

Tổng quan về phương pháp giải bài tập tính toán theo phương trình hóa học (PTHH)

Tính toán theo PTHH là dạng bài tập cốt lõi và phổ biến nhất trong chương trình Hóa học THCS. Nắm vững phương pháp này là chìa khóa để giải quyết các bài toán định lượng phức tạp hơn. Dưới đây là hệ thống kiến thức đầy đủ và chi tiết.

1. Các bước cơ bản để giải một bài toán tính theo PTHH

Để giải quyết một bài toán hóa học định lượng, học sinh cần tuân thủ 4 bước sau:

1. Bước 1: Xử lý dữ kiện và tính số mol (n)

Đây là bước quan trọng nhất. Hầu hết các bài toán đều quy về tính toán qua số mol. Dựa vào dữ kiện đề bài cho (khối lượng, thể tích khí, nồng độ dung dịch), ta chuyển đổi thành số mol theo các công thức sau:

◦ Tính số mol theo khối lượng (m):

Công thức: $n = m / M$

Giải thích: Trong đó **n** là số mol (mol), **m** là khối lượng chất (g), **M** là khối lượng mol của chất (g/mol).

Ví dụ: Tính số mol của 8 gam đồng(II) oxit (CuO). Biết $M_{\text{CuO}} = 64 + 16 = 80 \text{ g/mol}$.

$\rightarrow n_{\text{CuO}} = 8 / 80 = 0.1 \text{ mol}$.

- **Tính số mol chất khí theo thể tích (V) ở điều kiện tiêu chuẩn (đktc):**

Công thức: $n = V / 22.4$

Giải thích: Trong đó **n** là số mol khí (mol), **V** là thể tích khí (lít) đo ở đktc (0°C, 1 atm).

Ví dụ: Tính số mol của 5.6 lít khí CO₂ (đktc).

→ $n_{\text{CO}_2} = 5.6 / 22.4 = 0.25 \text{ mol}$.

- **Tính số mol chất tan trong dung dịch:**

Công thức: $n = C_M * V_{\text{dd}}$

Giải thích: Trong đó **n** là số mol chất tan (mol), **C_M** là nồng độ mol của dung dịch (mol/l hoặc M), **V_{dd}** là thể tích dung dịch (lít).

Ví dụ: Tính số mol HCl có trong 200 ml dung dịch HCl 1.5M.

Đổi 200 ml = 0.2 lít.

→ $n_{\text{HCl}} = 1.5 * 0.2 = 0.3 \text{ mol}$.

2. **Bước 2: Viết và cân bằng phương trình hóa học (PTHH)**

Viết đúng công thức hóa học của các chất tham gia và sản phẩm, sau đó cân bằng số nguyên tử của mỗi nguyên tố ở hai vế. Tỷ lệ các hệ số trong PTHH chính là tỷ lệ về số mol.

3. **Bước 3: Dựa vào PTHH để tìm số mol chất cần tìm**

Đặt số mol chất đã biết vào PTHH. Dựa vào tỷ lệ hệ số (tỷ lệ mol) để suy ra số mol của các chất còn lại (chất tham gia hoặc sản phẩm) theo quy tắc nhân chéo chia ngang.

Ví dụ: Cho phương trình: $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$

Tỉ lệ mol: 1 mol : 2 mol : 1 mol : 1 mol

Nếu có $n_{\text{Fe}} = 0.1 \text{ mol}$, ta suy ra: $n_{\text{HCl}} = 0.2 \text{ mol}$, $n_{\text{FeCl}_2} = 0.1 \text{ mol}$, $n_{\text{H}_2} = 0.1 \text{ mol}$.

4. Bước 4: Tính toán theo yêu cầu của đề bài

Từ số mol chất vừa tìm được ở Bước 3, chuyển đổi thành các đại lượng mà đề bài yêu cầu (khối lượng, thể tích, nồng độ...) bằng các công thức ngược lại với Bước 1.

- **Tính khối lượng:** $m = n * M$
- **Tính thể tích khí (đktc):** $V = n * 22.4$
- **Tính nồng độ mol:** $C_M = n / V_{\text{dd}}$
- **Tính nồng độ phần trăm:** $C\% = (m_{\text{ct}} / m_{\text{dd}}) * 100\%$

2. Các dạng bài tập tính toán theo PTHH thường gặp

Dạng 1: Bài toán cơ bản (Các chất phản ứng vừa đủ)

Đây là dạng bài chỉ cho đủ kiện của một chất tham gia hoặc một sản phẩm, và các chất phản ứng hết với nhau.

