

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	$2,3 \cdot 10^6$	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

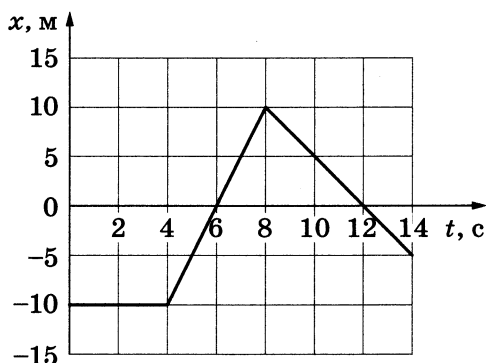
ВАРИАНТ 5

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

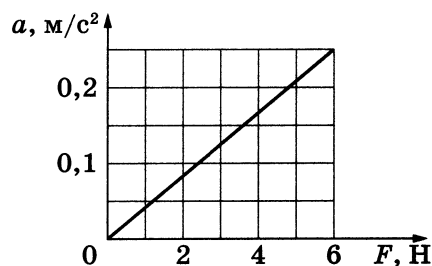
На рисунке приведён график зависимости координаты тела x от времени t при прямолинейном движении тела вдоль оси Ox . Определите проекцию перемещения этого тела на ось Ox в промежутке времени от 0 до 14 с.



Ответ: _____ м.

2

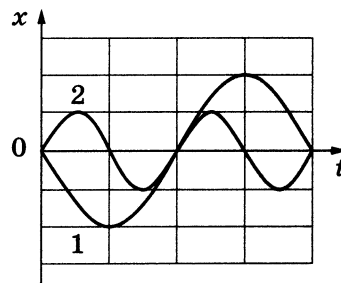
На графике приведена зависимость ускорения a бруска, скользящего без трения по горизонтальной поверхности, от величины приложенной к нему горизонтальной силы F . Систему отсчёта считать инерциальной. Чему равна масса бруска?



Ответ: _____ кг.

3

На рисунке представлены графики зависимости координаты x от времени t для двух тел. Чему равно отношение амплитуд колебаний этих тел $\frac{A_2}{A_1}$?



Ответ: _____.

4

Шарик массой 0,2 кг падает с некоторой высоты с начальной скоростью, равной нулю. Его кинетическая энергия при падении на землю равна 24 Дж. С какой высоты упал шарик? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м.

5

Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. В некоторый момент времени спутник проходит положение **максимального** удаления от Земли. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

- 1) Скорость спутника при прохождении этого положения максимальна.
- 2) Полная механическая энергия спутника при прохождении этого положения максимальна.
- 3) Импульс спутника при прохождении этого положения минимален.
- 4) Ускорение спутника при прохождении этого положения минимально.
- 5) Сила притяжения спутника к Земле при прохождении этого положения максимальна.

Ответ: _____.

6

Деревянный шарик плавает в воде. Как изменятся глубина погружения шарика и масса вытесненной шариком жидкости, если он будет плавать в керосине?

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.

Глубина погружения шарика	Масса вытесненной жидкости

7

Горизонтальный цилиндрический сосуд с гладкими стенками разделён подвижным поршнем на две части. В одной части сосуда находится неон, в другой — аргон. Определите отношение средних кинетических энергий теплового движения молекул

неона и аргона $\frac{E_n}{E_a}$, если поршень покоится, а отношение концентраций газов $\frac{n_n}{n_a} = \frac{1}{3}$.

Ответ: _____.

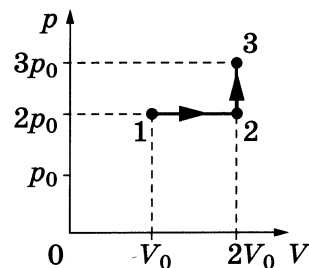
8

Относительная влажность воздуха в сосуде равна 80 %. Во сколько раз плотность насыщенных водяных паров при той же температуре больше плотности водяного пара в сосуде?

Ответ: в _____ раз(а).

9

Одноатомный идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления p газа от объёма V . Масса газа в процессе не изменяется. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно процессов, показанных на графике.



- 1) В процессе 1–2 абсолютная температура газа изобарно увеличилась в 2 раза.
- 2) В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличилась в 6 раз.
- 3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа изохорно увеличилась в 1,5 раза.
- 4) Абсолютная температура газа максимальна в состоянии 1.
- 5) Плотность газа минимальна в состоянии 1.

Ответ: _____.

