

# 化學課程及評估指引（中四至中六） （首次適用於 2018/19 學年中四學生）

## 教師指南

### 目錄

簡介 .....	1
第一部分 – 化學課程修訂.....	<b>I-1</b>
必修部分.....	I-1
選修部分 .....	I-48
第二部分 – 化學課程註釋.....	<b>II-1</b>
一般注意事項.....	II-1
課題注意事項.....	II-3
附件.....	II-9

### 簡介

由 2013/14 學年開始實施的修訂化學科課程，在首個實施的周期完結後，課程發展議會、教育局與香港考試及評核局共同檢視化學科課程及評估，根據從前線教師和不同持份者蒐集到的意見及提議，制訂修訂建議。

本文件包括兩部分。第一部分展示課題內概述、學習目標（學生應學習）、學習成果（學生應能）、建議學與教活動、價值觀和態度及科學、科技、社會和環境的連繫的修改，以說明課程內容的修訂建議。這些修訂於 2018/19 學年實施，適用於將報考 2021 年香港中學文憑考試的中四學生。教師在規劃課程時應同時參考由課程發展議會與香港考試及評核局於 2007 年聯合編訂並於 2018 年更新的化學課程及評估指引（中四至中六），而本文件第一部分乃上述指引的第 2.3.1 節和第 2.3.2 節的修訂課程。

文件的第二部分旨在列出上述指引的一些要點，並闡述課程中部分課題的深度和廣度，以供教師參考。本部分所列的註釋，並非細大無遺，也不是教師在課堂上進行學與教的指定範圍。相反，有關註釋實屬參考性質，讓教師按其學生的興趣、能力、實際的教學時間和資源，規畫如何實施課程。

## 第一部分—化學課程修訂 (首次適用於 2018/19 學年中四學生)

### 必修部分

#### 課題一 地球

##### 概述

自然界由化學物質組成，而這些物質可從地殼、海洋和大氣中獲得。本課題的目標是讓學生明白我們活在一個由化學物質組成的世界，化學與社會息息相關，亦是我們需要學習的重要領域。本課題的另一目標是讓學生認識化學這門學科涉及探究如何從環境中分離出有用的物料，並分析這些物料。完成本課題後，學生應對初中科學科課程中的科學探究和所學的化學概念有進一步的了解。

學生應認識「元素」、「化合物」和「混合物」、「物理變化」和「化學變化」、「物理性質」和「化學性質」、「溶劑」、「溶質」和「飽和溶液」等詞彙。學生也須懂得以文字反應式表達化學變化，及建議合適的方法分離混合物和合適的試驗檢定化學物種。

##### 學生應學習

###### a. 大氣

- 空氣的成分
- 以分餾法從液態空氣中分離氧和氮
- 氧的試驗

##### 學生應能

- 描述分餾液態空氣的過程並明白其中涉及的概念和步驟
- 示範如何進行氧的試驗

## 學生應學習

### b. 海洋

- 海水的成分
- 從海水中提取食鹽和分離出純水
- 顯示食鹽樣本中含鈉和氯化物的試驗
- 顯示某樣本中含水的試驗
- 海水的電解及其生成物的用途

### c. 岩石和礦物

- 岩石為礦物的來源
- 以金屬礦石提取金屬為例，說明從礦物中可分離出有用的物料
- 石灰石、白堊和大理石為不同形式的碳酸鈣
- 以熱、水和酸對碳酸鈣的作用為例，說明侵蝕過程
- 碳酸鈣的熱分解及二氧化碳的試驗
- 顯示石灰石（或白堊、大理石）樣本中含鈣和碳酸鹽的試驗

## 學生應能

- 描述海中各種礦物
- 示範如何從海水中提取食鹽和分離出純水
- 描述蒸發、蒸餾、結晶和過濾等不同物理分離法的過程並明白其中涉及的概念和步驟
- 評鑑在不同情況下採用蒸發、蒸餾、結晶和過濾等物理分離法是否恰當
- 示範如何進行焰色試驗、氯化物的試驗和水的試驗

- 描述從金屬礦石提取金屬的方法，如物理方法、單獨加熱和與碳共熱
- 描述自然界中碳酸鈣的各種不同形式
- 明瞭熱、水和酸的作用可使化學品起變化
- 利用文字反應式描述化學變化
- 示範如何進行二氧化碳和鈣的試驗

## 建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 搜尋與大氣有關的議題，如空氣污染和分餾液態空氣所得產物的應用
- 使用適當的方法來試驗氧和二氧化碳
- 進行實驗並評鑑蒸發、蒸餾、結晶和過濾等物理分離法

- 使用適當的儀器和技巧進行焰色試驗及氯化物的試驗
- 進行顯示某樣本中含水的試驗
- 解決有關分離混合物的難題，如鹽、糖和砂的混合物，砂、水和油的混合物
- 從氧化銀提取銀
- 探究熱、水和酸對碳酸鈣的作用
- 設計並進行碳酸鈣的化學試驗
- 參與有關保存天然資源議題的決策練習或討論
- 利用文字反應式來描述化學變化

### **價值觀和態度**

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 重視化學品的安全處理和棄置
- 意識到人類所需的多種物料均源自地球
- 關注天然資源蘊藏量有限的問題
- 顯示對化學的興趣和好奇心
- 欣賞化學家在分離和鑑定化學物種方面的貢獻

### **科學、科技、社會和環境的連繫**

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 從空氣中提取的氧氣可作醫療用途。
- 前往缺乏潔淨和安全水源地區的旅客使用涉及化學反應的方法淨化食水。
- 除了從廣東省輸入食水外，海水化淡是另一個為香港市民提供淡水的方法。
- 為了保護環境，化學物種的開採和提取應予以監管。
- 從電解海水所得的生成物對我們的社會都是有益的。

## 課題二 微觀世界 I

### 概述

化學研習常常需要把宏觀世界的現象與微觀世界內原子、分子和離子間的相互作用聯繫起來。透過學習本課題中原子、分子和離子的結構，以及元素和化合物內的鍵合，學生將可獲得一些基本的化學原理知識，從而可進一步闡釋化學的宏觀現象，例如變化規律、不同化學反應所得的觀察、反應速率和化學平衡；同時，學生也應能進行與化學式有關的各項計算，奠定在繼後課題學習摩爾計算的基礎。

此外，透過學習金屬、巨型離子物質、簡單分子物質及巨型共價物質的性質，學生應能理解物質的鍵合、結構和性質之間的相互關係。利用對各類結構的認識，學生應能區別具有不同結構物質的性質，並明白到認識物質的結構有助決定其用途。有鑑於物料化學在應用化學中愈趨重要，本課題為學生提供基礎知識，以便他們日後可以進一步學習現代社會中新物料的發展。

藉搜集和分析有關原子結構和週期表的資料等活動，學生應認識到原子結構的發現和週期表發展的歷史對現代化學所帶來的影響。另外學生亦應知道符號和化學式是組成科學家傳遞化學概念的共通語言的基礎部分。

**學生應學習**

## a. 原子結構

- 元素、原子和符號
- 元素的分類：金屬、非金屬和類金屬
- 電子、中子和質子為次原子粒子
- 簡單的原子模型
- 原子序( $Z$ )和質量數( $A$ )
- 同位素
- 以  $^{12}\text{C}=12.00$  為基準的同位素質量和相對原子質量
- 原子的電子排佈 (至  $Z=20$ )
- 貴氣體的穩定性與其電子排佈的關係

## b. 週期表

- 元素在週期表中的位置與其電子排佈的關係
- 第 I、II、VII 和 0 族內同族元素在化學性質的相似性

**學生應能**

- 說明元素與原子的關係
- 使用符號來表示元素
- 將元素按其性質分為金屬或非金屬
- 瞭解某些元素同時具有金屬與非金屬的性質
- 說明及比較質子、中子和電子的相對電荷和相對質量
- 利用質子、中子和電子描述原子的結構
- 闡釋和運用符號，如  $^{23}_{11}\text{Na}$
- 運用所給的原子序和質量數推算原子和離子中的質子、中子及電子數目
- 通過相關資料從元素中識別同位素
- 進行有關同位素質量和相對原子質量的計算
- 認識和推斷出原子的電子排佈
- 利用電子圖表達原子的電子排佈
- 找出貴氣體的穩定性與八隅體規則的關係
- 明瞭週期表內各元素是依原子序數由小至大排列的
- 認識週期表是一個有系統的排列元素方式
- 界定元素在週期表中的族數和週期數
- 找出元素在週期表中的位置與其電子結構的關係
- 找出第 I、II、VII 和 0 族元素的電子排佈與其化學性質的關係
- 描述第 I、II 和 VII 族元素活潑性的差異
- 推測週期表內某一族中一些陌生元素的化學性質

### 學生應學習

- c. 金屬鍵
  
- d. 金屬的結構和性質
  
- e. 離子鍵和共價鍵
  - 藉電子轉移而形成離子鍵
  - 陽離子和陰離子
  - 簡單離子化合物的電子圖
  - 離子化合物的名稱和化學式
  - 以氯化鈉為例，說明離子結構
  - 藉電子共用而形成共價鍵
  - 單鍵、雙鍵和三鍵
  - 簡單共價分子的電子圖
  - 共價化合物的名稱和化學式
  - 式量和相對分子質量

### 學生應能

- 描述金屬鍵合的簡單模型
  
- 描述金屬所具的一般性質
- 找出金屬性質與其巨型金屬結構的關係
  
- 利用電子圖描述離子及離子鍵的形成
- 繪畫陽離子和陰離子的電子圖
- 利用週期表的資料預測由金屬原子與非金屬原子所形成的離子
- 辨認多原子離子
- 根據離子的化學式，為常見陽離子和陰離子命名
- 根據所含離子，為離子化合物命名
- 描述常見離子在水溶液所呈現的顏色
- 透過離子化合物所含離子及其數目的比例，闡釋其化學式
- 參照離子化合物的名稱或所含離子，寫出其化學式
- 描述離子晶體的結構
- 描述共價鍵的形成
- 利用電子圖描述單鍵、雙鍵和三鍵的形成
- 以  $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{NH}_4^+$  為例，利用電子圖描述配位共價鍵的形成
- 按照共價化合物所含的元素及其原子數目的比例，闡釋其化學式
- 參照共價化合物所含的原子，寫出其名稱和化學式
- 適當地運用化學符號和化學式傳遞科學概念

### 學生應學習

- f. 巨型離子物質的結構和性質
- g. 簡單分子物質的結構和性質
- h. 巨型共價物質的結構和性質
- i. 比較一些重要類別的物質的結構和性質

### 學生應能

- 界定及分辨以下詞彙：式量和相對分子質量
- 進行有關化合物的式量和相對分子質量的計算
- 描述如氯化鈉和氯化銫等物質的巨型離子結構
- 利用離子化合物的結構及鍵合，說明並解釋其性質
- 描述如二氧化碳和碘等物質的簡單分子結構
- 認識於分子之間存在范德華力
- 利用簡單分子物質的結構及鍵合，說明並解釋其性質
- 描述如金剛石、石墨和石英等物質的巨型共價結構
- 利用巨型共價物質的結構和鍵合，說明並解釋其性質
- 比較具有巨型離子結構、巨型共價結構、簡單分子結構和巨型金屬結構的物質的結構和性質
- 利用物質的結構和鍵合來推斷其性質；或利用物質的性質推斷其結構和鍵合
- 利用物質的結構解釋其用途



## 建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 搜尋和簡報有關發現原子結構的資料
- 搜尋和簡報有關元素和週期表發展的資料
- 進行有關相對原子質量、式量和相對分子質量的計算
- 繪畫原子、離子和分子的電子圖
- 探究週期表中同族元素化學性質的相似性，如第 I 族元素與水的反應、第 II 族元素與稀氫氯酸的反應，以及第 VII 族元素與亞硫酸鈉溶液的反應
- 預測週期表內某一族中一些陌生元素的化學性質
- 分別寫出離子化合物和共價化合物的化學式
- 命名離子化合物和共價化合物
- 探究某些寶石的成分與其外觀色彩的關係
- 利用一組水溶液預測離子的顏色，如分別按氯化鉀和重鉻酸鉀的水溶液推測  $\text{K}^+(\text{aq})$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$  和  $\text{Cl}^-(\text{aq})$  的顏色
- 探究水溶液（如重鉻酸銅(II)及高錳酸鉀）的離子向相反電極的遷移
- 製作離子晶體和共價分子的三維模型
- 利用電腦程式研習離子晶體、簡單分子物質和巨型共價物質的三維影像
- 製作金剛石、石墨、石英和碘的模型
- 利用物質的性質推斷其結構或利用物質的結構推斷其性質
- 利用物質的結構論證其一些特定的用途
- 閱讀或撰寫有關物料如石墨和鋁的結構和應用的文章

## 價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 領悟科學證據是歸納和解釋物質的基礎
- 體會運用模型和學說有助解釋物質的結構和性質
- 欣賞科學家在建立週期表過程中的堅持，從而體會科學知識會隨時間而改變和累積
- 體會闡釋觀察到的現象時，證據本身具有局限性
- 體會運用鍵合和結構概念有助理解宏觀世界中的現象，如物質的物理性質

### **科學、科技、社會和環境的連繫**

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 使用通用的化學符號和化學式有助世界各地人們的互相溝通。
- 物質的俗名可與其系統名稱聯繫（如食鹽和氯化鈉、食用蘇打和碳酸氫鈉）。
- 根據研究物質的結構、化學鍵合及其他性質所得出的發現，研製了一些專門的新物料，如防彈纖維、超導體和超能膠。

