TRẦN THÀNH HUẾ (Tổng Chủ biên) – DƯƠNG BÁ VŨ (Chủ biên)
NGUYỄN TIẾN CÔNG – NGUYỄN NGỌC HÀ – VŨ QUỐC TRUNG

Cánh Diều

Hoá học

12

BẢN MẪU





NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ
XUẤT BẢN - THIẾT BỊ GIÁO DỤC VIỆT NAM

Bản in thử

HỘI ĐỒNG QUỐC GIA THẨM ĐỊNH SÁCH GIÁO KHOA

Môn Hoá học – Lớp 12

(Theo Quyết định số 1882/QĐ-BGDĐT ngày 29 tháng 6 năm 2023 của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo)

Triệu Thị Nguyệt (Chủ tịch), Đặng Ngọc Quang (Phó Chủ tịch),
Đoàn Cảnh Giang (Uỷ viên, Thư kí).
Các Uỷ viên: Hà Minh Tú, Chu Văn Tiềm, Đặng Thị Thu Huyền,
Nguyễn Văn Chuyên, Nguyễn Khắc Công, Trần Thanh Tuấn.

Bản in thử

TRẦN THÀNH HUẾ (Tổng Chủ biên) – DƯƠNG BÁ VŨ (Chủ biên)
NGUYỄN TIẾN CÔNG – NGUYỄN NGỌC HÀ – VŨ QUỐC TRUNG

Hoá học 12

BẢN MẪU

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ
XUẤT BẢN – THIẾT BỊ GIÁO DỤC VIỆT NAM

Bản in thử

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU 3

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG SÁCH 4

Chủ đề 1 ESTER – LIPID 6

Bài 1. Ester – Lipid 6

Bài 2. Xà phòng và chất giặt rửa tổng hợp 14

Chủ đề 2 CARBOHYDRATE 20

Bài 3. Giới thiệu về carbohydrate 20

Bài 4. Tính chất hoá học của carbohydrate 27

Chủ đề 3 HỢP CHẤT CHỨA NITROGEN 35

Bài 5. Amine 35

Bài 6. Amino acid 42

Bài 7. Peptide, protein và enzyme 47

Chủ đề 4 POLYMER 54

Bài 8. Đại cương về polymer 54

Bài 9. Vật liệu polymer 60

Chủ đề 5 PIN ĐIỆN VÀ ĐIỆN PHÂN 70

Bài 10. Thế điện cực chuẩn của kim loại 70

Bài 11. Nguồn điện hoá học 76

Bài 12. Điện phân 83

Chủ đề 6 ĐẠI CƯƠNG VỀ KIM LOẠI 89

Bài 13. Cấu tạo và tính chất vật lí của kim loại 89

Bài 14. Tính chất hoá học của kim loại 95

Bài 15. Tách kim loại và tái chế kim loại 100

Bài 16. Hợp kim – Sự ăn mòn kim loại 105

Chủ đề 7 NGUYÊN TỐ NHÓM IA VÀ NHÓM IIA 113

Bài 17. Nguyên tố nhóm IA 113

Bài 18. Nguyên tố nhóm IIA 121

Bài 19. Nước cứng và làm mềm nước cứng 131

Chủ đề 8 SƠ LƯỢC VỀ KIM LOẠI CHUYỂN TIẾP DÃY THỨ NHẤT VÀ PHỨC CHẤT 135

Bài 20. Sơ lược về kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất 135

Bài 21. Sơ lược về phức chất 142

Bài 22. Sơ lược về sự hình thành phức chất của ion kim loại chuyển tiếp trong dung dịch 146

BẢNG GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ 151

Bản in thử

LỜI NÓI ĐẦU

Các em học sinh thân mến!

Môn Hoá học 12 sẽ cùng các em khám phá nhiều điều mới và thú vị qua ba phần: hoá học hữu cơ, cơ sở hoá học chung và hoá học vô cơ.

Trong phần hoá học hữu cơ, các em sẽ được khám phá các loại hợp chất hữu cơ gắn liền với đời sống qua các chủ đề *Ester – Lipid*, *Carbohydrate*, *Hợp chất chứa nitrogen* và *Polymer*. Cũng thông qua những chủ đề này, các em có thêm hiểu biết về một số chất thường tham gia vào các quá trình sinh hoá quan trọng trong cơ thể và có ý thức bảo vệ môi trường.

Chủ đề *Pin điện và điện phân* thuộc phần cơ sở hoá học chung, gồm các nội dung thiết thực về khai thác năng lượng từ phản ứng hoá học, sử dụng giá trị thế điện cực chuẩn để đánh giá khả năng khử và oxi hoá của các chất hoặc ion, ứng dụng của phương pháp điện phân trong một số lĩnh vực của đời sống.

Phần hoá học vô cơ gồm các chủ đề *Đại cương về kim loại*, *Nguyên tố nhóm IA và nhóm IIA*, *Sơ lược về kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất và phức chất*. Phần này giúp các em khám phá ứng dụng và xu hướng biến đổi tính chất của dãy các đơn chất, hợp chất phổ biến, gần gũi trong đời sống, đặc biệt, giúp tiếp cận những kiến thức cơ bản về phức chất. Đây là phần kiến thức lần đầu có mặt trong Chương trình môn Hoá học bậc phổ thông tại Việt Nam.

Việc tham gia các hoạt động trong học tập môn Hoá học 12 giúp các em phát triển năng lực hoá học cùng với các năng lực và phẩm chất khác, góp phần giúp định hướng được nghề nghiệp phù hợp năng lực và sở thích của bản thân.

Chúc các em có được nhiều hiểu biết bổ ích và nhiều cảm xúc tích cực khi học tập và nghiên cứu môn Hoá học.

CÁC TÁC GIẢ

Bản in thử

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG SÁCH

Các nội dung trong cuốn sách sẽ được trình bày chủ yếu trong hai tuyến: tuyến chính và tuyến phụ. Tuyến chính bao gồm toàn bộ những nội dung cơ bản mà các em cần lĩnh hội được sau khi học xong bài học. Tuyến phụ được viết song song với tuyến chính với mục đích hỗ trợ, giúp các em nhớ, hiểu và vận dụng được nội dung trong tuyến chính. Ngoài hai tuyến này, mỗi bài học còn có phần mở đầu, ghi nhớ và bài tập, sẽ giúp các em hướng tới bài học, tóm tắt nội dung bài học, cũng như luyện tập để củng cố, vận dụng kiến thức và kĩ năng đã biết. Mục tiêu là khi học xong mỗi bài, các em sẽ đạt được những yêu cầu nêu ra trong phần đầu tiên của bài: "*Học xong bài học này, em có thể*".

Sách giáo khoa Hoá học 12 dùng hệ thống logo dễ nhớ và đẹp mắt, giúp các em sử dụng cuốn sách được dễ dàng hơn.

Mở đầu

Thực hiện hoạt động mở đầu sẽ giúp các em hướng tới nội dung chính của bài.

Trả lời câu hỏi hoặc thảo luận

Thực hiện hoạt động này góp phần giúp các em khắc sâu kiến thức ở tuyến chính tương ứng. Các em nên đọc kĩ nội dung tuyến chính để hiểu, sau đó trả lời câu hỏi. Các em cần thực hiện được tất cả yêu cầu của hoạt động này.

Thực hành

Thực hiện hoạt động này giúp các em khám phá kiến thức và rèn luyện kĩ năng thực hành. Các em cần liên hệ giữa lí thuyết với các kĩ năng thực hành thí nghiệm để thực hiện hoạt động này.

Trong điều kiện không thể thực hiện thí nghiệm, có thể thay thế việc tiến hành một số thí nghiệm bằng quan sát thí nghiệm ảo hoặc video, băng hình thí nghiệm.

Đối với các thí nghiệm thực hiện trong phòng thí nghiệm, phải tuân thủ tuyệt đối hướng dẫn của thầy cô giáo. Không được tiếp xúc trực tiếp với hoá chất. Với những thí nghiệm làm việc với các chất độc hại, dễ nổ, dễ cháy, cần tuân thủ những cảnh báo về an toàn được hướng dẫn trong việc thực hiện các thí nghiệm này.

Bản in thử

Luyện tập

Thực hiện hoạt động này giúp các em nhớ, hiểu và vận dụng những nội dung chính của bài học, nhằm luyện tập nội dung ở tuyến chính tương ứng.

Các em cần thực hiện được tất cả yêu cầu của hoạt động này.

Vận dụng

Thực hiện hoạt động này góp phần giúp các em vận dụng được kiến thức, kĩ năng đã học vào thực tiễn.

Các em hãy cố gắng thực hiện được nhiều nhất các yêu cầu của hoạt động này.

EM CÓ BIẾT

Phần này cung cấp thêm những thông tin mở rộng so với tuyến chính. Kiến thức trong phần này chỉ có ý nghĩa đọc thêm.

Kiến thức cốt lõi

Phần này tóm tắt cô đọng những kiến thức cốt lõi mà các em cần đạt được sau mỗi bài học.

Phần *"Kiến thức bổ trợ"* cung cấp thêm các kiến thức nhằm hỗ trợ việc học tập các nội dung tuyến chính được tốt hơn.

Phần Bài tập ở cuối mỗi bài học rất quan trọng, giúp các em vận dụng kiến thức, kĩ năng trong bài học ở nhiều mức độ khác nhau, trong đó bài tập có đánh dấu sao (*) là những bài tập khó hơn, có tính vận dụng cao hơn. Các em hãy cố gắng làm được tất cả bài tập của phần này.

Mong rằng cuốn sách này vừa là người thầy, vừa là người bạn thân thiết của các em. Các em hãy làm theo những chỉ dẫn trong sách và không viết, vẽ vào sách nhé!

Bản in thử

CHỦ ĐỀ 1

ESTER – LIPID

Bài 1 ESTER – LIPID

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được đặc điểm cấu tạo phân tử ester.*
- *Viết được công thức cấu tạo và gọi được tên của một số ester đơn giản (số nguyên tử C trong phân tử ≤ 5) và thường gặp.*
- *Trình bày được đặc điểm về tính chất vật lí và tính chất hoá học cơ bản của ester (phản ứng thuỷ phân).*
- *Trình bày được phương pháp điều chế ester và ứng dụng của một số ester.*
- *Nêu được khái niệm về lipid, chất béo và acid béo.*
- *Trình bày được đặc điểm về tính chất vật lí và tính chất hoá học cơ bản của chất béo (phản ứng hydrogen hoá chất béo lỏng, phản ứng oxi hoá chất béo bởi oxygen không khí).*
- *Trình bày được các ứng dụng của chất béo và acid béo (omega-3 và omega-6).*

Ethyl acetate là một loại ester có trong thành phần của nước hoa, giúp lưu lại mùi hương trên da lâu hơn. Hãy viết công thức cấu tạo của ethyl acetate. Cho biết ester là gì, ester có tính chất và ứng dụng nào.



1. Cho các hợp chất có công thức như sau:

$CH_3COOC_2H_5$ (**A**), $HCOOCH_3$ (**B**), CH_3COOH (**C**), $HCOOC_2H_5$ (**D**), $C_6H_5COOCH_3$ (**E**) và $HOCH_2CH_2CHO$ (**F**).

Trong các hợp chất trên, những hợp chất nào là ester? Hãy chỉ ra đặc điểm cấu tạo phân tử của các hợp chất ester.

I ESTER

1. Khái niệm và danh pháp

a) Khái niệm

Khi thay thế nhóm –OH ở nhóm carboxyl (–COOH) của carboxylic acid bằng nhóm –OR thì thu được ester. Trong đó, R là gốc hydrocarbon.

Bản in thử

Ester đơn chức có công thức tổng quát là R^1COOR^2 hay $R^1-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R^2$

Với R^1 là gốc hydrocarbon hoặc nguyên tử hydrogen, R^2 là gốc hydrocarbon.

b) Danh pháp

Tên của ester đơn chức được gọi như sau:

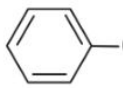
Tên gốc R^2 | Tên gốc R^1COO

Trong đó, tên gốc R^1COO được hình thành bằng cách thay đuôi *ic* trong tên carboxylic acid tương ứng bằng đuôi *ate*.

Ví dụ 1

$HCOOCH_3$ methyl formate *hay* methyl methanoate

$CH_3COOC_2H_5$ ethyl acetate *hay* ethyl ethanoate

—$COOCH_3$ methyl benzoate

$CH_3COOCH{=}CH_2$ vinyl acetate *hay* vinyl ethanoate

$CH_2{=}CHCOOCH_3$ methyl acrylate *hay* methyl propenoate

1. Viết công thức cấu tạo và gọi tên các ester có cùng công thức phân tử $C_4H_8O_2$.

2. Từ các dữ liệu cho trong Bảng 1.1, hãy cho biết nhiệt độ sôi của các ester có xu hướng biến đổi theo phân tử khối như thế nào.

2. Tính chất vật lí

Bảng 1.1. Tính chất vật lí của một số ester thường gặp[1]

Công thức	Nhiệt độ nóng chảy (°C)	Nhiệt độ sôi (°C)	Khối lượng riêng ở 20 °C (g mL^{-1})	Độ tan ở 25 °C (g/100 g nước)
$HCOOCH_3$	–99,0	31,5	0,982	23,0
$HCOOC_2H_5$	–79,4	54,2	0,917	12,0
CH_3COOCH_3	–98,1	57,0	0,934	24,0
$CH_3COOC_2H_5$	–84,0	77,1	0,900	9,7
$C_2H_5COOCH_3$	–88,0	79,7	0,915	6,0
$C_2H_5COOC_2H_5$	–73,9	99,1	0,891	2,0
$CH_3CH_2CH_2COOCH_3$	–85,0	102,0	0,898	1,4
$CH_3CH_2CH_2COOC_2H_5$	–98,0	121,6	0,879	0,5

[1] George W. Gokel, 2004, *Dean's handbook of organic chemistry*, 2nd edition, McGraw-Hill.

Bản in thử

Ở điều kiện thường, các ester đều ở thể lỏng hoặc rắn. Nhiệt độ sôi của các ester thấp hơn nhiệt độ sôi của các alcohol và carboxylic acid có cùng số nguyên tử carbon trong phân tử. Nhìn chung, các ester no, đơn chức, mạch hở có nhiệt độ sôi tăng dần theo chiều tăng của phân tử khối.

Các ester có khả năng tạo liên kết hydrogen yếu với nước nên chúng thường ít tan trong nước hơn hẳn so với các alcohol và các carboxylic acid có cùng số nguyên tử carbon hoặc có khối lượng phân tử tương đương. Các ester có phân tử khối thấp (như methyl formate, ethyl formate, ethyl acetate) tan được một phần trong nước.

Các ester thường nhẹ hơn nước (Bảng 1.1). Các ester lỏng là những dung môi quan trọng, hoà tan được nhiều chất hữu cơ khác nhau.

Một số ester có mùi thơm đặc trưng. Ví dụ: Ethyl propionate và ethyl butyrate có mùi dứa chín, isoamyl acetate có mùi chuối chín,...

3. Tính chất hoá học

Ester bị thuỷ phân trong môi trường acid hoặc môi trường kiềm.

- Phản ứng thuỷ phân của ester trong môi trường acid thường là phản ứng thuận nghịch.

Ví dụ 2

$$CH_3COOC_2H_5 + H_2O \overset{H^+, t^o}{\rightleftharpoons} CH_3COOH + C_2H_5OH$$

- Phản ứng thuỷ phân ester trong môi trường kiềm là phản ứng một chiều (còn gọi là phản ứng xà phòng hoá).

Ví dụ 3

$$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \xrightarrow{t^o} CH_3COONa + C_2H_5OH$$

4. Ứng dụng và điều chế

a) Ứng dụng

Ester có nhiều ứng dụng trong công nghiệp.

2. Cho các chất mạch không phân nhánh có công thức sau: C_4H_9OH, C_3H_7COOH, $CH_3COOC_2H_5$. Hãy sắp xếp các chất trên theo chiều tăng dần nhiệt độ sôi. Giải thích.

3. Cho các ester có công thức như sau:

$C_2H_5COOCH_3$ (**1**)

$CH_3CH_2CH_2COOC_2H_5$ (**2**)

CH_3COOCH_3 (**3**)

$C_2H_5COOC_2H_5$ (**4**).

Sắp xếp các ester trên theo thứ tự tăng dần độ tan trong nước. Giải thích.

4. Viết phương trình hoá học của các phản ứng xảy ra khi thuỷ phân ethyl formate trong môi trường acid và môi trường kiềm. So sánh thành phần hỗn hợp sản phẩm của các phản ứng.

Bản in thử

Làm dung môi	Ví dụ: Butyl acetate được dùng để pha sơn tổng hợp; ethyl acetate được dùng nhiều trong tách chiết.
Làm nguyên liệu tổng hợp nhiều polymer sử dụng trong công nghiệp	Ví dụ: Vinyl acetate được dùng để tổng hợp poly(vinyl acetate) làm keo dán; methyl methacrylate được dùng để tổng hợp poly(methyl methacrylate) làm thuỷ tinh hữu cơ.
Làm chất tạo hương trong công nghiệp thực phẩm và mĩ phẩm	Ví dụ: Isoamyl acetate có mùi chuối chín, được dùng làm hương liệu cho bánh kẹo.

3. Ester có những ứng dụng gì trong đời sống và sản xuất?

5. Ethyl propionate có mùi dứa chín. Viết phương trình hoá học của phản ứng điều chế ester này từ alcohol và carboxylic acid tương ứng. Đề xuất biện pháp để nâng cao hiệu suất của phản ứng điều chế ester trên.

b) Điều chế

Các ester thường được điều chế bằng cách đun hỗn hợp gồm carboxylic acid và alcohol, sử dụng sulfuric acid đặc làm xúc tác.

$$R^1COOH + HOR^2 \underset{}{\overset{H_2SO_4\ đặc,\ t^o}{\rightleftharpoons}} R^1COOR^2 + H_2O$$

Ví dụ 4 Phản ứng điều chế isoamyl acetate:

$$CH_3COOH + HOCH_2CH_2CH(CH_3)_2 \overset{H_2SO_4\ đặc,\ t^o}{\rightleftharpoons} CH_3COOCH_2CH_2CH(CH_3)_2 + H_2O$$

isoamyl alcohol — isoamyl acetate

EM CÓ BIẾT

Một số ester được điều chế bằng phương pháp khác. Chẳng hạn, trong công nghiệp, vinyl acetate được tổng hợp từ ethylene và acetic acid với sự có mặt của oxygen, sử dụng xúc tác palladium:

$$2C_2H_4 + 2CH_3COOH + O_2 \xrightarrow{xt} 2CH_3COOCH{=}CH_2 + 2H_2O$$

Vinyl acetate cũng có thể được tổng hợp từ acetic acid và acetylene, sử dụng zinc acetate làm xúc tác.

$$CH_3COOH + CH{\equiv}CH \xrightarrow{xt} CH_3COOCH{=}CH_2$$

II LIPID

1. Khái niệm và danh pháp

Lipid là những hợp chất hữu cơ có trong tế bào sống, không tan trong nước nhưng tan được trong các dung môi hữu cơ kém phân cực như ether, chloroform, xăng, dầu,…

Lipid bao gồm triglyceride (còn gọi là chất béo), sáp, steroid, phospholipid,... Hầu hết các lipid là ester. Sau đây chỉ xét các chất béo.

Bản in thử

4. Acetic acid có thuộc loại acid béo hay không? Hợp chất $(CH_3COO)_3C_3H_5$ có thuộc loại chất béo không?

EM CÓ BIẾT

Chất béo là thành phần chính của dầu thực vật và mỡ động vật.

Sáp có mặt trong cả động vật và thực vật, điển hình nhất là sáp ong.

Phospholipid là một trong những thành phần chính của các tế bào.

Steroid rất đa dạng và phong phú, bao gồm cholesterol và các acid mật,...

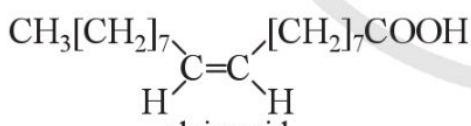
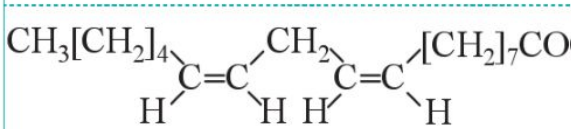
Chất béo là các triester (ester ba chức) của glycerol với các acid béo, gọi chung là các triglyceride. Trong đó, acid béo là các monocarboxylic acid no hoặc không no. Hầu hết chúng có mạch carbon không phân nhánh với số nguyên tử carbon trong phân tử là số chẵn (thường từ 12 đến 24 nguyên tử C).

Công thức chung của chất béo là:

$$\begin{array}{l} R^1COO{-}CH_2 \\ | \\ R^2COO{-}CH \\ | \\ R^3COO{-}CH_2 \end{array}$$

Trong đó, R^1, R^2, R^3 là các gốc hydrocarbon, có thể giống hoặc khác nhau.

Ví dụ 5

Acid béo	Chất béo
$CH_3[CH_2]_{16}COOH$ stearic acid	$(CH_3[CH_2]_{16}COO)_3C_3H_5$ (hay $(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$) glyceryl tristearate *hay* tristearin
$CH_3[CH_2]_{14}COOH$ palmitic acid	$(CH_3[CH_2]_{14}COO)_3C_3H_5$ (hay $(C_{15}H_{31}COO)_3C_3H_5$) glyceryl tripalmitate *hay* tripalmitin
 oleic acid	$(CH_3[CH_2]_7CH{=}CH[CH_2]_7COO)_3C_3H_5$ (hay $(C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5$) glyceryl trioleate *hay* triolein
 linoleic acid	$(CH_3[CH_2]_4CH{=}CHCH_2CH{=}CH[CH_2]_7COO)_3C_3H_5$ (hay $(C_{17}H_{31}COO)_3C_3H_5$) glyceryl trilinoleate *hay* trilinolein

5. Hãy cho biết sự khác nhau về đặc điểm cấu tạo của các triglyceride chủ yếu có trong mỡ động vật và dầu thực vật.

2. Tính chất vật lí

Ở điều kiện thường, các chất béo ở trạng thái lỏng (dạng dầu, thành phần chính của dầu lạc, dầu vừng, dầu dừa,...) hoặc rắn (dạng mỡ, thành phần chính của mỡ lợn, mỡ bò, mỡ cừu,...).

Bản in thử

Khi trong phân tử chất béo chứa nhiều gốc acid béo no, chất béo thường ở thể rắn.

Khi trong phân tử chất béo chứa nhiều gốc acid béo không no, chất béo thường ở thể lỏng.

Các chất béo nhẹ hơn nước, không tan trong nước và tan nhiều trong các dung môi hữu cơ kém phân cực.

6. Khi cho dầu, mỡ vào nước sẽ có hiện tượng gì xảy ra? Giải thích.

3. Tính chất hoá học

Chất béo là ester nên có phản ứng thuỷ phân trong môi trường acid hoặc trong môi trường kiềm giống như các ester khác. Ngoài ra, các chất béo còn có các tính chất hoá học sau đây.

7. Viết phương trình hoá học của phản ứng thuỷ phân tristearin trong môi trường acid và môi trường kiềm.

a) Phản ứng hydrogen hoá

Các chất béo lỏng chứa các gốc của acid béo không no tác dụng với hydrogen ở điều kiện nhiệt độ và áp suất cao, có xúc tác. Khi để nguội, sản phẩm thu được là các chất béo rắn.

Ví dụ 6 $\underset{\text{triolein}}{(C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5} + 3H_2 \xrightarrow{xt,\ t^o,\ p} \underset{\text{tristearin}}{(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5}$

Trong công nghiệp, người ta sử dụng phản ứng này để chuyển hoá chất béo lỏng thành chất béo rắn, thuận tiện cho việc vận chuyển và bảo quản, để sản xuất xà phòng và bơ nhân tạo (ví dụ bơ thực vật).

6. Vì sao phản ứng hydrogen hoá lại chuyển hoá được các chất béo lỏng thành chất béo rắn?

b) Phản ứng oxi hoá bằng oxygen không khí

Dầu, mỡ để lâu ngày trong không khí thường có mùi, vị khó chịu (mùi hôi, khét, vị đắng). Hiện tượng này được gọi là sự ôi mỡ. Quá trình ôi mỡ xảy ra là do gốc hydrocarbon không no có trong chất béo bị oxi hoá bởi oxygen trong không khí, sinh ra các hợp chất có mùi khó chịu và có hại cho sức khoẻ con người. Dầu, mỡ được tái sử dụng nhiều lần cũng có hiện tượng trên. Do vậy, việc sử dụng lại dầu, mỡ sẽ gây ảnh hưởng không tốt đến sức khoẻ con người.

4. Ứng dụng

Chất béo cung cấp một lượng đáng kể năng lượng cho cơ thể và được xem là nguồn dinh dưỡng quan trọng. Phần chất béo mà cơ thể chưa sử dụng được tích lại trong

7. Nêu các ứng dụng của chất béo.

Bản in thử

các mô mỡ. Chất béo còn được dùng để tổng hợp các chất cần thiết khác cho cơ thể, đồng thời có tác dụng đảm bảo sự vận chuyển và hấp thụ các chất tan được trong chất béo.

Trong công nghiệp, chất béo được dùng để điều chế xà phòng và glycerol. Chất béo còn được dùng nhiều trong chế biến thực phẩm. Ngày nay, một số loại dầu thực vật còn được dùng để sản xuất nhiên liệu sinh học (biodiesel).

Một số chất béo là nguồn cung cấp acid béo omega-3 và omega-6 cho cơ thể. Omega-3 và omega-6 có tác dụng giảm huyết áp, giảm chlolesterol trong máu và ngăn chặn sự hình thành các mảng triglyceride bám trên động mạch, giúp giảm nguy cơ gây xơ vữa động mạch.

Acid béo omega-3 là những acid béo không no, trong phân tử chứa nhóm C=C đầu tiên ở vị trí carbon số 3 (tính từ nhóm $-CH_3$). Acid béo omega-6 là những acid béo không no, trong phân tử chứa nhóm C=C đầu tiên ở vị trí carbon số 6 (tính từ nhóm $-CH_3$).

1. Cho biết vai trò của acid béo omega-3 và omega-6 đối với cơ thể người. Tìm hiểu và cho biết làm thế nào để bổ sung các loại omega-3 và omega-6 cho cơ thể.
2. Tìm hiểu về DHA và cho biết vì sao DHA thường được bổ sung vào sữa bột dành cho trẻ em.

ESTER

- Công thức tổng quát của ester đơn chức là R^1COOR^2.
- • Tồn tại ở trạng thái lỏng hoặc trạng thái rắn, ít tan trong nước.
  • Nhiệt độ sôi thấp hơn carboxylic acid và alcohol có cùng số nguyên tử C trong phân tử.
- Bị thuỷ phân trong môi trường acid hoặc môi trường kiềm.
- Thường được điều chế từ carboxylic acid và alcohol.
- Ứng dụng làm dung môi, hương liệu,…

CHẤT BÉO

- Là triester của glycerol và acid béo.
- Tồn tại ở trạng thái lỏng hoặc trạng thái rắn.
- Bị thuỷ phân trong môi trường acid hoặc môi trường kiềm; hydrogen hoá chuyển chất béo lỏng thành chất béo rắn; bị oxi hoá chậm bởi oxygen trong không khí.
- • Là nguồn cung cấp năng lượng.
  • Được dùng trong tổng hợp chất khác; vận chuyển và hấp thụ các chất tan được trong chất béo; điều chế xà phòng, glycerol; chế biến thực phẩm; sản xuất nhiên liệu sinh học;...
  • Là nguồn cung cấp omega-3 và omega-6 cho cơ thể.

Bản in thử

BÀI TẬP

Bài 1. Hợp chất nào dưới đây thuộc loại ester?

A. $HOCH_2CH_2CHO$.

B. $CH_3CH_2CH_2COOH$.

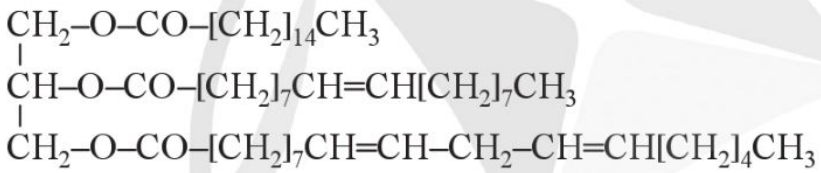
C. $HOCH_2COCH_3$.

D. $CH_3CH_2COOCH_3$.

Bài 2. Cho salicylic acid (hay 2-hydroxybenzoic acid) phản ứng với methyl alcohol có mặt sulfuric acid làm xúc tác, thu được methyl salicylate ($C_8H_8O_3$) dùng làm chất giảm đau (có trong miếng dán giảm đau khi vận động hoặc chơi thể thao).

Viết phương trình hoá học của phản ứng trên.

Bài 3. Cho một loại chất béo có công thức cấu tạo sau:



Viết phương trình hoá học của phản ứng giữa chất béo trên với hydrogen dư (xt, t^o, p) và với dung dịch potassium hydroxide.

Bản in thử

Bài 2 XÀ PHÒNG VÀ CHẤT GIẶT RỬA TỔNG HỢP

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được khái niệm, đặc điểm về cấu tạo và tính chất giặt rửa của xà phòng và chất giặt rửa tự nhiên, tổng hợp.*
- *Trình bày được một số phương pháp sản xuất xà phòng, phương pháp chủ yếu để sản xuất chất giặt rửa tổng hợp.*
- *Thực hiện được (hoặc quan sát video) thí nghiệm về phản ứng xà phòng hoá chất béo.*
- *Trình bày được cách sử dụng hợp lí, an toàn xà phòng và chất giặt rửa tổng hợp trong đời sống.*

Em hãy kể một số loại xà phòng đang được bán trên thị trường. Vì sao xà phòng có thể làm sạch các vết bẩn bám trên quần, áo,... Xà phòng được điều chế như thế nào?

I XÀ PHÒNG

1. Khái niệm

Xà phòng là hỗn hợp các muối sodium hoặc potassium của acid béo và một số chất phụ gia. Các acid béo ở đây thường là acid no như palmitic acid, stearic acid. Chất phụ gia được dùng thường là chất độn làm tăng độ cứng để dễ đúc thành bánh, chất tạo màu và chất tạo hương. Một số loại xà phòng được cho thêm chất dưỡng da, chất diệt khuẩn,...

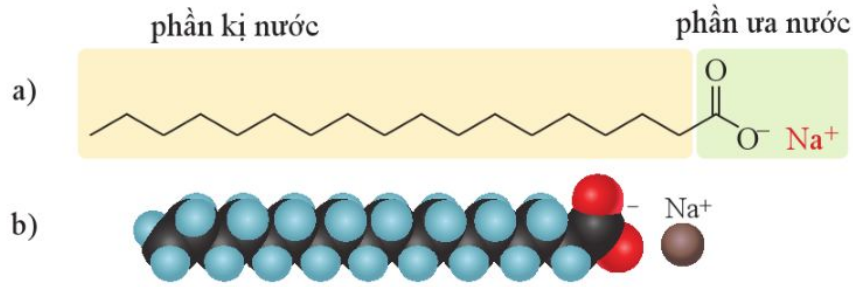
1. Hãy cho biết tác dụng và thành phần hoá học của xà phòng.

2. Đặc điểm cấu tạo phân tử muối của acid béo trong xà phòng

Muối của acid béo (có trong xà phòng) được cấu tạo gồm một phần *ưa nước* nối với một phần *kị nước* (Hình 2.1).

- Phần ưa nước (tan được trong nước) là nhóm carboxylate $-COO^-$.
- Phần kị nước (không tan trong nước nhưng tan trong dầu, mỡ) là các gốc hydrocarbon mạch dài, như $C_{17}H_{35}-$, $C_{15}H_{31}-$,...

Bản in thử



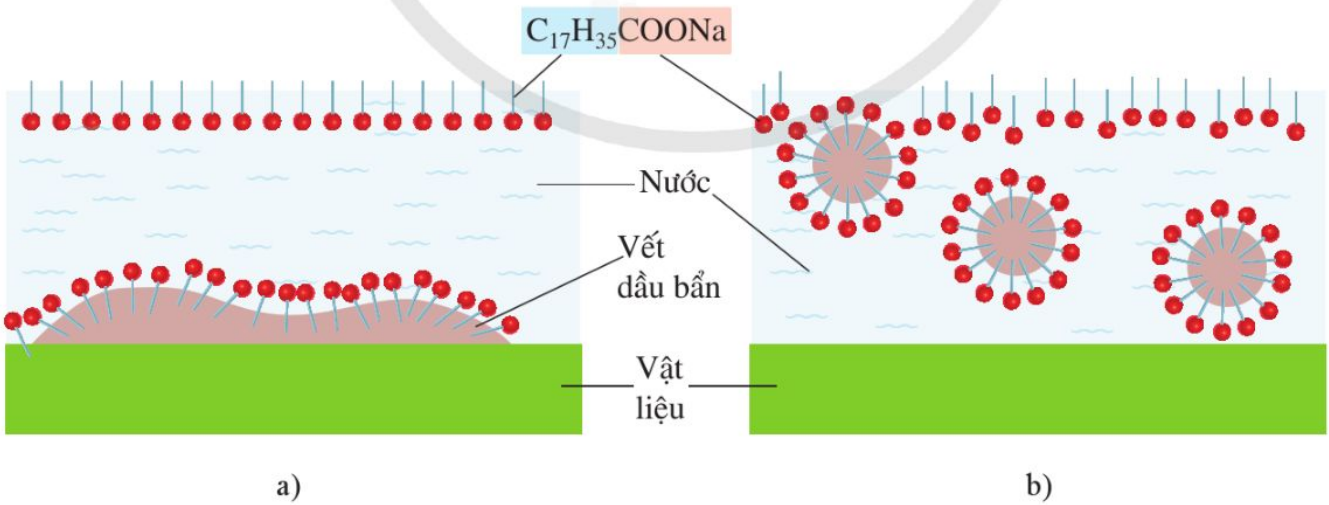
Hình 2.1. Công thức cấu tạo (a) và mô hình đặc (b) của sodium stearate ($C_{17}C_{35}COONa$)

3. Cơ chế giặt rửa của xà phòng

Sợi vải có dính vết bẩn dạng dầu, mỡ được ngâm trong môi trường nước, do sức căng bề mặt của nước lớn nên nước không thể tách hoặc hoà tan vết dầu, mỡ này. Khi cho xà phòng vào nước, tạo thành dung dịch xà phòng có sức căng bề mặt nhỏ, giúp xà phòng ngấm vào các sợi vải. Phần kị nước (chẳng hạn gốc $C_{17}H_{35}-$ trong phân tử sodium stearate) quay về phía vết dầu, mỡ và thâm nhập vào vết dầu, mỡ; còn phần ưa nước (nhóm $-COO^-$) lại có xu hướng quay ra ngoài và thâm nhập vào nước. Kết quả là vết dầu, mỡ bẩn bị phân chia thành các hạt rất nhỏ phân tán vào nước. Nhờ đó, chúng bị rửa trôi khỏi bề mặt của vật cần giặt rửa (Hình 2.2).

2. Hãy cho biết vai trò của phần ưa nước và phần kị nước trong phân tử muối của acid béo trong cơ chế giặt rửa của xà phòng.

1. Sodium acetate có tác dụng giặt rửa như xà phòng không? Vì sao?

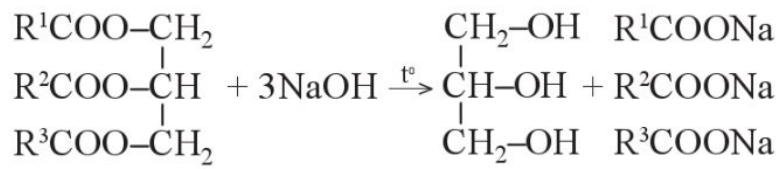


Hình 2.2. Sơ đồ mô tả cơ chế giặt rửa của xà phòng
a) Quá trình thâm nhập của phần kị nước của xà phòng vào vết dầu mỡ;
b) Quá trình các hạt dầu, mỡ nhỏ bị các phân tử xà phòng phân tán vào nước

Bản in thử

4. Phương pháp sản xuất xà phòng

Trong công nghiệp, để sản xuất xà phòng, người ta thường đun chất béo (mỡ động vật, dầu thực vật) với dung dịch kiềm đặc ở nhiệt độ cao.



Sau phản ứng, hỗn hợp muối của các acid béo được tách ra bằng cách cho dung dịch muối ăn bão hoà vào hỗn hợp sản phẩm. Các muối của acid béo nổi lên, được lấy ra, sau đó được trộn với các phụ gia để làm xà phòng. Phần dung dịch còn lại đem tách và thu hồi glycerol.

1. Tìm hiểu và cho biết làm thế nào để thu hồi được glycerol từ hỗn hợp sản phẩm của phản ứng xà phòng hoá.

Thí nghiệm xà phòng hoá chất béo

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dầu thực vật (hoặc mỡ động vật), dung dịch NaOH 40%, dung dịch NaCl bão hoà.

– Dụng cụ: Bát sứ, đũa thuỷ tinh, đèn cồn.

Tiến hành: Cho vào bát sứ khoảng 2 mL dầu thực vật (hoặc khoảng 2 g mỡ) và 4 – 5 mL dung dịch NaOH 40%. Đun hỗn hợp sôi nhẹ và khuấy đều bằng đũa thuỷ tinh. Thỉnh thoảng cho vài giọt nước cất để tránh hỗn hợp phản ứng bị cạn. Sau khoảng 10 phút thì dừng đun, cho thêm 10 mL dung dịch NaCl bão hoà và khuấy đều.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng xảy ra và giải thích.

3. Vì sao khi điều chế lượng nhỏ xà phòng trong phòng thí nghiệm lại sử dụng bát sứ? Việc dùng bát nhôm hoặc xoong nhôm để làm thí nghiệm này có phù hợp không?

Ngày nay, một phần xà phòng được sản xuất từ các alkane mạch dài lấy từ công nghiệp chế biến dầu mỏ theo sơ đồ sau:

Alkane (lấy từ dầu mỏ) → Acid béo → Muối sodium (hoặc potassium) của acid béo

Bản in thử

II CHẤT GIẶT RỬA

Đặc điểm chung của các chất giặt rửa là phân tử luôn có *phần ưa nước* và *phần kị nước* giống như các muối của acid béo trong xà phòng. Các chất giặt rửa này có thể là chất có trong tự nhiên hoặc là chất tổng hợp.

1. Chất giặt rửa tự nhiên

Từ thời xa xưa, con người đã biết sử dụng các chất giặt rửa có nguồn gốc từ thiên nhiên như quả bồ hòn, quả bồ kết,...

Saponin trong bồ hòn và bồ kết có khả năng giặt rửa. Khi tiếp xúc với nước, saponin tạo ra lớp bọt nhẹ tương tự xà phòng.

EM CÓ BIẾT

Quy trình đơn giản để chế tạo nước giặt rửa từ quả bồ hòn như sau: Lấy 10 quả bồ hòn (đã tách hạt và cắt nhỏ) cho vào 1 lít nước, đun sôi nhẹ khoảng 30 phút, tới khi nước có màu nâu đậm. Để nguội, thu được dung dịch chất giặt rửa tự nhiên, an toàn với da.



a)



b)

Hình 2.3. Hình ảnh quả bồ hòn (a) và quả bồ kết (b)

2. Chất giặt rửa tổng hợp

Những chất tổng hợp không phải là muối sodium hoặc potassium của acid béo, nhưng cũng có tính chất giặt rửa tương tự xà phòng được gọi chung là chất giặt rửa tổng hợp.

Thành phần chính của chất giặt rửa tổng hợp điển hình là các muối: $CH_3[CH_2]_{10}CH_2OSO_3^-Na^+$ (1) hoặc $CH_3[CH_2]_{11}$–C$_6$H$_4$–$SO_3^-Na^+$ (2).

Chất giặt rửa tổng hợp được sản xuất từ paraffin dầu mỏ, chẳng hạn:

Dầu mỏ $\xrightarrow{[*]}$ R–SO_3H, R–OSO_3H $\xrightarrow{NaOH}$ R–SO_3Na, R–OSO_3Na

2. Hãy chỉ ra phần ưa nước và phần kị nước trong phân tử chất giặt rửa tổng hợp (1) và (2).

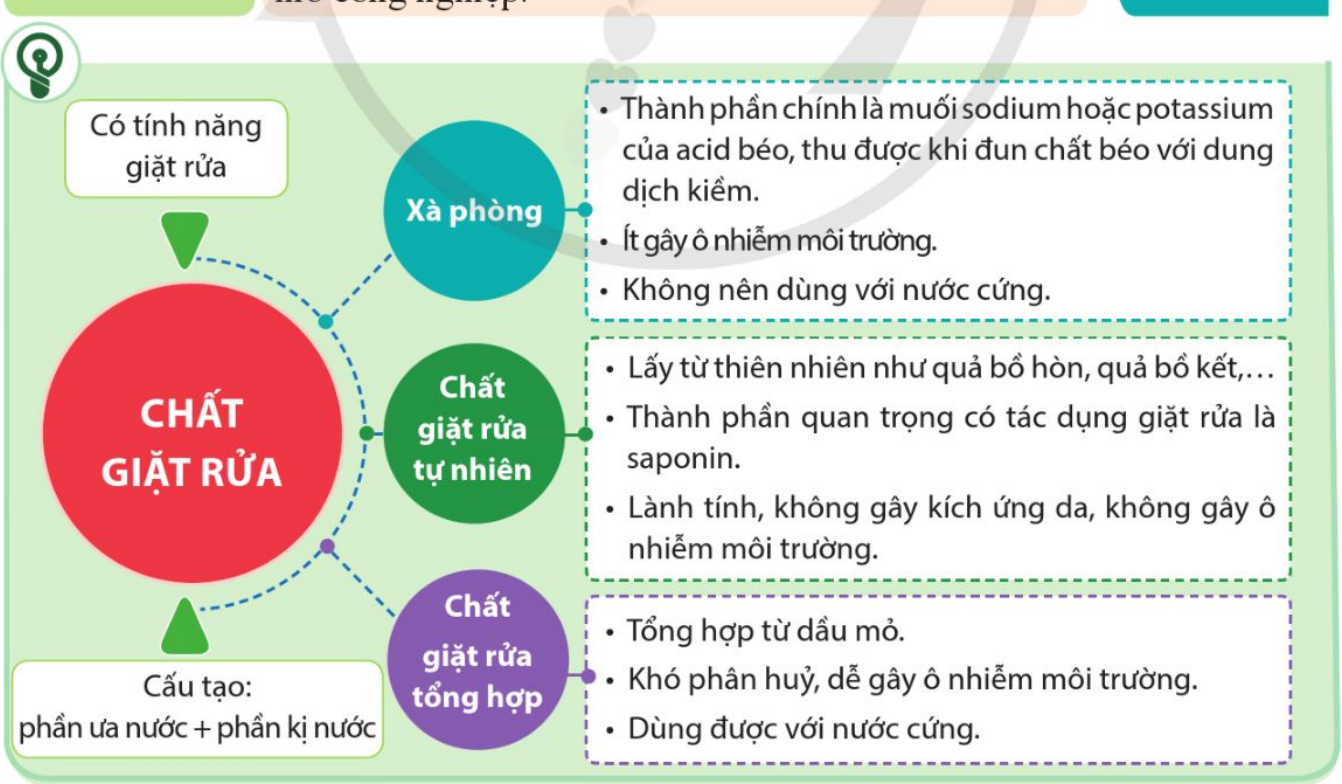
2. Hãy nêu quan điểm của em về việc sử dụng nguồn nguyên liệu dầu mỏ để sản xuất chất giặt rửa tổng hợp.

[*] Quá trình có thể diễn ra qua nhiều giai đoạn.

Bản in thử

III ƯU ĐIỂM VÀ NHƯỢC ĐIỂM CỦA CÁC LOẠI CHẤT GIẶT RỬA

Chất giặt rửa		
Xà phòng	**Ưu điểm** Có thể bị phân huỷ bởi các vi sinh vật nên ít gây ô nhiễm môi trường.	Không nên dùng xà phòng với nước cứng.
	Nhược điểm Khi dùng với nước cứng (nước chứa nhiều ion Ca^{2+} và Mg^{2+}) tạo ra kết tủa là các muối calcium, magnesium của các acid béo, bám lên bề mặt vải, ảnh hưởng đến chất lượng vải, đồng thời làm giảm tác dụng giặt rửa của xà phòng.	
Chất giặt rửa tổng hợp	**Ưu điểm** Dùng được với nước cứng vì không bị kết tủa bởi các ion Ca^{2+} và Mg^{2+}. Giá thành thấp.	Hạn chế sử dụng chất giặt rửa tổng hợp.
	Nhược điểm Các chất giặt rửa tổng hợp có gốc hydrocarbon phân nhánh hoặc chứa vòng benzene sẽ gây ô nhiễm môi trường do chúng rất khó bị vi sinh vật phân huỷ.	
Chất giặt rửa tự nhiên	**Ưu điểm** Lành tính với da, không gây kích ứng da kể cả với làn da nhạy cảm của trẻ em, dễ bị phân huỷ bởi vi sinh vật nên không gây ô nhiễm môi trường.	Khuyến khích việc sử dụng chất giặt rửa tự nhiên.
	Nhược điểm Giá thành cao, khó sản xuất ở quy mô công nghiệp.	



Bản in thử

BÀI TẬP

Bài 1. Để tẩy vết dầu, mỡ bám trên quần áo, sử dụng chất nào sau đây là phù hợp nhất?

A. Nước cất.

B. Dung dịch sodium hydroxide.

C. Dung dịch nước Javel.

D. Dung dịch xà phòng.

Bài 2. So sánh chất giặt rửa tổng hợp với chất giặt rửa tự nhiên về tính tiện dụng, tính kinh tế và vấn đề bảo vệ môi trường.

Bài 3. Có hai ống nghiệm được đánh số (1) và (2). Ống nghiệm (1) chứa 3 mL nước cất và 3 giọt dung dịch calcium chloride bão hoà, ống nghiệm (2) chứa 3 mL nước xà phòng và 3 giọt dung dịch calcium chloride bão hoà. Lắc đều các ống nghiệm.

a) Hãy dự đoán hiện tượng xảy ra và giải thích.

b) Cũng làm thí nghiệm như trên nhưng thay nước xà phòng bằng nước giặt rửa. Hãy dự đoán hiện tượng xảy ra và giải thích.

Bản in thử

CHỦ ĐỀ 2

CARBOHYDRATE

Bài 3

GIỚI THIỆU VỀ CARBOHYDRATE

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được khái niệm, cách phân loại carbohydrate; trạng thái tự nhiên của glucose, fructose, saccharose, maltose, tinh bột và cellulose.*
- *Viết được công thức cấu tạo dạng mạch hở, dạng mạch vòng và gọi được tên của một số carbohydrate: glucose và fructose; saccharose, maltose; tinh bột và cellulose.*
- *Trình bày được sự chuyển hoá tinh bột trong cơ thể, sự tạo thành tinh bột trong cây xanh và ứng dụng của một số carbohydrate.*

Glucose ($C_6(H_2O)_6$), saccharose ($C_{12}(H_2O)_{11}$) và tinh bột ($[C_6(H_2O)_5]_n$) là những hợp chất carbohydrate. Nêu một số loại thực vật chứa những carbohydrate này. Cho biết một số điểm chung về thành phần và cấu tạo hoá học của các carbohydrate trên.

I KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI

Carbohydrate là những hợp chất hữu cơ tạp chức và thường có công thức chung là $C_n(H_2O)_m$. Carbohydrate được chia thành 3 nhóm chính (Bảng 3.1).

