

科學教育學習領域

化學  
課程及評估指引  
(中四至中六)

課程發展議會與香港考試及評核局聯合編訂

香港特別行政區政府教育局建議學校採用  
二零零七年（二零一五年十一月更新）

# 目 錄

引言		i
<b>第一章</b>	<b>概論</b>	<b>1</b>
	1.1 背景	1
	1.2 科學科目在學校的實施	2
	1.3 課程理念	2
	1.4 課程宗旨	3
	1.5 與初中課程及中學畢業後出路的銜接	4
<b>第二章</b>	<b>課程架構</b>	<b>7</b>
	2.1 設計原則	7
	2.2 學習目標	9
	2.2.1 知識和理解	9
	2.2.2 技能和過程	9
	2.2.3 價值觀和態度	11
	2.3 課程結構及組織	13
	2.3.1 必修部分	16
	2.3.2 選修部分	63
	2.3.3 探究研習	78
<b>第三章</b>	<b>課程規畫</b>	<b>81</b>
	3.1 主導原則	81
	3.2 學習進程	82
	3.3 課程規畫策略	86
	3.3.1 與初中科學課程的銜接	86
	3.3.2 建議學與教次序	87
	3.3.3 照顧學生多樣性的課程調適	92
	3.3.4 彈性運用學習時間	93
	3.4 課程統籌	94
	3.4.1 有效的課程統籌	94
	3.4.2 校內不同持分者的角色	95

<b>第四章</b>	<b>學與教</b>	<b>99</b>
4.1	知識與學習	99
4.2	主導原則	100
4.3	取向與策略	101
	4.3.1 學與教的取向	101
	4.3.2 多元化和具彈性的學與教活動	102
	4.3.3 由課程至教學法：如何開始	102
4.4	互動	110
	4.4.1 提供學習鷹架	110
	4.4.2 提問和回饋	110
4.5	學習社群	111
4.6	照顧學生多樣性	112
	4.6.1 了解學生	112
	4.6.2 靈活分組	112
	4.6.3 使用不同的學與教取向	112
	4.6.4 採用不同的學習課業	113
	4.6.5 運用資訊科技	113
	4.6.6 照顧資優學生	113
<b>第五章</b>	<b>評估</b>	<b>115</b>
5.1	評估的角色	115
5.2	進展性和總結性評估	115
5.3	評核目標	117
5.4	校內評估	117
	5.4.1 主導原則	117
	5.4.2 校內評估活動	119
5.5	公開評核	120
	5.5.1 主導原則	120
	5.5.2 評核設計	121
	5.5.3 公開考試	121
	5.5.4 校本評核	122
	5.5.5 成績水平與匯報	122

<b>第六章</b>	<b>學與教資源</b>	<b>125</b>
6.1	學與教資源的目的與功能	125
6.2	主導原則	125
6.3	資源類型	126
	6.3.1 課本	126
	6.3.2 互聯網與科技	127
	6.3.3 教育局的資源	127
	6.3.4 社區資源	128
	6.3.5 紀錄片和電視節目	129
	6.3.6 期刊和報章文章	129
6.4	靈活運用學與教資源	130
6.5	資源管理	130
	6.5.1 資源獲取	130
	6.5.2 分享資源	131
	6.5.3 資源貯存	131
<b>附錄</b>	<b>一 配合學生多元化需要的時間表編排和教師調配</b>	<b>133</b>
	<b>二 化學課程的實驗技巧</b>	<b>137</b>
<b>詞彙釋義</b>		<b>139</b>
<b>參考文獻</b>		<b>143</b>

課程發展議會－香港考試及評核局化學委員會委員名錄

(空白頁)

## 引言

教育統籌局(教統局，現改稱教育局)於2005年發表報告書<sup>1</sup>，公布三年高中學制將於2009年9月在中四級實施，並提出以一個富彈性、連貫及多元化的高中課程配合，俾便照顧學生的不同興趣、需要和能力。作為高中課程文件系列之一，本課程及評估指引是建基於高中教育目標，以及2000年以來有關課程和評估改革的其他官方文件，包括《基礎教育課程指引》(2002)和《高中課程指引》(2009)。請一併閱覽所有相關文件，以便了解高中與其他學習階段的連繫，並掌握有效的學習、教學與評估。

本課程及評估指引闡明本科課程的理念和宗旨，並在各章節論述課程架構、課程規畫、學與教、評估，以及學與教資源的運用。課程、教學與評估必須互相配合，這是高中課程的一項重要概念。學習與施教策略是課程不可分割的部分，能促進學會學習及全人發展；而評估亦不僅是判斷學生表現的工具，更能發揮改善學習的效用。讀者宜通觀全局，閱覽整本課程及評估指引，以便了解上述三個重要元素之間相互影響的關係。

課程及評估指引由課程發展議會與香港考試及評核局(考評局)於2007年聯合編訂，並於2014年1月作首次更新，以落實新學制檢討中有關高中課程及評估的短期建議，務求讓學生和教師盡早受惠；而是次更新則包括新學制中期檢討中課程及評估的其他建議。課程發展議會是一個諮詢組織，就幼稚園至高中階段的學校課程發展事宜，向香港特別行政區政府提供意見。議會成員包括校長、在職教師、家長、僱主、大專院校學者、相關界別或團體的專業人士、考評局的代表、職業訓練局的代表，以及教育局的人員。考評局則是一個獨立的法定機構，負責舉辦公開評核，包括香港中學文憑考試，委員會成員分別來自中學、高等院校、政府部門及工商專業界。

教育局建議中學採用本課程及評估指引。考評局會根據學科課程而設計及進行各項評核工作，並將印發手冊，提供香港中學文憑考試的考試規則及有關學科公開評核的架構和模式。

課程發展議會及考評局亦會就實施情況、學生在公開評核的表現，以及學生與社會不斷轉變的需求，對學科課程作出定期檢視。若對本課程及評估指引有任何意見和建議，請致函：

香港九龍塘沙福道19號  
教育局九龍塘教育服務中心東座2樓E232室  
教育局課程發展處  
總課程發展主任（科學教育）收

傳真：2194 0670

電郵：science@edb.gov.hk

---

<sup>1</sup> 該報告書名為《高中及高等教育新學制—投資香港未來的行動方案》。



(空白頁)

# 第一章 概論

本章旨在說明化學科作為三年制高中課程選修科目的背景、理念和宗旨，並闡述本科與初中課程、高等教育，以及就業出路等方面如何銜接。

## 1.1 背景

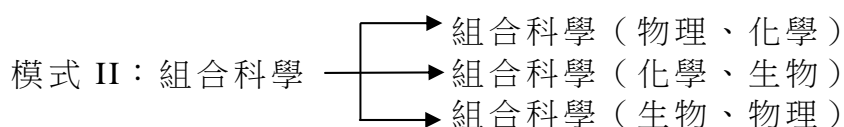
教育統籌委員會的《終身學習，全人發展——香港教育制度改革建議》（教統會，2000）及其後的諮詢報告均指出，香港是一個全球化的高科技社會，學生需具備廣博的知識基礎，才能在社會上發揮所長，有所建樹。「334 報告書」建議為學生提供廣闊而均衡的課程，以促進學生的全人發展，為終身學習奠定基礎。除了中國語文、英國語文、數學和通識教育四個核心科目外，報告建議讓學生根據個人興趣和能力，從不同的學習領域中選擇兩至三個選修科目，並積極參與各種其他學習活動，包括藝術活動、體育活動、與工作有關的經驗、社會服務和德育及公民教育等。有關安排將取代傳統的理科、文科及工／商科的分流。

修讀生物、化學和物理三個不同範疇，往往相輔相成。為了讓修讀科學的學生獲得均衡的學習經驗，科學教育學習領域提供了以下各選修科目：

- 生物、化學和物理  
這些科目讓學生在相關的學科範疇建立穩固的知識基礎，為日後進修或就業作準備。
- 科學  
本科以兩種模式推行：模式 I 為綜合科學，採用跨學科模式設計；模式 II 為組合科學，以組合方式設計。這兩個模式旨在讓學生在修讀科學教育學習領域內一或多個選修科目的同時，仍有空間修讀其他學習領域的選修科目。

## 模式 I：綜合科學

這課程是為只在科學教育學習領域中修讀一科的學生而設計，旨在提升他們的科學素養，為面向瞬息萬變的社會和配合學校課程內其他方面的學習打好基礎。修讀此科的學生，將有機會在科學的各範疇獲得全面而均衡的學習經驗。



這課程是為在科學教育學習領域中選修兩科的學生而設計的，學生可修讀一個專修科學科目及由其餘兩個科學科目的部分內容組成的組合科學。因此，學生可選讀的三個科目組合如下：

- 組合科學（物理、化學）+ 生物科
- 組合科學（化學、生物）+ 物理科
- 組合科學（生物、物理）+ 化學科

## 1.2 科學科目在學校的實施

生物科、化學科、物理科、綜合科學科及組合科學科各有獨立的課程及評估指引，以便學校管理人員及教師在進行校本課程規畫、學與教設計、學生評估、資源分配及提供行政支援時參考。有關各個科目的時間表編排和教師調配等資料，請參閱附錄一。

本課程及評估指引涵蓋化學課程的方針和建議。有關組合科學科中化學部分在香港中學文憑考試的組合科學（物理、化學）和組合科學（化學、生物）的實施，將會在《組合科學課程及評估指引》（課程發展議會和考評局，2007）論及。

## 1.3 課程理念

競爭激烈及全球一體化經濟的出現、科學與科技的急速發展，以及不斷增長的知識基礎，將持續為人們的生活帶來深遠影響。面對這些轉變帶來的挑戰，化學科將和其他選修科目一樣，為學生提供一個終身學習的平台，

提升學生的科學素養，以及讓他們掌握科學與科技領域內的基礎知識和技能。

化學研究物質的成分、結構和屬性、不同物質之間的相互作用，以及能量與物質之間的關係。透過學習化學，學生可以獲得化學概念及過程的知識，並可認識及理解工程界、醫學界和其他相關科學與科技領域的發展。而學習與化學創新有關的貢獻、議題和難題，則能協助學生了解科學、科技、社會和環境四方面的連繫。

本課程旨在提高學習化學的趣味性和實用性，並建議運用實際生活情境來引導學生學習化學的知識。課程已因應學生的不同能力和志向，採用多元化的情境、學與教策略及評估方法，藉此激發學生的學習興趣和動機。學生應能夠應用化學知識、了解化學與其他學科之間的關係、從時事議題中認識科學、科技、社會和環境四方面相互連繫，以及成為盡責的公民。

## 1.4 課程宗旨

化學課程的宗旨是為學生提供與化學相關的學習經歷，培養學生的科學素養，以便學生積極投身於迅速變化的知識型社會；使他們在與化學相關領域中進一步學習或為就業作好準備，並成為科學與科技的終身學習者。

本課程的宗旨是讓學生：

- 對化學產生興趣及保持對化學的求知慾及好奇心；
- 建構及應用化學知識，了解化學與其他學科之間的關係；
- 體會和了解科學的演進特質；
- 掌握進行科學探索的技能；
- 培養按科學的方法、明辨性<sup>2</sup>及創造性的思考能力，以及在單獨或與他人協作的情況下解決與化學有關的問題的能力；
- 能運用化學語言討論與科學有關的議題；
- 在與化學有關的議題上，作出明智的判斷和決定；
- 建立開放、客觀及主動的態度；

---

<sup>2</sup> 過去譯作「批判性思考」。2015年起，建議使用「明辨性思考」作為 **critical thinking** 的中譯，以強調其要義是謹慎思考，明辨分析。為保持課程文件用語的一致性，所有於 2015 年或以後更新的中、小學課程文件均會相應更新。我們理解其他華語地區的教育專業部門及群體多採用「批判性思考」或「批判思維」，我們將按需要予以註明。

- 適當地關注作業安全的事項；
- 了解及評鑑化學對社會、道德、經濟、環境和科技的影響，及養成負責任的公民態度。

## 1.5 與初中課程及中學畢業後出路的銜接

本課程建基於課程發展議會 1998 年編訂中一至中三科學科課程，並延伸科學教育學習領域的三個主要學習範疇—「物料世界」、「科學探究」及「科學、科技、社會和環境」。圖 1.1 描述在科學教育學習領域中學習範疇的相互關係。

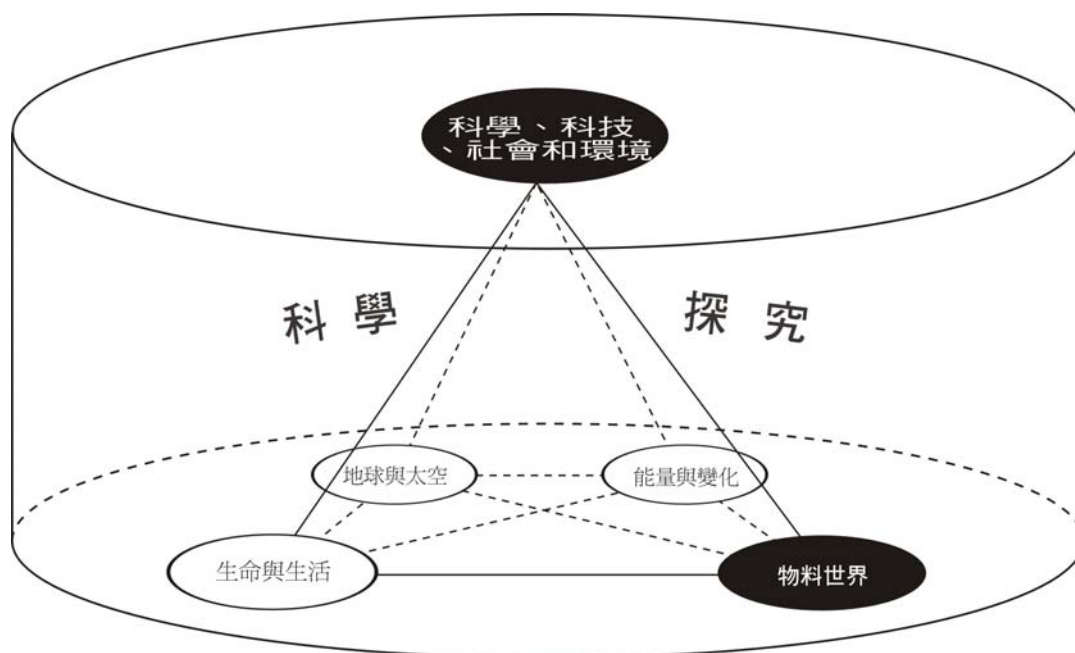


圖 1.1 科學教育的學習範疇圖示

有關初中科學科課程與化學課程的銜接詳情，請參閱本指引的第三章。

高中學制提供多條路徑，銜接專上教育及就業，使每位學生均有機會踏上成功之路。圖 1.2 說明修讀化學的學生的持續學習及就業路徑：

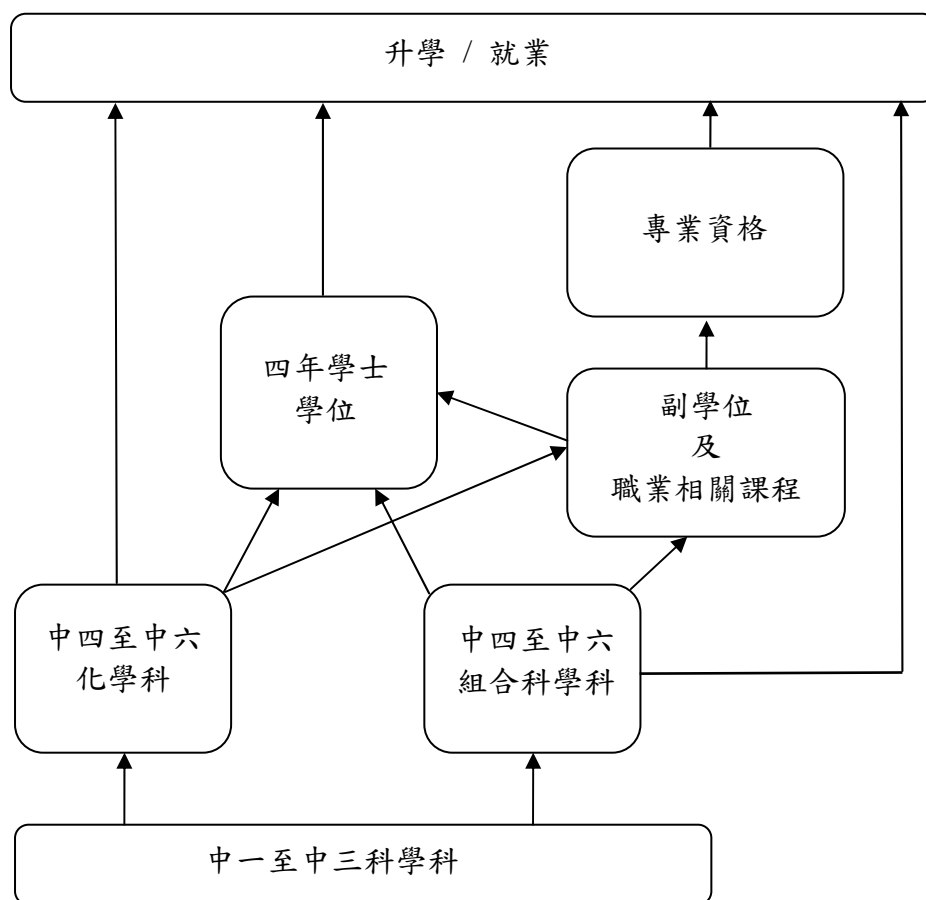


圖 1.2 銜接專上教育及就業的多條路徑

本課程有助一些學生將來在大專院校繼續進修與科學有關的課程，或其他學位或副學位課程。另外，在本科所學有關日常生活應用的化學知識和實驗技能可幫助學生有效地研習各種與職業相關的課程。此外，在本科所學到的邏輯思維和解決問題的技能亦令學生在就業上更具競爭力。

(空白頁)

## 第二章 課程架構

化學課程架構設定學生在高中階段須掌握的重要知識、技能、價值觀和態度。學校和教師在規畫校本課程和設計適切的學、教、評活動時，須以課程架構作依據。

### 2.1 設計原則

化學課程是整個高中課程的要素之一，本課程的設計建基於下列之原則，以及《高中及高等教育新學制——投資香港未來的行動方案》報告書（教統局，2005a）第三章內和《高中課程指引》（課程發展議會，2009）第一冊內提出的建議。

#### (1) 建基於已有知識

本課程的發展是建基於學生在初中科學科課程所掌握的知識、技能、價值觀和態度，以及學習經歷。初中科學科課程和化學課程的課題緊密相繫。詳情請參閱本指引的第三章。

#### (2) 平衡廣度和深度

化學科是選修科目之一，課程涵蓋的課題廣闊。此外，課程亦提供機會使學生可以對某些課題作深入的研習，為日後在科學與科技相關的領域繼續學習而作好預備。

#### (3) 平衡理論學習和應用學習

學生學習本課程的概念知識，有利於建構穩固的化學基礎。本課程要求學生在生活情境運用所學的知識、概念和技能，了解科學、科技、社會和環境的連繫，並分析可能遇見的實際問題。

#### (4) 平衡基本學習和靈活多元化課程

本課程的必修部分涵蓋學生所需的基本知識和概念，而選修部分則為學生提供有彈性的選擇，以照顧不同學生的興趣、性向和能力。

### (5) 學會學習和探究學習

本課程建議一系列學習活動，旨在培養學生自主學習和終身學習的能力。此外，教師亦可採用多元化的學與教策略，例如應用為先導向、科學探究和問題為本學習，以促使學生了解當今議題。

### (6) 學習進程

在中四，學生可透過研習必修部分中某些課題來探索個人興趣，而這樣也有助學生順利地銜接中五和中六所選定的學科。詳情請參閱本指引的第三章。

### (7) 更順暢地銜接不同的學習途徑

本課程銜接各高等及大學教育，和職業／專業培訓，為學生投身社會工作而作好準備。

### (8) 加強學科之間連貫性

本課程引入跨學科元素，以加強本科與其他學科之間的連繫。

### (9) 照顧多樣性

學生有不同的性向、能力、興趣和需要。本課程設有不同的選修課題，讓學生根據個別興趣和需要選擇。同時，本課程的設計富有彈性，讓學生可以不同的步伐達到學習目標。

### (10) 聯繫學生的生活

動機和興趣是學生主動和有效學習的基本因素。本課程包含的學習內容和活動與學生的生活息息相關，特別是日常生活中經常遇到的事物。

## 2.2 學習目標

本課程的學習目標分為三個範疇：知識和理解、技能和過程，以及價值觀和態度。

### 2.2.1 知識和理解

學生應能：

- 理解化學現象、事實與規律、原理、概念、定律和理論；
- 明白化學詞彙、術語和規則；
- 認識日常生活中與化學有關的一些應用事例；
- 理解進行科學探究所用的方法。

