

# Atom, Chemical Element, & Chemical Compound

## Nguyên Tử, Nguyên Tố Hóa Học, & Hợp Chất Hóa Học

Nguyễn Quân Bá Hồng\*

Ngày 8 tháng 4 năm 2023

### Tóm tắt nội dung

[EN] This text is a collection of problems, from easy to advanced, about atom, chemical element, & chemical compound. This text is also a supplementary material for my lecture note on Elementary Chemistry, which is stored & downloadable at the following link: [GitHub/NQBH/hobby/elementary\\_chemistry/grade 8/lecture](https://github.com/NQBH/hobby/elementary_chemistry/grade_8/lecture)<sup>1</sup>. The latest version of this text has been stored & downloadable at the following link: [GitHub/NQBH/hobby/elementary\\_chemistry/grade 8/atom](https://github.com/NQBH/hobby/elementary_chemistry/grade_8/atom)<sup>2</sup>.

[VI] Tài liệu này là 1 bộ sưu tập các bài tập chọn lọc từ cơ bản đến nâng cao về nguyên tử, nguyên tố hóa học, & hợp chất hóa học. Tài liệu này là phần bài tập bổ sung cho tài liệu chính – bài giảng [GitHub/NQBH/hobby/elementary\\_chemistry/grade 8/lecture](https://github.com/NQBH/hobby/elementary_chemistry/grade_8/lecture) của tác giả viết cho Hóa Học Sơ Cấp. Phiên bản mới nhất của tài liệu này được lưu trữ & có thể tải xuống ở link sau: [GitHub/NQBH/hobby/elementary\\_chemistry/grade 8/atom](https://github.com/NQBH/hobby/elementary_chemistry/grade_8/atom).

## Mục lục

<b>1</b>	<b>Atom – Nguyên Tử</b>	<b>3</b>
1.1	Khái niệm nguyên tử	3
1.2	Cấu tạo nguyên tử	3
1.3	Sự chuyển động của electron trong nguyên tử	4
1.4	Khối lượng nguyên tử	5
<b>2</b>	<b>Chemical Element – Nguyên Tố Hóa Học</b>	<b>5</b>
2.1	Khái niệm nguyên tố hóa học	6
2.2	Tên nguyên tố hóa học	6
2.3	Ký hiệu hóa học	6
<b>3</b>	<b>Chemical Periodic Table – Sơ Lược về Bảng Tuần Hoàn Các Nguyên Tố Hóa Học</b>	<b>7</b>
3.1	Nguyên tắc sắp xếp các nguyên tố hóa học trong bảng tuần hoàn	7
3.2	Cấu tạo bảng tuần hoàn	7
3.2.1	Ô nguyên tố	7
3.2.2	Chu kỳ	8
3.2.3	Nhóm	8
3.3	Vị trí của các nguyên tố kim loại, phi kim & khí hiếm trong bảng tuần hoàn	9
3.4	Ý nghĩa của bảng tuần hoàn	9
<b>4</b>	<b>Molecule, Compound – Phân Tử, Đơn Chất, Hợp Chất</b>	<b>10</b>
4.1	Phân tử	11
4.1.1	Khái niệm phân tử	11
4.1.2	Khối lượng phân tử	11
4.2	Đơn chất	11
4.3	Hợp chất	12
<b>5</b>	<b>Giới Thiệu về Liên Kết Hóa Học</b>	<b>12</b>
5.1	Đặc điểm cấu tạo vỏ nguyên tử khí hiếm	12
5.2	Liên kết ion	13
5.2.1	Sự tạo thành liên kết trong phân tử sodium chloride	13
5.2.2	Sự tạo thành liên kết trong phân tử magnesium oxide	13
5.3	Liên kết cộng hóa trị	13
5.3.1	Sự tạo thành liên kết trong phân tử hydrogen	13

\*Independent Researcher, Ben Tre City, Vietnam

e-mail: [nguyenquanbahong@gmail.com](mailto:nguyenquanbahong@gmail.com); website: <https://nqbh.github.io>.

<sup>1</sup>URL: [https://github.com/NQBH/hobby/blob/master/elementary\\_chemistry/grade\\_8/NQBH\\_elementary\\_chemistry\\_grade\\_8.pdf](https://github.com/NQBH/hobby/blob/master/elementary_chemistry/grade_8/NQBH_elementary_chemistry_grade_8.pdf).

<sup>2</sup>URL: [https://github.com/NQBH/hobby/blob/master/elementary\\_chemistry/atom/NQBH\\_atom.pdf](https://github.com/NQBH/hobby/blob/master/elementary_chemistry/atom/NQBH_atom.pdf).

5.3.2	Sự tạo thành liên kết trong phân tử nước $H_2O$	14
5.3.3	Sự tạo thành liên kết trong phân tử carbon dioxide	14
<b>6</b>	<b>Hóa Trị, Công Thức Hóa Học</b>	<b>15</b>
6.1	Hóa trị	15
6.1.1	Khái niệm về hóa trị	15
6.1.2	Quy tắc hóa trị	16
6.2	Chemical formula – Công thức hóa học	16
6.2.1	Công thức hóa học	16
6.2.2	Ý nghĩa của CTHH	17
6.2.3	Xác định CTHH của hợp chất khi biết hóa trị hoặc % khối lượng của các nguyên tố	18
<b>7</b>	<b>Miscellaneous</b>	<b>19</b>
	<b>Tài liệu</b>	<b>19</b>

# Abbreviation, Convention, & Notation – Viết Tắt, Quy Ước, & Ký Hiệu

## Notation – Ký Hiệu

- $\%m_{A|A_xB_y}$ : % khối lượng của nguyên tố  $A$  trong hợp chất  $A_xB_y$ , & được tính bởi công thức  $\%m_{A|A_xB_y} := \frac{xM_A}{xM_A + yM_B}$ .
- $m_{A|A_xB_y}$ : khối lượng của nguyên tố  $A$  trong hợp chất  $A_xB_y$ , & được tính bởi công thức  $m_{A|A_xB_y} := m_{A_xB_y} \cdot \%m_{A|A_xB_y} = m_{A_xB_y} \frac{xM_A}{xM_A + yM_B}$ .

## 1 Atom – Nguyên Tử

**Nội dung.** Mô hình nguyên tử của Rutherford–Bohr – mô hình sắp xếp electron trong lớp vỏ nguyên tử, khối lượng của 1 nguyên tử theo đơn vị quốc tế amu (đơn vị khối lượng nguyên tử).

**atom** [n] /'ætəm/: the smallest particle of a chemical element that can exist.

E.g., the splitting of the atom; 2 atoms of hydrogen with 1 atom of oxygen to form a molecule of water; The scientist Ernest Rutherford was the first person to split the atom; positively charged atoms.

Khoảng năm 440 BC, nhà triết học Hy Lạp, Democritus cho rằng nếu chia nhỏ nhiều lần 1 đồng tiền vàng cho đến khi “không thể phân chia được nữa”, thì sẽ được 1 hạt gọi là *nguyên tử*. (“Nguyên tử” trong tiếng Hy Lạp là *atomos*, nghĩa là “không chia nhỏ hơn được nữa”).

**Kích thước nguyên tử.** Có thể coi nguyên tử như những quả cầu cực nhỏ. Đường kính của nguyên tử nhỏ hơn đường kính của sợi tóc  $\approx 100000$ – $500000$  lần, mà đường kính của sợi tóc là 0.1mm. Vì thế, không thể quan sát nguyên tử bằng mắt hoặc các kính hiển vi thông thường.

### 1.1 Khái niệm nguyên tử

Các nhà khoa học hiện nay đã tìm thấy hàng chục triệu chất khác nhau. Tuy nhiên, khi phân tích các chất đó, người ta thấy mọi chất đều được cấu tạo từ những *hạt cực kỳ nhỏ bé, không mang điện*. Những hạt đó được gọi là *nguyên tử*.

**Ví dụ 1** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 10). *Đồng tiền vàng được cấu tạo từ các nguyên tử vàng (gold). Khí oxygen  $O_2$  được cấu tạo từ các<sup>3</sup> nguyên tử oxygen. Kim cương, than chì đều được cấu tạo từ các nguyên tử carbon C. Nước được tạo nên từ các nguyên tử hydrogen H & oxygen O (phân tử nước có công thức hóa học là  $H_2O$ ). Đường ăn, có công thức phân tử là  $C_{12}H_{22}O_{11}$  được tạo nên từ các nguyên tử carbon C, oxygen O, & hydrogen H.*

**Bài toán 1** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 10). *Kể tên vài chất có chứa nguyên tử oxygen.*

*Giải.* Khí oxygen  $O_2$ , khí carbonic  $CO_2$ , nước  $H_2O$ , đường  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , oxide kim loại  $M_xO_y$  với M là kim loại, e.g.,  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$ ,  $Cu_2O$ ,  $CuO$ ,  $MgO$ , .... □

### 1.2 Cấu tạo nguyên tử

Nguyên tử được coi như 1 quả cầu, gồm vỏ nguyên tử & hạt nhân nguyên tử.

1. **Vỏ nguyên tử.** Vỏ nguyên tử được tạo bởi 1 hay nhiều electron chuyển động xung quanh hạt nhân. Electron ký hiệu là e, mang điện tích âm & có giá trị bằng 1 điện tích nguyên tố<sup>4</sup>, được viết đơn giản là  $-1$ .

**electron** [n] /'ɪləktrɒn/, /'ɪləktrɔːn/ (*physics*): a very small piece of matter (= a substance) with a negative electric charge, found in all atoms.

2. **Hạt nhân nguyên tử.** Hạt nhân nằm ở tâm & có kích thước rất nhỏ so với kích thước của nguyên tử. Hạt nhân nguyên tử được tạo bởi các proton & neutron.

- (a) Proton ký hiệu là p, mang điện tích dương & có giá trị bằng 1 điện tích nguyên tố, được viết là  $+1$ . Điện tích của proton bằng điện tích của electron về độ lớn nhưng khác dấu.
- (b) Neutron ký hiệu là n, không mang điện.

**proton** [n] /'prəʊtɒn/, /'prəʊtɔːn/ (*physics*): a very small piece of matter (= a substance) with a positive electric charge that forms part of the nucleus (= central part) of an atom.

**neutron** [n] /'njuːtrɒn/, /'nʊːtrɔːn/ (*physics*): a very small piece of matter (= a substance) that carries no electric charge & that forms part of the nucleus (= central part) of an atom.

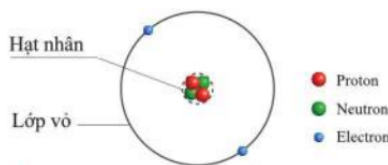
Kích thước của hạt nhân rất nhỏ so với kích thước của nguyên tử. Nếu coi hạt nhân là quả bóng có đường kính là 10cm thì nguyên tử sẽ là quả cầu khổng lồ với đường kính là 1 km (lớn gấp 10000 lần kích thước của hạt nhân nguyên tử).

Điện tích của hạt nhân nguyên tử bằng tổng điện tích của các proton. Số đơn vị điện tích hạt nhân bằng số proton. Trong nguyên tử, số electron bằng số proton.

<sup>3</sup>Khí oxygen gồm rất nhiều phân tử oxygen  $O_2$ , & mỗi phân tử oxygen  $O_2$  được cấu tạo từ 2 nguyên tử oxygen O.

<sup>4</sup>1 điện tích nguyên tố  $= 1.605 \cdot 10^{-19}C$ , với C là viết tắt của Coulomb.

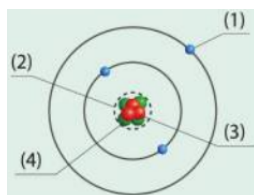
**Ví dụ 2** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 11). (a) Nguyên tử nitrogen (nitơ) N có 7 proton nên nitrogen có 7 electron, có điện tích hạt nhân là +7, số đơn vị điện tích hạt nhân là 7. (b) Nguyên tử helium gồm hạt nhân có 2 proton, 2 neutron, & vỏ nguyên tử có 2 electron.



Hình 1: Mô hình cấu tạo nguyên tử helium.

**Bài toán 2** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 11). Trong các hạt cấu tạo nên nguyên tử: (a) Hạt nào mang điện tích âm? (b) Hạt nào mang điện tích dương? (c) Hạt nào không mang điện?

