

# 達思化學

課本 8

第 15 章 分析化學



## 目錄

- ➡ 55.1 簡介
- ➡ 55.2 食物和藥物的分析
- ➡ 55.3 環境保護
- ➡ 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色
- ➡ 55.5 分析化學在臨床診斷上扮演的角色

續下頁



# 目錄

➡ 關鍵詞彙

➡ 摘要

➡ 按節練習

➡ 按章練習





## 55.1 簡介 (頁180)

- ◆ 分析化學被廣泛用於不同範疇，例如：
  - 分析食物和藥物；
  - 監測空氣中污染物的水平；
  - 進行鑑證分析；
  - 進行臨床實驗室測試。



臨床實驗室測試



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

- ◆ 無論是傳統的分析方法（例如容量分析），還是現代的儀器分析方法，都在食物和藥物的分析方面扮演着重要的角色。
- ◆ 對食物樣本進行試驗，可檢測它們的營養價值，以及是否含污染物、有害的病原或毒素等。
- ◆ 分析食物樣本更可確保食物的添加劑含量不超過合法水平及不含殺蟲劑。
- ◆ 利用各種光譜法和其他技術可確定新合成藥物的結構。



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 利用容量分析來分析食物

- ◆ 容量分析在食物分析方面扮演着重要的角色。
- ◆ 牛奶的酸度是其品質的一個指標，這可以通過標準氫氧化鈉水溶液的滴定來測定。
- ◆ 二氧化硫常用作酒的防腐劑，酒樣本中二氧化硫的含量可以通過標準碘水溶液的滴定來測定。



酒中二氧化硫的含量可利用容量分析來測定



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 問 (例題 55.1)

進行以下的實驗，以測定某奶粉樣本中氮的含量：

**步驟 1** 把 4.5 g 的奶粉樣本與濃硫酸共熱，從而把其中的氮全部轉化成  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 。

**步驟 2** 把在步驟 1 中獲取的反應混合物與過量的  $\text{NaOH}(\text{aq})$  共熱，釋出  $\text{NH}_3(\text{g})$ 。用  $100.0 \text{ cm}^3$  的  $0.800 \text{ mol dm}^{-3} \text{ HCl}(\text{aq})$  吸收所有釋出的  $\text{NH}_3(\text{g})$ 。

**步驟 3** 用去離子水把所生成的溶液稀釋至  $250.0 \text{ cm}^3$ 。

**步驟 4** 用  $0.100 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NaOH}(\text{aq})$  滴定多個  $25.00 \text{ cm}^3$  經稀釋的溶液，並用酚酞作為指示劑。平均滴定值是  $20.50 \text{ cm}^3$ 。

a) 寫出在步驟 2 中以下反應的化學方程式：

i)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq})$  與  $\text{NaOH}(\text{aq})$  之間的反應；

ii)  $\text{NH}_3(\text{g})$  與  $\text{HCl}(\text{aq})$  之間的反應。



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

問 (例題 55.1) (續)

b) 寫出在步驟 4 中滴定終點的顏色變化。

c) 計算該奶粉樣本中氮的質量百分率。

(相對原子質量：N = 14.0)

答

a) i)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{NaOH}(\text{aq})$



ii)  $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$

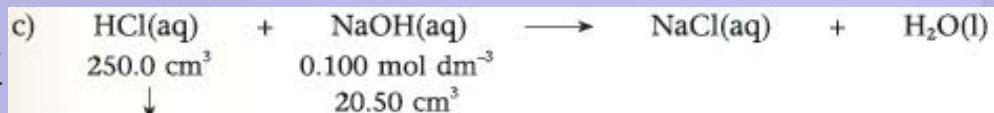
b) 由無色變成粉紅色



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 問 (例題 55.1) (續)

答



(已使用)  $25.00 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{在 } 20.50 \text{ cm}^3 \text{ 溶液中 NaOH 的摩爾數} &= 0.100 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{20.5}{1\,000} \text{ dm}^3 \\ &= 2.05 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{aligned}$$

從方程式可知，1 摩爾的 HCl 會與 1 摩爾的 NaOH 反應。

即是，在  $25.00 \text{ cm}^3$  經稀釋的溶液中 HCl 的摩爾數  $= 2.05 \times 10^{-3} \text{ mol}$

在  $250.0 \text{ cm}^3$  經稀釋的溶液中 HCl 的摩爾數

$$= 10 \times 2.05 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$= 0.0205 \text{ mol}$$

= 步驟 2 後剩餘的 HCl 的摩爾數

$$\begin{aligned} \text{在步驟 2 中使用的 HCl 的摩爾數} &= 0.800 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{100.0}{1\,000} \text{ dm}^3 \\ &= 0.0800 \text{ mol} \end{aligned}$$

用於吸收  $\text{NH}_3$  的 HCl 的摩爾數  $= (0.0800 - 0.0205) \text{ mol}$

$$= 0.0595 \text{ mol}$$

= 釋出的  $\text{NH}_3$  的摩爾數

$$\begin{aligned} \text{樣本中 N 的質量} &= 0.0595 \text{ mol} \times 14.0 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 0.833 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{樣本中 N 的質量百分率} &= \frac{0.833 \text{ g}}{4.50 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 18.5\% \end{aligned}$$

∴ 該奶粉樣本中氮的質量百分率是 18.5%。



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 利用薄層法鑑定有害的食物色素

- ◆ 化學家進行分析，以檢測食物是否含有有害化學物質。



朱古力豆所含的人造色素  
可利用薄層色層法分析

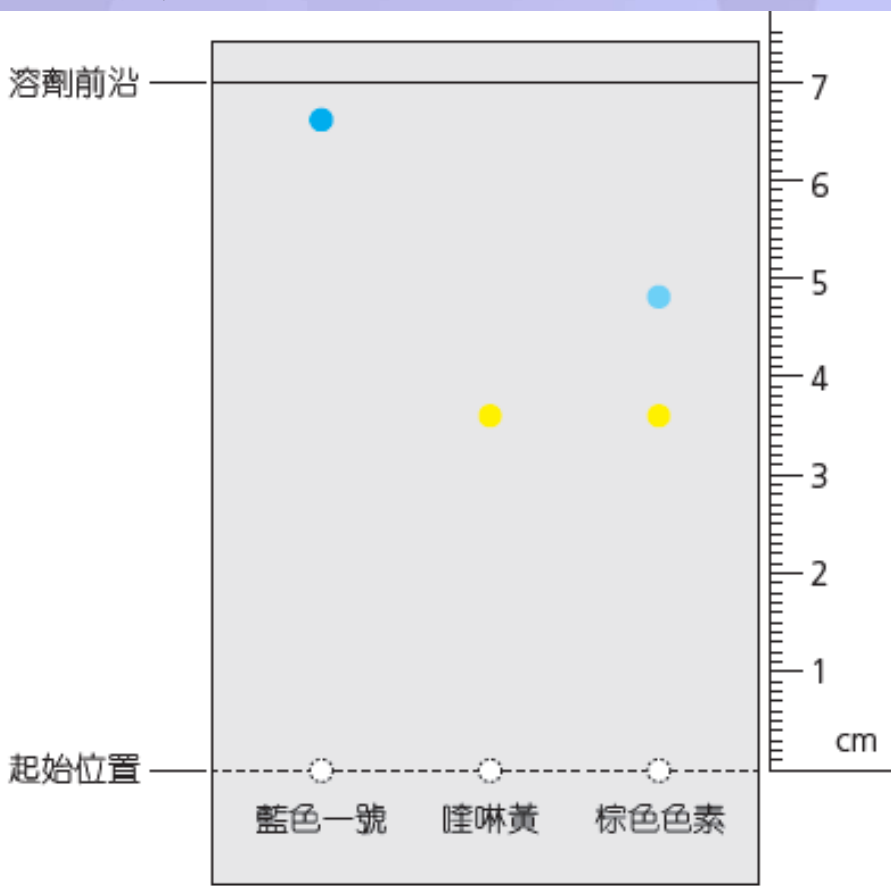


## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 小測試 55.1

最近有研究報告顯示兩種食物色素 — 藍色一號和喹啉黃，可能對兒童的神經系統有害。

某糖果生產商用薄層色層法檢測某棕色色素是否含有任何有害色素。結果顯示如下：



- 解釋為甚麼能辨認食物中的色素十分重要。
- 計算從棕色色素分離出的黃點的  $R_f$  值。
- 該實驗結果提供了棕色色素的甚麼資料，如何有助判斷這種色素是否適合用於製造糖果？

a) 檢測那些色素是否安全食用 / 獲准使用。

$$b) R_f = \frac{3.6 \text{ cm}}{7.0 \text{ cm}} = 0.51$$

- c) • 棕色色素由兩種顏色組成。  
• 棕色色素含有一種未知色素。  
• 棕色色素含有一種有害色素 (喹啉黃)。



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 利用比色法測定蔬菜中鐵的含量

- ◆ 鐵是人體所需的重要元素。它用來製造帶氧蛋白：血紅蛋白和肌紅蛋白。你進食的食物大部分都含有鐵。



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 小測試 55.2

一名化學家用比色法測定某菠菜樣本中鐵的含量。

$\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$  離子與  $\text{SCN}^{-}(\text{aq})$  離子反應，生成深紅色的  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$  離子。該化學家製備了四個  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$  離子的標準溶液。讓  $1\text{ cm}^3$  的每種溶液與過量的  $\text{SCN}^{-}(\text{aq})$  離子生成  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$  離子。用安裝了藍色濾光片的比色計量度每種溶液的吸光度。所得的結果顯示如下：

	標準溶液			
	1	2	3	4
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ 離子的濃度 ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	0.396	0.793	1.98	3.96
吸光度	0.065	0.170	0.402	0.807

- 提出為甚麼要使用藍色濾光片。
- 根據所給數據繪製校準曲線。
- 該科學家稱量  $5.0\text{ g}$  的菠菜，並把它燃燒成灰。把稀硫酸加入那些灰中，製成  $50.0\text{ cm}^3$  的溶液。  
把過量的  $\text{SCN}^{-}(\text{aq})$  離子加入  $1.00\text{ cm}^3$  的該溶液中。這個混合物的吸光度是  $0.550$ 。  
找出該菠菜樣本中鐵的含量。

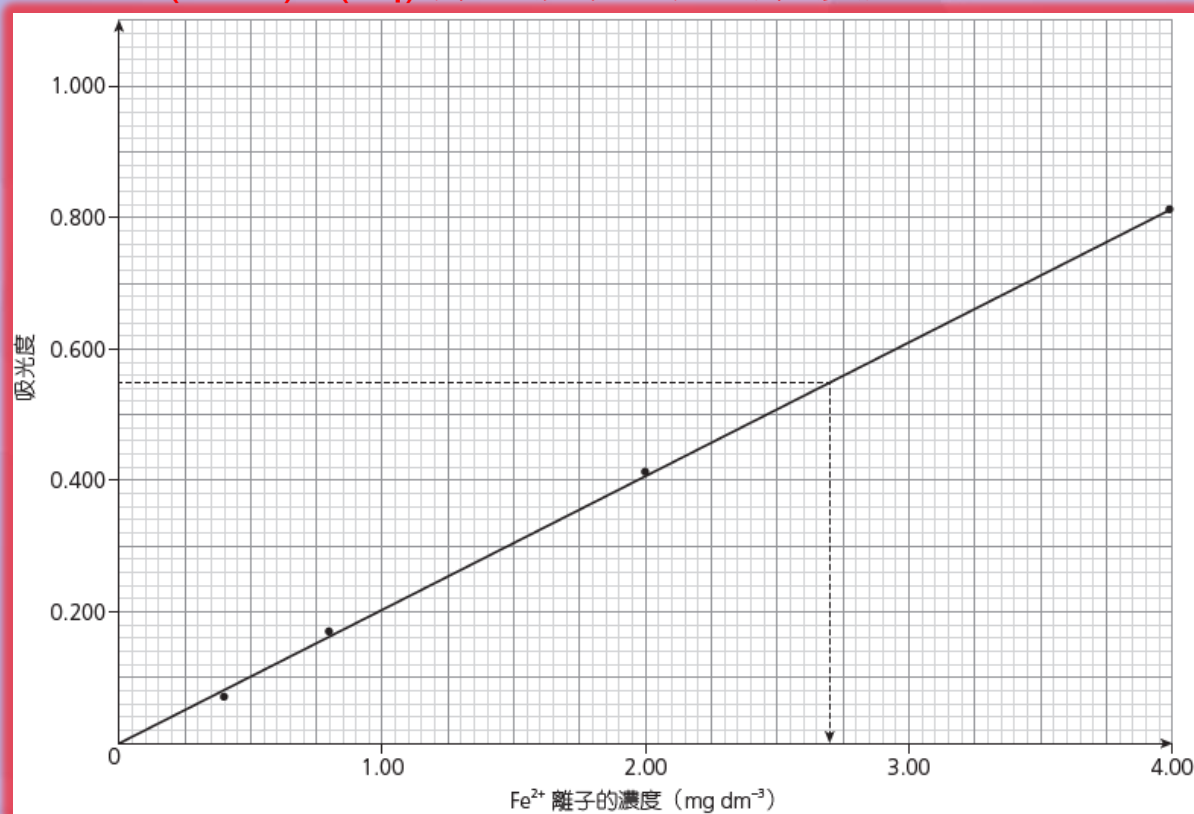


## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 小測試 55.2 (續)

a) 深紅色  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$  離子吸收藍光的程度大。

b) b)



c) 吸光度 = 0.55 時，從坐標圖取得的  $[\text{Fe}^{2+}(\text{aq})] = 2.70 \text{ mg dm}^{-3}$

$$\text{菠菜樣本中鐵的質量} = 2.70 \text{ mg dm}^{-3} \times \frac{50.0}{1000} \text{ dm}^3 = 0.135 \text{ g}$$



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 藥物分析

- ◆ 世界衛生組織估計在發展中國家售賣的藥物有 **25%** 是偽冒的。
- ◆ 報告指出被發現的偽冒藥物過半數是沒有有效成分或是成分錯誤的。
- ◆ 政府化驗所的化學家會分析在香港售賣的藥物。
- ◆ 在辨別假藥時，他們可利用薄層色層法進行初步的測試。



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 利用氣相色層法-質譜法分析食物和藥物

- ◆ 把氣相色層法與質譜法聯用，可以為食物和藥物作詳細的分析。
- ◆ 這種方法稱為**氣相色層法-質譜法 (gas chromatography-mass spectrometry)**。



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 氣相色層法

- ◆ 氣相色層法是用於分離較易揮發化合物的混合物中的成分的一種技術。
- ◆ 這種色層法不只是分離混合物中的成分，也能量度每種成分的含量。所採用的儀器稱為氣相色譜儀。



氣相色譜儀



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

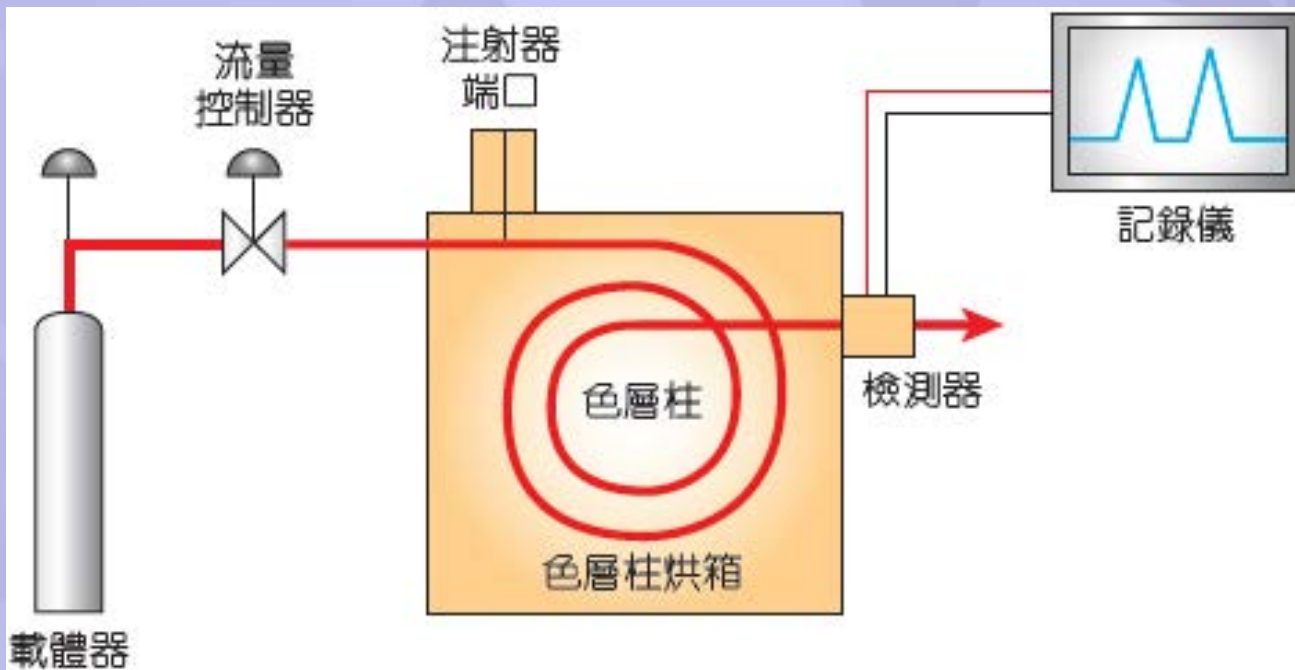
- ◆ 固定相是色層柱內一層液體薄層或固體塗層，而流動相是一種在色層柱內流動的**載體氣 (carrier gas)**。



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

氣相色層儀是如何運作的

- ◆ 把少量的樣本混合物注入色譜儀。該樣本被汽化並與載體氣混合，然後通過色層柱。



氣相色譜儀的主要特點



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

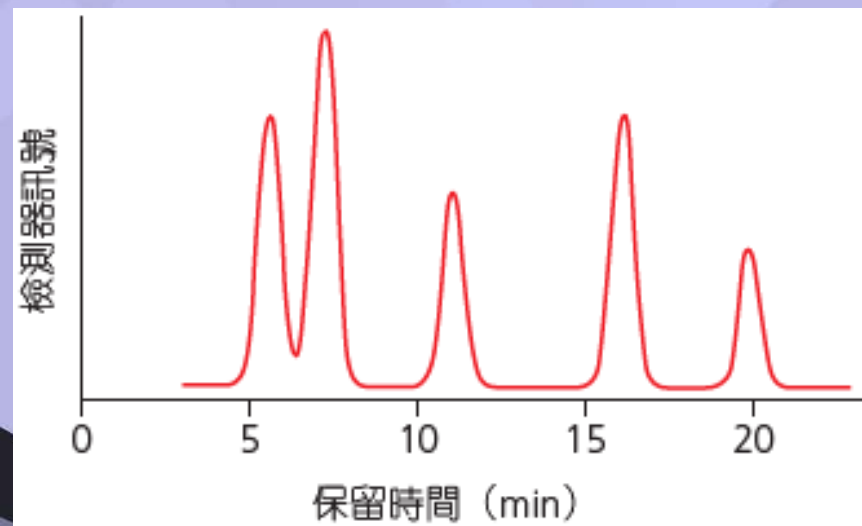
- ◆ 一段時間後，各種成分逐一從色層柱出來，並通過檢測器。每當檢測到一種成分，檢測器就會送出訊號至記錄儀。
- ◆ 一系列的峰（每個代表混合物中的一種成分）形成色層譜。