Bảng 3.1. Phân loại carbohydrate

Nhóm	Đặc điểm	Ví dụ
Monosaccharide	Không bị thuỷ phân thành các phân tử nhỏ hơn	Glucose, fructose
Disaccharide	Thuỷ phân hoàn toàn mỗi phân tử tạo thành hai phân tử monosaccharide	Saccharose, maltose
Polysaccharide	Thuỷ phân hoàn toàn mỗi phân tử tạo thành nhiều phân tử monosaccharide	Tinh bột, cellulose

II CẤU TẠO HOÁ HỌC

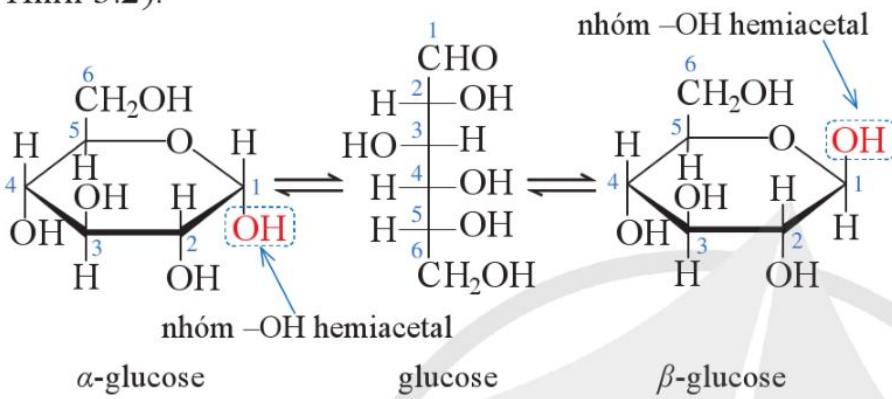
1. Glucose và fructose

Glucose và fructose là hai monosaccharide phổ biến trong đời sống, có cùng công thức phân tử là $C_6H_{12}O_6$. Ở dạng mạch hở, trong phân tử mỗi chất đều có 5 nhóm hydroxy và

Bản in thử

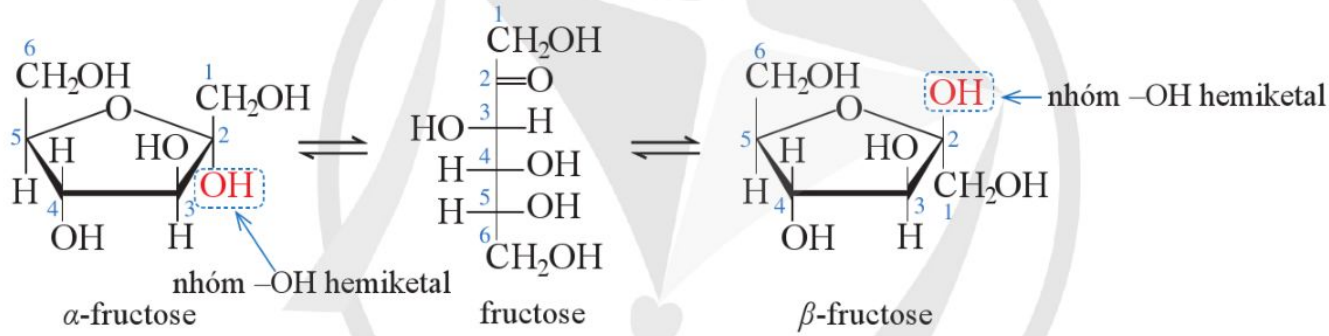
1 nhóm carbonyl. Tuy nhiên, cả hai hợp chất này đều tồn tại chủ yếu ở dạng mạch vòng: glucose thường gặp ở các dạng vòng 6 cạnh là α-glucose và β-glucose, trong khi fructose thường được thấy ở các dạng vòng 5 cạnh là α-fructose và β-fructose. Các đồng phân mạch hở và mạch vòng có thể chuyển hoá lẫn nhau (Hình 3.1 và Hình 3.2).

1. Acetic acid có công thức phân tử $C_2H_4O_2$ hay $C_2(H_2O)_2$. Acetic acid có thuộc loại carbohydrate không? Vì sao?



Hình 3.1. Các dạng cấu tạo thường gặp của glucose

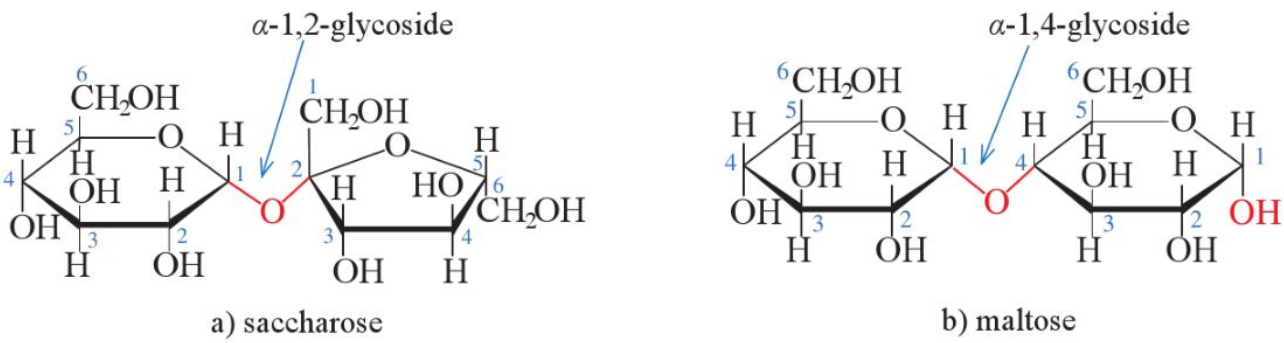
2. Quan sát Hình 3.1 và Hình 3.2, cho biết vì sao nói glucose và fructose thuộc loại hợp chất polyhydroxy carbonyl.



Hình 3.2. Các dạng cấu tạo thường gặp của fructose

2. Saccharose và maltose

Saccharose (hay đường kính, đường mía,...) và maltose (đường mạch nha) cùng có công thức phân tử là $C_{12}H_{22}O_{11}$. Saccharose được tạo thành từ sự liên kết của một đơn vị glucose với một đơn vị fructose, trong khi đó maltose được tạo thành từ sự liên kết của hai đơn vị glucose (Hình 3.3).

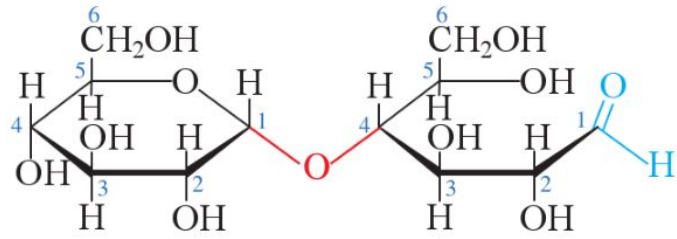


Hình 3.3. Cấu tạo các phân tử saccharose và maltose

Bản in thử

Trong khi phân tử saccharose chỉ có các đơn vị cấu tạo ở dạng mạch vòng, phân tử maltose có cả cấu tạo ở dạng mở vòng của một đơn vị cấu tạo glucose (Hình 3.4).

3. Quan sát Hình 3.3 và Hình 3.4, cho biết trong phân tử maltose, đơn vị glucose có khả năng mở vòng có đặc điểm gì khác so với đơn vị glucose còn lại.



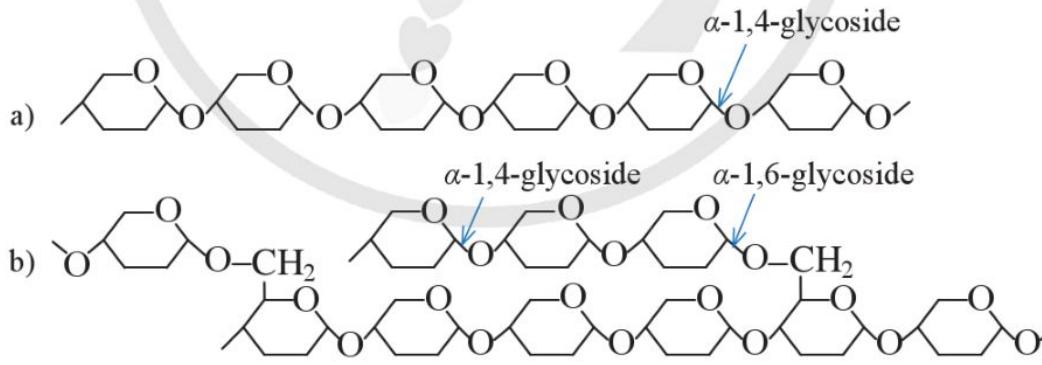
Hình 3.4. Cấu tạo của phân tử maltose ở dạng mở vòng

3. Tinh bột và cellulose

Tinh bột và cellulose là những polymer tự nhiên, có công thức chung là $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Tinh bột gồm amylose và amylopectin.

- Amylose là polymer dạng mạch dài, không nhánh, xoắn lại, được tạo thành từ các đơn vị α-glucose liên kết với nhau bằng liên kết α-1,4-glycoside.
- Amylopectin là polymer dạng mạch phân nhánh. Mỗi mạch nhánh gồm một số đơn vị glucose liên kết với nhau bằng liên kết α-1,4-glycoside. Mạch nhánh liên kết với mạch chính (là chuỗi amylose) bằng liên kết α-1,6-glycoside. Hình 3.5 mô tả cấu tạo đoạn mạch amylose và amylopectin (bỏ qua các nhóm thế trên vòng).

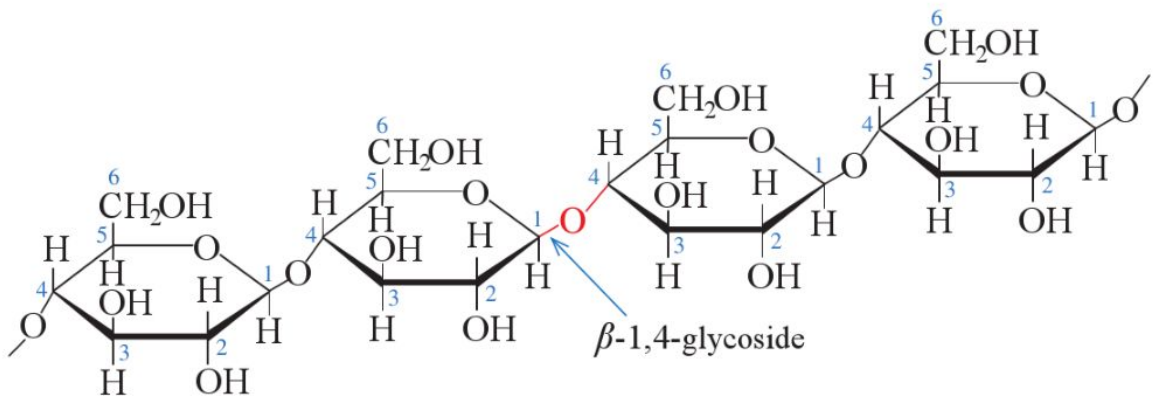


Hình 3.5. Cấu tạo đoạn mạch amylose (a) và amylopectin (b)

4. Liên kết trong phân tử amylopectin có gì khác so với liên kết trong phân tử amylose?

Phân tử cellulose gồm các đơn vị β-glucose liên kết với nhau tạo thành mạch dài, không phân nhánh tương tự như ở amylose (Hình 3.6).

Bản in thử



Hình 3.6. Công thức cấu tạo đoạn mạch cellulose

III TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN

1. Glucose và fructose

Glucose có mặt trong hầu hết các bộ phận của cây (hoa, lá, rễ,...), đặc biệt là trong các quả chín. Glucose cũng có trong cơ thể người và động vật. Nồng độ glucose có trong máu người trưởng thành, khoẻ mạnh trước khi ăn được duy trì trong một khoảng hẹp từ 80 – 130 mg/dL (hay 4,4 – 7,2 mmol/L)[1]. Glucose tinh khiết là chất rắn dễ tan trong nước và có vị ngọt.



Hình 3.7. Glucose

Fructose có nhiều trong mật ong và các quả ngọt như dứa, xoài,... Fructose tinh khiết là chất rắn có vị ngọt, tan nhiều trong nước.

2. Saccharose và maltose

Saccharose có trong hoa quả, rau, củ, đặc biệt có nhiều trong thân cây mía, củ cải đường và hoa thốt nốt.



Hình 3.8. Củ cải đường chứa nhiều saccharose



Hình 3.9. Mạch nha có hàm lượng maltose cao

1. Trong nước ép mía có khoảng 15% saccharose theo khối lượng. Theo em, có thể dùng phương pháp nào để tách saccharose từ nước ép mía? Phương pháp tách chất này dựa trên tính chất nào của saccharose?

[1] Diabetes Care, Vol.44, Supp.1: S73-S84, https://doi.org/10.2337/dc21-S006, truy cập ngày 15/12/2023.

Bản in thử

Maltose có nhiều trong mạch nha (sản phẩm thuỷ phân không hoàn toàn tinh bột).

Ở điều kiện thường, saccharose và maltose đều là chất rắn, tan tốt trong nước và có vị ngọt.

3. Tinh bột và cellulose



Hình 3.10.
Tinh bột có trong khoai tây và nhiều loại ngũ cốc

Tinh bột là nguồn carbohydrate dự trữ, có trong hầu hết các thực vật bậc cao. Nhiều bộ phận của thực vật có hàm lượng tinh bột cao như hạt lúa, hạt lúa mì, hạt ngô, củ khoai tây (Hình 3.10), quả chuối xanh,... Tinh bột là chất rắn vô định hình, màu trắng, hầu như không tan trong nước lạnh và tan tốt hơn trong nước nóng. Dung dịch thu được sau khi đun nóng tinh bột với nước có tính keo, nhớt và được gọi là hồ tinh bột.



Hình 3.11.
Bông chứa nhiều cellulose

Cellulose là thành phần chính của thành tế bào thực vật, làm nên bộ khung của cây. Cellulose có nhiều trong bông (Hình 3.11), đay, tre, nứa, gỗ,... Ở điều kiện thường, cellulose là chất rắn màu trắng, không tan trong nước.

IV ỨNG DỤNG CỦA CARBOHYDRATE

1. Glucose, fructose, saccharose và maltose



Hình 3.12. Dung dịch glucose 5% dùng làm dịch truyền cho cơ thể

Glucose, fructose, saccharose và maltose được sử dụng làm chất dinh dưỡng, cung cấp năng lượng cho cơ thể; làm nguyên liệu và chất phụ gia trong sản xuất các loại bánh, kẹo, thức uống dinh dưỡng, nước giải khát,...

Glucose còn được dùng để pha dịch truyền, dùng để tráng bạc chế tạo gương, ruột phích; làm nguyên liệu trong sản xuất vitamin C; làm môi trường nuôi cấy vi sinh vật để sản xuất bột ngọt, chất kháng sinh.

Saccharose còn được dùng để sản xuất acetic acid, ethanol trong công nghiệp.

2. Tìm hiểu nhu cầu tiêu thụ đường saccharose ở nước ta trong những năm gần đây và sản lượng đường tương ứng của Việt Nam. Kể tên một số vùng trồng mía đường tiêu biểu ở Việt Nam hiện nay.

Bản in thử

2. Tinh bột

Tinh bột là nguồn lương thực quan trọng của con người, là nguyên liệu để sản xuất nhiều loại bánh, sản xuất mì sợi, bia, rượu, mạch nha, glucose, ethanol, là phụ gia để hồ vải,…

3. Cellulose

Các vật liệu chứa nhiều cellulose như tre, nứa, gỗ, thường được dùng làm vật liệu xây dựng, đồ dùng gia đình. Cellulose nguyên chất và gần nguyên chất được chế tạo thành sợi, tơ, giấy viết, giấy bao bì, màng mỏng,...; là nguyên liệu để sản xuất ethanol, chế tạo thuốc nổ, thuốc súng không khói.

V SỰ HÌNH THÀNH VÀ CHUYỂN HOÁ TINH BỘT

1. Sự hình thành tinh bột trong cây

Trong quá trình quang hợp, dưới tác dụng của chlorophyll (diệp lục) có trong cây xanh, khí carbon dioxide kết hợp với nước để tạo thành tinh bột. Quá trình này diễn ra phức tạp, qua nhiều giai đoạn và có thể được mô tả bằng phương trình hoá học đơn giản sau:

$$6nCO_2 + 5nH_2O \xrightarrow[\text{chlorophyll}]{\text{ánh sáng}} (C_6H_{10}O_5)_n + 6nO_2$$

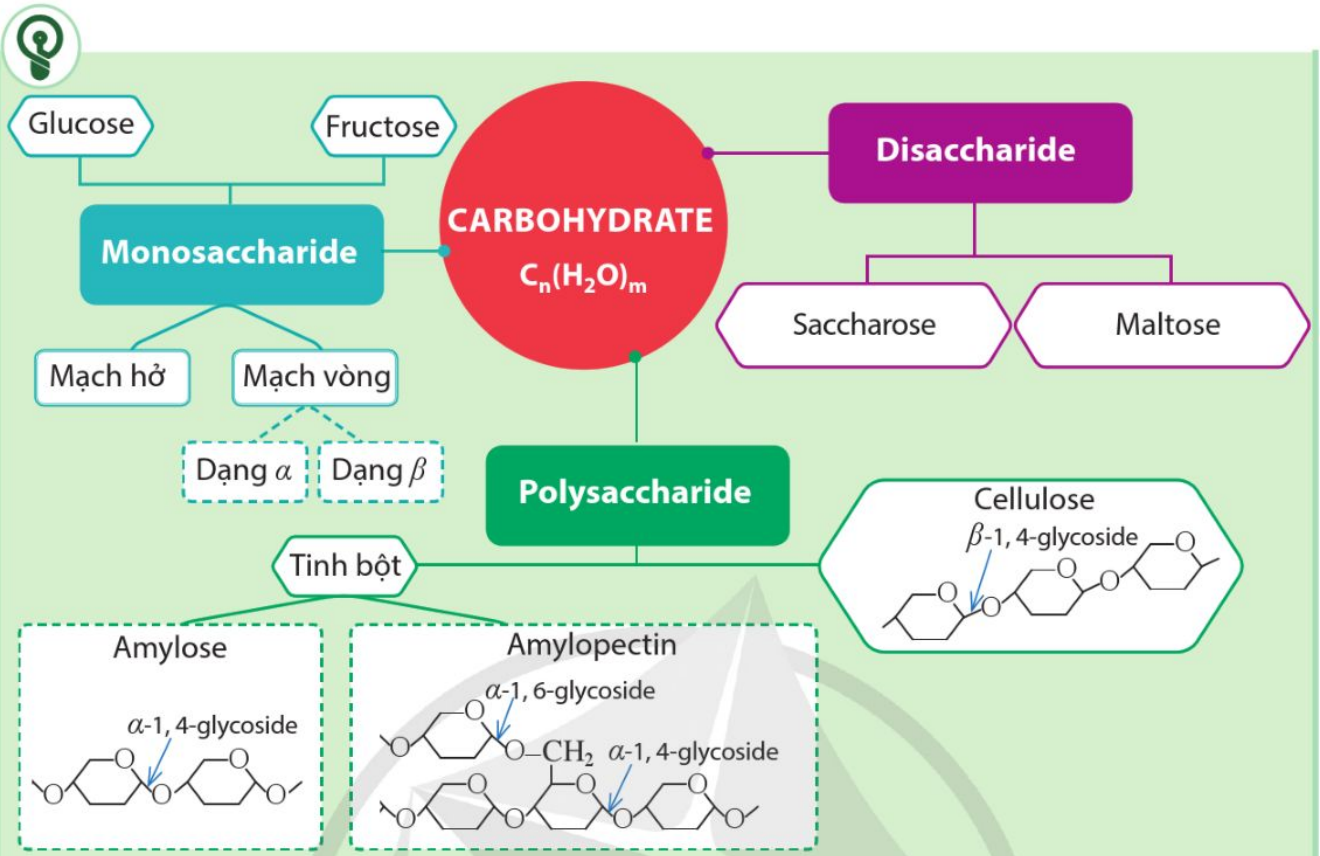
2. Sự chuyển hoá tinh bột trong cơ thể người

Tinh bột có trong thành phần của thức ăn. Khi nhai thức ăn, tinh bột bị thuỷ phân một phần bởi enzyme amylase có trong nước bọt để tạo thành dextrin và sau đó thành maltose. Quá trình thuỷ phân tiếp tục xảy ra ở ruột non dưới tác dụng của enzyme để chuyển hoá hoàn toàn tinh bột thành glucose. Glucose được hấp thụ từ ruột vào máu và được chuyển đến tế bào. Tại đây, glucose bị oxi hoá bởi enzyme tạo thành CO_2 và H_2O, đồng thời giải phóng năng lượng để cơ thể hoạt động. Lượng glucose dư được chuyển hoá trở lại thành tinh bột động vật (gọi là glycogen) và được dự trữ trong gan và cơ. Khi cơ thể thiếu hụt dinh dưỡng, sẽ xảy ra quá trình thuỷ phân glycogen để cung cấp glucose cho cơ thể.

EM CÓ BIẾT

Glycogen là polysaccharide có trong cơ thể động vật với vai trò là chất dự trữ năng lượng. Glycogen có cấu trúc tương tự amylopectin nhưng có độ phân nhánh nhiều hơn. Trong cơ thể người, glycogen có nhiều trong gan và trong các cơ.

Bản in thử



- Các carbohydrate có nhiều ứng dụng trong đời sống, sản xuất, y tế,…
- Tinh bột được tạo thành trong cây xanh từ CO_2 và H_2O, nhờ phản ứng quang hợp.
- Trong cơ thể người, tinh bột chuyển hoá thành glucose; sau đó, glucose chuyển hoá thành CO_2 và H_2O, đồng thời cung cấp năng lượng cho cơ thể.

BÀI TẬP

Bài 1. Trong các chất dưới đây, chất nào **không** được tạo thành chỉ từ các đơn vị glucose?

A. Maltose B. Saccharose C. Tinh bột D. Cellulose

Bài 2. Cho biết mỗi nhận xét dưới đây là đúng hay sai.

(a) Glucose và fructose đều có công thức phân tử là $C_6H_{12}O_6$.

(b) Phân tử glucose và fructose đều có chứa nhóm chức hydroxy và nhóm chức carboxyl.

(c) Ở dạng mạch hở, trong phân tử glucose có nhóm chức aldehyde, còn trong phân tử fructose có nhóm chức ketone.

Bản in thử

Bài 4

TÍNH CHẤT HOÁ HỌC CỦA CARBOHYDRATE

Học xong bài học này, em có thể:

- *Trình bày được tính chất hoá học cơ bản của glucose và fructose (phản ứng với copper(II) hydroxide, nước bromine, thuốc thử Tollens, phản ứng lên men của glucose, phản ứng riêng của nhóm –OH hemiacetal khi glucose ở dạng mạch vòng).*
- *Trình bày được tính chất hoá học cơ bản của saccharose (phản ứng với copper(II) hydroxide, phản ứng thuỷ phân).*
- *Trình bày được tính chất hoá học cơ bản của tinh bột (phản ứng thuỷ phân, phản ứng với iodine); của cellulose (phản ứng thuỷ phân, phản ứng với nitric acid và với nước Schweizer (Svayde)).*
- *Thực hiện được (hoặc quan sát video) thí nghiệm về phản ứng của glucose (với copper(II) hydroxide, nước bromine, thuốc thử Tollens); của saccharose (phản ứng với copper(II) hydroxide); của tinh bột (phản ứng thuỷ phân, phản ứng của hồ tinh bột với iodine); của cellulose (phản ứng thuỷ phân, phản ứng với nitric acid và tan trong nước Schweizer). Mô tả được các hiện tượng thí nghiệm và giải thích được tính chất hoá học của glucose, fructose, saccharose, tinh bột và cellulose.*

Để chế tạo gương soi, ruột phích (ruột bình thuỷ), người ta phủ lên thuỷ tinh một lớp bạc mỏng. Lớp bạc mỏng này thường được tạo thành từ phản ứng tráng bạc của glucose.

a) Glucose tham gia phản ứng tráng bạc do có nhóm chức nào trong phân tử?

b) Ngoài glucose, các hợp chất carbohydrate khác như fructose, saccharose có phản ứng tráng bạc không? Vì sao?

I TÍNH CHẤT HOÁ HỌC CỦA GLUCOSE VÀ FRUCTOSE

Glucose và fructose đều thể hiện tính chất của alcohol đa chức và của hợp chất carbonyl.

Bản in thử

1. Phản ứng với copper(II) hydroxide

Thí nghiệm 1. Phản ứng của glucose với copper(II) hydroxide

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch glucose 2%, dung dịch NaOH 10%, dung dịch $CuSO_4$ 5%.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, đèn cồn, kẹp ống nghiệm.

Tiến hành:

– Chuẩn bị hai ống nghiệm có đánh số (1) và (2); thêm vào mỗi ống nghiệm khoảng 0,5 – 1 mL dung dịch $CuSO_4$ 5% và 1 mL dung dịch NaOH 10%, lắc nhẹ.

– Cho 3 mL dung dịch glucose 2% vào mỗi ống nghiệm, lắc nhẹ.

– Đun nhẹ ống (2) đến khi hoá chất trong ống nghiệm đổi màu hoàn toàn.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng xảy ra và giải thích.

Chú ý an toàn: Dung dịch NaOH có khả năng ăn mòn da, cần cẩn thận khi sử dụng.

Glucose và fructose tác dụng với copper(II) hydroxide trong môi trường kiềm ở điều kiện thường tạo thành phức chất màu xanh lam, tan trong nước.

$$2C_6H_{12}O_6 + Cu(OH)_2 \longrightarrow Cu(C_6H_{11}O_6)_2 + 2H_2O$$

Đun nóng dung dịch chứa glucose và $Cu(OH)_2$ trong môi trường kiềm sẽ xuất hiện kết tủa màu đỏ gạch do $\overset{+2}{Cu}(OH)_2$ bị khử thành $\overset{+1}{Cu}_2O$. Đây là tính chất của nhóm chức aldehyde trong phân tử glucose.

$$\begin{matrix}CHO\\|\\[CHOH]_4\\|\\CH_2OH\end{matrix} + 2Cu(OH)_2 + NaOH \xrightarrow{t^o} \begin{matrix}COONa\\|\\[CHOH]_4\\|\\CH_2OH\end{matrix} + Cu_2O + 3H_2O$$

sodium gluconate

1. a) Trong phản ứng của glucose với $Cu(OH)_2$, loại nhóm chức nào của glucose đã tham gia phản ứng tạo dung dịch màu xanh lam?

   b) Trong phản ứng của glucose với $Cu(OH)_2$/NaOH khi đun nóng, nhóm chức nào của glucose đã tham gia phản ứng tạo kết tủa đỏ gạch Cu_2O?

Fructose cũng tham gia phản ứng như trên và tạo thành kết tủa đỏ gạch Cu_2O tương tự như glucose do trong môi trường kiềm, fructose có thể chuyển hoá thành hợp chất có nhóm chức aldehyde:

$$\begin{matrix}CH_2OH\\|\\C{=}O\\|\\[CHOH]_3\\|\\CH_2OH\end{matrix} \underset{}{\overset{HO^-}{\rightleftharpoons}} \begin{matrix}H{-}C{=}O\\|\\CHOH\\|\\[CHOH]_3\\|\\CH_2OH\end{matrix}$$

Bản in thử

2. Phản ứng với thuốc thử Tollens

Thí nghiệm 2. Phản ứng của glucose với thuốc thử Tollens

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch glucose 2%, dung dịch $AgNO_3$ 1%, dung dịch NH_3 5%.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, cốc nước nóng (khoảng 70 – 80 °C), ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành:

– Cho vào ống nghiệm 1 mL dung dịch $AgNO_3$ 1%. Thêm tiếp từ từ từng giọt dung dịch NH_3 5% và lắc đều đến khi kết tủa vừa tan hết.

– Tiếp tục thêm vào ống nghiệm 1 mL dung dịch glucose 2%, lắc đều rồi để ống nghiệm cố định trong cốc nước nóng.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng xảy ra và giải thích.

Dung dịch của silver nitrate và ammonia có tên là thuốc thử Tollens. Thuốc thử Tollens dùng nhận biết các hợp chất có nhóm chức aldehyde do tạo thành kết tủa bạc (phản ứng tráng bạc).

1. Phản ứng tráng bạc thể hiện tính chất của nhóm chức nào trong phân tử glucose? Vì sao fructose cũng có tính chất này?

Glucose và fructose đều tham gia phản ứng với thuốc thử Tollens để tạo thành kết tủa bạc kim loại (phản ứng tráng bạc).

Ví dụ 1

$$CH_2OH[CHOH]_4CHO + 2[Ag(NH_3)_2]OH \xrightarrow{t^o} \underset{\text{ammonium gluconate}}{CH_2OH[CHOH]_4COONH_4} + 2Ag + 3NH_3 + H_2O$$

3. Phản ứng với nước bromine

Quan sát video thí nghiệm sau.

Thí nghiệm 3. Phản ứng của glucose với nước bromine

Cho vào ống nghiệm 1 mL dung dịch glucose 5% và 1 mL nước bromine, lắc đều.

Yêu cầu: Mô tả hiện tượng quan sát được.

2. Phản ứng của glucose với nước bromine thể hiện tính chất của nhóm chức nào trong phân tử chất này?

Phản ứng của glucose với nước bromine làm nước bromine bị mất màu và tạo thành gluconic acid theo phương trình hoá học sau:

$$CH_2OH[CHOH]_4CHO + Br_2 + H_2O \longrightarrow \underset{\text{gluconic acid}}{CH_2OH[CHOH]_4COOH} + 2HBr$$

Fructose không làm mất màu nước bromine.

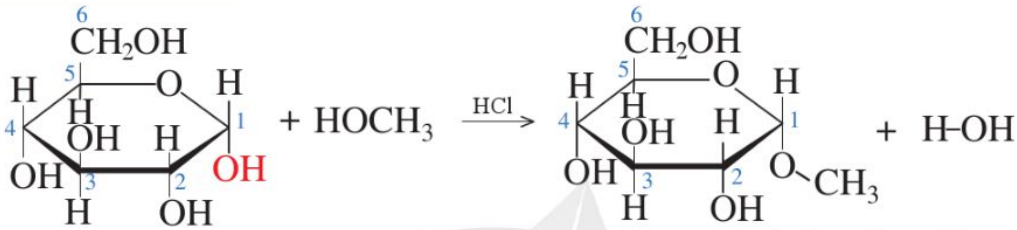
Bản in thử

3. Nhóm –OH hemiacetal có đặc điểm gì khác so với các nhóm –OH khác trong phân tử glucose? Phân tử glucose ở dạng mạch hở có nhóm –OH hemiacetal nào không?

4. Phản ứng với alcohol

Khi dẫn khí hydrogen chloride vào dung dịch của glucose trong alcohol, nhóm –OH hemiacetal được thay thế bằng nhóm –OR của alcohol.

Ví dụ 2



methyl α-glucoside

(*Lưu ý:* Trong phản ứng trên, sản phẩm sinh ra ở dạng hỗn hợp các đồng phân α và đồng phân β).

5. Phản ứng lên men

Glucose và fructose bị lên men tạo thành các sản phẩm khác nhau, tuỳ thuộc vào loại enzyme có trong men được sử dụng.

Ví dụ 3

Lên men rượu: $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{enzyme}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$

Lên men lactic: $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{enzyme}} 2CH_3CH(OH)COOH$

lactic acid

II TÍNH CHẤT HOÁ HỌC CỦA SACCHAROSE

Saccharose có những tính chất của một alcohol đa chức. Ngoài ra, saccharose thuộc loại disaccharide nên có thể tham gia phản ứng thuỷ phân để tạo thành các monosaccharide.

1. Phản ứng với copper(II) hydroxide

4. Phản ứng với copper(II) hydroxide thể hiện tính chất của nhóm chức nào trong phân tử saccharose?

Thí nghiệm 4. Phản ứng của saccharose với copper(II) hydroxide

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch saccharose 3%, dung dịch NaOH 10%, dung dịch $CuSO_4$ 5%.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, đèn cồn, ống hút nhỏ giọt.

Bản in thử

Tiến hành:

– Cho vào ống nghiệm khoảng 0,5 mL dung dịch NaOH 10% và khoảng 0,5 mL dung dịch $CuSO_4$ 5%, lắc đều.

– Thêm tiếp vào ống nghiệm khoảng 4 mL dung dịch saccharose 3%, lắc đều ống nghiệm đến khi thu được dung dịch đồng nhất (nếu còn chất rắn thì thêm tiếp dung dịch saccharose) rồi đun nóng dung dịch trong ống nghiệm.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng xảy ra và giải thích.

Dung dịch màu xanh lam được tạo thành khi cho dung dịch saccharose tác dụng với copper(II) hydroxide trong môi trường kiềm.

$$2C_{12}H_{22}O_{11} + Cu(OH)_2 \longrightarrow Cu(C_{12}H_{21}O_{11})_2 + 2H_2O$$

2. Phản ứng thuỷ phân

Saccharose bị thuỷ phân tạo thành glucose và fructose. Phản ứng xảy ra khi có xúc tác acid hoặc có mặt của enzyme.

$$\underset{\text{saccharose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{H^+,\ t^o} \underset{\text{glucose}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{fructose}}{C_6H_{12}O_6}$$

III TÍNH CHẤT HOÁ HỌC CỦA TINH BỘT

1. Phản ứng với iodine

Thí nghiệm 5. Phản ứng tạo màu giữa tinh bột và iodine

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch hồ tinh bột, dung dịch I_2 trong KI.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành: Cho vào ống nghiệm 1 mL dung dịch hồ tinh bột, thêm vài giọt dung dịch iodine trong KI. Lắc đều ống nghiệm.

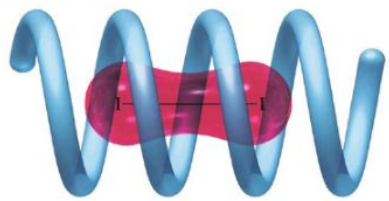
Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng và giải thích.

Phân tử tinh bột hấp phụ iodine tạo thành hợp chất có màu xanh tím. Quá trình này được dùng để nhận ra tinh bột bằng iodine và ngược lại.

2. Giải thích vì sao khi đun nóng, saccharose không tạo kết tủa đỏ gạch với copper(II) hydroxide trong môi trường kiềm, nhưng sau khi đun nóng saccharose với dung dịch HCl loãng một thời gian, thì sản phẩm thu được lại tạo được kết tủa đỏ gạch với copper(II) hydroxide khi đun nóng.

EM CÓ BIẾT

Trong tinh bột có khoảng 20 – 30 % amylose. Phân tử amylose ở dạng vòng xoắn nên khi tương tác với iodine, vòng này đã bọc (hay hấp phụ) các phân tử iodine tạo thành hợp chất bọc có màu xanh tím.



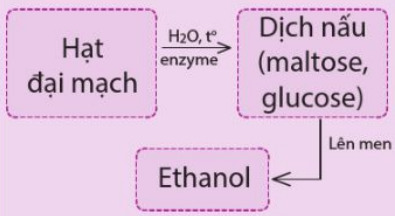
Hình 4.1. Mô hình hấp phụ iodine vào vòng xoắn amylose trong tinh bột[1]

[1] L.G. Wade, *Organic Chemistry*, 6th edition, trang 1136.

Bản in thử

2. Phản ứng thuỷ phân

3. Trong công nghệ sản xuất bia có các bước chính sau:



a) Thành phần nào trong hạt đại mạch bị thuỷ phân tạo ra maltose, glucose?

b) Đề xuất cách kiểm tra để biết được thời điểm kết thúc quá trình thuỷ phân tinh bột.

Quan sát video thí nghiệm sau.

Thí nghiệm 6. Phản ứng thuỷ phân tinh bột

Cho vào ống nghiệm (1) khoảng 3 mL dung dịch hồ tinh bột 2% và 1 mL dung dịch H_2SO_4 10%, lắc đều rồi đặt ống nghiệm trong nồi nước sôi. Cho vào ống nghiệm (2) 1 mL dung dịch I_2 trong KI. Sau khoảng 20 phút, hút lấy 1 – 2 giọt dung dịch trong ống nghiệm (1) nhỏ vào ống nghiệm (2). Nếu dung dịch thu được có màu vàng thì lấy ống nghiệm (1) ra khỏi nồi nước. Nếu dung dịch có màu xanh tím thì để thêm khoảng 5 phút trong nồi nước nóng và tiếp tục thử màu với dung dịch I_2 trong KI như trên. Lấy khoảng 1 mL dung dịch đã thuỷ phân sang ống nghiệm (3), thêm dần từng giọt dung dịch NaOH 10% cho đến môi trường kiềm (thử bằng cách dùng đũa thuỷ tinh chấm dung dịch lên giấy quỳ tím sao cho quỳ tím chuyển thành màu xanh). Thêm tiếp vào ống nghiệm (3) vài giọt dung dịch $CuSO_4$ 5%, lắc đều rồi đun nóng ống nghiệm.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng và giải thích.

Phản ứng thuỷ phân tinh bột xảy ra khi có xúc tác acid (hoặc enzyme) và diễn ra qua nhiều giai đoạn. Các giai đoạn trung gian tạo thành dextrin $(C_6H_{10}O_5)_x$ (với $x < n$) và maltose. Sản phẩm cuối cùng của quá trình thuỷ phân là glucose.

$$\underset{\text{tinh bột}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow{H^+,\ t^\circ} \underset{\text{glucose}}{nC_6H_{12}O_6}$$

IV TÍNH CHẤT HOÁ HỌC CỦA CELLULOSE

1. Phản ứng thuỷ phân

5. Chất nào trong dung dịch ở Thí nghiệm 7 có phản ứng với dung dịch $CuSO_4$ trong môi trường kiềm tạo kết tủa đỏ gạch?

Quan sát video thí nghiệm sau.

Thí nghiệm 7. Phản ứng thuỷ phân cellulose

Cho vào ống nghiệm (1) một nhúm nhỏ bông và khoảng 2 mL dung dịch H_2SO_4 70%. Khuấy đều rồi đặt ống nghiệm vào cốc nước nóng, thỉnh thoảng dùng đũa thuỷ tinh khuấy nhẹ, cho đến khi thu được dung dịch đồng nhất. Để nguội, lấy 1 mL dung dịch trong ống (1) cho vào ống (2). Cho từ từ dung dịch NaOH 10% vào ống nghiệm (2) đến khi môi trường có tính kiềm. Cho tiếp 5 giọt dung dịch $CuSO_4$ 5%. Lắc đều và đun nóng nhẹ dung dịch trong ống nghiệm.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng và giải thích.

Bản in thử

Cellulose bị thuỷ phân khi đun nóng với dung dịch acid vô cơ hoặc khi có mặt enzyme cellulase (thường có trong dạ dày động vật ăn cỏ). Sản phẩm cuối cùng nhận được khi thuỷ phân cellulose là glucose.

$$\underset{\text{cellulose}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow{H^+,\ t^\circ} \underset{\text{glucose}}{nC_6H_{12}O_6}$$

Vì sao một số động vật có thể sử dụng cỏ làm thức ăn trong khi nhiều động vật khác không có khả năng này?

2. Phản ứng với nitric acid

Quan sát video thí nghiệm sau.

Thí nghiệm 8. Phản ứng của cellulose với nitric acid

Cho 5 mL dung dịch HNO_3 65% vào một cốc khô có dung tích 50 mL rồi đặt cốc vào trong chậu nước đá. Sau khoảng 10 phút, khuấy và thêm từ từ 10 mL dung dịch H_2SO_4 98% vào cốc. Cho một nhúm bông vào cốc, lấy đũa thuỷ tinh dằm cho bông thấm hoá chất. Lấy cốc ra khỏi chậu nước đá và để yên trong 30 phút. Dùng kẹp lấy miếng bông ra một cốc khác, rửa nhiều lần bằng nước cho đến hết acid (nước rửa không làm đổi màu quỳ tím). Tiếp tục rửa lại bằng dung dịch $NaHCO_3$ loãng rồi lấy miếng bông ra, ép bằng hai tấm giấy lọc đến khô. Để miếng bông này trên đĩa sứ (1) và một miếng bông mới trên đĩa sứ (2). Đốt hai miếng bông.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng và giải thích.

EM CÓ BIẾT

Để làm vecni, tranh sơn dầu, người ta hoà tan cellulose dinitrate trong dung môi hữu cơ như acetone, ethyl acetate,... rồi quét lên bề mặt cần phủ. Dung môi bay hơi sẽ để lại lớp màng phủ trong suốt, không màu, vừa làm tranh bóng, đẹp, vừa có tác dụng bảo vệ lớp màu bên dưới.

Các nhóm hydroxy trong các đơn vị glucose của phân tử cellulose phản ứng với dung dịch nitric acid đặc khi có mặt dung dịch sulfuric acid đặc, tạo ra các sản phẩm như cellulose trinitrate, cellulose dinitrate tuỳ thuộc vào điều kiện phản ứng.

$$[C_6H_7O_2(OH)_3]_n + 3nHNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4\ đặc} [C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n + 3nH_2O$$

$$[C_6H_7O_2(OH)_3]_n + 2nHNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4\ đặc} [C_6H_7O_2(OH)(ONO_2)_2]_n + 2nH_2O$$

3. Tác dụng với nước Schweizer

Quan sát video thí nghiệm sau.

Thí nghiệm 9. Tác dụng của cellulose với nước Schweizer

Hoà tan hoàn toàn 2,5 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ vào 100 mL nước trong cốc thuỷ tinh. Thêm tiếp vào cốc 10 mL dung dịch NaOH 10%, vừa thêm vừa khuấy. Lọc lấy kết tủa rồi cho kết tủa vào một cốc 100 mL mới, tiếp tục thêm 20 mL dung dịch NH_3 20% vào cốc. Khuấy đều cho đến khi kết tủa tan hết. Sau đó, cho một nhúm bông vào cốc, khuấy đến khi tạo thành dung dịch đồng nhất.

Yêu cầu: Quan sát và mô tả hiện tượng thí nghiệm.

Cellulose không tan trong nước nhưng tan trong nước Schweizer (dung dịch chứa phức chất của ion Cu^{2+} với ammonia).

Bản in thử

- Glucose, fructose và saccharose thể hiện tính chất hoá học của polyalcohol; glucose và fructose còn thể hiện tính chất của nhóm carbonyl. Nhóm –OH hemiacetal bị thay thế bằng nhóm –OR khi cho glucose tác dụng với alcohol ROH. Thuỷ phân disaccharide (maltose, saccharose), polysaccharide (tinh bột, cellulose) sẽ tạo thành các monosaccharide.
- Tinh bột tạo với iodine hợp chất màu xanh tím. Phản ứng màu này được sử dụng để nhận biết tinh bột bằng iodine hoặc ngược lại.
- Cellulose tan trong nước Schweizer và tác dụng với dung dịch nitric acid khi có mặt dung dịch sulfuric acid đặc, tạo cellulose trinitrate hoặc cellulose dinitrate.

BÀI TẬP

Bài 1. Nhận xét nào dưới đây là **không** đúng khi nói về glucose và fructose?

A. Đều tạo được dung dịch màu xanh lam khi tác dụng với $Cu(OH)_2$ trong môi trường kiềm.

B. Đều tạo được kết tủa đỏ gạch Cu_2O khi tác dụng với $Cu(OH)_2$, đun nóng trong môi trường kiềm.

C. Đều làm mất màu nước bromine.

D. Đều xảy ra phản ứng tráng bạc khi tác dụng với thuốc thử Tollens.

Bài 2. Vì sao không thể phân biệt glucose với fructose qua phản ứng giữa chúng với thuốc thử Tollens nhưng có thể phân biệt qua phản ứng với nước bromine?

Bài 3. Ethanol có thể được sản xuất từ cellulose hoặc tinh bột. Loại ethanol này được dùng để sản xuất xăng E5 (xăng chứa 5% ethanol về thể tích). Lượng ethanol thu được từ 1 tấn mùn cưa (chứa 50% cellulose, phần còn lại là chất trơ) có thể dùng để pha chế bao nhiêu lít xăng E5? Biết hiệu suất quá trình sản xuất ethanol từ cellulose là 60% và ethanol có khối lượng riêng là 0,8 g mL^{-1}.

Bài 4. Thêm vài giọt nước bromine vào ống nghiệm chứa dung dịch potassium iodide và hồ tinh bột, lắc đều. Dự đoán và giải thích hiện tượng xảy ra.

Bản in thử

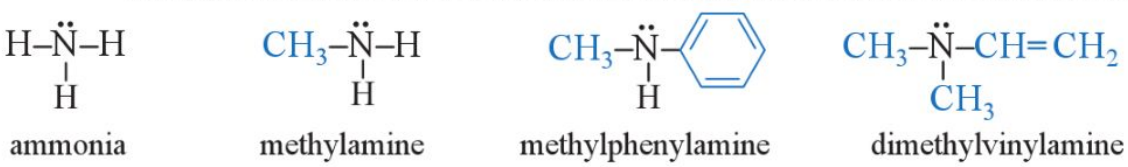
CHỦ ĐỀ 3

HỢP CHẤT CHỨA NITROGEN

Bài 5 AMINE

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được khái niệm về amine và phân loại được amine (theo bậc của amine và bản chất gốc hydrocarbon).*
- *Trình bày được đặc điểm cấu tạo phân tử và hình dạng phân tử methylamine và aniline.*
- *Viết được công thức cấu tạo và gọi được tên của một số amine theo danh pháp thay thế, danh pháp gốc – chức (số nguyên tử C trong phân tử ≤ 5), tên thông thường của một số amine hay gặp.*
- *Nêu được đặc điểm về tính chất vật lí của amine (trạng thái, nhiệt độ sôi, nhiệt độ nóng chảy, khả năng hoà tan).*
- *Trình bày được tính chất hoá học đặc trưng của amine: tính chất của nhóm $-NH_2$ (tính base, tác dụng với quỳ tím, với HCl và với $FeCl_3$, phản ứng với nitrous acid); phản ứng thế ở nhân thơm (với nước bromine) của aniline; phản ứng tạo phức của methylamine (hoặc ethylamine) với $Cu(OH)_2$.*
- *Thực hiện được (hoặc quan sát video) thí nghiệm về phản ứng của dung dịch methylamine (hoặc ethylamine) với quỳ tím (chất chỉ thị), với HCl, với iron(III) chloride ($FeCl_3$), với copper(II) hydroxide ($Cu(OH)_2$); phản ứng của aniline với nước bromine. Mô tả được các hiện tượng thí nghiệm và giải thích được tính chất hoá học của amine.*
- *Trình bày được ứng dụng của amine (ứng dụng của diamine và aniline); các phương pháp điều chế amine (khử hợp chất nitro và thế nguyên tử H trong phân tử ammonia).*



Hình 5.1. Công thức cấu tạo của ammonia và một số amine

Từ công thức cấu tạo của ammonia và một số amine ở Hình 5.1, hãy:

a) Cho biết đặc điểm cấu tạo của amine.

b) Giải thích vì sao amine thường có tính base tương tự ammonia.

Bản in thử

EM CÓ BIẾT

Trong phân tử alkylamine, gốc alkyl đẩy electron làm cho mật độ electron trên nguyên tử nitrogen cao hơn so với mật độ electron trên nguyên tử nitrogen trong ammonia. Trong phân tử phenylamine (hay aniline), vòng benzene hút electron làm cho mật độ electron trên nguyên tử nitrogen thấp hơn so với mật độ electron trên nguyên tử nitrogen trong phân tử ammonia.

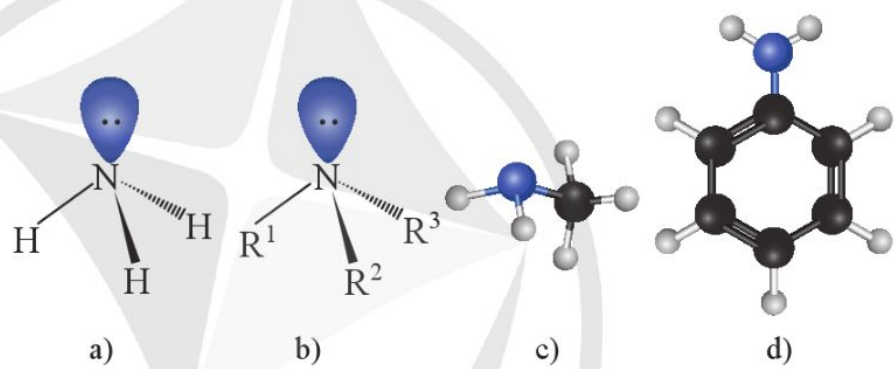
I KHÁI NIỆM, PHÂN LOẠI VÀ DANH PHÁP

1. Khái niệm

Khi thay thế một hay nhiều nguyên tử hydrogen trong phân tử ammonia bằng một hay nhiều gốc hydrocarbon, thu được amine.

