

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ ТЕСТ № 1

Часть 1

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

A1. Эскалатор метро опускается со скоростью 0,75 м/с. Может ли человек, находящийся на нем, быть в покое в системе отсчета, связанной с Землей?

- 1) может, если человек движется со скоростью 0,75 м/с в сторону, противоположную движению эскалатора
- 2) может, если человек движется по эскалатору со скоростью 0,75 м/с в ту же сторону, что и эскалатор
- 3) может, если человек стоит на эскалаторе
- 4) не может ни при каких условиях

1 2 3 4 A1

A2. Начальная скорость тележки равна 4 м/с. Тележка начинает двигаться с ускорением 3 м/с². Определите скорость тележки через 5 с.

- 1) 17 м/с
- 2) 19 м/с
- 3) 23 м/с
- 4) 79 м/с

1 2 3 4 A2

A3. Диск радиусом R катится по горизонтальной поверхности прямолинейно равномерно. Скорость центра диска равна v . Чему равны модули скорости и ускорения самой верхней точки диска в системе отсчета, связанной с поверхностью Земли? Диск катится без проскальзывания.

- 1) v , $\frac{v^2}{R}$
- 2) v , $\frac{4v^2}{R}$
- 3) $2v$, $\frac{v^2}{R}$
- 4) $2v$, $\frac{4v^2}{R}$

1 2 3 4 A3

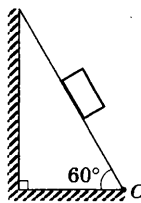
A4. Тело равномерно движется по плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 40 Н, сила трения 8 Н. Определите коэффициент трения скольжения.

- 1) 0,04
- 2) 0,2
- 3) 0,25
- 4) 0,8

1 2 3 4 A4

A5. При выполнении лабораторной работы ученик установил наклонную плоскость под углом 60° к поверхности стола. Длина плоскости равна 0,8 м. Момент силы тяжести бруска массой 0,15 кг относительно точки O при прохождении им середины наклонной плоскости равен

- 1) 0,15 Н·м
- 2) 0,30 Н·м
- 3) 0,45 Н·м
- 4) 0,60 Н·м



1 2 3 4 A5

A6. Движущийся бильярдный шар сталкивается с таким же неподвижным шаром. После соударения шары разлетелись так, что направления их скоростей составили угол 90° , при этом импульс одного шара стал равен 0,3 кг·м/с,

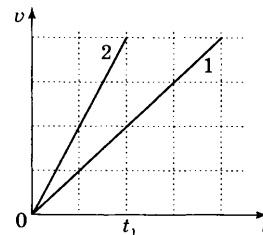
1 2 3 4 A6

а другого $0,4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Определите импульс двигавшегося шара до соударения.

- 1) $0,1 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 2) $0,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 3) $0,7 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 4) $0,25 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$

1 2 3 4 A7

A7. Первый автомобиль имеет массу 1200 кг , второй — 600 кг . На рисунке изображены графики зависимости скорости их движения от времени (соответственно). Определите отношение $\frac{E_{к1}}{E_{к2}}$ кинетических энергий автомобилей в момент времени t_1 .



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

1 2 3 4 A8

A8. Маятниковые часы отстают. Чтобы часы шли точно, необходимо уменьшить период колебаний маятника. Для этого необходимо

- 1) увеличить длину маятника
- 2) уменьшить длину маятника
- 3) увеличить массу маятника
- 4) уменьшить массу маятника

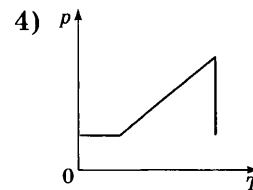
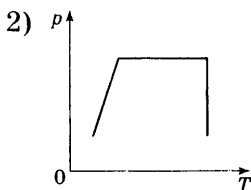
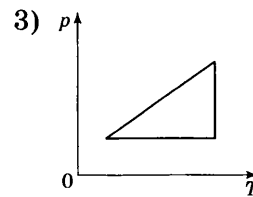
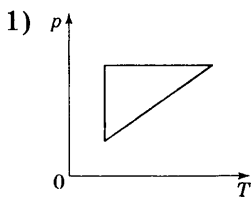
1 2 3 4 A9

A9. При нормальных условиях расстояния между молекулами сравнимы с размерами молекул. Это утверждение справедливо

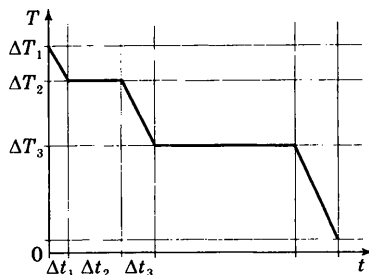
- 1) только для газов
- 2) только для газов и жидкостей
- 3) для газов, жидкостей и кристаллических тел
- 4) для жидкостей, аморфных и кристаллических тел

1 2 3 4 A10

A10. Идеальный газ постоянной массы сначала нагрели при постоянном давлении, потом его давление увеличили при постоянном объеме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшили до первоначального значения. Укажите график в системе координат pT , соответствующий этим изменениям состояния газа.