### 2.2.2 技能和過程

#### (1) 科學思維

學生應能：

- 明辨自然界的各種模式和變化，從而預計可能的趨向；
- 認識理論模式在探索現象時的基本角色，和從新的或相反的證據中，體會修正舊理論模式的需要；
- 查驗證據並藉邏輯推理，歸納出正確的結論；
- 進行邏輯推理和實驗，查驗各種理論和概念；
- 將新概念融入已有的知識架構，並將之應用於新的情況。

#### (2) 科學方法、科學探究和解決問題

學生應能：

- 找出與科學、社會、科技和環境相關的難題，並提出相關問題；
- 明辨與問題相關的假說、概念和理論；
- 提出假說和驗證假說的方法；
- 明辨應變項和獨立變項；
- 制定進行探究工作的計畫和程序；
- 選用合適的儀器進行探究；
- 準確如實地觀察和記錄實驗的觀察結果；

- 分析實驗或其他來源所得數據；
- 作出結論和進一步的推測；
- 使用恰當的技巧來展示實驗結果，並傳達相關概念；
- 從不同的角度評鑑問題的建議解決方法；
- 評鑑實驗結果的效度和信度，並找出影響效度和信度的因素；
- 在適當情況下，制定進一步的探究計畫；
- 應用知識和理解來解決陌生情況下的問題；
- 了解科學方法的用途和限制。

### (3) 作出決定

學生應能：

- 基於證據和論據作出決定；
- 以適當的科學原理支持所作的判斷；
- 在作選擇時提出適當的理由。

### (4) 實驗操作

學生應能：

- 選用適當的儀器和物料進行實驗；
- 安全地處理化學品和適當地使用儀器；
- 依照程序進行實驗和準確地記錄觀察結果；
- 闡釋觀察及實驗數據；
- 設計和規畫實驗；
- 評鑑實驗方法和建議可行的改進方案；
- 建構模型以助理解。

### (5) 資料處理

學生應能：

- 搜尋、蒐集、重整、分析和演繹不同來源的科學資訊；
- 使用資訊科技，以處理和展示資訊；
- 對間接取得的資訊的準確性和可靠性加以注意；
- 在處理科學資訊時，明辨事實、意見和價值判斷的分別。

### (6) 溝通

學生應能：

- 運用適當的符號、化學式、方程式和規則；
- 闡釋由文字及以口述、圖表、數字、表列和圖象代表的數據；

- 清晰和符合邏輯地組織及展示意念和論據；
- 運用有效和富創意的方式傳達科學意念和價值觀。

#### (7) 協作

學生應能：

- 參與小組討論，主動分享意見並提出建議；
- 在小組工作中，與他人聯繫、磋商和妥協；
- 在小組工作中，確認整體目標，並釐清及認同成員的角色和責任；
- 運用策略，使小組工作有效運行。

#### (8) 學習和自主學習

學生應能：

- 發展研習和自主學習的技能，以改進學習的成效和效率；
- 發展終身學習所需的基礎學習習慣、能力和態度。

### 2.2.3 價值觀和態度

學生應能：

- 培養對科學探究的好奇心和興趣；
- 堅持客觀觀察和誠實記錄實驗結果，從而培養正直的品格；
- 樂意就與化學有關的問題進行交流和作出判斷，並能以開放的態度對待他人的意見；
- 體會化學是一門不斷發展的科學，並了解其局限性；
- 欣賞化學與其他學科的相互關係，及其背後的社會和文化價值；
- 遵從實驗室的安全工作守則；
- 關注化學對社會、經濟、工業、環境和科技所帶來的影響；
- 在瞬息萬變、以知識為基礎的社會，體會終身學習的重要性。

圖 2.1 總結出課程的一些重要學習目標。

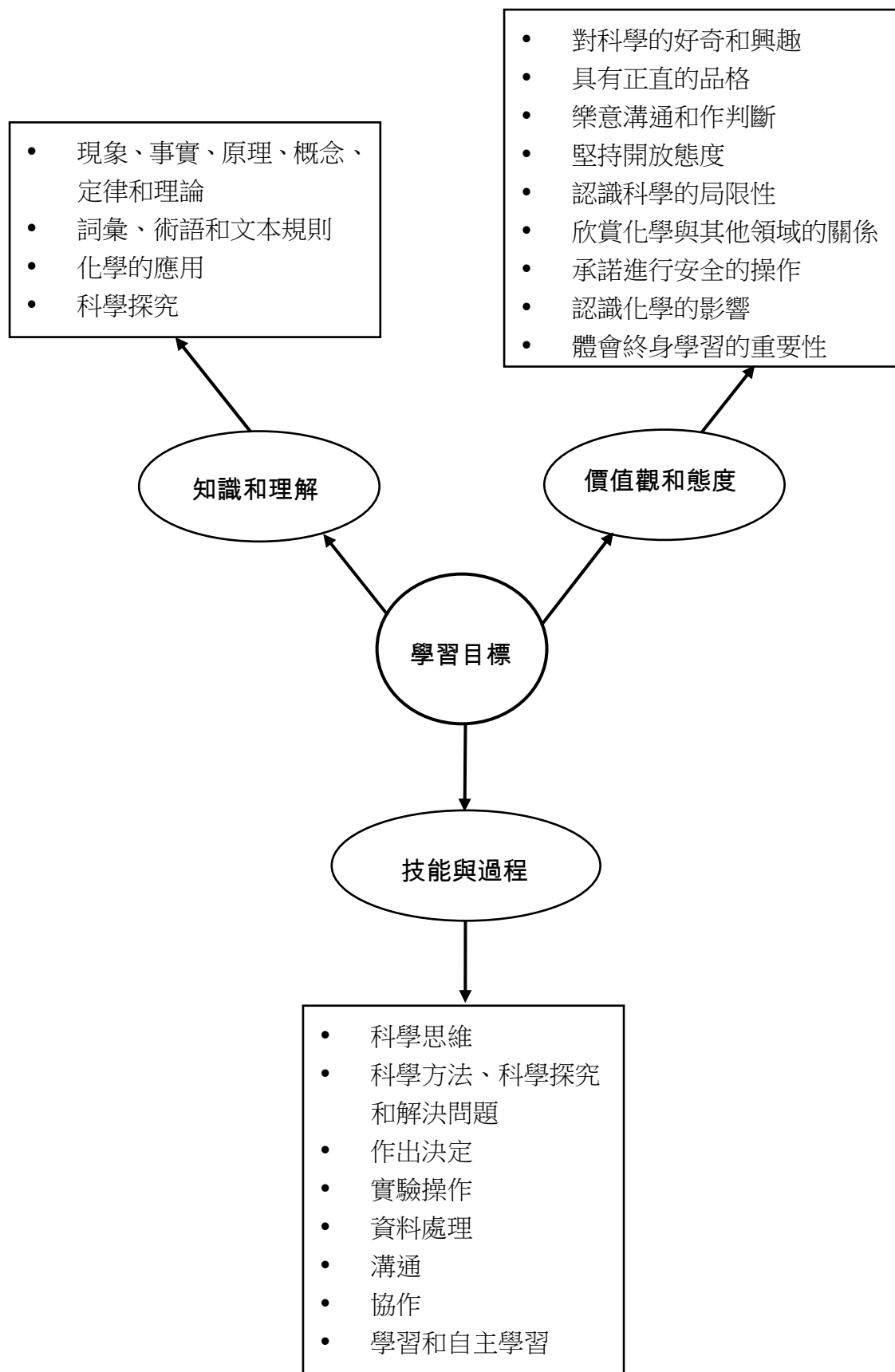


圖 2.1 化學課程的學習目標

## 2.3 課程結構及組織

本課程包括必修和選修兩部分。必修部分涵蓋的內容，有助學生理解基本化學原理和概念，並掌握科學過程技能。其中的課題包括「原子結構」、「鍵合、結構與性質」、「金屬及非金屬」、「週期律」、「摩爾及計量學」、「酸和鹽基」、「電化學」、「碳化合物的化學」、「化學能量學」、「化學動力學」和「化學平衡」。詳情請參閱課題一至十二。

為了照顧學生的不同興趣、能力和需要，本課程亦包括選修部分。選修部分旨在讓學生對必修部分內某些課題有更深入的理解，或對某些範疇作延伸學習。選修部分由三個課題組成：「工業化學」、「物料化學」和「分析化學」。另外，此部分更包括「綠色化學」。詳情請參閱課題十三至十五。

為幫助學生整合所獲得的知識和技能，學生在本課程中需進行一個相關的探究研習，此項研習活動可利用部分課堂學習時間進行。詳情請參閱課題十六「化學的探究研習」。

整個課程的內容由十五個課題和一項探究研習組成。由於化學的概念和原理往往是互相關連的，故學習時不應受課題的劃分所規限。教師可將本指引提供的課題次序視為參考，在授課時自行決定最合適自己教學方法的次序。例如，某課題可與較後的課題整合—若後面某課題的部分內容和前面的背景資料有關聯，便可順勢提前教授該部分的内容。有關詳情請參閱本指引第三章內的「建議學與教次序」。

在課題一至課題十五的每個章節中，均包含以下五個部分：

**概述** — 簡單介紹課題的主旨，提綱挈領地列出主要的概念和重要的化學原理，扼要地描述各課題的焦點，以及課題內各節或分題之間的關係。

**學生應學習和學生應能** — 列出課程要求學生達到的學習目標（學生應學習）和學習成果（學生應能）。教師可利用這些課題為框架，設計各類型的學與教活動。有關學與教策略的一般原則和例子，可參閱本指引第四章。

建議學與教活動 — 列出一些可行的活動，協助學生掌握與課題相關的技能。這些活動包括討論、辯論、實驗活動、探究活動及資料搜集等不同類型。這些建議應視為指引，而並非是一份全面或課程所規定的清單。教師應運用其專業判斷，安排學習活動，使學生掌握課程架構的「學生應學習和學生應能」中所列出的各種知識和技能。本指引第四章對學與教策略有更深入的探討。

價值觀和態度 — 建議可融入各課題的正確價值觀和態度。在學習化學的同時，期望能夠幫助學生確立正確的價值觀和正面的態度。通過討論和辯論，鼓勵學生培養自己的價值判斷力，以及養成對自己和社會有益的良好習慣。

科學、科技、社會和環境的連繫 — 提出科學、科技、社會與環境的相互關係。通過討論、辯論、角色扮演、資料蒐集和探究研習等活動，培養學生在溝通、資料處理、明辨性思維和明智判斷等方面的技能。教師還可以自由選擇其他當前的題目和議題，作為有意義的學習活動的主題。

下表列明化學課程的課題及建議時間<sup>3</sup>。

#### 必修部分（共 182 小時）

- 一. 地球\*（6 小時）
- 二. 微觀世界 I\*（21 小時）
- 三. 金屬\*（22 小時）
- 四. 酸和鹽基\*（25 小時）
- 五. 化石燃料和碳化合物\*（18 小時）
- 六. 微觀世界 II（8 小時）
- 七. 氧化還原反應、化學電池和電解\*（23 小時）
- 八. 化學反應和能量\*（7 小時）
- 九. 反應速率（9 小時）
- 十. 化學平衡（10 小時）
- 十一. 碳化合物的化學（25 小時）
- 十二. 化學世界中的規律（8 小時）

#### 選修部分（共 48 小時，三個課題任選其中兩個）

- 十三. 工業化學（24 小時）
- 十四. 物料化學（24 小時）
- 十五. 分析化學（24 小時）

#### 探究研習（20 小時）

- 十六. 化學的探究研習

\*這些課題已納入組合科學課程之化學部分。

---

<sup>3</sup>通識教育科及每個選修科目的課時以 250 小時（或總時數的 10%）作為規畫的參考，學校可自行作彈性分配，以促進學與教的成效及照顧學生的需要。

「250 小時」是規畫各選修科目的參考基數，以滿足本地課程的需要，並符合國際基準。為了照顧學校不同能力和興趣各異的學生，特別是能力稍遜的學生，我們以往建議學校採用「270 小時」作初期規畫，讓教師有更多時間嘗試新高中課程的各種教學方法。若以每一個選修科目佔總時數的 10% 計算，則 2,500 小時是三年高中課程規畫的基礎，這時數貼近實況，亦與學校於短期檢討階段的意見一致。我們亦建議以 2,400±200 小時作為總課時的彈性範圍，以進一步照顧學校及學生的多樣性。

一直以來，學校投放於學與教的時間受多種因素影響，包括學校整體課程規畫、學生的能力及需要、學生的已有知識、教學及評估策略、教學風格及學校提供的科目數量等。學校應運用專業判斷，靈活分配課時，以達到特定的課程宗旨與目標，並配合校情及學生獨特的需要。

## 2.3.1 必修部分（共 182 小時）

### 課題一 地球（6 小時）

#### 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 (21 小時)

### 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（22 小時）

### 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
- 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
- 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
- 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 (25 小時)

### 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
- 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證。
- 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 (18 小時)

### 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；學生利用電子圖說明單次取代的鹵甲烷的生成，便能了解有機化學反應通常涉及活潑的物種，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 (8 小時)

### 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，學生應能辨認極性分子和它們帶著的部分電荷；鍵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，以及。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

#### b. 分子間引力

- 范德華力
- 氫鍵

### 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共用的現象
- 辨認極性分子如  $HF$ 、 $H_2O$ 、 $NH_3$  和  $CHCl_3$  的部分電荷
- 解釋  $CH_4$  和  $BF_3$  的非極性本質
- 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  $HF$ 、 $H_2O$  和  $NH_3$  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

### 學生應學習

- c. 分子晶體的結構和性質
  
- 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

- 描述冰和  $C_{60}$  的結構
- 利用冰和  $C_{60}$  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  $BF_3$ 、 $PCl_5$  和  $SF_6$  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  $BF_3$ 、 $PCl_5$  和  $SF_6$ ）

### 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

## **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）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。

## 課題七 氧化還原反應、化學電池和電解 (23 小時)

### 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  $\text{MnO}_4^-$ (aq)/ $\text{H}^+$ (aq)、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (aq)/ $\text{H}^+$ (aq)、 $\text{Fe}^{3+}$ (aq)、 $\text{Cl}_2$ (aq)、不同濃度的  $\text{HNO}_3$ (aq) 和濃  $\text{H}_2\text{SO}_4$ (l)）
- 常用還原劑（如  $\text{SO}_3^{2-}$ (aq)、 $\text{I}^-$ (aq)、 $\text{Fe}^{2+}$ (aq)、 $\text{Zn}$ (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

- 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：
  - i. 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
- 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 (7 小時)

### 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 (9 小時)

### 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
- 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 (10 小時)

### 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：  
$$\text{SCN}^-(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$$
 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 (25 小時)

### 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

## 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：
    - i. 烷烴：與鹵素的取代反應
    - ii. 烯烴：與氫、鹵素及鹵化氫的加成反應

### 學生應學習

- 羧酸
- 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

- iii. 鹵烷：與 $\text{OH}^-$  (aq)的取代反應
- 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 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (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

## 學生應學習

## 學生應能

用與其結構的關係

- 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
- 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 (8 小時)

### 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： $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{P}_4\text{O}_{10}$ 、 $\text{SO}_2$  和  $\text{Cl}_2\text{O}$
- 以  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{SO}_2$  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。

## 2.3.2 選修部分（共 48 小時，三個課題任選其中兩個）

### 課題十三 工業化學（24 小時）

#### 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：

- 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 (24 小時)

### 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

- 描述有機液晶體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
- 搜尋有關戈爾特斯特<sup>TM</sup>（Gore-Tex<sup>TM</sup>）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
- 製作納米物料的模式或觀看相關的電腦模擬圖象
- 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 (24 小時)

### 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
- 計畫並以比色計進行實驗，找出未知溶液的濃度
- 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。

### 2.3.3 探究研習

#### 課題十六 化學的探究研習 (20 小時)

##### 概述

本課題旨在提供機會讓學生設計和進行探究，以解決與化學相關的真實問題。課程撥出部分課時來達至此目的，讓學生運用其化學知識、對化學的了解及各種共通能力（包括創作能力、明辨性思考能力、溝通能力、解決問題能力等），分組進行以實驗為本的探究研習。透過此研習的學習歷程，讓學生增進其實驗技能，並培養其對實驗工作安全的關注。

##### 學習成果

學生應能：

- 論證探究計畫是否合適；
- 進行科學探究的風險評估；
- 提供增強科學探究的效度和信度的建議；
- 使用準確的術語和合適的報告形式，交流科學探究的發現和結論；
- 根據探究的過程、所收集的數據和資料，評鑑結論的效度；
- 掌握操作技能和觀察技能，以及良好的一般性實驗室技巧；
- 關注實驗室和其他地方的工作安全。

##### 實行

探究研習通常涉及以下過程：認明相關資料、訂立研習的題目、規畫探究、選擇裝備和資源、進行探究、組織和分析資料，和基於所得證據作出結論。

不同階段的研習活動，大致所需時間如下：

- 搜尋並界定探究的題目 — 3 小時
- 訂定探究計畫 — 4 小時
- 進行探究 — 6 小時
- 組織和分析數據，作出合理的結論 — 4 小時
- 以文字、海報或其他形式，簡報探究的結果 — 3 小時

學生在進行探究研習前，須在以下各方面具備經驗和獲得指導：

- 如何分組完成探究計畫和解決問題
- 如何選擇合適的研習題目，如腦激盪技巧
- 如何由不同來源搜尋相關的資料
- 如何書寫探究計畫書
- 如何編寫實驗報告或製作海報作簡報之用

探究研習的目的，是為學生提供學習經驗，讓每位學生可以在組內貢獻力量，參與解決問題，從而建立其學習的主導權；同時，每組可由 3 至 5 位學生組成，使他們無須負荷過量的工作任務。

探究研習可於完成課程中相關課題後開始，例如以「化學電池」為題的探究研習，可於接近完成中五時開始，而於中六初段時間結束。換言之，學生可於中五的三月至五月訂定探究計畫，於中五的末段時間進行探究，而簡報則可於中六的初段時間進行。此外，探究亦可與相關課題的學習結合。若採用這種學習與探究結合的方式，上例的探究研習便可於中五期間進行和結束。

研習應集中在包含「發現」和「直接收集資料」等重要元素的真實問題、事件或議題上。另外，為使學生從探究的時限中獲得最大的學習裨益，教師應與學生緊密合作，共同討論和決定合適而可行的題目，並認真探討研習的範圍和深度。

以下是一些可行的探究題目：

- 漂白水的有效成分在貯存時的量變
- 分析柑橘類水果或蔬菜中的三種維生素含量
- 萃取天然的化學物質並測試其用途（如源自柑橘類果皮的天然驅蟲藥）
- 合成光降解的皂性清潔劑，並探究其特性
- 製作並測試化學電池
- 製作並測試自製的酒精呼氣測試器

## 評核

為促進學習，教師和學生應商討及同意以下的評核準則，並因應個別學校環境，考慮有利或妨礙實行探究研習的因素。

- 計畫的可行性（研習題目是否容易研究的？）
- 了解相關的化學概念及留意安全
- 操作技能和一般實驗室技巧
- 以合適步驟收集數據和處理導致誤差的方法
- 對直接探究所得數據的分析和闡釋能力
- 對探究過程及其結果的信度及效度的評估能力
- 向教師和同儕交流和解說其研究結果的能力
- 支持所用的探究方法及其結果的參考資料是否適當
- 對探究所持的態度

在合適情況下，教師可使用不同的評核方法，如觀察、提問、口述簡報、海報演示課節和批改書寫功課（探究計畫、報告、海報等）。

## 第三章 課程規畫

本章就第二章所介紹的中央課程架構，列述有關原則，以協助學校與教師因應學生需要、興趣和能力，以及學校實際情況，從而發展出一個靈活而均衡的課程。

### 3.1 主導原則

化學是科學教育學習領域的一個高中科目，並以初中科學課程為發展基礎。本章描述兩個學習階段之間在知識、概念、過程技能和共通能力四方面的關聯，教師可參考以下提供的資料為學生規畫化學科校本課程。再者，本章還討論「學習進程」，協助不同性向和能力的學生探索對不同高中科目的興趣。

