

تمرین های برگزیده فصل پنجم

۱۵- نشان دهید در یک تغییر حالت ایزوترم گاز ایده آل، نرخ تغییرات انتروپی نسبت به حجم به طور معکوس متناسب است با حجم گاز.

حل:

روش اول:

با استفاده از روابط ماکسول داریم:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$$

$$\Rightarrow P = \frac{nRT}{V} \Rightarrow \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \frac{nR}{V}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \frac{nR}{V} \Rightarrow \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T \propto \frac{1}{V}$$

روش دوم:

همانطور که می دانیم:

$$dU = TdS - PdV$$

$$\Rightarrow dS = \frac{dU}{T} + \frac{P}{T} dV$$

در یک تحول ایزوترم گاز ایده آل dU صفر است، لذا:

$$dS = \frac{P}{T} dV \Rightarrow \left(\frac{dS}{dV}\right) = \frac{P}{T} = \frac{nR}{V} \Rightarrow \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T \propto \frac{1}{V}$$

۱۶- صحت روابط زیر را تحقیق کنید:

$$\left(\frac{\partial^2 G}{\partial P^2}\right)_T = - \frac{1}{\left(\frac{\partial^2 A}{\partial V^2}\right)_T}$$

حل:

$$\left(\frac{\partial^2 G}{\partial P^2}\right)_T = - \frac{1}{\left(\frac{\partial^2 A}{\partial V^2}\right)_T}$$

می دانیم که: $dG = -SdT + VdP$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = V, \quad \left(\frac{\partial^2 G}{\partial P^2}\right)_T = \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$$

$dA = -SdT - PdV$ و نیز می دانیم

$$\left(\frac{\partial A}{\partial V}\right)_T = -P, \left(\frac{\partial^2 A}{\partial V^2}\right)_T = -\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T = -\frac{1}{\left(\frac{\partial^2 G}{\partial P^2}\right)_T}$$

$$\left(\frac{\partial c_p}{\partial P}\right)_T = -T \left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2}\right)_P \quad -۱۷$$

حل:

همانطور که می دانیم $c_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$ و چون H یک تابع حالت است، تغییرات آن مستقل از جهت دیفرانسیل گیری است. لذا می توان نوشت:

$$\left(\frac{\partial c_p}{\partial P}\right)_T = \left[\frac{\partial}{\partial P} \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p\right]_T = \left[\frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_T\right]_P$$

و نیز می دانیم که $dH = TdS + VdP$ لذا خواهیم داشت:

$$\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_T = T \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T + V$$

و نیز طبق روابط ماکسول می دانیم که :

$$\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

اکنون می توان نوشت:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial c_p}{\partial P}\right)_T &= \frac{\partial}{\partial T} \left[-T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + V\right]_P \\ &= -T \left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2}\right)_T - \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -T \left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2}\right)_T \end{aligned}$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \frac{T}{c_P} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P^{-1}$$

حل:

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \Rightarrow \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \alpha V$$

$$\frac{T}{c_P} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \frac{T}{c_P} (\alpha V) = T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial H}\right)_P$$

$$= \left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_P \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial H}\right)_P$$

با استفاده از روابط ماکسول:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T$$

$$\Rightarrow \frac{T}{c_P} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_P \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_P \times -\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S$$

روش دوم حل:

$$dS = \frac{\partial q}{T} = c_p \frac{dT}{T} \text{ So } \left(\frac{dS}{dT}\right)_p = c_p/T$$

لذا:

$$\frac{T}{c_p} \left(\frac{dV}{dT}\right)_p = \left(\frac{dT}{dS}\right)_p \left(\frac{dV}{dT}\right)_p$$

اما:

$$\left(\frac{dT}{dS}\right)_p = \left(\frac{dT}{dP}\right)_s \left(\frac{dP}{dS}\right)_T \text{ and } \left(\frac{dS}{dP}\right)_T \left(\frac{dV}{dT}\right)_p$$

