

## Bài tập cộng H<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub> vào các hiđrocacbon không no, mạch hở

### A. Lý thuyết và phương pháp giải

#### a/ Phản ứng với H<sub>2</sub>:

- Khi đun nóng có kim loại niken làm xúc tác, hiđrocacbon không no, mạch hở X cộng H<sub>2</sub> vào liên kết  $\pi$ .

Phương trình:  $C_nH_{2n+2-2k} + kH_2 \xrightarrow{Ni, t^o} C_nH_{2n+2}$  (k là số liên kết  $\pi$  trong phân tử)

Tùy vào hiệu suất của phản ứng mà thu được hỗn hợp Y có hiđrocacbon không no dư hoặc hiđro dư hoặc cả hai còn dư.

- Phương pháp giải:

+ Số mol khí sau phản ứng luôn giảm và số mol H<sub>2</sub> phản ứng là  $n_{H_2pu} = n_X - n_Y$

+ Cứ 1 mol liên kết  $\pi$  cộng với 1 mol H<sub>2</sub>

+ Theo ĐLBTKL:  $m_X = m_Y$

#### b/ Phản ứng với Br<sub>2</sub>:

- Khi dẫn hiđrocacbon không no, mạch hở qua dung dịch nước brom, thấy màu nâu đỏ của dung dịch bị nhạt màu dần.

Phương trình:  $C_nH_{2n+2-2k} + kBr_2 \xrightarrow{xt, t^o} C_nH_{2n+2-2k}Br_{2k}$  (k là số liên kết  $\pi$  trong phân tử)

- Phương pháp giải:

+ Cứ 1 mol liên kết  $\pi$  cộng với 1 mol Br<sub>2</sub>  $\Rightarrow n_{lk\pi} = n_{Br_2pu}$

+ Sử dụng định luật bảo toàn nguyên tố; bảo toàn mol  $\pi$ ; bảo toàn khối lượng để giải bài toán.

### B. Ví dụ minh họa

**Ví dụ 1:** Cho hiđrocacbon X phản ứng với brom (trong dung dịch) theo tỉ lệ mol 1:1, thu được chất hữu cơ Y (chứa 74,08% Br về khối lượng). Khi X phản ứng với HBr thì thu được hai sản phẩm hữu cơ khác nhau. Tên gọi của X là

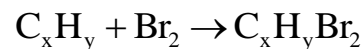
A. but -1- en.

B. but -2- en.

C. xiclopropan.

D. propilen.

#### Hướng dẫn giải:



$$\% \text{Br} = \frac{80.2}{12x + y + 80.2} \cdot 100\% = 74,08\%$$

$$\Rightarrow 12x + y = 56 \Rightarrow x = 4; y = 8$$

$$\Rightarrow X: \text{C}_4\text{H}_8$$

X phản ứng với HBr thu được 2 sản phẩm hữu cơ  $\Rightarrow$  X là:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

### Đáp án A

**Ví dụ 2:** Hỗn hợp khí X gồm 0,1 mol  $\text{C}_2\text{H}_2$ ; 0,2 mol  $\text{C}_2\text{H}_4$  và 0,3 mol  $\text{H}_2$ . Đun nóng X với xúc tác Ni, sau một thời gian thu được hỗn hợp khí Y có tỉ khối so với  $\text{H}_2$  bằng 11. Hỗn hợp Y phản ứng tối đa với a mol  $\text{Br}_2$  trong dung dịch. Giá trị của a là

A. 0,1.

B. 0,2.

C. 0,3.

D. 0,4

### Hướng dẫn giải:

$$n_X = 0,1 + 0,2 + 0,3 = 0,6 \text{ mol}; M_Y = 11 \cdot 2 = 22$$

$$\text{Bảo toàn khối lượng: } m_Y = m_X = 0,1 \cdot 26 + 0,2 \cdot 28 + 0,3 \cdot 2 = 8,8 \text{ gam}$$

$$n_Y = \frac{8,8}{22} = 0,4 (\text{mol})$$

$$n_{\text{H}_2 \text{ phản ứng}} = n_X - n_Y = 0,6 - 0,4 = 0,2 (\text{mol})$$

Bảo toàn số mol liên kết  $\pi$  ta có:

$$0,1 \cdot 2 + 0,2 - 0,2 = n_{\text{Br}_2} = a$$

$$\Rightarrow a = 0,2 (\text{mol})$$

### Đáp án B

**Ví dụ 3:** Cho 4,48 lít hỗn hợp X (ở đktc) gồm 2 hiđrocacbon mạch hở lội từ từ qua bình chứa 1,4 lít dung dịch  $\text{Br}_2$  0,5M. Sau khi phản ứng hoàn toàn, số mol  $\text{Br}_2$  giảm đi một nửa và khối lượng bình tăng thêm 6,7 gam. CTPT của 2 hiđrocacbon là

