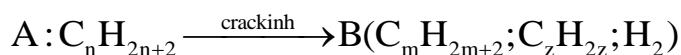


Bảo toàn khối lượng, bảo toàn nguyên tố trong giải toán hidrocarbon

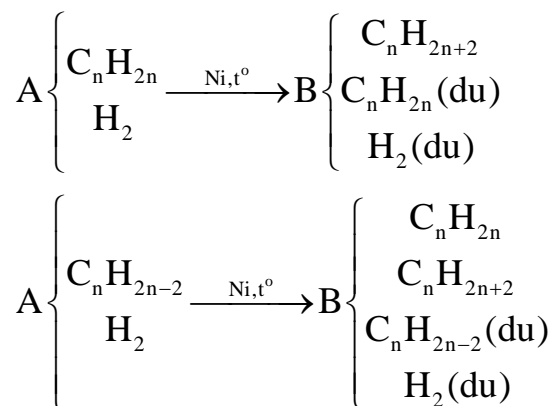
A. Lý thuyết và phương pháp giải

-Định luật bảo toàn khối lượng: Trong phản ứng hóa học, tổng khối lượng các chất tham gia phản ứng hóa học bằng tổng khối lượng các chất tạo thành sau phản ứng hóa học.

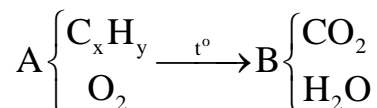
+ Phản ứng cracking ankan:



+ Phản ứng cộng:



+ Phản ứng cháy:



→ Theo ĐLBTKL: $m_A = m_B$

- Trong các phản ứng hóa học thông thường, các **nguyên tố** luôn được **bảo toàn** như vậy có nghĩa: “Tổng số mol **nguyên tử** của một **nguyên tố** X bất kỳ trước và sau phản ứng luôn bằng nhau”.

- Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố cho hỗn hợp hidrocarbon:

+ Khối lượng C và H trong A và B bằng nhau

+ Đốt cháy hỗn hợp B cũng chính là đốt cháy hỗn hợp A

$$n_H = 2n_{H_2O}; n_C = n_{CO_2}$$

$$2n_{O_2} = 2n_{CO_2} + n_{H_2O}$$

B. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Hỗn hợp A gồm C_2H_4 , C_3H_6 và H_2 . Cho 3,36 lít hỗn hợp A qua bình đựng Ni nung nóng thu được hỗn hợp B (các phản ứng xảy ra hoàn toàn). Đốt cháy hỗn

hợp B thu được 5,6 lít CO_2 (ở đktc) và 5,4 gam nước. Thành phần phần trăm theo thể tích của H_2 trong hỗn hợp A là

- A. 15%.
- B. 33,33%.
- C. 60%.
- D. 70%.

Hướng dẫn giải:

$$n_A = 0,15 \text{ mol}; n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,3 \text{ mol}; n_{\text{CO}_2} = 0,25 \text{ mol}$$

Theo định luật bảo toàn nguyên tố ta thấy lượng CO_2 và H_2O sinh ra khi đốt cháy A hay B đều bằng nhau.

Khi đốt cháy C_2H_4 và C_3H_6 cho số mol CO_2 và H_2O bằng nhau nên sự chênh lệch số mol CO_2 và H_2O chính là số mol H_2O sinh ra khi đốt cháy H_2 và

$$n_{\text{H}_2} = n_{\text{H}_2\text{O}} - 0,25 = 0,05 \text{ mol}$$

$$\% V_{\text{H}_2} = \frac{0,05}{0,15} \cdot 100\% = 33,33\%$$

Đáp án B

Ví dụ 2: Hỗn hợp A gồm etan, etilen, axetilen và buta-1,3-đien. Đốt cháy hết m gam hỗn hợp A. Cho sản phẩm cháy hấp thụ vào dung dịch nước vôi dư, thu được 100 gam kết tủa và khối lượng dung dịch sau phản ứng giảm 39,8 gam. Trị số của m là

- A. 13,8.
- B. 37,4.
- C. 58,75.
- D. 60,2.

