

44 THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

CẤU TẠO CHẤT

I – Mục tiêu

– Có khái niệm về lượng chất ; hiểu rõ ràng và chính xác khái niệm mol, số A-vô-ga-đrô ; có thể tính toán tìm ra một số hệ quả trực tiếp.

– Nắm được thuyết động học phân tử về chất khí và một phần về chất lỏng và chất rắn.

II – Chuẩn bị

1. Giáo viên

Nếu có điều kiện thì chuẩn bị thí nghiệm ở Hình 44.1 SGK. Vẽ Hình 44.3 SGK phóng to trên giấy.

2. Học sinh

Ôn lại những kiến thức đã học về cấu tạo chất ở lớp 8.

III – Những điều cần lưu ý

1. Một số kiến thức trong bài là thông báo và nhắc lại. Hoạt động của HS trong lớp có thể là vận dụng trực tiếp định nghĩa mol và số A-vô-ga-đrô để suy ra khối lượng của một phân tử, số mol, số phân tử chứa trong m gam của một chất. Để đi đến thuyết động học phân tử, cần dẫn dắt HS bằng những lập luận và dữ kiện đã nêu trong bài, nhưng cũng đừng coi những lập luận và dữ kiện đó là đầy đủ để xây dựng được thuyết ấy.

2. Lượng chất và mol là những khái niệm được định nghĩa theo cách mới. Trước đây mol được gọi là phân tử gam, là lượng chất có khối lượng tính ra gam bằng phân tử lượng của chất ấy.

Lượng chất chứa trong vật, khác với khối lượng của vật ấy. Đơn vị đo lượng chất là mol, đó là lượng chất chứa trong 12 g đồng vị cacbon 12 được gọi là *một mol cacbon 12*. Một lượng chất bất kì chứa số phân tử hay nguyên tử bằng số nguyên tử chứa trong 12 g cacbon 12 gọi là *một mol chất ấy*. Theo định nghĩa đầy đủ thì "mol là lượng chất chứa một số phân tử cơ bản bằng số nguyên tử chứa trong 12 g cacbon 12". Phân tử cơ bản có thể là phân tử, nguyên tử, êlectron, photon... và cần được chỉ rõ trong mỗi

trường hợp. Trong sách này chỉ giới hạn định nghĩa đối với phân tử và nguyên tử rồi ghi chú thêm cho phù hợp với trình độ HS.

Mol định nghĩa theo cách này cũng chính là lượng chất có khối lượng bằng với phân tử gam. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng đơn vị lượng chất của các chất khác nhau không có cùng khối lượng. 12 g cacbon có lượng chất bằng 16 g lưu huỳnh, bằng 2 g hiđrô, bằng 32 g ôxi... Hai lượng chất khí bằng nhau (chứa cùng một số mol) ở cùng nhiệt độ và áp suất thì có thể tích bằng nhau.

3. Về đồng vị cacbon 12.

Một số đơn vị vật lí được chọn (mol, khối lượng nguyên tử) có liên quan nhiều đến đồng vị cacbon 12 vì đồng vị này tồn tại phổ biến trên mặt đất.

Nguyên tố cacbon có 3 đồng vị : cacbon 12, cacbon 13, cacbon 14. Ba đồng vị này đều có nguyên tử số $Z = 6$ (số prôtôn trong hạt nhân là 6) nhưng có khối lượng số lần lượt là 12, 13, 14 (có số nơtron trong hạt nhân lần lượt là 6, 7, 8). Cacbon 12 chiếm tỉ lệ 98,89% ; cacbon 13 chiếm tỉ lệ 1,11% trong cacbon tự nhiên ; cacbon 14 có tính phóng xạ và do tia vũ trụ tạo ra.

$\frac{1}{12}$ khối lượng nguyên tử cacbon 12 được chọn làm đơn vị khối lượng nguyên tử. Lượng chất của 12 g cacbon 12 được chọn làm mol là đơn vị lượng chất. Số nguyên tử chứa trong một mol cacbon 12 được định nghĩa là số A-vô-ga-đrô.

