

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения регионального тренировочного мероприятия по физике в форме ЕГЭ отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 21–26 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком.

Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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	сантиметры	см	10^{-2}
мега	М	10^6	миллиметры	мм	10^{-3}
кило	к	10^3	микрометры	мкм	10^{-6}
гекто	г	10^2	нанометры	нм	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пикометры	пм	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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения 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

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	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

Молярная масса

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

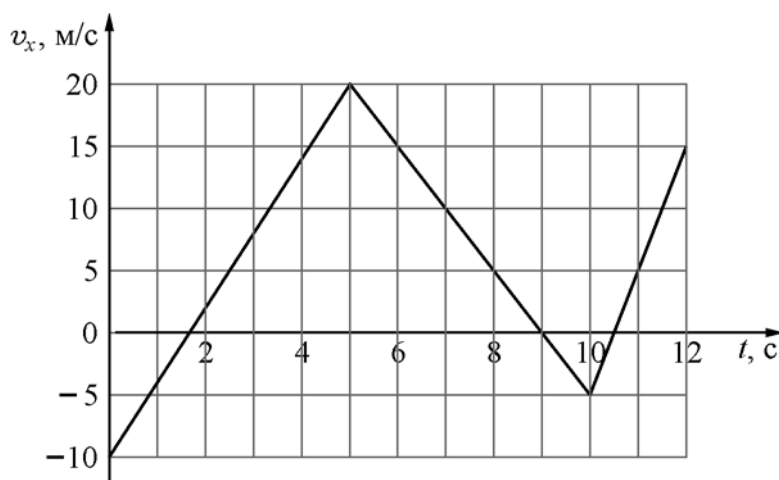
Вариант 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

На рисунке изображён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 5 с до 10 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2

В инерциальной системе отсчёта некоторая сила сообщает телу массой 2 кг ускорение, равное 3 м/с². Какова масса тела, которому эта же сила сообщает ускорение 12 м/с² в этой же системе отсчёта?

Ответ: _____ кг.

3

Свободно движущийся в инерциальной системе отсчёта брусок имеет импульс 8 кг·м/с. На него начинает действовать сила, направление которой совпадает с направлением движения бруска, а модуль равен 12 Н. Во сколько раз увеличится импульс бруска за 4 с действия этой силы?

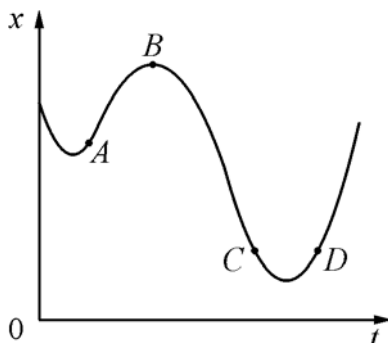
Ответ: _____ раз(а).

4

Шар из материала плотностью 1800 кг/м³ и объёмом 650 см³ полностью погружён в воду. Определите модуль силы Архимеда, действующей на этот шар.

Ответ: _____ Н.

- 5** На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t .



Из приведённого ниже списка выберите **все** правильные утверждения. В ответе укажите их номера.

- 1) В момент времени, соответствующий точке D , векторы ускорения и скорости тела направлены в противоположные стороны.
- 2) На участке CD модуль скорости тела постоянно увеличивается.
- 3) В результате преодоления телом участка ABC проекция перемещения тела на ось Ox оказывается отрицательной.
- 4) В момент времени, соответствующий точке B , проекция ускорения тела на ось Ox отрицательна.
- 5) В момент времени, соответствующий точке A , проекция скорости тела на ось Ox отрицательна.

Ответ: _____.

