

Tổng hợp phương pháp giải nhanh bài tập Este - Lipit

Este - Lipit là một chuyên đề quan trọng trong chương trình Hóa học lớp 12, thường xuất hiện trong các đề thi THPT Quốc gia với nhiều dạng bài tập tính toán phức tạp. Việc nắm vững các phương pháp giải nhanh sẽ giúp học sinh tiết kiệm thời gian và tối ưu hóa điểm số. Dưới đây là tổng hợp các phương pháp và công thức giải nhanh hiệu quả nhất.

Phần I: Các phương pháp tư duy giải toán Hóa hữu cơ

1. Phương pháp Bảo toàn khối lượng (BTKL)

Nguyên tắc: Tổng khối lượng các chất tham gia phản ứng bằng tổng khối lượng các chất tạo thành sau phản ứng.

Công thức: $\sum m_{\text{trước phản ứng}} = \sum m_{\text{sau phản ứng}}$

Đây là phương pháp cơ bản nhưng cực kỳ hiệu quả, áp dụng cho hầu hết các dạng bài toán.

Ví dụ minh họa:

- **Ví dụ 1 (Phản ứng xà phòng hóa):** Xà phòng hóa hoàn toàn 17,24 gam chất béo X cần vừa đủ 0,06 mol NaOH. Cô cạn dung dịch sau phản ứng, thu được m gam muối. Tính m.

Giải:

Phương trình phản ứng tổng quát: Chất béo + 3NaOH → Muối + Glixerol

Ta có: $n_{\text{chất béo}} = n_{\text{Glixerol}} = 1/3 n_{\text{NaOH}} = 0,06 / 3 = 0,02 \text{ mol}$.

Áp dụng BTKL:

$$m_{\text{chất béo}} + m_{\text{NaOH}} = m_{\text{muối}} + m_{\text{glixerol}}$$

$$17,24 + 0,06 * 40 = m_{\text{muối}} + 0,02 * 92$$

$$17,24 + 2,4 = m_{\text{muối}} + 1,84$$

$$\rightarrow m_{\text{muối}} = 17,24 + 2,4 - 1,84 = \mathbf{17,8 \text{ gam}}.$$

- **Ví dụ 2 (Phản ứng đốt cháy):** Đốt cháy hoàn toàn 7,4 gam este X đơn chức thu được 6,72 lít CO₂ (đktc) và 5,4 gam H₂O. Nếu cho 7,4 gam X tác dụng hết với dung dịch NaOH thì thu được bao nhiêu gam muối?

Giải:

$$n_{\text{CO}_2} = 6,72 / 22,4 = 0,3 \text{ mol} \rightarrow m_{\text{C}} = 0,3 * 12 = 3,6 \text{ gam}.$$

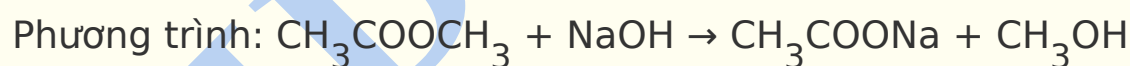
$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 5,4 / 18 = 0,3 \text{ mol} \rightarrow m_{\text{H}} = 0,3 * 2 = 0,6 \text{ gam}.$$

$$\text{Áp dụng BTKL cho este X: } m_{\text{X}} = m_{\text{C}} + m_{\text{H}} + m_{\text{O}}$$

$$\rightarrow m_{\text{O}} = 7,4 - 3,6 - 0,6 = 3,2 \text{ gam} \rightarrow n_{\text{O}} = 3,2 / 16 = 0,2 \text{ mol}.$$

$$\text{Tỉ lệ C:H:O} = 0,3 : 0,6 : 0,2 = 3:6:2. \text{ CTPT của X là } \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2.$$

$$n_{\text{X}} = 7,4 / 74 = 0,1 \text{ mol}.$$



$$n_{\text{muối}} = n_{\text{X}} = 0,1 \text{ mol} \rightarrow m_{\text{muối}} = 0,1 * 82 = \mathbf{8,2 \text{ gam}}.$$

2. Phương pháp Bảo toàn nguyên tố

Nguyên tắc: Trong phản ứng hóa học, các nguyên tố luôn được bảo toàn. Số mol của một nguyên tố trước và sau phản ứng là không đổi.

Các công thức thường dùng:

- **Bảo toàn C:** $n_C (\text{hợp chất hữu cơ}) = n_{\text{CO}_2}$
- **Bảo toàn H:** $n_H (\text{hợp chất hữu cơ}) = 2 * n_{\text{H}_2\text{O}}$
- **Bảo toàn O (trong phản ứng đốt cháy):** $n_O (\text{hợp chất hữu cơ}) + 2 * n_{\text{O}_2} = 2 * n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}}$

Ví dụ minh họa:

- **Ví dụ:** Đốt cháy hoàn toàn m gam một este đơn chức X cần dùng vừa đủ 0,35 mol O_2 , thu được 0,3 mol CO_2 và 0,3 mol H_2O . Tìm công thức phân tử của X.

Giải:

Vì $n_{\text{CO}_2} = n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,3 \text{ mol} \rightarrow$ X là este no, đơn chức, mạch hở, có công thức $\text{C}_{n}\text{H}_{2n}\text{O}_2$.

Áp dụng bảo toàn nguyên tố Oxi:

$$n_{\text{O(X)}} + 2 * n_{\text{O}_2} = 2 * n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$n_{\text{O(X)}} + 2 * 0,35 = 2 * 0,3 + 0,3$$

$$n_{\text{O(X)}} + 0,7 = 0,9 \rightarrow n_{\text{O(X)}} = 0,2 \text{ mol.}$$

$$\text{Ta có: } n_X = n_{\text{O(X)}} / 2 = 0,2 / 2 = 0,1 \text{ mol.}$$

$$\text{Số nguyên tử C trong X: } n = n_{\text{CO}_2} / n_X = 0,3 / 0,1 = 3.$$

$$\text{Vậy công thức phân tử của X là } \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2.$$

3. Phương pháp Quy đổi

Nguyên tắc: Chuyển đổi một hỗn hợp phức tạp thành một hỗn hợp đơn giản hơn (gồm các chất hoặc các nhóm nguyên tố cơ bản) để bài toán trở nên dễ giải quyết hơn. Số mol các nguyên tố và mối liên hệ giữa các đại lượng vẫn được

bảo toàn.

Các cách quy đổi thường gặp:

Đối với hỗn hợp chất béo (triglixerit) hoặc hỗn hợp este phức tạp, ta có thể quy đổi về:

- **Cách 1:** Quy đổi về axit và glixerol, sau đó tiếp tục quy đổi axit về các đơn vị nhỏ hơn.
- **Cách 2 (Phổ biến nhất):** Quy đổi hỗn hợp về các thành phần cơ bản.
 - Với chất béo: Quy đổi thành $(\text{HCOO})_3\text{C}_3\text{H}_5$, CH_2 , H_2 . (Nếu chất béo không no thì $n_{\text{H}_2} > 0$).
 - Với hỗn hợp axit béo và chất béo: Quy đổi thành HCOOH , $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$, CH_2 , H_2 , H_2O (với $n_{\text{H}_2\text{O}} = -n_{\text{chất béo}}$) hoặc quy đổi về **C, H, O**.

Ví dụ minh họa:

- **Ví dụ:** Đốt cháy hoàn toàn m gam triglixerit X cần 1,55 mol O_2 , thu được 1,1 mol CO_2 và 1,0 mol H_2O . Nếu cho m gam X tác dụng với dung dịch NaOH dư, thu được bao nhiêu gam muối?

Giải:

Quy đổi hỗn hợp X thành C, H, O.

$$n_{\text{C}} = n_{\text{CO}_2} = 1,1 \text{ mol.}$$

$$n_{\text{H}} = 2 * n_{\text{H}_2\text{O}} = 2 * 1,0 = 2,0 \text{ mol.}$$

$$\text{Bảo toàn O: } n_{\text{O(X)}} + 2 * n_{\text{O}_2} = 2 * n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}}$$

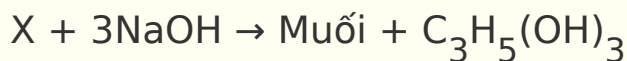
$$n_{\text{O(X)}} + 2 * 1,55 = 2 * 1,1 + 1,0 \rightarrow n_{\text{O(X)}} = 0,1 \text{ mol.}$$

Vì X là triglixerit nên có 6 nguyên tử O. Do đó, $n_{\text{X}} = n_{\text{O(X)}} / 6 = 0,1 / 6 = 1/60$

mol.

Khối lượng X: $m_X = m_C + m_H + m_O = 1,1 \cdot 12 + 2,0 \cdot 1 + 0,1 \cdot 16 = 16,8 \text{ gam.}$

Khi xà phòng hóa:



$$n_{\text{NaOH}} = 3 \cdot n_X = 3 \cdot (1/60) = 0,05 \text{ mol.}$$

$$n_{\text{glixerol}} = n_X = 1/60 \text{ mol.}$$

Áp dụng BTKL:

$$m_X + m_{\text{NaOH}} = m_{\text{muối}} + m_{\text{glixerol}}$$

$$16,8 + 0,05 \cdot 40 = m_{\text{muối}} + (1/60) \cdot 92$$

$$16,8 + 2 = m_{\text{muối}} + 23/15$$

$$\rightarrow m_{\text{muối}} = 18,8 - 23/15 \approx \mathbf{17,27 \text{ gam.}}$$

4. Phương pháp Đồng đẳng hóa

Nguyên tắc: Biến đổi hỗn hợp các chất trong cùng dãy đồng đẳng về chất đầu dãy và các nhóm CH_2 . Phương pháp này rất mạnh khi xử lý các bài toán hỗn hợp nhiều este.

Ví dụ minh họa:

- **Ví dụ:** Hỗn hợp X gồm metyl axetat, etyl axetat và metyl propionat. Đốt cháy hoàn toàn 2,08 gam X cần dùng V lít O_2 (đktc), thu được 1,8 gam H_2O . Tính V.

Giải:

Các este trong X đều là este no, đơn chức, mạch hở. Ta có thể đồng đẳng hóa hỗn hợp X về:

Metyl axetat ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ hay $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$) - chất đơn giản nhất có thể tạo ra từ

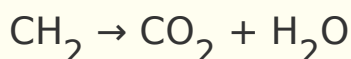
các gốc axit/ancol trong hỗn hợp.

Nhóm CH_2 .

Đặt $n_{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2} = a \text{ mol}$; $n_{\text{CH}_2} = b \text{ mol}$.

$$m_X = 74a + 14b = 2,08 \quad (1)$$

Khi đốt cháy:



$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 3a + b = 1,8 / 18 = 0,1 \text{ mol} \quad (2)$$

Giải hệ (1) và (2): $a = 0,02$; $b = 0,04$.

Bảo toàn nguyên tố O:

$$n_{\text{O}(X)} + 2 * n_{\text{O}_2} = 2 * n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$n_{\text{O}(X)} = 2a = 2 * 0,02 = 0,04 \text{ mol.}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 3a + b = 3*0,02 + 0,04 = 0,1 \text{ mol.}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,1 \text{ mol.}$$

$$0,04 + 2 * n_{\text{O}_2} = 2 * 0,1 + 0,1$$

$$2 * n_{\text{O}_2} = 0,26 \rightarrow n_{\text{O}_2} = 0,13 \text{ mol.}$$

$$V = 0,13 * 22,4 = \mathbf{2,912 \text{ lít.}}$$

Phần II: Các công thức tính nhanh theo dạng bài tập

1. Bài toán đốt cháy Este

1.1. Este no, đơn chức, mạch hở ($\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$)

Công thức: $n_{\text{CO}_2} = n_{\text{H}_2\text{O}}$

Ví dụ: Đốt cháy hoàn toàn 4,4 gam este X no, đơn chức, mạch hở thu được 3,6 gam H_2O . Tìm CTPT của X.

Giải:

$$n_{H_2O} = 3,6 / 18 = 0,2 \text{ mol.}$$

Vì X là este no, đơn chức, mạch hở nên $n_{CO_2} = n_{H_2O} = 0,2 \text{ mol.}$

$$n_X = n_{C(X)} / \text{số C} = n_{H(X)} / \text{số H}$$

$$n_C = 0,2 \text{ mol; } n_H = 2 * 0,2 = 0,4 \text{ mol.}$$

$$m_{O(X)} = 4,4 - m_C - m_H = 4,4 - 0,2*12 - 0,4*1 = 1,6 \text{ gam} \rightarrow n_{O(X)} = 0,1 \text{ mol.}$$

$$n_X = n_{O(X)} / 2 = 0,05 \text{ mol.}$$

$$\text{Số C} = n_{CO_2} / n_X = 0,2 / 0,05 = 4.$$

Vậy CTPT của X là **$C_4H_8O_2$** .

1.2. Mối quan hệ giữa số mol este, CO_2 và H_2O

Công thức: $n_{\text{hợp chất hữu cơ}} = (n_{CO_2} - n_{H_2O}) / (k-1)$

Trong đó **k** là độ bất bão hòa của phân tử ($k = \text{số liên kết } \pi + \text{số vòng}$).

Đối với este đơn chức: $k = 1$ (trong nhóm COO) + số liên kết π C=C.

Đối với triglixerit: $k = 3$ (trong 3 nhóm COO) + số liên kết π C=C.

Ví dụ: Đốt cháy hoàn toàn một este đơn chức, mạch hở X có một liên kết đôi C=C trong phân tử, thu được CO_2 và H_2O có tổng khối lượng là 23 gam. Biết số mol CO_2 nhiều hơn số mol H_2O là 0,15 mol. Tìm khối lượng của X.

Giải:

Este X có $k = 1$ (π trong COO) + 1 (π trong C=C) = 2.

$$\text{Ta có: } n_X = (n_{CO_2} - n_{H_2O}) / (k-1) = 0,15 / (2-1) = 0,15 \text{ mol.}$$

Đặt $n_{CO_2} = a$, $n_{H_2O} = b$. Ta có hệ:

$$\{ a - b = 0,15$$

$$\{ 44a + 18b = 23$$

Giải hệ, ta được: $a = 0,4 \text{ mol}$; $b = 0,25 \text{ mol}$.

Bảo toàn khối lượng cho phản ứng cháy:

$$m_X + m_{O_2} = m_{CO_2} + m_{H_2O}$$

Bảo toàn nguyên tố O:

$$n_{O(X)} + 2 * n_{O_2} = 2 * n_{CO_2} + n_{H_2O}$$

Este đơn chức nên có 2 Oxi $\rightarrow n_{O(X)} = 2 * n_X = 2 * 0,15 = 0,3 \text{ mol}$.

$$0,3 + 2 * n_{O_2} = 2 * 0,4 + 0,25 \rightarrow n_{O_2} = 0,375 \text{ mol}.$$

$$m_X = m_C + m_H + m_O = 0,4 * 12 + 0,25 * 2 + 0,3 * 16 = 4,8 + 0,5 + 4,8 = \mathbf{10,1 \text{ gam}}.$$

2. Bài toán thủy phân Este (Phản ứng xà phòng hóa)

2.1. Đối với chất béo (Triglixerit)

Công thức BTKL: $m_{\text{chất béo}} + m_{NaOH} = m_{\text{muối}} + m_{\text{glixerol}}$

Mối quan hệ mol: $n_{NaOH} = 3 * n_{\text{chất béo}} = 3 * n_{\text{glixerol}}$

Công thức tính nhanh khối lượng muối: $m_{\text{muối}} = m_{\text{chất béo}} + 28 * n_{\text{chất béo}}$ (khi thủy phân bằng NaOH).

Giải thích: $m_{\text{muối}} = m_{\text{chất béo}} + m_{NaOH} - m_{\text{glixerol}} = m_{\text{chất béo}} + (3 * n_{cb} * 40) - (n_{cb} * 92) = m_{\text{chất béo}} + n_{cb} * (120 - 92) = m_{\text{chất béo}} + 28 * n_{cb}$.

Ví dụ: Thủy phân hoàn toàn 1 tấn chất béo cần 120 kg NaOH. Giả sử hiệu suất quá trình là 90%, tính khối lượng glixerol thu được.

Giải:

$$m_{NaOH \text{ pứ}} = 120 * 90\% = 108 \text{ kg}.$$

$$n_{\text{NaOH}} = 108 / 40 = 2,7 \text{ kmol.}$$

$$n_{\text{glixerol}} = 1/3 n_{\text{NaOH}} = 2,7 / 3 = 0,9 \text{ kmol.}$$

$$m_{\text{glixerol}} = 0,9 * 92 = \mathbf{82,8 \text{ kg.}}$$

2.2. Tính chỉ số axit, chỉ số xà phòng hóa

Định nghĩa:

- **Chỉ số axit:** Số mg KOH cần để trung hòa axit béo tự do có trong 1 gam chất béo.
- **Chỉ số xà phòng hóa:** Số mg KOH cần để xà phòng hóa glixerit và trung hòa axit béo tự do có trong 1 gam chất béo.
- **Chỉ số este:** Số mg KOH cần để xà phòng hóa glixerit có trong 1 gam chất béo.

Công thức: Chỉ số xà phòng hóa = Chỉ số axit + Chỉ số este

Ví dụ: Để trung hòa 14 gam một chất béo cần 15 ml dung dịch KOH 0,1M. Tính chỉ số axit của chất béo đó.

Giải:

$$n_{\text{KOH}} = 0,015 * 0,1 = 0,0015 \text{ mol.}$$

$$m_{\text{KOH}} = 0,0015 * 56 = 0,084 \text{ gam} = 84 \text{ mg.}$$

Khối lượng KOH cần dùng cho 14 gam chất béo là 84 mg.

$$\text{Vậy chỉ số axit} = m_{\text{KOH}} / m_{\text{chất béo}} = 84 / 14 = \mathbf{6.}$$