

**Единый государственный экзамен
по ФИЗИКЕ**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см.

3	7	,	5
---	---	---	---

 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

А	Б
4	1

7	4	1
---	---	---

 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: вправо

13	В	П	Р	А	В	О
----	---	---	---	---	---	---

 Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённым ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A
38	94

3	8	9	4
---	---	---	---

 Ответ: (14 ± 0,2) н.

1	,	4	0	,	2
---	---	---	---	---	---

 Бланк

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелиевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 записан под правильным номером.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санци	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi=3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$



Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Дж
1 астрономическая единица	1 а.е. = 150000000 км
1 световой год	1 св. год = 9,46·10 ¹⁵ м
1 парсек	1 пк = 3,26 св. года
Масса частиц	
электрона	9,1 · 10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5 · 10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Астрономические величины	
средний радиус Земли	R _З = 6370 км
радиус Солнца	R _С = 6,96 · 10 ⁸ м
температура поверхности Солнца	T = 6000 К

Плотность	
подсолнечного масла 900 кг/м ³	
воды 1000 кг/м ³	алюминия 2700 кг/м ³
древесины (сосна) 400 кг/м ³	железа 7800 кг/м ³
керосина 800 кг/м ³	ртути 13600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость	
воды 4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия 900 Дж/(кг·К)
льда 2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди 380 Дж/(кг·К)
железа 460 Дж/(кг·К)	чугуна 800 Дж/(кг·К)
свинца 130 Дж/(кг·К)	
Удельная теплота	
парообразования воды 2,3 · 10 ⁶ Дж/кг	
плавления свинца 2,5 · 10 ⁴ Дж/кг	
плавления льда 3,3 · 10 ⁵ Дж/кг	

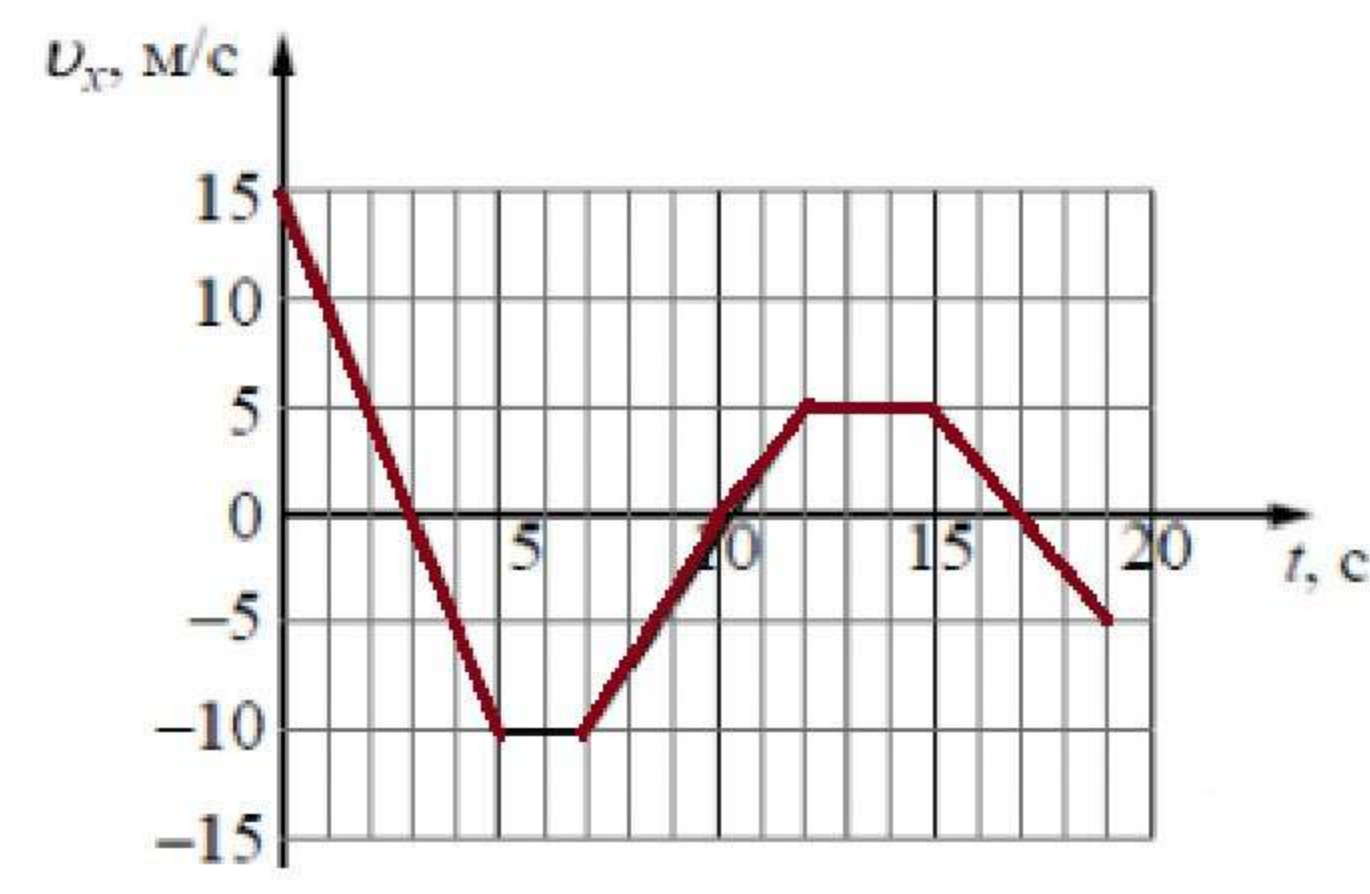
Нормальные условия: давление – 10⁵ Па, температура – 0 °С

