

PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TẬP VỀ ANKAN

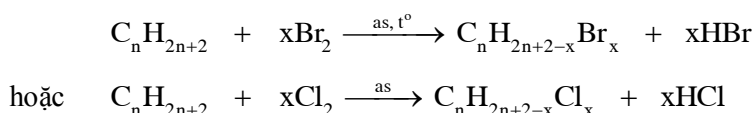
I. Phản ứng thế Cl₂, Br₂ (phản ứng clo hóa, brom hóa)

Dạng bài tập thường gặp nhất liên quan đến phản ứng thế clo, brom là tìm công thức cấu tạo của ankan.

Phương pháp giải

Tính khối lượng mol của sản phẩm hoặc khối lượng mol trung bình của hỗn hợp sản phẩm để tìm số nguyên tử cacbon của ankan hoặc mối liên hệ giữa số nguyên tử cacbon và số nguyên tử clo, brom trong sản phẩm thế. Từ đó xác định được số nguyên tử cacbon, clo, brom để suy ra công thức phân tử của ankan và sản phẩm thế. Dựa vào số lượng sản phẩm thế để suy ra cấu tạo của ankan và các sản phẩm thế.

PS : Nếu đề bài không cho biết sản phẩm thế là monohalogen, dihalogen, ... thì ta viết phản ứng ở dạng tổng quát :



► Các ví dụ minh họa ◀

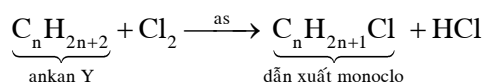
Ví dụ 1: Ankan Y phản ứng với clo tạo ra 2 dẫn xuất monoclo có tỉ khối hơi so với H₂ bằng 39,25. Tên của Y là :

- A. butan. **B. propan.** C. iso-butan. D. 2-metylbutan.

Phân tích và hướng dẫn giải

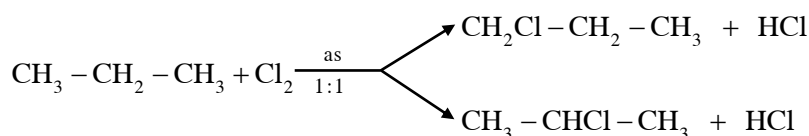
+ Vì khối lượng mol của dẫn xuất monoclo tạo ra từ Y đã biết, nên dễ dàng tìm được số nguyên tử C của Y và tên gọi của nó.

+ Phương trình phản ứng :



+ $M_{C_n H_{2n+1} Cl} = 14n + 36,5 = 39,25 \cdot 2 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow$ Y là C₃H₈ (propan)

+ Phản ứng tạo ra hai dẫn xuất monoclo :



Ví dụ 2: Khi brom hóa một ankan X chỉ thu được một dẫn xuất monobrom duy nhất có tỉ khối hơi đối với hidro là 75,5. Tên của ankan đó là:

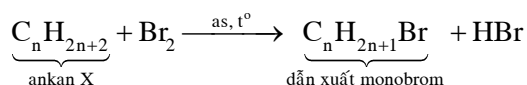
- A. 2,2,3,3-tetrametylbutan. **B. 3,3-đimetylhexan.**
C. 2,2-đimetylpropan. D. isopentan.

(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 1 – THPT Chuyên Hà Giang, năm 2015)

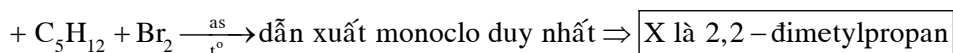
Hướng dẫn giải

+ Dựa vào số lượng sản phẩm dẫn xuất monobrom và khối lượng mol của nó, dễ dàng tìm được số nguyên tử C và công thức cấu tạo cũng như tên gọi của X.

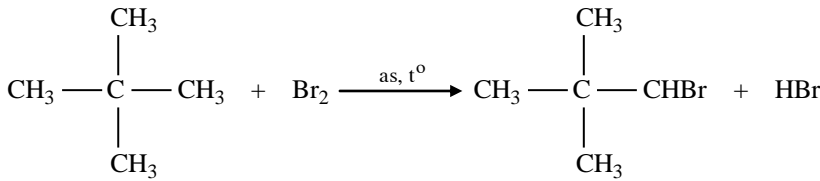
+ Phương trình phản ứng :



+ $M_{C_n H_{2n+1} Br} = 14n + 81 = 75,5 \cdot 2 \Rightarrow n = 5 \Rightarrow$ X là C₅H₁₂.



+ Phản ứng tạo ra dẫn xuất monoclo duy nhất :



Ví dụ 3: Khi cho ankan X (trong phân tử có phần trăm khối lượng hydro bằng 16,28%) tác dụng với clo theo tỉ lệ số mol 1 : 1 (trong điều kiện chiếu sáng), chỉ thu được 2 dẫn xuất monoclo đồng phân của nhau. Tên của X là

- A. butan. **B. 2,3-đimetylbutan.** C. 3-methylpentan. D. 2-metylpropan.

(Đề thi thử THPT Quốc Gia lần 1 – THPT Thị Xã Quảng Trị, năm 2015)

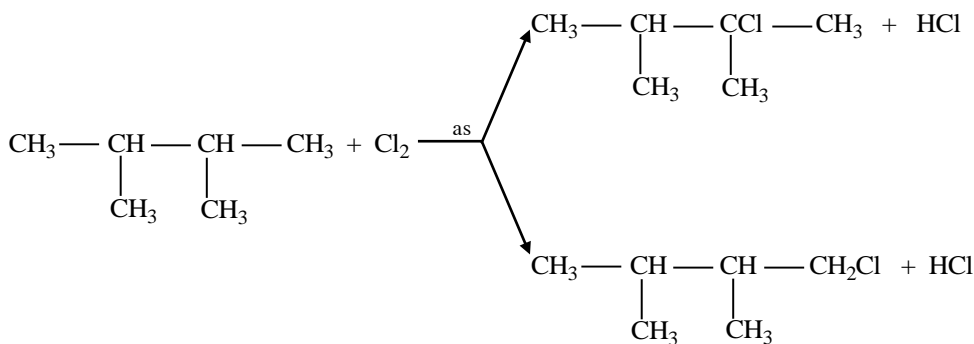
Hướng dẫn giải

+ Dựa vào phần trăm khối lượng của hydro trong X, sẽ tìm được công thức phân tử của nó. Kết hợp với giả thiết về số lượng sản phẩm monoclo tạo thành từ X sẽ suy ra được công thức cấu tạo và tên của X.

$$+ \begin{cases} \text{X là } \text{C}_n\text{H}_{2n+2} \\ \frac{\%H}{\%C} = \frac{2n+2}{12n} = \frac{16,28}{83,72} \Rightarrow \begin{cases} n = 6 \\ \text{X là } \text{C}_6\text{H}_{14} \end{cases} \end{cases}$$

+ $\text{X} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2$ dẫn xuất monoclo \Rightarrow X là 2,3-đimetylbutan

+ Phương trình phản ứng:



Ví dụ 4: Khi clo hóa metan thu được một sản phẩm thế X chứa 89,12% clo về khối lượng. Công thức của sản phẩm là:

- A. CH_3Cl . B. CH_2Cl_2 . **C. CHCl_3 .** D. CCl_4 .

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Trong phản ứng thế clo vào metan, mỗi nguyên tử H được thay thế bởi một nguyên tử Cl. Do đó, có thể xây dựng công thức sản phẩm thế X ở dạng tổng quát. Mặt khác, phần trăm khối lượng Cl trong X đã biết nên dễ dàng tìm được số nguyên tử H bị thay thế và công thức của X.

$$+ \text{Ta có: } \begin{cases} \text{CH}_4 + n\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{as}} \underbrace{\text{CH}_{4-n}\text{Cl}_n}_X + n\text{HCl} \\ \frac{\%Cl \text{ trong } X}{16 + 34,5n} = \frac{35,5n}{16 + 34,5n} = 89,12\% \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n = 3 \\ \text{X là } \text{CHCl}_3 \end{cases}$$

Ví dụ 5: Khi tiến hành phản ứng thế giữa ankan X với hơi brom có chiếu sáng người ta thu được hỗn hợp Y chỉ chứa hai chất sản phẩm. Tỉ khối hơi của Y so với không khí bằng 4. Tên của X là:

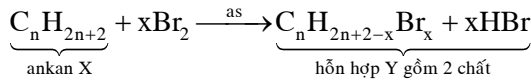
- A. 2,2-đimetylpropan.** B. 2-metylbutan.
C. pentan. D. etan.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Ankan X tác dụng với hơi brom tạo ra hỗn hợp Y gồm hai chất sản phẩm. Suy ra trong Y chỉ có một dẫn xuất brom duy nhất, chất còn lại là HBr.

+ Dựa vào phản ứng và tỉ khối của Y so với không khí sẽ thiết lập được phương trình toán học với hai ẩn số là số nguyên tử C và số nguyên tử Br trong dẫn xuất. Biện luận để tìm n và x, từ đó suy ra tên gọi của X.

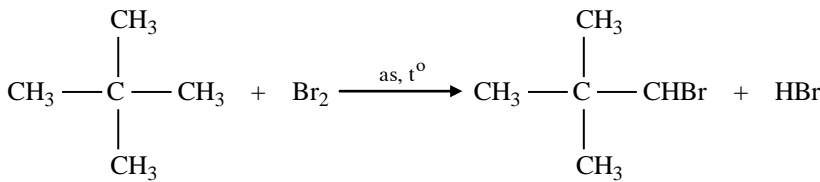
+ Phương trình phản ứng :



$$+ \bar{M}_Y = \frac{14n + 2 + 79x + 81x}{1 + x} = 116 \Rightarrow 14n + 44x = 114 \Rightarrow \begin{cases} x = 1 \\ n = 5 \end{cases}$$

+ Vậy X là 2,2 – dimetylpropan. Vì nếu không thì Y sẽ có nhiều hơn 2 chất.

+ Phương trình phản ứng :



Ví dụ 6: Cho 8,0 gam một ankan X phản ứng hết với clo chiếu sáng, thu được 2 chất hữu cơ Y và Z ($d_{Y/H_2} < d_{Z/H_2} < 43$). Sản phẩm của phản ứng cho đi qua dung dịch $AgNO_3$ dư, thu được 86,1 gam kết tủa. Tỉ lệ mol Y : Z là :

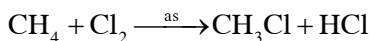
- A. 1 : 4. **B. 4 : 1.** C. 2 : 3. D. 3 : 2.

