

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	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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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

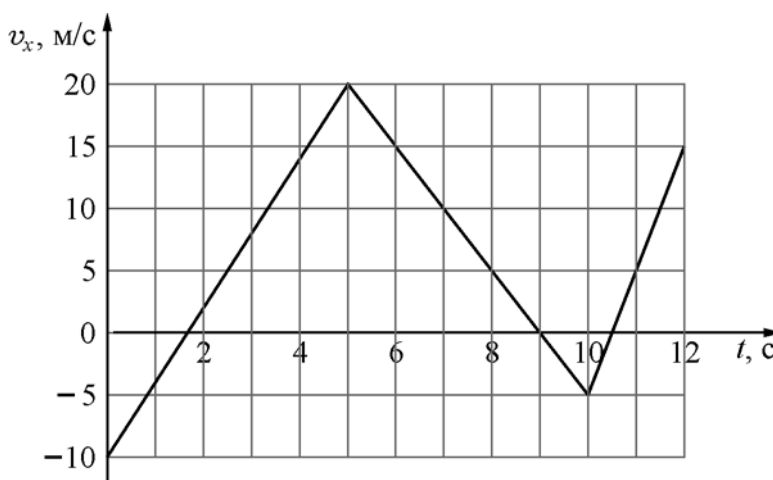
Вариант 1

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 пишите 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).

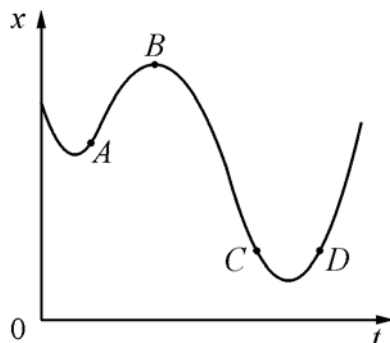
4

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

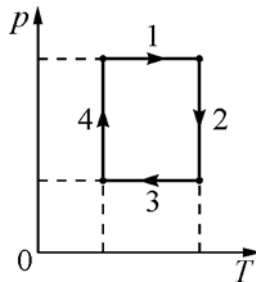
7

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

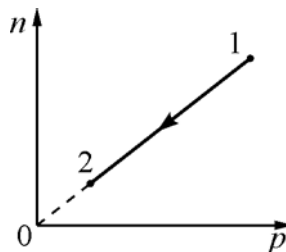
На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа (p – давление газа, T – его абсолютная температура). На каком участке процесса работа газа положительна и равна полученному газом количеству теплоты? В качестве ответа укажите номер участка.



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.

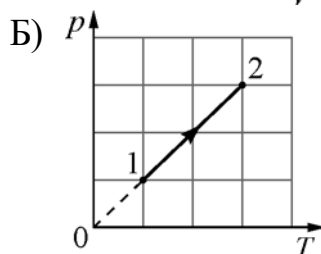
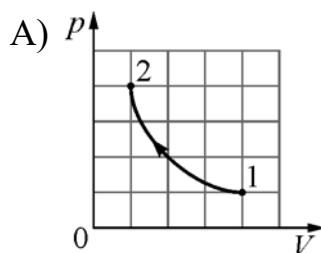
Ответ: _____.

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.

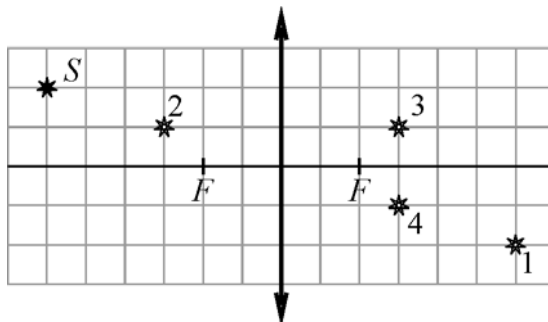
Ответ: _____ мкН.

12

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

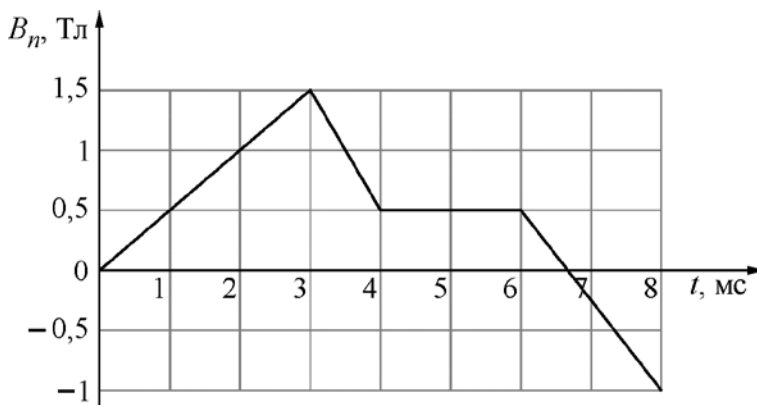
Ответ: _____ мГн.

- 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 \vec{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:

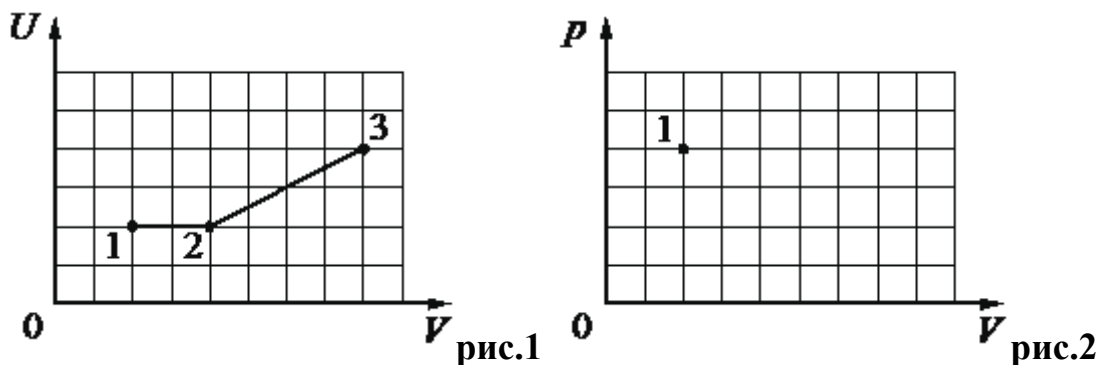
--	--

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.

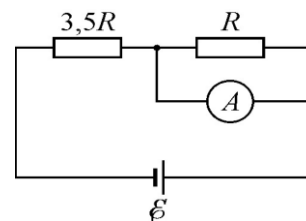
- 22** Мячик бросили вверх под углом 60° к горизонту с начальной скоростью 10 м/с. Какой угол к горизонту будет составлять скорость мячика через $0,366$ с? Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 23** В радиоприёмнике коротковолнового диапазона, настроенном на приём длины волны $\lambda = 25$ м, ёмкость 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

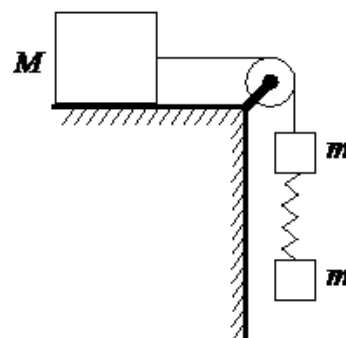
$\mathcal{E} = 16 \text{ В}$ и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, два резистора и неидеальный амперметр. Известно, что

$R = 1 \text{ Ом}$, 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 брусу 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.