

Problem: Oxide Acid + Base Reaction

Bài Tập: Oxide Acid Tác Dụng với Dung Dịch Kiềm

Nguyễn Quân Bá Hồng*

Ngày 8 tháng 7 năm 2023

Mục lục

| | | |
|---|--|---|
| 1 | CO ₂ + NaOH/KOH | 1 |
| 2 | SO ₂ + NaOH/KOH | 2 |
| 3 | CO ₂ + Ba(OH) ₂ /Ca(OH) ₂ | 2 |
| 4 | SO ₂ + Ba(OH) ₂ /Ca(OH) ₂ | 2 |
| 5 | CO ₂ + NaOH/KOH & Ba(OH) ₂ /Ca(OH) ₂ | 2 |
| 6 | SO ₂ + NaOH/KOH & Ba(OH) ₂ /Ca(OH) ₂ | 3 |
| 7 | P ₂ O ₅ + NaOH/KOH | 3 |
| 8 | P ₂ O ₅ + Ba(OH) ₂ /Ca(OH) ₂ | 4 |
| 9 | Problem | 4 |
| | Tài liệu | 6 |

1 CO₂ + NaOH/KOH

Lưu ý 1. Các từ “hoặc” hay ký hiệu “/” sau đây có nghĩa là “chỉ 1 trong 2” không phải “logical or” (trường hợp sau có thể xảy ra 1 trong 2 hoặc cả 2).

Trường hợp CO₂ tác dụng với dung dịch NaOH hoặc KOH. Thứ tự phản ứng: $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{CO}_2 + 2\text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (1). Nếu NaOH/KOH hết mà vẫn sục khí CO₂ vào: $\text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaHCO}_3$ hoặc $\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KHCO}_3$ (2). (1) + (2): $\text{CO}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaHCO}_3$ hoặc $\text{CO}_2 + \text{KOH} \longrightarrow \text{KHCO}_3$ (3). Đặt $a = \frac{n_{\text{NaOH}}}{n_{\text{CO}_2}}$ hoặc $a = \frac{n_{\text{KOH}}}{n_{\text{CO}_2}}$ là tỷ số mol của NaOH/KOH & CO₂:

- Nếu $0 < a \leq 1$: Chỉ tạo muối acid NaHCO₃/KHCO₃, viết phản ứng (3).
- Nếu $1 < a < 2$: Tạo cả muối acid NaHCO₃/KHCO₃ & muối trung hòa Na₂CO₃/K₂CO₃, viết 2 phản ứng (1) & (3).
- Nếu $a \geq 2$: Chỉ tạo muối trung hòa Na₂CO₃/K₂CO₃, viết phản ứng (1).

Trường hợp CO₂ tác dụng với dung dịch NaOH & KOH. Nếu bài toán cho CO₂ phản ứng với dung dịch chứa x mol NaOH & y mol KOH thì có thể thay 2 base này bởi 1 base tương đương (hay “base trung bình”/“averaged base”) MOH. Khi đó, xét tỷ số $a = \frac{n_{\text{MOH}}}{n_{\text{CO}_2}}$ là tỷ số mol của MOH & CO₂:

$$\begin{cases} n_{\text{MOH}} = n_{\text{NaOH}} + n_{\text{KOH}} = x + y, \\ m_{\text{MOH}} = m_{\text{NaOH}} + m_{\text{KOH}} = 23x + 39y, \end{cases} \Rightarrow M_{\text{MOH}} = \frac{m_{\text{MOH}}}{n_{\text{MOH}}} = \frac{23x + 39y}{x + y}. \quad (\text{MOH})$$

*Independent Researcher, Ben Tre City, Vietnam
e-mail: nguyenquanbahong@gmail.com; website: <https://nqbh.github.io>.

2 SO₂ + NaOH/KOH

Trường hợp SO₂ phản ứng với NaOH, KOH, hoặc dung dịch chứa cả NaOH & KOH hoàn toàn tương tự, chỉ cần thay nguyên tố C bởi nguyên tố S trong các phương trình & công thức trên:

Trường hợp SO₂ tác dụng với dung dịch NaOH hoặc KOH. Thứ tự phản ứng: $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (1). Nếu NaOH hết mà vẫn sục khí SO₂ vào: $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaHSO}_3$ (2). (1) + (2): $\text{SO}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaHSO}_3$ (3). Đặt $a = \frac{n_{\text{NaOH}}}{n_{\text{SO}_2}}$ là tỷ số mol của NaOH & SO₂.

- Nếu $0 < a \leq 1$: Chỉ tạo muối acid NaHSO₃/KHSO₃, viết phản ứng (3).
- Nếu $1 < a < 2$: Tạo cả muối acid NaHSO₃/KHSO₃ & muối trung hòa Na₂SO₃/K₂SO₃, viết 2 phản ứng (1) & (3).
- Nếu $a \geq 2$: Chỉ tạo muối trung hòa Na₂SO₃/K₂SO₃, viết phản ứng (1).

