

شیمی عمومی

Ferdowsi University of Mashhad

Ferdowsi University of Mashhad

دانشگاه فردوسی مشهد



گاز

Ferdowsi University of Mashhad

Ferdowsi University of Mashhad

گازها مولکول های جدا از هم و دارای حرکت سریعند.
از دو یا چند گاز به هر نسبتی، مخلوط کاملاً همگن بدست
می آید ولی چنین چیزی در مورد مایعات صادق نیست.
گازها ضمن این که حرکت دائمی و سریع دارند با حرکت
بی نظم خود به دیواره ظرف برخورد کرده و به آن فشار وارد
می کند.



فشار نیروی وارد بر سطح است. نیرویی که یک گاز به واحد سطح دیواره ظرف خود وارد می کند.

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}}$$

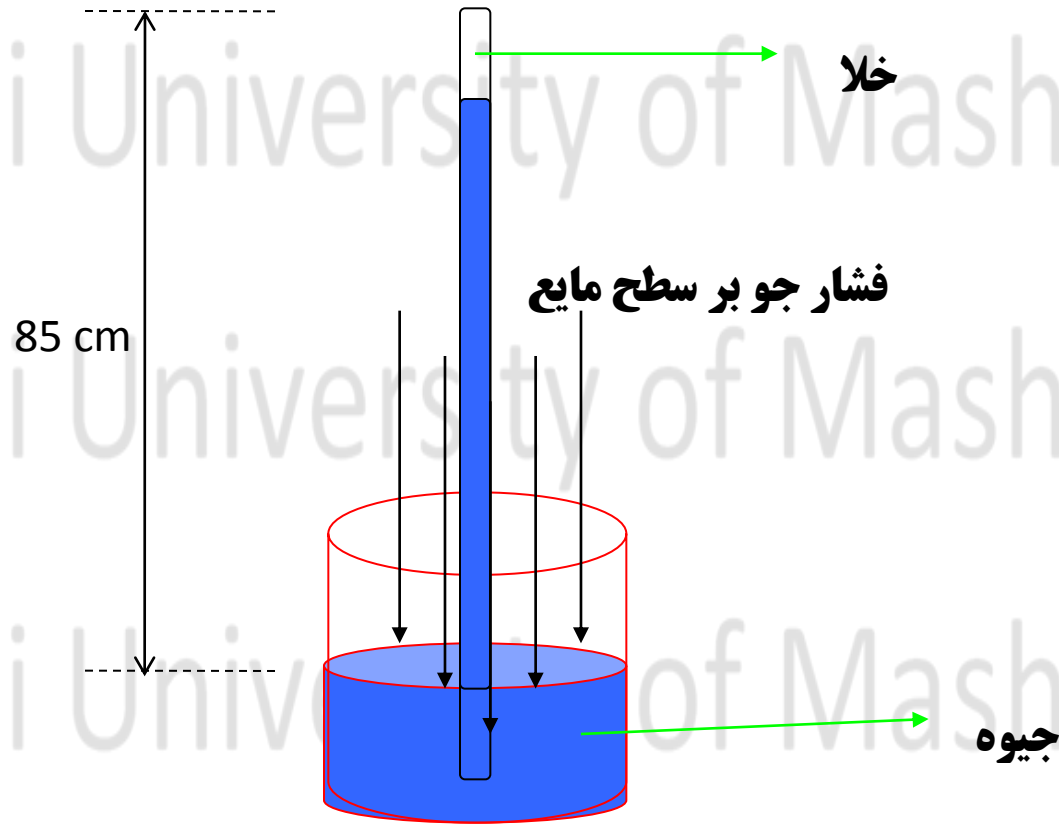


واحد فشار در سیستم SI ، پاسکال (pa) است، و یک پاسکال فشاری است که نیرویی معادل یک نیوتن بر سطح (1 m) وارد می نماید.