Phân tích và hướng dẫn giải

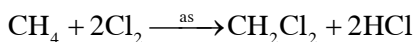
+ Dựa vào tỉ khối hơi so với hidro của hai sản phẩm thế Y, Z, dễ dàng tìm được công thức của Y, Z và X. Biết được số mol của X, số mol $AgCl$ kết tủa sẽ tìm được tỉ lệ mol của Y, Z.

$$+ \begin{cases} d_{Y/H_2} < d_{Z/H_2} < 43 \\ M_Y < M_Z < 86 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Y \text{ là } C_n H_{2n+1} Cl; Z \text{ là } C_n H_{2n} Cl_2 \\ M_Z = 14n + 71 < 86 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n = 1; Y \text{ là } CH_3 Cl \\ Z \text{ là } CH_2 Cl_2 \end{cases}$$

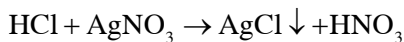
+ Phương trình phản ứng :



$$\text{mol: } x \quad \rightarrow \quad x \quad \rightarrow \quad x$$



$$\text{mol: } y \quad \rightarrow \quad y \quad \rightarrow \quad 2y$$



$$\text{mol: } x + 2y \quad \rightarrow \quad x + 2y$$

Theo các phản ứng và giả thiết, ta có :

$$\begin{cases} n_{CH_4} = x + y = 0,5 \\ n_{AgCl} = x + 2y = 0,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = 0,1 \\ x = 0,4 \end{cases} \Rightarrow \frac{n_Y}{n_Z} = \frac{0,4}{0,1} = \boxed{4}$$

Ví dụ 7: Cho ankan X tác dụng với clo (as), thu được 26,5 gam hỗn hợp các dẫn xuất clo (monoclo và điclo). Khí HCl bay ra được hấp thụ hoàn toàn bằng nước, sau đó trung hòa bằng dung dịch NaOH, thấy tốn hết 500 ml dung dịch NaOH 1M. Xác định công thức của X?

- A. C_2H_6 .** B. C_4H_{10} . C. C_3H_8 . D. CH_4 .

Phân tích và hướng dẫn giải

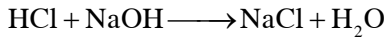
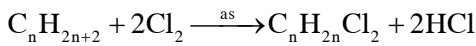
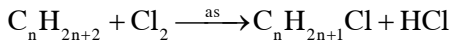
+ Để tìm X ta cần tìm số nguyên tử C của nó.

+ Với cách tư duy thông thường : Đặt công thức của hai dẫn xuất monoclo và điclo lần lượt là $C_n H_{2n+1} Cl$ (x mol) và $C_n H_{2n} Cl_2$ (y mol). Sau đó thiết lập được hai phương trình toán học liên quan đến khối lượng của hai dẫn xuất và số mol NaOH phản ứng.

+ Một hệ toán học gồm 2 phương trình và ba ẩn số (x, y, n) thì không thể tìm được kết quả.

+ Như vậy việc cố gắng tìm chính xác giá trị n là không thể, nên ta tư duy theo hướng tìm khoảng giới hạn của n.

+ Phương trình phản ứng:



• Giả sử phản ứng chỉ tạo ra $C_n H_{2n+1} Cl$, suy ra:

$$+ \begin{cases} n_{HCl} = n_{NaOH} = 0,5 \\ n_{C_n H_{2n+1} Cl} = n_{HCl} = 0,5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M_{C_n H_{2n+1} Cl} = \frac{26,5}{0,5} = 53 \\ n = 1,179 \end{cases}$$

• Giả sử phản ứng chỉ tạo ra $C_n H_{2n} Cl_2$, suy ra:

$$+ \begin{cases} n_{HCl} = n_{NaOH} = 0,5 \\ n_{C_n H_{2n} Cl_2} = 0,5 n_{HCl} = 0,25 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M_{C_n H_{2n} Cl_2} = \frac{26,5}{0,25} = 106 \\ n = 2,5 \end{cases}$$

+ Suy ra $1,1785 \leq n \leq 2,5 \Rightarrow n = 2$; X là $C_2 H_6$

II. Phản ứng tách (phản ứng crackinh, tách hiđro)

Phương pháp giải

Khi làm các bài tập liên quan đến phản ứng crackinh, phản ứng tách hiđro thì cần chú ý những điều sau:

+ Trong phản ứng khối lượng được bảo toàn, từ đó suy ra:

$$n_{\text{Ankan}} \cdot M_{\text{Ankan}} = n_{\text{hỗn hợp sau phản ứng}} \cdot \overline{M}_{\text{hỗn hợp sau phản ứng}}$$

+ Khi crackinh ankan $C_3 H_8$, $C_4 H_{10}$ (có thể kèm theo phản ứng tách hiđro tạo ra anken) thì:

Số mol hỗn hợp sản phẩm luôn gấp 2 lần số mol ankan phản ứng. Vì vậy ta suy ra, nếu có x mol ankan tham gia phản ứng thì sau phản ứng số mol khí tăng lên x mol.

+ Đối với các ankan có từ 5C trở lên do các ankan sinh ra lại có thể tiếp tục tham gia phản ứng crackinh nên số mol hỗn hợp sản phẩm luôn ≥ 2 lần số mol ankan phản ứng.

+ Đối với phản ứng crackinh ankan, dù phản ứng xảy ra hoàn toàn hay không hoàn toàn, ta luôn có:

$$n_{\text{ankan pư}} = n_{\text{ankan sp}}$$

+ Đối với phản ứng tách hiđro từ ankan thì: Số mol H_2 tạo thành = Số mol khí tăng lên sau phản ứng = Số mol hỗn hợp sau phản ứng - số mol ankan ban đầu.

► Các ví dụ minh họa ◀

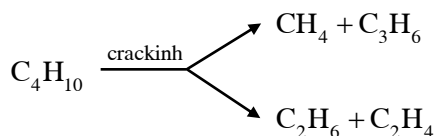
1. Tính lượng chất trong phản ứng

Ví dụ 1: Tiến hành crackinh 10 lít khí butan, sau phản ứng thu được 18 lít hỗn hợp khí X gồm etan, metan, eten, propilen, butan (các khí đo cùng điều kiện). Hiệu suất của quá trình crackinh là

- A. 60%. B. 70%. **C. 80%.** D. 90%.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Phản ứng crackinh butan:



+ Từ phản ứng ta thấy:

$$\begin{cases} n_{\text{sản phẩm}} = 2n_{C_4 H_{10} \text{ pư}} \Rightarrow n_{C_4 H_{10} \text{ pư}} = n_{\text{khí tăng lên}} = n_{\text{hh spư}} - n_{\text{ankan bd}} \\ V_{\text{sản phẩm}} = 2V_{C_4 H_{10} \text{ pư}} \Rightarrow V_{C_4 H_{10} \text{ pư}} = V_{\text{khí tăng lên}} = V_{\text{hh spư}} - V_{\text{ankan bd}} \end{cases} (*)$$

+ Khi crackinh propan ta có kết quả tương tự.

+ Áp dụng vào ví dụ này ta có :

$$+ \begin{cases} V_{C_4H_{10} \text{ pư}} = x \\ V_{\text{sp}} = 2V_{C_4H_{10} \text{ pư}} = 2x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_{\text{tăng}} = x \\ V_{\text{hỗn hợp X}} = 10 + x = 18 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 8 \\ H = \frac{8}{10} = 80\% \end{cases}$$

Ta sẽ tiếp tục sử dụng kết quả (*) để giải quyết các ví dụ : 2 – 8.

Ví dụ 2: Thực hiện crackinh V lít khí butan, thu được 1,75V lít hỗn hợp khí gồm 5 hidrocarbon. Hiệu suất phản ứng crackinh butan là (biết các khí đo cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất):

- A.** 80%. **B.** 25%. **C. 75%.** **D.** 50%.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \begin{cases} V_{C_4H_{10} \text{ pư}} = V_{\text{khí tăng}} = 1,75V - 1V = 0,75V \\ H = \frac{V_{C_4H_{10} \text{ pư}}}{V_{C_4H_{10} \text{ bd}}} = \frac{0,75V}{V} = 75\% \end{cases}$$

Ví dụ 3: Một bình kín chứa 3,584 lít một ankan (ở 0°C và 1,25atm). Đun nóng để xảy ra phản ứng cracking, rồi đưa nhiệt độ bình về 136,5°C thì áp suất đo được là 3atm. Hiệu suất của phản ứng cracking là :

- A. 60%.** **B.** 20%. **C.** 40%. **D.** 80%.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \begin{cases} n_{\text{ankan pư}} = n_{\text{khí tăng}} = n_{\text{spư}} - n_{\text{tpư}} = \frac{3,584.3}{0,082.(136,5 + 273)} - \frac{3,584.1,25}{0,082.273} = 0,12 \\ H = \frac{0,12}{0,2} . 100\% = 60\% \end{cases}$$

Ví dụ 4: Crackinh C₄H₁₀ (A) thu được hỗn hợp sản phẩm B gồm 5 hidrocarbon có khối lượng mol trung bình là 32,65 gam/mol. Hiệu suất phản ứng crackinh là :

- A. 77,64%.** **B.** 38,82%. **C.** 17,76%. **D.** 16,325%.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \begin{cases} n_{C_4H_{10} \text{ bd}} = 1 \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{khí tăng}} = n_{C_4H_{10} \text{ pư}} = 0,01x \\ n_B = n_{C_4H_{10} \text{ bd}} + n_{\text{tăng}} = 1 + 0,01x \end{cases} \\ + m_A = m_B \Rightarrow 58 = (1 + 0,01x).32,65 \Rightarrow x = 77,64 \Rightarrow H = 77,64\% \end{cases}$$

Ví dụ 5: Cracking 8,8 gam propan thu được hỗn hợp A gồm H₂, CH₄, C₂H₄, C₃H₆ và một phần propan chưa bị crackinh. Biết hiệu suất phản ứng là 90%. Khối lượng phân tử trung bình của A là :

- A.** 39,6. **B. 23,16.** **C.** 2,315. **D.** 3,96.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \begin{cases} n_{C_3H_8 \text{ pư}} = \frac{8,8.90\%}{44} = 0,18 \\ n_{\text{khí tăng}} = n_{C_3H_8 \text{ pư}} = 0,18 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_A = n_{C_3H_8 \text{ bd}} + n_{\text{khí tăng}} = 0,38 \\ M_A = \frac{m_A}{n_A} = \frac{m_{C_3H_8 \text{ bd}}}{n_A} = \frac{8,8}{0,38} = 23,16 \end{cases}$$

Ví dụ 6: Crackinh n-butan thu được 35 mol hỗn hợp A gồm H₂, CH₄, C₂H₄, C₂H₆, C₃H₆, C₄H₈ và một phần butan chưa bị crackinh. Giả sử chỉ có các phản ứng tạo ra các sản phẩm trên. Cho A qua bình nước brom dư thấy còn lại 20 mol khí. Nếu đốt cháy hoàn toàn A thì thu được x mol CO₂.

- a. Hiệu suất phản ứng tạo hỗn hợp A là :
A. 57,14%. **B.** 75,00%. **C.** 42,86%. **D.** 25,00%.
- b. Giá trị của x là :
A. 140. **B.** 70. **C.** 80. **D.** 40.

