

Билет 28

① I начало термодинамики. Работа, совершаемая

Телом при изменении объёма (вывод из определения мех. работы). Работа идеального газа при изотермическом процессе (вывод из формулы для работы тела при изменении объёма)

а) Теплота Q , подводимая к системе, идёт на изменение её внутренней энергии ΔU и на совершение этой системой работы A над внешними телами.

$$Q = \Delta U + A$$

б) Элементарная работа при перемещении поршня на dh : $\delta A = F dh$, где $F = pS$, откуда $\delta A = pS dh$; $S dh = dV \Rightarrow \delta A = p \cdot dV$, интегрируем:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV \Rightarrow A = p \int_{V_1}^{V_2} dV$$

в) Из уравнения процесса $pV = \nu RT = \text{const}$, $\nu = \text{const}$, $T = \text{const}$.

Выразим p : $p = \frac{\nu RT}{V}$, тогда $A = \int_{V_1}^{V_2} p dV =$

$$= \int_{V_1}^{V_2} \frac{\nu RT dV}{V} \Rightarrow \nu RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V}, \text{ тогда}$$

$$A = \nu RT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

② Консервативные силы. Работа в потенциальном поле. Связь между силой и потенциальной энергией. Выражение для нахождения силы в случае известной зависимости потен. энергии от координат.

а) Консервативные силы - силы, работа которых на замкнутой траектории равна нулю и не зависит от пути между двумя точками.

б) $A_{12} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} = E_p(\vec{r})$, тогда

$$A_{12} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} = E_{p2} - E_{p1} = 4 E_p$$

в) $A = F_x dx + F_y dy + F_z dz = - (E_p^{\text{кон}} - E_p^{\text{нач}})$

$$E_p^{\text{кон}} - E_p^{\text{нач}} = (\text{grad } E_p, d\vec{r}) = \frac{\partial E_p}{\partial x} dx + \frac{\partial E_p}{\partial y} dy + \frac{\partial E_p}{\partial z} dz \quad \text{или}$$

$$F_x dx + F_y dy + F_z dz = - \frac{\partial E_p}{\partial x} dx - \frac{\partial E_p}{\partial y} dy - \frac{\partial E_p}{\partial z} dz \Rightarrow$$

$$F_x = - \frac{\partial E_p}{\partial x}; \quad F_y = - \frac{\partial E_p}{\partial y}; \quad F_z = - \frac{\partial E_p}{\partial z}, \quad \text{откуда}$$

$$\vec{F} = - \text{grad } E_p$$

③ При $T = 120^\circ\text{C}$ внутрен. энергия 2-ухваточного газа $= 2,5 \text{ кДж}$. Сколько молекул содержится в газе?

Дано:

или:

Решение:

$$T = 120^\circ\text{C}$$

$$393^\circ\text{K}$$

Внутренняя энергия идеального газа:

$$U = 2,5 \text{ кДж}$$

$$2,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$U = \frac{i}{2} \nu R T, \quad \text{т.к. газ 2-ухваточный: } i = 5$$

Найти:

$$N = ?$$

$$\text{при этом } \nu = \frac{N}{N_A}, \quad \text{следовательно:}$$

$$U = \frac{5}{2} \frac{N}{N_A} R T, \quad \text{откуда } N = \frac{2 U N_A}{5 R T}$$

Вычислить:

$$N = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 10^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{5 \cdot 8,31 \cdot 393} \approx 1,84 \cdot 10^{23} \text{ (мол)}$$

Ответ: $N = 1,84 \cdot 10^{23} \text{ (мол)}$