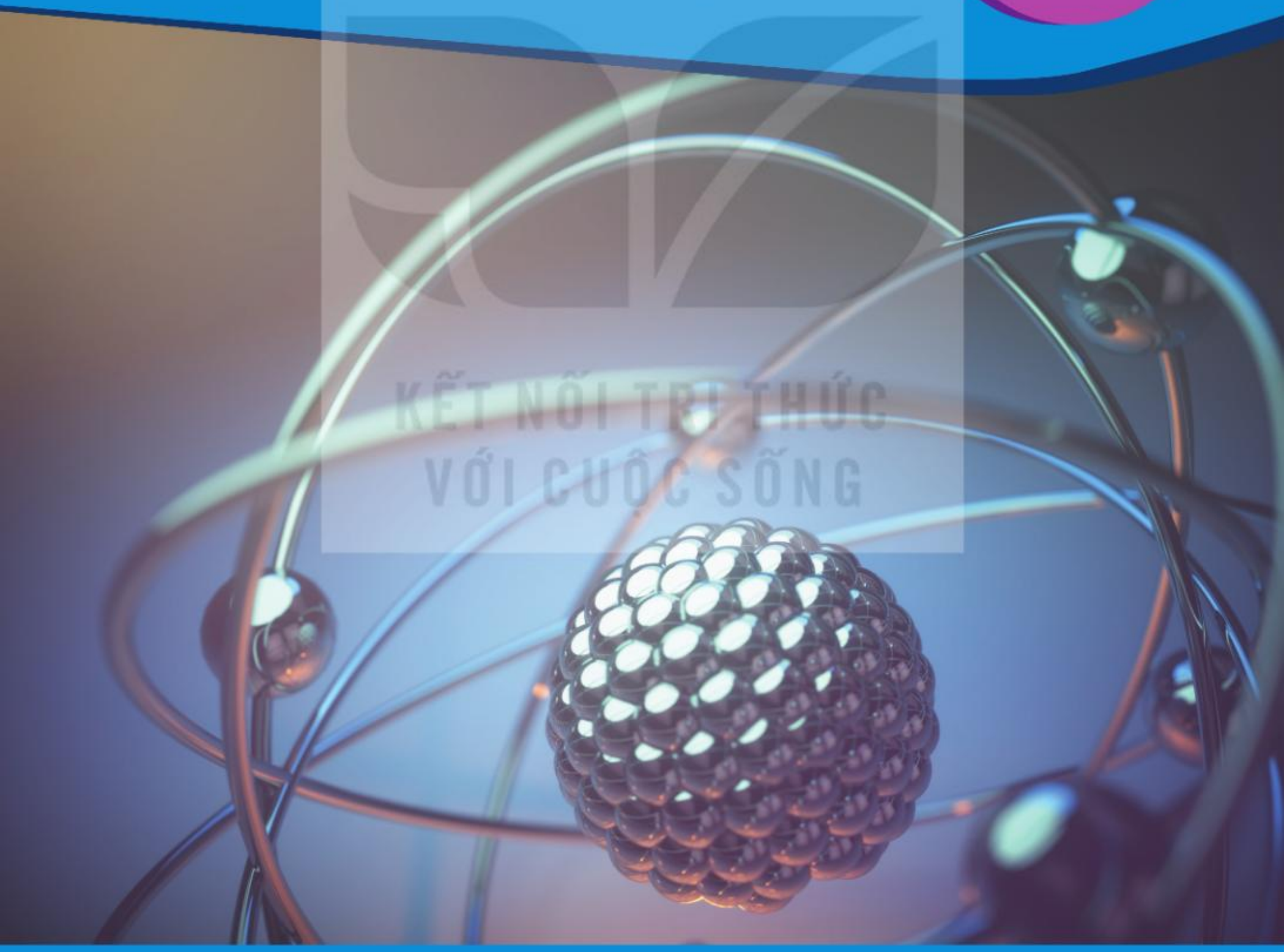
BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

HOÁ HỌC 10



KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

LÊ KIM LONG (Tổng Chủ biên)
ĐẶNG XUÂN THƯ (Chủ biên)
NGUYỄN THU HÀ – LÊ THỊ HỒNG HẢI – NGUYỄN VĂN HẢI
LÊ TRỌNG HUYỀN – VŨ ANH TUẤN

HOÁ HỌC

(Tái bản lần thứ tư)

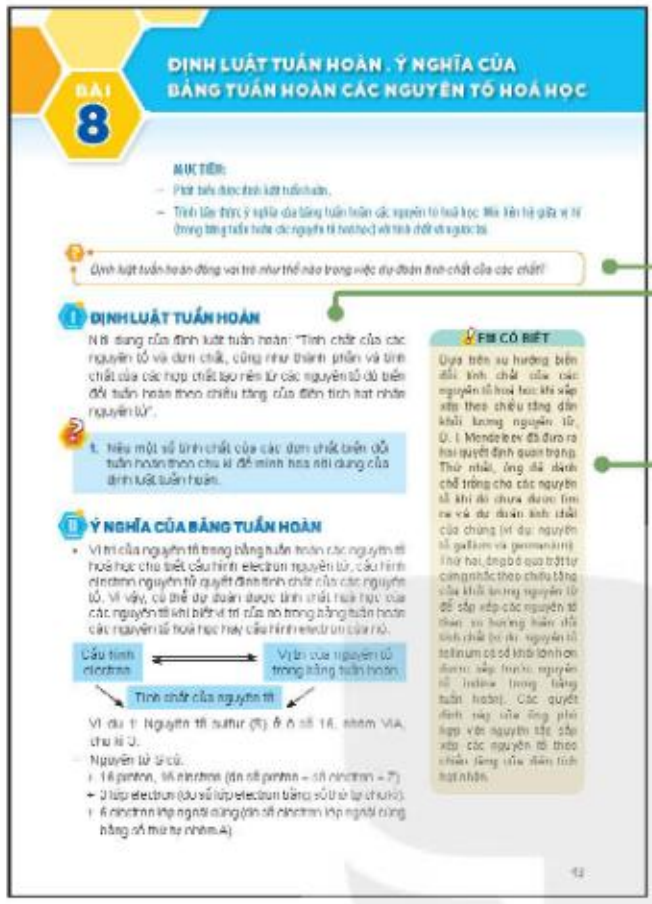
10

KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG SÁCH

Cuốn sách *Hoá học 10* nằm trong bộ sách *Kết nối tri thức với cuộc sống* của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam. Cuốn sách có 7 chương, 23 bài học và được thiết kế thành các hoạt động học tập. Các hoạt động học tập trong mỗi bài học được chỉ dẫn cụ thể như sau:


BÀI 8

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

MỤC TIÊU:

Định luật tuần hoàn đóng vai trò như thế nào trong việc dự đoán tính chất của các chất?

1 ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN

Nội dung của 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".

1. Nêu một số tính chất của các đơn chất biến đổi tuần hoàn theo chu kì để minh họa nội dung của định luật tuần hoàn.

2 Ý NGHĨA CỦA BẢNG TUẦN HOÀN

- Vị trí của nguyên tố trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học cho biết cấu hình electron nguyên tử, cấu hình electron nguyên tử quyết định tính chất của các nguyên tố. Vì vậy, có thể dự đoán được tính chất hoá học của các nguyên tố khi biết vị trí của nó trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học hay cấu hình electron của nó.

Cấu tạo nguyên tử ⟷ Vị trí của nguyên tố trong bảng tuần hoàn

Tính chất của nguyên tố

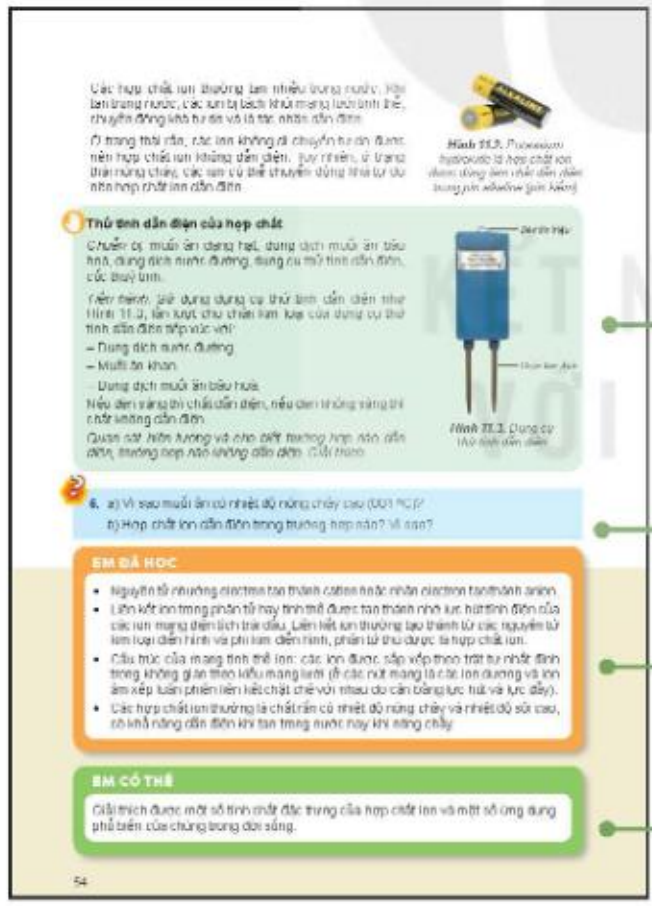
Ví dụ 1: Nguyên tố sulfur (S) ở ô số 16, nhóm VIA, chu kì 3.

Nguyên tử S có:

- 16 proton, 16 electron (do số proton = số electron = 7+)
- 3 lớp electron (do số lớp electron bằng số thứ tự chu kì).
- 6 electron lớp ngoài cùng (do số electron lớp ngoài cùng bằng số thứ tự nhóm A).

ĐỂ CÓ BIẾT

Quá trình sự hướng biến đổi tính chất của các nguyên tố hoá học khi sắp xếp theo chiều tăng dần khối lượng nguyên tử, D. I. Mendeleev đã đưa ra hai quyết định quan trọng. Thứ nhất, ông đã dành chỗ trống cho các nguyên tố khi đó chưa được tìm ra và dự đoán tính chất của chúng (ví dụ: nguyên tố gallium và germanium). Thứ hai, ông đã sắp xếp tạm thời một số cặp nguyên tố không theo chiều tăng của khối lượng nguyên tử để sắp xếp các nguyên tố theo sự tương tự về tính chất (ví dụ: nguyên tố tellurium có số khối lớn hơn được sắp trước nguyên tố iodine trong bảng tuần hoàn). Các quyết định này của ông phù hợp với nguyên tắc sắp xếp các nguyên tố theo chiều tăng của điện tích hạt nhân.


Các hợp chất ion thường tan nhiều trong nước. Khi tan trong nước, các ion bị tách khỏi mạng tinh thể, chuyển động khá tự do và là tác nhân dẫn điện.

Ở trong thể rắn, các ion không di chuyển tự do được nên hợp chất ion không dẫn điện. Tuy nhiên, ở trạng thái nóng chảy, các ion có thể chuyển động khá tự do nên hợp chất ion dẫn điện.

Hình 11.3. Pin alkaline là hợp chất ion được ứng dụng tính chất dẫn điện trong pin alkaline (pin kiềm)

Thử tính dẫn điện của hợp chất

Chuẩn bị: muối ăn dạng hạt, dung dịch muối ăn bão hoà, dung dịch nước đường, dung cụ thử tính dẫn điện, cốc thuỷ tinh.

Tiến hành: Sử dụng dụng cụ thử tính dẫn điện như Hình 11.3, lần lượt cho chất lỏng của dụng cụ thử tính dẫn điện tiếp xúc với:

– Dung dịch nước đường

– Muối ăn khan

– Dung dịch muối ăn bão hoà.

Nếu đèn sáng thì chất dẫn điện, nếu đèn không sáng thì chất không dẫn điện.

Quan sát hiện tượng và cho biết trường hợp nào dẫn điện, trường hợp nào không dẫn điện. Giải thích.

Hình 11.4. Dụng cụ thử tính dẫn điện

6. a) Vì sao muối ăn có nhiệt độ nóng chảy cao (801 °C)?
b) Hợp chất ion dẫn điện trong trường hợp nào? Vì sao?

EM ĐÃ HỌC

- Nguyên tử nhường electron tạo thành cation hoặc nhận electron tạo thành anion.
- Liên kết ion trong phân tử hay tinh thể được tạo thành nhờ lực hút tĩnh điện của các ion mang điện tích trái dấu. Liên kết ion thường tạo thành từ các nguyên tử kim loại điển hình và phi kim điển hình, phân tử thu được là hợp chất ion.
- Cấu trúc của mạng tinh thể ion: các ion được sắp xếp theo trật tự nhất định trong không gian theo kiểu mạng lưới (ở các nút mạng là các ion dương và ion âm xếp luân phiên liên kết chặt chẽ với nhau do cân bằng lực hút và lực đẩy).
- Các hợp chất ion thường là chất rắn có nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi cao, có khả năng dẫn điện khi tan trong nước hay khi nóng chảy.

EM CÓ THỂ

Giải thích được một số tính chất đặc trưng của hợp chất ion và một số ứng dụng phổ biến của chúng trong đời sống.

54

MỞ ĐẦU: Câu hỏi gợi mở, thu hút sự quan tâm tìm hiểu bài học mới.

KHÁM PHÁ: Các em thực hiện các hoạt động khám phá, tìm hiểu kết hợp với các kiến thức đã có để rút ra các nội dung hoá học.

EM CÓ BIẾT: Mở rộng kiến thức, kết nối tri thức với cuộc sống.

HOẠT ĐỘNG: Tạo điều kiện cho các em trực tiếp tham gia vào quá trình phát hiện, hình thành và vận dụng kiến thức hoặc thực hiện các thí nghiệm chứng minh, xây dựng niềm tin vào khoa học.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP: Giúp các em hiểu rõ vấn đề của bài học, nâng cao năng lực tư duy, ứng dụng kiến thức đã học được.

EM ĐÃ HỌC: Kiến thức, kĩ năng cơ bản của bài học.

EM CÓ THỂ: Vận dụng kiến thức, kĩ năng đã học.

Cuối mỗi chương là bài *Ôn tập*.

Cuối sách có bảng *Giải thích một số thuật ngữ dùng trong sách*, giúp các em thuận tiện trong việc tra cứu.

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

LỜI NÓI ĐẦU

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 các chất.

Hoá học kết hợp chặt chẽ giữa lí thuyết và thực nghiệm, là cầu nối giữa các ngành khoa học tự nhiên khác như vật lí, sinh học, y dược và địa chất học. Hoá học đóng vai trò quan trọng trong cuộc sống, sản xuất, góp phần vào sự phát triển bền vững kinh tế – xã hội, bảo vệ môi trường.

Cuốn sách *Hoá học 10* bám sát Chương trình Giáo dục phổ thông 2018, kế thừa và phát triển các mạch nội dung giáo dục đã hình thành từ các cấp học dưới, vừa giúp các em có hiểu biết sâu sắc về các kiến thức cơ sở chung của hoá học, vừa mang tính định hướng nghề nghiệp cho các em trong tương lai.

Nội dung của cuốn sách giúp các em có những tri thức cốt lõi về hoá học và có thể vận dụng chúng vào cuộc sống. Các em được học những kiến thức cơ bản về cấu trúc và tính chất của chất (cấu tạo nguyên tử, bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, sự hình thành phân tử), phản ứng hoá học (biến thiên năng lượng trong quá trình phản ứng, tốc độ phản ứng và các yếu tố ảnh hưởng) và sử dụng các kiến thức này để nghiên cứu tính chất của nhóm nguyên tố, điển hình là nhóm halogen.

Điểm nổi bật cơ bản của cuốn sách là được viết theo hướng giúp các em phát triển năng lực, cho nên cuối mỗi bài học có mục *Em đã học* và *Em có thể* để các em được thể hiện năng lực của bản thân.

Các tác giả hi vọng cuốn sách sẽ là người bạn đồng hành tin cậy của các em và giúp các em hướng đến một nghề nghiệp tốt đẹp trong tương lai.

Các tác giả

MỤC LỤC

		Trang
	Hướng dẫn sử dụng sách	2
	Lời nói đầu	3
	Mở đầu	6
Chương 1. Cấu tạo nguyên tử		12
Bài 1	Thành phần của nguyên tử	13
Bài 2	Nguyên tố hoá học	17
Bài 3	Cấu trúc lớp vỏ electron nguyên tử	21
Bài 4	Ôn tập chương 1	26
Chương 2. Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học và định luật tuần hoàn		28
Bài 5	Cấu tạo của bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học	30
Bài 6	Xu hướng biến đổi một số tính chất của nguyên tử các nguyên tố trong một chu kì và trong một nhóm	34
Bài 7	Xu hướng biến đổi thành phần và một số tính chất của hợp chất trong một chu kì	40
Bài 8	Định luật tuần hoàn. Ý nghĩa của bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học	43
Bài 9	Ôn tập chương 2	45
Chương 3. Liên kết hoá học		48
Bài 10	Quy tắc octet	49
Bài 11	Liên kết ion	51
Bài 12	Liên kết cộng hoá trị	55
Bài 13	Liên kết hydrogen và tương tác van der Waals	64
Bài 14	Ôn tập chương 3	68

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

		Trang
Chương 4. Phản ứng oxi hoá – khử		70
Bài 15	Phản ứng oxi hoá – khử	71
Bài 16	Ôn tập chương 4	78
Chương 5. Năng lượng hoá học		80
Bài 17	Biến thiên enthalpy trong các phản ứng hoá học	81
Bài 18	Ôn tập chương 5	89
Chương 6. Tốc độ phản ứng		91
Bài 19	Tốc độ phản ứng	92
Bài 20	Ôn tập chương 6	101
Chương 7. Nguyên tố nhóm halogen		103
Bài 21	Nhóm halogen	104
Bài 22	Hydrogen halide · Muối halide	112
Bài 23	Ôn tập chương 7	117
Giải thích một số thuật ngữ dùng trong sách		119

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

MỞ ĐẦU

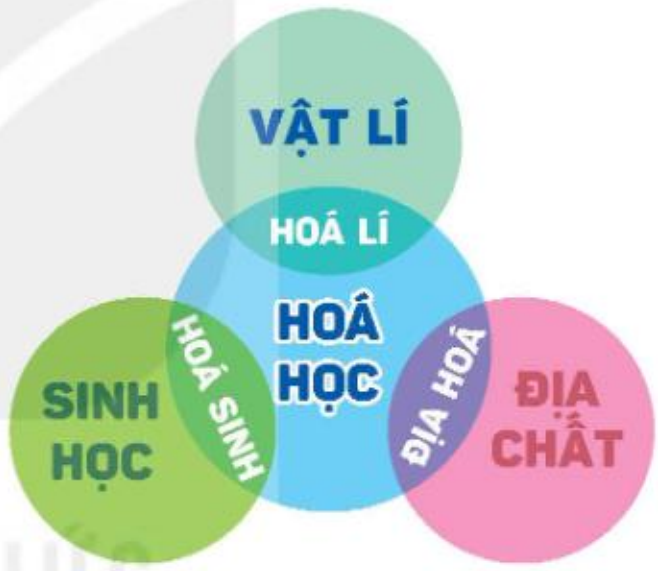
MỤC TIÊU:

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

Hoá học là một trong các nội dung của môn Khoa học tự nhiên ở cấp Trung học cơ sở và trở thành môn học độc lập ở cấp Trung học phổ thông. Đối tượng nghiên cứu của môn Hoá học là gì? Hoá học có vai trò như thế nào đối với đời sống và sản xuất? Làm thế nào để học tập tốt môn Hoá học?

I ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU CỦA HOÁ HỌC

Hoá học nghiên cứu về thành phần, cấu trúc, tính chất, sự biến đổi của các chất và các hiện tượng kèm theo. Hoá học có mối liên hệ chặt chẽ với các ngành khoa học tự nhiên nghiên cứu về chất và vật thể như vật lí, sinh học và địa chất.

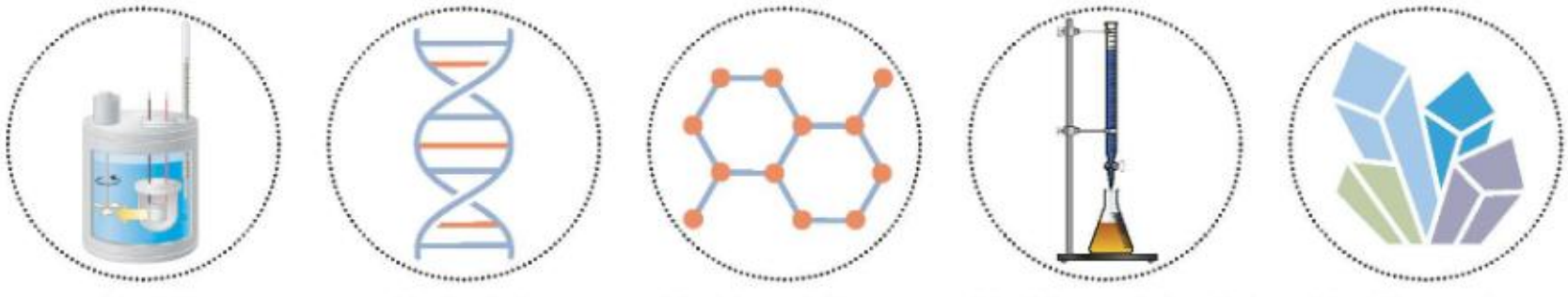


Hình 1. *Liên hệ giữa hoá học và các ngành khoa học tự nhiên khác*

Đối tượng nghiên cứu của hoá học bao gồm các chất hữu cơ, các chất vô cơ, các loại vật liệu tự nhiên và nhân tạo.

Môn Khoa học tự nhiên cấp Trung học cơ sở đã trình bày những khái niệm ban đầu của hoá học như mol (lượng chất), liên kết hoá học và tương tác giữa các chất để hiểu được các hoạt động của thế giới sinh học và các hiện tượng vật lí.

Theo truyền thống, hoá học được chia thành các chuyên ngành như hoá lí, hoá học vô cơ, hoá học hữu cơ, hoá học phân tích, hoá sinh,...



Hoá lí | *Hoá sinh* | *Hoá học hữu cơ* | *Hoá học phân tích* | *Hoá học vô cơ*

Hình 2. *Một số chuyên ngành trong hoá học*

Ngày nay, sự phát triển của khoa học làm xuất hiện nhiều chuyên ngành mới không thuộc các ngành truyền thống như khoa học vật liệu, hoá dược, công nghệ hoá học,... Tuy nhiên, sự phân biệt các chuyên ngành như vậy chỉ có tính chất tương đối. Để giải quyết một bài toán hoá học trong thực tế cần biết vận dụng các kiến thức tổng hợp một cách hợp lí.

1. Đối tượng nghiên cứu của hoá học là sự biến đổi chất, hãy lấy 5 ví dụ về sự biến đổi hoá học.
2. Hãy cho biết khái niệm chất vô cơ và chất hữu cơ.

EM CÓ BIẾT

Sơ lược về lịch sử hoá học

Từ hàng nghìn năm trước đây, hoá học được hình thành do sự mong ước tìm được thuốc "trường sinh bất lão" hay tìm được "hòn đá phù thuỷ" dùng để biến đổi các chất rẻ tiền thành gold (vàng). Các nhà giả kim thuật khi tiến hành các thí nghiệm đã tạo ra nhiều dụng cụ thí nghiệm mà đến tận ngày nay, chúng vẫn còn được sử dụng trong hoá học.

Thời điểm đánh dấu việc hoá học tách khỏi khoa học giả kim là năm 1661, với tác phẩm "Nhà hoá học hoài nghi" (The Skeptical Chemist) của Robert Boyle (Rô-bớt Boi-lơ) và sự kiện đánh dấu hoá học trở thành môn khoa học độc lập là sự tìm ra khí oxygen vào năm 1783 bởi Antoine Lavoisier (Ăng-toan La-voa-di-ê). Hoá học đã phát triển mạnh mẽ vào thế kỉ XIX qua những nghiên cứu về tác động của phân bón đến nông nghiệp và những nỗ lực tìm kiếm chất màu tổng hợp để nhuộm vải, tạo tiền đề cho ngành hoá học hữu cơ.

Ngày nay, hoá học đã thu được nhiều thành tựu vượt bậc, nhưng các nhà khoa học vẫn không ngừng khám phá sâu hơn bản chất của thế giới vật chất, tìm tòi nghiên cứu ra các sản phẩm mới để phục vụ cho đời sống của con người.

II VAI TRÒ CỦA HOÁ HỌC VỚI ĐỜI SỐNG VÀ SẢN XUẤT

Hoá học có vai trò vô cùng quan trọng với đời sống và sản xuất. Các chất hoá học có trong mọi thứ xung quanh ta như lương thực – thực phẩm; nhiên liệu; nguyên liệu, vật liệu để sản xuất; các loại thuốc chữa bệnh;...

Ngành công nghiệp hoá học sản xuất các hoá chất từ đơn giản đến phức tạp. Mỗi năm, hàng triệu tấn các hoá chất cơ bản như sulfuric acid hay ammonia, phân bón, chất dẻo,... được sản xuất để phục vụ nhu cầu của đời sống và công nghiệp.



Hình 3. *Phân bón hoá học làm tăng năng suất cây trồng*

Hoá học phóng xạ nghiên cứu và sử dụng sự phân rã hạt nhân cho các quá trình hoá lí, sinh hoá,...

Nguồn năng lượng được coi như vô tận đối với loài người là năng lượng từ Mặt Trời. Việc sử dụng năng lượng mặt trời là lĩnh vực phát triển rất nhanh trong thời gian gần đây với những trang trại pin mặt trời phổ biến ở nhiều nước trên thế giới. Các nhà hoá học có đóng góp rất lớn trong việc chế tạo vật liệu mới giúp tăng hiệu suất chuyển hoá năng lượng mặt trời.

Những thách thức mới về khoa học công nghệ đang là động lực thúc đẩy hoá học tự phát triển và cùng phát triển với các lĩnh vực khác.



Hình 4. *Thuốc - sản phẩm của ngành hoá dược*

3. Hãy kể tên một số sản phẩm hoá học trong đời sống hằng ngày.
4. Người nông dân sử dụng sản phẩm nào của hoá học để tăng năng suất cây trồng?

EM CÓ BIẾT

Một số nghề nghiệp liên quan đến hoá học

- Nhà hoá học (cử nhân và kĩ sư hoá học) kiểm tra tính chất vật lí và hoá học của sản phẩm. Họ có thể nghiên cứu để tạo ra sản phẩm mới hoặc cải tiến các sản phẩm đang có. Họ có thể tư vấn, hỗ trợ kĩ thuật về sản phẩm.
- Nhà hoá học có thể làm giáo viên dạy môn Khoa học tự nhiên ở cấp Trung học cơ sở và môn Hoá học ở cấp Trung học phổ thông. Họ cũng có thể vừa giảng dạy và vừa nghiên cứu hoá học ở các trường đại học, cao đẳng và dạy nghề.



Hình 5. *Nhà hoá học môi trường đang lấy mẫu nghiên cứu*

- Nhà hoá học có thể làm việc trong lĩnh vực môi trường. Họ vừa có thể kiểm tra mức độ ô nhiễm của môi trường cũng như tìm cách xử lí để giúp môi trường trong lành hơn.
- Nhà hoá học có thể làm việc trong các cơ sở pháp y hay xét nghiệm y học để phân tích các mẫu lấy từ hiện trường vụ án hoặc bệnh phẩm để tìm sự hiện diện của ma tuý hoặc các chất gây bệnh.
- Nhà hoá học có thể góp phần bảo vệ hoặc khôi phục các bức tranh, đồ cổ hoặc phát hiện ra các tác phẩm giả mạo.

Hoá học là ngành khoa học thiết thực có nhiều ứng dụng. Trên đây chỉ là một số ngành nghề cơ bản có sự tham gia của các nhà hoá học, ngoài ra còn rất nhiều ngành nghề khác, thậm chí trong tương lai có thể có rất nhiều ngành nghề mới xuất hiện liên quan đến môn học thú vị này.

PHƯƠNG PHÁP HỌC TẬP VÀ NGHIÊN CỨU HOÁ HỌC



Hình 6. *Phòng thí nghiệm hoá học*

1. Khi học tập môn Hoá học, học sinh cần thực hiện các hoạt động tìm kiếm thông tin, xử lí thông tin và nắm vững những thông tin cần thiết qua sách giáo khoa. Cụ thể:

   – Xuất phát từ mục tiêu của mỗi bài học, học sinh tìm hiểu kiến thức qua sách giáo khoa: nội dung học tập, quan sát thí nghiệm, dự đoán kết quả, đồng thời liên hệ với các thông tin đã biết từ các hiện tượng tự nhiên, từ cuộc sống hằng ngày,...

   – Xử lí các thông tin đã có để đưa ra các giải thích, dự đoán và kết luận cần thiết, trả lời câu hỏi, giải bài tập.

   – Ghi nhớ những kiến thức cốt lõi, làm cơ sở cho việc tiếp tục học tập hay nghiên cứu.

   – Vận dụng những kiến thức, kĩ năng đã học vào các tình huống trong thực tiễn.

2. Để học tốt môn Hoá học, học sinh cần nắm vững và vận dụng các kiến thức đã học, đồng thời chú ý rèn các kĩ năng thực hiện thí nghiệm, phát hiện, giải quyết vấn đề và sáng tạo:

   – Biết làm thí nghiệm hoá học an toàn và thành công. Biết quan sát, ghi chép, mô tả và giải thích các hiện tượng xảy ra không chỉ trong phòng thí nghiệm mà cả trong tự nhiên và thực tế cuộc sống.

   – Rèn luyện thói quen tìm tòi, khám phá, tư duy và hành động, suy luận và sáng tạo, quan sát và liên kết giữa các hiện tượng, sự vật trong cuộc sống.

   – Hình thành, nuôi dưỡng sự hứng thú, say mê và chủ động trong việc học tập. Rèn luyện kĩ năng tra cứu, mở rộng kiến thức từ các nguồn tài liệu khác nhau phù hợp với bài học và lứa tuổi.

3. Học, tìm hiểu và nghiên cứu hoá học có nhiều điểm chung với các môn Khoa học tự nhiên khác, cụ thể là quy trình nghiên cứu cần thực hiện các bước theo sơ đồ dưới đây:

Bước 1. Quan sát và đặt câu hỏi

Quan sát các hiện tượng hoá học và đặt câu hỏi về bản chất hoá học của hiện tượng hay một vấn đề cần giải quyết.

Ví dụ: Chất tẩy rửa X có khả năng loại bỏ dầu mỡ tốt hơn chất tẩy rửa Y. Tại sao?

Bước 2. Đặt ra giả thuyết khoa học

Đưa ra một hay một số giả thuyết giải thích cho hiện tượng quan sát được (có thể cần tham khảo thêm từ sách giáo khoa hoặc các tài liệu khác, kể cả qua Internet).

Ví dụ: Đọc thành phần chất tẩy rửa ghi trên các nhãn của X và Y. Trong X và Y đều có thành phần sodium hydroxide. Sodium hydroxide được sử dụng trong chất tẩy rửa nhà bếp để loại bỏ dầu mỡ.

Giả thuyết khoa học đặt ra là X có thể chứa nhiều sodium hydroxide hơn Y.

Bước 3. Lập kế hoạch thí nghiệm để kiểm chứng giả thuyết khoa học

– Các dụng cụ và hoá chất cần sử dụng; số người tham gia nhóm thí nghiệm; phân công công việc cho mỗi thành viên trong nhóm.

– Lập kế hoạch chi tiết các công việc để thực hiện thí nghiệm.

Ví dụ: Lập kế hoạch thí nghiệm để xác định hàm lượng sodium hydroxide trong các chất tẩy rửa X và Y.

Bước 4. Tiến hành thí nghiệm

Thực hành thí nghiệm như kế hoạch đã lập ở bước 3 và ghi chép lại các kết quả thí nghiệm.

Bước 5. Phân tích kết quả thí nghiệm

Có thể trình bày các kết quả thí nghiệm thành bảng, biểu, đồ thị hoặc thực hiện các tính toán cần thiết để phân tích kết quả thí nghiệm.

Bước 6. So sánh kết quả với giả thuyết

So sánh kết quả thí nghiệm với các giả thuyết đã đặt ra ban đầu. Đưa ra kết luận giả thuyết nào là hợp lí, phù hợp với kết quả thí nghiệm, giả thuyết nào không phù hợp.

Ví dụ: Hàm lượng sodium hydroxide của hai chất tẩy rửa như nhau cho thấy giả thuyết khoa học ở bước 2 không đúng thì thực hiện lại quy trình nghiên cứu từ bước 2.

Bước 7. Báo cáo kết quả

Ghi lại vào báo cáo thí nghiệm hoặc trình bày trước giáo viên và các bạn trong lớp về tiến trình thí nghiệm, kết quả thí nghiệm và kết luận.

4. Phương pháp mô hình được sử dụng để mô tả, mô phỏng cấu tạo của các hạt quá nhỏ không quan sát được bằng mắt thường như phân tử, nguyên tử và các hạt nhỏ hơn. Từ đó suy ra cấu tạo các vật thể thật trong cuộc sống.

   Mô hình cấu tạo nguyên tử của E. Rutherford (Rơ-dơ-pho) là một thí dụ. Từ thực nghiệm bắn phá lá vàng bằng tia α, E. Rutherford phát hiện ra cấu tạo rỗng của nguyên tử, phát hiện ra lõi nguyên tử là hạt nhân có khối lượng xấp xỉ khối lượng nguyên tử. E. Rutherford đề xuất mô hình hành tinh nguyên tử, coi các electron quay xung quanh hạt nhân như các hành tinh quay xung quanh Mặt Trời.

   Phương pháp mô hình được sử dụng phổ biến trong ba chương đầu tiên về nguyên tử, phân tử, liên kết hoá học và bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học (bảng tuần hoàn).

5. Phương pháp thực nghiệm đóng vai trò cốt lõi của nghiên cứu hoá học. Các giả thuyết và mô hình hoá đều phải được kiểm chứng bằng thực nghiệm và từ thực nghiệm người ta có thể mô hình hoá thành quy luật. Phương pháp thực nghiệm được sử dụng xuyên suốt toàn bộ Chương trình Giáo dục phổ thông môn Hoá học.

   Ví dụ: Sử dụng phương pháp thực nghiệm để nghiên cứu chlorine:

– Từ hiểu biết về cấu tạo nguyên tử và liên kết hoá học để dự đoán tính chất hoá học đặc trưng của chlorine.

– Thực hiện các thí nghiệm cho chlorine tác dụng với kim loại, hydrogen, dung dịch muối của halogen để chứng minh dự đoán trên.

– Vận dụng tính chất hoá học của chlorine vào thực tế: dùng dung dịch nước chlorine, clorua vôi,... để tẩy trắng.

Các em hãy bắt đầu học hoá học với sự tò mò khoa học, kiên trì từ những bước đầu tiên với những thí nghiệm đơn giản để có thể nhận ra rằng "Hoá học thật là đơn giản!" và sau đó sẽ thấy "Hoá học thật là lí thú!".

EM ĐÃ HỌC

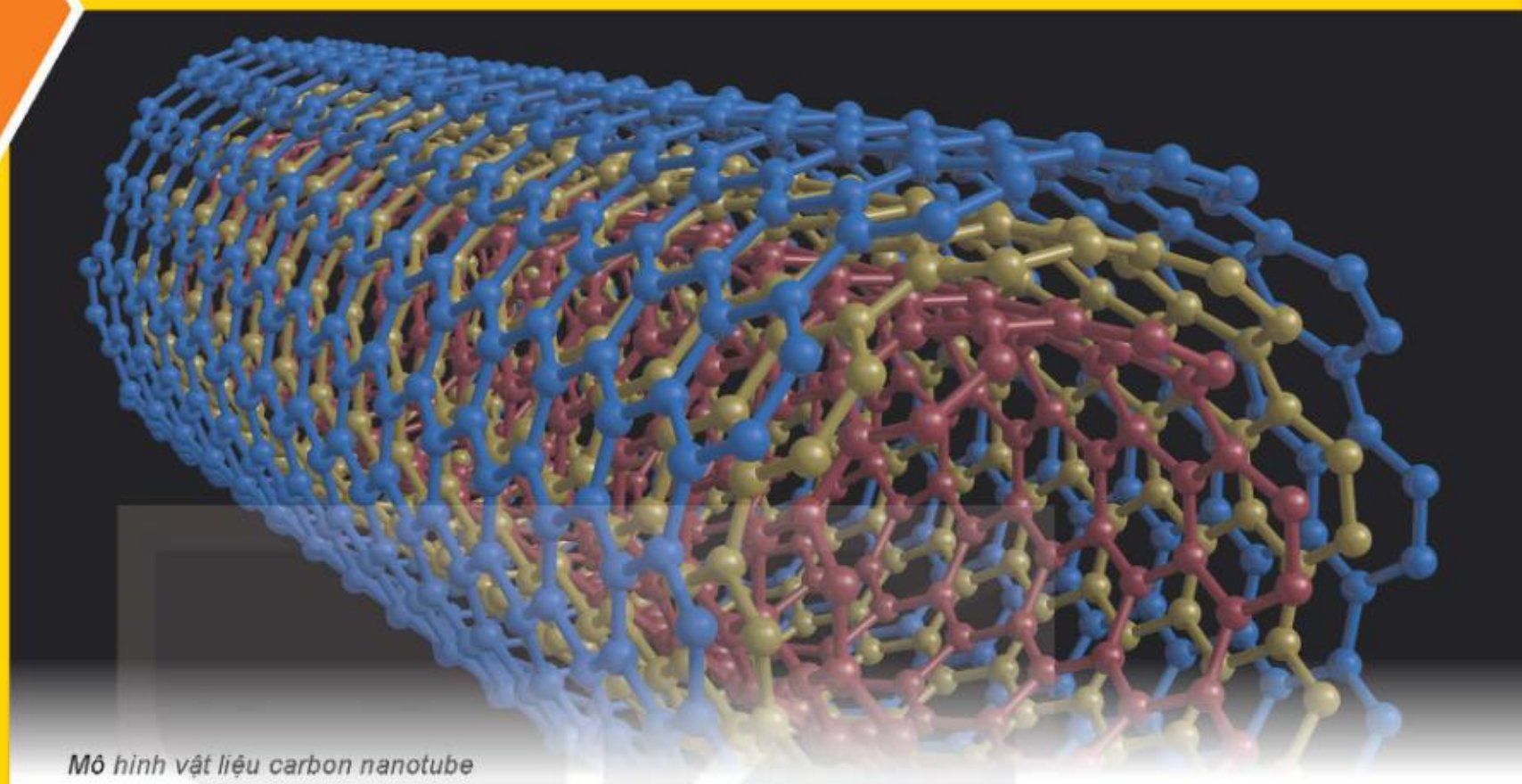
- Hoá học nghiên cứu về chất, sự biến đổi của chất và các hiện tượng đi kèm với những biến đổi hoá học.
- Hoá học có vai trò quan trọng với đời sống và sản xuất.
- Cách học tập, nghiên cứu về hoá học qua quan sát và đặt câu hỏi, đặt ra giả thuyết khoa học, chứng minh bằng thí nghiệm, phân tích kết quả thí nghiệm, trình bày kết quả thu được và báo cáo.

EM CÓ THỂ

Biết vận dụng phương pháp học tập và nghiên cứu hoá học để học tốt môn Hoá học và giải quyết một số tình huống trong đời sống.

CHƯƠNG

1 CẤU TẠO NGUYÊN TỬ



Mô hình vật liệu carbon nanotube

Tại sao đồng dẫn điện mà gỗ lại cách điện? Tại sao thép rất cứng mà vẫn dát mỏng và kéo sợi được? Từ hiểu biết về cấu tạo nguyên tử, các nhà khoa học không chỉ giải thích được tính chất của vật liệu mà còn tạo ra nhiều vật liệu mới với những tính chất mới.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

- Thành phần của nguyên tử
- Nguyên tố hoá học
- Cấu trúc lớp vỏ electron nguyên tử
- Ôn tập

BÀI 1

THÀNH PHẦN CỦA NGUYÊN TỬ

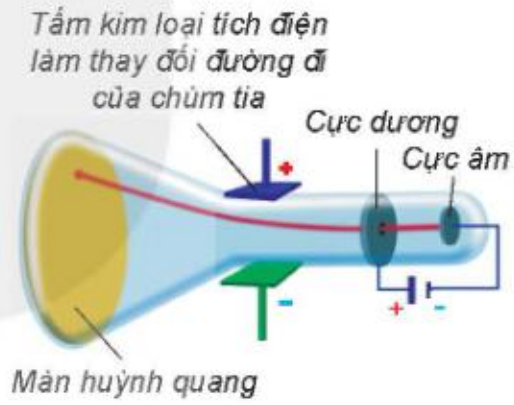
MỤC TIÊU:

- Trình bày được thành phần của nguyên tử (nguyên tử vô cùng nhỏ; nguyên tử gồm 2 phần: hạt nhân và lớp vỏ nguyên tử; hạt nhân tạo nên bởi các hạt proton (p), neutron (n); lớp vỏ tạo nên bởi các electron (e); điện tích, khối lượng mỗi loại hạt).
- So sánh được khối lượng của electron với proton và neutron, kích thước của hạt nhân với kích thước nguyên tử.

Nguyên tử gồm các loại hạt cơ bản nào? Các nhà khoa học đã phát hiện ra các loại hạt cơ bản đó như thế nào?

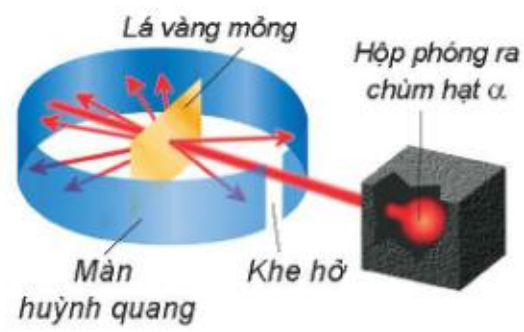
I CÁC LOẠI HẠT CẤU TẠO NÊN NGUYÊN TỬ

Năm 1897, J. J. Thomson (Tôm-xơn, người Anh) thực hiện thí nghiệm phóng điện qua không khí loãng đã phát hiện ra chùm tia phát ra từ cực âm và bị hút lệch về phía cực dương của điện trường, chứng tỏ chúng mang điện tích âm (xem Hình 1.1). Đó chính là chùm các hạt electron. Electron là một thành phần của nguyên tử.



