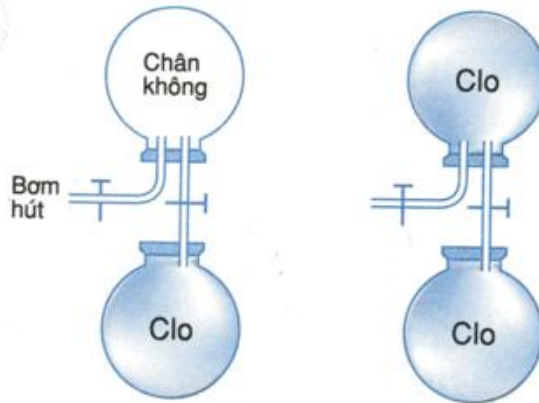


1. Tính chất của chất khí

Chất khí có những tính chất đặc biệt sau đây :

– *Bành trướng* : Chiếm toàn bộ thể tích của bình chứa (Hình 44.1).

Hình dáng và thể tích của một lượng khí là hình dáng và thể tích của bình chứa nó.



Hình 44.1 Sự bành trướng của khí clo

– *Đễ nén* : Khi áp suất tác dụng lên một lượng khí tăng thì thể tích của khí giảm đáng kể.

– *Có khối lượng riêng nhỏ* so với chất rắn và chất lỏng.

1 m³ nước có khối lượng 1 000 kg.

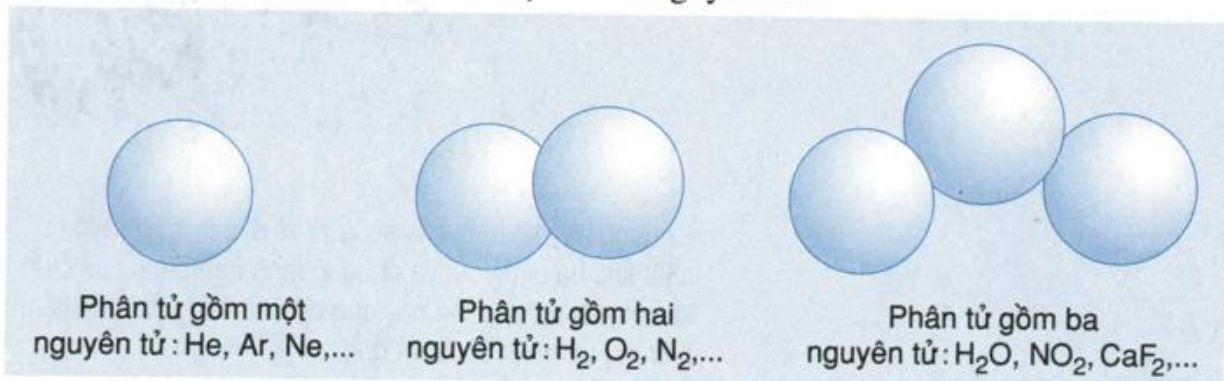
1 m³ nhôm có khối lượng 2 700 kg.

1 m³ không khí ở 0°C và 1 atm có khối lượng 1,293 kg.

2. Cấu trúc của chất khí

Chất được cấu tạo từ các nguyên tử. Các nguyên tử tương tác và liên kết với nhau tạo thành những phân tử.

Mỗi chất khí được tạo thành từ những phân tử giống hệt nhau. Mỗi phân tử có thể bao gồm một hoặc nhiều nguyên tử.



3. Lượng chất, mol

Lượng chất chứa trong một vật được xác định theo số phân tử hay nguyên tử chứa trong vật ấy.

Người ta định nghĩa *mol*, đơn vị lượng chất của một chất bất kì như sau :

1 mol là lượng chất trong đó có chứa một số phân tử hay nguyên tử bằng số nguyên tử chứa trong 12 g cacbon 12.

Như vậy số phân tử hay nguyên tử chứa trong 1 mol của mọi chất đều có cùng một giá trị, gọi là số A-vô-ga-đrô N_A

$$N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Khối lượng mol của một chất được đo bằng khối lượng của một mol chất ấy, thường được kí hiệu bằng chữ Hi Lạp μ (đọc là muý). Ví dụ, khối lượng mol của hiđrô là 2 g/mol hoặc 0,002 kg/mol.