## 課題三 金屬

### 概述

由於金屬在日常生活中用途廣泛，故此自遠古以來從礦石中提取金屬是人類一項重要活動。本課題讓學生了解如何從礦石中提取金屬，以及金屬與其他物質的反應，並懂得利用實驗證據，建立金屬的活性序。

金屬的腐蝕為人類帶來社會和經濟方面的問題。因此，必須發展一些方法以保存蘊藏量有限的金屬資源。探究導致金屬腐蝕的成因和防止腐蝕的方法，是有意義的解難學習活動，並有助學生建立運用地球資源的正面態度。

化學反應式是表達化學反應的簡明和通用的方式。學生應能把文字反應式轉寫為化學反應式，並認識到藉反應式可顯示化學反應中反應物和生成物間的定量關係。學生亦應懂得涉及摩爾和化學反應式的運算。從本課題獲取的摩爾概念，可讓學生作好準備，學習其他課題所涉及溶液濃度、氣體摩爾體積和反應的平衡常數的計算。

### 學生應學習

- a. 金屬的存在和提取
- 金屬在自然界中以自由態和化合態形式存在
  - 把金屬氧化物加熱或與碳共熱以獲取金屬
  - 以電解提取金屬
  - 金屬的發現與金屬提取的難易程度和原料是否容易取得有關
  - 有限的金屬蘊藏量與金屬資源的保存

### 學生應能

- 說明金屬的來源和其在自然界中存在的形式
- 解釋為何需要提取金屬
- 明瞭金屬的提取涉及其礦石的還原
- 描述並解釋由礦石提取金屬的主要方法
- 找出從礦石提取金屬的難易程度與金屬活潑性的關係
- 參照金屬提取的難易程度推斷發現某些金屬的先後次序
- 寫出金屬提取的文字反應式

## 學生應學習

### b. 金屬的活性

- 一些常見金屬如鈉、鈣、鎂、鋅、鐵、鉛、銅等與氧（或空氣）、水、稀氫氯酸和稀硫酸的反應
- 金屬活性序與金屬形成正離子的趨向
- 置換反應及利用活性序解釋該等反應
- 利用活性序預測涉及金屬的反應
- 金屬的提取方法與其在活性序位置的關係

## 學生應能

- 描述金屬資源有限故有需要將金屬再循環
- 從社會、經濟及環境角度評價金屬的再循環
- 描述及比較一些常見金屬與氧（或空氣）、水和稀酸的反應
- 寫出金屬與氧（或空氣）、水和稀酸反應的文字反應式
- 參照金屬與氧（或空氣）、水和稀酸的反應編排金屬的活性序
- 寫出平衡的化學反應式以描述不同的反應
- 運用物態符號(s)、(l)、(g)和(aq)來書寫化學反應式
- 找出金屬的活性與金屬形成正離子趨向的關係
- 描述並解釋涉及不同金屬和金屬化合物水溶液的置換反應
- 利用所給資料推斷金屬的活性次序
- 寫出平衡的離子反應式
- 利用金屬活性序預測金屬反應的可行性
- 找出金屬的提取方法與其在活性序中的位置的關係

**學生應學習**

## c. 反應質量

- 化學反應式所顯示的反應物和生成物之間的定量關係
- 摩爾、亞佛加德羅常數和摩爾質量
- 化合物中元素的質量百分比
- 從實驗數據導出實驗式和分子式
- 從化學反應式求出反應質量

## d. 金屬的腐蝕和保護

- 導致鐵銹蝕的因素
- 預防鐵銹蝕的方法
- 鐵銹蝕對社會和經濟的影響
- 鋁的抗腐蝕性
- 陽極電鍍為增強鋁的抗腐蝕性的方法

**學生應能**

- 明瞭及運用平衡反應式所提供的定量資料
  - 進行有關摩爾、亞佛加德羅常數和摩爾質量的計算
  - 利用適當資料計算化合物中元素的質量百分比
  - 利用質量組成及摩爾質量求出實驗式和分子式
  - 利用相關的反應式計算反應物和生成物的質量並指出兩者的關係
  - 解決有關限量試劑的問題
- 
- 說明鐵銹的本質
  - 描述導致鐵銹蝕的主要條件
  - 描述並解釋影響鐵銹蝕速率的因素
  - 描述在探究鐵銹蝕的實驗中使用鐵銹指示劑（六氰合鐵(III)酸鉀和酚酞混合物）時可見的現象
  - 描述並解釋預防鐵銹蝕的各種方法，如：
    - i. 塗抹油漆、油或覆蓋塑膠
    - ii. 鍍鋅
    - iii. 鍍錫
    - iv. 電鍍
    - v. 陰極保護
    - vi. 犧牲性保護
    - vii. 合金
  - 認識鐵銹蝕對社會和經濟的影響
  - 明白鋁的活性較預期低而抗腐蝕度則較預期高的原因
  - 描述陽極電鍍如何增強鋁的抗腐蝕性

## 建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 搜尋和簡報有關金屬的存在及其在日常生活用途的資料
- 分析資料並連繫金屬活性和年表中的青銅器時代、鐵器時代和現代等不同時期
- 設計和進行實驗從金屬氧化物（如氧化銀、氧化銅(II)、氧化鉛(II)和氧化鐵(III)）中提取金屬
- 選定合適的方法從礦石提取金屬
- 把文字反應式轉寫為化學反應式
- 以電腦模擬作輔助，書寫平衡化學反應式
- 進行實驗探究金屬與氧（或空氣）、水和稀酸的反應
- 利用實驗證據編排金屬的活性序
- 進行實驗探究金屬與水溶液中金屬離子的置換反應
- 解釋鋅與固體氧化銅(II)置換反應化學示範所得的觀察
- 書寫離子反應式
- 進行實驗測定氧化鎂或氧化銅(II)的實驗式
- 進行有關摩爾和反應質量的計算
- 進行實驗研究發粉／碳酸氫鈉的熱分解，並解決相關的化學計量問題
- 設計並進行實驗探究影響鐵銹蝕的因素
- 進行實驗研究可用來預防鐵銹蝕的方法
- 考慮社會、經濟和科技等方面的因素，選定預防金屬腐蝕的合適方法
- 搜尋和簡報有關香港金屬回收工業和保存全球金屬資源的措施的資料

## 價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 肯定科學和科技帶來有用物料的貢獻
- 明白在科學探究中公平比較的重要性
- 重視採取適當的安全措施，方進行涉及具危險性化學品和劇烈反應的實驗
- 關注金屬蘊藏量有限的問題，並意識到保存和善用資源的重要性
- 認識摩爾概念在研習定量化學的重要性
- 欣賞化學在發展防銹方法方面為社會及經濟作出的貢獻

### **科學、科技、社會和環境的連繫**

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 雖然鋼鐵工業是內地溢利最高的工業之一，但其增長受到不少限制，例如中國的原材料短缺。
- 推行新科技不但能提高金屬提取過程的效率，同時亦可控制該等過程對環境的影響。
- 提倡保存金屬資源可喚醒人們關注環境保護。
- 為提高一些產品（如汽車、飛機、窗框和眼鏡框）的性能，人們有需要發展新的合金以取代純金屬。

## 課題四 酸和鹽基

### 概述

在我們身邊發生的諸多化學過程中，不論是在工業還是在生物方面、在實驗室還是在日常生活環境中，均涉及酸和鹽基（或鹼）。在初中科學科課程中，學生已初步認識了酸和鹼。在本課題中，學生將進一步學習酸和鹽基（或鹼）的性質和反應，同時認識摩爾濃度的概念。學生亦應注意由使用酸和鹼所引起的潛在危險。

此外，學生將會學習運用儀器量度 pH、各種製備鹽的方法及涉及酸和鹼的容量分析。透過這些實驗練習，他們應能掌握重要的實驗技巧、分析數據和闡釋實驗結果。完成本課題後，預期學生能掌握主要的技巧以進行課程要求的探究研習，及獲取相關的基本知識以便日後修讀分析化學和進行更複雜的化學定量分析。

### 學生應學習

- a. 酸和鹼的簡介
- 在日常生活和實驗室常用的酸和鹼
  - 以稀氫氯酸和稀硫酸為例，說明酸的性質和化學反應
  - 酸的性質和氫離子 ( $\text{H}^+(\text{aq})$ )
  - 顯示酸的性質時水所扮演的角色
  - 酸的鹽基度
  - 以氫氧化鈉和氨水溶液為例，說明鹼的性質和化學反應
  - 鹼的性質和氫氧離子 ( $\text{OH}^-(\text{aq})$ )
  - 濃酸和濃鹼的腐蝕性質

### 學生應能

- 認識一些家用物品是酸性的
- 陳述實驗室常見的酸
- 描述酸的性質及其典型的反應
- 寫出酸反應的化學反應式和離子反應式
- 找出酸的性質和內含的氫離子 ( $\text{H}^+(\text{aq})$ )的關係
- 描述顯示酸的性質時水所扮演的角色
- 說明不同酸（如  $\text{HCl}$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{H}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{CH}_3\text{COOH}$ ）的鹽基度
- 利用與酸的反應定義鹽基和鹼
- 認識一些家用物品是鹼性的
- 陳述實驗室常見的鹼
- 描述鹼的性質及其典型的反應
- 寫出鹼反應的化學反應式和離子反應式



**學生應學習****b. 指示劑和 pH**

- 以石蕊、甲基橙和酚酞為例，介紹酸鹼指示劑
- pH 標度用以量度溶液的酸度和鹼度  
$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+(\text{aq})]$$
- 使用通用指示劑和合適的儀器量度溶液的 pH 值

**c. 酸和鹼的強度**

- 以酸和鹼在水溶液中離解的程度解釋強酸和弱酸、強鹼和弱鹼的意義
- 比較酸（或鹼）強度的方法

**d. 鹽和中和作用**

- 鹽基為與酸的化性相逆物質
- 中和作用為酸與鹽基（或鹼）之間的反應，此反應只生成水和鹽
- 中和作用的放熱本質
- 製備可溶鹽和不溶鹽
- 常見鹽類的命名
- 中和作用的應用

**學生應能**

- 找出鹼的性質和內含的氫氧離子 ( $\text{OH}^-(\text{aq})$ ) 的關係
- 描述酸和鹼的腐蝕性質及處理酸鹼時的安全措施
- 說明石蕊、甲基橙和酚酞在酸性和鹼性溶液中呈現的顏色
- 描述使用合適的指示劑測試酸度和鹼度
- 找出 pH 標度與物質的酸度或鹼度的關係
- 進行有關強酸溶液中  $\text{H}^+(\text{aq})$  的濃度與 pH 值的計算
- 建議及示範使用合適方法來測定物質的 pH 值
- 描述酸和鹼的離解
- 找出酸和鹼強度與其離解程度的關係
- 運用合適詞彙描述酸和鹼：強與弱、濃與稀
- 建議及進行實驗比較酸或鹼的強度
- 寫出中和作用的化學反應式和離子反應式
- 說明常見鹽類水溶解度的通則
- 描述在製備、分離和淨化可溶的鹽及不溶的鹽時所使用的技巧
- 建議製備某一特定鹽的方法
- 命名由酸鹼反應生成的常見鹽類
- 解釋中和作用的一些應用

**學生應學習**

## e. 溶液的濃度

- 以  $\text{mol dm}^{-3}$  (摩爾濃度) 表示溶液的濃度

## f. 涉及酸和鹼的容量分析

- 標準溶液
- 酸鹼滴定

**學生應能**

- 把溶液的摩爾濃度轉換以  $\text{g dm}^{-3}$  為單位
- 進行有關溶液濃度的計算
- 描述及示範如何透過將固體溶解或將濃溶液稀釋來製備指定濃度的溶液
- 計算所製備溶液的濃度
- 描述及示範進行酸鹼滴定的技巧
- 應用溶液濃度的概念和利用酸鹼滴定的結果解決化學計量問題
- 撰寫實驗報告將容量分析實驗的步驟和結果表達出來

**建議學與教活動**

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 尋找天然酸和鹼的例子，並搜尋其化學成分的資料
- 探究稀酸與金屬、碳酸鹽、碳酸氫鹽、金屬氧化物和金屬氫氧化物的作用
- 設計和進行實驗，研習水在顯示酸的性質時所扮演的角色
- 搜尋有關酸（或鹼）具有危害性質的資料
- 探究稀鹼與金屬離子水溶液生成金屬氫氧化物沉澱物的反應
- 探究稀鹼與銨化合物生成氨的反應
- 進行實驗探究濃酸（或濃鹼）的腐蝕性
- 搜尋有關常用酸鹼指示劑本質的資料
- 進行實驗找出一些家用物品的 pH 值
- 使用數據記錄器或 pH 計量度物質的 pH 值
- 設計和進行實驗比較酸（或鹼）的強度
- 進行實驗辨別具相同 pH 值的強酸和弱酸
- 探究中和過程中溫度的變化
- 製備和分離可溶的鹽和不溶的鹽
- 搜尋和簡報有關中和作用的應用資料

- 製備容量分析中所用的標準溶液
- 進行有關摩爾濃度的計算
- 使用適當的指示劑、pH 計或數據記錄器進行酸鹼滴定
- 進行滴定實驗找出醋中所含醋酸的濃度或通渠劑中所含氫氧化鈉的濃度
- 進行有關滴定的計算
- 撰寫一份容量分析實驗的詳細報告

### **價值觀和態度**

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 培養安全處理、貯存和棄置化學品的正確態度，從而遵守安全規則
- 瞭解適當的實驗技巧和精確的計算對獲取準確結果的重要性
- 認識容量分析是分析化學中的一項重要技巧
- 明白在對比時，控制實驗變項的重要性
- 明白使用儀器有助提高科學探究的效率和準確度