Hình 1.1. *Thí nghiệm phát hiện hạt electron*

Năm 1911, E. Rutherford (người Niu Di-lân) thực hiện thí nghiệm bắn phá lá vàng rất mỏng bằng chùm hạt α(*) (alpha) (Hình 1.2). Ông sử dụng màn huỳnh quang bao quanh lá vàng để quan sát vị trí va chạm của hạt α. Kết quả thí nghiệm cho thấy hầu hết các hạt α đều xuyên thẳng qua lá vàng, nhưng có một số ít hạt đi lệch hướng ban đầu và một số rất ít hạt bị bật trở lại, chứng tỏ nguyên tử có cấu tạo rỗng, ở tâm chứa một hạt nhân mang điện tích dương và có kích thước rất nhỏ so với kích thước nguyên tử.



Hình 1.2. *Thí nghiệm phát hiện hạt nhân nguyên tử*

Năm 1918, E. Rutherford và các cộng sự khi dùng hạt α bắn phá hạt nhân nguyên tử nitrogen đã phát hiện ra hạt proton.

Năm 1932, J. Chadwick (Chat-uých, người Anh), cộng sự của E. Rutherford, đã phát hiện ra hạt neutron khi bắn phá hạt nhân nguyên tử beryllium bằng các hạt α.

(*) *Hạt α: hạt nhân helium, mang điện tích dương.*

Proton, neutron và electron là các hạt cấu tạo nên nguyên tử (trừ trường hợp ${}_{1}^{1}\mathrm{H}$ (*)).

Thành phần cấu tạo của nguyên tử gồm:

- *Hạt nhân*: ở tâm của nguyên tử, chứa các proton mang điện tích dương và các neutron không mang điện (trừ trường hợp ${}_{1}^{1}\mathrm{H}$).
- *Vỏ nguyên tử:* chứa các electron mang điện tích âm, chuyển động rất nhanh xung quanh hạt nhân.

Bảng 1.1. *Khối lượng, điện tích của các loại hạt cấu tạo nên nguyên tử*

Hạt	Kí hiệu	Khối lượng (kg)	Khối lượng (amu)	Điện tích (C)	Điện tích tương đối
Proton	p	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$	≈ 1	$+1{,}602 \cdot 10^{-19}$	+1
Neutron	n	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$	≈ 1	0	0
Electron	e	$9{,}109 \cdot 10^{-31}$	$\frac{1}{1837} \approx 0{,}00055$	$-1{,}602 \cdot 10^{-19}$	–1

Trong nguyên tử, số proton bằng số electron. Nguyên tử trung hoà về điện.

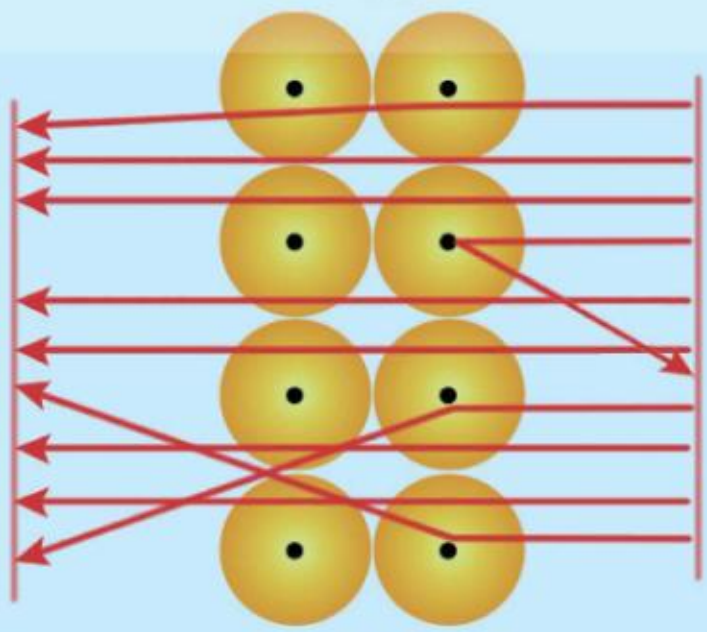
Khối lượng của electron rất nhỏ, không đáng kể so với khối lượng của proton hay neutron nên khối lượng của nguyên tử tập trung hầu hết ở hạt nhân.

1. Nguyên tử chứa những hạt mang điện là

   A. proton và hạt α. B. proton và neutron.

   C. proton và electron. D. electron và neutron.

2. Quan sát hình ảnh mô phỏng kết quả thí nghiệm bắn phá lá vàng thực hiện bởi E. Rutherford (Hình 1.3) và nhận xét về đường đi của các hạt α.



Hình 1.3. *Mô phỏng kết quả thí nghiệm bắn phá lá vàng*

(*) ${}_{1}^{1}\mathrm{H}$ *là một loại nguyên tử của nguyên tố hydrogen (sẽ được học trong bài Nguyên tố hoá học).*

II KÍCH THƯỚC VÀ KHỐI LƯỢNG CỦA NGUYÊN TỬ

1. Kích thước

Kích thước của nguyên tử là khoảng không gian tạo bởi sự chuyển động của các electron. Các nguyên tử khác nhau có số electron khác nhau nên có kích thước khác nhau. Nếu coi nguyên tử như một khối cầu thì đường kính của nó chỉ khoảng 10^{-10} m.

Kích thước nguyên tử rất nhỏ nên thường được biểu diễn bằng đơn vị picomet (pm) hay Angstrom (Å). 1 pm = 10^{-12} m; 1 Å = 10^{-10} m. Nguyên tử hydrogen có bán kính khoảng 53 pm.

Hạt nhân nguyên tử có đường kính khoảng 10^{-2} pm, kích thước nhỏ hơn nhiều so với kích thước nguyên tử.

EM CÓ BIẾT

Một lượng chất rất nhỏ cũng chứa số nguyên tử lớn tới mức khó hình dung được. Ví dụ: trong 1 lít nước chứa khoảng $9{\cdot}10^{25}$ các nguyên tử oxygen và hydrogen. Do đó, không thể nhìn thấy nguyên tử bằng mắt thường, thậm chí bằng kính hiển vi có độ phóng đại rất lớn (hàng chục triệu lần).

2. Khối lượng

Khối lượng nguyên tử bằng tổng khối lượng các hạt proton, neutron và electron có trong nguyên tử. Khối lượng nguyên tử rất nhỏ nên một lượng chất rất nhỏ cũng chứa tới hàng tỉ tỉ nguyên tử. Ví dụ: Trong 2 g carbon chứa khoảng 10^{23} nguyên tử carbon.

Có thể biểu thị khối lượng nguyên tử theo đơn vị khối lượng nguyên tử, kí hiệu amu.

Ví dụ: Một nguyên tử oxygen có khối lượng là $2{,}656 \cdot 10^{-26}$ kg.

1 amu = $1{,}661 \cdot 10^{-27}$ kg nên khối lượng một nguyên tử oxygen là 15,990 amu.

EM CÓ BIẾT

Khối lượng tính ra kg của 1 nguyên tử carbon-12 là $19{,}926 \cdot 10^{-27}$ kg.

1 amu được định nghĩa bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng 1 nguyên tử carbon-12:

$$1\ \text{amu} = \frac{19{,}926 \cdot 10^{-27}\ \text{kg}}{12} = 1{,}661 \cdot 10^{-27}\ \text{kg}.$$

3. Nếu phóng đại một nguyên tử vàng lên 1 tỉ (10^9) lần thì kích thước của nó tương đương một quả bóng rổ (có đường kính 30 cm) và kích thước của hạt nhân tương đương một hạt cát (có đường kính 0,003 cm). Hãy cho biết kích thước nguyên tử vàng lớn hơn so với hạt nhân bao nhiêu lần.

4. Một loại nguyên tử nitrogen có 7 proton và 7 neutron trong hạt nhân. Dựa vào Bảng 1.1, hãy tính và so sánh:

   a) Khối lượng hạt nhân với khối lượng nguyên tử.

   b) Khối lượng hạt nhân với khối lượng vỏ nguyên tử.

III ĐIỆN TÍCH HẠT NHÂN VÀ SỐ KHỐI

Số proton trong hạt nhân nguyên tử bằng số đơn vị điện tích hạt nhân, kí hiệu là Z.

Ví dụ: Hạt nhân nguyên tử Na có 11 proton nên số đơn vị điện tích hạt nhân là Z = 11.

Tổng số proton và tổng số neutron (kí hiệu là N) trong hạt nhân của một nguyên tử được gọi là số khối (hay số nucleon), kí hiệu là A.

$$A = Z + N$$

Ví dụ: Hạt nhân nguyên tử Na có số proton là 11 và số neutron là 12 nên số khối của hạt nhân nguyên tử Na là:

$$A = 11 + 12 = 23$$

5. Aluminium (nhôm) là kim loại phổ biến nhất trên vỏ Trái Đất, được sử dụng trong các ngành xây dựng, ngành điện hoặc sản xuất đồ gia dụng. Hạt nhân của nguyên tử aluminium có điện tích bằng +13 và số khối bằng 27. Tính số proton, số neutron và số electron có trong nguyên tử aluminium.

EM ĐÃ HỌC

- Nguyên tử vô cùng nhỏ nhưng được tạo thành từ các hạt nhỏ hơn, gồm hạt nhân (chứa proton mang điện tích dương và neutron không mang điện) và vỏ nguyên tử (chứa các electron mang điện tích âm). Nguyên tử trung hoà về điện. Trong nguyên tử, số proton bằng số electron.
- Khối lượng nguyên tử tập trung ở hạt nhân (do khối lượng của electron rất nhỏ so với khối lượng của proton và neutron).
- Hạt nhân nguyên tử có kích thước vô cùng nhỏ so với kích thước nguyên tử.

EM CÓ THỂ

Vận dụng phương pháp mô hình để mô tả cấu tạo nguyên tử.

BÀI 2

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.

Các nguyên tử có cùng số đơn vị điện tích hạt nhân thì có đặc điểm gì chung? Giữa số đơn vị điện tích hạt nhân, số proton và số electron có mối liên hệ như thế nào?

I NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

Nguyên tố hoá học là tập hợp các nguyên tử có cùng số đơn vị điện tích hạt nhân. Trong nguyên tử, số đơn vị điện tích hạt nhân bằng số electron ở vỏ nguyên tử. Các electron trong nguyên tử quyết định tính chất hoá học của nguyên tử, nên các nguyên tử của cùng một nguyên tố hoá học có tính chất hoá học giống nhau.

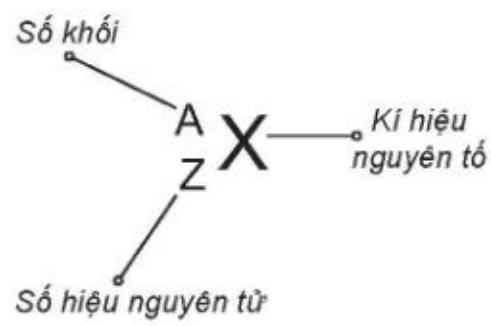
Ví dụ: Tất cả nguyên tử có cùng số đơn vị điện tích hạt nhân là 6 đều thuộc nguyên tố carbon dù chúng có thể có số neutron khác nhau.

Đến năm 2016, con người đã biết 118 nguyên tố hoá học, trong đó có 94 nguyên tố hoá học tồn tại trong tự nhiên và 24 nguyên tố được tạo ra trong phòng thí nghiệm, thậm chí có những nguyên tố mới chỉ tạo ra được một lượng rất ít, thời gian tồn tại rất ngắn(*).

1. Cho các nguyên tử sau: L (Z = 8, A = 16), D (Z = 9, A = 19), E (Z = 8, A = 18), G (Z = 7, A = 15). Trong các nguyên tử trên, các nguyên tử nào thuộc cùng một nguyên tố hoá học?

II KÍ HIỆU NGUYÊN TỬ

Số đơn vị điện tích hạt nhân nguyên tử của một nguyên tố hoá học (còn được gọi là số hiệu nguyên tử (Z) của nguyên tố đó) và số khối (A) là những đặc trưng cơ bản của một nguyên tử.



Hình 2.1. *Kí hiệu nguyên tử*

(*) *Nguồn: Liên minh Quốc tế về Hoá học cơ bản và Hoá học ứng dụng (IUPAC) (2016).*

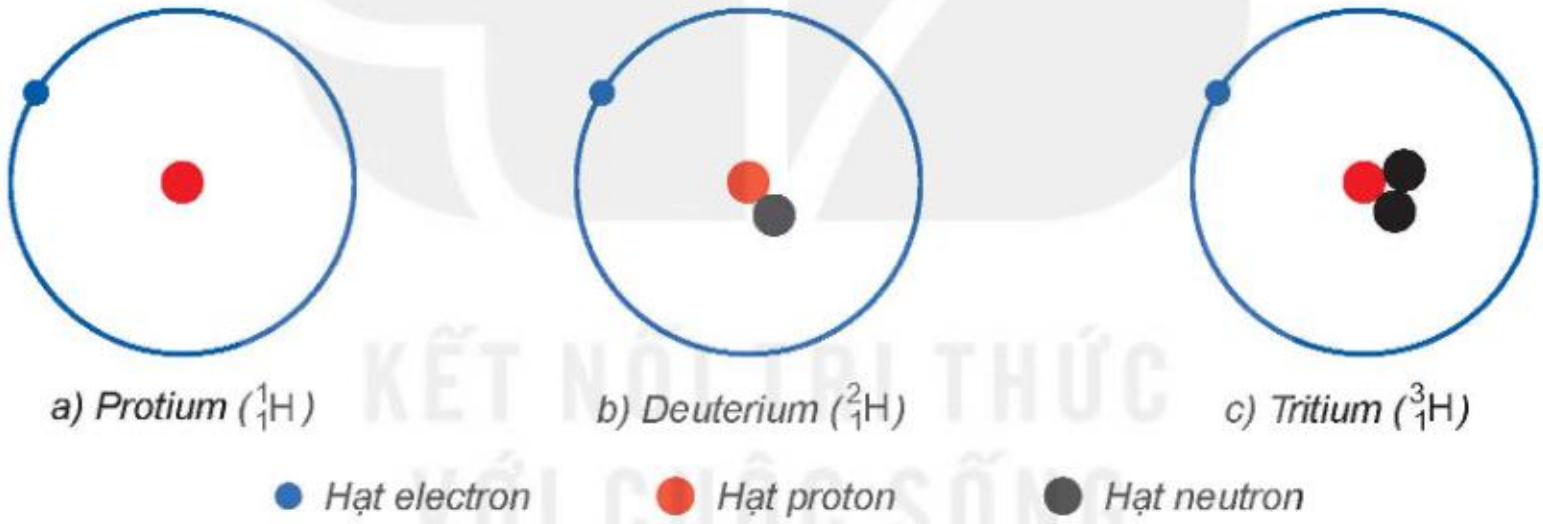
Khi viết kí hiệu nguyên tử, đặt hai chỉ số đặc trưng ở bên trái kí hiệu nguyên tố, trong đó số hiệu nguyên tử Z ở phía dưới và số khối A ở phía trên.

Ví dụ: Kí hiệu $^{4}_{2}He$ cho biết nguyên tử helium có kí hiệu là He; số hiệu nguyên tử helium bằng 2 nên trong hạt nhân helium có 2 proton, vỏ nguyên tử có 2 electron; số khối của nguyên tử He là 4 nên trong hạt nhân có số neutron là 4 – 2 = 2.

2. Kí hiệu một nguyên tử cho biết những thông tin gì? Cho ví dụ.
3. Hãy biểu diễn kí hiệu của một số nguyên tử sau:
   a) Nitrogen (số proton = 7 và số neutron = 7).
   b) Phosphorus (số proton = 15 và số neutron = 16).
   c) Copper (đồng) (số proton = 29 và số neutron = 34).

III ĐỒNG VỊ

Một số nguyên tử có cùng số đơn vị điện tích hạt nhân (có cùng số proton) nhưng có số neutron khác nhau. Những nguyên tử như thế gọi là các đồng vị (cùng vị trí trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học) của một nguyên tố hoá học.



Hình 2.2. *Mô hình cấu tạo nguyên tử các đồng vị của nguyên tố hydrogen*

Các đồng vị khác nhau về số neutron nên khác nhau về khối lượng của hạt nhân nguyên tử, đồng thời khác nhau về một số tính chất vật lí. Ví dụ: Ở dạng đơn chất, đồng vị $^{37}_{17}Cl$ có tỉ khối lớn hơn, nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi cao hơn đồng vị $^{35}_{17}Cl$.

Ngoài các đồng vị bền, các nguyên tố hoá học còn có một số đồng vị không bền. Các đồng vị không bền được gọi là đồng vị phóng xạ. Nhiều đồng vị phóng xạ được sử dụng trong y học, nông nghiệp, nghiên cứu khoa học,...

4. Xác định thành phần nguyên tử (số proton, neutron, electron) của mỗi đồng vị sau:
   a) $^{28}_{14}Si$, $^{29}_{14}Si$, $^{30}_{14}Si$.
   b) $^{54}_{26}Fe$, $^{56}_{26}Fe$, $^{57}_{26}Fe$, $^{58}_{26}Fe$.

IV NGUYÊN TỬ KHỐI

1. Nguyên tử khối

Nguyên tử khối là khối lượng tương đối của nguyên tử. 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. Do khối lượng proton và neutron đều xấp xỉ 1,0 amu, còn khối lượng electron nhỏ hơn rất nhiều (0,00055 amu), nên có thể coi nguyên tử khối xấp xỉ số khối.

Ví dụ: Nguyên tử của nguyên tố potassium (kali) có số proton = 19; số neutron = 20 nên nguyên tử khối của potassium là A = 19 + 20 = 39.

2. Nguyên tử khối trung bình

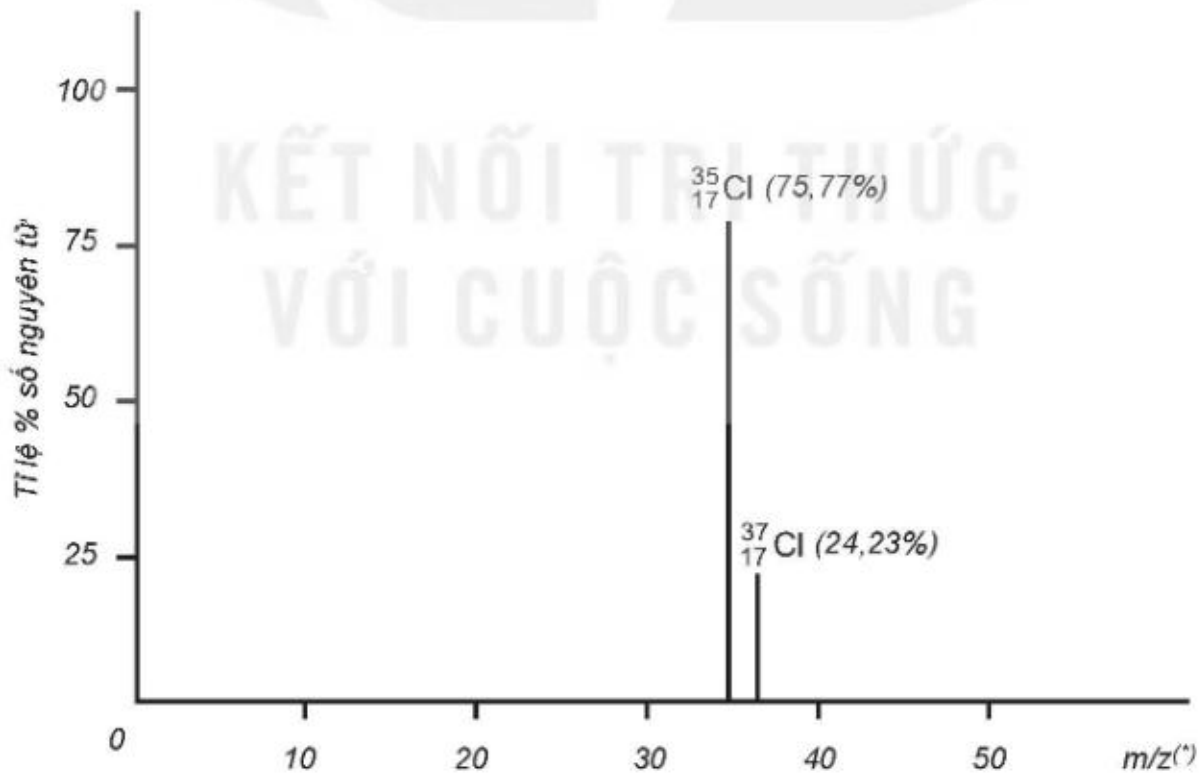
Hầu hết các nguyên tố trong tự nhiên là hỗn hợp của nhiều đồng vị, mỗi đồng vị có tỉ lệ phần trăm số nguyên tử xác định. Nguyên tử khối của một nguyên tố là nguyên tử khối trung bình (kí hiệu là $\overline{A}$) của hỗn hợp các đồng vị của nguyên tố đó.

Biểu thức tổng quát tính nguyên tử khối trung bình ($\overline{A}$):

$$\overline{A} = \frac{(X \cdot a) + (Y \cdot b) + \ldots}{100}$$

Trong đó, $\overline{A}$ là nguyên tử khối trung bình; X và Y,... lần lượt là nguyên tử khối của các đồng vị X và Y,...; a và b,... lần lượt là % số nguyên tử của các đồng vị X và Y,...

Ví dụ: Bằng phương pháp phổ khối lượng, người ta xác định được trong tự nhiên, nguyên tố chlorine có hai đồng vị bền là $^{35}_{17}Cl$ (chiếm 75,77%) và $^{37}_{17}Cl$ (chiếm 24,23% số nguyên tử) (Hình 2.3).



Hình 2.3. *Phổ khối lượng của chlorine*

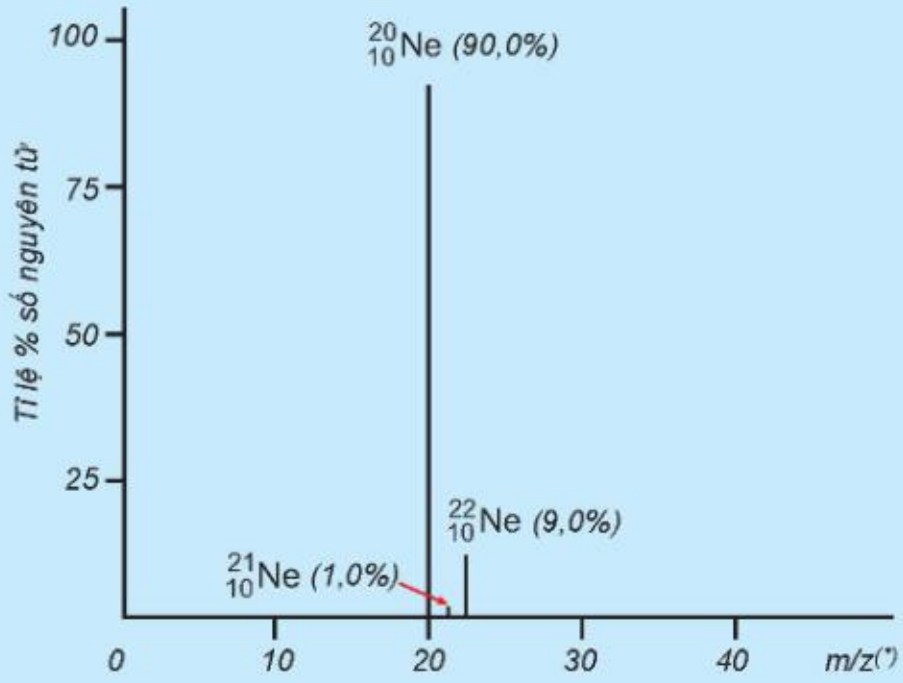
Nguyên tử khối trung bình của chlorine:

$$\overline{A} = \frac{(75,77 \cdot 35) + (24,23 \cdot 37)}{100} = 35,48$$

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

5. Tỉ lệ phần trăm số nguyên tử các đồng vị của neon (Ne) được xác định theo phổ khối lượng (Hình 2.4). Tính nguyên tử khối trung bình của Ne.

6. Vì sao trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, giá trị nguyên tử khối của chromium (Cr) không phải là số nguyên, mà là 51,996?



Hình 2.4. *Phổ khối lượng của neon*

7. Copper (đồng) được sử dụng làm dây dẫn điện, huy chương, trống đồng,... Nguyên tử khối trung bình của copper bằng 63,546. Copper tồn tại trong tự nhiên dưới hai dạng đồng vị $^{63}_{29}$Cu và $^{65}_{29}$Cu. Tính phần trăm số nguyên tử của đồng vị $^{63}_{29}$Cu tồn tại trong tự nhiên.

EM ĐÃ HỌC

- Nguyên tố hoá học là tập hợp các nguyên tử có cùng số đơn vị điện tích hạt nhân.
- Đồng vị là những nguyên tử có cùng số đơn vị điện tích hạt nhân (cùng số proton) nhưng có số neutron khác nhau.
- Kí hiệu của nguyên tử: $^{A}_{Z}X$.
- Nguyên tử khối cho biết khối lượng nguyên tử đó nặng gấp bao nhiêu lần đơn vị khối lượng nguyên tử.
- Nguyên tử khối của một nguyên tố là nguyên tử khối trung bình của hỗn hợp các đồng vị của nguyên tố đó.

EM CÓ THỂ

- Xác định được: nguyên tử khối, nguyên tử khối trung bình và phần trăm số nguyên tử các đồng vị của một nguyên tố hoá học.
- Giải thích được vì sao nguyên tử khối của các nguyên tố hoá học không phải là các trị số nguyên và hiểu được sự đa dạng của nguyên tố hoá học trong tự nhiên thông qua khái niệm đồng vị.

(*) Đối với phổ khối lượng của neon: z = 1 nên m/z có giá trị bằng khối lượng nguyên tử hay nguyên tử khối.

BÀI 3

CẤU TRÚC LỚP VỎ ELECTRON NGUYÊN TỬ

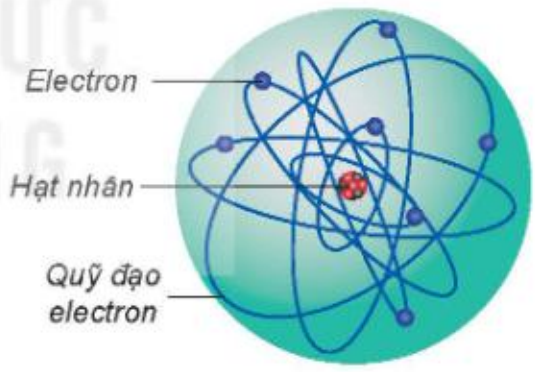
MỤC TIÊU:

- Trình bày và so sánh được mô hình của E. Rutherford – N. 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, trong một 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? Sự sắp xếp các electron ở các lớp, các phân lớp tuân theo nguyên lí và quy tắc nào?

I CHUYỂN ĐỘNG CỦA ELECTRON TRONG NGUYÊN TỬ

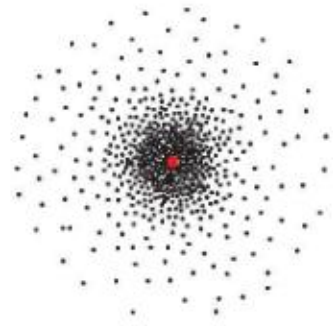
Đến đầu thế kỉ XX, người ta vẫn cho rằng các electron chuyển động xung quanh hạt nhân nguyên tử theo những quỹ đạo tròn hay bầu dục, giống như quỹ đạo của các hành tinh quay xung quanh Mặt Trời (Hình 3.1).



Hình 3.1. *Mô hình hành tinh nguyên tử của E. Rutherford, N. Bohr (Bo) và A. Sommerfeld (Zom-mơ-phen)*

Mô hình hành tinh nguyên tử đã có ảnh hưởng rất lớn, thúc đẩy sự phát triển lí thuyết cấu tạo nguyên tử, nhưng không đầy đủ để giải thích nhiều tính chất của nguyên tử.

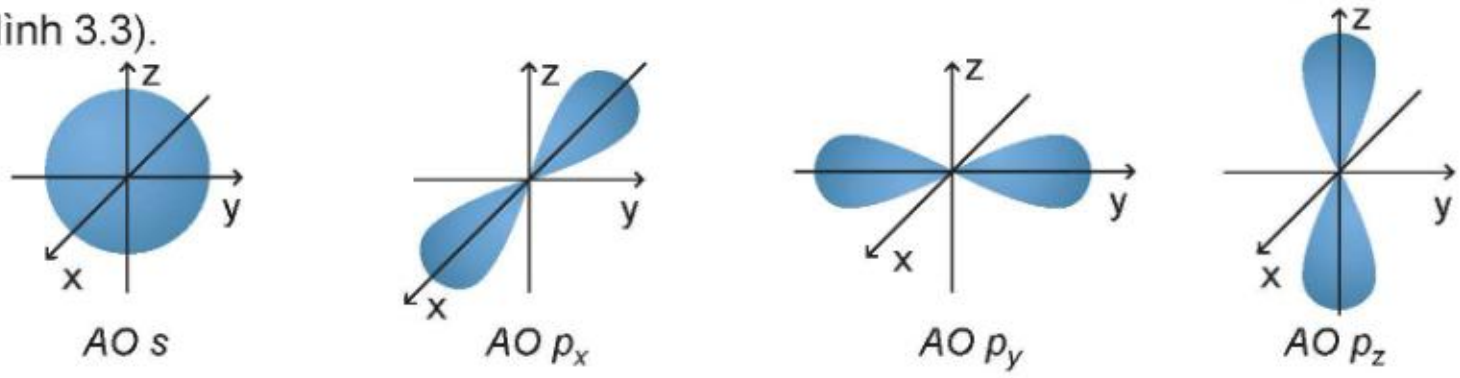
Theo mô hình hiện đại, trong nguyên tử, electron chuyển động rất nhanh, không theo quỹ đạo xác định. Tuy nhiên, người ta có thể xác định được vùng không gian xung quanh hạt nhân mà ở đó xác suất có mặt (xác suất tìm thấy) electron là lớn nhất (khoảng 90%). Vùng không gian xung quanh hạt nhân tìm thấy electron có thể hình dung như một đám mây electron, được gọi là orbital nguyên tử (Hình 3.2). Orbital nguyên tử được kí hiệu là AO (Atomic Orbital).



Hình 3.2. *Mô hình đám mây electron của nguyên tử hydrogen*

1. Hình dạng orbital nguyên tử

Khi chuyển động trong nguyên tử, các electron có những mức năng lượng khác nhau đặc trưng cho trạng thái chuyển động của nó. Dựa trên sự khác nhau về hình dạng, sự định hướng của orbital trong nguyên tử để phân loại orbital thành orbital s, orbital p, orbital d và orbital f. Các orbital s có dạng hình cầu và orbital p có dạng hình số 8 nổi (Hình 3.3).



Hình 3.3. *Hình dạng orbital s và p*

2. Ô orbital

Một AO được biểu diễn bằng một ô vuông, gọi là ô orbital □.

Trong 1 orbital chỉ chứa tối đa 2 electron có chiều tự quay ngược nhau (*nguyên lí loại trừ Pauli (Pau-li)*). Nếu orbital có 1 electron thì biểu diễn bằng 1 mũi tên đi lên (↑), nếu orbital có 2 electron thì được biểu diễn bằng 2 mũi tên ngược chiều nhau, mũi tên đi lên viết trước (↑↓).

1. Mô hình hiện đại mô tả sự chuyển động của electron trong nguyên tử như thế nào?
2. Orbital s có dạng

   A. hình tròn. B. hình số tám nổi. C. hình cầu. D. hình bầu dục.
3. Quan sát Hình 3.3 và nêu sự định hướng của các AO p trong không gian.

II LỚP VÀ PHÂN LỚP ELECTRON

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

1. Lớp electron

Những electron ở lớp gần hạt nhân bị hút mạnh hơn về phía hạt nhân, vì thế có năng lượng thấp hơn so với những electron ở lớp xa hạt nhân.

Các electron thuộc cùng một lớp có mức năng lượng gần bằng nhau.

Người ta thường đánh số thứ tự lớp từ trong ra ngoài và được biểu thị bằng các số nguyên n = 1, 2, 3, ..., 7 với tên gọi là các chữ cái in hoa như sau:

n	1	2	3	4	5	6	7
Tên lớp	K	L	M	N	O	P	Q

2. Phân lớp electron

Các phân lớp trong mỗi lớp electron được kí hiệu bằng các chữ cái viết thường, theo thứ tự: s, p, d, f.

Các electron trên cùng một phân lớp có mức năng lượng bằng nhau.

Số phân lớp trong mỗi lớp bằng số thứ tự của lớp ($n \leq 4$):

Lớp thứ nhất (lớp K, với n = 1) có một phân lớp, được kí hiệu là 1s.

Lớp thứ hai (lớp L, với n = 2) có 2 phân lớp, được kí hiệu là 2s và 2p.

Lớp thứ ba (lớp M, với n = 3) có 3 phân lớp, được kí hiệu là 3s, 3p và 3d.

Lớp thứ tư (lớp N, với n = 4) có 4 phân lớp, được kí hiệu là 4s, 4p, 4d và 4f.

Các electron ở phân lớp s gọi là electron s, các electron ở phân lớp p gọi là electron p,...

3. Số lượng orbital trong một phân lớp, trong một lớp

Trong một phân lớp, các orbital có cùng mức năng lượng.

- Phân lớp s: có 1 AO s □.
- Phân lớp p: có 3 AO p_x, p_y, p_z □□□.
- Phân lớp d: có 5 AO □□□□□.
- Phân lớp f: có 7 AO □□□□□□□.

Trong lớp electron thứ n có n^2 AO ($n \leq 4$).

Ví dụ: Lớp L (n = 2) có 2 phân lớp là 2s và 2p. Trong đó, phân lớp 2s có 1 AO, phân lớp 2p có 3 AO nên tổng số orbital trong lớp L là 1 + 3 = 4 hay 2^2 AO.

4. Hãy cho biết tổng số electron tối đa chứa trong:

a) Phân lớp p. b) Phân lớp d.

5. Lớp electron có số electron tối đa gọi là lớp electron bão hoà. Tổng số electron tối đa có trong mỗi lớp L và M lần lượt là

A. 2 và 8. B. 8 và 10. C. 8 và 18. D. 18 và 32.

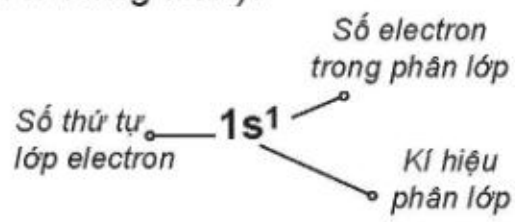
CẤU HÌNH ELECTRON CỦA NGUYÊN TỬ

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

Các electron trong nguyên tử ở trạng thái cơ bản lần lượt chiếm các orbital có mức năng lượng từ thấp đến cao: 1s 2s 2p 3s 3p 4s ... (*nguyên lí vững bền*).

Trong cùng một phân lớp, các electron sẽ phân bố trên các orbital sao cho số electron độc thân là tối đa và các electron này có chiều tự quay giống nhau (*quy tắc Hund (Hun)*).

Cấu hình electron của nguyên tử cho biết số lớp electron, thứ tự phân lớp electron và số electron trong mỗi lớp và mỗi phân lớp.



Hình 3.4. *Cấu hình electron nguyên tử hydrogen*

1. Viết cấu hình electron của nguyên tử

Bước 1. Xác định số electron trong nguyên tử.

Bước 2. Viết thứ tự các lớp và phân lớp electron theo chiều tăng của năng lượng: 1s 2s 2p 3s 3p 4s ...

Bước 3. Điền các electron vào các phân lớp theo nguyên lí vững bền cho đến electron cuối cùng.

Ví dụ: Viết cấu hình electron của nguyên tử oxygen (Z = 8) và potassium (Z = 19).

- Tổng số electron của nguyên tử O là 8.

  Viết thứ tự các lớp và phân lớp electron đến phân lớp 4s theo chiều tăng của năng lượng:

  1s 2s 2p 3s 3p 4s ...

  Điền các electron: $1s^2 2s^2 2p^4$ (bỏ phần thừa 3s 3p 4s).

  Có thể thay $1s^2$ bằng kí hiệu [He]. Cấu hình electron của nguyên tử O là $1s^2 2s^2 2p^4$ hoặc $[He]2s^2 2p^4$ hoặc (2, 6).

  Electron cuối cùng điền vào phân lớp p nên oxygen là nguyên tố p.

- Tổng số electron của nguyên tử K là 19.

  Viết thứ tự các lớp và phân lớp electron đến phân lớp 4s theo chiều tăng của năng lượng:

  1s 2s 2p 3s 3p 4s ...

  Điền các electron: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$.

  Có thể thay $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ bằng kí hiệu [Ar]. Cấu hình electron của nguyên tử K là $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ hoặc $[Ar]4s^1$ hoặc (2, 8, 8, 1).

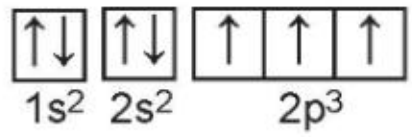
  Electron cuối cùng điền vào phân lớp s nên potassium là nguyên tố s.

Bảng 3.1. *Cấu hình electron nguyên tử của 20 nguyên tố đầu tiên trong bảng tuần hoàn*

Z	Kí hiệu	Cấu hình electron
1	H	$1s^1$
2	He	$1s^2$
3	Li	$1s^2 2s^1$
4	Be	$1s^2 2s^2$
5	B	$1s^2 2s^2 2p^1$
6	C	$1s^2 2s^2 2p^2$
7	N	$1s^2 2s^2 2p^3$
8	O	$1s^2 2s^2 2p^4$
9	F	$1s^2 2s^2 2p^5$
10	Ne	$1s^2 2s^2 2p^6$
11	Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
12	Mg	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
13	Al	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
14	Si	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
15	P	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
16	S	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
17	Cl	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
18	Ar	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
19	K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
20	Ca	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

2. Biểu diễn cấu hình electron theo ô orbital

Ví dụ: Cấu hình electron của nguyên tử nitrogen có Z = 7: $1s^2 2s^2 2p^3$ có thể được biểu diễn theo ô orbital như sau:



Hai ô orbital 1s và 2s có đủ 2 electron được biểu diễn bằng hai mũi tên ngược chiều nhau (nguyên lí Pauli). 3 electron còn lại được sắp xếp vào 3 ô orbital 2p bằng 3 mũi tên đi lên để số electron độc thân là tối đa (quy tắc Hund).

6. Cấu hình electron của nguyên tử có Z = 16 là

A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$. B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$.

C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. D. $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2 3p^5$.

7. Biểu diễn cấu hình electron của các nguyên tử có Z = 8 và Z = 11 theo ô orbital.

3. Đặc điểm của lớp electron ngoài cùng

Các electron lớp ngoài cùng quyết định tính chất hoá học cơ bản của nguyên tố (kim loại, phi kim, khí hiếm).

Các nguyên tử có 8 electron lớp ngoài cùng đều rất bền vững, chúng hầu như không tham gia vào các phản ứng hoá học, đó là các nguyên tử khí hiếm (riêng He có số electron lớp ngoài cùng là 2).

Các nguyên tố mà nguyên tử có 1, 2, 3 electron ở lớp ngoài cùng là kim loại (trừ H, He, B).

Các nguyên tố mà nguyên tử có 5, 6, 7 electron ở lớp ngoài cùng thường là phi kim.

Các nguyên tố mà nguyên tử có 4 electron ở lớp ngoài cùng có thể là kim loại hoặc phi kim.

8. Silicon được sử dụng trong nhiều ngành công nghiệp: gốm, men sứ, thuỷ tinh, luyện thép, vật liệu bán dẫn,... Hãy biểu diễn cấu hình electron của nguyên tử silicon (Z = 14) theo ô orbital, chỉ rõ việc áp dụng các nguyên lí vững bền, nguyên lí Pauli và quy tắc Hund.
9. Chlorine (Z = 17) thường được sử dụng để khử trùng nước máy trong sinh hoạt. Viết cấu hình electron của nguyên tử chlorine và cho biết tại sao chlorine là phi kim.

EM ĐÃ HỌC

- Orbital nguyên tử (kí hiệu là AO) là khu vực không gian xung quanh hạt nhân mà tại đó xác suất có mặt (xác suất tìm thấy) electron khoảng 90%. Orbital s có dạng hình cầu, orbital p có dạng hình số 8 nổi.
- Lớp electron: chứa các electron có mức năng lượng gần bằng nhau.
- Phân lớp electron: chứa các electron có mức năng lượng bằng nhau.
- Số orbital trong một phân lớp: s(1); p(3); d(5); f(7) và số orbital trong một lớp: n^2 ($n \leq 4$).
- Cấu hình electron của nguyên tử và cách viết cấu hình electron của 20 nguyên tố đầu tiên trong bảng tuần hoàn tuân theo: nguyên lí vững bền, nguyên lí Pauli và quy tắc Hund.
- Dựa vào đặc điểm về cấu hình electron lớp ngoài cùng để dự đoán tính chất hoá học cơ bản của nguyên tố:

– Nguyên tố mà nguyên tử có 8 electron ở lớp ngoài cùng là khí hiếm (riêng He có 2 electron ở lớp ngoài cùng).
– Nguyên tố mà nguyên tử có 1, 2, 3 electron ở lớp ngoài cùng thường là nguyên tố kim loại.
– Nguyên tố mà nguyên tử có 4 electron ở lớp ngoài cùng có thể là kim loại hoặc phi kim.
– Nguyên tố mà nguyên tử có 5, 6, 7 electron ở lớp ngoài cùng thường là nguyên tố phi kim.

