

контрольных измерительных материалов
для проведения в 2024 году пробного экзамена
по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 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, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ

Ответ: -2,5 м/с².

-	2	,	5																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ:

А	Б
4	1

4	1																		
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

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

 Бланк

Ответ к заданиям 24–30 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

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

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	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	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
(элементарный электрический заряд)	
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
древеси́ны (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	2,3·10 ⁶	Дж/кг			
плавления свинца	2,5·10 ⁴	Дж/кг			
плавления льда	3,3·10 ⁵	Дж/кг			
Нормальные условия: давление – 10 ⁵ Па, температура – 0 °С					
Молярная масса					
азота	28·10 ⁻³	кг/моль	гелия	4·10 ⁻³	кг/моль
аргона	40·10 ⁻³	кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³	кг/моль
водорода	2·10 ⁻³	кг/моль	лития	6·10 ⁻³	кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³	кг/моль	неона	20·10 ⁻³	кг/моль
воды	18·10 ⁻³	кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³	кг/моль

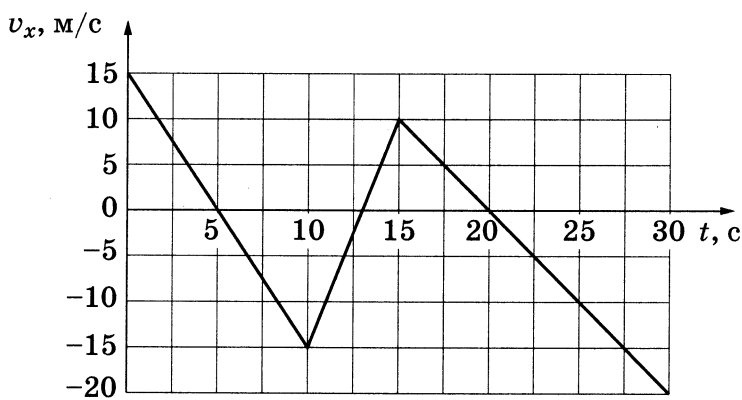
ВАРИАНТ 3

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 приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



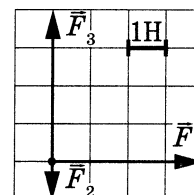
Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 0 до 5 с.

Ответ: _____ м/с².

2

На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Сторона клетки соответствует 1 Н. Определите модуль равнодействующей приложенных сил.

Ответ: _____ Н.



3

В инерциальной системе отсчёта тело движется по прямой под действием постоянной силы величиной 25 Н, не меняя направления. Начальный импульс тела равен 40 кг·м/с. За какое время импульс тела увеличится до 100 кг·м/с?

Ответ: _____ с.

4

Определите давление керосина в открытой цистерне на глубине 1,5 м. Атмосферное давление не учитывать.

Ответ: _____ кПа.

5

В таблице представлены данные о положении шарика, прикрепленного к пружине и совершающего незатухающие колебания вдоль горизонтальной оси Ox , в различные моменты времени.

$t, \text{с}$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, \text{мм}$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этих колебаний.

- 1) Период колебаний шарика равен 2,0 с.
- 2) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, остаётся неизменной.
- 3) Кинетическая энергия шарика в момент времени 1,0 с максимальна.
- 4) Амплитуда колебаний шарика равна 15 мм.
- 5) Потенциальная энергия пружины в момент времени 3,0 с минимальна.

Ответ: _____.

6

Ученик исследовал движение бруска по наклонной плоскости. Он определил, что брусок, начиная движение из состояния покоя, проходит 20 см с ускорением $1,6 \text{ м/с}^2$. Установите соответствие между зависимостями, полученными при исследовании движения бруска, и уравнениями, выражающими эти зависимости.

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

ЗАВИСИМОСТИ

- А) зависимость пути l , пройденного бруском, от времени t
- Б) зависимость модуля скорости бруска от пройденного пути l

УРАВНЕНИЯ

- 1) $l = At^2$, где $A = 0,8 \text{ м/с}^2$
- 2) $l = Bt^2$, где $B = 1,6 \text{ м/с}^2$
- 3) $v = Dl$, где $D = 1,8 \text{ с}^{-1}$
- 4) $v = C\sqrt{l}$, где $C \approx 1,8 \sqrt{\text{м/с}}$

Ответ:

А	Б

7

Во сколько раз должна увеличиться абсолютная температура одноатомного идеального газа, чтобы среднеквадратичная скорость теплового движения его молекул увеличилась в 1,5 раза?

Ответ: в _____ раз(а).

