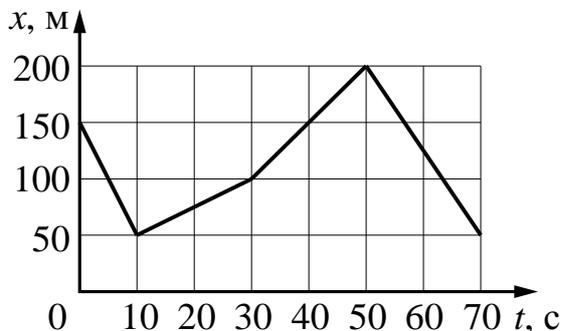


Часть 1 (102)

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . Определите по графику интервал времени после начала движения, когда проекция скорости велосипедиста на ось Ox равна $2,5$ м/с.



- 1) от 0 до 10 с
- 2) от 50 до 70 с
- 3) от 10 до 30 с
- 4) от 30 до 50 с

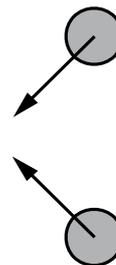
A2 Спутник движется по круговой орбите радиусом $6,6 \cdot 10^6$ м, имея скорость $7,8$ км/с. Центробежное ускорение спутника равно

- 1) 5 м/с^2
- 2) 20 м/с^2
- 3) $18,8 \text{ м/с}^2$
- 4) $9,2 \text{ м/с}^2$

A3 Тело массой m висит на пружине жёсткости k . Если на пружину с вдвое меньшей жёсткостью подвесить груз с вдвое меньшей массой, то деформация второй пружины будет

- 1) в 4 раза больше, чем у первой пружины
- 2) в 4 раза меньше, чем у первой пружины
- 3) такой же, как у первой пружины
- 4) в 2 раза меньше, чем у первой пружины

A4 Одинаковые шары движутся с одинаковыми по модулю скоростями в направлениях, указанных стрелками на рисунке, и абсолютно упруго соударяются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после их столкновения?



- 1) ↓
- 2) ←
- 3) □
- 4) □

A5 Два груза одинаковой массы подняли с одинаковой исходной высоты в верхнюю точку наклонной плоскости: один груз – втаскивая вверх вдоль наклонной плоскости, а другой – поднимая вертикально. При этом модуль работы силы тяжести, действующей на грузы,

- 1) больше при подъёме груза вертикально вверх
- 2) для первого груза зависит от угла наклона плоскости
- 3) больше при подъёме груза вдоль наклонной плоскости
- 4) одинаковый для обоих грузов

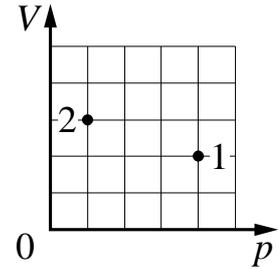
A6 Как надо изменить массу груза пружинного маятника, чтобы уменьшить частоту его колебаний в 2 раза?

- 1) уменьшить в 2 раза
- 2) уменьшить в 4 раза
- 3) увеличить в 2 раза
- 4) увеличить в 4 раза

A7 Частицы вещества находятся, в среднем, на таких больших расстояниях друг от друга, при которых силы взаимодействия между ними незначительны. В этом агрегатном состоянии вещество

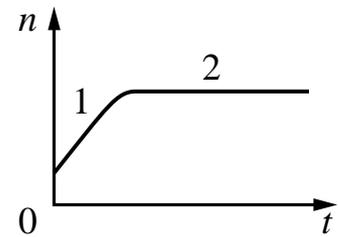
- 1) хорошо сжимается
- 2) сохраняет и форму, и начальный объём
- 3) сохраняет начальный объём
- 4) сохраняет свою начальную форму

A8 В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



- 1) $T_2 = \frac{8}{3}T_1$
- 2) $T_2 = 3T_1$
- 3) $T_2 = \frac{3}{8}T_1$
- 4) $T_2 = T_1$

A9 В сосуде под поршнем находятся только пары аммиака. Поршень медленно и равномерно опускают, уменьшая объём сосуда. Температура в сосуде поддерживается постоянной. На рисунке показан график изменения со временем концентрации n молекул паров аммиака внутри сосуда. Какое утверждение можно считать правильным?



- 1) на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный
- 2) на обоих участках пар ненасыщенный
- 3) на обоих участках пар насыщенный
- 4) на участке 1 пар насыщенный, а на участке 2 ненасыщенный

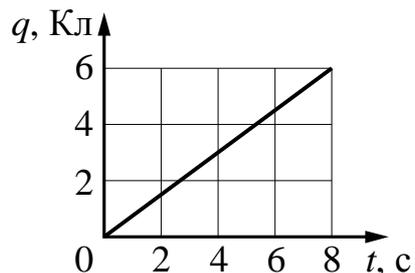
A10 Алюминиевому и железному цилиндрам одинаковой массы сообщили одинаковое количество теплоты. Воспользовавшись таблицами, приведёнными на стр. 2, определите примерное отношение изменения температур этих цилиндров $\frac{\Delta t_{Al}}{\Delta t_{Fe}}$.

- 1) 1
- 2) 0,5
- 3) 0,7
- 4) 1,4

A11 В однородном электрическом поле, вектор напряжённости которого направлен горизонтально, на шёлковых нитях одинаковой длины подвешены два шарика, заряды которых одинаковы. Масса первого шарика меньше массы второго. Какое из утверждений правильно?

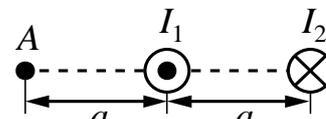
- 1) Угол отклонения первого шарика больше угла отклонения второго.
- 2) Углы отклонения шариков равны.
- 3) Шарики будут висеть вертикально.
- 4) Угол отклонения первого шарика меньше угла отклонения второго.

A12 По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику (см. рисунок). Сила тока в проводнике равна



- 1) 24 А
- 2) 1,33 А
- 3) 48 А
- 4) 0,75 А

A13 Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и I_2 расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рисунок). Векторы \vec{A}_1 и \vec{A}_2 индукции магнитных полей, создаваемых этими проводниками в точке A , направлены в плоскости чертежа следующим образом:



1) \vec{A}_1 – вверх; \vec{A}_2 – вверх

2) \vec{A}_1 – вниз; \vec{A}_2 – вверх

3) \vec{A}_1 – вниз; \vec{A}_2 – вниз

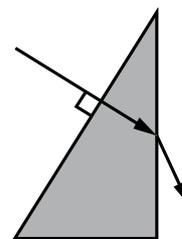
4) \vec{A}_1 – вверх; \vec{A}_2 – вниз

A14 Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью 1 м^2 под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,1 \text{ Вб}$. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

- 1) 1,6 Тл
- 2) 0,8 Тл
- 3) 0,2 Тл
- 4) 0,4 Тл

A15

Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих границах
- 3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах
- 4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

A16

При освещении одной и той же дифракционной решётки монохроматическим светом на экране, установленном за ней, возникает дифракционная картина, состоящая из светлых линий на тёмном фоне.

В первом опыте расстояние между светлыми линиями оказалось больше, чем во втором, а во втором больше, чем в третьем.

В каком случае правильно указана возможная последовательность цветов монохроматического света, которым освещалась решётка?

- | | | | |
|----------------|----------------|---------------|----------------|
| 1) 1 – красный | 2) 1 – зелёный | 3) 1 – жёлтый | 4) 1 – красный |
| 2 – жёлтый | 2 – жёлтый | 2 – красный | 2 – зелёный |
| 3 – зелёный | 3 – красный | 3 – зелёный | 3 – жёлтый |

A17

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	Li 3 6,939 Литий 1 2	Be 4 9,0122 Бериллий 2 2	5 B 10,811 Бор 3 2
3	Na 11 22,9898 1 8 Натрий 2	Mg 12 24,312 2 8 Магний 2	13 Al 26,9815 3 8 Алюминий 2

Укажите число электронов в атоме алюминия Al.

- | | | | |
|-------|------|------|-------|
| 1) 13 | 2) 8 | 3) 3 | 4) 27 |
|-------|------|------|-------|

A18 В таблице приведены значения энергии для третьего и четвертого энергетических уровней атома водорода.

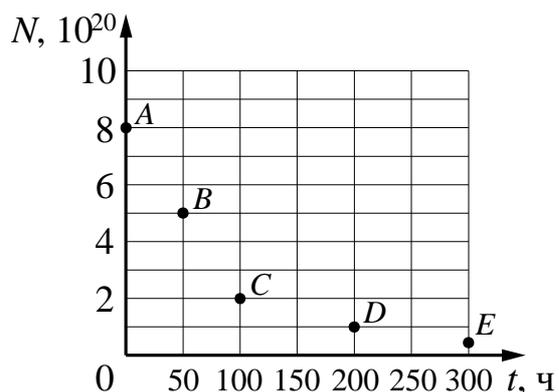
Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
3	-2,42
4	-1,36

Какова энергия фотона, излучаемого атомом при переходе электрона с четвертого уровня на третий?

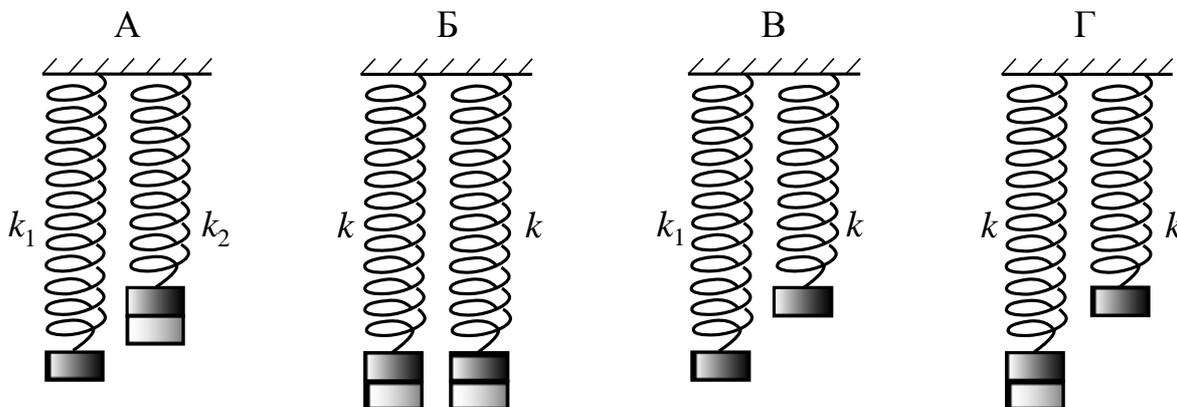
- 1) $2,42 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $1,06 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $1,36 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $3,78 \cdot 10^{-19}$ Дж

A19 Ядра эрбия ${}^{172}_{68}\text{Er}$ испытывают β^- -распад с периодом полураспада 50 часов. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер эрбия. Через какую из точек, кроме точки *A*, пройдет график зависимости от времени числа ядер радиоактивного эрбия в образце?

- 1) *D*
- 2) *B*
- 3) *E*
- 4) *C*

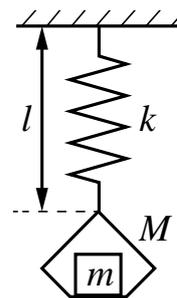
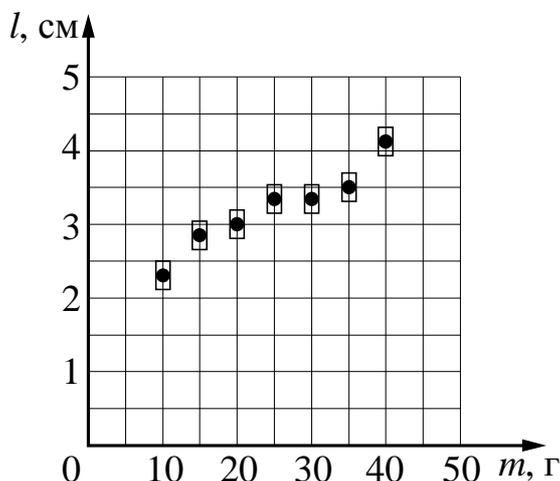


A20 Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза. Какую пару маятников нужно использовать для этой цели?



- 1) А и Г
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) только Г

A21 На графике представлены результаты измерения длины пружины при различных значениях массы грузов, лежащих в чашке пружинных весов (см. рисунок).



С учётом погрешностей измерений ($\Delta m = \pm 1$ г; $\Delta l = \pm 0,2$ см) найдите длину пружины, когда на чашке весов лежит груз массой 50 г.

- 1) 5,5 см
- 2) 3,5 см
- 3) 4,5 см
- 4) 3 см

Часть 2 (102)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 На тело, поступательно движущееся в инерциальной системе отсчёта, действовала постоянная равнодействующая сила \vec{F} в течение времени Δt . Если время Δt действия силы уменьшится, то как изменятся модуль импульса силы, модуль ускорения тела и модуль изменения импульса тела? 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.

Модуль импульса равнодействующей силы	Модуль ускорения тела	Модуль изменения импульса тела

В2 Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного тока и внешнего сопротивления. Как изменятся при уменьшении внутреннего сопротивления источника тока следующие величины: сила тока во внешней цепи, напряжение на внешнем сопротивлении, общее сопротивление цепи? 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.

Сила тока во внешней цепи	Напряжение на внешнем сопротивлении	Общее сопротивление цепи

В3 Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты Q_1 . 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 под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику

1) $1 - \frac{T_2}{T_1}$

Б) КПД двигателя

2) $\frac{Q_1(T_1 - T_2)}{T_1}$

3) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

4) $\frac{Q_1 T_2}{T_1}$

Ответ:

А	Б

В4 В первой экспериментальной установке положительно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле так, что вектор \vec{v}_0 перпендикулярен индукции магнитного поля (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор \vec{v}_0 той же частицы параллелен напряжённости электрического поля (рис. 2).

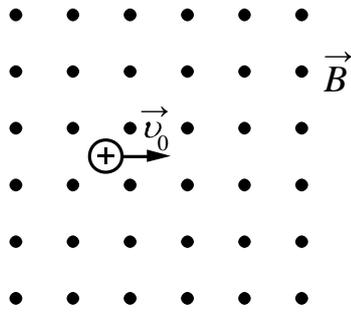


Рис. 1

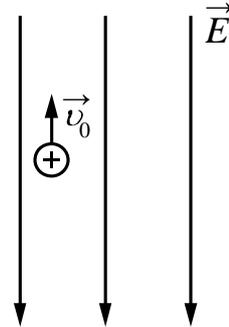


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

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

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

ТРАЕКТОРИЯ

- А) в первой установке
- Б) во второй установке

- 1) прямая линия
- 2) окружность
- 3) спираль
- 4) парабола

Ответ:

А	Б

Часть 3 (102)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

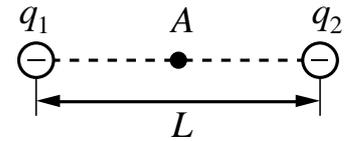
A22 Камень, брошенный почти вертикально вверх с поверхности земли, через 3 с после броска упал на крышу дома высотой 15 м. Найдите начальную скорость камня. Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 20 м/с
- 2) 30 м/с
- 3) 10 м/с
- 4) 5 м/с

A23 В закрытом сосуде находится 6 г водяного пара под давлением 25 кПа и при температуре 100 °С. Не изменяя температуры, объём сосуда уменьшили в 8 раз. Найдите массу пара, оставшегося после этого в сосуде.

- 1) 0,5 г
- 2) 1,5 г
- 3) 3 г
- 4) 4,5 г

A24 Два точечных отрицательных заряда: $q_1 = -20$ нКл и $q_2 = -40$ нКл находятся в вакууме на расстоянии $L = 1,5$ м друг от друга. Определите величину напряжённости электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды, на одинаковом расстоянии от обоих зарядов.



- 1) 160 Н/Кл
- 2) 320 Н/Кл
- 3) 640 Н/Кл
- 4) 125 Н/Кл

A25 Металлический фотокатод освещён светом длиной волны $\lambda = 0,42$ мкм. Максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода, $v = 580$ км/с. Какова длина волны красной границы фотоэффекта для этого металла?

- 1) 0,62 мкм
- 2) 0,82 мкм
- 3) 1,24 мкм
- 4) 0,42 мкм

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1 Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках а и б. Пластины конденсаторов имеют разную площадь, но расстояние между пластинами в конденсаторах одинаковое (см. рисунок). В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведённых опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

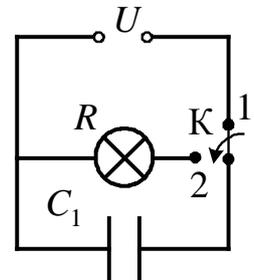


Рис. а

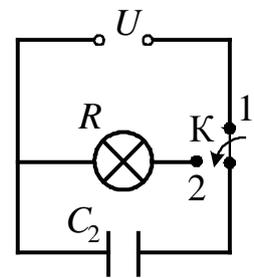
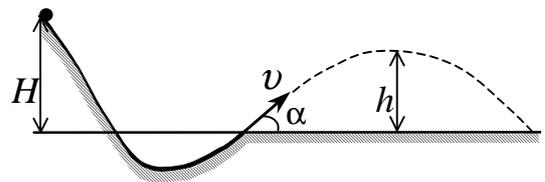


Рис. б

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать 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.

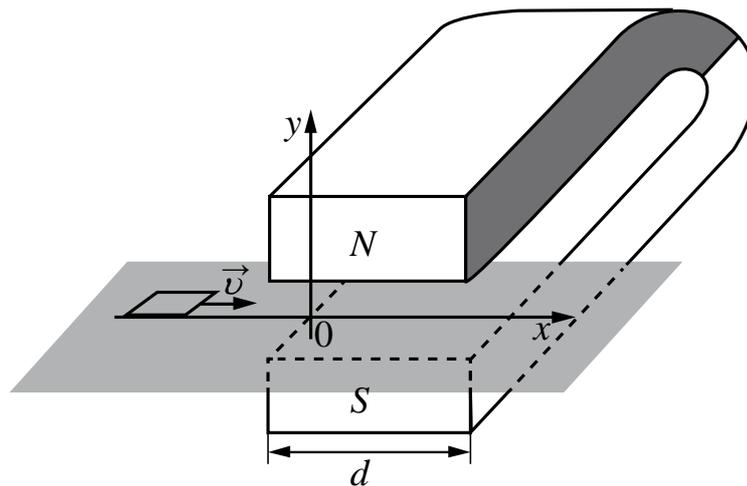
С2 При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова максимально возможная высота полёта гонщика?



С3 Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В изохорном процессе температура газа понижается на ΔT , а КПД тепловой машины равен η . Определите работу, совершённую газом в изотермическом процессе.

С4 Определите силу тока, протекающего через однородный цилиндрический алюминиевый проводник сечением $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, если за 15 с его температура повысилась на 10 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.)

С5 Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5 \text{ см}$ и сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$ перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью $v = 1 \text{ м/с}$. Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Индукционные токи, возникающие в рамке, оказывают тормозящее действие, поэтому для поддержания постоянной скорости движения к ней прикладывают внешнюю силу F , направленную вдоль оси Ox . Чему равна суммарная работа внешней силы за время движения рамки? Ширина полюсов магнита $d = 20 \text{ см}$, магнитное поле имеет резкую границу, однородно между полюсами, а его индукция $B = 1 \text{ Тл}$.

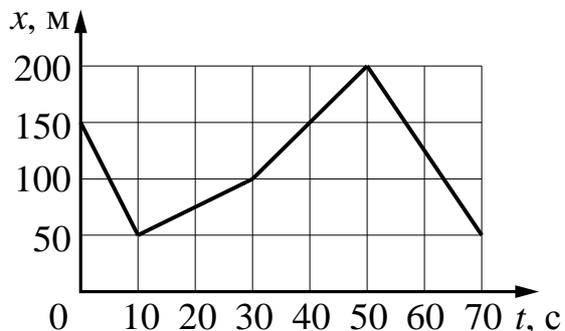


С6 Мощность излучения лазерной указки с длиной волны $\lambda = 500 \text{ нм}$ равна 1 мВт. Определите время, за которое лазерная указка излучает $N = 5 \cdot 10^{15}$ фотонов.

Часть 1 (103)

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . На каком интервале времени проекция скорости велосипедиста на ось Ox $v_x = 5$ м/с?



- 1) от 10 до 30 с
- 2) от 50 до 70 с
- 3) от 30 до 50 с
- 4) от 0 до 10 с

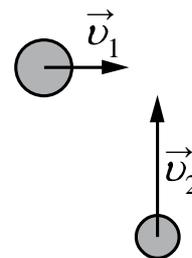
A2 Груз, подвешенный на нити длиной 2 м, отведён в сторону и отпущен. Нижнюю точку траектории он проходит со скоростью 1,4 м/с. Центробежное ускорение груза в нижней точке траектории примерно равно

- 1) 1 м/с^2
- 2) 2 м/с^2
- 3) 3 м/с^2
- 4) 4 м/с^2

A3 Тело массой m висит на пружине жёсткости k . Если на пружину с вдвое большей жёсткостью подвесить тело с вдвое меньшей массой, то деформация второй пружины будет

- 1) в 4 раза больше, чем у первой пружины
- 2) в 4 раза меньше, чем у первой пружины
- 3) такой же, как у первой пружины
- 4) в 2 раза меньше, чем у первой пружины

A4 Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?



- 1) \rightarrow
- 2) \square
- 3) \square
- 4) \uparrow

A5 Лыжник поднимается на подъёмнике на вершину горы и затем скатывается по склону горы вниз. При этом модуль работы силы тяжести, действующей на лыжника,

- 1) одинаковый на обоих участках пути
- 2) больше при движении на подъёмнике
- 3) зависит от угла крутизны склона
- 4) больше при движении по склону горы

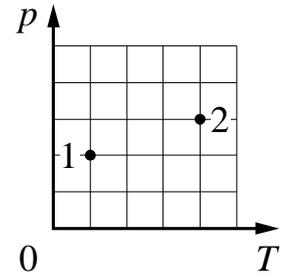
A6 Как надо изменить жёсткость пружины маятника, чтобы уменьшить период его колебаний в 2 раза?

- 1) увеличить в 4 раза
- 2) увеличить в 2 раза
- 3) уменьшить в 4 раза
- 4) уменьшить в 2 раза

A7 В процессе нагревания кристаллического тела при температурах, далёких от температуры его плавления, почти вся поступающая энергия идёт на

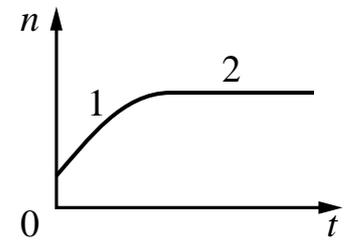
- 1) расширение атомов вещества
- 2) постепенное разрушение кристаллической решётки
- 3) постепенное расширение вещества
- 4) увеличение энергии движения атомов в узлах кристаллической решётки

A8 В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится объём газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



- 1) $V_2 = \frac{8}{3}V_1$
- 2) $V_2 = 8V_1$
- 3) $V_2 = V_1$
- 4) $V_2 = \frac{4}{3}V_1$

A9 В сосуде под поршнем находятся только пары воды. Поршень медленно опускают, уменьшая объём сосуда. Температура в сосуде поддерживается постоянной. На рисунке показан график изменения со временем концентрации n молекул паров воды внутри сосуда. Какое утверждение можно считать правильным?



- 1) на участке 1 пар насыщенный, а на участке 2 ненасыщенный
- 2) на обоих участках пар ненасыщенный
- 3) на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный
- 4) на обоих участках пар насыщенный

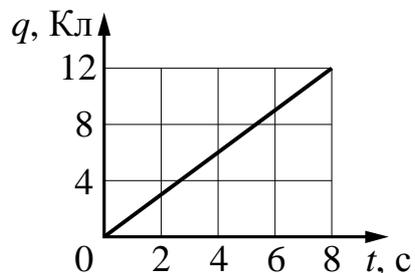
A10 Алюминиевому и железному цилиндрам одинаковой массы сообщили одинаковое количество теплоты. Воспользовавшись таблицами, приведёнными на стр. 2, определите примерное отношение изменений температур этих цилиндров $\frac{\Delta t_{\text{Fe}}}{\Delta t_{\text{Al}}}$.

- 1) 0,5
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 0,15

A11 На двух одинаковых по длине шёлковых нитях, закреплённых в одной точке, подвешены два одинаковых шарика, заряженных одноимённым зарядом. Заряд первого шарика в 2 раза больше заряда второго. Какое из утверждений правильно?

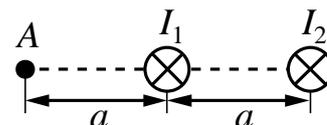
- 1) Угол отклонения нити первого шарика в 2 раза меньше угла отклонения второго.
- 2) Угол отклонения нити первого шарика в 2 раза больше угла отклонения второго.
- 3) Угол отклонения нити первого шарика в 4 раза больше угла отклонения второго.
- 4) Углы отклонения нитей шариков одинаковы.

A12 По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, растёт с течением времени согласно графику, представленному на рисунке. Сила тока в проводнике равна



- 1) 0,67 А
- 2) 96 А
- 3) 1,5 А
- 4) 48 А

A13 Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и I_2 расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рисунок). Векторы \vec{A}_1 и \vec{A}_2 индукции магнитных полей, создаваемых этими проводниками в точке A , направлены в плоскости чертежа следующим образом:

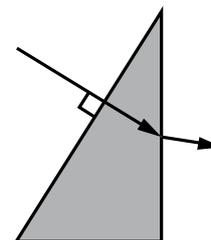


- 1) \vec{A}_1 – вниз; \vec{A}_2 – вниз
- 2) \vec{A}_1 – вверх; \vec{A}_2 – вниз
- 3) \vec{A}_1 – вниз; \vec{A}_2 – вверх
- 4) \vec{A}_1 – вверх; \vec{A}_2 – вверх

A14 Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью $0,6 \text{ м}^2$ под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,3 \text{ Вб}$. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

- 1) 4 Тл
- 2) 0,5 Тл
- 3) 1 Тл
- 4) 2 Тл

A15 Ученик выполнил задание «Нарисовать ход луча, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух
- 2) правильно изобразил ход луча на обеих гранях призмы
- 3) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 4) ошибся при изображении хода луча на обеих гранях призмы

A16 При освещении одной и той же дифракционной решётки монохроматическим светом на экране, установленном за ней, возникает дифракционная картина, состоящая из светлых линий на тёмном фоне.

В первом опыте расстояние между светлыми линиями оказалось больше, чем во втором, а во втором – больше, чем в третьем.

В каком из ответов правильно указана последовательность цветов монохроматического света, которым освещалась решётка?

- | | | | |
|---------------|----------------|----------------|--------------|
| 1) 1 – жёлтый | 2) 1 – красный | 3) 1 – красный | 4) 1 – синий |
| 2 – синий | 2 – синий | 2 – жёлтый | 2 – жёлтый |
| 3 – красный | 3 – жёлтый | 3 – синий | 3 – красный |

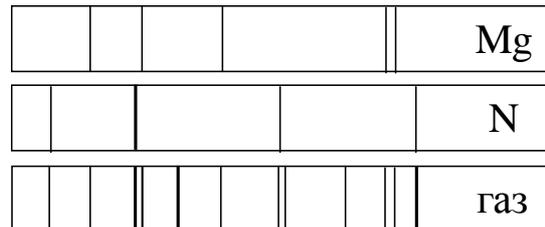
A17 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий $\begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$	4 Be 9,0122 Бериллий $\begin{matrix} 2 \\ 2 \end{matrix}$	5 B 10,811 Бор $\begin{matrix} 3 \\ 2 \end{matrix}$
3	11 Na 22,9898 $\begin{matrix} 1 \\ 8 \\ 2 \end{matrix}$ Натрий	12 Mg 24,312 $\begin{matrix} 2 \\ 8 \\ 2 \end{matrix}$ Магний	13 Al 26,9815 $\begin{matrix} 3 \\ 8 \\ 2 \end{matrix}$ Алюминий

Укажите число электронов в атоме Mg.