$$1Pa = \frac{1N}{1m^2} = \frac{Kgm / s^2}{m^2} = \frac{Kg}{m.s^2}$$

شمیدان ها فشار گازها را در ارتباط با فشار جو اندازه گیری می کنند

دستگاهی که برای اندازه گیری فشار جو بکار می رود، هواسنج نامیده می شود. برای تهیه این دستگاه لوله ای به طول تقریبی 85 cm که یک طرف آن مسدود است از جیوه پر نموده و واژگون در یک ظرف جیوه در باز قرار می شود. جیوه در لوله پایین آمده ولی به دلیل فشاری که جو بر سطح جیوه درون ظرف وارد می نماید، به طور کامل خارج نمی گردد. فضای بالای جیوه درون لوله خلأ کامل است و چون جیوه در دمای معمولی فراریت بسیار کمی دارد، مقدار بخار جیوه در این فضا بسیار کم است و عملاً فشاری بر سطح بالای ستون جیوه وارد نمی شود.





فشار جو از روزی به روز دیگر و از محلی به محل دیگر تغییر می کند.

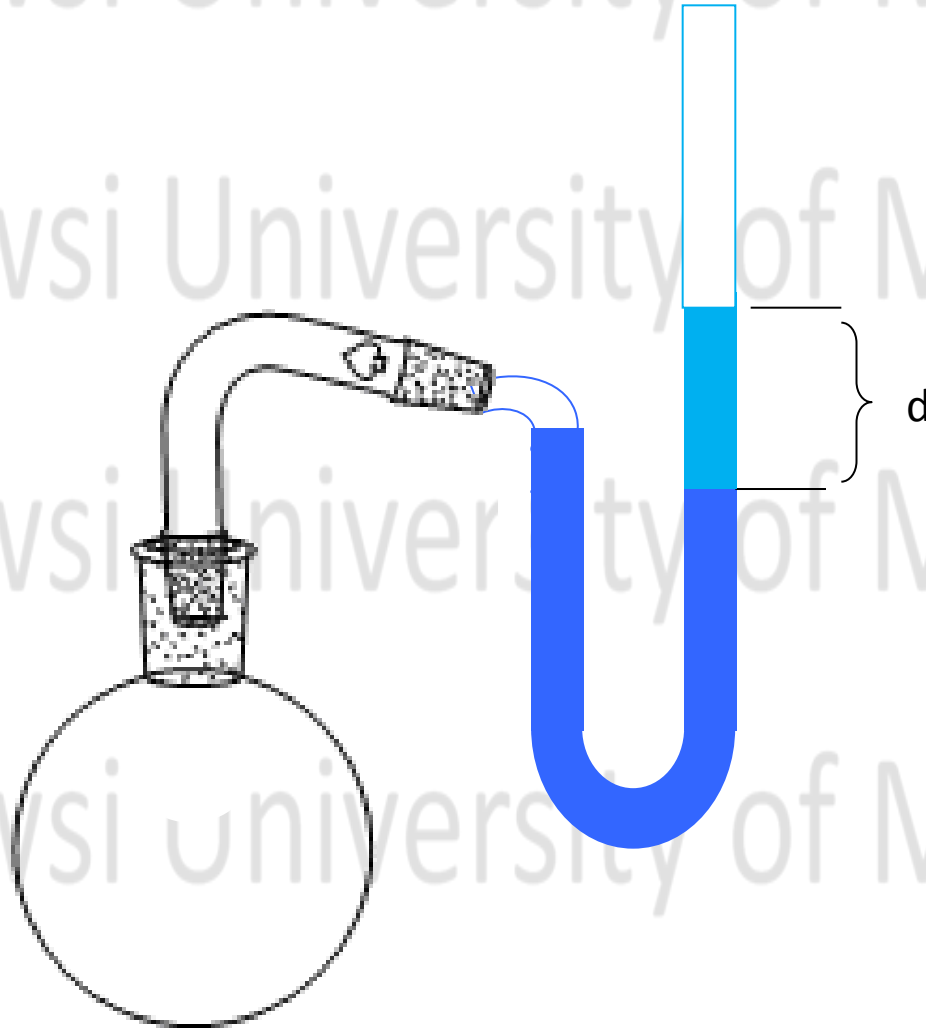
فشار جو در سطح دریا، جیوه را در ارتفاع 760 mm نگه می دارد که نشان دهنده 1 atm فشار می باشد.