EM CÓ THỂ

Viết được cấu hình electron nguyên tử của một số nguyên tố hoá học quen thuộc trong thực tế như: nitrogen, oxygen, aluminium,... và dự đoán được tính chất hoá học cơ bản của chúng.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

BÀI 4

ÔN TẬP CHƯƠNG 1

I HỆ THỐNG HOÁ KIẾN THỨC

Hoàn thành sơ đồ hệ thống hoá kiến thức sau:

NGUYÊN TỬ

- **HẠT NHÂN**
  - Hạt neutron → Khối lượng = ..?.. ; Điện tích = ..?..
  - Hạt proton → Khối lượng = ..?.. ; Điện tích = ..?..
- Kích thước: ..?..
  Khối lượng: ..?..
  Z = ..?.. = ..?..
- **VỎ NGUYÊN TỬ**
  - Hạt electron → Khối lượng = ..?.. ; Điện tích = ..?..
  - AO s có dạng ..?..
    AO p gồm ..?.., ..?.., ..?..
    AO p có dạng ..?..
  - Bảng:

n	1	2	3	4
Lớp electron				
Phân lớp				
Số AO				
Số electron tối đa				

  - Thứ tự các phân lớp có năng lượng từ thấp đến cao: ...?...
  - Cấu hình electron
    - Nguyên lí vững bền: ..?..
      Nguyên lí Pauli: ..?..
      Quy tắc Hund: ..?..
    - Đặc điểm của lớp electron ngoài cùng:

Số electron	1, 2, 3	4	5, 6, 7	8
Loại nguyên tố				

- **NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC**
  - Số khối (A) = ..?.. + ..?..
  - Kí hiệu nguyên tử $\begin{matrix}..?..\\..?..\end{matrix}X$
  - Đồng vị $_{a}^{b}X$ và $_{a}^{d}X \Rightarrow \overline{A} = \dfrac{..?..\times..?..+..?..\times..?..}{..?..+..?..}$

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

II LUYỆN TẬP

Câu 1. Số proton, neutron và electron của $^{39}_{19}K$ lần lượt là

A. 19, 20, 39. B. 20, 19, 39. C. 19, 20, 19. D. 19, 19, 20.

Câu 2. Nguyên tử của nguyên tố nào sau đây có 3 electron thuộc lớp ngoài cùng?

A. $^{23}_{11}Na$. B. $^{14}_{7}N$. C. $^{27}_{13}Al$. D. $^{12}_{6}C$.

Câu 3. Nguyên tử của nguyên tố potassium có 19 electron. Ở trạng thái cơ bản, potassium có số orbital chứa electron là

A. 8. B. 9. C. 11. D. 10.

Câu 4. Nguyên tử của nguyên tố sodium (natri) (Z=11) có cấu hình electron là

A. $1s^22s^22p^63s^2$. B. $1s^22s^22p^6$. C. $1s^22s^22p^63s^1$. D. $1s^22s^22p^53s^2$.

Câu 5. Tổng số hạt proton, neutron và electron trong nguyên tử X là 58. Số hạt mang điện nhiều hơn số hạt không mang điện là 18. X là

A. Cl. B. Ca. C. K. D. S.

Câu 6. Nguyên tố chlorine có Z = 17. Hãy cho biết số lớp electron, số electron thuộc lớp ngoài cùng, số electron độc thân của nguyên tử chlorine.

Câu 7. Nguyên tử khối trung bình của vanadium (V) là 50,9975. Nguyên tố V có 2 đồng vị trong đó đồng vị $^{50}_{23}V$ chiếm 0,25%. Tính số khối của đồng vị còn lại.

Câu 8. Cấu hình electron của:

– Nguyên tử X: $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$;

– Nguyên tử Y: $1s^22s^22p^63s^23p^4$.

a) Mỗi nguyên tử X và Y chứa bao nhiêu electron?

b) Hãy cho biết số hiệu nguyên tử của X và Y.

c) Lớp electron nào trong nguyên tử X và Y có mức năng lượng cao nhất?

d) Mỗi nguyên tử X và Y có bao nhiêu lớp electron, bao nhiêu phân lớp electron?

e) X và Y là nguyên tố kim loại, phi kim hay khí hiếm?

Câu 9. Nguyên tố X được dùng để chế tạo hợp kim nhẹ, bền, dùng trong nhiều lĩnh vực: hàng không, ô tô, xây dựng, hàng tiêu dùng,... Nguyên tố Y ở dạng YO_4^{3-}, đóng vai trò quan trọng trong các phân tử sinh học như DNA và RNA. Các tế bào sống sử dụng YO_4^{3-} để vận chuyển năng lượng. Nguyên tử của nguyên tố X có cấu hình electron kết thúc ở phân lớp $3p^1$. Nguyên tử của nguyên tố Y có cấu hình electron kết thúc ở phân lớp $3p^3$. Viết cấu hình electron nguyên tử của X và Y. Tính số electron trong các nguyên tử X và Y. Nguyên tố X và Y có tính kim loại hay phi kim?

Câu 10. Nguyên tử của nguyên tố X có tổng số hạt cơ bản (proton, electron, neutron) là 49, trong đó số hạt không mang điện bằng 53,125% số hạt mang điện. Xác định điện tích hạt nhân, số proton, số electron, số neutron và số khối của X.

CHƯƠNG

2

BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC VÀ ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN



Khi số lượng các nguyên tố tìm ra ngày càng nhiều và kết quả nghiên cứu thực nghiệm về tính chất của chúng tăng lên, các nhà khoa học nhận thấy rằng những sự biến đổi lặp lại về tính chất của nguyên tố có liên quan đến cấu tạo nguyên tử. Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học do D. I. Mendeleev đề xuất từ năm 1869 và đến nay đã được các nhà khoa học hoàn thiện với 118 nguyên tố đã làm sáng tỏ mối quan hệ này. Dựa vào vị trí trong bảng tuần hoàn, làm thế nào để dự đoán được các tính chất cơ bản của một nguyên tố hoá học?

- Cấu tạo của bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học
- Xu hướng biến đổi một số tính chất của nguyên tử các nguyên tố trong một chu kì và trong một nhóm
- Xu hướng biến đổi thành phần và một số tính chất của hợp chất trong một chu kì
- Định luật tuần hoàn. Ý nghĩa của bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học
- Ôn tập

BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC(*)

Cột →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nhóm →	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB	VIIIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
Chu kì ↓																		$1s^2$
1	ns^1 1 H hydrogen 1,008	ns^2																2 He helium 4,003
2	3 Li lithium 6,94	4 Be beryllium 9,012											ns^2np^1 5 B boron 10,81	ns^2np^2 6 C carbon 12,011	ns^2np^3 7 N nitrogen 14,007	ns^2np^4 8 O oxygen 15,999	ns^2np^5 9 F fluorine 18,998	ns^2np^6 10 Ne neon 20,18
3	11 Na sodium 22,990	12 Mg magnesium 24,305	$(n-1)d^1$ ns^2	$(n-1)d^2$ ns^2	$(n-1)d^3$ ns^2	$(n-1)d^5$ ns^1	$(n-1)d^5$ ns^2	$(n-1)d^6$ ns^2	$(n-1)d^7$ ns^2	$(n-1)d^8$ ns^2	$(n-1)d^{10}$ ns^1	$(n-1)d^{10}$ ns^2	13 Al aluminium 26,982	14 Si silicon 28,085	15 P phosphorus 30,974	16 S sulfur 32,06	17 Cl chlorine 35,45	18 Ar argon 39,95
4	19 K potassium 39,098	20 Ca calcium 40,08	21 Sc scandium 44,956	22 Ti titanium 47,867	23 V vanadium 50,942	24 Cr chromium 51,996	25 Mn manganese 54,938	26 Fe iron 55,845	27 Co cobalt 58,933	28 Ni nickel 58,693	29 Cu copper 63,546	30 Zn zinc 65,38	31 Ga gallium 69,723	32 Ge germanium 72,63	33 As arsenic 74,92	34 Se selenium 78,97	35 Br bromine 79,904	36 Kr krypton 83,80
5	37 Rb rubidium 85,468	38 Sr strontium 87,62	39 Y yttrium 88,906	40 Zr zirconium 91,224	41 Nb niobium 92,906	42 Mo molybdenum 95,95	43 Tc technetium (98)	44 Ru ruthenium 101,07	45 Rh rhodium 102,91	46 Pd palladium 106,42	47 Ag silver 107,87	48 Cd cadmium 112,41	49 In indium 114,82	50 Sn tin 118,71	51 Sb antimony 121,76	52 Te tellurium 127,60	53 I iodine 126,90	54 Xe xenon 131,29
6	55 Cs caesium 132,91	56 Ba barium 137,33	*	72 Hf hafnium 178,49	73 Ta tantalum 180,95	74 W tungsten 183,84	75 Re rhenium 186,21	76 Os osmium 190,23	77 Ir iridium 192,22	78 Pt platinum 195,08	79 Au gold 196,97	80 Hg mercury 200,59	81 Tl thallium 204,38	82 Pb lead 207,20	83 Bi bismuth 208,98	84 Po polonium [209]	85 At astatine [210]	86 Rn radon [222]
7	87 Fr francium [223]	88 Ra radium [226,03]	**	104 Rf rutherfordium [267]	105 Db dubnium [270]	106 Sg seaborgium [269]	107 Bh bohrium [270]	108 Hs hassium [270]	109 Mt meitnerium [278]	110 Ds darmstadtium [281]	111 Rg roentgenium [281]	112 Cn copernicium [285]	113 Nh nihonium [286]	114 Fl flerovium [289]	115 Mc moscovium [288]	116 Lv livermorium [292]	117 Ts tennessine [294]	118 Og oganesson [294]

* lanthanides	57 La lanthanum 138,91	58 Ce cerium 140,12	59 Pr praseodymium 140,91	60 Nd neodymium 144,24	61 Pm promethium [145]	62 Sm samarium 150,36	63 Eu europium 151,96	64 Gd gadolinium 157,25	65 Tb terbium 158,93	66 Dy dysprosium 162,50	67 Ho holmium 164,93	68 Er erbium 167,26	69 Tm thulium 168,93	70 Yb ytterbium 173,05	71 Lu lutetium 174,97
** actinides	89 Ac actinium [227]	90 Th thorium 232,04	91 Pa protactinium 231,04	92 U uranium 238,03	93 Np neptunium [237]	94 Pu plutonium [244]	95 Am americium [243]	96 Cm curium [247]	97 Bk berkelium [247]	98 Cf californium [251]	99 Es einsteinium [252]	100 Fm fermium [257]	101 Md mendelevium [258]	102 No nobelium [259]	103 Lr lawrencium [262]

Số hiệu nguyên tử ← 4 Be → Kí hiệu nguyên tố

Nguyên tử khối trung bình ← 9,012 beryllium → Tên nguyên tố

ns^2 → Cấu hình electron hoá trị (n là số thứ tự chu kì)

Kim loại | Phi kim

Kim loại chuyển tiếp | Khí hiếm

Một số cấu hình electron đặc biệt

41 Nb	44 Ru	45 Rh	46 Pd	74 W	78 Pt
$4d^45s^1$	$4d^75s^1$	$4d^85s^1$	$4d^{10}5s^0$	$5d^46s^2$	$5d^96s^1$

(*) Nguồn: IUPAC. Atomic weights of the elements 2019.

BÀI 5

CẤU TẠO CỦA 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).

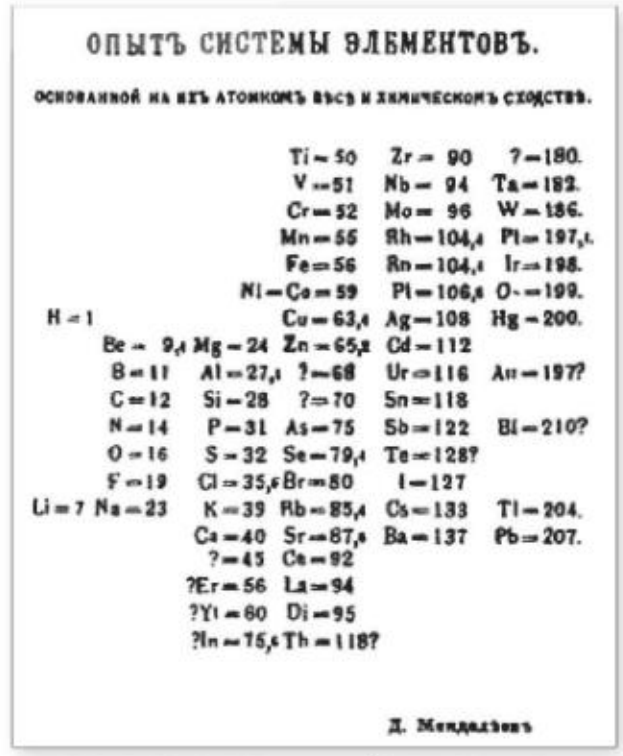
Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học có cấu tạo như thế nào? Trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, các nguyên tố được sắp xếp theo nguyên tắc nào?

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

Khi đã biết một số đáng kể các nguyên tố hoá học, người ta đã tìm cách phân loại chúng. Cách phân loại đầu tiên được A. Lavoisier (La-voa-di-ê, người Pháp) thực hiện năm 1789, xếp 33 nguyên tố hoá học thành nhóm các chất khí, kim loại, phi kim và "đất". Năm 1829, J. W. Döbereiner (Đô-be-rai-nơ, người Đức) phân loại các nguyên tố thành các nhóm có tính chất hoá học giống nhau, ví dụ: lithium, sodium và potassium là nhóm các kim loại mềm, dễ phản ứng. Năm 1866, J. Newlands (Niu-lan, người Anh) đã xếp các nguyên tố hoá học theo chiều tăng khối lượng nguyên tử thành các octave (quãng tám), trong đó nguyên tố thứ tám lặp lại tính chất của nguyên tố đầu tiên.

Năm 1869, hai nhà hoá học, D. I. Mendeleev (Men-đê-lê-ép, người Nga) và J. L. Meyer (May-ơ, người Đức) đều sắp xếp các nguyên tố theo chiều tăng khối lượng nguyên tử vào các hàng và cột, bắt đầu mỗi hàng (bảng của Mendeleev) hoặc cột mới (bảng của Mayer) khi các tính chất của nguyên tố bắt đầu lặp lại. Trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học (bảng tuần hoàn) của mình, Mendeleev đã thay đổi vị trí một số nguyên tố để tính chất của nguyên tố phù hợp với quy luật, đồng thời để trống một số chỗ cho các nguyên tố chưa biết.

Sau này, các nguyên tố ở vị trí còn trống đó được tìm ra và tính chất của chúng đều phù hợp với dự đoán của Mendeleev.



ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180.	
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182.	
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186.	
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,1.	
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.	
			Ni = Co = 59	Pl = 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	Au = 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 = 35,6	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?			

Д. Менделѣевъ

Hình 5.1. *Bảng tuần hoàn của D. I. Mendeleev năm 1869*

Đến năm 2016, với những hiểu biết về cấu tạo nguyên tử, bảng tuần hoàn hiện đại sắp xếp 118 nguyên tố theo chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử.

1. Theo tiến trình lịch sử, các nhà khoa học đã phân loại các nguyên tố hoá học dựa trên các cơ sở nào?

II NGUYÊN TẮC SẮP XẾP CÁC NGUYÊN TỐ TRONG BẢNG TUẦN HOÀN

Bảng tuần hoàn chứa 118 nguyên tố hoá học được sắp xếp theo các nguyên tắc sau:

- Các nguyên tố được sắp xếp theo chiều tăng dần điện tích hạt nhân nguyên tử.
- Các nguyên tố có cùng số lớp electron trong nguyên tử được xếp thành một hàng.
- Các nguyên tố có cùng số ***electron hoá trị*** trong nguyên tử được xếp thành một cột.

Khi sắp xếp như vậy, sự tuần hoàn tính chất của các đơn chất và hợp chất được thể hiện qua chu kì (hàng) và nhóm (cột).

EM CÓ BIẾT

Electron hoá trị là các electron có khả năng tham gia tạo thành liên kết hoá học, chúng thường nằm ở lớp electron ngoài cùng và phân lớp sát lớp ngoài cùng.

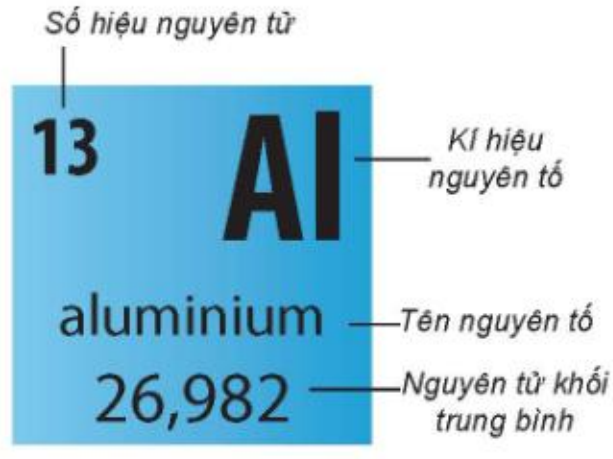
2. Trong bảng tuần hoàn, các nguyên tố hoá học được sắp xếp theo ba nguyên tắc, nguyên tắc nào sau đây là đúng?

A. Nguyên tử khối tăng dần.
B. Cùng số lớp electron xếp cùng cột.
C. Điện tích hạt nhân tăng dần.
D. Cùng số electron hoá trị xếp cùng hàng.

III CẤU TẠO CỦA BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HOÁ HỌC

1. Ô nguyên tố

Trong bảng tuần hoàn, mỗi nguyên tố được xếp vào một ô, gọi là ô nguyên tố. Số thứ tự của ô là số hiệu nguyên tử của nguyên tố đó. Mỗi ô nguyên tố có các thông tin quan trọng nhất về nguyên tố hoá học. Tuỳ theo từng loại bảng, các thông tin này có thể là số hiệu nguyên tử, kí hiệu nguyên tố, tên nguyên tố, nguyên tử khối trung bình,...



Hình 5.2. *Một ô nguyên tố*

2. Chu kì

Chu kì là dãy các nguyên tố mà nguyên tử của chúng có cùng số lớp electron, được xếp theo chiều điện tích hạt nhân tăng dần.

Bảng tuần hoàn hiện nay có 7 chu kì. Số thứ tự của chu kì bằng số lớp electron của nguyên tử các nguyên tố trong chu kì.

Chu kì 1: gồm 2 nguyên tố là H và He, đều có 1 lớp electron

Chu kì 2: gồm 8 nguyên tố từ Li đến Ne, đều có 2 lớp electron.

Chu kì 3: gồm 8 nguyên tố từ Na đến Ar, đều có 3 lớp electron.

Chu kì 4: gồm 18 nguyên tố từ K đến Kr, đều có 4 lớp electron.

Chu kì 5: gồm 18 nguyên tố từ Rb đến Xe, đều có 5 lớp electron.

Chu kì 6(*): gồm 32 nguyên tố từ Cs đến Rn, đều có 6 lớp electron.

Chu kì 7(*): gồm 32 nguyên tố từ Fr đến Og, đều có 7 lớp electron.

3. Nhóm nguyên tố

Nhóm nguyên tố gồm các nguyên tố mà nguyên tử của chúng có cấu hình electron tương tự nhau, do đó có tính chất hoá học gần giống nhau và được xếp thành một cột.

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

Ví dụ: Nhóm kim loại kiềm – nhóm IA, nhóm halogen – nhóm VIIA.

Nguyên tử các nguyên tố trong cùng một nhóm A có số electron hoá trị bằng nhau và bằng số thứ tự của nhóm (trừ He).

4. Phân loại nguyên tố

a) Theo cấu hình electron

Các nguyên tố s, p, d, f là những nguyên tố mà nguyên tử có electron cuối cùng được điền vào phân lớp s, p, d, f tương ứng.

Ví dụ: $_{11}Na$: $1s^22s^22p^63s^1$ (nguyên tố s);

$_{13}Al$: $1s^22s^22p^63s^23p^1$ (nguyên tố p).

Các nhóm A: gồm các nguyên tố s (IA, IIA) và nguyên tố p (từ IIIA đến VIIIA, trừ He).

Các nhóm B: gồm các nguyên tố d (từ IB đến VIIIB) và các nguyên tố f (lanthanides và actinides).

b) Theo tính chất hoá học

Các nhóm IA, IIA, IIIA: gồm các nguyên tố s và p là kim loại (trừ H và B).

Các nhóm VA, VIA, VIIA: gồm các nguyên tố p, thường là phi kim.

Nhóm VIIIA: gồm các nguyên tố khí hiếm.

Các nhóm B: gồm các nguyên tố d và f đều là kim loại chuyển tiếp.

(*) *15 nguyên tố từ La đến Lu thuộc chu kì 6 (các nguyên tố họ lanthanide) và 15 nguyên tố từ Ac đến Lr thuộc chu kì 7 (các nguyên tố họ actinide) được xếp thành hai hàng ở cuối bảng do có tính chất hoá học tương tự nhau.*

3. Ô nguyên tố trong bảng tuần hoàn cho ta biết những thông tin gì? Lấy ví dụ minh hoạ.
4. Dựa vào bảng tuần hoàn, hãy cho biết cấu hình electron và số electron hoá trị của các nguyên tố: C, Mg và Cl.
5. Dựa vào bảng tuần hoàn, hãy cho biết: $_{12}Mg$, $_{15}P$, $_{26}Fe$, $_{18}Ar$ thuộc loại nguyên tố nào sau đây.

   a) s, p, d hay f? b) phi kim, kim loại hay khí hiếm?
6. Nguyên tố phosphorus có Z = 15, có trong thành phần của một số loại phân bón, diêm, pháo hoa; nguyên tố calcium có Z = 20, đóng vai trò rất quan trọng đối với cơ thể, đặc biệt là xương và răng. Xác định vị trí của hai nguyên tố trên trong bảng tuần hoàn và cho biết chúng thuộc loại nguyên tố s, p hay d; là kim loại, phi kim hay khí hiếm.
7. Sulfur (lưu huỳnh) là chất rắn, xốp, màu vàng nhạt ở điều kiện thường. Sulfur và hợp chất của nó được sử dụng trong acquy, bột giặt, thuốc diệt nấm; do dễ cháy nên sulfur còn được dùng để sản xuất các loại diêm, thuốc súng, pháo hoa,... Trong bảng tuần hoàn, nguyên tố sulfur nằm ở chu kì 3, nhóm VIA.

   a) Nguyên tử của nguyên tố sulfur có bao nhiêu electron thuộc lớp ngoài cùng?

   b) Các electron lớp ngoài cùng thuộc những phân lớp nào?

   c) Viết cấu hình electron nguyên tử của sulfur.

   d) Sulfur là nguyên tố kim loại hay phi kim?

EM ĐÃ HỌC

- Các nguyên tố trong bảng tuần hoàn được sắp xếp theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, thành các hàng và các cột.
- Cấu tạo của bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học:

– Ô nguyên tố: cho biết số hiệu nguyên tử, kí hiệu nguyên tố, tên nguyên tố và nguyên tử khối trung bình,...

– Chu kì là dãy các nguyên tố mà nguyên tử của chúng có cùng số lớp electron, được xếp theo chiều điện tích hạt nhân tăng dần.

– Nhóm gồm các nguyên tố mà nguyên tử có cấu hình electron tương tự nhau, do đó có tính chất hoá học gần giống nhau.

EM CÓ THỂ

Xác định được vị trí các nguyên tố hoá học trong bảng tuần hoàn và phân loại được thành nguyên tố s, p, d, f hay nguyên tố kim loại, phi kim, khí hiếm.

BÀI 6

XU HƯỚNG BIẾN ĐỔI MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA NGUYÊN TỬ CÁC NGUYÊN TỐ TRONG MỘT CHU KÌ VÀ TRONG MỘT NHÓM

MỤC TIÊU:

- Giải thích được xu hướng biến đổi bán kính nguyên tử trong một chu kì, trong một nhóm (nhóm A) (dựa theo lực hút tĩnh điện của hạt nhân với electron ngoài cùng và dựa theo số lớp electron tăng trong một nhóm theo chiều từ trên xuống dưới).
- 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).

Trong bảng tuần hoàn, một số tính chất của nguyên tử và đơn chất biến đổi theo xu hướng nào trong một chu kì, trong một nhóm A? Vì sao?

I CẤU HÌNH ELECTRON NGUYÊN TỬ CỦA CÁC NGUYÊN TỐ NHÓM A

Bảng 6.1. *Cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử các nguyên tố nhóm A*

Nhóm / Chu kì	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** $6s^26p^6$
7	**Fr** $7s^1$	**Ra** $7s^2$						

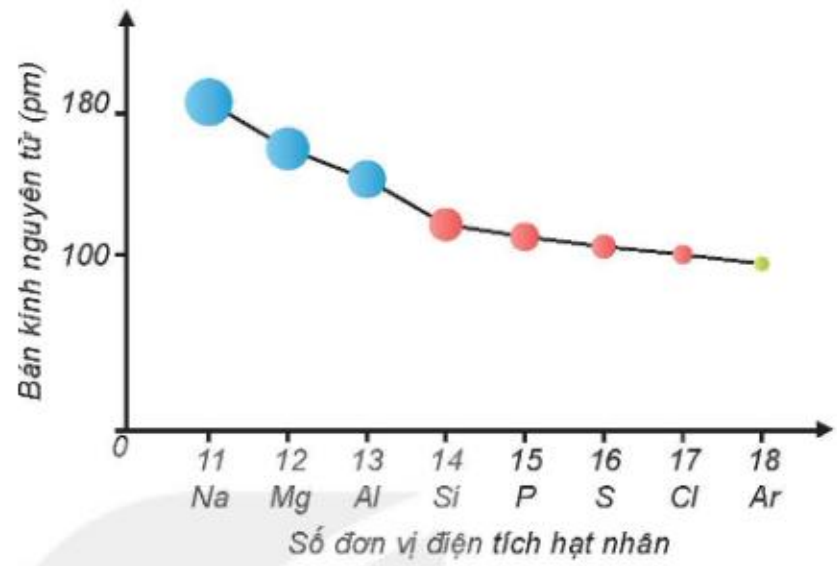
Nhóm A gồm các nguyên tố s và p. Nguyên tử của các nguyên tố cùng một nhóm A có số electron lớp ngoài cùng (electron hoá trị) bằng nhau (trừ He trong nhóm VIIIA). Sự giống nhau về số electron hoá trị dẫn đến sự tương tự nhau về tính chất hoá học của các nguyên tố trong cùng nhóm A.

Sau mỗi chu kì, cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử các nguyên tố nhóm A được lặp đi lặp lại một cách tuần hoàn. Sự biến đổi tuần hoàn cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử các nguyên tố khi điện tích hạt nhân tăng dần là nguyên nhân của sự biến đổi tuần hoàn về tính chất của các nguyên tố.

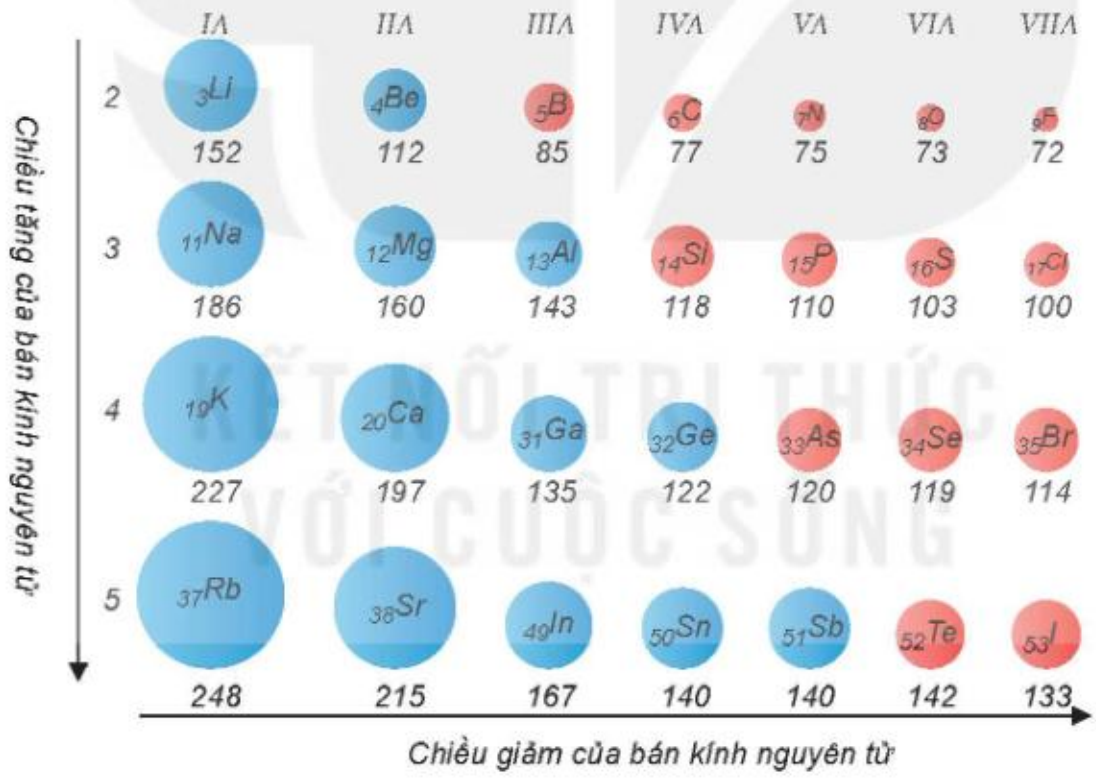
1. Dựa vào Bảng 6.1, cho biết số electron lớp ngoài cùng của nguyên tử các nguyên tố: Li, Al, Ar, Ca, Si, Se, P, Br.
2. Nêu vị trí trong bảng tuần hoàn của các nguyên tố có Z = 8; Z = 11; Z = 17 và Z = 20. Xác định số electron hoá trị của nguyên tử các nguyên tố đó.

II BÁN KÍNH NGUYÊN TỬ

Một cách gần đúng, bán kính nguyên tử được xác định bằng một nửa khoảng cách trung bình giữa hai hạt nhân nguyên tử gần nhau nhất trong chất rắn đơn chất hoặc trong phân tử hai nguyên tử giống nhau.



Hình 6.1. *Sự giảm bán kính nguyên tử của các nguyên tố trong chu kì 3*



Hình 6.2. *Giá trị bán kính nguyên tử (pm)(*)*

Bán kính nguyên tử phụ thuộc vào lực hút giữa hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng. Bán kính giảm là do lực hút tăng và ngược lại, bán kính tăng là do lực hút giảm.

Xu hướng biến đổi bán kính nguyên tử:

- Trong một chu kì, *bán kính nguyên tử giảm theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân.*
- Trong một nhóm A, *bán kính nguyên tử tăng theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân.*

(*) *Nguồn: Martin S. Silberberg. (2007). Principles of GENERAL CHEMISTRY. McGraw-Hill.*

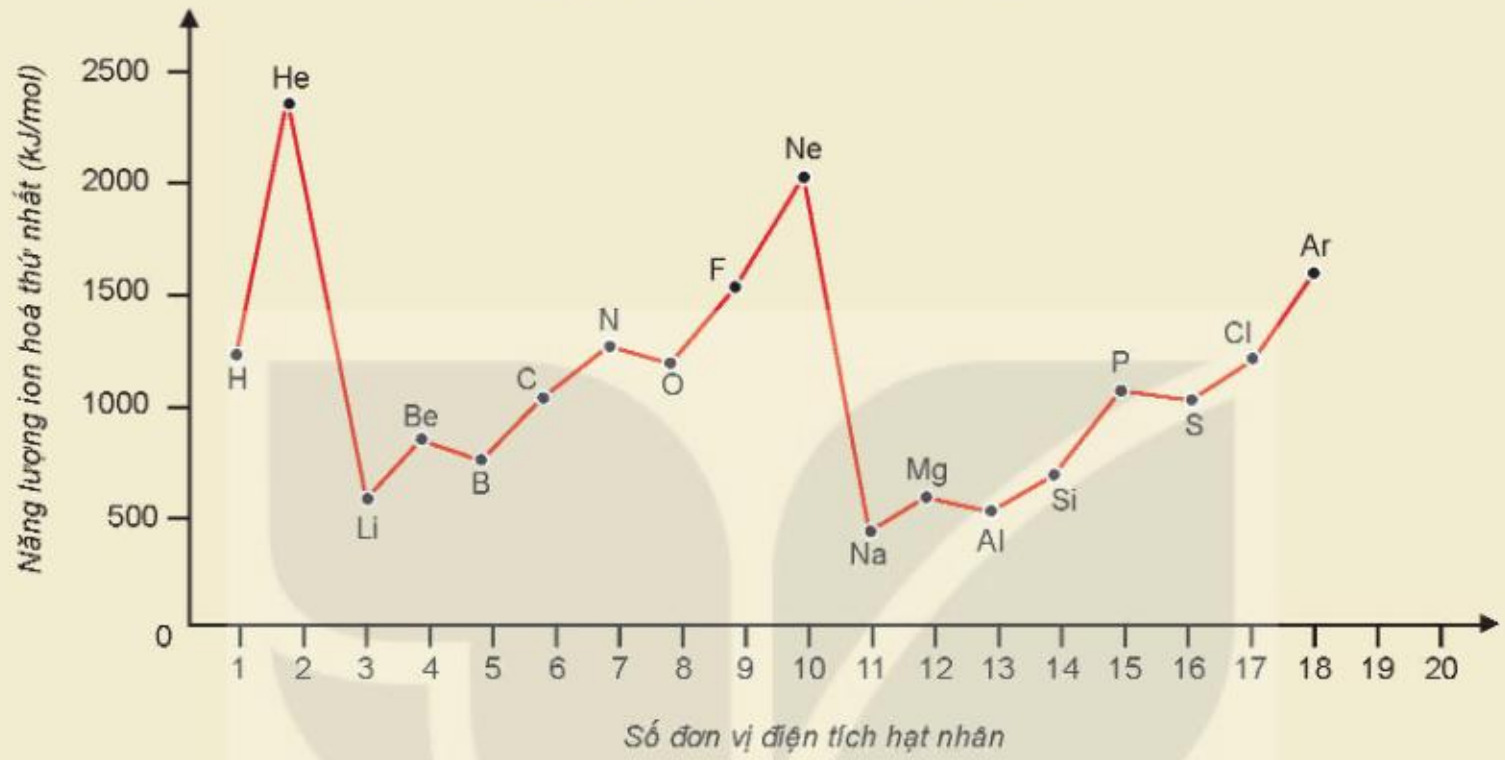
3. Dựa vào bảng tuần hoàn, hãy so sánh và giải thích sự khác nhau về bán kính nguyên tử của

a) lithium (Z = 3) và potassium (Z = 19).

b) calcium (Z = 20) và selenium (Z = 34).

EM CÓ BIẾT

Năng lượng ion hoá thứ nhất



Hình 6.3. *Sự biến đổi năng lượng ion hoá thứ nhất của các nguyên tố chu kì 1, 2 và 3*

Năng lượng ion hoá thứ nhất của nguyên tử là năng lượng tối thiểu cần thiết để tách electron thứ nhất ra khỏi nguyên tử ở thể khí, ở trạng thái cơ bản: $X(g)^{(*)} \rightarrow X^+(g) + e$

Năng lượng ion hoá thứ nhất kí hiệu là I_1, đơn vị là kJ/mol.

Ví dụ : Để tách một mol electron ra khỏi một mol nguyên tử hydrogen theo quá trình:

$H(g) \rightarrow H^+(g) + e$ phải tiêu tốn một năng lượng là 1 312 kJ, do đó I_1 = 1 312 kJ/mol.

- Trong một chu kì, năng lượng ion hoá thứ nhất có xu hướng tăng theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân.
- Trong một nhóm A, năng lượng ion hoá thứ nhất có xu hướng giảm theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân.

III ĐỘ ÂM ĐIỆN

Độ âm điện của nguyên tử (χ) là đại lượng đặc trưng cho khả năng hút electron của nguyên tử một nguyên tố hoá học khi tạo thành liên kết hoá học.

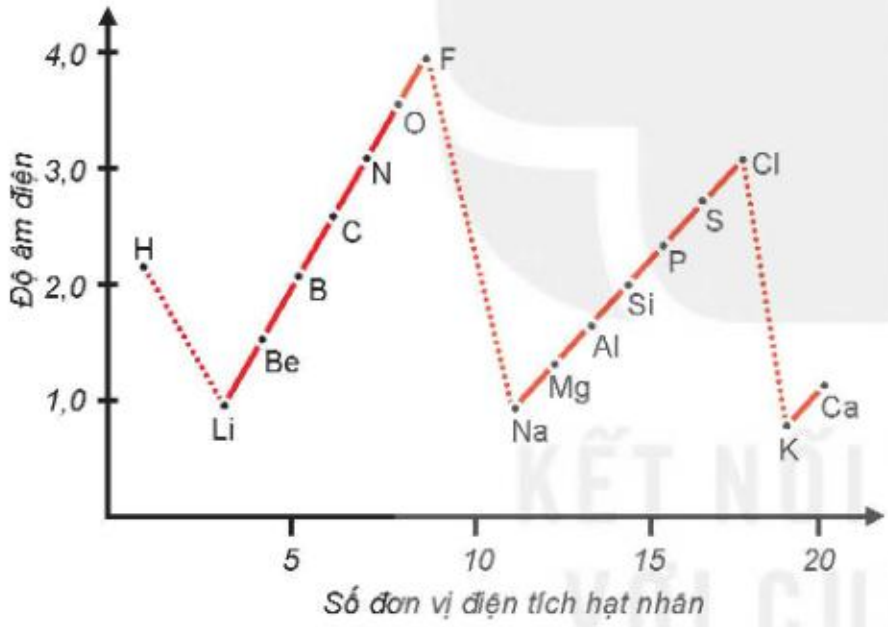
Khi tham gia liên kết hoá học, nguyên tử có độ âm điện nhỏ dễ nhường electron, nguyên tử có độ âm điện lớn dễ nhận electron.

Sau đây là bảng giá trị độ âm điện do nhà hoá học L. C. Pauling (Pau-linh) thiết lập vào năm 1932.

(*) *Viết tắt trạng thái các chất trong phương trình hoá học: s (solid): thể rắn; g (gas): thể khí; l (liquid): thể lỏng; aq (aqua): dung dịch.*

Bảng 6.2. *Giá trị độ âm điện tương đối theo L. C. Pauling*

Nhóm / Chu kì	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
1	$_{1}H$ (2,20)						
2	$_{3}Li$ (0,98)	$_{4}Be$ (1,57)	$_{5}B$ (2,04)	$_{6}C$ (2,55)	$_{7}N$ (3,04)	$_{8}O$ (3,44)	$_{9}F$ (3,98)
3	$_{11}Na$ (0,93)	$_{12}Mg$ (1,31)	$_{13}Al$ (1,61)	$_{14}Si$ (1,90)	$_{15}P$ (2,19)	$_{16}S$ (2,58)	$_{17}Cl$ (3,16)
4	$_{19}K$ (0,82)	$_{20}Ca$ (1,00)	$_{31}Ga$ (1,81)	$_{32}Ge$ (2,01)	$_{33}As$ (2,18)	$_{34}Se$ (2,55)	$_{35}Br$ (2,96)
5	$_{37}Rb$ (0,82)	$_{38}Sr$ (0,95)	$_{49}In$ (1,78)	$_{50}Sn$ (1,96)	$_{51}Sb$ (2,05)	$_{52}Te$ (2,10)	$_{53}I$ (2,66)
6	$_{55}Cs$ (0,79)	$_{56}Ba$ (0,89)	$_{81}Tl$ (1,62)	$_{82}Pb$ (2,33)	$_{83}Bi$ (2,02)	$_{84}Po$ (2,00)	$_{85}At$ (2,20)



Hình 6.4. *Sự biến đổi độ âm điện theo chu kì và nhóm*

Xu hướng biến đổi độ âm điện theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân:

- *Độ âm điện tăng* từ trái qua phải trong một chu kì.

Trong một chu kì, khi số electron lớp ngoài cùng tăng, điện tích hạt nhân tăng thì lực hút giữa hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng tăng nên độ âm điện tăng.

- *Độ âm điện giảm* từ trên xuống dưới trong một nhóm A.

Trong một nhóm A, khi số lớp electron tăng, lực hút giữa hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng giảm nên độ âm điện giảm.

4. Dãy các nguyên tố được sắp xếp theo thứ tự độ âm điện tăng dần là Ca, Mg, P, S. Hãy giải thích sự sắp xếp này dựa trên sự biến đổi độ âm điện theo chu kì và nhóm A.

5. Almelec là hợp kim của aluminium với một lượng nhỏ magnesium và silicon (98,8% aluminium; 0,7% magnesium và 0,5% silicon). Almelec được sử dụng làm dây điện cao thế do nhẹ, dẫn điện tốt và bền. Dựa vào bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, hãy:

a) Sắp xếp theo thứ tự tăng dần về bán kính nguyên tử của các nguyên tố hoá học có trong almelec.

b) Cho biết thứ tự giảm dần về độ âm điện của các nguyên tố hoá học có trong almelec.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

IV TÍNH KIM LOẠI VÀ TÍNH PHI KIM

1. Khái niệm

Tính kim loại là tính chất của một nguyên tố mà nguyên tử của nó dễ nhường electron để trở thành ion dương. Nguyên tử của nguyên tố nào càng dễ nhường electron để trở thành ion dương, tính kim loại của nguyên tố đó càng mạnh.

Tính phi kim là tính chất của một nguyên tố mà nguyên tử của nó dễ nhận electron để trở thành ion âm. Nguyên tử của nguyên tố nào càng dễ nhận electron để trở thành ion âm, tính phi kim của nguyên tố đó càng mạnh.

2. Sự biến đổi tính kim loại, tính phi kim

1. So sánh tính kim loại của sodium và magnesium

Chuẩn bị: kim loại Na; Mg; dung dịch phenolphthalein; nước; cốc thuỷ tinh.

Tiến hành:

– Lấy hai cốc thuỷ tinh, mỗi cốc có chứa khoảng 200 mL nước, nhỏ tiếp vài giọt dung dịch phenolphthalein.

– Cho một mẩu nhỏ Na vào cốc (1), một dây Mg vào cốc (2).

Lưu ý: Hầu hết các kim loại kiềm phản ứng với nước mãnh liệt, chỉ sử dụng các kim loại kiềm với lượng nhỏ; cần làm sạch bề mặt dây Mg trước khi cho vào cốc (2).

Quan sát hiện tượng và thực hiện yêu cầu sau:

1. Viết phương trình hoá học của các phản ứng.

2. So sánh mức độ phản ứng của sodium và magnesium với nước.

2. So sánh tính phi kim của chlorine và iodine

Chuẩn bị: Hình ảnh hoặc video phản ứng của nước chlorine với dung dịch potassium iodide(*).

Tiến hành: Quan sát hình ảnh hoặc xem video phản ứng của nước chlorine với dung dịch potassium iodide.

Thực hiện yêu cầu: So sánh tính phi kim của chlorine và iodine.



Hình 6.5. *Phản ứng của nước chlorine với dung dịch potassium iodide*

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

– Trong một chu kì, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, *tính kim loại giảm dần và tính phi kim tăng dần*. Do bán kính nguyên tử giảm, lực hút giữa hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng tăng, dẫn đến khả năng nhường electron giảm nên tính kim loại giảm, khả năng nhận electron tăng nên tính phi kim tăng.