Hướng dẫn giải:

$$\text{Ta có: } n_{\text{CO}_2} = n_{\downarrow} = 1 \text{ mol}$$

$$m_{\text{dd giảm}} = m_{\text{CaCO}_3} - m_{\text{CO}_2} - m_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{CaCO}_3} - m_{\text{CO}_2} - m_{\text{dd}} = 100 - 1.44 - 39,8 = 16,2 \text{ g}$$

$$\rightarrow n_{\text{H}} = 2n_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot \frac{16,2}{18} = 1,8 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m_X = m_{\text{C}} + m_{\text{H}} = 1.12 + 1,8.1 = 13,8 \text{ g}$$

Đáp án A

Ví dụ 3: Đun nóng hỗn hợp khí X gồm 0,02 mol C_2H_2 và 0,03 mol H_2 trong một bình kín (xúc tác Ni), thu được hỗn hợp khí Y. Cho Y lội từ từ vào bình nước brom dư, sau khi kết thúc các phản ứng, khối lượng bình tăng m gam và có 280 ml hỗn hợp khí Z (đktc) thoát ra. Tỉ khối của Z so với H_2 là 10,08. Giá trị của m là

A. 0,205.

B. 0,328.

C. 0,585.

D. 0,620.

Hướng dẫn giải:

$$m_X = 0,58 \text{ gam}; n_Z = 0,28 : 22,4 = 0,0125 \text{ mol}; M_Z = 20,16$$

Theo ĐLBTKL: $m_X = m_Y = 0,58 \text{ gam}$

$$m_Z = M_Z \cdot n_Z = 20,16 \cdot 0,0125 = 0,252 \text{ gam}$$

Khối lượng bình tăng chính là khối lượng hidrocarbon bị giữ lại và

$$m = m_Y - m_Z = 0,58 - 0,252 = 0,328 \text{ g}$$

Đáp án B

C. Luyện tập

Câu 1: Cho hỗn hợp X gồm 0,1 mol CH_4 ; 0,1 mol C_2H_2 và 0,1 mol H_2 . Cho hỗn hợp X qua Ni đốt nóng một thời gian, thu được hỗn hợp Y. Đốt cháy hoàn toàn hỗn hợp Y thu được m gam H_2O . Giá trị của m là

A. 3,6.

B. 5,4.

C. 7,2.

D. 9,0.

Hướng dẫn giải:

Đốt cháy Y cũng chính là đốt cháy X

Theo định luật bảo toàn nguyên tố H:

$$2n_{H_2O} = 4n_{CH_4} + 2n_{C_2H_2} + 2n_{H_2} = 0,8 \text{ mol}$$

$$\rightarrow n_{H_2O} = 0,4 \text{ mol}$$

Khối lượng nước là $0,4 \cdot 18 = 7,2 \text{ gam}$

Đáp án C

Câu 2: Đun nóng hỗn hợp khí X gồm 0,06 mol C_2H_2 và 0,04 mol H_2 với xúc tác Ni, sau một thời gian thu được hỗn hợp khí Y. Dẫn toàn bộ hỗn hợp Y lội từ từ qua

bình đựng dung dịch brom (dư) thì còn lại 0,448 lít hỗn hợp khí Z (ở đktc) có tỉ khối so với O₂ là 0,5. Khối lượng bình đựng dịch brom tăng là

- A. 1,04 gam.
- B. 1,64 gam.
- C. 1,20 gam.
- D. 1,32 gam.

Hướng dẫn giải:

$$- m_Z = n_Z \cdot M = \frac{0,448}{22,4} \cdot (0,5 \cdot 32) = 0,32g$$

- Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng

$$m_X = m_Y = 0,06 \cdot 26 + 0,04 \cdot 2 = 1,64 \text{ gam}$$

$$\text{Ta có } m_{\text{bình tăng}} = m_Y - m_Z = 1,64 - 0,32 = 1,32g$$

Câu 3: Đốt cháy hoàn toàn hỗn hợp X gồm hai hidrocacbon thu được 6,72 lít CO₂ (đktc) và 7,2 g H₂O. Tính thể tích oxi (đktc) dùng để đốt cháy hoàn toàn hỗn hợp X?

- A. 2,24 lít
- B. 6,72 lít
- C. 8,96 lít
- D. 11,2 lít

Hướng dẫn giải:

$$n_{\text{CO}_2} = 0,3 \text{ mol}; n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,4 \text{ mol}$$

Bảo toàn nguyên tố oxi

$$n_{\text{O}_2} = n_{\text{CO}_2} + \frac{1}{2} n_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$\rightarrow n_{\text{O}_2} = 0,3 + \frac{0,4}{2} = 0,5 \text{ mol}$$

$$\rightarrow V_{\text{O}_2} = 11,2(l)$$

Đáp án D

Câu 4: Hỗn hợp X có tỉ khối so với H₂ là 21,2 gồm propan, propen và propin. Khi đốt cháy hoàn toàn 0,1 mol X, tổng khối lượng của CO₂ và H₂O thu được là