### **科學、科技、社會和環境的連繫**

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 實施涉及中和作用的措施，可以控制汽車、工廠和發電廠所排放的氮氧化物和二氧化硫。
- 苛性鈉由氯鹼工業製造，而氯鹼工業是一門傳統的化學原材料工業。
- 容量分析是分析化學中的一門重要技術，並應用於化驗實驗室和科學鑑定。
- 抗酸劑是一種含有鹽基的常用藥物，可用來中和胃酸並舒緩胃痛。

## 課題五 化石燃料和碳化合物

### 概述

碳化合物在工業及日常生活中均擔當著重要的角色，它的主要來源是煤和石油。本課題將重點討論石油餾分作為燃料和碳氫化合物（或烴）的來源，讓學生認識使用化石燃料給我們帶來的好處和方便，例如為人類提供家用燃料及製造塑膠和合成纖維等合成聚合物的原材料，同時，亦讓學生認識使用化石燃料所帶來的空氣污染、酸雨、全球暖化等環境問題。學生學習本課題，也會明白人類的活動為環境帶來重要的影響。

此外，本課題將介紹一些在有機化學上的基本概念，如同系列、官能基、通式和結構式。學生應懂得書寫碳鏈帶著不多於八個碳原子的烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的系統名稱。他們亦須學習烷烴和烯烴的化學反應；利用電子圖說明透過描述單次取代的鹵甲烷的生成，學生便能了解有機化學反應通常涉及活潑的物種（例如自由基），並以多於一個步驟進行。

聚合物可由細小的有機分子（單體）經化學反應合成得來，這過程稱為聚合。學生應明白如何生成加成聚合物；此外，學生應瞭解一些常見加成聚合物的用途與其物理性質有關，而物理性質則與其結構有關。課題十一「碳化合物的化學」及課題十四「物料化學」將分別包括縮合聚合物的生成和更深入討論聚合物的性質。

## 學生應學習

- a. 來自化石燃料的烴
- 煤、石油和天然氣為化石燃料和碳化合物的來源
  - 石油的成分及其分離
  - 不同石油餾分性質的遞變
  - 燃燒烴的熱變化
  - 各石油餾分的主要用途
  - 使用化石燃料的後果
- b. 同系列、結構式和碳化合物的命名
- 碳的獨特性
  - 以烷烴、烯烴、烷醇和烷酸為例說明同系列
  - 烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的結構式和系統命名法

## 學生應能

- 描述化石燃料的來源
  - 說明石油為烴的混合物，及工業上以分餾將其分離成各有用的餾分
  - 認識作為脂肪族烴和芳香族烴（如苯）來源的石油在經濟上的重要性
  - 找出餾分性質的遞變（如顏色、黏度、揮發性和燃燒特徵）與不同餾分內分子的碳原子數目的關係
  - 解釋對不同石油餾分的需求
  - 認識燃燒烴為放熱反應
  - 認識由燃燒化石燃料所引起的污染
  - 評估使用化石燃料對我們生活質素和環境的影響
  - 建議減少從燃燒化石燃料所排放的空氣污染物的措施
- 
- 參照碳的獨特結合能力和生成不同鍵合的能力，解釋碳化合物的龐大數目和多樣性
  - 解釋同系列的意義
  - 明瞭同系列內各成員顯示漸變的物理性質和相似的化學性質
  - 寫出烷烴的結構式
  - 寫出烷烴的系統名稱
  - 將碳化合物命名和書寫結構式的方法推廣至烯烴、烷醇和烷酸

**學生應學習**

## c. 烷烴和烯烴

- 石油為烷烴的來源
- 烷烴
- 裂解及其在工業上的重要性
- 烯烴

## d. 加成聚合物

- 單體、聚合物和重複單位
- 加成聚合
- 以聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯及有機玻璃為例說明加成聚合物的結構、性質和用途

**學生應能**

- 利用結構式來分辨飽和烴及不飽和烴
- 描述烷烴的化學反應：
  - i. 燃燒
  - ii. 與氯和溴的取代反應，以甲烷與氯（或溴）之反應為例
- 利用電子圖適當的圖象或反應式描述甲烷與氯的單取代反應所涉及的各步驟
- 認識裂解為獲取較小分子（包括烷烴和烯烴）的方法
- 描述如何在實驗室進行石油餾分的裂解
- 解釋裂解在石油工業的重要性
- 描述烯烴與下列試劑的反應：
  - i. 溴
  - ii. 高錳酸鉀溶液
- 示範如何進行不飽和烴的化學試驗
- 認識合成聚合物是由稱為單體的小分子構成
- 認識烯烴（由石油餾分裂解得來的不飽和化合物）能進行加成反應
- 瞭解烯烴和其他不飽和化合物能進行加成聚合
- 使用化學反應式來描述加成聚合
- 利用已知單體推斷加成聚合物的重複單位
- 利用加成聚合物分子已知的部分化學式來推斷其單體

## 建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 搜尋和簡報在中國及其他國家煤、石油和天然氣蘊藏地點的資料
- 探究石油餾分的顏色、黏度、揮發性和燃燒特徵
- 搜尋和簡報有關石油餾分主要用途及這些用途與餾分性質的關係
- 討論全球暖化與使用化石燃料的關係
- 繪畫烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的結構式及書寫它們的系統名稱
- 製作簡單的烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的分子模型
- 進行實驗探究烷烴和烯烴的典型反應
- 利用相關的影片或電腦動畫輔助研習甲烷與鹵素的取代反應的本質
- 進行裂解石油餾分的實驗並測試生成物
- 搜尋有關使用化石燃料對社會和環境的利弊的資料，並簡報有關論據
- 討論在香港使用另類能源的正反意見
- 搜尋有關發現聚乙烯和加成聚合物發展的資料或閱覽相關文章
- 探究不同加成聚合物的性質，如強度和遇熱軟化的難易程度
- 根據所給資料，書寫生成加成聚合物的化學反應式
- 製作加成聚合物的實物或電腦模型
- 進行實驗製備加成聚合物（如聚苯乙烯及有機玻璃）
- 從一個已知加成聚合物的結構推斷其單體

## 價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 欣賞有系統地組織科學資料的重要性
- 認識科學與科技的應用所帶來的益處和影響
- 重視保護地球資源
- 明白為了社會可持續發展，有必要使用其他能源
- 重視安全使用和貯存燃料
- 認識合成物料用途廣泛和應用它們時的局限性
- 關注環境，並為社會的可持續發展培養一份共同承擔的責任感

### **科學、科技、社會和環境的連繫**

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 石油工業為社會帶來不少有用產品，改善我們的生活質素。然而，化石燃料的生產、運輸、貯存和使用卻對我們構成危險。
- 燃燒化石燃料時所產生的排放物不但污染環境，更會長期甚或永久性地影響氣候。
- 科學與科技的應用，往往在經過一段長時間後，才會顯示出一些弊端，如使用含鉛汽油及柴油造成的污染問題和塑膠的棄置問題。因此，在日常生活中實際應用科學與科技前，我們必須小心衡量其對社會與環境所引起的利弊。



## 課題六 微觀世界 II

### 概述

本課題建基於課題二，目的是擴闊學生對物質的鍵合和結構的認識和概念。透過學習在共價鍵內原子間的電負性差異，學生應能辨認極性鍵分子和它們帶著的部分電荷。參照鍵的極性和分子的形狀，學生應能解釋分子的極性；鍵分子極性的知識將繼而幫助學生認識各種分子間引力的不同本質。學生應能明白氫鍵的來源、本質和強度，以及分辨非極性和極性共價物質間的范德華力。透過對各種分子間引力的認識，他們亦將能利用某些分子晶體（如冰和  $C_{60}$ ）的結構解釋其性質。此外，學生將學習更多有關簡單分子物質的知識，如一些共價分子的形狀和非八隅體結構。

### 學生應學習

#### a. 鍵與分子的極性

### 學生應能

- 定義原子的電負性
- 描述週期表中主族元素的電負性在同一族由上而下和同一週期由左至右的一般趨勢
- 解釋共價鍵中電子不均勻的共用狀況如何構成非極性及極性鍵的現象
- 辨認極性分子如  $HF$ 、 $H_2O$ 、 $NH_3$  和  $CHCl_3$  的部分電荷參照電負性、鍵的極性及分子的形狀，解釋分子如  $HF$ 、 $H_2O$ 、 $NH_3$  和  $CHCl_3$  的極性本質和分子如  $CH_4$  和  $BF_3$  的非極性本質
- 解釋  $CH_4$  和  $BF_3$  的非極性本質

**學生應學習**

## b. 分子間引力

- 范德華力
- 氫鍵

## c. 分子晶體冰的結構和性質

## d. 具有非八隅體結構的簡單分子物質

## e. 簡單分子的形狀

**學生應能**

- 解釋在非極性和極性共價物質中范德華力的存在
- 說明影響分子間范德華力強度的因素
- 比較范德華力與共價鍵的強度
- 利用 HF、H<sub>2</sub>O 和 NH<sub>3</sub> 為例描述氫鍵的形成
- 比較范德華力與氫鍵的強度
- 明白氫鍵對物質如水和乙醇的性質的影響

- 描述冰和 C<sub>60</sub> 的結構
- 利用冰和 C<sub>60</sub> 的結構和鍵合說明並解釋其性質

- 認識具有非八隅體結構的共價分子的存在
- 繪畫一些非八隅體分子如 BF<sub>3</sub>、PCl<sub>5</sub> 和 SF<sub>6</sub> 的電子圖

- 推測及繪畫立體圖以表示以下分子的形狀：(i) 分子的中間原子符合八隅體規則；(ii) 分子的中間原子不符合八隅體規則且沒有孤電子對（如 BF<sub>3</sub>、PCl<sub>5</sub> 和 SF<sub>6</sub>）

**建議學與教活動**

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 探究不均勻靜電場對極性和非極性液體射流的影響
- 探究氫鍵對液體流動的影響，例如比較具有不同羥基數目的醇的黏度
- 找出乙醇分子間氫鍵的強度
- 以范德華力和氫鍵來比較丙烷、甲氧基甲烷和乙醇的沸點

- 探究具有不同分子間引力的物質的蒸發速率
- 探究水的表面張力和黏度
- 搜尋及簡報說明在巨分子（如脫氧核糖核酸和蛋白質）內氫鍵的重要角色的資料
- 製作冰和  $C_{60}$  的模型
- 運用電腦程式處理晶體結構的立體影像
- 探究石墨和  $C_{60}$  的性質
- 閱讀有關如何利用價層電子對相斥 (VSEPR) 學說預測分子形狀和此學說的局限性的文章
- 以電腦模擬作輔助，探究一些指定分子的形狀

### 價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 肯定科學和科技帶來有用物料的貢獻
- 體會模型有助我們想像物質的結構
- 顯示對化學在社會和科技兩方面的新發展和新貢獻的好奇心
- 明瞭新證據的出現（如發現布克碳的結構一個原子厚度的二維石墨烯晶體）可能導致有關鍵合知識的新進展和修訂

### 科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 納米碳管複合材料（富勒烯結構家族的成員之一）已發展應用於航天工業和其他高效能產品中，如盔甲、運動器材和汽車等。
- 當富勒烯可在商業上大量製造，才可能推廣應用在電子元件、半導體和製藥等範疇。
- 研究發現石墨烯可應用於高性能的領域，例如無氣的水過濾系統、以石墨烯強化的運動用品，以及石墨烯超級電容。

## 課題七 氧化還原反應、化學電池和電解

### 概述

化學反應涉及釋放或吸收能量，而能量常透過熱、光和電三種形式來轉換。在化學電池中，化學能轉換為電能。電子在外電路流動，顯示在電極發生氧化反應和還原反應（氧化還原）。本課題介紹氧化還原的概念，以助學生瞭解電池內所發生的化學變化。學生將使用常見的氧化劑和還原劑進行探究，並同時學習書寫氧化還原的化學反應式。

透過學習有關氧化還原反應的概念，學生應可理解較複雜的電池內所發生的反應，以及電解的過程。學生亦應明白透過比較有關物種在電化序的位置，便可以預測發生氧化還原反應的可能性。此外，學生應能根據影響離子優先放電次序的因素來預測電解的生成物。

氧化還原反應的概念大量應用於工業和日常生活上。學生應明白電化學對科技創新的貢獻，並由此改善生活質素。另一方面，學生亦應能評估由這些科技所引起對環境的影響和安全問題。

### 學生應學習

- a. 日常生活使用的化學電池
- 原電池和二級電池
  - 化學電池的用途及與其相關的特性（如大小、電壓、電容量、可充電性及價格等）

### 學生應能

- 區別原電池和二級電池
- 描述常用原電池和二級電池的特徵：
  - i. 鋅碳電池
  - ii. 鹼性錳電池
  - iii. 氧化銀電池
  - iv. 鋰離子電池
  - v. 鎳金屬氫化物(NiMH)電池
  - vi. 鉛酸蓄電池
- 論證不同化學電池因應個別目的下的用途
- 明白使用乾電池對環境的影響

### 學生應學習

#### b. 簡單化學電池中的反應

- 化學電池需包含：
  - i. 兩種金屬電極和一種電解質
  - ii. 金屬－金屬離子半電池及鹽橋（或多孔裝置）
- 在電極發生的變化與外電路的電子流
- 半反應式和電池的總反應式

### 學生應能

- 描述及示範如何利用兩個金屬電極和一種電解質製作簡單化學電池
- 量度化學電池所產生的電壓
- 解釋由兩種金屬電極和一種電解質構成的簡單電池所引起的問題
- 解釋鹽橋（或多孔裝置）的功能
- 描述及示範如何利用金屬－金屬離子半電池和鹽橋（或多孔裝置）製作簡單化學電池
- 解釋以不同金屬對作為電池電極時產生不同電壓的原因
- 書寫半反應式以代表簡單化學電池內每個半電池的反應
- 書寫簡單化學電池的總反應式
- 預測簡單化學電池外電路的電子流動方向和電池內的化學變化

