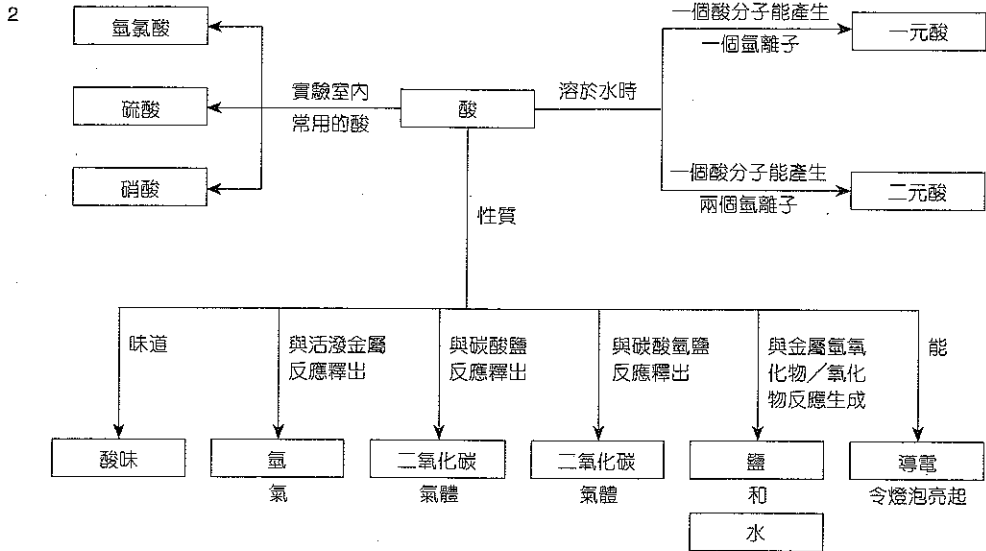
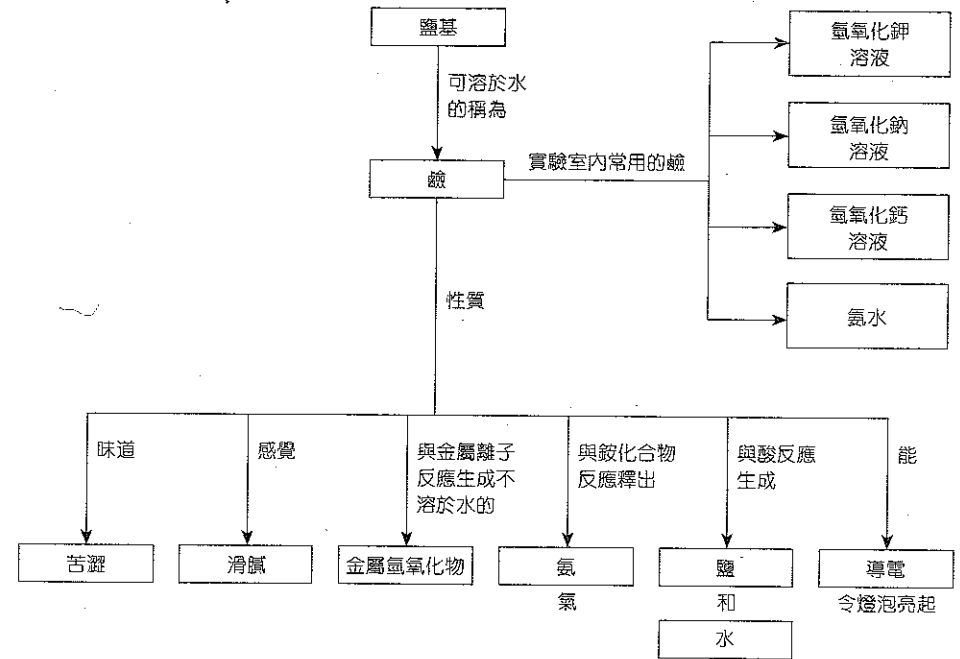


應用練習的建議答案

- 1 a) 檸檬
- b) 氫
- c) 二氧化碳
- d) 氫
- e) 滑膩
- f) 鹽、水
- g) 腐蝕性



3



4

	屬於酸/鹼/兩者皆擁有的性質
可溶於水	兩者皆擁有
有滑膩的感覺	屬於鹼
通常與金屬反應並釋出氫氣	屬於酸
能中和鹽基	屬於酸
溶於水時會產生離子	兩者皆擁有
在水溶液狀態時能導電	兩者皆擁有

5	把 NaOH(aq)加入含有以下金屬離子的溶液	沉澱物的顏色	沉澱物會否溶於過量的 NaOH(aq)?	離子方程式
	Ca ²⁺ (aq)	白色	不會	Ca ²⁺ (aq) + 2OH ⁻ (aq) → Ca(OH) ₂ (s)
	Mg ²⁺ (aq)	白色	不會	Mg ²⁺ (aq) + 2OH ⁻ (aq) → Mg(OH) ₂ (s)
	Al ³⁺ (aq)	白色	會	Al ³⁺ (aq) + 3OH ⁻ (aq) → Al(OH) ₃ (s)
	Pb ²⁺ (aq)	白色	會	Pb ²⁺ (aq) + 2OH ⁻ (aq) → Pb(OH) ₂ (s)
	Zn ²⁺ (aq)	白色	會	Zn ²⁺ (aq) + 2OH ⁻ (aq) → Zn(OH) ₂ (s)
	Fe ²⁺ (aq)	綠色	不會	Fe ²⁺ (aq) + 2OH ⁻ (aq) → Fe(OH) ₂ (s)
	Fe ³⁺ (aq)	紅棕色	不會	Fe ³⁺ (aq) + 3OH ⁻ (aq) → Fe(OH) ₃ (s)
	Cu ²⁺ (aq)	淡藍色	不會	Cu ²⁺ (aq) + 2OH ⁻ (aq) → Cu(OH) ₂ (s)

6	把 NH ₃ (aq)加入含有以下金屬離子的溶液	沉澱物的顏色	沉澱物會否溶於過量的 NH ₃ (aq)?	離子方程式
	Mg ²⁺ (aq)	白色	不會	Mg ²⁺ (aq) + 2OH ⁻ (aq) → Mg(OH) ₂ (s)
	Al ³⁺ (aq)	白色	不會	Al ³⁺ (aq) + 3OH ⁻ (aq) → Al(OH) ₃ (s)
	Pb ²⁺ (aq)	白色	不會	Pb ²⁺ (aq) + 2OH ⁻ (aq) → Pb(OH) ₂ (s)
	Zn ²⁺ (aq)	白色	會	Zn ²⁺ (aq) + 2OH ⁻ (aq) → Zn(OH) ₂ (s)
	Fe ²⁺ (aq)	綠色	不會	Fe ²⁺ (aq) + 2OH ⁻ (aq) → Fe(OH) ₂ (s)
	Fe ³⁺ (aq)	紅棕色	不會	Fe ³⁺ (aq) + 3OH ⁻ (aq) → Fe(OH) ₃ (s)
	Cu ²⁺ (aq)	淡藍色	會	Cu ²⁺ (aq) + 2OH ⁻ (aq) → Cu(OH) ₂ (s)