Молярная масса			
азота	28· 10 ⁻³ кг/моль	гелия	4·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40· 10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29· 10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
воды	18·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр, или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке приведен график зависимости скорости тела от времени. Определите проекцию перемещения тела от 7 до 12 с.



Ответ: _____ м.

2 На горизонтальном полу стоит ящик массой 5 кг. Коэффициент трения между полом и ящиком равен 0,2. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 9 Н. Определите силу трения между ящиком и полом.

Ответ: _____ Н.

3 Какова энергия упругой деформации сжатой на 7 см пружины, если её жёсткость равна 4000 Н/м?

Ответ: _____ Дж.

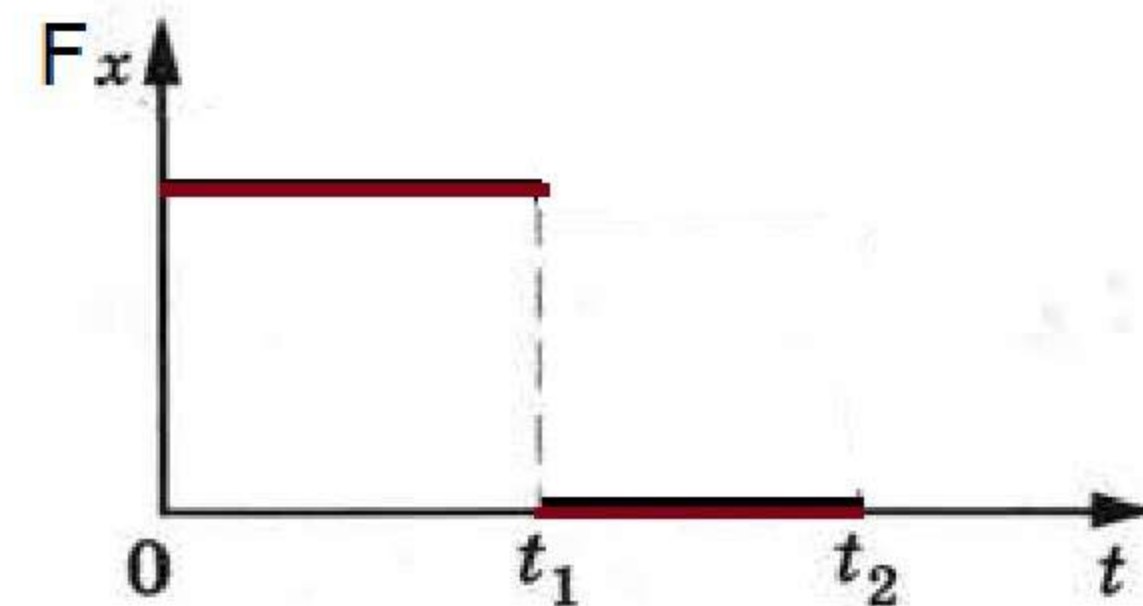
4 Деревянный кубик имеет ребро длиной 3 см. Определите архимедову силу, действующую на кубик, при его полном погружении в воду.

Ответ: _____ Н

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 201005



5 Тело движется вдоль прямой. В некоторый момент на него начинает действовать сила, график зависимости проекции которой изображен на графике. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, соответствующих данным графика.



- 1) В интервале от 0 до t_1 тело не двигалось.
- 2) В интервале от 0 до t_1 тело двигалось равномерно.
- 3) В интервале от 0 до t_1 тело двигалось равноускорено.
- 4) В интервале от t_1 до t_2 тело не двигалось.
- 5) В интервале от t_1 до t_2 тело двигалось равномерно.

Ответ:

--	--

6 Миша бросил медный шарик вверх под углом к горизонту. Определите как меняются по мере приближения к максимальной точке подъема модуль ускорения шарика и горизонтальная составляющая его скорости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

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

Модуль ускорения шарика	Горизонтальная составляющая скорости шарика

7 Шайба массой m съезжает без трения из состояния покоя с вершины горки. Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки потенциальная энергия шайбы равна нулю, а модуль ее импульса равен p . Чему равны высота горки и потенциальная энергия шайбы на ее вершине?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Высота горки
- Б) Потенциальная энергия шайбы на вершине горки

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{p^2}{2m^2g}$
- 2) $\frac{p^2}{2mg}$
- 3) $\frac{p^2}{2m}$
- 4) $\frac{mp^2}{2g}$

Ответ:

А	Б

8 В сосуде неизменного объема находится разреженный газ в количестве 4 моль. Во сколько раз нужно увеличить абсолютную температуру газа, чтобы после удаления из сосуда 3 моль газа, давление осталось неизменным?

