10 PHƯƠNG PHÁP GIẢI NHANH BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM HÓA HỌC

Phương pháp 1

ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN KHỐI LƯỢNG

Nguyên tắc của phương pháp này khá đơn giản, dựa vào định luật bảo toàn khối lượng: "*Tổng khối lượng các chất tham gia phản ứng bằng tổng khối lượng các chất tạo thành trong phản ứng*". Cần lưu ý là: không tính khối lượng của phần không tham gia phản ứng cũng như phần chất có sẵn, ví dụ nước có sẵn trong dung dịch.

Khi cô cạn dung dịch thì khối lượng muối thu được bằng tổng khối lượng các cation kim loại và anion gốc axit.

Ví dụ 1: Hỗn hợp X gồm Fe, FeO và Fe_2O_3. Cho một luồng CO đi qua ống sứ đựng m gam hỗn hợp X nung nóng. Sau khi kết thúc thí nghiệm thu được 64 gam chất rắn A trong ống sứ và 11,2 lít khí B (đktc) có tỉ khối so với H_2 là 20,4. Tính giá trị m.

A. 105,6 gam. B. 35,2 gam. ✓C. 70,4 gam. D. 140,8 gam.

Hướng dẫn giải

Các phản ứng khử sắt oxit có thể có:

$$3Fe_2O_3 + CO \xrightarrow{t^o} 2Fe_3O_4 + CO_2 \qquad (1)$$

$$Fe_3O_4 + CO \xrightarrow{t^o} 3FeO + CO_2 \qquad (2)$$

$$FeO + CO \xrightarrow{t^o} Fe + CO_2 \qquad (3)$$

Như vậy chất rắn A có thể gồm 3 chất Fe, FeO, Fe_3O_4 hoặc ít hơn, điều đó không quan trọng và việc cân bằng các phương trình trên cũng không cần thiết, quan trọng là số mol CO phản ứng bao giờ cũng bằng số mol CO_2 tạo thành.

$$n_B = \frac{11,2}{22,5} = 0,5\,\text{mol.}$$

Gọi x là số mol của CO_2 ta có phương trình về khối lượng của B:

$$44x + 28(0,5 - x) = 0,5 \times 20,4 \times 2 = 20,4$$

nhận được x = 0,4 mol và đó cũng chính là số mol CO tham gia phản ứng.

Theo ĐLBTKL ta có:

$$m_X + m_{CO} = m_A + m_{CO_2}$$

$$\Rightarrow \qquad m = 64 + 0,4 \times 44 - 0,4 \times 28 = 70,4 \text{ gam. } (\textit{Đáp án C})$$

Ví dụ 2: Đun 132,8 gam hỗn hợp 3 rượu no, đơn chức với H_2SO_4 đặc ở 140^oC thu được hỗn hợp các ete có số mol bằng nhau và có khối lượng là 111,2 gam. Số mol của mỗi ete trong hỗn hợp là bao nhiêu?

A. 0,1 mol. B. 0,15 mol. C. 0,4 mol. ✓D. 0,2 mol.

Hướng dẫn giải

Ta biết rằng cứ 3 loại rượu tách nước ở điều kiện H_2SO_4 đặc, 140^oC thì tạo thành 6 loại ete và tách ra 6 phân tử H_2O.

Theo ĐLBTKL ta có

$$m_{H_2O} = m_{rượu} - m_{ete} = 132,8 - 11,2 = 21,6 \text{ gam}$$

$$\Rightarrow \qquad n_{H_2O} = \frac{21,6}{18} = 1,2 \text{ mol.}$$

Mặt khác cứ hai phân tử rượu thì tạo ra một phân tử ete và một phân tử H_2O do đó số mol H_2O luôn bằng số mol ete, suy ra số mol mỗi ete là $\frac{1,2}{6} = 0,2$ mol. (*Đáp án D*)

Nhận xét: Chúng ta không cần viết 6 phương trình phản ứng từ rượu tách nước tạo thành 6 ete, cũng không cần tìm CTPT của các rượu và các ete trên. Nếu các bạn xa đà vào việc viết phương trình phản ứng và đặt ẩn số mol các ete để tính toán thì không những không giải được mà còn tốn quá nhiều thời gian.

Ví dụ 3: Cho 12 gam hỗn hợp hai kim loại Fe, Cu tác dụng vừa đủ với dung dịch HNO_3 63%. Sau phản ứng thu được dung dịch A và 11,2 lít khí NO_2 duy nhất (đktc). Tính nồng độ % các chất có trong dung dịch A.

A. 36,66% và 28,48%. ✓B. 27,19% và 21,12%.

C. 27,19% và 72,81%. D. 78,88% và 21,12%.

Hướng dẫn giải

$$Fe + 6HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$$

$$Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

$$n_{NO_2} = 0,5 \text{ mol} \rightarrow n_{HNO_3} = 2n_{NO_2} = 1 \text{ mol.}$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$$m_{d^2 \text{ muối}} = m_{h^2 \text{ k.loại}} + m_{d^2 \, HNO_3} - m_{NO_2}$$

$$= 12 + \frac{1 \times 63 \times 100}{63} - 46 \times 0,5 = 89 \text{ gam.}$$

Đặt $n_{Fe} = x$ mol, $n_{Cu} = y$ mol ta có:

$$\begin{cases} 56x + 64y = 12 \\ 3x + 2y = 0,5 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,1 \\ y = 0,1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \qquad \%m_{Fe(NO_3)_3} = \frac{0,1 \times 242 \times 100}{89} = 27,19\%$$

$$\%m_{Cu(NO_3)_2} = \frac{0,1 \times 188 \times 100}{89} = 21,12\%. \text{ (\textit{Đáp án B})}$$

Ví dụ 4: Hoà tan hoàn toàn 23,8 gam hỗn hợp một muối cacbonat của các kim loại hoá trị (I) và muối cacbonat của kim loại hoá trị (II) trong dung dịch HCl. Sau phản ứng thu được 4,48 lít khí (đktc). Đem cô cạn dung dịch thu được bao nhiêu gam muối khan?

A. 13 gam. B. 15 gam. ✓C. 26 gam. D. 30 gam.

Hướng dẫn giải

$$M_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2MCl + CO_2 + H_2O$$

$$R_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2MCl_2 + CO_2 + H_2O$$

$$n_{CO_2} = \frac{4,88}{22,4} = 0,2\,mol$$

$\Rightarrow$ Tổng n_{HCl} = 0,4 mol và $n_{H_2O} = 0,2$ mol.

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$$23,8 + 0,4\times36,5 = m_{muối} + 0,2\times44 + 0,2\times18$$

$\Rightarrow$ $m_{muối}$ = 26 gam. (*Đáp án C*)

Ví dụ 5: Hỗn hợp A gồm $KClO_3$, $Ca(ClO_2)_2$, $Ca(ClO_3)_2$, $CaCl_2$ và KCl nặng 83,68 gam. Nhiệt phân hoàn toàn A ta thu được chất rắn B gồm $CaCl_2$, KCl và 17,472 lít khí (ở đktc). Cho chất rắn B tác dụng với 360 ml dung dịch K_2CO_3 0,5M (vừa đủ) thu được kết tủa C và dung dịch D. Lượng KCl trong dung dịch D nhiều gấp 22/3 lần lượng KCl có trong A. % khối lượng $KClO_3$ có trong A là

A. 47,83%. B. 56,72%. C. 54,67%. ✓D. 58,55%.

Hướng dẫn giải

$$83,68\text{ gam A}\begin{cases} KClO_3 \xrightarrow{t^o} KCl + \frac{3}{2}O_2 & (1) \\ Ca(ClO_3)_2 \xrightarrow{t^o} CaCl_2 + 3O_2 & (2) \\ Ca(ClO_2)_2 \xrightarrow{t^o} CaCl_2 + 2O_2 & (3) \\ CaCl_2 \qquad\qquad CaCl_2 & \\ KCl_{(A)} \qquad\qquad \underbrace{KCl_{(A)}}_{h^2\,B} & \end{cases}$$

$$n_{O_2} = 0,78\text{ mol.}$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$$m_A = m_B + m_{O_2}$$

$$\rightarrow m_B = 83,68 - 32\times0,78 = 58,72\text{ gam.}$$

Cho chất rắn B tác dụng với 0,18 mol K_2CO_3

$$\text{Hỗn hợp B}\left\{\begin{array}{lll} CaCl_2 + K_2CO_3 \longrightarrow & CaCO_{3\downarrow} + 2KCl & (4) \\ 0,18 \leftarrow 0,18 \qquad \rightarrow & \qquad 0,36\text{ mol} & \\ KCl_{(B)} & \qquad KCl_{(B)} & \end{array}\right\}\text{hỗn hợp D}$$

$$\Rightarrow \quad m_{KCl_{(B)}} = m_B - m_{CaCl_2\,(B)} = 58,72 - 0,18\times111 = 38,74\text{ gam}$$

$$\Rightarrow \quad m_{KCl_{(D)}} = m_{KCl\,(B)} + m_{KCl\,(pt\,4)} = 38,74 + 0,36\times74,5 = 65,56\text{ gam}$$

$\Rightarrow \quad m_{KCl_{(A)}} = \frac{3}{22} m_{KCl_{(D)}} = \frac{3}{22} \times 65,56 = 8,94$ gam

$\Rightarrow \quad m_{KCl\ pt(1)} = m_{KCl_{(B)}} - m_{KCl_{(A)}} = 38,74 - 8,94 = 29,8$ gam.

Theo phản ứng (1):

$$m_{KClO_3} = \frac{29,8}{74,5} \times 122,5 = 49 \text{ gam.}$$

$$\%m_{KClO_3(A)} = \frac{49 \times 100}{83,68} = 58,55\%.$$ (*Đáp án D*)

Ví dụ 6: Đốt cháy hoàn toàn 1,88 gam chất hữu cơ A (chứa C, H, O) cần 1,904 lít O_2 (đktc) thu được CO_2 và hơi nước theo tỉ lệ thể tích 4:3. Hãy xác định công thức phân tử của A. Biết tỉ khối của A so với không khí nhỏ hơn 7.

✓A. $C_8H_{12}O_5$. B. $C_4H_8O_2$. C. $C_8H_{12}O_3$. D. $C_6H_{12}O_6$.

Hướng dẫn giải

1,88 gam A + 0,085 mol O_2 $\rightarrow$ 4a mol CO_2 + 3a mol H_2O.

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$$m_{CO_2} + m_{H_2O} = 1,88 + 0,085 \times 32 = 46 \text{ gam}$$

Ta có: $44 \times 4a + 18 \times 3a = 46 \rightarrow a = 0,02$ mol.

Trong chất A có:

$n_C = 4a = 0,08$ mol

$n_H = 3a \times 2 = 0,12$ mol

$n_O = 4a \times 2 + 3a - 0,085 \times 2 = 0,05$ mol

$\Rightarrow \quad n_C : n_H : n_o = 0,08 : 0,12 : 0,05 = 8 : 12 : 5$

Vậy công thức của chất hữu cơ A là $C_8H_{12}O_5$ có $M_A < 203$. (*Đáp án A*)

Ví dụ 7: Cho 0,1 mol este tạo bởi 2 lần axit và rượu một lần rượu tác dụng hoàn toàn với NaOH thu được 6,4 gam rượu và một lượng muối có khối lượng nhiều hơn lượng este là 13,56% (so với lượng este). Xác định công thức cấu tạo của este.

A. $CH_3-COO-CH_3$.

✓B. $CH_3OCO-COO-CH_3$.

C. $CH_3COO-COOCH_3$.

D. $CH_3COO-CH_2-COOCH_3$.

Hướng dẫn giải

$$R(COOR')_2 + 2NaOH \longrightarrow R(COONa)_2 + 2R'OH$$

$$0,1 \rightarrow 0,2 \rightarrow 0,1 \rightarrow 0,2 \text{ mol}$$

$$M_{R'OH} = \frac{6,4}{0,2} = 32 \rightarrow \text{Rượu } CH_3OH.$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$m_{este} + m_{NaOH} = m_{muối} + m_{rượu}$

$\Rightarrow$ $m_{muối} - m_{este} = 0,2\times40 - 64 = 1,6$ gam.

mà $m_{muối} - m_{este} = \dfrac{13,56}{100} m_{este}$

$\Rightarrow$ $m_{este} = \dfrac{1,6\times100}{13,56} = 11,8$ gam $\rightarrow$ $M_{este} = 118$ đvC

$R + (44 + 15)\times2 = 118 \rightarrow R = 0.$

Vậy công thức cấu tạo của este là $CH_3OCO–COO–CH_3$. (*Đáp án B*)

Ví dụ 8: Thuỷ phân hoàn toàn 11,44 gam hỗn hợp 2 este đơn chức là đồng phân của nhau bằng dung dịch NaOH thu được 11,08 gam hỗn hợp muối và 5,56 gam hỗn hợp rượu. Xác định công thức cấu tạo của 2 este.

A. $HCOOCH_3$ và $C_2H_5COOCH_3$,

B. $C_2H_5COOCH_3$ và $CH_3COOC_2H_5$.

C. $HCOOC_3H_7$ và $C_2H_5COOCH_3$.

✓D. Cả B, C đều đúng.

Hướng dẫn giải

Đặt công thức trung bình tổng quát của hai este đơn chức đồng phân là $\bar{R}COO\bar{R}'$.

$$\underset{11,44}{\bar{R}COO\bar{R}'} + NaOH \longrightarrow \underset{11,08}{\bar{R}COONa} + \underset{5,56 \text{ gam}}{R'OH}$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$M_{NaOH} = 11,08 + 5,56 – 11,44 = 5,2$ gam

$\Rightarrow$ $n_{NaOH} = \dfrac{5,2}{40} = 0,13$ mol

$\Rightarrow$ $M_{\bar{R}COONa} = \dfrac{11,08}{0,13} = 85,23 \rightarrow \bar{R} = 18,23$

$\Rightarrow$ $M_{\bar{R}'OH} = \dfrac{5,56}{0,13} = 42,77 \rightarrow \bar{R}' = 25,77$

$\Rightarrow$ $M_{\bar{R}COO\bar{R}'} = \dfrac{11,44}{0,13} = 88$

$\Rightarrow$ CTPT của este là $C_4H_8O_2$

Vậy công thức cấu tạo 2 este đồng phân là:

$HCOOC_3H_7$ và $C_2H_5COOCH_3$

hoặc $C_2H_5COOCH_3$ và $CH_3COOC_2H_5$. (*Đáp án D*)

Ví dụ 9: Chia hỗn hợp gồm hai anđehit no đơn chức làm hai phần bằng nhau:

- *Phần 1*: Đem đốt cháy hoàn toàn thu được 1,08 gam H_2O.
- *Phần 2*: Tác dụng với H_2 dư (Ni, t^o) thì thu được hỗn hợp A. Đem đốt cháy hoàn toàn thì thể tích khí CO_2 (đktc) thu được là

A. 1,434 lít. B. 1,443 lít. ✓C. 1,344 lít. D. 0,672 lít.

Hướng dẫn giải

Phần 1: Vì anđehit no đơn chức nên $n_{CO_2} = n_{H_2O} = 0,06$ mol.

$\Rightarrow$ $n_{CO_2\ (phần\ 2)} = n_{C\ (phần\ 2)} = 0,06$ mol.

Theo bảo toàn nguyên tử và bảo toàn khối lượng ta có:

$n_{C\ (phần\ 2)} = n_{C\ (A)} = 0,06$ mol.

$\Rightarrow$ $n_{CO_2\ (A)} = 0,06$ mol

$\Rightarrow$ $V_{CO_2} = 22,4\times0,06 = 1,344$ lít. (*Đáp án C*)

Ví dụ 10: Cho một luồng CO đi qua ống sứ đựng 0,04 mol hỗn hợp A gồm FeO và Fe_2O_3 đốt nóng. Sau khi kết thúc thí nghiệm thu được B gồm 4 chất nặng 4,784 gam. Khí đi ra khỏi ống sứ cho hấp thụ vào dung dịch $Ba(OH)_2$ dư thì thu được 9,062 gam kết tủa. Phần trăm khối lượng Fe_2O_3 trong hỗn hợp A là

✓A. 86,96%. B. 16,04%. C. 13,04%. D.6,01%.

Hướng dẫn giải

0,04 mol hỗn hợp A (FeO và Fe_2O_3) + CO $\rightarrow$ 4,784 gam hỗn hợp B + CO_2.

$$CO_2 + Ba(OH)_{2\ dư} \longrightarrow BaCO_3\downarrow + H_2O$$

$$n_{CO_2} = n_{BaCO_3} = 0,046 \text{ mol}$$

và $n_{CO\,(p.ư)} = n_{CO_2} = 0,046$ mol

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$$m_A + m_{CO} = m_B + m_{CO_2}$$

$\Rightarrow$ $m_A = 4,784 + 0,046\times44 - 0,046\times28 = 5,52$ gam.

Đặt $n_{FeO} = x$ mol, $n_{Fe_2O_3} = y$ mol trong hỗn hợp B ta có:

$$\begin{cases} x + y = 0,04 \\ 72x + 160y = 5,52 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,01 \text{ mol} \\ y = 0,03 \text{ mol} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ $\%m_{FeO} = \dfrac{0,01\times72\times101}{5,52} = 13,04\%$

$\Rightarrow$ $\%Fe_2O_3 = 86,96\%$. (*Đáp án A*)

MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG GIẢI THEO PHƯƠNG PHÁP SỬ DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN KHỐI LƯỢNG

01. Hòa tan 9,14 gam hợp kim Cu, Mg, Al bằng một lượng vừa đủ dung dịch HCl thu được 7,84 lít khí X (đktc) và 2,54 gam chất rắn Y và dung dịch Z. Lọc bỏ chất rắn Y, cô cạn cẩn thận dung dịch Z thu được lượng muối khan là

A. 31,45 gam. B. 33,99 gam. C. 19,025 gam. D. 56,3 gam.

02. Cho 15 gam hỗn hợp 3 amin đơn chức, bậc một tác dụng vừa đủ với dung dịch HCl 1,2 M thì thu được 18,504 gam muối. Thể tích dung dịch HCl phải dùng là

A. 0,8 lít. B. 0,08 lít. C. 0,4 lít. D. 0,04 lít.

03. Trộn 8,1 gam bột Al với 48 gam bột Fe_2O_3 rồi cho tiến hành phản ứng nhiệt nhôm trong điều kiện không có không khí, kết thúc thí nghiệm lượng chất rắn thu được là

A. 61,5 gam. B. 56,1 gam. C. 65,1 gam. D. 51,6 gam.

04. Hòa tan hoàn toàn 10,0 gam hỗn hợp X gồm hai kim loại (đứng trước H trong dãy điện hóa) bằng dung dịch HCl dư thu được 2,24 lít khí H_2 (đktc). Cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được lượng muối khan là

A. 1,71 gam. B. 17,1 gam. C. 13,55 gam. D. 34,2 gam.

05. Nhiệt phân hoàn toàn m gam hỗn hợp X gồm $CaCO_3$ và Na_2CO_3 thu được 11,6 gam chất rắn và 2,24 lít khí (đktc). Hàm lượng % $CaCO_3$ trong X là

A. 6,25%. B. 8,62%. C. 50,2%. D. 62,5%.

06. Cho 4,4 gam hỗn hợp hai kim loại nhóm I_A ở hai chu kỳ liên tiếp tác dụng với dung dịch HCl dư thu được 4,48 lít H_2 (đktc) và dung dịch chứa m gam muối tan. Tên hai kim loại và khối lượng m là

A. 11 gam; Li và Na. B. 18,6 gam; Li và Na.

C. 18,6 gam; Na và K. D. 12,7 gam; Na và K.

07. Đốt cháy hoàn toàn 18 gam FeS_2 và cho toàn bộ lượng SO_2 vào 2 lít dung dịch $Ba(OH)_2$ 0,125M. Khối lượng muối tạo thành là

A. 57,40 gam. B. 56,35 gam. C. 59,17 gam. D.58,35 gam.

08. Hòa tan 33,75 gam một kim loại M trong dung dịch HNO_3 loãng, dư thu được 16,8 lít khí X (đktc) gồm hai khí không màu hóa nâu trong không khí có tỉ khối hơi so với hiđro bằng 17,8.

a) Kim loại đó là

A. Cu. B. Zn. C. Fe. D. Al.

b) Nếu dùng dung dịch HNO_3 2M và lấy dư 25% thì thể tích dung dịch cần lấy là

A. 3,15 lít. B. 3,00 lít. C. 3,35 lít. D. 3,45 lít.

09. Hoà tan hoàn toàn 15,9 gam hỗn hợp gồm 3 kim loại Al, Mg và Cu bằng dung dịch HNO_3 thu được 6,72 lít khí NO và dung dịch X. Đem cô cạn dung dịch X thu được bao nhiêu gam muối khan?

A. 77,1 gam. B. 71,7 gam. C. 17,7 gam. D. 53,1 gam.

10. Hòa tan hoàn toàn 2,81 gam hỗn hợp gồm Fe_2O_3, MgO, ZnO trong 500 ml axit H_2SO_4 0,1M (vừa đủ). Sau phản ứng, hỗn hợp muối sunfat khan thu được khi cô cạn dung dịch có khối lượng là

A. 6,81 gam. B. 4,81 gam. C. 3,81 gam. D. 5,81 gam.

Đáp án các bài tập vận dụng:

1. A	2. B	3. B	4. B	5. D
6. B	7. D	8. a-D, b-B	9. B	10. A

Phương pháp 2

BẢO TOÀN MOL NGUYÊN TỬ

Có rất nhiều phương pháp để giải toán hóa học khác nhau nhưng phương pháp bảo toàn nguyên tử và phương pháp bảo toàn số mol electron cho phép chúng ta gộp nhiều phương trình phản ứng lại làm một, qui gọn việc tính toán và nhẩm nhanh đáp số. Rất phù hợp với việc giải các dạng bài toán hóa học trắc nghiệm. Cách thức gộp những phương trình làm một và cách lập phương trình theo phương pháp bảo toàn nguyên tử sẽ được giới thiệu trong một số ví dụ sau đây.

Ví dụ 1: Để khử hoàn toàn 3,04 gam hỗn hợp X gồm FeO, Fe_3O_4, Fe_2O_3 cần 0,05 mol H_2. Mặt khác hòa tan hoàn toàn 3,04 gam hỗn hợp X trong dung dịch H_2SO_4 đặc thu được thể tích khí SO_2 (sản phẩm khử duy nhất) ở điều kiện tiêu chuẩn là

A. 448 ml. ✓B. 224 ml. C. 336 ml. D. 112 ml.

Hướng dẫn giải

Thực chất phản ứng khử các oxit trên là

$$H_2 + O \longrightarrow H_2O$$

$$0{,}05 \rightarrow 0{,}05 \text{ mol}$$

Đặt số mol hỗn hợp X gồm FeO, Fe_3O_4, Fe_2O_3 lần lượt là x, y, z. Ta có:

$$n_O = x + 4y + 3z = 0{,}05 \text{ mol} \quad (1)$$

$$\Rightarrow \quad n_{Fe} = \frac{3{,}04 - 0{,}05\times 16}{56} = 0{,}04 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow \quad x + 3y + 2z = 0{,}04 \text{ mol} \quad (2)$$

Nhân hai vế của (2) với 3 rồi trừ (1) ta có:

$$x + y = 0{,}02 \text{ mol.}$$

Mặt khác:

$$2FeO + 4H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + 4H_2O$$

$$x \rightarrow x/2$$

$$2Fe_3O_4 + 10H_2SO_4 \longrightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + 10H_2O$$

$$y \rightarrow y/2$$

$$\Rightarrow \text{tổng:} \quad n_{SO2} = \frac{x+y}{2} = \frac{0{,}2}{2} = 0{,}01 \text{ mol}$$

Vậy: $V_{SO_2} = 224$ ml. (*Đáp án B*)

Ví dụ 2: Thổi từ từ V lít hỗn hợp khí (đktc) gồm CO và H_2 đi qua một ống đựng 16,8 gam hỗn hợp 3 oxit: CuO, Fe_3O_4, Al_2O_3 nung nóng, phản ứng hoàn toàn. Sau phản ứng thu được m gam chất rắn và một hỗn hợp khí và hơi nặng hơn khối lượng của hỗn hợp V là 0,32 gam. Tính V và m.

A. 0,224 lít và 14,48 gam. B. 0,448 lít và 18,46 gam.

C. 0,112 lít và 12,28 gam. ✓D. 0,448 lít và 16,48 gam.

Hướng dẫn giải

Thực chất phản ứng khử các oxit trên là

$$CO + O \longrightarrow CO_2$$

$$H_2 + O \longrightarrow H_2O.$$

Khối lượng hỗn hợp khí tạo thành nặng hơn hỗn hợp khí ban đầu chính là khối lượng của nguyên tử Oxi trong các oxit tham gia phản ứng. Do vậy:

$m_O = 0,32$ gam.

$\Rightarrow \quad n_O = \dfrac{0,32}{16} = 0,02$ mol

$\Rightarrow \quad \left(n_{CO} + n_{H_2}\right) = 0,02$ mol.

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có:

$m_{oxit} = m_{chất\ rắn} + 0,32$

$\Rightarrow \quad 16,8 = m + 0,32$

$\Rightarrow \quad m = 16,48$ gam.

$\Rightarrow \quad V_{hh(CO+H_2)} = 0,02 \times 22,4 = 0,448$ lít. (*Đáp án D*)

Ví dụ 3: Thổi rất chậm 2,24 lít (đktc) một hỗn hợp khí gồm CO và H_2 qua một ống sứ đựng hỗn hợp Al_2O_3, CuO, Fe_3O_4, Fe_2O_3 có khối lượng là 24 gam dư đang được đun nóng. Sau khi kết thúc phản ứng khối lượng chất rắn còn lại trong ống sứ là

✓A. 22,4 gam. B. 11,2 gam. C. 20,8 gam. D. 16,8 gam.

Hướng dẫn giải

$$n_{hh(CO+H_2)} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ mol}$$

Thực chất phản ứng khử các oxit là:

$$CO + O \longrightarrow CO_2$$

$$H_2 + O \longrightarrow H_2O.$$

Vậy: $\quad n_O = n_{CO} + n_{H_2} = 0,1$ mol.

$\Rightarrow \quad m_O = 1,6$ gam.

Khối lượng chất rắn còn lại trong ống sứ là: 24 − 1,6 = 22,4 gam. (*Đáp án A*)

Ví dụ 4: Cho m gam một ancol (rượu) no, đơn chức X qua bình đựng CuO (dư), nung nóng. Sau khi phản ứng hoàn toàn, khối lượng chất rắn trong bình giảm 0,32 gam. Hỗn hợp hơi thu được có tỉ khối đối với hiđro là 15,5. Giá trị của m là

✓A. 0,92 gam. B. 0,32 gam. C. 0,64 gam. D. 0,46 gam.

Hướng dẫn giải

$$C_nH_{2n+1}CH_2OH + CuO \xrightarrow{t^o} C_nH_{2n+1}CHO + Cu\downarrow + H_2O$$

Khối lượng chất rắn trong bình giảm chính là số gam nguyên tử O trong CuO phản ứng. Do đó nhận được:

$m_O = 0,32$ gam $\rightarrow \quad n_O = \dfrac{0,32}{16} = 0,02$ mol

$\Rightarrow$ Hỗn hợp hơi gồm: $\begin{cases} C_nH_{2n+1}CHO & : 0,02 \text{ mol} \\ H_2O & : 0,02 \text{ mol.} \end{cases}$

Vậy hỗn hợp hơi có tổng số mol là 0,04 mol.

Có $\overline{M} = 31$

$\Rightarrow$ $m_{\text{hh hơi}} = 31 \times 0,04 = 1,24$ gam.

$m_{\text{ancol}} + 0,32 = m_{\text{hh hơi}}$

$m_{\text{ancol}} = 1,24 - 0,32 = 0,92$ gam. (*Đáp án A*)

Chú ý: Với rượu bậc (I) hoặc rượu bậc (II) đều thỏa mãn đầu bài.

Ví dụ 5: Đốt cháy hoàn toàn 4,04 gam một hỗn hợp bột kim loại gồm Al, Fe, Cu trong không khí thu được 5,96 gam hỗn hợp 3 oxit. Hòa tan hết hỗn hợp 3 oxit bằng dung dịch HCl 2M. Tính thể tích dung dịch HCl cần dùng.

A. 0,5 lít. B. 0,7 lít. ✓C. 0,12 lít. D. 1 lít.

Hướng dẫn giải

$m_O = m_{oxit} - m_{kl} = 5,96 - 4,04 = 1,92$ gam.

