

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

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	санти	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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$		
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$		
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$		
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$		
Масса частиц			
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$		
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$		
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$		
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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$		
Удельная теплоёмкость			
алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
медь	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
Удельная теплота			
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$		
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$		
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$		
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$			
Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

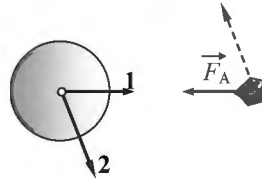
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 Мальчик съезжает на санках равноускоренно со снежной горки. Скорость санок в конце спуска 10 м/с. Ускорение равно 1 м/с², начальная скорость равна нулю. Длина горки равна

- 1) 75 м 2) 50 м 3) 25 м 4) 100 м

A2 Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке пунктирной стрелкой. Вектор \vec{F}_A показывает силу притяжения астероида Землёй. Известно, что масса Земли в 10^5 раз больше массы астероида. Вдоль какой стрелки (1 или 2) направлена и чему равна по модулю сила, действующая на Землю со стороны астероида?

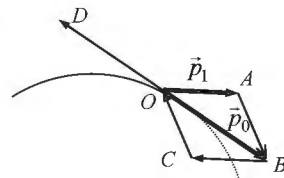


- 1) вдоль стрелки 1, равна F_A
 2) вдоль стрелки 1, равна $10^5 F_A$
 3) вдоль стрелки 2, равна $10^{-5} F_A$
 4) вдоль стрелки 2, равна F_A

A3 Деревянный брусок, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы \vec{F} по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_1 . Какова масса бруска, если коэффициент трения бруска об опору равен μ ?

- 1) $\frac{F}{3\mu g}$ 2) $\frac{F}{6\mu g}$ 3) $\frac{F}{\mu g}$ 4) $\frac{6F}{\mu g}$

A4 Снаряд, имеющий в точке O траектории импульс \vec{p}_0 , разорвался на два осколка. Один из осколков имеет импульс \vec{p}_1 . Импульс второго осколка изображается вектором

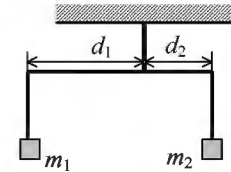


- 1) \vec{BC} 2) \vec{AB} 3) \vec{OD} 4) \vec{CO}

A5 Скорость груза массой 0,2 кг равна 1 м/с. Кинетическая энергия груза равна

1) 0,1 Дж 2) 0,5 Дж 3) 0,3 Дж 4) 0,2 Дж

A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_1 , чтобы после увеличения массы первого тела в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



- 1) увеличить в 6 раз
 2) уменьшить в 6 раз
 3) уменьшить в 3 раза
 4) увеличить в 3 раза

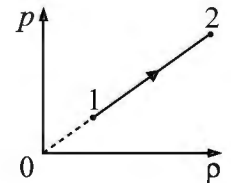
A7 В ходе эксперимента давление разреженного газа в сосуде снизилось в 5 раз, а средняя энергия теплового движения его молекул увеличилась в 2 раза. Значит, концентрация молекул газа в сосуде

- 1) увеличилась в 2 раза
 2) увеличилась в 10 раз
 3) уменьшилась в $\frac{5}{2}$ раза
 4) уменьшилась в 10 раз

A8 При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление газа пропорционально его плотности. Масса газа в процессе остаётся постоянной. Утверждается, что в этом процессе

А. происходит изотермическое сжатие газа.
Б. концентрация молекул газа увеличивается.

Из этих утверждений



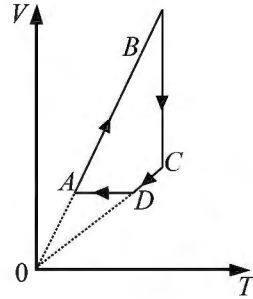
- 1) верно только А
 2) верно только Б
 3) оба утверждения верны
 4) оба утверждения неверны

A9 При кристаллизации вода переходит из жидкого состояния в кристаллическое. При этом переходе

- 1) уменьшается и температура, и внутренняя энергия
- 2) уменьшается температура, не изменяется внутренняя энергия
- 3) уменьшается внутренняя энергия, не изменяется температура
- 4) уменьшается температура, возрастает внутренняя энергия

A10 На рисунке приведён цикл, осуществляемый с идеальным газом. Работа **не совершается** на участке

- 1) AB
- 2) BC
- 3) CD
- 4) DA



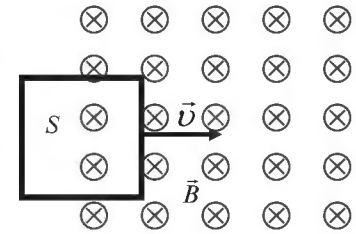
A11 Как изменится ускорение заряженной пылинки, движущейся в электрическом поле, если её заряд увеличить в 2 раза, а напряжённость поля уменьшить в 2 раза? Силу тяжести не учитывать.

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) не изменится
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

A12 Комната освещается люстрой из четырёх одинаковых параллельно включённых лампочек. Расход электроэнергии за час равен Q . Каким будет расход электроэнергии в час, если в квартире включить ещё четыре таких же параллельно соединённых лампочки?

- 1) $4Q$
- 2) Q
- 3) $\frac{1}{2}Q$
- 4) $2Q$

A13 В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Квадратная металлическая рамка площади S 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 \mathcal{E} . Какой станет ЭДС, если так же будет двигаться квадратная рамка площади $4S$, изготовленная из того же материала?

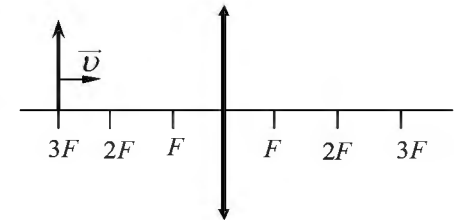


- 1) $\frac{\mathcal{E}}{4}$
- 2) $\frac{\mathcal{E}}{2}$
- 3) $2\mathcal{E}$
- 4) $3\mathcal{E}$

A14 Выберите среди электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, те у которых длина волны минимальна.

- 1) инфракрасное излучение
- 2) рентгеновское излучение
- 3) ультрафиолетовое излучение
- 4) видимый свет

A15 Предмет, расположенный на тройном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к фокальной плоскости (см. рисунок). Его изображение при этом



- 1) перемещается от положения на расстоянии $1,5F$ от линзы в бесконечность
- 2) не движется
- 3) перемещается от положения на расстоянии $1,5F$ от линзы к двойному фокусу
- 4) приближается вплотную к линзе

- A16** Дисперсией света объясняется
 А. фиолетовый цвет обложки книги.
 Б. фиолетовый цвет белого листа из тетради, если его рассматривать через цветное стекло.

Верно(-ы) утверждение(-я):

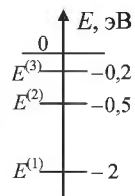
- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

- A17** Какое представление о строении атома верно?
 Большая часть массы атома сосредоточена

- 1) в ядре, заряд ядра отрицателен
- 2) в электронах, заряд электронов отрицателен
- 3) в ядре, заряд электронов положителен
- 4) в ядре, заряд электронов отрицателен

- A18** Схема низших энергетических уровней атомов разреженного атомарного газа имеет вид, изображённый на рисунке. В начальный момент времени атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Согласно постулатам Бора данный газ может излучать фотоны с энергией

- 1) 0,3 эВ, 0,5 эВ и 1,5 эВ
- 2) только 1,5 эВ
- 3) любой в пределах от 0 до 0,5 эВ
- 4) только 0,3 эВ



- A19** Период полураспада ядер изотопа неона $^{25}_{10}\text{Ne}$ составляет 1,2 с. Это означает, что в препарате $^{25}_{10}\text{Ne}$ начальной массой 1 г

- 1) каждое ядро $^{25}_{10}\text{Ne}$ наполовину распадётся за 1,2 с
- 2) примерно половина изначально имевшихся ядер $^{25}_{10}\text{Ne}$ распадается за 1,2 с
- 3) все изначально имеющиеся ядра изотопа неона $^{25}_{10}\text{Ne}$ распадаются за 2,4 с
- 4) для полного распада каждого ядра $^{25}_{10}\text{Ne}$ требуется 1,2 с

- A20** Учитель продемонстрировал опыт по наблюдению напряжения, возникающего в катушке при пролёте через неё магнита (рис. 1). Напряжение с катушки поступало в компьютерную измерительную систему и отображалось на мониторе (рис. 2).

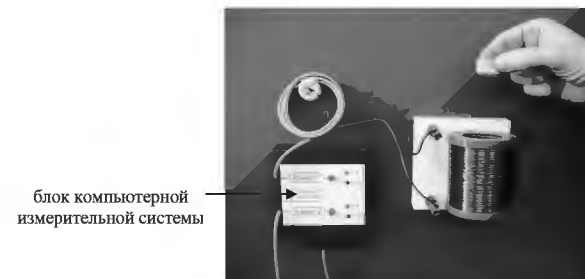


Рис. 1

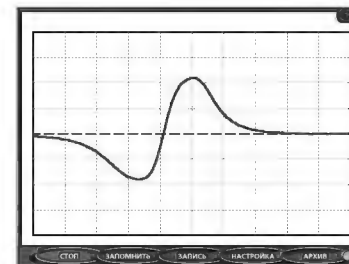


Рис. 2

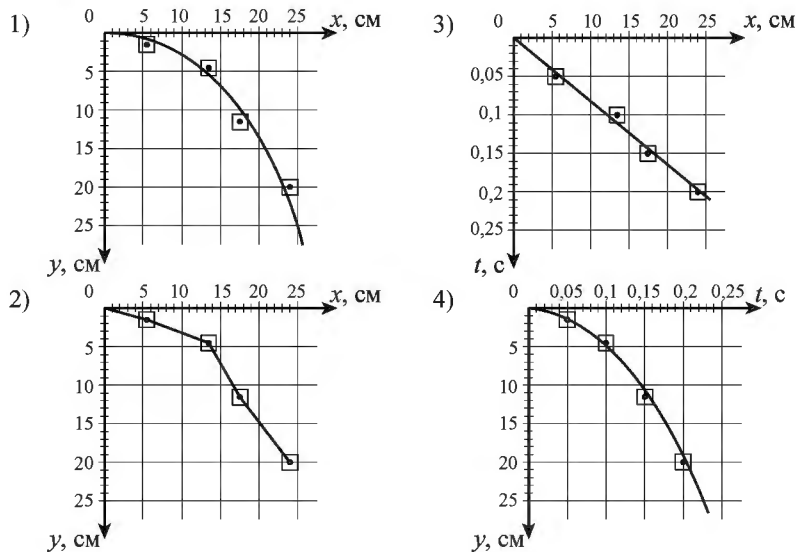
Что исследовалось в опыте?

- 1) зависимость ЭДС самоиндукции поля от изменения направления электрического тока
- 2) зависимость силы Ампера от силы тока
- 3) возникновение магнитного поля при изменении электрического поля
- 4) зависимость направления индукционного тока от изменения магнитного потока

A21 Ученик исследовал движение шарика, сброшенного горизонтально со стола. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения и заполнил таблицу:

$t, \text{ с}$	0	0,05	0,10	0,15	0,20
$x, \text{ см}$	0	5,5	13,5	17,5	24
$y, \text{ см}$	0	1,5	4,5	11,5	20

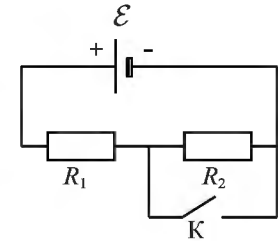
Погрешность измерения координат равна 1 см, а промежутков времени – 0,01 с. На каком из графиков верно представлена наиболее вероятная траектория движения шарика?



Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1 На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} и два резистора: R_1 и R_2 . Если ключ К замкнуть, то как изменятся следующие три величины: сила тока через резистор R_1 ; напряжение на резисторе R_2 ; суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. 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.