لذا:

$$\frac{T}{c_p} \left(\frac{dV}{dT}\right)_p = \left(\frac{dT}{dP}\right)_s \left(\frac{dT}{dV}\right)_p \left(\frac{dV}{dT}\right)_p = \left(\frac{dT}{dP}\right)_s$$

$$\begin{aligned}
c_P - c_V &= V \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V + \left(\frac{\partial H}{\partial V} \right)_T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \\
&= \left[V - \left(\frac{\partial H}{\partial V} \right)_T \right] \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \\
&= T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V
\end{aligned}$$

حل:

قسمت اول:

$$c_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P$$

اگر فشار ثابت باشد می توانیم H را به صورت تابعی از دو متغیر مستقل T و V در نظر بگیریم:

$$H = H(T, V) \Rightarrow dH = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_V dT + \left(\frac{\partial H}{\partial V} \right)_T dV$$

$$dT \text{ بر } dT \text{ تقسیم طرفین بر } \Rightarrow \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_V + \left(\frac{\partial H}{\partial V} \right)_T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

$$c_P - c_V = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left[T - \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \right]$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S = - \frac{c_P}{c_V V \beta} \quad -۲۰$$

حل:

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V} \right)_S = - \frac{\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_P}{\left(\frac{\partial S}{\partial P} \right)_V}$$

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_V dT + \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T dV$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial P} \right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_V = - \frac{c_V}{T} \frac{\left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T}{\left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P} = \frac{c_V}{T} \times \frac{\beta V}{\alpha V} = \frac{c_V \beta}{T \alpha}$$

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_P dT + \left(\frac{\partial S}{\partial P} \right)_T dP$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_P = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P = -\frac{c_p}{T} \frac{1}{\alpha V}$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S = -\frac{c_p}{c_v V \beta}$$

۷-۵-ژول و تماسون نشان دادند که هرگاه یک جریان مداوم از یک گاز حقیقی (غیرایده آل) در یک لوله ی کاملاً عایق شده (عایق حرارتی) مجهز به تروتل والو (شیر کاهش دهنده ی فشار) برقرار کنیم، درجه حرارت گاز تغییر کرده و از حالت ۱ (P_1, T_1) به حالت ۲ (P_2, T_2) تغییر حالت پیدا خواهد کرد. نشان دهید در این فرایند انتالپی گاز تغییر نمی کند.

تغییرات T بر حسب ضریب ژول-تامسون (μ_{J-T}) به صورت زیر می باشد:

$$\mu_{J-T} = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H$$

صحت رابطه ی زیر را تحقیق کنید:

$$\mu_{J-T} = -\frac{V}{c_p} (1 - \alpha T)$$

و نشان دهید برای یک گاز ایده آل ضریب ژول تامسون برابر صفر می باشد.

حل:

فرایند آدیاباتیک می باشد. بنابراین $q = 0$ بوده و کار انجام شده بوسیله ی گاز $w = P_2 V_2 - P_1 V_1$ است.

$$\Delta H = q - w + (P_2 V_2 - P_1 V_1) = 0$$

$$\mu_{J-T} = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H$$

اما:

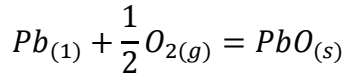
$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H = -\frac{\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T}{\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P} = -\frac{1}{c_p} \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T$$

$$\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = T \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T + V = -T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + V = -T \alpha V + V$$

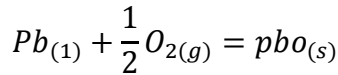
$$\mu_{J-T} = -\frac{1}{c_p} (-\alpha T V + V) = \frac{V}{c_p} (\alpha T - 1)$$

تمرین های برگزیده فصل ششم

۲۱- مطلوب است محاسبه تغییر انتروپی واکنش زیر در ۱۰۰۰ درجه کلوین:



