CAO CỰ GIÁC (Chủ biên)
ĐẶNG THỊ THUẬN AN – NGUYỄN ĐÌNH ĐỘ
NGUYỄN XUÂN HỒNG QUÂN – PHẠM NGỌC TUẤN

HOÁ HỌC 10

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

CAO CỰ GIÁC (Chủ biên)
ĐẶNG THỊ THUẬN AN – NGUYỄN ĐÌNH ĐỘ
NGUYỄN XUÂN HỒNG QUÂN – PHẠM NGỌC TUẤN

HOÁ HỌC 10

Chân trời sáng tạo

M.S.D.N:0100108543-C.T.T.N.H.H
CÔNG TY TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN MỘT THÀNH VIÊN NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM
Q. HOÀN KIẾM - TP. HÀ NỘI

TỔNG BIÊN TẬP
Phạm Vĩnh Thái

Cao Cự Giác

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG SÁCH

Trong mỗi bài học gồm các nội dung sau:

MỞ ĐẦU

Khởi động, đặt vấn đề, gợi mở và tạo hứng thú vào bài học

HÌNH THÀNH KIẾN THỨC MỚI

Hoạt động hình thành kiến thức mới

Thảo luận

Tóm tắt kiến thức trọng tâm

LUYỆN TẬP

Củng cố kiến thức và rèn luyện kĩ năng đã học

VẬN DỤNG

Vận dụng kiến thức và kĩ năng đã học vào thực tiễn

MỞ RỘNG

Giới thiệu thêm kiến thức và ứng dụng liên quan đến bài học, giúp các em tự học ở nhà

CÁC KÍ HIỆU VIẾT TẮT TRONG SÁCH

Kí hiệu	Tiếng Anh	Tiếng Việt
askt		ánh sáng khuếch tán
asmt		ánh sáng mặt trời
đpnc		điện phân nóng chảy
↑, ↓		sản phẩm khí, sản phẩm rắn (kết tủa)
(*s*)	solid	chất rắn
(*l*)	liquid	chất lỏng
(*g*)	gas	chất khí (hơi)
(*aq*)	aqueous	chất tan trong nước (dung dịch)
E_a	activation energy	năng lượng hoạt hoá
E_b	bond energy	năng lượng liên kết
SATP	standard ambient temperature and pressure	điều kiện chuẩn về nhiệt độ và áp suất
ΔH	enthalpy change	biến thiên enthalpy
$\Delta_f H^o_{298}$	standard enthalpy of formation at 298 K	enthalpy tạo thành chuẩn ở 298 K
$\Delta_r H^o_{298}$	standard enthalpy change of reaction at 298 K	biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng ở 298 K

Hãy bảo quản, giữ gìn sách giáo khoa để dành tặng các em học sinh lớp sau!

LỜI NÓI ĐẦU

Các em học sinh thân mến!

Từ lâu, hoá học được mệnh danh là "trung tâm của các ngành khoa học" vì nhiều ngành khoa học như vật lí, sinh học, y học, khoa học Trái Đất, ... đều lấy hoá học làm nền tảng cho sự phát triển. Hoá học cũng là cơ sở phát triển cho nhiều ngành công nghiệp khác như vật liệu, luyện kim, điện tử, dược phẩm, dầu khí, ... Trong cuộc sống hằng ngày, hoá học hiện diện ở khắp mọi nơi. Từ lương thực – thực phẩm, đồ dùng thiết yếu trong gia đình, dụng cụ học tập, thuốc chữa bệnh, nguyên liệu sản xuất, ... đến hương thơm quyến rũ của nước hoa, mĩ phẩm, ... đều là những sản phẩm của hoá học.

Sách giáo khoa **Hoá học 10** gồm phần Mở đầu và 7 Chương mang đến cho các em những hiểu biết về cấu tạo chất và sự biến đổi của chất dựa trên các nguyên lí, quy luật của tự nhiên, từ đó sẽ thấy được vai trò to lớn về đóng góp của hoá học đối với sự phát triển kinh tế, khoa học kĩ thuật, ứng dụng thực tiễn, ... Mỗi chương được chia thành một số bài học, mỗi bài học gồm một chuỗi các hoạt động nhằm hình thành năng lực hoá học cho các em. Để học tập đạt kết quả tốt, các em cần tích cực, chủ động thực hiện các hoạt động sau:

Hoạt động ***Mở đầu*** bài học đưa ra câu hỏi, tình huống, vấn đề, ... của thực tiễn với mục đích định hướng, gợi mở các em huy động kiến thức và kinh nghiệm để bắt nhịp một cách hứng thú vào bài học.

Hoạt động ***Hình thành kiến thức mới*** là chuỗi hoạt động quan trọng mà ở đó các em cần tích cực quan sát các hình ảnh, thực hiện thí nghiệm, thảo luận, phán đoán khoa học, ... để chiếm lĩnh kiến thức mới của bài học.

Các hoạt động ***Luyện tập, Vận dụng*** giúp các em ôn tập kiến thức, rèn luyện kĩ năng của bài học và sử dụng chúng để giải quyết một số vấn đề thực tiễn liên quan đến hoá học.

Hoạt động ***Mở rộng***, giúp các em tìm hiểu thêm kiến thức hoặc ứng dụng liên quan đến bài học.

Cuối mỗi bài học là một số bài tập, nhằm tạo điều kiện cho các em tự kiểm tra và đánh giá kết quả học tập của mình.

Bảng ***Giải thích thuật ngữ*** cuối sách, giúp các em tra cứu một số thuật ngữ khoa học liên quan đến bài học.

Đây là cuốn sách thuộc bộ sách giáo khoa **Chân trời sáng tạo** của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam. Sách được biên soạn theo định hướng phát triển phẩm chất và năng lực người học, giúp các em không ngừng sáng tạo trước thế giới tự nhiên rộng lớn, đồng thời tạo cơ hội cho các em vận dụng kiến thức hoá học vào cuộc sống hằng ngày.

Các tác giả hi vọng cuốn sách giáo khoa **Hoá học 10** sẽ là người bạn đồng hành hữu ích cùng các em khám phá thế giới tự nhiên, phát triển nhận thức, tư duy logic và năng lực vận dụng kiến thức vào thực tiễn.

CÁC TÁC GIẢ

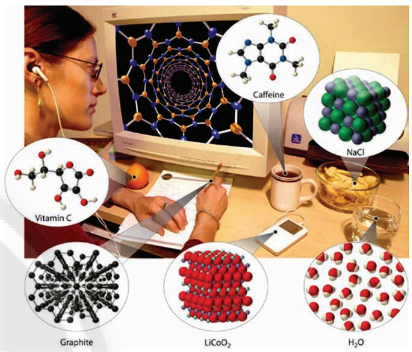
MỤC LỤC

Bài 1 NHẬP MÔN HOÁ HỌC

MỤC TIÊU

– Nêu được đối tượng nghiên cứu của hoá học.
– Nêu được vai trò của hoá học đối với đời sống, sản xuất, ...
– Trình bày được phương pháp học tập và nghiên cứu hoá học.

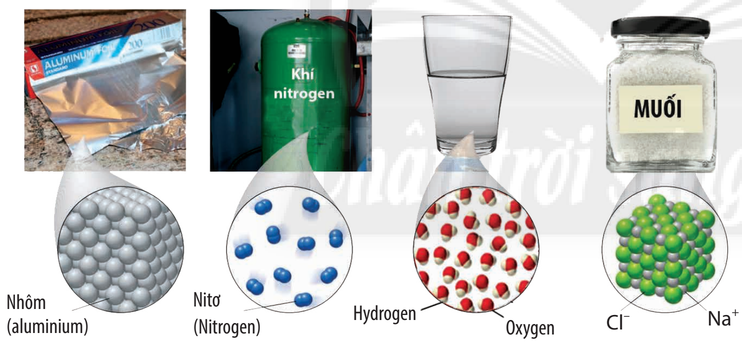
Hầu hết mọi thứ xung quanh chúng ta đều liên quan đến hoá học. Hoá học nghiên cứu về những vấn đề gì? Hoá học có vai trò như thế nào trong đời sống và sản xuất? Làm thế nào để có phương pháp học tập và nghiên cứu hoá học một cách hiệu quả?



Các chất hoá học có mặt trong đời sống hằng ngày

1 ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU CỦA HOÁ HỌC

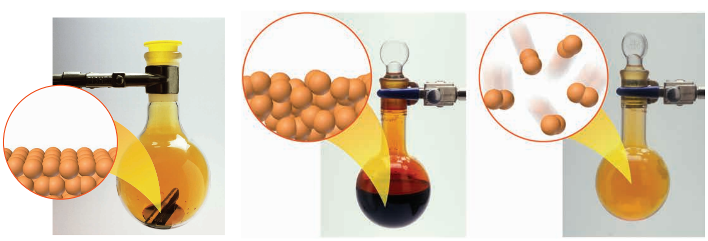
Nhận biết đối tượng nghiên cứu của hoá học



(a) Lá nhôm (b) Bình khí nitrogen (c) Cốc nước (d) Muối ăn

Hình 1.1. **Một số đơn chất và hợp chất**

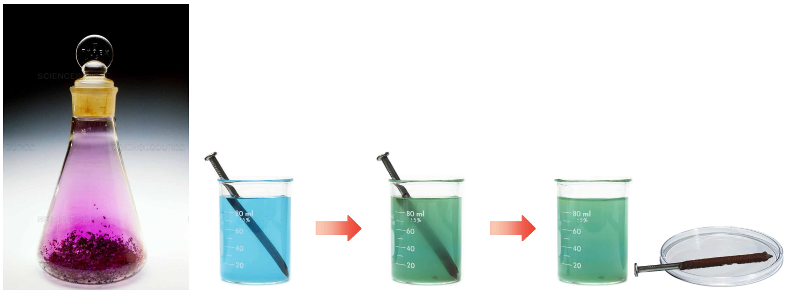
1. Quan sát Hình 1.1, hãy chỉ ra các đơn chất và hợp chất. Viết công thức hoá học của chúng.



(a) (b) (c)

Hình 1.2. **Ba thể của bromine**

2. Quan sát Hình 1.2, cho biết ba thể của bromine tương ứng với mỗi hình (a), (b) và (c). Sắp xếp theo thứ tự tăng dần mức độ trật tự trong cấu trúc của ba thể này.



(a) Quá trình thăng hoa của iodine

(b) Nhúng đinh sắt vào dung dịch copper sulfate

Hình 1.3. **Quá trình biến đổi vật lí và quá trình biến đổi hoá học**

3. Quan sát Hình 1.3, cho biết trong các quá trình (a), (b), đâu là quá trình biến đổi vật lí, quá trình biến đổi hoá học. Giải thích.

Hoá học là ngành khoa học thuộc lĩnh vực khoa học tự nhiên, nghiên cứu về thành phần, cấu trúc, tính chất và sự biến đổi của chất cũng như ứng dụng của chúng.

Khi đốt nến (được làm bằng paraffin), nến chảy ra ở dạng lỏng, thấm vào bấc, cháy trong không khí, sinh ra khí carbon dioxide và hơi nước. Cho biết giai đoạn nào diễn ra hiện tượng biến đổi vật lí, giai đoạn nào diễn ra hiện tượng biến đổi hoá học. Giải thích.

2 VAI TRÒ CỦA HOÁ HỌC TRONG ĐỜI SỐNG VÀ SẢN XUẤT

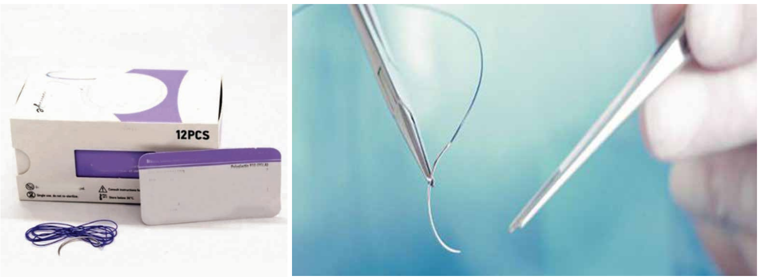
Tìm hiểu vai trò của hoá học trong đời sống và sản xuất

Hình 1.4. **Một số loại nhiên liệu dùng cho động cơ đốt trong**

4. Quan sát các Hình từ 1.4 đến 1.10, cho biết hoá học có ứng dụng trong những lĩnh vực nào của đời sống và sản xuất.

Hình 1.5. **Một số loại vật liệu xây dựng**

Hình 1.6. Thuốc phòng, chữa bệnh cho người



Hình 1.7. Chỉ khâu tự tiêu được dùng trong y khoa

Hình 1.8. Mĩ phẩm

Hình 1.9. Bón phân cho cây trồng

Hình 1.10. Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm

5. Nêu vai trò của hoá học trong mỗi ứng dụng được mô tả ở các hình bên.

Kể tên một vài ứng dụng khác của hoá học trong đời sống.

Từ sáng sớm thức dậy cho đến tối đi ngủ, em sử dụng rất nhiều chất trong việc sinh hoạt cá nhân, ăn uống, học tập, . . . Hãy liệt kê những chất đã sử dụng hằng ngày mà em biết. Nếu thiếu đi những chất ấy thì cuộc sống sẽ bất tiện như thế nào?

Hoá học có vai trò quan trọng trong đời sống, sản xuất và nghiên cứu khoa học.

3 PHƯƠNG PHÁP HỌC TẬP HOÁ HỌC

Trình bày phương pháp học tập hoá học

Để học tốt môn Hoá học, chúng ta cần có phương pháp học tập đúng đắn thông qua một số hoạt động được thực hiện trên lớp học, cũng như ở nhà.

1. Ôn tập và nghiên cứu bài học trước khi đến lớp

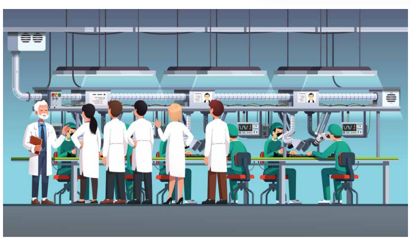
2. Rèn luyện tư duy hoá học

3. Ghi chép

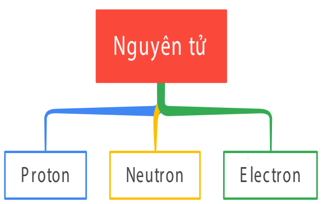
4. Luyện tập thường xuyên

5. Thực hành thí nghiệm

6. Sử dụng thẻ ghi nhớ



7. Hoạt động tham quan, trải nghiệm



8. Sử dụng sơ đồ tư duy

***Hình 1.11.* Minh hoạ một số hoạt động trong học tập môn Hoá học**

Phương pháp học tập hoá học nhằm phát triển năng lực hoá học, bao gồm: (1) Phương pháp tìm hiểu lí thuyết; (2) Phương pháp học tập thông qua thực hành thí nghiệm; (3) Phương pháp luyện tập, ôn tập; (4) Phương pháp học tập trải nghiệm.

6. Nêu ý nghĩa của các hoạt động có trong Hình 1.11 đối với việc học tập môn Hoá học.
7. Hãy cho biết các hoạt động trong Hình 1.11 tương ứng với phương pháp học tập hoá học nào.

Dựa vào các tiêu chí khác nhau, em hãy lập sơ đồ để phân loại các chất sau: oxygen, ethanol, iron(III) oxide, acetic acid, sucrose.

Em cùng các bạn trong nhóm hãy tự tạo thẻ ghi nhớ để ghi nhớ một số nguyên tố trong 20 nguyên tố hoá học đầu tiên của bảng tuần hoàn.

4 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU HOÁ HỌC

Tìm hiểu phương pháp nghiên cứu hoá học

Khi nghiên cứu một vấn đề hoá học, chúng ta cần có phương pháp nghiên cứu. Không có phương pháp nào là chung cho mọi nghiên cứu. Tuỳ vào mục đích và đối tượng nghiên cứu mà chúng ta lựa chọn phương pháp cho phù hợp.

1. Phương pháp nghiên cứu lí thuyết là sử dụng những định luật, nguyên lí, quy tắc, cơ chế, mô hình, …cũng như các kết quả nghiên cứu đã có để tiếp tục làm rõ những vấn đề của lí thuyết hoá học.

2. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm là nghiên cứu những vấn đề dựa trên kết quả thí nghiệm, khảo sát, thu thập số liệu, phân tích, định lượng, …

3. Phương pháp nghiên cứu ứng dụng nhằm mục đích giải quyết các vấn đề hoá học được ứng dụng trong các lĩnh vực khác nhau.

8. Cho biết 3 phương pháp nghiên cứu hoá học được sử dụng độc lập hay bổ trợ lẫn nhau trong quá trình nghiên cứu.

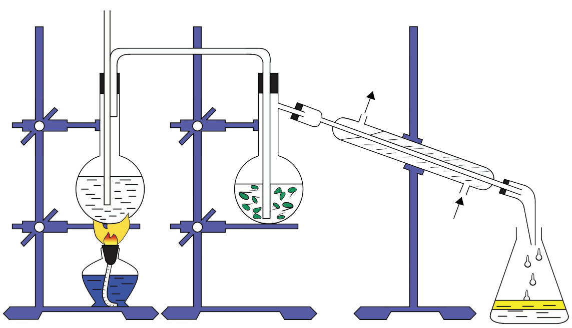
Tìm hiểu các bước nghiên cứu hoá học

Ví dụ: Để nghiên cứu thành phần hoá học và bước đầu ứng dụng tinh dầu tràm trà (*Melaleuca alternifolia*) trong sản xuất nước súc miệng, các nhà nghiên cứu đã thực hiện theo các bước được mô tả trong Hình 1.12:

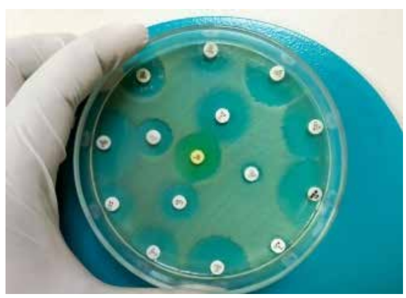
9. Hãy cho biết trong đề tài "nghiên cứu thành phần hoá học và bước đầu ứng dụng tinh dầu tràm trà trong sản xuất nước súc miệng", các nhà nghiên cứu đã sử dụng phương pháp nghiên cứu nào?

(1) Nghiên cứu thành phần hoá học và ứng dụng của tinh dầu tràm trà làm nước súc miệng qua các công trình khoa học trên các tạp chí đã được xuất bản.

(2) Đặt giả thuyết: tinh dầu tràm trà có khả năng kháng khuẩn.



(3) Thí nghiệm chiết xuất tinh dầu bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước.



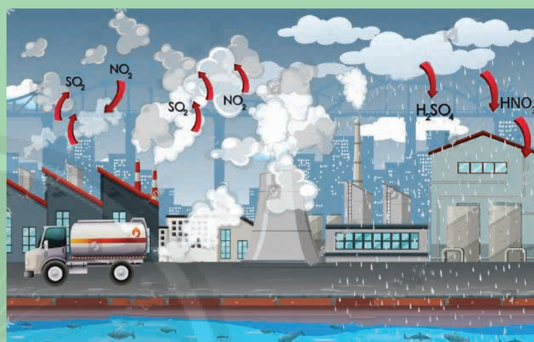
(4) Khảo sát hoạt tính kháng khuẩn của sản phẩm nước súc miệng từ tinh dầu tràm trà.

Hình 1.12. **Các bước thực hiện trong đề tài nghiên cứu thành phần hoá học và bước đầu ứng dụng tinh dầu tràm trà trong sản xuất nước súc miệng**

• Phương pháp nghiên cứu hoá học bao gồm: nghiên cứu lí thuyết, nghiên cứu thực nghiệm và nghiên cứu ứng dụng.
• Phương pháp nghiên cứu hoá học thường bao gồm một số bước: (1) Xác định vấn đề nghiên cứu; (2) Nêu giả thuyết khoa học; (3) Thực hiện nghiên cứu (lí thuyết, thực nghiệm, ứng dụng); (4) Viết báo cáo: thảo luận kết quả và kết luận vấn đề.

Hãy chỉ rõ các bước nghiên cứu trong Hình 1.12 tương ứng với những bước nào trong phương pháp nghiên cứu hoá học.

Mưa acid là một thuật ngữ chung chỉ sự tích luỹ của các chất gây ô nhiễm, có khả năng chuyển hoá trong nước mưa tạo nên môi trường acid. Các chất gây ô nhiễm chủ yếu là khí SO_2 và NO_x thải ra từ các quá trình sản xuất trong đời sống, đặc biệt là quá trình đốt cháy than đá, dầu mỏ và các nhiên liệu tự nhiên khác. Hiện tượng này gây ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống con người, động - thực vật và có thể làm thay đổi thành phần của nước các sông, hồ, giết chết các loài cá và những sinh vật khác, đồng thời huỷ hoại các công trình kiến trúc. Theo em, việc nghiên cứu để tìm ra giải pháp nhằm giảm thiểu tác hại của mưa acid thuộc phương pháp nghiên cứu lí thuyết, thực nghiệm, hay ứng dụng.



Quá trình hình thành mưa acid

Hoá học là một ngành khoa học thuộc lĩnh vực khoa học tự nhiên, kết hợp chặt chẽ giữa lí thuyết và thực nghiệm. Hoá học còn được gọi là "khoa học trung tâm" vì nó là cầu nối giữa các ngành khoa học tự nhiên khác như vật lí, địa chất và sinh học, ... Theo truyền thống, hoá học được chia thành 5 chuyên ngành chính, bao gồm: hoá lí thuyết và hoá lí, hoá vô cơ, hoá hữu cơ, hoá phân tích, hoá sinh.

BÀI TẬP

1. Nội dung nào dưới đây **không phải** là đối tượng nghiên cứu của hoá học?

A. Thành phần, cấu trúc của chất.

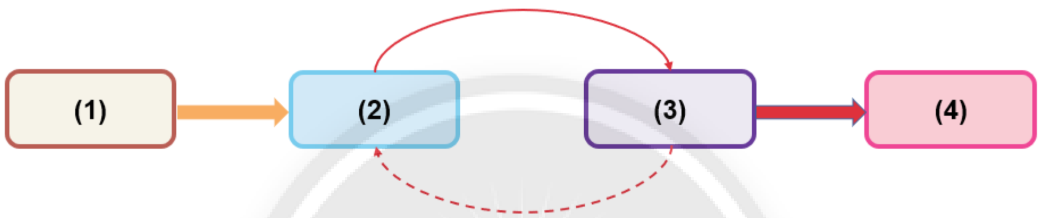
B. Tính chất và sự biến đổi của chất.

C. Ứng dụng của chất.

D. Sự lớn lên và sinh sản của tế bào.

2. Qua tìm hiểu thực tế, em hãy thiết kế một poster về vai trò của hoá học đối với lĩnh vực y học.

3. Cho các bước trong phương pháp nghiên cứu hoá học: *Nêu giả thuyết khoa học; Viết báo cáo: thảo luận kết quả và kết luận vấn đề; Thực hiện nghiên cứu; Xác định vấn đề nghiên cứu*. Hãy sắp xếp các bước trên vào sơ đồ dưới đây theo thứ tự để có quy trình nghiên cứu phù hợp.



Sơ đồ các bước nghiên cứu hoá học

Chương 1

CẤU TẠO NGUYÊN TỬ

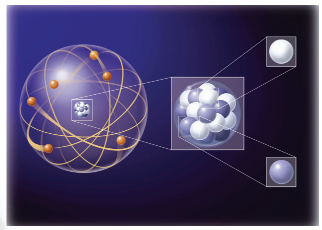
Bài 2

THÀNH PHẦN CỦA NGUYÊN TỬ

MỤC TIÊU

– Trình bày được thành phần của nguyên tử.
– So sánh được khối lượng của electron với proton và neutron, kích thước của hạt nhân với kích thước nguyên tử.

Từ rất lâu, các nhà khoa học đã nghiên cứu các mô hình nguyên tử và cập nhật chúng thông qua việc thu thập những dữ liệu thực nghiệm. Nguyên tử gồm những hạt cơ bản nào? Cơ sở nào để phát hiện ra các hạt cơ bản đó và chúng có tính chất gì?

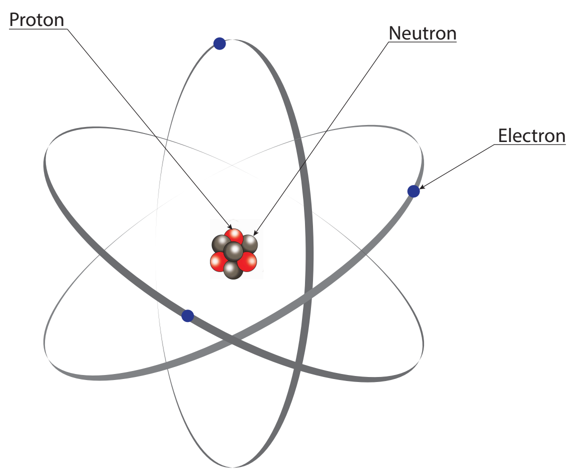


Mô phỏng mô hình nguyên tử

1 THÀNH PHẦN CẤU TẠO NGUYÊN TỬ

Trình bày thành phần cấu tạo nguyên tử

Từ thời cổ Hy Lạp, nhà triết học Democritous (Đê-mô-crít, 460 – 370 trước Công Nguyên) cho rằng mọi vật chất được tạo thành từ các phần tử rất nhỏ được gọi là “atomos”, nghĩa là không thể phá huỷ và không thể chia nhỏ hơn được nữa. Đến giữa thế kỉ XIX, các nhà khoa học cho rằng: các chất đều được cấu tạo nên từ những hạt rất nhỏ, không thể phân chia được nữa, gọi là **nguyên tử**. Vào cuối thế kỉ XIX, đầu thế kỉ XX, bằng những nghiên cứu thực nghiệm, các nhà khoa học đã chứng minh sự tồn tại của nguyên tử và nguyên tử có cấu tạo phức tạp.



Hình 2.1. Mô hình nguyên tử

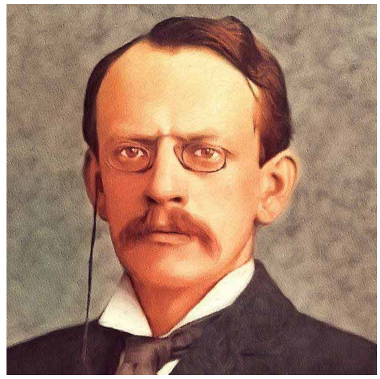
1. Quan sát Hình 2.1, cho biết thành phần nguyên tử gồm những loại hạt nào?

Nguyên tử gồm hạt nhân chứa proton, neutron và vỏ nguyên tử chứa electron.

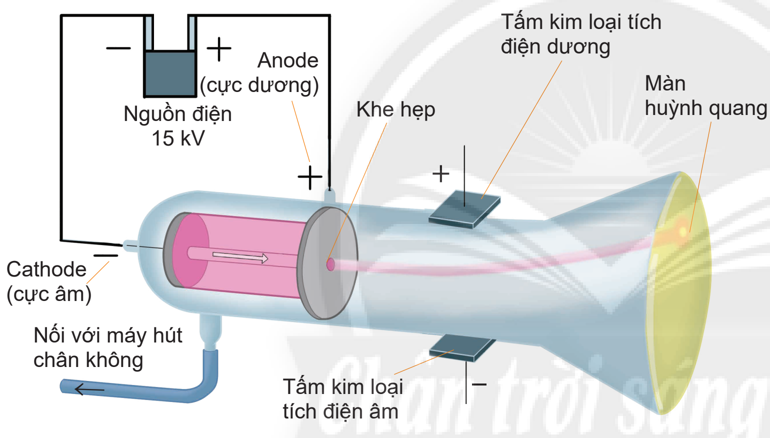
2 SỰ TÌM RA ELECTRON

Tìm hiểu thí nghiệm khám phá tia âm cực của Thomson

Năm 1897, nhà vật lí người Anh J. J. Thomson (Tôm-xơn) thực hiện thí nghiệm phóng điện trong một ống thuỷ tinh gần như chân không (gọi là **ống tia âm cực**). Ông quan sát thấy màn huỳnh quang trong ống phát sáng do những tia phát ra từ cực âm (gọi là **tia âm cực**) và những tia này bị hút về cực dương của trường điện (Hình 2.2), chứng tỏ chúng tích điện âm. Đó chính là chùm các hạt **electron**.



Joseph John Thomson (1856 – 1940)



Hình 2.2. **Thí nghiệm của Thomson**

2. Cho biết vai trò của màn huỳnh quang trong thí nghiệm ở Hình 2.2.

3. Quan sát Hình 2.2, giải thích vì sao tia âm cực bị hút về cực dương của trường điện.

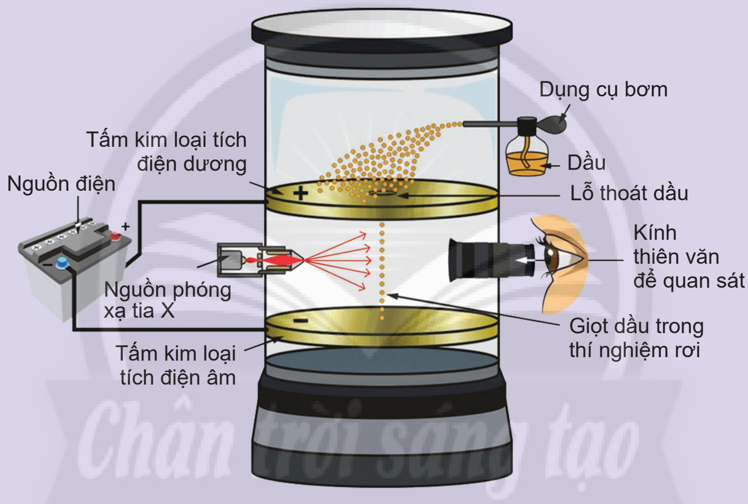
- Trong nguyên tử tồn tại một loại hạt có khối lượng và mang điện tích âm, được gọi là electron (kí hiệu là e).
- Hạt electron có:
  - Điện tích: $q_e = -1{,}602 \times 10^{-19}$ C (coulomb).
  - Khối lượng: $m_e = 9{,}11 \times 10^{-28}$ g.
- Người ta chưa phát hiện được điện tích nào nhỏ hơn $1{,}602 \times 10^{-19}$ C nên nó được dùng làm điện tích đơn vị, điện tích của electron được quy ước là –1.

4. Nếu đặt một chong chóng nhẹ trên đường đi của tia âm cực thì chong chóng sẽ quay. Từ hiện tượng đó, hãy nêu kết luận về tính chất của tia âm cực.

Thí nghiệm giọt dầu của Millikan

Năm 1909, nhà vật lí thực nghiệm người Mĩ là R. A. Millikan (Mi-li-kan) đã tiến hành phun các giọt dầu vào một hộp trong suốt. Bên trong hộp chứa hai tấm kim loại được nối vào nguồn điện một chiều với một đầu tích điện âm (–) và một đầu tích điện dương (+). Trong hộp còn có thiết bị phát ra một chùm tia Röntgen (tia X) để ion hoá các giọt dầu (cấp cho nó một điện tích). Tia X có khả năng đánh bật các electron khỏi không khí giữa các tấm kim loại và các electron sẽ bám vào các giọt dầu, làm chúng tích điện âm. Bằng cách thay đổi cường độ trường điện, Millikan có thể kiểm soát tốc độ rơi của các giọt dầu. Chuyển động của các giọt dầu trong thiết bị phụ thuộc vào điện tích của mỗi giọt và vào trường điện. Millikan đã quan sát các giọt dầu bằng kính thiên văn.

Ông có thể làm cho các giọt dầu rơi chậm hơn, nhanh hơn, hoặc khiến chúng dừng lại khi thay đổi cường độ của trường điện. Từ những quan sát của mình, ông đã tính được điện tích và khối lượng của electron.

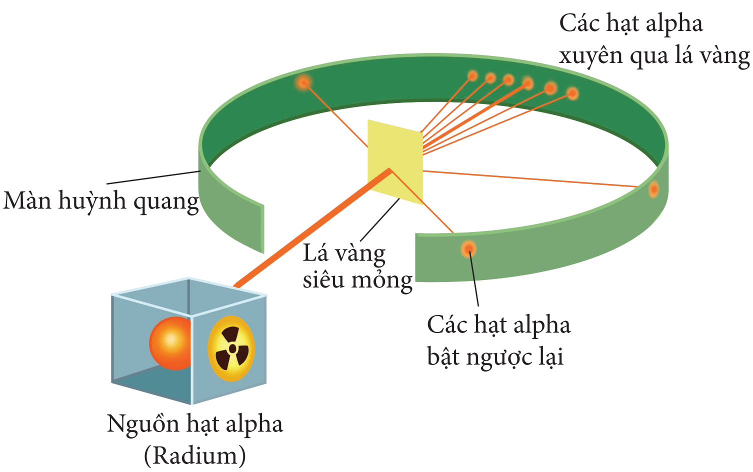


▲ **Thí nghiệm giọt dầu của Millikan**

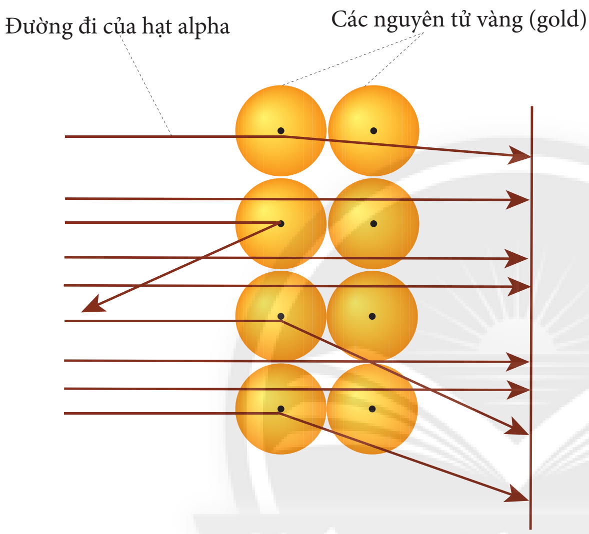
3 SỰ KHÁM PHÁ HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

Tìm hiểu thí nghiệm của Rutherford

Năm 1911, nhà vật lí người New Zealand là E. Rutherford (Rơ-dơ-pho) đã tiến hành bắn phá một chùm hạt alpha (kí hiệu là α, hạt nhân của nguyên tử helium, mang điện tích +2, có khối lượng gấp khoảng 7 500 lần khối lượng electron) lên một lá vàng siêu mỏng (Hình 2.3) và quan sát đường đi của chúng sau khi bắn phá bằng màn huỳnh quang (zinc sulfide, ZnS).



▲ ***Hình 2.3.*** **Thí nghiệm khám phá hạt nhân nguyên tử của Rutherford**

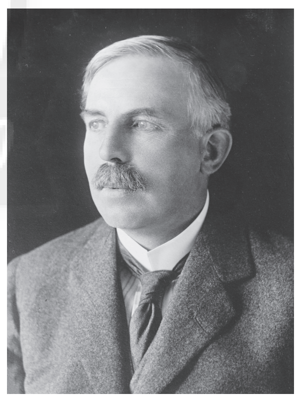


▲ ***Hình 2.4.*** **Kết quả thí nghiệm khám phá hạt nhân nguyên tử của Rutherford**

5. Quan sát Hình 2.3, cho biết các hạt α có đường đi như thế nào. Dựa vào Hình 2.4, giải thích kết quả thí nghiệm thu được.

Nguyên tử oxygen có 8 electron, cho biết hạt nhân của nguyên tử này có điện tích là bao nhiêu?

- Nguyên tử có cấu tạo rỗng, gồm hạt nhân ở trung tâm và lớp vỏ là các electron chuyển động xung quanh hạt nhân.
- Nguyên tử trung hoà về điện: *số đơn vị điện tích dương của hạt nhân bằng số đơn vị điện tích âm của các electron trong nguyên tử.*



▲ **Ernest Rutherford (1871 – 1937)**

4 CẤU TẠO HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

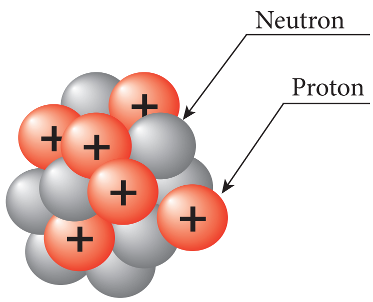
Tìm hiểu sự xuất hiện của proton và neutron

Vào năm 1918, khi bắn phá hạt nhân nguyên tử nitrogen bằng các hạt α (thực hiện trong máy gia tốc hạt), Rutherford đã nhận thấy sự xuất hiện hạt nhân nguyên tử oxygen và

6. Điện tích của hạt nhân nguyên tử do thành phần nào quyết định? Từ đó, rút ra nhận xét về mối quan hệ giữa số đơn vị điện tích hạt nhân và số proton.

một loại hạt mang một đơn vị điện tích dương (e_0 hay +1), đó là **proton** (kí hiệu là p).

Năm 1932, khi dùng các hạt α để bắn phá hạt nhân nguyên tử beryllium, J. Chadwick (Chát-uých) nhận thấy sự xuất hiện của một loại hạt có khối lượng xấp xỉ hạt proton, nhưng không mang điện. Ông gọi chúng là **neutron** (kí hiệu là n).



Hình 2.5. **Thành phần hạt nhân nguyên tử**

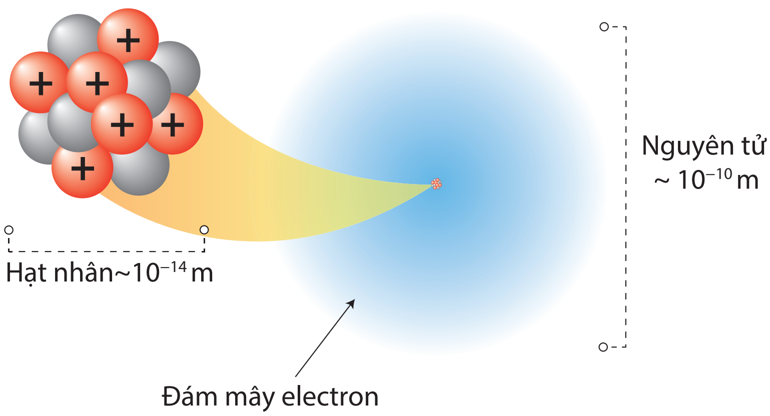
> Hạt nhân nguyên tử gồm hai loại hạt là proton và neutron. Proton mang điện tích dương (+1) và neutron không mang điện. Proton và neutron có khối lượng gần bằng nhau.

Nguyên tử natri (sodium) có điện tích hạt nhân là +11. Cho biết số proton và số electron trong nguyên tử này.

5 KÍCH THƯỚC VÀ KHỐI LƯỢNG NGUYÊN TỬ

So sánh kích thước nguyên tử và hạt nhân nguyên tử

Nếu hình dung hạt nhân là một khối cầu có kích thước như viên bi thì nguyên tử sẽ là một khối cầu có kích thước bằng một sân bóng đá.



Hình 2.6. **Đường kính nguyên tử, hạt nhân trong nguyên tử carbon**

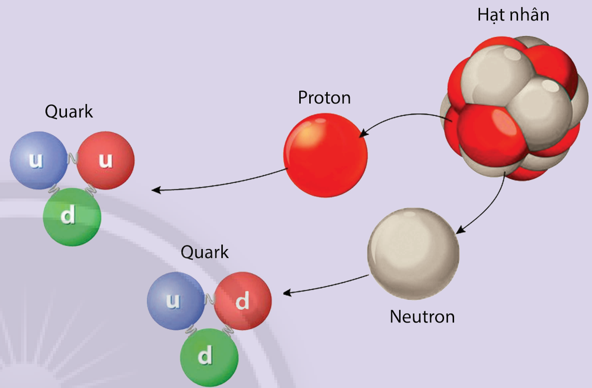
7. Quan sát Hình 2.6, hãy lập tỉ lệ giữa đường kính nguyên tử và đường kính hạt nhân của nguyên tử carbon. Từ đó, rút ra nhận xét.

Đơn vị nanomet (nm) hay angstrom (Å) thường được sử dụng để biểu thị kích thước nguyên tử.

$$1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m};\ 1\text{Å} = 10^{-10}\text{ m};\ 1\text{ nm} = 10\text{Å}$$

Nếu xem nguyên tử như một quả cầu, trong đó các electron chuyển động rất nhanh xung quanh hạt nhân thì nguyên tử đó có đường kính khoảng 10^{-10} m và đường kính hạt nhân khoảng 10^{-14} m. Như vậy, đường kính của nguyên tử lớn hơn đường kính của hạt nhân khoảng 10 000 lần.

Những hiểu biết của nhân loại về vũ trụ và thế giới xung quanh ngày càng phát triển. Người Hy Lạp cổ đại lần đầu tiên đoán được sự tồn tại của các hạt gọi là nguyên tử. Khoảng 1500 năm sau, người ta đã chứng minh được sự tồn tại của nguyên tử và xem chúng là những hạt nhỏ nhất, tạo nên vật chất. Sau đó không lâu, người ta phát hiện ra nguyên tử được tạo thành từ 3 loại hạt cơ bản là proton, neutron và electron. Tuy nhiên, các hạt này vẫn chưa phải những hạt nhỏ nhất trong vũ trụ. Ngày nay các công trình nghiên cứu cho thấy proton và neutron được tạo thành bởi các hạt nhỏ hơn, gọi là hạt quark.



