

ЗАДАЧИ

ФИЗИКОХИМИЯ I ч.

За спец. Биология и химия и Химия и английски език
(за дистанционно обучение)

1. Газ под налягане $1,2 \cdot 10^5$ Pa заема обем 4,5 L. Какво ще бъде налягането, ако при постоянна температура обемът на газа се увеличи до 5,5 L?

Решение: При $T = \text{const}$, $p \cdot V = \text{const}$.

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}, \text{ с други думи } p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 4,5}{5,5} = 9,8 \cdot 10^4 \text{ Pa.}$$

2. 3 г азотен оксид и 2,3 г азотен диоксид са поставени в съд с обем $5,6 \cdot 10^{-1} \text{ dm}^3$ при 0°C . Да се изчислят: а) парциалните налягания на компонентите; б) общото налягане на сместа.

$$T, K = t^\circ\text{C} + 273,15$$

Решение: а) $V = 5,6 \cdot 10^{-1} \text{ dm}^3 = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

$$p(\text{NO}) = \frac{m(\text{NO})}{Mm(\text{NO}) \cdot V} RT = \frac{3}{30 \cdot 5,6 \cdot 10^{-4}} \cdot 8,314 \cdot 273 = 405,3 \text{ kPa}$$

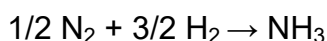
$$p(\text{NO}_2) = \frac{m(\text{NO}_2)}{Mm(\text{NO}_2) \cdot V} RT = \frac{2,3}{46 \cdot 5,6 \cdot 10^{-4}} \cdot 8,314 \cdot 273 = 202,7 \text{ kPa}$$

б) **Закон на Далтон:** Общото налягане на смес от идеални газове е сума от техните парциални налягания.

$$P = p(\text{NO}) + p(\text{NO}_2) = 405,3 + 202,7 = 608 \text{ kPa}$$

3. Изменението на енталпията за процеса на образуване на един мол амоняк от простите вещества на хим. елементи, които го изграждат е $-46,1 \text{ kJ}$ при 298K . Изчислете изменението на вътрешната енергия на процеса.

Решение: Процесът е:



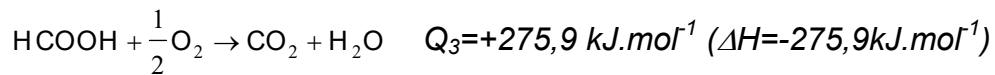
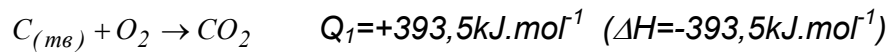
$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V \xrightarrow[\substack{p\Delta V = \Delta nRT \\ \text{у-е на Клапейрон}}]{\text{}} \Delta H = \Delta U + \Delta nRT \quad \text{т.е. } \Delta U = \Delta H - \Delta nRT$$

Δn - изменение на броя молове (стехиометричните коефициенти) на газообразните вещества в реакцията – от сумата на стехиометричните коефициенти на продуктите се изважда сумата от стехиометричните коефициенти на изходните вещества:

$$\Delta n = 1 - \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{2} \right) = -1$$

$$\Delta U = \Delta H - \Delta nRT = -46100 + 1.8,314.298 = -43622J = -43,6kJ$$

4. Определете топлината на образуване на мравчената киселина въз основа на следните термохимични уравнения



Решение: Топлините на първите две реакции представляват топлини на образуване на CO_2 и H_2O , т.е. $Q_1 = Q_f(CO_2)$; $Q_2 = Q_f(H_2O)$.

Топлината на третата реакция ($Q_3 = Q$) може да се изчисли по уравнението

$$Q = Q_f(CO_2) + Q_f(H_2O) - Q_f(HCOOH) - 0,5.Q_f(O_2),$$

но тъй като $Q_f(O_2) = 0$, то

$$Q = Q_f(CO_2) + Q_f(H_2O) - Q_f(HCOOH).$$

Определя се топлината на образуване на $HCOOH$

$$Q_f(HCOOH) = Q_f(CO_2) + Q_f(H_2O) - Q = 393,5 + 285,8 - 275,9 = 403,4kJ.mol^{-1}.$$

5. Определете количеството топлина отделящо се при гасене на 100kg калциев оксид във вода при $25^\circ C$, ако са известни енталпиите на образуване на веществата, участващи в химичната реакция:

$$\Delta_f H (CaO) = -635,1kJ.mol^{-1}; \quad \Delta_f H (H_2O)_{(течн)} = -285,84kJ.mol^{-1};$$

$$\Delta_f H (Ca(OH)_2) = -986,2kJ.mol^{-1}$$

Решение: $CaO_{(тв)} + H_2O_{(т)} \rightarrow Ca(OH)_2_{(к)}$

$$\Delta H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0 (Ca(OH)_2) - \Delta_f H_{298}^0 (CaO) - \Delta_f H_{298}^0 (H_2O) =$$