$n_O = \dfrac{1,92}{16} = 0,12 \text{ mol}.$

Hòa tan hết hỗn hợp ba oxit bằng dung dịch HCl tạo thành H_2O như sau:

$$2H^+ \ + \ O^{2-} \ \rightarrow \ H_2O$$
$$0,24 \leftarrow 0,12 \text{ mol}$$

$\Rightarrow$ $V_{HCl} = \dfrac{0,24}{2} = 0,12$ lít. (*Đáp án C*)

Ví dụ 6: Đốt cháy hoàn toàn 0,1 mol một axit cacbonxylic đơn chức cần vừa đủ V lít O_2 (ở đktc), thu được 0,3 mol CO_2 và 0,2 mol H_2O. Giá trị của V là

A. 8,96 lít. B. 11,2 lít. ✓C. 6,72 lít. D. 4,48 lít.

Hướng dẫn giải

Axit cacbonxylic đơn chức có 2 nguyên tử Oxi nên có thể đặt là RO_2. Vậy:

$$n_{O\,(RO_2)} + n_{O\,(CO_2)} = n_{O\,(CO_2)} + n_{O\,(H_2O)}$$

$0,1\times2 + n_{O\,(p.ư)} = 0,3\times2 + 0,2\times1$

$\Rightarrow$ $n_{O\,(p.ư)} = 0,6$ mol

$\Rightarrow$ $n_{O_2} = 0,3$ mol

$\Rightarrow$ $V_{O_2} = 6,72$ lít. (*Đáp án C*)

Ví dụ 7: (*Câu 46 - Mã đề 231 - TSCĐ Khối A 2007*)

Cho 4,48 lít CO (ở đktc) từ từ đi qua ống sứ nung nóng đựng 8 gam một oxit sắt đến khi phản ứng xảy ra hoàn toàn. Khí thu được sau phản ứng có tỉ khối so với hiđro bằng 20. Công thức của oxit sắt và phần trăm thể tích của khí CO_2 trong hỗn hợp khí sau phản ứng là

A. FeO; 75%. ✓B. Fe_2O_3; 75%.

C. Fe_2O_3; 65%. D. Fe_3O_4; 65%.

Hướng dẫn giải

$$Fe_xO_y + yCO \longrightarrow xFe + yCO_2$$

Khí thu được có $\overline{M} = 40 \rightarrow$ gồm 2 khí CO_2 và CO dư

$$\begin{array}{lcccc} n_{CO_2} & 44 & & & 12 \\ & & \searrow & 40 & \nearrow \\ & & \nearrow & & \searrow \\ n_{CO} & 28 & & & 4 \end{array}$$

$\Rightarrow$ $\dfrac{n_{CO_2}}{n_{CO}} = \dfrac{3}{1} \rightarrow \%V_{CO_2} = 75\%$.

Mặt khác: $n_{CO\,(p.ư)} = n_{CO_2} = \dfrac{75}{100} \times 0,2 = 0,15\,mol \rightarrow n_{CO\,dư} = 0,05$ mol.

Thực chất phản ứng khử oxit sắt là do

$$CO + O_{(\text{trong oxit sắt})} \longrightarrow CO_2$$

$\Rightarrow$ $n_{CO} = n_O = 0,15$ mol $\rightarrow m_O = 0,15 \times 16 = 2,4$ gam

$\Rightarrow$ $m_{Fe} = 8 - 2,4 = 5,6$ gam $\rightarrow n_{Fe} = 0,1$ mol.

Theo phương trình phản ứng ta có:

$$\frac{n_{Fe}}{n_{CO_2}} = \frac{x}{y} = \frac{0,1}{0,15} = \frac{2}{3} \rightarrow Fe_2O_3.$$ (*Đáp án B*)

Ví dụ 8: Cho hỗn hợp A gồm Al, Zn, Mg. Đem oxi hoá hoàn toàn 28,6 gam A bằng oxi dư thu được 44,6 gam hỗn hợp oxit B. Hoà tan hết B trong dung dịch HCl thu được dung dịch D. Cô cạn dung dịch D được hỗn hợp muối khan là

✓A. 99,6 gam. B. 49,8 gam.

C. 74,7 gam. D. 100,8 gam.

Hướng dẫn giải

Gọi M là kim loại đại diện cho ba kim loại trên với hoá trị là n.

$$M + \frac{n}{2}O_2 \longrightarrow M_2O_n \quad (1)$$

$$M_2O_n + 2nHCl \longrightarrow 2MCl_n + nH_2O \quad (2)$$

Theo phương trình (1) (2) $\rightarrow n_{HCl} = 4.n_{O_2}$.

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng $\rightarrow m_{O_2} = 44,6 - 28,6 = 16$ gam

$\Rightarrow$ $n_{O_2} = 0,5$ mol $\rightarrow n_{HCl} = 4 \times 0,5 = 2$ mol

$\Rightarrow$ $n_{Cl^-} = 2$ mol

$\Rightarrow$ $m_{muối} = m_{hhkl} + m_{Cl^-} = 28,6 + 2 \times 35,5 = 99,6$ gam. (*Đáp án A*)

Ví dụ 9: Cho một luồng khí CO đi qua ống đựng 0,01 mol FeO và 0,03 mol Fe_2O_3 (hỗn hợp A) đốt nóng. Sau khi kết thúc thí nghiệm thu được 4,784 gam chất rắn B gồm 4 chất. Hoà tan chất rắn B bằng dung dịch HCl dư thấy thoát ra 0,6272 lít H_2 (ở đktc). Tính số mol oxit sắt từ trong hỗn hợp B. Biết rằng trong B số mol oxit sắt từ bằng 1/3 tổng số mol sắt (II) oxit và sắt (III) oxit.

✓A. 0,006. B. 0,008. C. 0,01. ✓D. 0,012.

Hướng dẫn giải

Hỗn hợp A $\begin{cases} FeO & : 0{,}01 \text{ mol} \\ Fe_2O_3 & : 0{,}03 \text{ mol} \end{cases}$ + CO → 4,784 gam B (Fe, Fe_2O_3, FeO, Fe_3O_4) tương ứng với số mol là: a, b, c, d (mol).

Hoà tan B bằng dung dịch HCl dư thu được $n_{H_2} = 0{,}028$ mol.

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$$

$\Rightarrow$ a = 0,028 mol. (1)

Theo đầu bài: $n_{Fe_3O_4} = \frac{1}{3}\left(n_{FeO} + n_{Fe_2O_3}\right) \rightarrow d = \frac{1}{3}(b+c)$ (2)

Tổng m_B là: (56.a + 160.b + 72.c + 232.d) = 4,78 gam. (3)

Số mol nguyên tử Fe trong hỗn hợp A bằng số mol nguyên tử Fe trong hỗn hợp B. Ta có:

$n_{Fe\ (A)} = 0{,}01 + 0{,}03 \times 2 = 0{,}07$ mol

$n_{Fe\ (B)} = a + 2b + c + 3d$

$\Rightarrow$ a + 2b + c + 3d = 0,07 (4)

Từ (1, 2, 3, 4) → b = 0,006 mol

c = 0,012 mol

d = 0,006 mol. (*Đáp án A*)

Ví dụ 10: Khử hoàn toàn 24 gam hỗn hợp CuO và Fe_xO_y bằng H_2 dư ở nhiệt độ cao thu được 17,6 gam hỗn hợp 2 kim loại. Khối lượng H_2O tạo thành là

A. 1,8 gam. B. 5,4 gam. ✓C. 7,2 gam. D. 3,6 gam.

Hướng dẫn giải

$m_{O\ (trong\ oxit)} = m_{oxit} - m_{kloại} = 24 - 17{,}6 = 6{,}4$ gam.

$\Rightarrow$ $m_{O\ (H_2O)} = 6{,}4$ gam ; $n_{H_2O} = \frac{6{,}4}{16} = 0{,}4$ mol.

$\rightarrow$ $m_{H_2O} = 0{,}4 \times 18 = 7{,}2$ gam. (*Đáp án C*)

Ví dụ 11: Khử hết m gam Fe_3O_4 bằng CO thu được hỗn hợp A gồm FeO và Fe. A tan vừa đủ trong 0,3 lít dung dịch H_2SO_4 1M cho ra 4,48 lít khí (đktc). Tính m?

✓A. 23,2 gam. B. 46,4 gam. C. 11,2 gam. D. 16,04 gam.

Hướng dẫn giải

$Fe_3O_4 \rightarrow (FeO, Fe) \rightarrow 3Fe^{2+}$

n mol

$n_{Fe\ (trong\ FeSO_4)} = n_{SO_4^{2-}} = 0{,}3$ mol

Áp dụng định luật bảo toàn nguyên tố Fe:

$$n_{Fe\ (Fe_3O_4)} = n_{Fe\ (FeSO_4)}$$

$\Rightarrow$ $3n = 0,3 \rightarrow n = 0,1$

$\Rightarrow$ $m_{Fe_3O_4} = 23,2$ gam (*Đáp án A*)

Ví dụ 12: Đun hai rượu đơn chức với H_2SO_4 đặc, 140^oC được hỗn hợp ba ete. Lấy 0,72 gam một trong ba ete đem đốt cháy hoàn toàn thu được 1,76 gam CO_2 và 0,72 gam H_2O. Hai rượu đó là

A. CH_3OH và C_2H_5OH. B. C_2H_5OH và C_3H_7OH.
C. C_2H_5OH và C_4H_9OH. ✓D. CH_3OH và C_3H_5OH.

Hướng dẫn giải

Đặt công thức tổng quát của một trong ba ete là C_xH_yO, ta có:

$$m_C = \frac{0,72}{44} \times 12 = 0,48\,\text{gam}\ ;\ \ m_H = \frac{0,72}{18} \times 2 = 0,08\,\text{gam}$$

$\Rightarrow$ $m_O = 0,72 - 0,48 - 0,08 = 0,16$ gam.

$$x : y : 1 = \frac{0,48}{12} : \frac{0,08}{1} : \frac{0,16}{16} = 4 : 8 : 1.$$

$\Rightarrow$ Công thức phân tử của một trong ba ete là C_4H_8O.

Công thức cấu tạo là $CH_3-O-CH_2-CH=CH_2$.

Vậy hai ancol đó là CH_3OH và $CH_2=CH-CH_2-OH$. (*Đáp án D*)

MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG GIẢI THEO PHƯƠNG PHÁP BẢO TOÀN MOL NGUYÊN TỬ

01. Hòa tan hoàn toàn hỗn hợp X gồm 0,4 mol FeO và 0,1mol Fe_2O_3 vào dung dịch HNO_3 loãng, dư thu được dung dịch A và khí B không màu, hóa nâu trong không khí. Dung dịch A cho tác dụng với dung dịch NaOH dư thu được kết tủa. Lấy toàn bộ kết tủa nung trong không khí đến khối lượng không đổi thu được chất rắn có khối lượng là

A. 23,0 gam. B. 32,0 gam. C. 16,0 gam. D. 48,0 gam.

02. Cho khí CO đi qua ống sứ chứa 16 gam Fe_2O_3 đun nóng, sau phản ứng thu được hỗn hợp rắn X gồm Fe, FeO, Fe_3O_4, Fe_2O_3. Hòa tan hoàn toàn X bằng H_2SO_4 đặc, nóng thu được dung dịch Y. Cô cạn dung dịch Y, lượng muối khan thu được là

A. 20 gam. B. 32 gam. C. 40 gam. D. 48 gam.

03. Khử hoàn toàn 17,6 gam hỗn hợp X gồm Fe, FeO, Fe_2O_3 cần 2,24 lít CO (ở đktc). Khối lượng sắt thu được là

A. 5,6 gam. B. 6,72 gam. C. 16,0 gam. D. 11,2 gam.

04. Đốt cháy hỗn hợp hiđrocacbon X thu được 2,24 lít CO_2 (đktc) và 2,7 gam H_2O. Thể tích O_2 đã tham gia phản ứng cháy (đktc) là

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

05. Hoà tan hoàn toàn a gam hỗn hợp X gồm Fe và Fe_2O_3 trong dung dịch HCl thu được 2,24 lít khí H_2 ở đktc và dung dịch B. Cho dung dịch B tác dụng dung dịch NaOH dư, lọc lấy kết tủa, nung trong không khí đến khối lượng không đổi thu được 24 gam chất rắn. Giá trị của a là

A. 13,6 gam. B. 17,6 gam. C. 21,6 gam. D. 29,6 gam.

06. Hỗn hợp X gồm Mg và Al_2O_3. Cho 3 gam X tác dụng với dung dịch HCl dư giải phóng V lít khí (đktc). Dung dịch thu được cho tác dụng với dung dịch NH_3 dư, lọc và nung kết tủa được 4,12 gam bột oxit. V có giá trị là:

A. 1,12 lít. B. 1,344 lít. C. 1,568 lít. D. 2,016 lít.

07. Hỗn hợp A gồm Mg, Al, Fe, Zn. Cho 2 gam A tác dụng với dung dịch HCl dư giải phóng 0,1 gam khí. Cho 2 gam A tác dụng với khí clo dư thu được 5,763 gam hỗn hợp muối. Phần trăm khối lượng của Fe trong A là

A. 8,4%. B. 16,8%. C. 19,2%. D. 22,4%.

08. (*Câu 2 - Mã đề 231 - TSCĐ - Khối A 2007*)

Đốt cháy hoàn toàn 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 H_2O. Thể tích không khí ở (đktc) nhỏ nhất cần dùng để đốt cháy hoàn toàn lượng khí thiên nhiên trên là

<u>A.</u> 70,0 lít. B. 78,4 lít. C. 84,0 lít. D. 56,0 lít.

09. Hoà tan hoàn toàn 5 gam hỗn hợp 2 kim loại X và Y bằng dung dịch HCl thu được dung dịch A và khí H_2. Cô cạn dung dịch A thu được 5,71 gam muối khan. Hãy tính thể tích khí H_2 thu được ở đktc.

A. 0,56 lít. B. 0,112 lít. C. 0,224 lít D. 0,448 lít

10. Đốt cháy hoàn toàn m gam hỗn hợp Y gồm C_2H_6, C_3H_4 và C_4H_8 thì thu được 12,98 gam CO_2 và 5,76 gam H_2O. Vậy m có giá trị là

A. 1,48 gam. B. 8,14 gam. C. 4,18 gam. D. 16,04 gam.

Đáp án các bài tập vận dụng:

1. D	2. C	3. C	4. D	5. C
6. C	7. B	8. A	9. C	10. C

Phương pháp 3

BẢO TOÀN MOL ELECTRON

Trước hết cần nhấn mạnh đây không phải là phương pháp cân bằng phản ứng oxi hóa - khử, mặc dù phương pháp thăng bằng electron dùng để cân bằng phản ứng oxi hóa - khử cũng dựa trên sự bảo toàn electron.

Nguyên tắc của phương pháp như sau: khi có nhiều chất oxi hóa, chất khử trong một hỗn hợp phản ứng (nhiều phản ứng hoặc phản ứng qua nhiều giai đoạn) thì tổng số electron của các chất khử cho phải bằng tổng số electron mà các chất oxi hóa nhận. Ta chỉ cần nhận định đúng trạng thái đầu và trạng thái cuối của các chất oxi hóa hoặc chất khử, thậm chí không cần quan tâm đến việc cân bằng các phương trình phản ứng. Phương pháp này đặc biệt lý thú đối với các bài toán cần phải biện luận nhiều trường hợp có thể xảy ra.

Sau đây là một số ví dụ điển hình.

Ví dụ 1: Oxi hóa hoàn toàn 0,728 gam bột Fe ta thu được 1,016 gam hỗn hợp hai oxit sắt (hỗn hợp A).

1. Hòa tan hỗn hợp A bằng dung dịch axit nitric loãng dư. Tính thể tích khí NO duy nhất bay ra (ở đktc).

   A. 2,24 ml. ✓B. 22,4 ml. C. 33,6 ml. D. 44,8 ml.

2. Cũng hỗn hợp A trên trộn với 5,4 gam bột Al rồi tiến hành phản ứng nhiệt nhôm (hiệu suất 100%). Hòa tan hỗn hợp thu được sau phản ứng bằng dung dịch HCl dư. Tính thể tích bay ra (ở đktc).

   ✓A. 6,608 lít. B. 0,6608 lít. C. 3,304 lít. D. 33,04. lít

Hướng dẫn giải

1. Các phản ứng có thể có:

$$2Fe + O_2 \xrightarrow{t^o} 2FeO \qquad (1)$$

$$2Fe + 1{,}5O_2 \xrightarrow{t^o} Fe_2O_3 \qquad (2)$$

$$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{t^o} Fe_3O_4 \qquad (3)$$

Các phản ứng hòa tan có thể có:

$$3FeO + 10HNO_3 \longrightarrow 3Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 5H_2O \qquad (4)$$

$$Fe_2O_3 + 6HNO_3 \longrightarrow 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2O \qquad (5)$$

$$3Fe_3O_4 + 28HNO_3 \longrightarrow 9Fe(NO_3)_3 + NO\uparrow + 14H_2O \qquad (6)$$

Ta nhận thấy tất cả Fe từ Fe^0 bị oxi hóa thành Fe^{+3}, còn N^{+5} bị khử thành N^{+2}, O_2^0 bị khử thành $2O^{-2}$ nên phương trình bảo toàn electron là:

$$3n + 0{,}009 \times 4 = \frac{0{,}728}{56} \times 3 = 0{,}039 \text{ mol.}$$

trong đó, n là số mol NO thoát ra. Ta dễ dàng rút ra

$n = 0{,}001$ mol;

$V_{NO} = 0{,}001 \times 22{,}4 = 0{,}0224$ lít = 22,4 ml. (*Đáp án B*)

2. Các phản ứng có thể có:

$$2Al + 3FeO \xrightarrow{t^o} 3Fe + Al_2O_3 \qquad (7)$$

$2Al + Fe_2O_3 \xrightarrow{t^o} 2Fe + Al_2O_3$ (8)

$8Al + 3Fe_3O_4 \xrightarrow{t^o} 9Fe + 4Al_2O_3$ (9)

$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$ (10)

$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$ (11)

Xét các phản ứng (1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11) ta thấy Fe^0 cuối cùng thành Fe^{+2}, Al^0 thành Al^{+3}, O_2^0 thành $2O^{-2}$ và $2H^+$ thành H_2 nên ta có phương trình bảo toàn electron như sau:

$$0,013\times 2+\frac{5,4\times 3}{27}=0,009\times 4+n\times 2$$

$Fe^0 \rightarrow Fe^{+2}$ $Al^0 \rightarrow Al^{+3}$ $O_2^0 \rightarrow 2O^{-2}$ $2H^+ \rightarrow H_2$

$\Rightarrow$ $n = 0,295$ mol

$\Rightarrow$ $V_{H_2} = 0,295\times 22,4 = 6,608$ lít. (*Đáp án A*)

***Nhận xét*:** Trong bài toán trên các bạn không cần phải băn khoăn là tạo thành hai oxit sắt (hỗn hợp A) gồm những oxit nào và cũng không cần phải cân bằng 11 phương trình như trên mà chỉ cần quan tâm tới trạng thái đầu và trạng thái cuối của các chất oxi hóa và chất khử rồi áp dụng luật bảo toàn electron để tính lược bớt được các giai đoạn trung gian ta sẽ tính nhẩm nhanh được bài toán.

Ví dụ 2: Trộn 0,81 gam bột nhôm với bột Fe_2O_3 và CuO rồi đốt nóng để tiến hành phản ứng nhiệt nhôm thu được hỗn hợp A. Hoà tan hoàn toàn A trong dung dịch HNO_3 đun nóng thu được V lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất) ở đktc. Giá trị của V là

A. 0,224 lít. ✓B. 0,672 lít. C. 2,24 lít. D. 6,72 lít.

Hướng dẫn giải

Tóm tắt theo sơ đồ:

$$0,81 \text{ gam Al} + \begin{cases} Fe_2O_3 \\ CuO \end{cases} \xrightarrow{t^o} \text{hỗn hợp A} \xrightarrow[\text{dung dịch } HNO_3]{\text{hòa tan hoàn toàn}} V_{NO} = ?$$

Thực chất trong bài toán này chỉ có quá trình cho và nhận electron của nguyên tử Al và N.

$Al \rightarrow Al^{+3} + 3e$

$\frac{0,81}{27} \rightarrow 0,09$ mol

và $N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2}$

$0,09 \text{ mol} \rightarrow 0,03 \text{ mol}$

$\Rightarrow$ $V_{NO} = 0,03\times 22,4 = 0,672$ lít. (*Đáp án D*)

***Nhận xét*:** Phản ứng nhiệt nhôm chưa biết là hoàn toàn hay không hoàn toàn do đó hỗn hợp A không xác định được chính xác gồm những chất nào nên việc viết phương trình hóa học và cân bằng phương trình phức tạp. Khi hòa tan hoàn toàn hỗn hợp A trong axit HNO_3 thì Al^0 tạo thành Al^{+3}, nguyên tử Fe và Cu được bảo toàn hóa trị.

Có bạn sẽ thắc mắc lượng khí NO còn được tạo bởi kim loại Fe và Cu trong hỗn hợp A. Thực chất lượng Al phản ứng đã bù lại lượng Fe và Cu tạo thành.

Ví dụ 3: Cho 8,3 gam hỗn hợp X gồm Al, Fe ($n_{Al} = n_{Fe}$) vào 100 ml dung dịch Y gồm $Cu(NO_3)_2$ và $AgNO_3$. Sau khi phản ứng kết thúc thu được chất rắn A gồm 3 kim loại. Hòa tan hoàn toàn chất rắn A vào dung dịch HCl dư thấy có 1,12 lít khí thoát ra (đktc) và còn lại 28 gam chất rắn không tan B. Nồng độ C_M của $Cu(NO_3)_2$ và của $AgNO_3$ lần lượt là

A. 2M và 1M. ✓B. 1M và 2M.

C. 0,2M và 0,1M. D. kết quả khác.

Tóm tắt sơ đồ:

$$\underset{(n_{Al} = n_{Fe})}{\text{8,3 gam hỗn hợp X}} \begin{cases} Al \\ Fe \end{cases} + \text{100 ml dung dịch Y} \begin{cases} AgNO_3 & : x \text{ mol} \\ Cu(NO_3)_2 & : y \text{ mol} \end{cases} \rightarrow$$

$$\rightarrow \underset{\text{(3 kim loại)}}{\text{Chất rắn A}} \xrightarrow{+HCl\ dư} \begin{cases} 1,12 \text{ lít } H_2 \\ \text{2,8 gam chất rắn không tan B} \end{cases}$$

Hướng dẫn giải

Ta có: $n_{Al} = n_{Fe} = \dfrac{8,3}{83} = 0,1$ mol.

Đặt $n_{AgNO_3} = x$ mol và $n_{Cu(NO_3)_2} = y$ mol

$\Rightarrow$ X + Y $\rightarrow$ Chất rắn A gồm 3 kim loại.

$\Rightarrow$ Al hết, Fe chưa phản ứng hoặc còn dư. Hỗn hợp hai muối hết.

Quá trình oxi hóa:

$$\begin{array}{llll} Al \rightarrow Al^{3+} + 3e & & Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e & \\ 0,1 & 0,3 & 0,1 & 0,2 \end{array}$$

$\Rightarrow$ Tổng số mol e nhường bằng 0,5 mol.

Quá trình khử:

$$\begin{array}{lll} Ag^+ + 1e \rightarrow Ag & Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu & 2H^+ + 2e \rightarrow H_2 \\ x \quad\ x \quad\ x & y \quad\ 2y \quad\ y & \quad\ 0,1 \quad 0,05 \end{array}$$

$\Rightarrow$ Tổng số e mol nhận bằng (x + 2y + 0,1).

Theo định luật bảo toàn electron, ta có phương trình:

$$x + 2y + 0,1 = 0,5 \quad \text{hay} \quad x + 2y = 0,4 \qquad (1)$$

Mặt khác, chất rắn B không tan là: Ag: x mol ; Cu: y mol.

$$\Rightarrow \quad 108x + 64y = 28 \qquad (2)$$

Giải hệ (1), (2) ta được:

$$x = 0,2 \text{ mol}; \quad y = 0,1 \text{ mol}.$$

$$\Rightarrow \quad C_{M\,AgNO_3} = \frac{0,2}{0,1} = 2M; \quad C_{M\,Cu(NO_3)_2} = \frac{0,1}{0,1} = 1M. \ (\textit{Đáp án B})$$

Ví dụ 4: Hòa tan 15 gam hỗn hợp X gồm hai kim loại Mg và Al vào dung dịch Y gồm HNO_3 và H_2SO_4 đặc thu được 0,1 mol mỗi khí SO_2, NO, NO_2, N_2O. Phần trăm khối lượng của Al và Mg trong X lần lượt là

A. 63% và 37%. ✓B. 36% và 64%.

C. 50% và 50%. D. 46% và 54%.

Hướng dẫn giải

Đặt n_{Mg} = x mol ; n_{Al} = y mol. Ta có:

24x + 27y = 15.(1)

Quá trình oxi hóa:

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$ $\quad$ $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$

x $\quad$ 2x $\quad$ y $\quad$ 3y

⇒ Tổng số mol e nhường bằng (2x + 3y).

Quá trình khử:

$N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2}$ $\quad$ $2N^{+5} + 2\times4e \rightarrow 2N^{+1}$

0,3 $\quad$ 0,1 $\quad$ 0,8 $\quad$ 0,2

$N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$ $\quad$ $S^{+6} + 2e \rightarrow S^{+4}$

0,1 $\quad$ 0,1 $\quad$ 0,2 $\quad$ 0,1

⇒ Tổng số mol e nhận bằng 1,4 mol.

Theo định luật bảo toàn electron:

$$2x + 3y = 1{,}4 \quad (2)$$

Giải hệ (1), (2) ta được: x = 0,4 mol ; y = 0,2 mol.

$$\Rightarrow \quad \%Al = \frac{27\times0{,}2}{15}\times100\% = 36\%.$$

%Mg = 100% – 36% = 64%. (*Đáp án B*)

Ví dụ 5: Trộn 60 gam bột Fe với 30 gam bột lưu huỳnh rồi đun nóng (không có không khí) thu được chất rắn A. Hoà tan A bằng dung dịch axit HCl dư được dung dịch B và khí C. Đốt cháy C cần V lít O_2 (đktc). Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn. V có giá trị là

A. 11,2 lít. B. 21 lít. ✓C. 33 lít. D. 49 lít.

Hướng dẫn giải

Vì $n_{Fe} > n_S = \frac{30}{32}$ nên Fe dư và S hết.

Khí C là hỗn hợp H_2S và H_2. Đốt C thu được SO_2 và H_2O. Kết quả cuối cùng của quá trình phản ứng là Fe và S nhường e, còn O_2 thu e.

Nhường e: $\quad$ $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$

$$\frac{60}{56}\text{mol} \qquad 2\times\frac{60}{56}\text{mol}$$

$$S \rightarrow S^{+4} + 4e$$

$$\frac{30}{32}\text{mol} \qquad 4\times\frac{30}{32}\text{ mol}$$

Thu e: Gọi số mol O_2 là x mol.

$$O_2 + 4e \rightarrow 2O^{-2}$$

$$x\text{ mol} \rightarrow 4x$$

Ta có: $4x = \frac{60}{56}\times 2 + \frac{30}{32}\times 4$ giải ra x = 1,4732 mol.

$\Rightarrow \quad V_{O_2} = 22{,}4\times 1{,}4732 = 33$ lít. (*Đáp án C*)

Ví dụ 6: Hỗn hợp A gồm 2 kim loại R_1, R_2 có hoá trị x, y không đổi (R_1, R_2 không tác dụng với nước và đứng trước Cu trong dãy hoạt động hóa học của kim loại). Cho hỗn hợp A phản ứng hoàn toàn với dung dịch HNO_3 dư thu được 1,12 lít khí NO duy nhất ở đktc.

Nếu cho lượng hỗn hợp A trên phản ứng hoàn toàn với dung dịch HNO_3 thì thu được bao nhiêu lít N_2. Các thể tích khí đo ở đktc.

A. 0,224 lít. ✓B. 0,336 lít. C. 0,448 lít. D. 0,672 lít.

Hướng dẫn giải

Trong bài toán này có 2 thí nghiệm:

TN1: R_1 và R_2 nhường e cho Cu^{2+} để chuyển thành Cu sau đó Cu lại nhường e cho $\overset{+5}{N}$ để thành $\overset{+2}{N}$ (NO). Số mol e do R_1 và R_2 nhường ra là

$$\overset{+5}{N} + 3e \rightarrow \overset{+2}{N}$$

$$0{,}15 \leftarrow \frac{1{,}12}{22{,}4} = 0{,}05$$

TN2: R_1 và R_2 trực tiếp nhường e cho $\overset{+5}{N}$ để tạo ra N_2. Gọi x là số mol N_2, thì số mol e thu vào là

$$2\overset{+5}{N} + 10e \rightarrow N_2^0$$

$$10x \leftarrow x\text{ mol}$$

Ta có: $10x = 0{,}15 \rightarrow x = 0{,}015$

$\Rightarrow \quad V_{N_2} = 22{,}4.0{,}015 = 0{,}336$ lít. (*Đáp án B*)

Ví dụ 7: Cho 1,35 gam hỗn hợp gồm Cu, Mg, Al tác dụng hết với dung dịch HNO_3 thu được hỗn hợp khí gồm 0,01 mol NO và 0,04 mol NO_2. Tính khối lượng muối tạo ra trong dung dịch.

A. 10,08 gam. B. 6,59 gam. ✓C. 5,69 gam. D. 5,96 gam.

Hướng dẫn giải

<u>Cách 1</u>: Đặt x, y, z lần lượt là số mol Cu, Mg, Al.

Nhường e: $Cu = \overset{2+}{Cu} + 2e \qquad Mg = \overset{2+}{Mg} + 2e \qquad Al = \overset{3+}{Al} + 3e$

$$x \rightarrow x \rightarrow 2x \qquad y \rightarrow y \rightarrow 2y \qquad z \rightarrow z \rightarrow 3z$$

Thu e: $\overset{+5}{N} + 3e = \overset{+2}{N}$ (NO) $\overset{+5}{N} + 1e = \overset{+4}{N}$ (NO_2)

0,03 ← 0,01 0,04 ← 0,04

Ta có: $2x + 2y + 3z = 0,03 + 0,04 = 0,07$

và 0,07 cũng chính là số mol NO_3^-

Khối lượng muối nitrat là:

$1,35 + 62\times0,07 = 5,69$ gam. (*Đáp án C*)

<u>Cách 2</u>:

Nhận định mới: Khi cho kim loại hoặc hỗn hợp kim loại tác dụng với dung dịch axit HNO_3 tạo hỗn hợp 2 khí NO và NO_2 thì

$$n_{HNO_3} = 2n_{NO_2} + 4n_{NO}$$

$$n_{HNO_3} = 2\times0,04 + 4\times0,01 = 0,12 \text{ mol}$$

⇒ $$n_{H_2O} = 0,06 \text{ mol}$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng:

$$m_{KL} + m_{HNO_3} = m_{muối} + m_{NO} + m_{NO_2} + m_{H_2O}$$

$$1,35 + 0,12\times63 = m_{muối} + 0,01\times30 + 0,04\times46 + 0,06\times18$$

⇒ $m_{muối}$ = 5,69 gam.