Tương tự như ammonia, nguyên tử nitrogen trong phân tử amine tạo ba liên kết cộng hoá trị với hydrogen hoặc gốc hydrocarbon. Ngoài ra, nguyên tử nitrogen này còn một cặp electron hoá trị riêng. Dạng hình học phân tử của ammonia, amine và mô hình phân tử một số amine được mô tả ở Hình 5.2.

1. Dựa vào Hình 5.2c, 5.2d, hãy mô tả đặc điểm cấu tạo phân tử, hình dạng phân tử của methylamine và aniline.



a) b) c) d)

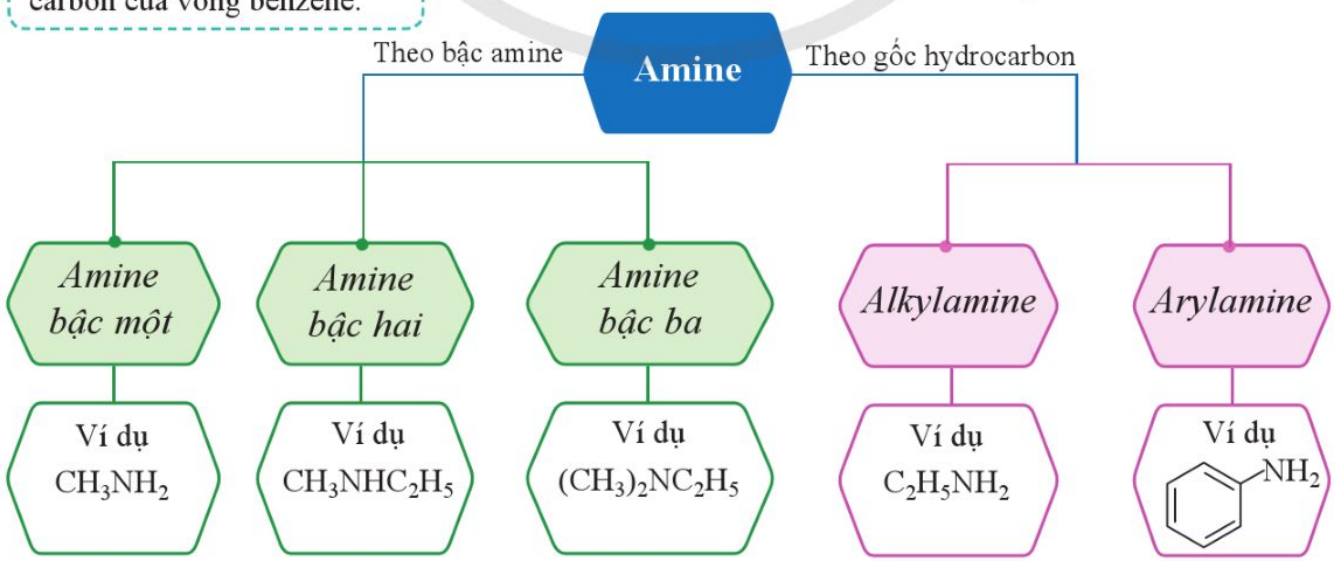
Hình 5.2. Hình học phân tử của ammonia (a), amine (b) và mô hình phân tử của methylamine (c), aniline (d)

Bậc của amine được tính bằng số gốc hydrocarbon liên kết trực tiếp với nguyên tử nitrogen.

Arylamine (hay amine thơm) có nguyên tử nitrogen liên kết trực tiếp với nguyên tử carbon của vòng benzene.

2. Phân loại

Amine được phân loại theo bậc amine hoặc theo gốc hydrocarbon, bao gồm các loại chủ yếu sau:



Bản in thử

3. Danh pháp

Theo danh pháp gốc – chức, tên của amine được hình thành từ tên của các gốc hydrocarbon liên kết trực tiếp với nguyên tử nitrogen kèm theo tên chức amine.

Theo danh pháp thay thế, các amine đơn chức được gọi tên như sau:

- Amine bậc một:

  Tên hydrocarbon (bỏ e) - vị trí nhóm $-NH_2$ - amine

- Amine bậc hai:

  N-tên gốc hydrocarbon tên hydrocarbon mạch dài nhất (bỏ e) - vị trí nhóm chức amine - amine

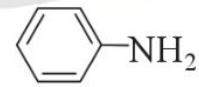
- Amine bậc ba:

  N-tên gốc hydrocarbon thứ nhất - *N*-tên gốc hydrocarbon thứ hai tên hydrocarbon mạch dài nhất (bỏ e) - vị trí nhóm chức amine - amine

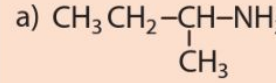
Tên gọi của một số amine được thể hiện trong Bảng 5.1.

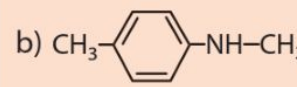
Bảng 5.1. Tên gọi của một số amine

Amine	Tên gốc – chức	Tên thay thế
CH_3NH_2	methylamine	methanamine
$CH_3CH_2NH_2$	ethylamine	ethanamine
$CH_3CH_2CH_2NH_2$	propylamine	propan-1-amine
CH_3NHCH_3	dimethylamine	*N*-methylmethanamine
$CH_3CH_2NHCH_3$	ethylmethylamine	*N*-methylethanamine
$CH_3CH(NH_2)CH_3$	isopropylamine	propan-2-amine
$(CH_3)_3N$	trimethylamine	*N*,*N*-dimethylmethanamine

Ngoài ra, một số amine có tên riêng, chẳng hạn  có tên riêng là aniline.

2. Xác định bậc của mỗi amine dưới đây và cho biết đó là alkylamine hay arylamine.

a) 

b) 

1. Viết công thức cấu tạo của các amine mạch hở có công thức phân tử $C_4H_{11}N$.

a) Trong các amine trên, amine nào là amine bậc một, bậc hai, bậc ba?

b) Gọi tên các amine trên theo danh pháp thay thế.

II TÍNH CHẤT VẬT LÍ

Methylamine, dimethylamine, trimethylamine và ethylamine là những chất khí ở điều kiện thường. Các amine có phân tử khối lớn hơn là chất lỏng hoặc chất rắn.

Các amine có khối lượng phân tử thấp thường có mùi khó chịu (giống mùi tanh của cá).

Amine thường có nhiệt độ sôi cao hơn so với nhiệt độ sôi của các hydrocarbon có cùng số nguyên tử carbon hoặc có phân tử khối gần với chúng.

3. Biểu diễn liên kết hydrogen giữa các phân tử ethylamine với nhau và với nước.

Bản in thử

Các amine có tổng số nguyên tử carbon nhỏ thường tan tốt trong nước và độ tan giảm khi số nguyên tử carbon trong phân tử amine tăng lên. Các arylamine có độ tan trong nước rất thấp.

III TÍNH CHẤT HOÁ HỌC

Nguyên tử nitrogen trong phân tử amine có cặp electron hoá trị riêng nên amine có tính base tương tự ammonia: $RNH_2 + H_2O \rightleftharpoons RNH_3^+ + OH^-$

Bên cạnh đó, nguyên tử nitrogen trong phân tử amine có số oxi hoá là –3 nên amine thường dễ bị oxi hoá. Ngoài ra, các amine còn có một số tính chất gây ra bởi gốc hydrocarbon trong phân tử.

1. Tính base và phản ứng tạo phức

Thí nghiệm 1. Tính base của amine

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch ethylamine 5%, dung dịch HCl đặc, dung dịch $CuSO_4$ 5%, dung dịch $FeCl_3$ 3%, giấy quỳ tím.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, đũa thuỷ tinh, ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành:

– Cho vào ống nghiệm (1) khoảng 1 mL dung dịch ethylamine 5%. Lấy đũa thuỷ tinh nhúng vào dung dịch rồi chấm vào giấy quỳ tím. Nhúng đũa thuỷ tinh sạch vào dung dịch HCl đặc rồi đưa đầu đũa thuỷ tinh vào miệng ống nghiệm (1).

– Cho vào ống nghiệm (2) 5 giọt dung dịch $FeCl_3$ 3%. Vừa lắc vừa thêm từ từ đến hết 2 mL dung dịch ethylamine 5%.

– Cho vào ống nghiệm (3) 5 giọt dung dịch $CuSO_4$ 5%. Vừa lắc vừa thêm từ từ đến hết 4 mL dung dịch ethylamine 5%.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả các hiện tượng và giải thích.

Chú ý an toàn: Ethylamine độc, có mùi khó chịu, cần tiến hành thí nghiệm ở nơi thoáng khí hoặc trong tủ hút.

Dung dịch aniline trong nước không làm đổi màu quỳ tím, trong khi dung dịch các alkylamine có thể làm quỳ tím hoá xanh. Amine tác dụng với acid tạo thành muối. Các amine có khối lượng phân tử nhỏ có khả năng tác dụng với dung dịch muối của một số kim loại tạo thành kết tủa hydroxide.

2. Giải thích vì sao aniline kém tan trong nước nhưng tan nhiều trong dung dịch hydrochloric acid.

Ví dụ 1 $C_2H_5NH_2 + HCl \longrightarrow [C_2H_5NH_3]^+Cl^-$

ethylammonium chloride

$3C_2H_5NH_2 + FeCl_3 + 3H_2O \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3[C_2H_5NH_3]^+Cl^-$

Amine cũng có khả năng tạo phức chất.

Ví dụ 2 $4C_2H_5NH_2 + Cu(OH)_2 \longrightarrow [Cu(NH_2C_2H_5)_4](OH)_2$

Bản in thử

2. Tính khử

Alkylamine bậc một tác dụng với nitrous acid ở nhiệt độ thường tạo thành alcohol và giải phóng nitrogen.

Ví dụ 3 $C_2H_5NH_2 + HONO \longrightarrow C_2H_5OH + N_2 + H_2O$

Aniline tác dụng với nitrous acid ở nhiệt độ thấp (0 – 5 °C) tạo thành muối diazonium, một chất trung gian quan trọng trong tổng hợp hữu cơ.

Ví dụ 4

$$C_6H_5NH_2 + HONO + HCl \xrightarrow{0-5\,^\circ C} [C_6H_5N_2]^+Cl^- + 2H_2O$$



Mùi tanh của cá gây ra bởi hỗn hợp của các amine. Hãy đề xuất phương pháp đơn giản có thể làm giảm bớt mùi tanh của cá khi chế biến các món ăn.

3. Phản ứng thế ở nhân thơm của aniline

Thí nghiệm 2. Phản ứng bromine hoá aniline

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch aniline, nước bromine bão hoà.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt.

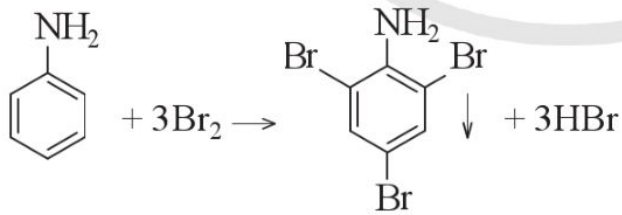
Tiến hành: Cho vào ống nghiệm 1 mL dung dịch aniline. Thêm tiếp từ từ 0,5 – 1 mL nước bromine, vừa thêm vừa lắc.

Yêu cầu: Quan sát và mô tả hiện tượng xảy ra và giải thích.

EM CÓ BIẾT

Nitrous acid kém bền nên trong tổng hợp hữu cơ, chất này không được sử dụng trực tiếp mà được thay bằng nitrous acid sinh ra từ phản ứng giữa sodium nitrite và acid (HCl, H_2SO_4,...).

Nhóm $–NH_2$ trong phân tử aniline làm tăng mật độ electron trong vòng benzene (tương tự nhóm –OH trong phân tử phenol), đặc biệt ở các vị trí *ortho* và *para*. Aniline dễ tham gia phản ứng với nước bromine tạo 2,4,6-tribromoaniline kết tủa trắng.



aniline 2,4,6-tribromoaniline

3. Đề xuất hoá chất và phương pháp để phân biệt hai chất lỏng toluene và aniline.

IV ỨNG DỤNG VÀ ĐIỀU CHẾ

1. Ứng dụng

Hợp chất có nhóm chức amine được thấy trong thành phần của nhiều dược phẩm, thuốc bảo vệ thực vật,...

4. Nêu ứng dụng của amine trong đời sống và sản xuất.

Bản in thử

Aniline là nguyên liệu quan trọng để tổng hợp phẩm nhuộm (phẩm màu azo, aniline đen,…), chất hoạt động bề mặt. Aniline và các diamine (như hexamethylenediamine) được dùng để tổng hợp polymer (nhựa poly(aniline-formaldehyde), tơ nylon-6,6,…).

2. Điều chế

a) Alkyl hoá ammonia

Alkylamine được điều chế từ ammonia và dẫn xuất halogen. Tuỳ thuộc vào tỉ lệ mol các chất tham gia phản ứng, có thể thu được sản phẩm là amine bậc một, bậc hai hoặc bậc ba.

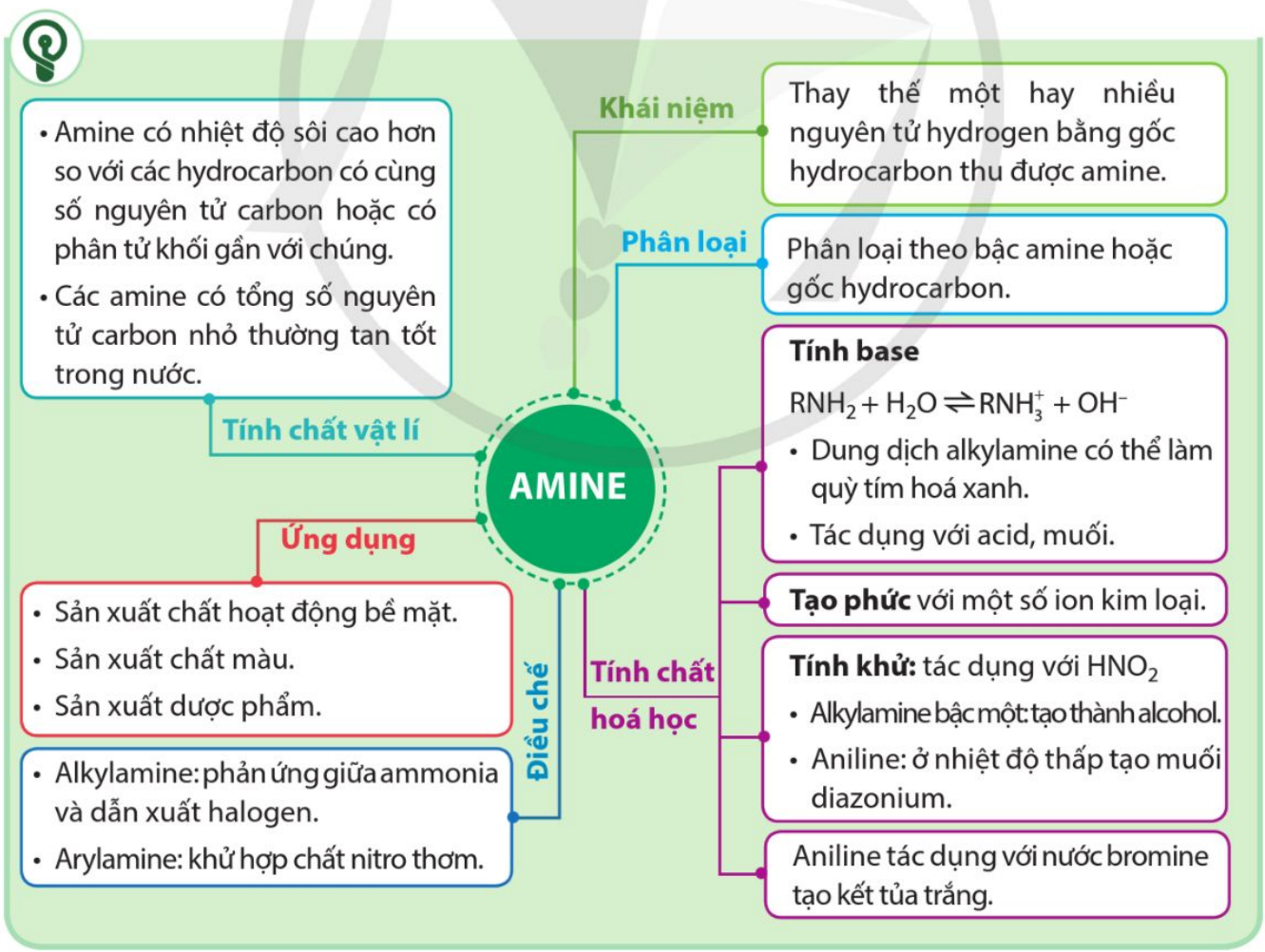
Ví dụ 5

$$NH_3 \xrightarrow[-HBr]{+CH_3Br} CH_3NH_2 \xrightarrow[-HBr]{+CH_3Br} (CH_3)_2NH \xrightarrow[-HBr]{+CH_3Br} (CH_3)_3N$$

b) Khử hợp chất nitro

Arylamine thường được điều chế bằng cách khử dẫn xuất nitro tương ứng. Tác nhân khử thường dùng là kim loại (Fe, Zn, Sn,…) trong hydrochloric acid.

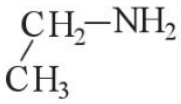
Ví dụ 6 $C_6H_5NO_2 + 6[H] \xrightarrow[t^\circ]{Fe + HCl} C_6H_5NH_2 + 2H_2O$



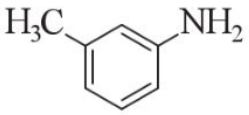
Bản in thử

BÀI TẬP

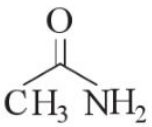
Bài 1. Cho các chất có công thức cấu tạo sau:



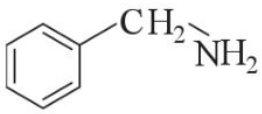
(1)



(2)



(3)



(4)

Trong các chất trên, hãy cho biết:

a) Chất nào là amine.

b) Chất nào thuộc loại arylamine.

Bài 2. Phát biểu nào dưới đây **không** đúng?

A. Phân tử ethylamine chứa nhóm chức $-NH_2$.

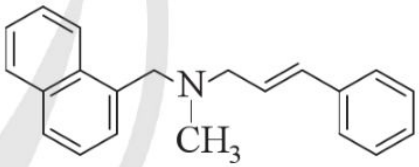
B. Ethylamine tan tốt trong nước.

C. Ethylamine tác dụng với nitrous acid thu được muối diazonium.

D. Dung dịch ethylamine trong nước làm quỳ tím hoá xanh.

Bài 3. Naftifine là một chất có tác dụng chống nấm.

Naftifine có công thức cấu tạo như ở hình bên.



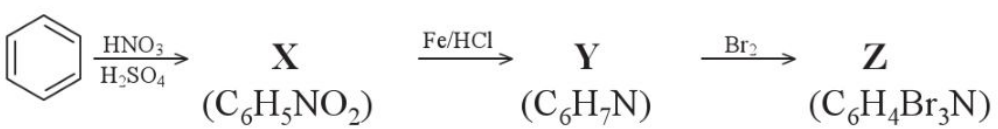
Naftifine

a) Cho biết naftifine thuộc loại amine bậc một, bậc hai hay bậc ba.

b) Vì sao trong phân tử naftifine có vòng benzene nhưng naftifine không thuộc loại arylamine?

c) Naftifine thường được dùng ở dạng muối naftifine hydrochloride. Viết phương trình hoá học của phản ứng tạo thành naftifine hydrochloride từ naftifine và hydrochloric acid.

Bài 4. Cho chuỗi chuyển hoá sau:



Cho biết công thức cấu tạo của các chất **X**, **Y**, **Z** trong chuỗi chuyển hoá trên và viết các phương trình hoá học thực hiện chuỗi chuyển hoá.

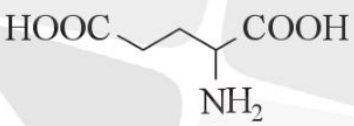
Bản in thử

Bài 6 AMINO ACID

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được khái niệm về amino acid, amino acid thiên nhiên, amino acid trong cơ thể; gọi được tên một số amino acid thông dụng; nêu được đặc điểm cấu tạo của phân tử amino acid.*
- *Nêu được các đặc điểm về tính chất vật lí của một số amino acid (trạng thái, nhiệt độ nóng chảy, khả năng hoà tan).*
- *Trình bày được các tính chất hoá học đặc trưng của amino acid (tính lưỡng tính, phản ứng ester hoá; phản ứng trùng ngưng của ε- và ω-amino acid).*
- *Nêu được khả năng di chuyển của amino acid trong điện trường ở các giá trị pH khác nhau (tính chất điện di).*

Glutamic acid thuộc loại hợp chất hữu cơ tạp chức có công thức cấu tạo như sau:



glutamic acid

Glutamic acid là một amino acid có vai trò quan trọng trong việc trao đổi chất của cơ thể động vật. Hãy cho biết trong phân tử amino acid có những nhóm chức nào. Từ đó, dự đoán những tính chất hoá học đặc trưng của amino acid.

I KHÁI NIỆM VÀ DANH PHÁP

1. Khái niệm

Amino acid là hợp chất hữu cơ tạp chức, phân tử chứa đồng thời nhóm amino ($-NH_2$) và nhóm carboxyl ($-COOH$).

Ví dụ 1

H_2NCH_2COOH — glycine

$HOOCCH_2CH_2CH(NH_2)COOH$ — glutamic acid

Các nhóm $-COOH$ và nhóm $-NH_2$ tương tác với nhau làm cho phân tử amino acid tồn tại chủ yếu ở dạng ion lưỡng cực[*]:

$$H_2N-CH_2-COOH \rightleftharpoons H_3\overset{+}{N}-CH_2-COO^-$$

dạng phân tử — dạng ion lưỡng cực

1. Trong các hợp chất sau, hợp chất nào là amino acid?

$CH_3CH_2COONH_4$ **(A)**

$CH_3NHCH_2COOC_2H_5$ **(B)**

$H_2N-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$ **(C)**

$H_2N-CH_2-\underset{\underset{COOH}{|}}{CH}-CH_2-NH_2$ **(D)**

[*] Trong một số trường hợp, để đơn giản, amino acid thường được biểu diễn ở dạng phân tử.

Bản in thử

Amino acid có thể có sẵn trong tự nhiên hoặc được tổng hợp qua các quá trình hoá học. Có khoảng 20 amino acid cấu thành nên phần lớn protein trong cơ thể. Trong đó, có 9 amino acid thiết yếu mà cơ thể không tự tổng hợp được, chúng cần được cung cấp cho cơ thể qua thức ăn.

2. Danh pháp

Các amino acid có thể được gọi tên theo *danh pháp thay thế*:

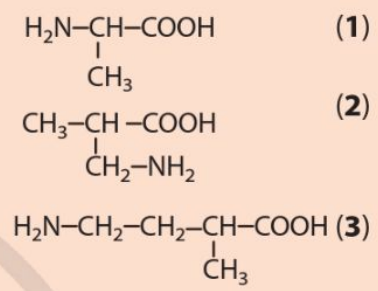
Vị trí của nhóm amino - amino tên của carboxylic acid tương ứng

Trong đó, vị trí của nhóm amino (biểu diễn bằng số 2, 3, 4,...) là vị trí của nguyên tử carbon trong mạch carbon của carboxylic acid liên kết trực tiếp với nhóm này, tính từ nguyên tử carbon của nhóm carbonyl.

Một số amino acid còn được gọi bằng *tên bán hệ thống*, trong đó các vị trí 2, 3, 4,... của nhóm amino được thay bằng các chữ cái Hy Lạp tương ứng α, β, γ,... và sử dụng tên thông thường của carboxylic acid.

Ngoài ra, hầu hết amino acid thiên nhiên là các α-amino acid và còn được gọi bằng tên thông thường (xem Bảng 6.1).

2. Cho biết các chất dưới đây là α, β hay γ amino acid và gọi tên các amino acid này bằng tên thay thế:

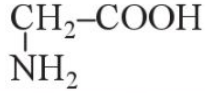
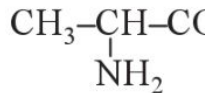
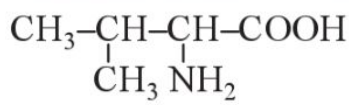
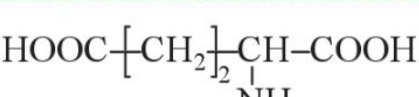
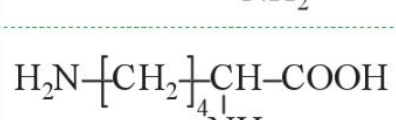


(1)

(2)

(3)

Bảng 6.1. Tên gọi của một số α-amino acid

Công thức	Tên thay thế	Tên bán hệ thống	Tên thông thường	Kí hiệu
	aminoethanoic acid	aminoacetic acid	glycine	Gly
	2-aminopropanoic acid	α-aminopropionic acid	alanine	Ala
	2-amino-3-methylbutanoic acid	α-aminoisovaleric acid	valine	Val
	2-aminopentane-1,5-dioic acid	α-aminoglutaric acid	glutamic acid	Glu
	2,6-diaminohexanoic acid	α,ε-diaminocaproic acid	lysine	Lys

Bản in thử

II TÍNH CHẤT VẬT LÍ

Ở điều kiện thường, các amino acid là những chất rắn. Khi ở dạng tinh thể, chúng không có màu. Các amino acid đều có nhiệt độ nóng chảy cao, thường dễ tan trong nước.

III TÍNH CHẤT HOÁ HỌC

Các amino acid là những hợp chất tạp chức nên có các tính chất riêng của mỗi nhóm chức (amine hoặc carboxylic acid) và có một số tính chất gây ra bởi đồng thời hai nhóm này.

1. Tính acid – base và tính điện di

Amino acid vừa tác dụng với acid mạnh tạo muối ammonium, vừa tác dụng được với base mạnh tạo muối carboxylate. Vì thế, amino acid là những hợp chất lưỡng tính.

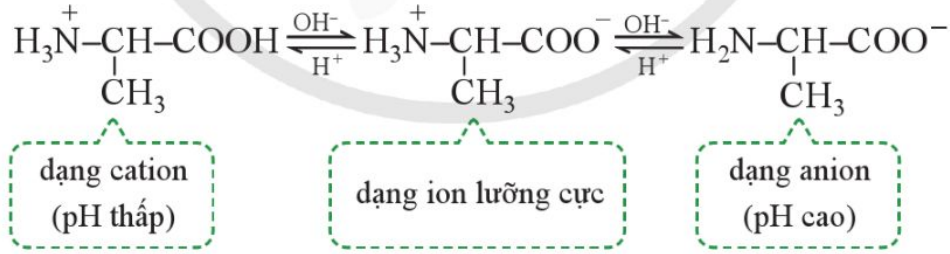
Ví dụ 2

$$H_2NCH_2COOH + HCl \longrightarrow ClH_3NCH_2COOH$$

$$H_2NCH_2COOH + NaOH \longrightarrow H_2NCH_2COONa + H_2O$$

Khả năng tương tác với cả acid (H^+) và base (OH^-) làm cho phân tử amino acid có thể tồn tại ở dạng cation, ion lưỡng cực hay anion tuỳ thuộc vào giá trị pH của môi trường và cấu tạo của mỗi amino acid.

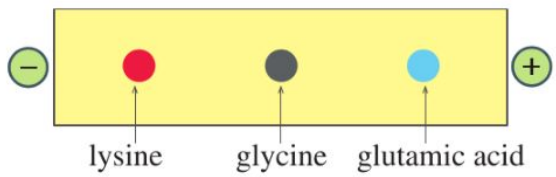
Ví dụ 3



Ở pH thấp, amino acid tồn tại chủ yếu dưới dạng cation; ngược lại ở pH cao, hợp chất này tồn tại chủ yếu dưới dạng anion. pH thay đổi làm cho amino acid tích điện khác nhau và có khả năng dịch chuyển về các hướng khác nhau dưới tác dụng của điện trường. Tính chất này được gọi là tính điện di của amino acid.

Bản in thử

Ví dụ 4 Đặt hỗn hợp các amino acid gồm lysine, glycine và glutamic acid ở pH = 6,0 vào trong một điện trường. Khi đó, glycine hầu như không dịch chuyển, lysine dịch chuyển về phía cực âm, còn glutamic acid dịch chuyển về phía cực dương (xem Hình 6.1).



Hình 6.1. Sự di chuyển của một số amino acid dưới tác dụng của điện trường ở pH = 6,0

3. Quan sát Hình 6.1 và cho biết: Trong điều kiện thí nghiệm ở pH = 6,0, mỗi amino acid lysine, glycine, glutamic acid tồn tại chủ yếu ở dạng cation, anion hay ở dạng ion lưỡng cực?

2. Phản ứng tạo ester của nhóm –COOH

Tương tự như carboxylic acid, amino acid có thể tác dụng với alcohol khi có mặt xúc tác acid mạnh để tạo thành ester.

Ví dụ 5

$$H_2NCH_2COOH + C_2H_5OH \overset{HCl,\ t^\circ}{\rightleftharpoons} H_2NCH_2COOC_2H_5 + H_2O$$

(trong điều kiện phản ứng, ester tồn tại ở dạng $ClH_3NCH_2COOC_2H_5$)

1. Cho alanine tác dụng với ethanol khi có acid vô cơ mạnh làm xúc tác để tạo thành ester. Viết phương trình hoá học của phản ứng tạo thành ester (giả thiết ester tồn tại ở dạng tự do, không tạo muối với acid vô cơ).

3. Phản ứng trùng ngưng

Khi đun nóng trong điều kiện thích hợp, các ε-amino acid hoặc ω-amino acid phản ứng với nhau để tạo thành polymer, đồng thời tách ra các phân tử nước (phản ứng trùng ngưng). Trong phản ứng trùng ngưng của amino acid, nhóm –COOH ở phân tử này phản ứng với nhóm $–NH_2$ của phân tử khác để tạo thành polyamide (có chứa nhóm chức amide –CO–NH–).

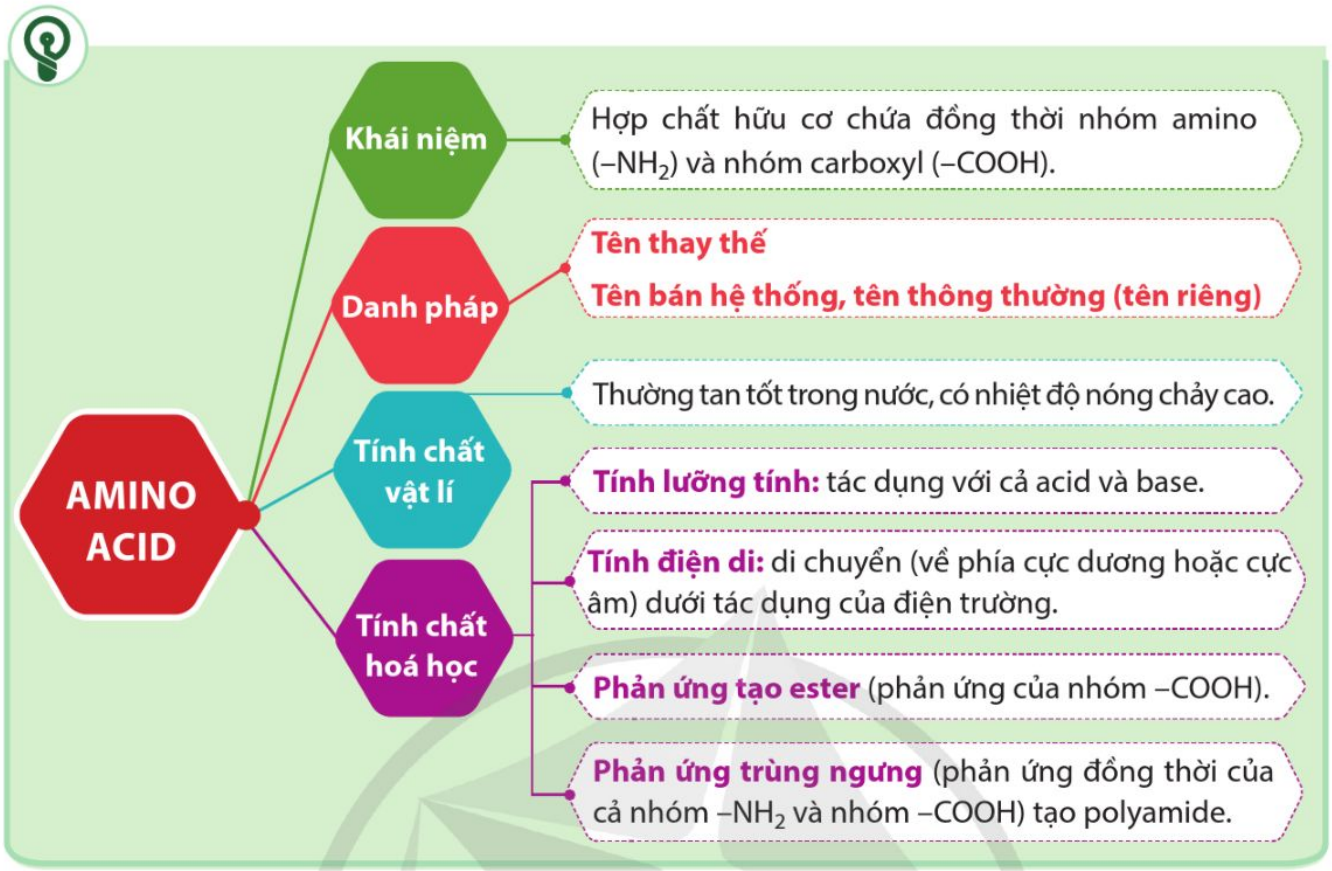
Ví dụ 6 Phản ứng giữa các phân tử ε-aminocaproic acid để tạo thành polymer, được biểu diễn bằng phương trình tổng quát sau:

$$n H_2N[CH_2]_5C(=O)–OH \xrightarrow{t^\circ} \left(HN[CH_2]_5C(=O)\right)_n + n H_2O$$

ε-aminocaproic acid — polycaproamide

2. Viết phương trình hoá học của phản ứng trùng ngưng ω-aminoenanthic acid (hay 7-aminoheptanoic acid) để tạo thành polyenantoamide.

Bản in thử



BÀI TẬP

Bài 1. Viết công thức cấu tạo của các amino acid có cùng công thức phân tử $C_3H_7NO_2$. Gọi tên các amino acid trên theo danh pháp thay thế và danh pháp bán hệ thống.

Bài 2. Hợp chất **A** là một amino acid. Phổ MS của ester **B** (được điều chế từ **A** và methanol) xuất hiện peak của ion phân tử $[M]^+$ có giá trị $m/z = 89$. Biện luận để xác định công thức phân tử của **A**. Viết công thức cấu tạo của **A** và viết các phương trình hoá học của phản ứng chuyển hoá **A** thành **B**.

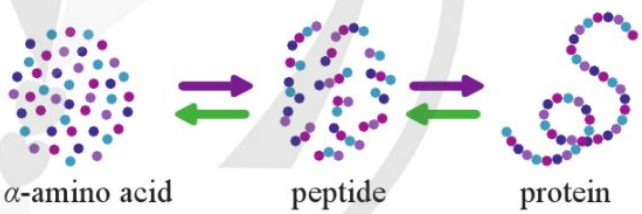
Bản in thử

Bài 7 PEPTIDE, PROTEIN VÀ ENZYME

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được khái niệm peptide và viết được cấu tạo của peptide.*
- *Trình bày được các tính chất hoá học đặc trưng của peptide (phản ứng thuỷ phân; phản ứng màu biuret).*
- *Thực hiện được thí nghiệm cho phản ứng màu biuret của peptide.*
- *Nêu được khái niệm, đặc điểm cấu tạo phân tử và tính chất vật lí của protein.*
- *Trình bày được tính chất hoá học đặc trưng của protein (phản ứng thuỷ phân, phản ứng màu của protein với nitric acid và copper(II) hydroxide; sự đông tụ bởi nhiệt, bởi acid, kiềm và muối kim loại nặng).*
- *Thực hiện được thí nghiệm về phản ứng đông tụ của protein: đun nóng lòng trắng trứng hoặc tác dụng của acid, kiềm với lòng trắng trứng; phản ứng của lòng trắng trứng với nitric acid; mô tả được các hiện tượng thí nghiệm và giải thích được tính chất hoá học của protein.*
- *Nêu được vai trò của protein với sự sống; vai trò của enzyme trong phản ứng sinh hoá và ứng dụng của enzyme trong công nghệ sinh học.*

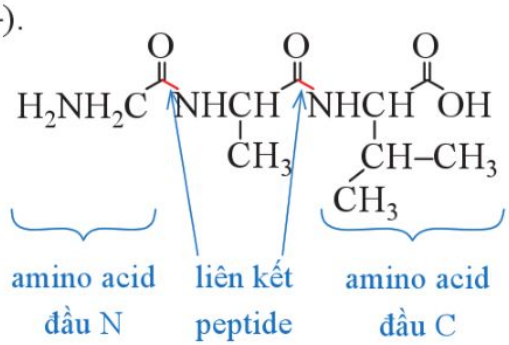
Quan sát hình bên và nhận xét về mối quan hệ giữa protein, peptide và các α-amino acid.



I PEPTIDE

1. Khái niệm

Peptide là hợp chất được hình thành từ các đơn vị α-amino acid kết hợp với nhau qua liên kết peptide (–CO–NH–).



Hình 7.1. Cấu tạo phân tử tripeptide Gly-Ala-Val

1. Quan sát Hình 7.1 và cho biết những nhóm chức nào trong phân tử các α-amino acid đã tham gia hình thành liên kết peptide.

Bản in thử

1. Viết cấu tạo của các phân tử peptide được hình thành do sự kết hợp của:

a) 2 phân tử alanine với nhau.

b) 1 phân tử alanine với 2 phân tử glycine.

EM CÓ BIẾT

Thứ tự liên kết các amino acid trong một phân tử peptide là xác định. Thay đổi thứ tự liên kết này sẽ tạo thành các phân tử peptide khác nhau là đồng phân của nhau.

Sự kết hợp của 2, 3, 4,... đơn vị α-amino acid với nhau tương ứng tạo thành dipeptide, tripeptide, tetrapeptide,... Sự kết hợp của nhiều đơn vị α-amino acid với nhau tạo thành polypeptide.

Theo quy ước, khi biểu diễn phân tử peptide, nhóm amino (của amino acid đầu N) được đặt bên trái, nhóm carboxyl (của amino acid đầu C) được đặt bên phải (Hình 7.1).

Các phân tử peptide có thể được biểu diễn bằng cách ghép tên viết tắt (kí hiệu) của các đơn vị amino acid theo đúng trật tự của chúng. Chẳng hạn, peptide ở Hình 7.1 có thể được biểu diễn là Gly-Ala-Val.

2. Tính chất hoá học

Tính chất hoá học đặc trưng của peptide liên quan đến liên kết peptide trong phân tử của chúng.

a) Phản ứng màu biuret

Thí nghiệm 1. Phản ứng màu biuret của peptide

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch lòng trắng trứng, dung dịch NaOH 30%, dung dịch $CuSO_4$ 2%, nước cất.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, giá ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành:

– Cho vào ống nghiệm khoảng 1 mL dung dịch NaOH 30%. Thêm tiếp vài giọt dung dịch $CuSO_4$ 2%, lắc đều (có thể khuấy bằng đũa thuỷ tinh).

– Thêm vào ống nghiệm khoảng 3 mL dung dịch lòng trắng trứng, lắc hoặc khuấy đều hỗn hợp.

Yêu cầu: Quan sát màu sắc của dung dịch trong ống nghiệm sau 2 – 3 phút. Mô tả các hiện tượng quan sát được.

Lòng trắng trứng thường có màu vàng nhạt, thành phần chính là nước và protein.

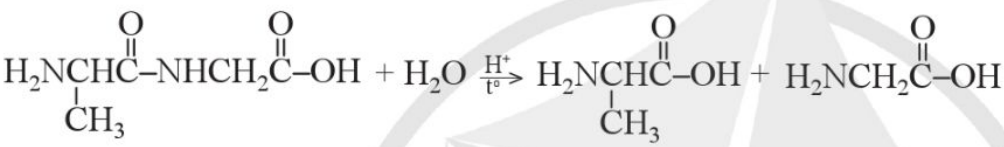
Bản in thử

Trừ dipeptide, các peptide còn lại có khả năng hoà tan $Cu(OH)_2$ trong môi trường kiềm tạo thành phức chất tan trong nước có màu tím đặc trưng. Phản ứng này được gọi là phản ứng màu biuret.

b) Phản ứng thuỷ phân

Khi đun nóng peptide với dung dịch acid hoặc kiềm sẽ xảy ra phản ứng thuỷ phân. Tuỳ thuộc vào pH của phản ứng sẽ cho sản phẩm cuối cùng là các phân tử α-amino acid ở các dạng khác nhau (phân tử trung hoà, cation, anion).

Ví dụ



2. Cho peptide **A** có công thức cấu tạo Ala-Gly-Val.
a) **A** thuộc loại peptide nào (dipeptide, tripeptide, tetrapeptide)?
b) Viết phương trình hoá học của phản ứng thuỷ phân hoàn toàn peptide **A** bằng dung dịch NaOH dư.

II PROTEIN

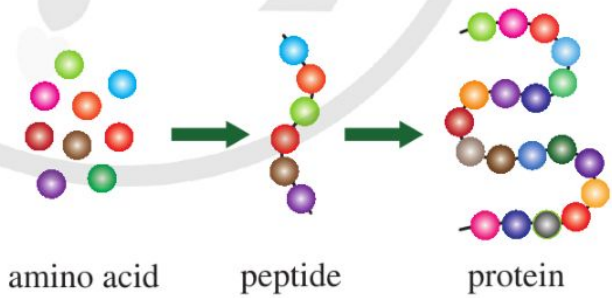
1. Khái niệm

Protein là hợp chất cao phân tử được tạo thành từ một hay nhiều chuỗi polypeptide.

3. Dung dịch thu được sau khi thuỷ phân hoàn toàn một peptide với kiềm có phản ứng màu biuret không? Vì sao?

2. Cấu tạo

Protein đơn giản là chuỗi polypeptide được tạo thành từ nhiều đơn vị α-amino acid. Sự kết hợp của các amino acid với nhau để tạo thành peptide và protein đơn giản có thể được mô tả bằng sơ đồ ở Hình 7.2.



Hình 7.2. Sơ đồ quá trình tạo thành của peptide và protein đơn giản

Mặc dù chỉ có khoảng 20 α-amino acid cấu tạo nên phần lớn protein trong cơ thể sinh vật, nhưng số lượng và sự sắp xếp khác nhau của chúng tạo thành một lượng rất lớn các protein khác nhau. Bên cạnh đó, trong phân tử protein còn có thể có những thành phần "phi protein" như phosphoric acid, carbohydrate,... Những thành phần này kết hợp với mạch peptide và tạo thành những phân tử *protein phức tạp*.

Bản in thử

1. Casein là loại protein chủ yếu có trong sữa.

a) Dự đoán casein là loại protein tan hay không tan trong nước.

b) Vì sao uống sữa giúp giảm bớt nguy hiểm khi bị ngộ độc bởi muối chì, muối thuỷ ngân.

c) Tìm hiểu cách làm sữa chua và cho biết yếu tố nào đã tạo nên độ đặc của sữa chua.

2. Protein cũng có thể bị đông tụ bởi ethanol. Tìm hiểu và cho biết:

a) Vì sao dùng cồn xoa vào tay có thể hạn chế lây nhiễm SARS-CoV-2 qua đường tiếp xúc?

b) Tìm hiểu và cho biết vì sao trong y tế thường dùng cồn 70° để sát khuẩn mà không dùng cồn 90°.

3. Tìm hiểu cách làm nước mắm và cho biết yếu tố nào đã được sử dụng để thực hiện quá trình chuyển hoá protein có trong thịt cá thành các amino acid.

3. Tính chất vật lí

Các protein như keratin của tóc, móng, sừng; fibroin của tơ nhện, tơ tằm;... là những protein dạng hình sợi, không tan trong nước. Trong khi đó, các protein như albumin của lòng trắng trứng; hemoglobin của máu;... là những protein dạng hình cầu, tan được vào nước và tạo thành các dung dịch keo.

4. Tính chất hoá học

a) Phản ứng đông tụ protein

Thí nghiệm 2. Sự đông tụ protein

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Protein (dung dịch lòng trắng trứng).

– Dụng cụ: Ống nghiệm, đèn cồn, ống hút nhỏ giọt.

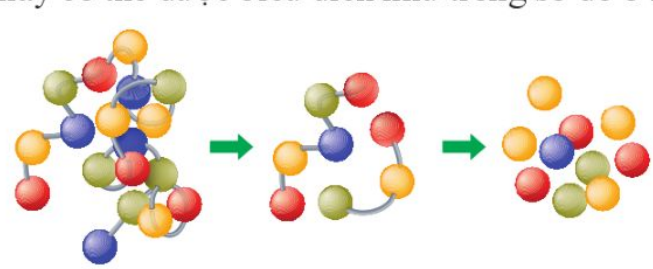
Tiến hành: Cho vào ống nghiệm 2 – 3 mL dung dịch lòng trắng trứng, đun trên đèn cồn trong khoảng 1 phút.

Yêu cầu: Quan sát và mô tả hiện tượng xảy ra trong ống nghiệm.

Protein sẽ đông tụ và tách khỏi dung dịch khi được đun nóng hoặc khi thêm dung dịch acid, base, muối của các kim loại nặng như Pb^{2+}, Hg^{2+},... Trong các trường hợp này, sự đông tụ xảy ra do cấu trúc ban đầu của protein đã bị biến đổi.

b) Phản ứng thuỷ phân

Dưới tác dụng của acid hoặc base hay khi có mặt của các enzyme protease hay peptidase, phân tử protein bị thuỷ phân với sự phân cắt dần các liên kết peptide để tạo thành các chuỗi peptide và cuối cùng là các α-amino acid. Quá trình này có thể được biểu diễn như trong sơ đồ ở Hình 7.3.



Hình 7.3. Sơ đồ quá trình thuỷ phân protein

Bản in thử

c) Phản ứng màu

Protein có một số phản ứng tạo màu đặc trưng.

Phản ứng với HNO_3

Thí nghiệm 3. Phản ứng tạo màu của protein với nitric acid

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch lòng trắng trứng, dung dịch HNO_3 đặc.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành:

– Cho vào ống nghiệm khoảng 1,0 mL dung dịch lòng trắng trứng và khoảng 1 mL dung dịch HNO_3 đặc.

– Lắc đều hỗn hợp, sau đó để yên ống nghiệm trong khoảng 1 – 2 phút.

Yêu cầu: Quan sát và mô tả các hiện tượng xảy ra trong ống nghiệm trước và sau khi đun nóng.

Chú ý an toàn: Cẩn thận khi làm việc với HNO_3 đặc.

EM CÓ BIẾT

Phản ứng màu biuret cho phép nhận ra sự có mặt của protein. Hơn nữa, trong một khoảng nồng độ nhất định, cường độ màu tỉ lệ với nồng độ protein nên phản ứng biuret cũng được dùng để xác định hàm lượng protein trong một số mẫu như mẫu máu, mẫu nước tiểu, mẫu thực phẩm, mẫu thức ăn chăn nuôi,…

Một số đơn vị amino acid chứa vòng benzene trong protein có thể tham gia phản ứng với dung dịch HNO_3 đặc tạo thành hợp chất rắn có màu vàng, đồng thời protein bị đông tụ tạo thành kết tủa.

