

Bảo toàn mol pi trong giải toán hidrocarbon

A. Lý thuyết và phương pháp giải

1. Cách xác định số liên kết π

Độ bất bão hòa $k = \pi + \text{số vòng}$

- Đối với các hợp chất C_xH_y và $C_xH_yO_z$ có: $k = \frac{2x - y + 2}{2}$

Một số trường hợp hay gặp:

$k = 0$: hidrocarbon chỉ có liên kết đơn, mạch hở

$k = 1$: hidrocarbon chỉ có 1 liên kết đôi hoặc 1 vòng no

$k = 2$: hidrocarbon có 2 liên kết đôi hoặc 1 liên kết ba hoặc 1 vòng no có một liên kết đôi

$k = 4$: hidrocarbon có nhân thơm trong phân tử ...

2. Bản chất của bảo toàn liên kết π

- Khi ankan bị mất H_2 sẽ tạo thành các hợp chất không no và cứ mất đi một phân tử H_2 thì hợp chất mới sẽ có liên kết π là 1 ($k = 1$)

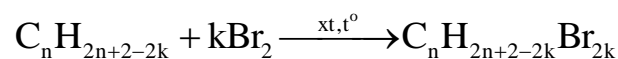
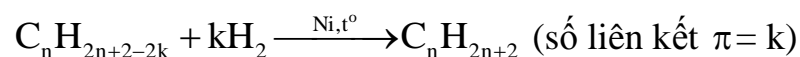
- Ví dụ:

+ Ankan mất 1 phân tử H_2 biến thành anken có $k = 1$

+ Ankan mất 2 phân tử H_2 biến thành ankin, ankadien,... có $k = 2$

3. Bảo toàn mol π trong giải toán hidrocarbon

- Hidrocarbon không no khi tác dụng với H_2 hay halogen thì



- Ta thấy số mol liên kết π bằng số mol H_2 hay Br_2 phản ứng.

- Chú ý:

+ Khi giải một số bài toán, có thể hiểu vai trò của H_2 và Br_2 trong phản ứng cộng là như nhau và $n_{Br_2} + n_{H_2} = n_X \cdot k$ (X là các hidrocarbon không no)

+ Trong bình kín khối lượng hỗn hợp không đổi nhưng số mol hỗn hợp giảm chính là do H_2 phản ứng.

B. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: 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. 25%.
- B. 30%.
- C. 40%.
- D. 50%.

Hướng dẫn giải:



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

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

$$\rightarrow \% n_{\text{H}_2} = \frac{28 - 15}{28 - 2} \cdot 100\% = 50\%, n_{\text{H}_2} = n_{\text{C}_2\text{H}_4} = 2 \text{ mol}$$

Bảo toàn mol π : $n_{\text{giảm}} = 4 - 3 = 1 \text{ mol} = n_{\text{H}_2} \text{ phản ứng}} = n_{\text{C}_2\text{H}_4} \text{ phản ứng}}$

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

Đáp án D

Ví dụ 2: Hỗn hợp khí X gồm 0,6 mol H_2 và 0,15 mol vinylaxetilen. Nung nóng X một thời gian với xúc tác Ni thu được hỗn hợp Y có tỉ khối so với H_2 bằng 10. Dẫn hỗn hợp Y qua dung dịch brom dư, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn khối lượng brom tham gia phản ứng là

- A. 8 gam.
- B. 16 gam.
- C. 12 gam.
- D. 24 gam.

Hướng dẫn giải:

$$n_X = 0,6 + 0,15 = 0,75 \text{ mol}; m_X = 0,6 \cdot 2 + 0,15 \cdot 52 = 9 \text{ gam}$$

Bảo toàn khối lượng ta có $m_{\text{trước}} = m_{\text{sau}} \rightarrow m_Y = 9 \text{ gam}$

$$\overline{M}_Y = 20 \Rightarrow n_Y = \frac{9}{20} = 0,45 \text{ mol}$$

Ta có $n_{\text{đihydro phản ứng}} = n_X - n_Y = 0,75 - 0,45 = 0,3 \text{ mol}$

Bảo toàn số mol π ta có: $0,15 \cdot 3 = n_{\text{hydro phản ứng}} + n_{\text{brom}} = 0,3 + n_{\text{brom}}$

$$\rightarrow n_{\text{brom}} = 0,15.3 - 0,3 = 0,15 \text{ mol}$$

$$m_{\text{brom}} = 0,15.160 = 24 \text{ gam}$$

Đáp án D

Ví dụ 3: Cho hỗn hợp X gồm 0,1 mol C_2H_4 0,2 mol C_2H_2 và 0,7 mol H_2 . Nung X trong bình kín với xúc tác Ni. Sau một thời gian thu được 0,8 mol hỗn hợp Y. Cho Y phản ứng vừa đủ với 100ml dd Br_2 a mol/l. Tìm giá trị a