حل:



$$\Delta H_{\text{واکنش}}^{0,1000K} = H_{PbO}^{0,298} - H_{Pb}^{0,298} - \frac{1}{2}H_{O_2}^{0,298} = -219400 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{واکنش}}^{0,1000K} &= \Delta H_{\text{واکنش}}^{0,298} + \int_{298}^{762} (52.38 + 8.66E - 3T - 8.2E + 5T^{-2})dT \\ &\quad + 200 + \int_{762}^{1000} (45.27 + 12.8E - 3T - 2.99E + 5T^{-2})dT \\ &\quad - \frac{1}{2} \int_{298}^{1000} (29.96 + 4.18E - 3T - 1.67E + 5T^{-2})dT \\ &\quad - \int_{298}^{601} (24.23 + 8.7E - 3T)dT - 4800 - \int_{601}^{1000} (32.49 - 3.10E - 3T)dT \\ &= -219400 + 24758.42 + 200 + 13364.75 - 11271.46 - 8526.61 - 4800 - 11973.37 \end{aligned}$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}}^{0,1000K} = -218048.27 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} \Delta S_{\text{واکنش}}^{0,1000K} &= \Delta S_{\text{واکنش}}^{0,298} + \int_{298}^{762} C_{P_{PbO(r.tet)}} \frac{dT}{T} + \frac{\Delta H_{tet \rightarrow orth}}{762} \\ &\quad + \int_{762}^{1000} C_{P_{PbO(y.orth)}} \frac{dT}{T} \\ &\quad - \frac{1}{2} \int_{762}^{1000} C_{P_{O_2(g)}} \frac{dT}{T} - \int_{298}^{601} C_{P_{pb(fcc)}} \frac{dT}{T} - \frac{\Delta H_m}{601} - \int_{601}^{1000} C_{P_{pb(Liq)}} \frac{dT}{T} \\ \Rightarrow \Delta S_{\text{واکنش}}^{0,298} &= S_{pbo}^{0,298} - S_{pb}^{0,298} - 0.5 S_{O_2}^{0,298} \\ &= -64.8 + 66.3 - 0.5(205.1) \\ &= -101.05 \text{ J/K} \end{aligned}$$

$$\Delta S_{\text{واکنش}}^{0,1000K} = -101.05 + \int_{298}^{762} (52.38T^{-1} + 8.66E - 3 - 8.2E + 5T^{-3})dT$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{200}{762} + \int_{762}^{1000} (45.27T^{-1} + 12.8E - 3 - 2.99E + 5T^{-3})dT \\
& - 0.5 \int_{762}^{1000} (29.96T^{-1} + 4.18E - 3 - 1.67E + 5T^{-3})dT \\
& - \int_{298}^{601} (24.23T^{-1} + 8.7E - 3)dT - \int_{601}^{1000} (32.49T^{-1} - 3.1E - 3)dT \\
& - \frac{4800}{601} \\
& = -101.5 + 0.26 + 49.28 + 15.24 - 19.17 - 19.63 - 15.30
\end{aligned}$$

$$\Delta S_{\text{واکنش}}^{0,1000} = -90.37 J/K$$

۲۲- مطلوب است محاسبه ی اختلاف بین انتالپی مولی، انتروپی مولی و انرژی آزاد مولی بیسموت جامد و مذاب در دمای ۸۰۰ درجه کلونین.

حل:

با استفاده از منابع ترمودینامیکی:

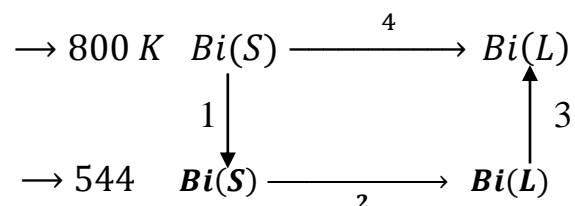
$$T_{m,Bi} = 544 K$$

$$\Delta H_{m,Bi} = 11300 J$$

$$\begin{aligned}
c_{p,Bi(L)} = & 19.04 + 10.38E - 3T + 20.75E + 5T^{-2} - 3 - 3.97E \\
& - 6T^2 J/mol.K
\end{aligned}$$

$$c_{p,Bi(S)} = 11.84 + 30.46E - 3T + 4.10E + 5T^{-2} J/mol.K$$

با توجه به مسیرهای مشخص شده در دیاگرام زیر می توان نوشت:



در حقیقت خواسته ی این سوال ΔS_4 و ΔH_4 و ΔG_4 می باشد.

$$\Delta H_4 = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = \int_{800}^{544} c_{P,Bi(S)} dT + \Delta H_{m,Bi} + \int_{544}^{800} c_{P,Bi(L)} dT$$

$$\Delta H_4 = \int_{800}^{544} (11.84 + 30.46 - 3T + 4.10E + 5T^{-2}) dT + 11300$$

$$+ \int_{544}^{800} (19.04 + 10.38E - 3T + 20.75E + 5T^{-2} - 3.97E - 6T^2) dT$$

$$= -8512.31 + 11300 + 7416.016$$

$$\Delta H_4 = 10203.70 J$$

$$\Delta S_4 = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 = \int_{800}^{544} c_{P,Bi(S)} \frac{dT}{T} + \frac{\Delta H_m}{T_M} + \int_{544}^{800} c_{P,Bi(L)} \frac{dT}{T}$$

$$\Delta S_4 = \int_{800}^{544} (11.84T^{-1} + 30.46E - 3 + 4.10E + 5T^{-3}) dT + \frac{11300}{544}$$

$$+ \int_{544}^{800} (19.04T^{-1} + 10.38E - 3 + 20.75E + 5T^{-3} - 3.97E - 6T) dT$$

$$= -12.73 + 20.77 + 11.20 = 19.24 J/K$$

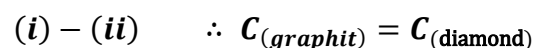
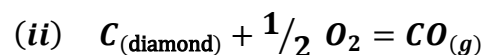
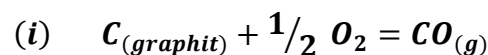
$$\Delta S_4 = 19.24 J/K$$

$$\Delta G_4 = \Delta H_4 - T\Delta S_4 = -5188.3 J$$

۲۳- کدام یک از فرایندهای زیر گرمای بیشتری آزاد می کند:

(I) اکسیداسیون گرافیت به CO در دمای ۱۰۰۰ درجه کلون

(II) اکسیداسیون الماس به CO در دمای ۱۰۰۰ درجه کلون



با استفاده از منابع ترمودینامیکی:

$$H_{C_{diamond}}^{0,298} = 1500 J \quad , \quad H_{C_{(graphit)}}^{0,298} = 0$$

$$C_{P, \text{diamond}} = 9.12 + 13.22E - 3T - 6.19E + 5T^{-2} \text{ J/mole.K}$$

$$C_{P, \text{graphit}} = 0.11 + 38.94E - 3T - 1.48E + 5T^{-2} - 17.38e - 6t^2 \text{ J/mole.K}$$

$$\Delta H_{\text{reaction}}^{0,1000} = \Delta H_{\text{reaction}}^{0,298} + \int_{298}^{1000} \Delta c_p dT$$

$$= 1500 + \int_{298}^{1000} (9.01 - 25.72E - 3T - 4.71E + 5T^{-2} + 17.38E - 6T^2) dT$$

$$\therefore \Delta H_{\text{reaction}}^{0,1000} = 637.52 = \Delta H_{\text{diamond}}^{0,1000} - \Delta H_{\text{graphite}}^{0,1000} > 0$$

$$\therefore \Delta H_{\text{diamond}}^{0,1000} > \Delta H_{\text{graphite}}^{0,1000}$$