(*) *Nguồn: Youtube.com*

Ví dụ:

Chu kì 3	$_{11}$Na	$_{12}$Mg	$_{13}$Al	$_{14}$Si	$_{15}$P	$_{16}$S	$_{17}$Cl
	Kim loại điển hình	Kim loại mạnh	Kim loại hoạt động	Phi kim rất yếu	Phi kim yếu	Phi kim trung bình	Phi kim điển hình

Chiều giảm tính kim loại và tăng tính phi kim

– Trong một nhóm A, theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân, *tính kim loại tăng dần và tính phi kim giảm dần*. Tuy điện tích hạt nhân tăng, nhưng bán kính nguyên tử tăng nhanh và chiếm ưu thế hơn nên lực hút giữa hạt nhân với các electron lớp ngoài cùng giảm dẫn đến khả năng nhường electron tăng, do đó tính kim loại tăng, khả năng nhận electron giảm nên tính phi kim giảm.

Ví dụ:

Nhóm IA: $_{3}$Li $_{11}$Na $_{19}$K $_{37}$Rb $_{55}$Cs

Chiều tăng tính kim loại

Nhóm VIIA: $_{9}$F $_{17}$Cl $_{35}$Br $_{53}$I

Chiều giảm tính phi kim

6. Dựa vào bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, sắp xếp các nguyên tố Ba, Mg, Ca, Sr theo thứ tự giảm dần tính kim loại và giải thích.

7. Trong các nguyên tố O, F, Cl, Se, nguyên tố có tính phi kim mạnh nhất là

A. O. B. F. C. Se. D. Cl.

EM ĐÃ HỌC

Theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân nguyên tử:

- Trong một chu kì:

– Bán kính nguyên tử giảm dần, độ âm điện tăng dần.

– Tính kim loại giảm dần và tính phi kim tăng dần.

– Số electron hoá trị của nguyên tử các nguyên tố nhóm A tăng lần lượt từ 1 đến 8.

- Trong một nhóm A:

– Bán kính nguyên tử tăng dần, độ âm điện giảm dần.

– Tính kim loại tăng dần và tính phi kim giảm dần.

EM CÓ THỂ

So sánh và giải thích được xu hướng biến đổi một số tính chất của các nguyên tố theo vị trí của chúng trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

BÀI 7

XU HƯỚNG BIẾN ĐỔI THÀNH PHẦN VÀ MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA HỢP CHẤT TRONG MỘT CHU KÌ

MỤC TIÊU:

Nhận xét được xu hướng biến đổi thành phần và tính acid – base của các oxide và các hydroxide theo chu kì. Viết được phương trình hoá học minh hoạ.

Trong một chu kì của bảng tuần hoàn, tính chất của các oxide và hydroxide biến đổi theo xu hướng nào?

I THÀNH PHẦN CỦA CÁC OXIDE VÀ HYDROXIDE

Hoá trị cao nhất của các nguyên tố nhóm A trong hợp chất với oxygen tăng từ I đến VII khi đi từ trái qua phải trong một chu kì (trừ chu kì 1 và nguyên tố fluorine ở chu kì 2), do đó thành phần của các oxide và hydroxide có sự lặp lại theo chu kì.

Bảng 7.1. *Công thức oxide, hydroxide ứng với hoá trị cao nhất của các nguyên tố thuộc chu kì 2, 3*

Nhóm		IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Oxide	Chu kì 2	Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_5		
	Chu kì 3	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7
Hydroxide	Chu kì 2	LiOH	$Be(OH)_2$	H_3BO_3	H_2CO_3	HNO_3		
	Chu kì 3	NaOH	$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$	H_2SiO_3	H_3PO_4	H_2SO_4	$HClO_4$

1. Nguyên tố gallium thuộc nhóm IIIA và nguyên tố selenium thuộc nhóm VIA của bảng tuần hoàn. Viết công thức hoá học của oxide, hydroxide (ứng với hoá trị cao nhất) của hai nguyên tố trên.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

II TÍNH CHẤT CỦA OXIDE VÀ HYDROXIDE

1. Phản ứng của oxide với nước

Trong một thí nghiệm, cho lần lượt các oxide Na_2O, MgO, P_2O_5 vào nước, nhúng giấy quỳ tím vào dung dịch sau phản ứng, hiện tượng phản ứng được trình bày trong bảng sau:

Oxide	Hiện tượng
Na_2O	Tan hoàn toàn trong nước. Quỳ tím chuyển màu xanh đậm.
MgO	Tan một phần trong nước. Quỳ tím chuyển màu xanh nhạt.
P_2O_5	Tan hoàn toàn trong nước. Quỳ tím chuyển màu đỏ.

Thực hiện các yêu cầu sau:

1. Viết phương trình hoá học của các phản ứng xảy ra trong thí nghiệm trên.

2. So sánh tính acid – base của các oxide và hydroxide tương ứng.

2. Phản ứng của muối với dung dịch acid

Chuẩn bị: dung dịch Na_2CO_3; dung dịch HNO_3 loãng; ống nghiệm.

Tiến hành:

Thêm từng giọt dung dịch Na_2CO_3 vào ống nghiệm chứa dung dịch HNO_3.

Quan sát hiện tượng và thực hiện yêu cầu sau:

a) Viết phương trình hoá học của phản ứng.

b) Hãy so sánh độ mạnh, yếu giữa hai acid sau: HNO_3 và H_2CO_3.

Tính acid – base của oxide và hydroxide ứng với hoá trị cao nhất của các nguyên tố chu kì 3 được trình bày trong Bảng 7.2.

Bảng 7.2. *Tính acid – base của oxide và hydroxide ứng với hoá trị cao nhất của các nguyên tố chu kì 3*

Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Cl_2O_7
basic oxide	basic oxide	oxide lưỡng tính	acidic oxide	acidic oxide	acidic oxide	acidic oxide
NaOH	$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$	H_2SiO_3	H_3PO_4	H_2SO_4	$HClO_4$
base mạnh	base yếu	hydroxide lưỡng tính	acid yếu	acid trung bình	acid mạnh	acid rất mạnh

Chiều giảm tính base và tăng tính acid

Nói chung, hydroxide của các nguyên tố nhóm IA thể hiện tính base mạnh, hydroxide ứng với hoá trị cao nhất của các nguyên tố nhóm VIIA (trừ fluorine) thể hiện tính acid mạnh.

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

2. Trong các chất dưới đây, chất nào có tính acid yếu nhất?

A. H_2SO_4. B. $HClO_4$.

C. H_3PO_4. D. H_2SiO_3.

3. Dãy gồm các chất có tính base tăng dần là

A. $Al(OH)_3$, $Mg(OH)_2$, NaOH.

B. NaOH, $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$.

C. $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, NaOH.

D. $Al(OH)_3$, NaOH, $Mg(OH)_2$.

4. Những đại lượng và tính chất nào của nguyên tố hoá học cho dưới đây **không** biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của điện tích hạt nhân nguyên tử?

A. Tính kim loại và phi kim.

B. Tính acid – base của các hydroxide.

C. Khối lượng nguyên tử.

D. Cấu hình electron lớp ngoài cùng của nguyên tử.

EM ĐÃ HỌC

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

EM CÓ THỂ

So sánh được tính acid và base của các oxide và hydroxide dựa vào vị trí của nguyên tố tạo nên chúng trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

BÀI 8

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.

Định luật tuần hoàn đóng vai trò như thế nào trong việc dự đoán tính chất của các chất?

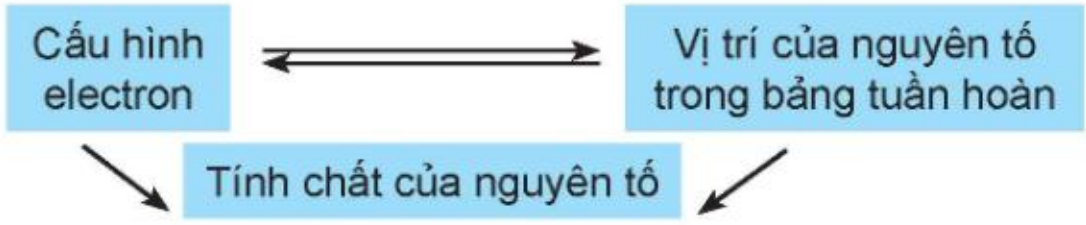
I ĐỊNH LUẬT TUẦN HOÀN

Nội dung của 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".

1. Nêu một số tính chất của các đơn chất biến đổi tuần hoàn theo chu kì để minh hoạ nội dung của định luật tuần hoàn.

II Ý NGHĨA CỦA BẢNG TUẦN HOÀN

- Vị trí của nguyên tố trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học cho biết cấu hình electron nguyên tử, cấu hình electron nguyên tử quyết định tính chất của các nguyên tố. Vì vậy, có thể dự đoán được tính chất hoá học của các nguyên tố khi biết vị trí của nó trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học hay cấu hình electron của nó.



Ví dụ 1: Nguyên tố sulfur (S) ở ô số 16, nhóm VIA, chu kì 3.

– Nguyên tử S có:
  + 16 proton, 16 electron (do số proton = số electron = Z).
  + 3 lớp electron (do số lớp electron bằng số thứ tự chu kì).
  + 6 electron lớp ngoài cùng (do số electron lớp ngoài cùng bằng số thứ tự nhóm A).

EM CÓ BIẾT

Dựa trên xu hướng biến đổi tính chất của các nguyên tố hoá học khi sắp xếp theo chiều tăng dần khối lượng nguyên tử, D. I. Mendeleev đã đưa ra hai quyết định quan trọng. Thứ nhất, ông đã dành chỗ trống cho các nguyên tố khi đó chưa được tìm ra và dự đoán tính chất của chúng (ví dụ: nguyên tố gallium và germanium). Thứ hai, ông bỏ qua trật tự cứng nhắc theo chiều tăng của khối lượng nguyên tử để sắp xếp các nguyên tố theo xu hướng biến đổi tính chất (ví dụ: nguyên tố tellurium có số khối lớn hơn được xếp trước nguyên tố iodine trong bảng tuần hoàn). Các quyết định này của ông phù hợp với nguyên tắc sắp xếp các nguyên tố theo chiều tăng của điện tích hạt nhân.

– Cấu hình electron của S: $1s^22s^22p^63s^23p^4$. S là nguyên tố phi kim. Oxide cao nhất (SO_3) là acidic oxide và acid tương ứng H_2SO_4 là acid mạnh.

Ví dụ 2: Cấu hình electron của nguyên tử phosphorus (P) là $1s^22s^22p^63s^23p^3$.

– Nguyên tử P có Z = 15 (do số proton = số electron = Z).
– Nguyên tố P ở chu kì 3, nhóm VA (do có 3 lớp electron và có 5 electron ở lớp ngoài cùng).
– P là nguyên tố phi kim. Oxide cao nhất (P_2O_5) là acidic oxide và acid tương ứng H_3PO_4 là acid trung bình.

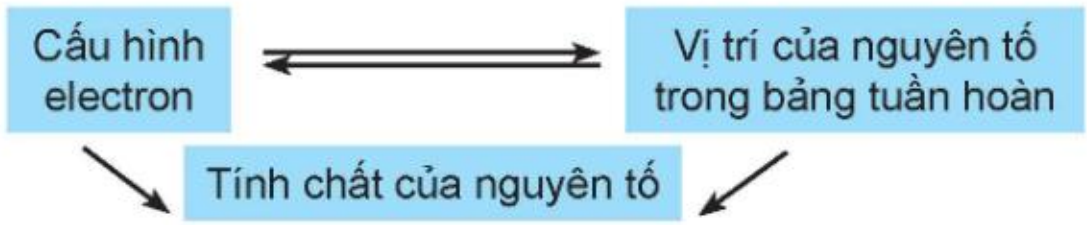
• Dựa vào định luật tuần hoàn, có thể so sánh tính chất của một nguyên tố với các nguyên tố xung quanh.

Ví dụ: So sánh tính phi kim của P (Z = 15) với N (Z = 7) và S (Z = 16).
Nguyên tố P và N cùng nhóm nên N có tính phi kim mạnh hơn P, P và S cùng chu kì nên P có tính phi kim yếu hơn S.

2. Nguyên tố magnesium thuộc ô số 12, chu kì 3, nhóm IIA của bảng tuần hoàn.
a) Viết cấu hình electron của magnesium, nêu một số tính chất cơ bản của đơn chất và oxide, hydroxide chứa magnesium.
b) So sánh tính kim loại của magnesium với các nguyên tố lân cận trong bảng tuần hoàn.
3. Potassium (Z = 19) là nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu cho thực vật và con người.
a) Nêu vị trí của potassium trong bảng tuần hoàn.
b) Nêu một số tính chất cơ bản của đơn chất và hợp chất chứa potassium.

EM ĐÃ HỌC

• 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.
• Ý nghĩa của bảng tuần hoàn:



EM CÓ THỂ

Từ vị trí của nguyên tố trong bảng tuần hoàn, có thể:
• Viết được cấu hình electron của nguyên tử và ngược lại.
• Dự đoán được tính chất (tính kim loại, tính phi kim) của nguyên tố đó.
• Viết được công thức oxide, hydroxide và nêu tính acid, base tương ứng.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

BÀI 9

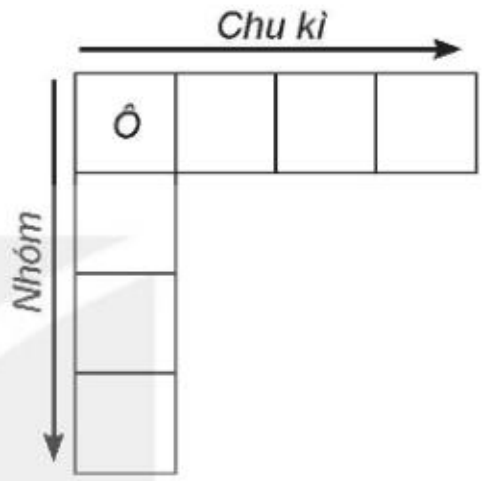
ÔN TẬP CHƯƠNG 2

I HỆ THỐNG HOÁ KIẾN THỨC

1. Cấu tạo bảng tuần hoàn

a) Điền các cụm từ "số lớp electron" ; "điện tích hạt nhân" và "số electron hoá trị" vào chỗ trống thích hợp trong các mệnh đề sau theo đúng các nguyên tắc sắp xếp các nguyên tố trong bảng tuần hoàn.

- ……?…… tăng dần.
- Cùng ……?…… ⇒ cùng chu kì (hàng).
- Cùng ……?…… ⇒ cùng nhóm (cột).

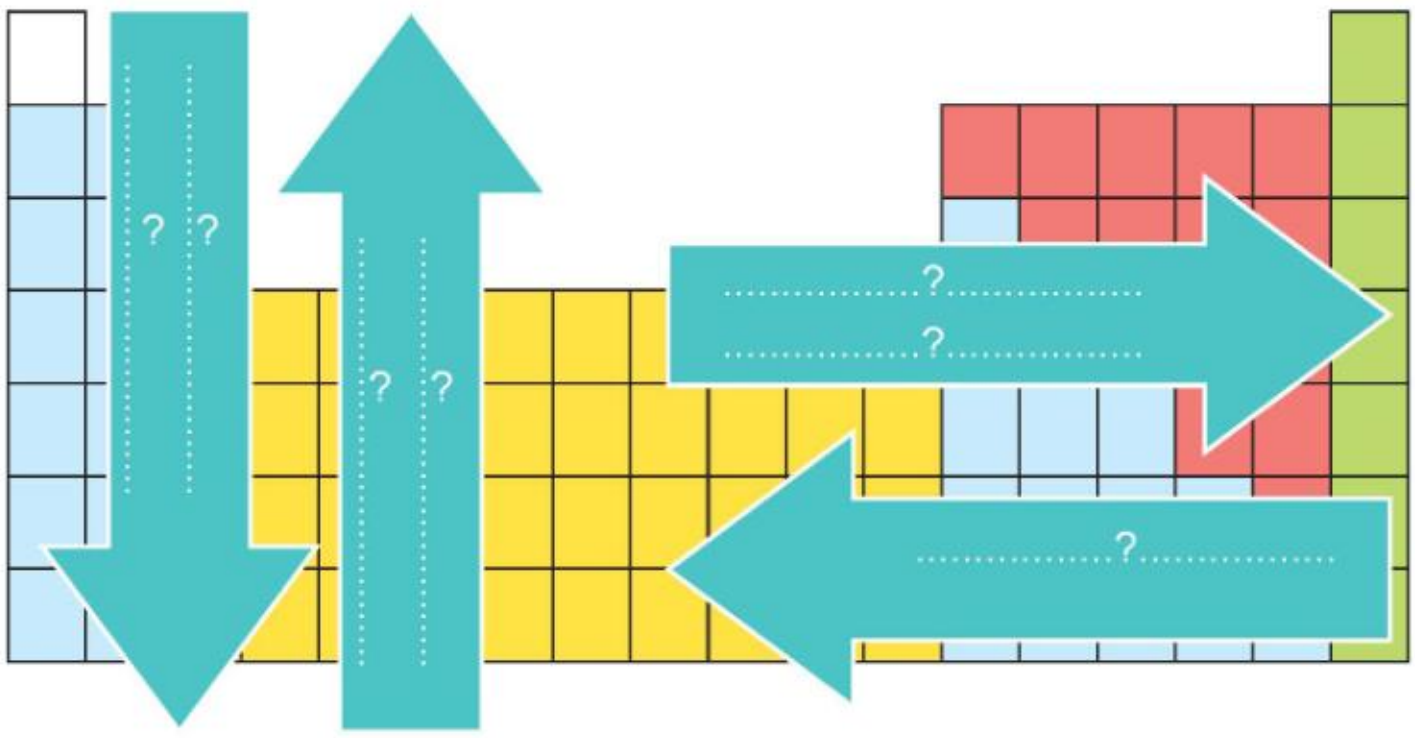


b) Trong bảng tuần hoàn (đến năm 2016) có bao nhiêu nguyên tố, bao nhiêu chu kì, bao nhiêu nhóm?

2. Xu hướng biến đổi trong bảng tuần hoàn

Điền các đại lượng và tính chất dưới đây vào bên trong các mũi tên (theo chiều tăng dần) để thấy xu hướng biến đổi của các đại lượng và tính chất đó.

- Bán kính nguyên tử
- Giá trị độ âm điện
- Tính kim loại
- Tính phi kim
- Tính acid – base của các oxide và hydroxide



KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

3. Bảng tuần hoàn và cấu tạo nguyên tử

Điền các cụm từ "số proton"; "số lớp electron"; "số Z"; "số thứ tự nhóm A"; "số electron"; "số thứ tự chu kì"; "số hiệu nguyên tử"; "số electron lớp ngoài cùng" thích hợp thay cho các số sau đây để cho thấy ý nghĩa của bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học.

.....(1)..... = ...(2)..... = ...(3)..... = ...(4).....

.....(5)..... = ...(6).....

.....(7)..... = ...(8).....

4. Định luật tuần hoàn

Chọn từ hoặc cụm từ thích hợp để hoàn thành nội dung của định luật tuần hoàn:

Tính chất của các ...?... và đơn chất cũng như thành phần và ...?... của các hợp chất tạo nên từ các nguyên tố đó biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng của ...?... nguyên tử.

LUYỆN TẬP

Câu 1. Cho vị trí của các nguyên tố E, T, Q, X, Y trong bảng tuần hoàn rút gọn (chỉ biểu diễn các nguyên tố nhóm A) như sau:

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
Y	E		X			T	
						Q	

Có các nhận xét sau:

(1) Thứ tự giảm dần tính kim loại là Y, E, X.

(2) Thứ tự tăng dần độ âm điện là Y, X, T.

(3) Thứ tự tăng dần tính phi kim là T, Q.

(4) Thứ tự giảm dần bán kính nguyên tử là Y, E, X, T.

Số nhận xét đúng là

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

Câu 2. Sulfur (S) là nguyên tố thuộc nhóm VIA, chu kì 3 của bảng tuần hoàn. Trong các phát biểu sau:

(1) Nguyên tử S có 3 lớp electron và có 10 electron p.

(2) Nguyên tử S có 5 electron hoá trị và 6 electron s.

(3) Công thức oxide cao nhất của S có dạng SO_3 và là acidic oxide.

(4) Nguyên tố S có tính phi kim mạnh hơn so với nguyên tố có số hiệu nguyên tử là 8.

(5) Hydroxide cao nhất của S có dạng H_2SO_4 và có tính acid.

Số phát biểu đúng là

A. 2. B. 3. C. 4. D. 5.

Câu 3. X và Y là hai nguyên tố thuộc nhóm A, trong cùng một chu kì của bảng tuần hoàn. Oxide cao nhất của X và Y có dạng là XO và YO_3. Trong các phát biểu sau:

(1) X và Y thuộc 2 nhóm A kế tiếp nhau.

(2) X là kim loại, Y là phi kim.

(3) XO là basic oxide và YO_3 là acidic oxide.

(4) Hydroxide cao nhất của Y có dạng $Y(OH)_6$ và có tính base.

Số phát biểu đúng là

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

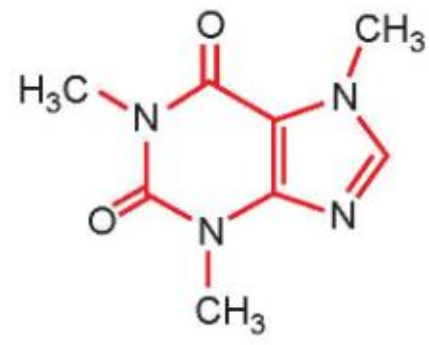
Câu 4. Borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$), còn gọi là hàn the, là khoáng chất dạng tinh thể. Nhờ có khả năng hoà tan oxide của kim loại, borax được dùng để làm sạch bề mặt kim loại trước khi hàn, chế tạo thuỷ tinh quang học, men đồ sứ,... Một lượng lớn borax được dùng để sản xuất bột giặt.

a) Nêu vị trí trong bảng tuần hoàn của mỗi nguyên tố có trong thành phần của borax và viết cấu hình electron của nguyên tử các nguyên tố đó.

b) Sắp xếp các nguyên tố trên (trừ H) theo chiều bán kính nguyên tử tăng dần và giải thích.

c) Sắp xếp các nguyên tố trên (trừ H) theo chiều độ âm điện giảm dần và giải thích.

Câu 5. Công thức cấu tạo của phân tử cafein, một chất gây đắng tìm thấy nhiều trong cafe và trà được biểu diễn ở hình bên.



a) Nêu vị trí của các nguyên tố tạo nên cafein trong bảng tuần hoàn.

b) So sánh tính phi kim, bán kính nguyên tử và độ âm điện của các nguyên tố đó (trừ H) và giải thích.

Câu 6. Một loại hợp kim nhẹ, bền được sử dụng rộng rãi trong kĩ thuật hàng không chứa hai nguyên tố A, B đứng kế tiếp nhau trong cùng một chu kì của bảng tuần hoàn và có tổng số đơn vị điện tích hạt nhân là 25.

a) Viết cấu hình electron, từ đó xác định vị trí của hai nguyên tố A và B trong bảng tuần hoàn.

b) So sánh tính chất hoá học của A với B và giải thích.

CHƯƠNG

3 LIÊN KẾT HOÁ HỌC



Chuỗi xoắn kép DNA được tạo thành từ rất nhiều liên kết cộng hoá trị và liên kết hydrogen.

Các chất, dù là đơn chất hay hợp chất, thường tồn tại dưới dạng phân tử hoặc tinh thể. Phân tử do các nguyên tử kết hợp với nhau bằng liên kết hoá học: liên kết cộng hoá trị, liên kết ion. Giữa các phân tử còn có tương tác khác yếu hơn, như liên kết hydrogen, tương tác van der Waals.

- Quy tắc octet
- Liên kết ion
- Liên kết cộng hoá trị
- Liên kết hydrogen và tương tác van der Waals
- Ôn tập

BÀI 10

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 các nguyên tử kết hợp với nhau tạo thành phân tử theo một tỉ lệ xác định, yếu tố nào quyết định tỉ lệ số nguyên tử của mỗi nguyên tố trong phân tử đó?

I KHÁI NIỆM LIÊN KẾT HOÁ HỌC

Theo thuyết cấu tạo hoá học, sự liên kết giữa các nguyên tử tạo thành phân tử hay tinh thể được giải thích bằng sự giảm năng lượng khi các nguyên tử kết hợp lại với nhau. Khi tạo liên kết hoá học thì nguyên tử có xu hướng đạt tới cấu hình electron bền vững của khí hiếm.

Liên kết hoá học là sự kết hợp giữa các nguyên tử tạo thành phân tử hay tinh thể bền vững hơn.

Trong các phản ứng hoá học, chỉ có các electron thuộc lớp ngoài cùng và phân lớp sát lớp ngoài cùng tham gia vào quá trình tạo thành liên kết (electron hoá trị).

Các electron hoá trị của nguyên tử một nguyên tố được quy ước biểu diễn bằng các dấu chấm đặt xung quanh kí hiệu nguyên tố.

***Bảng 10.1.** Biểu diễn electron hoá trị của một số nguyên tử*

Nhóm	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
Số electron hoá trị	1	2	3	4	5	6	7	8
Biểu diễn nguyên tử với electron hoá trị	H•							He:
	Li•	Be:	•B:	•C•	•N•	:O:	:F:	:Ne:
	Na•	Mg:	•Al:	•Si•	•P•	:S:	:Cl:	:Ar:

1. Khi nguyên tử fluorine nhận thêm 1 electron thì ion tạo thành có cấu hình electron của nguyên tử nguyên tố nào?
2. Để giảm năng lượng, các nguyên tử kết hợp lại thành phân tử theo xu hướng nào?

II QUY TẮC OCTET

Khi hình thành liên kết hoá học, các nguyên tử có xu hướng nhường, nhận hoặc góp chung electron để đạt tới cấu hình electron bền vững của nguyên tử khí hiếm. Vì các khí hiếm (trừ helium) đều có 8 electron lớp ngoài cùng nên quy tắc này được gọi là quy tắc octet.

Khi hình thành liên kết hoá học trong phân tử Cl_2, nguyên tử chlorine có 7 electron hoá trị, mỗi nguyên tử chlorine cần thêm 1 electron để đạt cấu hình electron bão hoà theo quy tắc octet nên mỗi nguyên tử chlorine góp chung 1 electron.

Phân tử Cl_2 được biểu diễn :Cl:Cl:. Xung quanh mỗi nguyên tử chlorine đều có 8 electron.

Khi hình thành liên kết hoá học trong phân tử H_2O, nguyên tử hydrogen có 1 electron hoá trị, nguyên tử oxygen có 6 electron hoá trị, mỗi nguyên tử hydrogen cần thêm 1 electron và nguyên tử oxygen cần thêm 2 electron để đạt cấu hình electron bão hoà theo quy tắc octet.

Phân tử H_2O được biểu diễn H :O: H. Xung quanh nguyên tử oxygen có 8 electron.

Khi hình thành liên kết hoá học trong phân tử NaF, nguyên tử Na có 1 electron hoá trị, nguyên tử F có 7 electron hoá trị, nguyên tử Na nhường 1 electron hoá trị tạo thành hạt mang điện tích dương, nguyên tử F nhận 1 electron tạo thành hạt mang điện tích âm. Các hạt này đều đạt cấu hình electron bão hoà theo quy tắc octet và có điện tích trái dấu nên hút nhau.

EM CÓ BIẾT

Quy tắc octet chỉ đúng cho sự tạo thành liên kết hoá học giữa các nguyên tử của các nguyên tố thuộc chu kì 2 của bảng tuần hoàn và một số nguyên tử của các nguyên tố có tính kim loại, phi kim điển hình. Ngoài ra có các ngoại lệ.

Ví dụ: Trong phân tử PCl_5, lớp ngoài cùng của P có 10 electron.



3. Vận dụng quy tắc octet để giải thích sự hình thành liên kết trong các phân tử: F_2, CCl_4 và NF_3.
4. Phosphine là hợp chất hoá học giữa phosphorus với hydrogen, có công thức hoá học là PH_3. Đây là chất khí không màu, có mùi tỏi, rất độc, không bền. Phosphine sinh ra khi phân huỷ xác động, thực vật và thường lẫn một lượng nhỏ diphosphine (P_2H_4) nên nó có thể tự cháy trong không khí ở điều kiện thường và tạo thành khối phát sáng bay lơ lửng (hiện tượng "ma trơi").

   Vận dụng quy tắc octet để giải thích sự tạo thành liên kết hoá học trong phosphine.

EM ĐÃ HỌC

- Liên kết hoá học là sự kết hợp giữa các nguyên tử tạo thành phân tử hay tinh thể bền vững hơn.
- Quy tắc octet: Khi hình thành liên kết hoá học, các nguyên tử có xu hướng nhường, nhận hoặc góp chung electron để đạt tới cấu hình electron bền vững của nguyên tử khí hiếm.

EM CÓ THỂ

Vận dụng quy tắc octet để giải thích sự hình thành liên kết hoá học trong một số phân tử của các nguyên tử nguyên tố nhóm A.

BÀI 11

LIÊN KẾT ION

MỤC TIÊU:

- Trình bày được khái niệm và 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 được mô hình tinh thể NaCl (theo mô hình có sẵn).

Hợp chất NaCl nóng chảy ở nhiệt độ cao và có khả năng dẫn điện khi nóng chảy hoặc khi hoà tan trong dung dịch. Yếu tố nào trong phân tử NaCl gây ra các tính chất trên?

I SỰ TẠO THÀNH ION

Kim loại điển hình (ví dụ: sodium) phản ứng rất mạnh với phi kim điển hình (ví dụ: chlorine) tạo ra hợp chất ion. Khi đó, nguyên tử kim loại nhường electron để tạo thành ion mang điện tích dương (cation) còn nguyên tử phi kim nhận electron để trở thành ion mang điện tích âm (anion). Có thể mô tả quá trình tạo thành ion như sau:

$$Na \xrightarrow{\text{nhường e}} Na^+$$
$$1s^22s^22p^63s^1 \qquad 1s^22s^22p^6$$
Nguyên tử sodium — *Cation sodium*

$$Cl \xrightarrow{\text{nhận e}} Cl^-$$
$$1s^22s^22p^63s^23p^5 \qquad 1s^22s^22p^63s^23p^6$$
Nguyên tử chlorine — *Anion chloride*

Sự tạo thành ion dương (cation) — *Sự tạo thành ion âm (anion)*

Số đơn vị điện tích của ion dương (cation) bằng số electron mà nguyên tử đã nhường.

Ví dụ: $Na \longrightarrow Na^+ + 1e$ $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e$ $Al \longrightarrow Al^{3+} + 3e$

Tên gọi: *cation sodium* *cation magnesium* *cation aluminium*

Số đơn vị điện tích của ion âm (anion) bằng số electron mà nguyên tử đã nhận.

Ví dụ: $Cl + 1e \longrightarrow Cl^-$ $F + 1e \longrightarrow F^-$ $S + 2e \longrightarrow S^{2-}$

Tên gọi: *anion chloride* *anion fluoride* *anion sulfide*

Các ion thường có cấu hình electron bền vững của nguyên tử khí hiếm gần nhất với nguyên tố tạo thành ion đó trong bảng tuần hoàn.

EM CÓ BIẾT

Ngoài các ion được tạo thành từ một nguyên tử (ion đơn nguyên tử) như Na^+, Mg^{2+}, Cl^-,... còn có các ion tạo thành từ hai hay nhiều nguyên tử (ion đa nguyên tử), ví dụ: NH_4^+, OH^-, NO_3^-, HCO_3^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-},...

1. Hoàn thành các sơ đồ tạo thành ion sau:

   a) $Li \rightarrow Li^+ + ?$ b) $Be \rightarrow ? + 2e$ c) $Br + ? \rightarrow Br^-$ d) $O + 2e \rightarrow ?$

2. Viết cấu hình electron của các ion: K^+, Mg^{2+}, F^-, S^{2-}. Mỗi cấu hình đó giống với cấu hình electron của nguyên tử khí hiếm nào?

3. Vì sao một ion O^{2-} kết hợp được với hai ion Li^+?

II SỰ TẠO THÀNH LIÊN KẾT ION

- Sodium chloride: Khi kim loại sodium kết hợp với phi kim chlorine, tạo thành các ion Na^+ và Cl^-, các ion này mang điện trái dấu sẽ hút nhau tạo thành liên kết ion.

Có thể biểu diễn sự tạo thành liên kết ion trong phân tử NaCl như sau:

$$Na\ (1s^2 2s^2 2p^6 3s^1) + Cl\ (1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5) \longrightarrow Na^+\ (1s^2 2s^2 2p^6) + Cl^-\ (1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6)$$

Hoặc



$$Na^+ + Cl^- \longrightarrow NaCl$$

- Calcium chloride: Khi kim loại calcium kết hợp với phi kim chlorine, tạo thành các ion Ca^{2+} và Cl^-. Các ion này mang điện trái dấu sẽ hút nhau tạo thành liên kết ion.

Có thể biểu diễn sự tạo thành liên kết ion trong phân tử $CaCl_2$ như sau:



$$Cl^- + Ca^{2+} + Cl^- \longrightarrow CaCl_2$$

Lực hút tĩnh điện giữa các ion mang điện trái dấu trong phân tử (hay tinh thể) tạo ra liên kết ion. Liên kết ion thường được hình thành giữa kim loại điển hình và phi kim điển hình. Các hợp chất tạo nên từ các ion được gọi là những hợp chất ion.

4. Cho các ion: Na^+, Mg^{2+}, O^{2-}, Cl^-. Những ion nào có thể kết hợp với nhau tạo thành liên kết ion?

5. Mô tả sự tạo thành liên kết ion trong:

   a) Calcium oxide.

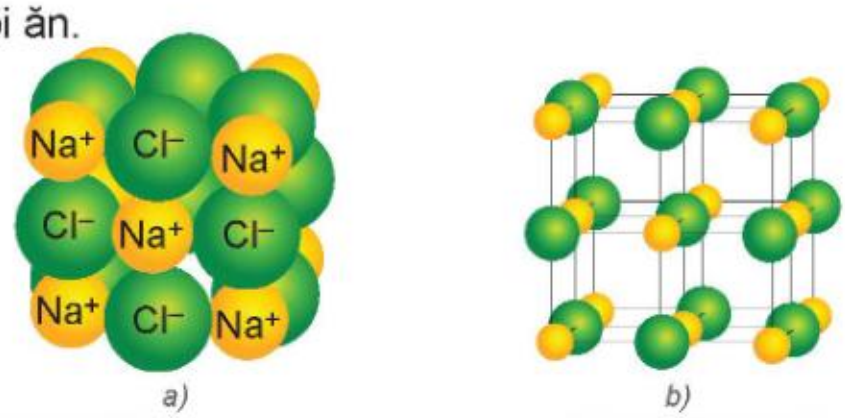
   b) Magnesium chloride.

III TINH THỂ ION

1. Cấu trúc của tinh thể ion

Các ion được sắp xếp theo một trật tự nhất định trong không gian theo kiểu mạng lưới, trong đó ở các nút của mạng lưới là những ion dương và ion âm được sắp xếp luân phiên, liên kết chặt chẽ với nhau do sự cân bằng giữa lực hút (các ion trái dấu hút nhau) và lực đẩy (các ion cùng dấu đẩy nhau), tạo thành mạng tinh thể ion.

Ví dụ: xét tinh thể muối ăn.



a) b)

Hình 11.1. *Sự sắp xếp của các ion trong tinh thể sodium chloride:*

a) Mô hình đặc b) Mô hình rỗng

Trong tinh thể sodium chloride, mỗi ion sodium được bao quanh bởi 6 ion chloride gần nhất và mỗi ion chloride cũng được bao quanh bởi 6 ion sodium gần nhất.

Trong tinh thể ion, số ion cùng dấu bao quanh một ion trái dấu phụ thuộc vào kiểu mạng lưới tinh thể, số điện tích và kích thước của ion.

Do lực hút giữa các cation và anion không có tính bão hoà và tính định hướng nên chúng có xu hướng hút lẫn nhau, tạo ra mạng lưới các ion trong không gian ba chiều.

Lắp ráp mô hình tinh thể NaCl

Chuẩn bị: bộ mô hình tinh thể NaCl.

Tiến hành:

– Chọn hình cầu có màu sắc khác nhau đại diện cho ion Na^+ và ion Cl^-.

– Lắp các hình cầu và que nối theo mẫu (Hình 11.1b).

Quan sát mô hình và xác định số ion gần nhất bao quanh một ion trái dấu ở giữa mô hình.

2. Độ bền và tính chất của hợp chất ion

Trong tinh thể ion, giữa các ion có lực hút tĩnh điện rất mạnh nên các hợp chất ion thường là chất rắn, khó nóng chảy, khó bay hơi ở điều kiện thường. Ví dụ: Nhiệt độ nóng chảy của MgO là 2 852 °C.

Do lực hút tĩnh điện rất mạnh giữa các ion nên các tinh thể ion khá rắn chắc, nhưng khá giòn. Đây là tính chất đặc trưng của tinh thể ion.

Ví dụ: Tinh thể muối ăn ở dạng rắn, cứng, nhưng khi tác dụng một lực mạnh thì bị vỡ vụn.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Các hợp chất ion thường tan nhiều trong nước. Khi tan trong nước, các ion bị tách khỏi mạng lưới tinh thể, chuyển động khá tự do và là tác nhân dẫn điện.

Ở trạng thái rắn, các ion không di chuyển tự do được nên hợp chất ion không dẫn điện. Tuy nhiên, ở trạng thái nóng chảy, các ion có thể chuyển động khá tự do nên hợp chất ion dẫn điện.



Hình 11.2. *Potassium hydroxide là hợp chất ion được dùng làm chất dẫn điện trong pin alkaline (pin kiềm)*

Thử tính dẫn điện của hợp chất

Chuẩn bị: muối ăn dạng hạt, dung dịch muối ăn bão hoà, dung dịch nước đường, dụng cụ thử tính dẫn điện, cốc thuỷ tinh.

Tiến hành: Sử dụng dụng cụ thử tính dẫn điện như Hình 11.3, lần lượt cho chân kim loại của dụng cụ thử tính dẫn điện tiếp xúc với:

– Dung dịch nước đường.

– Muối ăn khan.

– Dung dịch muối ăn bão hoà.

Nếu đèn sáng thì chất dẫn điện, nếu đèn không sáng thì chất không dẫn điện.

Quan sát hiện tượng và cho biết trường hợp nào dẫn điện, trường hợp nào không dẫn điện. Giải thích.



Hình 11.3. *Dụng cụ thử tính dẫn điện*

6. a) Vì sao muối ăn có nhiệt độ nóng chảy cao (801 °C)?
   b) Hợp chất ion dẫn điện trong trường hợp nào? Vì sao?

EM ĐÃ HỌC

- Nguyên tử nhường electron tạo thành cation hoặc nhận electron tạo thành anion.
- Liên kết ion trong phân tử hay tinh thể được tạo thành nhờ lực hút tĩnh điện của các ion mang điện tích trái dấu. Liên kết ion thường tạo thành từ các nguyên tử kim loại điển hình và phi kim điển hình, phân tử thu được là hợp chất ion.
- Cấu trúc của mạng tinh thể ion: các ion được sắp xếp theo trật tự nhất định trong không gian theo kiểu mạng lưới (ở các nút mạng là các ion dương và ion âm xếp luân phiên liên kết chặt chẽ với nhau do cân bằng lực hút và lực đẩy).
- Các hợp chất ion thường là chất rắn có nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi cao, có khả năng dẫn điện khi tan trong nước hay khi nóng chảy.

EM CÓ THỂ

Giải thích được một số tính chất đặc trưng của hợp chất ion và một số ứng dụng phổ biến của chúng trong đời sống.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

BÀI 12

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 (liên kết cộng hoá trị không phân cực, phân cực, liên kết ion) 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 ráp được mô hình một số phân tử có liên kết cộng hoá trị.

Nguyên tử hydrogen và chlorine dễ dàng kết hợp để tạo thành phân tử hydrogen chloride (HCl), liên kết trong trường hợp này có gì khác so với liên kết ion trong phân tử sodium chloride (NaCl)?

I SỰ TẠO THÀNH LIÊN KẾT CỘNG HOÁ TRỊ

Nguyên tử phi kim có lớp electron hoá trị gần bão hoà và có xu hướng nhận thêm electron để đạt cấu hình electron bền vững của nguyên tử khí hiếm. Khi hai nguyên tử phi kim kết hợp với nhau tạo thành phân tử, chúng sẽ góp một hoặc nhiều electron để tạo thành các cặp electron dùng chung. Các cặp electron dùng chung được tính cho cả hai nguyên tử trong phân tử nên mỗi nguyên tử đều đạt được cấu hình bền vững theo quy tắc octet. Cặp electron dùng chung tạo ra liên kết cộng hoá trị giữa hai nguyên tử.

Cặp electron dùng chung giữa hai nguyên tử có thể được tạo thành theo hai kiểu khác nhau:

- Mỗi nguyên tử góp một hay nhiều electron để tạo thành các cặp electron dùng chung:

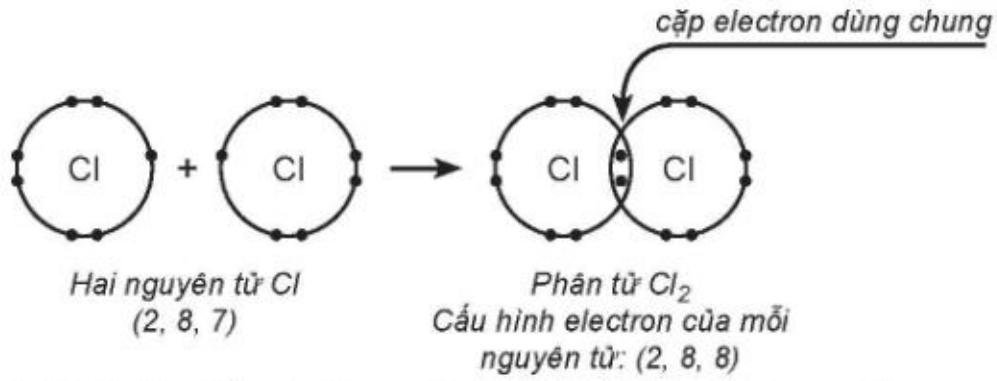
  Ví dụ: $A\bullet + \bullet B \rightarrow A:B$ hoặc A – B (liên kết A – B là liên kết cộng hoá trị).

- Cặp electron dùng chung chỉ do một nguyên tử đóng góp, liên kết giữa hai nguyên tử là liên kết cộng hoá trị kiểu cho – nhận.