A11. На рисунке изображен график зависимости абсолютной температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ с вода находилась в газообразном состоянии.



Укажите выражение, которое определяет удельную теплоемкость жидкой воды по результатам этого опыта.

- 1) $\frac{P \cdot \Delta t_1}{m \cdot \Delta T_1}$ 2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$ 3) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$ 4) $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

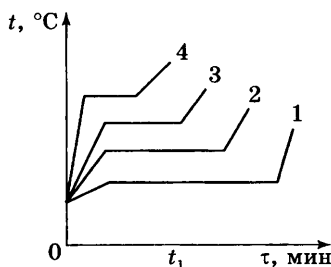
1 2 3 4 A11

A12. В сосуде находится 100 кг азота при температуре 280 К и давлении 10^5 Па. Определите объем сосуда.

- 1) $41,6 \text{ м}^3$ 3) $83,1 \text{ м}^3$
2) $4,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ 4) $8,3 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$

1 2 3 4 A12

A13. На рисунке изображены графики зависимости температуры четырех веществ, нагревавшихся на одном и том же нагревателе, от времени. В начале нагревания все эти вещества находились в жидком состоянии. Определите, какое из веществ имеет наибольшую температуру кипения.



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

1 2 3 4 A13

A14. В понедельник температура воздуха была выше, чем в воскресенье. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в эти дни оставалось постоянным. В какой из дней относительная влажность воздуха была больше?

- 1) в воскресенье
2) в понедельник
3) для ответа на вопрос недостаточно данных
4) относительная влажность воздуха в эти дни была одинаковой

1 2 3 4 A14

A15. Температура нагревателя идеальной тепловой машины равна 550 К, а температура холодильника составляет 440 К. Двигатель получил от нагревателя количество теплоты 50 кДж. Определите работу, которую совершило рабочее тело.

- 1) 5,0 кДж 3) 20,0 кДж
2) 10,0 кДж 4) 40,0 кДж

1 2 3 4 A15

A16. В вершинах квадрата расположены четыре электрически заряженные шарика. Величины и знаки зарядов шариков одинаковы. Каждый из шариков создаёт в точке

1 2 3 4 A16

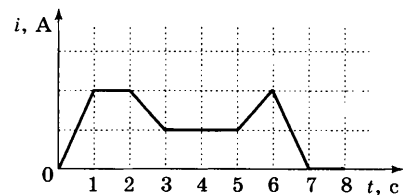
пересечения диагоналей квадрата электрическое поле, напряженность которого равна E . Результирующая напряженность поля в точке пересечения диагоналей квадрата, создаваемая всеми четырьмя шариками равна

- 1) 0 2) $4E$ 3) $2\sqrt{2}E$ 4) $4\sqrt{2}E$

1 2 3 4 A17

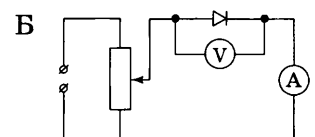
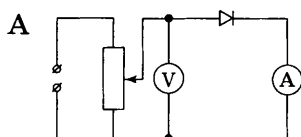
A17. На рисунке изображен график зависимости силы тока в лампочке от времени. Укажите промежутки времени, в которые напряжение на контактах лампы уменьшалось. Сопротивление лампочки считайте неизменным.

- 1) 0–1 с и 5–6 с
2) 1–2 с и 3–4 с
3) 3–4 с и 7–8 с
4) 2–3 с и 6–7 с



1 2 3 4 A18

A18. Какую из электрических схем, изображенных на рисунке, следует использовать при исследовании зависимости прямого тока диода от напряжения? Амперметр и вольтметр не идеальны.



- 1) А
2) Б
3) можно использовать обе схемы
4) ни одну из схем использовать нельзя

1 2 3 4 A19

A19. В первый образец четырехвалентного кремния добавили трехвалентный индий, а во второй такой же образец добавили пятивалентный фосфор. Укажите тип проводимости, которым после этого в основном будут обладать эти образцы полупроводника.

