

## MỘT SỐ BIỆN PHÁP NÂNG CAO NĂNG LỰC GIẢI BÀI TOÁN ĐỐT CHÁY CÁC HỢP CHẤT HỮU CƠ

NGUYỄN HỮU TÀI\*

### TÓM TẮT

*Bài toán đốt cháy các hợp chất hữu cơ khá phổ biến trong chương trình Hóa học phổ thông. Để giúp học sinh giải quyết bài toán này chúng tôi đưa ra một số biện pháp nâng cao năng lực lập công thức và phương trình hóa học, đồng thời qua đó giúp học sinh có khả năng đưa ra những mối tương quan giữa các chất với các thuật toán trong phản ứng đốt cháy các hợp chất hữu cơ.*

**Từ khóa:** bài toán đốt cháy, hợp chất hữu cơ, công thức hóa học, phương trình hóa học.

### ABSTRACT

#### *Some measures to improve students' ability in solving the problem of burning organic compounds*

*The problem of burning organic compounds is quite common in high school's general chemistry. In order to help students solve the problem, several measures to improve students' ability in building formulas and chemical equations are proposed, simultaneously, learners can find out correlations between substances and algorithms in the burning of organic compounds.*

**Keywords:** the burning problem, organic compound, chemical formulas, chemical equations.

### 1. Đặt vấn đề

Qua thực tế giảng dạy, chúng tôi nhận thấy khi giải bài toán đốt cháy các hợp chất hữu cơ, rất nhiều học sinh không phát hiện ra mối liên hệ giữa các chất với dữ liệu của đề bài nên thường đặt quá nhiều ẩn và dẫn đến bế tắc không giải được bài toán. Những bài toán đốt cháy các hợp chất hữu cơ thường có các đặc điểm chung, đó là: Có thể sử dụng cùng một công thức, cùng một phương trình hóa học là có thể giải được dễ dàng. Cấu trúc của năng lực giải bài toán đốt cháy các hợp chất hữu cơ bao gồm: Năng lực lập công thức phân tử các hợp chất hữu cơ, năng lực lập phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy các hợp chất hữu cơ, năng lực xây dựng các công thức tính toán liên quan đến các chất từ phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy. Hiện nay, rất ít tài liệu nghiên cứu chuyên sâu về vấn đề này; chính vì vậy chúng tôi đã đưa ra một số biện pháp nâng cao năng lực giải bài toán đốt cháy các hợp chất hữu cơ, nhằm giúp các em học sinh giải quyết các bài toán một cách nhanh hơn đồng thời rèn luyện năng lực phát hiện và giải quyết vấn đề, từ đó giúp các em ngày càng tự tin và yêu thích việc giải toán hóa học.

\* ThS, Trường Tiểu học, Trung học cơ sở và Trung học phổ thông Ngô Thời Nhiệm;  
Email: tainguyen0406@gmail.com

## 2. Một số biện pháp nâng cao năng lực giải bài toán đốt cháy các hợp chất hữu cơ

### 2.1. Giúp học sinh nắm vững cách lập công thức phân tử của các hợp chất hữu cơ

Công thức phân tử của hợp chất hữu cơ biểu thị số lượng nguyên tử của mỗi nguyên tố trong phân tử. Để lập công thức phân tử chung của các hợp chất hữu cơ cần có nhiều thông tin. Trong đó, có những thông tin hiển thị rõ ràng có thể nhận thức ngay được như thành phần nguyên tố, số lượng nguyên tử của mỗi nguyên tố, bên cạnh đó còn có những thông tin đòi hỏi học sinh phải có năng lực phát hiện vấn đề mới nhận thức được như số liên kết  $\pi$ , số vòng... Việc lập được công thức phân tử chung của các hợp chất hữu cơ sẽ giúp cho học sinh viết được phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy.

#### 2.1.1. Cách lập công thức phân tử của các hidrocarbon

##### a. Cách lập công thức phân tử của ankan

\* **Cách 1.** Giả sử phân tử ankan gồm  $n$  nguyên tử C. Tổng số hóa trị của C là  $4n$ , số hóa trị của C dùng để liên kết giữa C với nhau là  $2(n-1)$  vì có  $(n-1)$  liên kết C-C. Số hóa trị của cacbon dùng để liên kết với hidro là  $4n - 2(n-1) = 2n+2$ . Vậy công thức phân tử chung của ankan là  $C_nH_{2n+2}$  ( $n \geq 1$ ).