7	化學品	危險警告標籤	化學品	危險警告標籤
	濃氫氯酸	B	稀氫氯酸	C
	濃硝酸	B, D	稀硫酸	C
	濃硫酸	B	稀氫氧化鈉溶液	B 或 C

8 A 碳酸鈣(大理石)與稀硫酸反應,釋出二氧化碳氣體。

9 A

10 D 通渠劑通常含有氫氧化鈉。

11 D

12 A 選擇 B - 氯化鐵(II)溶液會生成綠色沉澱物。
選擇 C - 氯化鐵(III)溶液會生成紅棕色沉澱物。
選擇 D - 硫酸銅(II)溶液會生成淡藍色沉澱物。

13 B

14 C

15 A (3) 玻璃清潔劑通常含有氨。

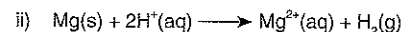
16 B (1) 稀氫氧化鈉溶液帶有苦澀味。
(3) 稀氫氧化鈉溶液與硫酸銅(II)溶液反應時,會生成淡藍色沉澱物。

17 D

18 a) 氯化氫氣體溶於水時,氯化氫分子會電離,產生氫離子。氯化氫溶於水得出的溶液含有可自由游動的離子,因此能導電。

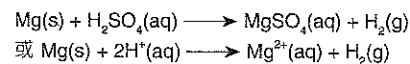
氯化氫溶於乾燥的甲苯得出的溶液不含可自由游動的離子,因此不能導電。

b) i) 氫

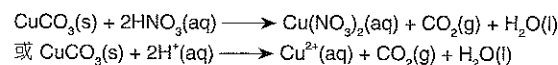


19 一個三元酸分子在水中溶解時能產生三個氫離子。

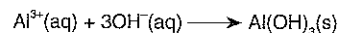
20 a) 釋出氣泡。



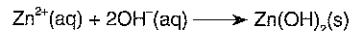
b) 出現泡騰。



c) 有一白色沉澱物生成。



d) 有一白色沉澱物生成;該沉澱物會溶於過量的稀氫氧化鈉溶液中,生成一無色的溶液。

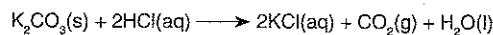


21 —

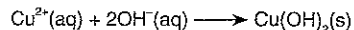
22 a) 瓶 B 或瓶 D 內的溶液—稀氫氯酸或稀硫酸



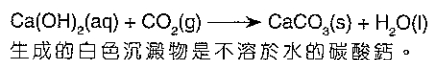
b) 瓶 B 內的溶液—稀氫氯酸



c) 瓶 A 或瓶 C 內的溶液—稀氫氧化鈉溶液或氫氧化鈣溶液



d) 瓶 C 內的溶液—氫氧化鈣溶液



第4章 / 第14節

課內活動的建議答案

化解疑難 (第31頁)

1 學生應該可以記錄以下的現象：

- 金屬 X 慢慢向下層的水下沉。
- 金屬 X 與水反應迅速，釋出無色氣體。
- 含有數滴酚酞的水變為粉紅色。
- 金屬 X 接觸水面後會向上升，然後再緩慢地下沉。
- 金屬 X 重複地上下移動。

2 學生可能作出以下的推斷：

- 金屬 X 是一種活潑的金屬。
- 金屬 X 與水反應後，生成一鹼性物質，這種鹼性物質令酚酞變為粉紅色。
- 金屬 X 的密度比水的低，但比石蠟油的高。
- 金屬 X 是鈉。

討論區 (第35頁)

學生應認識石蕊、酚酞和 pH 試紙是顯示物質酸鹼性質的不同工具。可用 pH 試紙量度溶液的 pH 值，而石蕊和酚酞則只可顯示溶液是酸性還是鹼性。

學生可能會提出以下步驟：

- 1 連續稀釋兩種酸溶液十倍數次。
- 2 用 pH 試紙量度所有稀釋溶液的 pH 值，並比較 pH 值的趨向。
- 3 每次十倍稀釋後，強酸的 pH 值會增加 1。由於強酸已完全電離，十倍的稀釋會降低氫離子的濃度到原來的十分一，所以每次稀釋後，強酸的 pH 值會增加 1。
- 4 經稀釋後，弱酸的 pH 值增加的幅度會較小。弱酸的稀釋會令部分酸分子電離，產生氫離子。每次十倍稀釋會增加溶液的 pH 值，但增加幅度應少於 1。

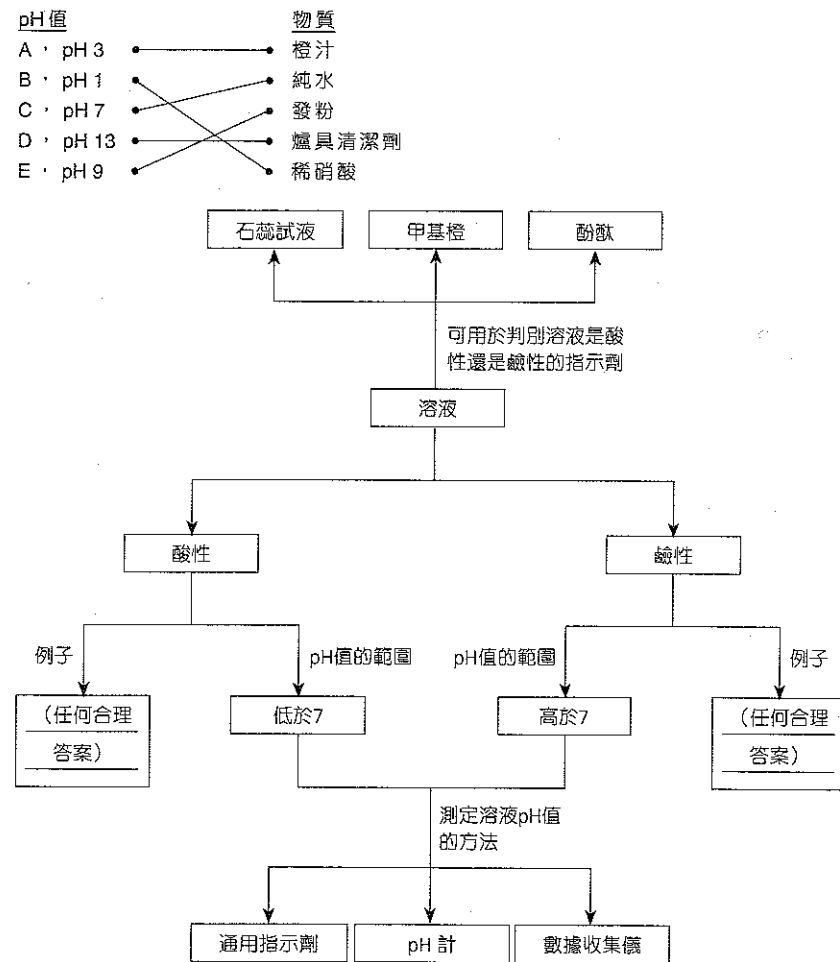
應用練習的建議答案

指示劑	指示劑在溶液中的顏色	
	稀氫氯酸	稀氫氧化鈉溶液
石蕊試液	紅	藍
甲基橙	紅	黃
酚酞	無色	紅

- 2 a) i) C
ii) B
iii) A
iv) D
v) E

- b) pH 值
- | | |
|----------|-------|
| A, pH 3 | 橙汁 |
| B, pH 1 | 純水 |
| C, pH 7 | 發粉 |
| D, pH 13 | 爐具清潔劑 |
| E, pH 9 | 稀硝酸 |

