

# HÓA ĐẠI CƯƠNG – PHẦN CẤU TẠO

## Chương 10: TRẠNG THÁI KHÍ

Đại học Khoa Học Tự Nhiên tp HCM  
2012

# 10.1. So sánh trạng thái rắn - lỏng - khí

**TABLE 12-1** *Densities and Molar Volumes of Three Substances at Atmospheric Pressure\**

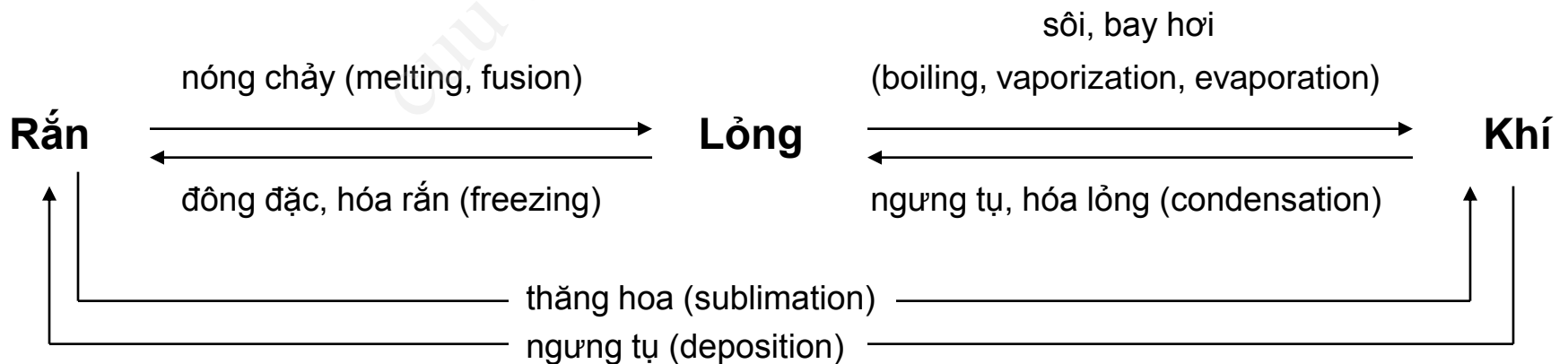
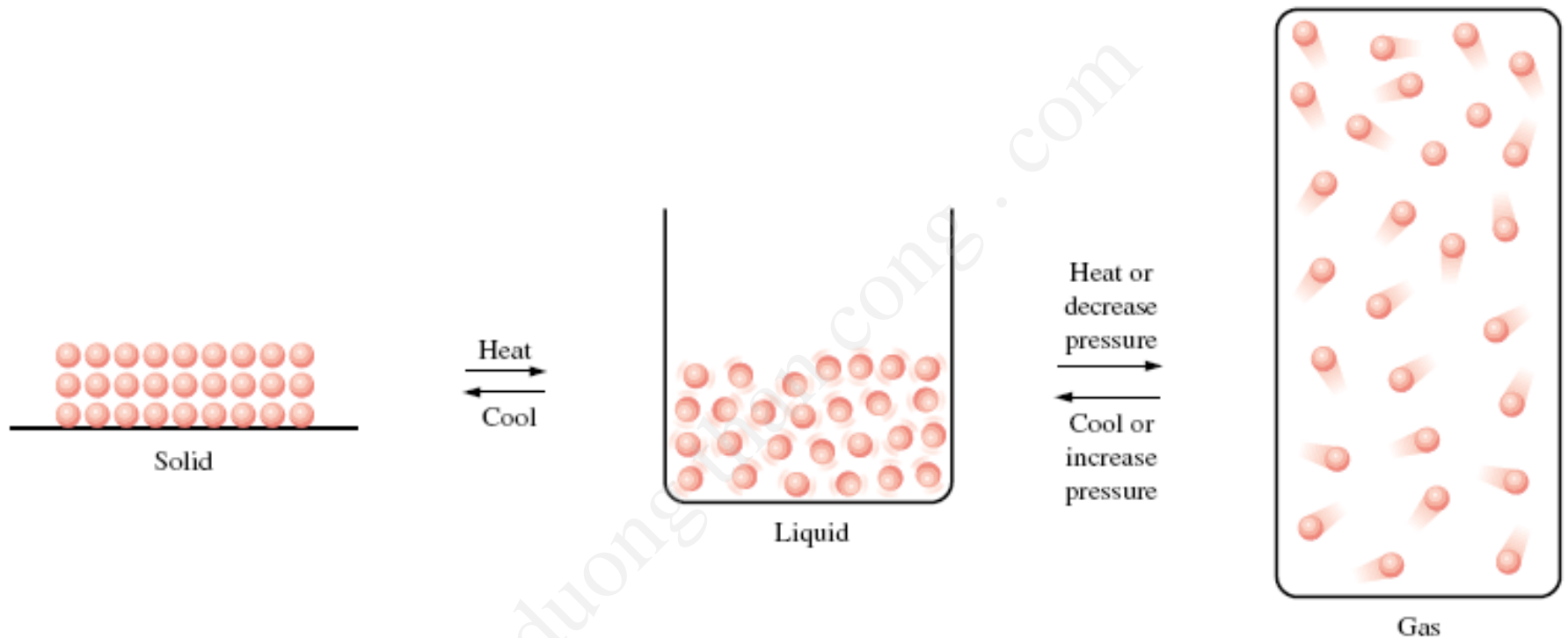
Substance	Solid		Liquid (20°C)		Gas (100°C)	
	<i>Density</i> (g/mL)	<i>Molar volume</i> (mL/mol)	<i>Density</i> (g/mL)	<i>Molar volume</i> (mL/mol)	<i>Density</i> (g/mL)	<i>Molar volume</i> (mL/mol)
water (H <sub>2</sub> O)	0.917 (0°C)	19.6	0.998	18.0	0.000588	30,600
benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	0.899 (0°C)	86.9	0.876	89.2	0.00255	30,600
carbon tetrachloride (CCl <sub>4</sub> )	1.70 (-25°C)	90.5	1.59	96.8	0.00503	30,600

