

# 更新化學（中四至中六）課程及評估架構

## （諮詢稿）

課程發展議會  
二零二六年六月

## 引言

《更新化學（中四至中六）課程及評估架構（諮詢稿）》闡述了高中化學課程的擬議更新內容。本課程文件闡明化學科（中四至中六）課程的建議課程理念、課程架構及評估架構，包括學習目標、課程重點、課程內容及公開評核。諮詢文件亦包含兩份附件，分別為「數字教育工具和人工智能於化學科學與教及評估的應用」及「高中科學科目學習的聯繫」，就推動數字及人工智能工具的有效教學應用，以及加強科學科目之間的課程連繫提供進一步指引。是次諮詢所收集的意見，將於編訂《科學教育學習領域化學課程及評估指引（中四至中六）》時予以考慮。

若對本文件有任何意見和建議，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  
教育局創新科技教育分部科學教育組  
總課程發展主任（科學教育）收  
傳真：2194 0670  
電郵：[science@edb.gov.hk](mailto:science@edb.gov.hk)

# 目錄

|                                 | 頁數         |
|---------------------------------|------------|
| <b>第一章 概論</b>                   | <b>1</b>   |
| 1.1 背景                          | 1          |
| 1.2 課程理念                        | 1          |
| 1.2.1 透過化學學習增強科學素養              | 2          |
| 1.2.2 為創新及未來發展路向提供穩固基礎          | 2          |
| 1.3 課程宗旨                        | 3          |
| <b>第二章 課程架構</b>                 | <b>4</b>   |
| 2.1 學習目標                        | 4          |
| 2.1.1 知識和理解                     | 5          |
| 2.1.2 技能和過程                     | 5          |
| 2.1.3 價值觀和態度                    | 7          |
| 2.2 課程重點                        | 9          |
| 2.2.1 科學探究實踐                    | 9          |
| 2.2.2 科學、科技、社會及環境連繫與可持續發展       | 10         |
| 2.3 課程結構                        | 11         |
| 2.3.1 建議課時分配                    | 11         |
| 2.3.2 課程內容                      | 12         |
| <b>第三章 評核架構</b>                 | <b>96</b>  |
| 3.1 評核目標                        | 96         |
| 3.2 評核設計                        | 96         |
| 3.2.1 評核模式                      | 96         |
| 3.2.2 公開考試                      | 96         |
| 3.2.3 校本評核                      | 97         |
| <b>附件</b>                       |            |
| 1. 數字教育工具和人工智能於化學科學與教及評估的應用     | 98         |
| 2. 高中科學科目學習的聯繫                  | 102        |
| 3. 化學課程內容建議更新摘要                 | 113        |
| <b>化學科課程及評核檢視工作小組委員名錄</b>       | <b>116</b> |
| <b>課程發展議會－香港考試及評核局化學委員會委員名錄</b> | <b>117</b> |

# 第一章 概論

## 1.1 背景

科學教育培養學生對世界的好奇心，並提升其科學思維能力。透過有系統的探究，學生將發展科學知識與技能，以助他們評鑑科學與科技發展的影響。這將裝備他們成為科學與科技的終身學習者及負責任的公民，並為社會的科學與科技進步作出貢獻。

建基於小學及初中科學教育課程，化學、物理及生物科為高中科學教育學習領域下的選修科目。《化學課程及評估指引（中四至中六）》於 2007 年首次出版，其後分別於 2014 年 1 月、2015 年 11 月及 2018 年 6 月更新，以回應 2012 年短期檢討及 2014 年中期檢討的建議，以及其後學校課程持續更新的方針，從而微調高中化學課程與評估。

根據 2021 年「課程檢討專責小組」的建議，以及相應優化四個高中核心科目的方向，選修科目（包括化學科）的課程與評估亦跟蹤相同方向進行檢討，以制訂措施為學生騰出空間，並照顧學生的多樣性。2023 年 4 月，課程發展議會－香港考試及評核局化學委員會成立工作小組，展開化學課程的檢討與修訂。除騰出空間及照顧學習者多樣性外，本次檢討亦旨在加強與更新的科學（中一至中三）課程的銜接，進一步發展學生的科學素養，使他們理解科學對生活與社會的影響與應用，並為創新與未來發展路向奠定科學基礎。本次檢討亦參照「優化課程以迎未來，促進全人發展與多元才能」專責小組報告所訂定的方向，以及課程發展議會《中學教育課程指引》（2017）、《科學教育學習領域課程指引（小一至中六）》（2017）及《科學教育學習領域課程指引補充文件——科學（中一至中三）課程框架》（2025）的相關指引。

## 1.2 課程理念

化學課程旨在激發並培養學生對科學的興趣，提升他們的科學素養，同時為他們奠定堅實的科學基礎，以培養創新能力，裝備他們日後於科學與科技領域繼續深造或發展專業事業。課程著重培養學生對自然與物質世界的好奇心，強化科學思維，並發展他們對化學知識如何產生、傳遞與應用的理解。

基於這些方向，化學課程確立兩項緊密相連的核心理念：（一）**透過化學學習加強科學素養**，使學生能理解並靈活運用化學概念、科學思維與科學探究技能，以分析及解決真實世界的問題；（二）**為創新及未來發展路向提供穩固科學基礎**，藉由裝備學生必要的化學知識及科學實踐能力，使他們能順利銜接與創新科技相關的進修及職業發展。課程設計結合核心化學概念、科學探究過程，以及正確價值觀與態度，透過連貫的學習經歷，引導學生掌握解釋科學現象、解決問題及作出實證為本之判斷的能力，同時幫助他們做好準備，為其未來於一個日益重視創新與可持續發展的世界中作出建設性貢獻。

### 1.2.1 化學學習加強科學素養

化學課程旨在透過有意義的學習經歷，整合科學知識、探究實踐，以及正確價值觀與態度，從而培養學生的科學素養。學生透過參與多元學習活動，如科學實驗、化學概念研習、科學探究、數據分析、化學語言與規範的應用，以及社會性科學議題的探討，逐步掌握運用科學思維解釋現象、解決實際生活中的問題的能力，並能在個人、社會及全球情境下，理性評鑑與科學相關的議題。

透過本課程，學生將理解化學知識如何產生、驗證與演進的過程，並學會運用恰當的化學術語和表達方式，建構以實證為基礎的科學解釋。同時，課程亦引導學生探討化學與科技發展所衍生的道德、社會、經濟及環境層面的影響，從而強化他們的明辨性思維與決策能力，使他們能辨識科學的價值與局限性，並在一個由科學進步與可持續發展塑造的社會中，實踐負責任的公民角色。

### 1.2.2 為創新及未來發展路向提供穩固科學基礎

化學探索物質的組成、結構與性質、物質之間的相互作用，以及物質與能量的關係。作為一門核心科學，它連結物理科學與生命科學，為詮釋自然現象及科技應用提供關鍵的理論框架。

本課程旨在為學生奠定堅實的理論知識基礎、實踐能力與科學推理技能。透過探究為本學習及在真實情境中應用概念，學生得以發展量化邏輯推理

與數據分析能力、明辨性思維，並深化對科學本質的理解，以及科學與科技、社會及環境的聯繫。

當學生在高中階段同時修讀化學與物理及／或生物時，各科學科目間的連貫性能進一步強化他們的概念理解與可轉移的綜合能力。科目間共通的科學原理與探究方法，有助鞏固學習成效，促進跨學科思維，並提升學生於不同領域中靈活應用知識的能力。這種全面的培育，將有效支援學生銜接升讀科學、工程、健康科學及其他創新驅動領域的高等教育課程，使他們未來得以於知識型經濟體系中，為科學發展與可持續發展貢獻所長。

### 1.3 課程宗旨

化學課程的整體目標是為學生提供與化學相關的學習經歷，培養他們的科學素養，從而讓學生能積極投身於迅速變化的知識型社會；同時讓他們為在化學及 STEAM 相關領域中進一步學習或就業作好準備，並成為科學與科技的終身學習者。

課程的宗旨是讓學生：

- 培養對化學及科學的興趣，並保持求知慾與好奇心；
- 透過宏觀、微觀及符號表達方式建構並應用化學知識以解釋和解決問題，並了解化學與其他學科之間的關係；
- 理解科學的本質，包括科學知識的實用性、局限性及其不斷演變的特性；
- 掌握科學知識、探究技能與科學推理能力，以研究化學現象，並以創意及堅毅的態度應對不熟悉的情境；
- 以科學方式思考、溝通與協作，並就與化學相關的議題運用化學語言討論、評鑑及作出明智判斷
- 認識化學對社會、道德、經濟、環境及科技方面的影響，並致力履行作為負責任公民的承諾，以促進可持續發展；及
- 成為科學領域的終身學習者，並為日後在科學、科技及工程相關領域中進一步學習或就業作好準備。

## 第二章 課程架構

化學課程架構涵蓋學生於高中階段需要發展的關鍵知識、技能及價值觀和態度。同時，課程核心聚焦兩大重點：「科學探究實踐」與「科學、科技、社會、環境的連繫與可持續發展」。這兩大重點源於課程理念，引領整體課程的規劃與實施，旨在培養學生的科學素養，並強化他們整合與應用跨範疇知識和技能的能力，以具創意且有效之方式應對現實世界的多元挑戰。

課程共設十四個課題，內容既廣且深，既確保學生掌握穩固的化學基礎原理及過程技能，亦容許他們於特定範疇進行延伸學習或深化探究。此課程架構為教師設計校本化學課程、規劃有效的學習、教學與評估活動，提供扎實的基礎與明確的指引。

| 學習目標    |                     |           |
|---------|---------------------|-----------|
| 知識和理解   | 技能和過程               | 價值觀和態度    |
| 課程重點    |                     |           |
| 科學探究實踐  | 科學、科技、社會、環境連繫與可持續發展 |           |
| 課題      |                     |           |
| 微觀世界 I  | 金屬                  | 酸和鹽基      |
| 微觀世界 II | 氧化還原反應、化學電池和電解      | 化石燃料和碳化合物 |
| 化學反應與能量 | 反應速率                | 化學平衡      |
| 碳化合物的化學 | 重要的有機合成產物           | 化學世界中的規律  |
| 分析化學    |                     | 化學的科學探究   |

### 2.1 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。

### 2.1.1 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；
- 掌握和運用化學詞彙、術語和規則；
- 體會化學在日常生活和社會中的應用與相關性；以及
- 理解科學探究的方法、過程及其局限性。

### 2.1.2 技能和過程

#### (1) 科學思維

學生應能：

- 識別自然與物質世界中的規律和變化，並據此預測趨勢；
- 認識模型在探索現象中的角色，並理解模型會隨著證據改變而演變；
- 審視證據並運用邏輯推理歸納出有效的結論；
- 運用推理與實驗來分析及評鑑理論與概念；以及
- 將新概念融入現有知識架構，並將之應用於新情境。

#### (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；
- 識別與所提出問題相關的假設、概念及理論；
- 提出假設、辨別變數，並設計方法驗證假設；
- 有效及安全地計劃、執行及管理探究活動；
- 準確如實地記錄、分析及詮釋實驗觀察結果；
- 分析從實驗或其他來源所得的數據；
- 從多個角度得出結論、作出預測並評鑑建議的解決方案；
- 運用恰當的技巧來展示實驗結果，並傳達相關概念；
- 評估實驗結果的效度、信度及限制；
- 在適當情況下，制定進一步探究或改進方案；
- 應用知識和理解來解決不熟悉情境中的問題；以及
- 了解科學方法的實用性與局限性。

(3) 作出決定

學生應能：

- 根據證據、論據和科學原理作出決定；
- 以推理、相關化學知識和適當的科學原理支持所作的判斷；以及
- 基於證據的推理，為不同選項之間的選擇提供理據。

(4) 實驗活動

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正確地使用儀器；
- 進行實驗並準確地記錄觀察結果；
- 闡釋觀察及實驗數據；
- 設計和規劃實驗；
- 評鑑實驗方法和建議可行的改進方案；以及
- 使用模型協助理解化學現象。

(5) 資料處理

學生應能：

- 搜尋、蒐集、重整、分析和詮釋不同來源的科學資訊；
- 運用資訊科技來管理和表達資訊與數據；
- 評鑑間接取得的資訊的準確性、可靠性及相關性；以及
- 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：

- 準確運用符號、公式、方程式和規則；
- 闡釋以口述、圖表、數字、表格及圖表形式表達的科學資訊；
- 清晰和符合邏輯地組織及表達意念與論據；以及
- 有效且富創意地傳達科學意念和價值。

