

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц	
электрона	9,1·10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5·10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

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

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

Удельная теплота	
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

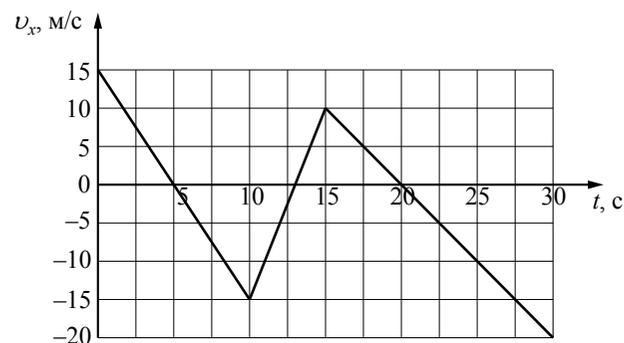
Нормальные условия: давление 10⁵ Па, температура 0 °С

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	гелия	4·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
воды	18·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

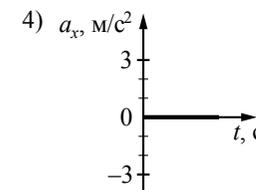
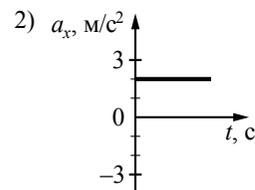
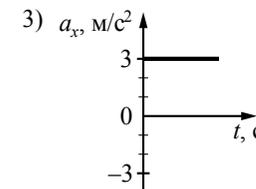
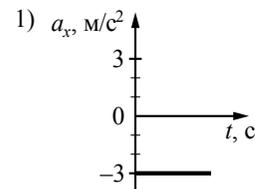
Часть 1

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. Каждый символ пишите 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 тела v_x от времени.

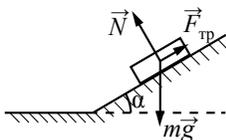


Какой из указанных ниже графиков совпадёт с графиком зависимости от времени проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 0 до 10 с?



Ответ:

2) Брусок лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила нормальной реакции опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Чему равен модуль равнодействующей сил $\vec{F}_{\text{тр}}$ и \vec{N} , если брусок движется равномерно вниз по прямой?



- 1) $F_{\text{тр}} + N$
- 2) $N \cos \alpha$
- 3) $F_{\text{тр}} \sin \alpha$
- 4) mg

Ответ:

3) Сила притяжения Земли к Солнцу в 22,5 раза больше, чем сила притяжения Марса к Солнцу. Во сколько раз расстояние между Марсом и Солнцем больше расстояния между Землёй и Солнцем, если масса Земли в 10 раз больше массы Марса?

Ответ: в _____ раз(а).

4) Под действием постоянной силы за 10 с импульс тела, движущегося по прямой в одном направлении, изменился на 50 кг · м/с. Чему равен модуль силы?

Ответ: _____ Н.

5) Саксофон (бас) издаёт звуки в диапазоне от $\nu_1 = 80$ Гц до $\nu_2 = 8000$ Гц. Каково отношение граничных длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ этого диапазона?

Ответ: _____.

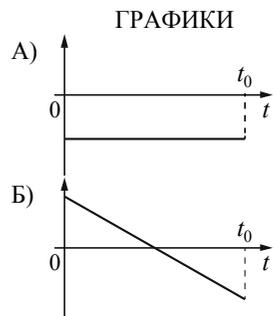
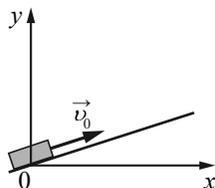
6) Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как изменяются кинетическая энергия груза и его потенциальная энергия в поле тяжести, когда груз движется вниз от положения равновесия? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

7 После удара в момент времени $t=0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать. t_0 – время движения шайбы по наклонной плоскости. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

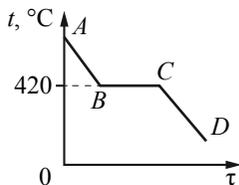


- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- 1) проекция ускорения a_y
 - 2) проекция импульса p_y
 - 3) координата y
 - 4) кинетическая энергия E_k

Ответ:

А	Б

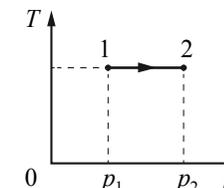
8 На рисунке изображён график зависимости температуры некоторой массы цинка от времени его охлаждения. Температура плавления (кристаллизации) цинка 420°C . Каким участкам графика соответствуют процессы, в которых цинк выделяет энергию?