- 1) оба образца — дырочной
2) оба образца — электронной
3) первый образец — дырочной, второй образец — электронной
4) первый образец — электронной, второй образец — дырочной

1 2 3 4 A20

A20. Электрон ${}^0_{-1}e$ и нейтрон 1_0n влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $2v$ и v соответственно. Определите отношение модулей сил $\frac{F_n}{F_e}$, действующих на них со стороны магнитного поля.

- 1) 0 2) $\frac{1}{2}$ 3) 1 4) 2

A21. В процессе распространения электромагнитной волны в вакууме

- 1) происходит только перенос энергии
- 2) происходит только перенос импульса
- 3) происходит перенос и энергии, и импульса
- 4) не происходит переноса ни энергии, ни импульса

1 2 3 4 A21

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является набор символов, которые следует записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными образцами.

B1. Космическая ракета стартует с космодрома. Как изменяются в процессе старта ракеты ее масса, скорость и давление воздуха в ракете?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

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

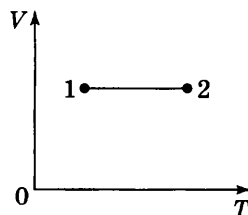
Масса ракеты	Скорость ракеты	Давление воздуха в ракете

B1

B2. Некий идеальный газ при постоянном давлении был переведен из состояния 1 в состояние 2, как изображено на графике. Как изменились при этом объем, температура и масса газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась



Объем газа	Температура газа	Масса газа

B2

B3. Конденсатор, входящий в состав колебательного контура, зарядили и отсоединили от источника напряжения. После этого площадь пластин конденсатора увеличили. Как это повлияло на емкость конденсатора, частоту электромагнитных колебаний в контуре и максимальную энергию, накопленную в конденсаторе?

B3

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Емкость конденсатора	Частота колебаний	Максимальная энергия

В4

В4. Электромагнитная волна переходит из среды с показателем преломления $n_1 = 1,3$ в среду с показателем преломления $n_2 = 1,5$. Как при этом изменяются частота, скорость распространения и длина волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Частота	Скорость распространения	Длина волны

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

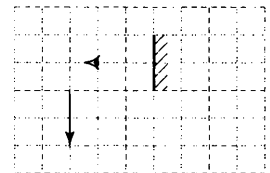
Часть 3

При выполнении заданий (A22–A25) этой части в бланках ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «х». Для записи ответов к заданиям (С1–С6) используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (С1 и т. д.), а затем полное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

1 2 3 4 A22

A22. На сколько клеток и в каком направлении (см. рисунок) следует переместить стрелку, чтобы изображение стрелки в зеркале было видно наблюдателю полностью?

- 1) стрелку перемещать не надо, она и так видна наблюдателю полностью
- 2) стрелку переместить на 1 клетку вправо
- 3) стрелку переместить на 1 клетку влево
- 4) стрелку переместить на 1 клетку вниз



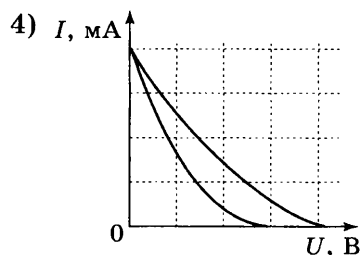
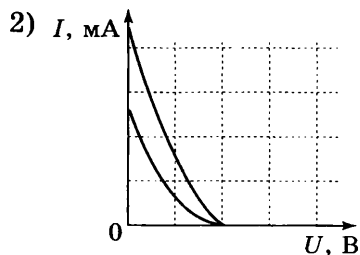
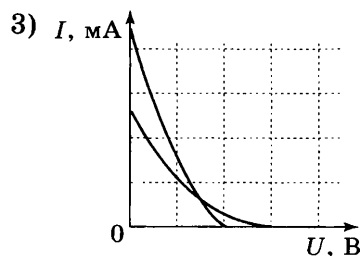
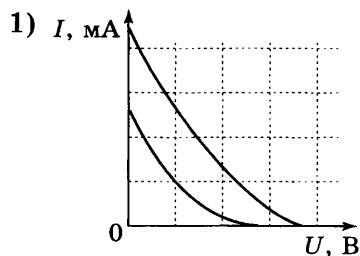
1 2 3 4 A23

A23. Луч лазера направлен перпендикулярно плоскости дифракционной решетки. На удалённом экране (расстояние до экрана $L \gg 10$ см) образуется дифракционная картина.

