

## Вариант №2020335

### контрольных измерительных материалов для проведения в 2020 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 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 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>.

3	-	2	,	5															
---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 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

7	4	1																	
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ

Бланк

Ответ: Вправо

13	В	П	Р	А	В	О													
----	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённым ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A
38	94

19	3	8	9	4															
----	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

22	1	,	4	0	,	2													
----	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ к заданиям 27–32 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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

#### ***Соотношение 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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

#### ***Масса частиц***

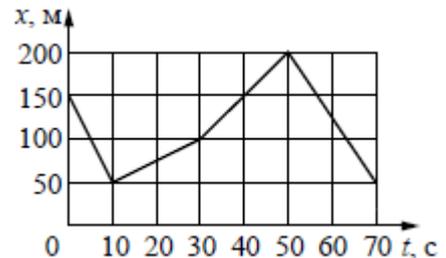
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

<b>Астрономические величины</b>			
средний радиус Земли		$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$	
радиус Солнца		$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$	
температура поверхности Солнца		$T = 6000 \text{ К}$	
<b>Плотность</b>			
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
		ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>
<b>Удельная теплоёмкость</b>			
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	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	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$		
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$		
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$		
<b>Нормальные условия:</b> давление – $10^5 \text{ Па}$ , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$			
<b>Молярная масса</b>			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  велосипедиста от времени  $t$ . Чему равен наибольший модуль проекции скорости велосипедиста на ось  $Ox$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

2 Под действием силы 4,5 Н пружина удлинилась на 6 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 4 см?

Ответ \_\_\_\_\_ Н.

3 Шарик массой 100 г падает с высоты 100 м с начальной скоростью, равной нулю. Чему равна его кинетическая энергия в момент перед падением на землю, если потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 20 Дж?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4 К горизонтальной лёгкой рейке, лежащей на двух опорах А и В, в точке О прикреплен груз массой 10 кг. Чему равна длина отрезка ОА, если длина отрезка ОВ равна 1 м, а модуль силы, с которой действует на рейку опора А равен 20 Н.



Ответ: \_\_\_\_\_ м

5 В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой  $m = 500$  г. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени. Какие два вывода из приведенных ниже соответствуют результатам эксперимента?

$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7

- 1) В течение всего эксперимента тело двигалось с постоянным ускорением.
- 2) Скорость тела в момент времени 3 с равнялась 6 м/с.
- 3) Сила, действующая на тело в момент времени 6 с, равна 2 Н.
- 4) Кинетическая энергия тела сначала увеличивалась, а потом оставалась постоянной.
- 5) За первые 2 с действующая на тело сила совершила работу 10 Дж.

Ответ: 

--	--

6 В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения искусственного спутника Земли увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника и его потенциальная энергия?

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.

Радиус орбиты	Потенциальная энергия

7 Тело, брошенное с горизонтальной поверхности со скоростью  $V$  под углом  $\alpha$  к горизонту, поднимается над горизонтом на максимальную высоту  $h$ , а затем падает на расстоянии  $S$  от точки броска. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) Максимальная высота  $h$  над горизонтом
- Б) Расстояние  $S$  от точки броска до точки падения

**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
- 2)  $\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g}$
- 3)  $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$
- 4)  $\frac{v^2 \sin \alpha}{g}$

А	Б

8 При понижении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 4 раза. Конечная температура газа составила 1200 К. Какова начальная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К

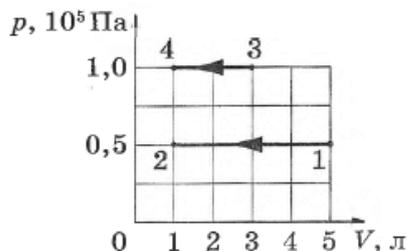
9 Тепловая машина за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж, и совершает работу 40 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

Ответ \_\_\_\_\_ %

10 Тепловая машина с КПД 20% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 15 кДж. Какое количество теплоты машина отдаёт за цикл холодильнику?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

11 На  $pV$ -диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного аргона.