(7) 協作

學生應能：

- 積極參與小組討論，並提出意見；
- 協商、溝通及妥協，以達成小組目標；
- 釐清小組成員的角色和責任，並作為團隊的一員有效地合作；以及

- 運用策略，促進高效協作。

#### (8) 學習和自主學習

學生應能：

- 發展研習和自主學習的技能，以提升學習的成效與效率；以及
- 培養終身學習所必須的習慣、態度與能力。

#### (9) 運用數字工具及人工智能（AI）

學生應能：

- 使用一系列數字工具（包括人工智能）搜尋、選取及整理資訊，以進行化學科的學習和科學探究；
- 使用合適的數字工具（例如數據記錄器和感應器、試算表、繪圖軟件、電腦模擬及人工智能），處理、表達及闡釋實驗數據與科學資訊；
- 透過與可信的科學資訊來源比較，評鑑由數字工具及人工智能所產生的資訊、解釋與視覺化內容的可靠性、限制及可能存在的偏見；以及
- 展現在科學情境中合符道德及負責任地使用數字工具與人工智能，包括保護數據私隱、適當地註明人工智能與數字工具輔助的來源，以及避免抄襲。

### 2.1.3 價值觀和態度

學生應能：

- 培養對科學探究的好奇心和興趣；
- 透過客觀觀察與誠實記錄數據以展現誠信；
- 就化學相關議題以開放的態度進行交流並作出判斷；
- 體會化學是一門不斷發展的科學，並了解其局限性；
- 認識化學與其他學科的相互關聯，及其對社會與文化價值的貢獻；
- 承諾遵從實驗室的安全工作守則；
- 理解化學對社會、經濟、工業、環境及科技所帶來的影響
- 反思在化學相關領域使用數字科技與人工智能對倫理與社會所帶來的影響；以及
- 承諾終身學習，包括有效且負責任地運用數字科技與人工智能，以適應快速變化的知識型社會。

圖 2.1 總結課程的一些重要學習目標。

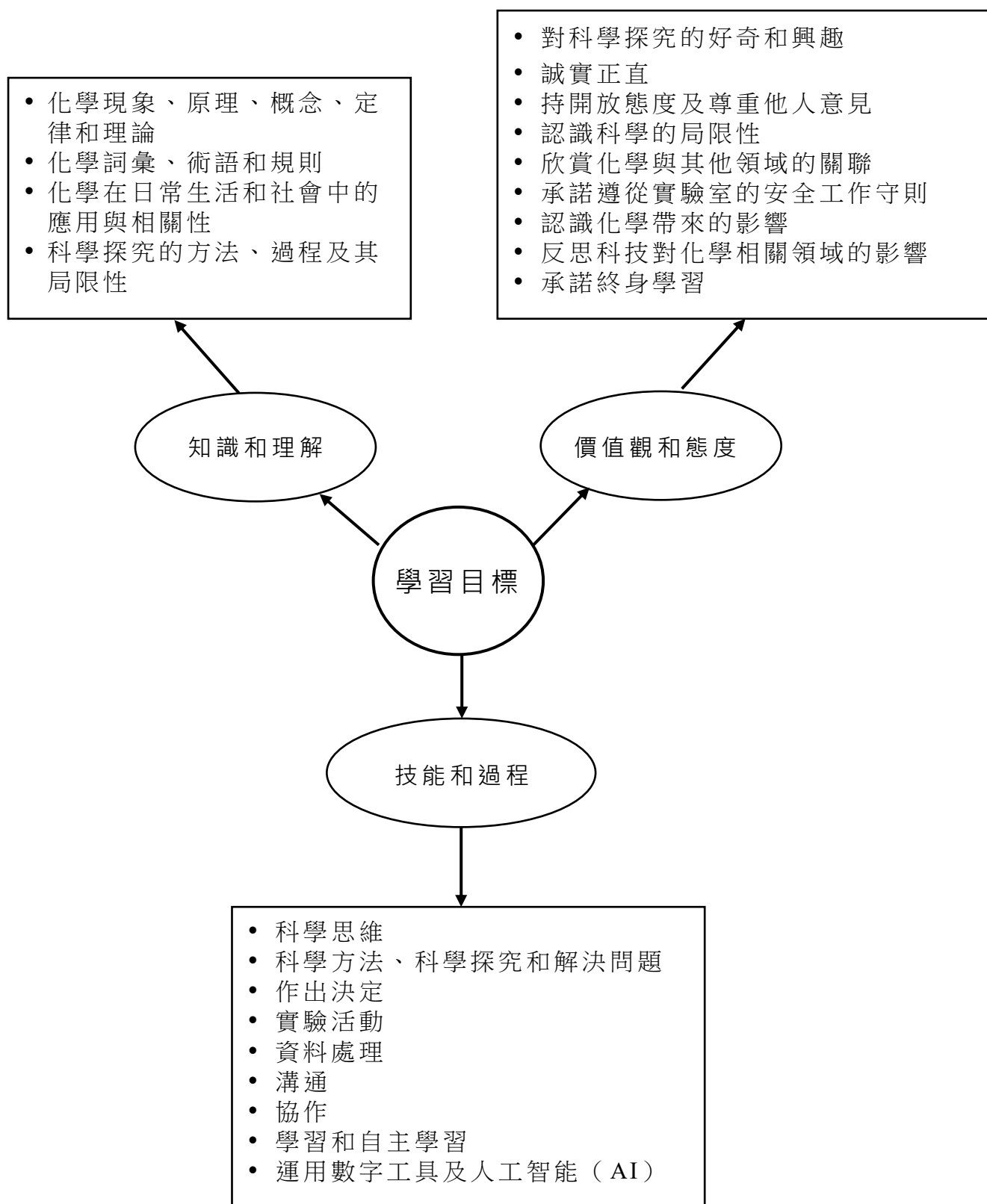


圖 2.1 化學課程的學習目標

## 2.2 課程重點

以下課程重點旨在為教師提供明確指引，不僅聚焦學生應掌握的核心化學知識與實踐技能，更強調透過提供具意義的學習經歷，培養學生的科學素養，並為他們日後於創新科技領域的進修與職業發展，奠定穩固的科學基礎。

### 2.2.1 科學探究實踐

#### 科學探究作為核心學習經歷

化學作為一門實驗科學，其學習不僅著重理論理解與實驗操作，更需引導學生認識化學知識的建構與演進過程。化學課程以科學探究為核心學習經歷，讓學生在實踐探究技能的同時，同步培養科學價值觀、道德意識與負責任的態度。透過貫穿各課題的實驗與探究為本活動，學生得以發展探索現象、產生證據，以及建構以數據為基礎的解釋與解決方案的能力。

#### 動手與動腦並重的實驗活動

化學實驗活動不僅要求學生依循步驟操作，更重視「動腦」的思維過程。教師應鼓勵學生以批判性思維審視實驗設計的合理性、背後的化學原理、誤差來源及結果的詮釋方法。教師應加入高階思維問題，引導學生分析規律、運用化學原理解釋觀察現象、評估實驗的局限性，並提出優化方案。這種結合「動手」與「動腦」的教學模式，有助培養學生的邏輯推理、解難及反思能力，並凸顯科學探究本質上為一項需深度心智投入之活動，而非機械式地依循步驟操作。

#### 科學價值觀與倫理

本課程亦重視科學誠信與道德操守之培育。學生應於數據記錄及報告撰寫中展現誠實態度，對未經證實的主張持合理懷疑，對其他可能解釋持開放心態，並尊重實證結果。同時，課程強調實驗風險評估、實驗室安全規範，以及化學品處理的負責任行為，藉此培養學生對自身、他人及環境的責任感與關懷。

#### 逐步發展探究技能

學生應於初中階段所建立的科學基礎上，於中四至中六階段透過多元化的實驗及探究為本活動，逐步深化探究能力。教師宜有系統地將探究元素融

入教學設計，使科學探究技能及相關價值觀與態度的培養，成為日常學與教中不可或缺的核心組成部分。

與科學探究相關的重點學習元素包括：

- 找出需要探究的問題和作出推測
- 進行實驗的風險評估及遵守實驗室的安全工作守則
- 計劃並進行探究實驗以收集有效和可靠的數據
- 進行數據分析和清楚及誠實地表達實驗結果
- 評鑑實驗結果的效度、信度和局限性
- 建議方法以改善實驗的可行性、效度和信度

課題十四「化學的科學探究」詳細說明了相關的學習目標，並就規劃與安排探究為本的實驗活動提供建議，以幫助學生掌握科學探究的基本技能。

## 2.2.2 科學、科技、社會及環境連繫與可持續發展

### 化學實踐：科學、科技、社會及環境的連繫

化學課程強調科學、科技、社會與環境（STSE）的關聯，並貫徹可持續發展之理念，旨在引導學生超越單純知識學習，理解化學實為解釋、評估及應對現實問題的有效工具。透過課程，學生得以體會化學知識如何提升生活質素，同時亦能審視化學與科技發展所衍生的倫理、社會、經濟及環境層面的影響。

### 可持續發展與負責任的化學應用

可持續發展乃貫穿整個化學課程的核心主題。學生將認識化學既為人類帶來進步與便利，亦伴隨環境與社會的挑戰，故須以負責任的態度作出決策，兼顧長遠的環境、社會與經濟效益。各課題的學習成果要求學生評估不同的議題，如金屬回收、工業過程（例如：電鍍）對環境的影響、替代能源的必要性，以及綠色化學的角色等。這些學習經驗有助培養學生對環境的責任感，並深化他們對化學與可持續發展之間緊密關聯的理解。

### 化學作為創新科技發展的基礎

化學課程中科學、科技、社會與環境連繫的另一重點，在於引導學生認識化學乃推動現代社會重大科技創新的基礎。化學原理不僅為抽象知識，更為先進材料、現代能源科技及工業流程優化設計的核心動力。透過探討電化學、有機合成及分析化學等課題，學生將體會化學知識如何驅動科技革

新。學生不應僅能陳述化學的應用，更需理解化學原理如何影響科技選擇，並評估其效率、可持續性及道德層面。同時，學生亦將認識化學相關的科技隨科學進展、社會需求與環境限制而持續演變的特性。

### 社會性科學議題作為培育正面價值觀和態度的平台

本課程亦提供學生探討社會性科學議題的平台，如能源選擇的評估、塑膠對環境的影響，或哈柏法等工業過程的成本與效益。此類議題往往具複雜性、爭議性與開放性，涉及多方持份者與價值判斷，並無單一「正確」答案。通過討論，學生運用化學知識與科學推理，同時考量道德、社會、經濟及環境層面的互動。他們亦將學習區辨證據與意見、運用化學知識及數據建構論點、闡明道德立場、理解科學在面對社會複雜議題時的局限，並體會現實決策往往需在相互衝突之價值觀與限制取得平衡。

## 2.3 課程結構

### 2.3.1 課時分配

下表列明化學課程的課題及建議課時分配。

| 課題                | 建議課時（小時）   |
|-------------------|------------|
| 一. 微觀世界 I         | 22         |
| 二. 金屬             | 20         |
| 三. 酸和鹽基           | 28         |
| 四. 微觀世界 II        | 8          |
| 五. 氧化還原反應、化學電池和電解 | 25         |
| 六. 化石燃料和碳化合物      | 19         |
| 七. 化學反應和能量        | 9          |
| 八. 反應速率           | 20         |
| 九. 化學平衡           | 18         |
| 十. 碳化合物的化學        | 20         |
| 十一. 重要的有機合成產物     | 8          |
| 十二. 化學世界中的規律      | 9          |
| 十三. 分析化學          | 24         |
| 十四. 化學的科學探究       | 20         |
| 合共：               | <b>250</b> |

備註：

每個選修科目的課時以250小時（或總時數的10%）作為規劃的參考，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。