A. 0,2 M.

B. 0,3 M.

C. 2 M.

D. 3 M

Hướng dẫn giải:

$$n_X = 0,1 + 0,2 + 0,7 = 1 \text{ mol}$$

$$\rightarrow n_{\text{đihydro phản ứng}} = n_X - n_Y = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ mol}$$

Bảo toàn số mol π ta có:

$$0,1.1 + 0,2.2 = n_{\text{hydro phản ứng}} + n_{\text{brom}} = 0,2 + n_{\text{brom}} \rightarrow n_{\text{brom}} = 0,3 \text{ mol}$$

$$\rightarrow a = 0,3 : 0,1 = 3\text{M}$$

Đáp án D

C. Luyện tập

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

A. 0,25.

B. 0,35.

C. 0,45.

D. 0,65.

Hướng dẫn giải:

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

$$m_X = 0,15. 26 + 0,1. 52 + 0,1.28 + 0,4.2 = 12,7 \text{ g}$$

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

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

$$- n_{\text{H}_2 \text{ phản ứng}} = n_X - n_Y = 0,75 - 0,5 = 0,25(\text{mol})$$

- Bảo toàn số mol liên kết π : $0,15.2 + 0,1.3 + 0,1.1 = a + 0,25 \rightarrow a = 0,45\text{mol}$

Đáp án C

Câu 2: Cho 22,4 lít (đktc) hỗn hợp A gồm x mol C_2H_4 , y mol C_2H_2 và z mol H_2 (biết tỉ khối của E so với He là 3,6) qua bình đựng Ni nung nóng, sau một thời gian phản ứng thì thu được 15,68 lít hỗn hợp khí B (đktc). Dẫn toàn bộ khí B qua bình đựng dung dịch brom dư, khối lượng brom phản ứng là 80 gam. Giá trị x, y và z lần lượt là

A. 0,2; 0,3 và 0,5.

B. 0,2; 0,5 và 0,3.

C. 0,3; 0,2 và 0,5.

D. 0,3; 0,5 và 0,2.

Hướng dẫn giải:

$$n_A = 1 \text{ mol}; n_B = 0,7 \text{ mol}$$

$$\rightarrow n_{\text{H}_2, \text{ phản ứng}} = 1 - 0,7 = 0,3 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Brom}} = 0,5 \text{ mol}$$

$$\text{Bảo toàn mol } \pi: x + 2y = 0,3 + 0,5 = 0,8$$

$$\text{Mặt khác: } x + y + z = 1 \text{ và } \frac{28x + 26y + 2z}{x + y + z} = 14,4$$

$$\text{Suy ra } x = 0,2; y = 0,3 \text{ và } z = 0,5$$

Đáp án A

Câu 3: Hỗn hợp khí A gồm 0,5 mol H_2 và 0,25 mol hai ankin X, Y kế tiếp nhau trong dãy đồng đẳng ($M_X < M_Y$). Nung A một thời gian với xúc tác Ni thu được hỗn hợp B có tỉ khối so với H_2 bằng 9,25. Dẫn hỗn hợp B qua dung dịch brom dư, sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn, khối lượng brom tham gia phản ứng là 40 gam. Công thức phân tử của Y là

A. C_3H_4 .

B. C_2H_2 .

C. C_4H_6 .

D. C_3H_6 .

Hướng dẫn giải:

$$n_A = 0,75 \text{ mol}; M_B = 9,25.2 = 18,5; n_{\text{brom}} = 0,25 \text{ mol}$$

$$\text{Bảo toàn mol } \pi \text{ ta có: } n_{\text{hidro phản ứng}} = 0,25.2 - 0,25 = 0,25 \text{ mol}$$

$$\rightarrow n_B = n_A - n_{H_2pu} = 0,75 - 0,25 = 0,5 \text{ mol}$$

$$\text{Ta có: } m_A = m_B = 0,5.18,5 = 9,25 \text{ g}$$

Gọi công thức ankin có dạng C_nH_{2n-2}

$$\text{Ta có: } 0,5.2 + 0,25.(14n - 2) = 9,25 \rightarrow n = 2,5$$

2 ankin là C_2H_2 và C_3H_4 và Y là C_3H_4

Đáp án A

Câu 4: Cho H_2 và 1 anken có thể tích bằng nhau qua niken nung nóng ta thu được hỗn hợp A. Biết tỉ khối hơi của A với H_2 là 23,2. Hiệu suất của phản ứng hidro hóa là 75%. Công thức phân tử của anken là