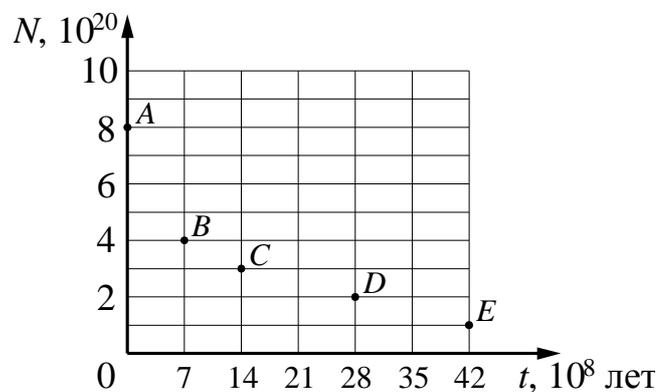
- 1) 12 2) 2 3) 8 4) 24

A18 На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного газа и спектры поглощения атомарных паров известных элементов. По виду спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит атомы



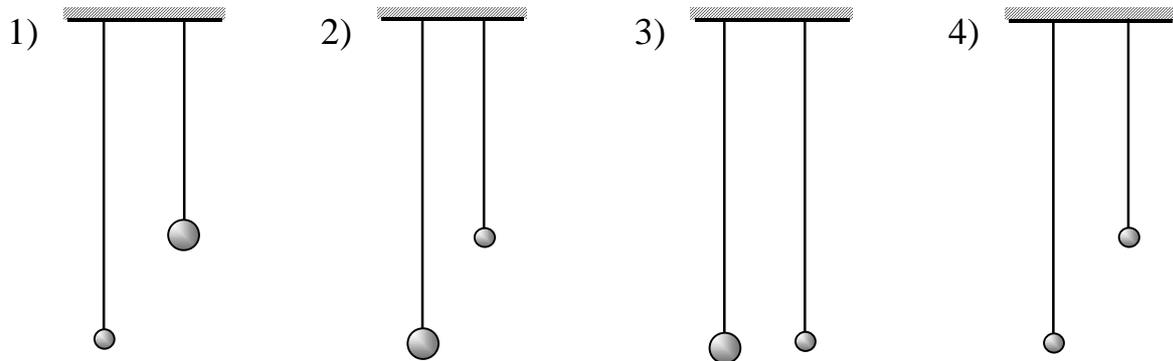
- 1) только азота (N)
2) азота (N), магния (Mg) и другого неизвестного вещества
3) только магния (Mg)
4) только магния (Mg) и азота (N)

A19 Ядра урана ${}_{92}^{235}\text{U}$ испытывают α -распад с периодом полураспада $7 \cdot 10^8$ лет. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер урана. Через какую из точек, кроме точки A, пройдёт график зависимости от времени числа ядер радиоактивного урана в образце?

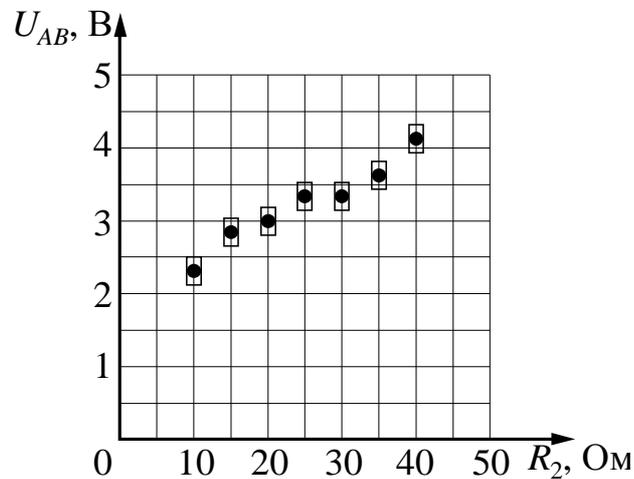
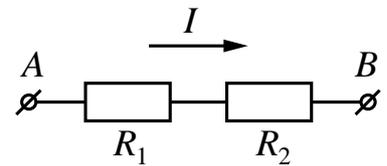


- 1) B 2) C 3) E 4) D

A20 Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода малых колебаний маятника от массы, подвешенного к нити груза. Какую пару маятников нужно использовать для такой проверки?



A21 На графике представлены результаты измерения напряжения на концах участка AB цепи постоянного тока, состоящего из двух последовательно соединённых резисторов, при различных значениях сопротивления резистора R_2 и неизменной силе тока I (см. рисунок). С учётом погрешностей измерений ($\Delta R = \pm 1$ Ом; $\Delta U = \pm 0,2$ В) найдите силу тока в цепи.



- 1) 120 мА
- 2) 20 мА
- 3) 35 мА
- 4) 50 мА

Часть 2 (103)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 На тело массой m , поступательно движущееся в инерциальной системе отсчёта, действует постоянная равнодействующая сила \vec{F} в течение времени Δt . Если действующая на тело сила увеличится, то как изменятся модуль импульса силы, модуль ускорения тела и модуль изменения импульса тела в течение того же промежутка времени Δt ?

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.

Модуль импульса равнодействующей силы	Модуль ускорения тела	Модуль изменения импульса тела

В2 Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и внешнего сопротивления. Как изменятся при уменьшении внутреннего сопротивления источника следующие величины: сила тока во внешней цепи; мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении, и электродвижущая сила источника?

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.

Сила тока во внешней цепи	Мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении	Электродвижущая сила источника

В3 Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель совершает работу, равную A . 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 под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) КПД двигателя

Б) количество теплоты, получаемое двигателем за цикл от нагревателя

1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

2) $1 - \frac{T_2}{T_1}$

3) $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$

4) $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Ответ:

А	Б

В4 В первой экспериментальной установке положительно заряженная частица влетает в однородное электрическое поле так, что вектор скорости \vec{v}_0 перпендикулярен вектору напряжённости поля \vec{E} (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор скорости \vec{v}_0 такой же частицы перпендикулярен индукции магнитного поля \vec{B} (рис. 2).

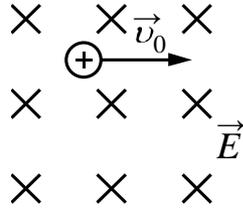


Рис. 1

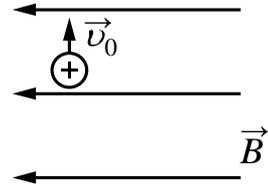


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

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

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

- А) в первой установке
- Б) во второй установке

ТРАЕКТОРИЯ

- 1) прямая линия
- 2) окружность
- 3) спираль
- 4) парабола

Ответ:

А	Б

Часть 3 (103)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

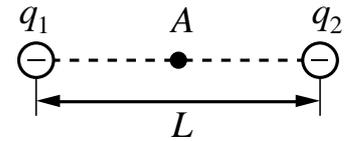
A22 Камень, брошенный с поверхности земли почти вертикально вверх, упал со скоростью 15 м/с на крышу дома, находящуюся на высоте 20 м. Найдите время полёта камня. Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 1 с
- 2) 2 с
- 3) 1,33 с
- 4) 4 с

A23 В сосуде под поршнем при температуре 100 °С находится 2 г водяного пара и такое же количество воды. Не изменяя температуры, объём сосуда увеличили в 3 раза. Определите массу воды, перешедшей при этом в пар.

- 1) 1 г
- 2) 2 г
- 3) 1,5 г
- 4) 0,5 г

A24 Два точечных отрицательных заряда: $q_1 = -20$ нКл и $q_2 = -40$ нКл находятся в вакууме на расстоянии $L = 1,5$ м друг от друга. Определите величину напряжённости электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды, на одинаковом расстоянии от обоих зарядов.



- 1) 125 Н/Кл
- 2) 320 Н/Кл
- 3) 160 Н/Кл
- 4) 640 Н/Кл

A25 Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda = 0,62$ мкм. Какова длина волны света, падающего на калиевый фотокатод, если максимальная скорость фотоэлектронов $v = 580$ км/с?

- 1) 0,51 мкм
- 2) 0,33 мкм
- 3) 0,62 мкм
- 4) 0,42 мкм

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1 Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках а и б. Конденсаторы имеют одинаковую площадь пластин, но различаются расстоянием между пластинами. В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведённых опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

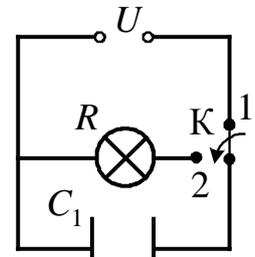


Рис. а

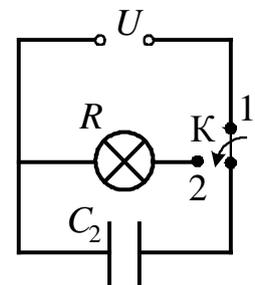
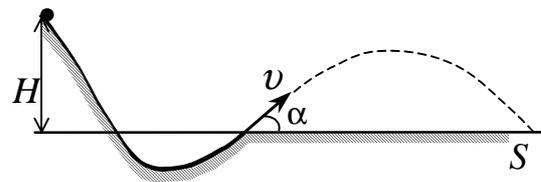


Рис. б

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать 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.

С2 При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с некоторой высоты (см. рисунок).

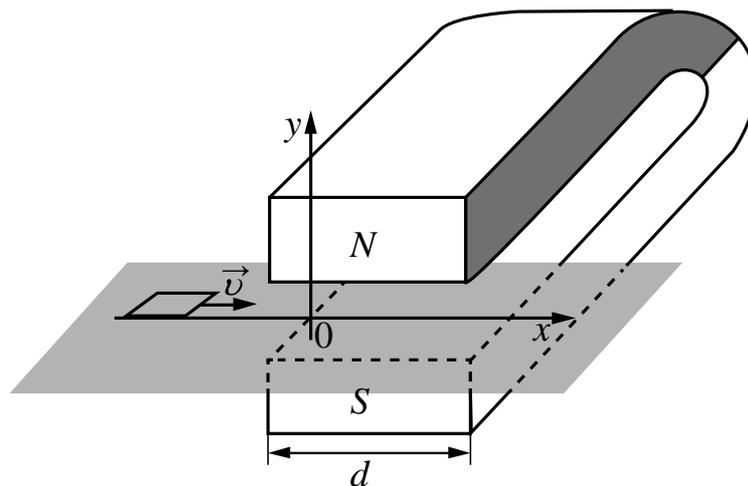


На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземлился на горизонтальный стол на той же высоте, что и край трамплина. Дальность полёта гонщика равна S . На какой высоте H над краем трамплина находится стартовая точка?

С3 Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. Работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна A , а КПД тепловой машины равен η . Определите модуль изменения температуры $|\Delta T|$ в изохорном процессе.

С4 По однородному цилиндрическому алюминиевому проводнику сечением $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ пропустили ток 10 А. Определите изменение его температуры за 15 с. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.)

С5 Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5 \text{ см}$ и сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$ перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью $v = 1 \text{ м/с}$. Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Индукционные токи, возникающие в рамке, оказывают тормозящее действие, поэтому для поддержания постоянной скорости движения к ней прикладывают внешнюю силу F , направленную вдоль оси Ox . Ширина полюсов магнита $d = 20 \text{ см}$, магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами. Чему равна индукция B магнитного поля между полюсами, если суммарная работа внешней силы за время движения рамки $A = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$?

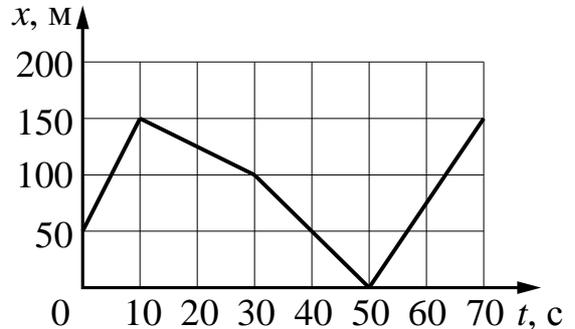


С6 Число фотонов, излучаемых лазерной указкой за $t = 5 \text{ с}$, $N = 6 \cdot 10^{16}$. Длина волны излучения указки равна $\lambda = 600 \text{ нм}$. Определите мощность P излучения указки.

Часть 1 (104)

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . На каком интервале времени проекция скорости велосипедиста на ось Ox $v_x = -2,5$ м/с?



- 1) от 0 до 10 с
- 2) от 10 до 30 с
- 3) от 50 до 70 с
- 4) от 30 до 50 с

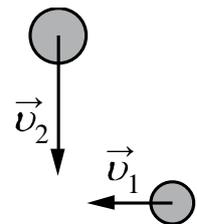
A2 Автомобиль движется по окружности радиусом 100 м со скоростью 10 м/с. Центробежное ускорение автомобиля равно

- 1) 1 м/с^2
- 2) 5 м/с^2
- 3) $0,1 \text{ м/с}^2$
- 4) 10 м/с^2

A3 Тело массой m висит на пружине жёсткости k . Если взять пружину с вдвое меньшей жёсткостью и подвесить к ней тело с вдвое большей массой, то деформация второй пружины будет

- 1) в 2 раза больше, чем у первой пружины
- 2) такой же, как у первой пружины
- 3) в 4 раза меньше, чем у первой пружины
- 4) в 4 раза больше, чем у первой пружины

A4 Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно неупругий?



- 1)
- 2)
- 3) ↓
- 4) ←

A5 Лыжник поднимается на подъёмнике на вершину горы, затем скатывается по склону горы вниз и вновь подъезжает к подъёмнику по горизонтальной лыжне. При этом суммарная работа силы тяжести, действующей на лыжника на всей траектории его движения,

- 1) равна работе, которую совершает сила трения при движении по горизонтальному участку
- 2) равна работе, которую совершает сила тяжести при движении на подъёмнике
- 3) равна работе, которую совершает сила тяжести при движении по склону горы
- 4) равна нулю

A6 Как надо изменить жёсткость пружины маятника, чтобы увеличить частоту его колебаний в 2 раза?

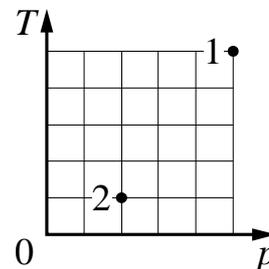
- 1) уменьшить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) увеличить в 2 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

A7 Плотность воды при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ равна 950 кг/м^3 , а наибольшая плотность водяного пара при $100\text{ }^\circ\text{C}$ равна $0,59\text{ кг/м}^3$. Такое различие плотностей связано с тем, что

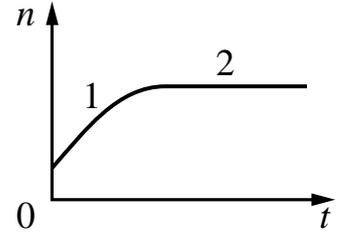
- 1) молекулы жидкости и пара движутся с разными скоростями
- 2) при переходе молекул из жидкости в пар уменьшается энергия их взаимодействия
- 3) число молекул в 1 м^3 пара меньше чем в 1 м^3 воды
- 4) молекулы жидкости и пара имеют разные массы

A8 В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится объём газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

- 1) $V_2 = 0,5V_1$
- 2) $V_2 = V_1$
- 3) $V_2 = 2V_1$
- 4) $V_2 = 0,2V_1$



A9 В сосуд налили жидкого аммиака и закрыли его. Аммиак постепенно испарялся. На рисунке показан график изменения со временем концентрации n молекул паров аммиака внутри сосуда. Температура в сосуде в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в сосуде ещё оставался жидкий аммиак. Какое утверждение можно считать правильным?



- 1) на участке 1 пар насыщенный, а на участке 2 ненасыщенный
- 2) на обоих участках пар ненасыщенный
- 3) на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный
- 4) на обоих участках пар насыщенный

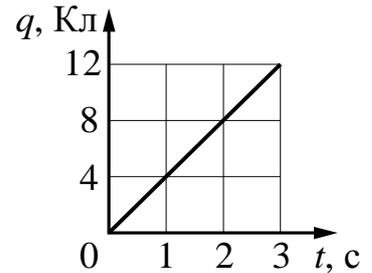
A10 Алюминиевому и железному цилиндрам сообщили одинаковое количество теплоты, что привело к увеличению температуры цилиндров, причём увеличение температуры алюминиевого цилиндра оказалось в 2 раза больше, чем железного: $\Delta t_{\text{Al}} = 2\Delta t_{\text{Fe}}$. Воспользовавшись таблицами, приведёнными на стр. 2, определите отношение масс этих цилиндров $\frac{m_{\text{Al}}}{m_{\text{Fe}}}$.

- 1) 1
- 2) 0,26
- 3) 0,34
- 4) 4,9

A11 На двух одинаковых по длине шёлковых нитях, закреплённых в одной точке, подвешены два одинаковых шарика, заряженных одноимённым зарядом. Заряд первого шарика в 2 раза меньше заряда второго. Какое из утверждений правильно?

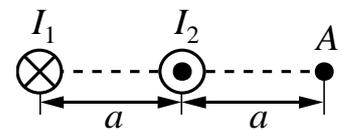
- 1) Угол отклонения нити первого шарика в 2 раза больше угла отклонения второго.
- 2) Угол отклонения нити первого шарика в 2 раза меньше угла отклонения второго.
- 3) Углы отклонения нитей шариков одинаковы.
- 4) Угол отклонения нити первого шарика в 4 раза меньше угла отклонения второго.

A12 По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, растёт с течением времени согласно представленному графику. Сила тока в проводнике равна



- 1) 4 А
- 2) 0,25 А
- 3) 36 А
- 4) 12 А

A13 Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и I_2 расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рисунок). Векторы \vec{A}_1 и \vec{A}_2 индукции магнитных полей, создаваемых этими проводниками в точке A , направлены в плоскости чертежа следующим образом:



- 1) \vec{A}_1 – вверх; \vec{A}_2 – вниз
- 2) \vec{A}_1 – вниз; \vec{A}_2 – вверх
- 3) \vec{A}_1 – вниз; \vec{A}_2 – вниз
- 4) \vec{A}_1 – вверх; \vec{A}_2 – вверх

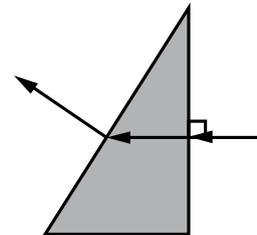
A14 Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью $0,25 \text{ м}^2$ под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,1 \text{ Вб}$. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

- 1) 0,4 Тл
- 2) 0,1 Тл
- 3) 0,5 Тл
- 4) 0,8 Тл

A15

Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча, падающего из воздуха на одну из граней стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок).

При построении он



- 1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух
- 2) ошибся при изображении хода луча на обеих границах сред
- 3) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- 4) правильно изобразил ход луча на обеих границах сред

A16

При освещении одной и той же дифракционной решётки монохроматическим светом на экране, установленном за ней, возникает дифракционная картина, состоящая из светлых линий на тёмном фоне.

В первом опыте расстояние между светлыми линиями оказалось больше, чем во втором, а во втором – больше, чем в третьем.

В каком из ответов правильно указана возможная последовательность цветов монохроматического света, которым освещалась решётка?

- | | | | |
|----------------|-------------------|----------------|----------------|
| 1) 1 – жёлтый | 2) 1 – фиолетовый | 3) 1 – зелёный | 4) 1 – жёлтый |
| 2 – зелёный | 2 – зелёный | 2 – жёлтый | 2 – фиолетовый |
| 3 – фиолетовый | 3 – жёлтый | 3 – фиолетовый | 3 – зелёный |

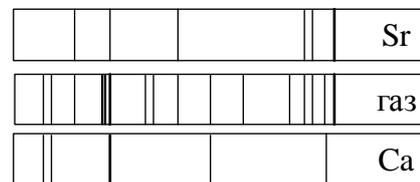
A17 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий $\begin{smallmatrix} 1 \\ 2 \end{smallmatrix}$	4 Be 9,0122 Бериллий $\begin{smallmatrix} 2 \\ 2 \end{smallmatrix}$	5 B 10,811 Бор $\begin{smallmatrix} 3 \\ 2 \end{smallmatrix}$
3	11 Na 22,9898 $\begin{smallmatrix} 1 \\ 8 \\ 2 \end{smallmatrix}$ Натрий	12 Mg 24,312 $\begin{smallmatrix} 2 \\ 8 \\ 2 \end{smallmatrix}$ Магний	13 Al 26,9815 $\begin{smallmatrix} 3 \\ 8 \\ 2 \end{smallmatrix}$ Алюминий

Укажите число электронов в атоме натрия Na.

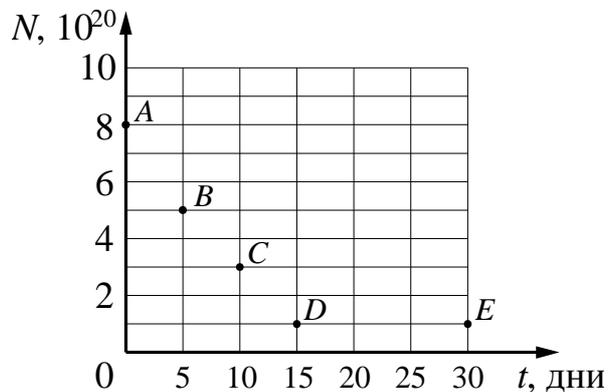
- 1) 8 2) 12 3) 23 4) 11

A18 На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного газа и спектры поглощения атомарных паров известных металлов. По виду спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит атомы



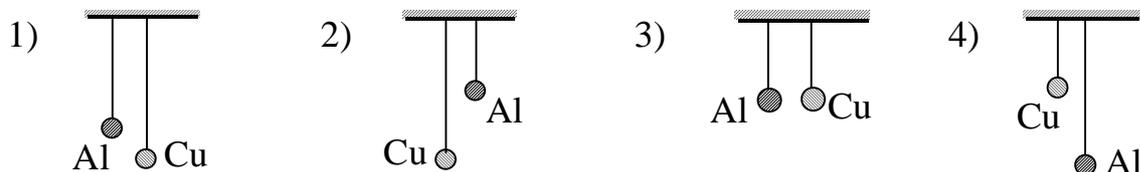
- 1) только стронция (Sr)
2) стронция (Sr), кальция (Ca) и другого вещества
3) только стронция (Sr) и кальция (Ca)
4) только кальция (Ca)

A19 Ядра висмута ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ испытывают β^- -распад с периодом полураспада 5 дней. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер висмута. Через какую из точек, кроме точки A, пройдет график зависимости от времени числа ядер радиоактивного висмута в образце?

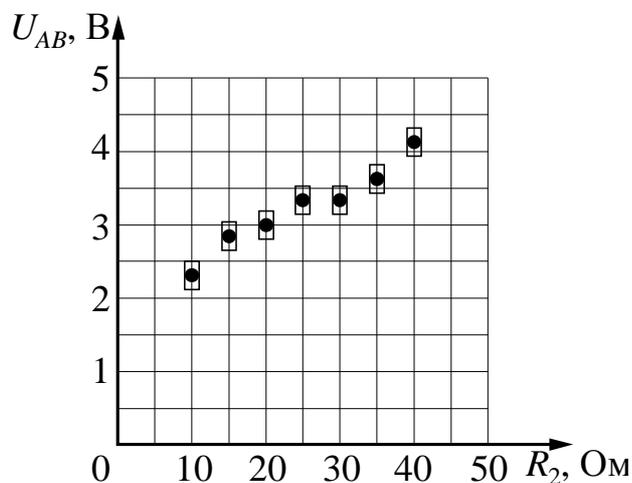
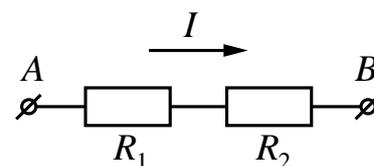


- 1) C 2) E 3) B 4) D

A20 Необходимо экспериментально выяснить зависимость периода малых колебаний математического маятника от вещества, из которого изготовлен груз. Какую пару маятников можно взять для этой цели? Грузы маятников – полые шарики из меди и алюминия одинаковой массы и одинакового внешнего диаметра.



A21 На графике представлены результаты измерения напряжения на концах участка AB цепи постоянного тока, состоящего из двух последовательно соединённых резисторов, при различных значениях сопротивления резистора R_2 и неизменной силе тока I (см. рисунок). С учётом погрешностей измерений ($\Delta R = \pm 1$ Ом; $\Delta U = \pm 0,2$ В) найдите сопротивление резистора R_2 , при котором напряжение на концах участка цепи AB равно 4,5 В.



- 1) 50 Ом
- 2) 80 Ом
- 3) 65 Ом
- 4) 40 Ом

Часть 2 (104)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 На тело массой m , поступательно движущееся в инерциальной системе отсчёта, действует постоянная равнодействующая сила \vec{F} в течение времени Δt . Если действующая на тело сила уменьшится, то как изменятся модуль импульса силы, модуль ускорения тела и модуль изменения импульса тела в течение того же промежутка времени Δt ?

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.

Модуль импульса равнодействующей силы	Модуль ускорения тела	Модуль изменения импульса тела

В2 Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и внешнего сопротивления. Как изменятся при увеличении внутреннего сопротивления источника следующие величины: общее сопротивление цепи; мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении, и электродвижущая сила источника?

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.

Общее сопротивление цепи	Мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении	Электродвижущая сила источника

В3 Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель совершает работу, равную A . 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 под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику

1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

Б) КПД двигателя

2) $1 - \frac{T_2}{T_1}$

3) $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$

4) $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Ответ:

А	Б

В4 В первой экспериментальной установке отрицательно заряженная частица влетает в однородное электрическое поле так, что вектор \vec{v}_0 перпендикулярен напряжённости электрического поля \vec{E} (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор \vec{v}_0 той же частицы параллелен индукции магнитного поля \vec{B} (рис. 2).

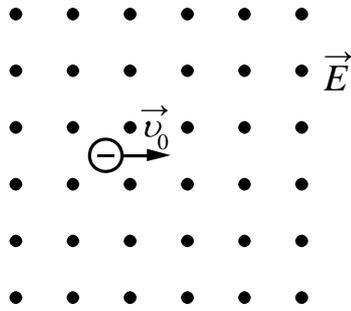


Рис. 1

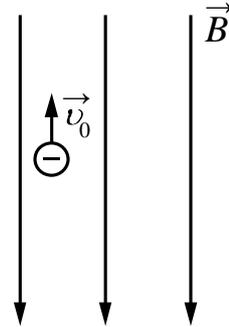


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

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

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

- А) в первой установке
- Б) во второй установке

ТРАЕКТОРИЯ

- 1) прямая линия
- 2) окружность
- 3) спираль
- 4) парабола

Ответ:

А	Б

Часть 3 (104)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

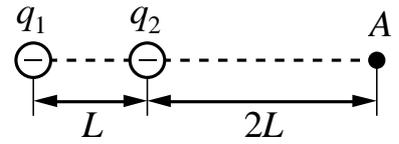
A22 Камень, брошенный почти вертикально вверх с крыши дома высотой 15 м, упал на землю со скоростью 20 м/с. Сколько времени летел камень? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 1 с
- 2) 1,33 с
- 3) 3 с
- 4) 5 с

A23 В сосуде под поршнем при температуре 100 °С находится 2 г водяного пара и такое же количество воды. Не изменяя температуры, объём сосуда увеличили в 3 раза. Определите массу пара в сосуде после изменения объёма.

- 1) 2,5 г
- 2) 2 г
- 3) 3 г
- 4) 4 г

A24 Два точечных отрицательных заряда: $q_1 = -30$ нКл и $q_2 = -10$ нКл находятся в вакууме на расстоянии $L = 0,5$ м друг от друга. Определите величину напряжённости электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии $2L$ от второго заряда (см. рисунок).



- 1) 105 Н/Кл
- 2) 420 Н/Кл
- 3) 210 Н/Кл
- 4) 375 Н/Кл

A25 Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda = 0,62$ мкм. Какова максимальная скорость фотоэлектронов при облучении калиевого фотокатода светом частотой $\nu = 8 \cdot 10^{14}$ Гц?

- 1) 680 км/с
- 2) 16 км/с
- 3) 160 км/с
- 4) 68 км/с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1 Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках а и б. Пластины конденсаторов имеют разную площадь, но расстояние между пластинами в конденсаторах одинаковое (см. рисунок). В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведённых опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

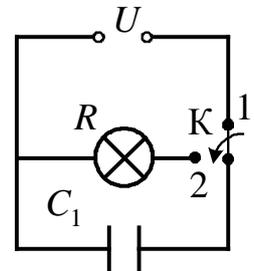


Рис. а

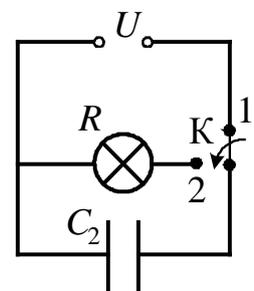
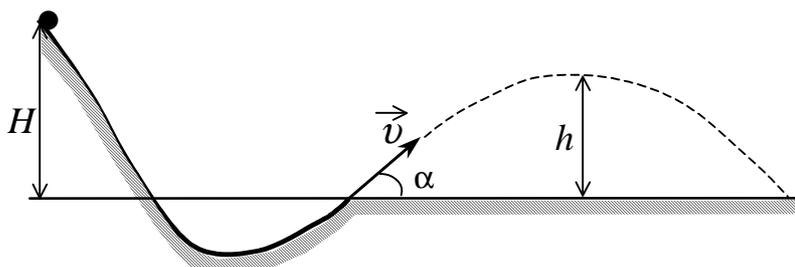


Рис. б

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать 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.