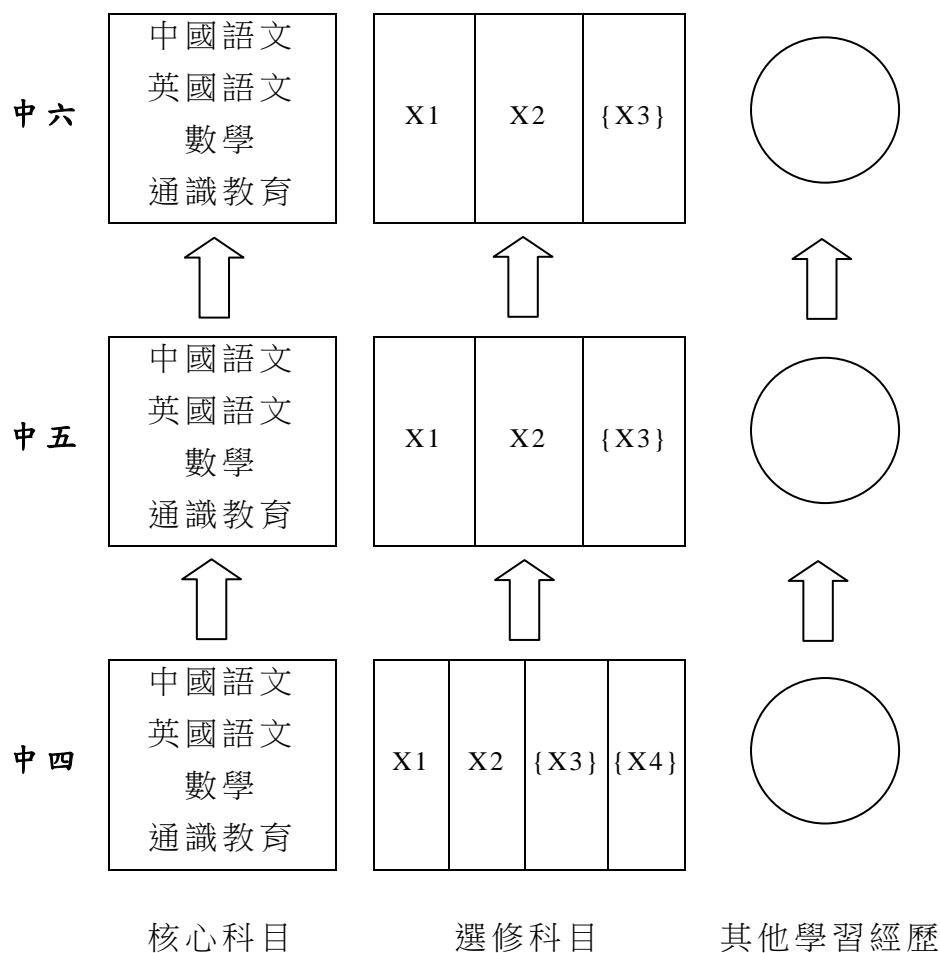
本指引說明預期可從本課程中獲得的知識、技能、價值觀和態度，這些預期的學習成果適合全港不同學校中的大多數學生，但並不表示它們適合所有學生。教師應參考本指引，運用專業判斷，規畫和實施適合他們學生的均衡而廣闊課程。此外，教師可以利用不同方式組織課程以確保「因材施教」。因此，本章將介紹一些課程規畫的策略和構思，供教師在規畫課程時考慮。

在規畫校本化學課程時，學校和教師可考慮以下各項：

- 根據課程目的、學習目標和學生的能力，設計校本化學課程，為學生提供愉快、有意義和豐富的學習經驗；
- 銜接初中科學科課程，訂定全面而廣泛的學習目標，促進學生綜合運用各種能力及獲得均衡發展的學習經歷；
- 設計適切及有目的之學與教活動，以發展學生的知識和理解、技能和過程、價值觀和態度、解決問題的能力、明辨性思考能力、創造力和學會學習的策略；
- 靈活運用課堂時間，促進學生學習；
- 靈活檢視和規畫課程，就本科課程及評估指引第五章－評估所列出的推行校本評核安排的建議，因應實際需要而作出調整。

### 3.2 學習進程

《高中及高等教育新學制——投資香港未來的行動方案》的報告書（教統局，2005a）中提出了「學習進程」的理念，協助具不同性向和能力的學生探索對不同高中科目的興趣。下圖闡釋學習進程的理念：



X 代表選修科目，{ } 代表可選擇的科目

圖 3.1 高中的學習進程

簡而言之，學校可為中四級學生提供四個選修科目，以及為中五級和中六級學生分別提供各三個選修科目。

教師可從化學課程中挑選一些課題讓中四級學生探索對不同科學科目的興趣。這些選定的課題亦應協助學生建構學習化學的基礎。課題的安排詳見下表，學校可自行決定是否採用，以便促進高中化學的學習進程。

在校本課程計畫中中四級包括以下課題：

課題	備註
一 地球	包括所有章節的內容。
二 微觀世界 I	
三 金屬	
四 酸和鹽基 a. 酸和鹼的簡介 b. 指示劑和 pH c. 酸和鹼的強度 d. 鹽和中和作用	第(e)及(f)節的內容可於較後階段研習，以作為容量分析的基礎或研習課題十五「分析化學」的準備。
五 化石燃料和碳化合物 a. 來自化石燃料的烴 b. 同系列和結構式 c. 烷烴和烯烴	有機化合物的系統命名的詳情，以及第(d)節的內容可於較後時間與課題十一「碳化合物的化學」一起研習。

教師可安排課題四「酸和鹽基」的(e)及(f)節在中五的學習初期階段研習，然後按照第二章的建議的次序編排其他課題。另外，教師應把有機化合物的系統命名的詳情，以及課題五「化石燃料和碳化合物」的(d)節安排在課題十一「碳化合物的化學」之內。

隨著科學與科技的急速發展，關於許多當今的議題及科學問題，最理想是能透過學習三個科學範疇（化學、生物和物理）來解決。

為迎合對科學有興趣及有意在科學領域中選修兩至三個科目的學生的需要，建議學校為學生在中四時提供廣闊及均衡的科學課程，其中包括由化學、生物及物理科選取的三部分內容。學生在中四級透過修讀化學、生物及物理三個部分，應對各科的不同性質有較深入的理解，從而懂得在較高年級選擇適合的專門研習科目。

圖 3.2 為一個示例，說明學校可如何為有意深入研習科學的學生安排「學習進程」。

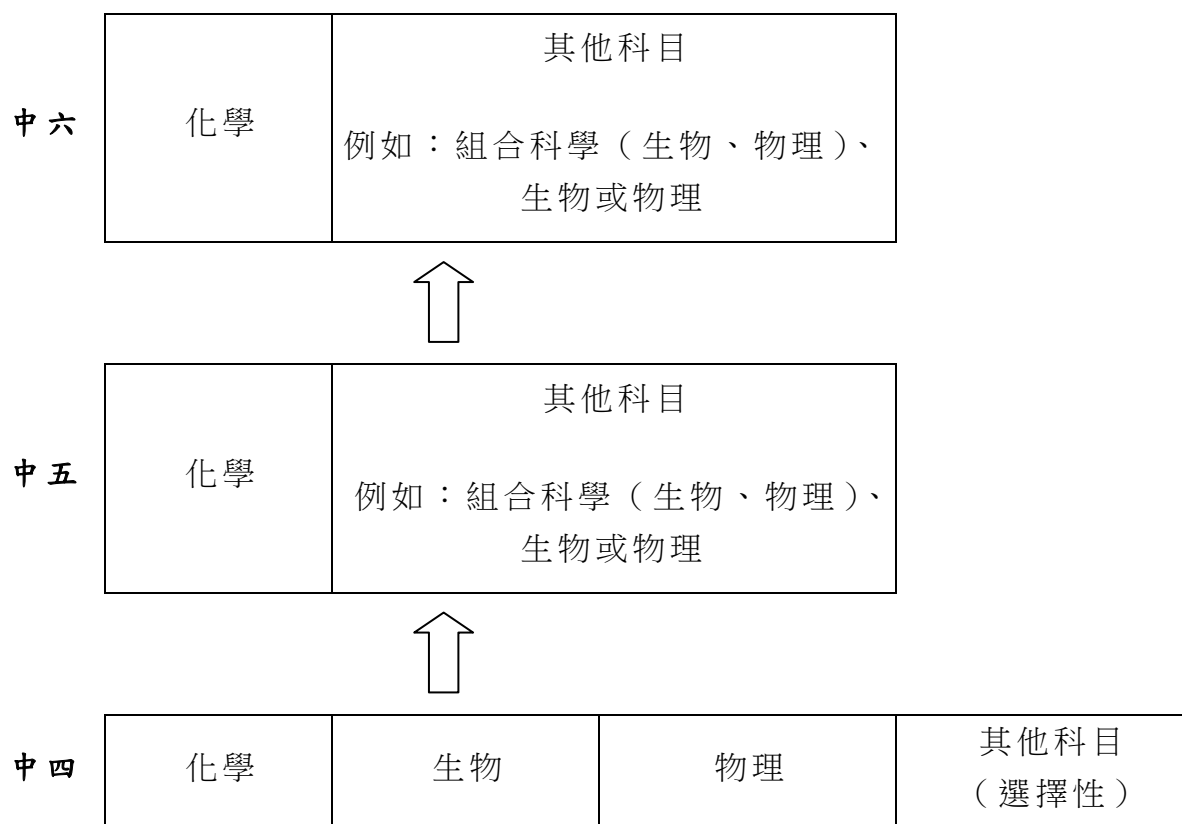


圖 3.2 高中科學科目的學習進程

高中學制容許學生在中五才修讀化學，而這些學生的學習次序亦將與修讀三年化學的學生相若。學校可考慮為這些學生編配較多的學習時間或提供其他的輔助措施（如：銜接課程），以幫助他們儘早掌握基礎的知識及技能。

### 3.3 課程規畫策略

#### 3.3.1 與初中科學課程的銜接

本課程的首個課題為「地球」，其內容幫助學生理解世界是由化學物質所組成、學習一些基本化學知識、獲取一些基本實驗技巧及培養對化學的正面態度。本課題的學習可以鞏固學生在初中科學科中獲取的科學探究技能，理解如何以科學方式進行探究。換言之，科學（中一至中三）的單元一「科學簡介」和進行科學探究的學習經驗與這課題有關聯。

學生在三年的初中科學課程中獲得的化學知識和理解可視為學習高中化學的「奠基石」。圖 3.3 展示課程發展議會科學（中一至中三）課程中有關化學的章節與這化學課程不同課題的關係：

科學（中一至中三）		化學	
單元	標題	課題	標題
4.3	燃料	五	化石燃料和碳化合物
5.1	水的淨化	一	地球
5.2	食水的進一步處理		
5.5	溶解		
5.6	晶體的生長		
6.1	物態	二	微觀世界 I
6.3	模擬物質三態的粒子模型	六	微觀世界 II
7.2	燃燒需要氧	五	化石燃料和碳化合物
7.6	自然界中二氧化碳與氧的平衡	一	地球
10.1	常見的酸和鹼	四 三	酸和鹽基 金屬
10.2	測試酸鹼的指示劑		
10.3	酸和腐蝕		
10.5	中和作用		
10.6	酸、鹼及中和作用的一些日常應用		
13.2	我們如何提取金屬	三	金屬
13.3	金屬的特性與用途		
13.4	金屬的改良		

科學（中一至中三）		化學	
單元	標題	課題	標題
14.1	從原油到製成塑膠	五	化石燃料和碳化合物
14.2	棄置塑膠所帶來的環境問題	十一 十四	碳化合物的化學 物料化學

圖 3.3 科學（中一至中三）課程綱要與化學課程的關係

### 3.3.2 建議學與教次序

本課程必修及選修部分的課題，乃按照一個可行和適合大部分學生的學與教次序而編排（圖 3.4 次序 I）。此次序安排學生先學習較具體的課題，然後進展至較抽象的課題。例如學生應由課題「地球」開始，因為此課題可作為初中科學課程與本化學課程連結的橋樑；隨後可以學習如金屬、酸和鹼、及化石燃料等常見物質的化學；接著，學生可以面對包括更抽象概念的課題（例如「氧化還原反應、化學電池和電解」，「化學平衡」等）帶來的挑戰。

上述建議的學習次序並不是唯一適合所有學校的次序，亦可酌情因應學生的興趣、需要、已有知識和基礎，採用其他次序以促進學生的學習。圖 3.4 列出一些為必修部分設置的其他學與教次序（次序 II 和 III）。

學年	次序 I	次序 II	次序 III
中 四	地球	地球	地球
	↓	↓	↓
	微觀世界 I	微觀世界 I	微觀世界 I
	↓	↓	↓
	金屬	金屬	微觀世界 II
	↓	↓	↓
	酸和鹽基	酸和鹽基	金屬
	↓	↓	↓
	化石燃料和碳化合物	化學反應和能量	酸和鹽基
	↓	↓	↓
中 五	微觀世界 II	反應速率	氧化還原反應、化學電池和電解
	↓	↓	↓
	氧化還原反應、化學電池和電解	氧化還原反應、化學電池和電解	化石燃料和碳化合物
	↓	↓	↓
	化學反應和能量	微觀世界 II	碳化合物的化學
	↓	↓	↓
	反應速率	化石燃料和碳化合物	化學反應和能量
	↓	↓	↓
	化學平衡	碳化合物的化學	反應速率
	↓	↓	↓
碳化合物的化學	化學平衡	化學平衡	
↓	↓	↓	
化學世界中的規律	化學世界中的規律	化學世界中的規律	

圖 3.4 化學課程的建議學與教次序

除上述的建議外，教師可考慮以下的構思。

(1) 「計量學與摩爾」的知識和技能的課程組織

計量學是高中化學的重點之一，討論化學的定量關係。本課程的不同部分會引進有關計量學的概念及有關摩爾、式量、實驗式、分子式、摩爾質量、摩爾濃度和摩爾體積的計算，並且以循序漸進的方式編排。這個設計有助學生掌握概念和獲取特定技能以進行計算，但不需面對大量抽象而陌生的資料。教師應提供機會讓學生能有系統地連繫這些概念和掌握這些技能。

圖 3.5 闡釋本課程如何安排有關計量學的概念與有關摩爾的計算：

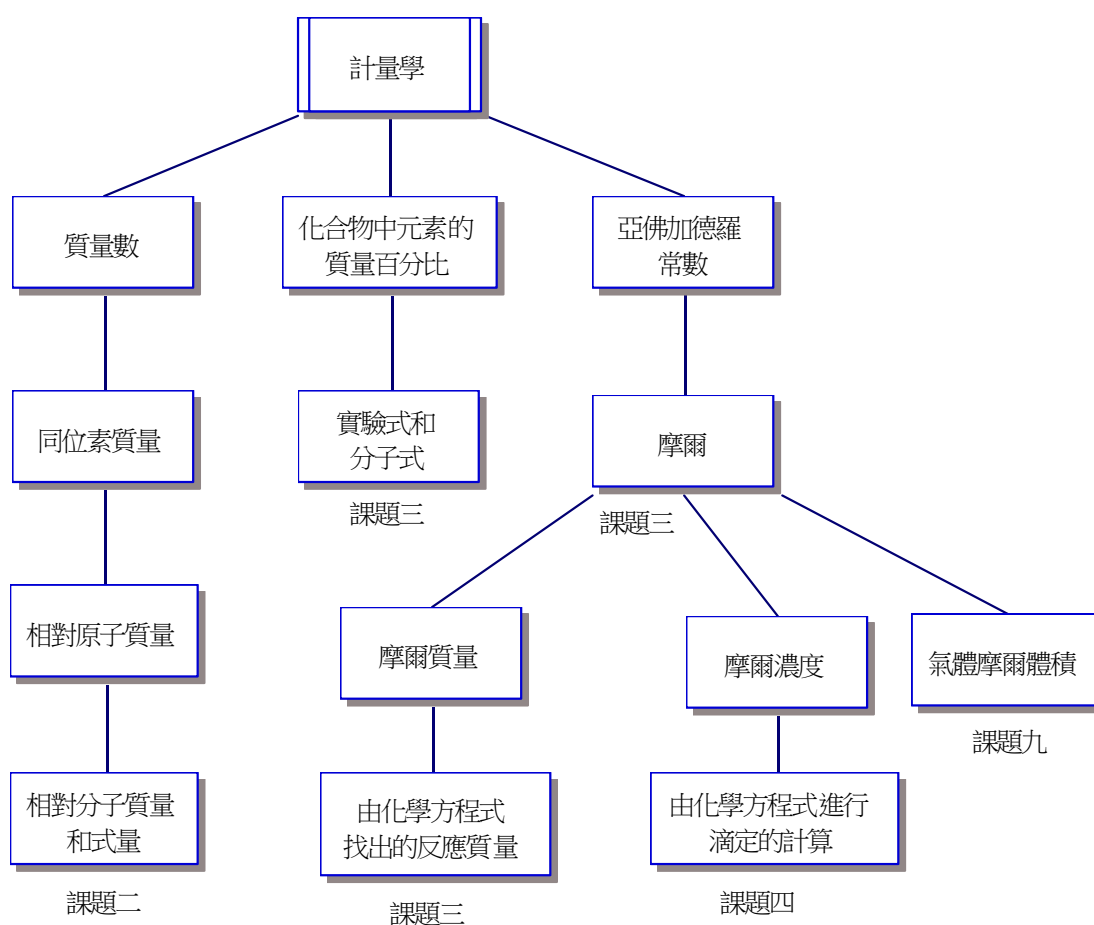


圖 3.5 計量學的概念與有關摩爾的計算的組織

由於有些教師傾向在一段較短時間內完成有關摩爾計算的研習，例如在中四級內完成，這些教師便可把「氣體摩爾體積」的內容安排在課題四後教授。雖然這種安排有助學生於短時間內集中全力掌握有關摩爾的概念，但未必能適合所有學生。

(2) 「微觀世界 I」和「微觀世界 II」的統整

本課程的理念，是把與微觀世界相關的概念分別編配於不同年度的兩個課題中，即編配於「微觀世界 I」和「微觀世界 II」中；這種編排方式旨在避免學生在短時間內，尤其是在高中階段的初期，連續學習許多抽象的概念。此外這種編排方式亦可讓學生重溫上年度所學的課題。但是，因為有些教師可能認為一次性引進有關結構和性質的概念對學習更為有利，所以，教師可自行編製其課程次序，讓學生一併研習「微觀世界 I」和「微觀世界 II」兩個課題。這種編排方式可延伸至「化石燃料和碳化合物」與「碳化合物的化學」，及「金屬」與「氧化還原反應、化學電池和電解」等課題。

(3) 選修課題和探究研習的統整

若學生對化學分析有強烈興趣且有意以分析化學作為探究研習的重點，教師可於進行「探究研習」時編配學習選修課題「分析化學」。這項安排有助學生應用分析化學的概念解決問題，並同時發展各項技能（詳情請參閱第 2 章的「化學的探究研習」）。此外，教師可採用「問題為本」的教學策略，向學生提出具挑戰性的問題。透過蒐集資料解決問題、批判性閱讀、自行學習新知識、討論、實驗等，使學生掌握課題「分析化學」所需的知識和理解及獲取「化學的探究研習」應有的技能。這類統整可延伸至其他選修課題，包括「工業化學」和「物料化學」。

(4) 課題內的編排

除上述的主要課題的統整建議外，教師亦可為學生在某一課題內編排不同的學與教次序。例如在「微觀世界 I」中，教師可以先教授有關物質性質的具體概念，然後進展至化學鍵合的抽象概念。圖 3.6 為兩個可行的次序：



圖 3.6 課題二的可行學與教次序

例如，課題十三可採用兩個不同策略達到與副題「工業過程」有關的學習目標。第一個策略是在深入討論指定的工業過程前，先提供所有需要的基礎知識和概念。第二個策略是「應用為先」，以「工業過程」為主題，從中學習關於主題的知識、理解和概念。下圖概述這兩個策略：