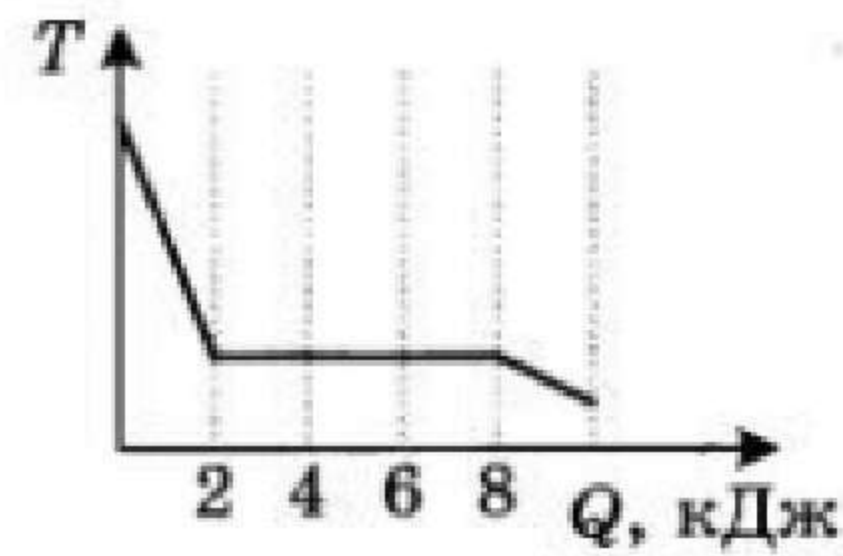
Ответ: в _____ раз (а).

9 В процессе эксперимента газ получил от нагревателя количество теплоты равное 3 кДж, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 5 кДж. Чему равна работа газа в данном эксперименте?

Ответ: _____ кДж.

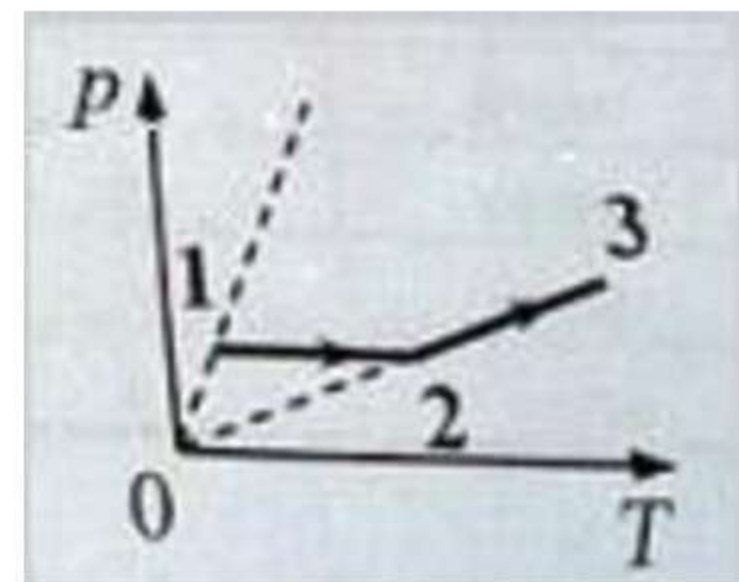


- 10** На рисунке представлена зависимость изменения температуры тела массой 0,5 кг, находящегося в жидком состоянии вещества в начальный момент наблюдения. Определите удельную теплоту плавления тела.



Ответ: _____ Дж/кг.

- 11** Идеальный газ перевели из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления p газа от температуры T . Количество вещества газа при этом не менялось.



Выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения, которые можно сделать анализируя данный график:

- 1) В процессе 2-3 газ отдавал положительное количество теплоты.
- 2) В процессе 1-2 объем газа уменьшался.
- 3) В процессе 2-3 внутренняя энергия газа уменьшилась.
- 4) Работа газа в процессе 1-2 больше работы газа в процессе 2-3.
- 5) Концентрация газа в процессе 2-3 не менялась.

Ответ:

--	--

- 12** Объем сосуда с идеальным газом уменьшили втрое, выпустив половину газа и уменьшив температуру в два раза. Как изменились в результате этого давление газа и его концентрация.