\*The molar volume of a substance is the volume occupied by one mole of that substance.

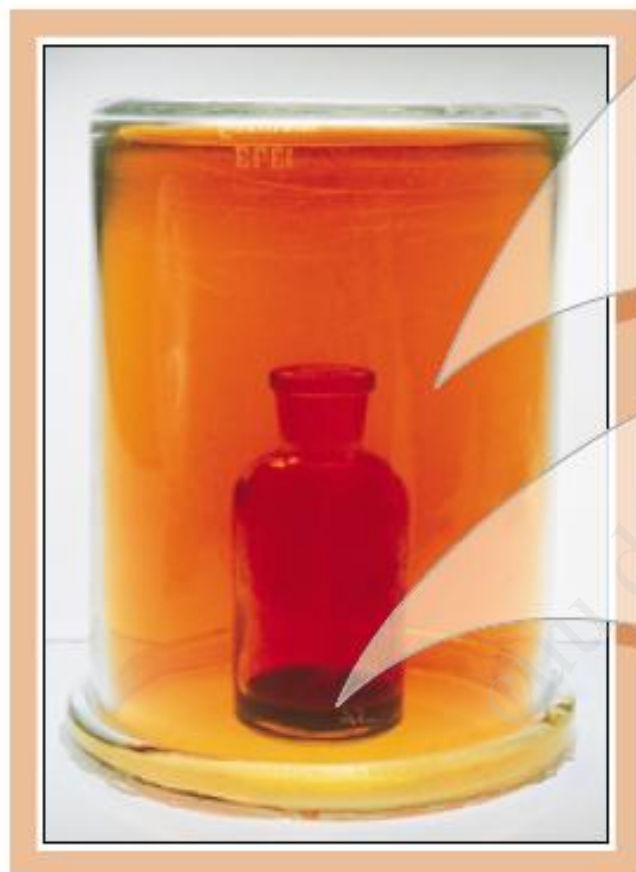
Hình dạng, thể tích	Có hình dạng, thể tích nhất định	Hình dạng của bình chứa, có thể tích nhất định	Khuếch tán → không có hình dạng và thể tích nhất định
Sắp xếp các phân tử	Trật tự	Bất trật tự	Bất trật tự