Cấu tạo của proton và neutron

Tìm hiểu khối lượng của nguyên tử

Bảng 2.1. **Một số tính chất của các loại hạt cơ bản trong nguyên tử**

Hạt	Điện tích tương đối	Khối lượng (amu)	Khối lượng (g)
p	+1	≈ 1	$1{,}673 \times 10^{-24}$
n	0	≈ 1	$1{,}675 \times 10^{-24}$
e	–1	$\frac{1}{1840} \approx 0{,}00055$	$9{,}11 \times 10^{-28}$

8. Dựa vào Bảng 2.1, hãy lập tỉ lệ khối lượng của một proton với khối lượng của một electron. Kết quả này nói lên điều gì?

Để biểu thị khối lượng của nguyên tử, các hạt proton, neutron và electron, người ta dùng đơn vị **khối lượng nguyên tử**, kí hiệu là amu.

1 amu bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng nguyên tử của carbon –12.

$$1\text{ amu} = 1{,}66 \times 10^{-24}\text{ g}$$

Nguyên tử oxygen –16 có 8 proton, 8 neutron và 8 electron. Tính khối lượng nguyên tử oxygen theo đơn vị gam và amu.

Khối lượng của nguyên tử gần bằng khối lượng hạt nhân do khối lượng của các electron không đáng kể so với khối lượng của proton và neutron.

Sử dụng sơ đồ tư duy để mô tả cấu tạo nguyên tử và hệ thống hoá kiến thức của bài học.

BÀI TẬP

1. Hãy cho biết dữ kiện nào trong thí nghiệm của Rutherford chứng minh nguyên tử có cấu tạo rỗng.

2. Thông tin nào sau đây **không** đúng?

A. Proton mang điện tích dương, nằm trong hạt nhân, khối lượng gần bằng 1 amu.

B. Electron mang điện tích âm, nằm trong hạt nhân, khối lượng gần bằng 0 amu.

C. Neutron không mang điện, khối lượng gần bằng 1 amu.

D. Nguyên tử trung hoà điện, có kích thước lớn hơn nhiều so với hạt nhân, nhưng có khối lượng gần bằng khối lượng hạt nhân.

3. Mỗi phát biểu dưới đây mô tả loại hạt nào trong nguyên tử?

a) Hạt mang điện tích dương.

b) Hạt được tìm thấy trong hạt nhân và không mang điện.

c) Hạt mang điện tích âm.

4. a) Cho biết 1 g electron có bao nhiêu hạt?

b) Tính khối lượng của 1 mol electron (biết hằng số Avogadro có giá trị là $6{,}022 \times 10^{23}$).

Bài 3

NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

MỤC TIÊU

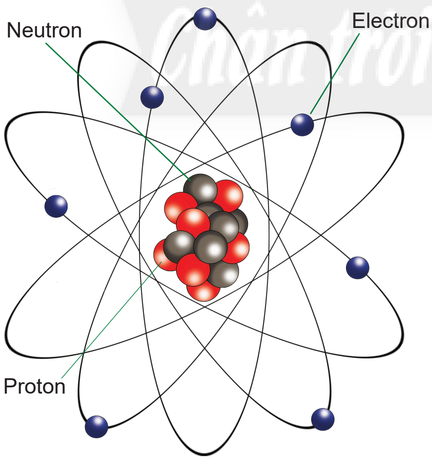
– Trình bày được khái niệm về nguyên tố hoá học, số hiệu nguyên tử và kí hiệu nguyên tử.
– Phát biểu được khái niệm đồng vị, nguyên tử khối.
– Tính được nguyên tử khối trung bình (theo amu) dựa vào khối lượng nguyên tử và phần trăm số nguyên tử của các đồng vị theo phổ khối lượng được cung cấp.

Kim cương và than chì có vẻ ngoài khác nhau. Tuy nhiên, chúng đều được tạo thành từ cùng một nguyên tố hóa học là nguyên tố carbon (C). Nguyên tố hoá học là gì? Một nguyên tử của nguyên tố hoá học có những đặc trưng cơ bản nào?

▲ **Kim cương và than chì**

1 HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

Tìm hiểu về điện tích hạt nhân



▲ ***Hình 3.1.*** **Mô hình nguyên tử nitrogen theo Rutherford**

1. Quan sát Hình 3.1, cho biết nguyên tử nitrogen có bao nhiêu proton, neutron và electron.
2. Điện tích hạt nhân của nguyên tử nitrogen có giá trị là bao nhiêu?

- Số đơn vị điện tích hạt nhân (Z) = số proton (P) = số electron (E).
- Điện tích hạt nhân = +Z.

Nguyên tử sodium có 11 proton. Cho biết số đơn vị điện tích hạt nhân và số electron của nguyên tử này.

Tìm hiểu về số khối của nguyên tử

Bảng 3.1. **Số lượng các hạt cơ bản và số khối của nguyên tử một số nguyên tố**

Tên nguyên tố	Kí hiệu	P	N	Số khối (A)	E
Helium	He	2	2	4	2
Lithium	Li	3	4	7	?
Nitrogen	N	7	?	14	7
Oxygen	O	8	8	?	8

3. Bổ sung những dữ liệu còn thiếu trong Bảng 3.1.

Số khối (A) = số proton (P) + số neutron (N)

2 NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

Tìm hiểu về số hiệu nguyên tử

Số hiệu nguyên tử của một nguyên tố được quy ước bằng số đơn vị điện tích hạt nhân nguyên tử của nguyên tố đó.

Số hiệu nguyên tử (kí hiệu là Z) cho biết:

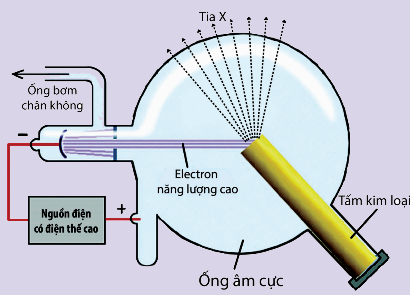
– Số proton trong hạt nhân nguyên tử.

– Số electron trong nguyên tử.

4. Nguyên tố carbon có số hiệu nguyên tử là 6. Xác định điện tích hạt nhân của nguyên tử này.

- Số đơn vị điện tích hạt nhân nguyên tử của một nguyên tố được gọi là số hiệu nguyên tử (Z) của nguyên tố đó.
- Mỗi nguyên tố hoá học có một số hiệu nguyên tử.

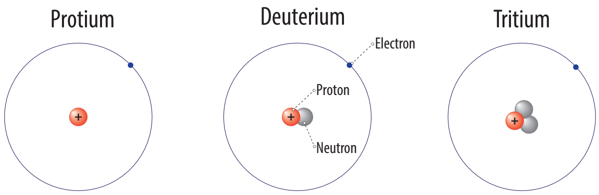
Năm 1913, nhà vật lí người Anh là H. Moseley (Mơ-lê) đã thực hiện thí nghiệm khảo sát bản chất tự nhiên của tia X. Ông sử dụng một chùm tia electron có năng lượng cao để bắn vào các tấm kim loại khác nhau làm anode và thu được tia X. Ông phát hiện ra rằng, bước sóng của tia X luôn không đổi đối với một kim loại nhất định và thay đổi khi thay anode bằng những kim loại khác. Từ đó, ông cho rằng bước sóng này phụ thuộc vào số proton trong nguyên tử của mỗi nguyên tố kim loại được dùng làm anode.



Mô hình thí nghiệm khảo sát bản chất tự nhiên của tia X của Henry Moseley

Tìm hiểu khái niệm nguyên tố hoá học

Protium, deuterium và tritium là các loại nguyên tử của nguyên tố hydrogen.



Hình 3.2. **Các loại nguyên tử của nguyên tố hydrogen**

> Nguyên tố hoá học là tập hợp những nguyên tử có cùng điện tích hạt nhân.

5. Quan sát Hình 3.2, cho biết số proton, số neutron, số electron và điện tích hạt nhân của từng loại nguyên tử của nguyên tố hydrogen.

Tìm hiểu kí hiệu nguyên tử

Số đơn vị điện tích hạt nhân nguyên tử (còn được gọi là số hiệu nguyên tử) của một nguyên tố hoá học và số khối được xem là những đặc trưng cơ bản của nguyên tử. Để kí hiệu nguyên tử, người ta thường ghi các chỉ số đặc trưng ở bên trái kí hiệu nguyên tố với số khối A ở phía trên, số hiệu nguyên tử Z ở phía dưới.

> Kí hiệu nguyên tử được sử dụng để biểu thị nguyên tử của một nguyên tố hoá học.
>
> Số khối — $^{A}_{Z}X$ — Kí hiệu nguyên tố hoá học
>
> Số hiệu nguyên tử

6. Kí hiệu nguyên tử cho biết những thông tin nào?

Số khối

$^{65}_{30}Zn$

Số hiệu nguyên tử

Hình 3.3. **Kí hiệu nguyên tử kẽm (zinc)**

Viết kí hiệu nguyên tử của nguyên tố oxygen. Biết nguyên tử của nguyên tố này có 8 electron và 8 neutron.

3 ĐỒNG VỊ

Tìm hiểu khái niệm đồng vị

Các nguyên tử của cùng một nguyên tố hoá học có thể có số khối khác nhau. Sở dĩ như vậy vì hạt nhân của các nguyên tử đó có cùng số proton, nhưng có thể khác số neutron. Những nguyên tử này được gọi là **đồng vị** của một nguyên tố hoá học.

Trong tự nhiên, hầu hết các nguyên tố được tìm thấy dưới dạng hỗn hợp của các đồng vị. Một nguyên tố hoá học dù

7. Quan sát Hình 3.2, so sánh điểm giống và khác nhau giữa các loại nguyên tử của nguyên tố hydrogen.

ở dạng đơn chất hay hợp chất thì tỉ lệ giữa các đồng vị của nguyên tố này là không đổi. Ví dụ, các quả chuối đều chứa nguyên tố potassium (K) trong thành phần dinh dưỡng của chúng. Chúng có thể khác nhau về kích thước, hình dáng, mùi vị cũng như được thu hoạch ở những vị trí địa lí khác nhau nhưng đều chứa 93,26% số nguyên tử $^{39}_{19}K$; 6,73% số nguyên tử $^{41}_{19}K$ và 0,01% số nguyên tử $^{40}_{19}K$ trong tổng số nguyên tử potassium có trong chúng.

Ngoài những đồng vị bền, các nguyên tố hoá học còn có một số đồng vị không bền, gọi là các **đồng vị phóng xạ**, được sử dụng nhiều trong đời sống, y học, nghiên cứu khoa học, …

Kim cương là một trong những dạng tồn tại của nguyên tố carbon trong tự nhiên. Nguyên tố này có hai đồng vị bền với số khối lần lượt là 12 và 13. Hãy viết kí hiệu nguyên tử của hai đồng vị này.

Các đồng vị của một nguyên tố hoá học là những nguyên tử có cùng số proton (P), cùng số hiệu nguyên tử (Z), nhưng khác nhau về số neutron (N). Do đó, số khối (A) của chúng khác nhau.

4 NGUYÊN TỬ KHỐI VÀ NGUYÊN TỬ KHỐI TRUNG BÌNH

Tìm hiểu nguyên tử khối

Nguyên tử khối là khối lượng tương đối của nguyên tử. Khối lượng của một nguyên tử bằng tổng khối lượng của proton, neutron và electron trong nguyên tử đó. Proton và neutron đều có khối lượng gần bằng 1 amu, electron có khối lượng nhỏ hơn rất nhiều (khoảng 0,00055 amu). Do đó, có thể coi *nguyên tử khối có giá trị bằng số khối.*

8. Nguyên tử của nguyên tố magnesium (Mg) có 12 proton và 12 neutron. Nguyên tử khối của Mg là bao nhiêu?

Nguyên tử khối của một nguyên tử cho biết khối lượng của nguyên tử đó nặng gấp bao nhiêu lần đơn vị khối lượng nguyên tử (1 amu).

Xác định nguyên tử khối trung bình

Mỗi nguyên tố thường có nhiều đồng vị, do đó trong thực tế, người ta thường sử dụng giá trị **nguyên tử khối trung bình**. Muốn xác định giá trị nguyên tử khối trung bình của một nguyên tố, ta cần phải biết được phần trăm số nguyên tử các đồng vị của nguyên tố đó trong tự nhiên. Người ta thường sử dụng **phương pháp phổ khối lượng** (Mass Spectrometry – MS) để xác định phần trăm số nguyên tử các đồng vị trong tự nhiên của các nguyên tố. Đây cũng là một phương pháp quan trọng trong việc phân tích thành phần và cấu trúc các chất.

9. Trong tự nhiên, nguyên tố copper có hai đồng vị với phần trăm số nguyên tử tương ứng là $^{63}_{29}Cu$ (69,15%) và $^{65}_{29}Cu$ (30,85%). Hãy tính nguyên tử khối trung bình của nguyên tố copper.

Trong tự nhiên, chlorine có hai đồng vị là $^{35}_{17}Cl$ và $^{37}_{17}Cl$ có tỉ lệ phần trăm số nguyên tử tương ứng là 75,76% và 24,24%.

Cách xác định nguyên tử khối trung bình của chlorine:

$$\overline{A}_{Cl} = \frac{(A_{^{35}Cl} \times \%^{35}Cl) + (A_{^{37}Cl} \times \%^{37}Cl)}{100} = \frac{(35 \times 75,76) + (37 \times 24,24)}{100} = 35,48$$

Công thức tính nguyên tử khối trung bình của nguyên tố X:

$$\overline{A}_X = \frac{a_1 \times A_1 + a_2 \times A_2 + ... + a_i \times A_i}{100}$$

$\overline{A}_X$ là nguyên tử khối trung bình của X.

A_i là nguyên tử khối đồng vị thứ i.

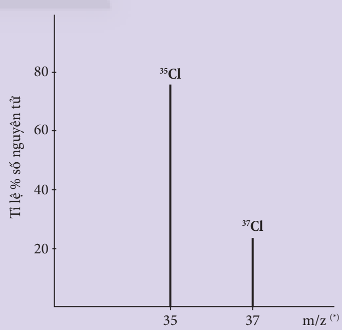
a_i là tỉ lệ % số nguyên tử đồng vị thứ i.

Trong thể dục thể thao, có một số vận động viên sử dụng các loại chất kích thích trong thi đấu, gọi là doping, dẫn đến thành tích đạt được của họ không thật so với năng lực vốn có. Một trong các loại doping thường gặp nhất là testosterone tổng hợp.

Tỉ lệ giữa hai đồng vị $^{12}_{6}C$ (98,98%) và $^{13}_{6}C$ (1,11%) là không đổi đối với testosterone tự nhiên trong cơ thể. Trong khi testosterone tổng hợp (tức doping) có phần trăm số nguyên tử đồng vị $^{13}_{6}C$ ít hơn testosterone tự nhiên. Đây chính là mấu chốt của xét nghiệm CIR (Carbon Isotope Ratio – Tỉ lệ đồng vị carbon) – một xét nghiệm với mục đích xác định xem vận động viên có sử dụng dopping hay không.

Giả sử, thực hiện phân tích CIR đối với một vận động viên thu được kết quả phần trăm số nguyên tử đồng vị $^{12}_{6}C$ là x và $^{13}_{6}C$ là y. Từ tỉ lệ đó, người ta tính được nguyên tử khối trung bình của carbon trong mẫu phân tích có giá trị là 12,0098. Với kết quả thu được, em có nghi ngờ vận động động viên này sử dụng doping không? Vì sao?

Phổ khối hay phổ khối lượng chủ yếu được sử dụng để xác định nguyên tử khối, phân tử khối của các chất và hàm lượng các đồng vị bền của một nguyên tố. Ngày nay, phương pháp này được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau với các ứng dụng chính như: xác định khối lượng tương đối; nhận dạng, định danh và xác định cấu trúc các chuỗi peptide, protein; nghiên cứu đồng vị; định tính, định lượng trong các mẫu sinh học, thực phẩm, nông thuỷ sản, môi trường; ... Trong phổ khối lượng của mẫu chất chứa chlorine sẽ xuất hiện hai tín hiệu có giá trị m/z bằng 35 và 37 ứng với ^{35}Cl và ^{37}Cl có cường độ tương ứng với tỉ lệ xấp xỉ là 3 : 1.



▲ **Phổ khối lượng của chlorine**

Do vậy, đồng vị $^{35}_{17}Cl$ chiếm khoảng 75,76% và đồng vị $^{37}_{17}Cl$ chiếm khoảng 24,24% về số nguyên tử trong tự nhiên. Từ đó người ta tính được nguyên tử khối trung bình của chlorine.

(*) m là khối lượng, z là số đơn vị điện tích của ion. Đối với phổ khối lượng của chlorine (z = 1), do đó m/z có giá trị bằng khối lượng nguyên tử hay nguyên tử khối.

BÀI TẬP

1. Một nguyên tử X gồm 16 proton, 16 electron và 16 neutron. Nguyên tử X có kí hiệu là

A. $^{48}_{16}S$. B. $^{16}_{32}Ge$. C. $^{32}_{16}S$. D. $^{16}_{32}S$.

2. Silicon là nguyên tố được sử dụng để chế tạo vật liệu bán dẫn, có vai trò quan trọng trong sản xuất công nghiệp. Trong tự nhiên, nguyên tố này có 3 đồng vị với số khối lần lượt là 28, 29, 30. Viết kí hiệu nguyên tử cho mỗi đồng vị của silicon. Biết nguyên tố silicon có số hiệu nguyên tử là 14.

3. Hoàn thành những thông tin chưa biết trong bảng sau:

Đồng vị	?	?	$^{65}_{30}Zn$	?	?
Số hiệu nguyên tử	?	?	?	9	11
Số khối	?	?	?	?	23
Số proton	16	?	?	?	?
Số neutron	16	20	?	10	?
Số electron	?	20	?	?	?

4. Trong tự nhiên, magnesium có 3 đồng vị bền là ^{24}Mg, ^{25}Mg và ^{26}Mg. Phương pháp phổ khối lượng xác nhận đồng vị ^{26}Mg chiếm tỉ lệ phần trăm số nguyên tử là 11%. Biết rằng nguyên tử khối trung bình của Mg là 24,32. Tính % số nguyên tử của đồng vị ^{24}Mg, đồng vị ^{25}Mg?

Bài 4

CẤU TRÚC LỚP VỎ ELECTRON CỦA NGUYÊN TỬ

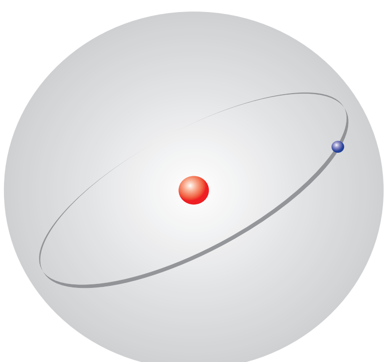
MỤC TIÊU

- Trình bày và so sánh được mô hình của Rutherford – Bohr với mô hình hiện đại mô tả sự chuyển động của electron trong nguyên tử.
- Nêu được khái niệm về orbital nguyên tử (AO), mô tả được hình dạng của AO (s, p), số lượng electron trong 1 AO.
- Trình bày được khái niệm lớp, phân lớp electron và mối quan hệ về số lượng phân lớp trong một lớp. Liên hệ được về số lượng AO trong một phân lớp.
- Viết được cấu hình electron nguyên tử theo lớp, phân lớp electron và theo ô orbital khi biết số hiệu nguyên tử Z của 20 nguyên tố đầu tiên trong bảng tuần hoàn.
- Dựa vào đặc điểm cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử dự đoán được tính chất hoá học cơ bản (kim loại hay phi kim) của nguyên tố tương ứng.

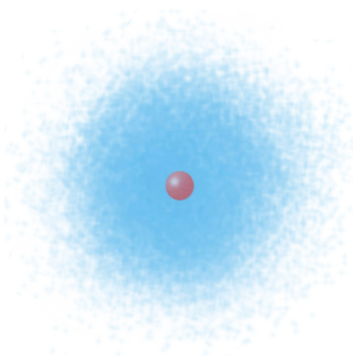
Trong nguyên tử, các electron chuyển động như thế nào và chiếm những mức năng lượng nào? Trình tự sắp xếp các mức năng lượng này ra sao? Việc phân bố các electron trong nguyên tử tuân theo những nguyên lí và quy tắc nào?

1 SỰ CHUYỂN ĐỘNG CỦA ELECTRON TRONG NGUYÊN TỬ

Tìm hiểu sự chuyển động của electron trong nguyên tử



▲ *Hình 4.1.* **Mô hình nguyên tử theo Rutherford – Bohr**

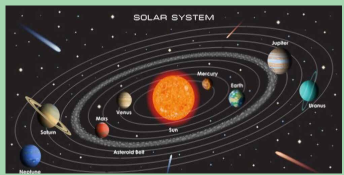


▲ *Hình 4.2.* **Mô hình nguyên tử hiện đại**

1. Quan sát Hình 4.1 và 4.2, so sánh điểm giống và khác nhau giữa mô hình Rutherford – Bohr với mô hình hiện đại mô tả sự chuyển động của electron trong nguyên tử.

Theo mô hình nguyên tử của Rutherford – Bohr, các electron chuyển động trên những quỹ đạo hình tròn hay bầu dục xác định xung quanh hạt nhân. Theo mô hình hiện đại, trong nguyên tử, các electron chuyển động rất nhanh xung quanh hạt nhân không theo một quỹ đạo xác định, tạo thành đám mây electron.

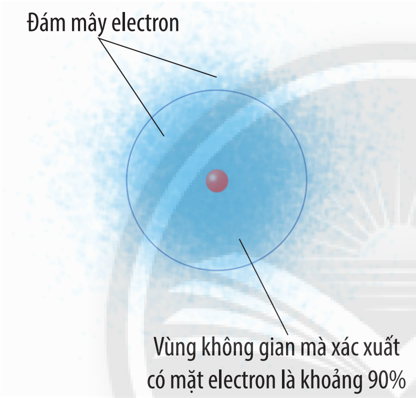
Hệ Mặt Trời gồm Mặt Trời ở trung tâm và các thiên thể quay quanh theo những quỹ đạo xác định. Hãy cho biết mô hình nguyên tử của nhà khoa học nào được gọi là mô hình hành tinh nguyên tử, tương tự như hệ Mặt Trời?



Hệ Mặt Trời

Tìm hiểu về orbital nguyên tử

Các electron chuyển động rất nhanh xung quanh hạt nhân với xác suất tìm thấy không giống nhau, tạo thành đám mây electron. Khu vực không gian xung quanh hạt nhân mà tại đó xác suất có mặt (xác suất tìm thấy) electron khoảng 90% gọi là **orbital nguyên tử.**

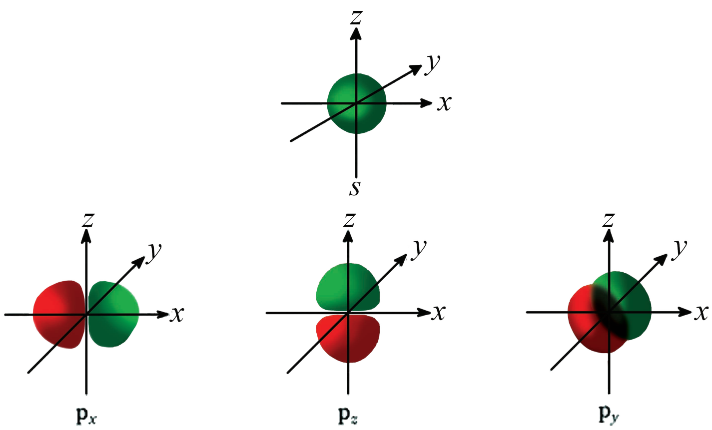


Hình 4.3. **Đám mây electron của nguyên tử hydrogen**

2. Quan sát Hình 4.3, phân biệt khái niệm đám mây electron và khái niệm orbital nguyên tử.

3. Cho biết khái niệm orbital nguyên tử xuất phát từ mô hình nguyên tử của Rutherford – Bohr hay mô hình nguyên tử hiện đại.

Dựa trên sự khác nhau về hình dạng và sự định hướng trong không gian của các orbital, người ta phân loại thành orbital s, orbital p, orbital d và orbital f.



Hình 4.4. **Hình dạng của các orbital s và p**

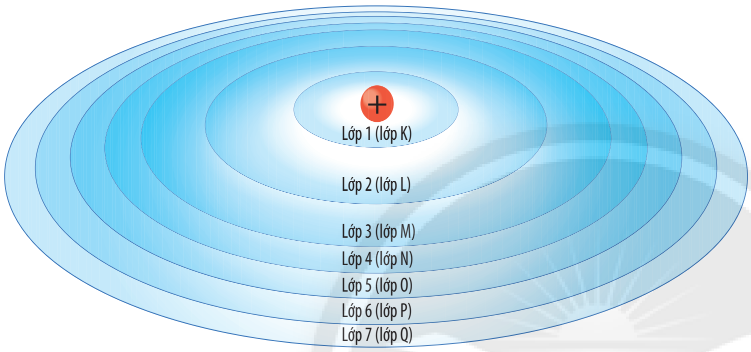
4. Quan sát Hình 4.4, hãy cho biết điểm giống và khác nhau giữa các orbital p (p_x, p_y, p_z).

- Orbital nguyên tử (Atomic Orbital, viết tắt AO) là khu vực không gian xung quanh hạt nhân nguyên tử mà tại đó xác suất tìm thấy electron là lớn nhất (khoảng 90%).
- Một số AO thường gặp: s, p, d, f.
- Các AO có hình dạng khác nhau: AO s có dạng hình cầu, AO p có dạng hình số tám nổi, AO d và f có hình dạng phức tạp.

2 LỚP VÀ PHÂN LỚP ELECTRON

Tìm hiểu về lớp electron

Trong nguyên tử, các electron được sắp xếp thành từng lớp và phân lớp theo năng lượng từ thấp đến cao.

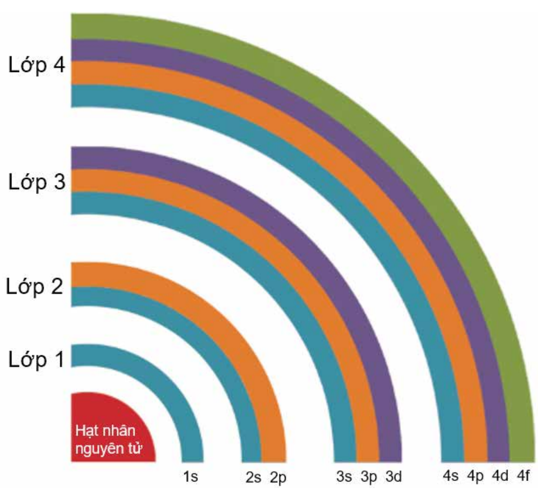


Hình 4.5. **Minh hoạ các lớp electron ở vỏ nguyên tử**

5. Quan sát Hình 4.5, nhận xét cách gọi tên các lớp electron bằng các chữ cái tương ứng với các lớp từ 1 đến 7.
6. Từ Hình 4.5, cho biết lực hút của hạt nhân với electron ở lớp nào là lớn nhất và lớp nào là nhỏ nhất.

- Trong nguyên tử, các electron được sắp xếp thành từng lớp (kí hiệu K, L, M, N, O, P, Q) từ gần đến xa hạt nhân, theo thứ tự từ lớp n = 1 đến n = 7.
- Các electron trên cùng một lớp có năng lượng gần bằng nhau.

Tìm hiểu về phân lớp electron



Hình 4.6. **Kí hiệu một số lớp và phân lớp electron trong nguyên tử**

7. Quan sát Hình 4.6, nhận xét về số lượng phân lớp trong các lớp từ 1 đến 4.

Trong một phân lớp, các orbital có cùng mức năng lượng, chỉ khác nhau về sự định hướng trong không gian. Số lượng và hình dạng orbital phụ thuộc vào đặc điểm của mỗi phân lớp electron.

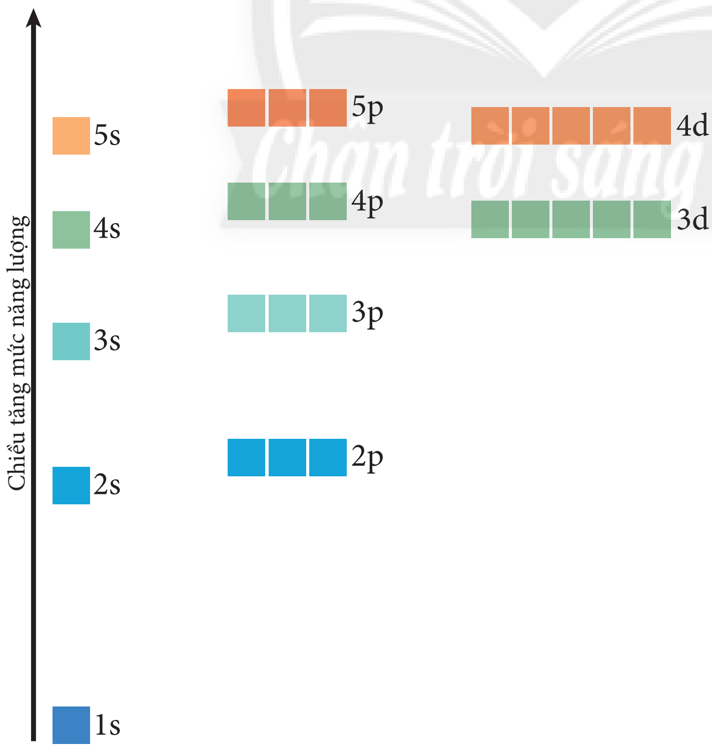
- Mỗi lớp electron phân chia thành các phân lớp, được kí hiệu bằng các chữ cái viết thường: s, p, d, f. Các electron thuộc các phân lớp s, p, d và f được gọi tương ứng là các electron s, p, d và f.
- Các phân lớp s, p, d và f lần lượt có các số AO tương ứng 1, 3, 5 và 7.
- Các electron trên cùng một phân lớp có năng lượng bằng nhau. Với 4 lớp đầu (1, 2, 3, 4) số phân lớp trong mỗi lớp bằng số thứ tự của lớp đó.

3 CẤU HÌNH ELECTRON NGUYÊN TỬ

Tìm hiểu về Nguyên lí vững bền

Trong nguyên tử, các electron trên mỗi orbital có một mức năng lượng xác định. Người ta gọi mức năng lượng này là mức năng lượng orbital nguyên tử (mức năng lượng AO).

Các electron trên các orbital khác nhau của cùng một phân lớp có năng lượng như nhau. Ví dụ: phân lớp 2p có 3 orbital $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$; các electron của các orbital p trong phân lớp này tuy có sự định hướng trong không gian khác nhau nhưng chúng có cùng mức năng lượng AO.



8. Quan sát Hình 4.7, nhận xét chiều tăng năng lượng của các electron trên các AO ở trạng thái cơ bản (trạng thái có năng lượng thấp nhất).

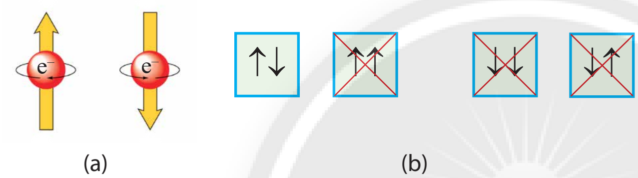
Hình 4.7. **Mối quan hệ về mức năng lượng của các orbital trong những phân lớp khác nhau**

> **Nguyên lí vững bền:**
>
> Ở trạng thái cơ bản, các electron trong nguyên tử chiếm lần lượt những orbital có mức năng lượng từ thấp đến cao: 1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p ...

Tìm hiểu nguyên lí Pauli (Pau-li)

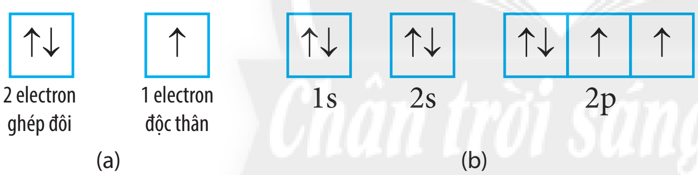
Để biểu diễn orbital nguyên tử, người ta sử dụng các ô vuông, gọi là **ô lượng tử** (Hình 4.8). Mỗi ô lượng tử ứng với một AO. Mỗi AO chứa tối đa hai electron. Nếu trong AO chỉ chứa một electron thì electron đó gọi là **electron độc thân** (kí hiệu bởi một mũi tên hướng lên ↑). Ngược lại, nếu AO chứa đủ hai electron thì các electron đó gọi là **electron ghép đôi** (kí hiệu bởi hai mũi tên ngược chiều nhau ↑↓).

> **9.** Quan sát Hình 4.8, cho biết cách biểu diễn 2 electron trong một orbital dựa trên cơ sở nào?



Hình 4.8. (a) Chiều chuyển động tự quay của electron quanh trục của nó; (b) Cách biểu diễn hai electron trong một orbital

> **10.** Quan sát Hình 4.9, hãy cho biết nguyên tử oxygen có bao nhiêu electron ghép đôi và bao nhiêu electron độc thân?



Hình 4.9. (a) Electron ghép đôi và electron độc thân; (b) Sự sắp xếp electron trên các orbital của nguyên tử oxygen

> **Nguyên lí Pauli:** Mỗi orbital chỉ chứa tối đa 2 electron và có chiều tự quay ngược nhau.

Xác định số AO và số electron tối đa trong một phân lớp và trong mỗi lớp

Dựa vào nguyên lí Pauli, ta dễ dàng xác định được số AO và số electron tối đa trong mỗi phân lớp và trong mỗi lớp theo Bảng 4.1.

Bảng 4.1. **Số AO và số electron tối đa của các lớp n = 1 đến n = 4**

n	Tên lớp	Tên phân lớp	Số AO trong mỗi phân lớp	Số electron tối đa trong mỗi phân lớp	Số electron tối đa trong mỗi lớp
1	K	s	1	2	2
2	L	s p	1 3	2 6	8
3	M	s p d	1 3 5	2 6 10	18
4	N	s p d f	1 3 5 7	2 6 10 14	32

11. Từ Bảng 4.1, hãy chỉ ra mối quan hệ giữa số thứ tự lớp và số electron tối đa trong mỗi lớp.

Nguyên tử nitrogen có 2 lớp electron trong đó có 2 phân lớp s và 1 phân lớp p. Các phân lớp s đều chứa số electron tối đa, còn phân lớp p chỉ chứa một nửa số electron tối đa. Nguyên tử nitrogen có bao nhiêu electron?

Số electron tối đa trong lớp n là $2n^2$ ($n \leq 4$).

Tìm hiểu quy tắc Hund (Hun)

Các phân lớp: s^2, p^6, d^{10}, f^{14} chứa đủ số electron tối đa gọi là **phân lớp bão hoà**.

Các phân lớp: s^1, p^3, d^5, f^7 chứa một nửa số electron tối đa gọi là **phân lớp nửa bão hoà**.

Các phân lớp chưa đủ số electron tối đa gọi là **phân lớp chưa bão hoà**.

↑↓	↑↓	↑↓

(a) Phân lớp bão hoà

↑	↑	↑

(b) Phân lớp nửa bão hoà

↑↓	↑	↑

(c) Phân lớp chưa bão hoà

Hình 4.10. **Sự phân bố electron vào các AO trong phân lớp p**

Quy tắc Hund:

Trong cùng một phân lớp chưa bão hoà, các electron sẽ phân bố vào các orbital sao cho số electron độc thân là tối đa.

12. Quan sát Hình 4.10, hãy nhận xét số lượng electron độc thân ở mỗi trường hợp.

13. Hãy đề nghị cách phân bố electron vào các orbital để số electron độc thân là tối đa.

Trong các trường hợp (a) và (b) dưới đây, trường hợp nào có sự phân bố electron vào các orbital tuân theo và không tuân theo quy tắc Hund.

↑↓	↑	↑

(a)

↑↓	↑↓	

(b)

Tìm hiểu cách viết cấu hình electron nguyên tử

Cấu hình electron nguyên tử biểu diễn sự phân bố electron trong vỏ nguyên tử trên các phân lớp thuộc các lớp khác nhau.

Quy ước cách biểu diễn sự phân bố electron trên các phân lớp thuộc các lớp như sau:

Số electron trên phân lớp

Số thứ tự lớp electron → $1s^2$ ← Kí hiệu phân lớp

Cách viết cấu hình electron:

Bước 1: Xác định số electron của nguyên tử.

Bước 2: Các electron được phân bố theo thứ tự các AO có mức năng lượng tăng dần, theo các nguyên lí và quy tắc phân bố electron trong nguyên tử.

Bước 3: Viết cấu hình electron theo thứ tự các phân lớp trong một lớp và theo thứ tự của các lớp electron.

Ví dụ:

Ca (Z = 20) Thứ tự mức năng lượng orbital : $1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$

Cấu hình electron : $1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$

hoặc viết gọn là : [Ar] $4s^2$

[Ar] là kí hiệu cấu hình electron nguyên tử của nguyên tố argon, là khí hiếm gần nhất đứng trước Ca.

Cấu hình electron theo ô orbital: ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓

14. Cấu hình electron của một nguyên tử cho biết những thông tin gì?

Viết cấu hình electron nguyên tử của nguyên tố aluminium (Z = 13) và biểu diễn cấu hình electron của aluminium theo ô orbital. Từ đó, xác định số electron độc thân của nguyên tử này.

Cấu hình electron nguyên tử phải được viết theo thứ tự các lớp electron và phân lớp trong mỗi lớp. Trong đó:

- Số thứ tự lớp electron được viết bằng các số tự nhiên (n = 1, 2, 3, …).
- Phân lớp được kí hiệu bằng các chữ cái thường s, p, d, f.
- Số electron của từng phân lớp được ghi bằng chỉ số ở phía trên, bên phải kí hiệu của phân lớp.

Đối với Fe (Z = 26)

Thứ tự mức năng lượng orbital: $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^6$

Sắp xếp lại vị trí các phân lớp theo thứ tự lớp (Bước 3), thu được cấu hình electron nguyên tử.

Cấu hình electron: $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$ hoặc viết gọn là: [Ar] $3d^64s^2$

[Ar] là kí hiệu cấu hình electron nguyên tử của nguyên tố argon, là khí hiếm gần nhất đứng trước Fe.

Cấu hình electron theo ô orbital: ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑ | ↑↓

Tìm hiểu đặc điểm cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử

Dựa vào các nguyên lí và quy tắc nêu ở trên, ta có thể viết cấu hình electron nguyên tử của các nguyên tố. Khi tham gia các phản ứng hoá học, thông thường electron lớp ngoài cùng của các nguyên tử sẽ thay đổi, chúng có vai trò quyết định đến tính chất hoá học đặc trưng của nguyên tố (tính kim loại, tính phi kim, ...). Các nguyên tử có 1, 2, 3 electron ở lớp ngoài cùng thường là các nguyên tử của nguyên tố kim loại; các nguyên tử có 5, 6, 7 electron ở lớp ngoài cùng thường là nguyên tử của các nguyên tố phi kim; các nguyên tử có 4 electron ở lớp ngoài cùng có thể là nguyên tử của nguyên tố kim loại hoặc phi kim; các nguyên tử có 8 electron ở lớp ngoài cùng là nguyên tử của nguyên tố khí hiếm (trừ He có 2 electron ở lớp ngoài cùng). Dưới đây là cấu hình electron nguyên tử của 20 nguyên tố đầu tiên trong bảng tuần hoàn (Bảng 4.2).

Bảng 4.2. **Cấu hình electron nguyên tử của một số nguyên tố**

Nguyên tố	Cấu hình electron	Nguyên tố	Cấu hình electron
H (Z = 1)	$1s^1$	Na (Z = 11)	$1s^22s^22p^63s^1$ $[Ne]\ 3s^1$
He (Z = 2)	$1s^2$	Mg (Z = 12)	$1s^22s^22p^63s^2$ $[Ne]\ 3s^2$
Li (Z = 3)	$1s^22s^1$ $[He]\ 2s^1$	Al (Z = 13)	$1s^22s^22p^63s^23p^1$ $[Ne]\ 3s^23p^1$
Be (Z = 4)	$1s^22s^2$ $[He]\ 2s^2$	Si (Z = 14)	$1s^22s^22p^63s^23p^2$ $[Ne]\ 3s^23p^2$
B (Z = 5)	$1s^22s^22p^1$ $[He]\ 2s^22p^1$	P (Z = 15)	$1s^22s^22p^63s^23p^3$ $[Ne]\ 3s^23p^3$
C (Z = 6)	$1s^22s^22p^2$ $[He]\ 2s^22p^2$	S (Z = 16)	$1s^22s^22p^63s^23p^4$ $[Ne]\ 3s^23p^4$
N (Z = 7)	$1s^22s^22p^3$ $[He]\ 2s^22p^3$	Cl (Z = 17)	$1s^22s^22p^63s^23p^5$ $[Ne]\ 3s^23p^5$
O (Z = 8)	$1s^22s^22p^4$ $[He]\ 2s^22p^4$	Ar (Z = 18)	$1s^22s^22p^63s^23p^6$ $[Ne]\ 3s^23p^6$
F (Z = 9)	$1s^22s^22p^5$ $[He]\ 2s^22p^5$	K (Z = 19)	$1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$ $[Ar]\ 4s^1$
Ne (Z = 10)	$1s^22s^22p^6$ $[He]\ 2s^22p^6$	Ca (Z = 20)	$1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$ $[Ar]\ 4s^2$

15. Quan sát Bảng 4.2, hãy cho biết dựa trên cơ sở nào để dự đoán phosphorus là nguyên tố phi kim.

Lithium là một nguyên tố có nhiều công dụng, được sử dụng trong chế tạo máy bay và trong một số loại pin nhất định. Pin Lithium-Ion (pin Li-Ion) đang ngày càng phổ biến, nó cung cấp năng lượng cho cuộc sống của hàng triệu người mỗi ngày thông qua các thiết bị như máy tính xách tay, điện thoại di động, xe Hybrid, xe điện, ... nhờ trọng lượng nhẹ, cung cấp năng lượng cao và khả năng sạc lại. Dựa vào cấu hình electron nguyên tử (Bảng 4.2), hãy dự đoán lithium là kim loại, phi kim hay khí hiếm?

