امتحان كيمياء2

التمرين الأول (06 نقاط)

نسخن $\mathbf{20g}$ من رباعي كلوريد الكربون $(\mathbf{CCl_4})$ من الدرجة $\mathbf{-35°C}$ إلى الدرجة $\mathbf{+85°C}$ تحت ضغط $\mathbf{1atm}$

- أحسب التغير في الأنتالبي أثناء تسخين $\mathbf{CCl_4}$.

المعطيات:

$\mathbf{\Delta H^{\circ}_{fusion}, 249°K, (CCl_4, solide)} = 2677.71\ \mathrm{J.mol^{-1}}$

$\mathbf{\Delta H^{\circ}_{vap}, 350°K, (CCl_4, liquide)} = 29870.28\ \mathrm{J.mol^{-1}}$

$\mathbf{M(\ _6C)} = 12\ \mathrm{g.mol^{-1}}$; $\mathbf{M(_{17}Cl)} = 35.5\ \mathrm{g.mol^{-1}}$

$\mathbf{C_p(CCl_4, solide)} = 122.31\ \mathrm{J.mol^{-1}.°K^{-1}}$

$\mathbf{C_p(CCl_4, liquide)} = 135.18\ \mathrm{J.mol^{-1}.°K^{-1}}$

$\mathbf{C_p(CCl_4, gaz)} = 74.02\ \mathrm{J.mol^{-1}.°K^{-1}}$

التمرين الثاني (07 نقاط)

عند الدرجة $\mathbf{298°K}$، لدينا $\mathbf{2mol}$ من غاز (يعتبر مثالي) يخضع إلى التحولات التالية:

1- انضغاط إيزوتارم فيتغير الضغط من $\mathbf{P_1 = 1atm}$ إلى $\mathbf{P_2 = 20atm}$

2- تمدد كظومي فيتغير الضغط من $\mathbf{P_1 = 20atm}$ إلى $\mathbf{P_2 = 1atm}$

- أحسب في كل حالة درجة الحرارة النهائية، العمل، كمية الحرارة، التغير في الطاقة الداخلية والتغير في الأنتالبي.

حيث: $\mathbf{Cp} = 5R/2$; $\mathbf{Cv} = 3R/2$

التمرين الثالث (07 نقاط)

ليكن لدينا التفاعل التالي:

$$\mathbf{4HCl(g) + O_2(g) \longrightarrow 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)}$$

1- أحسب التغير في الأنتالبي القياسية $(\mathbf{\Delta H^{\circ}_{r,298}})$ ، التغير في الأنتروبي القياسية $(\mathbf{\Delta S^{\circ}_{r,298}})$ و التغير في الأنتالبي الحرة القياسية $(\mathbf{\Delta G^{\circ}_{r,298}})$ لهذا التفاعل.

2- أحسب التغير في الأنتالبي الحرة لهذا التفاعل عند $\mathbf{T = 948°K}$

يعطى:

	$\mathbf{S^{\circ}_{298}(J.mol^{-1}.°K^{-1})}$	$\mathbf{\Delta H^{\circ}_{f,298}(kJ.mol^{-1})}$	$\mathbf{Cp\ (J.mol^{-1}.°K^{-1})}$
$\mathbf{HCl(g)}$	186.9	-92.3	29.1
$\mathbf{O_2(g)}$	205.2	0	29.4
$\mathbf{Cl_2(g)}$	223.1	0	33.9
$\mathbf{H_2O(g)}$	188.8	-241.8	33.6

الحل النموذجي (20/20)

التمرين الأول (06 نقاط)

حساب التغير في الأنتالبي أثناء تسخين CCl_4

$$(CCl_4, s) \xrightarrow{\Delta H_1} (CCl_4, s) \xrightarrow{\Delta H_2} (CCl_4, l) \xrightarrow{\Delta H_3} (CCl_4, l) \xrightarrow{\Delta H_4} (CCl_4, g) \xrightarrow{\Delta H_5} (CCl_4, g) \quad \textbf{01Pt}$$

$T_1 = 238°K \quad T_2 = 249°K \quad T_2 = 249°K \quad T_3 = 350°K \quad T_3 = 350°K \quad T_4 = 358°K$