A.  $\text{C}_2\text{H}_2$  và  $\text{C}_4\text{H}_8$ .

B.  $\text{C}_2\text{H}_2$  và  $\text{C}_3\text{H}_8$

C.  $\text{C}_3\text{H}_4$  và  $\text{C}_4\text{H}_8$

D.  $\text{C}_2\text{H}_2$  và  $\text{C}_4\text{H}_6$

### Hướng dẫn giải:

$$n_X = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ mol}; n_{\text{Br}_2} = 1,4 \cdot 0,5 = 0,7 \text{ mol}; n_{\text{Br}_2\text{pu}} = 0,35 \text{ mol}$$

$n_X < n_{\text{Br}_2\text{pu}} < 2n_X \rightarrow X$  gồm anken và ankin.

$$n_{\text{ankin}} = 0,35 - 0,2 = 0,15 \text{ (mol)}; n_{\text{anken}} = 0,2 - 0,15 = 0,05 \text{ mol}$$

Gọi công thức của ankin là  $C_nH_{2n-2}$ ; anken là  $C_mH_{2m}$  ( $n, m > 1$ )

$$m_{\text{bình tăng}} = m_X = 0,15 \cdot (14n-2) + 0,05 \cdot 14m = 6,7$$

$$\rightarrow 3n + m = 10 \rightarrow n = 2; m = 4$$

Hai hidrocarbon là  $C_2H_2$  và  $C_4H_8$ .

## Đáp án A

### C. Luyện tập

**Câu 1:** Hidrocarbon nào sau đây khi phản ứng với dung dịch brom thu được 1,2-đibrombutan?

- A. Butan.
- B. But - 1 - en.
- C. But - 1 - in.
- D. Buta -1,3 - dien.

### Hướng dẫn giải:

(A):  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$  không tác dụng với brom.

(B):  $CH_2 = CH - CH_2 - CH_3 + Br_2 \rightarrow CH_2Br - CHBr - CH_2 - CH_3$

(C):  $CH \equiv C - CH_2 - CH_3 + 2Br_2 \rightarrow CHBr_2 - CHBr_2 - CH_2 - CH_3$

(D):  $CH_2 = CH - CH = CH_2 + 2Br_2 \rightarrow CH_2Br - CHBr - CHBr - CH_2Br$

## Đáp án B

**Câu 2:** Hỗn hợp X gồm  $H_2$  và  $C_2H_4$  có tỉ khối so với  $H_2$  là 7,5. Dẫn X qua Ni nung nóng, thu được hỗn hợp Y có tỉ khối so với  $H_2$  là 12,5. Hiệu suất của phản ứng hidro hóa là

- A. 50%.
- B. 60%.
- C. 70%.
- D. 80%.

### Hướng dẫn giải:

Phương trình phản ứng:  $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$

Bảo toàn khối lượng ta có  $m_{\text{trước}} = m_{\text{sau}} \rightarrow \overline{M}_X \cdot n_X = \overline{M}_Y \cdot n_Y$

$$\rightarrow \frac{n_X}{n_Y} = \frac{\overline{M}_Y}{\overline{M}_X} = \frac{12,5}{7,5} = \frac{5}{3}$$

$$\rightarrow \text{Coi } n_X = 5 \text{ mol}; n_Y = 3 \text{ mol}$$

Hỗn hợp X có  $\overline{M}_X = 7,5 \cdot 2 = 15$

$$\rightarrow \% n_{H_2} = \frac{28-15}{28-2} \cdot 100\% = 50\% \Rightarrow n_{H_2} = n_{C_2H_4} = 2,5 \text{ mol}$$

Ta có:  $n_{\text{giảm}} = 5-3 = 2 \text{ mol} = n_{H_2 \text{ phản ứng}} = n_{C_2H_4 \text{ phản ứng}}$

$$\rightarrow \% H = \frac{2}{2,5} \cdot 100\% = 80\%$$

### Đáp án D

**Câu 3:** Dẫn 0,2 mol một olefin A qua dung dịch brom dư, khối lượng bình sau phản ứng tăng 5,6 gam. Vậy công thức phân tử của A là

A.  $C_2H_4$ .

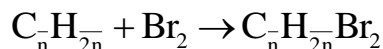
B.  $C_3H_6$ .