Dựa vào số lượng electron lớp ngoài cùng của nguyên tử nguyên tố, có thể dự đoán một nguyên tố là kim loại, phi kim hay khí hiếm.

BÀI TẬP

1. Trong các cách biểu diễn electron vào các orbital của phân lớp 2p ở trạng thái cơ bản, hãy chọn cách phân bố đúng:

(1)

$\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}$

2p

(2)

$\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow}\boxed{}$

2p

(3)

$\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\downarrow}$

2p

(4)

$\boxed{\downarrow}\boxed{\downarrow}\boxed{\downarrow}$

2p

(5)

$\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\downarrow}\boxed{}$

2p

(6)

$\boxed{\downarrow}\boxed{\downarrow}\boxed{\uparrow}$

2p

2. Cho nguyên tố X có 2 lớp electron, lớp thứ 2 có 6 electron. Xác định số hiệu nguyên tử của X.

3. Ở trạng thái cơ bản, nguyên tử của những nguyên tố nào dưới đây có electron độc thân?

a) Boron; b) Oxygen; c) Phosphorus; d) Chlorine.

4. Viết cấu hình electron nguyên tử của các nguyên tố: carbon (Z = 6), sodium (Z = 11) và oxygen (Z = 8). Cho biết số electron lớp ngoài cùng trong nguyên tử của các nguyên tố trên. Chúng là kim loại, phi kim hay khí hiếm?

Chương 2

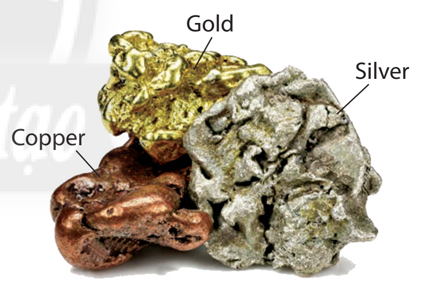
BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

Bài 5 CẤU TẠO BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

MỤC TIÊU

- Nêu được lịch sử phát minh định luật tuần hoàn và bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học.
- Mô tả được cấu tạo của bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học và nêu được các khái niệm liên quan (ô, chu kì, nhóm).
- Nêu được nguyên tắc sắp xếp của bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học (dựa theo cấu hình electron).
- Phân loại được nguyên tố (dựa theo cấu hình electron: nguyên tố s, p, d, f; dựa theo tính chất hoá học: kim loại, phi kim, khí hiếm).

Cách đây hàng nghìn năm, người ta chỉ biết đến một số nguyên tố như đồng (copper), bạc (silver) và vàng (gold). Mãi đến năm 1700, cũng chỉ mới có 13 nguyên tố được xác định. Khi đó, các nhà hoá học nghi ngờ rằng vẫn còn nhiều nguyên tố bí ẩn khác chưa được khám phá. Bằng việc sử dụng các phương pháp khoa học hiện đại, chỉ trong một thập kỉ (1765 – 1775) đã có thêm 5 nguyên tố hoá học được xác định. Trong đó, có 3 khí không màu là hydrogen, nitrogen và oxygen. Tính đến năm 2016, tổng cộng đã có 118 nguyên tố hoá học được xác định trên bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học. Trong bảng tuần hoàn, các nguyên tố được sắp xếp theo nguyên tắc nào và có mối liên hệ như thế nào với cấu hình electron nguyên tử của nguyên tố đó?



Các kim loại đồng (copper), bạc (silver) và vàng (gold) trong tự nhiên

1 LỊCH SỬ PHÁT MINH ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN VÀ BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

Tìm hiểu lịch sử phát minh định luật tuần hoàn và bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học

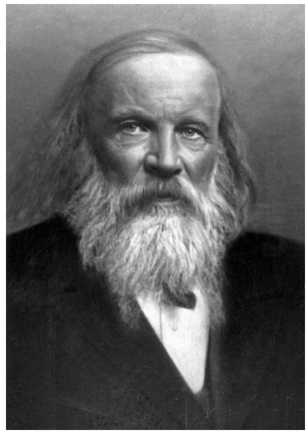
Năm 1869, nhà hoá học và giáo viên người Nga, D. I. Mendeleev (Men-đê-lê-ép) đã công bố một **Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học**. Trong năm này, một nhà hoá học người Đức,

L. Meyer (May-ơ) cũng đã công bố một Bảng tuần hoàn tương tự. Tuy nhiên, Mendeleev là người công bố trước và giải thích tốt hơn về sự hữu dụng của bảng tuần hoàn do ông đề nghị.

Hai nhà khoa học đều sắp xếp các nguyên tố vào các hàng và các cột theo chiều tăng dần khối lượng nguyên tử, bắt đầu ở hàng mới (Bảng của Mendeleev) hoặc cột mới (Bảng của Mayer) khi tính chất của nguyên tố lặp lại.

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
			Ni = Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	An = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

Hình 5.1. **Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học của Mendeleev (1869)**



Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834 – 1907)

1. Quan sát Hình 5.1, hãy mô tả bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học của Mendeleev. Nhận xét về cách sắp xếp các nguyên tố hoá học theo chiều từ trên xuống dưới trong cùng một cột.

2. Quan sát hai nguyên tố Te và I trong Hình 5.1, em nhận thấy điều gì khác thường?

Năm 1871, Mendeleev đã phát biểu định luật tuần hoàn như sau: *Tính chất của các nguyên tố, cũng như tính chất của các đơn chất và hợp chất tạo nên từ các nguyên tố đó biến đổi tuần hoàn theo trọng lượng nguyên tử của chúng (trọng lượng nguyên tử được hiểu là khối lượng nguyên tử).*

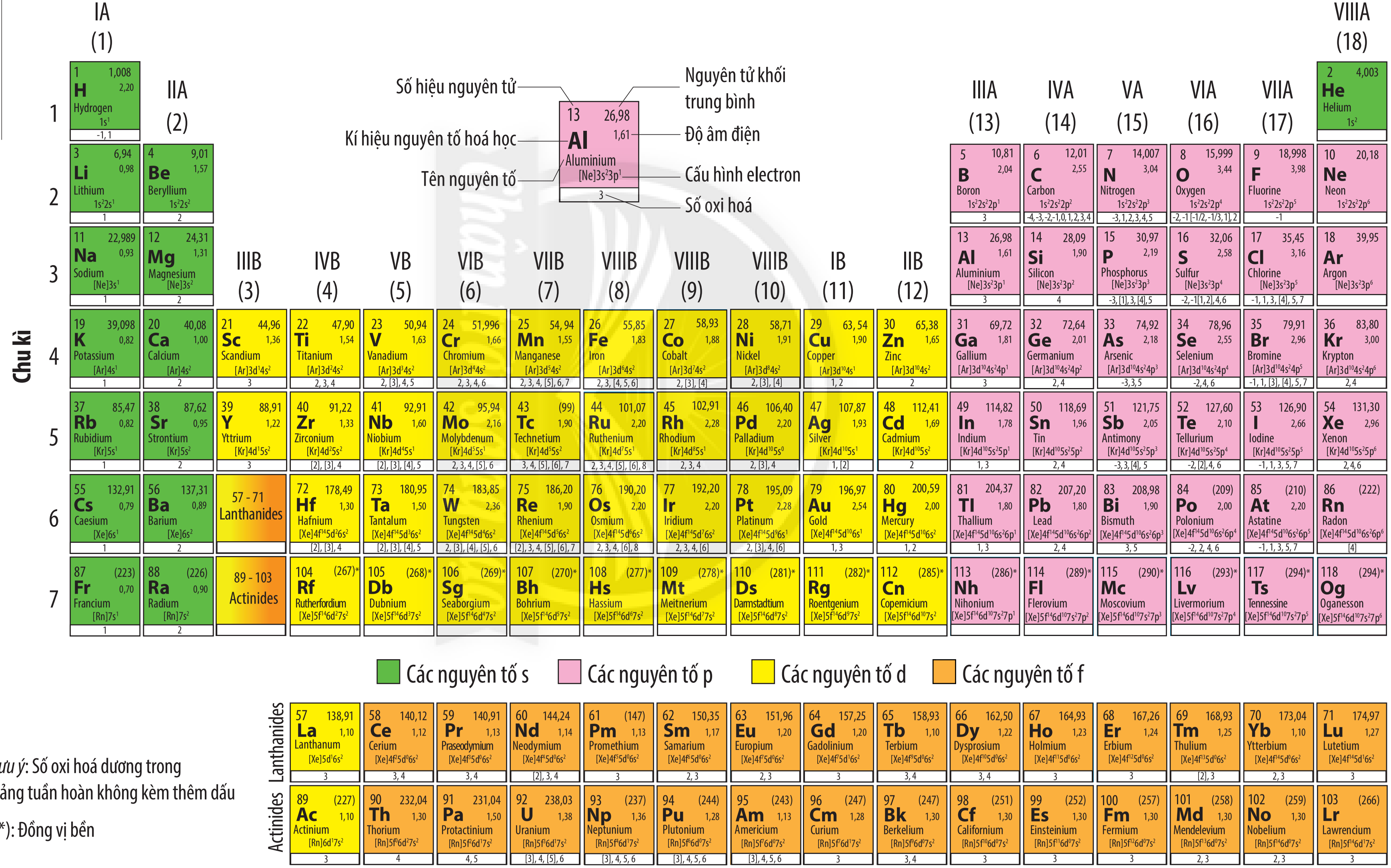
Ông đã dự đoán về các nguyên tố mới, gồm 10 nguyên tố, trong đó có 3 nguyên tố (sau này chính là các nguyên tố Sc, Ga và Ge) được ông miêu tả khá tỉ mỉ về tính chất vật lí của đơn chất và một số hợp chất của chúng, 7 nguyên tố còn lại do vị trí của chúng trong bảng tuần hoàn không thuận lợi cho việc tiên đoán, nên ông chỉ mới ước lượng được khối lượng nguyên tử của chúng.

Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học hiện nay được xây dựng trên cơ sở tính chất của các nguyên tố và đơn chất, cũng như thành phần và tính chất của các hợp chất tạo nên từ các nguyên tố đó biến đổi tuần hoàn khi chúng được sắp xếp theo chiều tăng của số hiệu nguyên tử của nguyên tố. Cách xây dựng này không những giúp so sánh, dự đoán tính chất của đơn chất và hợp chất, mà còn cung cấp nhiều thông tin về mỗi nguyên tố hoá học, cũng như định hướng cho việc tiếp tục nghiên cứu các nguyên tố mới.

3. Hãy cho biết các dấu chấm hỏi trong bảng tuần hoàn ở Hình 5.1 có hàm ý gì?

4. Quan sát Hình 5.2, hãy cho biết 3 nguyên tố Sc, Ga và Ge nằm ở vị trí nào trong bảng tuần hoàn của Mendeleev (Hình 5.1).

BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC



Lưu ý: Số oxi hoá dương trong bảng tuần hoàn không kèm thêm dấu

(*): Đồng vị bền

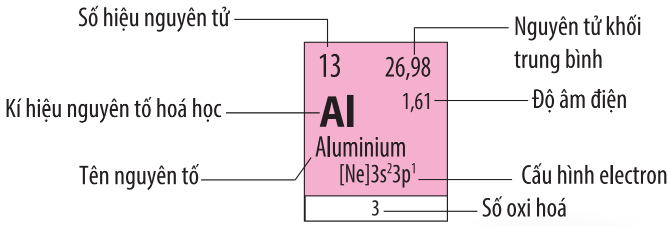
Hình 5.2. **Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học**(**)

(**) *Nguồn:* https://iupac.org
Thandi Buthelezi, Laurel Dingrando, Nicholas Hainen, Cheryl Wistrom, Dinah Zike (2008), Chemistry Matter and Change, The McGraw – Hill Companies, Inc.
Steven S. Zumdahl, Susan A. Zumdahl (2016), Chemistry: An Atoms First Approach (Second Edition), Canada by Nelson Education, Ltd.

Năm 1869, nhà hoá học Mendeleev đã công bố bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, trong đó, các nguyên tố đã được sắp xếp theo thứ tự tăng dần khối lượng nguyên tử. Bảng tuần hoàn hiện đại ngày nay được xây dựng trên cơ sở mối liên hệ giữa số hiệu nguyên tử và tính chất của nguyên tố, các nguyên tố được sắp xếp theo thứ tự tăng dần số hiệu nguyên tử.

2 BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

Tìm hiểu về ô nguyên tố



Hình 5.3. **Ô nguyên tố aluminium**

5. Quan sát Hình 5.3, em hãy nêu các thông tin có trong ô nguyên tố aluminium.

Quan sát Hình 5.3, cho biết số electron lớp ngoài cùng, số proton của nguyên tử aluminium.

Mỗi nguyên tố hoá học được xếp vào một ô trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, gọi là **ô nguyên tố**. Số thứ tự của một ô nguyên tố bằng số hiệu nguyên tử của nguyên tố hoá học trong ô đó.

Tìm hiểu về chu kì

Chu kì								
2	3 **Li** Lithium [He]$2s^1$	4 **Be** Beryllium [He]$2s^2$	5 **B** Boron [He]$2s^22p^1$	6 **C** Carbon [He]$2s^22p^2$	7 **N** Nitrogen [He]$2s^22p^3$	8 **O** Oxygen [He]$2s^22p^4$	9 **F** Fluorine [He]$2s^22p^5$	10 **Ne** Neon [He]$2s^22p^6$
3	11 **Na** Sodium [Ne]$3s^1$	12 **Mg** Magnesium [Ne]$3s^2$	13 **Al** Aluminium [Ne]$3s^23p^1$	14 **Si** Silicon [Ne]$3s^23p^2$	15 **P** Phosphorus [Ne]$3s^23p^3$	16 **S** Sulfur [Ne]$3s^23p^4$	17 **Cl** Chlorine [Ne]$3s^23p^5$	18 **Ar** Argon [Ne]$3s^23p^6$

Hình 5.4. **Các nguyên tố thuộc chu kì 2 và chu kì 3**

6. Quan sát Hình 5.4, hãy nhận xét về số lớp electron trong nguyên tử của các nguyên tố cùng chu kì.

Dựa vào cấu hình electron, em hãy cho biết nguyên tố có số hiệu nguyên tử là 20 thuộc chu kì nào trong bảng tuần hoàn.

Các nguyên tố có cùng số lớp electron trong nguyên tử được xếp thành một hàng, gọi là **chu kì**. Số thứ tự của chu kì bằng số lớp electron của nguyên tử các nguyên tố trong chu kì. Bảng tuần hoàn gồm 7 chu kì:

- Các chu kì 1, 2 và 3 là các chu kì nhỏ.
- Các chu kì 4, 5, 6 và 7 là các chu kì lớn.

Tìm hiểu về nhóm

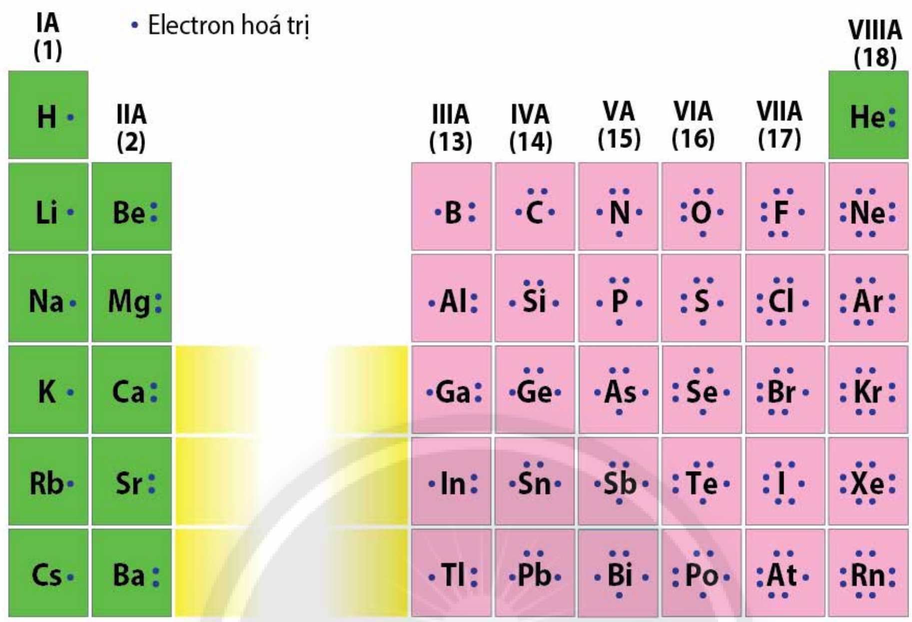
Bảng tuần hoàn hiện nay có 18 cột, chia thành 8 nhóm A (IA đến VIIIA) và 8 nhóm B (IB đến VIIIB). Mỗi cột tương ứng với một nhóm, riêng nhóm VIIIB có 3 cột (Hình 5.2).

7. Quan sát Hình 5.2, nhận xét đặc điểm cấu hình electron nguyên tử của các nguyên tố trong cùng một nhóm A.

8. Quan sát nhóm VIIIB trong bảng tuần hoàn, cho biết nhóm này có đặc điểm gì khác biệt so với các nhóm còn lại.

Electron hoá trị là những electron có khả năng tham gia hình thành liên kết hoá học. Chúng thường nằm ở *lớp ngoài cùng* hoặc ở cả *phân lớp sát lớp ngoài cùng* nếu phân lớp đó chưa bão hoà. Những nguyên tố có cùng số electron hoá trị thường có tính chất hoá học tương tự nhau.

9. Quan sát Hình 5.5, nhận xét mối quan hệ giữa số electron hoá trị của nguyên tử với số thứ tự nhóm của nguyên tố nhóm A.



Hình 5.5. **Biểu diễn electron hoá trị của các nguyên tố nhóm A**

- **Nhóm** là tập hợp các nguyên tố mà nguyên tử có cấu hình electron tương tự nhau (trừ nhóm VIIIB), do đó có tính chất hoá học gần giống nhau và được xếp theo cột.
- Số thứ tự của nhóm A bằng số electron ở lớp ngoài cùng của nguyên tử các nguyên tố trong nhóm.

10. Quan sát Hình 5.2, dựa vào cấu hình electron nguyên tử, hãy nhận xét mối quan hệ giữa số electron hoá trị của nguyên tử các nguyên tố với số thứ tự nhóm của nguyên tố nhóm B. Nêu rõ các trường hợp đặc biệt.

Phân loại nguyên tố dựa theo cấu hình electron và tính chất hoá học

Các nguyên tố hoá học cũng có thể được chia thành các khối như sau:

- Khối các nguyên tố s gồm các nguyên tố thuộc nhóm IA và nhóm IIA, có cấu hình electron: [Khí hiếm] $ns^{1\div2}$
- Khối các nguyên tố p gồm các nguyên tố thuộc nhóm IIIA đến nhóm VIIIA (trừ nguyên tố He), có cấu hình electron: [Khí hiếm] $ns^2np^{1\div6}$.
- Khối các nguyên tố d gồm các nguyên tố thuộc nhóm B, có cấu hình electron: [Khí hiếm] $(n-1)d^{1\div10}ns^{1\div2}$.

11. Dựa vào cấu hình electron, cho biết nguyên tố có số hiệu nguyên tử là 6, 8, 18, 20 thuộc khối nguyên tố nào trong bảng tuần hoàn. Chúng là kim loại, phi kim hay khí hiếm?

• Khối các nguyên tố f gồm các nguyên tố xếp thành hai hàng ở cuối bảng tuần hoàn, có cấu hình electron: [Khí hiếm] $(n-2)f^{0\div14}(n-1)d^{0\div2}ns^2$ (trong đó n = 6 và n = 7). Chúng gồm 14 nguyên tố họ Lanthanide (từ Ce đến Lu) và 14 nguyên tố họ Actinide (từ Th đến Lr).

• Dựa vào cấu hình electron, người ta phân loại các nguyên tố thành nguyên tố s, nguyên tố p, nguyên tố d và nguyên tố f.
• Dựa vào tính chất hoá học, người ta phân loại các nguyên tố thành nguyên tố kim loại, nguyên tố phi kim và nguyên tố khí hiếm.

Nitrogen là thành phần dinh dưỡng cần thiết cho sự sinh trưởng, phát triển và sinh sản của thực vật. Biết nitrogen có số hiệu nguyên tử là 7.

a) Viết cấu hình electron của nitrogen.

b) Nitrogen là nguyên tố s, p, d hay f?

c) Nitrogen là kim loại, phi kim hay khí hiếm?

Trình bày nguyên tắc sắp xếp các nguyên tố trong bảng tuần hoàn

Các nguyên tố hoá học được xếp vào một bảng theo những nguyên tắc nhất định, gọi là bảng tuần hoàn. Bảng tuần hoàn hiện nay gồm 118 nguyên tố hoá học. Vị trí của mỗi nguyên tố hoá học trong bảng tuần hoàn được xác định qua số thứ tự ô nguyên tố, chu kì và nhóm. Khi sắp xếp như vậy, sự tuần hoàn tính chất của các đơn chất và hợp chất được thể hiện qua chu kì và nhóm.

12. Quan sát Hình 5.2, nhận xét chiều tăng điện tích hạt nhân nguyên tử các nguyên tố trong chu kì và nhóm.

Nguyên tắc sắp xếp các nguyên tố trong bảng tuần hoàn:

• Các nguyên tố được xếp theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân nguyên tử.
• Các nguyên tố có cùng số lớp electron trong nguyên tử được xếp cùng một chu kì.
• Các nguyên tố có cùng số electron hoá trị trong nguyên tử được xếp cùng một nhóm, trừ nhóm VIIIB.

Silicon là một nguyên tố phổ biến và có nhiều ứng dụng trong cuộc sống. Silicon siêu tinh khiết là chất bán dẫn, được dùng trong kĩ thuật vô tuyến và điện tử. Ngoài ra, nguyên tố này còn được sử dụng để chế tạo pin mặt trời nhằm mục đích chuyển đổi năng lượng ánh sáng thành năng lượng điện để cung cấp cho các thiết bị trên tàu vũ trụ. Xác định vị trí của nguyên tố silicon (Z = 14) trong bảng tuần hoàn.

▲ Nhà máy điện sử dụng pin mặt trời

Năm 1789, nhà khoa học A. Lavoisier (La-voa-die) người Pháp đã xếp 33 nguyên tố hoá học thành nhóm các chất khí, kim loại, phi kim và "đất".

Năm 1829, nhà hoá học người Đức J. W. Döbereiner (Đô-be-rai-nơ) đã nghiên cứu một hệ thống phân loại các nguyên tố hoá học.

Chlorine 35,453 | Bromine 79,904 | Iodine 126,90

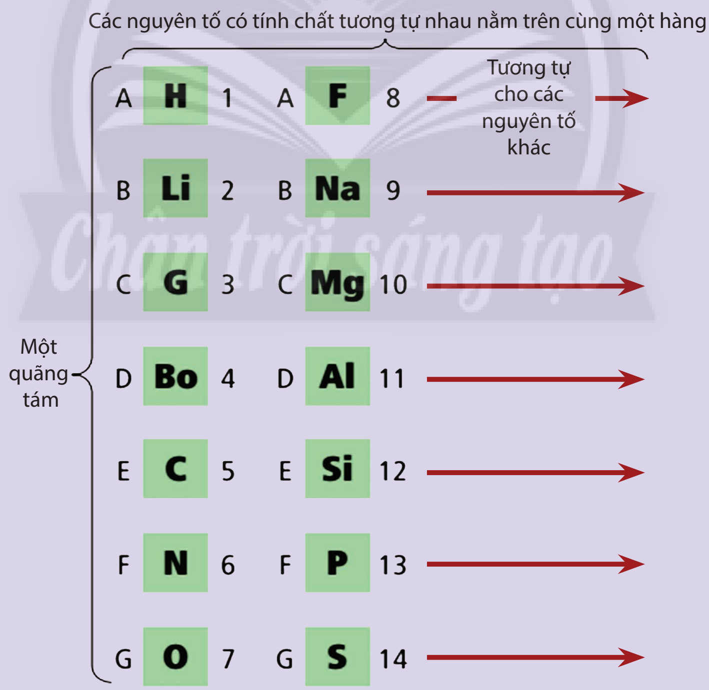
(35,453 + 126,90) : 2 = 81,777 (gần bằng 79,904) Chlorine, bromine và iodine dễ phản ứng với kim loại

Lithium 6,94 | Sodium 22,99 | Potassium 39,10

(6,94 + 39,10) : 2 = 23,02 (gần bằng 22,99) Lithium, sodium và potassium dễ phản ứng với nước ở nhiệt độ thường

▲ **Thông tin về hai bộ ba nguyên tố theo nguyên tắc phân loại các nguyên tố hoá học theo Döbereiner**

Năm 1864, nhà hoá học người Anh, J. Newlands (Niu-lan) đề xuất một sơ đồ sắp xếp các nguyên tố. Ông nhận thấy rằng khi các nguyên tố được sắp xếp theo khối lượng nguyên tử tăng dần, tính chất của chúng lặp lại có quy luật tương tự như một quãng tám trong âm nhạc, trong đó nguyên tố thứ tám lặp lại tính chất của nguyên tố đầu tiên. Sau đó, ông đặt tên cho quy luật này là "Quy luật quãng tám".



▲ **Cách sắp xếp các nguyên tố hoá học của John Newlands**(*)

(*) *Nguồn:* Thandi Buthelezi, Laurel Dingrando, Nicholas Hainen, Cheryl Wistrom, Dinah Zike (2008), *Chemistry Matter and Change,* The McGraw – Hill Companies, Inc.

BÀI TẬP

1. Viết cấu hình electron và xác định vị trí của các nguyên tố sau trong bảng tuần hoàn. Cho biết chúng thuộc khối nguyên tố nào (s, p, d, f) và chúng là kim loại, phi kim hay khí hiếm:

a) Neon tạo ra ánh sáng màu đỏ khi sử dụng trong các ống phóng điện chân không, được sử dụng rộng rãi trong các biển quảng cáo. Cho biết Ne có số hiệu nguyên tử là 10.

b) Magnesium được sử dụng để làm cho hợp kim bền nhẹ, đặc biệt được ứng dụng cho ngành công nghiệp hàng không. Cho biết Mg có số hiệu nguyên tử là 12.

2. Dãy nào gồm các nguyên tố có tính chất hoá học tương tự nhau? Vì sao?

a) Oxygen (Z = 8), nitrogen (Z = 7), carbon (Z = 6).

b) Lithium (Z = 3), sodium (Z = 11), potassium (Z = 19).

c) Helium (Z = 2), neon (Z = 10), argon (Z = 18).

3. Viết cấu hình electron nguyên tử của các nguyên tố sau:

a) Nguyên tố thuộc chu kì 4, nhóm IIA.

b) Nguyên tố khí hiếm thuộc chu kì 3.

Bài 6 XU HƯỚNG BIẾN ĐỔI MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA NGUYÊN TỬ CÁC NGUYÊN TỐ, THÀNH PHẦN VÀ MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA HỢP CHẤT TRONG MỘT CHU KÌ VÀ NHÓM

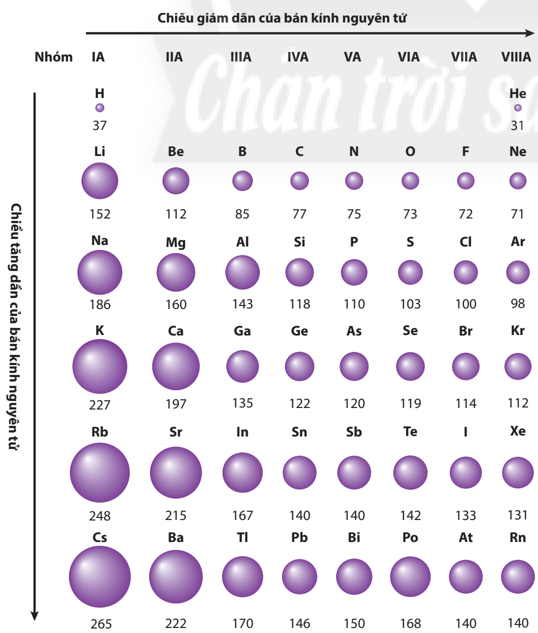
MỤC TIÊU

- Giải thích được xu hướng biến đổi bán kính nguyên tử trong một chu kì, trong một nhóm (nhóm A).
- Nhận xét và giải thích được xu hướng biến đổi độ âm điện và tính kim loại, phi kim của nguyên tử các nguyên tố trong một chu kì, trong một nhóm (nhóm A).
- Nhận xét được xu hướng biến đổi thành phần và tính chất acid/base của các oxide và các hydroxide theo chu kì. Viết được phương trình hoá học minh hoạ.

Kim loại kiềm là các kim loại thuộc nhóm IA, bao gồm: lithium (Li), sodium (Na), potassium (K), rubidium (Rb), caesium (Cs), francium (Fr). Chúng phản ứng được với nước và giải phóng khí hydrogen. Vậy khả năng phản ứng với nước của các kim loại trên có giống nhau hay không? Dựa vào bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, chúng ta có thể giải thích được xu hướng biến đổi tính chất hoá học cơ bản của nguyên tử các nguyên tố không?

1 BÁN KÍNH NGUYÊN TỬ

Giải thích xu hướng biến đổi bán kính nguyên tử của các nguyên tố nhóm A



Hình 6.1. Bán kính nguyên tử của một số nguyên tố được biểu diễn bằng pm (1 pm = 10^{-12} m)(*)

1. Quan sát Hình 6.1, cho biết bán kính nguyên tử của các nguyên tố trong mỗi chu kì và trong mỗi nhóm A biến đổi như thế nào.

2. Xu hướng biến đổi bán kính nguyên tử của các nguyên tố trong mỗi chu kì và trong mỗi nhóm A do yếu tố nào gây ra? Giải thích.

(*) *Nguồn:* Thandi Buthelezi, Laurel Dingrando, Nicholas Hainen, Cheryl Wistrom, Dinah Zike (2008), *Chemistry Matter and Change*, The McGraw – Hill Companies, Inc.

Xu hướng biến đổi bán kính nguyên tử:
Bán kính nguyên tử của các nguyên tố nhóm A có xu hướng biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân:

- *Trong một chu kì*, nguyên tử của các nguyên tố có cùng số lớp electron. Từ trái sang phải, điện tích hạt nhân nguyên tử tăng dần nên electron lớp ngoài cùng sẽ bị hạt nhân hút mạnh hơn, vì vậy bán kính nguyên tử của các nguyên tố có xu hướng *giảm dần*.
- *Trong một nhóm*, theo chiều từ trên xuống dưới, số lớp electron tăng dần nên bán kính nguyên tử có xu hướng *tăng*.

Dựa vào xu hướng biến đổi bán kính nguyên tử của các nguyên tố trong bảng tuần hoàn, em hãy sắp xếp các nguyên tố sau đây theo chiều tăng dần bán kính nguyên tử: Li, N, O, Na, K.

2 ĐỘ ÂM ĐIỆN

Giải thích xu hướng biến đổi độ âm điện của nguyên tử các nguyên tố nhóm A

Độ âm điện của một nguyên tử đặc trưng cho khả năng hút electron của nguyên tử đó khi tạo thành liên kết hoá học.

Trong hoá học, có nhiều thang đo độ âm điện khác nhau do các nhà khoa học tính toán dựa trên những cơ sở khác nhau. Dưới đây giới thiệu bảng giá trị độ âm điện của nhà hoá học L. C. Pauling (Pau-linh) đề xuất năm 1932.

Bảng 6.1. Giá trị độ âm điện của nguyên tử một số nguyên tố nhóm A theo Pauling(*)

Chu kì \ Nhóm	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H 2,20							He
2	Li 0,98	Be 1,57	B 2,04	C 2,55	N 3,04	O 3,44	F 3,98	Ne
3	Na 0,93	Mg 1,31	Al 1,61	Si 1,90	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16	Ar
4	K 0,82	Ca 1,00	Ga 1,81	Ge 2,01	As 2,18	Se 2,55	Br 2,96	Kr
5	Rb 0,82	Sr 0,95	In 1,78	Sn 1,96	Sb 2,05	Te 2,10	I 2,66	Xe
6	Cs 0,79	Ba 0,89	Tl 1,80	Pb 1,80	Bi 1,90	Po 2,00	At 2,20	Rn

3. Từ số liệu trong Bảng 6.1, nhận xét sự biến đổi giá trị độ âm điện của nguyên tử các nguyên tố trong một nhóm và trong một chu kì. Giải thích.

4. Hãy cho biết vì sao trong Bảng 6.1, giá trị độ âm điện của nguyên tử các nguyên tố nhóm VIIIA còn để trống.

(*) *Nguồn:* Thandi Buthelezi, Laurel Dingrando, Nicholas Hainen, Cheryl Wistrom, Dinah Zike (2008), *Chemistry Matter and Change*, The McGraw – Hill Companies, Inc.

Xu hướng biến đổi độ âm điện:

Độ âm điện của nguyên tử các nguyên tố nhóm A có xu hướng biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân:

- *Trong một chu kì*, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, lực hút giữa hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng cũng tăng. Do đó, độ âm điện của nguyên tử các nguyên tố có xu hướng *tăng dần*.
- *Trong một nhóm*, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, bán kính nguyên tử tăng nhanh, lực hút giữa hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng giảm. Do đó, độ âm điện của nguyên tử các nguyên tố có xu hướng *giảm dần*.

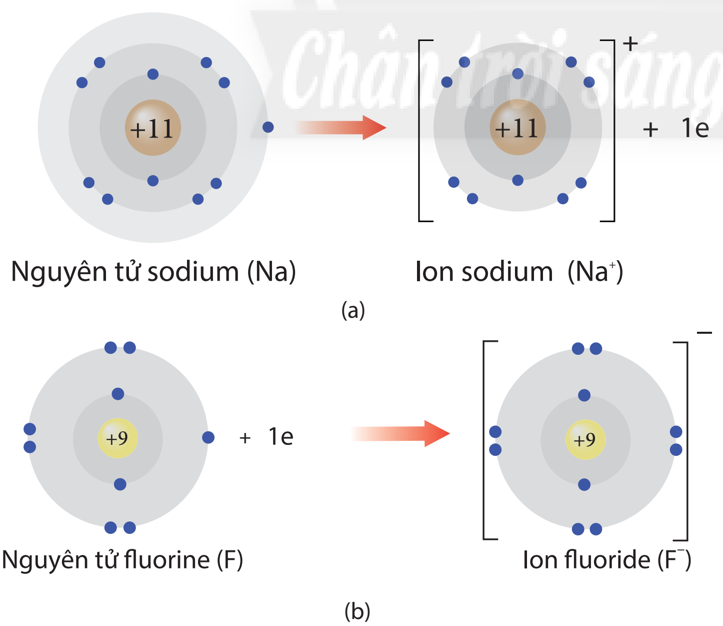
Dựa vào xu hướng biến đổi độ âm điện của nguyên tử các nguyên tố trong bảng tuần hoàn, em hãy sắp xếp các nguyên tố sau đây theo chiều tăng dần độ âm điện của nguyên tử: Na, K, Mg, Al.

3 TÍNH KIM LOẠI, TÍNH PHI KIM

Giải thích xu hướng biến đổi tính kim loại, tính phi kim của các nguyên tố nhóm A

– **Tính kim loại** là tính chất của một nguyên tố mà nguyên tử dễ nhường electron.

– **Tính phi kim** là tính chất của một nguyên tố mà nguyên tử dễ nhận electron.



Hình 6.3. **Quá trình nhường, nhận electron của nguyên tử sodium (a) và fluorine (b)**

5. Giải thích sự hình thành ion Na^+ và ion F^-.
6. Khả năng nhường hoặc nhận electron hoá trị của nguyên tử các nguyên tố nhóm A thay đổi như thế nào khi:

   a) đi từ đầu chu kì đến cuối chu kì?

   b) đi từ đầu nhóm đến cuối nhóm?

Xu hướng biến đổi tính kim loại, tính phi kim:

Tính kim loại, tính phi kim của các nguyên tố nhóm A có xu hướng biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân:

- *Trong một chu kì*, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, lực hút giữa hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng tăng. Do đó, *tính kim loại của các nguyên tố giảm dần, tính phi kim tăng dần.*
- *Trong một nhóm*, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, lực hút giữa hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng giảm. Do đó, *tính kim loại của các nguyên tố tăng dần, tính phi kim giảm dần.*

Dựa vào xu hướng biến đổi tính kim loại – phi kim của các nguyên tố trong bảng tuần hoàn, hãy sắp xếp các nguyên tố sau đây theo chiều giảm dần tính kim loại: sodium, magnesium và potassium.

4 TÍNH ACID – BASE CỦA OXIDE VÀ HYDROXIDE

Nhận xét xu hướng biến đổi tính acid – base của oxide và hydroxide tương ứng theo chu kì

Xét một số phản ứng sau:

$$Na_2O + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O$$

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$$

$$Al_2O_3 + 2KOH + 3H_2O \longrightarrow 2K[Al(OH)_4]$$

$$Al(OH)_3 + KOH \longrightarrow K[Al(OH)_4]$$

$$Al(OH)_3 + 3HCl \longrightarrow AlCl_3 + 3H_2O$$

$$SO_3 + KOH \longrightarrow KHSO_4$$

$$SO_3 + 2KOH \longrightarrow K_2SO_4 + H_2O$$

$$H_2SO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$

$$H_2SO_4 + KOH \longrightarrow KHSO_4 + H_2O$$

7. Từ các phản ứng của các oxide và hydroxide: Na_2O, NaOH, Al_2O_3, $Al(OH)_3$, SO_3, H_2SO_4 với các dung dịch HCl, KOH, hãy nhận xét tính acid, base của các oxide và hydroxide trên.

Bảng 6.2. **Tính acid – base của oxide và hydroxide tương ứng của các nguyên tố thuộc chu kì 2 và 3 (ứng với hoá trị cao nhất của các nguyên tố)**

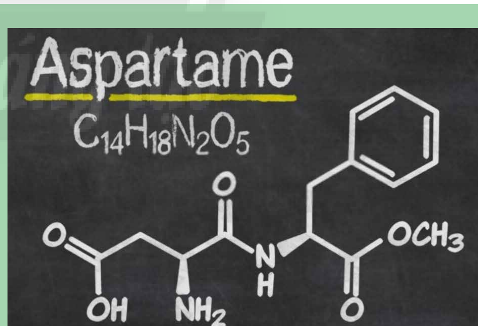
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Li_2O (Basic oxide)	BeO (Oxide lưỡng tính)	B_2O_3 (Acidic oxide)	CO_2 (Acidic oxide)	N_2O_5 (Acidic oxide)		
LiOH (Base mạnh)	$Be(OH)_2$ (Hydroxide lưỡng tính)	H_3BO_3 (Acid yếu)	H_2CO_3 (Acid yếu)	HNO_3 (Acid mạnh)		
Na_2O (Basic oxide)	MgO (Basic oxide)	Al_2O_3 (Oxide lưỡng tính)	SiO_2 (Acidic oxide)	P_2O_5 (Acidic oxide)	SO_3 (Acidic oxide)	Cl_2O_7 (Acidic oxide)
NaOH (Base mạnh)	$Mg(OH)_2$ (Base yếu)	$Al(OH)_3$ (Hydroxide lưỡng tính)	H_2SiO_3 (Acid yếu)	H_3PO_4 (Acid trung bình)	H_2SO_4 (Acid mạnh)	$HClO_4$ (Acid rất mạnh)

8. Quan sát Bảng 6.2, hãy liên hệ xu hướng biến đổi tính acid, tính base của oxide và hydroxide tương ứng với tính kim loại, phi kim của các nguyên tố trong chu kì.

Trong một chu kì, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, tính base của oxide và hydroxide tương ứng giảm dần, tính acid của chúng tăng dần.

Dựa vào xu hướng biến đổi tính acid – base của oxide và hydroxide tương ứng của các nguyên tố trong bảng tuần hoàn, hãy sắp xếp các hợp chất sau đây theo chiều giảm dần tính acid của chúng: H_2SiO_3, $HClO_4$, H_2SO_4, H_3PO_4.

Aspartame là một chất làm ngọt nhân tạo, được sử dụng trong một số loại soda dành cho người ăn kiêng. Xác định vị trí của các nguyên tố tạo nên aspartame trong bảng tuần hoàn. Trong số các nguyên tố đó, nguyên tố nào có tính phi kim mạnh nhất?



Công thức cấu tạo của phân tử aspartame

BÀI TẬP

1. Nguyên tử của nguyên tố nào sau đây có bán kính nhỏ nhất?

A. Si (Z = 14)

B. P (Z = 15)

C. Ge (Z = 32)

D. As (Z = 33)

2. Bốn nguyên tố A, E, M, Q cùng thuộc một nhóm A trong bảng tuần hoàn, có số hiệu nguyên tử lần lượt là 9, 17, 35, 53. Các nguyên tố này được sắp xếp theo chiều tính phi kim tăng dần theo dãy nào sau đây?

