

PHƯƠNG PHÁP GIẢI HOÁ HỌC: ĐƯỜNG CHÉO

Với hình thức thi trắc nghiệm khách quan, trong một khoảng thời gian tương đối ngắn học sinh phải giải quyết một số lượng câu hỏi và bài tập khá lớn (trong đó bài tập toán chiếm một tỉ lệ không nhỏ). Do đó việc tìm ra các phương pháp giúp giải nhanh bài toán hóa học có một ý nghĩa quan trọng.

Bài toán trộn lẫn các chất với nhau là một dạng bài hay gặp trong chương trình hóa học phổ thông. Ta có thể giải bài tập dạng này theo nhiều cách khác nhau, song cách giải nhanh nhất là “phương pháp sơ đồ đường chéo”.

Nguyên tắc: Trộn lẫn 2 dung dịch:

Dung dịch 1: có khối lượng m_1 , thể tích V_1 , nồng độ C_1 ($C\%$ hoặc CM), 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 $m = m_1 + m_2$, $V = V_1 + V_2$, nồng độ C ($C_1 < C < C_2$), 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:

$$\begin{array}{ccc} m_1 & C_1 & \\ & \diagdown \quad \diagup & \\ & C & \\ & \diagup \quad \diagdown & \\ m_2 & C_2 & \end{array} \begin{array}{l} |C_2 - C| \\ |C_1 - C| \end{array} \rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{|C_2 - C|}{|C_1 - C|} \quad (1)$$

b) Đối với nồng độ mol/lít:

$$\begin{array}{ccc} V_1 & C_1 & \\ & \diagdown \quad \diagup & \\ & C & \\ & \diagup \quad \diagdown & \\ V_2 & C_2 & \end{array} \begin{array}{l} |C_2 - C| \\ |C_1 - C| \end{array} \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{|C_2 - C|}{|C_1 - C|} \quad (2)$$

c) Đối với khối lượng riêng:

$$\begin{array}{ccc} V_1 & d_1 & \\ & \diagdown \quad \diagup & \\ & d & \\ & \diagup \quad \diagdown & \\ V_2 & d_2 & \end{array} \begin{array}{l} |d_2 - d| \\ |d_1 - d| \end{array} \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{|d_2 - d|}{|d_1 - d|} \quad (3)$$

Khi sử dụng sơ đồ đường chéo ta 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 $d = 1 \text{ g/ml}$

Sau đây là một số ví dụ sử dụng phương pháp đường chéo trong tính toán pha chế dung dịch.

Dạng 1: Tính toán pha chế dung dịch

* 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):

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{|15 - 25|}{|45 - 25|} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$

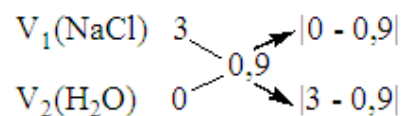
=> Đáp án A.

Ví dụ 2. Để pha được 500 ml dung dịch nước muối sinh lí (C = 0,9%) cần lấy V ml dung dịch NaCl 3%. Giá trị của V là:

- A. 150 B. 214,3 C. 285,7 D. 350

Hướng dẫn giải:

Ta có sơ đồ:



$$\Rightarrow V_1 = \frac{0,9}{2,1 + 0,9} \cdot 500 = 150 \text{ (ml)}$$

=> Đáp án A.

Phương pháp này không những hữu ích trong việc pha chế các dung dịch mà còn có thể áp dụng cho các trường hợp đặc biệt hơn, như pha một chất rắn vào dung dịch. Khi đó phải chuyển nồng độ của chất rắn nguyên chất thành nồng độ tương ứng với lượng chất tan trong dung dịch.

