



کانال مهمات شریف

✓ @SHARIF_IE

$$\left. \begin{array}{l} \text{نیروی میدان الکتریکی: } F_E = E \cdot e \\ \text{نیروی میدان مغناطیسی: } F_H = H \cdot e \cdot v \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{اثر هیلبرین: } F_E = F_H \Rightarrow v = \frac{E}{H} \\ \text{مفدا اثر: } F_e = ma, Ee \Rightarrow \frac{e}{m} = \frac{E}{a} \\ \text{میزان انحراف: } \gamma = \frac{1}{2} at^2 \\ \text{مسافت طی شده: } l = vt \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{e}{m} = \frac{2SE}{l^2 H^2}$$

میلیکان

$$\left. \begin{array}{l} \text{نیروی گرانش: } F = mg \\ \text{نیروی مقاومت: } F' = 4\pi\eta r v \end{array} \right\} \Rightarrow \text{سرعت حد: } v = \frac{mg}{4\pi\eta r}$$

سرعت حدی قطر و با شعاع و جابجایی در میدان الکتریکی E با ویسکوزیته یا چسبندگی معیله

$$v' = \frac{qE - mg}{4\pi\eta r} \Rightarrow q_e \Rightarrow m_e v'$$

ارتزفورد

فرکانس اشعه X پخش شده از جسم با این فرکانس با عدد اتمی Z

$$f, v = a'(Z-b)^2$$

(a, b ثابت هستند)

$$\lambda = \frac{c}{v}$$

طول موج

تابش جسم سیاه

$$E(x, t) = E_{max} \cos(2\pi(\frac{x}{\lambda} - vt))$$

میدان الکتریکی

با نتایج تجربی در طول موج طیف این تطابق ندارد (نابغه فوتونی) $\rightarrow \frac{K T}{\lambda^4} \propto \text{شدت نور} \propto (E_{max})^2 \propto \text{شدت نور} \propto \text{انرژی نور}$

8	X	UV	بیش (مرو) قرمز	IR	کشم	FM	AM	رادیویی
10^{-4}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^0	10^1	10^3
10^{-4}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^0	10^1	10^3

$v \uparrow E \uparrow \lambda \downarrow$

نظریه کوانتومی پلانک

$$E = nh\nu = n \frac{hc}{\lambda}, \Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, (h: \text{ثابت پلانک})$$

اثر فوتو الکتریک

$$K = \frac{1}{2} m v^2, h\nu - h\nu_0, (h\nu: \text{انرژی فوتو تابیده شده}, h\nu_0: \text{انرژی آستانه}, \nu: \text{تابع کار / انرژی آستانه})$$

طیف اتمی عناصر (بالمر)

$$\nu = \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right), (R_H: \text{ثابت ریدبرگ}, \lambda: \text{طول موج مضطرب موج هیدروژن})$$

نظریه اتمی بور

$$\left. \begin{array}{l} m v r = n \frac{h}{2\pi} \\ \frac{mv^2}{r} = \frac{Z e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \end{array} \right\} \Rightarrow r = \frac{e_0 h^2}{\pi m e^2} \left(\frac{n^2}{Z} \right) = a_0 \frac{n^2}{Z}$$

(عدم تبعیت از عدم قطعیت هایزنبرگ)

$$E = K + U = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{Z e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = -\frac{e^4 m Z^2}{8 \epsilon_0^2 h^2} \left(\frac{1}{n} \right)^2 = -13.6 \left(\frac{Z}{n} \right)^2$$

$$\Delta E = 13.6 \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$$

n_i : ۱ لیان ۲ بالمر ۳ چاشن ۴ برکت ۵ یغوند
 فاصت درگاه ذرات - موجی الکترون (دوبلر)

$$E = mc^2, \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow mc = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow mv = \frac{h}{\lambda}$$

$$mv = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow 2\pi r = n \left(\frac{h}{mv} \right) \Rightarrow p = mv = \frac{h}{\lambda}$$

$$2\pi r = n\lambda$$

* الکترون آزاد فقط دارای انرژی جنبشی است.

اصل عدم قطعیت هایزنبرگ

* عدم قطعیت در تعیین موقعیت الکترون: $\Delta x = \pm \lambda$
 * عدم قطعیت در اندازه گیری اندازه حرکت الکترون: $\Delta p = \pm \frac{h}{\lambda}$
 * عدم توانایی در اندازه گیری همزمان موقعیت و اندازه حرکت الکترون

$$(\Delta p)(\Delta x) \geq \frac{h}{4\pi}$$

مکانیک کوانتومی و معادله شرودینگر

$$\hat{H}\psi = \left(\frac{-h^2}{8\pi^2m} \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) + V \right) \psi = E\psi$$

پتانسیل: V و

$$\hat{H}\psi(x) = \frac{-h^2}{8\pi^2m} \frac{d^2\psi(x)}{dx^2} = E\psi(x)$$

درجه یک بعدی: $\frac{d^2\psi(x)}{dx^2}$ باید برابر ثابتی ضربدر $\psi(x)$ باشد،
 $\psi(x,0) = \psi(x,a) = 0$ ،
 طول جعبه: a و

$$E_{n_x} = \frac{n_x^2 h^2}{8ma^2}$$

درجه یک بعدی:

* $\psi(x,y,z)(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$ برابر با احتمال وجود ذره (الکترون) در حجم $\Delta x \Delta y \Delta z$ حول (x,y,z) می باشد

$$E_{n_x, n_y, n_z} = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{n_x^2}{a^2} + \frac{n_y^2}{b^2} + \frac{n_z^2}{c^2} \right)$$

ابعاد جعبه: a, b, c ، درجه سه بعدی

$$E_n = \frac{-Z^2 e^4 m}{8\epsilon_0^2 n^2 h^2}$$

معادله شرودینگر برای اتم های هیدروژن مانند در ستاره قطبی

$$\psi_{n,l,m_l}(r, \theta, \phi) = R_{n,l}(r) Y_{l,m_l}(\theta, \phi)$$

R : تابع احتمال شعاعی
 Y : تابع احتمال زاویه ای

* اعداد کوانتومی:

n : تراز اصلی

$$m_l = 2l + 1$$

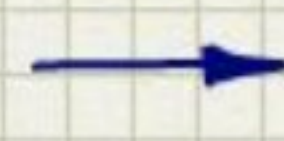
l : تراز فرعی

$$S(0)$$

$$P(1)$$

$$d(2)$$

$$f(3)$$



توزیع دانسیته

m_l : عدد کوانتومی مغناطیسی

$$\square$$

$$\square \square \square$$

$$\square \square \square \square \square$$

$$\square \square \square \square \square \square \square$$



جهت گیری دانسیته

* اثر زیمنان: شکافگی در انرژی اوربیتال های یک تراز فرعی در حضور میدان مغناطیسی خارجی

* اگر نقطه ای که احتمال حضور الکترون در آن صفر است: ψ_0, ψ^2, ψ^3

l : سگمه زاویه ای: اوربیتال

$n-l-1$: سگمه شعاعی

? احتمال یافتن الکترون در فضا ψ^2 ، ماکسیمم احتمال حضور الکترون: $r \checkmark \rightarrow \frac{d}{dr}(4\pi r^2 \psi^2) = 0$

جدول ۲-۲ قسمت های شعاعی و زاویه ای برخی از توابع موج اتمهای هیدروژن مانند.

قسمت شعاعی $R_{nl}(r)$

$$\psi, RY$$

$$\begin{aligned} R(1s) &= 2 \left(\frac{Z}{a_0} \right)^{3/2} \exp(-\sigma) \\ R(2s) &= \frac{1}{2\sqrt{2}} \left(\frac{Z}{a_0} \right)^{3/2} (2-\sigma) \exp(-\sigma/2) \\ R(3s) &= \frac{2}{81\sqrt{3}} \left(\frac{Z}{a_0} \right)^{3/2} (27-18\sigma+2\sigma^2) \exp(-\sigma/3) \\ R(2p) &= \frac{1}{2\sqrt{6}} \left(\frac{Z}{a_0} \right)^{3/2} \sigma \exp(-\sigma/2) \\ R(3p) &= \frac{4}{81\sqrt{6}} \left(\frac{Z}{a_0} \right)^{3/2} (6\sigma-\sigma^2) \exp(-\sigma/3) \\ R(3d) &= \frac{4}{81\sqrt{30}} \left(\frac{Z}{a_0} \right)^{3/2} \sigma^2 \exp(-\sigma/3) \end{aligned}$$

قسمت زاویه ای $Y_{l,m_l}(\theta, \phi)$

$$l=0 \quad Y(s) = \left(\frac{1}{4\pi} \right)^{1/2}$$

$$l=1 \quad \begin{cases} Y(p_x) = \left(\frac{3}{4\pi} \right)^{1/2} \sin \theta \cos \phi \\ Y(p_y) = \left(\frac{3}{4\pi} \right)^{1/2} \sin \theta \sin \phi \\ Y(p_z) = \left(\frac{3}{4\pi} \right)^{1/2} \cos \theta \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \sin(\theta) \cos(\phi) &: x \\ \sin(\theta) \sin(\phi) &: y \\ \cos(\theta) &: z \end{aligned}$$

$$l=2 \quad \begin{cases} Y(d_{z^2}) = \left(\frac{5}{16\pi} \right)^{1/2} (3 \cos^2 \theta - 1) \\ Y(d_{xz}) = \left(\frac{15}{4\pi} \right)^{1/2} \sin \theta \cos \theta \cos \phi \\ Y(d_{yz}) = \left(\frac{15}{4\pi} \right)^{1/2} \sin \theta \cos \theta \sin \phi \\ Y(d_{xy}) = \left(\frac{15}{16\pi} \right)^{1/2} \sin^2 \theta \sin 2\phi \\ Y(d_{x^2-y^2}) = \left(\frac{15}{16\pi} \right)^{1/2} \sin^2 \theta \cos 2\phi \end{cases}$$

$$\sigma = \frac{Zr}{a_0} \quad a_0 = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi e^2 m_e} = 0.529 \times 10^{-10} \text{ m}$$

m_s : عدد کوانتومی اسپین $\uparrow (+\frac{1}{2})$ $\downarrow (-\frac{1}{2})$

$2S+1$ ، چگندگی اسپین $\rightarrow \sum m_{s_i}$ ، S

اولویت : $1. n$ کوچکتر / اولویت : $2. l$ کوچکتر $\rightarrow np^1 \rightarrow (n-1)d^1 \rightarrow (n-2)f^1 \rightarrow (n-3)g \rightarrow ns^2$

تعداد الکترون منفرد : n ، $B.M.$ ، $\mu_s = \sqrt{n(n+2)}$ ، گشتاور مغناطیسی اسپین

اتم فاقد الکترون منفرد $\rightarrow$ دیامغناطیس ، اتم دارای الکترون منفرد $\rightarrow$ پارامغناطیس

مدل تناوبی

اثر پوششی : σ ، $Z_{eff} = Z - \sigma$: بار مؤثر هسته

شعاع اتمی $\uparrow$

آئین $\leftarrow$ قشر $\leftarrow$ کانون : شعاع یون حامل تعداد الکترون برابر

* انرژی یونش : مقدار انرژی لازم برای گرفتن ست ترین الکترون یک اتم در حالت پایه وگانی.

انرژی یونش : $E_I = 13.6 \text{ e.V.} \left(\frac{Z_{eff}}{n_i} \right)^2$

انرژی یونش $\uparrow$

گروه $1s > 2s$ و گروه $3s > 2p$: انرژی یونش (استثنا) $\rightarrow$ گروه $4s > 3d$ (استثنا) $\rightarrow$ گروه $5s > 4d$ (استثنا) $\rightarrow$ گروه $6s > 4f > 5d$ (استثنا) $\rightarrow$ گروه $7s > 5f > 6d$ (استثنا)

* الکترونفواهی : انرژی لازم تا آزاد شده از افزایش یک الکترون به یک اتم در حالت پایه وگازی (A.E)

الکترونفواهی $\uparrow$

(دروم نسبت به سیم : حجم $\downarrow$ ، دافعه $\uparrow$) در $3 < 2$: الکترونفواهی (استثنا) $\rightarrow$ در $4 < 3$: الکترونفواهی (استثنا) $\rightarrow$ در $5 < 4$: الکترونفواهی (استثنا) $\rightarrow$ در $6 < 5$: الکترونفواهی (استثنا) $\rightarrow$ در $7 < 6$: الکترونفواهی (استثنا)

* الکترونگاتیوی : قابلیت یک اتم در جذب الکترون در پیوند کووالانسی.

