

## Вариант 2

### 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 30 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

Бланк

Ответ: -2,5 м/с<sup>2</sup>. - 2 , 5

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 11, 14, 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

Бланк

Ответ:

А	Б
4	1

4 1

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.

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. 1 , 4 0 , 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 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 $\pi$	$\pi = 3,14$
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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

<b>Соотношения между различными единицами</b>			
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		
<b>Масса частиц</b>			
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.		
<b>Плотность</b>			
	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>
<b>Удельная теплоёмкость</b>			
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 1

**Ответами к заданиям 1–23 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.**

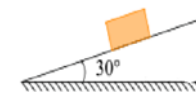
- 1** Зависимость координаты  $x$  тела от времени  $t$  имеет вид:

$$x(t) = 1 + 4t - 2t^2$$

Чему равна проекция скорости тела на ось  $Ox$  в момент времени  $t = 1$  с при таком движении?

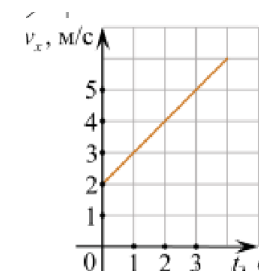
Ответ: \_\_\_\_\_  $\frac{м}{с}$

- 2** Брусочек покоится на наклонной плоскости, образующей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Сила трения покоя равна 0,5 Н. Определите силу тяжести, действующую на тело.



Ответ: \_\_\_\_\_ Н

- 3** Тело движется вдоль оси  $Ox$  под действием силы  $F = 2$  Н, направленной вдоль этой оси. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости  $Ox$  тела на эту ось от времени  $t$ . Какую мощность развивает эта сила в момент времени  $t = 3$  с?



Ответ: \_\_\_\_\_ Вт

- 4** На расстоянии 510 м от наблюдателя рабочие вбивают сваи с помощью копра. Какое время пройдёт от момента, когда наблюдатель увидит удар копра, до момента, когда он услышит звук удара? Скорость звука в воздухе равна 340 м/с.

Ответ: \_\_\_\_\_ с

Из начала декартовой системы координат в момент времени  $t = 0$  тело (материальная точка) брошено под углом к горизонту. В таблице приведены результаты измерения координат тела  $x$  и  $y$  в зависимости от времени наблюдения. Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Время $t$ , с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Координата $x$ , м	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
Координата $y$ , м	0,35	0,60	0,75	0,80	0,75	0,60	0,35	0

- 1) В момент времени  $t = 0,4$  с скорость тела равна 3 м/с.
- 2) Проекция скорости  $v_y$  в момент времени  $t = 0,2$  с равна 2 м/с.
- 3) Тело бросили со скоростью 6 м/с.
- 4) Тело бросили под углом  $45^\circ$ .
- 5) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 1,2 м

Ответ: \_\_\_\_\_

6

Строитель приподнимает с земли тяжёлое бревно для того, чтобы помощник мог пропустить под ним трос. Для этого строитель подсовывает под бревно конец стального лома и давит руками на его другой конец. Второе бревно оказывается более тяжёлым, и для того, чтобы его приподнять, строителю приходится давить на другой конец лома с большей по модулю силой. При этом направление прикладываемой строителем силы  $\vec{F}$ , расположение точки опоры лома относительно бревна и рук строителя относительно лома не изменяется. Как при подъёме второго бревна по сравнению с первым изменяются момент силы  $\vec{F}$  относительно точки опоры лома и плечо силы  $\vec{F}$  относительно точки опоры лома?

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.

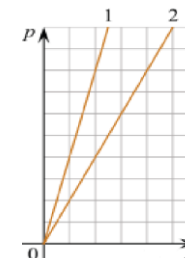
Момент силы относительно точки опоры лома	Плечо силы относительно точки опоры лома

А	Б

Ответ:

7

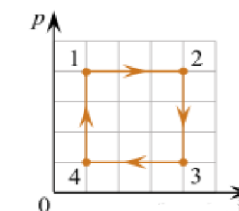
На графике показана зависимость давления от концентрации для двух идеальных газов при фиксированных температурах. Чему равно отношение температур  $\frac{T_2}{T_1}$  этих газов?



Ответ: \_\_\_\_\_

8

Чему равна работа, совершённая двумя молями идеального газа в процессе 1–2–3–4, показанном на рисунке, если в состоянии 1 давление равно 60 кПа, а объём — 1 л?



