2065

فصل ۷

تعادل فاز در سیستم یک جزیی

۷-۱ با استفاده از معادلهٔ فشار بخار نقرهٔ مذاب، مطلوبست اولاً محاسبهٔ گرمای نهان تبخیر نقره در دمای جوش نرمال آن (۲۱۴۷K) و ثانیاً محاسبهٔ اختلاف ظرفیت حرارتی نقرهٔ مذاب و بخار نقره.

☑ حل

$Ag_{(l)}$

$T_b = ۲۱۴۷k \rightarrow \Delta H_{(l-v)} = ?$

$\Delta C_p = ?$

$$Ag_{(s)} : LnP = \frac{-۳۴۳۰۰}{T} - ۰/۸۵LnT + ۲۱/۴۶$$

$$Ag_{(L)} : LnP = \frac{-۳۳۲۰۰}{T} - ۰/۸۵LnT + ۲۰/۳۱$$

تعادل فاز بخار و مذاب : $Lnp = \frac{-۳۳۲۰۰}{T} - ۰/۸۵LnT + ۲۰/۳۱$

از عبارت فوق نسبت به T مشتق می‌گیریم:

$$\frac{dLnP}{dT} = \frac{\Delta H_{(l-v)}}{RT^۲} = \frac{۳۳۲۰۰}{T^۲} - \frac{۰/۸۵}{T}$$

$T = ۲۱۴۷K$

$R = ۸/۳۱۴ \, J/moL \cdot k$

$$\rightarrow \Delta H_{(l-v)} = \frac{(۳۳۲۰۰ \times ۸/۳۱۴ \times ۲۱۴۷^۲)}{۲۱۴۷^۲} - \frac{(۰/۸۵ \times ۸/۳۱۴ \times ۲۱۴۷^۲)}{۲۱۴۷}$$

$$\rightarrow \Delta H_{(l-v)} = ۲۶۰۸۵۲/۱۶ \, j = ۲۶۰/۸kj$$

$\Delta H = C_p \Delta T \rightarrow \Delta H_{(l-v)} = C_p \Delta T$

$$\frac{\Delta H_{(l-v)}}{\Delta T} = CP$$

$$\rightarrow \frac{d\Delta H}{dT} = \Delta C_P = C_P^V - C_P^l$$

$$\frac{dLnP}{dT} = \frac{\Delta H_{(l-v)}}{RT^2} = \frac{۳۳۲۰۰}{T^2} - \frac{۰/۸۵}{T}$$

$$\rightarrow \Delta H_{(l-v)} = (۳۳۲۰۰ \times R) - (۰/۸۵ \times RT)$$

$$\rightarrow \Delta H_{(l-v)} = ۲۷۶۰۲٤/۸ - ۷/۰٦۷T$$

از رابطهٔ فوق نسبت به T مشتق می‌گیریم:

$$\frac{d\Delta H_{(l-v)}}{dT} = \Delta C_P = C_P^V - C_P^l$$

$$\Delta C_P = -۷/۰٦۷ \ {}^{j}/_{k.mol}$$

۷-۲ مطلوبست محاسبه تقریبی فشار مورد نیاز برای تقطیر جیوه در دمای $۱۰۰^\circ C$.

☑ حل

$$T = ۱۰۰^\circ C = ۳۷۳K$$

$$LnP = \frac{-۷٦۱۰}{T} - ۰/۷۹۵ LnT + ۱۷/۲۱٤$$

$$\rightarrow LnP = \frac{-۷٦۱۰}{۳۷۳} - ۰/۷۹۵ Ln۳۷۳ + ۱۷/۲۱٤$$

$$LnP = -۷/۸۹۶$$

$$\rightarrow P = ۳/۷۲۳ \times ۱۰^{-٤} \ atm$$

۷-۳ ظرفیت حرارتی مولی آهن مذاب به اندازهٔ ۱۰/۵۵ ژول بر درجه از ظرفیت حرارتی مولی آهن بخار بیشتر است، گرمای نهان تبخیر مولی آهن مذاب در $۱٦۰۰^\circ C$ برابر با ۳۵/۸ کیلو ژول است و فشار بخار آهن مذاب در دمای $۱٦۰۰^\circ C$ برابر با $۵/۱۳ \times ۱۰^{-۵}$ آتمسفر می‌باشد. مطلوبست تعیین معادلهٔ فشار بخار آهن مذاب بر حسب دما.