Ví dụ 8: (*Câu 19 - Mã đề 182 - Khối A - TSĐH - 2007*)

Hòa tan hoàn toàn 12 gam hỗn hợp Fe, Cu (tỉ lệ mol 1:1) bằng axit HNO_3, thu được V lít (ở đktc) hỗn hợp khí X (gồm NO và NO_2) và dung dịch Y (chỉ chứa hai muối và axit dư). Tỉ khối của X đối với H_2 bằng 19. Giá trị của V là

A. 2,24 lít. B. 4,48 lít. ✓C. 5,60 lít. D. 3,36 lít.

Hướng dẫn giải

Đặt $n_{Fe} = n_{Cu}$ = a mol → 56a + 64a = 12 → a = 0,1 mol.

Cho e: $Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$ $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$

0,1 → 0,3 0,1 → 0,2

Nhận e: $N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2}$ $N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$

3x ← x y ← y

Tổng n_e cho bằng tổng n_e nhận.

⇒ $3x + y = 0,5$

Mặt khác: $30x + 46y = 19\times2(x + y)$.

⇒ x = 0,125 ; y = 0,125.

$V_{hh\ khí\ (đktc)} = 0,125\times2\times22,4 = 5,6$ lít. (*Đáp án C*)

Ví dụ 9: Nung m gam bột sắt trong oxi, thu được 3 gam hỗn hợp chất rắn X. Hòa tan hết hỗn hợp X trong dung dịch HNO_3 (dư), thoát ra 0,56 lít (ở đktc) NO (là sản phẩm khử duy nhất). Giá trị của m là

✓A. 2,52 gam. B. 2,22 gam. C. 2,62 gam. D. 2,32 gam.

Hướng dẫn giải

m gam $Fe + O_2 \rightarrow$ 3 gam hỗn hợp chất rắn X $\xrightarrow{HNO_3\ dư}$ 0,56 lít NO.

Thực chất các quá trình oxi hóa - khử trên là:

Cho e: $Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e$

$$\frac{m}{56} \rightarrow \frac{3m}{56} \text{ mol e}$$

Nhận e: $O_2 + 4e \rightarrow 2O^{2-}$ $\quad N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2}$

$$\frac{3-m}{32} \rightarrow \frac{4(3-m)}{32} \text{ mol e} \qquad 0{,}075 \text{ mol} \leftarrow 0{,}025 \text{ mol}$$

$$\frac{3m}{56} = \frac{4(3-m)}{32} + 0{,}075$$

$\Rightarrow$ m = 2,52 gam. (*Đáp án A*)

Ví dụ 10: Hỗn hợp X gồm hai kim loại A và B đứng trước H trong dãy điện hóa và có hóa trị không đổi trong các hợp chất. Chia m gam X thành hai phần bằng nhau:

- *Phần 1*: Hòa tan hoàn toàn trong dung dịch chứa axit HCl và H_2SO_4 loãng tạo ra 3,36 lít khí H_2.

- *Phần 2*: Tác dụng hoàn toàn với dung dịch HNO_3 thu được V lít khí NO (sản phẩm khử duy nhất).

Biết các thể tích khí đo ở điều kiện tiêu chuẩn. Giá trị của V là

✓A. 2,24 lít. B. 3,36 lít. C. 4,48 lít. D. 6,72 lít.

Hướng dẫn giải

Đặt hai kim loại A, B là M.

- Phần 1: $M + nH^+ \longrightarrow M^{n+} + \frac{n}{2}H_2$ (1)

- Phần 2: $3M + 4nH^+ + nNO_3^- \rightarrow 3M^{n+} + nNO + 2nH_2O$ (2)

Theo (1): Số mol e của M cho bằng số mol e của $2H^+$ nhận;

Theo (2): Số mol e của M cho bằng số mol e của N^{+5} nhận.

Vậy số mol e nhận của $2H^+$ bằng số mol e nhận của N^{+5}.

$$2H^+ + 2e \rightarrow H_2 \quad \text{và} \quad N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2}$$

$$0{,}3 \leftarrow 0{,}15 \text{ mol} \qquad 0{,}3 \rightarrow 0{,}1 \text{ mol}$$

$\Rightarrow$ $V_{NO} = 0{,}1 \times 22{,}4 = 2{,}24$ lít. (*Đáp án A*)

Ví dụ 11: Cho m gam bột Fe vào dung dịch HNO_3 lấy dư, ta được hỗn hợp gồm hai khí NO_2 và NO có V_X = 8,96 lít (đktc) và tỉ khối đối với O_2 bằng 1,3125. Xác định %NO và %NO_2 theo thể tích trong hỗn hợp X và khối lượng m của Fe đã dùng?

A. 25% và 75%; 1,12 gam. ✓B. 25% và 75%; 11,2 gam.

C. 35% và 65%; 11,2 gam. D. 45% và 55%; 1,12 gam.

Hướng dẫn giải

Ta có: $n_X = 0,4$ mol; $M_X = 42$.

Sơ đồ đường chéo:

$$\begin{array}{ccccc} NO_2: 46 & \searrow & & \nearrow & 42-30=12 \\ & & 42 & & \\ NO: 30 & \nearrow & & \searrow & 46-42=4 \end{array}$$

$$\Rightarrow \quad \begin{cases} n_{NO_2} : n_{NO} = 12:4 = 3 \\ n_{NO_2} + n_{NO} = 0,4 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \quad \begin{cases} n_{NO} = 0,1 \text{ mol} \\ n_{NO_2} = 0,3 \text{ mol} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \%V_{NO} = 25\% \\ \%V_{NO_2} = 75\% \end{cases}$$

và $Fe - 3e \rightarrow Fe^{3+}$ $\qquad N^{+5} + 3e \rightarrow N^{+2}$ $\qquad N^{+5} + 1e \rightarrow N^{+4}$

$\quad 3x \rightarrow x$ $\qquad 0,3 \leftarrow 0,1$ $\qquad 0,3 \leftarrow 0,3$

Theo định luật bảo toàn electron:

$$3x = 0,6 \text{ mol} \rightarrow x = 0,2 \text{ mol}$$

$\Rightarrow$ $m_{Fe} = 0,2\times56 = 11,2$ gam. (*Đáp áp B)*.

Ví dụ 12: Cho 3 kim loại Al, Fe, Cu vào 2 lít dung dịch HNO_3 phản ứng vừa đủ thu được 1,792 lít khí X (đktc) gồm N_2 và NO_2 có tỉ khối hơi so với He bằng 9,25. Nồng độ mol/lít HNO_3 trong dung dịch đầu là

✓A. 0,28M. B. 1,4M. C. 1,7M. D. 1,2M.

Hướng dẫn giải

Ta có: $\bar{M}_X = 9,25\times4 = 37 = \dfrac{\left(M_{N_2} + M_{NO_2}\right)}{2}$

là trung bình cộng khối lượng phân tử của hai khí N_2 và NO_2 nên:

$$n_{N_2} = n_{NO_2} = \frac{n_X}{2} = 0,04 \text{ mol}$$

và $\quad NO_3^- + 10e \rightarrow N_2$ $\qquad NO_3^- + 1e \rightarrow NO_2$

$\quad 0,08 \leftarrow 0,4 \leftarrow 0,04$ mol $\qquad 0,04 \leftarrow 0,04 \leftarrow 0,04$ mol

$\quad M \rightarrow M^{n+} + n.e$

$\qquad\qquad 0,04$ mol

$\Rightarrow$ $n_{HNO_3\text{ (bị khử)}} = 0,12$ mol.

Nhận định mới: Kim loại nhường bao nhiêu electron thì cũng nhận bấy nhiêu gốc NO_3^- để tạo muối.

$\Rightarrow$ $n_{HNO_3\text{ (tạo muối)}} = n.e_{\text{(nhường)}} = n.e_{\text{(nhận)}} = 0,04 + 0,4 = 0,44$ mol.

Do đó: $n_{HNO_3\text{(phản ứng)}} = 0,44 + 0,12 = 0,56$ mol

$\Rightarrow \quad [HNO_3] = \frac{0,56}{2} = 0,28M.$ (*Đáp án A*)

Ví dụ 13: Khi cho 9,6 gam Mg tác dụng hết với dung dịch H_2SO_4 đậm đặc, thấy có 49 gam H_2SO_4 tham gia phản ứng, tạo muối $MgSO_4$, H_2O và sản phẩm khử X. X là

A. SO_2 B. S ✓C. H_2S D. SO_2, H_2S

Hướng dẫn giải

Dung dịch H_2SO_4 đạm đặc vừa là chất oxi hóa vừa là môi trường.

Gọi a là số oxi hóa của S trong X.

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$ $\qquad$ $S^{+6} + (6\text{-}a)e \rightarrow S^{a}$

0,4 mol $\quad$ 0,8 mol $\qquad$ 0,1 mol $\quad$ 0,1(6-a) mol

Tổng số mol H_2SO_4 đã dùng là : $\frac{49}{98} = 0,5\,(mol)$

Số mol H_2SO_4 đã dùng để tạo muối bằng số mol Mg = 9,6 : 24 = 0,4 mol.

Số mol H_2SO_4 đã dùng để oxi hóa Mg là:

$0,5 - 0,4 = 0,1$ mol.

Ta có: $0,1\times(6 - a) = 0,8 \rightarrow x = -2$. Vậy X là H_2S. (*Đáp án C*)

Ví dụ 14: Để a gam bột sắt ngoài không khí, sau một thời gian sẽ chuyển thành hỗn hợp A có khối lượng là 75,2 gam gồm Fe, FeO, Fe_2O_3 và Fe_3O_4. Cho hỗn hợp A phản ứng hết với dung dịch H_2SO_4 đậm đặc, nóng thu được 6,72 lít khí SO_2 (đktc). Khối lượng a gam là:

✓ A. 56 gam. B. 11,2 gam. C. 22,4 gam. D. 25,3 gam.

Hướng dẫn giải

Số mol Fe ban đầu trong a gam: $n_{Fe} = \frac{a}{56}$ mol.

Số mol O_2 tham gia phản ứng: $n_{O_2} = \frac{75,2 - a}{32}$ mol.

Quá trình oxi hóa: $\quad Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e \qquad (1)$

$\frac{a}{56}$ mol $\qquad \frac{3a}{56}$ mol

Số mol e nhường: $n_e = \frac{3a}{56}$ mol

Quá trình khử: $\quad O_2 + 4e \rightarrow 2O^{-2} \qquad (2)$

$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \longrightarrow SO_2 + 2H_2O \qquad (3)$

Từ (2), (3) $\rightarrow n_{e_{cho}} = 4n_{O_2} + 2n_{SO_2}$

$$= 4\times\frac{75,2 - a}{32} + 2\times 0,3 = \frac{3a}{56}$$

$\Rightarrow \quad a = 56$ gam. (*Đáp án A*)

Ví dụ 15: Cho 1,35 gam hỗn hợp A gồm Cu, Mg, Al tác dụng với HNO_3 dư được 1,12 lít NO và NO_2 (đktc) có khối lượng mol trung bình là 42,8. Tổng khối lượng muối nitrat sinh ra là:

A. 9,65 gam B. 7,28 gam C. 4,24 gam ✓D. 5,69 gam

Hướng dẫn giải

Dựa vào sơ đồ đường chéo tính được số mol NO và NO_2 lần lượt là 0,01 và 0,04 mol. Ta có các bán phản ứng:

$$NO_3^- + 4H^+ + 3e \longrightarrow NO + 2H_2O$$

$$NO_3^- + 2H^+ + 1e \longrightarrow NO_2 + H_2O$$

Như vậy, tổng electron nhận là 0,07 mol.

Gọi x, y, z lần lượt là số mol Cu, Mg, Al có trong 1,35 gam hỗn hợp kim loại. Ta có các bán phản ứng:

$$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e \quad Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e \quad Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$$

$\Rightarrow$ $2x + 2y + 3z = 0,07.$

Khối lượng muối nitrat sinh ra là:

$$m = m_{Cu(NO_3)_2} + m_{Mg(NO_3)_2} + m_{Al(NO_3)_3}$$

$$= 1,35 + 62(2x + 2y + 3z)$$

$$= 1,35 + 62 \times 0,07 = 5,69 \text{ gam.}$$

MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG GIAI THEO PHƯƠNG PHÁP BẢO TOÀM MOL ELECTRON

01. Hoà tan hoàn toàn m gam Al vào dung dịch HNO_3 rất loãng thì thu được hỗn hợp gồm 0,015 mol khí N_2O và 0,01mol khí NO (phản ứng không tạo NH_4NO_3). Giá trị của m là

A. 13,5 gam. B. 1,35 gam. C. 0,81 gam. D. 8,1 gam.

02. Cho một luồng CO đi qua ống sứ đựng 0,04 mol hỗn hợp A gồm FeO và Fe_2O_3 đốt nóng. Sau khi kết thúc thí nghiệm thu được chất rắn B gồm 4 chất nặng 4,784 gam. Khí đi ra khỏi ống sứ hấp thụ vào dung dịch $Ca(OH)_2$ dư, thì thu được 4,6 gam kết tủa. Phần trăm khối lượng FeO trong hỗn hợp A là

A. 68,03%. B. 13,03%. C. 31,03%. D. 68,97%.

03. Một hỗn hợp gồm hai bột kim loại Mg và Al được chia thành hai phần bằng nhau:

- *Phần 1*: cho tác dụng với HCl dư thu được 3,36 lít H_2.
- *Phần 2*: hoà tan hết trong HNO_3 loãng dư thu được V lít một khí không màu, hoá nâu trong không khí (các thể tích khí đều đo ở đktc). Giá trị của V là

A. 2,24 lít. B. 3,36 lít. C. 4,48 lít. D. 5,6 lít.

04. Dung dịch X gồm $AgNO_3$ và $Cu(NO_3)_2$ có cùng nồng độ. Lấy một lượng hỗn hợp gồm 0,03 mol Al; 0,05 mol Fe cho vào 100 ml dung dịch X cho tới khí phản ứng kết thúc thu được chất rắn Y chứa 3 kim loại.Cho Y vào HCl dư giải phóng 0,07 gam khí. Nồng độ của hai muối là

A. 0,3M. B. 0,4M. C. 0,42M. D. 0,45M.

05. Cho 1,35 gam hỗn hợp Cu, Mg, Al tác dụng với HNO_3 dư được 896 ml hỗn hợp gồm NO và NO_2 có $\overline{M} = 42$. Tính tổng khối lượng muối nitrat sinh ra (khí ở đktc).

A. 9,41 gam. B. 10,08 gam. C. 5,07 gam. D. 8,15 gam.

06. Hòa tan hết 4,43 gam hỗn hợp Al và Mg trong HNO_3 loãng thu được dung dịch A và 1,568 lít (đktc) hỗn hợp hai khí (đều không màu) có khối lượng 2,59 gam trong đó có một khí bị hóa thành màu nâu trong không khí. Tính số mol HNO_3 đã phản ứng.

A. 0,51 mol. B. A. 0,45 mol. C. 0,55 mol. D. 0,49 mol.

07. Hòa tan hoàn toàn m gam hỗn hợp gồm ba kim loại bằng dung dịch HNO_3 thu được 1,12 lít hỗn hợp khí D (đktc) gồm NO_2 và NO. Tỉ khối hơi của D so với hiđro bằng 18,2. Tính thể tích tối thiểu dung dịch HNO_3 37,8% (d = 1,242g/ml) cần dùng.

A. 20,18 ml. B. 11,12 ml. C. 21,47 ml. D. 36,7 ml.

08. Hòa tan 6,25 gam hỗn hợp Zn và Al vào 275 ml dung dịch HNO_3 thu được dung dịch A, chất rắn B gồm các kim loại chưa tan hết cân nặng 2,516 gam và 1,12 lít hỗn hợp khí D (ở đktc) gồm NO và NO_2. Tỉ khối của hỗn hợp D so với H_2 là 16,75. Tính nồng độ mol/l của HNO_3 và tính khối lượng muối khan thu được khi cô cạn dung dịch sau phản ứng.

A. 0,65M và 11,794 gam. B. 0,65M và 12,35 gam.

C. 0,75M và 11,794 gam. D. 0,55M và 12.35 gam.

09. Đốt cháy 5,6 gam bột Fe trong bình đựng O_2 thu được 7,36 gam hỗn hợp A gồm Fe_2O_3, Fe_3O_4 và Fe. Hòa tan hoàn toàn lượng hỗn hợp A bằng dung dịch HNO_3 thu được V lít hỗn hợp khí B gồm NO và NO_2. Tỉ khối của B so với H_2 bằng 19. Thể tích V ở đktc là

A. 672 ml. B. 336 ml. C. 448 ml. D. 896 ml.

10. Cho a gam hỗn hợp A gồm oxit FeO, CuO, Fe_2O_3 có số mol bằng nhau tác dụng hoàn toàn với lượng vừa đủ là 250 ml dung dịch HNO_3 khi đun nóng nhẹ, thu được dung dịch B và 3,136 lít (đktc) hỗn hợp khí C gồm NO_2 và NO có tỉ khối so với hiđro là 20,143. Tính a.

A. 74,88 gam. B. 52,35 gam. C. 61,79 gam. D. 72,35 gam.

Đáp án các bài tập vận dụng

1. B	2. B	3. A	4. B	5. C
6. D	7. C	8. A	9. D	10. A

Phương pháp 4

SỬ DỤNG PHƯƠNG TRÌNH ION - ELETRON

Để làm tốt các bài toán bằng phương pháp ion điều đầu tiên các bạn phải nắm chắc phương trình phản ứng dưới dạng các phân tử từ đó suy ra các phương trình ion, đôi khi có một số bài tập không thể giải theo các phương trình phân tử được mà phải giải dựa theo phương trình ion. Việc giải bài toán hóa học bằng phương pháp ion giúp chúng ta hiểu kỹ hơn về bản chất của các phương trình hóa học. Từ một phương trình ion có thể đúng với rất nhiều phương trình phân tử. Ví dụ phản ứng giữa hỗn hợp dung dịch axit với dung dịch bazơ đều có chung một phương trình ion là

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

hoặc phản ứng của Cu kim loại với hỗn hợp dung dịch $NaNO_3$ và dung dịch H_2SO_4 là

$$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \longrightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O...$$

Sau đây là một số ví dụ:

Ví dụ 1: Hỗn hợp X gồm (Fe, Fe_2O_3, Fe_3O_4, FeO) với số mol mỗi chất là 0,1 mol, hòa tan hết vào dung dịch Y gồm (HCl và H_2SO_4 loãng) dư thu được dung dịch Z. Nhỏ từ từ dung dịch $Cu(NO_3)_2$ 1M vào dung dịch Z cho tới khi ngừng thoát khí NO. Thể tích dung dịch $Cu(NO_3)_2$ cần dùng và thể tích khí thoát ra ở đktc thuộc phương án nào?

A. 25 ml; 1,12 lít. B. 0,5 lít; 22,4 lít.

✓C. 50 ml; 2,24 lít. D. 50 ml; 1,12 lít.

Hướng dẫn giải

Quy hỗn hợp 0,1 mol Fe_2O_3 và 0,1 mol FeO thành 0,1 mol Fe_3O_4.

Hỗn hợp X gồm: (Fe_3O_4 0,2 mol; Fe 0,1 mol) tác dụng với dung dịch Y

$$Fe_3O_4 + 8H^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2Fe^{3+} + 4H_2O$$

0,2 $\rightarrow$ 0,2 0,4 mol

$$Fe + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2\uparrow$$

0,1 $\rightarrow$ 0,1 mol

Dung dịch Z: (Fe^{2+}: 0,3 mol; Fe^{3+}: 0,4 mol) + $Cu(NO_3)_2$:

$$3Fe^{2+} + NO_3^- + 4H^+ \rightarrow 3Fe^{3+} + NO\uparrow + 2H_2O$$

0,3 0,1 0,1 mol

$\Rightarrow$ $V_{NO} = 0,1\times22,4 = 2,24$ lít.

$$n_{Cu(NO_3)_2} = \frac{1}{2}n_{NO_3^-} = 0,05 \text{ mol}$$

$\Rightarrow$ $V_{dd\ Cu(NO_3)_2} = \dfrac{0,05}{1} = 0,05$ lít (hay 50 ml). (*Đáp án C*)

Ví dụ 2: Hòa tan 0,1 mol Cu kim loại trong 120 ml dung dịch X gồm HNO_3 1M và H_2SO_4 0,5M. Sau khi phản ứng kết thúc thu được V lít khí NO duy nhất (đktc).

Giá trị của V là

✓A. 1,344 lít. B. 1,49 lít. C. 0,672 lít. D. 1,12 lít.

Hướng dẫn giải

$n_{HNO_3} = 0,12$ mol ; $n_{H_2SO_4} = 0,06$ mol

$\Rightarrow$ Tổng: $n_{H^+} = 0,24$ mol và $n_{NO_3^-} = 0,12$ mol.

Phương trình ion:

$$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \longrightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

Ban đầu: 0,1 $\rightarrow$ 0,24 $\rightarrow$ 0,12 mol

Phản ứng: 0,09 $\leftarrow$ 0,24 $\rightarrow$ 0,06 $\rightarrow$ 0,06 mol

Sau phản ứng: 0,01 (dư) (hết) 0,06 (dư)

$\Rightarrow$ $V_{NO} = 0,06\times22,4 = 1,344$ lít. (*Đáp án A*)

Ví dụ 3: Dung dịch X chứa dung dịch NaOH 0,2M và dung dịch $Ca(OH)_2$ 0,1M. Sục 7,84 lít khí CO_2 (đktc) vào 1 lít dung dịch X thì lượng kết tủa thu được là

A. 15 gam. ✓B. 5 gam. C. 10 gam. D. 0 gam.

Hướng dẫn giải

$n_{CO_2} = 0,35$ mol ; $n_{NaOH} = 0,2$ mol; $n_{Ca(OH)_2} = 0,1$ mol.

⇒ Tổng: $n_{OH^-} = 0,2 + 0,1\times2 = 0,4$ mol và $n_{Ca^{2+}} = 0,1$ mol.

Phương trình ion rút gọn:

$$CO_2 + 2OH^- \longrightarrow CO_3^{2-} + H_2O$$

0,35 0,4

0,2 ← 0,4 → 0,2 mol

⇒ $n_{CO_2\ (dư)} = 0,35 - 0,2 = 0,15$ mol

tiếp tục xẩy ra phản ứng:

$$CO_3^{2-} + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2HCO_3^-$$

Ban đầu: 0,2 0,15 mol

Phản ứng: 0,15 ← 0,15 mol

⇒ $n_{CO_3^{2-}}$ còn lại bằng 0,15 mol

⇒ $n_{CaCO_3\downarrow} = 0,05$ mol

⇒ $m_{CaCO_3} = 0,05\times100 = 5$ gam. (*Đáp án B*)

Ví dụ 4: Hòa tan hết hỗn hợp gồm một kim loại kiềm và một kim loại kiềm thổ trong nước được dung dịch A và có 1,12 lít H_2 bay ra (ở đktc). Cho dung dịch chứa 0,03 mol $AlCl_3$ vào dung dịch A. khối lượng kết tủa thu được là

A. 0,78 gam. ✓B. 1,56 gam. C. 0,81 gam. D. 2,34 gam.

Hướng dẫn giải

Phản ứng của kim loại kiềm và kim loại kiềm thổ với H_2O:

$$M + nH_2O \longrightarrow M(OH)_n + \frac{n}{2}H_2$$

Từ phương trình ta có:

$n_{OH^-} = 2n_{H_2} = 0,1$mol.

Dung dịch A tác dụng với 0,03 mol dung dịch $AlCl_3$:

$$Al^{3+} + 3OH^- \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow$$

Ban đầu: 0,03 0,1 mol

Phản ứng: 0,03 → 0,09 → 0,03 mol

⇒ $n_{OH^-(dư)} = 0,01$mol

tiếp tục hòa tan kết tủa theo phương trình:

$$Al(OH)_3 + OH^- \longrightarrow AlO_2^- + 2H_2O$$

$0{,}01 \leftarrow 0{,}01$ mol

Vậy: $m_{Al(OH)_3} = 78 \times 0{,}02 = 1{,}56$ gam. (*Đáp án B*)

Ví dụ 5: Dung dịch A chứa 0,01 mol $Fe(NO_3)_3$ và 0,15 mol HCl có khả năng hòa tan tối đa bao nhiêu gam Cu kim loại? (Biết NO là sản phẩm khử duy nhất)

A. 2,88 gam. B. 3,92 gam. ✓C. 3,2 gam. D. 5,12 gam.

Hướng dẫn giải

Phương trình ion:

$$Cu + 2Fe^{3+} \longrightarrow 2Fe^{2+} + Cu^{2+}$$

$0{,}005 \leftarrow 0{,}01$ mol

$$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \longrightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

Ban đầu: 0,15 0,03 mol → H^+ dư

Phản ứng: $0{,}045 \leftarrow 0{,}12 \leftarrow 0{,}03$ mol

$\Rightarrow$ $m_{\text{Cu tối đa}} = (0{,}045 + 0{,}005) \times 64 = 3{,}2$ gam. (*Đáp án C*)

Ví dụ 6: Cho hỗn hợp gồm NaCl và NaBr tác dụng với dung dịch $AgNO_3$ dư thu được kết tủa có khối lượng đúng bằng khối lượng $AgNO_3$ đã phản ứng. Tính phần trăm khối lượng NaCl trong hỗn hợp đầu.

A. 23,3% ✓B. 27,84%. C. 43,23%. D. 31,3%.

Hướng dẫn giải

Phương trình ion:

$$Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl\downarrow$$

$$Ag^+ + Br^- \longrightarrow AgBr\downarrow$$

Đặt: $n_{NaCl} = x$ mol ; $n_{NaBr} = y$ mol

$m_{AgCl} + m_{AgBr} = m_{AgNO_{3(p.ư)}}$

$\Rightarrow$ $m_{Cl^-} + m_{Br^-} = m_{NO_3^-}$

$\Rightarrow$ $35{,}5x + 80y = 62(x + y)$

$\Rightarrow$ $x : y = 36 : 53$

Chọn x = 36, y = 53 → $\%m_{NaCl} = \dfrac{58{,}5 \times 36 \times 100}{58{,}5 \times 36 + 103 \times 53} = 27{,}84\%$. (*Đáp án B*)

Ví dụ 7: Trộn 100 ml dung dịch A (gồm $KHCO_3$ 1M và K_2CO_3 1M) vào 100 ml dung dịch B (gồm $NaHCO_3$ 1M và Na_2CO_3 1M) thu được dung dịch C.

Nhỏ từ từ 100 ml dung dịch D (gồm H_2SO_4 1M và HCl 1M) vào dung dịch C thu được V lít CO_2 (đktc) và dung dịch E. Cho dung dịch $Ba(OH)_2$ tới dư vào dung dịch E thì thu được m gam kết tủa. Giá trị của m và V lần lượt là

✓A. 82,4 gam và 2,24 lít. B. 4,3 gam và 1,12 lít.

C. 43 gam và 2,24 lít. D. 3,4 gam và 5,6 lít.

Hướng dẫn giải

Dung dịch C chứa: HCO_3^- : 0,2 mol ; CO_3^{2-} : 0,2 mol.

Dung dịch D có tổng: $n_{H^+} = 0,3$ mol.

Nhỏ từ từ dung dịch C và dung dịch D:

$$CO_3^{2-} + H^+ \longrightarrow HCO_3^-$$

0,2 → 0,2 → 0,2 mol

$$HCO_3^- + H^+ \longrightarrow H_2O + CO_2$$

Ban đầu: 0,4 0,1 mol

Phản ứng: 0,1 ← 0,1 → 0,1 mol

Dư: 0,3 mol

Tiếp tục cho dung dịch $Ba(OH)_2$ dư vào dung dịch E:

$$Ba^{2+} + HCO_3^- + OH^- \longrightarrow BaCO_3\downarrow + H_2O$$

0,3 → 0,3 mol

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \longrightarrow BaSO_4$$

0,1 → 0,1 mol

⇒ $V_{CO_2} = 0,1\times22,4 = 2,24$ lít.

Tổng khối lượng kết tủa:

$m = 0,3\times197 + 0,1\times233 = 82,4$ gam. (*Đáp án A*)

Ví dụ 8: Hòa tan hoàn toàn 7,74 gam một hỗn hợp gồm Mg, Al bằng 500 ml dung dịch gồm H_2SO_4 0,28M và HCl 1M thu được 8,736 lít H_2 (đktc) và dung dịch X.

Thêm V lít dung dịch chứa đồng thời NaOH 1M và $Ba(OH)_2$ 0,5M vào dung dịch X thu được lượng kết tủa lớn nhất.

a) Số gam muối thu được trong dung dịch X là

✓A. 38,93 gam. B. 38,95 gam.

C. 38,97 gam. D. 38,91 gam.

b) Thể tích V là

✓A. 0,39 lít. B. 0,4 lít.