۶-۴ مقدار ۱۰۰۰ گرم آلومینیوم مذاب با دمای ۷۰۰ درجه سانتی گراد داخل یک ظرف کاملاً عایق شده (سیستم آدیاباتیک) قرار دارد. تعیین کنید چه مقدار $C_{r_2}O_3$ با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به آلومینیوم مذاب اضافه کنیم تا پس از انجام واکنش دمای مخلوط نهایی ($C_r, Al_2O_3, C_{r_2}O_3$) به صورت جامد (۱۰۰۰ درجه سانتی گراد) شود.

$$\int_1^{P_3} 0.01 dP = (-1 + P_3) = 4.914 \text{ (lit. atm)}$$

$$\therefore P_3 = 492.4 \text{ atm}$$

در قسمت دوم سوال، اختلاف انتروپی سیستم بین دو حالت ۱ و ۳ خواسته شده است. لذا داریم:

$$\Delta S_{(1 \rightarrow 3)} = \Delta S_{(1 \rightarrow 2)} + \Delta S_{(2 \rightarrow 3)}$$

$$= \int_{293}^{273} c_{P, Au} \frac{dT}{T} + \int_1^{492.4} -\alpha V dP$$

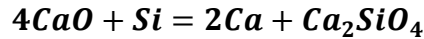
$$= \int_{293}^{273} (31.46T^{-1} - 13.47E - 3 - 2.89E + 5T^{-3} + 10.96E - 6T) dT$$

$$- \left(\frac{8.314}{0.082} \right) \int_1^{492.4} (4.32E - 5) \left(\frac{197}{19.3} E - 3 \right) dP$$

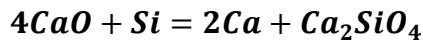
$$= -1.76 - 0.022 = -1.78 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{(1 \rightarrow 3)} = -1.78 \text{ J/K}$$

۲۴-مطلوبست محاسبه ΔG_{298} و ΔH_{298} برای واکنش زیر:



حل:



با استفاده از منابع ترمودینامیکی:

$$H_{Ca_2SiO_4}^{0,298} = -2328400 J, H_{CaO}^{0,298} = -634900 J$$

$$S_{Ca_2SiO_4}^{0,298} = 120.5 J/K, S_{CaO}^{0,298} = 38.1 J/K, S_{Si}^{0,298} = 18.8 J/K$$

$$S_{Ca}^{0,298} = 41.6 J/K$$

اکنون داریم:

$$\Delta H_{reaction}^{0,298} = 211200 J/mole$$

$$\Delta S_{reaction}^{0,298} = 32.5 J/K$$

$$\therefore \Delta G_{reaction}^{0,298} = \Delta H_{reaction}^{0,298} - 298 \Delta S_{reaction}^{0,298} = 201515 J$$

۲۵- یک دستگاه کالریمتر با معادل آبی ۲۰ گرم، محتوای ۱۰۰ گرم آب $25^\circ C$ می باشد. چنانچه ۱۰۰

گرم Al با دمای $121^\circ C$ را در کالریمتر جای دهیم، دمای نهایی سیستم $40^\circ C$ خواهد شد. چنانچه دمای اولیه اولیه آلومینیوم $243^\circ C$ باشد، دمای نهایی در کالریمتر $60^\circ C$ خواهد بود و هرگاه دمای اولیه آلومینیوم $359^\circ C$ باشد، دمای نهایی $80^\circ C$ خواهد شد. با استفاده از اطلاعات فوق، ظرفیت گرمایی مولی آلومینیوم را به فرم زیر تعیین نمایید.

$$C_p = a + bT$$

ظرفیت گرمایی مولی H_2O در محدوده $273 - 373 K$ مقدار $75/44 J/degree$ می باشد.

وزن اتمی Al ، $26/98$ و ظرفیت گرمایی مولی H_2O در محدوده دمای 273 تا 373 ، $75/44$ ژول بر درجه در نظر گرفته می شود.