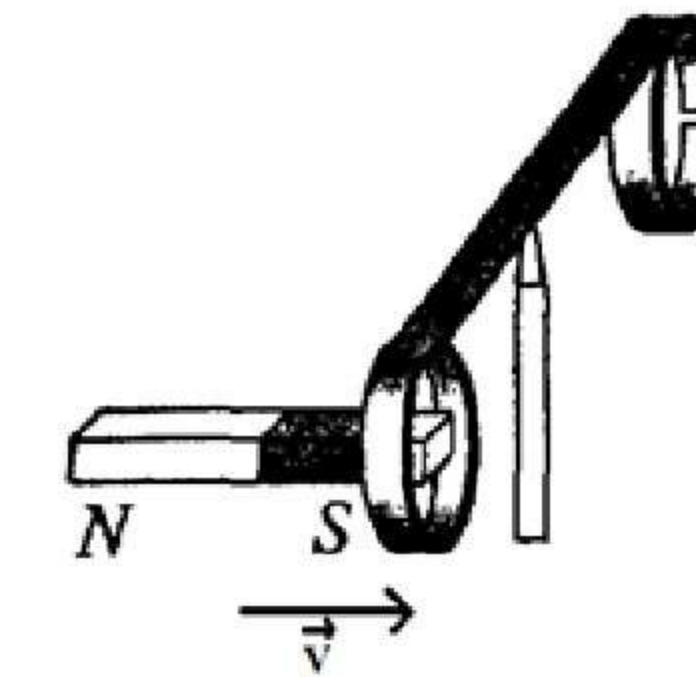
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

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

Давление газа	Концентрация газа

- 13** На рисунке изображен момент демонстрационного эксперимента по проверке правила Ленца. Куда будет направлено магнитное поле, созданное индукционным током в кольце, при внесении в кольцо магнита южным полюсом?

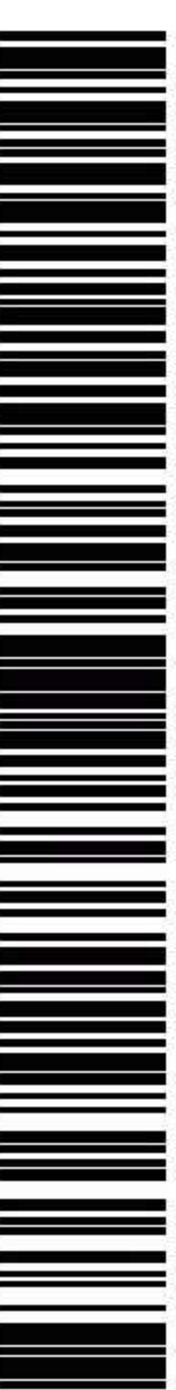


Ответ запишите словом (словами): **вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.**

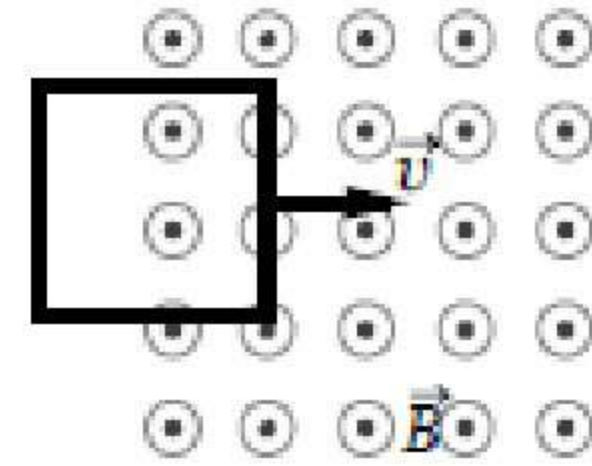
Ответ: _____.

- 14** Какова разность потенциалов между точками поля, если при перемещении заряда 12 мкКл из одной точки в другую поле совершает работу 0,36 мДж?

Ответ: _____ В.



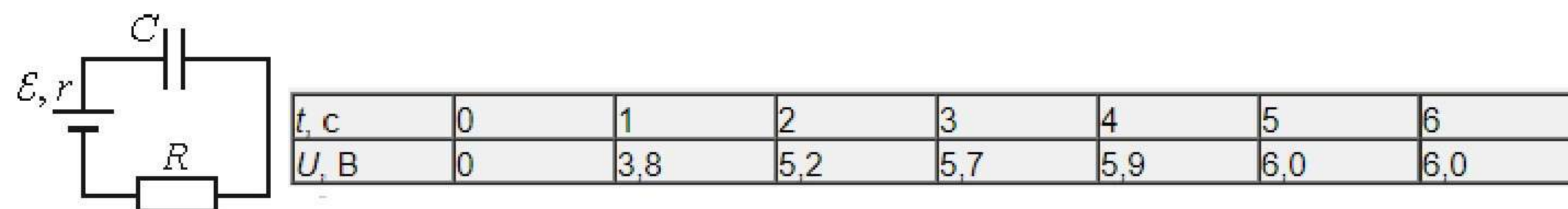
- 15 В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Квадратная металлическая рамка движется через границу этой области с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно вектору магнитной индукции \vec{B} . ЭДС индукции, генерируемая при этом в рамке, равна $\varepsilon = 1,5\text{ В}$.



Какой станет ЭДС, если рамка будет двигаться со скоростью $v/4$?

Ответ: _____ В.

