

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
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	$2,3 \cdot 10^6$	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

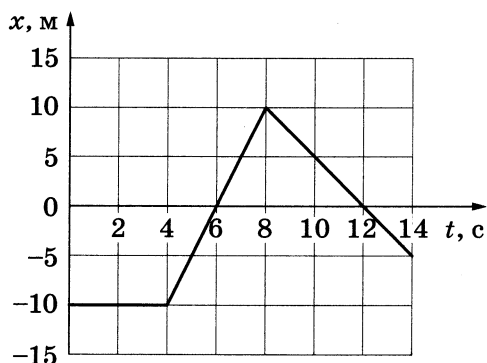
ВАРИАНТ 6

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

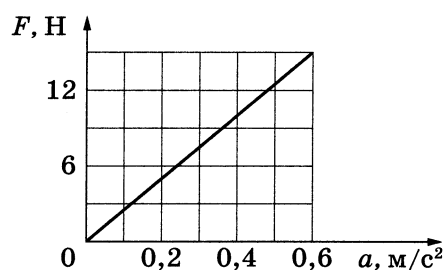
На рисунке приведён график зависимости координаты тела x от времени t при прямолинейном движении тела вдоль оси Ox . Определите проекцию скорости этого тела на ось Ox в промежутке времени от 8 до 12 с.



Ответ: _____ м/с.

2

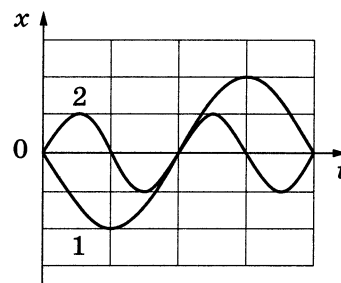
На графике приведена зависимость горизонтальной силы F , приложенной к бруску, скользящему без трения по горизонтальной поверхности, от величины его ускорения a . Систему отсчёта считать инерциальной. Чему равна масса бруска?



Ответ: _____ кг.

3

На рисунке представлены графики зависимости координаты x от времени t для двух тел. Чему равно отношение частот колебаний этих тел $\frac{\nu_2}{\nu_1}$?



Ответ: _____.

4

Шарик массой 0,2 кг падает с высоты 3,5 м с начальной скоростью, равной нулю. Какова кинетическая энергия шарика при падении на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

5

Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. В некоторый момент времени спутник проходит положение **минимального** 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 движении по орбите остаётся постоянной.
- 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 керосине. Как изменятся сила тяжести и сила Архимеда, действующие на шарик, если он будет плавать в воде?

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 тяжести, действующая на шарик	Сила Архимеда, действующая на шарик

7

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

неона и аргона $\frac{v_n}{v_a}$, если поршень покоится, а отношение концентраций газов $\frac{n_n}{n_a} = 2$.

Ответ: _____.

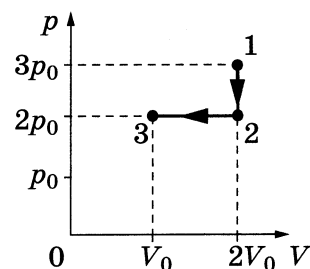
8

Парциальное давление водяного пара в комнате в 2,5 раза меньше давления насыщенного водяного пара при той же температуре. Какова относительная влажность воздуха в комнате?

Ответ: _____ %.

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 средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа уменьшилась в 3 раза.
- 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 максимальна в состоянии 3.

Ответ: _____.

10

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

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

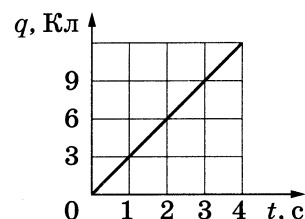
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

11

По проводнику течёт постоянный электрический ток. Заряд, прошедший по проводнику, растёт с течением времени согласно представленному графику (см. рисунок). За какое время по проводнику протечёт заряд 45 Кл?



Ответ: _____ с.

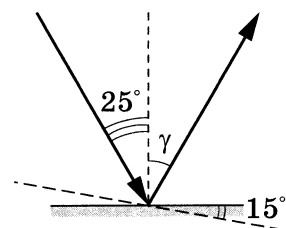
12

Какова энергия магнитного поля катушки индуктивностью 0,4 Гн, если сила тока в катушке равна 6 А?

Ответ: _____ Дж.

13

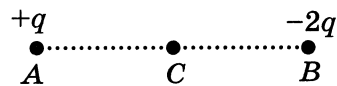
Угол падения луча света на горизонтальное плоское зеркало равен 25° . Каким будет угол отражения γ , если повернуть зеркало на 15° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ градусов.

14

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



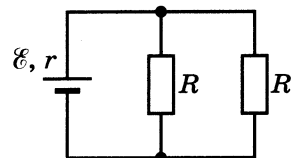
Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этой ситуации.