A. A, Q, E, M

B. Q, M, E, A

C. A, E, M, Q

D. A, M, E, Q

3. Xét ba nguyên tố có cấu hình electron lần lượt:

X: $1s^22s^22p^63s^1$ Q: $1s^22s^22p^63s^2$ Z: $1s^22s^22p^63s^23p^1$

Tính base tăng dần của các hydroxide là

A. $XOH < Q(OH)_2 < Z(OH)_3$

B. $Z(OH)_3 < XOH < Q(OH)_2$

C. $Z(OH)_3 < Q(OH)_2 < XOH$

D. $XOH < Z(OH)_3 < Q(OH)_2$

4. Trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, cho biết nguyên tố nào có tính phi kim mạnh nhất. Giải thích.

5. Cho bảng số liệu sau:

Kim loại kiềm	Bán kính nguyên tử (pm)	Độ âm điện
Li	152	0,98
Na	186	0,93
K	227	0,82
Rb	248	0,82
Cs	265	0,79

Hãy vẽ đồ thị hoặc biểu đồ đối với hai đại lượng bán kính nguyên tử và độ âm điện trong bảng số liệu trên. Quan sát và cho biết hai đại lượng này biến thiên như thế nào? Giải thích.

Bài 7

ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN – Ý NGHĨA CỦA BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

MỤC TIÊU

- Phát biểu được định luật tuần hoàn.
- Trình bày được ý nghĩa của bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học: Mối liên hệ giữa vị trí (trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học) với tính chất và ngược lại.

Fluorine được sử dụng làm chất oxi hoá cho nhiên liệu lỏng dùng trong tên lửa. Fluorine (F) là một nguyên tố hoá học có số hiệu nguyên tử bằng 9, thuộc chu kì 2, nhóm VIIA. Từ vị trí của của fluorine trong bảng tuần hoàn, có thể dự đoán được tính chất hoá học cơ bản của fluorine không? Khả năng phản ứng của fluorine như thế nào?

9 18,998
3,98
F
Fluorine
$1s^22s^22p^5$
-1

Nguyên tố fluorine

1 ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN

Tìm hiểu sự biến đổi cấu hình electron nguyên tử của các nguyên tố nhóm A và định luật tuần hoàn

Bảng 7.1. **Cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử các nguyên tố nhóm A**

Chu kì \ Nhóm	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H $1s^1$							He $1s^2$
2	Li $2s^1$	Be $2s^2$	B $2s^22p^1$	C $2s^22p^2$	N $2s^22p^3$	O $2s^22p^4$	F $2s^22p^5$	Ne $2s^22p^6$
3	Na $3s^1$	Mg $3s^2$	Al $3s^23p^1$	Si $3s^23p^2$	P $3s^23p^3$	S $3s^23p^4$	Cl $3s^23p^5$	Ar $3s^23p^6$
4	K $4s^1$	Ca $4s^2$	Ga $4s^24p^1$	Ge $4s^24p^2$	As $4s^24p^3$	Se $4s^24p^4$	Br $4s^24p^5$	Kr $4s^24p^6$
5	Rb $5s^1$	Sr $5s^2$	In $5s^25p^1$	Sn $5s^25p^2$	Sb $5s^25p^3$	Te $5s^25p^4$	I $5s^25p^5$	Xe $5s^25p^6$
6	Cs $6s^1$	Ba $6s^2$	Tl $6s^26p^1$	Pb $6s^26p^2$	Bi $6s^26p^3$	Po $6s^26p^4$	At $6s^26p^5$	Rn $6s^26p^6$

1. Quan sát Bảng 7.1, hãy nhận xét về số electron lớp ngoài cùng của nguyên tử các nguyên tố nhóm A trong cùng một chu kì và trong cùng một nhóm?

Sự biến đổi tuần hoàn về cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử các nguyên tố khi điện tích hạt nhân tăng dần chính là nguyên nhân của sự biến đổi tuần hoàn về tính chất của các nguyên tố, cũng như hợp chất của chúng.

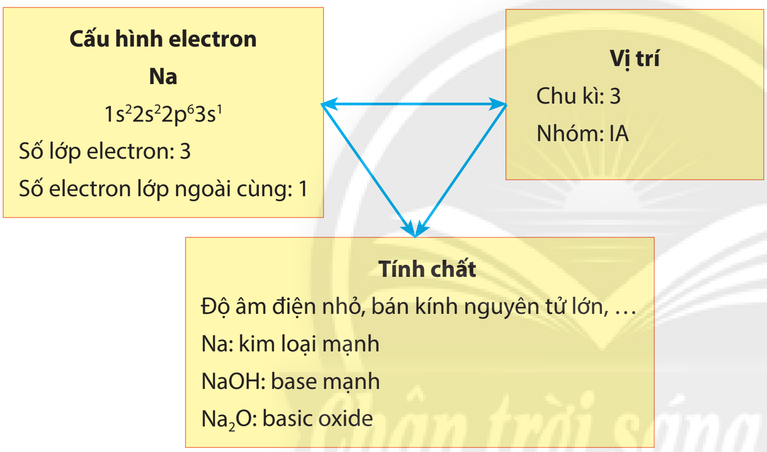
Định luật tuần hoàn:

Tính chất của các nguyên tố và đơn chất, cũng như thành phần và tính chất của các hợp chất tạo nên từ các nguyên tố đó biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử.

Hãy nêu xu hướng biến đổi một số tính chất của các nguyên tố, đơn chất và hợp chất của chúng để minh hoạ nội dung của định luật tuần hoàn.

2 Ý NGHĨA CỦA BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

Trình bày mối quan hệ giữa cấu hình electron, vị trí và tính chất của các nguyên tố trong bảng tuần hoàn



Hình 7.1. **Mối quan hệ vị trí, cấu hình electron và tính chất của sodium**

2. Dựa trên các kiến thức đã được học, hoàn thành những thông tin còn thiếu trong Bảng 7.2.

Bảng 7.2. **Quan hệ giữa vị trí và tính chất của nguyên tố calcium (Z = 20)**

Cấu tạo nguyên tử Ca		Vị trí nguyên tố Ca
Cấu hình electron: ? Số proton, số electron: ? Số lớp electron: ? Số electron lớp ngoài cùng: ?	⇄	Số thứ tự nguyên tố: ? Số thứ tự chu kì: ? Nhóm: ?
Tính chất nguyên tố Ca – Tính kim loại, tính phi kim: ? – Hoá trị cao nhất với oxygen: ? – Công thức oxide cao nhất: ? – Công thức hydroxide tương ứng: ? – Tính acid, base của oxide cao nhất và hydroxide: ?		

a) Nguyên tố potassium thuộc ô 19 trong bảng tuần hoàn. Cho biết cấu tạo của nguyên tử này.

b) Nguyên tử của nguyên tố chlorine có 17 proton. Cho biết vị trí của nguyên tố này trong bảng tuần hoàn.

c) Nguyên tử của nguyên tố sulfur thuộc ô 16 trong bảng tuần hoàn. Cho biết tính chất hoá học cơ bản của nguyên tố sulfur.

Khi biết vị trí của một nguyên tố trong bảng tuần hoàn, có thể suy ra cấu tạo nguyên tử của nguyên tố đó và ngược lại. Từ đó, có thể suy ra những tính chất hoá học cơ bản của nó.

Potassium hydroxide (KOH) là một trong những hoá chất quan trọng của ngành công nghiệp. Chất này được sử dụng để sản xuất chất tẩy rửa gia dụng, thuốc nhuộm vải, phân bón, ... Hãy dự đoán hydroxide này có tính base mạnh hay yếu.

▲ **Potassium hydroxide**

BÀI TẬP

1. Các nguyên tố trong bảng tuần hoàn được sắp xếp theo chiều tăng dần

A. khối lượng nguyên tử.
B. bán kính nguyên tử.
C. số hiệu nguyên tử.
D. độ âm điện của nguyên tử.

2. Nguyên tố Ca có số hiệu nguyên tử là 20. Phát biểu nào sau đây về Ca là **không** đúng?

A. Số electron ở vỏ nguyên tử của nguyên tố Ca là 20.
B. Vỏ của nguyên tử Ca có 4 lớp electron và lớp ngoài cùng có 2 electron.
C. Hạt nhân của nguyên tố Ca có 20 proton.
D. Nguyên tố Ca là một phi kim.

3. Một nguyên tố kim loại được sử dụng làm vỏ lon nước giải khát. Nguyên tử của nguyên tố này có cấu hình electron: [Ne] $3s^23p^1$. Hãy xác định tên nguyên tố này và vị trí của nó trong bảng tuần hoàn. Nêu cấu tạo nguyên tử và tính chất của nguyên tố này.

4. Nguyên tử của một nguyên tố có cấu hình electron: [Ar] $4s^2$. Nguyên tố này là một trong những nguyên tố thiết yếu cho cơ thể, được bổ sung trong các sản phẩm sữa. Hãy xác định vị trí của nguyên tố này trong bảng tuần hoàn và cho biết tính chất của nó.

Chương 3

LIÊN KẾT HOÁ HỌC

Bài 8 QUY TẮC OCTET

MỤC TIÊU

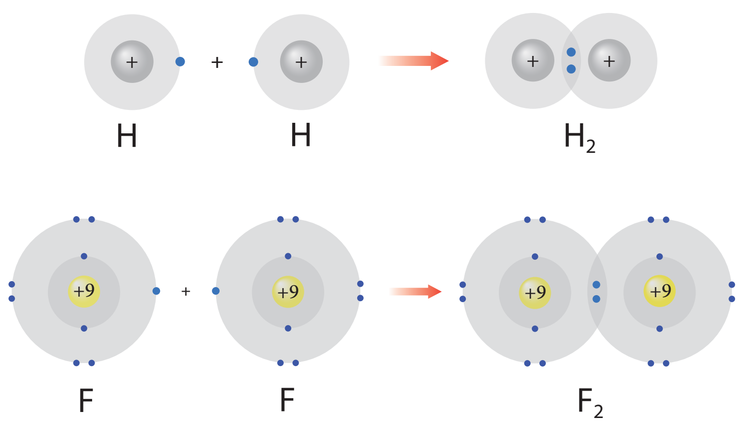
Trình bày và vận dụng được quy tắc octet trong quá trình hình thành liên kết hoá học cho các nguyên tố nhóm A.

Khi liên kết với nhau, nguyên tử của các nguyên tố dường như đã cố gắng "bắt chước" cấu hình electron nguyên tử của các nguyên tố khí hiếm để bền vững hơn. Điều này đã được nhà hoá học người Mỹ Lewis (Li-uýt, 1875 – 1946) đề nghị khi nghiên cứu về sự hình thành phân tử từ các nguyên tử. Ông gọi đó là quy tắc octet. Quy tắc octet là gì?

▲ **Vì sao nguyên tử hydrogen không tồn tại độc lập như nguyên tử helium?**

1 LIÊN KẾT HOÁ HỌC

Tìm hiểu sự hình thành liên kết hoá học



▲ ***Hình 8.1.*** **Sự hình thành các phân tử hydrogen và fluorine**

1. Hình 8.1 giải thích sự hình thành phân tử hydrogen (H_2) và fluorine (F_2) từ các nguyên tử. Theo em, các nguyên tử hydrogen và fluorine đã "bắt chước" cấu hình electron của các nguyên tử khí hiếm nào khi tham gia liên kết?
2. Sử dụng sơ đồ tương tự như Hình 8.1, hãy giải thích sự tạo thành phân tử chlorine (Cl_2) và oxygen (O_2) từ các nguyên tử tương ứng.

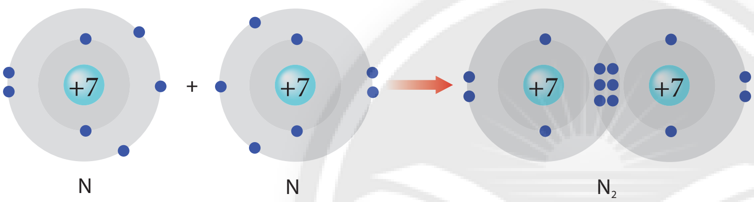
Phân tử được tạo nên từ các nguyên tử bằng các **liên kết hoá học.**

2 QUY TẮC OCTET

Tìm hiểu cách vận dụng quy tắc octet trong sự hình thành phân tử nitrogen (N_2)

Để đạt cấu hình electron bền vững của các khí hiếm gần nhất, nguyên tử của các nguyên tố có xu hướng nhường, hoặc nhận thêm, hoặc góp chung các electron hoá trị với các nguyên tử khác khi tham gia liên kết hoá học. Ví dụ, liên kết giữa 2 nguyên tử nitrogen (N) trong phân tử nitrogen (N_2) được tạo thành do mỗi nguyên tử nitrogen đã góp chung 3 electron hoá trị, tạo nên 3 cặp electron chung như Hình 8.2.

3. Từ Hình 8.2, cho biết mỗi nguyên tử nitrogen đã đạt được cấu hình electron bền vững của nguyên tử khí hiếm nào.

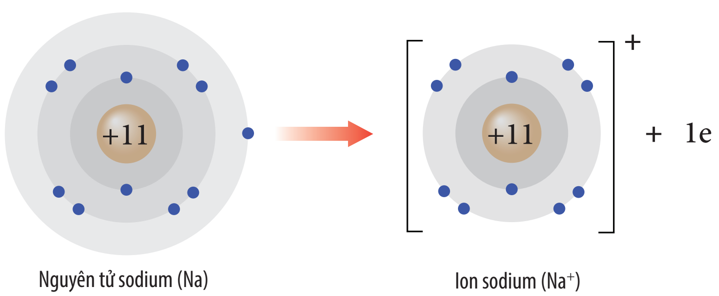


Hình 8.2. **Sự hình thành liên kết trong phân tử nitrogen**

Nguyên tử của các nguyên tố hydrogen và fluorine có xu hướng cho đi, nhận thêm hay góp chung các electron hoá trị khi tham gia liên kết hình thành phân tử hydrogen fluoride (HF)?

Tìm hiểu cách vận dụng quy tắc octet trong sự hình thành ion dương, ion âm

Nguyên tử sodium có 1 electron ở lớp ngoài cùng. Nếu mất đi 1 electron này, nguyên tử sodium sẽ đạt được cấu hình electron bền vững sau:

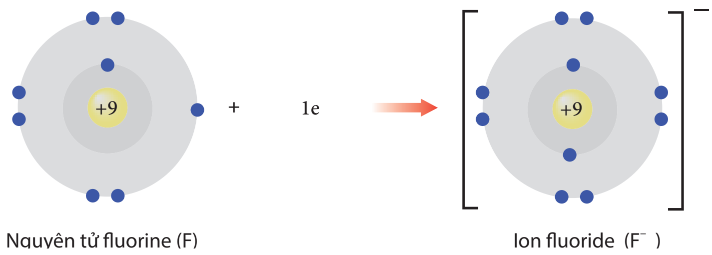


Hình 8.3. **Sự hình thành ion Na^+**

4. Ion sodium và ion fluoride có cấu hình electron của các khí hiếm tương ứng nào?

Phần tử thu được mang điện tích dương, gọi là ion sodium, kí hiệu Na^+.

Tương tự, nguyên tử fluorine có 7 electron ở lớp ngoài cùng. Khi nhận vào 1 electron, nguyên tử fluorine sẽ đạt được cấu hình electron bền vững sau:



Hình 8.4. Sự hình thành ion F^-

5. Trình bày sự hình thành ion lithium. Cho biết ion lithium có cấu hình electron của khí hiếm tương ứng nào?

Phần tử thu được mang điện tích âm, gọi là ion fluoride, kí hiệu F^-.

Quy tắc octet (bát tử):
Trong quá trình hình thành liên kết hoá học, nguyên tử của các nguyên tố nhóm A có xu hướng tạo thành lớp vỏ ngoài cùng có 8 electron tương ứng với khí hiếm gần nhất (hoặc 2 electron với khí hiếm helium).

Không phải trong mọi trường hợp, nguyên tử của các nguyên tố khi tham gia liên kết đều tuân theo quy tắc octet. Người ta nhận thấy một số phân tử có thể không tuân theo quy tắc octet. Ví dụ: NO, BH_3, SF_6, ...

Với nguyên tử của các nguyên tố nhóm B, người ta áp dụng một quy tắc khác, tương ứng với quy tắc octet, là quy tắc 18 electron để giải thích xu hướng khi tham gia liên kết hoá học của chúng.

Biết phân tử magnesium oxide hình thành bởi các ion Mg^{2+} và O^{2-}. Vận dụng quy tắc octet, trình bày sự hình thành các ion trên từ những nguyên tử tương ứng.

BÀI TẬP

1. Nguyên tử của nguyên tố nào sau đây có xu hướng đạt cấu hình electron bền vững của khí hiếm argon khi tham gia hình thành liên kết hoá học?

A. Fluorine. B. Oxygen. C. Hydrogen. D. Chlorine.

2. Để đạt quy tắc octet, nguyên tử của nguyên tố potassium (Z = 19) phải nhường đi

A. 2 electron. B. 3 electron. C. 1 electron. D. 4 electron.

3. Vận dụng quy tắc octet, trình bày sơ đồ mô tả sự hình thành phân tử potassium chloride (KCl) từ nguyên tử của các nguyên tố potassium và chlorine.

4. Giải thích sự hình thành liên kết trong phân tử H_2O bằng cách áp dụng quy tắc octet.

Bài 9

LIÊN KẾT ION

MỤC TIÊU

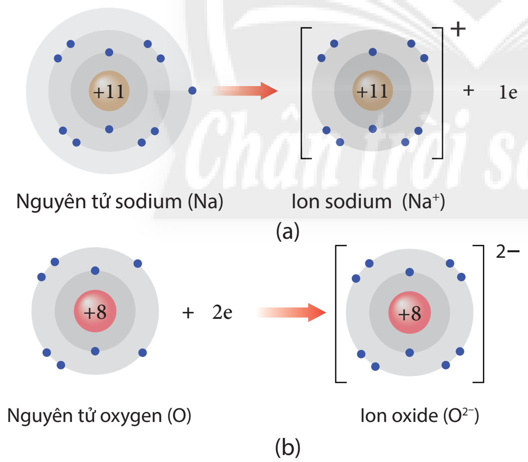
– Trình bày được sự hình thành liên kết ion (nêu một số ví dụ điển hình tuân theo quy tắc octet).
– Nêu được cấu tạo tinh thể NaCl. Giải thích được vì sao các hợp chất ion thường ở trạng thái rắn trong điều kiện thường (dạng tinh thể ion).
– Lắp ráp được mô hình tinh thể NaCl (theo mô hình có sẵn).

Hơn 50% dược phẩm sử dụng trong y tế được sản xuất dưới dạng muối với mục đích thúc đẩy sự hấp thu các dược chất vào máu, tăng cường hiệu quả điều trị. Trong đó, thường gặp nhất là các muối hydrochloride, sodium hoặc sulfate.
Muối thường là các hợp chất chứa liên kết ion. Liên kết ion là gì?

Dược phẩm trong cuộc sống

1 ION VÀ SỰ HÌNH THÀNH LIÊN KẾT ION

Tìm hiểu về sự hình thành ion



Hình 9.1. Minh hoạ quá trình hình thành ion

1. Quan sát Hình 9.1, nhận xét số electron trên lớp vỏ với số proton trong hạt nhân của mỗi ion tạo thành.
2. Trình bày cách tính điện tích của các ion thu được khi nguyên tử nhường hoặc nhận thêm electron trong Hình 9.1.
3. Ion Na^+ và ion O^{2-} thu được có bền vững về mặt hoá học không? Chúng có cấu hình electron nguyên tử của nguyên tố nào?

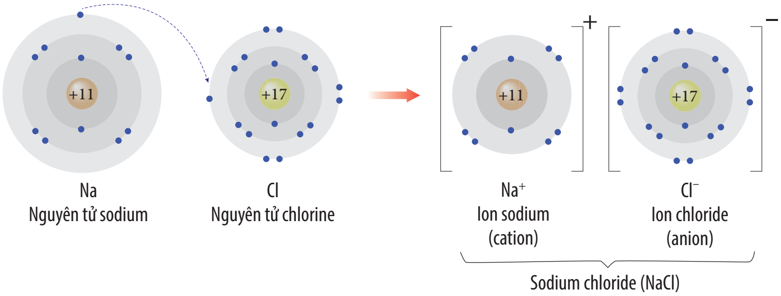
• Khi cho electron, nguyên tử trở thành **ion dương (cation)**.

• Khi nhận electron, nguyên tử trở thành **ion âm (anion)**.

• Giá trị điện tích trên cation hoặc anion bằng số electron mà nguyên tử đã nhường hoặc nhận.

Tìm hiểu phản ứng của sodium với chlorine

Khi cho sodium tác dụng với chlorine, ta thu được sodium chloride (NaCl). Phản ứng giữa sodium và chlorine có thể được minh hoạ bởi sơ đồ:



Hình 9.2. **Minh hoạ sự hình thành liên kết ion trong phân tử NaCl**

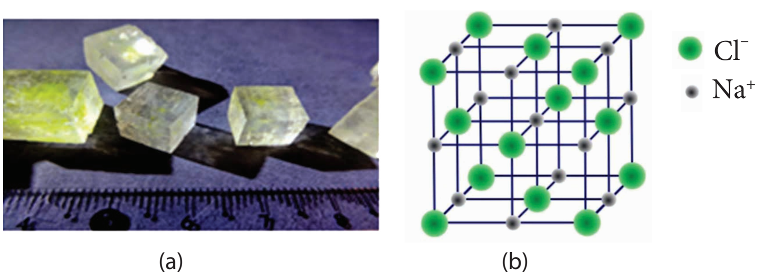
Phương trình hoá học: $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$

- **Liên kết ion** là liên kết được hình thành bởi lực hút tĩnh điện giữa các ion mang điện tích trái dấu.
- Liên kết ion thường được hình thành khi kim loại điển hình tác dụng với phi kim điển hình.

2 TINH THỂ ION

Tìm hiểu về tinh thể NaCl và khái niệm ô mạng tinh thể

NaCl là hợp chất ion phổ biến và quen thuộc trong đời sống. Trong điều kiện thường, hợp chất này tồn tại dưới dạng tinh thể rắn, cứng, dễ tan trong nước và có nhiệt độ nóng chảy khá cao (801 °C).



Hình 9.3. **Tinh thể NaCl thực tế (a) và mô hình ô mạng tinh thể NaCl (b)**

Ô mạng tinh thể là đơn vị nhỏ nhất của mạng tinh thể, hiển thị cấu trúc không gian ba chiều của toàn bộ tinh thể.

Tinh thể của một chất có thể xem là một ô mạng lặp đi lặp lại trong không gian ba chiều.

4. Trong các nguyên tố kim loại và phi kim, nguyên tử của những nguyên tố nào có xu hướng tạo thành cation hoặc anion? Giải thích.

5. Quan sát Hình 9.2, hãy trình bày sự hình thành liên kết ion trong phân tử NaCl khi sodium tác dụng với chlorine.

6. Các ion Na^+ và Cl^- có cấu hình electron nguyên tử của các khí hiếm tương ứng nào?

Trình bày sự hình thành liên kết ion trong phân tử MgO khi magnesium tác dụng với oxygen.

7. Quan sát Hình 9.3, cho biết:

a) Tinh thể NaCl có cấu trúc của hình khối nào.

b) Các ion Na^+ và Cl^- phân bố trong tinh thể như thế nào.

c) Xung quanh mỗi loại ion có bao nhiêu ion ngược dấu gần nhất.

8. Em hiểu thế nào về tinh thể ion?

Do các hợp chất ion có cấu trúc tinh thể và lực hút tĩnh điện mạnh nên chúng thường tồn tại ở trạng thái rắn trong điều kiện thường.

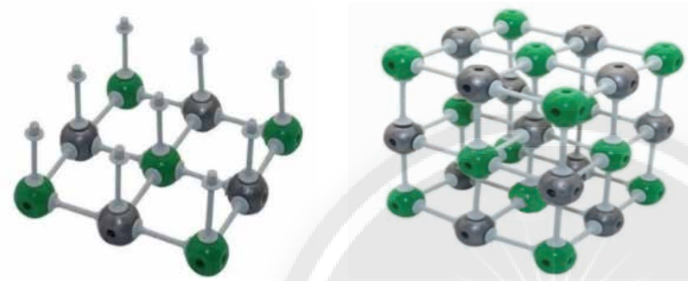
Trong điều kiện thường, các hợp chất ion thường tồn tại ở trạng thái rắn, khó nóng chảy, khó bay hơi và không dẫn điện ở trạng thái rắn. Hợp chất ion thường dễ tan trong nước, tạo thành dung dịch có khả năng dẫn điện.

Thực hành lắp ráp mô hình tinh thể NaCl (theo mô hình có sẵn)

Bước 1: Xác định số lượng mỗi loại khối cầu và số lượng các thanh nối cần sử dụng.

Bước 2: Lắp xen kẽ các khối cầu và thanh nối như hình minh hoạ (Hình 9.4a).

Bước 3: Hoàn chỉnh mô hình tinh thể NaCl (Hình 9.4b).



(a) (b)

***Hình 9.4.* Minh hoạ cách lắp ráp mô hình tinh thể NaCl**

9. Quan sát các bước trong Hình 9.4, cho biết cần bao nhiêu thanh nối và khối cầu mỗi loại để lắp ráp thành mô hình một ô mạng tinh thể NaCl.

Ion Na^+ đóng vai trò rất quan trọng trong việc điều hoà huyết áp của cơ thể. Tuy nhiên, nếu cơ thể hấp thụ một lượng lớn ion này sẽ dẫn đến các vấn đề về tim mạch và thận. Các nhà khoa học khuyến cáo lượng ion Na^+ nạp vào cơ thể nên thấp hơn 2 300 mg, nhưng không ít hơn 500 mg mỗi ngày đối với một người lớn để đảm bảo sức khoẻ.

Giả sử, nếu một người sử dụng 5,0 g muối ăn mỗi ngày thì lượng ion Na^+ mà người ấy nạp vào cơ thể có vượt mức giới hạn cho phép không?

Trải nghiệm nuôi tinh thể

1. Chuẩn bị

Dụng cụ: Cốc thuỷ tinh, đĩa thuỷ tinh, dây chỉ, que nhỏ, thìa, bếp đun, hộp xốp, keo dán, nhiệt kế, nhíp sắt.

Hoá chất: Alum (phèn chua), nước cất (có thể sử dụng nước lọc).

2. Các bước tiến hành

Bước 1: Tạo tinh thể mầm

– Cho alum vào cốc thuỷ tinh chứa 100 mL nước sôi, khuấy đều cho đến khi alum không thể tan hết được nữa. Hạ nhiệt độ dung dịch xuống xấp xỉ 50 °C, gạn bỏ cặn lắng, thu được dung dịch alum bão hoà ở xấp xỉ 50 °C.

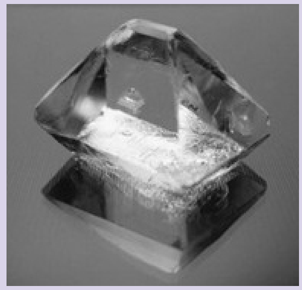
– Rót 30 mL dung dịch alum bão hoà ở xấp xỉ 50 °C vào đĩa thuỷ tinh và để nguội đến nhiệt độ phòng.

Nuôi tinh thể alum

– Sau 1 ngày, xuất hiện các tinh thể nhỏ. Dùng nhíp sắt chọn một tinh thể có hình dạng đẹp và trong suốt để làm tinh thể mầm. Sau đó, cẩn thận gắn tinh thể này vào dây chỉ bằng keo dán và buộc lên que nhỏ.

Bước 2: Nuôi tinh thể

- Nhúng tinh thể mầm vào cốc chứa 50 mL dung dịch alum bão hoà ở xấp xỉ 50 °C. Tiếp theo, đậy cốc bằng một miếng bìa để tránh bụi bẩn gây ảnh hưởng tới quá trình kết tinh. Sau đó, đặt cốc vào trong hộp xốp để ổn định nhiệt độ và tránh rung lắc.
- Sau 1 ngày, lấy tinh thể ra khỏi cốc, phun nhẹ một ít nước để rửa sạch rồi tiếp tục nhúng tinh thể vào dung dịch alum bão hoà ở xấp xỉ 50 °C (cần chuẩn bị lại dung dịch alum bão hoà ở xấp xỉ 50 °C). Khi rửa, không nên chạm tay vào tinh thể để tránh làm mờ bề mặt, khiến tinh thể thu được giảm độ trong suốt.
- Lặp lại các bước trên hằng ngày và theo dõi cho đến khi tinh thể đạt kích thước mong muốn.



▲ **Tinh thể alum**

BÀI TẬP

1. Ion Mg^{2+} có cấu hình electron giống cấu hình electron của khí hiếm nào?

A. Helium. B. Neon. C. Argon. D. Krypton.

2. Cho các ion sau: Ca^{2+}, F^{-}, Al^{3+} và N^{3-}. Số ion có cấu hình electron của khí hiếm neon là

A. 4 B. 2 C. 1 D. 3

3. Potassium và magnesium là các nguyên tố thiết yếu đối với cơ thể sinh vật sống.

a) Viết cấu hình electron của các ion được tạo thành từ nguyên tử của các nguyên tố này. Chúng có cấu hình electron của những nguyên tử khí hiếm nào?

b) Có hợp chất ion nào chỉ tạo bởi các ion trên với nhau không? Vì sao?

4. Hoàn thành những thông tin còn thiếu trong bảng sau:

Công thức hợp chất ion	Cation	Anion
CaF_2	?	?
?	K^{+}	O^{2-}

5. Sodium oxide (Na_2O) có trong thành phần thuỷ tinh và các sản phẩm gốm sứ. Trình bày sự hình thành liên kết ion trong phân tử sodium oxide.

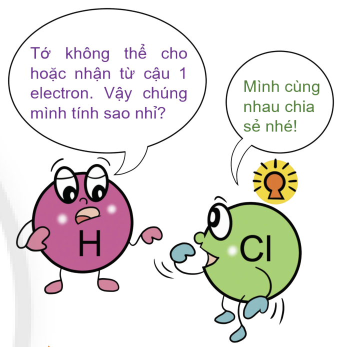
Bài 10

LIÊN KẾT CỘNG HOÁ TRỊ

MỤC TIÊU

- Trình bày được khái niệm và lấy được ví dụ về liên kết cộng hoá trị (liên kết đơn, đôi, ba) khi áp dụng quy tắc octet.
- Viết được công thức Lewis của một số chất đơn giản.
- Trình bày được khái niệm về liên kết cho nhận.
- Phân biệt được các loại liên kết dựa theo độ âm điện.
- Giải thích được sự hình thành liên kết σ và liên kết π qua sự xen phủ AO.
- Trình bày được khái niệm năng lượng liên kết cộng hoá trị.
- Lắp được mô hình phân tử một số chất.

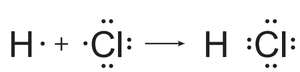
Trong việc hình thành liên kết hoá học, không phải lúc nào các nguyên tử cũng cho, nhận các electron hoá trị với nhau như trong liên kết ion. Thay vào đó, chúng có thể cùng nhau sử dụng chung các electron hoá trị để cùng thoả mãn quy tắc octet. Trong trường hợp này, một loại liên kết hoá học mới được hình thành. Đó là loại liên kết gì?



▲ **Các nguyên tử tìm cách trở nên bền hơn**

1 SỰ HÌNH THÀNH LIÊN KẾT CỘNG HOÁ TRỊ

Tìm hiểu sự hình thành liên kết trong các phân tử hydrogen chloride, oxygen và nitrogen



▲ ***Hình 10.1.*** **Sự hình thành liên kết trong phân tử HCl**

▲ ***Hình 10.2.*** **Sự hình thành liên kết trong phân tử O_2**

▲ ***Hình 10.3.*** **Sự hình thành liên kết trong phân tử N_2**

1. Quan sát các Hình từ 10.1 đến 10.3, cho biết quy tắc octet đã được áp dụng ra sao khi các nguyên tử tham gia hình thành liên kết.
2. Giải thích sự hình thành liên kết trong các phân tử HCl, O_2 và N_2.

Liên kết cộng hoá trị là liên kết được hình thành giữa hai nguyên tử bằng một hay nhiều cặp electron chung.

Giữa nguyên tử hydrogen và nguyên tử chlorine trong phân tử HCl có một cặp electron chung, được biểu diễn bằng một gạch nối "–", đó là **liên kết đơn**. Do đó liên kết trong phân tử HCl được biểu diễn là H–Cl.

Giữa hai nguyên tử oxygen trong phân tử O_2 có hai cặp electron chung, được biểu diễn bằng hai gạch nối "=", đó là **liên kết đôi**. Do đó liên kết trong phân tử O_2 được biểu diễn là O=O.

Giữa hai nguyên tử nitrogen trong phân tử N_2 có ba cặp electron chung, được biểu diễn bằng ba gạch nối "≡", đó là **liên kết ba**. Do đó liên kết trong phân tử N_2 được biểu diễn là N≡N.

Các công thức H-Cl, O=O và N≡N gọi là công thức cấu tạo của HCl, O_2 và N_2.

3. Thế nào là liên kết đơn, liên kết đôi và liên kết ba?

Trình bày sự hình thành liên kết cộng hoá trị trong phân tử Cl_2.

Tìm hiểu cách viết công thức Lewis

Công thức Lewis biểu diễn sự hình thành liên kết hoá học giữa các nguyên tử trong một phân tử. Công thức Lewis của một phân tử được xây dựng từ công thức electron của phân tử, trong đó mỗi cặp electron chung giữa hai nguyên tử tham gia liên kết được thay bằng một gạch nối "–".

4. Viết công thức electron, công thức Lewis và công thức cấu tạo của Cl_2, H_2O và CH_4.

Trình bày sự hình thành liên kết cộng hoá trị trong phân tử NH_3.

Bảng 10.1. **Công thức electron, công thức Lewis và công thức cấu tạo của một số phân tử**

Phân tử	Công thức electron	Công thức Lewis	Công thức cấu tạo
HCl	$H:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$	$H-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$	H–Cl
O_2	$\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}::\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}$	$\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}=\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}$	O=O
N_2	$:N\vdots\vdots N:$	$:N\equiv N:$	N≡N
NH_3	$H:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}}:H$ H	$H-\overset{\cdot\cdot}{N}-H$ | H	H–N–H | H
CO_2	$\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}::C::\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}$	$\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}=C=\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}}$	O=C=O

Liên kết cộng hoá trị được hình thành giữa các nguyên tử của cùng một nguyên tố hoặc giữa các nguyên tử của các nguyên tố không khác nhau nhiều về độ âm điện.

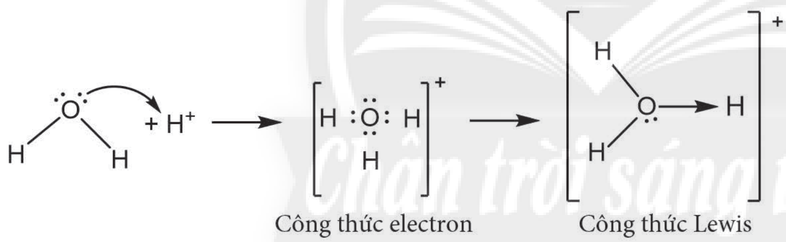
2 LIÊN KẾT CHO – NHẬN

Tìm hiểu khái niệm về liên kết cho – nhận

Trong trường hợp cặp electron chung giữa hai nguyên tử tham gia liên kết chỉ do một nguyên tử đóng góp thì liên kết cộng hoá trị giữa hai nguyên tử là liên kết cho – nhận.

Ví dụ 1: Trong phân tử H_2O, nguyên tử oxygen còn 2 cặp electron chưa liên kết, ion H^+ có orbital trống, không chứa electron. Khi cho H_2O kết hợp với ion H^+, nguyên tử oxygen sử dụng một cặp electron chưa liên kết làm cặp electron chung với ion H^+ tạo thành ion hydronium (H_3O^+). Trong ion H_3O^+, nguyên tử oxygen đóng góp cặp electron chung nên là nguyên tử cho, ion H^+ không đóng góp electron, đóng vai trò nhận electron. Tất cả các liên kết O–H trong ion H_3O^+ là tương đương nhau, nhưng để biểu diễn liên kết cho – nhận hiện diện trong ion, một mũi tên được hướng từ nguyên tử cho sang nguyên tử nhận để phân biệt với các liên kết còn lại.

5. Biết phân tử CO cũng có liên kết cho – nhận. Viết công thức electron và công thức cấu tạo của CO.
6. Cho biết đặc điểm của nguyên tử "cho" và nguyên tử "nhận" trong phân tử có liên kết cho – nhận.



Hình 10.4. Sơ đồ tạo liên kết cho nhận trong ion hydronium H_3O^+

Trình bày liên kết cho – nhận trong ion NH_4^+.

Liên kết cho – nhận là một trường hợp đặc biệt của liên kết cộng hoá trị, trong đó cặp electron chung chỉ do một nguyên tử đóng góp.

3 PHÂN BIỆT CÁC LOẠI LIÊN KẾT DỰA THEO ĐỘ ÂM ĐIỆN

Phân biệt liên kết cộng hoá trị phân cực và không phân cực

Ta đã biết độ âm điện của một nguyên tử đặc trưng cho khả năng hút electron của nguyên tử đó khi tham gia hình thành các liên kết hoá học.

Trong Bảng 10.1, quan sát công thức electron của các phân tử, các cặp electron chung trong các phân tử O_2 và N_2 không lệch về phía nguyên tử nào, trong khi với các phân tử HCl, NH_3 và CO_2, cặp electron chung lệch về phía nguyên tử có độ âm điện lớn hơn.

Liên kết cộng hoá trị trong các phân tử O_2, N_2 là liên kết **cộng hoá trị không phân cực**, trong các phân tử HCl, NH_3 và CO_2 là liên kết **cộng hoá trị phân cực**.

Liên kết cộng hoá trị không phân cực là liên kết cộng hoá trị trong đó cặp electron chung không lệch về phía nguyên tử nào.

Liên kết cộng hoá trị phân cực là liên kết cộng hoá trị trong đó cặp electron chung lệch về phía nguyên tử có độ âm điện lớn hơn.

7. Vì sao liên kết cộng hoá trị trong các phân tử Cl_2, O_2, N_2 là liên kết cộng hoá trị không phân cực?

8. Trong các phân tử HCl, NH_3 và CO_2, cặp electron chung lệch về phía nguyên tử nào? Giải thích.

Nêu thêm ví dụ về phân tử có liên kết cộng hoá trị không phân cực và liên kết cộng hoá trị phân cực. Viết công thức electron của chúng để minh hoạ.

Phân biệt loại liên kết trong phân tử dựa trên giá trị hiệu độ âm điện

Có thể dựa vào hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$) giữa hai nguyên tử tham gia liên kết để dự đoán loại liên kết giữa chúng theo Bảng 10.2.

Bảng 10.2. **Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$) và loại liên kết tương ứng**

Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$)	Loại liên kết
$0 \le \Delta\chi < 0,4$	Cộng hoá trị không phân cực
$0,4 \le \Delta\chi < 1,7$	Cộng hoá trị phân cực
$\Delta\chi \ge 1,7$	Ion

Dựa vào giá trị độ âm điện trong bảng tuần hoàn (Hình 5.2 trang 37) để tính $\Delta\chi$ và có thể dự đoán kiểu liên kết trong các phân tử.

9. Liên kết cộng hoá trị trong phân tử dạng A_2 luôn là liên kết cộng hoá trị phân cực hay không phân cực? Giải thích.

Bảng 10.3. **Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$) và loại liên kết trong một số phân tử**

Phân tử	Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$)	Loại liên kết
CH_4	$\Delta\chi = 2,55 - 2,20 = 0,35$	Cộng hoá trị không phân cực
HCl	$\Delta\chi = 3,16 - 2,20 = 0,96$	Cộng hoá trị phân cực
NH_3	$\Delta\chi = 3,04 - 2,20 = 0,84$	Cộng hoá trị phân cực
MgO	$\Delta\chi = 3,44 - 1,31 = 2,13$	Ion
K_2O	$\Delta\chi = 3,44 - 0,82 = 2,62$	Ion

10. Em có nhận xét gì khi cặp electron chung trong liên kết lệch hẳn về phía một nguyên tử?

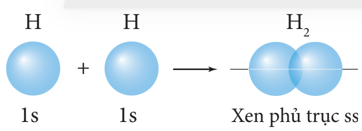
Cho biết loại liên kết trong các phân tử $MgCl_2$, CO_2 và C_2H_4?

4 SỰ HÌNH THÀNH LIÊN KẾT σ, π VÀ NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT

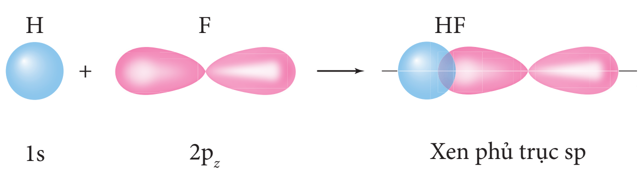
Tìm hiểu sự hình thành liên kết σ và liên kết π

Liên kết cộng hoá trị được hình thành khi các orbital nguyên tử của hai nguyên tố xen phủ lẫn nhau. Sự xen phủ này có thể xảy ra theo hai cách là **xen phủ trục** và **xen phủ bên**, hình thành nên hai loại liên kết cộng hoá trị tương ứng là **liên kết σ** và **liên kết π**.

11. Quan sát các Hình từ 10.5 đến 10.8, cho biết liên kết nào trong mỗi phân tử được tạo thành bởi sự xen phủ trục hoặc xen phủ bên của các orbital.