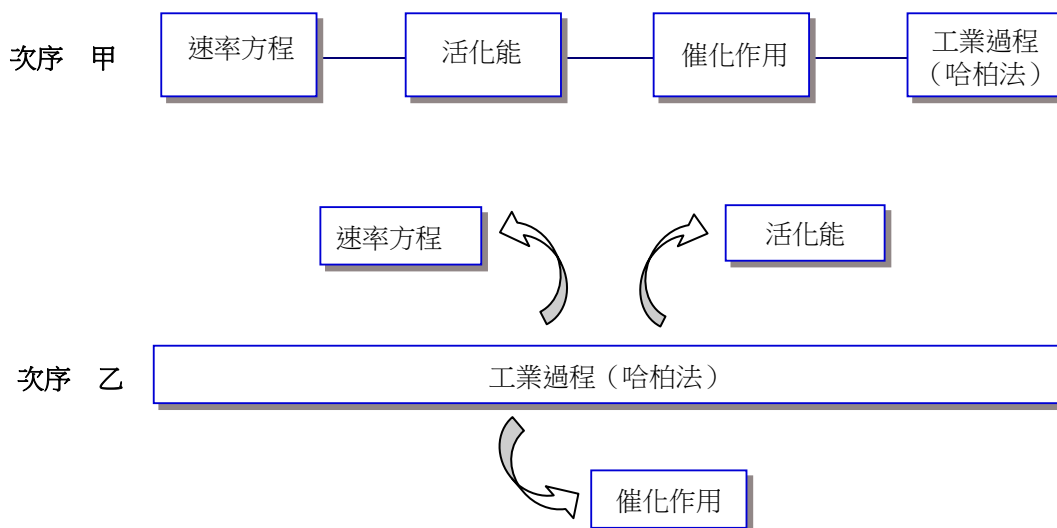


圖 3.7 課題十三可行的學與教策略

### 3.3.3 照顧學生多樣性的課程調適

教師應設計及提供一個可以配合學生不同的興趣和能力的課程。對於只能掌握本指引中提及的部分概念及技能之學生，教師或需要設計並施行自定課程以幫助他們學習；對於能力出眾的學生，教師便需要安排更複雜的知識和更具挑戰性的學習活動。因此本課程採用靈活的設計，旨在為教師提供規畫課程的參考，並非是為所有學校開設的課程處方。

本課程可作不同的調適，譬如只集中學習必修部分之課題，選修部分之課程則不作強調。為照顧學生的不同的需要，教師可考慮以下建議來設計以學校為本的化學課程。

- (1) 如學生未能達到整個課程的要求，教師和學生可從必修部分的課題中探討合適的研習深度。下面列出在必修部分中的一些課題，當中的副題在認知層面上確實有較高的學術要求，學生可能需要額外的支援才能掌握和理解其中的知識。

- 微觀世界 II
- 化學反應和能量
- 化學平衡
- 碳化合物的化學
- 化學世界的規律

(2) 假如學生對掌握整個課程有明顯的困難，教師和學生可討論並達成安排協議，於選修部分只投放最少的努力，甚或完全略過選修部分的研習，而集中研習必修部分的内容。

為照顧學生的學習多樣性，教師應對本課程作不同的設計和調適，並參照第二章有關課程設計的原則，評鑑自行設計的課程。

#### 3.3.4 彈性運用學習時間

如本指引第二章所述，本課程的總授課時間為 250 小時，佔高中課程總課時的十分之一。教師宜靈活運用學習時間，以幫助學生達到課程的各項學習目標。他們可以分配多一些或少一些時間予一些課題，以配合學生不同的興趣和能力。此外，有些學校或會選擇調配較多學習時間予必修部分的學習，以確保學生在研習選修部分前，已充分掌握所需的基礎知識和技能。教師亦應彈性地運用分配給化學探究研習的二十小時，以促進學生的學習和發展全面的能力。最後，學校亦可在時間表中設定半天或整天的活動時間，以便進行需時較長的學習活動，例如參觀、校外科學探究、或其他可促進化學學習成效的全方位學習活動。

## 3.4 課程統籌

### 3.4.1 有效的課程統籌

要有效地發展和管理課程，課程領袖應互相協作，並就以下各方面作出考慮。

#### (1) 了解課程和學生的需要

化學科課程架構包括理念、課程宗旨、學習目標、課程結構和組織、課程規畫、學與教，以及評估。要促進有效的校本課程發展，讓學與教、學校的抱負和使命及中央架構互相配合，就必須對化學科課程、學生的需要和興趣，以及學校的優勢和文化有充分的了解。

#### (2) 團隊協作

學校課程領袖包括科學教育學習領域統籌主任、化學科科主任和化學科教師，他們必須以團隊方式進行協作；在校本課程發展管理上，擔當不同角色。科學教育學習領域統籌主任和科主任除了負責監管和協調課程的實施，亦須制定計畫，以助教師團隊協作和專業能力的發展。

#### (3) 課程規畫

學校應為科學教育的校本課程發展作整體規畫，以確保各科學科目之間和科學科目與其他學科的縱向和橫向的協調。同時亦須考慮與初中科學課程的銜接，務求為學生提供一個均衡的科學教育基礎。有關課程規畫策略的詳情，請參閱本章第 3.3 節。

#### (4) 增進能力和專業發展

透過共同備課、建立同儕教導和同儕觀課，教師間定期互相交流意見、經驗和反思，有助團隊的建立。同時亦能營造協作和分享的文化，以及促進教師專業發展。學校應為教師創造空間讓他們參與各種專業發展課程；並按教師的專長編配工作。

## (5) 資源發展

教育統籌局會一直發展促進學與教的資源，以支援課程的實施。學校可自行調適這些資源或發展其他的學與教材料，以配合學生的需要。學校亦可建立校本學與教資源庫或在學校內聯網構建分享平台，讓教師共用這些資源。有關有效運用學與教資源的詳情，請參閱本指引第六章。

## (6) 變革管理

鑒於化學知識不斷發展，現代社會情況不斷變化，校本課程宜靈活以適應變更。學校應先界定其課程發展的範圍和方向，惟在實施時應作彈性處理，既能適應轉變，亦能從經驗中學習。變革管理的策略包括促進參與和溝通、進行定期檢視進程並在課程實施時蒐集證據，以便作出明智的變革。

### 3.4.2 校內不同持分者的角色

學校課程領袖在課程變革的管理上擔任不同的角色。依據學校不同的情況，他們所擔當的角色不盡相同。

#### (1) 化學教師

化學科教師在校本課程發展上，可作多方面的貢獻。在個人方面，教師可配合學校的政策和協助科組的工作，發展校本化學課程。此外，化學科教師可與實驗室支援人員共同合作，設計有趣的活動和建立一個促進學習的安全環境。教師亦可擔當課程領袖的角色，推動創新的課程變革。

當實施校本化學課程時，教師可：

- 清晰地向學生解釋校本化學課程的整體計畫和目標；
- 為學生提供足夠的指引和支援，以達至校本課程的學習目標；
- 營造一個具啟發性的學習環境，以及鼓勵學生自主學習和自我調控學習；
- 主動試行創新的學與教策略；
- 主動分享意見、知識和經驗，以加強同儕支援和學與教的改進；
- 透過閱讀和與同事互相分享，瞭解課程發展和變革的最新動向；
- 主動參與專業發展課程、工作坊、研討會等活動，以提升專業性；

- 確保學生採取足夠的安全措施，令實驗和探究活動可安全地進行；
- 不時檢視或評鑑校本化學課程，並作出相應的改進。

## (2) 科學教育學習領域統籌主任／化學科科主任

科學教育學習領域統籌主任和化學科科主任在校本科課程的發展、管理和實施上，擔當著十分重要的角色；他們是學校行政人員和其他科學科組成員的溝通橋樑。

科學教育學習領域統籌主任能聯繫著各科學科組。為推動各科組的統籌和協作，以及監測課程的推行，科學教育學習領域統籌主任應：

- 根據科學教育學習領域課程指引和其他相關的課程及評估指引所訂定的方針，策畫整體計畫，為學生提供均衡的科學教育；
- 與科學科組緊密合作，以確保初中與高中的教師能一致地策畫和合作；
- 與不同科學科組舉行定期會議，討論有關課程和評估政策，並進一步探討改進學與教質素的課程實施策略；
- 藉著不同途徑，如同儕教導、觀課、共同備課等，鼓勵教師定期交流意念、經驗和反思；
- 鼓勵教師參與專業發展課程、工作坊、研討會和專題計畫，以促進專業發展；
- 舉辦班際科學專題研習比賽或鼓勵學生參加校際科學活動，以發展及培養學生對學習科學的渴求；
- 確保在進行實驗活動和科學探究時採取安全和預防措施。

化學科科主任協助發展和管理校本化學課程，並監管其推行。他們應：

- 在化學課程的發展和創新方面與時並進；
- 為校本化學課程制定清晰的學習目標；
- 參考本指引並計畫和提供合適的校本化學課程；
- 考慮學生的需要、興趣和能力，以及教師的長處和學校的情境，決定可供選讀的選修課題；
- 與教師舉行定期會議，討論課程規畫、評估政策、運用學與教材料和策略、學習進度等事宜，並進一步探討改進學與教質素的課程實施策略；
- 藉著不同途徑，如同儕教導、觀課、共同備課等，鼓勵教師定期交流學與教的意念、經驗和反思；
- 率先試行和使用創新的學與教策略；

- 鼓勵教師參與專業發展課程、工作坊、研討會和專題計畫，以促進專業發展；
- 確保學校提供充足的資源（例如實驗室設施和儀器、實驗室支援人員和資訊科技器材等），並有效地利用，以支援課程的實施；
- 確保教師在進行實驗活動和科學探究時採取充足的安全措施；
- 不時監督、檢視或評鑑校本化學課程的實施；
- 就課程架構向有關機構提供意見和提議。

### (3) 校長

校長肩負指導、規畫和支援校本課程發展的領導角色。校長須明白中央課程架構，並充分了解本校情況，如學生的需要、化學科和科學教育學習領域其他科組的長處，以及學校的組織文化。透過與副校長或學務主任緊密地合作，校長應：

- 了解學校的發展藍圖；界定科學教育學習領域課程發展的範圍，以配合學校的抱負和使命，及整體學校課程發展的路向；
- 釐定科學教育學習領域統籌主任和眾科主任的角色和責任；
- 致力為學生提供均衡的科學教育基礎，例如靈活地編定時間表以促使組合科學科的實施；
- 適當地調配學校資源，例如實驗室支援人員和儀器，以促進有效的學與教；
- 鼓勵共同備課和同儕觀課，營造教師間協作和分享的文化；
- 創造空間讓教師參與專業發展課程；
- 讚賞所達至的進度，重質素多於重數量，持續鼓勵適切的課程創新計畫；
- 協助家長和學生明白與課程實施有關的學校的信念、理念和做法，以及他們在促進學習的角色；
- 建立校際網絡，透過面對面和電子方式促進資訊的專業交流和成功經驗的分享。

有關教師、學習領域統籌主任、科主任和校長作為主要變革促進者的角色的詳情，請參閱《高中課程指引》（課程發展議會，2009）第九冊。

(空白頁)

## 第四章 學與教

本章就化學課程之有效學與教提供指引。本部分應與《高中課程指引》(課程發展議會, 2009)第三冊一併閱讀, 以便了解以下有關高中課程學與教的建議。

### 4.1 知識與學習

在本指引的第一章曾論及, 為面對現今激烈的競爭、全球一體化經濟的出現、科學與科技的發展, 以及迅速增長的知識基礎, 學生應具有很強的適應能力。化學是一門具有已確立知識的學科。例如從宏觀的角度而言, 專家幾乎可以肯定有關金屬如何與酸反應的知識。但是, 在某些情況中, 化學知識仍在不斷推陳出新, 例如有關原子性質和不同原子在各種情況下如何互動的知識在不同程度上存在著不確定性, 並預料將來會出現更準確的「事實」。

學習途徑多種多樣。有些知識可透過聆聽、閱讀和模擬來獲取。舉例來說, 如何在化學使用字符代號來表達或如何進行實驗程序通常可以透過直接指導來學習。但是, 一些知識和技能則可透過個人反思或參與探究學習來建構, 例如學生進行化學探究研習有助他們掌握進行科學研究時所需的知識; 還有一些知識可透過與他人協作來建構, 例如解決如何處理塑膠廢物這種具挑戰性的問題, 可把學生分組, 然後讓他們收集所需資料、綜合知識和概念, 以及辯論意見和做法。

就著不同的學習方法, 學生和教師在各種學與教的活動中擔當不同的角色。例如, 在直接指導過程中, 學生應為積極的聆聽者, 而教師則是資訊的提供者; 在探究為本的實驗中, 學生則需要以小組形式合作並擔當更主動的角色, 成為一個獨立的問題解決者及資料搜尋者, 教師則擔當各種角色如資源提供者、促導者和顧問。

## 4.2 主導原則

參考《高中課程指引》（課程發展議會，2009）第三冊的建議和科學教育學習領域的重點，以下列出的是一些學習與教授化學課程的基本原則。

- (1) **建基於優勢**：學與教的策略應配合香港的教師和學生在施教和學習上的強項，使能發揮所長。在學習科學方面，大部分香港學生在記誦內容知識、分析數據和理解科學概念方面的能力較強。
- (2) **明確學習目標**：教師和學生能明瞭每一個學習活動所涉及的學習目標。
- (3) **促進理解的教學**：選擇的學習活動應能讓學生靈活應用和思考所學到的知識。
- (4) **已有知識和經驗**：規畫學習活動時需考慮學生已有的知識和經驗。
- (5) **多元學與教活動**：透過不同教學策略的學與教活動，達至各種學習目標。
- (6) **優質互動**：鼓勵教師在活動中進行優質互動，例如為學習提供鷹架、提問高層次和開放式的問題、提供改進建議，以及組織分組活動來促進學生同儕學習。
- (7) **促進獨立學習**：在與課程相關的情境下，進行一些能培訓共通能力和思考能力的學習活動，有助培養學生的獨立學習能力。學生應該多獲得一些為自己的學習負責任的機會。
- (8) **教師和學生的角色**：在各種學與教活動中，需清楚界定教師和學生所擔當的角色。
- (9) **回饋和評估**：即時而適用的回饋是教學過程中不可或缺的部分。此外，在適當的情況下，也需採用「促進學習的評估」和「對學習的評估」這兩種策略。
- (10) **資源**：可採用各種資源為學習工具。本指引第六章建議的資源可提升學習質素。
- (11) **鼓勵**：鼓勵可以有效促進學習。為喚起動機，學習活動應以學生的成功經驗為基礎，並能配合他們的需要和興趣。
- (12) **參與**：應採用可激發學生思考的學習活動。
- (13) **照顧學生多樣性**：每個學生在各方面均有所不同，教師應採用恰當的學與教策略照顧學生多樣性。

## 4.3 取向與策略

### 4.3.1 學與教的取向

概括而言，化學課程的學與教可歸納為三種常用和相關的教學取向。

(1) 「直接指導式教學」可算是最為人熟悉的取向，以採取「教師主導」的方針為特徵。這種取向要求教師傳授知識或技能予學生；透過問與答、提供實習或實踐的機會，以及給予用以鞏固學習的課業，教師可評估學生對課題的理解。在學習化合物的命名、書寫化學方程式或講述進行實驗室實驗的安全守則時，簡短的講課均有助學生理解有關知識。此外，一套好的影片或一個生動的演示亦可以在短時間內帶出主要的訊息。但是，這方法的成功仍然在於教師和學生之間良好的互動。

(2) 「探究式教學」獲得不少認為個人努力在建構知識方面至為重要的學者廣泛提倡採用。這方針偏向「學生為本」，因此學生應為自己的學習負責任。這一取向提倡進行一些學習活動，如需要不同認知能力的解難活動，或涉及測試假說、設計實驗程序、收集數據、作出計算和歸納結論的探究為本實驗。此外，第二章所討論的「化學的探究研習」也是說明如何在課堂上應用「探究式教學」的例子。

(3) 「共同建構式教學」是另一種重要的教學取向，需要學生和教師共同建構知識。這個取向所重視的學習，包括在教師以學習伙伴的角色協助下，學生能透過小組活動互相分享他們的已有知識和產生新的知識；學生可在學習任務上與專家互相合作以共同建構知識。舉例來說，學生可一同討論興建化學工廠的選址問題，以建立有關議題的知識和理解。

上述三個學與教的取向可視作連續系列，教師在其中的角色會不斷轉變，但不會變得不重要。例如，在一個共同建構學習過程中，教師的角色是一個提供資源者多於一個資訊提供者。

總括而言，教師必須採用多元化的學與教策略和活動來幫助學生達至不同的學習目標。教師應注意透過一個學習活動經常能讓學生達成多於一個學習目標。圖 4.1 列出適用於化學的學與教活動。

直接指導	互動教學	個人研習	進行探究	共同建構
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 解釋</li> <li>• 示範</li> <li>• 播放影片</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 教師提問</li> <li>• 全班或分組討論</li> <li>• 參觀</li> <li>• 運用資訊科技與多媒體教材</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 建構概念圖</li> <li>• 從閱讀中學習</li> <li>• 搜尋資料</li> <li>• 撰寫學習日誌 / 筆記摘錄</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 解難活動</li> <li>• 實驗活動</li> <li>• 科學探究</li> <li>• 模擬與模型</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 分組討論</li> <li>• 角色扮演</li> <li>• 辯論</li> <li>• 專題研習</li> </ul>

圖 4.1 化學科學與教活動

上述提及教師可以透過各種取向來達至本指引第二章所概述的特定學習目標，從而配合學生的不同學習模式。此外，上述三個取向並非按優先次序列出，教師應在合適的情況下採用這些取向。

#### 4.3.2 多元化和具彈性的學與教活動

本課程具有彈性，能照顧學生的不同興趣、能力和需要。教師應給予學生充足機會參與各種學習活動，以達至不同學習目標，亦可採用不同的活動以配合學生不同的學習模式。

學與教活動的宗旨為深入學習，加深理解，並非只是學習一些零碎事實的表面知識。主動而非被動學習、與別人一起討論和協商意見而非單獨學習、學習完整而不是零碎的內容，均較容易使學生達到深入學習的效果。因此，教師應盡量採用一些鼓勵學生有意義地和綜合地學習的活動。

#### 4.3.3 由課程至教學法：如何開始

教師應作出明智的決定，選取恰當的教學取向和活動，以達至指定的學習目標。在學習化學時，如有可能，應盡量進行一些與日常生活有關的活動，讓學生感到化學是一門有趣、與自身生活有關和重要的學科。

舉例來說，當判斷在學與教中進行探究為本實驗是否適合時應考慮以下因素：

- 活動涉及的內容是否值得學習？
- 課題是否與社會有關、有趣和能夠引發動機？
- 所要求的認知能力是否恰當？
- 學生是否已掌握所需的知識和足夠的技能？
- 有沒有期刊文章、參考書、化學品和儀器等資源可供使用？
- 活動的時間是否足夠？
- 實驗室支援人員能否協助推行活動？

以下列出在化學課程中一些適用的學與教策略，但這不代表以下是可供使用的全部策略。教師需注意使用不同的策略可達至同一教學目標；而採用不同學與教的策略時需視乎學生的能力和學習模式，教師喜愛的教學策略，以及課室的情境。

### (1) 製作概念圖

概念圖是一種輔助思考和討論的視覺教具，可幫助學生檢視和描述各種重要概念之間的關係。它們可以用來產生和傳達複雜的概念，也可作為輔助學習的工具，透過結合新學知識和已掌握的知識來學習，還有助評估理解程度或找出誤解。在學習過程中，應鼓勵學生製作概念圖以檢視對某一課題的理解，然後根據教師的意見、同學的評論和自我評估來完善概念圖。為使學生熟習這種描述資料的方式，可先要求學生把各種概念連繫起來或在部分完成的概念圖上標示出各種概念之間的關係。除了可以手繪畫概念圖外，學生也可利用各種繪畫概念圖的電腦軟件簡易地製作和修改概念圖。

### (2) 搜尋與展示資料

在資訊年代，搜尋和展示資料是一種重要技能。學生可以從不同途徑（如書本、雜誌、科學刊物、報章、光碟和互聯網）來搜集資料。學生不應只是隨意收集資料，還應篩選、分類和批判分析資料，以及演示結果。

### (3) 從閱讀中學習

透過閱讀來學習可提高獨立學習能力，尤其有助學生了解化學不同範疇在過去、現在和未來的發展。教師應讓學生自行閱讀一些廣度和深度合適的科學文章，從而培訓閱讀、詮釋、分析和傳達嶄新科學概念和意見的能力。

學生之間或學生與教師一起就一些好的科學文章進行有意義的討論，也可建構知識和增強學生的基本溝通能力。以這種方法所建立的自主學習能力將對學生日後成為一個主動的終身學習者起到無法估量的作用。