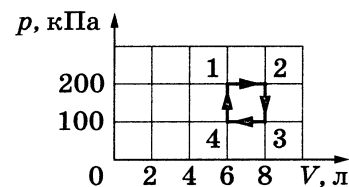
8

В сосуде с подвижным поршнем находятся вода и её насыщенный пар. Объем пара медленно увеличили в 1,5 раза при постоянной температуре так, что в сосуде ещё осталась вода. Определите отношение числа молекул пара в сосуде в конце процесса к числу молекул пара в сосуде в начале процесса.

Ответ: _____.

9

С одноатомным идеальным газом происходит циклический процесс 1–2–3–4–1, pV -диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 400 К. Масса газа постоянна. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.

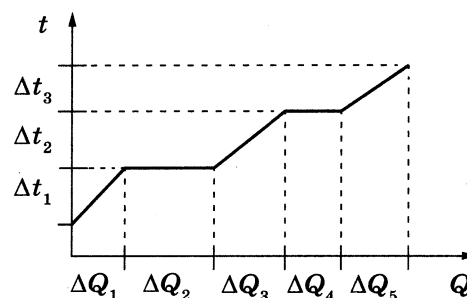


- 1) Минимальная температура в циклическом процессе равна 150 К.
- 2) Количество теплоты, переданное газу при изохорном нагревании, равно 1500 Дж.
- 3) В процессе 2–3 газ отдаёт положительное количество теплоты.
- 4) Работа, совершённая над газом при его изобарном сжатии, равна 200 Дж.
- 5) Работа газа за цикл равна 400 Дж.

Ответ: _____.

10

В цилиндре под поршнем находилось твёрдое вещество массой m . Цилиндр поместили в печь. На рисунке схематично показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих происходящие с веществом тепловые процессы.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

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

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{\Delta Q_3}{m\Delta t_2}$

Б) $\frac{\Delta Q_4}{m}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) удельная теплоёмкость твёрдого вещества
- 2) удельная теплоёмкость жидкости
- 3) удельная теплота плавления
- 4) удельная теплота парообразования

Ответ:

А	Б

11

Сила тока, текущего по проводнику, равна 6 А. За какое время по проводнику пройдёт заряд 180 Кл?

Ответ: _____ с.

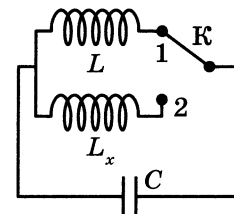
12

Проволочная рамка площадью 10^{-3} м^2 вращается в однородном магнитном поле. Ось вращения, лежащая в плоскости рамки, перпендикулярна вектору магнитной индукции. Магнитный поток, пронизывающий площадь рамки, изменяется по закону $\Phi = 2 \cdot 10^{-7} \cos 20\pi t$, где все величины выражены в СИ. Определите модуль магнитной индукции.

Ответ: _____ мТл.

13

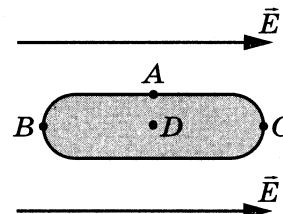
Индуктивность катушки идеального колебательного контура $L = 0,1$ Гн. Какой должна быть индуктивность L_x катушки в контуре (см. рисунок), чтобы при переводе ключа К из положения 1 в положение 2 период свободных электромагнитных колебаний в контуре увеличился в 4 раза?



Ответ: _____ Гн.

14

Незаряженное металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряжённостью $\vec{E}$. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие результаты воздействия этого поля на металлическое тело.

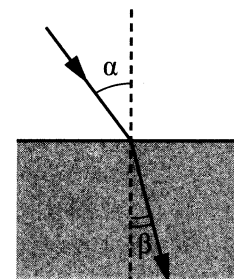


- 1) Потенциалы в точках A и C равны.
- 2) В точке A индуцируется положительный заряд.
- 3) Напряжённость электрического поля в точке D не равна нулю.
- 4) В точке D индуцируется отрицательный заряд.
- 5) Концентрация свободных электронов в точке B наибольшая.

Ответ: _____.

15

Плоская световая волна переходит из воздуха в стекло (см. рисунок). Что происходит при этом переходе с периодом электромагнитных колебаний в световой волне и её длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



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

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

Период электромагнитных колебаний	Длина волны электромагнитных колебаний

16

При перестройке работы лазера мощность испускаемого им светового пучка уменьшилась в 3 раза, а энергия каждого испускаемого фотона возросла в 2 раза. Во сколько раз увеличилась при этом частота испускаемого лазером света?

Ответ: в _____ раз(а).

17

Как изменятся при α -распаде массовое число ядра и число протонов в ядре? 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.

