

9.14. Точка росы

9.14.1. Температура воздуха $t_1 = 18^\circ\text{C}$, а точка росы $t_2 = 8^\circ\text{C}$. Какова относительная влажность воздуха?

9.14.2. В герметически закрытом сосуде объемом $V = 10$ л находится влажный воздух при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Какое количество водяного пара содержится в сосуде и чему равно его давление, если точка росы для него $t_2 = 10^\circ\text{C}$?

9.14.3. В сосуде объемом $V = 1$ м³ находится смесь воздуха с парами эфира при температуре $T = 303$ К и давлении $p = 107$ кПа. Найдите массу воздуха и эфира в сосуде, если конденсация паров эфира начинается при $T_0 = 273$ К. Упругость насыщенных паров эфира при температуре 273 К равна $p_H = 24,4$ кПа. Молярная масса эфира $M_{\text{эф}} = 74 \cdot 10^3$ кг/моль.

9.14.4. При какой максимальной влажности воздуха в комнате бутылка молока, взятая из холодильника, не будет запотевать? Температура в холодильнике $t_1 = 5^\circ\text{C}$, а в комнате $t_2 = 25^\circ\text{C}$.

• **9.14.5.** В запаянной трубке объемом $V = 0,4$ л находится водяной пар при температуре $T_1 = 423$ К и давлении $p = 8,5$ кПа. Какое количество Δm росы образуется на стенках трубки при охлаждении ее до $T_2 = 295$ К?

9.14.6. В сосуде объемом $V = 1$ л находится влажный воздух при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$. В сосуд помещают каплю воды массой $m = 0,12$ г, закрывают и начинают нагревать. После испарения всей воды нагревание прекращают, и сосуд медленно остывает. Когда температура воздуха в сосуде становится $t_2 = 60^\circ\text{C}$, на его стенках появляется роса. Найдите относительную влажность воздуха в сосуде перед началом опыта.

9.14.7. В двух одинаковых сосудах объемом $V = 10$ л каждый находится сухой воздух при давлении $p_0 = 1$ атм и температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. В первый сосуд впрыскивают $m_1 = 3$ г, а во второй — $m_2 = 15$ г воды. Затем оба сосуда нагревают до температуры $t = 100^\circ\text{C}$. Чему равно давление влажного воздуха в каждом из сосудов?

9.14.8. В баллоне емкостью $V = 3$ л находится воздух с относительной влажностью $\phi_1 = 60\%$ при температуре $t_1 = 17^\circ\text{C}$. Чему будет равна влажность воздуха, если в баллон добавить $m = 1$ г воды, а температуру повысить до $t_2 = 100^\circ\text{C}$?

9.14.9. В герметичный сосуд объемом $V_0 = 0,4$ м³, наполненный влажным воздухом с относительной влажностью $\phi_1 = 20\%$ при температуре $t_1 = 30^\circ\text{C}$, добавили воду объемом $V_1 = 1,5$ см³, а затем температуру системы понизили до $t_2 = 10^\circ\text{C}$. Какой объем воды останется в сосуде по истечении большого промежутка времени?

9.14.10. В цилиндре под поршнем в пространстве объемом $V_1 = 1,5$ л находятся воздух и насыщенный водяной пар при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Какова будет относительная влажность воздуха в цилиндре, если объем уменьшить до $V_2 = 0,1$ л, а температуру повысить до $t_2 = 100^\circ\text{C}$? Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па.

9.14.11. В цилиндрическом сосуде под поршнем при температуре $T = 350$ К находится насыщенный водяной пар. При изотермическом вдвигании поршня была совершена работа $A = 2$ кДж. Определите массу сконденсировавшегося при этом пара. Молярная масса воды $M = 0,018$ кг/моль.