☑ حل

$$C_{P_{Fe(L)}} - C_{P_{Fe(V)}} = ۱۰/۵۵ j/k$$

$$T = ۱٦۰۰^\circ C = ۱۸۷۳k \rightarrow \Delta H_{(l-v)} = ۳۵/۸kj$$

$$P^\circ = ۵/۱۳ \times ۱۰^{-۵} \ atm$$

$$LnP = ?$$

$$\frac{d\Delta H}{dT} = \Delta C_P = C_P^V - C_P^l = -۱۰/۵۵ \ {}^{j}/_{k.mol}$$

$$LnP = \frac{A}{T} + BLnT + C$$

$$\frac{dLnP}{dT} = -\frac{A}{T^2} + \frac{B}{T} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

$$\rightarrow \Delta H = -AR + BRT \qquad .I$$

$$\frac{d\Delta H}{dT} = BR \qquad .II$$

$$I \Rightarrow ۳۵۸۰۰ = -۸/۳۱٤A + ۱۵۵۷۲/۱۲B$$

$$\rightarrow ۱۸۷۳B - A = ٤۳۰۵۹۹$$

$$II \Rightarrow \frac{d\Delta H}{dT} = BR \Rightarrow -۱۰/۵۵ = ۸/۳۱٤B$$

$$\rightarrow B = -۱/۲٦۹$$

$$I, II \Rightarrow ۱۸۷۳ \times (-۱/۲٦۹) - A = ٤۳۰۵۹۹$$

$$\rightarrow A = -٤۵٤۳٦/۷$$

$$Lnp = \frac{A}{T} + BLnT + C$$

در فشار $۵/۱۳ \times ۱۰^{-۵}$ اتمسفر و دمای ۱۸۷۳ کلوین

$$Ln(۵/۱۳ \times ۱۰^{-۵}) = -\frac{٤۵٤۳٦/۷}{۱۸۷۳} - ۱/۲٦۹ \times Ln۱۸۷۳ + C$$

$$-۹/۸۷۸ = -۲٤/۲۵۹ - ۹/۵٦۲ + C$$

$$\rightarrow C = ۲۳/۹٤$$

$$\rightarrow Lnp = \frac{-٤۵٤۳٦/۷}{T} - ۱/۲٦۹LnT + ۲۳/۹٤$$

۷-٤ دانستیهٔ سرب جامد و مایع در دمای ذوب نرمال آن ($۳۲۷^{\circ}C$) بترتیب ۱۰/۹٤ و ۱۰/٦۵ گرم بر سانتی مترمکعب است، مطلوبست محاسبه فشاری که باید بر سرب اعمال کرد تا دمای ذوب آن $۲۰^{\circ}C$ افزایش یابد. جرم اتمی سرب ۲۰۷ است.

☑ حل

$$T_b = ۳۲۷^{\circ}C$$

$$\rho_s = ۱۰/۹٤ \qquad gr/cm^3$$

$$\rho_L = ۱۰/٦۵ \qquad gr/cm^3$$

$$M_W = ۲۰۷gr \qquad LnP = \frac{-۲۳۳۳۰}{T} - ۰/۹۸۵LnT + ۱۹/۰۷$$

$$T = ۳٤۷^{\circ}C = ٦۲۰K$$

$$\Delta S^{\circ}_{۲۹۸} = ٦٤/۸\ j/k.mol$$

$\Delta H^{\circ}_{۲۹۸} = ۰$

$P = ?$ $\qquad C_p = ۲٤/۲۳ + ۸/۷ \times ۱۰^{-۳} T \qquad ۲۹۸ - ٦۰۰$

$\Delta H_m = ٤۸۰۰ j/mol \qquad C_p = ۳۲/٤۹ - ۳/۱ \times ۱۰^{-۳} T \qquad ٦۰۰ - ۱۳۰۰$