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 詮釋氣相色層譜

- ◆ 峰的位置是記錄某個成分通過色層柱所需的時間，這稱為該成分的**保留時間 (retention time)**。
- ◆ 要鑑定未知成分是甚麼，可以用數據冊所載已知化學物種的保留時間與實驗所得未知成分的保留時間作比較。



氣相色層譜中的每個峰代表混合物的一種成分



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

- ◆ 從每個峰的面積，可以知道在該樣本混合物中每個成分的相對含量。這些資料可用來計算出該混合物的成分百分率。
- ◆ 氣相色層法的用途包括：
  - 從峰的模式追查油污染的來源，峰的模式就像任何一批油的指紋；
  - 監測在工業過程中存在的化學品；
  - 量度來自駕駛者的血液樣本中酒精的水平；
  - 檢測河水中的殺蟲劑。



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 氣相色層法-質譜法

- ◆ 氣相色層法-質譜法是一種儀器分析技術，由氣相色譜儀和質譜儀所組成。
- ◆ 一般來說，氣相色譜儀用來把複雜的化學混合物分離成個別的成分。一旦成分被分離，會被質譜儀辨識和量化。



氣相色譜儀-質譜儀



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

- ◆ 食物和飲料所含的芳香族化合物（例如脂肪酸、酯、醛和醇等），可使用氣相色層法-質譜法容易地分析。
- ◆ 該技術也可用來檢測損壞或受污染的食物，及水果和蔬菜中的殺蟲劑殘餘物。
- ◆ 在製藥工業中，氣相色層法-質譜法用於研究和發展、生產，以及品質控制。它也用於鑑定藥物活性成分中的雜質。



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

- ◆ 在食物和藥物分析中採用的分析方法的例子。

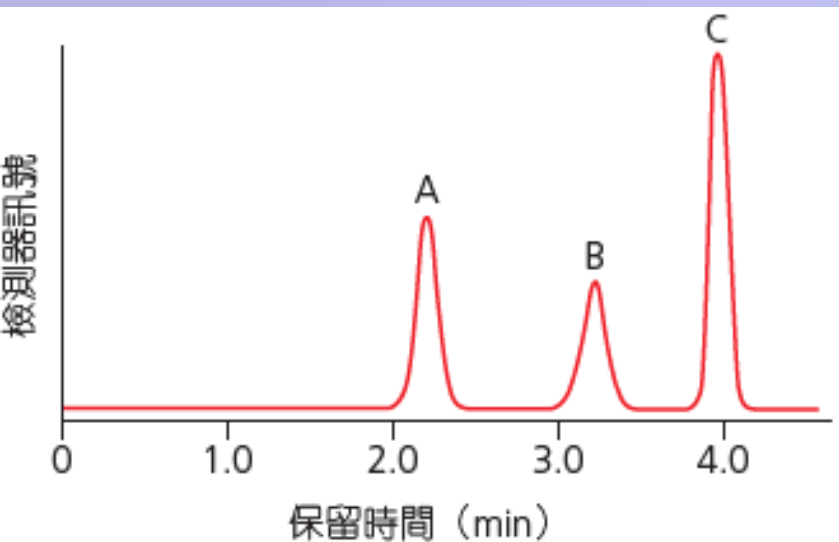
方法	待分析的物質
容量分析	<ul style="list-style-type: none"><li>• 食物添加劑(例如白酒中二氧化硫的含量)</li><li>• 奶粉樣本中氮的含量</li></ul>
薄層色層法(通常用於初步測試)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 食物添加劑(例如朱古力豆的色素)</li><li>• 藥物</li></ul>
比色法	<ul style="list-style-type: none"><li>• 蔬菜中鐵的含量</li></ul>
氣相色層法-質譜法	<ul style="list-style-type: none"><li>• 食物和飲料中的化合物</li><li>• 藥物</li></ul>



## 55.2 食物和藥物的分析 (頁180)

### 小測試 55.3

一名食品科學家用氣相色層法分析來自一種糖果的食物色素。所得的氣相色譜顯示如下



c) 色層譜提供定性的資料，因為它能展示所用的色素有多少種。

色層譜提供定量的資料，因為它能展示所用的每種色素的量。從每個峰的面積，可知每種色素的相對含量。

a) 用於糖果的不同色素有多少種？ **3**

b) 該食品科學家想鑑定色素 A，應如何進行實驗？

把色素 A 的保留時間與已知色素的作配對。

c) 該食品科學家提出色層譜能提供用於糖果的色素的定性和定量的資料。解釋為甚麼這說法正確。



## 55.3 環境保護 (頁190)

- ◆ 環境保護署致力改善空氣的質素。
- ◆ 該部門密切監測各種空氣污染物（例如一氧化碳和二噁英 **(dioxins)**）及室內的空氣污染物（例如**甲醛 (formaldehyde)**）的水平。



## 55.3 環境保護 (頁190)

### 一氧化碳

- ◆ 一氧化碳是無色、無臭、無味的氣體，由烴的不完全燃燒生成。
- ◆ 汽車排放是最大的一氧化碳來源。
- ◆ 一氧化碳也存在於來自工業過程（例如煤廠和發電廠）的排放。



汽車排放是最大的一氧化碳來源



## 55.3 環境保護 (頁190)

- ◆ 一氧化碳是毒性很高的氣體。它會影響血液的帶氧能力，對於高氧需求的組織（例如心臟和腦部）構成壓力。
- ◆ 暴露於一氧化碳中會導致頭痛、頭暈、噁心；高水平的一氧化碳甚至會導致死亡。因此，必須嚴格監測空氣中一氧化碳的水平，以確保人身安全。



## 55.3 環境保護 (頁190)

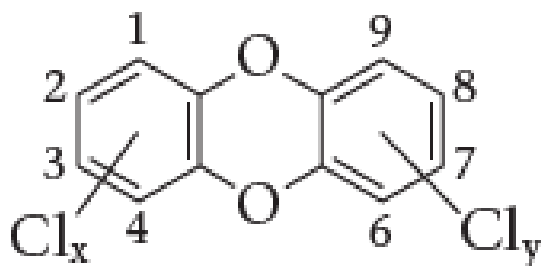
### 二噁英

- ◆ 二噁英是環境中頑固的有機污染物，包括**多氯二聯苯二噁英 (polychlorinated dibenzo-para-dioxins (PCDDs))** 和**多氯二苯呋喃 (polychlorinated dibenzofurans (PCDFs))**。
- ◆ 二噁英是一些含氯有機化合物的生產過程中產生的副產物。在不夠高溫的條件下燃燒含氯的廢料（例如 **PVC**）亦會釋出二噁英。



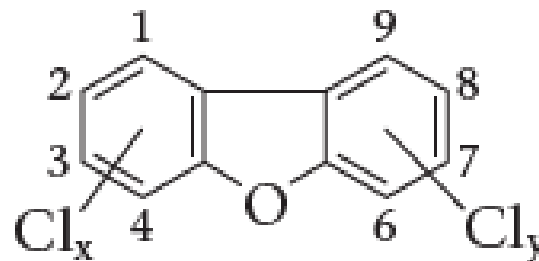
## 55.3 環境保護 (頁190)

- ◆ 二噁英也能通過天然過程（例如山火）釋放至空氣。



多氯二聯苯二噁英

$$x + y = 1, 2, 3, \dots, 8$$



多氯二苯呋喃

多氯二聯苯二噁英和多氯二苯呋喃的結構式

- ◆ 二噁英的毒性很高，能導致生殖和發育問題，傷害免疫系統，干擾荷爾蒙和導致癌症。



## 55.3 環境保護 (頁190)

### 量度空氣中二噁英的水平

- ◆ 氣相色層法- 質譜法可用來量度空氣中二噁英的水平。這方法可檢測少至分量為皮克 ( $10^{-12}$  g) 的化學品。
- ◆ 它比使用容量分析較能準確地量度低水平的二噁英。



## 55.3 環境保護 (頁190)

### 甲醛－常見的室內空氣污染物

- ◆ 甲醛是常見的室內空氣污染物。它是無色的氣體，高濃度時帶有刺鼻的氣味。
- ◆ 甲醛常見於壓製木產品（例如粒子板和膠合板）、地毯黏合劑、免熨布料和紙製品塗層。



## 55.3 環境保護 (頁190)

- 家居中的甲醛來源包括：樓宇物料、香煙的煙霧、紙製品、壓製木產品和採用無排氣的燃料燃燒器具如煤氣灶或火水供暖器。



家居中的甲醛來源



## 55.3 環境保護 (頁190)

- ◆ 吸入大量甲醛會引致不適，症狀包括：
  - 喉嚨痛；
  - 咳嗽；
  - 眼睛痕癢；
  - 流鼻血。
- ◆ 甲醛懷疑為人類致癌物。



## 55.3 環境保護 (頁190)

### 量度室內空氣中甲醛的水平

- ◆ 量度室內空氣中甲醛的水平，可利用**高效能液相色層法 (high performance liquid chromatography (HPLC))**。
- ◆ 在高效能液相色譜儀中，混合物會在高壓下隨溶劑通過色層柱內的固定相。高效能液相色層法與柱色層法相似，只是溶劑由泵推動而不是重力。

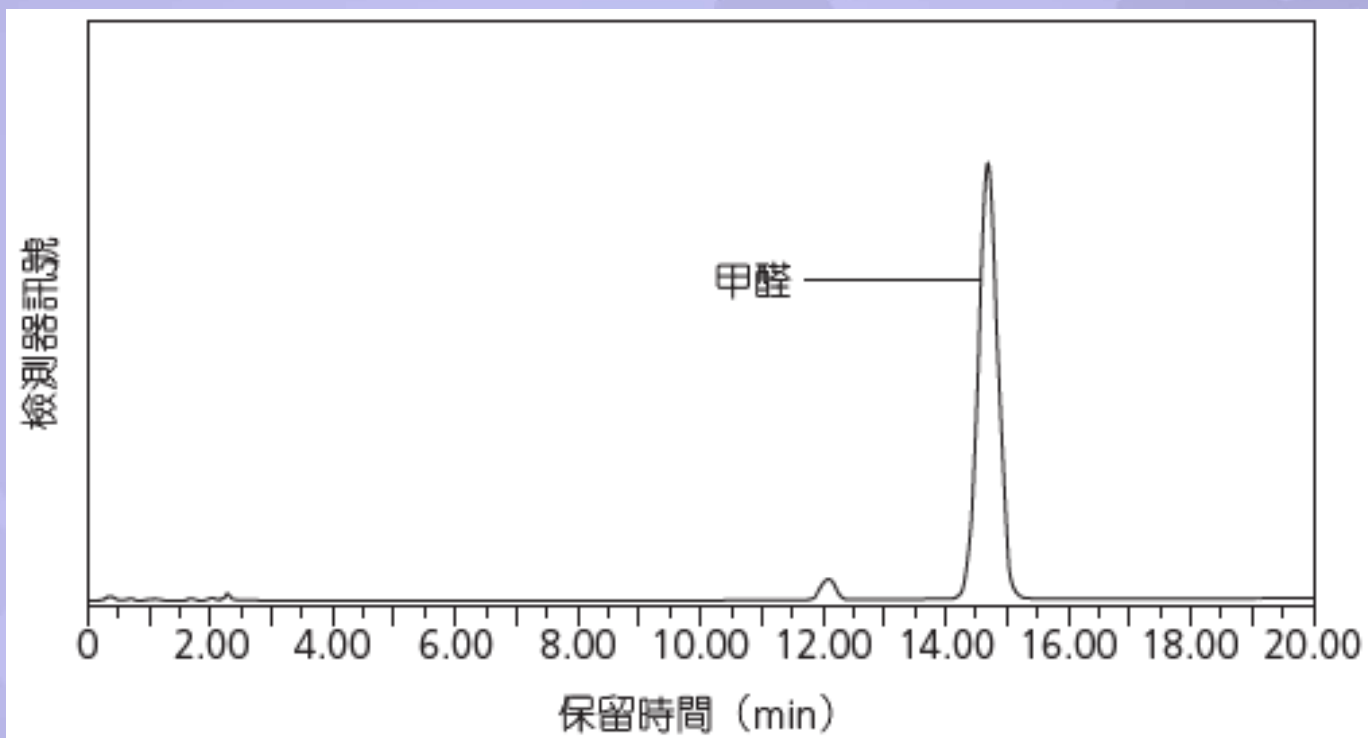


一名科學家用高效能液相色層法量度某化學物種的水平



## 55.3 環境保護 (頁190)

- ◆ 可根據對應該訊號的峰的面積，獲取甲醛的濃度。



甲醛的高效能液相色層譜



## 55.3 環境保護 (頁190)

- ◆ 用於量度空氣污染物水平的分析方法的例子。

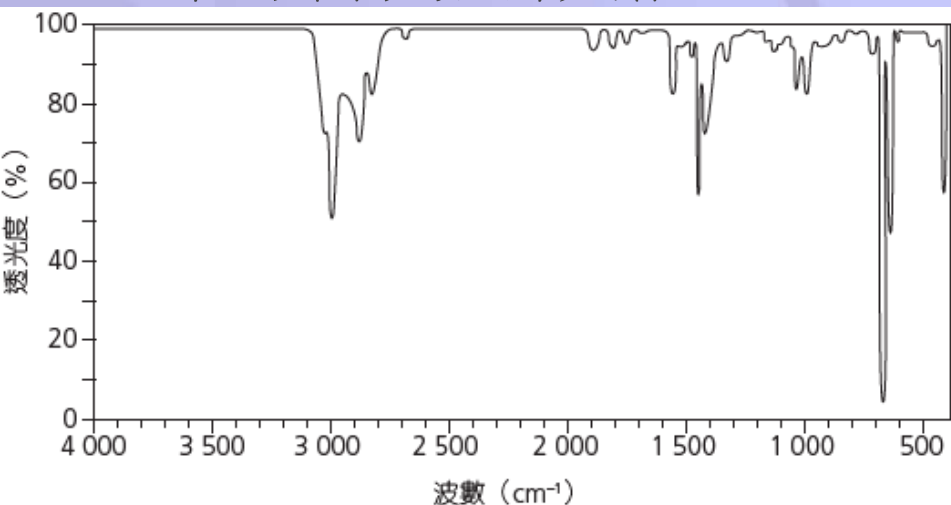
方法	待分析的物質
紅外光譜法	• 一氧化碳
氣相色層法-質譜法	• 二噁英
高效能液相色層法	• 甲醛



## 55.3 環境保護 (頁190)

### 小測試 55.4

- 1 山林大火釋放大量的有機化合物到大氣中，但這些化合物的量卻極少。  
可用氣相色層法-質譜法分析山火煙霧中的化合物。  
解釋如何用氣相色層法-質譜法鑑定那些化合物。
- 2 一名環境化學家用紅外光譜法在油站外監測空氣污染的情況。以下是其中一種污染物的紅外光譜。



- 1 氣相色層法分離化合物中的成分。  
質譜法通過比較標準質譜鑑定化合物。
- 2 在約  $3\,230\text{--}3\,670\text{ cm}^{-1}$  處沒有強吸收峰，即不是醇。  
在約  $1\,680\text{--}1\,800\text{ cm}^{-1}$  處沒有強吸收峰，即不是羰基化合物。

光譜中有甚麼證據顯示該污染物可能是烴而非醇或羰基化合物？  
(參考表54.1 提供的資料。)



## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

- ◆ 鑑證科學是指應用不同範疇的科學和科技以建立罪案的事實和找出能用於民事和刑事法律的證據。
- ◆ 從現場搜集的樣本會被送到實驗室，並由專家進行分析。所搜集的樣本可能是指紋、頭髮、子彈殘骸等物件。



罪案的事發現場



## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

- ◆ 實驗室的工作主要應用分析科學的技術。
- ◆ 在化學的分支中，主要的分析技術是色層法、質譜法和紅外光譜法等不同方法。



## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

### 指紋

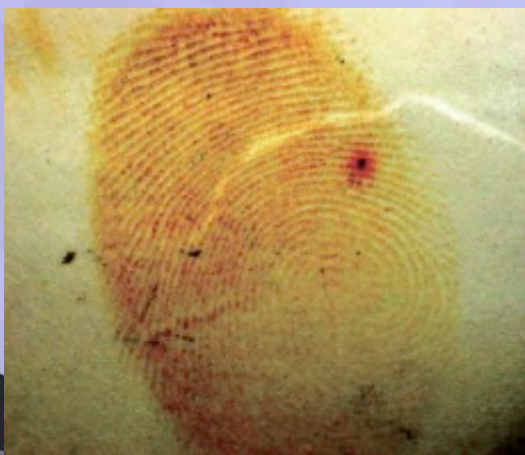
- ◆ 世上沒有兩個人的指紋完全一樣。
- ◆ 研究者和分析者能把從罪案現場收集得的未知指紋與受害者、證人和疑犯的已知指紋作比較，協助偵破刑事案件。
- ◆ 雖然可見指紋可被拍攝得到，但最重要的科學難題是如何使肉眼看不見的潛在指紋顯現作檢驗用途。



## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

### 用碘昇華法令潛在指紋顯現

- ◆ 碘昇華是用來顯現在多孔表面如紙張、卡紙和原木上的潛在指紋的過程。
- ◆ 把碘晶體溫和地加熱時，它們會昇華，產生紫色的蒸氣。
- ◆ 指紋上的油脂會吸附碘蒸氣，指紋因而被染成棕黃色。



用碘昇華使潛在指紋  
顯現



## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

### 醉酒駕駛

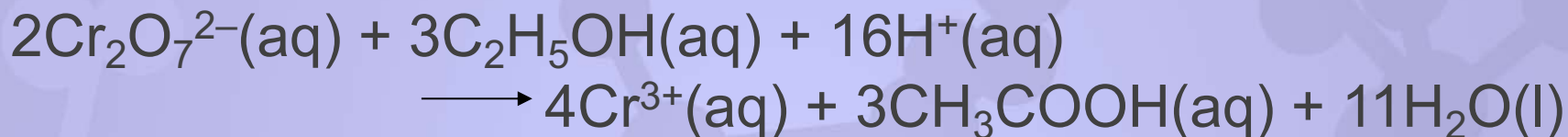
- ◆ 當人喝了含酒精的飲料後，酒精會迅速穿過胃壁和腸壁進入血管，然後由血液輸送到身體各部分。
- ◆ 酒精減弱駕駛者應有的駕駛能力，使他們不能安全駕駛，影響的範疇包括：
  - 判斷力；
  - 視力；
  - 分辨顏色的能力；和
  - 反應時間。
- ◆ 在香港，如果駕駛者體內酒精的含量超過以下標準：
  - 每  $100\text{ cm}^3$  的呼氣含  $22\text{ mg}$  的酒精；
  - 每  $100\text{ cm}^3$  的血液含  $50\text{ mg}$  的酒精；
  - 每  $100\text{ cm}^3$  的尿液含  $67\text{ mg}$  的酒精；該駕駛者可能會被檢控。



## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

### 呼氣分析儀的運作原理

- 酒精飲料中的乙醇與酸溶液中的重鉻酸根離子按以下方程式反應：



在反應中，橙色的重鉻酸根離子轉化成綠色的鉻(III) 離子。

- 該反應及其相關的顏色變化是呼氣分析儀的運作基礎，從前很多國家或地區的警隊都用它來檢測和量度駕駛者呼氣中的酒精水平。





## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

- ◆ 在呼氣分析測試中，呼氣樣本會通過一個小瓶，瓶子含有重鉻酸根離子的溶液。
- ◆ 根據以上反應，任何呼氣樣本中的乙醇都會與重鉻酸根離子反應，使溶液變色。
- ◆ 把這小瓶含有的已反應的混合物與另一個含有重鉻酸根離子但沒有乙醇（呈鮮橙色）的比較，兩個小瓶在顏色上的差異可顯示駕駛者呼氣中的乙醇含量。



設計和製造一個便攜式呼氣分析儀 參



## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

### 藥物測試

- ◆ 在過去數年，醫療保健和刑事司法系統以外的藥物測試有所增加。
- ◆ 毒品檢測的領域包括工作場所（例如受僱前的檢測）、田徑、法律和犯罪情況（例如案發後的檢測、前罪犯的康復檢測）和醫療保健（例如治療、死亡原因）。



## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

- ◆ 尿液、血液、頭髮、唾液、汗液和指甲是用於進行實驗室藥物測試的一些生物標本。由於易於收集，尿液通常是首選的測試物質。



用於進行藥物測試的尿液樣本



## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

- ◆ 藥物測試通常涉及初步篩選測試，然後進行第二項測試，鑑定和 / 或確認藥物的存在。
- ◆ 薄層色層法可用於初步篩選， $R_f$  值和顏色都是藥物的特點。
- ◆ 薄層色層法可顯示藥物的存在，但不能確定存在藥物的分量。



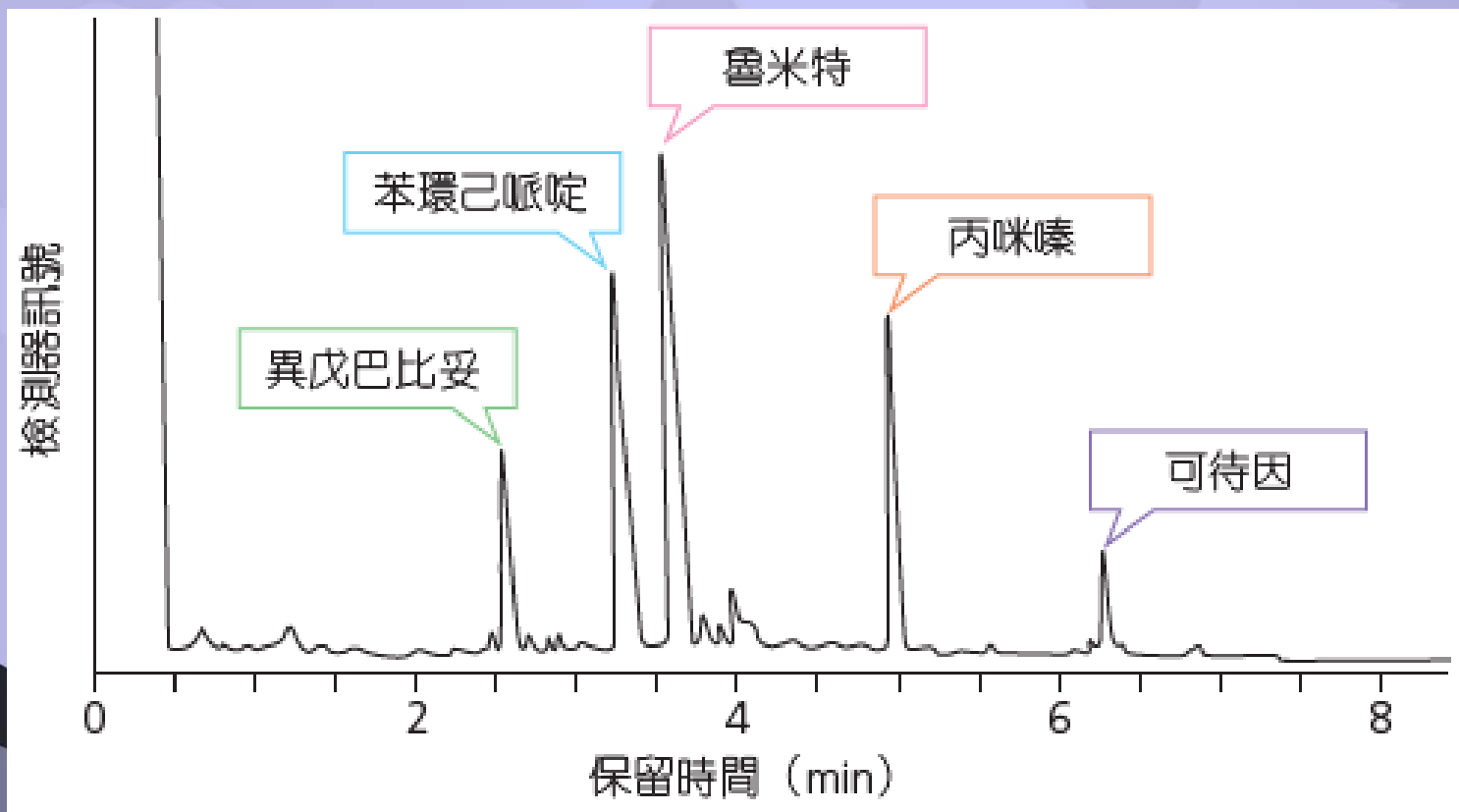
## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

- ◆ 可用氣相色層法-質譜法或液相色層法-質譜法進行非陰性標本的藥物確認試驗。
- ◆ 這些儀器能夠從標本所含的其他化合物辨認和區分出目標藥物。同時，它們可以準確地測量目標化合物的濃度。



## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

- 研究尿液樣本所含的藥物時獲得的氣相色層譜。分析結果顯示樣本中有五種藥物存在，可從它們的保留時間來辨認。





## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

- ◆ 應用於鑑證科學的化學分析方法的例子。

方法	待分析的物質
碘昇華法	• 潛在指紋
呼氣分析儀中的重鉻酸根離子	• 呼氣中的乙醇含量
氣相色層法	• 血液中的乙醇含量
薄層色層法	• 藥物(一般作為初步篩選測試)
氣相色層法-質譜法	• 藥物確證試驗

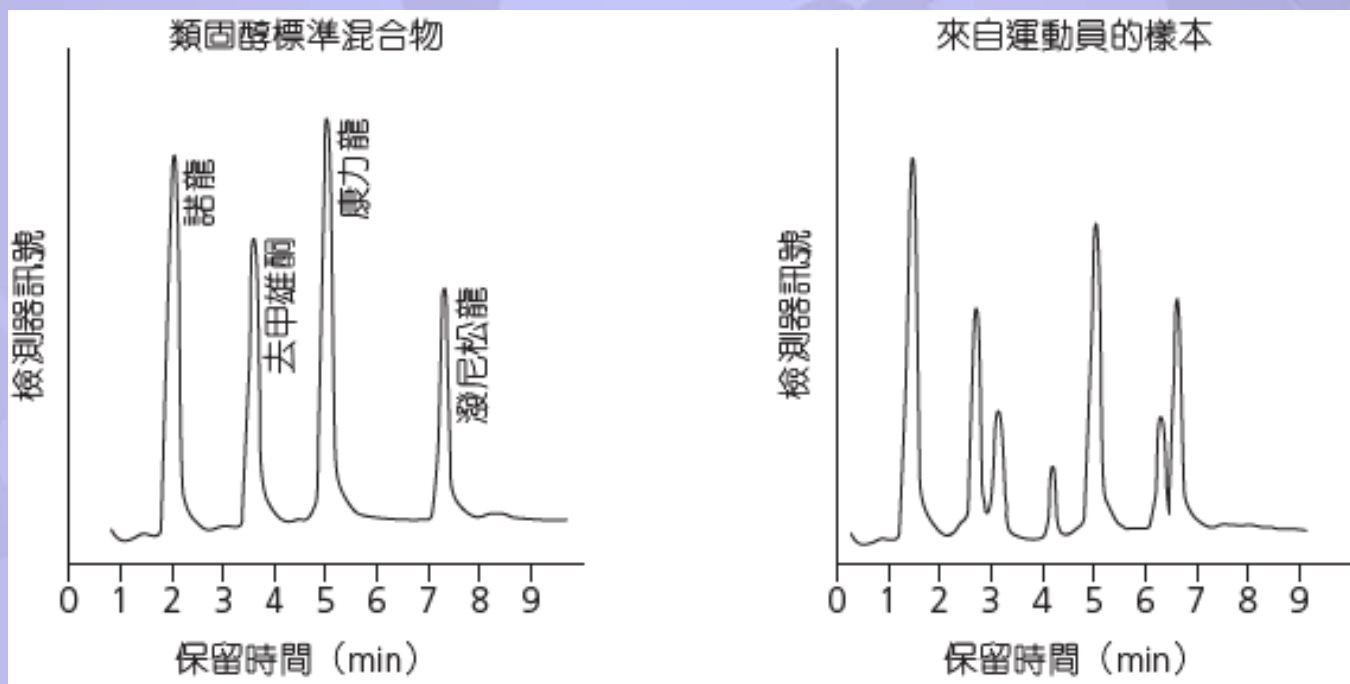


## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

### 小測試 55.5

- 1 一名運動員提供了一個尿液樣本作類固醇測試。把該樣本和類固醇標準作處理，然後以氣相色層法分析。

以下色層譜分別展示含四種不同的類固醇的標準混合物，以及來自運動員的樣本。



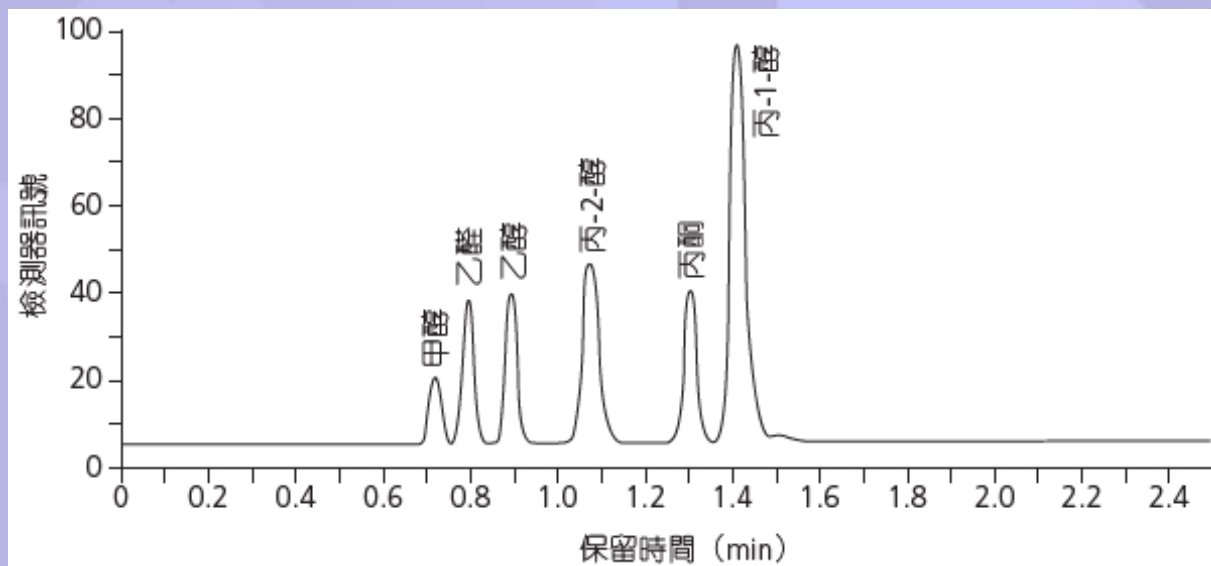
提出該運動員曾服用哪種類固醇（如有）。 **康力龍**



## 55.4 化學在鑑證科學中扮演的角色 (頁196)

### 小測試 55.5 (續)

2 血液樣本可能含有大量的揮發性化學物質，對鑑定和測量血液中的乙醇會造成干擾。把含乙醇和數種其他揮發性化學物質的混合物樣本注入氣相色譜儀中，得出以下的色層譜。



乙醇有獨特的保留時間。  
每種化學品都能在色層譜  
產生不同的峰。

一名鑑證化學家指出這些揮發性化學物質的存在不會影響乙醇的定性分析。  
以上的色層譜提供了甚麼證據來支持這說法？



## 55.5 分析化學在臨床診斷上扮演的角色 (頁202)

### 氨基酸紊亂篩查

- ◆ 新生嬰兒會進行氨基酸紊亂篩查，以檢測氨基酸代謝的先天性錯誤。
- ◆ 一些先天性氨基酸代謝缺陷會導致新生嬰兒智力遲鈍，這可以通過迅速治療來預防。



新生嬰兒須進行多項測試，以確保他們的健康狀況良好



## 55.5 分析化學在臨床診斷上扮演的角色 (頁202)

- ◆ 一般使用薄層色層法分離血液和尿液中的氨基酸。
- ◆ 氨基酸會在薄層色層片上形成特徵模式，把該模式與正常的模式比較，檢測是否有異常。



## 55.5 分析化學在臨床診斷上扮演的角色 (頁202)

### 質譜法用於發現新的癌症生物標記

- ◆ 質譜法是用於發現和監測癌症標記的主要分析技術。
- ◆ 「生物標記」是一種在生物體內可被追蹤和監測到的受測物，可反映生物的身體機能狀態、某種病的發病機率或嚴重程度（例如癌症），以及介入治療後產生的藥理反應。
- ◆ 生物標記有助辨別不同的身體狀況，例如是否患癌。



## 55.5 分析化學在臨床診斷上扮演的角色 (頁202)

- ◆ 一個典型的人體細胞含2 000 至100 000 種不同類別的蛋白質，每種蛋白質具特定的氨基酸順序和結構。
- ◆ 人體的血液或組織中的蛋白質生物標記在癌病的檢測、監察和治療上都扮演着重要的角色。
- ◆ 可從患者抽取體液，使用質譜法，檢測和鑑定生物標記。
- ◆ 把所得質譜的峰與從健康人士取得的比較，便可知身體處於正常抑或患病狀態。



## 55.5 分析化學在臨床診斷上扮演的角色 (頁202)

- ◆ 用於臨床診斷的分析方法的例子。

方法	待分析的物質
薄層色層法	<ul style="list-style-type: none"><li>• 氨基酸</li></ul>
質譜法	<ul style="list-style-type: none"><li>• 病人的蛋白質譜</li></ul>



## 關鍵詞彙 (頁204)

氣相色層法-質譜法	gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)	甲醛	formaldehyde
載體氣	carrier gas	多氯二聯苯二噁英	polychlorinated dibenzo-para-dioxins (PCDDs)
保留時間	retention time	多氯二苯呋喃	polychlorinated dibenzofurans (PCDFs)
二噁英	dioxin	高效能液相色層法	high performance liquid (HPLC)



## 摘要 (頁205)

1 下表總結了在食物和藥物分析中採用的分析方法的例子。

方法	待分析的物質
容量分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>食物添加劑(例如白酒中二氧化硫的含量)</li> <li>奶粉樣本中氮的含量</li> </ul>
薄層色層法(通常用於初步測試)	<ul style="list-style-type: none"> <li>食物添加劑(例如朱古力豆的色素)</li> <li>藥物</li> </ul>
比色法	<ul style="list-style-type: none"> <li>蔬菜中鐵的含量</li> </ul>
氣相色層法-質譜法	<ul style="list-style-type: none"> <li>食物和飲料中的化合物</li> <li>藥物</li> </ul>

2 下表總結了用於量度空氣污染物水平的分析方法的例子。

方法	待分析的物質
紅外光譜法	<ul style="list-style-type: none"> <li>一氧化碳</li> </ul>
氣相色層法-質譜法	<ul style="list-style-type: none"> <li>二噁英</li> </ul>
高效能液相色層法	<ul style="list-style-type: none"> <li>甲醛</li> </ul>



## 摘要 (頁205)

3 下表總結了應用於鑑證科學的化學分析方法的例子。

方法	待分析的物質
碘昇華法	• 潛在指紋
呼氣分析儀中的重鉻酸根離子	• 呼氣中的乙醇含量
氣相色層法	• 血液中的乙醇含量
薄層色層法	• 藥物(一般作為初步篩選測試)
氣相色層法-質譜法	• 藥物確證試驗

4 下表總結了用於臨床診斷的分析方法的例子。

方法	待分析的物質
薄層色層法	• 氨基酸
質譜法	• 病人的蛋白質譜



## 按節練習 (頁206)

註：題目按難度由淺至深（1 至5 級）分類：

 題目以3 級或以上程度為目標；

 題目以4 級或以上程度為目標；

 題目以5 級程度為目標。

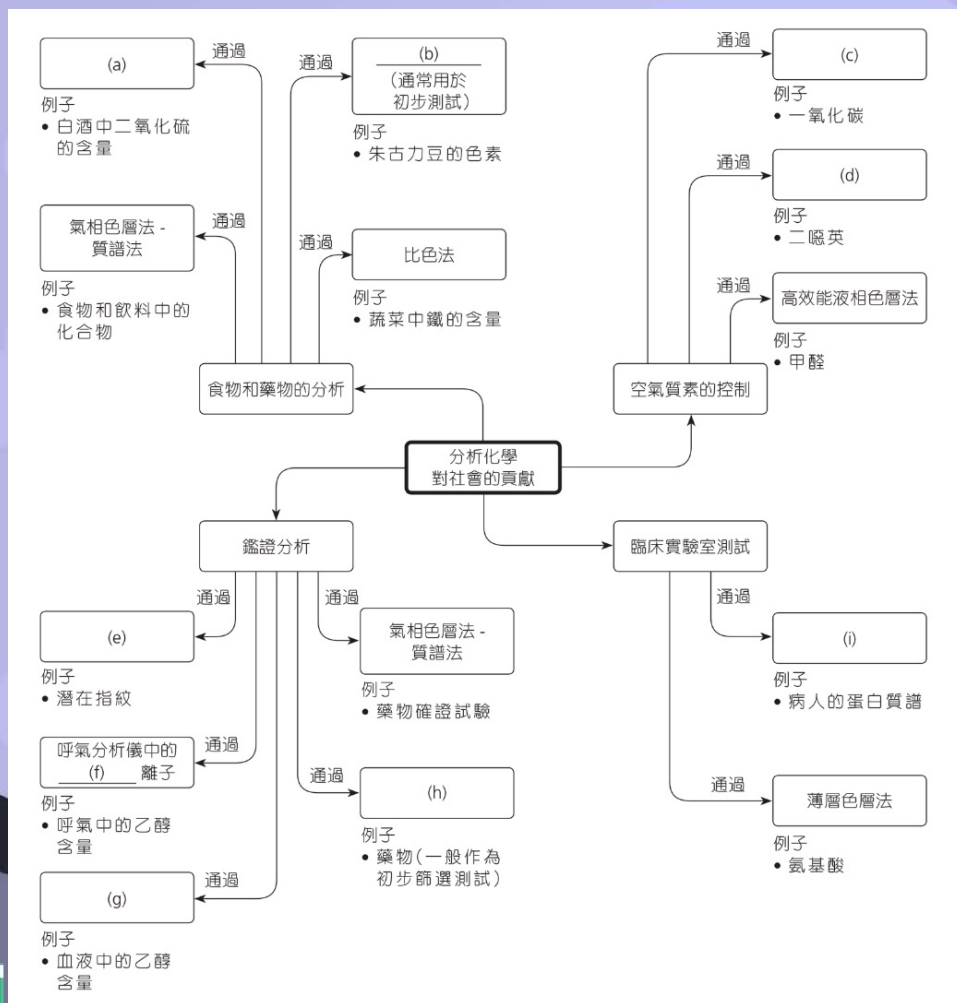
「\*」顯示有效的傳意可取一分。



# 按節練習 (頁206)

## 第一部分 知識和理解

### 1 完成以下概念圖。



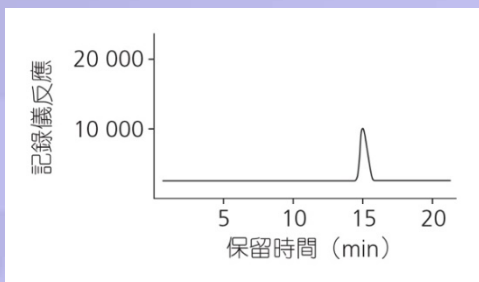
- a) 容量分析
- b) 薄層色層法
- c) 紅外光譜法
- d) 氣相色層法-質譜法
- e) 碘昇華法
- f) 重鉻酸根
- g) 氣相色層法
- h) 薄層色層法
- i) 質譜法



