

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فصل 1

بخش 5-1- مول (یادآوری)

- وزن اتمی یا وزن اتمی نسبی M_r : نسبت متوسط وزن یک اتم یک عنصر (با در نظر گرفتن وزن ایوتوپها و درصد فراوانی آنها) به وزن یک استاندارد انتخاب شده که در سال 1961 برابر با $1/12$ وزن یک اتم کربن ^{12}C انتخاب شده است. وزن یک اتم کربن 12 دقیقا 12 واحد اتمی تعریف می شود.
- عدد آووگادرو: تعداد اتمهای موجود در 12 گرم کربن 12 که با نتایج آزمایشگاهی برابر 6.02×10^{23}
 $= N_A$
- جرم اتمی یا جرم مولکولی: متوسط جرم یک اتم یا مولکول بر حسب واحد جرم اتمی (amu)
- جرم مولی M : نسبت جرم به تعداد مولهای یک نمونه از ماده $M = m_i / n_i$ واحد آن gr/mol
- واحد SI مقدار ماده مول mol است.
- تعداد ذرات یک نمونه از ماده $N_i = (n_i / \text{mol}) \times N_A$
- کسر مولی یکی از واحدهای غلظت $x_i = n_i / n_{\text{tot}}$, $n_{\text{tot}} = \sum n_i$
- جمع همه کسرهای مولی برابر با یک است. $\sum x_i = 1$