$$V_s = \frac{M}{\rho} = \frac{۲۰۷}{۱۰/۹٤} = ۱۸/۹۲ cm^{۳}/moL$$

$$V_l = \frac{۲۰۷}{۱۰/٦٥} = ۱۹/٤٤ cm^{۳}/moL$$

$$\Delta V = V_l - V_s = ۱۹/٤٤ - ۱۸/۹۲ = ۰/٥۱۷ cm^{۳}/mol$$

$$\frac{P_۲ - P_۱}{T_۲ - T_۱} = \frac{\Delta H}{T_۱ \Delta V}$$

$$\frac{P_۲ - ۱}{٦۲۰ - ٦۰۰} = \frac{(۱۱٥۰ \times ٤۰) cm^{۳}.atm}{٦۰۰ \times ۰/٥۱۷}$$

$$\Rightarrow P_۲ = ۲۹٦٦/۸ atm$$

۵-۷ یک لیتر گاز یُد با فشار ۰/۰٤ آتمسفر و $۱٥۰^{\circ} C$ را در دمای ثابت متراکم می‌کنیم؛ ماهیت اولین تغییر فازی را که در سیستم بعلت افزایش فشار اتفاق می‌افتد مشخص کنید و تعیین کنید این تغییر فاز به ازاء چه فشاری صورت می‌گیرد. هرگاه سیستم را از حالت ابتدائی در شرایط حجم ثابت سرد کنیم، ماهیت اولین تغییر فاز و دما و فشاری را که این تغییر فاز اتفاق می‌افتد تعیین کنید. فرض کنید در شرایط مسئله بخار ید رفتار ایده‌آل داشته باشد.

☑ حل

$V = ۱lit$

$p = ۰/۰٤ atm \xrightarrow{\text{حجم ثابت}} \Delta V = ۰$

$T = ۱٥۰^{\circ} C = ٤۲۳k$

$\Delta H^{\circ} = ٦۲٤۰۰ j/mol \qquad Cp = ۳۷/٤ + ۰/٥۷ \times ۱۰^{-۳} T - \frac{۰/٦۲ \times ۱۰^{٥}}{T^{۲}}$

$\Delta S^{\circ} = ۲٦۰/٦ j/mol.k \qquad n = \frac{PV}{RT} = \frac{۰/۰٤ \times ۱}{۰/۰۸۲ \times ٤۲۳} = ۱/۱٥۳ \times ۱۰^{-۳} mol$

ثابت $\frac{dLnp}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^{۲}}$

$I_{(s)} = Lnp = \frac{-۸۲٤۰}{T} - ۲/٥۱ LnT + ۳٤/۱٦٤ \qquad ۲۹۸ - T_m$

$I_{(l)} = Lnp = \frac{-۷۳۸۰}{T} - ٥/۱۸ LnT + ٤۷/۸۳ \qquad T_m - T_b$

چون دما ثابت است در هر دوی معادلات فوق شرایط را قرار داده و امتحان می‌کنیم سپس نتایج را مقایسه می‌نمائیم:

$$I_{(s)} = \text{Lnp} = \frac{-۸۲٤۰}{٤۲۳} - ۲/۵۱\text{Ln}٤۲۳ + ۳٤/۱٦٤$$

$$\text{Lnp} = -۰/٤۹۵ \rightarrow \text{p} = ۰/٦۱۹\,\text{atm}$$

$$I_{(l)} = \text{Lnp} = \frac{-۷۳۸۰}{٤۲۳} - ۵/۱۸\text{nLn}٤۲۳ + ٤۷/۸۳$$

$$\text{Lnp} = -۰/۹٤ \rightarrow \text{p} = ۰/۳۸۹\,\text{atm}$$

چون فشار اولیه ٤٪ اتمسفر بوده و به ترتیب افزایش می‌یابد لذا اولین تغییر فاز در فشار ۰/۳۸۹ اتمسفر صورت گرفته است که ید را به حالت مایع تبدیل می‌کند.