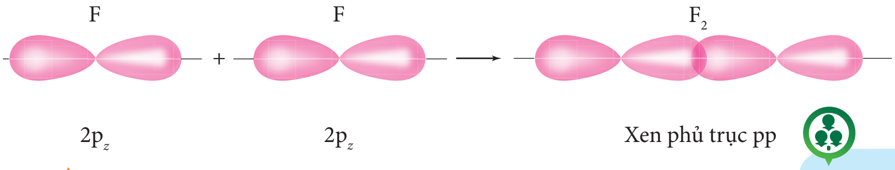


Hình 10.5. **Sự xen phủ giữa hai orbital 1s của hai nguyên tử hydrogen hình thành liên kết σ trong phân tử hydrogen**



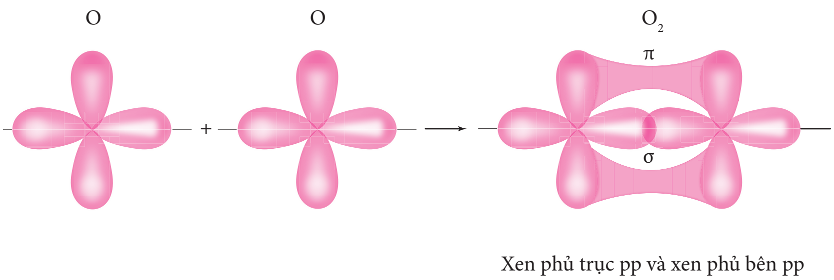
Hình 10.6. **Sự xen phủ giữa orbital 1s của nguyên tử hydrogen và orbital 2p của nguyên tử fluorine hình thành liên kết σ trong phân tử hydrogen fluoride**

12. Mô tả sự hình thành liên kết σ.

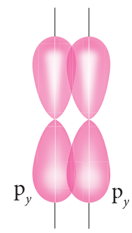


Hình 10.7. **Sự xen phủ giữa hai orbital 2p của hai nguyên tử fluorine hình thành liên kết σ trong phân tử fluorine**

13. Mô tả sự hình thành liên kết π.



Hình 10.8. **Sự xen phủ các AO hình thành liên kết σ và liên kết π trong phân tử oxygen**



Xen phủ bên pp

14. Quan sát Hình 10.8, hãy so sánh sự hình thành liên kết σ và liên kết π.

15. Theo em, thế nào là liên kết bội? Phân tử nào dưới đây có chứa liên kết bội: Cl_2, HCl, O_2 và N_2?

16. Sự xen phủ có sự tham gia của orbital nào luôn là xen phủ trục?

17. Số liên kết σ và liên kết π trong mỗi liên kết đơn, liên kết đôi và liên kết ba lần lượt bằng bao nhiêu?

- Liên kết σ là loại liên kết cộng hoá trị được hình thành do sự xen phủ trục của hai orbital. Vùng xen phủ nằm trên đường nối tâm hai nguyên tử.
- Liên kết π là loại liên kết cộng hoá trị được hình thành do sự xen phủ bên của hai orbital. Vùng xen phủ nằm hai bên đường nối tâm hai nguyên tử.

Tìm hiểu khái niệm năng lượng liên kết (E_b)

Cho các phương trình phản ứng sau:

$$H_2(g) \rightarrow 2H(g) \qquad E_b = 432 \text{ kJ/mol} \quad (1)$$

$$N_2(g) \rightarrow 2N(g) \qquad E_b = 945 \text{ kJ/mol} \quad (2)$$

Ta nói **năng lượng liên kết** E_b trong phân tử H_2 và N_2 lần lượt là 432 kJ/mol và 945 kJ/mol. Điều này có nghĩa cần cung cấp 432 kJ và 945 kJ để lần lượt phá vỡ 1 mol khí H_2 và 1 mol khí N_2 thành các nguyên tử ở thể khí.

Năng lượng liên kết đặc trưng cho độ bền của liên kết. Năng lượng liên kết càng lớn thì liên kết càng bền và ngược lại.

Đối với các phân tử nhiều nguyên tử, tổng năng lượng liên kết trong phân tử bằng năng lượng cần cung cấp để phá vỡ hoàn toàn 1 mol phân tử đó ở thể khí thành các nguyên tử ở thể khí.

Vẽ sơ đồ xen phủ orbital giữa 2 nguyên tử carbon hình thành liên kết đôi trong phân tử ethylene (C_2H_4).

18. Căn cứ giá trị năng lượng liên kết H—H và N≡N đã cho, liên kết trong phân tử nào dễ bị phá vỡ hơn?

Ví dụ 2:

Tổng năng lượng liên kết trong phân tử CH_4 là 1 660 kJ/mol.

$$CH_4(g) \rightarrow C(g) + 4H(g) \qquad E_b = 1\ 660\ \text{kJ/mol}$$

Do đó, năng lượng liên kết trung bình của một liên kết C–H là $\frac{1\ 660}{4} = 415$ kJ/mol.

19. Theo em vì sao năng lượng liên kết luôn có giá trị dương?

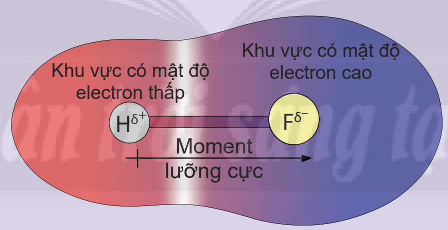
Năng lượng của một liên kết hoá học là năng lượng cần thiết để phá vỡ 1 mol liên kết đó ở thể khí, tạo thành các nguyên tử ở thể khí.

Giá trị năng lượng của một liên kết hoá học là thước đo độ bền liên kết.

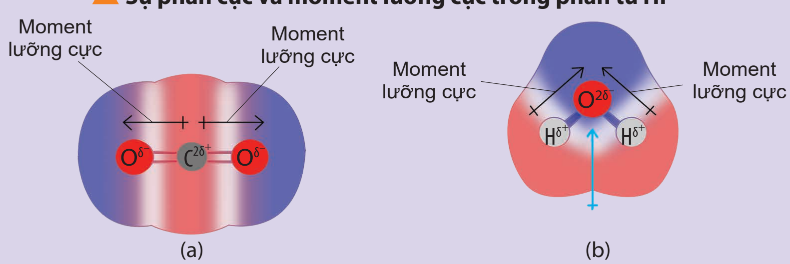
Nitrogen chiếm khoảng 78% thể tích không khí nhưng chỉ hoạt động ở nhiệt độ cao. Vì sao nitrogen là một chất khí không hoạt động ở điều kiện thường?

Trong một số trường hợp đặc biệt, khí nitrogen được sử dụng để bơm lốp (vỏ) xe thay cho không khí là do khí oxygen có trong không khí có thể oxi hoá cao su theo thời gian. Khí nitrogen vì sao khắc phục được nhược điểm này?

Nhận biết phân tử phân cực và phân tử không phân cực



Sự phân cực và moment lưỡng cực trong phân tử HF



Phân tử CO_2 không phân cực (a); Phân tử H_2O phân cực (b)

- Phân tử phân cực là phân tử có tổng tất cả moment lưỡng cực trong phân tử khác không. Các phân tử phân cực thường tan tốt trong nước và các dung môi phân cực khác.
- Phân tử không phân cực là phân tử có tổng tất cả các moment lưỡng cực trong phân tử bằng không. Phân tử không phân cực thường hoà tan tốt trong các dung môi không phân cực.

Thực hành lắp ráp mô hình phân tử một số chất

Bước 1: Xác định hình học phân tử của chất cần lắp ráp. Ví dụ phân tử methane (CH_4) có dạng tứ diện đều, phân tử carbon dioxide (CO_2) có dạng đường thẳng, ...

Bước 2: Xác định số lượng các loại liên kết và kiểu liên kết trong phân tử, qua đó xác định số lượng mỗi loại khối cầu và số thanh nối cần dùng.

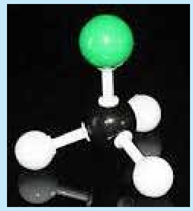
Bước 3: Hoàn chỉnh mô hình phân tử.

(a) (b)

Hình 10.10. **Hộp lắp ráp mô hình phân tử (a) và mô hình phân tử NH_3 (b)**

20. Trình bày các bước trong quá trình lắp ráp mô hình phân tử NH_3.

21. Mô hình sau biểu diễn phân tử CH_4 hay phân tử CH_3Cl?



Lắp ráp mô hình phân tử $CH \equiv CH$, biết toàn bộ các nguyên tử nằm trên cùng một đường thẳng.

BÀI TẬP

1. Trong phân tử iodine (I_2), mỗi nguyên tử iodine đã góp một electron để tạo cặp electron chung. Nhờ đó, mỗi nguyên tử iodine đã đạt cấu hình electron bền vững của khí hiếm nào dưới đây?

A. Xe B. Ne C. Ar D. Kr

2. Hydrogen sulfide (H_2S) và phosphine (PH_3) đều là những chất có mùi khó ngửi và rất độc. Trình bày sự tạo thành liên kết cộng hoá trị trong phân tử các chất trên.

3. Viết công thức Lewis của các phân tử CS_2, SCl_2 và CCl_4.

4. Trình bày sự hình thành liên kết cho – nhận trong phân tử sulfur dioxide (SO_2).

5. Mô tả sự tạo thành liên kết trong phân tử chlorine bằng sự xen phủ của các AO.

6. Sự xen phủ giữa hai orbital p trong trường hợp nào sẽ tạo thành liên kết σ? Trong trường hợp nào sẽ tạo thành liên kết π? Cho ví dụ.

7. Cho biết số liên kết σ và liên kết π trong phân tử acetylene (C_2H_2).

8. Năng lượng liên kết của các hydrogen halide được liệt kê trong bảng sau:

Hydrogen halide	Năng lượng liên kết (kJ/mol)
HF	565
HCl	427
HBr	363
HI	295

Sắp xếp theo chiều tăng dần độ bền liên kết trong các phân tử HF, HCl, HBr và HI.

Bài 11

LIÊN KẾT HYDROGEN VÀ TƯƠNG TÁC VAN DER WAALS

MỤC TIÊU

- Trình bày được khái niệm liên kết hydrogen. Vận dụng để giải thích được sự xuất hiện liên kết hydrogen.
- Nêu được vai trò, ảnh hưởng của liên kết hydrogen tới tính chất vật lí của nước.
- Nêu được khái niệm về tương tác van der Waals và ảnh hưởng của tương tác này tới nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi của các chất.

Các nhà hoá học đã nghiên cứu và kết luận rằng nếu không có liên kết hydrogen thì nước sẽ sôi ở –80 °C. Như vậy, trong điều kiện thường, nước sẽ tồn tại ở thể khí (hơi nước). Khi đó, trên Trái Đất sẽ chẳng có các đại dương, sông, hồ, ... và cũng không bao giờ có mưa. Mọi sự sống sẽ không tồn tại. Trái Đất sẽ là một hành tinh chết nếu không có sự hiện diện của liên kết hydrogen.

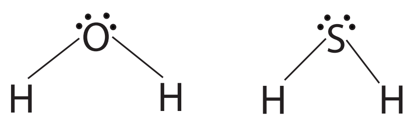
Liên kết hydrogen giữa các phân tử nước được tạo thành như thế nào? Ảnh hưởng của liên kết hydrogen tới tính chất vật lí của nước ra sao?

▲ Nước cần thiết đối với sự sống

1 LIÊN KẾT HYDROGEN

Tìm hiểu về liên kết hydrogen

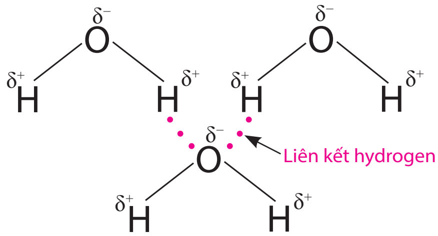
Nước và hydrogen sulfide (H_2S) có cấu trúc phân tử tương tự nhau. Tuy H_2S có kích thước phân tử lớn hơn nhưng nhiệt độ sôi của hợp chất này (–60 °C) thấp hơn nhiều so với nước (100 °C). Điều này có thể được giải thích bởi sự phân cực khác nhau của liên kết trong mỗi phân tử.



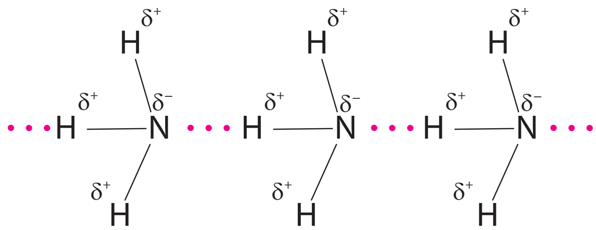
▲ *Hình 11.1.* **Cấu trúc phân tử của nước và hydrogen sulfide**

Lực hút tĩnh điện giữa nguyên tử H mang một phần điện tích dương (linh động) của phân tử H_2O này với nguyên tử oxygen mang một phần điện tích âm của phân tử H_2O khác, tạo thành liên kết yếu giữa các phân tử nước, gọi là **liên kết hydrogen**, thường được biểu diễn bằng dấu ba chấm (...).

1. Giữa liên kết S–H và liên kết O–H, liên kết nào phân cực mạnh hơn? Vì sao?



Hình 11.2. **Liên kết hydrogen giữa các phân tử nước**



Hình 11.3. **Liên kết hydrogen giữa các phân tử ammonia**

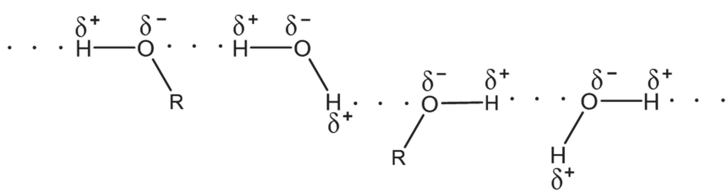
Liên kết hydrogen là một loại liên kết yếu, được hình thành giữa nguyên tử H (đã liên kết với một nguyên tử có độ âm điện lớn, thường là F, O, N) với một nguyên tử khác có độ âm điện lớn (thường là F, O, N) còn cặp electron hoá trị chưa tham gia liên kết.

Tìm hiểu vai trò, ảnh hưởng của liên kết hydrogen tới tính chất vật lí của nước

So với các hợp chất có cấu trúc phân tử tương tự, các hợp chất có liên kết hydrogen đều có nhiệt độ sôi cao hơn do tạo được liên kết hydrogen liên phân tử và tan tốt hơn trong nước do tạo được liên kết hydrogen với các phân tử nước.

Nước là một hợp chất có nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi cao hơn so với nhiều hợp chất có cùng cấu trúc phân tử nhưng không tạo được liên kết hydrogen giữa các phân tử với nhau.

Ngoài ra, nước còn là một dung môi tốt, không chỉ hoà tan được nhiều hợp chất ion, mà còn hoà tan được nhiều hợp chất có liên kết cộng hoá trị phân cực. Đặc biệt, các hợp chất có thể tạo liên kết hydrogen với nước thường tan tốt trong nước. Hầu hết các phản ứng hoá học quan trọng đối với sự sống đều diễn ra ở môi trường nước bên trong tế bào.



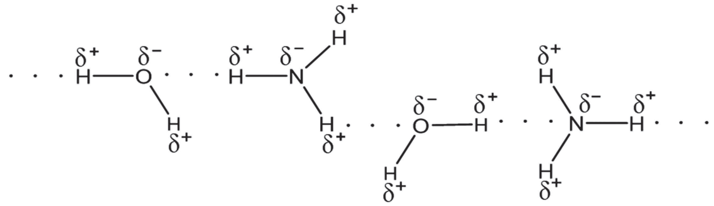
Hình 11.4. **Liên kết hydrogen giữa alcohol và nước**

2. Quan sát các Hình 11.2 và 11.3, em hiểu thế nào là liên kết hydrogen giữa các phân tử?

3. So sánh độ bền của liên kết hydrogen với liên kết cộng hoá trị và liên kết ion.

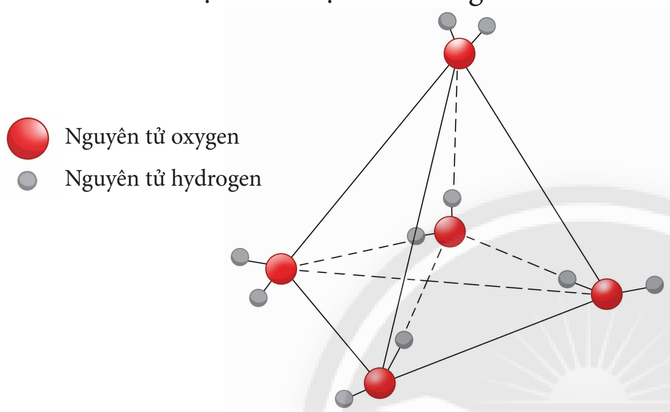
Điều gì đã khiến H_2O có nhiệt độ sôi cao hơn H_2S? Giải thích.

4. So sánh nhiệt độ sôi và khả năng hoà tan trong nước giữa NH_3 và CH_4. Giải thích.



Hình 11.5. Liên kết hydrogen giữa ammonia và nước

Nước ở trạng thái rắn có thể tích lớn hơn khi ở trạng thái lỏng. Đó là do nước đá có cấu trúc **tinh thể phân tử** với bốn phân tử H_2O phân bố ở bốn đỉnh của một tứ diện đều, bên trong là cấu trúc rỗng (Hình 11.6). Điều này lí giải tại sao nước đá nổi được trên mặt nước lỏng.



Hình 11.6. Cấu trúc của tinh thể phân tử nước đá

Nhờ có liên kết hydrogen mà ở điều kiện thường nước ở thể lỏng, có nhiệt độ sôi cao (100 °C).

CHÚ Ý

Tinh thể phân tử cấu tạo từ những phân tử được sắp xếp một cách đều đặn theo một trật tự nhất định trong không gian, tạo thành một mạng tinh thể. Các điểm nút của mạng tinh thể là những phân tử liên kết với nhau bằng lực tương tác yếu giữa các phân tử.

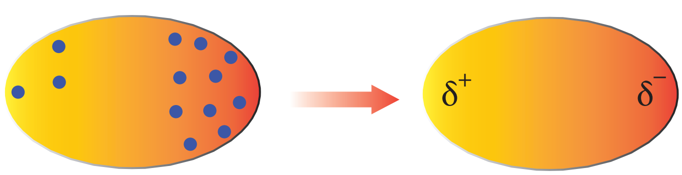
5. Giải thích vì sao một phân tử nước có thể tạo được liên kết hydrogen tối đa với bốn phân tử nước khác.

Vì sao nên tránh ướp lạnh các lon bia, nước giải khát, ... trong ngăn đá của tủ lạnh?

2 TƯƠNG TÁC VAN DER WAALS

Giới thiệu về tương tác van der Waals (van đơ Van)

Trong phân tử, các electron không ngừng chuyển động. Khi các electron di chuyển tập trung về một phía bất kì của phân tử sẽ hình thành nên các **lưỡng cực tạm thời**. Ví dụ, ta có thể tìm thấy các electron phân bố như Hình 11.7 trong một phân tử.

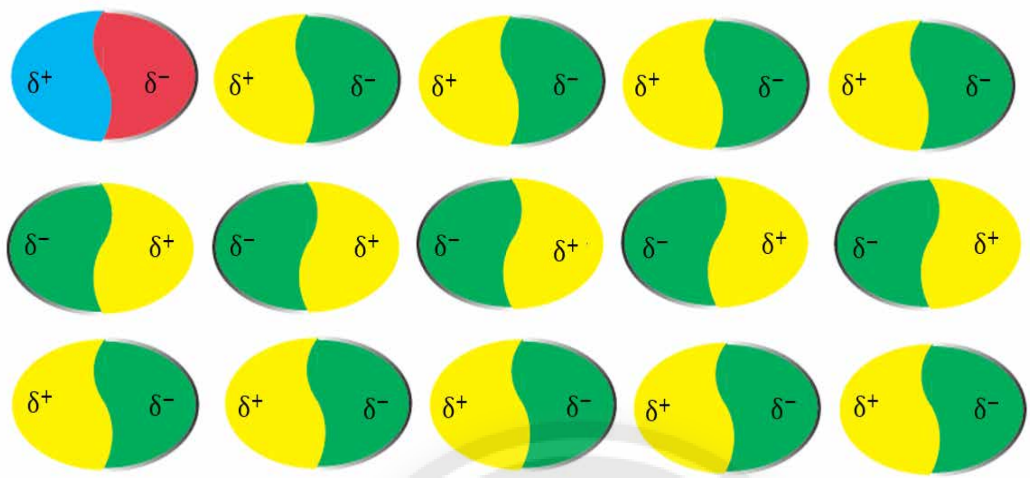


Hình 11.7. Lưỡng cực tạm thời được hình thành do sự phân bố không đồng đều của các electron trong phân tử

6. Quan sát Hình 11.7, cho biết thế nào là một lưỡng cực tạm thời?

Các phân tử có lưỡng cực tạm thời cũng có thể làm các phân tử lân cận xuất hiện các **lưỡng cực cảm ứng**. Do đó, các phân tử có thể tập hợp thành một mạng lưới với các tương tác lưỡng cực cảm ứng , được gọi là **tương tác van der Waals** (Hình 11.8).

7. Các lưỡng cực tạm thời và lưỡng cực cảm ứng hút nhau bằng lực hút nào?



Hình 11.8. **Mạng lưới tương tác lưỡng cực cảm ứng được tạo thành bởi lưỡng cực tạm thời**

Tìm hiểu ảnh hưởng của tương tác van der Waals đến nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi các chất

Tương tác van der Waals được sử dụng để giải thích sự khác biệt về nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi giữa các chất.

Bảng 11.1. **Nhiệt độ sôi và nhiệt độ nóng chảy của các khí hiếm**

Khí hiếm	He	Ne	Ar	Xe	Kr	Rn
Nhiệt độ nóng chảy	−272 °C	−247 °C	−189 °C	−157 °C	−119 °C	−71 °C
Nhiệt độ sôi	−269 °C	−246 °C	−186 °C	−152 °C	−108 °C	−62 °C

8. Giải thích xu hướng biến đổi bán kính nguyên tử, nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi của các nguyên tố khí hiếm trong Bảng 11.1.

- Tương tác van der Waals là lực tương tác yếu giữa các phân tử, được hình thành do sự xuất hiện của các lưỡng cực tạm thời và lưỡng cực cảm ứng.
- Tương tác van der Waals làm tăng nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi của các chất. Khi khối lượng phân tử tăng, kích thước phân tử tăng thì tương tác van der Waals tăng.

Tại sao nhện nước có thể di chuyển trên mặt nước?

Nhện nước di chuyển trên mặt nước

BÀI TẬP

1. Hợp chất nào dưới đây tạo được liên kết hydrogen liên phân tử?

A. CH_4 B. H_2O C. PH_3 D. H_2S

2. Sự phân bố electron không đồng đều trong một nguyên tử hay một phân tử hình thành nên

A. một ion dương. B. một ion âm.

C. một lưỡng cực vĩnh viễn. D. một lưỡng cực tạm thời.

3. Khí hiếm nào dưới đây có nhiệt độ sôi thấp nhất?

A. Ne B. Xe C. Ar D. Kr

4. Biểu diễn liên kết hydrogen giữa các phân tử:

a) Hydrogen fluoride.

b) Ethanol (C_2H_5OH) và nước.

5. Trong hai chất ammonia (NH_3) và phosphine (PH_3), theo em chất nào có nhiệt độ sôi và độ tan trong nước lớn hơn? Giải thích.

Chương 4

PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ

Bài 12

PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ VÀ ỨNG DỤNG TRONG CUỘC SỐNG

MỤC TIÊU

- Nêu được khái niệm và xác định được số oxi hoá của nguyên tử các nguyên tố trong hợp chất.
- Nêu được khái niệm về phản ứng oxi hoá – khử và ý nghĩa của phản ứng oxi hoá – khử.
- Mô tả được một số phản ứng oxi hoá – khử quan trọng gắn liền với cuộc sống.
- Cân bằng được phản ứng oxi hoá – khử bằng phương pháp thăng bằng electron.

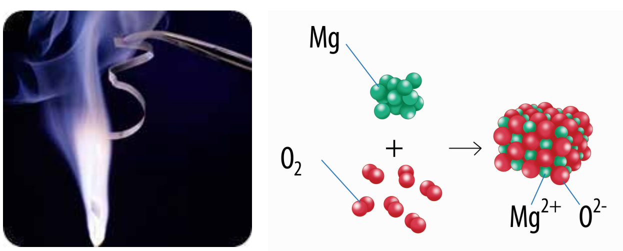
Đom đóm có thể phát ra ánh sáng đặc biệt, không toả nhiệt như ánh sáng nhân tạo. Cấu tạo bên trong lớp da bụng của đom đóm là dãy các tế bào phát quang có chứa luciferin. Luciferin tác dụng với oxygen, cùng xúc tác enzyme, để tạo ra ánh sáng. Đây là phản ứng oxi hoá – khử.

Trong cuộc sống cũng như trong tự nhiên có nhiều hiện tượng mà nguyên nhân chính là do phản ứng oxi hoá – khử gây ra. Phản ứng oxi hoá – khử là gì? Vai trò quan trọng của chúng trong cuộc sống như thế nào?

▲ **Con đom đóm**

1 SỐ OXI HOÁ

Tìm hiểu về số oxi hoá



▲ ***Hình 12.1.* Magnesium phản ứng với oxygen**

1. Quan sát Hình 12.1, hãy viết quá trình nhường và nhận electron trong phản ứng giữa magnesium và oxygen.

a) b)

Hình 12.2. Hydrogen phản ứng với chlorine (a) và công thức electron của phân tử hydrogen chloride (b)

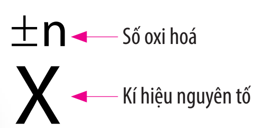
Số oxi hoá là đại lượng quan trọng trong việc nghiên cứu các phản ứng có sự chuyển dịch electron, là điện tích giả định của nguyên tử nguyên tố trong hợp chất.

> Số oxi hoá của một nguyên tử trong phân tử là điện tích của nguyên tử nguyên tố đó nếu giả định cặp electron chung thuộc hẳn về nguyên tử của nguyên tố có độ âm điện lớn hơn.

Cách biểu diễn số oxi hoá:

Số oxi hoá được đặt ở phía trên kí hiệu của nguyên tố.

Ví dụ 1: $\overset{+1}{H}\overset{-1}{Cl}$, $\overset{+2}{Mg}\overset{-2}{O}$, $\overset{+1}{K}\overset{-1}{Cl}$, $\overset{+1}{H}\overset{+1}{Cl}\overset{-2}{O}$



Xác định số oxi hoá của nguyên tử các nguyên tố trong hợp chất

Số oxi hoá của nguyên tử một nguyên tố là một số đại số được gán cho nguyên tử của nguyên tố đó và thường được xác định theo các quy tắc sau:

Quy tắc 1: Số oxi hoá của nguyên tử trong các đơn chất bằng 0.

Ví dụ 2: Số oxi hoá của các nguyên tử trong đơn chất Na, O_2, O_3, Hg, ... đều bằng 0.

Quy tắc 2: Trong một phân tử, tổng số oxi hoá của các nguyên tử bằng 0.

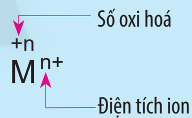
Ví dụ 3: Tổng số oxi hoá của các nguyên tử trong phân tử NH_3 là: $(-3) + 3 \times (+1) = 0$.

Quy tắc 3: Trong các ion, số oxi hoá của nguyên tử (đối với ion đơn nguyên tử) hay tổng số oxi hoá các nguyên tử (đối với ion đa nguyên tử) bằng điện tích của ion đó.

Ví dụ 4: Số oxi hoá của nguyên tử Na, Cl trong Na^+, Cl^- lần lượt bằng +1, –1; số oxi hoá của nguyên tử C và O trong CO_3^{2-} lần lượt bằng +4 và –2.

2. Quan sát Hình 12.2a, hydrogen cháy trong chlorine với ngọn lửa sáng, tạo hợp chất hydrogen chloride (HCl). Nếu cặp electron chung trong hợp chất cộng hoá trị HCl lệch hẳn về phía nguyên tử Cl (Hình 12.2b), hãy xác định điện tích của các nguyên tử trong phân tử HCl.

3. Nêu điểm khác nhau giữa kí hiệu số oxi hoá và kí hiệu điện tích của ion M trong hình sau:



4. Dự đoán số oxi hoá của các nguyên tử trong nhóm IA, IIA, IIIA trong các hợp chất. Giải thích.

Hãy xác định số oxi hoá của các nguyên tử trong các đơn chất, hợp chất và ion sau: Zn, H_2, Cl^-, O^{2-}, S^{2-}, HSO_4^-, $Na_2S_2O_3$, KNO_3.

Quy tắc 4: Trong đa số các hợp chất, số oxi hoá của hydrogen bằng +1, trừ các hydride kim loại (như NaH, CaH_2, ...). Số oxi hoá của oxygen bằng –2, trừ OF_2 và các peroxide, superoxide (như H_2O_2, Na_2O_2, KO_2, ...). Kim loại kiềm (nhóm IA) luôn có số oxi hoá +1, kim loại kiềm thổ (nhóm IIA) có số oxi hóa +2. Nhôm có số oxi hóa +3. Số oxi hoá của nguyên tử nguyên tố fluorine trong các hợp chất bằng –1.

Ví dụ 5: Tính số oxi hoá của S trong các hợp chất và ion sau: H_2S, SO_2, SO_3^{2-}, SO_4^{2-}.

Đặt x là số oxi hoá của S.

Trong H_2S: $2\times(+1) + x = 0 \Rightarrow x = -2 \rightarrow$ Kí hiệu $H_2\overset{-2}{S}$

Trong SO_2: $x + 2\times(-2) = 0 \Rightarrow x = +4 \rightarrow$ Kí hiệu $\overset{+4}{S}O_2$

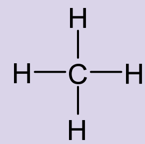
Trong SO_3^{2-}: $x + 3\times(-2) = -2 \Rightarrow x = +4 \rightarrow$ Kí hiệu $\overset{+4}{S}O_3^{2-}$

Trong SO_4^{2-}: $x + 4\times(-2) = -2 \Rightarrow x = +6 \rightarrow$ Kí hiệu $\overset{+6}{S}O_4^{2-}$

Xác định số oxi hoá	Số oxi hoá
Đơn chất	0
Phân tử	Tổng số oxi hoá bằng 0
Ion đơn nguyên tử	Điện tích của ion
Ion đa nguyên tử	Tổng số oxi hoá các nguyên tử bằng điện tích của ion
Ion fluoride	–1
Oxygen trong hợp chất (trừ OF_2 và các peroxide, superoxide)	–2
Hydrogen trong hợp chất (trừ các hydride)	+1

Xác định số oxi hoá dựa vào công thức cấu tạo: Tính điện tích các nguyên tử trong hợp chất với giả định cặp electron chung thuộc hẳn về nguyên tử của nguyên tố có độ âm điện lớn hơn.

Ví dụ: Methane có công thức cấu tạo là:



Trong các liên kết C—H, mỗi nguyên tử góp chung 1 electron. Khi giả định cặp electron chung thuộc hẳn về nguyên tử C, vì có 4 liên kết nên số oxi hóa của C là –4, của H là +1.

Magnetite là khoáng vật sắt từ có hàm lượng sắt cao nhất được dùng trong ngành luyện gang, thép, với công thức hoá học là Fe_3O_4.

Khoáng vật magnetite

Hãy xác định số oxi hoá của nguyên tử Fe trong hợp chất trên.

2 PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ

Tiến hành thí nghiệm nghiên cứu về phản ứng oxi hoá – khử

Thí nghiệm: **Phản ứng oxi hoá kim loại bằng dung dịch acid**

Dụng cụ và hoá chất: Ống nghiệm, dây kẽm (Zn), dung dịch H_2SO_4 1 M.

Tiến hành: Cho vào ống nghiệm 2 – 3 mL dung dịch H_2SO_4, nhúng tiếp dây kẽm vào.

Zn phản ứng với dung dịch H_2SO_4 theo phương trình hoá học:

$$\overset{0}{Zn} + \overset{+1}{H_2}SO_4 \longrightarrow \overset{+2}{Zn}SO_4 + \overset{0}{H_2}\uparrow$$

Zn nhường electron nên Zn là **chất khử**.

Quá trình Zn nhường electron gọi là **quá trình oxi hoá**:

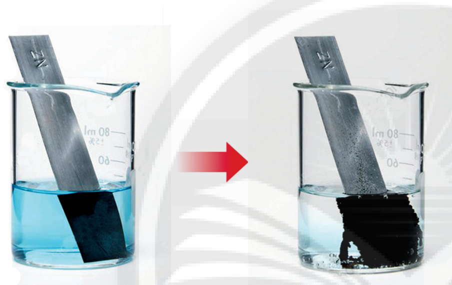
$$\overset{0}{Zn} \longrightarrow \overset{+2}{Zn} + 2e$$

Ion H^+ đã nhận electron nên H^+ là **chất oxi hoá**.

Quá trình H^+ nhận electron gọi là **quá trình khử**:

$$2\overset{+1}{H} + 2e \longrightarrow \overset{0}{H_2}$$

Ví dụ 6: Cho kim loại Zn phản ứng với dung dịch $CuSO_4$ (Hình 12.4).



Hình 12.4. **Kim loại Zn phản ứng với dung dịch $CuSO_4$**

Zn phản ứng với dung dịch $CuSO_4$ theo phản ứng:

$$\overset{0}{Zn} + \overset{+2}{Cu}SO_4 \longrightarrow \overset{+2}{Zn}SO_4 + \overset{0}{Cu}\downarrow$$

Quá trình oxi hoá: $\overset{0}{Zn} \longrightarrow \overset{+2}{Zn} + 2e$

Quá trình khử: $\overset{+2}{Cu} + 2e \longrightarrow \overset{0}{Cu}$

Chất khử	Chất oxi hoá
Nhường electron	Nhận electron
Số oxi hoá tăng	Số oxi hoá giảm
Bị oxi hoá	Bị khử
Quá trình oxi hoá (sự oxi hoá) là quá trình nhường electron. Quá trình khử (sự khử) là quá trình nhận electron.	

Hình 12.3. **Kim loại Zn phản ứng với dung dịch H_2SO_4 loãng**

5. Hãy nhận xét và giải thích sự thay đổi số oxi hoá của các nguyên tử trong chất oxi hoá và chất khử trước và sau phản ứng.

Cho phương trình hoá học của các phản ứng sau:

$H_2S + Br_2 \rightarrow 2HBr + S\downarrow$ (1)

$2KClO_3 \xrightarrow{t^o} 2KCl + 3O_2\uparrow$ (2)

$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$ (3)

Phản ứng nào là phản ứng oxi hoá – khử? Vì sao? Hãy xác định quá trình oxi hoá và quá trình khử của các phản ứng đó.

Tìm hiểu về phản ứng oxi hoá – khử

Ví dụ 7: Khí chlorine tác dụng dung dịch sodium hydroxide theo phương trình hoá học:

$$\overset{0}{Cl_2} + 2NaOH \rightarrow Na\overset{-1}{Cl} + Na\overset{+1}{Cl}O + H_2O$$

Trong phản ứng trên, nguyên tử chlorine vừa nhường vừa nhận 1 electron, chỉ có sự thay đổi số oxi hoá của nguyên tử chlorine. Hay có thể nói, chlorine vừa là chất khử, vừa là chất oxi hoá.

Phản ứng oxi hoá – khử là phản ứng hoá học, trong đó có sự chuyển dịch electron giữa các chất(*) phản ứng hay có sự thay đổi số oxi hoá của một số nguyên tử trong phân tử.
Trong phản ứng oxi hoá – khử luôn xảy ra đồng thời quá trình oxi hoá và quá trình khử.

6. Làm thế nào để biết một phản ứng là phản ứng oxi hoá – khử?

Hãy nêu 3 ví dụ về phản ứng có sự thay đổi số oxi hoá của nguyên tử và 3 ví dụ về phản ứng không có sự thay đổi số oxi hoá của nguyên tử.

- Chất oxi hoá mạnh thường là các hợp chất chứa nguyên tử của nguyên tố có số oxi hoá cao (như $\overset{+7}{Mn}O_4^-$, $\overset{+6}{Cr}O_3$, $\overset{+6}{Cr_2}O_7^{2-}$, ...) hoặc đơn chất của các nguyên tố có độ âm điện lớn (như F_2, O_2, Cl_2, Br_2, ...).
- Chất khử mạnh thường là các hợp chất chứa nguyên tử của nguyên tố có số oxi hoá thấp (như $H_2\overset{-2}{S}$, $K\overset{-1}{I}$, $Na\overset{-1}{H}$, ...) hoặc đơn chất kim loại (như kim loại kiềm, kiềm thổ, ...).
- Chất chứa nguyên tử của nguyên tố có số oxi hoá trung gian (như $H_2\overset{-1}{O_2}$, $\overset{+4}{S}O_2$, $\overset{+2}{N}O$, ...) thì tuỳ thuộc vào điều kiện phản ứng (tác nhân và môi trường) mà thể hiện tính khử, hoặc tính oxi hoá, hoặc cả hai (vừa tính oxi hoá vừa tính khử hay tự oxi hoá – khử).

3 LẬP PHƯƠNG TRÌNH HOÁ HỌC CỦA PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ

Có nhiều phương pháp lập phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá – khử. Phương pháp thông dụng hiện nay là phương pháp thăng bằng electron.

Tìm hiểu cách lập phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá – khử bằng phương pháp thăng bằng electron

Nguyên tắc của phương pháp:

Tổng số electron chất khử nhường = Tổng số electron chất oxi hoá nhận.

Để lập phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá – khử theo phương pháp thăng bằng electron, ta thực hiện theo các bước như trong Ví dụ 8.

Ví dụ 8: Lập phương trình hoá học cho phản ứng sau:

$$H_2S + O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O$$

(*) "Chất" ở đây được hiểu là nguyên tử, phân tử hoặc ion.

Bước 1: Xác định số oxi hoá của các nguyên tử có sự thay đổi số oxi hoá trong phản ứng, từ đó xác định chất oxi hoá, chất khử.

$$\overset{+1\ -2}{H_2S} + \overset{0}{O_2} \longrightarrow \overset{+4\ -2}{SO_2} + \overset{+1\ -2}{H_2O}$$

(Chất khử) (Chất oxi hoá)

Bước 2: Viết quá trình oxi hoá và quá trình khử.

Quá trình oxi hoá: $\overset{-2}{S} \rightarrow \overset{+4}{S} + 6e$

Quá trình khử: $\overset{0}{O_2} + 4e \rightarrow 2\overset{-2}{O}$

Bước 3: Xác định (và nhân) hệ số thích hợp vào các quá trình sao cho tổng số electron chất khử nhường bằng tổng số electron chất oxi hoá nhận.

$$\begin{array}{r|l} 2\times & \overset{-2}{S} \longrightarrow \overset{+4}{S} + 6e \\ 3\times & \overset{0}{O_2} + 4e \longrightarrow 2\overset{-2}{O} \end{array}$$

Bước 4: Đặt các hệ số vào sơ đồ phản ứng. Cân bằng số lượng nguyên tử của các nguyên tố còn lại.

$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$$

Lập phương trình hoá học của các phản ứng oxi hoá – khử sau, xác định vai trò của các chất tham gia phản ứng.

$KMnO_4 + HCl \rightarrow KCl + MnCl_2 + Cl_2\uparrow + H_2O$ (1)

$NH_3 + Br_2 \rightarrow N_2 + HBr$ (2)

$NH_3 + CuO \xrightarrow{t^o} Cu + N_2 + H_2O$ (3)

$FeS_2 + O_2 \xrightarrow{t^o} Fe_2O_3 + SO_2$ (4)

$KClO_3 \xrightarrow{t^o,\ MnO_2} KCl + O_2\uparrow$ (5)

4 Ý NGHĨA CỦA PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ

Tìm hiểu về sự cháy của nhiên liệu

Gas (thành phần chính là hỗn hợp propane (C_3H_8) và butane (C_4H_{10}) được hoá lỏng) được sử dụng làm nhiên liệu trong nấu nướng. Gas cháy trong không khí, xảy ra phản ứng oxi hoá – khử, trong đó các hydrocarbon bị oxi hoá và oxygen bị khử, tạo thành sản phẩm carbon dioxide và nước. Các phản ứng này toả nhiệt lớn và lượng nhiệt này thường được dùng để nấu chín thức ăn (Hình 12.5).

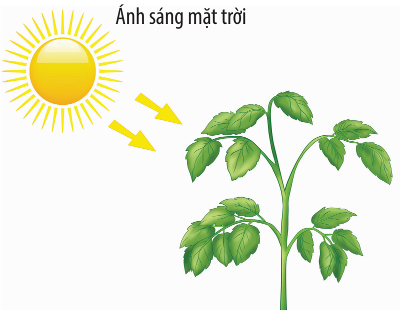
Hình 12.5. **Gas cháy trong không khí toả nhiệt lớn**

Hỗn hợp khí hydrogen và oxygen là hỗn hợp gây ra phản ứng nổ, trong đó hydrogen là chất khử và oxygen là chất oxi hoá, tạo thành sản phẩm nước, đồng thời giải phóng năng lượng rất lớn. Ngày nay, phản ứng này được áp dụng để kích nổ hỗn hợp nhiên liệu cho các tàu con thoi (Hình 12.6).

Hình 12.6. **Tàu con thoi**

7. Lập phương trình hoá học của phản ứng đốt cháy gas trong không khí và phản ứng kích nổ hỗn hợp nhiên liệu của tàu con thoi. Xác định vai trò của các chất trong mỗi phản ứng.

