

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 21–26 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

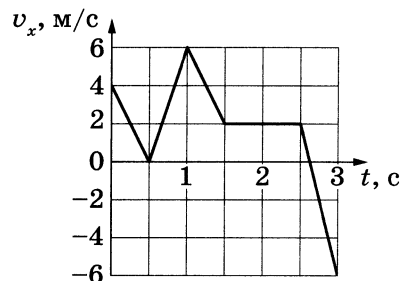
ВАРИАНТ 11

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 показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Какова проекция a_x ускорения этого тела в момент времени 2 с?



Ответ: _____ м/с².

2

В инерциальной системе отсчёта тело массой 2 кг движется прямолинейно под действием постоянной силы, равной по модулю 15 Н. Чему равен модуль изменения импульса тела за 3 с?

Ответ: _____ кг · м/с.

3

У основания гладкой наклонной плоскости шайба массой 20 г обладает кинетической энергией 0,04 Дж. Определите максимальную высоту, на которую шайба может подняться по плоскости относительно основания. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м.

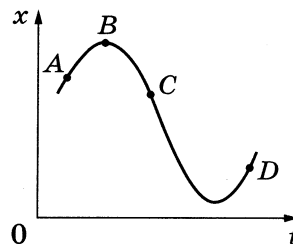
4

Брусек массой 1,5 кг положили на горизонтальный стол. Какова площадь грани, на которой лежит брусок, если он оказывает на стол давление 1,2 кПа?

Ответ: _____ см².

5

На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t . Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.



- 1) В точке C проекция скорости тела на ось Ox отрицательна.
- 2) На участке BC модуль скорости тела уменьшается.
- 3) Проекция перемещения тела на ось Ox при переходе из точки C в точку D отрицательна.
- 4) В точке D проекция ускорения тела на ось Ox положительна.
- 5) В точке A ускорение тела и его скорость направлены в одну сторону.

Ответ: _____.

6

Камень подбросили вверх. Как меняются по мере подъёма ускорение камня и его потенциальная энергия? Сопротивление воздуха не учитывать.

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.

Ускорение камня	Потенциальная энергия камня

7

Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным теплоизолирующим поршнем на две части. В одной части сосуда находится водород, в другой — кислород. Концентрация молекул газов одинакова. Определите отношение среднеквадратичной скорости теплового движения молекул кислорода к среднеквадратичной скорости теплового движения молекул водорода, когда поршень находится в равновесии.

Ответ: _____.

8

Газ получил извне количество теплоты, равное 200 Дж, и при этом внешние силы совершили над ним работу, равную 80 Дж. Масса газа не менялась. На сколько увеличилась внутренняя энергия газа?

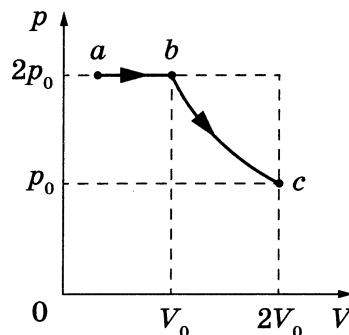
Ответ: на _____ Дж.

9

В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капля воды. С паром в сосуде при постоянной температуре происходит процесс $a \rightarrow b \rightarrow c$, pV -диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этого процесса.

- 1) В процессе $a \rightarrow b$ внутренняя энергия пара постоянна.
- 2) В состоянии a водяной пар является ненасыщенным.
- 3) В процессе $b \rightarrow c$ плотность пара уменьшается.
- 4) В процессе $a \rightarrow b$ масса капли воды уменьшается.
- 5) В процессе $b \rightarrow c$ от пара отводится положительное количество теплоты.

Ответ: _____.



10

Тонкая, упругая и мягкая оболочка герметичного воздушного шара наполнена воздухом. Как изменяются с высотой при быстром подъёме внутренняя энергия воздуха в шаре и его объём? Теплопроводностью оболочки шара пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

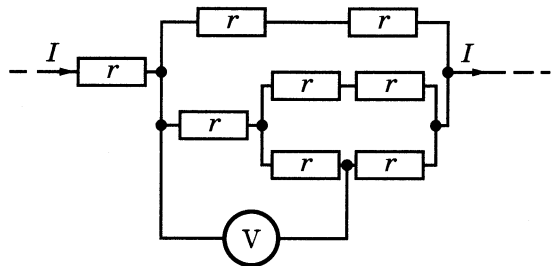
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Внутренняя энергия воздуха	Объём воздуха

11

Восемь одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 1$ Ом соединены в электрическую цепь, по которой течёт ток $I = 8$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает вольтметр? Вольтметр считать идеальным.