Сила тока через резистор R_1	Напряжение на резисторе R_2	Суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи

B2 В результате торможения в верхних слоях атмосферы высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника, его центростремительное ускорение и период обращения?

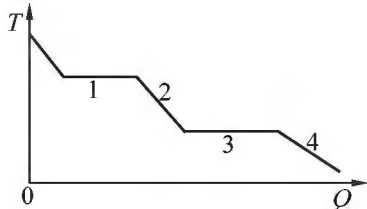
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Скорость	Ускорение	Период обращения

В3 На рисунке показан график изменения температуры T вещества при постоянном давлении по мере выделения им количества теплоты Q . В начальный момент времени вещество находилось в газообразном состоянии. Какие участки графика соответствуют конденсации пара и остыванию вещества в твёрдом состоянии? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- | | |
|--------------------------------|-----------------|
| ПРОЦЕССЫ | УЧАСТКИ ГРАФИКА |
| А) конденсация пара | 1) 1 |
| Б) остывание твёрдого вещества | 2) 2 |
| | 3) 3 |
| | 4) 4 |

Ответ:

А	Б

В4 Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν – частота фотона, c – скорость света в вакууме, h – постоянная Планка). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
| А) длина волны фотона | 1) $\frac{h\nu}{c}$ |
| Б) импульс фотона | 2) hc |
| | 3) $\frac{c}{\nu}$ |
| | 4) $c\nu$ |

Ответ:

А	Б

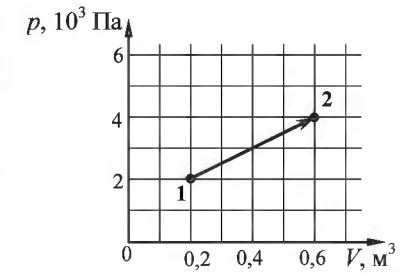
Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Горизонтально расположенная невесомая пружина с жёсткостью $k = 1000$ Н/м находится в недеформированном состоянии. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину, и отпускают. На какую длину Δx была сжата пружина, если после отпускания бруска его скорость достигла величины $v = 1$ м/с? Трение не учитывать.

- 1) 1 см 2) 2 см 3) 3 см 4) 4 см

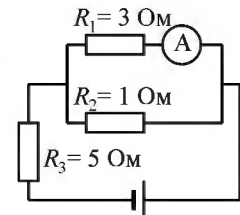
A23 Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде под поршнем повысилась в 2 раза, и он перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Поршень прилегал к стенкам сосуда неплотно, и сквозь зазор между ним мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$



числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A24 В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 1 Ом.



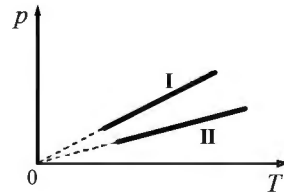
- 1) 29 В
2) 27 В
3) 23 В
4) 25 В

- A25** Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение масс $\frac{m_1}{m_2}$ этих частиц, если отношение периодов обращения этих частиц $\frac{T_1}{T_2} = 0,5$.

- 1) 1 2) 2 3) 0,5 4) 0,25

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- C1** Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объёма. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

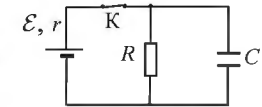


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- C2** Снаряд массой $2m$ разрывается в полёте на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1 , а модуль скорости второго осколка равен v_2 . Найдите ΔE .

- C3** Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты $Q = 1247$ Дж?

- C4** В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 12$ В, ёмкость конденсатора $C = 0,2$ мкФ. Отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $k = \frac{r}{R} = 0,2$. Найдите количество теплоты,



которое выделится на резисторе после размыкания ключа К в результате разряда конденсатора.

- C5** Объективы современных фотоаппаратов имеют переменное фокусное расстояние. При изменении фокусного расстояния «наводка на резкость» не сбивается. Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более $0,05$ мм. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от плёнки, то резкими считаются не только бесконечно удалённые предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оказалось, что это расстояние равно 5 м, если фокусное расстояние объектива 50 мм. Как изменится это расстояние, если, не меняя «относительного отверстия» изменить фокусное расстояние объектива до 25 мм? («Относительное отверстие» – это отношение фокусного расстояния к диаметру входного отверстия объектива.) При расчётах считать объектив тонкой линзой. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

- C6** Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{кр} = 300$ нм. Чему равна максимально возможная кинетическая энергия фотоэлектрона?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

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	санти	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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$		
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$		
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$		
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$		
Масса частиц			
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$		
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$		
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$		
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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$		
Удельная теплоёмкость			
алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
медь	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
Удельная теплота			
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$		
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$		
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$		
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$			
Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

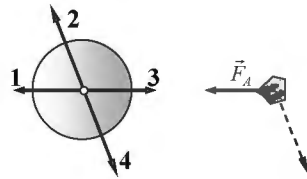
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 Автомобиль трогается с места и движется с постоянным ускорением 5 м/с^2 . Какой путь прошёл автомобиль, если его скорость в конце пути оказалась равной 15 м/с ?

- 1) 45 м 2) 10,5 м 3) 22,5 м 4) 33 м

A2 Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке пунктирной стрелкой. Вектор \vec{F}_A показывает силу притяжения астероида Землёй. Вдоль какой стрелки (1, 2, 3 или 4) направлена сила, действующая на Землю со стороны астероида?

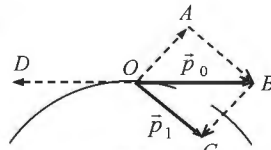


- 1) вдоль стрелки 1
2) вдоль стрелки 2
3) вдоль стрелки 3
4) вдоль стрелки 4

A3 Деревянный брусок массой m , площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы \vec{F} по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_3 . Каков коэффициент трения бруска об опору?

- 1) $\frac{F}{mg}$ 2) $\frac{6F}{mg}$ 3) $\frac{2F}{mg}$ 4) $\frac{3F}{mg}$

A4 Снаряд, имеющий в точке O траектории импульс \vec{p}_0 , разорвался на два осколка. Один из осколков имеет импульс \vec{p}_1 . Импульс второго осколка изображается вектором

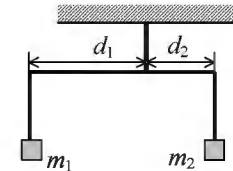


- 1) \vec{BC} 2) \vec{AB} 3) \vec{OA} 4) \vec{OD}

A5 Самосвал массой m_0 при движении на пути к карьере имеет кинетическую энергию $2,5 \cdot 10^5 \text{ Дж}$. Какова его кинетическая энергия после загрузки, если он двигался с прежней скоростью, а масса его увеличилась в 2 раза?

- 1) 10^6 Дж
2) $2,5 \cdot 10^5 \text{ Дж}$
3) $5 \cdot 10^5 \text{ Дж}$
4) $1,25 \cdot 10^5 \text{ Дж}$

A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Массу первого тела уменьшили в 2 раза. Как нужно изменить плечо d_2 , чтобы равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

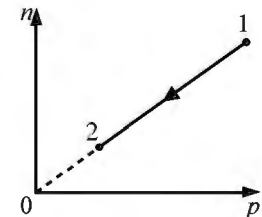


- 1) увеличить в 4 раза
2) уменьшить в 4 раза
3) увеличить в 2 раза
4) уменьшить в 2 раза

A7 Концентрацию молекул разреженного одноатомного газа уменьшили в 5 раз. Давление газа при этом возросло в 2 раза. Следовательно, средняя энергия теплового движения молекул газа

- 1) уменьшилась в $\frac{5}{2}$ раза
2) уменьшилась в 10 раз
3) увеличилась в 10 раз
4) увеличилась в 2 раза

A8 При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул n пропорциональна давлению p (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной. Утверждается, что в данном процессе
А. плотность газа возрастает.
Б. происходит изотермическое расширение газа.
Из этих утверждений

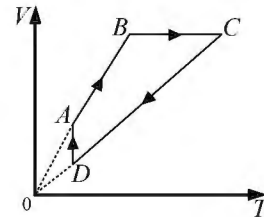


- 1) верно только А
2) верно только Б
3) оба утверждения верны
4) оба утверждения неверны

A9 Висящее на морозе мокрое бельё сначала становится твёрдым (вода кристаллизуется), а затем постепенно высыхает. Кристаллы льда, минуя жидкую фазу, сразу переходят из твёрдого состояния в газообразное. При таком переходе

- 1) возрастает температура и внутренняя энергия
- 2) возрастает температура, уменьшается внутренняя энергия
- 3) возрастает температура, не изменяется внутренняя энергия
- 4) возрастает внутренняя энергия, не меняется температура

A10 На рисунке приведён цикл, осуществляемый с идеальным газом. Работа **не совершается** на участке



- 1) AB
- 2) BC
- 3) CD
- 4) DA

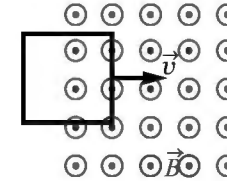
A11 Как изменится ускорение заряженной пылинки, движущейся в электрическом поле, если напряжённость поля увеличить в 2 раза, а заряд пылинки в 2 раза уменьшить? Силу тяжести не учитывать.

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

A12 Комната освещается четырьмя одинаковыми параллельно включёнными лампочками. Расход электроэнергии за час равен Q . Каким будет расход электроэнергии в час, если число этих лампочек уменьшить вдвое?

- 1) $2Q$
- 2) $\frac{1}{2}Q$
- 3) Q
- 4) $4Q$

A13 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 \mathcal{E} .



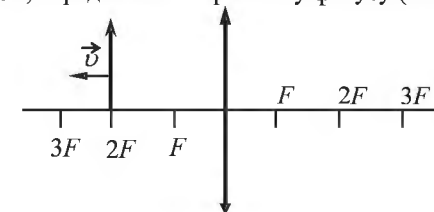
Какой станет ЭДС, если рамка будет двигаться со скоростью $\frac{v}{4}$?

- 1) $\frac{\mathcal{E}}{4}$
- 2) \mathcal{E}
- 3) $2\mathcal{E}$
- 4) $4\mathcal{E}$

A14 Выберите среди электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, волны с минимальной частотой.

- 1) инфракрасное излучение
- 2) ультрафиолетовое излучение
- 3) видимое излучение
- 4) рентгеновское излучение

A15 Предмет, расположенный на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к тройному фокусу (см. рисунок).



Его изображение при этом движется

- 1) от двойного фокуса к положению на расстоянии $3,5F$ от линзы
- 2) от двойного фокуса к фокусу
- 3) от фокуса к положению на расстоянии $1,5F$ от линзы
- 4) от двойного фокуса к положению на расстоянии $1,5F$ от линзы

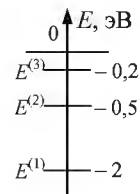
- A16** Дисперсия проявляется в следующих явлениях:
А. изменение видимого цвета белой ткани при разглядывании её через цветное стекло.
Б. образование радуги при прохождении света через мелкие капли воды.
 Верно(-ы) утверждение(-я):

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

- A17** Какое представление о строении атома соответствует модели атома Резерфорда?

- 1) Положительный заряд равномерно распределён по атому, а электроны движутся в атоме по разным орбитам.
- 2) Положительный заряд равномерно распределён по атому, электроны в атоме совершают колебания.
- 3) Ядро – в центре атома, электроны – на орбитах вокруг ядра, заряд электронов положителен.
- 4) Ядро – в центре атома, электроны – на орбитах вокруг ядра, заряд электронов отрицателен.

