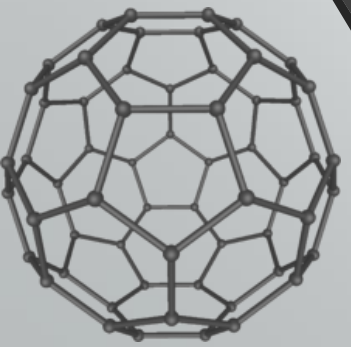
بسم الله الرحمن الرحیم

گازها

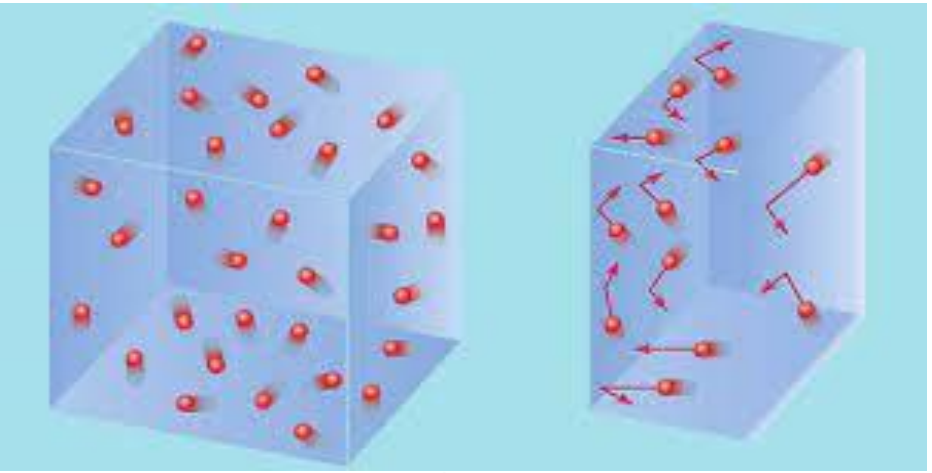
محمدامین شهرکی

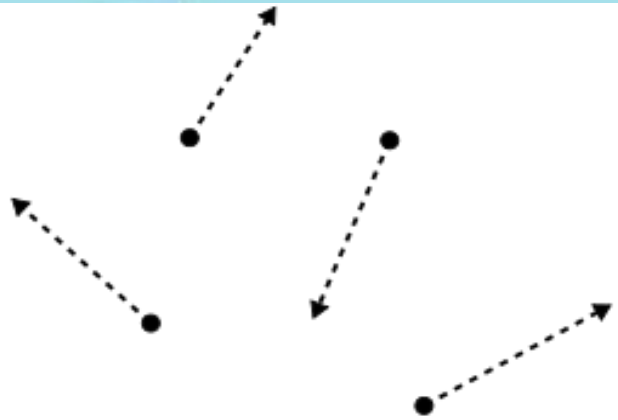


دانشگاه زابل

گاز

تعریف: گاز یکی از حالت های ماده است، گاز در واقع یک مایع قابل تراکمی است که نه تنها به شکل ظرف خود در می‌آید؛ بلکه حجم خود را تا پر کردن آن ظرف گسترش می دهد.



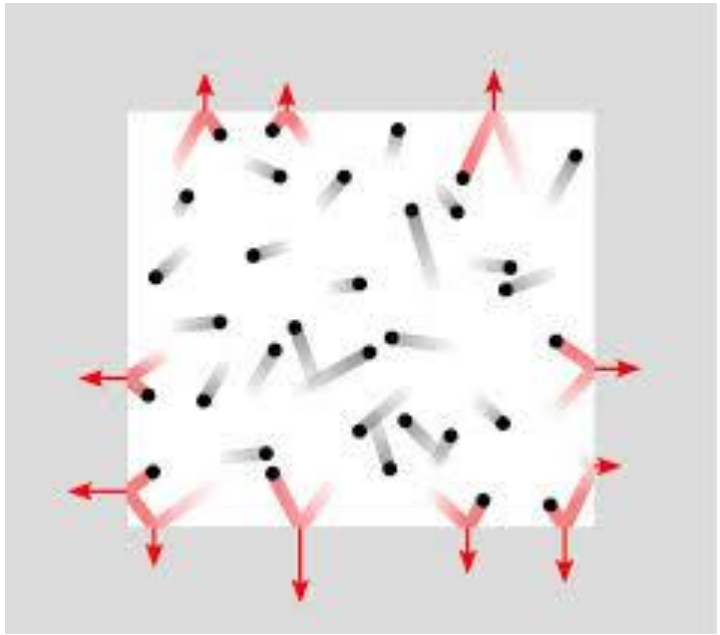


رفتار ذرات در حالت گاز

چند نکته مهم:

1. گاز شامل مجموعه ای از مولکولها یا ذرات بسیار دور از یکدیگر است و این فاصله زیاد بین آنها، سبب می شود تا آزادانه حرکت کنند.
2. در حالت عادی چون فاصله بین ذرات در این حالت(گاز)، بیشتر ازفاصله آنها در حالت مایع و جامد است، در حال حرکت سریع هستند و با این حال تعداد برخوردها نیز کمتر است.
3. هرچه سرعت ذرات سریع تر شود، تعداد برخوردها افزایش میابد.
4. دو یا چند نوع گاز را می توان با هر نسبتی، آمیخت و مخلوطی یکنواخت(همگن) بدست آورد.
5. گازها در هر ظرفی وارد شوند، سریع آن را پر می کنند برای مثال پخش شدن گاز معطری دریک اتاق

فشار در گازها



نیرویی که به سبب برخورد ذرات به دیواره اعمال می شود.

- گازها مانند مایعات شاره(شاره ها موادی هستند که شارش پیدا می کنند چون نمی توانند در برابر تنش برشی مقاومت کنند) هستند. بنابراین فشاردر شاره ها تقریباً به یک صورت محاسبه می شود.
- مولکول های گاز در ضمن حرکت نامنظمی که دارند به دیواره های ظرف برخورد می کنند و این برخورد های بیشمار،بیانگر این است که گازبردیواره های ظرف **فشار** وارد می کند.

- **فشار** نیرویی است که بر واحد سطح وارد می شود:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{واحد سطح}} \Rightarrow P = \frac{F}{A}$$

واحد فشار در SI، پاسکال است.