Trường hợp SO₂ tác dụng với dung dịch NaOH & KOH. Nếu bài toán cho SO₂ phản ứng với dung dịch chứa x mol NaOH & y mol KOH thì có thể thay 2 base này bởi 1 base tương đương (hay “base trung bình”/“averaged base”) MOH. Khi đó, xét tỷ số $a = \frac{n_{\text{MOH}}}{n_{\text{SO}_2}}$ là tỷ số mol của MOH cho bởi (MOH) & SO₂.

3 CO₂ + Ba(OH)₂/Ca(OH)₂

Trường hợp CO₂ tác dụng với dung dịch Ba(OH)₂ hoặc Ca(OH)₂. Thứ tự phản ứng: $\text{CO}_2 + \text{Ba(OH)}_2 \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (1). Nếu Ba(OH)₂/Ca(OH)₂ hết mà vẫn sục khí CO₂ vào: $\text{CO}_2 + \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ba(HCO}_3)_2$ hoặc $\text{CO}_2 + \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$ (2). (1) + (2): $2\text{CO}_2 + \text{Ba(OH)}_2 \longrightarrow \text{Ba(HCO}_3)_2$ hoặc $2\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$ (3). Đặt $a = \frac{n_{\text{Ba(OH)}_2}}{n_{\text{CO}_2}}$ hoặc $a = \frac{n_{\text{Ca(OH)}_2}}{n_{\text{CO}_2}}$ là tỷ số mol của Ba(OH)₂/Ca(OH)₂ & CO₂:

- Nếu $0 < a \leq \frac{1}{2}$: Chỉ tạo muối acid Ba(HCO₃)₂/Ca(HCO₃)₂, viết phản ứng (3).
- Nếu $\frac{1}{2} < a < 1$: Tạo cả 2 muối kết tủa BaCO₃/CaCO₃ & muối acid Ba(HCO₃)₂/Ca(HCO₃)₂, viết 2 phản ứng (1) & (3).
- Nếu $a \geq 1$: Chỉ tạo muối kết tủa BaCO₃/CaCO₃, viết phản ứng (1).

Trường hợp CO₂ tác dụng với dung dịch Ba(OH)₂ & Ca(OH)₂. Nếu bài toán cho CO₂ phản ứng với dung dịch chứa x mol Ba(OH)₂ & y mol Ca(OH)₂ thì có thể thay 2 base này bởi 1 base tương đương (hay “base trung bình”/“averaged base”) M(OH)₂. Khi đó, xét tỷ số $a = \frac{n_{\text{M(OH)}_2}}{n_{\text{CO}_2}}$ là tỷ số mol của M(OH)₂ & CO₂:

$$\begin{cases} n_{\text{M(OH)}_2} = n_{\text{Ba(OH)}_2} + n_{\text{Ca(OH)}_2} = x + y, \\ m_{\text{M(OH)}_2} = m_{\text{Ba(OH)}_2} + m_{\text{Ca(OH)}_2} = 171x + 74y, \end{cases} \Rightarrow M_{\text{M(OH)}_2} = \frac{m_{\text{M(OH)}_2}}{n_{\text{M(OH)}_2}} = \frac{171x + 74y}{x + y}. \quad (\text{M(OH)}_2)$$

4 SO₂ + Ba(OH)₂/Ca(OH)₂

Trường hợp SO₂ phản ứng với Ba(OH)₂, Ca(OH)₂, hoặc dung dịch chứa cả Ba(OH)₂ & Ca(OH)₂ hoàn toàn tương tự, chỉ cần thay nguyên tố C bởi nguyên tố S trong các phương trình & công thức trên:

Trường hợp SO₂ tác dụng với dung dịch Ba(OH)₂ hoặc Ca(OH)₂. Thứ tự phản ứng: $\text{SO}_2 + \text{Ba(OH)}_2 \longrightarrow \text{BaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{SO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (1). Nếu Ba(OH)₂/Ca(OH)₂ hết mà vẫn sục khí SO₂ vào: $\text{SO}_2 + \text{BaSO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ba(HSO}_3)_2$ hoặc $\text{SO}_2 + \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(HSO}_3)_2$ (2). (1) + (2): $2\text{SO}_2 + \text{Ba(OH)}_2 \longrightarrow \text{Ba(HSO}_3)_2$ hoặc $2\text{SO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{Ca(HSO}_3)_2$ (3). Đặt $a = \frac{n_{\text{Ba(OH)}_2}}{n_{\text{SO}_2}}$ hoặc $a = \frac{n_{\text{Ca(OH)}_2}}{n_{\text{SO}_2}}$ là tỷ số mol của Ba(OH)₂/Ca(OH)₂ & SO₂:

- Nếu $0 < a \leq \frac{1}{2}$: Chỉ tạo muối acid Ba(HSO₃)₂/Ca(HSO₃)₂, viết phản ứng (3).
- Nếu $\frac{1}{2} < a < 1$: Tạo cả 2 muối kết tủa BaSO₃/CaSO₃ & muối acid Ba(HSO₃)₂/Ca(HSO₃)₂, viết 2 phản ứng (1) & (3).
- Nếu $a \geq 1$: Chỉ tạo muối kết tủa BaSO₃/CaSO₃, viết phản ứng (1).

Trường hợp SO₂ tác dụng với dung dịch Ba(OH)₂ & Ca(OH)₂. Nếu bài toán cho SO₂ phản ứng với dung dịch chứa x mol Ba(OH)₂ & y mol Ca(OH)₂ thì có thể thay 2 base này bởi 1 base tương đương (hay “base trung bình”/“averaged base”) M(OH)₂. Khi đó, xét tỷ số $a = \frac{n_{\text{M(OH)}_2}}{n_{\text{SO}_2}}$ là tỷ số mol của M(OH)₂ cho bởi (M(OH)₂) & SO₂.

5 CO₂ + NaOH/KOH & Ba(OH)₂/Ca(OH)₂

Trường hợp CO₂ tác dụng với dung dịch chứa x mol NaOH/KOH & y mol Ba(OH)₂/Ca(OH)₂. Có thể coi các phản ứng xảy ra theo thứ tự: $\text{CO}_2 + \text{Ba(OH)}_2 \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (1). Nếu Ca(OH)₂ mà vẫn sục khí CO₂ vào thì $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{CO}_2 + 2\text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (2). Nếu NaOH/KOH hết mà vẫn sục khí CO₂ vào thì $\text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaHCO}_3$ hoặc $\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KHCO}_3$ (3). (2) + (3): $\text{CO}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaHCO}_3$ hoặc $\text{CO}_2 + \text{KOH} \longrightarrow \text{KHCO}_3$ (4). Nếu Na₂CO₃/K₂CO₃ hết mà CO₂ còn thì kết tủa tan dần: $\text{CO}_2 + \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ba(HCO}_3)_2$ hoặc $\text{CO}_2 + \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$ (5). (1) + (5): $2\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$ (6). Tổng hợp lại:

- Nếu $n_{\text{CO}_2} \leq y$: Chỉ tạo muối $\text{BaCO}_3/\text{CaCO}_3$, viết phản ứng (1).
- Nếu $y < n_{\text{CO}_2} \leq \frac{1}{2}x + y$: Tạo muối $\text{BaCO}_3/\text{CaCO}_3$ & $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{K}_2\text{CO}_3$, viết 2 phản ứng (1) & (2).
- Nếu $\frac{1}{2}x + y < n_{\text{CO}_2} < x + y$: Tạo muối $\text{BaCO}_3/\text{CaCO}_3$, $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{K}_2\text{CO}_3$, & $\text{NaHCO}_3/\text{KHCO}_3$, viết 3 phản ứng (1), (2), & (4).
- Nếu $x + y = n_{\text{CO}_2}$: Tạo muối $\text{BaCO}_3/\text{CaCO}_3$ & $\text{NaHCO}_3/\text{KHCO}_3$, viết 2 phản ứng (1) & (4).
- Nếu $x + y < n_{\text{CO}_2} < x + 2y$: Tạo muối $\text{BaCO}_3/\text{CaCO}_3$, $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2/\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, & $\text{NaHCO}_3/\text{KHCO}_3$, viết 3 phản ứng (1), (4), & (6).
- Nếu $x + 2y \leq n_{\text{CO}_2}$: Tạo muối $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2/\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ & $\text{NaHCO}_3/\text{KHCO}_3$, viết 2 phản ứng (4) & (6).

6 $\text{SO}_2 + \text{NaOH/KOH} \& \text{Ba}(\text{OH})_2/\text{Ca}(\text{OH})_2$

Trường hợp SO_2 tác dụng với dung dịch chứa x mol NaOH/KOH & y mol $\text{Ba}(\text{OH})_2/\text{Ca}(\text{OH})_2$. Có thể coi các phản ứng xảy ra theo thứ tự: $\text{SO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{BaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (1). Nếu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mà vẫn sục khí SO_2 vào thì $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{SO}_2 + 2\text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (2). Nếu NaOH/KOH hết mà vẫn sục khí SO_2 vào thì $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaHSO}_3$ hoặc $\text{SO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KHSO}_3$ (3). (2) + (3): $\text{SO}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaHSO}_3$ hoặc $\text{SO}_2 + \text{KOH} \longrightarrow \text{KHSO}_3$ (4). Nếu $\text{Na}_2\text{SO}_3/\text{K}_2\text{SO}_3$ hết mà SO_2 còn thì kết tủa tan dần: $\text{SO}_2 + \text{BaSO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$ hoặc $\text{SO}_2 + \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ (5). (1) + (5): $2\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ (6). Tổng hợp lại:

- Nếu $n_{\text{SO}_2} \leq y$: Chỉ tạo muối $\text{BaSO}_3/\text{CaSO}_3$, viết phản ứng (1).
- Nếu $y < n_{\text{SO}_2} \leq \frac{1}{2}x + y$: Tạo muối $\text{BaSO}_3/\text{CaSO}_3$ & $\text{Na}_2\text{SO}_3/\text{K}_2\text{SO}_3$, viết 2 phản ứng (1) & (2).
- Nếu $\frac{1}{2}x + y < n_{\text{SO}_2} < x + y$: Tạo muối $\text{BaSO}_3/\text{CaSO}_3$, $\text{Na}_2\text{SO}_3/\text{K}_2\text{SO}_3$, & $\text{NaHSO}_3/\text{KHSO}_3$, viết 3 phản ứng (1), (2), & (4).
- Nếu $x + y = n_{\text{SO}_2}$: Tạo muối $\text{BaSO}_3/\text{CaSO}_3$ & $\text{NaHSO}_3/\text{KHSO}_3$, viết 2 phản ứng (1) & (4).
- Nếu $x + y < n_{\text{SO}_2} < x + 2y$: Tạo muối $\text{BaSO}_3/\text{CaSO}_3$, $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2/\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$, & $\text{NaHSO}_3/\text{KHSO}_3$, viết 3 phản ứng (1), (4), & (6).
- Nếu $x + 2y \leq n_{\text{SO}_2}$: Tạo muối $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2/\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ & $\text{NaHSO}_3/\text{KHSO}_3$, viết 2 phản ứng (4) & (6).

7 $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{NaOH/KOH}$

Trường hợp P_2O_5 tác dụng với dung dịch NaOH hoặc KOH . Khi anhidrit photphoric (hay phosphor pentoxide hoặc diphosphor pentoxide) P_2O_5 tác dụng với kiềm, tùy theo tỷ lệ mol giữa P_2O_5 & dung dịch NaOH/KOH cho 3 loại muối: Thứ tự các phản ứng: $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$, $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KOH} \longrightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$. Nếu NaOH/KOH còn, H_3PO_4 hết: $\text{NaOH} + \text{NaH}_2\text{PO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{KOH} + \text{KH}_2\text{PO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$. Nếu NaOH/KOH còn, Na_2HPO_4 hết: $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \longrightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$. Đặt $a = \frac{n_{\text{NaOH}}}{n_{\text{P}_2\text{O}_5}}$ hoặc $a = \frac{n_{\text{KOH}}}{n_{\text{P}_2\text{O}_5}}$ là tỷ số mol của NaOH/KOH & P_2O_5 :

- Nếu $0 < a \leq 2$: Chỉ tạo muối $\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{KH}_2\text{PO}_4$.
- Nếu $2 < a < 4$: Tạo 2 muối acid $\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{KH}_2\text{PO}_4$ & $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{K}_2\text{HPO}_4$.
- Nếu $a = 4$: Chỉ tạo muối acid $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{K}_2\text{HPO}_4$.
- Nếu $4 < a < 6$: Tạo muối acid $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{K}_2\text{HPO}_4$ & muối trung hòa $\text{Na}_3\text{PO}_4/\text{K}_3\text{PO}_4$.
- Nếu $a \geq 6$: Chỉ tạo muối trung hòa $\text{Na}_3\text{PO}_4/\text{K}_3\text{PO}_4$.

Có thể ghi gom lại các PTHH giữa $\text{H}_3\text{PO}_4, \text{NaOH}$ thành trực tiếp giữa $\text{P}_2\text{O}_5, \text{NaOH}$ như sau (see, e.g., [An20, pp. 204–205]): $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{NaH}_2\text{PO}_4$ hoặc $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{KOH} \longrightarrow 2\text{KH}_2\text{PO}_4$, $\text{P}_2\text{O}_5 + 4\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{P}_2\text{O}_5 + 4\text{KOH} \longrightarrow 2\text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{KOH} \longrightarrow 2\text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$.

Muối phosphate. Tính chất: Acid phosphoric H_3PO_4 cho 3 loại muối: 1 muối trung hòa & 2 muối acid (hidrophotphat & dihidrophotphat). Các muối trung hòa & muối acid của các kim loại Na, K & ion NH_4^+ là tan. Các kim loại khác chỉ có muối dihidrophotphat là tan được, ngoài ra đều không tan hoặc ít tan trong nước (see, e.g., [An20, p. 206]).