C. 0,41 lít. D. 0,42 lít.

c) Lượng kết tủa là

A. 54,02 gam. B. 53,98 gam.

✓C. 53,62 gam.D. 53,94 gam.

Hướng dẫn giải

a) Xác định khối lượng muối thu được trong dung dịch X:

$n_{H_2SO_4} = 0,28\times0,5 = 0,14$ mol

$\Rightarrow$ $n_{SO_4^{2-}} = 0{,}14$ mol và $n_{H^+} = 0{,}28$ mol.

$n_{HCl} = 0{,}5$ mol

$\Rightarrow$ $n_{H^+} = 0{,}5$ mol và $n_{Cl^-} = 0{,}5$ mol.

Vậy tổng $n_{H^+} = 0{,}28 + 0{,}5 = 0{,}78$ mol.

Mà $n_{H_2} = 0{,}39$ mol. Theo phương trình ion rút gọn:

$$Mg^0 + 2H^+ \longrightarrow Mg^{2+} + H_2\uparrow \qquad (1)$$

$$Al + 3H^+ \longrightarrow Al^{3+} + \frac{3}{2}H_2\uparrow \qquad (2)$$

Ta thấy $n_{H^+(p-)} = 2n_{H_2}$ $\rightarrow$ H^+ hết.

$\Rightarrow$ $m_{\text{hh muối}} = m_{\text{hh k.loại}} + m_{SO_4^{2-}} + m_{Cl^-}$

$= 7{,}74 + 0{,}14\times96 + 0{,}5\times35{,}5 = 38{,}93$gam. (*Đáp án A*)

b) Xác định thể tích V:

$$\left.\begin{array}{l} n_{NaOH} = 1V \text{ mol} \\ n_{Ba(OH)_2} = 0{,}5V \text{ mol} \end{array}\right\}$$

$\Rightarrow$ Tổng $n_{OH^-} = 2V$ mol và $n_{Ba^{2+}} = 0{,}5V$ mol.

Phương trình tạo kết tủa:

$$\begin{array}{lllll} Ba^{2+} & + & SO_4^{2-} & \longrightarrow & BaSO_4\downarrow \qquad (3) \\ 0{,}5V \text{ mol} & & 0{,}14 \text{ mol} & & \\ Mg^{2+} & + & 2OH^- & \longrightarrow & Mg(OH)_2\downarrow \qquad (4) \\ Al^{3+} & + & 3OH^- & \longrightarrow & Al(OH)_3\downarrow \qquad (5) \end{array}$$

Để kết tủa đạt lớn nhất thì số mol OH^- đủ để kết tủa hết các ion Mg^{2+} và Al^{3+}. Theo các phương trình phản ứng (1), (2), (4), (5) ta có:

$n_{H^+} = n_{OH^-} = 0{,}78$ mol

$\Rightarrow$ $2V = 0{,}78$ $\rightarrow$ $V = 0{,}39$ lít. (*Đáp án A*)

c) Xác định lượng kết tủa:

$n_{Ba^{2+}} = 0{,}5V = 0{,}5\times0{,}39 = 0{,}195 \text{ mol} > 0{,}14$ mol $\rightarrow$ Ba^{2+} dư.

$\Rightarrow$ $m_{BaSO_4} = 0{,}14\times233 = 32{,}62$ gam.

Vậy $m_{\text{kết tủa}} = m_{BaSO_4} + m_{\text{2 k.loại}} + m_{OH^-}$

$= 32{,}62 + 7{,}74 + 0{,}78 \times 17 = 53{,}62$ gam. (*Đáp án C*)

Ví dụ 9: (*Câu 40 - Mã 182 - TS Đại Học - Khối A 2007*)

Cho m gam hỗn hợp Mg, Al vào 250 ml dung dịch X chứa hỗn hợp axit HCl 1M và axit H_2SO_4 0,5M, thu được 5,32 lít H_2 (ở đktc) và dung dịch Y (coi thể tích dung dịch không đổi). Dung dịch Y có pH là

✓A. 1. B. 6. C. 7. D. 2.

Hướng dẫn giải

$n_{HCl} = 0,25$ mol ; $n_{H_2SO_4} = 0,125$.

⇒ Tổng: $n_{H^+} = 0,5$ mol ;

$n_{H_2\,(\text{tạo thành})} = 0,2375$ mol.

Biết rằng: cứ 2 mol ion $H^+ \longrightarrow$ 1 mol H_2

vậy 0,475 mol $H^+ \longleftarrow$ 0,2375 mol H_2

⇒ $n_{H^+\,(\text{dư})} = 0,5 - 0,475 = 0,025$ mol

⇒ $\left[H^+\right] = \dfrac{0,025}{0,25} = 0,1 = 10^{-1}M \rightarrow$ pH = 1. (*Đáp án A*)

Ví dụ 10: (*Câu 40 - Mã đề 285 - Khối B - TSĐH 2007*)

Thực hiện hai thí nghiệm:

1) Cho 3,84 gam Cu phản ứng với 80 ml dung dịch HNO_3 1M thoát ra V_1 lít NO.

2) Cho 3,84 gam Cu phản ứng với 80 ml dung dịch chứa HNO_3 1M và H_2SO_4 0,5 M thoát ra V_2 lít NO.

Biết NO là sản phẩm khử duy nhất, các thể tích khí đo ở cùng điều kiện. Quan hệ giữa V_1 và V_2 là

A. $V_2 = V_1$. ✓B. $V_2 = 2V_1$. C. $V_2 = 2,5V_1$. D. $V_2 = 1,5V_1$.

Hướng dẫn giải

TN1: $\begin{cases} n_{Cu} = \dfrac{3,84}{64} = 0,06 \text{ mol} \\ n_{HNO_3} = 0,08 \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{H^+} = 0,08 \text{ mol} \\ n_{NO_3^-} = 0,08 \text{ mol} \end{cases}$

$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \longrightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$

Ban đầu: 0,06 0,08 0,08 mol → H^+ phản ứng hết

Phản ứng: 0,03 ← 0,08 → 0,02 → 0,02 mol

⇒ V_1 tương ứng với 0,02 mol NO.

TN2: $n_{Cu} = 0,06$ mol ; $n_{HNO_3} = 0,08$ mol ; $n_{H_2SO_4} = 0,04$ mol.

⇒ Tổng: $n_{H^+} = 0,16$ mol ;

$n_{NO_3^-} = 0,08$ mol.

$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \longrightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$

Ban đầu: 0,06 0,16 0,08 mol → Cu và H^+ phản ứng hết

Phản ứng: 0,06 → 0,16 → 0,04 → 0,04 mol

⇒ V_2 tương ứng với 0,04 mol NO.

Như vậy $V_2 = 2V_1$. (*Đáp án B*)

Ví dụ 11: (*Câu 33 - Mã 285 - Khối B - TSĐH 2007*)

Trộn 100 ml dung dịch (gồm $Ba(OH)_2$ 0,1M và NaOH 0,1M) với 400 ml dung dịch (gồm H_2SO_4 0,0375M và HCl 0,0125M), thu được dung dịch X. Giá trị pH của dung dịch X là

A. 7. ✓B. 2. C. 1. D. 6.

Hướng dẫn giải

$$\left.\begin{array}{l} n_{Ba(OH)_2} = 0{,}01 \text{ mol} \\ n_{NaOH} = 0{,}01 \text{ mol} \end{array}\right\} \Rightarrow \text{ Tổng } n_{OH^-} = 0{,}03 \text{ mol.}$$

$$\left.\begin{array}{l} n_{H_2SO_4} = 0{,}015 \text{ mol} \\ n_{HCl} = 0{,}005 \text{ mol} \end{array}\right\} \Rightarrow \text{ Tổng } n_{H^+} = 0{,}035 \text{ mol.}$$

Khi trộn hỗn hợp dung dịch bazơ với hỗn hợp dung dịch axit ta có phương trình ion rút gọn:

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

Bắt đầu 0,035 0,03 mol

Phản ứng: 0,03 $\leftarrow$ 0,03

Sau phản ứng: $n_{H^+(dư)} = 0{,}035 - 0{,}03 = 0{,}005$ mol.

$\Rightarrow$ Tổng: $V_{dd\ (sau\ trộn)} = 500$ ml (0,5 lít).

$$\left[H^+\right] = \frac{0{,}005}{0{,}5} = 0{,}01 = 10^{-2} \rightarrow \text{pH} = 2.$$ (*Đáp án B*)

Ví dụ 12: (*Câu 18 - Mã 231 - TS Cao Đẳng - Khối A 2007*)

Cho một mẫu hợp kim Na-Ba tác dụng với nước (dư), thu được dung dịch X và 3,36 lít H_2 (ở đktc). Thể tích dung dịch axit H_2SO_4 2M cần dùng để trung hoà dung dịch X là

A. 150 ml. ✓B. 75 ml. C. 60 ml. D. 30 ml.

Hướng dẫn giải

$$Na + H_2O \longrightarrow NaOH + \frac{1}{2}H_2$$

$$Ba + 2H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2 + H_2$$

$n_{H_2} = 0{,}15$ mol, theo phương trình $\rightarrow$ tổng số $n_{OH^-\ (d^2X)} = 2n_{H_2} = 0{,}3$ mol.

Phương trình ion rút gọn của dung dịch axit với dung dịch bazơ là

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

$\Rightarrow$ $n_{H^+} = n_{OH^-} = 0{,}3$ mol $\rightarrow$ $n_{H_2SO_4} = 0{,}15$ mol

$\Rightarrow$ $V_{H_2SO_4} = \dfrac{0{,}15}{2} = 0{,}075$ lít (75 ml). (*Đáp án B*)

Ví dụ 13: Hòa tan hỗn hợp X gồm hai kim loại A và B trong dung dịch HNO_3 loãng. Kết thúc phản ứng thu được hỗn hợp khí Y (gồm 0,1 mol NO, 0,15 mol NO_2 và 0,05 mol N_2O). Biết rằng không có phản ứng tạo muối NH_4NO_3. Số mol HNO_3 đã phản ứng là:

A. 0,75 mol. B. 0,9 mol. C. 1,05 mol. ✓D. 1,2 mol.

Hướng dẫn giải

Ta có bán phản ứng:

$$NO_3^- + 2H^+ + 1e \longrightarrow NO_2 + H_2O \quad (1)$$
$$2 \times 0,15 \leftarrow 0,15$$
$$NO_3^- + 4H^+ + 3e \longrightarrow NO + 2H_2O \quad (2)$$
$$4 \times 0,1 \leftarrow 0,1$$
$$2NO_3^- + 10H^+ + 8e \longrightarrow N_2O + 5H_2O \quad (3)$$
$$10 \times 0,05 \leftarrow 0,05$$

Từ (1), (2), (3) nhận được:

$$n_{HNO_{3\,pư}} = \sum n_{H^+} = 2\times0,15 + 4\times0,1 + 10\times0,05 = 1,2 \text{ mol.}$$ (*Đáp án D*)

Ví dụ 14: Cho 12,9 gam hỗn hợp Al và Mg phản ứng với dung dịch hỗn hợp hai axit HNO_3 và H_2SO_4 (đặc nóng) thu được 0,1 mol mỗi khí SO_2, NO, NO_2. Cô cạn dung dịch sau phản ứng khối lượng muối khan thu được là:

A. 31,5 gam. B. 37,7 gam. ✓C. 47,3 gam. D. 34,9 gam.

Hướng dẫn giải

Ta có bán phản ứng:

$$2NO_3^- + 2H^+ + 1e \longrightarrow NO_2 + H_2O + NO_3^- \quad (1)$$
$$0,1 \rightarrow 0,1$$
$$4NO_3^- + 4H^+ + 3e \longrightarrow NO + 2H_2O + 3NO_3^- \quad (2)$$
$$0,1 \rightarrow 3 \times 0,1$$
$$2SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \longrightarrow SO_2 + H_2O + SO_4^{2-} \quad (3)$$
$$0,1 \rightarrow 0,1$$

Từ (1), (2), (3) → số mol NO_3^- tạo muối bằng 0,1 + 3 × 0,1 = 0,4 mol;

số mol SO_4^{2-} tạo muối bằng 0,1 mol.

$$\Rightarrow \quad m_{muối} = m_{k.loại} + m_{NO_3^-} + m_{SO_4^{2-}}$$
$$= 12,9 + 62 \times 0,4 + 96 \times 0,1 = 47,3.$$ (*Đáp án C*)

Ví dụ 15: Hòa tan 10,71 gam hỗn hợp gồm Al, Zn, Fe trong 4 lít dung dịch HNO_3 aM vừa đủ thu được dung dịch A và 1,792 lít hỗn hợp khí gồm N_2 và N_2O có tỉ lệ mol 1:1. Cô cạn dung dịch A thu được m (gam.) muối khan. giá trị của m, a là:

A. 55,35 gam. và 2,2M ✓B. 55,35 gam. và 0,22M

C. 53,55 gam. và 2,2M D. 53,55 gam. và 0,22M

Hướng dẫn giải

$$n_{N_2O} = n_{N_2} = \frac{1,792}{2\times22,4} = 0,04 \text{ mol.}$$

Ta có bán phản ứng:

$2NO_3^- + 12H^+ + 10e \longrightarrow N_2 + 6H_2O$

0,08 0,48 0,04

$2NO_3^- + 10H^+ + 8e \longrightarrow N_2O + 5H_2O$

0,08 0,4 0,04

$\Rightarrow \quad n_{HNO_3} = n_{H^+} = 0,88\,mol.$

$\Rightarrow \quad a = \dfrac{0,88}{4} = 0,22\,M.$

Số mol NO_3^- tạo muối bằng 0,88 − (0,08 + 0,08) = 0,72 mol.

Khối lượng muối bằng 10,71 + 0,72 × 62 = 55,35 gam. (*Đáp án B*)

Ví dụ 16: Hòa tan 5,95 gam hỗn hợp Zn, Al có tỷ lệ mol là 1:2 bằng dung dịch HNO_3 loãng dư thu được 0,896 lít một sản shẩm khử X duy nhất chứa nitơ. X là:

A. N_2O ✓B. N_2 C. NO D. NH_4^+

Hướng dẫn giải

Ta có: n_{Zn} = 0,05 mol; n_{Al} = 0,1 mol.

Gọi a là số mol của N_xO_y, ta có:

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e$ $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e$

0,05 0,1 0,1 0,3

$xNO_3^- + (6x - 2y)H^+ + (5x - 2y)e \longrightarrow N_xO_y + (3x - 2y)H_2O$

0,04(5x − 2y) 0,04

$\Rightarrow \quad 0,04(5x - 2y) = 0,4 \rightarrow 5x - 2y = 10$

Vậy X là N_2. (*Đáp án B*)

Ví dụ 17: Cho hỗn hợp gồm 0,15 mol $CuFeS_2$ và 0,09 mol Cu_2FeS_2 tác dụng với dung dịch HNO_3 dư thu được dung dịch X và hỗn hợp khí Y gồm NO và NO_2. Thêm $BaCl_2$ dư vào dung dịch X thu được m gam kết tủa. Mặt khác, nếu thêm $Ba(OH)_2$ dư vào dung dịch X, lấy kết tủa nung trong không khí đến khối lượng không đổi thu được a gam chất rắn. Giá trị của m và a là:

✓A. 111,84g và 157,44g B. 111,84g và 167,44g

C. 112,84g và 157,44g A. 112,84g và 167,44g

Hướng dẫn giải

Ta có bán phản ứng:

$CuFeS_2 + 8H_2O - 17e \longrightarrow Cu^{2+} + Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + 16^+$

0,15 0,15 0,15 0,3

$Cu_2FeS_2 + 8H_2O - 19e \longrightarrow 2Cu^{2+} + Fe^{3+} + 2SO_4^{2-} + 16^+$

0,09 0,18 0,09 0,18

$n_{SO_4^{2-}} = 0,48\,mol;$

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \longrightarrow BaSO_4$

0,48 0,48

$\Rightarrow$ m = 0,48 × 233 = 111,84 gam.

n_{Cu} = 0,33 mol; n_{Fe} = 0,24 mol.

$Cu \rightarrow CuO$ $2Fe \rightarrow Fe_2O_3$

0,33 0,33 0,24 0,12

$\Rightarrow$ a = 0,33 × 80 + 0,12 ×160 + 111,84 = 157,44 gam. (*Đáp án A*).

Ví dụ 18: Hòa tan 4,76 gam hỗn hợp Zn, Al có tỉ lệ mol 1:2 trong 400ml dung dịch HNO_3 1M vừa đủ, được dung dịch X chứa m gam muối khan và thấy có khí thoát ra. Giá trị của m là:

A. 25.8 gam. B. 26,9 gam. ✓C. 27,8 gam. D. 28,8 gam.

Hướng dẫn giải

n_{Zn} = 0,04 mol; n_{Al} = 0,08 mol.

- Do phản ứng không tạo khí nên trong dung dịch tạo NH_4NO_3. Trong dung dịch có:

0,04 mol $Zn(NO_3)_2$ và 0,08 mol $Al(NO_3)_3$

Vậy số mol NO_3^- còn lại để tạo NH_4NO_3 là:

0,4 − 0,04 × 2 − 0,08 × 3 = 0,08 mol

- Do đó trong dung dịch tạo 0,04 mol NH_4NO_3

m = 0,04 × 189 + 0,08 × 213 + 0,04 × 80 = 27,8 gam. (*Đáp án C*)

Phương pháp 5

SỬ DỤNG CÁC GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH

Đây là một trong một số phương pháp hiện đại nhất cho phép giải nhanh chóng và đơn giản nhiều bài toán hóa học và hỗn hợp các chất rắn, lỏng cũng như khí.

Nguyên tắc của phương pháp như sau: Khối lượng phân tử trung bình (KLPTTB) (kí hiệu $\overline{M}$) cũng như khối lượng nguyên tử trung bình (KLNTTB) chính là khối lượng của một mol hỗn hợp, nên nó được tính theo công thức:

$$\overline{M} = \frac{\text{tổng khối lượng hỗn hợp (tính theo gam)}}{\text{tổng số mol các chất trong hỗn hợp}}.$$

$$\overline{M} = \frac{M_1n_1 + M_2n_2 + M_3n_3 + ...}{n_1 + n_2 + n_3 + ...} = \frac{\sum M_i n_i}{\sum n_i} \qquad (1)$$

trong đó M_1, M_2,... là KLPT (hoặc KLNT) của các chất trong hỗn hợp; n_1, n_2,... là số mol tương ứng của các chất.

Công thức (1) có thể viết thành:

$$\overline{M} = M_1.\frac{n_1}{\sum n_i} + M_2.\frac{n_2}{\sum n_i} + M_3.\frac{n_3}{\sum n_i} + ...$$

$$\overline{M} = M_1x_1 + M_2x_2 + M_3x_3 + ... \qquad (2)$$

trong đó x_1, x_2,... là % số mol tương ứng (cũng chính là % khối lượng) của các chất. Đặc biệt đối với chất khí thì x_1, x_2, ... cũng chính là % thể tích nên công thức (2) có thể viết thành:

$$\overline{M} = \frac{M_1V_1 + M_2V_2 + M_3V_3 + ...}{V_1 + V_2 + V_3 + ...} = \frac{\sum M_i V_i}{\sum V_i} \qquad (3)$$

trong đó V_1, V_2,... là thể tích của các chất khí. Nếu hỗn hợp chỉ có 2 chất thì các công thức (1), (2), (3) tương ứng trở thành (1'), (2'), (3') như sau:

$$\overline{M} = \frac{M_1n_1 + M_2(n - n_1)}{n} \qquad (1')$$

trong đó n là tổng số số mol của các chất trong hỗn hợp,

$$\overline{M} = M_1x_1 + M_2(1 - x_1) \qquad (2')$$

trong đó con số 1 ứng với 100% và

$$\overline{M} = \frac{M_1V_1 + M_2(V - V_1)}{V} \qquad (3')$$

trong đó V_1 là thể tích khí thứ nhất và V là tổng thể tích hỗn hợp.

Từ công thức tính KLPTTB ta suy ra các công thức tính KLNTTB.

Với các công thức:

$$C_xH_yO_z \;;\; n_1 \text{ mol}$$
$$C_{x'}H_{y'}O_{z'} \;;\; n_2 \text{ mol}$$

ta có:

- Nguyên tử cacbon trung bình:

$$\overline{x} = \frac{x_1n_1 + x_2n_2 + ...}{n_1 + n_2 + ...}$$

- Nguyên tử hiđro trung bình:

$$\overline{y} = \frac{y_1n_1 + y_2n_2 + ...}{n_1 + n_2 + ...}$$

và đôi khi tính cả được số liên kết π, số nhóm chức trung bình theo công thức trên.

Ví dụ 1: Hòa tan hoàn toàn 2,84 gam hỗn hợp hai muối cacbonat của hai kim loại phân nhóm II_A và thuộc hai chu kỳ liên tiếp trong bảng tuần hoàn bằng dung dịch HCl ta thu được dung dịch X và 672 ml CO_2 (ở đktc).

1. Hãy xác định tên các kim loại.

A. Be, Mg. ✓B. Mg, Ca. C. Ca, Ba. D. Ca, Sr.

2. Cô cạn dung dịch X thì thu được bao nhiêu gam muối khan?

A. 2 gam. B. 2,54 gam. ✓C. 3,17 gam. D. 2,95 gam.

Hướng dẫn giải

1. Gọi A, B là các kim loại cần tìm. Các phương trình phản ứng là

$$ACO_3 + 2HCl \longrightarrow ACl_2 + H_2O + CO_2\uparrow \quad (1)$$

$$BCO_3 + 2HCl \longrightarrow BCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow \quad (2)$$

(*Có thể gọi M là kim loại đại diện cho 2 kim loại A, B lúc đó chỉ cần viết một phương trình phản ứng*).

Theo các phản ứng (1), (2) tổng số mol các muối cacbonat bằng:

$$n_{CO_2} = \frac{0,672}{22,4} = 0,03\,\text{mol}.$$

Vậy KLPTTB của các muối cacbonat là

$$\bar{M} = \frac{2,84}{0,03} = 94,67 \quad \text{và} \quad \overline{M}_{A,B} = 94,67 - 60 = 34,67$$

Vì thuộc 2 chu kỳ liên tiếp nên hai kim loại đó là Mg (M = 24) và Ca (M = 40). (*Đáp án B*)

2. KLPTTB của các muối clorua:

$$\bar{M}_{\text{muối clorua}} = 34,67 + 71 = 105,67\,.$$

Khối lượng muối clorua khan là 105,67×0,03 = 3,17 gam. (*Đáp án C*)

Ví dụ 2: Trong tự nhiên, đồng (Cu) tồn tại dưới hai dạng đồng vị $^{63}_{29}Cu$ và $^{65}_{29}Cu$. KLNT (xấp xỉ khối lượng trung bình) của Cu là 63,55. Tính % về khối lượng của mỗi loại đồng vị.

✓A. ^{65}Cu: 27,5% ; ^{63}Cu: 72,5%.

B. ^{65}Cu: 70% ; ^{63}Cu: 30%.

C. ^{65}Cu: 72,5% ; ^{63}Cu: 27,5%.

D. ^{65}Cu: 30% ; ^{63}Cu: 70%.

Hướng dẫn giải

Gọi x là % của đồng vị $^{65}_{29}Cu$ ta có phương trình:

$$\bar{M} = 63,55 = 65.x + 63(1 - x)$$

$$\Rightarrow \quad x = 0,275$$

Vậy: đồng vị ^{65}Cu chiếm 27,5% và đồng vị ^{63}Cu chiếm 72,5%. (*Đáp án C*)

Ví dụ 3: Hỗn hợp khí SO_2 và O_2 có tỉ khối so với CH_4 bằng 3. Cần thêm bao nhiêu lít O_2 vào 20 lít hỗn hợp khí đó để cho tỉ khối so với CH_4 giảm đi 1/6, tức bằng 2,5. Các hỗn hợp khí ở cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất.

A. 10 lít. ✓B. 20 lít. C. 30 lít. D. 40 lít.

Hướng dẫn giải

<u>*Cách 1*</u>: Gọi x là % thể tích của SO_2 trong hỗn hợp ban đầu, ta có:

$$\overline{M} = 16\times3 = 48 = 64.x + 32(1-x)$$

$\Rightarrow$ x = 0,5

Vậy: mỗi khí chiếm 50%. Như vậy trong 20 lít, mỗi khí chiếm 10 lít.

Gọi V là số lít O_2 cần thêm vào, ta có:

$$\overline{M}' = 2,5\times16 = 40 = \frac{64\times10 + 32(10+V)}{20+V}.$$

Giải ra có V = 20 lít. (*Đáp án B*)

<u>*Cách 2*</u>:

Ghi chú: *Có thể coi hỗn hợp khí như một khí có KLPT chính bằng KLPT trung bình của hỗn hợp, ví dụ, có thể xem không khí như một khí với KLPT là 29.*

Hỗn hợp khí ban đầu coi như khí thứ nhất (20 lít có M = 16×3 = 48), còn O_2 thêm vào coi như khí thứ hai, ta có phương trình:

$$\overline{M} = 2,5\times16 = 40 = \frac{48\times20 + 32V}{20+V},$$

Rút ra V = 20 lít. (*Đáp án B*)

Ví dụ 4: Có 100 gam dung dịch 23% của một axit đơn chức (dung dịch A). Thêm 30 gam một axit đồng đẳng liên tiếp vào dung dịch ta được dung dịch B. Trung hòa 1/10 dung dịch B bằng 500 ml dung dịch NaOH 0,2M (vừa đủ) ta được dung dịch C.

1. Hãy xác định CTPT của các axit.

✓A. HCOOH và CH_3COOH.

B. CH_3COOH và C_2H_5COOH.

C. C_2H_5COOH và C_3H_7COOH.

D. C_3H_7COOH và C_4H_9COOH.

2. Cô cạn dung dịch C thì thu được bao nhiêu gam muối khan?

A. 5,7 gam. ✓B. 7,5 gam. C. 5,75 gam. D. 7,55 gam.

Hướng dẫn giải

1. Theo phương pháp KLPTTB:

$$\frac{1}{10}m_{RCOOH} = \frac{23}{10} = 2,3 \text{ gam},$$

$$\frac{1}{10}m_{RCH_2COOH} = \frac{30}{10} = 3 \text{ gam}.$$

$$\overline{M} = \frac{2,3+3}{0,1} = 53.$$

Axit duy nhất có KLPT < 53 là HCOOH (M = 46) và axit đồng đẳng liên tiếp phải là CH_3COOH (M = 60). (*Đáp án A*)

2. Theo phương pháp KLPTTB:

Vì M_{axit} = 53 nên $\overline{M}_{muối} = 53 + 23 - 1 = 75$. Vì số mol muối bằng số mol axit bằng 0,1 nên tổng khối lượng muối bằng 75×0,1 = 7,5 gam. (*Đáp án B*)

Ví dụ 5: Có V lít khí A gồm H_2 và hai olefin là đồng đẳng liên tiếp, trong đó H_2 chiếm 60% về thể tích. Dẫn hỗn hợp A qua bột Ni nung nóng được hỗn hợp khí B. Đốt cháy hoàn toàn khí B được 19,8 gam CO_2 và 13,5 gam H_2O. Công thức của hai olefin 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

Đặt CTTB của hai olefin là $C_{\overline{n}}H_{2\overline{n}}$.

Ở cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất thì thể tích tỷ lệ với số mol khí.

Hỗn hợp khí A có:

$$\frac{n_{C_{\overline{n}}H_{2\overline{n}}}}{n_{H_2}} = \frac{0,4}{0,6} = \frac{2}{3}.$$

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng và định luật bảo toàn nguyên tử $\rightarrow$ Đốt cháy hỗn hợp khí B cũng chính là đốt cháy hỗn hợp khí A. Ta có:

$$C_{\overline{n}}H_{2\overline{n}} + \frac{3\overline{n}}{2}O_2 \longrightarrow \overline{n}\,CO_2 + \overline{n}\,H_2O \qquad (1)$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O \qquad (2)$$

Theo phương trình (1) ta có:

$$n_{CO_2} = n_{H_2O} = 0,45 \text{ mol.}$$

$\Rightarrow$ $n_{C_{\overline{n}}H_{2\overline{n}}} = \dfrac{0,45}{\overline{n}}$ mol.

Tổng: $n_{H_2O} = \dfrac{13,5}{18} = 0,75$ mol

$\Rightarrow$ $n_{H_2O\,(pt2)} = 0,75 - 0,45 = 0,3$ mol

$\Rightarrow$ $n_{H_2} = 0,3$ mol.

Ta có: $\dfrac{n_{C_{\overline{n}}H_{2\overline{n}}}}{n_{H_2}} = \dfrac{0,45}{0,3 \times \overline{n}} = \dfrac{2}{3}$

$\Rightarrow$ $\overline{n} = 2,25$

$\Rightarrow$ Hai olefin đồng đẳng liên tiếp là C_2H_4 và C_3H_6. (*Đáp án B*)

Ví dụ 6: Đốt cháy hoàn toàn a gam hỗn hợp hai rượu no, đơn chức liên tiếp trong dãy đồng đẳng thu được 3,584 lít CO_2 ở đktc và 3,96 gam H_2O. Tính a và xác định CTPT của các rượu.

A. 3,32 gam ; CH_3OH và C_2H_5OH.

B. 4,32 gam ; C_2H_5OH và C_3H_7OH.

C. 2,32 gam ; C_3H_7OH và C_4H_9OH.

✓D. 3,32 gam ; C_2H_5OH và C_3H_7OH.

