \approx 67 кПа$$

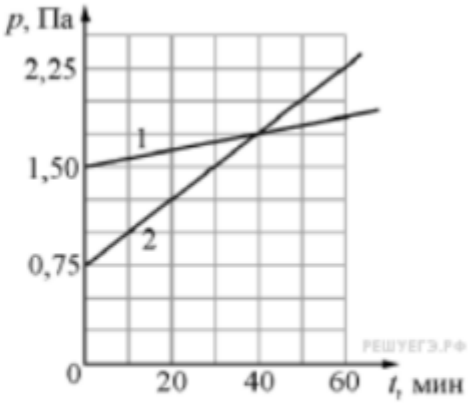
$$U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$



Масса пара	Внутренняя энергия пара
3	3

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С ВЫБОРОМ ДВУХ ВЕРНЫХ УТВЕРЖДЕНИЙ.

Пример 1. В двух закрытых сосудах одинакового объёма (1 литр) нагревают два различных газа — 1 и 2. На рисунке показаны зависимости давления p этих газов от времени t. Известно, что начальные температуры газов были одинаковы. Выберите два верных утверждения, соответствующие результатам этих экспериментов.



1) Количество вещества первого и второго газов равны.

2) В момент времени $t = 40$ мин температура второго газа больше температуры первого в два раза.

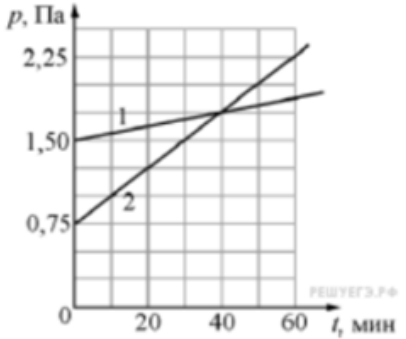
3) В момент времени $t = 40$ мин температура второго газа меньше температуры первого в два раза.

4) В процессе проводимого эксперимента внутренняя энергия газов растёт.

5) В процессе проводимого эксперимента оба газа совершают положительную работу.

Решение.

Проверим справедливость предложенных утверждений.



1) Количество вещества первого и второго газов равны.

$$T_1 = T_2 \qquad V_1 = V_2$$

$$pV = \nu \cdot R \cdot T$$

$$p_1 V = \nu_1 \cdot R \cdot T$$

$$p_2 V = \nu_2 \cdot R \cdot T$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{p_1}{p_2} = 2$$

Утверждение 1 *неверно.*

2) В момент времени $t = 40$ мин температура второго газа больше температуры первого в два раза.

3) В момент времени $t = 40$ мин температура второго газа меньше температуры первого в два раза.

$$pV = \nu \cdot R \cdot T$$

$$pV = \nu_1 \cdot R \cdot T_1$$

$$pV = \nu_2 \cdot R \cdot T_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{1}{2} = 0{,}5$$

Утверждение 2 *верно.*

Утверждение 3 *неверно.*

4) В процессе проводимого эксперимента внутренняя энергия газов растёт.

Внутренняя энергия газа пропорциональна его температуре. При изохорном увеличении давления температура газа растёт, следовательно, в процессе проводимого эксперимента внутренняя энергия газов растёт.

Утверждение 4 *верно.*

5) В процессе проводимого эксперимента оба газа совершают положительную работу.

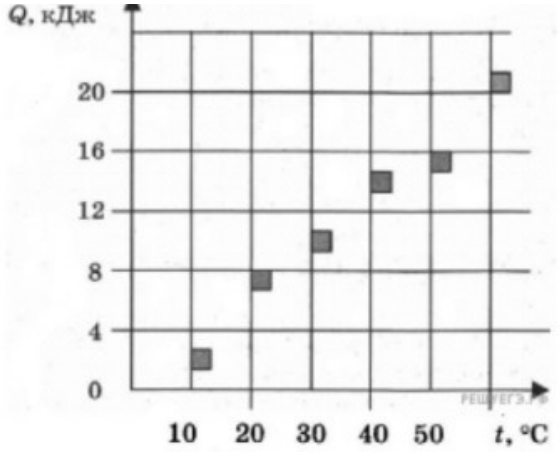
Объём газов не изменяется, поэтому работа не совершается.

Утверждение 5 *неверно.*

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С ВЫБОРОМ ДВУХ ВЕРНЫХ УТВЕРЖДЕНИЙ.

Пример 2.

На графике представлены результаты измерения количества теплоты Q, затраченного на нагревание 1 кг некоторого вещества от 0 °С до различных температур t. Погрешность измерения количества теплоты $\Delta Q = \pm 400$ Дж, температуры $\Delta t = \pm 2$ К.

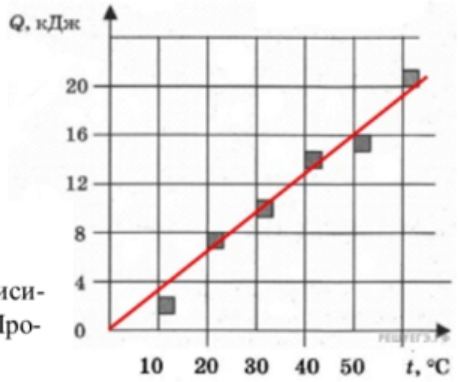


Выбери два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1) Удельная теплоёмкость вещества примерно равна 400 Дж/(кг·К)
2) Для нагревания от начальной температуры до 313 К необходимо сообщить телу менее 5 кДж.
3) При охлаждении 1 кг вещества на 10 К выделится 3 200 Дж.
4) Для нагревания 2 кг вещества на 30 К необходимо сообщить примерно 20 кДж.
5) Удельная теплоёмкость зависит от температуры.

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С ВЫБОРОМ ДВУХ ВЕРНЫХ УТВЕРЖДЕНИЙ.

1) Удельная теплоёмкость вещества примерно равна 400 Дж/(кг·К)
2) Для нагревания от начальной температуры до 313 К необходимо сообщить телу менее 5 кДж.
3) При охлаждении 1 кг вещества на 10 К выделится 3 200 Дж.
4) Для нагревания 2 кг вещества на 30 К необходимо сообщить примерно 20 кДж.
5) Удельная теплоёмкость зависит от температуры.



Решение.

Проверим справедливость предложенных утверждений.