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

فشار در گازها

- شیمیدان ها معمولا فشار گاز را در ارتباط با فشار جو اندازه گیری می کنند.

- برای اندازه گیری فشار جو از **هواسنج** یا بارومتر استفاده می شود.

- تعریف فشار استاندارد بر حسب پاسکال:

در سطح دریا

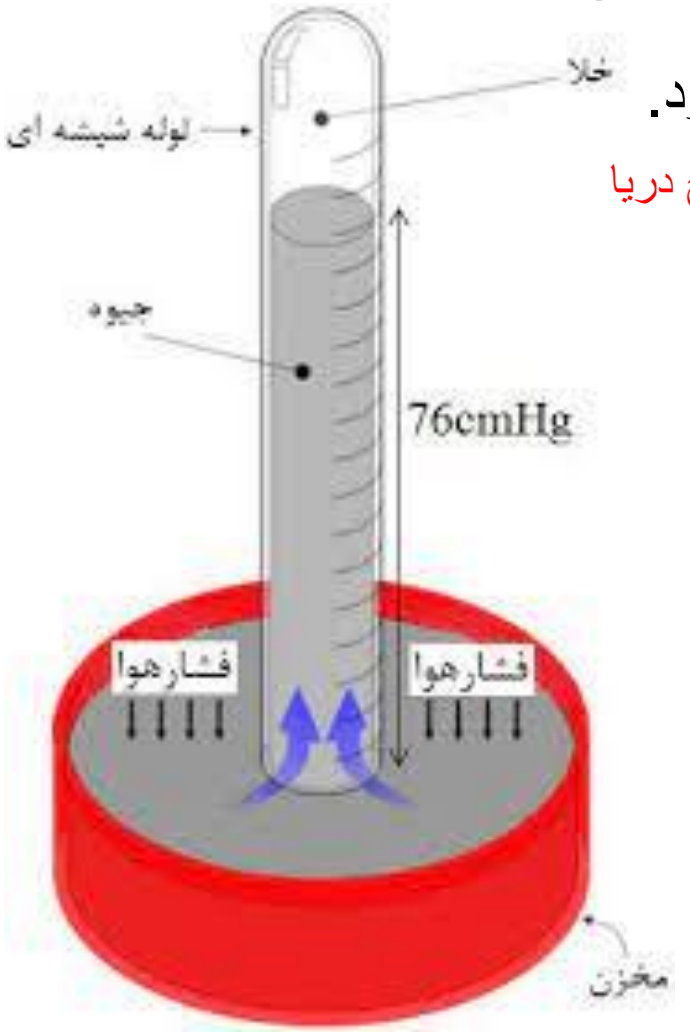
$$P_0 = \rho g h = 13600 kg/m^3 \times 9.8 m/s^2 \times 0.76 m$$
$$= 101325 Pa = 101.325 kpa$$

- فشار هم ارز با ارتفاع را $1 mmHg$ را یک تور(torr که از نام توریچلی گرفته شده) می نامند:

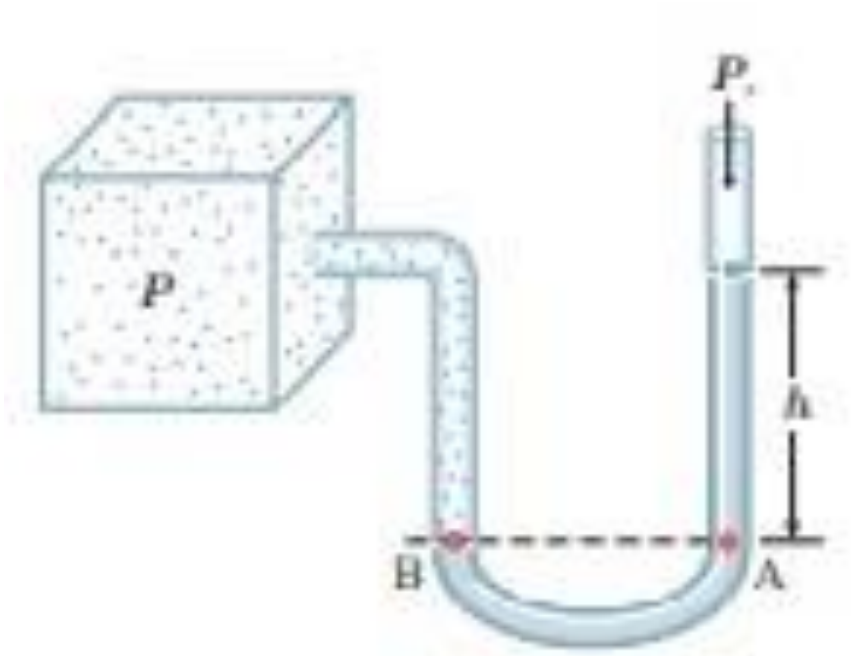
$$1\ atm = 760\ torr = 1.01325\ bar = 1013.25\ mb$$
$$= 760\ mmHg = 29.92\ inHg = 14.7\ \frac{lb}{in^2}$$
$$= 1.013 \times 10^5\ Pa$$

رابطه تبدیل $1 mmHg = \frac{4}{3} mb$

اوانجلیستا توریچلی
شاگرد گالیله در سده ی هفدهم میلادی هواسنج را اختراع کرد.



فشار در گازها



فشارسنج (مانومتر): یکی از وسیله های ساده برای اندازه گیری فشار یک شاره محصور، فشارسنج U شکل است. شکل رو به رو لوله ی U شکلی را نشان میدهد که حاوی مایعی به چگالی ρ، اغلب جیوه یا آب است. انتهای راست لوله، باز و با فشار جو P_0 در ارتباط است. انتهای چپ لوله، به ظرفی که فشار P آن باید اندازه گیری شود وصل شده است. فشار در نقطه A برابر $\rho gh + P_0$ است. فشاردر نقطه ی B برابر P است. چون نقاط A و B هم ترازند، فشار آنها با یکدیگر برابر است. به این ترتیب داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P = P_0 + \rho gh \Rightarrow P - P_0 = \rho gh$$

در رابطه بالا فشار P را فشار مطلق و $P_0 - P$ که تفاوت بین فشار مطلق و فشار جو است را فشار پیمانه ای می نامند. و معمولاً آن را با نماد P_g نشان میدهند. .بدین ترتیب فشار پیمانه ای را به سادگی میتوان از رابطه $P_g = \rho gh$ به دست آورد. اگر فشار شاره بیشتر از فشار جو باشد، فشار پیمانه ای مثبت است. در خلا نسبی و شاره ای که فشار آن کمتر از فشار جو است، فشار پیمانه ای منفی است.

