

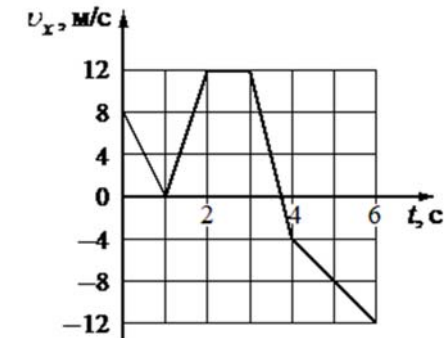
Удельная теплота			
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг		
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг		
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг		
Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C			
Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ 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

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 интервале времени от 3 до 4 с?



Ответ: _____ м/с^2 .

2

В инерциальной системе отсчёта сила величиной 9 Н сообщает телу массой 3 кг ускорение \vec{a} . Какой должна быть масса тела, чтобы сила, равная 18 Н, сообщала ему в той же системе отсчёта ускорение $4\vec{a}$?

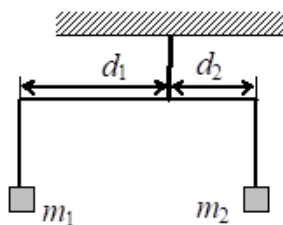
Ответ: _____ кг

3

Мяч упал с высоты 15 м над поверхностью Земли из состояния покоя. Его кинетическая энергия в момент перед ударом о поверхность Земли была равна 60 Дж. Определите массу мяча. Сопротивлением воздуха пренебречь.

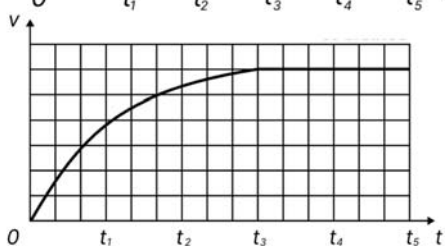
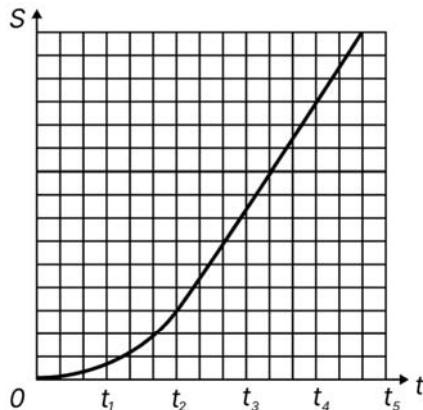
Ответ: _____ кг

- 4 Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два груза (см. рисунок), находится в равновесии. Массу первого груза увеличили в 2 раза. Во сколько раз нужно уменьшить плечо d_1 , чтобы равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)



Ответ: в _____ раз(а).

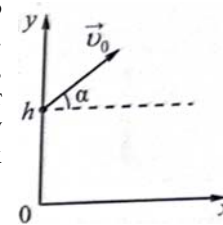
- 5 Желая повторить опыты Галилея учащиеся в безветренную погоду роняли с высокой башни шарик для настольного тенниса и снимали полет цифровым видеонаблюдением. Обработка видеозаписей позволила построить графики зависимости пути s , пройденного шариком, и модуля его скорости v от времени падения t . Выберите все верные утверждения, характеризующие наблюдаемое падение.



- 1) Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0-t_3)$ и оставалась постоянной при $t > t_3$.
- 2) В течение всего времени падения $(0-t_5)$ потенциальная энергия шарика в поле тяжести, отсчитываемая от основания башни, уменьшалась.
- 3) Сумма кинетической и потенциальной энергий шарика оставалась неизменной во время падения.
- 4) В течение всего времени падения $(0-t_5)$ величина импульса шарика сначала возрастала, а затем была постоянной.
- 5) Путь, пройденный за время $(0-t_1)$ меньше пути, пройденного за время (t_3-t_4) .

Ответ: _____.

- 6 В момент времени $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Графики А и Б отображают зависимость физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t (t_0 - время полёта). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять. Сопротивлением воздуха пренебречь.

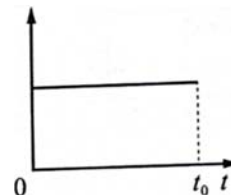


К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

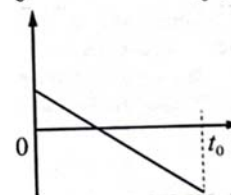
ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А)



Б)



- 1) Координата y мячика
- 2) Проекция скорости мячика на ось x
- 3) Кинетическая энергия мячика
- 4) Проекция скорости мячика на ось y

Ответ:

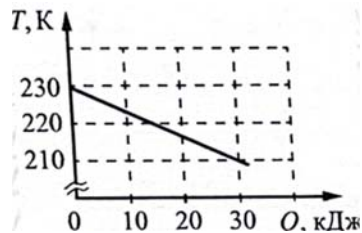
А	Б

- 7 При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 3 раза. Конечная температура газа 450 К. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

8

Твёрдое тело остывает. На рисунке представлен график зависимости абсолютной температуры тела от отданного им количества теплоты. Удельная теплоёмкость вещества, из которого состоит тело, равна $500 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$. Чему равна масса тела?



