

**Вариант № 8**

**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/с<sup>2</sup>. -2,5

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. В заданиях 5, 9, 14 и 18 предполагается два или три верных ответа. 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

41

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. 1,40,2

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 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 <sup>9</sup>	санти	с	10 <sup>-2</sup>
мега	М	10 <sup>6</sup>	милли	м	10 <sup>-3</sup>
кило	к	10 <sup>3</sup>	микро	мк	10 <sup>-6</sup>
гекто	г	10 <sup>2</sup>	нано	н	10 <sup>-9</sup>
деци	д	10 <sup>-1</sup>	пико	п	10 <sup>-12</sup>

**Константы**

число π	π = 3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с <sup>2</sup>
гравитационная постоянная	G = 6,7 · 10 <sup>-11</sup> Н · м <sup>2</sup> /кг <sup>2</sup>
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль · К)
постоянная Больцмана	k = 1,38 · 10 <sup>-23</sup> Дж/К
постоянная Авогадро	N <sub>А</sub> = 6 · 10 <sup>23</sup> моль <sup>-1</sup>
скорость света в вакууме	c = 3 · 10 <sup>8</sup> м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	k = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ = 9 · 10 <sup>9</sup> Н · м <sup>2</sup> /Кл <sup>2</sup>
модуль заряда электрона	e = 1,6 · 10 <sup>-19</sup> Кл
(элементарный электрический заряд)	
постоянная Планка	h = 6,6 · 10 <sup>-34</sup> Дж · с

**Соотношения между различными единицами**

температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66 · 10 <sup>-27</sup> кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6 · 10 <sup>-19</sup> Дж

**Масса частиц**

электрона	9,1 · 10 <sup>-31</sup> кг ≈ 5,5 · 10 <sup>-4</sup> а.е.м.
протона	1,673 · 10 <sup>-27</sup> кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675 · 10 <sup>-27</sup> кг ≈ 1,008 а.е.м.

**Плотность**

		подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>

**Удельная теплоёмкость**

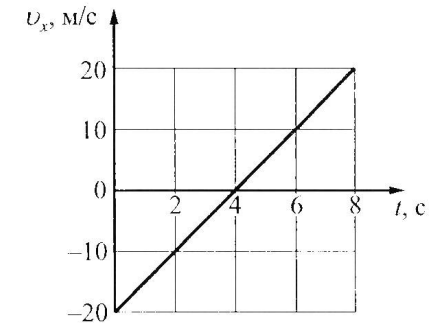
воды	4,2 · 10 <sup>3</sup> Дж/(кг · К)	алюминия	900 Дж/(кг · К)
льда	2,1 · 10 <sup>3</sup> Дж/(кг · К)	меди	380 Дж/(кг · К)
железа	460 Дж/(кг · К)	чугуна	500 Дж/(кг · К)
свинца	130 Дж/(кг · К)		

<b>Удельная теплота</b>			
парообразования воды	2,3·10 <sup>6</sup> Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 <sup>4</sup> Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 <sup>5</sup> Дж/кг		
<b>Нормальные условия:</b> давление – 10 <sup>5</sup> Па, температура – 0 °С			
<b>Молярная масса</b>			
азота	28·10 <sup>-3</sup> кг/моль	гелия	4·10 <sup>-3</sup> кг/моль
аргона	40·10 <sup>-3</sup> кг/моль	кислорода	32·10 <sup>-3</sup> кг/моль
водорода	2·10 <sup>-3</sup> кг/моль	лития	6·10 <sup>-3</sup> кг/моль
воздуха	29·10 <sup>-3</sup> кг/моль	неона	20·10 <sup>-3</sup> кг/моль
воды	18·10 <sup>-3</sup> кг/моль	углекислого газа	44·10 <sup>-3</sup> кг/моль

**Часть I**

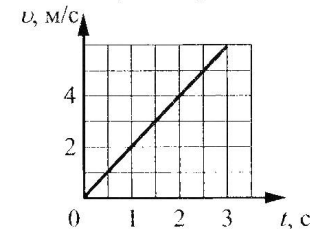
Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости  $v_x$  от времени  $t$  для тела, движущегося прямолинейно вдоль оси  $Ox$ . Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 4 до 8 с.



Ответ: \_\_\_\_\_ м.

- 2 В инерциальной системе отсчёта велосипедист массой 65 кг движется равноускоренно и прямолинейно. Его скорость меняется со временем так, как показано на рисунке. Чему равен модуль равнодействующей сил, действующих на велосипедиста?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

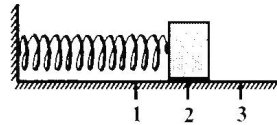
3 На брусок, движущийся равномерно в инерциальной системе отсчёта, начинает действовать сила, направление которой совпадает с направлением движения бруска. Чему равен модуль этой силы, если за 4 с она увеличивает импульс бруска на 20 кг·м/с?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

4 Куб из материала плотностью 1500 кг/м<sup>3</sup> и объёмом 800 см<sup>3</sup> полностью погружён в керосин. Определите силу Архимеда, действующую на куб.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

5 Груз пружинного маятника, изображённого на рисунке, совершает гармонические колебания на гладком горизонтальном столе между точками 1 и 3 (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие процесс колебаний маятника.