### 2.3.2 課程內容

#### 課題一 微觀世界 I (22 小時)

##### 概述

化學研習宏觀世界的現象與微觀世界內原子、分子和離子之間相互作用的關聯。透過學習原子、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。本課題為學生提供基礎知識，以便他們進一步學習現代社會中功能物料（如聚合物）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                                                            | 學生應能                                                       |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| a. 原子結構 <ul style="list-style-type: none"><li>元素、原子和符號</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>說明元素與原子的關係</li></ul> |

| 學生應學習                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 元素的分類：金屬、非金屬和類金屬</li> <li>• 電子、中子和質子為次原子粒子</li> <li>• 簡單的原子模型</li> <li>• 原子序(Z)和質量數(A)</li> <li>• 同位素</li> <li>• 以 <math>^{12}\text{C}=12.00</math> 為基準的同位素質量和相對原子質量</li> <li>• 原子的電子排佈（至 <math>Z=20</math>）</li> <li>• 貴氣體的穩定性與其電子排佈的關係</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用符號來表示元素</li> <li>• 將元素按其性質分為金屬或非金屬</li> <li>• 瞭解某些元素同時具有金屬與非金屬的性質</li> <li>• 說明及比較質子、中子和電子的相對電荷和相對質量</li> <li>• 利用質子、中子和電子描述原子的結構</li> <li>• 闡釋和運用符號，如 <math>^{23}_{11}\text{Na}</math></li> <li>• 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</li> <li>• 通過相關資料從元素中識別同位素</li> <li>• 進行有關同位素質量和相對原子質量的計算</li> <li>• 認識和推斷出原子的電子排佈</li> <li>• 利用電子圖表達原子的電子排佈</li> <li>• 找出貴氣體的穩定性與八隅體規則的關係</li> </ul> |

| 學生應學習                                                                                                                          | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>b. 週期表</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>元素在週期表中的位置與其電子排佈的關係</li> <li>第 I、II、VII 和 0 族內同族元素在化學性質的相似性</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>明瞭週期表內各元素是依原子序數由小至大排列的</li> <li>認識週期表是一個有系統的排列元素方式</li> <li>界定某一元素在週期表中的族數和週期數</li> <li>找出某一元素在週期表中的位置與其電子結構的關係</li> <li>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</li> <li>描述第 I、II 和 VII 族元素活潑性的差異</li> <li>推測週期表內某一族中一些陌生元素的化學性質</li> </ul> |
| <p>c. 金屬的鍵合、結構和性質</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>金屬鍵</li> <li>巨型金屬結構</li> <li>金屬的性質</li> <li>金屬與合金性質的差異</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>描述金屬鍵合的簡單模型</li> <li>描述金屬所具的一般性質</li> <li>認識金屬存在著緊密裝填結構和敞開結構<br/>(註：學生不用研習特定的金屬晶體(如六方緊密裝填結構和體心立方結構)。)</li> <li>找出金屬性質與其巨型金屬結構的關係</li> <li>認識合金是通過將其他元素引入金屬所形成的</li> <li>以硬度和傳導性為例解釋金屬與合金性質的差異<br/>(註：學生不用研習特定合金的結構。)</li> </ul>         |

| 學生應學習                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>d. 離子鍵和共價鍵</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 藉電子轉移而形成離子鍵</li> <li>• 陽離子和陰離子</li> <li>• 簡單離子化合物的電子圖</li> <li>• 離子化合物的名稱和化學式</li> <li>• 以氯化鈉為例，說明離子結構</li> <li>• 藉電子共用而形成共價鍵</li> <li>• 單鍵、雙鍵和三鍵</li> <li>• 簡單共價分子的電子圖</li> <li>• 共價化合物的名稱和化學式</li> <li>• 式量和相對分子質量</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 利用電子圖描述離子及離子鍵的形成</li> <li>• 繪畫陽離子和陰離子的電子圖</li> <li>• 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</li> <li>• 辨認多原子離子</li> <li>• 根據離子的化學式，為常見陽離子和陰離子命名</li> <li>• 根據所含離子，為離子化合物命名</li> <li>• 描述常見離子在水溶液所呈現的顏色</li> <li>• 透過離子化合物所含離子及其數目的比例，闡釋其化學式</li> <li>• 參照離子化合物的名稱或所含離子，寫出其化學式</li> <li>• 描述離子晶體的結構</li> <li>• 描述共價鍵的形成</li> <li>• 利用電子圖描述單鍵、雙鍵和三鍵的形成</li> <li>• <u>以 <math>\text{H}_3\text{O}^+</math> 和 <math>\text{NH}_4^+</math> 為例，利用電子圖描述配位共價鍵的形成</u></li> <li>• 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</li> <li>• 參照共價化合物所含的原子，寫出其名稱和化學式</li> <li>• 適當地運用化學符號和化學式傳遞科學概念</li> <li>• 界定及分辨以下詞彙：式量和相對分子質量</li> <li>• 進行有關化合物的式量和相對分子質量的計算</li> </ul> |
| <p>e. 巨型離子物質的結構和性質</p>                                                                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 描述如氯化鈉和氯化鉀等物質的巨型離子結構</li> <li>• 利用離子化合物的結構及鍵合，說明並解釋其性質</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| 學生應學習                | 學生應能                                                                                                                                                             |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| f. 簡單分子物質的結構和性質      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 描述如二氧化碳和碘等物質的簡單分子結構</li> <li>• 認識於分子之間存在范德華力</li> <li>• 利用簡單分子物質的結構及鍵合，說明並解釋其性質</li> </ul>                              |
| g. 巨型共價物質的結構和性質      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 描述如金剛石、石墨和石英等物質的巨型共價結構</li> <li>• 利用巨型共價物質的結構和鍵合，說明並解釋其性質</li> </ul>                                                    |
| h. 比較一些重要類別的物質的結構和性質 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 利用物質的結構和鍵合來推斷其性質及利用物質的性質推斷其結構和鍵合</li> <li>• 利用物質的結構解釋其用途</li> </ul> |

(備註：課程的延展部分以下劃線顯示。)

### 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| 副題             | 學與教活動                                                                                                                                                                                                                                         | 重點實驗活動                                                                                                            |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. 原子結構        | <ul style="list-style-type: none"> <li>搜尋和簡報有關發現原子結構的資料</li> </ul>                                                                                                                                                                            |                                                                                                                   |
| b. 週期表         | <ul style="list-style-type: none"> <li>搜尋和簡報有關元素和週期表發展的資料</li> <li>探究週期表中同族元素化學性質的相似性</li> <li>預測週期表內某一族中一些陌生元素的化學性質</li> </ul>                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行實驗探究週期表中同族元素化學性質的相似性（如第 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）</li> </ul> |
| c. 金屬的鍵合、結構和性質 | <ul style="list-style-type: none"> <li>製作金屬晶體模型或利用電腦模擬研習金屬晶體</li> <li>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</li> </ul>                                                                                    |                                                                                                                   |
| d. 離子鍵和共價鍵     | <ul style="list-style-type: none"> <li>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 <math>\text{K}^+(\text{aq})</math>、<math>\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})</math> 和 <math>\text{Cl}^-(\text{aq})</math> 的顏色</li> <li>製作離子晶體和共價分子的三維模型</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行實驗探究水溶液（如重鉻酸銅(II)及高錳酸鉀）的離子向相反電極的遷移</li> </ul>                            |

| 副題                   | 學與教活動                                                                                                                                                                                                                | 重點實驗活動 |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| h. 比較一些重要類別的物質的結構和性質 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 製作金剛石、石墨、石英和碘的模型</li> <li>• 利用物質的性質推斷其結構和利用物質的結構推斷其性質</li> <li>• 利用物質的結構論證其一些特定的用途</li> <li>• 閱讀或撰寫有關物料如石墨和鋁的結構和應用的文章</li> </ul> |        |

### 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

## 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。
- 一些專門的新物料（如防彈纖維、超導體和超能膠）是建基於研究物質的結構、化學鍵合及其他性質所得的結果而研製的。
- 在鈾的三種天然同位素中，鈾-235（U-235）被用作核能燃料。然而，它的相對豐度非常低。鈾濃縮是一個利用物理性質分離鈾同位素的過程，能將 U-235 同位素的比例由低於 1% 提高到 90% 以上。
- 科學家正研究如何將石墨烯的獨特結構及性質應用於高性能的領域，例如無氣水過濾系統、石墨烯強化運動用品，以及石墨烯超級電容。

## 課題二 金屬（20 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，因此我們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                                                                                                                                                   | 學生應能                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a. 金屬的存在和提取</p> <ul style="list-style-type: none"><li>金屬在自然界中以自由態和化合態形式存在</li><li>把金屬氧化物加熱或與碳共熱以獲取金屬</li><li>以電解提取金屬</li><li>金屬的發現與金屬提取的難易</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>說明金屬的來源和其在自然界中存在的形式</li><li>解釋為何需要提取金屬</li><li>明瞭金屬的提取涉及其礦石的還原</li><li>描述並解釋由礦石提取金屬的主要方法</li><li>找出從礦石提取金屬的難易程度與金屬活潑性的關係</li><li>參照金屬提取的難易程度推斷發現某些金屬的先後次序</li></ul> |

| 學生應學習                                                                                                                                                                                                                | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>程度和原料是否容易取得有關</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>有限的金屬蘊藏量與金屬資源的保存</li> </ul>                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>寫出金屬提取的文字反應式</li> <li>描述金屬資源有限故有需要將金屬再循環</li> <li>從社會、經濟及環境角度評價金屬的再循環</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>b. 金屬的活性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>金屬活性序與金屬形成正離子的趨向</li> <li>置換反應及利用活性序解釋該等反應</li> <li>利用活性序預測涉及金屬的反應</li> <li>金屬的提取方法與其在活性序位置的關係</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>描述及比較一些常見金屬與氧(或空氣)、水和稀酸的反應</li> <li>寫出金屬與氧(或空氣)、水和稀酸反應的文字反應式</li> <li>參照金屬與氧(或空氣)、水和稀酸的反應編排金屬的活性序</li> <li>寫出平衡的化學反應式以描述不同的反應</li> <li>運用物態符號(s)、(l)、(g)和(aq)來書寫化學反應式</li> <li>找出金屬的活性與金屬形成正離子趨向的關係</li> <li>描述並解釋涉及不同金屬與在水溶液中金屬化合物的置換反應</li> <li>利用所給資料推斷金屬的活性次序</li> <li>寫出平衡的離子反應式</li> <li>利用金屬活性序預測金屬反應的可行性</li> <li>找出金屬的提取方法與其在活性序中的位置的關係</li> </ul> |
| <p>c. 反應質量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>化學反應式所顯示的反應物和生成物之間的定量關係</li> <li>摩爾、亞佛加德羅常數和摩爾質量</li> <li>從化學反應式求出反應質量</li> </ul>                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>明瞭及運用平衡反應式所提供的定量資料</li> <li>進行有關摩爾、亞佛加德羅常數和摩爾質量的計算</li> <li>利用相關的反應式計算反應物和生成物的質量並說明兩者的關係</li> <li>解決有關限量試劑的問題</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                    |

| 學生應學習                                                                                                                                                                     | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>d. 金屬的腐蝕和保護</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 導致鐵銹蝕的因素</li> <li>• 預防鐵銹蝕的方法</li> <li>• 鐵銹蝕對社會和經濟的影響</li> <li>• 鋁的抗腐蝕性</li> <li>• 陽極電鍍為增強鋁的抗腐蝕性的方法</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 描述鐵銹的本質</li> <li>• 描述導致鐵銹蝕的主要條件</li> <li>• 描述並解釋影響鐵銹蝕速率的因素</li> <li>• 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</li> <li>• 描述並解釋預防鐵銹蝕的各種方法，如： <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 塗抹油漆、油或覆蓋塑膠</li> <li>ii. 鍍鋅</li> <li>iii. 鍍錫</li> <li>iv. 電鍍</li> <li>v. 陰極保護</li> <li>vi. 犧牲性保護</li> <li>vii. 合金</li> </ul> </li> <li>• 認識鐵銹蝕對社會和經濟的影響</li> <li>• 明白鋁的活性較預期低而抗腐蝕度則較預期高的原因</li> <li>• 描述陽極電鍍如何增強鋁的抗腐蝕性</li> </ul> |

## 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| 副題          | 學與教活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 重點實驗活動                                                                                                                           |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. 金屬的存在和提取 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 搜尋和簡報有關金屬的存在及其在日常生</li><li>• 活用途的資料</li><li>• 分析資料並將金屬活性與青銅器時代、鐵</li><li>• 器時代和現代時期的時間順序連繫</li><li>• 選定合適的方法從礦石提取金屬</li><li>• 進行實驗從金屬氧化物（如氧化銀、氧化</li><li>• 銅(II)、氧化鉛(II)和氧化鐵(III)）中提取金</li><li>• 屬</li><li>• 搜尋和簡報有關香港金屬回收工業和保存</li><li>• 全球金屬資源的措施的資料</li></ul> |                                                                                                                                  |
| b. 金屬的活性    | <ul style="list-style-type: none"><li>• 以電腦模擬作輔助，書寫平衡化學反應式</li><li>• 利用實驗證據編排金屬的活性序</li><li>• 觀看鋅與固體氧化銅(II)置換反應化學示範</li><li>• 並解釋所得的觀察</li></ul>                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>• 進行實驗探究金屬與氧（或空</li><li>• 氣）、水和稀酸的反應</li><li>• 進行實驗探究金屬與水溶液中金屬</li><li>• 離子的置換反應</li></ul> |
| c. 反應質量     | <ul style="list-style-type: none"><li>• 進行實驗研究發粉／碳酸氫鈉的熱分解，</li><li>• 並解決相關的化學計量問題</li><li>• 進行有關摩爾和反應質量的計算</li></ul>                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                  |

| 副題          | 學與教活動                                                                                                                                               | 重點實驗活動                                                           |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>使用人工智能輔助的自學平台，練習書寫化學符號與化學式、平衡化學反應式，以及解決化學計量問題</li> </ul>                                                     |                                                                  |
| d. 金屬的腐蝕和保護 | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行實驗研究可用來預防鐵銹蝕的方法</li> <li>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</li> <li>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</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行實驗探究影響鐵銹蝕的因素</li> </ul> |