Ví dụ: Cho 6.5 gam kẽm (Zn) tác dụng hoàn toàn với dung dịch axit clohidric (HCl) dư. Tính khối lượng muối kẽm clorua (ZnCl_2) tạo thành và thể tích khí hidro (H_2) thoát ra (đktc).

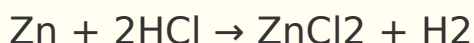
Hướng dẫn giải:

1. Bước 1: Tính số mol Zn

$$M_{\text{Zn}} = 65 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{Zn}} = m_{\text{Zn}} / M_{\text{Zn}} = 6.5 / 65 = 0.1 \text{ mol.}$$

2. Bước 2: Viết và cân bằng PTHH



Tỉ lệ mol: 1 mol : 2 mol : 1 mol : 1 mol

3. Bước 3: Tìm số mol các chất cần tìm

Theo PTHH, ta có:

$$n_{\text{ZnCl}_2} = n_{\text{Zn}} = 0.1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2} = n_{\text{Zn}} = 0.1 \text{ mol}$$

4. Bước 4: Tính toán theo yêu cầu

Khối lượng muối ZnCl_2 tạo thành:

$$M_{\text{ZnCl}_2} = 65 + 35.5 \cdot 2 = 136 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{ZnCl}_2} = n_{\text{ZnCl}_2} \cdot M_{\text{ZnCl}_2} = 0.1 \cdot 136 = 13.6 \text{ g.}$$

Thể tích khí H_2 thoát ra (đktc):

$$V_{\text{H}_2} = n_{\text{H}_2} \cdot 22.4 = 0.1 \cdot 22.4 = 2.24 \text{ lít.}$$

Dạng 2: Bài toán chất dư, chất hết

Khi đề bài cho đủ kiện của hai hay nhiều chất tham gia, ta phải xác định chất nào phản ứng hết (tính toán theo chất này), chất nào còn dư sau phản ứng.

Phương pháp xác định chất hết:

Giả sử có phản ứng: $a\text{A} + b\text{B} \rightarrow c\text{C} + d\text{D}$

1. Tính số mol ban đầu của A (n_{A}) và B (n_{B}).

2. Lập tỉ lệ so sánh: so sánh (n_{A} / a) và (n_{B} / b).

- Nếu (n_{A} / a) (n_{B} / b) $\rightarrow$ A phản ứng hết, B dư. Mọi tính toán theo n_{A} .

- Nếu (n_{A} / a) $>$ (n_{B} / b) $\rightarrow$ B phản ứng hết, A dư. Mọi tính toán theo n_{B} .

- Nếu $(n_A / a) = (n_B / b) \rightarrow$ Phản ứng vừa đủ, cả A và B đều hết.

Ví dụ: Cho 5.4 gam nhôm (Al) tác dụng với 200 ml dung dịch axit sunfuric (H_2SO_4) 1M. Tính thể tích khí H_2 sinh ra (đktc) và khối lượng chất còn dư sau phản ứng.

Hướng dẫn giải:

1. Bước 1: Tính số mol các chất ban đầu

$$n_{Al} = 5.4 / 27 = 0.2 \text{ mol.}$$

$$\text{Đổi } 200 \text{ ml} = 0.2 \text{ lít.}$$

$$n_{H_2SO_4} = C_M * V = 1 * 0.2 = 0.2 \text{ mol.}$$

2. Bước 2: Viết PTHH và xác định chất hết



Hệ số: 2 : 3

$$\text{Lập tỉ lệ: } (n_{Al} / 2) = 0.2 / 2 = 0.1$$

$$(n_{H_2SO_4} / 3) = 0.2 / 3 \approx 0.067$$

Vì $(0.2/3) < (0.2/2)$ nên H_2SO_4 phản ứng hết, Al dư. Mọi tính toán theo $n_{H_2SO_4}$.