الکترونگاتیوی $\uparrow$

گازهای نجیب $\rightarrow$ (استثنا) $\rightarrow$ گازهای نجیب

$l+1 < n$

در 2 یکسان هر چه بار منفی تر $\rightarrow$ شعاع جیشت

$$\text{اختلاف الکترونیگاتیویته} \begin{cases} > 1.7 \rightarrow \text{پیوند یونی} \\ < 1.7 \rightarrow \text{پیوند کووالانسی قطبی} \\ = 0 \rightarrow \text{پیوند کووالانسی غیر قطبی} \end{cases}$$

ساختارهای لوئیس

* عدد اکسایش: نشان می‌دهد یک اتم در اثر تشکیل پیوندها چند الکترون از دست داده.

۱. عدد اکسایش عنصر به صورت انی/ترکیب با خود = ۰

۲. عدد اکسایش یون تک انی = بار یون

۳. مجموع اعداد اکسایش اتم‌های مولکول/یون = ۰/بار یون

۴. در هر پیوند کووالانسی معمولی: عدد اکسایش اتم با الکترون‌های بیشتری: +۱/کمتر: -۱

۵. در پیوند کووالانسی داتیو: اکثر زوج الکترون پیوندی از اتم با الکترون‌های بیشتری باشد: تأثیری بر عدد اکسایش ندارد

اگر زوج الکترون پیوندی از اتم با الکترون‌های بیشتری کمتر باشد:

عدد اکسایش اتم با الکترون‌های بیشتری: -۲/کمتر: +۲

۶. عدد اکسایش F: ۰ در محلول ترکیبات: F(-۱), O(-۲)

فردی F_2 → جز پرکسیدها (O_2^{2-}) سیراکسیدها (O_2^{2-})

۷. عدد اکسایش H در هیدریدهای فلزی: -۱/سایر: +۱

$$\chi = n_V - (n_B + n_N) \quad \text{عدد اکسایش اتم X}$$

تعداد الکترون‌های غیر پیوندی: n_N , تعداد الکترون ظرفیت: n_V

تعداد الکترون‌های پیوندی متعلق به عنصر الکترون‌های کمتر: n_B

* بار قراردادی: بار الکتریکی است که به هر اتم در ترکیب نسبت داده می‌شود.

$$F.C = n_V - \left(\frac{1}{2} n_B + n_N\right) \quad \text{بار قراردادی اتم X}$$

* تعیین ساختار لوئیس:

۱. تعداد ج لایه ظرفیت اتم‌ها (با در نظر گرفتن بار یون) را بدست می‌آوریم.

۲. تعیین اتم مرکزی (الکترون‌های کمتر)

۳. یک پیوند اشتراکی بین اتم مرکزی و سایر اتم‌ها

۴. اگر از قاعده هشتایی پیروی نمی‌کنند → دو سه گانه شدن پیوندها

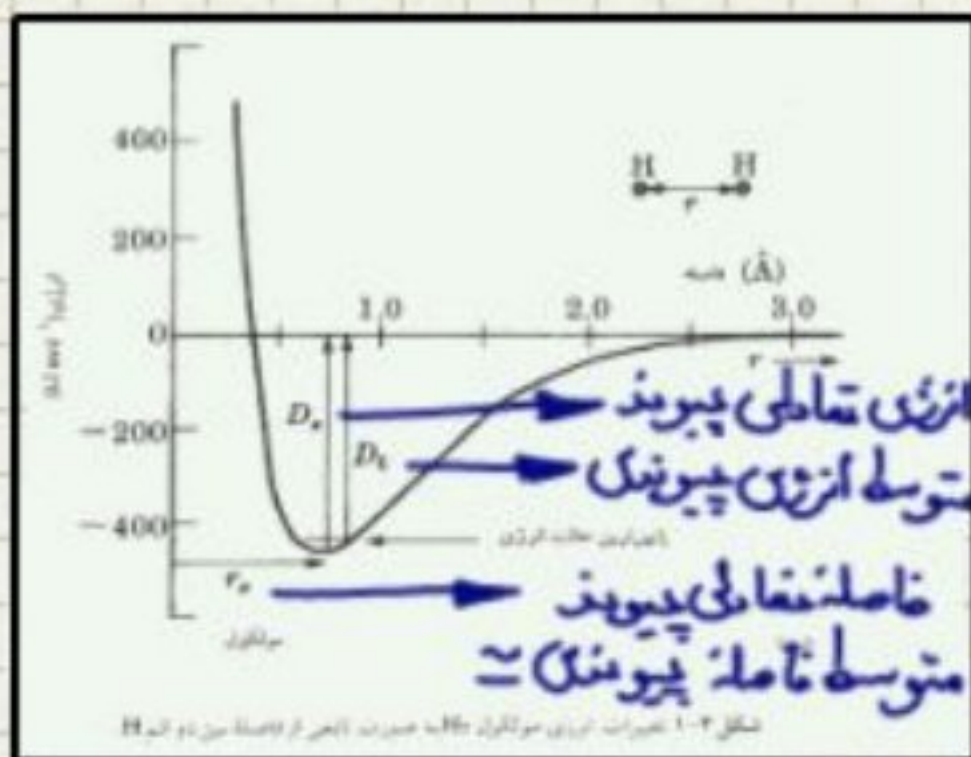
* اتم X ظرفیتی است → به اتم X، پیوند کووالانسی متصل است

انرژی رطوبت پیوند کووالانسی

مرتبه پیوند ↑ → انرژی پیوندی ↑

جرم اتمی ↓ → انرژی پیوندی ↑ (عامل کاهش انرژی پیوندی F_2 → دافعه شدید جفت‌های غیر پیوندی)

انرژی پیوند HF: بسیار بالا → قطبیت HF → کوتاه شدن طول پیوند و افزایش انرژی پیوند



* انرژی پیوندی مولکول در انجی: انرژی آزاد شده در اثر تشکیل پیوند بین اتم‌ها
 * انرژی و قدر گرفتن آن‌ها در فاصله تعادلی نیستیم.
 * انرژی تفکیک پیوند: انرژی لازم برای شکستن پیوند به صورت یک یون و یک اتم در حالت کارگی
 * میانگین انرژی هاتفلیک چنداتی | انرژی پیوندی | = انرژی تفکیک پیوند

* شکستن ممکن در الکترن پیوندی روی در اتم تقسیم می‌شوند. (اتم‌های خنثی) $AB \rightarrow A + B$
 * شکستن ناممکن در الکترن پیوندی روی یکی از اتم‌ها باقی می‌ماند. (یون‌ها) $AB \rightarrow A^+ + B^-$
 * انرژی شکستن ناممکن < ممکن

فاصله بین بارها (طول پیوند): r , مقدار بار متعکس بر روی اتم‌ها: δ , μ , q : گشتاور دوقطبی

δ_{exp} و μ_{exp} گشتاور تجربی $\Rightarrow \delta, q$, درصد غصت یونی پیوند: P , $\delta = \frac{P}{100}$: بار غزنی اتم‌ها

$\Rightarrow \delta = \frac{\mu_{exp}}{\mu_{cal}}$ $\Rightarrow \mu_{cal} = e r$: گشتاور محاسبه شده $\Rightarrow \delta = 1$: پیوند 100٪ یونی

$E_{A-B}(cal), \frac{E_{A-A} + E_{B-B}}{2}$, $\Delta = E_{A-B}(exp) - E_{A-B}(cal)$ (kJ/mol): انرژی رزوخانش یونی

$\Delta x = \sqrt{\Delta / 99.39} = 0.102 \sqrt{\Delta}$, $\chi_F \equiv 4$: اختلاف الکترن‌گنجایی

نظریه دافعه جفت الکترن‌ها لایه ظرفیت (VSEPR)

تعداد اتم‌های مرکزی $\rightarrow$ اتم‌های کناری
 $A B_n E_m$
 تعداد جفت e ‌های غیر پیوندی اتم مرکزی $\rightarrow$ اتم مرکزی

$m = 0 \rightarrow$	AB_2 180° $B-A-B$ AB_4 90° (هشت وجهی)	AB_3 120° $B-A-B$ (مثلثی)	AB_2 109° $B-A-B$ (چهار وجهی)	AB_5 90° $B-A-B$ (دوهری مثلثی)
---------------------	--	---	---	--

وجود $lp-lp$ بازایی: $\alpha < 90^\circ$: حذف حالت
 $lp-lp > lp-bp > bp-bp$
 پیوندی پیوندی غیر پیوندی غیر پیوندی غیر پیوندی
 $lp-bp$ بازایی: $\alpha < 90^\circ$: هرچه کمتر پایدارتر

* رزونانس: فرایند جابجایی الکترون و ایجاد ساختارهای الکترونی متفاوت. $H_A - H_B \longleftrightarrow H_A^+ H_B^- \longleftrightarrow H_A^- H_B^+$

$$\Psi_c = N [\phi_{1s(A)}^{(1)} \phi_{1s(B)}^{(2)} + \phi_{1s(A)}^{(2)} \phi_{1s(B)}^{(1)}]$$

مولکول غیر قطبی: $b \ll a$: $\Psi = a \Psi_c + b \Psi_i$: تابع موج الکترونی

* هیبرید شدن: اقلاد اوربیتال های ns و np و ایجاد اوربیتال های هیبریدی sp با انرژی یکسان

ساختار چهار وجهی: $1s^2 2s^2 2p^2 \rightarrow 1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1 \rightarrow 1s^2 2sp^3$
 $\frac{1\downarrow}{1\uparrow} \frac{1\downarrow}{1\uparrow} \frac{1\downarrow}{1\uparrow} \frac{1\downarrow}{1\uparrow}$

* پیوند π : پیوندهایی که بین دو الکترون زیر لایه p رخ می دهد.
 $C-C$ $C=C$ $C \equiv C$
 1σ 1σ 1σ
 1π 2π 2π

* اوربیتال هیبریدی کربن: $sp^{3-n(\pi)}$

* طول پیوند استوایی $>$ شعری

* قاعده بست: اتم یا گروه / اوربیتال های الکترونی کمتر $\longleftrightarrow$ تمایل اوربیتال / اتم یا گروه های الکترونی بیشتر

* الکترونیته: $(sp^3 > p) \leftarrow sp^3 d \leftarrow (sp^2 < p)$
 (الکترونیته بیشتر $\leftarrow sp^2$)
 (الکترونیته کمتر $\leftarrow p$)

* جهت الکترون های غیر پیوندی $\leftarrow$ استوایی

* $\left. \begin{array}{l} sp^2 d \leftarrow \text{مربع مسطح} \\ sp^3 \leftarrow \text{چهار وجهی} \end{array} \right\}$