教師可以利用各種文章作為教材，重點突出科學、科技、社會和環境之間的連繫。這些文章使課程更生動，讓學生了解化學目前的發展和相關議題，提升他們的學習興趣。教師可根據學生的興趣和能力挑選合適的文章，同時，也應鼓勵學生自行在報章、科學雜誌、互聯網和圖書館的圖書上搜尋有關文章。

閱讀科學文章旨在延展學生在化學科的學習。閱讀文章後，學生可以進行各類型的活動，例如教師可以向學生提問一些簡單或開放式的問題，幫助他們把已掌握的化學知識與所讀的資料連繫起來；也可要求學生為文章寫一個摘要、評論或報告、製作一張海報或撰寫一個故事，以顯示他們對所學知識的理解。此外，為了進一步培養學生閱讀化學文章的習慣，教師應鼓勵學生在課堂或利用網絡科技分享自己曾閱讀的文章。

例子：

在課題十四「物料化學」中，建議學生應閱讀有關現代物料（如半導體和納米管）發展對人們日常生活的影響的文章或就相關課題撰寫文章。此活動不但可幫助學生了解現時化學在社會和科技兩方面的新發展和新貢獻，還能讓他們明瞭新證據的出現（如發現布克碳的結構）可能導致有關鍵合知識的進展和修訂。這個活動亦有助教師評估學生已掌握的知識。

#### (4) 討論

課堂提問和討論，有助學生了解課題知識、建立高層次的思考能力和培養積極的學習態度。表達論據有助學生建立不同的技巧，包括從不同的來源中抽取有用的資料、清晰和符合邏輯地組織及表達意念、作明辨性思考，以及根據有效論據作判斷。

教師不應過分要求學生大量且過早地使用客觀而正式的科學語言，這樣會阻礙課堂討論。在學習化學的初期，應接納學生用自己的語言來討論，然後，再採用循序漸進的方式，引導學生使用較正規和客觀的科學用語。

有關科學、科技、社會與環境的議題，可以採用以學生為中心的策略。例如課題五討論使用塑膠所引致的環境問題，教師可以家居廢物分類、在學校和屋邨收集塑膠廢物作討論議題。在討論時，學生可自由表達意見，並提出需要收集塑膠廢物的原因，以及說出執行的困難。最後，他們可以向全班同學講解自己的意見，然後聽取同學與教師的評語。

#### (5) 實驗活動

化學是一門實驗的學科，故必須讓學生從實驗活動和探究當中獲得個人體驗。本課程特別著重設計和進行實驗。附錄二列出課程的實驗技巧以供參考。

當學生掌握了充足的知識和實驗活動所需的技能後，教師應逐漸向他們提供只載有少量已印製的程序指引和數據表的手冊或工作紙。這樣，能給予學生更多的學習機會，並使他們自行學會和欣賞科學過程。進行探究為本實驗時，學生需要設計全部或部分實驗程序，決定記錄甚麼數據，以及分析和解釋數據。由於可以控制自己的學習，學生將對自己的實驗產生更大的興趣和責任感，大大提升他們的基本科學過程技能。

所設計的實驗應以「探究」而非「驗證」為宗旨。教師不應在學生參與實驗活動前透露結果，應讓學生自行從實驗結果中歸納出結論，從而鞏固所學的科學原理。

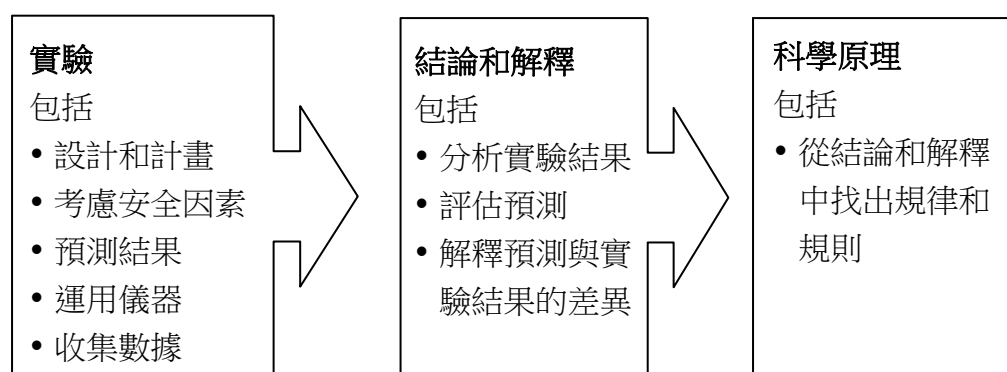


圖 4.2 透過實驗理解科學原理

除了一般的儀器和設備外，教師應鼓勵學生多採用微型設備，以增加學生在實驗活動中的實作經驗。經仔細設計後，一些教師的示範實驗可改作學生自行進行的微型實驗。

例子：

在課題四進行了數次酸鹼的容量分析後，可要求學生自行設計並進行實驗，從兩種品牌的醋中找出「最佳選擇」。學生可以使用傳統的滴定儀器或微型的化學儀器來進行實驗。

#### (6) 探究研習

探究研習是一種有效的學習策略，可以強化學生自主和自我調控學習和反思的能力，使他們明白知識、技能、價值與態度的關係，並促使他們在各種學習經驗中與他人共同建構知識。本課程的探究研習要求學生在一段時間內分組計畫、搜集資料和作出決定。圖 4.3 展示探究研習如何發展各種技能，包括科學過程技能。

技能* / 階段	科學方法與 解難	實驗	溝通	作決定	學習與自學	協作
分析問題與 搜尋資料	✓		✓		✓	
設計實驗 程序	✓	✓	✓	✓		✓
進行探究		✓				✓
分析與評鑑 結果	✓	✓		✓	✓	
報告結果			✓			✓

\* 這些技能符合第二章所列的學習目標。

圖 4.3 探究研習的科學過程技能

在學習本課程的初期階段，可讓學生進行簡單直接的探究，以協助學生建立進行整個探究研習所需的技能。由於收集科學證據的方法各式各樣，所以，應該讓學生進行不同類別的化學探究，例如鑑定未知的化學物、定量分析、製備物質、製造物件或建立系統。這樣，學生便可以由過往進行「食譜式」的實驗進展至這種由自己訂定問題，並找尋答案的開放式的探究。總體來說，化學科的探究研習可定位於「教師主導」和「學生為本」這兩個極端之間。

例子：

教授了「金屬」、「酸和鹽基」和「氧化還原反應、化學電池和電解」這些課題後，可以進行一個名為「從礦石中提取銅」的簡短探究。學生可以採用以下任何一種方法來完成探究，如碳還原反應、以稀酸溶解礦石，然後透過金屬置換反應或電解來提取銅。

更深入的探究則要求他們計算在所提取的銅中，銅的純度百分比和鐵雜質的含量。

#### (7) 問題為本學習

問題為本學習是一個以問題為本的教學方法，多用於專業課程。學生需要解答與未來工作相關的真實問題。然而越來越多的學科開始採用這種方法。採用的問題是開放式、大多建基於實際環境、不明確和不容易找到解決方法。學生或會學到新知識，並將之與以往所學到的知識相結合來解決問題。他們需要分組合作，了解和界定問題、找出他們需要掌握的知識來解決問題、想出其他可行方法、找出和測試解決方法，並辯證解決方法是否有效。教師的角色則是促導者、資源提供者，以及觀察者。學生透過積極參與學習和對自己的學習負責任，能增強學習動機。

除了促使學生深入了解課題，問題為本學習還鼓勵他們作出科學性、明辨性和創造性思考，並在與化學有關的情境下共同解決問題。本課程中有很多課題都可以採用問題為本學習的教學方法。此外，教師可以給予學生不同深度的問題。如有需要，更可提供提示或啟發思考的問題以引導學生分析問題。

例子：

你是在一間咖啡公司工作的化學家。你的公司計畫推出全球首創的自熱咖啡罐。你需要設計一個罐，這個罐可在 3 分鐘內把載於標準大小鋁罐的咖啡加熱至  $60^{\circ}\text{C}$ ，並能保溫 30 分鐘。這個罐需方便攜帶和容易使用，而其盛著的咖啡可直接飲用。

教師可提出下列問題幫助學生進行分析：

- 這個罐可盛載多少容量的咖啡？
- 需要多少熱能來把咖啡加熱至指定溫度？
- 有哪些化學品起反應以提供穩定的熱能？
- 需要用多少化學品？
- 你的產品是否可讓客戶安全使用？

學生可以在一個真實的實驗室或一個虛擬的環境來測試他們提出的解決方法（例如：ChemCollective 虛擬實驗室，詳情可瀏覽 <http://www.chemcollective.org>）。

#### (8) 運用資訊科技進行互動學習

資訊科技為學習者提供一個互動環境，讓他們控制自我學習的進程和內容。採用適當的資訊科技資源，可以幫助學生了解化學概念和過程，並促進他們掌握資訊科技的技能，有助終身學習。

利用資訊科技來學習化學的機會越來越多，如適當地運用，可豐富學生的學習經驗。現以下列例子作說明：

例子

- 三維電腦圖象可用作展示分子的形狀、說明手性概念，以及展現晶體和聚合物等的化學結構。學生操控這些電腦圖象，就仿如檢視模型實物一樣。
- 動畫可把抽象的化學概念和過程（例如化學電池的反應）形象化，特別是幫助學生了解微觀世界。
- 數碼化錄像特別有助提升學生的學習興趣，並為他們提供一些學校以外的真實經驗，例如提取金屬和提煉原油的工業程序，以及在化學分析中採用現代化學技術。此外，數碼化錄像也可用於演示一些在學校

實驗室難以進行的或危險的實驗。透過數碼化錄像，學生毋須真正進行化學實驗，也可重複觀察實驗和複習實驗技巧。

- 電腦模擬可用作模擬可逆反應的平衡狀態、影響反應速率的因素和化工廠的生產流程等。學生可利用電腦模擬安全並快捷地進行一連串的虛擬實驗，找出化學系統中各變量之間的關係。這樣，即使在實驗中犯錯，也毋須付出真實犯錯的代價，但卻可從錯誤中學習。
- 電子試算表可用作分析和標繪實驗數據，也可用作模擬化學系統，讓學生探究「假設」情況。學生毋須重複計算和標繪數據結果，也能了解所研究的課題。
- 數據記錄器和傳感器特別有助以下實驗的數據收集，包括涉及快速轉變的數據、歷時甚久或需要同時讀取多組數據的實驗，例如研究反應速率。配備數據記錄器的軟件可即時繪出數據的圖象，讓學生在實驗後有更多時間分析、討論和評鑑實驗結果。
- 互聯網提供一個課本以外的途徑，讓學生找尋當前和正確的資訊，幫助他們明白概念、建構知識，以及觀察和探索學校以外的世界。
- 同步和非同步的通訊工具，以及網絡協作知識建構平台可促進學生之間的互動與相互對談，從而鼓勵分享和建構知識。如果參與的學生比其他學生有較強的相關知識，更可同時擔當教師的角色。
- 網上評估工具為學生和教師提供即時的回饋。教師可查看個別學生的答案，了解他們對概念的理解程度，從而識別出他們的誤解和學習困難所在。
- 互動電腦輔助學習資源可促進學生積極參與學習。廣受歡迎的互聯網讓學生隨時隨地都可以容易接觸到網絡上的學習資源。

#### (9) 提供全方位學習機會

學習並不局限於課室或學校環境。因此，為學生提供校外的學習經歷是必要的。全方位學習能拓闊學生的視野，讓他們在真實的科學世界中學習。適切的學習活動可以包括普及科學講座、辯論和論壇、實地考察、參觀、發明活動、科學比賽、科學專題研習和科學展覽。這些活動亦為能力出眾或對科學有濃厚興趣的學生提供具挑戰性的學習機會。有關舉辦全方位學習課程的例子，教師可參閱本指引第二章題為「科學、科技、社會和環境的連繫」的內容。

## 4.4 互動

互動指教師與學生透過互相溝通，提升學習與施教的進程；而優質互動亦是眾多學與教策略的重要成分。在學習本課程時，大部分學生均會遇到各種難題，這與他們的能力無關，教師可與學生透過討論一起解決學習問題。教師與學生之間的優質互動是在學校學習的基本要素。

### 4.4.1 提供學習鷹架

為達至本指引第二章所列的學習目標，教師應不時為學生提供合適的學習鷹架。鷹架的形式種類眾多，例如：

- 各式各樣的教材，例如一篇有關凱庫勒的文章，當中有詳細和清晰的描述、聚合物結構圖解和由凱庫勒製成的避彈衣圖片，有助學生了解聚合物的結構與其性質的關係。
- 一個具備清晰的程序式指引和報告樣板的學習課業，例如一張列有引導性問題的工作紙，幫助學生計畫自行進行的實驗。
- 不同形式的指導，有助建立認知能力、社交和探究技能，例如觀看有關如何進行酸鹼滴定的錄像影帶，幫助學生學習滴定所需的實驗技能。
- 教師綜合解說，例如當學生未能掌握活動的重點知識或遇到會嚴重影響學習的阻礙時，教師應於活動後向學生提供一個清晰的概念架構。

鷹架可幫助學生理解各種概念，協助他們自行或與他人共同建構知識，以促進學習。

### 4.4.2 提問和回饋

為改善學習，教師可善用提問和提供回饋。教師提出簡單封閉式問題以至具挑戰性的開放式提問，然後因應學生的回答提供優質的回饋，便能幫助他們沿著正確軌道學習，以及更有效地學習。教師可根據不同的學習目標來挑選不同難度的問題，並向學生提供合適的回饋，從而幫助他們建立信心和內在動機來學習化學。

學與教的過程與進展性評估整合起來，能有助學生對課程內容的理解。透過實踐「促進學習的評估」的概念，教師提供分數以外的回饋，如教師對學生學習上的不同方面之強項和弱項作出口頭或書面評語，或就學生需要改善的地方提出建議。此外，學生和其他相關人士（如實驗室支援人員）均可對學習作出有用回饋。同時，進展性評估的課業可幫助學生認清預期的學習目標，以及幫助他們調節學習進度。

在學與教的過程中，教師有很多機會利用優質的回饋以助學生學習，以下是一些例子：

- 要求高層次思考和對各種相關概念的理解的開放式提問，如「利用冰的結構和鍵合說明其特別的性質」。
- 涉及一些抽象和複雜概念的氧化還原反應難題。
- 由教師設計有關摩爾濃度概念和技能的標準參照進展性評估課業。

## 4.5 學習社群

學習社群是一個共同學習的群體；在小組中學生可以一起建構知識、理解自然現象與關係、找出難題的解決方法，或利用他們的知識和技能來製作作品。在某些情況下，學生需要與教師一起學習。在學習社群中學生在小組內積極參與，而教師則須指導學習方向、設計不同的分組方法，以及適當提供指導和回饋。若教師計畫在課堂上採用協作式學習活動，便應預料會遇到困難和預備其解決方案，困難的起因包括因為組員的技能、知識和與他人有效地合作的能力不同。此外，教師需嘗試避免小組的工作成效受到該組中一些學習遲緩的學生所影響。

在化學課程中，辯論、討論、問題為本學習和化學的探究研習等學與教活動有助建立學習社群。如擁有精密的資訊與通訊網絡，可在學習社群中採用網絡協作式學習工具來促進知識建構。

## 4.6 照顧學生多樣性

### 4.6.1 了解學生

學生的學術背景、需要、學習步伐和性向均不同。因此，要求每個學生達到相同的學習水平和以相同步伐完成學習課業是不切實際的，相反，應該給予他們機會盡展所長。教師可透過閱讀正式文件、在課堂內外與學生接觸和持續的進展性評估來了解學生的差異。當了解學生的差異後，教師應設計最合適的學與教活動。此外，教師可根據學生的能力，設計廣度和深度合適的教學計畫，旨在讓學生感到學習不但具挑戰性，而且是他們能夠應付的。同時，教師應製造一個理解和包容的學習環境，使學生可建立信心和自尊，並有一個愉快的學習經驗，以及熱衷於學習化學。

教師需要識別出學習的「建構模塊」，並有系統地將它們變成符合學生水平且能讓他們掌握的知識單位，從而有助他們更有效地學習，進而提高他們的整體自主學習能力。當大部分學生都已掌握到基本知識時，他們的學習成果差異將會逐步縮小。

### 4.6.2 靈活分組

我們應視學生多樣性為學生可互相支持的機會，尤其在學生共同完成學習課業時最能體現這好處。教師可把不同能力的學生組合起來，讓能力較高與能力稍遜的學生可以互相分享知識。此外，教師也可把能力相近的學生組合起來，給予他們合適難度的學習課業。

### 4.6.3 使用不同的學與教取向

學與教取向與學習風格互相配合可大大提升學生的學習效果。例如可採用直接指導或探究策略來教授課題五(c)「甲烷與氯的單取代反應」。如採用前者，教師可向學生說明甲烷的單取代反應涉及三個步驟，即引發、傳播和終止。要求學生為取代反應的每個步驟繪畫電子圖，可幫助他們了解第一個步驟為活潑自由基的形成，第二和第三個步驟分別為活潑自由基的傳播和終止。另一個策略是要求學生觀看甲烷與氯的取代反應的錄像，然後分

組預測、討論和推斷反應可能涉及的一連串步驟。教師可以在活動後進行綜合解說，讓學生說明概念和觀察結果之間的關係，加上分組討論和個人反思，應能幫助學生建構相關知識。

#### 4.6.4 採用不同的學習課業

對於能力一般或稍遜的學生，一個高要求的學習課業會使他們失去學習動力。當要求能力高的學生來完成一些簡單的學習課業，他們則會感到乏味，並會失去學習興趣。當有需要時，教師應為班內不同學生或不同班別的學生設計不同的學習課業。例如有些學生在課題八(c)「赫斯定律」和課題十(b)「平衡常數」作化學計算時會感到困難，故我們可以為不同能力的學生安排不同挑戰程度的學習課業。同樣，我們可給予學生彈性來演示他們的理解程度，即他們的習作可用不同形式來展示，包括文字、圖象、電腦輔助演示或其他媒體。

#### 4.6.5 運用資訊科技

恰當運用資訊科技可以照顧不同的學習風格，並把學習平台伸延至課堂外。例如一些在課堂上少說話的學習者或許會積極閱讀文本，並在網上論壇發表有用的意見。網上評估工具配備學習支援系統，可以有效鼓勵學生學習。資訊科技中的多媒體元素特別適合視覺或聽覺學習者。另外，利用資訊科技學習資源的非線性性質，可讓學生按照自己的步伐和興趣來學習。

#### 4.6.6 照顧資優學生

在學校裡，教師亦應照顧在科學方面擁有特殊天賦或才能的學生的需要，幫助他們發展自己的潛能。增潤是照顧資優學生的途徑之一，即與同儕在一起學習的同時，給予這些學生額外的、較富挑戰性的或較能啟發思考的習作，例如可以給予這些學生較富挑戰性的問題，著他們闡明問題，然後利用一系列資料來源探索問題和評鑑可行的解決方法。一些資優學生可以調節自己的學習，因此，可以給予他們探索個人興趣的機會，例如讓這些學生訂出探究研習的個人目標。

(空白頁)

## 第五章 評估

本章旨在討論評估在化學科學與教過程中所扮演的角色、本科評估的主導原則，以及進展性和總結性評估的重要性；同時，本章也會提供化學科校內評估的指引及公開評核的詳情。最後，本章闡述如何制定和維持等級水平，以及如何根據等級水平匯報考生的成績。有關評估的一般指引可參閱《高中課程指引》（課程發展議會，2009）。

### 5.1 評估的角色

評估是蒐集學生學習表現顯證的工作，是課堂教學一個重要且不可或缺的部分，能發揮不同的功用，供各使用者參考。

首先，就教學成效和學生在學習方面的強弱，向學生、教師、學校和家長提供回饋。

其次，為學校、學校體系、政府、大專院校及僱主提供資訊，以便各持份者能監察學生的成績水平，有助他們作出遴選決定。

評估最重要的角色是促進學習及監察學生的學習進度。不過，於高中期間，公開評核在協助頒發證書和遴選方面等功能較為顯著；換言之，由於評核結果會影響個人的重要抉擇，這使評核無可避免地具有高風險的特性。

香港中學文憑為完成中學課程的學生提供一項通用的資歷，以便升讀大學、就業、進修和接受培訓。該文憑就學生在四個核心科目和各個選修科目，包括學術科目如化學科和新的應用學習課程的表現，並輔以「學生學習概覽」內其他有關資訊來詮釋學生的表現。