10

Тепловая машина работает по циклу Карно. Температуру нагревателя тепловой машины повысили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, переданное газу от нагревателя?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

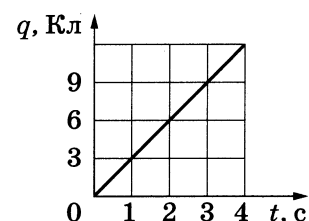
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

КПД тепловой машины	Количество теплоты, переданное газу от нагревателя

11

По проводнику течёт постоянный электрический ток. Заряд, прошедший по проводнику, растёт с течением времени согласно представленному графику (см. рисунок). Определите силу тока в проводнике.



Ответ: _____ А.

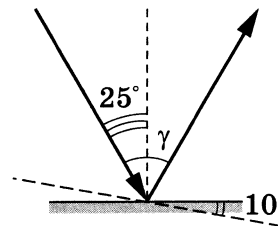
12

Какова сила тока в катушке индуктивностью 0,8 Гн, если энергия магнитного поля в ней равна 0,9 Дж?

Ответ: _____ А.

13

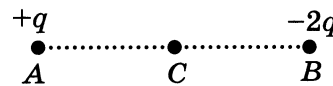
Угол падения луча света на горизонтальное плоское зеркало равен 25° . Каким будет угол γ , образованный падающим и отражённым лучами, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ градусов.

14

Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках A и B , несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q$ соответственно (см. рисунок).



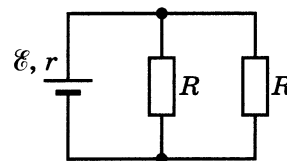
Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этой ситуации.

- 1) Модуль силы Кулона, действующей на бусинку A , в 2 раза меньше модуля силы Кулона, действующей на бусинку B .
- 2) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды не изменятся.
- 3) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке C направлена горизонтально влево.
- 4) Если бусинки соединить медной проволокой, они будут отталкивать друг друга.
- 5) На бусинку A со стороны бусинки B действует сила Кулона, направленная горизонтально вправо.

Ответ: _____.

15

Электрическая цепь на рисунке состоит из источника постоянного напряжения с ЭДС $\mathcal{E}$ и внутренним сопротивлением r и внешней цепи из двух одинаковых резисторов сопротивлением R , включённых параллельно. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) мощность тока, выделяющаяся во внешней цепи из двух резисторов R
- Б) мощность тока, выделяющаяся на внутреннем сопротивлении источника тока

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}^2 r}{\left(r + \frac{R}{2}\right)^2}$
- 2) $\frac{\mathcal{E}^2}{r + \frac{R}{2}}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}^2 R}{4\left(r + \frac{R}{2}\right)^2}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}^2 R}{2\left(r + \frac{R}{2}\right)^2}$

Ответ:

А	Б

16

При замене одного лазера на другой мощность испускаемого светового пучка уменьшилась в 2 раза, а энергия каждого испускаемого фотона увеличилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом длина волны испускаемого света?

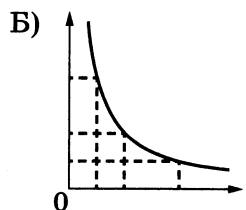
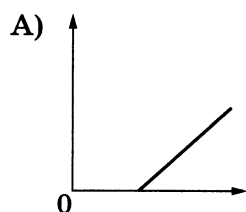
Ответ: в _____ раз(а).

17

Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках, и зависимостями, которые они могут выражать.

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

ГРАФИКИ



ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость энергии фотона от длины волны
- 2) зависимость максимальной энергии фотоэлектронов от частоты света
- 3) зависимость энергии фотона от частоты света
- 4) зависимость силы фототока от напряжения между электродами при неизменной освещенности

Ответ:

А	Б

18

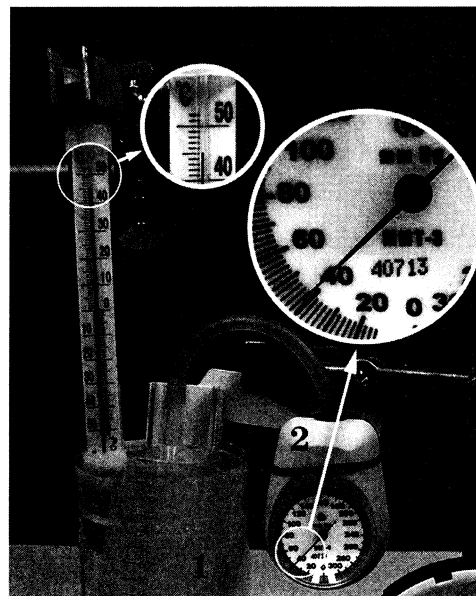
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Давление столба жидкости на дно сосуда обратно пропорционально её плотности.
- 2) Удельная теплота плавления вещества показывает, какое количество теплоты необходимо сообщить 1 кг вещества, находящемуся при любой температуре, чтобы его расплавить.
- 3) В процессе электризации трением два первоначально незаряженных тела приобретают разноимённые и одинаковые по модулю заряды.
- 4) При переходе света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду угол падения меньше угла преломления.
- 5) При α -распаде ядра выполняется закон сохранения электрического заряда, но не выполняется закон сохранения импульса.