Расстояние между нулевым и первым дифракционными максимумами на экране равно 10 см. Расстояние между нулевым и вторым дифракционными максимумами примерно равно

- 1) 5 см
- 2) 10 см
- 3) 20 см
- 4) 40 см

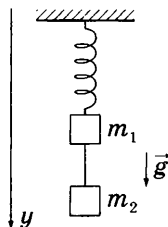
A24. Во время проведения эксперимента металлическую пластинку фотокатода дважды освещали монохроматическим светом одной и той же частоты, но разной интенсивности. При этом исследовали зависимость фототока от приложенного напряжения между фотокатодом и анодом. Укажите рисунок, на котором правильно изображены графики, отражающие результаты этих экспериментов.



A25. Период полураспада ядер радиоактивного изотопа некоего химического элемента равен 25 мин. Через какой период времени распадется $\frac{3}{4}$ ядер этого элемента?

- 1) 12,5 мин
- 2) 25 мин
- 3) 37,5 мин
- 4) 50 мин

C1. К нижнему концу легкой пружины подвешены связанные невесомой нитью грузы: верхний массой $m_1 = 0,4$ кг и нижний массой $m_2 = 0,1$ кг (см. рис.). Нить, соединяющую грузы, пережигают. Найти модуль ускорения, с которым начнет двигаться верхний груз?

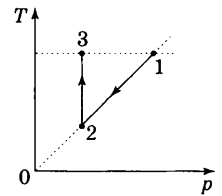


1 2 3 4 A24

1 2 3 4 A25

С2. Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол 60° и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г, летящая навстречу шару. Она пробивает его и продолжает двигаться горизонтально. Определите изменение скорости пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол 39° . (Массу шара считать неизменной, диаметр шара — пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити, $\cos 39^\circ = \frac{7}{9}$).

С3. 3 моль идеального одноатомного газа охладили, уменьшив давление в 3 раза. Затем газ нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 2–3?



С4. Конденсатор, электрическая емкость которого 1000 мкФ, заряжают до напряжения 70 В, к его выводам подключают цепочку из трех резисторов 100 Ом, 200 Ом и 400 Ом, соединенных параллельно. Какое количество теплоты выделится в резисторе 100 Ом?

С5. Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,05 \text{ м}^2$, ограниченная проводящим контуром, находится в однородном магнитном поле. Пока проекция магнитной индукции на вертикаль z равномерно меняется от $B_{1z} = 3 \text{ Тл}$ до $B_{2z} = -5 \text{ Тл}$, по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,04 \text{ Кл}$. Найдите сопротивление контура.

С6. Какова длина волны λ_k , соответствующая красной границе фотоэффекта, если при облучении металлической пластинки светом с длиной волны $\lambda = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ максимальная скорость выбитых электронов составляет 851 км/с? Ответ округлите до сотен нанометров.

Ответы к тренировочному тесту № 1

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	1	A14	3
A2	2	A15	2
A3	3	A16	2
A4	2	A17	4
A5	2	A18	2
A6	2	A19	3
A7	3	A20	1
A8	2	A21	3
A9	4	A22	3
A10	1	A23	3
A11	1	A24	2
A12	2	A25	2
A13	3		

Часть 2

№ задания	Ответ
B1	213
B2	312
B3	123
B4	322

Часть 1. Ответы с объяснениями

A1. Формула сложения скоростей: $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$.

Так как по условию $\vec{v} = 0$, то $\vec{v}_1 = -\vec{v}_2$.

Ответ: 1.

A2. Дано:

$$v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$t = 5 \text{ с}$$

$$v = ?$$

Решение:

$$v = v_0 + at;$$

$$v = 4 + 3 \cdot 5 = 19 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

Ответ: 2.

A3. Формула сложения скоростей:

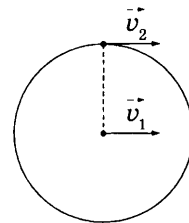
$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2.$$

$$v = 2v$$

Ускорение тела, равномерно движущегося по окружности в любой ее точке, центростремительное и равно $a = \frac{v^2}{R}$.

$$a = \frac{v^2}{R}.$$

Ответ: 3.



A4. Дано:

$$N = 40 \text{ Н}$$

$$F_{\text{тр}} = 8 \text{ Н}$$

$$\mu - ?$$

Решение:

$$F_{\text{тр}} = \mu N; \mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N};$$

$$\mu = \frac{8}{40} = 0,2.$$

Ответ: 2.

