Задания с развернутым ответом по молекулярной физике

1.

Образец возможного решения
Шар поднимет груз при условии: $(M + m)g + m_ш g = \rho V g$, где M и m — масса оболочки шара и масса груза, $m_ш$ — масса воздуха в шаре и $\rho V = m_a$ — масса такого же по объему воздуха вне шара. Сокращая уравнение на g, имеем: $M + m = m_a - m_ш$. При нагревании воздуха в шаре его давление p и объем V не меняются. Следовательно, согласно уравнению Менделеева—Клапейрона, $pV = \frac{m_Ш}{\mu} RT_Ш = \frac{m_a}{\mu} RT_a$, где μ — средняя молярная масса воздуха, $T_ш$ и T_a — его температуры внутри и вне шара. Отсюда: $m_Ш = m_a \frac{T_a}{T_Ш} = \rho V \frac{T_a}{T_Ш}$, где ρ – плотность окружающего воздуха;

Образец возможного решения
$m_a - m_Ш = \rho V\left(1-\frac{T_a}{T_Ш}\right)$; $M+m=\rho V\left(1-\frac{T_a}{T_Ш}\right)$. Следовательно, $$\left(1-\frac{T_a}{T_Ш}\right)=\frac{M+m}{\rho V}=\frac{400+200}{1{,}2\cdot 2500}=0{,}2;\quad \frac{T_a}{T_Ш}=1-0{,}2=0{,}8;$$ $$T_Ш=\frac{T_a}{0{,}8}=\frac{280}{0{,}8}=350\ (\text{К}).$$ Ответ: $T_ш = 77°C$.

2.

Образец возможного решения
Шар поднимет груз при условии: $(M + m)g + m_ш g = \rho Vg$, где M и m — масса оболочки шара и масса груза, $m_ш$ — масса воздуха в шаре и $\rho V = m_a$ — масса такого же по объему воздуха вне шара. Сокращая уравнение на g, имеем: $M + m = m_a - m_ш$.   При нагревании воздуха в шаре его давление p и объем V не меняются. Следовательно, согласно уравнению Менделеева—Клапейрона, $pV=\frac{m_Ш}{\mu}RT_Ш=\frac{m_a}{\mu}RT_a$, где μ — средняя молярная масса воздуха, $T_ш$ и T_a — его температуры внутри и вне шара. Отсюда: $m_Ш=m_a\frac{T_a}{T_Ш}=\rho V\frac{T_a}{T_Ш}$, где ρ – плотность окружающего воздуха; $m_a - m_Ш = \rho V\left(1-\frac{T_a}{T_Ш}\right)$; $M+m=\rho V\left(1-\frac{T_a}{T_Ш}\right)$. Следовательно, $$m=\rho V\left(1-\frac{T_a}{T_Ш}\right)-M=1{,}2\cdot 2500\left(1-\frac{280}{350}\right)-400=200\,(\text{кг}).$$ Ответ: $m = 200$ кг.

3.

Образец возможного решения
Шар поднимет груз при условии: $(M + m)g + m_ш g = \rho Vg$, где M и m — масса оболочки шара и масса груза, $m_ш$ — масса воздуха в шаре и $\rho V = m_a$ — масса такого же по объему воздуха вне шара. Сокращая уравнение на g, имеем: $M + m = m_а - m_ш$.

Образец возможного решения

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объем не меняются. Следовательно, согласно уравнению Менделеева—Клапейрона,

$pV = \frac{m_Ш}{\mu} RT_Ш = \frac{m_a}{\mu} RT_a$, где μ — средняя молярная масса воздуха, $T_ш$ и T_a — его температуры внутри и вне шара.

Отсюда: $m_Ш = m_a \frac{T_a}{T_Ш} = \rho V \frac{T_a}{T_Ш}$, ,

где ρ — плотность окружающего воздуха;

$$m_a - m_Ш = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_Ш}\right);$$

$$M + m = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_Ш}\right).$$

Следовательно,

$$M = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_Ш}\right) - m = 1{,}2 \cdot 2500\left(1 - \frac{280}{350}\right) - 200 = 400 \text{ (кг)}.$$

Ответ: $M = 400$ кг.

4.