Mô tả một số phản ứng oxi hoá – khử quan trọng gắn liền với cuộc sống



Hình 12.7. Quá trình quang hợp của cây xanh

Quang hợp ở thực vật

Quá trình quang hợp xảy ra khi có điều kiện ánh sáng mặt trời, khi đó carbon dioxide và hơi nước được diệp lục hấp thụ, tạo sản phẩm glucose ($C_6H_{12}O_6$) để tổng hợp carbohydrate và giải phóng oxygen.

8. Quan sát Hình 12.7 và đọc thông tin, hãy lập phương trình hoá học của phản ứng quang hợp ở cây xanh. Quá trình quang hợp của thực vật có vai trò quan trọng như thế nào đối với cuộc sống?

Luyện kim

Kĩ thuật điều chế kim loại đòi hỏi áp dụng phản ứng oxi hoá khử như luyện chromium, gang thép, nhôm (aluminium), …

Sản xuất gang xảy ra qua nhiều giai đoạn, trong đó phản ứng chính là khí CO khử iron(III) oxide ở nhiệt độ cao, tạo thành iron nóng chảy và khí carbon dioxide.

Hình 12.8. Sản xuất gang

9. Từ thông tin về "Luyện kim", viết phản ứng của khí carbon monoxide khử iron(III) oxide ở nhiệt độ cao. Lập phương trình hoá học của phản ứng theo phương pháp thăng bằng electron, xác định vai trò của các chất trong phản ứng.

Điện hoá

Các quá trình oxi hoá – khử xảy ra có sự tham gia của dòng điện hoặc phát sinh dòng điện như: mạ điện, mạ nhúng nóng; hoạt động pin – ắc quy; điện phân;…

Hình 12.9. Ắc quy và pin

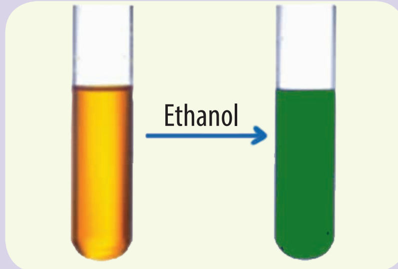
10. Đọc thông tin về "Điện hoá" để biết được phản ứng oxi hoá – khử gắn liền với cuộc sống. Lập phương trình hoá học của phản ứng sinh ra dòng điện trong pin khi zinc phản ứng với manganese dioxide.

Pin dùng thông dụng hiện nay là pin kiềm (hay pin alkaline). Thành phần của pin gồm zinc, manganese dioxide và dung dịch potassium hydroxide. Trong môi trường kiềm, zinc phản ứng với manganese dioxide tạo sản phẩm zinc oxide, manganese(III) oxide và sinh ra dòng điện trong pin.

Hãy nêu thêm một số phản ứng oxi hoá – khử quan trọng gắn với đời sống hằng ngày.

- Một số phản ứng oxi hoá – khử quan trọng gắn liền với cuộc sống như sự cháy của than, củi; sự cháy của xăng, dầu trong các động cơ đốt trong; các quá trình điện phân; các phản ứng xảy ra trong pin, ắc quy; ...
- Một số phản ứng oxi hoá – khử là cơ sở của quá trình sản xuất trong các ngành công nghiệp nặng; sản xuất các hoá chất cơ bản; sản xuất phân bón; thuốc bảo vệ thực vật; dược phẩm; ...

▲ **Kiểm tra nồng độ ethanol trong hơi thở tài xế bằng máy đo nồng độ cồn**



▲ **Sự chuyển màu từ da cam ($Cr_2O_7^{2-}$) sang xanh (Cr^{3+})**

Trong môi trường acid, anion dichromate ($Cr_2O_7^{2-}$) có màu da cam sẽ bị khử thành cation Cr^{3+} có màu xanh. Phản ứng này được sử dụng để kiểm tra nồng độ ethanol trong hơi thở của tài xế. Trong máy kiểm tra hơi thở, $K_2Cr_2O_7$ sẽ oxi hoá ethanol (CH_3CH_2OH) thành ethanal (CH_3CHO), nên có sự đổi màu từ da cam sang xanh theo phương trình hoá học:

$$3CH_3\overset{-1}{C}H_2OH + K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3\overset{+1}{C}HO + \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

BÀI TẬP

1. Tính số oxi hoá của nguyên tử có đánh dấu * trong các chất và ion dưới đây:

a) $K_2\overset{*}{Cr_2}O_7$, $K\overset{*}{Mn}O_4$, $K\overset{*}{Cl}O_4$, $\overset{*}{N}H_4NO_3$ b) $\overset{*}{Al}O_2^-$, $\overset{*}{P}O_4^{3-}$, $\overset{*}{Cl}O_3^-$, $\overset{*}{S}O_4^{2-}$

2. Lập phương trình hoá học của các phản ứng sau bằng phương pháp thăng bằng electron, nêu rõ chất oxi hoá, chất khử trong mỗi trường hợp.

a) $HCl + MnO_2 \xrightarrow{t^o} MnCl_2 + Cl_2\uparrow + H_2O$

b) $KMnO_4 + KNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + KNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$

c) $Fe_3O_4 + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + H_2O$

d) $H_2C_2O_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2\uparrow + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

3. Có nhiều hiện tượng xảy ra xung quanh ta, em hãy nêu hai phản ứng oxi hoá – khử gắn liền với cuộc sống hằng ngày và lập phương trình hoá học của các phản ứng bằng phương pháp thăng bằng electron.

4. Viết phương trình hoá học của phản ứng điều chế muối zinc chloride ($ZnCl_2$) bằng một phản ứng oxi hoá – khử và một phản ứng không phải là phản ứng oxi hoá – khử.

5. Nhiên liệu rắn dành cho tên lửa tăng tốc của tàu vũ trụ con thoi là hỗn hợp gồm ammonium perchlorate (NH_4ClO_4) và bột nhôm. Khi được đốt đến trên 200 °C, ammonium perchlorate nổ theo phản ứng sau:

$$NH_4ClO_4 \xrightarrow{200\,^oC} N_2\uparrow + Cl_2\uparrow + O_2\uparrow + H_2O\uparrow$$

Lập phương trình hoá học của phản ứng bằng phương pháp thăng bằng electron.

Chương 5

NĂNG LƯỢNG HOÁ HỌC

Bài 13

ENTHALPY TẠO THÀNH VÀ BIẾN THIÊN ENTHALPY CỦA PHẢN ỨNG HOÁ HỌC

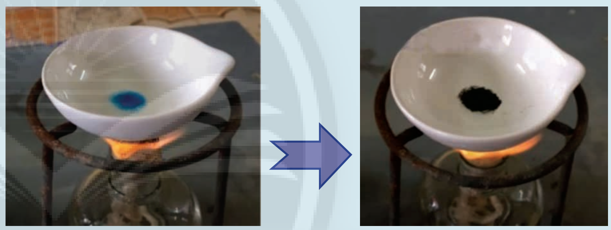
MỤC TIÊU

– Trình bày được khái niệm phản ứng toả nhiệt, thu nhiệt; điều kiện chuẩn (áp suất 1 bar và thường chọn nhiệt độ 25 °C hay 298 K); enthalpy tạo thành (nhiệt tạo thành) $\Delta_f H^o_{298}$ và biến thiên enthalpy (nhiệt phản ứng) của phản ứng $\Delta_r H^o_{298}$.

– Nêu được ý nghĩa của dấu và giá trị $\Delta_r H^o_{298}$.

Hầu như mọi phản ứng hoá học cũng như quá trình chuyển thể của chất luôn kèm theo sự thay đổi năng lượng.

Gas cháy sinh nhiệt



Nhiệt phân $Cu(OH)_2$ tạo thành CuO

Gas là khí đốt hoá lỏng dùng làm nhiên liệu. Sự đốt cháy của nhiên liệu luôn sinh nhiệt.

Phản ứng nhiệt phân gây ra bởi nhiệt năng. Cần cung cấp nhiệt để phá vỡ các liên kết hoá học trong hợp chất.

Trong cả 2 ví dụ đều có phản ứng xảy ra với sự thay đổi năng lượng. Theo em, phản ứng có kèm theo sự thay đổi năng lượng dưới dạng nhiệt năng đóng vai trò gì trong đời sống?

1 PHẢN ỨNG TOẢ NHIỆT

Tìm hiểu phản ứng toả nhiệt

Trong ngành đường sắt, phương pháp hàn nhiệt nhôm được dùng để hàn đường ray. Hỗn hợp iron(III) oxide và bột nhôm được đốt cháy. Phản ứng nhiệt nhôm toả nhiệt rất lớn (trên 2 500 °C), làm nóng chảy hỗn hợp và sắt sinh ra từ phản ứng lấp đầy khe hở (Hình 13.1). Ngoài ứng dụng để hàn đường ray, phản ứng trên còn được sử dụng hàn nối các thanh kim loại đồng và hàn thép không gỉ, gang.

***Hình 13.1.* Phản ứng nhiệt nhôm để hàn đường ray**

Thí nghiệm 1: **Sự thay đổi nhiệt độ khi vôi sống phản ứng với nước**

Dụng cụ và thiết bị: Cốc chịu nhiệt 50 mL, cân, nhiệt kế, đũa thuỷ tinh, giá đỡ nhiệt kế.

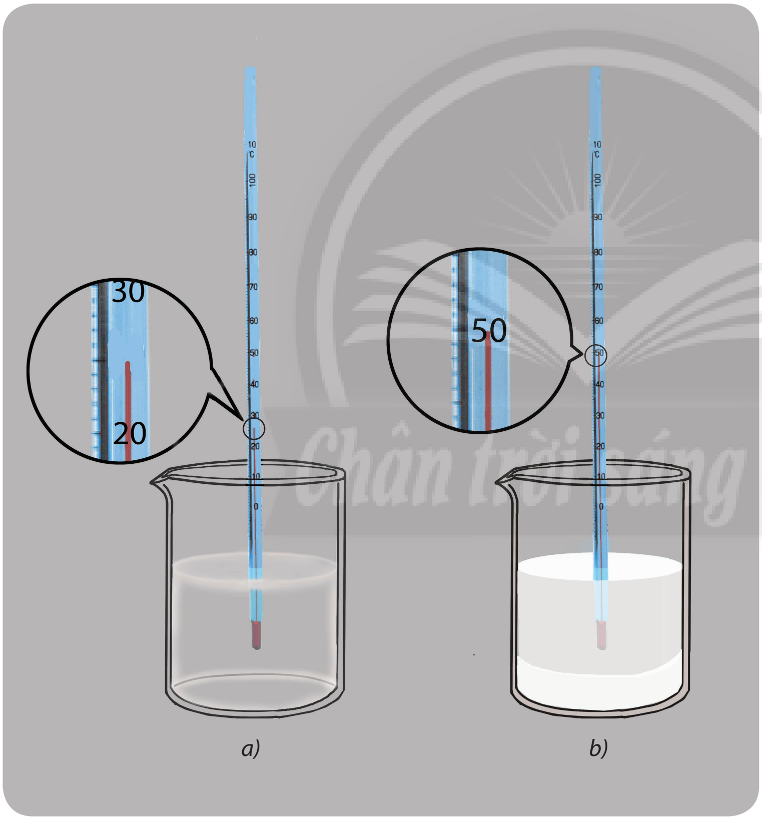
Hoá chất: Vôi sống (CaO), nước cất.

Tiến hành:

Bước 1: Cho khoảng 25 mL nước cất vào cốc chịu nhiệt, đặt bầu nhiệt kế vào trong lòng chất lỏng (Hình 13.2a), ghi nhận giá trị nhiệt độ.

Bước 2: Cân khoảng 5 g CaO. Cho nhanh CaO vào cốc, bắt đầu bấm giờ và ghi nhận nhiệt độ, đồng thời dùng đũa thuỷ tinh khuấy nhẹ (Hình 13.2b).

Bước 3: Ghi nhận giá trị nhiệt độ sau khoảng 2 phút.



Hình 13.2. **Minh hoạ vôi sống phản ứng với nước**

Phản ứng toả nhiệt là phản ứng hoá học trong đó có sự giải phóng nhiệt năng ra môi trường.

1. Viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra ở Hình 13.1 và nêu nhận xét về sự thay đổi nhiệt của phản ứng đó.

2. Thực hiện thí nghiệm 1. Nêu hiện tượng xảy ra. Rút ra kết luận về sự thay đổi nhiệt độ chất lỏng trong cốc. Giải thích.

Hãy nêu hiện tượng của các quá trình: đốt cháy than, ethanol trong không khí. Nhiệt độ môi trường xung quanh thay đổi như thế nào?

2 PHẢN ỨNG THU NHIỆT

Tìm hiểu phản ứng thu nhiệt

Hình 13.3. **Hoà tan viên vitamin C sủi vào cốc nước**

3. Khi thả viên vitamin C sủi vào cốc nước như Hình 13.3, em hãy dự đoán sự thay đổi nhiệt độ của nước trong cốc.

4. Trong phản ứng nung đá vôi ($CaCO_3$), nếu ngừng cung cấp nhiệt, phản ứng có tiếp tục xảy ra không?

Thí nghiệm 2: **Nhiệt phân potassium chlorate**

Dụng cụ và thiết bị: Đèn cồn, ống nghiệm chịu nhiệt, nút cao su có gắn ống dẫn khí, chậu thuỷ tinh, bình tam giác, giá sắt.

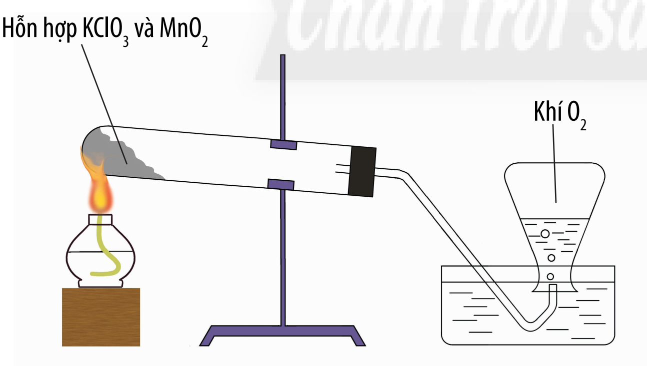
Hoá chất: Potassium chlorate ($KClO_3$), manganese dioxide (MnO_2).

Tiến hành:

Bước 1: Trộn đều khoảng 4 g tinh thể $KClO_3$ đã được nghiền nhỏ với 1 g MnO_2. Cho hỗn hợp vào ống nghiệm chịu nhiệt, khô. Đậy ống nghiệm bằng nút có gắn ống dẫn khí. Lắp hệ thống như Hình 13.4. Quan sát hiện tượng.

Bước 2: Dùng đèn cồn hơ nóng đều nửa đáy ống nghiệm, sau đó đun tập trung ở phần có chứa hoá chất. Quan sát hiện tượng.

5. Thực hiện thí nghiệm 2. Nêu hiện tượng trước và sau khi đốt nóng hỗn hợp. Nếu ngừng đốt nóng thì phản ứng có xảy ra không?



Hình 13.4. **Nhiệt phân potassium chlorate**

CHÚ Ý

Trước khi ngừng đun phải đưa ống dẫn khí ra khỏi chậu nước rồi mới tắt đèn cồn.

Phương trình hóa học của phản ứng:

$$2KClO_3(s) \xrightarrow{MnO_2,\ t^o} 3O_2(g) + 2KCl(s)$$

Phản ứng thu nhiệt là phản ứng hoá học trong đó có sự hấp thụ nhiệt năng từ môi trường.

3 BIẾN THIÊN ENTHALPY CHUẨN CỦA PHẢN ỨNG

Tìm hiểu về biến thiên enthalpy của phản ứng

Biến thiên enthalpy của phản ứng (hay nhiệt phản ứng) được kí hiệu $\Delta_r H$[*], thường tính theo đơn vị kJ hoặc kcal.

Biến thiên enthalpy của phản ứng là lượng nhiệt toả ra hay thu vào của một phản ứng hoá học trong quá trình đẳng áp (áp suất không đổi).

- Biến thiên enthalpy chuẩn (hay nhiệt phản ứng chuẩn) của một phản ứng hoá học, được kí hiệu là $\Delta_r H^o_{298}$, là nhiệt kèm theo phản ứng đó trong điều kiện chuẩn.
- **Điều kiện chuẩn:** áp suất 1 bar (đối với chất khí), nồng độ 1 mol/L (đối với chất tan trong dung dịch) và thường chọn nhiệt độ 25 °C (hay 298 K).

6. Biến thiên enthalpy chuẩn của một phản ứng hoá học được xác định trong điều kiện nào?

Tìm hiểu về phương trình nhiệt hoá học

Phản ứng thu nhiệt (hệ nhận nhiệt của môi trường) thì $\Delta_r H^o_{298} > 0$.

Ví dụ 1: $CH_4(g) + H_2O(l) \xrightarrow{t^o} CO(g) + 3H_2(g)$

$$\Delta_r H^o_{298} = 250 \text{ kJ}$$

Phản ứng toả nhiệt (hệ toả nhiệt ra môi trường) thì $\Delta_r H^o_{298} < 0$.

Ví dụ 2: $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \xrightarrow{t^o} 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$

$$\Delta_r H^o_{298} = -1366,89 \text{ kJ}$$

Các phương trình hoá học của phản ứng trong Ví dụ 1 và 2 được gọi là **phương trình nhiệt hoá học**.

Phương trình nhiệt hoá học là phương trình phản ứng hoá học có kèm theo nhiệt phản ứng và trạng thái của các chất đầu (cđ) và sản phẩm (sp).

7. Phương trình nhiệt hoá học cho biết thông tin gì về phản ứng hoá học?

Cho hai phương trình nhiệt hoá học sau:

$C(s) + H_2O(g) \xrightarrow{t^o} CO(g) + H_2(g)$

$\Delta_r H^o_{298} = +131,25 \text{ kJ}$ (1)

$CuSO_4(aq) + Zn(s) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$

$\Delta_r H^o_{298} = -231,04 \text{ kJ}$ (2)

Trong hai phản ứng trên, phản ứng nào thu nhiệt, phản ứng nào toả nhiệt?

[*] r là viết tắt của từ reaction: phản ứng

4 ENTHALPY TẠO THÀNH (NHIỆT TẠO THÀNH)

Tìm hiểu enthalpy tạo thành

Enthalpy tạo thành (hay nhiệt tạo thành) được kí hiệu $\Delta_f H$[*], thường tính theo đơn vị kJ/mol hoặc kcal/mol.

> Enthalpy tạo thành của một chất là nhiệt kèm theo phản ứng tạo thành 1 mol chất đó từ các đơn chất bền nhất.

Enthalpy tạo thành trong điều kiện chuẩn được gọi là **enthalpy tạo thành chuẩn** (hay nhiệt tạo thành chuẩn) và được kí hiệu là $\Delta_f H^o_{298}$.

Ví dụ 3: $\Delta_f H^o_{298}$ (CO_2, *g*) = –393,50 kJ/mol là lượng nhiệt toả ra khi tạo ra 1 mol CO_2(*g*) từ các đơn chất ở trạng thái bền ở điều kiện chuẩn (carbon dạng graphite, oxygen dạng phân tử khí chính là các dạng đơn chất bền nhất của carbon và oxygen).

$$C(graphite) + O_2\,(g) \xrightarrow{t^o} CO_2\,(g)$$

$$\Delta_f H^o_{298}\,(CO_2, g) = -393{,}50 \text{ kJ/mol}$$

Bảng 13.1. **Enthalpy tạo thành chuẩn của một số chất**[**]

Chất	$\Delta_f H^o_{298}$ (kJ/mol)	Chất	$\Delta_f H^o_{298}$ (kJ/mol)	Chất	$\Delta_f H^o_{298}$ (kJ/mol)
AgBr(*s*)	–99,51	CS_2(*aq*)	+87,90	HCl(*g*)	–92,31
Al_2O_3(*s*)	–1 676,00	CuO(*s*)	–157,30	HF(*g*)	–273,00
C_2H_2(*g*)	+227,00	CH_3COOH(*l*)	–487,00	HI(*g*)	+25,90
C_2H_4(*g*)	+ 52,47	CH_3COONa(*s*)	–709,32	$MgCl_2$(*s*)	–641,60
C_2H_5OH(*g*)	–235,10	CH_4(*g*)	–74,87	N_2O(*g*)	+82,05
C_2H_5OH(*l*)	–277,63	Fe_2O_3(*s*)	–825,50	N_2O_4(*g*)	+9,16
C_3H_8(*g*)	–105,00	Fe_3O_4(*s*)	–1 121,00	Na_2CO_3(*s*)	–1 130,80
$C_6H_{12}O_6$(*s*)	–1 273,30	FeO(*s*)	–272,00	NaCl(*s*)	–411,10
C_6H_6(*l*)	+49,00	H_2O(*g*)	–241,82	$NaHCO_3$(*s*)	–947,70
$Ca(OH)_2$(*s*)	–986,09	H_2O(*l*)	–285,84	NaOH(*s*)	–425,60
$CaCO_3$(*s*)	–1 206,90	H_2O_2(*aq*)	–191,20	NO(*g*)	+90,29
CaO(*s*)	–635,10	H_2O_2(*l*)	–187,80	NO_2(*g*)	+33,20
CO(*g*)	–110,50	H_2SO_4(*l*)	–813,98	NH_3(*g*)	–45,90
CO_2(*g*)	–393,50	HBr(*g*)	–36,30	SO_2(*g*)	–296,80
Cr_2O_3(*s*)	–1 128,60	HCl(*aq*)	–167,46	SO_3(*g*)	–396,00

[*] f là viết tắt của từ formation: tạo thành

[**] *Nguồn:* Martin S. Silberberg, *Principles of General Chemistry* (2013, third edition), The McGraw-Hill Companies, Inc., New York, USA.

CHÚ Ý

1. $\Delta_f H^o_{298}$ của đơn chất bền nhất bằng 0 (xét ở điều kiện chuẩn).
2. $\Delta_f H^o_{298} < 0$, chất **bền hơn** về mặt năng lượng so với các đơn chất bền tạo nên nó.
3. $\Delta_f H^o_{298} > 0$, chất **kém bền** hơn về mặt năng lượng so với các đơn chất bền tạo nên nó.

8. Phân biệt enthalpy tạo thành của một chất và biến thiên enthalpy của phản ứng. Lấy ví dụ minh hoạ.
9. Cho phản ứng sau:

$$S(s) + O_2(g) \xrightarrow{t^o} SO_2(g)$$

$$\Delta_f H^o_{298}\,(SO_2, g) = -296{,}80 \text{ kJ/mol}$$

Cho biết ý nghĩa của giá trị $\Delta_f H^o_{298}$ (SO_2, *g*).

Lưu huỳnh cháy trong không khí

10. Hợp chất SO_2 (*g*) bền hơn hay kém bền hơn về mặt năng lượng so với các đơn chất bền S (*s*) và O_2 (*g*).
11. Từ Bảng 13.1 hãy liệt kê các phản ứng có enthalpy tạo thành dương (lấy nhiệt từ môi trường).

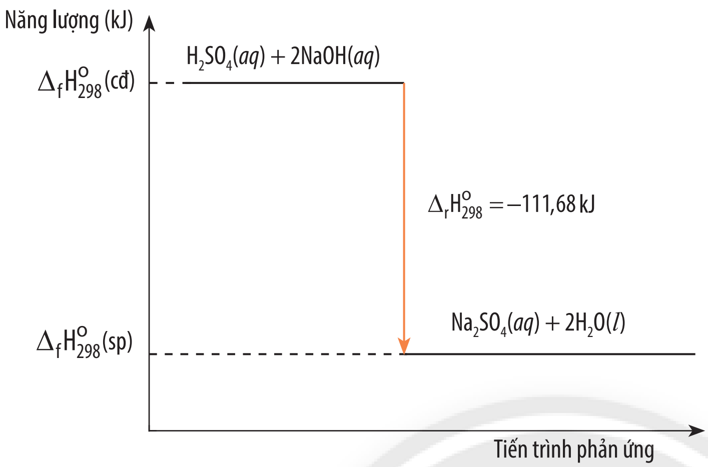
Em hãy xác định enthalpy tạo thành theo đơn vị (kcal) của các chất sau: Fe_2O_3(*s*); NO(*g*); H_2O(*g*); C_2H_5OH(*l*). Cho biết: 1 J = 0,239 cal.

5 Ý NGHĨA CỦA DẤU VÀ GIÁ TRỊ $\Delta_r H^o_{298}$

Tìm hiểu về dấu và giá trị biến thiên enthalpy của phản ứng

Ví dụ 4: $H_2SO_4(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$

$$\Delta_r H^o_{298} = -111{,}68 \text{ kJ}$$



Hình 13.5. **Sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng toả nhiệt**

Ví dụ 5: Phản ứng nhiệt phân $CaCO_3$

$CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g) \qquad \Delta_r H^o_{298} = +178{,}49$ kJ

Khi than (C) hoặc ethanol (C_2H_5OH) muốn cháy trong không khí cần được đốt nóng, khi cháy phản ứng tỏa nhiệt và tự tiếp diễn mà không cần đốt nóng nữa.

Nhưng phản ứng nung vôi cần cung cấp nhiệt liên tục, nếu dừng cung cấp nhiệt phản ứng sẽ không tiếp diễn.

- Phản ứng toả nhiệt:

$$\sum \Delta_f H^o_{298}\text{ (sp)} < \sum \Delta_f H^o_{298}\text{ (cđ)} \rightarrow \Delta_r H^o_{298} < 0$$

Phản ứng thu nhiệt:

$$\sum \Delta_f H^o_{298}\text{ (sp)} > \sum \Delta_f H^o_{298}\text{ (cđ)} \rightarrow \Delta_r H^o_{298} > 0$$

- Thường các phản ứng có $\Delta_r H^o_{298} < 0$ thì xảy ra thuận lợi.

12. Quan sát Hình 13.5, mô tả sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng. Nhận xét về giá trị của $\Delta_f H^o_{298}$(sp) so với $\Delta_f H^o_{298}$(cđ).

13. Vận dụng để vẽ sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng nhiệt phân $CaCO_3$ ở Ví dụ 5.

14. Cho hai phương trình nhiệt hoá học sau:

$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

$\Delta_r H^o_{298} = -283{,}00$ kJ (1);

$H_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2HF(g)$

$\Delta_r H^o_{298} = -546{,}00$ kJ (2).

So sánh nhiệt giữa hai phản ứng (1) và (2). Phản ứng nào xảy ra thuận lợi hơn?

Hãy làm cho nhà em sạch bong với hỗn hợp baking soda ($NaHCO_3$) và giấm (CH_3COOH). Hỗn hợp này tạo ra một lượng lớn bọt. Phương trình nhiệt hoá học của phản ứng:

$$NaHCO_3(s) + CH_3COOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

$$\Delta_r H^o_{298} = 94,30 \text{ kJ}$$

Phản ứng trên là toả nhiệt hay thu nhiệt? Vì sao? Tìm những ứng dụng khác của phản ứng trên.

Tác dụng tẩy rửa của phản ứng giữa baking soda và giấm

BÀI TẬP

1. Phương trình nhiệt hoá học giữa nitrogen và oxygen như sau:

$$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g) \qquad \Delta_r H^o_{298} = +180 \text{ kJ}$$

Kết luận nào sau đây đúng?

A. Nitrogen và oxygen phản ứng mạnh hơn khi ở nhiệt độ thấp.

B. Phản ứng toả nhiệt.

C. Phản ứng xảy ra thuận lợi ở điều kiện thường.

D. Phản ứng hoá học xảy ra có sự hấp thụ nhiệt năng từ môi trường.

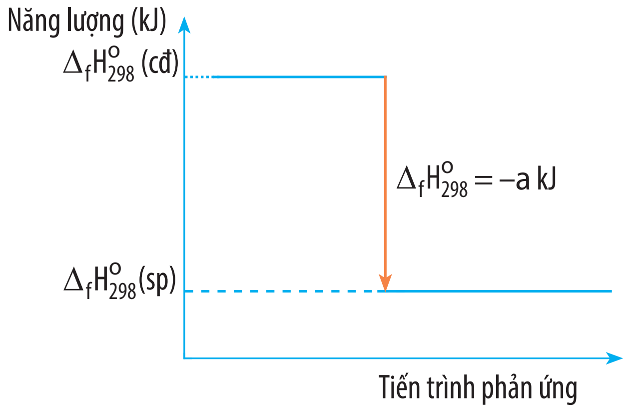
2. Biến thiên enthalpy của một phản ứng được ghi ở sơ đồ dưới. Kết luận nào sau đây là đúng?

A. Phản ứng toả nhiệt.

B. Năng lượng chất tham gia phản ứng nhỏ hơn năng lượng sản phẩm.

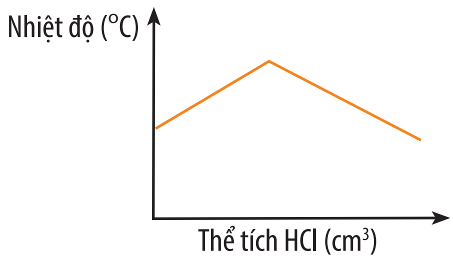
C. Biến thiên enthalpy của phản ứng là a kJ/mol.

D. Phản ứng thu nhiệt.

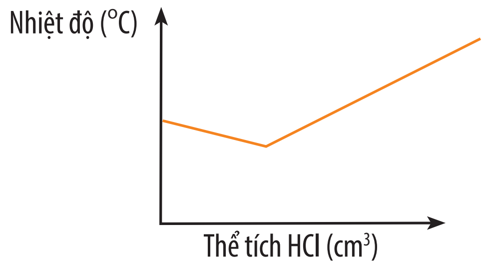


3. Đồ thị nào sau đây thể hiện đúng sự thay đổi nhiệt độ khi dung dịch hydrochloric acid được cho vào dung dịch sodium hydroxide tới dư?

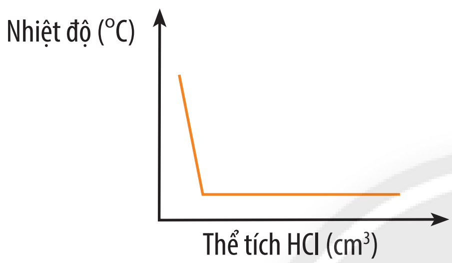
A.



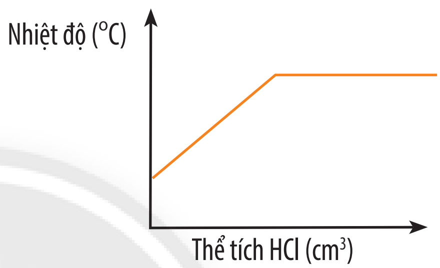
B.



C.



D.



4. Cho phương trình nhiệt hoá học sau:

$$NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -57{,}3 \text{ kJ}$$

Vẽ sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng.

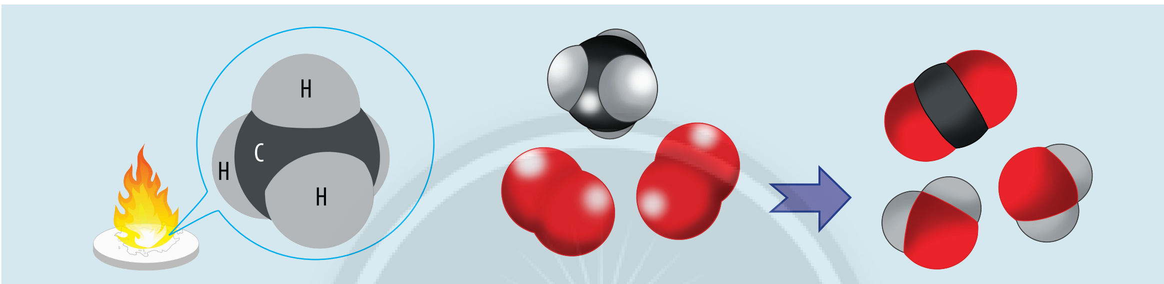
Bài 14

TÍNH BIẾN THIÊN ENTHALPY CỦA PHẢN ỨNG HOÁ HỌC

MỤC TIÊU

Tính được $\Delta_r H^o_{298}$ của một phản ứng dựa vào bảng số liệu năng lượng liên kết, nhiệt tạo thành cho sẵn.

Methane cháy toả nhiệt lớn nên được dùng làm nhiên liệu. Khi trộn methane và oxygen với tỉ lệ thích hợp thì sẽ tạo ra hỗn hợp nổ.

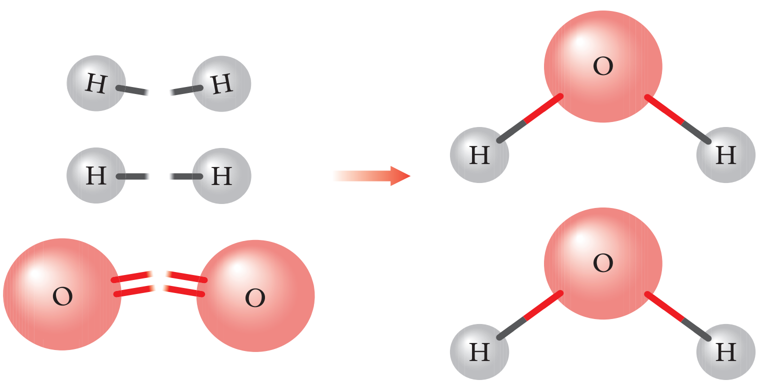


Sự cháy của methane

Biến thiên enthalpy của phản ứng trên được tính toán dựa trên các giá trị nào?

1 XÁC ĐỊNH BIẾN THIÊN ENTHALPY CỦA PHẢN ỨNG DỰA VÀO NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT

Tính biến thiên enthalpy của phản ứng dựa vào năng lượng liên kết



Hình 14.1. Sự hình thành phân tử nước

1. Quan sát Hình 14.1 cho biết liên kết hoá học nào bị phá vỡ, liên kết hoá học nào được hình thành khi H_2 phản ứng với O_2 tạo thành H_2O (ở thể khí)?

Phản ứng hóa học xảy ra khi có sự phá vỡ các liên kết hoá học của chất đầu (cđ) và hình thành các liên kết hoá học của sản phẩm (sp). Sự phá vỡ các liên kết cần cung cấp năng lượng, sự hình thành các liên kết lại giải phóng năng lượng.

Cho phản ứng tổng quát ở điều kiện chuẩn:

$$aA(g) + bB(g) \rightarrow mM(g) + nN(g)$$

Tính $\Delta_r H^o_{298}$ của phản ứng khi biết các giá trị năng lượng liên kết (E_b) theo công thức:

$$\Delta_r H^o_{298} = a \times E_b(A) + b \times E_b(B) - m \times E_b(M) - n \times E_b(N) \quad (1)$$

Tính biến thiên enthalpy của phản ứng dựa vào năng lượng liên kết được áp dụng cho phản ứng trong đó các chất đều có liên kết cộng hoá trị ở thể khí khi biết giá trị năng lượng liên kết của tất cả các chất trong phản ứng.

Bảng 14.1. **Năng lượng liên kết của một số liên kết cộng hoá trị**[*]

Liên kết	E_b (kJ/ mol)	Liên kết	E_b (kJ/ mol)
H – H	432	C – Cl	339
H – Cl	427	C – O	358
H – F	565	C = O	745
H – N	391	N – O	201
H – C	413	N = O	607
H – O	467	N ≡ O	631
O – O	204	N = N	418
O = O	498	N ≡ N	945
C – C	347	F – F	159
C = C	614	Cl – Cl	243
C ≡ C	839	Br – Br	193

Ví dụ 1: Dựa vào năng lượng liên kết ở Bảng 14.1, tính biến thiên enthalpy của phản ứng:

$$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$$

Bước 1: Tính năng lượng cần thiết để phá vỡ 1 mol H – H và 1 mol Cl – Cl

Tổng năng lượng thu vào để phá vỡ các liên kết:

$$E_{b\,(H-H)} + E_{b\,(Cl-Cl)} = 432 + 243 = 675 \text{ kJ}$$

2. Tính biến thiên enthalpy của phản ứng dựa vào năng lượng liên kết phải viết được công thức cấu tạo của tất cả các chất trong phản ứng để xác định số lượng và loại liên kết. Xác định số lượng mỗi loại liên kết trong các phân tử sau: CH_4, CH_3Cl, NH_3, CO_2.

3. Dựa vào năng lượng liên kết ở Bảng 14.1, tính biến thiên enthalpy của phản ứng và giải thích vì sao nitrogen (N≡N) chỉ phản ứng với oxygen (O=O) ở nhiệt độ cao hoặc có tia lửa điện để tạo thành nitrogen monoxide (N=O).

$$N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{t^o/\text{ tia lửa điện}} 2NO(g)$$

Xác định $\Delta_r H^o_{298}$ của phản ứng sau dựa vào giá trị E_b ở Bảng 14.1:

$$CH_4(g) + Cl_2(g) \xrightarrow{\text{askt}} CH_3Cl(g) + HCl(g)$$

Hãy cho biết phản ứng trên toả nhiệt hay thu nhiệt?

[*] Đối với phân tử nhiều nguyên tử, năng lượng liên kết là giá trị trung bình của năng lượng các liên kết trong phân tử.
Nguồn: Martin S. Silberberg, *Principles of General Chemistry* (2013, third edition), The McGraw-Hill Companies, Inc., New York, USA.

Bước 2 : Tính năng lượng toả ra khi hình thành 2 mol H – Cl

Tổng năng lượng toả ra để hình thành liên kết:

$$2 \times E_{b\,(H-Cl)} = 2 \times 427 = 854 \text{ kJ}$$

Bước 3: Tính biến thiên enthalpy của phản ứng theo công thức (1)

$$\Delta_r H^o_{298} = 675 - 854 = -179 \text{ kJ}$$

Do $\Delta_r H^o_{298} < 0$ nên phản ứng toả nhiệt.

Ví dụ 2: Tính biến thiên enthanpy của phản ứng tạo thành ammonia (sử dụng năng lượng liên kết ở Bảng 14.1). Cho biết phản ứng thu nhiệt hay toả nhiệt và vẽ sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng.

$$3H_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

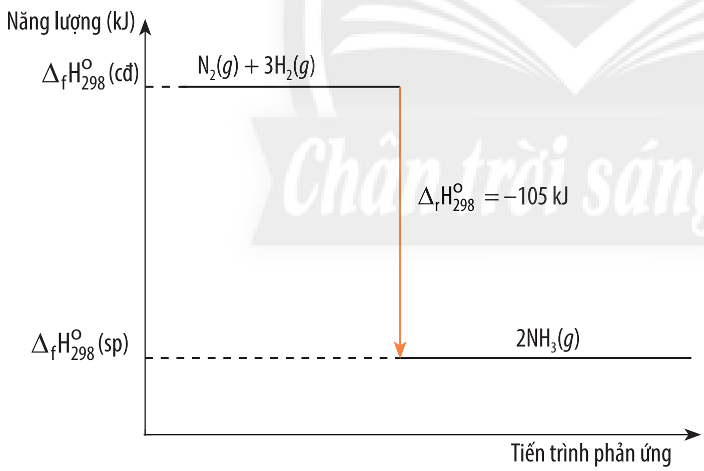
$$\Delta_r H^o_{298} = 3 \times E_b(H_2) + E_b(N_2) - 2 \times E_b(NH_3)$$

$$= 3 \times E_{b(H-H)} + E_{b(N-N)} - 2 \times 3 \times E_{b(N-H)}$$

$$= 3 \times 432 + 945 - 2 \times 3 \times 391 = -105 \text{ kJ}.$$

Do $\Delta_r H^o_{298} < 0$ nên phản ứng toả nhiệt.

Sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy của phản ứng:



▲ *Hình 14.2. Sơ đồ biểu diễn biến thiên enthalpy*

Tổng quát: $\Delta_r H^o_{298} = \sum E_b(\text{cđ}) - \sum E_b(\text{sp})$

Với $\sum E_b(\text{cđ})$, $\sum E_b(\text{sp})$: tổng năng lượng liên kết trong phân tử chất đầu và sản phẩm của phản ứng.

Dựa vào số liệu về năng lượng liên kết ở Bảng 14.1, hãy tính biến thiên enthalpy của 2 phản ứng sau:

$$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{t^o} 2H_2O(g) \ (1);$$

$$C_7H_{16}(g) + 11O_2(g) \xrightarrow{t^o} 7CO_2(g) + 8H_2O(g) \ (2);$$

So sánh kết quả thu được, từ đó cho biết H_2 hay C_7H_{16} là nhiên liệu hiệu quả hơn cho tên lửa (biết trong C_7H_{16} có 6 liên kết C–C và 16 liên kết C–H).

▲ Tên lửa dùng nhiên liệu để tạo lực phóng

Tính $\Delta_r H^o_{298}$ của hai phản ứng sau:

$$3O_2(g) \rightarrow 2O_3(g) \quad (1)$$

$$2O_3(g) \rightarrow 3O_2(g) \quad (2)$$

Liên hệ giữa giá trị $\Delta_r H^o_{298}$ với độ bền của O_3, O_2 và giải thích, biết phân tử O_3 gồm 1 liên kết đôi O=O và 1 liên kết đơn O–O.

2 XÁC ĐỊNH BIẾN THIÊN ENTHALPY CỦA PHẢN ỨNG DỰA VÀO ENTHALPY TẠO THÀNH

Tính biến thiên enthalpy của phản ứng dựa vào enthalpy tạo thành

Cho phương trình hoá học tổng quát:

$$aA + bB \rightarrow mM + nN$$

Có thể tính được biến thiên enthalpy chuẩn của một phản ứng hoá học ($\Delta_r H^o_{298}$) khi biết các giá trị $\Delta_f H^o_{298}$ của tất cả các chất đầu và sản phẩm theo công thức sau:

$$\Delta_r H^o_{298} = m \times \Delta_f H^o_{298}(M) + n \times \Delta_f H^o_{298}(N) - a \times \Delta_f H^o_{298}(A) - b \times \Delta_f H^o_{298}(B) \quad (2)$$

Ví dụ 3: Cho enthalpy tạo thành chuẩn của các chất tương ứng trong phương trình.