  Ví dụ: Khi cặp electron dùng chung chỉ do nguyên tử B đóng góp, nguyên tử B là nguyên tử cho electron, nguyên tử A là nguyên tử nhận electron. Kí hiệu $B \rightarrow A$.

1. Sự tạo thành phân tử có liên kết đơn

- Phân tử chlorine: Mỗi nguyên tử chlorine có 7 electron hoá trị, hai nguyên tử chlorine liên kết với nhau bằng cách mỗi nguyên tử chlorine góp 1 electron, tạo thành một cặp electron dùng chung. Khi đó, trong phân tử Cl_2, mỗi nguyên tử đều có 8 electron ở lớp ngoài cùng, thoả mãn quy tắc octet:



Hình 12.1. *Sơ đồ mô tả sự dùng chung cặp electron giữa hai nguyên tử chlorine, tạo thành phân tử chlorine*

Từ công thức electron, thay một cặp electron dùng chung bằng một gạch nối thì thu được công thức Lewis (Li-uýt).

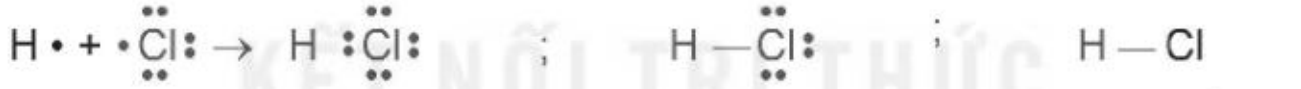
Có thể biểu diễn bằng sơ đồ:



Hình 12.2. *Sơ đồ sự tạo thành phân tử chlorine*

Giữa hai nguyên tử chlorine có một cặp electron dùng chung (biểu diễn bằng một gạch nối), đó là liên kết đơn.

- Phân tử hydrogen chloride: Nguyên tử hydrogen liên kết với nguyên tử chlorine bằng cách mỗi nguyên tử góp 1 electron tạo thành 1 cặp electron dùng chung trong phân tử HCl. Khi đó nguyên tử hydrogen có 2 electron (cấu hình electron bền vững của nguyên tử khí hiếm He) và nguyên tử chlorine có 8 electron ở lớp ngoài cùng, thoả mãn quy tắc octet.

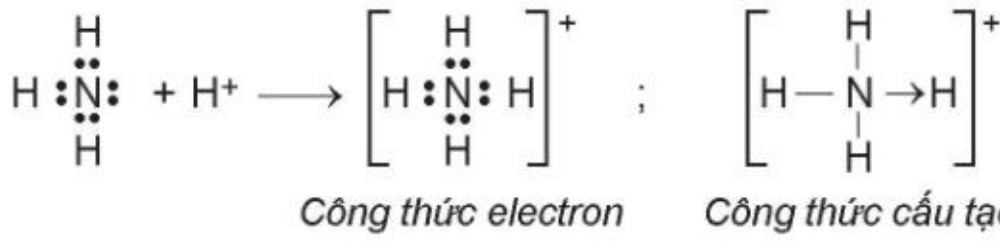


Hình 12.3. *Sơ đồ sự tạo thành phân tử hydrogen chloride*

Giữa hai nguyên tử hydrogen và chlorine có một cặp electron dùng chung (biểu diễn bằng một gạch nối), đó là liên kết đơn.

- Phân tử hợp chất có liên kết cho – nhận:

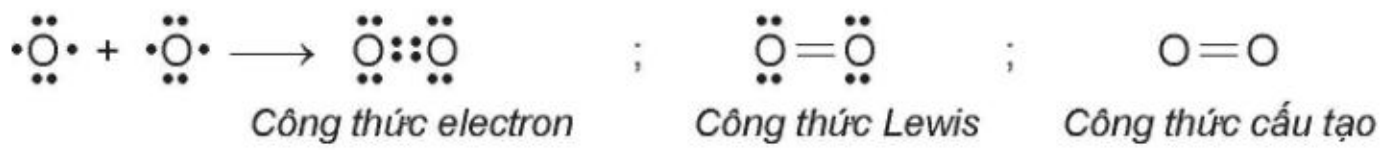
Trong phân tử NH_3, nguyên tử nitrogen có cặp electron chưa liên kết. Ion H^+ có orbital trống, không có electron. Khi phân tử NH_3 kết hợp với ion H^+, nguyên tử nitrogen đóng góp cặp electron chưa liên kết để tạo liên kết với ion H^+ tạo thành NH_4^+. Khi đó, liên kết cho – nhận được hình thành, nguyên tử nitrogen là nguyên tử cho, ion H^+ là nguyên tử nhận. Trong ion NH_4^+, bốn liên kết N–H hoàn toàn tương đương nhau.



Hình 12.4. *Sơ đồ sự tạo thành ion NH_4^+*

2. Sự tạo thành phân tử có liên kết đôi

- Phân tử oxygen: Mỗi nguyên tử oxygen có 6 electron hoá trị, hai nguyên tử oxygen liên kết với nhau bằng cách mỗi nguyên tử đóng góp 2 electron, tạo thành 2 cặp electron dùng chung. Trong phân tử O_2, mỗi nguyên tử oxygen đều có 8 electron ở lớp ngoài cùng, thoả mãn quy tắc octet.



Hình 12.5. *Sơ đồ sự tạo thành phân tử oxygen*

Giữa hai nguyên tử oxygen có hai cặp electron dùng chung (biểu diễn bằng hai gạch nối), đó là liên kết đôi.

- Phân tử carbon dioxide: Nguyên tử carbon có 4 electron hoá trị, nguyên tử oxygen có 6 electron hoá trị. Hai nguyên tử oxygen liên kết với một nguyên tử carbon bằng cách mỗi nguyên tử oxygen đóng góp 2 electron và nguyên tử carbon đóng góp 4 electron tạo thành bốn cặp electron dùng chung. Khi đó, trong phân tử CO_2, mỗi nguyên tử đều có 8 electron ở lớp ngoài cùng, thoả mãn quy tắc octet.



Hình 12.6. *Sơ đồ sự tạo thành phân tử carbon dioxide*

Giữa nguyên tử C và nguyên tử O có 2 cặp electron dùng chung (biểu diễn bằng hai gạch nối), đó là liên kết đôi. Phân tử CO_2 có hai liên kết đôi.

3. Sự tạo thành phân tử có liên kết ba

Phân tử nitrogen: Nguyên tử nitrogen có 5 electron hoá trị, hai nguyên tử nitrogen liên kết với nhau bằng cách mỗi nguyên tử nitrogen đóng góp 3 electron, tạo thành ba cặp electron dùng chung. Khi đó, trong phân tử N_2, mỗi nguyên tử đều có 8 electron ở lớp ngoài cùng, thoả mãn quy tắc octet.



Hình 12.7. *Sơ đồ sự tạo thành phân tử nitrogen*

Giữa hai nguyên tử nitrogen có ba cặp electron dùng chung (biểu diễn bằng ba gạch nối), đó là liên kết ba.

Liên kết tạo thành trong các phân tử Cl_2, HCl, O_2, CO_2, N_2,... là liên kết cộng hoá trị.

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

Liên kết trong các phân tử Cl_2, O_2, N_2,... có cặp electron dùng chung không bị hút lệch về phía nguyên tử nào được gọi là liên kết cộng hoá trị không phân cực. Liên kết trong phân tử HCl có cặp electron dùng chung lệch về phía nguyên tử có độ âm điện lớn hơn (Cl) được gọi là liên kết cộng hoá trị phân cực.

Lắp ráp mô hình một số phân tử

Chuẩn bị: Bộ lắp ráp mô hình các phân tử CH_4, C_2H_4, C_2H_2, C_2H_5OH, CH_3COOH.

Tiến hành:

– Chọn hình cầu có màu sắc khác nhau đại diện cho nguyên tử C, O, H.

– Lắp các hình cầu và que nối theo mẫu (Hình 12.8).



Methane (CH_4)



Ethene (C_2H_4)



Ethyne (C_2H_2)



Ethanol (C_2H_5OH)



Ethanoic acid (CH_3COOH)

Hình 12.8. *Mô hình một số phân tử có liên kết cộng hoá trị*

Quan sát mô hình và cho biết số liên kết đơn, liên kết đôi, liên kết ba trong mỗi phân tử.

1. Viết công thức electron, công thức cấu tạo và công thức Lewis của các phân tử:

a) Bromine (Br_2).

b) Hydrogen sulfide (H_2S).

c) Methane (CH_4).

d) Ammonia (NH_3).

e) Ethene (C_2H_4).

g) Ethyne (C_2H_2).

II ĐỘ ÂM ĐIỆN VÀ LIÊN KẾT HOÁ HỌC

Độ âm điện đặc trưng cho khả năng hút electron của nguyên tử khi hình thành liên kết hoá học. Dựa vào sự khác nhau về độ âm điện giữa các nguyên tử tham gia liên kết, có thể dự đoán được loại liên kết giữa hai nguyên tử đó(*) (Bảng 12.1):

Bảng 12.1. *Mối quan hệ giữa hiệu độ âm điện với liên kết hoá học*

Trạng thái của cặp electron liên kết	Hiệu độ âm điện ($\Delta\chi$)	Đặc điểm liên kết	Loại liên kết
Cặp electron liên kết không bị hút lệch về phía nguyên tử nào.	$0 \le \lvert\Delta\chi\rvert < 0,4$	Liên kết không bị phân cực	Cộng hoá trị không phân cực
Cặp electron liên kết bị hút lệch về phía nguyên tử có độ âm điện lớn hơn.	$0,4 \le \lvert\Delta\chi\rvert < 1,7$	Liên kết bị phân cực	Cộng hoá trị phân cực
Cặp electron liên kết chuyển hẳn đến nguyên tử nhận electron tạo thành ion âm và nguyên tử nhường electron tạo thành ion dương.	$\lvert\Delta\chi\rvert \ge 1,7$	Liên kết bị phân cực mạnh	Ion

Ví dụ:

- Trong phân tử HCl, hiệu độ âm điện của Cl và H: 3,16 – 2,20 = 0,96. Vì vậy, liên kết giữa H và Cl là liên kết cộng hoá trị phân cực.
- Trong phân tử CO_2, hiệu độ âm điện của O và C: 3,44 – 2,55 = 0,89. Vì vậy, liên kết giữa C và O là liên kết cộng hoá trị phân cực. Tuy nhiên, do phân tử CO_2 có cấu tạo thẳng nên độ phân cực của hai liên kết đôi (C=O) triệt tiêu nhau, dẫn đến toàn bộ phân tử không bị phân cực.
- Trong phân tử NaCl, hiệu độ âm điện của Cl và Na: 3,16 – 0,93 = 2,23. Vì vậy, liên kết giữa Na và Cl là liên kết ion.

Liên kết cộng hoá trị phân cực có thể được coi là dạng trung gian giữa liên kết cộng hoá trị không phân cực và liên kết ion.

2. Dựa vào giá trị độ âm điện trong Bảng 6.2, dự đoán loại liên kết (liên kết cộng hoá trị phân cực, liên kết cộng hoá trị không phân cực, liên kết ion) trong các phân tử: $MgCl_2$, $AlCl_3$, HBr, O_2, H_2, NH_3.

(*) *Trừ một số trường hợp ngoại lệ như: HF, MnI_2,...*

EM CÓ BIẾT

Tính chất của các chất có liên kết cộng hoá trị

Tương tác giữa các phân tử có liên kết cộng hoá trị yếu hơn nhiều so với các phân tử có liên kết ion.

Trạng thái: Các chất có liên kết cộng hoá trị có thể tồn tại ở các trạng thái rắn, lỏng và khí.

– Khí: hydrogen, fluorine, carbon dioxide, chlorine,...

– Lỏng: bromine, nước, alcohol,...

– Rắn: sulfur, iodine, đường glucose, sucrose,...

Tính tan: Nói chung, các chất có liên kết cộng hoá trị phân cực như ethanol, đường,... tan nhiều trong nước,... Các chất có liên kết cộng hoá trị không phân cực như iodine, hydrocarbon ít tan trong nước, tan trong benzene, carbon tetrachloride,...

Nhiệt độ nóng chảy: Hợp chất cộng hoá trị không có lực hút tĩnh điện mạnh như hợp chất ion nên chúng có nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi thấp.

Khả năng dẫn điện: Nói chung, các chất có liên kết cộng hoá trị không phân cực không dẫn điện ở mọi trạng thái.

III MÔ TẢ LIÊN KẾT CỘNG HOÁ TRỊ BẰNG SỰ XEN PHỦ CÁC ORBITAL NGUYÊN TỬ

1. Sự xen phủ các orbital nguyên tử tạo liên kết σ (sigma)

- Sự xen phủ s – s

Phân tử H_2 tạo thành từ 2 nguyên tử H ($1s^1$). Khi 2 nguyên tử H tiến lại gần nhau, hạt nhân của nguyên tử này hút đám mây electron của nguyên tử kia, hai orbital nguyên tử xen phủ vào nhau một phần. Vùng xen phủ có mật độ điện tích âm lớn, làm tăng lực hút của mỗi hạt nhân với vùng này và làm cân bằng lực đẩy giữa hai hạt nhân, để hai nguyên tử liên kết với nhau.

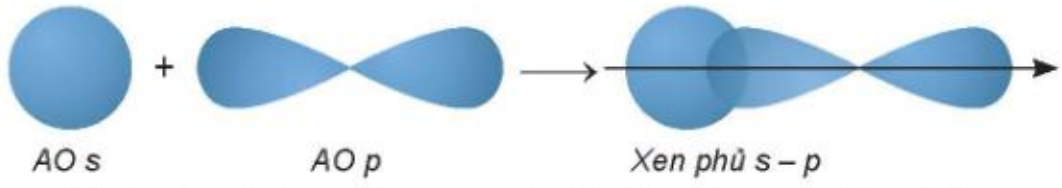


Hình 12.9. *Sơ đồ xen phủ orbital s và s, tạo liên kết σ*

Trong phân tử H_2, khoảng cách giữa tâm của hai hạt nhân nguyên tử H (độ dài liên kết H—H) là 74 pm, ngắn hơn tổng bán kính của hai nguyên tử H (106 pm). Phân tử H_2 bền hơn và có năng lượng thấp hơn tổng năng lượng của hai nguyên tử H riêng rẽ.

- Sự xen phủ s – p

Phân tử HF tạo thành khi orbital 1s của nguyên tử H ($1s^1$) xen phủ với orbital 2p của nguyên tử F ($2s^22p^5$) theo trục liên kết, tạo liên kết cộng hoá trị giữa H và F, vùng xen phủ càng lớn thì liên kết càng bền.



Hình 12.10. *Sơ đồ xen phủ orbital s và p, tạo liên kết σ*

- Sự xen phủ p – p.

Phân tử Cl_2 tạo thành khi hai orbital 3p của hai nguyên tử Cl ($3s^23p^5$) xen phủ theo trục liên kết của hai nguyên tử Cl.



Hình 12.11. *Sơ đồ xen phủ orbital p và p, tạo liên kết σ*

Trong các trường hợp xen phủ trên, để vùng xen phủ cực đại, các orbital sẽ xen phủ với nhau theo trục liên kết. Sự xen phủ như thế gọi là xen phủ trục, tạo ra liên kết σ. Các liên kết cộng hoá trị đơn đều là liên kết σ. Trong liên kết σ, mật độ xác suất tìm thấy electron lớn nhất dọc theo trục liên kết.

2. Sự xen phủ các orbital nguyên tử tạo liên kết π (pi)

Sự xen phủ, trong đó trục của các orbital tham gia liên kết song song với nhau và vuông góc với đường nối tâm của hai nguyên tử liên kết, được gọi là xen phủ bên. Sự xen phủ bên tạo ra liên kết π (pi) (Hình 12.12).



Hình 12.12. *Sơ đồ xen phủ orbital p và p, tạo liên kết π*

Ở những liên kết đôi và ba (như trong phân tử N_2, C_2H_4,...), ngoài liên kết σ còn có liên kết π.

Liên kết đôi gồm một liên kết σ và một liên kết π. Liên kết ba gồm một liên kết σ và hai liên kết π.

3. Sự hình thành liên kết σ và liên kết π khác nhau như thế nào?

4. Số liên kết σ và π có trong phân tử C_2H_4 lần lượt là

A. 4 và 0. B. 2 và 0. C. 1 và 1. D. 5 và 1.

IV NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT CỘNG HOÁ TRỊ

Năng lượng liên kết (E_b)(*) là năng lượng cần thiết để phá vỡ một liên kết hoá học trong phân tử ở thể khí thành các nguyên tử ở thể khí. Năng lượng liên kết thường có đơn vị là kJ/mol.

Ví dụ: Để phá vỡ 1 mol liên kết H—Cl thành các nguyên tử H và Cl (ở thể khí) theo phương trình:

$$HCl(g) \longrightarrow H(g) + Cl(g)$$

cần năng lượng là 432 kJ, nên năng lượng liên kết H—Cl là E_b = 432 kJ/mol.

(*) *E_b là năng lượng liên kết, chữ b viết tắt của từ tiếng Anh "bond", nghĩa là liên kết.*

Bảng 12.2. *Năng lượng liên kết trung bình của một số liên kết hoá học(*)*

Liên kết	E_b (kJ/mol)	Liên kết	E_b (kJ/mol)
F—F	159	C—C	346
Cl—Cl	243	C=C	612
Br—Br	193	C≡C	835
I—I	151	C—H	418
H—F	569	C=O	732
H—Cl	432	O=O	494
H—Br	366	N≡N	945
H—I	299	N—H	386
H—H	436	O—H	459

Năng lượng liên kết đặc trưng cho độ bền của liên kết. Năng lượng liên kết càng lớn thì liên kết càng bền và phân tử càng khó bị phân huỷ.

EM CÓ BIẾT

Dựa vào hiệu giữa năng lượng liên kết của các chất tham gia và tạo thành sau phản ứng, có thể biết được phản ứng nào toả nhiệt và phản ứng nào thu nhiệt, từ đó sử dụng biện pháp thích hợp để tận dụng nhiệt và sử dụng nhiệt phù hợp hoặc có thể tính được lượng nhiệt toả ra hay thu vào của phản ứng.

Ví dụ: Trong phản ứng đốt than, dầu, xăng, do năng lượng liên kết của sản phẩm cháy lớn hơn năng lượng liên kết của chất bị đốt nên phản ứng toả nhiệt. Ngược lại, trong phản ứng phân huỷ nước để điều chế hydrogen làm nhiên liệu, do năng lượng liên kết của chất ban đầu lớn hơn năng lượng liên kết của sản phẩm nên phản ứng thu nhiệt, phải cung cấp nhiệt để phản ứng xảy ra.

5. Năng lượng liên kết là gì? Năng lượng liên kết của phân tử Cl_2 là 243 kJ/mol cho biết điều gì?
6. Dựa vào giá trị năng lượng liên kết ở Bảng 12.2, hãy chọn phương án đúng khi so sánh độ bền liên kết giữa Cl_2, Br_2 và I_2.

   A. $I_2 > Br_2 > Cl_2$.

   B. $Br_2 > Cl_2 > I_2$.

   C. $Cl_2 > Br_2 > I_2$.

   D. $Cl_2 > I_2 > Br_2$.

(*) *Nguồn: Raymond E. Davis, Regina Frey, Mickey Sarquis, Jerry L.Sarquis. (2009). Modern Chemistry. Holt, Rinehart and Wiston.*

EM ĐÃ HỌC

- Cách viết công thức Lewis của một số chất đơn giản.
- Liên kết cộng hoá trị được tạo thành giữa hai nguyên tử bằng một hay nhiều cặp electron dùng chung.
- Sự xen phủ orbital theo trục liên kết tạo ra liên kết σ. Sự xen phủ bên của các orbital tạo ra liên kết π.
- Các liên kết cộng hoá trị đơn đều là liên kết σ, 1 liên kết đôi gồm 1 liên kết σ và 1 liên kết π, 1 liên kết ba gồm 1 liên kết σ và 2 liên kết π.
- Dựa vào hiệu độ âm điện của các nguyên tử, dự đoán loại liên kết:



- Năng lượng liên kết là năng lượng cần thiết để phá vỡ một liên kết hoá học trong phân tử ở thể khí thành các nguyên tử ở thể khí. Năng lượng liên kết đặc trưng cho độ bền của liên kết.

EM CÓ THỂ

Phân biệt được liên kết ion, liên kết cộng hoá trị phân cực và liên kết cộng hoá trị không phân cực theo độ âm điện.

KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

BÀI 13

LIÊN KẾT HYDROGEN VÀ TƯƠNG TÁC VAN DER WAALS

MỤC TIÊU:

- Trình bày được khái niệm liên kết hydrogen. Vận dụng để giải thích sự xuất hiện liên kết hydrogen (với nguyên tố có độ âm điện lớn: N, O, F).
- 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.

?

Ở áp suất khí quyển, nhiệt độ sôi của H_2O là 100 °C, CH_4 là –161,58 °C, H_2S là –60,28 °C. Vì sao các chất trên có nhiệt độ sôi khác nhau?

I MỞ ĐẦU

Các tính chất vật lí của các chất có liên kết cộng hoá trị được quyết định bởi lực tương tác giữa các phân tử, hình dạng của phân tử và mức độ phân cực của liên kết cộng hoá trị trong phân tử. Keo dán là một ví dụ về việc sử dụng lực tương tác giữa các phân tử để gắn các vật với nhau. Bong bóng xà phòng thể hiện tương tác giữa các phân tử nước và các phân tử xà phòng tạo thành màng mỏng, giữ được không khí bên trong để bay lên.

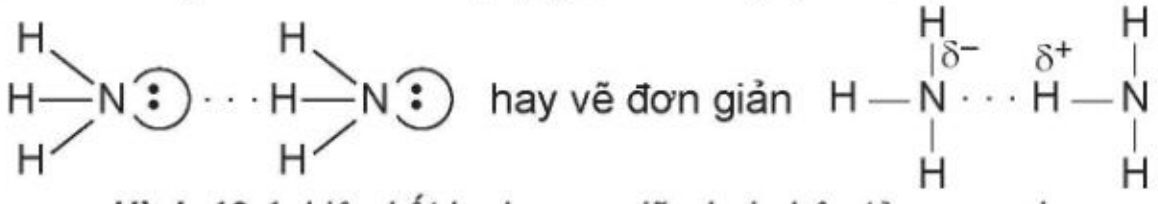
Lực tương tác giữa các phân tử yếu hơn rất nhiều so với lực liên kết ion, liên kết cộng hoá trị hay liên kết kim loại. Một số tương tác điển hình giữa các phân tử là liên kết hydrogen và tương tác van der Waals (Van đơ Van).

II LIÊN KẾT HYDROGEN

1. Bản chất của liên kết hydrogen

Các phân tử HF, H_2O, NH_3 có chứa nguyên tử H (độ âm điện là 2,2) và các nguyên tử phi kim có độ âm điện lớn (F = 3,98; O = 3,44; N = 3,04). Sự chênh lệch độ âm điện lớn làm cho các liên kết phân cực, cặp electron dùng chung trong liên kết cộng hoá trị bị hút lệch về phía các nguyên tử F, O, N, tạo thành khu vực có điện tích âm (δ^-).

Nguyên tử hydrogen trong các phân tử HF, H_2O, NH_3 rất linh động, có điện tích dương (δ^+) đủ lớn để hút cặp electron hoá trị chưa liên kết trên nguyên tử F, O hoặc N (của phân tử khác) có độ âm điện lớn tạo thành liên kết hydrogen. Liên kết hydrogen thường được biểu diễn bằng dấu ba chấm (...) giữa các nguyên tử (Hình 13.1).



Hình 13.1. *Liên kết hydrogen giữa hai phân tử ammonia*

Điều kiện cần và đủ để tạo thành liên kết hydrogen:

- Nguyên tử hydrogen liên kết với các nguyên tử có độ âm điện lớn như F, O, N,...
- Nguyên tử F, O, N,... liên kết với hydrogen phải có ít nhất một cặp electron hoá trị chưa liên kết.

Một số kiểu tạo thành liên kết hydrogen:



a) Liên kết giữa các phân tử cùng loại *b) Liên kết giữa các phân tử khác loại*

Hình 13.2. *Hai kiểu tạo thành liên kết hydrogen*

2. Vai trò và ảnh hưởng của liên kết hydrogen tới tính chất vật lí của nước

Liên kết hydrogen làm tăng nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi của nước.

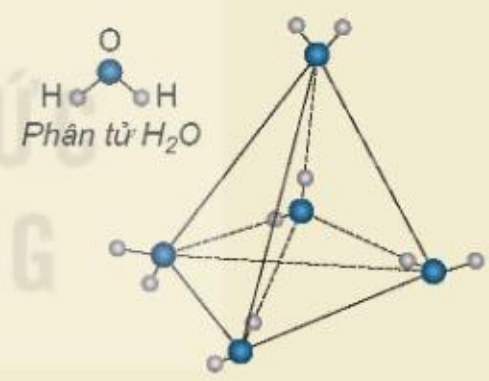
Bảng 13.1. *Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi một số chất*

	H_2O	H_2S	CH_4
Nhiệt độ nóng chảy (°C)	0	–85,6	–182,5
Nhiệt độ sôi (°C)	100	–60,75	–161,58

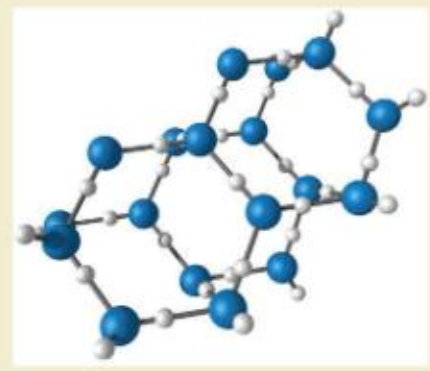
Số liệu Bảng 13.1 cho thấy: do ảnh hưởng của liên kết hydrogen nên nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi của H_2O cao hơn nhiều so với H_2S và CH_4.

EM CÓ BIẾT

Liên kết hydrogen ảnh hưởng đến tính chất của nước đá. Nguyên tử O có 2 cặp electron chưa liên kết nên có thể tạo 2 liên kết hydrogen với 2 nguyên tử H của các phân tử nước khác, 2 nguyên tử H của phân tử nước đủ điều kiện để tạo liên kết hydrogen với 2 nguyên tử O của các phân tử nước khác. Như vậy, một phân tử nước có thể tạo ra 4 liên kết hydrogen với các phân tử nước khác xung quanh tạo thành cấu trúc tứ diện (Hình 13.3). Mạng tinh thể nước đá có vô số cấu trúc như vậy. Cấu trúc này khá "rỗng" nên nước đá nhẹ hơn nước lỏng và có thể nổi một phần trên bề mặt nước lỏng.



Phân tử H_2O



Hình 13.3. *Mô hình cấu trúc nước đá*

Do có liên kết hydrogen mà nước dễ dàng dâng lên trong mao quản của rễ cây để vận chuyển lên thân và lá cây.

Khi nhiệt độ tăng từ 0 °C đến 4 °C, các cấu trúc tứ diện trong nước đá bị phá vỡ một phần và các phân tử nước được sắp xếp lại gần nhau hơn, làm cho khối lượng riêng của nước tăng dần. Khi nhiệt độ tiếp tục tăng lên, khoảng cách giữa các phân tử nước tăng, làm khối lượng riêng của nước giảm. Các phân tử nước đóng vai trò điều hoà nhiệt độ trên Trái Đất.

Liên kết hydrogen còn tạo nên cấu trúc xoắn của các protein, carbohydrate và nucleic acid, đảm bảo chức năng đặc biệt của chúng đối với cơ thể sống.

1. Vẽ sơ đồ biểu diễn liên kết hydrogen giữa:

   a) hai phân tử hydrogen fluoride (HF).

   b) phân tử hydrogen fluoride (HF) và phân tử ammonia (NH_3).

2. Những nguyên tử hydrogen nào trong phân tử ethanol (CH_3CH_2OH) không tham gia vào liên kết hydrogen? Vì sao?

TƯƠNG TÁC VAN DER WAALS

1. Khái niệm tương tác van der Waals

Cùng là phân tử không phân cực, ở nhiệt độ phòng, fluorine, chlorine là những chất khí còn bromine là chất lỏng. Như vậy, ở trạng thái lỏng, giữa các phân tử bromine tồn tại một tương tác yếu. Tương tác yếu đó gọi là tương tác van der Waals.

Các khí hiếm như neon, argon,... tồn tại dưới dạng các nguyên tử độc lập. Tuy nhiên ở nhiệt độ thấp, khí hiếm có thể hoá lỏng. Như vậy, ở nhiệt độ thấp, giữa các nguyên tử khí hiếm tồn tại một tương tác yếu để giữ các nguyên tử khí hiếm lại với nhau trong trạng thái lỏng. Tương tác đó cũng là tương tác van der Waals.

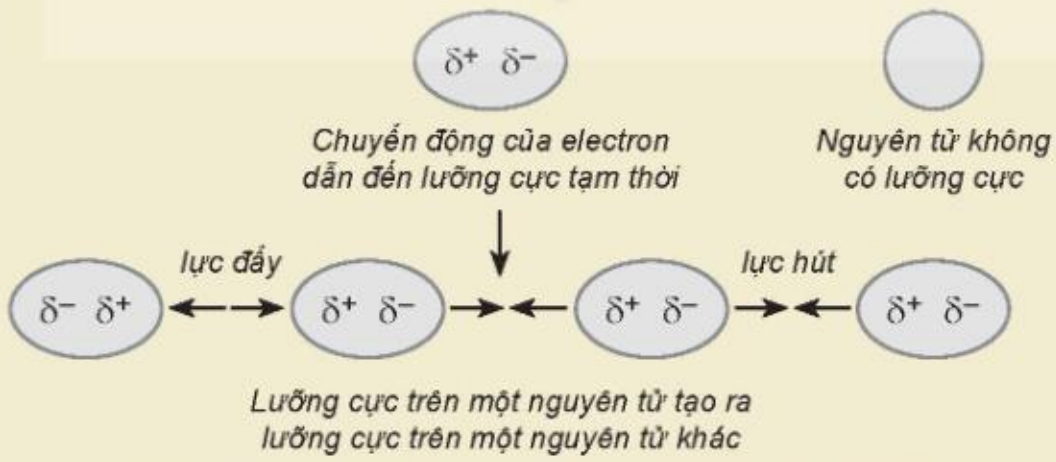
Tương tác van der Waals là tương tác tĩnh điện lưỡng cực – lưỡng cực giữa các nguyên tử hay phân tử.

EM CÓ BIẾT

Sự hình thành tương tác van der Waals

Tương tác van der Waals thể hiện rõ ở các chất cộng hoá trị phân cực do chúng có cấu tạo lưỡng cực, một đầu mang một phần điện tích âm và một đầu mang một phần điện tích dương.

Các nguyên tử khí hiếm hoặc các chất cộng hoá trị không phân cực, do đám mây electron luôn chuyển động nên cũng có thể tạo ra một lưỡng cực tạm thời (Hình 13.4). Lực hút giữa một đầu mang một phần điện tích âm (δ^-) của lưỡng cực trong phân tử này và một đầu mang một phần điện tích dương (δ^+) của lưỡng cực trong phân tử khác tạo thành tương tác van der Waals.



Hình 13.4. *Mô tả sự tạo thành tương tác van der Waals*

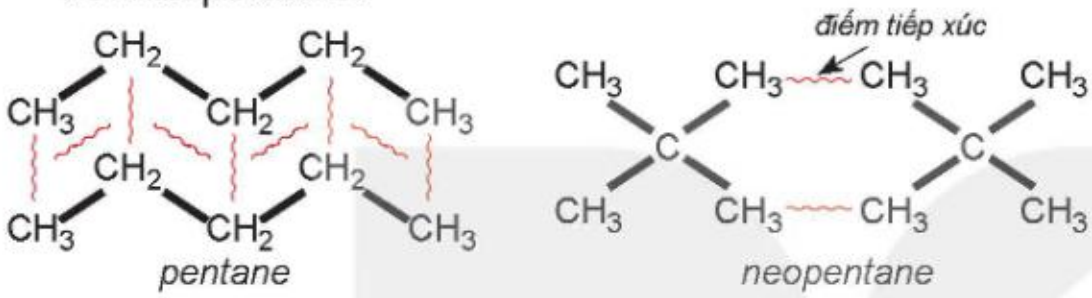
2. Ảnh hưởng của tương tác van der Waals đến nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi của các chất

Ví dụ 1: Trong dãy halogen, tương tác van der Waals tăng theo sự tăng của số electron (và proton) trong phân tử, làm tăng nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi của các chất (Bảng 13.2).

Bảng 13.2. *Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi tăng khi tương tác van der Waals tăng*

Halogen	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
Khối lượng mol (g/mol)	38,0	70,9	159,8	253,8
Tổng số electron	18	34	70	106
Nhiệt độ sôi (°C)	–188,1	–34,1	59,2	185,5
Nhiệt độ nóng chảy (°C)	–219,6	–101,0	–7,3	113,6

Ví dụ 2: Pentane là hydrocarbon no có công thức C_5H_{12}. Đồng phân mạch không phân nhánh pentane có nhiệt độ sôi (36 °C) cao hơn so với đồng phân mạch nhánh neopentane (9,5 °C) do diện tích tiếp xúc giữa các phân tử pentane lớn hơn nhiều so với neopentane.



Hình 13.5. *Tương tác van der Waals giữa các phân tử pentane và neopentane*

Hình 13.5 cho thấy để phá vỡ lực liên phân tử giữa các phân tử pentane cần nhiều năng lượng hơn so với neopentane, nên nhiệt độ sôi cao hơn.

EM CÓ BIẾT

Khi khối lượng phân tử tăng thì tương tác van der Waals tăng. Ví dụ, tổng tương tác van der Waals giữa các phân tử polyethene lớn hơn rất nhiều so với giữa các phân tử ethene. Đó là lí do tại sao polyethene là một chất rắn ở điều kiện thường.

3. Hãy giải thích sự khác nhau về nhiệt độ sôi của butane và isobutane.

EM ĐÃ HỌC

- Liên kết hydrogen được hình thành giữa nguyên tử H (đã liên kết với một nguyên tử có độ âm điện lớn) với một nguyên tử khác (có độ âm điện lớn) còn cặp electron hoá trị chưa tham gia liên kết.
- Liên kết hydrogen làm tăng nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi của nước.
- Tương tác van der Waals là tương tác tĩnh điện lưỡng cực – lưỡng cực được hình thành giữa các phân tử hay nguyên tử.
- Tương tác van der Waals làm tăng nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi của các chất.

EM CÓ THỂ

So sánh được tính chất vật lí giữa các phân tử dựa vào liên kết hydrogen và tương tác van der Waals.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

BÀI 14

ÔN TẬP CHƯƠNG 3

I HỆ THỐNG HOÁ KIẾN THỨC

Hoàn thành sơ đồ hệ thống hoá kiến thức sau:

LIÊN KẾT HOÁ HỌC

LIÊN KẾT CỘNG HOÁ TRỊ

- KHÁI NIỆM: là liên kết hoá học được hình thành giữa hai nguyên tử bằng .....?.....
- KIỂU LIÊN KẾT: .....?..... (–); .....?..... (=) và .....?..... (≡).

- KHÔNG PHÂN CỰC: cặp electron dùng chung .....?.....
  Ví dụ: .....?.....
- CÓ PHÂN CỰC: cặp electron dùng chung .....?.....
  Ví dụ: .....?.....
- CHO – NHẬN: cặp electron dùng chung .....?.....
  Ví dụ: .....?.....

Độ phân cực liên kết tăng dần

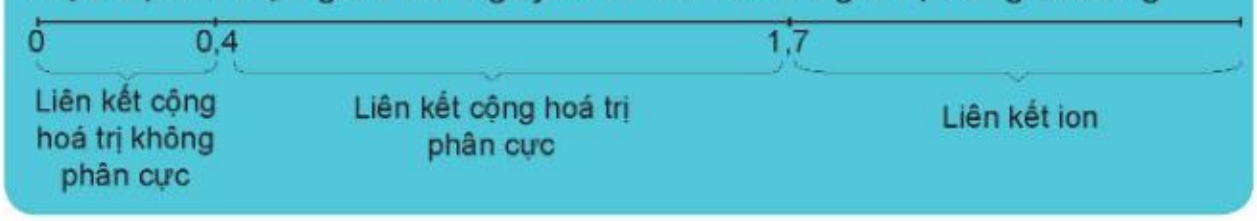
LIÊN KẾT ION

- KHÁI NIỆM: là liên kết hoá học được hình thành giữa hai .....?..... (tồn tại trong khối tinh thể)

Ví dụ: .....?.....

- TINH THỂ ION: Các ion .....?.....và.....?.... sắp xếp tại các nút của .....?..... theo trật tự luân phiên, liên kết bằng .....?.....

Hiệu độ âm điện giữa hai nguyên tử liên kết có giá trị trong khoảng



LIÊN KẾT HYDROGEN VÀ TƯƠNG TÁC VAN DER WAALS

- KHÁI NIỆM: đều là liên kết giữa các .....?..... (.....?.....) trung hoà hút nhau bởi bản chất tĩnh điện giữa các lưỡng cực $\delta+$ và $\delta-$.
- LIÊN KẾT HYDROGEN: ... $\overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{O}-\overset{\delta+}{H}\ldots\overset{\delta-}{F}-\overset{\delta+}{H}$ ...
- TƯƠNG TÁC VAN DER WAALS: $\delta+\ \delta-$ $\delta+\ \delta-$
- ẢNH HƯỞNG: đều làm .....?..... nhiệt độ sôi, nhiệt độ nóng chảy của các chất.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

II LUYỆN TẬP

Câu 1. Dãy các chất nào dưới đây mà tất cả các phân tử đều có liên kết ion?

A. Cl_2, Br_2, I_2, HCl.

B. Na_2O, KCl, $BaCl_2$, Al_2O_3.

C. HCl, H_2S, NaCl, N_2O.

D. MgO, H_2SO_4, H_3PO_4, HCl.

Câu 2. Dãy các chất nào dưới đây mà tất cả các phân tử đều có liên kết cộng hoá trị không phân cực?

A. N_2, CO_2, Cl_2, H_2.

B. N_2, Cl_2, H_2, HCl.

C. N_2, HI, Cl_2, CH_4.

D. Cl_2, O_2, N_2, F_2.

Câu 3. Viết công thức cấu tạo và công thức Lewis của các phân tử sau: PH_3, H_2O, C_2H_6. Trong phân tử nào có liên kết phân cực mạnh nhất?

Câu 4. Dựa vào giá trị độ âm điện của các nguyên tử trong Bảng 6.2, xác định loại liên kết trong phân tử các chất: CH_4, $CaCl_2$, HBr, NH_3.

Câu 5. Cho dãy các oxide sau : Na_2O, MgO, Al_2O_3, SiO_2, P_2O_5, SO_3, Cl_2O_7.

a) Độ phân cực của các liên kết trong dãy các oxide trên thay đổi thế nào?

b) Dựa vào giá trị độ âm điện của các nguyên tố trong Bảng 6.2, cho biết loại liên kết (ion, cộng hoá trị phân cực, cộng hoá trị không phân cực) trong từng phân tử oxide.

Câu 6.

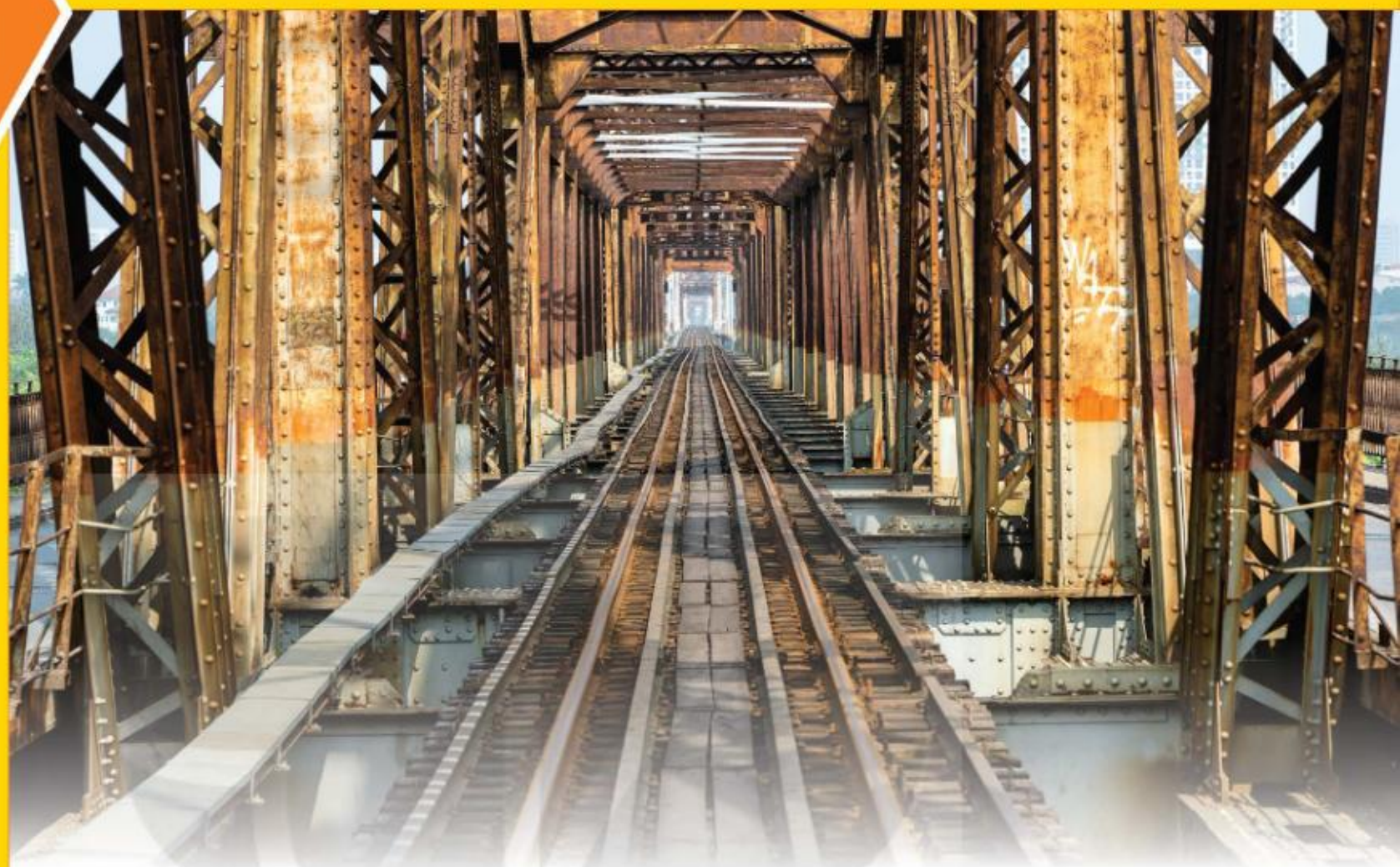
a) Cho dãy các phân tử: C_2H_6, CH_3OH, NH_3. Phân tử nào trong dãy có thể tạo liên kết hydrogen? Vì sao?

b) Vẽ sơ đồ biểu diễn liên kết hydrogen giữa các phân tử đó.

KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

CHƯƠNG

4 PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ



Kim loại bị gỉ do xảy ra các phản ứng oxi hoá – khử

Phản ứng oxi hoá – khử là loại phản ứng xảy ra phổ biến trong tự nhiên, trong đời sống, sản xuất và trong cơ thể con người.

Trong tự nhiên, phản ứng oxi hoá – khử xảy ra trong quá trình quang hợp, cháy rừng, núi lửa phun trào, lên men, phân huỷ động, thực vật,…

Trong đời sống và sản xuất, các quá trình oxi hoá – khử (như sự cháy của nhiên liệu, các quá trình điện phân, các phản ứng xảy ra trong pin, ắc quy,…) cung cấp phần lớn năng lượng phục vụ cho các hoạt động của con người. Nhiều quá trình oxi hoá – khử là cơ sở của các quá trình sản xuất như luyện kim, sản xuất phân bón, dược phẩm, phẩm nhuộm, thuốc bảo vệ thực vật,…

Trong cơ thể người, phản ứng oxi hoá – khử xảy ra trong quá trình tiêu hoá thức ăn, oxi hoá dưỡng chất, lão hoá và nhiều quá trình sinh hoá khác.

- Phản ứng oxi hoá – khử
- Ôn tập

BÀI 15

PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ

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 và ý nghĩa của phản ứng oxi hoá – khử.
- Lập được phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá – khử bằng phương pháp thăng bằng electron.
- Mô tả được một số phản ứng oxi hoá – khử quan trọng trong cuộc sống.

Trong lò luyện gang, xảy ra phản ứng oxi hoá – khử theo sơ đồ sau:

$$Fe_2O_3 + CO \xrightarrow{t^o} Fe + CO_2$$

Về bản chất, phản ứng oxi hoá – khử là gì? Dựa vào dấu hiệu nào để nhận ra loại phản ứng đó? Làm thế nào để lập phương trình hoá học của phản ứng trên?

I SỐ OXI HOÁ

1. Khái niệm

Số oxi hoá là điện tích quy ước của nguyên tử trong phân tử khi coi tất cả các electron liên kết đều chuyển hoàn toàn về nguyên tử có độ âm điện lớn hơn.

Số oxi hoá được viết ở dạng số đại số, dấu viết trước, số viết sau.

Ví dụ 1: Xét phân tử NaCl.

Nguyên tử Na nhường 1 electron cho nguyên tử Cl, khi đó nguyên tử Na trở thành ion dương mang điện tích +1 (số oxi hoá của Na là +1) và nguyên tử Cl nhận 1 electron của nguyên tử Na trở thành ion âm mang điện tích –1 (số oxi hoá của Cl là –1):

$\overset{+1\ -1}{NaCl}$

Ví dụ 2: Xét phân tử H_2O.



Độ âm điện của nguyên tử O lớn hơn độ âm điện của nguyên tử H, nếu các cặp electron liên kết chuyển hoàn toàn về nguyên tử O thì nguyên tử O có thêm 2 electron và trở thành ion âm có điện tích –2 (số oxi hoá của O là –2); mỗi nguyên tử H mất đi 1 electron và trở thành ion dương có điện tích +1 (số oxi hoá của H là +1):

$\overset{+1\ -2}{H_2O}$

Ví dụ 3: Xét phân tử H_2.



Hai nguyên tử H giống nhau nên cặp electron liên kết không lệch về nguyên tử nào. Do vậy, mỗi nguyên tử H đều trung hoà điện, có điện tích bằng 0 và số oxi hoá là 0:

$\overset{0}{H_2}$

Số oxi hoá thường được dùng để lập phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá – khử.

2. Quy tắc xác định số oxi hoá

Thông thường, số oxi hoá của nguyên tử được xác định trực tiếp từ công thức phân tử theo các quy tắc sau:

Quy tắc 1. Trong đơn chất, số oxi hoá của nguyên tử bằng 0.

Ví dụ:

$\overset{0}{C}$ $\overset{0}{Na}$ $\overset{0}{H_2}$ $\overset{0}{O_2}$

Quy tắc 2. Trong phân tử các hợp chất, thông thường số oxi hoá của hydrogen là +1, của oxygen là −2, các kim loại điển hình có số oxi hoá dương và có giá trị bằng số electron hoá trị.

Bảng 15.1. *Số oxi hoá thường gặp của một số nguyên tử trong hợp chất*

Nguyên tử	Hydrogen	Oxygen	Kim loại kiềm (nhóm IA)	Kim loại kiềm thổ (nhóm IIA)	Aluminium
Số oxi hoá	+1	–2	+1	+2	+3

Quy tắc 3. Trong hợp chất, tổng số oxi hoá của các nguyên tử trong phân tử bằng 0.

Ví dụ: $\overset{+3}{Al_2}\overset{-2}{O_3}$

Tổng số oxi hoá = (+3) · 2 + (–2) · 3 = 0.

Quy tắc 4. Trong ion đơn nguyên tử, số oxi hoá của nguyên tử bằng điện tích ion; trong ion đa nguyên tử, tổng số oxi hoá của các nguyên tử bằng điện tích ion.

Ví dụ: $\left[\overset{-3\ +1}{NH_4}\right]^{+}$

Tổng số oxi hoá = (–3) + (+1) · 4 = +1.

ÁP DỤNG: Sử dụng các quy tắc này có thể xác định số oxi hoá của một nguyên tử trong hợp chất khi biết số oxi hoá của các nguyên tử còn lại.

Ví dụ: Xác định số oxi hoá của nguyên tử C trong phân tử $CaCO_3$.

Dựa vào Bảng 15.1, biết được số oxi hoá của Ca là +2 và O là –2.

Số oxi hoá của từng nguyên tử: $\overset{+2\ \ x\ -2}{CaCO_3}$

Phân tử $CaCO_3$ trung hoà điện nên tổng số oxi hoá của các nguyên tử bằng 0:

$(+2) + x + (-2) \cdot 3 = 0$ nên $x = +4$.

1. Xác định số oxi hoá của nguyên tử Fe và S trong các chất sau:

a) Fe, FeO, Fe_2O_3, $Fe(OH)_3$, Fe_3O_4.

b) S, H_2S, SO_2, SO_3, H_2SO_4, Na_2SO_3.

II CHẤT OXI HOÁ, CHẤT KHỬ, PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ

1. Chất oxi hoá, chất khử

Ví dụ 1: Đưa mẩu than gỗ nóng đỏ vào bình đựng khí O_2, mẩu than cháy sáng.

$$\overset{0}{C} + \overset{0}{O_2} \xrightarrow{t^o} \overset{+4\ -2}{CO_2}$$

Trong phản ứng trên, nguyên tử C nhường 4 electron, là chất khử; phân tử O_2 nhận 4 electron, là chất oxi hoá.

$\overset{0}{C} \longrightarrow \overset{+4}{C} + 4e$ (quá trình oxi hoá)

$\overset{0}{O_2} + 4e \longrightarrow \overset{-2}{2O}$ (quá trình khử)

Ví dụ 2: Phản ứng đốt cháy methane.

$$\overset{-4\ +1}{CH_4} + \overset{0}{2O_2} \xrightarrow{t^o} \overset{+4\ -2}{CO_2} + \overset{+1\ -2}{2H_2O}$$

Chất oxi hoá là oxygen, chất khử là methane.

Ví dụ 3: Phản ứng khử Fe_2O_3 bằng CO để sản xuất gang và thép.

$$\overset{+3}{Fe_2O_3} + 3\overset{+2}{CO} \xrightarrow{t^o} 2\overset{0}{Fe} + 3\overset{+4}{CO_2}$$

Chất oxi hoá là iron(III) oxide, chất khử là carbon monooxide.

Chất khử là chất nhường electron, chất oxi hoá là chất nhận electron.

Quá trình oxi hoá là quá trình chất khử nhường electron, quá trình khử là quá trình chất oxi hoá nhận electron.

Xác định chất oxi hoá, chất khử

Chuẩn bị: đinh sắt, dung dịch $CuSO_4$, dung dịch H_2SO_4 loãng, ống nghiệm.

Thực hiện:

Thí nghiệm 1: Cho đinh sắt vào ống nghiệm đựng dung dịch $CuSO_4$.

Thí nghiệm 2: Cho đinh sắt vào ống nghiệm đựng dung dịch H_2SO_4.

Quan sát hiện tượng và thực hiện yêu cầu sau:

1. Viết quá trình oxi hoá, quá trình khử.
2. Xác định chất oxi hoá, chất khử trong hai phản ứng trên.

2. Phản ứng oxi hoá – khử

Phản ứng oxi hoá – khử là phản ứng hoá học xảy ra đồng thời quá trình nhường electron và quá trình nhận electron.

Dấu hiệu để nhận biết phản ứng oxi hoá – khử là có sự thay đổi số oxi hoá của các nguyên tử.

2. Trong không khí ẩm, $Fe(OH)_2$ màu trắng xanh chuyển dần sang $Fe(OH)_3$ màu nâu đỏ theo sơ đồ sau:

$$Fe(OH)_2 + O_2 + H_2O \longrightarrow Fe(OH)_3$$

a) Hãy xác định các nguyên tử có sự thay đổi số oxi hoá.

b) Viết quá trình oxi hoá, quá trình khử.

c) Dùng mũi tên biểu diễn sự chuyển electron từ chất khử sang chất oxi hoá.

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

Phương pháp thăng bằng electron được dùng để lập phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá – khử theo nguyên tắc:

Tổng số electron chất khử nhường bằng tổng số electron chất oxi hoá nhận.

Ví dụ: Quá trình Ostwald (Ốt-xvan) dùng để sản xuất nitric acid từ ammonia, được đề xuất vào năm 1902. Ở giai đoạn đầu của quá trình, ammonia bị oxi hoá bởi oxygen ở nhiệt độ cao khi có chất xúc tác:

$$NH_3 + O_2 \xrightarrow{t^o,\ \text{xúc tác, p}} NO + H_2O$$

Theo phương pháp thăng bằng electron, phương trình hoá học của phản ứng trên được lập theo các bước như sau:

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

$$\overset{-3}{N}H_3 + \overset{0}{O_2} \longrightarrow \overset{+2\ -2}{NO} + \overset{-2}{H_2O}$$

Chất khử Chất oxi hoá

Bước 2. Biểu diễn quá trình oxi hoá, quá trình khử:

$$\overset{-3}{N} \longrightarrow \overset{+2}{N} + 5e$$

$$\overset{0}{O_2} + 4e \longrightarrow 2\overset{-2}{O}$$

Bước 3. Tìm hệ số thích hợp cho chất khử và chất oxi hoá dựa trên nguyên tắc:

Tổng số electron chất khử nhường bằng tổng số electron chất oxi hoá nhận.

$$4 \times \left| \overset{-3}{N} \longrightarrow \overset{+2}{N} + 5e \right.$$

$$5 \times \left| \overset{0}{O_2} + 4e \longrightarrow 2\overset{-2}{O} \right.$$

Bước 4. Đặt hệ số của chất oxi hoá và chất khử vào sơ đồ phản ứng, từ đó tính ra hệ số của các chất khác có mặt trong phương trình hoá học. Kiểm tra sự cân bằng số nguyên tử của các nguyên tố ở hai vế.

$$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$$

3. Xét các phản ứng hoá học xảy ra trong công nghiệp:

a) $Al(OH)_3 \xrightarrow{t^o} Al_2O_3 + H_2O$

b) $C + CO_2 \xrightarrow{t^o} CO$

Phản ứng nào là phản ứng oxi hoá – khử? Lập phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá – khử theo phương pháp thăng bằng electron.

IV PHẢN ỨNG OXI HOÁ – KHỬ TRONG THỰC TIỄN

Trong thực tiễn, phản ứng oxi hoá – khử rất phổ biến, dưới đây là một số trường hợp điển hình.

1. Sự cháy

Phản ứng cháy là phản ứng oxi hoá – khử xảy ra ở nhiệt độ cao giữa chất cháy và chất oxi hoá.

Trong phản ứng cháy, chất cháy thường là nhiên liệu (than đá, khí thiên nhiên, xăng, dầu,...), còn chất oxi hoá thường là oxygen. Sự cháy kèm theo sự toả nhiệt và phát sáng, tạo ra nhiệt lượng đủ để duy trì sự cháy.

Ví dụ: Phản ứng oxi hoá – khử xảy ra khi đốt cháy carbon trong than đá và butane trong khí gas:

$$C + O_2 \xrightarrow{t^o} CO_2$$

$$2C_4H_{10} + 13O_2 \xrightarrow{t^o} 8CO_2 + 10H_2O$$

2. Sự han gỉ kim loại

Sau một thời gian sử dụng, nhiều thiết bị, máy móc, vật dụng bằng kim loại thường bị han gỉ do sự oxi hoá bởi oxygen trong không khí. Đặc biệt, nước ta có khí hậu nhiệt đới, độ ẩm cao nên sự han gỉ kim loại xảy ra rất phổ biến.

Ví dụ: Trong không khí ẩm, các vật dụng bằng thép bị oxi hoá tạo gỉ sắt.

$$4Fe + 3O_2 + xH_2O \longrightarrow 2Fe_2O_3 \cdot xH_2O$$

3. Sản xuất hoá chất

Trong công nghiệp, phần lớn các phản ứng hoá học xảy ra trong các quy trình sản xuất là phản ứng oxi hoá – khử. Ví dụ: Sulfuric acid là hoá chất quan trọng trong công nghiệp, được sản xuất chủ yếu từ sulfur hoặc quặng pyrite.

Sơ đồ phản ứng:

$$S \xrightarrow{+O_2,\ t^o} SO_2 \xrightarrow{+O_2,\ xt,\ t^o} SO_3 \xrightarrow{+H_2O} H_2SO_4$$

$$FeS_2 \xrightarrow{+O_2,\ t^o} SO_2$$

4. Chuyển hoá các chất trong tự nhiên

Trong tự nhiên cũng xảy ra rất nhiều quá trình kèm theo phản ứng oxi hoá – khử. Ví dụ:

Lúa chiêm lấp ló đầu bờ

Hễ nghe tiếng sấm phất cờ mà lên

(Ca dao Việt Nam)

Đây là hiện tượng cây lúa phát triển nhanh khi có những cơn mưa rào đầu tiên kèm theo sấm sét vào khoảng cuối mùa xuân.

Tia sét tạo ra tia lửa điện, là điều kiện cho nitrogen phản ứng với oxygen:

$$N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{tia lửa điện}} 2NO$$

Khí NO sinh ra nhanh chóng chuyển hoá thành NO_2, sau đó tiếp tục bị oxi hoá thành HNO_3:

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

$$4NO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HNO_3$$

Nitric acid tan vào nước mưa và chuyển hoá thành gốc nitrate (NO_3^-), cung cấp chất đạm cho cây lúa. Nhờ quá trình trên, hằng năm một lượng lớn phân đạm tự nhiên được bổ sung cho đất.

4. Nêu một số phản ứng oxi hoá – khử có lợi và có hại trong thực tế.

5. Lập phương trình hoá học của các phản ứng trong quá trình sản xuất sulfuric acid theo sơ đồ mục IV.3. Trong các phản ứng đó, phản ứng nào là phản ứng oxi hoá – khử?

6. Đèn xì oxygen – acetylene có cấu tạo gồm hai ống dẫn khí: một ống dẫn khí oxygen, một ống dẫn khí acetylene (Hình 15.1). Khi đèn hoạt động, hai khí này được trộn vào nhau để thực hiện phản ứng đốt cháy theo sơ đồ:



Hình 15.1. *Sơ đồ cấu tạo đèn xì oxygen – acetylene*

$$C_2H_2 + O_2 \xrightarrow{t^o} CO_2 + H_2O$$

Phản ứng toả nhiệt lớn, tạo ra ngọn lửa có nhiệt độ đạt đến 3 000 °C nên được dùng để hàn cắt kim loại.

Hãy xác định chất oxi hoá, chất khử và lập phương trình hoá học của phản ứng trên theo phương pháp thăng bằng electron.

7. Trong quá trình luyện gang từ quặng chứa Fe_2O_3, ban đầu không khí nóng được nén vào lò cao, đốt cháy hoàn toàn than cốc kèm theo toả nhiệt mạnh:

$$C + O_2 \xrightarrow{t^o} CO_2$$

Khí CO_2 đi lên phía trên, gặp các lớp than cốc và bị khử thành CO:

$$CO_2 + C \xrightarrow{t^o} CO$$

Tiếp đó, khí CO khử Fe_2O_3 thành Fe theo phản ứng tổng quát:

$$Fe_2O_3 + CO \xrightarrow{t^o} Fe + CO_2$$

Lập các phương trình hoá học ở trên, chỉ rõ chất oxi hoá, chất khử.

5. Xác định nồng độ một chất bằng phản ứng oxi hoá – khử

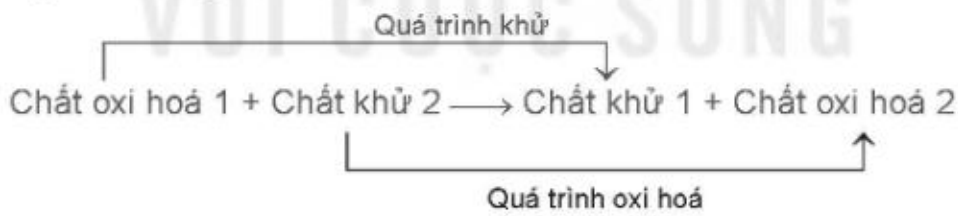
Trong thực tế, dung dịch thuốc tím ($KMnO_4$) được sử dụng phổ biến như một tác nhân oxi hoá mạnh để xác định hàm lượng các chất khử như iron(II), hydrogen peroxide, oxalic acid,...

Ví dụ: Trong quá trình bảo quản, một mẫu iron(II) sulfate bị oxi hoá một phần thành hợp chất iron(III). Hàm lượng iron(II) sulfate còn lại trong mẫu được xác định thông qua phản ứng với dung dịch thuốc tím có nồng độ đã biết:

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

EM ĐÃ HỌC

- Số oxi hoá là điện tích quy ước của nguyên tử và được tính theo các quy tắc xác định số oxi hoá.
- Chất khử là chất nhường electron, chất oxi hoá là chất nhận electron.
- Bản chất của phản ứng oxi hoá – khử:



- Nguyên tắc lập phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá – khử theo phương pháp thăng bằng electron:

$$\sum \text{số electron chất khử nhường} = \sum \text{số electron chất oxi hoá nhận.}$$

- Các phản ứng oxi hoá – khử xảy ra phổ biến trong thực tiễn: sự cháy, sự han gỉ của kim loại, sản xuất hoá chất, chuyển hoá nitrogen trong tự nhiên,...

EM CÓ THỂ

Sử dụng phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá – khử để giải thích một số quá trình liên quan trong thực tiễn.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

BÀI 16

ÔN TẬP CHƯƠNG 4

I HỆ THỐNG HOÁ KIẾN THỨC

Hoàn thành các nội dung còn thiếu sau đây:



Lập phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá – khử

- Nguyên tắc:

Tổng số electron chất khử nhường ...?... tổng số electron chất oxi hoá nhận

- Nêu các bước lập phương trình hoá học của phản ứng oxi hoá – khử và cho ví dụ.

II LUYỆN TẬP

Câu 1. Trong phản ứng oxi hoá – khử, chất oxi hoá là chất

A. nhận electron. B. nhường proton.

C. nhường electron. D. nhận proton.

Câu 2. Trong phản ứng hoá học: $Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2$, mỗi nguyên tử Fe đã

A. nhường 2 electron. B. nhận 2 electron.

C. nhường 1 electron. D. nhận 1 electron.

Câu 3. Trong phản ứng hoá học: $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$, chất oxi hoá là

A. H_2O. B. NaOH. C. Na. D. H_2.

Câu 4. Cho nước Cl_2 vào dung dịch NaBr xảy ra phản ứng hoá học:

$$Cl_2 + 2NaBr \longrightarrow 2NaCl + Br_2$$

Trong phản ứng hoá học trên, xảy ra quá trình oxi hoá chất nào?

A. NaCl. B. Br_2. C. Cl_2. D. NaBr.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Câu 5. Xét các phản ứng hoá học xảy ra trong các quá trình sau:

a) Luyện gang từ quặng hematite đỏ:

$Fe_2O_3 + CO \xrightarrow{t^o} FeO + CO_2$ $\qquad$ $FeO + CO \xrightarrow{t^o} Fe + CO_2$

b) Luyện zinc (kẽm) từ quặng blend:

$ZnS + O_2 \xrightarrow{t^o} ZnO + SO_2$ $\qquad$ $ZnO + C \xrightarrow{t^o} Zn + CO$

c) Sản xuất xút, chlorine từ dung dịch muối ăn:

$$NaCl + H_2O \xrightarrow[\text{có màng ngăn xốp}]{\text{điện phân dung dịch}} NaOH + Cl_2 + H_2$$

d) Đốt cháy ethanol có trong xăng E5:

$C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow{t^o} CO_2 + H_2O$

Hãy chỉ ra các phản ứng oxi hoá – khử, lập phương trình hoá học của các phản ứng đó theo phương pháp thăng bằng electron và chỉ rõ chất oxi hoá, chất khử.

Câu 6. Xét phản ứng trong giai đoạn đầu của quá trình Ostwald:

$$NH_3 + O_2 \longrightarrow NO + H_2O$$

Trong công nghiệp, cần trộn 1 thể tích khí ammonia với bao nhiêu thể tích không khí để thực hiện phản ứng trên? Biết không khí chứa 21% thể tích oxygen và các thể tích khí đo ở cùng điều kiện về nhiệt độ và áp suất.

Câu 7. Copper(II) sulfate được dùng để diệt tảo, rong rêu trong nước bể bơi; dùng để pha chế thuốc Bordaux (trừ bệnh mốc sương trên cây cà chua, khoai tây; bệnh thối thân trên cây ăn quả, cây công nghiệp);...

Trong công nghiệp, copper(II) sulfate thường được sản xuất bằng cách ngâm đồng phế liệu trong dung dịch sulfuric acid loãng và sục không khí:

$$Cu + O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O \qquad (1)$$

a) Lập phương trình hoá học của phản ứng (1) theo phương pháp thăng bằng electron, chỉ rõ chất oxi hoá, chất khử.

b) Copper(II) sulfate còn được điều chế bằng cách cho đồng phế liệu tác dụng với sulfuric acid đặc, nóng:

$$Cu + H_2SO_4(\text{đặc}) \xrightarrow{t^o} CuSO_4 + SO_2 + H_2O \qquad (2)$$

Trong hai cách trên, cách nào sử dụng ít sulfuric acid hơn, cách nào ít gây ô nhiễm môi trường hơn?

CHƯƠNG

5

NĂNG LƯỢNG HOÁ HỌC



Đốt cháy củi làm nóng không khí để sưởi ấm

Từ khi biết sử dụng lửa, con người bắt đầu khai thác năng lượng của các phản ứng hoá học. Thời tiền sử, người ta đốt cháy củi để sưởi ấm, nấu chín thức ăn, xua đuổi thú dữ,... Ngày nay, họ đốt than, khí trong các lò cao, đốt xăng, dầu để chạy động cơ máy bay, ô tô và máy phát điện. Năng lượng của các phản ứng hoá học còn được chuyển hoá thành các dạng năng lượng khác, phục vụ đời sống và sản xuất.

- Biến thiên enthalpy trong các phản ứng hoá học
- Ôn tập

BÀI 17

BIẾN THIÊN ENTHALPY TRONG CÁC PHẢN ỨNG HOÁ HỌC

MỤC TIÊU:

- Trình bày được khái niệm phản ứng toả nhiệt, thu nhiệt; điều kiện chuẩn; nhiệt tạo thành và biến thiên enthalpy (nhiệt phản ứng) của phản ứng.
- Nêu được ý nghĩa của dấu và giá trị của biến thiên enthalpy chuẩn.
- Tính được biến thiên enthalpy chuẩn của một số phản ứng theo năng lượng liên kết, nhiệt tạo thành.

Phản ứng giữa đường glucose với oxygen tạo ra carbon dioxide, hơi nước và toả nhiều nhiệt. Sau khi chơi thể thao, cơ thể mệt mỏi, nghỉ ngơi một vài phút, sau đó nếu uống một cốc nước hoa quả, em sẽ cảm thấy khoẻ hơn. Có phải đường glucose đã "cháy" và cấp bù năng lượng cho cơ thể?

I PHẢN ỨNG TOẢ NHIỆT, PHẢN ỨNG THU NHIỆT

Khi các phản ứng hoá học xảy ra thường có sự trao đổi nhiệt với môi trường, làm thay đổi nhiệt độ môi trường.

Phản ứng toả nhiệt là phản ứng giải phóng năng lượng dưới dạng nhiệt.

Phản ứng thu nhiệt là phản ứng hấp thụ năng lượng dưới dạng nhiệt.





Ví dụ: Vào những ngày trời lạnh, nhiều người hay ngồi bên bếp lửa để sưởi. Khi than, củi cháy, không khí xung quanh ấm hơn do phản ứng toả nhiệt. Những lúc nóng nực, pha viên sủi vitamin C vào nước để giải khát, khi viên sủi tan, thấy nước trong cốc mát hơn, đó là do xảy ra phản ứng thu nhiệt.

Khi nung vôi, người ta sử dụng phản ứng đốt cháy than để cung cấp nhiệt cho phản ứng phân huỷ đá vôi. Phản ứng đốt than là phản ứng toả nhiệt, phản ứng phân huỷ đá vôi là phản ứng thu nhiệt.

1. Khi đun nóng ống nghiệm đựng $KMnO_4$ (thuốc tím), nhiệt của ngọn lửa làm cho $KMnO_4$ bị nhiệt phân, tạo hỗn hợp bột màu đen:

$$2KMnO_4(s) \longrightarrow K_2MnO_4(s) + MnO_2(s) + O_2(g)$$

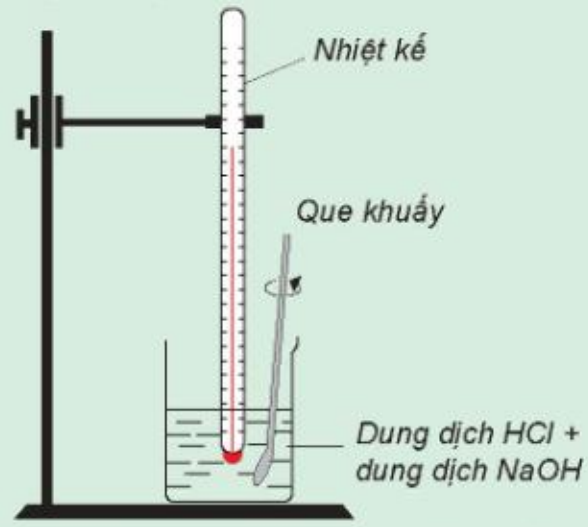
Em hãy dự đoán phản ứng này toả nhiệt hay thu nhiệt.

Theo dõi sự thay đổi nhiệt độ của phản ứng trung hoà

Chuẩn bị: dung dịch HCl 0,5 M, dung dịch NaOH 0,5 M, 1 cốc 250 mL, giá treo nhiệt kế, nhiệt kế (có dải đo đến 100 °C), que khuấy và 2 ống đong 50 mL.

Tiến hành:

- Dùng ống đong lấy 50 mL dung dịch HCl 0,5 M cho vào cốc phản ứng, lắp nhiệt kế lên giá sao cho đầu nhiệt kế nhúng vào dung dịch trong cốc (Hình 17.1). Đọc nhiệt độ dung dịch.
- Dùng ống đong khác lấy 50 mL dung dịch NaOH 0,5 M cho vào cốc phản ứng. Khuấy nhẹ.



Hình 17.1. *Theo dõi sự thay đổi nhiệt độ của phản ứng trung hoà*

Theo dõi sự thay đổi nhiệt độ của dung dịch và trả lời câu hỏi:

1. Nhiệt độ trên nhiệt kế thay đổi như thế nào sau khi rót dung dịch NaOH vào cốc? Phản ứng trung hoà là phản ứng toả nhiệt hay thu nhiệt?
2. Trong thí nghiệm trên, nếu thay các dung dịch HCl và NaOH bằng các dung dịch loãng hơn thì nhiệt độ thay đổi như thế nào so với thí nghiệm trên?

EM CÓ BIẾT

Sự đốt cháy các loại nhiên liệu như xăng, dầu, cồn, khí gas,... xảy ra nhanh, toả nhiều nhiệt, dễ gây hoả hoạn, thậm chí gây nổ mạnh, rất khó kiểm soát. Vì vậy, khi sử dụng chúng cần tuân thủ nghiêm ngặt các nguyên tắc phòng cháy.

II BIẾN THIÊN ENTHALPY CỦA PHẢN ỨNG

1. Biến thiên enthalpy

Hầu hết các quá trình hoá học trong thực tế xảy ra ở điều kiện áp suất không đổi. Nhiệt lượng toả ra hay thu vào của phản ứng ở điều kiện này gọi là biến thiên enthalpy của phản ứng (nhiệt phản ứng), kí hiệu là $\Delta_r H^{(*)}$.

Phương trình hoá học kèm theo trạng thái của các chất và giá trị $\Delta_r H$ gọi là phương trình nhiệt hoá học.

Ví dụ 1: Phản ứng đốt cháy 2 mol khí hydrogen bằng 1 mol khí oxygen, tạo thành 2 mol nước ở trạng thái lỏng, toả ra nhiệt lượng 571,6 kJ. Phản ứng trên có biến thiên enthalpy $\Delta_r H^o_{298} = -571{,}6$ kJ, biểu diễn bằng phương trình nhiệt hoá học như sau:

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -571{,}6 \text{ kJ}$$

(*) $\Delta_r H$ là biến thiên enthalpy của phản ứng (nhiệt phản ứng). Chữ "r" là viết tắt của từ tiếng Anh reaction, nghĩa là phản ứng.

Ví dụ 2: Phản ứng nhiệt phân hoàn toàn 1 mol $Cu(OH)_2$, tạo thành 1 mol CuO và 1 mol H_2O, thu vào nhiệt lượng 9,0 kJ. Phản ứng trên có biến thiên enthalpy $\Delta_r H^o_{298}$ = +9,0 kJ và biểu diễn bằng phương trình nhiệt hoá học như sau:

$$Cu(OH)_2(s) \xrightarrow{t^o} CuO(s) + H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o_{298} = +9{,}0 \text{ kJ}$$

2. Biến thiên enthalpy chuẩn

Biến thiên enthalpy của các phản ứng phụ thuộc vào điều kiện xảy ra phản ứng (như nhiệt độ, áp suất) và trạng thái vật lí của các chất. Để so sánh biến thiên enthalpy của các phản ứng khác nhau thì cần xác định chúng ở cùng một điều kiện. Biến thiên enthalpy chuẩn là nhiệt toả ra hay thu vào của phản ứng được xác định ở điều kiện chuẩn: áp suất 1 bar (đối với chất khí), nồng độ 1 mol/L (đối với chất tan trong dung dịch) và nhiệt độ thường được chọn là 25 °C (298 K), kí hiệu $\Delta_r H^o_{298}$.

Ví dụ: Phản ứng đốt cháy hoàn toàn 1 mol carbon graphite trong khí oxygen dư (ở điều kiện chuẩn) tạo ra 1 mol CO_2, nhiệt lượng toả ra là 393,5 kJ. Phương trình nhiệt hoá học của phản ứng được viết như sau:

$$C(\text{graphite}) + O_2(g) \xrightarrow{t^o} CO_2(g) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -393{,}5 \text{ kJ}$$

3. Ý nghĩa của biến thiên enthalpy

Dấu của biến thiên enthalpy cho biết phản ứng toả nhiệt hay thu nhiệt:

$\Delta_r H > 0$: phản ứng thu nhiệt.

$\Delta_r H < 0$: phản ứng toả nhiệt.

Giá trị tuyệt đối của biến thiên enthalpy càng lớn thì nhiệt lượng toả ra hay thu vào của phản ứng càng nhiều.

Ví dụ: Xét 2 phản ứng

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \xrightarrow{t^o} CO_2(g) + 2H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -890 \text{ kJ}$$

$$CH_3OH(l) + \frac{3}{2}O_2(g) \xrightarrow{t^o} CO_2(g) + 2H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -726 \text{ kJ}$$

Vậy, khi đốt 1 mol methane (16 g) toả ra nhiệt lượng nhiều hơn đốt 1 mol methanol (32 g).

Các phản ứng xảy ra ở nhiệt độ phòng thường là phản ứng toả nhiệt, các phản ứng thu nhiệt thường xảy ra khi đun nóng.

2. Cho các phương trình nhiệt hoá học:

(1) $CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$ $\qquad \Delta_r H^o_{298} = +176{,}0$ kJ

(2) $C_2H_4(g) + H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$ $\qquad \Delta_r H^o_{298} = -137{,}0$ kJ

(3) $Fe_2O_3(s) + 2Al(s) \longrightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(s)$ $\qquad \Delta_r H^o_{298} = -851{,}5$ kJ

Trong các phản ứng trên, phản ứng nào toả nhiệt, phản ứng nào thu nhiệt?

3. Biết phản ứng đốt cháy khí carbon monoxide (CO) như sau:

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -283{,}0 \text{ kJ}$$

Ở điều kiện chuẩn, nếu đốt cháy hoàn toàn 2,479 L khí CO thì nhiệt lượng toả ra là bao nhiêu?

4. Phản ứng tôi vôi toả ra nhiệt lượng rất lớn, có thể làm sôi nước. Hãy nêu các biện pháp để đảm bảo an toàn khi thực hiện quá trình tôi vôi.

EM CÓ BIẾT

Trên các vỏ hộp thực phẩm thường ghi giá trị năng lượng – đó là năng lượng do một lượng thực phẩm nhất định cung cấp khi chuyển hoá hoàn toàn trong cơ thể.

Giá trị dinh dưỡng trung bình trong 100 ml
Nutritional information per 100 ml

Năng lượng / *Energy*	75,5	kcal
Chất béo / *Fat*	3,5	g
Chất đạm / *Protein*	3,0	g

III TÍNH BIẾN THIÊN ENTHALPY CỦA PHẢN ỨNG THEO NHIỆT TẠO THÀNH

1. Khái niệm nhiệt tạo thành

Nhiệt tạo thành $(\Delta_f H)^{(*)}$ của một chất là biến thiên enthalpy của phản ứng tạo thành 1 mol chất đó từ các đơn chất ở dạng bền vững nhất, ở một điều kiện xác định.

Nhiệt tạo thành chuẩn $(\Delta_f H^o_{298})$ là nhiệt tạo thành ở điều kiện chuẩn.

Nhiệt tạo thành chuẩn của các đơn chất ở dạng bền vững nhất bằng không, ví dụ:

$$\Delta_f H^o_{298}(O_2\,(g)) = 0\ kJ/mol.$$

Ví dụ 1: Nước lỏng được tạo thành từ khí hydrogen và khí oxygen theo phản ứng:

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l)$$

Ở điều kiện chuẩn, cứ 1 mol $H_2O(l)$ tạo thành từ 1 mol $H_2(g)$ và $\frac{1}{2}$ mol $O_2(g)$ giải phóng nhiệt lượng là 285,8 kJ.

Như vậy nhiệt tạo thành của nước lỏng:

$$\Delta_f H^o_{298}(H_2O(l)) = -285,8\ kJ/mol.$$

Ví dụ 2: Phản ứng $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow NO(g)$

có biến thiên enthalpy: $\Delta_f H^o_{298}(NO(g)) = +90,3$ kJ/mol. Giá trị $\Delta_f H^o_{298} > 0$, tức phản ứng này là phản ứng thu nhiệt.

(*) $\Delta_f H$ là nhiệt tạo thành (chữ f viết tắt của từ tiếng Anh "formation", nghĩa là tạo thành).

Bảng 17.1. *Nhiệt tạo thành chuẩn của một số chất thường gặp(*)*

Chất	$\Delta_f H^o_{298}$ (kJ/mol)	Chất	$\Delta_f H^o_{298}$ (kJ/mol)
AgCl(s)	–127,0	HCl(g)	–92,3
$BaCl_2(s)$	–806,1	HI(g)	+25,9
$BaSO_4(s)$	–1 465,0	$H_2O(l)$	–285,8
$CaCl_2(s)$	–795,0	$H_2O(g)$	–241,8
$CaCO_3(s)$	–1 206,9	KCl(s)	–436,7
CaO(s)	–635,1	KOH(s)	–424,8
$CH_4(g)$	–74,9	$Fe_2O_3(s)$	–825,5
$C_2H_6(g)$	–84,7	NaCl(s)	–411,1
$C_2H_2(g)$	+227,0	NaOH(s)	–425,6
CO(g)	–110,5	$NH_3(g)$	–45,9
$CO_2(g)$	–393,5	$O_3(g)$	+143,0
$Ca(OH)_2(s)$	–986,1	$SO_2(g)$	–296,8
HBr(g)	–36,3	$SO_3(l)$	–441,0

2. Tính biến thiên enthalpy của phản ứng theo nhiệt tạo thành

Biến thiên enthalpy của phản ứng được xác định bằng hiệu số giữa tổng nhiệt tạo thành các chất sản phẩm (sp) và tổng nhiệt tạo thành của các chất đầu (cđ).

Ở điều kiện chuẩn:

$$\Delta_r H^o_{298} = \sum \Delta_f H^o_{298}(sp) - \sum \Delta_f H^o_{298}(cđ)$$

Trong tính toán cần lưu ý đến hệ số của các chất trong phương trình hoá học.

Ví dụ 1: Xác định biến thiên enthalpy của phản ứng sau ở điều kiện chuẩn:

$$SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow SO_3(l)$$

biết nhiệt tạo thành $\Delta_f H^o_{298}$ của $SO_2(g)$ là –296,8 kJ/ mol, của $SO_3(l)$ là –441,0 kJ/mol.

Lời giải:

$$\Delta_r H^o_{298} = \Delta_f H^o_{298}(SO_3(l)) - [\Delta_f H^o_{298}(SO_2(g)) + \frac{1}{2}\Delta_f H^o_{298}(O_2(g))]$$
$$= -441,0 - (-296,8 + 0 \cdot \frac{1}{2}) = -144,2 \text{ (kJ)}.$$

(*) *Nguồn: Silberberg, Martin. (2018). Chemistry: the molecular nature of matter and change with advanced topics. McGraw-Hill Education.*

Ví dụ 2: Xác định biến thiên enthalpy của phản ứng sau ở điều kiện chuẩn:

$$4FeS_2(s) + 11O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_3(s) + 8SO_2(g)$$

biết nhiệt tạo thành $\Delta_f H^o_{298}$ của các chất $FeS_2(s)$, $Fe_2O_3(s)$ và $SO_2(g)$ lần lượt là –177,9 kJ/mol, –825,5 kJ/mol và –296,8 kJ/mol.

Lời giải:

Tổng nhiệt tạo thành các chất đầu là:

$$\sum \Delta_f H^o_{298}(cđ) = \Delta_f H^o_{298}(FeS_2(s)) \cdot 4 + \Delta_f H^o_{298}(O_2(g)) \cdot 11 = (-177,9) \cdot 4 + 0 \cdot 11$$
$$= -711,6 \text{ (kJ)}$$

Tổng nhiệt tạo thành các chất sản phẩm là:

$$\sum \Delta_f H^o_{298}(sp) = \Delta_f H^o_{298}(Fe_2O_3(s)) \cdot 2 + \Delta_f H^o_{298}(SO_2(g)) \cdot 8 = (-825,5) \cdot 2 + (-296,8) \cdot 8$$
$$= -4\,025,4 \text{ (kJ)}$$

Vậy, biến thiên enthalpy của phản ứng:

$$\Delta_r H^o_{298} = \sum \Delta_f H^o_{298}(sp) - \sum \Delta_f H^o_{298}(cđ) = -4\,025,4 - (-711,6) = -3\,313,8 \text{ (kJ)}$$

EM CÓ BIẾT

Từ các nghiên cứu thực nghiệm, năm 1840, nhà hoá học người Thuỵ Sĩ là G. Hess (He-xơ) đã đề xuất một định luật về sau mang tên ông, trong đó nói rằng những sự thay đổi năng lượng trong một quá trình hoá học chỉ phụ thuộc vào trạng thái của các chất ban đầu và sản phẩm mà không phụ thuộc vào cách phản ứng xảy ra và các sản phẩm trung gian.

Dựa vào định luật Hess, các nhà khoa học đã thu thập các số liệu thực nghiệm của các phản ứng cơ bản như nhiệt tạo thành, nhiệt cháy, năng lượng liên kết,... đưa vào các tài liệu tra cứu.

Từ các số liệu thực nghiệm này, ta có thể tính được các đại lượng của các phản ứng khác mà không cần tiến hành thí nghiệm.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

5. Cho phản ứng:

$$C(\text{kim cương}) \longrightarrow C(\text{graphite}) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -1,9 \text{ kJ}$$

a) Ở điều kiện chuẩn, kim cương hay graphite có mức năng lượng thấp hơn?

b) Trong phản ứng xác định nhiệt tạo thành của $CO_2(g)$: $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$, carbon ở dạng kim cương hay graphite?

6. Từ số liệu Bảng 17.1, hãy xác định biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng đốt cháy ethane:

$$C_2H_6(g) + \frac{7}{2}O_2(g) \xrightarrow{t^o} 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$$

IV TÍNH BIẾN THIÊN ENTHALPY CỦA PHẢN ỨNG THEO NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT

Phản ứng hoá học là quá trình phá vỡ các liên kết trong chất đầu và hình thành các liên kết mới để tạo thành sản phẩm. Sự phá vỡ liên kết cần cung cấp năng lượng, trong khi sự hình thành liên kết lại giải phóng năng lượng. Biến thiên enthalpy của phản ứng (mà các chất đều ở thể khí), bằng hiệu số giữa tổng năng lượng liên kết của các

chất đầu và tổng năng lượng liên kết của các sản phẩm (ở cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất).