- A18** Схема низших энергетических уровней атома имеет вид, изображённый на рисунке. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Согласно постулатам Бора атом может излучать фотоны с энергией



- 1) только 0,5 эВ
- 2) любой, меньшей 0,5 эВ
- 3) только 1,5 эВ
- 4) любой в пределах от 0,5 до 2 эВ

- A19** Период полураспада ядер атомов радия $^{230}_{88}\text{Ra}$ составляет 1,5 ч. Это означает, что в препарате радия $^{230}_{88}\text{Ra}$ начальной массой 1 г

- 1) за 3 часа распадётся $\frac{1}{3}$ изначально имевшихся большого числа ядер радия
- 2) примерно половина изначально имевшихся ядер радия распадётся через 1,5 ч
- 3) все изначально имевшиеся ядра радия распадутся через 3 ч
- 4) за 1,5 ч массовое число каждого ядра радия уменьшится вдвое

- A20** Учитель собрал цепь, представленную на рис. 1, соединив катушку с конденсатором. Сначала конденсатор был подключён к источнику напряжения, затем переключатель был переведён в положение 2. Напряжение с катушки индуктивности поступает в компьютерную измерительную систему, и результаты отображаются на мониторе (рис. 2).

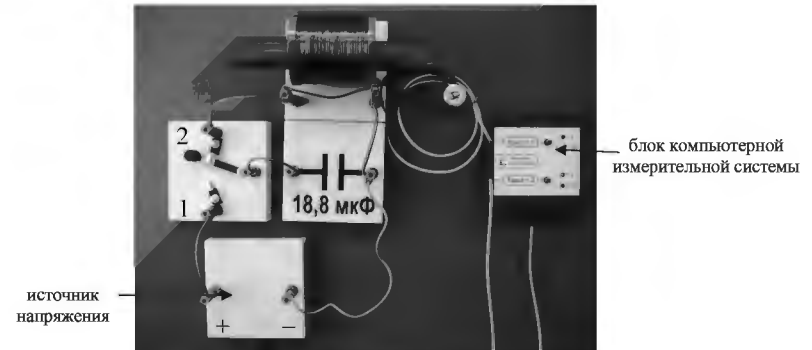


Рис. 1

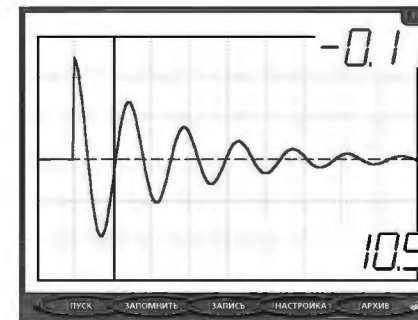


Рис. 2

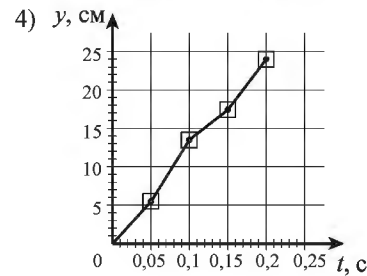
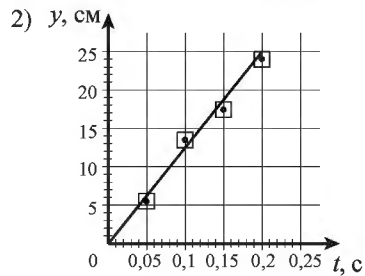
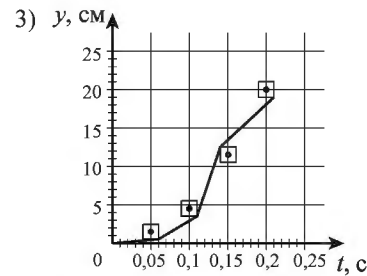
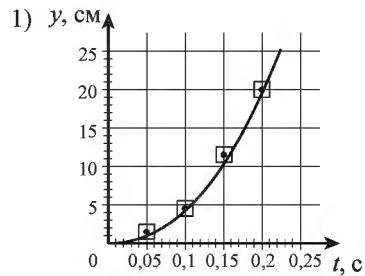
Что исследовалось в опыте?

- 1) автоколебательный процесс в генераторе
- 2) вынужденные электромагнитные колебания
- 3) явление электромагнитной индукции
- 4) свободные электромагнитные колебания

A21 Ученик исследовал движение шарика, брошенного горизонтально. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения и заполнил таблицу:

$t, \text{с}$	0	0,05	0,10	0,15	0,20
$x, \text{см}$	0	5,5	13,5	17,5	24
$y, \text{см}$	0	1,5	4,5	11,5	20

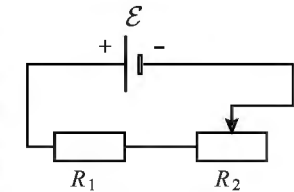
Погрешность измерения координат равна 1 см, а промежутков времени – 0,01 с. На каком из графиков верно построена зависимость координаты y шарика от времени t ?



Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1 На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} , резистор R_1 и реостат R_2 . Если уменьшить сопротивление реостата R_2 до минимума, то как изменятся следующие три величины: сила тока в цепи, напряжение на резисторе R_1 , суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. 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.

Сила тока в цепи	Напряжение на резисторе R_1	Суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи

B2 В результате торможения в верхних слоях атмосферы высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника, его кинетическая энергия и период обращения?

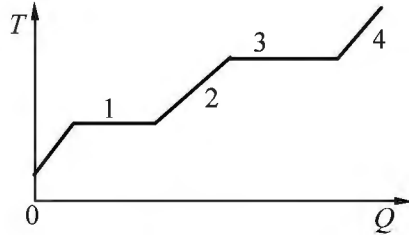
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Скорость	Кинетическая энергия	Период обращения

В3 В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и кипению жидкости? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ	УЧАСТКИ ГРАФИКА
А) нагревание вещества в газообразном состоянии	1) 1
Б) кипение жидкости	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

В4 Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν – частота фотона, h – постоянная Планка, p – импульс фотона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) длина волны фотона	1) $\frac{p}{h}$
Б) энергия фотона	2) $\frac{h}{p}$
	3) $h \cdot \nu$
	4) $\frac{\nu}{h}$

Ответ:

А	Б

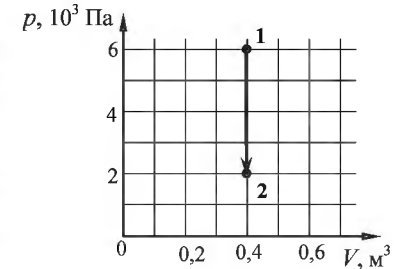
Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Невесомая недеформированная пружина лежит на горизонтальном столе. Один её конец закреплен, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на том же столе. Брусок сдвигают вдоль оси пружины, сжимая пружину на $\Delta x = 1$ см, и отпускают. При последующем движении брусок приобретает максимальную скорость, равную 1 м/с. Определите жёсткость пружины. Трение не учитывать.

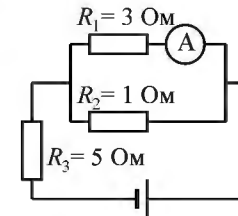
- 1) 1000 Н/м
- 2) 1500 Н/м
- 3) 500 Н/м
- 4) 100 Н/м

A23 Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, и он перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



- 1) $\frac{1}{3}$
- 2) $\frac{2}{3}$
- 3) $\frac{3}{2}$
- 4) $\frac{4}{3}$

A24 В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите напряжение на резисторе R_3 .

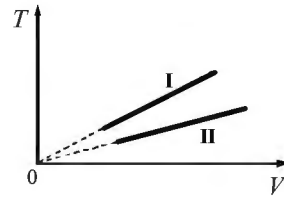


- 1) 10 В
- 2) 30 В
- 3) 40 В
- 4) 20 В

- A25** Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$ и отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 1$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и движутся по окружностям. Определите отношение периодов обращения этих частиц $\frac{T_1}{T_2}$.
- 1) 1 2) 2 3) 0,5 4) 1,5

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- C1** На рисунке изображены графики двух процессов, проведённых с идеальным газом при одном и том же давлении. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

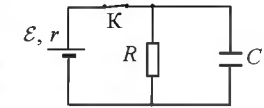


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- C2** Снаряд, движущийся со скоростью v_0 , разрывается на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Скорость осколка, движущегося вперёд по направлению движения снаряда, равна v_1 . Найдите массу m осколка.

- C3** Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493$ Дж?

- C4** В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 12$ В, ёмкость конденсатора $C = 0,2$ мкФ. После размыкания ключа К в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты $Q = 10$ мкДж. Найдите отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $\frac{r}{R}$.



- C5** Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более 0,05 мм. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от плёнки, то резкими считаются не только бесконечно удалённые предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Найдите фокусное расстояние объектива, если при «относительном отверстии» $\alpha = 4$ резкими оказались все предметы далее 12,5 м. («Относительное отверстие» — это отношение фокусного расстояния к диаметру входного отверстия объектива.) Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

- C6** Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, этот фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равен максимально возможный импульс фотоэлектрона?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

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	санти	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}

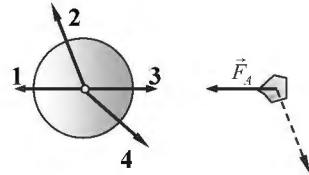
Константы			
число π	$\pi = 3,14$		
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$		
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$		
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$		
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$		
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$		
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$		
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$		
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$		
Масса частиц			
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$		
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$		
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$		
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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$		
Удельная теплоёмкость			
алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
медь	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
Удельная теплота			
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$		
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$		
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$		
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{С}$			
Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

- A1** При равноускоренном движении автомобиля на пути 25 м его скорость увеличилась от 5 до 10 м/с. Ускорение автомобиля равно
- 1) 1,5 м/с² 2) 2,0 м/с² 3) 1,0 м/с² 4) 0,5 м/с²

- A2** Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке пунктирной стрелкой. Вектор \vec{F}_A показывает силу притяжения астероида Землёй. Вдоль какой стрелки (1, 2, 3 или 4) направлена сила, действующая на Землю со стороны астероида?

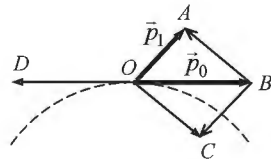


- 1) вдоль стрелки 1
2) вдоль стрелки 2
3) вдоль стрелки 3
4) вдоль стрелки 4

- A3** Деревянный брусок массой m , площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы \vec{F} по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_2 . Каков коэффициент трения бруска об опору?

- 1) $\frac{F}{mg}$ 2) $\frac{2F}{mg}$ 3) $\frac{3F}{mg}$ 4) $\frac{F}{2mg}$

- A4** Снаряд, имеющий в точке O траектории импульс \vec{p}_0 , разорвался на два осколка (см. рисунок). Один из осколков имеет импульс \vec{p}_1 . Импульс второго осколка изображён на рисунке вектором

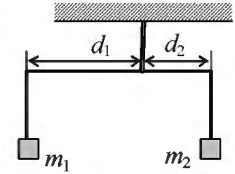


- 1) \vec{BC} 2) \vec{OD} 3) \vec{BA} 4) \vec{OC}

- A5** Кинетическая энергия автомобиля массой 500 кг, движущегося со скоростью 36 км/ч, равна

- 1) 324 000 Дж 2) 25 000 Дж 3) 12 500 Дж 4) 5000 Дж

- A6** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу второго тела, чтобы после уменьшения плеча d_1 в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

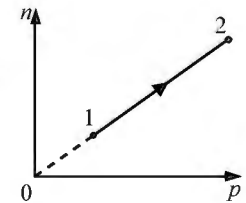


- 1) увеличить в 2 раза
2) уменьшить в 2 раза
3) увеличить в 4 раза
4) уменьшить в 4 раза

- A7** Как изменится давление разреженного одноатомного газа, если абсолютная температура газа уменьшится в 3 раза, а концентрация молекул увеличится в 3 раза?

- 1) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) не изменится

- A8** При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул n пропорциональна давлению p (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся неизменной.