Thể tích mol của một chất được đo bằng thể tích của 1 mol chất ấy. Ở điều kiện chuẩn (0°C , 1 atm) thể tích mol của mọi chất khí đều bằng 22,4 lít/mol hay $0,0224 \text{ m}^3/\text{mol}$.

Từ khối lượng mol μ và số A-vô-ga-đrô N_A có thể suy ra khối lượng m_0 của một phân tử (hay nguyên tử) của một chất

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A}$$

Số mol ν (đọc là nuý) chứa trong khối lượng m của một chất

$$\nu = \frac{m}{\mu}$$

Số phân tử (hay nguyên tử) N có trong khối lượng m của một chất

$$N = \nu N_A = \frac{m}{\mu} N_A$$

Người ta quy ước lấy 0,012 kg cacbon 12 làm đơn vị lượng chất của cacbon 12, gọi là 1 mol cacbon 12. Các phép đo cho biết rằng 0,012 kg cacbon 12 chứa $6,02.10^{23}$ nguyên tử cacbon 12.

Cacbon 12 là đồng vị cacbon phổ biến trong tự nhiên. Ngoài cacbon 12 còn có cacbon 13 (chiếm tỉ lệ rất nhỏ) là một đồng vị có tính chất hoá học giống hệt cacbon 12 nhưng nặng hơn một chút.

Ghi chú :

Một lượng gồm $6,02.10^{23}$ hạt như ion hoặc electron... cũng gọi là một mol ion hoặc một mol electron...

Giá trị chính xác hơn của số A-vô-ga-đrô là $6,0221367.10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Bảng 1

Khối lượng mol của một số chất

Chất	μ (g/mol)
Cacbon 12 (^{12}C)	12,000
Hiđrô (H_2)	2,01594
Heli (He)	4,0026
Ôxi (O_2)	31,9988
Nitơ (N_2)	28,0134
Natri (Na)	22,9898

Thường thì có thể lấy số quy tròn.

Ví dụ :

Một phân tử O_2 có khối lượng

$$m_0 = \frac{32}{6,02.10^{23}} \approx 5,3.10^{-23} \text{ g.}$$

24 g nitơ chứa $\nu = \frac{24}{28} = \frac{6}{7}$ mol nitơ.

24 g nitơ chứa $\frac{24}{28} \cdot 6,02.10^{23} = 5,16.10^{23}$ phân tử nitơ.

Người ta đo và tính được kích thước phân tử hiđrô vào khoảng 2.10^{-10} m.

4. Một vài lập luận để hiểu cấu trúc phân tử của chất khí

Chất khí có khối lượng riêng nhỏ, tức là có mật độ phân tử (số phân tử trong đơn vị thể tích) nhỏ. Có thể hiểu rằng trong chất khí có nhiều khoảng trống giữa các phân tử. Khi ta nén khí, thì khoảng trống đó giảm bớt. Trong các phép tính gần đúng, người ta coi như *kích thước của phân tử là nhỏ và bỏ qua được* so với kích thước khoảng trống.

Khí có khuynh hướng lan ra, chiếm toàn bộ thể tích dành cho nó. Như vậy, các phân tử khí chuyển động về mọi phía, và chỉ bị ngăn lại khi gặp thành bình ; có thể cho rằng *phân tử khí chuyển động gần như tự do giữa hai va chạm*.

Quan sát qua kính hiển vi những hạt nhỏ lơ lửng trong không khí (ví dụ khói thuốc lá) người ta thấy chúng chuyển động hỗn loạn, đó là chuyển động Brao-nơ trong khí. Chuyển động này được tạo nên do va chạm của các phân tử khí lên hạt. Hạt chuyển động hỗn loạn nên có thể cho rằng *phân tử khí cũng chuyển động hỗn loạn*.

Nhiều thí nghiệm và phép đo dẫn đến những kết luận rõ hơn nữa. Các nhà khoa học đã tóm tắt và phát biểu thành thuyết động học phân tử.

Từ thể tích mol, ta suy ra thể tích chia đều cho mỗi phân tử khí trong điều kiện chuẩn là

$$\begin{aligned}\frac{0,0224}{6,02.10^{23}} &= 37.10^{-27} \text{ m}^3 \\ &= (3,3.10^{-9} \text{ m})^3\end{aligned}$$

Đó là thể tích một hình lập phương có cạnh là $3,3.10^{-9}$ m, tức là xấp xỉ 16 lần kích thước phân tử.