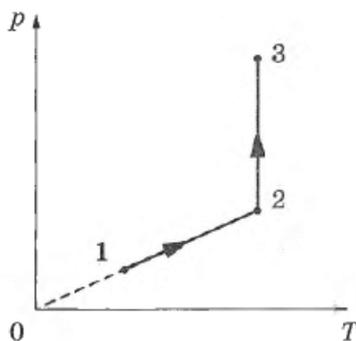


Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

- 1) Работа, совершённая внешними силами над аргоном, в процессах 1-2 и 3-4 одинакова.
- 2) В процессе 3-4 абсолютная температура аргона изобарно уменьшилась в 5 раз.
- 3) В процессе 1-2 давление аргона в 2 раза выше, чем в процессе 3-4.
- 4) В процессе 1-2 аргон изобарно увеличил свой объём на 4 л.
- 5) В процессе 1-2 внутренняя энергия аргона уменьшилась в 5 раз.

Ответ:

12 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1-2-3, график которого изображён на рисунке в координатах  $p-T$ , где  $p$  — давление газа,  $T$  — абсолютная температура газа. Как изменяются плотность газа в ходе процесса 1-2 и объём газа  $V$  в ходе процесса 2-3?



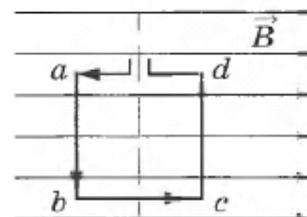
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

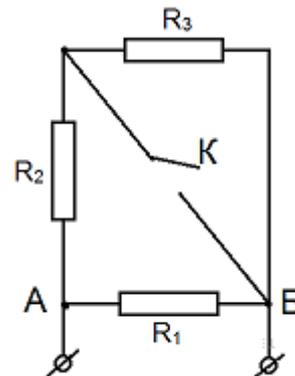
Плотность газа в процессе 1 - 2	Объём газа в процессе 2 - 3

13 Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила, действующая на сторону  $ab$  рамки со стороны внешнего магнитного поля  $B$ ? **Ответ запишите словом (словами).**



Ответ: \_\_\_\_\_

14 В начальный момент времени ключ К замкнут, сопротивления всех резисторов равны  $R_1 = R_2 = R_3 = R = 6 \text{ Ом}$ . На сколько увеличится сопротивление на участке АБ, если ключ К разомкнуть?

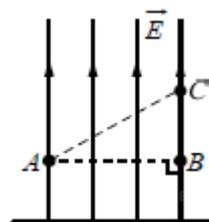


Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

15 Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,64 Дж. Индуктивность катушки равна 20 мГн. Какова сила тока в катушке?

Ответ: \_\_\_\_\_ А

16 Однородное электростатическое поле создано равномерно заряженной протяжённой горизонтальной пластиной. Линии напряжённости поля направлены вертикально вверх (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Если в точку А поместить пробный точечный отрицательный заряд, то на него со стороны пластины будет действовать сила, направленная вертикально вниз.
- 2) Пластина имеет отрицательный заряд.
- 3) Потенциал электростатического поля в точке В ниже, чем в точке С.
- 4) Напряжённость поля в точке А меньше, чем в точке С.
- 5) Работа электростатического поля по перемещению пробного точечного отрицательного заряда из точки А и в точку В равна нулю.

Ответ:

17 По длинному тонкому соленоиду течёт ток  $I$ . Как изменятся следующие физические величины, если уменьшить радиус соленоида, оставляя без изменений число его витков и длину: поток вектора магнитной индукции через торец соленоида, индуктивность соленоида.

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.

Поток вектора магнитной индукции через торец соленоида	Индуктивность соленоида

18

Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их расчёта в цепях постоянного тока. В формулах использованы обозначения:  $R$  — сопротивление резистора;  $I$  — сила тока;  $U$  — напряжение на резисторе;  $P$  — мощность тока, выделяемая на резисторе.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) напряжение на резисторе

Б) сила тока

ФОРМУЛЫ

1)  $\frac{U^2}{R}$

2)  $\sqrt{PR}$

3)  $\sqrt{\frac{P}{R}}$

4)  $\frac{P}{I^2}$

Ответ:

А	Б

19

Электронная оболочка электрически нейтрального атома криптона содержит 36 электронов. Сколько нейтронов содержится в ядрах изотопов криптона-78 и криптона-86?

