

سرفصل‌های درس:

۱- مقدمه و تعریف مفهیم ارسه ترمودینامیک (واحد ها و ...)

۲- مانون اول ترمودینامیک

۳- مانون دوم ترمودینامیک

۴- تعبیر آماری انترپی

۵- معادلات و روابط ترمودینامیکی (ماکسول)

۶- مانون سوم ترمودینامیک

۷- رفتار گازهای فاندروالس (هفتی) غیرایده‌آل

تعریف ششم فنزیک: ؟ اعضای از علم شیمی می‌باشد که با پیوندهای فنزیک تشکیل شده است

تعریف ترمودینامیک: ؟ اعضای از علم فنزیک است که همراه با پیوندهای شیمیایی پردازد

طرحه چیست؟ جسم که مقدار انتقال نموده را قابل ردیابی است و تغییر

سیستم چیست؟ مجموعه ای جدا شده از جهان که در آن یک جسم کوچک در حالتی را محدود نگه داریم

شخص واحد مبنا و واحدهای مستقر شده ای که اسم خاص دارند و معمولاً در آموزشها و کتابها

به کار می روند، در جدول ۱، ۱، ۲، ذکر شده اند :

جدول ۱ - واحدهای S.I

علامت اختصاری	نام	کمیت
m	متر	طول
Kg	کیلوگرم	جرم
sec, s	ثانیه	زمان
A	آمپر	جریان الکتریکی
K	کلوین	دما (ترمودینامیک)
mole	مول	مقدار یک ماده

تبدیل :

$$1000 \text{ m}^3 = 1 \text{ lit} \rightarrow 10^{-3} \text{ lit} = 1 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ cm}^{-3} = (10^{-2} \text{ m})^{-3} = 10^6 \text{ m}^{-3}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = \text{Kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

جدول ۲ - واحدها و مقادیر آن در سیستم S.I

مقدار	نام	علامت اختصاری	رابطه	واحد در سیستم S.I
نیروی	نیوتن	N	-	$\text{Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
انرژی	ژول	J	$\text{N} \cdot \text{m}$	$\text{Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
فشار	پاسکال	Pa	$\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$	$\text{Kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
توان	وات	w	$\text{J} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$
بار الکتریکی	کولمب	C	$\text{A} \cdot \text{s}$	S-A
پتانسیل الکتریکی	ولت	V	$\text{W} \cdot \text{A}^{-1}$	$\text{Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$

واحد بزرگ در محاسبات مهندسی موار :

کالری :

$$(1 \text{ Calorie} = 4,184 \text{ J})$$

میلیمتر جی :

$$(1 \text{ mmHg} = \frac{1}{760} \text{ Pa})$$

اتمسفر :

$$(1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Pa})$$

گریدین : (θ درجه سانتیگراد)

$$(T = \theta + 273)$$

فارنهایت : (θ درجه سانتیگراد)

$$(F = 1,8 \times \theta + 32)$$

نسبت کمول گازها :

$$R = \begin{cases} 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \\ 1,987 \frac{\text{Cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \\ 0,08205 \frac{\text{lit} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \end{cases}$$

مدار حالت صحت؟

تغییرات مدار

مدار ای که رابطه بین تغییرات حالت یک سیستم را بیان می کند مدل :

$$V = V(P, T)$$

تورنیا یک فلاسک : خواص از سیستم را در نظر می گیرد که با تعیین آن حالت ماکروسکوپی سیستم تعیین می شود. (معادله برای برابری مکانیک)

تورنیا یک آماری : خواص از سیستم را در نظر می گیرد که با تعیین آن حالت میکروسکوپی سیستم تعیین می شود به عبارتی نسبت برای جدی کردن آن را شبکه بلوری مواد سرد و کار در در (مهندسی مواد)

گاز: به نادره ای اطلاق می شود که نسبت به تغییرات دما و حجم حساب می باشد و در ادامه سطح صبر استنباط می کند.
گاز ایده آل: گاز فرضی که در تمام شرایط و در تمام حالتها، دقیقاً از قانون بویل و شارپل تبعیت کند.