چند مثال از قسمت های قبل

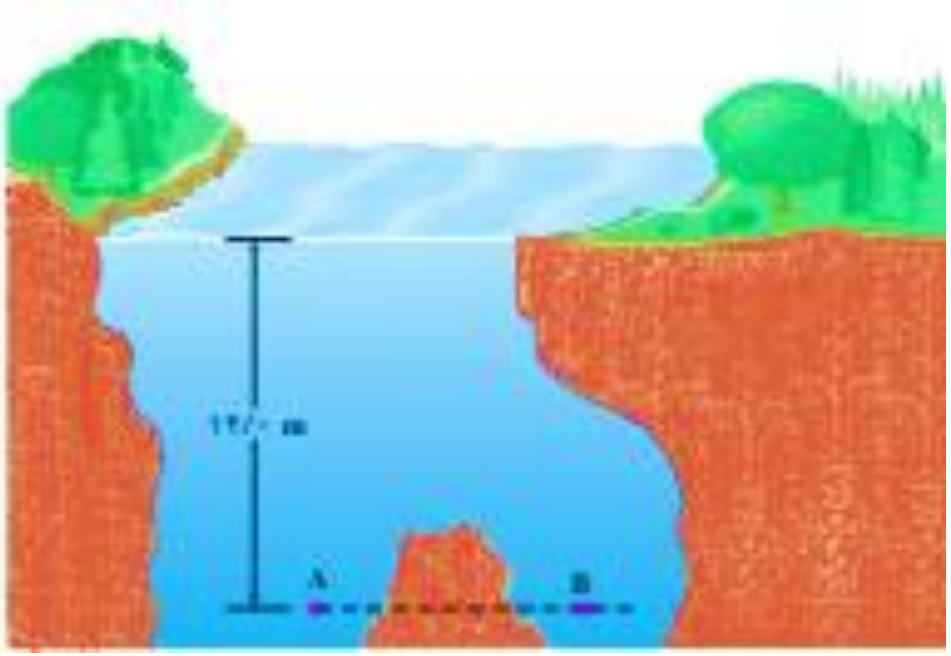
مثال1) یک زیردریایی در اعماق اقیانوسی به آرامی حرکت میکند(شکل رو به رو). این زیردریایی تعدادی پنجره کوچک دایره ای شکل به شعاع $0.30m$ دارد. اگر فشار آب در محل هر یک از این پنجره ها برابر $8.0 \times 10^5 pa$ باشد، بزرگی نیروی عمودی که آب بر سطح خارجی یکی از این پنجره ها وارد میکند چقدر است؟

حل:مساحت پنجره برابر است با:

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.30m)^2 = 0.28m^2$$

در نتیجه با استفاده ار فرمول فشار داریم:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = (8.0 \times 10^5 Pa)(0.28m^2) = 2.24 \times 10^5 N$$



مثال2) نقاط A و B در عمق یکسانی از سطح آب یک دریاچه قرار گرفته اند. فشار در نقطه A چقدر است؟ در نقطه B چطور؟
چگالی آب دریاچه را $1000kg/m^3$ و فشار هوا در سطح دریاچه را $1.01 \times 10^5 Pa$ در نظر بگیرید.

حل:چون A و B در یک شاره وهم سطح هستند،فشار در هر دو نقطه برابر:

$$P = P_0 + \rho gh$$
$$= (1.01 \times 10^5 Pa) + (1000kg/m^3)(9.8N/kg)(12.0m)$$
$$= 2.19 \times 10^5 Pa$$

مثال3) عمیق ترین قسمت خلیج فارس با عمقی حدود $93m$ در نزدیکی جزیره تنب بزرگ قرار دارد. فشار پیمانه ای در این عمق چند پاسکال است؟ چگالی آب خلیج فارس را $1028kg/m^3$ در نظر بگیرید.

حل:

$$P_g = P - P_0 = \rho gh = (1028kg/m^3)(9.8N/kg)(93m) = 936919Pa \cong 9.4 \times 10^5 Pa$$

قانون بویل

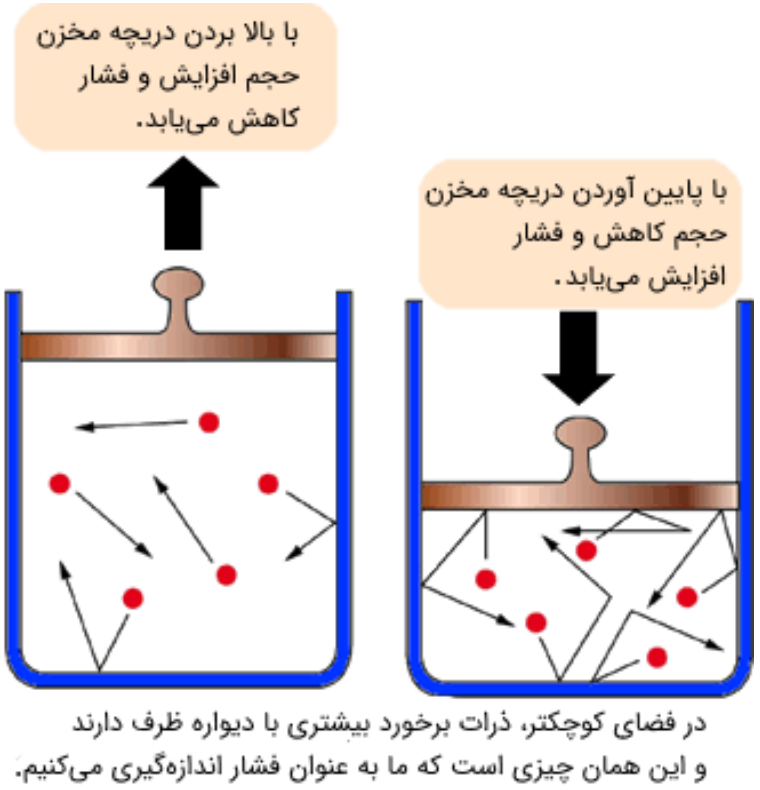
این قانون رابطه میان حجم و فشار را بیان می‌کند. بر اساس این قانون حجم یک گاز در دمای ثابت با فشار رابطه عکس دارد:

$$V \propto \frac{1}{P} \Rightarrow V = \frac{k}{P} \; or \; PV = k(constant)$$

وابسته به اندازه نمونه و دما

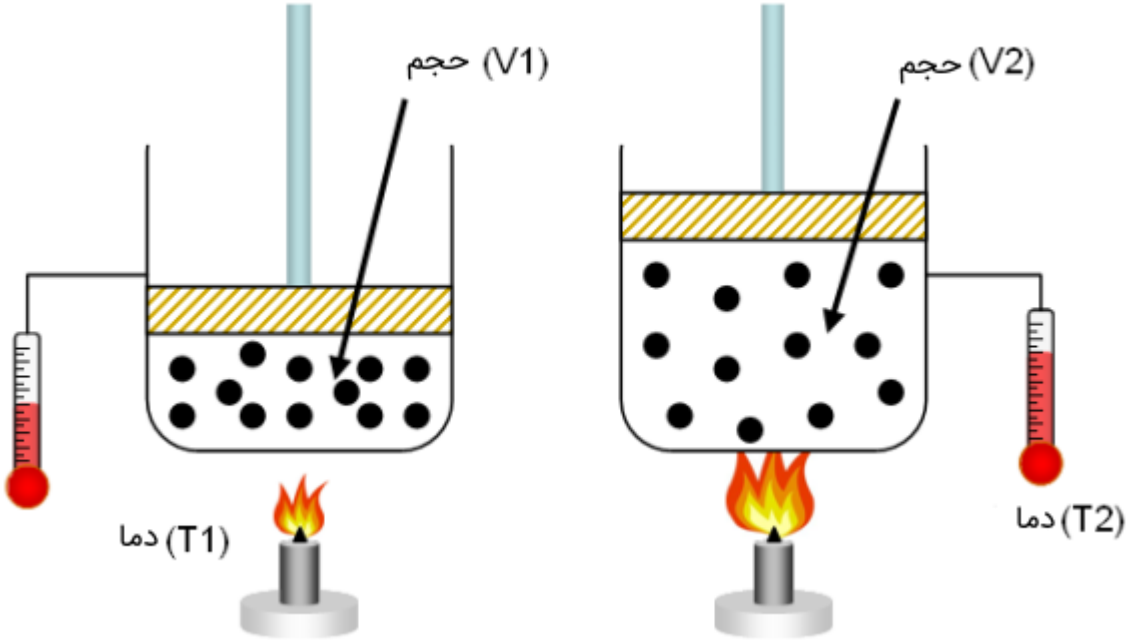
کاهش حجم یک گاز در دمای ثابت به این معنا است که مولکول‌های گاز بیشتر با دیواره‌های ظرف برخورد کرده و در نتیجه فشار افزایش می‌یابد. بالعکس با افزایش حجم یک گاز در دمای ثابت، مولکول‌های گاز کمتر با دیوارهای ظرف برخورد کرده و فشار کاهش می‌یابد. با دانستن فشار و حجم گاز در یک حالت اولیه در دمای ثابت، می‌توان فشار و حجم را در زمان‌های بعد طبق رابطه زیر بررسی کرد:

$$P_i V_i = P_f V_f$$



قانون بویل(در سال 1662 میلادی توسط رابرت بویل). افزایش یا کاهش حجم در دمای ثابت به ترتیب منجر به کاهش یا افزایش فشار می‌شود.

قانون شارل



قانون شارل(در سال 1787 توسط ژاک شارل مطالعه و بعدها در سال 1802 توسط شاگردش گیلوساک گسترش یافت). افزایش یا کاهش حجم در فشار ثابت به ترتیب منجر به افزایش یا کاهش دما می‌شود.

این قانون رابطه میان حجم و دما را در صورتی که فشار و مقدار گاز ثابت باشد، بیان می‌کند.

طبق این قانون در فشار و مقدار ثابت گاز، اگر حجم زیاد شود، دما افزایش پیدا می‌کند و همچنین با کاهش حجم، دما نیز کم خواهد شد.

در حقیقت، این قانون بیان می‌کند که بین حجم و دمای یک گاز، رابطه مستقیم وجود دارد:

$$V \propto T \Rightarrow \frac{V}{T} = k(constant)$$

وابسته به فشار و اندازه ی نمونه گاز

بیان ریاضی قانون شارل با شروع از حالت اولیه V_1وT_1 به صورت زیر است:

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

قانون گی لوساک

این قانون تحت عنوان «قانون آمونتون» (Amonton's Law) نیز شناخته می‌شود.