3



4 A

5 A 玻璃清潔劑通常含有氫。

6 B 選擇 A — 茄汁的強烈味道來自醋，而醋含有乙酸。

7 B 硫酸是一種強酸，而乙酸是一種弱酸。硫酸含有較高濃度的氫離子，所以硫酸的 pH 值比乙酸的底。

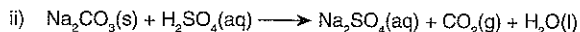
8 D

9 C (1) 乙酸是一種弱酸，它在水中只能部分電離。

10 D

11 含氮的清潔劑 > 純水 > 牛奶 > 醋 > 胃液

12 a) i) 稀硫酸



b) i) 在 B 和 C 兩個瓶子中的試劑是氨水和稀氫氧化鈉溶液，可用硝酸鉛(II)溶液測試這兩種試劑。

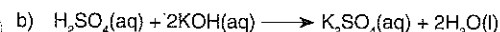
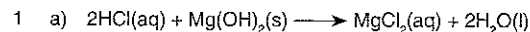
ii) 氨水和稀氫氧化鈉溶液與硝酸鉛(II)溶液反應時，均會生成白色的沉澱物，該沉澱物會溶於過量的稀氫氧化鈉溶液中，但不溶於過量的氨水中。
(其他合理答案也可接受)

13 a) 稀酸能導電，因為含有可自由游動的離子。

b) 溶液的導電性能與可自由游動的離子的濃度成正比。強酸在水中幾乎完全電離，而弱酸在水中只能部分電離。強酸比弱酸含有較高濃度的可自由游動的離子，因此，強酸的導電性能較弱酸為佳。

課內活動的建議答案

測試站 (第 42 頁)



b) 否

測試站 (第 46 頁)

1 硫酸鎂

2 氯化鈹

3 硝酸銅(II)

測試站 (第 50 頁)

1 利用稀氫氯酸與鋅的反應。

2 利用碳酸鉀溶液與稀硫酸進行滴定。

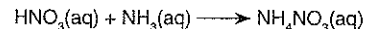
3 利用稀硝酸與碳酸銅(II)的反應。

網上追蹤 (第 51 頁)

除了建議的範圍外，學生可能搜集到中和作用的其他用途，例如：

- 肥料的生產

很多常用的肥料都是利用中和作用製成的，例如硝酸銨便是透過硝酸和氨的中和作用製成的。



- 昆蟲針咬的處理

螞蟻和蜜蜂的針刺帶酸性，可用弱鹼的溶液（例如碳酸氫鈉溶液）沖洗患處，以舒緩不適。

黃蜂的針刺是鹼性的。要減輕被黃蜂針刺帶來的不適，可使用醋或檸檬汁中和患處。

- 牙膏

我們口腔裏的細菌能透過對食物的作用製造酸。這些酸會溶解牙齒上的琺瑯質，令牙齒蛀洞。牙膏帶鹼性，它含有的鹼可以中和口腔裏的酸。

討論區 (第 53 頁)

- 碳酸鈣與稀氫氯酸反應時會產生二氧化碳氣體，但氫氧化鎂與稀氫氯酸反應卻不會產生該氣體。該氣體會令人感到不適，因此，氫氧化鎂是較理想的制酸劑有效成分。
- 將藥片咬碎可令它與胃部的稀氫氯酸的反應更快。

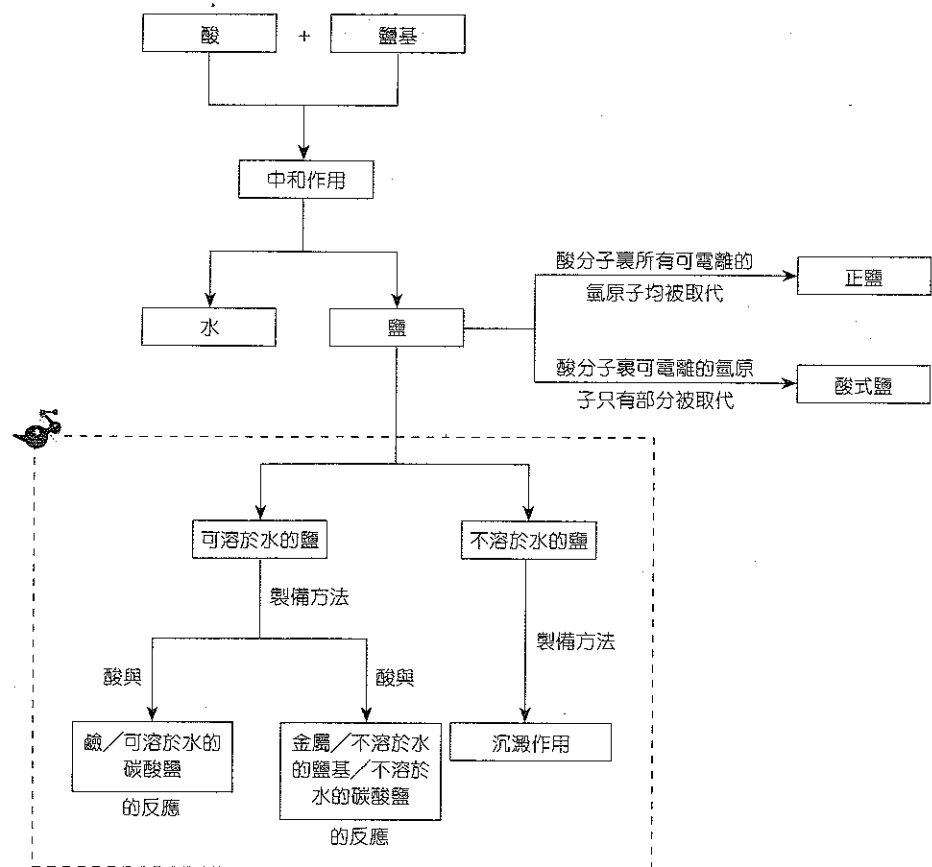
應用練習的建議答案

- 氫
 - 氫氧
 - 氧
 - 水
 - 鹽
 - 水
 - 正
 - 酸式

反應	生成的鹽的名稱
氫氧化鈣和稀硝酸	硝酸鈣
氫氧化鎂和稀氫氯酸	氯化鎂
稀氫氧化鈉溶液和稀硫酸	硫酸鈉
碳酸鈉和稀硝酸	硝酸鈉
氧化銅(II)和稀硫酸	硫酸銅(II)