Phân tích và hướng dẫn giải

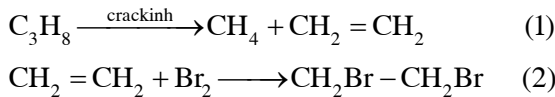
$$+ \begin{cases} n_{C_4H_{10} \text{ pư}} = n_{(CH_4, C_2H_6) \text{ tạo thành}} = n_{(C_3H_6, C_2H_4) \text{ tạo thành}} = n_{\text{khí giảm}} = 15 \\ n_{C_4H_{10} \text{ dư}} = 20 - 15 = 5; H = \frac{15}{15 + 5} \cdot 100\% = \boxed{75\%} \\ + n_{CO_2} = n_{C \text{ trong A}} = n_{C \text{ trong } C_4H_{10} \text{ bd}} = 4 \cdot 80 = \boxed{80 \text{ mol}} \end{cases}$$

Ví dụ 7: Crackinh hoàn toàn 6,6 gam propan, thu được hỗn hợp X gồm hai hidrocarbon. Dẫn toàn bộ X qua bình đựng 400 ml dung dịch brom a mol/l, thấy khí thoát ra khỏi bình có tỉ khối so metan là 1,1875. Giá trị a là :

- A.** 0,5M. **B.** 0,25M. **C.** 0,175M. **D.** 0,1M.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Bản chất của phản ứng :

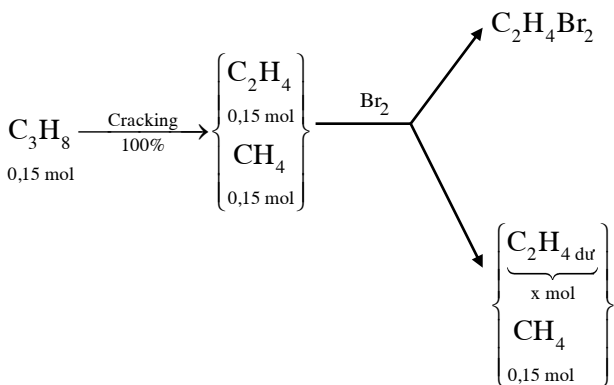


+ Như vậy để tính a ta cần tính số mol C₂H₄ tham gia phản ứng.

+ Biết số mol C₃H₈ ban đầu và hiệu suất phản ứng là 100% nên dễ dàng tìm được số mol C₂H₄ và số mol CH₄ sinh ra ở (1).

+ Hỗn hợp khí thoát ra khỏi bình Br₂ có CH₄ và C₂H₄ dư. Khối lượng mol trung bình của hỗn hợp này đã biết nên sẽ tính được mol C₂H₄ dư. Từ đó sẽ tính được số mol C₂H₄ phản ứng với Br₂ và tính được a.

+ Sơ đồ phản ứng :



$$+ \begin{cases} n_{Br_2} = n_{C_2H_4 \text{ pư}} = 0,15 - x \\ \bar{M}_{\text{khí thoát ra khỏi bình } Br_2} = \frac{28x + 0,15 \cdot 16}{0,15 + x} = 1,1875 \cdot 16 \Rightarrow \begin{cases} x = 0,05; n_{Br_2} = 0,1 \\ a = \frac{0,1}{0,4} = 0,25M \end{cases} \end{cases}$$

Ví dụ 8: Crackinh 4,4 gam propan được hỗn hợp X (gồm 3 hidrocarbon). Dẫn X qua nước brom dư thấy khí thoát ra (Y) có tỉ khối so với H₂ là 10,8. Hiệu suất crackinh là :

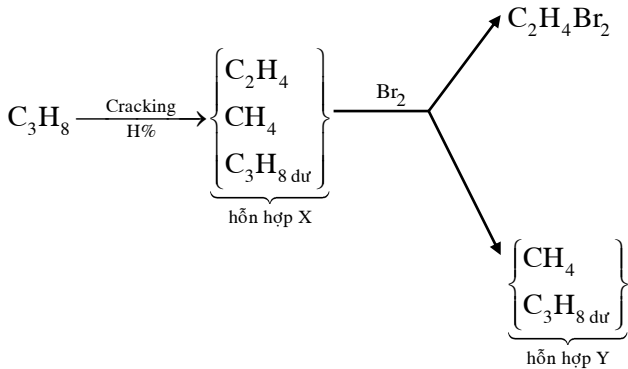
- A.** 90%. **B.** 80%. **C.** 75%. **D.** 60%.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Hỗn hợp X gồm C₃H₈ dư, CH₄ và C₂H₄; hỗn hợp Y gồm C₃H₈ dư và CH₄.

+ Dễ thấy $n_{CH_4 \text{ tạo thành}} = n_{C_3H_8 \text{ pư}}$, từ đó suy ra $n_{(C_3H_8 \text{ dư}, CH_4)} = n_{C_3H_8 \text{ bd}}$. Mặt khác, lại biết khối lượng mol trung bình của Y nên sẽ tìm được số mol các chất trong Y và suy ra hiệu suất của phản ứng.

+ Sơ đồ phản ứng :



$$+ \begin{cases} n_{CH_4} = n_{C_3H_8 \text{ pư}} = x \\ n_{C_3H_8 \text{ dư}} = y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_Y = x + y = 0,1 \\ M_Y = \frac{16x + 44y}{0,1} = 21,8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,08; y = 0,02 \\ H = \frac{0,08}{0,1} \cdot 100\% = \boxed{80\%} \end{cases}$$

Ta sẽ tiếp tục sử dụng kết quả $n_{\text{ankan sp}} = n_{\text{ankan pư}}$ để giải quyết ví dụ 9.

Ví dụ 9*: Khi crackinh nhiệt đối với 1 mol octan, thu được hỗn hợp X gồm CH₄ 15%; C₂H₄ 50%; C₃H₆ 25% còn lại là C₂H₆, C₃H₈, C₄H₁₀ (theo thể tích). Thể tích dung dịch Br₂ 1M cần phản ứng vừa hỗn hợp X là
A. 4 mol. **B.** 1 mol. **C.** 2 mol. **D.** 3 mol.

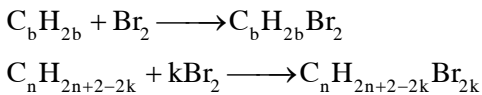
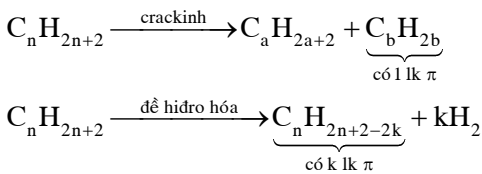
Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \begin{cases} \%n_{(CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10})} = 25\%n_X \\ n_{(CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10})} = n_{C_8H_{18}} = 1 \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_X = 4; n_{(C_2H_4, C_3H_6)} = 3 \text{ mol} \\ n_{Br_2} = n_{(C_2H_4, C_3H_6)} = \boxed{3 \text{ mol}} \end{cases}$$

Ví dụ 10*: Crackinh hoàn toàn một thể tích ankan X thu được 5 thể tích hỗn hợp Y. Lấy 5,6 lít Y (đktc) làm mất màu vừa đủ dung dịch chứa a mol Br₂. Giá trị của a là:
A. 0,2. **B.** 0,15. **C.** 0,25. **D.** 0,1.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Bản chất phản ứng :



+ Suy ra : $n_{\text{khí tăng}} = n_{\text{liên kết } \pi} = n_{Br_2 \text{ pư}}$

+ Áp dụng vào ví dụ này ta có :

$$+ \begin{cases} n_Y = 0,25 \\ n_X = 0,05 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{liên kết } \pi} = n_{\text{khí tăng}} = 0,2 \\ n_{Br_2} = n_{\text{liên kết } \pi} = \boxed{0,2} \end{cases}$$

Ta sẽ tiếp tục sử dụng kết quả $n_{\text{khí tăng}} = n_{\text{liên kết } \pi} = n_{Br_2 \text{ pư}}$ cho ví dụ 11.

Ví dụ 11*: Cho etan qua xúc tác (ở nhiệt độ cao) thu được một hỗn hợp X gồm etan, etilen, axetilen và H₂. Tỉ khối của hỗn hợp X đối với etan là 0,4. Hãy cho biết nếu cho 0,4 mol hỗn hợp X qua dung dịch Br₂ dư thì số mol Br₂ đã phản ứng là bao nhiêu ?

- A. 0,24 mol.** **B. 0,16 mol.** **C. 0,40 mol.** **D. 0,32 mol.**

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \begin{cases} m_{C_2H_6 \text{ bd}} = m_X \\ d_{X/C_2H_6} = 0,4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{C_2H_6 \text{ bd}} \cdot M_{C_2H_6} = n_X \cdot \bar{M}_X \\ \bar{M}_X = 0,4 M_{C_2H_6} \end{cases} \Rightarrow n_X = \frac{n_{C_2H_6 \text{ bd}} \cdot M_{C_2H_6}}{0,4 M_{C_2H_6}} = 2,5 n_{C_2H_6 \text{ bd}}$$

$$+ \begin{cases} n_X = 0,4 \\ n_{C_2H_6 \text{ bd}} = 0,16 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{liên kết } \pi \text{ trong X}} = n_{\text{khí tăng}} = 0,24 \\ n_{Br_2} = n_{\text{liên kết } \pi \text{ trong X}} = \boxed{0,24} \end{cases}$$

Tiếp theo ta sẽ nghiên cứu một số bài tập về phản ứng crackinh hay và khó !

Ví dụ 12*: Cho một ankan X có công thức C₇H₁₆, crackinh hoàn toàn X thu được hỗn hợp khí Y chỉ gồm ankan và anken. Tỉ khối hơi của Y so với H₂ có giá trị trong khoảng nào sau đây?