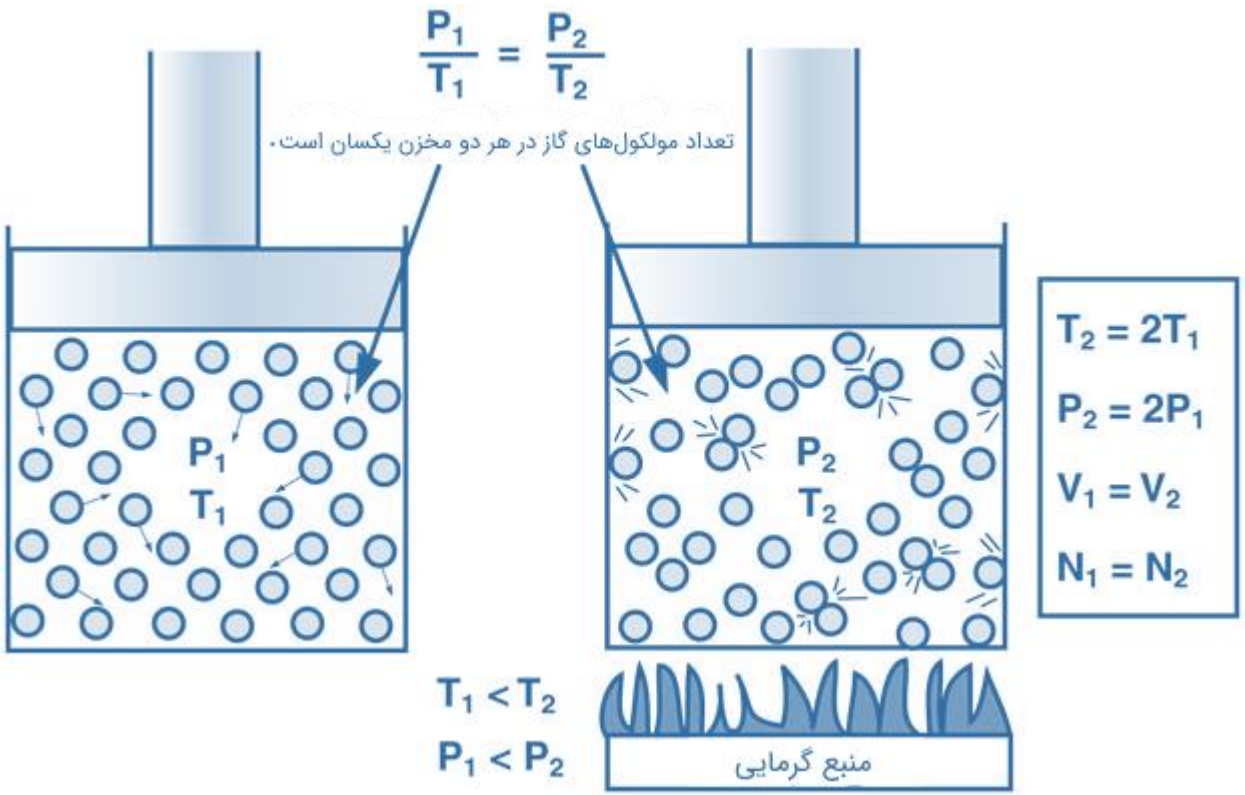
براساس این قانون، فشار یک گاز که در حجم ثابت نگه داشته شده است، به صورت مستقیم با دمای گاز بر حسب کلوین رابطه دارد. توجیه این مسئله نیز ساده است؛ با گرم کردن یک گاز در حجم ثابت مولکول‌های گاز انرژی بیشتری کسب کرده و سریع‌تر حرکت می‌کنند و در نتیجه با دیواره‌های ظرف بیشتر برخورد می‌کنند.

$$P \propto T \Rightarrow \frac{P}{T} = k(constant)$$

وابسته به حجم و مقدار گاز

برای محاسبه تغییرات فشار در این حالت از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

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



قانون آمونتون(در سال 1703 میلادی توسط گیم آمونتون).
براساس این قانون فشار و دما در حجم و تعداد ثابت مولکول‌های یک گاز با یکدیگر رابطه مستقیم دارند.

قانون آووگادرو

رابطه میان حجم و تعداد مول‌های گاز در فشار و دمای ثابت، توسط قانون آووگادرو بررسی می‌شود.

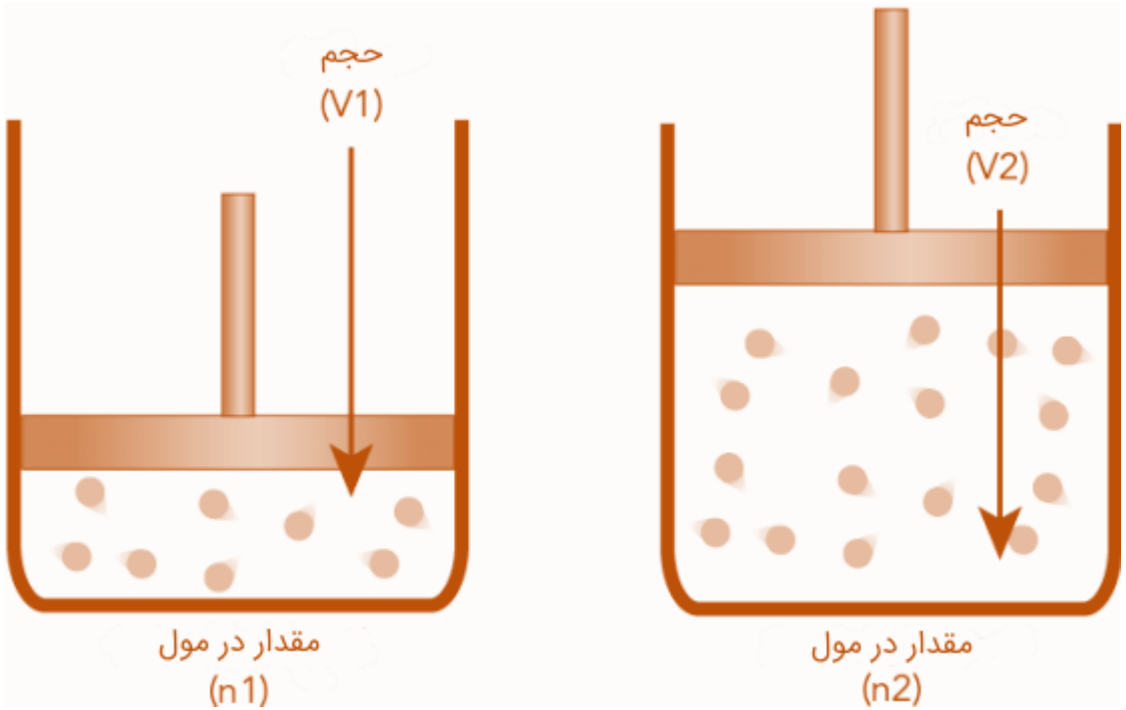
$$V \propto n \Rightarrow \frac{V}{n} = k(constant)$$

وابسته به فشار و دما

بر اساس این قانون اگر تعداد مول‌های یک گاز در یک ظرف در فشار و دمای ثابت کاهش یابد، حجم کاهش پیدا می‌کند و بالعکس.