Ghi chú: chỉ xét chất khí với các tiểu phân là phân tử

# Mô tả 3 trạng thái rắn - lỏng - khí



## 10.2. Vài tính chất của chất khí



- Khí có tính khuếch tán, giãn nở → tràn ra môi trường chung quanh → dùng áp suất thích hợp để giữ khí trong bình chứa
- Khí có thể giãn nở không giới hạn và khuếch tán vào nhau → hỗn hợp các khí luôn là hỗn hợp đồng nhất và chiếm đầy bình chứa
- Tính chất của khí được xác định bởi: số mol ( $n$ ), áp suất ( $P$ ), nhiệt độ ( $T$ ), thể tích ( $V$ )

## 10.3. Các định luật về chất khí

Đơn vị đo của các đại lượng đặc trưng cho khí

- Áp suất:

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm} &= 760 \text{ mmHg (0}^\circ\text{C)} = 760 \text{ torr} \\ &= 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,01325 \text{ bar} \end{aligned}$$

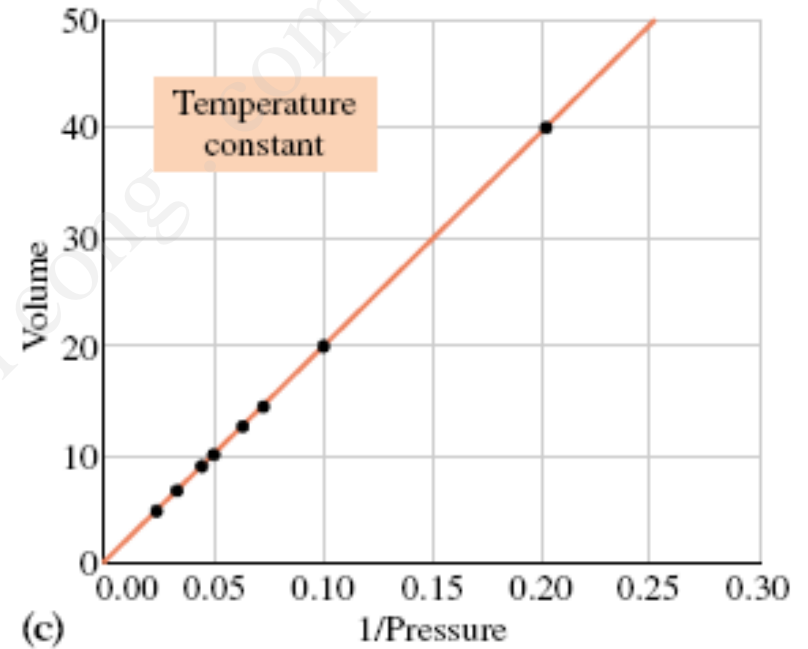
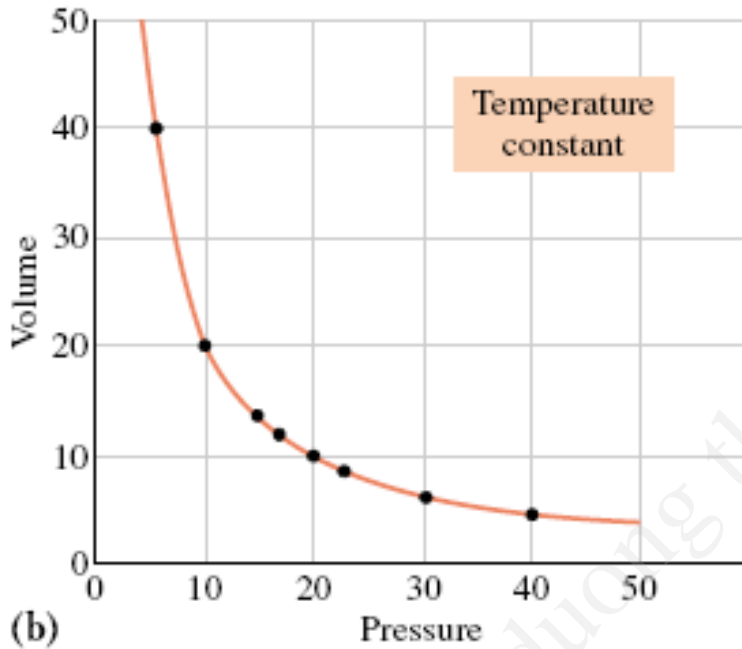
- Nhiệt độ:

$$0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

- Thể tích:

$$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

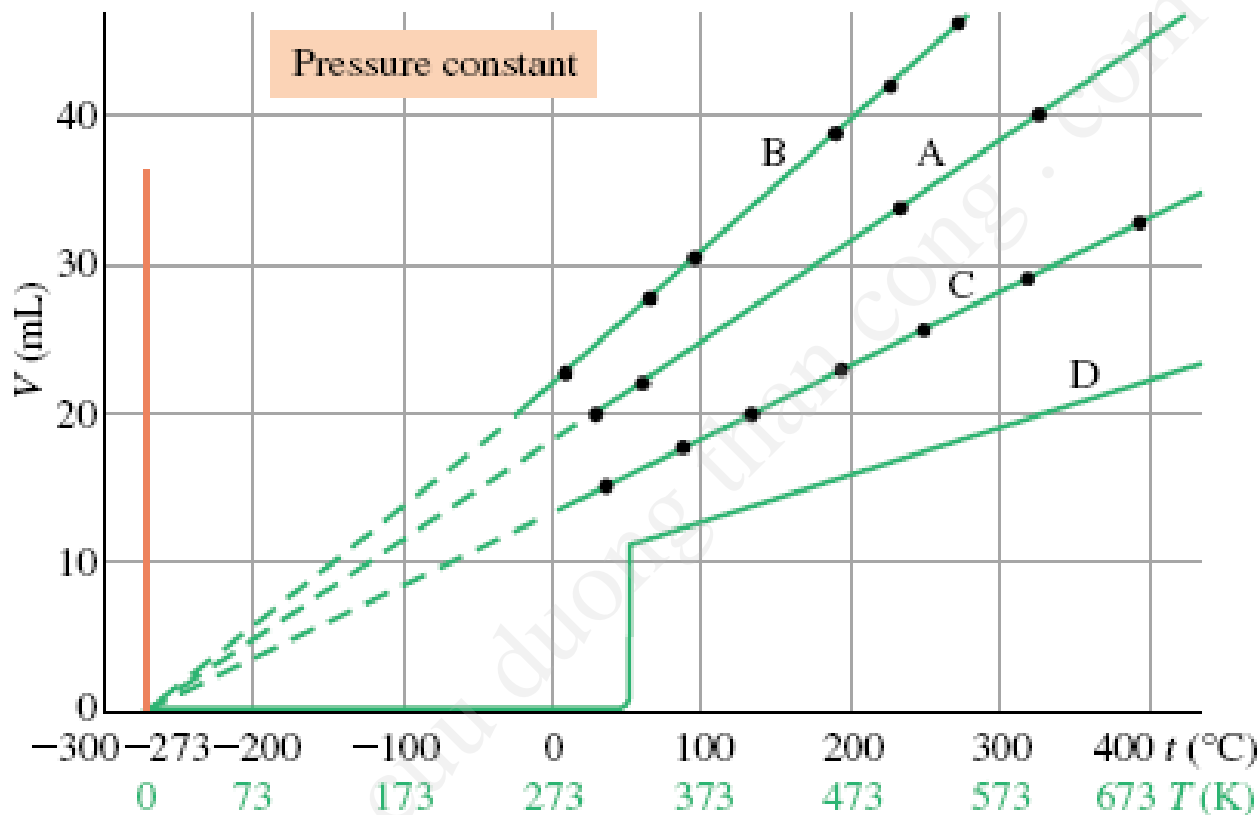
# Định luật Boyle



$$PV = k \quad \text{hoặc} \quad V \propto 1/P$$

Đối với lượng khí nhất định, nhiệt độ không đổi:  $P_1V_1 = P_2V_2$

# Định luật Charle



$$V = k T$$

- Đường A, B, C: biểu diễn khí ở các áp suất khác nhau
- Đường D: khí hóa lỏng ở  $50^{\circ}\text{C}$