4. Nội dung thuyết động học phân tử được trình bày trong SGK đơn giản và ngắn gọn, chỉ cần hiểu được như vậy là đủ. Nhưng GV cũng nên lưu ý những điều có thể mở rộng và hiểu sâu hơn để gợi ý HS suy nghĩ khi củng cố kiến thức và trả lời câu hỏi, làm bài tập. Đó là những điều sau đây :

a) *Mối quan hệ giữa nhiệt độ và chuyển động hỗn loạn của phân tử* (hoặc nguyên tử) chất khí. Khi hiểu nhiệt độ theo cách vĩ mô, dựa vào số chỉ của một số nhiệt kế quen dùng, các dữ kiện thực nghiệm cho biết rằng *nhiệt độ càng cao thì vận tốc chuyển động nhiệt càng lớn* (vận tốc trung bình tỉ lệ với căn bậc hai của nhiệt độ). Khi đã xây dựng thuyết động học phân tử và tiếp theo là định nghĩa nhiệt độ theo quan điểm vi mô : nhiệt độ tỉ lệ với (là số đo) động năng trung bình của chuyển động nhiệt của phân tử, thì có thể nói rằng : *vận tốc chuyển động nhiệt càng lớn tức là nhiệt độ càng cao*. Thực ra thì hai cách nói đó đều có chứa đựng nội dung là nhiệt độ gắn với chuyển động nhiệt.

b) *Tính hỗn loạn của chuyển động nhiệt thể hiện như thế nào ?*

Trước tiên là *sự phân bố đều về hướng của vận tốc trong không gian*. Không có hướng nào trong không gian là ưu tiên, hướng ưu tiên được hiểu là có nhiều (hoặc có ít) phân tử chuyển động theo hướng ấy hơn so với hướng khác.

Thứ hai là *độ lớn của vận tốc có thể có mọi giá trị khác nhau*, từ nhỏ cho đến lớn. Tuy nhiên, vẫn có một giá trị trung bình \bar{v} xác định của độ lớn vận tốc

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{n}$$

giá trị này phụ thuộc nhiệt độ theo công thức sau đây, tính được từ phân bố vận tốc Mác-xoen :

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$$

Đây chính là công thức định lượng cho biết mối quan hệ giữa vận tốc chuyển động nhiệt và nhiệt độ. R là hằng số chung của các chất khí, μ là khối lượng mol.

5. Về lực tương tác phân tử.

Phân tử gồm các hạt nhân của nguyên tử và đám mây electron bao quanh. Xét toàn bộ, thì phân tử là một hệ trung hoà điện, hai phân tử ở xa nhau thì hầu như không tương tác với nhau. Khi hai phân tử lại gần nhau (khoảng cách dưới hai lần đường kính phân tử), thì có sự phân cực điện cảm ứng, khiến cho hai phân tử hút nhau. Khi hai phân tử lại gần nhau hơn nữa, thì hai đám mây điện tử của hai phân tử phủ lên nhau và có thêm hiệu ứng lượng tử vì thế mà lực đẩy giữa chúng mạnh hơn lực hút và kết quả là phân tử đẩy nhau. Mô hình tương tác trên là của các phân tử khí, phân tử của một số khí trơ hoá lỏng, và của một số chất rắn.

Chất rắn có nhiều loại cấu trúc khác nhau, không phải chỉ có cấu trúc phân tử như chất khí. Tùy theo cấu trúc, các hạt trong chất rắn tương tác bằng bốn loại liên kết khác nhau : liên kết phân tử, liên kết cộng hoá trị, liên kết ion, liên kết kim loại. Liên kết phân tử cùng loại với liên kết trong chất khí và trong một số chất lỏng.

Trong chất khí, trong phần lớn thời gian một phân tử ở xa phân tử khác, lực tương tác của các phân tử khác lên một phân tử mà ta xét là không đáng kể, phân tử này chuyển động tự do. Có những khoảng thời gian rất

ngắn, phân tử mà ta xét lại gần một phân tử khác. Lực tương tác giữa hai phân tử trở thành mạnh hơn, ban đầu thì hai phân tử hút nhau, nhưng tiếp theo lại đẩy nhau. Hai phân tử không gắn với nhau, mà sau khi đạt tới khoảng cách nhỏ nhất lại *đi ra xa nhau về hai phía*. Quá trình xảy ra giống như là một va chạm đàn hồi. Vì lẽ đó, các phân tử của chất khí chuyển động hỗn loạn về mọi phía và chất khí không có thể tích xác định.