- 1) Модули сил Кулона, действующих на бусинки, одинаковы.
- 2) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды станут равными.
- 3) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке C направлена горизонтально вправо.
- 4) Если бусинки соединить медной проволокой, они будут притягивать друг друга.
- 5) На бусинку A со стороны бусинки B действует сила Кулона, направленная горизонтально влево.

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 на одном резисторе R
- Б) напряжение на клеммах источника тока

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}r}{r + \frac{R}{2}}$
- 2) $\frac{\mathcal{E}R}{2r + R}$
- 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 увеличилась в 1,5 раза, а энергия каждого испускаемого фотона уменьшилась в 2,5 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом частота испускаемого света?

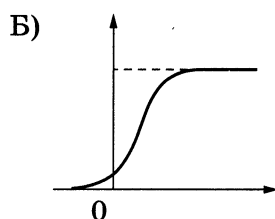
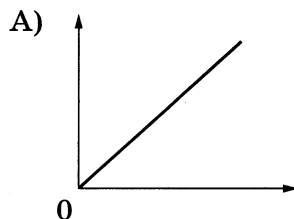
Ответ: в _____ раз(а).

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 его 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 освещённости

Ответ:

А	Б

18

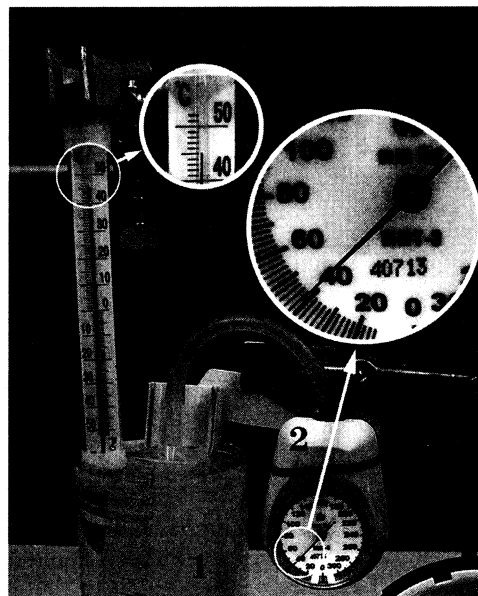
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

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

Ответ: _____.

19

При исследовании зависимости давления газа от температуры ученик измерял температуру в сосуде с газом с помощью термометра. Шкала термометра проградуирована в °C. Абсолютная погрешность измерений температуры равна цене деления шкалы термометра. Каково показание термометра с учётом погрешности измерений?



Ответ: (_____ ± _____) °C.

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

20

Для лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его длины 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	медь
3	100	1,0	медь
4	100	0,5	алюминий
5	200	1,0	медь

Запишите в ответе 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. Не отключая конденсатор от источника, пространство между его пластинами полностью заполнили диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2,5$. 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

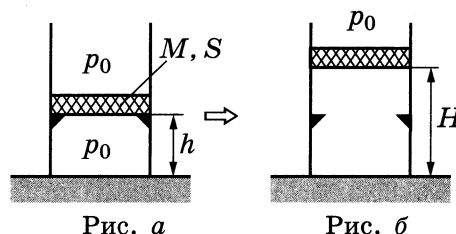
Два пластилиновых шарика массами $3m$ и m , летящие навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями, при столкновении слипаются. Каким станет модуль скорости шариков сразу после столкновения, если перед столкновением модуль скорости каждого из шариков был равен 4 м/с? Временем взаимодействия шариков пренебречь.

23

В стакан калориметра, содержащего 450 г воды, опустили кусок льда при температуре 0 °С. Начальная температура калориметра с водой 45 °С. Когда наступило тепловое равновесие, температура калориметра с водой стала равной 5 °С. Определите массу куска льда. Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

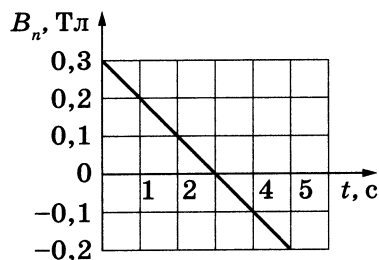
24

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под тяжёлым поршнем с площадью основания S 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 масса поршня M ? Тепловыми потерями пренебречь.



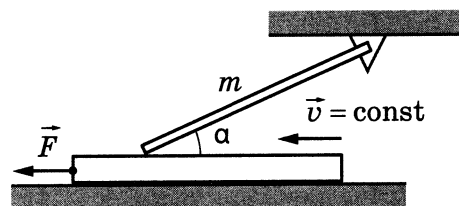
25

Квадратная рамка из медного провода 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. За время $\tau = 5$ с в рамке выделяется количество теплоты $Q = 53$ мкДж. Длина стороны рамки $l = 10$ см. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом $\cdot$ м. Определите площадь поперечного сечения провода S_0 .



26

Однородный тонкий стержень массой $m = 1,6$ кг 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 F , если коэффициент трения стержня по доске $\mu = 0,3$. 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.