# Định luật Avogadro

Định luật Avogadro: cùng nhiệt độ và áp suất, các thể tích khí bằng nhau chứa cùng số phân tử như nhau:  $V \propto n$

**TABLE 12-3**

*Standard Molar Volumes and Densities of Some Gases*

Gas	Formula	(g/mol)	Standard Molar Volume (L/mol)	Density at STP (g/L)
hydrogen	H <sub>2</sub>	2.02	22.428	0.090
helium	He	4.003	22.426	0.178
neon	Ne	20.18	22.425	0.900
nitrogen	N <sub>2</sub>	28.01	22.404	1.250
oxygen	O <sub>2</sub>	32.00	22.394	1.429
argon	Ar	39.95	22.393	1.784
carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	44.01	22.256	1.977
ammonia	NH <sub>3</sub>	17.03	22.094	0.771
chlorine	Cl <sub>2</sub>	70.91	22.063	3.214

STP (điều kiện chuẩn): 0°C, 1 atm, mỗi mol khí chiếm 22,414 L



# Định luật khí lý tưởng

Khí lý tưởng (Ideal gas):

- Theo chính xác cả 3 định luật khí
- Khí ở áp suất khá thấp và nhiệt độ khá cao
- Các phân tử khí ở khá xa nhau → tương tác nhau không đáng kể

Phương trình trạng thái khí lý tưởng

$$PV = nRT$$

n: số mol khí

R: hằng số khí lý tưởng

$$R = 8,41 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$R = 0,082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

# Ứng dụng của định luật khí lý tưởng

- Xác định khối lượng mol của khí:

$$PV = mRT / M$$

- Khối lượng riêng của khí:

$$d = m / V$$

## 10.4. Hỗn hợp khí

Hỗn hợp khí:

- Số mol:  $n_{\text{tong}} = n_A + n_B + n_C + \dots$
- Áp suất:  $P_{\text{tong}} = n_{\text{tong}} RT / V$   
 $= n_A RT/V + n_B RT/V + \dots$
- Định luật Dalton:  
 $P_{\text{tong}} = P_A + P_B + P_C + \dots$   
( $P_i$ : áp suất riêng phần của khí i)
- Phần mol (mole fraction, X):  
 $X_i = n_i / n_{\text{tong}} = P_i / P_{\text{tong}}$