1) Теплоту, переданную телу можно вычислить по формуле: $Q = cm\Delta t$. Из графика видно, что зависимость $Q(t)$ линейная, поэтому делаем вывод, что удельная теплоёмкость не зависит от температуры. Проведём аппроксимационную прямую:

Откуда удельная теплоёмкость

$$c = \frac{Q}{m\Delta t} = \frac{16\ \text{кДж}}{1\ \text{кг} \cdot 50\ ^\circ\text{C}} = 0{,}32\ \text{кДж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)} = 320\ \text{Дж/(кг} \cdot \text{К)}.$$

Утверждение 1 *неверно.*

2) Для нагревания от начальной температуры до 313 К, то есть до 313 − 273 = 40 °С необходимо сообщить телу больше 12 кДж энергии. Утверждение 2 *неверно.*

3) При охлаждении 1 кг вещества на 10 К выделится примерно $320\ \text{Дж/(кг} \cdot \text{К)} \cdot 1\ \text{кг} \cdot 10\ \text{К} = 3200\ \text{Дж}$. Утверждение 3 *верно.*

4) Для нагревания 2 кг вещества на 30 К необходимо сообщить примерно

$$320\ \text{Дж/(кг} \cdot \text{К)} \cdot 2\ \text{кг} \cdot 30\ \text{К} = 19200\ \text{Дж} \approx 20\ \text{кДж}.$$

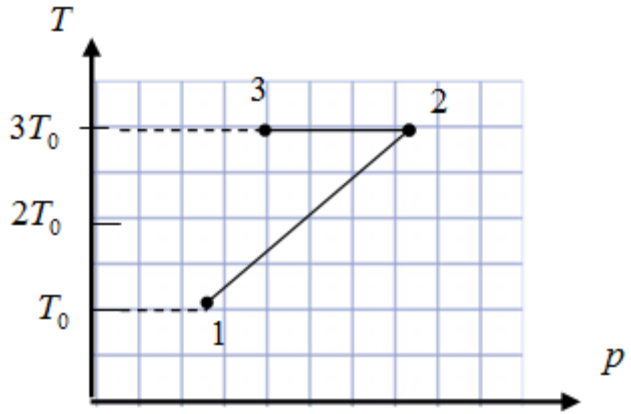
Утверждение 4 *верно.*

5) Удельная теплоёмкость не зависит от температуры. Утверждение 5 *неверно.*

Ответ: 34.

Пример 1.

Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1-2-3 (см. рисунок, где $T_0 = 100\,K$). На участке 2-3 к газу подводили количество теплоты $Q = 2.5кДж$. Найдите отношение работы A_{123}, совершаемой газом в ходе процесса, к количеству теплоты Q_{123}, поглощенному газом.



Дано.

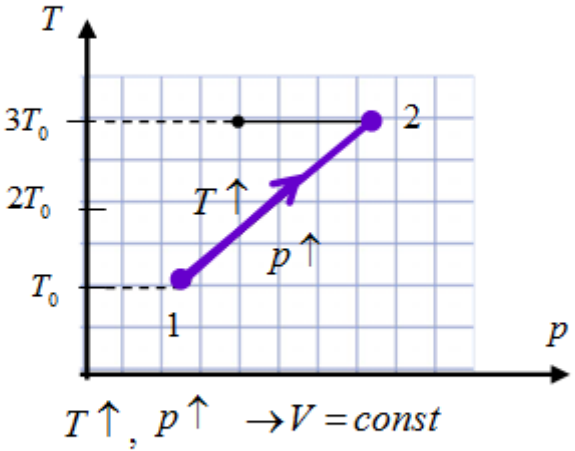
$Q = 2{,}5кДж$

$T_0 = 100\,K$

$\nu = 1моль$

$\frac{A_{123}}{Q_{123}} - ?$

Графическое представление процессов



1-2 изохорное нагревание

Рис 1 .

Математическая модель решения

1-2 - изохорный процесс $V = const$

$A_{газа} = 0$

Изменение внутренней энергии равно количеству теплоты

$$\Delta U = Q$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu \cdot R \cdot \Delta T$$

$$\Delta U = Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot 1 моль \cdot 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К} \cdot 100\,К = 2500\,Дж$$

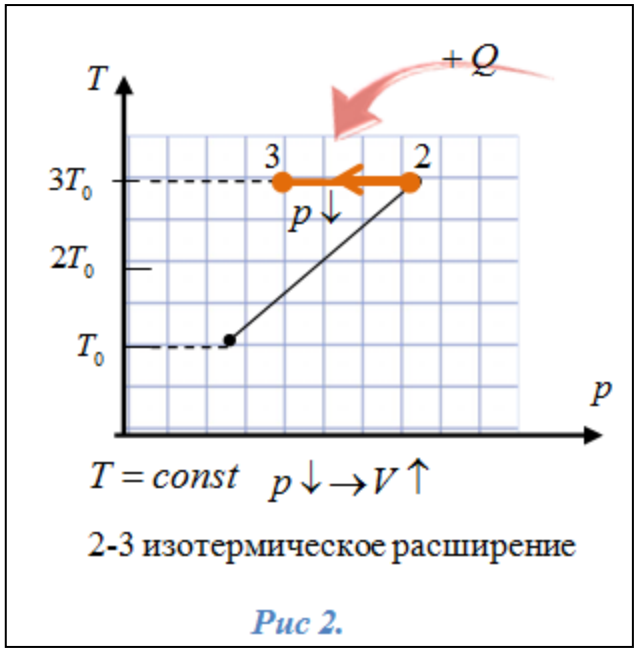


Рис 2.

2-3 - изотермический процесс $T = const \longrightarrow \Delta U = 0$

Количество теплоты равно работе газа

$$Q_{23} = A_{газа}$$

$$Q_{23} = A_{газа} = 2500\ Дж$$

Итак, работа, совершаемая в ходе процесса

$$A_{123} = A_{12} + A_{23} \qquad A_{123} = 2500\ Дж$$

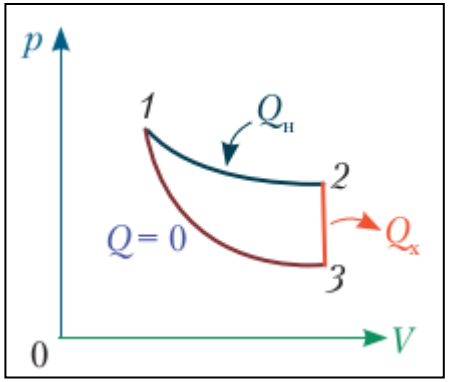
Количество теплоты, поглощенное газом

$$Q_{123} = Q_{12} + Q_{23} \qquad Q_{123} = 5000\ Дж$$

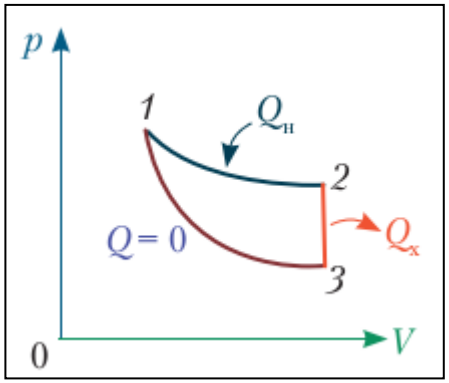
$$\longrightarrow \quad \frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{1}{2}$$

Ответ: 0,5

Пример 2.



Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатного сжатия. Работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна A, а КПД тепловой машины равен η. Определите модуль изменения температуры $|\Delta T|$ в изохорном процессе.



Анализируем каждый процесс и определяем на основании первого закона термодинамики количество теплоты, полученное от нагревателя $Q_н$, и количество теплоты, отданное холодильнику $Q_х$:

– при изотермическом расширении работа, совершаемая газом $A > 0$, но изменение внутренней энергии $\Delta U = 0$, поэтому $Q_н = A$;

– при изохорном охлаждении газ не совершает работу, поэтому его внутренняя энергия уменьшается за счёт передаваемого количества теплоты:

$$Q_х = \Delta U = \frac{3}{2}\nu R|\Delta T|.$$

Теперь легко определить КПД цикла:

$$\eta = 1 - \frac{Q_х}{Q_н} = 1 - \frac{3\nu R|\Delta T|}{2A}.$$

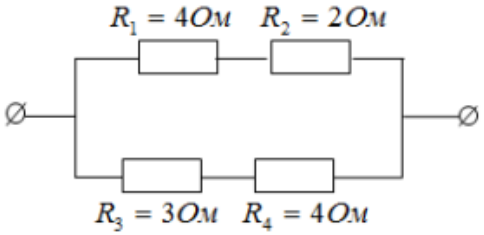
Отсюда находим искомое изменение температуры:

$$|\Delta T| = \frac{2A(1-\eta)}{3\nu R}.$$

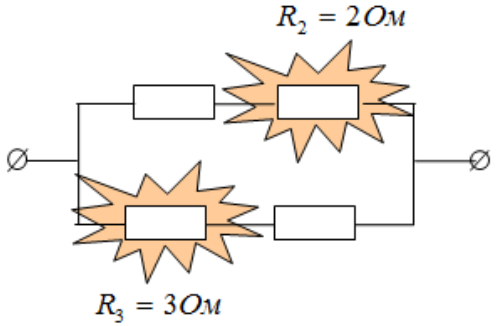
Примеры заданий по разделу «Электромагнитные явления», вызвавших наибольшие затруднения у учащихся

Пример 1.

На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты $\frac{Q_2}{Q_3}$, выделившихся на резисторах R_2 и R_3 за одно и то же время?



Реконструкция условия задачи.



$\frac{Q_2}{Q_3}$ – ?

Каково отношение количеств теплоты, выделившихся на резисторах R_2 и R_3 за одно и то же время?

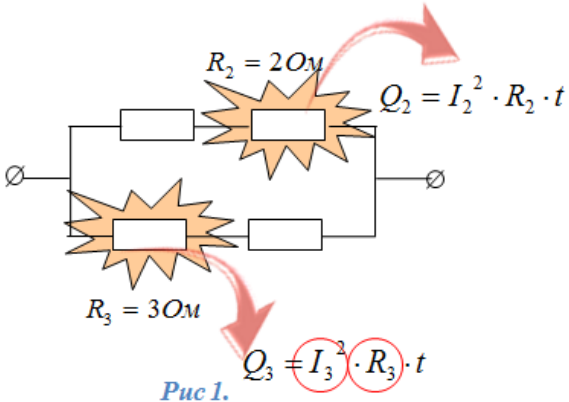
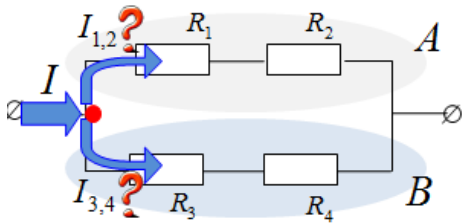


Рис 1.



Дано.

$R_1 = 4Ом$

$R_2 = 2Ом$

$R_3 = 3Ом$

$R_4 = 4Ом$

$\frac{Q_2}{Q_3} - ?$

1) По закону Джоуля – Ленца $Q = I^2 \cdot R \cdot t$ *количество теплоты, выделившееся в проводнике зависит от силы тока и сопротивления проводника (рис. 1).*

2) Определим силу тока (рис. 2).

Суммарное сопротивление верхнего участка цепи равно $R_A = R_1 + R_2 = 6Ом$

Суммарное сопротивление нижнего участка цепи равно $R_B = R_3 + R_4 = 7Ом$

Участки A и B параллельны. При параллельном соединении проводников

$$U_A = U_B \quad \text{или} \quad I_A \cdot R_A = I_B \cdot R_B$$

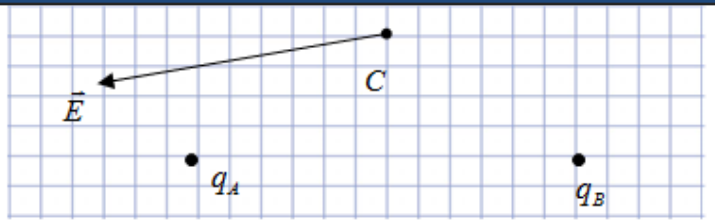
Отношение сил токов, протекающих по этим участкам, $\frac{I_A}{I_B} = \frac{R_A}{R_B} = \frac{7}{6}$

3) Отношение количеств теплоты, выделившихся на резисторах R_2 *и* R_3 *за одно и то же время,* $Q_2 = I_{A_2}^2 \cdot R_2 \cdot t \qquad Q_3 = I_B^2 \cdot R_3 \cdot t$

$$\frac{Q_2}{Q_3} = \frac{I_A^2}{I_B^2}\frac{R_2 t}{R_3 t} = \left(\frac{I_A}{I_B}\right)^2 \cdot \frac{R_2}{R_3} = \left(\frac{7}{6}\right)^2 \cdot \frac{2}{3} = \frac{98}{108} \approx 0{,}9$$

Ответ: 0,9

На рисунке изображен вектор напряженности $\vec{E}$ электрического поля в точке С, поле создано двумя точечными зарядами q_A и q_B. Чему равен заряд q_B, если заряд q_A равен -2 мкКл?



Пример 2.