### 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
- 欣賞化學在發展防銹方法方面為社會及經濟作出的貢獻
- 了解不同金屬資源對國家發展的重要性，並認同維護資源安全的必要性

## 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：

- 關鍵礦產是指在不同工業和科技（如能源、航天、電子、國防和保健）中具有重要用途的金屬資源。與其他國家和地區一樣，國家亦制定了策略，確保這些關鍵礦產的供應，以支持國家的可持續發展。
- 應用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。
- 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。新合金的使用亦配合最新的創新科技發展。例如，鈦合金因其在人體環境中的耐腐蝕性、高強度、低毒性，以及與骨骼或其他組織結合的能力，而被廣泛用於製作生物醫學植入物。
- 金屬的腐蝕可能對許多產業的經濟造成嚴重的負面影響，甚至因相關的基礎設施事故和工業事故導致人命傷亡。因此，專門從事防腐技術的工程師和科學家努力研究和理解腐蝕的基本原理、機制和潛在後果，從而有效控制腐蝕。

### 課題三 酸和鹽基（28 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，建基於課題二所學到的摩爾概念基礎，學生將會學習涉及常溫常壓下氣體摩爾體積的計算。

學生亦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探究為本實驗，及獲取相關的基本知識以進行更複雜的化學定量分析。

| 學生應學習                                                                                                                                                                                         | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a. 酸和鹼的簡介</p> <ul style="list-style-type: none"><li>在日常生活和實驗室常用的酸和鹼</li><li>以稀氫氯酸和稀硫酸為例，說明酸的性質和化學反應</li><li>酸的性質和氫離子(<math>\text{H}^+(\text{aq})</math>)</li><li>水在顯示酸的性質時所扮演的角色</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>認識一些家用物品是酸性的</li><li>陳述實驗室常見的酸</li><li>描述酸的性質及其典型的反應</li><li>寫出酸反應的化學反應式和離子反應式</li><li>找出酸的性質和內含的氫離子(<math>\text{H}^+(\text{aq})</math>)的關係</li><li>描述水在顯示酸的性質時所扮演的角色</li><li>說明不同酸（如 <math>\text{HCl}</math>、<math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>、<math>\text{H}_3\text{PO}_4</math>、<math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>）的鹽基度</li></ul> |

| 學生應學習                                                                                                                                                                 | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>酸的鹽基度</li> <li>以氫氧化鈉和氨水溶液為例，說明鹼的特質和化學反應</li> <li>鹼的性質和氫氧離子(<math>\text{OH}^-(\text{aq})</math>)</li> <li>濃酸和濃鹼的腐蝕性質</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用與酸的反應定義鹽基和鹼</li> <li>認識一些家用物品是鹼性的</li> <li>陳述實驗室常見的鹼</li> <li>描述鹼的特質及其典型的反應</li> <li>寫出鹼反應的化學反應式和離子反應式</li> <li>找出鹼的性質和內含的氫氧離子(<math>\text{OH}^-(\text{aq})</math>)的關係</li> <li>描述酸和鹼的腐蝕性質及處理酸鹼時的安全措施</li> </ul> |
| <p>b. 氣體摩爾體積</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>涉及氣體摩爾體積的計算</li> </ul>                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>認識在相同溫度和壓力下，相同摩爾數的氣體佔有相等體積（亞佛加德羅定律）</li> <li>進行涉及常溫常壓下氣體摩爾體積的化學計量計算（如酸與金屬和碳酸鹽的反應）</li> </ul>                                                                                                                       |
| <p>c. 溶液的濃度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>以 <math>\text{mol dm}^{-3}</math>（摩爾濃度）表示溶液的濃度</li> </ul>                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>把溶液的摩爾濃度轉換以 <math>\text{g dm}^{-3}</math> 為單位</li> <li>進行有關溶液濃度的計算</li> <li>認識在化學實驗室、家庭用品和環境研究等情境中溶液的濃度和物質的數量的不同表達方式<br/>(註：在獲提供足夠資料下，學生應能互相轉換不同的濃度單位。)</li> </ul>                                                 |
| <p>d. 指示劑和 pH</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>以石蕊、甲基橙和酚酞為例，介紹酸鹼指示劑</li> </ul>                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>說明石蕊、甲基橙和酚酞在酸性和鹼性溶液中呈現的顏色</li> <li>描述使用合適的指示劑測試酸度和鹼度</li> </ul>                                                                                                                                                    |

| 學生應學習                                                                                                                                                                                            | 學生應能                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>pH 標度用以量度溶液的酸度和鹼度<br/><math>pH = -\log[H^+(aq)]</math></li> <li>使用通用指示劑和合適的儀器量度溶液的 pH 值</li> </ul>                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>找出 pH 標度與物質的酸度或鹼度的關係</li> <li>進行有關強酸溶液中 <math>H^+(aq)</math> 的濃度與 pH 值的計算</li> <li>建議及示範使用合適方法來測定物質的 pH 值</li> </ul>                                                        |
| <p>e. 酸和鹼的強度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>比較酸（或鹼）強度的方法</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>描述酸和鹼的離解</li> <li>找出酸和鹼強度與其離解程度的關係</li> <li>運用合適詞彙描述酸和鹼：強與弱、濃與稀</li> <li>建議及進行實驗比較酸或鹼的強度</li> </ul>                                                                         |
| <p>f. 鹽和中和作用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鹽基為與酸的化學性相逆物質</li> <li>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</li> <li>中和作用的放熱本質</li> <li>製備可溶的鹽和不溶的鹽</li> <li>常見鹽類的命名</li> <li>中和作用的應用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>寫出中和作用的化學反應式和離子反應式</li> <li>說明常見鹽類的水溶解度的通則</li> <li><u>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</u></li> <li><u>建議製備某一特定鹽的方法</u></li> <li>命名由酸鹼反應生成的常見鹽類</li> <li>解釋中和作用的一些應用</li> </ul> |

| 學生應學習                                                                              | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| g. 涉及酸和鹼的容量分析 <ul style="list-style-type: none"> <li>標準溶液</li> <li>酸鹼滴定</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>計算所製備溶液的濃度</li> <li>描述及示範進行酸鹼滴定的技巧</li> <li>應用溶液濃度的概念和利用酸鹼滴定的結果解決化學計量問題<br/>(註：在獲提供足夠資料下，學生應能解決涉及返滴定的問題。)</li> <li>撰寫實驗報告將容量分析實驗的步驟和結果表達出來</li> </ul> |

(備註：課程的延展部分以下劃線顯示。)

## 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| 副題        | 學與教活動                                                                                                      | 重點實驗活動                                                                                                          |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | [有#號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                          |                                                                                                                 |
| a. 酸和鹼的簡介 | <ul style="list-style-type: none"> <li>搜尋有關天然酸和鹼的例子及其化學成分的資料</li> <li>設計和進行實驗，研習水在顯示酸的性質時所扮演的角色</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行實驗探究稀酸與金屬、碳酸鹽、碳酸氫鹽、金屬氧化物和金屬氫氧化物的反應</li> <li>進行實驗探究稀鹼與金屬離子水溶</li> </ul> |

| 副題            | 學與教活動                                                                                                                                                                            | 重點實驗活動                                                                                       |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | [有#號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                                                                |                                                                                              |
|               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 搜尋有關酸（或鹼）具有危害性質的資料</li> <li>• 探究稀鹼與銨化合物生成氨的反應</li> </ul>                                                                                | 液生成金屬氫氧化物沉澱物的反應                                                                              |
| b. 氣體摩爾體積     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行實驗測定氣體的摩爾體積</li> </ul>                                                                                                                |                                                                                              |
| c. 溶液的濃度      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行濃度單位的換算</li> <li>• 進行有關摩爾濃度的計算</li> </ul>                                                                                             |                                                                                              |
| d. 指示劑和 pH    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 搜尋有關常用酸鹼指示劑本質的資料</li> <li>• 進行實驗找出一些家用物品的 pH 值</li> <li>• 使用數據記錄器或 pH 計量度物質的 pH 值</li> </ul>                                            |                                                                                              |
| e. 酸和鹼的強度     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行實驗辨別具相同 pH 值的強酸和弱酸</li> </ul>                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 設計和進行實驗比較酸（或鹼）的強度</li> </ul>                        |
| f. 鹽和中和作用     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 探究中和過程中溫度的變化</li> <li>• 搜尋和簡報有關中和作用的應用的資料</li> </ul>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 製備和分離可溶的鹽和不溶的鹽</li> </ul>                           |
| g. 涉及酸和鹼的容量分析 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行有關滴定的計算</li> <li>• 進行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<sup>#</sup></li> <li>• 進行實驗在植物原料中提取有用物質，並測試這些物質是否適合作為酸鹼滴定的指示劑<sup>#</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 製備容量分析中所用的標準溶液</li> <li>• 使用適當的指示劑進行酸鹼滴定</li> </ul> |

| 副題 | 學與教活動                                                                                                                                           | 重點實驗活動 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|    | [有#號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                               |        |
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 撰寫一份容量分析實驗的詳細報告</li> <li>• 在生成式人工智能輔助下設計一項實驗，以測定一種同時含有氫氧離子之家用清潔劑中碳酸氫離子的濃度，並評估所擬實驗步驟的可行性與安全性</li> </ul> |        |

## 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
- 通過客觀觀察和誠實記錄實驗數據來培養個人誠信

## 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。
- 有許多工業過程和日常生活用品均涉及酸和鹽基化學的應用，例如食物的製備和保存、紙漿與造紙工業、清潔用品、汽車中的鉛酸電池，以及酸或鹽基溢瀉的處理。

## 課題四 微觀世界 II (8 小時)

### 概述

本課題建基於課題一，目的是擴闊學生對物質的鍵合和結構的認識和概念。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。透過學習在共價鍵內原子間的電負性差異，學生應能辨認極性鍵和它們帶著的部分電荷。參照鍵的極性和分子的形狀，學生應能解釋分子的極性；分子極性的知識將繼而幫助學生認識各種分子間引力的不同本質。學生應能明白氫鍵的來源、本質和強度，以及分辨非極性和極性共價物質間的范德華力。透過對各種分子間引力的認識，他們亦將能利用冰的結構解釋其性質。

| 學生應學習              | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. 具有非八隅體結構的簡單分子物質 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 認識具有非八隅體結構的共價分子的存在</li><li>• 繪畫一些非八隅體分子如 <math>\text{BF}_3</math>、<math>\text{PCl}_5</math> 和 <math>\text{SF}_6</math> 的電子圖</li></ul>                                                                                                                                                 |
| b. 簡單分子的形狀         | <ul style="list-style-type: none"><li>• 推測及繪畫立體圖以表示以下分子的形狀：(i) 分子的中間原子符合八隅體規則；(ii) 分子的中間原子不符合八隅體規則且沒有孤電子對（如 <math>\text{BF}_3</math>、<math>\text{PCl}_5</math> 和 <math>\text{SF}_6</math>）<br/>（註：<ul style="list-style-type: none"><li>- 學生不用解釋分子的形狀，亦不用推測多原子離子或有多過一個中間原子的分子的形狀。</li><li>- 學生不用寫出分子的鍵角。）</li></ul></li></ul> |

| 學生應學習                                                                           | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| c. 鍵與分子的極性                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 定義原子的電負性</li> <li>• 描述週期表中主族元素的電負性在同一族由上而下和同一週期由左至右的一般趨勢<br/>(註：學生不用記誦電負性標度，然而，他們應能描述週期表內元素的電負性的一般趨勢。)</li> <li>• 解釋共價鍵中電子的共用狀況如何構成非極性及極性鍵的現象</li> <li>• 參照電負性、鍵的極性及分子的形狀，解釋分子如 HF、H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub> 和 CHCl<sub>3</sub> 的極性本質和分子如 CH<sub>4</sub> 和 BF<sub>3</sub> 的非極性本質<br/>(註：學生不用研習偶極矩(即電荷值與電荷間的距離的乘積)。)</li> </ul> |
| d. 分子間引力 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 范德華力</li> <li>• 氫鍵</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 解釋在非極性和極性共價物質中范德華力的存在</li> <li>• 說明影響分子間范德華力強度的因素<br/>(註：學生不用將范德華力分為「偶極間引力」、「分散力」、「永久偶極-永久偶極引力」、「永久偶極-誘發偶極引力」、「瞬間偶極-誘發偶極引力」等類別。)</li> <li>• 比較范德華力與共價鍵的強度</li> <li>• 利用 HF、H<sub>2</sub>O 和 NH<sub>3</sub> 為例描述氫鍵的形成</li> <li>• 比較范德華力與氫鍵的強度</li> <li>• 明白氫鍵對物質如水和乙醇的性質的影響</li> </ul>                                              |

| 學生應學習      | 學生應能                                                                                    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| e. 冰的結構和性質 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 描述冰的結構</li> <li>• 利用冰的結構和鍵合說明並解釋其性質</li> </ul> |