- A. 12,5 đến 25,0.** **B. 10,0 đến 12,5.**
C. 10,0 đến 25,0. **D. 25,0 đến 50,0.**

(Đề thi chọn học sinh giỏi tỉnh Thái Bình, năm 2015)

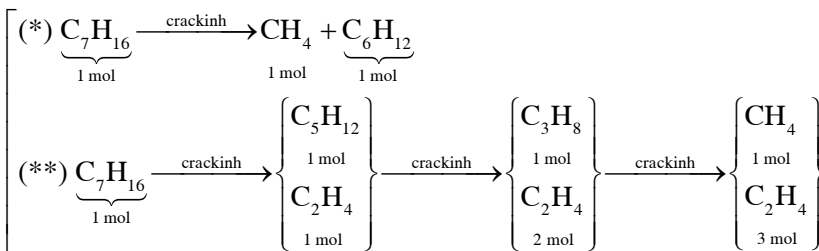
Phân tích và hướng dẫn giải

+ Chọn $n_{C_7H_{16}} = 1 \Rightarrow m_Y = m_{C_7H_{16}} = 100 \text{ gam.}$

+ Crackinh hoàn toàn C₇H₁₆ thì $\begin{cases} n_{Y(\text{min})} = 2n_{C_7H_{16}} = 2 \text{ mol (*)} \\ n_{Y(\text{max})} = 4n_{C_7H_{16}} = 4 \text{ mol (**)} \end{cases}$

+ Suy ra : $2 \leq n_Y \leq 4 \Rightarrow \frac{100}{4} \leq \bar{M}_Y \leq \frac{100}{2} \Rightarrow \boxed{12,5 \leq d_{Y/H_2} \leq 25}$

PS : Các trường hợp (*) và (**) xảy ra khi :



Ví dụ 13*: Tiến hành nhiệt phân hỗn hợp gồm pentan và octan (có tỉ lệ mol là 1 : 1) thu được hỗn hợp Y (Giả sử chỉ xảy ra phản ứng crackinh ankan với hiệu suất 100%). Khối lượng mol của hỗn hợp Y (\bar{M}_Y) là:

- A. $26,57 \leq \bar{M}_Y \leq 46,5$.** **B. $23,25 \leq \bar{M}_Y \leq 46,5$.**
C. $\bar{M}_Y = 46,5$. **D. $23,5 \leq \bar{M}_Y \leq 26,57$.**

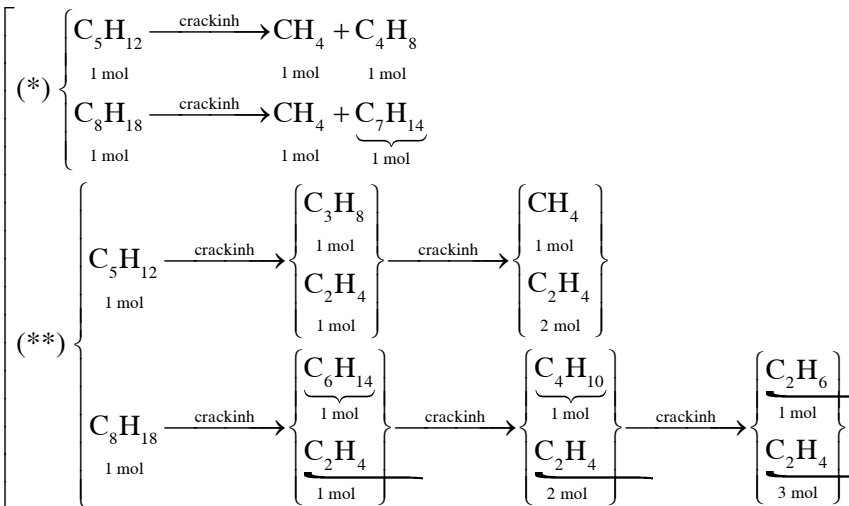
Phân tích và hướng dẫn giải

+ Trong X, ta chọn : $\begin{cases} n_{C_5H_{12}} = 1 \text{ mol}; n_{C_8H_{18}} = 1 \text{ mol} \\ m_Y = m_X = 186 \end{cases}$

+ Crackinh hoàn toàn X thì $\begin{cases} n_{Y(\text{min})} = 2n_{C_5H_{12}} + 2n_{C_8H_{18}} = 4 \text{ mol (*)} \\ n_{Y(\text{max})} = 3n_{C_5H_{12}} + 4n_{C_8H_{18}} = 7 \text{ mol (**)} \end{cases}$

+ Suy ra : $4 \leq n_Y \leq 7 \Rightarrow \frac{186}{7} = 26,57 \leq \bar{M}_Y \leq \frac{186}{4} = 46,5$

PS : Các trường hợp (*) và (**) xảy ra khi :



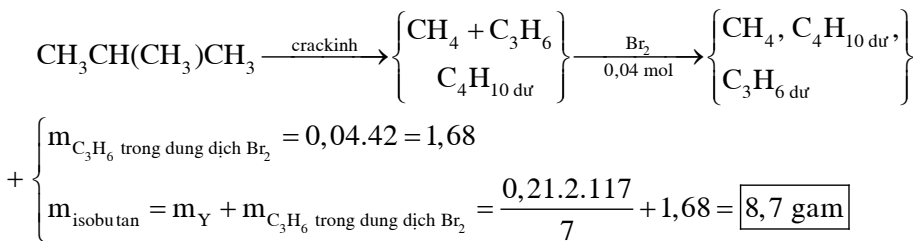
Ví dụ 14*: Thực hiện phản ứng crackinh m gam isobutan, thu được hỗn hợp X chỉ có các hidrocarbon. Dẫn hỗn hợp X qua dung dịch chứa 6,4 gam brom, thấy brom phản ứng hết và có 4,704 lít hỗn hợp khí Y (đktc) thoát ra. Tỷ khối hơi của Y so với H₂ là $\frac{117}{7}$. Giá trị của m là

- A. 8,12. B. 10,44. **C. 8,70.** D. 9,28.

(Đề thi thử chọn HSG tỉnh Thái Bình, năm 2013)

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Sơ đồ phản ứng :

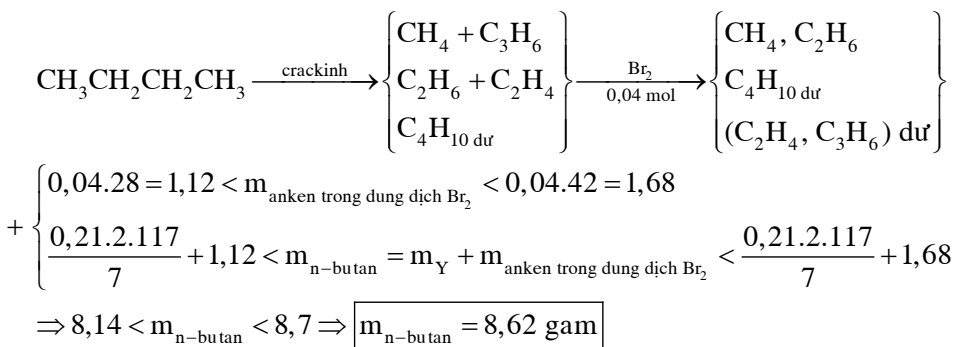


Ví dụ 15*: Thực hiện phản ứng crackinh m gam n-butan, thu được hỗn hợp X chỉ có các hidrocarbon. Dẫn hỗn hợp X qua dung dịch chứa 6,4 gam brom, thấy brom phản ứng hết và có 4,704 lít hỗn hợp khí Y (đktc) thoát ra. Tỷ khối hơi của Y so với H₂ là $\frac{117}{7}$. Giá trị của m là

- A. 8,12. B. 10,44. **C. 8,620.** D. 9,28.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Sơ đồ phản ứng :



2. Tìm công thức của ankan

+ Để tìm công thức của ankan ta có các hướng tư duy sau : Tìm chính xác số nguyên tử C hoặc tìm khoảng giới hạn số nguyên tử C của nó. Dưới đây là các ví dụ minh họa.

Ví dụ 16: Crackinh 1 ankan A thu được hỗn hợp sản phẩm B gồm 5 hidrocarbon có khối lượng mol trung bình là 36,25 gam/mol, hiệu suất phản ứng là 60%. Công thức phân tử của A là (biết rằng số mol khí sinh ra khi crackinh ankan gấp đôi số mol của nó):

- A. C₄H₁₀.** **B. C₃H₁₂.** **C. C₃H₈.** **D. C₂H₆.**

Phân tích và hướng dẫn giải

- + Nếu biết khối lượng mol của A ta sẽ tìm được công thức của nó.
- + Dựa vào tính chất và hiệu suất của phản ứng, ta tìm được mối liên hệ giữa số mol khí trước và sau phản ứng.
- + Mặt khác, khối lượng mol của B đã biết nên dựa vào sự bảo toàn khối lượng ta tìm được khối lượng mol của A.

$$+ \begin{cases} \text{A là } C_nH_{2n+2} \\ n_{C_nH_{2n+2} \text{ bd}} = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{C_nH_{2n+2} \text{ pư}} = 0,6 \\ n_B = n_{C_nH_{2n+2} \text{ bd}} + n_{\text{tăng}} = 1 + 0,6 = 1,6 \end{cases}$$

$$+ m_A = m_B \Rightarrow M_A = \frac{M_B \cdot n_B}{n_A} = \frac{36,25 \cdot 1,6}{1} = 58 \Rightarrow \boxed{\text{A là } C_4H_{10}}$$

Ví dụ 17: Hỗn hợp X gồm ankan A và H₂, có tỉ khối hơi của X so với H₂ là 29. Nung nóng X để crackinh hoàn toàn A, thu được hỗn hợp Y có tỉ khối hơi so với H₂ là 145/9. Xác định công thức phân tử của A (biết rằng số mol khí sinh ra khi crackinh ankan gấp đôi số mol của nó).

- A. C₃H₈.** **B. C₆H₁₄.** **C. C₄H₁₀.** **D. C₅H₁₂.**

Phân tích và hướng dẫn giải

- + Dựa vào khối lượng mol của X, Y và sự bảo toàn khối lượng, ta tìm được tỉ lệ mol của chúng. Suy ra số mol khí tăng, từ đó tìm được số mol A, H₂ trong hỗn hợp ban đầu. Đến đây thì việc tìm khối lượng mol của ankan là hết sức đơn giản.

$$+ m_X = m_Y \Rightarrow \frac{n_X}{n_Y} = \frac{M_Y}{M_X} = \frac{145}{29 \cdot 9} = \frac{5}{9} \Rightarrow \text{Chọn } \begin{cases} n_X = 5 \\ n_Y = 9 \end{cases} \Rightarrow n_{\text{khí tăng}} = 4 \text{ mol.}$$

$$+ \begin{cases} n_{\text{khí tăng}} = n_{C_nH_{2n+2}} = 4 \\ \frac{4 \cdot M_{\text{ankan}} + 1 \cdot 2}{5} = 29,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M_{\text{ankan}} = 72 \\ \boxed{\text{Ankan là } C_3H_{12}} \end{cases}$$

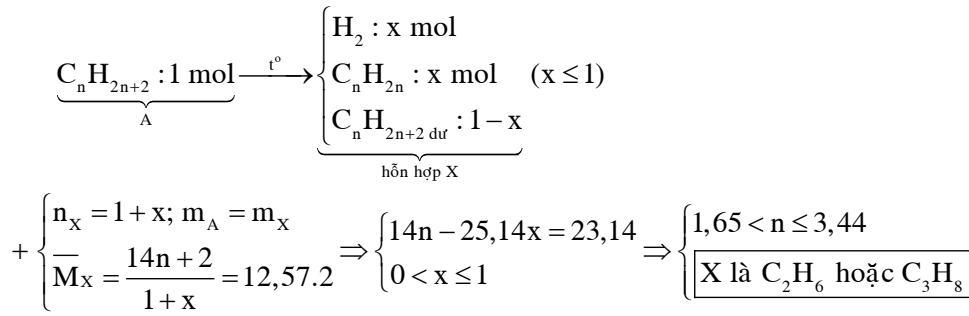
Ví dụ 18*: Khi đun nóng một ankan A để tách một phân tử hidro, thu được hỗn hợp X có tỉ khối so với hidro bằng 12,57. Công thức phân tử của ankan A là:

- A. Chỉ C₂H₆.** **B. Chỉ C₄H₁₀.**
C. C₂H₆ hoặc C₃H₈. **D. C₃H₈ hoặc C₄H₁₀.**

Phân tích và hướng dẫn giải

- + Giả thiết không cho biết phản ứng xảy ra hoàn toàn hay không. Vì thế hỗn hợp X chắc chắn có H₂ và anken, ngoài ra có thể còn ankan dư.
- + Nếu chọn số mol của ankan ban đầu là 1 mol và số mol của ankan phản ứng là x mol, ta sẽ có số mol của các chất trong hỗn hợp X (tất nhiên là theo ẩn x).
- + Dựa vào khối lượng mol trung bình của X, ta có phương trình 2 ẩn số (số nguyên tử C và số mol của A). Do đó, không thể tìm được chính xác số nguyên tử C của A. Nhưng ta có thể đi theo hướng khác, đó là tìm khoảng giới hạn số nguyên tử C của A.