Образец возможного решения

Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_г g - m_в g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, $m_г$ — масса гелия, а $F = m_в g$ — сила Архимеда, действующая на шар.
Из условия равновесия следует: $M + m = m_в - m_г$.

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Менделеева—Клапейрона, $pV = \frac{m_Г}{\mu_Г} RT = \frac{m_В}{\mu_В} RT$, где $\mu_г$ — молярная масса гелия,
$\mu_в$ — средняя молярная масса воздуха, V — объем шара.

Отсюда: $m_В = m_Г \frac{\mu_В}{\mu_Г}$;

$$m_В - m_Г = m_Г \left(\frac{\mu_В}{\mu_Г} - 1\right) = m_Г \left(\frac{29}{4} - 1\right) = 6{,}25\, m_г;$$

$$M + m = 6{,}25 m_г.$$

Следовательно, $m = 6{,}25 m_г - M = 6{,}25 \cdot 100 - 400 = 225$ (кг).

Ответ: $m = 225$ кг.

5.

Образец возможного решения
Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_г g - m_в g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, $m_г$ — масса гелия, а $F = m_в g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $$M + m = m_в - m_г.$$ Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Менделеева—Клапейрона, $pV = \frac{m_Г}{\mu_Г}RT = \frac{m_В}{\mu_В}RT$, где $\mu_г$ — молярная масса гелия, $\mu_в$ — средняя молярная масса воздуха, V — объем шара. Отсюда: $m_В = m_Г \frac{\mu_В}{\mu_Г}$; $$m_В - m_Г = m_Г\left(\frac{\mu_В}{\mu_Г} - 1\right) = m_Г\left(\frac{29}{4} - 1\right) = 6{,}25\, m_Г;$$ $$M + m = 6{,}25 m_Г.$$ Следовательно, $m_Г = \frac{M+m}{6{,}25} = \frac{625}{6{,}25} = 100$ (кг). Ответ: $m_г = 100$ кг.

6.

Образец возможного решения
Закон сохранения импульса при неупругом соударении: $mv_0 = (m + M)v_п$. Отсюда: $v_П = \frac{mv_0}{m+M}$, где m и M — соответственно масса пули и масса поршня, v_0 — скорость пули, $v_п$ — скорость поршня после попадания пули. Для внутренней энергии одноатомного идеального газа: $$U = \frac{3}{2}\nu RT.$$ Механическая энергия поршня с пулей превратится во внутреннюю энергию гелия. Поэтому: $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{(m+M)v_П^2}{2}$. Решив систему уравнений, получаем: $M = \frac{m^2 v_0^2}{3R\nu\Delta T} - m$. Ответ: $M \approx 90$ г.

7.

Образец возможного решения
Закон сохранения импульса при неупругом соударении: $mv_0 = (m + M)v_п$. Отсюда: $v_П = \dfrac{mv_0}{m+M}$, где m и M — соответственно масса пули и масса поршня, v_0 — скорость пули, $v_п$ — скорость поршня после попадания пули.   Для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа: $$U = \frac{3}{2}\nu RT.$$ Поскольку газ сжимается адиабатно, механическая энергия поршня с пулей превратится во внутреннюю энергию гелия. Поэтому: $$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{(m+M)v_П^2}{2}.$$ Отсюда: $\Delta T = \dfrac{m^2v_0^2}{3R\nu(m+M)} \approx 64$ (К).   Ответ: $\Delta T \approx 64$ К.

8.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Первый закон термодинамики, формулы расчета изменения внутренней энергии и работы газа в изобарном процессе: $$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23},$$ $$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23},\ A_{23} = \nu R\Delta T_{23}.$$ Следовательно, формула расчета количества теплоты: $Q_{23} = \dfrac{5}{2}\nu R\Delta T_{23}$, в которой учтено, что $T_3 = T_1$.   Применив закон Шарля для состояний 1 и 2: $\dfrac{P_1}{T_1} = \dfrac{P_2}{T_2}$, получим соотношение $T_2 = \dfrac{T_1}{3}$.   Проведя преобразования, получим формулу расчета количества теплоты и числовое значение: $\Delta T_{23} = \dfrac{2}{3}T_1$. $Q_{23} = \dfrac{5}{3}\nu RT_1 = 41,6$ (кДж).   Ответ: $Q_{23} = 41,6$ кДж.