## 學生應學習

### c. 氧化還原反應

- 氧化及還原
- 氧化數
- 常用氧化劑（如  $\text{MnO}_4^-(\text{aq})/\text{H}^+(\text{aq})$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})/\text{H}^+(\text{aq})$ 、 $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ 、 $\text{Cl}_2(\text{aq})$ 、不同濃度的  $\text{HNO}_3(\text{aq})$  和濃  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$ ）
- 常用還原劑（如  $\text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$ 、 $\text{I}^-(\text{aq})$ 、 $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ 、 $\text{Zn}(\text{s})$ ）
- 配平氧化還原反應的反應式

### d. 化學電池內的氧化還原反應

- ~~描述~~ 鋅碳電池
- 含惰性電極的化學電池
- 燃料電池

## 學生應能

- 利用下列各項辨認氧化還原反應、氧化劑和還原劑：
  - i. 獲得或失去氧或氫原子
  - ii. 獲得或失去電子
  - iii. 氧化數的改變
- 找出元素和化合物中各原子的氧化數
- 建立金屬還原能力和金屬離子氧化能力的一般趨向
- 描述一些常用氧化劑和還原劑的化學變化
- 找出化學物種的還原能力和氧化能力趨向與其在一已知電化序的位置的關係
- 配平氧化及還原反應的半反應式
- 利用半反應式或氧化數的改變配平氧化還原反應式

~~• 描述~~ 鋅碳乾電池的構造

~~• 書寫~~ 鋅碳電池內各電極所起反應的半反應式及總反應式

- 描述和製作包含惰性電極的化學電池
- 推測含惰性電極化學電池內每個半電池的化學變化
- 書寫含惰性電極的化學電池內每個半電池所起反應的半反應式及總離子反應式
- 認識氫氧燃料電池的原理
- 書寫氫氧燃料電池內各電極所起反應的半反應式及總反應式
- 陳述氫氧燃料電池的優點及缺點

**學生應學習**

## e. 電解

- 以電解下列物質為例，說明電解為運用電能分解物質的過程：
  - i. 稀硫酸
  - ii. 不同濃度的氯化鈉溶液
  - iii. 硫酸銅(II)溶液
- 陽極反應和陰極反應
- 離子優先放電次序分別與電化序、離子濃度和電極性質的關係
- 電解在工業上的應用：電鍍
  - ii. 銅的純化

**學生應能**

- 描述製作電解池所需的物料
- 參考影響離子優先放電次序的各因素推測在電解池中每一電極的生成物
- 描述電解池內的陽極反應、陰極反應、總反應和電解質的可見變化
- 明白電鍍和銅純化的原理
- 描述電鍍和銅純化過程中陽極反應、陰極反應、總反應和電解質的可見變化
- 明白電鍍工業對環境的影響

**建議學與教活動**

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 參考所得的資料，選定日常生活中適用的化學電池
- 製作簡單的化學電池並量度其電壓
- 書寫半反應式
- 利用常用氧化劑和還原劑進行實驗，探究氧化還原反應
- 找出元素和化合物中各原子的氧化數
- 利用半反應式或氧化數配平氧化還原反應式
- 探究濃硫酸與金屬的氧化還原反應
- 探究不同濃度的硝酸與金屬的氧化還原反應
- 搜尋和簡報有關燃料電池應用的資料
- 探究燃料電池車的操作原理
- 進行實驗探究鉛酸蓄電池的操作原理
- 利用所給資料預測化學電池內的變化
- 觀看或製作展示化學電池反應的電腦模擬片段
- 進行實驗探究電解過程中的變化
- 運用微型儀器，進行實驗研究氯化錫(II)溶液或稀氯化鈉溶液的電解

- 進行實驗探究電解過程中影響離子優先放電次序的各因素
- 搜尋和簡報電鍍工業對環境可能造成的不良影響
- 設計和進行電鍍實驗
- 閱讀有關從鋁礦石提煉鋁所涉及的工業過程的文章
- 討論在汽車使用氫氧燃料電池的利弊
- 探究包裝食品的脫氧劑所涉及的化學原理

### **價值觀和態度**

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 欣賞創新科技對提高生活質素的貢獻
- 體會氧化數的概念有助研習氧化還原反應
- 培養安全處理、貯存和棄置化學品的正確態度，從而採取安全措施
- 重視評估科技對環境帶來的影響的需要

### **科學、科技、社會和環境的連繫**

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 各種呼氣測試技術，例如鈍態酒精感應器、初步呼氣測試和憑證呼氣測試（如醇量測量器 EC/IR）等，均是利用燃料電池技術來檢測酒精。
- 氫氧燃料電池可應用於太空任務及汽車等範疇，但並未普及至商業或家居用途。
- 發展各式各樣的鋰電池，如鋰離子電池、鋰離子聚合物電池、鋰鈷電池、鋰錳電池和鋰鎳電池，以應付各類消費產品的需求。
- 工業生產過程（如金屬的提煉、氯鹼工業和從礦石（鋁土礦）生產鋁）往往涉及甚多電解過程。
- 以電解提取活潑金屬的發展與人類歷史進程有著密切的關係。



## 課題八 化學反應與能量

### 概述

每當化學反應發生時，能量變化會隨即產生，且常以熱的形式出現，化學體系能以不同形式吸入或放出能量。本課題將介紹化學能學的基本概念及一些焓變詞彙。有關簡單量熱法的實驗和赫斯定律的定量討論，可以幫助學生進一步瞭解能學的概念。然而，彈式量熱器等儀器的使用則不在本課題的學習範圍之內。

### 學生應學習

- a. 化學反應中的能量變化
  - 能量守恆
  - 吸熱反應和放熱反應，以及這些反應與鍵的斷裂和形成的關係
- b. 標準反應焓變
- c. 赫斯定律
  - 利用赫斯定律求出難以從實驗中直接測定的焓變
  - 涉及反應焓變的計算

### 學生應能

- 利用能量守恆的概念解釋化學反應中的能變
- 描述認識焓變 ( $\Delta H$ ) 為恆壓下的熱變
- 運用圖表及焓變的概念解釋放熱反應和吸熱反應的本質
- 運用化學鍵斷裂和形成解釋放熱反應和吸熱反應的本質
- 解釋並運用以下詞彙：反應焓變和標準狀況（特別有關中和、生成和燃燒）
- 使用簡單量熱法進行實驗求出焓變
- 利用實驗結果計算焓變
- 運用赫斯定律繪畫簡單的焓變循環
- 進行涉及上述焓變循環和有關焓變的計算（特別求出難以從實驗中測定的焓變）

## 建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 利用合適方法和技巧設計並進行實驗求出以下反應的標準焓變：(a) 酸鹼中和及(b) 酒精的燃燒
- 參照赫斯定律，為反應焓變或其他標準焓變的定量關係繪畫焓變循環
- 與其他精密技術相比，討論簡單量熱法的局限性
- 進行涉及(a) 標準生成焓變、(b) 標準燃燒焓變及(c) 其他標準焓變等標準反應焓變的計算
- 進行實驗測定金屬氧化物或金屬碳酸鹽的生成焓變
- 找出解決有關標準反應焓變問題的不同方法
- 探究暖手器或冰墊所涉及的化學原理

## 價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 重視以有系統的方式來理解化學反應熱變的需要
- 體會跨學科關係的重要性，如焓變的計算涉及物理熱學的定量處理方法
- 接受在可容忍範圍內的定量實驗結果

## 科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 人類致力搜尋能令化學反應更有效地釋放熱能的方法，如燃料的燃燒。
- 人類持續透過化學反應獲取熱能，因而為科技及環境帶來不少影響，如能源危機和全球暖化。
- 化學反應的能量變化已被利用於很多日常生活的產品中，如暖手器、用於物理治療的熱敷包、冰墊、自熱咖啡及飯盒。
- 如何有效利用和以化學形式貯存太陽能是使用另類能源的挑戰。

## 課題九 反應速率

### 概述

反應速率是研習化學和日常生活的基本概念。學生在以往的學習經歷中，對反應具不同速率已有一定的認識，例如知道鐵銹蝕發生得較為緩慢，而氫與氧的反應則極快。另外，學生也知道人們極需尋求方法控制反應的速率。簡而言之，學習本課題可幫助學生建立與反應速率相關的概念。

學生將會學習可用以跟隨反應進度的各種方法及影響反應速率的因素。學校實驗室的器材和儀器應能為學生提供這方面的學習經驗。透過使用合適的傳感器和數據記錄系統等精密儀器，學生應能更準確和更有效地進行探究或實驗。

催化作用在學術研究和化學工業方面均扮演重要角色。學生應明白大型化學工廠內進行的所有化學反應均涉及使用催化劑；而生物體內的反應，乃由酶催化。學生可於課題十三「工業化學」進一步研習催化作用。

本課題將包括常溫常壓下的氣體摩爾體積之研習，讓學生完成在此學習階段與化學反應式有關的化學計量討論的研習。

### 學生應學習

#### a. 化學反應的速率

- 跟隨化學反應進度的方法
- 瞬間速率和平均速率

### 學生應能

- 選擇和論證以下跟隨化學反應進度的技巧：
  - i. 滴定分析
  - ii. 量度以下變化：氣體的體積（或壓強）、混合物的質量和混合物的顏色深度
- 解釋顯示反應進度的圖表
- 利用合適的圖表求出瞬間速率和平均速率
- 認識初速是當時間  $t=0$  的瞬間速率

### 學生應學習

#### b. 影響反應速率的因素

- 濃度
- 溫度
- 表面面積
- 催化劑

#### c. 常溫常壓(r.t.p.)下氣體的摩爾體積

- 涉及氣體摩爾體積的計算

### 學生應能

- 設計和進行實驗探究下列因素對反應速率的影響：
  - i. 濃度
  - ii. 溫度
  - iii. 表面面積
  - iv. 催化劑
- 解釋以下從直接探究影響反應速率的因素的實驗得來的結果（例如以圖像表達）：氣體的體積（或壓強）的變化、混合物的質量的變化、混合物的顏色深度的變化和混合物的混濁度的變化
- 解釋由於濃度、表面面積及溫度的改變對反應速率的定性影響
- 體會催化劑在化學工業和生物體系的重要性
- 利用已知數據推算氣體在常溫常壓下的摩爾體積為  $24 \text{ dm}^3$
- 進行涉及常溫常壓下氣體摩爾體積的化學計量計算

### 建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 搜尋有關因未能控制反應速率而釀成意外的資料
- 選取方法及解釋有關方法是否適合跟隨某些化學反應如：
  - (a) 酯的加鹼水解
  - (b)  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 或  $\text{Mg}(\text{s})$ 與稀酸的反應
  - (c) 利用酸化  $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ 氧化  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$ 離子

- 進行有表面活性劑／洗潔劑存在下  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$  的催化分解實驗，透過量度泡沫高度的變化跟隨其反應進度
- 討論以「驟冷」和「持續」兩種方法研習速率的本質
- 使用合適方法、技能和技巧（如微型化學技術和數據記錄器）研究化學反應的進度
- 探究反應物濃度、溫度、表面面積的改變，或使用催化劑對反應速率的影響
- 進行涉及常溫常壓下氣體摩爾體積（即  $24 \text{ dm}^3$ ）常數的計算
- 進行實驗測定氣體的摩爾體積
- 搜尋有關汽車安全氣囊的資料及閱讀有關文章

### **價值觀和態度**

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 重視控制反應速率對促進人類進步的需要
- 重視在不同情況下辨別決定性變數的需要
- 體會同一個問題可有不同的解決方法

### **科學、科技、社會和環境的連繫**

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 防止金屬腐蝕對社會經濟頗為重要，並與環境息息相關。
- 理解工業和醫療使用催化劑的重要性。
- 研究反應速率對社會有正面的貢獻，如汽車的安全氣囊。
- 反應速率的研究結果和致命武器的發展有緊密的關係。

## 課題十 化學平衡

### 概述

一般而言，化學反應分為可逆或不可逆兩類。有關大多數可逆反應的平衡狀態概念是化學的基礎。學生應理解化學平衡的動態本質，尤其是當平衡體系遇到變化時，平衡位置會相應地移動。因此，在工業製備過程中控制壓強、濃度和溫度等變數以達到最佳反應條件甚為重要。課題十三「工業化學」將更深入討論上述概念。

平衡定律描述平衡體系中反應物濃度和生成物濃度兩者間的定量關係。學生應認識平衡常數  $K_c$  及其數學運算方法與反應的化學計量的關係，同時，學生亦應能推測在一均相反應中濃度或溫度的轉變對化學平衡位置的影響，但不包括加入不參與化學反應的物種對化學平衡位置的影響。另外，涉及氧化還原和酸鹼反應的平衡體系的深入討論，亦不包括在本課題的討論範圍內。

日常生活中有許多應用化學平衡概念的例子。學生可透過搜集資料及閱讀相關題材的文章，鞏固對各類平衡概念的理解及明白其相互的關係。

### 學生應學習

#### a. 動態平衡

- 動態平衡的特徵

#### b. 平衡常數

- 以濃度來表示的平衡常數 ( $K_c$ )