بخش 6-1- گازهای ایده آل - قانون بویل

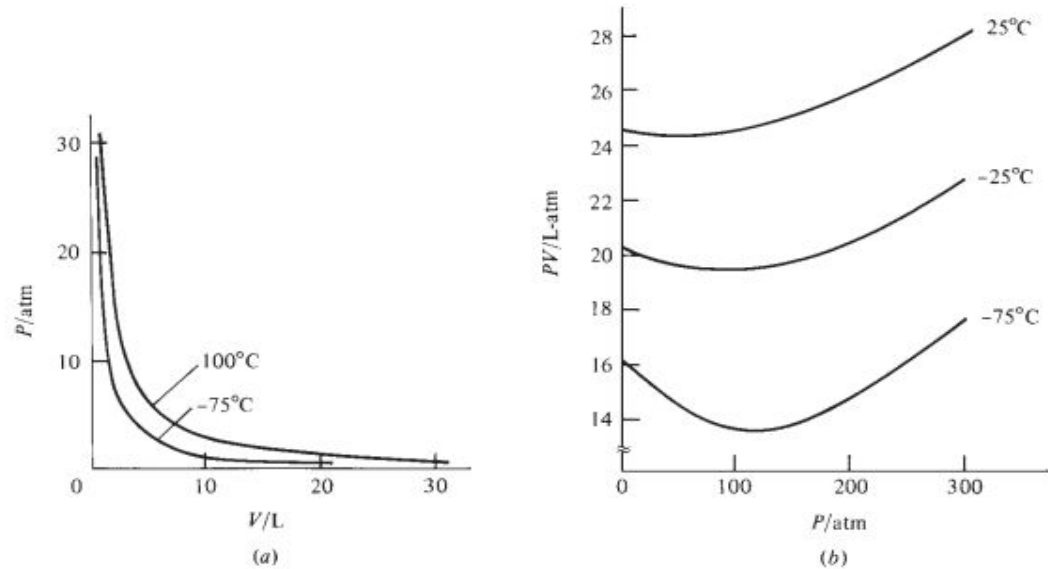


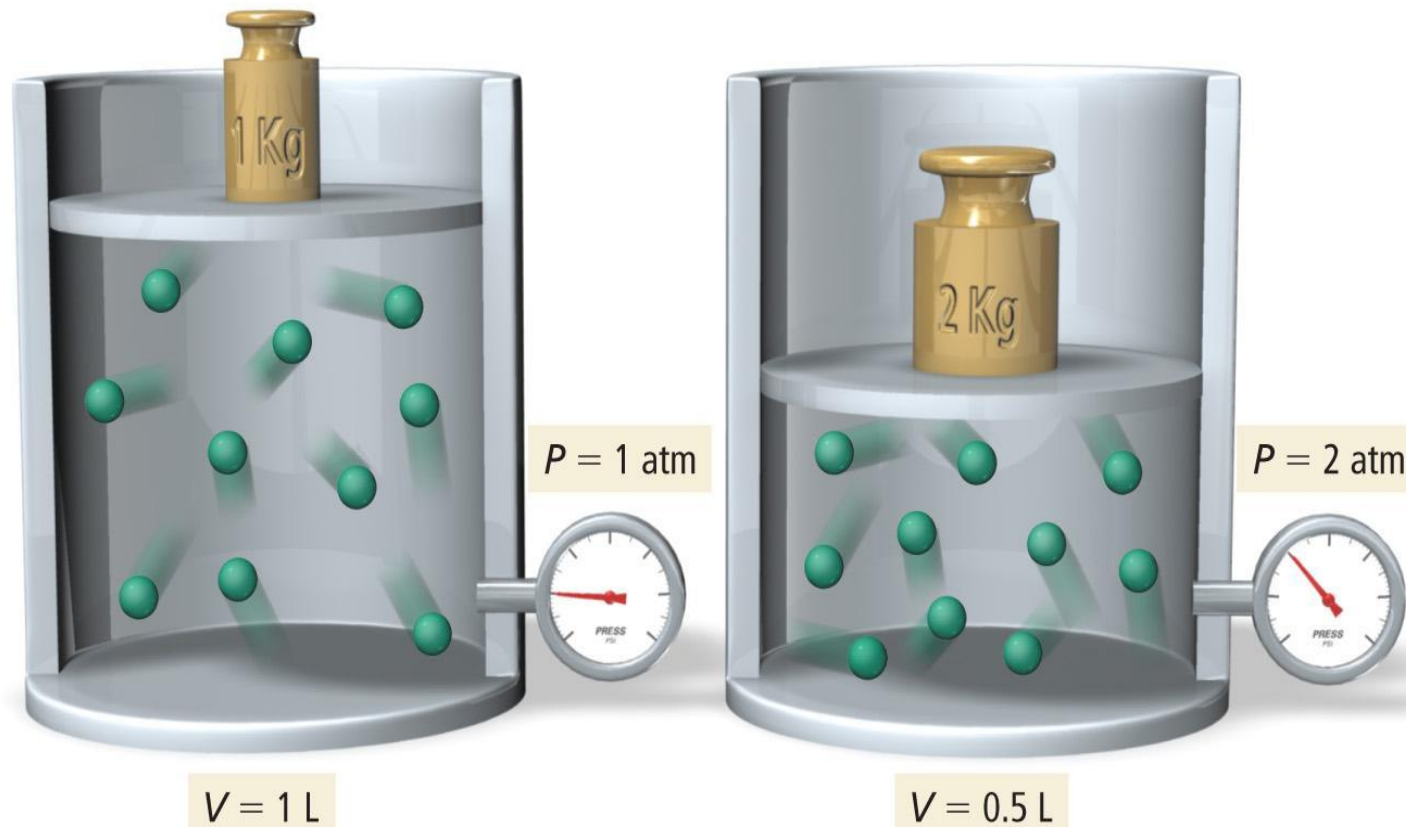
Figure 1.6

Plots of (a) P versus V and (b) PV versus P for 1 mole of N_2 gas at constant temperature.

- قانون بویل ثابت T, m $pV=k$
- برای یک گاز ایده آل با جرم و دمای ثابت حجم گاز رابطه معکوس با فشار دارد.
- شکل دیگر قانون بویل $p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2$
- گازهای واقعی در حد فشار یا چگالی صفر از این قانون تبعیت می کنند.