- $\text{KOH(aq)} + \text{HNO}_3(\text{aq}) \longrightarrow \text{KNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)}$
 - $\text{Ba(OH)}_2(\text{s}) + 2\text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{BaCl}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O(l)}$
 - $2\text{Fe(OH)}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O(l)}$
 - $\text{Al(OH)}_3(\text{s}) + 3\text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{AlCl}_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O(l)}$
 - $2\text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O(l)}$

4



- A
- B 把硝酸鉛(II)溶液與氯化鈉溶液混合，會生成不溶於水的氯化鉛(II)。
- A
- B 制酸劑含有鹽基。
- C (1) 氨水會中和乙酸。
(3) 固體碳酸鎂會與乙酸反應，生成乙酸鎂、二氧化碳和水。
- D

- 11 a) 藥片中的氫氧化鎂能中和胃裏過多的氫氯酸，從而減輕痛楚。



- b) 藥片中的碳酸氫鈉與檸檬酸反應，生成二氧化碳氣體。

- c) 在潮濕的環境，藥片中的酸會與碳酸氫鈉反應。

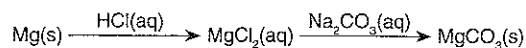


- 12 a) 利用稀硫酸與鐵的反應。

- b) 利用稀氫氯酸與碳酸鈣的反應。

- c) 利用氫氧化鈉溶液與稀硝酸進行滴定。

- d) 利用稀氫氯酸與鎂的反應獲取氯化鎂溶液；然後以碳酸鈉溶液與氯化鎂溶液的反應，製取碳酸鎂。



- 13 —



- 14 利用稀硫酸和鎂的反應可製備硫酸鎂。

把 20 cm³ 稀硫酸倒入一個燒杯內。加入一些鎂，並用玻璃棒攪拌。繼續加入鎂，直至有一些鎂剩餘在燒杯內。用過濾法把剩餘的鎂分離。把生成的溶液加熱，令一半的水分蒸發掉。把濃溶液靜置一旁，讓它冷卻並結晶。用過濾法把晶體從溶液分離出來，接着用少量冷蒸餾水沖洗晶體，並用濾紙把晶體弄乾。

課內活動的建議答案

測試站 (第 64 頁)

1 NaCl 的摩爾質量 = (23.0 + 35.5) g mol⁻¹ = 58.5 g mol⁻¹

$$\begin{aligned} \text{NaCl 的摩爾數} &= \frac{\text{質量}}{\text{摩爾質量}} \\ &= \frac{23.4 \text{ g}}{58.5 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 0.400 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{氯化鈉溶液的摩爾濃度} &= \frac{\text{NaCl 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}} \\ &= \frac{0.400 \text{ mol}}{2.0 \text{ dm}^3} \\ &= 0.20 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (M)} \end{aligned}$$

2 NaHCO₃ 的摩爾質量 = (23.0 + 1.0 + 12.0 + 3 × 16.0) g mol⁻¹ = 84.0 g mol⁻¹

$$\begin{aligned} \text{碳酸氫鈉溶液的摩爾濃度} &= \frac{\text{NaHCO}_3 \text{ 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}} \\ 0.10 \text{ mol dm}^{-3} &= \frac{\text{NaHCO}_3 \text{ 的摩爾數}}{(500.0 / 1000) \text{ dm}^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NaHCO}_3 \text{ 的摩爾數} &= 0.10 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{500.0}{1000} \text{ dm}^3 \\ &= 0.050 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NaHCO}_3 \text{ 的質量} &= \text{NaHCO}_3 \text{ 的摩爾數} \times \text{NaHCO}_3 \text{ 的摩爾質量} \\ &= 0.050 \text{ mol} \times 84.0 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 4.2 \text{ g} \end{aligned}$$

3 CuSO₄·5H₂O 的摩爾質量 = [63.5 + 32.0 + 4 × 16.0 + 5 × (2 × 1.0 + 16.0)] g mol⁻¹ = 249.5 g mol⁻¹

$$\begin{aligned} \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O 的摩爾數} &= \frac{\text{質量}}{\text{摩爾質量}} \\ &= \frac{9.98 \text{ g}}{249.5 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 0.0400 \text{ mol} \end{aligned}$$

硫酸銅(II)溶液的摩爾濃度 = $\frac{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的摩爾數}{溶液的體積}

$$0.500 \text{ mol dm}^{-3} = \frac{0.0400 \text{ mol}}{\text{溶液的體積}}$$

$$\begin{aligned} \text{溶液的體積} &= \frac{0.0400 \text{ mol}}{0.500 \text{ mol dm}^{-3}} \\ &= 0.0800 \text{ dm}^3 \\ &= 80.0 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

4 假設該樣本的體積為 $1\,000 \text{ cm}^3$ (即 1 dm^3)。

$$\begin{aligned} 1\,000 \text{ cm}^3 \text{ 樣本的質量} &= 1.21 \text{ g cm}^{-3} \times 1\,000 \text{ cm}^3 \\ &= 1\,210 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1\,000 \text{ cm}^3 \text{ 樣本中 HCl 的質量} &= 1\,000 \text{ cm}^3 \text{ 樣本的質量} \times \text{樣本中 HCl 的質量百分比} \\ &= 1\,210 \text{ g} \times 32.3\% \\ &= 391 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HCl 的摩爾質量} &= (1.0 + 35.5) \text{ g mol}^{-1} \\ &= 36.5 \text{ g mol}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1\,000 \text{ cm}^3 \text{ 樣本中 HCl 的摩爾數} &= \frac{\text{質量}}{\text{摩爾質量}} \\ &= \frac{391 \text{ g}}{36.5 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 10.7 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{樣本中氫氯酸的摩爾濃度} &= \frac{\text{HCl 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}} \\ &= \frac{10.7 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} \\ &= 10.7 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (M)} \end{aligned}$$

測試站 (第 66 頁)

1 濃縮前溶質的摩爾數 = 濃縮後溶質的摩爾數

(MV) 濃縮前 = (MV) 濃縮後, M = 摩爾濃度, V = 體積

$$\begin{aligned} 2.0 \times \frac{450.0}{1\,000} &= M \times \frac{125.0}{1\,000} \\ M &= 7.2 \end{aligned}$$

∴ 濃酸的摩爾濃度是 7.2 M。

2 稀釋前溶質的摩爾數 = 稀釋後溶質的摩爾數

(MV) 稀釋前 = (MV) 稀釋後, M = 摩爾濃度, V = 體積

$$\begin{aligned} 5.50 \times \frac{700.0}{1\,000} &= M \times \frac{300.0 + 700.0}{1\,000} \\ M &= 3.85 \end{aligned}$$