### 學生應能

- 列舉適當例子說明可逆反應及不可逆反應
- 描述達至動態平衡下的化學體系的特徵
- 利用數學式表達平衡時反應物和生成物濃度與  $K_c$  的關係

**學生應學習**

c. 濃度和溫度的變化對化學平衡的影響

- 因溫度的變化導致系統的  $K_c$  值有可能改變
- 因濃度的變化導致體系有所調節但  $K_c$  值維持不變

**學生應能**

- 認識平衡體系中  $K_c$  值在定溫下為一常數(與反應物及生成物的濃度變化無關)
- 進行涉及  $K_c$  的計算
- 進行實驗以求出  $K_c$
- 運用已知的數據歸納溫度與  $K_c$  值的關係
- 利用正向反應的  $\Delta H$  的正負符號, 預測溫度對平衡位置的定性影響
- 推斷濃度的變化對化學平衡位置的影響

**建議學與教活動**

為讓學生能夠發展學習成果, 以下建議的學習活動可供參考:

- 搜尋與化學平衡議題有關的資料
- 探究可逆反應及不可逆反應的例子
- 探究化學平衡的動態本質
- 設計並進行實驗探究 pH 對化學平衡體系的定性影響:
 
$$\text{Br}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HOBr}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq})$$

$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$$
- 運用電腦模擬程式探究濃度或溫度的變化對化學平衡的影響
- 進行與反應式的化學計量和平衡常數  $K_c$  有關的計算 (利用平衡濃度找出  $K_c$  或利用  $K_c$  找出平衡濃度)
- 設計並進行實驗找出化學平衡體系的  $K_c$  (如烷醇與烷酸的酯化作用)
- 探究改變濃度或溫度對以下平衡體系的平衡位置的移動:
 
$$\text{SCN}^-(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq}) \text{ 或}$$

$$\text{Co}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CoCl}_4^{2-}(\text{aq})$$
- 利用已知數據探究溫度與  $K_c$  值的關係
- 利用反應商數預測平衡位置的移動
- 探究勒沙得利爾原理如何有助預測化學平衡位置的移動, 並認識此原理的局限性

### **價值觀和態度**

透過本課題的學習，學生可建立以下的 *價值觀和態度*：

- 重視化學平衡體系的定量處理對有效調控生成物形成的重要性
- 認識應用在化學工業中的反應大部分是可逆的
- 體會解決不同問題時採用定性和定量方法的好處

### **科學、科技、社會和環境的連繫**

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 化學平衡的應用在工業上擔當重要角色。
- 化學平衡在不同科學與科技領域中的應用日趨廣泛。



## 課題十一 碳化合物的化學

### 概述

由於碳的性質獨特，其化合物非常普遍，所以，有機化學是化學科中一個非常重要的範疇。學生可運用在初中課程，以及本課程的課題五和課題六中學習到的基本概念和知識，建立與常見有機化合物的結構特徵相關的概念。此外，學生應能運用碳化合物的系統名稱和通俗名稱，作為學術和日常生活上傳遞化學知識和理解的工具。

本課題將介紹同分異構的基本概念包括結構異構、*順-反*異構和對映異構，另外學生將學習一些官能基的化學反應。他們應能寫出碳鏈帶著不多於八個碳原子的烷烴、烯烴、鹵烷、醇、醛和酮、羧酸、酯、未經取代的酰胺和一級胺的系統名稱。透過學習這些官能基的化學反應（包括所用試劑、反應條件、生成物及可觀察現象），學生應能利用一些化學方法辨別不同的官能基及鑑定未知的碳化合物，並能利用馬科尼科夫法則推斷烯烴與鹵化氫的反應的主要生成物。但是，利用反應機理解釋有機化合物的反應則不屬本課題的討論範圍。

除此之外，學生亦應認識到不同官能基之間的關係，並意識到有機化學最重要的應用是透過官能基之間的互換來合成有用的碳化合物。學生可透過進行簡單有機物質的合成實驗，加強對本課題所涉及化學反應的認識。另一方面，本課題討論重要有機物質，如阿士匹靈、清潔劑、尼龍和聚酯，使學生能夠認識這些物質的結構。學生尤其應認識清潔劑的親水性部分和疏水性部分賦予其乳化和濕潤的功能。他們亦應明白肥皂和非皂性清潔劑的清洗作用與其結構的關係。此外，學生應認識尼龍和聚酯乃是縮合聚合物，並寫出生成尼龍和聚酯的化學反應式。

**學生應學習**

- a. 特定同系列的簡介
- 同系列
  - 結構式與系統命名法
- b. 同分異構
- 結構異構
  - 以含有一個 C=C 鍵的無環碳化合物為例說明順-反異構
  - 以含有一個手性碳的化合物為例說明對映異構
- c. 各種官能基的典型化學反應
- 烷烴
  - 烯烴
  - 鹵烷
  - 醇
  - 醛
  - 酮
  - 羧酸

**學生應能**

- 寫出以下化合物的系統名稱、通式、簡明結構式和結構式：烷烴、烯烴、鹵烷、醇、醛和酮、羧酸、酯、未經取代的酰胺和一級胺
  - 根據化合物的系統名稱繪出其結構
  - 明瞭官能基及碳鏈長度對碳化合物的物理性質的影響
  - 辨認一些碳化合物的通俗名稱，如蟻醛、氯仿、丙酮、異丙醇、醋酸
- 明白若兩個或以上化合物具有相同分子式惟結構不同時，即屬同分異構
  - 認識和推測結構異構的存在（包括含有相同官能基或不同官能基的異構體）
  - 認識無環碳化合物因不能依 C=C 鍵轉動而形成順-反異構
  - 推測已知化合物異構體的結構，以顯示對結構異構和幾何異構的認識
  - 認識只有一個手性碳的化合物所形成的對映異構
  - 運用結構式和分子模型來展示碳化合物異構體中的原子排列
- 運用所用試劑、反應條件及可觀察現象描述以下反應並寫出相關的化學反應式：
    - 烷烴：與鹵素的取代反應
    - 烯烴：與氫、鹵素及鹵化氫的加成反應
    - 鹵烷：與  $\text{OH}^- (\text{aq})$  的取代反應

**學生應學習**

- 酯
- 酰胺

## d. 簡單碳化合物的互換

- 官能基之間的互換
- 在實驗室簡單碳化合物的製法

## e. 重要有機物質

- 乙酰水楊酸（阿士匹靈）的結構和醫療應用
- 肥皂和非皂性清潔劑的結構和性質
- 尼龍和聚酯的結構、性質和用途

**學生應能**

- iv. 醇：與鹵化物（鹵化氫或三鹵化磷）的取代反應；脫水後生成烯烴；一級醇氧化成醛和羧酸；二級醇氧化成酮
- v. 醛和酮：與 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ 的氧化反應；與 $\text{LiAlH}_4$ 或 $\text{NaBH}_4$ 的還原反應
- vi. 羧酸：酯化及生成酰胺；與 $\text{LiAlH}_4$ 的還原反應
- vii. 酯：水解
- viii. 酰胺：水解
- 預測及命名上述反應的生成物
- 利用(c)所述的反應建議轉換官能基的路線
- 利用(c)所述的反應，說明轉換碳化合物所需的試劑和反應條件
- 利用已知的起始物、試劑和反應條件預測反應的主要有機生成物
- 描述在實驗室內如何製備和純化簡單碳化合物，如乙酸及酯
- 計算反應所得生成物的百分產率
- 辨認乙酰水楊酸分子的官能基
- 認識阿士匹靈為用以減輕痛楚、消炎、退熱，以及防止心臟病發的藥物
- 描述肥皂和非皂性清潔劑的結構
- 認識清潔劑可由石油提煉出來的化學品製成
- 解釋清潔劑的濕潤和乳化功能與其結構的關係
- 找出肥皂和非皂性清潔劑的清洗作用與其結構的關係

## 學生應學習

## 學生應能

- 認識尼龍和聚酯是縮合聚合物
- 描述尼龍和聚酯的結構和性質
- 寫出生成尼龍和聚酯的反應式
- 說明尼龍和聚酯的用途

## 建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 製作具不同官能基的化合物的分子模型
- 比較以下化合物的物理性質：丙烷、丁烷、戊烷、乙醇、丙-1-醇和丁-1-醇
- 搜尋常見碳化合物的通俗名稱
- 推測已知碳化合物各異構體的結構
- 製作丁-2-烯的分子模型
- 製作丁-2-醇或 2-羥基丙酸（乳酸）的分子模型
- 搜尋和簡報有關酒精呼氣分析儀的原理和應用的資料
- 進行實驗研習以硼氫化鈉作為還原劑將香草醛還原成香草醇
- 檢視反應方案及一些有機化學內重要的合成路線
- 檢視或寫出總結本課題所提及的各反應的反應方案
- 分析目標分子的結構，計畫從容易購買得到的原始化合物轉化簡單碳化合物的合成路線
- 搜尋和簡報有關在日常生活中常見的重要有機物的合成路線的資料
- 製備乙酸或乙酸乙酯
- 利用微型儀器製備由不同烷酸和醇反應而成的酯
- 將苯甲酸乙酯加鹼水解以製備苯甲酸
- 利用脂肪或油製備肥皂並測試其性質
- 搜尋和簡報有關陽離子表面活性劑和中性表面活性劑的資料
- 進行由 2-甲基丙-2-醇製備 2-氯-2-甲基丙烷的實驗
- 搜尋和簡報有關發現阿士匹靈及其應用的資料
- 利用返滴定實驗分析市面出售的阿士匹靈藥片
- 搜尋和簡報有關清潔劑發展歷史的資料
- 進行實驗探究清潔劑的濕潤能力和乳化功能
- 設計並進行實驗比較肥皂和非皂性清潔劑的清潔能力
- 搜尋和簡報有關使用清潔劑所引致的環境問題的資料

- 進行實驗製備尼龍
- 搜尋和簡報有關重要有機物質（如阿士匹靈、撲熱息痛、布洛芬、糖精、阿司百甜、蔗糖、纖維素、澱粉、甘油三酯、膽甾醇、胰島素和酪蛋白）的結構和用途的資料

### **價值觀和態度**

透過本課題的學習，學生可建立以下的 *價值觀和態度*：

- 欣賞科學和科技帶給我們多種有用產品
- 體會合成物料具有廣泛的用途和它們在使用時的局限性
- 瞭解與實驗室使用和棄置碳化合物有關的危害，如碳化合物的可燃性和毒性，以及應採取的預防措施
- 關注環境保護，並培養為使社會可持續發展而共同承擔的責任感

### **科學、科技、社會和環境的連繫**

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 通常有多於一條合成路線製備某一碳化合物。然而，有些合成路線可能為人類健康及環境帶來不良影響。步驟最少或成本最低廉的合成路線，未必是最理想的。我們必須運用所學到的有機化學的知識，循著合乎安全、經濟和環保的路線來發展及製備有用的有機產品。
- 尋求新的碳化合物往往需要合成數以百計由基本結構變異而成的化合物。某些合成出來的化合物可能有某些用處，但亦可能有危險的副作用以致不能普及應用；故此，我們需要找尋其他結構類似但無不良副作用的化合物。

## 課題十二 化學世界中的規律

### 概述

透過研習本課題，學生可明瞭週期表在化學的重要性。本課題要求學生學習一些元素的物理性質的週期性變化，及個別氧化物的酸鹼性質的週期關係。

學生亦可建立對某些過渡性金屬及其化合物的性質的知識和概念，並討論過渡性金屬在工業和其他應用範疇上應用的重要性。

### 學生應學習

a. 由 Li 至 Ar 各元素物理性質的週期變化

- 鍵合本質的變化
- 熔點和導電性的變化

b. 由 Na 至 Cl 各元素氧化物的鍵合、計量成分和酸鹼性質

### 學生應能

- 描述週期表內第 I 族至第 0 族各元素的鍵合本質和結構
- 描述各元素的熔點和導電性的週期變化
- 利用各元素的鍵合和結構（即金屬結構、共價結構和分子結構），解釋熔點和導電性的變化
- 描述 Na 至 Cl 各元素氧化物的鍵合本質和計量成分
- 描述下列氧化物在水中習性的變化：  
Na<sub>2</sub>O、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub> 和 Cl<sub>2</sub>O
- 以 Na<sub>2</sub>O、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 SO<sub>2</sub> 為例認識 Na 至 Cl 各元素氧化物的酸鹼性質的變化

### 學生應學習

- c. 過渡性金屬的一般性質
- 有色離子
  - 可變氧化態
  - 催化性質

### 學生應能

- 辨認過渡性金屬在週期表中的位置
- 認識大部分過渡性金屬離子的水溶液是有色的
- 描述一些過渡性金屬離子，如  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ 、 $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ 、 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  的顏色
- 說明過渡性金屬在其化合物中能存在多於一種氧化態，如  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$ ； $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{MnO}_2$  和  $\text{MnO}_4^-$
- 說明過渡性金屬及其化合物均可用作催化劑
- 說明過渡性金屬的重要性

### 建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 搜尋有關週期表發展的資料
- 搜尋並解釋有關第 2 週期、第 3 週期和第 4 週期元素的物理性質（即密度和在水的溶解度）變化的資料
- 探究在同一週期內各元素的熔點和導電性的變化
- 探究 Na 至 Cl 各元素氧化物在水中的習性及其相應的酸鹼性質
- 搜尋有關過渡性金屬及其化合物的重要性的資料

### 價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 明瞭自然界中所發生的規律性變化
- 肯定人類在尋求如何提高工業過程的效能上所付出的努力

### **科學、科技、社會和環境的連繫**

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 過渡性金屬在科技、醫學研究和工業等領域上用作催化劑。
- 過渡性金屬離子在維持人們健康方面擔當重要的角色。
- 肌紅蛋白和血紅蛋白能結合氧分子，故在生理學上至為重要；而它所結合氧的能力，則與該等分子內深紅色的含鐵輔基有關。



