

План уроку 46

Тема: Молекулярна фізика та термодинаміка

Тема уроку: Розв'язування задач.

1. Температура повітря дорівнює 20 °С, точка роси 10 °С. Визначити відносну вологість повітря.

Рішення. З таблиці в довіднику знаходимо, що тиск p насиченої водяної пари при 10 °С дорівнює 1226 Па, а тиск p_0 при 20 °С дорівнює 2333 Па. Звідси

отримуємо:
$$\phi = \frac{p}{p_0} 100\% \quad \phi = \frac{1226 \text{ Па}}{2333 \text{ Па}} 100\% = 52,6\%$$

Відповідь: відносна вологість повітря 52,6 %.

Приклад 2. В кімнаті 40 м³ при температурі 20 °С відносна вологість повітря складає 20 %. Яку масу води треба випарити для збільшення відносної вологості повітря до 50 %. Густина насиченої водяної пари при 20 °С дорівнює $17,3 \cdot 10^{-3}$ кг/м³.

$\phi_1 = 0,2$ Згідно до визначення відносної вологості

$$\phi_1 = \frac{\rho_1}{\rho_n}, \quad \phi_2 = \frac{\rho_2}{\rho_n}, \quad \text{де } \rho_1 \text{ и } \rho_2 - \text{густина повітря}$$

$\phi_2 = 0,5$

$\rho_n = 17,3 \cdot 10^{-3}$ кг/м³ в кімнаті до та після випаровування води відповідно.

$V = 40$ м³ Використовуючи визначення густини та умови задачі:

$$m = ? \quad \rho_2 = \frac{m_2}{V} = \frac{m_1 + m}{V} = \frac{m_1}{V} + \frac{m}{V} = \rho_1 + \frac{m}{V} \Rightarrow m = (\rho_2 - \rho_1)V$$

Виразивши густини через вологість, отримаємо $m = (\phi_2 - \phi_1)\rho_n V$.

Тоді $m = (0,5 - 0,2) \cdot 17,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3 \cdot 40 \text{ м}^3 = 0,2 \text{ кг}$.

Відповідь: 0,2 кг.

Приклад 3. Закрита посудина об'ємом $V_1 = 0,5$ м³ містить воду масою $m = 0,5$ кг. Посудину з водою нагріли до температури $t = 147$ °С. На скільки слід змінити об'єм посудини, щоб у ній була лише насичена пара? Тиск насиченої пари при температурі $t = 147$ °С дорівнює $p_0 = 4,7 \cdot 10^5$ Па.

Розв'язання. Насичена пара при тиску p_0 займає об'єм

$$V = \frac{mRT}{p_0 \mu} = 0,2 \text{ м}^3$$

де $\mu = 0,018$ кг/моль — молярна маса води. Об'єм посудини $V_1 > V$, і пара не буде насиченою. Щоб пара стала насиченою, об'єм посудини треба зменшити на

$$\Delta V = V_1 - V = 0,3 \text{ м}^3.$$

Приклад 4. Відносна вологість повітря в закритій посудині при температурі $t_1 = 5^\circ\text{C}$ дорівнює $\phi_1 = 84\%$, а при температурі $t_2 = 22^\circ\text{C}$ — $\phi_2 = 30\%$. У скільки разів тиск насиченої пари води при температурі t_2 більший, ніж при температурі t_1 ?

Розв'язання. Тиск водяної пари в посудині при $T_1 = 278 \text{ K}$ дорівнює: $p_1 = \phi_1 p_{o1}$ де p_{o1} — тиск насиченої пари при температурі T_1 . При температурі $T_2 = 295 \text{ K}$

$$p_2 = \phi_2 p_{o2}$$

Оскільки об'єм сталий, то за законом Шарля $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$$\frac{p_{o2}}{p_{o1}} = \frac{\phi_1 T_2}{\phi_2 T_1} \approx 3$$

Звідси