Hướng dẫn giải

Gọi $\bar{n}$ là số nguyên tử C trung bình và x là tổng số mol của hai rượu.

$$C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1}OH + \frac{3\bar{n}}{2}O_2 \longrightarrow \bar{n}CO_2^{\uparrow} + (\bar{n}+1)H_2O$$

$$x \text{ mol} \xrightarrow{\qquad\qquad\qquad} \bar{n}\,x \text{ mol} \rightarrow (\bar{n}+1)\,x \text{ mol}$$

$$n_{CO_2} = \bar{n}.x = \frac{3,584}{22,4} = 0,16 \text{ mol} \qquad (1)$$

$$n_{H_2O} = (\bar{n}+1)x = \frac{3,96}{18} = 0,22 \text{ mol} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) giải ra x = 0,06 và $\bar{n}$ = 2,67.

Ta có: a = (14$\bar{n}$ + 18).x = (14×2,67) + 18×0,06 = 3,32 gam.

$$\bar{n} = 2,67 \begin{cases} C_2H_5OH \\ C_3H_7OH \end{cases} \qquad (\textit{Đáp án D})$$

Ví dụ 7: Hỗn hợp 3 rượu đơn chức A, B, C có tổng số mol là 0,08 và khối lượng là 3,38 gam. Xác định CTPT của rượu B, biết rằng B và C có cùng số nguyên tử cacbon và số mol rượu A bằng 5/3 tổng số mol của rượu B và C, $M_B > M_C$.

A. CH_3OH. B. C_2H_5OH. ✓C. C_3H_7OH. D. C_4H_9OH.

Hướng dẫn giải

Gọi $\bar{M}$ là nguyên tử khối trung bình của ba rượu A, B, C. Ta có:

$$\bar{M} = \frac{3,38}{0,08} = 42,2$$

Như vậy phải có ít nhất một rượu có M < 42,25. Chỉ có CH_3OH có (M = 32)

Ta có: $n_A = \dfrac{0,08\times 5}{5+3} = 0,05$;

m_A = 32×0,05 = 1,6 gam.

m_{B+C} = 3,38 – 1,6 = 1,78 gam;

$$n_{B+C} = \frac{0,08\times 3}{5+3} = 0,03 \text{ mol};$$

$$\bar{M}_{B+C} = \frac{1,78}{0.03} = 59,33.$$

Gọi $\overline{y}$ là số nguyên tử H trung bình trong phân tử hai rượu B và C. Ta có:

$$C_xH_{\overline{y}}OH = 59,33 \quad \text{hay} \quad 12x + \overline{y} + 17 = 59,33$$

$$\Rightarrow \quad 12x + \overline{y} = 42,33$$

Biện luận:

x	1	2	3	4
$\overline{y}$	30,33	18,33	6,33	< 0

Chỉ có nghiệm khi x = 3. B, C phải có một rượu có số nguyên tử H < 6,33 và một rượu có số nguyên tử H > 6,33.

Vậy rượu B là C_3H_7OH.

Có 2 cặp nghiệm: C_3H_5OH ($CH_2=CH–CH_2OH$) và C_3H_7OH

C_3H_3OH ($CH\equiv C–CH_2OH$) và C_3H_7OH (*Đáp án C*)

Ví dụ 8: Cho 2,84 gam hỗn hợp 2 rượu đơn chức là đồng đẳng liên tiếp nhau tác dụng với một lượng Na vừa đủ tạo ra 4,6 gam chất rắn và V lít khí H_2 ở đktc. Tính V.

✓A. 0,896 lít. B. 0,672 lít. C. 0,448 lít. D. 0,336 lít.

Hướng dẫn giải

Đặt $\overline{R}$ là gốc hiđrocacbon trung bình và x là tổng số mol của 2 rượu.

$$\overline{R}OH + Na \longrightarrow \overline{R}ONa + \frac{1}{2}H_2$$

$$x \text{ mol} \longrightarrow x \rightarrow \frac{x}{2}.$$

Ta có: $\begin{cases}\left(\overline{R}+17\right)x = 2,84 \\ \left(\overline{R}+39\right)x = 4,6\end{cases} \rightarrow$ Giải ra được x = 0,08.

Vậy : $V_{H_2} = \dfrac{0,08}{2} \times 22,4 = 0,896$ lít. (*Đáp án A*)

Ví dụ 9: (*Câu 1 - Mã đề 182 - Khối A - TSĐH năm 2007*)

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 Br_2 0,5M. Sau khi phản ứng hoàn toàn, số mol Br_2 giảm đi một nửa và khối lượng bình tăng thêm 6,7 gam. Công thức phân tử của 2 hiđrocacbon là

A. C_2H_2 và C_4H_6. ✓B. C_2H_2 và C_4H_8.

C. C_3H_4 và C_4H_8. D. C_2H_2 và C_3H_8.

Hướng dẫn giải

$$n_{hh\,X} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2\text{ mol}$$

$$n_{Br_2\text{ ban đầu}} = 1,4 \times 0,5 = 0,7\text{ mol}$$

$$n_{Br_2\ p.ứng} = \frac{0,7}{2} = 0,35\ mol.$$

Khối lượng bình Br_2 tăng 6,7 gam là số gam của hiđrocabon không no. Đặt CTTB của hai hiđrocacbon mạch hở là $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-2\bar{a}}$ ($\bar{a}$ là số liên kết π trung bình).

Phương trình phản ứng:

$$C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-2\bar{a}} \ + \ \bar{a}Br_2 \longrightarrow C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+2-2\bar{a}}Br_{2\bar{a}}$$

0,2 mol → 0,35 mol

$$\Rightarrow \qquad \bar{a} = \frac{0,35}{0,2} = 1,75$$

$$\Rightarrow \qquad 14\bar{n} + 2 - 2\bar{a} = \frac{6,7}{0,2} \quad \rightarrow \quad \bar{n} = 2,5.$$

Do hai hiđrocacbon mạch hở phản ứng hoàn toàn với dung dịch Br_2 nên chúng đều là hiđrocacbon không no. Vậy hai hiđrocacbon đó là C_2H_2 và C_4H_8. (*Đáp án B*)

Ví dụ 10: Tách nước hoàn toàn từ hỗn hợp X gồm 2 ancol A và B ta được hỗn hợp Y gồm các olefin. Nếu đốt cháy hoàn toàn X thì thu được 1,76 gam CO_2. Khi đốt cháy hoàn toàn Y thì tổng khối lượng H_2O và CO_2 tạo ra là

A. 2,94 gam. ✓B. 2,48 gam. C. 1,76 gam. D. 2,76 gam.

Hướng dẫn giải

Hỗn hợp X gồm hai ancol A và B tách nước được olefin (Y) → hai ancol là rượu no, đơn chức.

Đặt CTTB của hai ancol A, B là $C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1}OH$ ta có các phương trình phản ứng sau:

$$C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1}OH \ + \ \frac{3\bar{n}}{2}O_2 \longrightarrow \bar{n}CO_2 \ + \ (\bar{n}+1)H_2O$$

$$C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}+1}OH \xrightarrow[170^oC]{H_2SO_{4đ}} \underset{(Y)}{C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}}} \ + \ H_2O$$

$$C_{\bar{n}}H_{2\bar{n}} \ + \ \frac{3\bar{n}}{2}O_2 \longrightarrow \bar{n}CO_2 \ + \ \bar{n}H_2O$$

Nhận xét:

- Khi đốt cháy X và đốt cháy Y cùng cho số mol CO_2 như nhau.
- Đốt cháy Y cho $n_{CO_2} = n_{H_2O}$.

Vậy đốt cháy Y cho tổng

$$\left(m_{CO_2} + m_{H_2O}\right) = 0,04 \times (44 + 18) = 2,48\,gam.\ \ (\textit{Đáp án B})$$

MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG GIẢI THEP PHƯƠNG PHÁP TRUNG BÌNH

01. Đốt cháy hoàn toàn 0,1 mol hỗn hợp hai axit cacboxylic là đồng đẳng kế tiếp thu được 3,36 lít CO_2 (đktc) và 2,7 gam H_2O. Số mol của mỗi axit lần lượt là

A. 0,05 mol và 0,05 mol. B. 0,045 mol và 0,055 mol.

C. 0,04 mol và 0,06 mol. D. 0,06 mol và 0,04 mol.

02. Có 3 ancol bền không phải là đồng phân của nhau. Đốt cháy mỗi chất đều có số mol CO_2 bằng 0,75 lần số mol H_2O. 3 ancol là

A. C_2H_6O; C_3H_8O; $C_4H_{10}O$. B. C_3H_8O; $C_3H_6O_2$; $C_4H_{10}O$.

C. C_3H_8O; $C_3H_8O_2$; $C_3H_8O_3$. D. C_3H_8O; C_3H_6O; $C_3H_8O_2$.

03. Cho axit oxalic HOOC−COOH tác dụng với hỗn hợp hai ancol no, đơn chức, đồng đẳng liên tiếp thu được 5,28 gam hỗn hợp 3 este trung tính. Thủy phân lượng este trên bằng dung dịch NaOH thu được 5,36 gam muối. Hai rượu có công thức

A. CH_3OH và C_2H_5OH. B. C_2H_5OH và C_3H_7OH.

C. C_3H_7OH và C_4H_9OH. D. C_4H_9OH và $C_5H_{11}OH$.

04. Nitro hóa benzen được 14,1 gam hỗn hợp hai chất nitro có khối lượng phân tử hơn kém nhau 45 đvC. Đốt cháy hoàn toàn hỗn hợp hai chất nitro này được 0,07 mol N_2. Hai chất nitro đó là

A. $C_6H_5NO_2$ và $C_6H_4(NO_2)_2$.

B. $C_6H_4(NO_2)_2$ và $C_6H_3(NO_2)_3$.

C. $C_6H_3(NO_2)_3$ và $C_6H_2(NO_2)_4$.

D. $C_6H_2(NO_2)_4$ và $C_6H(NO_2)_5$.

05. Một hỗn hợp X gồm 2 ancol thuộc cùng dãy đồng đẳng có khối lượng 30,4 gam. Chia X thành hai phần bằng nhau.

- *Phần 1*: cho tác dụng với Na dư, kết thúc phản ứng thu được 3,36 lít H_2 (đktc).

- *Phần 2*: tách nước hoàn toàn ở 180^oC, xúc tác H_2SO_4 đặc thu được một anken cho hấp thụ vào bình đựng dung dịch Brom dư thấy có 32 gam Br_2 bị mất màu. CTPT hai ancol trên là

A. CH_3OH và C_2H_5OH. B. C_2H_5OH và C_3H_7OH.

C. CH_3OH và C_3H_7OH. D. C_2H_5OH và C_4H_9OH.

06. Chia hỗn hợp gồm 2 anđehit no đơn chức làm hai phần bằng nhau:

- *Phần 1*: Đem đốt cháy hoàn toàn thu được 1,08 gam nước.

- *Phần 2*: tác dụng với H_2 dư (Ni, t^o) thì thu được hỗn hợp A. Đem A đốt cháy hoàn toàn thì thể tích khí CO_2 (đktc) thu được là

A. 1,434 lít. B. 1,443 lít. C. 1,344 lít. D. 1,444 lít.

07. Tách nước hoàn toàn từ hỗn hợp Y gồm hai rượu A, B ta được hỗn hợp X gồm các olefin. Nếu đốt cháy hoàn toàn Y thì thu được 0,66 gam CO_2. Vậy khi đốt cháy hoàn toàn X thì tổng khối lượng H_2O và CO_2 tạo ra là

A. 0,903 gam. B. 0,39 gam. C. 0,94 gam. D. 0,93 gam.

08. Cho 9,85 gam hỗn hợp 2 amin đơn chức no bậc 1 tác dụng vừa đủ với dung dịch HCl thì thu được 18,975 gam muối. Vậy khối lượng HCl phải dùng là

A. 9,521 gam. B. 9,125 gam. C. 9,215 gam. D. 0,704 gam.

09. Cho 4,2 gam hỗn hợp gồm rượu etylic, phenol, axit fomic tác dụng vừa đủ với Na thấy thoát ra 0,672 lít khí (đktc) và một dung dịch. Cô cạn dung dịch thu được hỗn hợp X. Khối lượng của X là

A. 2,55 gam. B. 5,52 gam. C. 5,25 gam. D. 5,05 gam.

10. Hỗn hợp X gồm 2 este A, B đồng phân với nhau và đều được tạo thành từ axit đơn chức và rượu đơn chức. Cho 2,2 gam hỗn hợp X bay hơi ở 136,5°C và 1 atm thì thu được 840 ml hơi este. Mặt khác đem thuỷ phân hoàn toàn 26,4 gam hỗn hợp X bằng 100 ml dung dịch NaOH 20% (d = 1,2 g/ml) rồi đem cô cạn thì thu được 33,8 gam chất rắn khan. Vậy công thức phân tử của este là

A. $C_2H_4O_2$. B. $C_3H_6O_2$. C. $C_4H_8O_2$. D. $C_5H_{10}O_2$.

Đáp án các bài tập trắc nghiệm vận dụng:

1. A	2. C	3. A	4. A	5. C
6. C	7. D	8. B	9. B	10. C

Phương pháp 6

TĂNG GIẢM KHỐI LƯỢNG

Nguyên tắc của phương pháp là xem khi chuyển từ chất A thành chất B (không nhất thiết trực tiếp, có thể bỏ qua nhiều giai đoạn trung gian) khối lượng tăng hay giảm bao nhiêu gam thường tính theo 1 mol) và dựa vào khối lượng thay đổi ta dễ dàng tính được số mol chất đã tham gia phản ứng hoặc ngược lại. Ví dụ trong phản ứng:

$$MCO_3 + 2HCl \longrightarrow MCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

Ta thấy rằng khi chuyển 1 mol MCO_3 thành MCl_2 thì khối lượng tăng

$$(M + 2\times35,5) - (M + 60) = 11 \text{ gam}$$

và có 1 mol CO_2 bay ra. Như vậy khi biết lượng muối tăng, ta có thể tính lượng CO_2 bay ra.

Trong phản ứng este hóa:

$$CH_3{-}COOH + R'{-}OH \longrightarrow CH_3{-}COOR' + H_2O$$

thì từ 1 mol R−OH chuyển thành 1 mol este khối lượng tăng

$$(R' + 59) - (R' + 17) = 42 \text{ gam.}$$

Như vậy nếu biết khối lượng của rượu và khối lượng của este ta dễ dàng tính được số mol rượu hoặc ngược lại.

Với bài tập cho kim loại A đẩy kim loại B ra khỏi dung dịch muối dưới dạng tự do:

- Khối lượng kim loại tăng bằng

$$m_{B\ (bám)} - m_{A\ (tan)}.$$

- Khối lượng kim loại giảm bằng

$$m_{A\ (tan)} - m_{B\ (bám)}.$$

Sau đây là các ví dụ điển hình:

Ví dụ 1: Có 1 lít dung dịch hỗn hợp Na_2CO_3 0,1 mol/l và $(NH_4)_2CO_3$ 0,25 mol/l. Cho 43 gam hỗn hợp $BaCl_2$ và $CaCl_2$ vào dung dịch đó. Sau khi các phản ứng kết thúc ta thu được 39,7 gam kết tủa A và dung dịch B.

Tính % khối lượng các chất trong A.

A. $\%m_{BaCO_3} = 50\%$, $\%m_{CaCO_3} = 50\%$.

B. $\%m_{BaCO_3} = 50,38\%$, $\%m_{CaCO_3} = 49,62\%$.

✓C. $\%m_{BaCO_3} = 49,62\%$, $\%m_{CaCO_3} = 50,38\%$.

D. Không xác định được.

Hướng dẫn giải

Trong dung dịch:

$$Na_2CO_3 \longrightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-}$$

$$(NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2NH_4^+ + CO_3^{2-}$$

$$BaCl_2 \longrightarrow Ba^{2+} + 2Cl^-$$

$$CaCl_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$$

Các phản ứng:

$$Ba^{2+} + CO_3^{2-} \longrightarrow BaCO_3\downarrow \qquad (1)$$

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \longrightarrow CaCO_3\downarrow \qquad (2)$$

Theo (1) và (2) cứ 1 mol $BaCl_2$, hoặc $CaCl_2$ biến thành $BaCO_3$ hoặc $CaCO_3$ thì khối lượng muối giảm (71 − 60) = 11 gam. Do đó tổng số mol hai muối $BaCO_3$ và $CaCO_3$ bằng:

$$\frac{43-39,7}{11} = 0,3 \text{ mol}$$

mà tổng số mol CO_3^{2-} = 0,1 + 0,25 = 0,35, điều đó chứng tỏ dư CO_3^{2-}.

Gọi x, y là số mol $BaCO_3$ và $CaCO_3$ trong A ta có:

$$\begin{cases} x + y = 0,3 \\ 197x + 100y = 39,7 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ x = 0,1 mol ; y = 0,2 mol.

Thành phần của A:

$$\%m_{BaCO_3} = \frac{0,1\times 197}{39,7}\times 100 = 49,62\%;$$

$$\%m_{CaCO_3} = 100 - 49,6 = 50,38\%.$$ (*Đáp án C*)

Ví dụ 2: Hoà tan hoàn toàn 23,8 gam hỗn hợp một muối cacbonat của kim loại hoá trị (I) và một muối cacbonat của kim loại hoá trị (II) bằng dung dịch HCl thấy thoát ra 4,48 lít khí CO_2 (đktc). Cô cạn dung dịch thu được sau phản ứng thì khối lượng muối khan thu được là bao nhiêu?

✓A. 26,0 gam. B. 28,0 gam. C. 26,8 gam. D. 28,6 gam.

Hướng dẫn giải

Cứ 1 mol muối cacbonat tạo thành 1 mol muối clorua cho nên khối lượng muối khan tăng (71 − 60) = 11 gam, mà

$$n_{CO_2} = n_{\text{muối cacbonat}} = 0,2 \text{ mol.}$$

Suy ra khối lượng muối khan tăng sau phản ứng là 0,2×11 = 2,2 gam.

Vậy tổng khối lượng muối khan thu được là 23,8 + 2,2 = 26 gam. (*Đáp án A*)

Ví dụ 3: Cho 3,0 gam một axit no, đơn chức A tác dụng vừa đủ với dung dịch NaOH. Cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được 4,1 gam muối khan. CTPT của A là

A. HCOOH B. C_3H_7COOH

✓C. CH_3COOH D. C_2H_5COOH.

Hướng dẫn giải

Cứ 1 mol axit đơn chức tạo thành 1 mol muối thì khối lượng tăng (23 − 1) = 22 gam, mà theo đầu bài khối lượng muối tăng (4,1 − 3) = 1,1 gam nên số mol axit là

$$n_{axit} = \frac{1,1}{22} = 0,05 \text{ mol.} \quad \rightarrow \quad M_{axit} = \frac{3}{0,05} = 60 \text{ gam.}$$

Đặt CTTQ của axit no, đơn chức A là $C_nH_{2n+1}COOH$ nên ta có:

$$14n + 46 = 60 \quad \rightarrow \quad n = 1.$$

Vậy CTPT của A là CH_3COOH. (*Đáp án C*)

Ví dụ 4: Cho dung dịch $AgNO_3$ dư tác dụng với dung dịch hỗn hợp có hòa tan 6,25 gam hai muối KCl và KBr thu được 10,39 gam hỗn hợp AgCl và AgBr. Hãy xác định số mol hỗn hợp đầu.

A. 0,08 mol. ✓B. 0,06 mol. C. 0,03 mol. D. 0,055 mol.

Hướng dẫn giải

Cứ 1 mol muối halogen tạo thành 1 mol kết tủa

$\longrightarrow$ khối lượng tăng: 108 − 39 = 69 gam;

0,06 mol $\longleftarrow$ khối lượng tăng: 10,39 − 6,25 = 4,14 gam.

Vậy tổng số mol hỗn hợp đầu là 0,06 mol. (*Đáp án B*)

Ví dụ 5: Nhúng một thanh graphit được phủ một lớp kim loại hóa trị (II) vào dung dịch $CuSO_4$ dư. Sau phản ứng khối lượng của thanh graphit giảm đi 0,24 gam. Cũng thanh graphit này nếu được nhúng vào dung dịch $AgNO_3$ thì khi phản ứng xong thấy khối lượng thanh graphit tăng lên 0,52 gam. Kim loại hóa trị (II) là kim loại nào sau đây?

A. Pb. ✓B. Cd. C. Al. D. Sn.

Hướng dẫn giải

Đặt kim loại hóa trị (II) là M với số gam là x (gam).

$$M + CuSO_{4\,\text{dư}} \longrightarrow MSO_4 + Cu$$

Cứ M gam kim loại tan ra thì sẽ có 64 gam Cu bám vào. Vậy khối lượng kim loại giảm (M − 64) gam;

Vậy: $x\text{ (gam)} = \dfrac{0,24.M}{M-64} \longleftarrow$ khối lượng kim loại giảm 0,24 gam.

Mặt khác: $M + 2AgNO_3 \longrightarrow M(NO_3)_2 + 2Ag$

Cứ M gam kim loại tan ra thì sẽ có 216 gam Ag bám vào. Vậy khối lượng kim loại tăng (216 – M) gam;

Vậy: $x\text{ (gam)} = \dfrac{0,52.M}{216-M} \longleftarrow$ khối lượng kim loại tăng 0,52 gam.

Ta có: $\dfrac{0,24.M}{M-64} = \dfrac{0,52.M}{216-M} \rightarrow$ M = 112 (kim loại Cd). (*Đáp án B*)

Ví dụ 6: Hoà tan hoàn toàn 104,25 gam hỗn hợp X gồm NaCl và NaI vào nước được dung dịch A. Sục khí Cl_2 dư vào dung dịch A. Kết thúc thí nghiệm, cô cạn dung dịch thu được 58,5 gam muối khan. Khối lượng NaCl có trong hỗn hợp X là

✓A. 29,25 gam. B. 58,5 gam.

C. 17,55 gam. D. 23,4 gam.

Hướng dẫn giải

Khí Cl_2 dư chỉ khử được muối NaI theo phương trình

$$2NaI + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl + I_2$$

Cứ 1 mol NaI tạo thành 1 mol NaCl

$\longrightarrow$ Khối lượng muối giảm 127 – 35,5 = 91,5 gam.

Vậy: 0,5 mol $\longleftarrow$ Khối lượng muối giảm 104,25 – 58,5 = 45,75 gam.

$\Rightarrow$ $m_{NaI} = 150\times0,5 = 75$ gam

$\Rightarrow$ $m_{NaCl} = 104,25 - 75 = 29,25$ gam. (*Đáp án A*)

Ví dụ 7: Ngâm một vật bằng đồng có khối lượng 15 gam trong 340 gam dung dịch $AgNO_3$ 6%. Sau một thời gian lấy vật ra thấy khối lượng $AgNO_3$ trong dung dịch giảm 25%. Khối lượng của vật sau phản ứng là

A. 3,24 gam. B. 2,28 gam. ✓C. 17,28 gam. D. 24,12 gam.

Hướng dẫn giải

$$n_{AgNO_3\text{ (ban đầu)}} = \frac{340\times6}{170\times100} = 0,12\text{ mol;}$$

$$n_{AgNO_3\text{ (ph.ứng)}} = 0,12\times\frac{25}{100} = 0,03\text{ mol.}$$

$$Cu + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag\downarrow$$

$$0,015 \leftarrow 0,03 \longrightarrow 0,03\text{ mol}$$

$$m_{\text{vật sau phản ứng}} = m_{\text{vật ban đầu}} + m_{Ag\text{ (bám)}} - m_{Cu\text{ (tan)}}$$

$$= 15 + (108\times0,03) - (64\times0,015) = 17,28\text{ gam.}$$

(*Đáp án C*)

Ví dụ 8: Nhúng một thanh kẽm và một thanh sắt vào cùng một dung dịch $CuSO_4$. Sau một thời gian lấy hai thanh kim loại ra thấy trong dung dịch còn lại có nồng độ mol $ZnSO_4$ bằng 2,5 lần nồng độ mol $FeSO_4$. Mặt khác, khối lượng dung dịch giảm 2,2 gam.

Khối lượng đồng bám lên thanh kẽm và bám lên thanh sắt lần lượt là

A. 12,8 gam; 32 gam. ✓B. 64 gam; 25,6 gam.

C. 32 gam; 12,8 gam. D. 25,6 gam; 64 gam.

Hướng dẫn giải

Vì trong cùng dung dịch còn lại (cùng thể tích) nên:

$[ZnSO_4] = 2,5\ [FeSO_4]$

$\Rightarrow \quad n_{ZnSO_4} = 2,5 n_{FeSO_4}$

$Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu\downarrow \qquad (1)$

$2,5x \leftarrow 2,5x \longleftarrow 2,5x$ mol

$Fe + CuSO_4 \longrightarrow FeSO_4 + Cu\downarrow \qquad (2)$

$x \leftarrow x \longleftarrow x \rightarrow x$ mol

Từ (1), (2) nhận được độ giảm khối lượng của dung dịch là

$m_{Cu\ (bám)} - m_{Zn\ (tan)} - m_{Fe\ (tan)}$

$\Rightarrow \quad 2,2 = 64\times(2,5x + x) - 65\times2,5x - 56x$

$\Rightarrow \quad x = 0,4$ mol.

Vậy: $m_{Cu\ (bám\ lên\ thanh\ kẽm)} = 64\times2,5\times0,4 = 64$ gam;

$m_{Cu\ (bám\ lên\ thanh\ sắt)} = 64\times0,4 = 25,6$ gam. (*Đáp án B*)

Ví dụ 9: (*Câu 15 - Mã đề 231 - TSCĐ - Khối A 2007*)

Cho 5,76 gam axit hữu cơ X đơn chức, mạch hở tác dụng hết với $CaCO_3$ thu được 7,28 gam muối của axit hữu cơ. Công thức cấu tạo thu gọn của X là

✓A. $CH_2=CH-COOH$. B. CH_3COOH.

C. $HC\equiv C-COOH$. D. CH_3-CH_2-COOH.

Hướng dẫn giải

Đặt CTTQ của axit hữu cơ X đơn chức là RCOOH.

$2RCOOH + CaCO_3 \longrightarrow (RCOO)_2Ca + CO_2\uparrow + H_2O$

Cứ 2 mol axit phản ứng tạo muối thì khối lượng tăng (40 − 2) = 38 gam.

x mol axit $\longleftarrow$ (7,28 − 5,76) = 1,52 gam.

$\Rightarrow \quad x = 0,08 \text{ mol} \rightarrow M_{RCOOH} = \dfrac{5,76}{0,08} = 72 \rightarrow R = 27$

$\Rightarrow$ Axit X: $CH_2=CH-COOH$. (*Đáp án A*)

Ví dụ 10: Nhúng thanh kẽm vào dung dịch chứa 8,32 gam $CdSO_4$. Sau khi khử hoàn toàn ion Cd^{2+} khối lượng thanh kẽm tăng 2,35% so với ban đầu. Hỏi khối lượng thanh kẽm ban đầu.

A. 60 gam. B. 70 gam. ✓C. 80 gam. D. 90 gam.

Hướng dẫn giải

Gọi khối lượng thanh kẽm ban đầu là a gam thì khối lượng tăng thêm là $\frac{2,35a}{100}$ gam.

$Zn + CdSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cd$

$65 \rightarrow 1$ mol $\longrightarrow$ 112, tăng (112 – 65) = 47 gam

$\frac{8,32}{208}$ (=0,04 mol) $\longrightarrow \frac{2,35a}{100}$ gam

Ta có tỉ lệ: $\frac{1}{0,04} = \frac{47}{\frac{2,35a}{100}} \rightarrow$ a = 80 gam. (*Đáp án C*)

Ví dụ 11: Nhúng thanh kim loại M hoá trị 2 vào dung dịch $CuSO_4$, sau một thời gian lấy thanh kim loại ra thấy khối lượng giảm 0,05%. Mặt khác nhúng thanh kim loại trên vào dung dịch $Pb(NO_3)_2$, sau một thời gian thấy khối lượng tăng 7,1%. Xác định M, biết rằng số mol $CuSO_4$ và $Pb(NO_3)_2$ tham gia ở 2 trường hợp như nhau.

A. Al. ✓B. Zn. C. Mg. D. Fe.

Hướng dẫn giải

Gọi m là khối lượng thanh kim loại, M là nguyên tử khối của kim loại, x là số mol muối phản ứng.

$M + CuSO_4 \longrightarrow MSO_4 + Cu\downarrow$

M (gam) $\rightarrow$ 1 mol $\longrightarrow$ 64 gam, giảm (M – 64)gam.

x mol $\longrightarrow$ giảm $\frac{0,05.m}{100}$ gam.

$$\Rightarrow \quad x = \frac{\frac{0,05.m}{100}}{M-64} \quad (1)$$

$M + Pb(NO_3)_2 \rightarrow M(NO_3)_2 + Pb\downarrow$

M (gam) $\rightarrow$ 1 mol $\longrightarrow$ 207, tăng (207 – M) gam

x mol $\longrightarrow$ tăng $\frac{7,1.m}{100}$ gam

$$\Rightarrow \quad x = \frac{\frac{7,1.m}{100}}{207-M} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có: $$\frac{\frac{0,05.m}{100}}{M-64} = \frac{\frac{7,1.m}{100}}{207-M} \quad (3)$$

Từ (3) giải ra M = 65. Vậy kim loại M là kẽm. (*Đáp án B*)

Ví dụ 12: Cho 3,78 gam bột Al phản ứng vừa đủ với dung dịch muối XCl_3 tạo thành dung dịch Y. Khối lượng chất tan trong dung dịch Y giảm 4,06 gam so với dung dịch XCl_3. xác định công thức của muối XCl_3.