C.  $C_4H_8$ .

D.  $C_5H_{10}$ .

### Hướng dẫn giải:

CTPT A:  $C_nH_{2n}$



Khối lượng bình tăng chính là khối lượng của olefin

$$M_X = \frac{5,6}{0,2} = 28 \rightarrow n = 2$$

### Đáp án A

**Câu 4:** 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  $O_2$  là 0,5. Khối lượng bình dung 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

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

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

**Đáp án D**

**Câu 5:** Hỗn hợp X gồm  $H_2$ ,  $C_2H_4$  và  $C_3H_6$  có tỉ khối so với  $H_2$  là 9,25. Cho 22,4 lít X (đktc) vào bình kín có sẵn một ít bột Ni. Đun nóng bình một thời gian, thu được hỗn hợp khí Y có tỉ khối so với  $H_2$  bằng 10. Tổng số mol  $H_2$  đã phản ứng là

A. 0,015 mol.

B. 0,05 mol.

C. 0,07 mol.

D. 0,075 mol.

**Hướng dẫn giải:**

$$M_Y = 10 \cdot 2 = 20; M_X = 9,25 \cdot 2 = 18,5$$

Bảo toàn khối lượng:  $m_X = m_Y$

$$M_X \cdot n_X = M_Y \cdot n_Y$$

$$\rightarrow \frac{n_X}{n_Y} = \frac{M_Y}{M_X} = \frac{20}{18,5} \Rightarrow n_Y = 0,925 \text{ mol}$$

$$\rightarrow n_{H_2 \text{ phản ứng}} = n_X - n_Y = 1 - 0,925 = 0,075 \text{ mol}$$

**Đáp án D**

**Câu 6:** Hỗn hợp X gồm 0,15 mol axetilen; 0,1 mol vinylaxetilen; 0,1 mol etilen và 0,4 mol hiđro. Nung hỗn hợp X với xúc tác niken, một thời gian được hỗn hợp khí Y có tỉ khối với hiđro bằng 12,7. Hỗn hợp khí Y phản ứng vừa đủ với dung dịch dịch chứa a mol  $Br_2$ . Giá trị của a là

A. 0,25 mol.

B. 0,35 mol.

C. 0,45 mol.

D. 0,65 mol

**Hướng dẫn giải:**

$$n_X = 0,15 + 0,1 + 0,1 + 0,4 = 0,75 \text{ (mol);}$$

$$m_X = 0,15 \cdot 26 + 0,1 \cdot 52 + 0,1 \cdot 28 + 0,4 \cdot 2 = 12,7 \text{ g}$$

Bảo toàn khối lượng có  $m_X = m_Y \rightarrow \overline{M}_X \cdot n_X = \overline{M}_Y \cdot n_Y$

$$\rightarrow n_Y = 0,5 \text{ mol}$$

$$- n_{H_2 \text{ phản ứng}} = n_X - n_Y = 0,75 - 0,5 = 0,25 (\text{mol})$$

$$- \text{Bảo toàn số mol liên kết } \pi: 0,15 \cdot 2 + 0,1 \cdot 3 + 0,1 \cdot 1 = a + 0,25 \rightarrow a = 0,45 \text{ mol}$$

### Đáp án D

**Câu 7:** Hỗn hợp khí X gồm  $H_2$  và  $C_2H_4$  có tỉ khối so với He là 3,75. Dẫn X qua Ni nung nóng thu được hỗn hợp khí Y có tỉ khối so với He là 5. Hiệu suất của phản ứng hidro hóa là

A. 50%.

B. 60%.

C. 70%.

D. 80%.

### Hướng dẫn giải:

Phương trình phản ứng:  $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$

Bảo toàn khối lượng ta có  $m_{\text{trước}} = m_{\text{sau}} \rightarrow \overline{M}_X \cdot n_X = \overline{M}_Y \cdot n_Y$

$$\rightarrow \frac{n_X}{n_Y} = \frac{\overline{M}_Y}{\overline{M}_X} = \frac{5}{3,75} = \frac{4}{3}$$

$$\rightarrow \text{Coi } n_X = 4 \text{ mol}; n_Y = 3 \text{ mol}$$

Hỗn hợp X có  $\overline{M}_X = 3,75 \cdot 4 = 15$

$$\rightarrow \% n_{H_2} = \frac{28 - 15}{28 - 2} \cdot 100\% = 50\% \Rightarrow n_{H_2} = n_{C_2H_4} = 2 \text{ mol}$$

Ta có:  $n_{\text{giảm}} = 4 - 3 = 1 \text{ mol} = n_{H_2 \text{ phản ứng}} = n_{C_2H_4 \text{ phản ứng}}$

$$\rightarrow \% H = \frac{1}{2} \cdot 100\% = 50\%$$

### Đáp án A

**Câu 8:** Hỗn hợp khí A chứa  $H_2$  và hai anken kế tiếp nhau trong dãy đồng đẳng. Tỉ khối của A đối với  $H_2$  là 8,26. Đun nóng nhẹ A có mặt xúc tác Ni thì thu được hỗn hợp B không làm mất màu nước brom và có tỉ khối đối với  $H_2$  là 11,8. Công thức phân tử của hai anken trong hỗn hợp A là

A.  $C_2H_4$  và  $C_3H_6$ .

B.  $C_3H_6$  và  $C_4H_8$ .

C.  $C_4H_8$  và  $C_5H_{10}$ .

D.  $C_5H_{10}$  và  $C_6H_{12}$ .

**Hướng dẫn giải:**

$$M_A = 8,26.2 = 16,52; M_B = 11,8.2 = 23,6$$

Vì hỗn hợp B không làm mất màu nước brom nên B không chứa anken.