- Утверждается, что в данном процессе
А. плотность газа возрастает.
Б. происходит изотермическое сжатие газа.
Из этих утверждений

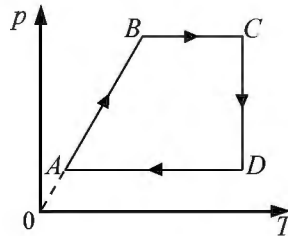
- 1) верно только А
2) верно только Б
3) оба утверждения верны
4) оба утверждения неверны

A9 Иногда зимой некоторые предметы покрываются инеем. При образовании инея водяной пар, находящийся в воздухе, минуя жидкую фазу, сразу переходит из газообразной в твёрдую фазу. При этом переходе

- 1) уменьшается температура, не изменяется внутренняя энергия
- 2) уменьшается температура и внутренняя энергия
- 3) уменьшается внутренняя энергия, не изменяется температура
- 4) уменьшается температура, возрастает внутренняя энергия

A10 На рисунке приведён цикл, осуществляемый с идеальным газом. Масса газа постоянна. Работа **не совершается** на участке

- 1) AB
- 2) BC
- 3) CD
- 4) DA



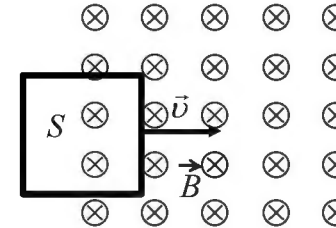
A11 Как изменится ускорение заряженной пылинки, движущейся в электрическом поле, если и заряд пылинки, и напряжённость поля увеличить в 2 раза? Силу тяжести не учитывать.

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 4 раза
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 4 раза

A12 Электроэнергия, потребляемая четырьмя одинаковыми последовательно включёнными лампочками за час, равна Q . Каким будет потребление электроэнергии за час, если и число последовательно включённых лампочек, и подводимое к ним напряжение увеличить вдвое?

- 1) $4Q$
- 2) $2Q$
- 3) Q
- 4) $\frac{1}{2}Q$

A13 В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Квадратная металлическая рамка площади S пересекает границу области однородного магнитного поля с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно вектору магнитной индукции \vec{B} . При этом в ней возникает ЭДС индукции \mathcal{E} .



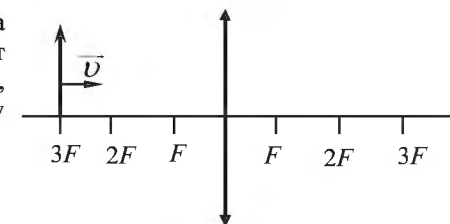
Какой станет ЭДС, если так же будет двигаться квадратная рамка площади $\frac{S}{4}$, изготовленная из того же материала?

- 1) $\frac{\mathcal{E}}{3}$
- 2) $\frac{\mathcal{E}}{2}$
- 3) $2\mathcal{E}$
- 4) $4\mathcal{E}$

A14 Выберите среди электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, волны с максимальной длиной.

- 1) видимый свет
- 2) ультрафиолетовое излучение
- 3) рентгеновское излучение
- 4) инфракрасное излучение

A15 Предмет, расположенный на тройном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к двойному фокусу (см. рисунок).



Его изображение при этом

- 1) движется от фокуса к двойному фокусу
- 2) не перемещается
- 3) движется от положения на расстоянии $1,5F$ от линзы к двойному фокусу
- 4) движется от положения на расстоянии $1,5F$ от линзы к фокусу

A16 Дисперсией света объясняется
А. возникновение окраски подвесок люстры из бесцветного хрусталя в зависимости от точки наблюдения.

Б. цвет подвесок люстры, изготовленных из окрашенного стекла.

Верно(-ы) утверждение(-я):

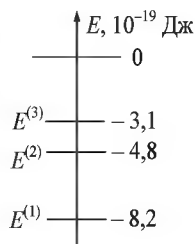
- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

A17 Какое представление о строении атома соответствует модели атома Резерфорда?

- 1) Ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в электронах.
- 2) Ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке.
- 3) Ядро – в центре атома, заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.
- 4) Ядро – в центре атома, заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.

A18 На рисунке указаны три низших значения энергии атома натрия. Атомы находятся в состоянии $E^{(1)}$. При освещении атомарных паров натрия светом с энергией фотонов $5,1 \cdot 10^{-19}$ Дж

- 1) произойдет переход атомов в состояние $E^{(2)}$
- 2) произойдет переход атомов в состояние $E^{(3)}$
- 3) произойдет ионизация атомов
- 4) атомы не будут поглощать свет



A19 Период полураспада ядер атомов актиния $^{227}_{89}\text{Ac}$ составляет 21,6 года. Это означает, что в препарате актиния $^{227}_{89}\text{Ac}$ начальной массой 1 г

- 1) примерно половина изначально имевшихся ядер актиния распадается за 21,6 года
- 2) одно ядро актиния из всех изначально имевшихся ядер распадается каждые 21,6 года
- 3) все изначально имевшиеся ядра актиния распадутся за 43,2 года
- 4) за 21,6 года массовое число каждого ядра актиния уменьшится вдвое

A20 Учитель продемонстрировал опыт по наблюдению напряжения, возникающего в катушке при пролёте через нее магнита (рис. 1). Напряжение с катушки поступало в компьютерную измерительную систему и отображалось на мониторе (рис. 2).



Рис. 1

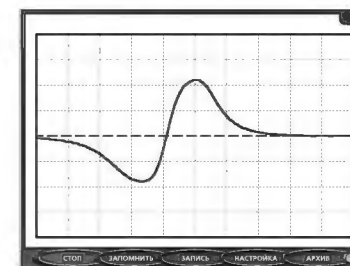


Рис. 2

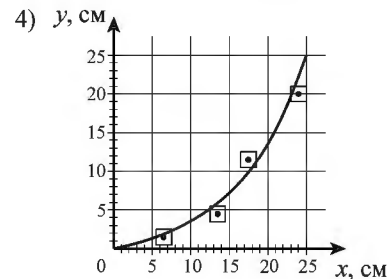
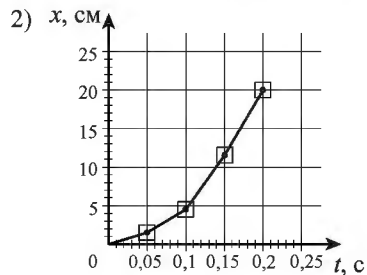
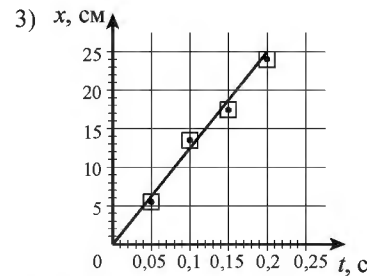
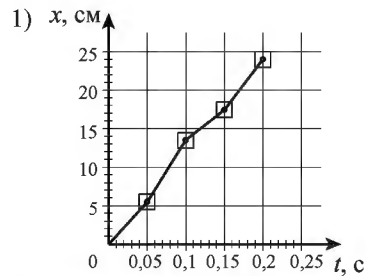
В опыте исследовалось

- 1) возникновение магнитного поля при изменении электрического поля
- 2) явление электромагнитной индукции
- 3) явление самоиндукции
- 4) действие силы Ампера

A21 Ученик исследовал движение шарика, сброшенного горизонтально со стола. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения и заполнил таблицу:

$t, \text{ с}$	0	0,05	0,10	0,15	0,20
$x, \text{ см}$	0	5,5	13,5	17,5	24,0
$y, \text{ см}$	0	1,5	4,5	11,5	20,0

Погрешность измерения координат равна 1 см, а промежутков времени – 0,01 с. На каком из графиков верно построена зависимость координаты x шарика от времени t ?

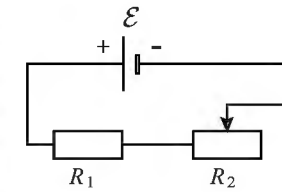


Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1 На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} , резистор R_1 и реостат R_2 . Если увеличить сопротивление реостата R_2 до максимума, то как изменятся следующие три величины: сила тока в цепи; напряжение на резисторе R_1 ; суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. 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.

Сила тока в цепи	Напряжение на резисторе R_1	Суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи

B2 В результате торможения в верхних слоях атмосферы высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника, его потенциальная энергия и период обращения?

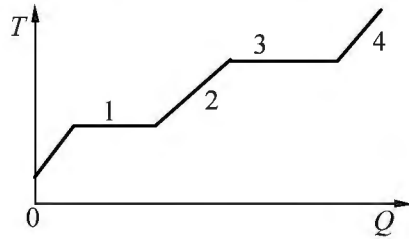
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Скорость	Период обращения	Потенциальная энергия

В3 В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют плавлению вещества и нагреванию вещества в газообразном состоянии? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- | ПРОЦЕССЫ | УЧАСТКИ ГРАФИКА |
|--------------------|-----------------|
| А) плавление | 1) 1 |
| Б) нагревание газа | 2) 2 |
| | 3) 3 |
| | 4) 4 |

Ответ:

А	Б

В4 Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν – частота фотона, h – постоянная Планка, c – скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
|---------------------|----------------------------|
| А) энергия фотона | 1) $\frac{h}{\nu}$ |
| Б) импульс фотона | 2) $h \cdot \nu$ |
| | 3) $\frac{h \cdot c}{\nu}$ |
| | 4) $\frac{h \cdot \nu}{c}$ |

Ответ:

А	Б

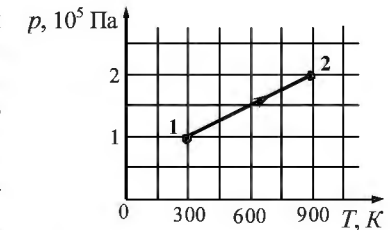
Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Невесомая недеформированная пружина жёсткостью $k = 1000$ Н/м лежит на горизонтальном столе. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой M , находящегося на том же столе. Брусек сдвигают вдоль оси пружины, сжимая пружину на $\Delta x = 1$ см, и отпускают. При последующем движении брусек приобретает максимальную скорость равную 1 м/с. Определите массу бруска M . Трение не учитывать.

- 1) 0,13 кг 2) 0,05 кг 3) 0,2 кг 4) 0,1 кг

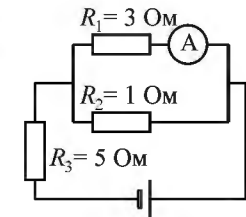
A23 Во время опыта объём сосуда с воздухом не менялся, воздух перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Определите отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



- 1) $\frac{2}{3}$ 2) $\frac{3}{4}$ 3) $\frac{4}{3}$ 4) $\frac{1}{3}$

A24 В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ток через резистор R_3 .

- 1) 1А
2) 2А
3) 3А
4) 4А



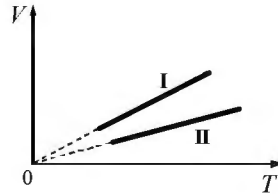
A25 Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$ и отношение масс

$\frac{m_1}{m_2} = 4$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и движутся по окружностям с отношением радиусов $\frac{R_1}{R_2} = 2$. Определите отношение скоростей $\frac{v_1}{v_2}$ этих частиц.

- 1) 1 2) 2 3) $\frac{1}{2}$ 4) $\frac{1}{4}$

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

C1 На рисунке изображены графики двух процессов, проведённых с идеальным газом при одном и том же давлении. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

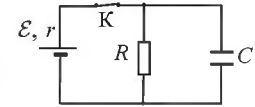


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2 Снаряд в полёте разрывается на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1 , а модуль скорости второго осколка равен v_2 . Найдите массу снаряда.

C3 Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Чему равна внутренняя энергия газа после расширения?

C4 В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24$ В, её внутреннее сопротивление $r = 5$ Ом, сопротивление резистора $R = 25$ Ом. После размыкания ключа К в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты $Q = 20$ мкДж. Найдите ёмкость конденсатора C .