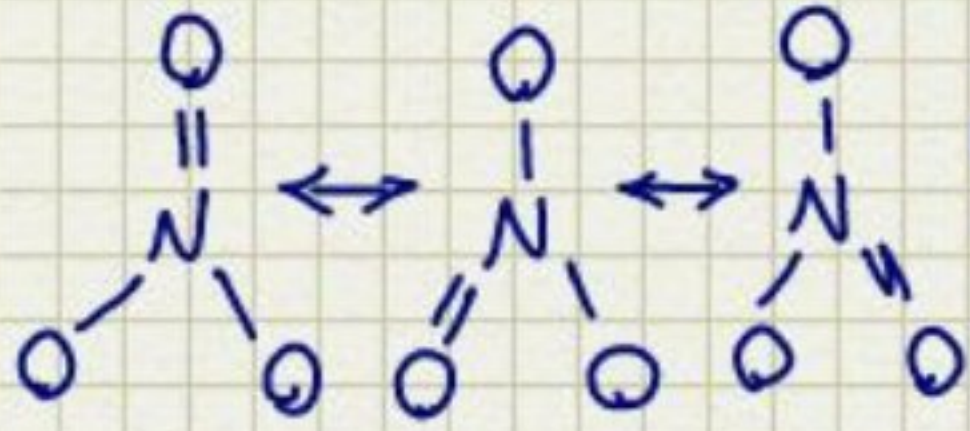
* کمپلکس: ترکیبی متشکل از یک اتم فلزی مرکزی و دریا چند اتم، مولکول یا یون دارای اتم ها غیر فلزی $\rightarrow$ لیگاند

* هیبرید خارجی $\leftarrow ns np nd$
 هیبرید داخلی $\leftarrow (n-1)d ns np$

* تشخیص ساختار کمپلکس:

۱، عدد اکسایش فلز مرکزی
 ۲، ساختار فلز مرکزی

۳، تعیین اسپین با استفاده از $\sqrt{n(n+2)}$ یا شکل ساختار (مربع مسطح / چهار وجهی)
 ۴، جایگذاری لیگاند ها در اسپین های خالی

* رزونانس: آرایش های متفاوت الکترون های ظرفیت در مولکول ها یونی

 هیبرید رزونانسی

$$\Psi_{hyb} = a\Psi_1 + b\Psi_2 + c\Psi_3$$

تابع موج هیبرید رزونانسی

* ساختارهای رزونانسی

۱، آرایش های اتمی یکسان

۲، تعداد الکترون های ظرفیت یکسان

۳، تعداد زوج الکترون های پیوندی / غیر پیوندی یکسان

۴، همه اتم ها از قاعده هشتایی پیروی کنند

۵، ترجیحا بار قراردادی روی همه اتم ها صفر باشد
 اجتناب ناپذیر بودن
 ترجیحا بار قراردادی منفی روی عنصر الکترونی تر
 بار قراردادی مثبت +

۶، بار قراردادی هم نام بر روی دو اتم مجاور

* پروتونه شدن: اتصال اتم H^+ به اتم با بار قراردادی منفی بیشتر.

نظریه اوربیتال مولکولی

* اوربیتال مولکولی σ ← همپوشانی سر به سر اوربیتال های اتمی s, p_z

* اوربیتال مولکولی π ← همپوشانی جانبی اوربیتال های اتمی p

* اوربیتال مولکولی پیوندی: اعمال عضو الکترون در این اوربیتال ↑ → برقراری اتصال بین دو اتم

* اوربیتال مولکولی ضد پیوندی: اعمال عضو الکترون در این اوربیتال ↑ → گسستگی پیوند

* سطح انرژی: اوربیتال مولکولی پیوندی > اوربیتال های اتمی > اوربیتال مولکولی ضد پیوندی

* دینی از مجموع اوربیتال های اتمی پیوندی و دین دیگر ضد پیوندی است.

$$B.O = \frac{n(e) + n(e^*)}{2}$$

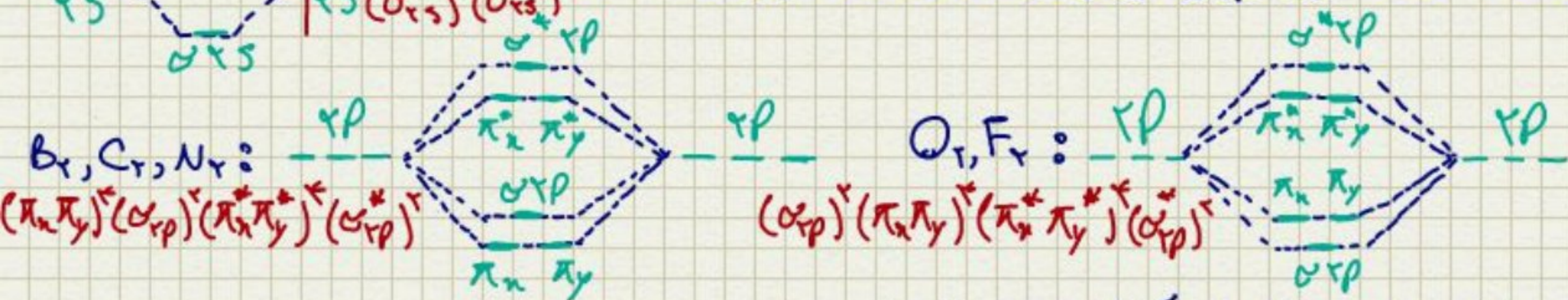
مرتبه پیوند

$n(e)$: تعداد الکترون پیوندی

$n(e^*)$: تعداد الکترون ضد پیوندی

* $\pi \leftarrow p_x, p_y$ / $\sigma \leftarrow p_z$

* ترتیب انرژی اوربیتال های مولکولی مولکول های دواتمی هالهسته:

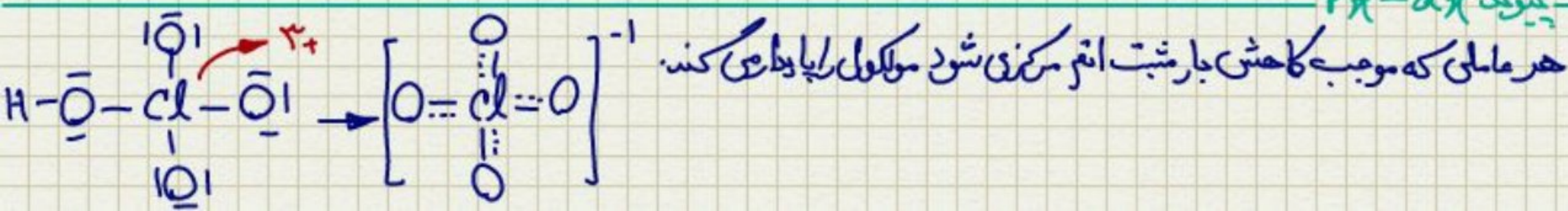


* نمودار اوربیتال های مولکولی مولکول های دواتمی هالهسته:



الکترونیتری $B < A$

پیوند $d\pi - p\pi$



۲۱-... جامد
۵-۲۰ مایع
۱-۴ گاز
C : آکان ما

نیزه‌های بین مولکولی: وان در والس
مواکلی { قطبی ✓ - حلقه‌ای در قطبی }
قطبی X - لاندن
نیروی بین مولکولی ↑ : نقطه ذوب و جوش
سختی تبخیر و ذوب مولی، دانسیته ↑ پیوند هیدروژنی : بین (H) و (O/F) - نامنه بین H با O/F باید از سختی کمتر باشد

مجموع پتانسیل لندن - جونی :
پارامترهای لندن - جونی : ϵ, r_0
(نزدیک شدن دو گاز ضعیف یا در مکرر غیر قطبی با تقارن کری)

۵ : نامنه بین دو اتم هتروژن که انرژی پتانسیل صفر است
۴ : شعاع اتمی گاز ضعیف
۴ : ϵ - عدد اتمی ↑

$V_{Lr}(r) = 4\epsilon \left(\left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right)$
نیروی بین مولکولی / گاز ضعیف (شیب نمودار) -

انرژی پیوندها :
فلزی / کووالانسی / یونی / هیدروژنی / لاندن / حلقه‌ای حلقه‌ای
۷۵-۱۰۰۰۰ / ۱۵۰-۱۱۰۰ / ۴۰۰-۴۰۰۰ / ۱۰-۴۰ / ۰.۵-۴۰ / ۵-۲۵

مجموعات : بلوری - منظم و مکرر شونده - نامنه سائند - دمای ذوب ثابت
بن شکل - بن نظم - سائند - ذوب تغییر در محدوده‌ای از دما

سیستم‌های بلوری : شبکه فضای - تکرار سلول واحد
ویژگی‌های سلول واحد : ابعاد سلول C, b, a
نوع‌های سلول لا، بر، α - α بین C, a - β بین a, b - γ بین b, c
تعداد گره‌های موجود

انواع سلول‌های واحد : (SC) سلول واحد ساده - نقطه در رئوس - ۱ گوی / ۱ گوی متعلق : سارد نادی مثل پولونیوم (Po)
Ba, Li, Na - (bcc) سلول واحد مرکز پر - در رئوس + مرکز سلول - ۱+۱ گوی / ۱+۱ گوی متعلق
Cu, Ni, Au - (fcc) سلول واحد با مرکز و هوو پر - در رئوس + مراکز و هوو - ۱+۶ گوی / ۱+۳ گوی متعلق
Cl - () سلول واحد با دو قاعده مقابل پر - در رئوس + مرکز دو قاعده مقابل - ۱+۲ گوی / ۱+۱ گوی متعلق

ساختار تنگ چین : (hcp) تنگ چین هگزگونالی : به صورت abab... است
(ccp) = (fcc) تنگ چین مکعبی : به صورت abcabc... است. (هر سلول واحد ۱۲ قفسه چهار وجهی و ۳ قفسه هشت وجهی)
عدد کوئینریناسیون (CN) : تعداد نزدیکترین گوی‌های مجاور گوی محین - بیشترین مقدار : ۱۲، CN(hcp), CN(ccp)
کسر انباشتی : محین که گوی‌ها در سلول واحد اشغال می‌کنند
CN(bcc) : ۸
CN(SC) : ۶

* سیستم های بلورین : r_2 : شعاع یون کوچکتر (کاتیون) r_1 : شعاع یون بزرگتر (آنیون)

سدریم کلرید (NaCl) : $0.732 < \frac{r_2}{r_1} < 0.414$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{یون بزرگتر شبکه } fcc/ccp \text{ را تشکیل می دهد } (CN=6) \\ \text{یون کوچکتر حفره های هشت وجهی را اشغال می کند } (CN=4) \end{array} \right.$

بلاندرین (ZnS) : $0.414 < \frac{r_2}{r_1} < 0.225$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{یون بزرگتر شبکه } fcc/ccp \text{ را تشکیل می دهد } (CN=4) \\ \text{یون کوچکتر نیبی از حفره های چهار وجهی را اشغال می کند } (CN=4) \end{array} \right.$

سدریم کلرید (CsCl) : $1 < \frac{r_2}{r_1} < 0.732$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{یون بزرگتر در رئوس مکعب قرار می گیرد } (CN=8) \\ \text{یون کوچکتر در حفره مکعبی قرار می گیرد } (CN=8) \end{array} \right.$

فلوریت (CaF₂) : ترکیبی یونی با نسبت کاتیون به آنیون 1 به 2 $\left\{ \begin{array}{l} \text{یون آنیون در حفره های چهار وجهی } (CN=4) \\ \text{یون کاتیون } (CN=8) \end{array} \right.$

آنتی فلوریت : ترکیبی یونی با نسبت کاتیون به آنیون 2 به 1 $\left\{ \begin{array}{l} \text{یون کاتیون در حفره های چهار وجهی } (CN=4) \\ \text{یون آنیون } (CN=8) \end{array} \right.$

روتیل (TiO₂) : تراکم آلی مرکز پر

* نقص های بلورین : باید بار کلی بلور همچنان خنثی باقی بماند

نقص غیر استوکیومتری : حفظ نسبت استوکیومتری اجزاء $\left\{ \begin{array}{l} \text{اسکانگی} \rightarrow \text{خف یون با نسبت استوکیومتری} \\ \text{فرکنگی} \rightarrow \text{بایستی یون با نسبت استوکیومتری} \end{array} \right.$

نقص استوکیومتری : عدم حفظ نسبت استوکیومتری اجزاء $\left\{ \begin{array}{l} \text{نقص کاتیونی} \rightarrow \text{مقدار کاتیون < نسبت استوکیومتری} \\ \text{نقص آنیونی} \rightarrow \text{مقدار آنیون < نسبت استوکیومتری} \end{array} \right.$