A5. Дано:

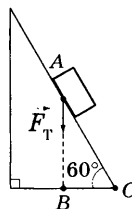
$$\alpha = 60^\circ$$

$$l = 0,8 \text{ м}$$

$$m = 0,15 \text{ кг}$$

$$M - ?$$

Решение:



$$M = F \cdot d; F_{\text{т}} = mg;$$

$$\cos \alpha = 60^\circ; d = BO;$$

$$AO = \frac{l}{2};$$

$$BO = AO \cdot \cos \alpha = \frac{l}{2} \cos \alpha;$$

$$M = mg \cdot \frac{l}{2} \cos \alpha;$$

$$M = \frac{0,15 \cdot 10 \cdot 0,8}{2 \cdot 2} = 0,3 \text{ (Н} \cdot \text{м)}.$$

Ответ: 2.

A6. Дано:

$$m = m_1 = m_2$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$p_1' = 0,3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

$$p_2' = 0,4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

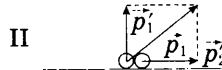
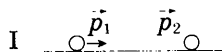
$$p_2 = 0$$

$$p_1 - ?$$

Решение:

Закон сохранения импульса:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$



$$\vec{p}_1 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'; p_1 = \sqrt{p_1'^2 + p_2'^2};$$

$$p_1 = \sqrt{(0,3)^2 + (0,4)^2} = 0,5 \left(\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right).$$

$$\text{Ответ: } p_1 = 0,5 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

Ответ: 2.

A7. Дано:
 $m_1 = 1200$ кг
 $m_2 = 600$ кг
 t_1

Решение:

$E_k = \frac{mv^2}{2}$. На графике видно, что в момент времени t_1 : $v_2 = 2v_1$.

Тогда $E_{k_1} = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2}$, а $E_{k_2} = \frac{m_2 \cdot 4v_1^2}{2}$;

$$\frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \frac{m_2 \cdot 4v_1^2 \cdot 2}{2 \cdot m_1 \cdot v_1^2} = \frac{4m_2}{m_1};$$

$$\frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \frac{4 \cdot 600}{1200} = 2.$$

Ответ: 3.

A8. Период колебаний математического маятника: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Так как $T \sim l$, поэтому чтобы уменьшить период колебаний, необходимо уменьшить длину маятника.

Ответ: 2.

A9. В газах расстояние между молекулами в среднем во много раз больше размеров самих молекул. А в жидкостях, аморфных и кристаллических телах при нормальных условиях расстояния между молекулами сравнимы с размерами самих молекул.

Ответ: 4.

A10. 1 — $p = \text{const}$, T — увеличилась — изобарный процесс;
 2 — p — увеличили, $V = \text{const}$ — изохорный процесс;
 3 — $T = \text{const}$, p — уменьшили — изотермический процесс.

Ответ: 4.

A11. За период времени Δt_1 — газ охлаждали до температуры T_1 . За период времени Δt_2 — произошла конденсация газа в воду. За период времени Δt_3 — воду охлаждали до температуры T_2 .

Тогда $Q = c m \Delta T_2$; $Q = A$; $A = P \cdot \Delta t_3$. $c = \frac{P \Delta t_3}{m \Delta T_2}$.

Ответ: 3.

A12. Дано:

N_2
 $m = 100$ кг
 $T = 280$ К
 $p = 10^5$ Па
 $V = ?$

Решение:

$$pV = \frac{m}{M} kT; \quad k = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}};$$

$$V = \frac{mkT}{Mp}; \quad M(N_2) = 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}};$$

$$V = \frac{10^2 \cdot 8,31 \cdot 280}{28 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5} = 83,1 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Ответ: 3.

A13. Ответ: 4.

A14. $\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$; $p_0 = \frac{mRT}{MV}$; $\varphi = \frac{p \cdot 100\% \cdot M \cdot V}{mRT}$. То есть

$\varphi \sim \frac{1}{T}$, чем больше температура, тем меньше относительная влажность воздуха.

Ответ: 1.

A15. Дано:

$$T_1 = 550 \text{ К}$$

$$T_2 = 440 \text{ К}$$

$$Q_1 = 50 \text{ кДж}$$

$$A = ?$$

Решение:

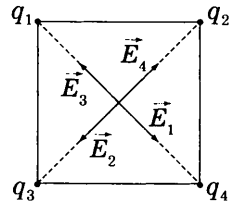
$$\eta = \frac{A}{Q_1};$$

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1};$$

$$\frac{A}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \Rightarrow A = \frac{Q_1(T_1 - T_2)}{T_1};$$

$$A = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot (550 - 440)}{550} = 10,0 \text{ (кДж)}.$$

Ответ: 2.



