Неделя 5.

Фазовые превращения
Уравнение Клайперона - Клазиуса
Кипение

11.74

$S_{тв} = \frac{RT}{\Theta}$

$\Theta \approx 0{,}46\,K$

(при $P \approx 30$ атм)

$S_{тв} = 0{,}7R$

(при $P \times 30$ атм)

$T_1 = 0{,}25\,K$

$P_1 = 29$ атм

$T = 0{,}1\,K$

$P - ?$

$\Delta v = v_{ж1} - v_T = 1{,}25\ см^3$

(молярные объемы)

$\frac{dP}{dT} = \frac{q}{T\Delta v}$

$q = T(S_ж - S_{тв}) = T\left(\frac{RT}{\Theta} - 0{,}7R\right)$

$\rightarrow \frac{dP}{dT} = \frac{\frac{RT}{\Theta} - 0{,}7R}{T\Delta v}$

$\frac{\Delta v}{R}\int_{P_1}^{P} dP = \int_{T_1}^{T} dT\left(\frac{T}{\Theta} - 0{,}7\right)$

$\frac{\Delta v}{R}(P - P_1) = \frac{T^2}{2\Theta} - \frac{T_1^2}{2\Theta} - 0{,}7(T - T_1)$

$P = \frac{R}{\Delta v}\left(\frac{1}{2\Theta}(T^2 - T_1^2) - 0{,}7(T - T_1)\right) + P_1 \approx \underline{\underline{32{,}2\ атм}}$

11.78

H_2O, ИГ

$V = 10\,л$

$m = 6{,}7\,г$

$\Lambda = 40{,}7\ \frac{кДж}{моль}$

$T_0 = 273\,K$

$T_k = 373\,K$

$T - ?$

$\ln\frac{P}{P_0} = \frac{\Lambda}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)$

$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{R}{\Lambda}\ln\frac{P}{P_0}$

$T = \left(\frac{1}{T_0} + \frac{R}{\Lambda}\ln\frac{P}{P_0}\right)^{-1} = \frac{T_0}{1 + \frac{RT_0}{\Lambda}\ln\frac{P}{P_0}}$

$\frac{P}{P_0} = \frac{\rho V R T_0}{m \nu_n R T} = \frac{M \rho V T_0}{m^2 T}$

$\Delta T = T - T_k = 377 - 373 = \underline{\underline{4\,K}}$

12.48

$r = 10^{-9}\,м$

$T = 293\,K$

$\sigma = 487\ \frac{дин}{см}$

$M = 200{,}6\ г/моль$

$\rho = 13{,}6\ г/см^3$

$\frac{P_{пт}}{P_\infty} - ?$

$\Delta P = P_{пт} - P_\infty = \frac{2\sigma}{r}\left(\frac{P_r}{RT\rho_{ж}}\right)$

$\frac{P_{пт}}{P_\infty} = 1 + \frac{2\sigma}{r}\cdot\frac{M}{RT\rho_{ж}} \approx \underline{\underline{1{,}59}}$

13°

$T = 373\,k$

$\Lambda = 40{,}7$ кДж/моль

ИГ

$U_п - U_{нп} = ?$

Пусть $\nu = 1$ моль

$\Lambda = U_п - U_{нп} + P(V_п - V_{нп}) = U_п - U_{нп} + PV_п =$ ($V_{нп} \to 0$; $V_п \to$ молярный)

$= U_п - U_{нп} + RT$

$U_п - U_{нп} = \Lambda - RT \approx 37{,}6 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

14°

$T_{кип} - ?$

$p_{атм} = 750$ мм рт ст

$\Lambda = 2{,}28$ кДж/г

$\frac{\Lambda}{R}\left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}\right) = \ln\frac{P}{P_0}$

$T = \frac{T_0}{1 - \frac{RT_0}{\Lambda}\ln\left(\frac{P}{P_0}\right)} \approx 344k = 71°C$

15°

$\Delta P/P - ?$

$d = 1$ мкм

$\sigma = 73 \cdot 10^{-3}$ Н/м

$T = 20°C = 293\,k$

$P_0 = P(h) + \rho g h$

$P_0 = P(h) + 2\sigma/r = P(h) + \frac{\sigma}{2}$

(полное смачивание)

$\frac{4\sigma}{d} = \rho g h$; $h = \frac{4\sigma}{\rho g d}$

$\Delta P = \rho_п g h = \frac{\mu_п P}{RT} \cdot \frac{4\sigma}{\rho d} = \frac{4\sigma\mu_п}{\rho d RT} P$

$\frac{\Delta P}{P} = \frac{4\sigma\mu_п}{\rho d RT} \approx 2 \cdot 10^{-3}$