حال اگر فرایند در حجم ثابت اتفاق بیافتد چون ید گاز ایده‌آل فرض شده است لذا:

$$PV = nRT \rightarrow P = \frac{nRT}{V} = \frac{۱/۱۵۳\times۱۰^{-۳}\times۰/۰۸۲\times T}{۱}$$

$$P = ۹/٤۵٦\times۱۰^{-۵}T$$

$$I_{(s)} : -۹/۲٦٦ + \text{LnT} = \frac{-۸۲٤۰}{T} - ۲/۵۱\text{LnT} + ۳٤/۱٦٤$$

$$\rightarrow ۳/۵۱\text{LnT} = \frac{-۸۲٤۰}{T} + ٤۳/٤۳$$

از حل معادلهٔ فوق به‌روش سعی و خطا خواهیم داشت:

$$T = ۳٦۲/۲۳K$$

$$-P = ۰/۰۳٤\,\text{atm}$$

$$I_{(s)} : -۹/۲٦٦ + \text{LnT} = \frac{-۸۲٤۰}{T} - ۲/۵۱\text{LnT} + ۳٤/۱٦٤$$

$$\rightarrow ۳/۵۱\text{LnT} = \frac{-۸۲٤۰}{T} + ٤۳/٤۳$$

$$\Rightarrow T = ۳۵٤/۵۷k \quad , \quad P = ۰/۰۳۳\,\text{atm}$$

چون سیستم در حال سرد شدن است و دمای اولیه ٤۲۳K است. ابتدا دما به ۳٦۲K می‌رسد لذا تغییر فاز در فشار ۰/۰۳٤atm و دمای ۳٦۲k اتفاق می‌افتد که فاز گاز به جامد تبدیل می‌شود.

۶-۷ فشار بخار CO_2 جامد در زیر نقطهٔ سه گانه ($-۵٦/۲\ C$) از رابطهٔ زیر پیروی می‌کند.

$$\ln P = \frac{-۳۱۱٦}{T} + ۱٦/۰۱$$

گرمای نهان ذوب CO_2 ۸۳۳۰ ژول است، مطلوبست محاسبه فشار بخار CO_2 در C ۲۵. توضیح دهید چرا CO_2 جامد بنام یخ خشک معروف است.

☑ حل

$$Lnp = \frac{-۳۱۱۶}{T} + ۱۶/۰۱$$

$T_t = -۵۶/۲^{\circ}C = ۲۱۶/۸k$ $\qquad$ $T_t = -۵۶/۲^{\circ}C = ۲۱۶/۸k$

$\Delta H_m = ۸۳۳۰J$ $\qquad$ $T = ۲۵^{\circ}C = ۲۹۸k$

$P^{*}_{co_2} = ?$ $\qquad$ $LnP = \frac{A}{T} + C$

$$\frac{dLnP}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2} = \frac{-A}{T^2}$$

$$\rightarrow A = \frac{-\Delta H}{R} = \frac{-۸۳۳۰}{۸/۳۱۴} = -۱۰۰۱/۹۲$$

$$\frac{-۳۱۱۶}{T} + ۱۶/۰۱ = \frac{-۱۰۰۱/۹۲}{T} + C$$

$$T = ۲۱۶/۸k \rightarrow -۱۴/۳۷ + ۱۶/۰۱ = -۴/۶۲ + C$$

$$\rightarrow C = ۶/۲۶$$

$$\rightarrow LnP = \frac{-۱۰۰۱/۹۲}{T} + ۶/۲۶$$

$$T = ۲۹۸ \rightarrow P^{*} = ۷۳/۴ atm$$

۷-۷ تغییرات دمای ذوب و تغییر حجم از جامد به مایع برحسب فشار برای پتاسیم در جدول زیر آمده است، با استفاده از این اطلاعات گرمای نهان ذوب پتاسیم را تحت فشاری معادل $۵۰۰۰ kg/cm^2$ تعیین کنید. جرم اتمی پتاسیم ۳۹ است.

$P\ kg/cm^2$	۱	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۶۰۰۰
$T\ ^{\circ}C$	۶۲/۵	۷۸/۷	۹۲/۴	۱۰۴/۷	۱۱۵/۸	۱۲۶/۰	۱۳۵/۴
$\Delta V\ cm^3/g$	۰/۰۲۶۸	۰/۰۲۳۶۸	۰/۰۲۱۰۵	۰/۰۱۸۷۷	۰/۰۱۶۷۶	۰/۰۱۵۰۴	۰/۰۱۳۴۷
$P\ kg/cm^2$	۷۰۰۰	۸۰۰۰	۹۰۰۰	۱۰۰۰۰			
$T\ ^{\circ}C$	۱۴۴/۱	۱۵۲/۵	۱۶۰/۱	۱۶۷/۰			
$\Delta V\ cm^3/g$	۰/۰۱۲۰۵	۰/۰۱۰۷۳	۰/۰۰۹۵	۰/۰۰۸۳۸			