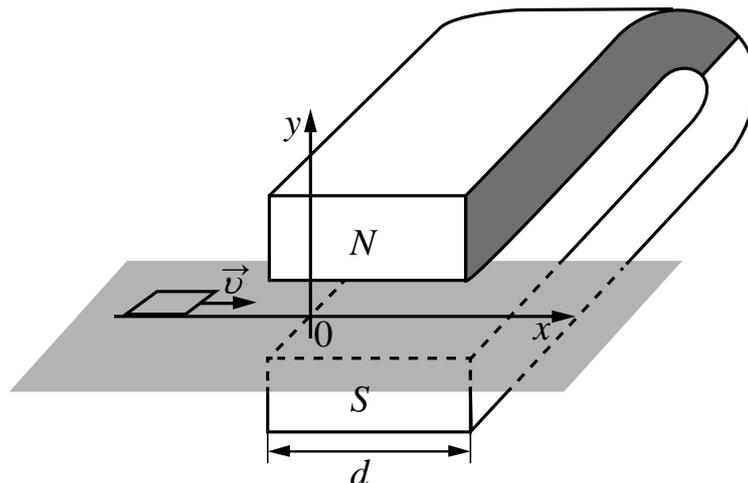
С2 При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с некоторой высоты (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземляется на горизонтальный стол, поднявшись в полёте на высоту h над краем трамплина. С какой высоты H начинал движение гонщик?



С3 Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. Работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна A , а КПД тепловой машины равен η . Максимальная температура в этом цикле равна T_0 . Определите минимальную температуру T в этом циклическом процессе.

С4 По однородному цилиндрическому алюминиевому проводнику сечением $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ пропустили ток 10 А. Определите промежуток времени, в течение которого температура проводника повысится на 10 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебечь. (Удельное сопротивление алюминия $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.)

С5 Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5 \text{ см}$ и сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$ перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью v . Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Ширина полюсов магнита $d = 20 \text{ см}$, магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами, а его индукция $B = 1 \text{ Тл}$. Возникающие в рамке индукционные токи нагревают проволоку. Чему равна скорость движения рамки, если за время движения в ней выделяется количество теплоты $Q = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$?



С6 Число фотонов, излучаемых лазерной указкой мощностью $P = 2 \text{ мВт}$ за 1 с, равно $4 \cdot 10^{15}$. Определите длину волны λ излучения лазерной указки.

Часть 1 (301)

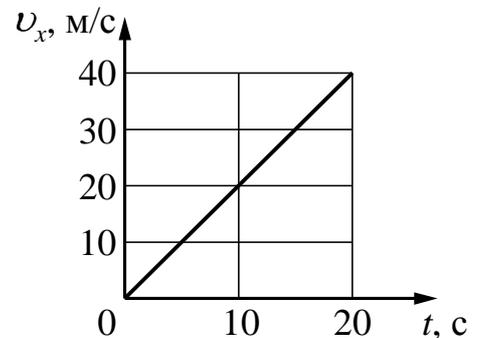
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 За 10 секунд скорость автомобиля, движущегося равноускоренно по прямой дороге, увеличилась от 0 до 20 м/с. Пройденный автомобилем путь равен

- 1) 50 м
- 2) 200 м
- 3) 150 м
- 4) 100 м

A2 Скорость тела массой 3 кг, движущегося вдоль оси Ox в инерциальной системе отсчёта, изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Равнодействующая приложенных к телу сил в момент времени $t = 10$ с равна

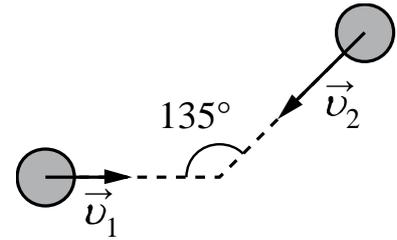
- 1) 30 Н
- 2) 6 Н
- 3) 60 Н
- 4) 1,5 Н



A3 Две упругие пружины растянуты силами одной и той же величины F . Удлинение первой пружины Δl_1 в 1,5 раза больше, чем удлинение второй пружины Δl_2 . Если жёсткость первой пружины равна k_1 , то жёсткость второй равна

- 1) $0,67k_1$
- 2) $2,25k_1$
- 3) $0,5k_1$
- 4) $1,5k_1$

A4 Одинаковые шары движутся со скоростями, направления которых показаны на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_2 = v_1 \cdot \sqrt{2}$?

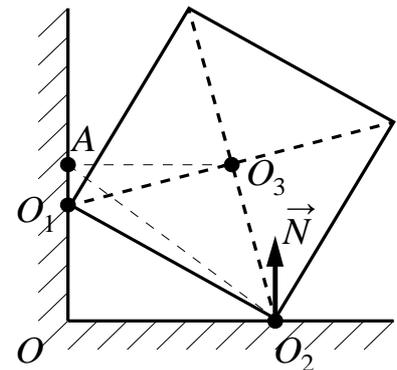


- 1) \uparrow
- 2) \square
- 3) \leftarrow
- 4) \downarrow

A5 Координата тела массой 8 кг, движущегося вдоль оси x , изменяется по закону $x = x_0 + v_x t$, где $x_0 = 6$ м; $v_x = 8$ м/с. Кинетическая энергия тела в момент времени $t = 2$ с равна

- 1) 484 Дж
- 2) 144 Дж
- 3) 256 Дж
- 4) 400 Дж

A6 Однородный куб опирается одним ребром на гладкий пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы \vec{N} относительно оси, проходящей через точку A перпендикулярно плоскости рисунка, равно



- 1) O_2O
- 2) O_2A
- 3) 0
- 4) AO

A7 Температура первого тела равна $5\text{ }^{\circ}\text{C}$; второго тела 263 K , третьего тела равна $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Каков правильный порядок перечисления этих тел по убыванию температуры?

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

A8 3 моль водорода находятся в сосуде при температуре T и давлении p . Каким будет давление в том же сосуде при температуре $2T$, если из него удалить 2 моль водорода? (Водород считать идеальным газом.)

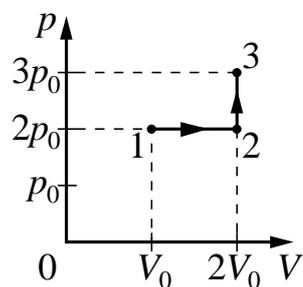
- 1) $6p$
- 2) $\frac{2}{3}p$
- 3) $\frac{3}{2}p$
- 4) $\frac{1}{6}p$

A9 В понедельник и вторник температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в понедельник было меньше, чем во вторник. Относительная влажность воздуха

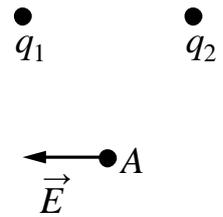
- 1) в понедельник была меньше, чем во вторник
- 2) была одинакова, так как не менялась температура воздуха
- 3) во вторник была меньше, чем в понедельник
- 4) была одинакова, так как не менялось давление насыщенных паров

A10 Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа от объёма. Работа, совершённая при этом газом, равна

- 1) $6p_0V_0$
- 2) $2p_0V_0$
- 3) $4p_0V_0$
- 4) p_0V_0



A11 На рисунке показано направление вектора напряжённости электрического поля \vec{E} в точке A , равноудалённой от равных по модулю точечных зарядов q_1 и q_2 . Какие знаки имеют заряды?

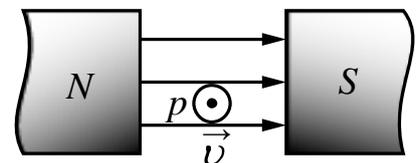


- 1) $q_1 > 0$; $q_2 < 0$
- 2) $q_1 > 0$; $q_2 > 0$
- 3) $q_1 < 0$; $q_2 < 0$
- 4) $q_1 < 0$; $q_2 > 0$

A12 К батарее с ЭДС, равной 24 В, и внутренним сопротивлением 2 Ом подключили резистор с сопротивлением 4 Ом. Какова сила тока в цепи?

- 1) 3 А
- 2) 6 А
- 3) 4 А
- 4) 12 А

A13 Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально перпендикулярно вектору индукции \vec{B} магнитного поля (см. рисунок, на котором кружок с точкой указывает направление движения протона). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?

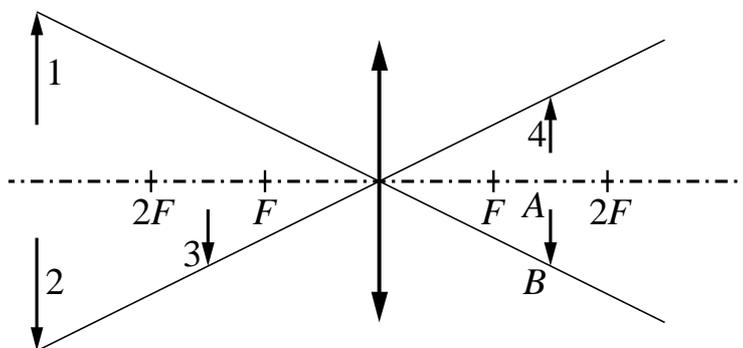


- 1) вертикально вверх \uparrow
- 2) горизонтально влево \leftarrow
- 3) от наблюдателя \otimes
- 4) вертикально вниз \downarrow

A14 При вращении в однородном магнитном поле плоскости металлического кольца из тонкой проволоки вокруг оси, перпендикулярной линиям поля, максимальная сила индукционного тока, возникающего в кольце, равна I_1 . Чему будет равна максимальная сила индукционного тока I_2 в этом кольце при уменьшении скорости вращения кольца в 2 раза?

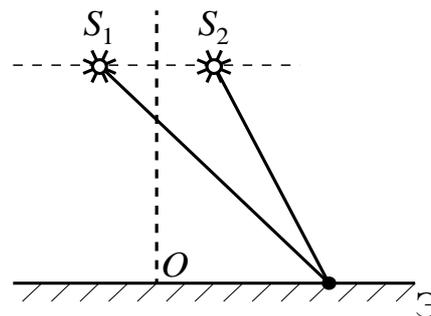
- 1) $I_2 = 2I_1$
- 2) $I_2 = 0,5I_1$
- 3) $I_2 = I_1$
- 4) $I_2 = 4I_1$

A15 Какому из предметов 1–4 соответствует изображение AB в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



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

A16 Точечные источники света S_1 и S_2 находятся близко друг от друга и создают на удалённом экране \mathcal{E} устойчивую интерференционную картину (см. рисунок). Это возможно, если S_1 и S_2 – малые отверстия в непрозрачном экране, освещённые



- 1) одно зелёным лазером, другое красным
- 2) лучом одного лазера
- 3) каждое своей лампочкой накаливания
- 4) каждое своей горящей свечой

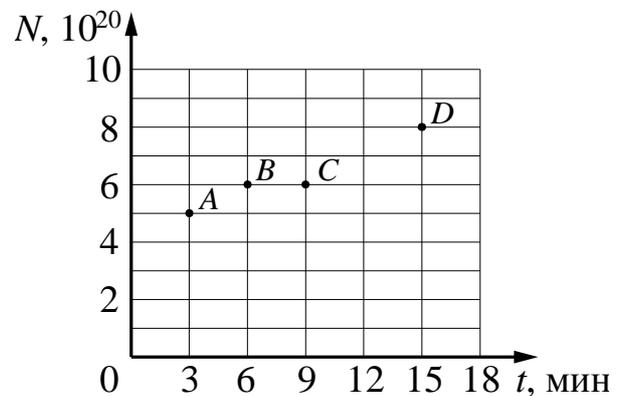
A17 На металлическую пластинку падает монохроматическая электромагнитная волна, выбивающая электроны из пластинки. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, составляет 3 эВ, а работа выхода из металла в 2 раза больше этой энергии. Чему равна энергия фотонов в падающей волне?

- 1) 2 эВ
- 2) 3 эВ
- 3) 9 эВ
- 4) 6 эВ

A18 Связанная система элементарных частиц содержит 14 нейтронов, 13 протонов и 10 электронов. Эта система частиц является

- 1) нейтральным атомом кремния ${}_{14}^{27}\text{Si}$
- 2) ионом кремния ${}_{14}^{27}\text{Si}$
- 3) ионом алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$
- 4) нейтральным атомом алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$

A19 Из ядер таллия ${}_{81}^{208}\text{Tl}$ при β -распаде с периодом полураспада 3 мин образуются стабильные ядра свинца. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер таллия. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдет график зависимости числа ядер свинца от времени (см. рисунок)?

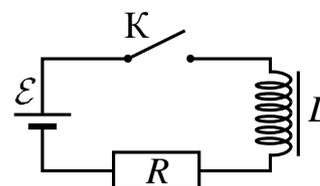


- 1) B
- 2) A
- 3) D
- 4) C

A20 Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать частоту малых колебаний математического маятника?

- 1) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 2) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 3) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A21 Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 40$ Ом (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01$ А, представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

Оцените модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени $t = 1,0$ с.

- 1) 11,6 В
- 2) 9,2 В
- 3) 4,4 В
- 4) 7,6 В

Часть 2 (301)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 В процессе расширения 1 моль разреженного гелия его внутренняя энергия всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом температура гелия, его давление и объём?

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.

Температура гелия	Давление гелия	Объём гелия

В2 Плоский конденсатор подключён к гальваническому элементу. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора три величины: ёмкость конденсатора, величина заряда на его обкладках, разность потенциалов между ними?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

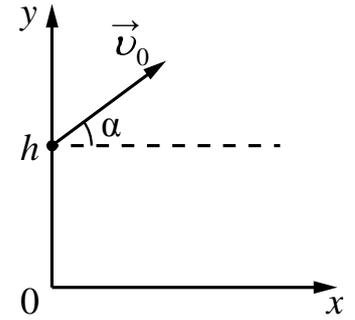
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Ёмкость конденсатора	Величина заряда конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

В3

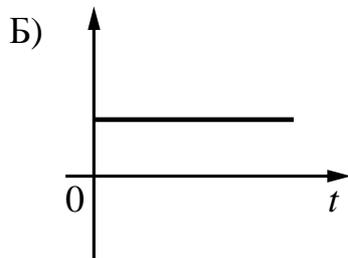
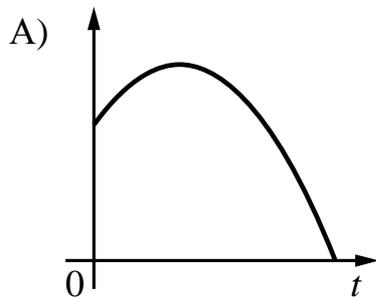
Мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t .



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x мячика
- 2) проекция скорости мячика на ось x
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) координата y мячика

Ответ:

А	Б

В4 Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля \vec{B} по окружности со скоростью v . Действием силы тяжести пренебречь. 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 под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) модуль магнитной силы, действующей на частицу
 Б) период обращения частицы по окружности

- 1) $\frac{v}{qB}$
 2) $\frac{mv}{qB}$
 3) $\frac{2\pi m}{qB}$
 4) qvB

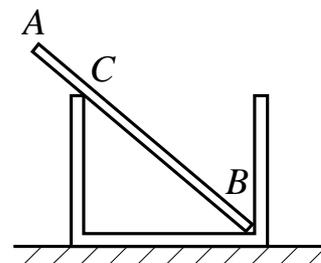
Ответ:

А	Б

Часть 3 (301)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Однородный стержень AB массой 100 г покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом B и опираясь на край банки в точке C (см. рисунок). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке C , равен 0,5 Н. Чему равен модуль горизонтальной составляющей силы, с которой стержень давит на сосуд в точке B , если модуль вертикальной составляющей этой силы равен 0,6 Н? Трением пренебречь.



- 1) 0,25 Н
- 2) 0,13 Н
- 3) 0,6 Н
- 4) 0,3 Н

A23 Кусок льда, имеющий температуру $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, помещён в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лёд в воду температурой $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, требуется количество теплоты 100 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лёд получит от нагревателя количество теплоты 75 кДж? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

- 1) $4\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 2) $8\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 3) $15\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 4) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

A24 Частица массой 1 мг переместилась за 3 с на расстояние 0,45 м по горизонтали в однородном горизонтальном электрическом поле напряжённостью 5000 В/м. Начальная скорость частицы равна нулю. Каков заряд частицы? Сопротивлением воздуха и действием силы тяжести пренебречь.

- 1) $2 \cdot 10^{-9}$ Кл
- 2) $2 \cdot 10^{-11}$ Кл
- 3) $3 \cdot 10^{-8}$ Кл
- 4) $1 \cdot 10^{-11}$ Кл

A25 За время $t = 4$ с детектор поглощает $N = 6 \cdot 10^5$ фотонов падающего на него монохроматического света. Поглощаемая мощность $P = 5 \cdot 10^{-14}$ Вт. Какова длина волны падающего света?

- 1) 0,6 мкм
- 2) 0,4 мкм
- 3) 780 нм
- 4) 520 нм

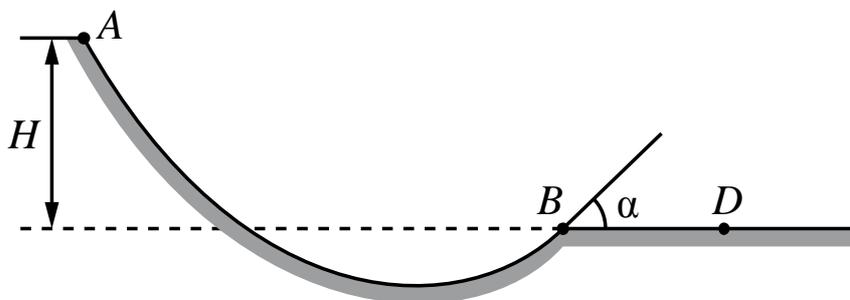
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

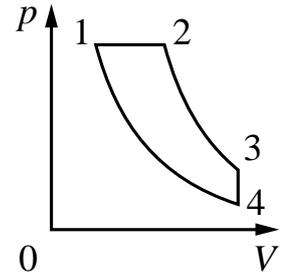
С1 При изучении давления света проведены два опыта с одним и тем же лазером. В первом опыте свет лазера направляется на пластинку, покрытую сажей, а во втором – на зеркальную пластинку такой же площади. В обоих опытах пластинки находятся на одинаковом расстоянии от лазера и свет падает перпендикулярно поверхности пластинок. Как изменится сила давления света на пластинку во втором опыте по сравнению с первым? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать 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.

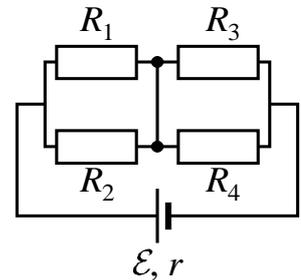
С2 Шайба массой $m = 100$ г начинает движение по желобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на величину ΔE . В точке B шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D , находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рисунок). $BD = 4$ м. Найдите величину ΔE . Сопротивлением воздуха пренебречь.



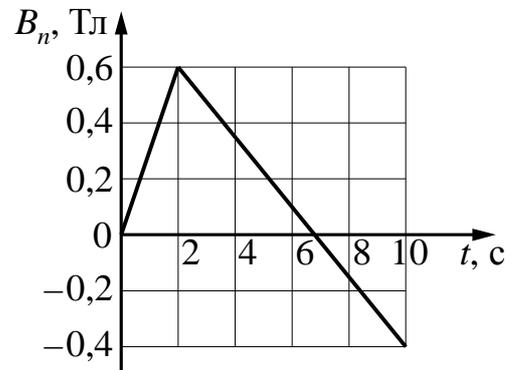
С3 Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на pV -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД этого цикла $\eta = 15\%$, а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе $t_{\min} = 37^\circ\text{C}$ и $t_{\max} = 302^\circ\text{C}$, определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.



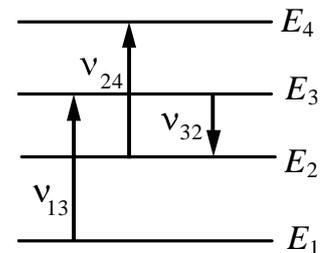
С4 Какая тепловая мощность будет выделяться на резисторе R_1 в схеме, изображённой на рисунке, если резистор R_2 перегорит (превратится в разрыв цепи)? Все резисторы, включённые в схему, имеют одинаковое сопротивление $R = 20$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 2$ Ом; его ЭДС $E = 110$ В.



С5 Квадратная проволочная рамка со стороной $l = 10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . На рисунке изображено изменение проекции вектора \vec{B} на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t = 10$ с в рамке выделяется количество теплоты $Q = 0,1$ мДж. Каково сопротивление проволоки, из которой сделана рамка?



С6 На рисунке представлены энергетические уровни атома и указаны частоты световых волн, испускаемых и поглощаемых при переходах между ними: $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14}$ Гц; $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$ Гц. При переходе с уровня E_4 на уровень E_1 атом излучает свет с длиной волны $\lambda = 360$ нм. Какова частота колебаний световой волны, поглощаемой атомом при переходе с уровня E_2 на уровень E_4 ?



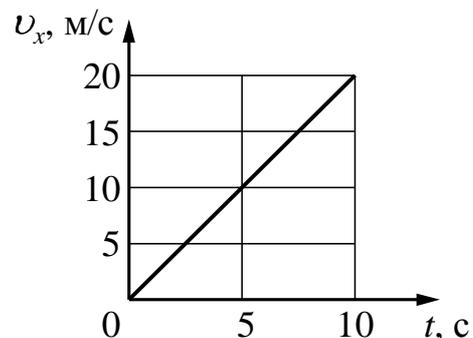
Часть 1 (302)

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 Начальная скорость автомобиля, движущегося прямолинейно и равноускоренно, равна 5 м/с. После прохождения расстояния 40 м его скорость оказалась равной 15 м/с. Чему равно ускорение автомобиля?

- 1) 3,0 м/с²
- 2) 2,0 м/с²
- 3) 2,5 м/с²
- 4) 3,5 м/с²

A2 Скорость тела массой 5 кг, движущегося вдоль оси Ox в инерциальной системе отсчёта, изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Равнодействующая приложенных к телу сил в момент времени $t = 2,5$ с равна

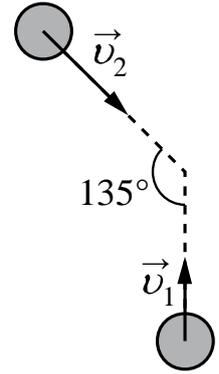


- 1) 8 Н
- 2) 2 Н
- 3) 10 Н
- 4) 20 Н

A3 Первая упругая пружина растягивается силой F , вторая – силой $1,5 F$. При этом оказалось, что удлинение второй пружины Δl_2 в 2 раза меньше, чем удлинение первой пружины Δl_1 . Если жёсткость первой пружины равна k_1 , то жёсткость второй равна

- 1) $0,5k_1$
- 2) $3k_1$
- 3) $2k_1$
- 4) $4k_1$

A4 Одинаковые шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_2 = \sqrt{2}v_1$?

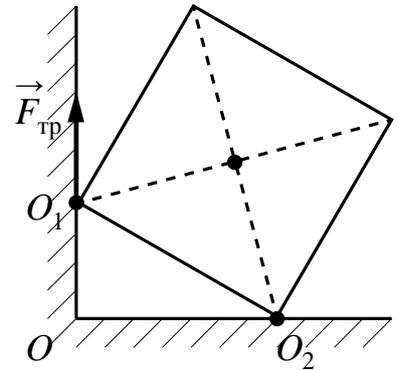


- 1) \rightarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \square

A5 Координата тела массой 10 кг, движущегося вдоль оси x , изменяется по закону $x = x_0 + v_x t$, где $x_0 = -10$ м; $v_x = -6$ м/с. Какова кинетическая энергия тела в момент времени $t = 4$ с?

- 1) 36 Дж
- 2) -180 Дж
- 3) 90 Дж
- 4) 180 Дж

A6 Однородный куб опирается одним ребром на гладкий пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы $\vec{F}_{\text{од}}$ относительно оси, проходящей через точку O_2 перпендикулярно плоскости чертежа, равно



- 1) O_2O_1
- 2) 0
- 3) OO_1
- 4) OO_2

A7 Температура первого тела равна -20 °С; второго тела 283 К; третьего тела 5 °С. Каков правильный порядок перечисления этих тел по возрастанию температуры?

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

A8 3 моль водорода находятся в сосуде под поршнем при температуре T и давлении p . Каким станет давление в том же сосуде при температуре $3T$, если уменьшить объём под поршнем в 2 раза? (Водород считать идеальным газом.)

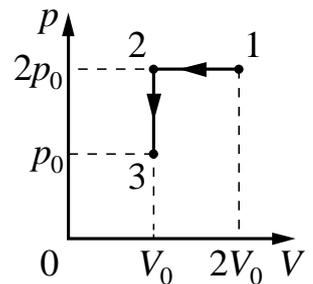
- 1) $\frac{1}{3}p$ 2) $\frac{1}{2}p$ 3) $6p$ 4) p

A9 Парциальное давление водяного пара в атмосфере в субботу было выше, чем в воскресенье. Температура воздуха в эти дни оставалась постоянной. Относительная влажность воздуха

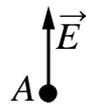
- 1) в воскресенье была больше, чем в субботу
- 2) в эти дни была одинаковой, так как не менялось давление насыщенного пара
- 3) в субботу была больше, чем в воскресенье
- 4) в эти дни была одинаковой, так как изменялись и парциальное давление водяного пара в атмосфере, и давление насыщенного пара

A10 Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа от объёма. Работа внешних сил при этом равна

- 1) p_0V_0
- 2) $\frac{1}{2}p_0V_0$
- 3) $4p_0V_0$
- 4) $2p_0V_0$



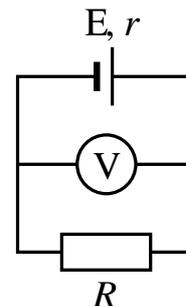
A11 На рисунке показано направление вектора напряжённости электрического поля \vec{E} в точке A , равноудалённой от равных по модулю точечных зарядов q_1 и q_2 . Какие знаки имеют заряды?



- 1) $q_1 > 0$; $q_2 < 0$
- 2) $q_1 < 0$; $q_2 > 0$
- 3) $q_1 > 0$; $q_2 > 0$
- 4) $q_1 < 0$; $q_2 < 0$

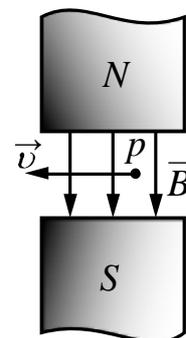
A12 В схеме, изображённой на рисунке, ЭДС источника тока равна 5 В, а его внутреннее сопротивление 2 Ом. Сила тока в цепи 1 А. Каково показание вольтметра, если он идеальный?

- 1) 3 В
- 2) 5 В
- 3) 7 В
- 4) 4 В



A13 Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , которая перпендикулярна вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Как направлена действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?

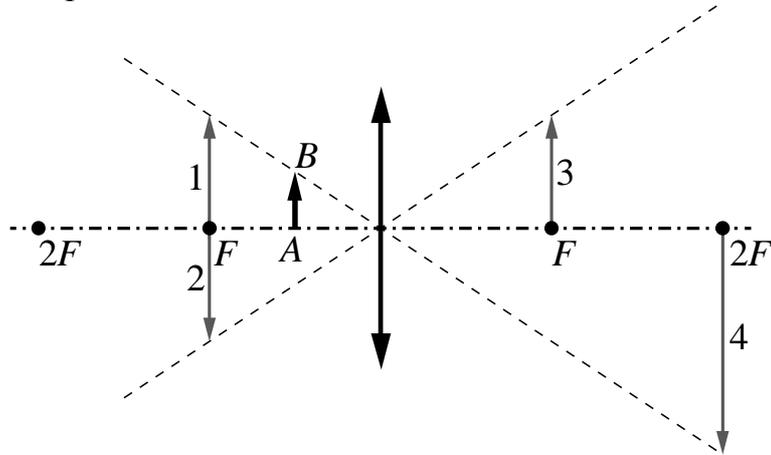
- 1) горизонтально влево \leftarrow
- 2) от наблюдателя \otimes
- 3) вертикально вверх \uparrow
- 4) к наблюдателю \odot



A14 При вращении в однородном магнитном поле плоскости металлического кольца с периодом T вокруг оси, перпендикулярной линиям поля, максимальная сила индукционного тока, возникающего в кольце, равна I_1 . Чему будет равна максимальная сила индукционного тока I_2 в этом кольце при увеличении периода в 2 раза?