A16. Принцип суперпозиции полей: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4$.

Так как величины и знаки зарядов шариков одинаковы, то, применяя правило сложения векторов, получаем $\vec{E} = 0$.

Ответ: 1.

A17. Согласно закону Ома для участка цепи $I = \frac{U}{R}$. Т. е.

$I \sim U$. Так как $R = \text{const}$, то напряжение на контактах лампы уменьшилось, когда уменьшилась сила тока.

Ответ: 4.

A18. Вольт-амперная характеристика диода — зависимость тока от напряжения.

Ответ: 1.

A19. В первом образце концентрация дырок превышает концентрацию электронов проводимости. Такие полупроводники называются *дырочными полупроводниками*.

Во втором образце электроны служат основными носителями заряда, а дырки неосновными, поэтому второй проводник называется *электронным полупроводником*.

Ответ: 3.

A20. $F = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$, $\sin \alpha = 1$;

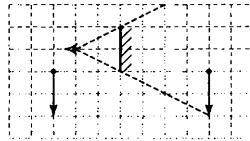
$$\frac{F_n}{F_e} = \frac{|q_n| \cdot v \cdot B}{|q_e| \cdot v \cdot B}, \text{ т. к. } q_n = 0, \text{ то } \frac{F_n}{F_e} = 0.$$

Ответ: 1.

A21. Электромагнитные волны переносят энергию и импульс, т. к. электромагнитное поле обладает всеми признаками материальных тел — энергией, конечной скоростью распространения, импульсом, массой.

Ответ: 3.

A22. При помощи построения получаем, что стрелку необходимо переместить на клетку влево. Вследствии закона отражения света мнимое изображение предмета располагается симметрично относительно зеркальной поверхности. Размер изображения равен размеру самого предмета.



Ответ: 3.

A23. Дано:

Решение:

$$d_1 = 10 \text{ см}$$

$$k_1 = 1$$

$$k_2 = 2$$

$$d_2 = ?$$

$$d \sin \varphi = k\lambda; \quad d_2 = \frac{k_2 \lambda}{\sin \varphi}; \quad \sin \varphi = \frac{k_1 \lambda}{d_1};$$

$$d_2 = \frac{k_2 \lambda d_1}{k_1 \lambda} = \frac{k_2 d_1}{k_1}; \quad d_2 = \frac{2 \cdot 10}{1} = 20 \text{ (см)}$$

Ответ: 3.

A24. Так как $v_1 = v_2$, а от интенсивности света задерживающее напряжение не зависит.

Ответ: 2.

A25. Дано:

Решение:

$$T = 25 \text{ мин}$$

$$N = \frac{3}{4} N_0$$

$$t = ?$$

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}; \quad \frac{3}{4} N_0 = N_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right); \quad \frac{1}{4} = 2^{-\frac{t}{T}};$$

$$2^{-2} = 2^{-\frac{t}{25}}; \quad -2 = -\frac{t}{25}; \quad t = 50 \text{ (мин)}.$$

Ответ: 4.

Часть 2. Ответы с объяснениями

B1. Для замкнутой системы «ракета + газы» на основании закона сохранения импульса можно записать:

$$V = \frac{m}{M} u,$$

где V — скорость ракеты; M — масса ракеты; m — масса газов; u — скорость газа.

Поэтому для увеличения скорости ракеты, необходимо уменьшение массы ракеты.

Ответ: 213.

- B2.** Из условия $p = \text{const}$, $V = \text{const}$, $T_2 > T_1$. Из уравнения Менделеева – Клапейрона $pV = \frac{m}{M}RT$ находим $m = \frac{p \cdot V \cdot M}{RT}$, т. е. $m \sim \frac{1}{T}$, при увеличении температуры масса уменьшается.

Ответ: 312.

- B3.** $S_2 > S_1$. $C \sim \frac{S\epsilon}{d}$, т. е. при увеличении площади пластин емкость конденсатора увеличивается.

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$; $\omega_0 \sim \frac{1}{C}$ — при увеличении емкости, частота колебаний уменьшается.

Максимальная энергия накопленная в конденсаторе не изменяется.

Ответ: 123.

- B4.** $n_1 = 1,3$; $n_2 = 1,5$. Частота электромагнитной волны не изменилась. Из $\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$ видно, что при увеличении показателя преломления скорость уменьшается.

Так как $v = \lambda \cdot \nu$, то при уменьшении скорости распространения длина волны так же уменьшается.

