

9.13. Влажность

9.13.1. Воздух объемом $V = 4 \text{ м}^3$ содержит $m = 100 \text{ г}$ водяного пара. Какова абсолютная влажность воздуха?

9.13.2. Найдите массу насыщенного водяного пара в помещении размером $10 \times 5 \times 4 \text{ м}$, если температура воздуха: а) $t = -4 \text{ }^\circ\text{C}$; б) $t = 3 \text{ }^\circ\text{C}$; в) $t = 18 \text{ }^\circ\text{C}$.

9.13.3. Найдите абсолютную влажность воздуха при температуре $t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$, если давление водяного пара $p = 8 \text{ кПа}$.

9.13.4. В закрытом сосуде объемом $V = 1 \text{ м}^3$ находится влажный воздух с абсолютной влажностью $\rho = 10^{-2} \text{ кг/м}^3$. Сколько молекул водяного пара находится в сосуде? Молярная масса воды $M = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

9.13.5. Абсолютная влажность воздуха при температуре $T = 300 \text{ К}$ равна $\rho = 12,9 \text{ г/м}^3$. Чему равна относительная влажность воздуха?

9.13.6. Найдите давление паров воды в воздухе с относительной влажностью $\phi = 80\%$, если упругость насыщенного водяного пара при этой температуре $p_n = 12,3 \text{ кПа}$.

9.13.7. Когда и во сколько раз больше абсолютная влажность воздуха: при температуре $t_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности $\phi_1 = 95\%$ или при $t_2 = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ и влажности $\phi_2 = 40\%$?

• **9.13.8.** Определите отношение плотности сухого воздуха к плотности влажного воздуха с относительной влажностью $\phi = 80\%$. Давления и температуры сухого и влажного воздуха одинаковы и равны $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ и $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Отношение молярных масс водяного пара и сухого воздуха $n = \frac{\mu_n}{\mu_s} = 0,6$.

9.13.9. При температуре $t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $p = 10^4 \text{ Па}$ отношение плотностей сухого и влажного воздуха $\rho_{\text{сух}}/\rho_{\text{вл}} = 1,09$. Найдите относительную влажность воздуха. Отношение молярных масс воды и сухого воздуха $k = \mu_n/\mu_s = 0,6$.

• **9.13.10.** Утром температура воздуха в комнате $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ при относительной влажности $\phi_1 = 40\%$. Днем воздух нагрелся до температуры $t_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$, и относительная влажность возросла до $\phi_2 = 60\%$. Насколько изменилась плотность влажного воздуха в комнате, если его давление оставалось постоянным и равным $p_0 = 10^5 \text{ Па}$?

9.13.11. Сосуд разделен перегородкой на две части так, что объем первой части больше второй в $n = 3$ раза. В первой части находится воздух с относительной влажностью $\phi_1 = 20\%$, во второй — с относительной влажностью $\phi_2 = 80\%$. Какой будет относительная влажность в сосуде, если, не изменяя температуры, убрать перегородку?

9.13.12. В сосуде объемом $V_0 = 1 \text{ м}^3$ при температуре $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ находится воздух с относительной влажностью $\phi_0 = 30\%$. Найдите относительную влажность после добавления в сосуд $m = 5 \text{ г}$ воды и полного ее испарения. Температура поддерживается постоянной. Давление насыщенного водяного пара при температуре $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ равно $p_n = 2,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$.

9.13.13. В сосуде объемом $V = 1 \text{ м}^3$ при температуре $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ находится воздух с относительной влажностью $\phi = 30\%$. Чему станет равной относительная влажность воздуха после добавления в сосуд $m = 20 \text{ г}$ воды? Температура поддерживается постоянной. Давление насыщенного водяного пара при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ равно $p_n = 2,2 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Молярная масса воды $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

• **9.13.14.** Чему равна абсолютная влажность воздуха, заполняющего баллон емкостью $V = 700 \text{ л}$ при температуре $t = 24 \text{ }^\circ\text{C}$, если до полного насыщения пара понадобилось испарить в этот объем воду массой $m = 6,2 \text{ г}$?

• **9.13.15.** Сухой воздух заполняет закрытый сосуд объемом $V = 25 \text{ л}$ при давлении $p_1 = 10^5 \text{ Па}$ и температуре $t_1 = -23 \text{ }^\circ\text{C}$. В сосуд кладут кусок льда массой $m = 9 \text{ г}$ и нагревают сосуд до температуры $t_2 = 127 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите давление влажного воздуха в сосуде. Давление насыщенного водяного пара при температуре $t = 127 \text{ }^\circ\text{C}$ равно $p_n = 250 \text{ кПа}$. Молярная масса воды $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

9.13.16. В высоком цилиндрическом сосуде сечением площадью $S = 100 \text{ см}^2$ под поршнем находится вода массой $m = 1 \text{ г}$. На какую наименьшую высоту нужно поднять поршень, чтобы вся вода испарилась? Температура в сосуде поддерживается постоянной $t = 27 \text{ }^\circ\text{C}$. Воздуха в сосуде нет.

• **9.13.17.** В теплоизолированном сосуде, разделенном пополам перегородкой, находится насыщенный водяной пар: в левой части — при температуре $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, а в правой — при $t_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$. Чему будут равны плотность, температура и давление пара в сосуде, если перегородку убрать? Будет ли этот пар насыщенным?

ОТВЕТЫ:

9.13.1. $\rho = 0,025 \text{ кг/м}^3$.

9.13.2. а) 702 г; б) 1200 г; в) 3080 г.

9.13.3. $\rho = \frac{pM}{RT} = 53,6 \text{ г/м}^3$.

9.13.4. $N = \frac{\rho V}{M} N_A \approx 3 \cdot 10^{23}$.

9.13.5. $\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н}}} \cdot 100\% = 50\%$.

9.13.6. $p = \varphi p_{\text{н}} = 9,84 \text{ кПа}$.

9.13.7. Во втором случае в $\frac{\rho_2}{\rho_1} =$

$= \frac{\varphi_2 p_2 T_1}{\varphi_1 p_1 T_2} \approx 3,4$ раза.

9.13.9.

$\varphi = \frac{p(1-n)}{p_{\text{н}}(1-k)} \cdot 100\% = 48,7\%$.

9.13.11. $\varphi = \frac{\varphi_1 n + \varphi_2}{n+1} = 35\%$.

9.13.12.

$\varphi = \varphi_0 + \frac{mRT}{Mp_{\text{н}}V_0} \cdot 100\% = 60\%$.

9.13.13. Вода испарится не вся,

$\varphi_1 = 100\%$.

9.13.16.

$\Delta h = \frac{m}{S} \left(\frac{RT}{p_{\text{н}}M} - \frac{1}{\rho_{\text{н}}} \right) = 1,38 \text{ м}$.