أنتالبي تسخين $\mathbf{CCl_4}$ الصلب:

$$\mathbf{\Delta H_1} = \int_{238}^{249} nC_p(CCl_4, solide)dT = \frac{20}{154} \times 122.31 \times (249 - 238) = \mathbf{174.73\ J} \quad 01Pt$$

أنتالبي الإنصهار:

$$\mathbf{\Delta H_2} = n\Delta H_{fusion}(CCl_4, solide) = \frac{20}{154} \times 2677.71 = \mathbf{347.75\ J} \quad 0.5Pt$$

أنتالبي تسخين $\mathbf{CCl_4}$ السائل:

$$\mathbf{\Delta H_3} = \int_{249}^{350} nC_p(CCl_4, liquide)dT = \frac{20}{154} \times 135.18 \times (350 - 249) = \mathbf{1773.14\ J} \quad 01Pt$$

أنتالبي التبخر:

$$\mathbf{\Delta H_4} = n\Delta H^{\circ}_{vap}(CCl_4, liquide) = \frac{20}{154} \times 29870.28 = \mathbf{3879.26\ J} \quad 0.5Pt$$

أنتالبي تسخين غاز $\mathbf{CCl_4}$:

$$\mathbf{\Delta H_5} = \int_{350}^{358} nC_p(CCl_4, gaz)dT = \frac{20}{154} \times 74.02 \times (358 - 350) = \mathbf{76.9\ J} \quad 01Pt$$

التغير في الأنتالبي أثناء تسخين CCl_4

$$\mathbf{\Delta H} = \sum \Delta Hi = 174.73 + 347.75 + 1773.14 + 3879.26 + 76.9 = \mathbf{6251.78\ J} \quad 01Pt$$

التمرين الثاني (07 نقاط)

1- انضغاط إيزوتارم

درجة الحرارة النهائية

$\mathbf{T_2 = T_1 = 298°K}$ 0.5Pt

العمل

$$\mathbf{W_{1\to2}} = -\mathrm{nRT}\ln\frac{V_2}{V_1} = -\mathrm{nRT}\ln\frac{P_1}{P_2} = -2\times 8.31\times 298\times \ln\frac{1}{20} = \mathbf{14837.14\ J}$$ 01Pt

كمية الحرارة

$$\mathbf{Q_{1\to2}} = -\mathbf{W_{1\to2}} = \mathbf{-14837.14\ J}$$ 0.5Pt

التغير في الطاقة الداخلية

$$\Delta\mathbf{U_{1\to2}} = 0$$ 0.5Pt

التغير في الأنتالبي

$$\Delta\mathbf{H_{1\to2}} = 0$$ 0.5Pt

2- تمدد كظومي

درجة الحرارة النهائية

$$\mathbf{P_1^{1-\gamma}T_1^{\gamma}} = \mathbf{P_2^{1-\gamma}T_2^{\gamma}} \qquad \Rightarrow \qquad \mathbf{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}\times T_1$$ 01Pt

$$\boldsymbol{\gamma} = \mathrm{Cp/Cv} = (5R/2)/(3R/2) = \mathbf{5/3}$$

$$\mathbf{T_2} = \left(\frac{20}{1}\right)^{\frac{1-1.67}{1.67}}\times 298 = \mathbf{89.59°K}$$ 0.5Pt

العمل والتغير في الطاقة الداخلية

$$\mathbf{W_{1\to2}} = \Delta\mathbf{U_{1\to2}} = \mathrm{nCv\Delta T} = 2\times\frac{3\times 8.31}{2}(89.59-298) = \mathbf{-5195.66\ J}$$ 01Pt

كمية الحرارة

$$\mathbf{Q_{1\to2}} = 0$$ 0.5Pt

التغير في الأنتالبي

$$\Delta\mathbf{H_{1\to2}} = \mathrm{nCp\Delta T} = 2\times\frac{5\times 8.31}{2}(89.59-298) = \mathbf{-8659.44\ J}$$ 01Pt

التمرين الثالث (07 نقاط)