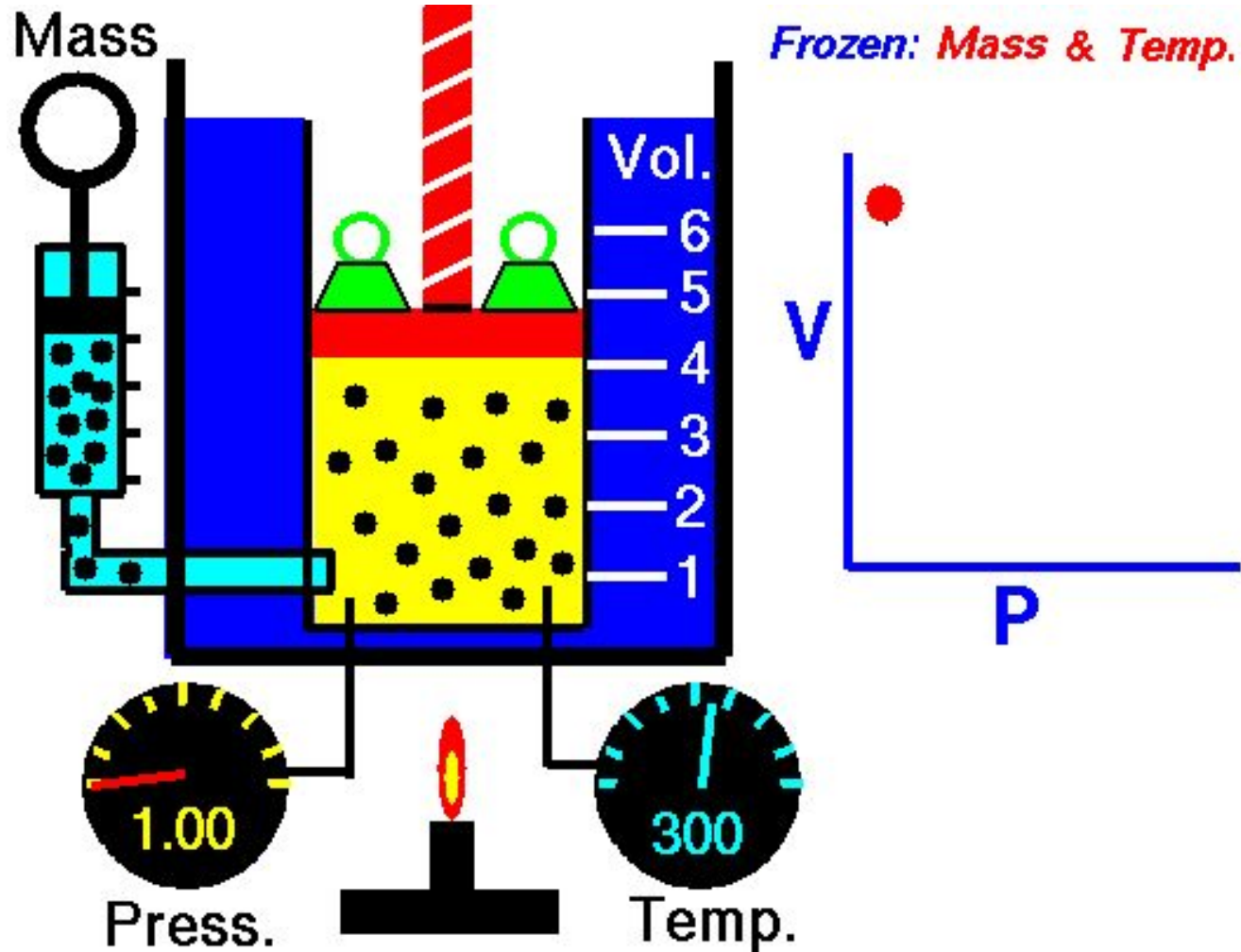
بخش 6-1- گازهای ایده آل - قانون بویل

Volume versus Pressure: A Molecular View



با کاهش حجم تعداد
برخوردهای مولکولها با
دیواره های ظرف افزایش
می یابد و باعث افزایش
فشار می شوند.

بخش 1-6- گازهای ایده آل - قانون بویل



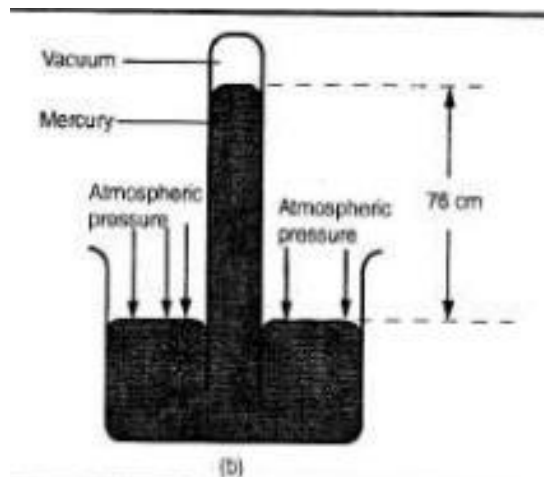
بخش 6-1-گازهای ایده آل - واحدهای حجم و فشار

• واحدهای حجم : یک لیتر 1 Lit دقیقاً 1000 سانتیمتر مکعب تعریف می شود.

$$\bullet \quad 1 \text{ Lit} = 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ dm}^3$$

• بر اساس تعریف فشار به عنوان نیرو بر واحد سطح $p = F/A$ واحد SI فشار مترمربع/نیوتن است که پاسکال Pa نامیده می شود. $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

• شیمیستها از واحدهای دیگری مانند تور torr استفاده می کنند که عبارت است از فشار ناشی از وزن یک ستون جیوه به ارتفاع یک میلیمتر در سطح دریا که شتاب جاذبه دقیقاً $g = 980.665 \text{ cm/s}^2$ است.



$$\bullet \quad P = F/A = mg/A = \rho Vg/A = \rho Ahg/A = \rho gh$$

• h ارتفاع ستون جیوه، ρ چگالی جیوه

بخش 6-1-گازهای ایده آل - واحدهای حجم و فشار

• یک torr یا 1 mm Hg چقدر فشار است؟

$$1 \text{ torr} = \left(13.5951 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) \left(\frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \right) \left(\frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right)^3 (9.80665 \text{ m/s}^2) (10^{-3} \text{ m})$$

$$1 \text{ torr} = 133.322 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-2} = 133.322 \text{ N/m}^2 = 133.322 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} \equiv 760 \text{ torr} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$$

• یک اتمسفر دقیقاً 760 torr تعریف می شود.

