سلسلة الأعمال الموجهة رقم -4-

التمرين-1-

أحسب مقدار التغير في الانتروبي وقيمة الشغل لعملية انضغاط غاز بطريقة متساوية الدرجة في الحالة الابتدائية ($P_1 = 1,05\,atm$ ، $T_1 = 15°C$ ، $V_1 = 90\,m^3$) إلى الحالة النهائية بضغط $P_2 = 4,2\,atm$. يُعطى $M = 28\,g/mole$

التمرين-2-

يخضع $0,02\,m^3$ من الهواء عند درجة حرارة $15°C$ وضغط $1,05\,atm$ إلى تسخين تحت حجم ثابت حتى يصل ضغطه إلى $4,2\,atm$، ثم إلى تبريد تحت ضغط ثابت الى غاية الرجوع إلى درجة الحرارة الابتدائية

- أحسب كمية الحرارة الكلية ومقدار تغير الانتروبي لهذا التحول

تُعطى : $C_{vm} = 20,82\ J.mol^{-1}.K^{-1}$ ، $C_{pm} = 29,145\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

التمرين-3-

يخضع 2 مول من غاز ثنائي الأزوت تحت ضغط $200\,atm$ الى تمدد متساوي الدرجة عند $25°C$ لينخفض الضغط الى $1\,atm$.

احسب مقدار تغير انتروبي كل من الجملة والمحيط والكون لهذا التحول باعتباره عكوس ثم باعتباره لاعكوس

تُعطى $R = 8,314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$ ، $C_{pm} = 7R/2\ J.mol^{-1}.K^{-1}$ $\gamma = 7/5$

التمرين-4-

أحسب مقدار تغير الانتروبي المواقفة لعملية تسخين مول واحد من غاز الهيدروجين عند حجم $0,01\,m^3$ ودرجة حرارة $100K$ الى حجم $0,1\,m^3$ ودرجة حرارة $600K$ في الحالات التالية

- تحول عكوس.
- تحول لاعكوس حيث يوضع الغاز داخل فرن درجة حرارته $750K$ ثم يجمد إلى ضغط $P_2 = 1\,atm$

$$C_v(H_2) = 9,960 + 0,19999.10^{-3}T + 4,808.10^{-7}.T^2$$

تُعطى :

Scanné avec Cam

التمرين -5-

يخضع مول واحد من غاز مثالي ثنائي الذرة الى التحولات التالية :

1- تحول متساوي الارجة عند درجة حرارة $T=293K$ من الحالة الأولى ($P_1 = 1 bar$) إلى الحالة الثانية ($P_2 = 2 bar$)

2- تحول متساوي الحجم من الحالة الأولى ($P_1 = bar, T_1 = 293K$) إلى الحالة الثانية ($P_2 = 2 bar$)

أحسب تغير مقدار الأنتروبيا في كل حالة. نعطى $\gamma = 1,4$

التمرين -6-

نمزج في وعاء معزول $360g$ من الماء عند درجة $85C^\circ$ مع $36g$ من الجليد عند $0C^\circ$

1- أحسب درجة حرارة المزيج عند التوازن الحراري

2- احسب ΔS الموافق لهذه العملية

نعطى :

السعة الحرارية المولية للماء السائل $C_{pm}(H_2O(l)) = 75,24 J.mol^{-1}.K^{-1}$

الانثالبية الاضمحلال للجليد $\Delta H_{fusion\ 273}(H_2O_{(s)}) = 5,94 kJ.mol^{-1}$

Scanné avec Cam

الحل الدرس الثاني السداسي رقم 4

الحل -1-

حساب تغير الانتروبيا

$$\Delta S = n.C_{vm} \ln \frac{T_2}{T_1} + n.R \ln \frac{V_2}{V_1} = n.R \ln \frac{T_2/P_2}{T_1/P_1} = n.R \ln \frac{P_1}{P_2}$$

حسب عدد المولات

$$P.V = n.R.T \Rightarrow n = \frac{P.V}{RT}$$

$$n = \frac{1,05 \times 0,03 \times 10^3}{0,082(243+15)} = 1,334 \text{ moles}$$

$$\Delta S = 1,334 \times 8,31 \ln \frac{1,05}{4,12} = -15,37 J.K^{-1}$$

حسب العمل

$$\varphi = T\Delta S = 288(-15,37) = -4426,56 J$$

$$\Delta T = 0$$

$$W = -\varphi = 4425,64 J$$

كذلك ممكننا حساب العمل قبل حساب ΔS بالطريقة التالية

$$W = -n.R \ln \frac{V_2}{V_1} = -n.R.T \ln \frac{n.R.T}{V_1 P_2}$$

$$W = -1,334 \times 8,31 \times 288 \ln \frac{1,334 \times 0,082 \times 288}{30 \times 4,12} = 4425,93 J$$

$$\Delta S = \frac{\varphi}{T} = -\frac{W}{T} = \frac{-4425,93}{288} = -15,37 J.K^{-1}$$

