



**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 –  $0^\circ\text{C}$

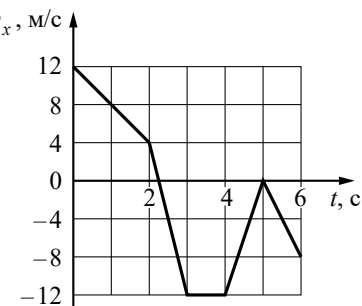
**Молярная масса**

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

**Часть 1**

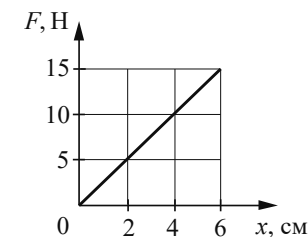
Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в **БЛАНК ОТВЕТОВ № 1** справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в 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 интервале времени от 2 до 3 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

- 2 На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости  $F$  от удлинения пружины  $x$ . Какова жёсткость пружины?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м.

- 3 Тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении. При этом равнодействующая всех сил, действующих на тело, постоянна и равна по модулю 12 Н. Каков модуль изменения импульса тела за 4 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

- 4 Однородное тело объёмом 1 см<sup>3</sup> изготовлено из алюминия. Это тело полностью погружено в воду, но не касается дна сосуда. Определите архимедову силу, действующую на тело.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

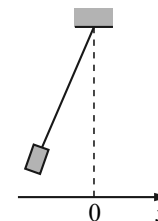
- 5 В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массой 400 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием горизонтальной постоянной силы, равной по модулю 1,6 Н. Данные о зависимости модуля скорости бруска от времени приведены в таблице. Выберите все верные утверждения на основании анализа представленной таблицы.

Время $t$ , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость $v$ , м/с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

- 1) Коэффициент трения бруска о поверхность  $\mu = 0,35$ .
- 2) В момент времени 2 с кинетическая энергия бруска равна 0,2 Дж.
- 3) Брусок движется равномерно.
- 4) Модуль ускорения бруска равен 0,5 м/с<sup>2</sup>.
- 5) Сила трения скольжения, действующая на брусок, равна по модулю 1,8 Н.

Ответ: \_\_\_\_\_.

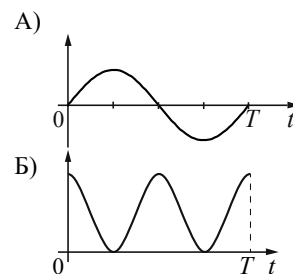
- 6 Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и в момент  $t = 0$  отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих гармонические колебания груза после этого.  $T$  – период колебаний груза. Потенциальная энергия груза отсчитывается от его положения равновесия.



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 скорости  $v_x$
- 2) потенциальная энергия  $E_{п}$
- 3) кинетическая энергия  $E_k$
- 4) координата  $x$

Ответ: 

А	Б

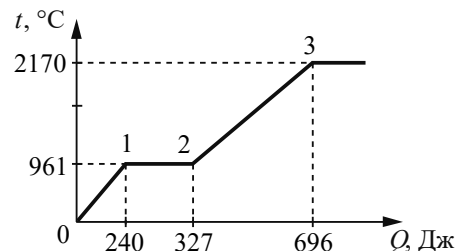
- 7 При температуре  $T_0$  и давлении  $p_0$  1,5 моль идеального газа занимает объём  $3V_0$ . Сколько моль этого газа будут занимать объём  $6V_0$  при температуре  $\frac{T_0}{2}$  и давлении  $\frac{p_0}{2}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ моль.

- 8 Двум моль газа сообщили количество теплоты, равное 1700 Дж, при этом внешние силы совершили над газом работу, равную 500 Дж. На сколько увеличилась внутренняя энергия газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 9 Твёрдый образец вещества нагревали в печи. По мере поглощения количества теплоты  $Q$  температура образца  $t$  росла в соответствии с графиком.

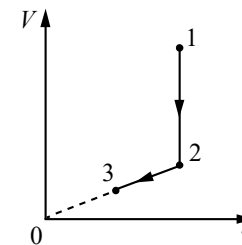


Выберите из предложенного перечня все верные утверждения, которые соответствуют результатам проведённого эксперимента.