* برای خف هاله باید دقت به دقت تبدیل شود (۲۵) در میزان خف F از شبکه بلورین : δ ، $\frac{M_{Fe}}{M_O} : 1-\delta$ ، $Fe_{(1-\delta)}O$

* انرژی شبکه : ضریب تراکم پذیری n ، ثابت مادلانگ M ، بار کاتیون Z_c ، بار آنیون Z_a ، فاصله بین مرکز دو یون / مجموع شعاع یون ها : r_0 ، $\Delta H_L = \frac{-Z_c Z_a e^2 N_A M}{4\pi \epsilon_0 r_0} \left(1 - \frac{1}{n}\right)$

* انرژی شبکه از چرخه یون - خابره :

$Mg(s) + Cl_2(g) \rightarrow MgCl_2(s) \quad \Delta H_f^\circ$

$Mg(s) \rightarrow Mg(g) \quad \Delta H_{sub}$

$Mg(g) \rightarrow Mg^+(g) + e^- \quad \Delta H_L(1)$

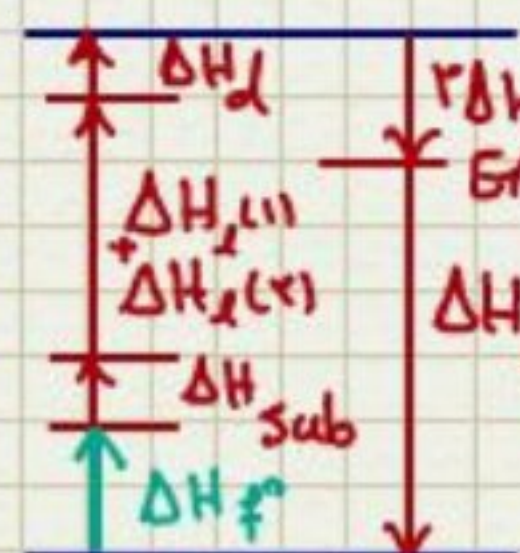
$Mg^+(g) \rightarrow Mg^{2+}(g) + e^- \quad \Delta H_L(2)$

$Cl_2(g) \rightarrow 2Cl(g) \quad \Delta H_d$

$2Cl(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(g) \quad 2\Delta H_{E.A}$

$Mg^{2+}(g) + 2Cl^-(g) \rightarrow MgCl_2(s) \quad \Delta H_L$

$\Delta H_f^\circ = \Delta H_{sub} + \Delta H_L(1) + \Delta H_L(2) + \Delta H_d + 2\Delta H_{E.A} + \Delta H_L$

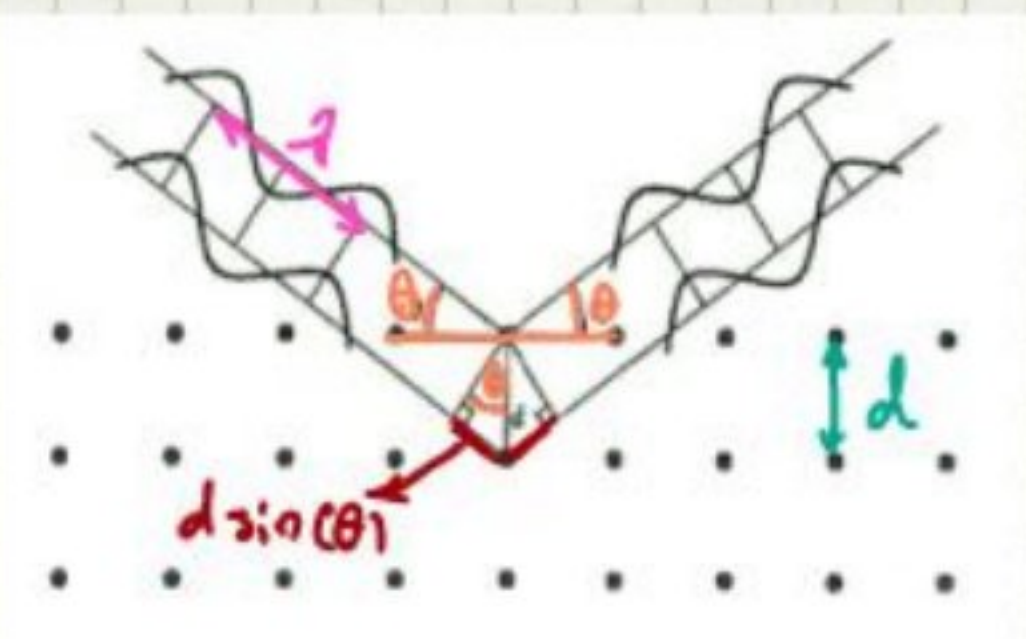


* پراش اشعه X : $n\lambda = 2d \sin(\theta)$ = اختلاف مسیر پیچیده شده

n : مرتبه غر پر اشعه شده θ : زاویه غر و ردی

λ : طول موج نور d : گام شبکه / فاصله بین صفحات بلور

10^{-10} m ، 10^{-8} cm ، 10^{-10} m



* شکاف انرژی : فوار هدایت / تها ز الکتری / فوار هدایت / با الکتریون اشغال $CB \rightarrow VB$: $E_g = E(CB) - E(VB)$

نارسانا : $E_g < 2$ / نیمه رسانا : $0.25 < E_g < 2$ / رسانا : $E_g < 0.25 \text{ eV}$

* در یک گروه از بالا به پایین : الکتریون خابره $\downarrow E_g \leftarrow$

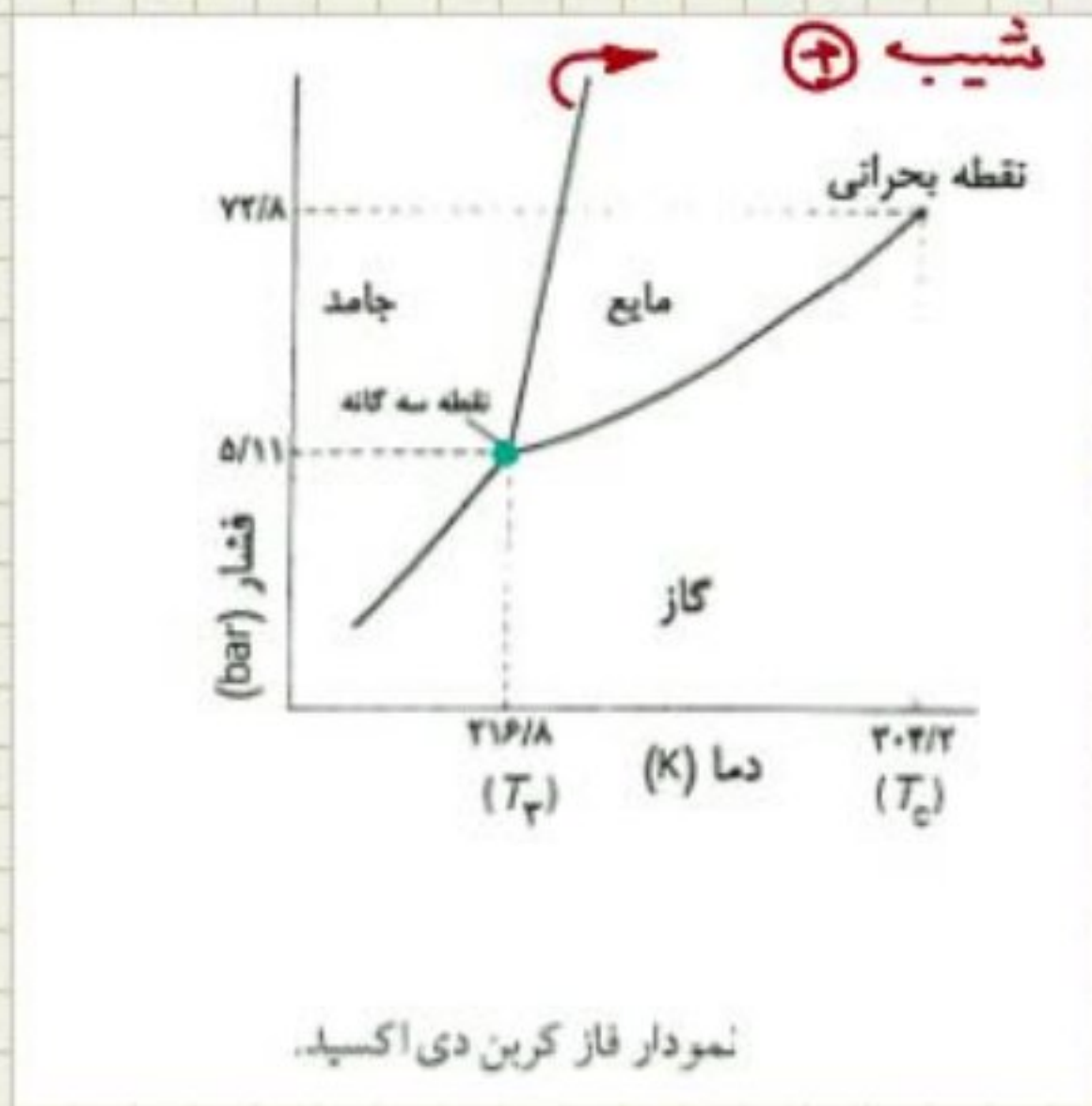
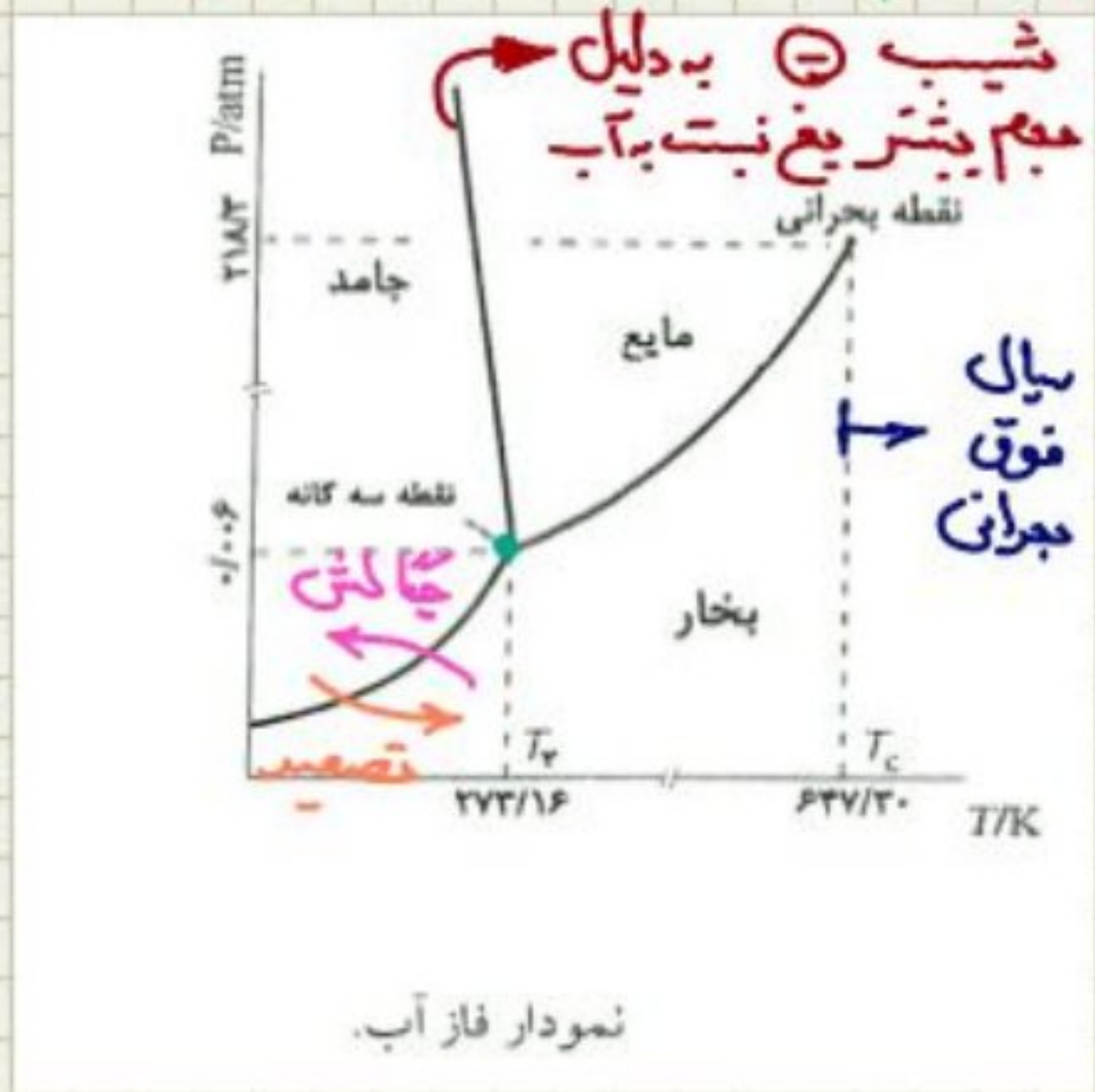
* جامدات متبک (کودالاسی): اتم‌ها با پیوندهای جهت دار کوالانسی قوی به یکدیگر متصل اند. (المانی گرانیته) شکسته / رسانایی الکتریکی و گرمایی هفتی پیوندهای لایه‌ها و بان‌درالین است