الحل -2-

التحول عند حجم ثابت فإن

$$P.V = n.R.T \Rightarrow \frac{P}{T} = \frac{n.R}{V} = \text{ثابت}$$

وسنه

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{P_2.T_1}{P_1} = \frac{4,12 \times 288}{1,05} = 1152 K$$

لدينا

$$n = \frac{P.V}{R.T} = \frac{1,05 \times 20}{0,082 \times 288} = 0,889 \text{ moles}$$

وسنه

$$\varphi_v = \Delta U = n.C_{vm}(T_2 - T_1)$$

$$\varphi_v = 0,889 \times 20,82(1152 - 288) = 15991,56 J$$

$$\varphi_p = \Delta H = n.C_{pm}(T_1 - T_2)$$

$$\varphi_p = 0,889 \times 29,145(288 - 11521) = -22386,16 J$$

Scanné avec Cam

$$\sum Q = Q_V + Q_p = -6394,45$$

نحسب ΔS

$$\Delta S_V = n.c_{vm} \ln \frac{T_2}{T_1} + n.R \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$V_1 = V_2$$

$$\Delta S_V = n.c_{vm} \ln \frac{T_2}{T_1} = 0,889 \times 20,82 \ln \frac{1152}{288}$$

$$\therefore \Delta S_V = 25,66 \, J.K^{-1}$$

$$\Delta S_p = n.c_{vm} \ln \frac{T_1}{T_2} + n.R \ln \frac{V_1}{V_2}$$

$$= n.c_{vm} \ln \frac{T_1}{T_2} + n.R.\ln \frac{P_2.T_1}{P_1.T_2}$$

$$\Delta S_p = n(c_{vm} + R) \ln \frac{T_1}{T_2} + n.R \ln \frac{P_2}{P_1}$$

$$P_1 = P_2$$

$$\Delta S_p = n.c_{pm} \ln \frac{T_1}{T_2} = 0,889 \times 29,145 \ln \frac{288}{1152}$$

$$\therefore S_p = -35,92 \, J.K^{-1}$$

$$\sum \Delta S = \Delta S_V + \Delta S_p = -10,26 \, J.K^{-1}$$

3- الحل

بما أن التحول ايزوترم =

$$\Delta U = 0 = Q + W$$

$$\Rightarrow Q = -W$$

باعتبار التحول عكوس إذا

$$dS_{sys} = \frac{dQ_{rev}}{T} = -\frac{dW_{rev}}{T}$$

$$W_{rev} = -\int_{V_1}^{V_2} p.dV = -n.R.T \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\Delta S_{sys_{rev}} = \frac{n.R.T}{T} \ln \frac{V_2}{V_1} = n.R.\ln \frac{V_2}{V_1} = n.R \ln \frac{P_1}{P_2}$$

$$\Delta S_{sys(rev)} = 2 \times 8,314 \ln \frac{200}{1} = 88,1 \, J.K^{-1}$$

$$\Delta S_{ext(rev)} = -\Delta S_{sys(rev)} = -88,1 \, J.K^{-1}$$

$$\Delta S_{univers_{rev}} = \Delta S_{sys_{rev}} + \Delta S_{ext_{rev}} = 0$$

ثانيا باعتبار التحول لا عكوس

$$\Delta S_{sys(irrev)} = \Delta S_{sys_{rev}} = 88,1 \, J.K^{-1}$$

$$d_{ext\,irrev} = -\int \frac{dQ_{irrev}}{T} = -\frac{1}{T} \int dQ_{irrev} = -\frac{Q_{irrev}}{T}$$

$$\Delta T = 0 \Rightarrow Q_{irrev} = -W_{irrev}$$

Scanné avec Cam

$$W_{irrev} = -\int P_{ext}\,dV = -P_2(V_2 - V_1) = -P_2\left(\frac{nRT}{P_2} - \frac{nRT}{P_1}\right)$$

$$W_{irrev} = -nRT\left(1 - \frac{P_2}{P_1}\right) = -2 \times 8{,}314 \times 298\left(1 - \frac{1}{100}\right)$$

$$W_{irrev} = -4930{,}37\ J$$

$$Q_{irrev} = 4930{,}37\ J$$

$$\Delta S_{ext\,irrev} = -\frac{Q_{irrev}}{T} = -\frac{+4930{,}37}{298} = -16{,}545\ J\cdot K^{-1}$$

$$\Delta S_{univers\,irrev} = \Delta S_{sys\,irrev} + \Delta S_{ext\,irrev} = 88{,}1 - 16{,}545$$

$$\Delta S_{univers\,irrev} = 71{,}55\ J\cdot K^{-1}$$

القيمة موجبة، مما يدل أن العملية "تلقائية"