- 16 В момент времени $t = 0$ незаряженный конденсатор подключают к источнику тока последовательно с резистором $R = 20\text{ кОм}$ (см. рисунок). Значения напряжения между обкладками конденсатора, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $0,1\text{ В}$, представлены в таблице. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

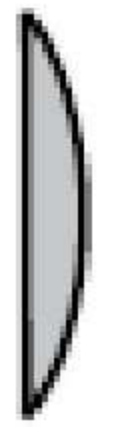


- 1) Падение напряжения на резисторе максимально в момент времени $t = 7\text{ с}$.
- 2) Сила тока в цепи минимальна в момент времени $t = 0\text{ с}$.
- 3) Сила тока в цепи в момент времени $t = 2\text{ с}$ равна 40 мкА .
- 4) ЭДС источника тока равна 6 В .
- 5) Падение напряжения на резисторе в момент времени $t = 2\text{ с}$ равно $5,2\text{ В}$.

Ответ:

--	--

- 17 Стеклолинзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{воды}} = 1,33$). Как изменились при этом фокусное расстояние и оптическая сила линзы?



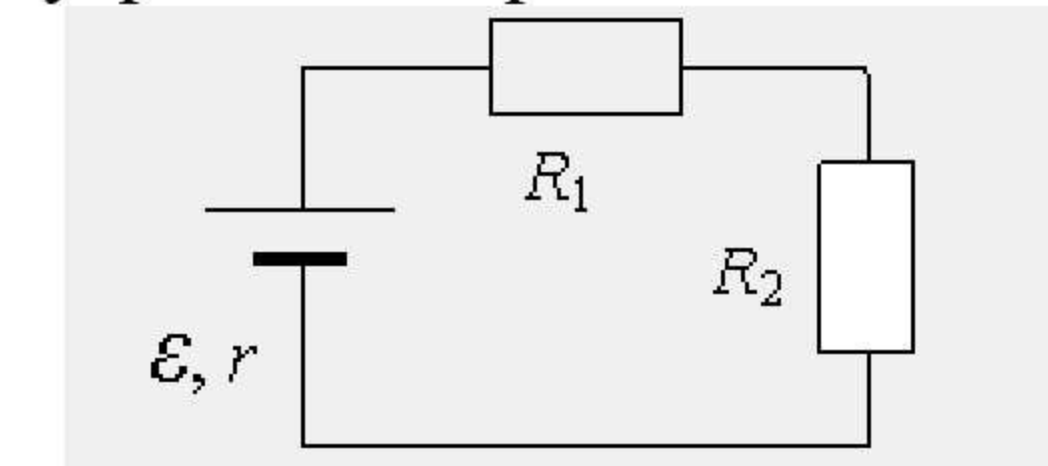
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Фокусное расстояние	Оптическая сила линзы

- 18 Два резистора подключены к источнику тока с ЭДС ε (см. рисунок). Сопротивление первого резистора равно R_1 , напряжение на нём равно U_1 . Напряжение на втором резисторе равно U_2 . Чему равны сопротивление второго резистора и внутреннее сопротивление источника тока?



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

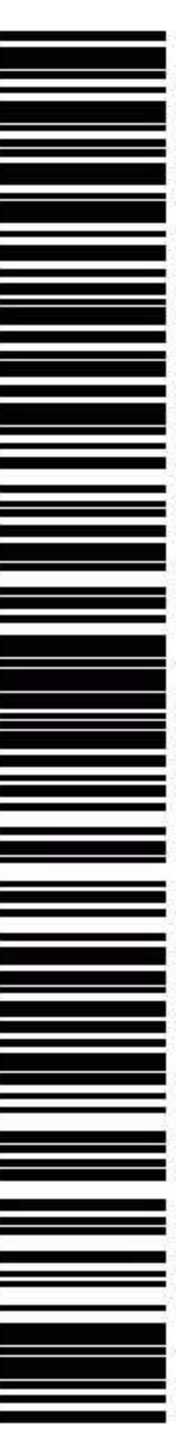
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

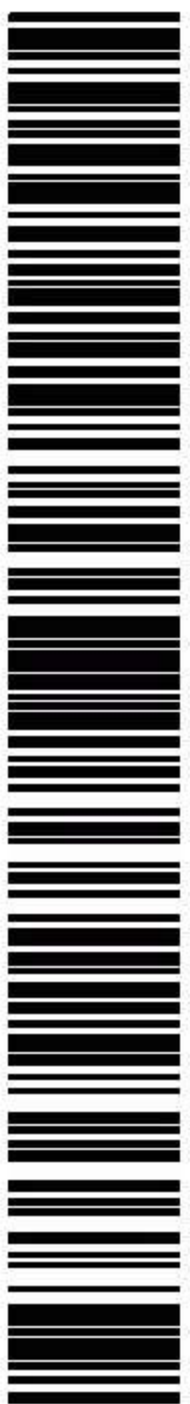
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) Сопротивление резистора R_2
- Б) Внутреннее сопротивление r источника тока

- 1) $R_1 \cdot \frac{U_1}{U_2}$
- 2) $R_1 \cdot \frac{U_2}{U_1}$





$$3) R_1 \cdot \frac{\varepsilon - U_1 - U_2}{U_2}$$

$$4) R_1 \cdot \frac{\varepsilon - U_1 - U_2}{U_1}$$

Ответ:

А	Б

19 Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией ${}_0^1n + {}_{92}^{235}U \rightarrow {}_Z^A X + {}_{56}^{139}Ba + 3{}_0^1n + 7\gamma$. При этом образовалось ядро химического элемента ${}_Z^A X$. Определите Z зарядовое и A массовое число образовавшегося химического элемента.