### 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| 副題         | 學與教活動                                                                                                                                | 重點實驗活動                                                                         |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| b. 簡單分子的形狀 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 以電腦模擬及／或人工智能作輔助，探究一些指定分子的形狀</li> </ul> |                                                                                |
| c. 鍵與分子的極性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 以電腦模擬作輔助，探究分子的極性</li> </ul>                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行實驗探究不均勻靜電場對極性和非極性液體射流的影響</li> </ul> |

| 副題         | 學與教活動                                                                                                                                                                                                                                                            | 重點實驗活動 |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| d. 分子間引力   | <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>找出乙醇分子間氫鍵的強度</li> <li>以范德華力和氫鍵來比較丙烷、甲氧基甲烷和乙醇的沸點</li> <li>探究具有不同分子間引力的物質的蒸發速率</li> <li>探究水的表面張力和黏度</li> <li>搜尋及簡報巨分子（如脫氧核糖核酸和蛋白質）內氫鍵的重要角色的資料</li> <li>參照相關的結構和鍵合探究石墨的性質</li> </ul> |        |
| e. 冰的結構和性質 | <ul style="list-style-type: none"> <li>製作冰的模型</li> <li>運用電腦程式觀看和操作晶體結構的立體影像</li> </ul>                                                                                                                                                                           |        |

## 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*：

- 認識化學的規則（如八隅體規則）通常存有例外
- 體會模型和理論有助我們解釋物質的結構和習性
- 體會模型有助我們想像物質的結構
- 明瞭新證據的出現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：

- 科學家和工程師在分子間引力方面的理解，對於他們研究各種日常生活物質（如膠水、清潔劑、不沾塗層、塑膠、納米材料等）的物理性質和操作原理十分重要。
- 分子間引力對生物系統（包括蛋白質折疊、生物催化和 DNA 複製）的正常運作至關重要。
- 氫鍵對水的比熱容有顯著影響，使其遠高於其他物質。水的高比熱容讓它可以用作核電廠的冷卻劑，以及太陽能發電廠的熱能儲存介質。

## 課題五 氧化還原反應、化學電池和電解（25 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                                                                   | 學生應能                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. 日常生活使用的化學電池 <ul style="list-style-type: none"><li>原電池和二級電池</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>區別原電池和二級電池</li><li>根據常用原電池和二級電池的特徵，選擇並論證其用途：<ul style="list-style-type: none"><li>i. 鋅碳電池</li><li>ii. 鹼性錳電池</li><li>iii. 氧化銀電池</li></ul></li></ul> |

| 學生應學習                                                                                                                                                                                                                                       | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>iv. 鉛酸蓄電池</li> <li>v. 鎳金屬氫化物(NiMH)電池</li> <li>vi. 鋰離子電池</li> </ul> <p>(註：學生不用描述鋅碳電池、鹼性錳電池、氧化銀電池、鉛酸蓄電池、鎳金屬氫化物 (NiMH) 電池，以及鋰離子電池的結構及操作原理。)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 明白使用乾電池對環境的影響</li> <li>• 認識回收可充電電池的需要</li> </ul>                                                                                            |
| <p>b. 簡單化學電池中的反應</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 化學電池需包含： <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 兩種金屬電極和一種電解質</li> <li>ii. 金屬－金屬離子半電池及鹽橋 (或多孔裝置)</li> </ul> </li> <li>• 在電極發生的變化與外電路的電子流</li> <li>• 半反應式和電池的總反應式</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 量度化學電池所產生的電壓</li> <li>• 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</li> <li>• 解釋鹽橋 (或多孔裝置) 的功能</li> <li>• 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</li> <li>• 解釋以不同金屬對作為電池電極時產生不同電壓的原因</li> <li>• 書寫半反應式以代表簡單化學電池內每個半電池的反應</li> <li>• 書寫簡單化學電池的總反應式</li> <li>• 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</li> </ul> |

| 學生應學習                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>c. 氧化還原反應</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 氧化及還原</li> <li>• 氧化數</li> <li>• 常用氧化劑<br/>(如 <math>\text{MnO}_4^- (\text{aq})/\text{H}^+ (\text{aq})</math>、<math>\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} (\text{aq})/\text{H}^+ (\text{aq})</math>、<math>\text{Fe}^{3+} (\text{aq})</math>、<math>\text{Cl}_2 (\text{aq})</math>、不同濃度的 <math>\text{HNO}_3 (\text{aq})</math> 和濃 <math>\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{l})</math>)</li> <li>• 常用還原劑<br/>(如 <math>\text{SO}_3^{2-} (\text{aq})</math>、<math>\text{I}^- (\text{aq})</math>、<math>\text{Fe}^{2+} (\text{aq})</math>、<math>\text{Zn} (\text{s})</math>)</li> <li>• 配平氧化還原反應的反應式</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 利用下列各項辨認氧化還原反應、氧化劑和還原劑： <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 獲得或失去氧或氫原子</li> <li>ii. 獲得或失去電子</li> <li>iii. 氧化數的改變</li> </ul> </li> <li>• 找出元素和化合物中各原子的氧化數</li> <li>• 建立金屬還原能力和金屬離子氧化能力的一般趨向</li> <li>• 描述一些常用氧化劑和還原劑的化學變化</li> <li>• 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</li> <li>• 配平氧化及還原反應的半反應式</li> <li>• 利用半反應式或氧化數的改變配平氧化還原反應式</li> </ul> |
| <p>d. 化學電池內的氧化還原反應</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 含惰性電極的化學電池</li> <li>• 燃料電池</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 描述和製作包含惰性電極的化學電池</li> <li>• 推測含惰性電極化學電池內每個半電池的化學變化</li> <li>• 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<br/>(註：在獲提供足夠資料下，學生應能運用電化學的概念來解決涉及較複雜的化學電池的問題。)</li> <li>• <u>明白氫氧燃料電池的原理</u></li> <li>• 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</li> </ul>                                                                                                                    |

| 學生應學習                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>陳述氫氧燃料電池的優點及缺點</u></li> <li>• <u>認識在交通運輸中使用氫燃料電池的好處和挑戰</u></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>e. 電解</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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：             <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 稀硫酸</li> <li>ii. 不同濃度的氯化鈉溶液</li> <li>iii. 硫酸銅(II)溶液</li> </ul> </li> <li>• 陽極反應和陰極反應</li> <li>• 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</li> <li>• 電解在工業上的應用：             <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 電鍍</li> <li>ii. 氯鹼工業</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 描述製作電解池所需的物料</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• <u>明白電鍍的原理</u></li> <li>• <u>描述電鍍過程中陽極反應、陰極反應、總反應和電解質的可見變化</u></li> <li>• <u>描述氯鹼工業的重要性</u></li> <li>• <u>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</u></li> <li>• <u>明白電鍍工業和氯鹼工業對環境的影響</u></li> </ul> |

(備註：課程的延展部分以下劃線顯示。)

## 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| 副題             | 學與教活動<br>[有#號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                         | 重點實驗活動                                                                   |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| a. 日常生活使用的化學電池 | <ul style="list-style-type: none"><li>參考所得的資料，選定日常生活中適用的化學電池</li><li>搜尋和簡報有關回收可充電電池的資料</li></ul>                                                   |                                                                          |
| b. 簡單化學電池中的反應  | <ul style="list-style-type: none"><li>利用所給資料預測化學電池內的變化</li></ul>                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>製作簡單的化學電池並量度其電壓</li></ul>          |
| c. 氧化還原反應      | <ul style="list-style-type: none"><li>利用半反應式或氧化數配平氧化還原反應式</li><li>探究濃硫酸與金屬的氧化還原反應</li><li>探究不同濃度的硝酸與金屬的氧化還原反應</li><li>探究包裝食品的脫氧劑所涉及的化學原理</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>利用常用氧化劑和還原劑進行實驗，探究氧化還原反應</li></ul> |

| 副題              | 學與教活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 重點實驗活動                                                                                                  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | [有#號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| d. 化學電池內的氧化還原反應 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 搜尋和簡報有關燃料電池應用的資料</li> <li>• 探究燃料電池車的操作原理</li> <li>• 討論在汽車使用氫燃料電池的利弊</li> <li>• 使用人工智能輔助工具閱讀關於氫燃料技術前沿研究的科學文章</li> <li>• 進行實驗探究鉛酸蓄電池的操作原理</li> <li>• 觀看展示化學電池反應的電腦模擬片段</li> <li>• 利用所給材料和儀器設計和製作化學電池，並測試其性能<sup>#</sup></li> </ul>                                            |                                                                                                         |
| e. 電解           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行微型實驗研究氯化錫(II)溶液或稀氯化鈉溶液的電解</li> <li>• 從所給的銅礦石樣本如 <math>\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s})</math> 提取銅<sup>#</sup></li> <li>• 搜尋和簡報電鍍工業對環境可能造成的不良影響</li> <li>• 設計和進行電鍍實驗<sup>#</sup></li> <li>• 閱讀有關從鋁礦石提煉鋁所涉及的工業過程的文章</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行實驗探究電解過程中的變化</li> <li>• 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</li> </ul> |

## 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和環境可持續性的貢獻
- 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
- 欣賞科學家在發現和發展新電池研發方面所付出的努力
- 認識化學在社會、經濟、工業、環境和科技方面的影響

## 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

- 燃料電池可應用於太空任務及交通運輸。例如，使用氫燃料電池車輛是國家減少空氣污染和溫室氣體排放的主要策略之一。
- 雖然電動車的鋰離子電池被廣泛用作交通運輸中的主要無化石燃料技術，但製造鋰離子電池的原材料供應可能面臨短缺風險，無法滿足需求。因此，研究人員正在尋找原材料短缺風險較低的替代電池技術，如鈉離子電池。
- 氧化還原反應被應用於污水處理，將有機污染物（如藥物、農藥和染料）分解為無害的生成物如二氧化碳和水。
- 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。

## 課題六 化石燃料和碳化合物（19 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及交通運輸的燃料，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。

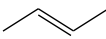
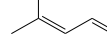
此外，本課題將介紹一些在有機化學上的基本概念，如同系列、官能基、通式和結構式。學生應懂得書寫碳鏈帶著不多於八個碳原子的烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的系統名稱。他們亦須學習烷烴和烯烴的化學反應。

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。

建基於從之前課題學到的摩爾概念，本課題進一步介紹有關化合物中元素的質量百分比、實驗式和分子式的概念，讓學生完成在此學習階段與化學反應式有關的化學計量的研習。

| 學生應學習                                                                             | 學生應能                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. 來自化石燃料的烴 <ul style="list-style-type: none"><li>煤、石油和天然氣為化石燃料和碳化合物的來源</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>描述化石燃料的來源</li><li>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</li></ul> |

| 學生應學習                                                                                                                                                               | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>石油的成分及其分離</li> <li>不同石油餾分性質的遞變</li> <li>燃燒烴的熱變化</li> <li>各石油餾分的主要用途</li> <li>使用化石燃料的後果</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> <li>解釋對不同石油餾分的需求</li> <li>認識燃燒烴為放熱反應</li> <li>找出一些常見的空氣污染物（例如：一氧化碳、氮氧化物、二氧化硫和沒被燃燒的烴）與燃燒化石燃料的關係</li> <li>描述由燃燒化石燃料所產生的污染物對我們健康和環境的影響</li> <li>描述如何使用以下的方法減少由燃燒化石燃料所產生的空氣污染物 <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 汽車排氣系統中的催化轉化器</li> <li>ii. 工廠中的滌氣器</li> <li>iii. 於汽車和工廠使用低硫燃料</li> </ul> </li> <li>認識使用其他能源的需要</li> </ul> |
| <p>b. 同系列、結構式和碳化合物的命名</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>碳的獨特性</li> <li>以烷烴、烯烴、烷醇和烷酸為例說明同系列</li> <li>烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的結構式和系統命名法</li> <li>化合物中元素的質量百分比</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>解釋同系列的意義</li> <li>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</li> <li>寫出烷烴的結構式</li> <li>寫出烷烴的系統名稱</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                              |