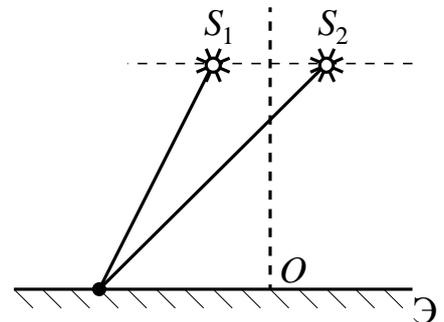
- 1) $I_2 = 4I_1$
- 2) $I_2 = 2I_1$
- 3) $I_2 = I_1$
- 4) $I_2 = 0,5I_1$

A15 Какой из образов 1–4 служит мнимым изображением предмета AB в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



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

A16 Точечные источники света S_1 и S_2 находятся близко друг от друга и создают на удалённом экране \mathcal{E} устойчивую интерференционную картину (см. рисунок). Это возможно, если S_1 и S_2 – малые отверстия в непрозрачном экране, освещённые



- 1) плоской монохроматической световой волной
- 2) одно зелёным светом, а другое красным светом
- 3) одно лампочкой накаливания, а другое горящей свечой
- 4) каждое своей лампочкой накаливания

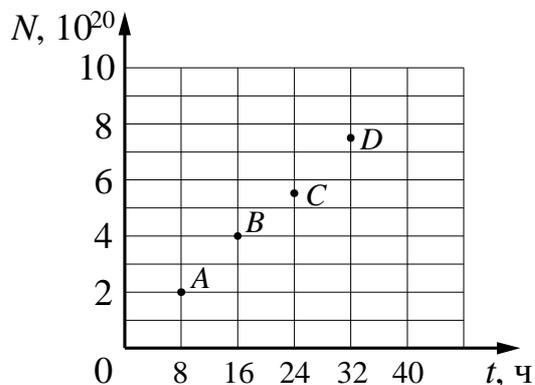
A17 На металлическую пластинку падает монохроматическая электромагнитная волна, выбивающая из неё электроны. Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, составляет половину от энергии фотонов, а работа выхода из металла равна 4 эВ. Чему равна энергия фотонов падающего излучения?

- 1) 10 эВ
- 2) 8 эВ
- 3) 6 эВ
- 4) 4 эВ

A18 Связанная система элементарных частиц содержит 13 нейтронов, 17 протонов и 17 электронов. Эта система частиц является

- 1) ионом хлора ${}_{17}^{30}\text{Cl}$
- 2) ионом алюминия ${}_{13}^{30}\text{Al}$
- 3) нейтральным атомом алюминия ${}_{13}^{30}\text{Al}$
- 4) нейтральным атомом хлора ${}_{17}^{30}\text{Cl}$

A19 Из ядер эрбия ${}_{68}^{171}\text{Er}$ при β^- -распаде с периодом полураспада 8 ч образуются ядра тулия с периодом полураспада 2 года. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер эрбия. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдёт график зависимости от времени числа ядер тулия (см. рисунок)?

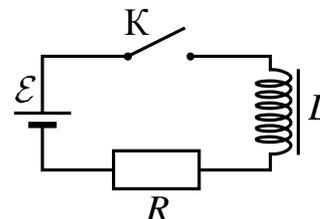


- 1) C
- 2) D
- 3) B
- 4) A

A20 Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать скорость маятника при прохождении положения равновесия?

- 1) массы маятника m и длины его нити l
- 2) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 3) длины нити маятника l , максимального угла отклонения от положения равновесия и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 4) массы маятника m и амплитуды его колебаний A

A21 Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 60$ Ом (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01$ А, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Оцените модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени $t = 2,0$ с.

- 1) 2,4 В
- 2) 15,4 В
- 3) 0 В
- 4) 18,0 В

Часть 2 (302)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия, его давление и объём?

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.

Температура гелия	Давление гелия	Объём гелия

В2 Плоский воздушный конденсатор с диэлектриком между пластинами подключён к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом три величины: ёмкость конденсатора, величина заряда на его обкладках, разность потенциалов между ними?

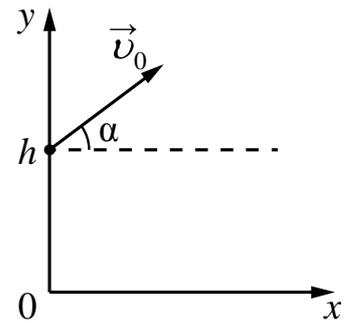
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

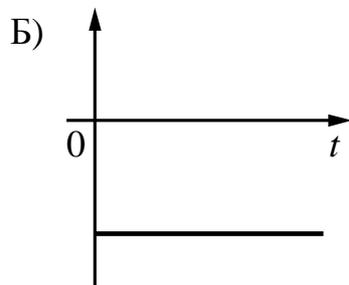
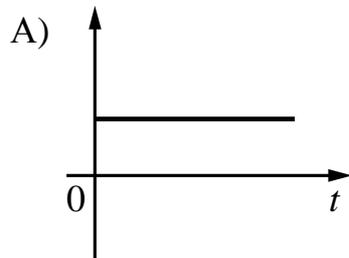
Ёмкость конденсатора	Величина заряда конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

В3 Мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полета, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.)



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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) потенциальная энергия мячика
- 2) полная механическая энергия мячика
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) проекция ускорения мячика на ось y

Ответ:

А	Б

В4 Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется со скоростью v по окружности радиусом R перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Действием силы тяжести пренебречь.

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 под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) модуль силы Лоренца, действующей на частицу
- Б) индукция магнитного поля

- 1) $\frac{qR}{mv}$
- 2) qvR
- 3) $\frac{mv}{qR}$
- 4) $\frac{mv^2}{R}$

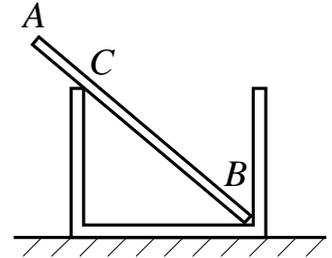
Ответ:

А	Б

Часть 3 (302)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

- A22** Однородный массивный стержень AB покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом B и опираясь на край банки в точке C (см. рисунок). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке C , равен $0,5$ Н. Вертикальная составляющая силы, с которой стержень давит на сосуд в точке B , равна по модулю $0,6$ Н, а её горизонтальная составляющая равна по модулю $0,3$ Н. Чему равна сила тяжести, действующая на стержень? Трением пренебречь.



- 1) 2 Н
- 2) 1 Н
- 3) 1,33 Н
- 4) 4 Н

- A23** Кусок льда, имеющий температуру 0 °С, помещён в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лёд в воду температурой 16 °С, требуется количество теплоты 80 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лёд получит от нагревателя количество теплоты 60 кДж? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

- 1) 6 °С
- 2) 12 °С
- 3) 0 °С
- 4) 4 °С

A24 В области пространства, где находится частица с зарядом $2 \cdot 10^{-11}$ Кл, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряженностью 5000 В/м. Какова масса частицы, если за 2 с она переместилась по горизонтали на расстояние 0,4 м от точки, из которой она начала двигаться из состояния покоя? Сопротивлением воздуха и действием силы тяжести пренебречь.

- 1) 1 мг
- 2) 0,5 мг
- 3) 0,33 мг
- 4) 0,25 мг

A25 Детектор полностью поглощает падающий на него свет частотой $\nu = 9 \cdot 10^{14}$ Гц. За время $t = 5$ с детектор поглощает $N = 3 \cdot 10^5$ фотонов. Какова поглощаемая детектором мощность?

- 1) $3,6 \cdot 10^{-14}$ Вт
- 2) $1,4 \cdot 10^{-12}$ Вт
- 3) 10^{-13} Вт
- 4) $2,4 \cdot 10^{-14}$ Вт

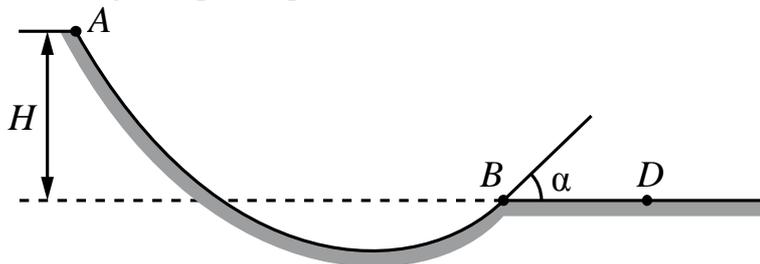
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

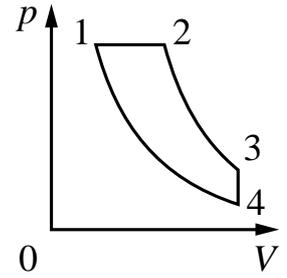
С1 На площадку падает зелёный свет от лазера. Лазер заменяют на другой, который генерирует красный свет. Мощность излучения, падающего на площадку, в обоих случаях одна и та же. Как меняется в результате такой замены число фотонов, падающих на площадку в единицу времени? Укажите закономерности, которые Вы использовали при обосновании своего ответа.

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать 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.

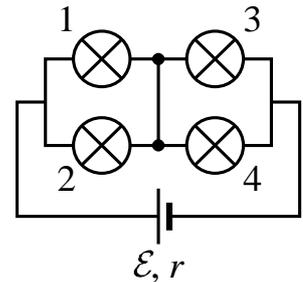
С2 Массивная шайба начинает движение по желобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2$ Дж. В точке B шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D , находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рисунок). Найдите массу шайбы, если $BD = 2$ м. Сопротивлением воздуха пренебречь.



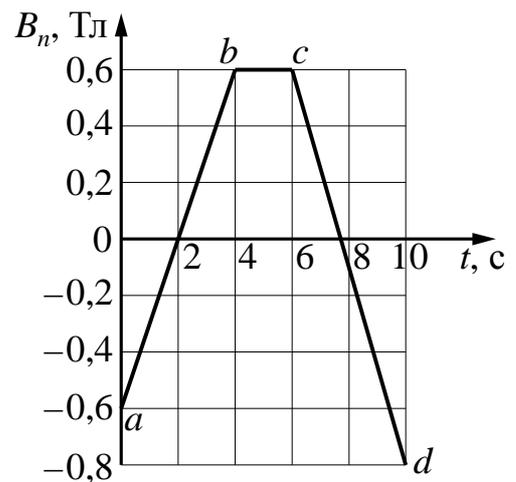
С3 Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на pV -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе ΔT_{12} к изменению его температуры ΔT_{34} при изохорном процессе.



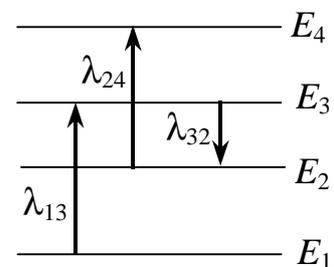
С4 Какая тепловая мощность выделяется на лампе 4 в цепи, собранной по схеме, изображённой на рисунке? Сопротивление ламп 1 и 2 $R_1 = 20$ Ом, ламп 3 и 4 $R_2 = 10$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 5$ Ом, его ЭДС $E = 100$ В.



С5 Проволочная рамка с сопротивлением $R = 0,2$ Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . На рисунке изображено изменение проекции вектора \vec{B} на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t = 10$ с в рамке выделилось количество теплоты $Q = 4,1$ мДж. Какова площадь рамки?



С6 На рисунке представлены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, испускаемых и поглощаемых при переходах между ними: $\lambda_{13} = 300$ нм; $\lambda_{32} = 550$ нм. Минимальная длина волны излучаемого фотона при всех возможных переходах между этими уровнями энергии $\lambda_0 = 250$ нм. Какова длина волны λ_{24} фотона, поглощаемого при переходе с уровня E_2 на уровень E_4 ?

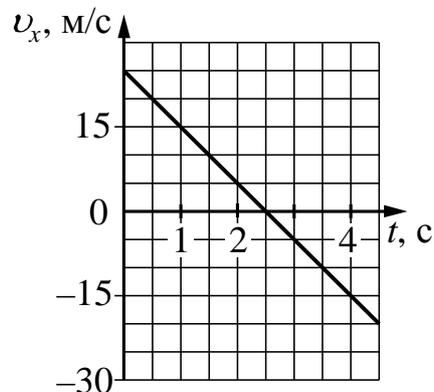


Часть 1 (317)

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

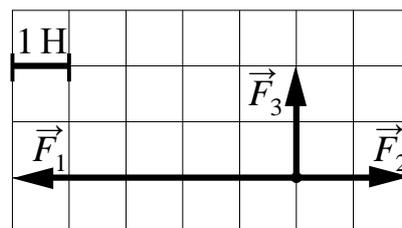
A1 На графике приведена зависимость проекции скорости тела от времени при прямолинейном движении по оси x . Определите модуль ускорения тела.

- 1) 5 м/с^2
- 2) 10 м/с^2
- 3) 15 м/с^2
- 4) 20 м/с^2



A2 На рисунке показаны силы, действующие на материальную точку. Модуль равнодействующей силы (в заданном масштабе) равен

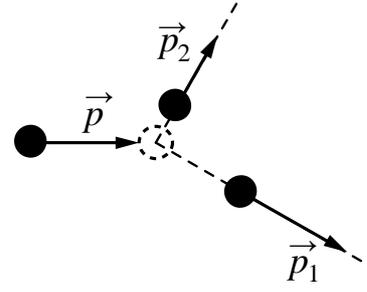
- 1) 6 Н
- 2) $2\sqrt{5}$ Н
- 3) $\sqrt{13}$ Н
- 4) $3\sqrt{2}$ Н



A3 Расстояние от спутника до центра Земли равно трём радиусам Земли. Во сколько раз изменится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до центра Земли станет равным шести радиусам Земли?

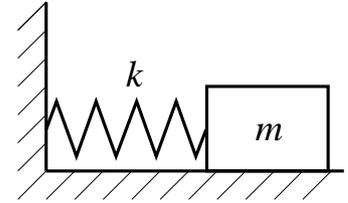
- 1) увеличится в 4 раза
- 2) уменьшится в 4 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) увеличится в 2 раза

A4 На неподвижный бильярдный шар налетел другой такой же шар. Налетевший шар имел до удара импульс $p = 0,5$ кг·м/с. После удара шары разлетелись под углом 90° так, что импульс одного $p_1 = 0,4$ кг·м/с (см. рисунок). Каков импульс другого шара после соударения?



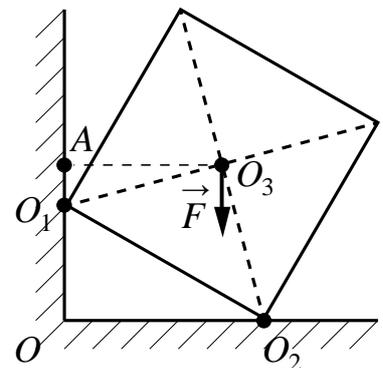
- 1) $\frac{0,5}{\sqrt{2}}$ кг · м/с
- 2) 0,3 кг · м/с
- 3) 0,1 кг · м/с
- 4) $\frac{0,4}{\sqrt{2}}$ кг · м/с

A5 Один конец лёгкой пружины жёсткостью k закреплён неподвижно, а к другому её концу прикреплен груз массой m (см. рисунок). Груз перемещают с постоянной скоростью по горизонтали из положения, в котором пружина растянута на величину $x_1 = b$, в положение, в котором пружина сжата на величину $x_2 = a$. При этом потенциальная энергия пружины



- 1) сохраняется
- 2) уменьшается на $\frac{k(a+b)^2}{2}$
- 3) изменяется на $\frac{ka^2}{2} - \frac{kb^2}{2}$
- 4) уменьшается на $\frac{ka^2}{2} + \frac{kb^2}{2}$

A6 Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы тяжести \vec{F} относительно оси, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости чертежа, равно



- 1) AO_3
- 2) 0
- 3) AO_1
- 4) O_1O_3

A7 Температура первого тела равна $15\text{ }^{\circ}\text{C}$; второго тела 263 K ; третьего тела $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Каков правильный порядок перечисления этих тел по убыванию температуры?

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

A8 Объём 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен V . Каким должен быть объём 2 моль водорода при том же давлении и температуре $3T$? (Водород считать идеальным газом.)

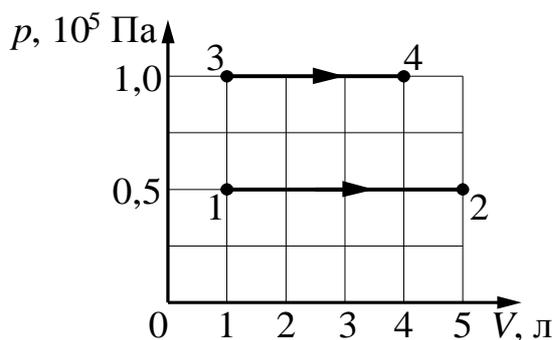
- 1) $\frac{2}{3}V$
- 2) $\frac{3}{2}V$
- 3) $\frac{1}{6}V$
- 4) $6V$

A9 При $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ вода кристаллизуется и переходит из жидкого состояния в твёрдое. В процессе кристаллизации

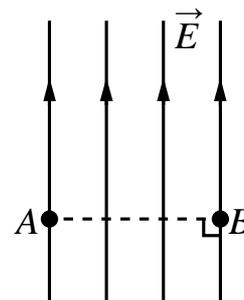
- 1) уменьшается температура, возрастает внутренняя энергия
- 2) уменьшаются и температура, и внутренняя энергия
- 3) уменьшается внутренняя энергия, не изменяется температура
- 4) уменьшается температура, не изменяется внутренняя энергия

A10 На рисунке показано расширение водорода двумя способами: 1–2 и 3–4. Сравните работу газа сил при этих процессах.

- 1) $A_{34} = 2A_{12}$
- 2) $A_{34} = A_{12} = 0$
- 3) $A_{34} = A_{12} \neq 0$
- 4) $A_{34} = 1,5A_{12}$



A11 На рисунке изображены линии напряжённости однородного электростатического поля. Как изменяется потенциал этого поля при перемещении из точки A в точку B , если отрезок AB перпендикулярен линиям напряжённости?

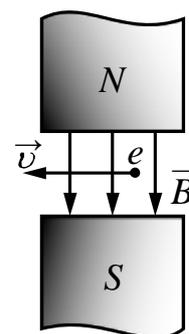


- 1) не изменяется
- 2) повышается
- 3) понижается
- 4) изменение потенциала зависит от знака перемещаемого заряда

A12 Нагревательный элемент состоит из трёх одинаковых спиралей, первая из которых последовательно подключена к двум другим, соединённым параллельно. Через нагревательный элемент течёт постоянный ток. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, уменьшить в 3 раза, а первую спираль заменить на другую с сопротивлением в 2 раза меньшим?

- 1) увеличится в 6 раз
- 2) уменьшится в 6 раз
- 3) не изменится
- 4) уменьшится в 3 раза

A13 Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной горизонтально. Вектор индукции \vec{B} магнитного поля направлен вертикально (см. рисунок). Как направлена действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ?

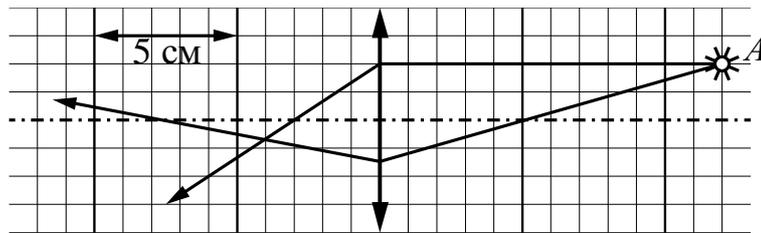


- 1) от наблюдателя \otimes
- 2) к наблюдателю \square
- 3) горизонтально вправо \rightarrow
- 4) вертикально вверх \uparrow

A14 При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в том же направлении в той же плоскости со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника уменьшилась в 4 раза. Чему равно соотношение между скоростями v_1 и v_2 ?

- 1) $v_2 = 4v_1$
- 2) $v_2 = v_1$
- 3) $v_2 = 2v_1$
- 4) $v_2 = 0,25v_1$

A15 На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Какова приблизительно оптическая сила этой линзы?

- 1) 17 дптр
- 2) 20 дптр
- 3) 14 дптр
- 4) 33 дптр

A16 На плоскую непрозрачную пластину с двумя узкими параллельными щелями падает по нормали плоская монохроматическая волна из красной части видимого спектра. За пластиной на параллельном ей экране наблюдается интерференционная картина. Если использовать монохроматический свет из зелёной части видимого спектра, то

- 1) интерференционная картина исчезнет
- 2) расстояние между интерференционными полосами не изменится
- 3) расстояние между интерференционными полосами уменьшится
- 4) расстояние между интерференционными полосами увеличится

A17 В таблице приведены значения энергии для четырёх самых нижних энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
1	-21,8
2	-5,4
3	-2,4
4	-1,4

Если рассматривать переходы атома только между этими уровнями, то излучение с наибольшей длиной волны наблюдается при переходе между энергетическими уровнями с

- 1) $n = 4$ на $n = 3$
- 2) $n = 4$ на $n = 1$
- 3) $n = 3$ на $n = 4$
- 4) $n = 1$ на $n = 4$

A18 Связанная система элементарных частиц содержит 2 электрона, 3 нейтрона и 4 протона. Эта система может являться

- 1) нейтральным атомом гелия ${}^4_2\text{He}$
- 2) ионом лития ${}^9_3\text{Li}$
- 3) ионом бериллия ${}^7_4\text{Be}$
- 4) нейтральным атомом углерода ${}^9_6\text{C}$

A19 Элемент менделевий был получен при бомбардировке α -частицами ядер элемента X в соответствии с реакцией $X + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{256}_{101}\text{Md} + {}^1_0\text{n}$. Элементом X являлся

- 1) эйнштейний ${}^{253}_{99}\text{Es}$
- 2) лоуренсий ${}^{253}_{103}\text{Lr}$
- 3) нобелий ${}^{254}_{102}\text{No}$
- 4) фермий ${}^{252}_{100}\text{Fm}$

A20

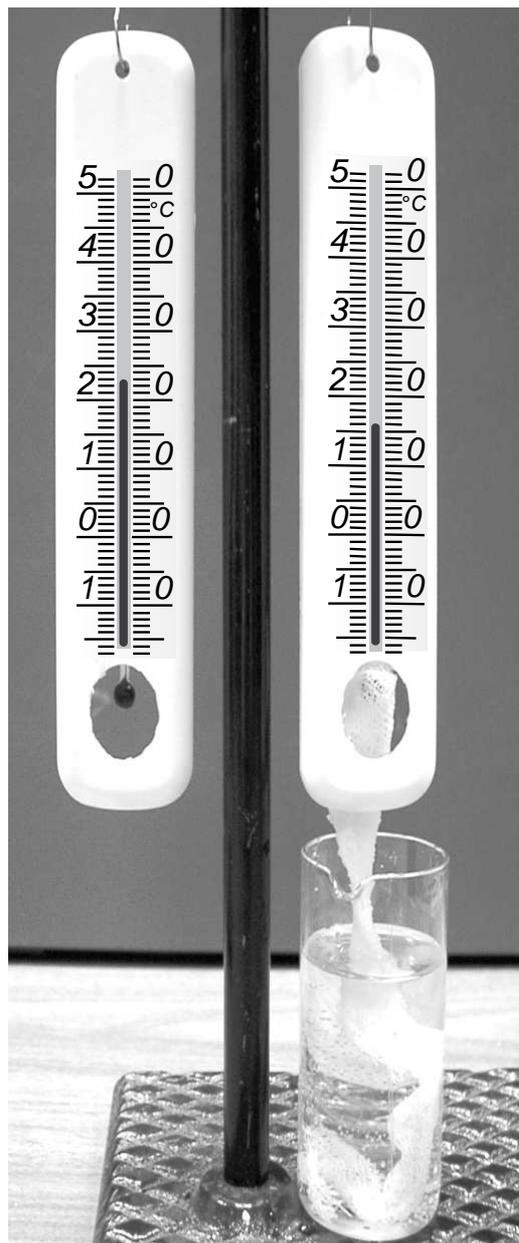
Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра (двух термометров, колбочка одного из них обернута влажной тканью; см. фотографию) и психрометрической таблицы, где влажность указана в процентах.

Психрометрическая таблица

t сух. терм. °C	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

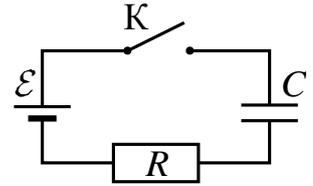
Достоверно известно, что относительная влажность воздуха в классе равна 76%. Исправен ли влажный термометр в ученическом опыте?

- 1) неисправен: должен показывать 20 °C
- 2) неисправен: должен показывать 30 °C
- 3) неисправен: должен показывать 25 °C
- 4) исправен



A21

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, выполненных с точностью ± 1 мкА, представлены в таблице.



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

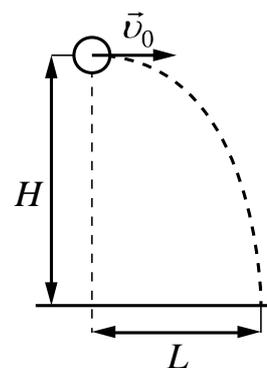
Чему равно напряжение на конденсаторе в момент времени $t = 3$ с? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

- 1) 0,3 В
- 2) 5,2 В
- 3) 3,8 В
- 4) 5,7 В

Часть 2 (317)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдёт с временем полёта, дальностью полёта и ускорением шарика, если на этой же установке уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. 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.

Время полёта	Дальность полёта	Ускорение

В2 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли напряжение запираения.

Как изменятся частота световой волны, напряжение запираения и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

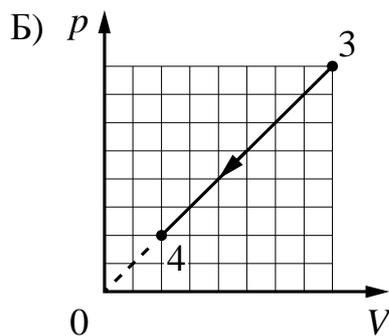
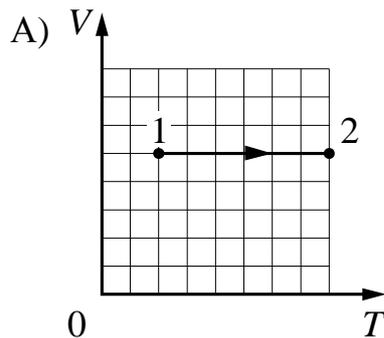
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, падающего на фотоэлемент	Напряжение запираения	Работа выхода

В3 На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль гелия. Графики построены в координатах V – T и p – V , где p – давление; V – объём и T – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

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

ГРАФИКИ



УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты.
- 3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
- 4) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.

Ответ:

	А		Б

В4 Грузовик массой m , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью v , совершает торможение до полной остановки. При торможении колёса грузовика не вращаются. Коэффициент трения между колёсами и дорогой равен μ . 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 под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- | | |
|--|---|
| <p>А) модуль силы трения, действующей на грузовик</p> <p>Б) тормозной путь грузовика</p> | <p>1) μmg</p> <p>2) μg</p> <p>3) $\frac{v}{\mu g}$</p> <p>4) $\frac{v^2}{2\mu g}$</p> |
|--|---|

Ответ:

А	Б

Часть 3 (3017)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

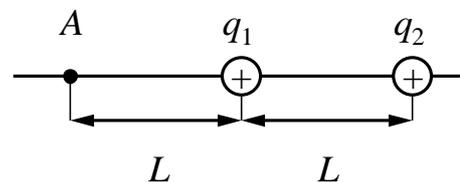
A22 Шайба, скользящая по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащую неподвижно на той же поверхности более тяжёлую шайбу такого же размера массой m . В результате частично неупругого удара первая шайба остановилась, а 75% её первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Какова масса первой шайбы?