- 1) только AB и CD
- 2) только BC и CD
- 3) только AB и BC
- 4) AB , BC и CD

Ответ:

9 На Tr -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдал 50 кДж теплоты. Масса газа не меняется. Выберите верное утверждение, характеризующее этот процесс.



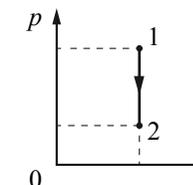
- 1) Внешние силы совершили работу, равную 25 кДж.
- 2) Внешние силы работу не совершали.
- 3) Внешние силы совершали работу, равную 50 кДж.
- 4) Работа газа положительна и равна 50 кДж.

Ответ:

10 Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40% . Определите относительную влажность, если объём сосуда за счёт движения поршня при неизменной температуре уменьшить в 3 раза.

Ответ: _____ %.

11 Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как изменяются при этом объём газа и его внутренняя 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.

Объём газа	Внутренняя энергия газа

- 12** В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б (p – давление; V – объём; ν – количество вещества; T – абсолютная температура) позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа. Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

- А) $\frac{\nu RT}{V}$
 Б) $\frac{\nu RT}{p}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) давление
 2) объём
 3) молярная масса газа
 4) масса газа

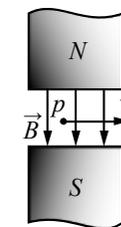
Ответ:

А	Б

- 13** К шару отрицательно заряженного электрметра поднесли, не касаясь его, пластмассовую палочку. Стрелка электрметра повернулась так, что угол между ней и стержнем электрметра увеличился. Такой эффект может наблюдаться, если палочка
- 1) заряжена положительно
 - 2) заряжена отрицательно
 - 3) не заряжена
 - 4) имеет заряд любого знака

Ответ:

- 14** Протон p влетает в зазор между полюсами электромагнита с горизонтальной скоростью \vec{v} , лежащей в плоскости рисунка. Вектор индукции \vec{B} магнитного поля направлен вертикально. Куда направлена действующая на протон сила Лоренца?



- 1) от наблюдателя за плоскость рисунка \otimes
- 2) к наблюдателю из-за плоскости рисунка \odot
- 3) горизонтально вправо в плоскости рисунка \rightarrow
- 4) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow

Ответ:

- 15** На корпусе электропечи-ростера имеется надпись: «220 В, 660 Вт». Найдите силу тока, потребляемого ростером.

Ответ: _____ А.

- 16** Точечный источник света находится на расстоянии 1,2 м от плоского зеркала. На сколько уменьшится расстояние между источником и его изображением, если, не поворачивая зеркала, подвинуть его ближе к источнику на 0,3 м?

Ответ: _____ м.

17 Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками подключён к источнику постоянного напряжения. Как изменятся величина заряда конденсатора и разность потенциалов между его обкладками при увеличении зазора между ними?

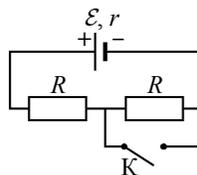
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Величина заряда конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

18 На рисунке показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} – ЭДС источника напряжения; r – внутреннее сопротивление источника; R – сопротивление резистора).



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение на источнике при замкнутом ключе К
- Б) сила тока через источник при разомкнутом ключе К

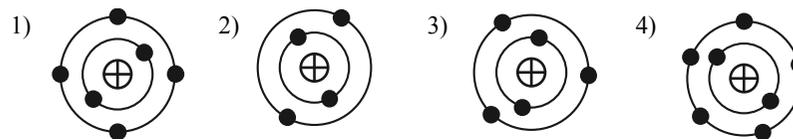
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
- 2) $\frac{2\mathcal{E}r}{2R+r}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$

Ответ:

А	Б

19 На рисунке изображены модели четырёх нейтральных атомов. Чёрными кружочками обозначены электроны. Атому $^{12}_6\text{C}$ соответствует модель



Ответ:

20 При бомбардировке изотопа бора $^{10}_5\text{B}$ α -частицами ^4_2He образуются изотоп азота $^{13}_7\text{N}$ и

- 1) позитрон $^0_{+1}e$
- 2) протон ^1_1H
- 3) нейтрон 1_0n
- 4) электрон $^0_{-1}e$

Ответ:

21 Период полураспада изотопа $^{227}_{89}\text{Ac}$ составляет 10 дней. Образец изначально содержит большое число ядер этого изотопа. Через сколько дней число ядер этого изотопа в образце уменьшится в 4 раза?

Ответ: _____ дней.