Ответ:

Часть 3. Ответы с объяснениями

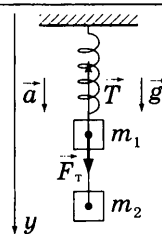
C1. Дано:

Решение:

Баллы
1 балл
2 балла
3 балла

Возможное решение

$m_1 = 0,4$ кг
 $m_2 = 01$, кг
 $a_1 = ?$



Согласно II закону Ньютона:

$$\vec{F} = m\vec{a};$$

$$\vec{F} = \vec{F}_r + \vec{N}$$

или

$$\vec{a}_1 m_1 = m_1 \vec{g} + (m_1 + m_2) \vec{g} \quad (1)$$

Проецируем на ось y :

$$a_1 m_1 = m_1 g - (m_1 + m_2)g \quad (2)$$

Отсюда, ускорение направлено вниз и равно по величине

$$a_1 = g \frac{m_2}{m_1}, \quad [a_1] = \frac{\text{М кг}}{\text{с}^2 \text{ кг}} = \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

$$a_1 = \frac{9,8 \cdot 0,1}{0,4} = 2,5 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}^2} \right).$$

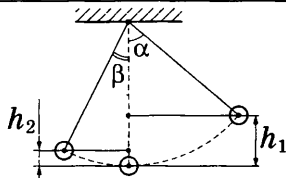
Ответ: $2,5 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$.

С2. Дано:

Решение:

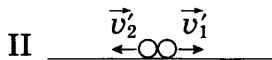
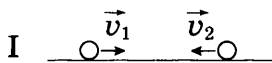
Возможное решение

$$\begin{aligned}
 M &= 1 \text{ кг} \\
 l &= 90 \text{ см} = \\
 &= 0,9 \text{ м} \\
 \alpha &= 90^\circ, \\
 \cos \alpha &= \frac{1}{2} \\
 m &= 10 \text{ г} = \\
 &= 0,01 \text{ кг} \\
 \beta &= 36^\circ, \\
 \cos \beta &= \frac{7}{9} \approx 0,78 \\
 \Delta v &= ?
 \end{aligned}$$



Согласно закону сохранения импульса:

$$M\bar{u} + m\bar{v}_1 = M\bar{u}' + m\bar{v}_2.$$



$$Mu - mv_1 = Mu' - mv_2;$$

$$M(u - u') = m(v_1 - v_2).$$

$$\text{Отсюда: } \Delta v = v_2 - v_1 = \frac{M}{m}(u' - u).$$

$E_n = E_k$ — закон сохранения энергии.

$$Mgh_1 = \frac{Mu^2}{2};$$

$$h_1 = l(1 - \cos \alpha);$$

$$u^2 = 2gl(1 - \cos \alpha).$$

Отсюда, скорость шара до столкновения с пулей:

$$u = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}.$$

Согласно закону сохранения энергии, после столкновения:

$$Mgh_2 = \frac{Mu'^2}{2}.$$

$h_2 = l(1 - \cos \beta)$. Отсюда, скорость шара после столкновения с пулей:

$$u' = \sqrt{2gl(1 - \cos \beta)}.$$

$$|\Delta v| = \left| \frac{m}{M} \left\{ \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} - \sqrt{2gl(1 - \cos \beta)} \right\} \right|.$$

$$\begin{aligned}
 |\Delta v| &= \left| \frac{1}{0,01} \left\{ \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,9 \left(1 - \frac{1}{2}\right)} - \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. - \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,9(1 - 0,78)} \right\} \right| = 100 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)
 \end{aligned}$$

Ответ: $100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Баллы

1 балл

2 балла

3 балла

4 балла

Баллы
1 балл
2 балла
3 балла
4 балла

С3. Дано:

Решение:

	Возможное решение
$\nu = 3$ моль $\frac{p_1}{p_2} = 3$ $T_1 = 300$ К $k = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	Первый закон термодинамики: $Q = \Delta U + A'$ $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23};$ $Q_{23} = \frac{3}{2} \nu k \Delta T_{23} + \nu k \Delta T_{23};$ $A_{23} = \nu k \Delta T_{23}.$
$Q = ?$	$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu k \Delta T_{23} + \nu k \Delta T_{23}; \quad Q_{23} = \frac{5}{2} \nu k \Delta T_{23}.$

Так как $T_3 = T_1$, то закон Шарля: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$.

Отсюда, согласно условию задачи: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} = 3$. Следовательно: $T_2 = \frac{T_1}{3}$.