قانون بویل : بیان می کند که هرگاه دما و حجم ثابت باشد گاز مقداری مستقیم و معین باشد در آن صورت تغییرات حجم و فشار را هم نسبت عکس دارند.

$$T = cte \rightarrow PV = cte \rightarrow P_2 V_2 = P_1 V_1$$

نکته - در صورتی که فشار ثابت باشد و دما بالا باشد تمام گازها از رفتار بویل تبعیت می کنند.

قانون شارپل : بیان می کند که در حجم ثابت، حجم گازها با دما رابطه مستقیم دارد :

$$V \propto (T)_{P,m}$$

بطابق این قانون در یک حجم حرارت و فشار ثابت، حجم گاز با تعداد مول آن برابری است.

به عبارت دیگر یک مول از تمام گازها در شرایط استاندارد (فشار 1 atm و دما 273 K)

همین برابر 22.4 lit دارند. برای گازهای کامل (ایدهال) داریم:

$$PV = nRT$$

صرفاً کامل بودن گاز:

۱- از حجم مولکول های گاز در برابر حجم ظرف بدان صرف نظر کرد.

۲- نیروی بین مولکولی در گاز مایل صرف نظر کرد.

قانون دالتون:

$$x_i = \frac{p_i}{p_t} = \frac{n_i}{n_t}$$

$$n_t = \frac{n_i}{x_i}$$

با کسر مولی جزء i:

$$g = 9.80665 \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{نسبت ثقل}$$

خواص کمیت‌دهی (کمیت‌دهی): خواص از سیستم را نشان می‌دهد که مقدار آن بستیم بستند دارد. مثل: حجم کمفوس، دانسیته، حجم مولی، دما، فشار

خواص مقداردهی: خواص از سطح را نشان می‌دهد که مقدار آن بستیم بستند دارد. مثل: حجم، انرژی درونی

شماره فیزیک مولد

مسئله ۱ - محفظه ای شامل ۲۰ گرم هیدروژن و ۴۲ گرم نیتروژن است.

اگر سرعت خروج هیدروژن برابر $2 \frac{m}{s}$ باشد، سرعت خروج نیتروژن چقدر است؟ فشار کل ۱ atm.

$$M_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$$

$$M_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$$

حل:

$$n_{H_2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ mol}$$

$$n_{N_2} = \frac{42}{28} = 1.5 \text{ mol}$$

$$n_t = n_{N_2} + n_{H_2} = 10 + 1.5 = 11.5 \text{ mol}$$

$$P_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_t} \cdot P_t = 0.13 \text{ atm}$$

$$P_{H_2} = \frac{n_{H_2}}{n_t} \cdot P_t = 0.87 \text{ atm}$$

$$\frac{R_{H_2}}{R_{N_2}} = \frac{P_{H_2}}{P_{N_2}} \times \sqrt{\frac{M_{H_2}}{M_{N_2}}} \Rightarrow \frac{2}{R_{N_2}} = \frac{0.87}{0.13} \times \sqrt{\frac{2}{28}} \Rightarrow R_{N_2} = 0.799 \frac{m}{s}$$

مسئله ۲ - در صورتی که مقدار دانسیته گاز در دمای $25^\circ C$ و فشار ۱ atm برابر 1.43 g/l باشد، جرم مولی گاز چقدر است؟

حل:

$$PV = nRT$$

$$\downarrow \frac{m}{\rho}$$

$$\rightarrow PM = \rho RT$$

$$\Rightarrow M = \frac{\rho RT}{P} = \frac{1.43 \text{ g/l} \times 0.0821 \frac{\text{lit} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \times 298 \text{ K}}{1 \text{ atm}}$$

$$\Rightarrow M = 34.9 \text{ g/mol}$$

قانون اول ترمودینامیک درباره پایستگی انرژی بحث می‌کند و تغییرات انرژی درین سیستم را توصیف می‌کند.
 بعبور کلی که انرژی از سیستم نبرد و در سیستم نمی‌شود بلکه از حالتی به حالت دیگر تبدیل می‌شود.