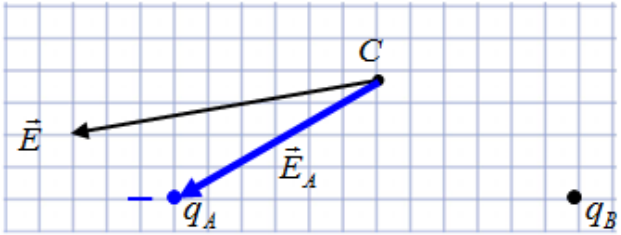


Рис 1

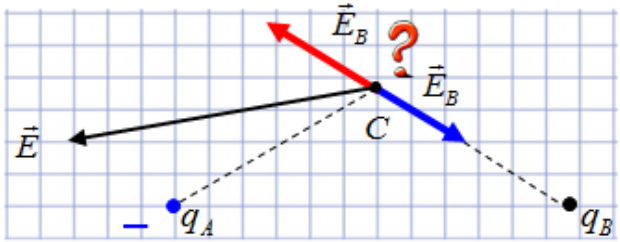
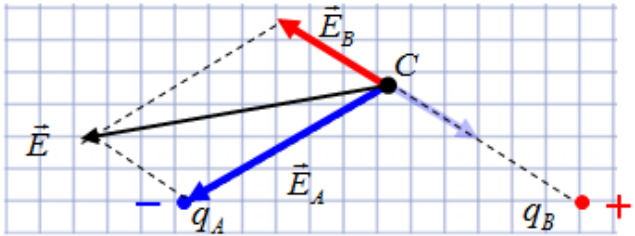
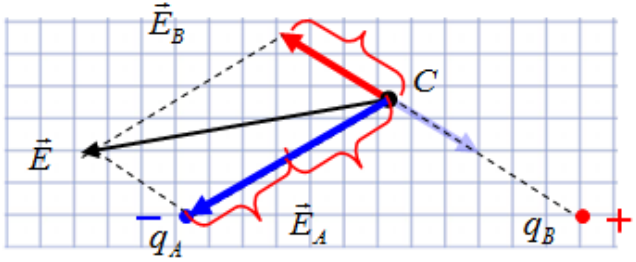


Рис 2



Напряженность поля, создаваемого зарядами q_A и q_B

Рис 3

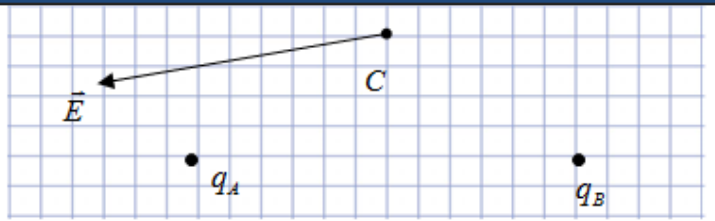


Напряженность поля, создаваемого зарядом q_B

Рис 4

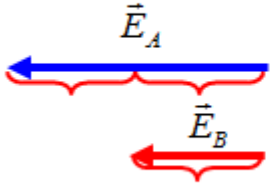
ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С КРАТКИМ ОТВЕТОМ.

На рисунке изображен вектор напряженности $\vec{E}$ электрического поля в точке С, поле создано двумя точечными зарядами q_A и q_B. Чему равен заряд q_B, если заряд q_A равен -2 мкКл?



Из сравнения длин отрезков по рис. 4, напряженность поля, создаваемого зарядом q_A:

$$E_A = 2E_B$$

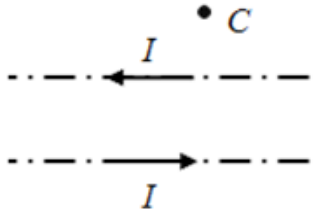


$$E_A = k \cdot \frac{q_A}{r^2} \qquad E_B = k \cdot \frac{q_B}{r^2}$$

Найдем отношение $\dfrac{E_A}{E_B} = \dfrac{q_A}{q_B} \longrightarrow q_B = +1 мкКл$

Пример 3.

По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлен вектор индукции создаваемого им магнитного поля в точке С?



I этап. *Реальный эксперимент.*

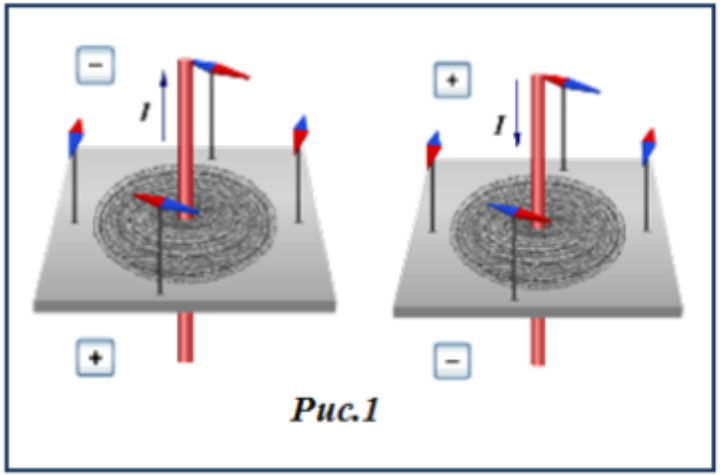


Рис.1

II этап. *Создание моделей изучаемого явления.*

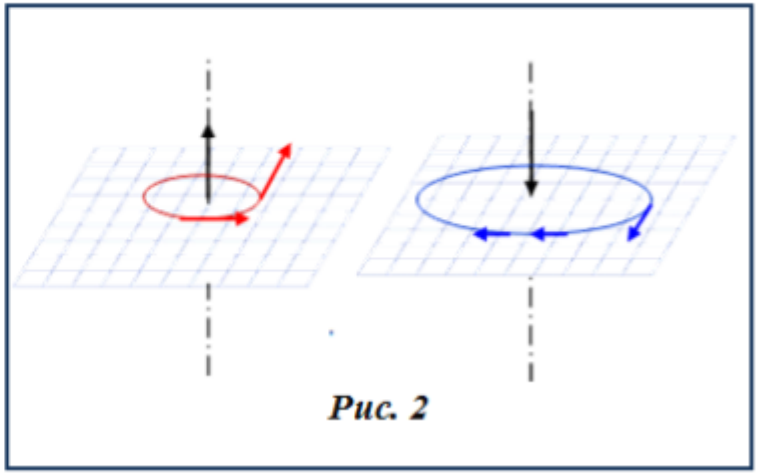


Рис. 2

III этап. *Преобразование моделей в соответствии с условием задачи.*

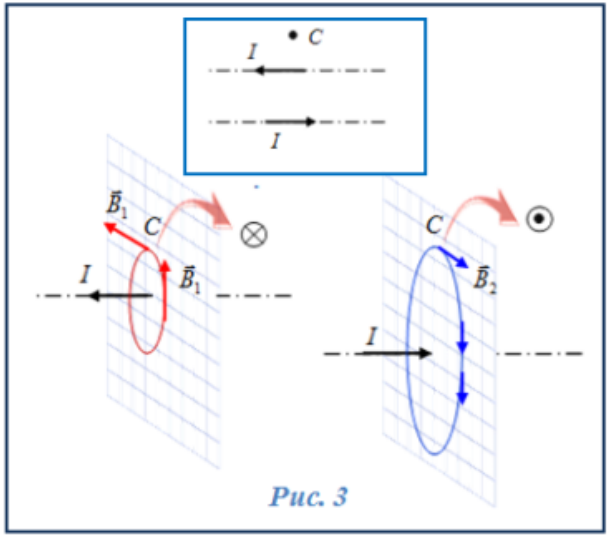


Рис. 3

IV этап. *Совмещение моделей и выделение точки C для определения результирующего вектора магнитной индукции.*