- 1) В положении 2 потенциальная энергия пружинного маятника максимальна.
- 2) При движении из положения 1 в положение 2 кинетическая энергия груза маятника уменьшается.
- 3) Полная механическая энергия пружинного маятника в процессе колебаний не изменяется.
- 4) В положении 1 кинетическая энергия груза маятника максимальна.
- 5) При движении из положения 3 в положение 2 модуль ускорения груза маятника уменьшается.

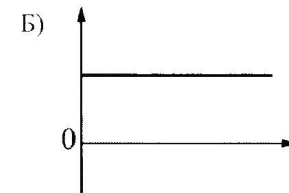
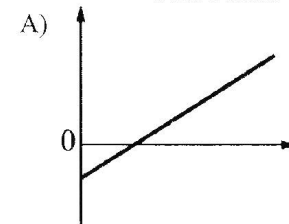
Ответ: \_\_\_\_\_.

6 Материальная точка движется вдоль оси  $Ox$ , при этом её координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой  $x(t) = 4 - 4t + 2t^2$  (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять.

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция  $v_x$  скорости тела
- 2) проекция  $s_x$  перемещения тела
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) проекция  $a_x$  ускорения тела

Ответ:

А	Б

7 Во сколько раз изменится давление гелия, если его плотность и абсолютную температуру увеличить в 3 раза?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

8 В тепловом двигателе газ за один цикл отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 30 Дж, а получает от нагревателя в 4 раза больше. Найдите работу, которую газ совершает за один цикл.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

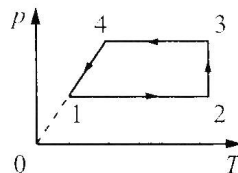
**9** В субботу и в воскресенье температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в субботу было меньше, чем в воскресенье.

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

- 1) Относительная влажность воздуха в субботу была меньше, чем в воскресенье.
- 2) Плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, в субботу была больше, чем в воскресенье.
- 3) Давление насыщенных водяных паров в субботу и в воскресенье было одинаковым.
- 4) Масса водяных паров, содержащихся в 1 м<sup>3</sup> воздуха, в субботу была меньше, чем в воскресенье.
- 5) Концентрация молекул водяного пара в воздухе в субботу была больше, чем в воскресенье.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**10** На рисунке показан график изменения состояния постоянного количества одноатомного идеального газа, состоящий из четырёх участков. Установите соответствие между участками графика и значениями физических величин, характеризующих процессы на этих участках ( $\Delta U$  – 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.

УЧАСТКИ ГРАФИКА

- А) участок 3-4
- Б) участок 4-1

ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 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
---	---

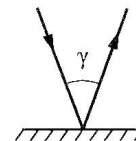
**11** Кипятильник имеет сопротивление 200 Ом и рассчитан на напряжение 220 В. Какое количество теплоты выделится на спирали кипятильника за 5 мин. при включении его в сеть?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

**12** В катушке индуктивности сила тока изменяется со скоростью 0,2 А/с. При этом в катушке наблюдается ЭДС самоиндукции, модуль которой равен 5 мВ. Определите индуктивность катушки.

Ответ: \_\_\_\_\_ мГн.

**13** Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 25°. Определите угол  $\gamma$  между падающим и отражённым лучами (см. рисунок).



Ответ: \_\_\_\_\_ градусов.

**14** В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменяется заряд одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9}$ Кл	4	2,83	0	-2,83	-4	-2,83	0	2,83	4	2,83

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) Амплитуда колебаний заряда обкладки равна  $4 \cdot 10^{-9}$  Кл.
- 2) Период колебаний равен  $16 \cdot 10^{-6}$  с.
- 3) В момент  $t = 2 \cdot 10^{-6}$  с модуль силы тока в колебательном контуре максимален.
- 4) В момент  $t = 4 \cdot 10^{-6}$  с сила тока в колебательном контуре равна 0.
- 5) В момент  $t = 6 \cdot 10^{-6}$  с энергия конденсатора максимальна.

Ответ: \_\_\_\_\_.

15) Плоский конденсатор заряжен и отключён от аккумулятора. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора ёмкость конденсатора и разность потенциалов между его обкладками?

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.

Ёмкость конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

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.

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

Определите число протонов в ядре стабильного изотопа скандия.

Ответ: \_\_\_\_\_.