| 學生應學習                                                                                                                    | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>從實驗數據導出實驗式和分子式</li> </ul>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>將碳化合物命名和書寫結構式的方法延伸至烯烴、烷醇和烷酸（註：             <ul style="list-style-type: none"> <li>學生應能寫出碳鏈帶著不多於八個碳原子的烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的系統名稱。</li> <li>學生需懂得以不同方式繪畫／書寫有機化合物的結構式（例如 、、<math>\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3</math>、<math>\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{CH}_2</math>）。</li> </ul> </li> <li>計算化合物中元素的質量百分比</li> <li>利用質量組成及摩爾質量求出實驗式和分子式</li> </ul> |
| <p>c. 烷烴和烯烴</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>石油為烷烴的來源</li> <li>烷烴</li> <li>裂解及其在工業上的重要性</li> <li>烯烴</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用結構式來分辨飽和烴及不飽和烴</li> <li>描述烷烴的化學反應：             <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 燃燒</li> <li>ii. 與氯和溴的取代反應（以甲烷與氯（或溴）之反應為例）</li> </ul> </li> <li>認識裂解為獲取較小分子（包括烷烴和烯烴）的方法</li> <li>描述如何在實驗室進行石油餾分的裂解</li> <li>解釋裂解在石油工業的重要性</li> <li>描述烯烴與下列試劑的反應：             <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 溴</li> <li>ii. 高錳酸鉀溶液</li> </ul> </li> <li>示範如何進行不飽和烴的化學試驗</li> </ul>                                                                                                                                          |

| 學生應學習                                                                                                                                     | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>d. 加成聚合物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>單體、聚合物和重複單位</li> <li>加成聚合</li> <li>以聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯及聚苯乙烯為例說明加成聚合物的結構、性質和用途</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>認識合成聚合物是由稱為單體的小分子構成</li> <li>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</li> <li>瞭解烯烴和其他不飽和化合物能進行加成聚合<br/>（註： <ul style="list-style-type: none"> <li>學生應明白苯和芳香族化合物的苯基結構內的碳-碳雙鍵並不會進行加成聚合。</li> <li>學生不用解釋苯和芳香族化合物的穩定性。）</li> </ul> </li> <li>根據已知單體寫出加成聚合物的結構式：聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯</li> <li>利用已知單體推斷加成聚合物的重複單位</li> <li>使用化學反應式來描述加成聚合</li> <li>利用加成聚合物分子已知的部分化學式來推斷其單體<br/>（註：學生不用記誦特定聚合物的結構式。）</li> </ul> |

## 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| <u>副題</u>   | <u>學與教活動</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <u>重點實驗活動</u> |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| a. 來自化石燃料的烴 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 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</li><li>• 探究石油餾分的顏色、黏度、揮發性和燃燒特徵</li><li>• 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</li><li>• 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</li><li>• 討論全球暖化與使用化石燃料的關係</li><li>• 搜尋和簡報有關氣候變化國際條約－巴黎協定的資料</li><li>• 閱讀有關主要溫室氣體的成分和來源及它們對全球暖化的影響的文章</li><li>• 討論在香港使用其他能源的正反意見</li></ul> |               |

| 副題                 | 學與教活動                                                                                                                                    | 重點實驗活動                                                                                         |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| b. 同系列、結構式和碳化合物的命名 | <ul style="list-style-type: none"> <li>製作簡單的烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的分子模型</li> <li>進行有關含有碳、氫和氧的有機化合物的實驗式和分子式的計算</li> <li>進行實驗測定氧化銅(II)的實驗式</li> </ul> |                                                                                                |
| c. 烷烴和烯烴           | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行裂解石油餾分的實驗並測試生成物</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行實驗探究烷烴和烯烴的典型反應</li> <li>選擇合適的反應進行不飽和烴的化學試驗</li> </ul> |
| d. 加成聚合物           | <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>製作加成聚合物的實物模型或電腦模型</li> <li>進行實驗製備聚苯乙烯</li> </ul>             |                                                                                                |

## 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
- 明白安全使用和貯存燃料的需要
- 關注環境議題，並為香港、國家和世界的可持續發展培養一份共同承擔的責任感。同時認識維護國家生態和資源安全的必要性

## 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：

- 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。有鑑於此，國家一直於開發和採用低碳燃料和技術中扮演積極角色，以實現碳中和目標。
- 科學和科技對人類和環境都產生了預期和非預期的後果。例如，使用含鉛汽油和柴油來提高車輛性能已經造成環境污染和人類健康的問題。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。

## 課題七 化學反應與能量（9 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。而事實上，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。另外，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                                                                                                      | 學生應能                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. 化學反應中的能量變化 <ul style="list-style-type: none"><li>• 能量守恆</li><li>• 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</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• 利用能量守恆的概念解釋化學反應中的能變</li><li>• 認識焓變（<math>\Delta H</math>）為恆壓下的熱變（註：學生不用推論焓變與恆壓下的熱變的關係。）</li><li>• 運用圖表及焓變的概念解釋放熱反應和吸熱反應的本質</li><li>• 運用化學鍵斷裂和形成解釋放熱反應和吸熱反應的本質</li></ul> |
| b. 標準反應焓變                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• 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）</li><li>• 使用簡單量熱法進行實驗求出焓變</li><li>• 利用實驗結果計算焓變</li></ul>                                                                              |

| 學生應學習                                                                                              | 學生應能                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| c. 赫斯定律 <ul style="list-style-type: none"> <li>利用赫斯定律求出難以從實驗中直接測定的焓變</li> <li>涉及反應焓變的計算</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><u>運用赫斯定律繪畫簡單的焓變循環</u></li> <li><u>進行涉及上述焓變循環和有關焓變的計算（特別有關求出難以從實驗中測定的焓變）</u></li> </ul> |

(備註：課程的延展部分以下劃線顯示。)

## 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| 副題        | 學與教活動                                                                                                                                                                                       | 重點實驗活動                                                                                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|           | [有#號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                                                                           |                                                                                         |
| b. 標準反應焓變 | <ul style="list-style-type: none"> <li>討論簡單量熱法相較於其他精密技術的局限性</li> <li>進行涉及(a)標準生成焓變、(b)標準燃燒焓變及(c)其他標準焓變的計算</li> <li>探究暖手器或冰墊所涉及的化學原理</li> <li>設計一個使用氧化鈣和水的自熱包裝，並測試其性能<sup>#</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行實驗求出以下反應的標準焓變：<br/>(a)酸鹼中和及(b)酒精的燃燒</li> </ul> |

| 副題      | 學與教活動                                                                                                 | 重點實驗活動 |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|         | [有#號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                     |        |
| c. 赫斯定律 | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行實驗測定金屬氧化物或金屬碳酸鹽的生成焓變</li> <li>找出解決有關標準反應焓變問題的不同方法</li> </ul> |        |

### 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
- 體會運用定律和學說有助解釋化學反應中的能量變化
- 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：

- 化學能學的原理，包括能量守恆概念，對於發展高效能量儲存技術（如電池、燃料電池和熱能貯存系統）十分重要。
- 人類持續透過化學反應獲取熱能（尤其是燃燒化石燃料）會為社會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，以及自熱咖啡和飯盒。

## 課題八 反應速率（20 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較精密的儀器，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。學生應對化學動力學（包括活化能和催化作用）有更深入的認識。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。學生亦應能從繪畫及解釋圖表，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                                                                                    | 學生應能                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. 化學反應的速率 <ul style="list-style-type: none"><li>跟隨化學反應進度的方法</li><li>瞬間速率和平均速率</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>選擇和論證以下跟隨化學反應進度的技巧：<ul style="list-style-type: none"><li>i. 滴定分析</li><li>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</li></ul></li></ul> |

| 學生應學習                                                                                                           | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                 | <p>(註：學生不用研習有關運用各類技術跟隨化學反應進度的計算和儀器詳情。)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>解釋顯示反應進度的圖表</li> <li>利用合適的圖表求出瞬間速率和平均速率</li> <li>認識初速是當時間 <math>t=0</math> 的瞬間速率</li> </ul>                                                                                                                                          |
| <p>b. 影響反應速率的因素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>濃度</li> <li>溫度</li> <li>表面面積</li> <li>催化劑</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>設計和進行實驗探究下列因素對反應速率的影響： <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 濃度</li> <li>ii. 溫度</li> <li>iii. 表面面積</li> <li>iv. 催化劑</li> </ul> </li> <li>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</li> <li>解釋由於濃度、表面面積及溫度的改變對反應速率的定性影響</li> </ul> |
| <p>c. 速率方程</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>從實驗結果求出速率方程</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li><u>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</u></li> <li><u>利用初速法求出化學反應的速率方程</u></li> </ul>                                                                                                                                                                                                  |

| 學生應學習                                                                                     | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| d. 活化能 <ul style="list-style-type: none"> <li>能線圖</li> <li>利用活化能解釋改變溫度對反應速率的影響</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><u>繪畫反應的能線圖</u><br/>(註：學生應能在能線圖內標示中間體。然而，學生不用標示過渡態／活化複體。)</li> <li><u>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</u></li> <li><u>利用所提供的阿列紐斯方程求出化學反應的活化能：</u><br/> <math display="block">\log k = \text{常數} - \frac{E_a}{2.3RT}</math> </li> </ul> |
| e. 催化作用 <ul style="list-style-type: none"> <li>催化劑的意義和特性</li> <li>活化能與催化作用的關係</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li><u>利用適當例子描述催化劑的特性</u></li> <li><u>明白催化劑能為化學反應提供另一個反應途徑</u></li> <li><u>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）</u></li> </ul>                                                                                                            |

(備註：課程的延展部分以下劃線顯示。)

## 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| 副題         | 學與教活動<br>[有#號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 重點實驗活動 |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| a. 化學反應的速率 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 選取方法及解釋有關方法是否適合跟隨某些化學反應的進度如：<ul style="list-style-type: none"><li>(a) 酯的加鹼水解</li><li>(b) <math>\text{CaCO}_3(\text{s})</math>或 <math>\text{Mg}(\text{s})</math>與稀酸的反應</li><li>(c) 利用酸化 <math>\text{KMnO}_4(\text{aq})</math>氧化 <math>\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})</math>離子</li></ul></li><li>• 進行有洗潔劑存在下 <math>\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})</math>的催化分解實驗，透過量度泡沫高度的變化跟隨其反應進度</li><li>• 討論以「驟冷」和「持續」兩種方法研習速率的本質</li><li>• 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</li><li>• 搜尋有關因未能控制反應速率而釀成意外的資料</li><li>• 搜尋有關汽車安全氣囊的資料或閱讀有關文章</li></ul> |        |

| 副題           | 學與教活動                                                                                       | 重點實驗活動                                                                                  |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|              | [有 <sup>#</sup> 號標記的活動是探究為本實驗]                                                              |                                                                                         |
| b. 影響反應速率的因素 | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用數據收集器探究氫氧化鈉的濃度與酚酞在鹼性環境下脫色反應速率的關係</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行實驗探究反應物濃度、溫度、表面面積的改變，或使用催化劑對反應速率的影響</li> </ul> |
| c. 速率方程      | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用初速法求出硫代硫酸鈉與稀氫氯酸反應的速率方程</li> </ul>                  |                                                                                         |
| d. 活化能       | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行有關化學反應的活化能的計算</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行實驗測定化學反應的活化能</li> </ul>                        |
| e. 催化作用      | <ul style="list-style-type: none"> <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<sup>#</sup></li> </ul> |                                                                                         |

## 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
- 展示對影響化學反應速率的因素及背後機理的好奇心
- 體會在定量化學中詳細及準確測量的重要性
- 明白在解決科學難題時，需要考慮不同變數及觀點

## 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：

- 理解影響化學反應速率的因素（如溫度、壓強和使用催化劑），對設計及優化製造業、製藥、能源生產等工業過程至關重要。
- 當可燃物質呈細小顆粒狀時，燃燒會發生得更快且更劇烈。在工作場所和工廠中，可燃粉塵顆粒（如木材、輕金屬、煤、麵粉、澱粉、香料和糖等）具有致命危險，能引起粉塵爆炸及導致嚴重的損傷和破壞。
- 由於表面面積與體積比例等因素，在納米尺度的化學反應速率可能與在宏觀尺度上觀察到的化學反應速率有顯著的不同。了解納米尺度中反應動力學對於儲能、電子和醫學等領域的應用至關重要。

## 課題九 化學平衡（18 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。學生應能應用化學平衡的概念來理解哈柏法的運作條件，從而明白認識化學平衡對化學工業的重要性。此外，學生亦應能建立和理解有關綠色化學的概念，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。

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，但不包括加入與反應物和生成物沒有化學反應的物種對化學平衡位置的影響。