9.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Первый закон термодинамики $\Delta U = Q + A_{вн.с.}$. Учитывая, что на участке 1–2 : $A_{12} = 0$, получим $Q_{12} = -\Delta U_{12}$. Формула расчета изменения внутренней энергии: $$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1).$$ Применив закон Гей-Люссака для состояний 2 и 3: $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2}$ и получим соотношение $T_2 = \frac{T_1}{3}$. Проведя преобразования, получим формулу расчета количества теплоты и числовое значение: $Q_{12} = \nu RT_1 = 2{,}5$ кДж. Ответ: $Q_{12} = 2{,}5$ кДж.

10.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Первый закон термодинамики, формулы расчета изменения внутренней энергии и работы газа в изобарном процессе: $$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}.$$ $$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{23}.\ A_{23} = \nu R\Delta T_{23}.$$ Следовательно, формула расчета количества теплоты: $Q_{23} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23}$, в которой учтено, что $T_3 = T_1$. Применив закон Шарля для состояний 1 и 2: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$, получим соотношение $T_2 = \frac{T_1}{3}$. Проведя преобразования, получим формулу расчета количества теплоты и числовое значение: $\Delta T_{23} = \frac{2}{3}T_1$. $Q_{23} = \frac{5}{3}\nu RT_1 = 41{,}6$ кДж. Ответ: $Q_{23} = 41{,}6$ кДж.

11.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Согласно первому закону термодинамики $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$, где $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$; $A_{12} = \nu R(T_2 - T_1)$. Следовательно, $Q_{12} = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_1)$. Согласно закону Шарля, $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$; следовательно, $T_2 = 3T_1$, и

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
$Q_{12} = 5\nu RT_1$. Ответ: $Q_{12} = 12{,}5$ кДж.

12.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Согласно первому закону термодинамики $\Delta U = Q + A$. На участке 2—3 имеем: $A_{23} = 0$. Следовательно, $Q_{23} = \Delta U_{23}$. Но $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$. Согласно закону Шарля $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$. Следовательно, $T_3 = \frac{T_2}{3} = \frac{T_1}{3}$, $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1}{3} - T_1\right) = -\nu RT_1$, $Q_{23} = \nu RT_1 = 2{,}5$ кДж. Ответ: $Q_{23} = 2{,}5$ кДж.

13.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) Записаны формулы расчета работы: $A_{23} = \nu R(T_3 - T_2)$, $A_{123} = A_{12} + A_{23}$. 2) Применен первый закон термодинамики для адиабатного процесса, использована формула расчета изменения внутренней энергии, учтено равенство температур $T_1 = T_3$ и получена формула расчета A_{12}: $A_{12} = -\Delta U_{12}$, $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$. $A_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$. 3) Проведены преобразования, получена формула расчета работы газа при изобарном расширении и рассчитано числовое значение: $(T_3 - T_2) = \frac{2}{5}\frac{A_{123}}{\nu R}$, $A_{23} = \frac{2}{5}A_{123}$, $A_{23} = 2$ кДж.

14.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) Записаны формулы расчета работы:

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
$A_{123} = A_{12} + A_{23}$, $A_{23} = \nu R(T_3 - T_2)$. 2) Применен первый закон термодинамики для адиабатного процесса и использована формула расчета изменения внутренней энергии: $\Delta U_{12} = -A_{12}$, $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$. Учтено, что $T_3 = T_1$. 3) Получена формула расчета работы газа для адиабатного процесса и выражена разность температур $A_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$. $T_3 - T_2 = \frac{2}{3}\frac{A_{12}}{\nu R}$. 4) Получена формула расчета работы при изобарном процессе, работы газа за весь процесс 1–2–3 и рассчитано числовое значение: $A_{23} = \frac{2}{3}A_{12}$ $A_{123} = \frac{5}{3}A_{12}$. $A_{123} = 5$ кДж.

15.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна его температуре и количеству вещества газа. Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона: $pV = \nu RT$ (p — давление газа, V — объем сосуда, R — газовая постоянная, T — температура газа, ν — количество вещества газа). Из него видно, что произведение νT пропорционально произведению pV. Значит, согласно условиям задачи, внутренняя энергия воздуха (как и произведение pV) увеличилась в 2 раза. Ответ: $E_{вн}$ увеличилась в 2 раза.