**Bài toán 3** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 11). Quan sát mô hình cấu tạo nguyên tử lithium & hoàn thành thông tin chú thích các thành phần trong cấu tạo nguyên tử lithium.



Hình 2: Mô hình cấu tạo nguyên tử lithium.

**Bài toán 4** (M. S. Tuấn et al., 2022, 2, p. 11). Hoàn thành thông tin:

Nguyên tử	Số proton	Số neutron	Số electron	Điện tích hạt nhân
Hydrogen	1	0		
Carbon		6	6	
Phosphorus	15	16		

**Bài toán 5** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 12). Aluminium Al là kim loại có nhiều ứng dụng trong thực tiễn, được dùng làm dây dẫn điện, chế tạo các thiết bị, máy móc trong công nghiệp & nhiều đồ dùng sinh hoạt. Tổng số hạt trong hạt nhân nguyên tử aluminium là 27, số đơn vị điện tích hạt nhân là 13. Nêu cách tính số hạt mỗi loại trong nguyên tử aluminium & cho biết điện tích hạt nhân của aluminium.

**Ví dụ 3** (Điện tích của nguyên tử helium). Nguyên tử helium He có 2 proton, mỗi proton có điện tích +1, tổng số điện tích (dương): +2; có 2 electron, mỗi electron có điện tích -1, tổng số điện tích (âm): -2. Tổng điện tích trong nguyên tử helium bằng  $(+2) + (-2) = 0$ . Ta nói nguyên tử helium He không mang điện hay trung hòa về điện.

**Bài toán 6** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 12). Nguyên tử sulfur (lưu huỳnh) có 16 electron. Hỏi nguyên tử sulfur có bao nhiêu proton? Chứng minh nguyên tử sulfur trung hòa về điện.

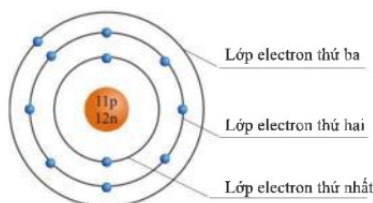
### 1.3 Sự chuyển động của electron trong nguyên tử

Theo mô hình của Rutherford-Bohr, trong nguyên tử, các electron chuyển động trên những quỹ đạo xác định xung quanh hạt nhân, như các hành tinh quay quanh Mặt Trời.

Trong nguyên tử, các electron được xếp thành từng lớp. Các electron được sắp xếp lần lượt vào các lớp theo chiều từ gần hạt nhân ra ngoài. Mỗi lớp có số electron tối đa xác định, như lớp thứ nhất có tối đa 2 electron, lớp thứ 2 có tối đa 8 electron, ...

**Ví dụ 4** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 12). Nguyên tử oxygen O có 8 electron, được phân bố thành 2 lớp electron, lớp thứ nhất có 2 electron, lớp thứ 2 có 6 electron. Ta nói nguyên tử oxygen có 6 electron ở lớp ngoài cùng.

**Bài toán 7** (M. S. Tuấn et al., 2022, 4, p. 12). Hình sau mô tả thành phần cấu tạo của nguyên tử sodium (natri), ở giữa là hạt nhân, mỗi vòng tròn lớn tiếp theo là 1 lớp electron, mỗi chấm chỉ 1 electron:



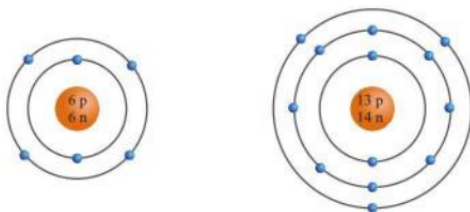
Hình 3: Mô hình cấu tạo nguyên tử sodium.

Nguyên tử sodium có bao nhiêu lớp electron. Mỗi lớp có bao nhiêu electron?

Ernest Rutherford (1871–1937), nhà vật lý người New Zealand, đã đưa ra mô hình hành tinh nguyên tử để giải thích cấu tạo nguyên tử. Năm 1911, ông đã khám phá ra hầu hết các nguyên tử có cấu tạo rỗng, gồm hạt nhân ở giữa tích điện dương & vỏ nguyên tử gồm các electron tích điện âm. Mô hình hành tinh nguyên tử của Rutherford chưa mô tả được sự phân bố electron trong vỏ nguyên tử. Sau đó, nhà vật lý người Đan Mạch, Niels Bohr đã đề xuất 1 mô hình mới chỉ rõ các electron được sắp xếp trên các lớp khác nhau.

**Bài toán 8** (M. S. Tuấn et al., 2022, 4, p. 13). Nguyên tử nitrogen & silicon có số electron lần lượt là 7 & 14. Mỗi nguyên tử nitrogen & silicon có bao nhiêu lớp electron & có bao nhiêu electron ở lớp ngoài cùng.

**Bài toán 9** (M. S. Tuấn et al., 2022, 5, p. 13). Quan sát hình vẽ mô tả cấu tạo nguyên tử carbon & aluminium:



Hình 4: Mô hình cấu tạo nguyên tử carbon & nguyên tử aluminium.

Mỗi nguyên tử đó có bao nhiêu lớp electron & số electron trên mỗi lớp electron đó.

Trong số các nguyên tử đã biết hiện nay, nguyên tử có kích thước lớn nhất là francium, có chứa 7 lớp electron. Nguyên tử helium có kích thước nhỏ nhất với 1 lớp electron.

## 1.4 Khối lượng nguyên tử

Nguyên tử có khối lượng rất nhỏ. 1 gam của bất kỳ chất nào cũng chứa tới hàng tỷ tỷ nguyên tử. Do vậy, để biểu thị khối lượng của nguyên tử, người ta dùng đơn vị khối lượng nguyên tử, ký hiệu là amu (atomic mass unit).  $1 \text{ amu} = 1.6605 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ . Khối lượng của 1 nguyên tử bằng tổng khối lượng của proton, neutron, & electron trong nguyên tử đó.

Proton & neutron đều có khối lượng xấp xỉ bằng 1 amu. Khối lượng của electron là 0.00055 amu, nhỏ hơn nhiều lần so với khối lượng của proton & neutron nên có thể coi khối lượng nguyên tử bằng khối lượng hạt nhân.

**Ví dụ 5** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 13). (a) Nguyên tử hydrogen H chỉ có 1 proton, nên khối lượng nguyên tử hydrogen là 1 amu. (b) Nguyên tử oxygen có 8 proton & 8 neutron, nên khối lượng nguyên tử oxygen là:  $8 \cdot 1 + 8 \cdot 1 = 16 \text{ amu}$ .

**Bài toán 10** (M. S. Tuấn et al., 2022, 5, p. 13). Trong 3 loại hạt tạo nên nguyên tử, hạt nào có khối lượng nhỏ nhất?

**Bài toán 11** (M. S. Tuấn et al., 2022, 6, p. 13). Khối lượng của nguyên tử được tính bằng đơn vị nào?

**Bài toán 12** (M. S. Tuấn et al., 2022, 6, p. 13). Cho biết: (a) Số proton, neutron, electron trong mỗi nguyên tử carbon & aluminium. (b) Khối lượng nguyên tử của carbon & aluminium.

**Bài toán 13** (M. S. Tuấn et al., 2022, 7, p. 14). Hoàn thành thông tin còn thiếu trong bảng sau:

Hạt trong nguyên tử	Khối lượng (amu)	Điện tích	Vị trí trong nguyên tử
Proton		+1	
Neutron			Hạt nhân
Electron	0.00055		

**Bài toán 14** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 14). Ruột của bút chì thường được làm từ than chì & đất sét. Than chì được cấu tạo từ các nguyên tử carbon. (a) Ghi chú thích tên các hạt tương ứng trong mô hình cấu tạo nguyên tử carbon. (b) Tìm hiểu ý nghĩa của các ký hiệu HB, 2B, & 6B được ghi trên 1 số loại bút chì.

**Kiến thức cốt lõi.** [1] Nguyên tử là những hạt cực kỳ nhỏ bé, không mang điện, cấu tạo nên chất. Cấu tạo nguyên tử gồm vỏ nguyên tử & hạt nhân nguyên tử. [2] Hạt nhân của nguyên tử mang điện tích dương, được tạo bởi các proton & neutron. Vỏ nguyên tử gồm 1 hay nhiều electron mang điện tích âm. [3] Theo mô hình Rutherford–Bohr, trong nguyên tử, electron phân bố trên các lớp electron & chuyển động quanh hạt nhân nguyên tử trên những quỹ đạo xác định. [4] Khối lượng nguyên tử được coi bằng tổng khối lượng của proton & neutron có trong nguyên tử, được tính bằng đơn vị amu.

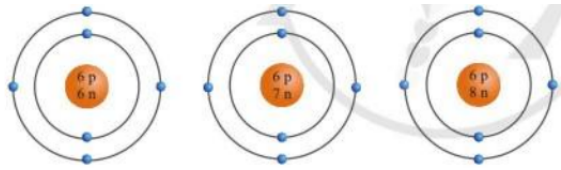
## 2 Chemical Element – Nguyên Tố Hóa Học

**Nội dung.** Nguyên tố hóa học, ký hiệu nguyên tố hóa học.

2.1 Khái niệm nguyên tố hóa học

**Định nghĩa 1.** Nguyên tố hóa học là tập hợp những nguyên tử có cùng số proton trong hạt nhân.

**Ví dụ 6** (Đồng vị của carbon). Hình vẽ sau mô tả những nguyên tử khác nhau nhưng cùng có 6 proton trong hạt nhân nên thuộc cùng nguyên tố carbon.



Hình 5: Mô hình cấu tạo các nguyên tử khác nhau thuộc cùng nguyên tố carbon.

**Bài toán 15** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 15). Các nguyên tử của cùng nguyên tố hóa học có đặc điểm gì giống nhau?

1 nguyên tố hóa học được đặc trưng bởi số proton trong nguyên tử. Các nguyên tử của cùng nguyên tố hóa học đều có tính chất hóa học giống nhau.

Cho đến nay, Liên minh Quốc tế về Hóa học thuần túy & Hóa học ứng dụng (International Union of Pure & Applied Chemistry, abbr., IUPAC) đã công bố tìm thấy 118 nguyên tố hóa học, trong đó trên 90 nguyên tố có trong tự nhiên, số còn lại do con người tổng hợp được, gọi là các nguyên tố nhân tạo. Hiện nay, các nhà khoa học vẫn đang tiếp tục nghiên cứu để tìm ra những nguyên tố hóa học mới.

**Các nguyên tố hóa học trong cơ thể con người.** Các chất trong cơ thể chúng ta được tạo thành từ khoảng 25 nguyên tố hóa học, nhưng chủ yếu là các nguyên tố: oxygen, carbon, hydrogen, phosphorus, calcium, nitrogen. Trong đó, nguyên tố calcium có nhiều trong xương & men răng. Nguyên tố iron (sắt) là thành phần quan trọng của hồng cầu trong máu.

**Bài toán 16** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 16). Số lượng mỗi loại hạt của 1 số nguyên tử được nêu trong bảng dưới đây. Những nguyên tử nào trong bảng thuộc cùng 1 nguyên tố hóa học?

Nguyên tử	Số proton	Số neutron	Số electron
X1	8	9	8
X2	7	8	7
X3	8	8	8
X4	6	6	6
X5	7	7	7
X6	11	12	11
X7	8	10	8
X8	6	8	6

2.2 Tên nguyên tố hóa học

Mỗi nguyên tố hóa học đều có tên gọi riêng. Việc đặt tên nguyên tố hóa học dựa vào nhiều cách khác nhau như: liên quan đến tính chất & ứng dụng của nguyên tố; theo tên các nhà khoa học hoặc theo tên các địa danh.

**Ví dụ 7** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 16). (a) Tên nguyên tố carbon (thành phần chính của than) bắt nguồn từ tiếng Latin, “carbo” nghĩa là than. (b) Tên nguyên tố hydrogen bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp, nghĩa là tạo ra nước. (c) Tên nguyên tố mendelevium bắt nguồn từ tên nhfa hóa học người Nga D. I. Mendeleev. (d) Tên nguyên tố polonium bắt nguồn từ tên đất nước Ba Lan (Poland).

Có 13 nguyên tố hóa học đã quen dùng trong đời sống của người Việt Nam: vàng (gold), bạc (silver), đồng (copper), chì (lead), sắt (iron), nhôm (aluminium), kẽm (zinc), lưu huỳnh (sulfur), thiếc (tin), nitơ (nitrogen), natri (sodium), kali (potassium), & thủy ngân (mercury). Trong thực tế, các nguyên tố này được dùng cả tên tiếng Việt & tên tiếng Anh để tiện tra cứu.

**Bảng: Tên gọi & ký hiệu của 1 số nguyên tố hóa học.**

2.3 Ký hiệu hóa học

**Định nghĩa 2.** Mỗi nguyên tố hóa học được biểu diễn bằng 1 ký hiệu riêng, được gọi là ký hiệu hóa học của nguyên tố.

Ký hiệu hóa học của nguyên tố được biểu diễn bằng 1 hoặc 2 chữ cái trong tên nguyên tố. Chữ cái đầu tiên được viết ở dạng chữ in hoa, chữ cái thứ 2 (nếu có) ở dạng chữ thường.

**Ví dụ 8.** Ký hiệu hóa học của nguyên tố hydrogen là H, của nguyên tố oxygen là O, của nguyên tố carbon là C, của nguyên tố chlorine là Cl, ...

**Bài toán 17** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 17). Kể tên & viết ký hiệu của 3 nguyên tố hóa học chiếm khối lượng lớn nhất trong vỏ Trái Đất.



**Bài toán 18** (M. S. Tuấn et al., 2022, 2, p. 17). Nguyên tố hóa học nào có nhiều nhất trong vũ trụ?

**Ví dụ 9.** 1 số nguyên tố hóa học & ký hiệu: Iodine I, Fluorine F, Phosphorus P, Neon Ne, Silicon Si, Aluminium Al.

**Bài toán 19** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 17). Đọc & viết tên các nguyên tố hóa học có ký hiệu: C, O, Mg, S.

Trong 1 số trường hợp, ký hiệu hóa học của nguyên tố không tương ứng với tên theo IUPAC.

**Ví dụ 10.** (a) Ký hiệu nguyên tố potassium là K, bắt nguồn từ tên Latin: kalium. (b) Ký hiệu nguyên tố copper là Cu, bắt nguồn từ tên Latin: cuprum.

**Bài toán 20** (M. S. Tuấn et al., 2022, 4–5, p. 18). Hoàn thành thông tin về tên hoặc ký hiệu hóa học của nguyên tố: (a) Li. (b) Helium. (c) Na. (d) Al. (e) Neon. (f) Phosphorus. (g) Cl. (h) F.

**Bài toán 21** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 18). Calcium là 1 nguyên tố hóa học có nhiều trong xương & răng, giúp cho xương & răng chắc khỏe. Ngoài ra, calcium còn cần cho quá trình hoạt động của thần kinh, cơ, tim, chuyển hóa của tế bào & quá trình đông máu. Thực phẩm & thuốc bổ chứa nguyên tố calcium giúp phòng ngừa bệnh loãng xương ở tuổi già & hỗ trợ quá trình phát triển chiều cao của trẻ em. (a) Viết ký hiệu hóa học của nguyên tố calcium & đọc tên. (b) Kể tên 3 thực phẩm có chứa nhiều calcium.

**Kiến thức cốt lõi.** **1** Nguyên tố hóa học là tập hợp những nguyên tử có cùng số proton trong hạt nhân. **2** Mỗi nguyên tố hóa học có tên gọi & ký hiệu hóa học riêng. **3** Ký hiệu hóa học của nguyên tố được biểu diễn bằng 1 hoặc 2 chữ cái trong tên nguyên tố; trong đó, chữ cái đầu tiên được viết ở dạng chữ in hoa, chữ cái thứ 2 (nếu có) được viết ở dạng chữ thường.

### 3 Chemical Periodic Table – Sơ Lược về Bảng Tuần Hoàn Các Nguyên Tố Hóa Học

**Nội dung.** Nguyên tắc xây dựng bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học, cấu trúc bảng tuần hoàn: ô, nhóm, chu kỳ, sử dụng bảng tuần hoàn để chỉ ra các nhóm nguyên tố/nguyên tố kim loại, các nhóm nguyên tố/nguyên tố phi kim, nhóm nguyên tố khí hiếm trong bảng tuần hoàn.

#### 3.1 Nguyên tắc sắp xếp các nguyên tố hóa học trong bảng tuần hoàn

Các nguyên tố hóa học được xếp theo quy luật trong 1 bảng, gọi là *bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học* (gọi tắt là *bảng tuần hoàn*). Bảng tuần hoàn hiện nay có 118 nguyên tố hóa học & được sắp xếp theo nguyên tắc sau:

- Các nguyên tố hóa học được xếp theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân nguyên tử.
- Các nguyên tố được xếp trong cùng 1 hàng có cùng số lớp electron trong nguyên tử.
- Các nguyên tố trong cùng 1 cột có tính chất hóa học tương tự nhau.

Năm 1869, nhà bác học Nga D.I. Mendeleev (1834–1907), đã tiến hành nghiên cứu việc phân loại các nguyên tố hóa học. Ông đã phát hiện ra sự thay đổi tuần hoàn tính chất các nguyên tố theo khối lượng nguyên tử của chúng & sắp xếp 63 nguyên tố hóa học đã biết vào bảng theo chiều tăng dần của khối lượng nguyên tử.

**Bài toán 22** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 20). Số đơn vị điện tích hạt nhân của mỗi nguyên tử C, Si, O, P, N, S lần lượt là 6, 14, 8, 15, 7, 16. Sắp xếp các nguyên tố trên chiều điện tích hạt nhân tăng dần từ trái sang phải & từ trên xuống dưới.

**Bài toán 23** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 20). Việc tìm ra bảng tuần hoàn là 1 trong những phát hiện xuất sắc nhất trong ngành hóa học. Tìm hiểu lịch sử phát minh ra bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học.

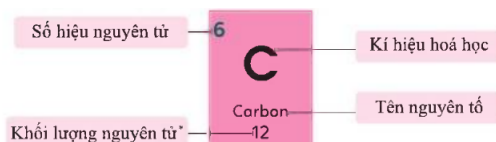
#### 3.2 Cấu tạo bảng tuần hoàn

Bảng tuần hoàn gồm các ô được sắp xếp thành các hàng & các cột.

##### 3.2.1 Ô nguyên tố

Mỗi nguyên tố hóa học được xếp vào 1 ô của bảng tuần hoàn, gọi là *ô nguyên tố*. Ô nguyên tố cho biết: số hiệu nguyên tử, ký hiệu hóa học, tên nguyên tố, & khối lượng nguyên tử của nguyên tố đó.

**Bài toán 24** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 20). Hình sau cho biết các thông tin gì về nguyên tố carbon?



Hình 6: Ô nguyên tố carbon.

Số hiệu nguyên tử (ký hiệu là  $Z$ ) bằng số đơn vị điện tích hạt nhân (bằng số proton & bằng số electron trong nguyên tử của nguyên tố) & cũng là số thứ tự của nguyên tố trong bảng tuần hoàn.

**Bài toán 25** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 20). *Tìm nguyên tố hóa học có số thứ tự lần lượt là 16 & 20 trong bảng tuần hoàn. Đọc tên 2 nguyên tố. Số hiệu nguyên tử, ký hiệu hóa học, & khối lượng nguyên tử của 2 nguyên tố đó?*

### 3.2.2 Chu kỳ

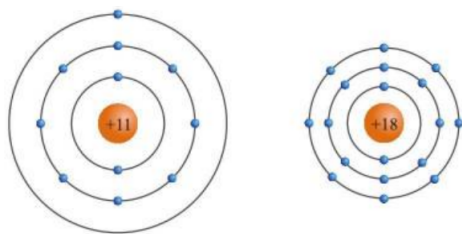
*Chu kỳ* gồm các nguyên tố mà nguyên tử của chúng có cùng số lớp electron & được xếp thành hàng theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân. *Số thứ tự của chu kỳ* bằng số lớp electron trong nguyên tử của các nguyên tố trong chu kỳ đó. Bảng tuần hoàn hiện nay gồm 7 chu kỳ, được đánh số từ 1 đến 7.

- *Chu kỳ 1* gồm 2 nguyên tố là H & He. Nguyên tử của các nguyên tố này có 1 lớp electron. Điện tích hạt nhân tăng từ H là +1 đến He là +2.



Hình 7: Mô hình cấu tạo nguyên tử hydrogen & helium.

- *Chu kỳ 2* gồm 8 nguyên tố từ Li đến Ne. Nguyên tử của các nguyên tố này có 2 lớp electron. Điện tích hạt nhân tăng dần từ Li là +3 đến Ne là +10.
- *Chu kỳ 3* gồm 8 nguyên tố từ Na đến Ar. Nguyên tử của các nguyên tố này có 3 lớp electron. Điện tích hạt nhân tăng dần từ Na là +11 đến Ar là +18.



Hình 8: Mô hình cấu tạo nguyên tử sodium & argon.

**Bài toán 26** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 21). *Quan sát bảng tuần hoàn, cho biết số hiệu nguyên tử lần lượt của nguyên tử carbon C & aluminium Al. 2 nguyên tố đó nằm ở chu kỳ nào trong bảng tuần hoàn? Từ đó cho biết số lớp electron của C & Al.*

**Bài toán 27** (M. S. Tuấn et al., 2022, 2, p. 21). *Nguyên tố X có số thứ tự 18 trong bảng tuần hoàn. Nguyên tố đó ở chu kỳ nào & có mấy lớp electron?*

**Bài toán 28** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 21). *Dựa vào mô hình cấu tạo nguyên tử sodium & argon, cho biết 1 số thông tin về nguyên tố sodium & argon (số hiệu nguyên tử, điện tích hạt nhân, số lớp electron, chu kỳ, số electron ở lớp ngoài cùng).*

Trong 1 chu kỳ, khi đi từ trái sang phải theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân: mở đầu chu kỳ là 1 kim loại điển hình (trừ chu kỳ 1), cuối chu kỳ là 1 phi kim điển hình (trừ chu kỳ 7), & kết thúc chu kỳ là 1 khí hiếm.

**Ví dụ 11** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 22). *Trong chu kỳ 3, mở đầu chu kỳ là nguyên tố sodium Na, là 1 kim loại điển hình; cuối chu kỳ là nguyên tố chlorine Cl, là 1 phi kim điển hình & kết thúc chu kỳ là nguyên tố khí hiếm argon Ar.*

**Bài toán 29** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 22). *Nguyên tố X tạo nên chất khí duy trì sự hô hấp của con người, động vật, thực vật, & có nhiều trong không khí. Tên của nguyên tố X? Nguyên tố X nằm ở ô nào & chu kỳ nào trong bảng tuần hoàn?*

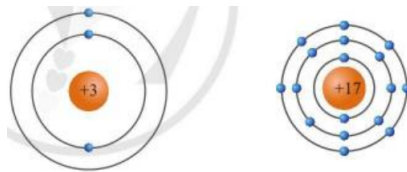
### 3.2.3 Nhóm

*Nhóm* gồm các nguyên tố có tính chất hóa học tương tự nhau, được xếp thành cột theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân. Bảng tuần hoàn gồm 18 cột, trong đó có 8 cột là nhóm A & 10 cột là nhóm B (còn gọi là nhóm các nguyên tố kim loại chuyển tiếp). Nhóm A được đánh số thứ tự bằng số La Mã lần lượt từ nhóm IA đến VIIIA.

Số thứ tự của nhóm A bằng số electron lớp ngoài cùng trong nguyên tử của nguyên tố thuộc nhóm đó.

**Bài toán 30** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 22). *Quan sát hình sau & bảng tuần hoàn, cho biết số electron lớp ngoài cùng của nguyên tử Li (lithium) & Cl (chlorine).*





Hình 9: Mô hình cấu tạo nguyên tử lithium & chlorine.

2 nguyên tố đó nằm ở nhóm nào trong bảng tuần hoàn?

Nhóm IA gồm các nguyên tố kim loại hoạt động mạnh (kim loại điển hình), trừ hydrogen H. Nguyên tử của chúng đều có 1 electron ở lớp ngoài cùng. Điện tích hạt nhân của các nguyên tử kim loại trong nhóm IA tăng dần từ Li (+3) đến Fr (+87).

Nhóm VIIA gồm các nguyên tố phi kim hoạt động mạnh (phi kim điển hình), trừ tennessine Ts. Nguyên tử của chúng đều có 7 electron ở lớp ngoài cùng. Điện tích hạt nhân của các nguyên tử phi kim trong nhóm VIIA tăng dần từ F (+9) đến At (+85).

Nhóm VIIIA gồm các nguyên tố khí hiếm. Nguyên tử của chúng đều có 8 electron ở lớp ngoài cùng (trừ helium). Điện tích hạt nhân tăng dần từ He (+2) đến Og (+118).

**Bài toán 31** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 23). Cho các nguyên tố có số thứ tự lần lượt là 9, 18, 19. Số electron lớp ngoài cùng của mỗi nguyên tố trên là bao nhiêu? Mỗi nguyên tố nằm ở nhóm nào & đó là kim loại, phi kim hay khí hiếm.

**Bài toán 32** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 23). Ngoài 8 nhóm A, bảng tuần hoàn còn có nhóm B. Tìm hiểu về các nhóm B.

### 3.3 Vị trí của các nguyên tố kim loại, phi kim & khí hiếm trong bảng tuần hoàn

Các nguyên tố hóa học được chia thành 3 loại: kim loại, phi kim, & khí hiếm.

- **Các nguyên tố kim loại.** Hơn 80% các nguyên tố trong bảng tuần hoàn là *kim loại*. Chúng nằm ở phía bên trái & góc dưới bên phải của bảng tuần hoàn. Các nguyên tố nhóm IA (trừ hydrogen) đều là kim loại điển hình.
- **Các nguyên tố phi kim.** Các nguyên tố nằm ở phía trên, bên phải của bảng tuần hoàn là các *nguyên tố phi kim*. Trong đó, các phi kim hoạt động mạnh nằm ở phía trên. Các nguyên tố nhóm VIIA hầu hết là những phi kim điển hình, fluorine ở đầu nhóm là phi kim hoạt động mạnh nhất.
- **Các nguyên tố khí hiếm.** Tất cả các nguyên tố nằm trong nhóm VIIIA được gọi là *nguyên tố khí hiếm*.

**Bài toán 33** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 23). Quan sát bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học, cho biết vị trí của các nguyên tố kim loại, phi kim, & khí hiếm.

Nguyên tố lithium  ${}^3\text{Li}$  nằm ở ô số 3 trong bảng tuần hoàn. Ở điều kiện thường, lithium là kim loại nhẹ nhất. Lithium có nhiều ứng dụng trong cuộc sống: được sử dụng trong chế tạo máy bay, trong y học, đặc biệt được sử dụng chế tạo pin lithium. Pin lithium là 1 loại pin sạc được dùng trong điện thoại, máy tính, máy chụp hình, ... Nó được kỳ vọng sẽ thay thế cho acquy chì trong ô tô, xe máy & các loại xe điện, ... góp phần bảo vệ môi trường.

### 3.4 Ý nghĩa của bảng tuần hoàn

Sử dụng bảng tuần hoàn để biết các thông tin của 1 nguyên tố hóa học: tên nguyên tố, số hiệu nguyên tử, ký hiệu hóa học, khối lượng nguyên tử.

Sử dụng bảng tuần hoàn để biết vị trí của nguyên tố hóa học (ô, chu kỳ, nhóm). Từ đó nhận ra được nguyên tố kim loại, phi kim hay khí hiếm.

- Các nguyên tố ở nhóm IA, IIA, IIIA là kim loại (trừ hydrogen & boron).
- Hầu hết các nguyên tố ở nhóm VA, VIA, VIIA là phi kim.
- Các nguyên tố ở nhóm VIIA là khí hiếm.

**Ví dụ 12** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 24). Sử dụng bảng tuần hoàn biết được nguyên tố sulfur S ở ô số 16, chu kỳ 3, nhóm VIA & đó là nguyên tố phi kim.

**Bài toán 34** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 24). Nguyên tố X nằm ở chu kỳ 2, nhóm VA trong bảng tuần hoàn. 1 số thông tin của nguyên tố X (tên nguyên tố, ký hiệu hóa học, khối lượng nguyên tử), vị trí ô của nguyên tố trong bảng tuần hoàn.? Nguyên tố đó là kim loại, phi kim hay khí hiếm?

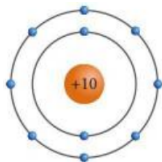
**Kiến thức cốt lõi.** **1** Các nguyên tố hóa học trong bảng tuần hoàn được sắp xếp theo chiều tăng dần của điện tích hạt nhân nguyên tử. Các nguyên tố cùng chu kỳ có cùng số lớp electron. Các nguyên tố cùng nhóm có tính chất hóa học tương tự nhau. **2** Bảng tuần hoàn gồm các nguyên tố hóa học mà vị trí được đặc trưng bởi ô nguyên tố, chu kỳ, & nhóm. **3** Bảng tuần hoàn cho biết: các thông tin của 1 nguyên tố; vị trí của các nguyên tố; nguyên tố đó là kim loại, phi kim hay khí hiếm.

**Bài toán 35** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1., p. 26). Những phát biểu sau nói về đặc điểm của các hạt cấu tạo nên nguyên tử. Tên hạt ứng với mỗi phát biểu? (a) Hạt mang điện tích dương. (b) Hạt được tìm thấy cùng với proton trong hạt nhân. (c) Hạt có thể xuất hiện với số lượng khác nhau trong các nguyên tử của cùng 1 nguyên tố. (d) Hạt có trong lớp vỏ xung quanh hạt nhân. (e) Hạt mang điện tích âm. (f) Hạt có khối lượng rất nhỏ, có thể bỏ qua khi tính khối lượng nguyên tử. (g) Hạt không mang điện tích.

**Bài toán 36** (M. S. Tuấn et al., 2022, 2., p. 26). Điền thông tin thích hợp vào chỗ trống: (a) Hạt nhân của nguyên tử được cấu tạo bởi các hạt ... (b) 1 nguyên tử có 17 proton trong hạt nhân, số electron chuyển động quanh hạt nhân là ... (c) 1 nguyên tử có 10 electron, số proton trong hạt nhân của nguyên tử đó là ... (d) Khối lượng nguyên tử X bằng 19 amu, số electron của nguyên tử đó là 9. Số neutron của nguyên tử X là ... (e) 1 nguyên tử có 3 proton, 4 neutron, & 3 electron. Khối lượng của nguyên tử đó là ...

**Bài toán 37** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3., p. 26). Viết ký hiệu hóa học của các nguyên tố sau: hydrogen, helium, carbon, nitrogen, oxygen, sodium.

**Bài toán 38** (M. S. Tuấn et al., 2022, 4., p. 26). Mô hình sắp xếp electron trong nguyên tử của nguyên tố X như sau:



(a) Trong nguyên tử X có bao nhiêu electron & các electron được sắp xếp thành mấy lớp? (b) Tên nguyên tố X? (c) Gọi tên 1 nguyên tố khác mà nguyên tử của nó có cùng số lớp electron với nguyên tử nguyên tố X.

**Bài toán 39** (M. S. Tuấn et al., 2022, 5., p. 27). Hoàn thành những thông tin còn thiếu trong bảng sau:

Tên nguyên tố	Ký hiệu hóa học	Số proton	Số neutron	Số electron	Khối lượng nguyên tử (amu)
			10	9	
Sulfur				16	32
		12			24
		1			2
				11	23

**Bài toán 40** (M. S. Tuấn et al., 2022, 6., p. 27). Số proton & số neutron của 2 nguyên tử X, Y được cho trong bảng sau:

Nguyên tử	X	Y
Số proton	6	6
Số neutron	6	8

(a) Tính khối lượng của nguyên tử X & nguyên tử Y. (b) Nguyên tử X & nguyên tử Y có thuộc cùng 1 nguyên tố hóa học không? Vì sao?

**Bài toán 41** (M. S. Tuấn et al., 2022, 7., p. 27). Cho các nguyên tố sau: Ca, S, Na, Mg, F, Ne. Sử dụng bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học: (a) Sắp xếp các nguyên tố trên theo chiều tăng dần điện tích hạt nhân. (b) Mỗi nguyên tố trong dãy trên là kim loại, phi kim hay khí hiếm?

**Bài toán 42** (M. S. Tuấn et al., 2022, 8., p. 27). Dựa vào bảng tuần hoàn, cho biết 1 số thông tin của các nguyên tố có số hiệu nguyên tử lần lượt là 12, 15, 18. Điền các thông tin theo bảng sau:

Số hiệu nguyên tử	Tên nguyên tố	Ký hiệu hóa học	Khối lượng nguyên tử	Chu kỳ	Nhóm	Kim loại, phi kim hay khí hiếm?
12						
15						
18						

**Bài toán 43** (M. S. Tuấn et al., 2022, 9., p. 27). Biết nguyên tử của nguyên tố M có 3 lớp electron & có 2 electron ở lớp ngoài cùng. Xác định vị trí của M trong bảng tuần hoàn (ô, chu kỳ, nhóm) & cho biết M là kim loại, phi kim hay khí hiếm.

## 4 Molecule, Compound – Phân Tử, Đơn Chất, Hợp Chất

**Nội dung.** Phân tử, đơn chất, hợp chất, tính khối lượng phân tử theo đơn vị amu.

Ta cảm nhận được mùi thơm của nhiều loại hoa, quả chín là do 1 số chất có trong hoa, quả chín tách ra những hạt rất nhỏ, lan tỏa vào không khí, tác động lên khứu giác của con người. Những hạt như vậy được gọi là *phân tử*.

## 4.1 Phân tử

### 4.1.1 Khái niệm phân tử

**Ví dụ 13** (Sự lan tỏa của iodine). Lấy 1 lượng nhỏ iodine cho vào bình tam giác không màu, đậy kín lại, sau đó đặt vào cốc nước ấm & quan sát. Ta thấy xuất hiện màu tím ở trong bình. Hiện tượng này là do iodine đã tách ra thành những hạt màu tím vô cùng nhỏ lan tỏa trong bình. Những hạt đó được gọi là phân tử. Với iodine, mỗi phân tử gồm 2 nguyên tử gắn kết với nhau bằng liên kết hóa học.

**Ví dụ 14** (Đường tan trong nước). Nếu cho 1 lượng nhỏ đường ăn  $C_{12}H_{22}O_{11}$  vào cốc đựng nước rồi khuấy, sau 1 thời gian sẽ không nhìn thấy đường trong cốc & dung dịch trong cốc có vị ngọt. Sở dĩ như vậy là do các hạt đường ban đầu đã tách ra thành các phân tử đường & lan tỏa vào trong nước. Mỗi phân tử đường gồm nhiều nguyên tử C, H, & O liên kết với nhau.

**Ví dụ 15.** Khi để cốc nước  $H_2O$  trong không khí, nước sẽ cạn dần. Đó là do các phân tử nước tách ra, tỏa vào không khí. Mỗi phân tử nước gồm 2 nguyên tử H & 1 nguyên tử O.

Trong 3 ví dụ trên, iodine, đường, & nước đều do các phân tử hợp thành. Các phân tử của 1 chất giống nhau về thành phần & hình dạng. E.g., nước được hợp thành từ các phân tử có 2 nguyên tử H, 1 nguyên tử O, & có dạng gấp khúc.

**Bài toán 44** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 29). Giải thích 1 số hiện tượng sau: (a) Khi mở lọ nước hoa hoặc mở lọ đựng 1 số loại tinh dầu sẽ ngửi thấy có mùi thơm. (b) Quần áo sau khi giặt xong, phơi trong không khí 1 thời gian sẽ khô.

**Bài toán 45** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 29). Khi nói về nước, có 2 ý kiến sau: (a) Phân tử nước trong nước đá, nước lỏng, & hơi nước là giống nhau. (b) Phân tử nước trong nước đá, nước lỏng, & hơi nước là khác nhau. Ý kiến nào là đúng? Vì sao?

Tính chất hóa học của chất chính là tính chất hóa học của phân tử tạo thành chất đó.

**Định nghĩa 3** (Phân tử). Phân tử là hạt đại diện cho chất, gồm 1 số nguyên tử gắn kết với nhau bằng liên kết hóa học & thể hiện đầy đủ tính chất hóa học của chất.

**Bài toán 46** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 29). Đ/S? (a) Trong 1 phân tử, các nguyên tử luôn giống nhau. (b) Trong 1 phân tử, các nguyên tử luôn khác nhau. (c) Trong 1 phân tử, các nguyên tử có thể giống nhau hoặc khác nhau.

**Bài toán 47** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 29). 1 số nhiên liệu như xăng, dầu, ... dễ tách ra các phân tử & lan tỏa trong không khí. Cần bảo quản các nhiên liệu trên như thế nào để bảo đảm an toàn?

### 4.1.2 Khối lượng phân tử

Khối lượng phân tử bằng tổng khối lượng các nguyên tử có trong phân tử. Đơn vị của khối lượng phân tử là amu.

**Ví dụ 16** (Cách tính khối lượng phân tử nước). Xác định số nguyên tử của mỗi nguyên tố: Phân tử nước gồm 2 nguyên tử H & 1 nguyên tử O. Khối lượng phân tử nước:  $2 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 18$  amu.

**Bài toán 48** (M. S. Tuấn et al., 2022, 2, p. 30). Tính khối lượng phân tử của fluorine  $F_2$  & methane  $CH_4$ .

## 4.2 Đơn chất

**Định nghĩa 4** (Đơn chất). Đơn chất là những chất được tạo thành từ 1 nguyên tố hóa học.

**Ví dụ 17.** Hydrogen  $H_2$ , nitrogen  $N_2$ , chlorine  $Cl_2$ , copper (đồng) Cu là các đơn chất.

**Bài toán 49** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 30). Những chất nào là đơn chất trong các chất sau? (a) Kim loại sodium được tạo thành từ nguyên tố Na. (b) Lactic acid có trong sữa chua, được tạo thành từ các nguyên tố C, H, O. (c) Kim cương được tạo thành từ nguyên tố C. (d) Muối ăn NaCl được tạo thành từ các nguyên tố Na & Cl.

Ở điều kiện thường, trừ mercury (thủy ngân Hg) ở thể lỏng, các đơn chất kim loại khác đều ở thể rắn.

Tên của các đơn chất thường trùng với tên của nguyên tố tạo nên chất đó, trừ 1 số nguyên tố tạo ra được 2 hay nhiều đơn chất.

**Ví dụ 18.** Nguyên tố carbon C tạo ra than chì, than muội, kim cương, ...; nguyên tố oxygen O tạo khí oxygen  $O_2$  & khí ozone  $O_3$ .

**Bài toán 50** (M. S. Tuấn et al., 2022, 2, p. 31). Nêu 2 đơn chất kim loại thường được sử dụng để làm dây dẫn điện.

**Bài toán 51** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 31). Đơn chất nào được tạo ra trong quá trình quang hợp của cây xanh & có vai trò quan trọng đối với sự sống của con người?

### 4.3 Hợp chất

**Định nghĩa 5** (Hợp chất). Hợp chất là những chất do 2 hoặc nhiều nguyên tố hóa học tạo thành.

**Ví dụ 19** (Hợp chất). Carbon dioxide  $CO_2$ , hydrogen chloride  $HCl$ , ammonia  $NH_3$ , ethanol  $C_2H_6O$  là các hợp chất.

Nhiều hợp chất trong phân tử chỉ có 2 nguyên tử của 2 nguyên tố như hydrogen chloride, sodium chloride, ... Song có những hợp chất trong phân tử gồm rất nhiều nguyên tử của 1 số nguyên tố khác nhau như protein, tinh bột, ...

**Bài toán 52** (M. S. Tuấn et al., 2022, 4, p. 31). Trong các chất sau, chất nào là đơn chất, chất nào là hợp chất? (a) Đường ăn. (b) Nước. (c) Khí hydrogen (được tạo thành từ nguyên tố H). (d) Vitamin C (được tạo thành từ các nguyên tố C, H, O). (e) Sulfur (được tạo thành từ nguyên tố S).

**Bài toán 53** (M. S. Tuấn et al., 2022, 5, p. 32). Acetic acid có trong giấm ăn & là chất được sử dụng nhiều trong công nghiệp; oxygen chiếm khoảng 21% thể tích không khí, có vai trò quan trọng đối với sự sống; hydrogen peroxide có nhiều ứng dụng trong công nghiệp & là chất sát khuẩn mạnh. Chất nào là đơn chất, chất nào là hợp chất?

**Thù hình.** 1 số nguyên tố tạo ra nhiều dạng đơn chất khác nhau, như carbon tạo ra than muội, than chì, kim cương, fullerene, ...; oxygen tạo ra oxygen  $O_2$  & ozone  $O_3$ ; phosphorus tạo ra phosphorus đỏ, phosphorus trắng, ... Các dạng đơn chất khác nhau nhưng đều do 1 nguyên tố tạo thành được gọi là các dạng thù hình. Các dạng thù hình khác nhau thì có tính chất khác nhau. E.g., kim cương trong suốt, rất cứng, & không dẫn điện; than chì mềm, có màu đen xám & dẫn được điện.

**Kiến thức cốt lõi.** **1** Phân tử là hạt đại diện cho chất, gồm 1 số nguyên tử gắn kết với nhau bằng liên kết hóa học & thể hiện đầy đủ tính chất hóa học của chất. **2** Khối lượng phân tử là tổng khối lượng của các nguyên tử có trong phân tử. Đơn vị của khối lượng phân tử là amu. **3** Đơn chất là chất được tạo thành từ 1 nguyên tố hóa học. **4** Hợp chất là chất được tạo thành từ 2 hay nhiều nguyên tố hóa học.

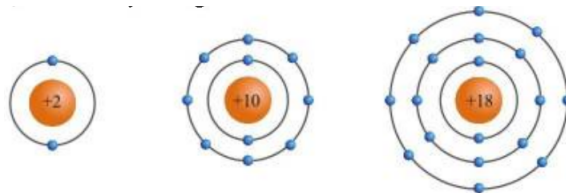
## 5 Giới Thiệu về Liên Kết Hóa Học

**Nội dung.** Mô hình sắp xếp electron trong vỏ nguyên tử của 1 số nguyên tố khí hiếm; sự hình thành liên kết cộng hóa trị theo nguyên tắc dùng chung electron để tạo ra lớp electron ngoài cùng của nguyên tử nguyên tố khí hiếm (áp dụng cho các phân tử đơn giản như hydrogen  $H_2$ , chlorine  $Cl_2$ , ammonia  $NH_3$ , nước  $H_2O$ , carbon dioxide  $CO_2$ , nitrogen  $N_2$ , ...); sự hình thành liên kết ion theo nguyên tắc cho & nhận electron để tạo ra ion có lớp electron ngoài cùng của nguyên tử nguyên tố khí hiếm (áp dụng cho các phân tử đơn giản như sodium chloride, magnesium oxide, ...). Sự khác nhau về 1 số tính chất của chất ion & chất cộng hóa trị.

Trong điều kiện thường, nguyên tử của các nguyên tố khí hiếm tồn tại độc lập vì có lớp electron ngoài cùng bền vững. Nguyên tử của các nguyên tố khác luôn có xu hướng tham gia liên kết để có được lớp electron ngoài cùng bền vững tương tự khí hiếm.

### 5.1 Đặc điểm cấu tạo vỏ nguyên tử khí hiếm

**Bài toán 54** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 33). Quan sát hình sau & cho biết số electron ở lớp ngoài cùng của vỏ nguyên tử khí hiếm:



Hình 10: Mô hình cấu tạo nguyên tử của 1 số nguyên tố khí hiếm: (a) Helium He. (b) Neon Ne. (c) Argon Ar.

**Ví dụ 20** (Helium He). Helium được phát hiện vào năm 1868, khi các nhà khoa học nhận thấy 1 nguyên tố chưa được biết đến trong quang phổ ánh sáng từ Mặt Trời. Helium được đặt theo tên của thần Mặt Trời – Helios (theo tiếng Hy Lạp). Tuy nhiên, phải tới năm 1895, các nhà khoa học mới thu được helium trong quá trình xử lý quặng uranium. Mặc dù trong vũ trụ, helium là khí phổ biến thứ 2 sau khí hydrogen, nhưng trên Trái Đất khí helium tương đối hiếm.

**Bài toán 55** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 34). Tìm hiểu 1 số ứng dụng của helium trong thực tiễn.

Lớp vỏ ngoài cùng của các nguyên tử khí hiếm có 8 electron (riêng He có 2 electron) là lớp vỏ bền vững. Vì vậy, các nguyên tử khí hiếm tồn tại độc lập trong điều kiện thường.

Nguyên tử của các nguyên tố khác có lớp vỏ ngoài cùng kém bền, có xu hướng tạo ra lớp vỏ tương tự khí hiếm khi liên kết với nguyên tử khác.

## 5.2 Liên kết ion

### 5.2.1 Sự tạo thành liên kết trong phân tử sodium chloride

Khi Na kết hợp với Cl tạo thành phân tử sodium chloride sẽ diễn ra sự cho & nhận electron giữa 2 nguyên tử như sau: Nguyên tử Na cho đi 1 electron ở lớp ngoài cùng trở thành ion mang 1 điện tích dương, ký hiệu là  $\text{Na}^+$ . Nguyên tử Cl nhận 1 electron từ nguyên tử Na trở thành ion mang 1 điện tích âm, ký hiệu là  $\text{Cl}^-$ . Các ion  $\text{Na}^+$  &  $\text{Cl}^-$  hút nhau tạo thành liên kết trong phân tử sodium chloride NaCl.

**Bài toán 56** (M. S. Tuấn et al., 2022, 2, p. 34). *Lớp vỏ của các ion  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  tương tự vỏ nguyên tử của nguyên tố khí hiếm nào?*

**Bài toán 57** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 34). *So sánh về số electron, số lớp electron giữa nguyên tử Na & ion  $\text{Na}^+$ .*

**Bài toán 58.** *Tại sao bán kính nguyên tử của Na khi biến thành ion  $\text{Na}^+$  thì nhỏ lại trong khi bán kính nguyên tử của Cl khi biến thành ion  $\text{Cl}^-$  thì lại tăng lên?*

**Bài toán 59** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 35). *Số electron ở lớp ngoài cùng của nguyên tử K, F lần lượt là 1, 7. Khi K kết hợp với F để tạo thành phân tử potassium fluoride, nguyên tử K cho hay nhận bao nhiêu electron? Vẽ sơ đồ tạo thành liên kết trong phân tử potassium fluoride.*

### 5.2.2 Sự tạo thành liên kết trong phân tử magnesium oxide

Khi Mg kết hợp với O tạo thành phân tử magnesium oxide sẽ diễn ra sự cho & nhận electron giữa 2 nguyên tử như sau: Nguyên tử Mg cho đi 2 electron ở lớp ngoài cùng trở thành ion mang 2 điện tích dương, ký hiệu là  $\text{Mg}^{2+}$ . Nguyên tử O nhận 2 electron từ nguyên tử Mg tạo thành ion mang 2 điện tích âm, ký hiệu là  $\text{O}^{2-}$ . Các ion  $\text{Mg}^{2+}$  &  $\text{O}^{2-}$  hút nhau tạo thành liên kết trong phân tử magnesium oxide.

**Bài toán 60** (M. S. Tuấn et al., 2022, 4, p. 35). *Các ion  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{O}^{2-}$  có lớp vỏ tương tự khí hiếm nào?*

**Bài toán 61** (M. S. Tuấn et al., 2022, 5, p. 35). *So sánh về số electron, số lớp electron giữa nguyên tử Mg & ion  $\text{Mg}^{2+}$ .*

**Bài toán 62** (M. S. Tuấn et al., 2022, 2, p. 35). *Nguyên tử Ca có 2 electron ở lớp ngoài cùng. Vẽ sơ đồ tạo thành liên kết khi nguyên tử Ca kết hợp với nguyên tử O tạo ra phân tử calcium oxide.*

**Ví dụ 21** ( $\text{MgO}$ ). *1 số hợp chất ion có nhiệt độ nóng chảy rất cao, e.g., magnesium oxide  $\text{MgO}$  nóng chảy ở  $2852^\circ\text{C}$ . Dựa trên đặc điểm này, magnesium oxide được dùng làm vật liệu sản xuất gạch chịu lửa dùng trong các lò luyện gang, thép, lò sản xuất xi măng, làm chất cách nhiệt trong cửa chống cháy.*

Khi kim loại điển hình kết hợp với phi kim điển hình, nguyên tử kim loại sẽ cho electron tạo thành ion dương, nguyên tử phi kim sẽ nhận electron tạo thành ion âm. Các ion dương & ion âm hút nhau, tạo ra hợp chất ion.

**Định nghĩa 6** (Liên kết ion, hợp chất ion). *Liên kết ion là liên kết được tạo thành bởi lực hút giữa ion dương & ion âm. Chất được tạo thành bởi các ion dương & ion âm được gọi là hợp chất ion.*

Các hợp chất ion có những tính chất chung sau:

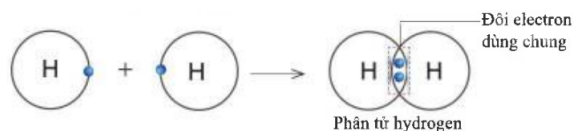
- Là chất rắn ở điều kiện thường, e.g., sodium chloride NaCl, calcium oxide CaO, ...
- Thường có nhiệt độ nóng chảy & nhiệt độ sôi cao, e.g., aluminium oxide  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , calcium oxide CaO, sodium chloride NaCl, ...
- Khi tan trong nước tạo ra dung dịch dẫn được điện, e.g., sodium chloride NaCl, calcium chloride  $\text{CaCl}_2$ , ...

**Bài toán 63** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 36). *Nguyên tử K kết hợp với nguyên tử Cl tạo thành phân tử potassium chloride. Ở điều kiện thường, potassium chloride là chất rắn, chất lỏng hay chất khí? Vì sao?*

## 5.3 Liên kết cộng hóa trị

### 5.3.1 Sự tạo thành liên kết trong phân tử hydrogen

Nguyên tử H chỉ có 1 electron & cần thêm 1 electron để có lớp vỏ bền vững tương tự khí hiếm. Khi 2 nguyên tử H liên kết với nhau, mỗi nguyên tử góp 1 electron để tạo ra đôi electron dùng chung. Hạt nhân của 2 nguyên tử H cùng hút đôi electron dùng chung & liên kết với nhau tạo thành phân tử hydrogen. Liên kết như vậy được gọi là *liên kết cộng hóa trị*.



Hình 11: Sơ đồ tạo thành liên kết trong phân tử hydrogen  $\text{H}_2$ .

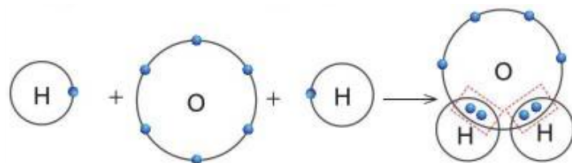


**Bài toán 64** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 36). Nguyên tử H trong phân tử hydrogen  $H_2$  có lớp vỏ tương tự khí hiếm nào?

**Bài toán 65** (M. S. Tuấn et al., 2022, 4, p. 36). 2 nguyên tử Cl liên kết với nhau tạo thành phân tử chlorine. (a) Mỗi nguyên tử Cl cần thêm bao nhiêu electron vào lớp ngoài cùng để có lớp vỏ tương tự khí hiếm? (b) Vẽ sơ đồ tạo thành liên kết trong phân tử chlorine  $Cl_2$ .

### 5.3.2 Sự tạo thành liên kết trong phân tử nước $H_2O$

Khi O kết hợp với H, nguyên tử O góp 2 electron, mỗi nguyên tử H góp 1 electron. Như vậy, giữa nguyên tử O & H có 1 đôi electron dùng chung. Hạt nhân nguyên tử O & H cùng hút đôi electron dùng chung, liên kết với nhau tạo ra phân tử nước.



Hình 12: Sơ đồ tạo thành liên kết trong phân tử nước  $H_2O$ .

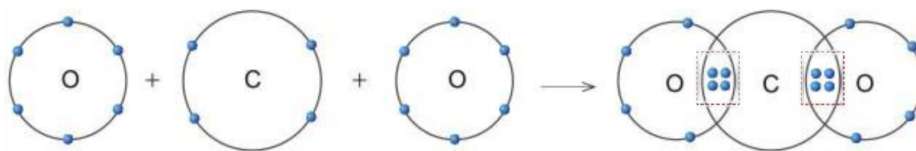
**Bài toán 66** (M. S. Tuấn et al., 2022, 7, p. 37). Trong phân tử nước, mỗi nguyên tử H, O có bao nhiêu electron ở lớp ngoài cùng?

**Bài toán 67** (M. S. Tuấn et al., 2022, 5, p. 37). Mỗi nguyên tử H kết hợp với 1 nguyên tử Cl tạo thành phân tử hydrogen chloride HCl. Vẽ sơ đồ tạo thành phân tử hydrogen chloride từ nguyên tử H & nguyên tử Cl.

**Bài toán 68** (M. S. Tuấn et al., 2022, 6, p. 37). Mỗi nguyên tử N kết hợp với 3 nguyên tử H tạo thành phân tử ammonia  $NH_3$ . Vẽ sơ đồ tạo thành phân tử ammonia.

### 5.3.3 Sự tạo thành liên kết trong phân tử carbon dioxide

Nguyên tử C có 4 electron ở lớp ngoài cùng & cần thêm 4 electron để đạt được lớp vỏ bền vững tương tự khí hiếm Ne. Trong phân tử carbon dioxide  $CO_2$ , nguyên tử C góp 4 electron, mỗi nguyên tử O góp 2 electron. Như vậy, giữa nguyên tử C & O có 2 đôi electron dùng chung. Hạt nhân nguyên tử C & O cùng hút đôi electron dùng chung, liên kết với nhau tạo thành phân tử carbon dioxide.



Hình 13: Sơ đồ tạo thành liên kết trong phân tử carbon dioxide  $CO_2$  (chỉ biểu diễn lớp electron ngoài cùng).

Như vậy, để có được lớp vỏ electron bền vững tương tự khí hiếm, các nguyên tử phi kim đã góp các electron để tạo ra 1 hoặc nhiều đôi electron dùng chung giữa các nguyên tử & liên kết với nhau thành phân tử.

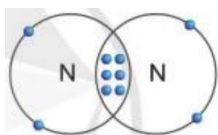
**Bài toán 69** (M. S. Tuấn et al., 2022, 7, p. 37). 2 nguyên tử N kết hợp với nhau tạo thành phân tử nitrogen. Vẽ sơ đồ tạo thành liên kết trong phân tử nitrogen  $N_2$ .

**Định nghĩa 7** (Liên kết cộng hóa trị). Liên kết cộng hóa trị là liên kết được tạo thành bởi 1 hoặc nhiều đôi electron dùng chung giữa 2 nguyên tử. Chất được tạo thành nhờ liên kết cộng hóa trị giữa các nguyên tử được gọi là chất cộng hóa trị.

Trong điều kiện thường, các chất cộng hóa trị có ở cả 3 thể: thể rắn (đường ăn  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , iodine  $I_2$ , ...), thể lỏng (bromine  $Br_2$ , ethanol  $C_2H_6O$ , ...), thể khí (oxygen  $O_2$ , nitrogen  $N_2$ , carbon dioxide  $CO_2$ , ...). Các chất cộng hóa trị thường có nhiệt độ sôi & nhiệt độ nóng chảy thấp. Nhiều chất cộng hóa trị không dẫn điện (đường ăn, ethanol, ...).

**Bài toán 70** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 38). Giải thích các hiện tượng sau: (a) Nước tinh khiết hầu như không dẫn điện, nhưng nước biển lại dẫn được điện. (b) Khi cho đường ăn vào chảo rồi đun nóng sẽ thấy đường ăn nhanh chóng chuyển từ thể rắn sang thể lỏng, làm như vậy với muối ăn thấy muối ăn vẫn ở thể rắn.

**Ví dụ 22** ( $N_2$ ). Đơn chất nitrogen là 1 khí tương đối trơ ở điều kiện thường. Sở dĩ như vậy là do giữa 2 nguyên tử N có 3 đôi electron dùng chung nên liên kết trong phân tử nitrogen khá bền vững.



Hình 14: Phân tử nitrogen  $N_2$ .



Khí nitrogen không gây cháy nổ & không độc hại. Nó thường được dùng để bảo quản thực phẩm hoặc được bơm vào lốp máy bay & lốp ô tô có tải trọng lớn.

**Bài toán 71** (M. S. Tuấn et al., 2022, 9, p. 38). So sánh 1 số tính chất chung của chất cộng hóa trị với chất ion.

**Kiến thức cốt lõi.** [1] Lớp vỏ ngoài cùng của nguyên tử khí hiếm có 8 electron (riêng helium có 2 electron), là lớp vỏ bền vững. [2] Liên kết ion là liên kết được tạo thành bởi lực hút giữa ion dương & ion âm. [3] Liên kết cộng hóa trị là liên kết được tạo thành bởi 1 hoặc nhiều đôi electron dùng chung giữa 2 nguyên tử. [4] Các chất ion là chất rắn ở điều kiện thường, có nhiệt độ sôi & nhiệt độ nóng chảy cao, khi tan trong nước tạo ra dung dịch dẫn điện. [5] Các chất cộng hóa trị có ở cả 3 thể (rắn, lỏng, khí), thường có nhiệt độ sôi & nhiệt độ nóng chảy thấp. Nhiều chất cộng hóa trị không dẫn điện.

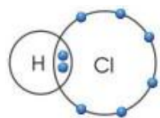
## 6 Hóa Trị, Công Thức Hóa Học

**Nội dung.** Hóa trị (cho chất cộng hóa trị), cách viết công thức hóa học (CTHH), CTHH của 1 số đơn chất & hợp chất đơn giản thông dụng, mối liên hệ giữa hóa trị của nguyên tố với CTHH, % nguyên tố trong hợp chất khi biết CTHH của hợp chất, CTHH của hợp chất dựa vào % nguyên tố & khối lượng phân tử.

### 6.1 Hóa trị

#### 6.1.1 Khái niệm về hóa trị

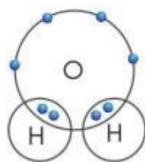
Khi tạo thành phân tử hydrogen chloride, mỗi nguyên tử H & Cl góp 1 electron tạo ra đôi electron dùng chung giữa 2 nguyên tử. H & Cl có hóa trị I.



Hình 15: Sơ đồ liên kết cộng hóa trị giữa H & Cl trong phân tử hydrogen chloride HCl.

**Bài toán 72** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 39). So sánh hóa trị của nguyên tố & số electron mà nguyên tử của nguyên tố đã góp chung để tạo ra liên kết.

Khi H kết hợp với O, mỗi nguyên tử H góp chung 1 electron, nguyên tử O góp chung 2 electron. Như vậy, nguyên tử O liên kết với 2 nguyên tử H bằng 2 đôi electron chung. H có hóa trị I & O có hóa trị II.

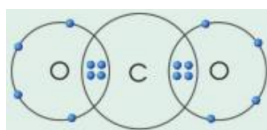


Hình 16: Sơ đồ liên kết cộng hóa trị giữa H & O trong phân tử nước H<sub>2</sub>O.

**Định nghĩa 8** (Hóa trị). Hóa trị là con số biểu thị khả năng liên kết của nguyên tử nguyên tố này với nguyên tử nguyên tố khác.

Thông thường, hóa trị của nguyên tố trong hợp chất cộng hóa trị bằng số electron mà nguyên tử nguyên tố đó góp chung với nguyên tử khác. Trong hợp chất, H luôn có hóa trị I, O luôn có hóa trị II.

**Bài toán 73** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1, p. 40). Xác định hóa trị của C, O trong carbon dioxide CO<sub>2</sub>.



Hình 17: Sơ đồ liên kết cộng hóa trị giữa C & O trong phân tử carbon dioxide CO<sub>2</sub>.

**Bài toán 74** (M. S. Tuấn et al., 2022, 2, p. 40). Vẽ sơ đồ hình thành liên kết giữa nguyên tử N & 3 nguyên tử H. Cho biết liên kết đó thuộc loại liên kết nào. Hóa trị của mỗi nguyên tố trong hợp chất tạo thành là bao nhiêu?

Hóa trị của 1 số nguyên tố & nhóm nguyên tử được cho trong 2 bảng sau:

Tên nguyên tố	Ký hiệu hóa học	Hóa trị
Hydrogen	H	I
Lithium	Li	I
Beryllium	Be	II
Boron	B	III
Carbon	C	IV, II
Nitrogen	N	III, II, IV, ...
Oxygen	O	II
Fluorine	F	I
Sodium	Na	I
Magnesium	Mg	II
Aluminium	Al	III
Silicon	Si	IV
Phosphorus	P	III, V
Sulfur	S	II, IV, VI
Chlorine	Cl	I, ...
Potassium	K	I
Calcium	Ca	II

Bảng 1: Hóa trị của 1 số nhóm nguyên tử.

Tên nhóm	Hóa trị
hydroxide OH, Nitrate NO <sub>3</sub>	I
Sulfate SO <sub>4</sub> , Carbonate CO <sub>3</sub>	II
Phosphate PO <sub>4</sub>	III

Bảng 2: Hóa trị của 1 số nhóm nguyên tử.

### 6.1.2 Quy tắc hóa trị

Khi 2 nguyên tố kết hợp với nhau, hóa trị của nguyên tố có liên quan đến số lượng nguyên tử của mỗi nguyên tố tham gia liên kết. Trong phân tử nước, hóa trị & số nguyên tử tham gia liên kết của H & O như sau: Nguyên tố H có hóa trị I & có số nguyên tử là 2, nguyên tố O có hóa trị II & có số nguyên tử là 1. Tích hóa trị & số nguyên tử:  $I \cdot 2 = II \cdot 1$ . Ta có tích của hóa trị & số nguyên tử tham gia liên kết của H & O bằng nhau.

Trong phân tử carbon dioxide CO<sub>2</sub>, hóa trị & số nguyên tử tham gia liên kết của C & O như sau: Nguyên tố C có hóa trị IV & có số nguyên tử là 1, nguyên tố O có hóa trị II & có số nguyên tử là 2. Tích hóa trị & số nguyên tử:  $IV \cdot 1 = II \cdot 2$ .

Với các trường hợp khác cũng có kết quả tương tự.

**Quy tắc hóa trị.** Khi các nguyên tử của 2 nguyên tố A, B liên kết với nhau, tích giữa hóa trị & số nguyên tử của A bằng tích giữa hóa trị & số nguyên tử của B.

**Bài toán 75** (M. S. Tuấn et al., 2022, 2, p. 41). Cát (sand) được sử dụng nhiều trong xây dựng & là nguyên liệu chính để sản xuất thủy tinh. Silicon oxide là thành phần chính của cát. Phân tử silicon oxide gồm 1 nguyên tử Si liên kết với 2 nguyên tử O. Dựa vào hóa trị của các nguyên tố trong bảng 1, tính tích hóa trị & số nguyên tử của mỗi nguyên tố trong phân tử silicon oxide. Nhận xét về tích đó.

**Bài toán 76** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 41). Dựa vào hóa trị của các nguyên tố trong bảng 1 & quy tắc hóa trị, mỗi nguyên tử Mg có thể kết hợp được với bao nhiêu nguyên tử Cl?

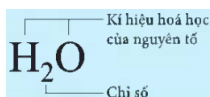
**Bài toán 77** (M. S. Tuấn et al., 2022, 4, p. 41). Nguyên tố A có hóa trị III, nguyên tố B có hóa trị II. Tính tỷ lệ nguyên tử của A & B trong hợp chất tạo thành từ 2 nguyên tố đó.

## 6.2 Chemical formula – Công thức hóa học

### 6.2.1 Công thức hóa học

Để biểu diễn chất, ta dùng công thức hóa học (CTHH).

**Ví dụ 23** (H<sub>2</sub>O). Công thức hóa học của nước là H<sub>2</sub>O.



Công thức hóa học có 2 phần: phần chữ & phần số.

- *Phần chữ*: gồm ký hiệu hóa học của các nguyên tố tạo thành chất.
- *Phần số*: gồm các số được ghi bên phải, dưới chân ký hiệu hóa học, ứng với số nguyên tử của nguyên tố trong 1 phân tử (nếu chỉ có 1 nguyên tử thì không ghi). Các số này được gọi là *chỉ số*.

**Bài toán 78** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3, p. 41). Cho CTHH của 1 số chất như sau: (a)  $N_2$  (nitrogen). (b)  $NaCl$  (sodium chloride). (c)  $MgSO_4$  (magnesium sulfate). Xác định nguyên tố tạo thành mỗi chất & số nguyên tử của mỗi nguyên tố có trong phân tử.

CTHH của các hợp chất có từ 2 ký hiệu hóa học trở lên, e.g.,  $NaCl$ ,  $Na_2O$ ,  $H_2SO_4$ ,  $CaCO_3$ , ... CTHH của các đơn chất chỉ có 1 ký hiệu hóa học.

- Với phi kim, phân tử thường có 2 nguyên tử, e.g.,  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl_2$ , ...
- Với kim loại & 1 số phi kim, ký hiệu hóa học của nguyên tố được coi là CTHH của đơn chất, e.g., các kim loại như: Fe, Cu, Al, Na, Ca, ... & 1 số phi kim như: C, S, P, ...

**Bài toán 79** (M. S. Tuấn et al., 2022, 5, p. 42). Viết CTHH của các chất: (a) Sodium sulfide biết trong phân tử có 2 nguyên tử Na & 1 nguyên tử S. (b) Phosphoric acid biết trong phân tử có 3 nguyên tử H, 1 nguyên tử P, & 4 nguyên tử O.

### 6.2.2 Ý nghĩa của CTHH

**1** CTHH của 1 chất cho biết 1 số thông tin:

- Nguyên tố tạo ra chất.
- Số nguyên tử của mỗi nguyên tố có trong 1 phân tử chất.
- Khối lượng phân tử của chất.

**Ví dụ 24** ( $H_2SO_4$ ). CTHH của sulfuric acid là  $H_2SO_4$  cho biết: Sulfuric acid được tạo thành từ H, S, O. Trong 1 phân tử sulfuric acid có 2 nguyên tử H, 1 nguyên tử S, & 4 nguyên tử O. Khối lượng phân tử của sulfuric acid là:  $2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98$  amu.

**Bài toán 80** (M. S. Tuấn et al., 2022, 7, p. 42). Đường glucose là nguồn cung cấp năng lượng quan trọng cho hoạt động sống của con người. Đường glucose có CTHH là  $C_6H_{12}O_6$ . (a) Glucose được tạo thành từ những nguyên tố nào? (b) Khối lượng mỗi nguyên tố trong 1 phân tử glucose bằng bao nhiêu? (c) Khối lượng phân tử glucose là bao nhiêu?

**2** Biết CTHH tính được % khối lượng các nguyên tố trong hợp chất: Khi biết CTHH của 1 chất, tính được % khối lượng của các nguyên tố tạo ra chất theo các bước sau:

- Tính khối lượng mỗi nguyên tố có trong 1 phân tử hợp chất.
- Tính khối lượng phân tử.
- Tính % khối lượng của nguyên tố theo công thức:  $\frac{\text{khối lượng nguyên tố}}{\text{khối lượng phân tử hợp chất}} \cdot 100\%$ .

**Ví dụ 25** (%m of  $MgO$ ). Tính % khối lượng của Mg, O trong hợp chất  $MgO$ .

*1st giải.* Khối lượng của nguyên tố O trong  $MgO$  là:  $1 \cdot 16 = 16$  amu. Khối lượng của nguyên tố Mg trong  $MgO$  là:  $1 \cdot 24 = 24$  amu. Suy ra khối lượng phân tử  $MgO$  là:  $16 + 24 = 40$  amu. Phần trăm về khối lượng của Mg trong hợp chất  $MgO$  là:  $\frac{24}{40} \cdot 100\% = 60\%$ . Phần trăm về khối lượng của O trong hợp chất  $MgO$  là:  $\frac{16}{40} \cdot 100\% = 40\%$ . □

*2nd giải.*  $M_{MgO} = M_{Mg} + M_O = 24 + 16 = 40$ .  $\%m_{Mg|MgO} = \frac{M_{Mg}}{M_{MgO}} \cdot 100\% = \frac{24}{40} \cdot 100\% = 60\%$ .  $\%m_{O|MgO} = \frac{M_O}{M_{MgO}} \cdot 100\% = \frac{16}{40} \cdot 100\% = 40\%$  (hoặc  $\%m_{O|MgO} = 100\% - \%m_{Mg|MgO} = 100\% - 60\% = 40\%$ ). □

**Bài toán 81** (M. S. Tuấn et al., 2022, 4, p. 43). Có ý kiến cho rằng: Trong nước, số nguyên tử H gấp 2 lần số nguyên tử O nên % khối lượng của H trong nước gấp 2 lần % khối lượng O. Ý kiến trên có đúng không? Tính % khối lượng của H, O trong nước để chứng minh.

**Bài toán 82** (M. S. Tuấn et al., 2022, 8, p. 43). Calcium carbonate là thành phần chính của đá vôi, có CTHH là  $CaCO_3$ . Tính % khối lượng của mỗi nguyên tố trong hợp chất trên.

**Bài toán 83** (M. S. Tuấn et al., 2022, 9, p. 43). Citric acid là hợp chất được sử dụng nhiều trong công nghiệp thực phẩm, dược phẩm. Trong tự nhiên, citric acid có trong quả chanh & 1 số loại quả như bưởi, cam, ... Citric acid có CTHH là  $C_6H_8O_7$ . Tính % khối lượng của mỗi nguyên tố trong citric acid.

**Bài toán 84** (M. S. Tuấn et al., 2022, p. 43). Potassium (kali) rất cần thiết cho cây trồng, đặc biệt trong giai đoạn cây trưởng thành, ra hoa, kết trái. Để cung cấp K cho cây, có thể sử dụng phân potassium chloride & potassium sulfate có CTHH lần lượt là  $KCl$ ,  $K_2SO_4$ . Người trồng cây muốn sử dụng loại phân bón có hàm lượng K cao hơn thì nên chọn loại phân bón nào?

**3** *Biết CTHH & hóa trị của 1 nguyên tố, xác định được hóa trị của nguyên tố còn lại trong hợp chất:* Trong hợp chất có 2 nguyên tố, nếu biết CTHH & hóa trị của 1 nguyên tố thì hóa trị của nguyên tố còn lại được xác định như sau:

- Đặt hóa trị của nguyên tố chưa biết là  $a$ .
- Xác định  $a$  dựa vào quy tắc hóa trị.

**Bài toán 85** (M. S. Tuấn et al., 2022, Ví dụ 2, p. 44). *Xác định hóa trị của Fe trong hợp chất có CTHH là  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .*

*Giải.* Gọi hóa trị của Fe trong hợp chất là  $a$ . Vì O có hóa trị II nên khi áp dụng quy tắc hóa trị, ta có:  $a \cdot 2 = \text{II} \cdot 3 \Rightarrow a = \text{III}$ . Vậy Fe có hóa trị III trong hợp chất  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .  $\square$

**Bài toán 86.** *Xác định hóa trị của Fe trong hợp chất có CTHH là  $\text{FeO}, \text{Fe}_3\text{O}_4$ .*

**Lưu ý 1** (oxide). *Sắt Fe có 3 dạng oxide:  $\text{FeO}, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Fe}_3\text{O}_4$ . Copper (đồng) Cu có 2 dạng oxide:  $\text{Cu}_2\text{O}, \text{CuO}$ .*

**Bài toán 87** (M. S. Tuấn et al., 2022, 10, p. 44). *Xác định hóa trị của mỗi nguyên tố trong các hợp chất sau: HBr, BaO.*

### 6.2.3 Xác định CTHH của hợp chất khi biết hóa trị hoặc % khối lượng của các nguyên tố

**1** *Xác định CTHH của hợp chất tạo thành từ 2 nguyên tố khi biết hóa trị của các nguyên tố :* Nếu 2 nguyên tố A, B có hóa trị tương ứng là  $a, b$  thì CTHH của hợp chất tạo thành từ A & B được xác định như sau:

- Đặt CTHH của hợp chất:  $\text{A}_x\text{B}_y$ .
- Áp dụng quy tắc hóa trị, xác định tỷ lệ  $\frac{x}{y} = \frac{a}{b}$ .
- Xác định  $x, y$  ( $x, y \in \mathbb{N}^*$  thường là những số nguyên nhỏ nhất thỏa mãn tỷ lệ trên, có vài trường hợp ngoại lệ, e.g., hydro peroxide  $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

**Bài toán 88** (M. S. Tuấn et al., 2022, Ví dụ 3, p. 44). *Lập CTHH của hợp chất tạo bởi S hóa trị VI & O.*

*Giải.* Đặt CTHH của hợp chất là  $\text{S}_x\text{O}_y$ . Theo quy tắc hóa trị, ta có:  $\text{VI} \cdot x = \text{II} \cdot y$ . Ta có tỷ lệ:  $\frac{x}{y} = \frac{\text{II}}{\text{VI}} = \frac{1}{3}$ . Chọn  $x = 1$  &  $y = 3$ . CTHH của hợp chất là  $\text{SO}_3$ .  $\square$

Quy tắc hóa trị đúng với hầu hết các hợp chất vô cơ song không đúng với đa số các hợp chất hữu cơ. E.g., nguyên tố carbon tạo ra với hydrogen 1 số hợp chất có CTHH sau:  $\text{C}_2\text{H}_6, \text{C}_3\text{H}_8$ . Như vậy, theo quy tắc hóa trị thì hóa trị của C dường như không đúng, song thực tế trong các hợp chất trên, nguyên tử C vẫn có hóa trị IV. Điều này sẽ được làm rõ hơn khi học về các chất hữu cơ.

**2** *Xác định CTHH của hợp chất khi biết % khối lượng của các nguyên tố & khối lượng phân tử của hợp chất.* Khi biết % khối lượng của 2 nguyên tố A, B tạo nên hợp chất & khối lượng phân tử của chất đó, xác định CTHH theo các bước sau:

- Đặt CTHH của chất là  $\text{A}_x\text{B}_y$ .
- Tính khối lượng của A, B tron 1 phân tử chất.
- Tìm  $x, y$ .

**Bài toán 89** (M. S. Tuấn et al., 2022, Ví dụ 4, p. 45). *R là hợp chất của S, O, khối lượng phân tử của R là 64 amu. Biết % khối lượng của oxygen trong R là 50%. Xác định CTHH của R.*

*Giải.* Đặt CTHH của R là  $\text{S}_x\text{O}_y$ . Khối lượng của nguyên tố O trong 1 phân tử R là:  $\frac{64 \cdot 50}{100} = 32$  amu. Khối lượng của nguyên tố S trong 1 phân tử R là:  $64 - 32 = 32$  amu. Ta có:  $16y = 32$  amu  $\Rightarrow y = 2$ ,  $32x = 32$  amu  $\Rightarrow x = 1$ . Vậy CTHH của R là  $\text{SO}_2$ .  $\square$

**Bài toán 90** (M. S. Tuấn et al., 2022, 11, p. 45). *Hợp chất X được tạo thành bởi Fe, O có khối lượng phân tử là 160 amu. Biết % khối lượng của Fe trong X là 70%. Xác định CTHH của X.*

Trước đây, khi hiểu biết về cấu tạo nguyên tử còn hạn chế, các nhà khoa học chưa hiểu rõ các nguyên tử liên kết với nhau như thế nào. Chính vì vậy, 1 câu hỏi đã được đặt ra là: *1 chất như nước chẳng hạn được điều chế theo các cách khác nhau, ở những địa điểm khác nhau, trong những điều kiện khác nhau thì thành phần có khác nhau không?* Để trả lời câu hỏi này, các nhà khoa học đã phải tiến hành nhiều thí nghiệm khác nhau. Đến năm 1799, từ những kết quả nghiên cứu thu được J. L. Prut, nhà hóa học người Pháp đã đề ra định luật thành phần khối lượng không đổi: “1 hợp chất hóa học dù điều chế bằng bất kỳ cách nào, luôn có thành phần không đổi.”

Ngày nay, với những hiểu biết về cấu tạo nguyên tử & liên kết hóa học, chúng ta dễ hiểu được: “Mỗi hợp chất chỉ có 1 CTHH.” Đó là điều mà cách đây hơn 200 năm các nhà khoa học đã phải mất rất nhiều công sức để chứng minh.

**Kiến thức cốt lõi.** **1** *Hóa trị* của nguyên tố là con số biểu thị khả năng liên kết của nguyên tử trong hợp chất. Trong hợp chất, hóa trị của H luôn là I, hóa trị của O luôn là II. **2** Khi các nguyên tử của 2 nguyên tố A, B liên kết với nhau, tích giữa hoá trị & số nguyên tử của A bằng tích giữa hoá trị & số nguyên tử của B. **3** *Công thức hóa học* (CTHH) dùng để biểu diễn chất. CTHH gồm 2 phần: chữ & số. Phần chữ là ký hiệu hóa học của các nguyên tố; phần số được ghi bên phải, dưới chân ký hiệu hóa học (gọi là *chỉ số*) là số nguyên tử của nguyên tố trong phân tử.

**Bài toán 91** (M. S. Tuấn et al., 2022, 1., p. 46). (a) Nêu ý nghĩa của CTHH. (b) Mỗi CTHH sau đây cho biết những thông tin gì?  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ .

**Bài toán 92** (M. S. Tuấn et al., 2022, 2., p. 46). Viết CTHH & tính khối lượng phân tử của các hợp chất sau: (a) Calcium oxide (vôi sống), biết trong phân tử có 1 Ca & 1 O. (b) Hydrogen sulfide, biết trong phân tử có 2 H & 1 S. (c) Sodium sulfate, biết trong phân tử có 2 Na, 1 S, & 4 O.

**Bài toán 93** (M. S. Tuấn et al., 2022, 3., p. 46). Cho CTHH của 1 số chất như sau:  $\text{F}_2$ ,  $\text{LiCl}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{HCl}$ . Trong các CTHH trên, công thức nào là của đơn chất, công thức nào là của hợp chất?

**Bài toán 94** (M. S. Tuấn et al., 2022, 4., p. 46). 1 số chất có CTHH như sau:  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ . Dựa vào bảng 2, tính hóa trị của các nguyên tố Ba, Cu, Zn trong các hợp chất trên.

**Bài toán 95** (M. S. Tuấn et al., 2022, 5., p. 46). Lập CTHH của những chất tạo thành từ các nguyên tố: (a) C, S. (b) Mg, S. (c) Al, Br. Biết hóa trị của các nguyên tố trong các hợp chất tạo thành như sau: C: IV, S: II, Mg: II, Al: III, Br: I.

**Bài toán 96** (M. S. Tuấn et al., 2022, 6., p. 46). Các hợp chất của calcium có nhiều ứng dụng trong đời sống:  $\text{CaSO}_4$  là thành phần chính của thạch cao. Thạch cao được dùng để đúc tượng, sản xuất các vật liệu xây dựng, ...  $\text{CaCO}_3$  là thành phần chính của đá vôi. Đá vôi được dùng nhiều trong công nghiệp sản xuất xi măng.  $\text{CaCl}_2$  được dùng để hút ẩm, chống đóng băng tuyết trên mặt đường ở xứ lạnh. Tính % khối lượng của calcium trong các hợp chất trên.

**Bài toán 97** (M. S. Tuấn et al., 2022, 7., p. 46). Copper(II) sulfate có trong thành phần của 1 số thuốc diệt nấm, trừ sâu, & diệt cỏ cho cây trồng. Copper(II) sulfate được tạo thành từ các nguyên tố Cu, S, O, & có khối lượng phân tử là 160 amu. % khối lượng của các nguyên tố Cu, S, O trong copper(II) sulfate lần lượt là: 40%, 20%, & 40%. Xác định CTHH của copper(II) sulfate.

## 7 Miscellaneous

**Dạng toán 1.** Từ lượng chất tính lượng nguyên tố.

**Bài toán 98** (V. A. Tuấn, 2022, p. 70). Tính khối lượng Fe & khối lượng oxi có trong 20g  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

**Giải.**  $M_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 2 \cdot 56 + 3(32 + 4 \cdot 16) = 400 \text{ g/mol} \Rightarrow m_{\text{Fe}|\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = \%m_{\text{Fe}|\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot m_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{2 \cdot 56}{2 \cdot 56 + 3(32 + 4 \cdot 16)} \cdot 20 = 5.6\text{g} \Rightarrow m_{\text{O}|\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = m_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot \%m_{\text{O}|\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 20 \cdot \frac{12 \cdot 16}{2 \cdot 56 + 3(32 + 4 \cdot 16)} = 9.6\text{g}.$   $\square$

Dễ dàng tính được khối lượng S trong 20g  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  theo 2 cách: *Cách 1.* Tính theo tỷ lệ % khối lượng của S trong  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  tương tự lời giải trên:  $m_{\text{S}|\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = m_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot \%m_{\text{S}|\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 20 \cdot \frac{3 \cdot 32}{2 \cdot 56 + 3(32 + 4 \cdot 16)} = 4.8\text{g}$ . *Cách 2.* Sử dụng khối lượng của hợp chất bằng tổng khối lượng của các thành phần:  $m_{\text{S}|\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = m_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} - m_{\text{Fe}|\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} - m_{\text{O}|\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = 20 - 5.6 - 9.6 = 4.8\text{g}$ . Dễ thấy Cách 2 tiện hơn sau khi đã biết khối lượng của Fe & O trong  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

**Dạng toán 2.** Từ lượng nguyên tố tính lượng chất.

**Bài toán 99** (V. A. Tuấn, 2022, p. 71). Cần bao nhiêu kg ure  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  để có 5.6kg đạm (nitơ)?

**Giải.**  $m_{(\text{NH}_2)_2\text{CO}} = \frac{m_{\text{N}|\text{(NH}_2)_2\text{CO}}}{\%m_{\text{N}|\text{(NH}_2)_2\text{CO}}} = \frac{5.6 \cdot (2(14+2)+12+16)}{2 \cdot 14} = 12\text{kg}.$   $\square$

**Dạng toán 3.** Từ lượng nguyên tố này tính lượng nguyên tố kia

**Bài toán 100** (V. A. Tuấn, 2022, p. 71). Trong supephotphat kép thường có bao nhiêu kg canxi ứng với 49.6kg photpho?

**Dạng toán 4.** Tính % khối lượng các nguyên tố trong hợp chất.

**Bài toán 101** (V. A. Tuấn, 2022, p. 71). Tính % khối lượng các nguyên tố trong hợp chất sắt(III) sunfat.

**Giải.** CTHH của sắt(III) sunfat:  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \Rightarrow \%m_{\text{Fe}} : \%m_{\text{S}} : \%m_{\text{O}} = (2 \cdot 56) : (3 \cdot 32) : (12 \cdot 16) = 112 : 96 : 192 = 7 : 6 : 12 = 28\% : 24\% : 48\%.$   $\square$

**Dạng toán 5.** Tìm nguyên tố.

**Bài toán 102** (V. A. Tuấn, 2022, p. 71). Nguyên tố X trong bảng tuần hoàn có oxit cao nhất dạng  $\text{X}_2\text{O}_5$ . Hợp chất khí với hydro của X chứa 8.82% khối lượng hydro. X là nguyên tố nào?

**Giải.** Nếu oxit cao nhất là  $\text{X}_2\text{O}_5$  thì hợp chất khí với hydro là  $\text{XH}_3$ .  $M_X = \frac{3}{8.82} \cdot 91.18 = 31 \Rightarrow \text{X: P}.$   $\square$

## Tài liệu

Tuấn, Mai Sỹ et al. (2022). *Khoa Học Tự Nhiên 7*. Cánh Diều. Nhà Xuất Bản Đại Học Sư Phạm, p. 171.

Tuấn, Vũ Anh (2022). *Bồi Dưỡng Hóa Học Trung Học Cơ Sở*. Tái bản lần thứ 12. Nhà Xuất Bản Giáo Dục Việt Nam, p. 302.