Chất	$N_2O_4(g)$	$NO_2(g)$
$\Delta_f H^o_{298}$ (kJ/mol)	9,16	33,20

Tính biến thiên enthalpy của phản ứng sau:

$$2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$$

Theo công thức (2), ta có:

$$\Delta_r H^o_{298} = \Delta_f H^o_{298}(N_2O_4) - 2 \times \Delta_f H^o_{298}(NO_2)$$
$$= 9,16 - 2 \times 33,20 = -57,24 \text{ kJ}$$

Do $\Delta_r H^o_{298} < 0$ nên phản ứng toả nhiệt.

Ví dụ 4: Cho nhiệt tạo thành chuẩn của các chất tương ứng trong phương trình.

Chất	$N_2O_4(g)$	$CO(g)$	$N_2O(g)$	$CO_2(g)$
$\Delta_f H^o_{298}$ (kJ/mol)	9,16	–110,50	82,05	–393,50

Tính biến thiên enthalpy của phản ứng sau:

$$N_2O_4(g) + 3CO(g) \rightarrow N_2O(g) + 3CO_2(g)$$

Theo công thức (2), ta có:

$$\Delta_r H^o_{298} = \Delta_f H^o_{298}(N_2O) + 3 \times \Delta_f H^o_{298}(CO_2) - \Delta_f H^o_{298}(N_2O_4) - 3 \times \Delta_f H^o_{298}(CO)$$
$$= 82,05 + 3 \times (-393,50) - 9,16 - 3 \times (-110,50)$$
$$= -776,11 \text{ kJ}$$

Do $\Delta_r H^o_{298} < 0$ nên phản ứng toả nhiệt.

Tính biến thiên enthalpy của phản ứng phân huỷ trinitroglycerin ($C_3H_5O_3(NO_2)_3$) theo phương trình sau (biết nhiệt tạo thành của nitroglycerin là –370,15 kJ/mol):

$$4C_3H_5O_3(NO_2)_3(s) \xrightarrow{t^o} 6N_2(g) + 12CO_2(g) + 10H_2O(g) + O_2(g);$$

Hãy giải thích vì sao trinitroglycerin được ứng dụng làm thành phần thuốc súng không khói.

4. Giá trị biến thiên enthalpy của phản ứng có liên quan tới hệ số các chất trong phương trình nhiệt hoá học không? Giá trị enthalpy tạo thành thường được đo ở điều kiện nào?

Dựa vào giá trị enthalpy tạo thành ở Bảng 13.1, hãy tính giá trị $\Delta_r H^o_{298}$ của các phản ứng sau:

$$CS_2(l) + 3O_2(g) \xrightarrow{t^o} CO_2(g) + 2SO_2(g) \quad (1)$$

$$4NH_3(g) + 3O_2(g) \xrightarrow{t^o} 2N_2(g) + 6H_2O(g) \quad (2)$$

Tổng quát: $\Delta_r H^o_{298} = \sum \Delta_f H^o_{298}(sp) - \sum \Delta_f H^o_{298}(cđ)$

Với $\sum \Delta_f H^o_{298}(sp)$, $\sum \Delta_f H^o_{298}(cđ)$: tổng enthalpy tạo thành ở điều kiện chuẩn tương ứng của sản phẩm, chất đầu của phản ứng.

CHÚ Ý

Khi tính giá trị biến thiên enthalpy của phản ứng thì cần nhân hệ số tỉ lượng với enthalpy tạo thành của các chất tương ứng.

Nhiều phản ứng hoá học giải phóng năng lượng dưới dạng nhiệt, ánh sáng hoặc âm thanh. Các phản ứng toả nhiệt có thể tự xảy ra, giải phóng năng lượng dưới dạng nhiệt và làm giảm enthalpy ($\Delta_r H < 0$). Ví dụ: Khi cho sodium (Na) phản ứng với chlorine (Cl_2) tạo thành sodium chloride (NaCl):

$$2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -411,10 \text{ kJ}$$

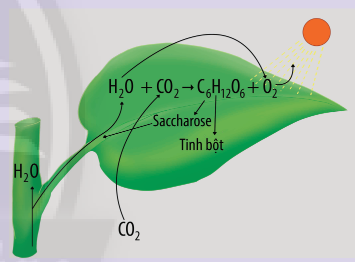
Các quá trình toả nhiệt khác gồm: các phản ứng nhiệt nhôm, phản ứng trung hoà (acid tác dụng với base), các phản ứng trùng hợp, quá trình đốt cháy nhiên liệu, hô hấp, sự phân hạch hạt nhân, ăn mòn kim loại (phản ứng oxi hoá), hoà tan H_2SO_4 đặc trong nước, ...

Đối với phản ứng thu nhiệt, giá trị $\Delta_r H$ càng dương, phản ứng càng thu nhiều nhiệt từ môi trường.

Quang hợp là một ví dụ về phản ứng thu nhiệt. Thực vật sử dụng năng lượng từ Mặt Trời để chuyển carbon dioxide và nước thành glucose và oxygen:

$$6CO_2(g) + 6H_2O(l) \xrightarrow[\text{asmt}]{\text{diệp lục}} C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \qquad \Delta_r H^o_{298} = +2803 \text{ kJ}$$

Các quá trình thu nhiệt khác gồm: hoà tan NH_4Cl trong nước, cracking alkane, nước lỏng bay hơi, băng tan, ...



▲ **Quá trình quang hợp**

BÀI TẬP

1. Tính $\Delta_r H^o_{298}$ của các phản ứng sau dựa theo năng lượng liên kết (sử dụng số liệu từ Bảng 14.1):

a) $N_2H_4(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2(g)$

b) $4HCl(g) + O_2(g) \xrightarrow{t^o} 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)$

2. Dựa vào Bảng 13.1, tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng đốt cháy hoàn toàn 1 mol benzene $C_6H_6(l)$ trong khí oxygen, tạo thành $CO_2(g)$ và $H_2O(l)$. So sánh lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 g propane $C_3H_8(g)$ với lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 g benzene $C_6H_6(l)$.

3. Dựa vào enthalpy tạo thành ở Bảng 13.1, tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng nhiệt nhôm:

$$2Al(s) + Fe_2O_3(s) \xrightarrow{t^o} 2Fe(s) + Al_2O_3(s)$$

Từ kết quả tính được ở trên, hãy rút ra ý nghĩa của dấu và giá trị $\Delta_r H^o_{298}$ đối với phản ứng.

4. Cho phương trình nhiệt hoá học sau:

$$SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \xrightarrow{t^o, V_2O_5} SO_3(g) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -98{,}5 \text{ kJ}$$

a) Tính lượng nhiệt giải phóng ra khi chuyển 74,6 g SO_2 thành SO_3.

b) Giá trị $\Delta_r H^o_{298}$ của phản ứng: $SO_3(g) \rightarrow SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$ là bao nhiêu?

5. Khí hydrogen cháy trong không khí tạo thành nước theo phương trình hoá học sau:

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -483{,}64 \text{ kJ}$$

a) Nước hay hỗn hợp của oxygen và hydrogen có năng lượng lớn hơn? Giải thích.

b) Vẽ sơ đồ biến thiên năng lượng của phản ứng giữa hydrogen và oxygen.

6. Xét quá trình đốt cháy khí propane $C_3H_8(g)$:

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \xrightarrow{t^o} 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$$

Tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng dựa vào nhiệt tạo thành của hợp chất (Bảng 13.1) và dựa vào năng lượng liên kết (Bảng 14.1). So sánh hai giá trị đó và rút ra kết luận.

Chương 6

TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG HOÁ HỌC

Bài 15 PHƯƠNG TRÌNH TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG VÀ HẰNG SỐ TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG

MỤC TIÊU

– Trình bày được khái niệm tốc độ phản ứng hoá học và cách tính tốc độ trung bình của phản ứng.
– Viết được biểu thức tốc độ phản ứng theo hằng số tốc độ phản ứng và nồng độ cho phản ứng đơn giản. Nêu được ý nghĩa hằng số tốc độ phản ứng.

Trong tự nhiên có những phản ứng xảy ra rất nhanh, như phản ứng nổ của pháo hoa, phản ứng cháy của que diêm, … nhưng cũng có những phản ứng xảy ra chậm hơn, như quá trình oxi hoá các kim loại sắt, đồng trong khí quyển, sự ăn mòn vỏ tàu biển làm bằng thép, ... Để đánh giá mức độ nhanh hay chậm của một phản ứng hoá học cần dùng đại lượng nào? Cách tính ra sao?

Đám cháy của lá cây khô

Thân tàu biển bị oxi hoá trong điều kiện tự nhiên

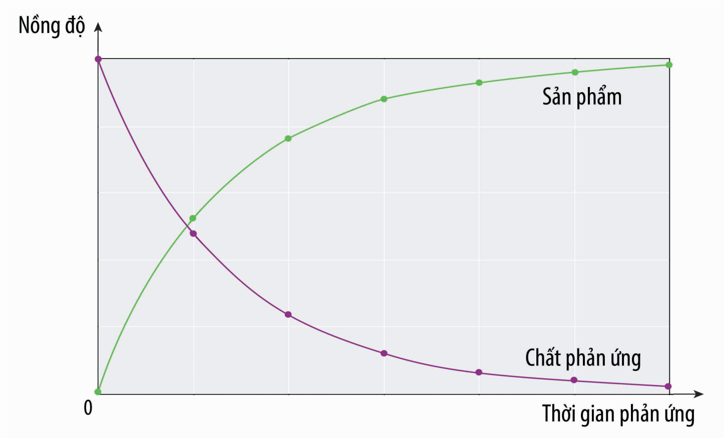
1 TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG

Trình bày khái niệm tốc độ phản ứng hoá học

Khái niệm **tốc độ phản ứng hoá học** dùng để đánh giá mức độ xảy ra nhanh hay chậm của một phản ứng.

Theo thời gian, nồng độ các chất phản ứng và sản phẩm thay đổi nên tốc độ phản ứng sẽ thay đổi, vì vậy người ta thường tính **tốc độ trung bình** của phản ứng. Ngoài ra, còn có **tốc độ tức thời** của phản ứng, là tốc độ phản ứng tại một thời điểm nào đó.

1. Quan sát hình trong phần Khởi động, nhận xét về mức độ nhanh hay chậm của phản ứng hoá học xảy ra trong đám cháy lá cây khô và thân tàu biển bị oxi hoá trong điều kiện tự nhiên.



Hình 15.1. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi nồng độ chất phản ứng (màu tím) và sản phẩm (màu xanh) theo thời gian

2. Trong tự nhiên và cuộc sống, ở cùng điều kiện, nhiều chất khác nhau sẽ biến đổi hoá học nhanh, chậm khác nhau; với cùng một chất, trong điều kiện khác nhau cũng biến đổi hoá học nhanh, chậm khác nhau. Tìm các ví dụ minh hoạ cho 2 nhận định trên.

3. Quan sát Hình 15.1, cho biết nồng độ của chất phản ứng và sản phẩm thay đổi như thế nào theo thời gian.

Tính tốc độ trung bình của phản ứng hoá học

Ví dụ 1: Trong phản ứng hoá học: $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

Sau 40 giây, nồng độ của dung dịch HCl giảm từ 0,8 M về còn 0,6 M. Tính tốc độ trung bình của phản ứng theo nồng độ HCl trong 40 giây.

Hướng dẫn:

Thời gian phản ứng: $\Delta t = 40$ (s); biến thiên nồng độ dung dịch HCl là $\Delta C = 0,6 - 0,8 = -0,2$ (M); hệ số cân bằng của HCl trong phương trình hóa học là 2.

Tốc độ trung bình của phản ứng trong 40 giây là: $\overline{v} = -\frac{1}{2} \times \frac{-0,2}{40} = 2,5 \times 10^{-3}$ (M/s)

- Tốc độ phản ứng của phản ứng hoá học là đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên nồng độ của một trong các chất phản ứng hoặc sản phẩm trong một đơn vị thời gian.

  Tốc độ phản ứng kí hiệu là *v*, có đơn vị:

  (đơn vị nồng độ)/ (đơn vị thời gian)

- Tốc độ trung bình của phản ứng là tốc độ được tính trong một khoảng thời gian phản ứng.
  - Cho phản ứng tổng quát: $aA + bB \rightarrow cC + dD$

  Biểu thức tốc độ trung bình của phản ứng:

$$\overline{v} = -\frac{1}{a} \times \frac{\Delta C_A}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \times \frac{\Delta C_B}{\Delta t} = \frac{1}{c} \times \frac{\Delta C_C}{\Delta t} = \frac{1}{d} \times \frac{\Delta C_D}{\Delta t}$$

Trong đó:

$\overline{v}$: tốc độ trung bình của phản ứng;

$\Delta C = C_2 - C_1$: sự biến thiên nồng độ;

$\Delta t = t_2 - t_1$: biến thiên thời gian;

C_1, C_2 là nồng độ của một chất tại 2 thời điểm tương ứng t_1, t_2.

Xét phản ứng phân huỷ N_2O_5 ở 45 °C

$N_2O_5(g) \rightarrow N_2O_4(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$

Sau 184 giây đầu tiên, nồng độ của N_2O_4 là 0,25 M. Tính tốc độ trung bình của phản ứng theo N_2O_4 trong khoảng thời gian trên.

2 BIỂU THỨC TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG

Tìm hiểu về định luật tác dụng khối lượng

Các phản ứng diễn ra với tốc độ khác nhau tùy thuộc vào nhiều yếu tố: nồng độ, nhiệt độ, áp suất đối với chất tham gia là chất khí, bề mặt tiếp xúc, chất xúc tác, cường độ ánh sáng, thể của chất, dung môi hoà tan các chất phản ứng, …

Năm 1864, hai nhà bác học Guldberg (Gâu-bớc) và Waage (Qua-ge) khi nghiên cứu sự phụ thuộc của tốc độ vào nồng độ đã đưa ra định luật tác dụng khối lượng: *Ở nhiệt độ không đổi, tốc độ phản ứng tỉ lệ với tích số nồng độ các chất tham gia phản ứng với số mũ thích hợp.*

Ví dụ 2: Xét phản ứng

$$2CO(g) + O_2(g) \xrightarrow{t^o} 2CO_2(g)$$

Biểu thức tốc độ tức thời của phản ứng viết theo định luật là:

$$v = k \times C_{CO}^2 \times C_{O_2}$$

Phản ứng đơn giản có dạng: $aA + bB \rightarrow cC + dD$

- Mối quan hệ giữa nồng độ và tốc độ tức thời của phản ứng hoá học được biểu diễn bằng biểu thức:

$$v = k \times C_A^a \times C_B^b$$

Trong đó, k là hằng số tốc độ phản ứng; C_A, C_B là nồng độ (M) chất A, B tại thời điểm đang xét.

- Khi nồng độ chất phản ứng bằng đơn vị (1 M) thì $k = v$, vậy k là tốc độ của phản ứng và được gọi là **tốc độ riêng**, đây là ý nghĩa của hằng số tốc độ phản ứng.
- Hằng số k chỉ phụ thuộc vào bản chất của chất phản ứng và nhiệt độ.

4. Theo định luật tác dụng khối lượng, tốc độ phản ứng thay đổi như thế nào khi tăng hoặc giảm nồng độ chất phản ứng.

5. Trong tự nhiên và cuộc sống, có nhiều phản ứng hoá học xảy ra với tốc độ khác nhau phụ thuộc vào nồng độ chất phản ứng, tìm các ví dụ minh hoạ.

Cho phản ứng đơn giản sau:

$$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$$

a) Viết biểu thức tốc độ tức thời của phản ứng trên.

b) Tốc độ phản ứng thay đổi thế nào khi nồng độ H_2 giảm 2 lần và giữ nguyên nồng độ Cl_2?

CHÚ Ý

Định luật tác dụng khối lượng chỉ đúng cho các phản ứng đơn giản, đó là phản ứng một chiều, chỉ qua một giai đoạn từ chất phản ứng tạo ra sản phẩm.

Dưới đây là một số hiện tượng xảy ra trong đời sống, hãy sắp xếp theo thứ tự tốc độ giảm dần:

Nướng bánh mì	(1)
Đốt gas khi nấu ăn	(2)
Lên men sữa tạo sữa chua	(3)
Tấm tôn thiếc bị gỉ sét	(4)

BÀI TẬP

1. Cho phản ứng đơn giản xảy ra trong bình kín: $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

a) Viết biểu thức tốc độ tức thời của phản ứng.

b) Ở nhiệt độ không đổi, tốc độ phản ứng thay đổi thế nào khi

– nồng độ O_2 tăng 3 lần, nồng độ NO không đổi?

– nồng độ NO tăng 3 lần, nồng độ O_2 không đổi?

– nồng độ NO và O_2 đều tăng 3 lần?

2. Giải thích tại sao tốc độ tiêu hao của NO (M/s) và tốc độ tạo thành của N_2 (M/s) không giống nhau trong phản ứng:

$$2CO(g) + 2NO(g) \rightarrow 2CO_2(g) + N_2(g)$$

3. Cho phản ứng:

$$2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$$

Sau thời gian từ giây 61 đến giây 120, nồng độ NO_2 tăng từ 0,30 M lên 0,40 M. Tính tốc độ trung bình của phản ứng.

4. Dữ liệu thí nghiệm của phản ứng: $SO_2Cl_2(g) \rightarrow SO_2(g) + Cl_2(g)$ được trình bày ở bảng sau:

Thời gian (phút) \ Nồng độ (M)	SO_2Cl_2	SO_2	Cl_2
0	1,00	0	0
100	0,87	0,13	0,13
200	0,78	?	?

a) Tính tốc độ trung bình của phản ứng theo SO_2Cl_2 trong thời gian 100 phút.

b) Sau 200 phút, nồng độ của SO_2 và Cl_2 thu được là bao nhiêu?

Bài 16

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG HOÁ HỌC

MỤC TIÊU

- Thực hiện được một số thí nghiệm nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới tốc độ phản ứng.
- Giải thích được các yếu tố ảnh hưởng tới tốc độ phản ứng như: nồng độ, nhiệt độ, áp suất, diện tích bề mặt, chất xúc tác.
- Nêu được ý nghĩa của hệ số nhiệt độ Van't Hoff (γ).
- Vận dụng được kiến thức tốc độ phản ứng hoá học vào việc giải thích một số vấn đề trong cuộc sống và sản xuất.

Thực phẩm bảo quản trong tủ lạnh sẽ giữ được lâu hơn (a), khi nấu một số loại thực phẩm bằng nồi áp suất sẽ nhanh chín hơn (b), bệnh nhân sẽ dễ hô hấp hơn khi dùng oxygen từ bình chứa khí oxygen so với từ không khí (c), …

(a) (b) (c)

Những yếu tố nào ảnh hưởng đến tốc độ của các quá trình biến đổi trên?

1 ẢNH HƯỞNG CỦA NỒNG ĐỘ

Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng

Thí nghiệm 1: **Ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng**

Hoá chất: dung dịch sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$) 0,15 M; sulfuric acid (H_2SO_4) 0,10 M; nước cất.

Dụng cụ: cốc thuỷ tinh 100 mL (được đánh dấu thập ở mặt ngoài đáy cốc), ống đong 50 mL.

Tiến hành:

Bước 1: Pha loãng dung dịch $Na_2S_2O_3$ 0,15 M để được các dung dịch có nồng độ khác nhau theo Bảng 16.1.

1. Tiến hành thí nghiệm 1 và quan sát hiện tượng của thí nghiệm. Nhận xét mối liên hệ giữa thể tích dung dịch $Na_2S_2O_3$ với thời gian xuất hiện kết tủa.

Bảng 16.1. **Cách pha loãng dung dịch $Na_2S_2O_3$**

Hoá chất	Cốc 1	Cốc 2	Cốc 3
Dung dịch $Na_2S_2O_3$ 0,15 M (mL)	50	30	10
Nước cất (mL)	0	20	40

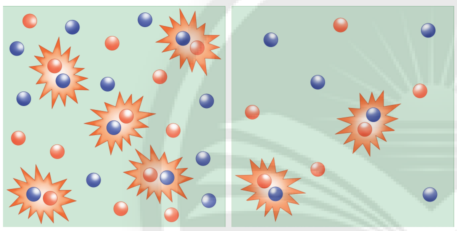
2. Quan sát Hình 16.2 và phương trình hoá học của phản ứng, giải thích kết quả thí nghiệm 1.

Bước 2: Rót đồng thời 10 mL dung dịch H_2SO_4 0,1 M vào mỗi cốc và khuấy đều.

Phương trình hoá học của phản ứng:

$$Na_2S_2O_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + S(s) + SO_2(g) + H_2O(l)$$

Hình 16.1. **Thí nghiệm ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng**



(a) (b)

Hình 16.2. **Hình minh hoạ chất phản ứng có nồng độ lớn (a) và nồng độ bé (b)**

Giữ nguyên nồng độ dung dịch $Na_2S_2O_3$ ban đầu, pha loãng dung dịch H_2SO_4 tương tự như cách pha loãng dung dịch $Na_2S_2O_3$ theo Bảng 16.1, kết quả thí nghiệm sẽ thay đổi thế nào?

Nồng độ của các chất phản ứng tăng làm tăng số va chạm hiệu quả(*) nên tốc độ phản ứng tăng.

Khi tăng nồng độ chất phản ứng, tốc độ phản ứng tăng.

2 ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ

Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng

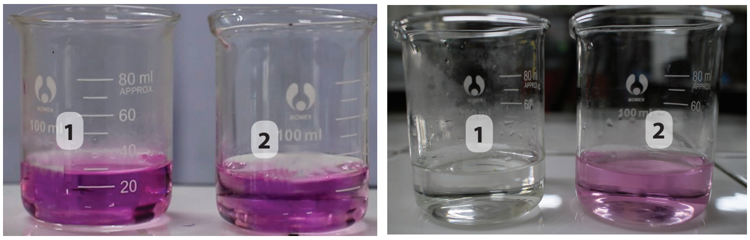
Ví dụ 1: Có 2 cốc thủy tinh, mỗi cốc đựng cùng một lượng hỗn hợp dung dịch oxalic acid ($H_2C_2O_4$) và dung dịch H_2SO_4 loãng, tỉ lệ 2 : 1 về thể tích, cốc (1) được đun nóng, thêm đồng thời cùng một lượng dung dịch $KMnO_4$ vào mỗi cốc (Hình 16.3a), nhận thấy màu của hỗn hợp phản ứng nhạt dần theo thời gian phản ứng (Hình 16.3b).

3. Quan sát Hình 16.3, nhận xét sự ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng.

(*) Khi các chất phản ứng va chạm đúng hướng và đủ năng lượng dẫn đến xảy ra phản ứng, gọi là va chạm hiệu quả.

Phương trình hoá học của phản ứng:

$$2KMnO_4(aq) + 5H_2C_2O_4(aq) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow 2MnSO_4(aq) + K_2SO_4(aq) + 10CO_2(g) + 8H_2O(l)$$

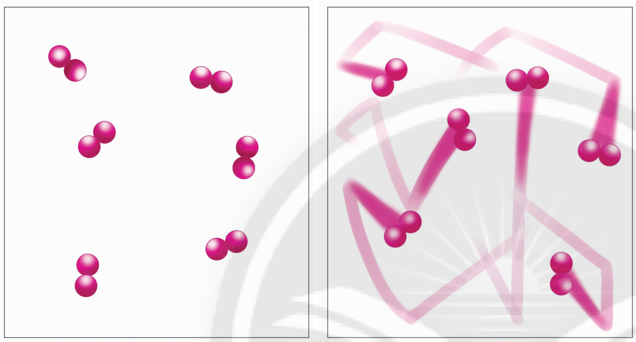


(a) (b)

Hình 16.3. **Thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng**

4. Quan sát Hình 16.4 và phương trình hoá học của phản ứng, giải thích vì sao tốc độ mất màu của $KMnO_4$ trong 2 cốc không giống nhau.

Ở nhiệt độ thường, các chất phản ứng chuyển động với tốc độ nhỏ; khi tăng nhiệt độ, các chất sẽ chuyển động với tốc độ lớn hơn, dẫn đến tăng số va chạm hiệu quả nên tốc độ phản ứng tăng.



(a) (b)

Hình 16.4. **Hình minh hoạ chuyển động của chất phản ứng khi chưa đun nóng (a) và được đun nóng (b)**

Biết rằng, khi nhiệt độ tăng thêm 10 °C, tốc độ của một phản ứng hoá học tăng 4 lần; cho biết tốc độ phản ứng giảm bao nhiêu lần khi nhiệt độ giảm từ 70 °C xuống 40 °C.

Kết quả từ các thực nghiệm cho biết, khi nhiệt độ tăng lên 10 °C, tốc độ của phần lớn các phản ứng tăng từ 2 đến 4 lần. Số lần tăng này được gọi là **hệ số nhiệt độ Van't Hoff** (Van-hốp), kí hiệu là γ. Trong Ví dụ 1, nếu nhiệt độ ban đầu của 2 cốc bằng nhau, t_1 = 20 °C, nhiệt độ của cốc (1) sau khi đun nóng là t_2 = 60 °C, nhiệt độ cốc (2) không thay đổi và tốc độ phản ứng trong cốc (1) gấp 16 lần cốc (2). Khi đó ta có:

$$\gamma^{\frac{60-20}{10}} = 16 \Rightarrow \gamma = 2$$

Vậy, khi nhiệt độ tăng lên 10 °C, thì tốc độ phản ứng tăng 2 lần. Giá trị này là hệ số nhiệt độ Van't Hoff.

- Khi tăng nhiệt độ, tốc độ phản ứng tăng.
- Mối quan hệ giữa nhiệt độ và tốc độ phản ứng hoá học được biểu diễn bằng công thức:

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}}$$

Trong đó:

v_{t_1}, v_{t_2} là tốc độ phản ứng ở 2 nhiệt độ t_1 và t_2; γ là hệ số nhiệt độ Van't Hoff.

CHÚ Ý

Quy tắc Van't Hoff chỉ gần đúng trong khoảng nhiệt độ không cao.

3 ẢNH HƯỞNG CỦA ÁP SUẤT

Nghiên cứu ảnh hưởng của áp suất đến tốc độ phản ứng

Trong phản ứng hoá học có sự tham gia của chất khí, áp suất có thể ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng.

Ví dụ 2: Một trong những nghiên cứu nhằm giảm thiểu phát thải khí CO_2 vào khí quyển gây hiệu ứng nhà kính, là chuyển CO_2 thành sản phẩm có giá trị như methanol (CH_3OH). Phản ứng cần thực hiện ở áp suất cao, khoảng 58 – 103 bar(*) để tăng tốc độ phản ứng.

Phương trình hoá học của phản ứng:

$$CO_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow CH_3OH(g) + H_2O(g)$$

Hình 16.5. **Minh hoạ khi tăng áp suất của các chất khí tham gia phản ứng**

Khi tăng áp suất thì nồng độ chất khí tăng, nên tốc độ phản ứng tăng.

Đối với phản ứng có chất khí tham gia, tốc độ phản ứng tăng khi tăng áp suất.

5. Quan sát Hình 16.5, cho biết mật độ phân bố của các phân tử chất khí trong bình kín thay đổi như thế nào khi tăng áp suất của bình?

Xét các phản ứng xảy ra trong bình kín:

$$2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) \quad (1)$$

$$NH_4Cl(s) \longrightarrow NH_3(g) + HCl(g) \quad (2)$$

Yếu tố áp suất ảnh hưởng đến tốc độ của phản ứng nào? Khi tăng áp suất, tốc độ phản ứng thay đổi như thế nào?

4 ẢNH HƯỞNG CỦA BỀ MẶT TIẾP XÚC

Nghiên cứu ảnh hưởng của bề mặt tiếp xúc đến tốc độ phản ứng

Thí nghiệm 2: **Ảnh hưởng của bề mặt tiếp xúc đến tốc độ phản ứng**

Hoá chất: dung dịch HCl 1 M, đá vôi ($CaCO_3$) dạng khối và dạng hạt nhỏ.

Dụng cụ: bình tam giác 100 mL, ống đong 50 mL, cân.

Tiến hành:

Bước 1: Cân khoảng 2 g $CaCO_3$ mỗi loại, cho vào 2 bình tam giác (1), (2).

6. Tiến hành thí nghiệm 2 và so sánh tốc độ khí thoát ra trong hai bình tam giác.

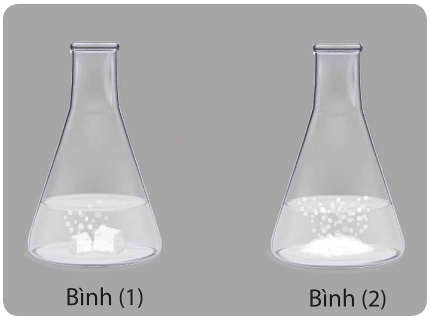
7. Nhận xét mối liên hệ giữa tốc độ phản ứng với kích thước của $CaCO_3$.

(*) Prapatsorn Borisut and Aroonsri Nuchitprasittichai, *Methanol production via CO_2 hydrogenation: Sensitivity analysis and simulation – based optimization* (2019), Frontiers in Energy Research, Vol. 7:81.

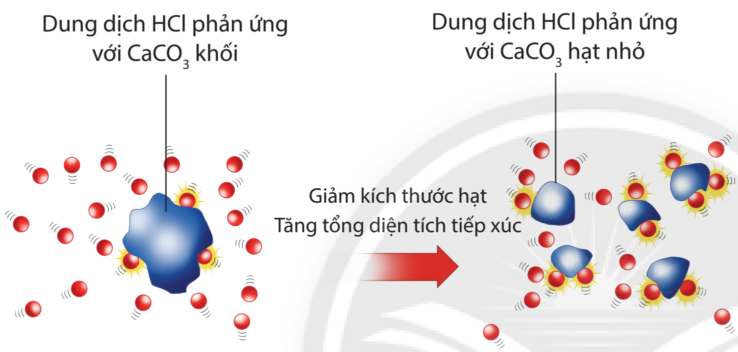
Bước 2: Đong khoảng 20 mL dung dịch HCl, rót đồng thời vào mỗi bình tam giác.

Phương trình hoá học của phản ứng:

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$



Hình 16.6. **Minh hoạ thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của bề mặt tiếp xúc đến tốc độ phản ứng**



Hình 16.7. **Minh hoạ dung dịch HCl phản ứng với $CaCO_3$ có kích thước khác nhau**

8. Quan sát Hình 16.7, giải thích kết quả của thí nghiệm 2.

Củi khi được chẻ nhỏ sẽ cháy nhanh hơn và mạnh hơn so với củi có kích thước lớn. Giải thích.

Khi tăng diện tích bề mặt tiếp xúc của chất phản ứng, tốc độ phản ứng tăng.

5 ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT XÚC TÁC

Với một số phản ứng hoá học, để tăng tốc độ phản ứng, người ta sử dụng **chất xúc tác**, được ghi trên mũi tên trong phương trình hoá học.

Nghiên cứu ảnh hưởng của xúc tác đến tốc độ phản ứng

***Thí nghiệm 3:* Ảnh hưởng của xúc tác đến tốc độ phản ứng**

Hoá chất: dung dịch hydrogen peroxide (H_2O_2) 30%, bột MnO_2.

Dụng cụ: ống nghiệm, tàn đóm đỏ.

Tiến hành:

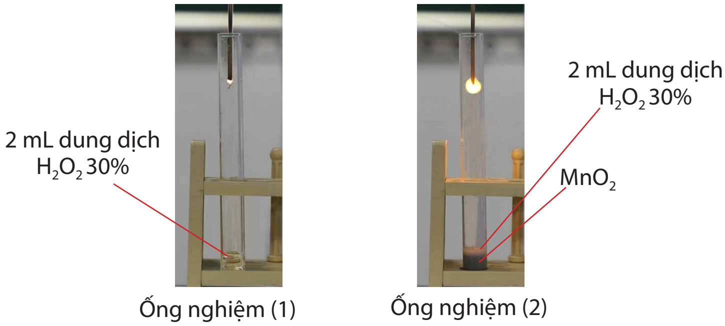
Bước 1: Rót khoảng 2 mL dung dịch H_2O_2 vào 2 ống nghiệm (1), (2).

Bước 2: Thêm một ít bột MnO_2 vào ống nghiệm (2) và đưa nhanh tàn đóm đỏ vào miệng 2 ống nghiệm (Hình 16.8).

9. Tiến hành thí nghiệm 3, quan sát hiện tượng và so sánh sự thay đổi của tàn đóm ở 2 ống nghiệm.

Phương trình hoá học của phản ứng:

$$2H_2O_2(aq) \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O(l) + O_2(g)$$



Hình 16.8. **Thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của xúc tác đến tốc độ phản ứng**

Tại sao khi nhai kĩ cơm, cảm nhận cơm có vị ngọt hơn?

Chất xúc tác làm tăng tốc độ của phản ứng hoá học, nhưng vẫn được bảo toàn về lượng và chất khi kết thúc phản ứng.

6 Ý NGHĨA THỰC TIỄN CỦA TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG TRONG ĐỜI SỐNG VÀ SẢN XUẤT

Tìm hiểu các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng trong đời sống và sản xuất

Vận dụng các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng sẽ góp phần hiệu quả vào phục vụ đời sống, sản xuất, thúc đẩy quá trình diễn ra nhanh hơn hoặc hạn chế tốc độ của phản ứng, nhằm tối ưu hoá giá trị kinh tế.

10. Quan sát Hình 16.9, cho biết yếu tố nào ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng đã được vận dụng trong thực tiễn.

(a) Dùng bình chứa oxygen thay cho dùng không khí để đốt cháy acetylene, ứng dụng trong đèn xì acetylene.

(b) Thực phẩm nấu trong nồi áp suất sẽ nhanh chín hơn so với khi nấu ở áp suất thường.

(c) Khi đốt than trong lò, đậy nắp lò sẽ giữ than cháy được lâu hơn.

(d) Bảo quản thức ăn trong tủ lạnh để thức ăn lâu bị ôi thiu.

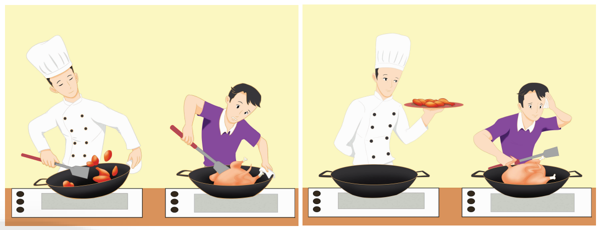
Hình 16.9. **Ý nghĩa thực tiễn của tốc độ phản ứng trong đời sống và sản xuất**

Kiểm soát tốc độ các phản ứng diễn ra trong đời sống, sản xuất khi vận dụng các yếu tố ảnh hưởng như: nồng độ, nhiệt độ, áp suất, bề mặt tiếp xúc và chất xúc tác giúp mang lại các giá trị hiệu quả.

Trong quá trình lên men giấm, người ta thường cho chuối hay nước dừa vào lọ chứa giấm nuôi, giải thích.

BÀI TẬP

1. Hai nhân vật minh họa trong hình bên đang chế biến món gà rán, được thực hiện bằng hai cách. Một người chọn cách chia ra từng phần nhỏ, người còn lại chọn cách để nguyên, giả thiết các điều kiện đều giống nhau (nhiệt độ, lượng dầu ăn, ...). Hãy cho biết cách nào món ăn nhanh chín hơn? Giải thích.



2. Nồng độ, nhiệt độ, áp suất, diện tích tiếp xúc, chất xúc tác ảnh hưởng như thế nào đến tốc độ phản ứng?

3. Cho a g kim loại Zn dạng hạt vào lượng dư dung dịch HCl 2 M, phương trình hoá học xảy ra như sau:

$$Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$$

Tốc độ khí H_2 thoát ra như thế nào khi thay đổi các yếu tố dưới đây:

a) Thay a g Zn hạt bằng a g bột Zn.

b) Thay dung dịch HCl 2 M bằng dung dịch HCl 1 M.

c) Thực hiện phản ứng ở nhiệt độ cao hơn bằng cách đun nóng nhẹ dung dịch HCl.

4. Cho phương trình hoá học của phản ứng: $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$

Nếu hệ số nhiệt độ Van't Hoff bằng 2, tốc độ phản ứng thay đổi như thế nào khi tăng nhiệt độ của phản ứng từ 30 °C lên 60 °C?

Chương 7

NGUYÊN TỐ NHÓM VIIA – HALOGEN

Bài 17

TÍNH CHẤT VẬT LÍ VÀ HOÁ HỌC CÁC ĐƠN CHẤT NHÓM VIIA

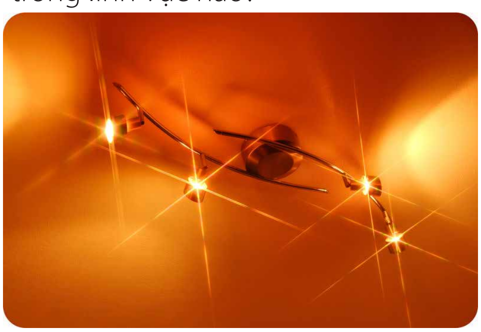
MỤC TIÊU

- Phát biểu được trạng thái tự nhiên của các nguyên tố halogen.
- Mô tả được trạng thái, màu sắc, nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi của các đơn chất halogen.
- Giải thích được sự biến đổi nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi của các đơn chất halogen dựa vào tương tác van der Waals.
- Trình bày được xu hướng nhận thêm 1 electron (từ kim loại) hoặc dùng chung electron (với phi kim) để tạo hợp chất ion hoặc hợp chất cộng hoá trị dựa theo cấu hình electron.
- Giải thích được xu hướng phản ứng của các đơn chất halogen với hydrogen theo khả năng hoạt động của halogen và năng lượng liên kết H–X.
- Viết được phương trình hoá học của phản ứng tự oxi hoá – khử của chlorine trong phản ứng với dung dịch sodium hydroxide ở nhiệt độ thường và khi đun nóng; ứng dụng của phản ứng này trong sản xuất chất tẩy rửa.
- Thực hiện được (hoặc quan sát video) thí nghiệm chứng minh được xu hướng giảm dần tính oxi hoá của các halogen; chứng minh tính oxi hoá mạnh của các halogen và so sánh tính oxi hoá giữa chúng.

Trong đèn halogen, bao quanh dây tóc làm bằng wolfram là các khí hiếm như krypton, xenon và một lượng nhỏ halogen như bromine hoặc iodine, giúp tăng tuổi thọ và duy trì độ trong suốt của vỏ bóng đèn. Đèn halogen được sử dụng trong các máy sưởi, lò nướng, bếp halogen hồng ngoại, … do khả năng toả nhiều nhiệt.

Nhu cầu về nước sạch là thiết yếu và cấp bách của con người, nước sạch được dùng cho sinh hoạt, ăn uống và sản xuất. Cách xử lí nước phổ biến hiện nay là sử dụng nước chlorine hoặc các chất có chứa chlorine để khử trùng nước.

Nhóm halogen gồm những nguyên tố nào? Halogen có những tính chất và ứng dụng trong lĩnh vực nào?

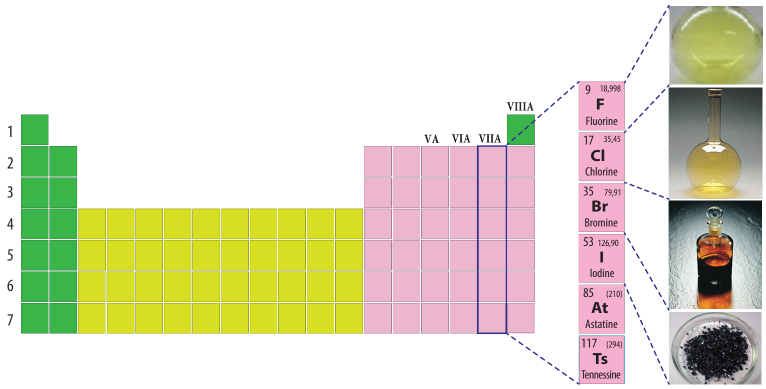


▲ Đèn halogen

▲ Sử dụng chlorine để khử trùng nước

1 VỊ TRÍ CỦA NHÓM HALOGEN TRONG BẢNG TUẦN HOÀN

Xác định vị trí của nhóm halogen trong bảng tuần hoàn



Hình 17.1. **Vị trí nhóm halogen trong bảng tuần hoàn**

1. Quan sát Hình 17.1, cho biết vị trí nhóm halogen trong bảng tuần hoàn.

Nhóm halogen gồm những nguyên tố thuộc nhóm VIIA trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học: fluorine (F), chlorine (Cl), bromine (Br), iodine (I), astatine (At) và tennessine (Ts).

Astatine ($_{85}At$) là nguyên tố phóng xạ, được tạo ra bằng cách bắn phá đồng vị ^{209}Bi bởi các hạt α trong máy gia tốc hạt (cyclotron), tạo ra hai neutron và đồng vị ^{211}At. Astatine trong tự nhiên được tìm thấy dưới dạng trung gian của chuỗi phân rã phóng xạ uranium và thorium. Năm 2020, các nhà khoa học đã nghiên cứu và đưa vào ứng dụng ^{211}At trong điều trị ung thư, đồng thời phát triển dược phẩm phóng xạ sử dụng đồng vị này[(*)].