- 1) $\frac{m}{2}$ 2) $\frac{m}{4}$ 3) $\frac{m}{3}$ 4) $\frac{m}{\sqrt{2}}$

A23 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда $0\text{ }^\circ\text{C}$, начальная температура воды $30\text{ }^\circ\text{C}$. Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

- 1) 1650 г 2) 2200 г 3) 550 г 4) 1100 г

A24 Два точечных положительных заряда: $q_1 = 85\text{ нКл}$ и $q_2 = 140\text{ нКл}$ – находятся в вакууме на расстоянии $L = 2\text{ м}$ друг от друга. Определите величину напряжённости электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого заряда (см. рисунок).



- 1) 1080 В/м 2) 135 В/м 3) 0 В/м 4) 270 В/м

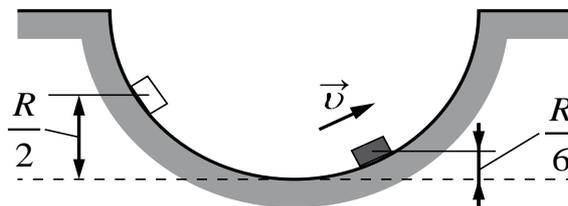
A25 Заряженная частица движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом $2 \cdot 10^{-3}\text{ м}$. Сила, действующая на частицу со стороны магнитного поля, равна $1,6 \cdot 10^{-13}\text{ Н}$. Какова кинетическая энергия движущейся частицы?

- 1) $1,6 \cdot 10^3\text{ эВ}$
2) 100 эВ
3) $3,2 \cdot 10^2\text{ эВ}$
4) 1000 эВ

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

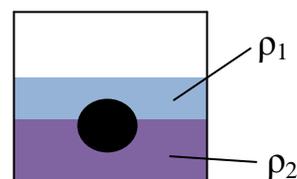
С1 Маленькая шайба движется из состояния покоя по неподвижной гладкой сферической поверхности радиусом R . Начальное положение шайбы находится на высоте $\frac{R}{2}$



относительно нижней точки поверхности. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в момент, когда она движется вправо-вверх, находясь на высоте $\frac{R}{6}$ над нижней точкой поверхности (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шайбы (по радиусу поверхности, по касательной к поверхности, внутрь поверхности, наружу от поверхности). Ответ обоснуйте. Соппротивление воздуха не учитывать.

Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать 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.

С2 На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 400 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 2\rho_1$, плавает шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна четверть его объёма?



С3 В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300 \text{ К}$ находится открытый цилиндрический сосуд (см. рис. 1). Высота сосуда $L = 50 \text{ см}$. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры T_1 . В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным $h = 40 \text{ см}$ (см. рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46 \text{ см}$ (см. рис. 3). Чему равно T_1 ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.

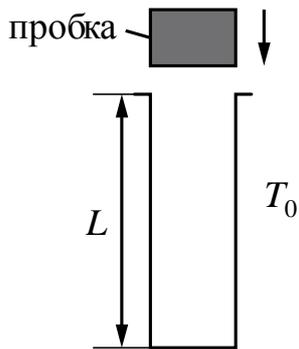


Рис. 1

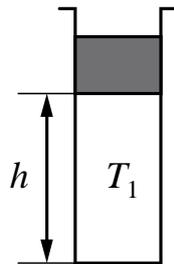


Рис. 2

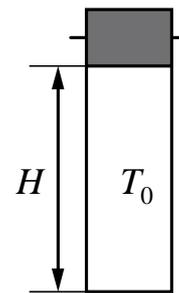
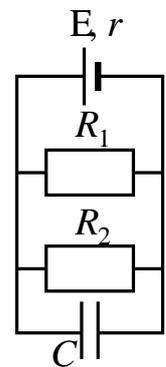


Рис. 3

- С4** Источник постоянного тока с ЭДС $E=10$ В и внутренним сопротивлением $r=0,4$ Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам $R_1=4$ Ом, $R_2=6$ Ом и конденсатору. Определите ёмкость конденсатора C , если энергия электрического поля конденсатора равна $W=60$ мкДж.



- С5** Плоская горизонтальная фигура площадью $S=0,1$ м², ограниченная проводящим контуром сопротивлением 5 Ом, находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось O_z медленно и равномерно возрастает от начального значения $B_{1z}=0,7$ Тл до конечного значения $B_{2z}=4,7$ Тл. Какой заряд за это время протекает по контуру?

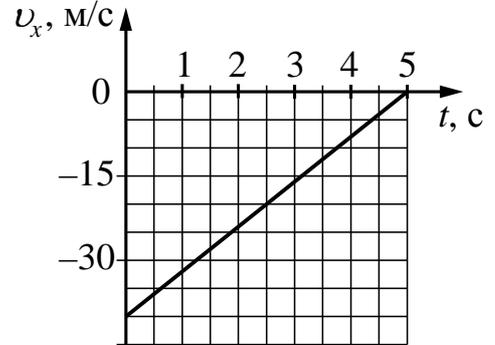
- С6** В открытый контейнер поместили 1,5 г изотопа полония-210 ${}_{84}^{210}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,4 \cdot 10^5$ Па. Определите объём контейнера. Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45 °С. Атмосферное давление равно 10^5 Па.

Часть 1 (318)

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

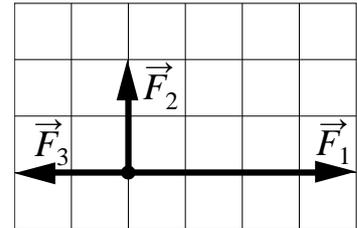
A1 На графике приведена зависимость проекции скорости тела от времени при прямолинейном движении по оси x . Определите ускорение тела.

- 1) 1 м/с^2
- 2) 8 м/с^2
- 3) 15 м/с^2
- 4) 10 м/с^2



A2 На рисунке показаны три силы, действующие на материальную точку. Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_3 = 2 \text{ Н}$?

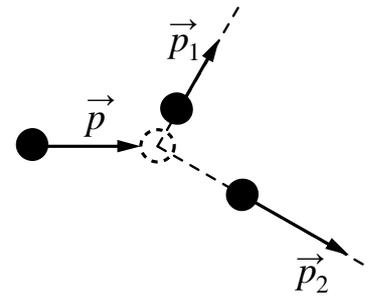
- 1) 4 Н
- 2) 8 Н
- 3) $\sqrt{8} \text{ Н}$
- 4) $\sqrt{5} \text{ Н}$



A3 Расстояние от спутника до центра Земли равно двум радиусам Земли. Во сколько раз изменится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до центра Земли станет равным четырём радиусам Земли?

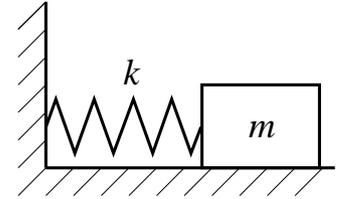
- 1) уменьшится в 4 раза
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

A4 На неподвижный бильярдный шар налетел другой такой же шар. Налетевший шар имел до удара импульс $p = 0,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. После удара шары разлетелись под углом 90° так, что импульс одного $p_1 = 0,3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ (см. рисунок). Каков импульс другого шара после соударения?



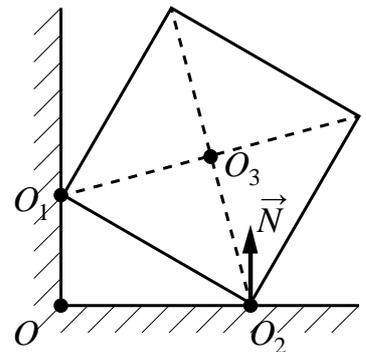
- 1) $0,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 2) $\frac{0,3}{\sqrt{2}} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 3) $0,4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 4) $\frac{0,4}{\sqrt{2}} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

A5 Один конец лёгкой пружины жёсткостью k закреплён неподвижно, а к другому её концу прикреплён груз массой m (см. рисунок). Груз перемещают с постоянной скоростью по горизонтали из положения, в котором пружина растянута на величину $x_1 = b$, в положение, в котором пружина сжата на величину $x_2 = a$. При этом кинетическая энергия груза



- 1) изменяется на $\frac{ka^2}{2} - \frac{kb^2}{2}$
- 2) уменьшается на $\frac{k(a+b)^2}{2}$
- 3) уменьшается на $\frac{ka^2}{2} + \frac{kb^2}{2}$
- 4) сохраняется

A6 Однородный куб опирается одним ребром на гладкий пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы \vec{N} относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости чертежа, равно



- 1) 0
- 2) O_2O
- 3) O_2O_1
- 4) O_1O

A7 Температура первого тела равна $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$; второго тела 253 K ; третьего тела $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Каков правильный порядок перечисления этих тел по убыванию температуры?

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

A8 Объём 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен V . Каким должен быть объём 3 моль водорода при том же давлении и температуре $2T$? (Водород считать идеальным газом.)

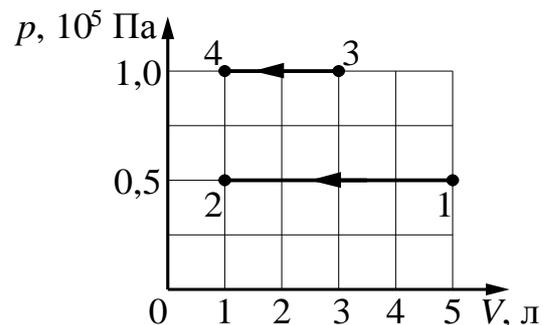
- 1) $\frac{1}{6}V$
- 2) $\frac{2}{3}V$
- 3) $\frac{3}{2}V$
- 4) $6V$

A9 При плавлении вещество переходит из твёрдого состояния в жидкое. При этом

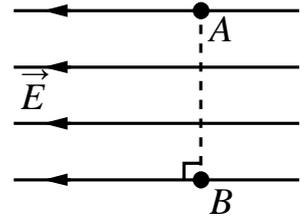
- 1) не меняется температура, возрастает внутренняя энергия
- 2) возрастает температура, не изменяется внутренняя энергия
- 3) не меняются ни температура, ни внутренняя энергия
- 4) возрастают и температура, и внутренняя энергия

A10 На рисунке показано сжатие водорода двумя способами: 1–2 и 3–4. Сравните работы внешних сил при этих процессах.

- 1) $A_{12} = A_{34} = 0$
- 2) $A_{12} = A_{34} \neq 0$
- 3) $A_{12} = 2A_{34}$
- 4) $A_{12} = 0,5A_{34}$



A11 На рисунке изображены линии напряжённости однородного электростатического поля. Как изменяется потенциал этого поля при перемещении из точки A в точку B перпендикулярно линиям напряжённости?

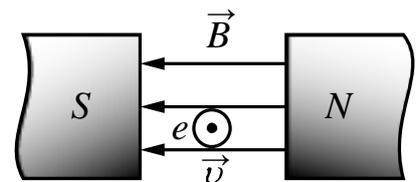


- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) изменение потенциала зависит от знака перемещаемого заряда
- 4) уменьшается

A12 Нагревательный элемент состоит из трёх одинаковых спиралей, первая из которых последовательно подключена к двум другим, соединённым параллельно. Элемент подключён к цепи постоянного тока. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, увеличить в 3 раза, а первую спираль заменить на другую с сопротивлением в 4 раза бóльшим?

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 3 раза
- 3) увеличится в 9 раз
- 4) уменьшится в 3 раза

A13 Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной к наблюдателю перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок, где кружок с точкой показывает направление движения электрона).



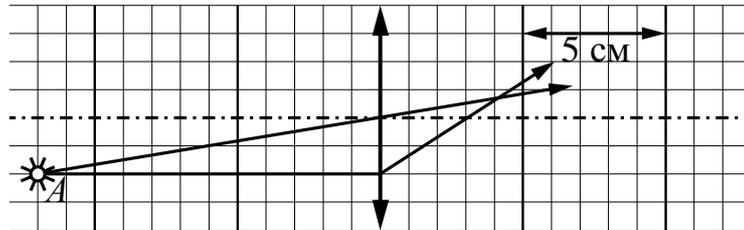
Как направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?

- 1) горизонтально вправо \rightarrow
- 2) вертикально вверх \uparrow
- 3) от наблюдателя \otimes
- 4) вертикально вниз \downarrow

A14 При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в том же направлении в той же плоскости со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника увеличилась в 2 раза. Чему равно соотношение между скоростями v_1 и v_2 ?

- 1) $v_2 = 0,5v_1$
- 2) $v_2 = v_1$
- 3) $v_2 = 2v_1$
- 4) $v_2 = 4v_1$

A15 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Какова приблизительно оптическая сила этой линзы?

- 1) 33,3 дптр
- 2) 7,7 дптр
- 3) 25,0 дптр
- 4) -33,3 дптр

A16 На плоскую непрозрачную пластину с узкими параллельными щелями падает по нормали плоская монохроматическая волна красного света. За пластиной на параллельном ей экране наблюдается картина из многих интерференционных полос. Если расстояние между щелями сделать в 2 раза меньше, то

- 1) расстояние между интерференционными полосами не изменится
- 2) расстояние между интерференционными полосами уменьшится
- 3) интерференционная картина исчезнет
- 4) расстояние между интерференционными полосами увеличится

A17 В таблице приведены значения энергии для четырёх самых нижних энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
1	-21,8
2	-5,4
3	-2,4
4	-1,4

Если рассматривать переходы атома только между этими уровнями, то излучение с наименьшей частотой наблюдается при переходе между энергетическими уровнями с

- 1) $n = 4$ на $n = 3$
- 2) $n = 3$ на $n = 4$
- 3) $n = 4$ на $n = 1$
- 4) $n = 1$ на $n = 4$

A18 Связанная система элементарных частиц содержит 9 электронов, 13 нейтронов и 8 протонов. Эта система может являться

- 1) нейтральным атомом хлора ${}_{17}^{30}\text{Cl}$
- 2) ионом кислорода ${}_{8}^{21}\text{O}$
- 3) ионом фтора ${}_{9}^{22}\text{F}$
- 4) нейтральным атомом кислорода ${}_{8}^{13}\text{O}$

A19 После поглощения нейтрона ядро урана ${}_{92}\text{U}$ распалось на два осколка с выделением двух нейтронов. Если один из осколков – ${}_{54}\text{Xe}$, то второй осколок – это ядро

- 1) рубидия ${}_{37}\text{Rb}$
- 2) криптона ${}_{36}\text{Kr}$
- 3) стронция ${}_{38}\text{Sr}$
- 4) брома ${}_{35}\text{Br}$

A20

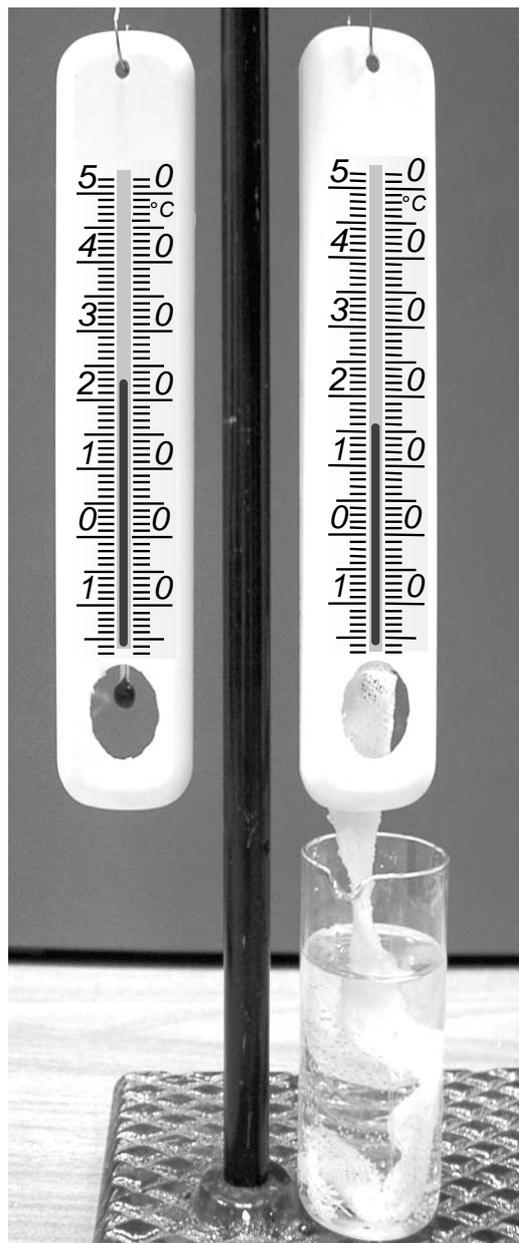
Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра (двух термометров, колбочка одного из них обернута влажной тканью; см. фотографию) и психрометрической таблицы, где влажность указана в процентах.

Психрометрическая таблица

t _{сух. терм.} °C	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

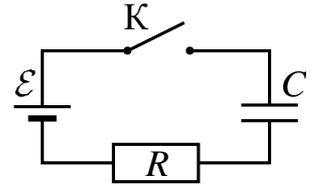
Достоверно известно, что относительная влажность воздуха в классе равна 48%. Исправен ли влажный термометр в ученическом опыте?

- 1) исправен
- 2) неисправен: должен показывать 26 °C
- 3) неисправен: должен показывать 19 °C
- 4) неисправен: должен показывать 30 °C



A21

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, выполненных с точностью ± 1 мкА, представлены в таблице.



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

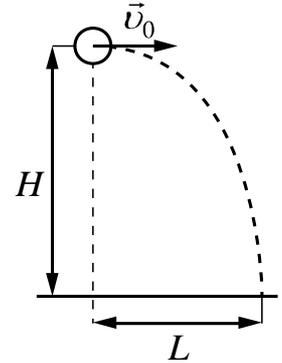
Чему равно напряжение на конденсаторе в момент времени $t = 2$ с? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

- 1) 0,8 В
- 2) 3,8 В
- 3) 5,2 В
- 4) 6,0 В

Часть 2 (318)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью \vec{v}_0 , за время полёта t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). В другом опыте на этой же установке шарик массой $2m$ бросают со скоростью $2\vec{v}_0$. Что произойдёт при этом с временем полёта, дальностью полёта и ускорением шарика? Сопротивлением воздуха пренебречь. 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.

Время полёта	Дальность полёта	Ускорение

В2 На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого три величины: число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов, максимальная скорость и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

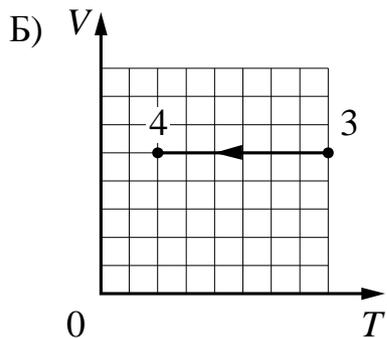
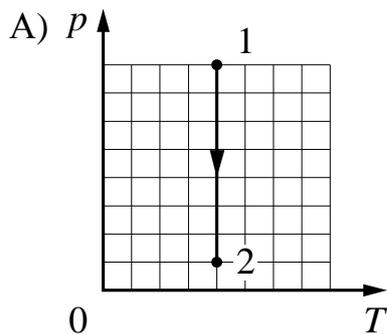
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число фотоэлектронов в единицу времени	Максимальная скорость фотоэлектронов	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

В3 На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль неона. Графики построены в координатах p – T и V – T , где p – давление; V – объём и T – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

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

ГРАФИКИ



УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
- 4) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты.

Ответ:

	А		Б

В4 Автобус массой m , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью v , совершает торможение до полной остановки. При торможении колёса автобуса не вращаются. Коэффициент трения между колёсами и дорогой равен μ . 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 под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- | | |
|--|--|
| <p>А) модуль работы силы трения, действующей на автобус</p> <p>Б) время, необходимое для полной остановки автобуса</p> | <p>1) $\mu g v$</p> <p>2) $\frac{mv^2}{2\mu g}$</p> <p>3) $\frac{v}{\mu g}$</p> <p>4) $\frac{mv^2}{2}$</p> |
|--|--|

Ответ:

А	Б

Часть 3 (318)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

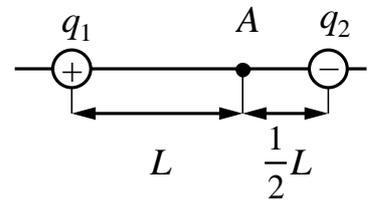
A22 Шайба массой m , скользящая по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащую неподвижно на той же поверхности шайбу массой $3m$ такого же размера. После частично неупругого удара первая шайба остановилась. Какова была кинетическая энергия первой шайбы до удара, если при ударе выделилось количество теплоты Q ?

- 1) $2Q$ 2) $8Q$ 3) $\frac{9}{2}Q$ 4) $\frac{3}{2}Q$

A23 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда $0\text{ }^\circ\text{C}$, начальная температура воды $15\text{ }^\circ\text{C}$. Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

- 1) 1650 г 2) 550 г 3) 2200 г 4) 1100 г

A24 Два точечных заряда: положительный $q_1 = 30\text{ нКл}$ и отрицательный $q_2 = -20\text{ нКл}$ – находятся в вакууме. Определите величину напряжённости электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого и $\frac{1}{2}L$ от второго заряда. $L = 3\text{ м}$.



- 1) 50 В/м 2) 0 В/м 3) 110 В/м 4) 220 В/м

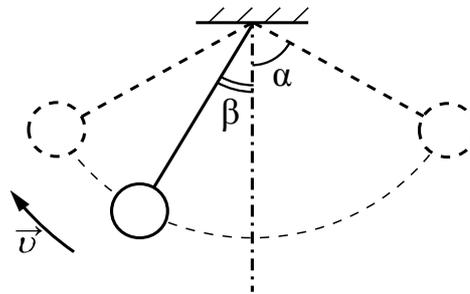
A25 Ион, заряд которого равен элементарному заряду, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,15\text{ Тл}$ в плоскости, перпендикулярной \vec{B} . Радиус дуги, по которой движется ион, равен 10^{-3} м . Каков импульс иона?

- 1) $36 \cdot 10^{-24}\text{ эв} \cdot \text{и} / \text{н}$
 2) $1,6 \cdot 10^{-19}\text{ эв} \cdot \text{и} / \text{н}$
 3) $12 \cdot 10^{-19}\text{ эв} \cdot \text{и} / \text{н}$
 4) $24 \cdot 10^{-24}\text{ эв} \cdot \text{и} / \text{н}$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

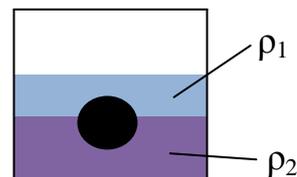
Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- С1** Маленький шарик, подвешенный к потолку на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево-вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Соппротивление воздуха не учитывать.



Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать 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.

- С2** На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 3\rho_1$, плавает шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна треть его объёма?



- С3** В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300 \text{ К}$ находится открытый цилиндрический сосуд (см. рис. 1). Высота сосуда $L = 50 \text{ см}$. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры $T_1 = 240 \text{ К}$. В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным h (см. рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46 \text{ см}$ (см. рис. 3). Чему равно h ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.

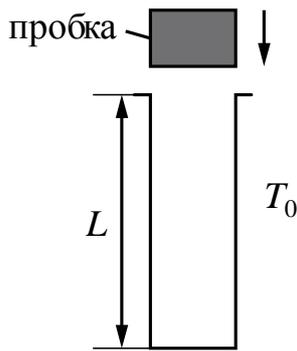


Рис. 1

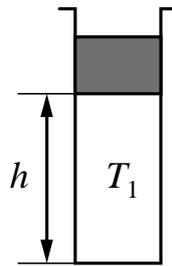


Рис. 2

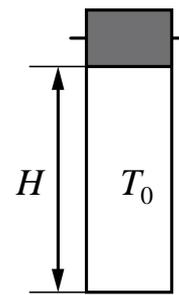
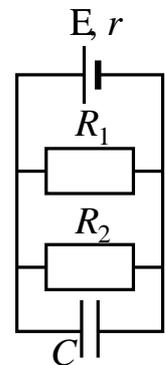


Рис. 3

- С4** Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 0,4$ Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 2$ Ом и конденсатору ёмкости $C = 5$ мкФ. Определите ЭДС источника E , если энергия электрического поля конденсатора $W = 10$ мкДж.



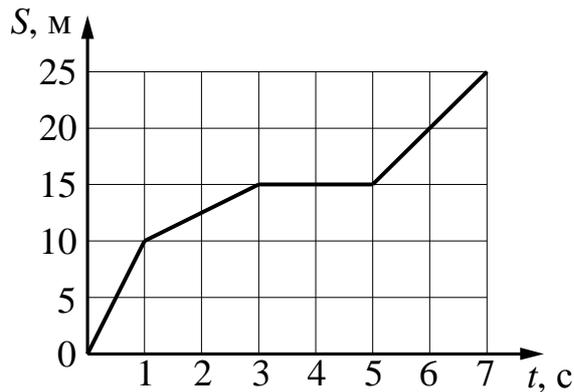
- С5** Плоская горизонтальная фигура площадью $0,1$ м², ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление 5 Ом, находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от некоторого начального значения B_{1z} до конечного значения $B_{2z} = 4,7$ Тл. За это время по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,08$ Кл. Найдите B_{1z} .

- С6** В открытый контейнер объёмом 80 мл поместили изотоп полония-210 ${}^{210}_{84}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,3 \cdot 10^5$ Па. Какую массу полония первоначально поместили в контейнер? Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45 °С. Атмосферное давление равно 10^5 Па.

Часть 1 (333)

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

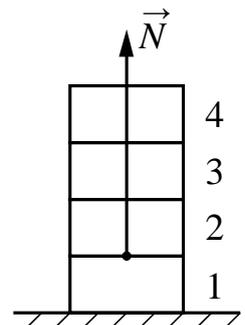
- A1** На рисунке представлен график зависимости пути S , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите интервал времени после начала движения, когда точка двигалась со скоростью 2,5 м/с.



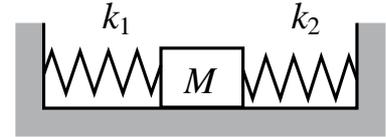
- 1) от 0 до 1 с
- 2) от 5 до 7 с
- 3) от 1 до 3 с
- 4) от 3 до 5 с

- A2** Четыре одинаковых кирпича массой m каждый сложены в стопку (см. рисунок). Если сверху положить ещё один такой же кирпич, то модуль силы \vec{N} , действующей со стороны первого кирпича на второй, увеличится на

- 1) $\frac{mg}{4}$
- 2) $\frac{mg}{3}$
- 3) $\frac{mg}{2}$
- 4) mg



A3 Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Жёсткость правой пружины $k_2 = 800$ Н/м. Левая пружина действует на кубик с силой 16 Н. Правая пружина сжата на



- 1) 2 см
- 2) 8 см
- 3) 12 см
- 4) 4 см

A4 Из ствола пушки, закреплённой на железнодорожной платформе, вдоль рельсов под углом 60° к горизонту вылетает снаряд массой 10 кг. Масса платформы с пушкой 10 т. Каково отношение скоростей снаряда и пушки $\frac{v_c}{v_i}$, с которыми они будут двигаться после выстрела?

- 1) 1000
- 2) 200
- 3) 4000
- 4) 2000

A5 Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса легкового автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды равно 4?

- 1) 1000 кг
- 2) 2000 кг
- 3) 3000 кг
- 4) 4000 кг

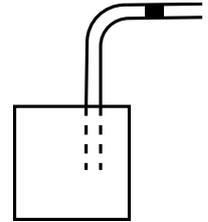
A6 Подвешенный на нити алюминиевый кубик целиком погружён в воду и не касается дна сосуда. Длина ребра кубика равна 10 см. На кубик действует выталкивающая (архимедова) сила

- 1) 10 Н
- 2) 27 Н
- 3) 1 Н
- 4) 2,7 Н

A7 К броуновскому движению можно отнести хаотическое движение

- 1) электронов в металлическом проводнике
- 2) бильярдных шаров по поверхности стола
- 3) одноклеточных организмов в воде
- 4) пылинок в воздухе

A8 В герметично закрытый пакет из-под сока вставлена изогнутая трубочка для коктейля (см. рисунок), внутри которой находится небольшой столбик сока. Если обхватить пакет руками и нагревать его, не оказывая на него давления, столбик сока начинает двигаться вправо к открытому концу трубочки. Какой процесс происходит с воздухом в пакете?