Phản ứng với $Cu(OH)_2$ (phản ứng màu biuret)

Protein chứa chuỗi polypeptide nên cũng có phản ứng màu biuret, tác dụng với $Cu(OH)_2$ trong môi trường kiềm tạo thành dung dịch có màu tím đặc trưng.

5. Vai trò của protein với sự sống

Protein có trong thành phần của mọi tế bào nên ở đâu có sự sống là ở đó có protein. Protein cũng là một trong các chất dinh dưỡng, cung cấp năng lượng cho cơ thể (khoảng 4,0 kcal g^{-1}, tương đương với năng lượng cung cấp từ carbohydrate). Bên cạnh đó, protein còn có vai trò vận chuyển các chất dinh dưỡng ra, vào tế bào, lưu trữ một số chất cần thiết cho tế bào.

Protein cũng đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì pH của máu. Nhiều protein là các enzyme, đóng vai trò là xúc tác trong các phản ứng sinh hoá. Với người và động vật, protein còn là chất bảo vệ, giúp cơ thể chống lại virus và nhiều tác nhân gây bệnh khác.

6. Enzyme

Phần lớn enzyme được cấu tạo từ protein, có khả năng xúc tác cho các quá trình hoá học và sinh hoá.

2. Cho biết ưu điểm của xúc tác enzyme so với xúc tác hoá học.

Bản in thử

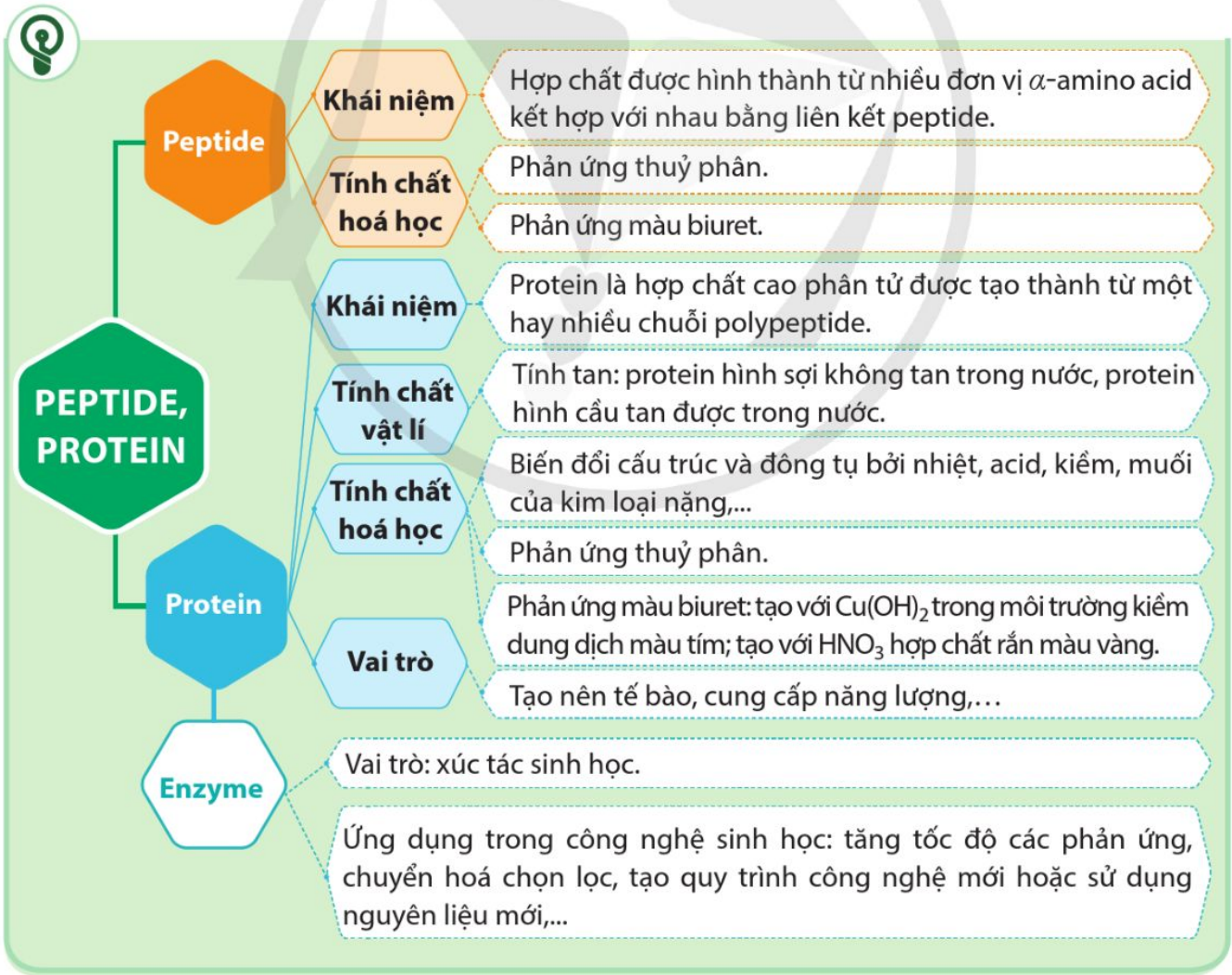
3. Bromelain và papain là những enzyme có tác dụng thuỷ phân protein. Bromelain có nhiều trong quả dứa (thơm) còn papain có nhiều trong quả đu đủ. Giải thích vì sao thịt được ướp với nước ép dứa hoặc đu đủ thì khi nấu sẽ nhanh mềm hơn.

Với vai trò là các chất xúc tác sinh học, enzyme giúp các phản ứng xảy ra nhanh hơn nhiều lần so với khi dùng xúc tác hoá học.

Xúc tác enzyme thường có tính chọn lọc cao: mỗi enzyme chỉ xúc tác cho một hay một số phản ứng sinh hoá nhất định. Dưới tác dụng của enzyme thích hợp, có thể thực hiện các chuyển hoá riêng biệt với hiệu suất cao như lên men glucose tạo ethanol, lên men glucose tạo acetic acid hoặc lên men glucose tạo ascorbic acid (vitamin C);...

Hiện nay, ngoài việc tìm ra và sử dụng các enzyme có sẵn, các nhà khoa học còn tìm cách cải biến enzyme phục vụ cho việc tổng hợp các chất mới hay việc sản xuất các chất bằng những quy trình mới, những nguồn nguyên liệu mới[1].

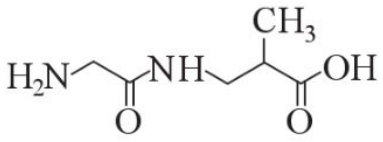
[1] Constantinos Katsimpouras, Gregory Stephanopoulos, 2021, "Enzymes in Biotechnology: Critical platform technologies for bioprocess development", *Current Opinion in Biotechnology*, 69, 91-102.



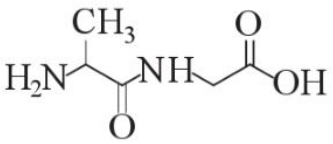
Bản in thử

BÀI TẬP

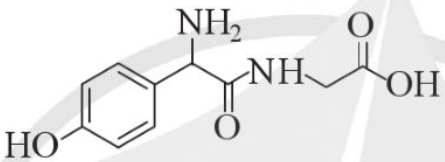
Bài 1. Phân tử chất nào dưới đây **không** chứa liên kết peptide? Giải thích.



(A)



(B)



(C)

Bài 2. Viết công thức cấu tạo của các phân tử dipeptide mạch hở, trong đó, thành phần bao gồm cả hai loại đơn vị cấu tạo là glycine và alanine.

Bài 3. Thuỷ phân một tripeptide thu được 3 amino acid là Ala, Gly và Val. Cho biết cấu tạo có thể có của tripeptide đem thuỷ phân ở trên.

Bài 4*. Thành phần tạo nên vị ngọt đặc trưng của nước mắm (được sản xuất từ cá) và nước tương (được sản xuất từ đậu nành) là các amino acid tạo thành từ sự thuỷ phân hoàn toàn của protein có trong cá hoặc đậu nành. Tìm hiểu và cho biết độ đạm của nước tương, nước mắm tương ứng với thành phần nào có trong nước tương, nước mắm. Độ đạm có tỉ lệ thuận với hàm lượng amino acid có trong nước tương, nước mắm không? Giải thích.

Bản in thử

CHỦ ĐỀ 4

POLYMER

Bài 8 ĐẠI CƯƠNG VỀ POLYMER

Học xong bài học này, em có thể:

- *Viết được công thức cấu tạo và gọi được tên của một số polymer thường gặp (polyethylene (PE), polypropylene (PP), polystyrene (PS), poly(vinyl chloride) (PVC), polybuta-1,3-diene, polyisoprene, poly(methyl methacrylate), poly(phenol formaldehyde) (PPF), capron, nylon-6,6).*
- *Nêu được các đặc điểm về tính chất vật lí (trạng thái, nhiệt độ nóng chảy, tính chất cơ học) và tính chất hoá học (phản ứng cắt mạch (tinh bột, cellulose, polyamide, polystyrene), tăng mạch (lưu hoá cao su), giữ nguyên mạch của một số polymer).*
- *Trình bày được phương pháp trùng hợp và trùng ngưng để tổng hợp một số polymer thường gặp.*



a) Ống nước b) Bàn, ghế nhựa c) Màng bọc thực phẩm d) Vật cách điện

Hình 8.1. Một số ứng dụng của polymer

a) Em hãy cho biết trong gia đình có những vật dụng nào được làm bằng vật liệu polymer.

b) Polymer là gì? Chúng có tính chất, ứng dụng gì và được điều chế như thế nào?

EM CÓ BIẾT

Hệ số n được gọi là hệ số polymer hoá. Giá trị của n càng lớn, phân tử khối của polymer càng cao. Vì vật liệu polymer thường là hỗn hợp của nhiều phân tử polymer có hệ số polymer hoá khác nhau nên người ta hay dùng khái niệm hệ số polymer hoá trung bình.

I KHÁI NIỆM VÀ DANH PHÁP

1. Khái niệm

Polymer là những hợp chất có phân tử khối lớn do nhiều đơn vị nhỏ (còn gọi là mắt xích) liên kết với nhau tạo nên.

Ví dụ 1

Polyethylene $+CH_2–CH_2+_n$ do các mắt xích $–CH_2–CH_2–$ liên kết với nhau tạo nên.

Bản in thử

Capron $-(NH[CH_2]_5CO)_n-$ do các mắt xích $-NH[CH_2]_5CO-$ liên kết với nhau tạo nên.

Các phân tử nhỏ (như $CH_2=CH_2$, $NH_2[CH_2]_5COOH$,...) tạo nên các mắt xích của polymer được gọi là các *monomer* (có nghĩa là phần).

2. Danh pháp

Tên của polymer được hình thành như sau:

poly | tên của monomer

Khi tên của monomer gồm hai từ trở lên hoặc polymer được hình thành từ hai loại monomer trở lên thì tên của monomer được đặt trong dấu ngoặc đơn.

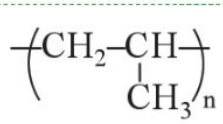
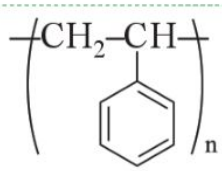
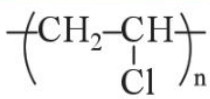
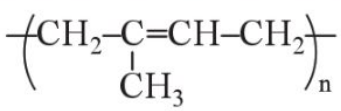
Ví dụ 2 Polyethylene (hay PE): $-(CH_2-CH_2)_n-$

Poly(vinyl chloride) (hay PVC): $-(CH_2-CHCl)_n-$

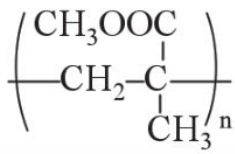
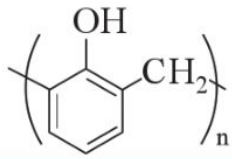
1. Viết công thức cấu tạo và gọi tên các monomer tạo ra polymer trong Bảng 8.1.

Công thức cấu tạo và tên gọi của một số polymer thường gặp được trình bày trong Bảng 8.1.

Bảng 8.1. Công thức cấu tạo và tên gọi của một số polymer

Công thức cấu tạo	Tên gọi
$-(CH_2-CH_2)_n-$	polyethylene (PE)
	polypropylene (PP)
	polystyrene (PS)
	poly(vinyl chloride) (PVC)
$-(CH_2-CH=CH-CH_2)_n-$	polybuta-1,3-diene
	polyisoprene

Bản in thử

Công thức cấu tạo	Tên gọi
	poly(methyl methacrylate)
	poly(phenol formaldehyde) (PPF)
$-(NH[CH_2]_5CO)_n-$	capron
$-(NH[CH_2]_6NHCO[CH_2]_4CO)_n-$	nylon-6,6

II TÍNH CHẤT VẬT LÍ

Ở điều kiện thường, hầu hết các polymer là những chất rắn và không bay hơi. Các polymer có nhiệt độ nóng chảy nằm trong một khoảng khá rộng. Đa số các polymer nóng chảy tạo thành chất lỏng nhớt, khi để nguội sẽ rắn lại được gọi là *chất nhiệt dẻo* (PE, PP, PVC,...). Một số polymer khi đun nóng không nóng chảy mà bị phân huỷ được gọi là *chất nhiệt rắn* (PPF,...).

Đa số các polymer không tan trong dung môi thông thường. Một số polymer tan được trong dung môi thích hợp, tạo ra dung dịch nhớt. Ví dụ, polybuta-1,3-diene tan được trong benzene, polystyrene tan được trong xăng,...

Mỗi polymer có tính chất cơ lí riêng, từ đó được ứng dụng làm những vật liệu khác nhau.

Ví dụ 3

Polymer	Tính chất cơ lí	Ứng dụng
PE, PP	Tính dẻo	Chế tạo chất dẻo
polyisoprene	Tính đàn hồi	Chế tạo cao su
capron; nylon-6,6	Kéo thành sợi dai, bền	Chế tạo tơ
poly(methyl methacrylate)	Trong suốt, không giòn	Chế tạo thuỷ tinh hữu cơ
PE, PVC, PPF	Cách điện, cách nhiệt	Chế tạo vật liệu cách điện, cách nhiệt

1. Hãy nêu tên của một số polymer:
a) Thuộc loại chất nhiệt dẻo và chất nhiệt rắn.
b) Có tính dẻo.
c) Có tính đàn hồi.
d) Kéo được thành sợi.
e) Cách điện.

Bản in thử

III TÍNH CHẤT HOÁ HỌC

Polymer có thể tham gia các phản ứng giữ nguyên mạch, phân cắt mạch hoặc tăng mạch.

2. Nhận xét sự biến đổi mạch polymer trong các Ví dụ 4, 5 và 6.

1. Phản ứng giữ nguyên mạch polymer

Các nhóm thế gắn vào mạch polymer có thể tham gia phản ứng mà không làm thay đổi mạch polymer.

Ví dụ 4 Poly(vinyl acetate) bị thuỷ phân trong môi trường kiềm:

$$\left(CH_2{-}\underset{\underset{OOCCH_3}{|}}{CH}\right)_n + nNaOH \xrightarrow{t^o} \left(CH_2{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}\right)_n + nCH_3COONa$$

Những polymer có liên kết đôi trong mạch có thể tham gia phản ứng cộng vào liên kết đôi mà không làm thay đổi mạch polymer.

Ví dụ 5 Polyisoprene phản ứng với hydrogen chloride:

$$\left(CH_2{-}CH{=}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}{-}CH_2\right)_n + nHCl \longrightarrow \left(CH_2{-}CH_2{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{Cl}{|}}{C}}{-}CH_2\right)_n$$

2. Viết phương trình hoá học của các phản ứng:

a) Thuỷ phân poly(vinyl chloride) trong môi trường kiềm.

b) Phản ứng thuỷ phân capron trong môi trường kiềm.

Hãy cho biết phản ứng nào trong các phản ứng trên thuộc loại giữ nguyên mạch, phân cắt mạch và tăng mạch polymer.

2. Phản ứng cắt mạch polymer

Các polymer có nhóm chức trong mạch dễ bị thuỷ phân, chẳng hạn tinh bột, cellulose, capron, nylon-6,6,...

Ví dụ 6 $\left(NH[CH_2]_5CO\right)_n + nH_2O \xrightarrow{t^o, xt} nH_2N[CH_2]_5COOH$

Một số polymer bị phân huỷ nhiệt thành các polymer mạch ngắn, cuối cùng tạo ra monomer ban đầu. Phản ứng này được gọi là phản ứng depolymer hoá.

Ví dụ 7 $\left(\underset{\underset{C_6H_5}{|}}{CH}{-}CH_2\right)_n \xrightarrow{t^o} nCH{=}CH_2$ (với C_6H_5)

3. Phản ứng tăng mạch polymer

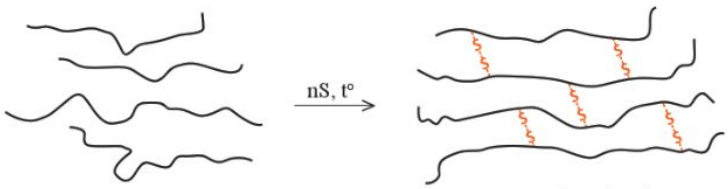
Ở điều kiện thích hợp (về nhiệt độ, áp suất và có mặt xúc tác), các mạch polymer có thể phản ứng với nhau để tạo thành mạch dài hơn hoặc tạo thành mạng lưới (như phản ứng lưu hoá cao su).

EM CÓ BIẾT

Quá trình thuộc da là phản ứng tăng mạch của protein dưới tác dụng của HCHO, tạo sản phẩm có cấu trúc không gian bền hơn.

Bản in thử

Ví dụ 8



cao su — cao su lưu hoá

Phản ứng nối các mạch polymer lại với nhau thành mạng không gian được gọi là phản ứng khâu mạch polymer. Polymer khâu mạch có mạng không gian nên khó nóng chảy, khó hoà tan và bền hơn so với polymer chưa khâu mạch.

3. Vì sao polymer khâu mạch lại khó nóng chảy, khó hoà tan hơn polymer chưa khâu mạch?

IV ĐIỀU CHẾ

Polymer thường được điều chế bằng phản ứng *trùng hợp* hoặc *trùng ngưng*.

1. Phản ứng trùng hợp

Phản ứng trùng hợp là quá trình kết hợp nhiều phân tử nhỏ (monomer) giống nhau hay tương tự nhau tạo thành phân tử lớn (polymer).

3. Monomer tham gia phản ứng trùng hợp và trùng ngưng có đặc điểm gì về cấu tạo phân tử?

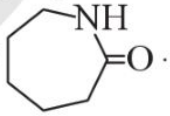
4. Viết phương trình hoá học của phản ứng trùng hợp ethylene, methyl acrylate, vinyl chloride và styrene. Gọi tên các polymer tạo thành.

Ví dụ 9

$$n CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{t^\circ, p, xt} {-(CH_2{-}CH_2)-}_n$$

$$n \; \begin{matrix} CH_2{-}CH_2{-}C{=}O \\ | \\ CH_2{-}CH_2{-}NH \end{matrix} \xrightarrow{t^\circ, xt} {-(NH[CH_2]_5CO)-}_n$$

caprolactam — tơ capron

Điều kiện về cấu tạo để monomer có thể tham gia phản ứng trùng hợp là trong phân tử phải có các liên kết bội như $CH_2{=}CH_2$, $CH_2{=}CHCl$,...; hoặc vòng như 

.

2. Phản ứng trùng ngưng

Phản ứng trùng ngưng là quá trình kết hợp nhiều phân tử nhỏ (monomer) lại thành phân tử lớn (polymer), đồng thời giải phóng nhiều phân tử nhỏ khác (ví dụ H_2O).

4. Viết phương trình hoá học của phản ứng trùng ngưng tổng hợp nylon-6,6 từ các monomer tương ứng.

Ví dụ 10 $n NH_2[CH_2]_5COOH \xrightarrow{t^\circ} {-(NH[CH_2]_5CO)-}_n + n H_2O$

Điều kiện về cấu tạo để monomer tham gia phản ứng trùng ngưng là trong phân tử phải có ít nhất hai nhóm chức có khả năng phản ứng để tạo liên kết, chẳng hạn: $HOOCC_6H_4COOH$ và $HOCH_2CH_2OH$; $NH_2[CH_2]_5COOH$; $NH_2[CH_2]_6NH_2$ và $HOOC[CH_2]_4COOH$.

Bản in thử



BÀI TẬP

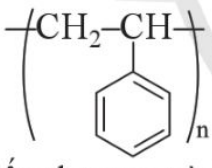
Bài 1. Viết các phương trình hoá học của phản ứng polymer hoá các monomer sau:

a) $CH_3CH{=}CH_2$.

b) $CH_2{=}CClCH{=}CH_2$.

c) $CH_2{=}C(CH_3)CH{=}CH_2$.

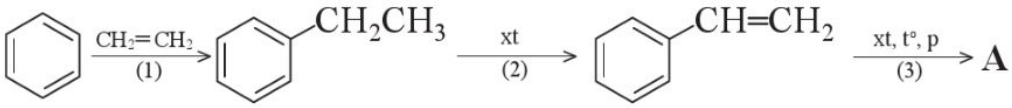
Bài 2. Cho biết các monomer dùng để điều chế các polymer sau:

a) 

b) $-(NH[CH_2]_5CO)-_n$

Viết phương trình hoá học của từng phản ứng tạo polymer.

Bài 3. Polymer **A** trong suốt, được dùng làm hộp đựng thực phẩm, đồ chơi trẻ em, vỏ đĩa CD, DVD,... Trong công nghiệp sản xuất chất dẻo, polymer **A** được điều chế theo sơ đồ:



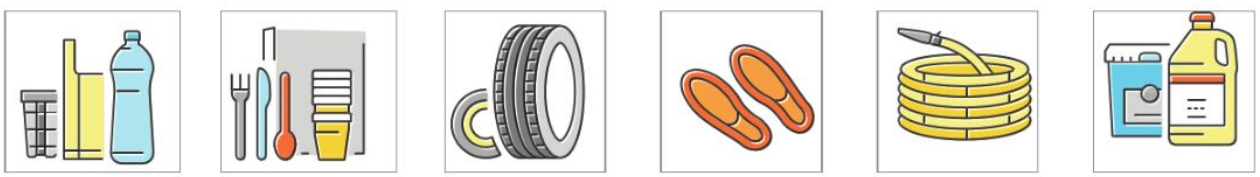
Từ 100 kg benzene và 32 m^3 ethylene (ở 25 °C, 1 bar), với hiệu suất mỗi quá trình (1), (2), (3) lần lượt là 60%, 55% và 60%, hãy tính khối lượng polymer **A** thu được.

Bản in thử

Bài 9 VẬT LIỆU POLYMER

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được khái niệm về chất dẻo.*
- *Trình bày được thành phần phân tử và phản ứng điều chế polyethylene (PE), polypropylene (PP), polystyrene (PS), poly(vinyl chloride) (PVC), poly(methyl methacrylate), poly(phenol formaldehyde) (PPF).*
- *Trình bày được ứng dụng của chất dẻo và tác hại của việc lạm dụng chất dẻo trong đời sống và sản xuất. Nêu được một số biện pháp để hạn chế sử dụng một số loại chất dẻo để giảm thiểu ô nhiễm môi trường, bảo vệ sức khoẻ con người.*
- *Nêu được khái niệm composite.*
- *Trình bày được ứng dụng của một số loại composite.*
- *Nêu được khái niệm và phân loại về tơ.*
- *Trình bày được cấu tạo, tính chất và ứng dụng của một số loại tơ tự nhiên (bông, sợi, len lông cừu, tơ tằm,...), tơ tổng hợp (như nylon-6,6; capron; nitron hay olon,...) và tơ bán tổng hợp (như visco, cellulose acetate,...).*
- *Nêu được khái niệm cao su, cao su thiên nhiên, cao su nhân tạo.*
- *Trình bày được đặc điểm cấu tạo, tính chất, ứng dụng của cao su tự nhiên và cao su tổng hợp (cao su buna, cao su isoprene, cao su buna-S, cao su buna-N, cao su chloroprene).*
- *Trình bày được phản ứng điều chế cao su tổng hợp (cao su buna, cao su isoprene, cao su buna-S, cao su buna-N, cao su chloroprene).*
- *Nêu được bản chất và ý nghĩa của quá trình lưu hoá cao su.*
- *Trình bày được thành phần, tính chất, ứng dụng một số keo dán (nhựa vá săm, keo dán epoxy, keo dán poly(urea-formaldehyde)).*



Hình 9.1. Minh hoạ một số ứng dụng của polymer

a) Quan sát Hình 9.1, hãy liệt kê các ứng dụng của polymer trong đời sống.

b) Hãy kể tên một số vật dụng trong đời sống được làm bằng chất dẻo, vật liệu composite. Chất dẻo, composite là gì? Việc lạm dụng chất dẻo có ảnh hưởng như thế nào đến môi trường và sức khoẻ con người?

Bản in thử

I CHẤT DẺO

1. Khái niệm

Chất dẻo là những vật liệu polymer có tính dẻo.

Tính dẻo là tính bị biến dạng của vật khi chịu tác dụng của nhiệt độ hoặc áp lực bên ngoài và vẫn giữ nguyên được sự biến dạng đó khi thôi tác dụng.

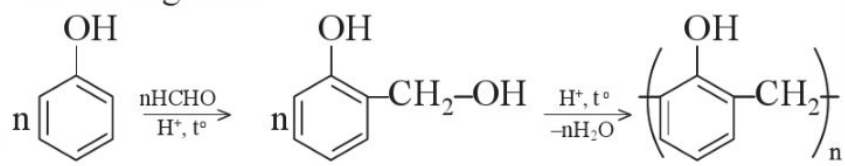
Thành phần chính của chất dẻo là polymer. Ngoài ra, người ta còn cho thêm vào chất dẻo những chất phụ gia như chất hoá dẻo, chất độn, chất màu, chất ổn định,…

1. Đọc thông tin trong Bảng 9.1, nhận xét đặc điểm chung của các phản ứng điều chế chất dẻo PE, PP, PS, PVC và poly(methyl methacrylate).

2. Một số polymer được dùng làm chất dẻo

Phản ứng điều chế của một số polymer thông dụng được làm chất dẻo được trình bày trong Bảng 9.1.

Bảng 9.1. Phản ứng điều chế của một số polymer thông dụng dùng làm chất dẻo

Tên polymer	Phản ứng điều chế
Polyethylene (PE)	$nCH_2=CH_2 \xrightarrow{xt,\ t^o,\ p} -(CH_2-CH_2)-_n$
Polypropylene (PP)	$nCH_2=CH(CH_3) \xrightarrow{xt,\ t^o,\ p} -(CH_2-CH(CH_3))-_n$
Polystyrene (PS)	$nCH_2=CH(C_6H_5) \xrightarrow{xt,\ t^o,\ p} -(CH_2-CH(C_6H_5))-_n$
Poly(vinyl chloride) (PVC)	$nCH_2=CH(Cl) \xrightarrow{xt,\ t^o,\ p} -(CH_2-CH(Cl))-_n$
Poly(methyl methacrylate)	$nCH_2=C(CH_3)-COOCH_3 \xrightarrow{xt,\ t^o,\ p} -(CH_2-C(CH_3)(COOCH_3))-_n$
Poly(phenol formaldehyde) (PPF)	Đun hỗn hợp phenol (lấy dư) và formaldehyde trong môi trường acid. 

Bản in thử

3. Ứng dụng của chất dẻo

2. Kể tên một số vật dụng trong gia đình em được làm từ chất dẻo.

Chất dẻo có nhiều ứng dụng trong đời sống và sản xuất.

Chất dẻo được sử dụng để sản xuất bao bì đóng gói, sản xuất đồ gia dụng hằng ngày như bàn ghế, tủ quần áo, văn phòng phẩm,… Chất dẻo được dùng để sản xuất đồ nội thất và ngoại thất như cửa ra vào, cửa sổ, đường ống, dây cáp, thảm trải sàn, vật liệu cách nhiệt,… trong xây dựng. Trong lĩnh vực điện và điện tử, chất dẻo được sử dụng để sản xuất vỏ bọc dây điện, bảng điện, các thiết bị âm thanh, nghe nhìn, máy tính, điện thoại,… Trong ngành y tế, chất dẻo được sử dụng để sản xuất các thiết bị y tế, các loại mắt kính,...

4. Tác hại của việc lạm dụng chất dẻo



Hình 9.2.
Ô nhiễm rác thải nhựa

Việc lạm dụng nhựa trong cuộc sống dẫn đến một lượng nhựa khổng lồ được thải ra môi trường. Rác thải nhựa ảnh hưởng nghiêm trọng đến tất cả các sinh vật trong hệ sinh thái, nếu không được xử lí đúng cách sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường. Khi đốt, rác thải nhựa sẽ sinh ra chất độc, gây ô nhiễm không khí, ảnh hưởng đến sức khoẻ con người,… Khi chôn lấp, rác thải nhựa sẽ làm cho đất bị ô nhiễm, làm giảm chất lượng đất và ngăn cản quá trình khí oxygen đi vào đất, gây tác động xấu đến sự sinh trưởng của cây trồng. Rác thải nhựa gây ô nhiễm nguồn nước, có thể làm chết các sinh vật trong nước.

3. Nêu một số tác hại của việc lạm dụng chất dẻo tới đời sống và môi trường.

Quá trình phân huỷ nhiều loại rác thải nhựa có thể kéo dài hàng trăm năm. Chính vì vậy, khi tích tụ quá nhiều rác thải nhựa sẽ gây ra sự ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, ảnh hưởng xấu tới sức khoẻ con người và động vật.

5. Một số biện pháp hạn chế sử dụng chất dẻo



Hạn chế sử dụng các vật dụng làm bằng chất dẻo, thay thế bằng vật dụng làm từ vật liệu khác. Tăng cường sử dụng vật dụng bằng inox hoặc thuỷ tinh thay thế cho vật dụng sử dụng một lần, sử dụng đồ vật từ sản phẩm thiên nhiên, thân thiện với môi trường (như tre, giấy,…).

Bản in thử



Tái chế và tái sử dụng các sản phẩm làm từ nhựa.

1. Em đã thực hiện những biện pháp nào để hạn chế sử dụng chất dẻo nhằm bảo vệ môi trường và sức khoẻ con người?

II VẬT LIỆU COMPOSITE

1. Khái niệm

Vật liệu composite là vật liệu được tổ hợp từ hai hay nhiều vật liệu khác nhau, tạo nên vật liệu mới có tính chất vượt trội so với các vật liệu thành phần. Thành phần vật liệu composite gồm *vật liệu nền* (chủ yếu là polymer) và *vật liệu cốt* được trộn vào vật liệu nền để tăng tính chất cơ lí.

Vật liệu nền có thể là nhựa nhiệt dẻo hay nhựa nhiệt rắn tuỳ theo mục đích sử dụng. Vật liệu cốt có thể ở *dạng sợi* (sợi carbon, sợi vải,..) hoặc *dạng bột* (bột nhôm, bột silica,…).

4. Cho biết vai trò của vật liệu nền và vật liệu cốt trong vật liệu composite.

1. Vì sao composite sợi carbon và composite sợi thuỷ tinh lại được sử dụng nhiều trong lĩnh vực hàng không?

Vật liệu cốt có vai trò đảm bảo cho composite có được các đặc tính cơ học cần thiết. Vật liệu nền có vai trò đảm bảo cho các thành phần cốt của composite liên kết với nhau nhằm tạo ra tính nguyên khối và thống nhất cho composite.

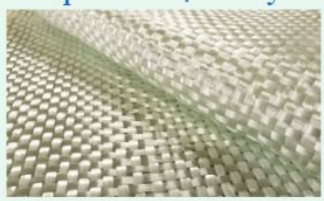
2. Ứng dụng của một số composite

Ứng dụng của một số composite được trình bày trong Bảng 9.2.

Bảng 9.2. Ứng dụng của một số loại composite

Loại composite	Tính chất	Ứng dụng
Composite sợi carbon  *Sợi carbon được đan thành tấm*	Nhẹ và có độ bền cao	Làm vật liệu chế tạo các bộ phận quan trọng trong lĩnh vực hàng không, vũ trụ, ô tô, thiết bị và dụng cụ thể thao,…

Bản in thử

Loại composite	Tính chất	Ứng dụng
Composite sợi thuỷ tinh  *Sợi thuỷ tinh được đan thành tấm*	Nhẹ, độ cứng và độ uốn kéo tốt, độ bền cơ học cao, cách điện tốt, bền với môi trường.	Làm vật liệu chế tạo các bộ phận trong thiết bị hàng không (giá để hành lí, vách ngăn, thùng chứa, ống dẫn), đóng tàu, thuyền,…
Composite bột gỗ và bột đá  *Composite bột gỗ*	Nhẹ, độ bền cao, cách điện và cách nhiệt tốt, dễ tạo hình và phối màu.	Làm tấm ốp trang trí nhà, làm cánh cửa, ván lát sàn,…

III TƠ

1. Khái niệm và phân loại

a) Khái niệm

Tơ là những vật liệu polymer hình sợi dài và mảnh với độ bền nhất định. Những polymer này có mạch không phân nhánh, xếp song song với nhau. Các loại tơ có tính chất đặc trưng như mềm, dai, không độc, tương đối bền với các dung môi thông thường và có khả năng nhuộm màu. Tơ là nguyên liệu quan trọng trong ngành dệt may.

b) Phân loại

Theo nguồn gốc và quy trình chế tạo, tơ thường được phân loại như sau:

– *Tơ tự nhiên:* Là tơ có sẵn trong thiên nhiên như bông, sợi lanh, len lông cừu, tơ tằm,…

– *Tơ tổng hợp:* Là tơ được chế tạo từ polymer tổng hợp như polyamide (nylon, capron,…).

– *Tơ bán tổng hợp:* Là tơ xuất phát từ nguồn thiên nhiên nhưng được chế biến thêm bằng phương pháp hoá học (như tơ visco, tơ cellulose acetate,…).

2. Hãy chỉ ra các chất có thể được sử dụng làm tơ trong các chất sau: polystyrene, poly(methyl methacrylate), capron, cellulose.

2. Một số loại tơ thường gặp

a) Tơ tự nhiên

Một số loại tơ thiên nhiên được trình bày trong Bảng 9.3.

Bản in thử

Bảng 9.3. Một số loại tơ tự nhiên

Loại tơ	Nguồn gốc và thành phần chính	Tính chất	Ứng dụng
Bông  *Quả bông dùng để lấy bông*	Được lấy từ quả của cây bông, thành phần chính là cellulose.	Khả năng hút, thấm nước rất cao; có khả năng dính bẩn và dính dầu mỡ; nhưng có thể giặt sạch được, thân thiện với da người và không gây dị ứng.	Là nguyên liệu quan trọng trong ngành dệt may (sản xuất vải cotton).
Len  *Lông cừu để sản xuất len*	Được lấy từ lông của cừu và một số loài động vật khác như dê, lạc đà…; thành phần chính là protein.	Nhẹ và giữ ấm tốt.	Dùng để dệt, đan, chế tạo các loại áo len.
Tơ tằm  *Tơ của tằm dâu làm tơ tằm*	Được lấy từ tơ của con tằm, thành phần chính là protein.	Thoáng, nhẹ, hấp thụ nhiệt kém, ít bám bụi, bề mặt mịn.	Dùng để may trang phục.

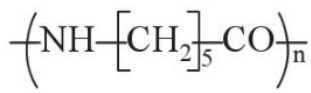
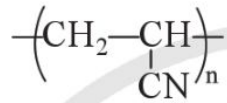
b) Tơ tổng hợp và tơ bán tổng hợp

Một số loại tơ tổng hợp và tơ bán tổng hợp được trình bày trong Bảng 9.4.

Bảng 9.4. Một số loại tơ tổng hợp và tơ bán tổng hợp

Loại tơ	Thành phần cấu tạo	Tính chất	Ứng dụng
Tơ nylon-6,6	Thuộc loại tơ polyamide, có công thức là $-\left(NH-[CH_2]_6-NH-CO-[CH_2]_4-CO\right)_n-$	Dai, bền, bóng mượt, mềm mại, ít thấm nước, giặt mau khô nhưng kém bền với nhiệt, acid và kiềm.	Dệt vải may mặc; vải lót săm lốp xe, bít tất, dây cáp, dây dù, đan lưới,…

Bản in thử

Loại tơ	Thành phần cấu tạo	Tính chất	Ứng dụng
Tơ capron	Thuộc loại polyamide, có công thức là 	Dai, đàn hồi, ít thấm nước, mềm mại, có dáng đẹp hơn tơ tằm, giặt mau khô nhưng kém bền bởi nhiệt, acid và kiềm.	Dệt vải may mặc, làm võng, lưới bắt cá, chỉ khâu, sợi dây thừng,...
Tơ nitron (olon)	Thuộc loại vinylic, có công thức là 	Dai, bền với nhiệt và giữ nhiệt tốt.	Dệt vải dùng để may áo ấm, bện thành len đan áo rét.
Tơ visco	Thành phần chính là cellulose đã được xử lí hoá chất.	Dai, bền, thấm mồ hôi, thoáng khí.	Làm vải may những trang phục thoáng, mát.
Tơ cellulose acetate	Là hỗn hợp gồm cellulose diacetate $[C_6H_7O_2(OH)(OCOCH_3)_2]_n$ và cellulose triacetate $[C_6H_7O_2(OCOCH_3)_3]_n$.	Cách nhiệt tốt.	Làm vải may áo ấm và thường được phối trộn với len.

5. Nêu một số tính chất của tơ nylon-6,6, tơ capron và tơ nitron.

2. Quần áo của em sử dụng được làm từ tơ tự nhiên hay tơ nhân tạo? Tìm hiểu và nêu những ưu điểm và hạn chế của tơ tự nhiên như bông, len hay tơ tằm.

IV CAO SU

1. Khái niệm

Cao su là vật liệu polymer có tính đàn hồi.

Tính đàn hồi là tính bị biến dạng của vật khi chịu lực tác dụng bên ngoài nhưng trở lại hình dạng ban đầu khi lực thôi tác dụng.

Có hai loại cao su là *cao su thiên nhiên* và *cao su tổng hợp*.

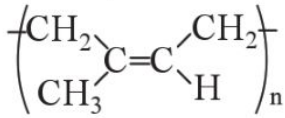
2. Cao su thiên nhiên

Cao su thiên nhiên được lấy từ cây cao su (có thành phần chính là polyisoprene) được dùng trong ngành công nghiệp cao su. Cây cao su (có nguồn gốc từ Nam Mỹ), được trồng ở nhiều nước trên thế giới và nhiều tỉnh ở nước ta.

Bản in thử

Trong phân tử polyisoprene lấy từ mủ cây cao su, các mắt xích isoprene đều có cấu hình *cis*.

Công thức của polyisoprene lấy từ mủ cây cao su như sau:



Cao su thiên nhiên có tính đàn hồi, không dẫn điện, không thấm khí và nước, không tan trong nước, ethanol,… nhưng tan trong xăng và benzene.

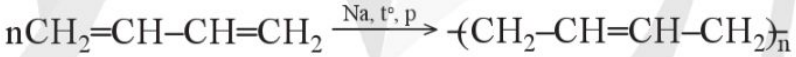
Cao su thiên nhiên có khả năng phản ứng cộng với H_2, Cl_2, HCl,… Đặc biệt, cao su thiên nhiên có phản ứng với lưu huỳnh tạo cao su lưu hoá có tính đàn hồi, chịu nhiệt, lâu mòn, khó tan trong dung môi hơn cao su không lưu hoá.

6. Cho biết vai trò của quá trình lưu hoá cao su.

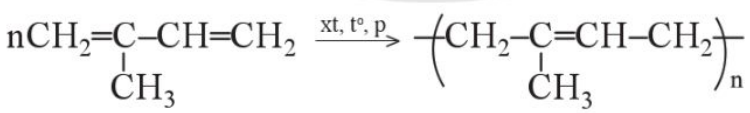
Bản chất của quá trình lưu hoá cao su là chủ yếu tạo ra cầu disulfide –S–S– giữa các phân tử polyisoprene tạo thành polymer có cấu tạo mạng không gian (Xem Ví dụ 8, Bài 8).

3. Cao su tổng hợp

- *Cao su buna* có tính đàn hồi và độ bền kém hơn cao su thiên nhiên. Cao su buna (polybuta-1,3-diene) được tổng hợp từ phản ứng trùng hợp buta-1,3-diene ở điều kiện nhiệt độ và áp suất thích hợp, có kim loại Na xúc tác.

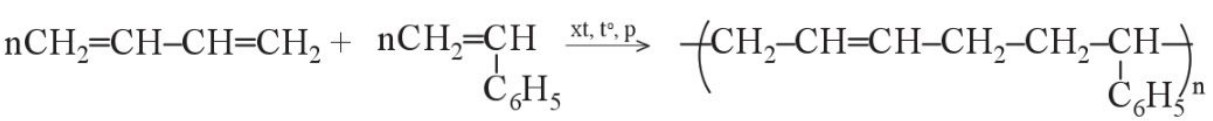


- *Cao su isoprene* (polyisoprene) được sử dụng rộng rãi vì nó có tính đàn hồi tốt, độ bền cao, khả năng chống mài mòn và chịu nhiệt tốt. Đặc tính này làm cho nó trở thành một nguyên liệu quan trọng cho việc sản xuất các sản phẩm cao su như lốp xe, đệm giảm xóc, giày dép, dụng cụ thể thao, thiết bị y tế,… Cao su isoprene được điều chế bằng cách trùng hợp isoprene.



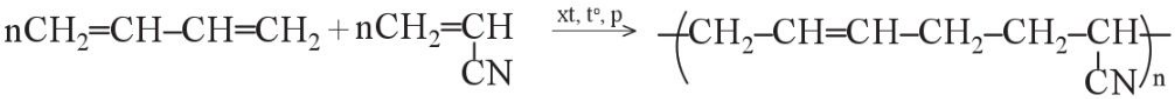
- *Cao su buna-S* có tính đàn hồi cao, dùng để sản xuất lốp xe, đệm lót, đế giày, vật liệu chống thấm,... Cao su buna-S (poly(buta-1,3-diene styrene)) được điều chế bằng cách cho buta-1,3-diene trùng hợp với styrene.

7. Nêu tính chất của cao su buna, cao su buna-S, cao su buna-N.

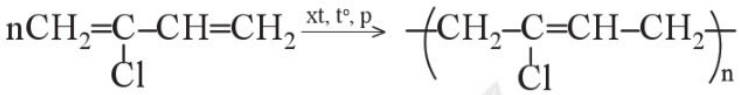


Bản in thử

- *Cao su buna-N* có tính chống dầu tốt, được dùng để sản xuất găng tay cao su y tế, đai truyền động, ống, gioăng cao su sử dụng trong môi trường hoá chất,… Cao su buna-N (poly(buta-1,3-diene acrylonitrile)) được điều chế bằng cách cho buta-1,3-diene trùng hợp với acrylonitrile.



- *Cao su chloroprene* có tính đàn hồi cao, bền với dầu mỡ; được dùng để bọc các ống thuỷ lực công nghiệp, ống nhún và đệm làm kín, làm đai truyền năng lượng. Cao su chloroprene (polychloroprene) được điều chế từ phản ứng trùng hợp chloroprene.



V KEO DÁN

1. Khái niệm

Keo dán là vật liệu có khả năng kết dính bề mặt của hai vật liệu rắn với nhau mà không làm biến đổi bản chất các vật liệu được kết dính.

Bản chất của keo dán là có thể tạo ra các màng rất mỏng, bền vững và bám chắc vào bề mặt các mảnh vật liệu được dán.

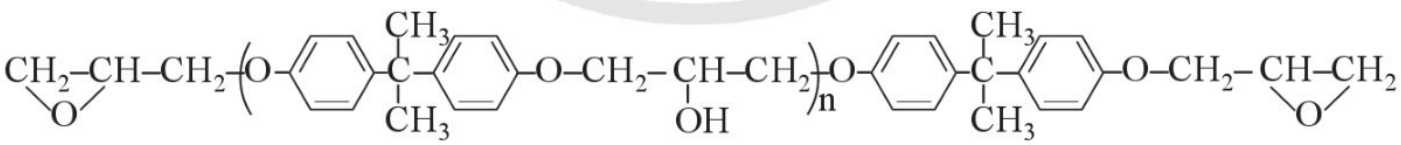
2. Một số loại keo dán

a) Nhựa vá săm

Nhựa vá săm là dung dịch dạng keo của cao su trong dung môi hữu cơ như toluene, xylene,… thường được dùng để vá chỗ thủng của săm xe.

b) Keo dán epoxy

Keo dán epoxy còn gọi là keo dán hai thành phần. Thành phần chính là hợp chất chứa hai nhóm epoxy ở hai đầu, chẳng hạn:



Thành phần thứ hai là chất đóng rắn, thường là các amine, chẳng hạn $NH_2CH_2CH_2NHCH_2CH_2NH_2$.

Khi cần dán, trộn hai thành phần trên với nhau rồi bôi lên bề mặt của vật cần dán và ép nhẹ với nhau. Các nhóm amine sẽ phản ứng với các nhóm epoxy tạo ra polymer mạng không gian bền chắc gắn kết hai vật cần dán lại.

3. Keo dán là gì? Hãy tìm hiểu và cho biết vì sao hiện nay keo dán tổng hợp như keo dán epoxy, keo dán poly(urea-formaldehyde) lại được sử dụng phổ biến.

Bản in thử

Ưu điểm của keo epoxy là độ kết dính rất cao, chịu nhiệt, chịu nước, chịu dung môi, chịu lực tốt, rất dễ sử dụng. Keo epoxy thường được dùng để dán các kim loại, nhựa, bê tông, các vật bằng kính, sứ, đồ gốm,…

c) Keo dán poly(urea-formaldehyde)

Poly(urea-formaldehyde) được sản xuất từ urea và formaldehyde.

$$nNH_2–CO–NH_2 + nCH_2=O \xrightarrow{xt,\ t^\circ} -(NH–CO–NH–CH_2)_n- + nH_2O$$

Khi sử dụng keo poly(urea-formaldehyde), cần phải cho thêm các chất đóng rắn loại acid như oxalic acid, lactic acid,… để tạo polymer mạng không gian.

Keo dán poly(urea-formaldehyde) bền với dầu mỡ và các dung môi thông dụng, thấm nước kém. Keo dán poly(urea-formaldehyde) được dùng chủ yếu để dán các vật liệu ván ép, gỗ.

- Chất dẻo, composite, tơ, cao su, keo dán là những vật liệu polymer có thành phần cấu tạo và tính chất khác nhau, được ứng dụng nhiều trong cuộc sống và sản xuất.
- Lạm dụng chất dẻo trong đời sống và sản xuất có thể gây ô nhiễm môi trường đất, nước và không khí, ảnh hưởng tới sức khoẻ con người và sinh vật.

BÀI TẬP

Bài 1. Vật liệu nào sau đây được chế tạo từ polymer trùng ngưng?

A. Cao su isoprene.
B. Polyethylene.
C. Tơ nitron.
D. Nylon-6,6.

Bài 2. Nêu các điểm giống nhau và khác nhau giữa các vật liệu polymer sau: chất dẻo, tơ, cao su và keo dán.

Bài 3. Vì sao không nên dùng xà phòng có độ kiềm cao để giặt quần áo làm bằng nylon, len, tơ tằm và không nên giặt bằng nước quá nóng hoặc là (ủi) quá nóng các đồ dùng trên?

Bản in thử

CHỦ ĐỀ 5

PIN ĐIỆN VÀ ĐIỆN PHÂN

Bài 10 THẾ ĐIỆN CỰC CHUẨN CỦA KIM LOẠI

Học xong bài học này, em có thể:

- *Mô tả được cặp oxi hoá – khử của kim loại.*
- *Nêu được giá trị thế điện cực chuẩn là đại lượng đánh giá khả năng khử giữa các dạng khử, khả năng oxi hoá giữa các dạng oxi hoá trong điều kiện chuẩn.*
- *Sử dụng bảng giá trị thế điện cực chuẩn để: So sánh được tính khử, tính oxi hoá giữa các cặp oxi hoá – khử; Dự đoán được chiều hướng xảy ra phản ứng giữa hai cặp oxi hoá – khử.*

Cho hai kim loại X và Y cùng hai cation tương ứng là X^{m+} và Y^{n+}. Xét phản ứng hoá học:

$$nX(s) + mY^{n+}(aq) \longrightarrow nX^{m+}(aq) + mY(s)$$

a) Phản ứng hoá học trên thuộc loại phản ứng nào?

b) Có thể dự đoán chiều của phản ứng hoá học trên dựa vào cơ sở nào?