+ Sơ đồ phản ứng :



III. Phản ứng oxi hóa ankan

Phương pháp giải

Khi làm bài tập liên quan đến phản ứng đốt cháy ankan cần lưu ý những điều sau :

1. Đốt cháy một ankan hay hỗn hợp các ankan thì

$$n_{\text{ankan}} = n_{H_2O} - n_{CO_2} \quad (\text{đã xây dựng ở câu 4d - phần A})$$

$$2n_{O_2 \text{ pư}} = 2n_{CO_2} + n_{H_2O} \quad (\text{BT O})$$

$$m_{\text{ankan}} + 32n_{O_2 \text{ pư}} = 44n_{CO_2} + 18n_{H_2O} \quad (\text{BTKL})$$

$$m_{\text{ankan}} = m_C + m_H \quad (\text{BTKL})$$

$$(4C_{\text{ankan}} + H_{\text{ankan}})n_{\text{ankan}} = 4n_{O_2} \quad (\text{BT E})$$

$$n_{\text{ankan}} \cdot C_{\text{ankan}} \text{ hoặc } n_{\text{ankan}} \cdot \overline{C}_{\text{ankan}} = n_{CO_2} \quad (\text{BT C})$$

2. Khi gặp bài tập liên quan đến hỗn hợp các ankan thì nên sử dụng phương pháp trung bình: Thay hỗn hợp các ankan bằng một ankan $C_n H_{2n+2}$ dựa vào giả thiết để tính toán số C trung bình (tính giá trị \overline{n}) rồi căn cứ vào tính chất của giá trị trung bình để suy ra kết quả cần tìm. Giả sử có hỗn hợp hai ankan có số cacbon tương ứng là n và m (n < m), số cacbon trung bình là \overline{n} thì ta luôn có $n < \overline{n} < m$.

► Các ví dụ minh họa ◀

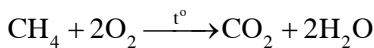
1. Tính lượng chất trong phản ứng

Ví dụ 1: Khi đốt cháy hoàn toàn 7,84 lít hỗn hợp khí gồm CH₄, C₂H₆, C₃H₈ (đktc) thu được 16,8 lít khí CO₂ (đktc) và a gam H₂O. Giá trị của a là :

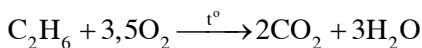
- A. 6,3. B. 13,5. C. 18,0. **D. 19,8.**

Phân tích và hướng dẫn giải

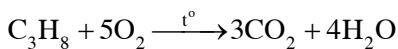
• **Cách 1 :** Tính theo phương trình phản ứng



$$\text{mol: } x \quad \rightarrow \quad x \quad \rightarrow \quad 2x$$



$$\text{mol: } y \quad \rightarrow \quad 2y \quad \rightarrow \quad 3y$$



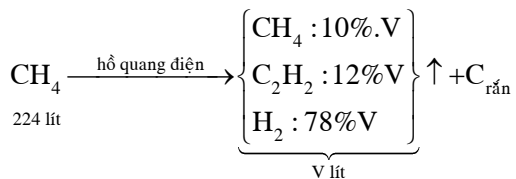
$$\text{mol: } x \quad \rightarrow \quad 3z \quad \rightarrow \quad 4z$$

$$+ \text{ Suy ra: } \begin{cases} n_{\text{ankan}} = x + y + z = 0,35 \\ n_{CO_2} = x + 2y + 3z = 0,75 \end{cases} \begin{cases} n_{H_2O} = 2x + 3y + 4z = n_{\text{ankan}} + n_{CO_2} = 1,1 \\ m_{H_2O} = 1,1 \cdot 18 = \boxed{19,8 \text{ gam}} \end{cases}$$

• **Nhận xét :** Sau khi viết phương trình và thiết lập biểu thức toán học đối với số mol ankan, CO₂, H₂O, một lần nữa ta có kết quả

+ Nhận thấy : H trong metan chuyển hết vào các chất trong A. Mặt khác, mối liên hệ về thể tích của các chất trong A đã biết, vì thế ta nghĩ đến việc áp dụng bảo toàn nguyên tố H để giải quyết bài toán này.

+ Sơ đồ phản ứng :



+ Theo bảo toàn H, ta có: $224 \cdot 4 = 0,1V \cdot 4 + 0,12V \cdot 4 + 0,78V \cdot 2 \Rightarrow V = 407,27 \text{ lít}$

Ví dụ 6: Hỗn hợp khí A gồm etan và propan. Đốt cháy hỗn hợp A thu được khí CO₂ và hơi H₂O theo tỉ lệ thể tích 11 : 15.

a. Thành phần % theo thể tích của hỗn hợp là :

A. 18,52%; 81,48%. **B.** 45%; 55%.

C. 28,13%; 71,87%. **D.** 25%; 75%.

b. Thành phần % theo khối lượng của hỗn hợp là :

A. 18,52%; 81,48%. **B.** 45%; 55%.

C. 28,13%; 71,87%. **D.** 25%; 75%.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Tuy không biết số mol của CO₂ và H₂O, nhưng dựa vào tỉ lệ mol của chúng ta sẽ chọn được một trường hợp cụ thể. Từ đó sử dụng mối liên hệ giữa số mol CO₂, H₂O, ankan và bảo toàn nguyên tố C để giải quyết bài toán.

$$+ \text{Chọn} \begin{cases} n_{\text{CO}_2} = 11 \\ n_{\text{H}_2\text{O}} = 15 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{C}_2\text{H}_6} + n_{\text{C}_3\text{H}_8} = 15 - 11 = 4 \\ 2n_{\text{C}_2\text{H}_6} + 3n_{\text{C}_3\text{H}_8} = n_{\text{CO}_2} = 11 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{C}_2\text{H}_6} = 1 \\ n_{\text{C}_3\text{H}_8} = 3 \end{cases}$$

$$+ \left\{ \begin{array}{l} \%n_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{1}{4} = 25\% \\ \%n_{\text{C}_3\text{H}_8} = 75\% \end{array} \right\}; \left\{ \begin{array}{l} \%m_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{30}{30 + 3 \cdot 44} = 18,52\% \\ \%m_{\text{C}_3\text{H}_8} = 81,48\% \end{array} \right\}$$

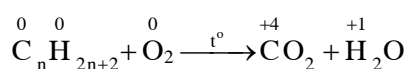
Ví dụ 7: đơn giản ta xem xăng là hỗn hợp các đồng phân của hexan và không khí gồm 80% N₂ và 20% O₂ (theo thể tích). Tỉ lệ thể tích xăng (hơi) và không khí cần lấy là bao nhiêu để xăng được cháy hoàn toàn trong các động cơ đốt trong ?

A. 1 : 9,5. **B.** 1 : 47,5. **C.** 1 : 48. **D.** 1 : 50.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Phản ứng đốt cháy ankan là phản ứng oxi hóa – khử, nên ta có thể dùng bảo toàn electron để tìm mối liên hệ giữa số mol của ankan với số mol của O₂.

+ Coi số oxi hóa của C và H trong ankan bằng 0. Sơ đồ phản ứng :



Theo bảo toàn electron, ta có: $(6n + 2)n_{\text{C}_n\text{H}_{2n+2}} = 4n_{\text{O}_2}$

+ Áp dụng cho ví dụ này, ta có :

$$+ \left\{ \begin{array}{l} 38n_{\text{C}_6\text{H}_{14}} = 4n_{\text{O}_2} \\ n_{\text{kk}} = 5n_{\text{O}_2} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{O}_2} = 9,5 \\ n_{\text{kk}} = 47,5 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{n_{\text{C}_6\text{H}_{14}}}{n_{\text{kk}}} = \frac{1}{47,5}$$

Ví dụ 8: Hỗn hợp A (gồm O₂ và O₃) có tỉ khối so với H₂ bằng $\frac{136}{7}$. Hỗn hợp B (gồm etan và propan) có tỉ khối so với H₂ bằng 18,5. Để đốt cháy hoàn toàn 0,2 mol B cần phải dùng V lít A (ở đktc). Giá trị của V là

A. 13,44. **B.** 11,2. **C.** 15,68. **D.** 31,36.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Bản chất của phản ứng là O₂, O₃ oxi hóa hoàn toàn C₂H₆, C₃H₈, tạo ra CO₂ và H₂O.
 + Để thuận lợi cho việc tính toán, ta quy đổi hỗn hợp O₂, O₃ thành nguyên tử O. Dùng bảo toàn electron để tính mol O tham gia phản ứng. Dựa vào bảo toàn khối lượng để tính khối lượng O₂, O₃, sau đó suy ra số mol và thể tích của chúng.

$$+ B: (C_2H_6, C_3H_8) \xrightarrow{\text{quy đổi}} C_nH_{2n+2}; A: (O_2, O_3) \xrightarrow{\text{quy đổi}} O.$$

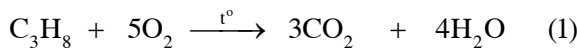
$$+ \begin{cases} n = \frac{18,5 \cdot 2 - 2}{14} = 2,5 \\ 2n_O = (2,5 \cdot 6 + 2)n_{C_nH_{2n+2}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_O = 1,7 \\ m_O = 27,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_{(O_2, O_3)} = 27,2 \\ V_{(O_2, O_3)} = \frac{27,2 \cdot 7 \cdot 22,4}{136 \cdot 2} = 15,68 \text{ lít} \end{cases}$$

Ví dụ 9: Trộn 2 thể tích bằng nhau của C₃H₈ và O₂ rồi bật tia lửa điện đốt cháy hỗn hợp. Sau phản ứng làm lạnh hỗn hợp (để hơi nước ngưng tụ) rồi đưa về điều kiện ban đầu. Thể tích hỗn hợp sản phẩm khí ấy (V₂) so với thể tích hỗn hợp ban đầu (V₁) là :