C5 Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от плёнки, то резкими считаются не только бесконечно удалённые предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оцените предельный размер пятна, если при «относительном отверстии» $\alpha = 4$ резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более 12,5 м от объектива. («Относительное отверстие» – это отношение фокусного расстояния к диаметру входного отверстия объектива.) Фокусное расстояние объектива 50 мм. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2

в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{кр} = 300$ нм. Чему равен максимально возможный модуль импульса фотоэлектрона?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

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	санти	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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц	
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность			
воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость			
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота	
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

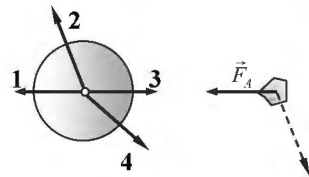
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 При равноускоренном движении автомобиля на пути 25 м его скорость увеличилась от 5 до 10 м/с. Ускорение автомобиля равно

- 1) 1,0 м/с² 2) 2,0 м/с² 3) 0,5 м/с² 4) 1,5 м/с²

A2 Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке пунктирной стрелкой. Вектор \vec{F}_A показывает силу притяжения астероида Землёй. Вдоль какой стрелки (1, 2, 3 или 4) направлена сила, действующая на Землю со стороны астероида?

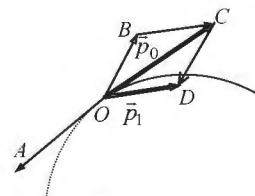


- 1) вдоль стрелки 1
2) вдоль стрелки 2
3) вдоль стрелки 3
4) вдоль стрелки 4

A3 Деревянный брусок массой m , площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы \vec{F} по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_2 . Каков коэффициент трения бруска об опору?

- 1) $\frac{F}{mg}$ 2) $\frac{F}{2mg}$ 3) $\frac{3F}{mg}$ 4) $\frac{2F}{mg}$

A4 Снаряд, имеющий в точке O траектории импульс \vec{p}_0 , разорвался на два осколка. Один из осколков имеет импульс \vec{p}_1 . Импульс второго осколка равен

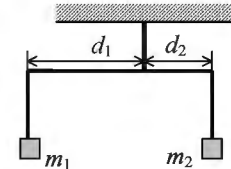


- 1) \vec{OA} 2) \vec{BC} 3) \vec{CD} 4) \vec{OB}

A5 Скорость груза массой 0,4 кг равна 2 м/с. Кинетическая энергия груза равна

- 1) 0,16 Дж 2) 0,8 Дж 3) 0,32 Дж 4) 0,4 Дж

A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_1 , чтобы после увеличения массы первого тела в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

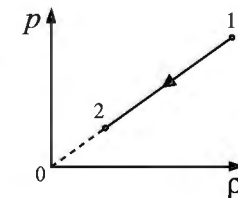


- 1) уменьшить в 6 раз
2) увеличить в 3 раза
3) увеличить в 6 раз
4) уменьшить в 3 раза

A7 Газ в сосуде сжали, увеличив концентрацию молекул газа в 5 раз. Давление газа при этом снизилось в 2 раза. Следовательно, средняя энергия теплового движения молекул газа

- 1) увеличилась в 10 раз
2) уменьшилась в 10 раз
3) увеличилась в 5 раз
4) уменьшилась в 2 раза

A8 При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление газа пропорционально его плотности. Масса газа в процессе остаётся постоянной. Утверждается, что в этом процессе
А. происходит изотермическое расширение газа.
Б. концентрация молекул газа увеличивается.
Из этих утверждений

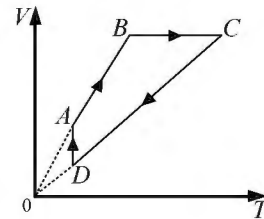


- 1) верно только А
2) верно только Б
3) оба утверждения верны
4) оба утверждения неверны

A9 Висящее на морозе мокрое бельё сначала становится твёрдым (вода кристаллизуется), а затем постепенно высыхает. Кристаллы льда, минуя жидкую фазу, сразу переходят из твёрдого состояния в газообразное. При таком переходе

- 1) возрастает температура, не изменяется внутренняя энергия
- 2) возрастает температура и внутренняя энергия
- 3) возрастает внутренняя энергия, не меняется температура
- 4) возрастает температура, уменьшается внутренняя энергия

A10 На рисунке приведён цикл, осуществляемый с идеальным газом. Работа **не совершается** на участке



- 1) AB
- 2) BC
- 3) CD
- 4) DA

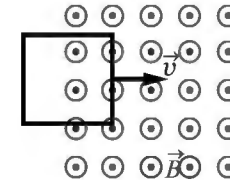
A11 Как изменится ускорение заряженной пылинки, движущейся в электрическом поле, если её заряд увеличить в 2 раза, а напряжённость поля уменьшить в 2 раза? Силу тяжести не учитывать.

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) не изменится

A12 Комната освещается четырьмя одинаковыми параллельно включёнными лампочками. Расход электроэнергии за час равен Q . Каким будет расход электроэнергии в час, если число этих лампочек уменьшить вдвое?

- 1) $4Q$
- 2) Q
- 3) $\frac{1}{2}Q$
- 4) $2Q$

A13 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} . При этом в ней возникает ЭДС индукции, равная \mathcal{E} .



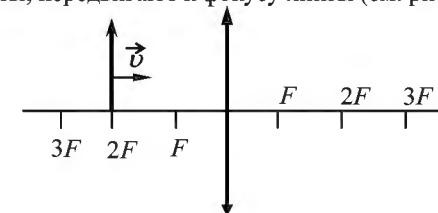
Какой станет ЭДС, если рамка будет двигаться со скоростью $4v$?

- 1) $\frac{\mathcal{E}}{4}$
- 2) \mathcal{E}
- 3) $2\mathcal{E}$
- 4) $4\mathcal{E}$

A14 Выберите среди электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, волны с максимальной частотой.

- 1) инфракрасное излучение
- 2) рентгеновское излучение
- 3) ультрафиолетовое излучение
- 4) видимое излучение

A15 Предмет, расположенный на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к фокусу линзы (см. рисунок).



Его изображение при этом движется от двойного фокуса

- 1) к фокусу
- 2) к положению на расстоянии $1,5F$ от линзы
- 3) в бесконечность
- 4) к положению на расстоянии $3,5F$ от линзы

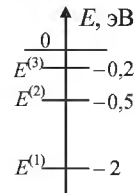
A16 Дисперсией света объясняется
А. возникновение окраски подвесок люстры из бесцветного хрустала в зависимости от точки наблюдения.
Б. цвет подвесок люстры, изготовленных из окрашенного стекла.
 Верно(-ы) утверждение(-я):

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

A17 Какое представление о строении атома верно?
 Большая часть массы атома сосредоточена

- 1) в электронах, заряд электронов отрицателен
- 2) в ядре, заряд электронов положителен
- 3) в ядре, заряд ядра отрицателен
- 4) в ядре, заряд электронов отрицателен

A18 Схема низших энергетических уровней атомов разреженного атомарного газа имеет вид, изображённый на рисунке. В начальный момент времени атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Согласно постулатам Бора данный газ может излучать фотоны с энергией



- 1) только 0,3 эВ
- 2) любой в пределах от 0 до 0,5 эВ
- 3) только 1,5 эВ
- 4) 0,3 эВ, 0,5 эВ и 1,5 эВ

A19 Период полураспада ядер изотопа неона $^{25}_{10}\text{Ne}$ составляет 1,2 с. Это означает, что в препарате $^{25}_{10}\text{Ne}$ начальной массой 1 г

- 1) все изначально имеющиеся ядра изотопа неона $^{25}_{10}\text{Ne}$ распадаются за 2,4 с
- 2) примерно половина изначально имевшихся ядер $^{25}_{10}\text{Ne}$ распадается за 1,2 с
- 3) для полного распада каждого ядра $^{25}_{10}\text{Ne}$ требуется 1,2 с
- 4) каждое ядро $^{25}_{10}\text{Ne}$ наполовину распадётся за 1,2 с

A20 Учитель продемонстрировал опыт, установка для которого представлена на фотографии (рис. 1). Сначала он подключил конденсатор к источнику напряжения, а затем перевёл переключатель в положение 2. Напряжение с катушки индуктивности поступает в компьютерную измерительную систему, и результаты изменения напряжения с течением времени отображаются на мониторе (рис. 2).

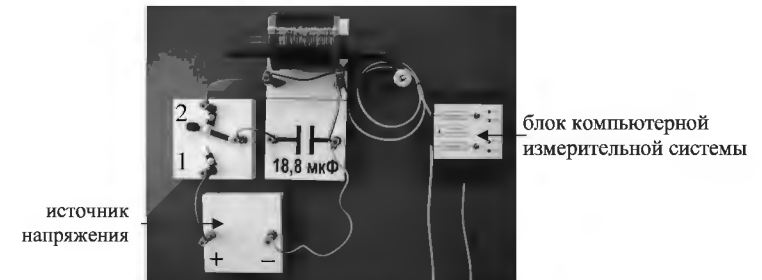


Рис. 1

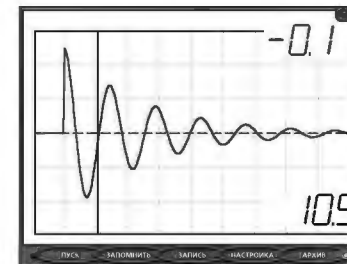


Рис. 2

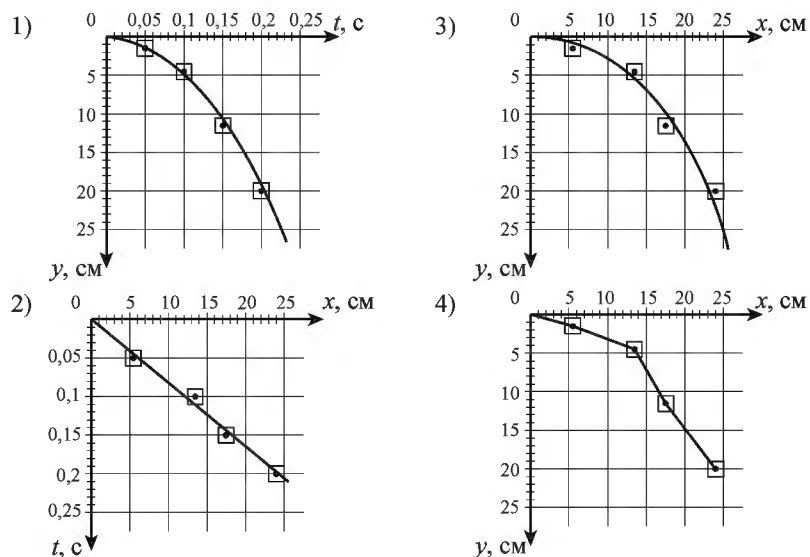
Что наблюдалось в опыте?

- 1) свободные незатухающие колебания в идеальном контуре
- 2) свободные затухающие колебания в колебательном контуре
- 3) явление возникновения резонанса в колебательном контуре
- 4) вынужденные электромагнитные колебания в контуре

A21 Ученик исследовал движение шарика, сброшенного горизонтально со стола. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения и заполнил таблицу:

t, c	0	0,05	0,10	0,15	0,20
x, cm	0	5,5	13,5	17,5	24
y, cm	0	1,5	4,5	11,5	20

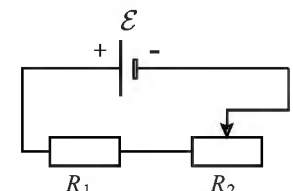
Погрешность измерения координат равна 1 см, а промежутков времени – 0,01 с. На каком из графиков верно представлена наиболее вероятная траектория движения шарика?



Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1 На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} , резистор R_1 и реостат R_2 . Если уменьшить сопротивление реостата R_2 до минимума, то как изменятся следующие три величины: сила тока в цепи, напряжение на резисторе R_1 , суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. 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.