☑ حل

$M_k = ۳۹kg$

$P = ۵۰۰۰kg/cm^2$

$\Delta H = ?$ $\qquad$ با توجه به رابطه $(\frac{\partial P}{\partial T}) = (\frac{\Delta H}{T\Delta V})$

می‌توان تغییرات P برحسب T را رسم نموده و هم از روشهای گوناگون رگرسیون نموده که با توجه به مشکلات رسم نمودار از رگرسیون خطی استفاده می‌کنیم لذا داریم:

$$P = ۹۶/۱۴۵T - ۳۲۹۵۳$$

شیب خط ۹۶/۱۴۵ می‌باشد لذا می‌توان نوشت:

$$(\frac{\partial P}{\partial T}) = ۹۶/۱۴۵ = \frac{\Delta H}{T\Delta V}$$

$$T = ۱۲۶^{\circ}C = ۳۹۹k$$

$$\rightarrow \Delta H = ۹۶/۱۴۵ \times ۳۹۹ \times ۰/۰۱۵۰۴ = ۵۷۶/۹۶ \frac{kcm^{۳}}{g}$$

برای تبدیل واحد بصورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\Delta H = ۵۷۶/۹۶ \frac{kcm^{۳}}{g} \times \frac{۱}{k} \times \frac{g}{cm^{۲}} \times \frac{cm^{۳}}{g} \times ۹/۸ \frac{m}{s^{۲}} \times \frac{۱m}{۱۰۰cm} \times \frac{۳g}{۱m۱}$$

$$\Delta H = ۲۲۰۵/۰ j/mol$$

۸-۷ یک مول بخار $SiCl_4$ در فشار یک اتمسفر و دمای ۳۵۰K در یک ظرف با فشار ثابت نگهداری می‌شود. دمای ظرف و گاز داخل آن تا ۲۸۰K سرد می‌شود. در چه دمایی تقطیر شدن بخار شروع خواهد شد؟ وقتی دما به ۲۸۰K برسد چه کسری از بخار اولیه تقطیر شده است؟

☑ حل

$$n = ۱mol$$

$$P = ۱atm \qquad T = ۳۵۰k \qquad T_m = ?$$

$$\Delta S^{\circ} = ۳۳۰/۸ \; j/mol.k$$

$$\Delta H^{\circ} = -۶۶۲۷۰۰ \; j/mol \qquad Lnp = \frac{-۳۶۲۰}{T} + ۱۰/۹۶$$

$$\frac{-۳۶۲۰}{T} + ۱۰/۹۶ = Ln۱ = ۰$$

$$\rightarrow ۱۰/۹۶ = \frac{۳۶۲۰}{T} \rightarrow T = ۳۳۰/۲۹k$$

$$LnP = \frac{-۳۶۲۰}{۲۸۰} + ۱۰/۹۶ \quad \rightarrow LnP = -۱/۹۶۸$$

$$P = ۰/۱۳۹ atm$$

$$\Delta G_T = -۷۶۱۲۷۸/۴ + \int^{۰/۱۳۹} \Delta V dp$$

$$\rightarrow \Delta V(۰/۱۳۹ - ۱) = ۷۶۱۲۷۸/۴$$

$$\rightarrow \Delta V = -۸۸٤۱۷۹/۳ \frac{cm^۳}{g}$$

۱atm ۱۰۰

۰/۱۳۹atm · x $\rightarrow x = ۱۳/۹\%$ $۱۰۰ - ۱۳/۹ = ۸٦/۱$

۸٦/۱٪ مایع شده است.

۹-۷ فشار بخار روی بصورت دو رابطه زیر داده شده است.

$$\ln P = -\frac{۱۵۷۸۰}{T} - ۰/۷۵۵ \ln T + ۱۹/۲۵ \quad \text{(i)}$$

$$\ln P = -\frac{۱۵۲۵۰}{T} - ۱/۲۵۵ \ln T + ۲۱/۷۹ \quad \text{(ii)}$$

کدام معادله مربوط به روی جامد است؟

☑ حل

$T = ۲۹۸k$ $I \Rightarrow Lnp = -۳۸/۰۰٤ \rightarrow P = ۳/۱۲ \times ۱۰^{-۱۷}$

$II \Rightarrow Lnp = -۳٦/۵۳٤ \rightarrow P = ۱/۳٦ \times ۱۰^{-۱٦}$

چون فشار بخار معادله (II) بیشتر است لذا این معادله مربوط به مایع و معادلهٔ I مربوط به جامد است.