Ở điều kiện chuẩn:

$$\Delta_r H^o_{298} = \sum E_b \text{ (cđ)} - \sum E_b \text{ (sp)}$$

Ví dụ 1: Tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng

$$H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$$

biết E_b (H—H) = 436 kJ/mol, E_b (Cl—Cl) = 243 kJ/mol, E_b (H—Cl) = 432 kJ/mol.

Lời giải:

Biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng là:

$\Delta_r H^o_{298} = E_b(H—H) + E_b(Cl—Cl) - 2 \cdot E_b(H—Cl) = 436 + 243 - 2 \cdot 432 = -185$ (kJ)

Phản ứng toả nhiệt vì khi tạo thành 2 liên kết H—Cl toả ra năng lượng lớn hơn năng lượng cần thiết để phá vỡ liên kết H—H và Cl—Cl.

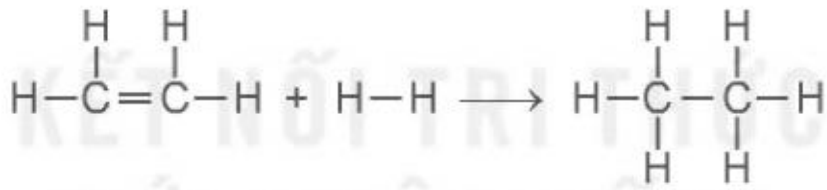
Ví dụ 2: Xác định biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng

$$C_2H_4(g) + H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$$

biết năng lượng liên kết (ở điều kiện chuẩn):

Liên kết	H—H	C—H	C—C	C=C
Phân tử	hydrogen	hydrocarbon	alkane	alkene
E_b (kJ/mol)	436	418	346	612

Lời giải:



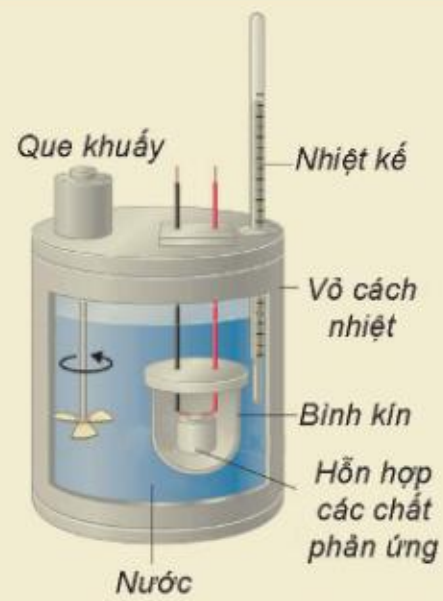
$\Rightarrow \Delta_r H^o_{298} = E_b(C=C) + 4E_b(C—H) + E_b(H—H) - E_b(C—C) - 6E_b(C—H)$

$= 612 + 4 \cdot 418 + 436 - 346 - 6 \cdot 418 = -134$ (kJ)

EM CÓ BIẾT

Xác định biến thiên enthalpy bằng thực nghiệm

Biến thiên enthalpy của phản ứng có thể xác định bằng nhiệt lượng kế (Hình 17.2). Dựa vào kết quả khi xác định sự thay đổi nhiệt độ của nước sẽ tính được nhiệt lượng đã cho đi (hoặc nhận vào), từ đó xác định được biến thiên enthalpy của phản ứng.



Hình 17.2. *Một mô hình nhiệt lượng kế*

7.

a) Cho biết năng lượng liên kết trong các phân tử O_2, N_2 và NO lần lượt là 494 kJ/mol, 945 kJ/mol và 607 kJ/mol. Tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng:

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g)$$

b) Giải thích vì sao nitrogen chỉ phản ứng với oxygen ở nhiệt độ cao hoặc khi có tia lửa điện.

8. Từ số liệu năng lượng liên kết ở Bảng 12.2, hãy tính biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy butane theo năng lượng liên kết, biết sản phẩm phản ứng đều ở thể khí.

EM ĐÃ HỌC

- Phản ứng toả nhiệt là phản ứng khi xảy ra kèm theo sự truyền nhiệt từ chất phản ứng ra môi trường.
- Phản ứng thu nhiệt là phản ứng khi xảy ra kèm theo sự truyền nhiệt từ môi trường vào chất phản ứng.
- Biến thiên enthalpy của phản ứng là nhiệt lượng toả ra hay thu vào của phản ứng ở một điều kiện xác định.
- Biểu thức tính biến thiên enthalpy của các phản ứng ở điều kiện chuẩn:

  – Theo nhiệt tạo thành:

$$\Delta_r H^o_{298} = \sum \Delta_f H^o_{298}\,(sp) - \sum \Delta_f H^o_{298}\,(cđ).$$

  – Theo năng lượng liên kết (các chất đều ở thể khí)

$$\Delta_r H^o_{298} = \sum E_b\,(cđ) - \sum E_b\,(sp)$$

EM CÓ THỂ

- Nhận biết được một phản ứng là toả nhiệt hay thu nhiệt.
- Tính được biến thiên enthalpy của một số phản ứng khi biết nhiệt tạo thành hoặc năng lượng liên kết của các chất.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

BÀI 18

ÔN TẬP CHƯƠNG 5

I HỆ THỐNG HOÁ KIẾN THỨC

Hoàn thành các nội dung còn thiếu sau đây:

Chất phản ứng ⟶ Sản phẩm, $\Delta_r H > 0$ (phản ứng ...?... nhiệt)

$\Delta_r H < 0$ (phản ứng ...?... nhiệt)

Tính biến thiên enthalpy của phản ứng theo nhiệt tạo thành (ở điều kiện chuẩn):

$\Delta_r H^o_{298}$ = ...?.....

Tính biến thiên enthalpy của phản ứng (mà các chất đều ở thể khí) theo năng lượng liên kết (ở điều kiện chuẩn):

$\Delta_r H^o_{298}$ = ...?.....

II LUYỆN TẬP

Câu 1. Phản ứng chuyển hoá giữa hai dạng đơn chất của phosphorus (P):

P (s, đỏ) ⟶ P (s, trắng) $\Delta_r H^o_{298} = 17{,}6$ kJ

Điều này chứng tỏ phản ứng:

A. thu nhiệt, P đỏ bền hơn P trắng.

B. thu nhiệt, P trắng bền hơn P đỏ.

C. toả nhiệt, P đỏ bền hơn P trắng.

D. toả nhiệt, P trắng bền hơn P đỏ.

Câu 2. Cho biết biến thiên enthalpy của phản ứng sau ở điều kiện chuẩn:

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -283{,}0 \text{ kJ}$$

Biết nhiệt tạo thành chuẩn của CO_2: $\Delta_f H^o_{298}(CO_2(g)) = -393{,}5$ kJ/mol.

Nhiệt tạo thành chuẩn của CO là

A. –110,5 kJ/mol. B. +110,5 kJ/mol. C. –141,5 kJ/mol. D. –221,0 kJ/mol.

Câu 3. Dung dịch glucose ($C_6H_{12}O_6$) 5%, có khối lượng riêng là 1,02 g/mL, phản ứng oxi hoá 1 mol glucose tạo thành $CO_2(g)$ và $H_2O(l)$ toả ra nhiệt lượng là 2 803,0 kJ.

Một người bệnh được truyền một chai chứa 500 mL dung dịch glucose 5%. Năng lượng tối đa từ phản ứng oxi hoá hoàn toàn glucose mà bệnh nhân đó có thể nhận được là

A. +397,09 kJ. B. +381,67 kJ. C. +389,30 kJ. D. +416,02 kJ.

Câu 4. Cho giá trị trung bình của các năng lượng liên kết ở điều kiện chuẩn:

Liên kết	C—H	C—C	C=C
E_b (kJ/mol)	418	346	612

Biến thiên enthalpy của phản ứng $C_3H_8(g) \longrightarrow CH_4(g) + C_2H_4(g)$ có giá trị là

A. +103 kJ. B. –103 kJ. C. +80 kJ. D. –80 kJ.

Câu 5. Methane là thành phần chính của khí thiên nhiên. Xét phản ứng đốt cháy methane:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -890{,}3 \text{ kJ}$$

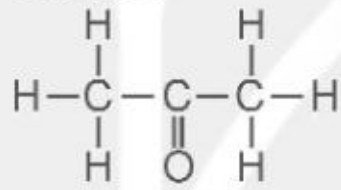
Biết nhiệt tạo thành chuẩn của $CO_2(g)$ và $H_2O(l)$ tương ứng là –393,5 và –285,8 kJ/mol. Hãy tính nhiệt tạo thành chuẩn của khí methane.

Câu 6. So sánh nhiệt toả ra khi đốt cháy hoàn toàn 1 kg cồn (C_2H_5OH) và 1 kg tristearin ($C_{57}H_{110}O_6$, có trong mỡ lợn). Cho biết:

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -1\,365 \text{ kJ}$$

$$C_{57}H_{110}O_6(s) + \frac{163}{2}O_2(g) \longrightarrow 57CO_2(g) + 55H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -35\,807 \text{ kJ}$$

Câu 7. Biết CH_3COCH_3 có công thức cấu tạo:



Từ số liệu năng lượng liên kết ở Bảng 12.2, hãy xác định biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy acetone (CH_3COCH_3):

$$CH_3COCH_3(g) + 4O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 3H_2O(g)$$

Câu 8. Một bình gas (khí hoá lỏng) chứa hỗn hợp propane và butane với tỉ lệ số mol 1 : 2. Xác định nhiệt lượng toả ra khi đốt cháy hoàn toàn 12 kg khí gas trên ở điều kiện chuẩn. Cho biết:

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -2\,220 \text{ kJ}$$

$$C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2}O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(l) \qquad \Delta_r H^o_{298} = -2\,874 \text{ kJ}$$

Trung bình mỗi ngày, một hộ gia đình cần đốt gas để cung cấp 10 000 kJ nhiệt (hiệu suất hấp thụ nhiệt là 80%). Sau bao nhiêu ngày hộ gia đình trên sẽ sử dụng hết bình gas 12 kg?

CHƯƠNG

6 TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG



Thuốc nổ trong pháo hoa bị cháy và phát ra những tia sáng rực rỡ chỉ trong thời gian ngắn. Đây là một ví dụ về phản ứng hoá học có tốc độ nhanh.

Các phản ứng hoá học xảy ra với tốc độ nhanh, chậm khác nhau. Chúng ta luôn mong muốn đẩy nhanh những phản ứng có lợi và làm chậm những phản ứng có hại. Hiểu biết về tốc độ phản ứng sẽ giúp chúng ta thực hiện được điều đó.

- Tốc độ phản ứng
- Ôn tập

BÀI 19

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 (còn gọi là định luật tác dụng khối lượng, chỉ đúng cho phản ứng đơn giản nên không tuỳ ý áp dụng cho mọi phản ứng). Từ đó nêu được ý nghĩa hằng số tốc độ phản ứng.
- Thực hiện được một số thí nghiệm nghiên cứu và giải thích được các yếu tố ảnh hưởng tới tốc độ phản ứng (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.
- 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.

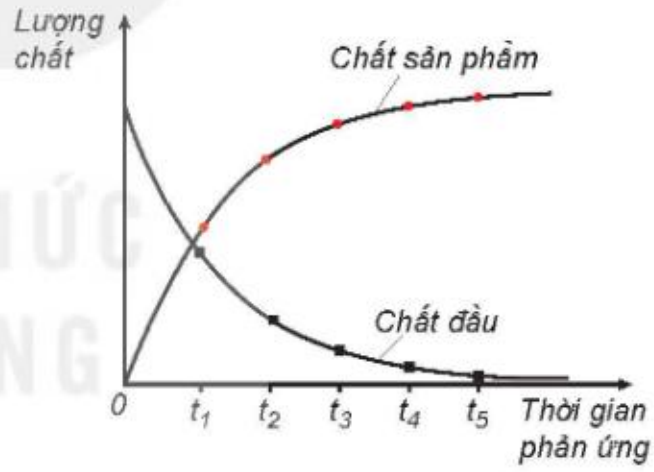
Làm thế nào có thể so sánh sự nhanh, chậm của các phản ứng hoá học để thúc đẩy hoặc kìm hãm chúng theo mong muốn?

I TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG HOÁ HỌC

1. Khái niệm tốc độ phản ứng hoá học

Khi phản ứng hoá học xảy ra, lượng chất đầu giảm dần theo thời gian, trong khi lượng chất sản phẩm tăng dần theo thời gian (Hình 19.1).

Tốc độ phản ứng được xác định bằng sự thay đổi lượng chất đầu hoặc chất sản phẩm trong một đơn vị thời gian: giây (s), phút (min), giờ (h), ngày (d),... Lượng chất có thể được biểu diễn bằng số mol, nồng độ mol, khối lượng, hoặc thể tích.



Hình 19.1. *Sự thay đổi lượng chất theo thời gian*

Các phản ứng khác nhau xảy ra với tốc độ khác nhau, có phản ứng xảy ra nhanh, có phản ứng xảy ra chậm (Hình 19.2).

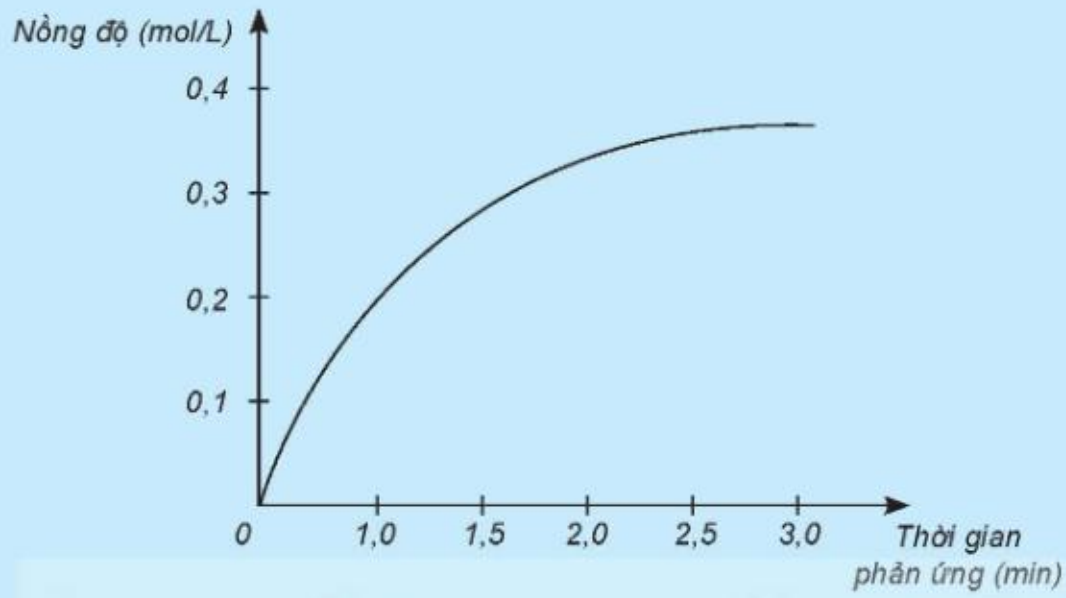


a) *b)* *c)*

Hình 19.2. *Phản ứng xảy ra nhanh: a) Than cháy; Phản ứng xảy ra chậm: b) Sắt bị gỉ, c) Tinh bột lên men rượu*

1. Xét phản ứng: $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$.

Nghiên cứu sự thay đổi nồng độ một chất trong phản ứng theo thời gian, thu được đồ thị sau:



a) Đồ thị này mô tả sự thay đổi nồng độ theo thời gian của chất nào?

b) Nêu đơn vị của tốc độ phản ứng trong trường hợp này.

2. Tốc độ trung bình của phản ứng

Phản ứng phân huỷ H_2O_2:

$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2$$

Kết quả thí nghiệm đo nồng độ H_2O_2 tại các thời điểm khác nhau được trình bày trên Bảng 19.1.

Bảng 19.1. *Kết quả thí nghiệm phản ứng phân huỷ H_2O_2*

Thời gian phản ứng (h)	0	3	6	9	12
Nồng độ H_2O_2 (mol/L)	1,000	0,707	0,500	0,354	0,250

Biến thiên nồng độ trong khoảng thời gian từ 0 giờ đến 3 giờ là:

$$0,707 - 1,000 = -0,293 \text{ (mol/L)}$$

(Dấu "–" thể hiện rằng nồng độ H_2O_2 giảm dần khi phản ứng xảy ra).

Tốc độ phản ứng trong khoảng thời gian từ 0 giờ đến 3 giờ được tính như sau:

$$v_{tb} = -\frac{C_{H_2O_2(3h)} - C_{H_2O_2(0h)}}{3-0} = -\frac{0,707 - 1,000}{3} \approx 0,098 \text{ (mol/(L·h))}$$

(Đặt dấu "–" trước biểu thức để tốc độ phản ứng có giá trị dương.)

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Thực hiện các yêu cầu sau:

1. Hãy tính tốc độ phản ứng theo nồng độ H_2O_2 trong các khoảng thời gian từ:

   a) 3 giờ đến 6 giờ; b) 6 giờ đến 9 giờ; c) 9 giờ đến 12 giờ.

2. Nhận xét về sự thay đổi tốc độ phản ứng theo thời gian.

Đa số các phản ứng hoá học có tốc độ giảm dần theo thời gian. Để đặc trưng cho sự nhanh chậm của phản ứng trong một khoảng thời gian, ta dùng tốc độ phản ứng trung bình.

Ví dụ: Xét phản ứng

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$

Tại thời điểm t_1, nồng độ CO, O_2, CO_2 lần lượt là $C_{CO}(1), C_{O_2}(1), C_{CO_2}(1)$.

Tại thời điểm t_2, nồng độ CO, O_2, CO_2 lần lượt là $C_{CO}(2), C_{O_2}(2), C_{CO_2}(2)$.

Vậy, trong khoảng thời gian $\Delta t = t_2 - t_1$, biến thiên nồng độ các chất là:

$$\Delta C_{CO} = C_{CO}(2) - C_{CO}(1)$$
$$\Delta C_{O_2} = C_{O_2}(2) - C_{O_2}(1)$$
$$\Delta C_{CO_2} = C_{CO_2}(2) - C_{CO_2}(1)$$

Khi phản ứng xảy ra, theo thời gian, nồng độ CO và O_2 giảm, nồng độ CO_2 tăng, nên ΔC_{CO} và ΔC_{O_2} âm, ΔC_{CO_2} dương.

Từ phương trình hoá học, cho thấy tỉ lệ: cứ 2 mol CO phản ứng với 1 mol O_2, sinh ra 2 mol CO_2. Vì vậy:

$$-\frac{1}{2}\Delta C_{CO} = -\Delta C_{O_2} = \frac{1}{2}\Delta C_{CO_2}$$

Tốc độ trung bình của phản ứng được tính theo biểu thức:

$$v_{tb} = -\frac{1}{2}\frac{\Delta C_{CO}}{\Delta t} = -\frac{\Delta C_{O_2}}{\Delta t} = \frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta C_{CO_2}}{\Delta t}$$

EM CÓ BIẾT

Sự thay đổi lượng chất trong khoảng thời gian vô cùng ngắn được gọi là tốc độ tức thời của phản ứng.

Đối với phản ứng tổng quát: $aA + bB \longrightarrow cC + dD$

Gọi ΔC_A, ΔC_B, ΔC_C, ΔC_D lần lượt là biến thiên lượng chất các chất A, B, C, D trong khoảng thời gian Δt. Tốc độ trung bình của phản ứng được tính theo biểu thức:

$$v_{tb} = -\frac{1}{a}\cdot\frac{\Delta C_A}{\Delta t} = -\frac{1}{b}\cdot\frac{\Delta C_B}{\Delta t} = \frac{1}{c}\cdot\frac{\Delta C_C}{\Delta t} = \frac{1}{d}\cdot\frac{\Delta C_D}{\Delta t}$$

2. Cho phản ứng của các chất ở thể khí:

$$2NO + 2H_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$$

Hãy viết biểu thức tính tốc độ trung bình theo sự biến đổi nồng độ chất đầu và chất sản phẩm của phản ứng trên.

II CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG

1. Ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng

Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng:

$$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + S + SO_2 + H_2O$$

Chuẩn bị: Các dung dịch: $Na_2S_2O_3$ 0,05 M; $Na_2S_2O_3$ 0,10 M; $Na_2S_2O_3$ 0,30 M; H_2SO_4 0,50 M; 3 bình tam giác; đồng hồ bấm giờ; tờ giấy trắng có kẻ chữ X.

Tiến hành:

– Cho vào mỗi bình tam giác 30 mL dung dịch $Na_2S_2O_3$ với các nồng độ tương ứng là 0,05 M; 0,10 M và 0,30 M. Đặt các bình lên tờ giấy trắng có kẻ sẵn chữ X.

– Rót nhanh vào mỗi bình 30 mL dung dịch H_2SO_4 0,5 M và bắt đầu bấm giờ.

Lưu ý: Phản ứng có sinh ra khí độc. Cần tiến hành cẩn thận và tránh ngửi trực tiếp trên miệng bình tam giác.



a) Trước khi phản ứng nhìn thấy vạch chữ X *b) Thời điểm không nhìn thấy vạch chữ X*

Hình 19.3 *Thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng*

Quan sát vạch chữ X trên tờ giấy dưới đáy bình, ghi lại thời điểm không nhìn thấy vạch chữ X nữa và trả lời câu hỏi:

1. Phản ứng ở bình nào xảy ra nhanh nhất? Chậm nhất?
2. Nồng độ ảnh hưởng thế nào đến tốc độ phản ứng?

Sự thay đổi nồng độ các chất tham gia sẽ ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng, thông thường, khi nồng độ tăng, tốc độ phản ứng sẽ tăng. Mối liên hệ giữa tốc độ phản ứng và nồng độ các chất tham gia được xác định bằng thực nghiệm.

Ở nhiệt độ không đổi, tốc độ phản ứng tỉ lệ thuận với tích số nồng độ các chất phản ứng với số mũ thích hợp. Đối với phản ứng đơn giản (phản ứng chỉ xảy ra qua một giai đoạn), số mũ là hệ số của chất tham gia trong phương trình hoá học.

Ví dụ: Xét phản ứng

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2 \qquad (1)$$

Từ thực nghiệm, xác định được mối liên hệ giữa tốc độ phản ứng (1) và nồng độ các chất tham gia phản ứng: $v = k \cdot C_{NO}^2 \cdot C_{O_2}$.

Trong đó: C_{NO} và C_{O_2} là nồng độ mol của NO và O_2 tại thời điểm đang xét; k được gọi là *hằng số tốc độ phản ứng*; v là tốc độ phản ứng tại thời điểm đang xét. Xét tại thời điểm C_{NO} = 1 M và C_{O_2} = 1 M, khi đó v = k. Như vậy: hằng số tốc độ k là tốc độ phản ứng khi nồng độ của tất cả các chất đầu đều bằng đơn vị.

Đại lượng k đặc trưng cho mỗi phản ứng và chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ, không phụ thuộc vào nồng độ chất phản ứng. Giá trị của k được xác định từ thực nghiệm.

Ảnh hưởng của nồng độ đến tốc độ phản ứng có thể giải thích như sau: trong quá trình phản ứng, các hạt (phân tử, nguyên tử hoặc ion) luôn chuyển động không ngừng và va chạm với nhau. Những va chạm có năng lượng đủ lớn phá vỡ liên kết cũ và hình thành liên kết mới dẫn tới phản ứng hoá học, được gọi là va chạm hiệu quả.

Khi nồng độ chất phản ứng tăng lên, số va chạm giữa các hạt tăng lên, làm số va chạm hiệu quả cũng tăng lên và dẫn đến tốc độ phản ứng tăng.

EM CÓ BIẾT

Trong các phản ứng phức tạp, các chất đầu trải qua nhiều giai đoạn trung gian mới tạo thành được sản phẩm cuối cùng. Khi đó, tốc độ phản ứng phụ thuộc vào nồng độ của các chất tham gia phản ứng với số mũ nhìn chung khác với hệ số tỉ lượng của chất đó trong phương trình hoá học.

Ví dụ: Phản ứng tổng hợp phosgene ($COCl_2$) là một chất độc hoá học được sử dụng trong chiến tranh thế giới thứ nhất.

$$CO + Cl_2 \longrightarrow COCl_2$$

Phương trình tốc độ phản ứng được xác định từ thực nghiệm có dạng như sau:

$$v = k \cdot C_{CO} \cdot C_{Cl_2}^{3/2}$$

3. Cho phản ứng: $X + Y \longrightarrow XY$.

Biết tốc độ phản ứng tỉ lệ thuận với nồng độ của các chất tham gia phản ứng với số mũ là hệ số tỉ lượng của chất đó trong phương trình hoá học.

a) Hãy viết phương trình tốc độ của phản ứng này.

b) Ở một nhiệt độ xác định, hằng số tốc độ của phản ứng này là $2,5 \cdot 10^{-4}$ L/(mol.s). Nồng độ đầu của X và Y lần lượt là 0,02 M và 0,03 M. Hãy tính tốc độ phản ứng:

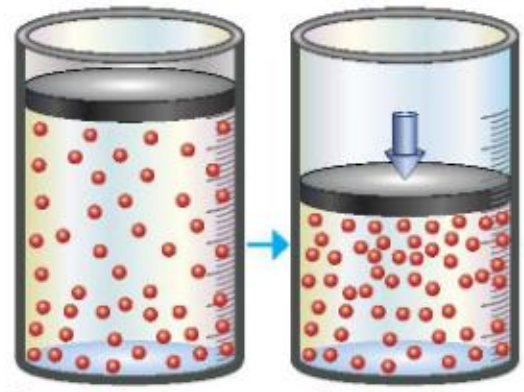
– Tại thời điểm đầu.

– Tại thời điểm đã hết một nửa lượng X.

2. Ảnh hưởng của áp suất đến tốc độ phản ứng

Trong hỗn hợp khí, nồng độ mỗi khí tỉ lệ thuận với áp suất của nó. Khi nén hỗn hợp khí (giảm thể tích) thì nồng độ mỗi khí tăng lên (Hình 19.4). Việc tăng áp suất hỗn hợp khí cũng tương tự như tăng nồng độ, sẽ làm tốc độ phản ứng tăng.

Việc thay đổi áp suất không làm ảnh hưởng đến tốc độ của phản ứng không có chất khí tham gia.



Áp suất thường *Áp suất cao*

Hình 19.4. *Mối liên hệ giữa tăng áp suất và tăng nồng độ*

4. Nêu mối liên hệ giữa nồng độ và áp suất của khí trong hỗn hợp.

5. Áp suất ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng nào sau đây?

$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{t^o,\ xúc\ tác} 2NH_3(g)$ (1)

$CO_2(g) + Ca(OH)_2(aq) \longrightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$ (2)

$SiO_2(s) + CaO(s) \longrightarrow CaSiO_3(s)$ (3)

$BaCl_2(aq) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) + 2HCl(aq)$ (4)

3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng

Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng:

$$Mg + 2H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2 + H_2$$

Chuẩn bị: Mg dạng phoi bào, dung dịch phenolphthalein, nước cất, 2 ống nghiệm, đèn cồn, kẹp gỗ.

Tiến hành:

- Cho vào mỗi ống nghiệm khoảng 3 mL nước cất.
- Nhỏ vào mỗi ống nghiệm 1 – 2 giọt phenolphthalein và cho vào mỗi ống 1 mẩu phoi bào Mg.
- Đun nóng 1 ống nghiệm.

Lưu ý: Làm sạch bề mặt Mg trước khi tiến hành thí nghiệm.

Quan sát và trả lời câu hỏi:

1. Sự thay đổi màu sắc trong ống nghiệm nào nhanh hơn?
2. Nhiệt độ ảnh hưởng như thế nào đến tốc độ phản ứng?

Khi tăng nhiệt độ, các hạt (phân tử, nguyên tử hoặc ion) sẽ chuyển động nhanh hơn, động năng cao hơn. Khi đó, số va chạm hiệu quả giữa các hạt tăng lên, dẫn đến tốc độ phản ứng tăng.

Thực nghiệm cho thấy khi tăng nhiệt độ lên 10 °C thì tốc độ phản ứng thường tăng từ 2 đến 4 lần.

Gọi v_T là tốc độ phản ứng tại nhiệt độ T, v_{T+10} là tốc độ phản ứng tại nhiệt độ T+10, khi đó:

$$\frac{v_{T+10}}{v_T} = \gamma$$

Trong biểu thức trên, γ được gọi là hệ số nhiệt độ Van't Hoff (Van-Hốp). Giá trị γ càng lớn thì ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng càng mạnh.

Ví dụ: xét phản ứng của acetone với iodine.

$$CH_3COCH_3 + I_2 \longrightarrow CH_3COCH_2I + HI$$

Phản ứng có hệ số nhiệt độ γ trong khoảng từ 30 °C đến 50 °C là 2,5. Nếu ở 35 °C, phản ứng có tốc độ là 0,036 mol/(L.h) thì ở 45 °C, phản ứng có tốc độ là $0{,}036 \cdot 2{,}5 = 0{,}09$ mol/(L.h).

EM CÓ BIẾT

Quá trình chín của trái cây

Khi các phản ứng hoá học chuyển hoá tinh bột thành đường xảy ra, trái cây sẽ chín. Khi thời tiết nóng lên, phản ứng xảy ra nhanh hơn nên trái cây chín nhanh hơn.

6. Hãy giải thích tại sao khi nhiệt độ tăng thì tốc độ phản ứng tăng.
7. Nêu ý nghĩa của hệ số nhiệt độ Van't Hoff.
8. Ở 20 °C, tốc độ một phản ứng là 0,05 mol/(L.min). Ở 30 °C, tốc độ phản ứng này là 0,15 mol/(L.min).

   a) Hãy tính hệ số nhiệt độ Van't Hoff của phản ứng trên.

   b) Dự đoán tốc độ phản ứng trên ở 40 °C (giả thiết hệ số nhiệt độ γ trong khoảng nhiệt độ này không đổi).

4. Ảnh hưởng của diện tích bề mặt đến tốc độ phản ứng

Nghiên cứu ảnh hưởng của diện tích bề mặt đến tốc độ phản ứng:

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

Chuẩn bị: 2 bình tam giác, dung dịch HCl 0,5 M, đá vôi dạng viên, đá vôi đập nhỏ.

Tiến hành:

- Cho cùng một lượng (khoảng 2 g) đá vôi dạng viên vào bình tam giác (1) và đá vôi đập nhỏ vào bình tam giác (2).
- Rót 20 mL dung dịch HCl 0,5 M vào mỗi bình.

Quan sát hiện tượng và thực hiện yêu cầu sau:

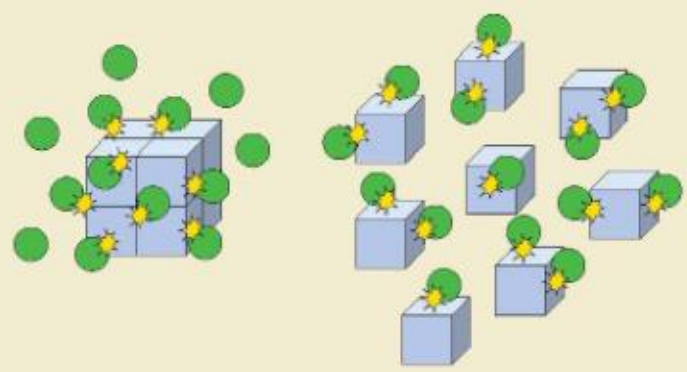
1. Phản ứng trong bình nào có tốc độ thoát khí nhanh hơn?
2. Đá vôi dạng nào có tổng diện tích bề mặt lớn hơn?
3. Nêu ảnh hưởng của diện tích bề mặt tiếp xúc đến tốc độ phản ứng.

Khi tăng diện tích bề mặt tiếp xúc, số va chạm giữa các chất đầu tăng lên, số va chạm hiệu quả cũng tăng theo, dẫn đến tốc độ phản ứng tăng.

EM CÓ BIẾT

Nếu kích thước hạt càng nhỏ thì tổng diện tích bề mặt càng lớn, nên có thể tăng diện tích tiếp xúc bằng cách đập nhỏ hạt.

Ngoài ra, có thể tăng diện tích bề mặt của một khối chất bằng cách tạo nhiều đường rãnh, lỗ xốp trong lòng khối chất đó (tương tự như miếng bọt biển). Khi đó diện tích bề mặt bao gồm diện tích bề mặt trong và diện tích bề mặt ngoài.



5. Ảnh hưởng của chất xúc tác đến tốc độ phản ứng

Nghiên cứu ảnh hưởng của chất xúc tác đến tốc độ phản ứng:

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

Chuẩn bị: 2 bình tam giác, dung dịch H_2O_2 10%, MnO_2.

Tiến hành:

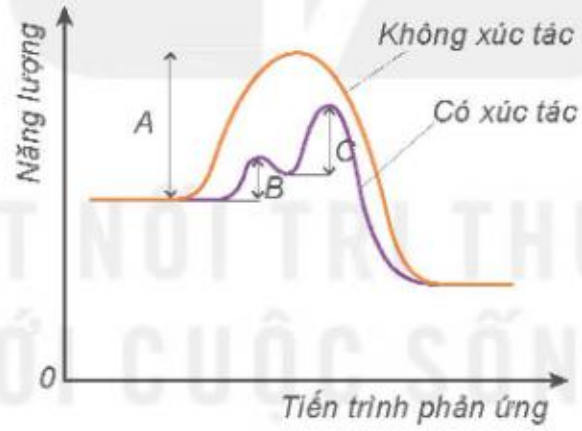
- Rót vào 2 bình tam giác, mỗi bình 20 mL dung dịch H_2O_2 10%.
- Thêm khoảng 0,1 g xúc tác MnO_2 vào một bình và lắc đều.

Quan sát hiện tượng và thực hiện yêu cầu sau:

1. So sánh tốc độ thoát khí ở hai bình.
2. Chất xúc tác ảnh hưởng thế nào đến tốc độ phản ứng?

Ảnh hưởng của xúc tác đến tốc độ phản ứng được giải thích dựa vào năng lượng hoạt hoá. Đây là năng lượng tối thiểu cần cung cấp cho các hạt (nguyên tử, phân tử hoặc ion) để va chạm giữa chúng gây ra phản ứng hoá học.

Khi có xúc tác, phản ứng sẽ xảy ra qua nhiều giai đoạn. Mỗi giai đoạn đều có năng lượng hoạt hoá thấp hơn so với phản ứng không xúc tác (Hình 19.5). Do đó số hạt có đủ năng lượng hoạt hoá sẽ nhiều hơn, dẫn đến tốc độ phản ứng tăng lên.

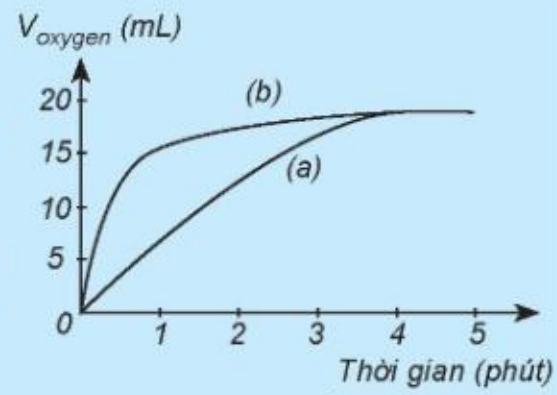


Hình 19.5. *Năng lượng hoạt hoá của phản ứng khi không có xúc tác là A và khi có xúc tác với năng lượng hoạt hoá là B, C của các giai đoạn*

Sau phản ứng, khối lượng, bản chất hoá học của xúc tác không đổi, tuy nhiên, kích thước, hình dạng hạt, độ xốp,... có thể thay đổi.

9. Thực hiện hai phản ứng phân huỷ H_2O_2: một phản ứng có xúc tác MnO_2, một phản ứng không xúc tác. Đo thể tích khí oxygen theo thời gian và biểu diễn trên đồ thị như hình bên:

Đường phản ứng nào trên đồ thị (Hình 19.6) tương ứng với phản ứng có xúc tác, với phản ứng không có xúc tác?



Hình 19.6. *Tiến trình của phản ứng phân huỷ H_2O_2*

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

III MỘT SỐ ỨNG DỤNG CỦA VIỆC THAY ĐỔI TỐC ĐỘ PHẢN ỨNG

Trong đời sống và trong sản xuất, con người áp dụng nhiều biện pháp kĩ thuật để thay đổi tốc độ phản ứng như thay đổi nồng độ, nhiệt độ, dùng chất xúc tác,... Ví dụ: Trong hàn xì, đốt acetylene bằng oxygen nguyên chất cháy nhanh và cho nhiệt độ cao hơn khi đốt bằng oxygen trong không khí.



a) Đèn xì oxygen – acetylene



b) Tủ lạnh bảo quản thức ăn



c) Bình dưa muối

Hình 19.7. *Một số ứng dụng của việc thay đổi tốc độ phản ứng*

10. Yếu tố nào đã được áp dụng để làm thay đổi tốc độ của các phản ứng trong Hình 19.7?

11. Phản ứng tạo NO từ NH_3 là một giai đoạn trung gian trong quá trình sản xuất nitric acid: $4NH_3(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$

Hãy nêu một số cách để tăng tốc độ phản ứng này.

EM ĐÃ HỌC

- Tốc độ phản ứng đặc trưng cho sự nhanh, chậm của một phản ứng hoá học.
- Tốc độ trung bình của phản ứng được tính bằng sự thay đổi lượng chất trong một đơn vị thời gian.
- Khi nồng độ chất tan trong dung dịch tăng, tốc độ phản ứng tăng.
- Đối với phản ứng có sự tham gia của chất khí, khi áp suất tăng, tốc độ phản ứng tăng.
- Khi nhiệt độ phản ứng tăng dẫn đến số va chạm hiệu quả giữa các chất phản ứng tăng, làm tốc độ phản ứng tăng.
- Để tăng tốc độ phản ứng ta có thể tăng diện tích bề mặt tiếp xúc của chất phản ứng bằng cách làm giảm kích thước hạt rắn hoặc tạo những hạt xốp.
- Chất xúc tác làm tăng tốc độ phản ứng nhưng nó không bị biến đổi về lượng và chất sau phản ứng.

EM CÓ THỂ

Giải thích được tại sao nhiều phản ứng hoá học trong công nghiệp cần tiến hành ở nhiệt độ cao và sử dụng chất xúc tác.

BÀI 20

ÔN TẬP CHƯƠNG 6

I HỆ THỐNG HOÁ KIẾN THỨC

Hoàn thành các nội dung còn thiếu sau đây:

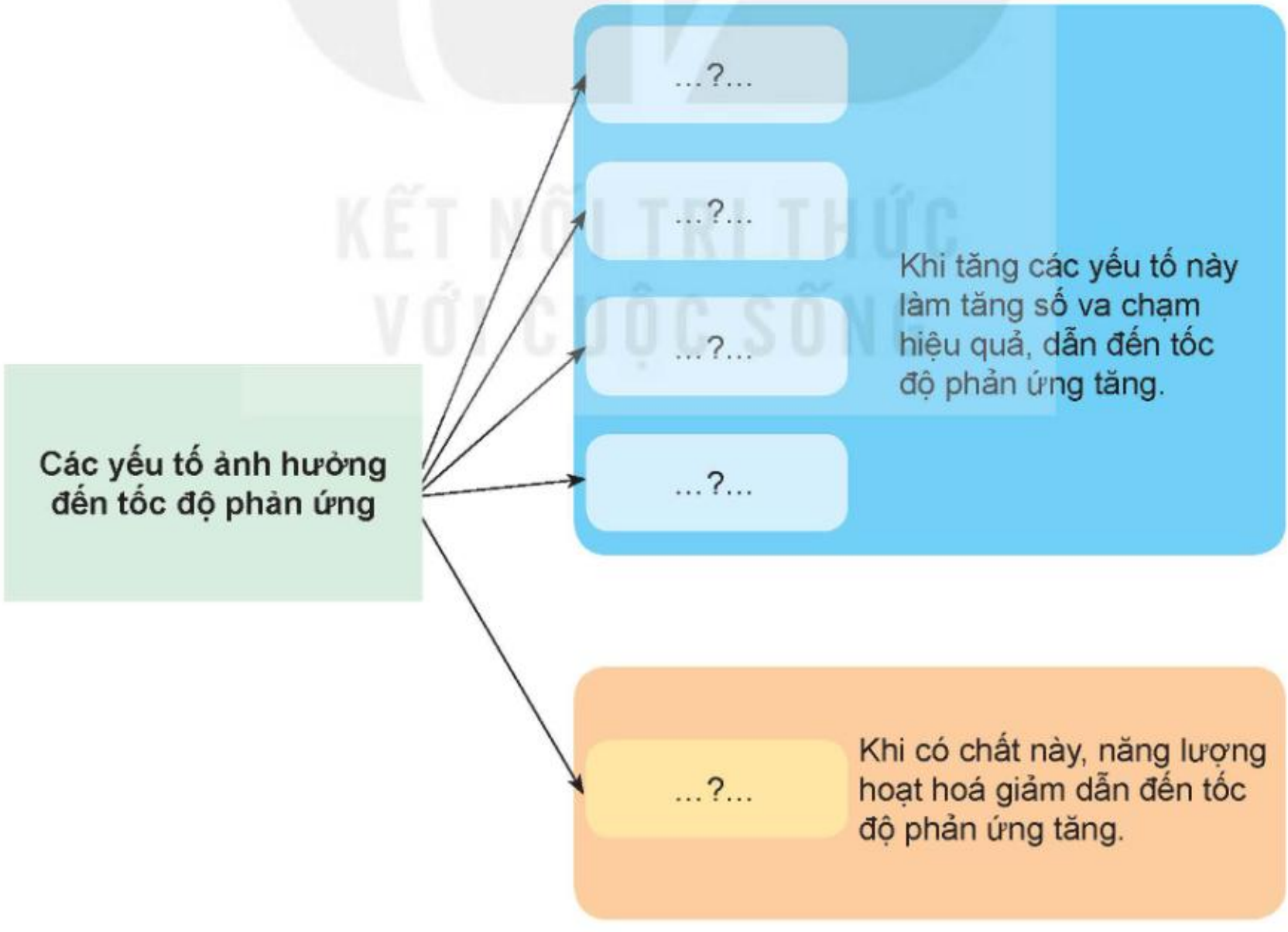
Tốc độ phản ứng:

Xét phản ứng hoá học dạng tổng quát: $aA + bB \longrightarrow cC + dD$.

Biểu thức tốc độ trung bình của phản ứng: v_{tb} = ...?...

Nếu phản ứng trên là một phản ứng đơn giản thì biểu thức tốc độ phản ứng theo hằng số tốc độ phản ứng: v = ...?...

Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng



KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

II LUYỆN TẬP

Câu 1. Hãy cho biết trong các phản ứng sau, phản ứng nào có tốc độ nhanh, phản ứng nào có tốc độ chậm?

(a) Đốt cháy nhiên liệu.

(b) Sắt bị gỉ.

(c) Trung hoà acid – base.

Câu 2. Cho khoảng 2 g zinc (kẽm) dạng hạt vào một cốc đựng dung dịch H_2SO_4 2 M (dư) ở nhiệt độ phòng. Nếu chỉ biến đổi một trong các điều kiện sau đây (các điều kiện khác giữ nguyên) thì tốc độ phản ứng sẽ thay đổi thế nào (tăng lên, giảm xuống hay không đổi)?

(a) Thay kẽm hạt bằng kẽm bột cùng khối lượng và khuấy đều.

(b) Thay dung dịch H_2SO_4 2 M bằng dung dịch H_2SO_4 1 M có cùng thể tích.

(c) Thực hiện phản ứng ở nhiệt độ cao hơn (khoảng 50 °C).

Câu 3. Hydrogen peroxide phân huỷ theo phản ứng: $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$.

Đo thể tích oxygen thu được theo thời gian, kết quả được ghi trong bảng sau:

Thời gian (min)	0	15	30	45	60
Thể tích khí oxygen (cm^3)	0	16	30	40	48

a) Vẽ đồ thị mô tả sự phụ thuộc của thể tích khí oxygen theo thời gian.

b) Tính tốc độ trung bình của phản ứng (theo cm^3/min) trong các khoảng thời gian:

– Từ 0 ÷ 15 phút;
– Từ 15 ÷ 30 phút;
– Từ 30 ÷ 45 phút;
– Từ 45 ÷ 60 phút.

Nhận xét sự thay đổi tốc độ trung bình theo thời gian.

Câu 4. Hãy thiết kế một thí nghiệm để chứng minh ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng của zinc và sulfuric acid loãng.

Câu 5. Một phản ứng ở 45 °C có tốc độ là 0,068 mol/(L·min). Hỏi phải giảm xuống nhiệt độ bao nhiêu để tốc độ phản ứng là 0,017 mol/(L·min). Giả sử, trong khoảng nhiệt độ thí nghiệm, hệ số nhiệt độ Van't Hoff của phản ứng bằng 2.

CHƯƠNG

7

NGUYÊN TỐ NHÓM HALOGEN



Người dân làm muối từ nước biển

Tên gọi chung của các nguyên tố nhóm VIIA là halogen. Theo tiếng Hy Lạp "hals" là muối và "genes" là sinh ra, halogen nghĩa là sinh ra muối. Sodium chloride (NaCl) là hợp chất quan trọng và phổ biến của chlorine trong tự nhiên, có nhiều trong nước biển và mỏ muối. Biển và đại dương là kho vô tận chứa các muối halide, vừa là môi trường sống của nhiều loài sinh vật, vừa là đối tượng khai thác, chế biến của nhiều ngành nghề.

- Nhóm halogen
- Hydrogen halide. Muối halide
- Ôn tập

BÀI 21

NHÓM HALOGEN

MỤC TIÊU:

- Nêu 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 các halogen 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.
- Viết được phương trình hoá học của phản ứng tự oxi hoá – khử của chlorine.
- Thực hiện được (hoặc quan sát video) một số thí nghiệm chứng minh tính oxi hoá mạnh của các halogen và so sánh tính oxi hoá của các halogen trong nhóm VIIA.

? *Trong tự nhiên, một số phi kim như carbon, nitrogen, oxygen tồn tại ở cả dạng đơn chất và hợp chất, còn các halogen đều chỉ tồn tại ở dạng hợp chất. Vì sao có sự khác biệt này?*

I TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN

Nhóm VIIA trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học còn gọi là nhóm halogen, gồm sáu nguyên tố: fluorine (F), chlorine (Cl), bromine (Br), iodine (I), astatine (At) và tennessine (Ts). Bốn nguyên tố F, Cl, Br và I tồn tại trong tự nhiên, còn At và Ts là các nguyên tố phóng xạ.

Trong tự nhiên, halogen chỉ tồn tại ở dạng hợp chất, phần lớn ở dạng muối halide, phổ biến như calcium fluoride, sodium chloride.

Bảng 21.1. *Nồng độ các ion halide trong nước biển(*)*

Ion halide	F^-	Cl^-	Br^-	I^-
Nồng độ (mg/kg)	1	18 980	65	0,06

Trong cơ thể người, nguyên tố chlorine có trong máu và dịch vị dạ dày (ở dạng ion Cl^-), nguyên tố iodine có ở tuyến giáp (ở dạng hợp chất hữu cơ).



Hình 21.1. *Rong biển chứa nguyên tố iodine*

(*) *Nguồn: John Wright, Angela Colling (2004). Seawater: Its Composition, Properties and Behaviour. The Open University.*

EM CÓ BIẾT

Muối mỏ

Ngoài khai thác chủ yếu từ nước biển, muối ăn còn được khai thác từ mỏ muối. Muối mỏ có nhiều ứng dụng, ví dụ đá muối Himalaya (Hình 21.2) được sử dụng trong ẩm thực, chăm sóc sức khoẻ, sắc đẹp, trang trí nội thất,...



Hình 21.2. *Đá muối Himalaya*

1. Kể tên một số hợp chất phổ biến của halogen trong tự nhiên.

II CẤU TẠO NGUYÊN TỬ, PHÂN TỬ

1. Tra cứu số liệu Bảng 6.1, Bảng 6.2 và Hình 6.2 để hoàn thành bảng mô tả một số đặc điểm cấu tạo của các nguyên tử halogen theo mẫu sau:

Nguyên tử	Lớp electron ngoài cùng	Bán kính nguyên tử	Độ âm điện
Fluorine	?	?	?
Chlorine	?	?	?
Bromine	?	?	?
Iodine	?	?	?

Từ bảng số liệu thu được, hãy:

a) Giải thích tại sao nguyên tử halogen có xu hướng nhận 1 electron từ nguyên tử kim loại, hoặc góp chung 1 electron với nguyên tử phi kim, để hình thành liên kết.

b) Nêu và giải thích xu hướng biến đổi bán kính nguyên tử, độ âm điện của các nguyên tử halogen. Từ đó dự đoán xu hướng biến đổi tính oxi hoá từ F đến I.

c) Dựa vào cấu hình electron lớp ngoài cùng và độ âm điện, giải thích tại sao nguyên tử fluorine chỉ có số oxi hoá –1 trong các hợp chất?

2. Tham khảo Bài 12 (Liên kết cộng hoá trị), hãy:

a) Mô tả sự hình thành liên kết trong phân tử halogen bằng công thức electron.

b) Liên kết trong phân tử halogen là liên kết cộng hoá trị phân cực hay không phân cực?

c) Dựa vào bán kính nguyên tử (Hình 6.2), hãy dự đoán xu hướng biến đổi độ dài liên kết trong dãy các phân tử halogen.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Các nguyên tử halogen có 7 electron ở lớp ngoài cùng, dễ nhận thêm 1 electron để đạt được cấu hình electron bền của khí hiếm gần nhất:

$$ns^2np^5 + 1e \longrightarrow ns^2np^6$$

Do vậy, số oxi hoá đặc trưng của các halogen trong hợp chất là –1.

Tuy nhiên, khi liên kết với các nguyên tố có độ âm điện lớn, các halogen có thể có các số oxi hoá dương: +1, +3, +5, +7 (trừ fluorine có độ âm điện lớn nhất, nên fluorine luôn có số oxi hoá bằng –1 trong mọi hợp chất).

1. Xác định số oxi hoá của chlorine trong các chất sau: Cl_2, HCl, HClO, $HClO_2$, $HClO_3$, $HClO_4$.

2. Từ các số oxi hoá của chlorine, hãy giải thích tại sao Cl_2 vừa có tính oxi hoá vừa có tính khử?

EM CÓ BIẾT

Đồng vị phóng xạ trong y học

- Kĩ thuật chụp PET-CT nhằm phát hiện vị trí các tế bào có tốc độ tiêu thụ glucose lớn, thường là tế bào ung thư.

  Dược chất ^{18}F–FDG dùng trong chụp PET-CT được tạo ra khi thay thế một nhóm OH trong phân tử glucose bằng nguyên tử đồng vị đánh dấu ^{18}F.

- Đồng vị phóng xạ ^{131}I dùng điều trị một số bệnh lí tuyến giáp như cường giáp tự miễn (Basedow), ung thư tuyến giáp.



Hình 21.3. *Thiết bị chụp PET-CT*

2. Trong tự nhiên, các nguyên tố halogen tồn tại ở dạng hợp chất. Viết công thức một vài hợp chất của halogen thường được dùng trong thực tế.

3. Nguyên tử halogen có thể nhận 1 electron từ nguyên tử kim loại hoặc góp chung electron với nguyên tử phi kim.

Hãy mô tả sự hình thành liên kết trong phân tử NaCl và HCl để minh hoạ.

III TÍNH CHẤT VẬT LÍ

Trạng thái tồn tại, màu sắc, nhiệt độ nóng chảy (t_{nc}), nhiệt độ sôi (t_s) của halogen được trình bày ở Bảng 21.2:

Bảng 21.2. *Một số tính chất vật lí của đơn chất halogen(*)*

Đơn chất	Trạng thái	Màu sắc	t_{nc} (°C)	t_s (°C)	Độ tan trong nước (mol/L) (ở 25 °C)
F_2	Khí	Lục nhạt	–219,6	–188,1	–
Cl_2	Khí	Vàng lục	–101,0	–34,1	0,091
Br_2	Lỏng	Nâu đỏ	–7,3	59,2	0,21
I_2	Rắn	Tím đen	113,6	185,5	0,0013

Nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi tăng từ F_2 đến I_2 do:

- Tương tác van der Waals giữa các phân tử tăng.
- Khối lượng phân tử tăng.

Ở điều kiện thường, các halogen ít tan trong nước nhưng tan nhiều trong dung môi hữu cơ như alcohol, benzene. Trong y học, dung dịch iodine loãng trong ethanol được dùng làm thuốc sát trùng.

Bromine gây bỏng sâu khi tiếp xúc với da. Hít thở không khí có chứa halogen với nồng độ vượt ngưỡng cho phép làm tổn hại niêm mạc tế bào đường hô hấp, gây co thắt phế quản, khó thở.

4. Từ Bảng 21.2, nhận xét xu hướng biến đổi nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi của các halogen và giải thích.

EM CÓ BIẾT

Iodine thăng hoa

Ở nhiệt độ cao, iodine thăng hoa, chuyển từ thể rắn sang thể hơi dưới áp suất thường.



Hình 21.4. *Sự thăng hoa của iodine*

IV TÍNH CHẤT HOÁ HỌC

Halogen là các phi kim điển hình, có tính oxi hoá mạnh, tính oxi hoá giảm dần từ fluorine đến iodine.

1. Tác dụng với kim loại

Các halogen phản ứng trực tiếp với nhiều kim loại, tạo muối halide.

(*) *Nguồn: http://chem.libritexts.org.*

Sodium nóng chảy sẽ cháy với ngọn lửa sáng chói trong khí chlorine, tạo thành sodium chloride:

$$2Na + Cl_2 \xrightarrow{t^o} 2NaCl$$

Dây sắt (iron) nung đỏ sẽ bốc cháy trong khí chlorine, tạo thành khói màu nâu đỏ là iron(III) chloride (Hình 21.5):

$$2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{t^o} 2FeCl_3$$



Hình 21.5. *Chlorine tác dụng với dây sắt (iron) ở nhiệt độ cao*

5. Xác định chất oxi hoá, chất khử trong phản ứng của sodium và iron với chlorine, dùng mũi tên chỉ rõ sự nhường electron từ chất khử sang chất oxi hoá.

2. Tác dụng với hydrogen

Các halogen phản ứng với hydrogen, tạo thành hydrogen halide.

Bảng 21.3. *Một số đặc điểm của phản ứng giữa halogen và hydrogen*

Phản ứng	Điều kiện	Đặc điểm phản ứng
$H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$	Phản ứng ngay ở nhiệt độ phòng và trong bóng tối	Nổ mạnh
$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$	Ánh sáng hoặc t^o	Gây nổ
$H_2 + Br_2 \longrightarrow 2HBr$	~200 °C, xúc tác Pt	Không gây nổ
$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$	~300 °C, xúc tác Pt	Thuận nghịch (*)

Mức độ phản ứng của các halogen với hydrogen giảm dần khi đi từ fluorine đến iodine, phù hợp với tính oxi hoá của các halogen giảm dần từ F_2 đến I_2.

Xét các phản ứng hoá học: $H_2(g) + X_2(g) \longrightarrow 2HX(g)$ (X là các halogen).

Tra số liệu trong Bảng 12.2 để:

1. Giải thích xu hướng phản ứng của các đơn chất halogen với hydrogen theo khả năng hoạt động của các halogen.
2. Dựa vào số liệu năng lượng liên kết H–X, giải thích xu hướng phản ứng giảm dần từ F_2 đến I_2.

(*) Phản ứng thuận nghịch là phản ứng xảy ra theo hai chiều trái ngược nhau ở cùng điều kiện.

3. Tác dụng với nước

Khi tan vào nước, một phần Cl_2 tác dụng với nước tạo thành HCl (hydrochloric acid) và HClO (hypochlorous acid):

$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO$$

Hypochlorous acid có tính oxi hoá mạnh nên chlorine trong nước có khả năng diệt khuẩn, tẩy màu và được ứng dụng trong khử trùng nước sinh hoạt.

EM CÓ BIẾT

F_2 phản ứng mạnh với nước ngay ở nhiệt độ thường, giải phóng khí O_2:

$$2F_2 + 2H_2O \rightarrow 4HF + O_2$$

Các halogen Cl_2, Br_2 và I_2 phản ứng chậm với nước và mức độ phản ứng giảm dần từ Cl_2 đến I_2.

6. Một nhà máy nước sử dụng 5 mg Cl_2 để khử trùng 1 L nước sinh hoạt. Tính khối lượng Cl_2 nhà máy cần dùng để khử trùng 80 000 m^3 nước sinh hoạt.

Tìm hiểu tính tẩy màu của khí chlorine ẩm

Tiến hành:

Đính một mẩu giấy màu ẩm vào dây kim loại gắn với nút đậy bình tam giác. Sau đó, đưa mẩu giấy vào bình tam giác chứa khí chlorine (Hình 21.6).

Quan sát hiện tượng và thực hiện yêu cầu sau:

1. Nhận xét màu của mẩu giấy trước và sau khi cho vào bình tam giác. Giải thích.

2. Xác định vai trò của chlorine trong phản ứng với nước, tại sao nói chlorine tự oxi hoá – tự khử trong phản ứng này?



Hình 21.6. Tính tẩy màu của khí chlorine ẩm

4. Tác dụng với dung dịch kiềm

Chlorine phản ứng với dung dịch sodium hydroxide ở điều kiện thường, tạo thành nước Javel (Gia-ven):

$$Cl_2 + 2NaOH \longrightarrow NaCl + NaClO + H_2O$$

Nước Javel (chứa NaClO (sodium hypochlorite), NaCl và một phần NaOH dư) được dùng làm chất tẩy rửa, khử trùng.

Khi đun nóng, Cl_2 phản ứng với dung dịch potassium hydroxide tạo thành muối chlorate:

$$3Cl_2 + 6KOH \xrightarrow{t^o} 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$$

Potassium chlorate là chất oxi hoá mạnh, được sử dụng chế tạo thuốc nổ, hỗn hợp đầu que diêm,...

7. Khí Cl_2 phản ứng với dung dịch sodium hydroxide nóng tạo thành sodium chloride, sodium chlorate và nước.

Lập phương trình hoá học của phản ứng trên theo phương pháp thăng bằng electron, chỉ rõ chất oxi hoá, chất khử.

5. Tác dụng với dung dịch halide

Chlorine có thể oxi hoá ion Br^- trong dung dịch muối bromide và ion I^- trong dung dịch muối iodide, bromine có thể oxi hoá ion I^- trong dung dịch muối iodide.

$$Cl_2 + 2NaBr \longrightarrow 2NaCl + Br_2$$

$$Br_2 + 2NaI \longrightarrow 2NaBr + I_2$$

Trong công nghiệp, phản ứng giữa chlorine và ion bromide được ứng dụng để điều chế bromine từ nước biển.

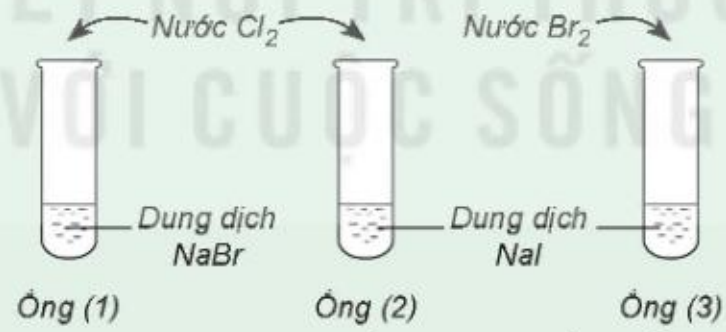
Phản ứng thế của một số muối halide

Chuẩn bị: 3 ống nghiệm, dung dịch NaBr, dung dịch NaI, nước Cl_2, nước Br_2 loãng.

Tiến hành:

- Lấy khoảng 2 mL dung dịch NaBr vào ống nghiệm (1), 2 mL dung dịch NaI vào mỗi ống nghiệm (2) và (3).
- Thêm vào ống nghiệm (1) và (2) vài giọt nước Cl_2, thêm vào ống (3) vài giọt nước Br_2, lắc đều các ống nghiệm.

Lưu ý: Cẩn thận không để nước Cl_2, nước Br_2 giây ra tay, quần áo.



Hình 21.7. *Phản ứng thế của một số muối halide*

Quan sát hiện tượng và thực hiện yêu cầu sau:

1. Nhận xét sự thay đổi màu của dung dịch trong các ống nghiệm.
2. So sánh tính oxi hoá của Cl_2, Br_2, I_2.
3. Hãy chọn một thuốc thử để chứng tỏ có sự tạo thành I_2 khi cho nước chlorine (hoặc nước bromine) tác dụng với dung dịch sodium iodide.

8. Viết phương trình hoá học minh hoạ tính oxi hoá giảm dần trong dãy Cl_2, Br_2, I_2.

V ĐIỀU CHẾ CHLORINE

Năm 1774, C. W. Scheele (Se-lơ), nhà hoá học người Thuỵ Điển, điều chế được chlorine khi cho quặng pyrolusite (MnO_2) tác dụng với hydrochloric acid đặc:

$$MnO_2 + 4HCl(đặc) \xrightarrow{t^o} MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

Ngày nay, phản ứng trên vẫn được dùng khi cần điều chế khí Cl_2 trong phòng thí nghiệm. Ngoài ra, còn có thể thay MnO_2 bằng $KMnO_4$ rắn để điều chế khí Cl_2:

$$2KMnO_4 + 16HCl(đặc) \longrightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 + 8H_2O$$

Trong công nghiệp, chlorine được sản xuất ở nhiệt độ thường bằng cách điện phân dung dịch muối ăn bão hoà, có màng ngăn giữa các điện cực:

$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{có màng ngăn xốp}]{\text{điện phân dung dịch}} 2NaOH + H_2 + Cl_2$$

9. Khi sản xuất chlorine trong công nghiệp, NaOH và H_2 được tạo thành ở cực âm, còn Cl_2 được tạo thành ở cực dương. Tại sao cần sử dụng màng ngăn xốp để ngăn cách hai điện cực?

EM ĐÃ HỌC

- Các nguyên tố halogen tồn tại trong tự nhiên ở dạng hợp chất, phổ biến là muối của fluorine và chlorine.
- Các đơn chất halogen từ fluorine đến iodine:
  - Nhiệt độ nóng chảy tăng dần, nhiệt độ sôi tăng dần.
  - Là phi kim điển hình, tính oxi hoá giảm dần.

EM CÓ THỂ

- Thực hiện được thí nghiệm chứng minh và so sánh tính oxi hoá của đơn chất halogen.
- Sử dụng nước Javel an toàn.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

BÀI 22

HYDROGEN HALIDE . MUỐI HALIDE

MỤC TIÊU:

- Nhận xét và giải thích được xu hướng biến đổi nhiệt độ sôi của các hydrogen halide từ HCl tới HI. 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.
- Thực hiện được thí nghiệm phân biệt các ion F^-, Cl^-, Br^-, I^-.
- Trình bày được tính khử của các ion halide (Cl^-, Br^-, I^-) thông qua phản ứng với chất oxi hoá là sulfuric acid đặc.
- Nêu được ứng dụng của một số hydrogen halide.

Hydrochloric acid được sử dụng rộng rãi trong sản xuất, điển hình là dùng để đánh sạch bề mặt kim loại trước khi gia công, sơn, hàn, mạ điện,... Trong công đoạn này, thép được đưa qua các bể chứa dung dịch HCl (được gọi là bể Picking) để tẩy bỏ lớp rỉ sét, sau đó rửa sạch bằng nước trước khi qua các công đoạn tiếp theo. Vậy các ứng dụng trên dựa vào tính chất quan trọng nào của hydrochloric acid?

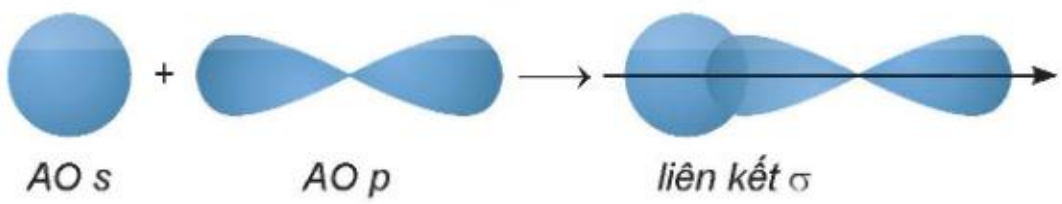
I HYDROGEN HALIDE

1. Cấu tạo phân tử

Phân tử hydrogen halide (HX) gồm một liên kết cộng hoá trị. Các phân tử HX là phân tử phân cực.



Mô hình liên kết:



***Bảng 22.1.** Một số đặc điểm của hydrogen halide*

Công thức phân tử	Tên gọi	Mô hình phân tử	Độ dài liên kết (pm)	Năng lượng liên kết (kJ/mol)
HF	Hydrogen fluoride		92	569
HCl	Hydrogen chloride		127	432
HBr	Hydrogen bromide		141	366
HI	Hydrogen iodide		160	299

2. Tính chất vật lí

Ở điều kiện thường, hydrogen halide tồn tại ở thể khí, tan tốt trong nước, tạo thành dung dịch hydrohalic acid tương ứng.

Bảng 22.2. *Nhiệt độ sôi (t_s) của các hydrogen halide*

Hydrogen halide	HF	HCl	HBr	HI
t_s (°C)	+19,5	−84,9	−66,7	−35,8

HF lỏng có nhiệt độ sôi cao bất thường là do phân tử HF phân cực mạnh, có khả năng tạo liên kết hydrogen:

H – F · · · H – F · · · H – F

Từ HCl đến HI, nhiệt độ sôi tăng do:

- Lực tương tác van der Waals giữa các phân tử tăng.
- Khối lượng phân tử tăng.

1. Nêu xu hướng biến đổi độ dài liên kết trong dãy HX.
2. Từ Bảng 22.2, hãy nhận xét xu hướng biến đổi nhiệt độ sôi của các hydrogen halide. Giải thích.

II HYDROHALIC ACID

1. Tính chất hoá học

a) Tính acid

Trong dãy hydrohalic acid, tính acid tăng từ hydrofluoric acid (yếu) đến hydroiodic acid (rất mạnh).

3. Ở một nhà máy sản xuất vàng từ quặng, sau khi cho dung dịch chứa hợp chất tan của vàng chảy qua cột chứa kẽm hạt, thu được chất rắn gồm vàng và kẽm. Đề xuất phương pháp thu được vàng tinh khiết.

1. Dung dịch HCl tác dụng với kim loại

Chuẩn bị: 2 ống nghiệm, dung dịch HCl loãng, Zn dạng hạt, Cu dạng lá.

Tiến hành:

- Cho vào 2 ống nghiệm, mỗi ống khoảng 2 mL dung dịch HCl loãng.
- Cho vài hạt Zn vào ống (1), vài lá Cu vào ống (2).

Quan sát hiện tượng và viết phương trình hoá học.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

2. Dung dịch HCl tác dụng với muối $NaHCO_3$ rắn

Chuẩn bị: dung dịch HCl loãng, muối $NaHCO_3$ rắn, ống nghiệm.

Tiến hành:

Cho 1 thìa nhỏ $NaHCO_3$ vào ống nghiệm, thêm tiếp dung dịch HCl loãng.

Quan sát hiện tượng và thực hiện yêu cầu sau:

1. Viết phương trình hoá học của phản ứng.
2. So sánh tính acid của HCl và H_2CO_3.

b) Tính khử

Ngoài tính acid, hydrohalic acid còn có tính khử, ví dụ:

$$2KMnO_4 + 16HCl \longrightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 + 8H_2O$$

EM CÓ BIẾT

Điều chế hydrofluoric acid và hydrochloric acid

- Năm 1771, C. W. Scheele cho sulfuric acid đặc tác dụng với quặng **fluorite** (CaF_2), thu được hydrogen fluoride:

$$CaF_2 + H_2SO_4(đặc) \longrightarrow CaSO_4 + 2HF$$

Hiện nay, phản ứng trên vẫn được dùng để sản xuất hydrofluoric acid trong công nghiệp.

- Trong công nghiệp, hydrogen chloride được tạo ra trong nhiều quá trình tổng hợp hữu cơ. Một lượng nhỏ hydrogen chloride được sản xuất từ các đơn chất:

$$H_2 + Cl_2 \xrightarrow{t^o} 2HCl$$

Trong phòng thí nghiệm, cho muối sodium chloride rắn tác dụng với sulfuric acid đặc, thu được khí hydrogen chloride:

$$NaCl + H_2SO_4(đặc) \longrightarrow NaHSO_4 + HCl$$

Hoà tan khí hydrogen chloride vào nước, tạo thành dung dịch hydrochloric acid.

4. Viết phương trình hoá học khi cho dung dịch hydrochloric acid lần lượt tác dụng với: Fe, MgO, $Cu(OH)_2$, $AgNO_3$.
5. Hydrochloric acid thường được dùng để đánh sạch lớp oxide, hydroxide, muối carbonate bám trên bề mặt kim loại trước khi sơn, hàn, mạ điện.

   Ứng dụng này dựa trên tính chất hoá học nào của hydrochloric acid?

2. Ứng dụng

a) Hydrogen fluoride

Hydrogen fluoride được sử dụng trong quá trình sản xuất teflon theo sơ đồ:

$$CH_4 \xrightarrow[-HCl]{+Cl_2} CHCl_3 \xrightarrow[-HCl]{+HF} CHClF_2 \xrightarrow{-HCl} CF_2=CF_2 \xrightarrow[xt]{t^o, p} (-CF_2-CF_2-)_n$$

Teflon có hệ số ma sát nhỏ, bền nhiệt, được dùng làm chất chống dính ở nồi, chảo.

Hydrofluoric acid còn có khả năng đặc biệt là ăn mòn thuỷ tinh vô cơ (có thành phần gần đúng là $Na_2O.CaO.6SiO_2$) do xảy ra phản ứng:

$$SiO_2 + 4HF \longrightarrow SiF_4 + 2H_2O$$

Trong công nghiệp, hỗn hợp có thành phần KF.3HF được dùng để điện phân nóng chảy sản xuất fluorine.

b) Hydrogen chloride

Trong sản xuất tôn, thép, hydrochloric acid được sử dụng phổ biến để loại bỏ gỉ sét trên sắt thép trước khi chuyển sang các công đoạn sản xuất tiếp theo.

Trong công nghiệp, hydrochloric acid được dùng để sản xuất các hợp chất vô cơ và hữu cơ như aluminium chloride dùng làm chất phụ gia chống nhoè cho giấy, PAC (poli aluminium chloride) dùng để xử lí nước, nickel chloride dùng trong mạ điện, zinc chloride dùng trong sản xuất pin, vinyl chloride dùng sản xuất PVC,...

Trong sản xuất nước uống đóng chai, hydrochloric acid tinh khiết được sử dụng để tái sinh các nhựa trao đổi ion nhằm thay thế các ion Na^+ và Ca^{2+} (đã bị hấp phụ trên nhựa trong quá trình khử khoáng nước nguyên liệu) bằng ion H^+.

MUỐI HALIDE

1. Tính tan

Hầu hết các muối halide đều dễ tan trong nước, trừ một số muối không tan, ví dụ như silver chloride, silver bromide, silver iodide và một số muối ít tan như lead chloride, lead bromide.

2. Tính chất hoá học

a) Phản ứng trao đổi

Nhận biết ion halide

Chuẩn bị: 4 ống nghiệm; các dung dịch: $AgNO_3$, NaF, NaCl, NaBr, NaI.

Tiến hành:

- Cho 2 mL mỗi dung dịch NaF, NaCl, NaBr, NaI vào từng ống nghiệm.
- Nhỏ vài giọt dung dịch $AgNO_3$ vào mỗi ống nghiệm.

Quan sát hiện tượng và thực hiện yêu cầu sau:

1. Viết phương trình hoá học các phản ứng xảy ra.
2. Nêu cách nhận biết dung dịch muối halide bằng dung dịch $AgNO_3$.

b) Tính khử của ion halide

Sodium bromide khử được sulfuric acid đặc thành sulfur dioxide, còn sodium iodide có thể khử được sulfuric acid đặc thành hydrogen sulfide.

$$2NaBr + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2NaHSO_4 + Br_2 + SO_2 + 2H_2O$$

$$8NaI + 9H_2SO_4 \longrightarrow 8NaHSO_4 + 4I_2 + H_2S + 4H_2O$$

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Trong điều kiện như trên, NaCl chỉ xảy ra phản ứng trao đổi, tạo thành hydrogen chloride.

Tính khử của các ion halide tăng dần theo thứ tự $Cl^- < Br^- < I^-$.

6. Cho biết vai trò của NaBr và NaI khi tham gia phản ứng với sulfuric acid đặc.

3. Muối ăn

a) Vai trò của muối ăn

Trong cơ thể sống, muối ăn có vai trò quan trọng trong việc cân bằng điện giải, truyền dẫn xung điện thần kinh, trao đổi chất,...

Trong đời sống, muối ăn được dùng để bảo quản và chế biến thực phẩm (ướp, muối),...

Trong y học, muối ăn được dùng sản xuất nước muối sinh lí, nước nhỏ mắt, dịch tiêm truyền tĩnh mạch,...

Trong công nghiệp, muối ăn là nguyên liệu để sản xuất xút, chlorine, nước Javel,...

b) Tinh chế muối ăn

Muối ăn thường được sản xuất từ nước biển bằng phương pháp kết tinh nhờ quá trình làm bay hơi nước biển dưới sức nóng của Mặt Trời.

Muối ăn thô thu được trên ruộng muối có lẫn tạp chất như muối của magnesium, calcium. Để đạt độ tinh khiết làm thức ăn cho con người, muối ăn thô cần được kết tinh lại. Trong y học, muối ăn được sử dụng có độ tinh khiết rất cao, do đó cần kết tinh lại nhiều lần.

7. Vì sao không dùng trực tiếp nước biển làm nước uống, nước tưới cây?

8. Nước muối sinh lí thường chia làm hai loại: loại dùng để tiêm truyền tĩnh mạch và loại dùng để nhỏ mắt, nhỏ mũi, súc miệng, rửa vết thương.

a) Loại nào cần vô trùng tuyệt đối và phải dùng theo chỉ định của bác sĩ?

b) Để pha 1 lít nước muối sinh lí NaCl 0,9% dùng làm nước súc miệng thì cần bao nhiêu gam muối ăn?

EM ĐÃ HỌC

- Hydrogen halide: HF có nhiệt độ sôi cao bất thường do giữa các phân tử có liên kết hydrogen; từ HCl đến HI nhiệt độ sôi tăng dần do tương tác van der Waals tăng dần.
- Hydrohalic acid: tính acid tăng dần từ HF (acid yếu) đến HI (acid rất mạnh).
- Ion halide, muối halide: Tính khử tăng dần từ fluoride đến iodide.

EM CÓ THỂ

Thực hiện được thí nghiệm phân biệt các ion halide bằng dung dịch silver nitrate.

BÀI 23

ÔN TẬP CHƯƠNG 7

I HỆ THỐNG HOÁ KIẾN THỨC

Hoàn thành các nội dung còn thiếu sau đây:

HALOGEN

1. Nguyên tử halogen

– Cấu hình lớp electron ngoài cùng của các nguyên tử halogen: .....?.....

– Xu hướng nhận 1 electron trở thành ion halide: $X + 1e \longrightarrow X^-$ thể hiện tính .....?..... của X.

2. Đơn chất halogen

– Xu hướng biến đổi nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi từ F_2 đến I_2: .....?.....

Giải thích: .....?.....

– Xu hướng biến đổi tính oxi hoá của các halogen:.....

Giải thích: .....?.....

– Các phản ứng hoá học được sử dụng để điều chế chlorine:

Trong công nghiệp: .....?.....

Trong phòng thí nghiệm: .....?.....

3. Hydrogen halide

– Sự biến đổi nhiệt độ sôi của các halogen halide từ HF đến HI:.....?.....

Giải thích: .....?.....

– Xu hướng biến đổi tính acid từ HF đến HI: .....?.....

4. Muối halide

– Cách phân biệt các ion F^-, Cl^-, Br^-, I^- trong dung dịch muối và acid: .....?.....

– Sắp xếp các ion Cl^-, Br^-, I^- theo thứ tự tính khử tăng dần: .....?.....

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

II LUYỆN TẬP

Câu 1. Liên kết trong phân tử nào sau đây có độ phân cực lớn nhất?

A. H — F. B. H — Cl. C. H — Br. D. H — I.

Câu 2. Trong nhóm halogen, từ F đến I, bán kính nguyên tử biến đổi theo chiều nào?

A. Giảm dần. B. Không đổi. C. Tăng dần. D. Tuần hoàn.

Câu 3. Trong dãy đơn chất từ F_2 đến I_2, chất có tính oxi hoá mạnh nhất là

A. F_2. B. Cl_2. C. Br_2. D. I_2.

Câu 4. Khi tiến hành điều chế và thu khí Cl_2 vào bình, để ngăn khí Cl_2 thoát ra ngoài gây độc, cần đậy miệng bình thu khí Cl_2 bằng bông có tẩm dung dịch

A. NaCl. B. HCl. C. NaOH. D. KCl.

Câu 5. Làm muối là nghề phổ biến tại nhiều vùng ven biển Việt Nam. Một hộ gia đình tiến hành làm muối trên ruộng muối chứa 200 000 L nước biển. Giả thiết 1 L nước biển có chứa 30 g NaCl và hiệu suất quá trình làm muối thành phẩm đạt 60%.

Khối lượng muối hộ gia đình thu được là

A. 1 200 kg. B. 10 000 kg. C. 6 000 kg. D. 3 600 kg.

Câu 6. Cho X, Y là hai nguyên tố halogen có trong tự nhiên, ở hai chu kì liên tiếp, $Z_X < Z_Y$. Hoà tan hoàn toàn 0,402 g hỗn hợp NaX và NaY vào nước, thu được dung dịch E. Cho từ từ E vào cốc đựng dung dịch $AgNO_3$ dư, thu được 0,574 g kết tủa.

Kí hiệu của nguyên tố X và Y lần lượt là

A. F và Cl. B. Cl và Br. C. Br và I. D. Cl và I.

KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

GIẢI THÍCH MỘT SỐ THUẬT NGỮ DÙNG TRONG SÁCH

	THUẬT NGỮ	Trang
C	*Chất xúc tác:* chất làm tăng tốc độ phản ứng nhưng khối lượng và bản chất của chất không bị thay đổi sau khi phản ứng kết thúc.	74
Đ	*Đồng vị phóng xạ:* dạng nguyên tử không bền của một nguyên tố hoá học mà hạt nhân có thể biến đổi thành hạt nhân khác và phát ra tia phóng xạ.	18
L	*Liên kết cho – nhận:* liên kết được tạo thành giữa hai nguyên tử bằng các cặp electron dùng chung, các electron này chỉ do một nguyên tử đóng góp.	55
	Liên kết cộng hoá trị: liên kết giữa hai nguyên tử được tạo ra bằng sự dùng chung một hay nhiều cặp electron.	55
	Liên kết cộng hoá trị không phân cực (không cực): liên kết mà cặp electron dùng chung không bị lệch về phía nguyên tử nào.	57
	Liên kết cộng hoá trị phân cực (có cực): liên kết mà cặp electron dùng chung lệch về phía nguyên tử có độ âm điện lớn hơn.	57
	Liên kết ion: liên kết được tạo thành do lực hút tĩnh điện giữa các ion mang điện tích trái dấu.	51
N	*Năng lượng hoạt hoá:* năng lượng tối thiểu mà các chất phản ứng cần có để phản ứng hoá học có thể xảy ra được.	99
	Nguyên lí Pauli: trong một ô orbital có tối đa 2 electron, ngược nhau về chiều tự quay.	22
	Nguyên lí vững bền: ở trạng thái cơ bản, trong nguyên tử các electron chiếm lần lượt những orbital có mức năng lượng từ thấp đến cao.	23
	Nhiệt lượng kế: dụng cụ dùng để đo nhiệt lượng thu vào hoặc toả ra.	87
P	*Phổ khối lượng (phổ khối):* phương pháp ion hoá chất và sử dụng mối quan hệ giữa số ion với tỉ lệ khối lượng/điện tích của ion nhằm xác định khối lượng nguyên tử hoặc phân tử của chất.	19
	Phương trình nhiệt hoá học: phương trình hoá học có ghi đầy đủ trạng thái của các chất và biến thiên enthalpy của phản ứng.	82
Q	*Quy tắc Hund:* trong cùng một phân lớp, các electron sẽ phân bố trên các orbital sao cho số electron độc thân là tối đa, trong đó các electron này phải có chiều tự quay giống nhau.	23
T	*Tinh thể:* dạng rắn của chất trong đó các nguyên tử, ion hoặc phân tử được sắp xếp một cách đều đặn, theo một trật tự nhất định trong không gian.	48

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 – Tổng Giám đốc NGUYỄN TIẾN THANH

Chịu trách nhiệm nội dung:
Tổng biên tập PHẠM VĨNH THÁI

Biên tập nội dung: NGUYỄN THANH GIANG – VĂN THỊ MINH HUỆ – PHÙNG THỊ PHƯƠNG LIÊN
Biên tập tái bản: NGUYỄN VĂN NGUYÊN
Biên tập mĩ thuật: NGUYỄN BÍCH LA
Thiết kế sách: PHẠM THỊ MINH THU
Trình bày bìa: NGUYỄN BÍCH LA
Minh hoạ: NGUYỄN BÍCH LA
Sửa bản in: PHẠM THỊ TÌNH
Chế bản: CTCP MĨ THUẬT VÀ TRUYỀN THÔNG

Bản quyền © (2022) thuộc Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.

Xuất bản phẩm đã đăng kí quyền tác giả. Tất cả các phần của nội dung cuốn sách này đều không được sao chép, lưu trữ, chuyển thể dưới bất kì hình thức nào khi chưa có sự cho phép bằng văn bản của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.

HOÁ HỌC 10
Mã số: G1HHXH001h26
In ..... bản, (QĐ .....) khổ 19 x 26,5 cm.
Đơn vị in:.....
Cơ sở in:.....
Số ĐKXB: 7-2026/CXBIPH/101-09/GD
Số QĐXB: .../..... ngày ... tháng ... năm .....
In xong và nộp lưu chiểu quý ..... năm .....
Mã số ISBN: 978-604-0-31087-3



HUÂN CHƯƠNG HỒ CHÍ MINH

BỘ SÁCH GIÁO KHOA LỚP 10 – KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

1. Ngữ văn 10, tập một
2. Ngữ văn 10, tập hai
3. Chuyên đề học tập Ngữ văn 10
4. Toán 10, tập một
5. Toán 10, tập hai
6. Chuyên đề học tập Toán 10
7. Lịch sử 10
8. Chuyên đề học tập Lịch sử 10
9. Địa lí 10
10. Chuyên đề học tập Địa lí 10
11. Giáo dục Kinh tế và Pháp luật 10
12. Chuyên đề học tập Giáo dục Kinh tế và Pháp luật 10
13. Vật lí 10
14. Chuyên đề học tập Vật lí 10
15. Hoá học 10
16. Chuyên đề học tập Hoá học 10
17. Sinh học 10
18. Chuyên đề học tập Sinh học 10
19. Công nghệ 10 – Thiết kế và Công nghệ
20. Chuyên đề học tập Công nghệ 10 – Thiết kế và Công nghệ
21. Công nghệ 10 – Công nghệ trồng trọt
22. Chuyên đề học tập Công nghệ 10 – Công nghệ trồng trọt
23. Tin học 10
24. Chuyên đề học tập Tin học 10 – Định hướng Tin học ứng dụng
25. Chuyên đề học tập Tin học 10 – Định hướng Khoa học máy tính
26. Mĩ thuật 10 – Thiết kế mĩ thuật đa phương tiện
27. Mĩ thuật 10 – Thiết kế đồ hoạ
28. Mĩ thuật 10 – Thiết kế thời trang
29. Mĩ thuật 10 – Thiết kế mĩ thuật sân khấu, điện ảnh
30. Mĩ thuật 10 – Lí luận và lịch sử mĩ thuật
31. Mĩ thuật 10 – Điêu khắc
32. Mĩ thuật 10 – Kiến trúc
33. Mĩ thuật 10 – Hội hoạ
34. Mĩ thuật 10 – Đồ hoạ (tranh in)
35. Mĩ thuật 10 – Thiết kế công nghiệp
36. Chuyên đề học tập Mĩ thuật 10
37. Âm nhạc 10
38. Chuyên đề học tập Âm nhạc 10
39. Hoạt động trải nghiệm, hướng nghiệp 10
40. Giáo dục thể chất 10 – Bóng chuyền
41. Giáo dục thể chất 10 – Bóng đá
42. Giáo dục thể chất 10 – Cầu lông
43. Giáo dục thể chất 10 – Bóng rổ
44. Giáo dục quốc phòng và an ninh 10
45. Tiếng Anh 10 – Global Success – Sách học sinh

Website: https://www.nxbgd.vn

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

ISBN 978-604-0-31087-3

9 786040 310873

Giá: 14.900 đ