16.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна его температуре и количеству вещества газа. Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона: $pV = \nu RT$ (p — давление газа, V — объем сосуда, R — газовая постоянная, T — температура газа, ν — количество вещества газа). Из него видно, что произведение νT пропорционально произведению pV. Значит, согласно условиям задачи, внутренняя энергия воздуха (как и произведение pV) увеличилась в 2 раза. Ответ: $E_{вн}$ увеличилась в 2 раза.

17.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна его температуре и количеству вещества газа. Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона: $pV = \nu RT$ (p — давление газа, V — объем сосуда, R — газовая постоянная, T — температура газа, ν — количество вещества газа). Из него видно, что произведение νT пропорционально произведению pV. Значит, согласно условиям задачи внутренняя энергия газа (как и произведение pV) уменьшилась в 6 раз.   Ответ: $E_{вн}$ уменьшилась в 6 раз.

18.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)

Элементы ответа:

1) Записано уравнение: $\frac{PV}{T} = \frac{m}{M}R$.

2) Получены выражения для $\frac{P}{T} = \frac{\rho R}{M}$; $\rho = \frac{PM}{RT}$.

3) Записаны показания приборов:

$P_А = 746$ мм рт. ст. или $P_А = 99{,}4 \cdot 10^3$ Па;

$P_М = 40$ мм рт. ст.;

$t^\circ = 45^\circ$C.

4) Определено давление газа:

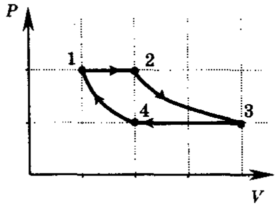
$P = P_А + P_М = 746 + 40 = 786$ мм рт. ст.

5) Выполнен расчет:

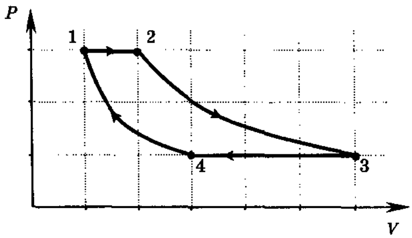
$$\rho = \frac{786 \cdot 13{,}6 \cdot 10 \cdot 0{,}029}{8{,}3 \cdot 318} = 1{,}17 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Примечание: решение считать правильным при снятии показаний барометра в интервале $(745 \div 746)$ мм рт. столба и манометра в интервале $(40 \div 42)$ мм рт. столба. В связи с этим изменяется числовое значение ответа.

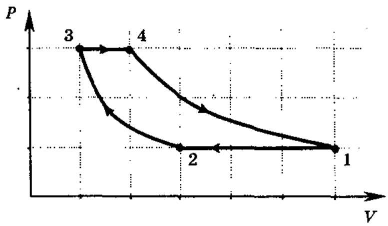
19.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Сделано утверждение о том, что работу газа на участках цикла удобно сравнивать на PV-диаграмме. 2) Данный цикл представлен на PV-диаграмме. 3) Сделан вывод о том, что наибольшей по модулю является работа A_{23}. 

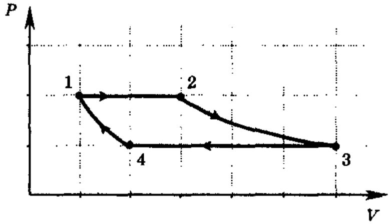
20.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Сделано утверждение о том, что работу газа на участках цикла удобно сравнивать на PV-диаграмме. 2) Данный цикл представлен на PV-диаграмме. 3) Сделан вывод о том, что максимальной по модулю является работа A_{23}. 

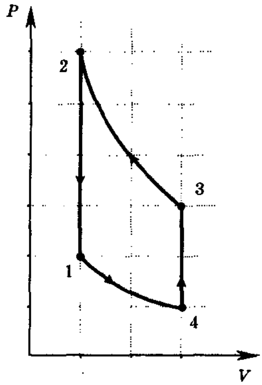
21.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Сделано утверждение о том, что работу газа на участках цикла удобно сравнивать на PV-диаграмме. 2) Данный цикл представлен на PV-диаграмме. 3) Сделан вывод о том, что отношение модулей работ равно, т.е. $\frac{\Delta A_{34}}{\Delta A_{12}} = 1$. 