∴ 稀釋後的酸溶液的摩爾濃度是 3.85 M。


3 稀釋前溶質的摩爾數 = 稀釋後溶質的摩爾數

(MV) 稀釋前 = (MV) 稀釋後, M = 摩爾濃度, V = 體積


$$\begin{aligned} 2.0 \times \frac{50.0}{1\,000} &= 0.40 \times \frac{V}{1\,000} \\ V &= 250 \end{aligned}$$

製得溶液的體積 = 250 cm^3


∴ 需要加入的水的體積 = $(250 - 50.0) \text{ cm}^3$
= 200 cm^3

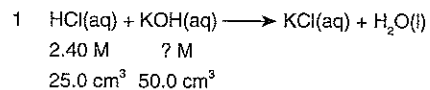
 討論區 (第 70 頁)

溶液的摩爾濃度是一立方分米溶液所含溶質的摩爾數,而不是一立方分米水。

 討論區 (第 74 頁)

- 1 先用被移放的溶液把移液管和滴定管洗滌,是因為儀器內任何水或雜質都會改變被移放溶液的濃度,這樣會影響滴定的結果。
- 2 錐形瓶是用來盛載特定體積的溶液(通常是 25.0 cm^3),也就是特定數量的溶質。如果先用該溶液把錐形瓶洗滌,瓶裏剩下的溶質便會影響滴定的結果。

 測試站 (第 81 頁)



$$\begin{aligned} 25.0 \text{ cm}^3 \text{ 的氫氯酸所含 HCl 的摩爾數} &= \text{溶液的摩爾濃度} \times \text{溶液的體積} \\ &= 2.40 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{25.0}{1\,000} \text{ dm}^3 \\ &= 0.0600 \text{ mol} \end{aligned}$$

從方程式可知, 1 摩爾的 HCl 需要 1 摩爾的 KOH 完全中和, 生成 1 摩爾的 KCl。

a) 50.0 cm^3 的氫氧化鉀溶液所含 KOH 的摩爾數 = 0.0600 mol

$$\begin{aligned} \text{氫氧化鉀溶液的摩爾濃度} &= \frac{\text{KOH 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}} \\ &= \frac{0.0600 \text{ mol}}{(50.0 / 1000) \text{ dm}^3} \\ &= 1.20 \text{ mol dm}^{-3} (\text{M}) \end{aligned}$$

b) 生成的溶液中 KCl 的摩爾數 = 0.0600 mol

$$\text{生成的溶液的體積} = (25.0 + 50.0) \text{ cm}^3 = 75.0 \text{ cm}^3$$

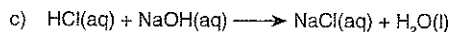
$$\begin{aligned} \text{生成的氯化鉀溶液的摩爾濃度} &= \frac{\text{KCl 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}} \\ &= \frac{0.0600 \text{ mol}}{(75.0 / 1000) \text{ dm}^3} \\ &= 0.800 \text{ mol dm}^{-3} (\text{M}) \end{aligned}$$

2 a) 由無色變為紅色。

b) 在四次滴定實驗中，所需氫氧化鈉溶液的體積分別是 27.5 cm^3 、 25.9 cm^3 、 26.0 cm^3 和 26.1 cm^3 。由於第一次滴定所得的數據與其餘三次差距較大，而且為試驗性質，所以可不計算在內。

∴ 中和氫氯酸所需氫氧化鈉溶液的平均體積

$$\begin{aligned} &= \frac{25.9 + 26.0 + 26.1}{3} \text{ cm}^3 \\ &= 26.0 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



$$\begin{array}{cc} ? \text{ M} & 0.250 \text{ M} \\ 25.0 \text{ cm}^3 & 26.0 \text{ cm}^3 \end{array}$$



$$250.0 \text{ cm}^3$$



(用去) 25.0 cm^3

26.0 cm^3 的氫氧化鈉溶液所含 NaOH 的摩爾數 = 溶液的摩爾濃度 × 溶液的體積

$$\begin{aligned} &= 0.250 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{26.0}{1000} \text{ dm}^3 \\ &= 0.00650 \text{ mol} \end{aligned}$$

從方程式可知，要完全中和 1 摩爾的 HCl，需要 1 摩爾的 NaOH。

∴ 25.0 cm^3 的稀釋的潔廁劑溶液中 HCl 的摩爾數 = 0.00650 mol

$$\begin{aligned} 250.0 \text{ cm}^3 \text{ 的稀釋的潔廁劑溶液中 HCl 的摩爾數} &= 0.00650 \text{ mol} \times \frac{250.0 \text{ cm}^3}{25.0 \text{ cm}^3} \\ &= 0.0650 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{潔廁劑內氫氯酸的摩爾濃度} &= \frac{\text{HCl 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}} \\ &= \frac{0.0650 \text{ mol}}{(25.0 / 1000) \text{ dm}^3} \\ &= 2.60 \text{ mol dm}^{-3} (\text{M}) \end{aligned}$$

測試站 (第 88 頁)

1 假設該酸的鹽基度為 n 。可用 H_nX 表示該酸。



$$\begin{aligned} 25.0 \text{ cm}^3 \text{ 的樣本中檸檬酸的質量} &= 8.06 \text{ g dm}^{-3} \times \frac{25.0}{1000} \text{ dm}^3 \\ &= 0.202 \text{ g} \end{aligned}$$

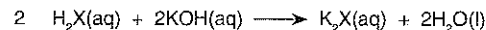
$$\begin{aligned} \text{用去的 } \text{H}_n\text{X} \text{ 的摩爾數} &= \frac{\text{H}_n\text{X 的質量}}{\text{H}_n\text{X 的摩爾質量}} \\ &= \frac{0.202 \text{ g}}{192 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 0.00105 \text{ mol} \end{aligned}$$

用去的 NaOH 的摩爾數 = 溶液的摩爾濃度 × 溶液的體積

$$\begin{aligned} &= 0.420 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{7.50}{1000} \text{ dm}^3 \\ &= 0.00315 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{H}_n\text{X 的摩爾數}}{\text{NaOH 的摩爾數}} &= \frac{1}{n} = \frac{0.00105 \text{ mol}}{0.00315 \text{ mol}} \\ \therefore n &= 3 \end{aligned}$$

∴ 檸檬酸的鹽基度是 3。



$$\begin{array}{cc} 6.30 \text{ g} & 0.500 \text{ M} \\ 250.0 \text{ cm}^3 & 20.0 \text{ cm}^3 \end{array}$$