22 Интенсивность монохроматического светового пучка плавно уменьшают, не меняя частоту света. Как изменяются при этом концентрация фотонов в световом пучке и скорость каждого фотона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

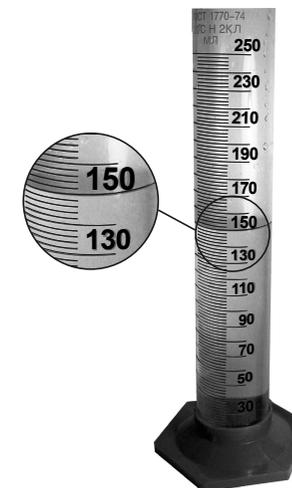
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация фотонов	Скорость фотона

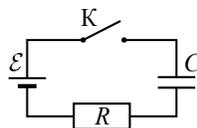
23 Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объёма равна цене деления шкалы мензурки. Чему равен объём налитой учеником воды?

- 1) (150 ± 1) мл
- 2) (150 ± 2) мл
- 3) $(150,0 \pm 0,2)$ мл
- 4) (150 ± 5) мл

Ответ:



24 Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 20$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь. Выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) В момент времени $t = 3$ с напряжение на резисторе равно 0,6 В.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) ЭДС источника тока составляет 6 В.
- 4) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 5,7 В.
- 5) Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.

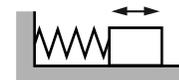
Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 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 Груз, прикрепленный к пружине жёсткости 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная кинетическая энергия груза при этом равна 1 Дж. Какова амплитуда колебаний груза?



Ответ: _____ м.

26 Цилиндрический сосуд разделён неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой – водород, концентрации газов одинаковы. Давление кислорода в 2 раза больше давления водорода. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул водорода?

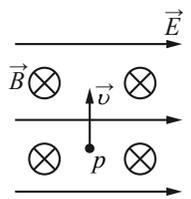
Ответ: _____.

27 Чему равна сила Ампера, действующая на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $2 \cdot 10^{-2}$ мм², если напряжение на нём 2,4 В, а модуль вектора магнитной индукции 1 Тл? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали 0,12 Ом · мм²/м.

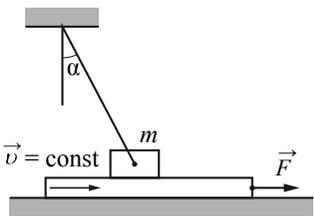
Ответ: _____ Н.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

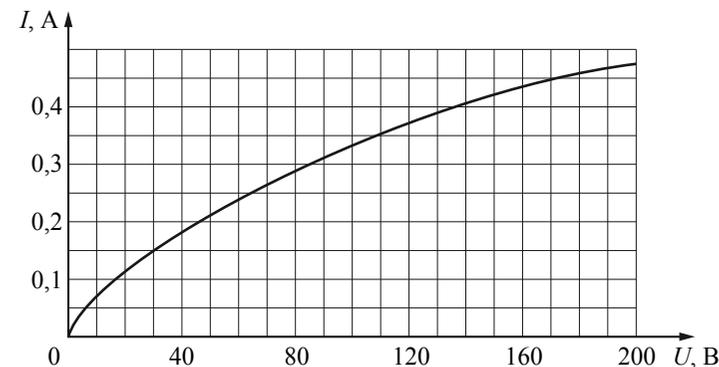
- 28 В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью \vec{E} и магнитное поле индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} , как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Как изменится начальный участок траектории протона, если его скорость увеличить? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.
- 

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.

- 29 Брусок массой $m = 1$ кг, привязанный к потолку лёгкой нитью, опирается на массивную горизонтальную доску. Под действием горизонтальной силы \vec{F} доска движется поступательно вправо с постоянной скоростью (см. рисунок). Брусок при этом неподвижен, а нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$ (см. рисунок). Найдите F , если коэффициент трения бруска по доске $\mu = 0,2$. Трением доски по опоре пренебречь.
- 

- 30 Два сосуда объёмами 20 л и 30 л, соединённые трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то какой будет относительная влажность воздуха в сосудах после установления теплового равновесия, считая температуру постоянной?

- 31 На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. При последовательном соединении двух таких ламп и источника сила тока в цепи оказалась равной 0,35 А. Каково напряжение на клеммах источника? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



- 32 Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой: $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана, на уровень с $n = 2$ – серию Бальмера и т. д. Найдите отношение γ максимальной длины волны фотона в серии Бальмера к максимальной длине волны фотона в серии Лаймана.