روش دیگر استفاده از نقطهٔ ذوب روی در ٦۹۳K است.

$T = ٦۹۳k$ $I \Rightarrow LnP = -۸/٤٦ \rightarrow P = ۲/۱۲ \times ۱۰^{-٤}$

$II \Rightarrow LnP = -۸/٤۲ \rightarrow P = ۲/۱۹ \times ۱۰^{-٤}\ atm$

۱۰-۷ در نقطه جوش نرمال آهن، $T_b = ۳۳۳۰K$، نرخ تغییر فشار بخار آهن برحسب دما برابر با $۳/۷۲ \times ۱۰^{-۳}\ atm/K$ است. مطلوبست محاسبه گرمای نهان تبخیر مولی آهن در دمای جوش.

☑ حل

$T_b = ۳۳۳۰k$

$\frac{dLnP}{dT} = ۳/۷۲ \times ۱۰^{-۳}\ atm/k$

$\Delta H = ?$ $\frac{dLnP}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^۲} = ۳/۷۲ \times ۱۰^{-۳}$

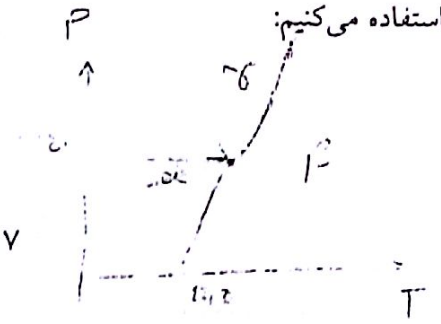
$\rightarrow \Delta H = ۳/۷۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۸/۳۱٤ \times ۳۳۳۰^۲$

$\rightarrow \Delta H = ۳٤۲۹۵۸/٤\ j$

۱۱-۷ نیتروژن دارای یک نقطه سه گانه در $P = ٤٦٥٠atm$ و $T = ٤٤/٥K$ است در این نقطه فازهای α و β و γ با هم در تعادل هستند. در نقطه سه‌گانه $V_\beta - V_\alpha = ٠/٠٤٣cm^٣ / mole$ و $V_\alpha - V_\gamma = ٠/١٦٥cm^٣ / mole$ و $S_\beta - S\alpha = ٤/٥٩J/K$ و $S_\gamma - S\alpha = ١/٢٥ j/k$ حالتی با مختصات $T = ٣٦K$ و $P = ١atm$ روی مرز نواحی پایداری α و β قرار دارد. در این حالت برای تبدیل α به β $\Delta s = ٦/٥٢J/K$ و $\Delta V = ٠/٢٢cm^٣ / mole$. دیاگرام فاز نیتروژن را در دمای پایین رسم نمایید.

☑ حل

چون مشخصات نقطه سه گاز معلوم است می‌بایست مرز بین فازهای α و β و γ را مشخص نموده برای این کار از رابطهٔ زیر استفاده می‌کنیم:



$$(\frac{dP}{dT}) = \frac{\Delta H}{T\Delta V}$$

$$(\frac{dP}{dT})_{\beta-\alpha} = \frac{\Delta H_{\beta-\alpha}}{T\Delta V_{\beta-\alpha}} = \frac{٢٠٤/٢٥}{٤/٤٥\times٠/٠٤٣} = ١٠٦/٧$$

$$\Delta H_{\beta-\alpha} = T\Delta S_{\beta-\alpha} = ٤٤/٥\times٤/٥٩ = ٢٠٤/٢٥$$

$$(\frac{dP}{dT})_{\alpha-\gamma} = \frac{\Delta H_{\alpha-\gamma}}{T\Delta V_{\alpha-\gamma}} = \frac{٥٥/٦٢}{٤٤/٥\times٠/١٦٥} = ٧/٥٧$$

$$\Delta H_{\alpha-\gamma} = T\Delta S_{\alpha-\gamma} = ٤٤/٥\times(١/٢٥) = ٥٥/٦٢$$

$$(\frac{dP}{dT})_{\beta-\gamma} = \frac{\Delta H_{\beta-\gamma}}{T\Delta V_{\beta-\gamma}} = \frac{٢٥٩/٨٧}{٤٤/٥\times٠/٢٠٨} = ٢٨/١$$

$$\Delta H_{\beta-\gamma} = \Delta H_{\beta-\gamma} + \Delta H_{\alpha-\gamma} = ٢٠٤/٢٥ + ٥٥/٦٢ = ٢٥٩/٨٧$$