فرآیند گرماگیر $Q > 0$

فرآیند گرمادار $Q < 0$

درن سیستم کار انجام می‌شود $W > 0$

سیستم در حال انجام کار است $W < 0$

$$\Delta U = q - w$$

$$dU = \delta Q - \delta W$$

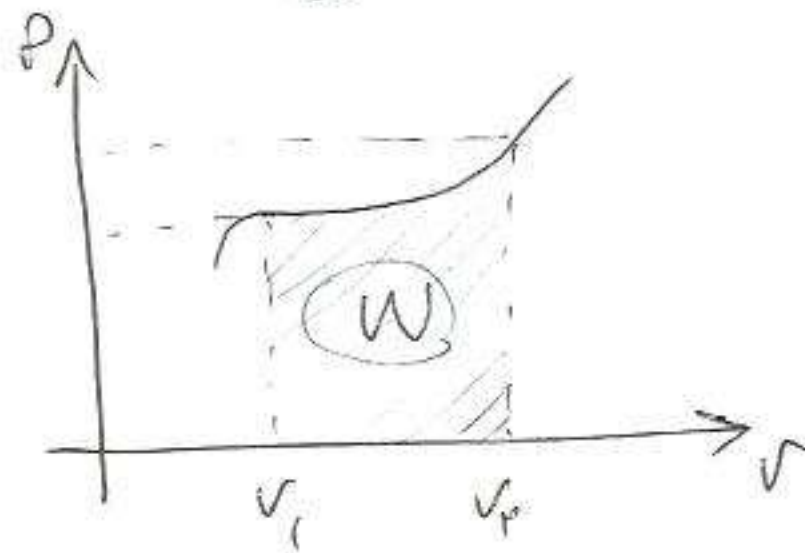
قانون اول

کمتر از ΔU انرژی درین که فقط تابع دما می‌باشد.

$$W = \int_{V_i}^{V_f} -P dV$$

$$mQ = m c_p \Delta T$$

$$\delta Q = n c_p dT$$



V

در این مدل $T = cte$ و انزودرم را بر مبنای این فرضیه در نظر می‌گیریم.

$T = cte ; dU = 0 ; dT = 0$

$dU = \delta Q - \delta W \rightarrow \boxed{\delta Q = \delta W}$

$Q = W = nRT \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right) = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \rightarrow$ در صورتی که $P_1 = P_2$ و $V_2 > V_1$ است.

$W = \int_{V_1}^{V_2} P_{ext} \cdot dV = P_{ext} (V_2 - V_1) \rightarrow$ در صورتی که $P_1 = P_2 = P_{ext}$ است.

تحول انزودرم (هم فشار)

$dP = 0$

گرمای را با انتگرال بیان می‌کنیم؟

$Q_p = \Delta H = H_2 - H_1$

$\boxed{H = U + PV}$

$\Delta H = n C_p \cdot \Delta T$
 $\rightarrow \frac{C_p \Delta R}{1}$

$dH = \underbrace{T ds}_{Q_p} + V dp \rightarrow \left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_P = T$

^

تحوّل انزودکدر (مجموعه)

شکل فیزیک در

$$\delta W = 0, \quad dV = 0$$

در سیل؟

$$dU = \delta Q_V = n C_V dT \quad ; \quad C_V = 1.5R$$

تحوّل آدیباتیک:

در سیل:

$$Q = 0 \rightarrow \underline{dU = -\delta W}$$

$$\begin{cases} \delta W = P dV \\ dU = C_V dT \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma & ; \quad \gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{2.5R}{1.5R} = 1.67 \\ T_2 V_2^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1} \\ \text{P.A.} \end{cases}$$

تغییر در سیل:

P_2 : ت. دامن
 P_1 : ت. ق. ج

$$T_2 = T_1 \times \left(\frac{C_V + R \times \left(\frac{P_2}{P_1} \right)}{C_P} \right)$$

نکته - از روی دافترتایع حالت اولت
کار و گزاتایع مسدود

ماده ۳-۱ گاز کامل با فشار و دمای اوله ۴ atm و ۳۵۰ K، با به طوا آدره با تیک در رسیدن منبهای سده
محتمل در برابر شود. مطلوبیت ت، دمای نهایی اگر گاز تک اتمی باشد.