Tennessine ($_{117}Ts$) cũng là nguyên tố phóng xạ, được phát hiện năm 2010 và IUPAC phê duyệt tên tennessine cho nguyên tố thứ 117 vào năm 2016. Vì chỉ có vài nguyên tử được tạo ra nên Ts chưa có ứng dụng thực tế ngoài mục đích nghiên cứu.

2 TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN CỦA CÁC HALOGEN

Tìm hiểu trạng thái tự nhiên của các halogen

2. Hãy kể tên một số chất chứa nguyên tố halogen.

3. Từ các thông tin và quan sát Hình 17.2, nhận xét dạng tồn tại của các nguyên tố halogen trong tự nhiên.

Halogen trong tự nhiên không tồn tại ở dạng đơn chất, chủ yếu tồn tại dưới dạng muối của các ion halide (F^-, Cl^-, Br^-, I^-).

Ion fluoride được tìm thấy trong các khoáng chất như fluorite (CaF_2); fluorapatite ($Ca_5(PO_4)_3F$) và cryolite (Na_3AlF_6). Ion chloride có nhiều trong nước biển, trong quặng halite (NaCl, thường gọi là muối mỏ), sylvite (KCl). Ion bromide có trong quặng bromargyrite (AgBr); ion iodide trong iodargyrite (AgI), ... các ion này cũng có trong nước biển và các mỏ muối.

[(*)] *Nguồn:* David Leimbach và cộng sự, *The electron affinity of astatine* (2020), Nature Communications, Vol. 11, p.3824.

(a) Fluorite (b) Sylvite (c) Cryolite

▲ ***Hình 17.2.*** **Một số khoáng chất chứa ion halide**

Khoảng 71% bề mặt Trái Đất được bao phủ bởi biển và đại dương, phần còn lại là các lục địa và đảo. Theo em, hàm lượng nguyên tố halogen nào nhiều nhất trong tự nhiên?

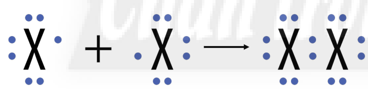
Trong tự nhiên, halogen chỉ tồn tại ở dạng hợp chất. Hợp chất chủ yếu của halogen là muối halide.

3 CẤU HÌNH ELECTRON LỚP NGOÀI CÙNG CỦA NGUYÊN TỬ CÁC NGUYÊN TỐ HALOGEN. ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO PHÂN TỬ HALOGEN

Tìm hiểu cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử và đặc điểm cấu tạo phân tử halogen

Lớp electron ngoài cùng của nguyên tử các nguyên tố halogen đều có 7 electron: phân lớp s có 2 electron, phân lớp p có 5 electron.

Do có 7 electron ở lớp ngoài cùng, chưa đạt cấu hình bền vững như khí hiếm, nên ở trạng thái tự do, hai nguyên tử halogen góp chung một cặp electron để hình thành phân tử.



Với X là kí hiệu các nguyên tố halogen.

Công thức cấu tạo của phân tử halogen: X – X.

4. Viết cấu hình electron lớp ngoài cùng của các nguyên tố halogen.

5. Từ đặc điểm cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử, nhận xét xu hướng hình thành liên kết trong phân tử halogen.

Đơn chất halogen tồn tại ở dạng phân tử X_2, liên kết trong phân tử là liên kết cộng hoá trị không phân cực.

4 TÍNH CHẤT VẬT LÍ CỦA CÁC HALOGEN

Tìm hiểu và giải thích một số tính chất vật lí của halogen

Các halogen ít tan trong nước, tan nhiều trong dung môi hữu cơ không phân cực như hexane (C_6H_{14}), carbon tetrachloride (CCl_4), …

Bảng 17.1. Một số đặc điểm của các nguyên tố nhóm halogen(*)

Tính chất \ Nguyên tố	F (Z = 9)	Cl (Z = 17)	Br (Z = 35)	I (Z = 53)
Đơn chất (X_2)	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
Cấu hình electron lớp ngoài cùng	$2s^2 2p^5$	$3s^2 3p^5$	$4s^2 4p^5$	$5s^2 5p^5$
Bán kính nguyên tử (nm)	0,072	0,100	0,114	0,133
Nguyên tử khối trung bình	18,99	35,45	79,90	126,90
Độ âm điện	3,98	3,16	2,96	2,66
Thể (20 °C)	Khí	Khí	Lỏng	Rắn
Nhiệt độ nóng chảy (°C)	–220	–101	–7	114
Nhiệt độ sôi (°C)	–188	–35	59	184
Độ tan trong nước ở 25 °C (mol/ lít)	Phản ứng mãnh liệt với nước	0,0620	0,2100	0,0013

6. Dựa vào Bảng 17.1, nhận xét sự biến đổi về thể các chất ở điều kiện thường, nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi của các đơn chất halogen.

7. Giải thích sự biến đổi nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi từ flourine đến iodine.

Ở điều kiện thường, hãy dự đoán astatine tồn tại ở thể khí, thể lỏng hay thể rắn? Giải thích.

• Từ fluorine đến iodine:

– Trạng thái tập hợp của đơn chất ở 20 °C thay đổi: fluorine và chlorine ở thể khí, bromine ở thể lỏng, iodine ở thể rắn.

– Màu sắc đậm dần: fluorine có màu lục nhạt, chlorine có màu vàng lục, bromine có màu nâu đỏ, iodine có màu đen tím.

– Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi tăng dần.

• Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi của đơn chất halogen bị ảnh hưởng bởi tương tác van der Waals giữa các phân tử. Từ fluorine đến iodine, khối lượng phân tử và bán kính nguyên tử tăng, làm tăng tương tác van der Waals, dẫn đến nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi tăng.

(*) *Nguồn:* Lawrie Ryan, Roger Norris, *Cambridge International AS and A Level Chemistry Coursebook* (2014, second editition), Cambridge University Press, United Kingdom.
Marianna Anderson Busch, *Halogen Chemistry* (2015), Baylor University, Elsevier Inc., Texas, USA.

5 TÍNH CHẤT HOÁ HỌC CỦA CÁC HALOGEN

Tìm hiểu tính chất hoá học đặc trưng của halogen

Halogen có cấu hình electron lớp ngoài cùng là ns^2np^5, nên nguyên tử có xu hướng nhận thêm 1 electron hoặc dùng chung electron với nguyên tử khác để đạt cấu hình electron bền vững của khí hiếm tương ứng.

Sơ đồ tổng quát: $X + 1e \rightarrow X^-$

8. Từ cấu tạo phân tử halogen và đặc điểm cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử, nhận xét xu hướng hình thành liên kết của nguyên tử halogen trong các phản ứng hoá học.

1. Tác dụng với kim loại

Các halogen phản ứng với kim loại thể hiện các mức độ khác nhau (Hình 17.3).

Fluorine tác dụng được với tất cả kim loại. Ví dụ:

$$2Ag + F_2 \rightarrow 2AgF$$

Chlorine tác dụng với hầu hết các kim loại (trừ Au, Pt). Ví dụ:

$$2Fe + 3Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$$

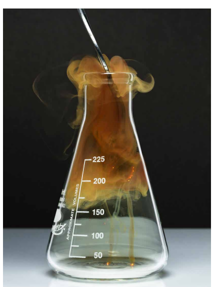
Bromine phản ứng với nhiều kim loại, nhưng khả năng phản ứng yếu hơn so với fluorine và chlorine. Ví dụ:

$$2Na + Br_2 \rightarrow 2NaBr$$

9. Trong phản ứng với kim loại, nhận xét sự biến đổi số oxi hoá của nguyên tử các nguyên tố halogen và viết các quá trình khử xảy ra.

Iodine phản ứng với kim loại yếu hơn so với bromine, chlorine và fluorine. Ví dụ trong phản ứng với aluminium, bromine phản ứng mạnh ở điều kiện thường, iodine cần nước làm xúc tác để phản ứng xảy ra:

$$2Al + 3I_2 \xrightarrow{H_2O} 2AlI_3$$



Cl_2 phản ứng với Fe

I_2 phản ứng với Al, xúc tác nước

Hình 17.3. **Thí nghiệm halogen phản ứng với kim loại**

2. Tác dụng với hydrogen

Khi tác dụng với hydrogen, fluorine phản ứng nổ mạnh ngay cả trong bóng tối, nhiệt độ rất thấp (–252 °C); chlorine phản ứng trong điều kiện cần chiếu sáng hoặc đun nóng;

bromine phản ứng khi đun nóng 200 – 400 °C; iodine phản ứng khó khăn hơn, cần đun nóng 350 – 500 °C, chất xúc tác Pt và phản ứng xảy ra thuận nghịch[*].

$$H_2 + \overset{0}{F_2} \longrightarrow 2H\overset{-1}{F}$$

$$H_2 + \overset{0}{Cl_2} \xrightarrow{askt} 2H\overset{-1}{Cl}$$

$$H_2 + \overset{0}{Br_2} \xrightarrow{t^o} 2H\overset{-1}{Br}$$

$$H_2 + \overset{0}{I_2} \xrightleftharpoons{350\,^oC\ -\ 500\,^oC,\ Pt} 2H\overset{-1}{I}$$

10. Dựa vào điều kiện phản ứng với hydrogen và giá trị năng lượng liên kết của phân tử H – X, giải thích khả năng phản ứng của các halogen với hydrogen.

Bảng 17.2. **Năng lượng liên kết của HX**[**]

Năng lượng liên kết (E_b)	H – F	H – Cl	H – Br	H – I
kJ/mol	565	427	363	295

Fluorine phản ứng mạnh với nước, bốc cháy trong hơi nước nóng.

$$2F_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HF + O_2\uparrow$$

Chlorine và bromine tác dụng chậm với nước, tạo thành hydrohalic acid và hypohalous acid, khả năng phản ứng với nước của bromine khó khăn hơn. Iodine phản ứng rất chậm với nước tạo iodic acid.

$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{(hydrochloric acid)}}{HCl} + \underset{\text{(hypochlorous acid)}}{HClO}$$

$$Br_2 + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{(hydrobromic acid)}}{HBr} + \underset{\text{(hypobromous acid)}}{HBrO}$$

$$3I_2 + 3H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{(hydroiodic acid)}}{5HI} + \underset{\text{(iodic acid)}}{HIO_3}$$

3. Tác dụng với dung dịch kiềm

Halogen phản ứng với dung dịch kiềm, sản phẩm tạo thành phụ thuộc vào nhiệt độ phản ứng. Ví dụ, chlorine phản ứng với dung dịch NaOH ở nhiệt độ thường và nhiệt độ trên 70 °C:

$$Cl_2 + 2NaOH \longrightarrow NaCl + NaClO + H_2O$$

$$3Cl_2 + 6NaOH \xrightarrow{>70\,^oC} 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$$

11. Trong phản ứng với dung dịch kiềm, nhận xét sự biến đổi số oxi hoá của chlorine và cho biết phản ứng này thuộc loại phản ứng gì?

[*] Phản ứng có thể xảy ra theo 2 chiều trái ngược nhau, sẽ học ở lớp 11.
[**] *Nguồn:* Martin S. Silberberg, *Principles of General Chemistry* (2013, third edition), The McGraw-Hill Companies, Inc., New York, USA.

Hỗn hợp dung dịch NaCl và NaClO được gọi là nước Javel, có tính oxi hoá mạnh nên được dùng làm chất tẩy màu và sát trùng.

Phản ứng của chlorine với dung dịch kiềm được dùng để sản xuất các chất tẩy rửa, sát trùng, tẩy trắng trong ngành dệt, da, bột giấy, ... như calcium hypochlorite ($Ca(ClO)_2$); calcium oxychloride ($CaOCl_2$), ...

Nước Javel

4. Tác dụng với dung dịch muối halide

Thực hành thí nghiệm so sánh tính chất hoá học của halogen

Thí nghiệm 1: **So sánh tính chất hoá học của halogen**

Hoá chất: dung dịch NaBr, NaI, nước chlorine, nước bromine và dung dịch hồ tinh bột.

Dụng cụ: ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt, kẹp gỗ, giá để ống nghiệm.

Tiến hành: Thực hiện các bước theo Bảng 17.3.

Bảng 17.3. **Các bước tiến hành thí nghiệm 1**

Ống nghiệm	1	2
Bước 1: Lấy vào mỗi ống nghiệm khoảng	2 mL dung dịch NaBr	2 mL dung dịch NaI
Bước 2: Cho vào mỗi ống nghiệm khoảng	1 mL nước chlorine	1 mL nước bromine, vài giọt hồ tinh bột
Bước 3: Lắc đều, để ổn định		

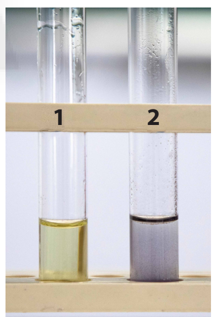
12. Tiến hành thí nghiệm 1, quan sát và ghi nhận hiện tượng.

13. Dựa vào phương trình hoá học của các phản ứng, giải thích kết quả thí nghiệm 1.

Phương trình hoá học của các phản ứng:

$$Cl_2 + 2NaBr \longrightarrow 2NaCl + Br_2$$

$$Br_2 + 2NaI \longrightarrow 2NaBr + I_2$$



Kết quả thí nghiệm 1

5. Tính tẩy màu của khí chlorine ẩm

Thực hành thí nghiệm tìm hiểu tính tẩy màu của khí chlorine ẩm

Thí nghiệm 2: **Tính tẩy màu của khí chlorine ẩm**

Hoá chất: tinh thể potassium permanganate ($KMnO_4$), dung dịch HCl đặc, giấy màu, nước cất.

Dụng cụ: ống nghiệm 2 nhánh, nút cao su, giá đỡ, thìa thuỷ tinh, ống hút nhỏ giọt.

14. Tiến hành thí nghiệm 2, quan sát và ghi nhận hiện tượng.

Tiến hành:

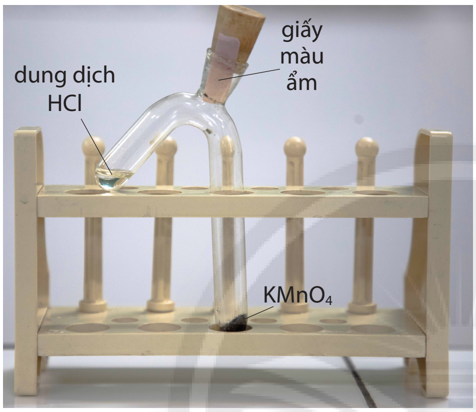
Bước 1: Dùng thìa thuỷ tinh lấy một ít tinh thể $KMnO_4$, cho vào nhánh dài của ống nghiệm. Dùng ống hút nhỏ giọt lấy khoảng 1 mL dung dịch HCl đặc cho vào nhánh ngắn của ống nghiệm. Lắp dụng cụ điều chế khí Cl_2 ẩm như Hình 17.4.

Lưu ý: Kiểm tra nút cao su phải được đậy kín trước khi thực hiện bước 2.

Bước 2: Nghiêng ống nghiệm sao cho dung dịch HCl tiếp xúc với $KMnO_4$.

Phương trình hoá học của phản ứng điều chế khí Cl_2:

$$2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2\uparrow + 8H_2O$$



Hình 17.4. Bộ dụng cụ điều chế và thử tính tẩy màu của khí chlorine ẩm

15. Dựa vào phương trình hoá học của các phản ứng, giải thích kết quả thí nghiệm 2.

Viết phương trình hoá học của các phản ứng sau:

$Cu + Cl_2 \rightarrow$ (1)

$Al + Br_2 \rightarrow$ (2)

$Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow$ (3)

$KOH + Br_2 \xrightarrow{>70\,^\circ C}$ (4)

$Cl_2 + KBr \rightarrow$ (5)

$Br_2 + NaI \rightarrow$ (6)

Tính tẩy màu của khí chlorine ẩm được ứng dụng vào lĩnh vực nào trong đời sống?

- Halogen có 7 electron ở lớp ngoài cùng, nên nguyên tử halogen có xu hướng nhận thêm 1 electron để tạo hợp chất ion hoặc dùng chung electron để tạo hợp chất cộng hoá trị.
- Tính chất hoá học đặc trưng của halogen là tính oxi hoá mạnh, tính oxi hoá giảm dần từ fluorine đến iodine.

6 ỨNG DỤNG CỦA CÁC HALOGEN

Tìm hiểu ứng dụng của halogen

Fluorine: Được sử dụng trong sản xuất các chất dẻo ma sát thấp, như teflon phủ trên bề mặt chảo chống dính dùng cho thiết bị nhà bếp, dụng cụ thí nghiệm, … Một số hợp chất khác của fluorine như cryolite dùng trong sản xuất nhôm; sodium fluoride sử dụng như một loại thuốc trừ sâu, chống gián; một số muối fluoride khác được thêm vào thuốc đánh răng, tạo men răng, …

Ứng dụng của fluorine trong sản xuất kem đánh răng

Chlorine: Là chất oxi hoá mạnh, được sử dụng làm chất tẩy trắng và khử trùng nước. Một lượng lớn chlorine được dùng để sản xuất các dung môi như carbon tetrachloride (CCl_4), chloroform ($CHCl_3$), 1,2-dichloroethylene ($C_2H_2Cl_2$), …

▲ Ứng dụng của chlorine trong sản xuất dung môi hữu cơ

Bromine: Được sử dụng để điều chế thuốc an thần, thuốc trừ sâu, thuốc nhuộm, mực in; silver bromide (AgBr) là chất nhạy với ánh sáng, dùng để tráng phim ảnh, phụ gia chống ăn mòn cho xăng, …

▲ Ứng dụng của bromine trong sản xuất phim cuộn

Iodine: Là nguyên tố vi lượng cần thiết cho dinh dưỡng của con người, thiếu iodine có thể gây nên tác hại cho sức khoẻ như gây bệnh bướu cổ, thiểu năng trí tuệ, hỗn hợp ethanol và iodine là chất sát trùng phổ biến. Các hợp chất iodide được sử dụng làm chất xúc tác, dược phẩm và thuốc nhuộm.

16. Nhận xét vai trò của halogen trong đời sống, sản xuất và y tế.

17. Tìm hiểu thêm những ứng dụng khác của halogen trong thực tế.

Tại sao có thể sử dụng nước Javel để tẩy những vết mực trên áo trắng, nhưng lại không nên sử dụng trên vải quần, áo có màu?

BÀI TẬP

1. Hoàn thành các phương trình minh hoạ tính chất hoá học của các nguyên tố halogen:

a) $Cl_2 + H_2 \rightarrow$ b) $F_2 + Cu \rightarrow$ c) $I_2 + Na \rightarrow$

d) $Cl_2 + Fe \rightarrow$ e) $Br_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow$ f) $Cl_2 + KOH \xrightarrow{100\,^\circ C}$

g) $Br_2 + KI \rightarrow$

2. Giải thích vì sao các nguyên tố halogen không tồn tại ở dạng đơn chất trong tự nhiên.

3. Chloramine B ($C_6H_5ClNNaO_2S$) là chất thường được sử dụng để sát khuẩn trên các bề mặt, vật dụng hoặc dùng để khử trùng, sát khuẩn, xử lí nước sinh hoạt. Ở nồng độ cao, chloramine B có tác dụng diệt nấm mốc, vi khuẩn, virus gây bệnh cho người. Chloramine B có dạng viên nén (mỗi viên có khối lượng 0,3 – 2,0 gam) và dạng bột. Chloramine B 25% (250 mg chlorine hoạt tính trong một viên nén như hình bên) được dùng phổ biến, vì tiện dụng khi pha chế và bảo quản.

a) Nồng độ chloramine B khi hoà tan vào nước đạt 0,001% có tác dụng sát khuẩn dùng trong xử lí nước sinh hoạt. Cần dùng bao nhiêu viên nén chloramine B 25% (loại viên 1 gam) để xử lí bình chứa 200 lít nước?

b) Chloramine B nồng độ 2% dùng để phun xịt trên các bề mặt vật dụng nhằm sát khuẩn, virus gây bệnh. Để pha chế dung dịch này, sử dụng chloramine B 25% dạng bột, vậy cần bao nhiêu gam bột chloramine B 25% pha với 1 lít nước để được dung dịch sát khuẩn 2%?

Bài 18

HYDROGEN HALIDE VÀ MỘT SỐ PHẢN ỨNG CỦA ION HALIDE

MỤC TIÊU

- Nhận xét và giải thích được xu hướng biến đổi nhiệt độ sôi của các hydrogen halide từ HCl tới HI dựa vào tương tác van der Waals. Giải thích được sự bất thường về nhiệt độ sôi của HF so với các HX khác.
- Trình bày được xu hướng biến đổi tính acid của dãy hydrohalic acid.
- Trình bày được tính khử của các ion halide (Cl^-, Br^-, I^-) thông qua phản ứng với chất oxi hoá là sulfuric acid đặc.
- Thực hiện được thí nghiệm phân biệt các ion F^-, Cl^-, Br^-, I^- bằng cách cho dung dịch silver nitrate vào dung dịch muối của chúng.
- Nêu được ứng dụng của một số hydrogen halide.

Thuỷ tinh vốn cứng, trơn và khá trơ về mặt hoá học nên việc chạm khắc là điều không đơn giản. Muốn khắc các hoa văn, cần phủ lên bề mặt thuỷ tinh một lớp paraffin, thực hiện chạm khắc các hoa văn lên lớp paraffin, để phần thuỷ tinh cần khắc lộ ra. Nhỏ dung dịch hydrofluoric acid hoặc hỗn hợp CaF_2 và H_2SO_4 đặc lên lớp paraffin đó, phần thuỷ tinh cần chạm khắc sẽ bị ăn mòn, tạo nên những hoa văn trên vật dụng cần trang trí. Quá trình ăn mòn thuỷ tinh xảy ra thế nào? Các ion halide có tính chất gì?

Khắc hoa văn trên thuỷ tinh

1 TÍNH CHẤT VẬT LÍ CỦA HYDROGEN HALIDE

Giải thích xu hướng biến đổi tính chất vật lí của hydrogen halide

Hydrogen halide là hợp chất của hydrogen với halogen, công thức tổng quát là HX, với X là halogen. Hậu tố "**ide**" trong hydrogen halide được thay thế từ hậu tố "**ine**" của tên halogen.

Bảng 18.1. **Bảng mô tả đặc điểm, tính chất vật lí của hydrogen halide (HX)**(*)

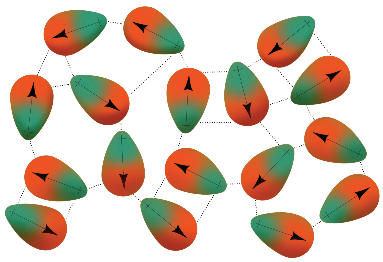
Hydrogen halide	HF	HCl	HBr	HI
Tên hợp chất	Hydrogen fluoride	Hydrogen chloride	Hydrogen bromide	Hydrogen iodide
Thể, 20 °C	Khí	Khí	Khí	Khí
Màu sắc	Không màu	Không màu	Không màu	Không màu
Nhiệt độ sôi (°C)	20	–85	–67	–35
Độ tan trong nước ở 0 °C (%)	vô hạn	42	68	70
Độ dài liên kết H–X (Å)	0,92	1,27	1,41	1,61
Bán kính ion halide (nm)	0,133	0,181	0,196	0,220

1. Dựa vào Bảng 18.1 và Hình 18.1, cho biết nhiệt độ sôi của các hydrogen halide từ HCl đến HI biến đổi như thế nào? Giải thích.

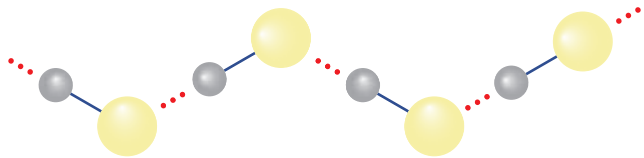
(*) *Nguồn:* Lawrie Ryan, Roger Norris, *Cambridge International AS and A Level Chemistry Coursebook* (2014, second editition), Cambridge University Press, United Kingdom.

Marianna Anderson Busch, *Halogen Chemistry* (2015), Baylor University, Elsevier Inc., Texas, USA.

Raji Heyrovská, *Effective radii of alkali halide ions in aqueous solutions, crystals and in the gas phase and the interpretation of stokes radii* (1989), Chemical Physics Letters Journal, Vol. 163(1–2), pp.207–211.



Hình 18.1. Tương tác van der Waals giữa các phân tử HX



Hình 18.2. Liên kết hydrogen giữa các phân tử HF

- Nhiệt độ sôi của các hydrogen halide tăng dần từ HCl đến HI. Nguyên nhân là do khối lượng phân tử tăng, làm tăng năng lượng cần thiết cho quá trình sôi; đồng thời, sự tăng kích thước và số electron trong phân tử, dẫn đến tương tác van der Waals giữa các phân tử tăng.
- Các phân tử hydrogen fluoride hình thành liên kết hydrogen liên phân tử, loại liên kết này bền hơn tương tác van der Waals, nên nhiệt độ sôi của hydrogen fluoride cao bất thường so với các hydrogen halide còn lại.

2 HYDROHALIC ACID

Tìm hiểu tính acid của các hydrohalic acid

Các hydrogen halide tan trong nước, tạo thành hydrohalic acid tương ứng. Hydrofluoric acid (HF) là acid yếu, nhưng có tính chất đặc biệt là ăn mòn thuỷ tinh, phương trình hoá học của phản ứng:

$$SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4\uparrow + 2H_2O$$

Các dung dịch HCl, HBr, HI là những acid mạnh, có đầy đủ tính chất hoá học chung của acid như làm quỳ tím chuyển sang màu đỏ, tác dụng với kim loại đứng trước hydrogen trong dãy hoạt động hoá học, tác dụng với basic oxide, base và một số muối.

Tính acid của các hydrohalic acid tăng dần từ hydrofluoric acid đến hydroiodic acid.

2. Quan sát Hình 18.2, giải thích nhiệt độ sôi cao bất thường của hydrogen fluoride so với các hydrogen halide còn lại.

Nhờ liên kết hydrogen giữa các phân tử nên hydrogen fluoride khó bay hơi hơn các hydrogen halide còn lại.

Thông tin trong Bảng 18.1 cho biết độ tan của hydrogen fluoride trong nước ở 0 °C là vô hạn. Giải thích nguyên nhân dẫn đến tính chất này.

3. Dựa vào Bảng 17.2 và Bảng 18.1, nhận xét mối liên hệ giữa sự biến đổi năng lượng liên kết và độ dài liên kết H—X với sự biến đổi tính acid của các hydrohalic acid.

Hoàn thành phương trình hoá học của các phản ứng sau:

$NaOH + HF \rightarrow$ (1)

$Zn + HCl \rightarrow$ (2)

$CaO + HBr \rightarrow$ (3)

$K_2CO_3 + HI \rightarrow$ (4)

Trong dịch vị dạ dày của người có hydrochloric acid với nồng độ trong khoảng $10^{-4} - 10^{-3}$ mol/L, đóng vai trò quan trọng trong quá trình tiêu hoá, cùng với enzyme và sự co bóp của cơ dạ dày nhằm chuyển hoá thức ăn thành chất dinh dưỡng cho cơ thể dễ hấp thụ.

Em hãy đề xuất cách bảo quản hydrofluoric acid trong phòng thí nghiệm.

3 TÍNH KHỬ CỦA CÁC ION HALIDE

Tìm hiểu tính chất của các ion halide

Trong ion halide, các halogen có số oxi hoá thấp nhất là –1, do đó ion halide chỉ thể hiện tính khử trong phản ứng oxi hoá – khử.

Khi đun nóng các muối khan halide với chất oxi hoá mạnh, như dung dịch H_2SO_4 đặc, ion chloride không khử được H_2SO_4 nên chỉ xảy ra phản ứng trao đổi (Hình 18.3a).

$$KCl + H_2SO_{4\,(đặc)} \longrightarrow KHSO_4 + HCl\uparrow$$

Ion bromide khử H_2SO_4 đặc thành SO_2 và Br^- bị oxi hoá thành Br_2, sản phẩm có màu vàng đậm (Hình 18.3b).

$$2K\overset{-1}{Br} + 2H_2\overset{+6}{S}O_{4(đặc)} \longrightarrow \overset{0}{Br_2} + \overset{+4}{S}O_2\uparrow + K_2SO_4 + 2H_2O$$

Ion iodide có thể khử H_2SO_4 đặc thành H_2S, S, SO_2 tuỳ vào điều kiện phản ứng và I^- bị oxi hoá thành I_2 có màu đen tím (Hình 18.3c).

$$2K\overset{-1}{I} + 2H_2\overset{+6}{S}O_{4(đặc)} \longrightarrow \overset{0}{I_2}\downarrow + \overset{+4}{S}O_2\uparrow + K_2SO_4 + 2H_2O$$

$$6K\overset{-1}{I} + 4H_2\overset{+6}{S}O_{4(đặc)} \longrightarrow 3\overset{0}{I_2}\downarrow + \overset{0}{S}\downarrow + 3K_2SO_4 + 4H_2O$$

$$8K\overset{-1}{I} + 5H_2\overset{+6}{S}O_{4(đặc)} \longrightarrow 4\overset{0}{I_2}\downarrow + H_2\overset{-2}{S}\uparrow + 4K_2SO_4 + 4H_2O$$

(a) (b) (c)

Hình 18.3. **Các muối KCl (a), KBr (b), KI (c) phản ứng với dung dịch H_2SO_4 đặc**

Tính khử của các ion halide tăng theo chiều $F^- < Cl^- < Br^- < I^-$.

4. Nhận xét sự thay đổi số oxi hoá của nguyên tử các nguyên tố halogen trong phản ứng của muối halide với dung dịch H_2SO_4 đặc.

5. Viết quá trình các ion halide bị oxi hoá thành đơn chất tương ứng.

Phản ứng nào dưới đây chứng minh tính khử của các ion halide:

$BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2HCl$ (1)

$2NaCl \xrightarrow{đpnc} 2Na + Cl_2\uparrow$ (2)

$2HBr + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + SO_2\uparrow + 2H_2O$ (3)

$HI + NaOH \rightarrow NaI + H_2O$ (4)

4 NHẬN BIẾT ION HALIDE TRONG DUNG DỊCH

Thực hành thí nghiệm nhận biết ion halide trong dung dịch

Hoá chất: các dung dịch NaF, NaCl, NaBr, NaI và $AgNO_3$, có cùng nồng độ 0,1 M.

Dụng cụ: ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt, giá để ống nghiệm.

Tiến hành

Bước 1: Lấy lần lượt khoảng 2 mL mỗi dung dịch NaF, NaCl, NaBr và NaI cho vào 4 ống nghiệm, được đánh số thứ tự từ 1 đến 4.

Bước 2: Thêm tiếp vào mỗi ống nghiệm vài giọt dung dịch $AgNO_3$.

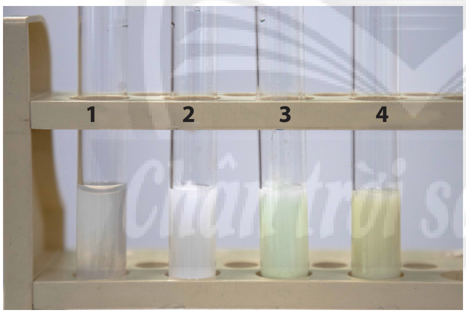
Phương trình hoá học của các phản ứng:

$$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$$

$$NaBr + AgNO_3 \longrightarrow AgBr\downarrow + NaNO_3$$

$$NaI + AgNO_3 \longrightarrow AgI\downarrow + NaNO_3$$

Dung dịch NaF không phản ứng với dung dịch $AgNO_3$.



Hình 18.4. **Nhận biết ion halide trong dung dịch**

6. Tiến hành thí nghiệm và quan sát hiện tượng. Dựa vào phương trình hoá học của các phản ứng, nêu cách nhận biết các ion halide trong dung dịch.

Nêu cách nhận biết 2 dung dịch $CaCl_2$ và $NaNO_3$, viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra.

Phân biệt các ion F^-, Cl^-, Br^- và I^- bằng cách cho dung dịch silver nitrate ($AgNO_3$) vào dung dịch muối của chúng.

Halide ion / Thuốc thử	F^-	Cl^-	Br^-	I^-
Dung dịch $AgNO_3$	Không có hiện tượng	Có kết tủa màu trắng (AgCl)	Có kết tủa màu vàng nhạt (AgBr)	Có kết tủa màu vàng (AgI)

5 ỨNG DỤNG CỦA CÁC HYDROGEN HALIDE

Tìm hiểu các ứng dụng của hydrogen halide

Hydrogen fluoride: Dùng để tẩy cặn trong các thiết bị trao đổi nhiệt; chất xúc tác trong nhà máy lọc dầu, công nghệ làm giàu uranium, sản xuất dược phẩm, …

Hydrogen chloride: Dùng để loại bỏ gỉ thép; sản xuất chất tẩy rửa nhà vệ sinh, các hợp chất vô cơ và hữu cơ phục vụ đời sống, sản xuất, …

Hydrogen bromide: Làm chất xúc tác cho các phản ứng hữu cơ, tổng hợp chất chống cháy chứa nguyên tố bromine như tetrabromobisphenol A, điều chế nhựa epoxy, sản xuất các vi mạch điện tử, …

Hydrogen iodide: Dùng làm chất khử phổ biến trong các phản ứng hoá học; sản xuất iodine và alkyl iodide, …

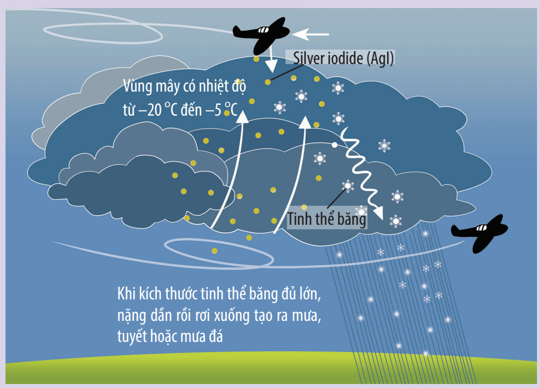
Hydrogen halide có nhiều ứng dụng trong đời sống và sản xuất.

7. Tìm những ứng dụng khác của hydrogen halide trong đời sống, sản xuất.

Bệnh đau dạ dày sẽ gây ảnh hưởng xấu đến sức khoẻ con người, nguyên nhân chính là do căng thẳng kéo dài và các thói quen chưa hợp lí. Trong dịch vị dạ dày, khi HCl có nồng độ nhỏ hơn 10^{-4} M gây ra bệnh khó tiêu hoá, khi nồng độ lớn hơn 10^{-3} M, gây ra bệnh ợ chua. Thông thường, bên cạnh lời khuyên nghỉ ngơi và thay đổi các thói quen chưa hợp lí, bác sĩ chỉ định bệnh nhân mắc bệnh ợ chua sử dụng một số thuốc chứa $NaHCO_3$ để điều trị. Giải thích tác dụng của thuốc chứa $NaHCO_3$.

Việc ứng dụng khoa học để cải tạo điều kiện môi trường, tạo ra mưa nhân tạo được thực hiện từ lâu, vì rất cần thiết trong mùa hạn hán. Khi đó, mưa nhân tạo sẽ cung cấp nước cho canh tác nông nghiệp và sinh hoạt của con người.

Trong những đám mây chứa ít hơi nước, sự chuyển đổi nước từ thể hơi sang thể lỏng không diễn ra, nên cần hình thành quá trình chuyển đổi trạng thái để kích thước các hạt nước nhỏ li ti tăng dần lên, đủ nặng để rơi xuống tạo thành mưa. Bằng cách phun lên trên những đám mây các tinh thể silver iodide (AgI) và băng khô (CO_2 đóng băng) có nhiệt độ rất thấp, kích thích quá trình ngưng tụ hơi nước và tạo ra các tinh thể băng lớn hơn. Những tinh thể này sẽ rơi xuống dưới dạng bông tuyết trước khi tan thành nước, tạo ra mưa.



Quá trình làm mưa nhân tạo

BÀI TẬP

1. Viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra trong các trường hợp:

a) Kim loại Mg phản ứng với dung dịch HBr.

b) Dung dịch KOH phản ứng với dung dịch HCl.

c) Muối $CaCO_3$ phản ứng với dung dịch HCl.

d) Dung dịch $AgNO_3$ phản ứng với dung dịch CaI_2.

2. Trong phòng thí nghiệm, một khí hydrogen halide (HX) được điều chế theo phản ứng sau:

$$NaX_{(rắn)} + H_2SO_{4(đặc)} \xrightarrow{t^o} HX\uparrow + NaHSO_4 \text{ (hoặc } Na_2SO_4\text{)}$$

a) Cho biết HX là chất nào trong các chất sau: HCl, HBr, HI. Giải thích.

b) Có thể dùng dung dịch NaX và H_2SO_4 loãng để điều chế HX theo phản ứng trên được không? Giải thích.

3. "Natri clorid 0,9%" là *nước muối sinh lí* chứa sodium chloride (NaCl), nồng độ 0,9% tương đương các dịch trong cơ thể người như máu, nước mắt, … thường được sử dụng để súc miệng, sát khuẩn, ... Em hãy trình bày cách pha chế 500 mL nước muối sinh lí.

GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ

Thuật ngữ	Giải thích	Trang
Hạt α	Hạt nhân nguyên tử helium.	15
Enthalpy tạo thành	Nhiệt kèm theo phản ứng tạo thành 1 mol chất đó từ các đơn chất bền nhất.	84
Lưỡng cực cảm ứng	Được hình thành do hiện tượng cảm ứng khi các phân tử hiện diện bên cạnh các lưỡng cực tạm thời.	70
Lưỡng cực tạm thời	Được hình thành khi các electron trong phân tử của một chất tập trung về một phía bất kì của phân tử.	69
Mạng tinh thể ion	Tập hợp các ion trái dấu được sắp xếp luân phiên, đều đặn theo một cấu trúc không gian, tạo nên cấu trúc tinh thể của các hợp chất ion.	56
Moment lưỡng cực	Đại lượng biểu thị cho mức độ phân cực của một liên kết.	65
Nguyên tố phóng xạ	Các nguyên tố hoá học chỉ gồm các đồng vị phóng xạ.	106
Phản ứng thuận nghịch	Phản ứng xảy ra theo 2 chiều trái ngược nhau trong cùng điều kiện.	110

Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam xin trân trọng cảm ơn các tác giả có tác phẩm, tư liệu được sử dụng, trích dẫn trong cuốn sách này.

Chịu trách nhiệm xuất bản

Chủ tịch Hội đồng Thành viên NGUYỄN ĐỨC THÁI

Tổng Giám đốc HOÀNG LÊ BÁCH

Chịu trách nhiệm nội dung

Tổng biên tập PHẠM VĨNH THÁI

Biên tập nội dung: NGUYỄN ĐỨC HIẾU – PHẠM CÔNG TRÌNH

Biên tập mĩ thuật: BÙI XUÂN DƯƠNG

Thiết kế sách: BÙI XUÂN DƯƠNG

Trình bày bìa: THÁI HỮU DƯƠNG

Minh hoạ: BÙI XUÂN DƯƠNG – NGUYỄN ĐỨC HIẾU – PHẠM CÔNG TRÌNH – TRẦN VIỆT TRUNG

Sửa bản in: PHẠM BẢO QUÝ – PHẠM CÔNG TRÌNH

Chế bản: CÔNG TY CP DỊCH VỤ XUẤT BẢN GIÁO DỤC GIA ĐỊNH

HOÁ HỌC 10 (Chân trời sáng tạo)

Mã số : ………..

Số đăng kí KHXB : …………./CXB/……………./GD

In…….cuốn (QĐ in số….) khổ 19,5 × 27,5 cm

In xong nộp lưu chiểu tháng …. năm 201…..

HUÂN CHƯƠNG HỒ CHÍ MINH

BỘ SÁCH GIÁO KHOA LỚP 10 – CHÂN TRỜI SÁNG TẠO

1. Toán 10, Tập một
2. Toán 10, Tập hai
3. Chuyên đề học tập Toán 10
4. Ngữ văn 10, Tập một
5. Ngữ văn 10, Tập hai
6. Chuyên đề học tập Ngữ văn 10
7. Tiếng Anh 10 Friends Global
8. Lịch sử 10
9. Chuyên đề học tập Lịch sử 10
10. Địa lí 10
11. Chuyên đề học tập Địa lí 10
12. Giáo dục Kinh tế và Pháp luật 10
13. Chuyên đề học tập Giáo dục Kinh tế và Pháp luật 10
14. Vật lí 10
15. Chuyên đề học tập Vật lí 10
16. Hoá học 10
17. Chuyên đề học tập Hoá học 10
18. Sinh học 10
19. Chuyên đề học tập Sinh học 10
20. Âm nhạc 10
21. Chuyên đề học tập Âm nhạc 10
22. Hoạt động trải nghiệm, hướng nghiệp 10 (BẢN 1)
23. Hoạt động trải nghiệm, hướng nghiệp 10 (BẢN 2)

Các đơn vị đầu mối phát hành

- **Miền Bắc:** CTCP Đầu tư và Phát triển Giáo dục Hà Nội
CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục miền Bắc
- **Miền Trung:** CTCP Đầu tư và Phát triển Giáo dục Đà Nẵng
CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục miền Trung
- **Miền Nam:** CTCP Đầu tư và Phát triển Giáo dục Phương Nam
CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục miền Nam
- **Cửu Long:** CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục Cửu Long

Sách điện tử: http://hanhtrangso.nxbgd.vn

Kích hoạt để mở học liệu điện tử: Cào lớp nhũ trên tem để nhận mã số. Truy cập http://hanhtrangso.nxbgd.vn và nhập mã số tại biểu tượng chìa khoá.