### 5.2 進展性和總結性評估

評估有兩個主要目的：「促進學習的評估」和「對學習的評估」。

「促進學習的評估」是要為學與教蒐集回饋，並運用這些回饋幫助教師相應調校教學策略，令學習更有效。這種評估因為關乎學與教的發展和調校，

故被稱為「進展性評估」。進展性評估是需要經常進行的，一般來說，這種評估關注的是較小的學習點。

「對學習的評估」是要評定學生的學習進展。這種評估目的在總結學生學會了多少，故被稱為「總結性評估」。總結性評估通常是在經過一段較長學習時間之後進行的（例如在學年終結時，或在完成一個學習階段之後），所評估的是較大的學習面。

事實上，進展性和總結性評估之間並沒有鮮明的分野，因為在某些情況下，同一項評估可以同時達到進展性和總結性的目的。教師如欲進一步了解進展性和總結性評估，可參閱《高中課程指引》（課程發展議會，2009）。

進展性評估和持續性評估也有分別。前者透過正式和非正式地評估學生表現，提供回饋，以改善學與教；而後者則是持續評估學生的學業，但可能並不提供有助改善學與教的回饋，例如累積每星期的課堂測驗成績而沒有給予學生具建設性的回饋，這既不是良好的進展性評估，亦非有意義的總結性評估。

就教育理念而言，進展性評估有助促進學習，理應更受重視，並予以高於總結性評估的地位；但過往，學校傾向側重對學習的評估，較為忽略促進學習的評估。由於研究結果指出進展性評估有助完善教學決策，並能提供回饋改進學習，因此，課程發展議會發表的《學會學習—課程發展路向》（課程發展議會，2001）認為評估措施須作出改變，學校宜給予進展性評估應有的重視，並將促進學習的評估視為課堂教學不可或缺的部分。

另一方面，公開評核（包括公開考試和經調整的校本評核）的首要目的是對學生的學習進行總結性評估。學生宜在一個低風險的環境下接觸校本評核的作業，從中練習和體驗，以期在沒有壓力下學習（即作為進展性評估的用途）；另一方面，為了評定分數，總結學習，學生其後須完成類似的作業，作為公開評核的一部分（即作為總結性評估的用途）。

校內評估和公開評核也有一定的區別。校內評估是指三年高中教育期間，教師和學校採用的評估措施，是學與教過程的一部分。相對來說，「公開評核」是為各校學生舉辦的評核，是評核過程的一環。就香港中學文憑而言，它是指由香港考試及評核局舉辦和監督的公開考試和經調整的校本評核。總的來說，校內評估應較著重進展性評估，而公開評核則較側重總結性評

估。雖然如此，兩者不能以簡單的二分法說明其關係。將校本評核包括在公開評核內，就是嘗試在香港中學文憑中，增加進展性評估或促進學習的評估的成分。

### 5.3 評核目標

評核目標與之前章節所表述的課程架構與廣泛的學習成果相配合。

化學科所評核的學習目標如下：

- 憶述及了解與化學有關的事實、規律、原理、辭彙和規則；
- 了解在進行實驗時，儀器和物料的使用；
- 處理物料、操作儀器、安全進行實驗和作準確的觀察；
- 顯示對化學探究所用方法的認知；
- 分析及解釋自不同來源的數據，並作正確的結論；
- 處理及轉譯化學數據，並作有關的計算；
- 應用化學知識，解釋觀察所得和解答未曾接觸的難題；
- 選擇及組織適用的科學資料，並能作適當及有條理的傳意；
- 明白及評鑑化學在社會、經濟、環境和科技上的應用；和
- 根據驗證跡象和論據來作決定。

### 5.4 校內評估

本部分闡述各項主導原則，作為學校設計化學科校內評估及一般評估活動之依據；其中有部分是適用於校內評估及公開評核的通則。

#### 5.4.1 主導原則

校內評估應配合課程規畫、教學進度、學生能力及學校情況。蒐集到的資料，將有助推動、促進及監察學生的學習，並能協助教師發掘更多方法，推動有效的學與教。

### (1) 配合學習重點

教師宜採用各種評估活動，評估學生在各學習重點的表現，包括：化學原理和概念的知識及理解、科學技能和過程、正面的價值觀和態度，從而促進學生的全人發展。教師應在共同商討各範疇所佔的比重，並取得共識的同時，讓學生也知道評估目的及評估準則，使他們能全面了解預期學習所達致的表現。

### (2) 照顧不同學生能力的差異

教師宜採用不同難度、模式多元化的評估活動，照顧不同性向和能力的學生；確保能力較強的學生可以盡展潛能，而能力稍遜的學生亦可受到鼓舞，保持對學習的興趣和繼續追求成功。

### (3) 跟進學習進度

由於校內評估並不是一次性的運作，學校宜採取更多能跟進學生學習進度的評估活動（例如：學習歷程檔案）。這類評估活動，能讓學生循序漸進，逐步訂定個人可遞增的學習目標，並調適自己的步伐，為學習帶來正面的影響。

### (4) 給予適時的回饋與鼓勵

教師應採用不同的方法，給予學生適時的回饋與鼓勵，例如在課堂活動時，作出有建設性的口頭評論，以及批改習作時的書面評語。這些方法除了協助學生找出自己的強項和弱點之外，更能促使學生保持學習的動力。

### (5) 配合個別學校的情況

若學習的內容或過程能配合學生熟悉的環境，學習會變得更有意思。因此，設計評估課業時，宜配合學校的情境，例如地理位置、與社區的關係、學校使命等。

### (6) 配合學生的學習進度

校內評估的課業設計，應配合學生的學習進度。這將有助學生清除學習上的障礙，以免日積月累下來，影響他們的學習。掌握基本概念及技能是學生能否繼續發展的基礎，教師更應謹慎地處理。

#### (7) 鼓勵朋輩和學生自己的回饋

教師除了給予學生回饋外，更應提供機會，鼓勵學生在學習上進行朋輩評估和自評。前者能鼓勵學生互相學習；後者能促進學生的自我反思，這對學生的終生學習是非常重要的。

#### (8) 適當運用評估資料以提供回饋

校內評估能提供豐富的數據，對學生的學習構成形成性的回饋；因此，適當運用評估結果，有助提供具顯證的回饋。

### 5.4.2 校內評估活動

化學科應採用功課、實驗、科學探究和口頭答問等適合本科教學的一系列評估活動，幫助學生達致各項學習成果。但是，教師須留意這些活動應是組成學與教的必需部分，而非外加的活動。

#### (1) 功課

在學與教過程中，功課是廣泛使用的良好評估工具，可以持續地反映學生的努力、成就、強項和弱項。不同類別的功課，可讓學生顯示他們對概念的理解和創意。功課包括練習、書寫文章、海報或單張設計，以及模型製作。這些功課應配合學習目標、教學策略和學習活動。教師可要求學生就個人的興趣選擇一項課題作資料搜集，並綜合他們的發現，設計適當的方法來展示研習成果，例如角色扮演、書寫文章、海報設計、演示等。教師應細心留意學生的表現如資料組織、語文運用、研究的廣度及深度，以及表達概念的清晰程度等。功課的評分或評級可用作顯示學生進度紀錄的一部分，而教師就學生功課所給予的意見和改進的建議，可為學生提供珍貴的回饋。功課亦可作為教學評價的一種方法，反映授課的效度，為教師提供回饋，以便為學生設定進一步的學習目標，以及合理地調節教學策略。

#### (2) 實驗和科學探究

在各科學科目中，實驗和科學探究是學與教中經常採用的一種活動，讓學生取得實作經驗進行探索，又給予學生機會顯示他們的興趣、靈活性和毅力。在科學探究中，教師可先提出一個問題，繼而要求學生設定一個計劃，並建議合適的實驗步驟來解決問題。探究的設計經過討論，如有需要，可作適當的修改。在實驗課堂中，教師可觀察學生的實驗操作技巧，並就如何改善實驗或探究作出回饋。批改學生實驗報告可令教師更全面知道學生

對實驗所涉及的化學概念和原理的理解，以及他們處理和解說探究所得數據的能力。

### (3) 口頭答問

藉口頭答問，教師可了解學生在某一情境下如何思考。學生的應對可顯出他們理解的程度、態度及能力。教師可採用多種類型的問題，問題種類可由找出事實、問題和理據，以至促進高階思維和接受不同答案的高層次問題。口頭答問可以是傳統評估方法的重要補充。

## 5.5 公開評核

### 5.5.1 主導原則

以下概述公開評核的主導原則，供教師參考。

#### (1) 配合課程

香港中學文憑所評估和考核的表現，應與新高中課程的宗旨、學習重點及預期學習成果相符。為了提高公開評核的效度，評核程序應顧及各項重要的學習成果，而非只著重較容易以筆試來評核的範疇。

化學科的公開評核著重測驗考生在真實及創新情況下，應用及統整知識的能力。此外，校本評核部分可令公開評核擴展至包括具價值的科學探究技能，以及共通能力，例如創造力、明辨性思考、溝通和解決問題等。

#### (2) 公平、客觀及可靠

評核方式必須公平，不應對任何組別的學生存有偏私。公平評核的特色是客觀，並由一個公正和受公眾監察的獨立考評機構所規管。此外，公平亦表示評核能可靠地衡量各學生在指定科目之表現；如再次接受評核，學生所獲的成績結果應當非常相近。

#### (3) 包容性

香港中學文憑的評核及考試，需配合全體學生的性向及能力。化學科公開考試的題目包括測驗考生在化學科基礎及選修範圍的知識，以及評核高階思維能力；校本評核部分則提供空間作廣泛類別的活動，以滿足學生及/或學校的不同興趣及意願。

#### (4) 水平參照

香港中學文憑採用「水平參照」模式，即把學生的表現跟預定的水平比對。該預定的水平說明了學生達到某等級的知識與能力所及。化學科備有各級水平的描述，具體說明代表不同水平的考生表現。

#### (5) 資料豐富

香港中學文憑的資歷和相關的評核及考試制度為不同人士提供有用的資訊。首先，它向學生就其表現，並向教師及學校就教學素質，提供回饋。其次，它將學生的表現與有關的等級水平相比，令家長、大專院校、僱主和公眾了解學生的知識水平和能力所及。第三，它有助作出公平和合理的遴選決定。

### 5.5.2 評核設計

下表顯示本科自 2016 年文憑試起生效的評核設計。評核設計會因應每年度考試的回饋而不斷改進。評核的詳情刊載於有關考試年度的「考試規則及評核大綱」及其他補充文件中，並見於考評局網頁 ([www.hkeaa.edu.hk/tc/hkdse/assessment/assessment\\_framework/](http://www.hkeaa.edu.hk/tc/hkdse/assessment/assessment_framework/))。

組成部分		比重	時間
公開考試	試卷一 涵蓋課程必修部分	60%	兩小時 三十分鐘
	試卷二 涵蓋課程選修部分	20%	一小時
校本評核		20%	

### 5.5.3 公開考試

公開考試的主旨是評核考生在化學科不同範圍內，顯示他們的知識和理解的能力，及其在熟悉及不熟悉情境中的應用。

公開考試會採用不同類型的試題來評核學生各種技能和能力的表現，包括多項選擇題、短題目、結構題目和論述題。多項選擇題可廣泛涵蓋課程內容，而短題目可測驗考生的基本知識和概念；結構題目可要求考生分析提供的資料，並將其知識應用到不同的情境；論述題則可讓考生深入討論與

化學有關的議題，並顯示他們邏輯思維及組織和表達意念的能力。學校可參閱每年考試試卷，以了解考試的形式和試題的深淺程度。

#### 5.5.4 校本評核

公開評核中的校本評核，是指在學校進行、由任課教師評分的評核。對於化學科來說，校本評核的主要理念是要提高評核的效度，並將評核延伸至涵蓋評核學生的實驗技能和共通能力。

化學科進行校本評核還有其他原因。其一是減少對公開考試成績之過分依賴，因為考試成績或未能可靠地反映考生的真正能力。根據學生在較長時段內的表現，並由認識學生的任課教師進行評核，可以提供較為可靠的學生評核。

另一個原因是要為學生、教師和學校員工帶來正面的「倒流效應」。在化學科，校本評核要求學生參與有意義的活動，有助激發他們的學習動機。對於任教化學科的教師來說，校本評核可以強化課程的宗旨和實踐良好的教學，並為日常運作的學生評核活動提供系統架構和增加其重要性。

校本評核並非課程的外加部分，因此，上述校本評核方式都是課程建議的課內課外的慣常活動。校本評核的要求已考慮到學生不同程度的能力，並避免不必要地增加教師和學生的工作量。香港考試及評核局會向教師提供校本評核的要求和實施的詳細資訊，以及評核課業的樣本。

#### 5.5.5 成績水平與匯報

香港中學文憑採用水平參照模式匯報評核結果，也就是說，按有關科目分域上的臨界分數而訂定水平標準，然後參照這套水平標準來匯報考生表現的等級。水平參照涉及匯報成績的方法，但並不影響教師或評卷員對學生習作的評分。圖 5.1 展示一個科目水平標準的訂定。

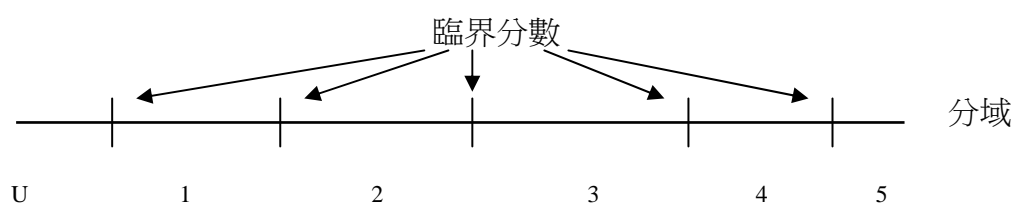


圖 5.1 按科目分域上的臨界分數訂定表現等級

香港中學文憑以五個臨界分數來訂定五個表現等級（1 至 5），第 5 級為最高等級。表現低於第 1 級的臨界分數會標示為「未能評級」（U）。

各等級附有一套等級描述，用以說明該等級的典型學生的能力所及。製訂這些等級描述的原則，是描述該等級的典型學生*能夠*掌握的能力，而非*不能*掌握的；換言之，描述須正面而非負面地說明考生的表現。這些描述所說明的只是「平均而言」的表現，未必能準確地應用於個別考生。考生在某一科目的各方面可能表現參差，跨越兩個或以上的等級。各等級的學生表現樣本可以用來闡明預期學生達致的水平。一併使用這些樣本與等級描述，有助釐清各等級的預期水平。

在訂定香港中學文憑第 4 級和第 5 級的等級水平時，已參照香港高級程度會考 A 至 D 級的水平。不過，這是要確保各等級的水平，在不同年分維持不變，而非保持各等級分佈的百分比。事實上，等級分佈百分比會因學生的整體表現不同而有所改變。參照以往 A 至 D 級的水平來設定第 4 級和第 5 級的水平，其重要性在於確保跟以往的評核措施有一定程度的延續性，方便大專院校展開遴選工作，以及維持國際認可性。

頒予考生的整體等級由公開考試和校本評核的成績組成。化學科會用統計方法調整校本評核的成績，以調控學校間在校本評核評分準則上的差異，但會維持學校對學生的評級排序。

為了提高公開評核的區別能力供遴選之用，在考獲第五等級的考生中，表現最優異的成績將以「\*\*」標示，隨後表現較佳的則以「\*」標示。香港中學文憑的證書會記錄考生考獲的等級。

(空白頁)

## 第六章 學與教資源

本章旨在說明選擇和善用學與教資源（包括教科書）對促進學生學習的重要性。為支援學生的學習，學校須甄選、調適和在適當時候發展相關資源。

### 6.1 學與教資源的目的與功能

適用於化學課程的學與教資源各式各樣，例如本課程及評估指引與補充資料、課本與實驗作業、參考書、期刊文章、教育局所製作的示例教材和視聽教具、不同組織製作的資訊科技為本教材套、互聯網和媒體等。一些本地組織、不同的政府部門和公共圖書館也提供能促進本課程學與教的額外資源。另外，大學院校中與化學相關部門的專家亦可以為本課程的學與教提供有效的支援；而各學校所製作的學與教資源可以適切學校環境，在本課程學與教中具有很高的價值。

運用學與教資源的目的是為學生提供學習經驗的基礎。各式各樣的資源可以擴闊學生的學習經驗和符合他們的不同學習需要。如能有效運用這些資源，對學生鞏固所學的知識和建構知識將有十分重要的作用。此外，這些資源也可幫助學生開發各種學習策略，以及培養共通能力、價值和態度，為終身學習打下穩固基礎。

### 6.2 主導原則

挑選適合的學與教資源時，必須考慮課程目的和學習目標，以及學生的需要。

化學科的學與教資源應該：

- 引起學生興趣，促使他們積極參與學習；
- 向教師和學生說明所需的已有知識和經驗；
- 與本課程的目的與目標一致，並包含本課程的重要元素；

- 有助直接指導、探究和共同建構的學與教策略；
- 補充和延展學生在課堂上所學的知識，以提倡獨立學習；
- 藉提供不同難度的學習活動，照顧學習者的多樣性；
- 使用準確的語言和表達形式；
- 利用清楚、準確和簡明的方式表達資料和概念；
- 讓學生容易取得資料，並為學生提供鷹架，促進學習。

## 6.3 資源類型

### 6.3.1 課本

根據新課程架構編寫的優質課本在學習化學科扮演重要的角色。教師可使用課本作為學與教活動的基本來源，但並非唯一資源，教師可使用各式各樣的學與教資源作補充。運用課本和其他學與教資源，應採用互補的方法。課本需包含學習本課程的所有重要元素，並協助學生培養明辨性思考能力、創造力和其他共通能力。

在使用課本時，教師應謹慎挑選當中的材料，並根據學生的需要和能力來改編，而不應只將課本由頭到尾教授給學生。教師應作出專業判斷來挑選課本上的課業和練習、充分利用各種現有學與教資源或製作個人的學與教資源，為學生發展內容廣泛的學習活動。

預料與本課程理念及建議一致和涵蓋整個課程的高質素課本，以及支援學與教的參考材料將會很快面市。教育局將會編製和更新所建議的課本清單，以方便學校為學生選擇課本時參考。

為確保課本的質素，我們訂立了一系列支援課程架構的優質課本主導原則，並制定了以學習者為中心的學與教方針，作為撰寫、審閱和挑選課本的標準。教師為學生挑選課本時，可參閱 <http://www.edb.gov.hk/textbook> 中有關課本資料的主導原則。

### 6.3.2 互聯網與科技

現今新資訊大量湧現，尤其互聯網的發展，促使嶄新的學與教方法的採用。教師應扮演學習促導者，協助學生蒐集資料和要求學生理解所得資料，使之轉化為個人的知識。

互聯網與科技可以在不同的情況下幫助學與教，例如：

- 為學習艱深的概念提供視聽教具；
- 從各式各樣的來源中提供搜尋資料途徑，並能處理大量資料和有助從中抽取真確和有用的資料；
- 讓學生按照自己的進度來學習，包括使用特別設計的軟件套裝；
- 促使學生之間、學生與資源或教師之間產生互動；
- 增加學生之間和學生與教師之間的協作；
- 有助獲取資料以培養明辨性思考與建構知識的能力。

教師應充分應用各種資訊科技。在化學課程中，若干有效用的電腦軟件套裝，例如「化學動畫」、「有機化合物命名法」、「智趣化學 I 與 II」和「現代化學分析技術」，以及多媒體數據庫，例如「金屬之反應」和其他市售的相關數據庫，例如「ChemSet 2000」，都可提供互動的途徑，讓學生接觸不同形式的資料。中國化學會、英國皇家化學學會、美國化學學會和「WebElements periodic table」等網站提供豐富的化學資料。使用數據記錄器，即各種電腦化數據收集技術，亦對化學科學與教有重要的貢獻。

### 6.3.3 教育局的資源

教育局將製作有關學與教策略和化學探究研習的新資源，為設計供學生參與的學與教活動提供意見。

教育局亦將更新現有的資源，如《中四至中五化學學習活動教材示例》（教統局，2003c）、《中六級化學課程教學活動》（教統局，2005b）和「有機化合物命名法」（教統局，2004），以符合化學課程的要求。其它的資源，例如《探究為本化學實驗》（教育署，2002）、「化學動畫」（教統局，2003a）、《中六級化學實驗資源冊》（香港中文大學、教統局和香港考試及評核局，2004）和「智趣化學 I 與 II」（教統局，2006）亦適用於化學課程。教師在使用這些資源時，須因應學與教的需要作出相關的調整。