## 選修部分（三個課題任選其中兩個）

### 課題十三 工業化學

#### 概述

本課題旨在讓學生有機會提升一些基礎化學原理上的知識及理解方，並讓他們對工業化學有基本認識。本課題將介紹一些重要的工業過程，如哈柏法、氯鹼工業及生產甲醇的過程。學生亦應對化學動力學（包括活化能和催化作用）有更深入的認識。本課題可與必修部分相關課題的內容相連繫。

通過學習工業化學，學生可以體會化學家如何應用基本化學原理及科學方法來解決工業上遇到的實際問題，以及為工業過程選擇最理想的條件。此外，學生應能體驗化學家如何利用電腦模型來模擬及操控化學工業設備。本課題進而幫助學生學習從不同角度來評估化學在社會上擔當的角色，以及建立有關綠色化學的概念和理解，並認識綠色化學如何幫助管理及控制工業生產過程對環境造成的影響。最後，本課題的學習將幫助學生從繪畫及解釋圖表，以及在進行計算的過程中發展有關定量化學的技能。

#### 學生應學習

- a. 工業過程的重要性
  - 發展切合現代生活的合成產物
  
- b. 速率方程
  - 從實驗結果求出速率方程

#### 學生應能

- 從社會、經濟及環境角度，討論使用工業過程（如石油化學）生產製品所帶來的利弊
- 認識近年來工業過程（如丙種維生素的生產）在解決天然資源不足或資源減縮問題方面的進展
  
- 明白反應速率、速率常數、反應物濃度和反應級數的相互關係
- 利用初速法求出化學反應的速率方程

**學生應學習**

## c. 活化能

- 能線圖
- 利用活化能解釋改變溫度對反應速率的影響
- 阿列紐斯方程

$$\log k = \text{常數} - \frac{E_a}{2.3RT}$$

## d. 催化作用和工業過程

- 催化劑的意義和特性
- 活化能與催化作用的關係

## e. 工業過程

- 利用生產肥料來說明如何將原材料轉化為消費品
- 以氯鹼工業的過程為例說明電化學原理在工業上的應用
- 利用甲烷轉化為甲醇的過程說明工業過程的改進
- 從社會、經濟和環境方面考慮工業過程

**學生應能**

- 繪畫反應的能線圖
- 利用麥克斯韋－波爾茲曼分佈曲線解釋溫度與反應速率的關係
- 利用以下資料求出化學反應的活化能：
  - i. 直接收集得來的實驗數據
  - ii. 所給的數據
- 利用適當例子描述催化劑的特性
- 明白催化劑能為化學反應提供另一個反應途徑
- 描述催化劑對可逆反應的影響
- 描述工業過程中催化作用的應用（如哈柏法的鐵及生產酒精飲品所用的酶）
- 描述生產氨的過程所涉及的原料、原理、反應條件、反應步驟及產物
- 描述將氨轉化為肥料的過程
- 解釋生產氨所涉及的物理化學原理
- 解釋工業過程（如哈柏法）如何在反應速率、產率及經濟上的考慮作出協調
- 描述肥料對世界的重要性
- 描述氯鹼工業的重要性
- 解釋氯鹼工業中汞電解池過程和薄膜電解池過程所涉及的化學原理
- 描述甲醇的重要性

## 學生應學習

### f. 綠色化學

- 綠色化學的原理
- 綠色化學的應用

## 學生應能

- 認識將甲烷轉化為甲醇的重要性
- 描述透過合成氣製備甲醇的過程所涉及的原料、反應條件、反應步驟及產物
- 討論在生產甲醇上科技的改進
- 利用哈柏法、氯鹼工業或透過合成氣生產甲醇為例，從社會、經濟及環境考慮討論工業過程
- 描述可持續發展與綠色化學的關係
- 計算化學反應中的原子經濟
- 利用生產醋酸(乙酸)為例找出工業過程中有關綠色化學的原理和實踐的關係
- 利用綠色化學原理評鑑工業過程

## 建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 進行實驗找出在高度鹼性的環境下酚酞脫色反應的級數
- 利用初速法求出硫代硫酸鈉與稀氫氯酸反應的速率方程
- 進行實驗測定化學反應的活化能
- 利用適當的催化劑設計並進行實驗，研究改變化學反應速率的方法
- 進行有關活化能、百分產率和原子經濟的計算
- 閱讀有關固氮作用的重要性的文章
- 閱讀有關生產甲醇過程的最新發展的文章
- 利用電腦模擬程式研習化工廠內進行的工業生產過程及控制生產
- 從科學、社會、經濟及環境角度分析工業生產的過程
- 討論在日常生活的化學應用上使用綠色化學原理的可行性
- 搜尋和簡報在生產醋酸時應用綠色化學概念的資料
- 運用綠色化學的原理檢討工業過程

## 價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 明白有關基本化學原理的知識和理解對生產合成物料的重要性
- 重視危險物質如氨、醋酸、氫、氯及氫氧化鈉的安全運送及貯藏
- 關注天然資源供應短缺及欣賞工業化學對我們社會的貢獻
- 認識催化劑在化學工業中的重要性
- 願意實踐綠色化學

## 科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 某些化學產品，例如螢光增白劑，在市場有極大的需求，惟在生產過程中會製造大量廢水，特別是對環境有害的揮發性有機化合物（VOCs）。
- 化學家已開發大規模生產肥料的方法，以解決糧食不足的問題。
- 綠色化學涉及的一套原則，旨在設計、製造和應用化學產品時，減少或排除有害物質的使用或產生。為鼓勵商界領袖從傳統方案與綠色方案中作負責任的選擇，應發展及推廣多些可取代現有物料和科技而對環境有益的另類選擇。
- 化學工業所面對的基本挑戰是在維持社會利益的前提下，不會增加環境的負擔或是對環境造成傷害，同時，所付出的代價必須合理。
- 在生產過程中不小心棄置或滲漏化學物（如博帕爾大災難和水俣汞中毒事件）或廣泛使用有毒化學品（如砷、鎘、鉻、鉛、酞酸鹽、PAHs、PBDEs 和三丁基錫等）均造成環境的破壞。

## 課題十四 物料化學

### 概述

本課題旨在讓學生有機會增廣物料化學上的知識和理解。學生需要研習一些重要物料，如聚合物、合金、液晶和納米物料等，亦同時需要對各種合成聚合物，包括熱塑性塑膠、熱固性塑膠、生物聚合物料及生物可降解塑膠等，有更深入的认识。本課題可與必修部分相關課題的內容相連繫。

透過學習物料化學，學生可欣賞到化學家在研製新物料方面的貢獻，並認識新物料可以代替那些已不再滿足現代化生活所需的物料。此外，透過學習在生產合成物料的過程中應用綠色化學的概念，使學生明白綠色化學可以幫助減低，甚至消除化學為人類健康及環境帶來的不良影響。

### 學生應學習

- a. 天然聚合物
  - 纖維素及甲殼素的結構和性質
- b. 合成聚合物和塑膠
  - 加成聚合
  - 加成聚合物（如聚四氟乙烯(PTFE)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)和氰丙烯酸酯（超能膠））的生成及應用
  - 縮合聚合

### 學生應能

- 利用纖維素和甲殼素的結構來解釋其性質
- 比較纖維素與甲殼素的結構特性
- 解釋「熱塑性塑膠」及「熱固性塑膠」
- 以 PTFE、PMMA 及氰丙烯酸酯為例描述加成聚合物的特性
- 描述以下各縮合聚合物的特性：聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、尼龍、凱庫勒及脲甲醯

### 學生應學習

- 縮合聚合物（如聚酯及聚酰胺）的生成及應用
  - 生物聚合物料（如聚乳酸(PLA)）
  - 結構對一些性質（如密度、硬度、剛性、彈性和生物可降解性等）的影響，並用以下例子加以說明：
    - i. 高密度聚乙烯及低密度聚乙烯
    - ii. 尼龍及凱庫勒
    - iii. 聚合物的硫化作用
    - iv. 生物可降解塑膠
  - 塑膠加工過程－注塑法、吹塑法、擠塑法、真空成型法及壓塑法
- c. 金屬和合金
- 金屬晶體的結構
    - i. 以六方緊密裝填結構及立方緊密裝填結構為例，說明緊密裝填結構
    - ii. 以體心立方結構為例，說明敞開結構
  - 金屬結構的晶胞及配位數
  - 金屬與合金性質的差異

### 學生應能

- 藉一個或一對已知單體推斷聚合反應類別
  - 藉一個或一對已知單體推斷聚合物的重複單位
  - 寫出生成加成聚合物及縮合聚合物的化學反應式
  - 說明加成聚合與縮合聚合的異同
  - 利用聚合物的結構解釋其性質
  - 認識生物聚合物的應用
  - 以 PLA 為例，描述製造生物可降解塑膠的過程
  - 找出加工過程的選擇與塑膠性質及各產品用途間的關係
  - 討論塑膠再循環的重要性，及推行時所碰到的困難
- 描述金屬的緊密裝填結構和敞開結構
  - 辨認所給金屬結構的晶胞，並求出配位數目
  - 認識把其他元素引入金屬內形成合金
  - 以硬度和電導性為例解釋金屬與合金性質的差異
  - 利用所給的資料，找出合金（如鋼及黃銅）的應用與其性質的關係，並將之與純金屬相比較

### 學生應學習

#### d. 現代生活中的合成物料

- 液晶
- 納米物料

#### e. 綠色化學

- 綠色化學的原理
- 綠色化學的實踐

### 學生應能

- 描述有機液晶的化學結構及各種液晶相
- 辨認呈液晶特性的物質的結構特徵
- 找出液晶的用途與其性質的關係
- 描述納米物料為粒子大小不超過 100 nm 的有機或無機物料
- 說明納米物料的用途
- 描述可持續發展與綠色化學的關係
- 認識合成物料的生產過程中實踐綠色化學的方法，包括使用危險性較低的化學合成方法和較安全的溶劑及輔助物
- 運用綠色化學原理評價生產合成物料的工業過程

### 建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 寫出生成聚合物的化學反應式
- 參照所給的聚合物結構推斷聚合物的單體
- 進行實驗製備加成聚合物（如聚苯乙烯及有機玻璃）
- 進行實驗製備縮合聚合物（如尼龍和脲甲醛）
- 搜尋有關利用凱庫勒（Kevlar）作為避彈衣料的資料或閱讀相關的文章
- 搜尋有關使用生物聚合物料（如 Biopol（聚羥基丁酸酯））的利弊的資料或閱讀相關的文章
- 搜尋和簡報有關用作黏合劑、半導體和藥物載體的聚合物料結構及性質的資料
- 搜尋有關戈爾特斯™（Gore-Tex™）的結構特性、性質和用途的資料，或閱讀相關文章

- 製作金屬晶體的模型或觀看其電腦模擬圖象
- 比較以下各組金屬及合金的外貌、硬度、熔點和抗腐蝕性：(a)黃銅和銅、(b)鋼和鐵、(c)焊錫和錫、(d)鑄幣金屬和鎳，以及(e)不同克拉的金和純金
- 討論發展聚合物或合金等物料對社會所造成的影響
- 參與有關選擇最佳物料以製造日用品、雕像及橋樑等的判斷練習
- 搜尋和簡報有關記憶金屬的性質和結構的資料
- 搜集有關液晶或納米物料的發現過程及其應用的資料
- 製作納米物料的模型或觀看相關的電腦模擬圖象
- 進行實驗從硝酸銀溶液和硼氫化鈉溶液製備銀納米顆粒
- 利用環己烯經相轉移催化劑(Aliquat 336)的催化氧化下製備己二酸
- 討論在生產過程中，使用超臨界二氧化碳和水來取代有機溶劑的利弊
- 搜尋和簡報有關使用齊格勒-納塔催化反應生產聚乙烯的資料
- 閱讀或撰寫有關現代物料（如鐵、半導體和納米碳管）發展對日常生活的影響的文章
- 搜尋有關納米物料的用途（如用於藥物遞送、光動力療法、高解析螢光體和催化劑等）

### 價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 欣賞科學與科技能為我們帶來有用的產品
- 體會合成物料用途廣泛和它們在使用上的局限性
- 理解到物料的資源有限及物資再循環的重要性
- 明白需要從其他資源取得來自石油工業的化合物
- 了解到選擇物料作特定用途時，需要考慮它的各種性質
- 體會化學家、物理學家及材料科學家必須緊密合作才能令材料化學跨步向前
- 關注環境保護，並培養為社會可持續發展而共同承擔的責任感



### **科學、科技、社會和環境的連繫**

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 雖然合成物料能提高我們的生活水平，但很多合成物料的生產過程會對我們的健康及環境帶來不良影響。
- 科學家及工程師均面對為配合歐盟有關使用「綠色」電子物料（如無鉛焊錫）的新規定所帶來的挑戰。
- 當研製和使用新物料（如納米物料）時，應考慮其安全性及毒性。

## 課題十五 分析化學

### 概述

在本課題的起始部分，學生將運用在必修部分各課題所獲得的知識和技能，計畫和進行某些常見化學物種的測試。除了早前已學習的常用分離方法外，本課題讓學生知道液液萃取法和色層法均可用以分離混合物。此外，學生應能明白測定熔點和沸點是顯示物質純度的重要方法。

本課題還會重點說明定量分析方法，並在許可的條件下，讓學生解決在真實情況中有關物質定量的問題，並進行涉及酸鹼反應及氧化還原反應的不同類別的容量分析法的探究。學習本課題後，學生應具備與定量化學相關的技能，例如進行運算和描述減低可能導致誤差的方法。

現代化儀器在現今的分析化學上扮演關鍵的角色。學習本課題可使學生對使用不同的儀器的方法有一定的認識，如以比色法測試有色物質的含量、以紅外(IR)光譜法鑑定官能基和以質譜法測定分子結構。同時，學生應注意到以傳統化學測試偵測化學物種的固有局限，因而明白在化學分析中採用現代化儀器的好處。但是，本課題並不要求學生深入了解這些儀器所涉及的原理或其詳細的操作步驟。