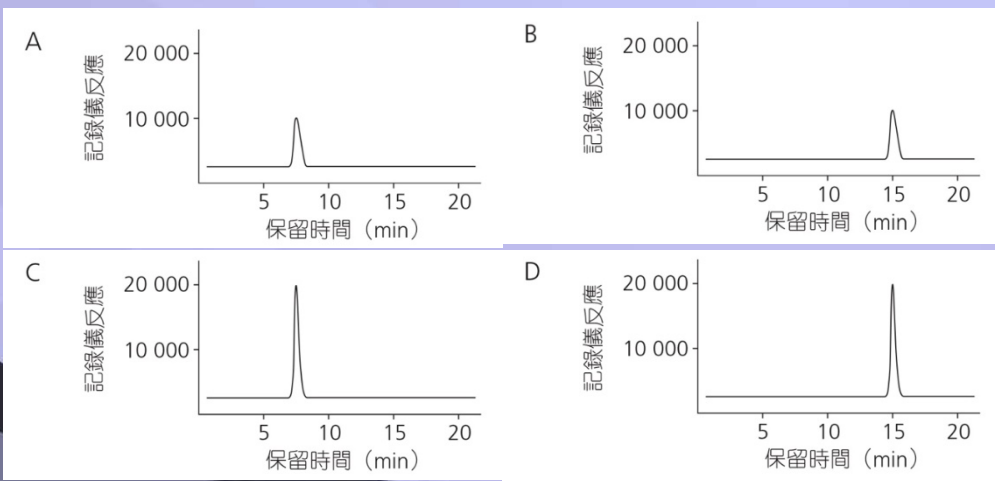
## 按節練習 (頁206)

## 第二部分 多項選擇題

2 把  $0.1 \mu\text{g}$  的戊-2-酮通過氣相色層柱時產生以下色譜。



把  $0.2 \mu\text{g}$  的戊-2-酮在相同的條件下通過氣相色層柱，最有可能產生下列哪個色譜？



答案：D



## 按節練習 (頁206)

3 下列哪項是高效能液相色層法中的固定相和流動相的正確狀態？  


	固定相	流動相
A	液態	氣態
B	氣態	液態
C	固態	液態
D	固態	氣態

(Edexcel IAL, Advanced, Unit 4, WCH04/01, Jan. 2014,1)

答案：C



## 按節練習 (頁206)

- 4 利用紙色層法和高效能液相色層法分析兩種物質( X 和 Y )的混合物水溶液。在兩項技術中，與成分 X 相比，固定相對成分 Y 吸附得較強。

考慮相關的  $R_f$  和  $R_t$  (其中  $R_t$  是高效能液相色按層法中的保留時間)，成分 Y 的

題解：

在紙色層法中，固定相對成分 Y 吸附得較強，所以成分 Y 在紙上向上移動得較慢，即是  $R_f$  較低。在高效能液相色層法中，保留時間是量度成分通過色層柱所需的時間。固定相對成分 Y 吸附得較強，所以成分 Y 通過色層柱所需的時間較長，即是  $R_t$  較高。

- A  $R_f$  和  $R_t$  都較高。
- B  $R_f$  較高；  $R_t$  則較低。
- C  $R_f$  較低；  $R_t$  則較高
- D  $R_f$  和  $R_t$  都較低。

答案：C



## 按節練習 (頁206)

5 下列哪種氣體最不適合作為氣相色層法的載體氣？

- A 氫
- B 二氧化碳
- C 氧
- D 氮

答案：C



## 按節練習 (頁206)

6 在某一類別的高效能液相色層法中，固定相是非極性的，並以帶極性的溶劑作為洗提液。下列哪項會最快從色層柱出來？

- A 四氯甲烷
- B 氯甲烷
- C 碘甲烷
- D 己烷

題解：

與其他化學物種相比，氯甲烷最溶於帶極性的洗提液中，所以最快從色層柱出來。

(Edexcel Advanced GCE, Unit 4, 6CH04/01R, Jun. 2013, 10)

答案：B



## 按節練習 (頁206)

7 下列哪些有關甲醛的陳述正確？

- (1) 它是常見的室內空氣污染物。
- (2) 它刺激眼睛和呼吸道。
- (3) 利用紅外光譜法可測定其在空氣中的水平。

- A 只有 (1) 和 (2)
- B 只有 (1) 和 (3)
- C 只有 (2) 和 (3)
- D (1)、(2) 和 (3)

題解：

(3) 可用高效能液相色層法測定空氣中甲醛的水平。

答案：A



## 按節練習 (頁206)

8 下列儀器分析法，何者常用於測定空氣中二噁英的水平？

- (1) 氣相色層法-質譜法
- (2) 比色法
- (3) 薄層色層法

- A 只有 (1)
- B 只有 (2)
- C 只有 (1) 和 (3)
- D 只有 (2) 和 (3)

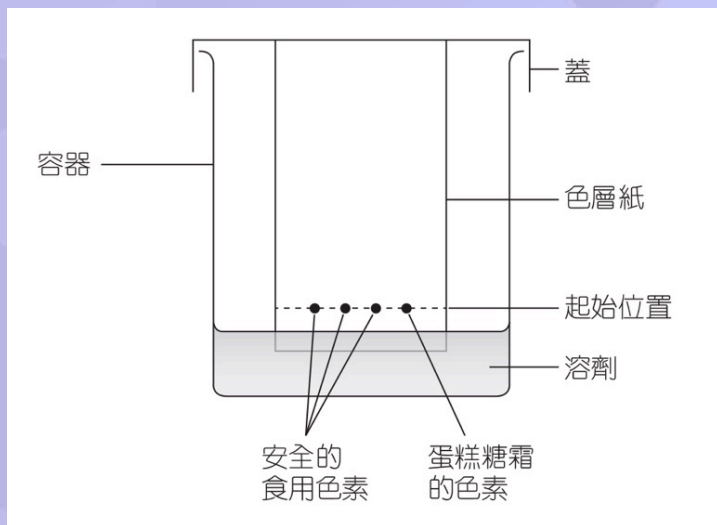
答案：A



## 按節練習 (頁206)

### 第三部分 結構性問題

- 9 測試蛋糕上的糖霜以檢測它們在製造時所用的色素是否安全。  
紙色層法是其中一個試驗方法。  
下圖展示一名學生所用的實驗裝置。



- a) 解釋為甚麼要把該容器用蓋蓋好。  
防止溶劑蒸發。(1)



## 按節練習 (頁206)

### 9 (續)

b) 解釋為甚麼以鉛筆繪畫起始位置的虛線，而不用墨水筆。  
墨水可溶於溶劑，石墨則不溶。(1)

c) 寫出在紙色層法中的流動相和固定相的名稱。

流動相：溶劑 (1)

固定相：色層紙纖維中的水 (1)

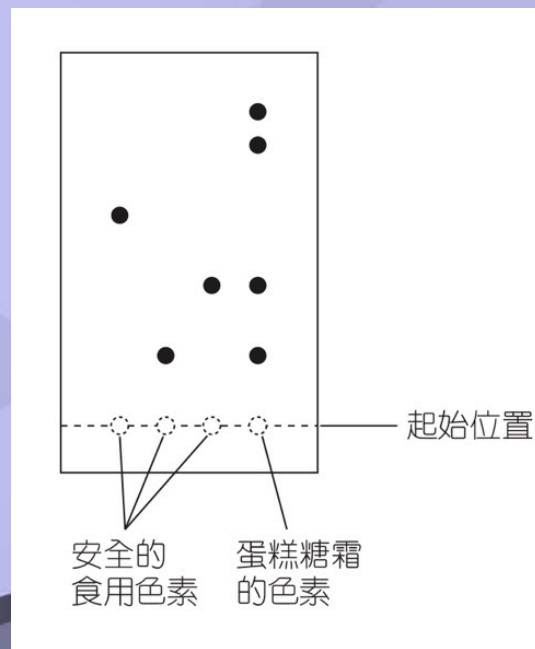
d) 下圖展示所得的紙色譜。

i) 這蛋糕糖霜用了多少種色素？

4 (1)

ii) 討論該蛋糕糖霜是否可以安全食用。

不能確定該蛋糕糖霜是否可以安全食用，因為有些顏色可能不安全。(1)





## 按節練習 (頁206)



10 某些橙汁飲料含有人造食用色素——酒石黃和日落黃。這些色素被認為會導致兒童患上過度活躍症。

- a) 提出兩個原因，解釋為甚麼生產商採用這些添加劑。  
改善飲料的顏色 / 外觀。(1)  
使飲料保持低成本。 / 使用天然顏色會增加飲料的成本。(1)
- b) 一名受僱於該橙汁飲料生產商的科學家想證明所生產的橙汁飲料沒有含這兩種色素。測試樣本分別是酒石黃、日落黃和該橙汁飲料。
- i) 描述該科學家如何利用薄層色層法來證明該橙汁飲料沒有含這兩種色素。(你可包括所得的色層譜。)
- 比較來自橙汁飲料與兩種添加劑的點。  
它們沒有對應的點。(1)



## 按節練習 (頁206)

10 (續)

b) ii) 該科學家寧選用薄層色層法，而不用紙色層法。

解釋利用薄層色層法的好處。

- 較快捷 (1)
- 所需的樣本較少 (1)
- 能把樣本較清楚地分離 (1)



## 按節練習 (頁206)

- 11 要測定空氣中  $\text{NO}_2$  的濃度，可把樣本通入  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，使  $\text{NO}_2$  氧化為  $\text{HNO}_3$ ，並把  $\text{HNO}_3$  與鹼進行滴定。

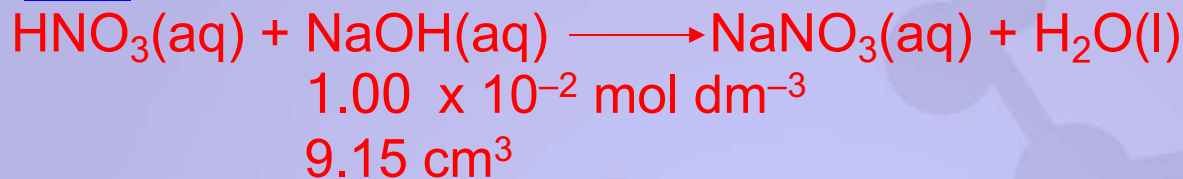
一名技術員把  $25.0 \text{ dm}^3$  的空氣樣本通入  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ 。所得的混合物需要  $9.15 \text{ cm}^3$  的  $1.00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \text{ NaOH}(\text{aq})$  來完全中和。

該空氣樣本中  $\text{NO}_2$  的濃度是多少 (以  $\text{mg dm}^{-3}$  為單位) ?  
(相對原子質量：N = 14.0，O = 16.0)



## 按節練習 (頁206)

## 11 (續)



在  $9.15 \text{ cm}^3$  溶液中  $\text{NaOH}$  的摩爾數

$$\begin{aligned} &= 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{9.15}{1\,000} \text{ dm}^3 \\ &= 9.15 \times 10^{-5} \text{ mol} \quad (1) \end{aligned}$$

從方程式可知，1 摩爾的  $\text{HNO}_3$  會與 1 摩爾的  $\text{NaOH}$  反應。

即是， $\text{HNO}_3$  的摩爾數 =  $9.15 \times 10^{-5} \text{ mol} \quad (1)$

$$\begin{aligned} \text{空氣樣本中 } \text{NO}_2 \text{ 的質量} &= 9.15 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 46.0 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 4.21 \times 10^{-3} \text{ g} \\ &= 4.21 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\text{空氣樣本中 } \text{NO}_2 \text{ 的濃度} = \frac{4.21 \text{ mg}}{25.0 \text{ dm}^3}$$

$$= 0.168 \text{ mg dm}^{-3}$$

該空氣樣本中  $\text{NO}_2$  的濃度是  $0.168 \text{ mg dm}^{-3}$ 。

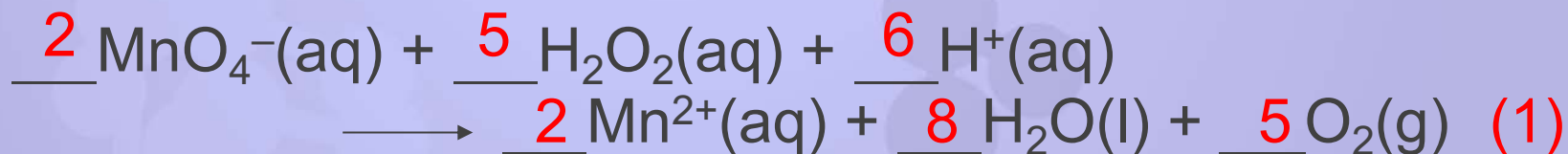


## 按節練習 (頁206)

12 過氧化氫用於染髮劑。

把  $10.00 \text{ cm}^3$  的染髮劑樣本置於容量瓶中，並稀釋至  $250.0 \text{ cm}^3$ 。把多個  $25.00 \text{ cm}^3$  的該溶液酸化，並用  $0.0269 \text{ mol dm}^{-3} \text{ KMnO}_4(\text{aq})$  進行滴定。平均滴定值是  $17.40 \text{ cm}^3$ 。

a) 在酸性溶液中  $\text{KMnO}_4(\text{aq})$  和  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$  之間的反應的方程式顯示如下：



填上適當的數字配平這方程式。



## 按節練習 (頁206)

12 (續)

b) 寫出該滴定的終點的顏色變化。

由無色變成淡粉紅色 (1)

c) 計算該染髮劑中過氧化氫的濃度 (以  $\text{mol dm}^{-3}$  為單位)。



$0.0269 \text{ mol dm}^{-3}$     $10.00 \text{ cm}^3$

$17.40 \text{ cm}^3$

$250.0 \text{ cm}^3$

(已使用)  $25.00 \text{ cm}^3$

在  $17.40 \text{ cm}^3$  溶液中  $\text{MnO}_4^-$  離子的摩爾數 =  $0.0269 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{17.40}{1000} \text{ dm}^3$   
 $= 4.68 \times 10^{-4} \text{ mol}$  (1)

從方程式可知，2 摩爾的  $\text{MnO}_4^-$  離子會與 5 摩爾的  $\text{H}_2\text{O}_2$  反應。

即是，在  $25.00 \text{ cm}^3$  溶液中  $\text{H}_2\text{O}_2$  的摩爾數 =  $\frac{5}{2} \times 4.68 \times 10^{-4} \text{ mol}$   
 $= 1.17 \times 10^{-3} \text{ mol}$  (1)

在  $250.0 \text{ cm}^3$  溶液中  $\text{H}_2\text{O}_2$  的摩爾數 =  $10 \times 1.17 \times 10^{-3} \text{ mol}$   
 $= 1.17 \times 10^{-2} \text{ mol}$   
 $=$  在  $10.00 \text{ cm}^3$  染髮劑中  $\text{H}_2\text{O}_2$  的摩爾數



## 按節練習 (頁206)

12 (續)

c) 計算該染髮劑中過氧化氫的濃度 (以  $\text{mol dm}^{-3}$  為單位)。

$$\begin{aligned}\text{染髮劑中 H}_2\text{O}_2 \text{ 的濃度} &= \frac{1.17 \times 10^{-2} \text{ mol}}{\frac{10.00}{1\,000} \text{ dm}^3} \\ &= 1.17 \text{ mol dm}^{-3} \quad (1)\end{aligned}$$

∴ 該染髮劑中過氧化氫的濃度是  $1.17 \text{ mol dm}^{-3}$ 。



## 按節練習 (頁206)

13 以下是測定麵包中的氮含量的程序：



步驟 1 把 3.00 g 的麵包中的氮轉化為氨。

步驟 2 讓氨通過 50.0 cm<sup>3</sup> 的 0.130 mol dm<sup>-3</sup> 氫氯酸。

步驟 3 把過量的氫氯酸與 0.106 mol dm<sup>-3</sup> 氫氧化鈉溶液進行滴定。需要 23.30 cm<sup>3</sup> 的鹼來達到滴定的終點。

a) 計算過量的氫氯酸的摩爾數。



0.106 mol dm<sup>-3</sup>

23.30 cm<sup>3</sup>

在 23.30 cm<sup>3</sup> 溶液中 NaOH 的摩爾數 =  $0.106 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{23.30}{1000} \text{ dm}^3$

=  $2.47 \times 10^{-3} \text{ mol}$  (1)

從方程式可知，1 摩爾的 HCl 會與 1 摩爾的 NaOH 反應。

即是，過量的氫氯酸的摩爾數 =  $2.47 \times 10^{-3} \text{ mol}$  (1)



## 按節練習 (頁206)

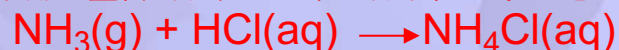
13 (續)

- b) 計算麵包中氮的質量百分率。  
(相對原子質量：N = 14.0)

$$\begin{aligned}\text{在開始時 HCl 的摩爾數} &= 0.130 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{50.0}{1\,000} \text{ dm}^3 \\ &= 6.50 \times 10^{-3} \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{與 NH}_3 \text{ 反應的 HCl 的摩爾數} &= (6.50 \times 10^{-3} - 2.47 \times 10^{-3}) \text{ mol} \\ &= 4.03 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad (1)\end{aligned}$$