* مایعات: گرانی: مقاومت در برابر جاری شدن } نیروی بین مولکولی ↑ ← گرانی ↑ (هیدروژنی < دو قطبی < لاندن)
 هم ↓ ← تعکس ↓ ← گرانی ↑
 مویبلی: گرمی بودن مولکول ← گرانی ↓ (پنتان < نئوپنتان)
 دما ↑ ← گرانی ↓ | فشار ← بی‌تاثیر
 کشش سطحی: انرژی لازم برای افزایش سطح مایع } نیروی بین مولکولی ↑ ← کشش سطحی ↑
 (J/m²) حل کردن مواد پکی کشته در آب ← کشش سطحی ↓

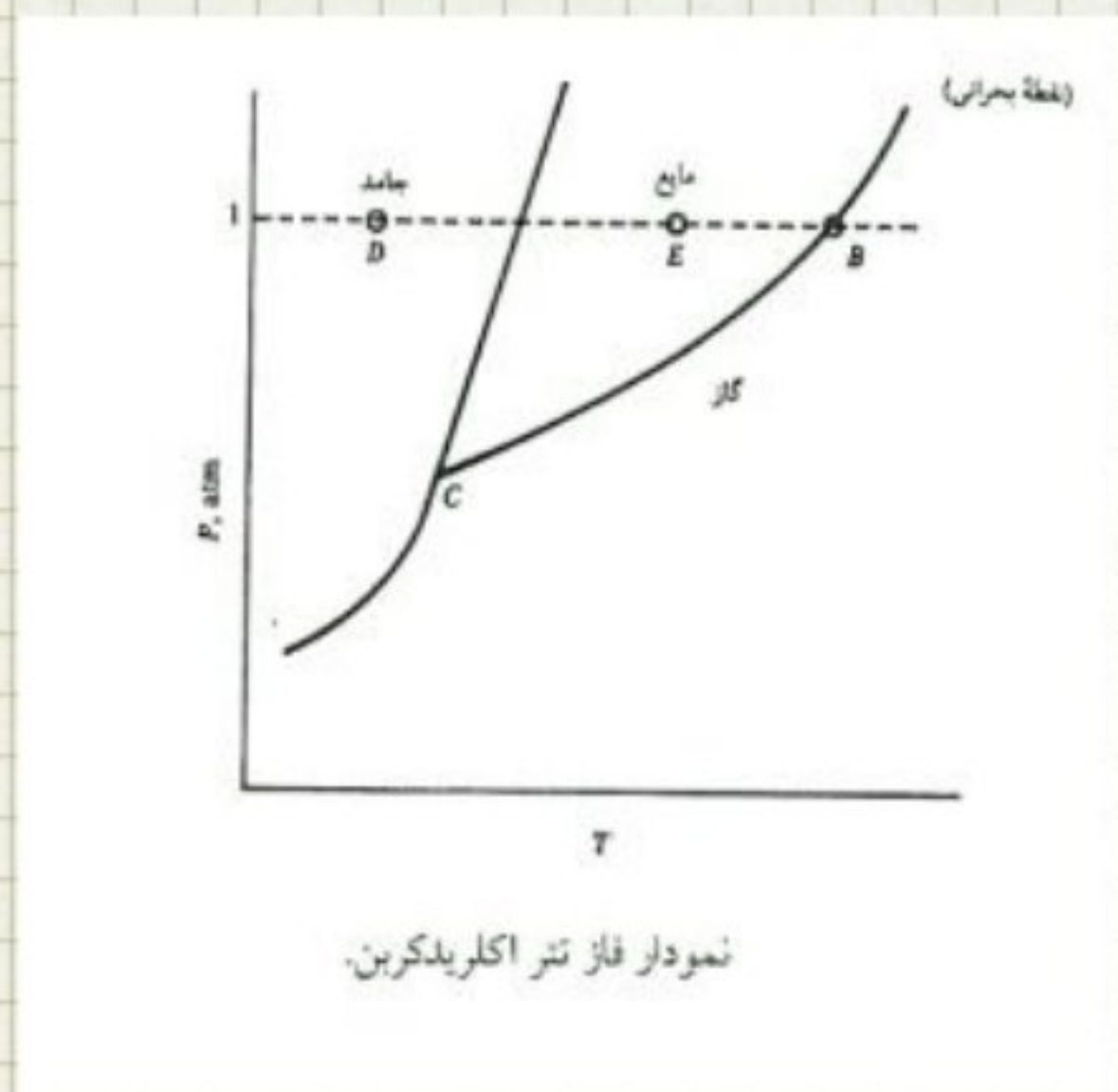
* تبخیر و فشار بخار مایعات: گرمای مولی تبخیر (ΔH_{vap}): گرمای لازم برای تبدیل یک مول مایع به بخار در دمای معین
 وابستگی دمای فشار بخار مایعات: $\ln(P) = -\frac{\Delta H_{vap}}{RT} + C \Rightarrow \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = \frac{\Delta H_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$

* دمای جوش: دمای که در آن فشار بخار مایع با فشار محیط برابری شود. $P_{atm} \leftarrow$ نقطه جوش نرمال / $P_0 \leftarrow$ نقطه جوش ↓

* نسبت ΔH_{vap} به T_b در اکثر مایعات یکسان است: $\frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = 18 \left(\frac{J}{mol \cdot K}\right)$; T_b : نقطه جوش نرمال
 هر دو با نیروی جاذبه بین مولکولی افزایش: مستقل از نیروی بین مولکولی
 * نقطه جوش آب در فشار P_f ؟ $K = [2]$
 $\ln\left(\frac{P_0}{P_f}\right) = -\frac{\Delta H_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T_f} - \frac{1}{T_0}\right)$



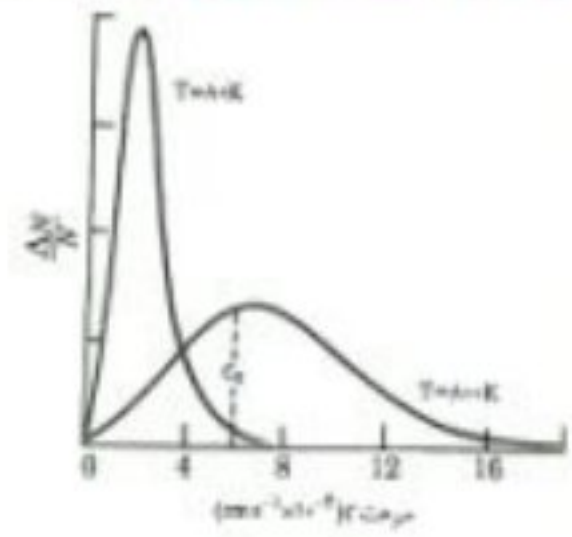
* نمودار فاز: بعد از نقطه بحرانی با افزایش دما یا فشار تبدیل گاز و مایع صورت نمی‌گیرد و این تبدیل یا در قبل از نقطه بحرانی انجام شود.



$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg} = 760 \text{ torr} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}, \quad 1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\frac{F_{22}}{180} = \frac{C}{100}, \quad 0 \text{ K} = -273.15^\circ \text{C}$$

* حالت گازی:



توزیع درجه‌های مولکولی برای اکسیژن در دو دمای مختلف

$$* \frac{\Delta N}{N} = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} e^{-\frac{mc^2}{2kT}} c^2 \Delta c; \quad \frac{\Delta N}{N} : \text{کسی از مولکول‌ها با } c \text{ بین } c \text{ و } c + \Delta c$$