$= -986,2 + 635,1 + 285,84 = -65,26kJ/mol$ - това е топлината, която се отделя за гасене на 1 mol CaO .

$$n(CaO) = \frac{m(CaO)}{M_m(CaO)} = \frac{100}{56} = 1,76kmol$$

Молекулната маса е в мерни единици $kg/kmol = g/mol$

Ако един кмол CaO отделя $-65260 kJ/kmol$ топлина, то $1,76 kmol$ отделят:

$$-65260.1,76 = -116163kJ$$

6. Изчислете $\Delta_f H (MgCO_3_{(к)})$, при стандартни условия като използвате следните данни:





Решение:

$$\Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol} \quad \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{MgO}) = \frac{-1203,6}{2} = -601,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{MgCO}_3) = \Delta_r H_{298}^{\circ} + \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{MgO}_3) + \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{CO}_2) = \\ = -117,7 + (-601,8) + (-393,5) = -1113 \text{ kJ/mol}$$

7. Да се изчисли изменението на ентропията за следните процеси:

а) стапяне на 1 mol алуминий при 660°C ($\Delta H_T = 7,98 \text{ kJ/mol}$);

б) изпаряване на 2 mol течен кислород при -182,97°C ($\Delta H_{\text{изп}} = 6,81 \text{ kJ/mol}$);

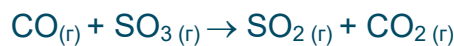
в) нагряване на 10 g сероводород от 50 до 100°C при постоянно налягане ($C_p = 29,37 + 15,40 \cdot 10^{-3} T$, $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$).

Решение: а) $\Delta S_m = \frac{\Delta H_m}{T_m} = \frac{7,98 \cdot 10^3}{933,16} = 8,55 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$

б) $\Delta S_{\text{изп}} = n \frac{\Delta H_{\text{изп}}}{T_{\text{изп}}} = 2 \frac{6,81 \cdot 10^3}{90,19} = 151,01 \text{ J/K}$

в) $\Delta S = n \int_{323}^{373} C_p \frac{dT}{T} = \frac{10}{34} 29,37 \int_{323}^{373} \frac{dT}{T} + \frac{10}{34} 5,90 \cdot 10^{-3} \int_{323}^{373} dT = \\ = \frac{10}{34} 29,37 \ln \frac{373}{323} + \frac{10}{34} 5,90 \cdot 10^{-3} (373 - 323) = 1,469 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$

8. За реакцията



Определете ΔG_{398}° по стойностите на стандартната енталпия и енергия на Гибс при 298 К, които са съответно -44,14 kcal и -44,72 kcal. Приемете, че енталпията не зависи от температурата.

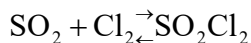
Решение:

$$d\left(\frac{\Delta G}{T}\right) = -\frac{\Delta H}{T^2} dT \Rightarrow \frac{\Delta G_{398}^{\circ}}{398} = \frac{\Delta G_{298}^{\circ}}{298} - \int_{298}^{398} \frac{\Delta H_{298}^{\circ}}{T^2} dT$$

$$\frac{\Delta G_{398}^{\circ}}{398} = \frac{-44,72}{298} + 44,14 \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{398} \right) = 0,113 \text{ kcal} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\Delta G_{398}^{\circ} = 398 \cdot (-0,113) = -44,97 \text{ kcal}$$

9. Равновесната константа при 325 K на реакцията:



е 9,27 L/mol. Изчислете равновесната концентрация на SO_2Cl_2 , ако началните концентрации на серния диоксид и на хлора са 1 mol/L и 2 mol/L.

Решение: При равновесие, концентрациите на веществата са:

$$\tilde{C}_{\text{SO}_2\text{Cl}_2} = x \qquad \tilde{C}_{\text{SO}_2} = 1 - x \qquad \tilde{C}_{\text{Cl}_2} = 2 - x$$

$$K_C = \frac{\tilde{C}_{\text{SO}_2\text{Cl}_2}}{\tilde{C}_{\text{SO}_2} \cdot \tilde{C}_{\text{Cl}_2}} = \frac{x}{(1-x)(2-x)} = 9,27$$

$$9,27x^2 - 28,81x + 18,54 = 0 \qquad x_1 = 0,91 \text{ и } x_2 = 2,20$$

10. Равновесната константа K_p на реакцията на дехидриране на етанол



при 378 K е $6,4 \cdot 10^{-10}$. Топлината на изгаряне на етанола и ацеталдехида в $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ са съответно равни на -1412 и 1196 . Топлината на образуване на водата е равна на -287 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Използвайки тези данни пресметнете равновесната константа при 403 K.