- A. 16,8 gam
- B. 18,60 gam
- C. 18,96 gam

D. 20,40 gam

Hướng dẫn giải:

X gồm C_3H_8 , C_3H_6 , C_3H_4 ; $M_X = 21,2 \cdot 2 = 42,4$

$$m_X = 0,1 \cdot 42,4 = 4,24 \text{ g}$$

Bảo toàn nguyên tố C: $n_{CO_2} = 3 \cdot n_X = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ mol}$

$$\rightarrow n_C = 0,3 \text{ mol} \rightarrow m_C = 0,3 \cdot 12 = 3,6 \text{ g}$$

Bảo toàn khối lượng: $m_X = m_C + m_H$. Suy ra:

$$n_H = \frac{4,24 - 3,6}{1} = 0,64 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m_{CO_2} + m_{H_2O} = 0,3 \cdot 44 + \frac{0,64}{2} \cdot 18 = 18,96 \text{ g}$$

Đáp án C

Câu 5: Dẫn V lít (ở đktc) hỗn hợp X gồm axetilen và hiđro đi qua ống sứ đựng bột niken nung nóng thu được khí Y. Dẫn khí Y vào lượng dư $AgNO_3$ trong dung dịch NH_3 thu được 12 gam kết tủa. Khí đi ra khỏi dung dịch phản ứng vừa đủ với 16 gam brom và còn lại khí Z. Đốt cháy hoàn toàn khí Z thu được 2,24 khí CO_2 (ở đktc) và 4,5 gam nước. Giá trị của V bằng

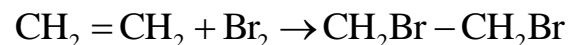
A. 5,6.

B. 8,96.

C. 11,2.

D. 13,44.

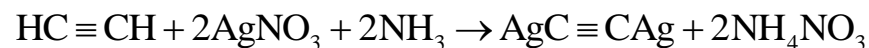
Hướng dẫn giải:



$$n_{C_2H_4} = n_{Br_2} = \frac{16}{160} = 0,1 \text{ mol} \rightarrow m_{C_2H_4} = 0,1 \cdot 28 = 2,8 \text{ g}$$

$$n_{CO_2} = 0,1 \text{ mol}; n_{H_2O} = 0,25 \text{ mol}$$

$$\rightarrow m_Z = m_C + m_H = 0,1 \cdot 12 + 0,25 \cdot 2 = 1,7 \text{ g}$$



$$n_{\downarrow} = \frac{12}{240} = 0,05 \text{ mol} \rightarrow n_{C_2H_2} = 0,05 \text{ mol} \rightarrow m_{C_2H_2} = 1,3 \text{ g}$$

Bảo toàn nguyên tố C:

$$n_{\text{C}_2\text{H}_2} = 0,05 + 0,1 + \frac{0,1}{2} = 0,2\text{mol} \rightarrow m_{\text{C}_2\text{H}_2} = 0,2 \cdot 26 = 5,2\text{g}$$

Bảo toàn khối lượng ban đầu:

$$m_X = 2,8 + 1,7 + 1,3 = 5,8\text{ gam}$$

$$\rightarrow m_{\text{H}_2} = 5,8 - 5,2 = 0,6\text{g} \rightarrow n_{\text{H}_2} = 0,3\text{mol}$$

$$\text{Tổng thể tích khí: } V_X = 22,4 \cdot (0,2 + 0,3) = 11,2\text{ lít}$$

Đáp án C

Câu 6: Hỗn hợp khí X gồm etilen, metan, propin và vinylaxetilen có tỉ khối so với H_2 là 17. Đốt cháy hoàn toàn 0,05 mol hỗn hợp X rồi hấp thụ toàn bộ sản phẩm cháy vào bình đựng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dư thì khối lượng bình tăng m gam. Giá trị của m là

- A. 3,39.
- B. 5,85.
- C. 6,6.
- D. 7,3.