* Ví dụ 3. Hòa tan 200 gam SO₃ vào m gam dung dịch H₂SO₄ 49% ta được dung dịch H₂SO₄ 78,4%. Giá trị của m là:

- A. 133,3 B. 146,9 C. 272,2 D. 300,0

Hướng dẫn giải:

Phương trình phản ứng: SO₃ + H₂O --> H₂SO₄

100 gam SO₃ --> gam H₂SO₄

Nồng độ dung dịch H₂SO₄ tương ứng: 122,5%

Gọi m₁, m₂ lần lượt là khối lượng SO₃ và dung dịch H₂SO₄ 49% cần lấy. Theo (1) ta có:

$$100 \text{ gam SO}_3 \rightarrow \frac{98 \times 100}{80} = 122,5 \text{ gam H}_2\text{SO}_4$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{44,1}{29,4} \times 200 = 300 \text{ (gam)}$$

=> Đáp án D.

Điểm lí thú của sơ đồ đường chéo là ở chỗ phương pháp này còn có thể dùng để tính nhanh kết quả của nhiều dạng bài tập hóa học khác. Sau đây ta lần lượt xét các dạng bài tập này.

Dạng 2: Bài toán hỗn hợp 2 đồng vị

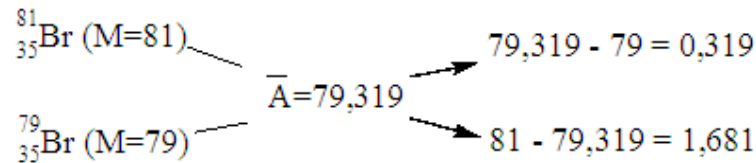
Đây là dạng bài tập cơ bản trong phần cấu tạo nguyên tử.

Ví dụ 4. Nguyên tử khối trung bình của brom là 79,319. Brom có hai đồng vị bền: ${}_{35}^{79}\text{Br}$ và ${}_{35}^{81}\text{Br}$. Thành phần % số nguyên tử của ${}_{35}^{81}\text{Br}$ là:

- A. 84,05 B. 81,02 C. 18,98 D. 15,95

Hướng dẫn giải:

Ta có sơ đồ đường chéo:



$$\Rightarrow \frac{\% {}_{35}^{81}\text{Br}}{\% {}_{35}^{79}\text{Br}} = \frac{0,319}{1,681} \Rightarrow \% {}_{35}^{81}\text{Br} = \frac{0,319}{1,681 + 0,319} \cdot 100\%$$

=> Đáp án D.

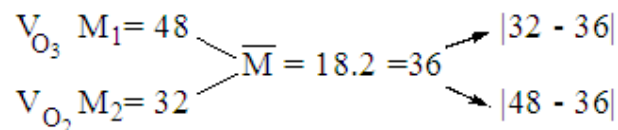
Dạng 3: Tính tỉ lệ thể tích hỗn hợp 2 khí

Ví dụ 5. Một hỗn hợp gồm O₂, O₃ ở điều kiện tiêu chuẩn có tỉ khối đối với hidro là 18. Thành phần % về thể tích của O₃ trong hỗn hợp là:

- A. 15% B. 25% C. 35% D. 45%

Hướng dẫn giải:

Áp dụng sơ đồ đường chéo:



$$\Rightarrow \frac{V_{\text{O}_3}}{V_{\text{O}_2}} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \Rightarrow \% V_{\text{O}_3} = \frac{1}{3+1} \cdot 100\% = 25\%$$

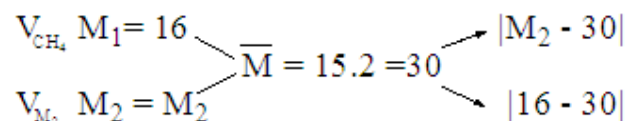
=> Đáp án B.

* Ví dụ 6. Cần trộn 2 thể tích metan với một thể tích đồng đẳng X của metan để thu được hỗn hợp khí có tỉ khối hơi so với hidro bằng 15. X là:

- A. C₃H₈ B. C₄H₁₀ C. C₅H₁₂ D. C₆H₁₄

Hướng dẫn giải:

Ta có sơ đồ đường chéo:



$$\Rightarrow \frac{V_{\text{CH}_4}}{V_{\text{M}_2}} = \frac{|M_2 - 30|}{14} = \frac{2}{1} \Rightarrow |M_2 - 30| = 28$$

$$\Rightarrow M_2 = 58 \Rightarrow 14n + 2 = 58 \Rightarrow n = 4$$

X là: C₄H₁₀ => Đáp án B.