A. V₂ = V₁. **B.** V₂ > V₁. **C.** V₂ = 0,5V₁. **D.** V₂ : V₁ = 7 : 10.

Phân tích và hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng :



bđ (lít): x → x

pư (lít): $\frac{x}{5}$ ← x → $\frac{3x}{5}$ → $\frac{4x}{5}$

spư (lít): $\frac{4x}{5}$ 0 $\frac{3x}{5}$ $\frac{4x}{5}$

Sau phản ứng hơi nước bị ngưng tụ nên hỗn hợp khí còn lại gồm C₃H₈ và O₂ dư. Ta có :

$$+ \begin{cases} V_1 = V_{C_3H_8} + V_{O_2} = 2x \\ V_2 = V_{C_3H_8 \text{ dư}} + V_{CO_2} = \frac{7x}{5} \end{cases} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{7}{10}$$

Ví dụ 10: Đốt cháy 13,7 ml hỗn hợp A gồm metan, propan và cacbon (II) oxit, ta thu được 25,7 ml khí CO₂ ở cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất. Thành phần % thể tích propan trong hỗn hợp A và khối lượng phân tử trung bình của hỗn hợp A so với nitơ là :

A. 43,8%; bằng 1. **B.** 43,8%; nhỏ hơn 1.
C. 43,8%; lớn hơn 1. **D.** 87,6%; nhỏ hơn 1.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \begin{cases} V_{CH_4} + V_{CO} + V_{C_3H_8} = 13,7 \\ V_{CH_4} + V_{CO} + 3V_{C_3H_8} = 25,7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_{C_3H_8} = 6; V_{(CH_4, CO)} = 7,7 \\ \%V_{C_3H_8} = \frac{6}{13,7} = 43,8\% \end{cases}$$

$$+ \bar{M}_A = \frac{16V_{CH_4} + 44V_{C_3H_8} + 28V_{CO}}{V_{CH_4} + V_{CO} + V_{C_3H_8}} > \frac{16(V_{CH_4} + V_{CO}) + 44V_{C_3H_8}}{V_{CH_4} + V_{CO} + V_{C_3H_8}}$$

$$= \frac{16 \cdot 7,7 + 44 \cdot 6}{13,7} = 28,3 \Rightarrow \frac{\bar{M}_A}{M_{N_2}} = \frac{28,3}{28} > 1$$

Ví dụ 11: Một loại xăng có chứa 4 ankan với thành phần về số mol như sau: 10% heptan, 50% octan, 30% nonan và 10% decan. Cho nhiệt đốt cháy của xăng là 5337,8 kJ/mol, năng lượng giải phóng ra 20% thải vào môi trường, các thể tích khí đo ở 27,3°C và 1atm, các phản ứng xảy ra hoàn toàn. Nếu một xe máy chạy 100 km tiêu thụ hết 2 kg loại xăng nói trên thì thể tích khí cacbonic và nhiệt lượng thải ra môi trường lần lượt là bao nhiêu ?

- A.** 3459 lít và 17852,16 kJ. **B.** 4359 lít và 18752,16 kJ.
C. 3459 lít và 18752,16 kJ. **D.** 3495 lít và 17852,16 kJ.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \left\{ \begin{array}{l} \text{Xăng} \xrightarrow{\text{quy đổi}} \text{C}_n\text{H}_{2n+2} \\ n = 0,1.7 + 0,5.8 + 0,3.9 + 0,1.10 = 8,4 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{C}_n\text{H}_{2n+2}} = \frac{2.1000}{119,6} \\ n_{\text{CO}_2} = \frac{8,4.2.1000}{119,6} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} V_{\text{CO}_2} = \frac{8,4.2.1000.0,082.(273 + 27,3)}{119,6} = \boxed{3459 \text{ lít}} \\ \text{Nhiệt thải ra môi trường} = \frac{2.1000}{119,6} .5337,8.20\% = \boxed{17852,17 \text{ kJ}} \end{array} \right.$$

2. Tìm công thức của ankan

a. Tìm công thức của một ankan

Ví dụ 1: Đốt cháy hoàn toàn m gam hidrocarbon X. Sản phẩm thu được hấp thụ vào nước vôi trong dư thì tạo ra 4 gam kết tủa. Lọc kết tủa, cân lại bình thấy khối lượng bình nước vôi trong giảm 1,376 gam. X có công thức phân tử là :

- A.** CH₄. **B.** C₃H₁₂. **C.** C₃H₈. **D.** C₄H₁₀.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Dựa vào sự bảo toàn nguyên tố C và sự giảm khối lượng của dung dịch nước vôi trong, ta tìm được số mol CO₂ và H₂O. Từ đó tìm được công thức của X.

$$+ \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CaCO}_3} = 0,04 \\ \underbrace{m_{\text{dd giảm}}}_{1,376} = \underbrace{m_{\text{CaCO}_3}}_4 - 44n_{\text{CO}_2} - 18n_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{CO}_2} = 0,04 < n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,048 \\ C_X = \frac{0,04}{0,048 - 0,04} = \boxed{5 (C_5H_{12})} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

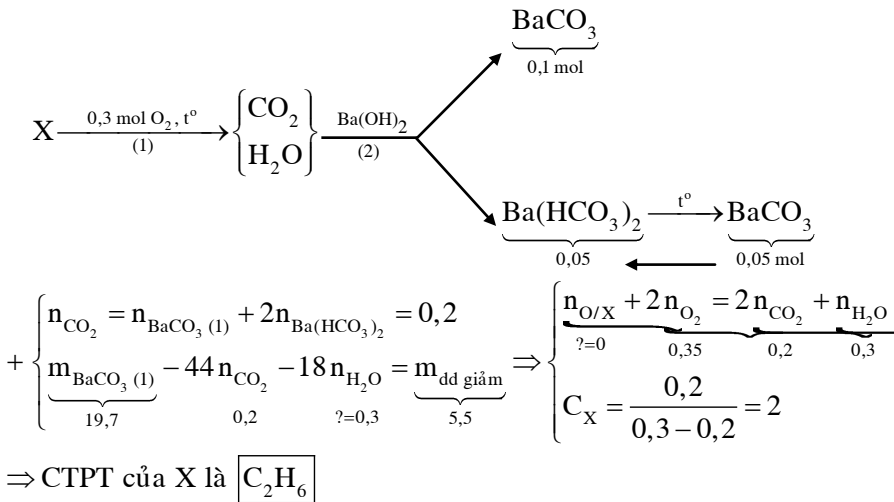
Ví dụ 2: Đốt cháy hoàn toàn một hợp chất hữu cơ X cần 7,84 lít O₂ (đktc). Sản phẩm cháy gồm cháy hấp thụ hết vào bình đựng dung dịch Ba(OH)₂, thấy có 19,7 gam kết tủa xuất hiện và khối lượng dung dịch giảm 5,5 gam. Lọc bỏ kết tủa, đun nóng nước lọc lại thu được 9,85 gam kết tủa nữa. CTPT của X là :

- A.** C₂H₆. **B.** C₂H₆O. **C.** C₂H₆O₂. **D.** C₃H₈.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Dựa vào sự bảo toàn nguyên tố C và sự giảm khối lượng của dung dịch Ba(OH)₂, ta tìm được số mol CO₂ và H₂O. Từ đó tìm được công thức của X.

+ Sơ đồ phản ứng :



Ví dụ 3: Đốt cháy hoàn toàn một hidrocacbon A. Sản phẩm thu được hấp thụ hoàn toàn vào 200 ml dung dịch Ca(OH)₂ 0,2M, thu được 3 gam kết tủa. Lọc bỏ kết tủa, cân lại phần dung dịch thấy khối lượng tăng lên so với ban đầu là 0,28 gam. Hidrocacbon trên có CTPT là :
A. C₃H₁₂. **B. C₂H₆.** **C. C₃H₈.** **D. C₄H₁₀.**

Phân tích và hướng dẫn giải

• Nếu Ca(OH)₂ dư thì

$$\begin{cases} n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CaCO}_3} = 0,03 \\ m_{\text{dd tăng}} = 44n_{\text{CO}_2} + 18n_{\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{CaCO}_3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{A là C}_n\text{H}_{2n+2} \text{ (vì } n_{\text{H}_2\text{O}} > n_{\text{CO}_2}\text{)} \\ n = \frac{0,03}{0,108 - 0,03} = 0,38 \text{ (loại)} \end{cases}$$

• Nếu Ca(OH)₂ phản ứng hết thì

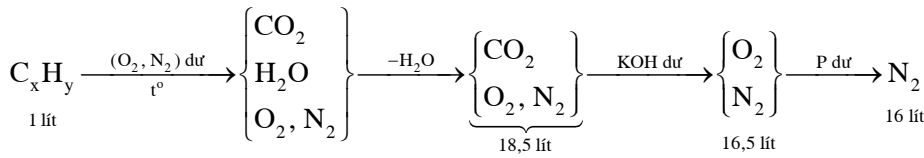
$$\begin{cases} n_{\text{Ca(OH)}_2} = n_{\text{CaCO}_3} + n_{\text{Ca(HCO}_3)_2} \\ n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CaCO}_3} + 2n_{\text{Ca(HCO}_3)_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Ca(HCO}_3)_2} = 0,01; n_{\text{CO}_2} = 0,05 \\ m_{\text{dd tăng}} = 44n_{\text{CO}_2} + 18n_{\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{CaCO}_3} \end{cases} \\
 \Rightarrow \begin{cases} \text{A là C}_n\text{H}_{2n+2} \text{ (vì } n_{\text{H}_2\text{O}} > n_{\text{CO}_2}\text{)} \\ n = \frac{0,05}{0,06 - 0,05} = 5 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\text{A là C}_5\text{H}_{12}}$$

Ví dụ 4: Đốt cháy 1 lít hơi hidrocacbon với một thể tích không khí (lượng dư). Hỗn hợp khí thu được sau khi hơi H₂O ngưng tụ có thể tích là 18,5 lít, cho qua dung dịch KOH dư còn 16,5 lít, cho hỗn hợp khí đi qua ống đựng photpho dư thì còn lại 16 lít. Xác định CTPT của hợp chất trên biết các thể tích khí đo ở cùng điều kiện nhiệt độ, áp suất và O₂ chiếm 1/5 không khí, còn lại là N₂.
A. C₂H₆. **B. C₂H₄.** **C. C₃H₈.** **D. C₂H₂.**

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Khí bị giữ lại trong dung dịch KOH là CO₂, khí bị giữ lại khi đi qua ống đựng P là O₂ dư.