$\gamma = 1.27$

حل:

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \rightarrow P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma = 4 \left(\frac{1}{2} \right)^{1.27} = 1.125 \text{ atm}$$

$$\rightarrow \boxed{P_2 = 1.125 \text{ atm}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} \rightarrow T_2 = 350 \times \left(\frac{1}{2} \right)^{1.27-1} = 219 \text{ K}$$

$$\rightarrow \boxed{T_2 = 219 \text{ K}}$$

۲-۳- حال برای زیند غیر در رسیدن حالت نهایی سده، ابابید

$$T_2 = T_1 \left(\frac{C_v + \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \times R}{C_p} \right)$$

حل:

$$T_2 = 350 \times \left(\frac{1.5R + \left(\frac{1.125}{4} \right) \times R}{2.5R} \right)$$

$$\rightarrow \boxed{T_2 = 251 \text{ K}}$$

به کمک قانون اول نمی توان در مورد ضرر خورد بودن واکنش ها بحث کرد.

اصول قانون دوم ترمودینامیک می توان تا جایی ترمودینامیک به نام آنتروپی را تعریف نمود که نسبت گرمای

در ردی به حاصل تقسیم آن می دهد.

$$S = \frac{q}{T} = \frac{\text{گرمای ورودی به سیستم}}{\text{دمای سیستم}}$$

آنتروپی تابع حالت است و به سیر انجام واکنش بستگی ندارد.

گرمای ظاهر شده در سیستم در هر دو سیر ورودی و خروجی یکسان است.

$$\Delta S_{sys} = \frac{\text{تعداد گرمای ظاهر شده}}{\text{دمای سیستم}} = \frac{q_r}{T}$$

$$\Delta S_{env} = \frac{\text{تعداد گرمای ظاهر شده}}{\text{دمای سیستم}} = \frac{-q}{T}$$

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{sys} + \Delta S_{env} = \frac{q_r}{T} + \frac{-q}{T} = \frac{q_r - q}{T}$$

در سیر ورودی همواره مقدار تغییرات آنتروپی کل صفر است:

$$\frac{q_r}{T} - \frac{q}{T} = 0$$

اما در سیر غیررودینامیک:

$$\frac{q_r - q}{T} > 0$$

بنابراین تغییرات آنتروپی همواره در حال افزایش است.

شمه فزیک مورد

تلفیق قانون اول درم؛ $dU = Tds - pdv$
 مسطره $\rightarrow dU = \delta Q - \delta W$

ما بین حرارتی و رسیدن به آن می توانیم کار را گرفته و به کار مکانیکی تبدیل کند.