C1 Tính tỉ số thể tích riêng của phân tử hiđrô và thể tích không gian chia đều cho mỗi phân tử trong điều kiện chuẩn.

5. Thuyết động học phân tử chất khí

a) Chất khí bao gồm các phân tử. Kích thước của phân tử là nhỏ. Trong phần lớn các trường hợp có thể bỏ qua kích thước ấy và coi mỗi phân tử như một chất điểm.

b) Các phân tử chuyển động hỗn loạn không ngừng. Nhiệt độ càng cao thì vận tốc chuyển động hỗn loạn càng lớn. Chuyển động hỗn loạn của phân tử gọi là *chuyển động nhiệt*.

Do phân tử chuyển động hỗn loạn, tại mỗi thời điểm, hướng của vận tốc phân tử phân bố đều

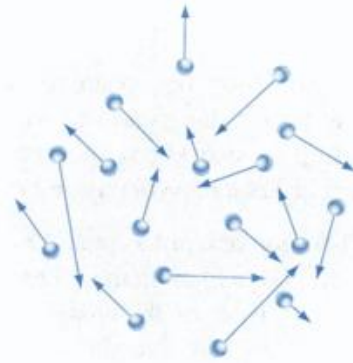
(theo mọi phương như nhau) trong không gian (Hình 44.2).

c) Khi chuyển động, mỗi phân tử va chạm với các phân tử khác và với thành bình (Hình 44.3b).

Giữa hai va chạm, phân tử gần như tự do và chuyển động thẳng đều.

Khi phân tử này va chạm với phân tử khác, thì cả hai phân tử tương tác, làm thay đổi phương chuyển động và vận tốc của từng phân tử.

Khi va chạm với thành bình, phân tử bị phản xạ và truyền động lượng cho thành bình. Rất nhiều phân tử va chạm với thành bình tạo nên một lực đẩy vào thành bình. Lực này tạo ra áp suất của chất khí lên thành bình.

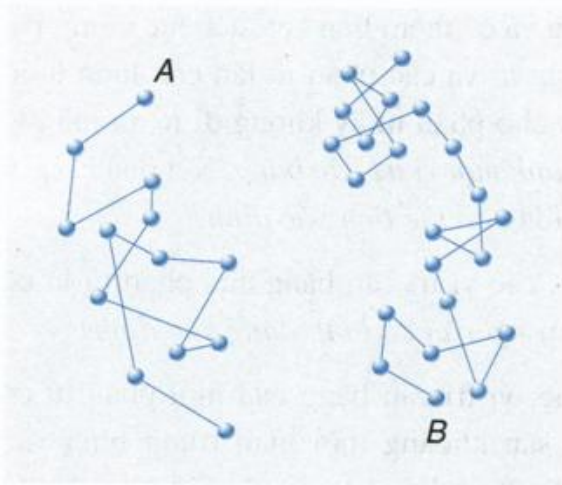


Hình 44.2 Chuyển động hỗn loạn của các phân tử khí

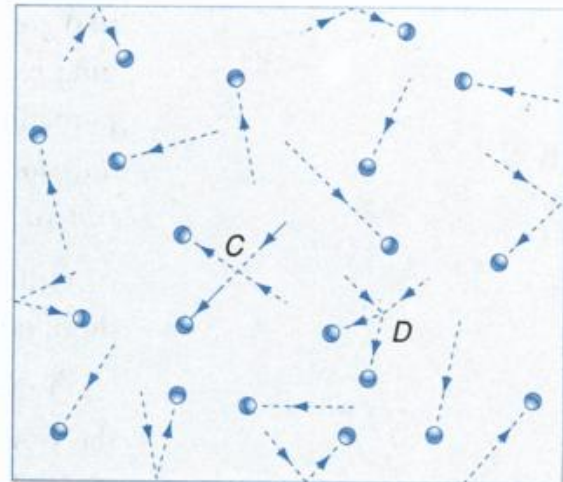
Do chuyển động hỗn loạn mà tốc độ có những giá trị rất khác nhau, từ nhỏ đến lớn. Song có thể đưa ra một giá trị trung bình của tốc độ phân tử

$$\bar{v} = \frac{\text{Tổng tốc độ của các phân tử}}{\text{Số phân tử}}$$

\bar{v} tăng khi nhiệt độ tăng.



a) Chuyển động của từng phân tử riêng biệt (chỉ vẽ riêng hai phân tử A và B) trong một khoảng thời gian.



b) Chuyển động của tập hợp phân tử trong một khoảng thời gian ngắn (C và D là hai điểm tại đó xảy ra va chạm giữa hai phân tử).