$$1 \text{ bar} \equiv 10^5 \text{ Pa} = 0.986923 \text{ atm} = 750.062 \text{ torr}$$

• یک واحد فشار پرکاربرد دیگر بار bar است.

$$1 \text{ bar} \approx 750 \text{ torr}$$

• بنابراین

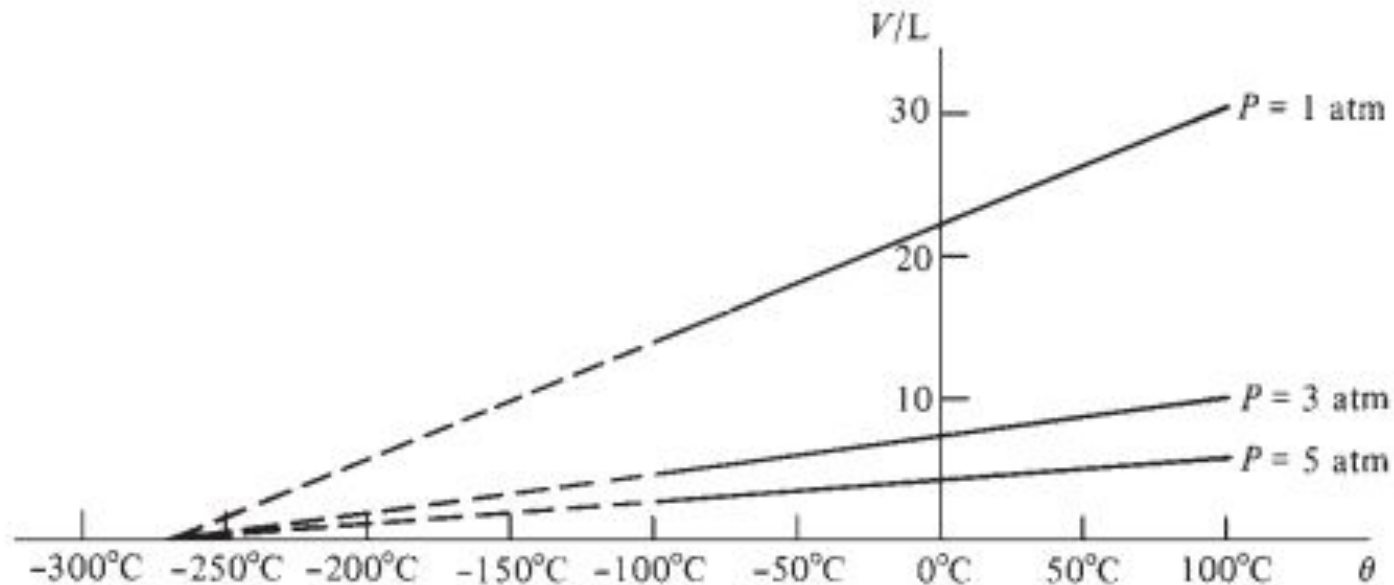
بخش 6-1- گازهای ایده آل - قانون شارل

- شارل و گی لوساک با اندازه گیری رابطه بین حجم و دمای سانتیگراد یک گاز در فشار ثابت رابطه زیر را ارائه کردند.