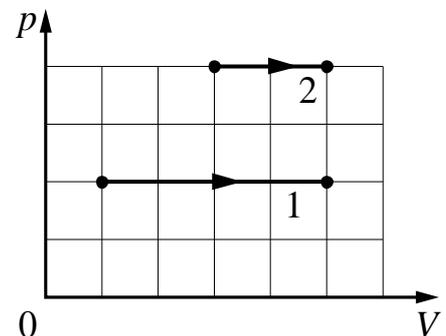


- 1) изохорное нагревание
- 2) изобарное расширение
- 3) изотермическое расширение
- 4) адиабатное сжатие

A9 Относительная влажность воздуха в комнате равна 60%. Каково соотношение парциального давления p водяного пара в комнате и давления p_n насыщенного водяного пара при той же температуре ?

- 1) p_n составляет 0,6 p
- 2) p составляет 0,6 p_n
- 3) p больше p_n на 60%
- 4) p меньше p_n на 60%

A10 На pV -диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного неона. Сравните работу, совершённую газом в этих процессах.



- 1) $A_1 = A_2 > 0$
- 2) $A_1 > A_2$
- 3) $A_2 > A_1$
- 4) $A_1 = A_2 < 0$

A11 Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен F . Чему станет равен модуль этих сил, если один заряд увеличить в n раз, другой заряд уменьшить в n раз, а расстояние между ними оставить прежним?

- 1) nF 2) F 3) $\frac{F}{n}$ 4) n^2F

A12 В цепи из двух одинаковых последовательно включённых резисторов за час выделяется количество теплоты Q . Какое количество теплоты будет выделяться за час в цепи, в которой количество резисторов и подводимое к ним напряжение увеличено в 3 раза?

- 1) $\frac{1}{3}Q$ 2) $3Q$ 3) $9Q$ 4) $\frac{1}{9}Q$

A13 Магнитная стрелка компаса зафиксирована на оси (северный полюс затемнён, см. рисунок). К компасу поднесли сильный постоянный полосовой магнит и освободили стрелку. В каком положении установится стрелка?



- 1) повернётся на 90° по часовой стрелке
2) повернётся на 90° против часовой стрелки
3) останется в прежнем положении
4) повернётся на 180°

A14 Плоская электромагнитная волна распространяется в вакууме вдоль оси Ox . Какова разность фаз колебаний напряжённости электрического поля в волне в точках, координаты которых отличаются на $\Delta x = \frac{\lambda}{2}$ (λ – длина волны)?

- 1) π 2) $\frac{\pi}{2}$ 3) $\frac{\pi}{4}$ 4) $\frac{3}{4}\pi$

A15 Луч света лазерной указки падает на поверхность стекла и распространяется в стекле со скоростью 200 000 км/с. Каков показатель преломления стекла?

- 1) 1,5
- 2) 2,0
- 3) 1,33
- 4) 1,0

A16 Узкий пучок белого света после прохождения через стеклянную призму даёт на экране спектр. Укажите правильную последовательность цветов в спектре.

- 1) красный – жёлтый – оранжевый – зелёный
- 2) красный – жёлтый – оранжевый – синий
- 3) красный – оранжевый – жёлтый – зелёный
- 4) оранжевый – синий – жёлтый – зелёный

A17 В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода 3,5 эВ и стали освещать её светом частотой $3 \cdot 10^{15}$ Гц. Затем интенсивность падающего на пластину света уменьшили в 2 раза, оставив неизменной частоту. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

- 1) уменьшилось более чем в 2 раза
- 2) осталось равным нулю
- 3) уменьшилось в 2 раза
- 4) увеличилось в 2 раза

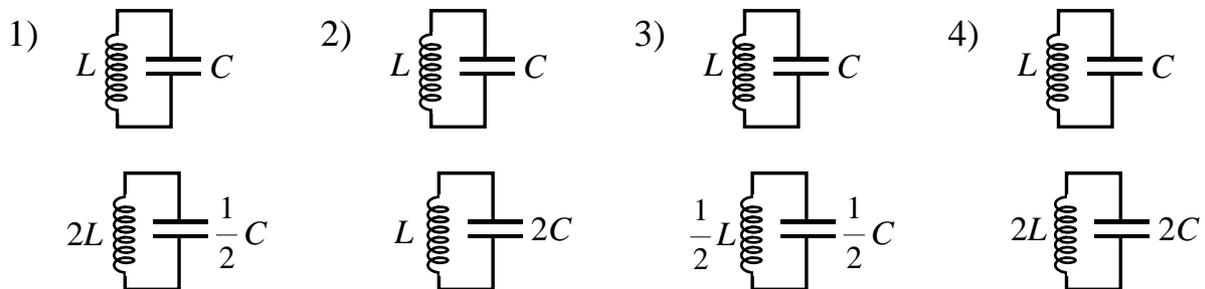
A18 Из какого ядра в результате двух последовательных α -распадов образуется ядро ${}_{84}^{216}\text{Po}$?

- 1) ${}_{86}^{216}\text{Rn}$
- 2) ${}_{86}^{220}\text{Rn}$
- 3) ${}_{80}^{208}\text{Hg}$
- 4) ${}_{88}^{224}\text{Ra}$

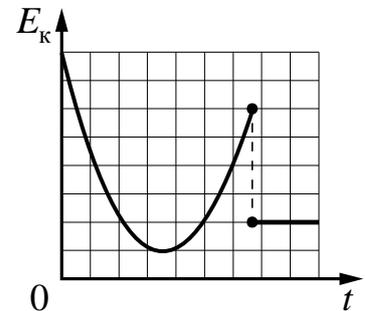
A19 Период полураспада ядер атомов калия ${}_{19}^{42}\text{K}$ составляет 12,4 ч. Это означает, что в образце, содержащем большое число атомов калия ${}_{19}^{42}\text{K}$,

- 1) все изначально имевшиеся ядра ${}_{19}^{42}\text{K}$ распадутся за 24,8 ч
- 2) одно ядро ${}_{19}^{42}\text{K}$ распадается каждые 12,4 ч
- 3) половина исходного большого количества ядер ${}_{19}^{42}\text{K}$ распадётся за 12,4 ч
- 4) за 12,4 ч атомный номер каждого ядра ${}_{19}^{42}\text{K}$ уменьшится вдвое

A20 Ученик изучает зависимость периода электромагнитных колебаний в контуре от ёмкости конденсатора. Какие два контура он должен выбрать для этого исследования?



A21 На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Какой из представленных вариантов описания движения соответствует данному графику?



- 1) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало на балкон.
- 2) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на Землю.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало на Землю.
- 4) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало в кузов проезжающего мимо грузовика.

Часть 2 (333)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Объём сосуда с идеальным газом увеличили вдвое, выпустив половину газа и поддерживая температуру в сосуде постоянной. Как изменились при этом давление газа в сосуде, его плотность и внутренняя энергия?
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.

Давление газа в сосуде	Плотность газа в сосуде	Внутренняя энергия газа в сосуде

B2 В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решётка. Решётка освещается лучом света лазерной указки, падающим перпендикулярно её поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся частота световой волны, длина волны, падающей на решётку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при удалении воды из сосуда?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

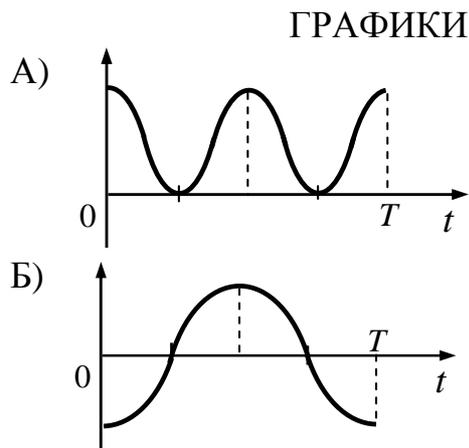
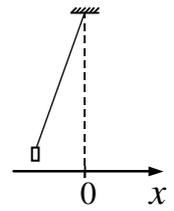
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, достигающего решётки	Длина волны света, достигающего решётки	Угол между нормалью к решётке и первым дифракционным максимумом

В3

Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

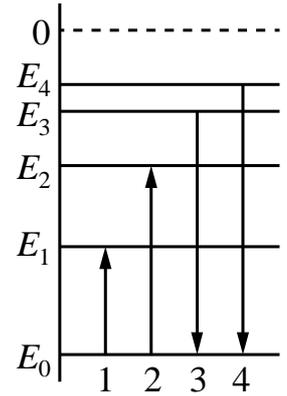
- 1) координата x
- 2) проекция скорости v_x
- 3) кинетическая энергия E_k
- 4) потенциальная энергия E_p

Ответ:

А	Б

В4

На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырёх переходов связаны с поглощением кванта света с наименьшей энергией и излучением света наименьшей длины волны?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ПЕРЕХОД

- | | |
|--|--------------|
| А) поглощение кванта света с наименьшей энергией | 1) 1
2) 2 |
| Б) излучение света наименьшей длины волны | 3) 3
4) 4 |

Ответ:

А	Б

Часть 3 (333)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Летящая горизонтально со скоростью 20 м/с пластилиновая пуля массой 9 г попадает в груз неподвижно висящий на нити длиной 40 см, в результате чего груз с прилипшей к нему пулей начинает совершать колебания. Максимальный угол отклонения нити от вертикали при этом равен $\alpha = 60^\circ$. Какова масса груза?

- 1) 81 г
- 2) 64 г
- 3) 27 г
- 4) 100 г

A23 При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул неона уменьшилась в 4 раза. Какова начальная температура газа?

- 1) 1800 К
- 2) 800 К
- 3) 1200 К
- 4) 2400 К

A24 Предмет высотой 6 см расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 30 см от её оптического центра. Высота изображения предмета 12 см. Найдите фокусное расстояние линзы.

- 1) 10 см
- 2) 36 см
- 3) 5 см
- 4) 20 см

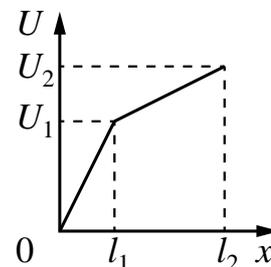
A25 При облучении металлического фотокатода светом длиной волны $\lambda = 400$ нм максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,0 эВ. Найдите красную границу фотоэффекта для металла фотокатода.

- 1) 300 нм
- 2) 400 нм
- 3) 590 нм
- 4) 1240 нм

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

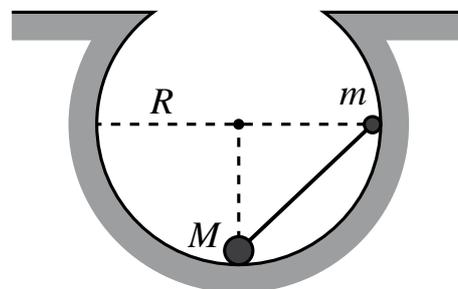
Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- С1** Нихромовый проводник длиной $l = l_2$ включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x площадь поперечного сечения проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.

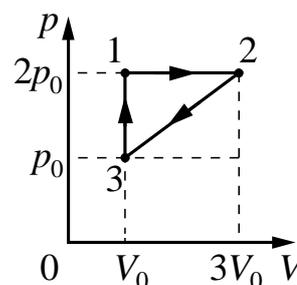


Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

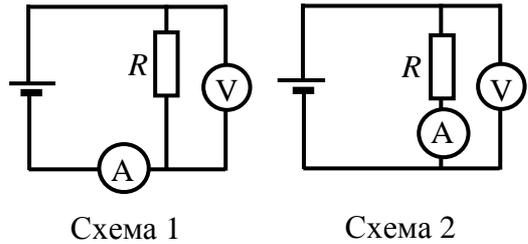
- С2** Небольшие шарики, массы которых $m = 30$ г и $M = 60$ г, соединены лёгким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображённом на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Максимальная высота подъёма шарика массой M относительно нижней точки выемки оказалась равной 12 см. Каков радиус выемки R ?



- С3** Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершает работу $A_{12} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ отдаёт за цикл холодильнику?

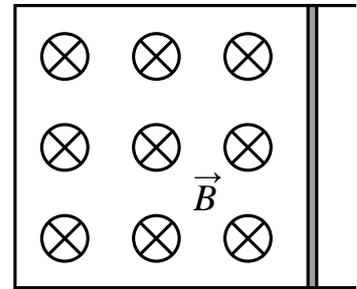


C4 Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$,



сопротивление вольтметра $9R$. В первой схеме показания амперметра равны I_1 . Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

C5 Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,15 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



C6 Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой

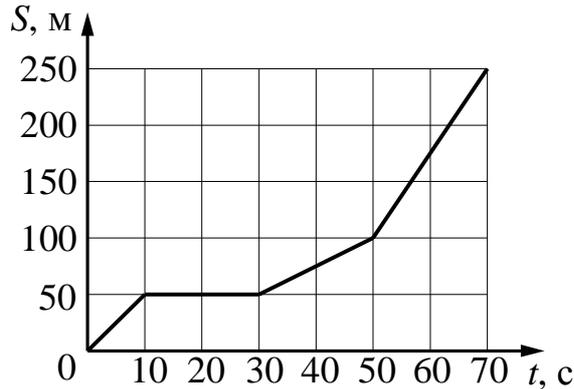
$$E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

При переходе с верхнего уровня энергии на нижний атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ – серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ – серию Пашена и т.д. Найдите отношение β минимальной частоты фотона в серии Бальмера к максимальной частоте фотона в серии Пашена.

Часть 1 (334)

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

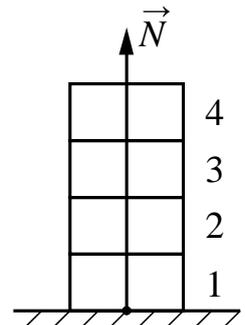
- A1** На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Определите интервал времени после начала движения, когда велосипедист двигался со скоростью 2,5 м/с.



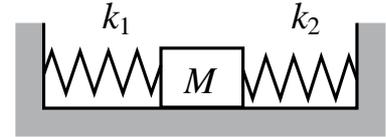
- 1) от 30 до 50 с
- 2) от 50 до 70 с
- 3) от 10 до 30 с
- 4) от 0 до 10 с

- A2** Четыре одинаковых кирпича массой m каждый сложены в стопку (см. рисунок). Если убрать два верхних кирпича, то модуль силы \vec{N} , действующей со стороны горизонтальной опоры на первый кирпич, уменьшится на

- 1) $\frac{mg}{4}$
- 2) $\frac{mg}{2}$
- 3) $\frac{4mg}{5}$
- 4) $2mg$



A3 Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Левая пружина жёсткостью $k_1 = 400$ Н/м сжата на 4 см. Правая пружина действует на кубик с силой



- 1) 32 Н
- 2) 16 Н
- 3) 8 Н
- 4) 48 Н

A4 Снаряд вылетает из ствола пушки, закреплённой на железнодорожной платформе, вдоль рельсов под углом 60° к горизонту. Каким будет отношение скоростей снаряда и пушки, с которыми они станут двигаться после выстрела, если отношение масс платформы с пушкой и снаряда равно 1000?

- 1) 100
- 2) 1000
- 3) 200
- 4) 2000

A5 Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Каково отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля, если отношение значений их потенциальной энергии относительно уровня воды равно 1,5?

- 1) 2,5
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 1,5

A6 Сосновый брус объёмом $0,06 \text{ м}^3$ плавает в воде, погружившись на 0,4 своего объёма. На брус действует выталкивающая (архимедова) сила, равная

- 1) 240 Н
- 2) 24 кН
- 3) 96 Н
- 4) 600 Н

A7 Броуновским движением можно считать

- 1) процесс растворения поваренной соли в воде
- 2) беспорядочное движение мошек, роящихся вечером под фонарём
- 3) проникновение кислорода в глубинные слои водоёма
- 4) беспорядочное движение микроскопических капелек жира в молоке

A8 Паук-серебрянка медленно спускается на дно равномерно прогретого озера, неся между волосками брюшка пузырьки воздуха для своего подводного жилища. Какой процесс происходит с воздухом в пузырьках по мере погружения паука?

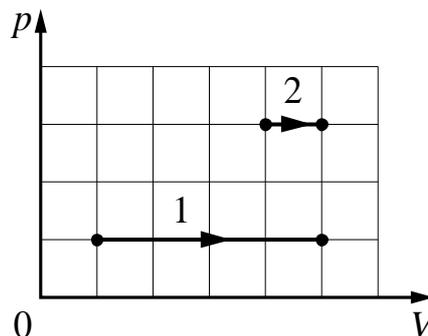
- 1) изохорное нагревание
- 2) изобарное сжатие
- 3) изотермическое сжатие
- 4) адиабатное сжатие

A9 Относительная влажность воздуха в помещении равна 60%, температура воздуха 18 °С. Чему равно парциальное давление водяного пара в помещении, если давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно 2 кПа?

- 1) 18 кПа
- 2) 1,2 кПа
- 3) 0,6 кПа
- 4) 3,6 кПа

A10 На pV -диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного неона. Сравните работу, совершённую газом в этих процессах.

- 1) $A_2 > A_1$
- 2) $A_1 = A_2 > 0$
- 3) $A_1 > A_2$
- 4) $A_1 = A_2 < 0$



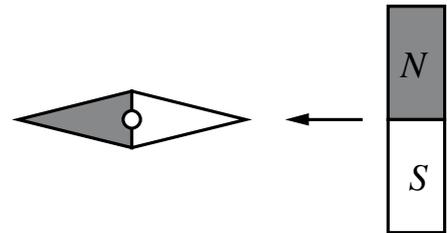
A11 Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен F . Чему станет равен модуль этих сил, если один заряд увеличить в 3 раза, второй заряд уменьшить в 2 раза, а расстояние между ними оставить прежним?

- 1) $6F$ 2) $\frac{1}{6}F$ 3) $\frac{3}{2}F$ 4) $\frac{2}{3}F$

A12 В цепи из двух одинаковых последовательно включённых резисторов за час выделяется количество теплоты Q . Какое количество теплоты будет выделяться в цепи из этих резисторов за час, если их включить параллельно, а подводимое к ним напряжение уменьшить в 2 раза?

- 1) $\frac{1}{3}Q$ 2) $\frac{1}{2}Q$ 3) $3Q$ 4) Q

A13 Магнитная стрелка компаса зафиксирована на оси (северный полюс затемнён, см. рисунок). К компасу поднесли сильный постоянный полосовой магнит и освободили стрелку. В каком положении установится стрелка?



- 1) повернётся на 90° против часовой стрелки
2) останется в прежнем положении
3) повернётся на 90° по часовой стрелке
4) повернётся на 180°

A14 Плоская электромагнитная волна распространяется в вакууме вдоль оси Ox . На каком минимальном расстоянии Δx друг от друга (выраженном в единицах длины волны λ) находятся точки, в которых разность фаз колебаний вектора напряжённости электрического поля равна $\frac{\pi}{2}$?

- 1) $\frac{1}{2}\lambda$ 2) $\frac{1}{4}\lambda$ 3) $\frac{1}{8}\lambda$ 4) $\frac{3}{4}\lambda$

A15 Длина волны света лазерной указки равна 600 нм в воздухе и 400 нм в стекле. Каков показатель преломления стекла?

- 1) $\frac{2}{3}$ 2) $\frac{4}{3}$ 3) $\frac{3}{2}$ 4) $\frac{3}{4}$

A16 Узкий пучок белого света после прохождения через стеклянную призму даёт на экране спектр. Укажите правильную последовательность цветов в спектре.

- 1) жёлтый – оранжевый – голубой – зелёный
2) жёлтый – оранжевый – зелёный – голубой
3) зелёный – голубой – синий – фиолетовый
4) голубой – синий – зелёный – фиолетовый

A17 В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода 3,0 эВ и стали освещать её светом частотой $9 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем интенсивность падающей на пластину световой волны увеличили в 2 раза, оставив неизменной её частоту. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

- 1) увеличилось в 2 раза
2) осталось прежним, отличным от нуля
3) осталось равным нулю
4) увеличилось в 4 раза

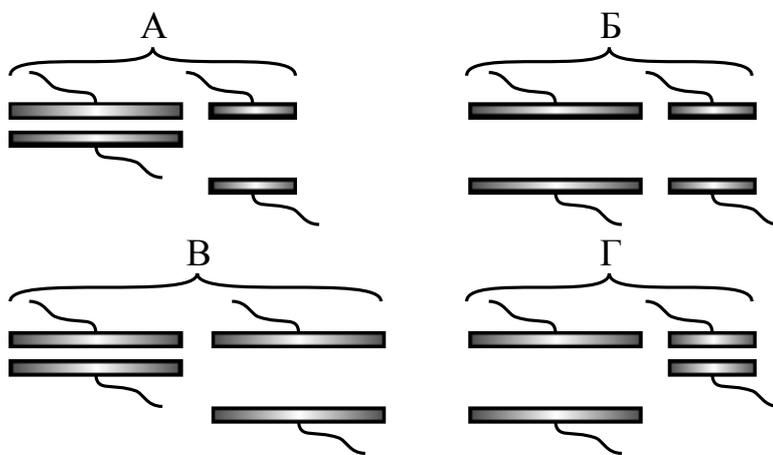
A18 Ядро полония ${}_{84}^{216}\text{Po}$ образовалось в результате двух последовательных α -распадов некоторого ядра. Это ядро

- 1) радона ${}_{86}^{220}\text{Rn}$
2) радия ${}_{88}^{224}\text{Ra}$
3) радона ${}_{86}^{218}\text{Rn}$
4) астата ${}_{85}^{218}\text{At}$

A19 Период полураспада ядер изотопа радона $^{222}_{86}\text{Rn}$ составляет 3,8 суток. Это означает, что

- 1) половина исходного большого количества ядер $^{222}_{86}\text{Rn}$ распадётся за 3,8 суток
- 2) все изначально имеющиеся ядра $^{222}_{86}\text{Rn}$ распадутся за 7,6 суток
- 3) примерно за 3,8 суток атомный номер каждого ядра $^{222}_{86}\text{Rn}$ уменьшится вдвое
- 4) примерно за 7,6 суток атомный номер каждого ядра $^{222}_{86}\text{Rn}$ уменьшится вдвое

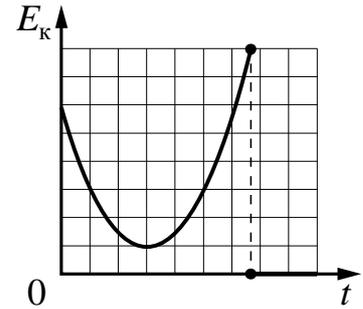
A20 Конденсатор состоит из двух круглых пластин, разделённых воздушным промежутком. Необходимо экспериментально установить, зависит ли ёмкость конденсатора от расстояния между пластинами. Какую(-ие) пару(-ы) конденсаторов нужно использовать для этой цели?



- 1) А, Б или Г
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) только Г

A21

На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Какой из представленных вариантов описания движения соответствует данному графику?



- 1) Тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли и упало на балкон.
- 2) Тело брошено под углом к горизонту с балкона и упало на Землю.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало обратно на Землю.
- 4) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на Землю.

Часть 2 (334)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Объём сосуда с идеальным газом уменьшили вдвое и добавили в сосуд такую же массу того же газа. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде, его плотность и внутренняя энергия?

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.

Давление газа в сосуде	Плотность газа в сосуде	Внутренняя энергия газа в сосуде

В2 В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решётка. Решётка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно её поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся частота световой волны, длина волны, падающей на решётку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

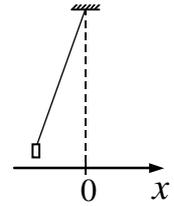
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

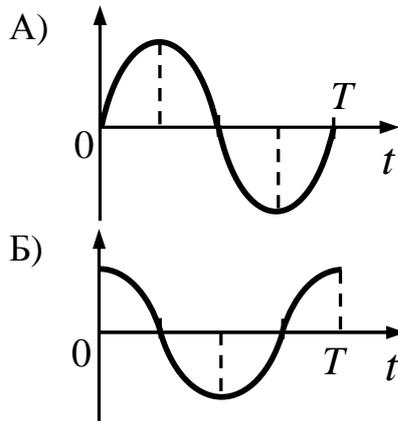
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, достигающего решётки	Длина волны света, достигающего решётки	Угол между нормалью к решётке и первым дифракционным максимумом

В3 Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия E_k
- 2) координата x
- 3) проекция импульса p_x
- 4) проекция ускорения a_x

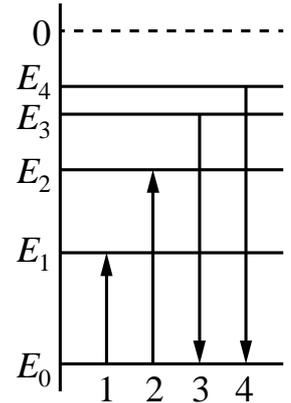
Ответ:

А	Б

В4

На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света наименьшей длины волны и излучением кванта света с наибольшей энергией?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ПЕРЕХОД

- | | |
|---|------|
| А) поглощение света наименьшей длины волны | 1) 1 |
| | 2) 2 |
| Б) излучение кванта света с наибольшей энергией | 3) 3 |
| | 4) 4 |

Ответ:

А	Б

Часть 3 (334)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Летящая горизонтально пластилиновая пуля массой 9 г попадает в неподвижно висящий на нити длиной 40 см груз массой 81 г, в результате чего груз с прилипшей к нему пулей начинает совершать колебания. Максимальный угол отклонения нити от вертикали при этом $\alpha = 60^\circ$. Какова скорость пули перед попаданием в груз?

- 1) 50 м/с
- 2) 20 м/с
- 3) 10 м/с
- 4) 15 м/с

A23 При увеличении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Какова конечная температура газа?

- 1) 1800 К
- 2) 2400 К
- 3) 800 К
- 4) 1200 К

A24 Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

- 1) 60 см
- 2) 30 см
- 3) 20 см
- 4) 5 см

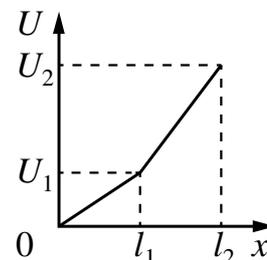
A25 Красная граница фотоэффекта для натриевого фотокатода $\lambda_{\text{кк}} = 540$ нм. С какой максимальной кинетической энергией вылетают фотоэлектроны из натриевого фотокатода, освещённого светом длиной волны $\lambda = 450$ нм?

- 1) 2,75 эВ
- 2) 2,30 эВ
- 3) 0 эВ
- 4) 0,46 эВ

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

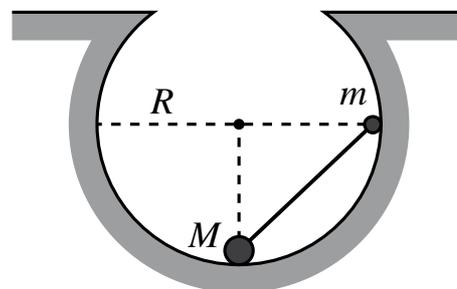
Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- С1** Цилиндрический проводник длиной $l = l_2$ включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.

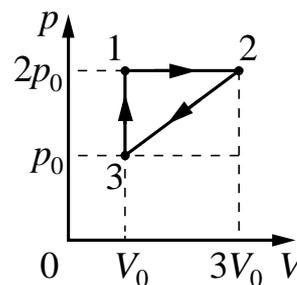


Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

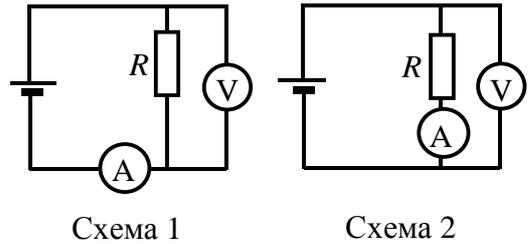
- С2** Небольшие шарики, массы которых m и M , соединены лёгким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку радиусом $R = 20$ см. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображённом на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Минимальная высота, на которой оказался шарик m в процессе движения, равна 4 см от нижней точки выемки. Определите отношение масс M и m .



- С3** Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе газа из состояния 2 в состояние 3 внешние силы совершают работу $A_{23} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?