**TABLE 12-2**

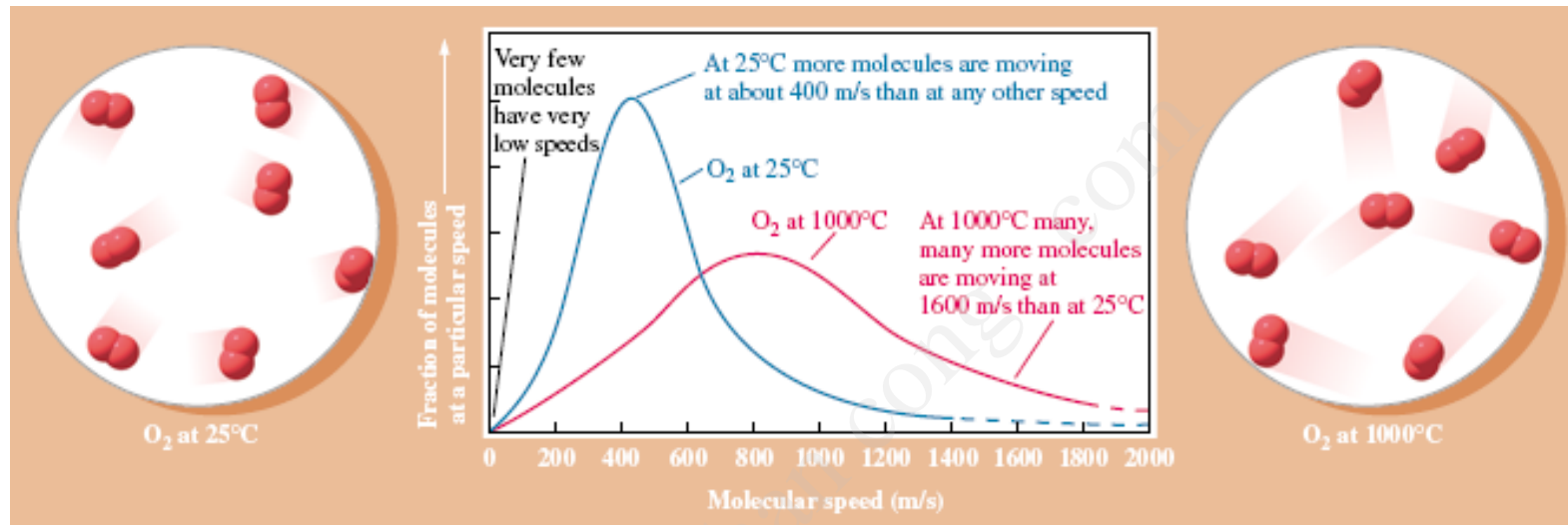
*Composition  
of Dry Air*

Gas	% by Volume
N <sub>2</sub>	78.09
O <sub>2</sub>	20.94
Ar	0.93
CO <sub>2</sub>	0.03*
He, Ne, Kr, Xe	0.002
CH <sub>4</sub>	0.00015*
H <sub>2</sub>	0.00005
All others combined†	< 0.00004

\*Variable.

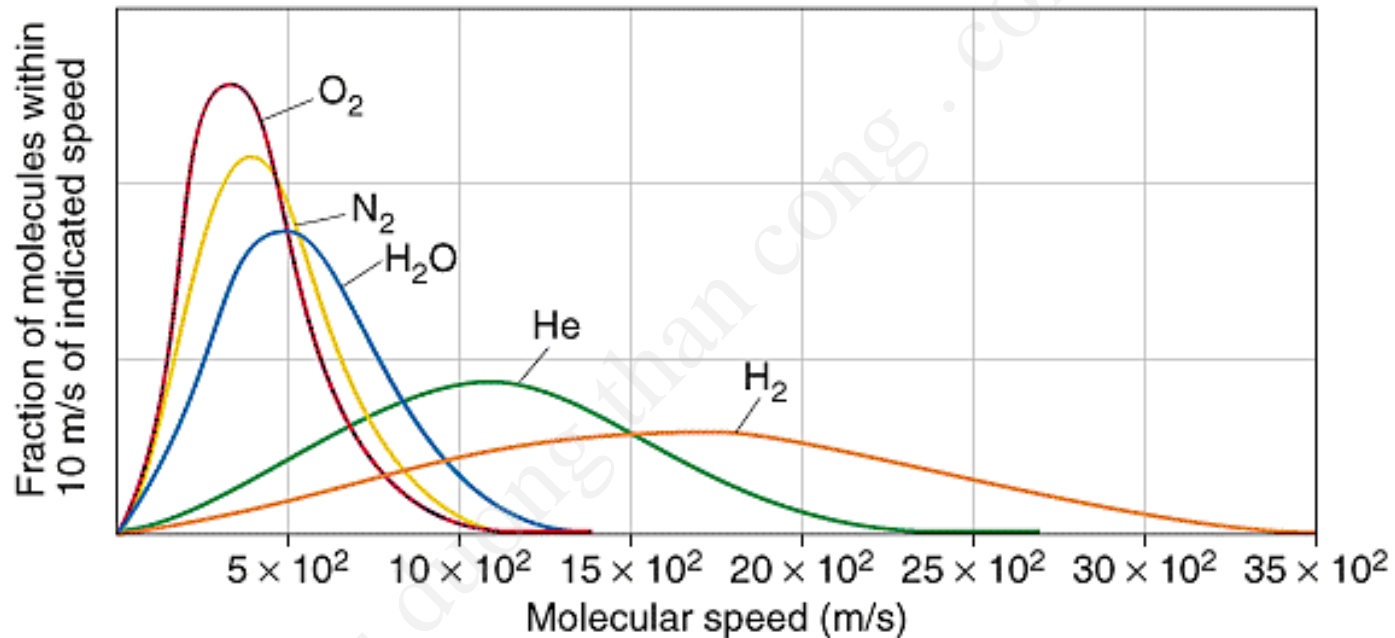
†Atmospheric moisture varies.