بیان ریاضی این قانون از حالت اولیه V_1 و n_1 به صورت زیر است:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

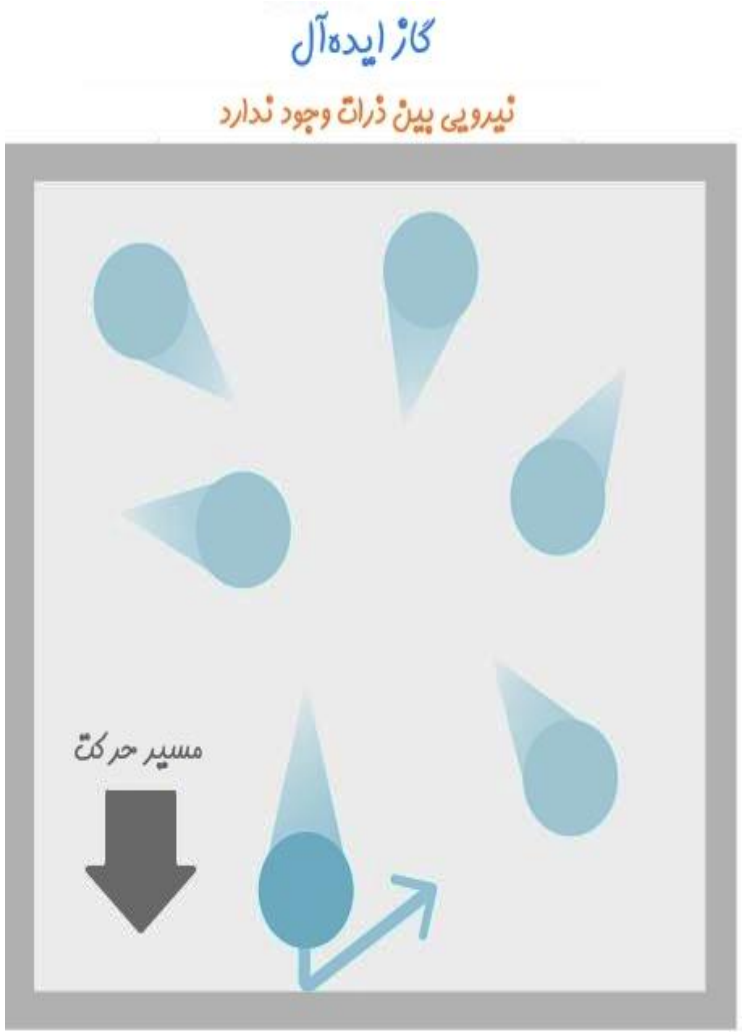


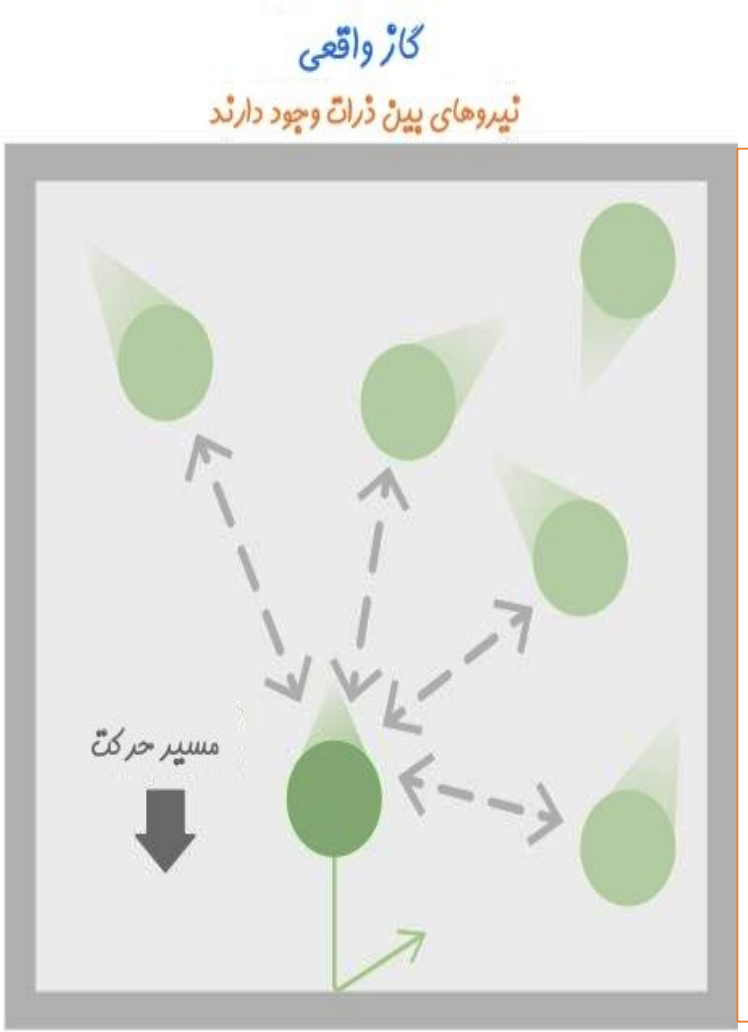
قانون آووگادرو. این قانون رابطه میان تعداد مول‌های یک گاز و حجم گاز را بیان می‌کند.

قانون ترکیب گازها

$$\frac{PV}{T} = constant$$

قانون گاز ایده آل





واژه ایده‌آل به گازی فرضی اطلاق می‌شود که از دو ویژگی زیر برخوردار است:

- مولکول‌های گاز ایده آل یکدیگر را جذب یا دفع نمی‌کنند. تنها ارتباط میان آن‌ها، برخورد الآستیکشان با یکدیگر یا با دیواره محفظه است.
- مولکول‌های گاز ایده آل به تنهایی حجمی را اشغال نمی‌کنند. در حقیقت ذرات گاز واقعی، به تنهایی دارای حجم هستند؛ اما در گاز ایده‌آل، ذرات به‌صورت نقاطی در نظر گرفته می‌شوند که در فضا پخش می‌شوند.