$$(P, V, T, n) \text{ قانون بویل:}$$

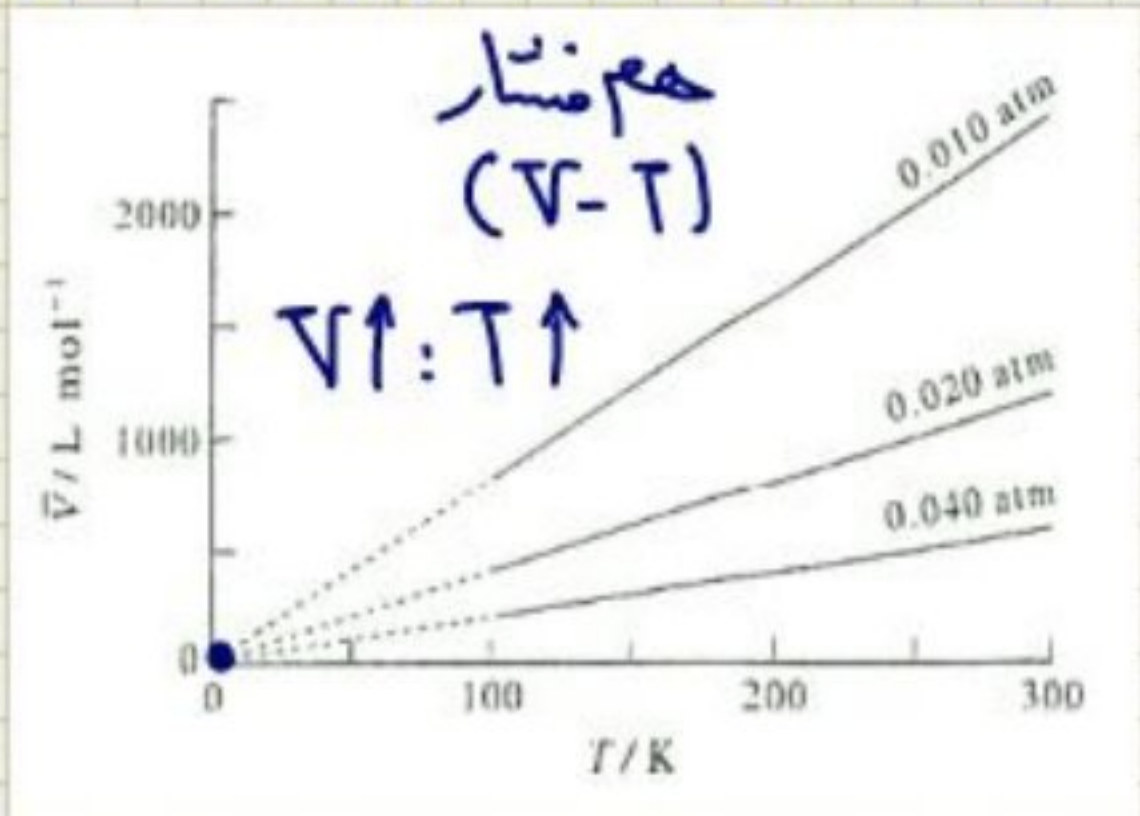
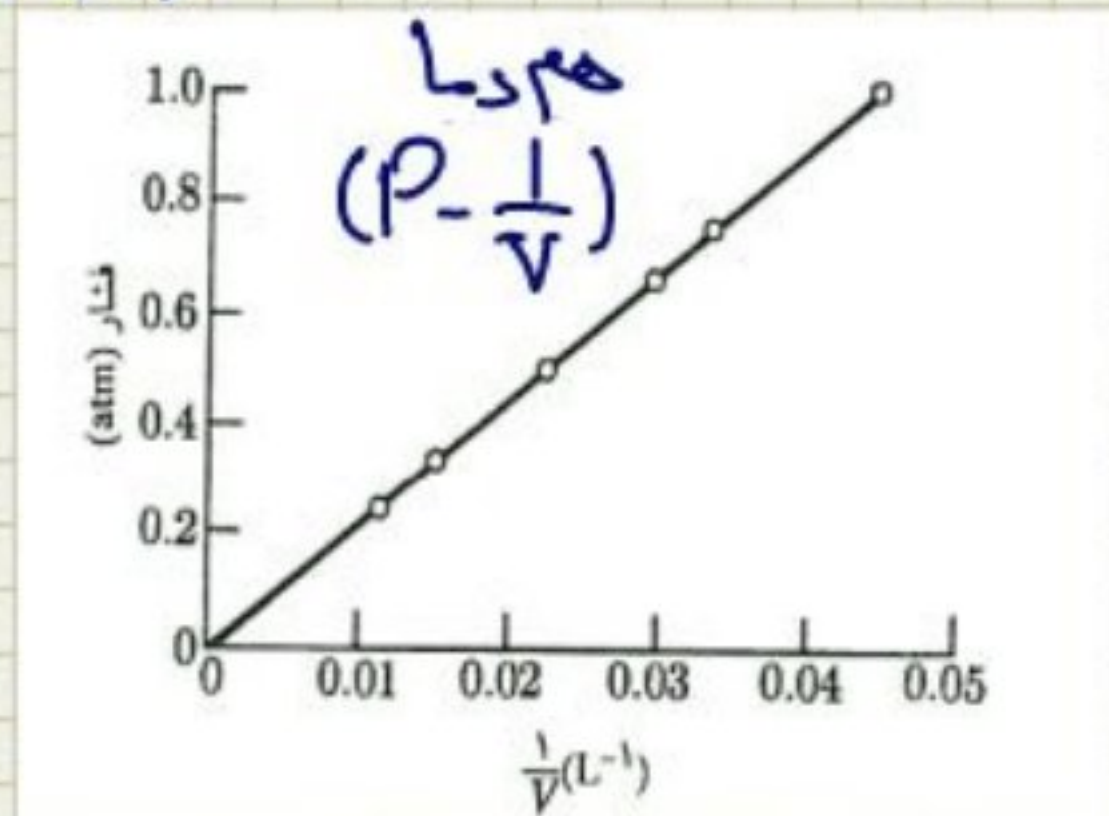
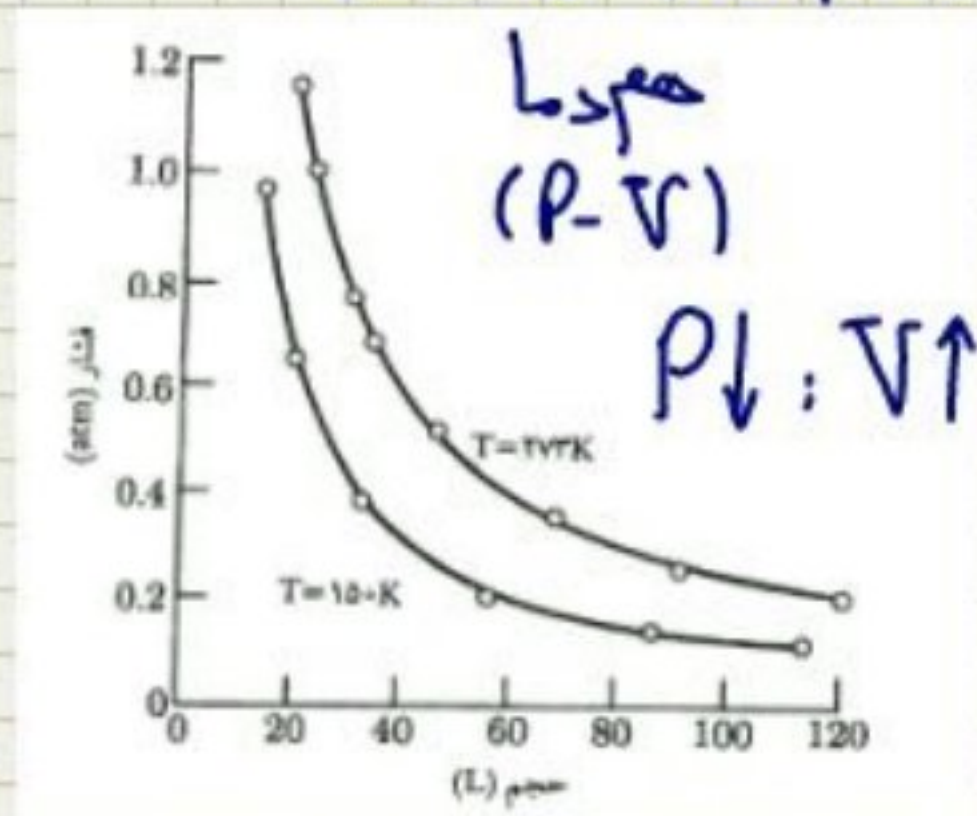
$$(P, V, T, n) \text{ قانون چارلز و گیلوسک:}$$

$$(P, V, T, n) \text{ قانون اویام:}$$

* رابطه بین متغیرهای حالت گاز (P, V, T, n):

* منفی V-T هم‌منشار و P-T هم‌مجم

از (0,0) می‌گذرند. (P↑: T↑)



$$\frac{PV}{T} = C(n) \Rightarrow PV = nRT$$

* محاسبه حالت گاز ایده آل:

$$* \text{SATP} : T, 25^\circ \text{C}, P, 1 \text{ bar}$$

$$* T = \lim_{P \rightarrow 0} \frac{PV}{nR}$$

* ویژگی‌های محاسبه حالت گاز ایده آل:

* قانون فشارهای جزئی دالتون:

$$* P_{\text{total}} = \sum P_i = \sum \frac{RT}{V} n_i = \frac{RT}{V} \sum n_i \Rightarrow \frac{P_{\text{total}}}{n_i} = \frac{P_i}{n_{\text{total}}} \text{ و } X_i = \frac{n_i}{n_{\text{total}}} \Rightarrow P_i = X_i P_{\text{total}}$$

$$* \text{فشار گاز } O_2 \text{ در نمونه‌ای شامل } 1\% \text{ رطوبت؟}$$

$$* \text{نظریه جنبشی گازها: (در حد یونیفرم یک ذره)}$$

$$\Delta C_i = C_i - (-C_i) = 2C_i \Rightarrow \Delta P_i = m \Delta C_i = 2mC_i$$

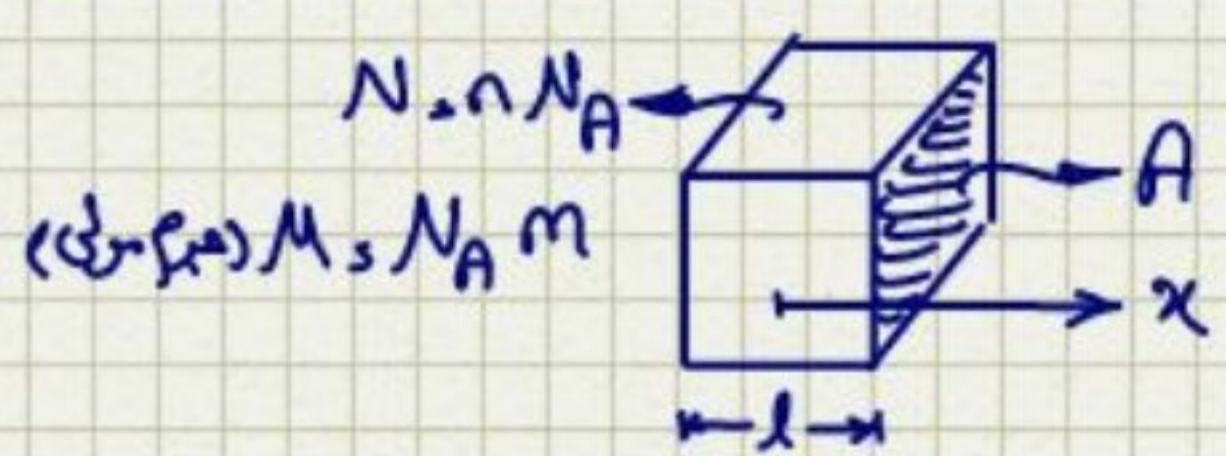
$$\Delta P_i = \Delta P_i^* \left(\frac{C_i}{C_i^*} \right) = \frac{m C_i^2}{l} \quad (\text{در } l \text{ ثانیه})$$

$$\Rightarrow F = \Delta P \cdot A = \sum_{i=1}^N \Delta P_i \cdot A = \sum_{i=1}^N \frac{m}{l} C_i^2 \cdot A, \quad \bar{C}^2 = \frac{C_1^2 + \dots + C_N^2}{N}$$

$$\Rightarrow F = \frac{N}{V} \frac{m \bar{C}^2}{l} \Rightarrow P = \frac{F}{A} = \frac{F}{l^2} = \frac{N}{V} \frac{m \bar{C}^2}{l^2} = \frac{N}{V} \frac{m \bar{C}^2}{V} \Rightarrow PV = \frac{N}{V} m \bar{C}^2 = \frac{2N}{V} \bar{E}_k$$

$$\Rightarrow PV = \frac{1}{2} N_A m \bar{C}^2 = nRT \Rightarrow \bar{C}^2 = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}, \quad \bar{C} = \sqrt{\frac{10RT}{\pi M}}$$

(متوسط سرعت مولکولی) (متوسط مربع سرعت‌ها)



* قانون نفوذ مولکولی گراهام :

$$\frac{\text{متوسط سرعت مولکولی A}}{\text{متوسط سرعت مولکولی B}} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