## 10.5. Thuyết động học phân tử (kinetic molecular theory)

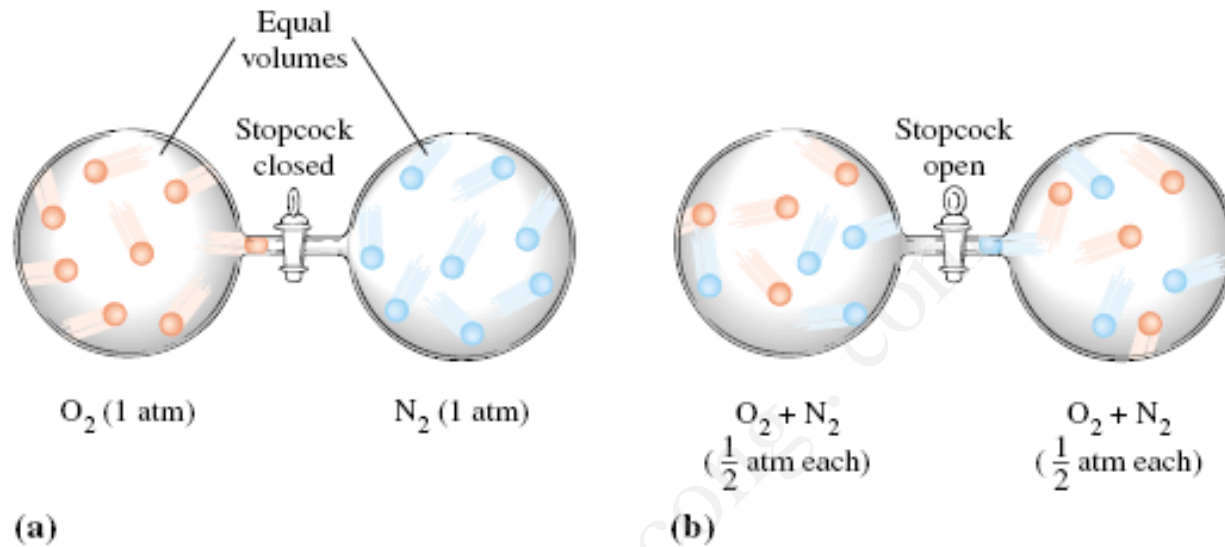


- Khí gồm các phân tử cách biệt, kích thước phân tử tương đối khá nhỏ so với khoảng cách giữa các phân tử khí (→ hầu hết không gian là rỗng)
- Các phân tử khí liên tục chuyển động theo các hướng khác nhau với tốc độ khác nhau
- Sự va chạm giữa các phân tử khí với nhau và với thành bình là va chạm đàn hồi, các phân tử khí trao đổi năng lượng khi va chạm, nhưng tổng năng lượng được bảo toàn
- Khi không có sự va chạm, các phân tử khí không tương tác với nhau, hay nói cách khác, chúng chuyển động thẳng đều