- 1) Участок 2–3 соответствует процессу, в котором внутренняя энергия вещества уменьшалась.
- 2) Удельная теплоёмкость вещества в жидком агрегатном состоянии больше, чем в твёрдом.
- 3) Для того чтобы полностью расплавить образец вещества, уже находящийся при температуре плавления, потребовалось количество теплоты, равное 327 Дж.
- 4) Температура плавления вещества равна 961 °C.
- 5) Точка 2 соответствует состоянию, в котором вещество полностью расплавилось.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 10 Один моль идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах  $V$ – $T$ , где  $V$  – объём газа,  $T$  – абсолютная температура газа. Как изменяются давление газа  $p$  в ходе процесса 1–2 и концентрация молекул газа  $n$  в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

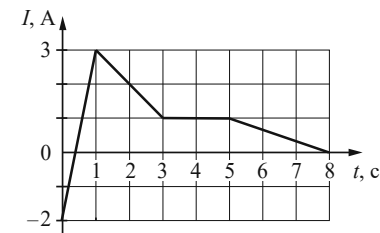
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа в ходе процесса 1–2	Концентрация молекул газа в ходе процесса 2–3

- 11 Расстояние между двумя неподвижными точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, при этом величину одного из зарядов увеличили в 3 раза. Во сколько раз уменьшился модуль сил электростатического взаимодействия между зарядами?

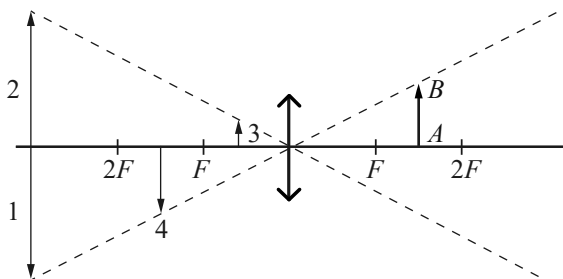
Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

- 12 На рисунке показан график зависимости силы тока  $I$ , протекающего в катушке с индуктивностью 4 мГн, от времени  $t$ . Определите модуль ЭДС самоиндукции в промежутке времени от 1 до 3 с.



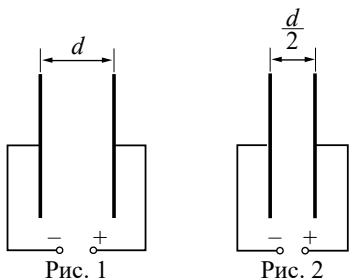
Ответ: \_\_\_\_\_ мВ.

13) Какая из стрелок 1–4 является изображением предмета  $AB$  в тонкой линзе с фокусным расстоянием  $F$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_.

14) Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии  $d$  друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (см. рис. 1). Не отключая пластины от источника, их сближают, уменьшая расстояние между ними в 2 раза (см. рис. 2).



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие свойства конденсатора после установления равновесия в системе.

- 1) Энергия электрического поля конденсатора увеличилась в 4 раза.
- 2) Модуль заряда обкладок конденсатора увеличился в 2 раза.
- 3) Напряжение между обкладками конденсатора уменьшилось в 4 раза.
- 4) Электроёмкость конденсатора увеличилась в 2 раза.
- 5) Напряжённость электростатического поля между обкладками конденсатора увеличилась в 2 раза.

Ответ: \_\_\_\_\_.

15) В однородном магнитном поле между полюсами постоянного магнита под действием силы Лоренца движется по окружности  $\alpha$ -частица. Как изменятся модуль силы Лоренца и частота обращения частицы, если в поле этого магнита по окружности такого же радиуса будет двигаться протон? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

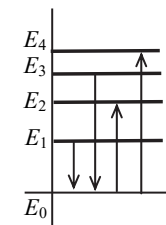
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы Лоренца	Частота обращения частицы

16) Период  $T$  полураспада изотопа магния  $^{28}_{12}\text{Mg}$  равен 21 ч. Изначально образец содержал 0,8 мкмоль этого изотопа. Какое количество вещества этого изотопа останется через 42 ч?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкмоль.

17) На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Установите соответствие между процессами поглощения света наибольшей длины волны и испускания света наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона. К каждой позиции первого столбца подберите верную позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС	ЭНЕРГИЯ ФОТОНА
А) поглощение света наибольшей длины волны	1) $E_1 - E_0$
Б) испускание света наименьшей частоты	2) $E_2 - E_0$
	3) $E_3 - E_0$
	4) $E_4 - E_0$

Ответ:

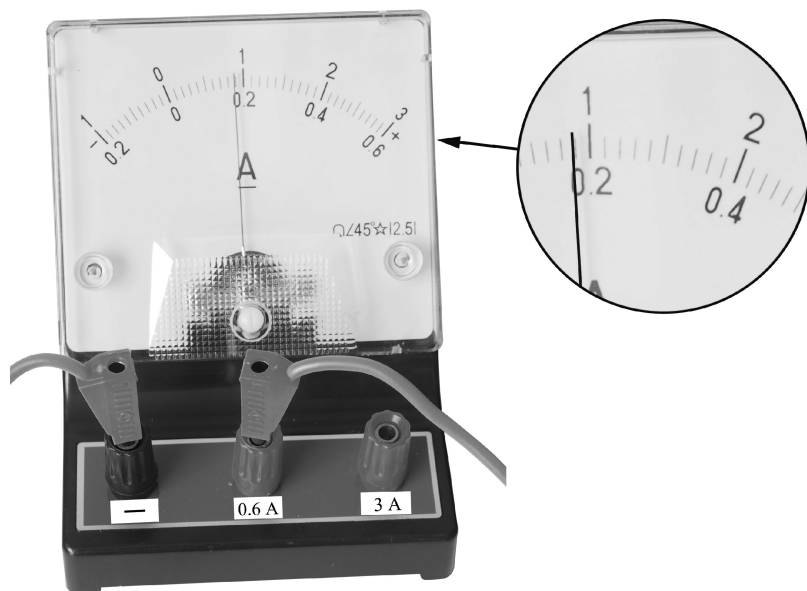
А	Б

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

- 1) Кинетическая энергия тела зависит от его массы и высоты положения тела над поверхностью Земли.
- 2) Удельная теплота парообразования показывает, какое количество теплоты необходимо для нагревания жидкости массой 1 кг до температуры кипения.
- 3) Модуль сил электростатического взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме обратно пропорционален квадрату расстояния между ними.
- 4) Скорость распространения ультрафиолетового излучения в вакууме меньше скорости света в вакууме.
- 5) При электронном  $\beta$ -распаде массовое число ядра остаётся неизменным.

Ответ: \_\_\_\_\_.

19 Запишите показания амперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



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

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

20 Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость давления газа, находящегося в сосуде, от абсолютной температуры газа. У него имеется пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены равными массами различных газов при различных температурах (см. таблицу). Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести это исследование?

№ сосуда	Объём сосуда, л	Температура газа в сосуде, К	Газ в сосуде
1	5	290	гелий
2	3	290	гелий
3	3	290	азот
4	5	320	азот
5	5	320	гелий

Запишите в ответе номера выбранных сосудов.

Ответ:

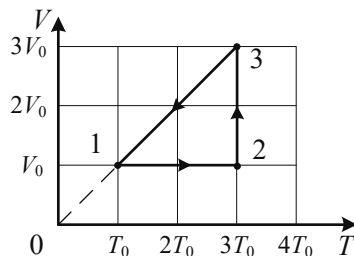


**Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.**

## 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 Один моль разреженного гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–1, график которого изображён на рисунке в координатах  $V$ – $T$ , где  $V$  – объём газа,  $T$  – абсолютная температура газа. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, сравните работу газа в процессе 2–3 и работу внешних сил в процессе 3–1. Постройте график цикла в координатах  $p$ – $V$ , где  $p$  – давление газа,  $V$  – объём газа.



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.

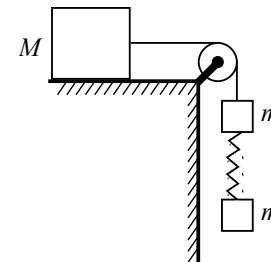
- 22 Сани с охотником стоят на очень гладком льду озера. Охотник стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда дроби равна 0,03 кг. Скорость дробинок при выстреле равна 360 м/с. Общая масса саней и охотника с ружьём – 120 кг. Какова по модулю скорость саней с охотником сразу после выстрела? Считать, что сразу после выстрела санки и охотник с ружьём движутся как единое целое.
- 23 Прямолинейный однородный проводник постоянного сечения подвешен горизонтально на двух непроводящих нитях в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 10$  мТл. Вектор магнитной индукции горизонтален и перпендикулярен проводнику. Ток какой силы следует пропустить по проводнику, чтобы сила натяжения каждой из нитей уменьшилась вдвое?

Отношение массы проводника к его длине  $\frac{m}{l} = 0,01$  кг/м.

- 24 Метеорологический зонд общей массой 20 кг удерживают на поверхности Земли силой, равной по модулю 1 кН и направленной вниз. Затем зонд отпускают, он поднимается вверх и остаётся на такой высоте, где его объём увеличивается в 2 раза. Температура, измеренная зондом на этой высоте, равна  $-43$  °С. Определите давление на этой высоте, если на поверхности Земли давление равно  $10^5$  Па, а температура равна  $+17$  °С.

- 25 На полуторном фокусном расстоянии от тонкой рассеивающей линзы с оптической силой, равной  $-10$  дптр, на её главной оптической оси расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу с радиусом открытой части 5 см. Каков диаметр светлого пятна от источника на экране, расположенном с другой стороны от линзы на расстоянии 10 см от неё? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.

- 26 Брусок массой  $M = 600$  г соединён невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой  $m = 200$  г. К этому грузу на лёгкой пружине подвешен второй такой же груз. Длина нерастянутой пружины  $l = 12$  см, коэффициент трения бруска о поверхность стола  $\mu = 0,2$ . Определите жёсткость  $k$  пружины, если при движении грузов длина пружины  $L$  постоянна и равна 14 см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок и грузы. Трением в оси блока и трением о воздух пренебречь. Обсудите применимость законов, используемых для решения задачи.



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