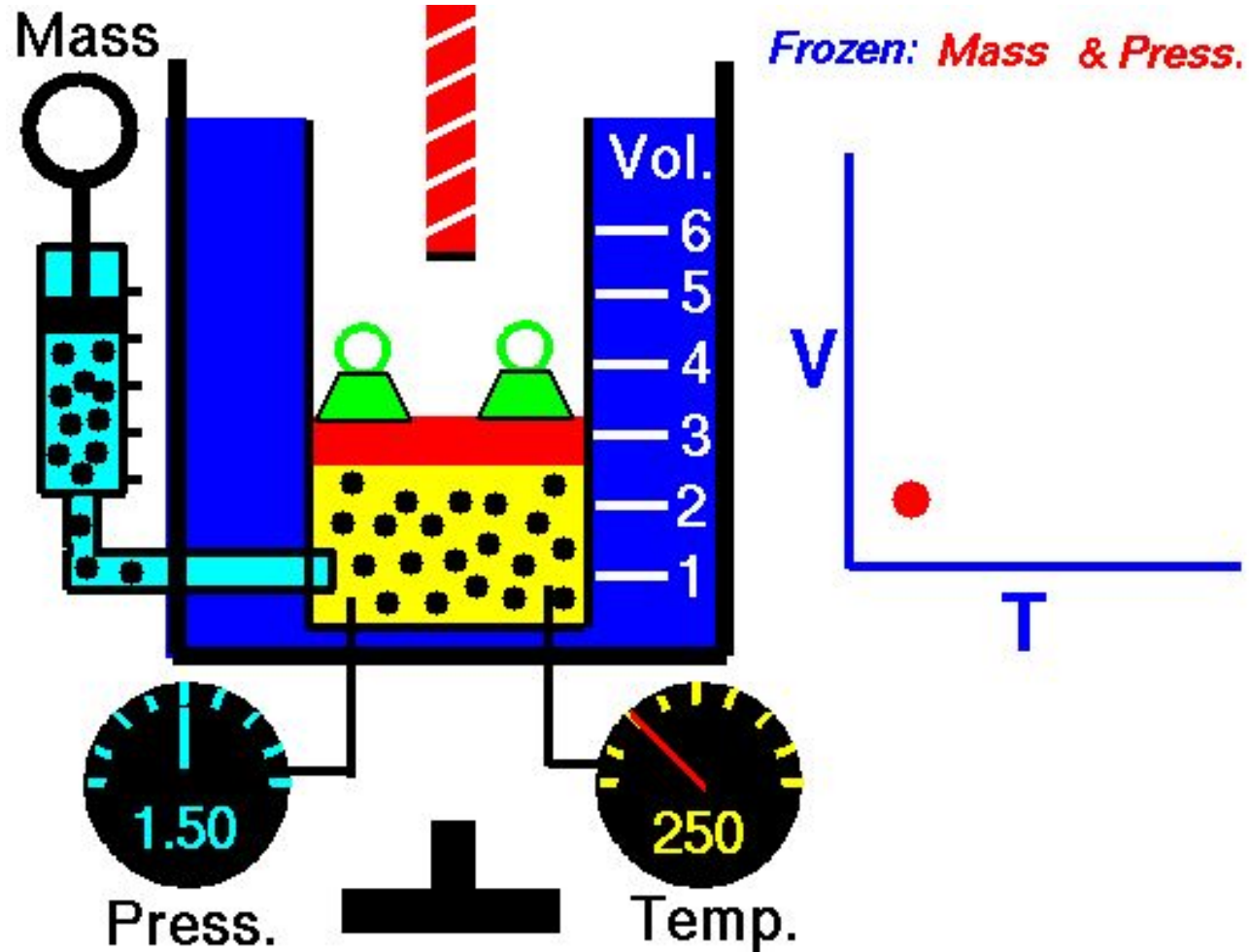
$$V = a_1 + a_2\theta \quad \text{const. } P, m$$

- که a_1 و a_2 ثابت هستند. θ هم دمای سانتیگراد است. با رسم حجم بر حسب دما در فشارهای مختلف خواهیم داشت:
- نقطه چینها امتداد نمودار هستند در حد فشار صفر همه گازها از قانون شارل پیروی می کنند.

- امتداد نمودار در فشارهای مختلف در یک نقطه همدیگر را قطع می کنند.