Ответ: _____ кг.

9

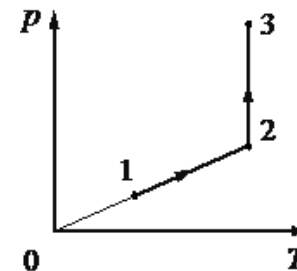
Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Объём сосуда за счёт движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объём сосуда в 4 раза меньше начального. Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) При уменьшении объёма сосуда в 2,5 раза на стенках появляется роса.
- 2) Давление пара в сосуде всё время увеличивается.
- 3) В конечном и начальном состояниях масса пара в сосуде одинакова.
- 4) При уменьшении объёма в 2 раза относительная влажность воздуха в сосуде стала равна 80%.
- 5) В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.

Ответ: _____.

10

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 объём газа V в ходе процесса 1–2 и плотность газа ρ 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.

Объём газа в ходе процесса 1–2	Плотность газа в ходе процесса 2–3

11

Сила постоянного тока, текущего по проводнику, равна 1,5 А. какой заряд пройдет через поперечное сечение проводника за 4 с?

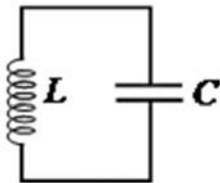
Ответ: _____ Кл.

12

За время $\Delta t = 2 \text{ с}$ магнитный поток через площадку, ограниченную проволочной рамкой, равномерно уменьшается от значения 24 мВб до нуля. Определите модуль ЭДС, которая генерируется в рамке.

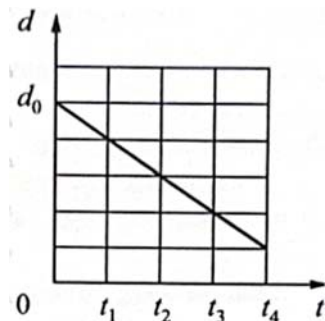
Ответ: _____ мВ

- 13 В колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 5 \text{ В}$, $\omega = \pi \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$. Определите частоту колебаний силы тока в контуре.



Ответ: _____ кГц.

- 14 Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C_0 , подключённый к источнику постоянного напряжения, состоит из двух больших параллельных металлических пластин, находящихся на малом расстоянии d_0 друг от друга. Расстояние между пластинами меняется со временем так, как показано на графике.



Выберите все верные утверждения, соответствующие описанию опыта.

- 1) В момент времени t_4 емкость конденсатора увеличилась в 5 раз по сравнению с первоначальной (при $t = 0$).
- 2) В интервале времени от t_1 до t_4 заряд конденсатора возрастает.
- 3) В интервале времени от t_1 до t_4 энергия конденсатора равномерно уменьшается.
- 4) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора остаётся постоянной.
- 5) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора убывает.

Ответ: _____.

- 15 Протон движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита по окружности того же радиуса между полюсами нового магнита стала двигаться α -частица, обладающая той же скоростью, что и протон. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца, действующей на α -частицу?

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.

Индукция магнитного поля	Модуль силы Лоренца

- 16 На рисунок представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

4	IV	K 19 39,0983(1) калий	Ca 20 40,078(4) кальций	Sc 21 44,95591(9) скандий	Ti 22 47,867(1) титан
	V	29 Cu 63,546(3) медь	30 Zn 65,39(2) цинк	31 Ga 69,723(1) галлий	32 Ge 72,61(2) германий
5	VI	Rb 37 85,4678(3) рубидий	Sr 38 87,62(1) стронций	Y 39 88,90585(2) иттрий	Zr 40 91,224(2) цирконий
	VII	47 Ag 107,8682(2) серебро	48 Cd 112,411(8) кадмий	49 In 114,818(3) индий	50 Sn 118,710(7) олово

Запишите число протонов в ядре изотопа кальция с массовым числом 42.

Ответ: _____.

17 На металлическую пластинку (катод) установки для исследования фотоэффекта направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно уменьшают, не меняя его длины волны. Как изменятся в результате этого модуль запирающего напряжения и максимальная скорость фотоэлектронов? 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 запирающего напряжения	Максимальная скорость фотоэлектронов

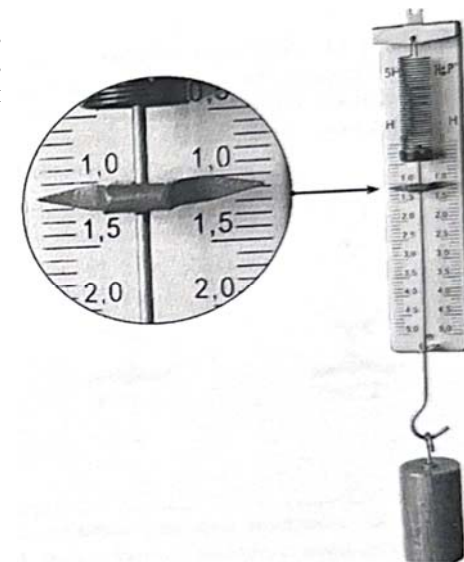
18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При равномерном прямолинейном движении за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.
- 2) Средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул газа обратно пропорциональна абсолютной температуре газа.
- 3) В однородном электростатическом поле работа по перемещению заряда между двумя точками не зависит от траектории.
- 4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны уменьшается.
- 5) При электронном β -распаде масса ядра остаётся практически неизменной

Ответ: _____.