Dạng 4: Tính thành phần hỗn hợp muối trong phản ứng giữa đơn bazơ và đa axit

Dạng bài tập này có thể giải dễ dàng bằng phương pháp thông thường (viết phương trình phản ứng, đặt ẩn). Tuy nhiên cũng có thể nhanh chóng tìm ra kết quả bằng cách sử dụng sơ đồ đường chéo.

* Ví dụ 7. Thêm 250 ml dung dịch NaOH 2M vào 200 ml dung dịch H₃PO₄ 1,5M. Muối tạo thành và khối lượng tương ứng là:

- A. 14,2 gam Na₂HPO₄; 32,8 gam Na₃PO₄
- B. 28,4 gam Na₂HPO₄; 16,4 gam Na₃PO₄
- C. 12,0 gam NaH₂PO₄; 28,4 gam Na₂HPO₄
- D. 24,0 gam NaH₂PO₄; 14,2 gam Na₂HPO₄

Hướng dẫn giải:

$$1 < \frac{n_{\text{NaOH}}}{n_{\text{H}_3\text{PO}_4}} = \frac{0,25 \cdot 2}{0,2 \cdot 1,5} = \frac{5}{3} < 2$$

=> Tạo ra hỗn hợp 2 muối: NaH₂PO₄, Na₂HPO₄

Sơ đồ đường chéo:

$$\begin{array}{l} \text{Na}_2\text{HPO}_4 (n_1 = 2) \\ \text{NaH}_2\text{PO}_4 (n_2 = 1) \end{array} \begin{array}{l} \nearrow \\ \searrow \end{array} \bar{n} = \frac{5}{3} \begin{array}{l} \nearrow \\ \searrow \end{array} \begin{array}{l} |1 - 5/3| = \frac{2}{3} \\ |2 - 5/3| = \frac{1}{3} \end{array}$$

$$\Rightarrow \frac{n_{\text{Na}_2\text{HPO}_4}}{n_{\text{NaH}_2\text{PO}_4}} = \frac{2}{1} \Rightarrow n_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} = 2n_{\text{NaH}_2\text{PO}_4}$$

$$\text{Mà } n_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} + n_{\text{NaH}_2\text{PO}_4} = n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 0,3 \text{ (mol)}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} n_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} = 0,2 \text{ (mol)} \\ n_{\text{NaH}_2\text{PO}_4} = 0,1 \text{ (mol)} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} m_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} = 0,2 \cdot 142 = 28,4 \text{ (g)} \\ m_{\text{NaH}_2\text{PO}_4} = 0,1 \cdot 120 = 12,0 \text{ (g)} \end{cases}$$

=> Đáp án C.

Dạng 5: Bài toán hỗn hợp 2 chất vô cơ của 2 kim loại có cùng tính chất hóa học

* Ví dụ 8. Hòa tan 3,164 gam hỗn hợp 2 muối CaCO₃ và BaCO₃ bằng dung dịch HCl dư, thu được 448 ml khí CO₂ (đktc). Thành phần % số mol của BaCO₃ trong hỗn hợp là:

- A. 50%
- B. 55%
- C. 60%
- D. 65%

Hướng dẫn giải:

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{0,448}{22,4} = 0,02(\text{mol}) \Rightarrow \bar{M} = \frac{3,164}{0,02} = 158,2$$

Áp dụng sơ đồ đường chéo:

$$\begin{array}{l} \text{BaCO}_3(M_1 = 197) \\ \text{CaCO}_3(M_2 = 100) \end{array} \begin{array}{l} \nearrow \\ \searrow \end{array} \bar{M} = 158,2 \begin{array}{l} \nearrow \\ \searrow \end{array} \begin{array}{l} |100 - 158,2| = 58,2 \\ |197 - 158,2| = 38,8 \end{array}$$

$$\Rightarrow \%n_{\text{BaCO}_3} = \frac{58,2}{58,2 + 38,8} \cdot 100\% = 60\%$$

=> Đáp án C.