В ответе запишите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

Число нейтронов в ядре криптона-78	Число нейтронов в ядре криптона-86

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

20

После крупной радиационной аварии, произошедшей в 1986 году на Чернобыльской атомной электростанции, некоторые участки местности оказались сильно загрязнены радиоактивным изотопом цезия-137 с периодом полураспада 30 лет. На некоторых участках норма максимально допустимого содержания цезия-137 была превышена в 1000 раз. Через сколько периодов полураспада после загрязнения такие участки местности вновь можно считать удовлетворяющими норме? Ответ округлите до целого числа.

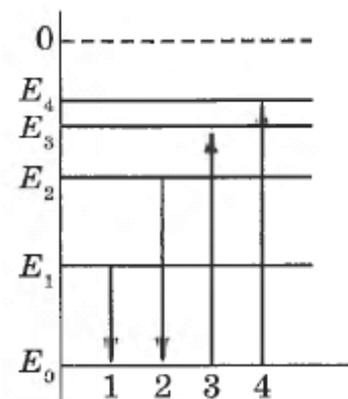
Ответ: \_\_\_\_\_.

21

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой — с излучением света наибольшей частоты?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

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



**ПРОЦЕССЫ**

- А) поглощение света наименьшей частоты
- Б) излучение света наибольшей частоты

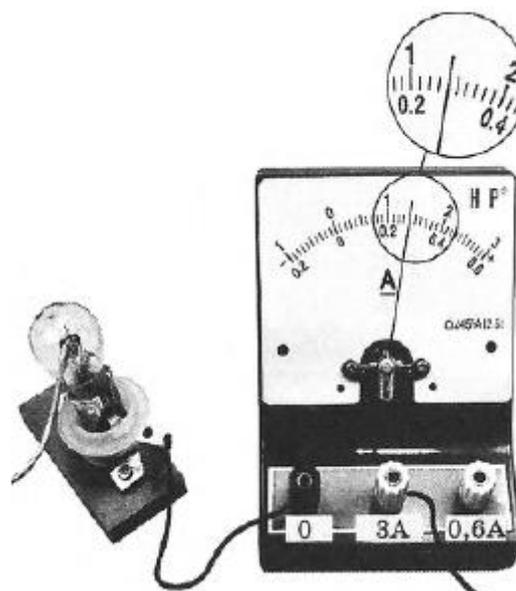
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ**

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

А	Б

22

Чему равна сила тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока амперметром на пределе измерения 3 А равна  $\Delta/3 = 0,15$  А, а на пределе измерения 0,6 А равна  $\Delta/2 = 0,03$  А?



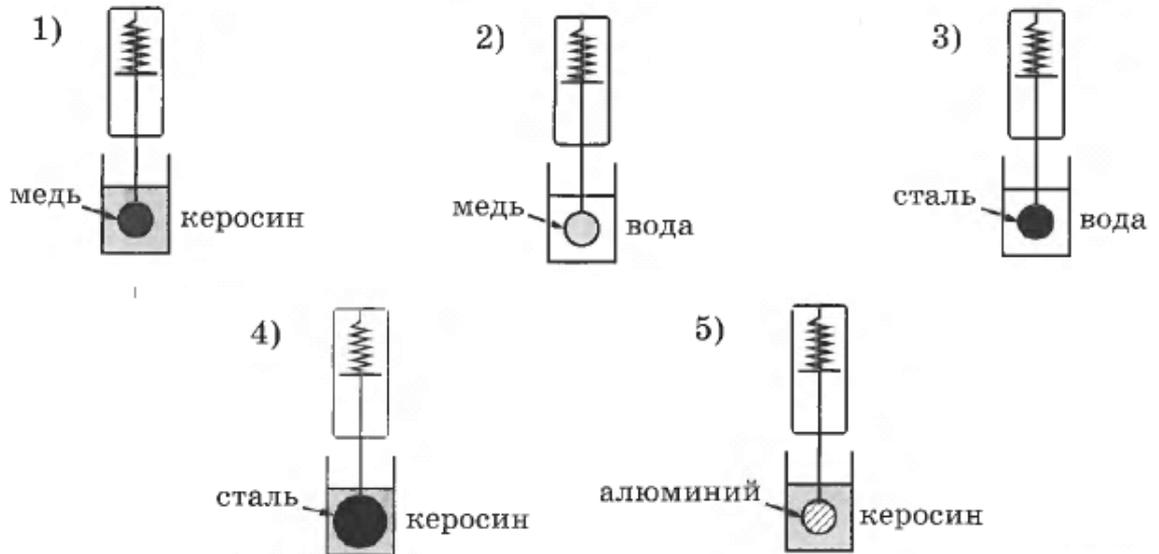
Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) А.

