

SỬ DỤNG KHÁI NIỆM ĐỒNG PHÂN TRONG DẠY HỌC HÓA HỌC Ở TRƯỜNG PHỔ THÔNG

PHẠM VĂN HOAN*, NGUYỄN THỊ HƯỜNG**

TÓM TẮT

Đồng phân là hiện tượng hóa học thú vị trong Hóa hữu cơ. Tuy nhiên, thực tế hiện nay, còn có nhiều bất cập trong việc hiểu rõ sự khác biệt giữa các khái niệm “đồng phân”, “đồng phân cấu tạo”, “đồng phân hình học” trong dạy học Hóa học Hữu cơ ở trường phổ thông. Việc sử dụng đúng đắn các khái niệm liên quan về đồng phân trong giảng dạy hóa học sẽ giúp cho học sinh nắm được bản chất các vấn đề hóa học và góp phần phát triển tư duy logic cho học sinh. Bài viết này góp phần giúp cho giáo viên (và cả học sinh) hiểu sâu sắc hơn về một hiện tượng hóa học rất lí thú, góp phần dạy (và học) môn Hóa học tốt hơn.

Từ khóa: đồng phân, công thức cấu tạo, đồng phân cấu tạo, đồng phân hình học.

ABSTRACT

Using isomers concept in teaching organic Chemistry in high schools

Isomer is an interesting chemical phenomenon in Organic Chemistry. However, in reality, there are many gaps in understanding the difference between the term “isomer”, “structural isomer”, “geometric isomers” in Organic Chemistry Teaching in high school. The proper use of the related concepts of isomers in chemistry teaching will help students grasp the nature of the chemical problems and contribute to developing logical thinking for students. This article provides teachers (and students) with a deeper understanding of an interesting chemical phenomenon, enhancing the teaching and learning of chemistry.

Keywords: isomer, structural formula, structural isomers, geometric isomers.

Trong nội dung Hóa học hữu cơ của chương trình hóa học ở trường phổ thông, “đồng phân” là một trong những khái niệm được nghiên cứu đầu tiên, là một trong những nội dung cơ bản trong thuyết cấu tạo hóa học. Khái niệm này cũng là một trong những khái niệm cơ bản được sử dụng làm nền tảng trong dạy học Hóa học hữu cơ. Để sử dụng khái niệm đồng phân một cách hiệu quả trong dạy học, giáo viên cần hiểu một cách sâu sắc nội dung và ý nghĩa của khái niệm, so sánh và phân biệt chính xác các loại đồng phân cấu tạo (đồng phân mạch cacbon, đồng phân nhóm chức, đồng phân vị trí nhóm chức) và đồng phân lập thể (đồng phân hình học, đồng phân quang học), làm rõ mối quan hệ giữa đồng phân cấu tạo và đồng phân lập thể, phân biệt được khái niệm cấu tạo hóa học và cấu trúc hóa học... và nắm vững được những nội dung của thuyết cấu tạo hóa học.

Giải bài tập Hóa học là một trong những phương pháp ôn tập, củng cố kiến thức

* PGS TS, Trường Đại học Thủ đô Hà Nội; Email: pvhoan@moet.edu.vn

** Cử nhân, Sở Giáo dục và Đào tạo Ninh Bình

và rèn luyện kỹ năng rất hiệu quả; thông qua việc giải bài tập, học sinh (HS) được ôn tập kiến thức, rèn luyện thêm về kỹ năng học tập và góp phần hoàn thiện nhân cách [1]. Bài tập Hóa hữu cơ có rất nhiều ưu điểm trong việc phát triển năng lực tư duy, nhất là phát triển các thao tác tư duy logic cho HS nhờ việc có nhiều chất có công thức cấu tạo khác nhau ứng với cùng một công thức phân tử (các đồng phân cấu tạo) mà học sinh có thể xác nhận được thông qua đặc điểm về tính chất.

1. Khái niệm về đồng phân và bài tập liên quan đến khái niệm

1.1. Khái niệm về đồng phân

Trước đây, khái niệm đồng phân được định nghĩa “là những chất có cùng công thức phân tử nhưng khác nhau về công thức cấu tạo”[3]. Định nghĩa này chỉ đúng trong giới hạn hẹp, và nó đã bị mâu thuẫn ngay trong tài liệu [3] khi xét đến các đồng phân hình học của anken, trong đó các cặp đồng phân *cis - trans* là những chất có cùng công thức cấu tạo.

Hiện nay, khái niệm đồng phân được diễn đạt chính xác hơn: “Những chất khác nhau có cùng công thức phân tử được gọi là những chất đồng phân” [4].

Trong chương trình môn Hóa học ở trường phổ thông, những yêu cầu về chuẩn kiến thức kỹ năng (KT - KN) của phần Hóa hữu cơ yêu cầu học sinh cần phân biệt chính xác các loại đồng phân một cách rõ ràng. Có 2 loại chất đồng phân: đồng phân cấu tạo và đồng phân cấu hình (trong chương trình phổ thông, đồng phân cấu hình chỉ đề cập đến đồng phân hình học). Như vậy, đối với học sinh phổ thông, khái niệm “đồng phân” sẽ bao gồm cả “đồng phân cấu tạo” và “đồng phân hình học”.

“Đồng phân cấu tạo” gồm đồng phân về mạch cacbon (mạch hở, mạch vòng - có phân nhánh và không phân nhánh), đồng phân về loại nhóm chức (có thể coi liên kết đôi, liên kết ba cũng thuộc nhóm chức), đồng phân về vị trí nhóm chức trong mạch cacbon, đồng phân về vị trí tương đối của các nhóm chức (nếu phân tử có nhiều nhóm chức).

1.2. Sơ lược về bài tập liên quan đến khái niệm đồng phân

Trong sách giáo khoa môn Hóa học lớp 11 và 12, các bài tập liên quan đến khái niệm đồng phân còn ít, thường chỉ được đề xuất với yêu cầu ở mức độ hiểu khái niệm (phân biệt các chất đồng đẳng, chất đồng phân, khái niệm về các chất đồng phân...). Trong những bài tập định lượng, khái niệm đồng phân cũng rất ít xuất hiện. Để có thể đạt được chuẩn KT - KN nêu trên, người GV phải linh hoạt trong việc thiết kế các bài tập, sử dụng chúng một cách hợp lý đối phù hợp với nội dung bài học và đối tượng HS.

Dạy học về các khái niệm hóa học và sử dụng các khái niệm trong dạy học là một trong những kỹ năng dạy học quan trọng của người giáo viên (GV) Hóa học. Kỹ năng dạy học này có thể được hình thành thông qua việc thiết kế các dạng bài tập khác nhau liên quan đến khái niệm đồng phân để sử dụng trong các bài học. Để làm dạng bài tập này, học sinh cần nắm được nguyên tắc viết công thức cấu tạo của các loại hợp chất hữu cơ và nguyên tắc gọi tên. Từ công thức phân tử, xác định được mối quan hệ giữa

các nguyên tử cacbon, hidro và các nguyên tố khác, xác định được độ không no của chất, từ đó xác định được các loại hợp chất thỏa mãn. Tuy nhiên trong thực tế, ngay cả đối với nhiều giáo viên cũng chưa hoàn toàn hiểu một cách đầy đủ, chính xác về khái niệm đồng phân.

2. Sử dụng bài tập về đồng phân trong dạy học Hóa học

2.1. Sử dụng khái niệm đồng phân trong dạy học Hóa học lớp 11, giúp HS nắm vững nội dung các khái niệm của Hóa hữu cơ

a. Giúp HS nắm vững nội dung những luận điểm của thuyết cấu tạo hóa học

Trong dạy học Chương 4 - Đại cương về Hóa học hữu cơ và hợp chất hữu cơ (HCHC), HS cần nắm vững nội dung Thuyết cấu tạo hóa học: Trong phân tử hợp chất hữu cơ, các nguyên tử C có thể liên kết với nhau tạo thành mạch cacbon; mạch cacbon có thể không có nhánh, phân nhánh hoặc mạch vòng; phân biệt “đồng đẳng” với “đồng phân”...

Ngoài dạng bài tập thường dùng trong sách giáo khoa (Các chất sau đây những chất nào là đồng đẳng, đồng phân của nhau...), GV có thể hướng dẫn HS viết công thức cấu tạo của các chất đồng phân.

Thí dụ.

- Viết công thức cấu tạo của các hidrocacbon có công thức phân tử C_4H_8 .
- Có những công thức cấu tạo nào ứng với công thức phân tử C_3H_8O , $C_3H_6O_2$?

b. Phân biệt và chính xác hóa các khái niệm về các chất đồng phân, loại đồng phân

Thông thường, học sinh (và cả nhiều giáo viên) hay bị nhầm lẫn giữa các thuật ngữ về đồng phân. Cần phân biệt câu hỏi về “các chất đồng phân cấu tạo” với “các chất đồng phân”.

Thí dụ 1. Phân biệt đồng phân cấu tạo, đồng phân hình học qua bài tập về đồng phân của các chất có công thức phân tử dạng C_nH_{2n} .

Với độ không no bằng 1, các hidrocacbon này có thể thuộc loại anken (phân tử có 1 liên kết đôi $C=C$) hoặc monoxicloankan (phân tử có 1 vòng no), do đó ngoài các đồng phân cấu tạo còn có thể có một số đồng phân hình học. Đối với trường hợp ứng với công thức phân tử C_4H_8 có các đồng phân cấu tạo là: (i) các anken (3 đồng phân: but-1-en, but-2-en và 2-metylpropen); (ii) các xicloankan (2 đồng phân: xiclobutan và metylxiclopropan). Ngoài ra, but-2-en còn ứng với cặp đồng phân hình học: *cis*-but-2-en và *trans*-but-2-en.

Tùy theo yêu cầu trong bài mà GV có thể thiết kế câu hỏi cho các yêu cầu:

- Viết công thức và tên của các anken **đồng phân cấu tạo** có CTPT là C_4H_8 (3 anken) ;
- Viết công thức cấu tạo/cấu trúc và tên của các anken **đồng phân** có CTPT là C_4H_8 (4 anken, trong đó kể cả đồng phân hình học) ;

- Viết công thức cấu tạo/cấu trúc và tên gọi của các hidrocarbon có CTPT là C_4H_8 (4 anken, trong đó kể cả đồng phân hình học và 2 xicloankan);

c. Xác định các chức hóa học

Thí dụ 2. Viết công thức cấu tạo và gọi tên các chất có cùng công thức phân tử $C_4H_{10}O$.

GV cần hướng dẫn HS về việc cần nhận thấy công thức trên có thành phần $C_nH_{2n+2}O$ với độ không no bằng zero. Vậy công thức này ứng với các chất thuộc loại ancol hoặc ete no, đơn chức, mạch hở. Từ đó viết được CTCT của các chất tương ứng gồm: ancol (4 đồng phân cấu tạo) và ete (3 đồng phân cấu tạo).

Thí dụ 3. Có bao nhiêu hợp chất đơn chức, đồng phân của nhau có cùng công thức phân tử C_3H_6O ?

Với câu hỏi này cần xác định được: các chất trên có độ không no bằng 1, do đó có thể là các hợp chất mạch hở thuộc loại andehit hoặc xeton no đơn chức, hoặc ancol không no đơn chức và ancol no, đơn chức, mạch vòng. Các chất đó là: CH_3CH_2CHO , CH_3COCH_3 , $CH_2=CHCH_2OH$ và xiclo- C_3H_5OH . Trường hợp này chưa xuất hiện đồng phân hình học.

Thí dụ 4. Có bao nhiêu chất đồng phân cấu tạo, phân tử có một loại nhóm chức, có cùng công thức phân tử C_4H_8O ?

Ứng với độ không no bằng 1, phân tử các chất có thể có liên kết đôi $C=C$ hoặc liên kết đôi $C=O$ hoặc vòng no. Và như vậy có thể có cả đồng phân hình học xung quanh liên kết đôi $C=C$ hoặc vòng no. Phân tử có 1 nguyên tử O nên có thể có nhóm andehit hoặc xeton hoặc ancol đơn chức (và có thể tính cả các ete đơn chức nữa).

Từ đó có thể viết được công thức cấu tạo và cấu hình của các chất như sau: Andehit no, đơn chức mạch hở (2 chất đồng phân cấu tạo); xeton no, đơn chức, mạch hở (1 chất); ancol không no, đơn chức, mạch hở (3 đồng phân cấu tạo) và ancol no, đơn chức, mạch vòng (4 đồng phân cấu tạo). Ngoài ra, đối với HS khá, giỏi, GV có thể hướng dẫn/yêu cầu viết thêm công thức cấu tạo của các ete đồng phân, các đồng phân hình học nữa.

2.2. Sử dụng bài tập về khái niệm đồng phân giúp HS nắm vững về tính chất của các chất hữu cơ, làm các bài tập tính toán

a. Thí dụ 1. Hỗn hợp X gồm một số chất mạch hở, đồng phân của nhau, phân tử chứa C, H, O và chỉ có một loại nhóm chức, đều tác dụng được với natri. Tỉ khối hơi của X so với hidro bằng 44. Viết công thức cấu tạo của các chất có thể có trong X.

Với $M = 88$ g/mol, tác dụng được với natri chứng tỏ các chất thuộc loại axit cacboxylic hoặc ancol.

- Nếu là axit thì do nhóm $-COOH$ có khối lượng 45 nên chỉ là các axit cacboxylic đơn chức $R-COOH$. Với gốc R có $M_R = 43$ ứng với nhóm C_3H_7 , các axit đó là :

$CH_3CH_2CH_2COOH$ và $(CH_3)_2CHCOOH$ - đều là các axit no, mạch hở.

- Nếu là ancol $R(OH)_n$: với $n=1$, gốc R có $M_R = 71$ tương ứng với gốc hidrocarbon hóa trị I $-C_5H_{11}$: gồm 8 đồng phân cấu tạo (GV hướng dẫn HS viết các công thức cấu tạo); với $n=2$, $M_R = 54$ ứng với gốc hóa trị II $-C_4H_6-$ tương ứng với 3 ancol đồng phân cấu tạo mạch hở $C_4H_6(OH)_2$, trong đó có một ancol có đồng phân hình học.

* GV có thể thiết kế bài tập khác tương tự với dữ kiện đã cho bằng cách giữ nguyên dữ kiện “Các chất đồng phân cấu tạo của nhau, chứa C, H, O trong phân tử và có $M = 88$ g/mol”, thay đổi dữ kiện về tính chất của các chất trong hỗn hợp (thí dụ: các chất tác dụng được với dung dịch NaOH- khi đó gồm các axit cacboxylic đơn chức và este đơn chức).

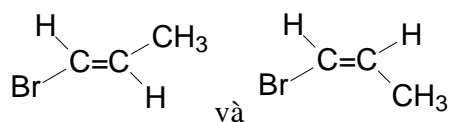
b. *Thí dụ 2.* Viết công thức cấu tạo của các chất đồng phân có công thức phân tử $C_4H_{11}N$ khi tác dụng với axit HNO_2 ở $5 - 10^\circ C$ sinh ra khí không màu.

Các chất có tính chất trên thuộc loại amin bậc I, mạch hở, có công thức cấu tạo $C_4H_9NH_2$. Như vậy có 4 chất đồng phân cấu tạo thỏa mãn. GV hướng dẫn HS có thể viết công thức cấu tạo của các amin này tương tự như với các ancol C_4H_9OH ở thí dụ trên.

* GV có thể thay đổi câu hỏi: Có bao nhiêu chất đồng phân cấu tạo có công thức phân tử $C_4H_{11}N$ khi cho thêm dung dịch axit HNO_2 (hỗn hợp axit HCl và $NaNO_2$) ở $5 - 10^\circ C$ **không** sinh ra khí không màu. Khi đó câu trả lời là các amin bậc II, bậc III.

2.3. Mở rộng kiến thức thông qua khái niệm đồng phân

Khi nói về các chất đồng phân, cần nhớ một số cặp chất đồng phân phổ biến: anken - monoxicloankan; ankadien - ankin; ancol - ete; andehit - xeton; axit - este; ngoài ra, trong các đề thi đại học thường có mở rộng yêu cầu, có thêm các chất đồng phân andehit - xeton - ancol không no, mạch hở - ancol no mạch vòng; đồng đẳng benzen - ankadiin [4]... Trong một vài đề thi tuyển sinh đại học, cao đẳng, vấn đề đồng phân hình học đôi khi cũng mở rộng hơn chương trình, thí dụ [5]:



Hai đồng phân trên không gọi là đồng phân *cis-trans* (dựa vào sự phân bố của mạch cacbon xung quanh liên kết đôi $C=C$), mà thuộc loại đồng phân *Z-E* (dựa trên tiêu chí về số hiệu nguyên tử của các nguyên tố liên kết trực tiếp với nguyên tử C của liên kết đôi).

Hiện nay, vẫn có những sự nhầm lẫn giữa “đồng phân của X” và “những chất đồng phân có cùng công thức phân tử”. Chẳng hạn, có thể lấy thí dụ: ứng với công thức phân tử C_4H_{10} có 2 đồng phân cấu tạo là *n*- C_4H_{10} và *iso*- C_4H_{10} . Nếu ta lấy chất X có công thức phân tử C_4H_{10} để làm thí nghiệm thì chất X này đã là *n*- C_4H_{10} hoặc là *iso*- C_4H_{10} . Khi đó, số đồng phân của X sẽ là chất còn lại (1 đồng phân).

Chính vì những sự nhầm lẫn giữa “đồng phân của X” và “những chất đồng phân

có cùng công thức phân tử” nên đã có những sai sót trong các sách tham khảo, khi dạy học sinh, và thậm chí trong các đề thi.

Thí dụ, trong đề thi tuyển sinh đại học khối A, năm 2009- môn Hóa học, mã đề 175, có câu số 18 như sau: Cho 10 gam amin đơn chức X phản ứng hoàn toàn với HCl (dư), thu được 15 gam muối. Số đồng phân cấu tạo của X là

- A. 4. B. 8. C. 5. D. 7.**

Lời bàn: CTPT của X là $C_4H_{11}N$. Ứng với CTPT này có 8 amin đồng phân cấu tạo, trong đó có cả X. Như vậy, đồng phân cấu tạo của X chỉ là 7 (Đáp án D), nhưng đáp án của đề thi lại là 8 (Đáp án B).

Một sự nhầm lẫn tương tự thể hiện trong đề thi tuyển sinh đại học khối A, năm 2011 - môn Hóa học, mã đề 318, Câu 11: “Cho 13,8 gam chất hữu cơ X có công thức phân tử C_7H_8 tác dụng với lượng dư dung dịch $AgNO_3$ trong NH_3 thu được 45,9 gam kết tủa. X có bao nhiêu đồng phân cấu tạo thỏa mãn tính chất trên ?

- A. 5. B. 6. C. 4. D. 2.”**

Đáp án của đề thi là C. 4.

Lời bàn: Đáp án của đề thi không đúng. Vì công thức cấu tạo thu gọn của X là $HC\equiv C-C_3H_6-C\equiv CH$. Ứng với CTCT thu gọn này có 4 đồng phân cấu tạo mạch hở và 2 đồng phân cấu tạo mạch vòng, trong đó có X. Như vậy, trừ X thì còn 5 đồng phân cấu tạo của X, do đó phải là đáp án A. Có lẽ tác giả đề thi chỉ tính 4 đồng phân cấu tạo mạch hở, và tính cả X trong đó.

Cũng gặp lỗi như trên trong đề thi tuyển sinh đại học khối A, năm 2012 - môn Hóa học, mã đề 296, Câu 35: “Hiđro hóa hoàn toàn hiđrocacbon mạch hở X thu được isopentan. Số công thức cấu tạo có thể có của X là

- A. 6. B. 7. C. 4. D. 5.”**

Lời bàn: Câu này sai vì với một chất X cụ thể thì chỉ có 1 công thức cấu tạo tương ứng, do đó không thể có khái niệm “Số công thức cấu tạo có thể có của X”.

Có thể sửa câu trên thành “Hiđro hóa hoàn toàn một hỗn hợp X gồm các hiđrocacbon mạch hở thu được chất duy nhất là isopentan. Số hiđrocacbon tối đa trong hỗn hợp X là

- A. 6. B. 7. C. 4. D. 5.”**

Một vài thí dụ nữa cho thấy còn có sự nhầm lẫn về cấu tạo và công thức cấu tạo.

Trong đề thi tuyển sinh đại học khối A, năm 2014 - môn Hóa học, mã đề 259, Câu 16: “Ancol X no, mạch hở có không quá 3 nguyên tử cacbon trong phân tử. Biết X không tác dụng với $Cu(OH)_2$ ở điều kiện thường. Số công thức cấu tạo bền phù hợp với X là

- A. 4. B. 2. C. 3. D. 5.”**

Với đáp án đúng là D.

Lời bàn: Câu này sai nhiều chỗ. Thứ nhất, với một chất X cụ thể thì chỉ có 1 công thức cấu tạo tương ứng, do đó câu hỏi là vô nghĩa; thứ hai, không có “**công thức cấu tạo bền**” mà chỉ có **cấu tạo bền**; công thức cấu tạo là công thức biểu diễn cấu tạo của chất.

Nếu sửa câu trên thành “Hỗn hợp X gồm các ancol no, mạch hở, có không quá 3 nguyên tử cacbon trong phân tử. Biết X không tác dụng với $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ở điều kiện thường. Số ancol tối đa có trong X là

- A. 4. B. 2. C. 3. D. 5.”

Khi đó, X gồm các ancol: CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ (2 đồng phân), $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ như đáp án D.

Có thể chỉ ra rất nhiều lỗi như vậy trong các sách tham khảo, và vô hình trung đã là tài liệu tham khảo sai cho rất nhiều giáo viên và học sinh.

3. Kết luận

Như vậy, có thể thấy việc xác định đúng yêu cầu nhận thức trong dạy học về các chất đồng phân là rất thú vị, đa dạng và không hề đơn giản. Việc xác định đúng yêu cầu của câu hỏi, bài tập về đồng phân đòi hỏi người GV phải có nền tảng kiến thức vững vàng, có kỹ năng thiết kế và sử dụng các dạng bài tập của Hóa học hữu cơ trong dạy học mới khai thác được các kiến thức hóa học một cách hiệu quả, giúp người học vận dụng linh hoạt kiến thức của mình trong học tập và giúp cho việc thi tốt nghiệp, thi tuyển sinh vào cao đẳng, đại học đạt hiệu quả cao.

Để giúp khắc sâu kiến thức Hóa học cho học sinh, rất cần sử dụng tính chất của chất để nói về các chất đồng phân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Cương, Nguyễn Mạnh Dũng (2002), *Phương pháp dạy học Hóa học*, Nxb Đại học Sư phạm Hà Nội.
2. Nguyễn Hữu Đĩnh (chủ biên) (2008), *Dạy và học Hóa học 11 theo hướng đổi mới*, Nxb Giáo dục, Hà Nội.
3. Trần Quốc Sơn, Lê Xuân Trọng (2000), *Hóa học 11*, Nxb Giáo dục.
4. Nguyễn Xuân Trường và tđk (2008), *Hóa học 11*, Nxb Giáo dục.
5. Bộ Giáo dục và Đào tạo, *Đề thi tuyển sinh đại học, cao đẳng khối A, môn Hóa học các năm 2010 - 2014*.

(Ngày Tòa soạn nhận được bài: 31-8-2015; ngày phản biện đánh giá: 27-10-2015;
ngày chấp nhận đăng: 22-9-2016)