✓A. $FeCl_3$. B. $AlCl_3$. C. $CrCl_3$. D. Không xác định.

Hướng dẫn giải

Gọi A là nguyên tử khối của kim loại X.

$$Al + XCl_3 \longrightarrow AlCl_3 + X$$

$$\frac{3,78}{27} = (0,14 \text{ mol}) \rightarrow 0,14 \qquad\qquad 0,14 \text{ mol}.$$

Ta có : $(A + 35,5\times3)\times0,14 - (133,5\times0,14) = 4,06$

Giải ra được: A = 56. Vậy kim loại X là Fe và muối $FeCl_3$. (*Đáp án A*)

Ví dụ 13: Nung 100 gam hỗn hợp gồm Na_2CO_3 và $NaHCO_3$ cho đến khi khối lượng hỗn hợp không đổi được 69 gam chất rắn. Xác định phần trăm khối lượng của mỗi chất tương ứng trong hỗn hợp ban đầu.

A. 15,4% và 84,6%. B. 22,4% và 77,6%.

✓C. 16% và 84%. D. 24% và 76%.

Hướng dẫn giải

Chỉ có $NaHCO_3$ bị phân hủy. Đặt x là số gam $NaHCO_3$.

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{t^o} Na_2CO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$$

Cứ nung 168 gam $\longrightarrow$ khối lượng giảm: 44 + 18 = 62 gam

x $\longrightarrow$ khối lượng giảm: 100 – 69 = 31 gam

Ta có: $\frac{168}{x} = \frac{62}{31} \rightarrow x = 84$ gam.

Vậy $NaHCO_3$ chiếm 84% và Na_2CO_3 chiếm 16%. (*Đáp án C*)

Ví dụ 14: Hòa tan 3,28 gam hỗn hợp muối $CuCl_2$ và $Cu(NO_3)_2$ vào nước được dung dịch A. Nhúng Mg vào dung dịch A cho đến khi mất màu xanh của dung dịch. Lấy thanh Mg ra cân lại thấy tăng thêm 0,8 gam. Cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được m gam muối khan. Tính m?

A. 1.28 gam. ✓B. 2,48 gam. C. 3,1 gam. D. 0,48 gam.

Hướng dẫn giải

Ta có:

$$m_{tăng} = m_{Cu} - m_{Mg\ phản\ ứng} = m_{Cu^{2+}} - m_{Mg^{2+}} = 3,28 - \left(m_{gốc\ axit} + m_{Mg^{2+}}\right) = 0,8$$

$\Rightarrow$ m = 3,28 – 0,8 = 2,48 gam. (*Đáp án B*)

Ví dụ 15: Hòa tan 3,28 gam hỗn hợp muối $MgCl_2$ và $Cu(NO_3)_2$ vào nước được dung dịch A. Nhúng vào dung dịch A một thanh sắt. Sau một khoảng thời gian lấy thanh sắt ra cân lại thấy tăng thêm 0,8 gam. Cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được m gam muối khan. Giá trị m là

A. 4,24 gam. ✓B. 2,48 gam. C. 4,13 gam. D. 1,49 gam.

Hướng dẫn giải

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng: Sau một khoảng thời gian độ tăng khối lượng của thanh Fe bằng độ giảm khối lượng của dung dịch muối. Do đó:

m = 3,28 – 0,8 = 2,48 gam. (*Đáp án B*)

MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG GIẢI THEO PHƯƠNG PHÁP TĂNG GIẢM KHỐI LƯỢNG

01. Cho 115 gam hỗn hợp gồm ACO_3, B_2CO_3, R_2CO_3 tác dụng hết với dung dịch HCl thấy thoát ra 22,4 lít CO_2 (đktc). Khối lượng muối clorua tạo ra trong dung dịch là

A. 142 gam. B. 126 gam. C. 141 gam. D. 132 gam.

02. Ngâm một lá sắt trong dung dịch $CuSO_4$. Nếu biết khối lượng đồng bám trên lá sắt là 9,6 gam thì khối lượng lá sắt sau ngâm tăng thêm bao nhiêu gam so với ban đầu?

A. 5,6 gam. B. 2,8 gam. C. 2,4 gam. D. 1,2 gam.

03. Cho hai thanh sắt có khối lượng bằng nhau.

- Thanh 1 nhúng vào dung dịch có chứa a mol $AgNO_3$.
- Thanh 2 nhúng vào dung dịch có chứa a mol $Cu(NO_3)_2$.

Sau phản ứng, lấy thanh sắt ra, sấy khô và cân lại thấy sẽ cho kết quả nào sau đây?

A. Khối lượng hai thanh sau nhúng vẫn bằng nhau nhưng khác ban đầu.

B. Khối lượng thanh 2 sau nhúng nhỏ hơn khối lượng thanh 1 sau nhúng.

C. Khối lượng thanh 1 sau nhúng nhỏ hơn khối lượng thanh 2 sau nhúng.

D. Khối lượng hai thanh không đổi vẫn như trước khi nhúng.

04. Cho V lít dung dịch A chứa đồng thời $FeCl_3$ 1M và $Fe_2(SO4)_3$ 0,5M tác dụng với dung dịch Na_2CO_3 có dư, phản ứng kết thúc thấy khối lượng dung dịch sau phản ứng giảm 69,2 gam so với tổng khối lượng của các dung dịch ban đầu. Giá trị của V là:

A. 0,2 lít. B. 0,24 lít. C. 0,237 lít. D.0,336 lít.

05. Cho luồng khí CO đi qua 16 gam oxit sắt nguyên chất được nung nóng trong một cái ống. Khi phản ứng thực hiện hoàn toàn và kết thúc, thấy khối lượng ống giảm 4,8 gam.

Xác định công thức và tên oxit sắt đem dùng.

06. Dùng CO để khử 40 gam oxit Fe_2O_3 thu được 33,92 gam chất rắn B gồm Fe_2O_3, FeO và Fe. Cho $\frac{1}{2}B$ tác dụng với H_2SO_4 loãng dư, thu được 2,24 lít khí H_2 (đktc).

Xác định thành phần theo số mol chất rắn B, thể tích khí CO (đktc) tối thiểu để có được kết quả này.

07. Nhúng một thanh sắt nặng 12,2 gam vào 200 ml dung dịch $CuSO_4$ 0,5M. Sau một thời gian lấy thanh kim loại ra, cô cạn dung dịch được 15,52 gam chất rắn khan.

a) Viết phương trình phản ứng xảy ra, tìm khối lượng từng chất có trong 15,52 gam chất rắn khan.

b) Tính khối lượng thanh kim loại sau phản ứng. Hòa tan hoàn toàn thanh kim loại này trong dung dịch HNO_3 đặc nóng, dư thu được khí NO_2 duy nhất, thể tích V lít (đo ở 27,3 ^oC, 0,55 atm). Viết các phương trình phản ứng xảy ra. Tính V.

08. Ngâm một thanh đồng có khối lượng 140,8 gam vào dung dịch $AgNO_3$ sau một thời gian lấy thanh đồng đem cân lại thấy nặng 171,2 gam. Tính thành phần khối lượng của thanh đồng sau phản ứng.

09. Ngâm một lá kẽm nhỏ trong một dung dịch có chứa 2,24 gam ion kim loại có điện tích 2+. Phản ứng xong, khối lượng lá kẽm tăng thêm 0,94 gam.

Hãy xác định tên của ion kim loại trong dung dịch.

10. Có hai lá kim loại cùng chất, cùng khối lượng, có khả năng tạo ra hợp chất có số oxi hóa +2. Một lá được ngâm trong dung dịch $Pb(NO_3)_2$ còn lá kia được ngâm trong dung dịch $Cu(NO_3)_2$.

Sau một thời gian người ta lấy lá kim loại ra khỏi dung dịch, rửa nhẹ. Nhận thấy khối lượng lá kim loại được ngâm trong muối chì tăng thêm 19%, khối lượng lá kim loại kia giảm 9,6%. Biết rằng, trong hai phản ứng trên, khối lượng các kim loại bị hòa tan như nhau.

Hãy xác định tên của hai lá kim loại đang dùng.

Đáp án các bài tập vận dụng:

01. B **02**. D. **03.** B. **04.** A.

05. Fe_2O_3. **06.** $V_{CO} = 8,512$ lít ; $\%n_{Fe} = 46,51\%$; $\%n_{FeO} = 37,21\%$; $\%n_{Fe_2O_3} = 16,28\%$.

07. a) 6,4 gam $CuSO_4$ và 9,12 gam $FeSO_4$.

b) $m_{KL} = 12,68$ gam ; $V_{NO_2} = 26,88$ lít.

08. Thanh Cu sau phản ứng có $m_{Ag\ (bám)} = 43,2$ gam và $m_{Cu\ (còn\ lại)} = 128$ gam.

09. Cd^{2+}

10. Cd

Phương pháp 7

QUI ĐỔI HỖN HỢP NHIỀU CHẤT VỀ SỐ LƯỢNG CHẤT ÍT HƠN

~~Một số bài toán hóa học có thể giải nhanh bằng các phương pháp bảo toàn~~ electron, bảo toàn nguyên tử, bảo toàn khối lượng song phương pháp quy đổi cũng tìm ra đáp số rất nhanh và đó là phương pháp tương đối ưu việt, có thể vận dụng vào các bài tập trắc nghiệm để phân loại học sinh.

***Các chú ý khi áp dụng phương pháp quy đổi*:**

1. Khi quy đổi hỗn hợp nhiều chất (hỗn hợp X) (từ ba chất trở lên) thành hỗn hợp hai chất hay chỉ còn một chất ta phải bảo toàn số mol nguyên tố và bảo toàn khối lượng hỗn hợp.

2. Có thể quy đổi hỗn hợp X về bất kỳ cặp chất nào, thậm chí quy đổi về một chất. Tuy nhiên ta nên chọn cặp chất nào đơn giản có ít phản ứng oxi hóa khử nhất để đơn giản việc tính toán.

3. Trong quá trình tính toán theo phương pháp quy đổi đôi khi ta gặp số âm đó là do sự bù trừ khối lượng của các chất trong hỗn hợp. Trong trường hợp này ta vẫn tính toán bình thường và kết quả cuối cùng vẫn thỏa mãn.

4. Khi quy đổi hỗn hợp X về một chất là Fe_xO_y thì oxit Fe_xO_y tìm được chỉ là oxit giả định không có thực.

Ví dụ 1: Nung 8,4 gam Fe trong không khí, sau phản ứng thu được m gam chất rắn X gồm Fe, Fe_2O_3, Fe_3O_4, FeO. Hòa tan m gam hỗn hợp X vào dung dịch HNO_3 dư thu được 2,24 lít khí NO_2 (đktc) là sản phẩm khử duy nhất. Giá trị của m là

✓A. 11,2 gam. B. 10,2 gam. C. 7,2 gam. D. 6,9 gam.

Hướng dẫn giải

• *Quy hỗn hợp X về hai chất Fe và Fe_2O_3:*

Hòa tan hỗn hợp X vào dung dịch HNO_3 dư ta có

$$Fe + 6HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$$

$$\frac{0,1}{3} \longleftarrow \qquad\qquad 0,1 \text{ mol}$$

⇒ Số mol của nguyên tử Fe tạo oxit Fe_2O_3 là

$$n_{Fe} = \frac{8,4}{56} - \frac{0,1}{3} = \frac{0,35}{3} \quad \rightarrow \quad n_{Fe_2O_3} = \frac{0,35}{3\times 2}$$

Vậy: $m_X = m_{Fe} + m_{Fe_2O_3}$

$$\Rightarrow \quad m_X = \frac{0,1}{3}\times 56 + \frac{0,35}{3}\times 160 = 11,2 \text{ gam.}$$

• *Quy hỗn hợp X về hai chất FeO và Fe_2O_3:*

$$FeO + 4HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + NO_2 + 2H_2O$$

$$0,1 \longleftarrow \qquad\qquad 0,1 \text{ mol}$$

ta có: $$0,15 \text{ mol} \begin{cases} 2Fe + O_2 \longrightarrow 2FeO \\ 0,1 \qquad \rightarrow \qquad 0,1 \text{ mol} \\ 4Fe + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 \\ 0,05 \qquad \rightarrow \qquad 0,025 \text{ mol} \end{cases}$$

$m_{h^2 X} = 0,1\times 72 + 0,025\times 160 = 11,2$ gam. (*Đáp án A*)

***Chú ý*:** Vẫn có thể quy hỗn hợp X về hai chất (FeO và Fe_3O_4) hoặc (Fe và FeO), hoặc (Fe và Fe_3O_4) nhưng việc giải trở nên phức tạp hơn (cụ thể là ta phải đặt ẩn số mol mỗi chất, lập hệ phương trình, giải hệ phương trình hai ẩn số).

• *Quy hỗn hợp X về một chất là Fe_xO_y:*

$$Fe_xO_y + (6x-2y)HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + (3x-2y)NO_2 + (3x-y)H_2O$$

$$\frac{0,1}{3x-2y} \text{ mol} \longleftarrow \qquad\qquad 0,1 \text{ mol.}$$

$\Rightarrow \qquad n_{Fe} = \dfrac{8,4}{56} = \dfrac{0,1.x}{3x - 2y} \rightarrow \dfrac{x}{y} = \dfrac{6}{7}$ mol.

Vậy công thức quy đổi là Fe_6O_7 (M = 448) và

$$n_{Fe_6O_7} = \frac{0,1}{3\times6 - 2\times7} = 0,025 \text{ mol.}$$

$\Rightarrow \qquad m_X = 0,025\times448 = 11,2$ gam.

Nhận xét: Quy đổi hỗn hợp gồm Fe, FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4 về hỗn hợp hai chất là FeO, Fe_2O_3 là đơn giản nhất.

Ví dụ 2: Hòa tan hết m gam hỗn hợp X gồm FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4 bằng HNO_3 đặc nóng thu được 4,48 lít khí NO_2 (đktc). Cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được 145,2 gam muối khan giá trị của m là

A. 35,7 gam. ✓B. 46,4 gam. C. 15,8 gam. D. 77,7 gam.

Hướng dẫn giải

Quy hỗn hợp X về hỗn hợp hai chất FeO và Fe_2O_3 ta có

$FeO + 4HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + NO_2 + 2H_2O$

0,2 mol $\longleftarrow$ 0,2 mol $\leftarrow$ 0,2 mol

$Fe_2O_3 + 6HNO_3 \longrightarrow 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$

0,2 mol $\longleftarrow$ 0,4 mol

$$n_{Fe(NO_3)_3} = \frac{145,2}{242} = 0,6 \text{ mol.}$$

$\Rightarrow \qquad m_X = 0,2\times(72 + 160) = 46,4$ gam. (*Đáp án B*)

Ví dụ 3: Hòa tan hoàn toàn 49,6 gam hỗn hợp X gồm Fe, FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4 bằng H_2SO_4 đặc nóng thu được dung dịch Y và 8,96 lít khí SO_2 (đktc).

a) Tính phần trăm khối lượng oxi trong hỗn hợp X.

A. 40,24%. B. 30,7%. ✓C. 20,97%. D. 37,5%.

b) Tính khối lượng muối trong dung dịch Y.

A. 160 gam. ✓B.140 gam. C. 120 gam. D. 100 gam.

Hướng dẫn giải

Quy hỗn hợp X về hai chất FeO, Fe_2O_3, ta có:

$$49,6 \text{ gam} \begin{cases} 2FeO + 4H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + 4H_2O \\ 0,8 \qquad \leftarrow \qquad 0,4 \quad \leftarrow \quad 0,4 \text{ mol} \\ Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O \\ -0,05 \qquad \rightarrow \qquad -0,05 \text{ mol} \end{cases}$$

$\Rightarrow \qquad m_{Fe_2O_3} = 49,6 - 0,8\times72 = -8$ gam $\leftrightarrow$ (−0,05 mol)

$\Rightarrow$ $n_{O(X)} = 0,8 + 3\times(-0,05) = 0,65$ mol.

Vậy: a) $\%m_O = \dfrac{0,65\times16\times100}{49,9} = 20,97\%$. (*Đáp án C*)

b) $m_{Fe_2(SO_4)_3} = [0,4 + (-0,05)]\times400 = 140$ gam. (*Đáp án B*)

Ví dụ 4: Để khử hoàn toàn 3,04 gam hỗn hợp X gồm FeO, Fe_2O_3, Fe_3O_4 thì cần 0,05 mol H_2. Mặt khác hòa tan hoàn toàn 3,04 gam hỗn hợp X trong dung dịch H_2SO_4 đặc nóng thì thu được thể tích khí SO_2 (sản phẩm khử duy nhất ở đktc) là.

✓A. 224 ml. B. 448 ml. C. 336 ml. D. 112 ml.

Hướng dẫn giải

Quy hỗn hợp X về hỗn hợp hai chất FeO và Fe_2O_3 với số mol là x, y, ta có:

$$FeO + H_2 \xrightarrow{t^o} Fe + H_2O$$

x y

$$Fe_2O_3 + 3H_2 \xrightarrow{t^o} 2Fe + 3H_2O$$

x 3y

$$\begin{cases} x + 3y = 0,05 \\ 72x + 160y = 3,04 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = 0,02 \text{ mol} \\ y = 0,01 \text{ mol} \end{cases}$$

$$2FeO + 4H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + 4H_2O$$

0,02 $\longrightarrow$ 0,01 mol

Vậy: $V_{SO_2} = 0,01\times22,4 = 0,224$ lít (hay 224 ml). (*Đáp án A*)

Ví dụ 5: Nung m gam bột sắt trong oxi, thu được 3 gam hỗn hợp chất rắn X. Hòa tan hết hỗn hợp X trong dung dịch HNO_3 (dư) thoát ra 0,56 lít NO (ở đktc) (là sản phẩm khử duy nhất). Giá trị của m là

✓A. 2,52 gam. B. 2,22 gam. C. 2,62 gam. D. 2,32 gam.

Hướng dẫn giải

Quy hỗn hợp chất rắn X về hai chất Fe, Fe_2O_3:

$$Fe + 4HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$$

0,025 $\leftarrow$ 0,025 $\leftarrow$ 0,025 mol

$\Rightarrow$ $m_{Fe_2O_3} = 3 - 56\times0,025 = 1,6$ gam

$\Rightarrow$ $m_{Fe\ (trong\ Fe_2O_3)} = \dfrac{1,6}{160}\times2 = 0,02$ mol

$\Rightarrow$ $m_{Fe} = 56\times(0,025 + 0,02) = 2,52$ gam. (*Đáp án A*)

Ví dụ 6: Hỗn hợp X gồm (Fe, Fe_2O_3, Fe_3O_4, FeO) với số mol mỗi chất là 0,1 mol, hòa tan hết vào dung dịch Y gồm (HCl và H_2SO_4 loãng) dư thu được dung dịch Z. Nhỏ từ từ dung dịch $Cu(NO_3)_2$ 1M vào dung dịch Z cho tới khi ngưng thoát khí NO. Thể tích dung dịch $Cu(NO_3)_2$ cần dùng và thể tích khí thoát ra ở đktc thuộc phương án nào?

A. 25 ml; 1,12 lít. B. 0,5 lít; 22,4 lít.

✓C. 50 ml; 2,24 lít. D. 50 ml; 1,12 lít.

Hướng dẫn giải

Quy hỗn hợp 0,1 mol Fe_2O_3 và 0,1 mol FeO thành 0,1 mol Fe_3O_4.

Hỗn hợp X gồm: Fe_3O_4 0,2 mol; Fe 0,1 mol + dung dịch Y

$$Fe_3O_4 + 8H^+ \longrightarrow Fe^{2+} + 2Fe^{3+} + 4H_2O$$

0,2 → 0,2 0,4 mol

$$Fe + 2H^+ \longrightarrow Fe^{2+} + H_2\uparrow$$

0,1 → 0,1 mol

Dung dịch Z: (Fe^{2+}: 0,3 mol; Fe^{3+}: 0,4 mol) + $Cu(NO_3)_2$:

$$3Fe^{2+} + NO_3^- + 4H^+ \longrightarrow 3Fe^{3+} + NO\uparrow + 2H_2O$$

0,3 0,1 0,1 mol

⇒ $V_{NO} = 0,1\times 22,4 = 2,24$ lít.

$$n_{Cu(NO_3)_2} = \frac{1}{2}n_{NO_3^-} = 0,05 \text{ mol.}$$

⇒ $V_{d^2\,Cu(NO_3)_2} = \dfrac{0,05}{1} = 0,05$ lít (hay 50 ml). (*Đáp án C*)

Ví dụ 7: Nung 8,96 gam Fe trong không khí được hỗn hợp A gồm FeO, Fe_3O_4, Fe_2O_3. A hòa tan vừa vặn trong dung dịch chứa 0,5 mol HNO_3, bay ra khí NO là sản phẩm khử duy nhất. Số mol NO bay ra là.

A. 0,01. B. 0,04. C. 0,03. ✓D. 0,02.

Hướng dẫn giải

$$n_{Fe} = \frac{8,96}{56} = 0,16\,\text{mol}$$

Quy hỗn hợp A gồm (FeO, Fe_3O_4, Fe_2O_3) thành hỗn hợp (FeO, Fe_2O_3) ta có phương trình:

$$2Fe + O_2 \longrightarrow 2FeO$$

x → x

$$4Fe + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$$

y → y/2

$$3FeO + 10HNO_3 \longrightarrow 3Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$$

x → 10x/3 → x/3

$$Fe_2O_3 + 6HNO_3 \rightarrow 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$$

y/2 → 3y

Hệ phương trình:

$$\begin{cases} x + y = 0,16 \\ \dfrac{10x}{3} + 3y = 0,5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,06 \text{ mol} \\ y = 0,1 \text{ mol} \end{cases}$$

$n_{NO} = \dfrac{0,06}{3} = 0,02$ mol. (*Đáp án D*)

Phương pháp 8

SƠ ĐỒ ĐƯỜNG CHÉO

Bài toán trộn lẫn các chất với nhau là một dạng bài tập hay gặp trong chương trình hóa học phổ thông cũng như trong các đề thi kiểm tra và đề thi tuyển sinh đại học, cao đẳng. Ta có thể giải bài tập dạng này theo nhiều cách khác nhau, song việc giải loại dạng bài tập này theo phương pháp sơ đồ đường chéo theo tác giả là tốt nhất.

Nguyên tắc: Trộn lẫn hai dung dịch:

Dung dịch 1: có khối lượng m_1, thể tích V_1, nồng độ C_1 (nồng độ phần trăm hoặc nồng độ mol), khối lượng riêng d_1.

Dung dịch 2: có khối lượng m_2, thể tích V_2, nồng độ C_2 ($C_2 > C_1$), khối lượng riêng d_2.

Dung dịch thu được: có khối lượng $m = m_1 + m_2$, thể tích $V = V_1 + V_2$, nồng độ C ($C_1 < C < C_2$) và khối lượng riêng d.

Sơ đồ đường chéo và công thức tương ứng với mỗi trường hợp là:

***a. Đối với nồng độ % về khối lượng*:**

$$\begin{array}{ccc} C_1 & & |C_2 - C| \\ & C & \\ C_2 & & |C_1 - C| \end{array} \quad \rightarrow \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{|C_2 - C|}{|C_1 - C|} \qquad (1)$$

***b. Đối với nồng độ mol/lít*:**

$$\begin{array}{ccc} C_{M1} & & |C_2 - C| \\ & C & \\ C_{M2} & & |C_1 - C| \end{array} \quad \rightarrow \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{|C_2 - C|}{|C_1 - C|} \qquad (2)$$

***c. Đối với khối lượng riêng*:**

$$\begin{array}{ccc} d_1 & & |d_2 - d| \\ & d & \\ d_2 & & |d_1 - d| \end{array} \quad \rightarrow \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{|C_2 - C|}{|C_1 - C|} \qquad (3)$$

Khi sử dụng sơ đồ đường chéo cần chú ý:

- Chất rắn coi như dung dịch có C = 100%

- Dung môi coi như dung dịch có C = 0%

- Khối lượng riêng của H_2O là d = 1g/ml.

Sau đây là một số ví dụ sử dụng phương pháp sơ đồ đường chéo trong tính toán các bài tập.

Ví dụ 1: Để thu được dung dịch HCl 25% cần lấy m_1 gam dung dịch HCl 45% pha với m_2 gam dung dịch HCl 15%. Tỉ lệ m_1/m_2 là

A. 1:2. B. 1:3. ✓C. 2:1. D. 3:1.

Hướng dẫn giải

Áp dụng công thức (1):

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{|45 - 25|}{|15 - 25|} = \frac{20}{10} = \frac{2}{1}.$$ *(Đáp án C)*

Ví dụ 2: Để pha được 500 ml dung dịch nước muối sinh lý (C = 0,9%) cần lấy V ml dung dịch NaCl 3% pha với nước cất. Giá trị của V là

✓A. 150 ml. B. 214,3 ml. C. 285,7 ml. D. 350 ml.

Hướng dẫn giải

Ta có sơ đồ:

$$\begin{array}{lccc} V_1\ (NaCl) & 3 & & |0,9 - 0| \\ & & 0,9 & \\ V_2\ (H_2O) & 0 & & |3 - 0,9| \end{array}$$

$\Rightarrow$ $$V_1 = \frac{0,9}{2,1 + 0,9} \times 500 = 150 \text{ ml.}$$ *(Đáp án A)*

Ví dụ 3: Hòa tan 200 gam SO_3 vào m_2 gam dung dịch H_2SO_4 49% ta được dung dịch H_2SO_4 78,4%. Giá trị của m_2 là

A. 133,3 gam. B. 146,9 gam. C. 272,2 gam. ✓D. 300 gam.

Hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng:

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

$$100 \text{ gam } SO_3 \rightarrow \frac{98 \times 100}{80} = 122,5 \text{ gam } H_2SO_4.$$

Nồng độ dung dịch H_2SO_4 tương ứng 122,5%.

Gọi m_1, m_2 lần lượt là khối lượng của SO_3 và dung dịch H_2SO_4 49% cần lấy. Theo (1) ta có:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{|49 - 78,4|}{|122,5 - 78,4|} = \frac{29,4}{44,1}$$

$\Rightarrow \qquad m_2 = \dfrac{44,1}{29,4}\times 200 = 300$ gam. (*Đáp án D*)

Ví dụ 4: Nguyên tử khối trung bình của brom là 79,319. Brom có hai đồng vị bền: ${}^{79}_{35}Br$ và ${}^{81}_{35}Br$. Thành phần % số nguyên tử của ${}^{81}_{35}Br$ là

A. 84,05. B. 81,02. C. 18,98. ✓D. 15,95.

Hướng dẫn giải

Ta có sơ đồ đường chéo:

$$\begin{array}{lcccl} {}^{81}_{35}Br\ (M = 81) & \searrow & & \nearrow & 79,319 - 79 = 0,319 \\ & & \overline{A} = 79,319 & & \\ {}^{79}_{35}Br\ (M = 79) & \nearrow & & \searrow & 81 - 79,319 = 1,681 \end{array}$$

$$\Rightarrow \qquad \frac{\%{}^{81}_{35}Br}{\%{}^{79}_{35}Br} = \frac{0,319}{1,681}$$

$$\Rightarrow \qquad \%{}^{81}_{35}Br = \frac{0,319}{1,681 + 0,319}\times 100\% = 15,95\%. \ (\textit{Đáp án D})$$

Ví dụ 5: Một hỗn hợp gồm O_2, O_3 ở điều kiện tiêu chuẩn có tỉ khối hơi với hiđro là 18. Thành phần % về thể tích của O_3 trong hỗn hợp là

A. 15%. ✓B. 25%. C. 35%. D. 45%.

Hướng dẫn giải

Áp dụng sơ đồ đường chéo:

$$\begin{array}{llcccl} V_{O_3} & M = 48 & \searrow & & \nearrow & |32 - 36| \\ & & & \overline{M} = 18\times 2 = 36 & & \\ V_{O_2} & M = 32 & \nearrow & & \searrow & |48 - 36| \end{array}$$

$$\Rightarrow \qquad \frac{V_{O_3}}{V_{O_2}} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \qquad \%V_{O_3} = \frac{1}{3+1}\times 100\% = 25\%. \ (\textit{Đáp án B})$$

Ví dụ 6: Cần trộn hai thể tích metan với một thể tích đồng đẳng X của metan để thu được hỗn hợp khí có tỉ khối hơi so với hiđro bằng 15. X là

A. C_3H_8. ✓B. C_4H_{10}. C. C_5H_{12}. D. C_6H_{14}.

Hướng dẫn giải

Áp dụng sơ đồ đường chéo:

$$\begin{array}{llcccl} V_{CH_4} & M = 16 & \searrow & & \nearrow & |M_2 - 30| \\ & & & \overline{M} = 15\times 2 = 30 & & \\ V_{M_2} & M = M_2 & \nearrow & & \searrow & |16 - 30| \end{array}$$

$$\Rightarrow \qquad \frac{V_{CH_4}}{V_{M_2}} = \frac{|M_2 - 30|}{14} = \frac{2}{1} \quad \rightarrow \quad |M_2 - 30| = 28$$

$$\Rightarrow \qquad M_2 = 58 \quad \Rightarrow \quad 14n + 2 = 58 \quad \Rightarrow \quad n = 4.$$

Vậy: X là C_4H_{10}. (*Đáp án B*)

Ví dụ 7: Thêm 250 ml dung dịch NaOH 2M vào 200 ml dung dịch H_3PO_4 1,5M. Muối tạo thành và khối lượng tương ứng là

A. 14,2 gam Na_2HPO_4 ; 32,8 gam Na_3PO_4.

B. 28,4 gam Na_2HPO_4 ; 16,4 gam Na_3PO_4.

✓C. 12 gam NaH_2PO_4 ; 28,4 gam Na_2HPO_4.