-4- الحل

أولا: باعتبار التحول عكوس

$$\Delta S_{sys\,rev} = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

ΔS_1 هي أنتروبي التسخين العكوس عند حجم ثابت و ΔS_2 هي أنتروبي التمدد لتساوي الدرجة العكوس

$$\Delta S_1 = \frac{Q_{rev}}{T} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{n C_{v} dT}{T} = n C_{vm} \ln\frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{2} R \ln\frac{T_2}{T_1}$$

$$\Delta S_1 = 2{,}5 \times 8{,}314 \times \ln\frac{600}{100} = 37{,}22\ J\cdot K^{-1}$$

$$\Delta S_2 = \frac{Q_{rev}}{T} = -\frac{W_{rev}}{T} = \frac{nRT}{T}\ln\frac{V_2}{V_1}$$

$$\Delta S_2 = 8{,}31 \ln\frac{0{,}1}{0{,}01} = 19{,}137\ J\cdot K^{-1}$$

$$\Delta S_{sys\,rev} = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 56{,}3\ J\cdot K^{-1}$$

$$\Delta S_{ext\,rev} = -\Delta S_{sys\,rev} = -56{,}3\ J\cdot K^{-1}$$

$$\Delta S_{univers\,rev} = 0$$

ثانيا: باعتبار التحول لا عكوس

$$\Delta S_{sys\,irrev} = \Delta S_{sys\,rev} = 56{,}3\ J\cdot K^{-1}$$

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow Q_{irrev} = \Delta U - W$$

$$\Delta S_{ext\,irrev} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{-dQ_{irrev}}{T}$$

$$dQ_{irrev} = \Delta U_{irrev} - W_{irrev} = \int_{T_1}^{T_2} n C_{vm}\frac{dT}{T} + P\int_{V_1}^{V_2} dV$$

$$Q_{irrev} = \int_{T_1}^{T_2} n C_{vm}\,dT + P_{ext}(V_2 - V_1)$$

Scanné avec Cam

$$Q_{irrev} = \int_{T_1}^{T_2} (4,960 + 0,19999 \cdot 10^{-3} T + 4,808 \cdot 10^{-7} T^2)\, dT + P_{ext}(V_2 - V_1)$$

$$Q_{irrev} = [4,960 T]_{100}^{600} + [0,19999 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{T^2}{2}]_{100}^{600} + [4,808 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{T^3}{3}]_{100}^{600}$$

$$+ P_{ext}(V_2 - V_1)$$

$$\Rightarrow Q_{irrev} = 11666,445$$

$$\Delta S_{extirrev} = -\frac{Q_{irrev}}{T} = -\frac{11666,4}{750} = -15,55\ J \cdot K^{-1}$$

-5- الحل

تُعطى عبارة الأنتروبي لغاز المثالي بالعلاقة التالية:

$$\Delta S_{AB} = n C_{vm} \ln \frac{T_B}{T_A} + nR \ln \frac{V_B}{V_A}$$

1 - تحول متساوي الدرجة

$$T_A = T_B$$

$$S_{AB} = nR \ln \frac{V_B}{V_A}$$ (باللكاملة نجدان)

لدينا عبارة قانون الغازات الكاملة

$$p \cdot V = nRT = \text{ثابت}$$

$$P_A V_A = P_B V_B \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{P_A}{P_B}$$

$$S_{AB} = nR \ln \frac{P_A}{P_B} = 8,31 \ln \frac{1}{2} \Rightarrow S_{AB} = -5,76\ J \cdot K^{-1}$$

2 - تحول متساوي الحجم

$$V_B = V_A$$

$$S_{AB} = n C_{vm} \ln \frac{T_B}{T_A} =$$

لدينا

$$\gamma = \frac{C_{pm}}{C_{vm}} = \frac{C_{vm} + R}{C_{vm}} \Rightarrow \gamma C_{vm} - C_{vm} = R$$

$$\Rightarrow C_{vm} = \frac{R}{\gamma - 1}, \quad S_{AB} = n \frac{R}{\gamma - 1} \ln \frac{T_B}{T_A}$$

$$pV = nRT \Rightarrow \frac{P}{T} = \frac{nR}{V} = \text{ثابت}, \quad \frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B} \Rightarrow \frac{T_A}{T_A} = \frac{P_B}{P_A}$$

$$\Delta S_{AB} = n \frac{R}{\gamma - 1} \ln \frac{P_B}{P_A} = \frac{8,31}{1,4 - 1} \ln \frac{2}{1} \Rightarrow$$

$$\Delta S_{AB} = 14,4\ J \cdot K^{-1}$$

Scanné avec Cam