3. Bước 3: Tìm số mol các chất theo chất hết (H_2SO_4)

Theo PTHH:

$$n_{Al} (\text{phản ứng}) = (2/3) * n_{H_2SO_4} = (2/3) * 0.2 = 2/15 \text{ mol.}$$

$$n_{H_2} = n_{H_2SO_4} = 0.2 \text{ mol.}$$

4. Bước 4: Tính toán theo yêu cầu

Thể tích khí H_2 sinh ra (đktc):

$$V_{H_2} = n_{H_2} * 22.4 = 0.2 * 22.4 = 4.48 \text{ lít.}$$

Khối lượng Al còn dư:

$$n_{\text{Al}} (\text{dư}) = n_{\text{Al}} (\text{ban đầu}) - n_{\text{Al}} (\text{phản ứng}) = 0.2 - (2/15) = 1/15 \text{ mol.}$$

$$m_{\text{Al}} (\text{dư}) = n_{\text{Al}} (\text{dư}) * M_{\text{Al}} = (1/15) * 27 = 1.8 \text{ gam.}$$

Dạng 3: Bài toán hiệu suất phản ứng (H%)

Hiệu suất phản ứng cho biết tỉ lệ lượng sản phẩm thu được trên thực tế so với lượng sản phẩm tính theo lý thuyết.

Công thức: $H\% = (\text{Lượng thực tế} / \text{Lượng lý thuyết}) * 100\%$

Trong đó:

- Lượng lý thuyết: là lượng sản phẩm tính theo PTHH (giả sử $H=100\%$).
- Lượng thực tế: là lượng sản phẩm đề bài cho hoặc thu được trong thực nghiệm.
- 'Lượng' có thể là khối lượng, thể tích hoặc số mol.

Ví dụ 1 (Tính hiệu suất): Nung 100 gam canxi cacbonat (CaCO_3) thu được 44.8 gam canxi oxit (CaO). Tính hiệu suất của phản ứng.

Hướng dẫn giải:

1. Tính số mol CaCO_3 : $n_{\text{CaCO}_3} = 100 / 100 = 1 \text{ mol.}$
2. PTHH: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{-t^\circ} \text{CaO} + \text{CO}_2$
3. Tính lượng CaO theo lý thuyết: Theo PTHH, $n_{\text{CaO}} (\text{lý thuyết}) = n_{\text{CaCO}_3} = 1 \text{ mol.}$
 $\rightarrow m_{\text{CaO}} (\text{lý thuyết}) = 1 * (40 + 16) = 56 \text{ gam.}$
4. Lượng CaO thực tế thu được là 44.8 gam.
5. Tính hiệu suất: $H\% = (m_{\text{thực tế}} / m_{\text{lý thuyết}}) * 100\% = (44.8 / 56) * 100\% = 80\%.$

Ví dụ 2 (Tính lượng chất khi biết hiệu suất): Người ta điều chế sắt (Fe) bằng cách cho khí CO khử 32 gam sắt(III) oxit (Fe_2O_3). Tính khối lượng Fe thu được, biết hiệu suất phản ứng là 90%.

Hướng dẫn giải:

1. $n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 32 / 160 = 0.2 \text{ mol.}$



3. Tính lượng Fe theo lý thuyết ($H=100\%$):

$$n_{\text{Fe}} (\text{lý thuyết}) = 2 * n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 2 * 0.2 = 0.4 \text{ mol.}$$

$$m_{\text{Fe}} (\text{lý thuyết}) = 0.4 * 56 = 22.4 \text{ gam.}$$

4. Tính lượng Fe thực tế thu được với $H = 90\%$:

$$m_{\text{Fe}} (\text{thực tế}) = m_{\text{Fe}} (\text{lý thuyết}) * H\% / 100\% = 22.4 * 90 / 100 = 20.16 \text{ gam.}$$

3. Bảng tổng hợp các công thức quan trọng

Đại lượng	Công thức	Chú thích
Số mol (n)	$n = m / M$	m: khối lượng (g), M: khối lượng mol (g/mol)
Số mol khí (n)	$n = V / 22.4$	V: thể tích khí ở đktc (lít)
Số mol chất tan (n)	$n = C_M * V_{dd}$	C_M: nồng độ mol (M), V_dd: thể tích dung dịch (lít)
Khối lượng (m)	$m = n * M$	n: số mol (mol), M: khối lượng mol (g/mol)
Thể tích khí (V)	$V = n * 22.4$	n: số mol khí (mol), V tính ở đktc (lít)
Nồng độ mol (C_M)	$C_M = n / V_{dd}$	n: số mol chất tan (mol), V_dd: thể tích dung dịch (lít)
Nồng độ % (C%)	$C\% = (m_{ct} / m_{dd}) * 100\%$	m_ct: khối lượng chất tan (g), m_dd: khối lượng dung dịch (g)
Hiệu suất (H%)	$H\% = (Lượng\ thực\ tế / Lượng\ lý\ thuyết) * 100\%$	'Lượng' có thể là m, V, hoặc n