Зарядовое число	Массовое число

20 Период полураспада некоторого радиоактивного изотопа равен 1 месяцу. За какое время число ядер этого изотопа уменьшится в 32 раза?

Ответ: _____ мес.

21 Большое количество N радиоактивных ядер ${}_{80}^{203}Hg$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}_{81}^{203}Tl$. Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 139,8 суток, а дочерних появится за 93,2 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между величинами и их значениями.

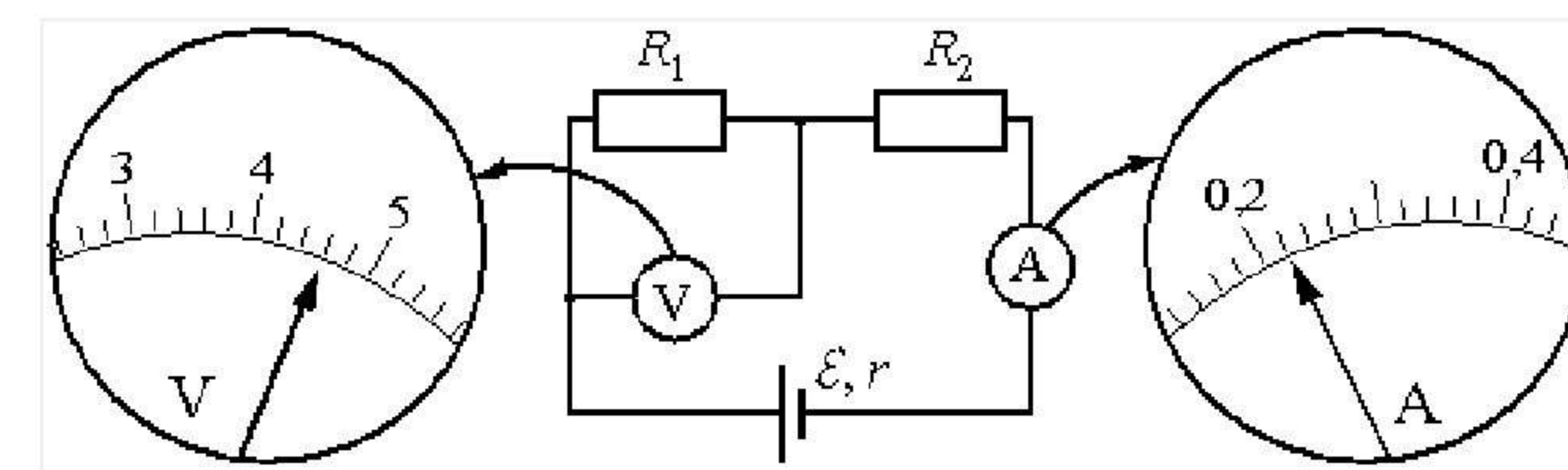
К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ЗНАЧЕНИЯ
А) количество ядер ${}_{80}^{203}Hg$ через 139,8 суток	1) $N/8$
Б) количество ядер ${}_{81}^{203}Tl$ через 93,2 суток	2) $N/4$
	3) $3N/4$
	4) $7N/8$

Ответ:

А	Б

22 Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки, двух резисторов, амперметра и вольтметра. После этого он провёл измерения напряжения на одном из резисторов и силы тока в цепи. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на источнике равны половине цены деления шкал приборов. Чему равно, по результатам этих измерений, напряжение на сопротивлении R_1 ?



Ответ: (_____ ± _____) Ом.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 Ученик изучает свойства маятников. В его распоряжении имеются несколько маятников, закреплённых на нити. Какие два маятника нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины?

№ маятника	Длина маятника	Объём шарика	сплошного	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³		сталь
2	1,5 м	5 см ³		сталь
3	2,0 м	5 см ³		алюминий
4	1,0 м	8 см ³		алюминий
5	1,0 м	8 см ³		сталь

В ответ запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

--	--

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а.е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	0,6'	3,01
Венера	0,72	12 104	177°22'	7,33
Земля	1,00	12 756	23°27'	7,91
Марс	1,52	6794	25°11'	3,55
Юпитер	5,20	142 984	3°08'	42,1
Сатурн	9,58	120 536	26°44'	25,1
Уран	19,19	51 118	97°46'	15,1
Нептун	30,02	49 528	28°19'	16,8

Выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) На Марсе не может наблюдаться смена времён года.
- 2) Ускорение свободного падения на Нептуне составляет около 11,4 м/с².
- 3) Объём Марса примерно в 2 раза меньше объёма Венеры.
- 4) Вторая космическая скорость для Меркурия составляет примерно 4,3 км/с.
- 5) Орбита Венеры находится на расстоянии примерно 108 млн км от Солнца.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 В лимонад массой 200 г и температурой 30 °С бросают 4 кубика тающего льда одинаковой массы, при этом установилась температура 12°С. Найдите массу одного кубика. Ответ округлите до десятых долей

Ответ: _____ г.