در این ستون، ارتفاع 1 mm جیوه را یک تور (torr) می نامند.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ torr}$$

فشار سنج وسیله ای برای اندازه گیری فشار نمونه ای از گاز است. لوله U شکل محتوی جیوه که یک بازوی آن باز و مرتبط با جو می باشد. بنابراین فشار جو از طریق این قسمت باز در لوله به سطح جیوه وارد می شود. بازوی دیگر به یک محفظه گاز متصل شده به طوریکه فشار گاز درون مخزن به سطح جیوه درون لوله وارد گردد.

اگر فشار گاز برابر فشار جو باشد سطح جیوه در هر دو بازوی U شکل یکسان خواهد شد.





اگر فشار گاز $<$ فشار جو

اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه $+ \text{فشار جو} = \text{فشار گاز}$

اگر فشار گاز $>$ فشار جو

اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه $- \text{فشار جو} = \text{فشار گاز}$



قانون بویل:

رابطه بین حجم و فشار یک نمونه گاز

$$V \propto \frac{1}{P}$$

حجم یک نمونه گاز در دمای ثابت، به نسبت عکس فشار تغییر می کند.

$$PV=K$$

نکته: ثابت K به اندازه نمونه گاز و دما بستگی دارد.



مثال : یک نمونه گاز تحت فشار 0.75 atm حجم 560 ml را اشغال می کند. اگر فشار گاز در دمای ثابت به 1 atm برسد، حجم آن چقدر خواهد بود؟

$$P_1 = 0.75 \text{ atm} \quad V_1 = 560 \text{ ml}$$

$$P_2 = 1 \text{ atm} \quad V_2 = ? \text{ ml}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \longrightarrow \quad V_2 = 420 \text{ ml}$$



مثال : یک نمونه گاز تحت فشار 5 atm و دمای صفر درجه سلیسیوس ، حجم 75 L را اشغال می کند. اگر این گاز در همین دما تراکم شود و به حجم 30 L برسد 30 atm فشار گاز آن چقدر خواهد شد؟

$$P_1 = 5 \text{ atm} \quad V_1 = 75 \text{ lit}$$

$$P_2 = ? \text{ atm} \quad V_2 = 30 \text{ lit}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \longrightarrow \quad V_2 = 12.5 \text{ atm}$$



قانون شارل

بستگی بین حجم و دمای یک نمونه از گاز در فشار ثابت حجم یک نمونه از گاز با دمای معلق نسبت مستقیم دارد.

$$V \propto T \Rightarrow V = KT$$

نکته: ثابت k به اندازه نمونه گاز و فشار بستگی دارد.



مثال: حجم نمونه ای از یک گاز در $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ برابر 79.5 ml است . چنانچه فشار ثابت باشد. حجم این گاز در $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ چقدر خواهد بود؟

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{79.5\text{ mL}}{318\text{ K}} = \frac{V_2}{273\text{ K}} \rightarrow V_2 = 68.2\text{ mL}$$



قانون آمونتون

فشار گاز در محفظه ای با حجم ثابت با افزایش دما افزایش می یابد.
تغییرات فشار یک گاز در حجم ثابت با تغییرات دمای مطلق نسبت مستقیم دارد.

$$P \propto T \Rightarrow P = KT \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$



مثال: یک ظرف ۱۰ لیتری از گازی با فشار ۲ atm در ۰°C پر شده است
در چه دمایی فشار ظرف ۲/۵ atm می شود؟

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

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2atm}{273k} = \frac{2.5atm}{T_2} \Rightarrow T_2 = 341k$$



قانون گازهای ایده آل:

در دما و فشار ثابت، حجم یک گاز با تعداد مول های بطور مستقیم تغییر می کند. اگر n تعداد مولهای یک گاز باشد.

$$V \propto n$$

از ترکیب رابطه فوق با قوانین بویل و شارل معادله بصورت زیر حاصل می شود. که مقدار ثابت آن R است که برای تبئیل متناسب به تساوی بکار می رود.

$$PV = nRT$$

$$R = \frac{PV}{nT}$$



اگر حجم مولی در شرایط STP باشد (برای گاز ایده آل)

$$R = \frac{(1 \text{ atm})(22.4136 \text{ L})}{(1 \text{ mol})(273.15 \text{ K})} = 0.082056 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol.K}}$$



$$PV = \left(\frac{m}{M}\right)RT \quad \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$