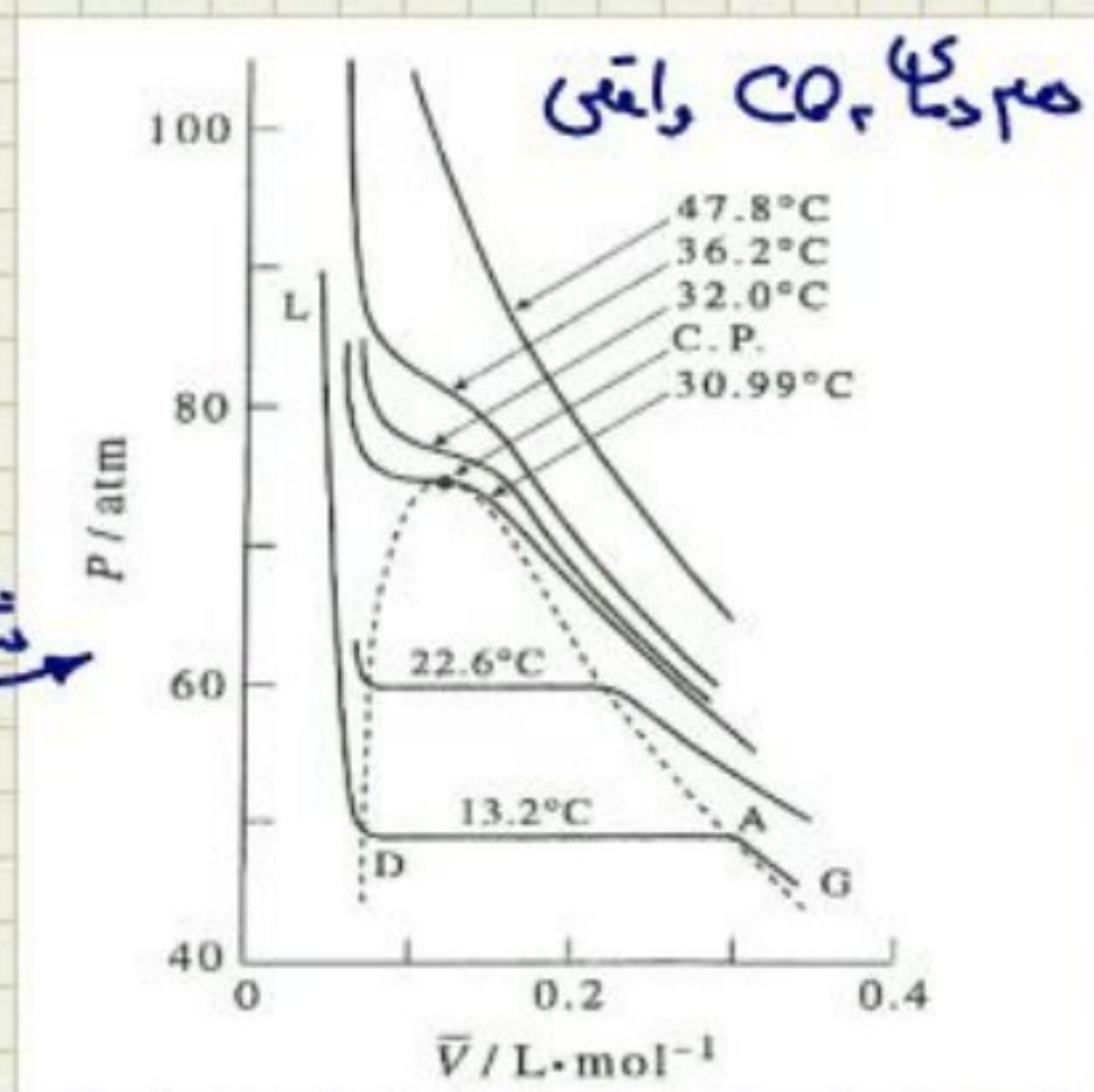
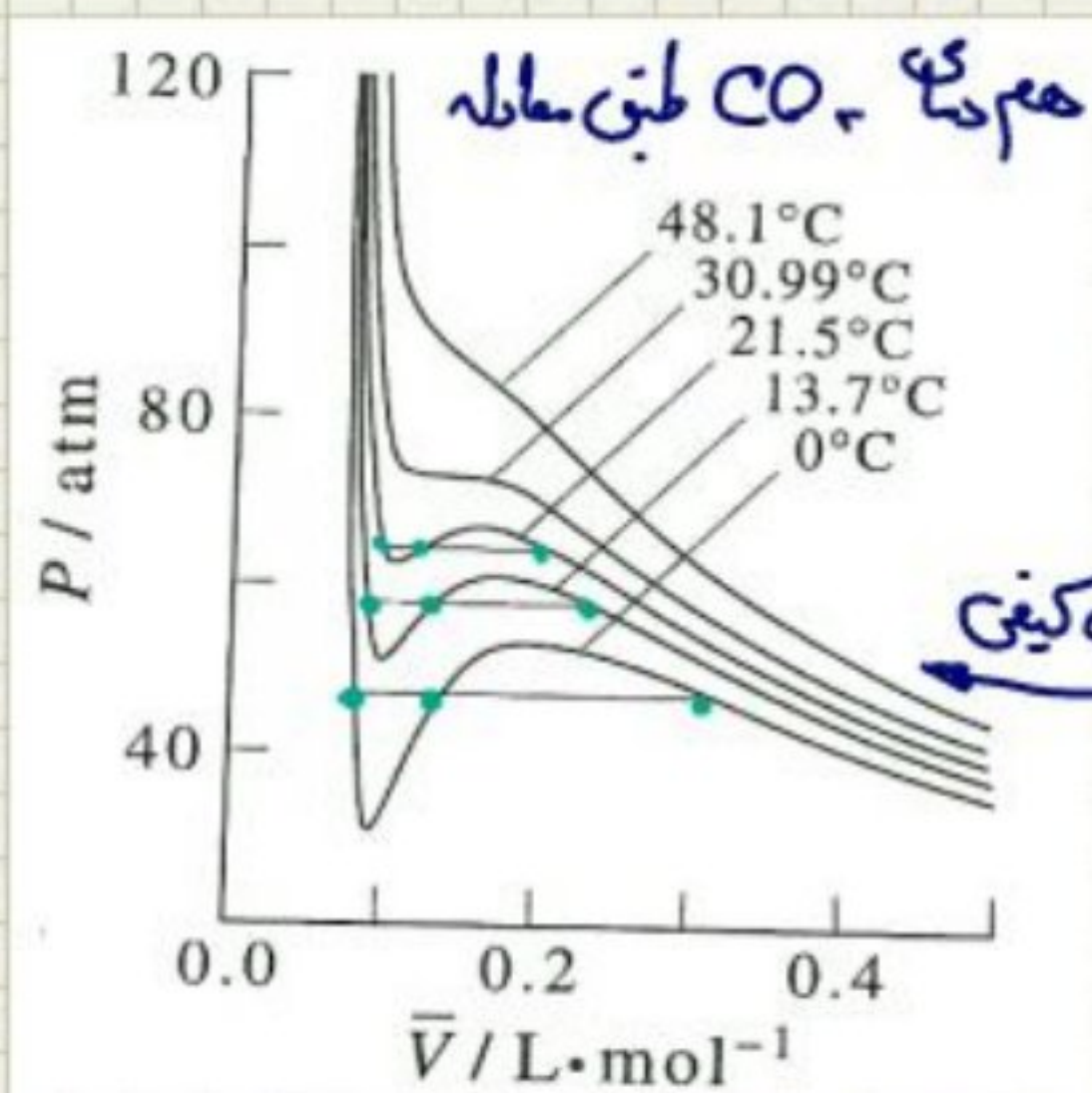
* **جای واقعی:** رفتار گازهای حقیقی مختلف به دلیل تفاوت بزرگ نیروهای بین مولکولی کاملاً متفاوت است.

انحراف از رفتار ایده آل $\rightarrow$ اهمیت نیروی بین مولکولی $\uparrow$ و اشغال فضا $\uparrow$ $\rightarrow V \downarrow$ $\rightarrow P \uparrow$: ثابت T
 * انحراف از رفتار ایده آل به نوع گاز نیز وابسته است.
 * فاکتور تراکم پذیری :

$$Z = \frac{PV}{nRT} \rightarrow \begin{cases} Z \downarrow \rightarrow \text{در } P \text{ ثابت } V \downarrow : \text{جاذبه دافعه} \\ Z \uparrow \rightarrow \text{در } P \text{ ثابت } V \uparrow : \text{جاذبه دافعه} \end{cases}$$

* معادله حالت وان در والس : حجم منوعه / حجم غیر قابل دسترسی هر مول گاز : b و حجم ظرف : V $\rightarrow V - nb$ = حجم قابل دسترسی

وابسته به نیروی بین مولکولی : a : $\frac{n^2}{V^2}$ و کاهش فشار $\Rightarrow (\frac{n}{V})^2 \propto$ کاهشی فشار روی جدارها و فاصله جاذبه های بین مولکولی
 $\Rightarrow P = \frac{nRT}{V-nb} - a \frac{n^2}{V^2} \Rightarrow (P + a \frac{n^2}{V^2})(V-nb) = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V-nb} - a \frac{n^2}{V^2}$ فشار بین جاذبه ها



$$P = \frac{nRT}{V-nb}$$

$$\bar{V}^2 - (b + \frac{RT}{P})\bar{V} + \frac{a}{P} = 0$$

$\bar{V}$ و V/n : حجم مولی

در T پایین ۳ ریشه دارد

b و a : ثابت های وان در والس
 وابسته به نوع ماده

* تعادل: تعادل گرمایی:

تعادل مکانیکی:

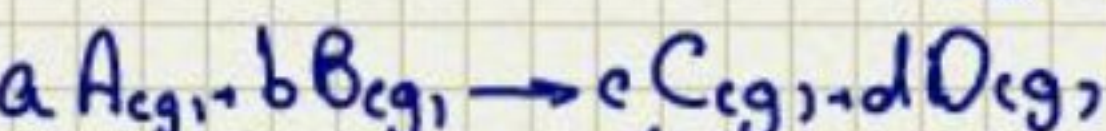
تعادل شیمیایی:

 $T_h = T_c$: شرط تعادل گرماییبرابری تعداد مول‌های موجود در دو ظرف $\rightarrow$ P_1, P_2 : شرط تعادل مکانیکی
برابری غلظت هر ماده در دو ظرف

* اصل لوشاتلیه: عکس العمل سیستم تعادلی به گونه‌ای است که اثر عامل اختلال را بکاهد.

تعادل به سمتی که تعداد مول‌های کمتر دارد: $V \downarrow$ یا $P \uparrow$: T ثابتتعادل به سمتی که تعداد مول‌های بیشتری دارد: $V \uparrow$ یا $P \downarrow$ * در واکنش گرمازا/گرمایگیر: $\uparrow T \rightarrow$ تعادل به سمتی که گرما مصرف شود.
 $\downarrow T \rightarrow$ تعادل به سمتی که گرما تولید شود.

* خارج قسمت واکنش:

* خارج قسمت واکنش در تعادل، ثابت تعادل (K_c) نام دارد.
غلظت ماده K_c مقدار تعادلی می‌باشند.

$$Q_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \xrightarrow{\text{تعادل}} Q_c = K_c$$

* $Q_c < K_c$ واکنش به تعادل رسیده است.* $Q_c < K_c \rightarrow Q_c$ بزرگ می‌شود $\rightarrow$ واکنش به سمت راست می‌رود.
 $Q_c > K_c \rightarrow Q_c$ کوچک می‌شود $\rightarrow$ واکنش به سمت چپ می‌رود.

* در واکنش‌هایی که فقط گاز دخالت دارد:

$$Q_p = \frac{[P_c]^c [P_o]^d}{[P_A]^a [P_B]^b} \xrightarrow{\text{تعادل}} Q_p = K_p$$

$$K_p = \frac{(P_c)^c (P_o)^d}{(P_A)^a (P_B)^b} P_0^{(a+b-c-d)}$$

* واکنش‌های گازی ایده‌آل: K_p, K_c فقط وابسته به دما:

$$= \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \left(\frac{RT}{P_0} \right)^{(c+d-a-b)} = K_c \left(\frac{c \cdot RT}{P_0} \right)^{\Delta v} ; \Delta v = c+d-a-b, c, d, a, b \text{ اعداد صحیح}$$

$$* Q_x = \frac{K_c^c K_o^d}{K_A^a K_B^b} \xrightarrow{\text{تعادل}} Q_x = K_x \Rightarrow K_p = \left(\frac{P}{P_0} \right)^{\Delta v} K_x$$

* معادله اول ترمودینامیک:

$$W = F_x \Delta Z \Rightarrow \delta W = F_x dz = -P_{ext} \cdot A \cdot dz = -P_{ext} dV$$

* کار:

$$W = - \int_{V_1}^{V_2} P_{ext} dV = -P_{ext}(V_2 - V_1) \quad \text{که فشرده‌سازی} \quad dV < 0 \Rightarrow \delta W < 0$$

* انبساط برگشت ناپذیر: انبساط فوری به فوری گاز در شرایط $P_{ext} < P$ $\rightarrow$ انبساط آزاد: $P_{ext} = 0 \rightarrow W = 0$ * کمترین کار انبساطی سیستم: $P_{ext} = 0$ بیشترین کار انبساطی سیستم: $P_{ext} = P$

$$W_{max} = - \int_{V_1}^{V_2} P dV = -nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \rightarrow \text{مسیر برگشت پذیر}$$