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

23

Необходимо экспериментально изучить зависимость силы Архимеда, действующей на тело, погружённое в жидкость, от плотности жидкости.

Какие *две* установки следует использовать для проведения такого исследования?



Ответ:

24

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а. е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	0,6'	3,01
Венера	0,72	12 104	177°22'	7,33
Земля	1,00	12 756	23°27'	7,91
Марс	1,52	6794	25°11'	3,55
Юпитер	5,20	142 984	3°08'	42,1
Сатурн	9,58	120 536	26°44'	25,1
Уран	19,19	51 118	97°46'	15,1
Нептун	30,02	49 528	28°19'	16,8

Выберите утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Среднее расстояние от Солнца до Марса составляет 228 млн км.
- 2) Ускорение свободного падения на Венере составляет около  $8,87 \text{ м/с}^2$ .
- 3) Вторая космическая скорость для тела на Уране составляет 21,3 км/с.
- 4) Объём Юпитера почти в 3 раза больше объёма Нептуна.
- 5) На Меркурии наблюдается смена времён года.

Ответ:

## Часть 2

Ответом к заданиям 25 и 26 является число. Запишите это число 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.

- 25 Одноатомный идеальный газ в количестве  $\nu$  молей поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна 1 кДж. Чему, приблизительно, равно число молей газа? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ моль.

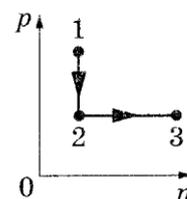
- 26 Сколько всего максимумов можно наблюдать в дифракционной решетке, имеющей 400 штрихов на 1 мм, при ее освещении светом с длиной волны 550 нм?

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.**

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи.  
Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

- 27 Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах  $p$ – $n$ , где  $p$  — давление газа,  $n$  — его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



**Полное правильное решение каждой из задач 28–32 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.**

- 28 Брусок массой 20 кг равномерно перемещают вверх по склону горки, прикладывая к нему постоянную силу, направленную параллельно поверхности горки. Модуль этой силы равен 204 Н, угол наклона горки к горизонту  $60^\circ$ . Определите коэффициент трения между бруском и склоном горки.

- 29 От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жёсткостью  $k$ , отделился с начальной скоростью, равной нулю, его фрагмент массой  $m = 0,6$  кг. После этого при возникших колебаниях оставшаяся часть груза поднималась на максимальную высоту  $h = 3$  см относительно первоначального положения. Какова жёсткость пружины?

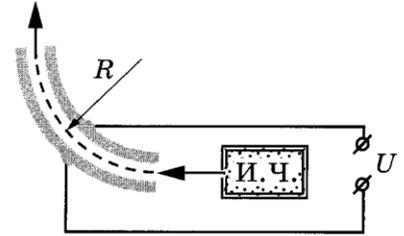


30

Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре  $t = 100\text{ }^\circ\text{C}$  равно  $p_1 = 1,7 \cdot 10^5\text{ Па}$ . Объём под поршнем изотермически уменьшили в  $k = 3$  раза. При этом давление в сосуде увеличилось в  $n = 2$  раза. Найдите относительную влажность  $\varphi$  воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

31

На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом  $R \approx 50\text{ см}$ . Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и.ч.) влетают ионы, как показано на рисунке. Напряжённость электрического поля в конденсаторе по модулю равна  $5\text{ кВ/м}$ . Скорость ионов равна  $10^5\text{ м/с}$ . При каком значении отношения заряда к массе ионы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.



32

Свет с длиной волны  $5461\text{ ангстрем}$  падает нормально на дифракционную решётку. Одному из главных дифракционных максимумов соответствует угол дифракции  $30^\circ$ , а наибольший порядок наблюдаемого спектра равен  $5$ . Найдите период данной решётки.

**Справка:**  $1\text{ ангстрем} = 10^{-10}\text{ м}$ .