Ответ: \_\_\_\_\_ кДж

9

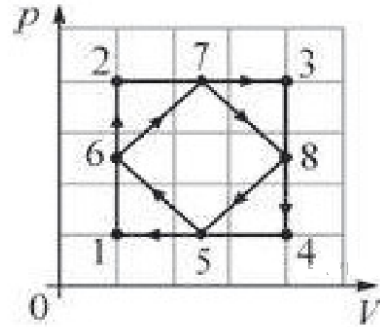
Во вторник и в среду температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере во вторник было меньше, чем в среду. Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения по поводу этой ситуации.

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

Ответ: \_\_\_\_\_

10

На рисунке изображены два циклических процесса  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$  и  $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 5$ . Как изменилось изменение внутренней энергии при переходе от цикла  $1-2-3-4-1$  к циклу  $5-6-7-8-5$  и как изменилось КПД циклов при переходе от цикла  $1-2-3-4-1$  к циклу  $5-6-7-8-5$ . 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.

Изменение внутренней энергии	Работа газа за цикл
А	Б

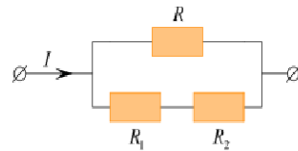
Ответ:

А	Б
---	---

11

Участок электрической цепи состоит из трёх резисторов, соединённых так, как показано на рисунке. Сила тока  $3 \text{ А}$ . Сопротивления резисторов равны  $R_1 = 20 \text{ Ом}$  и  $R_2 = 30 \text{ Ом}$ .

Каким должно быть сопротивление резистора  $R$ , чтобы сила текущего через него тока была равна  $2 \text{ А}$ ?

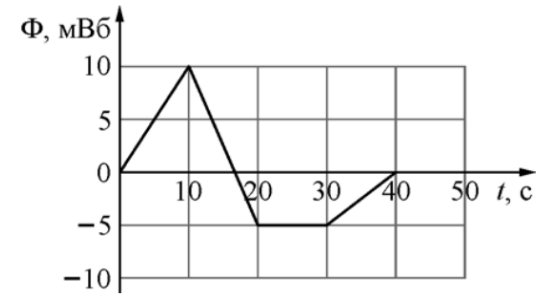


Ответ : \_\_\_\_\_ Ом

12

На рисунке показан график зависимости магнитного потока  $\Phi$ , пронизывающего проводящий контур, от времени  $t$ . Сопротивление контура равно  $5 \text{ Ом}$ . Чему равна сила тока, текущего в контуре, в

промежутке времени от  $0$  до  $10 \text{ с}$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ мА

13

Сила тока  $i$  в идеальном колебательном контуре меняется со временем  $t$  по закону  $i = 0,02 \cos(5 \cdot 10^6 t)$ , где все величины выражены в единицах СИ. Чему равен максимальный заряд одной из пластин конденсатора, включённого в этот колебательный контур?

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

14

На плоскую границу раздела двух сред падает луч света, идущий из среды 1 в среду 2. В таблице приведены значения синусов углов падения ( $\sin \alpha$ ) и синусов углов преломления ( $\sin \beta$ ) этого луча.

$\sin \alpha$	$\sin \beta$
0,5	0,625
0,642788	0,803485
0,707107	0,883883
0,819152	1
0,866025	1

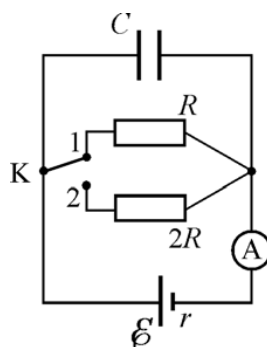
Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

- 1) Луч света падает на поверхность раздела сред из оптически менее плотной среды.
- 2) Показатель преломления среды 1 в 1,25 раза больше показателя преломления среды 2.
- 3) Скорость распространения света в среде 1 равна скорости распространения света в среде 2.

- 4) Длина волны в среде 2 больше длины волны в среде 1.  
 5) Синус предельного угла полного внутреннего отражения точно равен 0,8.

Ответ: \_\_\_\_\_

**15** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника постоянного напряжения, двух резисторов, конденсатора, ключа и идеального амперметра.



Сначала ключ К замкнут в положении 1. Затем ключ переключают в положение 2. Определите, как при этом изменятся заряд на конденсаторе и показания амперметра. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд на конденсаторе	Показание амперметра

Ответ:

А	Б

**16**

В 2002–2005 гг. был искусственно синтезирован новый химический элемент с атомным номером 118. Его назвали оганесон в честь знаменитого российского физика-ядерщика Ю.Ц. Оганесяна. Единственный известный в настоящее время изотоп данного элемента имеет массовое число 294. Сколько нуклонов и сколько нейтронов содержится в атомном ядре этого изотопа?