Hình 44.3

Tóm lại, có thể coi gần đúng phân tử của chất khí là những chất điểm, chuyển động hỗn loạn không ngừng, chỉ tương tác với nhau khi va chạm. Chất khí như vậy gọi là *khí lí tưởng* (theo quan điểm cấu trúc vi mô).

6. Cấu tạo phân tử của chất

Thuyết động học phân tử chất khí mô tả gần đúng cấu trúc vi mô của khí ở áp suất không quá lớn và cho kết quả phù hợp với thực nghiệm.

Phần nói về cấu tạo phân tử của chất chỉ cho ta khái niệm sơ lược và định tính. Thực ra thì chất rắn và chất lỏng có cấu trúc đa dạng và phức tạp hơn, không đơn giản chỉ là cấu trúc phân tử.

Vận dụng cho các thể khác nhau của chất, thuyết động học phân tử vẫn thừa nhận *chất được cấu tạo từ những phân tử (hoặc nguyên tử) chuyển động nhiệt không ngừng*, và còn khảo sát thêm tác động của lực tương tác phân tử.

Ở thể khí, trong phần lớn thời gian các phân tử ở xa nhau, khi đó lực tương tác giữa các phân tử rất yếu, phân tử chuyển động hỗn loạn về mọi phía, do đó chất khí chiếm toàn bộ thể tích bình chứa, không có hình dáng và thể tích xác định.

Ở thể rắn và thể lỏng, mỗi phân tử luôn luôn có những phân tử khác ở gần (trong phạm vi khoảng cách một vài lần kích thước phân tử) ; ngoài ra các phân tử được sắp xếp với một trật tự nhất định, có thêm liên kết giữa những phân tử lân cận. Vì phân tử ở gần nhau và có thêm liên kết, nên lực tương tác giữa *một phân tử* và các phân tử lân cận luôn luôn là mạnh, giữ cho phân tử ấy không đi ra xa mà *chỉ dao động quanh một vị trí cân bằng*. Kết quả là *chất rắn và chất lỏng có thể tích xác định*.

Ở thể rắn, các vị trí cân bằng của phân tử là cố định, nên mỗi *vật rắn có hình dạng xác định*.

Ở thể lỏng, vị trí cân bằng của mỗi phân tử có thể dời chỗ sau khoảng thời gian trung bình vào cỡ 10^{-11} s. Vì có sự dời chỗ của các vị trí cân bằng, nên *chất lỏng không có hình dạng xác định* mà có thể chảy, và do đó có hình dạng của phân bình chứa nó.

CÂU HỎI

1. So sánh khối lượng phân tử của các khí H_2 , He, O_2 và N_2 dựa vào bảng ghi khối lượng mol trong bài học.
2. Trong điều kiện chuẩn về nhiệt độ và áp suất, số phân tử trong đơn vị thể tích của các chất khí khác nhau có chênh lệch nhau không ?
3. Có thể bỏ qua kích thước phân tử của chất lỏng và chất rắn so với khoảng cách giữa các phân tử không ? Tại sao ?
4. Số A-vô-ga-đrô là gì ? Mol là gì ?
5. Có mối quan hệ như thế nào giữa nhiệt độ và chuyển động hỗn loạn của phân tử ?
6. Tính chất hỗn loạn của chuyển động nhiệt của phân tử được thể hiện ở tốc độ phân tử như thế nào ?