# Phân bố vận tốc phân tử của các khí khác nhau



Nhiệt độ như nhau  $\rightarrow$  phân tử càng nặng, tốc độ càng chậm



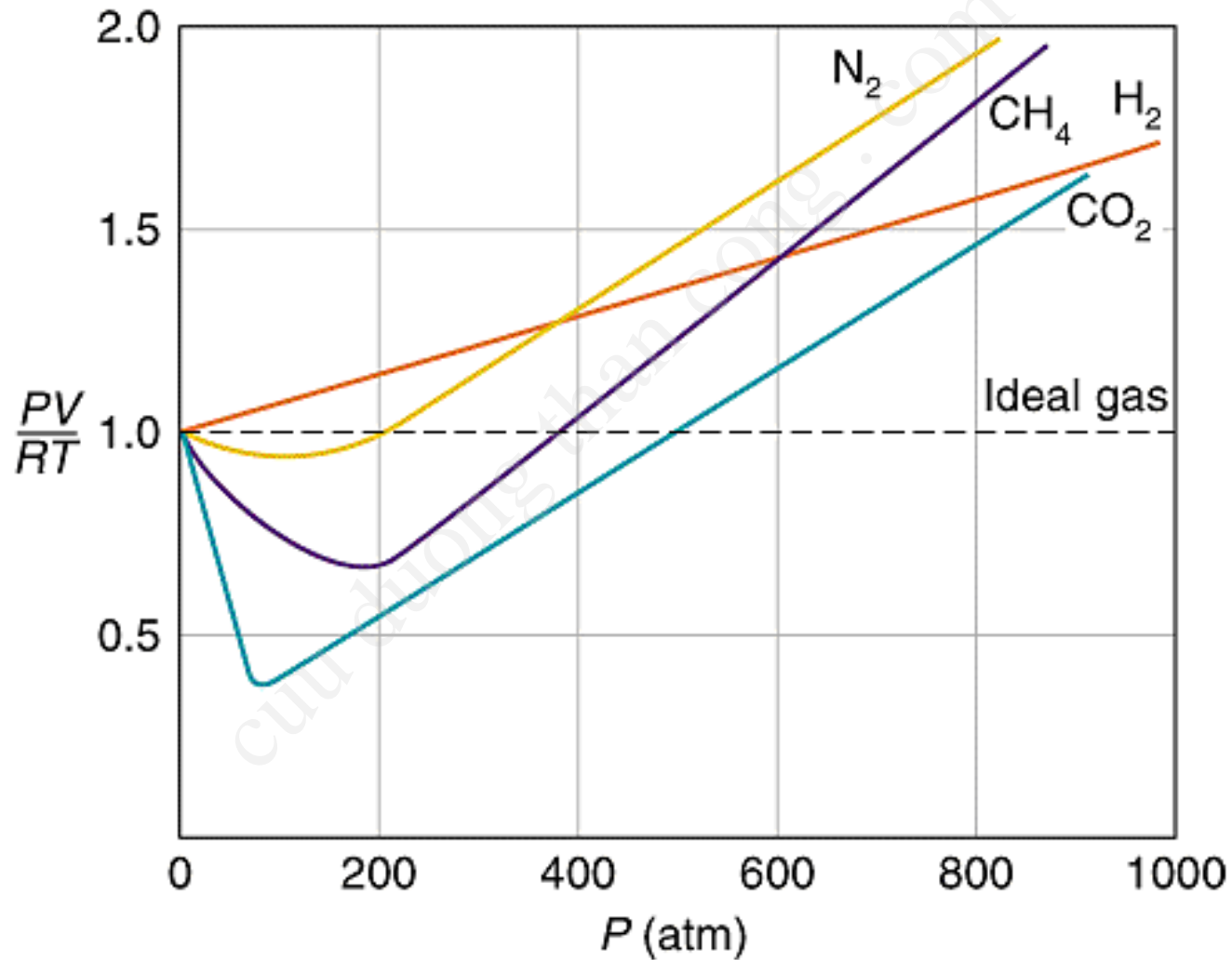
*Figure 12-13* A representation of diffusion of gases. The space between the molecules allows for ease of mixing one gas with another. Collisions of molecules with the walls of the container are responsible for the pressure of the gas.

- Diffusion: sự khuếch tán khí trong một không gian nào đó, hay trong sự trộn lẫn các khí
- Effusion: sự thoát ra của các phân tử khí qua các lỗ nhỏ (hoặc miệng bình nhỏ) → Định luật Graham:

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{\mathcal{M}_2}{\mathcal{M}_1}}$$

r: rate (vận tốc)

## 10.6. Khí thực



# Khí thực

- Các phân tử khí có kích thước → không gian thực sự cho các phân tử di chuyển là  $(V - nb)$
- Các phân tử khí thực có thể có tương tác với nhau (khi va chạm) → áp suất khí thực là  $(P + n^2a/V^2)$

**Phương trình trạng thái khí thực  
(phương trình Van der Waals)**

$$\left(P + \frac{n^2a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

**TABLE 12-5**

*van der Waals  
Constants*

Gas	$a$ (L <sup>2</sup> ·atm/mol <sup>2</sup> )	$b$ (L/mol)
H <sub>2</sub>	0.244	0.0266
He	0.034	0.0237
N <sub>2</sub>	1.39	0.0391
NH <sub>3</sub>	4.17	0.0371
CO <sub>2</sub>	3.59	0.0427
CH <sub>4</sub>	2.25	0.0428