D. 24 gam NaH_2PO_4 ; 14,2 gam Na_2HPO_4.

Hướng dẫn giải

Có: $$1 < \frac{n_{NaOH}}{n_{H_3PO_4}} = \frac{0,25 \times 2}{0,2 \times 1,5} = \frac{5}{3} < 2$$

tạo ra hỗn hợp 2 muối: NaH_2PO_4, Na_2HPO_4.

Sơ đồ đường chéo:

$Na_2HPO_4 \quad n_1 = 2 \qquad\qquad \left|1 - \frac{5}{3}\right| = \frac{2}{3}$

$$\bar{n} = \frac{5}{3}$$

$NaH_2PO_4 \quad n_2 = 1 \qquad\qquad \left|2 - \frac{5}{3}\right| = \frac{1}{3}$

$$\Rightarrow \qquad \frac{n_{Na_2HPO_4}}{n_{NaH_2PO_4}} = \frac{2}{1} \quad \rightarrow \quad n_{Na_2HPO_4} = 2n_{NaH_2PO_4}$$

Mà: $$n_{Na_2HPO_4} + n_{NaH_2PO_4} = n_{H_3PO_4} = 0,3\text{ mol}$$

$$\Rightarrow \qquad \begin{cases} n_{Na_2HPO_4} = 0,2\text{ mol} \\ n_{NaH_2PO_4} = 0,1\text{ mol} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \qquad \begin{cases} m_{Na_2HPO_4} = 0,2 \times 142 = 28,4\text{ gam} \\ n_{NaH_2PO_4} = 0,1 \times 120 = 12\text{ gam} \end{cases}$$ (*Đáp án C*)

Ví dụ 8: Hòa tan 3,164 gam hỗn hợp 2 muối $CaCO_3$ và $BaCO_3$ bằng dung dịch HCl dư, thu được 448 ml khí CO_2 (đktc). Thành phần % số mol của $BaCO_3$ trong hỗn hợp là

A. 50%. B. 55%. ✓C. 60%. D. 65%.

Hướng dẫn giải

$$n_{CO_2} = \frac{0,488}{22,4} = 0,02\text{ mol} \quad \rightarrow \quad \overline{M} = \frac{3,164}{0,02} = 158,2.$$

Áp dụng sơ đồ đường chéo:

$$\begin{array}{lcl} BaCO_3 \ (M_1 = 197) & & |100 - 158,2| = 58,2 \\ & \bar{M} = 158,2 & \\ CaCO_3 \ (M_2 = 100) & & |197 - 158,2| = 38,8 \end{array}$$

$\Rightarrow$ $$\%n_{BaCO_3} = \frac{58,2}{58,2 + 38,8} \times 100\% = 60\%. \ (\textit{Đáp án C})$$

Ví dụ 9: Cần lấy bao nhiêu gam tinh thể $CuSO_4.5H_2O$ và bao nhiêu gam dung dịch $CuSO_4$ 8% để pha thành 280 gam dung dịch $CuSO_4$ 16%?

A. 180 gam và 100 gam. B. 330 gam và 250 gam.

C. 60 gam và 220 gam. ✓D. 40 gam và 240 gam.

Hướng dẫn giải

$\underbrace{\underbrace{CuSO_4}_{160}.5H_2O}_{250}$ $\rightarrow$ Ta coi $CuSO_4.5H_2O$ như là dung dịch $CuSO_4$ có:

$$C\% = \frac{160 \times 100}{250} = 64\%.$$

Gọi m_1 là khối lượng của $CuSO_4.5H_2O$ và m_2 là khối lượng của dung dịch $CuSO_4$ 8%.

Theo sơ đồ đường chéo:

$$\begin{array}{lcl} (m_1)\ 64 & & |8 - 16| = 8 \\ & 16 & \\ (m_2)\ \ 8 & & 64 - 16 = 48 \end{array}$$

$\Rightarrow$ $$\frac{m_1}{m_2} = \frac{8}{48} = \frac{1}{6}.$$

Mặt khác $m_1 + m_2 = 280$ gam.

Vậy khối lượng $CuSO_4.5H_2O$ là:

$$m_1 = \frac{280}{1+6} \times 1 = 40 \text{ gam}$$

và khối lượng dung dịch $CuSO_4$ 8% là:

$$m_2 = 280 - 40 = 240 \text{ gam. } (\textit{Đáp án D})$$

Ví dụ 10: Cần bao nhiêu lít axit H_2SO_4 (D = 1,84) và bao nhiêu lít nước cất để pha thành 9 lít dung dịch H_2SO_4 có D = 1,28 gam/ml?

A. 2 lít và 7 lít. ✓B. 3 lít và 6 lít.

C. 4 lít và 5 lít. D. 6 lít và 3 lít.

Hướng dẫn giải

Ta có sơ đồ đường chéo:

$$\begin{array}{llcl} H_2O: & 1 & & |1,84 - 1,28| = 0,56 \\ & & 1,28 & \\ H_2SO_4: & 1,84 & & |1,28 - 1| = 0,28 \end{array}$$

$$\Rightarrow \qquad \frac{V_{H_2O}}{V_{H_2SO_4}} = \frac{0,56}{0,28} = \frac{2}{1}.$$

Cần phải lấy $\frac{1}{1+2} \times 9 = 3$ lít H_2SO_4 (d = 1,84 g/ml) và 6 lít H_2O. (*Đáp án B*)

MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG GIẢI THEO PHƯƠNG PHÁP SƠ ĐỒ ĐƯỜNG CHÉO

01. Hòa tan hoàn toàn m gam Na_2O nguyên chất vào 40 gam dung dịch NaOH 12% thu được dung dịch NaOH 51%. Giá trị của m (gam) là

A. 11,3. B. 20,0. C. 31,8. D. 40,0.

02. Thể tích nước nguyên chất cần thêm vào 1 lít dung dịch H_2SO_4 98% (d = 1,84 g/ml) để được dung dịch mới có nồng độ 10% là

A. 14,192 ml. B. 15,192 ml. C. 16,192 ml. D. 17,192 ml.

03. Nguyên tử khối trung bình của đồng 63,54. Đồng có hai đồng vị bền: ${}^{63}_{29}Cu$ và ${}^{65}_{29}Cu$ Thành phần % số nguyên tử của ${}^{65}_{29}Cu$ là

A. 73,0%. B. 34,2%. C.32,3%. D. 27,0%.

04. Cần lấy V_1 lít CO_2 và V_2 lít CO để có được 24 lít hỗn hợp CO_2 và CO có tỉ khối hơi đối với metan bằng 2. Giá trị của V_1 (lít) là

A. 2. B. 4. C. 6. D. 8.

05. Thêm 150 ml dung dịch KOH 2M vào 120 ml dung dịch H_3PO_4 1M. Khối lượng các muối thu được trong dung dịch là

A. 10,44 gam KH_2PO_4 ; 8,5 gam K_3PO_4.

B. 10,44 gam K_2HPO_4 ; 12,72 gam K_3PO_4.

C. 10,44 gam K_2HPO_4 ; 13,5 gam KH_2PO_4.

D. 13,5 gam KH_2PO_4 ; 14,2 gam K_3PO_4.

06. Hòa tan 2,84 gam hỗn hợp 2 muối $CaCO_3$ và $MgCO_3$ bằng dung dịch HCl (dư) thu được 0,672 lít khí ở điều kiện tiêu chuẩn. Thành phần % số mol của $MgCO_3$ trong hỗn hợp là

A. 33,33%. B. 45,55%. C. 54,45%. D. 66,67%.

07. Lượng SO_3 cần thêm vào dung dịch H_2SO_4 10% để được 100 gam dung dịch H_2SO_4 20% là

A. 2,5 gam. B. 8,88 gam. C. 6,66 gam. D. 24,5 gam.

08. Dung dịch rượu etylic $13,8^o$ có d (g/ml) =?. Biết $d_{C_2H_5OH(ng.chất)} = 0,8$ g/ml ; $d_{H_2O} = 1$ g/ml.

A. 0,805. B. 0,8 55. C. 0,972. D. 0,915.

09. Hòa tan m gam Al bằng dung dịch HNO_3 loãng thu được hỗn hợp khí NO và N_2O có tỉ khối so với H_2 bằng 16,75. Tỉ lệ thể tích khí trong hỗn hợp là

A. 2 : 3. B. 1 : 2. C. 1 : 3. D. 3 : 1.

10. Từ 1 tấn quặng hematit A điều chế được 420 kg Fe. Từ 1 tấn quặng manhetit B điều chế được 504 kg Fe. Hỏi phải trộn hai quặng trên với tỉ lệ khối lượng ($m_A : m_B$) là bao nhiêu để được 1 tấn quặng hỗn hợp mà từ 1 tấn quặng hỗn hợp này điều chế được 480 kg Fe.

A. 1 : 3. B. 2 : 5. C. 2 : 3. D. 1 : 1.

Đáp án các số bài tập vận dụng:

1. B	2. C	3. D	4. C	5. B
6. A	7. B	8. C	9. D	10. B

Phương pháp 9

CÁC ĐẠI LƯỢNG Ở DẠNG KHÁI QUÁT

Trong các đề kiểm tra và thi tuyển sinh theo phương pháp trắc nghiệm chúng ta thấy rằng số lượng câu hỏi và bài tập khá nhiều và đa dạng bao trùm toàn bộ chương trình hóa học phổ thông. Rất nhiều các phương pháp, các dạng bài đã được bạn đọc biết đến. Sau đây là một số ví dụ về dạng bài tìm mối liên hệ khái quát giữa các đại lượng thường xuất hiện trong trong các đề thi tuyển sinh đại học.

Ví dụ 1: (*Câu 11 - Mã đề 182 - Khối A - TSĐH 2007*)

Cho từ từ dung dịch chứa a mol HCl vào dung dịch chứa b mol Na_2CO_3 đồng thời khuấy đều, thu được V lít khí (ở đktc) và dung dịch X. Khi cho dư nước vôi trong vào dung dịch X thấy có xuất hiện kết tủa. Biểu thức liên hệ giữa V với a, b là

✓A. V = 22,4(a – b). B. V = 11,2(a – b).

C. $V = 11,2(a + b)$. D. $V = 22,4(a + b)$.

Hướng dẫn giải

Cho từ từ dung dịch HCl vào dung dịch Na_2CO_3 ta có phương trình:

$$HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow NaHCO_3 + NaCl \qquad (1)$$

$$b \longleftarrow b \longrightarrow b \text{ mol}$$

$$HCl + NaHCO_3 \longrightarrow NaCl + CO_2\uparrow + H_2O \qquad (2)$$

$$(a - b) \longrightarrow (a - b) \text{ mol}$$

Dung dịch X chứa $NaHCO_3$ dư do đó HCl tham gia phản ứng hết,

$$NaHCO_3 + Ca(OH)_{2\text{ dư}} \longrightarrow CaCO_3\downarrow + NaOH + H_2O$$

Vậy: $V = 22,4(a - b)$. (*Đáp án A*)

Ví dụ 2: (*Câu 13 - Mã đề 182 - Khối A - TSĐH 2007*)

Clo hoá PVC thu được một polime chứa 63,96% clo về khối lượng, trung bình 1 phân tử clo phản ứng với k mắt xích trong mạch PVC. Giá trị của k là

✓A. 3. B. 6. C. 4. D. 5.

Hướng dẫn giải

Một phân tử Clo phản ứng với k mắt xích trong mạch PVC theo phương trình:

$$\left(\begin{array}{l}-CH-CH_2-\\ \;\;\;|\\ \;\;Cl\end{array}\right)_n + kCl_2 \xrightarrow[t^o]{xt} \left(\begin{array}{l}-CH-CH_2-\\ \;\;\;|\\ \;\;Cl\end{array}\right)_{n-k}\left(\begin{array}{l}-CH-CH-\\ \;\;\;|\quad\;\;\;|\\ \;\;Cl\quad Cl\end{array}\right)_k$$

Do: $\%m_{Cl} = 63,96\%$

$\Rightarrow$ $\%m_{C,H\text{ còn lại}} = 36,04\%$.

Vậy $$\frac{35,5\times(n-k)+35,5\times2\times k}{27\times(n-k)+26\times k} = \frac{63,96}{36,04}$$

$\Rightarrow$ $\dfrac{n}{k} = 3$. (*Đáp án A*).

Ví dụ 3: (*Câu 21 - Mã đề 182 - Khối A - TSĐH 2007*)

Trộn dung dịch chứa a mol $AlCl_3$ với dung dịch chứa b mol NaOH. Để thu được kết tủa thì cần có tỉ lệ

A. a : b = 1 : 4. B. a : b < 1 : 4.

C. a : b = 1 : 5. ✓D. a : b > 1 : 4.

Hướng dẫn giải

Trộn a mol $AlCl_3$ với b mol NaOH để thu được kết tủa thì

$$+\begin{cases} Al3^{+} \;+\; 3OH^{-} \longrightarrow Al(OH)_{3\downarrow} \\ Al(OH)_3 + OH^{-} \longrightarrow AlO_2^{-} + 2H_2O \end{cases}$$

$$\overline{Al^{3+} \;+\; 4OH^{-} \longrightarrow AlO_2^{-} + 2H_2O}$$

$$a \qquad\qquad 4 \text{ mol}$$

Để kết tủa tan hoàn toàn thì

$$\frac{n_{OH^-}}{n_{Al^{3+}}} \geq 4 \;\rightarrow\; \frac{b}{a} \geq 4.$$

Vậy để có kết tủa thì $\frac{b}{a} < 4$

$\Rightarrow$ a : b > 1 : 4. (*Đáp án D*)

Ví dụ 4: (*Câu 37 - Mã đề 182 - Khối A - TSĐH 2007*)

Đốt cháy hoàn toàn a mol axit hữu cơ Y được 2a mol CO_2. Mặt khác, để trung hòa a mol Y cần vừa đủ 2a mol NaOH. Công thức cấu tạo thu gọn của Y là

A. $HOOC{-}CH_2{-}CH_2{-}COOH$. B. $C_2H_5{-}COOH$.

C. $CH_3{-}COOH$. ✓D. $HOOC{-}COOH$.

Hướng dẫn giải

- Đốt a mol axit hữu cơ Y được 2a mol CO_2 $\rightarrow$ axit hữu cơ Y có hai nguyên tử C trong phân tử.

- Trung hòa a mol axit hữu cơ Y cần dùng đủ 2a mol NaOH $\rightarrow$ axit hữu cơ Y có 2 nhóm chức cacboxyl (–COOH).

$\Rightarrow$ Công thức cấu tạo thu gọn của Y là HOOC–COOH. (*Đáp án D*)

Ví dụ 5: (*Câu 39 - Mã đề 182 - Khối A - TSĐH 2007*)

Dung dịch HCl và dung dịch CH_3COOH có cùng nồng độ mol/l, pH của hai dung dịch tương ứng là x và y. Quan hệ giữa x và y là (giả thiết, cứ 100 phân tử CH_3COOH thì có 1 phân tử điện li)

A. y = 100x. B. y = 2x. C. y = x – 2. ✓D. y = x + 2.

Hướng dẫn giải

$$pH_{HCl} = x \;\rightarrow\; [H^+]_{HCl} = 10^{-x}$$

$$pH_{CH_3COOH} = y \;\rightarrow\; [H^+]_{CH_3COOH} = 10^{-y}$$

Ta có: $HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$10^{-x} \leftarrow 10^{-x}$ (M)

$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$

$100.10^{-y} \leftarrow 10^{-y}$ (M).

Mặt khác: $[HCl] = [CH_3COOH]$

$\Rightarrow$ $10^{-x} = 100.10^{-y} \;\rightarrow\; y = x + 2$. (*Đáp án D*)

Ví dụ 6: (*Câu 53 - Mã đề 182 - Khối A - TSĐH 2007*)

Để thu lấy Ag tinh khiết từ hỗn hợp X (gồm a mol Al_2O_3, b mol CuO, c mol Ag_2O), người ta hoà tan X bởi dung dịch chứa (6a + 2b + 2c) mol HNO_3 được dung dịch Y, sau đó thêm (giả thiết hiệu suất các phản ứng đều là 100%)

A. c mol bột Al vào Y. ✓B. c mol bột Cu vào Y.

C. 2c mol bột Al vào Y. D. 2c mol bột Cu vào Y.

Hướng dẫn giải

Hòa tan hỗn hợp X trong dung dịch HNO_3

$$Al_2O_3 + 6HNO_3 \longrightarrow 2Al(NO_3)_3 + 3H_2O$$
$$a \rightarrow 6a \rightarrow 2a \text{ mol}$$
$$CuO + 2HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$$
$$b \rightarrow 2b \rightarrow b \text{ mol}$$
$$Ag_2O + 2HNO_3 \longrightarrow 2AgNO_3 + H_2O$$
$$c \rightarrow 2c \rightarrow 2c \text{ mol}$$

Dung dịch HNO_3 vừa đủ. Dung dịch Y gồm 2a mol $Al(NO_3)_3$, b mol $Cu(NO_3)_2$, 2c mol $AgNO_3$. Để thu Ag tinh khiết cần cho thêm kim loại Cu vào phương trình

$$Cu + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$$
$$c \text{ mol} \leftarrow 2c$$

Vậy cần c mol bột Cu vào dung dịch Y. (*Đáp án B*)

Ví dụ 7: (*Câu 32 - Mã đề 285 - Khối B - TSĐH 2007*)

Điện phân dung dịch chứa a mol $CuSO_4$ và b mol NaCl (với điện cực trơ, có màng ngăn xốp). Để dung dịch sau điện phân làm phenolphtalein chuyển sang màu hồng thì điều kiện của a và b là (biết ion SO_4^{2-} không bị điện phân trong dung dịch)

✓A. b > 2a. B. b = 2a. C. b < 2a. D. 2b = a.

Hướng dẫn giải

Phương trình điện phân dung dịch

$$CuSO_4 + 2NaCl \xrightarrow{\text{đpdd}} Cu\downarrow + Cl_2\uparrow + Na_2SO_4 \qquad (1)$$
$$a \rightarrow 2a \text{ mol}$$

Dung dịch sau điện phân làm phenolphtalein chuyển sang mầu hồng → sau phản ứng (1) thì dung dịch NaCl còn dư và tiếp tục bị điện phân theo phương trình

$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow[\text{màng ngăn}]{\text{đpdd}} 2NaOH + H_2 + Cl_2 \qquad (2)$$

Vậy: b > 2a. (*Đáp án A*)

***Chú ý*:** Tương tự cũng câu hỏi trên chúng ta có thể hỏi:

+ Để dung dịch sau điện phân có môi trường axit thì điều kiện của a và b là.

A. b > 2a. B. b = 2a. ✓C. b < 2a. D. a = 2b.

+ Để dung dịch sau điện phân có khả năng hòa tan kết tủa $Al(OH)_3$ thì điều kiện của a, b là

A. b > 2a. B. b < 2a. ✓C. b ≠ 2a. D. b ≥ 2a.

Ví dụ 8: Đốt cháy hoàn toàn a mol một anđehit X (mạch hở) tạo ra b mol CO_2 và c mol H_2O (biết b = a + c). Trong phản ứng tráng gương, một phân tử X chỉ cho 2 electron. X thuộc dãy đồng đẳng anđehit

A. no, đơn chức.

B. không no có hai nối đôi, đơn chức.

✓C. không no có một nối đôi, đơn chức.

D. no, hai chức.

Hướng dẫn giải

Trong phản ứng tráng gương một anđehit X chỉ cho 2e → X là anđehit đơn chức bởi vì:

$$R\overset{+1}{C}HO \rightarrow R\overset{+3}{C}OONH_4$$

trong đó: $C^{+1} - 2e \rightarrow C^{+3}$.

Đặt công thức phân tử của anđehit đơn chức X là C_xH_yO ta có phương trình

$$C_xH_yO + \left(x + \frac{y}{4} - \frac{1}{2}\right)O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

$$a \qquad\qquad \rightarrow \qquad\qquad a.x \rightarrow \frac{a.y}{2} \text{ mol}$$

(b mol) (c mol)

Ta có: $b = a + c \rightarrow ax = a + \frac{a.y}{2} \rightarrow y = 2x - 2.$

Công thức tổng quát của anđehit đơn chức X là $C_xH_{2x-2}O$ có dạng $C_{x-1}H_{2(x-1)-1}CHO$ là anđehit không no có một liên kết đôi, đơn chức. (*Đáp án C*)

Ví dụ 9: Công thức phân tử của một ancol A là $C_nH_mO_x$. Để cho A là ancol no thì m phải có giá trị

A. m = 2n. ✓B. m = 2n + 2.

C. m = 2n – 1. D. m = 2n + 1.

Hướng dẫn giải

Theo phương pháp đồng nhất hệ số: Công thức tổng quát của ancol no là $C_nH_{2n+2-x}(OH)_x$ hay $C_nH_{2n+2}O_x$. Vậy m = 2n+2. (*Đáp án B*)

Ví dụ 10: Hỏi tỷ lệ thể tích CO_2 và hơi nước (T) biến đổi trong khoảng nào khi đốt cháy hoàn toàn các ankin.

✓A. $1 < T \le 2$. B. $1 \le T < 1{,}5$.

C. $0{,}5 < T \le 1$. D. $1 < T < 1{,}5$.

Hướng dẫn giải

$$C_nH_{2n-2} \longrightarrow nCO_2 + (n-1)H_2O$$

Điều kiện: $n \ge 2$ và $n \in N$.

$$T = \frac{n_{CO_2}}{n_{H_2O}} = \frac{n}{n-1} = \frac{1}{1-\frac{1}{n}}.$$

Với mọi $n \geq 2 \rightarrow T > 1$; mặt khác n tăng $\rightarrow$ T giảm.

$\Rightarrow$ $n = 2 \rightarrow T = 2$ là giá trị lớn nhất.

Vậy: $1 < T \leq 2$. (*Đáp án A*)

Ví dụ 11: Đốt cháy 1 mol aminoaxit $NH_2-(CH_2)_n-COOH$ phải cần số mol O_2 là

A. $\frac{2n+3}{2}$. B. $\frac{6n+3}{2}$. ✓C. $\frac{6n+3}{4}$. D. $\frac{2n+3}{4}$.

Hướng dẫn giải

Phương trình đốt cháy amino axit là

$$H_2N-(CH_2)_n-COOH + \frac{6n+3}{4}O_2 \longrightarrow (n+1)CO_2 + \frac{2n+3}{2}H_2O$$

$\Rightarrow$ (*Đáp án C*)

Ví dụ 12: Một dung dịch hỗn hợp chứa a mol $NaAlO_2$ và a mol NaOH tác dụng với một dung dịch chứa b mol HCl. Điều kiện để thu được kết tủa sau phản ứng là

A. a = b. B. a = 2b. C. b = 5a. ✓D. a < b < 5a.

Hướng dẫn giải

Phương trình phản ứng:

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$ (1)

a mol $\rightarrow$ a mol

$NaAlO_2 + HCl + H_2O \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + NaCl$ (2)

$Al(OH)_3 + 3HCl \longrightarrow AlCl_3 + 3H_2O$ (3)

$NaAlO_2 + 4HCl \longrightarrow AlCl_3 + NaCl + 2H_2O$ (4)

a mol $\rightarrow$ 4a mol

Điều kiện để không có kết tủa khi $n_{HCl} \geq 4n_{NaAlO_2} + n_{NaOH} = 5a$. Vậy suy ra điều kiện để có kết tủa:

$$n_{NaOH} < n_{HCl} < 4n_{NaAlO_2} + n_{NaOH}$$

$\Rightarrow$ $a < b < 5a$. (*Đáp án D*)

Ví dụ 13: Dung dịch chứa a mol NaOH tác dụng với dung dịch chứa b mol H_3PO_4 sinh ra hỗn hợp $Na_2HPO_4 + Na_3PO_4$. Tỉ số $\frac{a}{b}$ là

A. $1 < \frac{a}{b} < 2$. B. $\frac{a}{b} \geq 3$.

✓C. $2 < \frac{a}{b} < 3$. D. $\frac{a}{b} \geq 1$.

Hướng dẫn giải

Các phương trình phản ứng:

$$NaOH + H_3PO_4 \longrightarrow NaH_2PO_4 + H_2O \qquad (1)$$

$$2NaOH + H_3PO_4 \longrightarrow Na_2HPO_4 + 2H_2O \qquad (2)$$

$$3NaOH + H_3PO_4 \longrightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O \qquad (3)$$

Ta có: $n_{NaOH} = a$ mol ; $n_{H_3PO_4} = b$ mol.

Để thu được hỗn hợp muối $Na_2HPO_4 + Na_3PO_4$ thì phản ứng xảy ra ở cả hai phương trình (2 và 3), do đó:

$$2 < \frac{n_{NaOH}}{n_{H_3PO_4}} < 3, \text{ tức là } 2 < \frac{a}{b} < 3. \text{ (\textit{Đáp án C})}$$

Ví dụ 14: Hỗn hợp X gồm Na và Al.

- Thí nghiệm 1: Nếu cho m gam X tác dụng với H_2O dư thì thu được V_1 lít H_2.
- Thí nghiệm 2: nếu cho m gam X tác dụng với dung dịch NaOH dư thì thu được V_2 lít H_2.

Các khí đo ở cùng điều kiện. Quan hệ giữa V_1 và V_2 là

A. $V_1 = V_2$. B. $V_1 > V_2$. C. $V_1 < V_2$. ✓D. $V_1 \le V_2$.

Hướng dẫn giải

Các phương trình phản ứng khi hòa tan hỗn hợp Na và Al với H_2O và với dung dịch NaOH dư:

$$Na + H_2O \longrightarrow NaOH + \frac{1}{2}H_2 \qquad (1)$$

$$2Al + 6H_2O + 2NaOH \longrightarrow Na[Al(OH)_4] + 3H_2 \qquad (2)$$

Đặt số mol Na và Al ban đầu lần lượt là x và y (mol).

TN1: $x \ge y \rightarrow n_{NaOH}$ vừa đủ hoặc dư khi hòa tan Al $\rightarrow$ cả hai thí nghiệm cùng tạo thành $\left(\frac{x}{2}+\frac{3x}{2}\right)$ mol H_2.

$\Rightarrow \qquad V_1 = V_2$.

TN2: $x < y \rightarrow$ trong TN1 (1) Al dư, TN2 (2) Al tan hết $\rightarrow n_{H_2(TN2)} > n_{H_2(TN2)}$.

$\Rightarrow \qquad V_2 > V_1$.

Như vậy $\forall(x,y > 0)$ thì $V_2 \ge V_1$. (*Đáp án D*)

Ví dụ 15: Một bình kín chứa V lít NH_3 và V′ lít O_2 ở cùng điều kiện. Nung nóng bình có xúc tác NH_3 chuyển hết thành NO, sau đó NO chuyển hết thành NO_2. NO_2 và lượng O_2 còn lại trong bình hấp thụ vừa vặn hết trong nước thành dung dịch HNO_3. Tỷ số V'/V là

A. 1. ✓B. 2. C. 3. D. 4.

Hướng dẫn giải

Các phương trình phản ứng:

$$4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[t^o]{xt} 4NO + 6H_2O$$

$$V \rightarrow 5V/4 \rightarrow V$$

$$2NO + O_2 \rightleftarrows 2NO_2$$

$$V \rightarrow V/2 \rightarrow V$$

$$4NO_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4HNO_3$$

$$V \rightarrow \left(V' - \frac{5V}{4} - \frac{V}{2}\right)$$

$\Rightarrow$ $$V = 4\left(V' - \frac{5V}{4} - \frac{V}{2}\right) \rightarrow \frac{V'}{V} = 2.$$ (*Đáp án B*)

Ví dụ 16: Chất X có khối lượng phân tử là M. Một dung dịch chất X có nồng độ a mol/l, khối lượng riêng d gam/ml. Nồng độ C% của dung dịch X là

✓A. $\frac{a.M}{10d}$. B. $\frac{d.M}{10a}$. C. $\frac{10a}{M.d}$. D. $\frac{a.M}{1000d}$.

Hướng dẫn giải

Xét 1 lít dung dịch chất X:

$\Rightarrow$ $n_X = a$ mol $\rightarrow$ $m_X = a.M$

$\Rightarrow$ $m_{dd\ X} = \frac{a.M.100}{C\%} = 1000d$

$\Rightarrow$ $C\% = \frac{a.M}{10d}$. (*Đáp án A*)

Ví dụ 17: Hỗn hợp X có một số ankan. Đốt cháy 0,05 mol hỗn hợp X thu được a mol CO_2 và b mol H_2O. Kết luận nào sau đây là đúng?

A. a = b. B. a = b – 0,02.

✓C. a = b – 0,05. D. a = b – 0,07.

Hướng dẫn giải

Đặt công thức tổng quát của 1 số ankan là $C_{\overline{x}}H_{2\overline{x}+2}$

$$C_{\overline{x}}H_{2\overline{x}+2} + \frac{3\overline{x}+1}{2}O_2 \longrightarrow \overline{x}\,CO_2 + (\overline{x}+1)\,H_2O$$

$$0,5 \longrightarrow 0,05\,\overline{x} \rightarrow 0,05(\overline{x}+1)\text{ mol}$$

$$\begin{cases} 0,05\,\overline{x} = a \\ 0,05(\overline{x}+1) = b \end{cases} \rightarrow a = b - 0,05.$$ (*Đáp án C*)

Ví dụ 18: (*Câu 40 - Mã đề 285 - Khối B - TSĐH 2007*)

Thực hiện hai thí nghiệm:

1) Cho 3,84 gam Cu phản ứng với 80 ml dung dịch HNO_3 1M thoát ra V_1 lít NO.