I CẶP OXI HOÁ – KHỬ CỦA KIM LOẠI

Trong một phản ứng oxi hoá – khử luôn có sự tham gia của chất oxi hoá (chất nhận electron) và chất khử (chất nhường electron).

Ví dụ: $\overset{0}{Zn}(s) + 2\overset{+1}{H}Cl(aq) \longrightarrow \overset{+2}{Zn}Cl_2(aq) + \overset{0}{H}_2(g)$.

1. Cho hai phản ứng sau:

$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ (1)

$Cu(s) + 2Ag^{+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ (2)

Hãy xác định chất oxi hoá, chất khử trong mỗi phản ứng trên.

Xét một quá trình có ion kim loại M^{n+} đóng vai trò là chất oxi hoá và một quá trình kim loại M đóng vai trò là chất khử như sau:

$$M^{n+} + ne \longrightarrow M$$

$$M \longrightarrow M^{n+} + ne$$

Bản in thử

Trong trường hợp trên, chất oxi hoá (dạng oxi hoá) M^{n+} và chất khử (dạng khử) M thuộc cùng một nguyên tố kim loại. Quá trình trên được viết gọn như sau:

$$M^{n+} + ne \rightleftharpoons M$$

Dạng oxi hoá — Dạng khử

Dạng oxi hoá và dạng khử của cùng một nguyên tố kim loại tạo nên cặp oxi hoá – khử của kim loại đó. Cặp oxi hoá – khử được kí hiệu chung là oxh/kh.

Ví dụ 1 Cặp oxi hoá – khử Na^+/Na, Cu^{2+}/Cu.

Một kim loại có thể có nhiều cặp oxi hoá – khử và dạng khử không nhất thiết phải là đơn chất kim loại. Chẳng hạn, sắt có các cặp oxi hoá – khử là Fe^{2+}/Fe, Fe^{3+}/Fe và Fe^{3+}/Fe^{2+}.

Ví dụ 2 Phản ứng $Ag^+(aq) + Fe^{2+}(aq) \longrightarrow Ag(s) + Fe^{3+}(aq)$ có liên quan đến hai cặp oxi hoá – khử là Ag^+/Ag và Fe^{3+}/Fe^{2+}.

2. Hãy viết cặp oxi hoá – khử của các kim loại trong dãy sau:



II THẾ ĐIỆN CỰC CHUẨN CỦA KIM LOẠI

1. Thế điện cực chuẩn

Nhúng một thanh kim loại M vào dung dịch muối của chính kim loại đó (M^{n+}) tạo thành một điện cực kim loại. Trên bề mặt thanh kim loại có cân bằng sau:

$$M^{n+}(aq) + ne \rightleftharpoons M(s) \qquad (3)$$

Tuỳ theo tính khử (bản chất) của kim loại, bề mặt thanh kim loại có thể mang lượng điện tích khác nhau, trong khi lớp dung dịch sát bề mặt kim loại mang điện tích trái dấu với điện tích trên bề mặt kim loại.

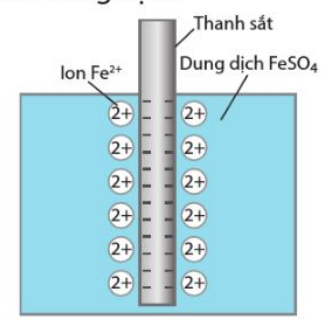
1. Viết các cặp oxi hoá – khử của các kim loại trong hai phản ứng (1) và (2) ở trên.

EM CÓ BIẾT

Khái niệm cặp oxi hoá – khử cũng được sử dụng với phi kim, với phân tử và ion đa nguyên tử. Ví dụ: $Cl_2/2Cl^-$, MnO_2/Mn^{2+}, SO_4^{2-}/SO_2, …

EM CÓ BIẾT

Khi cho thanh sắt vào dung dịch $FeSO_4$, bề mặt thanh sắt mang điện tích âm do ion Fe^{2+} từ thanh sắt chuyển vào dung dịch.



Minh hoạ bề mặt thanh sắt trong dịch $FeSO_4$

Bản in thử

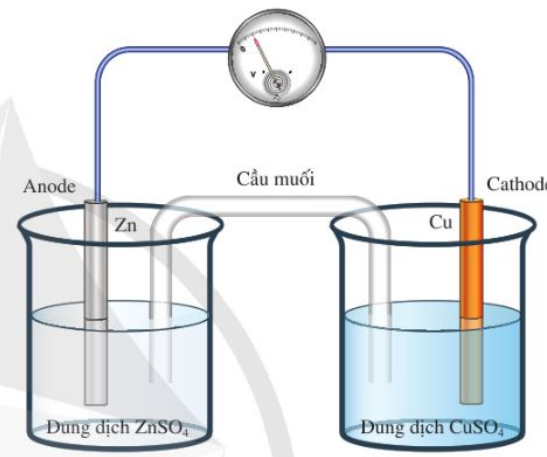
Bộ dụng cụ như minh hoạ ở Hình 10.1 gồm: cốc thuỷ tinh bên phải chứa thanh đồng nhúng trong dung dịch $CuSO_4$ 1 M, cốc thuỷ tinh bên trái chứa thanh kẽm nhúng trong dung dịch $ZnSO_4$ 1 M, cầu muối là ống thuỷ tinh đựng dung dịch KCl bão hoà.

Khi nối hai thanh kim loại bằng dây dẫn điện qua một vôn kế, kim vôn kế bị lệch đi so với ban đầu, chứng tỏ có sự xuất hiện của dòng điện chạy qua dây dẫn. Như vậy, có sự chênh lệch về điện thế giữa hai thanh kim loại. *Thế điện cực* của mỗi kim loại đồng và kẽm trong trường hợp này là khác nhau.

Thế điện cực của cặp oxi hoá – khử của kim loại trong điều kiện chuẩn (nồng độ ion kim loại trong dung dịch là 1 M, nhiệt độ 25 °C) được gọi là thế điện cực chuẩn của kim loại (hay thế khử chuẩn của kim loại), kí hiệu là $E^{\circ}_{oxh/kh}$.

Đơn vị thường sử dụng của thế điện cực là volt (V).

Thế điện cực chuẩn của cặp oxi hoá – khử càng lớn thì tính khử của dạng khử càng yếu, tính oxi hoá của dạng oxi hoá càng mạnh và ngược lại.



Hình 10.1. Bộ dụng cụ chứng minh sự xuất hiện của dòng điện

Ví dụ 3 Thế điện cực chuẩn của cặp Ag^+/Ag là 0,799 V (đây là giá trị tương đối lớn đối với cặp oxi hoá – khử của kim loại), chứng tỏ tính khử của kim loại Ag yếu, tính oxi hoá của ion Ag^+ mạnh.

2. Bảng thế điện cực chuẩn của kim loại và ứng dụng

Các số liệu về thế điện cực chuẩn của một số kim loại được cho ở Bảng 10.1.

Bảng 10.1. Giá trị thế điện cực chuẩn của một số cặp oxi hoá – khử[1]

Cặp oxi hoá – khử	Na^+/Na	Mg^{2+}/Mg	Al^{3+}/Al	Zn^{2+}/Zn	Fe^{2+}/Fe	Ni^{2+}/Ni	Sn^{2+}/Sn	Pb^{2+}/Pb
$E^{\circ}_{oxh/kh}$ (V)	–2,713	–2,356	–1,676	–0,763	–0,440	–0,257	–0,138	–0,126
Cặp oxi hoá – khử	$2H^+/H_2$	Cu^{2+}/Cu	Fe^{3+}/Fe^{2+}	Ag^+/Ag	Hg^{2+}/Hg	Pt^{2+}/Pt	Au^{3+}/Au	
$E^{\circ}_{oxh/kh}$ (V)	0	0,340	0,771	0,799	0,854	1,188	1,520	

[1] James Speight, Norbert Adolph Lange, John A. Dean, 2005, *Lange's Handbook of Chemistry*, 16th edition, McGraw-Hill.

Bản in thử

Khi biết thế điện cực chuẩn của kim loại, có thể so sánh được tính oxi hoá và tính khử giữa các cặp oxi hoá – khử cũng như dự đoán được chiều của phản ứng oxi hoá – khử.

So sánh tính oxi hoá và tính khử giữa các cặp oxi hoá – khử

Kim loại M có tính khử càng mạnh thì dạng oxi hoá M^{n+} có tính oxi hoá càng yếu, thế điện cực chuẩn của cặp oxi hoá – khử M^{n+}/M càng nhỏ và ngược lại.

Như vậy, nếu $E^{o}_{M^{n+}/M}$ càng lớn thì:

- Tính oxi hoá của M^{n+} càng mạnh.
- Tính khử của M càng yếu.

2. So sánh thế điện cực chuẩn của cặp oxi hoá – khử Fe^{2+}/Fe và Pb^{2+}/Pb.

   Từ đó, so sánh tính oxi hoá của Fe^{2+} và Pb^{2+}, tính khử của Fe và Pb.

3. Hãy sắp xếp dãy các ion sau theo chiều tăng dần tính oxi hoá: Na^{+}, Zn^{2+}, Au^{3+}, Ni^{2+}, H^{+}.

Tính khử của X mạnh hơn tính khử của Y. ← Nếu $E^{o}_{X^{m+}/X} < E^{o}_{Y^{n+}/Y}$ → Tính oxi hoá của X^{m+} yếu hơn tính oxi hoá của Y^{n+}.

Ví dụ 4 Thế điện cực chuẩn của cặp Zn^{2+}/Zn và Cu^{2+}/Cu tương ứng là –0,763 V và 0,340 V, chứng tỏ tính khử của Zn mạnh hơn tính khử của Cu và tính oxi hóa của Zn^{2+} yếu hơn tính oxi hoá của Cu^{2+}.

Dự đoán chiều phản ứng oxi hoá – khử

Nguyên tắc chung của phản ứng oxi hoá – khử xảy ra như sau:

Chất oxi hoá mạnh hơn + Chất khử mạnh hơn ⟶ Chất khử yếu hơn + Chất oxi hoá yếu hơn

Vì vậy, khi biết thế điện cực chuẩn của hai cặp oxi hoá – khử, có thể xác định được chất oxi hoá mạnh hơn và chất khử mạnh hơn; từ đó dự đoán được chiều diễn ra của phản ứng oxi hoá – khử ở điều kiện chuẩn.

Bản in thử



Hình 10.2. Hiện tượng xảy ra khi cho kim loại Cu vào dung dịch $AgNO_3$

Ví dụ 5 Do $E^o_{Ag^+/Ag}$ (0,799 V) > $E^o_{Cu^{2+}/Cu}$ (0,340 V) nên Ag^+ có tính oxi hoá mạnh hơn Cu^{2+}, Cu có tính khử mạnh hơn Ag. Vậy ở điều kiện chuẩn, phản ứng sau đây có thể diễn ra:

$$2Ag^+(aq) + Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

Thực tế, khi cho Cu vào dung dịch $AgNO_3$ sẽ thấy hiện tượng như Hình 10.2.

Ví dụ 6 Ở 25 °C, Ag có khử được Fe^{3+} trong dung dịch $Fe(NO_3)_3$ 1 M để tạo thành Fe^{2+} được không?

Từ bảng thế điện cực chuẩn, ta có:

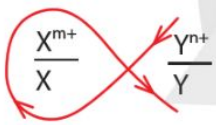
$E^o_{Ag^+/Ag}$ (0,799 V) > $E^o_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}$ (0,771 V) nên Ag^+ có tính oxi hoá mạnh hơn Fe^{3+} và Fe^{2+} có tính khử mạnh hơn Ag. Vậy ở điều kiện chuẩn, có thể diễn ra phản ứng sau đây:

$$Fe^{2+}(aq) + Ag^+(aq) \longrightarrow Fe^{3+}(aq) + Ag(s)$$

Thực tế, ở 25 °C, Ag không bị hoà tan trong dung dịch $Fe(NO_3)_3$ 1 M.

"Quy tắc alpha" dự đoán chiều phản ứng oxi hoá – khử theo thế điện cực chuẩn như sau:

Nếu $E^o_{X^{m+}/X} < E^o_{Y^{n+}/Y}$, vẽ chữ α theo chiều mũi tên như dưới đây:



Chiều phản ứng oxi hoá – khử như sau:

$$mY^{n+} + nX \longrightarrow nX^{m+} + mY$$

3. Phản ứng nào sau đây có thể xảy ra ở điều kiện chuẩn? Giải thích.

a) $Cu(s) + Fe^{3+}(aq) \rightarrow$?

b) $Ag(s) + Sn^{2+}(aq) \rightarrow$?

- Dạng oxi hoá và dạng khử của cùng một nguyên tố kim loại tạo nên cặp oxi hoá – khử của kim loại đó. Cặp oxi hoá – khử được kí hiệu chung là oxh/kh.
- Thế điện cực của cặp oxi hoá – khử của kim loại trong điều kiện chuẩn (nồng độ ion kim loại trong dung dịch là 1 M, ở nhiệt độ 25 °C) được gọi là thế điện cực chuẩn của kim loại. Thế điện cực chuẩn kí hiệu là $E^o_{oxh/kh}$, đơn vị thường dùng là volt (V).
- Nếu $E^o_{M^{n+}/M}$ càng lớn thì tính oxi hoá của M^{n+} càng mạnh, tính khử của M càng yếu và ngược lại.
- Nếu $E^o_{X^{m+}/X} < E^o_{Y^{n+}/Y}$ thì tính khử của X mạnh hơn tính khử của Y, tính oxi hoá của X^{m+} yếu hơn tính oxi hoá của Y^{n+} và chiều của phản ứng oxi hoá – khử có thể là:

$$nX + mY^{n+} \longrightarrow nX^{m+} + mY$$

Bản in thử

BÀI TẬP

Bài 1. Kim loại M tan được trong dung dịch HCl 1 M ở 25 °C tạo muối MCl_n và H_2. Hãy so sánh giá trị thế điện cực chuẩn của cặp M^{n+}/M và $2H^+/H_2$. Giải thích.

Bài 2. Cho các cặp oxi hoá – khử sau:

a) Mg^{2+}/Mg và Cu^{2+}/Cu.

b) Zn^{2+}/Zn và Fe^{2+}/Fe.

c) Ag^+/Ag và Au^{3+}/Au.

Viết các phương trình hoá học của phản ứng theo chiều tự diễn biến từ các cặp oxi hoá – khử tương ứng đã cho.

Bài 3. Thế điện cực chuẩn của cặp M^+/M (M là kim loại) bằng –3,040 V. Những phát biểu liên quan đến cặp oxi hoá – khử M^+/M nào sau đây là đúng?

(a) M là kim loại có tính khử mạnh.

(b) Ion M^+ có tính oxi hoá yếu.

(c) M là kim loại có tính khử yếu.

(d) Ion M^+ có tính oxi hoá mạnh.

Bài 4. Chromium (Cr) thường được sử dụng để mạ lên kim loại do Cr tạo được lớp phủ sáng bóng. Hãy cho biết thiết bị kim loại được mạ Cr có bền trong môi trường là dung dịch $Fe(NO_3)_2$ không. Giải thích.

Cho biết thế điện cực chuẩn của cặp Cr^{2+}/Cr là –0,910 V.

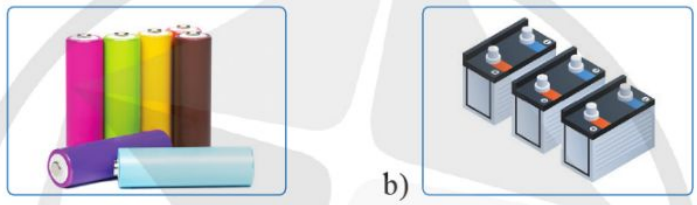
Bản in thử

Bài 11 NGUỒN ĐIỆN HOÁ HỌC

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được cấu tạo, nguyên tắc hoạt động của pin Galvani, sử dụng bảng giá trị thế điện cực chuẩn để tính được sức điện động của pin điện hoá tạo bởi hai cặp oxi hoá – khử.*
- *Nêu được ưu, nhược điểm chính một số loại pin khác như acquy (accu), pin nhiên liệu; pin mặt trời,...*
- *Lắp ráp được pin đơn giản (Pin đơn giản: hai thanh kim loại khác nhau cắm vào quả chanh, lọ nước muối,...) và đo được sức điện động của pin.*

Quan sát hình dưới đây:



Hình 11.1. Minh hoạ một số nguồn điện

Hình 11.1 mô tả một số loại pin thường được sử dụng trong đời sống. Vậy hoạt động của các pin trên dựa trên loại phản ứng hoá học nào?

EM CÓ BIẾT

Luigi Galvani (1737 – 1798, nhà bác học người Ý) là người đầu tiên quan sát thấy hiện tượng có dòng điện sinh ra khi cắm hai thanh kim loại có bản chất khác nhau vào đùi con ếch.



Luigi Galvani

Pin Galvani được coi là một loại nguồn điện hoá học đầu tiên mà con người phát minh ra.

I CẤU TẠO VÀ NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG CỦA PIN GALVANI

Những phản ứng oxi hoá – khử diễn ra theo chiều:

$$\text{Oxh (mh)} + \text{Kh (mh)} \longrightarrow \text{Kh (yh)} + \text{Oxh (yh)} \quad (1)$$

(trong đó, Oxh và Kh kí hiệu cho chất oxi hoá và chất khử; mh và yh lần lượt là mạnh hơn và yếu hơn). Các phản ứng này thường giải phóng năng lượng. Nếu hai cặp oxi hoá – khử của phản ứng trên không tiếp xúc trực tiếp

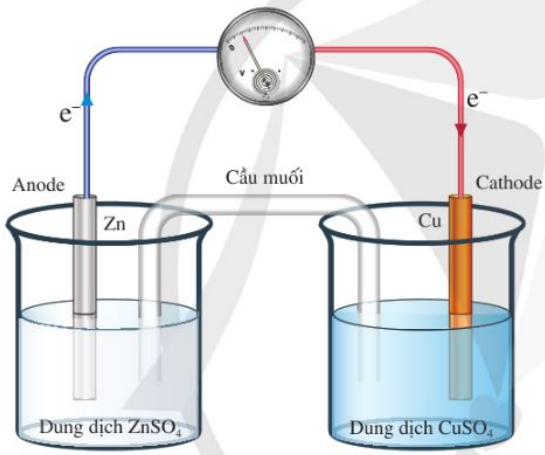
Bản in thử

với nhau và được nối với nhau qua dây dẫn điện, thì dòng electron được chuyển gián tiếp từ chất khử sang chất oxi hoá thông qua dây dẫn điện tạo thành dòng điện.

Phản ứng xảy ra trong pin điện hoá là phản ứng oxi hoá – khử gián tiếp (tức là electron không chuyển trực tiếp từ chất khử sang chất oxi hoá), năng lượng của phản ứng hoá học lúc này được giải phóng dưới dạng điện năng.

1. Cấu tạo

Một pin Galvani được tạo nên từ hai cặp oxi hoá – khử khác nhau (ví dụ Cu^{2+}/Cu và Zn^{2+}/Zn, gọi là pin Galvani Zn-Cu) thường có cấu tạo như Hình 11.2.



Hình 11.2. Pin Galvani Zn-Cu

Hai dung dịch muối trong pin Galvani được nối với nhau bởi một cầu muối.

2. Nguyên tắc hoạt động

Nguyên tắc hoạt động của pin Galvani dựa trên phản ứng oxi hóa – khử tự diễn biến, trong đó electron chuyển từ cực âm sang cực dương thông qua một dây dẫn điện.

Phản ứng hoá học diễn ra trong pin kèm theo sự giải phóng năng lượng dưới dạng điện năng.

1. Khi nhúng một thanh kẽm vào dung dịch $CuSO_4$ thì electron từ thanh kẽm sẽ chuyển trực tiếp hay gián tiếp đến ion Cu^{2+} trong dung dịch? Giải thích.

1. Hãy mô tả cấu tạo mỗi pin Galvani sau:
   a) Fe-Cu.
   b) Cu-Ag.
   c) Fe-Ag.

Trong pin điện hoá, anode là điện cực âm, nơi xảy ra quá trình oxi hoá (quá trình nhường electron); cathode là điện cực dương, nơi xảy ra quá trình khử (quá trình nhận electron).

Bản in thử

Ví dụ

Pin Galvani Zn-Cu (Hình 11.2)	
Anode (Zn) Zn nhường electron, chuyển thành ion Zn^{2+} tan vào dung dịch.	**Cathode (Cu)** Ion Cu^{2+} trong dung dịch nhận electron (từ điện cực Zn qua dây dẫn chuyển sang điện cực Cu) chuyển thành Cu bám lên điện cực Cu.
Phản ứng diễn ra trong pin là: $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$	

2. Hãy nêu nguyên tắc hoạt động của pin Galvani Zn-Ag và viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra trong pin.

Như vậy, từ hai kim loại có bản chất khác nhau nhúng trong hai dung dịch muối tương ứng được nối với nhau bởi một cầu muối, ta có thể thiết lập được một pin Galvani. Trong đó, kim loại mạnh hơn đóng vai trò anode (điện cực âm của pin), kim loại yếu hơn đóng vai trò cathode (điện cực dương của pin).

Cầu muối có vai trò trung hoà điện tích mỗi dung dịch trong pin, duy trì dòng điện trong quá trình hoạt động của pin điện hoá.

3. Sức điện động của pin điện hoá

2. Cho biết thế điện cực chuẩn của cặp

$E^{o}_{Zn^{2+}/Zn} = -0,763$ V

và $E^{o}_{Cu^{2+}/Cu} = 0,340$ V.

Hãy tìm biểu thức liên hệ hai giá trị này với giá trị sức điện động chuẩn của pin Zn-Cu (bằng 1,103 V).

Ở điều kiện chuẩn, sức điện động của pin Zn-Cu (Hình 11.2) đo được là 1,103 V.

Sức điện động chuẩn của pin (E^{o}_{pin}) tạo từ hai cặp oxi hoá – khử X^{m+}/X và Y^{n+}/Y (trong đó $E^{o}_{X^{m+}/X} < E^{o}_{Y^{n+}/Y}$) được tính theo công thức sau:

$$E^{o}_{pin} = E^{o}_{Y^{n+}/Y} - E^{o}_{X^{m+}/X}$$

3. Từ Bảng 10.1, hãy so sánh sức điện động chuẩn của pin Galvani Zn-Ni và Sn-Cu.

II THỰC HÀNH LẮP MỘT SỐ PIN ĐƠN GIẢN

Trong thực tế, có thể tạo ra dòng điện hoá học dựa trên nguyên tắc hoạt động của pin Galvani một cách đơn giản như sau: Pin tạo bởi hai điện cực kim loại khác nhau tiếp xúc với cùng một dung dịch chất điện li.

Bản in thử

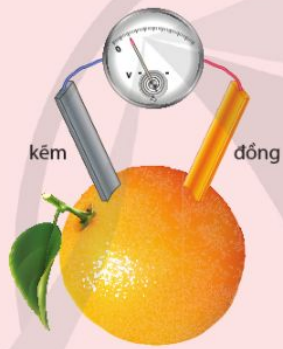
Thực hành lắp pin đơn giản

Chuẩn bị:

- Hoá chất: Hai thanh (hoặc dây) kim loại khác nhau (ví dụ đồng, kẽm,…), dung dịch chất điện li (ví dụ dung dịch HCl, H_2SO_4 loãng, NaCl,… hoặc quả chanh, quả táo,…).
- Dụng cụ: Vôn kế (hoặc đèn led nhỏ để nhận biết sự xuất hiện của dòng điện), dây dẫn, cốc thuỷ tinh.

Tiến hành:

- Cắm hai thanh (hoặc dây) kim loại vào cốc chứa dung dịch chất điện li (hoặc quả chanh, quả táo,…).
- Đo sức điện động giữa hai thanh (hoặc dây) kim loại bằng vôn kế (Hình 11.3).



Hình 11.3. Lắp ráp pin đơn giản

Yêu cầu: Quan sát và mô tả hiện tượng xảy ra.

Chú ý an toàn: Hai thanh kim loại trong pin không được chạm vào nhau.

EM CÓ BIẾT

Alessandro Volta (1745 – 1827, nhà bác học người Italia) là người đầu tiên chế tạo được pin điện từ tấm đồng và tấm kẽm cùng nhúng trong dung dịch muối ăn, do vậy loại pin này còn được gọi là pin Volta.



Alessandro Volta

III GIỚI THIỆU MỘT SỐ LOẠI PIN THÔNG DỤNG KHÁC

Pin Galvani (tạo nên từ các điện cực kim loại) ít được sử dụng trong thực tế vì có một số hạn chế nhất định. Vì vậy, người ta thường cải tiến chúng, chẳng hạn cải tiến thành loại pin khô tiện lợi hơn như pin AA, AAA, acquy, pin nhiên liệu,...

1. Tìm hiểu và cho biết một số hạn chế nếu sử dụng pin Galvani Zn-Cu trong đèn pin.

Bản in thử

1. Acquy

Acquy là một loại pin có thể tái sử dụng nhiều lần bằng cách sạc điện. Acquy thường được phân loại dựa theo bản chất vật liệu làm điện cực.

4. Hãy nêu một số trường hợp sử dụng acquy trong thực tế mà em biết.

Pin Li-ion (acquy Li-ion) được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị di động, máy tính xách tay,…; acquy chì và một số loại acquy khác được sử dụng rộng rãi trong ô tô, xe máy chủ yếu cho giai đoạn khởi động ban đầu hoặc dùng làm nguồn cung cấp năng lượng trực tiếp để chạy động cơ điện (trong xe máy điện, xe ô tô điện,...).

Ưu điểm

Vòng đời sử dụng được kéo dài do có thể nạp lại để tái sử dụng mà không cần phải thay thế viên pin.

Nhược điểm

Chi phí sản xuất acquy thường lớn hơn so với pin thông thường; acquy cũ, hỏng không được thu gom và xử lí đúng cách sẽ gây ô nhiễm môi trường bởi các thành phần kim loại, hoá chất cũng như lớp vỏ của acquy (làm bằng nhựa khó phân huỷ).

2. Pin nhiên liệu

Pin nhiên liệu là loại pin biến đổi trực tiếp năng lượng hoá học (hoá năng) thành điện năng nhờ quá trình oxi hoá gián tiếp nhiên liệu (hydrogen, alcohol,…) diễn ra trong pin. Chất oxi hoá thường dùng trong pin nhiên liệu là oxygen.

Ưu điểm

Tạo điện năng trực tiếp từ phản ứng hoá học nên có hiệu suất chuyển hoá từ nhiên liệu sang điện năng cao.

Pin nhiên liệu hydrogen không tạo ra các sản phẩm gây ô nhiễm môi trường.

Nhược điểm

Giá thành pin nhiên liệu cao vì cấu tạo phức tạp của pin (gồm các điện cực phủ xúc tác, lớp màng đặc biệt giữa hai điện cực, dung dịch trong pin,…) cũng như phải có bộ phận lưu trữ nhiên liệu đặc biệt là hydrogen.

Bản in thử

3. Pin mặt trời

Pin mặt trời là loại pin biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng. Pin mặt trời phổ biến nhất hiện nay là pin silicon.

3. Mỗi phát biểu sau đây là đúng hay sai?
a) Pin mặt trời biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng.
b) Pin mặt trời là nguồn năng lượng xanh.
c) Khi hoạt động, pin mặt trời không gây hiệu ứng nhà kính.
d) Khi hoạt động, pin mặt trời gây mưa acid và làm Trái Đất nóng lên.

Ưu điểm

Sử dụng nguồn năng lượng vô tận là ánh sáng mặt trời, không tạo ra bất cứ sản phẩm hoá học nào trong quá trình hoạt động nên thân thiện với môi trường.

Nhược điểm

Chỉ sinh ra dòng điện khi có ánh sáng mặt trời, công suất dòng điện tỉ lệ với cường độ ánh sáng. Khi pin hết hạn sử dụng, việc xử lí không đúng cách sẽ gây ô nhiễm môi trường đất.

2. Tìm hiểu và giải thích những vùng miền nào ở Việt Nam thích hợp với việc phát triển điện mặt trời.

- Pin Galvani thường được tạo nên từ hai kim loại khác nhau nhúng trong hai dung dịch muối tương ứng, hai dung dịch muối được nối với nhau thông qua cầu muối.
- Nguyên tắc hoạt động của pin Galvani: Dòng điện sinh ra từ phản ứng oxi hoá – khử gián tiếp và tự diễn biến.
- Sức điện động chuẩn của pin Galvani tạo từ hai cặp oxi hoá – khử X^{m+}/X và Y^{n+}/Y được tính theo công thức: $E^{\circ}_{pin} = E^{\circ}_{Y^{n+}/Y} - E^{\circ}_{X^{m+}/X}$, trong đó $E^{\circ}_{X^{m+}/X} < E^{\circ}_{Y^{n+}/Y}$.
- Các nguồn điện khác như acquy, pin nhiên liệu, pin mặt trời,... có những ưu, nhược điểm nhất định.

Bản in thử

BÀI TẬP

Bài 1. Sử dụng bảng thế điện cực chuẩn, xác định sức điện động chuẩn của pin Galvani tạo bởi các cặp oxi hoá – khử sau, đồng thời chỉ ra điện cực dương, điện cực âm của pin trong mỗi trường hợp:

a) Ni^{2+}/Ni và Ag^{+}/Ag.

b) Zn^{2+}/Zn và $2H^{+}/H_2$.

Bài 2. Nêu ý kiến của em về nhận định: Pin nhiên liệu hydrogen và pin mặt trời sẽ ngày càng được sử dụng rộng rãi trong tương lai.

Bài 3. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về pin Galvani?

A. Anode là điện cực dương.

B. Cathode là điện cực âm.

C. Ở điện cực âm xảy ra quá trình oxi hoá.

D. Dòng electron di chuyển từ cathode sang anode.

Bài 4. Những phát biểu nào sau đây là đúng?

a) Phản ứng hoá học xảy ra trong pin Galvani là phản ứng tự diễn biến.

b) Trong pin Galvani, điện cực âm là nơi xảy ra quá trình khử.

c) Sức điện động của pin Galvani là hiệu điện thế giữa hai điện cực.

d) Pin Galvani tạo ra dòng điện từ quá trình vật lí.

Bài 5. Cho phản ứng trong một pin Galvani như sau:

$2Cr(s) + 3Cu^{2+}(aq) \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3Cu(s)$

Hãy cho biết quá trình xảy ra ở anode và cathode khi pin hoạt động.

Bản in thử

Bài 12 ĐIỆN PHÂN

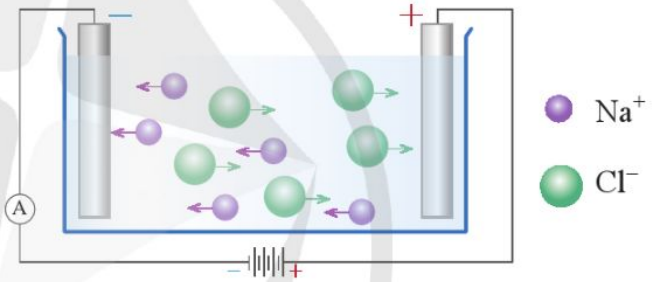
Học xong bài học này, em có thể:

- *Trình bày được nguyên tắc (thứ tự) điện phân dung dịch, điện phân nóng chảy.*
- *Thực hiện được (hoặc quan sát video) thí nghiệm điện phân dung dịch copper(II) sulfate, dung dịch sodium chloride (tự chế tạo nước Javel để tẩy rửa).*
- *Nêu được ứng dụng của một số hiện tượng điện phân trong thực tiễn (mạ điện, tinh chế kim loại).*
- *Trình bày được giai đoạn điện phân aluminium oxide trong sản xuất nhôm (aluminium), tinh luyện đồng (copper) bằng phương pháp điện phân, mạ điện.*

Hình 12.1 mô tả sự chuyển động của các ion về các điện cực trong bình điện phân.

a) Giải thích sự chuyển động của các ion về các điện cực.

b) Dự đoán quá trình oxi hoá, quá trình khử xảy ra ở điện cực nào.



Hình 12.1. Mô hình bình điện phân sodium chloride nóng chảy

I KHÁI NIỆM VÀ THỨ TỰ ĐIỆN PHÂN

1. Khái niệm điện phân

Trong pin điện hoá, điện năng được sinh ra từ phản ứng oxi hoá – khử *tự diễn biến*. Đối với phản ứng oxi hoá – khử *không tự diễn biến*, về nguyên tắc, có thể làm cho phản ứng xảy ra bằng cách sử dụng dòng điện. Phản ứng này được gọi là phản ứng điện phân.

Điện phân là quá trình oxi hoá – khử xảy ra trên bề mặt các điện cực dưới tác dụng của dòng điện một chiều đi qua dung dịch chất điện li hoặc chất điện li nóng chảy.

Ví dụ 1 Sodium chloride (NaCl) nóng chảy điện li thành các ion Na^+ và Cl^- chuyển động tự do. Trong điện trường, các ion sẽ di chuyển về các cực trái dấu (Hình 12.1). Ở một hiệu điện thế đủ lớn, trên bề mặt các điện cực xảy ra các quá trình:

Cực âm (cathode)	quá trình khử ion Na^+	$Na^+ + e \rightarrow Na$
Cực dương (anode)	quá trình oxi hoá ion Cl^-	$Cl^- \rightarrow \frac{1}{2}Cl_2 + e$

Bản in thử

1. Vì sao phải điện phân NaCl ở trạng thái nóng chảy để điều chế Na? Có thể điện phân NaCl rắn được không?

Phương trình hoá học của phản ứng điện phân NaCl nóng chảy:

$$NaCl(l) \rightarrow Na(l) + \frac{1}{2}Cl_2(g)$$

2. Thứ tự điện phân

Trong trường hợp có nhiều ion cùng dấu xuất hiện tại mỗi điện cực, về lí thuyết, thứ tự điện phân các ion đó phụ thuộc vào khả năng nhường hoặc nhận electron của chúng.

Nguyên tắc:

- Ở cực âm, chất[1] có tính oxi hoá mạnh hơn (dễ nhận electron hơn) được ưu tiên điện phân trước.
- Ở cực dương, chất có tính khử mạnh hơn (dễ nhường electron hơn) được ưu tiên điện phân trước.

1. Hãy viết phương trình hoá học của phản ứng điện phân xảy ra khi điện phân dung dịch $CuCl_2$ bằng điện cực trơ (than chì).

Ví dụ 2 Điện phân dung dịch NaCl bão hoà với điện cực trơ, có màng ngăn[2]. Trong dung dịch nước, NaCl điện li thành Na^+ và Cl^-.

$$NaCl(aq) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$

Tại điện cực âm có ion Na^+ và H_2O. Vì H_2O (bản chất là H^+ của phân tử H_2O) dễ nhận electron hơn Na^+ nên ưu tiên xảy ra quá trình:

$$2H_2O(l) + 2e \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$$

Tại điện cực dương có Cl^- và H_2O. Trong điều kiện này, Cl^- được ưu tiên điện phân trước theo quá trình:

$$2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e$$

Phương trình hoá học của phản ứng điện phân:

$$2NaCl(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + Cl_2(g) + 2NaOH(aq)$$

[1] "Chất" được hiểu là ion hoặc phân tử.

[2] Là màng ngăn cho phép dung dịch đi qua nhưng ngăn không cho các phân tử khí đi qua.

Bản in thử

Khi điện phân dung dịch NaCl với điện cực trơ và không có màng ngăn, trong quá trình điện phân, NaOH sinh ra ở cathode sẽ phản ứng với khí Cl_2 sinh ra ở anode theo phương trình hoá học:

$2NaOH(aq) + Cl_2(aq) \rightarrow NaOCl(aq) + NaCl(aq) + H_2O(l)$

Dung dịch sản phẩm thu được gọi là nước Javel.

Thí nghiệm 1. Điện phân dung dịch sodium chloride không màng ngăn để điều chế nước Javel

Chuẩn bị:

- Hoá chất: Dung dịch NaCl bão hoà.
- Dụng cụ: Cốc thuỷ tinh loại 100 mL, hai điện cực than chì, nguồn điện một chiều 6 V (hoặc pin 6 V), dây dẫn điện.

Tiến hành: Nhúng hai điện cực vào cốc đựng khoảng 60 mL dung dịch NaCl bão hoà, rồi nối hai điện cực với nguồn điện bằng dây dẫn điện để tiến hành điện phân. Thời gian điện phân tối thiểu là 5 phút.

Yêu cầu: Quan sát và mô tả hiện tượng xảy ra.

Chú ý: Không để hai điện cực đã nối nguồn điện chạm vào nhau; đeo khẩu trang và thực hiện thí nghiệm ở nơi thoáng khí hoặc trong tủ hút.

Thí nghiệm 2. Điện phân dung dịch copper(II) sulfate

Chuẩn bị:

- Hoá chất: Dung dịch $CuSO_4$ 0,5 M.
- Dụng cụ: Cốc thuỷ tinh loại 100 mL, hai điện cực than chì, nguồn điện một chiều 6 V (hoặc pin 6 V), dây dẫn điện.

Tiến hành: Nhúng hai điện cực vào cốc đựng khoảng 60 mL dung dịch $CuSO_4$ 0,5 M rồi nối hai điện cực với nguồn điện để tiến hành điện phân. Thời gian điện phân tối thiểu là 5 phút.

Yêu cầu: Quan sát và mô tả hiện tượng xảy ra.

Chú ý: Không để hai điện cực đã nối nguồn điện chạm vào nhau.

II ỨNG DỤNG CỦA ĐIỆN PHÂN TRONG THỰC TIỄN

Điện phân có nhiều ứng dụng quan trọng trong thực tiễn, như sản xuất kim loại mạnh (Na, Al,…), mạ điện, tinh chế kim loại,…

2. Đối với quá trình điện phân dung dịch NaCl bão hoà không có màng ngăn:

a) Hãy viết các quá trình oxi hoá và quá trình khử tại mỗi điện cực. Viết phương trình hoá học của quá trình điện phân.

b) Vì sao sản phẩm thu được trong Thí nghiệm 1 là nước Javel (chứa NaOCl) mà không phải là NaOH? Giải thích.

1. Tìm hiểu ứng dụng của nước Javel. Đề xuất thí nghiệm đơn giản để chứng minh rằng dung dịch nước Javel có tính tẩy màu.

3. Cho biết trong Thí nghiệm 2, tại điện cực dương, H_2O điện phân trước ion SO_4^{2-} theo quá trình sau:

$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e$

Xác định các sản phẩm thu được trong Thí nghiệm 2. Viết phương trình hoá học của quá trình điện phân.

2. Hãy sắp xếp thứ tự điện phân các ion dương ở cực âm khi tiến hành điện phân dung dịch gồm: $FeCl_2$ 1 M, $CuCl_2$ 1 M và HCl 1 M.

Bản in thử

2. Hãy tìm hiểu và cho biết vì sao không điện phân nóng chảy $AlCl_3$ trong sản xuất nhôm.

3. Trong sản xuất nhôm bằng phương pháp điện phân, điện cực than chì được sử dụng ở cả cực dương và cực âm. Người ta nhận thấy, trong quá trình điện phân, điện cực dương bị hao mòn nhanh hơn điện cực âm. Hãy tìm hiểu và giải thích hiện tượng trên.

Ví dụ 3 Sản xuất Al bằng phương pháp điện phân.

Các phản ứng điện phân tại các điện cực khi điện phân Al_2O_3 nóng chảy trong quá trình sản xuất nhôm như sau:

Ở cực âm xảy ra sự khử ion Al^{3+}:

$$Al^{3+} + 3e \longrightarrow Al$$

Ở cực dương xảy ra sự oxi hoá ion O^{2-}:

$$O^{2-} \longrightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2e$$

Phương trình hoá học của phản ứng điện phân:

$$2Al_2O_3(l) \longrightarrow 4Al(l) + 3O_2(g)$$

Trong thực tế, Al_2O_3 nóng chảy ở nhiệt độ rất cao (2 072 °C). Bằng cách thêm cryolite[1] (Na_3AlF_6), nhiệt độ nóng chảy của hỗn hợp còn khoảng 1 000 °C, từ đó tiết kiệm được nhiều năng lượng cũng như giảm giá thành chế tạo bể điện phân.

EM CÓ BIẾT

Khi điện phân dung dịch $CuSO_4$ sử dụng kim loại đồng làm điện cực dương, sẽ xảy ra quá trình sau:

Ở cực dương: Điện cực đồng tan ra:

$$Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e$$

Ở cực âm: Đồng sinh ra bám vào vật cần mạ:

$$Cu^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Cu(s)$$

Hai quá trình này giữ cho nồng độ $CuSO_4$ trong bình điện phân không đổi.

Ví dụ 4 Mạ điện bằng phương pháp điện phân

Mạ điện là quá trình phủ một lớp kim loại lên bề mặt kim loại khác bằng phương pháp điện phân. Trong quá trình mạ điện, vật cần mạ được gắn với cực âm của nguồn điện, còn kim loại mạ được gắn với cực dương và cùng nhúng trong dung dịch chứa ion kim loại cần mạ. Khi có dòng điện chạy qua, các ion kim loại sẽ di chuyển về cực âm, bị khử thành kim loại và phủ lên bề mặt vật cần mạ. Trong thực tế, để thu được lớp mạ sáng bóng, có độ bám tốt thì còn phải chú ý nhiều yếu tố khác như pH, nhiệt độ cũng như thành phần và nồng độ các chất trong dung dịch, mật độ dòng điện[2],...

Mạ điện được sử dụng rộng rãi trong thực tế để mạ lớp kim loại vừa có tác dụng bảo vệ vật dụng, vừa có tác dụng trang trí.

[1] Ngoài vai trò làm giảm nhiệt độ nóng chảy của hỗn hợp, cryolite còn làm tăng độ dẫn điện của hỗn hợp nóng chảy, từ đó làm tăng hiệu suất điện phân, bên cạnh đó còn tạo lớp xỉ ngăn nhôm sinh ra không bị oxi hoá bởi không khí.

[2] Là tỉ lệ giữa cường độ dòng điện và tiết diện vật dẫn điện.

Bản in thử



a) Đồng hồ mạ vàng



b) Ấm trà mạ bạc



c) Vòi nước mạ chromium

Hình 12.2. Một số vật dụng, thiết bị được mạ điện

Ví dụ 5 Tinh luyện đồng bằng phương pháp điện phân

Đồng có độ tinh khiết cao có khả năng dẫn điện tốt, bền về mặt hoá học nên được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử. Đồng có độ tinh khiết cao có thể thu được từ đồng có độ tinh khiết thấp qua quá trình tinh luyện bằng phương pháp điện phân, trong đó:

- Dung dịch chất điện li là dung dịch $CuSO_4$.
- Cực dương làm bằng tấm đồng có độ tinh khiết thấp.
- Cực âm làm bằng tấm đồng có độ tinh khiết cao.

Khi dòng điện chạy qua dung dịch, các ion đồng bị điện phân bám lên cực âm tạo lớp đồng tinh khiết. Đồng trong cực dương bị tan ra, các tạp chất lắng xuống đáy bể dưới dạng "bùn dương cực".

4. Tìm hiểu trong thực tế và chỉ ra những ví dụ về việc sử dụng mạ điện với mục đích bảo vệ, mạ điện với mục đích trang trí.

- Điện phân là quá trình oxi hoá – khử xảy ra trên bề mặt các điện cực dưới tác dụng của dòng điện một chiều đi qua dung dịch chất điện li hoặc chất điện li nóng chảy.
- Thứ tự điện phân: Ở cực âm, chất có tính oxi hoá mạnh hơn được ưu tiên điện phân trước; ở cực dương, chất có tính khử mạnh hơn được ưu tiên điện phân trước.
- Điện phân có nhiều ứng dụng quan trọng trong thực tiễn như: sản xuất kim loại mạnh (Na, Al,…), mạ điện, tinh chế kim loại,…

Bản in thử

BÀI TẬP

Bài 1. Chọn những phát biểu đúng:

(a) Phản ứng xảy ra trong pin điện hoá là tự diễn biến, trong bình điện phân là không tự diễn biến.

(b) Phản ứng xảy ra trong pin điện hoá là không tự diễn biến, trong bình điện phân là tự diễn biến.

(c) Cực dương của bình điện phân được gọi là anode, của pin điện hoá được gọi là cathode.

(d) Cực dương của bình điện phân được gọi là cathode, của pin điện hoá được gọi là anode.

Bài 2. Xét quá trình sản xuất nhôm được thực hiện theo phương pháp điện phân Al_2O_3 nóng chảy với điện cực than chì.

a) Giải thích vì sao thực tế thành phần thể tích khí bay ra ở cực dương gồm CO (30% – 50%) và CO_2 (70% – 50%) mà không phải là O_2.

b) Trung bình để sản xuất được 1 tấn Al thì lượng điện cực than chì bị tiêu hao do phản ứng oxi hoá là bao nhiêu? Giả thiết thành phần khí bay ra ở cực dương gồm 50% CO và 50% CO_2 về thể tích.

Bản in thử

CHỦ ĐỀ 6

ĐẠI CƯƠNG VỀ KIM LOẠI

Bài 13 CẤU TẠO VÀ TÍNH CHẤT VẬT LÍ CỦA KIM LOẠI

Học xong bài học này, em có thể:

- *Trình bày được đặc điểm cấu tạo của nguyên tử kim loại và tinh thể kim loại.*
- *Nêu được đặc điểm của liên kết kim loại.*
- *Giải thích được một số tính chất vật lí chung của kim loại (tính dẻo, tính dẫn điện, tính dẫn nhiệt, tính ánh kim).*
- *Trình bày được ứng dụng từ tính chất vật lí chung và riêng của kim loại.*

Trong cầu chì có một đoạn dây kim loại, thường là kim loại chì, có tác dụng ngắt dòng điện khỏi thiết bị khi có sự cố gia tăng nhiệt.

a) Ứng dụng trên dựa vào tính chất vật lí nào của kim loại chì?

b) Các kim loại có những tính chất vật lí chung nào? Vì sao?



Hình 13.1. Một loại cầu chì

I ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO VÀ LIÊN KẾT KIM LOẠI

1. Đặc điểm cấu tạo của nguyên tử kim loại

Nguyên tử kim loại có các đặc điểm sau:

Nguyên tử của các kim loại thường có ít electron ở lớp ngoài cùng.

Bán kính của nguyên tử kim loại thường lớn hơn khá nhiều so với bán kính của nguyên tử phi kim cùng chu kì.

→ Các electron hoá trị ở lớp vỏ ngoài cùng của nguyên tử kim loại chịu lực hút yếu của hạt nhân.

Bản in thử

2. Cấu tạo tinh thể kim loại

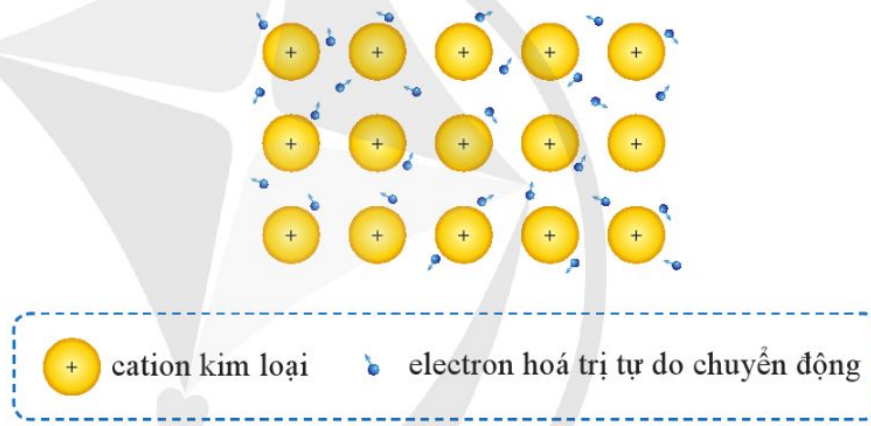
Ở điều kiện thường, trừ thuỷ ngân (mercury) ở thể lỏng, các kim loại khác đều tồn tại ở thể rắn và có cấu tạo tinh thể.