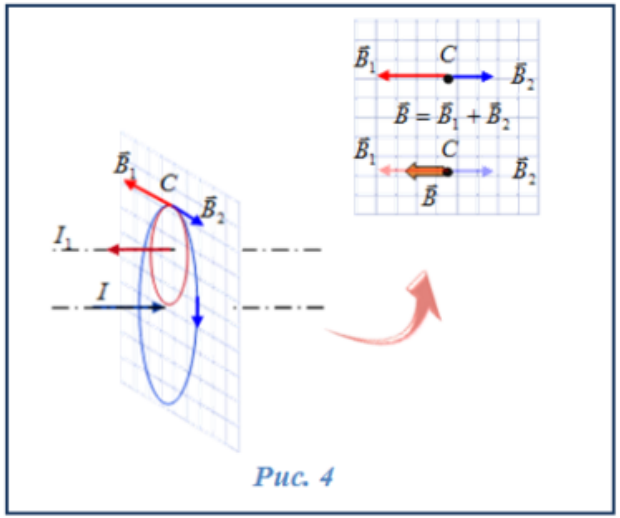


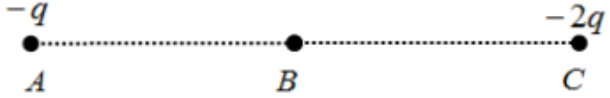
Рис. 4

Согласно правилу буравчика, вектор $\vec{B}_1$ индукции магнитного поля верхнего провода направлен в точке C от нас ⊗ , а вектор $\vec{B}_2$ индукции магнитного поля нижнего провода (рис 3) ⊙ - к нам.

Совместим рисунки (рис 4). Точка C находится ближе к верхнему проводу, чем к нижнему, поэтому $B_1 > B_2$. Результирующий вектор магнитной индукции $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ направлен в сторону вектора $\vec{B}_1$, т.е. от нас.

Пример 4.

Точка B находится в середине отрезка AC. Неподвижные точечные заряды $-q$ и $-2q$ расположены в точках A и C соответственно (см. рисунок). Какой заряд надо поместить в точку C взамен заряда $-2q$, чтобы напряженность электрического поля в точке B увеличилась в 2 раза?



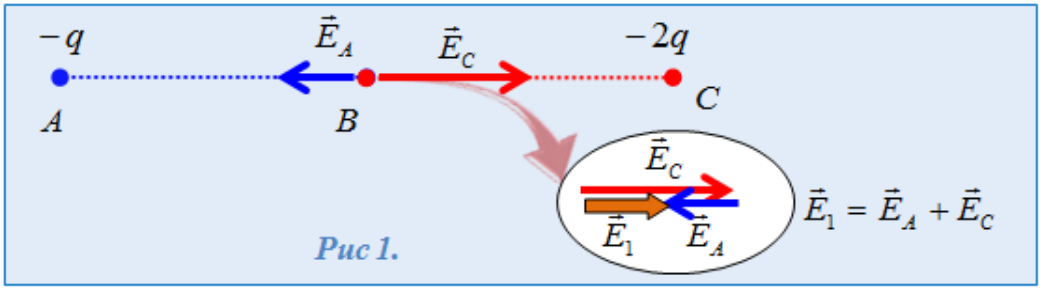


Рис 1.

Напряженность поля, создаваемого зарядами $-q$ и $-2q$ в точке B.

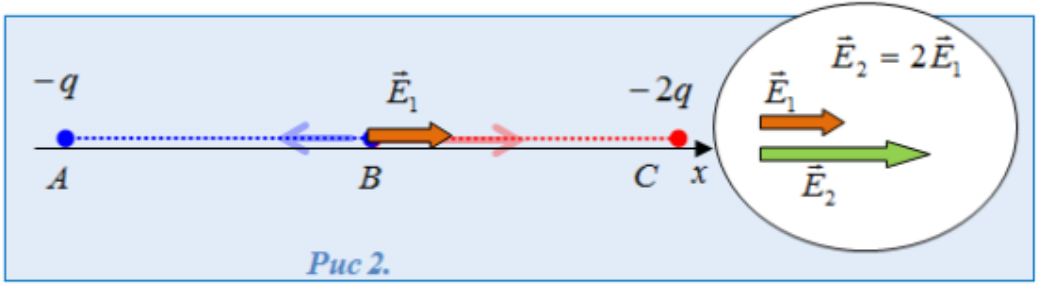


Рис 2.

Результирующий вектор напряженности $\vec{E}_1$ электрического. поля в точке B.

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С КРАТКИМ ОТВЕТОМ.

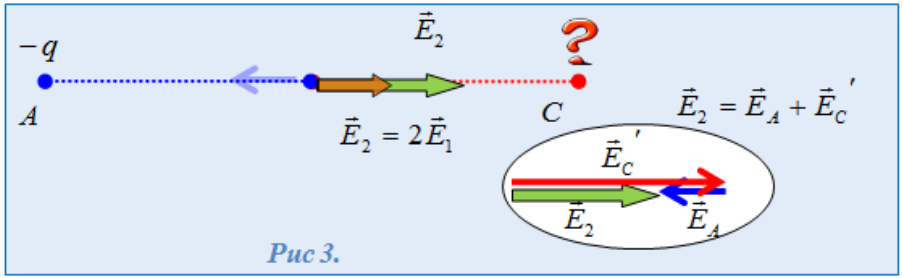


Рис 3.