A. C_2H_4 .

B. C_3H_6 .

C. C_4H_8 .

D. C_5H_{10} .

Hướng dẫn giải:

Coi tỉ lệ về thể tích cũng chính là tỉ lệ về số mol

$$\text{Giải sử có } n_{\text{hidro}} = n_{C_nH_{2n}} = 1 \text{ mol}$$

$$\text{Do hiệu suất phản ứng là 75\%} \rightarrow n_{H_2pu} = 0,75 \text{ mol}$$

$$n_A = 1 + 1 - 0,75 = 1,25 \text{ mol}$$

$$\text{Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng: } m_A = 1.2 + 1.14n$$

$$M_A = \frac{m_A}{n_A} \Rightarrow m_A = n_A \cdot M_A = 1,25.23,2 = 28,75$$

$$\text{Suy ra } 2 + 14n = 28,75 \rightarrow n = 2$$

Anken là C_4H_8

Đáp án C

Câu 5: Hỗn hợp X có tỉ khối so với H_2 là 27,25 gồm: butan, but-1-en và vinylaxetilen. Đốt cháy hoàn toàn 0,15 mol hỗn hợp X thu được tổng khối lượng của CO_2 và H_2O là m gam. Mặt khác, khi dẫn 0,15 mol hỗn hợp X trên vào bình đựng dung dịch brom dư thấy a gam brom phản ứng. Giá trị m và a lần lượt là

A. 43,95 và 42.

B. 35,175 và 42.

C. 35,175 và 21.

D. 43,95 và 21.

Hướng dẫn giải:

$$m_X = n_X \cdot M_X = 0,15 \cdot 27,25 \cdot 2 = 8,175 \text{ g}; n_{\text{CO}_2} = 0,15 \cdot 4 = 0,6 \text{ mol}$$

$$\text{Bảo toàn khối lượng: } n_H = \frac{m_H}{1} = \frac{8,175 - 0,6 \cdot 12}{1} = 0,975 \text{ mol}$$

$$\text{Bảo toàn nguyên tố: } n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{2} n_H = 0,4875 \text{ mol}$$

$$\text{Suy ra } m = 0,6 \cdot 44 + 0,4875 \cdot 18 = 35,175 \text{ g}$$

Gọi số liên kết π của X là k

$$\text{Bảo toàn liên kết } \pi: \begin{cases} 0,6 - 0,4875 = (k - 1) \cdot 0,15 \\ 0,15k = n_{\text{Br}_2} \end{cases} \rightarrow n_{\text{Br}_2} = 0,2625$$

$$\text{Suy ra } a = 0,2625 \cdot 160 = 42 \text{ gam}$$

Đáp án B

Câu 6: Hỗn hợp khí X gồm 0,1 mol C_2H_2 ; 0,2 mol C_2H_4 và 0,3 mol H_2 . Đun nóng X với xúc tác Ni, sau một thời gian thu được hỗn hợp khí Y có tỉ khối so với H_2 bằng 11. Hỗn hợp Y phản ứng tối đa với a mol 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 π ta có:

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

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

Đáp án B

Câu 7: 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. Nếu

cho toàn bộ Y sục từ từ vào dung dịch brom (dư) thì có a mol brom tham gia phản ứng. Giá trị của a là

A. 0,2

B. 0,05

C. 0,04

D. 0,1

Hướng dẫn giải:

$$n_X = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ mol.}$$

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

$$\text{Bảo toàn khối lượng: } m_Y = 5,8 \text{ gam; } M_Y = 29 \rightarrow n_Y = 0,2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{hidro phản ứng}} = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ mol.}$$