Сила тока в цепи	Напряжение на резисторе R_1	Суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи

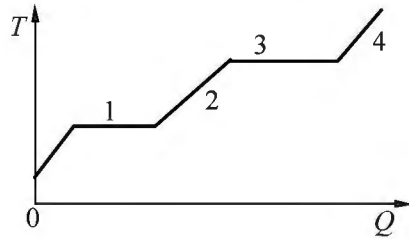
B2 В результате торможения в верхних слоях атмосферы высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника, его центростремительное ускорение и период обращения? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Скорость	Ускорение	Период обращения

В3 В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют плавлению вещества и нагреванию вещества в газообразном состоянии? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ	УЧАСТКИ ГРАФИКА
А) плавление	1) 1
Б) нагревание газа	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

В4 Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν – частота фотона, h – постоянная Планка, c – скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) энергия фотона	1) $\frac{h}{\nu}$
Б) импульс фотона	2) $h \cdot \nu$
	3) $\frac{h \cdot c}{\nu}$
	4) $\frac{h \cdot \nu}{c}$

Ответ:

А	Б

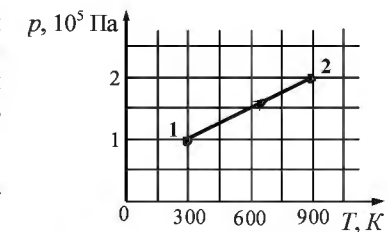
Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Горизонтально расположенная невесомая пружина жёсткостью $k = 1000$ Н/м находится в недеформированном состоянии. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину на $\Delta x = 1$ см, и отпускают. Какой будет максимальная скорость бруска? Трение не учитывать.

- 1) 1 м/с 2) 2 м/с 3) 0,5 м/с 4) 2,5 м/с

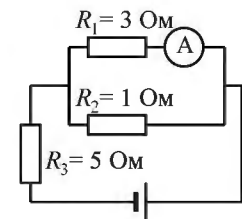
A23 Во время опыта объём сосуда с воздухом не менялся, воздух перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Определите отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



- 1) $\frac{1}{3}$ 2) $\frac{2}{3}$ 3) $\frac{4}{3}$ 4) $\frac{3}{4}$

A24 В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите напряжение на резисторе R_3 .

- 1) 20 В
2) 10 В
3) 40 В
4) 30 В

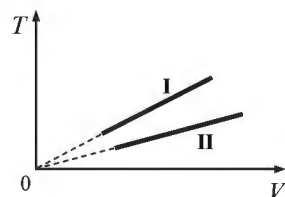


A25 Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение масс $\frac{m_1}{m_2}$ этих частиц, если отношение периодов обращения этих частиц $\frac{T_1}{T_2} = 0,5$.

- 1) 1 2) 2 3) 0,5 4) 0,25

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

C1 На рисунке изображены графики двух процессов, проведённых с идеальным газом при одном и том же давлении. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

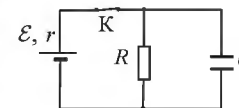


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2 Снаряд массой $2m$ разрывается в полёте на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1 , а модуль скорости второго осколка равен v_2 . Найдите ΔE .

C3 Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493$ Дж?

C4 В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24$ В, её внутреннее сопротивление $r = 5$ Ом, сопротивление резистора $R = 25$ Ом. После размыкания ключа К в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты $Q = 20$ мкДж. Найдите ёмкость конденсатора C .



C5 Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от плёнки, то резкими считаются не только бесконечно удалённые предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оцените предельный размер пятна, если при «относительном отверстии» $\alpha = 4$ резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более 12,5 м от объектива. («Относительное отверстие» – это отношение фокусного расстояния к диаметру входного отверстия объектива.) Фокусное расстояние объектива 50 мм. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{кр} = 300$ нм. Чему равна максимально возможная кинетическая энергия фотоэлектрона?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

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	санти	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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц	
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность			
воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость			
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота	
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

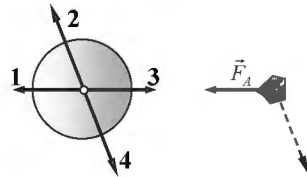
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 При равноускоренном движении автомобиля на пути 25 м его скорость увеличилась от 5 до 10 м/с. Ускорение автомобиля равно

- 1) 0,5 м/с² 2) 1,0 м/с² 3) 2,0 м/с² 4) 1,5 м/с²

A2 Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке пунктирной стрелкой. Вектор \vec{F}_A показывает силу притяжения астероида Землёй. Вдоль какой стрелки (1, 2, 3 или 4) направлена сила, действующая на Землю со стороны астероида?

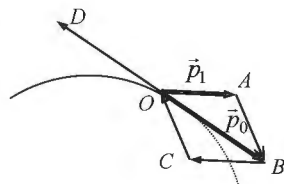


- 1) вдоль стрелки 1
2) вдоль стрелки 2
3) вдоль стрелки 3
4) вдоль стрелки 4

A3 Деревянный брусок, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы \vec{F} по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_1 . Какова масса бруска, если коэффициент трения бруска об опору равен μ ?

- 1) $\frac{6F}{\mu g}$ 2) $\frac{F}{\mu g}$ 3) $\frac{F}{3\mu g}$ 4) $\frac{F}{6\mu g}$

A4 Снаряд, имеющий в точке O траектории импульс \vec{p}_0 , разорвался на два осколка. Один из осколков имеет импульс \vec{p}_1 . Импульс второго осколка изображается вектором

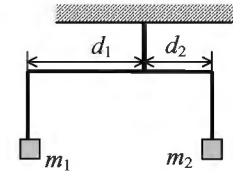


- 1) \vec{CO}
2) \vec{OD}
3) \vec{BC}
4) \vec{AB}

A5 Кинетическая энергия автомобиля массой 500 кг, движущегося со скоростью 36 км/ч, равна

- 1) 324 000 Дж 2) 25 000 Дж 3) 12 500 Дж 4) 5000 Дж

A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_1 , чтобы после увеличения массы первого тела в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

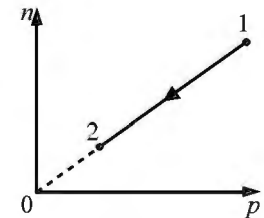


- 1) увеличить в 6 раз
2) уменьшить в 3 раза
3) увеличить в 3 раза
4) уменьшить в 6 раз

A7 Концентрацию молекул разреженного одноатомного газа уменьшили в 5 раз. Давление газа при этом возросло в 2 раза. Следовательно, средняя энергия теплового движения молекул газа

- 1) увеличилась в 2 раза
2) уменьшилась в 10 раз
3) увеличилась в 10 раз
4) уменьшилась в $\frac{5}{2}$ раза

A8 При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул n пропорциональна давлению p (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной. Утверждается, что в данном процессе
А. плотность газа возрастает.
Б. происходит изотермическое расширение газа.
Из этих утверждений



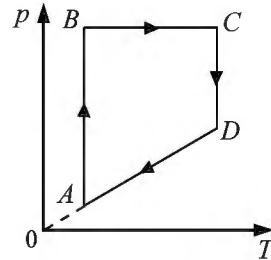
- 1) верно только А
2) верно только Б
3) оба утверждения верны
4) оба утверждения неверны

A9 Иногда зимой некоторые предметы покрываются инеем. При образовании инея водяной пар, находящийся в воздухе, минуя жидкую фазу, сразу переходит из газообразной в твёрдую фазу. При этом переходе

- 1) уменьшается внутренняя энергия, не изменяется температура
- 2) уменьшается температура и внутренняя энергия
- 3) уменьшается температура, возрастает внутренняя энергия
- 4) уменьшается температура, не изменяется внутренняя энергия

A10 На рисунке приведён цикл, осуществляемый с идеальным газом. Масса газа постоянна. Работа **не совершается** на участке

- 1) AB
- 2) BC
- 3) CD
- 4) DA



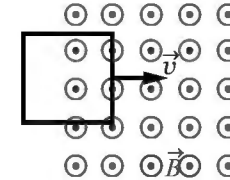
A11 Как изменится ускорение заряженной пылинки, движущейся в электрическом поле, если и заряд пылинки, и напряжённость поля увеличить в 2 раза? Силу тяжести не учитывать.

- 1) уменьшится в 4 раза
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) не изменится

A12 Комната освещается люстрой из четырёх одинаковых параллельно включённых лампочек. Расход электроэнергии за час равен Q . Каким будет расход электроэнергии в час, если в квартире включить ещё четыре таких же параллельно соединённых лампочки?

- 1) $4Q$
- 2) Q
- 3) $2Q$
- 4) $\frac{1}{2}Q$

A13 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 \mathcal{E} .



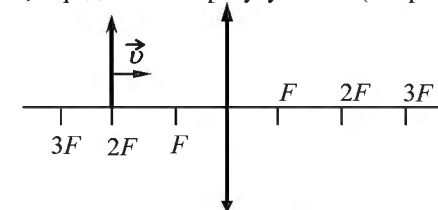
Какой станет ЭДС, если рамка будет двигаться со скоростью $\frac{v}{4}$?

- 1) $\frac{\mathcal{E}}{4}$
- 2) \mathcal{E}
- 3) $2\mathcal{E}$
- 4) $4\mathcal{E}$

A14 Выберите среди электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, волны с максимальной длиной.

- 1) видимый свет
- 2) ультрафиолетовое излучение
- 3) рентгеновское излучение
- 4) инфракрасное излучение

A15 Предмет, расположенный на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к фокусу линзы (см. рисунок).



Его изображение при этом движется от двойного фокуса

- 1) в бесконечность
- 2) к положению на расстоянии $1,5F$ от линзы
- 3) к положению на расстоянии $3,5F$ от линзы
- 4) к фокусу

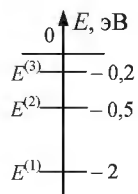
- A16** Дифракцией света объясняется спектральное разложение
А. солнечного света призмой.
Б. белого света, прошедшего сначала малое отверстие, а затем – два близко расположенных отверстия.
 Верно(-ы) утверждение(-я):

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

- A17** Какое из утверждений соответствует планетарной модели атома?

- 1) Атом представляет собой шар, заполненный электронами, протонами и нейтронами в равных количествах.
- 2) В центре атома находится ядро, состоящее из протонов и электронов. Вокруг ядра вращаются нейтроны. Количество нейтронов равно общему количеству электронов и протонов.
- 3) Атом состоит из положительно заряженных протонов и такого же числа отрицательно заряженных электронов.
- 4) В центре атома находится ядро, состоящее из протонов и нейтронов. Вокруг ядра вращаются электроны. Количество протонов равно количеству электронов.

- A18** Схема низших энергетических уровней атома имеет вид, изображённый на рисунке. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Согласно постулатам Бора атом может излучать фотоны с энергией



- 1) только 1,5 эВ
- 2) любой в пределах от 0,5 до 2 эВ
- 3) только 0,5 эВ
- 4) любой, меньшей 0,5 эВ

- A19** Период полураспада ядер атомов мышьяка ${}_{33}^{72}\text{As}$ составляет 26 ч. Это означает, что в препарате мышьяка ${}_{33}^{72}\text{As}$ начальной массой 1 г

- 1) примерно половина изначально имевшихся ядер мышьяка распадается за 26 ч
- 2) за 26 ч массовое число каждого ядра мышьяка уменьшится вдвое
- 3) все изначально имевшиеся ядра мышьяка распадутся через 52 ч
- 4) одно ядро мышьяка из всех изначально имевшихся ядер распадается каждые 26 ч

- A20** Учитель продемонстрировал опыт по наблюдению напряжения, возникающего в катушке при пролёте через неё магнита (рис. 1). Напряжение с катушки поступало в компьютерную измерительную систему и отображалось на мониторе (рис. 2).