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                                                           | 學生應能                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. 動態平衡 <ul style="list-style-type: none"><li>動態平衡的特徵</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>列舉適當例子說明可逆反應及不可逆反應</li><li>描述達至動態平衡下的化學體系的特徵</li></ul> |

| 學生應學習                                                                                   | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| b. 平衡常數 <ul style="list-style-type: none"> <li>以濃度來表示的平衡常數(<math>K_c</math>)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用數學式表達平衡時反應物和生成物濃度與 <math>K_c</math> 的關係</li> <li><u>進行涉及 <math>K_c</math> 的計算</u></li> <li><u>進行實驗以求出 <math>K_c</math></u></li> <li><u>明白酸離解的平衡常數是以 <math>K_a</math> 來表達</u></li> <li><u>利用 <math>pK_a</math> 比較酸的強度</u><br/>               ( 註：<br/>               - 學生不用研習 <math>pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}</math>。<br/>               - 學生不用研習 <math>K_w</math> 和 <math>K_b</math>。 )</li> </ul>                                                               |
| c. 在均相反應中濃度、溫度和催化劑對化學平衡的影響                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>認識平衡體系中 <math>K_c</math> 值在定溫下為一常數 ( 與反應物及生成物的濃度變化無關 )</li> <li>利用勒沙得利爾原理預測濃度變化對平衡位置的定性影響</li> <li><u>利用反應商數推斷濃度變化對於化學平衡位置的影響</u></li> <li><u>運用已知的數據歸納溫度與 <math>K_c</math> 值的關係</u></li> <li><u>利用勒沙得利爾原理，以正向反應的 <math>\Delta H</math> 的正負符號預測溫度變化對平衡位置的定性影響</u><br/>               ( 註：學生不需研習<br/> <math>\ln K = \text{constant} - \frac{\Delta H}{RT}</math> 和 <math>\log K = \text{constant} - \frac{\Delta H}{2.3RT}</math>。 )</li> <li><u>描述催化劑對可逆反應的影響</u></li> </ul> |

| 學生應學習                                                                                                                | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>d. 化學工業</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 利用化學平衡和反應速率的原理來考慮工業過程中的運作條件</li> <li>• 綠色化學的原理與應用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>描述生產氨的哈柏法的過程所涉及的原料、原理、反應條件、反應步驟及產物</u></li> <li>• <u>解釋工業過程（如哈柏法）如何在反應速率、產率及經濟考量上作出協調</u></li> <li>• <u>認識哈柏法的重要性</u></li> <li>• <u>利用哈柏法為例，從社會、經濟及環境考慮討論工業過程</u></li> <li>• 描述綠色化學的原理</li> <li>• 描述可持續發展與綠色化學的關係</li> <li>• 計算化學反應中的原子經濟</li> <li>• 利用綠色化學原理評鑑工業過程<br/>(註：學生不用記誦不在本課程範圍列明的工業過程的詳情。)</li> </ul> |

(備註：課程的延展部分以下劃線顯示。)

## 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| 副題                         | 學與教活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 重點實驗活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. 動態平衡                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>設計並進行實驗探究 pH 對化學平衡體系的定性影響：</li> </ul> $\text{Br}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HOBr}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq})$ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| b. 平衡常數                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行與反應式的方程式計量和平衡常數 <math>K_c</math> 有關的計算（利用平衡濃度找出 <math>K_c</math> 或利用 <math>K_c</math> 找出平衡濃度）</li> <li>進行實驗找出化學平衡體系的 <math>K_c</math>（如醇與羧酸的酯化作用）</li> <li></li> </ul>                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| c. 在均相反應中濃度、溫度和催化劑對化學平衡的影響 | <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>利用已知數據探究溫度與 <math>K_c</math> 值的關係</li> <li>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</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行實驗探究改變濃度或溫度對以下平衡體系的平衡位置的移動：</li> </ul> $\text{SCN}^-(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$ <p>或</p> $\text{Co}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CoCl}_4^{2-}(\text{aq})$ |

| 副題      | 學與教活動                                                                                                                                                                                                      | 重點實驗活動 |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| d. 化學工業 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 閱讀有關固氮作用的重要性的文章</li> <li>• 搜尋和簡報有關發現哈柏法及它對世界的重要性的資料</li> <li>• 從科學、社會、經濟及環境角度分析工業生產的過程</li> <li>• 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</li> <li>• 運用綠色化學的原理檢討工業過程</li> </ul> |        |

### 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*：

- 體會解決不同問題時採用定性和定量方法的好處
- 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
- 關注化學對社會、經濟、工業、環境和科技所帶來的影響
- 關注環境議題，以及就香港、國家和世界的可持續發展培養共同承擔的責任感
- 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：

- 哈柏法已被視為其中一個重要的化學反應，人類利用它量產肥料來緩解糧食供應不足的問題。但是，哈柏法亦在戰爭中所使用的武器方面有著極大影響。
- 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，我們必須發展及推廣可取代現有物料和科技而對環境更有益的另類選擇。
- 化學工業面臨的根本挑戰是在不對環境造成過度負擔或損害的情況下保持社會效益，而這必須以可接受的成本來實現。

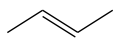
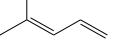
## 課題十 碳化合物的化學（20 小時）

### 概述

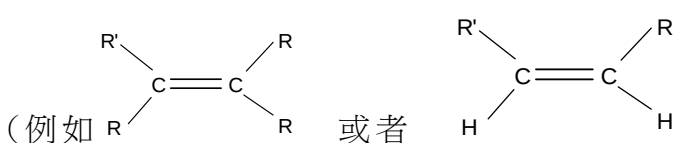
由於碳的性質獨特，其化合物非常普遍，所以，有機化學是化學科中一個非常重要的範疇。學生可運用在初中課程，以及本課程的課題四和課題六中學習到的基本概念和知識，建立與常見有機化合物的結構特徵相關的概念。此外，學生應能運用碳化合物的系統名稱和通俗名稱，作為學術和日常生活上傳遞化學知識和理解的工具。

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。此外，他們亦應能描述烯烴與鹵化氫的加成反應機理，並用馬科尼科夫規則推斷不對稱烯烴與鹵化氫反應的主要生成物。

除此之外，學生亦應認識到不同官能基之間的關係，並意識到有機化學最重要的應用是透過官能基之間的互換來合成有用的碳化合物。學生可透過進行簡單有機物質的合成實驗，進一步鞏固對本課題所涉及化學反應的認識。

| 學生應學習                                                                                                                                                         | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a. 特定同系列的簡介</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>同系列</li> <li>結構式與系統命名法</li> </ul>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>寫出以下化合物的系統名稱、通式、簡明結構式和結構式：烷烴、烯烴、鹵烷、醇、醛和酮、羧酸、酯、未經取代的酰胺和一級胺<br/>(註：<br/>- 就上述官能基，學生應能寫出碳鏈帶著不多於八個碳原子和含不飽和碳-碳鍵和／或鹵素取代基的有機化合物的系統名稱。例如 3,3-二氯丙烯和 2-溴-3-戊烯-1-醇。<br/>- 就上述官能基，學生應能寫出含多個相同官能基的有機化合物的系統名稱，例如丙-1,2,3-三醇。)</li> <li>根據化合物的系統名稱繪出其結構<br/>(註：學生需懂得以不同方式繪畫／書寫有機化合物的結構式<br/>(例如 、、<math>\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3</math>、<math>\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{CH}_2</math>)。)</li> <li>明瞭官能基及碳鏈長度對碳化合物的物理性質的影響</li> <li>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</li> </ul> |
| <p>b. 同分異構</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>結構異構</li> <li>以含有一個 <math>\text{C}=\text{C}</math> 鍵的無環碳化合物為例說明 順-反異構</li> <li>以含有一個手性碳的化合物為</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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）</li> <li>認識無環碳化合物因不能依 <math>\text{C}=\text{C}</math> 鍵轉動而形成 順-反異構</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| 學生應學習                                                                                                                                                                   | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>例說明對映異構</p>                                                                                                                                                          | <p>(註：學生不用描述和解釋個別順-反異構體例子(如丁烯二酸)的性質，然而，學生應能運用課題四所學的知識將順-反異構體的結構與其性質連繫起來。)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>推測已知碳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</li> <li>認識只有一個手性碳的化合物所形成的對映異構</li> <li>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</li> <li>認識手性化合物的對映異構體具旋光性和能將平面偏振光的面偏轉相同角度，但偏轉的方向卻相反</li> </ul> <p>(註：學生不用研習旋光測定法的詳情和外消旋混合物相關的概念。)</p>                                                      |
| <p>c. 各種官能基的典型化學反應</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>烷烴</li> <li>烯烴</li> <li>鹵烷</li> <li>醇</li> <li>醛</li> <li>酮</li> <li>羧酸</li> <li>酯</li> <li>酰胺</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>運用所用試劑、反應條件及可觀察現象描述以下反應並寫出相關的化學反應式： <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 烷烴：與鹵素的取代反應</li> <li>ii. 烯烴：與氫、鹵素及鹵化氫的加成反應</li> <li>iii. 鹵烷：與<math>\text{OH}^-(\text{aq})</math>的取代反應 <p>(註：就鹵烷與氫氧離子取代反應，學生不用研習鹵烷的活性序。)</p> </li> <li>iv. 醇：與鹵化物(鹵化氫(HX)或三鹵化磷(<math>\text{PX}_3</math>))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</li> </ul> </li> </ul> |

| 學生應學習 | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | <p>酮</p> <p>(註：關於醇與鹵化物的取代反應，學生不用研習生成 HX 和 PX<sub>3</sub> 的詳細實驗過程。)</p> <p>v. 醛和酮：與Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>(aq)的氧化反應；與LiAlH<sub>4</sub>或NaBH<sub>4</sub>的還原反應</p> <p>vi. 羧酸：酯化；生成未經取代的酰胺；與LiAlH<sub>4</sub>的還原反應</p> <p>vii. 酯：水解</p> <p>viii. 未經取代的酰胺：水解</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 預測及命名上述反應的生成物</li> <li>• 描述合適的化學試驗來測試不同的官能基：C=C, -OH 及-COOH</li> <li>• 說明使用托倫斯試劑來測試醛所涉及的反應條件和觀察</li> <li>• <u>以溴化氫氣體和丙烯的反應為例子描述烯烴與鹵化氫的加成反應機理</u></li> <li>• <u>認識烷基取代的碳陽離子的穩定次序：三級&gt;二級&gt;一級&gt;甲基</u></li> <li>• 應用馬科尼科夫規則推斷不對稱烯烴與鹵化氫的加成反應的主要生成物</li> </ul> <p>(註：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 學生不用預測雙鍵兩端碳原子取代程度相同的烯烴</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <p>(例如 <math>\begin{array}{c} \text{R}' \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{R} \end{array} = \begin{array}{c} \text{R} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{R} \end{array}</math> 或者 <math>\begin{array}{c} \text{R}' \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array} = \begin{array}{c} \text{R} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}</math>) 反應的主要生成物。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 學生應明白碳陽離子的穩定性會隨相鄰烷基基團數目的增加而提</li> </ul> |

| 學生應學習                                                                                                 | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                       | <p>高，但不需解釋烷基取代的碳陽離子穩定性次序的原因。)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>將官能基的典型化學反應與工業過程的應用聯繫： <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 不飽和脂肪的硬化</li> <li>ii. <u>皂化作用</u></li> <li>iii. <u>人工香料合成</u></li> </ul> </li> </ul> <p>(註：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 就皂化反應及不飽和脂肪的硬化，學生不用記誦特定油／脂肪的分子式。</li> <li>- 就人造香料的合成，學生不用記誦特定酯的分子式及其對應的香味。)</li> </ul> |
| <p>d. 簡單碳化合物的互換</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>官能基之間的互換</li> <li>在實驗室簡單碳化合物的製法</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><u>利用(c)所述的反應建議轉換官能基的路線</u></li> <li><u>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</u></li> <li><u>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</u></li> <li><u>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</u></li> <li><u>計算反應所得生成物的百分產率</u></li> </ul>                                                                                                                        |

(備註：課程的延展部分以下劃線顯示。)