Число нуклонов	Число нейтронов

Ответ: \_\_\_\_\_

**17**

На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и их максимальная кинетическая энергия? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Число фотоэлектронов, вылетающих в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

Ответ:

А	Б

**18**

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

- 1) При равномерном движении точечного тела по окружности вектор ускорения этого тела направлен вдоль радиуса указанной окружности от её центра.
- 2) Внутренняя энергия неизменного количества идеального газа зависит только от его температуры.
- 3) Модуль силы взаимодействия двух точечных электрических зарядов обратно пропорционален квадрату расстояния между ними.
- 4) При сложении гармонических волн от двух синфазных точечных когерентных источников интерференционные минимумы наблюдаются там, где разность хода волн от указанных источников равна нечётному числу длин полуволн.
- 5) Любой движущейся частице можно поставить в соответствие волну, длина которой обратно пропорциональна квадрату модуля импульса этой частицы.

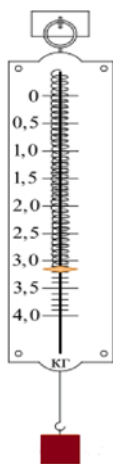
Ответ: \_\_\_\_\_

**19**

Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на рисунке. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ

величину силы тяжести, действующей на груз, с учетом погрешности измерений.

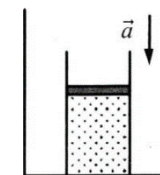
Ответ : ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ), Н



**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.**

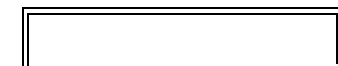
**Часть 2**

**21.** На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сдвинется поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.

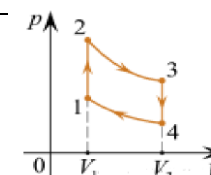


**22.** Снаряд, запущенный вертикально вверх, разорвался на высоте 70 м над землёй, в высшей точке своего подъёма, на три одинаковых осколка. Первый осколок сразу после взрыва полетел вертикально вниз, а второй – горизонтально. Скорости первого и второго осколков сразу после взрыва были одинаковыми по модулю и равными 10 м/с. Чему будет равен модуль скорости третьего осколка в момент его падения на землю? Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Ответ округлите до целого числа.

**23.** В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 165 г и температуру  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 20% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна  $500\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ . Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.



**24.** В тепловом двигателе в качестве рабочего тела используется идеальный газ, а цикл состоит из двух изохор 1–2 и 3–4 и двух адиабат 2–3 и 4–1 (см. рисунок). Известно, что в адиабатических процессах температура газа изменяется в  $n = 2$  раза (растёт в процессе 4–1 и падает в процессе 2–3). Найдите КПД цикла.



**20**

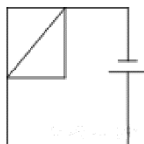
Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости сопротивления цилиндрического проводника от площади его поперечного сечения. Какие два проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Медь
2	10 м	0,5 мм	Медь
3	20 м	1,0 мм	Медь
4	10 м	0,5 мм	Алюминий
5	10 м	1,0 мм	Медь

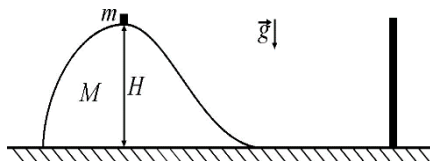
Ответ : \_\_\_\_\_

25. Замкнутый алюминиевый контур  $NMLK$  (см. рис.)

площадью поперечного сечения  $0,2 \text{ мм}^2$  находится в магнитном поле индукцией  $0,35 \text{ Тл}$ , магнитные линии которого направлены параллельно  $NK$  вверх. ЭДС источника равно  $1,4 \text{ В}$ . Найти равнодействующую силу, действующую на контур со стороны магнитного поля, если  $ML = 0,4 \text{ м}$ ,  $KL = 0,3 \text{ м}$ . Удельное сопротивление алюминия  $2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .



26. На горизонтальном столе находится незакреплённая горка высотой  $H = 54 \text{ см}$  и массой  $M = 1 \text{ кг}$ , на вершине которой удерживают маленький брусок массой  $m = M/2$ .



Трение отсутствует. Брусок при соскальзывании с горки без удара переходит на поверхность стола. В исходном состоянии горка и брусок покоятся относительно стола. Горку и брусок одновременно отпускают, не сообщая им начальной скорости. После соскальзывания с горки брусок абсолютно упруго ударяется о закреплённую вертикальную стену, после чего направление движения бруска изменяется на противоположное, и он начинает догонять горку. Чему будет равна потенциальная энергия бруска относительно стола в момент, когда брусок поднимется по склону горки на максимальную высоту над столом? Считайте, что горка всё время движется поступательно.

Какие законы Вы используете для описания движения бруска и взаимодействия бруска и горки? Обоснуйте их применимость к данному случаю.