22.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Сделано утверждение о том, что работу газа на участках цикла удобно сравнивать на *PV*-диаграмме. 2) Данный цикл представлен на *PV*-диаграмме. 3) Сделан вывод о том, что минимальной по модулю является работа A_{41}. 

23.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Сделано утверждение о том, что работу газа на участках цикла удобно сравнивать на *PV*-диаграмме. 2) Данный цикл представлен на *PV*-диаграмме. 3) Сделан вывод о том, что максимальной по модулю является работа A_{23}. 

24.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) После установления равновесия в системе температура обеих частей сосуда станет одинаковой и равной T, а гелий равномерно распределится по всему сосуду. 2) Температура в сосуде определяется из закона сохранения энергии: $\varepsilon = \frac{3}{2}R(\nu_{He}T_{He} + \nu_{Ar}T_{Ar}) = (\nu_{He} + \nu_{Ar})\frac{3}{2}RT$. 3) Отсюда $T = \frac{\nu_{He}T_{He} + \nu_{Ar}T_{Ar}}{\nu_{He} + \nu_{Ar}} = \frac{2T_{He} + T_{Ar}}{3}$. 4) Получен ответ: $T = 400$ К.

25.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) На временном интервале от 1 до 3 мин температура вещества остается постоянной, хотя к телу подводится теплота, что свидетельствует о плавлении вещества в течение этого времени. За это время ($\tau_1 = 2$ мин) вещество в калориметре получит от нагревателя количество теплоты $Q_1 = P\tau_1$ (P — мощность нагревателя), равное теплоте плавления $Q_1 = m\lambda$
2) В течение минуты после окончания плавления ($\tau_2 = 1$ мин) температура возрастает на $\Delta T = 40°$, поскольку вещество получает $Q_2 = P\tau_2$ теплоты от нагревателя, а изменение температуры пропорционально количеству полученной теплоты $Q_1 = mc \cdot \Delta T$.
3) Уравнения теплового баланса на участке плавления и на участке нагревания образуют систему: $\begin{cases} P\tau_1 = m\lambda \\ P\tau_2 = mc \cdot \Delta T \end{cases}$, решение которой определяет удельную теплоемкость жидкости: $$c = \frac{\lambda}{\Delta T}\frac{\tau_2}{\tau_1}.$$
4) Получено верное числовое решение $c = 1{,}25$ кДж/кг К.

26.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) После установления теплового равновесия температура газов станет одинаковой и равной T.
2) Из уравнения Менделеева—Клапейрона: $P_{He}V = \nu_1 RT$, $P_{Ar}V = \nu_2 RT$. Здесь $2V$ — объем сосуда.
3) Из уравнений следует ответ: $\frac{P_{He}}{P_{Ar}} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$. 4) Так как $\nu_1 = \nu_2$, то $\frac{P_{He}}{P_{Ar}} = 1$.

27.

Содержание верного решения задачи
После удаления перегородки температура газов станет одинаковой и равной T. Парциальное давление гелия определяется из уравнения Менделеева—Клапейрона $P_{He}V = \frac{m}{M_{He}}RT$, где m — масса гелия.

Содержание верного решения задачи
Температура системы после удаления перегородки определяется из закона сохранения энергии: $$2\frac{mu_0^2}{2}=\frac{3}{2}RT\left(\frac{m}{M_{He}}+\frac{m}{M_{Ar}}\right), \text{где } u_0 = 500 \text{ м/с}.$$ Отсюда $RT=\frac{2}{3}\cdot\frac{M_{Ar}M_{He}}{M_{Ar}M_{He}}u_0^2$, а следовательно, $$P_{He}=\frac{mRT}{VM_{He}}=\frac{2mM_{Ar}u_0^2}{3V\left(M_{He}+M_{Ar}\right)}=7{,}6\cdot10^4 \text{ Па}.$$

28.