Подставляем в формулу, получаем:

$$Q = \frac{5}{2} \nu k \left(T_1 - \frac{T_1}{3} \right); \quad Q = \frac{5}{2} \nu k T_1.$$

$$[Q] = \frac{\text{моль} \cdot \text{Дж} \cdot \text{К}}{\text{моль} \cdot \text{К}} = \text{Дж}.$$

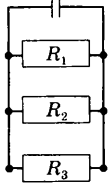
$$Q = \frac{5}{2} \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 300 = 12\,465 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 12 465 Дж.

Баллы
1 балл
2 балла
3 балла

С4. Дано:

Решение:

	Возможное решение
$C = 1000$ мкФ = $= 10^{-3}$ Ф $U = 70$ В $R_1 = 100$ Ом $R_2 = 200$ Ом $R_3 = 400$ Ом	 Энергия конденсатора: $W = \frac{CU^2}{2};$
$W_2 = ?$	$W = \frac{U^2 t}{R};$

$$W_1 : W_2 : W_3 = \frac{U^2}{R_1} : \frac{U^2}{R_2} : \frac{U^2}{R_3} = \frac{1}{100} : \frac{1}{200} : 4 \frac{1}{100} = 4 : 2 : 1$$

Полная энергия конденсатора: $W = W_1 + W_2 + W_3$.

$$\left(\frac{7}{7} = \frac{4}{7} + \frac{2}{7} + \frac{1}{7} \right); \quad W_2 = \frac{2}{7} W.$$

$$W_2 = \frac{2}{7} \cdot \frac{CU^2}{2} = \frac{CU^2}{7}; [W_2] = \Phi \cdot B^2 = \frac{\text{Кл}B^2}{B} = \text{Дж}.$$

$$W_2 = \frac{10^{-3} \cdot 70^2}{7} = 1,4 \text{ (Дж)}.$$

Ответ: 1,4 Дж.

4 балла

С5. Дано:

Решение:

Возможное решение

$$\begin{aligned} S &= 0,05 \text{ м}^2 \\ B_{1z} &= 3 \text{ Тл} \\ B_{2z} &= -5 \text{ Тл} \\ \Delta q &= 0,04 \text{ Кл} \\ R &= ? \end{aligned}$$

Закон электромагнитной индукции:

$$\varepsilon_i = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|.$$

$$\Delta \Phi = \Delta B_z S.$$

$$\text{Отсюда: } \varepsilon_i = S \left| \frac{\Delta B_z}{\Delta t} \right|.$$

$$\varepsilon_i = I_i R;$$

$$I_i = \frac{\Delta q}{\Delta t}; I_i = \frac{S}{R} \left| \frac{\Delta B_z}{\Delta t} \right|;$$

$$|\Delta q| = I \Delta t = \frac{S}{\Delta q} |B_{2z} - B_{1z}|.$$

$$\text{Отсюда: } R = \frac{S}{\Delta q} |B_{2z} - B_{1z}|.$$

$$[R] = \frac{\text{м}^2 \cdot \text{Тл}}{\text{Кл}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{А} \cdot \text{м} \cdot \text{Кл}} = \frac{\text{В}}{\text{А}} = \text{Ом}.$$

$$R = \frac{0,05(3+5)}{0,04} = 10 \text{ (Ом)}$$

Ответ: 10 Ом.

Баллы

1 балл

2 балла

3 балла

4 балла

5 баллов

С6. Дано:

Решение:

Возможное решение

$$\lambda = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$v = 851 \frac{\text{км}}{\text{с}} =$$

$$= 851 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\lambda_{\text{кр}} = ?$$

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}.$$

$$\frac{mv^2}{2} = h\nu - h\nu_{\text{min}}; \lambda = \frac{c}{\nu}.$$

$$\nu_{\text{min}} = \frac{c}{\lambda_{\text{кр}}}; A_{\text{вых}} = \frac{ch}{\lambda_{\text{кр}}};$$

Баллы

1 балл

2 балла

3 балла

3 балла

4 балла

$$\frac{mv^2}{2} = h\nu - \frac{ch}{\lambda_{\text{кр}}}; \quad \frac{ch}{\lambda_{\text{кр}}} = h\nu - \frac{mv^2}{2};$$

$$\lambda_{\text{кр}} = \frac{hc}{\frac{hc}{\lambda} - \frac{mv^2}{2}}.$$

$$\lambda_{\text{кр}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^7} - \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 851^2 \cdot 10^6}{2}}$$

$$= 600 \text{ (нм)}.$$

Ответ: 600 нм.