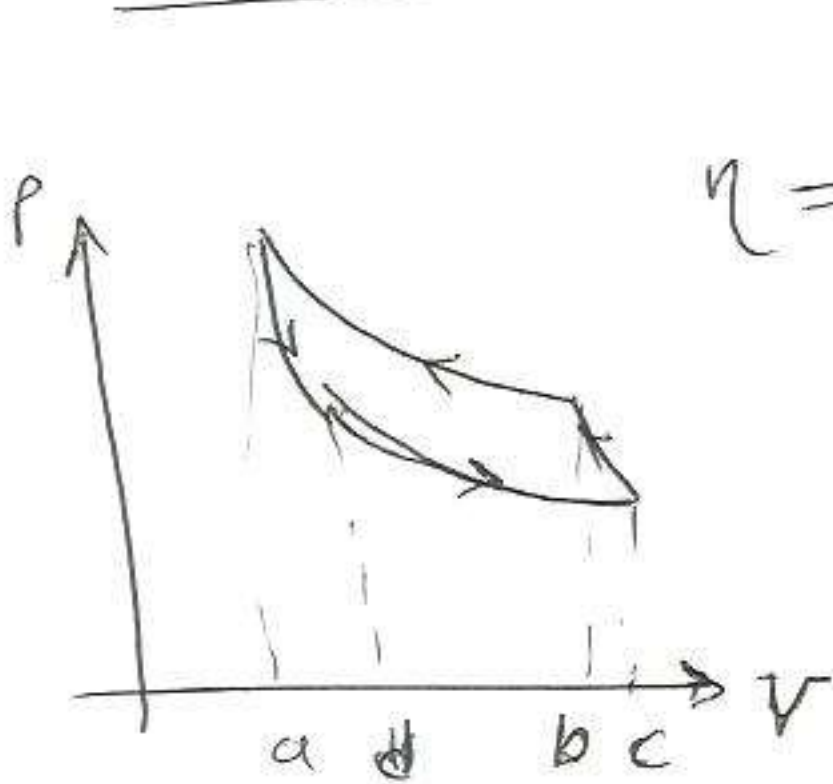
بین قانون دوم بر اساس:

بین ما مولی غیر ممکن است که در یک فرآیند دوره ای مقدار گرما از یک منبع حرارتی در حالت خود را به ما

به کار تبدیل شود به آنکه قسمی از گرما از یک منبع سرد منتقل شود.

بین کار و سردی؛ این غیر ممکن است که در یک فرآیند دوره ای مقداری گرما از یک منبع سرد به یک منبع

حرارتی گرم منتقل شود به آنکه مقدار معینی کار به گرما تبدیل شود.



رانده حال؛ $\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} = \frac{W}{Q_2} = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2}$

نکته * یک سیستم با انرژی داخلی و حجم ثابت

در تمام حالت ها در آن است که انرژی آن

بیشترین مقدار با P در ادامه با انرژی در

حجم ثابت؛ با صدای انرژی داخلی سیستم، سیستم به در حال تبدیل خواهد بود.

رابطه بولتزمن:

$$S = k \ln \Omega$$

$$k = \frac{R}{N_A} = \frac{8.314 \text{ J/K}}{6.022 \times 10^{23}} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$\Delta S = S_f - S_i = k \ln \omega_f - k \ln \omega_i = k \ln \left(\frac{\omega_f}{\omega_i} \right)$$

$$\Omega = k \ln \left(\frac{N_1 + N_2}{N_1! N_2!} \right)$$

$$\Delta S_{\text{conf}} = -R (n_1 \ln n_1 + n_2 \ln n_2)$$

$$S_{\text{tot}} = \Delta S_{\text{conf}} + \Delta S_{\text{ther}} \rightarrow \Delta S_{\text{th}} = \frac{\Delta Q}{T}$$

از نظر ترمودینامیک درجه آزادی

$$A = U - TS$$

$$\Delta A = \Delta U - T \Delta S$$

$$G = H - TS$$

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

در ترمودینامیک

نکتہ * کا، بقدر اس قدر حد تک ← ازبکر کردہ عمل کو

کا، بقدر اس قدر حد تک ← ازبکر کردہ عمل

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta G = 0 \\ \Delta S = 0 \end{array} \right. \rightarrow \text{حالت متوازن}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta G < 0 \\ \Delta S > 0 \end{array} \right. \rightarrow \text{بہتریت و اکتس درجہ بہتریت}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta G > 0 \\ \Delta S < 0 \end{array} \right. \rightarrow \text{بہتریت و اکتس درجہ عکس}$$