+ Sơ đồ phản ứng :



+ Từ sơ đồ phản ứng, suy ra : $\begin{cases} V_{CO_2} = 2 \text{ lít}; V_{O_2 \text{ dư}} = 0,5 \text{ lít} \\ V_{N_2} = 16 \text{ lít}; V_{O_2 \text{ ban đầu}} = 4 \text{ lít} \end{cases} \Rightarrow V_{O_2 \text{ pư}} = 3,5 \text{ lít}$

+ Ta có: $C_xH_y + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

lít: 1 3,5 2 a

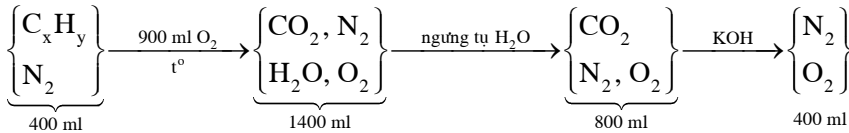
$$\Rightarrow \begin{cases} x = 2 \\ y = 2a \\ 3,5 \cdot 2 = 2 \cdot 2 + a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 2 \\ a = 3 \\ y = 6 \end{cases} \Rightarrow C_xH_y \text{ là } C_2H_6$$

Vi dụ 5: Cho 400 ml một hỗn hợp gồm nitơ và một hiđrocacbon vào 900 ml oxi (dư) rồi đốt. Thể tích hỗn hợp thu được sau khi đốt là 1,4 lít. Sau khi cho nước ngưng tụ còn 800 ml hỗn hợp, người ta cho lội qua dung dịch KOH thấy còn 400 ml khí. Các thể tích khí đều đo ở cùng điều kiện nhiệt độ, áp suất. Công thức phân tử của chất hữu cơ là :

- A. C_3H_8 . B. C_2H_4 . C. C_2H_2 . **D. C_2H_6 .**

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Sơ đồ phản ứng :



$$+ \begin{cases} V_{H_2O} = 600; V_{CO_2} = 400; \\ V_{O_2 \text{ dư}} = 200 \\ V_{O_2 \text{ pư}} = \frac{2V_{CO_2} + V_{H_2O}}{2} = 700 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_{O_2 \text{ dư}} = 200 \\ V_{C_xH_y} = 200 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = \frac{400}{200} = 2; y = \frac{600 \cdot 2}{200} = 6 \\ C_xH_y \text{ là } C_2H_6 \end{cases}$$

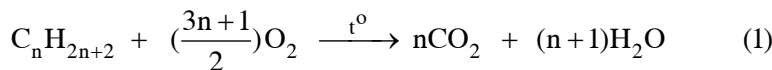
Vi dụ 6: Nạp một hỗn hợp khí có 20% thể tích ankan A (C_nH_{2n+2}) và 80% thể tích O_2 (dư) vào khí nhiên kế. Sau khi cho nổ rồi cho hơi nước ngưng tụ ở nhiệt độ ban đầu thì áp suất trong khí nhiên kế giảm đi 2 lần. Công thức phân tử của ankan A là:

- A. CH_4 . **B. C_2H_6 .** C. C_3H_8 . D. C_4H_{10} .

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Để đơn giản cho việc tính toán ta chọn số mol của A là 1 mol và của O_2 là 4 mol (Vì ankan chiếm 20% và O_2 chiếm 80% về thể tích).

+ Phương trình phản ứng :



bđ (mol): 1 → 4

pư (mol): 1 → $\left(\frac{3n+1}{2}\right)$ → n → (n+1)

spư (mol): 0 → $4 - \left(\frac{3n+1}{2}\right)$ → n → (n+1)

+ Sau phản ứng hơi nước đã ngưng tụ nên chỉ có O_2 dư và CO_2 gây áp suất nên bình chứa.

$$+ \begin{cases} n_{\text{tpư}} = 1 + 4 = 5 \\ n_{\text{spư}} = 4 - \left(\frac{3n+1}{2}\right) + n = (3,5 - 0,5n) \end{cases} ; \text{ vì } T, V = \text{const} \text{ nên } \frac{n_{\text{tpư}}}{n_{\text{spư}}} = \frac{P_{\text{tpư}}}{P_{\text{spư}}}$$

$$\Rightarrow \frac{5}{3,5 - 0,5n} = \frac{P_{\text{tpư}}}{0,5P_{\text{tpư}}} = 2 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow \boxed{\text{A là } C_2H_6}$$

b. Tìm công thức của hỗn hợp ankan

Ví dụ 7: Hỗn hợp khí X gồm 2 hidrocarbon no, mạch hở A và B là đồng đẳng kế tiếp. Đốt cháy X với 64 gam O₂ (dư) rồi dẫn sản phẩm thu được qua bình đựng Ca(OH)₂ dư thu được 100 gam kết tủa. Khí ra khỏi bình có thể tích 11,2 lít ở 0°C và 0,4 atm. Công thức phân tử của A và B là :

- A. CH₄ và C₂H₆. B. C₂H₆ và C₃H₈. C. C₃H₈ và C₄H₁₀. D. C₄H₁₀ và C₅H₁₂.**

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Dựa vào giả thiết và sự bảo toàn nguyên tố O, ta tìm được số mol CO₂ và H₂O. Từ đó tìm được số nguyên tử C trung bình của A, B và suy ra kết quả.

$$+ \begin{cases} n_{O_2 \text{ dư}} = n_{O_2 \text{ bd}} - n_{O_2 \text{ dư}} \\ ? \quad \quad \quad 2 \quad \quad \quad 0,2 \\ 2n_{O_2 \text{ dư}} = 2n_{CO_2} + n_{H_2O} \\ ? \quad \quad \quad 1 \quad \quad \quad ? \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{O_2 \text{ dư}} = 1,8; n_{H_2O} = 1,6 \\ C = \frac{n_{CO_2}}{n_{H_2O} - n_{CO_2}} = 1,667 \end{cases} \Rightarrow \text{X gồm } \boxed{CH_4, C_2H_6}$$

Ví dụ 8: Đốt cháy hoàn toàn hỗn hợp X gồm hai hidrocarbon thuộc cùng dãy đồng đẳng rồi hấp thụ hết sản phẩm cháy vào bình đựng nước vôi trong dư thu được 25 gam kết tủa và khối lượng nước vôi trong giảm 7,7 gam. CTPT của hai hidrocacon trong X là :

- A. CH₄ và C₂H₆. B. C₂H₆ và C₃H₈.
C. C₃H₈ và C₄H₁₀. D. C₄H₁₀ và C₅H₁₂.**

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Dựa vào sự bảo toàn nguyên tố C và sự giảm khối lượng dung dịch nước vôi trong, ta tìm được số mol CO₂ và H₂O. Từ đó tìm được số nguyên tử C trung bình của hai hidrocarbon và suy ra kết quả.

$$+ \begin{cases} n_{CO_2} = n_{CaCO_3} = 0,25 \\ m_{\text{dd giảm}} = m_{CaCO_3} - 44n_{CO_2} - 18n_{H_2O} \\ \underbrace{7,7}_{7,7} \quad \quad \quad \underbrace{25}_{25} \quad \quad \quad 0,25 \quad \quad \quad ? \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{CO_2} = 0,25; n_{H_2O} = 0,35 \\ C = \frac{0,25}{0,35 - 0,25} = 2,5 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{X gồm } C_2H_6 \text{ và } C_3H_8}$$

Ví dụ 9: X là hỗn hợp 2 ankan A và B ở thể khí ở điều kiện thường. Để đốt cháy hết 10,2 gam X cần 25,76 lít O₂ (đktc). Hấp thụ toàn bộ sản phẩm cháy vào nước vôi trong dư được m gam kết tủa.

a. Giá trị m là :

- A. 30,8 gam. B. 70 gam. C. 55 gam. D. 15 gam**

b. Công thức phân tử của A và B không thể là :

- A. CH₄ và C₄H₁₀. B. C₂H₆ và C₄H₁₀. C. C₃H₈ và C₄H₁₀. D. C₃H₈ và C₅H₁₂.**

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \begin{cases} \text{X gồm } C_nH_{2n+2} : x \text{ mol} \\ \text{BT E: } (6n+2)n_{C_nH_{2n+2}} = 4n_{O_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = \frac{10,2}{14n+2} \\ (6n+2)x = 4,6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} nx = 0,7; x = 0,2 \\ n = 3,5 \end{cases}$$

$$+ n_{CaCO_3} = n_{CO_2} = 0,7.100 = \boxed{70 \text{ gam}}$$

+ Vì X là 2 ankan ở thể khí ở điều kiện thường nên số C ≤ 4. Vậy A, B có

$$\text{thể là: } \left\{ \begin{matrix} CH_4 \\ C_4H_{10} \end{matrix} \right\}; \left\{ \begin{matrix} C_2H_6 \\ C_4H_{10} \end{matrix} \right\}; \left\{ \begin{matrix} C_3H_8 \\ C_4H_{10} \end{matrix} \right\} \Rightarrow \boxed{\text{D là đáp án đúng}}$$

Ví dụ 10*: Đốt cháy hoàn toàn a gam hỗn hợp 2 ankan X, Y (X kém Y k nguyên tử C) thì thu được b gam khí CO₂. Khoảng xác định của số nguyên tử C trong phân tử X theo a, b, k là:

$$\text{A. } \frac{b-k(22a-7b)}{22a-7b} < n < \frac{b}{22a-7b} \quad \text{B. } \frac{b-k(22a-7b)}{22a+7b} < n < \frac{b}{22a+7b}$$

$$\text{C. } n = 1,5a = 2,5b - k \quad \text{D. } 1,5a - 2 < n < b + 8.$$

Phân tích và hướng dẫn giải

Đặt công thức phân tử trung bình của hai ankan X và Y là C_nH_{2n+2}.

Theo giả thiết và bảo toàn nguyên tố C, ta có:

$$\begin{cases} m_{X,Y} = (14n+2)x = a \\ m_{CO_2} = nx.44 = b \end{cases} \Rightarrow n = \frac{b}{22a-7b}$$

Gọi n và n+k là số nguyên tử C trong phân tử ankan X, Y, ta có:

$$n < \bar{n} < n+k \Rightarrow n < \frac{b}{22a-7b} < n+k \Rightarrow \boxed{\frac{b-k(22a-7b)}{22a-7b} < n < \frac{b}{22a-7b}}$$

IV. Bài tập liên quan đến nhiều loại phản ứng

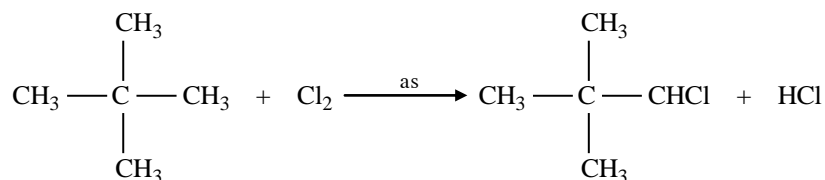
Ví dụ 1: Đốt cháy hoàn toàn một hidrocarbon X, thu được 0,11 mol CO₂ và 0,132 mol H₂O. Khi X tác dụng với khí clo (theo tỉ lệ số mol 1 : 1), thu được một sản phẩm hữu cơ duy nhất. Tên gọi của X là:

- A. 2-metylpropan. B. 2,2-đimetylpropan. C. 2-metylbutan. D. etan.

