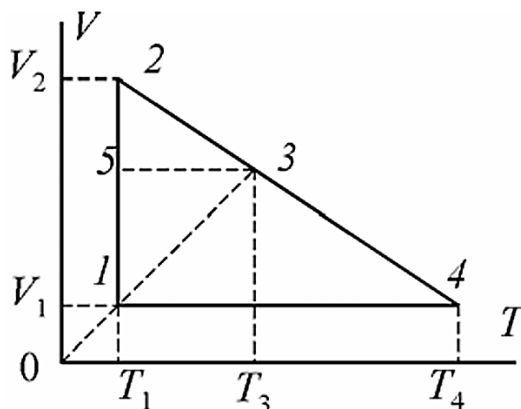


Основы МКТ. Первое начало термодинамики

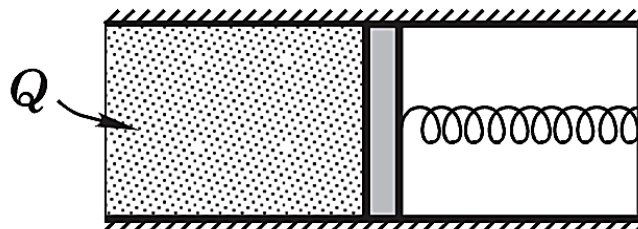
Практическое занятие

- 1 В сосуде находится смесь азота массой $m_1 = 14$ г и гелия массой $m_2 = 8$ г при температуре 27°C и давлении $p = 2 \cdot 10^6$ Па. Определите:
 - 1) количество молей смеси ν ,
 - 2) молярную массу смеси газов M ,
 - 3) объем сосуда V ,
 - 4) концентрацию молекул каждого газа n_1 и n_2 ,
 - 5) среднюю энергию молекулы каждого компонента смеси ε_1 и ε_2

- 2 С идеальным газом происходит процесс 1–2–3–4–1, представленный на рис. В состоянии 3 на отрезке диаграммы 2–3–4 давление такое же, как и в состоянии 1. Определить объем газа в состоянии 3, если $V_1 = 1$ м³, $V_2 = 4$ м³, $T_1 = 100$ К, $T_2 = 300$ К.



- 3 В вертикальном цилиндре под невесомым поршнем P находится один моль идеального газа при температуре T . Пространство над поршнем сообщается с атмосферой. Какую работу необходимо совершить, чтобы, медленно поднимая поршень, изотермически увеличить объем газа под ним в n раз?
- 4 Один моль идеального газа с известным значением C_V находится в левой половине цилиндра. Справа от поршня вакуум. В отсутствие газа поршень находится вплотную к левому торцу цилиндра, и пружина в этом положении не деформирована. Боковые стенки цилиндра и поршень адиабатные. Трения нет. Газ нагревают через левый торец цилиндра. Найти теплоемкость газа в этом квазистатическом процессе.



- 5 В закрытом с обоих торцов горизонтальном цилиндре, заполненном идеальным газом с показателем адиабаты, находится поршень массы m с площадью сечения S . В положении равновесия давление газа равно p_0 и поршень делит цилиндр на две одинаковые части, каждая объемом V_0 . Найти частоту малых колебаний поршня около положения равновесия, считая процесс адиабатическим и трение ничтожно малым.

Домашнее задание

- 1 Определите среднюю квадратичную скорость $v_{\text{кв}}$ молекулы газа, находящегося в сосуде объемом $V = 5$ л под давлением $p = 200$ кПа. Масса газа $m = 0,3$ г.
- 2 При изотермическом расширении кислорода массой $m = 0,1$ кг при температуре $T = 300$ К его объем увеличился в два раза. Определите 1) совершенную газом работу A , 2) изменение внутренней энергии газа ΔU , 3) количество теплоты Q , полученное газом.
- 3 При адиабатном сжатии воздуха в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания давление возрастает от значения $p_1 = 1 \cdot 10^5$ Па до величины $p_2 = 4 \cdot 10^6$ Па. Начальная температура воздуха $t_1 = 50$ °С. Определите температуру газа T_2 в конце сжатия.
- 4 Определите удельную теплоемкость c_V при постоянном объеме для смеси, состоящей из $\nu_1 = 2$ моль водорода и $\nu_2 = 3$ моль гелия. Газы считать идеальными.

Задачи для контрольной

- 1 Для азота, находящегося при температуре $T = 200$ К, определите среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекулы $\varepsilon_{\text{пост}}$, среднюю энергию ее вращательного движения $\varepsilon_{\text{вращ}}$ и среднее значение полной кинетической энергии молекулы ε , а также молярную внутреннюю энергию газа U_M .
- 2 В сосуде под поршнем находится водород массой $m = 1$ г. Какое количество теплоты требуется для нагрева этого газа на $\Delta T = 10$ К? На какую высоту при этом поднимется поршень? Масса поршня $m_{\text{п}} = 1$ кг, его площадь $S = 10$ см². Воздух снаружи находится под давлением $p_0 = 100$ кПа.
- 3 В цилиндрическом сосуде высотой $h_1 = 25$ см и площадью основания $S = 10$ см² под невесомым поршнем площадью S находится газ при нормальных условиях. Когда на поршень положили груз массой $m = 20$ кг, поршень опустился на $\Delta h = 13,4$ см. Считая сжатие газа адиабатным, найдите показатель адиабаты γ .
- 4 При нагревании углекислого газа происходит диссоциация молекул CO_2 на атомарный кислород O и окись углерода CO . Определите степень диссоциации α молекул CO_2 , если при нагревании $\nu = 2,5 \cdot 10^{-3}$ моль этого газа в объеме $V = 50$ см³ до температуры $T = 2400$ К давление повысилось до $p = 1,1 \cdot 10^6$ Па.
- 5 Чему равны средние кинетические энергии поступательного $E_{\text{пост}}$ и вращательного $E_{\text{вр}}$ движения всех молекул, содержащихся в $m = 4$ кг кислорода при температуре $T = 200$ К?
- 6 Смешивание газов. Два теплоизолированных сосуда 1 и 2 наполнены воздухом и соединены короткой трубкой с вентилем. В каждом баллоне заданы значения объема, давления и температуры воздуха $p_1, V_1, T_1, p_2, V_2, T_2$. Найти температуру и давление воздуха, которые установятся после открытия вентиля.