Напряженность поля, создаваемого зарядом $\vec{q}_C$

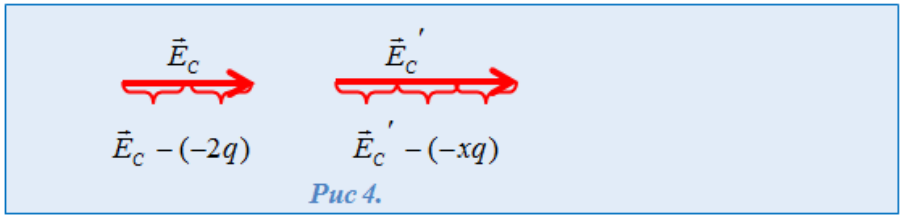


Рис 4.

Сравнение длин отрезков

1) *Напряженность поля в точке B, создаваемого зарядами* $-q$ *и* $-2q$

$E_A = k \cdot \frac{q}{r^2}$ $E_C = k \cdot \frac{2q}{r^2}$ *по принципу суперпозиции полей (рис 1) равна* $\vec{E}_1 = \vec{E}_A + \vec{E}_C$

в проекциях на ось OX (рис 2): $E_1 = -E_A + E_C = -k \cdot \frac{q}{r^2} + k \cdot \frac{2q}{r^2} = k \cdot \frac{q}{r^2}$

2) *По условию напряженность поля в точке B увеличили в 2 раза изменив величину заряда* q_c

$E_2 = 2E_1 \longrightarrow E_2 = 2k \cdot \frac{q}{r^2}$

3) *Напряженность результирующего поля, после изменения заряда в точке C:* $\vec{E}_2 = \vec{E}_A + \vec{E}_C{}'$

в проекциях на ось OX (рис 3): $E_2 = -E_A + E_C$

$E_C{}' = E_A + E_2 = k \cdot \frac{q}{r^2} + k \cdot \frac{2q}{r^2} = k \cdot \frac{3q}{r^2}$

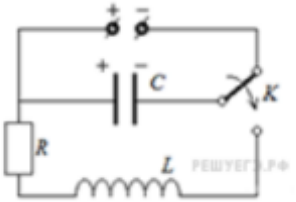
В точку C помещен заряд $-3q$

Ответ: $-3q$

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ НА УСТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ.

Пример 1.

Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения. Графики А и Б представляют зависимость от времени t физических величин, характеризующих колебания в контуре после переведения переключателя K в положение 2 в момент $t = 0$.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

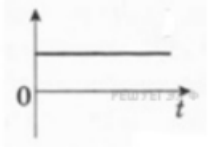
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) Заряд левой обкладки конденсатора
2) Сила тока в катушке
3) Энергия электрического поля конденсатора
4) Индуктивность катушки

А	Б

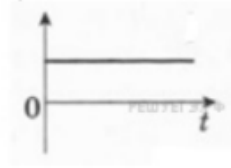
ЕГЭ. ЗАДАНИЯ НА УСТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ.

ГРАФИКИ

А)

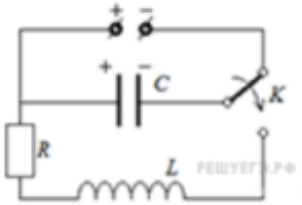


Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) Заряд левой обкладки конденсатора
2) Сила тока в катушке
3) Энергия электрического поля конденсатора
4) Индуктивность катушки



Решение.

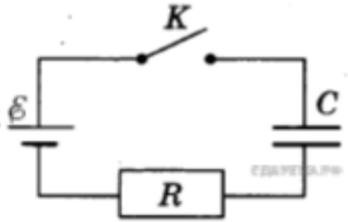
На графике А представлена зависимость от времени физической величины, совершающей затухающие колебания. При этом в момент времени $t = 0$ эта величина равна нулю. Такими характеристиками обладает сила тока в катушке, так как в момент начала колебаний весь заряд сосредоточен на конденсаторе, и ток через катушку еще не течет. Колебания затухают из-за выделения джоулева тепла на сопротивлении. Таким образом, график А соответствует силе тока в катушке (А — 2). На графике Б представлена величина, не меняющаяся со временем. Из предложенных вариантов ответа, подходит только индуктивность катушки. Эта величина является параметром катушки и никак не меняется в ходе колебаний. Следовательно, на графике Б представлена индуктивность катушки (Б — 4).

Ответ: 24

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С ВЫБОРОМ ДВУХ ВЕРНЫХ УТВЕРЖДЕНИЙ.

Пример 1.

Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором R = 20 кОм (см. рисунок). В момент времени t = 0 ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ±1 мкА, представлены в таблице



t, с	0	1	2	3	4	5	6
мкА	300	110	40	15	5	2	1

ва верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

[redacted]

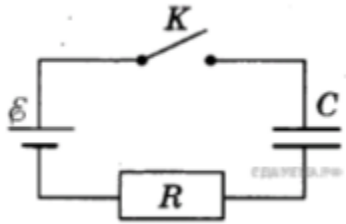
2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
3) ЭДС источника тока составляет 6 В.
4) В момент времени t = 3 с напряжение на резисторе равно 0,6 В.
5) В момент времени t = 3 с напряжение на конденсаторе равно 5,7 В.

???

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С ВЫБОРОМ ДВУХ ВЕРНЫХ УТВЕРЖДЕНИЙ.

Пример 1.

Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором R = 20 кОм (см. рисунок). В момент времени t = 0 ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ±1 мкА, представлены в таблице



t, с	0	1	2	3	4	5	6
I, мкА	300	110	40	15	5	2	1

$$\varepsilon = U_C + U_R$$

$$\varepsilon = \frac{q}{C} + iR$$

Выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

1) [redacted]
2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
3) ЭДС источника тока составляет 6 В.
4) В момент времени t = 3 с напряжение на резисторе равно 0,6 В.
5) В момент времени t = 3 с напряжение на конденсаторе равно 5,7 В.

$$t = 0$$

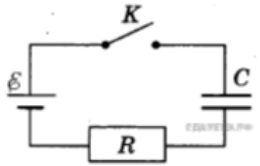
$$q = 0$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С ВЫБОРОМ ДВУХ ВЕРНЫХ УТВЕРЖДЕНИЙ.

$R = 20$ кОм

t, с	0	1	2	3	4	5	6
I, мкА	300	110	40	15	5	2	1



$t = 0 \quad q = 0 \quad \varepsilon = \frac{q}{C} + iR \quad \varepsilon = iR = 300 \cdot 10^{-6}\,A \cdot 20 \cdot 10^{3}\,Ом = 6B$

ите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

з 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.

мент времени t = 3 с напряжение на резисторе равно 0,6 В.