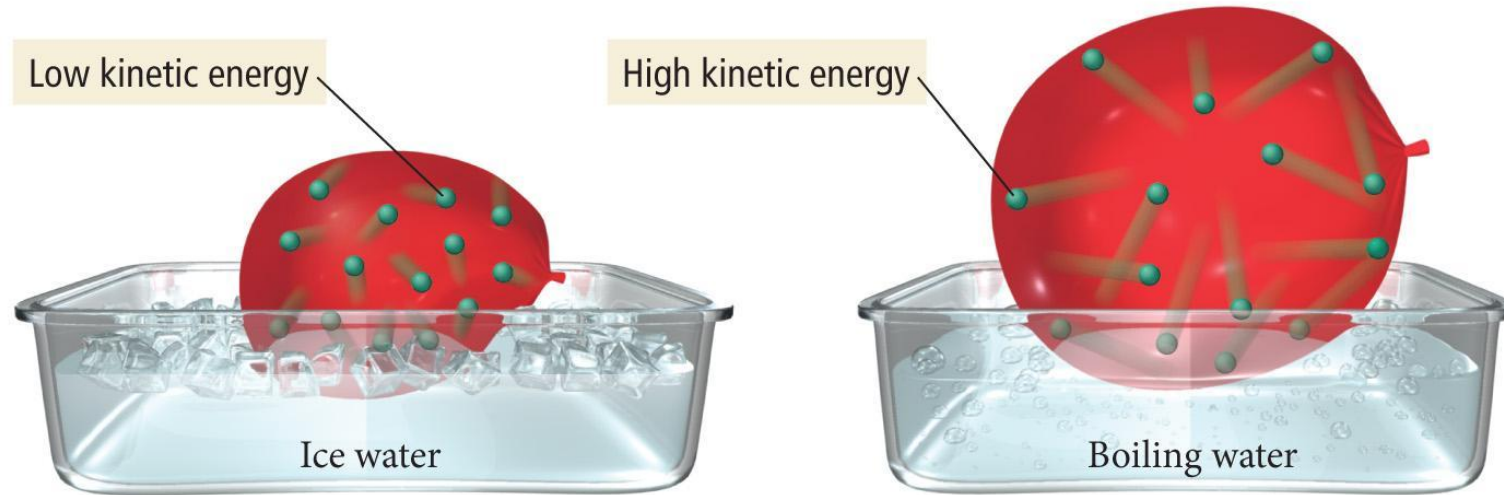


بخش 1-6- گازهای ایده آل - قانون شارل



بخش 6-1- گازهای ایده آل - قانون شارل دیدگاه مولکولی

Volume versus Temperature: A Molecular View



- با افزایش دما سرعت حرکت مولکولها بیشتر می شود و تعداد و شدت ضربات آنها به دیواره ظرف بیشتر می شود .
- نتیجتاً نیرو و یا فشار وارد بر دیواره های ظرف افزایش می یابد.
- تنها راه برای ثابت ماندن فشار افزایش حجم است .

بخش 6-1- گازهای ایده آل - مقیاس دمای مطلق گاز ایده آل

- به نظر می رسد که حجم همه گازها در حد فشار صفر و دمای بخصوصی به صفر می رسد و با انتخاب یک مقیاس دمایی مناسب رابطه بین حجم و دما به صورت $T=BV$ خواهد بود که B یک ثابت است.

$T=BV$, at constant p and m , B is a constant •

مقایس دمای مطلق گاز ایده آل

مورد نظر T حجم گاز در دمای V

$$T \equiv (273.16 \text{ K}) \lim_{P \rightarrow 0} \frac{V}{V_{tr}} \quad \text{const. } P, m$$

حجم گاز در دمای نقطه سه گانه آب

- نقطه سه گانه حالتی است که آب مایع - یخ - بخار آب با هم در تعادل هستند.
- تعریف مقیاس دمای نسبی سلسیوس بر حسب مقیاس دمای مطلق گاز ایده آل کلوین
- مقیاس دمای مطلق کلوین بر اساس خواص کلی گازها است و مستقل از نوع و جنس گاز است و می توان قانون عمومی زیر را بدست آورد.

$$t/^{\circ}\text{C} \equiv T/\text{K} - 273.15$$

$$V_1/T_1 = V_2/T_2 \cdot$$

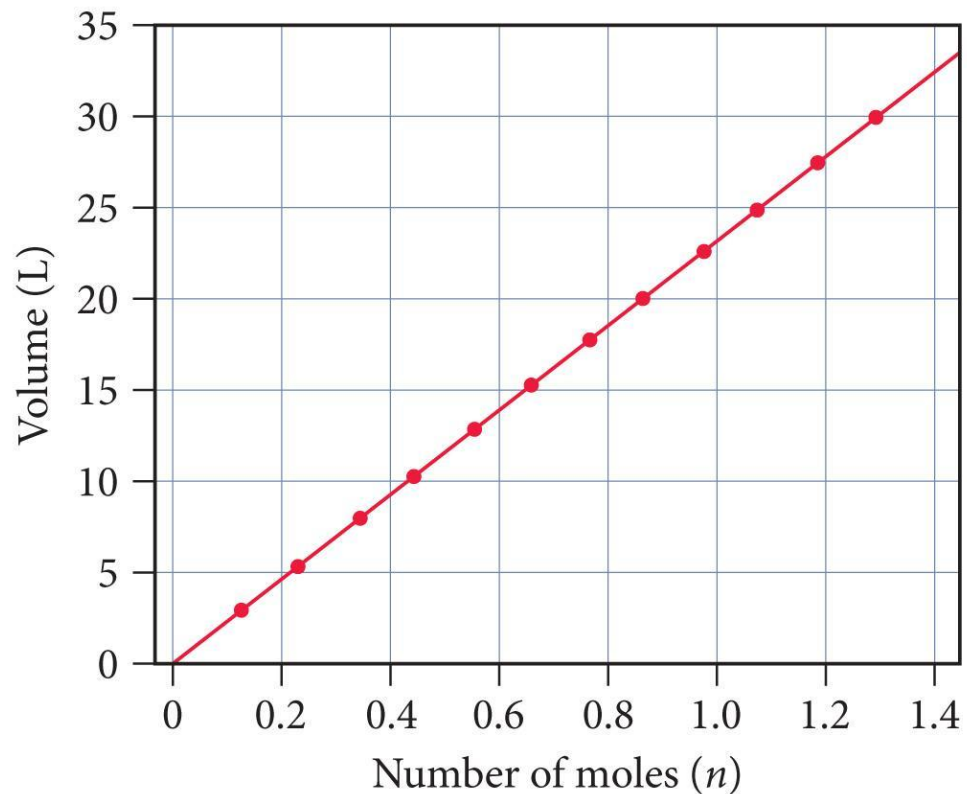
بخش 6-1- گازهای ایده آل - قانون آووگادرو

• حجم گاز با تعداد ذرات گاز یا تعداد مولهای گاز متناسب است

• در فشار و دمای ثابت $V=C n$, C is a constant

Avogadro's Law

As amount of gas increases, volume increases.