Giả sử có 1 mol hỗn hợp A.

Áp dụng bảo toàn khối lượng:  $m_A = m_B$

$$\frac{n_B}{1} = \frac{16,52}{23,6} \rightarrow n_B = n_{H_2(A)} = 0,7 \text{ mol}$$

$$n_{\text{anken}} = 1 - 0,7 = 0,3 \text{ mol}$$

Gọi công thức chung của 2 anken là  $C_nH_{2n}$

$$\text{Ta có: } 14n. 0,3 + 2. 0,7 = 16,52 \rightarrow n = 3,6$$

Vậy 2 anken là  $C_3H_6$  và  $C_4H_8$

**Đáp án B**

**Câu 9:** Hỗn hợp khí X chứa  $H_2$  và một ankin. Tỉ khối của X đối với  $H_2$  là 4,8. Đun nóng nhẹ X có mặt xúc tác Ni thì nó biến thành hỗn hợp Y không làm mất màu nước brom và có tỉ khối đối với  $H_2$  là 8. Công thức phân tử của ankin là

A.  $C_2H_2$ .

B.  $C_3H_4$ .

C.  $C_4H_6$ .

D.  $C_5H_8$

**Hướng dẫn giải:**

$$M_X = 4,8. 2 = 9,6; M_Y = 8.2 = 16$$

Vì Y không làm mất màu nước brom nên Y không có hidrocarbon không no.

Giả sử X có 1 mol

$$\text{Áp dụng bảo toàn khối lượng ta có } m_X = m_Y = 9,6.1 = 9,6(g)$$

$$n_{H_2 \text{ phản ứng}} = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ mol}$$

$$n_{\text{ankin}} = 0,2 \text{ mol}$$

Gọi công thức của ankin là  $C_nH_{2n-2}$

$$\text{Ta có: } (14n - 2).0,2 + 2.(1 - 0,2) = 9,6$$

$$\rightarrow n = 3$$

**Đáp án B**

**Câu 10:** Một hỗn hợp X gồm 0,12 mol  $C_2H_2$  và 0,18 mol  $H_2$ . Cho X đi qua Ni nung nóng, sau một thời gian thu được hỗn hợp khí Y. Cho Y vào bình đựng brom dư, thấy bình brom tăng m gam và thoát ra khí Z. Đốt cháy hết Z và cho toàn bộ sản phẩm cháy vào bình đựng dung dịch  $Ca(OH)_2$  dư thấy có 5 gam kết tủa xuất hiện và thấy khối lượng dung dịch giảm 1,36 gam. Tính giá trị của m?

A. 2,72 gam.

B. 1,6 gam.

C. 3,2 gam.

D. 12,8 gam.

**Hướng dẫn giải:**

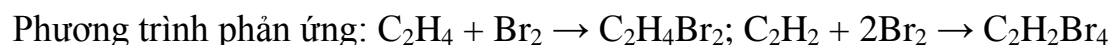
$$m_X = 0,12.26 + 0,18.2 = 3,48 \text{ g}$$

Cho X đi qua Ni nung nóng:



Hỗn hợp Y gồm:  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_6$  và  $H_2$

Cho Y qua bình đựng  $Br_2$  dư có  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4$  bị giữ lại. Hỗn hợp Z gồm:  $C_2H_6$  và  $H_2$



Đốt cháy Z thu được  $CO_2$  và  $H_2O$ :  $n_{CO_2} = n_{CaCO_3} = 0,05 \text{ mol}$ .

$$m_{\text{dd giảm}} = m_{\downarrow} - (m_{H_2O} + m_{CO_2}) \Rightarrow m_{H_2O} = 5 - 1,36 - 0,05.44 = 1,44 \text{ g}$$

$$n_{H_2O} = \frac{1,44}{18} = 0,08 \text{ mol} \Rightarrow m_Z = 0,08.2 + 0,05.12 = 0,76 \text{ g}$$

$$\text{Khối lượng bình brom tăng: } m = m_X - m_Z = 3,48 - 0,76 = 2,72 \text{ g}$$

**Đáp án A**