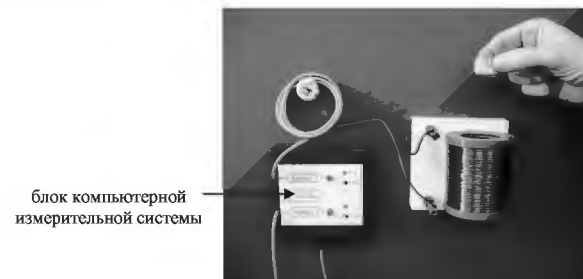


Рис. 1

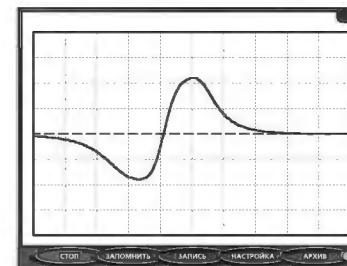


Рис. 2

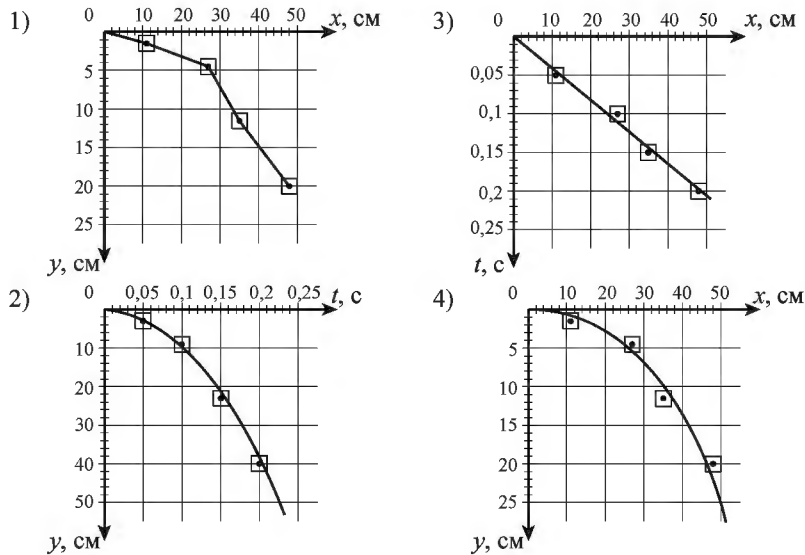
Что исследовалось в опыте?

- 1) зависимость силы Ампера от силы тока
- 2) зависимость ЭДС самоиндукции поля от изменения направления электрического тока
- 3) зависимость направления индукционного тока от изменения магнитного потока
- 4) возникновение магнитного поля при изменении электрического поля

A21 Ученик исследовал движение шарика, сброшенного горизонтально со стола. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения и заполнил таблицу:

$t, \text{с}$	0	0,05	0,10	0,15	0,20
$x, \text{см}$	0	11	27	35	48
$y, \text{см}$	0	1,5	4,5	11,5	20

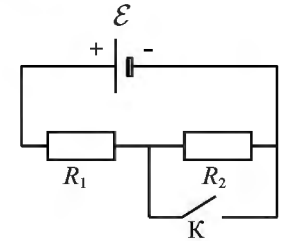
Погрешность измерения координат равна 1 см, а промежутков времени – 0,01 с. На каком из графиков верно представлена наиболее вероятная траектория движения шарика?



Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1 На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} и два резистора: R_1 и R_2 . Если ключ К замкнуть, то как изменятся следующие три величины: сила тока через резистор R_1 ; напряжение на резисторе R_2 ; суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. 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.

Сила тока через резистор R_1	Напряжение на резисторе R_2	Суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи

B2 В результате торможения в верхних слоях атмосферы высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника, его потенциальная энергия и период обращения?

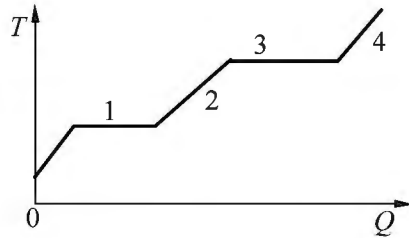
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Скорость	Период обращения	Потенциальная энергия

В3 В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и кипению жидкости? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ	УЧАСТКИ ГРАФИКА
А) нагревание вещества в газообразном состоянии	1) 1
Б) кипение жидкости	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

В4 Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν – частота фотона, h – постоянная Планка, p – импульс фотона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) длина волны фотона	1) $\frac{p}{h}$
Б) энергия фотона	2) $\frac{h}{p}$
	3) $h \cdot \nu$
	4) $\frac{\nu}{h}$

Ответ:

А	Б

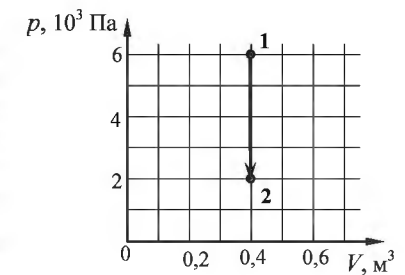
Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Горизонтально расположенная невесомая пружина жёсткостью $k = 1000$ Н/м находится в недеформированном состоянии. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину на $\Delta x = 1$ см, и отпускают. Какой будет максимальная скорость бруска? Трение не учитывать.

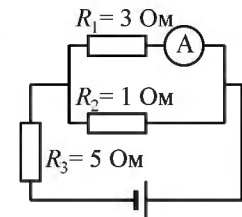
- 1) 1 м/с 2) 2 м/с 3) 0,5 м/с 4) 2,5 м/с

A23 Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, и он перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



- 1) $\frac{2}{3}$ 2) $\frac{3}{2}$ 3) $\frac{1}{3}$ 4) $\frac{4}{3}$

A24 В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 1 Ом.



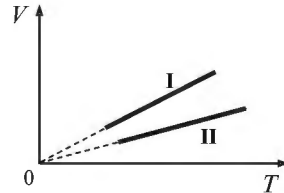
- 1) 25 В
2) 29 В
3) 27 В
4) 23 В

A25 Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$ и отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 1$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и движутся по окружностям. Определите отношение периодов обращения этих частиц $\frac{T_1}{T_2}$.

- 1) 1 2) 2 3) 0,5 4) 1,5

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

C1 На рисунке изображены графики двух процессов, проведённых с идеальным газом при одном и том же давлении. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

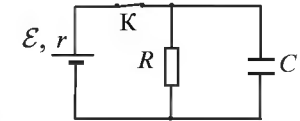


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2 Снаряд, движущийся со скоростью v_0 , разрывается на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Скорость осколка, движущегося вперёд по направлению движения снаряда, равна v_1 . Найдите массу m осколка.

C3 Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты $Q = 1247$ Дж?

C4 В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 12$ В, отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $k = \frac{r}{R} = 0,2$. После размыкания ключа К



в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты $Q = 10$ мкДж. Найдите ёмкость конденсатора C .

C5 Объективы современных фотоаппаратов имеют переменное фокусное расстояние. При изменении фокусного расстояния «наводка на резкость» не сбивается. Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более 0,05 мм. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от плёнки, то резкими считаются не только бесконечно удалённые предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оказалось, что это расстояние равно 5 м, если фокусное расстояние объектива 50 мм. Как изменится это расстояние, если, не меняя «относительного отверстия» изменить фокусное расстояние объектива до 25 мм? («Относительное отверстие» – это отношение фокусного расстояния к диаметру входного отверстия объектива.) При расчётах считать объектив тонкой линзой. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотозлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равна максимальная возможная кинетическая энергия фотозлектрона?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

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	санти	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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$		
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$		
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$		
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$		
Масса частиц			
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$		
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$		
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$		
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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$		
Удельная теплоёмкость			
алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
медь	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		
Удельная теплота			
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$		
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$		
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$		
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$			
Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

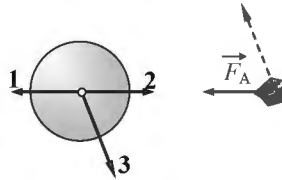
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 Велосипедист съезжает с горки, двигаясь равноускоренно. Начальная скорость велосипедиста равна нулю. У основания горки длиной 100 м скорость велосипедиста 10 м/с. Его ускорение равно

- 1) 0,25 м/с² 2) 0,50 м/с² 3) 1 м/с² 4) 2 м/с²

A2 Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке пунктирной стрелкой. Вектор \vec{F}_A показывает силу притяжения астероида Землёй. Известно, что масса Земли в 10^5 раз больше массы астероида. Вдоль какой стрелки (1, 2 или 3) направлена и чему равна по модулю сила, действующая на Землю со стороны астероида?

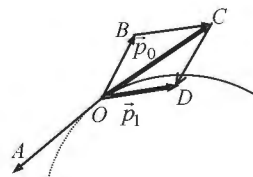


- 1) вдоль стрелки 1, равна $10^5 F_A$
 2) вдоль стрелки 2, равна F_A
 3) вдоль стрелки 3, равна $10^{-5} F_A$
 4) вдоль стрелки 3, равна F_A

A3 Деревянный брусок, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы \vec{F} по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_3 . Какова масса бруска, если коэффициент трения бруска об опору равен μ ?

- 1) $\frac{F}{\mu g}$ 2) $\frac{3F}{\mu g}$ 3) $\frac{6F}{\mu g}$ 4) $\frac{2F}{\mu g}$

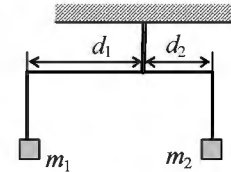
A4 Снаряд, имеющий в точке O траектории импульс \vec{p}_0 , разорвался на два осколка. Один из осколков имеет импульс \vec{p}_1 . Импульс второго осколка равен



- 1) \vec{BC} 2) \vec{CD} 3) \vec{OB} 4) \vec{OA}

A5 Скорость груза массой 0,4 кг равна 2 м/с. Кинетическая энергия груза равна
 1) 0,16 Дж 2) 0,8 Дж 3) 0,32 Дж 4) 0,4 Дж

A6 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два груза (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу второго груза, чтобы после увеличения массы первого груза в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

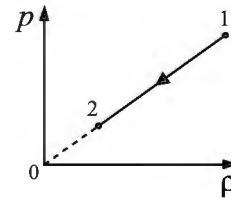


- 1) уменьшить в 4 раза
 2) уменьшить в 2 раза
 3) увеличить в 2 раза
 4) увеличить в 4 раза

A7 Газ в сосуде сжали, увеличив концентрацию молекул газа в 5 раз. Давление газа при этом снизилось в 2 раза. Следовательно, средняя энергия теплового движения молекул газа

- 1) увеличилась в 10 раз
 2) уменьшилась в 10 раз
 3) увеличилась в 5 раз
 4) уменьшилась в 2 раза

A8 При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление пропорционально его плотности. Масса газа в процессе остаётся постоянной. Утверждается, что в этом процессе
 А. происходит изотермическое расширение газа.
 Б. концентрация молекул газа увеличивается.
 Из этих утверждений



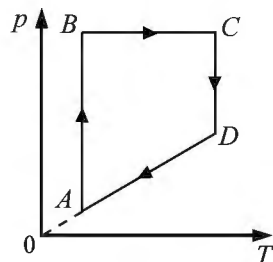
- 1) верно только А
 2) верно только Б
 3) оба утверждения верны
 4) оба утверждения неверны

A9 При плавлении льда вода переходит из кристаллического состояния в жидкое. При этом переходе

- 1) возрастает температура, уменьшается внутренняя энергия
- 2) возрастает температура, не изменяется внутренняя энергия
- 3) возрастает и температура, и внутренняя энергия
- 4) возрастает внутренняя энергия, не меняется температура

A10 На рисунке приведён цикл, осуществляемый с идеальным газом. Масса газа постоянна. Работа **не совершается** на участке

- 1) AB
- 2) BC
- 3) CD
- 4) DA



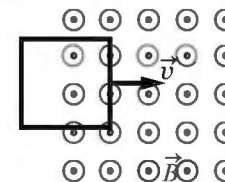
A11 Как изменится ускорение заряженной пылинки, движущейся в электрическом поле, если и заряд пылинки, и напряжённость поля уменьшить вдвое? Силу тяжести не учитывать.