Массовое число ядра	Число протонов в ядре

18

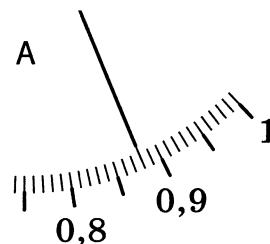
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Громкость звука определяется частотой колебаний.
- 2) Температура плавления кристаллических тел зависит от их массы.
- 3) В цепи постоянного тока на всех параллельно соединённых резисторах напряжение одинаково.
- 4) Скорость распространения радиоволн в вакууме равна скорости света в вакууме.
- 5) При β -распаде ядра образуется ион нового элемента и ядро атома гелия.

Ответ: _____.

19

Определите показания амперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Ответ: (_____ $\pm$ _____) А.

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

20

Ученику необходимо на опыте выяснить, зависит ли частота свободных колебаний пружинного маятника от объёма груза. У него имеется пять пружинных маятников, характеристики которых приведены в таблице. Какие **два** маятника необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ маятника	Жёсткость пружины, Н/м	Объём груза, см ³	Масса груза, г
1	60	80	10
2	60	100	10
3	80	60	5
4	90	80	15
5	100	60	5

Запишите в таблицу номера выбранных маятников.

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.

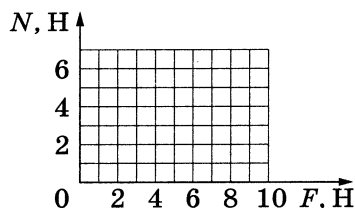
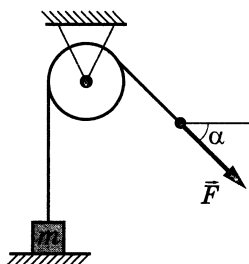
Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21

Лёгкая нить, привязанная к грузу массой $m = 0,6$ кг, перекинута через идеальный неподвижный блок. К правому концу нити приложена постоянная сила $\vec{F}$. Левая часть нити вертикальна, а правая наклонена под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту (см. рисунок).

Постройте график зависимости модуля силы реакции стола N от F на отрезке $0 \leq F \leq 10$ Н. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 21–26 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

Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда равна 0°C , начальная температура воды равна 15°C . Исходная масса воды 1100 г. Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. При достижении теплового равновесия в воде остаётся плавать кусочек льда. Какая масса льда растаяла в процессе перехода к тепловому равновесию?

23

В таблице показано, как менялось напряжение на обкладках конденсатора идеального колебательного контура при свободных электромагнитных колебаниях в этом контуре.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$U, \text{ В}$	40	28,3	0	-28,3	-40	-28,3	0	28,3	40	28,3

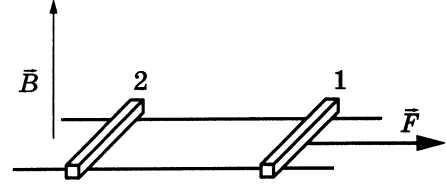
Вычислите по этим данным максимальную энергию конденсатора, если индуктивность катушки равна 4,3 мГн.

24

В вертикальном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения $S = 5 \text{ см}^2$ под подвижным поршнем массой $M = 1$ кг с лежащим на нём грузом массой m находится воздух при комнатной температуре. Первоначально поршень находился на высоте $h_1 = 15$ см от дна сосуда. Если груз снять с поршня, то поршень поднимется на $\Delta h = 2$ см. Какова масса груза m ? Воздух считать идеальным газом, а его температуру — неизменной. Атмосферное давление равно 10^5 Па. Трение между стенками и поршнем не учитывать.

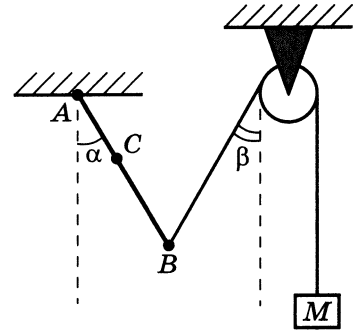
25

По горизонтальным шероховатым рельсам с пренебрежимо малым электрическим сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня сопротивлением $R = 0,1$ Ом каждый. Расстояние между рельсами $l = 10$ см. Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл (см. рисунок). Если на первый стержень действует горизонтальная сила величиной $F = 0,1$ Н, направленная вдоль рельсов, то оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.



26

Невесомый стержень AB длиной $l = 40$ см с двумя малыми грузиками массами m_1 и m_2 , расположенными в точках C и B соответственно, шарнирно закреплён в точке A . Груз массой $M = 250$ г подвешен к идеальному блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии, если стержень отклонён от вертикали на угол $\alpha = 45^\circ$, а нить составляет угол с вертикалью, равный $\beta = 15^\circ$. Расстояние $AC = b = 25$ см. Какова масса m_1 первого грузика, если масса второго равна $m_2 = 200$ г? Трением в шарнире пренебречь.



Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз M и стержень. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



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