19 При помощи динамометра измеряют силу тяжести, действующую на тело (см. рисунок).

Динамометр проградуирован в ньютонах, абсолютная погрешность прямого измерения силы динамометром равна цене деления. Запишите показания динамометра.



Ответ: (_____ ± _____) Н

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

20

Ученик изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеются пять аналогичных колебательных контуров с малым активным сопротивлением с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие два колебательных контура необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость частоты свободных колебаний силы тока, протекающего в катушке, от индуктивности катушки?

№ контура	Максимальная сила тока в катушке, мА	Емкость конденсатора C , мкФ	Индуктивность катушки L , мГн
1	9	10	4
2	8	5	6
3	9	6	12
4	8	5	4
5	12	12	6

Запишите в ответе номера выбранных колебательных контуров.

Ответ:

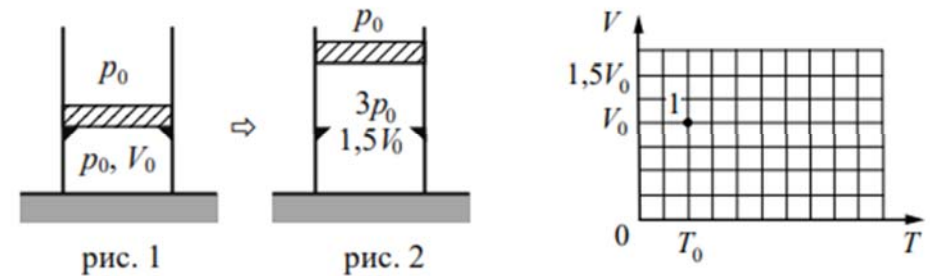
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

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

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным металлическим поршнем находится идеальный газ. В первоначальном состоянии 1 поршень опирается на жёсткие выступы на внутренней стороне стенок цилиндра (рис. 1), а газ занимает объём V_0 и находится под давлением p_0 , равным внешнему атмосферному давлению. Его температура в этом состоянии равна T_0 . Газ медленно нагревают, и он переходит из состояния 1 в состояние 2, в котором давление газа равно $3p_0$, а его объём равен $1,5V_0$ (рис. 2). Количество вещества газа при этом не меняется. Постройте график зависимости объёма газа от его температуры при переходе из состояния 1 в состояние 2. Ответ поясните, указав, какие явления и 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

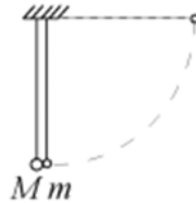
Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает с вершины гладкой наклонной плоскости высотой $h = 0,8$ м. Затем, двигаясь по гладкой горизонтальной поверхности, он сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г, лежащим на этой поверхности. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите модуль скорости брусков в результате столкновения. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Считать, что брусок имеет небольшой размер, а наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную поверхность.

23 В идеальном колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_c = 10 \cdot \sin(10000t + \pi)$. Максимальное значение силы тока в контуре $I_{max} = 0,1$ А. Определите индуктивность катушки.

24 В вертикально расположенном закрытом цилиндрическом сосуде с гладкими стенками находится тяжёлый поршень, поддерживаемый на высоте $h = 20$ см от дна сосуда пружиной, растянутой на 2 см (см. рисунок). Под поршнем находится 0,3 моль идеального газа при начальной температуре $T_0 = 300$ К. Жёсткость пружины $k = 3$ кН/м. При какой температуре T газа пружина окажется недеформированной? Считать, что в части сосуда над поршнем находится вакуум.

25 Тонкая собирающая линза с оптической силой, равной 10 дптр, даёт чёткое действительное изображение предмета, которое расположено перпендикулярно её главной оптической оси на расстоянии 60 см от плоскости линзы. Высота изображения предмета равна 15 см. Постройте изображение предмета в линзе. Найдите высоту предмета.

26 Два шарика висят, соприкасаясь, на длинных невесомых вертикальных нитях. Правый шарик, масса которого $m = 0,2$ кг, отклоняют на угол 90° и отпускают с начальной скоростью, равной нулю. Какой должна быть масса M левого шарика, чтобы в результате абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии, которой обладает правый шарик перед ударом, перешла в тепло?



Проверьте, что каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.