$R = 20$ кОм

t, с	0	1	2	3	4	5	6
I, мкА	300	110	40	15	5	2	1

$t = 3c \quad \varepsilon = U_C + U_R = U_C + iR \quad U_C = \varepsilon - iR = 6B - 15 \cdot 10^{-6}\,A \cdot 20 \cdot 10^{3}\,Ом = 5{,}7B$

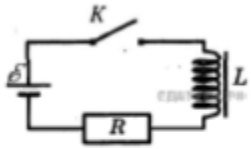
Ответ:

3	5

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С ВЫБОРОМ ДВУХ ВЕРНЫХ УТВЕРЖДЕНИЙ.

Пример 2.

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



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

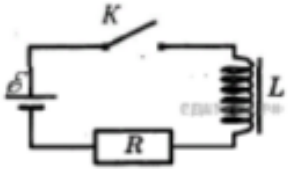
Выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

1) В опыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.
2) Через 6 с после замыкания ключа ток через катушку достиг минимального значения.
3) ЭДС источника тока составляет 18 В.
4) В момент времени $t = 2{,}0$ с ЭДС самоиндукции катушки равно 2,4 В.
5) В момент времени $t = 3{,}0$ с напряжение на резисторе равно 15 В.

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С ВЫБОРОМ ДВУХ ВЕРНЫХ УТВЕРЖДЕНИЙ.

Пример 2.

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



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

Выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

1) В опыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.
2) Через 6 с после замыкания ключа ток через катушку достиг минимального значения.
3) ЭДС источника тока составляет 18 В.
4) В момент времени $t = 2{,}0$ с ЭДС самоиндукции катушки равно 2,4 В.
5) В момент времени $t = 3{,}0$ с напряжение на резисторе равно 15 В.

$$\varepsilon = \varepsilon_{инд} + U_R$$

$$\varepsilon = \frac{L \cdot \Delta I}{\Delta t} + IR$$

$$t \to \infty$$

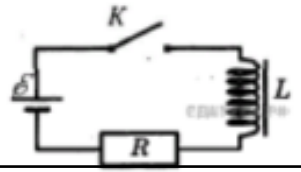
$$\frac{\Delta I}{\Delta t} \to 0 \quad \varepsilon_{инд} = 0$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

ЕГЭ. ЗАДАНИЯ С ВЫБОРОМ ДВУХ ВЕРНЫХ УТВЕРЖДЕНИЙ.

$R = 60$ Ом

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



$$\varepsilon = \varepsilon_{инд} + U_R \qquad \varepsilon = \frac{L \cdot \Delta I}{\Delta t} + IR \qquad t \to \infty \qquad \frac{\Delta I}{\Delta t} \to 0 \qquad \varepsilon = IR = 0{,}3A \cdot 60Ом = 18B$$

рите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

пыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.

рез 6 с после замыкания ключа ток через катушку достиг минимального значения.

5) В момент времени $t = 3{,}0$ с напряжение на резисторе равно 15 В.

$R = 60$ Ом

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

$$\varepsilon_{инд} = \varepsilon - U_R = \varepsilon - iR = 18B - 0{,}26A \cdot 60Ом = 2{,}4B$$

Ответ:

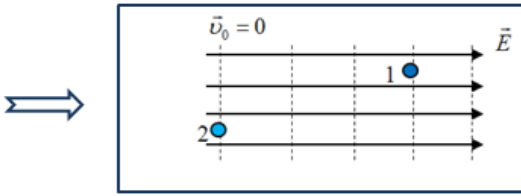
3	4

Пример 1.

Два протона из состояния покоя начинают двигаться в электрическом поле: первый с разностью потенциалов $\Delta\varphi_1 = U$, второй - $\Delta\varphi_2 = 4U$. Движущиеся протоны попадают в однородное магнитное поле, вектор магнитной индукции которого перпендикулярен скорости протонов. Во сколько раз различаются радиусы кривизны $\frac{R_2}{R_1}$ траекторий протонов в магнитном поле?

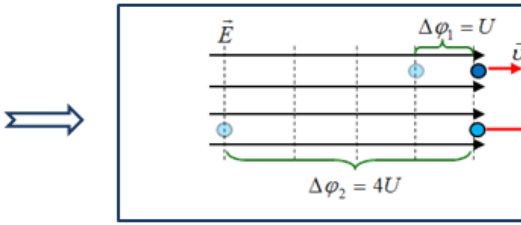
Условие задачи.

Два протона из состояния покоя начинают двигаться в электрическом поле



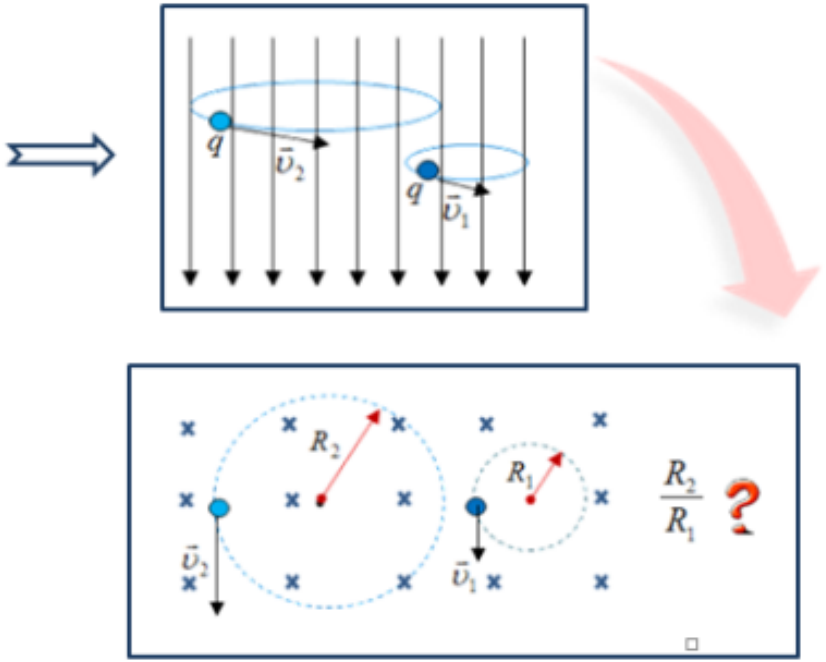
Графическая модель.

Два протона из состояния покоя начинают двигаться в электрическом поле: первый с разностью потенциалов $\Delta\varphi_1 = U$, второй - $\Delta\varphi_2 = 4U$.

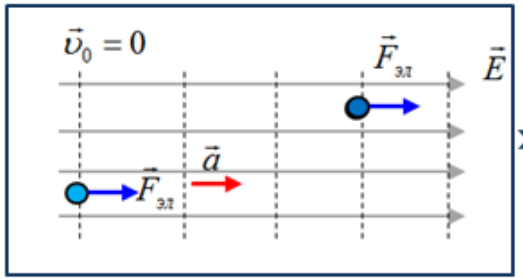


Движущиеся протоны попадают в однородное магнитное поле, вектор магнитной индукции которого перпендикулярен скорости протонов.