مثال: حجم نمونه ای از یک گاز در $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ و $1/15\text{ atm}$ برابر 462 mL است.
حجم این نمونه را در شرایط متعارفی حساب کنید؟

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1.15\text{ atm} \times 462\text{ mL}}{308\text{ K}} = \frac{1\text{ atm} V_2}{273\text{ K}} \Rightarrow V_2 = 471\text{ mL}$$



مثال: در ۵۰۰ ml از نمونه CO(g) در ۵۰ °C و ۱/۵۰ atm، چند مول CO وجود دارد؟

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow \frac{1.5 \text{ atm} \times 500 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}}{0.0821 \text{ L.atm.mol}^{-1} . \text{K}^{-1}} = .0283 \text{ mol}$$



مثال: چگالی $\text{NH}_3(\text{g})$ در 1000 و $1/5 \text{ atm}$ چقدر است؟

$$PV = \left(\frac{m}{M}\right)RT$$

$$\frac{m}{V} = \frac{PM}{RT} \Rightarrow \frac{m}{V} = \frac{1.5 \text{ atm} \times 17 \text{ g/mol}}{0.0821 \text{ L.atm.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 1273 \text{ K}} = 0.638 \text{ g/mol}$$



تمرین: سیکلو پروپان گازی است که به عنوان داروی بی هوشی بکار می رود. چگالی این گاز در $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ و 948 atm برابر با $1/5\text{ g/L}$ است. وزن مولکولی سیکلو پروپان چقدر است؟

ب) فرمول تجربی سیکلو پروپان، CH_2 است فرمول مولکولی آن چیست؟



۱- گازها از مولکول هایی که در فضا کاملا از هم جدا هستند، تشکیل یافته است. حجم واقعی مولکول ها در مقابل حجم کل گازها ناچیز است.

۲- مولکول های گاز حرکت مستقیم الخط، سریع و مداوم دارند و یا یکدیگر و دیواره ظرف خود برخورد می کنند در این برخورد گر چه انرژی از یک مولکول به مولکول دیگر منتقل می شود ولی کاهش کلی در انرژی جنبشی، یعنی انرژی حرکت روی نمی دهد.

۳- انرژی جنبشی متوسط مولکول های یک گاز به دما بستگی دارد و با افزایش دما افزایش می یابد. مولکول های یک گاز در یک دمای معین، انرژی جنبشی متوسط یکسان دارند.

۴- نیروی جاذبه بین مولکول های گاز ناچیز است.

بر طبق نظریه جنبشی، فشار گاز ناشی از برخورد مولکول ها با دیواره ظرف است. بنابراین هر چه تعداد مولکول های واحد حجم یعنی غلظت مولکولی بیشتر باشد، تعداد برخوردها در واحد زمان بیشتر در نتیجه فشار بیشتر است. کاهش حجم یک گاز باعث تجمع مولکول ها در فضای کوچکتر می شود در نتیجه غلظت مولکولی بیشتر و به همان نسبت فشار بیشتر می شود



انرژی جنبشی متوسط مولکول های یک گاز متناسب با دمای مطلق است. در صفر مطلق انرژی جنبشی مولکول ها از لحاظ نظری صفر است. در این دما مولکول ها حداقل تحرک را داشته و چون حجم مولکول های یک گاز ایده آل ناچیز است، حجم یک گاز ایده آل در صفر مطلق از لحاظ نظری صفر است.



با افزایش دما، مولکول‌ها با سرعت‌هایی که پیوسته زیاد می‌شود حرکت می‌کنند. از اینرو، با زیاد شدن دما، برخوردهای مولکول‌های گاز با دیواره ظرف شدیدتر و تعداد برخوردها بیشتر می‌شود. در نتیجه، فشار به نحویکه قانون آمونتون بیان می‌کند افزایش می‌یابد. وقتی گازی را گرم می‌کنیم می‌توانیم فشار آن را ثابت نگه داریم به شرطیکه از انبساط آن جلوگیری نگردد. افزایش حجم موجب می‌شود که تعداد برخوردهای مولکول‌ها با دیواره ظرف در دمای معین کم شده و در نتیجه فشار ثابت بماند و بدین ترتیب کاهش تعداد برخوردها، افزایش شدت برخوردها را جبران کند قانون شارل چنین وضعیتی را توصیف می‌کند.