حل:

طبق فرض مسئله در حالت اول:

$$\frac{1}{26.98} \int_{394}^{313} c_{P,Al} dT = -\frac{120}{18} \int_{298}^{313} 75.44 dT$$

چون مقدار گرمایی که Al از دست می دهد، آب همان مقدار را دریافت می کند و

$$\Delta H_{\text{آب}} + \Delta H_{Al} = 0 \text{ است چون سیستم آدیاباتیک است، در نتیجه:}$$

$$\int_{298}^{313} (a + bT) dT = -2035.37$$

در حالت دوم به طور مشابه:

$$\frac{100}{26.98} \int_{516}^{333} (a + bT) dT = -\frac{120}{18} \int_{298}^{333} 75.44 dT$$

$$\Rightarrow \int_{516}^{333} (a + bT) dT = -4749.2 \quad (ii)$$

و در حالت سوم:

$$\frac{100}{26.98} \int_{632}^{353} (a + bT) dT = -\frac{120}{18} \int_{298}^{353} 75.44 dT$$

$$\int_{632}^{353} (a + bT) dT = -7463.028 \quad (iii)$$

$$(i) \Rightarrow aT + \frac{b}{2} T^2 \Big|_{394}^{313} = a(313 - 394) + \frac{b}{2} (313^2 - 394^2) = -2035.37$$

$$(ii) \Rightarrow aT + \frac{b}{2} T^2 \Big|_{516}^{333} = a(333 - 516) + \frac{b}{2} (333^2 - 516^2) = -4749.2$$

$$(iii) \Rightarrow aT + \frac{b}{2} T^2 \Big|_{632}^{353} = a(353 - 632) + \frac{b}{2} (353^2 - 632^2) = -7463.028$$

$$(i) \rightarrow 81a + 28633.5b = 2035.37$$

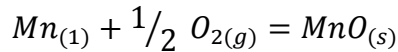
$$(ii) \rightarrow 183a + \frac{155367}{2} b = 4749.2$$

$$(iii) \rightarrow 279a + \frac{274815}{2} b = 7463.028$$

$$\Rightarrow \begin{cases} b = 0.0115 \\ b = 21.06 \end{cases}$$

$$\Rightarrow c_{P,Al} = 21.06 + 0.0115T \text{ J/mole.K}$$

۹-۶- مطلوبست محاسبه ΔH_{1800} برای واکنش زیر:



$$\Delta S_{reaction}^{0,298} = 2(198.3 + 202.5) - (241.4 + 3)144.8)$$

$$\therefore \Delta S_{reaction}^{0,298} = -675.8 + 801.6 = 125.8 J/K$$

$$\Delta G_{reaction}^{0,298} = \Delta H_{reaction}^{0,298} - 298 \Delta S_{reaction}^{0,298}$$

$$\therefore \Delta S_{reaction}^{0,298} = 62210 J$$

۲۶- برای گرم کردن یک کیلوگرم کوردیت ($2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$) از 298K تا نقطه ذوب آن

1738K چه مقدار گرما لازم است؟

حل:

$$c_{P,cordierite} = 626.34 + 91.21E - 3T - 200.83E + 5T^{-2} J/mole.K$$

← اکنون گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول کوردیریت از 298K تا 1738K را محاسبه می کنم.

لذا خواهیم داشت:

$$\Delta H_{(298 \rightarrow 1738K)}^{0,cordierite} = \int_{298}^{1738} c_{P,cordierite} dT = 979798.8 J/mole$$

← اکنون محاسبه ی تعداد مول شامل 1000 gr کوردیریت ($2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$)

$$\therefore n = \frac{1000}{2(24 + 16) + 2(2 \times 27 + 3 \times 16) + 5(28 + 2 \times 16)} = 1.71 mole$$

$$q_{(گرمای لازم)} = 1675.45 kJ \approx 1675kJ$$

۲۷- در سنتز احتراقی آلیاژ $Ti + Ni \rightarrow TiNi$ سبب گرم و ذوب شدن مخلوط دو جزئی $Ti - Ni$ می شود. اگر سرعت انجام واکنش آنچنان زیاد باشد که تحول را بتوان آدیا باتیک در نظر گرفت، دمای ماکزیمم آلیاژ مذاب چقدر خواهد بود؟ دمای انجام واکنش را $183 K$ در نظر بگیرید.