9.14.12. В цилиндрическом сосуде при температуре $t = 80^\circ\text{C}$ находится насыщенный водяной пар. При изотермическом сжатии пара совершают работу $A = 4$ Дж. Какое количество теплоты при этом выделилось? Удельная теплота парообразования воды при 80°C равна $r = 2,2 \cdot 10^6$ Дж/кг. Воздуха в сосуде нет.

9.14.13. В сосуде объемом $V = 3$ м³ при температуре $t = 30^\circ\text{C}$ находится воздух с относительной влажностью $\phi_0 = 40\%$. В сосуд ввели некоторое количество воды при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Найдите относительную влажность воздуха в сосуде после полного испарения воды, если температуру сосуда поддерживают равной 30°C , а в процессе установления равновесия сосуду сообщено количество теплоты $Q = 68,4 \cdot 10^3$ Дж. Удельная теплота парообразования $r = 2,26$ МДж/кг.

9.14.14. В цилиндрическом сосуде под легким поршнем площадью $S = 5 \cdot 10^{-3}$ м² находится $m = 300$ г воды при температуре $t = 20^\circ\text{C}$. Воде сообщили количество теплоты $Q = 101,7$ кДж. На какую высоту поднимется поршень? Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. Молярная масса воды $M = 0,018$ кг/моль. Воздуха под поршнем нет.

9.14.15. Пробирка погружена вертикально в широкий сосуд с водой запаянным концом вверх так, что расстояние от поверхности воды до запаянного конца $l = 2$ м. При температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ уровень воды в пробирке совпадает с уровнем воды в сосуде. Насколько опустится уровень воды в пробирке, если температуру системы увеличить до $t_2 = 75^\circ\text{C}$? Упругость насыщенного водяного пара при температуре 20°C не учитывать.

ОТВЕТЫ:

9.14.1. $\varphi = 54\%$.

9.14.2. $m = \frac{Mp_{\text{н}}\dot{V}}{RT_1} = 76 \text{ г};$

$p = p_{\text{н}} \frac{T_1}{T_2} = 1035 \text{ Па}.$

9.14.3. $m_{\text{эф}} = \frac{p_0 VM_{\text{эф}}}{RT_0} = 0,8 \text{ кг};$

$m_{\text{в}} = \frac{VM_{\text{в}}}{R} \left(\frac{p}{T} - \frac{p_{\text{н}}}{T_0} \right) = 0,91 \text{ кг}.$

9.14.4. $\varphi < \frac{p_{\text{н1}} T_2}{p_{\text{н2}} T_1} \cdot 100\% \approx 30\%.$

9.14.6. $\eta = \frac{T_1}{p_{\text{н1}}} \left(\frac{p_{\text{н2}}}{T_2} - \frac{mR}{MV} \right) = 0,54;$

$\eta = 54\%.$

9.14.7. $p_1 = 1,88 \cdot 10^5 \text{ Па};$

$p_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}.$

9.14.8. $\varphi_2 = \frac{p_{\text{н1}} T_2}{p_{\text{н2}} T_1} \varphi_1 + \frac{mRT_2}{MVP_{\text{н2}}} \times$
 $\times 100\% = 59\%.$

9.14.9.

$V_2 = V_1 - \frac{(\rho_{\text{н2}} - \varphi_1 \rho_{\text{н1}}) V_0}{\rho_0} = 164 \text{ мл}.$

9.14.10.

$\varphi = \frac{p_{\text{н}} V_1 T_2}{p_0 V_2 T_1} \cdot 100\% \approx 42\%.$

9.14.11. $\Delta m = \frac{AM}{RT} = 12 \text{ г}.$

9.14.12. $Q = \frac{MAr}{RT} \approx 54 \text{ Дж}.$

9.14.13.

$\varphi = \varphi_0 + \frac{QRT \cdot 100\%}{MV[c(t - t_1) + r]p_{\text{н}}} \approx 70\%.$

9.14.14. $h = 0,21 \text{ см}.$

9.14.15. $x \approx 1,27 \text{ м}.$