氨與氫氯酸按以下的方程式反應：



從方程式可知，1 摩爾的  $\text{NH}_3$  會與 1 摩爾的  $\text{HCl}$  反應。

即是， $\text{NH}_3$  的摩爾數 =  $4.03 \times 10^{-3} \text{ mol}$  (1)

$$\begin{aligned}\text{麵包中氮的質量} &= 4.03 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 14.0 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 5.64 \times 10^{-2} \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{麵包中氮的質量百分率} &= \frac{5.64 \times 10^{-2} \text{ g}}{3.00 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 1.88\% \quad (1)\end{aligned}$$

∴ 麵包中氮的質量百分率是 1.88%。



## 按節練習 (頁206)

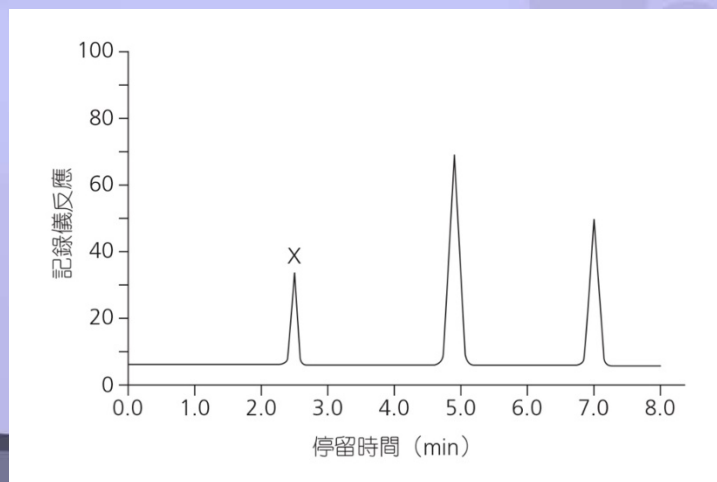
14



一名技術員用氣相色層法分析一個烴的混合物。他先用標準烴校準該儀器。下表列出這些烴的保留時間。

烴	保留時間 (min)
甲烷	1.7
乙烷	2.5
丙烷	3.8
丁烷	4.9
戊烷	7.0

然後，該技術員分析該烴的混合物。所得的氣相色層譜顯示如下：





## 按節練習 (頁206)

14 (續)



a) 辨認在氣相色層法中的流動相和固定相。

流動相: 載體氣 (1)

固定相: 在色層柱內一層液體薄層或固體塗層 (1)

b) 指出「保留時間」是甚麼意思。

成分 (從注入樣本至) 離開色層柱所需的時間 (1)

c) 與峰 X 對應的烴是甚麼？

乙烷 (1)

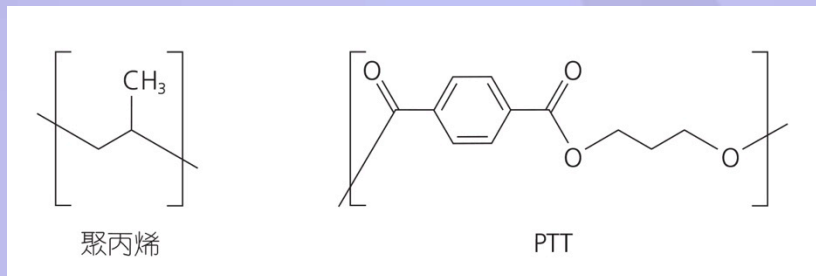
d) 氣相色層譜如何展示丁烷的濃度最高？

保留時間為 4.9 分鐘的峰最高。 (1)

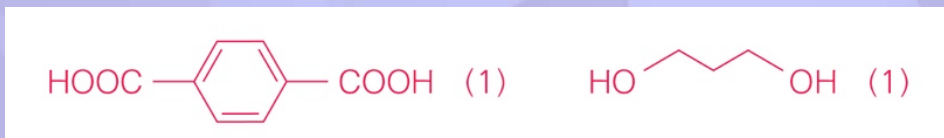


## 按節練習 (頁206)

- 15 聚丙烯和 PTT 是用於製造地毯的兩種聚合物。這兩種聚合物的重複單位顯示如下：



- a) 繪出可結合生成 PTT 的兩種單體的結構。



- b) 鑑證科學家可用紅外光譜法來鑑定在案發現場疑犯的鞋子上殘留的少量地毯纖維。提出可用於辨別聚丙烯和 PTT 之間的紅外光譜的一個吸收峰的波數域。  
(參考表 54.1 提供的資料。)

PTT 的紅外光譜在約 1 680–1 800 cm<sup>-1</sup> 處有一個吸收峰，聚丙烯的紅外光譜則沒有。(1)



## 按節練習 (頁206)



16 用儀器分析法 (如氣相色層法-質譜法) 分析在火星找到的物質。

a) 與薄層色層法相比，提出使用氣相色層法的兩項優點。

以下任何兩項:

- 較快捷 (1)
- 較準確 (1)
- 能檢測很少量的樣本 / 很靈敏 (1)

b) 解釋如何通過氣相色層法-質譜法鑑定那些物質。

氣相色層儀用於把複雜的化學混合物分離成個別的成分。  
(1)

一旦混合物的成分被分離，可用質譜儀鑑定和量化。 (1)



## 按節練習 (頁206)

17 空氣中的二噁英水平一般是以儀器分析量度所得，而非使用重量分析或容量分析。



- a) 提出空氣中的二噁英的一個來源。
- b) 解釋為甚麼需要量度空氣中的二噁英水平。
- c) 建議一個量度空氣中的二噁英水平的儀器分析方法，並寫出為甚麼使用這方法而不使用基於重量分析或容量分析的方法。

香港公開考試試題答案從略 (如適用)。 (HKDSE, Paper 2, 2012, 3(b))



## 按節練習 (頁206)

18 甲醛是常見的室內空氣污染物。

a) 提出該室內污染物的一個來源。

以下任何一項：

- 建築物料 (1)
- 香煙的煙霧 (1)
- 紙製品 (1)
- 壓製木產品 (1)
- 煤氣灶 (1)
- 火水供暖器 (1)

b) 指出甲醛對健康造成的一項影響。

以下任何一項：

- 喉嚨痛 (1)
- 咳嗽 (1)
- 眼睛痕癢 (1)
- 流鼻血 (1)

c) 建議一種用來測定室內空氣中甲醛的水平儀器分析方法。

高效能液相色層法 (1)

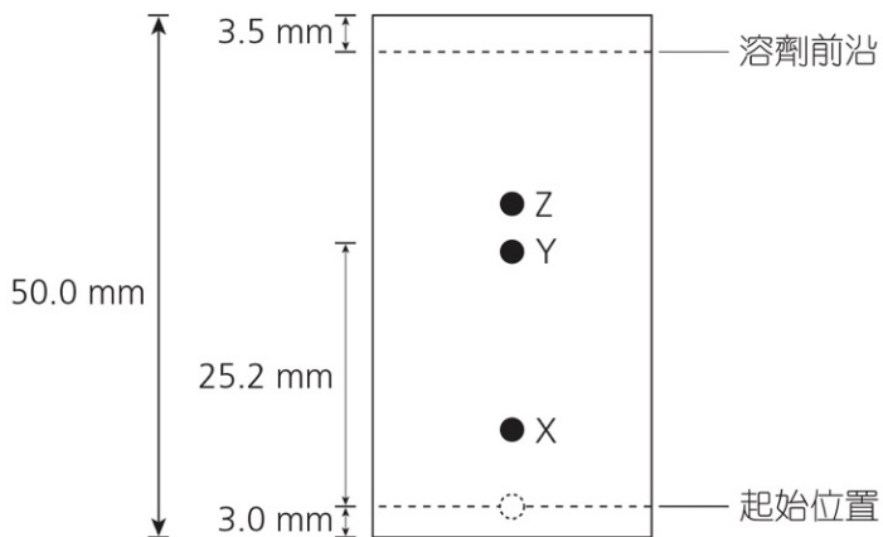


## 按節練習 (頁206)

19 絲是天然纖維。它由兩種主要蛋白質 (絲蛋白和絲膠蛋白) 組成。



絲膠蛋白的其中一部分被水解後，用薄層色層法分析所生成的氨基酸。以下展示所得的色層譜和氨基酸的  $R_f$  值。



氨基酸	$R_f$
丙氨酸	0.38
天冬氨酸	0.15
白氨酸	0.75
甲硫氨酸	0.58
蘇氨酸	0.35



## 按節練習 (頁206)

19

(續)



a) 估算 Y 點的  $R_f$  值，從而鑑定在 Y 點找到的氨基酸。

$$\text{在 Y 點找到的氨基酸的 } R_f \text{ 值} = \frac{25.2 \text{ mm}}{(50.0 - 3.0 - 3.5) \text{ mm}} = 0.58 \quad (1)$$

因此，在 Y 點找到的氨基酸是甲硫氨酸。(1)

b) 如果用高效能液相色層法及相同的固定相和流動相進行這分析，哪種氨基酸 (X、Y 或 Z) 的保留時間最長？解釋你的選擇。

氨基酸 X

固定相對這氨基酸的吸附能力最強。(1)



## 按節練習 (頁206)

20 乙醇是酒精類飲料中主要的醇。它是由糖的發酵生成的。



a) 指出酒精對個人駕駛能力所造成的一項影響。

以下任何一項：

- 減慢反應時間 (1)
- 缺乏協調 (1)
- 降低集中力 (1)
- 減弱視力 (1)
- 減弱顏色區分能力 (1)
- 阻礙判斷力 (1)



## 按節練習 (頁206)

20

(續)

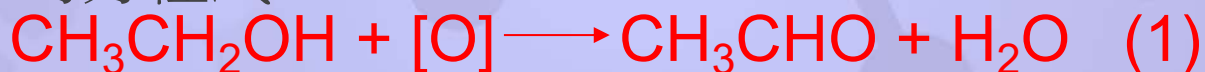


b) 早期的呼氣分析儀讓駕駛者向含重鉻酸鉀晶體與濃硫酸的混合物的管子內吹氣。

i) 酸化重鉻酸鉀與乙醇反應時，有甚麼顏色的變化？

由橙色變成綠色 (1)

ii) 利用 [O] 來表示酸化重鉻酸鉀，寫出乙醇的氧化作用的方程式。



或





## 按節練習 (頁206)

20



(續)

- c) 一旦經呼氣分析儀的試驗結果呈陽性，該駕駛者要接受以紅外光譜法來作第二次測試。
- i) 指出和解釋紅外輻射對分子的影響。  
分子中的鍵吸收特定頻率的紅外輻射，並振動得更頻密。(1)



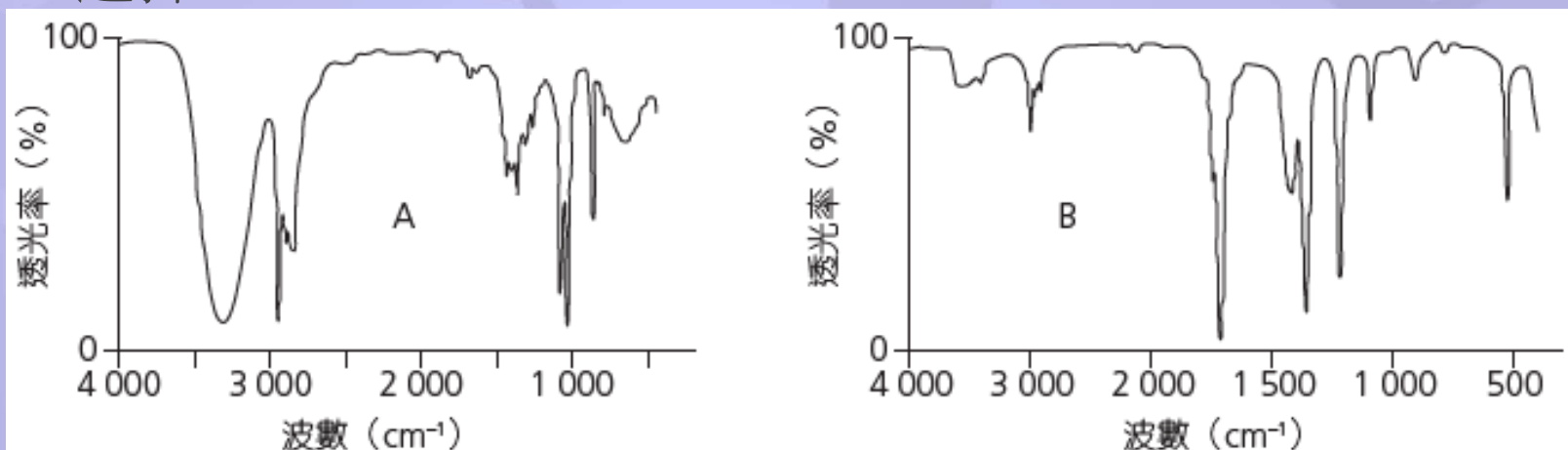
## 按節練習 (頁206)

20

(續)



c) ii) 參閱屬於糖尿病人的呼氣樣本的紅外光譜時，需要仔細辨別乙醇和丙酮。利用表 54.1 提供的資料來推定 A 抑或 B 是乙醇的光譜。參照這兩個光譜，解釋你的選擇。



A 是乙醇的光譜。

在約  $3\ 230\text{--}3\ 670\ \text{cm}^{-1}$  處有寬闊的強吸收峰，對應 O—H 鍵(醇)。(1)

B 是丙酮的光譜。

在約  $1\ 680\text{--}1\ 800\ \text{cm}^{-1}$  處有強吸收峰，對應 C=O 鍵。(1)

(CEA Advanced Subsidiary GCE, Unit AS 2, Module 2, Jan. 2014, 14(b)–(d))



## 按節練習 (頁206)

21 利用化學處理可檢測有孔表面 (如布料) 上的指紋。



a) 提出一種合適的化學品以獲取羊毛外套上的指紋。

碘蒸氣 (1)

b) 提出建立所有香港市民的指紋數據庫的一項優點和一項缺點。

優點: 幫助打擊罪案 (1)

缺點: 侵犯私穩 / 建立數據庫的成本昂貴 / 洩漏個人資料 (1)



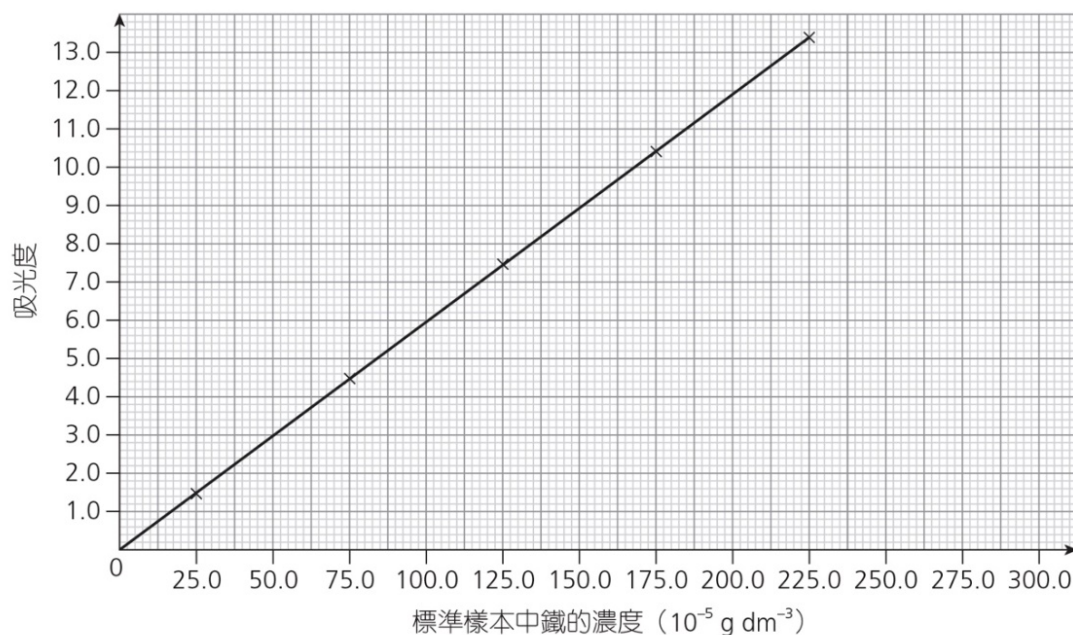
## 按節練習 (頁206)

22



一名醫護技術員分析血液中的鐵。她把數種試劑加入血清中，其中一種試劑把鐵(III)還原成鐵(II)，另外一種把鐵(II)離子絡合生成紅色的化學物種。她製備已知鐵濃度的血清樣本，並利用以綠色 LED 為光源的比色計來量度每個樣本的吸光度。

以下校準曲線顯示標準樣本的吸光度。





## 按節練習 (頁206)

22

(續)



- a) 解釋為甚麼用綠色 LED 為光源。  
紅色的化學物種吸收綠光的程度大。(1)
- b) 根據以上的校準曲線，提出吸光度與血清中鐵的濃度之間的關係。  
吸光度與鐵的濃度成正比。(1)
- c) 從病人身上取得的樣本的吸光度是 11.7。求該病人的血清中鐵的濃度。  
病人血清中鐵的濃度 =  $196 \times 10^{-5} \text{ g dm}^{-3}$  (1)
- d) 如果正常的血清中鐵的濃度是  $40 \times 10^{-5} \text{ g dm}^{-3}$  至  $155 \times 10^{-5} \text{ g dm}^{-3}$ ，你預期該醫生會告訴那病人甚麼？  
病人血清中鐵的濃度超出正常水平。(1)



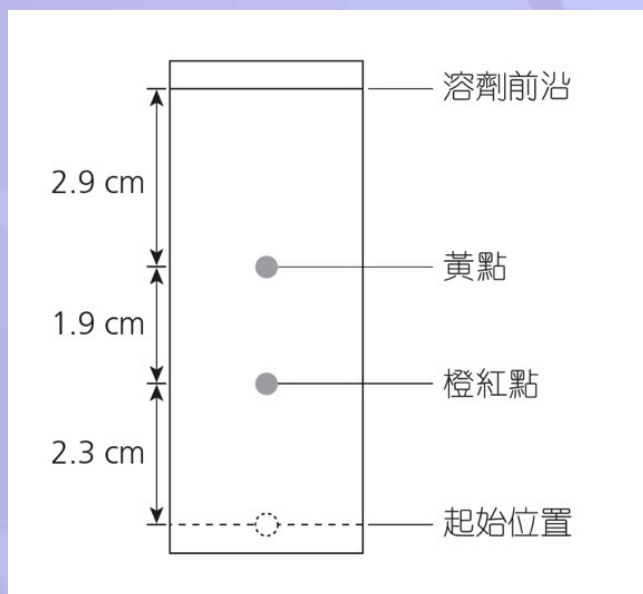
## 按節練習 (頁206)