• حجم گاز با تعداد مولهای آن رابطه مستقیم دارد.

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

بخش 6-1- گازهای ایده آل - قانون عمومی گازها

• روابط شناخته شده گازها

• قانون بویل

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

(Boyle's law)

• قانون شارل

$$V \propto T$$

(Charles's law)

• قانون آووگادرو

$$V \propto n$$

(Avogadro's law)

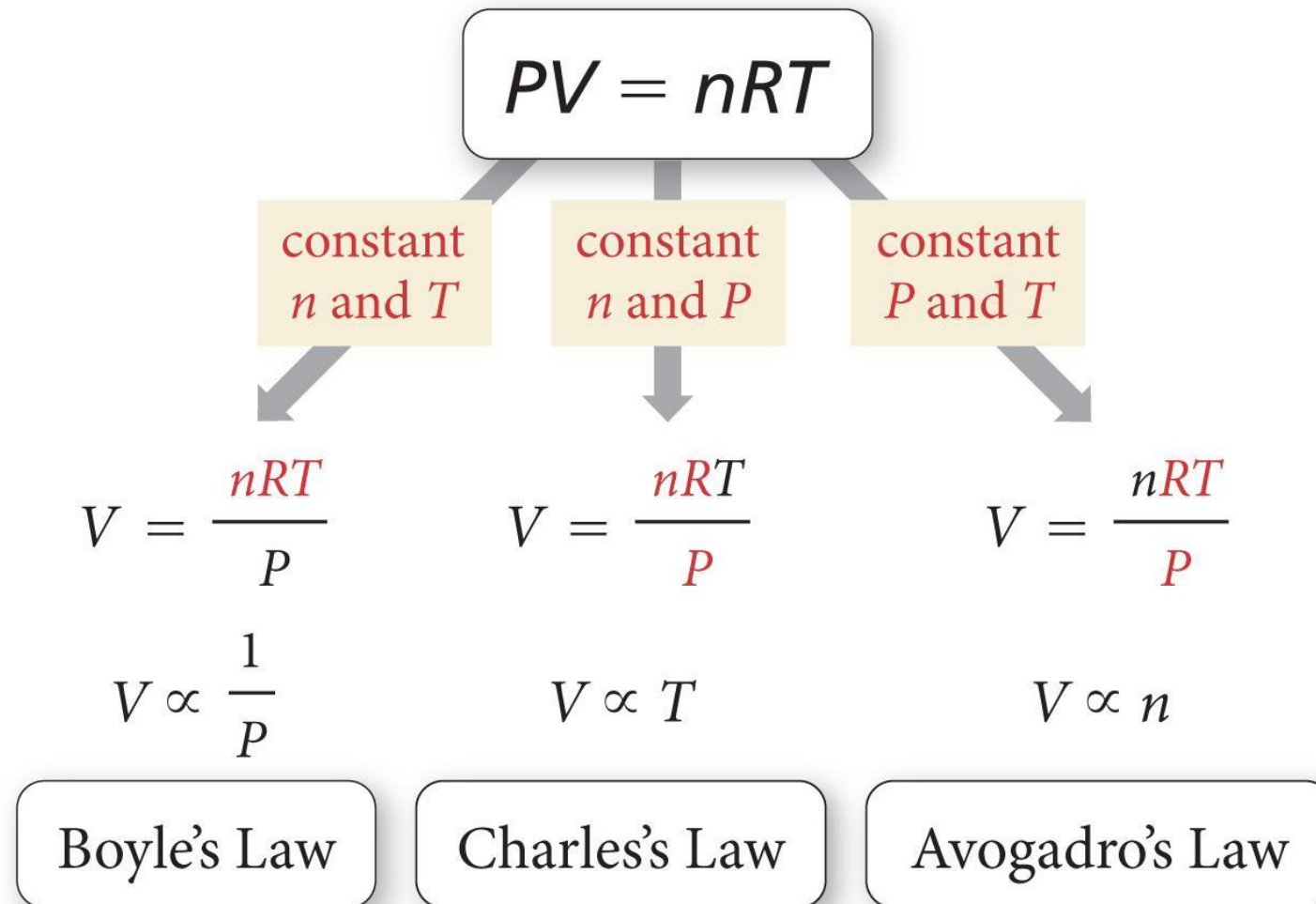
• با ترکیب هر سه قانون،

• قانون عمومی گازها بدست می آید.