قانون گاز ایده آل

طبق این قانون در دما و فشار ثابت، حجم یک گاز با تعداد مول های نسبت مستقیم دارد. اگر n تعداد مول های گاز، V حجم گاز، P فشار و T دما باشد در نتیجه:

$$\left.\begin{array}{l} V \propto \frac{1}{P} \\ V \propto T \\ V \propto n \end{array}\right\} \Rightarrow V \propto \left(\frac{1}{P}\right)(T)(n) \Rightarrow$$

$$V = R\left(\frac{1}{P}\right)(T)(n) \Rightarrow PV = nRT$$

$R = 0.082 \frac{L.atm}{K.mol}$	$R = 8.31 \frac{J}{K.mol}$
• فشار(اتمسفر atm) • حجم(لیتر L) • دما(کلوین K)	• فشار(پاسکال Pa) • حجم(m^3) • دما(کلوین K)

قانون گاز ایده آل

اگر بخواهیم قانون گاز ایده آل را در قالب N مولکول بجای n بیان کنیم، از رابطه زیر استفاده می شود:

$$if \quad nR = Nk_B \Rightarrow PV = Nk_BT \Rightarrow \frac{PV}{T} = Nk_B = \text{ثابت}$$

رابطه بالا بیان می‌کند که در صورت ثابت ماندن تعداد مول‌های یک گاز ایده‌آل، فارغ از فرآیندی که گاز تجربه می‌کند، رابطه زیر همواره برقرار است.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

واحدهای رابطه زیر

$$PV = Nk_BT$$

$$k_B = 1.38 \times 10^{-23}\,\frac{J}{K}$$

فشار (پاسکال)	Pa
حجم (متر مکعب)	m^3
دما (کلوین)	K

همچنین در رابطه قانون گاز ایده آل اگر n را بصورت جرم نمونه(g) تقسیم بر وزن مولکولی گاز تعریف کنیم، خواهیم داشت:

$$if \quad n = \frac{g}{M} \Rightarrow PV = nRT \Rightarrow PV = \left(\frac{g}{M}\right)RT$$

چند مثال از قسمت های قبل

1.**قانون بویل،** در دمای $0°C$ و فشار $4.00\ atm$ ، نمونه ای از یک گاز حجم $60.0\ L$ را اشغال میکند. این گاز در دمای $0°C$ تا $20.0\ L$ متراکم می شود، فشار پایانی گاز را بدست آورید.

$$P_1 = 4.00\ atm \quad ,V_1 = 60.0\ L$$
$$P_2 = ?\ atm \quad ,V_2 = 20.0\ L$$
$$t = 0°C$$

$$\Rightarrow P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_2 = P_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right) = 4.00\ atm\left(\frac{60.0\ L}{20.0\ L}\right)$$
$$= 12\ atm$$

2.**قانون شارل،** یک نمونه گاز دردمای $0°C$ حجمی برابر $63.7\ mL$ دارد. در صورت ثابت ماندن فشار، حجم گاز را در دمای $53°C$ بیابید.

$$T_1 = t + 273 = 273K \quad ,V_1 = 63.7\ mL$$
$$T_2 = t + 273 = 326K \quad ,V_2 = ?\ mL$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = V_1\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 63.7\ mL\left(\frac{326K}{273K}\right)$$
$$= 76.1\ mL$$

3.**قانون آمونتون**، استوانه ای $20.0\ L$ در فشار $4.00\ atm$ و دمای $30°C$ با یک گاز پر شده است. در چه دمایی فشار داخل ظرف $7.50\ atm$ خواهد رسید.

$$P_1 = 4.00\ atm\ , T_1 = t + 273 = 303K$$
$$P_2 = 7.50\ atm\ , T_2 = ?\ K$$
$$V_1 = V_2 = 20.0\ L$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = 303K\left(\frac{7.50\ L}{4.00\ L}\right) = 568K$$

4.**قانون آووگادرو**، در شرایط استاندارد STP ، 7مول از یک نمونه گاز حجمی برابر 2 لیتر را اشغال کرده است،با افزایش تعداد مول به 16، حجم نهایی این گاز را بدست آورید.

$$n_1 = 7mol\ , V_1 = 2\ L$$
$$n_2 = 16mol\ , V_2 = ?\ L$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow V_2 = V_1\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = 2\ L\left(\frac{16mol}{7mol}\right) = 4.6\ L$$

5.قانون گاز ایده آل، در چه فشاری، حجم $0.350mol$ از گاز N_2 در دمای $123°C$ به $9L$ خواهد رسید.

$$n = 0.350\,mol\ ,T = t + 273 = 396K$$
$$V = 9\,L\ ,P = ?\,atm$$

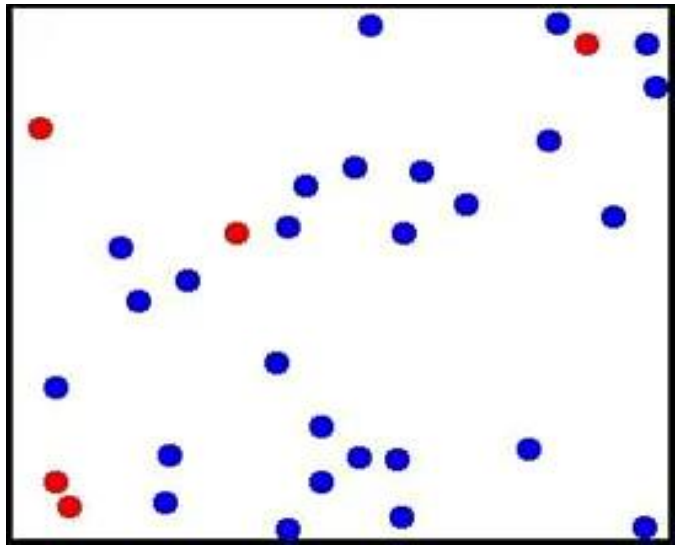
$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V}$$
$$= \frac{(0.350mol)(0.0821\frac{L.atm}{K.mol})(396K)}{9\,L}$$
$$= 1.264\,atm$$