23



某牌子蕃茄醬的色素主要是茄紅素 (橙紅色) 和  $\beta$ -胡蘿蔔素 (黃色)。為把茄紅素從這蕃茄醬分離出來，進行了一個涉及溶劑提取、薄層色譜法 (TLC) 和柱色譜法的實驗。

a) TLC的結果顯示如下：



計算茄紅素點的  $R_f$  值。



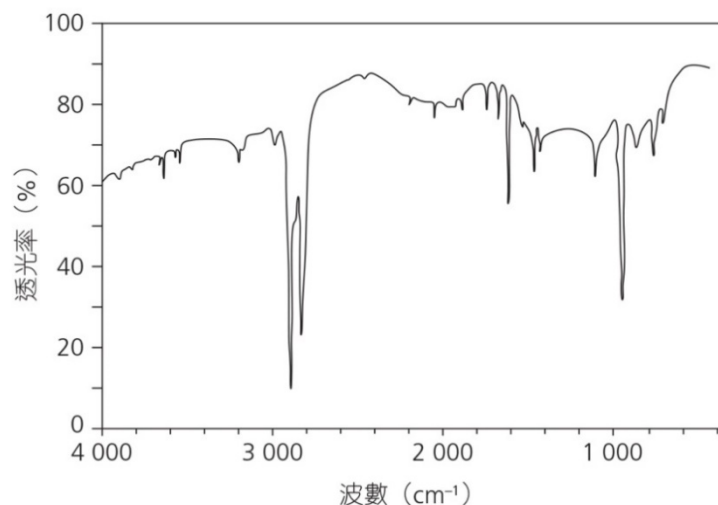
## 按節練習 (頁206)

23

(續)



- b) 參照 TLC 的結果，解釋若以相同的固定相和流動相進行柱色譜法，首先收集得的有色層是茄紅素還是  $\beta$ -胡蘿蔔素。
- c) 提出一個儀器方法，可用來測定在所收集到茄紅素色層中茄紅素的濃度。寫出所需要量度的茄紅素色層的物理性質。
- d) 茄紅素的紅外光譜顯示如下：



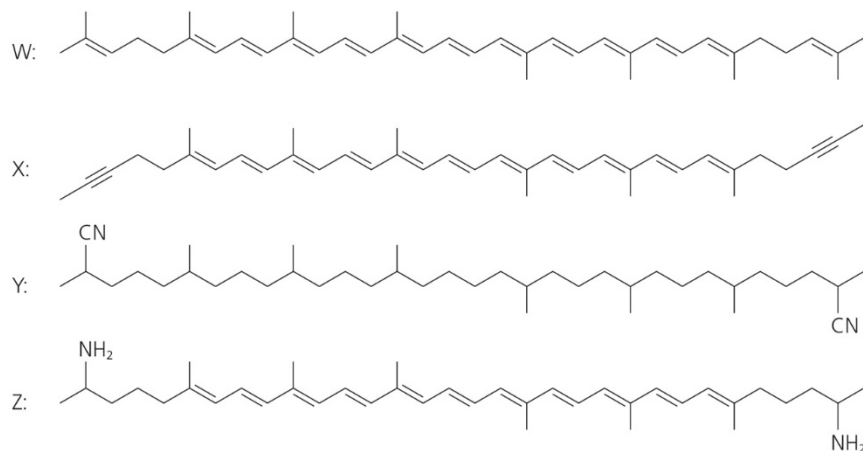


# 按節練習 (頁206)

23 (續)



d) 參照下表所列的特徵紅外吸收波數域 (伸展式)，提出以下哪一個結構 (W、X、Y 或 Z) 會是茄紅素的結構。解釋你的答案。



特徵紅外吸收波數域 (伸展式)

鍵合	化合物類別	波數域 ( $\text{cm}^{-1}$ )
C=C	烯	1 610 至 1 680
C=O	醛、酮、羧酸及其衍生物	1 680 至 1 800
C≡C	炔	2 070 至 2 250
C≡N	腈	2 200 至 2 280
O-H	帶「氫鍵」的酸	2 500 至 3 300
C-H	烷、烯及芳烴	2 840 至 3 095
O-H	帶「氫鍵」的醇及酚	3 230 至 3 670
N-H	胺	3 350 至 3 500

(HKDSE, Paper 2, 2013, 3(c))

香港公開考試試題答案從略 (如適用)。



## 按章練習 (頁217)

註：題目按難度由淺至深（1 至5 級）分類：

 題目以3 級或以上程度為目標；

 題目以4 級或以上程度為目標；

 題目以5 級程度為目標。

「\*」顯示有效的傳意可取一分。



## 按章練習 (頁217)

### 第一部分 多項選擇題

1 下列哪對化合物混合後生成鮮黃色沉澱物？

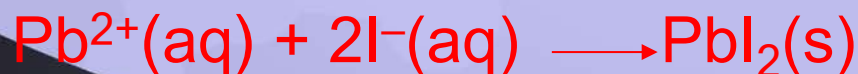


- A 氫氯酸和硫酸銅(II) 溶液
- B 氫氧化鈉溶液和硫酸鐵(III) 溶液
- C 碘化鈉溶液和硝酸鉛(II) 溶液
- D 硫酸鈉溶液和硝酸鋇溶液

(OCR Advanced Subsidiary, Chem. B (Salters), H033/01,  
Jun. 2016, 3)

題解：

碘化鈉溶液和硝酸鉛(II) 溶液混合時，  
生成黃色沉澱物 ( $\text{PbI}_2$ )。



答案：C



## 按章練習 (頁217)



- 2 把氯氣通入化合物 X 的水溶液中，會觀察到顏色變化。再把所得的溶液與庚烷搖勻，該混合物中的有機液層依然無色。化合物 X 可能是甚麼？

- A 碘化鈉
- B 溴化鈉
- C 硫酸鐵 (II)
- D 硝酸銅 (II)

題解：

氯能把鐵(II) 離子氧化成鐵(III) 離子。把所得的溶液與庚烷搖勻時，有機液層保持無色。

答案：C



## 按章練習 (頁217)

- 3 化合物 X 可使暖的酸化高錳酸鉀水溶液脫色，並與 2,4-二硝基苯肼反應生成橙色沉澱物。



X 可能是甚麼？

- A  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{OH}$
- B  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$
- C  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$
- D  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$

答案：C

題解：

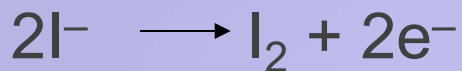
羰基化合物 (即是  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$  和  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ ) 與 2,4-二硝基苯肼生成沉澱物。

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$  能使暖的酸化  $\text{KMnO}_4(\text{aq})$  脫色， $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$  則不能。



## 按章練習 (頁217)

4 鉈(III) 離子把碘離子氧化成碘。



0.0012 mol 的  $\text{TI}^{3+}$  離子把 0.0024 mol 的碘離子氧化。  
在這反應中生成的鉈離子的氧化數是甚麼？

A +1

B +2

C +4

D +5

答案：A

題解：

1 摩爾的  $\text{TI}^{3+}$  離子氧化 2 摩爾的  $\text{I}^-$  離子，即是在過程中 1 摩爾的  $\text{TI}^{3+}$  離子接收 2 摩爾的電子。  
因此，有  $\text{TI}^+$  離子生成。



## 按章練習 (頁217)

- 5  $25.0\text{cm}^3$  的  $0.0100\text{mol dm}^{-3}$  釩(II) 離子溶液與含  $0.0200\text{mol dm}^{-3}$  高錳酸根離子 ( $\text{MnO}_4^-$ ) 的酸性溶液進行滴定。



這反應需要多少體積的含高錳酸根離子的練溶液 (以  $\text{cm}^3$  為單位)?

題解：

$$\begin{aligned} &\text{在 } 25.0\text{ cm}^3 \text{ 的溶液中 } \text{V}^{2+} \text{ 離子的摩爾數} \\ &= 0.0100\text{ mol dm}^{-3} \times \frac{25.0}{1000}\text{ dm}^3 \\ &= 2.50 \times 10^{-4}\text{ mol} \end{aligned}$$

A 7.5

B 15.0

C 20.8

D 41.7

從方程式可知，3 摩爾的  $\text{MnO}_4^-$  離子會與 5 摩爾的  $\text{V}^{2+}$  離子反應。

$$\text{即是，} \text{MnO}_4^- \text{ 離子的摩爾數} = \frac{3}{5} \times 2.50 \times 10^{-4}\text{ mol}$$

$$= 1.50 \times 10^{-4}\text{ mol}$$

$$\text{含高錳酸根離子的溶液的體積} = \frac{1.50 \times 10^{-4}\text{ mol}}{0.0200\text{ mol dm}^{-3}}$$

$$= 7.50 \times 10^{-3}\text{ dm}^3$$

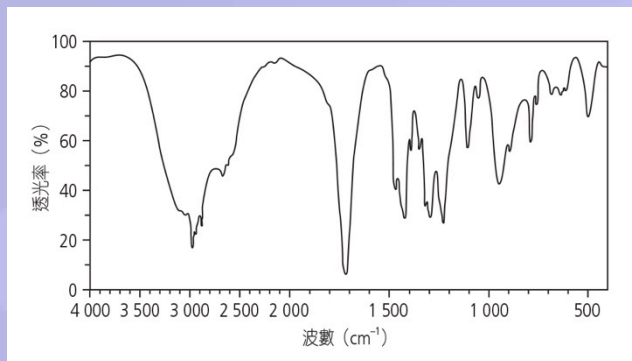
$$= 7.5\text{ cm}^3$$

答案：A

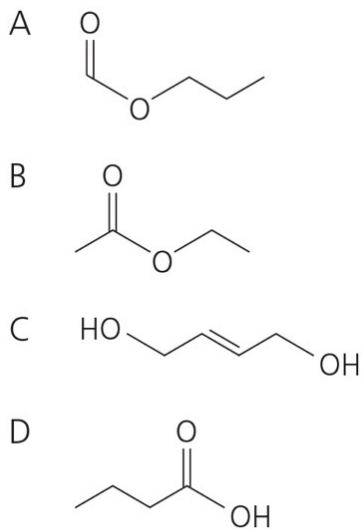


## 按章練習 (頁217)

6 哪個化合物會產生以下紅外光譜？



(參考表 54.1 提供的資料)



題解：

在約  $2\,500\text{--}3\,300\text{ cm}^{-1}$  處的寬闊吸收峰顯示 O—H 鍵(酸)的存在。

答案：D

(Edexcel IAL, Advanced, Unit 5,  
WCH05/01, Jun. 2017, 16)



## 按章練習 (頁217)

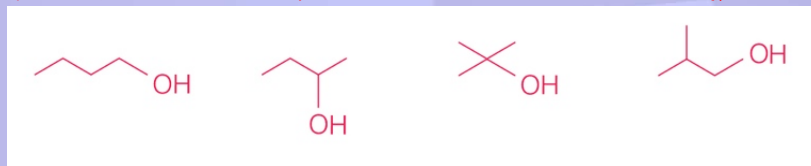


- 7 有多少個分子式是  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  的結構異構體約在  $1\,200\text{ cm}^{-1}$  和  $3\,400\text{ cm}^{-1}$  處有紅外吸收峰？  
(參考表 54.1 提供的資料。)

題解：

- A 2 醇的紅外光譜在約  $3\,230\text{--}3\,670\text{ cm}^{-1}$  處有吸收峰。以下的醇的分子式是  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ：

- C 6  
D 7



(Cambridge Advanced Subsidiary and Advanced Level, 9701/12,  
Paper 1, Mar. 2018, 30)

答案：B



## 按章練習 (頁217)

8 在質譜儀中的正離子經下列哪項加速？

- A 與快速移動的電子碰撞
- B 與快速移動的質子碰撞
- C 把它們通過兩塊電荷板之間
- D 把它們通過磁場

*(Edexcel IAL, Advanced Subsidiary, Unit 1, WCH01/01,  
Jan. 2014, 3)*

答案：C



## 按章練習 (頁217)

9 下列有關試劑的混合物與其顏色變化的描述，何者正確？

### 試劑

### 顏色變化

(1) 丙醛 + 暖的  
酸化  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$

橙色變成綠色

(2) 丙酮 + 暖的托倫斯試劑

沒有可觀察到的變化

(3) 環己烯 + 冷的酸化  $\text{KMnO}_4(\text{aq})$

紫色變成無色

A 只有 (1) 和 (2)

B 只有 (1) 和 (3)

C 只有 (2) 和 (3)

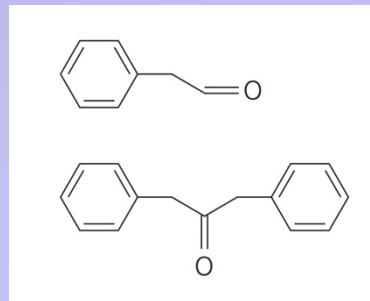
D (1)、(2) 和 (3)

答案：D



## 按章練習 (頁217)

- 10 在朱古力中找到的許多香味和香味分子都是醛和酮，以下  
 是其中兩個例子。

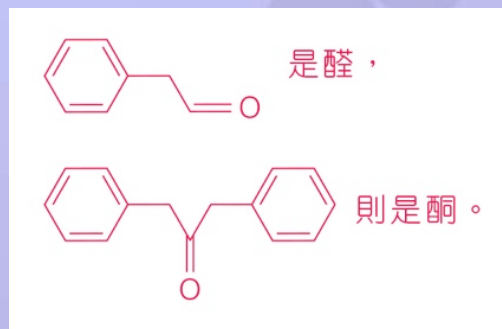


可用下列哪些試劑辨別上述兩種化合物？

- (1) 酸化重鉻酸鉀水溶液
- (2) 托倫斯試劑
- (3) 2,4-二硝基苯肼

- A 只有 (1) 和 (2)
- B 只有 (1) 和 (3)
- C 只有 (2) 和 (3)
- D (1)、(2) 和 (3)

題解：



答案：A



## 按章練習 (頁217)

指示：以下的題目（第11至12題）均由兩敘述句組成。學生需先判斷該兩敘述句是否正確，若兩敘述句均屬正確，再判斷第二敘述句是否第一敘述句的合理解釋，然後根據下表，從A 至D 四項中選出一個適用的答案：

- A 兩敘述句均屬正確，而第二敘述句為第一敘述句的合理解釋。
- B 兩敘述句均屬正確，但第二敘述句並非第一敘述句的合理解釋。
- C 第一敘述句錯誤，但第二敘述句正確。
- D 兩敘述句均屬錯誤。



## 按章練習 (頁217)

### 第一述句

11 可用薄層色層法來檢測所製得的生成物的純度。

12 容量分析常用於檢測尿液樣本是否含有禁藥。

### 第二述句

純淨的化合物在色層譜上只顯示一個點。

容量分析涉及量度含有足夠的試劑與待分析化學物種完全反應的溶液的體積。

答案：A

答案：C

題解：

儀器分析方法較為靈敏和可靠，它們常用於顯示尿液樣本是否含有禁藥。



## 按章練習 (頁217)

### 第二部分 結構性問題

13 三種化合物的混合物分離出  $\text{CaSO}_4(\text{s})$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$



和  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 。

把該混合物加熱。只有  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$  昇華，它可在冷凍的表面收集。(1)

把水加入剩餘的固體混合物中。(1)

$\text{CaSO}_4(\text{s})$ 不可溶，可用過濾收集。可用結晶法從  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的溶液獲取  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 。(1)



## 按章練習 (頁217)

14 假設你有四種不同的溶液。



每種溶液含有以下其中一種化合物：

- 硫酸銨
- 硫酸鉀
- 氯化鉀
- 碘化鈉

提出你如何能辨認每種溶液。



## 按章練習 (頁217)

14



(續)

用氫氧化鈉水溶液測試

把每種溶液分別與稀  $\text{NaOH(aq)}$  溫和共熱。 (1)

硫酸銨溶液釋出能把濕潤的紅色石蕊試紙變藍的氣體(氨)。 } (1)

練其他化合物的溶液沒有可觀察到的變化。

用硝酸鉍水溶液測試

把  $\text{Ba(NO}_3)_2\text{(aq)}$  分別加入另外三種溶液中。 (1)

硫酸鉀溶液生成白色沉澱物 ( $\text{BaSO}_4$ )。 } (1)

其他溶液沒有可觀察到的變化。

用硝酸銀水溶液測試

在兩種剩餘的溶液(即是  $\text{KCl(aq)}$  和  $\text{NaI(aq)}$ )中分別加入稀  $\text{HNO}_3\text{(aq)}$ ，再加入  $\text{AgNO}_3\text{(aq)}$ 。 (1)

$\text{KCl(aq)}$  生成白色沉澱物 ( $\text{AgCl(s)}$ )， $\text{NaI(aq)}$  則生成黃色沉澱物 ( $\text{AgI(s)}$ )。 (1)

把稀  $\text{NH}_3\text{(aq)}$  加入每種沉澱物中。 (1)

$\text{AgCl(s)}$  可溶， $\text{AgI(s)}$  則不可溶。 (1)



## 按章練習 (頁217)

15 某固體羧酸樣本含有非極性的有機雜質。可用以下步驟從這樣本提取該酸：



步驟 1 把該樣本溶於過量的  $\text{NaOH(aq)}$  中。

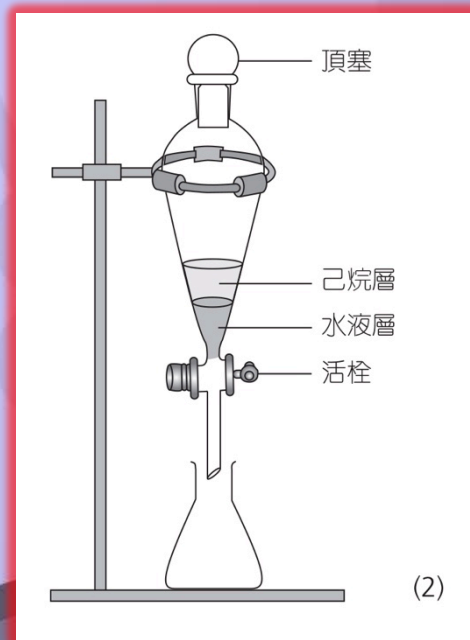
步驟 2 把來自步驟 1 的溶液與己烷搖勻。收集水液層。

步驟 3 把  $\text{HCl(aq)}$  加入水液層，直至沒有更多的沉澱物生成。

步驟 4 用過濾收集沉澱物。

a) i) 己烷的密度是  $0.66 \text{ g cm}^{-3}$ 。

繪出在步驟 2 中使用的儀器，  
並標示有機液層和水液層。





## 按章練習 (頁217)

15

(續)



a) ii) 提出在步驟 2 中需要採取的安全措施。

不時打開分液漏斗的活栓，釋放可能造成的壓強。(1)

b) 簡略解釋分別進行步驟 1、2 和 3 的目的。

步驟 1 製備鹽。(1)