Trường hợp P_2O_5 tác dụng với dung dịch NaOH & KOH . Nếu bài toán cho P_2O_5 phản ứng với dung dịch chứa x mol NaOH & y mol KOH thì có thể thay 2 base này bởi 1 base tương đương (hay “base trung bình”/“averaged base”) MOH. Khi đó, xét tỷ số $a = \frac{n_{\text{MOH}}}{n_{\text{P}_2\text{O}_5}}$ là tỷ số mol của MOH cho bởi (MOH) & P_2O_5 .

8 $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{Ba}(\text{OH})_2/\text{Ca}(\text{OH})_2$

Trường hợp P_2O_5 tác dụng với dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ hoặc $\text{Ca}(\text{OH})_2$ Khi anhidrit photphoric (hay phosphor pentoxide hoặc diphosphor pentoxide) P_2O_5 tác dụng với kiềm, tùy theo tỷ lệ mol giữa P_2O_5 & dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2/\text{Ca}(\text{OH})_2$ cho 3 loại muối: Thứ tự các phản ứng: $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$, $2\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ hoặc $2\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. Nếu $\text{Ba}(\text{OH})_2/\text{Ca}(\text{OH})_2$ còn, H_3PO_4 hết: $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \longrightarrow 2\text{BaHPO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \longrightarrow 2\text{CaHPO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$. Nếu $\text{Ba}(\text{OH})_2/\text{Ca}(\text{OH})_2$ còn, BaHPO_4 hết: $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{BaHPO}_4 \longrightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{CaHPO}_4 \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$. Đặt $a = \frac{n_{\text{Ba}(\text{OH})_2}}{n_{\text{P}_2\text{O}_5}}$ hoặc $a = \frac{n_{\text{Ca}(\text{OH})_2}}{n_{\text{P}_2\text{O}_5}}$ là tỷ số mol của $\text{Ba}(\text{OH})_2/\text{Ca}(\text{OH})_2$ & P_2O_5 :

- Nếu $0 < a \leq 1$: Chỉ tạo muối $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2/\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$.
- Nếu $1 < a < 2$: Tạo 2 muối acid $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2/\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ & $\text{BaHPO}_4/\text{CaHPO}_4$.
- Nếu $a = 2$: Chỉ tạo muối acid $\text{BaHPO}_4/\text{CaHPO}_4$.
- Nếu $2 < a < 3$: Tạo muối acid $\text{BaHPO}_4/\text{CaHPO}_4$ & muối trung hòa $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2/\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
- Nếu $a \geq 6$: Chỉ tạo muối trung hòa $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2/\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Có thể ghi gom lại các PTHH giữa H_3PO_4 , NaOH thành trực tiếp giữa P_2O_5 , NaOH như sau (see, e.g., [An20, pp. 204–205]): $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{NaH}_2\text{PO}_4$ hoặc $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{KOH} \longrightarrow 2\text{KH}_2\text{PO}_4$, $\text{P}_2\text{O}_5 + 4\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{P}_2\text{O}_5 + 4\text{KOH} \longrightarrow 2\text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ hoặc $\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{KOH} \longrightarrow 2\text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$.

Lưu ý 2. Các muối $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$, BaHPO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaHPO_4 không tan.

Trường hợp P_2O_5 tác dụng với dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ & $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Nếu bài toán cho P_2O_5 phản ứng với dung dịch chứa x mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$ & y mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ thì có thể thay 2 base này bởi 1 base tương đương (hay “base trung bình”/“averaged base”) $\text{M}(\text{OH})_2$. Khi đó, xét tỷ số $a = \frac{n_{\text{M}(\text{OH})_2}}{n_{\text{P}_2\text{O}_5}}$ là tỷ số mol của $\text{M}(\text{OH})_2$ cho bởi ($\text{M}(\text{OH})_2$) & P_2O_5 .