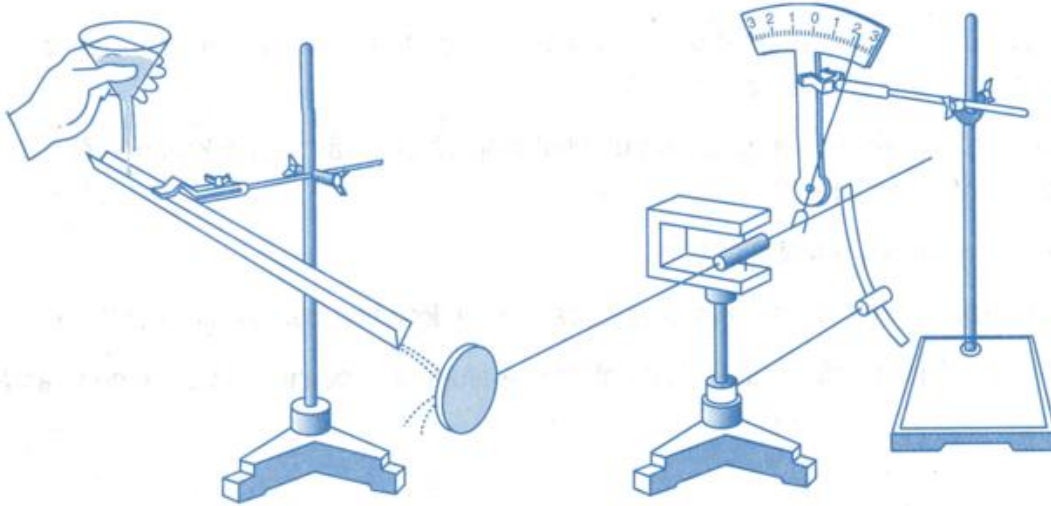
BÀI TẬP

1. Chọn câu sai.
Số A-vô-ga-đrô có giá trị bằng
A. số nguyên tử chứa trong 4 g heli.
B. số phân tử chứa trong 16 g ôxi.
C. số phân tử chứa trong 18 g nước lỏng.
D. số nguyên tử chứa trong 22,4 l khí trơ ở $0^\circ C$ và áp suất 1 atm.
2. Một bình kín chứa $N = 3,01 \cdot 10^{23}$ phân tử khí heli.
a) Tính khối lượng He chứa trong bình.
b) Biết nhiệt độ khí là $0^\circ C$ và áp suất khí trong bình là 1 atm ($1,013 \cdot 10^5$ Pa). Hỏi thể tích của bình là bao nhiêu ?
3. Tính tỉ số khối lượng phân tử nước và khối lượng nguyên tử cacbon 12.
4. Tính số phân tử H_2O có trong 1 g nước.

Em có biết ?

ÁP SUẤT CỦA CHẤT KHÍ LÊN THÀNH BÌNH ĐƯỢC TẠO NÊN NHƯ THẾ NÀO ?

Phân tử va chạm vào thành bình tạo nên áp suất.



Hình 44.4

Giải thích bằng thực nghiệm : Cho một dòng hạt cát chuyển động theo một hướng và va chạm vào một mặt phẳng thẳng đứng. Thí nghiệm chứng tỏ rằng mặt phẳng bị đẩy về phía sau bằng một lực. Lực càng lớn nếu số va chạm trong đơn vị thời gian càng nhiều và nếu vận tốc của hạt cát đến va chạm càng lớn (tất nhiên là góc mà dòng hạt cát tới va chạm vào mặt phẳng không thay đổi).

Giải thích bằng lí thuyết : Giả sử có một dòng phân tử khí tới va chạm vuông góc với thành bình. Mỗi phân tử có vận tốc v tới va chạm đàn hồi trực diện vào thành bình bị bật trở lại với vận tốc đối chiều và cùng độ lớn. Mỗi va chạm truyền cho mặt thành bình một động lượng bằng $2mv$, m là khối lượng phân tử. Giả thiết trong một đơn vị thời gian có z phân tử tới va chạm vào một đơn vị diện tích thành bình. Lực tác dụng lên đơn vị diện tích (áp suất) thành bình bằng động lượng nhận được trong đơn vị thời gian, tức là bằng $z \cdot 2mv$.

Trong thực tế các phân tử có tốc độ khác nhau : v_1, v_2, v_3, \dots . Người ta tính được áp suất tác dụng lên thành bình có giá trị :

$$p = \frac{2n}{3} \frac{m}{2} \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N} = \frac{2}{3} n \frac{(E_1 + E_2 + \dots + E_N)}{N} = \frac{2}{3} n \bar{E}$$

trong đó n là số phân tử trong đơn vị thể tích, $E_1 = \frac{mv_1^2}{2}$ là động năng chuyển động nhiệt tịnh tiến của phân tử thứ nhất, $E_2 = \frac{mv_2^2}{2}$ là động năng chuyển động nhiệt tịnh tiến của phân tử thứ hai, ... \bar{E} là động năng chuyển động nhiệt tịnh tiến trung bình của phân tử.