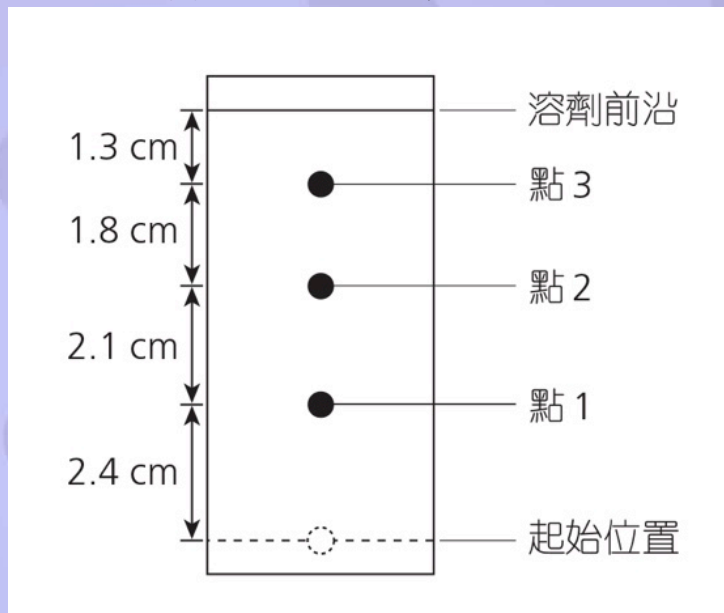
步驟 2 讓非極性雜質溶於己烷，鹽則停留在水溶液中。(1)

步驟 3 加入 HCl(aq) 以重新釋出羧酸。(1)



## 按章練習 (頁217)

16 以非極性的溶劑作為展開劑，用紙色層法分析三種化合物 (X、Y 和 Z) 的混合物，所得的色層譜顯示如下：



a) 計算點 2 的  $R_f$  值。

$$\text{點 2 的 } R_f \text{ 值} = \frac{(2.4 + 2.1) \text{ cm}}{(2.4 + 2.1 + 1.8 + 1.3) \text{ cm}} = 0.59 \quad (1)$$

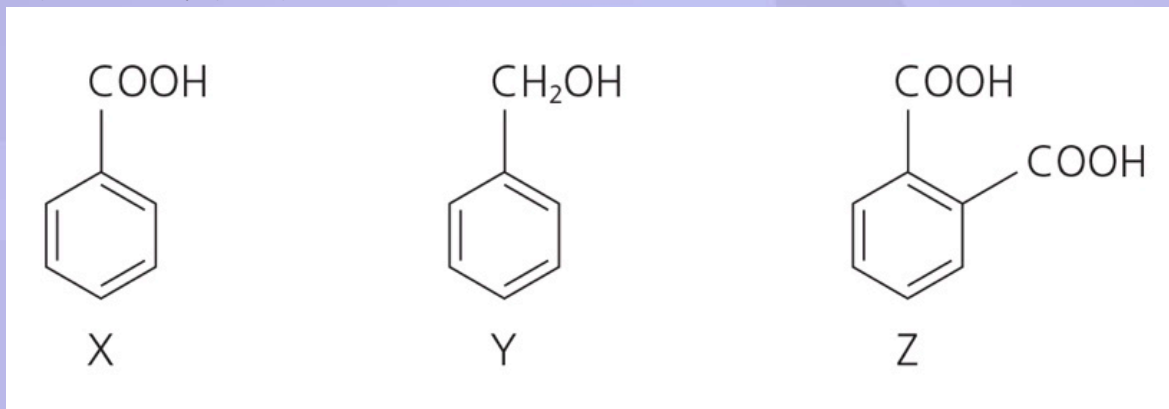


## 按章練習 (頁217)

16 (續)



b) 下列哪種化合物對應點 1？解釋你的答案。



化合物 **Z** 對應點 1。

那些化合物得以分離是因為它們在非極性溶劑和紙纖維中的水有不同的相對溶解度。(1)

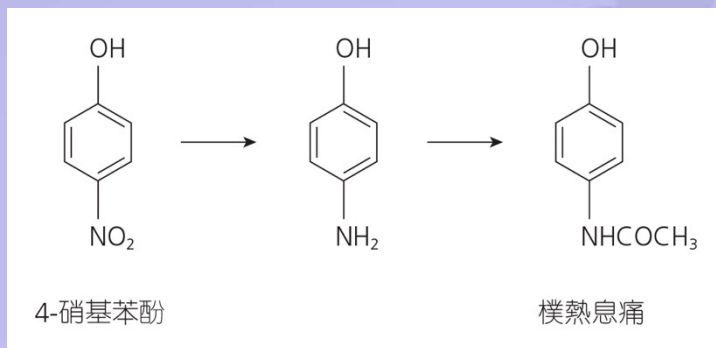
化合物 Z 最溶於水 / 最不溶於非極性溶劑。(1)

因此，化合物 **Z** 在紙上向上移動得最慢。(1)



## 按章練習 (頁217)

17 撲熱息痛是非處方的止痛藥，可以從 4-硝基苯酚合成。



一名學生用薄層色層法分析這個合成的生成物，發現撲熱息痛的  $R_f$  值是 0.40。

- a) 與撲熱息痛相比，薄層色層片的固定相對 4-硝基苯酚的吸附力較弱。預測在這分析中，4-硝基苯酚的  $R_f$  值大於抑或小於撲熱息痛的  $R_f$  值。解釋你的答案。

4-硝基苯酚的  $R_f$  值較撲熱息痛的大。

固定相對該物質的吸附力較弱，所以該物質從起點向上移動得較遠。(1)



## 按章練習 (頁217)

17 (續)



b) 在另一項實驗中，使用柱色層法分離 4-硝基苯酚和樸熱息痛的混合物，並用相同的固定相和流動相。

解釋先被收集的層是 4-硝基苯酚抑或樸熱息痛。

**4-硝基苯酚**

固定相對該物質的吸附力較弱，所以該物質以較短的時間到達柱底。(1)



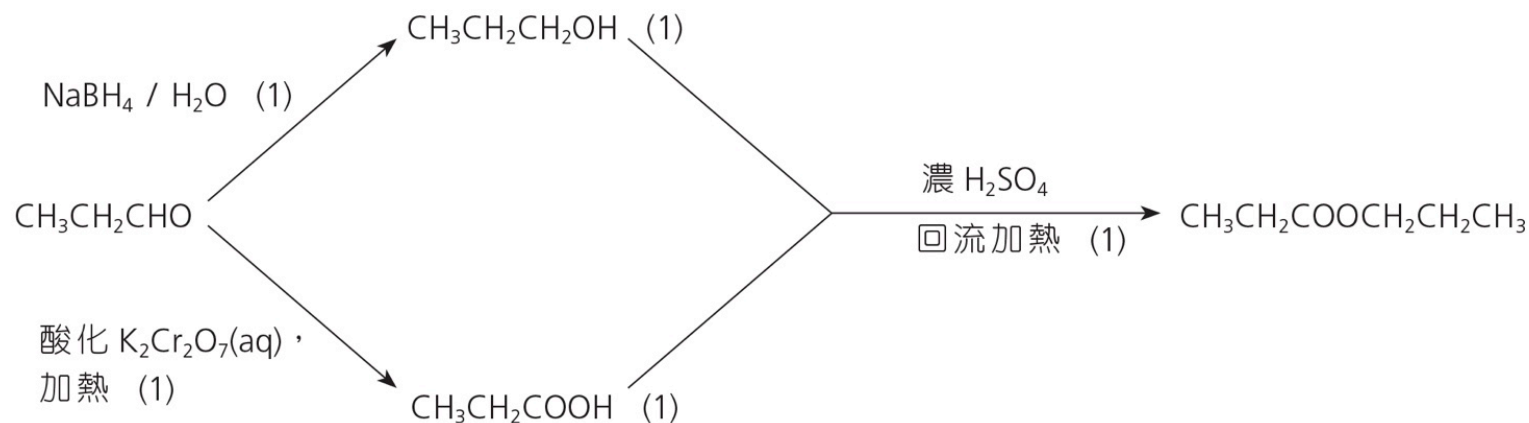
## 按章練習 (頁217)

18 a) 你現有丙醛、無機試劑和有機溶劑。



概述一條不多於三個步驟的合成路線以獲取丙酸丙-1-酯。

寫出每一步驟的試劑、反應條件(如適用)及有機生成物的結構。





## 按章練習 (頁217)

18 (續)



b) 提出一種方法來驗證所產生的物質是純丙酸丙-1-酯。  
解釋這個方法如何顯示該生成物是純丙酸丙-1-酯。

以下任何一項：

- 紅外光譜法

製備該有機生成物的紅外光譜，並把它與純丙酸丙-1-酯的紅外光譜比較。(1)  
或

純丙酸丙-1-酯在  $2\,500\text{--}3\,300\text{ cm}^{-1}$  (O-H, 酸) 或  $3\,230\text{--}3\,670\text{ cm}^{-1}$  (O-H, 醇) 處不會產生寬闊的吸收峰。(1)

- 沸點

測定該有機生成物的沸點。

與從數據冊所載的純丙酸丙-1-酯的沸點作比較。(1)

- 薄層色層法

製備該有機生成物的薄層色層譜。

單一點表示該生成物是純淨的。(1)



## 按章練習 (頁217)



19 一個質量為 0.315 g 的樣本只含有 KCl 和 KBr。把該樣本溶於 50 cm<sup>3</sup> 的去離子水中，用 0.120 mol dm<sup>-3</sup> AgNO<sub>3</sub>(aq) 進行滴定，並以鉻酸鹽作為指示劑。需要 31.25 cm<sup>3</sup> 的 AgNO<sub>3</sub>(aq) 來達到滴定的終點。

a) 提出並解釋該滴定的終點的顏色變化。

首次出現紅棕色顯示達到終點。(1)

當所有鹵離子沉澱成鹵化銀後，一滴過量的硝酸銀水溶液會生成紅棕色的鉻酸銀沉澱物，顯示滴定的終點。(1)



## 按章練習 (頁217)

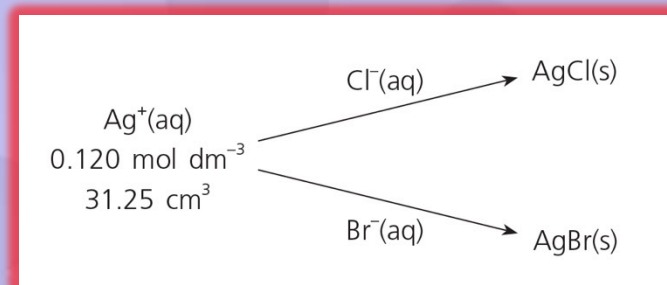
19

(續)



b) 計算該樣本中 KCl 的質量百分率。  
(式量：KCl = 74.6；KBr = 119.0)

設  $x$  g 為樣本中 KCl 的質量， $(0.315 - x)$  g 則為樣本中 KBr 的質量。



在  $31.25 \text{ cm}^3$  溶液中  $\text{Ag}^+$  離子的摩爾數 =  $0.120 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{31.25}{1000} \text{ dm}^3$   
 $= 3.75 \times 10^{-3} \text{ mol}$  (1)

1 摩爾的  $\text{Ag}^+$  離子與 1 摩爾的  $\text{Cl}^- / \text{Br}^-$  離子反應，生成 1 摩爾的  $\text{AgCl} / \text{AgBr}$ 。  
 即是，樣本中  $\text{Cl}^-$  離子和  $\text{Br}^-$  離子的摩爾數 =  $3.75 \times 10^{-3} \text{ mol}$  (1)

$$\text{KCl 的摩爾數} = \frac{x}{74.6} \text{ mol}$$

$$\text{KBr 的摩爾數} = \frac{0.315 - x}{119.0} \text{ mol}$$

$$\text{即是, } 3.75 \times 10^{-3} = \frac{x}{74.6} + \frac{0.315 - x}{119.0}$$

$$x = 0.220 \text{ (1)}$$

$$\text{在樣本中 KCl 的質量百分率} = \frac{0.220 \text{ g}}{0.315 \text{ g}} \times 100\% = 69.8\% \text{ (1)}$$

∴ 該樣本中 KCl 的質量百分率是 69.8%。



## 按章練習 (頁217)

20 利用以下的步驟測定芝士樣本中氮的含量。



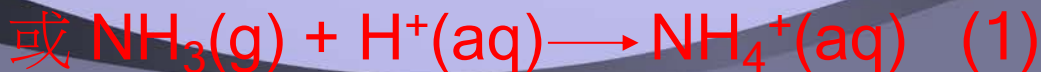
**步驟 1** 8.80 g 的芝士中的氮被氧化成  $\text{NH}_4^+(\text{aq})$  離子， $\text{NH}_4^+(\text{aq})$  離子與  $\text{NaOH}(\text{aq})$  加熱後被轉化成  $\text{NH}_3(\text{g})$ 。

**步驟 2** 那些  $\text{NH}_3(\text{aq})$  被蒸餾至含有  $50.0 \text{ cm}^3$  的  $1.00 \text{ mol dm}^{-3} \text{ HCl}(\text{aq})$  的收集瓶中。

**步驟 3** 用去離子水把所生成的溶液稀釋至  $250.0 \text{ cm}^3$ 。

**步驟 4** 以酚酞作為指示劑，用  $0.116 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NaOH}(\text{aq})$  滴定多個  $25.00 \text{ cm}^3$  經稀釋的溶液，平均需要  $22.85 \text{ cm}^3$  的  $\text{NaOH}(\text{aq})$  來達到滴定的終點。

a) 寫出在步驟 2 中  $\text{NH}_3(\text{aq})$  和  $\text{HCl}(\text{aq})$  之間的反應的方程式。





## 按章練習 (頁217)

20

(續)



b) 寫出在步驟 4 中該滴定的終點的顏色變化。

由無色變成粉紅色 (1)

c) 計算該芝士樣本中氮的質量百分率。

(相對原子質量：N = 14.0)

用來中和在 25.00 cm<sup>3</sup> 經稀釋的溶液中 H<sup>+</sup> 離子的 NaOH 的摩爾數

$$= 0.116 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{22.85}{1\,000} \text{ dm}^3$$

$$= 2.65 \times 10^{-3} \text{ mol (1)}$$

= 在 25.00 cm<sup>3</sup> 經稀釋的溶液中 H<sup>+</sup> 離子的摩爾數在 250.0 cm<sup>3</sup> 經稀釋的溶液中 H<sup>+</sup> 離子的摩爾數

$$= 10 \times 2.65 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$= 2.65 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

= 與 NH<sub>3</sub> 反應後剩餘的 H<sup>+</sup> 離子的摩爾數 (1)



## 按章練習 (頁217)

20

(續)



c) 計算該芝士樣本中氮的質量百分率。  
(相對原子質量：N = 14.0)

$$\begin{aligned}\text{在步驟 2 開始時所用的 } \text{H}^+ \text{ 離子的摩爾數} &= 1.00 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{50.00}{1\,000} \\ &= 0.0500 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{與 } \text{NH}_3 \text{ 反應的 } \text{H}^+ \text{ 離子的摩爾數} &= (0.0500 - 0.0265) \text{ mol} \\ &= 0.0235 \text{ mol (1)} \\ &= \text{在步驟 1 中生成的 } \text{NH}_3 \text{ 的摩爾數}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{在芝士中 N 的質量} &= 0.0235 \text{ mol} \times 14.0 \text{ g mol}^{-1} \\ &= 0.329 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{在芝士中 N 的質量百分率} &= \frac{0.329 \text{ g}}{8.80 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 3.74\% \text{ (1)}\end{aligned}$$

∴ 該芝士樣本中氮的質量百分率是 3.74%。



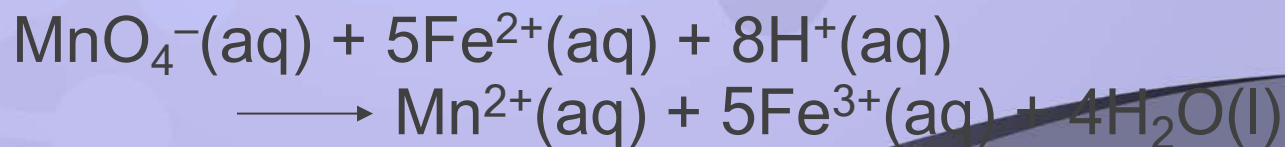
## 按章練習 (頁217)

21 a) 在酸性條件下，經基胺 ( $\text{HONH}_2$ ) 與  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$  離子反應的生成物包含  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  離子和一個氮的氧化物。進行了包括以下兩個步驟的實驗，以推定該氧化物中 N 的氧化數。



步驟 1 把一個含 0.875 g 的  $\text{HONH}_2$  和過量  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  的水溶液在酸性條件下加熱直至反應完成，繼而把所得溶液稀釋至  $250.0 \text{ cm}^3$ 。

步驟 2 以過量  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$  把  $25.00 \text{ cm}^3$  的該經稀釋溶液酸化，接着與  $0.0282 \text{ mol dm}^{-3} \text{ KMnO}_4(\text{aq})$  進行滴定直至達到終點。所涉及反應的化學方程如下：



i) 寫出在滴定終點的顏色變化。



## 按章練習 (頁217)

21 (續)



a) ii) 進行了四次滴定，其結果如下所列：

次數	1	2	3	4
所用 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ 的體積 ( $\text{cm}^3$ )	38.34	37.62	37.58	37.60

- (I) 計算在滴定中所用  $\text{KMnO}_4(\text{aq})$  的合理平均體積。
- (II) 基於該實驗結果，計算在步驟 1 中為使反應完成所需的  $\text{HONH}_2(\text{aq}) : \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$  的摩爾比。  
(相對原子質量：H = 1.0，N = 14.0，O = 16.0)
- (III) 已知在  $\text{HONH}_2$  中 N 的氧化數是 -1，並且 H 和 O 的氧化數保持不變，推定該氧化物中 N 的氧化數。
- iii) 根據 (ii)(III)，提出該氧化物的合理實驗式。



## 按章練習 (頁217)

香港公開考試試題答案從略 (如適用)。

21 (續)



b) 很多植物均含有有用的有機化合物，藉適當的溶劑可把這些化合物萃取。

某植物的葉子含一有用的有機化合物 **S**，**S** 可緩緩地溶於某一暖和的有機溶劑，並可藉這溶劑從該葉子萃取出來。

- i) 「回流加熱」是進行這類萃取的一個常用的方法。寫出這方法的優點。
- ii) 經萃取後，可藉簡單蒸餾把萃取液中的溶劑除掉。繪畫一標示圖以顯示這簡單蒸餾所需的裝置。
- iii) 從萃取所得的 **S** 可能含其他有機雜質。建議一個把 **S** 從這些雜質分離出來的方法。

(HKDSE, Paper 2, 2017, 3(b), (c)(i))



## 按章練習 (頁217)

22 氯可用作泳池的殺菌劑。



把過量的  $\text{KI}(\text{aq})$  加入已知體積的泳池水中能測定氯的含量。  
這反應生成碘：



用已知濃度的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$  進行滴定後，可得出所生成的碘的量。

一名學生把過量的碘化鉀溶液加入  $25.00 \text{ cm}^3$  的泳池水中，並用  $0.00100 \text{ mol dm}^{-3} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$  滴定生成的碘。滴定值是  $11.60 \text{ cm}^3$ 。

a) 概述如何可以測定該滴定的終點。

把  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$  加入該反應混合物中，直至該混合物變成淡黃色。(1)  
加入澱粉溶液。(1)

逐滴加入  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ ，直至該混合物由深藍色變成無色。(1)