Trong chất lỏng và chất rắn thì cấu trúc phân tử khác với trong chất khí. Trong trường hợp lực tương tác phân tử cùng loại như trong chất khí thì với cấu trúc phân tử khác, kết quả tương tác cũng sẽ khác với trường hợp chất khí. Mỗi phân tử trong chất lỏng hay chất rắn luôn luôn có những phân tử khác ở gần (từ 4 đến 12). Các phân tử này đồng thời tác dụng những lực tương tác mạnh (vì các phân tử ở gần) lên phân tử mà ta xét. Kết quả tổng hợp của nhiều lực tương tác mạnh (nhiều liên kết cùng một loại) đồng thời lên phân tử mà ta xét, làm cho phân tử này chỉ có thể dao động quanh một vị trí cân bằng (ứng với cực tiểu thế năng tổng cộng của các lực tương tác). Đó là lí do khiến cho chất lỏng và chất rắn có thể tích xác định.

Thế năng của lực liên kết phân tử trong chất lỏng và chất rắn có giá trị tuyệt đối khá lớn. Trong bài toán ở đầu chương này đã đưa ra một ví dụ cụ thể về bậc độ lớn của thế năng tương tác phân tử nước ở thể lỏng.

Khi giải thích các tính chất của chất lỏng và chất rắn dựa trên thuyết động học phân tử, không thể bỏ qua sự khác biệt về liên kết phân tử ở các thể đó so với ở thể khí.

IV – Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học

1. Bài này chủ yếu là thông báo kiến thức, một số kiến thức về mol đã được giới thiệu trong hoá học, một số kiến thức được biết một cách sơ lược ở lớp 8. GV nhắc lại, củng cố và cho HS hiểu sâu thêm. Ví dụ : Để đi đến kết luận "Kích thước của phân tử khí là nhỏ và bỏ qua được so với kích thước khoảng trống", GV có thể sử dụng [C1] và các dữ liệu in ở cột phải trên [C1].

2. GV chú ý nhấn mạnh sự giống nhau và khác nhau của việc vận dụng thuyết động học phân tử vào chất khí và vào chất rắn, chất lỏng. Có hai điểm khác nhau về khoảng cách phân tử và về liên kết phân tử như đã nêu ở mục III.

V – Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập

Câu hỏi

1. Khối lượng phân tử bằng khối lượng mol chia cho số A-vô-ga-đrô, vì thế tỉ số hai khối lượng phân tử cũng bằng tỉ số hai khối lượng mol. Ví dụ :

$$\frac{m_{\text{H}_2}}{m_{\text{He}}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}; \quad \frac{m_{\text{O}_2}}{m_{\text{N}_2}} = \frac{32}{28} = \frac{8}{7}$$

Chú ý, m_{He} là khối lượng phân tử gồm một nguyên tử He.

2. Không. Vì số phân tử trong 1 lít = $\frac{\text{số A-vô-ga-đrô}}{22,4}$.

3. Không. Vì khoảng cách giữa các phân tử có độ lớn vào bậc kích thước phân tử. Ví dụ, 1 mol nước (18 g) có thể tích $0,000\,018\text{ m}^3$, bao gồm $6,02 \cdot 10^{23}$ phân tử.

Thể tích chia đều cho mỗi phân tử là $\frac{0,018 \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23}} \approx 3 \cdot 10^{-29} = (3,1 \cdot 10^{-10}\text{ m})^3$.

Đó là thể tích khối lập phương có cạnh $3,1 \cdot 10^{-10}\text{ m}$. Như vậy khoảng cách trung bình giữa các phân tử nước là $3,1 \cdot 10^{-10}\text{ m}$, trong khi kích thước của phân tử nước cũng vào bậc 10^{-10} m .

Bài tập

1. B sai.

Hướng dẫn : Vì 16 g ôxi chỉ là 0,5 mol nên số phân tử chứa trong đó chỉ là $0,5N_A$.

2. Số phân tử (nguyên tử) khí He bằng $0,5N_A$.

a) Khối lượng He bằng $0,5 \cdot 4 = 2\text{ g}$.

b) Thể tích bình bằng 0,5 thể tích mol, bằng 11,2 lít.

3.
$$\frac{\text{Khối lượng phân tử nước}}{\text{Khối lượng nguyên tử cacbon 12}} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2}$$

4. Số phân tử chứa trong 1 g nước $\left(\frac{1}{18}\text{ mol}\right)$ bằng :

$$\frac{6,02 \cdot 10^{23}}{18} = 3,35 \cdot 10^{22}.$$