2) Cho 3,84 gam Cu phản ứng với 80 ml dung dịch chứa HNO_3 1M và H_2SO_4 0,5 M thoát ra V_2 lít NO.

Biết NO là sản phẩm khử duy nhất, các thể tích khí đo ở cùng điều kiện. Quan hệ giữa V_1 và V_2 là

A. $V_2 = V_1$. ✓B. $V_2 = 2V_1$. C. $V_2 = 2,5V_1$. D. $V_2 = 1,5V_1$.

Hướng dẫn giải

TN1: $\begin{cases} n_{Cu} = \dfrac{3,84}{64} = 0,06 \text{ mol} \\ n_{HNO_3} = 0,08 \text{ mol} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} n_{H^+} = 0,08 \text{ mol} \\ n_{NO_3^-} = 0,08 \text{ mol} \end{cases}$

$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \longrightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$

Đầu bài: 0,06 0,08 0,08 → H^+ phản ứng hết

Phản ứng: 0,03 ← 0,08 → 0,02 → 0,02 mol

⇒ V_1 tương ứng với 0,02 mol NO.

TN2: $n_{Cu} = 0,06$ mol ; $n_{HNO_3} = 0,08$ mol ; $n_{H_2SO_4} = 0,04$ mol.

⇒ Tổng $n_{H^+} = 0,16$ mol ; $n_{NO_3^-} = 0,08$ mol.

$3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- \longrightarrow 3Cu^{2+} + 2NO\uparrow + 4H_2O$

Đầu bài: 0,06 0,16 0,08 → Cu và H^+ phản ứng hết

Phản ứng: 0,06 → 0,16 → 0,04 → 0,04 mol

⇒ V_2 tương ứng với 0,04 mol NO.

Như vậy $V_2 = 2V_1$. (*Đáp án B*)

MỘT SỐ BÀI TẬP VẬN DỤNG GIẢI THEO PHƯƠNG PHÁP CÁC ĐẠI LƯỢNG Ở DẠNG TỔNG QUÁT

01. Dung dịch A có a mol NH_4^+, b mol Mg^{2+}, c mol SO_4^{2-} và d mol HCO_3^-. Biểu thức nào biểu thị sự liên quan giữa a, b, c, d sau đây là đúng?

A. a + 2b = c + d. B. a + 2b = 2c + d.

C. a + b = 2c + d. D. a + b = c+ d.

02. Cho a mol Fe vào dung dịch chứa b mol dung dịch $AgNO_3$. a và b có quan hệ như thế nào để thu được dung dịch $Fe(NO_3)_3$ duy nhất sau phản ứng?

A. b =2a. B. b ≥ a. C. b=3a. D. b ≥ a.

03. Dung dịch A chứa các ion Na^+: a mol; HCO_3^-: b mol; CO_3^{2-}: c mol; SO_4^{2-}: d mol. Để tạo ra kết tủa lớn nhất người ta dùng 100 ml dung dịch $Ba(OH)_2$ nồng độ x mol/l. Lập biểu thức tính x theo a và b.

A. x = a + b. B. x = a – b. C. $x = \dfrac{a+b}{0,2}$. D. $x = \dfrac{a+b}{0,1}$.

04. Dung dịch X chứa a mol $NaAlO_2$. Khi thêm vào dung dịch X b mol hoặc 2b mol dung dịch HCl thì lượng kết tủa sinh ra đều như nhau. Tỉ số $\dfrac{a}{b}$ có giá trị bằng

A. 1. B. 1,25. C. 1,5. D. 1,75.

05. Oxi hóa một lượng Fe thành hỗn hợp X gồm FeO, Fe_3O_4, Fe_2O_3 cần a mol Oxi. Khử hoàn toàn hỗn hợp X thành Fe cần b mol Al. Tỉ số $\frac{a}{b}$ có giá trị bằng

A. 0,75. B. 1. C. 1,25. D. 1,5.

06. Có một lượng anđehit HCHO được chia làm 2 phần bằng nhau, mỗi phần chứa a mol HCHO.

- *Phần 1*: Cho tác dụng với dung dịch $AgNO_3$ /NH_3 thu được m gam Ag.

- *Phần 2*: Oxi hóa bằng Oxi thành HCOOH với hiệu suất 40% thu được dung dịch A. Cho A tác dụng với dung dịch $AgNO_3$ /NH_3 thu được m′ gam Ag. Tỉ số $\frac{m'}{m}$ có giá trị bằng

A. 0,2. B. 0,4. C. 0,6. D. 0,8.

07. A là axit chứa ba nguyên tử cacbon trong phân tử. Cho 0,015 mol A tác dụng với dung dịch chứa a mol $Ba(OH)_2$ thu được dung dịch B. Người ta nhận thấy:

Nếu a = 0,01 mol thì dung dịch B làm đỏ quỳ tím.

Nếu a = 0,02 mol thì dung dịch B làm xanh quỳ tím. B có công thức cấu tạo:

A. CH_3-CH_2-COOH. B. $CH_2=CH-COOH$.

C. $CH\equiv C-COOH$. D. $HOOC-CH_2-COOH$.

08. Có 2 axit hữu cơ no: (A) là axit đơn chức và (B) là axit đa chức. Hỗn hợp (X) chứa x mol (A) và y mol (B). Đốt cháy hoàn toàn (X) thì thu được 11,2 lít CO_2 (đktc). Cho x + y = 0,3 và $M_A < M_B$. Vậy công thức phân tử của (A) là:

A. CH_3COOH. B. C_2H_5COOH.

C. HCOOH. D. C_3H_7COOH.

09. Hỗn hợp A gồm Al và Fe_2O_3 có khối lượng trung bình là $\bar{M}_A$. Tiến hành phản ứng nhiệt nhôm, sau một thời gian thu được hỗn hợp B có khối lượng phân tử trung bình là $\bar{M}_B$. Quan hệ giữa $\bar{M}_A$ và $\bar{M}_B$ là

A. $\bar{M}_A = \bar{M}_B$. B. $\bar{M}_A > \bar{M}_B$.

C. $\bar{M}_A < \bar{M}_B$. D. $\bar{M}_A \geq \bar{M}_B$.

10. Khử hoàn toàn một lượng oxit sắt cần V lít H_2. hòa tan hoàn toàn lượng sắt sinh ra ở trên trong dung dịch HCl thấy tạo ra V′ lít H_2. Biết V > V′ (các khí đo ở cùng điều kiện). Công thức oxit sắt là

A. Fe_2O_3. B. FeO.

C. Fe_3O_4. D. Fe_2O_3 và Fe_3O_4.

Đáp án các bài tập vận dụng:

1. B	2. C	3. C	4. B	5. A
6. D	7. D	8. C	9. A	10. D

Phương pháp 10

TỰ CHỌN LƯỢNG CHẤT

Trong một số câu hỏi và bài tập trắc nghiệm chúng ta có thể gặp mốt số trường hợp đặc biệt sau:

- Có một số bài toán tưởng như thiếu dự kiện gây bế tắc cho việc tính toán.

- Có một số bài toán người ta cho ở dưới dạng giá trị tổng quát như a gam, V lít, n mol hoặc cho tỉ lệ thể tích hoặc tỉ lệ số mol các chất...

Như vậy kết quả giải bài toán không phụ thuộc vào chất đã cho. Trong các trường hợp trên tốt nhất ta tự chọn một giá trị như thế nào để cho việc giải bài toán trở thành đơn giản nhất.

Cách 1: Chọn một mol nguyên tử, phân tử hoặc một mol hỗn hợp các chất phản ứng.

Cách 2: Chọn đúng tỉ lệ lượng chất trong đầu bài đã cho.

Cách 3: Chọn cho thông số một giá trị phù hợp để chuyển phân số phức tạp về số đơn giản để tính toán.

Sau đây là một số ví dụ điển hình:

Cách 1: CHỌN 1 MOL CHẤT HOẶC HỖN HỢP CHẤT PHẢN ỨNG

Ví dụ 1: Hoà tan một muối cacbonat kim loại M hóa trị n bằng một lượng vừa đủ dung dịch H_2SO_4 9,8% ta thu được dung dịch muối sunfat 14,18%. M là kim loại gì?

A. Cu. ✓B. Fe. C. Al. D. Zn.

Hướng dẫn giải

Chọn 1 mol muối $M_2(CO_3)_n$.

$$M_2(CO_3)_n \quad + \quad nH_2SO_4 \longrightarrow M_2(SO_4)_n \; + \; nCO_2\uparrow \; + \; nH_2O$$

Cứ (2M + 60n) gam $\longrightarrow$ 98n gam $\rightarrow$ (2M + 96n) gam

$$\Rightarrow \qquad m_{dd\ H_2SO_4} = \frac{98n \times 100}{9,8} = 1000n \text{ gam}$$

$$\Rightarrow \qquad m_{dd\ muối} = m_{M_2(CO_3)_n} + m_{dd\ H_2SO_4} - m_{CO_2}$$

$$= 2M + 60n + 1000.n - 44.n = (2M + 1016.n) \text{ gam.}$$

$$C\%_{dd\ muối} = \frac{(2M + 96) \times 100}{2M + 1016n} = 14,18$$

$\Rightarrow$ M = 28.n $\rightarrow$ n = 2 ; M = 56 là phù hợp vậy M là Fe. (*Đáp án B*)

Ví dụ 2: Cho dung dịch axit axetic có nồng độ x% tác dụng vừa đủ với dung dịch NaOH 10% thì thu được dung dịch muối có nồng độ 10,25%. Vậy x có giá trị nào sau đây?

A. 20%. B. 16%. ✓C. 15%. D.13%.

Hướng dẫn giải

Xét 1 mol CH_3COOH:

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

60 gam $\rightarrow$ 40 gam $\rightarrow$ 82 gam

$$m_{dd\ CH_3COOH} = \frac{60 \times 100}{x} \text{ gam}$$

$$m_{ddNaOH} = \frac{40 \times 100}{10} = 400 \text{ gam}$$

$$m_{dd\ \text{muối}} = \frac{60 \times 100}{x} + 400 = \frac{82 \times 100}{10,25} \text{ gam.}$$

$\Rightarrow$ x = 15%. (*Đáp án C*).

Ví dụ 3: (*Câu 1 - Mã đề 231 - Khối A - TSCĐ 2007*)

Khi hòa tan hiđroxit kim loại $M(OH)_2$ bằng một lượng vừa đủ dung dịch H_2SO_4 20% thu được dung dịch muối trung hoà có nồng độ 27,21%. Kim loại M là

✓A. Cu. B. Zn. C. Fe. D. Mg.

Hướng dẫn giải

Xét 1 mol $M(OH)_2$ tham gia phản ứng

$$M(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow MSO_4 + 2H_2O$$

Cứ (M + 34) gam $\rightarrow$ 98 gam $\rightarrow$ (M + 96) gam

$\Rightarrow$ $m_{dd\ H_2SO_4} = \frac{98 \times 100}{20} = 490 \text{ gam}$

$\Rightarrow$ $m_{dd\ MSO_4} = (M + 34 + 490) = \frac{(M + 96) \times 100}{27,21}$

$\Rightarrow$ M = 64 $\rightarrow$ M là Cu. (*Đáp án A*)

Ví dụ 4: Hỗn hợp X gồm N_2 và có H_2 có tỉ khối hơi so với H_2 bằng 3,6. Sau khi tiến hành phản ứng tổng hợp được hỗn hợp Y có tỉ khối hơi so với H_2 bằng 4. Hiệu suất phản ứng tổng hợp là

A. 10%. B. 15%. C. 20%. ✓D. 25%.

Hướng dẫn giải

Xét 1 mol hỗn hợp X, ta có:

$m_x = \bar{M}_X = 7,2$ gam.

Đặt $n_{N_2} = a$ mol, ta có:

28a + 2(1 − a) = 7,2

$\Rightarrow$ a = 0,2

$\Rightarrow$ $n_{N_2} = 0,2$ mol và $n_{H_2} = 0,8$ mol $\rightarrow$ H_2 dư.

$$N_2 + 3H_2 \underset{p}{\overset{xt,\ t^o}{\rightleftarrows}} 2NH_3$$

Ban đầu:	0,2	0,8	
Phản ứng:	x	3x	2x
Sau phản ứng:	(0,2 – x)	(0,8 – 3x)	2x

$n_Y = (1 - 2x)$ mol

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có $m_X = m_Y$

$\Rightarrow \qquad n_Y = \dfrac{m_Y}{M_Y}$

$\Rightarrow \qquad (1-2x) = \dfrac{7,2}{8} \quad \rightarrow \quad x = 0,05.$

Hiệu suất phản ứng tính theo N_2 là $\dfrac{0,05\times 100}{0,2} = 25\%$. (*Đáp án D*)

Ví dụ 5: Hỗn hợp A gồm một Anken và hiđro có tỉ khối so với H_2 bằng 6,4. Cho A đi qua niken nung nóng được hỗn hợp B có tỉ khối so với H_2 bằng 8 (giả thiết hiệu suất phản ứng xảy ra là 100%). 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

Xét 1 mol hỗn hợp A gồm (a mol C_nH_{2n} và (1–a) mol H_2)

Ta có: $14.n.a + 2(1 - a) = 12,8$ (1)

Hỗn hợp B có $\overline{M} = 16 < 14n$ (với $n \geq 2$) $\rightarrow$ trong hỗn hợp B có H_2 dư

$$C_nH_{2n} + H_2 \xrightarrow{Ni,\ t^o} C_nH_{2n+2}$$

Ban đầu:	a mol	(1–a) mol	
Phản ứng:	a →	a ⟶	a mol

Sau phản ứng hỗn hợp B gồm (1 – 2a) mol H_2 dư và a mol C_nH_{2n+2}. $\rightarrow$ tổng $n_B = 1 - 2a$.

Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng ta có $m_A = m_B$

$\Rightarrow \qquad n_B = \dfrac{m_B}{M_B} \rightarrow (1-2a) = \dfrac{12,8}{16} \quad \rightarrow \quad a = 0,2$ mol.

Thay a = 0,2 vào (1) ta có $14\times 0,2\times n + 2\times(1 - 0,2) = 12,8$

$\Rightarrow \qquad n = 4 \rightarrow$ anken là C_4H_8. (*Đáp án C*)

Ví dụ 6: Oxi hóa C_2H_5OH bằng CuO nung nóng, thu được hỗn hợp chất lỏng gồm CH_3CHO, C_2H_5OH dư và H_2O có $\overline{M}$ = 40 đvC. Hiệu suất phản ứng oxi hóa là

✓A. 25%. B. 35%. C. 45%. D. 55%.

Hướng dẫn giải

Xét 1 mol C_2H_5OH. Đặt a mol C_2H_5OH bị oxi hóa. Vậy a là hiệu suất của phản ứng oxi hóa rượu.

$$C_2H_5OH + CuO \xrightarrow{t^o} CH_3CHO + H_2O + Cu\downarrow$$

Ban đầu: 1 mol

Oxi hóa: a mol $\longrightarrow$ a mol $\rightarrow$ a mol

Sau phản ứng: (1 – a) mol C_2H_5OH dư a mol $\rightarrow$ a mol

$$\bar{M} = \frac{46(1-a)+44a+18a}{1+a} = 40$$

$\Rightarrow$ a = 0,25 hay hiệu suất là 25%. (*Đáp án A*)

Ví dụ 7: Hỗn hợp X gồm N_2 và H_2 có $\bar{M}_X = 12,4$. Dẫn X đi qua bình đựng bột Fe rồi nung nóng biết rằng hiệu suất tổng hợp NH_3 đạt 40% thì thu được hỗn hợp Y. $\bar{M}_Y$ có giá trị là

A. 15,12. B. 18,23. ✓C. 14,76. D. 13,48.

Hướng dẫn giải

Xét 1 mol hỗn hợp X $\rightarrow$ m_X = 12,4 gam gồm a mol N_2 và (1 – a) mol H_2.

28a + 2(1 – a) = 12,4 $\rightarrow$ a = 0,4 mol $\rightarrow$ $n_{H_2} = 0,6$ mol

$$N_2 + 3H_2 \underset{p}{\overset{xt,\, t^o}{\rightleftarrows}} 2NH_3 \text{ (với hiệu suất 40\%)}$$

Ban đầu: 0,4 0,6

Phản ứng: 0,08 $\leftarrow$ 0,6×0,4 $\longrightarrow$ 0,16 mol

Sau phản ứng: 0,32 0,36 0,16 mol

Tổng: n_Y = 0,32 + 0,36 + 0,16 = 0,84 mol;

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

$\Rightarrow$ $\bar{M}_Y = \frac{12,4}{0,84} = 14,76$ gam. (*Đáp án C*)

Ví dụ 8: Phóng điện qua O_2 được hỗn hợp khí O_2, O_3 có $\bar{M} = 33$ gam. Hiệu suất phản ứng là

A. 7,09%. ✓B. 9,09%. C. 11,09%. D.13,09%.

Hướng dẫn giải

$$3O_2 \xrightarrow{TLĐ} 2O_3$$

Chọn 1 mol hỗn hợp O_2, O_3 ta có:

$n_{O_2} = a$ mol $\rightarrow$ $n_{O_3} = (1-a)$ mol.

$32a + 48(1-a) = 33 \rightarrow a = \frac{15}{16}$ mol O_2

$\Rightarrow$ $n_{O_3} = 1 - \frac{15}{16} = \frac{1}{16}$ mol

$\Rightarrow$ $n_{O_2 \text{ bị oxi hoá}} = \frac{1}{16} \times \frac{3}{2} = \frac{3}{32}$ mol

Hiệu suất phản ứng là: $\dfrac{\frac{3}{32} \times 100}{\frac{3}{32} + \frac{15}{16}} = 9,09\%$. (*Đáp án B*)

Ví dụ 9: Hoà tan hoàn toàn một lượng kim loại R hóa trị n bằng dung dịch H_2SO_4 loãng rồi cô cạn dung dịch sau phản ứng thu được một lượng muối khan có khối lượng gấp 5 lần khối lượng kim loại R ban đầu đem hoà tan. Kim loại R đó là

A. Al. B. Ba. C. Zn. ✓D. Mg.

Hướng dẫn giải

Xét 1 mol kim loại ứng với R (gam) tham gia phản ứng.

$$2R + nH_2SO_4 \longrightarrow R_2(SO_4)_n + nH_2$$

Cứ R (gam) $\rightarrow$ $\left(\dfrac{2R+96n}{2}\right)$ gam muèi

$\Rightarrow$ $\dfrac{(2R+96n)}{2} = 5R$ $\rightarrow$ R = 12n thỏa mãn với n = 2.

Vậy: R = 24 (Mg). (*Đáp án D*)

<u>Cách 2</u>: CHỌN ĐÚNG TỈ LỆ LƯỢNG CHẤT TRONG ĐẦU BÀI ĐÃ CHO

Ví dụ 10: (*Câu 48 - Mã đề 182 - khối A - TSĐH 2007*)

Hỗn hợp gồm hiđrocacbon X và oxi có tỉ lệ số mol tương ứng là 1:10. Đốt cháy hoàn toàn hỗn hợp trên thu được hỗn hợp khí Y. Cho Y qua dung dịch H_2SO_4 đặc, thu được hỗn hợp khí Z có tỉ khối đối với hiđro bằng 19. Công thức phân tử của X là

A. C_3H_8. B. C_3H_6. ✓C. C_4H_8. D. C_3H_4.

Hướng dẫn giải

Đốt hỗn hợp gồm hiđrocacbon X gồm C_xH_y (1 mol) và O_2 (10 mol).

$$C_xH_y + \left(x+\frac{y}{4}\right)O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

$$1\text{ mol} \rightarrow \left(x+\frac{y}{4}\right)\text{mol} \longrightarrow x\text{ mol} \quad \frac{y}{2}\text{ mol}$$

$\Rightarrow$ Hỗn hợp khí Z gồm x mol CO_2 và $\left[10-\left(x+\dfrac{y}{4}\right)\right]$ mol O_2 dư.

$$\overline{M}_Z = 19\times 2 = 38$$

$$\begin{array}{lcccl} (n_{CO_2})\ 44 & \searrow & & \nearrow & 6 \\ & & 38 & & \\ (n_{O_2})\ 32 & \nearrow & & \searrow & 6 \end{array} \quad \rightarrow \quad \frac{n_{co_2}}{n_{o_2}} = \frac{1}{1}$$

Vậy: $x = 10 - x - \dfrac{y}{4}$ $\rightarrow$ 8x = 40 – y.

$\Rightarrow$ x = 4, y = 8 $\rightarrow$ thoả mãn *đáp án C.*

Ví dụ 11: A là hỗn hợp gồm một số hiđrocacbon ở thể khí, B là không khí. Trộn A với B ở cùng nhiệt độ áp suất theo tỉ lệ thể tích (1:15) được hỗn hợp khí D. Cho D vào bình kín dung tích không đổi V. Nhiệt độ và áp suất trong bình là t^oC và p atm. Sau khi đốt cháy A trong bình chỉ có N_2, CO_2 và hơi nước với $V_{CO_2} : V_{H_2O} = 7:4$ đưa bình về t^oC.

Áp suất trong bình sau khi đốt là p_1 có giá trị là

✓A. $p_1 = \frac{47}{48}p$.   B. $p_1 = p$.

C. $p_1 = \frac{16}{17}p$.   D. $p_1 = \frac{3}{5}p$.

Hướng dẫn giải

Đốt A: $C_xH_y + \left(x+\frac{y}{4}\right)O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$

Vì phản ứng chỉ có N_2, H_2O, CO_2 → các hiđrocacbon bị cháy hết và O_2 vừa đủ.

Chọn $n_{C_xH_y} = 1 \rightarrow n_B = 15$ mol $\rightarrow n_{O_2\,p.ứ} = x + \frac{y}{4} = \frac{15}{5} = 3$ mol.

$\Rightarrow \quad n_{N_2} = 4n_{O_2} = 12$ mol

$$\Rightarrow \begin{cases} x + \frac{y}{4} = 3 \\ x : y/2 = 7:4 \end{cases} \rightarrow x = \frac{7}{3}\ ;\ y = \frac{8}{3}$$

Vì nhiệt độ và thể tích không đổi nên áp suất tỉ lệ với số mol khí, ta có:

$$\frac{p_1}{p} = \frac{7/3 + 4/3 + 12}{1+15} = \frac{47}{48} \rightarrow p_1 = \frac{47}{48}p.$$ (*Đáp án A*)

<u>Cách 3</u>: CHỌN GIÁ TRỊ CHO THÔNG SỐ

Ví dụ 12: Đốt cháy hoàn toàn a gam hỗn hợp X hai hiđrocacbon A, B thu được $\frac{132.a}{41}$ gam CO_2 và $\frac{45a}{41}$ gam H_2O. Nếu thêm vào hỗn hợp X một nửa lượng A có trong hỗn hợp X rồi đốt cháy hoàn toàn thì thu được $\frac{165a}{41}$ gam CO_2 và $\frac{60,75a}{41}$ gam H_2O. Biết A, B không làm mất mầu nước Br_2.

a) Công thức phân tử của A là

A. C_2H_2.   B. C_2H_6.   C. C_6H_{12}.   ✓D. C_6H_{14}.

b) Công thức phân tử của B là

A. C_2H_2.   ✓B. C_6H_6.   C. C_4H_4.   D. C_8H_8.

c) Phần trăm số mol của A, B trong hỗn hợp X là.

A. 60%; 40%.   B. 25%; 75%.

✓C. 50%; 50%.   D. 30%; 70%.

Hướng dẫn giải

a) Chọn a = 41 gam.

Đốt X $\rightarrow$ $n_{CO_2} = \dfrac{132}{44} = 3$ mol và $n_{H_2O} = \dfrac{45}{18} = 2,5$ mol.

Đốt $\left(X + \dfrac{1}{2}A\right)$ $\rightarrow$ $n_{CO_2} = \dfrac{165}{44} = 3,75$ mol và $n_{H_2O} = \dfrac{60,75}{18} = 3,375$ mol.

Đốt $\dfrac{1}{2}$A thu được (3,75 – 3) = 0,75 mol CO_2 và (3,375 – 2,5) = 0,875 mol H_2O.

Đốt cháy A thu được $n_{CO_2} = 1,5$ mol và $n_{H_2O} = 1,75$ mol.

vì $n_{H_2O} > n_{CO_2}$ $\rightarrow$ A thuộc loại ankan, do đó:

$$C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$$

$\Rightarrow$ $\dfrac{n_{CO_2}}{n_{H_2O}} = \dfrac{n}{n+1} = \dfrac{1,5}{1,75}$ $\rightarrow$ n = 6 $\rightarrow$ A là C_6H_{14}. (*Đáp án D*)

b) Đốt B thu được (3 – 1,5) = 1,5 mol CO_2 và (2,5 – 1,75) = 0,75 mol H_2O

Như vậy $\dfrac{n_C}{n_H} = \dfrac{1,5}{0,75 \times 2} = \dfrac{1}{1}$ $\rightarrow$ công thức tổng quát của B là $(CH)_n$ vì X không làm mất mầu nước Brom nên B thuộc aren $\rightarrow$ B là C_6H_6. (*Đáp án B*)

c) Vì A, B có cùng số nguyên tử C (6C) mà lượng CO_2 do A, B tạo ra bằng nhau (1,5 mol) $\rightarrow$ n_A = n_B.

$\Rightarrow$ $\%n_A = \%n_B = 50\%$. (*Đáp án C*)

Ví dụ 13: Trộn a gam hỗn hợp X gồm 2 hiđrocacbon C_6H_{14} và C_6H_6 theo tỉ lệ số mol (1:1) với m gam một hiđrocacbon D rồi đốt cháy hoàn toàn thì thu được $\dfrac{275a}{82}$ gam CO_2 và $\dfrac{94,5a}{82}$ gam H_2O.

a) D thuộc loại hiđrocacbon nào

A. C_nH_{2n+2}. B. C_mH_{2m-2}. ✓C. C_nH_{2n}. D. C_nH_n.

b) Giá trị m là

A. 2,75 gam. B. 3,75 gam. C. 5 gam. ✓D. 3,5 gam.

Hướng dẫn giải

a) Chọn a = 82 gam

Đốt X và m gam D (C_xH_y) ta có:

$$\begin{cases} n_{CO_2} = \dfrac{275}{44} = 6,25 \text{ mol} \\ n_{H_2O} = \dfrac{94,5}{18} = 5,25 \text{ mol} \end{cases}$$

$$C_6H_{14} + \frac{19}{2}O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 7H_2O$$

$$C_6H_6 + \frac{15}{2}O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 3H_2O$$

Đốt D: $C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right)O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$

Đặt $n_{C_6H_{14}} = n_{C_6H_6} = b$ mol ta có:

$86b + 78b = 82$

$\Rightarrow$ $b = 0,5$ mol.

Đốt 82 gam hỗn hợp X thu được:

$$n_{CO_2} = 0,5\times(6+6) = 6 \text{ mol}$$

$$n_{H_2O} = 0,5\times(7+3) = 5 \text{ mol}$$

$\Rightarrow$ Đốt cháy m gam D thu được:

$$n_{CO_2} = 6,25 - 6 = 0,25 \text{ mol}$$

$$n_{H_2O} = 5,25 - 5 = 0,25 \text{ mol}$$

Do $n_{CO_2} = n_{H_2O} \rightarrow$ D thuộc C_nH_{2n}. (*Đáp án C*)

b) $m_D = m_C + m_H = 0,25\times(12 + 2) = 3,5$ gam. (*Đáp án D*)

Ví dụ 14: X là hợp kim gồm (Fe, C, Fe_3C), trong đó hàm lượng tổng cộng của Fe là 96%, hàm lượng C đơn chất là 3,1%, hàm lượng Fe_3C là a%. Giá trị a là

A. 10,5. ✓B. 13,5. C. 14,5. D. 16.

Hướng dẫn giải

Xét 100 gam hỗn hợp X ta có $m_C = 3,1$ gam, $m_{Fe_3C} = a$ gam và số gam Fe tổng cộng là 96 gam.

$\Rightarrow$ $m_{C(\text{trong } Fe_3C)} = 100 - 96 - 3,1 = \frac{12a}{180}$

$\Rightarrow$ $a = 13,5$. (*Đáp án B*)

Ví dụ 15: Nung m gam đá X chứa 80% khối lượng gam $CaCO_3$ (phần còn lại là tạp chất trơ) một thời gian thu được chất rắn Y chứa 45,65 % CaO. Tính hiệu suất phân hủy $CaCO_3$.

A. 50%. ✓B. 75%. C. 80%. D. 70%.

Hướng dẫn giải

Chọn $m_X = 100$ gam $\rightarrow$ $m_{CaCO_3} = 80$ gam và khối lượng tạp chất bằng 20 gam.

$CaCO_3 \xrightarrow{t^o} CaO + CO_2$ (hiệu suất = h)

Phương trình: 100 gam $\longrightarrow$ 56 gam 44 gam

Phản ứng: 80 gam $\longrightarrow$ $\frac{56.80}{100}.h$ $\frac{44.80}{100}.h$

Khối lượng chất rắn còn lại sau khi nung là

$$m_X - m_{CO_2} = 100 - \frac{44.80.h}{100}.$$

$\Rightarrow$ $$\frac{56\times 80}{100}\times h = \frac{45,65}{100}\times\left(100 - \frac{44\times 80\times h}{100}\right)$$

$\Rightarrow$ h = 0,75 $\rightarrow$ hiệu suất phản ứng bằng 75%. (*Đáp án B*)