## 按章練習 (頁217)

22 (續)



b) 寫出該滴定涉及的反應的方程式。



c) 計算該泳池水中氯的濃度 (以  $\text{mol dm}^{-3}$  為單位)。



$$\begin{aligned} \text{與生成的碘反應的 } \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \text{ 離子的摩爾數} &= 0.00100 \text{ mol dm}^{-3} \times \frac{11.60}{1000} \\ &= 1.16 \times 10^{-5} \text{ mol} \quad (1) \end{aligned}$$

從方程式可知，1 摩爾的  $\text{I}_2$  會與 2 摩爾的  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  離子反應。

$$\begin{aligned} \text{即是，與 } \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \text{ 離子反應的 } \text{I}_2 \text{ 的摩爾數} &= \frac{1.16 \times 10^{-5}}{2} \text{ mol} \\ &= 5.80 \times 10^{-6} \text{ mol} \quad (1) \\ &= \text{在 } 25.00 \text{ cm}^3 \text{ 泳池水中 } \text{Cl}_2 \text{ 的摩爾數} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{該泳池水中 } \text{Cl}_2 \text{ 的濃度} &= \frac{5.80 \times 10^{-6} \text{ mol}}{25.00 \text{ cm}^3} \\ &= \frac{5.80 \times 10^{-6} \text{ mol}}{0.02500 \text{ dm}^3} \end{aligned}$$

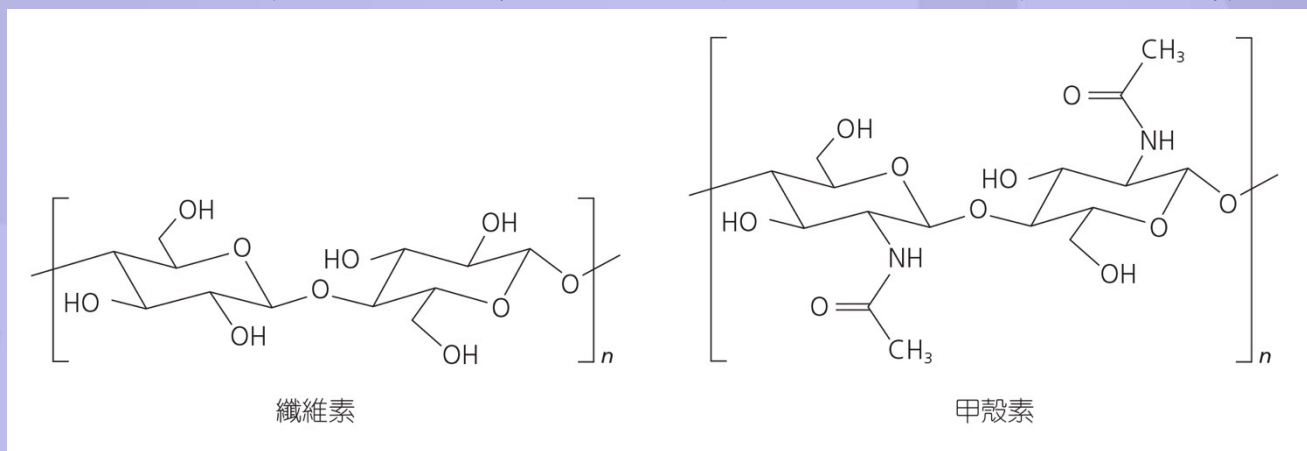
$$= 2.32 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \quad (1)$$

∴ 該泳池水中氯的濃度是  $2.32 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ 。



## 按章練習 (頁217) 香港公開考試試題答案從略 (如適用)。

23 纖維素及甲殼素均是天然聚合物，它們的結構顯示如下：



參照下表所給的數據，提出在纖維素及甲殼素的紅外光譜中一項相似之處及一項相異之處。

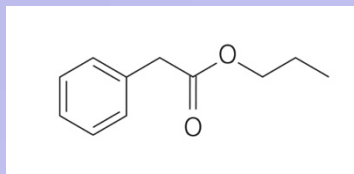
特徵紅外吸收波數域 (伸展式)

鍵合	化合物類別	波數域 ( $\text{cm}^{-1}$ )
C=C	烯	1 610 至 1 680
C=O	醛、酮、羧酸及其衍生物	1 680 至 1 800
C≡C	炔	2 070 至 2 250
C≡N	腈	2 200 至 2 280
O-H	帶「氫鍵」的酸	2 500 至 3 300
O-H	帶「氫鍵」的醇及酚	3 230 至 3 670



## 按章練習 (頁217)

24 酯 E 的結構顯示如下：



X 和 Y 是由 E 水解生成的兩種化合物。

a) 寫出 E 的系統名稱。

**2-苯乙酸丙-1-酯 / 苯乙酸丙-1-酯 (1)**



## 按章練習 (頁217)

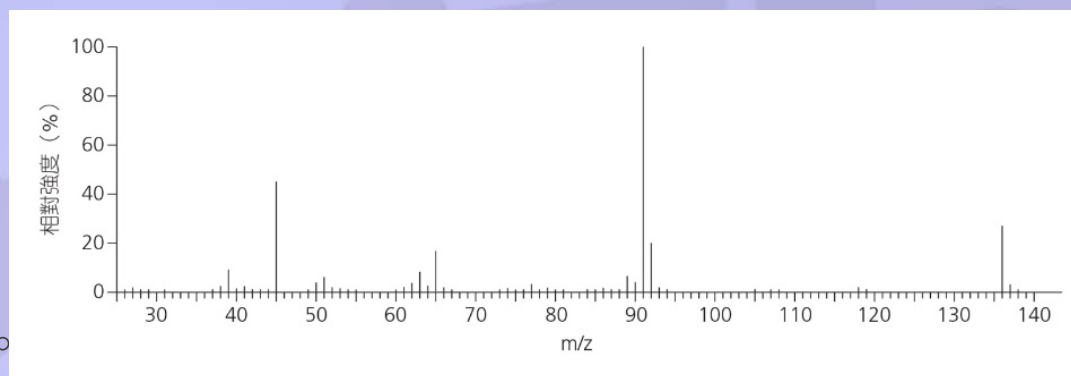
24 (續)



b) X 的質量組成顯示如下：

C 70.6%    H 5.9%    O 23.5%

X 的質譜顯示如下：



i) 計算 X 的實驗式。

(相對原子質量：H = 1.0，C = 12.0，O = 16.0)

100 g 的 X 含 70.6 g 的碳、5.9 g 的氫和 23.5 g 的氧。

	碳	氫	氧
元素的質量	70.6 g	5.9 g	23.5 g
相對原子質量	12.0	1.0	16.0
原子的摩爾數	$\frac{70.6 \text{ g}}{12.0 \text{ g mol}^{-1}} = 5.88 \text{ mol}$	$\frac{5.9 \text{ g}}{1.0 \text{ g mol}^{-1}} = 5.9 \text{ mol}$	$\frac{23.5 \text{ g}}{16.0 \text{ g mol}^{-1}} = 1.47 \text{ mol}$
原子的摩爾比	$\frac{5.88 \text{ mol}}{1.47 \text{ mol}} = 4$	$\frac{5.9 \text{ mol}}{1.47 \text{ mol}} = 4$	$\frac{1.47 \text{ mol}}{1.47 \text{ mol}} = 1$

(1)

(1)

∴ X 的實驗式是  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}$ 。



## 按章練習 (頁217)

24 (續)



b) ii) 推定 X 的分子式。

設  $(C_4H_4O)_n$  為 X 的分子式。

$$\begin{aligned} X \text{ 的相對分子質量} &= n(4 \times 12.0 + 4 \times 1.0 + 16.0) \\ &= 68n \end{aligned}$$

即是， $68n = 136$

$$n = 2 \quad (1)$$

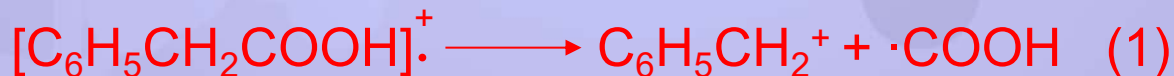
$\therefore$  X 的分子式是  $C_8H_8O_2$ 。

iii) 為在  $m/z = 45$  和 91 的訊號，分別提出一個對應的化學物種。

在  $m/z = 45$  處出現的峰對應  $COOH^+$  離子。(1)

在  $m/z = 91$  處出現的峰對應  $C_6H_5CH_2^+$  離子。(1)

iv) 寫出該母離子的碎裂生成對應  $m/z = 91$  訊號的離子的方程式。



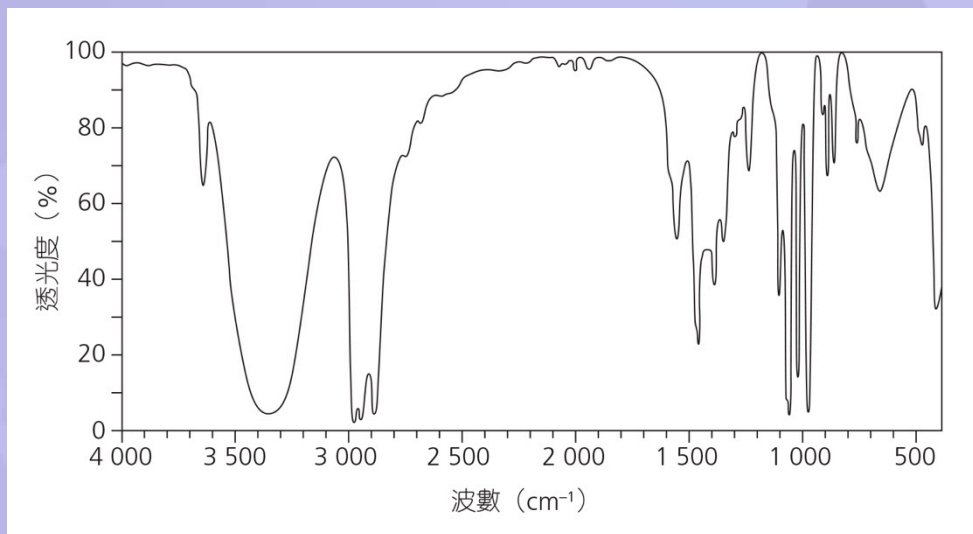


## 按章練習 (頁217)

24 (續)



c) Y 的紅外光譜顯示如下：



(參考表 54.1 提供的資料。)

i) 繪出 Y 的結構，並解釋紅外光譜如何確定所存在的官能基是甚麼。

Y 的結構是  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 。(1)在約  $3\,230\text{--}3\,670\text{ cm}^{-1}$  處有寬闊的強吸收峰顯示 O-H 鍵(醇) 的存在。(1)



## 按章練習 (頁217)

24 (續)



c) ii) 繪出 X 的結構，並解釋它的紅外光譜與 Y 的有何不同。

X 的結構是  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOH}$ 。

在約  $2\,500\text{--}3\,300\text{ cm}^{-1}$  處有寬闊的強吸收峰顯示 O-H 鍵(酸) 的存在。(1)

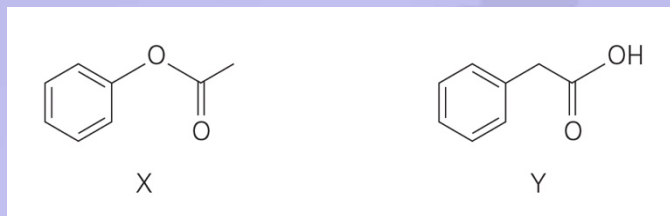
在約  $1\,680\text{--}1\,800\text{ cm}^{-1}$  處也有對應 C=O 鍵 的強吸收峰。(1)



## 按章練習 (頁217)

香港公開考試試題答案從略 (如適用)。

25 X 和 Y 是同分異構化合物，它們的結構顯示如下：



- a) 提出並解釋如何利用 X 和 Y 各自的質譜來分辨它們。
- b) X 的熔點是  $50^{\circ}\text{C}$  而 Y 的是  $77^{\circ}\text{C}$ 。它們均不溶於水但溶於二氯甲烷。當以稀  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$  處理時，X 不發生反應但 Y 發生反應以生成一可溶的鹽。
- i) 你獲提供稀  $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$  和稀  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 。根據溶劑提取，概述把固體 Y 從 X 和 Y 在二氯甲烷的溶液中分離出來的實驗步驟。
- ii) 提出如何能鑑定在 (i) 中所得的固體是純化合物 Y。

(HKDSE, Paper 2, 2016, 3(c))



## 按章練習 (頁217)

26 化合物 X 是肉桂油的主要成分。進行一些化學試驗以找出 X 的結構。



試驗 1 X 使溴水和酸化高錳酸鉀水溶液脫色。

試驗 2 以 2,4-二硝基苯肼測試 X 呈陽性結果。

試驗 3 以托倫斯試劑測試 X 呈陽性結果。

a) 參照每個試驗結果，提出一個存在於 X 的官能基。

i) 試驗 1  
C=C 鍵 (1)

ii) 試驗 2  
羰基 (1)

iii) 試驗 3  
醛基 (1)



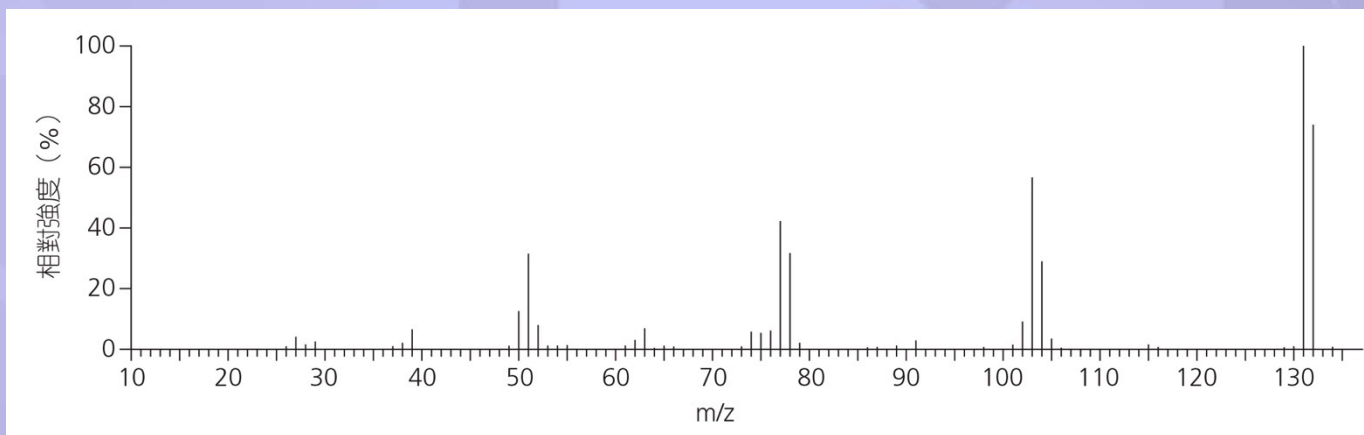
## 按章練習 (頁217)

26 (續)



b) 指出在試驗 3 中預期的觀察結果。

有銀鏡在反應容器內壁形成。(1)

c) X 的實驗式是  $C_9H_8O$ ，其質譜顯示如下：i) 為在  $m/z = 77$  和  $103$  的訊號，分別提出一個對應的化學物種。

m/z 值	對應的化學物種
77	$C_6H_5^+$
103	$C_8H_7^+$

(1)

(1)

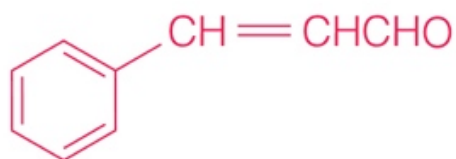


## 按章練習 (頁217)

26 (續)



c) ii) 繪出 X 的可能結構。



(1)



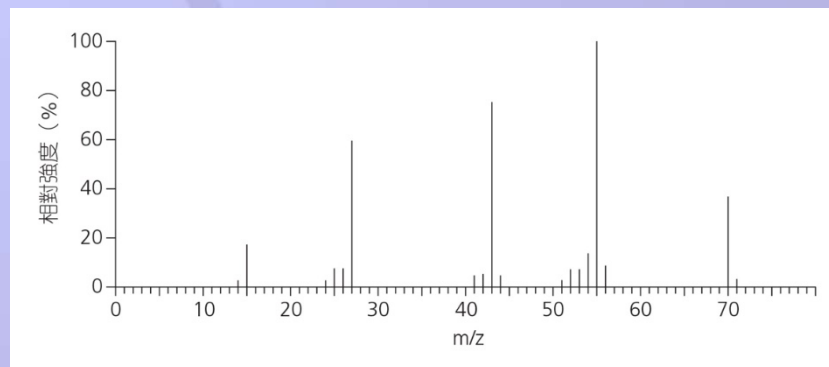
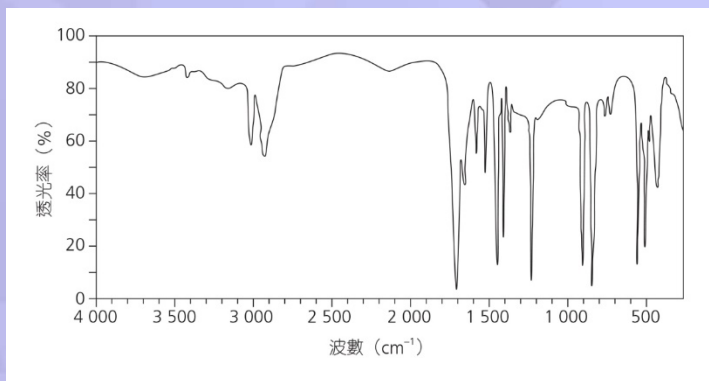
## 按章練習 (頁217)



27 一液體混合物含兩個有機化合物 X 和 Y :

	X	Y
分子式	$C_4H_6O$	$C_4H_8O$
沸點 ( $^{\circ}C$ )	81.4	79.6

- a) 解釋為甚麼分餾不是一個把 X 從這混合物分離出來的合適方法。
- b) X 給出以下的紅外光譜和質譜：





## 按章練習 (頁217)

27 (續)



b) i) 參考這紅外光譜和下表所提供的資料，推定可能存在 X 中的一個官能基。

特徵紅外吸收波數域 (伸展式)

鍵合	化合物類別	波數域 ( $\text{cm}^{-1}$ )
C=C	烯	1 610 至 1 680
C=O	醛、酮、羧酸及其衍生物	1 680 至 1 800
C $\equiv$ C	炔	2 070 至 2 250
C $\equiv$ N	腈	2 200 至 2 280
O-H	帶「氫鍵」的酸	2 500 至 3 300
C-H	烷、烯及芳烴	2 840 至 3 095
O-H	帶「氫鍵」的醇	3 230 至 3 670
N-H	胺	3 350 至 3 500

- ii) 參考這質譜，為在  $m/z = 43$  和  $55$  的每個訊號，提出一個對應的化學物種。
- iii) 根據上面的 (i) 和 (ii)，繪出 X 的一個可能結構。



## 按章練習 (頁217)

27 (續)



c) 化合物 Y 在 2,4-二硝基苯肼測試呈陽性結果，並在托倫斯試劑測試呈陰性結果。推定 Y 可能是甚麼。

*(HKDSE, Paper 2, 2018, 3(c))*

香港公開考試試題答案從略 (如適用)。