Hướng dẫn giải:

X gồm C_2H_4 , CH_4 , C_3H_4 , C_4H_4 (Số nguyên tử H đều bằng 4)

Bảo toàn nguyên tố H:

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 2n_X = 2 \cdot 0,05 = 0,1\text{mol}$$

$$d_{X/\text{H}_2} = 17 \rightarrow \overline{M}_X = 34$$

$$\rightarrow m_X = 0,05 \cdot 34 = 1,7\text{g} \rightarrow m_C = m_X - m_H = 1,7 - 0,1 \cdot 2 = 1,5\text{g}$$

$$\rightarrow n_C = \frac{1,5}{12} = 0,125\text{mol}$$

$$m_{\text{bình tăng}} = m_{\text{CO}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,125 \cdot 44 + 0,1 \cdot 18 = 7,3\text{g}$$

Đáp án D

Câu 7: Đốt cháy một hỗn hợp hydrocarbon ta thu được 2,24 lít CO_2 (đktc) và 2,7 gam H_2O thì thể tích oxi đã tham gia phản ứng cháy (đktc) là

- A. 5,6 lít.
- B. 2,8 lít.
- C. 4,48 lít.
- D. 3,92 lít.

Hướng dẫn giải:

$$n_{\text{CO}_2} = 0,1(\text{mol}); n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,15(\text{mol})$$

Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố Oxi:

$$n_{\text{O}_2} = n_{\text{CO}_2} + \frac{1}{2} n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,1 + \frac{0,15}{2} = 0,175(\text{mol})$$

$$\Rightarrow V_{\text{O}_2} = 0,175.22,4 = 3,92(\text{l})$$

Đáp án D

Câu 8: Hỗn hợp X gồm C_2H_2 và H_2 có cùng số mol. Lấy một lượng hỗn hợp X cho qua chất xúc tác nung nóng, thu được hỗn hợp Y gồm C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 và H_2 . Sục Y vào dung dịch brom dư thì khối lượng brom tăng 10,8 gam và thoát ra 4,48 lít hỗn hợp khí (đktc) có tỉ khối so với H_2 là 8. Thể tích O_2 (đktc) cần để đốt cháy hoàn toàn hỗn hợp Y là

- A. 22,4 lít.
- B. 26,88 lít.
- C. 33,6 lít.
- D. 44,8 lít.

Hướng dẫn giải:

m_Y = khối lượng khí phản ứng với brom + khối lượng khí thoát ra

$$m_Y = 10,8 + (4,48:22,4).(8.2) = 14\text{g}$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng $m_Y = m_X = 14\text{g}$

Gọi số mol mỗi chất trong X là a: $26a + 2a = 14$. Suy ra $a = 0,5 \text{ mol}$

Theo ĐLBTKT C và H. Số mol O_2 dùng để đốt cháy Y cũng chính là số mol O_2 dùng để đốt cháy X.

$$n_{\text{O}_2} = n_C + \frac{1}{4} n_H = 0,5.2 + \frac{1}{4} (0,5.2 + 0,5.2) = 1,5\text{mol}$$

Thể tích oxi là: $1,5.22,4 = 33,6 \text{ lít}$

Đáp án C

Câu 9: Hỗn hợp khí X gồm 0,3 mol H_2 và 0,1 mol vinylaxetilen. Nung X một thời gian với xúc tác Ni thu được hỗn hợp khí Y có tỉ khối so với không khí là 1. Số mol H_2 phản ứng là

- A. 0,1mol
- B. 0,2 mol
- C. 0,3 mol
- D. 0,4 mol

Hướng dẫn giải:

$$m_X = 0,3.2 + 0,1.52 = 5,8 \text{ g}$$

Theo định luật bảo toàn khối lượng: $m_X = m_Y$

Mặt khác $M_Y = 29$. Suy ra $n_Y = 5,8 : 29 = 0,2 \text{ mol}$

Vậy số mol H_2 phản ứng là $0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ mol}$

Đáp án B

Câu 10: Đốt cháy hoàn một thể tích khí thiên nhiên gồm metan, etan, propan bằng oxi không khí (trong không khí, oxi chiếm 20% thể tích), thu được 7,84 lít khí CO_2 (đktc) và 9,9 gam nước. Thể tích không khí nhỏ nhất cần dùng để đốt cháy hoàn toàn lượng khí thiên nhiên trên là

A. 70,0 lít.

B. 78,4 lít.

C. 84,0 lít.

D. 56,0 lít.

Hướng dẫn giải:

$$n_{CO_2} = 0,35 \text{ mol}; n_{H_2O} = 0,55 \text{ mol}$$

ĐLBT nguyên tố oxi:

$$n_{O_2} = n_{CO_2} + \frac{1}{2} n_{H_2O} = 0,35 + \frac{0,55}{2} = 0,625 (\text{mol})$$

$$\Rightarrow V_{O_2} = 0,625.22,4 = 14 (\text{l})$$

$$\Rightarrow V_{kk} = 14.5 = 70 (\text{l})$$

Đáp án A