Phân tích và hướng dẫn giải

$$+ \begin{cases} C_{\text{ankan X}} = \frac{n_{CO_2}}{n_{CO_2} - n_{H_2O}} = 5 \\ X + Cl_2 \longrightarrow \text{đẫn xuất monoclo duy nhất} \end{cases} \Rightarrow \boxed{\text{X là 2,2-đimetylpropan}}$$

+ Phản ứng tạo ra dẫn xuất monoclo duy nhất:

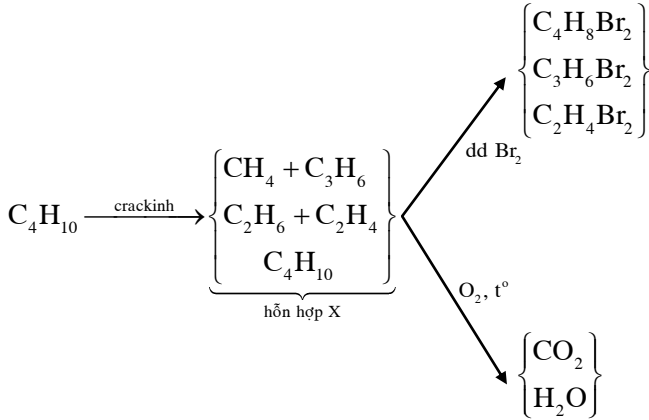


Ví dụ 2: Crackinh m gam butan thu được hỗn hợp khí X (gồm 5 hidrocarbon). Cho toàn bộ X qua bình đựng dung dịch nước brom dư, thấy khối lượng bình brom tăng 5,32 gam và còn lại 4,48 lít (đktc) hỗn hợp khí Y không bị hấp thụ, tỉ khối hơi của Y so với metan bằng 1,9625. Để đốt cháy hoàn toàn m gam hỗn hợp X trên cần dùng V lít khí O₂ (đktc). Giá trị của V là

- A. 29,12 lít. B. 17,92 lít. C. 13,36 lít. D. 26,88 lít.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Sơ đồ phản ứng:



+ Thành phần nguyên tố trong X và m gam butan là như nhau. Suy ra đốt cháy hỗn hợp X cũng là đốt cháy lượng butan ban đầu.

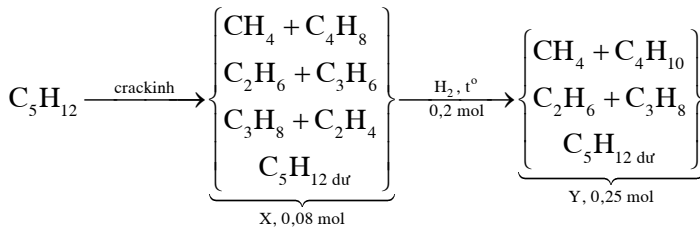
$$\begin{array}{l}
 + \left\{ \begin{array}{l} m_{\text{anken}} = m_{\text{bình Br}_2 \text{ tăng}} = 5,32 \\ m_{\text{C}_4\text{H}_{10} \text{ ban đầu}} = 5,32 + \underbrace{0,2 \cdot 1,9625 \cdot 16}_{m_Y} = 11,6 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{C}_4\text{H}_{10} \text{ ban đầu}} = 0,2 \\ \text{BT E: } 26 n_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 4 n_{\text{O}_2} \end{array} \right. \\
 \Rightarrow n_{\text{O}_2} = 1,3 \text{ mol} \Rightarrow \boxed{V_{\text{O}_2} = 29,12 \text{ lít}}
 \end{array}$$

Ví dụ 3*: Crackinh pentan một thời gian, thu được 1,792 lít hỗn hợp X gồm 7 hidrocacbon. Thêm 4,48 lít H₂ vào X rồi nung với Ni đến phản ứng hoàn toàn thu, được 5,6 lít hỗn hợp khí Y (thể tích khí đều đo ở đktc). Đốt cháy hoàn toàn Y rồi cho sản phẩm cháy hấp thụ vào dung dịch nước vôi trong dư, khối lượng kết tủa tạo thành là:

- A. 25 gam. B. 35 gam. C. 30 gam. D. 20 gam.**

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Sơ đồ phản ứng :



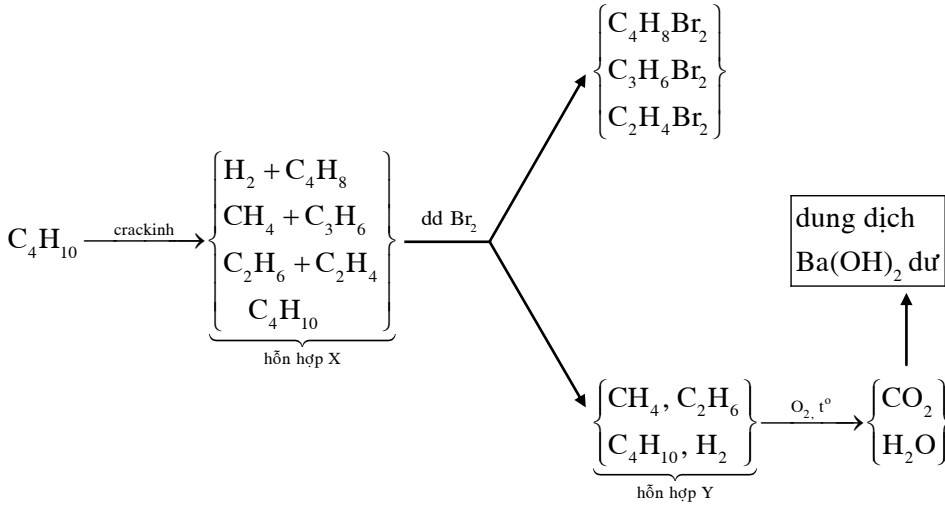
$$\begin{array}{l}
 + \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{khí giảm}} = n_X - n_Y = n_{\text{H}_2 \text{ pư}} = 0,03 \\ n_{\text{C}_5\text{H}_{12} \text{ pư}} = n_{\text{anken tạo thành}} = n_{\text{anken tạo thành}} = n_{\text{H}_2 \text{ pư}} = 0,03 \end{array} \right. \\
 + \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{C}_5\text{H}_{12} \text{ dư}} = 0,08 - 0,03 \cdot 2 = 0,02 \\ n_{\text{C}_5\text{H}_{12} \text{ ban đầu}} = 0,05 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{CO}_2} = 5 n_{\text{C}_5\text{H}_{12} \text{ ban đầu}} = 0,25 \\ m_{\text{CaCO}_3} = 0,25 \cdot 100 = \boxed{25 \text{ gam}} \end{array} \right.
 \end{array}$$

Ví dụ 4*: Tiến hành crackinh 8,7 gam butan thu được hỗn hợp khí X gồm: C₄H₈, C₂H₆, C₂H₄, C₃H₆, CH₄, C₄H₁₀, H₂. Dẫn X qua bình đựng brom dư sau phản ứng thấy bình tăng a gam và thấy có V lít (đktc) hỗn hợp khí Y thoát ra. Đốt cháy hoàn toàn Y rồi dẫn sản phẩm cháy qua bình đựng dung dịch Ba(OH)₂ dư thấy bình tăng 18,2 gam. Giá trị của a là

- A. 3,2. B. 5,6. C. 3,4. D. 4,9.**

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Sơ đồ phản ứng :



$$+ \begin{cases} n_{\text{H}_2\text{O}} - n_{\text{CO}_2} = n_Y = n_{\text{C}_4\text{H}_{10} \text{ bd}} = 0,15 \\ 18n_{\text{H}_2\text{O}} + 44n_{\text{CO}_2} = n_{\text{bình Ba(OH)}_2 \text{ tăng}} = 18,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,4 \\ n_{\text{CO}_2} = 0,25 \end{cases}$$

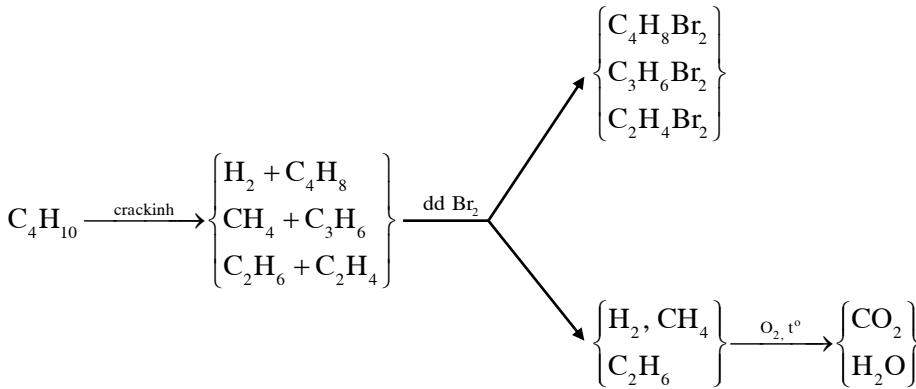
$$+ a = m_{\text{anken}} = m_X - m_Y = m_{\text{C}_4\text{H}_{10} \text{ bd}} - m_Y = 8,7 - (0,4 \cdot 2 + 0,25 \cdot 12) = \boxed{4,9 \text{ gam}}$$

Ví dụ 5*: Crackinh 4,48 lít butan (đktc), thu được hỗn hợp X gồm 6 chất H₂, CH₄, C₂H₆, C₂H₄, C₃H₆, C₄H₈. Dẫn hết hỗn hợp X vào bình dung dịch brom dư thì thấy khối lượng bình brom tăng 8,4 gam và bay ra khỏi bình brom là hỗn hợp khí Y. Thể tích oxi (đktc) cần đốt hết hỗn hợp Y là :

- A.** 5,6 lít. **B.** 8,96 lít. **C.** 4,48 lít. **D.** 6,72 lít.

Phân tích và hướng dẫn giải

+ Sơ đồ phản ứng :



$$+ \begin{cases} n_{(\text{H}_2, \text{CH}_4, \text{C}_2\text{H}_6)} = n_{(\text{C}_4\text{H}_8, \text{C}_3\text{H}_6, \text{C}_2\text{H}_4)} = n_{\text{C}_4\text{H}_{10} \text{ bd}} = 0,2 \\ m_{(\text{C}_4\text{H}_8, \text{C}_3\text{H}_6, \text{C}_2\text{H}_4)} = m_{\text{bình Br}_2 \text{ tăng}} = 8,4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \overline{M}_{(\text{C}_4\text{H}_8, \text{C}_3\text{H}_6, \text{C}_2\text{H}_4)} = 42 \\ \overline{M}_{(\text{H}_2, \text{CH}_4, \text{C}_2\text{H}_6)} = 16 = M_{\text{CH}_4} \end{cases}$$

$$+ \begin{cases} \overline{M}_Y = 16 \Leftrightarrow Y \text{ là CH}_4 \\ 8n_{\text{CH}_4} = 4n_{\text{O}_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{O}_2} = 0,4 \text{ mol} \\ V_{\text{O}_2} = 8,96 \text{ lít} \end{cases}$$