9 Problem

- 1 ([An19], 9.b, p. 13). Cho khí CO_2 (đktc) phản ứng với 80 g dung dịch NaOH 25% để tạo thành hỗn hợp muối acid & muối trung hòa theo tỷ lệ số mol là 2 : 3. Tính thể tích CO_2 cần dùng. Ans: 7 L.
- 2 ([NBC22], 239., p. 102). Dẫn khí CO_2 vào 1.2 L dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0.1M thấy tạo ra 5 g 1 muối không tan cùng với 1 muối tan. (a) Tính thể tích khí CO_2 đã dùng (đktc). (b) Tính khối lượng & nồng độ mol của muối tan. (c) Tính thể tích CO_2 (đktc) trong trường hợp chỉ tạo ra muối không tan. Tính khối lượng muối không tan đó. Ans: 7 L.
- 3 ([NBC22], 260., p. 105). Cho 5.6 L khí CO_2 lội qua dung dịch NaOH 20%, $D = 1.22$ g/mol. (a) Tính khối lượng muối tạo thành. (b) Tính nồng độ % các chất có trong dung dịch sau phản ứng. Ans: (a) 4.256 L. (b) 0.058M, 11.34 g. (c) 12 g.
- 4 ([An23], 6.a, p. 7). Cho 2.24 L CO_2 (đktc) tác dụng hoàn toàn với 25 g dung dịch NaOH 20%. Tính khối lượng muối tạo thành. Ans: 6.3 g NaHCO_3 , 2.65 g Na_2CO_3 .
- 5 ([An23], 9.a, p. 11). Dẫn V L khí CO_2 (đktc) qua 250 mL dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 1M thấy có 12.5 g kết tủa. Tính V . Ans: $V \in \{2.8, 8.4\}$.
- 6 ([An23], 12.a, p. 15). Cho 7.84 g CaO tan hoàn toàn vào nước được dung dịch A. Dẫn 2.24 L khí CO_2 (đktc) vào dung dịch A. Tính khối lượng các chất sau phản ứng. Ans: 10 g CaCO_3 , 2.96 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dư.
- 7 ([Tru21], 5.6., p. 15). Dùng 1 dung dịch chứa 20 g NaOH để hấp thụ hoàn toàn 22 g CO_2 . Muối nào được tạo thành & với khối lượng bao nhiêu? Ans: 42 g NaHCO_3 .
- 8 ([Tru21], 5.7., p. 15). Cho 4.48 L CO_2 (đktc) tác dụng hoàn toàn với 50 g dung dịch NaOH 20%. Tính khối lượng muối tạo ra trong dung dịch. Ans: 12.6 g NaHCO_3 , 5.3 g Na_2CO_3 .
- 9 ([Tru21], 5.8., p. 15). Cho dung dịch NaOH 25% có khối lượng riêng $D = 1.28$ g/mL. Hỏi 150 mL dung dịch kiềm đó có khả năng hấp thụ được tối đa bao nhiêu L CO_2 ở đktc? Ans: 26.88 L.
- 10 ([Tru21], 5.9., p. 15). Cho 0.1 mol CO_2 hấp thụ vào 400 mL dung dịch NaOH $a\%$, $D = 1.18$ g/mL, sau đó thêm lượng dư BaCl_2 vào thấy tạo thành 18.715 g kết tủa. Tính a . Ans: 1.6525.
- 11 ([Tru21], 5.10., p. 15). Cho 1.12 L CO_2 (đktc) tác dụng vừa đủ với 100 mL dung dịch NaOH tạo ra muối trung hòa. (a) Viết PTHH. (b) Tính nồng độ mol của dung dịch NaOH . (c) Tính nồng độ % của dung dịch muối sau phản ứng. Biết dung dịch sau phản ứng có khối lượng là 105 g. Ans: (b) 1M. (c) 5.04%.
- 12 ([Tru21], 5.11., p. 15). Biết 2.24 L CO_2 (đktc) tác dụng vừa đủ với 200 mL dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ sinh ra chất kết tủa màu trắng. (a) Viết PTHH. (b) Tính nồng độ mol của dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$. (c) Tính khối lượng chất kết tủa thu được. Ans: (b) 0.5M. (c) 19.7 g.

13 ([Tru21], 8.4., p. 19). Cho 6.2 g Na_2O tan vào nước. Tính thể tích khí SO_2 (đktc) cần thiết sục vào dung dịch trên để thu được: (a) Muối trung hòa. (b) Muối acid. (c) Hỗn hợp muối acid & muối trung hòa có tỷ lệ số mol là 2 : 1. (d) Hỗn hợp muối acid & muối trung hòa có tỷ lệ số mol là $a : b$ với $a, b \in \mathbb{R}$, $a, b > 0$.
Ans: (a) 2.24 L. (b) 4.48 L. (c) 3.36 L.

14 ([Tru21], 8.6., p. 19). Cho 1.568 L CO_2 (đktc) lội chậm qua dung dịch chứa 3.2 g NaOH . Xác định thành phần định tính & định lượng chất được sinh ra sau phản ứng.
Ans: 5.04 g NaHCO_3 , 1.06 g Na_2CO_3 .

15 ([Tru21], 8.7., p. 19). Dẫn khí CO_2 điều chế được bằng cách cho 100 g CaCO_3 tác dụng với dung dịch HCl dư, đi qua dung dịch có chứa 60 g NaOH . Tính khối lượng muối sodium điều chế được.
Ans: 42 g NaHCO_3 , 53 g Na_2CO_3 .