رابطہ اولیہ و ترمودینامیکی

$$dU = Tds - PdV$$

$$dH = Tds + VdP$$

$$dG = -SdT + VdP$$

$$dA = -SdT - PdV$$

$$T = \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_V = \left(\frac{\partial H}{\partial S} \right)_P \quad (1)$$

$$P = - \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_S = - \left(\frac{\partial A}{\partial V} \right)_T \quad (2)$$

$$V = \left(\frac{\partial G}{\partial P} \right)_T = \left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_S \quad (3)$$

$$S = - \left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_P = - \left(\frac{\partial A}{\partial T} \right)_V \quad (4)$$

رابطہ و معادلات ماکول:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_S = - \left(\frac{\partial P}{\partial S} \right)_V \quad (5)$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S} \right)_P \quad (6)$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = - \left(\frac{\partial S}{\partial P} \right)_T \quad (7)$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \quad (8)$$

نقطه - اکسیدهای آهن، سیسید (FeO) - هماسید (Fe₂O₃) - گنتید (Fe₃O₄)

$$dG = v dp - s dT \rightarrow \left(\frac{\partial G}{\partial p} \right)_T = v$$

نکات دیگر؟

$$dG = v dp - s dT \rightarrow \left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p = -s$$

نمودار از روش گیبس (رابطه گیبس-هلمهولتز)

$$\left(\frac{\partial \left(\frac{G^\circ}{T} \right)}{\partial T} \right)_p = - \frac{H^\circ}{T^2} \rightarrow \left(\frac{\partial \left(\frac{\Delta G^\circ}{T} \right)}{\partial T} \right)_p = - \frac{\Delta H^\circ}{T^2}$$

اگر دما و فشار برابر باشد؟

$$\Delta H_1 = \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_p dT$$

اگر دما:

$$\Delta H_2 = \int_{P_1}^{P_2} v(1-\alpha) dP$$

اگر فشار:

$$\Delta H_t = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$\alpha = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p$$

تغییر فنریک مواد

اُردنا و فشار بر تابع استردی:

$$DS_1 = \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot \frac{dT}{T}$$

اُردنا:

$$DS_2 = \int_{P_1}^{P_2} (-\alpha V) dP$$

اُردنا:

$$DS_t = DS_1 + DS_2$$

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

سؤال ۴ - نشان دهید در یک تغییر حالت انزوترم گاز ایده‌آل نرخ تغییرات استردی نسبت به حجم به طور

عکس به حجم گاز متناسب است، یعنی $\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T \propto \frac{1}{V}$ حل ←

$$PV = nRT \rightarrow P = \frac{nRT}{V}$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V = \frac{nR}{V} \rightarrow \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T \propto \frac{1}{V}$$

سؤال ۵ - صحت رابطه زیر را بسازید

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_P = \left(\frac{C_p}{T \cdot V \cdot \alpha} \right)$$

حل ←

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P, ds = \frac{C_p \cdot dT}{T} \Rightarrow \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_P = \frac{C_p}{T}$$

$$\frac{C_p}{T \cdot V \cdot \alpha} = \frac{\left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_P}{V \times \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P} = \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_P$$

۱۷

$$\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{T, P, n_{j \neq i}}$$

پتانسیل شیمیایی؟

در حالت تعادل، پتانسیل شیمیایی یک جزء در داخل در فشار که با هم در حالت تعادل هستند باید برابر باشد.

اصولاً پتانسیل شیمیایی عامل انتقال جرم است.

$$\mu_i^\alpha = \mu_i^\beta$$

$$\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{T, P, n_{j \neq i}} = \left(\frac{\partial A}{\partial n_i} \right)_{T, V, n_{j \neq i}} = \left(\frac{\partial H}{\partial n_i} \right)_{S, P, n_{j \neq i}} = \left(\frac{\partial U}{\partial n_i} \right)_{S, V, n_{j \neq i}}$$

نکته -

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S \rightarrow \text{معیار رکنندگی مواد}$$

نکته - در دمای صفر مطلق، آنتروپی عناصر و آنتروپی ترکیب برابر صفر است.

- قانون سوم ترمودینامیک فقط در دمای صفر مطلق کاربرد دارد؛ در حالی که قانون اول در دم و در دمای کاربرد دارند.