- 6** Подвешенный на лёгкой пружине груз совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Пружину заменили на другую, жёсткость которой больше, оставив массу груза и амплитуду колебаний неизменными. Как при этом изменятся период свободных колебаний груза и его максимальное ускорение?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

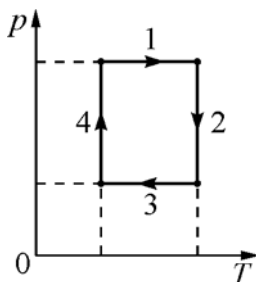
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период свободных колебаний груза	Максимальное ускорение груза

7 В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ в количестве 3 моля. Во сколько раз уменьшится давление газа в этом сосуде, если выпустить из него 2 моля газа, а абсолютную температуру газа уменьшить в 2 раза?

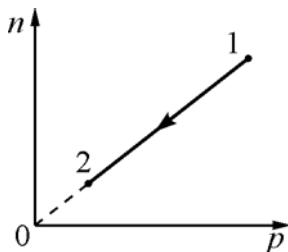
Ответ: _____.

8 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа (p – давление газа, T – его абсолютная температура). На каком участке процесса работа газа положительна и равна полученному газом количеству теплоты? В качестве ответа укажите номер участка.



Ответ: _____.

9 При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул n прямо пропорциональна давлению p (см. рисунок). Масса газа в этом процессе остаётся постоянной.



Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения, характеризующие процесс 1–2. В ответе укажите их номера.

- 1) Абсолютная температура газа уменьшается.
- 2) Плотность газа остаётся неизменной.
- 3) Происходит изотермическое расширение газа.
- 4) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа остаётся неизменной.
- 5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа увеличивается.

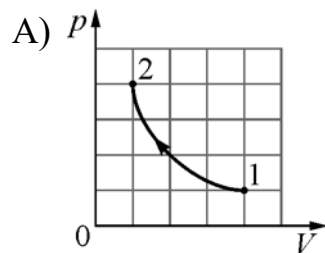
Ответ: _____.

10 Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль одноатомного идеального газа, и физическими величинами, которые характеризуют эти процессы (ΔU – изменение внутренней энергии, A – работа газа).

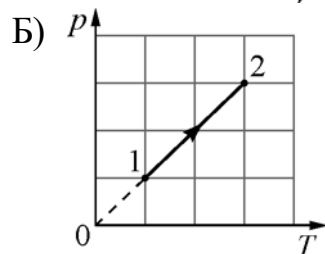
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИК ПРОЦЕССА

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА



- 1) $\Delta U = 0; A > 0$
- 2) $\Delta U > 0; A > 0$
- 3) $\Delta U > 0; A = 0$
- 4) $\Delta U = 0; A < 0$



Ответ:

А	Б

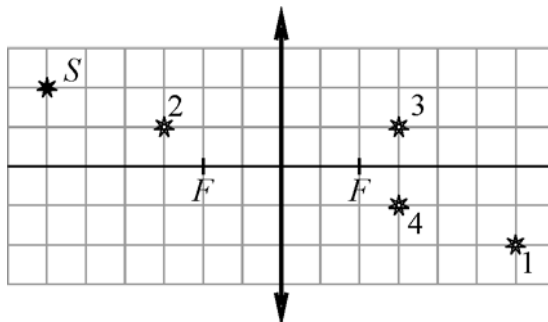
11 Одинаковые отрицательные точечные заряды, модуль которых равен $|q| = 1,5 \cdot 10^{-7}$ Кл, покоятся в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль силы взаимодействия этих зарядов друг с другом.

Ответ: _____ мкН.

12 Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,32 Дж. Чему равна индуктивность катушки, если сила тока в ней равна 4 А?