《科學實驗室安全手冊》(教育局, 2013) 和物料安全資料表(MSDS)為一般的實驗室實驗, 特別是為化學探究研習的實驗設計方面, 提供有關的安全指引和資料, 亦是十分重要的資源。

各種共同研發項目的刊物, 如「透過科學教育培養明智判斷」、「以評估促進科學學習」、「在科學課堂中發展學生的科學思維和過程技能」, 以及「協作發展評估活動及其評估準則, 以促進高中科學課程的學與教」均能為教師提供豐富的資料來源。

教育局製作的資源清單亦已編制完畢, 可供教師參考。此外, 為協助學校面對課程的轉變, 教育局已在網址 <http://www.edb.gov.hk/cr/tc> 建立課程資源目錄, 透過中央一站式的服務, 向學校提供由教育局及其他機構編製的學與教資源和適用的參考資源, 以備取用。

#### 6.3.4 社區資源

社區中有一系列化學課程資源, 例如大專院校積極地為中學製作科學學習資源, 相關項目包括「在科學科目上應用個案基礎學習法以促進學會學習」、「以創新教學活動提升高中學生對科學本質及科學、科技與社會的互動關係的了解」和「化學探究為本實驗及協作學習」等。

專業團體和非官方團體為化學的學與教可提供良好的支援。香港數理教育學會和香港化學會是其中的代表。他們可為教師提供業內發展機會及不同方法以支援學生學習。

政府部門, 如環境保護署、水務署、渠務署和政府化驗所亦是相關資源, 可為學生提供寶貴和真實的全方位學習經驗。部分部門可為學生提供導覽團。

化學課程中很多範疇均與本地環境息息相關。參觀香港科學館、本地大學和其他研究機構均可提昇學生學習化學的興趣, 並幫助他們了解化學的最新發展。

本地科學比賽的主辦者, 如香港中學化學奧林匹克和香港學生科學比賽, 所製作的刊物可為科學探究和發明提供寶貴的意念。

實地考察，如研究各種水體的化學性質和空氣樣本的質素，可讓學生理解所學到的重要概念，以建構知識。參加這些考察活動，可促進學生更加積極學習，並對化學現象有更深入的理解。

家長在本課程中的角色可以與學校教育相輔相成。他們可以提供校外的延展學習經驗以支援課程，例如與子女討論與化學有關的社會、道德和倫理的議題；逐步培養子女認識學習的重要性。不同專業的家長可應邀到校演說或講課，為學生提供機會從不同領域中獲取真實的知識。

### 6.3.5 紀錄片和電視節目

視聽教材的使用可讓學生體驗課堂以外的世界，並以視象方式呈現抽象的意念和概念。很多科學錄像節目均是好的學與教材料，可幫助學生掌握科學與科技的最新發展。

電視節目系列可令學習化學變得有趣和生活化。廣播機構和專業團體大多會把所製作的電視節目和紀錄片調節至特定程度，適合學生觀看。教師應鼓勵學生多看這些節目，並進行討論，從而明白其中的內容與本課程的關係。

### 6.3.6 期刊和報章文章

從教育和科學研究期刊中，可分別找到有用的學與教策略和有關科學與科技最新發展的資料。期刊上的文章不僅可以說明如何進行一個學與教活動，而且還時常建議如何把活動融入課程中，以及如何在課堂上進行活動。教育局已編製一份有關期刊的清單，供教師參考。學校圖書館管理員可提供相關支援，幫助教師和學生識別及找出這些期刊。

本地報章和其他媒體的文章為設計學與教活動，特別是關於科學、科技、社會和環境連繫，提供寶貴的參考資料。學生可收集感興趣的課題，如 LifeStraw™ 的發明和「如何發放煙火」的文章。以明辨性的思維來仔細分析這些文章，可為學生提供在課堂學習以外的寶貴學習經驗。透過閱讀各式各樣的文章，學生對化學應有更深入的认识，以及培養出學習化學的興趣。簡而言之，期刊和報章內的文章是支援實踐「從閱讀中學習」的資源。

## 6.4 靈活運用學與教資源

為協助學校實施高中課程，教育局將繼續向學校提供額外資源，並讓學校有更大彈性調撥資源。學校請不時參閱教育局發出的有關最新通告。

教師需運用專業判斷，決定如何靈活運用上述提及的學與教資源以達至課程內不同的目的和目標，以及照顧學生的不同需要。教師不應從頭至尾使用整本課本，反而應自由地為特定的學習目標選擇相關部分；教師應調適課本中的某一部分或改變一些課題次序以配合不同情境。除了使用課本外，教師亦應考慮在使用課本時配合其他學與教資源。例如觀看一段有關使用化石燃料的利弊的紀錄片，是切入相關課題的一個好方法。觀看這類短片可以幫助學生明白化石燃料的化學知識以及評鑑使用這些燃料的相關議題，而課本的資料則可增潤學生對該課題的理解。簡而言之，老師可有創意地把不同資源整合來強化學生學習。

為了照顧學習多樣性而改編學與教資源時，教師可考慮以下構思：

- 依據課程的學習目標和辨認課題的主要基礎構件；
- 設計適合不同學習能力的學習活動，使學生能主動投入學習過程；
- 為不同能力和學習模式的學生剪裁學與教資源；例如，為較高能力的學生設計更具挑戰性的學習課業或內容不明確的難題；為一般或能力稍遜的學生預備一些較有條理和有組織的學習課業或簡單的問題。

## 6.5 資源管理

### 6.5.1 資源獲取

學生和教師可共同負責，尋找有用的學與教資源。教師可為學生就特定的化學科課題提供一些建議的網址和參考書清單。學生亦可自行從互聯網、圖書館、政府部門和其他團體中找尋有用資源，作出建議以豐富教師提供的參考清單。

### 6.5.2 分享資源

分享文化是有效知識管理的關鍵。學校應作以下安排：

- 教師與學生利用內聯網或在學校內其他方法分享學與教資源
- 教師可組成專業發展群體，透過完善的網絡平台如香港教育城網站或面對面的會議，進行經驗交流

### 6.5.3 資源貯存

學校需委派管理員處理資源的存取。管理員需編製最新的資源目錄。而透過學校的內聯網或電子學習平台，學生和教師均可容易取得適合每一課題的學與教資源。

(空白頁)

## 配合學生多元化需要的時間表編排和教師調配

科學教育學習領域共提供了四個選修科目，分別為生物科、化學科、物理科和科學科（包括模式 I 和模式 II），衍生出一系列不同的科目組合，滿足志向不同的學生。學校在設計時間表和調配教師時可參考以下建議。

### 開設模式 I — 綜合科學課程

倘若學校只有一班學生修讀此選修科目，時間表的安排可與其他選修科目無異。一般來說，學校會安排一位教師教授同一班學生三年的課程。不過，為配合這科目的跨學科本質，學校可考慮安排具不同專科背景的教師教授本科的不同年級（中四、五和六）課程，或安排兩位具不同專科背景的教師教授同一班學生，讓教師得以專注教授其擅長的單元，有助減輕教師在準備這新課程的工作量。

我們鼓勵學校推動教師之間的協作，包括共同備課、協作教學和觀課等，讓教師互相學習。學校亦可在時間表內為教師預留共同備課的時間讓教師們一同工作。

學校若同時為兩班或以上的學生提供這科目，我們建議學校安排具不同專科背景的教師負責教授不同的班別，並在制定時間表時加以配合，讓教師可以換班授課，專注教授他們擅長的單元。我們期望本課程運作幾年後，每位教師均能獨當一面地教授整個課程，並有效地監察學生的學習進度。

以下列出不同安排方案，學校可根據本身的資源及教師的情況來選擇：

選擇甲：	由一位教師教授同一班學生三年的課程。在這種安排下，教師需教授其專科以外的課程。學校應為教師作出適當的安排，讓教師有充足時間備課，以及參加專業培訓課程充實學科知識。
選擇乙：	安排具不同專科背景的教師合教一個班別。這樣，教師備課時可專注於其擅長的單元。
選擇丙：	由兩位具不同專科背景的教師教授兩個班別，每人各自負責一班。兩位教師應定期進行交流，互相指導並協助對方準備教學材料。
選擇丁：	由兩位具不同專科背景的教師教授兩個班別，透過時間表的特別安排，兩位教師可在一年內不同時間互換班別授課。

## 開設模式 II — 組合科學課程以配合生物科、化學科和物理科

組合科學課程是為在科學教育學習領域內修讀兩個選修科目的學生而設的。這課程由三個部分組成，各部分的内容分別選自生物、化學及物理課程。除了已選定的一個科學專修科目，學生須修讀組合科學課程其餘兩個部分。為使課程能順利實施，校方須於時間表及教師調配上作出特別安排。

為擴闊學生的知識基礎，我們建議學校在中四級為學生提供較多的選修科目，並引導他們在中五及中六集中選讀兩至三門選修科目。學生如有意在科學教育學習領域內修讀兩個選修科目，須在中四時利用兩個選修科目的課時修讀生物、化學和物理的部分課程。換言之，倘若各選修科目計畫在每個循環週獲分配四節，學校可在中四時為各科學科目安排每個循環週二至三節課。在規畫中四課程時，教師應參考有關的課程及評估指引，選擇適合的課題以幫助學生建立廣闊的知識基礎。而在規畫中五級及中六級的課程時，學校可採取以下其中一種安排：

## 甲. 靈活分組及分班安排

將兩個或三個班別的學生按其專修科目分為三組，即生物組、化學組及物理組。如下圖所示，學生在每個循環週須上專修科目的四節課，及另外兩個科目各兩節。

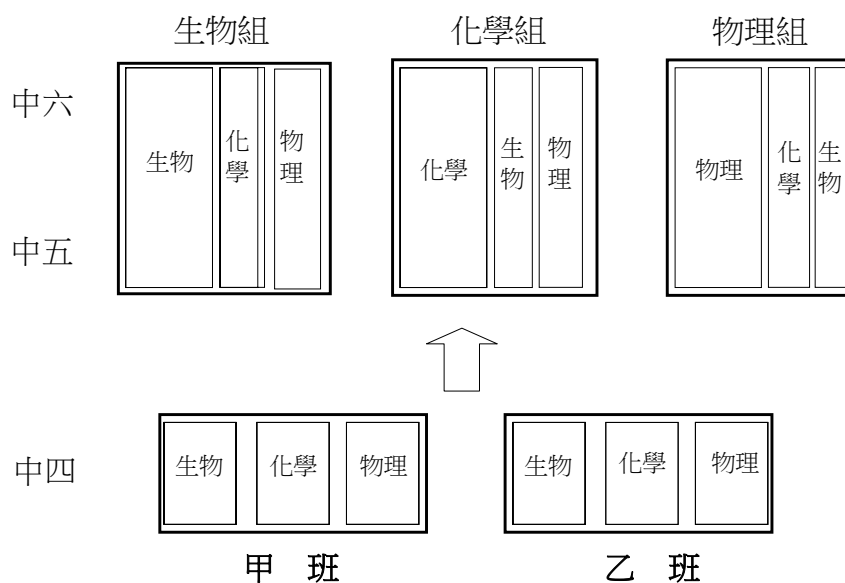


圖 A1：以兩班學生同時在科學教育學習領域內修讀兩個選修科目為例

為方便分班安排，學校應在時間表中為生物、化學及物理教師安排三個共用時段。即是說，在第一個時段的四節中，各科教師將照顧專修其任教科目的一組學生。在第二及第三個時段，教師將用兩課節的時間照顧修讀其他兩個專修科目的學生。

	生物科教師	化學科教師	物理科教師
第一時段 (四節)	生物 「生物組」	化學 「化學組」	物理 「物理組」
第二時段 (兩節)	組合科學(生物部分) 「化學組」	組合科學(化學部分) 「物理組」	組合科學(物理部分) 「生物組」
第三時段 (兩節)	組合科學(生物部分) 「物理組」	組合科學(化學部分) 「生物組」	組合科學(物理部分) 「化學組」

## 乙. 整段式時間表安排

學校可在三個班別的時間表中安排三個共用時段。每個時段同時提供三個科目，它們共用時間表中相同的課節，學生可在該三個科目中任選其一。如下圖所示：

	甲 班	乙 班	丙 班	其他班別
核 心 科 目	中國語文	中國語文	中國語文	中國語文
	英國語文	英國語文	英國語文	英國語文
	數學	數學	數學	數學
	通識教育	通識教育	通識教育	通識教育
第一時段	生物 / 組合科學（化學、生物） / 其他學習領域的科目（X）			綜合科學
第二時段	化學 / 組合科學（物理、化學） / 其他學習領域的科目（X）			其他學習領域的科目（X）
第三時段	物理 / 組合科學（生物、物理） / 其他學習領域的科目（X）			其他學習領域的科目（X）

就上述安排，X 代表其他學習領域的選修科目或應用學習課程。甲、乙和丙班的學生可作以下的選擇：

- 生物 + 2X
- 化學 + 2X
- 物理 + 2X
- 生物 + 組合科學（物理、化學）+ X
- 化學 + 組合科學（生物、物理）+ X
- 物理 + 組合科學（化學、生物）+ X
- 生物 + 化學 + X
- 化學 + 物理 + X
- 生物 + 物理 + X
- 生物 + 化學 + 物理
- 3X（其他學習領域的科目／應用學習課程）

配合以上的時間表，學校需要兩位化學科教師、兩位生物科教師和兩位物理科教師參與。例如，在第二時段中，一位化學科教師負責化學組的四節化學課，而另一位化學科教師則負責組合科學的兩節化學課。

## 化學課程的實驗技巧

化學是一門以實驗為本的科學學科，當中涉及大量相關的實驗技巧。課程中，教師需利用不同的學與教活動幫助學生認識不同的實驗技巧，為協助教師達到此目的，以下列出部分實驗技巧和相關的學與教活動。請注意，這並非是一份全面的清單，裡面列出的實驗技巧也不全是課程所規定的。

### 實驗技巧

### 相關實驗的例子

- |                   |  |
|-------------------|--|
| 氣體的收集             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 裂解石油餾分並測試生成物（課題五）</li> <li>● 探究電解過程中的變化（課題七）</li> <li>● 研究反應的進度（課題九）</li> </ul>   |
| 結晶                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 蒸發、蒸餾、結晶和過濾等物理分離法的實驗（課題一）</li> <li>● 製備和分離可溶的鹽（課題四）</li> <li>● 分離含已知成分混合物（課題十五）</li> </ul>                                |
| 熔點及沸點的測定          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 製備乙酸或乙酸乙酯（課題十一）</li> <li>● 由 2-甲基丙-2-醇製備 2-氯-2-甲基丙烷（課題十一）</li> </ul>  |
| 蒸餾及回流             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 蒸發、蒸餾、結晶和過濾等物理分離法的實驗（課題一）</li> <li>● 製備乙酸或乙酸乙酯（課題十一）</li> </ul>   |
| 過濾                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 解決有關分離混合物的難題（課題一）</li> <li>● 製備和分離可溶的鹽和不溶的鹽（課題四）</li> <li>● 探究一些市面出售的「鐵藥片」的含鐵量（課題十五）</li> </ul>                           |
| 使用比色計、pH 計和數據記錄系統 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 使用數據記錄器或 pH 計量度物質的 pH 值（課題四）</li> <li>● 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（課題九）</li> <li>● 使用比色計找出未知溶液的濃度（課題十五）</li> </ul> |
| 焰色試驗              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 進行焰色試驗（課題一）</li> <li>● 測試樣本中含有某些化學物質（課題十五）</li> </ul>   |

## 實驗技巧

## 相關實驗的例子

- |          |  |
|----------|--|
| 使用簡單電子儀器 | <ul style="list-style-type: none"><li>● 探究離子向相反電極的遷移（課題二）</li><li>● 比較酸或鹼的強度（課題四）</li><li>● 製作簡單的化學電池並量度其電壓（課題七）</li><li>● 設計和進行電鍍實驗（課題七）</li></ul>  |
| 液液萃取     | <ul style="list-style-type: none"><li>● 分離含已知成分混合物（課題十五）</li></ul>   |
| 簡單的色譜分析  | <ul style="list-style-type: none"><li>● 以紙色層法、柱色層法或薄層色層法分析混合物（課題十五）</li></ul>  |
| 使用電子天平   | <ul style="list-style-type: none"><li>● 測定氧化鎂或氧化銅(II)的實驗式（課題三）</li><li>● 製備容量分析中所用的標準溶液（課題四）</li><li>● 分析市面出售的阿士匹靈藥片（課題十一）</li></ul>   |
| 使用溫度計    | <ul style="list-style-type: none"><li>● 找出乙醇分子間氫鍵的強度（課題六）</li><li>● 求出酸鹼中和及酒精的燃燒的標準焓變（課題八）</li><li>● 探究溫度對反應速率的影響（課題九）</li><li>● 測定化學反應的活化能（課題十三）</li></ul>                                    |
| 使用計時器    | <ul style="list-style-type: none"><li>● 求出酸鹼中和的標準焓變（課題八）</li><li>● 研究反應的進度（課題九）</li><li>● 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（課題九）</li><li>● 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（課題十三）</li></ul>       |
| 使用容量儀器   | <ul style="list-style-type: none"><li>● 製備和分離可溶的鹽（課題四）</li><li>● 使用適當的指示劑或數據記錄器進行酸鹼滴定（課題四）</li><li>● 找出化學平衡體系的 <math>K_c</math>（課題十）</li><li>● 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（課題十五）</li></ul> |

## 詞彙釋義

### 用語

### 解釋

應用學習 (前稱職業導向教育)	應用學習(前稱職業導向教育)是高中課程的重要組成部分。應用學習以寬廣的專業和職業領域作為學習平台，幫助學生發展其基礎技能、思考能力、人際關係、價值觀及態度和與職業相關的能力，為未來進修、工作及終身學習做好準備。應用學習課程與 24 個高中科目互相補足，使高中課程更多樣化。
評核目標	公開評核所評核的課程學習成果。
兩文三語	「兩文」指中文、英文書面語，「三語」指粵語、普通話和英語口語。香港的語文教育政策，是以「兩文三語」為目標，期望學生兼擅中英語文，能書寫通順的中文、英文，操流利的粵語、普通話和英語。
共同建構	學與教的「共同建構」取向與「直接指導」及「建構」取向不同，強調課堂內的教師和學生是一個學習社群，各成員共同參與，從而創造知識，並建立判斷知識的準則。
核心科目	建議所有高中學生都修讀的科目，包括：中國語文、英國語文、數學及通識教育科。
課程及評估指引	由課程發展議會與香港考試及評核局聯合制訂。內容包括課程宗旨、課程架構、課程規畫，學與教的建議及評估方式等。
課程銜接	課程銜接是指不同學習/教育階段課程(包括個別科目)的銜接，如幼稚園與小一(幼稚園與小學)、小六與初中一(小學與中學)、初中三與高中四(初中與高中)。本港學校課程架構以八個學習領域(不是個別科目)、九種共通能力，以及價值觀和態度來建構連貫各學習階段的課程，並以五種基要的學習經歷來貫徹全人發展的教育目標。因此，學生在踏進高中學習階段時，他們應已具備各科所需的知識和能力基礎。教師在設計有關學與教的內容和策略時，亦應考慮學生在先前學習階段的已有知識和學習經歷，幫助他們適應新的學習。
選修科目	為配合學生不同的興趣、能力和志向，在不同學習領域內設立了二十個科目，供高中學生選擇。

## 用語

## 解釋

共通能力	共通能力主要是幫助學生學會掌握知識、建構知識和應用所學知識解決新問題。通過不同科目或學習領域的學與教，可以培養學生的共通能力。這些能力還可以遷移到其他學習情況中使用。香港學校課程訂出九種共通能力，包括：協作能力、溝通能力、創造力、明辨性思考能力、運用資訊科技能力、運算能力、解決問題能力、自我管理能力和研習能力。
香港中學文憑	學生完成三年高中課程，參加公開評核後獲頒授的證書。
校內評估	是校內恆常進行對學生學習表現的評估活動。校內評估是校內學與教的一部分，以促進學生學習為主要目的。教師可根據評估所得的資料，了解學生在學習過程中的表現，給予學生適當的回饋，同時按所需修訂教學目標和調整教學策略。
學習領域	學習領域是組織學校課程的一種方法。把主要知識領域中基本和相關的概念聯繫在一起，目的是為學生提供一個全面、均衡、連貫及涵蓋各種重要學習經歷的課程。本港學校課程劃分為八個學習領域，即中國語文教育，英國語文教育，數學教育，個人、社會及人文教育，科學教育，科技教育，藝術教育和體育。
知識建構	這是指學習者在學習過程當中，並非單純獲取知識，更能主動地連結到自己原有的知識和經驗，從而建立及形成自己的知識體系。
學習社群	學習社群是指一群有共同價值觀與目標的成員緊密合作，積極參與、協作及反思，從而孳生蕃衍新知識，並創建學習的新方法。在學校的情境，學習社群除了學生與教師之外，往往更涉及學生家長及其他社群。
學習差異	是指學生在學習過程中自然存在的學習差距。照顧學生學習差異，並不是強要拉近學生之間的差距，而是要充分利用學生的不同稟賦，並視之為促進有效學與教的寶貴資源。在教學上應珍視每個學生的獨特才具，因材施教，幫助他們了解自己的性向和才能，為他們創設空間，發揮潛能，獲取成就。