本課題不要求學生學習大量的測試和分析方法，他們只需要懂得為不同處境的問題，選擇合適的解決方法，並解釋其選擇。透過本課題所得有關探究化學物品的性質及數量的實驗經驗，學生應能明白分析化學在日常生活中的重要性。

**學生應學習**

- a. 檢測化學物種的存在
- 利用焰色試驗，測試物質中是否含有鈣、銅、鉀和鈉
  - 進行適當的測試，檢測下列物種的存在：
    - i. 分子：氫、氧、氯、二氧化碳、水、氨、二氧化硫和氯化氫
    - ii. 陽離子：鋁離子、銨離子、鈣離子、鎂離子、銅(II)離子、鐵(II)離子、鐵(III)離子和鋅離子
    - iii. 陰離子：氯離子、溴離子、碘離子、碳酸根離子、次氯酸根離子和亞硫酸根離子
    - iv. 碳化合物中的官能基： $C=C$ 、 $-OH$ 、 $-CHO$ 、 $>C=O$  和  $-COOH$

**學生應能**

- 選擇合適的工具和儀器來進行化學測試
- 利用化學測試來收集實驗資料
- 準確和有系統地記錄觀察
- 建議並進行合適的化學測試，以檢測化學物種的存在
- 以口述或書寫方式，論證某化學物種存在的結論
- 評估進行化學測試的潛在危險
- 說明使用 2,4-二硝基苯肼和托倫斯試劑來測試羰基化合物所涉及的反應條件和觀察
- 設計用以分離含已知成分混合物的方案

### 學生應學習

- b. 分離和提純的方法
- 結晶法
  - 蒸餾法或分餾法
  - 液液萃取法
  - 紙色層法、柱色層法或薄層色層法
- c. 定量分析方法
- 容量分析

### 學生應能

- 描述各種分離和提純的方法
  - 利用下列方法把物質分離和提純：
    - i. 結晶法
    - ii. 蒸餾法或分餾法
    - iii. 液液萃取法
    - iv. 色層法
  - 求出物質在色譜中的比移值( $R_f$ )
  - 測定物質的熔點或沸點
  - 從量度物質的熔點或沸點以檢驗其純度
  - 論證分離混合物所選擇的方法是否恰當
- 
- 進行定量分析時運用合適的工具和儀器收集數據
  - 準確和有系統地記錄觀察和數據
  - 注意並採取減低導致誤差的必要措施
  - 使用所得的數據計算，並歸納出證據為本的結論
  - 利用口述或書寫簡報觀察、數據、結果、結論和導致誤差原因
  - 論證測定物質含量時採用適當的定量分析方法
  - 評估進行定量分析的潛在危險

### 學生應學習

#### d. 儀器分析方法

- 比色法的基本原理和應用
- 使用紅外(IR)光譜鑑定碳化合物中的官能基
- 質譜儀的基本原理和應用，包括簡單的碎裂模式

#### e. 分析化學對社會的貢獻

- 食物與藥物的分析
- 環境保護
- 科學鑑證中化學扮演的角色
- 臨床診斷

### 學生應能

- 認識在儀器分析方法（即比色法、紅外(IR)光譜法和質譜法）所採用的基本原理
  - 量度標準溶液的吸光度以繪畫校準曲線
  - 利用校準曲線測定溶液的濃度
  - 利用紅外(IR)光譜和所給的對照表，鑑定以下基團：C-H、O-H、N-H、C=C、C≡C、C=O 和 C≡N
  - 利用質譜鑑定以下基團：R<sup>+</sup>、RCO<sup>+</sup> 和 C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>2</sub><sup>+</sup>
  - 分析直接收集的數據，並按此作出結論
  - 分析間接收集的數據（包括文字和圖象資料），並按此作出結論
  - 以口述及書寫方式，交流資料，並為所作的結論作辯證
- 
- 認識日常生活中應用現代儀器進行分析
  - 討論分析化學在現代生活方式中的角色，如精確量度大氣污染物（如一氧化碳和二噁英）和戶內空氣污染物（如甲醛）的水平
  - 描述鑑證化學在提供法律證據方面的角色
  - 討論分析化學在診斷、治療和預防疾病的角色

## 建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 設計用以分離含已知成分混合物的方案
- 進行實驗測試樣本中某些化學物種
- 設計並進行探究推斷樣本的化學本質
- 以滴定分析方法進行實驗，利用硝酸銀和鉻酸鹽指示劑求出氯離子含量（莫爾法）
- 以滴定分析方法進行實驗，求出漂白水樣本的次氯酸根離子含量
- 探究一些市面出售的「鐵藥片」的含鐵量
- 求出水的高錳酸鹽指數用以分析水質
- 進行碘量滴定實驗測定維生素 C 藥片或果汁樣本中抗壞血酸的含量
- 進行簡單化學試驗，檢測官能基
- 以紙色層法、柱色層法或薄層色層法進行實驗，分析混合物
- 進行實驗以薄層色層法分離及辨認一些非處方鎮痛劑的主要成分
- 計畫並以比色計進行實驗，找出未知溶液的濃度
- 進行實驗運用定做的 LED 比色計測定不含酒精飲料的色素的含量
- 分析如譜圖等以圖象形式表達出來的數據，然後歸納出以證據為本的結論，並以口述或書寫方式簡報出來
- 檢視實驗報告，並以口述或書寫方式簡報批判性的論點
- 討論真誠地記錄和報告數據的重要性
- 設計並製作手攜式酒精呼氣測試器，然後測試其準確度
- 搜尋和簡報儀器分析的原理及其應用的資料，如以氣相色層法求出血液內的酒精含量
- 利用碘昇華法鑑定指紋
- 搜尋和簡報在科學鑑證上應用化學方法的資料
- 觀看在化學分析中應用現代化學技術的影片

## 價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

- 採取負責任的態度，公平客觀地收集、分析和報告資料
- 尊重其他不同觀點和以證據為本的結論
- 體會分析化學的知識、理解和實際操作對社會的重要性
- 展示對科學發展的持續興趣和好奇心
- 體會遵照標準測試和化學分析，以及確認測量結果的重要性

## 科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 在實驗室和日常生活中均會應用分離和提純的技巧。為都市居民提供潔淨水牽涉了過濾、沉澱和蒸餾等技術；郊區的旅客可於天然水依次加入碘酊及抗壞血酸，令其變得「安全」，以供飲用。
- 消費者常閱讀到有關食物中含有致癌物質、重金屬、農藥、除莠劑、殺蟲劑等報告。分析化學家利用合適的工具和儀器提供更多的線索，讓我們了解事件情況。
- 不同本質的化學品，可使環境受到不同的威脅和危害。分析化學可為此提供定性和定量的證據。
- 科學鑑證是某些法律程序重要的一環，在蒐集證據和協助作出具邏輯性的有效結論方面，化學扮演著重要的角色。

## 第二部分—化學課程註釋 (首次適用於 2018/19 學年中四學生)

### 引言

本文件旨在列出化學課程及評估指引(中四至中六)的一些要點,並闡述課程中部分課題的深度和廣度,以供教師參考。<sup>1</sup>

此課程未預期切合每一位學生個別的需要,亦非所有學校須全部採用的指定學習內容。基於這原則,教師應按其學校情況、學生性向等因素,運用專業判斷,規畫一個適合的校本課程。

本部分有一份附件(頁 II-9),以進一步闡述課程中課題十一的典型化學反應的資料。

#### 甲. 一般注意事項

- **課程的深度和廣度**
  - 「概述」、「學生應學習」和「學生應能」— 指引內各課題均包含這三個部分,旨在描述課程的深度和廣度,應作為學與教及評估的焦點。
  - **建議學與教活動** — 指引內各課題均包含這部分,列出了一些可行的活動,可協助學生掌握與課題相關的技能。這些建議應視為教師的參考資料,而非課程規定的必要項目。對一般能力的學生而言,有些活動是較富挑戰性,教師可考慮以此作為化學科探究研習的起步點。教師可根據學習目標和個別學校的具體情況,選擇並採用其中部分的活動。詳情可參閱指引第 2.3 節。
- **課程規畫** — 指引內這一章為教師提供了一些建議,如何統整不同課題以促進學生學習,以及照顧學生多樣性的策略等。詳情可參閱指引第 3 章。

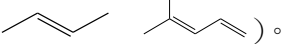
---

<sup>1</sup> 此化學課程註釋只適用於 2021 年及以後的香港中學文憑考試。對於報考 2019 或 2020 年香港中學文憑考試的學生,教師應參考早前發布的註釋指南,該指南可於 [http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/kla/science-edu/ref-and-resources/supplementary\\_note\\_for\\_chem\\_4Feb2016\\_c.pdf](http://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/kla/science-edu/ref-and-resources/supplementary_note_for_chem_4Feb2016_c.pdf) 下載。



- **知識和概念的應用** — 這課程在科學思維方面的要求，期望學生應能將新概念融入已有的知識架構，繼而應用於新的情況。基於這一點，如情況許可，教師可考慮給予學生機會，讓他們應用化學知識來解釋觀察所得，以及解答不熟悉情景的難題。在此情況下，教師應為學生提供足夠的資料或合適的學習鷹架。詳情可參閱指引第 2.2 節及第 5.3 節。
- **教科書在學與教所扮演的角色** — 在眾多的課程資源中，或許教科書是最重要的一項。教科書為學生和教師提供了良好的支援，但不應視教科書為詮釋課程深度和廣度的材料。要讓學生掌握課程，教師不必將課本從頭到尾教授一遍。取而代之，教科書可以靈活運用，例如：使用課本特定部分作為課前和課後的閱讀材料、作為課堂上互動學習的鷹架，及作為學生於課後或在家鞏固所學的資源。教師可參閱指引第 6.3.1 節，並按其專業判斷，在課堂上適當運用教科書來幫助學生學習，使預期的課程得以有效實施。

## 乙. 課題注意事項

課題	學生應學習	學生應能	說明
四(f)	涉及酸和鹼的容量分析 <ul style="list-style-type: none"> <li>標準溶液</li> <li>酸鹼滴定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>應用溶液濃度的概念和利用酸鹼滴定的結果解決化學計量問題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在獲提供足夠資料下，學生應能解決涉及反滴定的問題。(請閱讀第 II-7 頁有關阿士匹靈的反滴定的說明)</li> </ul>
五(b)	同系列、結構式和碳化合物的命名 <ul style="list-style-type: none"> <li>碳的獨特性</li> <li>以烷烴、烯烴、烷醇和烷酸為例說明同系列</li> <li>烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的結構式和系統命名法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>寫出烷烴的結構式</li> <li>寫出烷烴的系統名稱</li> <li>將碳化合物命名和書寫結構式的方法推廣至烯烴、烷醇和烷酸</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生需懂得以不同方式表示有機化合物的結構式(例如  )。</li> <li>學生應能寫出碳鏈帶著不多於八個碳原子的烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的系統名稱。(在指引內課題概述中已說明)</li> <li>學生應能寫出多於一個相同官能基的有機化合物的系統名稱，例如丙-1,2,3-三醇。學生不需運用主官能基的優先次序來命名其他含多個官能基的有機化合物。<sup>2</sup></li> <li>學生應能寫出含不飽和碳-碳鍵和/或鹵取代基的有機化合物的系統名稱，例如 3,3-二氯丙烯和 2-溴戊-3-烯-1-醇。</li> </ul>
五(c)	烷烴和烯烴	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用適當的圖象或反應式描述甲烷與氯的單取代反應所涉及的各步驟</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用適當的圖象或反應式描述反應步驟(例如 <math>\text{CH}_4 + \text{Cl}\cdot \rightarrow \text{CH}_3\cdot + \text{HCl}</math>) 是可以接受的。</li> </ul>
五(d)	加成聚合物	<ul style="list-style-type: none"> <li>瞭解烯烴和其他不飽和化合物能進行加成聚合</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生應明白苯和芳香族化合物內苯基的碳-碳雙鍵是不會起加成聚合反應。</li> <li>學生不用解釋苯和芳香族化合物的穩定性。</li> </ul>

<sup>2</sup> 參考資料: [http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93\\_326.htm](http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93_326.htm)

課題	學生應學習	學生應能	說明
六(a)	鍵與分子的極性	<ul style="list-style-type: none"> <li>定義原子的電負性</li> <li>描述週期表中主族元素的電負性在同一族由上而下和同一週期由左至右的一般趨勢</li> <li>解釋共價鍵中電子的共用狀況如何構成非極性及極性鍵的現象</li> <li>參照電負性、鍵的極性及分子的形狀，解釋分子如 HF、H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub> 和 CHCl<sub>3</sub> 的極性本質和分子如 CH<sub>4</sub> 和 BF<sub>3</sub> 的非極性本質</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用研習偶極矩（即電荷值與電荷間的距離的乘積）。</li> <li>學生不用記誦電負性標度，然而，他們應能描述週期表內元素電負性的一般趨勢，這樣方能辨認極性分子的部分電荷。</li> </ul>
六(b)	分子間引力 <ul style="list-style-type: none"> <li>范德華力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>解釋在非極性和極性共價物質中范德華力的存在</li> <li>說明影響分子間范德華力強度的因素</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用將范德華力分為「偶極間引力」、「分散力」、「永久偶極-永久偶極引力」、「永久偶極-誘發偶極引力」、「瞬間偶極-誘發偶極引力」等類別。<sup>3</sup> 然而，他們應能說明影響分子間范德華力強度的因素，以及分辨非極性和極性共價物質間的范德華力。</li> </ul>
六(e)	簡單分子的形狀	<ul style="list-style-type: none"> <li>推測及繪畫立體圖以表示以下分子的形狀: (i) 分子的中間原子符合八隅體規則；(ii) 分子的中間原子不符合八隅體規則且沒有孤電子對（如 BF<sub>3</sub>、PCl<sub>5</sub> 和 SF<sub>6</sub>）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用解釋分子的形狀，亦不用預測多原子離子或有多過一個中間原子的分子的形狀。</li> <li>學生不用寫出分子的鍵角。</li> </ul>
七(a)	日常生活使用的化學電池 <ul style="list-style-type: none"> <li>原電池和二級電池</li> <li>化學電池的用途及與其相關的特性（如大小、電壓、電容量、可充電性及價格等）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>描述常用原電池和二級電池的特徵： <ol style="list-style-type: none"> <li>鋅碳電池</li> <li>鹼性錳電池</li> <li>氧化銀電池</li> <li>鋰離子電池</li> <li>鎳金屬氫化物(NiMH)電池</li> <li>鉛酸蓄電池</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用描述鋅碳電池、鹼性錳電池、氧化銀電池、鋰離子電池、鎳金屬氫化物 (NiMH) 電池，以及鉛酸蓄電池的結構及操作原理。</li> </ul>