17) На металлическую пластинку направляют пучок света лазера, вызвав фотоэффект. Затем интенсивность лазерного излучения плавно уменьшают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и работа выхода фотоэлектронов с поверхности металла?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

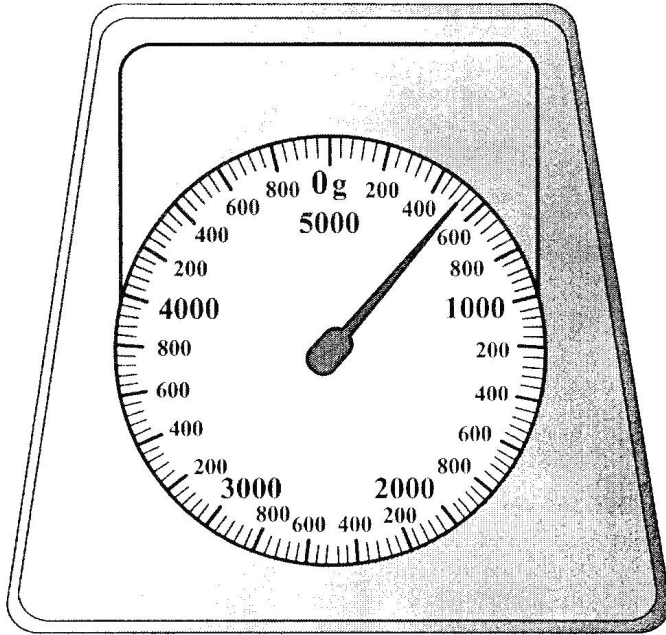
Число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов	Работа выхода фотоэлектронов с поверхности металла

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 электронном  $\beta$ -распаде ядра образуется ион нового элемента и ядро атома гелия.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 19 Для взвешивания муки использовали бытовые весы (см. рисунок). Определите массу муки, если абсолютная погрешность прямого измерения массы равна цене деления весов.



Отвст: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) г.

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

- 20 Необходимо выполнить лабораторную работу по исследованию зависимости жёсткости пружины от её длины. Для этого имеется пять различных пружин, характеристики которых приведены в таблице. Какие две пружины необходимо взять, чтобы провести данное исследование?

№ пружины	Диаметр поперечного сечения проволоки, мм	Длина пружины, см	Материал проволоки, из которой сделана пружина
1	3	3	бронза
2	2	6	бронза
3	1	3	сталь
4	1	3	бронза
5	1	6	сталь

Запишите в ответе номера выбранных пружин.

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

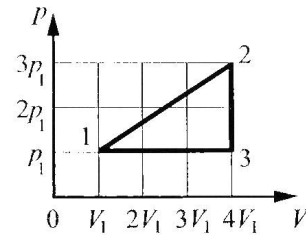
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 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  $\epsilon = 2$ . Во сколько раз при этом изменились напряжение между обкладками конденсатора и энергия электрического поля конденсатора? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

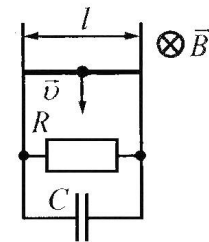
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 22 Мотоциклист из состояния покоя начинает прямолинейное равноускоренное движение по прямой дороге в момент, когда мимо него с постоянной скоростью 9 м/с проезжает велосипедист. Какова будет скорость мотоциклиста в момент, когда он догонит велосипедиста?
- 23 В прогретую электрическую печь мощностью 5 кВт помещают 1 кг льда при температуре  $-25^\circ\text{C}$ . Каков коэффициент полезного действия печи, если весь лёд растаял через 3 мин.?

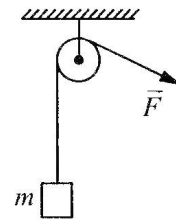
- 24 Цикл теплового двигателя, рабочим телом которого является идеальный одноатомный газ, изображён на рисунке ( $p$  – давление газа;  $V$  – его объём). Определите КПД  $\eta$  этого двигателя.



- 25 Горизонтальный проводник длиной  $l = 15$  см и массой  $m = 15$  г равномерно скользит вниз (без трения и без потери контакта) по двум вертикальным шинам в однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл, вектор магнитной индукции которого перпендикулярен проводнику. Внизу шины замкнуты резистором. Параллельно резистору подключён конденсатор ёмкостью  $C = 0,1$  мкФ (см. рисунок). Определите сопротивление резистора, если заряд конденсатора  $q = 2$  мкКл. Сопротивлением проводника и шин пренебречь.



- 26 Небольшой груз массой  $m = 400$  г лежит на горизонтальной опоре. За верёвку, перекинутую через неподвижный блок, его потянули вверх с постоянной силой  $\vec{F}$  (см. рисунок) из состояния покоя. Через время  $t = 2$  с груз оказался на высоте  $H = 2$  м. Какую работу совершила при этом сила натяжения верёвки? Верёвку считать нерастяжимой и невесомой, блок – невесомым. Трение в оси отсутствует. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



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