Образец возможного решения
После установления равновесия в системе гелий равномерно распределится по всему сосуду. В результате в половине сосуда с аргоном окажется $\nu_1=\frac{m}{2M_{He}}$ молей гелия, и $\nu_2=\frac{m}{M_{Ar}}$ молей аргона. Здесь m — масса гелия или аргона. Внутренняя энергия смеси пропорциональна температуре и количеству вещества и не зависит от их химического состава: $$\varepsilon=\left(\nu_1+\nu_2\right)\frac{3}{2}RT=\frac{3}{2}mRT\left(\frac{1}{2M_{He}}+\frac{1}{M_{Ar}}\right).$$ Ответ: $\varepsilon=\frac{3}{2}\cdot8{,}3\cdot300\cdot(1\cdot0{,}008+1/0{,}04)=560\,\text{кДж}$.

29.

Образец возможного решения
После установления равновесия в системе гелий равномерно распределится по всему сосуду. В результате количество газа, оставшегося в той части сосуда, где первоначально находился гелий, окажется $\nu_1=\frac{m}{2M_{He}}$ молей гелия, где m — масса гелия. Внутренняя энергия газа пропорциональна температуре и количеству молей вещества: $\varepsilon=\nu_1\frac{3}{2}RT=\frac{3}{4M_{He}}mRT$. Ответ: $\varepsilon=\frac{3}{4\cdot0{,}004}\cdot8{,}3\cdot300=467\,\text{кДж}$.

30.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Согласно первому закону термодинамики $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе $2 \to 3$: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$. Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе $1 \to 2$: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu RT_0$. Поэтому: $Q_{123} = 3\nu RT_0 + Q_{23}$. $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu RT_0 + Q_{23}} \approx 0{,}5$. Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} \approx 0{,}5$.

31.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Согласно первому закону термодинамики $Q_{123} = \Delta U_{123} + A_{123}$, где $A_{123} = A_{12} + A_{23}$ и $\Delta U_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$. В изохорном процессе $A_{12} = 0$, а в изотермическом процессе $\Delta U_{23} = 0$. Поэтому $Q_{123} = \Delta U_{12} + A_{23}$ и $A_{123} = A_{23}$. При переходе $2 \to 3$: $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = A_{23}$. Следовательно, $Q_{123} = \Delta U_{12} + Q_{23}$. Изменение внутренней энергии газа при переходе $1 \to 2$: $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{12}$. Поскольку $\Delta T_{12} = 2T_0$, то $\Delta U_{12} = 3\nu RT_0$. Поэтому: $Q_{123} = 3\nu RT_0 + Q_{23}$; $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{3\nu RT_0 + Q_{23}} \approx 0{,}5$. Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} \approx 0{,}5$.

32.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Согласно первому закону термодинамики $\Delta U = Q + A$. На участке 2—3 имеем: $A_{23} = 0$. Следовательно, $Q_{23} = \Delta U_{23}$.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Но $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_2)$. Согласно закону Шарля $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$. Следовательно, $T_3 = \frac{T_2}{3} = \frac{T_1}{3}$, $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1}{3} - T_1\right) = -\nu R T_1$, $\lvert Q_{23}\rvert = \nu R T_1 \approx 2{,}5$ кДж. Ответ: $\lvert Q_{23}\rvert \approx 2{,}5$ кДж.

33.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Согласно первому закону термодинамики $\Delta U = Q + A$. На участке 2—3 имеем: $A_{23} = 0$. Следовательно, $Q_{23} = \Delta U_{23}$. Но $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$. Согласно закону Шарля $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$. Следовательно, $T_3 = \frac{T_2}{3} = \frac{T_1}{3}$, $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1}{3} - T_1\right) = -\nu R T_1$, $\lvert Q_{23}\rvert = \nu R T_1 \approx 2{,}5$ кДж. Ответ: $\lvert Q_{23}\rvert \approx 2{,}5$ кДж.

34.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Согласно первому закону термодинамики $\Delta U = Q + A$. На участке 2—3 имеем: $A_{23} = 0$. Следовательно, $Q_{23} = \Delta U_{23}$. Но $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)$. Согласно закону Шарля $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2}$. Следовательно, $T_3 = \frac{T_2}{3} = \frac{T_1}{3}$, $\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1}{3} - T_1\right) = -\nu R T_1$, $\lvert Q_{23}\rvert = \nu R T_1 \approx 2{,}5$ кДж. Ответ: $\lvert Q_{23}\rvert \approx 2{,}5$ кДж.