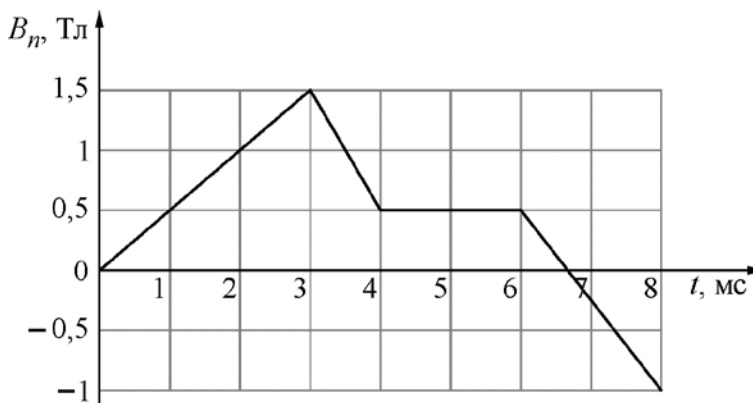
Ответ: _____ мГн.

- 13** Какая точка является изображением точечного источника S (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ? В качестве ответа укажите номер точки.



Ответ: _____.

- 14** Проволочная рамка площадью 80 см^2 помещена в однородное магнитное поле так, что плоскость рамки перпендикулярна вектору магнитной индукции B . Проекция B_n вектора магнитной индукции поля на нормаль к плоскости рамки изменяется с течением времени t согласно графику на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения о процессах, происходящих в рамке.



- 1) Модуль ЭДС индукции, возникающей в рамке в промежутке времени от 6 мс до 8 мс равен 6 В.
- 2) Направления индукционного тока в рамке в промежутках времени от 3 мс до 4 мс и от 6 мс до 8 мс совпадают.
- 3) Модуль изменения магнитного потока в рамке отличен от нуля в промежутке времени от 4 мс до 6 мс.
- 4) Индукционный ток в рамке максимален по модулю в промежутке времени от 4 мс до 6 мс.
- 5) ЭДС индукции в рамке была отлична от нуля только в промежутках времени от 3 мс до 4 мс и от 6 мс до 8 мс.

Ответ: _____.

15 При настройке колебательного контура генератора, задающего частоту излучения радиопередатчика, электроёмкость его конденсатора уменьшили. Как при этом изменились период излучаемых волн и длина волны излучения? 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.

Период излучаемых волн	Длина волны излучения

16 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Под названием элемента указаны массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе. Определите число нейтронов в ядре самого распространённого стабильного изотопа цинка.

2	II	Li 3 Литий 7 ₉₃ 6 ₇	Be 4 Бериллий 9 ₁₀₀	5 B Бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
		Na 11 Натрий 23 ₁₀₀	Mg 12 Магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13 Al Алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 Калий 39 ₉₃ 41 ₇	Ca 20 Кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 Скандий 45 ₁₀₀
	V	29 Cu Медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn Цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga Галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Ответ: _____.

17 Интенсивность монохроматического светового пучка плавно уменьшают, не меняя частоты света. Как изменяются при этом энергия и импульс каждого фотона в световом пучке?

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.

Энергия фотона	Импульс фотона

18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При гармонических колебаниях полная механическая энергия маятника сохраняется.
- 2) При изохорном охлаждении газа совершаемая им работа равна нулю.
- 3) Модуль силы Ампера не зависит от силы тока в проводнике.
- 4) Явлением электромагнитной индукции называется возникновение магнитного поля вокруг проводника с током.
- 5) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из металла при фотоэффекте, зависит от длины волны падающего излучения.

Ответ: _____.

- 19 Определите напряжение, которое показывает вольтметр, если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления шкалы вольтметра.



Ответ: (_____ \pm _____) В.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

- 20 Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с её помощью мощность электрического тока, потребляемую лампочкой. Для этого школьник взял соединительные провода, ключ, аккумулятор и амперметр. Какие *два* предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?
- 1) лампочка;
 - 2) катушка индуктивности;
 - 3) конденсатор;
 - 4) реостат;
 - 5) вольтметр.