* تابع مسیر: کمیت وابسته به مسیر $\rightarrow$ کار، گرما* تابع حالت: کمیت مستقل از مسیر $\rightarrow$ انرژی* $W < 0$: انبساط
 $W > 0$: انقباض

* گرمای: تابعی از دما $\rightarrow$ گرمای ویژه: C_p, C_v و $q = m C_p (T_f - T_i) = m C_v (T_f - T_i)$

در P ثابت: $\delta q_p = m C_p dT \Rightarrow q_p = m \int_{T_i}^{T_f} C_p(T) dT \Rightarrow C_p = \frac{\delta q_p}{m dT}$

ظرفیت گرمایی مولی: $C_p = \frac{\delta q_p}{n dT} = M C_p$

در V ثابت: $\delta q_v = m C_v dT \Rightarrow q_v = m \int_{T_i}^{T_f} C_v(T) dT$

ظرفیت گرمایی مولی در حجم: $C_v = \frac{\delta q_v}{n dT}$

* انرژی داخلی سیستم (انرژی داخلی): E
 انرژی (q/w) که به سیستم داده شود: $+$ / از سیستم گرفته شود: $-$

* ظرفیت گرمایی در فشار ثابت: $\Delta E = q + w$ (قانون اول ترمودینامیک)

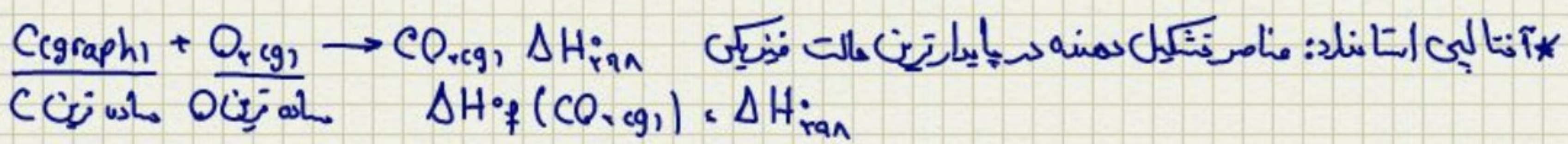
* ظرفیت گرمایی در حجم ثابت: $w = 0 \Rightarrow q_v = \Delta E$

* ظرفیت گرمایی در فشار ثابت: $w = -P(V_f - V_i) \Rightarrow q_p = (E_f + P V_f) - (E_i + P V_i) = \Delta E + P \Delta V = \Delta H$

انتالپی: $H = E + P V \Rightarrow q_p = \Delta H$

* ترموشیمی:

* خواص مقیاسی: متناسب با مقدار ماده $\rightarrow$ حجم، ظرفیت گرمایی، انرژی داخلی و انتالپی
 خواص شدقی: به مقدار ماده بستگی ندارند $\rightarrow$ دما، فشار و گرمای ویژه



(جمع آنتالپی استاندارد مواد اولیه) - (جمع آنتالپی استاندارد محصولات) = آنتالپی استاندارد واکنش *

* عوامل مؤثر در انجام پذیری واکنش شیمیایی:

واکنش خود به خودی: $\Delta H < 0$ (اکسزا)
 واکنش غیر خود به خودی: $\Delta H > 0$ (اگززا)

* قانون دوم ترمودینامیک: در سیستم منزوی فرایندهایی خود به خودی اند که به افزایش بی نظمی منجر شوند

* (انتروپی) $\sim$ (بی نظمی) $\sim$ (گرمای) $\sim$ (دما)
 گرمای مبادله شده با محیط: $\Delta S_{محیط}$ ، تغییر انتروپی محیط: ΔS^+

$\Delta S^+ = \frac{q^+}{T^+} = \frac{-q_{ثابت P}}{T^+} = \frac{-\Delta H}{T^+}$

* تابع انرژی آزاد گیبس:

$\Delta S_{محیط} + \Delta S + \Delta S^+ > 0 \Rightarrow \Delta S - \frac{\Delta H}{T} > 0 \Rightarrow \Delta(H - TS) < 0 \Rightarrow G, H - TS \Rightarrow \Delta G, \Delta H - T \Delta S$

ثابت P, T : ΔG $\begin{cases} > 0: \text{غیر خود به خودی} \\ = 0: \text{تعادلی} \\ < 0: \text{خود به خودی} \end{cases}$

محاسبه گیبس - هلمههولتز

* انتروپی قانون سوم: انتروپی مواد در صفر مطلق = 0
 در STP: $\Delta G_f^\circ = 0$ $\rightarrow$ محاسبه مانند ΔH_f°

* معادله ثابت تعادل با استفاده از ΔG° و اکتیویته: $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln(Q_p)$
 $\bar{G} = \bar{G}^\circ + RT \ln\left(\frac{p}{p^\circ}\right) \Rightarrow \Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln(Q_p)$
 $\bar{G}$: اکتیویته استاندارد، $\bar{G}^\circ$: $p^\circ = 1 \text{ bar}$ ، $\bar{G}$: اکتیویته واقعی
در تعادل: $\Delta G = 0$ ، $Q_p = K_p \Rightarrow \Delta G^\circ = -RT \ln(K_p)$

* غلظت:

* کسر مولی:

$$X_i = \frac{n_i}{n_1 + \dots + n_i + \dots} \Rightarrow \sum X_i = 1 \quad , \quad 100 X_i = \text{درصد مولی } i \text{ در محلول}$$

$$C_i = \frac{n_i}{V_{\text{محلول}} (\text{lit})}$$

* مولاریته: مقدار مول حل شده در یک لیتر محلول:

$$m_i = \frac{n_i}{M_{\text{محلول}} (\text{kg})}$$

* مولالیه: مقدار مول حل شده در یک کیلوگرم حلال:

* انواع محلول ها:

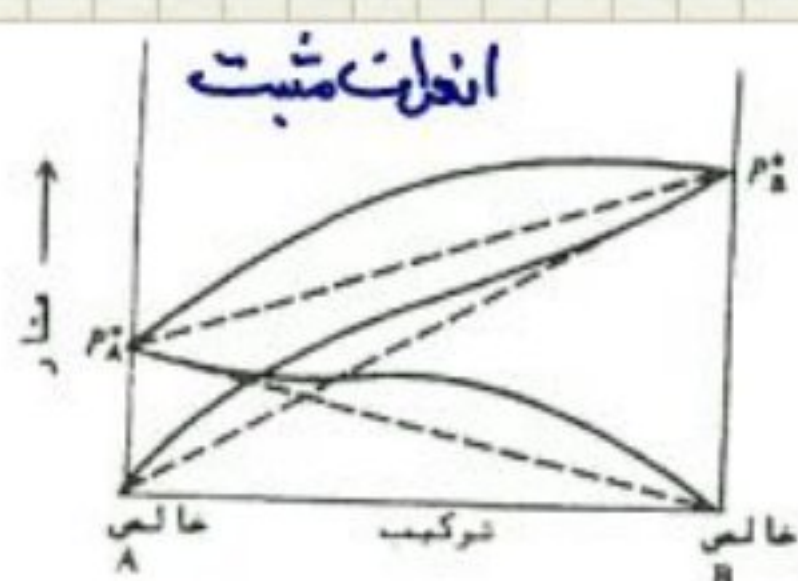
* محلول ایده آل: محلولی که اجزای آن دقیقاً هم اندازه در زیر حلال A-A ، A-B ، B-B یکسان.

فشار بخار جز: P_i^* ؛ P_i : فشار بخار جز ؛ $P_i \propto X_i \Rightarrow$ قانون راول ؛ $P_i = X_i P_i^*$ ؛ $P_i \propto X_i \Rightarrow$ قانون راول ؛

$$P_{\text{ت}} = P_A + P_B = X_A P_A^* + X_B P_B^* \Rightarrow P_{\text{ت}} = P_B^* + (P_A^* - P_B^*) X_A$$

$$\Delta E_{\text{mix}} = 0 \quad , \quad \Delta V_{\text{mix}} = 0 \Rightarrow \Delta H_{\text{mix}} = 0 \quad \Delta S_{\text{mix}} > 0 \Rightarrow \Delta G_{\text{mix}} < 0$$

* محلول های حقیقی: { محلول انحراف مثبت: فشار بخارش < فشار بخار ایده آلی
محلول انحراف منفی: فشار بخارش > فشار بخار ایده آلی



$$\Delta H_{\text{mix}} < 0 \quad , \quad \Delta V_{\text{mix}} < 0 \quad \text{انحراف منفی}$$

$$\Delta H_{\text{mix}} > 0 \quad , \quad \Delta V_{\text{mix}} > 0 \quad \text{انحراف مثبت}$$

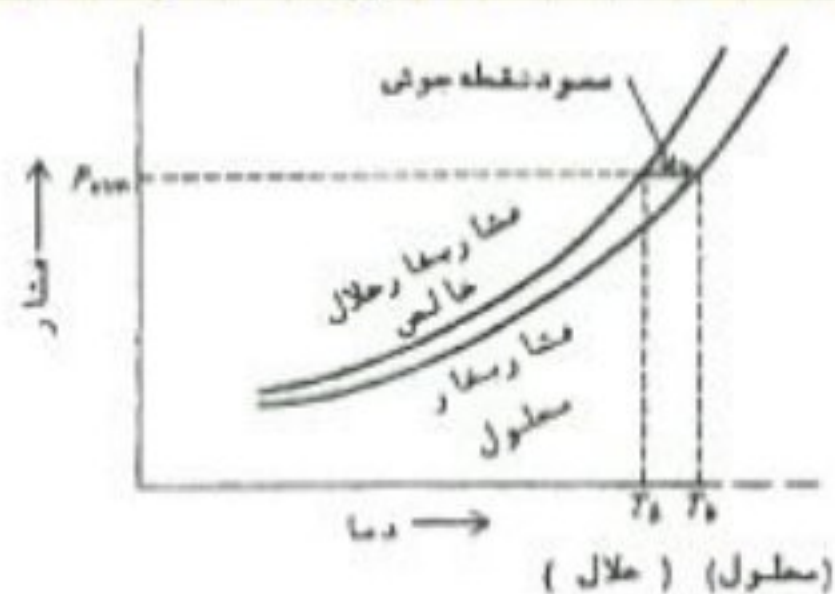
* جاسازی به کمک تغییر:

* آنوتروپ: ترکیبی که ممکن است با جوشیدن تغییر نکند.

* خواص کولیگاتیو: حل شونده نقطه در محلول وجود دارد و به هیچ وجه بخار نمی شود.

* کاهش فشار بخار / صعود نقطه جوش / نزول نقطه انجماد / پدیده اسن

* محلول غیر الکترولیت: حل شونده B: حلال A: $P_{\text{ت}} = P_A = X_A P_A^* = (1 - X_B) P_A^*$ ؛ $\Delta T_b = K_b m_b$ ؛ ثابت مولال صعود نقطه جوش: K_b ؛ مولالیه حل شونده: m_b ؛



$$\Delta T_b = K_b m_b$$

K_b : ثابت مولال صعود نقطه جوش ؛ m_b : مولالیه حل شونده ؛

* نزول نقطه انجماد: در فشار ثابت: ثابت مولال نزول نقطه انجماد: K_f ؛ $\Delta T_f = -K_f m_b$ ؛

* پدیده اسن: اختلاف فشار هیدرواستاتیکی π وارد بر سطح هم تراز در مایع (از محلول) $\pi = C_b R T$ ؛ π وارد شده به قسمت محلول $\pi < \pi$ اسن محلول ؛

* مولالیه

* معادلات های الکترولیت: $-\frac{\Delta T_f}{m_b}$ برای الکترولیت < غیر الکترولیت

ضریب وانت هوف: i

$$\Delta P = -i X_B P_A^*$$

$$\Delta T_b = i m K_b$$

$$\Delta T_f = -i m K_f$$

$$\pi = i C_B R T$$

$$i = 1 - \alpha + \alpha \nu$$

$$\nu, a+b \rightarrow$$

معادله ذراتی که انتقال یک مولکول
الکترولیت حاصل می شود.

الکترولیت های ضعیف