Ответ: _____ В.

12

Прямолинейный проводник длиной L , по которому протекает ток I , помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции $\vec{B}$. Во сколько раз увеличится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину уменьшить в 1,5 раза, силу тока в проводнике увеличить в 6 раз, а индукцию магнитного поля поддерживать прежней?

Ответ: в _____ раз(а).

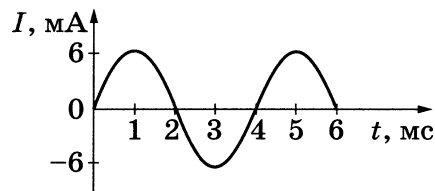
13

Конденсатор, заряженный до разности потенциалов U_0 , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью $L_1 = L$, а во второй — к катушке с индуктивностью $L_2 = 5L$. В обоих случаях в получившемся контуре возникли незатухающие электромагнитные колебания. Каково отношение максимальных значений энергии магнитного поля катушки $\frac{W_{2\max}}{W_{1\max}}$ при этих колебаниях?

Ответ: _____.

14

На рисунке приведён график зависимости силы тока I от времени t в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна $0,3$ Гн. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.



- 1) Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно $21,6$ мкДж.
- 2) В момент времени 3 мс заряд конденсатора равен нулю.
- 3) Период электромагнитных колебаний в контуре равен 4 мс.
- 4) За первые 6 мс энергия магнитного поля катушки достигла своего максимума 2 раза.
- 5) В момент времени 2 мс энергия электрического поля конденсатора достигает своего минимума.

Ответ: _____.

15

Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Что произойдёт с радиусом орбиты и периодом обращения частицы при увеличении скорости её движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты частицы	Период обращения частицы

16

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость соответствующего изотопа в природе.

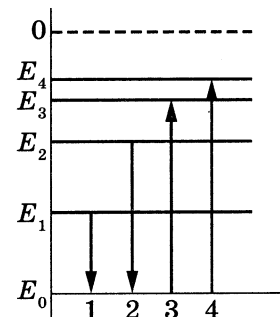
Определите число протонов в ядре стабильного изотопа бериллия.

2	II	Li 3 ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6 _{7,4}	Be 4 БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	B 5 БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 НАТРИЙ 23 ₁₀₀	Mg 12 МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	Al 13 АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	Cu 29 МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	Zn 30 ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	Ga 31 ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀

Ответ: _____.

17

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырёх переходов связаны с поглощением света с наибольшей длиной волны и излучением света с наименьшей энергией?



Установите соответствие между процессами поглощения и излучения света и энергетическими переходами атома, указанными стрелками.

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

ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение света с наибольшей длиной волны
Б) излучение света с наименьшей энергией

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

Ответ:

А	Б

18

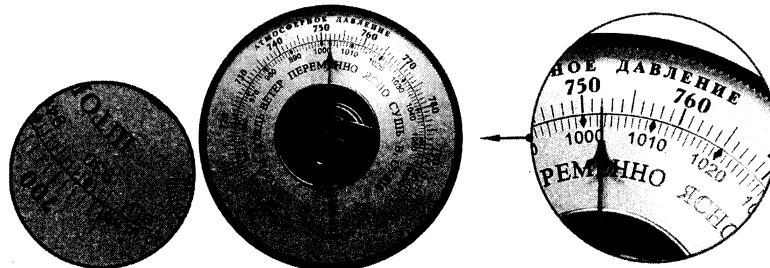
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Сила трения скольжения — сила электромагнитной природы.
- 2) При конденсации жидкость отдаёт положительное количество теплоты в окружающую среду.
- 3) Силой Лоренца называют силу, с которой магнитное поле действует на движущуюся заряженную частицу.
- 4) Линейчатый спектр дают вещества в твёрдом атомарном состоянии.
- 5) Количество фотоэлектронов, вылетающих с поверхности металла за единицу времени, обратно пропорционально интенсивности падающего на поверхность металла света.

Ответ: _____.

19

В паспорте барометра указано, что абсолютная погрешность прямого измерения давления равна 3 гПа. Определите показания барометра.



Ответ: (_____ ± _____) гПа.

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

20

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность меди. Для этого школьник взял электронные весы и медный шарик с крючком.

Какое дополнительное оборудование необходимо использовать для проведения этого эксперимента? Из приведённого ниже перечня оборудования выберите *две* позиции.

- | | |
|--------------|-------------------|
| 1) линейка | 4) секундомер |
| 2) термометр | 5) стакан с водой |
| 3) мензурка | |

В ответе запишите номера выбранных позиций.