Bảo toàn số mol π ta có:

$$3.0,1 = a + 0,2 \rightarrow a = 0,1 \text{ mol}$$

Đáp án D

Câu 8: Dẫn 1,68 lít hỗn hợp X gồm 2 hidrocarbon vào bình đựng dung dịch brom dư. Sau khi phản ứng xảy ra hoàn toàn, có 4 gam brom đã phản ứng và còn lại 1,12 lít khí. Nếu đốt cháy hoàn toàn 1,68 lít X thì sinh ra 2,8 lít khí CO_2 . CTPT của 2 hidrocarbon là

A. CH_4 và C_2H_4

B. CH_4 và C_3H_6

C. CH_4 và C_4H_8

D. CH_4 và C_5H_{10}

Hướng dẫn giải:

$$n_X = 0,075 \text{ mol; } n_{\text{brom}} = 0,025 \text{ mol; } n_{\text{chất khí còn lại}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\text{Số mol brom phản ứng} = n_X - n_{\text{khí còn lại}} = 0,075 - 0,05 = 0,025 \text{ mol}$$

Ta thấy $n_{\text{brom pư}} = n_{\text{brom}} = 0,025 \text{ mol}$ nên khí phản ứng brom là anken và khí còn lại là ankan.

$$n_{\text{anken}} = 0,025 \text{ mol; } n_{\text{ankan}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 0,125 \text{ mol}$$

$$\rightarrow \bar{C} = \frac{0,125}{0,075} = 1,67$$

Suy ra trong X có chứa CH_4 và $n_{\text{CH}_4} = 0,05 \text{ mol}$

Bảo toàn nguyên tố C: $0,05.1 + 0,025.n = 0,125 \rightarrow n = 3$

Anken là C_3H_6

Đáp án B

Câu 9: Hỗn hợp X gồm 0,02 mol C_2H_2 ; 0,03 mol C_2H_4 và 0,07 mol H_2 , đun nóng hỗn hợp X với xúc tác Ni, sau một thời gian thu được hỗn hợp khí Y có tỉ khối so với H_2 là 9,375. Nếu cho toàn bộ Y sục từ từ vào dung dịch brom (dư) thì có a mol brom tham gia phản ứng. Giá trị của a là

A. 0,03.

B. 0,04.

C. 0,05.

D. 0,06

Hướng dẫn giải:

$n_X = 0,02 + 0,03 + 0,07 = 0,12$ mol; $m_X = 0,02.26 + 0,03.28 + 0,07.2 = 1,5$ gam

Bảo toàn khối lượng có: $m_X = m_Y = 1,5$ gam

$$\rightarrow n_Y = \frac{1,5}{2.9,375} = 0,08 \text{ mol}$$

Số mol hiđro phản ứng = $n_X - n_Y = 0,12 - 0,08 = 0,04$ mol

Bảo toàn số mol π ta có:

$$0,02.2 + 0,03.1 = a + 0,04 \rightarrow a = 0,03 \text{ mol}$$

Đáp án A

Câu 10: Đốt cháy hoàn toàn 14,28 gam hỗn hợp X chứa C_4H_8 , C_4H_6 , C_4H_4 , C_4H_2 và H_2 thu được 1,04 mol khí CO_2 . Mặt khác, nếu cho một ít bột Ni vào bình kín chứa hỗn hợp X trên rồi nung nóng một thời gian thu được hỗn hợp khí Y có tỷ khối so với H_2 là 17,85. Biết các chất trong X đều có mạch hở. Nếu sục toàn bộ Y vào dung dịch nước Br_2 dư thì số mol Br_2 phản ứng tối đa là

A. 0,54

B. 0,52

C. 0,48

D. 0,46

Hướng dẫn giải:

Bảo toàn khối lượng:

$$n_{H_2O} = \frac{1}{2} n_H = \frac{m_X - m_C}{2} = \frac{14,28 - 1,04.12}{2} = 0,9 \text{ mol}$$

Bảo toàn số liên kết π trong phản ứng đốt cháy:

$$n_{\text{CO}_2} - n_{\text{H}_2\text{O}} = (k - 1).n_X \rightarrow kn_X = 0,14 + n_X$$

$$n_Y = \frac{14,28}{2.17,85} = 0,4 \rightarrow n_{\text{H}_2\text{pu}} = n_X - 0,4$$

Bảo toàn số liên kết π trong phản ứng với brom: $k.n_X = n_{\text{hidro phản ứng}} + n_{\text{brom}}$

$$0,14 + n_X = n_X - 0,4 + n_{\text{brom}} \rightarrow n_{\text{Br}_2} = 0,54\text{mol}$$

Đáp án A