Ответ: _____.

19

При исследовании зависимости давления газа от температуры ученик измерял давление в сосуде с газом (1) с помощью манометра (2). Шкала манометра проградуирована в мм рт. ст. Абсолютная погрешность измерений давления равна цене деления шкалы манометра. Каково показание манометра с учётом погрешности измерений?



Ответ: (_____ $\pm$ _____) мм рт. ст.

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

20

Для лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от материала, из которого изготовлен проводник, ученику выдали пять проводников, характеристики которых указаны в таблице. Какие **два** из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника, см	Диаметр проводника, мм	Материал
1	200	1,0	алюминий
2	100	0,5	сталь
3	100	1,0	медь
4	200	0,5	алюминий
5	200	1,0	медь

Запишите в таблицу номера выбранных проводников.

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

Плоский воздушный конденсатор подключили к источнику постоянного напряжения и зарядили, а затем отключили от источника. После этого пространство между пластинами изолированного конденсатора полностью заполнили диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2,5$. Во сколько раз при этом изменилась энергия электрического поля, накопленная конденсатором? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

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

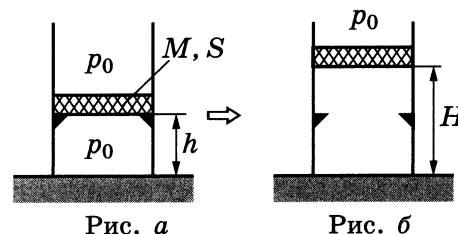
Два пластилиновых шарика с массами $3m$ и m , летящие навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями, при столкновении слипаются. Каким был модуль скорости каждого из шариков перед столкновением, если сразу после столкновения скорость шариков стала равной $0,5$ м/с? Временем взаимодействия шариков пренебречь.

23

В стакан калориметра, содержащего некоторое количество воды, опустили кусок льда массой 300 г при температуре 0 °С. Начальная температура калориметра с водой 55 °С. Когда наступило тепловое равновесие, температура калориметра с водой стала равной 5 °С. Определите первоначальную массу воды в калориметре. Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

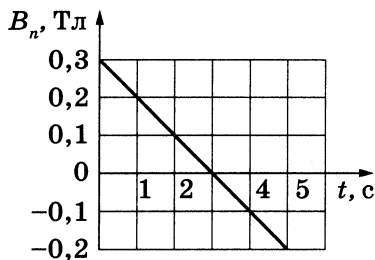
24

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем массой M и конечной площадью основания находится одноатомный идеальный газ. В первоначальном состоянии поршень покоится на высоте h , опираясь на выступы на внутренней стороне стенок цилиндра (см. рис. а). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Газу сообщили количество теплоты Q , и в результате медленного расширения газа нижняя сторона поршня оказалась на высоте H (см. рис. б). Чему равна площадь основания поршня S ? Тепловыми потерями пренебречь.



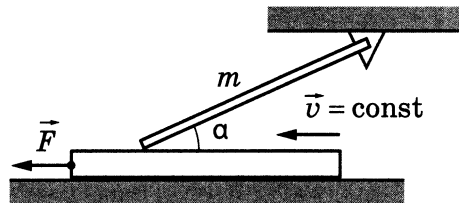
25

Квадратная рамка из медного провода с площадью поперечного сечения $S_0 = 0,1 \text{ мм}^2$ помещена в однородное поле электромагнита. На рисунке приведён график зависимости от времени t для проекции B_n вектора индукции этого поля на перпендикуляр к плоскости рамки. Какое количество теплоты выделяется в рамке за время $\tau = 4 \text{ с}$? Длина стороны рамки $l = 10 \text{ см}$. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.



26

Однородный тонкий стержень массой m одним концом шарнирно прикреплен к потолку, а другим концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя с ней угол $\alpha = 30^\circ$. Под действием горизонтальной силы $\vec{F}$ доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите m , если $F = 2 \text{ Н}$, а коэффициент трения стержня по доске $\mu = 0,2$. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на стержень и доску. Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебречь.



Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



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