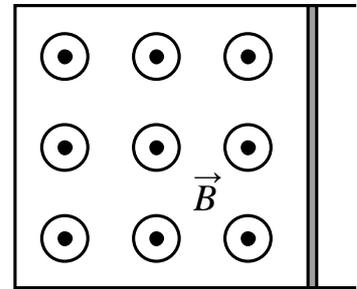


C4 Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{10}R$,



сопротивление вольтметра $9R$. Каковы показания вольтметра в первой схеме, если во второй схеме они равны U_2 ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

C5 Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1,5 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



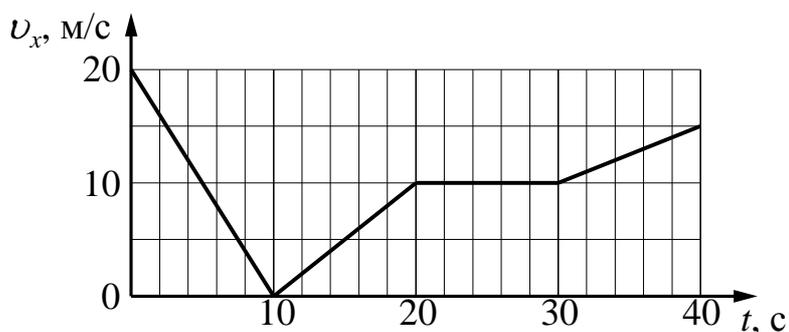
C6 Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой

$$E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$
 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; на уровень с $n = 3$ – серию Пашена и т.д. Найдите отношение β максимальной частоты фотона в серии Лаймана к максимальной частоте фотона в серии Бальмера.

Часть 1 (349)

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

- A1** Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени.



Модуль ускорения автомобиля максимален на интервале времени

- 1) от 10 с до 20 с
- 2) от 30 с до 40 с
- 3) от 0 до 10 с
- 4) от 20 с до 30 с

- A2** Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона движущегося поезда, покатился влево, если смотреть по ходу поезда. Как изменилось движение поезда?

- 1) Поезд повернул влево.
- 2) Скорость поезда увеличилась.
- 3) Скорость поезда уменьшилась.
- 4) Поезд повернул вправо.

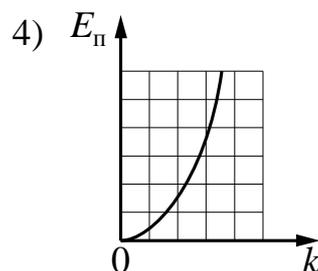
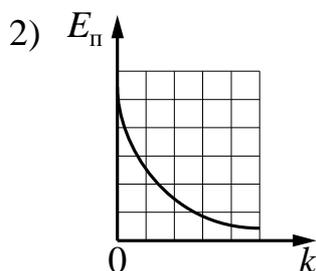
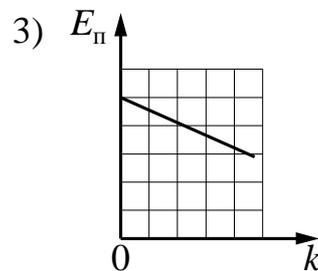
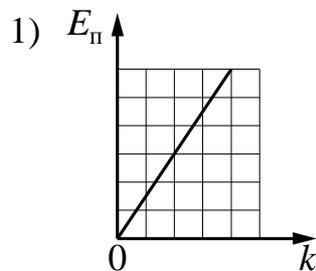
- A3** Во сколько раз масса Юпитера больше массы Земли, если сила притяжения Юпитера к Солнцу в 11,8 раз больше, чем сила притяжения Земли к Солнцу, а расстояние между Юпитером и Солнцем в 5,2 раз больше, чем расстояние между Солнцем и Землёй? (Считать, что обе планеты движутся вокруг Солнца по окружности.)

- 1) в 61,4 раза
- 2) в 2,27 раза
- 3) в 319 раз
- 4) в 26,8 раза

A4 Тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении. Под действием постоянной равнодействующей внешних сил за 5 с импульс тела увеличился от $10 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ до $20 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Модуль равнодействующей равен

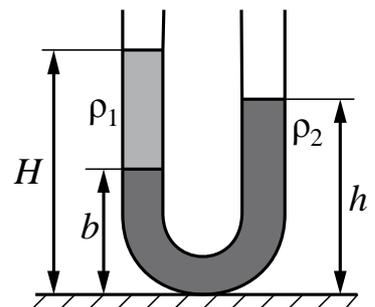
- 1) 1 Н
- 2) 2 Н
- 3) 3 Н
- 4) 4 Н

A5 Потенциальная энергия $E_{\text{п}}$ различных пружин, подчиняющихся закону Гука, при одинаковой деформации зависит от жёсткости k . Какой график выражает эту зависимость?



A6 В широкую U-образную трубку, расположенную вертикально, налиты жидкости плотностью ρ_1 и ρ_2 (см. рисунок). Жидкости не смешиваются. На рисунке $b = 15 \text{ см}$, $h = 30 \text{ см}$, $H = 35 \text{ см}$. Отношение плотностей $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ равно

- 1) 1,33
- 2) 0,86
- 3) 0,67
- 4) 0,75

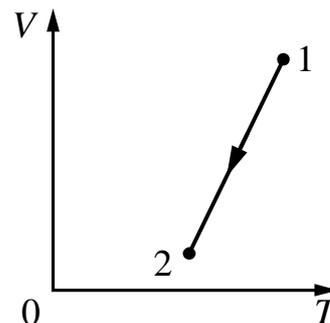


A7 В результате охлаждения разреженного одноатомного газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 4 раза. Абсолютная температура газа при этом

- 1) увеличилась в 4 раза
- 2) не изменилась
- 3) уменьшилась в 4 раза
- 4) уменьшилась в 2 раза

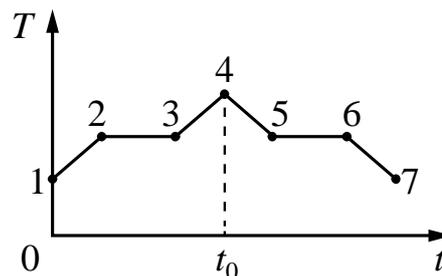
A8 На VT -диаграмме представлена зависимость объёма идеального газа постоянной массы от абсолютной температуры. Как изменяется давление при переходе из состояния 1 в состояние 2?

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) сначала увеличивается, потом уменьшается
- 4) уменьшается



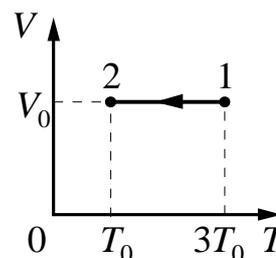
A9 На графике показана зависимость температуры вещества T от времени t . Вещество равномерно нагревали от момента времени $t = 0$ до момента $t = t_0$. Потом нагреватель выключили и вещество равномерно охлаждалось. В начальный момент вещество находилось в кристаллическом состоянии. Какой участок графика соответствует процессу остывания затвердевшего вещества?

- 1) 2–3
- 2) 5–6
- 3) 1–2
- 4) 6–7



A10 На VT -диаграмме показан процесс изменения состояния постоянной массы идеального одноатомного газа. В этом процессе газ отдал количество теплоты 9 кДж. Внутренняя энергия газа

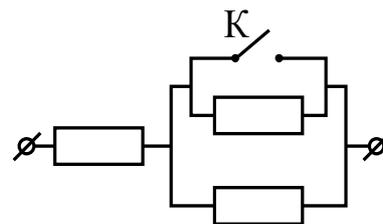
- 1) уменьшилась на 9 кДж
- 2) увеличилась на 9 кДж
- 3) уменьшилась на 3 кДж
- 4) не изменилась



A11 Заряженная пылинка массой m с зарядом q движется с ускорением \vec{a} в однородном электрическом поле напряжённостью \vec{E} . Каково ускорение пылинки массой $2m$ с зарядом $2q$ в том же поле? (Силой тяжести, действующей на пылинку, пренебречь.)

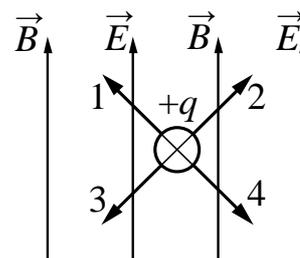
- 1) \vec{a} 2) $\frac{1}{2}\vec{a}$ 3) $4\vec{a}$ 4) $2\vec{a}$

A12 Каким будет сопротивление участка цепи (см. рисунок), если ключ K замкнуть? (Каждый из резисторов имеет сопротивление R .)



- 1) $2R$
2) R
3) $3R$
4) $1,5R$

A13 Положительно заряженная частица, равномерно движущаяся от нас (см. рисунок), влетает в одинаково направленные постоянные однородные электрическое и магнитное поля перпендикулярно им обоим. Правильное направление ускорения частицы в момент попадания в поля представлено на рисунке под номером

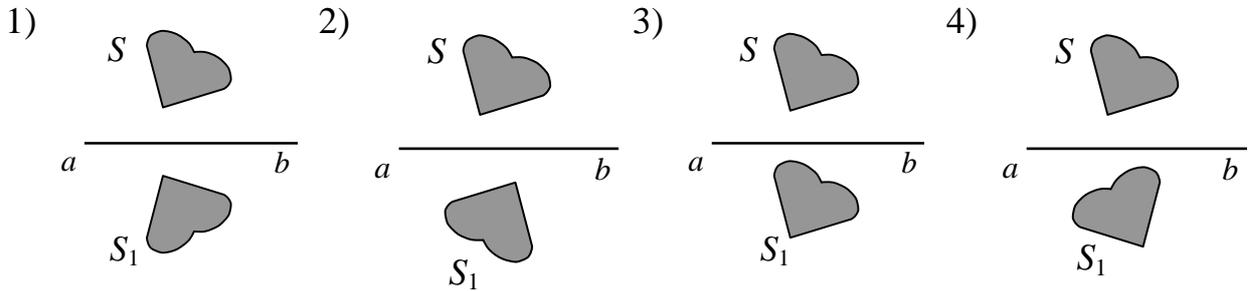


- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

A14 Плоская рамка помещена в однородное магнитное поле, линии магнитной индукции которого перпендикулярны её плоскости. Если площадь рамки увеличить в 3 раза, а индукцию магнитного поля уменьшить в 3 раза, то магнитный поток через рамку

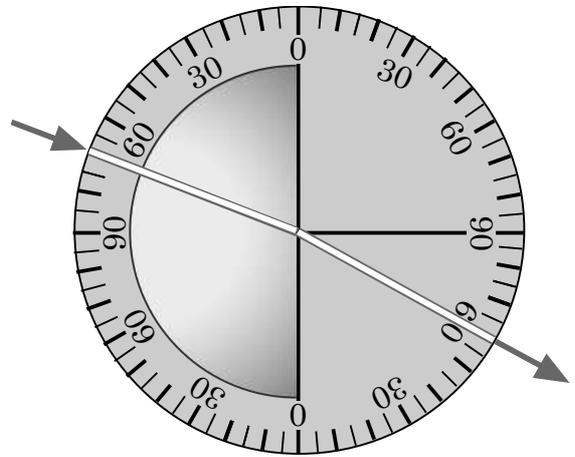
- 1) уменьшится в 3 раза
2) увеличится в 9 раз
3) уменьшится в 9 раз
4) не изменится

A15 Предмет S отражается в плоском зеркале ab . На каком рисунке верно показано изображение S_1 этого предмета?



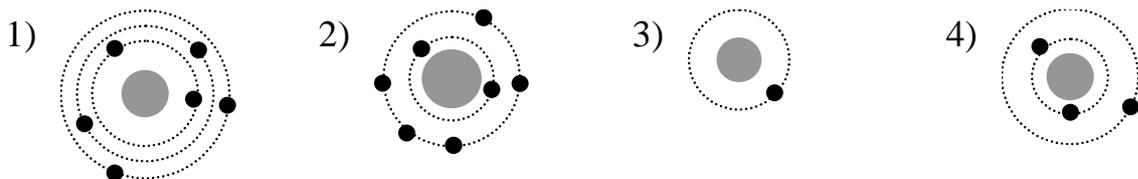
A16 На рисунке представлен опыт по преломлению света. Пользуясь приведённой таблицей, определите показатель преломления стекла.

угол α	20°	30°	60°	70°
$\sin \alpha$	0,34	0,50	0,87	0,94

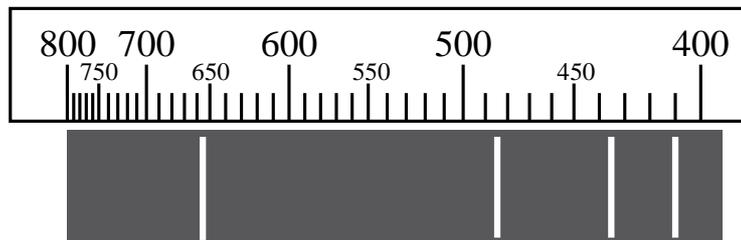


- 1) 1,68
- 2) 0,66
- 3) 1,47
- 4) 1,08

A17 На рисунке изображены схемы четырёх атомов, соответствующие модели атома Резерфорда. Чёрными точками обозначены электроны. Атому ${}^6_3\text{Li}$ соответствует схема



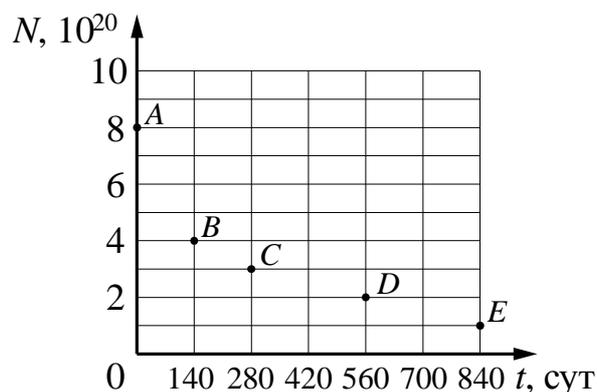
A18 На рисунке представлен фрагмент спектра излучения атомарных паров водорода. Цифры на числовой оси – длины волн в нанометрах.



Чему равна минимальная энергия фотонов на данном участке спектра?

- 1) $3,0 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $4,8 \cdot 10^{-20}$ Дж
- 3) 0,03 Дж
- 4) 0,048 Дж

A19 Ядра полония ${}_{84}^{210}\text{Po}$ испытывают α -распад с периодом полураспада 140 дней. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер полония. Через какую из точек, кроме точки *A*, пройдёт график зависимости от времени числа ещё не испытавших радиоактивный распад ядер полония?

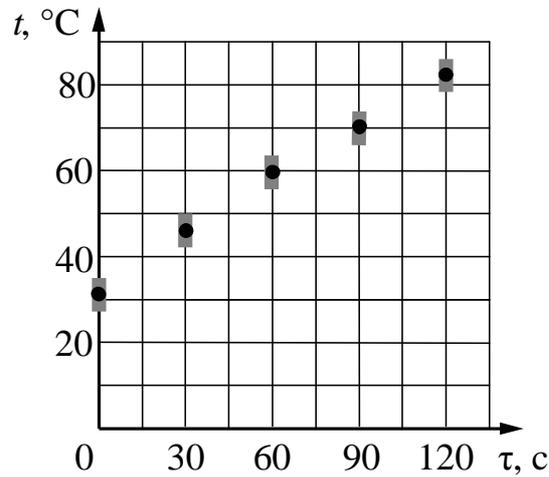


- 1) *B*
- 2) *C*
- 3) *D*
- 4) *E*

A20 С помощью ученической линейки измерили толщину пачки из 500 листов бумаги. Толщина пачки оказалась (50 ± 1) мм. Толщина одного листа бумаги равна

- 1) $(0,10 \pm 0,02)$ мм
- 2) $(0,1 \pm 1,0)$ мм
- 3) $(0,100 \pm 0,002)$ мм
- 4) $(0,05 \pm 0,02)$ мм

A21 На рисунке представлены результаты измерения температуры воды в электрическом чайнике в последовательные моменты времени. Погрешность измерения времени равна 3 с, погрешность измерения температуры равна 4 °С. Какова полезная мощность нагревателя чайника, если масса воды равна 0,75 кг?



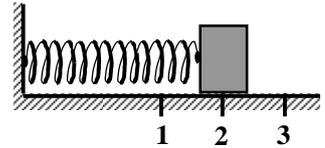
- 1) 1,3 кВт
- 2) 0,7 кВт
- 3) 0,9 кВт
- 4) 2,1 кВт

Часть 2 (349)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1

Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника, модуль скорости груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 3? Для каждой величины определите соответствующий характер её 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 маятника	Модуль скорости груза	Жёсткость пружины

В2

В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: массовое число ядра, заряд ядра и число нуклонов в ядре?

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.

Массовое число ядра	Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

В3

В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние a от линзы до спирали равно $2F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем – собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

- А) линза рассеивающая
- Б) линза собирающая

**СВОЙСТВА
ИЗОБРАЖЕНИЯ**

- 1) действительное, перевернутое, равное по размерам
- 2) мнимое, прямое, уменьшенное
- 3) действительное, увеличенное, перевернутое
- 4) мнимое, увеличенное, перевернутое

Ответ:

А	Б

В4 Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью координаты этого тела от времени (начальная координата тела равна 0).

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

СКОРОСТЬ

КООРДИНАТА

А) $v_x = -2$

Б) $v_x = 5 - t$

1) $x = -2t$

2) $x = -2t^2$

3) $x = 5t - 0,5t^2$

4) $x = 5t + 2t^2$

Ответ:

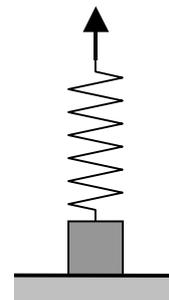
А	Б

Часть 3 (349)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22

К бруску массой 0,4 кг, лежащему на горизонтальной поверхности стола, прикреплена пружина. Свободный конец пружины тянут медленно в вертикальном направлении (см. рисунок). Определите величину потенциальной энергии, запасённой в пружине к моменту отрыва бруска от поверхности стола, если пружина при этом растягивается на 2 см. Массой пружины пренебречь.



- 1) 80 мДж
- 2) 200 мДж
- 3) 40 мДж
- 4) 20 мДж

A23

У идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, температура нагревателя 700 К, а температура холодильника 300 К. Рабочее тело получает за цикл работы от нагревателя количество теплоты, равное 30 кДж. Какую работу совершает за один цикл этот двигатель?

- 1) 28,1 кДж
- 2) 17,1 кДж
- 3) 12,3 кДж
- 4) 10,6 кДж

A24 Две частицы, имеющие отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 2$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям с отношением радиусов $\frac{R_1}{R_2} = 2$. Определите отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2}$ этих частиц, если отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2}$.

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 1,5
- 4) 0,5

A25 В таблице представлены результаты исследования зависимости напряжения U , задерживающего фотоэлектроны, от длины волны λ падающего света.

Задерживающее напряжение U , В	0,4	0,6
Длина волны света λ , 10^{-10} м	5460	4920

Постоянная Планка по результатам этого эксперимента равна

- 1) $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж · с
- 2) $5,3 \cdot 10^{-34}$ Дж · с
- 3) 10^{-34} Дж · с
- 4) $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж · с

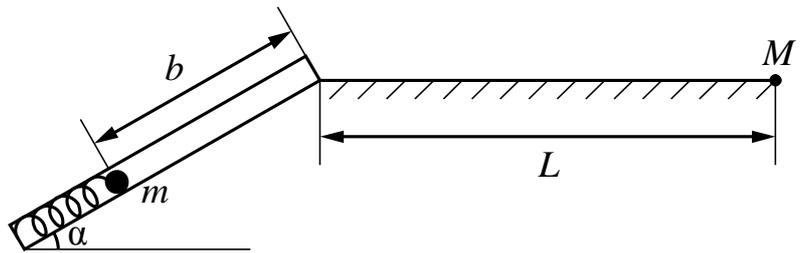
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1 Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещён над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится частота малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

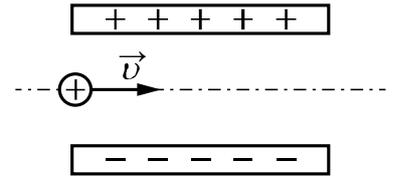
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2 Пружинное ружьё наклонено под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Энергия сжатой пружины равна 0,41 Дж. При выстреле шарик массой $m = 50$ г проходит по стволу ружья расстояние b , вылетает и падает на расстоянии $L = 1$ м от дула ружья в точку M , находящуюся с ним на одной высоте (см. рисунок). Найдите расстояние b . Трением в стволе и сопротивлением воздуха пренебречь.



С3 Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполняют гелием. Атмосферное давление 10^5 Па равно давлению гелия в шаре. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар оторвется от земли. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0°C . (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объём шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

C4 Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость v , с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Длина пластин конденсатора 5 см, напряжённость электрического поля конденсатора 5200 В/м. Каково расстояние между пластинами конденсатора? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



C5 Колебательный контур радиоприёмника настроен на длину волны $\lambda = 500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряжённость электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{\max} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?

C6 Излучением лазера с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м за время $1,25 \cdot 10^4$ с был расплавлен лёд массой 1 кг, взятый при температуре 0 °С, и полученная вода была нагрета на 100 °С. Сколько фотонов излучает лазер за 1 с? Считать, что 50% излучения поглощается веществом.

Часть 1 (365)

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

- A1** На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени.

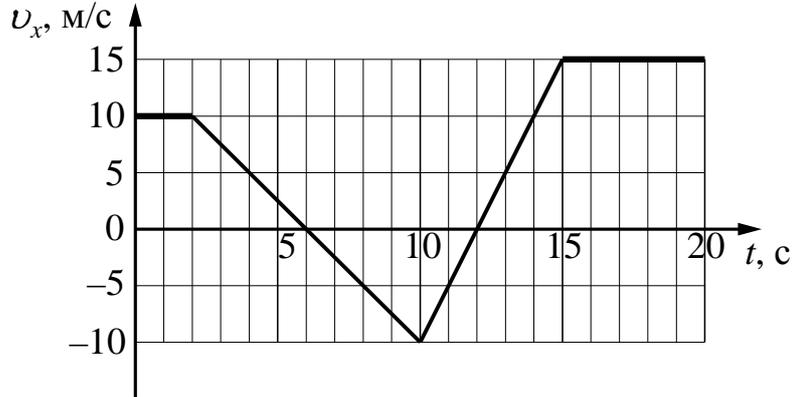
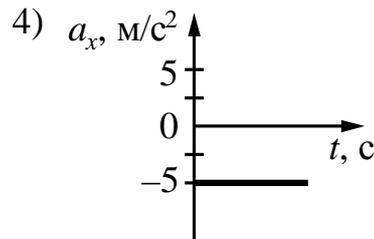
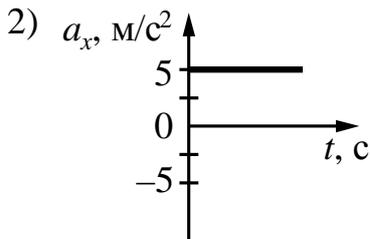
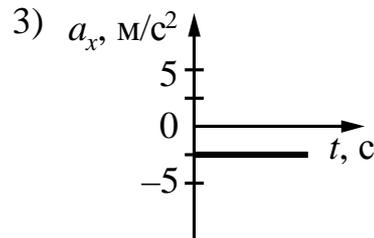
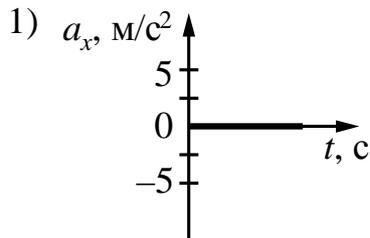


График зависимости от времени проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 6 с до 10 с совпадает с графиком



- A2** В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Какова должна быть масса тела, чтобы вдвое бóльшая сила сообщала ему в 2 раза меньшее ускорение?

- 1) $8m$ 2) $\frac{1}{2}m$ 3) $2m$ 4) $4m$

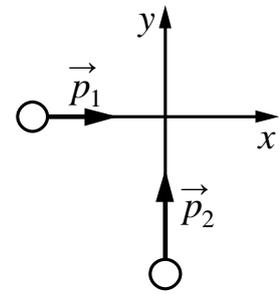
A3 При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ от силы нормального давления $F_{\text{д}}$ были получены следующие данные:

$F_{\text{тр}}, \text{Н}$	1,0	2,0	3,0	4,0
$F_{\text{д}}, \text{Н}$	2,0	4,0	6,0	8,0

Из результатов исследования можно сделать вывод, что коэффициент трения скольжения равен

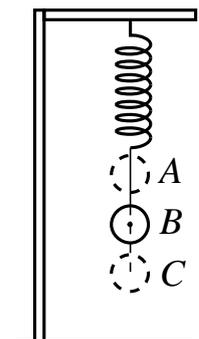
- 1) 0,2
- 2) 2
- 3) 0,5
- 4) 5

A4 Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, а второго тела $p_2 = 4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Каков модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



- 1) $5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 2) $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 3) $1,7 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
- 4) $7 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

A5 Груз, подвешенный на пружине, совершает гармонические колебания между точками A и C относительно положения равновесия B . В каком из трёх положений, отмеченных на рисунке, кинетическая энергия груза имеет минимальное значение?



- 1) только A
- 2) только B
- 3) A и C
- 4) во всех трёх положениях значения этой энергии одинаковы

A6 Если массу груза пружинного маятника уменьшить в 4 раза, то период собственных малых колебаний маятника

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

A7 Молекулы газов находятся в среднем на больших расстояниях друг от друга по сравнению с их размерами, силы взаимодействия между ними незначительны. Этим можно объяснить следующие свойства газов.

A. Газ не сохраняет своей формы.

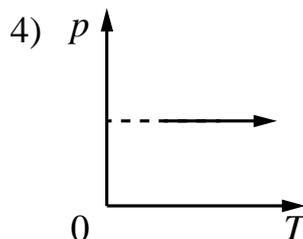
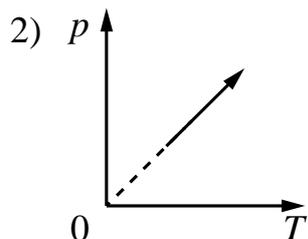
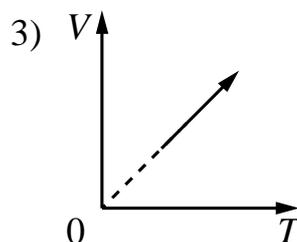
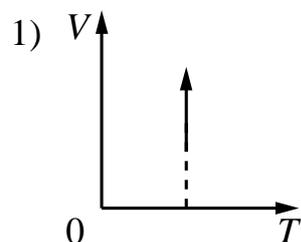
Б. Газ не сохраняет своего объёма.

В. Газ имеет большую сжимаемость.

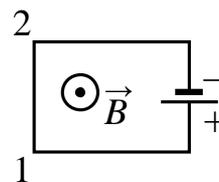
Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?

- 1) только Б
- 2) только В
- 3) А и Б
- 4) А, Б, В

A8 На рисунках показаны графики четырёх процессов изменения состояния постоянной массы идеального газа. Изохорным нагреванием является процесс

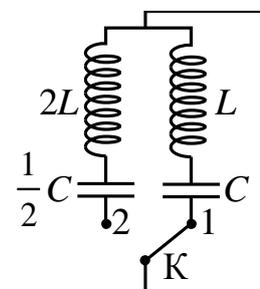


A13 Электрическая цепь, состоящая из горизонтальных прямолинейных проводников и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции \vec{B} которого направлен вертикально вверх (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 1–2?



- 1) вертикально вверх \odot
- 2) горизонтально вправо \rightarrow
- 3) вертикально вниз \otimes
- 4) горизонтально влево \leftarrow

A14 Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?

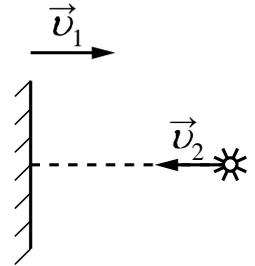


- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

A15 С помощью собирающей линзы получено мнимое увеличенное изображение предмета. При этом предмет расположен на главной оптической оси линзы

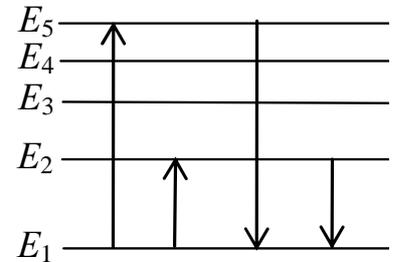
- 1) между фокусом и двойным фокусом линзы
- 2) между линзой и фокусом
- 3) в двойном фокусе линзы
- 4) за двойным фокусом линзы

A16 В инерциальной системе отсчёта свет от неподвижного источника распространяется в вакууме со скоростью c . Источник света и зеркало движутся навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями $v_1 = v_2 = v$ (см. рисунок). Какова скорость отражённого света в инерциальной системе отсчёта, связанной с источником?