(用去) 25.0 cm^3

a) 假設 H_2X 的相對分子質量為 m 。

$$\begin{aligned} 6.30 \text{ g 的二元酸所含 } \text{H}_2\text{X} \text{ 的摩爾數} &= \frac{\text{H}_2\text{X 的質量}}{\text{H}_2\text{X 的摩爾質量}} \\ &= \frac{6.30 \text{ g}}{m \text{ g mol}^{-1}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 25.0 \text{ cm}^3 \text{ 的酸溶液中 } \text{H}_2\text{X} \text{ 的摩爾數} &= \frac{6.30}{m} \text{ mol} \times \frac{25.0 \text{ cm}^3}{250.0 \text{ cm}^3} \\ &= \frac{6.30}{10m} \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20.0 \text{ cm}^3 \text{ 的氫氧化鉀溶液所含 KOH 的摩爾數} &= \text{溶液的摩爾濃度} \times \text{溶液的體積} \\ &= 0.500 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{20.0}{1000} \text{ dm}^3 \\ &= 0.0100 \text{ mol} \end{aligned}$$

從方程式可知，要完全中和 1 摩爾的 H_2X ，需要 2 摩爾的 KOH。

$$\begin{aligned} \therefore 25.0 \text{ cm}^3 \text{ 的酸溶液中 } \text{H}_2\text{X} \text{ 的摩爾數} &= \frac{1}{2} \times \text{KOH 的摩爾數} \\ &= \frac{1}{2} \times 0.0100 \text{ mol} \\ &= 0.00500 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 25.0 \text{ cm}^3 \text{ 的酸溶液中 } \text{H}_2\text{X} \text{ 的摩爾數} &= \frac{6.30}{10m} \text{ mol} \\ &= 0.00500 \text{ mol} \\ m &= 126 \end{aligned}$$

$\therefore \text{H}_2\text{X}$ 的相對分子質量是 126。

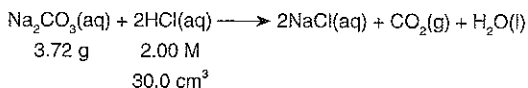
b) H_2X 的相對分子質量 = $2 \times \text{H}$ 的相對原子質量 + X 的相對原子質量

$$\begin{aligned} \therefore \text{X 的相對原子質量} &= 126 - 2.0 \\ &= 124 \end{aligned}$$

3 a) 由黃色變為紅色。

b) 中和碳酸鈉溶液所需 2.00 M 氫氯酸的平均體積

$$\begin{aligned} &= \frac{30.0 + 30.1 + 29.9}{3} \text{ cm}^3 \\ &= 30.0 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



水合碳酸鈉 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) 的摩爾質量 = $(106.0 + 18.0x) \text{ g mol}^{-1}$

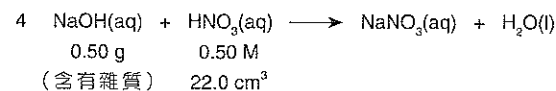
$$\begin{aligned} \text{碳酸鈉溶液所含 } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \text{ 的摩爾數} &= \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \text{ 的質量}}{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \text{ 的摩爾質量}} \\ &= \frac{3.72 \text{ g}}{(106.0 + 18x) \text{ g mol}^{-1}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 30.0 \text{ cm}^3 \text{ 的 } 2.00 \text{ M 氫氯酸所含 HCl 的摩爾數} &= \text{溶液的摩爾濃度} \times \text{溶液的體積} \\ &= 2.00 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{30.0}{1000} \text{ dm}^3 \\ &= 0.0600 \text{ mol} \end{aligned}$$

從方程式可知，要與 1 摩爾的 Na_2CO_3 完全反應，需要 2 摩爾的 HCl。

$$\begin{aligned} \therefore \text{碳酸鈉溶液所含 } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \text{ 的摩爾數} &= \frac{0.0600}{2} \text{ mol} \\ &= 0.0300 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{碳酸鈉溶液所含 } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \text{ 的摩爾數} &= \frac{3.72}{(106.0 + 18.0x)} \text{ mol} \\ &= 0.0300 \text{ mol} \\ \therefore x &= 1 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{與氫氧化鈉溶液反應的 } \text{HNO}_3 \text{ 的摩爾數} &= \text{溶液的摩爾濃度} \times \text{溶液的體積} \\ &= 0.50 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{22.0}{1000} \text{ dm}^3 \\ &= 0.011 \text{ mol} \end{aligned}$$

從方程式可知，要完全中和 1 摩爾的 NaOH，需要 1 摩爾的 HNO_3 。

$\therefore \text{NaOH}$ 的摩爾數 = 0.011 mol

$$\begin{aligned} \text{NaOH 的摩爾質量} &= (23.0 + 16.0 + 1.0) \text{ g mol}^{-1} \\ &= 40.0 \text{ g mol}^{-1} \end{aligned}$$

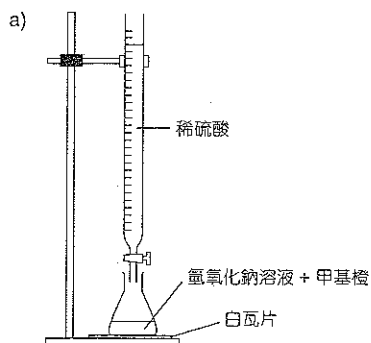
$$\begin{aligned} \text{樣本中氫氧化鈉的質量} &= \text{NaOH 的摩爾數} \times \text{NaOH 的摩爾質量} \\ &= 0.011 \text{ mol} \times 40.0 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 0.44 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{樣本中氫氧化鈉的純度百分比} &= \frac{0.44 \text{ g}}{0.50 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 88\% \end{aligned}$$

應用練習的建議答案

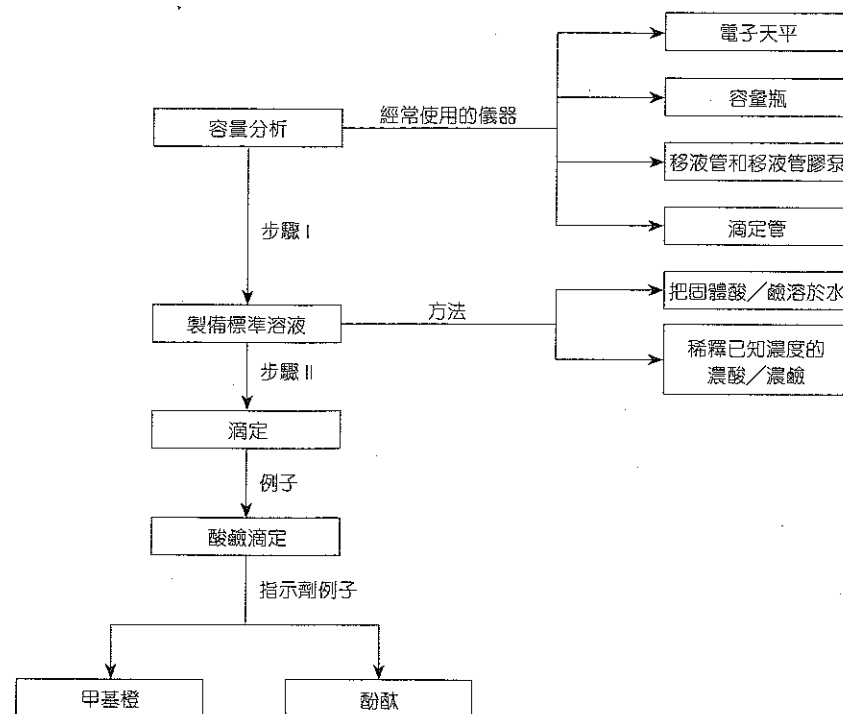
物質	物質的摩爾質量 (g mol ⁻¹)	需製備的溶液的摩爾濃度 (M)	製備 250.0 cm ³ 的溶液所需溶質的質量 (g)
碳酸鈉 Na ₂ CO ₃	106.0	0.10	2.65
硫酸銅(II) CuSO ₄ ·5H ₂ O	249.5	0.80	49.9
乙二酸 (COOH) ₂ ·2H ₂ O	126.0	0.200	6.30