16 ([TLH21], Ví dụ 1, p. 44). Hấp thụ hoàn toàn 7.84 L (đktc) khí CO_2 vào 200 mL dung dịch KOH 1.5M & K_2CO_3 1M. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được dung dịch X. Tính khối lượng mỗi muối có trong dung dịch X.
Ans: 20.7 g K_2CO_3 & 40 g KHCO_3 .

17 ([TLH21], Ví dụ 2, p. 44). Hấp thụ hoàn toàn 0.4 mol khí CO_2 vào dung dịch chứa 0.15 mol Ca(OH)_2 & 0.2 mol KOH . Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được m g kết tủa. Tính m.
Ans: $m = 10$

18 ([TLH21], Ví dụ 3, p. 45). Hấp thụ hoàn toàn 4.48 L CO_2 (đktc) vào 200 mL dung dịch X gồm Na_2CO_3 0.3M & NaOH xM, sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn thu được dung dịch Y. Cho toàn bộ Y tác dụng với dung dịch CaCl_2 (dư), thu được 10 g kết tủa. Tính x.
Ans: $x = 1.2$

19 ([TLH21], Ví dụ 4, p. 45). Hấp thụ hết 6.72 L CO_2 (đktc) vào 200 mL dung dịch chứa KOH 1M & NaOH xM. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, làm khô dung dịch thu được 32.8 g chất rắn khan. Giả sử trong quá trình làm khô dung dịch không xảy ra các PƯHH. Tính x.
Ans: $x = 1.5$

20 ([TLH21], Ví dụ 5, p. 46). Cho 28.4 g P_2O_5 vào 750 mL dung dịch NaOH 1.5M. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, thu được dung dịch chứa m g muối. Tìm m.
Ans: $m = 63.95$

21 ([TLH21], Ví dụ 6, p. 47, TS THPT Chuyên Phan Bội Châu, Nghệ An). Cho m g P_2O_5 vào 19.6 g dung dịch H_3PO_4 5% thu được dung dịch X. Cho dung dịch X phản ứng hết với 100 mL dung dịch KOH 1M thu được dung dịch Y. Cô cạn dung dịch Y thu được 6.48 g chất rắn khan. (a) Viết PTHH. (b) Tính khối lượng các chất có trong 6.48 g chất rắn & giá trị m. Ans: $m = 0.71$

Notation 1. Denote by $\mathbb{R}_{\geq 0} := \{x \in \mathbb{R} | x \geq 0\}$ the set of all nonnegative real numbers.

22. Cho V L CO_2 (đktc) phản ứng với m g dung dịch chứa NaOH a%, KOH b%, Ba(OH)_2 c%, & Ca(OH)_2 d%. Biện luận theo 4 tham số thực không âm $a, b, c, d \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ (các tham số nào bằng 0 tức là vắng mặt các chất tương ứng) để viết PTHH & tính khối lượng từng ion & từng muối tạo thành trong tất cả các trường hợp có thể. Tính nồng độ % của từng ion & từng dung dịch muối đó sau khi loại bỏ tất cả các kết tủa nếu có.

23. Cho V_1 L CO_2 phản ứng với V_2 L dung dịch chứa NaOH aM, KOH bM, Ba(OH)_2 cM, & Ca(OH)_2 dM. Biện luận theo 4 tham số thực không âm $a, b, c, d \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ (các tham số nào bằng 0 tức là vắng mặt các chất tương ứng) để viết PTHH & tính khối lượng từng ion & từng muối tạo thành trong tất cả các trường hợp có thể. Tính nồng độ mol của từng ion & từng dung dịch muối đó sau khi loại bỏ tất cả các kết tủa nếu có biết khối lượng riêng của nước $D_{\text{H}_2\text{O}} = 999.9720 \text{ kg/m}^3$.

24. Cho V L SO_2 (đktc) phản ứng với m g dung dịch chứa NaOH a%, KOH b%, Ba(OH)_2 c%, & Ca(OH)_2 d%. Biện luận theo 4 tham số thực không âm $a, b, c, d \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ (các tham số nào bằng 0 tức là vắng mặt các chất tương ứng) để viết PTHH & tính khối lượng từng ion & từng muối tạo thành trong tất cả các trường hợp có thể. Tính nồng độ % của từng ion & từng dung dịch muối đó sau khi loại bỏ tất cả các kết tủa nếu có.