## 用語

## 解釋

### 學習目標與學習重點

- 學習目標涵蓋課程要求學生學習的重要範圍，包括知識、能力和價值觀等，並訂定出課程學習的方向，以作為學校規畫課程的依據。
- 學習重點是根據學習目標發展出來的重點內容，作為學校設計課程和教學的參考。學習重點具體地說明學生在不同學習階段、不同學習範疇所需學習的知識、需掌握的能力，以及需培養的興趣、態度和習慣等。

### 學習成果

是指預期學生完成課程或某學習階段後的學習表現，是根據課程的學習目標及學習重點而擬定，可作為評估學習成效的依據，並反映學生在課程學習後應能達到的學習表現，以促進他們的學習。

### 等級描述

說明某一個等級的典型學生的能力所及的描述。

### 其他學習經歷

為促進學生的全人發展，「其他學習經歷」是在高中課程下三個組成部分的其中一環，以補足考試科目和應用學習(前稱職業導向教育)，當中包括：德育及公民教育、藝術發展、體育發展、社會服務，以及與工作有關的經驗。

### 公開評核

與香港中學文憑相關的評核和考試制度。

### 校本評核調整機制

考評局用以調整學校提交校本評核分數的機制，以消弭教師給分時可能存在的差異，在調整過程中，教師所評學生的次第維持不變。

### 校本評核

校本評核是指在日常學與教中，由學校任課教師來評核學生的表現。評核的分數將計算入學生的公開評核成績。

### 校本課程

我們鼓勵學校和教師採用中央課程，以發展本身的校本課程，從而幫助學生達到教育的目標和宗旨。措施可包括調整學習目標，以不同方式組織教學內容、提供科目的選擇、採用不同的學習、教學與評估策略。故此，校本課程其實是課程發展議會所提供的指引和學校與教師的專業自主之間，兩者取得平衡的成果。

### 水平參照成績匯報

水平參照是匯報考生公開評核成績的方法，意即參照一套水平標準匯報考生在每一個學科的表現。

### 學生多樣性

每個學生都是獨立的個體，各有不同的稟賦、性向、才情、智能、喜好也各有差異，而學習經歷、家庭、社會、經濟、文化等因素的影響，都構成他們在學習能力、學習興趣、學習方式等的不同。

## 用語

### 學生學習概覽

## 解釋

除了香港中學文憑試和應用學習的成績紀錄外，「學生學習概覽」是一份補充資料，記錄學生在高中階段三年內參與各種學習活動的經歷、體驗和成就，以作為全人發展的佐證。

### 價值觀和態度

價值觀是構築態度和信念的基礎，而態度和信念則會影響人的行為及生活方式；價值觀則是學生應發展的素質，是行為和判斷的準則，例如：人權與責任、承擔精神、誠信及國民身分認同。與價值觀息息相關的態度會影響學習動機和認知能力。由於二者在學生的學習過程上有舉足輕重的影響，因此，價值觀和態度的培養成為學校課程的主要元素。

## 參考文獻

- 王海燕 (2001) 《新課程的理念與創新》。北京：北京師範大學出版社。
- 香港中文大學、教育統籌局、香港考試及評核局 (2004) 《中六級化學實驗資源冊》。香港：政府物流服務署。
- 中華人民共和國教育部 (2001) 《全日制義務教育化學課程標準 (實驗稿)》。北京：北京師範大學出版社。
- 中華人民共和國教育部 (2002) 《普通高中化學課程標準 (實驗) 解讀》。湖北：湖北教育出版社。
- 吳星 (2003) 《化學新課程中的科學探究》。北京：高等教育出版社。
- 教育局 (2013) 《科學實驗室安全手冊》。香港：政府物流服務署。
- 教育統籌委員會 (2000) 《終身學習，全人發展——香港教育改革建議》。香港：政府印務局。
- 教育署 (1999a) 「化學繪圖集」 (電腦軟件)。香港：教育署。  
<http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/zipfile/clipart.zip> (於 2007 年 1 月 18 日擷取)
- 教育署 (1999b) 「化學用字讀音」 (電腦軟件)。香港：教育署。  
<http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/reference/rc3.html> (於 2007 年 1 月 18 日擷取)
- 教育署 (1999c) 「網上化學英漢辭彙」 (電腦軟件)。香港：教育署。  
[http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/glossarysci\\_chi.html](http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/glossarysci_chi.html) (於 2007 年 1 月 18 日擷取)
- 教育署 (2000) 「現代化學分析技術」 (電腦軟件)。香港：教育署。  
<http://resources.edb.gov.hk/chemtech> (於 2007 年 1 月 18 日擷取)
- 教育署 (2002) 《探究為本化學實驗》。香港：政府印務局。
- 教育統籌局 (2003a) 「化學動畫」 (電腦軟件)。香港：教育統籌局。  
[http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/animations/index\\_tc.htm](http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/animations/index_tc.htm) (於 2007 年 1 月 18 日擷取)
- 教育統籌局 (2003b) 「金屬之反應」 (電腦軟件)。香港：教育統籌局。  
<http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/reactions/chinese/main.html> (於 2007 年 1 月 18 日擷取)
- 教育統籌局 (2003c) 《中四至中五化學學習活動教材示例》。香港：政府物流服務署。
- 教育統籌局 (2004) 「有機化合物命名法」 (電腦軟件)。香港：教育統籌局。  
<http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/naming/intro.htm> (於 2007 年 1 月 18 日擷取)

- 教育統籌局 (2005a) 《高中及高等教育新學制——投資香港未來的行動方案》。香港：政府物流服務署。
- 教育統籌局 (2005b) 《中六級化學課程教學活動》。香港：政府物流服務處。
- 教育統籌局 (2005c) 《有機化合物結構的測定習作》。香港：政府物流服務處。
- 教育統籌局 (2006) 「智趣化學」(電腦軟件)。香港：教育統籌局。  
<http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/VC/index.html>  
(於 2007 年 1 月 18 日擷取)
- 課程發展議會 (2001) 《學會學習——課程發展路向發展》。香港：政府印務局。
- 課程發展議會 (2002a) 《科學教育學習領域課程指引(小一至中三)》。香港：政府印務局。
- 課程發展議會 (2002b) 《化學課程指引(中四及中五)》。香港：政府印務局。
- 課程發展議會 (2002c) 《基礎教育課程指引》。香港：政府印務局。
- 課程發展議會 (2009) 《高中課程指引》。香港：政府物流服務署。
- 課程發展議會和香港考試及評核局 (2007) 《組合科學課程及評估指引》。香港：政府物流服務署。
- 課程與教學學會 (2001) 《行動研究與課程教學革新》。臺北：揚智文化。
- 劉頌譯 (2003) 《多元能力課堂中的差異教學》。北京：中國輕工業出版社。
- 謝錫金、岑紹基、祁永華 (2003) 《專題研習與評量》。香港：香港大學出版社。
- 鍾啟泉編 (2003) 《研究性學習－國際視野》。上海：上海教育出版社。
- 饒見維 (1996) 《教師專業發展》。臺北：五南出版社。
- Alberta Learning. (1998). *Chemistry 20-30 (Senior High)*. Alberta: Alberta Learning.  
Retrieved January 18, 2007, from  
[http://www.education.gov.ab.ca/k\\_12/curriculum/bySubject/science/default.asp](http://www.education.gov.ab.ca/k_12/curriculum/bySubject/science/default.asp)
- American Chemical Society. (2004). *ChemCom: Chemistry in the community* (3rd ed.). Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Pub. Co.
- American Chemical Society. (2004). *ChemCom: Teacher resource centre*. Retrieved January 18, 2007, from <http://lapeer.org/chemcom>
- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green chemistry: Theory and practice*. Oxford: New York Oxford University Press.
- Assessment and Qualifications Alliance. (2003a). *GCE Chemistry 2005 specification*. Devon: Polestar Wheatons Ltd. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-5421-6421-W-SP-05.PDF>

- Assessment and Qualifications Alliance. (2003b). *GCSE Chemistry 2004 specification B*. Nottinghamshire: Linneys ESL. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-3421-W-SP-04.PDF>
- Assessment and Qualifications Alliance. (2004). *GCSE Chemistry specification A (Modular) 2004*. Manchester: AQA. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-3423-W-SP-04.PDF>
- Assessment and Qualifications Alliance. (2006). *GCSE Chemistry 2007*. Oxon: The Nuffield Press Ltd. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-4421-W-SP-07.PDF>
- Association for Science Education. (1986). *Science and technology in society (SATIS)*. Hatfield, Herts: Association for Science Education.
- Ball, P. (1994). *Designing the molecular world: Chemistry at the frontier*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Barouch, D. H. (1997). *Voyages in conceptual chemistry*. Boston: Jones and Bartlett Publishers, Inc.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998a). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5(1), 7-74.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998b). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, October, 139-148.
- Board of Studies. (1999). *Chemistry study design*. Calton: Board of Studies. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.vcaa.vic.edu.au/vce/studies/chemistry/chemistrysd.pdf>
- Board of Studies. (2002). *Chemistry syllabus for preliminary and higher school certificate programs*. New South Wales: Board of Studies NSW Australia. Retrieved January 18, 2007, from [http://www.boardofstudies.nsw.edu.au/syllabus\\_hsc/syllabus2000\\_listc.html#chemistry](http://www.boardofstudies.nsw.edu.au/syllabus_hsc/syllabus2000_listc.html#chemistry)
- California Department of Education, USA. (2003). *Science framework for California public schools, Part 5 (Chemistry)*. California: Department of Education. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.cde.ca.gov/re/pn/fd/>
- Catalysts*. Oxfordshire: Philip Allan Publishers Ltd.
- Chang, R. (1991). *Chemistry* (4th ed.). McGraw-hill.
- Chem13News*. Waterloo: University of Waterloo.
- Chemistry Review*. York: University of York.
- ChemMatters*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Cobb, C., & Fetterolf, M. L. (2005). *The joy of chemistry: The amazing science of familiar things*. New York: Prometheus Books.
- Curriculum Council of Western Australia. (2004). *Years 11 & 12 Chemistry, 2004-05*. Western Australia: Curriculum Council. Retrieved January 18, 2007, from [http://www.curriculum.wa.edu.au/pages/syllabus\\_manuals/volumes/VII\\_science/chemistry.htm](http://www.curriculum.wa.edu.au/pages/syllabus_manuals/volumes/VII_science/chemistry.htm)
- Curriculum Development Council. (2005). *Sixth Form Chemistry Curriculum*. Hong Kong: Government Logistics Department.

- Education Commission. (2003). *Review of the academic structure of senior secondary education (May 2003)*. Hong Kong: Education Commission. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.e-c.edu.hk>
- Education in Chemistry*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Ellis, A., Geselbracht, M., Johnson, B., Lisensky, G., & Robinson, W. (1993). *Teaching general chemistry: A materials science companion*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Emsley, J. (2003). *Nature's building blocks: An A-Z guide to the elements*. New York: Oxford University Press.
- Emsley, J. (2004). *Vanity, vitality, and virility: The science behind the products you love to buy*. New York: Oxford University Press.
- Gallagher-Bolos, J. A., & Smithenry, D. W. (2004). *Teaching inquiry-based chemistry*. Portsmouth: Heinemann.
- Garforth, F. (1994). *Polymers: Information and activity book*. York: University of York.
- Gerber, S. M., & Saferstein, R. (Eds.). (1997). *More chemistry and crime: From marsh arsenic test to DNA profile*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Herr, N., & Cunningham, J. (1999). *Hands-on chemistry activities with real life applications*. USA: The Centre for Applied Research in Education.
- Herron, J.D. & Eubanks, I.D. (1996). *The chemistry classroom: Formulas for successful teaching*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Hill, G. & Holman, J. (2000). *Chemistry in context* (5th ed.). London: English Language Book Society.
- Hill, G., & Holman, J. (2000). *Chemistry in context: Laboratory manual and study guide* (5th ed.). Gloucestershire: Nelson Thornes Ltd.
- Hubbard, E., Stephenson, M., & Waddington, D. (1999). *The essential chemical industry*. York: Chemical Industry Education Centre, University of York.
- Jones, M.M., Johnston, D.O., Nettekville, J.T., Wood, J.L. & Joesten, M.D. (1987). *Chemistry & society* (5th ed.). Philadelphia: Saunders College.
- Johnston, J., & Reed, N. (1992). *Modern chemical techniques*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Journal of Chemistry Education*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Karsa, D. R., & Stephenson, R. A. (1996). *Chemical aspects of drug delivery systems*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Karukstis, K. K. & Van Hecke, G. R. (2003). *Chemistry Connections: The chemical basis of everyday phenomena* (2nd ed.). San Diego: Academic Press.
- Lainchbury, A., Stephens, J. & Thompson, A. (1997). *ILPAC advanced practical chemistry* (2nd ed.). London: John Murray.
- Lancaster, M. (2002). *Green chemistry: An introductory text*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Le Couteur, P. & Burreson, J. (2003). *Napoleon's buttons: How 17 molecules changed history*. New York: J. Tarcher/Putnam.

- Lechtanski, V.L. (2000). *Inquiry-based experiments in chemistry*. Washington, D.C.: American Chemical Society; Oxford: Oxford University Press.
- Lewis, D. R., & McMonagle, D. (1993). *Compression questions in advanced chemistry*. Walton-on-Thames, Surrey: Thomas Nelson.
- Lipscomb, R. (1995). *Polymer chemistry: A teaching package for pre-college teachers* (revised ed.). Arlington, Va.: National Science Teachers Association.
- Lister, T. (2002). *Chemistry at the Races: The work of the horseracing forensic laboratory*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Massey, A. G. (2000). *Main group chemistry* (2nd ed.). Chichester: Wiley.
- McCarthy, A. (1997). *Methods of analysis and detection*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Miller, G.T. (2004). *Environmental Science: Working with the earth* (10th ed.). Pacific Grove, CA: Thomson Brooks/Cole.
- Mueller-Harvey, I. & Baker, R. M. (2002). *Chemical analysis in the laboratory: A basic guide*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- New Scientist*. Sutton, UK: Reed Business Information Ltd.
- New Zealand Qualifications Authority. (2003). *Unit standards for chemistry*. New Zealand: New Zealand Qualifications Authority. Retrieved June 28, 2006, from <http://www.nzqa.govt.nz/framework/explore/index.do>
- Nuffield Advanced Chemistry, the Nuffield Foundation, U.K. (2004). *Re:act Nuffield Advanced Chemistry*. U.K.: Nuffield Curriculum Centre. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.chemistry-react.org>
- O'Driscoll, C., Eccles, H. & Reed, N. (1995). *In search of more solutions*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Ontario Ministry of Education, Canada. (2000). *Ontario curriculum grades 11 & 12 – science*. Ontario: Ministry of Education. Retrieved 28 June 2006, from <http://www.edu.gov.on.ca/eng/document/curricul/secondary/grade1112/science/science.html>
- Osborne, C. & Johnston, J. (2000). *Classic chemistry experiments*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Oxford Cambridge and RSA Examinations (OCR), U.K. (2004). *AS/A Level GCE Chemistry, and, S/A Level GCE Chemistry (Salters)*. U.K.: Oxford Cambridge and RSA Examinations. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.ocr.org.uk/qualifications/qualifications.html#1>
- Oxtoby, D. W., Freeman, W. A., & Block, T. F. (1998). *Chemistry: Science of change* (3rd ed.). Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Postma, J. M., Roberts, J. L. Jr., & Hollenberg, J. L. (2000). *Chemistry in the laboratory*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Ramsden, E. N. (1995). *Materials science*. Cheltenham: Stanley Thornes.
- Salters Advanced Chemistry, U.K. (2004). *Salters Advanced Chemistry*. U.K.: University of York. Retrieved 28 June 2006, from <http://www.york.ac.uk/org/seg/salters/chemistry/index.html>

- Schwarcz, J. (2001). *Radar, hula hoops, and playful pigs: 62 digestible commentaries on the fascinating chemistry of everyday life*. New York: Henry Holt and Company, LLC.
- Schwarcz, J., & Schwarz J. (2001). *The genie in the bottle: 64 all new commentaries on the fascinating chemistry of everyday life*. New York: Henry Holt and Company, LLC.
- Scott, P. R. (1990). *Using your chemistry: Comprehension questions for advanced level*. Cheltenham, England: Stanley Thornes Publishers.
- Selinger, B. (1998). *Chemistry in the marketplace* (5th ed.). Sydney: Harcourt Barce.
- Snyder, C. H. (2003). *The extraordinary chemistry of ordinary things* (4th ed.). Wiley.
- Skinner, J. (1997). *Microscale chemistry: Experiments in miniature*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Stevens, E. S. (2002). *Green plastics: An introduction to the new science of biodegradable plastics*. New Jersey: Princeton University Press.
- Stiggins, R. (2004). New assessment beliefs for a new school mission. *Phi Delta Kappan*, 86(1), 22-27.
- Taylor, J. R. (1992). *Chemistry at work*. London: John Murray.
- Taylor, J. R. (1992). *Chemistry at work: Comprehension exercises for advanced level*. London: John Murray.
- University of Cambridge International Examinations, U.K. (2004). *A & AS Chemistry*. U.K.: University of Cambridge. Retrieved June 28, 2006, from <http://www.cie.org.uk/CIE/WebSite/home.jsp>
- Warren, D. (2001). *Green chemistry: A teaching resource*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.

# 課程發展議會－香港考試及評核局化學委員會(高中) 委員名錄

(自 2003 年 12 月至 2013 年 9 月止)

- 主席:** 麥志強博士
- 委員:** 吳基培教授  
李景倫先生  
徐洪翔先生  
馬惠芝女士 (自 2012 年 8 月起)  
張善培教授  
梁 彭先生  
許志權博士 (自 2012 年 8 月起)  
黃永德教授  
楊 衛先生 (自 2012 年 8 月起)  
楊霖龍教授 (自 2012 年 6 月起)  
潘廣祥先生  
鄭建德先生  
鄭子建先生 (自 2012 年 8 月起)  
鄭達熙先生 (至 2012 年 7 月止)  
譚彼得教授 (至 2012 年 2 月止)
- 當然委員:** 方偉雄博士 (教育局)  
李德文博士 (香港考試及評核局)
- 祕書:** 鄭少蓮女士 (教育局)

# 課程發展議會－香港考試及評核局化學委員會 委員名錄

(自 2013 年 9 月至 2015 年 8 月止)

主席： 潘廣祥先生

委員： 吳啟彬先生  
吳華彪先生  
周卓輝教授  
周家駒先生  
林倩儀女士  
許志權博士  
麥建華博士  
湯佩玲博士  
黃敬樂女士  
楊 衛先生  
楊霖龍教授  
鄺子建先生  
蘇美琪女士

當然委員： 方偉雄博士 (教育局)  
李德文博士 (香港考試及評核局)

祕書： 鄭少蓮女士 (教育局)

# 課程發展議會－香港考試及評核局化學委員會 委員名錄

(自 2015 年 9 月至 2017 年 8 月止)

**主席：** 周家駒先生

**委員：** 吳啟彬先生  
吳華彪先生 (自 2015 年 11 月起)  
李寶賢女士  
周卓輝教授  
林倩儀女士  
許志權博士  
麥建華博士  
湯佩玲博士  
黃敬樂女士 (自 2015 年 11 月起)  
黃永德教授  
楊 衛先生  
楊霖龍教授  
鄺子建先生  
蘇美琪女士 (自 2015 年 11 月起)

**當然委員：** 方偉雄博士 (教育局)  
李德文博士 (香港考試及評核局)

**祕書：** 鄭少蓮女士 (教育局)