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

Ответ:

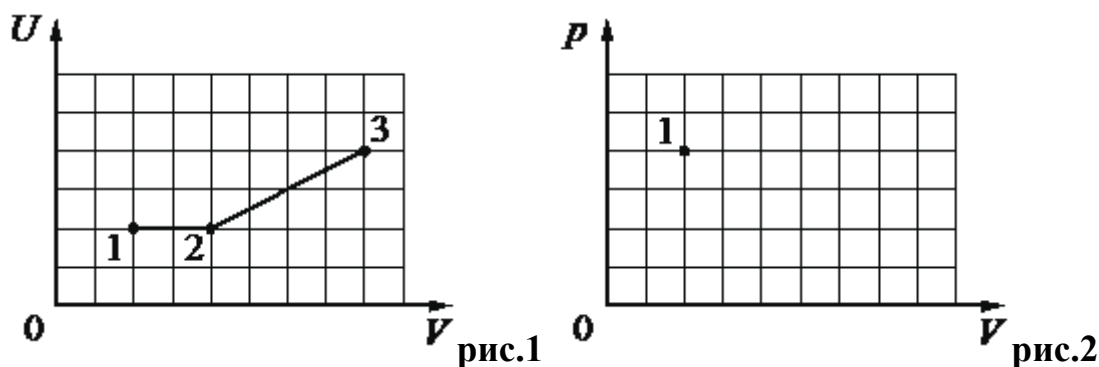
--	--

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

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 21** На рис. 1 приведена зависимость внутренней энергии U 1 моль идеального одноатомного газа от его объёма V в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса в переменных p – V (p – давление газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики, а также определите получает газ или отдает тепло на этих участках.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 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.

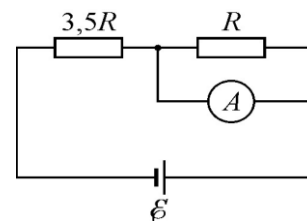
- 22** Мячик бросили вверх под углом 60° к горизонту с начальной скоростью 10 м/с. Какой угол к горизонту будет составлять скорость мячика через $0,366$ с? Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 23** В радиоприёмнике коротковолнового диапазона, настроенном на приём длины волны $\lambda = 25$ м, ёмкость конденсатора входного контура $C = 1200$ пФ. В некоторый момент времени амплитуда колебаний силы тока в контуре была равна $I_0 = 10$ мА. Какова была при этом амплитуда U_0 колебаний напряжения на конденсаторе?
- 24** В сосуде лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Если сообщить ему количество теплоты $Q = 50$ кДж, то $3/4$ льда растает. Какое количество теплоты q надо после этого сообщить содержимому сосуда дополнительно, чтобы весь лёд растаял, и образовавшаяся вода нагрелась до температуры $t_2 = 20^\circ\text{C}$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

25

На рисунке изображена схема электрической цепи, в состав которой входят источник постоянного напряжения с ЭДС

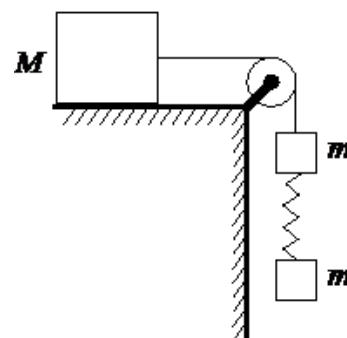
$\mathcal{E} = 16 \text{ В}$ и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, два резистора и неидеальный амперметр. Известно, что

$R = 1 \text{ Ом}$, а амперметр показывает силу тока $I_0 = 2 \text{ А}$. Какая тепловая мощность выделяется в этой электрической цепи?



26

Груз массой $M = 800 \text{ г}$ соединён невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с бруском массой $m = 400 \text{ г}$. К этому бруску на лёгкой пружине жёсткостью $k = 80 \text{ Н/м}$ подвешен второй такой же брусок. Длина нерастянутой пружины $l = 10 \text{ см}$, коэффициент трения груза о поверхность стола $\mu = 0,2$. Определите длину пружины при движении брусков, считая, что при этом движении она постоянна. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.