Dạng 6: Bài toán trộn 2 quặng của cùng một kim loại

Đây là một dạng bài mà nếu giải theo cách thông thường là khá dài dòng, phức tạp. Tuy nhiên nếu sử dụng sơ đồ đường chéo thì việc tìm ra kết quả trở nên đơn giản và nhanh chóng hơn nhiều.

Để có thể áp dụng được sơ đồ đường chéo, ta coi các quặng như một “dung dịch” mà “chất tan” là kim loại đang xét, và “nồng độ” của “chất tan” chính là hàm lượng % về khối lượng của kim loại trong quặng.

* Ví dụ 9. A là quặng hematit chứa 60% Fe₂O₃. B là quặng manhetit chứa 69,6% Fe₃O₄. Trộn m₁ tấn quặng A với m₂ tấn quặng B thu được quặng C, mà từ 1 tấn quặng C có thể điều chế được 0,5 tấn gang chứa 4% cacbon. Tỷ lệ m₁/m₂ là:

- A. 5/2 B. 4/3 C. 3/4 D. 2/5

Hướng dẫn giải:

Số kg Fe có trong 1 tấn của mỗi quặng là:

+) Quặng A chứa: $\frac{60}{100} \cdot 1000 \cdot \frac{112}{160} = 420 \text{ (kg)}$

+) Quặng B chứa: $\frac{69,6}{100} \cdot 1000 \cdot \frac{168}{232} = 504 \text{ (kg)}$

+) Quặng C chứa: $500 \times \left(1 - \frac{4}{100}\right) = 480 \text{ (kg)}$

Sơ đồ đường chéo:

$$\begin{array}{l} m_A \quad 420 \\ m_B \quad 504 \end{array} \begin{array}{l} \nearrow \\ \searrow \end{array} 480 \begin{array}{l} \nearrow \\ \searrow \end{array} \begin{array}{l} |504 - 480| = 24 \\ |420 - 480| = 60 \end{array}$$

$$\Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{24}{60} = \frac{2}{5}$$

=> Đáp án D.

Trên đây là một số tổng kết về việc sử dụng phương pháp sơ đồ đường chéo trong giải nhanh bài toán hóa học. Các dạng bài tập này rất đa dạng, vì vậy đòi hỏi chúng ta phải nắm vững phương pháp song cũng cần phải có sự vận dụng một cách linh hoạt đối với từng trường hợp cụ thể. Để làm được điều này các bạn cần phải có sự suy nghĩ, tìm tòi để có thể hình thành và hoàn thiện kỹ năng giải toán của mình. Chúc các bạn thành công.

Một số bài tập tham khảo:

BT 1. Để thu được dung dịch CuSO_4 16% cần lấy m1 gam tinh thể $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ cho vào m2 gam dung dịch CuSO_4 8%. Tỷ lệ m1/m2 là

A. 1/3 B. 1/4 C. 1/5 D. 1/6

BT 2. 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

BT 3. Số lít nước nguyên chất cần thêm vào 1 lít dung dịch H_2SO_4 98% ($d = 1,84 \text{ g/ml}$) để được dung dịch mới có nồng độ 10% là

A. 14,192 B. 15,192 C. 16,192 D. 17,192

BT 4. Nguyên tử khối trung bình của đồng là 63,54. Đồng có hai đồng vị bền ^{63}Cu và ^{65}Cu . Thành phần % số nguyên tử của ^{65}Cu là

A. 73,0% B. 34,2% C. 32,3% D. 27,0%

BT 5. Cần lấy V_1 lít CO_2 và V_2 lít CO để điều chế 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

BT 6. 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. 10,24 gam K_2HPO_4 ; 13,5 gam KH_2PO_4
- D. 13,5 gam KH_2PO_4 ; 14,2 gam K_3PO_4

BT 7. 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%

BT 8. A là khoáng vật cuprit chứa 45% Cu_2O . B là khoáng vật tenorit chứa 70% CuO . Cần trộn A và B theo tỉ lệ khối lượng $T = m_A/m_B$ như thế nào để được quặng C, mà từ 1 tấn quặng C có thể điều chế được tối đa 0,5 tấn đồng nguyên chất. T bằng:

A. 5/3 B. 5/4 C. 4/5 D. 3/5