Trong tinh thể kim loại, do chịu lực hút yếu của hạt nhân nguyên tử nên electron hoá trị dễ tách ra khỏi nguyên tử, tạo thành electron hoá trị tự do và cation kim loại. Vì vậy, tinh thể kim loại chứa các cation kim loại sắp xếp theo trật tự nhất định cùng với electron hoá trị chuyển động tự do trong tinh thể (Hình 13.2).

3. Liên kết kim loại

Liên kết kim loại là liên kết được hình thành từ lực hút tĩnh điện giữa các cation kim loại và các electron hoá trị tự do trong tinh thể kim loại.

1. Trong mạng tinh thể kim loại, các electron hoá trị tự do chuyển động theo một hướng hay theo nhiều hướng?



Hình 13.2. Mô hình mô tả khái quát cation kim loại và các electron hoá trị tự do trong tinh thể kim loại

II TÍNH CHẤT VẬT LÍ VÀ MỘT SỐ ỨNG DỤNG CỦA KIM LOẠI

1. Tính chất vật lí chung và ứng dụng

Các kim loại ở trạng thái rắn đều có tính dẻo, dẫn điện, dẫn nhiệt và có ánh kim. Các tính chất này chủ yếu do các electron hoá trị tự do trong tinh thể kim loại gây ra.

a) Tính dẻo

Kim loại có tính dẻo. Biểu hiện của tính dẻo ở kim loại là dễ rèn, dễ dát mỏng và dễ kéo sợi. Các kim loại có tính dẻo cao là vàng, bạc, nhôm, đồng, thiếc và sắt. Tính chất này là do

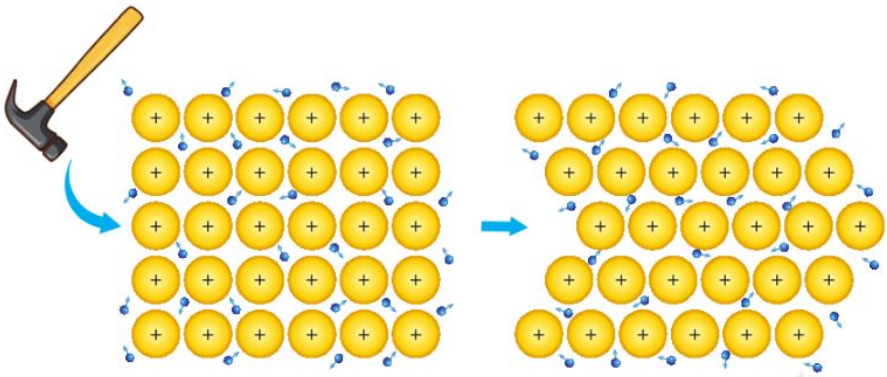
1. Nhờ tính chất vật lí nào mà ta có thể uốn cong được kim loại?



Dây kim loại được uốn cong

Bản in thử

các cation kim loại trong tinh thể kim loại có thể trượt lên nhau mà không tách rời nhờ lực hút tĩnh điện giữa chúng với các electron hoá trị tự do (Hình 13.3).



Hình 13.3. Minh hoạ quá trình trượt của các cation kim loại khi bị tác động bởi lực



a) Sắt được rèn để làm vật dụng



b) Vàng được kéo sợi thành chỉ để khâu trang trí

Hình 13.4. Một số ứng dụng của kim loại dựa trên tính dẻo

Nhờ rất dẻo nên vàng, bạc được dùng để chế tác thành đồ trang sức với nhiều kiểu dáng hay làm vật liệu nha khoa; đồng và hợp kim của đồng được dùng để đúc tượng, sản xuất vật gia dụng, đồ trang trí,...

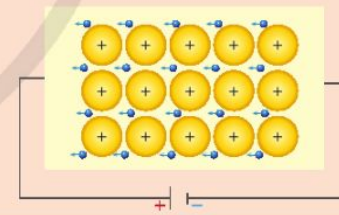
b) Tính dẫn điện

Khi đặt một hiệu điện thế vào hai đầu dây kim loại, dưới tác động của điện trường, các electron hoá trị tự do đang chuyển động hỗn loạn trong tinh thể kim loại sẽ chuyển động thành dòng, có hướng từ cực âm đến cực dương, tạo thành dòng điện.

Kim loại dẫn điện tốt nhất là bạc, sau đó đến đồng, vàng, nhôm, sắt,...

Đồng được sử dụng phổ biến làm lõi dây dẫn điện phục vụ sản xuất và sinh hoạt gia đình. Nhôm được sử dụng làm dây dẫn điện cao thế do dẫn điện tốt, đồng thời có khối lượng riêng nhỏ hơn và giá thành thấp hơn so với đồng.

2. Dưới đây là mô hình mô tả tính chất nào của kim loại? Giải thích.



c) Tính dẫn nhiệt

Khi đốt nóng một đầu dây kim loại, các electron hoá trị tự do ở vùng nhiệt độ cao có động năng lớn hơn di chuyển đến vùng có nhiệt độ thấp hơn trong tinh thể kim loại và truyền năng lượng cho các cation kim loại ở đây.

Bản in thử

Nhìn chung, các kim loại dẫn điện tốt thì thường dẫn nhiệt tốt.

Những kim loại dẫn nhiệt tốt được sử dụng làm vật liệu truyền nhiệt và tản nhiệt. Ví dụ, nhờ dẫn nhiệt tốt nên nhôm và các hợp kim của nhôm được dùng làm dụng cụ nhà bếp[1] (Hình 13.5a) hoặc làm vật liệu tản nhiệt trong các thiết bị (Hình 13.5b).

Bộ phận tản nhiệt giúp truyền nhiệt sinh ra từ hoạt động của các thiết bị (trong máy tính, điện thoại,…) ra môi trường bên ngoài để tránh làm hại các thiết bị.



a) Giấy nhôm được dùng trong chế biến thực phẩm



b) Các thanh nhôm dùng làm thanh tản nhiệt trong các thiết bị

Hình 13.5. Một số ứng dụng của nhôm, hợp kim của nhôm dựa trên tính dẫn nhiệt tốt

d) Ánh kim

Các electron hoá trị tự do trong tinh thể kim loại phản xạ hầu hết những tia sáng mà mắt con người nhìn thấy được, do đó kim loại có bề ngoài sáng lấp lánh, còn gọi là ánh kim.

2. Dựa vào những tính chất vật lí nào mà vàng được sử dụng làm đồ trang sức?



a) Vòng tay



b) Phù điêu

Hình 13.6. Vòng tay, phù điêu có bề ngoài sáng lấp lánh nhờ tính ánh kim của vật liệu kim loại

3. Giải thích vì sao các kim loại đều có tính chất vật lí chung là dẫn điện, dẫn nhiệt, tính dẻo và có ánh kim.

Các kim loại có ánh kim mạnh như vàng và bạc phù hợp để làm đồ trang sức, vật trang trí, tiền kim loại. Bạc và nhôm còn được tráng lên thuỷ tinh để làm gương soi.

[1] Hiện nay, cần thận trọng khi sử dụng các dụng cụ nhà bếp làm từ nhôm hoặc hợp kim của nhôm vì có thể gây ảnh hưởng đến sức khoẻ.

Bản in thử

2. Tính chất vật lí riêng và một số ứng dụng

Kim loại còn có một số tính chất vật lí riêng như khối lượng riêng, nhiệt độ nóng chảy và tính cứng. Các kim loại khác nhau có tính chất vật lí riêng khác nhau. Tuỳ thuộc tính chất vật lí riêng của mỗi kim loại mà chúng được sử dụng với các mục đích khác nhau.

Kim loại nhẹ (là kim loại có khối lượng riêng nhỏ hơn 5 g cm^{-3}) như magnesium, aluminium thường được dùng để chế tạo các hợp kim nhẹ. Kim loại nặng như sắt, tungsten được dùng để tạo các hợp kim nặng.

Nhờ có nhiệt độ nóng chảy tương đối thấp nên chì, cadmium, thiếc trắng được sử dụng làm dây chảy trong cầu chì. Do có nhiệt độ nóng chảy cao, tungsten được sử dụng làm dây tóc bóng đèn trong loại đèn sợi đốt.

Vì rất cứng nên chromium là kim loại được mạ bên ngoài các sản phẩm để bảo vệ sản phẩm và hạn chế sự mài mòn. Nhờ có độ cứng vừa phải và dẻo nên nhôm là vật liệu kim loại dễ gia công để làm khung cửa, làm lon hoặc hộp,...





a) b)

Hình 13.8. Nhờ tính dẻo và có độ cứng vừa phải nên nhôm dễ gia công (a) và tạo hình (b)

3. Khi tàu thuyền neo đậu, mỏ neo của chúng sẽ được thả xuống đáy sông. Kim loại nặng hay kim loại nhẹ sẽ được dùng để chế tạo mỏ neo? Giải thích.





Hình 13.7. Loại đèn sợi đốt có dây tóc bóng đèn làm bằng tungsten

Tìm hiểu những vật dụng, thiết bị được làm từ vật liệu kim loại trong gia đình em. Cho biết chúng được làm từ kim loại gì và ứng dụng đó dựa trên tính chất nào của kim loại.

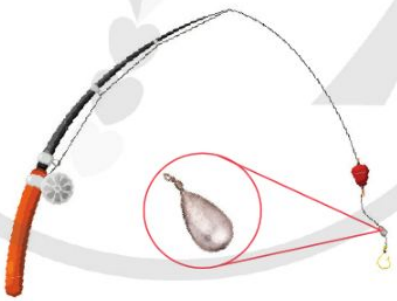
Bản in thử

- Ở điều kiện thường, các kim loại tồn tại ở thể rắn và có cấu tạo tinh thể (trừ thuỷ ngân). Tinh thể kim loại chứa cation kim loại sắp xếp theo trật tự nhất định cùng electron hoá trị chuyển động tự do.
- Liên kết kim loại là liên kết được hình thành từ lực hút tĩnh điện giữa các cation kim loại và các electron hoá trị tự do trong tinh thể kim loại.
- Kim loại có tính dẻo, tính dẫn điện, tính dẫn nhiệt, ánh kim,...
- Nhiều ứng dụng của kim loại dựa vào tính chất vật lí của kim loại.

BÀI TẬP

Bài 1. Chỉ ra sự khác nhau giữa liên kết kim loại và liên kết ion.

Bài 2. Vì sao người ta thường buộc một mẩu chì vào dây của cần câu? Vì sao không dùng mẩu nhôm có giá thành thấp hơn thay cho mẩu chì?



Bài 3. Dây chảy là một chi tiết trong cầu chì có tác dụng ngắt dòng điện khỏi thiết bị, bảo vệ thiết bị khi xảy ra sự cố làm tăng nhiệt độ. Khi dây chảy (thường làm bằng chì) trong cầu chì bị đứt, có nên dùng đoạn dây đồng hoặc thép (thành phần chính là sắt) để làm dây chảy thay thế không? Giải thích.

Bản in thử

Bài 14 TÍNH CHẤT HOÁ HỌC CỦA KIM LOẠI

Học xong bài học này, em có thể:

- *Trình bày được phản ứng của kim loại với phi kim (chlorine, oxygen, sulfur) và viết được các phương trình hoá học.*
- *Thực hiện được một số thí nghiệm của kim loại tác dụng với phi kim, acid (HCl, H_2SO_4), muối.*
- *Sử dụng bảng giá trị thế điện cực chuẩn của một số cặp oxi hoá – khử phổ biến của ion kim loại/kim loại (có bổ sung thế điện cực chuẩn của các cặp $H_2O/OH^- + ½ H_2$; $2H^+/H_2$) để giải thích được các trường hợp kim loại phản ứng với nước, dung dịch muối, dung dịch HCl, H_2SO_4 loãng và đặc.*

Ở nhiệt độ thường, những kim loại nào có thể phản ứng được với dung dịch HCl 1 M, những kim loại nào có thể phản ứng được với H_2O để tạo ra H_2? Giải thích.

Trong các phản ứng hoá học, nguyên tử kim loại dễ nhường electron hoá trị để tạo thành cation kim loại:

$$M \rightarrow M^{n+} + ne$$

Vì vậy, tính chất đặc trưng của kim loại là tính khử.

Mức độ thể hiện tính khử của kim loại thường tương ứng với độ hoạt động hoá học của nó.

Tính khử của kim loại được thể hiện qua phản ứng với các chất oxi hoá như phi kim, nước, ion kim loại trong dung dịch muối và dung dịch acid.

1. Dựa vào Bảng 10.1, hãy sắp xếp các kim loại sau đây theo chiều giảm dần tính khử: Al, Na, K, Fe, Cu.

I TÁC DỤNG VỚI PHI KIM

Nhiều kim loại tác dụng được với các phi kim như oxygen, lưu huỳnh, halogen,...

Bản in thử

1. Viết phương trình hoá học của phản ứng giữa kim loại kẽm với mỗi chất sau: oxygen, sulfur và chlorine.

Thí nghiệm 1. Kim loại tác dụng với oxygen trong không khí

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Băng magnesium dài khoảng 3 cm – 5 cm.

– Dụng cụ: Đèn cồn, bật lửa, kẹp đốt hoá chất.

Tiến hành: Dùng kẹp đốt hoá chất đưa đoạn băng magnesium vào ngọn lửa đèn cồn.

Yêu cầu: Quan sát và giải thích hiện tượng, viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra.

Ví dụ 1

$$\overset{0}{4Al}(s) + 3\overset{0}{O_2}(g) \rightarrow 2\overset{+3}{Al_2}\overset{-2}{O_3}(s)$$

$$\overset{0}{2Mg}(s) + \overset{0}{O_2}(g) \rightarrow 2\overset{+2}{Mg}\overset{-2}{O}(s)$$

$$\overset{0}{Cu}(s) + \overset{0}{Cl_2}(g) \rightarrow \overset{+2}{Cu}\overset{-1}{Cl_2}(s)$$

$$\overset{0}{2Na}(s) + \overset{0}{S}(s) \rightarrow \overset{+1}{Na_2}\overset{-2}{S}(s)$$

a) Kim loại nhôm tác dụng được với nước. Tuy nhiên, phản ứng nhanh chóng dừng lại vì sản phẩm hydroxide không tan ngăn cản nhôm phản ứng với nước.

b) Ở nhiệt độ cao, magnesium phản ứng với hơi nước để tạo ra hydrogen và magnesium oxide.

II TÁC DỤNG VỚI NƯỚC

Trong môi trường trung tính, có:

$$2H_2O + 2e \rightleftharpoons H_2 + 2OH^- \text{ với } E_{2H_2O/2OH^- + H_2} = -0,413 \text{ V}$$

Cặp oxi hoá – khử M^{n+}/M có giá trị thế điện cực chuẩn nhỏ hơn –0,413 V thì kim loại M có thể tác dụng với nước ở nhiệt độ thường tạo thành hydroxide và khí hydrogen.

Ví dụ 2 Do $E^o_{Na^+/Na} = -2,713$ V nên natri phản ứng với nước:

$$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$$

Khả năng và mức độ phản ứng với nước của một số kim loại được tóm tắt như sau:

Thế điện cực chuẩn	Nhỏ hơn –0,413 V		Lớn hơn –0,413 V
Kim loại	K, Na, Ca, Ba	Mg	Ni, Sn, Pb, Cu, Ag, Au,…
Mức độ phản ứng với nước	Phản ứng nhanh ở nhiệt độ thường	Phản ứng rất chậm ở nhiệt độ thường, phản ứng nhanh hơn khi đun nóng	Không phản ứng dù ở nhiệt độ cao

Bản in thử

III TÁC DỤNG VỚI DUNG DỊCH MUỐI

Thí nghiệm 2. Phản ứng của kim loại với dung dịch muối

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Đinh sắt đã được đánh sạch bề mặt, dung dịch copper(II) sulfate 1 M.

– Dụng cụ: Cốc thuỷ tinh.

Tiến hành: Cho đinh sắt vào cốc thuỷ tinh chứa dung dịch copper(II) sulfate 1 M.

Yêu cầu: Sau khoảng 10 phút, quan sát, mô tả hiện tượng và giải thích.

2. Cho $E^o_{K^+/K} = -2{,}925$ V, $E^o_{Hg^{2+}/Hg} = 0{,}854$ V.

a) Cho biết vì sao potassium phản ứng được với nước. Viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra.

b) Giải thích vì sao thuỷ ngân không phản ứng được với nước để tạo hydroxide và khí hydrogen.

Kim loại không tan trong nước và có giá trị thế điện cực chuẩn nhỏ hơn thường tác dụng được với dung dịch muối của kim loại có giá trị thế điện cực lớn hơn ở điều kiện chuẩn.

Ví dụ 3 Do $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0{,}763$ V và $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = 0{,}340$ V nên kẽm dễ dàng đẩy đồng ra khỏi dung dịch muối copper(II) sulfate theo phương trình hoá học:

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$$

IV TÁC DỤNG VỚI DUNG DỊCH ACID

Thí nghiệm 3. Phản ứng của kim loại với dung dịch hydrochloric acid

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Lá đồng, băng magnesium, dung dịch hydrochloric acid 1 M.

– Dụng cụ: Ống nghiệm.

Tiến hành: Cho vào hai ống nghiệm mỗi ống khoảng 2 mL dung dịch HCl 1 M. Cho tiếp lá đồng vào ống nghiệm (1), băng magnesium vào ống nghiệm (2).

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng xảy ra và viết phương trình hoá học của phản ứng.

Bản in thử

Thí nghiệm 4. Phản ứng của kim loại với dung dịch sulfuric acid loãng, dung dịch sulfuric acid đặc, nóng

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Lá đồng, dung dịch sulfuric acid 1 M, dung dịch sulfuric acid khoảng 70%, giấy quỳ.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, kẹp ống nghiệm, bông tẩm nước, đèn cồn, bật lửa.

Tiến hành:

– Cho vào mỗi ống nghiệm chứa dung dịch sulfuric acid loãng và ống nghiệm chứa dung dịch sulfuric acid đặc một lá đồng.

– Đậy mỗi ống nghiệm bằng bông tẩm nước.

– Đun hai ống nghiệm trên ngọn lửa đèn cồn. Sau một thời gian, dùng mẩu giấy quỳ kiểm tra pH của bông tẩm nước đã dùng để nút hai ống nghiệm trên.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng và giải thích. Viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra (nếu có).

Chú ý: Cẩn thận khi sử dụng dung dịch sulfuric acid đặc.

1. Tác dụng với dung dịch hydrochloric acid, dung dịch sulfuric acid loãng

Do $E^o_{2H^+/H_2} = 0$ V nên kim loại M có giá trị thế điện cực chuẩn $E^o_{M^{n+}/M} < 0$ có thể khử được ion H^+ trong dung dịch hydrochloric acid hoặc dung dịch sulfuric acid loãng, tạo thành khí H_2.

2. Dựa vào thế điện cực chuẩn của kim loại trong Bảng 10.1, giải thích vì sao Cu và Ag không phản ứng với dung dịch hydrochloric acid 1 M.

Ví dụ 4 Vì $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0{,}763$ V và $E^o_{2H^+/H_2} = 0$ V

nên khi cho kẽm vào dung dịch hydrochloric acid 1 M có phản ứng:

$$Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$$

Do có giá trị thế điện cực chuẩn dương nên các kim loại như Cu, Ag,... không tác dụng với dung dịch hydrochloric acid hoặc dung dịch sulfuric acid loãng.

2. Tác dụng với dung dịch sulfuric acid đặc

3. Có thể dùng dung dịch sulfuric acid đặc để phân biệt đoạn dây bạc và đoạn dây platinum được không? Vì sao?

Hầu hết các kim loại (trừ Au và Pt) phản ứng được với dung dịch sulfuric acid đặc. Phản ứng này thường tạo thành muối sulfate, nước và sulfur dioxide. Phản ứng diễn ra mạnh hơn khi hỗn hợp phản ứng được đun nóng.

Ví dụ 5

$$Cu(s) + 2H_2SO_4(aq) \xrightarrow{\text{đặc, } t^o} CuSO_4(aq) + SO_2(g) + 2H_2O(l)$$

Bản in thử

EM CÓ BIẾT

Một số kim loại như nhôm, sắt, chromium phản ứng được với dung dịch sulfuric acid đặc ở nhiệt độ cao, không phản ứng với dung dịch sulfuric acid đặc, nguội. Đó là do sulfuric acid đặc, nguội đã oxi hoá bề mặt kim loại tạo thành màng oxide có tính trơ, làm cho các kim loại này bị thụ động.

- Tính chất đặc trưng của kim loại là tính khử, thể hiện qua phản ứng của kim loại với các chất oxi hoá như phi kim (chlorine, oxygen, sulfur), nước, dung dịch muối và một số dung dịch acid.
- Có thể giải thích khả năng phản ứng của kim loại với một số chất oxi hoá (như nước, muối, dung dịch hydrochloric acid,...) dựa vào giá trị thế điện cực chuẩn của kim loại.

BÀI TẬP

Bài 1. Cho đinh sắt đã được đánh sạch bề mặt vào dung dịch của một trong các muối sau (có nồng độ 1 M): aluminium chloride, zinc nitrate, copper(II) sulfate, lead(II) nitrate.

a) Trường hợp nào có phản ứng tạo thành kim loại? Nêu vai trò của mỗi chất tham gia phản ứng.

b) Viết các phương trình hoá học của phản ứng ở dạng ion thu gọn.

Bài 2. Từ giá trị thế điện cực chuẩn của các cặp oxi hoá – khử ở Bảng 10.1 và giá trị $E_{2H_2O/2OH^- + H_2} = -0{,}413$ V ở môi trường trung tính, cho biết phản ứng nào sau đây có thể xảy ra. Viết phương trình hoá học của phản ứng (nếu có).

a) $Ag(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow$ b) $Sn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow$ c) $Ni(s) + H_2O(l) \rightarrow$

Bài 3. Dựa vào tính chất vật lí và tính chất hoá học, giải thích vì sao bạc, vàng thường được dùng làm đồ trang sức.

Bản in thử

Bài 15 TÁCH KIM LOẠI VÀ TÁI CHẾ KIM LOẠI

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được khái quát trạng thái tự nhiên của kim loại và một số quặng, mỏ kim loại phổ biến.*
- *Trình bày và giải thích được phương pháp tách kim loại hoạt động mạnh như natri (sodium), magnesium, nhôm (aluminium); Phương pháp tách kim loại hoạt động trung bình như kẽm (zinc), sắt (iron); Phương pháp tách kim loại kém hoạt động như đồng (copper).*
- *Trình bày được nhu cầu và thực tiễn tái chế kim loại phổ biến như sắt, nhôm, đồng,...*

Người ta có thể thu được kim loại bằng cách tách kim loại từ các hợp chất của chúng, hoặc bằng quá trình tái chế kim loại.

a) Việc lựa chọn phương pháp phù hợp để tách kim loại từ hợp chất cần dựa vào cơ sở nào?

b) Vì sao cần phải tái chế kim loại?

I TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN CỦA KIM LOẠI

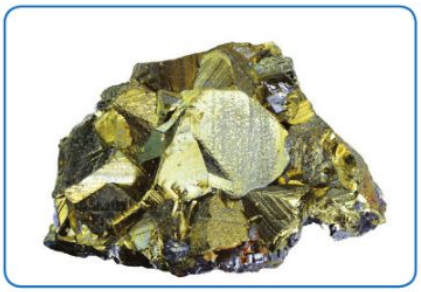
Các nguyên tố kim loại tồn tại trong vỏ Trái Đất, nước mặt, nước ngầm và cơ thể sinh vật.

- Trong vỏ Trái Đất, đa số các nguyên tố kim loại tồn tại ở dạng hợp chất oxide và muối không tan, một số kim loại quý tồn tại ở dạng đơn chất hoặc hợp kim.

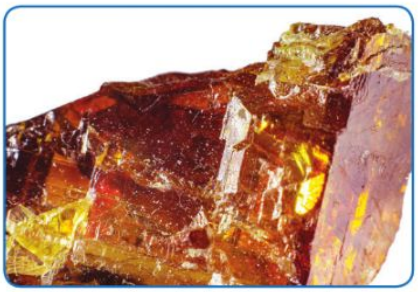
1. Dựa vào độ hoạt động hoá học hoặc giá trị thế điện cực chuẩn, giải thích vì sao vàng, bạc có thể tồn tại ở dạng đơn chất trong tự nhiên.



Một mẫu khoáng vật vàng



a) Mẫu khoáng vật chalcopyrite tạo bởi $CuFeS_2$



b) Mẫu khoáng vật sphalerite tạo bởi ZnS

Hình 15.1. Một số mẫu khoáng vật tạo bởi hợp chất của kim loại

Bản in thử

- Trong nước mặt và nước ngầm, các nguyên tố kim loại tồn tại ở dạng cation, như Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+},...
- Trong cơ thể sinh vật, nguyên tố calcium có trong xương và răng; các nguyên tố như potassium, sắt, đồng,... có trong máu.

Bảng 15.1. Một số khoáng vật phổ biến của kim loại

Nguyên tố	Một số khoáng vật (thành phần chính)
Nhôm (aluminium)	bauxite ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$)
Sắt (iron)	hematite (Fe_2O_3), pyrite (FeS_2)
Calcium	calcite ($CaCO_3$)
Natri (sodium)	halite (NaCl)
Kẽm (zinc)	sphalerite (ZnS)
Đồng (copper)	chalcopyrite ($CuFeS_2$)

2. Nước tự nhiên ở khu vực có khoáng vật calcite thường chứa cation kim loại nào?

1. **Mỏ** khoáng vật là nơi tập trung **quặng** tới mức có thể khai thác được, như mỏ vàng Bồng Miêu, Quảng Nam; mỏ sắt Thạch Khê, Hà Tĩnh.

Hãy tìm hiểu và cho biết một số mỏ kim loại quan trọng ở Việt Nam.

Quặng kim loại chứa các khoáng vật tạo bởi hợp chất của kim loại hoặc đơn chất kim loại và tạp chất. Ví dụ: Quặng chứa khoáng vật hematite (có thành phần chính là Fe_2O_3) hay quặng chứa khoáng vật pyrite (có thành phần chính là FeS_2),... đều được gọi là quặng sắt.

Nhôm và sắt là những nguyên tố kim loại chiếm hàm lượng cao trong vỏ Trái Đất nên quặng nhôm và quặng sắt là các quặng kim loại phổ biến nhất.

II PHƯƠNG PHÁP TÁCH KIM LOẠI

Từ quặng kim loại, qua giai đoạn xử lí, ta thường thu được hợp chất của kim loại.

Trong hợp chất, nguyên tố kim loại tồn tại dạng cation kim loại (M^{n+}). Vì vậy, để tách được nguyên tố kim loại ra khỏi hợp chất cần thực hiện phản ứng khử cation kim loại thành nguyên tử:

$$M^{n+} + ne \rightarrow M$$

Tuỳ thuộc vào độ hoạt động hoá học của kim loại, cần áp dụng phương pháp phù hợp để tách chúng ra khỏi hợp chất.

Quặng kim loại thường chứa nhiều tạp chất. Để tách được kim loại từ quặng, cần thực hiện hai giai đoạn chính sau:
- Xử lí quặng bằng các quá trình vật lí (nghiền, tuyển,...) và quá trình hoá học (hoà tan, chuyển hoá,...) để thu được hợp chất của kim loại.
- Sử dụng phương pháp phù hợp (thường là nhiệt luyện, thuỷ luyện hoặc điện phân) để tách kim loại ra khỏi hợp chất.

Bản in thử

1. Phương pháp tách các kim loại hoạt động hoá học trung bình và yếu

Phương pháp nhiệt luyện	Phương pháp thuỷ luyện
Thường được dùng để tách các kim loại hoạt động hoá học trung bình và yếu như Zn, Fe, Sn, Pb, Cu,... ra khỏi các oxide bằng các chất khử phù hợp và phổ biến như C, CO,... ở nhiệt độ cao.	Thường được dùng để tách những kim loại hoạt động hoá học yếu như Cu, Ag, Au,... ra khỏi dung dịch muối của chúng bằng các kim loại có tính khử mạnh hơn như Fe, Zn,...

Ví dụ 1

Phương pháp nhiệt luyện

- Tách Fe bằng cách khử Fe_2O_3 bởi CO theo phương trình hoá học:

$$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \xrightarrow{t^o} 2Fe(l) + 3CO_2(g)$$

- Tách Zn bằng cách khử ZnO bởi C theo phương trình hoá học:

$$ZnO(s) + C(s) \xrightarrow{t^o} Zn(g) + CO(g)$$

Sau phản ứng, làm nguội, hơi kẽm ngưng tụ thành kẽm ở thể lỏng hoặc rắn.

1. Chỉ ra chất khử được sử dụng trong các phản ứng ở Ví dụ 1.

Phương pháp thuỷ luyện

Tách Cu ra khỏi dung dịch $CuSO_4$ bằng Fe theo phương trình hoá học:

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow Cu(s) + FeSO_4(aq)$$

3. Chỉ ra một số đặc điểm khác nhau giữa phương pháp nhiệt luyện và phương pháp thuỷ luyện.

2. Phương pháp tách kim loại hoạt động hoá học mạnh

Việc tách kim loại hoạt động hoá học mạnh ra khỏi hợp chất thường được thực hiện bằng **phương pháp điện phân** các hợp chất của chúng ở trạng thái nóng chảy.

Thực tế, để tách các kim loại thuộc nhóm IA, IIA và nhôm phải điện phân muối halide hoặc oxide của chúng ở trạng thái nóng chảy *(xem Bài 12. Điện phân)*. Phương pháp này tốn nhiều năng lượng[1].

Phương pháp điện phân cũng có thể được áp dụng để điều chế các kim loại hoạt động trung bình và yếu như Zn, Cu, Ag,... bằng cách điện phân hợp chất của chúng trong dung dịch.

[1] Dù tốn năng lượng nhưng phương pháp điện phân cho sản phẩm có độ tinh khiết cao, được dùng nhiều trong tinh chế kim loại.

Bản in thử

Ví dụ 2 Tách magnesium bằng cách điện phân magnesium chloride nóng chảy với điện cực than chì (graphite) theo phương trình hoá học dưới đây:

$$2MgCl_2(l) \xrightarrow{đpnc} 2Mg(l) + Cl_2(g)$$

Trong đó, tại anode và cathode xảy ra các quá trình sau:

anode (+) : $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e$

cathode (–) : $Mg^{2+} + 2e \longrightarrow Mg$

2. Viết phương trình hoá học của phản ứng tách nhôm từ aluminium oxide bằng phương pháp điện phân nóng chảy.

3. Hãy đề xuất phương pháp tách kim loại sodium từ hợp chất sodium chloride. Giải thích.

III TÁI CHẾ KIM LOẠI

Tái chế kim loại là quá trình thu kim loại từ các phế liệu kim loại.

Phế liệu kim loại là các kim loại, hợp kim có trong thiết bị, máy móc, vật dụng hỏng, cũ, không còn sử dụng được nữa.

1. Nhu cầu tái chế kim loại

Nhu cầu sử dụng kim loại của con người ngày càng lớn. Trong khi đó, nguồn quặng để sản xuất kim loại ngày càng cạn kiệt, quá trình khai thác quặng và tách kim loại từ quặng tiêu tốn nhiều năng lượng, đồng thời tác động tiêu cực đến môi trường. Vì vậy, việc tái chế kim loại từ phế liệu kim loại là rất cần thiết, vừa đáp ứng nhu cầu sử dụng, vừa góp phần bảo vệ tài nguyên và môi trường.

4. Cho biết một số phế liệu có thể dùng để tái chế nhôm.

2. Thực tiễn tái chế kim loại

Hiện nay, mỗi năm, trên thế giới có hàng trăm triệu tấn kim loại được tái chế từ phế liệu kim loại. Do nhu cầu sử dụng cao nên lượng sắt, thép được tái chế nhiều hơn, tiếp theo là nhôm và đồng.

4. Hình dưới đây liên quan đến công đoạn nào trong quá trình tái chế kim loại?



Việc tái chế các kim loại phổ biến (như sắt, thép, nhôm, đồng) thường được thực hiện qua các công đoạn theo sơ đồ dưới đây:

Thu gom, phân loại phế liệu → **Nghiền, băm nhỏ** → **Luyện kim (nung chảy, tinh luyện)** → **Tạo vật liệu** → **Vận chuyển**

Bản in thử

2. Hãy tìm hiểu về quy trình tái chế nhôm thủ công. Nêu và giải thích nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường từ quá trình tái chế nhôm thủ công.

- Trong tự nhiên, đa số các nguyên tố kim loại tồn tại dưới dạng hợp chất, tạo nên khoáng vật trong các quặng.
- Để tách kim loại M ra khỏi các hợp chất của nó cần khử cation M^{n+} thành kim loại.
- Các kim loại như Na, Mg, Al thường được tách ra khỏi hợp chất bằng phương pháp điện phân nóng chảy. Các kim loại như Zn, Fe, Cu, Ag thường được tách ra khỏi hợp chất bằng phương pháp nhiệt luyện hoặc phương pháp thuỷ luyện.
- Hiện nay, con người đã tái chế được lượng đáng kể kim loại từ các phế liệu kim loại để đáp ứng nhu cầu sử dụng.

BÀI TẬP

Bài 1. Đề xuất phương pháp tách kim loại magnesium từ magnesium carbonate và viết phương trình hoá học của các phản ứng xảy ra.

Bài 2. Kim loại kẽm được tách từ hợp chất zinc sulfide trong khoáng vật sphalerite. Trước tiên, đốt zinc sulfide trong khí oxygen dư để tạo zinc oxide và sulfur dioxide. Để thu được zinc, có thể khử zinc oxide bằng carbon. Viết các phương trình hoá học của phản ứng xảy ra.

Bài 3. Để tái chế nhôm, người ta có thể sử dụng phế liệu kim loại như vỏ của các lon, hộp chứa nước giải khát hay thực phẩm. Phế liệu này còn lẫn các tạp chất là các hợp chất hữu cơ và vô cơ (có trong nhãn, mác in hoặc sơn trên vỏ lon, hộp). Phế liệu được cắt, băm nhỏ rồi cho vào lò nung đến khi chảy lỏng. Phần lớn các tạp chất biến thành xỉ lỏng, nổi lên trên, được vớt ra khỏi lò. Phần còn lại trong lò là nhôm tái chế ở trạng thái nóng chảy.

a) Nêu lợi ích của việc cắt, băm nhỏ phế liệu nhôm trước khi nung chảy.

b) Theo em, có nên dùng nhôm tái chế theo mô tả trên để chế tạo dụng cụ nhà bếp (xoong, chảo, thau,...), dụng cụ y tế không? Vì sao?

Bản in thử

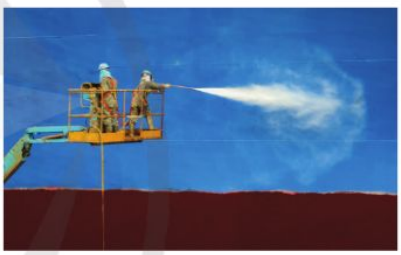
Bài 16 HỢP KIM – SỰ ĂN MÒN KIM LOẠI

Học xong bài học này, em có thể:

- *Trình bày được khái niệm hợp kim và việc sử dụng phổ biến hợp kim.*
- *Trình bày được một số tính chất của hợp kim so với kim loại thành phần.*
- *Nêu được thành phần, tính chất và ứng dụng một số hợp kim quan trọng của sắt và nhôm (gang, thép, dural,...).*
- *Nêu được khái niệm ăn mòn kim loại từ sự biến đổi của một số kim loại, hợp kim trong tự nhiên.*
- *Trình bày được các dạng ăn mòn kim loại và các phương pháp chống ăn mòn kim loại.*
- *Thực hiện được (hoặc quan sát qua video) thí nghiệm ăn mòn điện hoá đối với sắt và thí nghiệm bảo vệ sắt bằng phương pháp điện hoá, mô tả hiện tượng thí nghiệm, giải thích và nhận xét.*


a)


b)


c)

Hình 16.1. Các công đoạn hoàn thiện vỏ tàu bằng thép

Để hoàn thiện vỏ tàu bằng thép, người ta phủ lên vỏ tàu một lớp sơn (Hình 16.1a). Sau đó, một số khối kim loại kẽm (zinc) được hàn đính vào phần phía dưới của vỏ tàu (Hình 16.1b). Cuối cùng, người ta phủ và trang trí vỏ tàu bằng lớp sơn thích hợp (Hình 16.1c).

Giải thích ý nghĩa của mỗi việc làm trên.

I HỢP KIM

1. Khái niệm hợp kim và việc sử dụng phổ biến của hợp kim

Hợp kim là vật liệu kim loại có chứa *một kim loại cơ bản* và một số *kim loại khác* hoặc *phi kim*. Ví dụ: Thép là hợp kim, trong đó kim loại cơ bản là sắt, phi kim là carbon và một số kim loại như chromium, nickel,...

Hợp kim thường khó bị oxi hoá và có một số tính chất đáp ứng được nhiều mục đích sử dụng khác nhau. Vì vậy

1. Khi để trong không khí, bề mặt của lá nhôm bị oxi hoá tạo lớp phủ oxide. Trong trường hợp này lá nhôm có trở thành hợp kim không? Giải thích.

Bản in thử

trong thực tế, hợp kim được sử dụng phổ biến hơn kim loại. Chúng là vật liệu để chế tạo dụng cụ, thiết bị, máy móc, khung của các công trình xây dựng.

1. Lưỡi cưa là bộ phận chính của các dụng cụ cưa, xẻ. Có thể dùng nhôm làm lưỡi cưa không? Giải thích.



2. Tính chất của hợp kim

Tính chất hoá học của hợp kim thường tương tự tính chất hoá học của các đơn chất thành phần tham gia tạo hợp kim.

Tính chất vật lí và tính chất cơ học của hợp kim thường khác nhiều so với tính chất của các đơn chất thành phần tham gia tạo hợp kim. Chẳng hạn, so với đơn chất kim loại, hợp kim có thể cứng hơn, nóng chảy ở nhiệt độ thấp hơn hoặc cao hơn.

2. Cần lựa chọn hợp kim có tính chất đặc trưng nào để làm các tấm khiên trang bị cho lực lượng cảnh sát?

Thực tế, ứng dụng của hợp kim chủ yếu dựa trên các tính chất vật lí và tính chất cơ học phù hợp với mục đích sử dụng của con người.



Hình 16.2. Hệ thống đun nước nhờ năng lượng mặt trời được làm từ các hợp kim khác nhau

3. Một số hợp kim của sắt và nhôm

a) Hợp kim của sắt

- Hầu hết các hợp kim của sắt là thép. Các loại thép có thành phần khác nhau nên có tính chất và ứng dụng khác nhau.

Ví dụ 1

– Fe và C tạo thép thường, có độ cứng và độ dẻo phù hợp để làm vật liệu trong ngành xây dựng, giao thông và cơ khí.

– Fe, C, Cr và Ni tạo thép không gỉ, được dùng làm vật liệu chế tạo dao, kéo, dụng cụ phẫu thuật,…

– Fe, C và Mn tạo thép cứng và khó bị mài mòn, được dùng làm vật liệu sản xuất gàu xúc trong máy đào đất, đường ray,…

3. Kể tên các đồ dùng, thiết bị được làm bằng thép mà em biết.

- Gang là hợp kim của sắt và carbon, trong đó có hàm lượng C lớn hơn so với thép. Gang có độ cứng cao nhưng giòn nên khó gia công hơn thép. Gang là vật liệu được dùng để sản xuất đường ống dẫn nước cấp, nồi, chảo, khuôn đúc,…

1. Tìm hiểu về "thép 304" để giải thích vì sao nó rất phổ biến trong đời sống.

Bản in thử

b) Hợp kim của nhôm

Đặc điểm nổi bật nhất của hợp kim nhôm là nhẹ.

Duralumin (hay dural) là loại hợp kim quan trọng nhất của nhôm, có thành phần gồm nhôm, đồng, magnesium, manganese,... Tính chất nổi bật của duralumin là nhẹ, cứng và bền. Duralumin được sử dụng nhiều trong lĩnh vực hàng không vũ trụ để chế tạo cánh máy bay; lĩnh vực quốc phòng để chế tạo áo giáp, khiên bảo vệ; lĩnh vực chế tạo ô tô, chế tạo máy;...

EM CÓ BIẾT

"**Inox**" là thuật ngữ chỉ các loại hợp kim không gỉ, thường là thép có chứa kim loại chromium.

Thuật ngữ "**inox**" liên quan đến từ "**inox**ydable" trong tiếng Pháp, với nghĩa là "không có khả năng bị oxi hoá".

4. Kể tên các đồ dùng, thiết bị được làm từ các hợp kim của nhôm mà em biết.

II ĂN MÒN KIM LOẠI

1. Hiện tượng ăn mòn và khái niệm ăn mòn

Đồ trang sức bằng bạc bị chuyển sang màu đen (Hình 16.3a), nhiều vị trí trên khung thép trong xây dựng bị chuyển sang màu nâu (Hình 16.3b),... Đó là một trong các dấu hiệu của sự ăn mòn kim loại.



a) b)

Hình 16.3. Đồ trang sức bằng bạc bị ăn mòn (a) và khung thép bị ăn mòn (b)

Sự ăn mòn kim loại là sự phá huỷ kim loại hoặc hợp kim do tác dụng của các chất trong môi trường, trong đó kim loại bị oxi hoá.

$$M \rightarrow M^{n+} + ne$$

2. Các dạng ăn mòn kim loại

Có hai dạng ăn mòn kim loại là ăn mòn hoá học và ăn mòn điện hoá.

a) Ăn mòn hoá học

Ăn mòn hoá học là quá trình oxi hoá – khử, trong đó các electron của kim loại chuyển trực tiếp đến các chất trong môi trường.

Bản in thử

Ví dụ 2

– Sự xuất hiện lớp silver sulfide (Ag_2S) màu đen xám ở bề mặt đồ trang sức bằng bạc (Hình 16.3a) là do quá trình oxi hoá Ag bởi O_2 trong không khí khi có mặt H_2S.

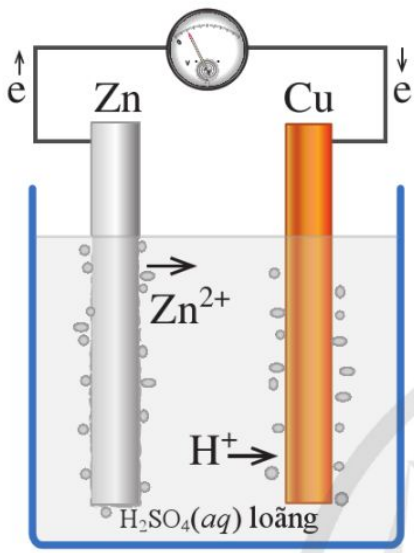
– Các chi tiết bằng vật liệu kim loại của máy móc dùng trong các nhà máy hoá chất, những thiết bị của lò đốt, nồi hơi, các chi tiết của động cơ đốt trong bị ăn mòn do tác dụng trực tiếp với các hoá chất hoặc oxygen hay với hơi nước ở nhiệt độ cao. Nhiệt độ càng cao, vật liệu kim loại bị ăn mòn càng nhanh.

b) Ăn mòn điện hoá

Ăn mòn điện hoá là quá trình ăn mòn kim loại do sự tạo thành pin điện hoá.

Ví dụ 3 *Xét một thí nghiệm về sự ăn mòn điện hoá*

Nhúng thanh kẽm và thanh đồng vào cốc đựng dung dịch sulfuric acid loãng. Nối thanh kẽm với thanh đồng bằng dây dẫn và cho đi qua một vôn kế (Hình 16.4).



Hình 16.4. Thí nghiệm về ăn mòn điện hoá

Hiện tượng:

– Khi chưa nối dây dẫn, phần thanh kẽm trong dung dịch bị hoà tan và bọt khí hydrogen thoát ra ở bề mặt thanh kẽm.

– Khi nối dây dẫn, kim vôn kế bị lệch, bọt khí hydrogen thoát ra ở cả thanh đồng, phần thanh kẽm trong dung dịch bị ăn mòn nhanh.

Giải thích:

– Khi chưa nối dây dẫn, có bọt khí hydrogen thoát ra ở bề mặt thanh kẽm do kim loại này bị ăn mòn hoá học theo phản ứng sau:

$$Zn(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(g)$$

– Khi nối dây dẫn, một pin điện hoá đã được hình thành với kẽm là điện cực âm, đồng là điện cực dương. Trong đó:

2. Vị trí khớp nối của ống thép dễ bị ăn mòn hơn so với phần còn lại.



Tìm hiểu để giải thích nguyên nhân của hiện tượng trên.

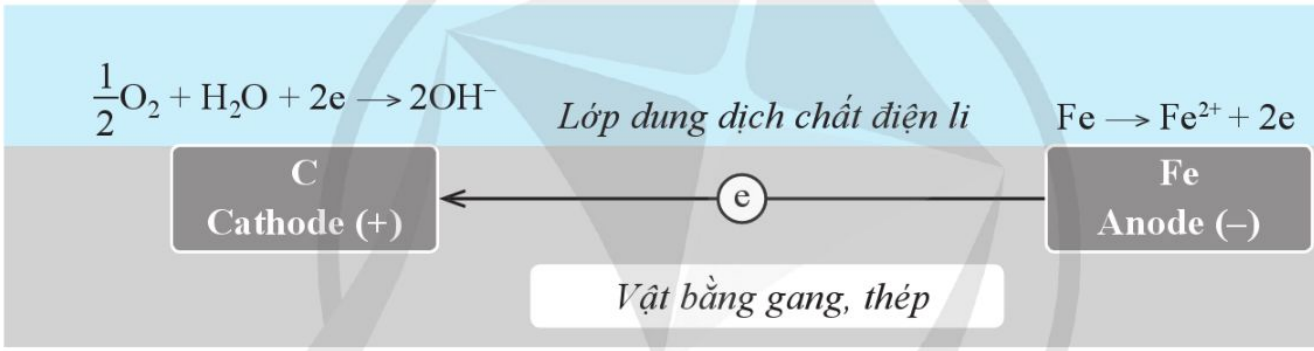
Bản in thử

Ở điện cực âm (anode)	Ở điện cực dương (cathode)
Kẽm bị ăn mòn theo quá trình: $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$ Ion Zn^{2+} đi vào dung dịch, còn electron theo dây dẫn sang điện cực đồng.	Ion H^+ của dung dịch sulfuric acid bị khử theo quá trình: $2H^+(aq) + 2e \longrightarrow H_2(g)$

Kết quả thanh kẽm bị ăn mòn điện hoá đồng thời với sự tạo thành dòng điện.

Ví dụ 4 *Sự ăn mòn điện hoá gang, thép trong không khí ẩm*

Trong không khí ẩm, trên bề mặt của gang, thép luôn có một lớp nước rất mỏng đã hoà tan khí oxygen và carbon dioxide trong khí quyển, tạo thành dung dịch chất điện li. Gang, thép có thành phần chính là sắt và carbon cùng tiếp xúc với dung dịch chất điện li tạo nên vô số pin rất nhỏ mà sắt là anode và carbon là cathode (Hình 16.5).



Hình 16.5. Mô tả sự ăn mòn điện hoá đối với vật liệu gang, thép trong không khí

Tại anode, sắt bị oxi hoá thành ion Fe^{2+}:

$$Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e$$

Các electron được chuyển đến cathode.

Tại cathode, khí oxygen hoà tan trong nước bị khử thành ion OH^-:

$$\frac{1}{2}O_2(g) + H_2O(l) + 2e \longrightarrow 2OH^-(aq)$$

Fe^{2+} tiếp tục bị oxi hoá bởi O_2 trong không khí khi có mặt ion OH^- tạo ra gỉ sắt màu nâu đỏ (có thành phần chủ yếu là $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$).