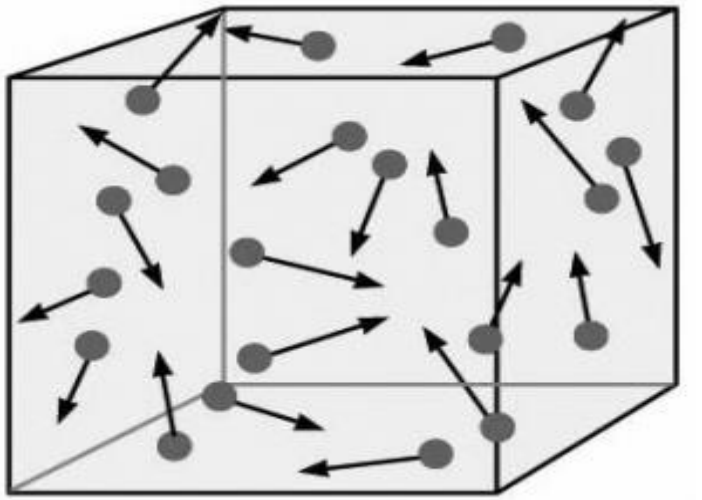
6.قانون گاز ایده آل، حجم $10.0g$ گاز CO_2 در دمای $50°C$ و فشار $3.20atm$ را بدست آورید.

$$g = 10.0g\ ,T = 323K\ ,P = 3.20atm$$
وزن مولکولی $= 12 + 2(16) = 44g/mol$

$$PV = \left(\frac{g}{M}\right)RT \Rightarrow V = \frac{gRT}{PM}$$
$$= \frac{(10.0g)(0.0821\,L.atm/K.mol)(323K)}{(3.20atm)(44\,g/mol)}$$
$$= 1.82L$$

نظریه جنبشی گازها





نظریه جنبشی گازها(که به اختصار نظریه جنبشی $kinetic\ theory$)،الگویی برای تبیین نظم و ترتیب مشاهده شده درتمام گازها به دست می دهد. اولین و ساده ترین جنبه های کلیدی نظریه جنبشی، توضیح دانیل برنولی در سال 1738 میلادی با استفاده از قانون بویل است.

چهار نکته مهم در مورد نظریه جنبشی گازها:

1. گاز از مولکول هایی در فضا که کاملاً از هم جدا هستند، تشکیل شده اند.
2. مولکول های گاز در یک خط راست، سریع و مداوم در حال حرکت هستند.
3. انرژی جنبشی میانگین مولکول های یک گاز به دما بستگی دارد.
4. نیروی جاذبه بین مولکول های گاز ناچیز و قابل چشم پوشی است.

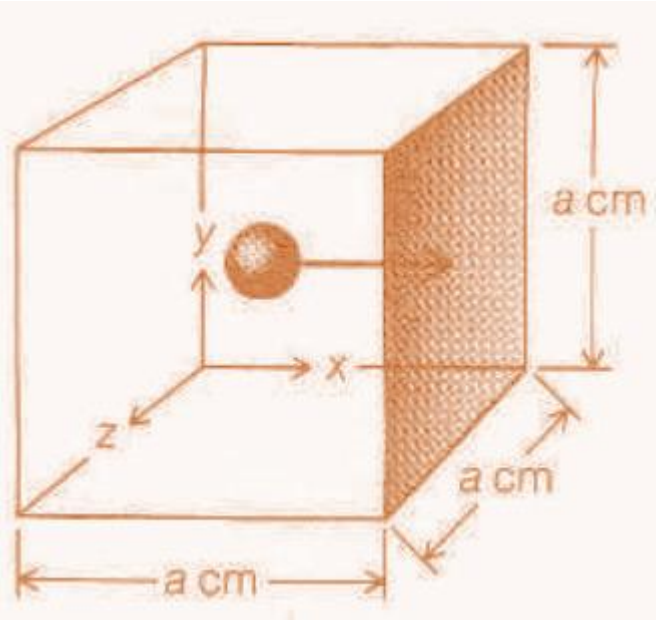
❖ قوانین گازها را می توان براساس نظریه جنبشی گازها بیان کرد. مثلاً قانون بویل

❖ قانون شارل و آمونتون، خواص گازها را به تغییرات دما مربوط میکند:

$$T > 0 \Longleftarrow V_{rms} > 0 \Longleftarrow P > 0$$

- فقط در صورتی که حجم افزایش یابد، فشار ثابت می ماند.

به دست آوردن قانون گاز ایده آل از نظریه جنبشی



ابتدا یک نمونه گاز شامل N مولکول را با جرم m درون مکعبی به یال $a\ cm$ نظر بگیرید، حجم این گاز برابر است با:

$$V = a^3 cm^3$$

برای ناحیه تیره $2 \times a(cm)$

سرعت مولکول ها $u\left(\frac{cm}{s}\right)$

تعداد دفعات برخورد یک مولکول در یک ثانیه $\frac{u}{2a}$

تغییر کل اندازه حرکت مولکول در ثانیه $\Rightarrow \left(\frac{u}{2a}\right) 2mu = \frac{mu^2}{a}$

تغییر اندازه حرکت در هر برخورد $\Delta P = P_i - P_f = mu - (-mu) = 2mu$

اندازه حرکت مولکول ها پیش از برخورد mu

اندازه حرکت مولکول ها پس از برخورد $-mu$

میانگین مجذور تمام سرعت های مولکولی

$$\Rightarrow F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{N}{3} \times \frac{mu^2}{a} = \frac{Nmu^2}{3a}$$

فشار وارد به سطح سایه دار $(A = a^2)$:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{\frac{Nmu^2}{3a}}{a^2} = \frac{Nmu^2}{3a^3}$$

$$V = a^3 \Rightarrow P = \frac{Nmu^2}{3V} \quad or \quad PV = \frac{1}{3}Nmu^2$$

با تغییر معادله بالا داریم:

$$PV = \left(\frac{2}{3}N\right)\left(\frac{1}{2}mu^2\right) \Rightarrow PV = \frac{2}{3}N(KE)$$

(KE over $\frac{1}{2}mu^2$)

$$\text{if} \begin{matrix} N \propto n \\ KE \propto T \end{matrix} \Big\} \; N(KE) \propto nT \Rightarrow PV = nRT$$

خلاصه مطالب

گازها
فشار
قانون بویل
قانون آمونتون
نظریه جنبشی گازها
قانون گاز ایده آل
قانون آووگادرو
قانون شارل

برای دیدن ویدئوهای مربوط به این مطالب از دو لینک زیر استفاده کنید:

لینک قسمت اول

https://aparat.com/v/58GKP

کیفیت بهتر:

https://aparat.com/v/6osaw

لینک قسمت دوم

https://aparat.com/v/u8cHV