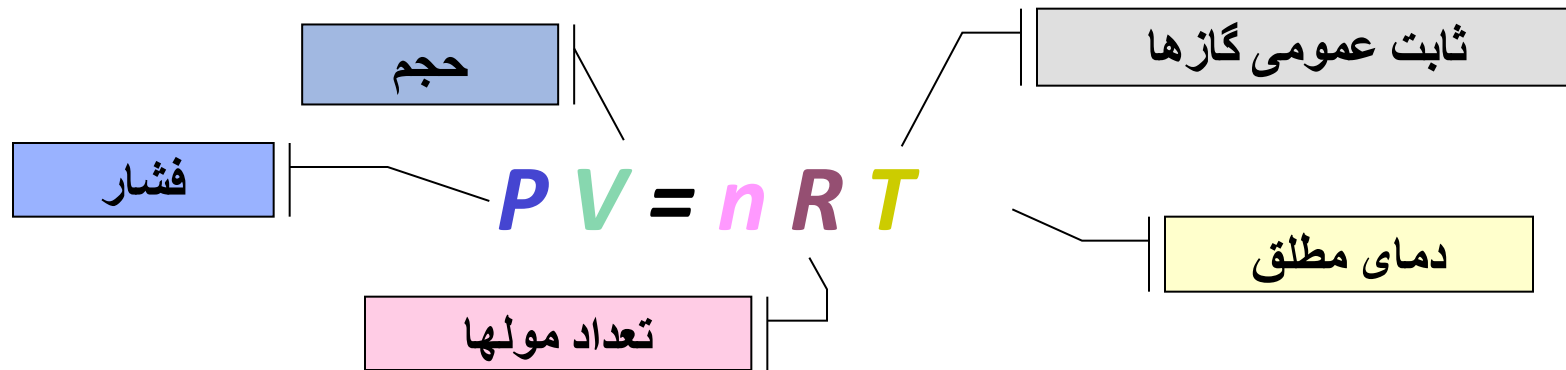
• R ثابت عمومی گازها

$$PV = nRT$$

بخش 1-6- گازهای ایده آل - قانون عمومی گازها



بخش 1-6- گازهای ایده آل - قانون عمومی گازها



واحدهای ثابت عمومی گازها

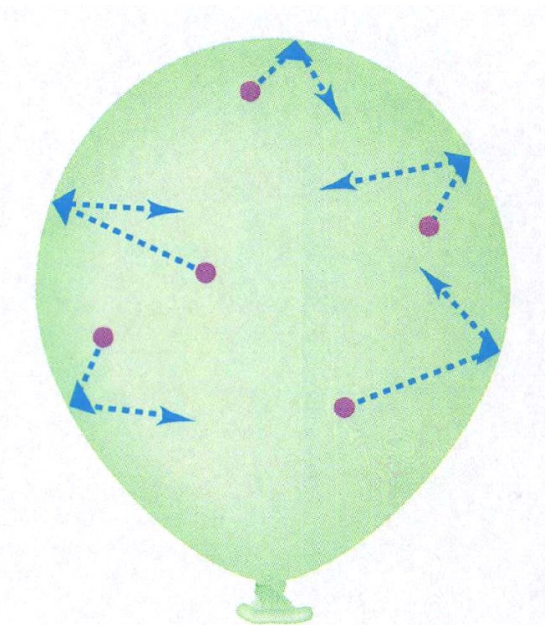
$$R = 0.0821 \text{ atm L / mol K}$$

$$R = 8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ / mol K}$$

$$R = 8.314 \text{ J / mol K}$$

$$R = 82.06 \text{ atm cm}^3 \text{ / mol K}$$

$$R = 1.987 \text{ cal / mol K}$$



بخش 6-1- گازهای ایده آل - قانون عمومی گازها - کاربرد

• محاسبه جرم مولکولی گازها

$$\bullet PV = mRT/M \longrightarrow M = mRT/PV$$

• M جرم مولکولی گاز

• m جرم گاز مورد نظر

• محاسبه چگالی گاز ρ

$$\bullet PV = mRT/M \longrightarrow \rho = m/V = PM/RT \text{ یا } P = \rho RT/M$$

• لطفا لینک زیر را ببینید

• <https://phet.colorado.edu/en/simulation/gas-properties>

بخش 6-1- گازهای ایده آل - مخلوط گازهای ایده آل

• قانون فشارهای جزئی دالتون: فشار کل یک مخلوط از گازها برابر است با مجموع فشارهای هر کدام از گازها اگر همان حجم را در همان دما اشغال می کردند.

• $P_{\text{tot}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$, $P_i V = n_i R T$ فشار جزئی گاز P_i

• $P_{\text{tot}} V = n_{\text{tot}} RT$,

• $x_i = P_i / P_{\text{tot}} = n_i / n_{\text{tot}}$,

رابطه فشار جزئی و کسر مولی

$$P_i \equiv x_i P \quad \text{any gas mixture}$$