قانون فشار جزئی دالتون می گوید که فشار کل مخلوطی از گازها یا مجموع فشارهای جزئی هر کدام از آن گازها برابر است.

$$P_{\text{کل}} = P_A + P_B + P_C + \dots$$



مثال : اگر ۱ لیتر گاز در فشار 0.2 atm و ۱ لیتر گاز در فشار 1 atm را در ظرفی به حجم 1L مخلوط کنیم اگر دما ثابت باشد فشار مخلوط چند atm است.

0.6 atm



اگر n_A مول گاز A و n_B مول گاز B مخلوط شود تعداد کل مول ها در مخلوط $n_A + n_B$ است.

نسبت تعداد مول های A به تعداد کل مول های موجود در مخلوط را **کسر مولی** A می نامند و آن را با نمایش X_A می دهیم

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{n_A}{n_{total}}$$



در یک مخلوط گازی، جزئی از فشار که به یک گاز مثلاً A مربوط می شود از کسر مولی A بدست می آید. بنابراین، فشار جزئی A عبارتست از:

$$P_A = \left(\frac{n_A}{n_A + n_B} \right) P_{total} = X_A P_{total}$$



توجه کنید که مجموع کسر مولی ها برابر یک است.

$$X_A + X_B = 1$$

$$X_A + X_B + X_C + X_D + \dots = 1$$

نکته: برای بدست آوردن فشار گاز خشک باید فشار بخار آب را در دمای آزمایش از فشاری که هوا سنج نشان می دهد، کم کرد.



مثال: نمونه ای از گاز اکسیژن به حجم 370 ml در 23°C بر روی آب جمع آوری شده است. فشار جو در شرایط آزمایش 0.992 atm است حجم اکسیژن خشک در شرایط متعارفی چقدر است؟ (فشار بخار آب 0.0277 atm)

$$0.992 \text{ atm} - 0.0277 \text{ atm} = 0.964 \text{ atm}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{0.964 \text{ atm} \times 370 \text{ mL}}{296 \text{ K}} = \frac{1 \text{ atm} V_2}{273 \text{ K}} \Rightarrow V_2 = 392 \text{ mL}$$



مثال: مخلوطی از ۴۰ g اکسیژن و ۴۰ g هلیوم دارای فشار کل ۰/۹۰۰ atm است فشار جزئی اکسیژن چقدر است؟

$$X_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{He}} = \frac{1.25 \text{ mol}}{1.25 \text{ mol} + 1 \text{ mol}} = 0.112$$

$$P_{O_2} = X_{O_2} \times P_{total} \Rightarrow P_{O_2} = 0.112 \times 0.9 \text{ atm} = 0.101 \text{ atm}$$

$$P_{He} = P_{total} - P_{O_2} \Rightarrow P_{O_2} = 0.9 \text{ atm} - 0.101 \text{ atm} = 0.799 \text{ atm}$$



مثال: فشارهای جزئی هر یک از دو گاز Ar(g) و Ne(g) در مخلوطی از این گاز به ترتیب 0.225 atm و 0.750 atm است.

الف) کسر مولی هر یک از این گازها در مخلوط چقدر است؟

ب) اگر این مخلوط حجمی برابر با $5/1$ لیتر را در 100 اشغال کند، عدد کل مول های گاز موجود در آن چقدر است؟

ج) چند گرم از هر یک از این دو گاز در مخلوط موجود است؟

Ferdowsi University of Mashhad

به این آدرس مراجعه نموده و یک تمرین خوب در دنیای گازها را مرور نمایید

<http://ch301.cm.utexas.edu/simulations/gas-laws/GasLawSimulator.swf>

Ferdowsi University of Mashhad

Ferdowsi University of Mashhad

Ferdowsi University of Mashhad

Ferdowsi University of Mashhad