Во сколько раз различаются радиусы кривизны траекторий протонов в магнитном поле?



Графическое моделирование



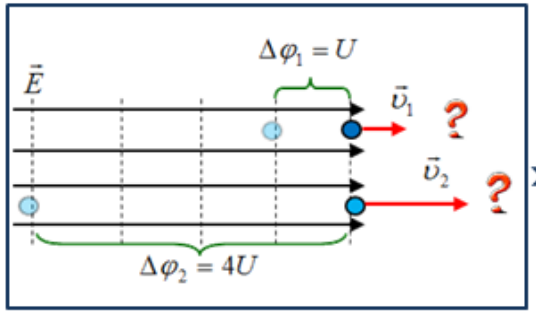
Математическое моделирование

1) Два протона из состояния покоя начинают двигаться в электрическом поле. Работа электрического поля по перемещению зарядов

$$A = \Delta\varphi \cdot q \ (1) \qquad A = \Delta W_{кин} = \frac{m\upsilon^2}{2} \ (2)$$

Приравняем (1) и (2)

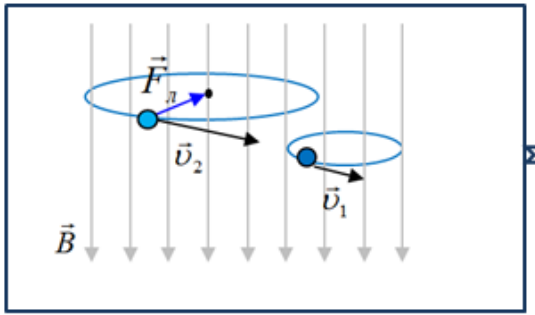
$$\Delta\varphi \cdot q = \frac{m\upsilon^2}{2} \longrightarrow \upsilon = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta\varphi \cdot q}{m}}$$



Для 1 и 2 протона

$$\upsilon_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot U \cdot q}{m}} \qquad \upsilon_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 4U \cdot q}{m}}$$

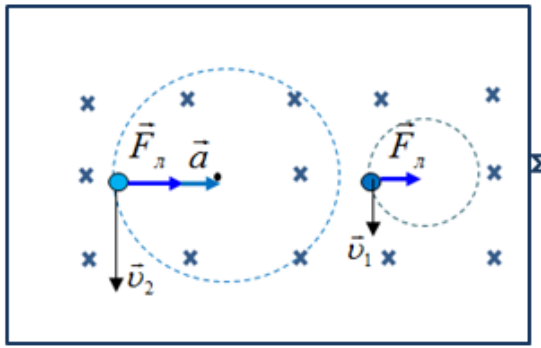
Найдем отношение $\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = 2$



На движущуюся заряженную частицу в магнитном поле действует сила Лоренца $F_л = Bq\upsilon$ (3).

По 2 закону Ньютона $F_л = ma$, где a - центростремительное ускорение

$$F_л = m\frac{\upsilon^2}{R} (4)$$



Приравняем (3) и (4)

$$Bq\upsilon = m\frac{\upsilon^2}{R} \longrightarrow R = \frac{m\upsilon}{Bq} (5)$$

Для 1 и 2-го протона

$$R_1 = \frac{m\upsilon_1}{Bq} \qquad R_2 = \frac{m\upsilon_2}{Bq}$$

Найдем отношение $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{1}{2}$

Ответ: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2}$

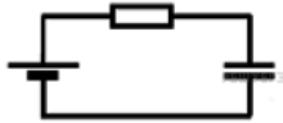
ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

$$W_{эл0} + W_{магн0} + A_{ист} + A_{мех} = W_{эл} + W_{магн} + Q_{Дж} + Q_{изл}$$

было | изменение | стало | выделилось

Пример 1.

Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины раздвинули, совершив при этом работу 90 мкДж против сил притяжения пластин. На какую величину изменилась ёмкость конденсатора, если за время движения пластин на резисторе выделилось количество теплоты 40 мкДж? Потерями на излучение пренебречь.



$$W_{нач} + A_{источ} + A = W_{конеч} + Q$$

$$W_{нач} = \frac{C_1\varepsilon^2}{2} \qquad W_{конеч} = \frac{C_2\varepsilon^2}{2}$$

$$\varepsilon = \frac{A_{ист}}{\Delta q} \rightarrow A_{источ} = \varepsilon \cdot \Delta q$$

$$C_1 = \frac{q_1}{\varepsilon} \rightarrow q_1 = C_1\varepsilon$$

$$A_{источ} = \varepsilon \cdot \Delta q = \varepsilon(q_2 - q_1) = \varepsilon(C_2\varepsilon - C_1\varepsilon)$$

$$A_{источ} = \varepsilon^2\Delta C$$

$$W_{нач} + A_{источ} + A = W_{конеч} + Q$$

$$\frac{C_1\varepsilon^2}{2} + \varepsilon^2(C_2 - C_1) + A = \frac{C_2\varepsilon^2}{2} + Q$$

$$\frac{\varepsilon^2\Delta C}{2} + A = Q \qquad \Delta C = \frac{2(Q - A)}{\varepsilon^2} = -10^{-8}\Phi$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Демидова М.Ю. ЕГЭ. Физика. Типовые экзаменационные материалы: 30 вариантов. - М: Издательство «Национальное образование», 2016.
2. Демидова М.Ю., Грибов В.А. Типичные ошибки учащихся при выполнении заданий КИМ ЕГЭ по физике «МКТ и термодинамика», «Электродинамика». //Научно-методический журнал для учителей физики, астрономии и естествознания «Физика» №1-4 - г. Москва. Издательство «Первое сентября».
3. Панченко М.Н. Открытие смысла физической задачи в процессе чтения // Материалы XIV Международной научно-практической конференции "Новые технологии в образовании" (НТО-14). – г. Таганрог, 27 мая 2013г.
4. Панченко М.Н. Использование графического моделирования при обучении решению физических задач//Научно-методический журнал для учителей физики, астрономии и естествознания «Физика» №12, 2013. - г. Москва. Издательство «Первое сентября».
5. Образовательный портал для подготовки к экзаменам «Решу ЕГЭ» https://phys-ege.sdamgia.ru/

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Панченко Марина Николаевна,
учитель физики МБОУ «Гимназии №36»
методист по физике МКУ информационно-аналитического центра образования г. Ростова-на-Дону.
(u-235_u-238@mail.ru)