##### \* Cách 2.

- **Bước 1.** Viết công thức phân tử của một vài chất kế tiếp metan bằng cách thêm một hoặc nhiều nhóm  $CH_2$ , thí dụ  $CH_4$  hay  $H_2CH_2$ ,  $C_2H_6$  hay  $H_2CH_2CH_2$ ,  $C_3H_8$  hay  $H_2CH_2CH_2CH_2...$

- **Bước 2.** Tìm quy luật biến đổi số nguyên tử C và H trong dãy chất: ở đây là  $H_2(CH_2)_n$ . Vậy công thức phân tử chung của ankan là  $C_nH_{2n+2}$ .

##### b. Cách lập công thức phân tử của các hidrocarbon khác ankan

- **Bước 1.** Tìm số liên kết  $\pi$  và vòng của hidrocarbon.

- **Bước 2.** Tính số nguyên tử H giảm đi so với ankan tương ứng: Để hình thành 1 vòng (monocicloankan) hoặc 1 liên kết  $\pi$  từ ankan phải mất 2H.

=> Hidrocarbon có tổng số liên kết  $\pi$  và vòng bằng  $k$  sẽ có số nguyên tử H kém hơn ankan là  $2k$ .

=> Công thức phân tử của hidrocarbon là  $C_nH_{2n+2-2k}$ .

**Thí dụ.** Lập công thức phân tử chung dãy đồng đẳng của vinyl axetilen.

- **Bước 1.** Tìm số liên kết  $\pi$  và vòng của hidrocarbon.

Dãy đồng đẳng của vinyl axetilen là những hidrocarbon mạch hở (tức không có vòng) có 3 liên kết  $\pi$  trong phân tử.

- **Bước 2.** Tính số nguyên tử H giảm đi so với ankan tương ứng.

Vì phân tử hidrocarbon có 3 liên kết  $\pi$  nên số nguyên tử H giảm đi so với ankan tương ứng là 6 => công thức phân tử chung của hidrocarbon là  $C_nH_{2n+2-6}$  hay  $C_nH_{2n-4}$  ( $n \geq 4$ ).

### 2.1.2. Cách lập công thức phân tử của các hợp chất hữu cơ có chứa nhóm chức

- *Bước 1.* Tìm tổng số liên kết  $\pi$  và vòng của toàn bộ phân tử rồi lập công thức phân tử hidrocarbon tương ứng. Nếu hợp chất hữu cơ có  $k$  liên kết  $\pi$  và vòng thì hidrocarbon tương ứng sẽ có công thức là  $C_nH_{2n+2-2k}$ .

- *Bước 2.* Xác định số nguyên tử oxi, nitơ, halogen... để thêm vào công thức hidrocarbon vừa lập. Chú ý: Để đảm bảo hóa trị của các nguyên tố (cacbon có hóa trị bốn, hidro có hóa trị một, oxi có hóa trị hai, nitơ có hóa trị ba, halogen có hóa trị một), nếu thêm oxi thì không thay đổi số nguyên tử hidro nhưng nếu thêm nitơ thì phải thêm hidro (thí dụ thêm 1 nguyên tử nitơ phải thêm 1 nguyên tử hidro), thêm halogen thì phải bớt hidro (thí dụ thêm 1 nguyên tử clo phải bớt 1 nguyên tử hidro).

**Thí dụ.** Lập công thức phân tử chung của các amino axit no, mạch hở chứa 1 nhóm  $-NH_2$  và 1 nhóm  $-COOH$  trong phân tử.

- *Bước 1.* Tìm tổng số liên kết  $\pi$  và vòng của toàn bộ phân tử amino axit.

Vì amino axit no, mạch hở nên phần gốc của nó không có liên kết  $\pi$  và vòng nhưng có 1 liên kết  $\pi$  trong nhóm chức  $-COOH \Rightarrow$  công thức phân tử hidrocarbon tương ứng là  $C_nH_{2n+2-2}$  hay  $C_nH_{2n}$ .

- *Bước 2.* Xác định số nguyên tử O, N để thêm vào công thức hidrocarbon vừa lập.

Chú ý để đảm bảo hóa trị của các nguyên tố, nếu thêm nitơ thì phải thêm hidro.

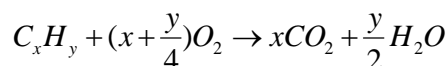
Phân tử amino axit có 1 nhóm  $-NH_2$  và 1 nhóm  $-COOH$  nên có 2 nguyên tử O và 1 nguyên tử N. Như vậy phải thêm 1 nguyên tử H.

$\Rightarrow$  Công thức phân tử chung của amino axit no, mạch hở chứa 1 nhóm  $-NH_2$  và 1 nhóm  $-COOH$  là  $C_nH_{2n+1}O_2N$  ( $n \geq 2$ ).

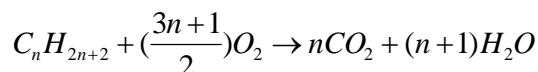
### 2.2. Giúp học sinh hệ thống hóa các phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy những hợp chất hữu cơ quan trọng

Bản chất của các bài toán hóa học phần lớn đều thể hiện mối quan hệ giữa các chất trong phản ứng. Việc quan sát phương trình hóa học của phản ứng sẽ giúp học sinh rút ra các công thức tính toán liên quan đến các chất, từ đó giúp học sinh giải nhanh các bài tập. Sau đây là phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy các hợp chất hữu cơ quan trọng.

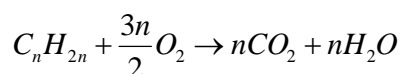
#### 2.2.1. Phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy các hidrocarbon



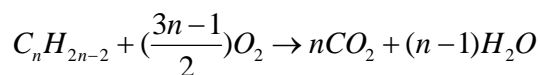
Đốt cháy ankan



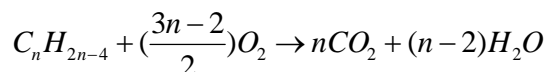
Đốt cháy xicloankan, anken



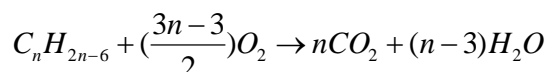
Đốt cháy ankadien, ankin



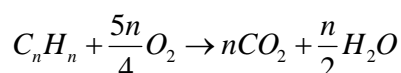
Đốt cháy hidrocacbon có 3 π như vinyl axetilen, ...



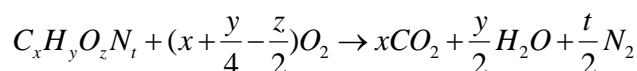
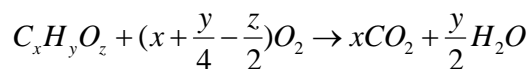
Đốt cháy dãy đồng đẳng của benzen



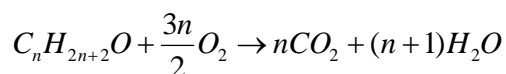
Đốt cháy axetilen, vinyl axetilen, benzen, stiren



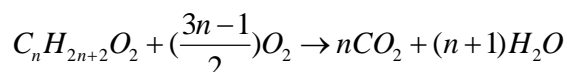
2.2.2. Phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy các hợp chất hữu cơ có chứa nhóm chức



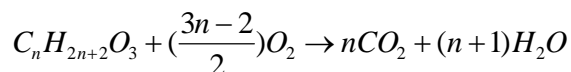
Đốt cháy ancol, ete no, đơn chức, mạch hở



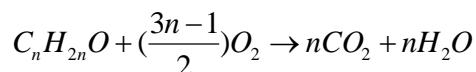
Đốt cháy ancol, ete no, hai chức, mạch hở



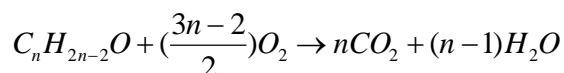
Đốt cháy ancol, ete no, ba chức, mạch hở



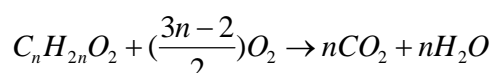
Đốt cháy anđehit, xeton no, đơn chức, mạch hở; ancol, ete đơn chức, mạch hở có một liên kết đôi C=C



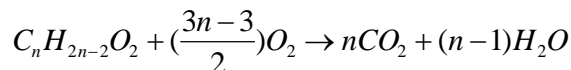
Đốt cháy anđehit, xeton đơn chức, mạch hở, có một liên kết đôi C=C; ancol, ete đơn chức, mạch hở, có một liên kết ba C≡C hoặc hai liên kết đôi C=C



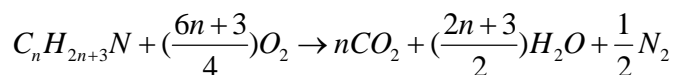
Đốt cháy axit, este no, đơn chức, mạch hở; tạp chức anđehit - ancol no, mạch hở...



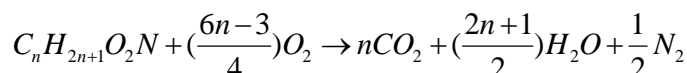
Đốt cháy axit, este đơn chức, mạch hở, có một liên kết đôi C=C; anđehit no, hai chức, mạch hở...



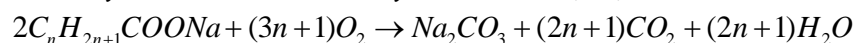
Đốt cháy amin no, đơn chức, mạch hở



Đốt cháy amino axit no, mạch hở, có 1 nhóm  $-NH_2$  và 1 nhóm  $-COOH$

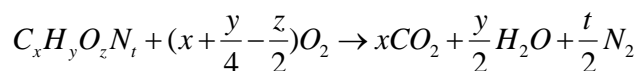


Đốt cháy muối của axit cacboxylic, thí dụ:  $C_nH_{2n+1}COONa$



### 2.3. Xây dựng một số công thức tính toán quan trọng liên quan đến các chất từ phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy các hợp chất hữu cơ

(1) Từ phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy hợp chất hữu cơ A chứa C,H,O,N:



ta có các công thức:

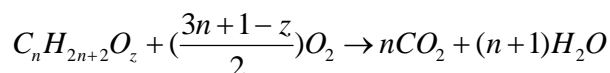
$$(a) \text{số nguyên tử cacbon} = \frac{n_{CO_2}}{n_A}, \text{ số nguyên tử hidro} = \frac{2n_{H_2O}}{n_A},$$

$$\text{số nguyên tử nitơ} = \frac{2n_{N_2}}{n_A}.$$

$$(b) m_{C_xH_yO_zN_t} + m_{O_2} = m_{CO_2} + m_{H_2O} + m_{N_2} \text{ (bảo toàn khối lượng).}$$

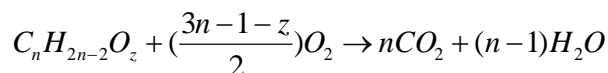
$$(c) \frac{z}{2}n_{C_xH_yO_zN_t} + n_{O_2} = n_{CO_2} + \frac{1}{2}n_{H_2O} \text{ (bảo toàn nguyên tử oxi).}$$

(2) Từ phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy hợp chất hữu cơ A có dạng  $C_nH_{2n+2}O_z$  ( $z \geq 0$ ):



ta có  $n_A = n_{H_2O} - n_{CO_2}$  hay  $n_{H_2O} = n_A + n_{CO_2}$ .

(3) Từ phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy hợp chất hữu cơ A có dạng  $C_nH_{2n-2}O_z$  ( $z \geq 0$ ):

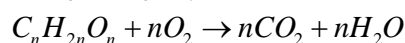


ta có  $n_A = n_{CO_2} - n_{H_2O}$  hay  $n_{CO_2} = n_A + n_{H_2O}$ .

(4) Từ phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy hidrocarbon có dạng  $(CH)_n$  như  $C_2H_2$ ,  $C_4H_4$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_8H_8$ ,...:  $C_nH_n + \frac{5n}{4}O_2 \rightarrow nCO_2 + \frac{n}{2}H_2O$ , ta có:

$$n_{CO_2} = 2n_{H_2O} \quad , \quad n_{O_2} = \frac{5}{4}n_{CO_2} \quad , \quad n_{O_2} = \frac{5}{2}n_{H_2O} \cdot$$

(5) Từ phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy hợp chất hữu cơ chứa C, H, O có dạng  $(CH_2O)_n$  (thí dụ: HCHO,  $CH_3COOH$ ,  $HCOOCH_3$ ,  $CH_3CH(OH)COOH$ , glucozơ  $C_6H_{12}O_6$ ,...):



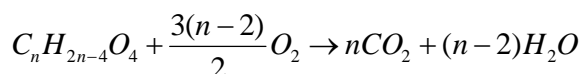
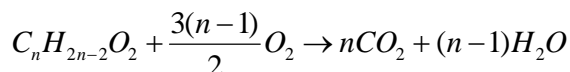
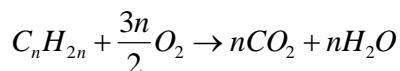
ta có  $n_{O_2} = n_{CO_2} = n_{H_2O}$ .

(6) Từ phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy các hợp chất hữu cơ có dạng  $C_nH_{2n}$ ,  $C_nH_{2n+2}O$ :



ta có  $n_{O_2} = \frac{3}{2}n_{CO_2}$ .

(7) Từ phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy các hợp chất hữu cơ có dạng  $C_nH_{2n}$ ,  $C_nH_{2n-2}O_2$ ,  $C_nH_{2n-4}O_4$ :



ta có  $n_{O_2} = \frac{3}{2}n_{H_2O}$ .

#### 2.4. Giúp học sinh nắm vững các bước giải một bài toán đốt cháy các hợp chất hữu cơ

Giải bài toán đốt cháy các hợp chất hữu cơ có thể theo trình tự 3 bước:

- *Bước 1.* Tìm công thức phân tử của các hợp chất hữu cơ đem đốt cháy từ việc phân tích đặc điểm cấu tạo của chúng.
- *Bước 2.* Viết phương trình hóa học của các phản ứng.
- *Bước 3.* Vận dụng các công thức tính toán phù hợp để thực hiện yêu cầu của bài toán.

### 3. Một số bài tập áp dụng

#### Bài tập 1.

Hỗn hợp M gồm anđehit no, đơn chức X và axit cacboxylic đơn chức Y có số liên kết  $\pi$  nhỏ hơn 3, đều mạch hở. Đốt cháy hết x mol M, cần vừa đủ 0,22 mol  $O_2$ , thu

được 0,18 mol  $\text{CO}_2$  và 0,15 mol  $\text{H}_2\text{O}$ . Tính thành phần phần trăm số mol của X trong hỗn hợp M.

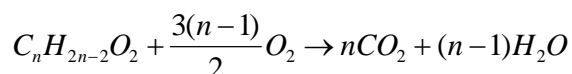
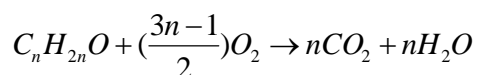
**Giải:**

- *Bước 1. Đặt công thức phân tử của các hợp chất hữu cơ*  
Andehit no, đơn chức mạch hở X có dạng  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$  ( $n \geq 1$ ).

Axit Y đơn chức, mạch hở có số liên kết  $\pi < 3$ , có dạng  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$  ( $n \geq 1$ ) hoặc  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_2$  ( $n \geq 3$ ).

Vì đốt cháy hỗn hợp gồm andehit X và axit Y cho  $n_{\text{H}_2\text{O}} < n_{\text{CO}_2}$ , trong đó andehit X cho  $n_{\text{CO}_2} = n_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow$  axit Y phải có dạng  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_2$ .

- *Bước 2. Viết phương trình hóa học của các phản ứng*



- *Bước 3. Xây dựng các công thức tính toán liên quan đến các chất cần tìm*  
Từ phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy, ta có:

$$n_{\text{axit Y}} = n_{\text{CO}_2} - n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,18 - 0,15 = 0,03 \text{ (mol)}.$$

Dựa vào sự bảo toàn nguyên tố oxi, ta có:

$$n_{\text{O trong andehit X}} + n_{\text{O trong axit Y}} + n_{\text{O trong oxi phản ứng}} = n_{\text{O trong CO}_2} + n_{\text{O trong H}_2\text{O}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{andehit đơn chức X}} + 2n_{\text{axit Y}} + 2n_{\text{O}_2} = 2n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{andehit đơn chức X}} = 2 \cdot 0,18 + 0,15 - 2 \cdot 0,03 - 2 \cdot 0,22 = 0,01 \text{ (mol)}.$$

$$\Rightarrow \% n_{\text{andehit trong M}} = \frac{0,01 \cdot 100}{(0,01 + 0,03)} = 25.$$

**Bài tập 2.** (Đề thi TSDH năm 2011)

Đốt cháy hoàn toàn 3,42 gam hỗn hợp axit acrylic, vinyl axetat, metyl acrylat và axit oleic, rồi hấp thụ toàn bộ sản phẩm cháy vào dung dịch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (dư). Sau phản ứng thu được 18 gam kết tủa và dung dịch X. Khối lượng X so với khối lượng dung dịch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ban đầu đã thay đổi như thế nào?

A. Giảm 7,38 gam.

B. Tăng 2,70 gam.

C. Tăng 7,92 gam.

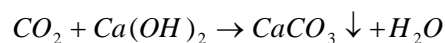
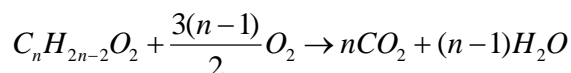
D. Giảm 7,74 gam.

**Giải.**

- *Bước 1. Đặt công thức phân tử chung của các hợp chất hữu cơ*

Axit acrylic  $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ , vinyl axetat  $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$ , metyl acrylat  $\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3$ , axit oleic  $\text{CH}_3-[\text{CH}_2]_7-\text{CH}=\text{CH}-[\text{CH}_2]_7-\text{COOH}$  đều chứa C, H và 2 nguyên tử oxi, đều có 2 liên kết  $\pi$  trong phân tử. Vì vậy có thể đặt công thức phân tử chung của chúng là  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_2$ .

- Bước 2. Viết phương trình hóa học của các phản ứng



- Bước 3. Xây dựng các công thức tính toán liên quan đến các chất cần tìm  
+ Từ phương trình hóa học của các phản ứng ta có:

$$n_{CO_2} = n_{CaCO_3} = \frac{18}{100} = 0,18 \text{ (mol)}$$

$$n_{O_2} = \frac{3}{2}n_{H_2O}$$

$$m_{C_nH_{2n-2}O_2} + m_{O_2} = m_{CO_2} + m_{H_2O}$$

$$\Rightarrow 3,42 + \frac{3}{2}n_{H_2O} \cdot 32 = 0,18 \cdot 44 + n_{H_2O} \cdot 18 \Rightarrow n_{H_2O} = 0,15 \text{ (mol)}$$

+ Khối lượng dung dịch X tăng hay giảm so với dung dịch  $Ca(OH)_2$  ban đầu tùy thuộc vào tổng khối lượng  $CO_2$ ,  $H_2O$  thêm vào dung dịch và khối lượng kết tủa  $CaCO_3$  tách ra.

$$m_{CO_2} + m_{H_2O} = 0,18 \cdot 44 + 0,15 \cdot 18 = 10,62 \text{ (g)} < m_{CaCO_3}$$

$\Rightarrow$  Khối lượng dung dịch thu được sẽ giảm và độ giảm đó bằng  $18 - 10,62 = 7,38 \text{ (g)}$ .

$\Rightarrow$  Chọn đáp án A.

#### 4. Kết luận

Qua thực tế áp dụng các biện pháp nâng cao năng lực giải bài toán đốt cháy các hợp chất hữu cơ cho các em học sinh, chúng tôi nhận thấy để giải loại bài toán này một cách nhanh chóng và chính xác, cần kết hợp các năng lực: Lập công thức phân tử chung của các hợp chất hữu cơ, lập phương trình hóa học của phản ứng đốt cháy và xây dựng các công thức tính toán liên quan đến các chất. Khi đọc đề bài toán, các em cần nhận diện dạng của hợp chất hữu cơ, phân tích, nhận xét phương trình hóa học để đưa ra các công thức tính toán phù hợp. Đồng thời qua việc giải bài toán đốt cháy các hợp chất hữu cơ, học sinh còn được rèn luyện rất hiệu quả kỹ năng phát hiện vấn đề và giải quyết vấn đề.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Giáo dục và Đào tạo, *Đề thi tuyển sinh đại học và cao đẳng các năm 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012*.
2. Nguyễn Thanh Khuyến (2006), *Phương pháp giải toán hóa học hữu cơ*, Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội.
3. Nguyễn Xuân Trường (2005), *Phương pháp dạy học hóa học*, Nxb Giáo dục.

(Ngày Tòa soạn nhận được bài: 07-4-2014; ngày phân biện đánh giá: 01-6-2014;

ngày chấp nhận đăng: 24-3-2015)