<sup>3</sup> 參考資料: <http://goldbook.iupac.org/V06597.html>

課題	學生應學習	學生應能	說明
七(d)	化學電池內的氧化還原反應 <ul style="list-style-type: none"> <li>含惰性電極的化學電池</li> <li>燃料電池</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>在獲提供足夠資料下，學生應能運用電化學的概念來解決涉及較複雜的化學電池的問題。</li> </ul>
八(a)	化學反應中的能量變化	<ul style="list-style-type: none"> <li>認識焓變 (<math>\Delta H</math>) 為恆壓下的熱變</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用推論焓變與恆壓下的熱變的關係。</li> </ul>
八(b)	標準反應焓變	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用簡單量熱法進行實驗求出焓變</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用研習彈式熱量計的原理及操作步驟。(在指引內課題概述中已說明)</li> </ul>
九(a)	化學反應的速率 <ul style="list-style-type: none"> <li>跟隨化學反應進度的方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>選擇和論證以下跟隨化學反應進度的技巧： <ol style="list-style-type: none"> <li>滴定分析</li> <li>量度以下變化：氣體的體積（或壓強）、混合物的質量和混合物的顏色深度</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用研習有關運用各類技術跟隨化學反應進程的計算和儀器詳情。</li> <li>校準曲線及比色法的相關細節包括在「分析化學」課題內。</li> </ul>
九(b)	影響反應速率的因素 <ul style="list-style-type: none"> <li>濃度</li> <li>溫度</li> <li>表面面積</li> <li>催化劑</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>解釋由於濃度、表面面積及溫度的改變對反應速率的定性影響</li> <li>體會催化劑在化學工業和生物體系的重要性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用麥克斯韋－波爾茲曼分佈曲線解釋改變溫度對反應速率的影響包括在「工業化學」課題內。</li> <li>學生應明白催化劑的重要性，但不需描述個別工業過程和生物體系。(在指引內課題概述中已說明)</li> </ul>
十(c)	濃度和溫度的變化對化學平衡的影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用已知的數據歸納溫度與 <math>K_c</math> 值的關係</li> <li>利用正向反應的 <math>\Delta H</math> 的正負符號，預測溫度對平衡位置的定性影響</li> <li>推斷濃度的變化對化學平衡位置的影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生只需研習均相反應中濃度或溫度的轉變對化學平衡的影響。(在指引內課題概述中已說明)</li> <li>學生不需研習</li> </ul> $\ln K = \text{constant} - \frac{\Delta H}{RT} \text{ 和 } \log K = \text{constant} - \frac{\Delta H}{2.3RT}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用研習接觸法的詳情。</li> <li>學生應能利用反應商數推斷濃度的變化對化學平衡位置的影響。</li> </ul>

課題	學生應學習	學生應能	說明
十一(a)	特定同系列的簡介 <ul style="list-style-type: none"> <li>同系列</li> <li>結構式與系統命名法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>寫出以下化合物的系統名稱、通式、簡明結構式和結構式：烷烴、烯烴、鹵烷、醇、醛和酮、羧酸、酯、未經取代的酰胺和一級胺</li> <li>根據化合物的系統名稱繪出其結構</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生應能寫出碳鏈帶著不多於八個碳原子的烷烴、烯烴、鹵烷、醇、醛和酮、羧酸、酯、未經取代的酰胺和一級胺的系統名稱。(在指引內課題概述中已說明)</li> <li>學生應能寫出多於一個相同官能基的有機化合物的系統名稱，例如丙-1,2,3-三醇。學生不需運用主官能基的優先次序來命名其他含多個官能基的有機化合物。<sup>4</sup></li> <li>學生應能寫出含不飽和碳碳鍵和/或鹵取代基的有機化合物的系統名稱，例如 3,3-二氯丙烯和 2-溴戊-3-烯-1-醇。</li> </ul>
十一(b)	同分異構 <ul style="list-style-type: none"> <li>結構異構</li> <li>以含有一個 C=C 鍵的無環碳化合物為例說明順-反異構</li> <li>以含有一個手性碳的化合物為例說明對映異構</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>認識無環碳化合物因不能依 C=C 鍵轉動而形成順-反異構</li> <li>認識只有一個手性碳的化合物所形成的對映異構</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用描述和解釋個別順-反異構體例子(如丁烯二酸)的性質，然而，學生應能運用課題六所學的知識來將順-反異構體的結構與其性質連繫起來。</li> <li>學生應能認識手性化合物的對映異構體能將平面偏振光的面偏轉相同角度，但偏轉的方向卻相反。然而，學生不用研習旋光測定法的詳情和外消旋混合物相關的概念。</li> </ul>

<sup>4</sup> 參考資料: [http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93\\_326.htm](http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/93/r93_326.htm)

課題	學生應學習	學生應能	說明
十一(c)	各種官能基的典型化學反應(附件)	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用所用試劑、反應條件及可觀察現象描述以下反應並寫出相關的化學反應式：               <ol style="list-style-type: none"> <li>烷烴：與鹵素的取代反應</li> <li>烯烴：與氫、鹵素及鹵化氫的加成反應</li> <li>鹵烷：與OH<sup>-</sup>(aq)的取代反應</li> <li>醇：與鹵化物（鹵化氫或三鹵化磷）的取代反應；脫水後生成烯烴；一級醇氧化成醛和羧酸；二級醇氧化成酮</li> <li>醛和酮：與Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>的氧化反應；與LiAlH<sub>4</sub>及NaBH<sub>4</sub>的還原反應</li> <li>羧酸：酯化及生成酰胺；與LiAlH<sub>4</sub>的還原反應</li> <li>酯：水解</li> <li>酰胺：水解</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>附件總結了此部分所包括的反應。</li> <li>學生不用研習在鹵烷與氫氧離子的取代反應中，鹵烷的活潑性。</li> <li>羧酸生成酰胺的反應只局限於生成未經取代的酰胺。</li> <li>在本學習階段，於描述醇與鹵化物的取代反應，以「HX」和「PX<sub>3</sub>」為試劑是可以接受的（X = Cl、Br 或 I）。然而，學生不用描述在反應中製造 HX 和 PX<sub>3</sub> 的實驗詳情。</li> </ul>
十一(e)	重要有機物質 <ul style="list-style-type: none"> <li>乙酰水楊酸（阿士匹靈）的結構和醫療應用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>辨認乙酰水楊酸分子的官能基</li> <li>認識阿士匹靈為用以減輕痛楚、消炎、退熱，以及防止心臟病發的藥物</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用研習利用反滴定分析阿士匹靈藥片。（請注意第 II-3 頁有關反滴定的說明）</li> </ul>
十三(a)	工業過程的重要性 <ul style="list-style-type: none"> <li>發展切合現代生活的合成產物</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>從社會、經濟及環境角度，討論使用工業過程（如石油化學）生產製品所帶來的利弊</li> <li>認識近年來工業過程（如丙種維生素的生產）在解決天然資源不足或資源減縮問題方面的進展</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用研習生產丙種維生素的工業過程的詳情。</li> </ul>
十三(b)	速率方程 <ul style="list-style-type: none"> <li>從實驗結果求出速率方程</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>明白反應速率、速率常數、反應物濃度和反應級數的相互關係</li> <li>利用初速法求出化學反應的速率方程</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用研習反應半衰期。</li> </ul>
十三(f)	綠色化學 <ul style="list-style-type: none"> <li>綠色化學的原理</li> <li>綠色化學的應用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>描述可持續發展與綠色化學的關係</li> <li>計算化學反應中的原子經濟</li> <li>利用生產醋酸（乙酸）為例找出工業過程中有關綠色化學的原理和實踐的關係</li> <li>利用綠色化學原理評鑑工業過程</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>學生不用研習生產醋酸的工業過程的詳情。</li> </ul>

課題	學生應學習	學生應能	說明
十四(d)	現代生活中的合成物料 • 液晶	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 描述有機液晶的化學結構及各種液晶相</li> <li>• 辨認呈液晶特性的物質的結構特徵</li> <li>• 找出液晶的用途與其性質的關</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 學生不用記誦呈液晶特性的物質的分子式。</li> </ul>
十五(c)	定量分析方法 • 容量分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行定量分析時運用合適的工具和儀器收集數據</li> <li>• 準確和有系統地記錄觀察和數據</li> <li>• 注意並採取減低導致誤差的必要措施</li> <li>• 使用所得的數據計算，並歸納出證據為本的結論</li> <li>• 利用口述或書寫簡報觀察、數據、結果、結論和導致誤差原因</li> <li>• 論證測定物質含量時採用適當的定量分析方法</li> <li>• 評估進行定量分析的潛在危險</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 除了先前課題所包括的化學過程外，學生不用研習容量分析中特定的化學過程的詳情。</li> </ul>

## 附件

課題十一 (c) 的反應	說明
烷烴 $\xrightarrow[\text{紫外光、光或加熱}]{X_2}$ 鹵烷	$X_2$ : $Cl_2$ , $Br_2$
烯烴 $\xrightarrow{X_2 \text{ (在有機溶劑中)}}$ 鹵烷	$X_2$ : $Cl_2$ , $Br_2$ , $I_2$
烯烴 $\xrightarrow[\text{Pt, Ni 或 Pd}]{H_2}$ 烷烴	合適的催化劑：鉑(Pt)、鎳(Ni)或鈀(Pd)
烯烴 $\xrightarrow{HX}$ 鹵烷	HX: HF, HBr, HCl, HI 學生應能利用馬科尼科夫法則預測反應的主要生成物
鹵烷 $\xrightarrow{OH^-(aq)}$ 醇	學生不需比較不同鹵烷的活潑性
醇 $\xrightarrow{HX \text{ 或 } PX_3}$ 鹵烷	HX: HCl, HBr, HI $PX_3$ : $PCl_3$ , $PBr_3$ , $PI_3$
醇 $\xrightarrow[\text{或濃 } H_2SO_4, \text{ 加熱}]{Al_2O_3, \text{ 加熱}}$ 烯烴	
一級醇 $\xrightarrow[\text{加熱}]{Cr_2O_7^{2-}(aq) / H^+(aq)}$ 醛 或 羧酸	
二級醇 $\xrightarrow[\text{加熱}]{Cr_2O_7^{2-}(aq) / H^+(aq)}$ 酮	
醛 或 酮 $\xrightarrow[2. H^+(aq)]{1. LiAlH_4, \text{ 乾燥的醚}}$ 醇	
醛 或 酮 $\xrightarrow{NaBH_4(aq)}$ 醇	



課題十一 (c) 的反應	說明
醛 $\xrightarrow[\text{加熱}]{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) / \text{H}^+(\text{aq})}$ 羧酸	
羧酸 + 醇 $\xrightleftharpoons[\text{濃 H}_2\text{SO}_4, \text{加熱}]{} \text{酯} + \text{水}$	
羧酸 $\xrightarrow[2. \text{H}^+(\text{aq})]{1. \text{LiAlH}_4, \text{乾燥的醚}}$ 醇	
羧酸 $\xrightarrow[2. \text{NH}_3]{1. \text{PCl}_3}$ 未經取代的酰胺 羧酸 $\xrightarrow{\text{NH}_3, \text{加熱}}$ 未經取代的酰胺	
酯 $\xrightarrow{\text{OH}^-(\text{aq}), \text{加熱}}$ 羧酸鹽 + 醇 $\downarrow \text{H}^+(\text{aq})$ 羧酸 酯 $\xrightleftharpoons[\text{H}^+(\text{aq}), \text{加熱}]{} \text{羧酸} + \text{醇}$	
N-取代的酰胺 $\xrightarrow{\text{OH}^-(\text{aq}), \text{加熱}}$ 羧酸鹽 + 烷基銨 $\downarrow \text{H}^+(\text{aq})$ 羧酸 + 烷基銨鹽 未經取代的酰胺 $\xrightarrow{\text{OH}^-(\text{aq}), \text{加熱}}$ 羧酸鹽 + 氨 $\downarrow \text{H}^+(\text{aq})$ 羧酸 + 銨鹽	

課題十一 (c) 的反應	說明
<p>N-取代的酰胺 <math>\xrightarrow{\text{H}^+(\text{aq}), \text{加熱}}</math> 羧酸 + 烷基銨鹽</p> <p>未經取代的酰胺 <math>\xrightarrow{\text{H}^+(\text{aq}), \text{加熱}}</math> 羧酸 + 銨鹽</p>	