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

Воспользовавшись оборудованием, представленным на рисунке *а*, учитель собрал модель плоского конденсатора (рис. *б*), зарядил нижнюю пластину положительным зарядом, а корпус электрометра заземлил. Соединённая с корпусом электрометра верхняя пластина конденсатора приобрела отрицательный заряд, равный по модулю заряду нижней пластины. После этого учитель уменьшил расстояние между пластинами (рис. *в*). Как изменились при этом показания электрометра (увеличились, уменьшились, остались прежними)? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Показания электрометра в данном опыте прямо пропорциональны разности потенциалов между пластинами конденсатора.

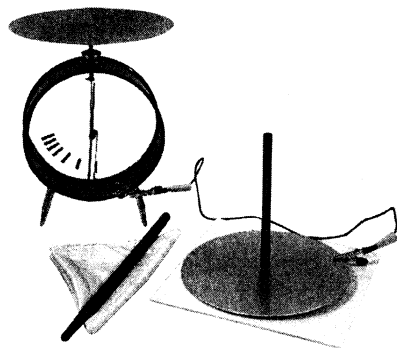


Рис. а

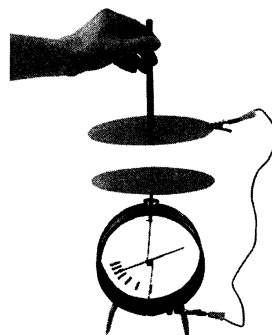


Рис. б

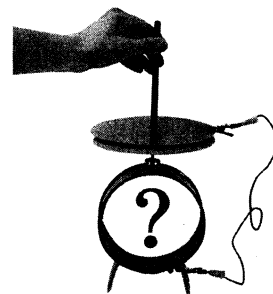
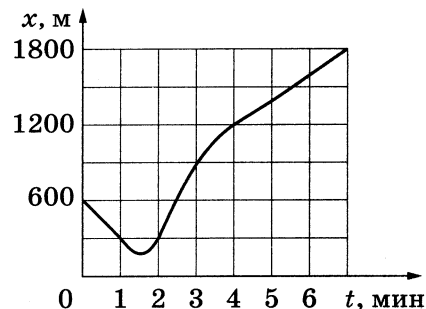


Рис. в

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

Автомобиль массой 2500 кг двигался по дороге. Его положение на дороге изменялось согласно графику зависимости координаты от времени (см. рисунок). Определите максимальную кинетическую энергию, которой автомобиль достиг при своём движении.



23

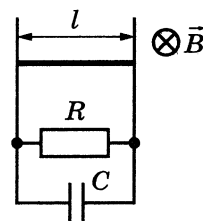
В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшенное в 4 раза изображение предмета. Определите модуль фокусного расстояния линзы, если изображение предмета находится на расстоянии $f = 9$ см от линзы.

24

Закрытый сверху вертикальный цилиндрический сосуд, заполненный воздухом, разделён тяжёлым поршнем, способным скользить без трения, на две части. В начальном равновесном состоянии в верхней и нижней частях сосуда находилось по $\nu = 1$ моль воздуха, а отношение объёмов верхней и нижней частей сосуда было равно 2. После того как из верхней части сосуда удалили некоторое количество воздуха $\Delta \nu$, через длительный промежуток времени установилось новое состояние равновесия с отношением объёмов верхней и нижней частей сосуда, равным 2:3. Температура воздуха T в обеих частях сосуда всё время поддерживалась одинаковой и постоянной. Определите, какое количество воздуха было удалено из сосуда.

25

Горизонтальный проводник длиной $l = 10$ см и массой $m = 25$ г равномерно скользит вниз (без трения и без потери контакта) по двум вертикальным шинам в однородном горизонтальном магнитном поле, перпендикулярном проводнику, с индукцией $B = 0,5$ Тл. Внизу шины замкнуты резистором. Параллельно резистору подключён конденсатор ёмкостью $C = 20$ мкФ (см. рисунок). Определите сопротивление резистора, если заряд конденсатора $q = 1$ мкКл. Сопротивлением проводника и шин пренебречь.



26

Небольшое тело массой $M = 0,99$ кг лежит на вершине гладкой полусферы радиусом $R = 1$ м. В тело попадает пуля массой $m = 0,01$ кг, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 200$ м/с, и застревает в нём. Пренебрегая смещением тела за время удара, определите высоту h , на которой это тело оторвётся от поверхности полусферы. Высота отсчитывается от основания полусферы. Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



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