25. Cho V_1 L SO_2 phản ứng với V_2 L dung dịch chứa NaOH aM, KOH bM, Ba(OH)_2 cM, & Ca(OH)_2 dM. Biện luận theo 4 tham số thực không âm $a, b, c, d \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ (các tham số nào bằng 0 tức là vắng mặt các chất tương ứng) để viết PTHH & tính khối lượng từng ion & từng muối tạo thành trong tất cả các trường hợp có thể. Tính nồng độ mol của từng ion & từng dung dịch muối đó sau khi loại bỏ tất cả các kết tủa nếu có biết khối lượng riêng của nước $D_{\text{H}_2\text{O}} = 999.9720 \text{ kg/m}^3$.

26. Cho V L P_2O_5 (đktc) phản ứng với m g dung dịch chứa NaOH a%, KOH b%, Ba(OH)_2 c%, & Ca(OH)_2 d%. Biện luận theo 4 tham số thực không âm $a, b, c, d \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ (các tham số nào bằng 0 tức là vắng mặt các chất tương ứng) để viết PTHH & tính khối lượng từng ion & từng muối tạo thành trong tất cả các trường hợp có thể. Tính nồng độ % của từng ion & từng dung dịch muối đó sau khi loại bỏ tất cả các kết tủa nếu có.

27. Cho V_1 L P_2O_5 phản ứng với V_2 L dung dịch chứa NaOH aM, KOH bM, Ba(OH)_2 cM, & Ca(OH)_2 dM. Biện luận theo 4 tham số thực không âm $a, b, c, d \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ (các tham số nào bằng 0 tức là vắng mặt các chất tương ứng) để viết PTHH & tính khối lượng từng ion & từng muối tạo thành trong tất cả các trường hợp có thể. Tính nồng độ mol của từng ion & từng dung dịch muối đó sau khi loại bỏ tất cả các kết tủa nếu có biết khối lượng riêng của nước $D_{\text{H}_2\text{O}} = 999.9720 \text{ kg/m}^3$.

28. Viết chương trình Pascal, Python, C/C++ để giải bài toán oxide acid phản ứng với dung dịch base:

- Input. Line 1: Số test $t \in \mathbb{N}^*$. Line 2: Tên của oxide acid & (các) base. Line 3: Số mol hoặc thể tích oxide acid (đktc) hoặc khối lượng oxide acid đó, khối lượng hoặc thể tích dung dịch dung dịch, 4 số thực không âm $a, b, c, d \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ tương ứng 4 nồng độ % nếu khối lượng của dung dịch vừa được cho hoặc 4 nồng độ mol nếu thể tích của dung dịch vừa được cho.

- **Output.** Các PTHH, khối lượng từng chất trong dung dịch sau phản ứng, khối lượng từng kết tủa, nồng độ % từng chất tan sau khi đã loại bỏ kết tủa nếu Input nhập vào khối lượng dung dịch, nồng độ mol từng chất tan sau khi đã loại bỏ kết tủa nếu Input nhập vào thể tích dung dịch.
- Sample.

| oxide_acid_base.inp | oxide_acid_base.out |
|--|---------------------|
| 4 CO2 NaOH n = 0.1mol V = 200mL 1.5 CO2 NaOH KOH n = 0.1mol V = 200mL 1.5 2.2 SO2 KOH Ba(OH)2 Ca(OH)2 m = 4.4g V = 200mL 1.5 2.2 3.75 P2O5 NaOH KOH Ba(OH)2 Ca(OH)2 V = 336mL m = 200g 1.25 2.5 3.75 4 | |

Tài liệu

- [An19] Ngô Ngọc An. *400 Bài Tập Hóa Học 9*. Nhà Xuất Bản Đại Học Quốc Gia Hà Nội, 2019, p. 199.
- [An20] Ngô Ngọc An. *Giúp Trí Nhớ Chuỗi Phản Ứng Hóa Học*. Tái bản lần thứ 8. Nhà Xuất Bản Giáo Dục, 2020, p. 213.
- [An23] Ngô Ngọc An. *350 Bài Tập Hóa Học Chọn Lọc & Nâng Cao Lớp 9*. Tái bản lần thứ 13. Nhà Xuất Bản Giáo Dục, 2023, p. 183.
- [NBC22] Lê Đình Nguyên, Hoàng Tấn Bửu, and Hà Đình Cẩn. *500 Bài Tập Hóa Học Trung Học Cơ Sở*. Nhà Xuất Bản Đại Học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh, 2022, p. 250.
- [TLH21] Nguyễn Xuân Trường, Quách Văn Long, and Hoàng Thị Thúy Hương. *Các Chuyên Đề Bồi Dưỡng Học Sinh Giỏi Hóa Học 9*. Nhà Xuất Bản Đại Học Quốc Gia Hà Nội, 2021, p. 454.
- [Trư21] Nguyễn Xuân Trường. *Bài Tập Nâng Cao Hóa Học 9*. Tái bản lần thứ 15. Nhà Xuất Bản Giáo Dục Việt Nam, 2021, p. 239.