26 Прямолинейный проводник подвешен горизонтально на двух нитях в однородном магнитном поле с индукцией 10 мТл. Вектор магнитной индукции горизонтален и перпендикулярен проводнику. Во сколько раз изменится сила натяжения нитей при изменении направления тока на противоположное? Масса единицы длины проводника 0,01 кг/м, сила тока в проводнике 5 А.

Ответ: в _____ раз (а).



Для записи ответов на задания 27–32 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27

Кагушка, обладающая индуктивностью L , соединена с источником питания с ЭДС \mathcal{E} и двумя одинаковыми резисторами R . Электрическая схема соединения показана на рис. 1. В начальный момент ключ в цепи разомкнут.

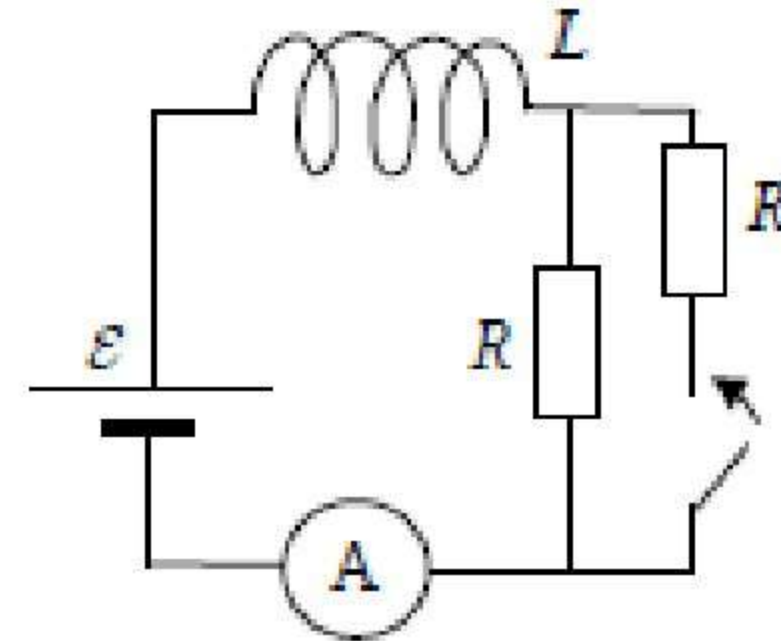


Рис. 1

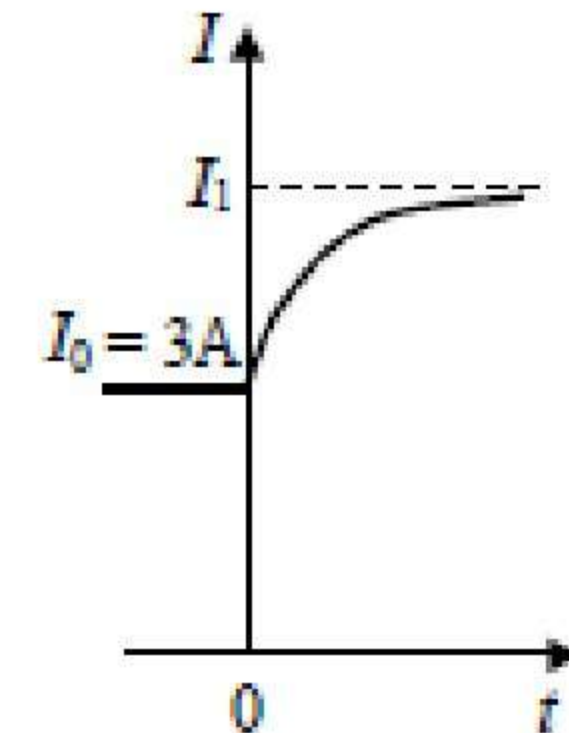


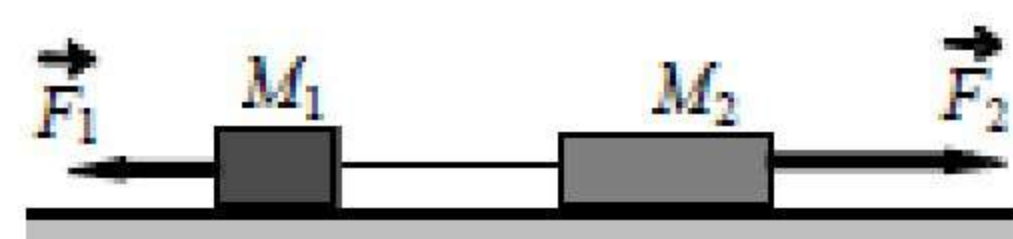
Рис. 2

ключ замыкают, что приводит к изменениям силы переметром, как показано на рис. 2. Основываясь на законах, объясните, почему при замыкании ключа ивается до некоторого нового значения – I_1 . пы тока I_1 . Внутренним сопротивлением источника