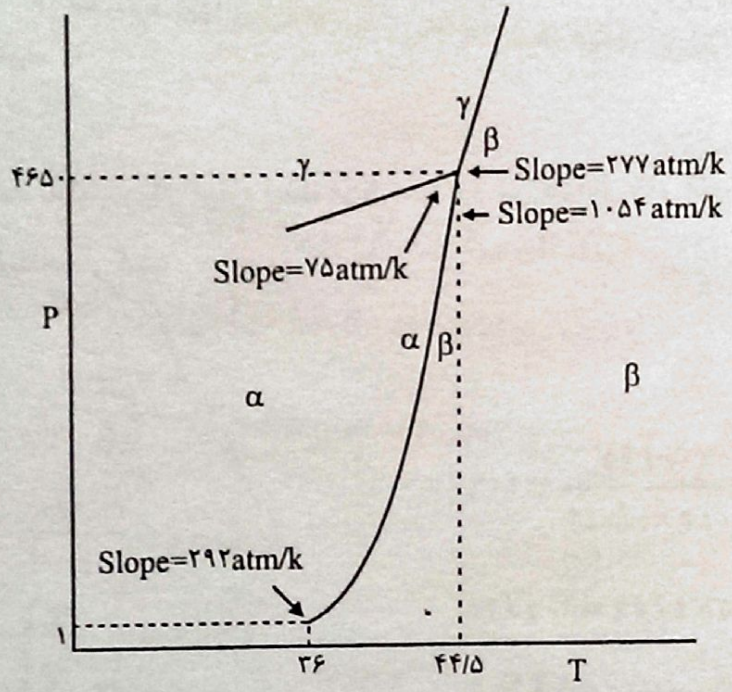
$$\Delta V_{\beta-\gamma} = \Delta V_{\beta-\alpha} + \Delta V_{\alpha-\gamma} = ٠/٠٤٣ + ٠/١٦٥ = ٠/٢٠٨$$

$(\frac{dP}{dT}) = \frac{\Delta H}{T\Delta V}$ در نقطه ۱

$$\Delta H = T\Delta S = ٣٦\times٦/٢٥ = ٢٣٤/٧٢$$

$$(\frac{dP}{dT}) = \frac{٢٣٤/٧٢}{٣٦\times٠/٢٢} = ٢٩/٦$$

با توجه به عبارات بدست آمده شکل این نمودار فازی بصورت زیر است:



۱۲-۷ فشار بخار اشباع $NdCl_3$ در دمای ٤٧٨K برابر با ۰/۳۰٤٥atm و در دمای ٥٢۰K برابر با ۰/۹۳۱۰atm می باشد. مطلوبست محاسبهٔ نقطه جوش نرمال آن.

☑ حل

$$LnP = \frac{A}{T} + B$$

$$Ln۰/۳۰٤٥ = \frac{A}{٤٧٨} + B = -۱/۱۸۹$$

$$Ln۰/۹۳۱ = \frac{A}{٥٢۰} + B = -۰/۰۷۱$$

$$\frac{A}{٤٧٨} - \frac{A}{٥٢۰} = -۱/۱۸۹ + ۰/۰۷۱ = -۱/۱۲$$

$$\frac{٤٢A}{٢٤٧٠٠٠} = -١/١٢ \Rightarrow A = -٦٥٨٦/٦$$

$$\rightarrow B = ١٢/٥٩$$

$$Lnp = \frac{-٦٥٨٦/٦}{T} + ١٢/٥٩$$

$$Ln١ = ٠ = \frac{-٦٥٨٦/٦}{T} + ١٢/٥٩$$

$$\rightarrow T = ٥٢٣k$$