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 4 раза
- 3) не изменится
- 4) уменьшится в 2 раза

A12 Комната освещается четырьмя одинаковыми параллельно включёнными лампочками. Расход электроэнергии за час равен Q . Каким должно быть число параллельно включённых лампочек, чтобы расход электроэнергии в час был равен $2Q$?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 8
- 4) 16

A13 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} . При этом в ней возникает ЭДС индукции, равная \mathcal{E} .



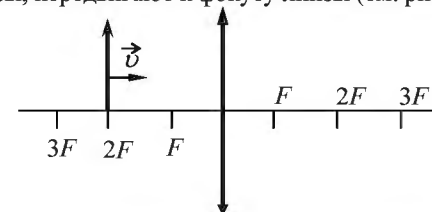
Какой станет ЭДС, если рамка будет двигаться со скоростью $4v$?

- 1) $\frac{\mathcal{E}}{4}$
- 2) \mathcal{E}
- 3) $2\mathcal{E}$
- 4) $4\mathcal{E}$

A14 Выберите среди электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, волны с максимальной частотой.

- 1) ультрафиолетовое излучение
- 2) видимое излучение
- 3) инфракрасное излучение
- 4) рентгеновское излучение

A15 Предмет, расположенный на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к фокусу линзы (см. рисунок).



Его изображение при этом движется от двойного фокуса

- 1) к фокусу
- 2) к положению на расстоянии $1,5F$ от линзы
- 3) в бесконечность
- 4) к положению на расстоянии $3,5F$ от линзы

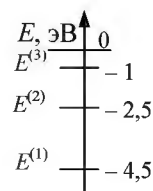
A16 Дифракцией света объясняется спектральное разложение
А. солнечного света призмой.
Б. белого света, прошедшего сначала малое отверстие, а затем – два близко расположенных отверстия.
 Верно(-ы) утверждение(-я):

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

A17 Какое из утверждений соответствует планетарной модели атома?

- 1) В центре атома находится ядро, состоящее из протонов и нейтронов. Вокруг ядра вращаются электроны. Количество протонов равно количеству электронов.
- 2) Атом представляет собой шар, заполненный электронами, протонами и нейтронами в равных количествах.
- 3) В центре атома находится ядро, состоящее из протонов и электронов. Вокруг ядра вращаются нейтроны. Количество нейтронов равно общему количеству электронов и протонов.
- 4) Атом состоит из положительно заряженных протонов и такого же числа отрицательно заряженных электронов.

A18 На рисунке показана схема низших энергетических уровней атома. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Фотоны какой энергии может излучать атом?



- 1) только 2 эВ
- 2) только 2,5 эВ
- 3) любой, но меньшей 2,5 эВ
- 4) любой в пределах от 2,5 до 4,5 эВ

A19 Период полураспада ядер атомов мышьяка ${}^{72}_{33}\text{As}$ составляет 26 ч. Это означает, что в препарате мышьяка ${}^{72}_{33}\text{As}$ начальной массой 1 г

- 1) все изначально имевшиеся ядра мышьяка распадутся через 52 ч
- 2) одно ядро мышьяка из всех изначально имевшихся ядер распадается каждые 26 ч
- 3) примерно половина изначально имевшихся ядер мышьяка распадается за 26 ч
- 4) за 26 ч массовое число каждого ядра мышьяка уменьшится вдвое

A20 Учитель продемонстрировал опыт, установка для которого представлена на фотографии (рис. 1). Сначала он подключил конденсатор к источнику напряжения, а затем перевёл переключатель в положение 2. Напряжение с катушки индуктивности поступает в компьютерную измерительную систему, и результаты изменения напряжения с течением времени отображаются на мониторе (рис. 2).

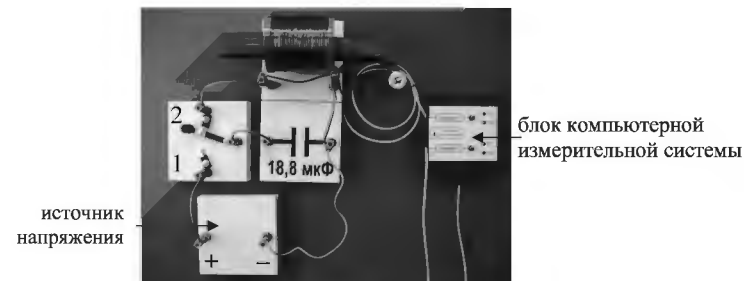


Рис. 1

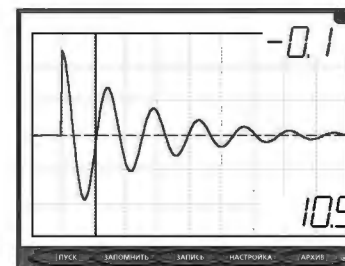


Рис. 2

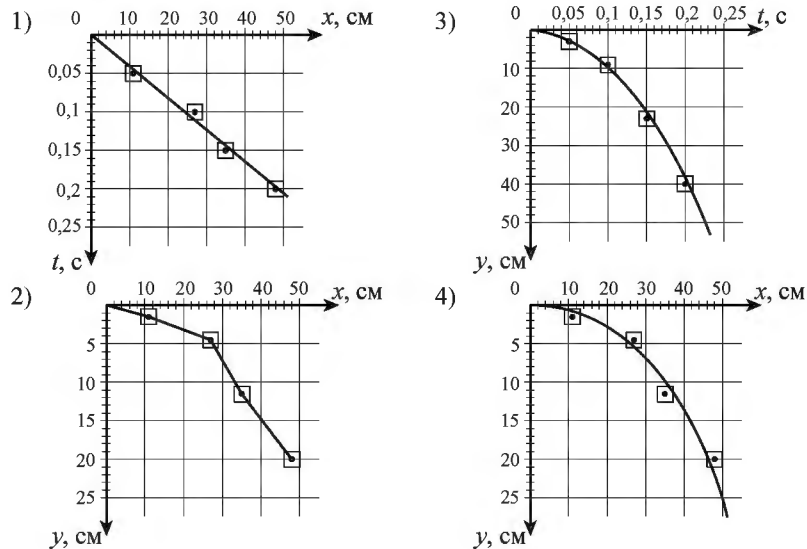
Что наблюдалось в опыте?

- 1) свободные затухающие колебания в колебательном контуре
- 2) явление возникновения резонанса в колебательном контуре
- 3) вынужденные электромагнитные колебания в контуре
- 4) свободные незатухающие колебания в идеальном контуре

A21 Ученик исследовал движение шарика, сброшенного горизонтально со стола. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения и заполнил таблицу:

$t, \text{с}$	0	0,05	0,10	0,15	0,20
$x, \text{см}$	0	11	27	35	48
$y, \text{см}$	0	1,5	4,5	11,5	20

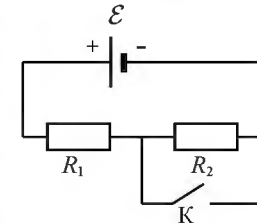
Погрешность измерения координат равна 1 см, а промежутков времени – 0,01 с. На каком из графиков верно представлена наиболее вероятная траектория движения шарика?



Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1 На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} и два резистора: R_1 и R_2 . В начальный момент времени ключ К был замкнут. Если ключ К разомкнуть, то как изменятся следующие три величины: ток через резистор R_1 ; напряжение на резисторе R_2 ; суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешней цепи? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.



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.

Сила тока через резистор R_1	Напряжение на резисторе R_2	Суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешней цепи

B2 При длительной эксплуатации искусственного спутника высота его полёта над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника, его потенциальная энергия и центростремительное ускорение?

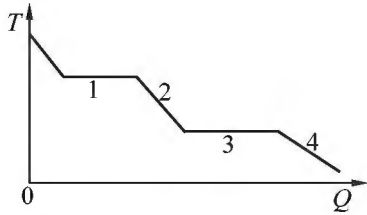
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Скорость	Потенциальная энергия	Ускорение

В3 На рисунке показан график изменения температуры T вещества при постоянном давлении по мере выделения им количества теплоты Q . В начальный момент времени вещество находилось в газообразном состоянии. Какие участки графика соответствуют кристаллизации вещества и остыванию жидкости? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- | ПРОЦЕССЫ | УЧАСТКИ ГРАФИКА |
|----------------------------|-----------------|
| А) кристаллизация вещества | 1) 1 |
| Б) остывание жидкости | 2) 2 |
| | 3) 3 |
| | 4) 4 |

Ответ:

А	Б

В4 Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (λ – длина волны фотона, E – энергия фотона, h – постоянная Планка, c – скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

- | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
|---------------------|------------------------|
| А) частота фотона | 1) $\frac{E}{h}$ |
| Б) импульс фотона | 2) $\frac{c}{E}$ |
| | 3) $\frac{\lambda}{h}$ |
| | 4) $\frac{h}{\lambda}$ |

Ответ:

А	Б

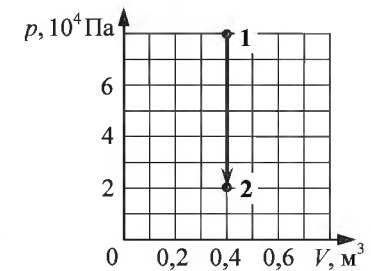
Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Горизонтально расположенная невесомая пружина жёсткостью $k = 1000$ Н/м находится в недеформированном состоянии. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину на $\Delta x = 1$ см, и отпускают. Какой будет максимальная скорость бруска? Трение не учитывать.

- 1) 1 м/с 2) 2 м/с 3) 0,5 м/с 4) 2,5 м/с

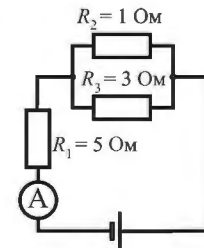
A23 Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде не менялась, и он перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



- 1) $\frac{1}{3}$ 2) $\frac{1}{4}$ 3) $\frac{1}{6}$ 4) $\frac{1}{10}$

A24 В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 8 А. Найдите ток через резистор R_2 .

- 1) 2 А
2) 4 А
3) 6 А
4) 8 А

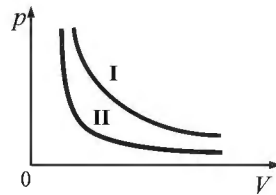


A25 Две частицы, имеющие отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 4$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и движутся по окружностям. Определить отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2}$, если отношение периодов обращения этих частиц $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2}$.

- 1) 1 2) 2 3) 6 4) 8

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

C1 Две порции одного и того же идеального газа изотермически расширяются при одной и той же температуре. Изотермы представлены на рисунке. Почему изотерма I лежит выше изотермы II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

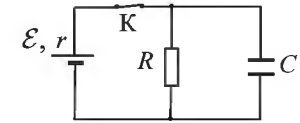


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2 Снаряд массой $2m$, движущийся со скоростью v_0 , разрывается на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Скорость осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равна v_1 . Найдите ΔE .

C3 Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. На какую величину изменилась внутренняя энергия аргона в результате расширения?

C4 В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 12$ В, отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $k = \frac{r}{R} = 0,2$. После размыкания ключа К



в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты $Q = 10$ мкДж. Найдите ёмкость конденсатора C .

C5 Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более $0,05$ мм. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от плёнки, то резкими считаются не только бесконечно удалённые предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Объектив имеет переменное фокусное расстояние. При этом расстояние, на которое он настроен (в данном случае ∞), не изменяется. При «относительном отверстии» $\alpha = 4$ минимальное расстояние, на котором предметы получают резкими, меняется (при изменении фокусного расстояния объектива) от $12,5$ до 50 м. («Относительное отверстие» – это отношение фокусного расстояния к диаметру входного отверстия объектива.) В каком диапазоне изменяется фокусное расстояние объектива? При расчётах считать объектив тонкой линзой. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равна максимальная возможная кинетическая энергия фотоэлектрона?