- 1) $c + 2v$
- 2) c
- 3) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
- 4) $c - 2v$

A17 На рисунке представлен фрагмент диаграммы энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается излучением фотона с минимальной энергией?

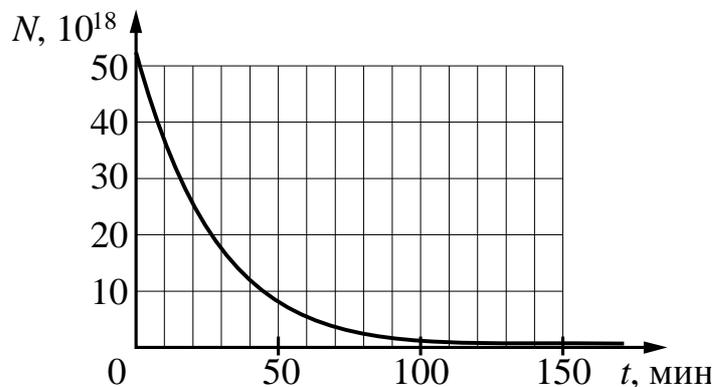


- 1) с уровня 2 на уровень 1
- 2) с уровня 1 на уровень 5
- 3) с уровня 1 на уровень 2
- 4) с уровня 5 на уровень 1

A18 Укажите частицу X в ядерной реакции ${}^{56}_{25}\text{Mn} + X \longrightarrow {}^{56}_{26}\text{Fe} + {}^1_0\text{n}$.

- 1) ${}^1_1\text{H}$
- 2) ${}^1_0\text{n}$
- 3) ${}^0_{-1}\text{e}$
- 4) ${}^2_1\text{H}$

A19 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер ртути ${}^{190}_{80}\text{Hg}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа ртути?



- 1) 10 мин
- 2) 20 мин
- 3) 40 мин
- 4) 50 мин

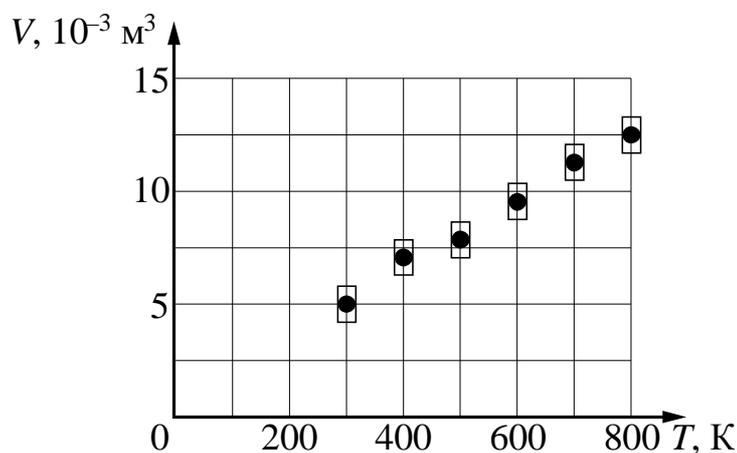
A20 Исследовалась зависимость силы тока I , протекающего через прибор, от напряжения U , приложенного к прибору. Погрешности измерения величин U и I равны 0,01 В и 0,1 А соответственно. Результаты измерений представлены в таблице.

$U, \text{В}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$I, \text{А}$	0	1	2	3	3,2	3,4

На основании этих результатов можно утверждать, что

- 1) сопротивление прибора $R = 2 \text{ Ом}$
- 2) сопротивление прибора $R = 1,6 \text{ Ом}$ при напряжении более 1,5 В
- 3) ток в цепи прибора подчиняется закону Ома только при напряжении менее 1,5 В
- 4) ток в цепи не подчиняется закону Ома при всех значениях напряжения

A21 В цилиндре под поршнем находится постоянная масса разреженного кислорода. Давление газа постоянно и равно $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$. На рисунке показаны результаты измерения объёма газа с повышением температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10 \text{ К}$, объёма – $\Delta V = \pm 0,5 \text{ л}$. Чему примерно равна масса кислорода под поршнем?



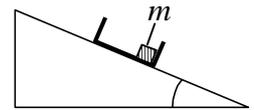
- 1) 26 г
- 2) 13 г
- 3) 19 г
- 4) 9 г

Часть 2 (365)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1

С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся время движения по наклонной плоскости, ускорение и модуль работы силы тяжести, если с той же наклонной



плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $\frac{m}{2}$? 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.

Время движения	Ускорение	Модуль работы силы тяжести

B2 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во второй – только жёлтый. В каждом опыте наблюдали явления фотоэффекта измеряли напряжение запираения.

Как изменяются длина световой волны, напряжение запираения и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Напряжение запираения	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

В3

Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Частота световой волны – ν , длина световой волны в воде – λ , показатель преломления воды относительно воздуха – n .

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 под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) скорость света в воздухе
Б) длина световой волны в воздухе

ФОРМУЛЫ

- 1) $\lambda \cdot \nu$
2) $\lambda \cdot n$
3) $\lambda \cdot \nu \cdot n$
4) $\frac{\lambda}{\nu} \cdot n$

Ответ:

А	Б

В4

Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен q . 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 под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{q^2}{2C}$
2) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
3) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
4) $\frac{Cq^2}{2}$

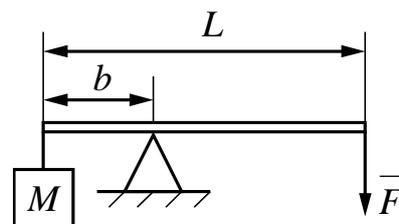
Ответ:

А	Б

Часть 3 (365)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Груз массой 120 кг удерживают с помощью рычага, приложив к его концу вертикально направленную силу 300 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и длинного однородного стержня массой 30 кг. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Длина стержня равна

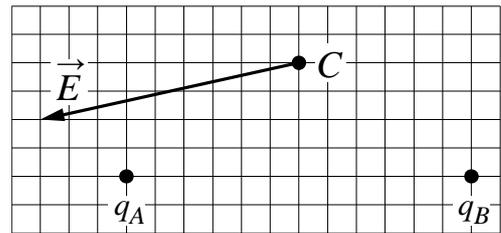


- 1) 5,0 м
- 2) 3,0 м
- 3) 3,5 м
- 4) 4,0 м

A23 1 моль идеального газа изохорно охлаждаются на 200 К, при этом его давление уменьшается в 2 раза. Какова первоначальная абсолютная температура газа?

- 1) 800 К
- 2) 300 К
- 3) 400 К
- 4) 600 К

A24 На рисунке изображён вектор напряжённости \vec{E} электрического поля в точке C , которое создано двумя точечными зарядами: q_A и q_B . Чему равен заряд q_B , если заряд q_A равен -2 нКл?



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

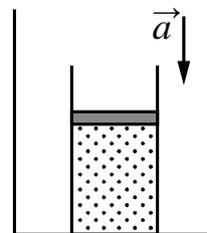
A25 Дифракционная решётка с периодом 10^{-5} м расположена параллельно экрану на расстоянии $0,75$ м от него. На решётку по нормали к ней падает пучок света с длиной волны $0,4$ мкм. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии 3 см от центра дифракционной картины? Считать $\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$.

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

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

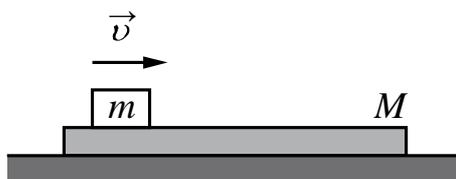
Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- С1** 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.

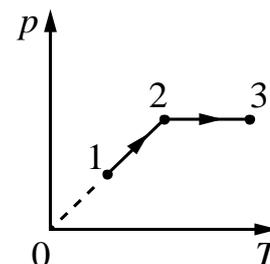


Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

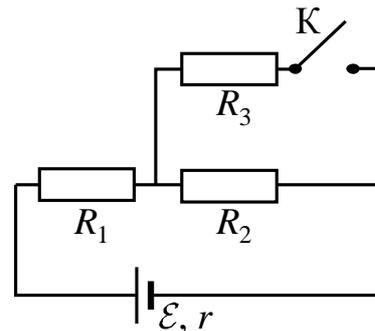
- С2** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой m . Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестаёт скользить по доске. Чему равна масса шайбы m ?



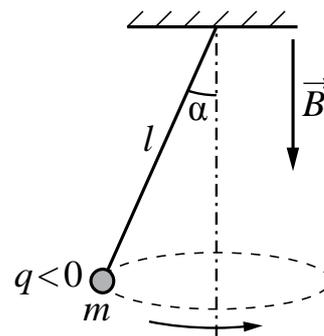
- С3** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3, график которого показан на рисунке в координатах p – T . Известно, что давление газа p в процессе 1–2 увеличилось в 2 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1–2–3, если его температура T в состоянии 1 равна 300 К, а в состоянии 3 равна 900 К?



- C4** Во сколько раз увеличится мощность, выделяемая на резисторе R_1 , при замыкании ключа K (см. рисунок), если $R_1 = R_2 = R_3 = 1 \text{ Ом}$, $r = 0,5 \text{ Ом}$?



- C5** В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки отрицательно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость вращения шарика равна v . Найдите заряд шарика q . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



- C6** Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta\phi = 15\,000 \text{ В}$ и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для света от источника $\lambda_1 = 820 \text{ нм}$, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410 \text{ нм}$. Во сколько раз N прибор увеличивает энергию светового излучения, падающего на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов. Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ . Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

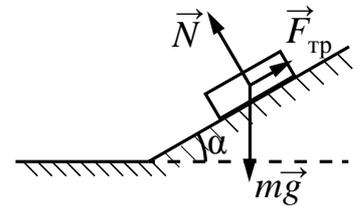
Часть 1 (381)

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A1 Начальная скорость тележки равна 5 м/с. Тележка движется с ускорением 2 м/с^2 , направленным в ту же сторону, что и начальная скорость. Определите скорость тележки через 3 с.

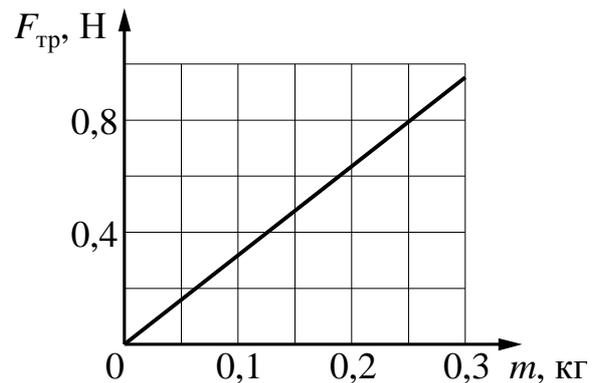
- 1) 5 м/с
- 2) 11 м/с
- 3) 6 м/с
- 4) 2 м/с

A2 Брусек лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила упругости опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Если брусек покоится, то модуль равнодействующей сил \vec{N} и $m\vec{g}$ равен



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

A3 При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Согласно графику в этом исследовании коэффициент трения равен



- 1) 0,40
- 2) 0,02
- 3) 0,12
- 4) 0,32

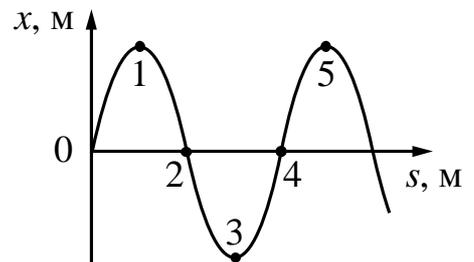
A4 Тело массой 3 кг движется прямолинейно под действием постоянной силы, равной 2 Н. За какое время изменение импульса тела составит $4 \frac{m \cdot s}{s}$?

- 1) 1,5 с
- 2) 2 с
- 3) 6 с
- 4) 8 с

A5 Шарик на длинной лёгкой нерастяжимой нити совершает колебания. Максимальная потенциальная энергия шарика в поле тяжести, если считать её равной нулю в положении равновесия, равна 0,8 Дж. Максимальная скорость шарика в процессе колебаний равна 2 м/с. Какова масса шарика? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 0,1 кг
- 2) 0,8 кг
- 3) 0,4 кг
- 4) 0,2 кг

A6 На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 1 и 5 равна



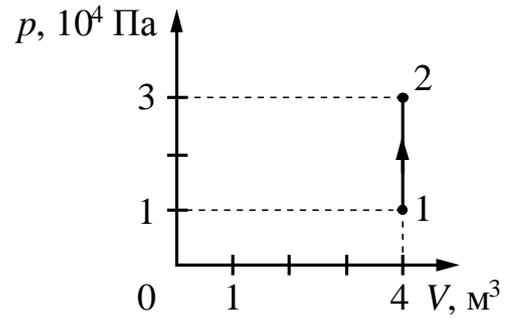
- 1) 2π
- 2) $\frac{\pi}{2}$
- 3) $\frac{\pi}{3}$
- 4) π

A7 При повышении температуры газа в запаянном сосуде его давление увеличивается. Это объясняется тем, что с ростом температуры

- 1) увеличивается потенциальная энергия взаимодействия молекул газа
- 2) увеличивается кинетическая энергия теплового движения молекул газа
- 3) увеличиваются размеры молекул газа
- 4) расширяется сосуд (увеличивается его объём)

A8 На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 1 равна 27°C . Какая температура соответствует состоянию 2?

- 1) 900 К
- 2) $8 \cdot 10^4$ К
- 3) 81 К
- 4) 13 500 К

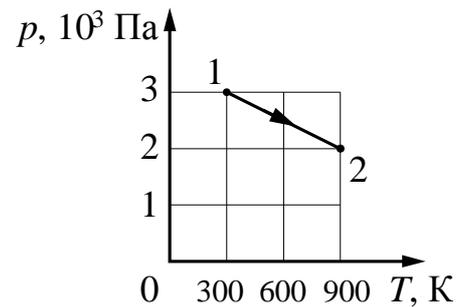


A9 Теплообмен между телами не происходит самопроизвольно, если тела

- 1) расположены в вакууме
- 2) обладают одинаковой внутренней энергией
- 3) имеют одинаковую температуру
- 4) имеют одинаковую теплоёмкость

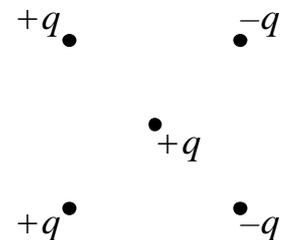
A10 На рисунке показан график зависимости давления одноатомного идеального газа от температуры при постоянной массе. При переходе из состояния 1 в состояние 2 внутренняя энергия газа

- 1) увеличилась в 3 раза
- 2) уменьшилась в 3 раза
- 3) увеличилась в 1,5 раза
- 4) уменьшилась в 1,5 раза

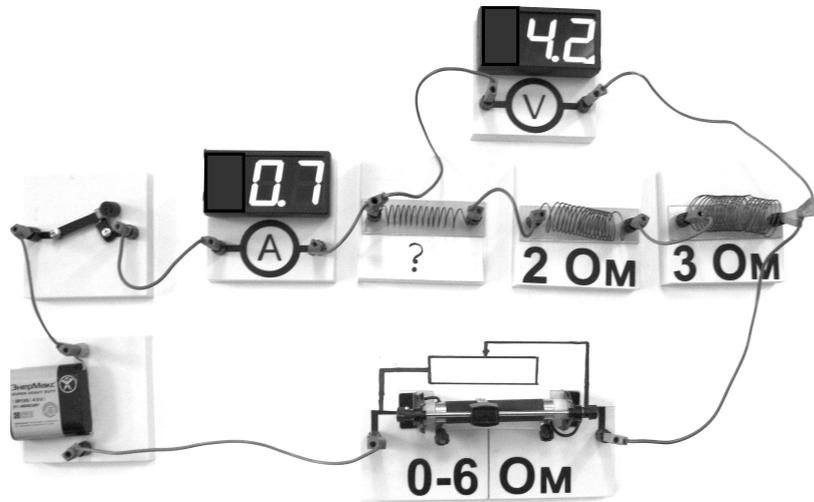


A11 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $+q$, помещённый в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q$, $+q$, $-q$, $-q$ (см. рисунок)?

- 1) \downarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \rightarrow



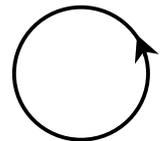
A12 На фотографии представлена электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

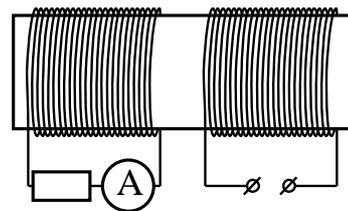
- 1) 1 Ом
- 2) 2 Ом
- 3) 3 Ом
- 4) 4 Ом

A13 На рисунке изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. Как направлен в центре витка вектор индукции магнитного поля, созданного током, протекающим по витку?

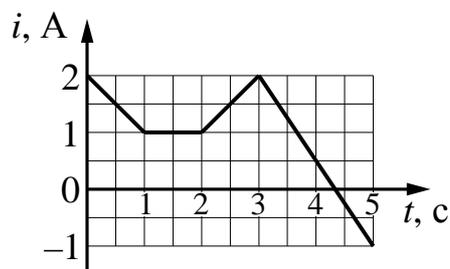


- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 2) вертикально вниз \downarrow
- 3) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \square
- 4) вертикально вверх \uparrow

A14 На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику.



В какие промежутки времени амперметр покажет наличие тока в левой катушке?

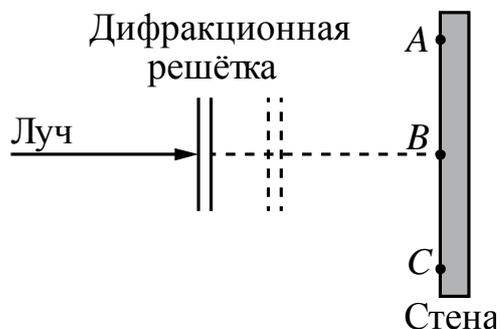


- 1) только от 3 с до 5 с
- 2) только от 0 с до 1 с и от 2 с до 3 с
- 3) от 0 с до 1 с и от 2 с до 5 с
- 4) только от 1 с до 2 с

A15 На шахматной доске на расстоянии трёх клеток от вертикального плоского зеркала стоит ферзь. Его придвинули на одну клетку ближе к зеркалу. Как изменилось расстояние между ферзём и его изображением?

- 1) увеличилось на 2 клетки
- 2) уменьшилось на 1 клетку
- 3) увеличилось на 1 клетку
- 4) уменьшилось на 2 клетки

A16 Лазерный луч падает на дифракционную решётку перпендикулярно её плоскости. На стене наблюдается серия ярких пятен, отмеченных на рисунке буквами *A*, *B* и *C*. Какие изменения произойдут в расположении пятен при перемещении решётки к стене в положение, показанное пунктиром?

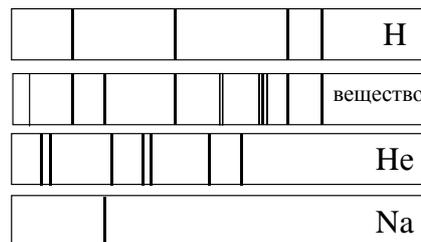


- 1) расстояние между пятнами уменьшится
- 2) расстояние между пятнами увеличится
- 3) все пятна останутся на месте
- 4) пятна исчезнут

A17 Какова длина волны электромагнитного излучения, в котором импульс фотонов равен $1 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$?

- 1) $2,2 \cdot 10^{-15}$ м
- 2) $6,6 \cdot 10^{-7}$ м
- 3) $6,6 \cdot 10^7$ м
- 4) 198 м

A18 На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества (в середине) и спектры поглощения паров известных элементов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестное вещество содержит



- 1) натрий (Na), водород (H) и другие элементы, но не гелий (He)
- 2) только натрий (Na) и водород (H)
- 3) только водород (H) и гелий (He)
- 4) водород (H), гелий (He) и натрий (Na)

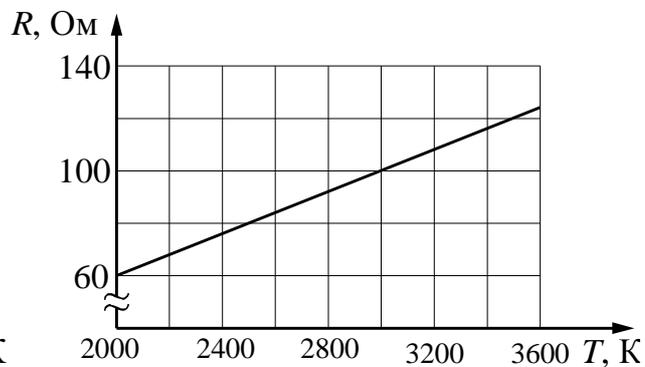
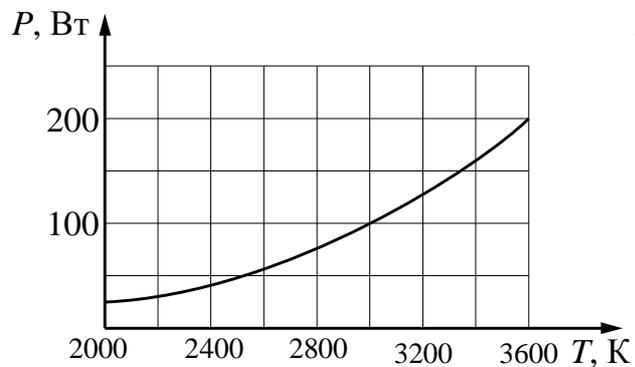
A19 Ядро изотопа золота ${}_{79}^{204}\text{Au}$ претерпевает β^- -распад. В результате получается изотоп

- 1) ${}_{78}^{204}\text{Pt}$
- 2) ${}_{77}^{200}\text{Ir}$
- 3) ${}_{80}^{205}\text{Hg}$
- 4) ${}_{80}^{204}\text{Hg}$

A20 При определении плотности вещества ρ ученик измерил массу образца на очень точных электронных весах: $m = 60,00$ г. Объем был измерен с использованием мерного цилиндра: $V = (15,0 \pm 0,5)$ см³. На основе этих измерений можно с уверенностью сказать, что плотность

- 1) $\rho < 3,8$ г/см³
- 2) $3,8$ г/см³ $\leq \rho \leq 4,2$ г/см³
- 3) $\rho > 4,2$ г/см³
- 4) $\rho = 4,0$ г/см³

A21 На рисунке изображены графики зависимости мощности лампы накаливания $P = P(T)$ и сопротивления её спирали $R = R(T)$ от температуры. При помощи этих графиков определите напряжение на спирали лампы при подводимой мощности $P = 100$ Вт.



- 1) 150 В
- 2) 100 В
- 3) 120 В
- 4) 75 В

Часть 2 (381)

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 По проволочному резистору течёт ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое следующие три величины: тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, напряжение на нём, его электрическое сопротивление?

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.

Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе	Напряжение на резисторе	Электрическое сопротивление резистора

В2 В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

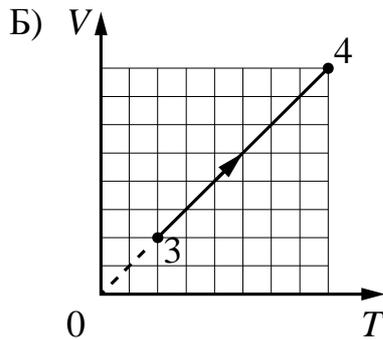
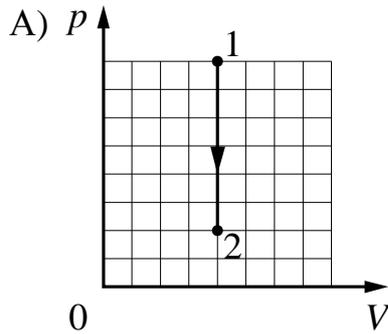
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Потенциальная энергия	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

В3 На рисунках А и Б приведены графики двух процессов 1–2 и 3–4, каждый из которых совершается одним молекул аргона. Графики построены в координатах p – V и V – T , где p – давление, V – объём и T – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдаёт теплоту.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдаёт теплоту.
- 3) Газ получает теплоту, но не совершает работы.
- 4) Газ получает теплоту и совершает работу.

Ответ:

А	Б

В4 С высоты h по наклонной плоскости из состояния покоя соскальзывает брусок массой m . Длина наклонной плоскости равна S , а коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ . 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 под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила трения, действующая на брусок
- Б) время движения бруска

ФОРМУЛЫ

- 1) $\sqrt{2g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}$
- 2) $\frac{mg}{S}(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})$
- 3) $\sqrt{\frac{2S^2}{g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}}$
- 4) $\frac{\mu mg}{S}\sqrt{S^2 - h^2}$

Ответ:

А	Б

Часть 3 (381)

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

A22 Пуля летит горизонтально со скоростью 200 м/с и пробивает насквозь деревянный брусок массой 100 г, лежащий на столе. При вылете пули из бруска её скорость равна 100 м/с, а скорость бруска равна 10 м/с. Какова масса пули?

- 1) 0,1 г
- 2) 5 г
- 3) 10 г
- 4) 100 г

A23 Гелий, масса которого равна 16 г, поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, примерно равна

- 1) 2,0 кДж
- 2) 0,5 кДж
- 3) 1,5 кДж
- 4) 1,0 кДж

A24 Кольцо радиуса 10 см из тонкой проволоки с сопротивлением 0,01 Ом находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого пересекают плоскость кольца под углом 60° . За какое время в кольце выделится количество теплоты 555 мкДж, если магнитная индукция возрастает со скоростью 0,05 Тл/с?

- 1) 1 с
- 2) 2 с
- 3) 3 с
- 4) 9 с

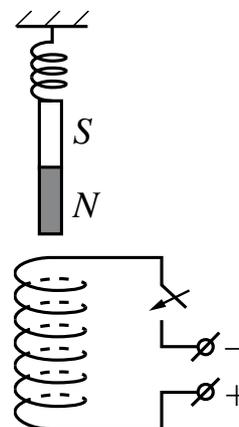
A25 Синус предельного угла полного внутреннего отражения при переходе света из стекла в воду равен $\frac{8}{9}$. Определите абсолютный показатель преломления стекла, если абсолютный показатель преломления воды $\frac{4}{3}$.

- 1) 1,2
- 2) 1,33
- 3) 1,5
- 4) 0,83

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

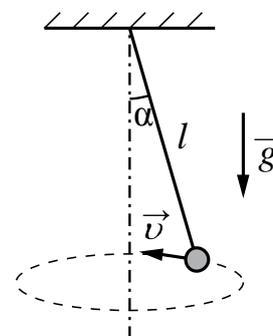
Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1 Непосредственно над неподвижно закреплённой проволочной катушкой вдоль её оси на пружине подвешен полосовой магнит (см. рисунок). Куда начнёт двигаться магнит сразу после замыкания ключа? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.



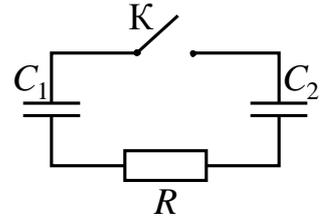
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2 Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной $l = 15$ см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 60^\circ$. С какой скоростью движется груз?

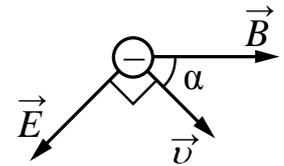


С3 В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 40\%$. Объём воздуха изотермически уменьшили в 5 раз. Какая часть α водяных паров сконденсировалась после сжатия?

C4 Заряженный конденсатор $C_1 = 1$ мкФ включён в последовательную цепь из резистора $R = 300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2 = 2$ мкФ и разомкнутого ключа K (см. рисунок). После замыкания ключа в цепи выделяется количество теплоты $Q = 30$ мДж. Чему равно первоначальное напряжение на конденсаторе C_1 ?



C5 Точечный отрицательный заряд $q = -1,5 \cdot 10^{-12}$ Кл движется в однородных электрическом и магнитном полях. Напряжённость электрического поля $E = 1200$ В/м; индукция магнитного поля $B = 0,03$ Тл. В некоторый



момент времени скорость заряда равна по величине $v = 10^5$ м/с и лежит в плоскости векторов \vec{B} и \vec{E} , при этом вектор \vec{v} перпендикулярен вектору \vec{E} и составляет с вектором \vec{B} угол $\alpha = 45^\circ$. Найдите величину результирующей силы, действующей на заряд со стороны электромагнитного поля в этот момент времени.

C6 Определите коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей за неделю уран-235 ${}_{92}^{235}\text{U}$ массой 1,4 кг, если её мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ.