

*** Phương pháp 2:**

Phạm Quang Lâm
Phương pháp: Hoán đổi lượng chất
Tác giả: Phạm Quang Lâm

Bài toán este là một trong những bài toán có thể làm theo phương pháp hoán đổi lượng chất – một phương pháp mà tình cờ anh phát hiện ra trong lúc làm bài. Dĩ nhiên, đây không phải là một phương pháp áp dụng được cho tất cả mọi bài. Nhưng trong một số trường hợp gặp một hỗn hợp gồm nhiều chất thì phương pháp này có thể là lựa chọn tối ưu nhất. Vậy cùng xem phương pháp hoán đổi lượng chất là gì?

1. Cơ sở của phương pháp

- Phương pháp hoán đổi lượng chất thực chất chính là quy đổi. Vậy ta quy đổi chất gì?

Giả sử ta có hỗn hợp gồm: a mol $RCOOR'$, b mol $RCOOH$, c mol $R'OH$

Chúng ta cần đề ý một chút phương trình sau: $RCOOR' \leftrightarrow RCOOH + R'OH - H_2O$

Đặt số mol: a $\longrightarrow$ a $\longrightarrow$ a $\rightarrow$ a mol

Vậy chúng ta sẽ thấy rằng:

+ a mol $RCOOR'$ sẽ tương đương với hỗn hợp gồm: (a+b) mol $RCOOH$; (a+c) mol $R'OH$ và a mol H_2O

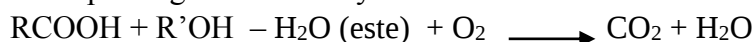
Với: $m_{RCOOR'} = m_{RCOOH} + m_{R'OH} - m_{H_2O}$ và $n_{H_2O} = n_{este}$

***Chú ý:**

_ Các tính chất hóa học của hỗn hợp thì chính là các tính chất hóa học của các thành phần tạo nên hỗn hợp đó. Có nghĩa là khi hỗn hợp tác dụng với NaOH thì có cả axit, este đều tác dụng. Nhưng khi hoán đổi lượng chất thì bản chất chính là chỉ có 1 mình gốc $RCOO-$ tác dụng. Vậy nên tất cả lượng NaOH phản ứng đều vào $RCOOH$. Với các trường hợp khác khi quy về các chất quen thuộc thì đều dùng tính chất hóa học của các chất mà ta hoán đổi về.

_ Khi đốt một lượng chất gồm axit, ancol, este thì khi hoán đổi ta chỉ coi như ancol, axit cháy, còn H_2O thì không phản ứng. Anh gọi H_2O khi ta hoán đổi là H_2O_{este} để phân biệt với H_2O của phương trình phản ứng tạo ra.

_ Ví dụ ta viết phương trình đốt cháy thì sẽ như sau:



_ Khi một số phản ứng tạo ra thêm H_2O ở đằng sau phương trình thì chúng ta phải chú ý đến việc giải phương trình có thêm H_2O_{este} ở trước mà ta đã hoán đổi.

- Phương pháp này đặc biệt hữu dụng cho thể loại bài mà cho hỗn hợp ancol, hỗn hợp axit, và HỖN HỢP ESTE được tạo ra từ hỗn hợp ancol và hỗn hợp axit bên trên. (Thể loại này cực kì khôn nạn -_-)

- Nói thì có thể hơi trừu tượng nên anh sẽ làm ví dụ:

***Bài tập 1: (Lê Đăng Khương – Thần tốc hóa)**

Hỗn hợp X gồm một axit cacboxylic đơn chức Y, một ancol đơn chức Z, và một este tạo ra từ Y và Z. Khi đốt cháy hoàn toàn 6,2 gam X thì thu được 13,64 gam CO_2 và 6,272 lít H_2O (đktc). Còn khi cho 6,2 gam X phản ứng với 50ml dung dịch NaOH 1M đun nóng, thu được 0,04 mol Z. Xác định % số mol của Y trong hỗn hợp X:

A. 36,72%

B. 42,86%

C. 57,14%

D. 32,15%

__Đầu tiên các em hãy tự làm bài này theo cách của riêng mình.

Sau đó anh sẽ trình bày 2 cách để các em có thể nhìn rõ hơn ưu thế:

Bài giải:

***Cách 1:** (Của thầy Lê Đăng Khương)

Xác định lại số liệu bài cho:

Đốt cháy 6,2 gam X $\longrightarrow$ 0,31 mol CO_2 và 0,28 mol H_2O

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$$+ m_X + m_{\text{O}_2} = m_{\text{CO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow m_{\text{O}_2} = 44.0,31 + 18.0,28 - 6,2 = 12,48$$

$$\Rightarrow n_{\text{O}_2} = 0,39 \text{ mol}$$

Áp dụng bảo toàn nguyên tố O ta có:

$$n_{\text{O}/X} = 2.0,31 + 0,28 - 2.0,39 = 0,12 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{\text{O}/Y} + n_{\text{O}/Z} + n_{\text{O}/\text{este}} = 0,12 \text{ mol}$$

$$\text{Hay: } \Rightarrow 2.n_Y + n_{\text{O}/Z} + 2.n_{\text{este}} = 0,12 \quad (1)$$

+ 6,2 gam X phản ứng vừa đủ với 0,05 mol NaOH $\longrightarrow$ 0,04 mol ancol Z

Ta có điều sau:

$$- n_{\text{NaOH}} = n_{\text{axit Y}} + n_{\text{este}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$- n_{\text{ancol Z}} + n_{\text{este}} = 0,04 \text{ mol}$$

$$\text{Suy ra: } n_{\text{axit Y}} - n_{\text{ancol Z}} = 0,01 \text{ mol} \quad (2)$$

+ Thay (2) vào (1) thì ta sẽ có:

$$n_{\text{axit Y}} + 0,05 + 0,04 = 0,12$$

$$\text{Suy ra: } n_{\text{axit Y}} = 0,03 \text{ mol.}$$

$$\text{Suy ra tiếp: } n_{\text{ancol Z}} = 0,03 - 0,01 = 0,02 \text{ mol; } n_{\text{este}} = 0,04 - 0,02 = 0,02 \text{ mol}$$

$$\text{Vậy \% } n_{\text{axit Y}} = \frac{0,03}{0,03 + 0,02 + 0,02} = 42,86\%$$

Vậy chọn đáp án B.

***Cách 2:** Sử dụng Hoán đổi lượng chất.

Gọi CT chung của axit Y là RCOOH , ancol Z là R'OH nên CT của este là RCOOR'

Vậy ta coi hỗn hợp X gồm các chất sau: x mol RCOOH , y mol R'OH và z mol H_2O .

__ Khi tác dụng với NaOH thì hoán đổi chỉ có RCOOH tác dụng

$$\text{Vậy: } n_{\text{RCOOH}} = n_{\text{NaOH}} = 0,05 \text{ mol. Hay } x = 0,05 \text{ mol}$$

$$\text{__Đầu bài lại cho } y = 0,04 \text{ mol}$$

__ Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$$+ m_X + m_{\text{O}_2} = m_{\text{CO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow m_{\text{O}_2} = 44.0,31 + 18.0,28 - 6,2 = 12,48$$

$$\Rightarrow n_{\text{O}_2} = 0,39 \text{ mol}$$

$$\text{Áp dụng bảo toàn nguyên tố O ta có: } n_{\text{O}/X} = 2.0,31 + 0,28 - 2.0,39 = 0,12 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{O}/Y} + n_{\text{O}/Z} + n_{\text{O}/\text{este}} = 0,12 \text{ mol}$$

$$\text{Hay ta có: } 2.n_{\text{RCOOH}} + n_{\text{R'OH}} + n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,12 \text{ mol suy ra } n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,02 \text{ mol.}$$

Vậy hỗn hợp hoán đổi có: 0,05 mol RCOOH, 0,04 mol R'OH, 0,02 mol H₂O nên hỗn hợp X sẽ có: 0,03 mol RCOOH; 0,02 mol R'OH và 0,02 mol RCOOR'

$$\text{Vậy } \% n_{\text{axit Y}} = \frac{0,03}{0,03 + 0,02 + 0,02} = 42,86\% . \text{ Chọn B.}$$

*Bài tập 2:

Hỗn hợp X gồm một axit cacboxylic hai chức no, mạch hở, hai ancol đơn chức kế tiếp nhau trong dãy đồng đẳng và một dieste tạo bởi axit hai chức và hai ancol đó. Đốt cháy hoàn toàn 4,84 gam hỗn hợp X trên thu được 7,26 gam CO₂ và 2,7 gam H₂O. Mặt khác dung nóng 4,84 gam X trên với 80 ml NaOH 1M, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn thêm vừa đủ 10ml dung dịch HCl 1M để trung hòa lượng NaOH còn dư thu được dung dịch Y. Cô cạn dung dịch Y thu được m gam muối khan, đồng thời thu được 896ml hỗn hợp ancol (đktc) có tỉ khối so với H₂ là 19,5. Giá trị của m là:

- A. 4,595 gam
C. 5,180 gam

- B. 5,765 gam
D. 4,995 gam

Bài giải:

_ Có thể trong ví dụ trên các em chưa thể có một cái nhìn ưu việt hoàn toàn về cách hoán đổi lượng chất. Nhưng trong ví dụ này thì các em hoàn toàn có thể thấy được sự ưu việt và dễ hiểu của cách làm này.

_ Nếu đi từ dữ kiện và làm như bình thường thì ta phải xem axit, ancol, este, các phản ứng hóa học xảy ra như thế nào và dư hết ra sao? Như vậy sẽ rất dễ làm các em bị cuống dẫn đến sai hướng làm. Vậy ta hãy thử hoán đổi lượng chất.

Như bên trên, các em hãy cố gắng tự làm bài trên bằng sức của mình, sau đó xem cách làm bên dưới.

* Hoán đổi lượng chất:

Quy đổi hỗn hợp trên gồm axit, ancol, và H₂O.

Xử lí ancol trước: Có 0,896 lit hỗn hợp ancol mà $d_{x/H_2} = 19,5$ thì suy ra $M_{\text{ancol}} = 39$

Mà đây là 2 ancol no đơn chức kế tiếp nhau suy ra 2 ancol đó là: CH₃OH và C₂H₅OH .

Giải hệ ta thu được số mol như sau: CH₃OH : 0,02 mol; C₂H₅OH : 0,02 mol.

Giờ ta hoán đổi hỗn hợp X gồm: C_xH_y(COOH)₂; CH₃OH ; C₂H₅OH và H₂O

Lượng NaOH phản ứng là: 0,08 – 0,01 = 0,07 mol

Do X tác dụng với NaOH: 0,07 mol nên: $2.n_{C_xH_y(COOH)_2} = 0,07 \Rightarrow n_{C_xH_y(COOH)_2} = 0,035 \text{ mol}$

Bảo toàn khối lượng: $m_X + m_{O_2} = m_{CO_2} + m_{H_2O} \Rightarrow n_{O_2} = 0,16$

Bảo toàn nguyên tố O:

$$n_{O/\text{axit}} + n_{O/\text{ancol}} + n_{O/H_2O} + n_{O/O_2} = n_{O/CO_2} + n_{O/H_2O} \Rightarrow n_{O/H_2O} = 0,02 \Rightarrow n_{H_2O} = 0,02$$

Vậy hỗn hợp X có: C_xH_y(COOH)₂ : 0,035 mol ; CH₃OH : 0,02 mol ; C₂H₅OH : 0,02 mol ; H₂O : 0,02.

Vậy ta bảo toàn C: $0,035.(x + 2) + 0,02 + 0,02.2 = 0,165 \Rightarrow x = 1$

Bảo toàn H: $0,035.(y + 2) + 0,02.4 + 0,02.6 = 0,15.2 \Rightarrow y = 2$

Vậy axit là : CH₂(COOH)₂

Vậy hỗn hợp muối có: 0,035 CH₂(COONa)₂ và 0,01 NaCl $\Rightarrow m = 5,765g$

Chọn B

Bài toán được giải quyết khá nhẹ nhàng và kiến thức sgk là nhiều vì hầu như chỉ có phản ứng đốt cháy hay là trung hòa. Đây là một phương pháp khá gần gũi với cách hiểu của đại đa số chúng ta. Thời gian tới a sẽ cố gắng hoàn thành nốt phương pháp này. Giờ a đi ngủ ☺