Điều kiện xảy ra sự ăn mòn điện hoá

Từ các ví dụ trên cho thấy để xảy ra sự ăn mòn điện hoá cần:

5. Để lợp mái nhà, các tấm tôn (là tấm thép mỏng thường được mạ kẽm) được gắn vào nhau nhờ các đinh vít bằng thép.



Vị trí nào trên mái tôn dễ xảy ra hiện tượng ăn mòn điện hoá?

Bản in thử

1. Có hai kim loại khác nhau hoặc kim loại với phi kim,...

2. Tiếp xúc trực tiếp với nhau hoặc gián tiếp qua dây dẫn điện.

3. Cùng tiếp xúc với một dung dịch chất điện li.

Thiếu một trong ba điều kiện trên sẽ không xảy ra sự ăn mòn điện hoá.

3. Chống ăn mòn kim loại

Trong tự nhiên, sự ăn mòn kim loại có thể bao gồm cả quá trình ăn mòn điện hoá và ăn mòn hoá học. Sự ăn mòn kim loại gây tổn thất to lớn về tài nguyên và chi phí sửa chữa, thay thế nhiều chi tiết của máy móc, thiết bị dùng trong các nhà máy và công trường, các phương tiện giao thông vận tải, thiết bị và dụng cụ y tế, vật dụng gia đình,... Vì vậy, cần sử dụng phương pháp phù hợp để chống ăn mòn kim loại.

2. Nêu các cách hạn chế sự ăn mòn đối với mái tôn.

a) Phương pháp phủ bề mặt

Phương pháp bảo vệ bề mặt là phủ lên bề mặt của kim loại một lớp sơn, dầu, mỡ, chất dẻo hoặc tráng, mạ bằng một kim loại khác.

6. Gọi tên các biện pháp bảo vệ bề mặt kim loại được thể hiện trong Hình 16.6.

Ví dụ 4 Tráng kẽm lên bề mặt của tấm thép mỏng để sản xuất tôn lợp nhà, mạ chromium lên bề mặt thép để làm vật liệu chế tạo các dụng cụ y tế.



a) b) c)

Hình 16.6. Một số biện pháp phủ bề mặt kim loại

Bản in thử

b) Phương pháp điện hoá

Trong phương pháp điện hoá, để bảo vệ kim loại, người ta nối kim loại cần bảo vệ với một kim loại hoạt động hoá học mạnh hơn.

Ví dụ 5 Để bảo vệ vỏ tàu biển làm bằng thép, người ta hàn những khối kẽm lên mặt ngoài của vỏ tàu (phần chìm dưới nước) như Hình 16.1b. Kết quả kẽm bị nước biển ăn mòn thay cho sắt trong thép.

Tương tự, các ống thép (dẫn nước, dẫn dầu, dẫn khí đốt) ở dưới đất cũng được bảo vệ bằng phương pháp điện hoá như Hình 16.7.



Hình 16.7. Các khối kẽm được hàn vào một bộ phận của tàu làm bằng thép để chống ăn mòn

Quan sát video thí nghiệm sau:

Thí nghiệm ăn mòn kim loại và bảo vệ kim loại

Cho một đinh sắt và một đinh sắt đã được quấn dây kẽm vào cùng một cốc thuỷ tinh chứa nước. Cốc này được đặt lên một tờ giấy màu trắng.

Để yên khoảng 4 giờ.

Yêu cầu: Quan sát hiện tượng và giải thích.

3. Tìm hiểu về một số cách chống ăn mòn kim loại đối với cánh cửa làm bằng thép và giải thích.

Hợp kim

- Hợp kim là vật liệu kim loại có chứa *một kim loại cơ bản* và một số *kim loại khác* hoặc *phi kim*.
- Hợp kim được sử dụng phổ biến hơn kim loại do có một số tính chất ưu việt hơn so với kim loại về độ cứng, khối lượng riêng, nhiệt độ nóng chảy,…
- Các hợp kim của sắt và các hợp kim của nhôm rất phổ biến.

Ăn mòn kim loại và chống ăn mòn kim loại

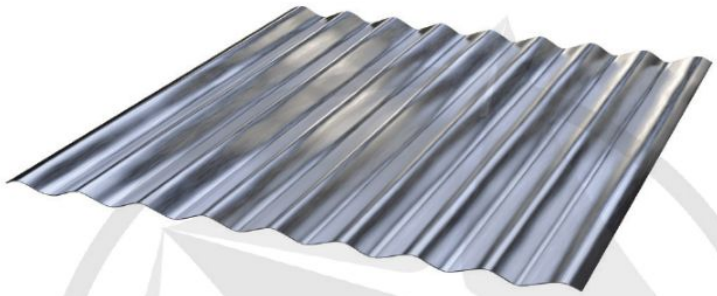
- Sự ăn mòn kim loại là sự phá huỷ kim loại hoặc hợp kim do tác dụng của các chất trong môi trường xung quanh.
- Trong tự nhiên, kim loại thường bị ăn mòn theo cả hai cách: ăn mòn hoá học và ăn mòn điện hoá.
- Phương pháp phủ bề mặt và phương pháp điện hoá được dùng để chống ăn mòn kim loại.

Bản in thử

BÀI TẬP

Bài 1. Chỉ ra những điểm giống nhau giữa ăn mòn hoá học và ăn mòn điện hoá.

Bài 2. Tấm tôn lợp nhà thường được làm từ vật liệu thép tráng kẽm hoặc thép tráng hỗn hợp nhôm và kẽm. Cho biết mục đích của việc làm trên.



Bài 3. Đồ trang sức bằng bạc có thể bị chuyển sang màu đen do có phản ứng giữa bạc với O_2 và H_2S trong không khí để tạo thành Ag_2S và hơi nước. Hãy chỉ ra chất khử và chất oxi hoá trong phản ứng trên.

Bài 4. Xét thí nghiệm sau:

a) Cho mẩu kẽm vào ống nghiệm chứa dung dịch sulfuric acid loãng.

b) Tiếp tục cho vài giọt dung dịch copper(II) sulfate vào ống nghiệm ở ý a) thì các bọt khí được tạo thành nhanh hơn.

Hãy cho biết trong mỗi giai đoạn trên xảy ra dạng ăn mòn nào. Giải thích.

Bài 5*. Hãy tìm hiểu và nêu một số cách chống ăn mòn kim loại đối với cửa làm bằng kim loại.

Bản in thử

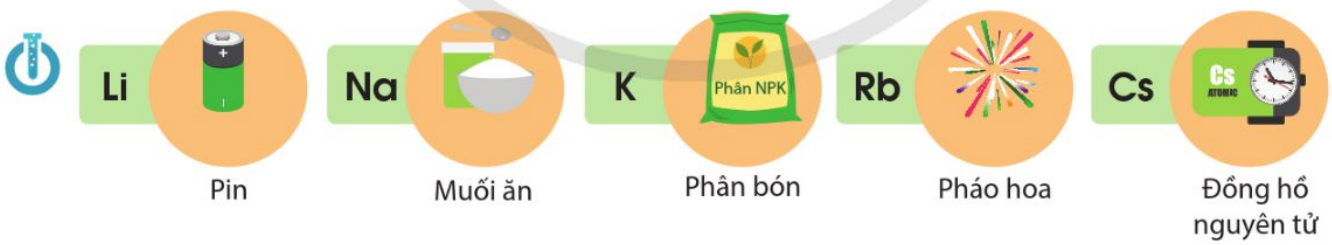
CHỦ ĐỀ 7

NGUYÊN TỐ NHÓM IA VÀ NHÓM IIA

Bài 17 NGUYÊN TỐ NHÓM IA

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được trạng thái tự nhiên của nguyên tố nhóm IA.*
- *Nêu được xu hướng biến đổi nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ sôi của kim loại nhóm IA; Giải thích được nguyên nhân khối lượng riêng nhỏ và độ cứng thấp của kim loại nhóm IA.*
- *Giải thích được nguyên nhân kim loại nhóm IA có tính khử mạnh hơn so với các nhóm kim loại khác; Thông qua mô tả thí nghiệm (hoặc quan sát qua video), nêu được mức độ phản ứng tăng dần từ lithium, sodium, potassium khi chúng phản ứng với nước, chlorine và oxygen.*
- *Giải thích được trạng thái tồn tại của nguyên tố nhóm IA trong tự nhiên; Trình bày được cách bảo quản kim loại nhóm IA.*
- *Nêu được khả năng tan trong nước của các hợp chất nhóm IA.*
- *Tìm hiểu và trình bày được ứng dụng của sodium chloride; Trình bày được quá trình điện phân dung dịch sodium chloride và các sản phẩm cơ bản của công nghiệp chlorine – kiềm.*
- *Giải thích được các ứng dụng phổ biến của sodium hydrogencarbonate, sodium carbonate và phương pháp Solvay sản xuất soda.*
- *Thực hiện được thí nghiệm (hoặc qua quan sát video thí nghiệm) phân biệt các ion Li^+, Na^+, K^+ bằng màu ngọn lửa.*



Hình 17.1. Một số ứng dụng của hợp chất của nguyên tố nhóm IA

Nguyên tố nhóm IA và một số hợp chất của chúng có nhiều ứng dụng trong thực tiễn (Hình 17.1).

a) Nêu một số ứng dụng của đơn chất và hợp chất của nguyên tố nhóm IA mà em biết.

b) Kim loại nhóm IA có những tính chất vật lí và tính chất hoá học đặc trưng nào?

Bản in thử

I TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN

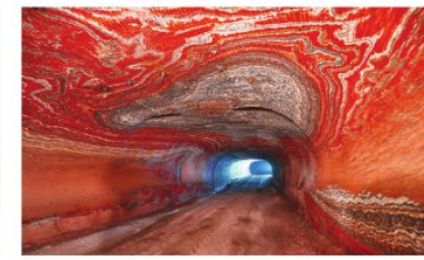
Nhóm IA gồm các nguyên tố lithium (Li), natri (sodium, Na), kali (potassium, K), rubidium (Rb), caesium (Cs) và francium (Fr). Sodium và potassium phổ biến hơn các nguyên tố còn lại trong nhóm.

Trong vỏ Trái Đất, các nguyên tố nhóm IA tồn tại ở dạng hợp chất trong các khoáng vật.

Francium là nguyên tố có tính phóng xạ, rất hiếm. Vì vậy, nguyên tố này ít được đề cập trong các tài liệu.



a) Mỏ halite (chứa NaCl)



b) Mỏ sylvinite (chứa KCl và NaCl)

Hình 17.2. Bên trong một số mỏ khoáng vật

1. Hãy nêu công thức hoá học của hai hợp chất sodium và hai hợp chất potassium có nhiều ứng dụng trong thực tế mà em biết.

Trong nước mặt, nước ngầm,..., các nguyên tố sodium, potassium tồn tại ở dạng cation Na^+ và K^+.

Kim loại nhóm IA còn được gọi là các kim loại kiềm.

II ĐƠN CHẤT

1. Tính chất vật lí

Bên cạnh tính chất chung của các kim loại, các đơn chất kim loại nhóm IA còn có một số tính chất vật lí đặc trưng.

Bảng 17.1. Một số tính chất vật lí của đơn chất kim loại nhóm IA[1,2]

Kim loại	Khối lượng riêng ($g\ cm^{-3}$)	Độ cứng [3]	Nhiệt độ nóng chảy (^oC)	Nhiệt độ sôi (^oC)
Li	0,53	0,6	180	1330
Na	0,97	0,5	98	890
K	0,86	0,4	64	774
Rb	1,53	0,3	39	688
Cs	1,90	0,2	29	690

[1] James G. Speight, 2005, *Lange's Handbook of Chemistry,* 16th edition, McGraw-Hill.

[2] https://periodictable.com/Properties/A/MohsHardness.v.html, truy cập ngày 5/10/2023.

[3] Là độ cứng so với độ cứng của kim cương. Độ cứng của kim cương được quy ước là 10.

Bản in thử

a) Nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi

Nhiệt độ sôi, nhiệt độ nóng chảy của kim loại kiềm có xu hướng giảm từ lithium đến caesium.

b) Khối lượng riêng và độ cứng

Các kim loại kiềm có khối lượng riêng nhỏ và độ cứng thấp hơn nhiều so với các kim loại nhóm khác. Các kim loại kiềm dễ được cắt nhỏ bởi dao, kéo,... Đó là do chúng có cấu tạo tinh thể khá rỗng và có lực liên kết kim loại yếu.

EM CÓ BIẾT

Có ba kiểu mạng tinh thể kim loại phổ biến: lập phương tâm khối, lập phương tâm diện và lục phương. Trong đó, kiểu mạng lập phương tâm khối rỗng hơn so với hai kiểu còn lại.

Ở điều kiện thường, tất cả các kim loại kiềm đều có cùng kiểu mạng tinh thể lập phương tâm khối.

2. Tính chất hoá học

a) Xu hướng chung

Do kim loại kiềm có giá trị $E^{o}_{M^+/M}$ rất nhỏ nên chúng có tính khử mạnh.

$$M \rightarrow M^+ + e$$

Trong nhóm IA, tính khử các kim loại kiềm tăng từ lithium đến caesium.

2. Khối lượng riêng của dầu hoả khan khoảng 0,80 g cm^{-3}. Có thể quan sát được hiện tượng gì khi cho một mẩu lithium vào dầu hoả khan? Vì sao?
3. Dự đoán potassium hay lithium phản ứng với nước mạnh hơn.

b) Tác dụng với nước, oxygen và chlorine

Quan sát video các thí nghiệm sau.

Thí nghiệm 1. Tác dụng với nước

Dùng panh lấy mẩu kim loại (Li, Na hoặc K) cho vào chậu thuỷ tinh chứa khoảng $\frac{1}{3}$ thể tích nước. Thêm vài giọt dung dịch phenolphthalein vào chậu sau khi kim loại tan hết.

Yêu cầu: Nêu các hiện tượng và so sánh mức độ phản ứng.

Thí nghiệm 2. Tác dụng với oxygen

Dùng panh lấy mẩu kim loại (Li, Na hoặc K) cho vào muỗng đốt hoá chất (muỗng được xuyên qua một nút cao su). Đốt kim loại trong muỗng trên ngọn lửa đèn cồn và đưa nhanh vào bình tam giác chịu nhiệt chứa khí oxygen. Đậy nhanh nút cao su gắn với muỗng vào miệng bình tam giác.

Yêu cầu: Quan sát hiện tượng thí nghiệm.

Bản in thử

1. Viết phương trình hoá học của phản ứng giữa Na lần lượt với H_2O, Cl_2 và O_2.

Thí nghiệm 3. Tác dụng với chlorine

Dùng panh lấy mẩu kim loại (Li, Na hoặc K) cho vào muỗng đốt hoá chất (muỗng được xuyên qua một nút cao su). Đốt kim loại trong muỗng trên ngọn lửa đèn cồn và đưa nhanh vào bình tam giác chịu nhiệt chứa khí chlorine. Đậy nhanh nút cao su gắn với muỗng vào miệng bình tam giác.

Yêu cầu: Quan sát hiện tượng thí nghiệm.

Các kim loại kiềm phản ứng mạnh với nước, oxygen, chlorine và nhiều chất oxi hoá khác,... Mức độ phản ứng của kim loại kiềm với chất oxi hoá tăng dần từ lithium đến caesium. Vì vậy:

- Trong tự nhiên, nguyên tố nhóm IA chỉ tồn tại dạng hợp chất.
- Các kim loại kiềm được bảo quản bằng cách ngâm trong dầu hoả khan hoặc trong bình khí hiếm.

III HỢP CHẤT

1. Khả năng hoà tan trong nước

Ở điều kiện thường, đa số các hợp chất của kim loại kiềm tan tốt trong nước.

2. Một số hợp chất quan trọng

a) Sodium chloride

Sodium chloride được dùng trong chế biến và bảo quản thực phẩm, làm nguyên liệu chính của quy trình công nghiệp chlorine – kiềm. Công đoạn chính của công nghiệp chlorine – kiềm là điện phân dung dịch sodium chloride bão hoà trong bể điện phân có màng ngăn xốp.

Phương trình hoá học của phản ứng điện phân dung dịch NaCl bão hoà trong bể điện phân có màng ngăn:

$$2NaCl(aq) + 2H_2O(l) \xrightarrow[\text{có màng ngăn}]{\text{điện phân}} 2NaOH(aq) + Cl_2(g) + H_2(g)$$

Bản in thử

Dung dịch thu được sau điện phân có thành phần chính là NaOH nhưng còn lẫn NaCl. Cô đặc dung dịch, NaCl tan ít hơn so với NaOH nên kết tinh trước. Tách NaCl ra khỏi dung dịch. Tiếp tục cô đặc dung dịch NaOH, làm lạnh để tách được NaOH rắn.

EM CÓ BIẾT

Ở 20 °C, độ tan trong 100 g nước của NaCl là 35,9 g, của NaOH là 109,0 g.

Các sản phẩm của công nghiệp chlorine – kiềm có nhiều ứng dụng:

Sodium hydroxide	Được dùng trong chế biến dầu mỏ, sản xuất nhôm, giấy, xà phòng và nhiều hoá chất khác.
Chlorine	Được dùng để sản xuất chất tẩy trắng và sát trùng; sản xuất hydrochloric acid, potassium chlorate,…
Hydrogen	Được dùng để sản xuất hydrochloric acid, ammonia,…

b) Sodium hydrogencarbonate, sodium carbonate

Sodium hydrogencarbonate ($NaHCO_3$)

Sodium hydrogencarbonate có dạng bột, màu trắng, còn được gọi là *baking soda*.

Trong y học, $NaHCO_3$ được sử dụng để điều trị triệu chứng dư acid ở dạ dày. Vai trò của $NaHCO_3$ là làm giảm nồng độ cation H^+ theo phương trình hoá học:

$$HCO_3^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g) \quad (*)$$

Trong sản xuất và đời sống, baking soda có một số ứng dụng như:

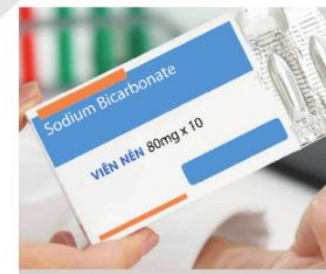
- Điều chỉnh vị chua của nước giải khát theo phản ứng (*).
- Làm tăng độ xốp của bánh, làm mềm thực phẩm. Đó là do sau khi trộn baking soda vào bột làm bánh hoặc tẩm ướp baking soda vào thực phẩm và đun nóng, $NaHCO_3$ bị phân huỷ sinh ra khí CO_2, hơi nước.

Sodium carbonate (Na_2CO_3)

Sodium carbonate (Na_2CO_3) có dạng bột, màu trắng, còn được gọi là soda.

EM CÓ BIẾT

Trong điều trị bệnh, sodium hydrogencarbonate còn được gọi là sodium bicarbonate, được sử dụng ở dạng viên uống hoặc dung dịch truyền tĩnh mạch.





Bản in thử

Ống dẫn nước của bồn rửa bát thường có lớp dầu, mỡ bám vào. Tìm hiểu để giải thích vì sao nên dùng soda, không nên dùng baking soda để tẩy rửa lớp bám này.

Dung dịch soda có môi trường kiềm nên chất béo trong dầu, mỡ bị thuỷ phân trong dung dịch này. Do đó, soda được sử dụng để tẩy rửa dầu, mỡ bám trên các dụng cụ, thiết bị.

Soda thường được dùng để làm mềm nước cứng, làm nguyên liệu quan trọng trong sản xuất thuỷ tinh, giấy và nhiều hoá chất khác. Soda còn được sử dụng thay cho sodium hydroxide trong sản xuất xà phòng từ chất béo.



a) b)

Hình 17.3. Soda được dùng để tẩy rửa dầu mỡ trong đường ống dẫn của bồn rửa (a) hoặc trên bề mặt dụng cụ nhà bếp (b)

Lượng lớn soda được sản xuất theo *phương pháp Solvay* bằng cách cho khí CO_2 (thu từ quá trình nhiệt phân đá vôi) vào dung dịch chứa sodium chloride bão hoà và ammonia bão hoà.

$$NaCl(aq) + CO_2(aq) + NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NaHCO_3(s) + NH_4Cl(aq)$$

Trong dung dịch phản ứng, $NaHCO_3$ có độ tan kém hơn nên kết tinh trước và tách ra khỏi dung dịch. Nhiệt phân $NaHCO_3$ thu được soda.

4. Nêu một số lợi ích của việc tái tạo và tái sử dụng ammonia trong phương pháp Solvay.

$$2NaHCO_3(s) \xrightarrow{t^\circ} Na_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g)$$

Để tái sử dụng NH_3, người ta cho dung dịch NH_4Cl phản ứng với CaO (thu được từ quá trình nhiệt phân đá vôi). Phương trình hoá học của phản ứng là:

$$2NH_4Cl(aq) + CaO(s) \rightarrow 2NH_3(g) + CaCl_2(aq) + H_2O(l)$$

Vì vậy, thực chất, nguyên liệu đầu để sản xuất soda chính là đá vôi và muối ăn. Chúng là các nguyên liệu phổ biến nên làm cho sản phẩm soda có giá thành không cao.

Bản in thử

3. Phân biệt các ion kim loại

Quan sát video thí nghiệm sau.

Thí nghiệm 4. Phân biệt các cation Li^+, Na^+, K^+

Nhúng đầu que đốt bằng platinum đã được rửa sạch bằng nước vào dung dịch lithium chloride nồng độ khoảng 25% rồi đưa lên ngọn lửa đèn khí.

Thực hiện thao tác tương tự đối với mỗi dung dịch sodium chloride 25% và dung dịch potassium chloride 25%.

Yêu cầu: Nêu hiện tượng quan sát được.

Khi đốt các hợp chất của kim loại kiềm khác nhau trên ngọn lửa đèn khí sẽ thấy ngọn lửa có màu khác nhau:

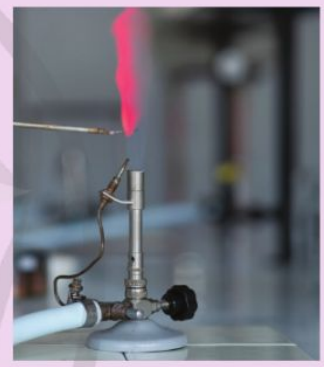
Hợp chất của Li: ngọn lửa có màu đỏ tía.

Hợp chất của Na: ngọn lửa có màu vàng.

Hợp chất của K: ngọn lửa có màu tím.

Vì vậy, có thể nhận biết hoặc phân biệt các hợp chất của kim loại kiềm dựa vào màu ngọn lửa khi đốt chúng.

2. Nhúng đầu dây platinum vào dung dịch hydroxide của một kim loại kiềm; sau đó, đưa đầu dây platinum vào ngọn lửa đèn khí thì có hiện tượng như hình dưới đây. Hãy cho biết dây platinum đã được nhúng vào dung dịch nào sau đây LiOH, NaOH, KOH.



- Nguyên tố nhóm IA tồn tại trong tự nhiên ở dạng hợp chất.
- Đơn chất kim loại nhóm IA:
  + Là các kim loại mềm, nhẹ, có nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ sôi giảm từ lithium đến caesium.
  + Có tính khử mạnh, tính khử tăng từ lithium đến caesium.
  + Được bảo quản bằng cách ngâm trong dầu hoả khan hoặc bình khí hiếm.
- Các hợp chất của nguyên tố nhóm IA:
  + Đa số tan tốt trong nước.
  + Các hợp chất như NaCl, $NaHCO_3$, Na_2CO_3 có nhiều ứng dụng trong thực tế.
  + Có thể phân biệt nhờ màu ngọn lửa đặc trưng khi đốt chúng trên ngọn lửa đèn khí.

Bản in thử

BÀI TẬP

Bài 1. Các kim loại kiềm khác nhau về những đặc điểm nào sau đây?

(1) Cấu hình electron của nguyên tử.

(2) Số electron hoá trị của nguyên tử.

(3) Số oxi hoá trong các hợp chất.

(4) Mức độ thể hiện tính khử.

Bài 2. Vì sao trong tự nhiên không tìm thấy đơn chất kim loại kiềm?

Bài 3. Có ba ống nghiệm chứa riêng biệt: dung dịch soda, dung dịch lithium chloride, dung dịch potassium carbonate.

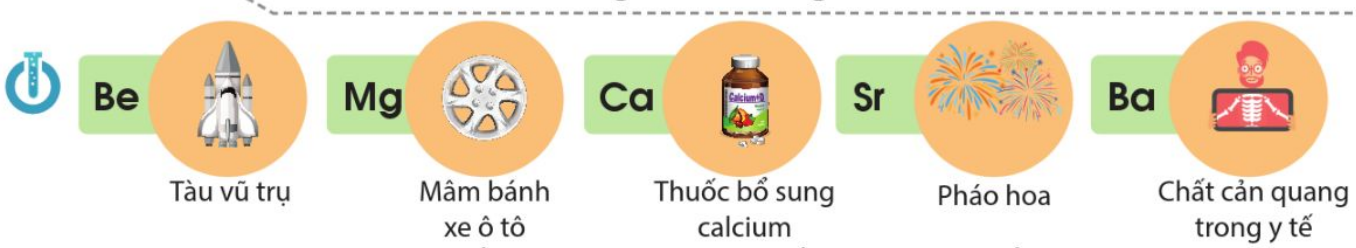
Với mỗi dung dịch, nhúng đầu dây platinum vào rồi đem đốt trên ngọn lửa đèn khí. Dự đoán hiện tượng xảy ra khi đốt mỗi dung dịch.

Bản in thử

Bài 18 NGUYÊN TỐ NHÓM IIA

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được trạng thái tự nhiên của nguyên tố nhóm IIA.*
- *Nêu các đại lượng vật lí cơ bản của kim loại nhóm IIA (bán kính nguyên tử, nhiệt độ nóng chảy, khối lượng riêng).*
- *Giải thích được nguyên nhân tính kim loại tăng dần từ trên xuống dưới trong cùng nhóm của kim loại nhóm IIA tạo M^{2+} (dựa vào bán kính nguyên tử, điện tích hạt nhân).*
- *Trình bày được phản ứng của kim loại nhóm IIA với oxygen.*
- *Nêu được mức độ tương tác của kim loại nhóm IIA với nước. Chứng minh được xu hướng tăng hoặc giảm dần mức độ các phản ứng dựa vào tính kiềm của dung dịch thu được cùng với độ tan của các hydroxide nhóm IIA.*
- *Nêu được tương tác giữa muối carbonate với nước và với dung dịch acid loãng. Viết được phương trình hoá học sự phân huỷ nhiệt của muối carbonate và muối nitrate. Giải thích được quy luật biến đổi độ bền nhiệt của muối carbonate, muối nitrate theo biến thiên enthalpy của phản ứng phân huỷ muối.*
- *Nêu được khả năng tan trong nước của các muối carbonate, sulfate, nitrate nhóm IIA. Sử dụng được bảng tính tan, độ tan của muối và hydroxide. Thực hiện được thí nghiệm so sánh định tính độ tan giữa calcium sulfate và barium sulfate từ phản ứng của calcium chloride, barium chloride với dung dịch copper(II) sulfate.*
- *Nhận biết được đơn chất và các hợp chất của Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+} dựa vào màu ngọn lửa.*
- *Thực hiện được thí nghiệm kiểm tra sự có mặt từng ion riêng biệt Ca^{2+}, Ba^{2+}, SO_4^{2-}, CO_3^{2-} trong dung dịch.*
- *Tìm hiểu và trình bày được ứng dụng của kim loại dạng nguyên chất, hợp kim; ứng dụng của đá vôi, vôi, nước vôi, thạch cao, khoáng vật apatite,... dựa trên một số tính chất hoá học và vật lí của chúng; vai trò một số hợp chất của calcium trong cơ thể con người.*



Hình 18.1. Một số ứng dụng của hợp chất của nguyên tố nhóm IIA

Nguyên tố nhóm IIA và một số hợp chất của chúng có nhiều ứng dụng trong thực tiễn (Hình 18.1).

a) Nêu một số ứng dụng của đơn chất và hợp chất của nguyên tố nhóm IIA mà em biết.

b) Kim loại nhóm IIA có những tính chất vật lí và tính chất hoá học nào?

Bản in thử

I TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN

Nhóm IIA gồm các nguyên tố: beryllium (Be), magnesium (Mg), calcium (Ca), strontium (Sr), barium (Ba) và radium (Ra). Trong tự nhiên, magnesium và calcium phổ biến hơn các nguyên tố còn lại[1].

Trong vỏ Trái Đất, các nguyên tố nhóm IIA chủ yếu tồn tại ở dạng muối carbonate, sulfate và silicate, tạo nên nhiều loại khoáng vật ít tan.

Radium là nguyên tố phóng xạ nên ít được đề cập trong các tài liệu.



a) b)

Hình 18.2. a) Một mẫu khoáng vật dolomite với thành phần chính là $CaCO_3 \cdot MgCO_3$; b) Một mẫu khoáng vật magnesite với thành phần chính là $MgCO_3$

Trong nước mặt, nước ngầm,..., các nguyên tố nhóm IIA tồn tại ở dạng cation M^{2+}, phổ biến nhất là Mg^{2+} và Ca^{2+}.

Trong cơ thể sinh vật, magnesium và calcium tồn tại ở cả dạng hợp chất ít tan và dạng cation Mg^{2+}, Ca^{2+}.

II ĐƠN CHẤT

1. Tính chất vật lí

Bán kính nguyên tử và một số tính chất vật lí của kim loại nhóm IIA được thể hiện trong Bảng 18.1.

Bảng 18.1. Bán kính nguyên tử và một số tính chất vật lí của các kim loại nhóm IIA

Kim loại	Bán kính nguyên tử[2] (pm)	Khối lượng riêng[3] ($g\ cm^{-3}$)	Nhiệt độ nóng chảy[3] (°C)
Be	112	1,85	1 280
Mg	145	1,74	650
Ca	194	1,54	850
Sr	219	2,62	768
Ba	253	3,51	714

[1] Abundance of elements in the earth's crust and in the sea, *CRC Handbook of Chemistry and Physics* 97th Edition (2016 – 2017), p 14-17.

[2] E. Clementi, D. L. Raimondi, W. P. Reihardt, 1967, *Atomic Screening Constants from SCF Functions*, J. Chem. Phys.

[3] James G. Speight, 2005, *Lange's Handbook of Chemistry*, 16th edition, McGraw-Hill.

Bản in thử

Giống với kim loại kiềm, kim loại nhóm IIA thuộc nhóm kim loại nhẹ do có khối lượng riêng nhỏ. Chúng có nhiệt độ nóng chảy cao hơn so với kim loại nhóm IA, nhưng tương đối thấp so với các kim loại khác.

Khác với kim loại kiềm, khối lượng riêng và nhiệt độ nóng chảy của kim loại nhóm IIA biến đổi không theo xu hướng rõ rệt.

Một số tính chất vật lí của kim loại nhóm IIA biến đổi không theo xu hướng là do kim loại nhóm IIA không có cùng một kiểu mạng tinh thể.

2. Tính chất hoá học

Trong nhóm IIA, theo chiều tăng điện tích hạt nhân, bán kính của nguyên tử có xu hướng tăng dần từ beryllium đến barium. Điều này làm tăng khả năng nhường electron hoá trị, dẫn đến tính kim loại (hay tính khử) tăng từ beryllium đến barium.

$$M \longrightarrow M^{2+} + 2e$$

1. Trong cùng chu kì, kim loại nhóm IIA có tính khử mạnh hơn hay yếu hơn so với tính khử của kim loại nhóm IA? Giải thích.

a) Phản ứng với oxygen

Khi đốt nóng trong oxygen hoặc trong không khí, các kim loại nhóm IIA đều bốc cháy, tạo ra oxide theo phương trình hoá học tổng quát sau:

$$2M(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MO(s)$$

Khi cháy, các kim loại nhóm IIA cho ngọn lửa có màu đặc trưng.

b) Phản ứng với nước

Beryllium không phản ứng với nước dù đun nóng. Magnesium phản ứng với nước rất chậm ở nhiệt độ thường, phản ứng mạnh hơn khi đun nóng. Calcium, strontium và barium phản ứng mạnh với nước ở nhiệt độ thường và mức độ phản ứng tăng dần.

Các kim loại nhóm IIA (trừ beryllium) phản ứng với nước tạo ra khí hydrogen và hydroxide kim loại. Mức độ của phản ứng này thường liên quan đến độ tan của hydroxide tạo thành: hydroxide có độ tan lớn hơn thì phản ứng của kim loại đó với nước thuận lợi hơn (Bảng 18.2).

2. Dựa vào tính khử của kim loại và độ tan của các hydroxide, dự đoán:

a) Magnesium hay barium phản ứng với oxygen mạnh hơn.

b) Calcium hay barium phản ứng với nước mạnh hơn.

Bản in thử

3. Vì sao magnesium phản ứng rất chậm với nước?



Một số bọt khí hydrogen xuất hiện khi cho magnesium vào nước ở điều kiện thường

Bảng 18.2. Độ tan của các hydroxide kim loại nhóm IIA và hiện tượng khi kim loại nhóm IIA phản ứng với nước

Kim loại M	Độ tan của $M(OH)_2$ ở 20 °C[1] g/100 g nước		Hiện tượng phản ứng $M + 2H_2O \rightarrow M(OH)_2 + H_2$
Mg	$Mg(OH)_2$	0,0012	Một số bọt khí xuất hiện trên bề mặt kim loại.
Ca	$Ca(OH)_2$	0,17	Sủi bọt khí khá nhanh và nhiều.
Sr	$Sr(OH)_2$	1,77	Sủi bọt khí nhanh và nhiều.
Ba	$Ba(OH)_2$	3,89	Sủi bọt khí rất nhanh và nhiều.

3. Ứng dụng

Ứng dụng cơ bản của một số kim loại nhóm IIA là tham gia tạo hợp kim.

Ví dụ

Mg là kim loại cơ bản của nhiều hợp kim, như hợp kim Mg-Al. Các hợp kim này thường có đặc điểm là cứng, bền và nhẹ. Chúng thường được sử dụng để chế tạo các bộ phận của máy bay, ô tô,...

1. Tìm hiểu và cho biết, ngoài tham gia tạo hợp kim, các kim loại nhóm IIA còn có những ứng dụng nào khác.

1. Magnesium là kim loại cơ bản trong hợp kim dùng để chế tạo khung và cánh của các thiết bị bay (Hình 18.3). Theo em, ứng dụng trên dựa vào tính chất vật lí nào của hợp kim magnesium?



Hình 18.3. Khung và cánh của máy bay trực thăng được chế tạo từ hợp kim của magnesium

[1] James G. Speight, 2005, *Lange's Handbook of Chemistry*, 16th edition, McGraw-Hill.

Bản in thử

III HỢP CHẤT CỦA CÁC NGUYÊN TỐ NHÓM IIA

1. Độ tan của một số loại hợp chất

Thí nghiệm 1. So sánh độ tan của muối $BaSO_4$ và $CaSO_4$

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch $BaCl_2$, $CaCl_2$ cùng nồng độ 0,1 M; dung dịch $CuSO_4$ 5%.

– Dụng cụ: ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành: Cho 2 mL dung dịch $BaCl_2$ vào ống nghiệm (1), 2 mL dung dịch $CaCl_2$ vào ống nghiệm (2). Cho từ từ từng giọt dung dịch $CuSO_4$ vào mỗi ống nghiệm và lắc đều cho đến khi có kết tủa trong ống nghiệm thì dừng lại.

Yêu cầu: Quan sát hiện tượng, so sánh thời điểm xuất hiện kết tủa trong mỗi ống nghiệm, giải thích.

EM CÓ BIẾT

Tuỳ theo mục đích sử dụng, có nhiều quy ước phân loại chất tan, chất ít tan và chất không tan. Dưới đây là quy ước phổ biến.

Loại chất	Độ tan s (g/100 g nước)
Chất tan	$s > 1{,}00$
Chất ít tan	$0{,}01 < s \leq 1{,}00$
Chất không tan	$s \leq 0{,}01$

4. Phản ứng giữa các chất nào sau đây tạo ra chất không tan?

a) $K_2CO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow ?$

b) $H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow ?$

c) $HNO_3 + Mg(OH)_2 \longrightarrow ?$

d) $Na_2SO_4 + Ba(OH)_2 \longrightarrow ?$

2. Vì sao các khoáng vật calcite, dolomite,... hầu như không tan trong nước?



Một mẫu khoáng vật calcite ở vùng Balkal, Nga

Bảng 18.3 thể hiện độ tan và tính tan của một số hợp chất của nguyên tố nhóm IIA.

Bảng 18.3. Độ tan (g/100 g nước) và tính tan của một số muối trong nước ở 20 °C[1]

Anion / Cation	NO_3^-		SO_4^{2-}		CO_3^{2-}	
	Độ tan	Tính tan	Độ tan	Tính tan	Độ tan	Tính tan
Be^{2+}	108,00	T	39,10	T	-	-
Mg^{2+}	69,50	T	33,70	T	0,01	K
Ca^{2+}	130,95 [2]	T	0,20	I	< 0,01	K
Sr^{2+}	69,50	T	0,013	I	< 0,01	K
Ba^{2+}	9,02	T	< 0,01	K	< 0,01	K

T: Chất tan
I: Chất ít tan
K: Chất không tan
- : Chất bị thuỷ phân

[1] James G. Speight, 2005, *Lange's Handbook of Chemistry*, 16th edition, McGraw-Hill.

[2] Được tính từ Aqueous Solubility in Mass% as a Function of Temperature, *CRC Handbook of Chemistry and Physics 97th Edition* (1033 - 1034), p5-168.

Bản in thử

5. Dùng nước có thể phân biệt $MgCO_3(s)$ và $Mg(NO_3)_2(s)$ được không? Giải thích.

3. Một mẫu nước giếng có chứa các ion Ca^{2+}, Na^+, Mg^{2+}, Cl^- và SO_4^{2-}. Viết phương trình hoá học của các phản ứng tạo chất không tan khi cho dung dịch soda vào mẫu nước giếng trên.

2. Một số loại muối phổ biến

a) Muối carbonate

Muối carbonate của các nguyên tố Mg, Ca, Sr, Ba phản ứng với dung dịch acid, với nước có carbon dioxide hoà tan.

Ví dụ

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

$$CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(aq) \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2(aq)$$

Các muối này bị nhiệt phân, tạo thành oxide kim loại và khí carbon dioxide:

$$MCO_3(s) \xrightarrow{t^\circ} MO(s) + CO_2(g) \quad (1)$$

Độ bền nhiệt của các muối có xu hướng tăng từ $MgCO_3$ đến $BaCO_3$. Đặc điểm này phù hợp với xu hướng biến đổi giá trị biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng (1).

4. Vì sao khi có sự gia tăng nồng độ của carbon dioxide trong nước biển thì các rạn san hô và núi đá vôi có thể bị phá huỷ, xói mòn?



Phần núi đá vôi trong nước biển dễ bị xói mòn

Bảng 18.4. Giá trị biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng phân huỷ muối carbonate của một số nguyên tố nhóm IIA và xu hướng biến đổi nhiệt độ phân huỷ

Muối MCO_3	$\Delta_r H^\circ_{298}$ (kJ mol^{-1})[1] của phản ứng (1)	Xu hướng biến đổi nhiệt độ phân huỷ
$MgCO_3$	100,7	Tăng ↓
$CaCO_3$	179,2	
$SrCO_3$	234,6	
$BaCO_3$	271,5	

6. Dựa vào Bảng 18.4, hãy cho biết quá trình phân huỷ 1 mol muối carbonate của nguyên tố nhóm IIA nào cần hấp thu nhiều năng lượng hơn.

[1] Được tính từ giá trị enthalpy tạo thành chuẩn của các chất, theo James G. Speight, 2005, *Lange's Handbook of Chemistry*, 16th edition, McGraw-Hill.

Bản in thử

b) Muối nitrate

Các muối nitrate của nguyên tố nhóm IIA bị nhiệt phân tạo oxide kim loại, khí nitrogen dioxide và oxygen.

$$M(NO_3)_2(s) \xrightarrow{t^\circ} MO(s) + 2NO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \quad (2)$$

Bảng 18.5. Giá trị biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng phân huỷ muối nitrate của một số nguyên tố nhóm IIA và xu hướng biến đổi nhiệt độ phân huỷ

Muối $M(NO_3)_2$	$\Delta_r H^\circ_{298}$ (kJ mol^{-1})[1] của phản ứng (2)	Xu hướng biến đổi nhiệt độ phân huỷ
$Mg(NO_3)_2$	255,2	Tăng ↓
$Ca(NO_3)_2$	369,5	
$Sr(NO_3)_2$	452,4	
$Ba(NO_3)_2$	506,2	

Độ bền nhiệt của các muối nitrate có xu hướng tăng từ $Mg(NO_3)_2$ đến $Ba(NO_3)_2$. Đặc điểm này phù hợp với xu hướng biến đổi giá trị biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng (Bảng 18.5).

3. Kiểm tra sự có mặt của ion trong dung dịch

Để nhận biết sự có mặt của mỗi ion Ca^{2+}, Mg^{2+}, CO_3^{2-} hay SO_4^{2-} trong dung dịch, người ta quan sát hiện tượng xảy ra (như kết tủa, sủi bọt khí,...) khi cho các chất phù hợp vào dung dịch.

Thí nghiệm 2. Thí nghiệm kiểm tra sự có mặt của các ion Ca^{2+}, Ba^{2+}, SO_4^{2-}, CO_3^{2-}

Thí nghiệm kiểm tra sự có mặt của ion Ca^{2+} trong dung dịch

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch $CaCl_2$ 0,1 M; Na_2CO_3 0,1 M; HCl 1,0 M.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành: Cho vào ống nghiệm khoảng 2 mL dung dịch $CaCl_2$, thêm từ từ cho đến hết khoảng 10 giọt dung dịch Na_2CO_3, lắc đều. Tiếp tục thêm vào khoảng 10 giọt dung dịch HCl, lắc đều.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng và viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra.

[1] Được tính từ giá trị enthalpy tạo thành chuẩn của các chất, theo James G. Speight, 2005, *Lange's Handbook of Chemistry*, 16th edition, McGraw-Hill.

Bản in thử

Thí nghiệm kiểm tra sự có mặt của ion Ba^{2+} trong dung dịch

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch $BaCl_2$ 0,1 M; H_2SO_4 1,0 M.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành: Cho vào ống nghiệm khoảng 2 mL dung dịch $BaCl_2$, thêm từ từ cho đến hết khoảng 6 – 8 giọt dung dịch H_2SO_4, lắc đều.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng và viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra.

Thí nghiệm kiểm tra sự có mặt của ion SO_4^{2-} trong dung dịch

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch $ZnSO_4$ 0,1 M; $BaCl_2$ 0,1 M; HCl 1,0 M.

– Dụng cụ: ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành: Cho vào ống nghiệm khoảng 2 mL dung dịch $ZnSO_4$, thêm từ từ cho đến hết khoảng 10 giọt dung dịch $BaCl_2$, lắc ống nghiệm. Tiếp tục thêm vào khoảng 2 – 3 giọt dung dịch HCl, lắc đều.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng và viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra.

Thí nghiệm kiểm tra sự có mặt của ion CO_3^{2-} trong dung dịch

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch Na_2CO_3 1,0 M, HCl 1 M.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt, giấy chỉ thị pH.

Tiến hành: Cho vào ống nghiệm khoảng 1 mL dung dịch Na_2CO_3. Dùng giấy chỉ thị pH để kiểm tra môi trường dung dịch. Thêm tiếp 2 mL dung dịch HCl vào ống nghiệm, lắc đều, đưa que diêm đang cháy đến miệng ống nghiệm.

Yêu cầu: Quan sát, mô tả hiện tượng và viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra.



Hình 18.5. Có thể dùng vôi sống để khử chua, khử trùng đáy ao trước khi nuôi thuỷ sản

4. Ứng dụng và vai trò của một số hợp chất của calcium

a) Ứng dụng của một số hợp chất của calcium có trong tự nhiên

Thạch cao, apatite, đá vôi, vôi sống, vôi tôi có thành phần chính là các hợp chất của calcium. Chúng là các chất rắn tương đối bền đối với nhiệt, không tan hoặc ít tan trong nước; chúng là các nguyên liệu, vật liệu phổ biến và có nhiều ứng dụng trong đời sống, sản xuất.

Bản in thử

Bảng 18.6. Ứng dụng phổ biến của một số hợp chất của calcium

Nguyên liệu, vật liệu	Ứng dụng
Đá vôi	Sản xuất vôi sống, xi măng.
Vôi sống	• Khử chua, tẩy uế,... • Làm chất hút ẩm trong công nghiệp. • Làm vật liệu xây dựng.
Vôi tôi	Khử chua, làm mềm nước cứng.
Thạch cao (khoáng vật gypsum, chứa $CaSO_4 \cdot nH_2O$)	Làm vật liệu xây dựng, vật liệu trang trí.
Apatite (các khoáng vật apatite, chứa $Ca_5(PO_4)_3A$ với A: Cl^-, F^-, OH^-,...)	Sản xuất một số loại phân lân.

b) Vai trò của hợp chất calcium trong cơ thể người

Trong cơ thể người:

- Một số hợp chất không tan của calcium cấu tạo nên xương và răng, giúp phát triển, ổn định xương và răng.
- Một số hợp chất tan của calcium giúp ổn định chức năng truyền dẫn tín hiệu thần kinh đến tế bào, chức năng co giãn của cơ bắp (bao gồm cả cơ tim).



Vấn đề răng miệng



Vấn đề tim mạch



Loãng xương

Hình 18.5. Một số vấn đề khi cơ thể thiếu các hợp chất của calcium

EM CÓ BIẾT

Nguyên tố calcium có nhiều trong sữa, ngũ cốc, các loại hạt, rau cải, hải sản,...



2. Tìm hiểu các triệu chứng của các bệnh về răng và xương có liên quan đến sự thiếu hụt calcium trong cơ thể.

Đề xuất một số biện pháp để phòng tránh, hạn chế một số bệnh trên.

IV NHẬN BIẾT KIM LOẠI VÀ ION KIM LOẠI NHÓM IIA

Khi đốt đơn chất hay hợp chất của Ca, Sr, Ba trên ngọn lửa đèn khí thì ngọn lửa có màu khác nhau:

- Ca và hợp chất của Ca: ngọn lửa có màu đỏ cam.
- Sr và hợp chất của Sr: ngọn lửa có màu đỏ son.
- Ba và hợp chất của Ba: ngọn lửa có màu lục.

Vì vậy, có thể nhận biết Ca, Cs, Ba và hợp chất của chúng dựa vào màu ngọn lửa khi đốt chúng.

Bản in thử

Trong tự nhiên, nguyên tố nhóm IIA thường tồn tại ở dạng hợp chất.

- Đơn chất kim loại nhóm IIA:
  + Là các kim loại nhẹ, có nhiệt độ nóng chảy cao hơn so với kim loại nhóm IA, nhưng thấp hơn các kim loại khác.
  + Có tính khử tăng từ Be đến Ba.
  + Có ứng dụng chủ yếu là tạo hợp kim.
- Một số loại hợp chất của nguyên tố nhóm IIA:
  + Muối carbonate của Mg, Ca, Sr, Ba không tan trong nước, tan trong dung dịch acid, tan trong nước có CO_2, bị nhiệt phân tạo thành oxide.
  + Muối nitrate tan trong nước, bị nhiệt phân tạo thành oxide.
  + Có nhiều ứng dụng trong thực tế.
- Có thể nhận biết các kim loại Ca, Sr, Ba và hợp chất của chúng dựa vào màu ngọn lửa khi đốt các chất trên ngọn lửa đèn khí.

BÀI TẬP

Bài 1. Nêu các đặc điểm giống nhau và khác nhau về cấu tạo nguyên tử và tính chất giữa kim loại nhóm IIA với kim loại kiềm.

Bài 2. Dựa vào giá trị thế điện cực chuẩn của kim loại (Bảng 10.1) và giá trị thế điện cực chuẩn của quá trình $2H_2O + 2e \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$ là $E_{2H_2O/2OH^- + H_2} = -0{,}413$ V ở pH = 7, hãy:

a) Sắp xếp Na, Mg, Cu theo dãy tăng dần tính khử của kim loại.

b) Giải thích vì sao Na và Mg tác dụng được với nước.

Bài 3. Khi cho lượng soda phù hợp vào dung dịch có chứa cation Ca^{2+} và Mg^{2+} thì hai cation này sẽ bị tách ra khỏi dung dịch. Viết phương trình hoá học minh hoạ.

Bài 4. Đề xuất phương án phân biệt các dung dịch không màu $CaCl_2$, $BaCl_2$, KCl, NaCl và Na_2CO_3.

Bản in thử

Bài 19 NƯỚC CỨNG VÀ LÀM MỀM NƯỚC CỨNG

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được khái niệm nước cứng, phân loại nước cứng.*
- *Trình bày được tác hại của nước cứng.*
- *Đề xuất được cơ sở các phương pháp làm mềm nước cứng.*

Việc sử dụng nước chứa nhiều cation Ca^{2+}, Mg^{2+} có thể gây tắc ống dẫn nước do tạo cặn $CaCO_3$ và $MgCO_3$. (Hình 19.1).

Theo em, làm thế nào để làm giảm nồng độ các cation Ca^{2+} và Mg^{2+} trong nguồn nước trước khi sử dụng? Giải thích.



Hình 19.1. Một đoạn ống nước bị đóng cặn

I NƯỚC CỨNG

1. Khái niệm

Nước cứng là nước chứa nhiều cation Ca^{2+} và Mg^{2+}. Nước chứa ít hoặc không chứa cation Ca^{2+} và Mg^{2+} được gọi là nước mềm.

Khi nước ngầm, nước mặt chảy qua các vùng đất có khoáng vật calcite (đá vôi), gypsum (thạch cao), apatite,... sẽ hoà tan nhiều hợp chất của calcium, magnesium và trở thành nước cứng.

2. Phân loại

Căn cứ vào thành phần anion gốc acid trong nước, nước cứng được chia thành ba loại: nước có tính cứng tạm thời, nước có tính cứng vĩnh cửu và nước có tính cứng toàn phần.

Tính cứng tạm thời là tính cứng gây nên bởi các muối $Ca(HCO_3)_2$ và $Mg(HCO_3)_2$.

Tính cứng vĩnh cửu là tính cứng gây nên bởi các muối sulfate, chloride của calcium và magnesium.

Tính cứng toàn phần gồm tính cứng tạm thời và tính cứng vĩnh cửu.

Một loại nước chứa nhiều $CaCl_2$, $Ca(HCO_3)_2$, $MgSO_4$ có tính cứng nào?

Bản in thử

1. Viết phương trình hoá học của phản ứng giải thích hiện tượng tắc ống dẫn nước khi sử dụng nước cứng có chứa $Mg(HCO_3)_2$.

Có thể quan sát dấu hiệu của việc sử dụng nước cứng như trong hình dưới đây.



Hình ảnh bộ phận làm nóng của máy giặt sau khi tiếp xúc với nước cứng trong một thời gian dài

Em hãy đề xuất cách kiểm tra nguồn nước đang được sử dụng tại gia đình hoặc địa phương của em có phải nước cứng hay không. Nếu nước có tính cứng, hãy đưa ra biện pháp phù hợp để làm mềm nước.

3. Tác hại của nước cứng

Nước cứng gây nhiều tác hại trong đời sống và sản xuất:

- Ống dẫn nước cứng, nồi hơi sử dụng nước cứng lâu ngày sẽ bị đóng cặn (thành phần chính là $CaCO_3$ và $MgCO_3$). Lớp cặn này làm giảm lưu lượng nước trong ống dẫn, làm hỏng thiết bị, làm tiêu hao thêm nhiên liệu khi đun nóng nồi hơi, thậm chí có thể gây nổ nồi hơi.
- Nước cứng làm giảm tác dụng của xà phòng; làm hại quần áo.
- Nước cứng làm giảm hương vị của trà khi pha và của thực phẩm khi nấu.

II LÀM MỀM NƯỚC CỨNG

Để hạn chế tác hại của nước cứng, cần có các biện pháp xử lí nước phù hợp để làm giảm tính cứng của nước, được gọi là làm mềm nước cứng.

Nguyên tắc làm mềm nước cứng là làm giảm nồng độ của các cation Ca^{2+} và Mg^{2+} trong nước cứng.

1. Phương pháp kết tủa

Cơ sở của phương pháp này là chuyển cation Ca^{2+}, Mg^{2+} trong nước về dạng chất không tan, có thể dễ dàng tách ra khỏi nước bằng cách lắng, lọc,...

- Khi đun sôi nước cứng, muối $Ca(HCO_3)_2$ và $Mg(HCO_3)_2$ bị phân huỷ tạo ra muối không tan, làm mất tính cứng tạm thời của nước.

Ví dụ 1

$$Mg(HCO_3)_2(aq) \xrightarrow{t^\circ} MgCO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

- Dùng $Ca(OH)_2$ với lượng vừa đủ để phản ứng với muối $Ca(HCO_3)_2$ và $Mg(HCO_3)_2$ tạo ra hợp chất không tan, làm mất tính cứng tạm thời của nước.

Bản in thử

Ví dụ 2 $Ca(HCO_3)_2(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow 2CaCO_3(s) + 2H_2O(l)$

- Dùng Na_2CO_3 hoặc Na_3PO_4 để làm mất tính cứng tạm thời và tính cứng vĩnh cửu của nước.

Ví dụ 3 $MgSO_4(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + MgCO_3(s)$

$Mg(HCO_3)_2(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow 2NaHCO_3(aq) + MgCO_3(s)$

$3CaCl_2(aq) + 2Na_3PO_4(aq) \rightarrow 6NaCl(aq) + Ca_3(PO_4)_2(s)$

2. Phương pháp trao đổi ion

Cơ sở của phương pháp này là thay thế cation Ca^{2+} và Mg^{2+} trong nước bằng cation khác ít gây tác hại hơn.

Phương pháp này được thực hiện bằng cách cho nước cứng đi qua lớp vật liệu hay màng vật liệu trao đổi ion. Các vật liệu này có chứa cation kim loại, như Na^+. Khi cho nước cứng đi qua vật liệu, các cation Ca^{2+} và Mg^{2+} đẩy cation Na^+ ra khỏi vật liệu. Các cation Ca^{2+}, Mg^{2+} bị giữ lại trên vật liệu.

Phương pháp trao đổi ion làm giảm được cả tính cứng tạm thời và tính cứng vĩnh cửu.

Hạn chế cơ bản của phương pháp này là sau thời gian sử dụng, khả năng giữ các cation Ca^{2+} và Mg^{2+} của vật liệu sẽ giảm, khi đó, vật liệu cần được tái chế hoặc thay mới.

2. Cho dung dịch nước cứng chứa Ca^{2+} và SO_4^{2-}. Viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra khi làm mềm nước cứng bằng cách cho dung dịch soda vào dung dịch nước cứng trên.

EM CÓ BIẾT

Vật liệu trao đổi ion thường được làm từ các loại nhựa.



Một loại nhựa có màu vàng, đóng vai trò vật liệu trao đổi ion để làm mềm nước tại nhà

- Nước chứa nhiều cation Ca^{2+}, Mg^{2+} là nước cứng.
- Nước cứng được chia làm ba loại: nước có tính cứng tạm thời, nước có tính cứng vĩnh cửu và nước có tính cứng toàn phần.
- Nước cứng gây nhiều tác hại cho sản xuất và đời sống.
- Người ta thường dùng phương pháp kết tủa và phương pháp trao đổi ion để làm giảm nồng độ của các cation Ca^{2+} và Mg^{2+} trong nước cứng.

Bản in thử

BÀI TẬP

Bài 1. Mỗi phát biểu dưới đây đúng hay sai?

(1) Nước cứng là nước chứa nhiều cation Ca^{2+} và Mg^{2+}.

(2) Nước chứa ít hoặc không chứa các cation Ca^{2+} và Mg^{2+} được gọi là nước mềm.

(3) Soda, nước vôi trong, sodium phosphate có tác dụng làm mềm nước cứng.

(4) Phương pháp trao đổi ion làm giảm được cả tính cứng tạm thời và tính cứng vĩnh cửu của nước.

(5) Sự đóng cặn calcium carbonate trong dụng cụ đun nước hay trong đường ống dẫn nước là một dấu hiệu của việc sử dụng nước cứng.

Bài 2. Sử dụng lượng soda phù hợp có thể làm mất tính cứng toàn phần của nước không? Giải thích và minh hoạ bằng phương trình hoá học của phản ứng (nếu có).

Bài 3. Sau một thời gian sử dụng, bạn Hà phát hiện đáy của ấm đun nước trong nhà có đóng lớp cặn màu trắng, Hà cho rằng đó là calcium carbonate.

a) Đề xuất thí nghiệm để kiểm chứng dự đoán của Hà.

b) Nếu lớp cặn là calcium carbonate, hãy:

- Đề xuất cách tiến hành để loại bớt cation Ca^{2+} có trong nguồn nước sinh hoạt của nhà bạn Hà trước khi nấu.
- Đề xuất cách tiến hành để làm sạch lớp cặn calcium carbonate ở đáy của ấm đun nước.

Bài 4. Hoàn thành các phương trình hoá học dưới đây:

a) $MgSO_4(aq) + Na_3PO_4(aq) \longrightarrow ?$

b) $MgSO_4(aq) + Ca(OH)_2(aq) \longrightarrow ?$

c) $Ca(HCO_3)_2(aq) \xrightarrow{t^\circ}$

d) $Ca(OH)_2(aq) + HCl(aq) \longrightarrow ?$

Cho biết phản ứng nào có thể được sử dụng để làm mềm nước cứng.

Bản in thử

CHỦ ĐỀ 8

SƠ LƯỢC VỀ KIM LOẠI CHUYỂN TIẾP DÃY THỨ NHẤT VÀ PHỨC CHẤT

Bài 20 SƠ LƯỢC VỀ KIM LOẠI CHUYỂN TIẾP DÃY THỨ NHẤT

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được đặc điểm cấu hình electron của nguyên tử kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất (từ Sc đến Cu).*
- *Nêu được xu hướng có nhiều số oxi hoá của nguyên tố chuyển tiếp.*
- *Nêu được các trạng thái oxi hoá phổ biến, cấu hình electron, đặc tính có màu của một số ion kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất.*
- *Trình bày được một số tính chất vật lí của kim loại chuyển tiếp (nhiệt độ nóng chảy, khối lượng riêng, độ dẫn điện và dẫn nhiệt, độ cứng) và ứng dụng của kim loại chuyển tiếp từ các tính chất đó.*
- *Nêu được sự khác biệt về nhiệt độ nóng chảy, khối lượng riêng, độ dẫn điện, độ cứng,... giữa một số kim loại chuyển tiếp so với kim loại họ s.*
- *Thực hiện được (hoặc quan sát video) thí nghiệm xác định hàm lượng muối Fe(II) bằng dung dịch thuốc tím.*
- *Thực hiện được thí nghiệm kiểm tra sự có mặt từng ion riêng biệt: Cu^{2+}, Fe^{3+}.*

Kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất gồm 9 nguyên tố từ Sc (Z = 21) đến Cu (Z = 29) trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học. Các nguyên tố này thường thể hiện nhiều trạng thái oxi hoá khác nhau. Chẳng hạn, nguyên tố sắt (Z = 26) có số oxi hoá +2 trong hợp chất $FeCl_2$, có số oxi hoá +3 trong hợp chất $FeCl_3$.

a) Vì sao kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất thường tạo được nhiều hợp chất với các số oxi hoá dương khác nhau?

b) Nêu một số tính chất và ứng dụng của đơn chất kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất.

Bản in thử

I KHÁI QUÁT VỀ KIM LOẠI CHUYỂN TIẾP DÃY THỨ NHẤT

1. Đặc điểm cấu hình electron nguyên tử của các nguyên tố kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất

Trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất gồm các nguyên tố có số hiệu nguyên tử từ 21 (Sc) đến 29 (Cu), thuộc chu kì 4 (xem Bảng 20.1).

Bảng 20.1. Một số đặc điểm nguyên tử của nguyên tố kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất

Nguyên tử	Cấu hình electron nguyên tử	Độ âm điện[1] (theo Pauling)
Scandium (Sc)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$	1,36
Titanium (Ti)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$	1,54
Vanadium (V)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$	1,63
Chromium (Cr)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \mathbf{3d^5 4s^1}$	1,66
Manganese (Mn)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$	1,55
Sắt (Fe)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$	1,83
Cobalt (Co)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$	1,88
Nickel (Ni)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$	1,91
Đồng (Cu)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \mathbf{3d^{10} 4s^1}$	1,90

1. Dựa vào Bảng 20.1, giải thích vì sao nhiều kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất thường có số oxi hoá +2 trong các hợp chất.

Cấu hình electron nguyên tử của các nguyên tố trong dãy từ Sc đến Cu có xu hướng xếp đầy electron ở phân lớp 4s và tăng dần số electron ở phân lớp 3d. Cấu hình electron của nguyên tử Cr và nguyên tử Cu là ngoại lệ.

Nguyên tử của kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất có electron hoá trị ở phân lớp 4s và phân lớp 3d.

2. Số oxi hoá và màu sắc của các ion kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất

Do có nhiều electron hoá trị, đồng thời có độ âm điện nhỏ nên nguyên tử của nguyên tố kim loại chuyển tiếp thể hiện nhiều số oxi hoá dương khác nhau.

[1] James G. Speight, 2005, *Lange's Handbook of Chemistry*, 16th edition, McGraw-Hill.

Bản in thử

Bảng 20.2. Các số oxi hoá phổ biến
của một số nguyên tố kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất

Nguyên tố	Số oxi hoá phổ biến
Chromium (Cr)	+3, +6
Manganese (Mn)	+2, +4, +7
Sắt (Fe)	+2, +3
Đồng (Cu)	+2

Nguyên tử của kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất tạo nhiều cation khác nhau.

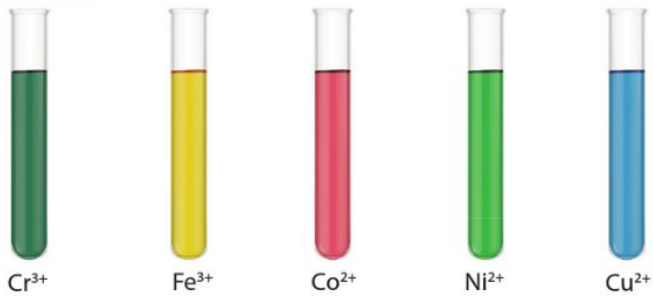
Bảng 20.3. Cấu hình electron
của một số cation kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất

Cation	Cấu hình electron
Fe^{2+}	$1s^22s^22p^63s^23p^63d^6$
Fe^{3+}	$1s^22s^22p^63s^23p^63d^5$
Cr^{3+}	$1s^22s^22p^63s^23p^63d^3$
Cu^{2+}	$1s^22s^22p^63s^23p^63d^9$

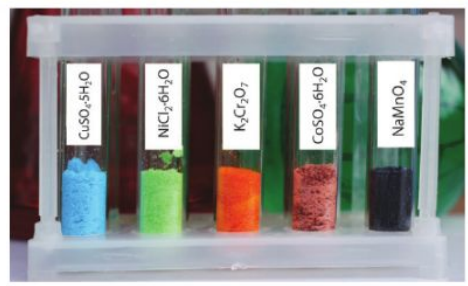
Cation kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất và hợp chất của chúng thường có màu sắc đặc trưng. Dựa trên sự khác biệt về màu sắc này, có thể nhận biết được sự có mặt của cation kim loại chuyển tiếp trong dung dịch.

2. Xác định số oxi hoá của sắt trong các hợp chất sau:
FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4 (hay $FeO{\cdot}Fe_2O_3$).

EM CÓ BIẾT



Minh hoạ màu của một số dung dịch của cation kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất trong nước



Một số hợp chất của nguyên tố kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất có màu sắc khác nhau

Bản in thử

Thí nghiệm 1. Xác định nồng độ của dung dịch $FeSO_4$ bằng dung dịch $KMnO_4$ (dung dịch thuốc tím)

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch thuốc tím $KMnO_4$ có nồng độ chính xác 0,02 M, dung dịch $FeSO_4$ có nồng độ khoảng 0,1 M; dung dịch H_2SO_4 20%.

– Dụng cụ: Burette loại 25 mL, bình tam giác loại 100 mL.

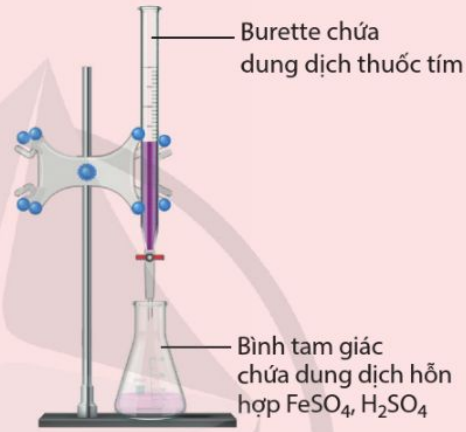
Tiến hành:

– Lắp bộ dụng cụ như Hình 20.1. Cho dung dịch thuốc tím vào burette đến vạch 0, đồng thời bảo đảm không còn bọt khí trong burette. Cho 10 mL dung dịch $FeSO_4$ và 5 mL dung dịch H_2SO_4 20% vào bình tam giác.

– Mở khoá để nhỏ từ từ từng giọt dung dịch thuốc tím vào bình tam giác, đồng thời lắc đều bình.

– Tiếp tục nhỏ dung dịch thuốc tím (vẫn duy trì lắc đều bình) tới khi dung dịch trong bình tam giác xuất hiện màu hồng nhạt bởi một giọt thuốc tím dư, không mất màu trong khoảng 20 giây thì kết thúc chuẩn độ (khoá burette).

– Ghi lại thể tích dung dịch thuốc tím đã dùng. Lặp lại thí nghiệm ít nhất hai lần nữa.



Hình 20.1. Bộ dụng cụ thí nghiệm chuẩn độ muối $FeSO_4$ trong môi trường acid bằng dung dịch thuốc tím

Yêu cầu: Xác định nồng độ của dung dịch $FeSO_4$. Biết phương trình hoá học của phản ứng diễn ra trong quá trình chuẩn độ là:

$$5Fe^{2+}(aq) + MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) \longrightarrow 5Fe^{3+}(aq) + Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$$

Thí nghiệm 2. Kiểm tra sự có mặt của cation Cu^{2+} hoặc Fe^{3+} trong dung dịch

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Các dung dịch $CuSO_4$ 0,1 M; $FeCl_3$ 0,1 M; NaOH 0,1 M.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành:

– Cho khoảng 4 – 6 giọt dung dịch NaOH vào ống nghiệm chứa khoảng 1 mL dung dịch $CuSO_4$.

– Cho khoảng 4 – 6 giọt dung dịch NaOH vào ống nghiệm chứa khoảng 1 mL dung dịch $FeCl_3$.

Yêu cầu: Quan sát, giải thích hiện tượng và viết phương trình hoá học minh hoạ.

Bản in thử

II TÍNH CHẤT VẬT LÍ CỦA KIM LOẠI CHUYỂN TIẾP

1. Tính chất vật lí

Bảng 20.4. Một số tính chất vật lí của calcium và các kim loại chuyển tiếp (dãy thứ nhất)[1,2]

Đơn chất	Khối lượng riêng ($g\ cm^{-3}$)	Nhiệt độ nóng chảy (°C)	Độ cứng (theo thang Mohs, với độ cứng của kim cương = 10,0)
Calcium (Ca)	1,54	850	1,7
Scandium (Sc)	2,99	1 540	- [3]
Titanium (Ti)	4,54	1 675	6,0
Vanadium (V)	5,96	1 900	7,0
Chromium (Cr)	7,19	1 890	8,5
Manganese (Mn)	7,20	1 240	6,0
Iron (Fe)	7,86	1 535	4,0
Cobalt (Co)	8,90	1 492	5,0
Nickel (Ni)	8,90	1 453	4,0
Đồng (Cu)	8,92	1 083	3,0

Các kim loại chuyển tiếp thường có khối lượng riêng lớn, cứng và khó nóng chảy.

Kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất và kim loại họ s thuộc cùng chu kì thường có sự khác biệt đáng kể về một số tính chất vật lí. Chẳng hạn so với potassium và calcium:

[1] James G. Speight, 2005, *Lange's Handbook of Chemistry*, 16th edition, McGraw-Hill.

[2] https://periodictable.com/Properties/A/MohsHardness.v.html, truy cập ngày 1/10/2023.

[3] Không xác định.

Bản in thử

- Các kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất có khối lượng riêng, độ cứng và nhiệt độ nóng chảy cao hơn (Bảng 20.4).
- Các kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất (trừ đồng) có khả năng dẫn điện thấp hơn.

Có nên sử dụng các kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất làm dây chảy trong các cầu chì không? Giải thích.

2. Một số ứng dụng từ tính chất vật lí

- Do có độ cứng vừa phải nên đồng dễ gia công tạo các sản phẩm. Vì độ cứng vừa phải và dẫn điện tốt nên đồng được sử dụng làm dây dẫn trong các thiết bị và mạng lưới điện gia dụng.
- Nhờ có độ cứng cao đồng thời bền trước tác động của các tác nhân ăn mòn nên chromium được dùng làm lớp bảo vệ chống ăn mòn cho các dụng cụ, máy móc, thiết bị, xe cộ, đồ gia dụng,...
- Ứng dụng phổ biến của kim loại chuyển tiếp là tạo các hợp kim có các tính chất đáp ứng nhiều mục đích sử dụng khác nhau. Ví dụ: Hợp kim Fe-Ti không bị gỉ và chịu được nhiệt độ cao; hợp kim Fe-Cr không bị gỉ và rất cứng.

- Các nguyên tử nguyên tố kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất (từ Sc đến Cu):
  + Có cấu hình electron nguyên tử theo xu hướng xếp đầy electron ở phân lớp 4s và tăng dần số electron ở phân lớp 3d (trừ Cr và Cu).
  + Thể hiện nhiều số oxi hoá khác nhau, tạo ra nhiều loại cation.
- Đơn chất kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất:
  + Có nhiệt độ nóng chảy, khối lượng riêng và độ cứng cao hơn so với kim loại họ s cùng chu kì (K và Ca).
  + Có nhiều ứng dụng phổ biến dựa vào tính chất vật lí.
- Hợp chất của các kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất thường có màu sắc.

Bản in thử

BÀI TẬP

Bài 1. a) Từ Bảng 20.1, hãy chỉ ra xu hướng biến đổi về số electron hoá trị của các nguyên tử nguyên tố từ scandium đến cobalt.

b) Từ Bảng 20.4, hãy chỉ ra xu hướng biến đổi về khối lượng riêng của các kim loại từ scandium đến đồng.

Bài 2. Potassium là nguyên tố họ s, thuộc cùng chu kì 4 với các nguyên tố chuyển tiếp dãy thứ nhất.

Từ Bảng 17.1 và Bảng 20.4, hãy chỉ ra sự khác biệt về khối lượng riêng, độ cứng và nhiệt độ nóng chảy giữa các kim loại chuyển tiếp dãy thứ nhất với kim loại potassium.

Bài 3. Một mẫu chất có thành phần chính là muối Mohr. Muối Mohr có công thức hoá học là $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$. Hoà tan 0,2151 g mẫu chất trong dung dịch sulfuric acid loãng dư, thu được dung dịch có chứa cation Fe^{2+}. Lượng Fe^{2+} trong dung dịch này phản ứng vừa đủ với 5,40 mL dung dịch thuốc tím nồng độ 0,020 M (Các chất và ion khác trong dung dịch không phản ứng với thuốc tím). Xác định:

a) Số mg sắt có trong mẫu chất.

b) Phần trăm khối lượng của $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$ trong mẫu chất.

Bản in thử

Bài 21 SƠ LƯỢC VỀ PHỨC CHẤT

Học xong bài học này, em có thể:

- *Nêu được nguyên tử trung tâm; phối tử; liên kết cho nhận giữa nguyên tử trung tâm và phối tử trong phức chất.*
- *Nêu được một số dạng hình học của phức chất (tứ diện, vuông phẳng, bát diện).*

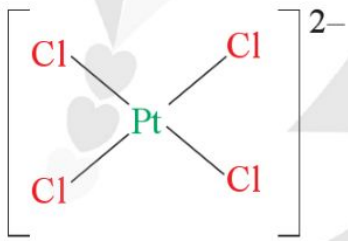
Thuốc thử Tollens chứa hợp chất có công thức là $[Ag(NH_3)_2]OH$, có khả năng tham gia phản ứng tráng bạc với aldehyde.

Phân tử $[Ag(NH_3)_2]OH$ hoặc cation $[Ag(NH_3)_2]^+$ đều được gọi là *phức chất*. Vậy phức chất là gì? Phức chất có cấu tạo như thế nào?

I MỘT SỐ KHÁI NIỆM

Các phân tử và ion có cấu tạo dưới đây đều là các *phức chất*.

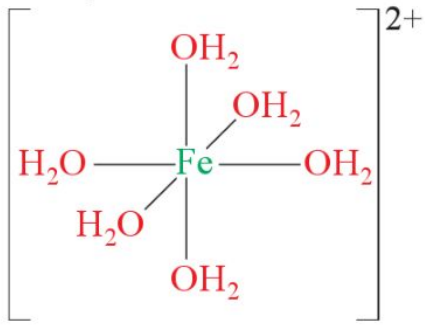
Ví dụ 1 Anion $[PtCl_4]^{2-}$ có cấu tạo như sau:



(1)

Hình 21.1. Cấu tạo của phức chất $[PtCl_4]^{2-}$

Ví dụ 2 Cation $[Fe(OH_2)_6]^{2+}$ có cấu tạo như sau:



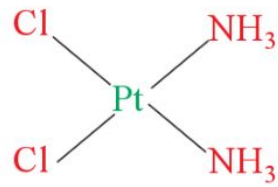
(2)

Hình 21.2. Cấu tạo của phức chất $[Fe(OH_2)_6]^{2+}$

Bản in thử

Ví dụ 3

Phân tử $[PtCl_2(NH_3)_2]$ có cấu tạo như sau:



(3)

Hình 21.3. Cấu tạo của phức chất $[PtCl_2(NH_3)_2]$

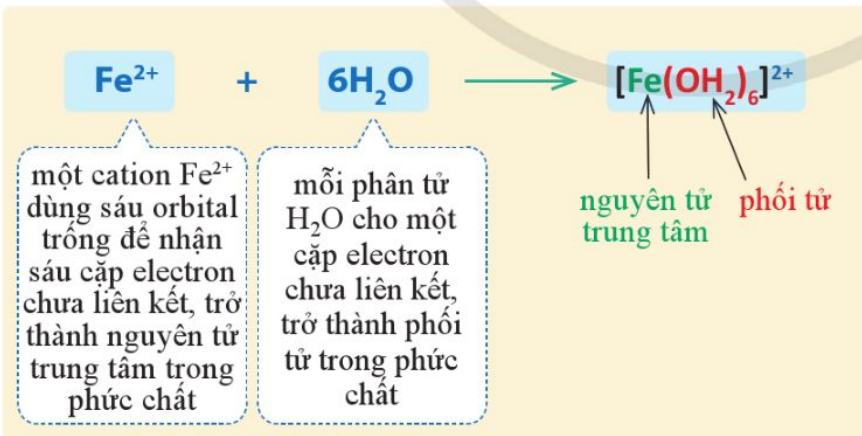
Phức chất có thể mang điện tích như ở phức chất (**1**), (**2**) hoặc không mang điện tích như ở phức chất (**3**).

Phức chất đơn giản thường có một nguyên tử trung tâm liên kết với các phối tử bao quanh.

Liên kết giữa nguyên tử trung tâm và phối tử trong phức chất là liên kết cho – nhận[1]: phối tử cho cặp electron chưa liên kết vào orbital trống của nguyên tử trung tâm.

- Phối tử là các phân tử hoặc anion đã cho cặp electron chưa liên kết.
- Nguyên tử trung tâm là cation kim loại hoặc nguyên tử kim loại có orbital trống đã nhận cặp electron chưa liên kết của phối tử.

Có thể minh hoạ sự hình thành phức chất (**2**) như sau:

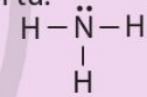


Hình 21.4. Sự hình thành phức chất $[Fe(OH_2)_6]^{2+}$

EM CÓ BIẾT

Trong thực tế, có những phức chất có nhiều hơn một nguyên tử trung tâm; có những phức chất chỉ có một phối tử.

1. Từ công thức Lewis của NH_3, giải thích vì sao phân tử này có thể đóng vai trò là phối tử.



Hãy chỉ ra nguyên tử trung tâm và phối tử trong phức chất (**3**).

[1] Theo thuyết Liên kết hoá trị (thuyết VB).

Bản in thử

II DẠNG HÌNH HỌC CỦA PHỨC CHẤT

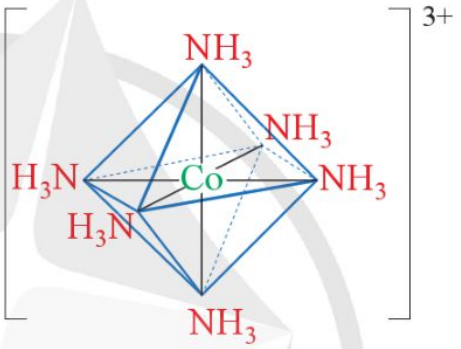
Phức chất có nhiều dạng hình học khác nhau như vuông phẳng, tứ diện, bát diện,...

Dạng hình học của phức chất được xác nhận bằng thực nghiệm.

Phức chất mà nguyên tử trung tâm tạo 6 liên kết σ (sigma) với các phối tử thường có dạng hình học là *bát diện*, được gọi là phức chất bát diện.

Theo IUPAC, khi viết công thức của phức chất nên hướng nguyên tử cho cặp electron hoá trị riêng trong phối tử về phía nguyên tử trung tâm. Chẳng hạn phức chất trong Ví dụ 2, nên viết là $[Fe(OH_2)_6]^{2+}$, thay vì $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$.

Ví dụ 4 $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ là phức chất bát diện, với dạng hình học như sau:



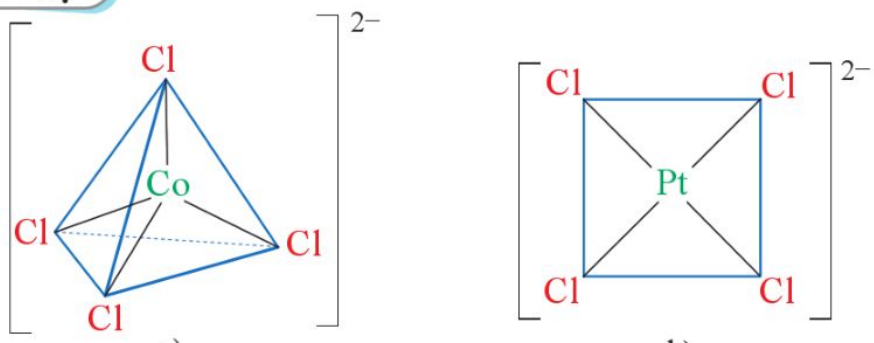
Hình 21.5. Dạng hình học của phức chất bát diện $[Co(NH_3)_6]^{3+}$

Trong phức chất trên, các phối tử chiếm vị trí 6 đỉnh, còn nguyên tử trung tâm nằm ở tâm của hình bát diện.

Lưu ý: Các đoạn vẽ màu xanh giúp dễ hình dung cấu trúc bát diện, không phải là liên kết giữa các phối tử.

Phức chất mà nguyên tử trung tâm tạo 4 liên kết σ với các phối tử thường có dạng hình học là *tứ diện* hoặc *vuông phẳng*, được gọi là phức chất tứ diện hoặc phức chất vuông phẳng.

Ví dụ 5



Hình 21.6. Dạng hình học của phức chất tứ diện $[CoCl_4]^{2-}$ (a) và của phức chất vuông phẳng $[PtCl_4]^{2-}$ (b)

2. Khi cho copper(II) sulfate vào nước thì hình thành phức chất bát diện với các phối tử là 6 phân tử H_2O.

a) Viết công thức của phức chất.

b) Vẽ dạng hình học của phức chất trên.

3. Thực nghiệm xác nhận phức chất $[Zn(OH)_4]^{2-}$ có dạng hình học tứ diện. Hãy vẽ dạng hình học của phức chất trên.

Bản in thử

- Phức chất đơn giản thường có một nguyên tử trung tâm liên kết với các phối tử bằng liên kết cho – nhận.
  + Phối tử là các phân tử hoặc anion đã cho cặp electron chưa liên kết.
  + Nguyên tử trung tâm là cation kim loại hoặc nguyên tử kim loại có orbital trống đã nhận cặp electron chưa liên kết.
- Phức chất có dạng hình học phổ biến là bát diện, tứ diện và vuông phẳng.

BÀI TẬP

Bài 1. Cho một phức chất có công thức $[Fe(OH_2)_6](NO_3)_3 \cdot 3H_2O$.

Chỉ ra nguyên tử trung tâm và phối tử của phức chất trên.

Bài 2. Hãy chỉ ra liên kết cho – nhận trong phức chất $[PtCl_4]^{2-}$.

Bài 3. Mỗi phát biểu dưới đây là đúng hay sai?

(1) Phức chất có thể mang điện tích hoặc không mang điện tích.

(2) Phức chất mà nguyên tử trung tâm tạo 4 liên kết σ với các phối tử luôn có dạng hình học là tứ diện.

(3) Giống như phân tử amionia ($\dot{\ddot{N}}H_3$), phân tử methyl amine ($CH_3\dot{\ddot{N}}H_2$) cũng có thể đóng vai trò là phối tử do có cặp electron chưa liên kết.

Bản in thử

Bài 22 SƠ LƯỢC VỀ SỰ HÌNH THÀNH PHỨC CHẤT CỦA ION KIM LOẠI CHUYỂN TIẾP TRONG DUNG DỊCH

Học xong bài học này, em có thể:

- *Trình bày được sự hình thành phức chất aqua của ion kim loại chuyển tiếp và H_2O trong dung dịch nước.*
- *Trình bày được một số dấu hiệu của phản ứng tạo phức chất trong dung dịch (đổi màu, kết tủa, hoà tan...).*
- *Mô tả được phản ứng thay thế phối tử của phức chất bởi một số phối tử đơn giản trong dung dịch nước.*
- *Thực hiện được một số thí nghiệm tạo phức chất của một ion kim loại chuyển tiếp trong dung dịch với một số phối tử đơn giản khác nhau (ví dụ: sự tạo phức của dung dịch Cu(II) với NH_3, OH^-, Cl^-,...).*
- *Nêu được một số ứng dụng của phức chất.*

Muối copper(II) sulfate ($CuSO_4$) có màu trắng. Dung dịch copper(II) sulfate có màu xanh.

Hãy dự đoán hiện tượng xảy ra khi thêm từ từ cho đến dư dung dịch ammonia vào ống nghiệm chứa dung dịch copper(II) sulfate. Giải thích.

I SỰ HÌNH THÀNH PHỨC CHẤT AQUA CỦA CATION KIM LOẠI CHUYỂN TIẾP TRONG DUNG DỊCH

Khi tan trong nước, muối của các kim loại chuyển tiếp phân li thành các ion. Sau đó, cation kim loại chuyển tiếp (M^{n+}) thường nhận các cặp electron hoá trị riêng từ các phân tử H_2O để hình thành các liên kết cho – nhận, tạo ra phức chất aqua theo phương trình hoá học dạng tổng quát sau:

$$M^{n+}(aq) + mH_2O(l) \rightarrow [M(OH_2)_m]^{n+}(aq)$$

với: • n là giá trị điện tích của cation kim loại M.

• m là số phối tử H_2O.

• $[M(OH_2)_m]^{n+}$ là công thức tổng quát của phức chất aqua của M^{n+}.

Bản in thử

Ví dụ 1 Khi cho muối copper(II) sulfate vào nước, phức chất aqua được hình thành:

$$Cu^{2+}(aq) + 6H_2O(l) \rightarrow [Cu(OH_2)_6]^{2+}(aq)$$

Một số phức chất aqua của kim loại chuyển tiếp như $[Co(OH_2)_6]^{3+}$, $[Co(OH_2)_6]^{2+}$, $[Fe(OH_2)_6]^{3+}$, $[Fe(OH_2)_6]^{2+}$, $[Ti(OH_2)_6]^{3+}$,...

Phức chất aqua có dạng hình học bát diện được hình thành khi cho $CrCl_3$ vào nước.

Viết phương trình hoá học của quá trình tạo phức chất trên.

II DẤU HIỆU CỦA PHẢN ỨNG TẠO PHỨC CHẤT TRONG DUNG DỊCH

Các phản ứng tạo phức chất thường có một số dấu hiệu dễ quan sát như sự biến đổi màu sắc, sự hoà tan, sự kết tủa. Trong các dấu hiệu trên, sự biến đổi màu sắc là phổ biến hơn cả.

Dưới đây là một số minh hoạ các dấu hiệu của quá trình tạo phức chất trong dung dịch.

Bảng 22.1. Minh hoạ một số dấu hiệu của quá trình tạo phức chất trong dung dịch

Quá trình	Hiện tượng và dấu hiệu tạo phức chất	Sản phẩm chính
Cho copper(II) sulfate khan, màu trắng vào ống nghiệm	Chất rắn màu trắng trong ống nghiệm.	$CuSO_4(s)$
Thêm nước vào ống nghiệm	Chất rắn màu trắng bị hoà tan, tạo dung dịch màu xanh.	$[Cu(OH_2)_6]^{2+}(aq)$
Thêm vài giọt dung dịch ammonia	Xuất hiện kết tủa màu xanh nhạt.	$[Cu(OH)_2(OH_2)_4](s)$
Thêm ammonia đến dư	Kết tủa màu xanh nhạt bị hoà tan, dung dịch chuyển từ màu xanh nhạt sang màu xanh lam.	$[Cu(NH_3)_4(OH_2)_2]^{2+}(aq)$

Bản in thử

III PHẢN ỨNG THAY THẾ PHỐI TỬ TRONG PHỨC CHẤT

Ở những điều kiện phù hợp, các anion và phân tử như OH^-, X^- (halide), NH_3,... có thể thay thế được một, một số hoặc tất cả các phối tử trong phức chất.

Chẳng hạn, anion OH^- hoặc Cl^- có thể thay thế phối tử H_2O trong các phức chất.

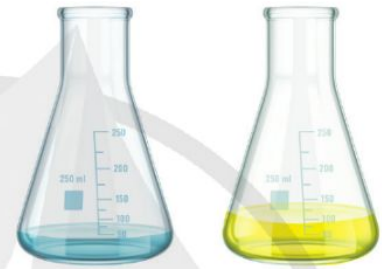
Ví dụ 2 $[Cr(OH_2)_6]^{3+}(aq) + 6OH^-(aq) \rightarrow [Cr(OH)_6]^{3-}(aq) + 6H_2O(l)$

Ví dụ 3 $[Cu(OH_2)_6]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \rightleftharpoons [CuCl_4]^{2-}(aq) + 6H_2O(l)$

Trong Ví dụ 4 và Ví dụ 5, hãy cho biết:

a) Phối tử thay thế và phối tử bị thay thế.

b) Dấu hiệu của phản ứng tạo phức chất có thể là gì?



a) b)

Hình 22.1. Dung dịch copper(II) sulfate loãng (a) và dung dịch copper(II) sulfate loãng sau khi phản ứng với dung dịch hydrochloric acid đặc, dư (b)

Phân tử NH_3 có thể thay thế phối tử H_2O, Cl^-,... trong các phức chất.

Ví dụ 4 $[Ni(OH_2)_6]^{2+}(aq) + 6NH_3(aq) \rightarrow [Ni(NH_3)_6]^{2+}(aq) + 6H_2O(l)$

Ví dụ 5 $[PtCl_4]^{2-}(aq) + 2NH_3(aq) \rightarrow [PtCl_2(NH_3)_2](s) + 2Cl^-(aq)$

Sự thay thế phối tử thường tạo thành phức chất bền hơn so với phức chất ban đầu.

Thí nghiệm 1. Phản ứng copper(II) sulfate với dung dịch ammonia

Chuẩn bị:

– Hoá chất: Dung dịch $CuSO_4$ 2%, dung dịch NH_3 khoảng 10%.

– Dụng cụ: Ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành: Cho từ từ từng giọt dung dịch NH_3 vào ống nghiệm chứa 5 mL dung dịch $CuSO_4$. Lắc ống nghiệm trong quá trình thêm dung dịch NH_3. Khi dung dịch trong ống nghiệm chuyển sang màu xanh lam thì dừng thêm dung dịch NH_3.

Yêu cầu: Quan sát và giải thích hiện tượng. Viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra.

Bản in thử

Thí nghiệm 2. Khả năng phản ứng của dung dịch copper(II) sulfate loãng với hydrochloric acid đặc

– Hoá chất: Dung dịch $CuSO_4$ 0,5%, dung dịch HCl đặc.

– Dụng cụ: ống nghiệm, ống hút nhỏ giọt.

Tiến hành: Thêm khoảng 2 mL dung dịch HCl vào ống nghiệm chứa khoảng 1 mL dung dịch $CuSO_4$.

Yêu cầu: Quan sát và giải thích hiện tượng. Viết phương trình hoá học của phản ứng xảy ra.

IV ỨNG DỤNG CỦA PHỨC CHẤT

Các phức chất có nhiều ứng dụng trong hoá học, sản xuất và đời sống,... được trình bày như sau.

Tìm hiểu và giải thích ứng dụng trong hoá học của phức chất $[Cu(NH_3)_4(OH_2)_2]^{2+}$.

Ứng dụng dựa vào phản ứng tạo phức chất

- Xác định hàm lượng cation kim loại chuyển tiếp trong dung dịch
- Hấp thụ và loại bỏ các cation kim loại nặng, độc ra khỏi cơ thể ở dạng phức chất

Ứng dụng dựa vào đặc điểm, tính chất của phức chất

- Làm vật liệu, chất tạo màu trong sản xuất
- Làm thuốc, chất dinh dưỡng
- Làm chất chỉ thị màu cho các quá trình phản ứng, xúc tác cho một số phản ứng

- Trong nước, cation kim loại chuyển tiếp nhận cặp electron hoá trị riêng từ các phân tử H_2O, tạo thành phức chất aqua dạng $[M(OH_2)_m]^{n+}$.
- Dấu hiệu của phản ứng tạo phức chất thường là sự biến đổi về màu sắc, sự hoà tan, sự kết tủa.
- Phối tử trong phức chất có thể bị thay thế bởi phối tử khác trong điều kiện phù hợp.
- Phức chất có nhiều ứng dụng trong đời sống, sản xuất, y tế, hoá học,...

Bản in thử

BÀI TẬP

Bài 1. Hoàn thành phản ứng dưới đây:

$NiCl_2(s) + ? \rightarrow [Ni(OH_2)_6]^{2+}(aq) + ?$

Bài 2. Trong phản ứng thuận nghịch dưới đây, việc tăng nồng độ $Cl^-(aq)$ ảnh hưởng thế nào đến sự thay đổi màu của dung dịch?

$$[Cu(OH_2)_6]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \rightleftharpoons [CuCl_4]^{2-}(aq) + 6H_2O(l)$$

màu xanh màu vàng

Bài 3. Phản ứng nào dưới đây là phản ứng thay thế phối tử trong phức chất?

a) $[Co(OH_2)_6]^{3+}(aq) + 6NH_3(aq) \rightarrow [Co(NH_3)_6]^{3+}(aq) + 6H_2O(l)$

b) $2Na[Au(CN)_2](aq) + Zn(s) \rightarrow Na_2[Zn(CN)_4](aq) + 2Au(s)$

c) $[Co(OH_2)_6]^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq) \rightleftharpoons [CoCl_4]^{2-}(aq) + 6H_2O(l)$

Bản in thử

BẢNG GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ

	Giải thích thuật ngữ	Trang
chất hoạt động bề mặt	chất làm giảm sức căng bề mặt hoặc những áp lực trên bề mặt tiếp xúc giữa một chất rắn với một chất lỏng hoặc giữa hai chất lỏng hoặc giữa một chất khí với chất lỏng	40
hồ vải	quá trình phủ một lớp hồ lên sợi vải, làm cho sợi cứng hơn, để việc dệt vải được nhanh chóng, thuận tiện hơn	25
luyện kim	phương pháp tạo kim loại và hợp kim từ quá trình biến đổi các nguyên liệu	103
phẩm màu azo	những chất màu có công thức chung RN=NR'	40
polymer trùng ngưng	polymer được tổng hợp bằng phương pháp trùng ngưng	69
sức căng bề mặt	được gây ra bởi lực kéo căng bề mặt chất lỏng (còn được gọi là lực căng bề mặt của chất lỏng)	15
tinh luyện (kim loại)	khử các tạp chất bằng quy trình công nghệ để được kim loại có độ sạch cao	87, 103
tính chất cơ lí	những tính chất liên quan đến sự biến dạng và phá vỡ chất dưới tác dụng của lực. Các tính chất cơ lí thường được sử dụng để đánh giá khả năng chịu lực, độ bền, độ cứng, độ dẻo, độ đàn hồi, độ dai,... của vật liệu	56, 63



Bản in thử

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC SƯ PHẠM

Địa chỉ: Tầng 6, Toà nhà số 128 đường Xuân Thuỷ, quận Cầu Giấy, TP. Hà Nội

Điện thoại: 024.37547735

Email: nxb@hnue.edu.vn | **Website:** www.nxbdhsp.edu.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc – Tổng biên tập: NGUYỄN BÁ CƯỜNG

Chịu trách nhiệm tổ chức bản thảo và bản quyền nội dung:

CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ XUẤT BẢN – THIẾT BỊ GIÁO DỤC VIỆT NAM

Chủ tịch Hội đồng Quản trị: NGƯT NGÔ TRẦN ÁI

Tổng Giám đốc: VŨ BÁ KHÁNH

Biên tập:

NGUYỄN THỊ THANH MAI – NGUYỄN THỊ HƯƠNG THẢO – BÙI ĐỨC TĨNH

Thiết kế:

NGUYỄN THỊ HƯƠNG

Trình bày bìa:

NGUYỄN MẠNH HÙNG

Sửa bản in:

NGUYỄN THỊ THANH MAI

HOÁ HỌC 12

Mã số: ...

ISBN: .....

In .... cuốn, khổ 19 x 26,5cm, tại .....

Địa chỉ: .....

Số xác nhận đăng kí xuất bản: ...-.../... /...-.../...

Quyết định xuất bản số: .... /....-... ngày ... /... /....

In xong và nộp lưu chiểu Quý ... năm ...

Bản in thử

Mang cuộc sống vào bài học
Đưa bài học vào cuộc sống



Sách giáo khoa *Hoá học 12* được tập thể các nhà khoa học, nhà giáo giàu kinh nghiệm biên soạn theo Chương trình giáo dục phổ thông 2018 nhằm đáp ứng yêu cầu đổi mới về nội dung và phương pháp dạy học; gồm những bài học được thiết kế công phu nhằm góp phần giúp các em phát triển được những phẩm chất và năng lực cần thiết cũng như hình thành định hướng nghề nghiệp cho tương lai.

Sách giáo khoa *Hoá học 12* cùng với sự hỗ trợ của sách giáo khoa điện tử giúp các em củng cố và vận dụng được tốt nhất các kiến thức, kĩ năng trên lớp.

SỬ DỤNG TEM CHỐNG GIẢ

1. Quét mã QR hoặc dùng trình duyệt web để truy cập website bộ sách Cánh Diều: www.hoc10.com
2. Vào mục Hướng dẫn (www.hoc10.com/huong-dan) để kiểm tra sách giả và xem hướng dẫn kích hoạt sử dụng học liệu điện tử.

SÁCH KHÔNG BÁN

Bản in thử