- 2 a) 電子天平
b) 容量瓶
c) 移液管
d) 錐形瓶
e) 滴定管



- b) 25.0 cm³ 移液管
c) 由黃色轉為紅色
d) 硫酸鈉
e) $2\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

4



5

- a) 錐形瓶
b) 指示劑
c) 滴定管
d) 滴定管
e) 滴定管
f) 滴定管
g) 滴定管
- 6 A 2 M 硫酸的 pH 值最低，所含氫離子的濃度最高。
7. A K_2CO_3 的摩爾質量 = $(2 \times 39.0 + 12.0 + 3 \times 16.0) \text{ g mol}^{-1}$
= 138.0 g mol^{-1}

$$\begin{aligned} \text{K}_2\text{CO}_3 \text{ 的摩爾數} &= \frac{\text{K}_2\text{CO}_3 \text{ 的質量}}{\text{K}_2\text{CO}_3 \text{ 的摩爾質量}} \\ &= \frac{41.4 \text{ g}}{138.0 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 0.300 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\text{溶液的體積} = \frac{200}{1000} \text{ dm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{碳酸鉀溶液的摩爾濃度} &= \frac{\text{K}_2\text{CO}_3 \text{ 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}} \\ &= \frac{0.300 \text{ mol}}{(200 / 1000) \text{ dm}^3} \\ &= 1.50 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (M)} \end{aligned}$$

8 D NaOH 的摩爾質量 = (23.0 + 16.0 + 1.0) g mol⁻¹
= 40.0 g mol⁻¹

$$\begin{aligned} \text{氫氧化鈉溶液的摩爾濃度} &= \frac{\text{NaOH 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}} \\ 2.00 \text{ mol dm}^{-3} &= \frac{\text{NaOH 的摩爾數}}{(250.0 / 1000) \text{ dm}^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NaOH 的摩爾數} &= 2.00 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{250.0}{1000} \text{ dm}^3 \\ &= 0.500 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NaOH 的質量} &= \text{NaOH 的摩爾數} \times \text{NaOH 的摩爾質量} \\ &= 0.500 \text{ mol} \times 40.0 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 20.0 \text{ g} \end{aligned}$$

9 B

10 A

11 B

12 D (MV) 稀釋前 = (MV) 稀釋後 · M = 摩爾濃度 · V = 體積

$$4.00 \times 16.0 = M \times (16.0 + 4.0)$$

$$M = 3.20$$

∴ 生成的溶液的摩爾濃度是 3.20 mol dm⁻³ (M)。

13 C

14 C

15 C

16 a) KCl 的摩爾質量 = (39.0 + 35.5) g mol⁻¹ = 74.5 g mol⁻¹

$$\begin{aligned} \text{KCl 的摩爾數} &= \frac{\text{KCl 的質量}}{\text{KCl 的摩爾質量}} \\ &= \frac{1.49 \text{ g}}{74.5 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 0.0200 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{氯化鉀溶液的摩爾濃度} &= \frac{\text{KCl 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}} \\ &= \frac{0.0200 \text{ mol}}{(250.0 / 1000) \text{ dm}^3} \\ &= 0.0800 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (M)} \end{aligned}$$

b) HCl 的摩爾質量 = (1.0 + 35.5) g mol⁻¹ = 36.5 g mol⁻¹

$$\begin{aligned} \text{HCl 的摩爾數} &= \frac{\text{HCl 的質量}}{\text{HCl 的摩爾質量}} \\ &= \frac{3.65 \text{ g}}{36.5 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 0.100 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{氫氯酸的摩爾濃度} &= \frac{\text{HCl 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}} \\ &= \frac{0.100 \text{ mol}}{(500.0 / 1000) \text{ dm}^3} \\ &= 0.200 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (M)} \end{aligned}$$

c) Na₂CO₃ 的摩爾質量 = (2 × 23.0 + 12.0 + 3 × 16.0) g mol⁻¹ = 106.0 g mol⁻¹

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ 的摩爾數} &= \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ 的質量}}{\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ 的摩爾質量}} \\ &= \frac{10.6 \text{ g}}{106.0 \text{ g mol}^{-1}} \\ &= 0.100 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{碳酸鈉溶液的摩爾濃度} &= \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}} \\ &= \frac{0.100 \text{ mol}}{2.50 \text{ dm}^3} \\ &= 0.0400 \text{ mol dm}^{-3} \text{ (M)} \end{aligned}$$

17 a) (MV) 稀釋前 = (MV) 稀釋後, M = 摩爾濃度, V = 體積

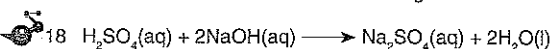
$$5.00 \times \frac{600.0}{1000} = M \times 20.0$$

$$M = 0.15$$

∴ 經稀釋的酸溶液的摩爾濃度是 0.15 mol dm^{-3} (M)。

b) H_2SO_4 的摩爾質量 = $(2 \times 1.0 + 32.0 + 4 \times 16.0) \text{ g mol}^{-1}$
 $= 98.0 \text{ g mol}^{-1}$

經稀釋的酸溶液的濃度 = $0.15 \text{ mol dm}^{-3} \times 98.0 \text{ g mol}^{-1}$
 $= 14.7 \text{ g dm}^{-3}$



0.20 M ? M
 25.0 cm³ 22.7 cm³

25.0 cm³ 的硫酸所含 H_2SO_4 的摩爾數 = 溶液的摩爾濃度 × 溶液的體積
 $= 0.20 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{25.0}{1000} \text{ dm}^3$
 $= 0.0050 \text{ mol}$

從方程式可知, 要完全中和 1 摩爾的 H_2SO_4 , 需要 2 摩爾的 NaOH。

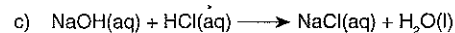
∴ NaOH 的摩爾數 = $2 \times \text{H}_2\text{SO}_4$ 的摩爾數
 $= 2 \times 0.0050 \text{ mol}$
 $= 0.010 \text{ mol}$

氫氧化鈉溶液的摩爾濃度 = $\frac{\text{NaOH 的摩爾數}}{\text{溶液的體積}}$
 $= \frac{0.010 \text{ mol}}{(22.7 / 1000) \text{ dm}^3}$
 $= 0.44 \text{ mol dm}^{-3}$ (M)