$$\Delta H_{TiNi}^{0,1183} = -66.50 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_m = 32.50 \text{ KJ/mol}$$

$$T_{m,TiNi} = 1513 \text{ K}$$

$$c_{PTiNi(S)} = 46.8 \text{ J/K.mole}$$

$$c_{PTiNi(L)} = 75.15 \text{ J/K.mole}$$

حل: با فرض آدیاباتیکی بودن سیستم، تمامی گرمای آزاد شده در اثر انجام واکنش به آلیاژ منتقل می شود.

$$\Delta H = c_{PTiNi(S)}(T_m - T_L) + \Delta H_m + c_{PTiNi(L)}(T_{max} - T_m)$$

$$66500 = 46.8(1513 - 1183) + 32500 + 75.15(T_{max} - 1513)$$

$$T_{max} = 1760 \text{ K}$$

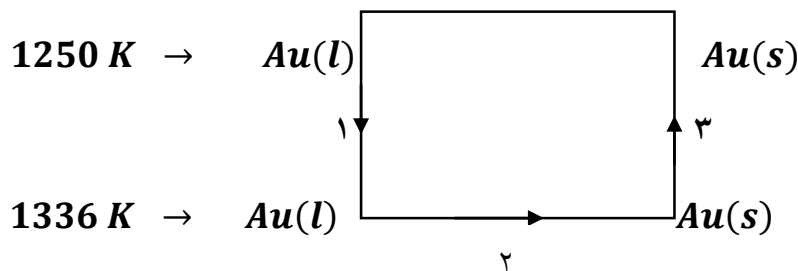
۲۸- غیرات انتروپی جهان را برای انجماد ایزو ترم طلا در $1250 K$ محاسبه کنید.

$$T_m = 1336 \text{ K}, \Delta H_m = 12.36 \times 10^3 \text{ J/mol}$$

$$C_p^S = 23.68 + 5.19 \times 10^{-3}t \text{ J/mol.K}$$

$$C_p^L = 29.29 \text{ J/mol.K}$$

حل:



$$\Delta S_{\text{سیستم}} = \int_{1250}^{1336} \frac{C_p^l}{T} - \frac{\Delta H_m}{T_m} + \int_{1336}^{1250} \frac{C_p^s}{T} dT = -9.327 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{\text{محیط}} = \frac{-\Delta H_{\text{سیستم}}}{T_{\text{محیط}}}$$

$$\Delta H_{\text{سیستم}} = \int_{1250}^{1336} C_p^l dT - \Delta H_m + \int_{1336}^{1250} C_p^s dT = -12.468 \times 10^3 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{\text{محیط}} = \frac{12.47 \times 10^3}{1250} = 9.976 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{\text{جهان}} = \Delta S_{\text{سیستم}} + \Delta S_{\text{محیط}} = -9.327 + 9.967 = 0.649 \text{ J/K}$$

۲۹- حرارت نهان و دمای ذوب شدن $CaO \cdot TiO_2 \cdot SiO_2$ به ترتیب 123.7 KJ/mol و $1400^\circ C$ است. حرارت نهان ذوب در $750^\circ C$ را محاسبه کنید.

$$c_p^s = 279.2 \text{ J/K.mole}$$

$$c_p^l = 172.2 + 2.32 \times 10^{-2}T - 5.05 \times 10^{-6}T^2 \text{ J/K.mole}$$

حل:

$$\Delta c_p = c_p^s - c_p^l$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{1023} &= \Delta H_{1673} \\ &+ \int_{1673}^{1023} \Delta c_p dT \\ &= 123.7 \\ &+ 0.001 \int_{1673}^{1023} (107 - 2.32 \times 10^{-2}T + 5.05 \times 10^{-6}T^2) dT \\ &= 70.64 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$