Решение: $\Delta H = \Delta_c H_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} - \Delta_c H_{\text{CH}_3\text{CHO}} - \Delta_f H_{\text{H}_2\text{O}} =$

$$= -1412 \cdot 10^3 - (-1196 \cdot 10^3 - 287 \cdot 10^3) = 71 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\ln \frac{K_{p,T_2}}{K_{p,T_1}} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \Rightarrow \ln \frac{K_{p,T_2}}{6,4 \cdot 10^{-9}} = \frac{71 \cdot 10^3}{8,314} \left(\frac{1}{378} - \frac{1}{403} \right)$$

11. Намерете при 65°C налягането на парите над разтвор, съдържащ 13,68g захароза ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) в 90g вода, ако налягането на наситените пари над водата при същата температура е 25кPa.

Решение:

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{Mm(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})} = \frac{13,68}{342} = 0,04 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{Mm(\text{H}_2\text{O})} = \frac{90}{18} = 5 \text{ mol}$$

$$n = n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) + n(\text{H}_2\text{O}) = 0,04 + 5 = 5,04 \text{ mol}$$

$$x_1 = \frac{n(H_2O)}{n} = \frac{5}{5,04} = 0,9921 \quad \text{следователно} \quad p_1 = p_1^0 \cdot x_1 = 25,0,9921 = 24,8 \text{ kPa}$$

12. Да се изчисли повишението на температурата на кипене на разтвор, съдържащ 3,453g салицилова киселина ($C_6H_4(OH)COOH$) в 125g етилов алкохол. Ебулиоскопската константа на етиловия алкохол е $1,2 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Решение: $n(C_6H_4(OH)COOH) = \frac{m(C_6H_4(OH)COOH)}{Mm(C_6H_4(OH)COOH)} = \frac{3,453}{138} = 0,025 \text{ mol}$

масата на етиловия алкохол е $m_0 = 125 \text{ g} = 0,125 \text{ kg}$

$$Cm(C_6H_4(OH)COOH) = \frac{n(C_6H_4(OH)COOH)}{m_0} = \frac{0,025}{0,125} = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$\Delta T_k = E \cdot Cm = 1,2 \cdot 0,2 = 0,24 \text{ K}$$

13. Колко грама нафтаген ($C_{10}H_8$) се намира в 8 kg бензен, ако този разтвор замръзва при $3,45^\circ\text{C}$? Температурата на замръзване на чистия бензен е $5,40^\circ\text{C}$. Криоскопската константа на бензена $K = 5,1 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Решение:

Разтворител в този случай е бензенът, а нафтагенът е разтворено вещество.

$$\Delta T_3 = T_3^0 - T_3 = 5,40 - 3,45 = 1,95 \text{ K}$$

$$Cm(C_{10}H_8) = \frac{\Delta T_c}{K} = \frac{1,95}{5,1} = 0,3824 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$n(C_{10}H_8) = Cm \cdot Mm(C_{10}H_8) = 0,3824 \cdot 8 = 3,059 \text{ mol};$$

$$m(C_{10}H_8) = n(C_{10}H_8) \cdot Mm(C_{10}H_8) = 3,059 \cdot 128 = 391,5 \text{ g}.$$

14. Да се изчисли осмотичното налягане на следните разтвори на неелектролит: а) $0,02 \text{ M}$ разтвор при 15°C ; б) 1 cm^3 разтвор при 30°C , съдържащ $1,82 \cdot 10^{18}$ молекули.

Решение: а) $t^0 = 15^\circ\text{C}$ или $T = 288 \text{ K}$, $R = 0,082 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ (тъй като концентрацията е в $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$). Осмотичното налягане се получава в атмосфери - atm

$$\pi = M(x) \cdot R \cdot T = 0,02 \cdot 0,082 \cdot 288 = 0,47232 \text{ atm}$$

$$\text{б) } n(x) = \frac{N(x)}{N_A} = \frac{1,82 \cdot 10^{18}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 30,21 \cdot 10^{-7}$$

Когато обемът на разтвора е в cm^3 , $R = 62400 \text{ cm}^3 \cdot \text{mmHg} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, то осмотичното налягане се получава в mmHg (милиметри живачен стълб):

$$\pi = \frac{n(x)}{V} R T = \frac{30,21 \cdot 10^{-7}}{1} \cdot 62400 \cdot 303 = 57,12 \text{ mmHg}$$

Осмотичното налягане може да се изрази в kPa като се знае, че $760 \text{ mmHg} = 101,325 \text{ kPa}$.

$$760 \text{ mmHg} \text{-----} 101,325 \text{ kPa};$$

$$57,12 \text{ mmHg} \text{-----} x \text{ kPa},$$

$$x = \frac{57,12.101,325}{760} = 7,62kPa$$