- برای قانون اول در دم یک تابع ترمودینامیکی تعریف می شود اما در قانون سوم هیچ تابع ترمودینامیکی تعریف نمی شود.

تغییرات انرژی اگر دو در برابر اختلاف دو گاز:

$$\Delta G = RT (n_A \ln \pi_A + n_B \ln \pi_B)$$

$$\rightarrow \div n_A \Rightarrow \Delta G = RT (\pi_A \ln \pi_A + \pi_B \ln \pi_B)$$

روابط فوق زمانی کاربرد دارند که π_A و π_B ثابت باشد.

- در صورتی که فشار ثابت نباشد از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

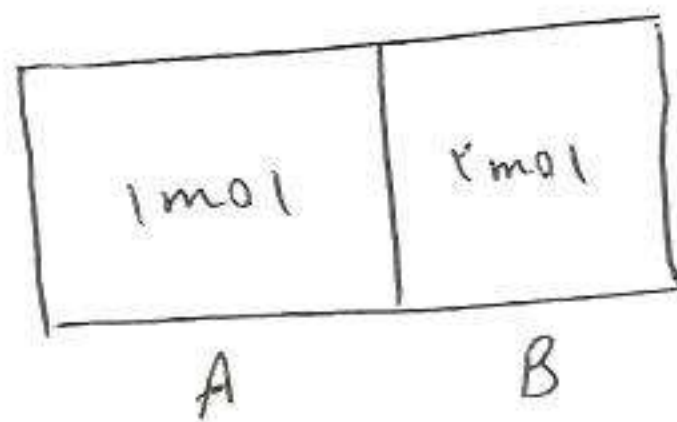
$$\Delta G = RT \left(n_1 \ln \frac{n_1 \cdot P_t^f}{P_1^i} + n_2 \ln \frac{n_2 \cdot P_t^f}{P_2^i} \right)$$

در رابطه فوق نیاز به روابط به شکل از انحلال و نیاز به برابری بین از انحلال است.

مثال - یک مول گاز کامل A با یک اتمسفر را با دو مول گاز کامل B با 1 atm مخلوط کرده‌ایم؟ اگر آن مخلوط برابر با 1 atm باشد ΔG آن نسبت به این اصطلاح چقدر است؟

$$\Delta G = RT (n_A \ln n_A + n_B \ln n_B) = RT \left(\ln \frac{1}{2} + 2 \ln \frac{2}{3} \right)$$

$$\rightarrow \Delta G = RT \ln \frac{4}{27}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} n_T = 3 \text{ mol} \\ n_A = \frac{1}{3} \text{ mol} \\ n_B = \frac{2}{3} \text{ mol} \end{array} \right.$$

$$G_i = G + RT \ln P_i$$

$$DG = RT \ln f_i$$

$$\ln\left(\frac{f}{P}\right) = \int_0^P \frac{z-1}{P} dP$$

z ضریب تراکم پذیری

$$z=1 \rightarrow z = \frac{PV}{RT} = 1 + \beta_1 P + \beta_2 P^2 + \dots$$

سوال - فرض کنید گاز واقعی از رابطه $PV = RT + \beta P$ پیروی کند که در رابطه β عددی ثابت است و β فقط بستگی ندارد و تنها به دما وابسته است.

$$PV = RT + \beta P \rightarrow \frac{PV}{RT} = 1 + \frac{\beta P}{RT} = z \quad \leftarrow \text{حل}$$

$$\ln \frac{f}{P} = \int_0^P \frac{\beta P}{RT} dP \rightarrow \ln \frac{f}{P} = \frac{\beta P}{RT} \rightarrow \frac{f}{P} = \exp\left(\frac{\beta P}{RT}\right)$$

$$f = P \exp\left(\frac{\beta P}{RT}\right)$$

$$\rightarrow f = P \times e^{\left(\frac{\beta P}{RT}\right)}$$