

Problem: Oxide Acid + Base Reaction

Bài Tập: Oxide Acid Tác Dụng với Dung Dịch Kiềm

Nguyễn Quân Bá Hồng*

Ngày 6 tháng 7 năm 2023

Mục lục

1	$\text{CO}_2, \text{SO}_2 + \text{NaOH}, \text{KOH}$	1
2	$\text{SO}_2, \text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2, \text{Ca}(\text{OH})_2$	2
3	$\text{SO}_2, \text{CO}_2 + \text{NaOH}, \text{KOH}, \text{Ba}(\text{OH})_2, \text{Ca}(\text{OH})_2$	3
4	$\text{P}_2\text{O}_5 + \text{NaOH}, \text{KOH}$	3
5	Problem	3
	Tài liệu	3

1 $\text{CO}_2, \text{SO}_2 + \text{NaOH}, \text{KOH}$

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 cả 2).

Trường hợp CO_2 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 CO_2 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 & CO_2 :

- Nếu $0 < a \leq 1$: Chỉ tạo muối acid $\text{NaHCO}_3/\text{KHCO}_3$, viết phản ứng (3).
- Nếu $1 < a < 2$: Tạo cả muối acid $\text{NaHCO}_3/\text{KHCO}_3$ & muối trung hòa $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{K}_2\text{CO}_3$, viết 2 phản ứng (1) & (3).
- Nếu $a \geq 2$: Chỉ tạo muối trung hòa $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{K}_2\text{CO}_3$, viết phản ứng (1).

Trường hợp CO_2 tác dụng với dung dịch NaOH & KOH . Nếu bài toán cho CO_2 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 & CO_2 :

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

Trường hợp SO_2 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 SO_2 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 SO_2 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 & SO_2 .

- Nếu $0 < a \leq 1$: Chỉ tạo muối acid $\text{NaHSO}_3/\text{KHSO}_3$, viết phản ứng (3).
- Nếu $1 < a < 2$: Tạo cả muối acid $\text{NaHSO}_3/\text{KHSO}_3$ & muối trung hòa $\text{Na}_2\text{SO}_3/\text{K}_2\text{SO}_3$, viết 2 phản ứng (1) & (3).
- Nếu $a \geq 2$: Chỉ tạo muối trung hòa $\text{Na}_2\text{SO}_3/\text{K}_2\text{SO}_3$, viết phản ứng (1).

Nếu bài toán cho SO_2 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 cho bởi (MOH) & CO_2 .

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

2 SO₂, 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: CO₂ + Ba(OH)₂ → BaCO₃↓ + H₂O hoặc CO₂ + Ca(OH)₂ → CaCO₃↓ + H₂O (1). Nếu Ba(OH)₂/Ca(OH)₂ hết mà vẫn sục khí CO₂ vào: CO₂ + BaCO₃ + H₂O → Ba(HCO₃)₂ hoặc CO₂ + CaCO₃ + H₂O → Ca(HCO₃)₂ (2). (1) + (2): 2CO₂ + Ba(OH)₂ → Ba(HCO₃)₂ hoặc 2CO₂ + Ca(OH)₂ → Ca(HCO₃)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:

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

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: CO₂ + Ba(OH)₂ → BaCO₃↓ + H₂O hoặc CO₂ + Ca(OH)₂ → CaCO₃↓ + H₂O (1). Nếu Ca(OH)₂ mà vẫn sục khí CO₂ vào thì CO₂ + 2NaOH → Na₂CO₃ + H₂O hoặc CO₂ + 2KOH → K₂CO₃ + H₂O (2). Nếu NaOH/KOH hết mà vẫn sục khí CO₂ vào thì CO₂ + Na₂CO₃ + H₂O → 2NaHCO₃ hoặc CO₂ + K₂CO₃ + H₂O → 2KHCO₃ (3). (2) + (3): CO₂ + NaOH → NaHCO₃ hoặc CO₂ + KOH → KHCO₃ (4). Nếu Na₂CO₃/K₂CO₃ hết mà CO₂ còn thì kết tủa tan dần: CO₂ + BaCO₃ + H₂O → Ba(HCO₃)₂ hoặc CO₂ + CaCO₃ + H₂O → Ca(HCO₃)₂ (5). (1) + (5): 2CO₂ + Ca(OH)₂ → Ca(HCO₃)₂ (6). Tổng hợp lại:

- Nếu $n_{\text{CO}_2} \leq y$: Chỉ tạo muối BaCO₃/CaCO₃, viết phản ứng (1).
- Nếu $y < n_{\text{CO}_2} \leq \frac{1}{2}x + y$: Tạo muối BaCO₃/CaCO₃ & Na₂CO₃/K₂CO₃, viết 2 phản ứng (1) & (2).
- Nếu $\frac{1}{2}x + y < n_{\text{CO}_2} < x + y$: Tạo muối BaCO₃/CaCO₃, Na₂CO₃/K₂CO₃, & NaHCO₃/KHCO₃, viết 3 phản ứng (1), (2), & (4).
- Nếu $x + y = n_{\text{CO}_2}$: Tạo muối BaCO₃/CaCO₃ & NaHCO₃/KHCO₃, viết 2 phản ứng (1) & (4).
- Nếu $x + y < n_{\text{CO}_2} < x + 2y$: Tạo muối BaCO₃/CaCO₃, Ba(HCO₃)₂/Ca(HCO₃)₂, & NaHCO₃/KHCO₃, viết 3 phản ứng (1), (4), & (6).
- Nếu $x + 2y \leq n_{\text{CO}_2}$: Tạo muối Ba(HCO₃)₂/Ca(HCO₃)₂ & NaHCO₃/KHCO₃, viết 2 phản ứng (4) & (6).

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: SO₂ + Ba(OH)₂ → BaSO₃↓ + H₂O hoặc SO₂ + Ca(OH)₂ → CaSO₃↓ + H₂O (1). Nếu Ba(OH)₂/Ca(OH)₂ hết mà vẫn sục khí SO₂ vào: SO₂ + BaSO₃ + H₂O → Ba(HSO₃)₂ hoặc SO₂ + CaSO₃ + H₂O → Ca(HSO₃)₂ (2). (1) + (2): 2SO₂ + Ba(OH)₂ → Ba(HSO₃)₂ hoặc 2SO₂ + Ca(OH)₂ → Ca(HSO₃)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 (MOH) & SO₂.

Trường hợp SO₂ 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: SO₂ + Ba(OH)₂ → BaSO₃↓ + H₂O hoặc SO₂ + Ca(OH)₂ → CaSO₃↓ + H₂O (1). Nếu Ca(OH)₂ mà vẫn sục khí SO₂ vào thì SO₂ + 2NaOH → Na₂SO₃ + H₂O hoặc SO₂ + 2KOH → K₂SO₃ + H₂O (2). Nếu NaOH/KOH hết mà vẫn sục khí SO₂ vào thì SO₂ + Na₂SO₃ + H₂O → 2NaHSO₃ hoặc SO₂ + K₂SO₃ + H₂O → 2KHSO₃ (3). (2) + (3): SO₂ + NaOH → NaHSO₃ hoặc SO₂ + KOH → KHSO₃ (4). Nếu Na₂SO₃/K₂SO₃ hết mà SO₂ còn thì kết tủa tan dần: SO₂ + BaSO₃ + H₂O → Ba(HSO₃)₂ hoặc SO₂ + CaSO₃ + H₂O → Ca(HSO₃)₂ (5). (1) + (5): 2SO₂ + Ca(OH)₂ → Ca(HSO₃)₂ (6). Tổng hợp lại:

- Nếu $n_{\text{SO}_2} \leq y$: Chỉ tạo muối BaSO₃/CaSO₃, 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).

3 $\text{SO}_2, \text{CO}_2 + \text{NaOH}, \text{KOH}, \text{Ba}(\text{OH})_2, \text{Ca}(\text{OH})_2$

4 $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{NaOH}, \text{KOH}$

5 Problem

1. Cho V_1 L CO_2 phản ứng với V_2 L dung dịch chứa a mol NaOH , b mol KOH , c mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$, & d mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Biện luận theo 4 tham số $a, b, c, d \in \mathbb{R}$, $a, b, c, d > 0$, để viết PTHH & tính khối lượng từng muối tạo thành. Tính nồng độ % & nồng độ mol của từng dung dịch đó sau khi loại bỏ tất cả các kết tủa nếu có biết thể tích dung dịch thay đổi không đáng kể.

2. Cho V_1 L SO_2 phản ứng với V_2 L dung dịch chứa a mol NaOH , b mol KOH , c mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$, & d mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Biện luận theo 4 tham số $a, b, c, d \in \mathbb{R}$, $a, b, c, d > 0$, để viết PTHH & tính khối lượng từng muối tạo thành. Tính nồng độ % & nồng độ mol của từng dung dịch đó sau khi loại bỏ tất cả các kết tủa nếu có biết thể tích dung dịch thay đổi không đáng kể.

3. Cho V_1 L P_2O_5 phản ứng với V_2 L dung dịch chứa a mol NaOH , b mol KOH , c mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$, & d mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Biện luận theo 4 tham số $a, b, c, d \in \mathbb{R}$, $a, b, c, d > 0$, để viết PTHH & tính khối lượng từng muối tạo thành. Tính nồng độ % & nồng độ mol của từng dung dịch đó sau khi loại bỏ tất cả các kết tủa nếu có biết thể tích dung dịch thay đổi không đáng kể.

4 ([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.

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

6 ([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 x M, 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 .

7 ([TLH21], Ví dụ 4, p. 45). Hấp thụ hết 6.72 L CO_2 (đktc) vào 200 mL dung dịch chứa KOH 1M & NaOH x M. 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 .

8 ([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 .

9 ([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 .

Tài liệu

[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.