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

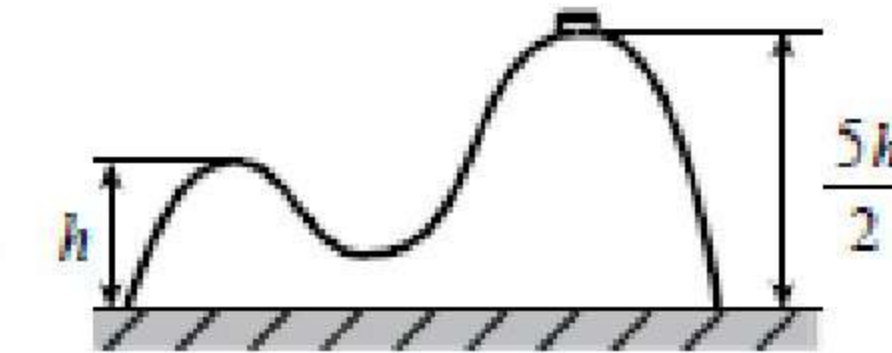
28

Два груза массами соответственно $M_1 = 1$ кг и $M_2 = 2$ кг, лежащие на гладкой горизонтальной поверхности, связаны невесомой и нерастяжимой нитью. На грузы действуют силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , как показано на рисунке. Сила натяжения нити $T = 15$ Н. Каков модуль силы F_1 , если $F_2 = 21$ Н?



29

На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится горка с двумя вершинами, высоты которых h и $2,5h$ (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причём шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Скорость шайбы на левой вершине горки оказалась равной v . Найдите отношение масс шайбы и горки.



30

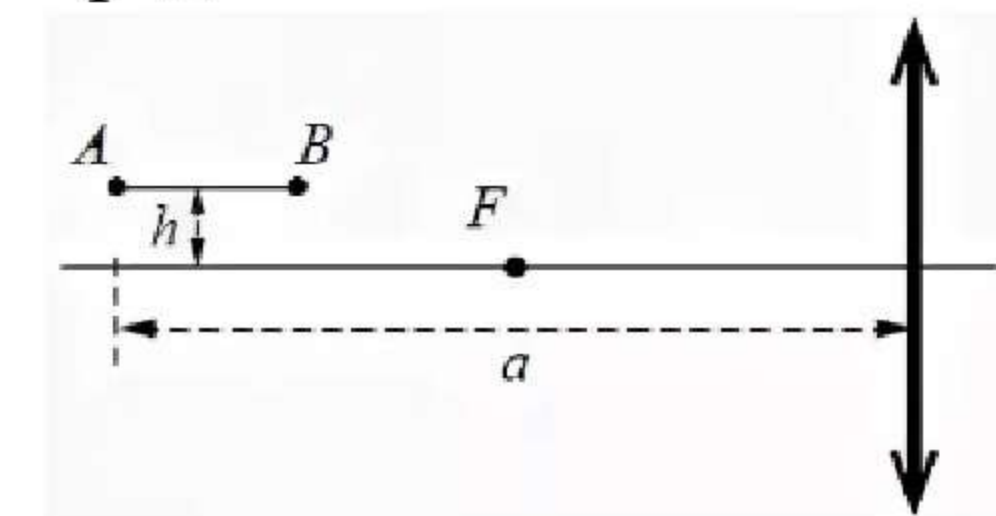
Сосуд объёмом $V = 10$ л содержит гелий количеством вещества 5 моль при температуре 17°C . Если гелию сообщить количество теплоты $Q = 3$ кДж, то сосуд лопнет. Какую максимальную разность давлений внутри сосуда и снаружи него он выдерживает? Внешнее атмосферное давление равно нормальному атмосферному давлению.

31

Замкнутый контур площадью S из тонкой проволоки помещён в магнитное поле. Плоскость контура перпендикулярна вектору магнитной индукции поля. В контуре возникают колебания тока с амплитудой $I_{\text{max}} = 35$ мА, если магнитная индукция поля меняется с течением времени в соответствии с формулой $B = a \cdot \cos(bt)$, где $a = 6 \cdot 10^{-3}$ Тл, $b = 3500$ с $^{-1}$. Электрическое сопротивление контура $R = 1,2$ Ом. Чему равна площадь контура?

32

Тонкая палочка AB длиной 10 см расположена параллельно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $h = 15$ см от оси. Конец A расположен на расстоянии 50 см от линзы. Фокусное расстояние линзы $F = 20$ см. Определите длину изображения, постройте изображение предмета в линзе.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