19 —

20 —

- 21 a) • 移液管的末端必須保持在液面下。吸注溶液直至液面升至刻度以上 2–3 cm 處。
 • 用食指控制溶液的流放, 讓溶液流出移液管, 直至液面到達刻度處。
 • 把溶液移放至一個錐形瓶內。移放時讓移液管的末端接觸錐形瓶的內壁, 不要吹出移液管內最後一滴的溶液。
- b) 下列兩種指示劑均適用:
- 酚酞 — 由紅色轉為無色
 - 甲基橙 — 由黃色轉為紅色



0.180 M 0.200 M
 25.0 cm³ ? cm³

25.0 cm³ 的氫氧化鈉溶液所含 NaOH 的摩爾數 = 溶液的摩爾濃度 × 溶液的體積
 $= 0.180 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{25.0}{1000} \text{ dm}^3$
 $= 0.00450 \text{ mol}$

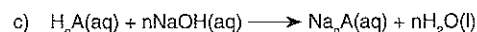
從方程式可知, 要完全中和 1 摩爾的 NaOH, 需用 1 摩爾的 HCl。

∴ HCl 的摩爾數 = 0.00450 mol

完全中和氫氧化鈉溶液所需氫氯酸的體積 = $\frac{\text{HCl 的摩爾數}}{\text{溶液的摩爾濃度}}$
 $= \frac{0.00450 \text{ mol}}{0.200 \text{ mol dm}^{-3}}$
 $= 0.0225 \text{ dm}^3$
 $= 22.5 \text{ cm}^3$

22 a) 蒸餾水

b) 由無色轉為紅色



0.36 g 0.20 M
 24.0 cm³

錐形瓶內 H_nA 的摩爾數 = $\frac{\text{H}_n\text{A 的質量}}{\text{H}_n\text{A 的摩爾質量}}$
 $= \frac{0.36 \text{ g}}{150.0 \text{ g mol}^{-1}}$
 $= 0.0024 \text{ mol}$

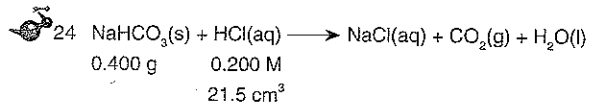
要完全中和 H_nA 溶液所需 NaOH 的摩爾數 = 溶液的摩爾濃度 × 溶液的體積

$= 0.20 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{24.0}{1000} \text{ dm}^3$
 $= 0.0048 \text{ mol}$

$\frac{\text{H}_n\text{A 的摩爾數}}{\text{NaOH 的摩爾數}} = \frac{1}{n}$
 $= \frac{0.0024 \text{ mol}}{0.0048 \text{ mol}}$

∴ n = 2

23 —



21.5 cm³ 的氫氯酸所含 HCl 的摩爾數 = 溶液的摩爾濃度 × 溶液的體積

$$= 0.200 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{21.5}{1000} \text{ dm}^3$$

$$= 0.00430 \text{ mol}$$

從方程式可知，1 摩爾的 NaHCO₃ 需用 1 摩爾的 HCl 作完全反應。

∴ 藥片內 NaHCO₃ 的摩爾數 = 0.00430 mol

$$\text{NaHCO}_3 \text{ 的摩爾質量} = (23.0 + 1.0 + 12.0 + 3 \times 16.0) \text{ g mol}^{-1}$$

$$= 84.0 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{藥片內 NaHCO}_3 \text{ 的質量} = \text{NaHCO}_3 \text{ 的摩爾數} \times \text{NaHCO}_3 \text{ 的摩爾質量}$$

$$= 0.00430 \text{ mol} \times 84.0 \text{ g mol}^{-1}$$

$$= 0.361 \text{ g}$$

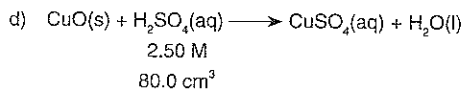
$$\therefore \text{藥片內 NaHCO}_3 \text{ 的質量百分比} = \frac{0.361 \text{ g}}{0.400 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 90.3\%$$

25 a) 硫酸銅(II)

b) 過濾

- c) • 把反應混合物加熱，令一半的水分蒸發掉。
 • 把濃溶液靜置一旁，讓它冷卻並結晶。



80.0 cm³ 的硫酸所含 H₂SO₄ 的摩爾數 = 溶液的摩爾濃度 × 溶液的體積

$$= 2.50 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{80.0}{1000} \text{ dm}^3$$

$$= 0.200 \text{ mol}$$

從方程式可知，1 摩爾的 H₂SO₄ 與 1 摩爾的 CuO 反應，生成 1 摩爾的 CuSO₄。CuO 是過量的，H₂SO₄ 的量決定生成的 CuSO₄ 的量。

∴ 製得的 CuSO₄·5H₂O 的摩爾數 = 0.200 mol

$$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ 的摩爾質量} = (63.5 + 32.0 + 4 \times 16.0 + 5 \times 18.0) \text{ g mol}^{-1}$$

$$= 249.5 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{製得的 CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ 的質量} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ 的摩爾數} \times \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ 的摩爾質量}$$

$$= 0.200 \text{ mol} \times 249.5 \text{ g mol}^{-1}$$

$$= 49.9 \text{ g}$$

26 計算所需固體乙二酸的質量。稱取空稱量瓶的準確質量。把固體乙二酸放入稱量瓶內，直至其質量大約等於計算得到的結果，稱取稱量瓶連同固體酸的準確質量。把固體酸倒入一個燒杯內。再稱取稱量瓶和剩餘的固體酸的準確質量。

加入約 100 cm³ 的蒸餾水，並用玻璃棒攪拌，直至所有固體酸溶解。所有固體酸溶解後，利用漏斗把溶液倒入一個 250.0 cm³ 的容量瓶內。用少許蒸餾水清洗燒杯、玻璃棒和漏斗數次，把所有洗液倒入容量瓶內。

把蒸餾水加入容量瓶，直至液面在刻度以下約 2 cm 處。用滴管加入蒸餾水，直至液面到達容量瓶的刻度。蓋上瓶塞，把容量瓶倒置數次，充分搖勻瓶內的溶液。

27 可用稀氫氧化鉀溶液和稀硫酸的反應製備硫酸鉀晶體。

先將已知體積的氫氧化鉀溶液放入一錐形瓶內。加入數滴酸鹼指示劑。把滴定管內的硫酸加入錐形瓶中，直至指示劑剛剛轉色。這時我們已加入足量的酸以中和鹼溶液。錐形瓶內的混合溶液含有硫酸鉀和指示劑。

用相同體積的鹼溶液重複實驗，但不要使用酸鹼指示劑。按第一次實驗所得的數據，把中和鹼所需體積的酸加入鹼溶液中。最後把混合溶液慢慢蒸發，以獲取所需的硫酸鉀晶體。