-1

حساب التغير في الأنتالبي القياسية $(\Delta\mathbf{H^{\circ}_{r,298}})$

$$\Delta\mathbf{H^{\circ}_{r,298}} = \sum\nu_i\Delta H^{\circ}_{f,i,298}(\text{produits}) - \sum\nu_i\Delta H^{\circ}_{f,i,298}(\text{réactifs})$$ 0.5Pt

$$\Delta\mathbf{H^{\circ}_{r,298}} = [2\Delta H^{\circ}_{f,298}Cl_2(g) + 2\Delta H^{\circ}_{f,298}H_2O(g)] - [4\Delta H^{\circ}_{f,298}HCl(g) + \Delta H^{\circ}_{f,298}O_2(g)]$$ 0.5Pt

$$\boxed{\Delta\mathbf{H^{\circ}_{r,298}} = [(0)+(-483.6)] - [(-369.2)+(0)] = \mathbf{-114.4\ kJ}}$$ 0.5Pt

حساب التغير في الأنتروبي القياسية $(\Delta\mathbf{S^{\circ}_{r,298}})$

$$\Delta\mathbf{S^{\circ}_{r,298}} = \sum\nu_i S^{\circ}_{i,298}(\text{produits}) - \sum\nu_i S^{\circ}_{i,298}(\text{réactifs})$$ 0.5Pt

$$\Delta\mathbf{S^{\circ}_{r,298}} = [2S^{\circ}_{298}Cl_2(g) + 2S^{\circ}_{298}H_2O(g)] - [4S^{\circ}_{298}HCl(g) + S^{\circ}_{298}O_2(g)]$$ 0.5Pt

$$\boxed{\Delta \mathbf{S}^{\circ}_{\mathbf{r,298}} = [(446.2) + (377.6)] - [(747.6) + (205.2)] = \mathbf{-129\ J.°K^{-1}}}$$ 0.5Pt

حساب التغير في الأنتالبي الحرة القياسية $(\Delta \mathbf{G}^{\circ}_{\mathbf{r},298})$

$$\boxed{\Delta \mathbf{G}^{\circ}_{\mathbf{r,298}} = \Delta \mathbf{H}^{\circ}_{\mathbf{r,298}} - \mathbf{298}\Delta \mathbf{S}^{\circ}_{\mathbf{r,298}}}$$ 0.5Pt

$$\boxed{\Delta \mathbf{G}^{\circ}_{\mathbf{r,298}} = (-114.4 \times 10^{3}) - [298 \times (-129)] = \mathbf{-75958\ J} = \mathbf{-75.958\ kJ}}$$ 0.5Pt

2- حساب التغير في الأنتالبي الحرة القياسية عند $\mathbf{T = 948°K}$

$$\Delta \mathbf{G}^{\circ}_{\mathbf{r,948}} = \Delta \mathbf{H}^{\circ}_{\mathbf{r,948}} - \mathbf{948}\Delta \mathbf{S}^{\circ}_{\mathbf{r,948}}$$ 0.5Pt

حساب التغير في الأنتالبي القياسية $(\Delta \mathbf{H}^{\circ}_{\mathbf{r},\mathbf{948}})$

$$\Delta \mathbf{H}^{\circ}_{\mathbf{r,948}} = \Delta H^{\circ}_{r,298} + \int_{298}^{948} \Delta Cp\ dT$$ 0.5Pt

$$\Delta \mathbf{H}^{\circ}_{\mathbf{r,948}} = -114.4 \times 10^{3} + \left[[(67.8) + (67.2)] - [(116.4) + (29.4)]\right] \times (948 - 298)$$

$$\boxed{\Delta \mathbf{H}^{\circ}_{\mathbf{r,948}} = \mathbf{-121420\ J} = \mathbf{-121.42\ kJ}}$$ 0.5Pt

حساب التغير في الأنتروبي القياسية $(\Delta \mathbf{S}^{\circ}_{\mathbf{r},\mathbf{948}})$

$$\Delta \mathbf{S}^{\circ}_{\mathbf{r,948}} = \Delta S^{\circ}_{r,298} + \int_{298}^{948} \Delta Cp\ \frac{dT}{T}$$ 0.5Pt

$$\Delta \mathbf{S}^{\circ}_{\mathbf{r,948}} = -129 + \left[[(67.8) + (67.2)] - [(116.4) + (29.4)]\right] \times \ln\frac{948}{298}$$

$$\boxed{\Delta \mathbf{S}^{\circ}_{\mathbf{r,298}} = \mathbf{-141.498\ J.°K^{-1}}}$$ 0.5Pt

$$\Delta \mathbf{G}^{\circ}_{\mathbf{r,948}} = (-121420) - [948 \times (-141.498)] = \mathbf{12720.104\ J} = \mathbf{12.720104\ kJ}$$ 0.5Pt