## 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| <u>副題</u>   | <u>學與教活動</u><br>[有#號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                                                                          | <u>重點實驗活動</u> |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| a. 特定同系列的簡介 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 製作具不同官能基的化合物的分子模型</li><li>• 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</li><li>• 搜尋常見碳化合物的通俗名稱</li><li>• 在人工智能工具輔助下，或使用人工智能輔助的自學平台，練習書寫不同官能基的系統名稱、通式、簡明結構式和結構式</li></ul> |               |
| b. 同分異構     | <ul style="list-style-type: none"><li>• 製作丁-2-烯的分子模型</li><li>• 製作丁-2-醇或 2-羥基丙酸（乳酸）的分子模型</li><li>• 搜尋和簡報關於手性藥物的資料</li><li>• 使用電腦程式研習含有手性碳的化合物立體模型</li></ul>                                                 |               |

| 副題              | 學與教活動                                                                                                                                                                                                        | 重點實驗活動                                                                                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | [有 <sup>#</sup> 號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                                                                               |                                                                                                     |
| c. 各種官能基的典型化學反應 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 搜尋和簡報有關酒精呼氣分析儀的原理和應用的資料</li> <li>• 設計並製作手攜式酒精呼氣測試器，然後測試其有效的程度<sup>#</sup></li> <li>• 進行實驗研習以硼氫化鈉作為還原劑將香草醛還原成香草醇</li> <li>• 進行由 2-甲基丙-2-醇製備 2-氯-2-甲基丙烷的實驗</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行實驗研習不同羧酸和醇的酯化反應</li> <li>• 進行實驗鑑定含有不同官能基的碳化合物</li> </ul> |
| d. 簡單碳化合物的互換    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 分析目標分子的結構，計劃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</li> <li>• 在人工智能工具輔助下，或使用人工智能輔助的自學平台，練習建構指定有機化合物的合成路線</li> <li>• 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</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 將苯甲酸乙酯加鹼水解以製備苯甲酸</li> </ul>                                |

## 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
- 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

## 科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 通常有多於一條合成路線製備某一碳化合物。然而，有些合成路線可能為人類健康及環境帶來不良影響。步驟最少或成本最低廉的合成路線，未必是最理想的。我們必須運用所學到的有機化學的知識，循著合乎安全、經濟和環保的路線來發展及製備有用的有機產品。
- 在藥物研發上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。

## 課題十一 重要的有機合成產物（8 小時）

### 概述

本課題建基於課題六和課題十，旨在讓學生透過學習一些重要的有機化合物，明白有機化學對於各類工業和我們日常生活的重要影響。

本課題討論重要的有機物質，如阿士匹靈、撲熱息痛和清潔劑。阿士匹靈和撲熱息痛作為被世界廣泛使用的藥物，是闡述有機化學如何協助藥物發展的極佳例子。另一方面，清潔劑則在清潔和個人衛生方面扮演重要角色。學生在本課題應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。

學生亦應認識聚合物可分為天然聚合物和合成聚合物。天然聚合物（例如：纖維素、甲殼素，澱粉和蛋白質）存在於自然界中，而合成聚合物則透過化學反應生成。基於加聚反應的知識，在本課題中，學生將進一步學習如何生成縮合聚合物，以及它們的結構如何與其物理性質和用途有關。然而，自然生成的聚合物的結構和性質的詳情則不在此學習階段的學習範圍內。

| 學生應學習                                                                                   | 學生應能                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. 常見的非處方藥物 <ul style="list-style-type: none"><li>乙酰水楊酸（阿士匹靈）和醋氨酚（撲熱息痛）的結構和應用</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>辨認乙酰水楊酸和醋氨酚分子的官能基</li><li>認識阿士匹靈為用以減輕痛楚、消炎、退熱，以及防止心臟病發的藥物</li><li>認識撲熱息痛是為用以減輕痛楚和退熱的藥物</li></ul> |

| 學生應學習                                                                                                                                    | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>認識服用阿士匹靈和撲熱息痛的潛在副作用</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>b. 肥皂和非皂性清潔劑</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>肥皂和非皂性清潔劑的結構和性質</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>描述肥皂和非皂性清潔劑的結構</li> <li>認識清潔劑可由石油提煉出來的化學品製成</li> <li>解釋清潔劑的濕潤和乳化功能與其結構的關係</li> <li>找出肥皂和非皂性清潔劑的清洗作用與其結構的關係</li> <li>比較肥皂和非皂性清潔劑在硬水中的清洗能力</li> <li>討論使用清潔劑所引致的環境問題</li> </ul>                                                                                                                                                     |
| <p>c. 縮合聚合物</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>天然聚合物和合成聚合物</li> <li>縮合聚合</li> <li>以尼龍、聚對苯二甲酸乙二酯及脲甲醛為例說明縮合聚合物的結構、性質和用途</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>認識聚合物可分為天然聚合物和合成聚合物<br/>(註：學生不用研習天然聚合物的結構和性質的詳情。)</li> <li>利用一個或一對已知單體推斷聚合反應的類別</li> <li><u>根據已知單體寫出縮合聚合物的結構式：尼龍、聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) 及脲甲醛</u></li> <li>利用一個或一對已知單體推斷聚合物的重複單位</li> <li>利用聚合物結構式已知的部分來推斷其一個或一對單體</li> <li>使用化學反應式來描述縮合聚合<br/>(註：學生不用記誦特定聚合物的結構式。)</li> <li><u>說明加成聚合與縮合聚合的異同</u></li> <li>解釋「熱塑性塑膠」及「熱固性塑膠」</li> </ul> |

| 學生應學習 | 學生應能                                                                                                                                                                      |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 根據聚合物的結構解釋其性質</li> <li>• <u>以聚乳酸（PLA）作例，說明生物可降解塑膠的好處和壞處</u></li> <li>• 討論塑膠再循環的重要性，及實行時所碰到的困難</li> <li>• 討論使用塑膠對環境的影響</li> </ul> |

(備註：課程的延展部分以下劃線顯示。)

## 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| 副題          | 學與教活動<br>[有#號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                                                      | 重點實驗活動 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| a. 常見的非處方藥物 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 搜尋和簡報有關發現阿士匹靈及其應用的資料</li> <li>• 利用返滴定實驗分析市面出售的阿士匹靈藥片</li> <li>• 搜尋和討論關於阿士匹靈和撲熱息痛的使用和副作用的資料</li> <li>• 搜尋和簡報有關人工智能應用於藥物發現的資料</li> </ul> |        |

| 副題           | 學與教活動                                                                                                                                                                                                                    | 重點實驗活動                                                                |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|              | [有 <sup>#</sup> 號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                                                                                           |                                                                       |
| b. 肥皂和非皂性清潔劑 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 搜尋和簡報有關清潔劑發展歷史的資料</li> <li>• 利用脂肪或油製備肥皂並測試其性質</li> <li>• 設計和進行實驗比較肥皂和非皂性清潔劑的清潔能力<sup>#</sup></li> <li>• 搜尋和簡報有關使用清潔劑所引致的環境問題的資料</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行實驗清潔劑的濕潤能力和乳化功能</li> </ul> |
| c. 縮合聚合物     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 搜尋有關天然聚合物結構和性質的資料，例如：甲殼素和纖維素</li> <li>• 探究不同加成和縮合聚合物的性質，如強度和遇熱軟化的難易程度</li> <li>• 製作縮合聚合物的實物模型或電腦模型</li> <li>• 搜尋和簡報有關微塑膠的污染和對環境的影響</li> <li>• 搜尋和簡報有關人工智能應用於新材料發現的資料</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 進行實驗製備尼龍</li> </ul>          |

## 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
- 理解到物質資源有限及物質再循環的重要性
- 明白需要從其他來源取得來自石油工業的化合物
- 關注環境議題，以及就香港、國家和世界的可持續發展培養共同承擔的責任感

## 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：

- 許多日常產品，例如化妝品、個人護理產品、清潔劑和紡織品，都是建基於有機化合物及其特性。有機化學在這些消費品的配方和改良上發揮著重要作用，以提高其功能性、安全性和環境相容性。
- 合成聚合物對環境的影響，特別是有關其耐用性和生物不可降解性，引起人們更著力研究和開發更永續、可生物降解和可回收的聚合物替代品。
- 為了解決使用清潔劑引起的環境問題，製造商開發了更環保的清潔劑配方，使用可生物降解的表面活性劑，減少或消除磷酸鹽，並盡量減少使用有毒成分。消費者還可以透過選擇環保清潔劑產品和妥善處理廢水來減少對環境的影響，為環保出一分力。

## 課題十二 化學世界中的規律（9 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。學生應學習一些元素的物理性質週期性變化及個別氧化物的酸鹼性質週期關係的知識和概念。

學生亦可建立有關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範疇上應用的重要性。

| 學生應學習                                                                                                      | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>a.</b> 由 Li 至 Ar 各元素物理性質的週期變化 <ul style="list-style-type: none"><li>鍵合本質的變化</li><li>熔點和導電性的變化</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>描述週期表內第 I 族至第 0 族各元素的鍵合本質和結構</li><li>描述各元素的熔點和導電性的週期變化</li><li>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</li></ul>                                                                                                                                                                                                  |
| <b>b.</b> 由 Na 至 Cl 各元素氧化物的鍵合、計量成分和酸鹼性質                                                                    | <ul style="list-style-type: none"><li><u>描述 Na 至 Cl 各元素氧化物的鍵合本質和計量成分</u></li><li><u>描述下列氧化物在水中習性的變化：Na<sub>2</sub>O、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub> 和 Cl<sub>2</sub>O</u></li><li><u>以 Na<sub>2</sub>O、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 SO<sub>2</sub> 為例認識 Na 至 Cl 各元素氧化物的酸鹼性質的變化</u></li></ul> |

| 學生應學習                                                                                                                              | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>c. 過渡性金屬的一般性質</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 有色離子</li> <li>• 可變氧化態</li> <li>• 催化性質</li> <li>• 過渡性金屬絡合物</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 辨認過渡性金屬在週期表中的位置</li> <li>• 認識大部分過渡性金屬離子的水溶液是有色的</li> <li>• 描述一些過渡性金屬離子，如 <math>\text{Fe}^{3+}(\text{aq})</math>、<math>\text{Cr}^{3+}(\text{aq})</math>、<math>\text{Cu}^{2+}(\text{aq})</math> 的顏色</li> <li>• 說明過渡性金屬在其化合物中能存在多於一種氧化態，如 <math>\text{Fe}^{2+}</math> 和 <math>\text{Fe}^{3+}</math>；<math>\text{Mn}^{2+}</math>、<math>\text{MnO}_2</math> 和 <math>\text{MnO}_4^-</math></li> <li>• 說明過渡性金屬及其化合物均可用作催化劑</li> <li>• 說明過渡性金屬的重要性</li> <li>• <u>以 <math>[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}</math> 為例認識過渡性金屬離子與配位體形成配位共價鍵以生成絡合物</u></li> <li>• <u>描述 <math>[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}</math> 經過生成 <math>\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4</math> 然後生成 <math>[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}</math> 中配位體的交換和顏色的轉變</u><br/>(註：除了上述學習成果所提及的銅 (II) 絡合物外，學生不用記誦特定過渡金屬絡合物的分子式。)</li> </ul> |

(備註：課程的延展部分以下劃線顯示。)

## 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| 副題                               | 學與教活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 重點實驗活動                                                                    |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| a. 由 Li 至 Ar 各元素物理性質的週期變化        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 探究在同一週期內各元素的熔點和導電性的變化</li> </ul>                                                                                                                                                                                            |                                                                           |
| b. 由 Na 至 Cl 各元素氧化物的鍵合、計量成分和酸鹼性質 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 計劃及寫出鑑定未知的氧化鈉、氧化鋁、二氧化硅和五氧化磷樣本的實驗步驟</li> </ul>                                                                                                                                                                                                  |                                                                           |
| c. 過渡性金屬的一般性質                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 利用硫酸銅（II）溶液和氨溶液進行實驗探究涉及 <math>[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}</math>、<math>\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4</math> 和 <math>[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}</math> 的平衡體系</li> <li>• 探究某些寶石的成分與其外觀色彩的關係</li> <li>• 搜尋有關過渡性金屬及其化合物的重要性的資料</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 利用水合硫酸銅（II）和氨溶液製備銅絡合物</li> </ul> |

## 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
- 領悟科學證據是歸納和解釋物質的基礎
- 體會模型和學說有助解釋物質的結構和性質
- 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。例如一些過渡金屬絡合物已被開發為有效的治療藥物，包括抗癌藥物（例如鉑基化合物）、抗發炎藥物（例如金基化合物）和抗菌劑（例如銀基化合物）。
- 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。

## 課題十三 分析化學 (24 小時)

### 概述

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

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

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

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

| 學生應學習                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a. 檢測化學物種的存在</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 利用焰色試驗，測試物質中是否含有鈣、銅、鉀和鈉</li> <li>• 進行適當的測試，檢測下列物種的存在： <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 分子：氫、氧、氯、二氧化碳、水、氨、二氧化硫和氯化氫</li> <li>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</li> <li>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</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 選擇合適的工具和儀器來進行化學測試</li> <li>• 利用化學測試來收集實驗資料</li> <li>• 準確和有系統地記錄觀察</li> <li>• 建議並進行合適的化學測試，以檢測化學物種的存在</li> <li>• 以口述或書寫方式，論證某化學物種存在的結論</li> <li>• 評估進行化學測試的潛在危險</li> <li>• 設計用以分離含已知成分混合物的方案</li> </ul> |
| <p>b. 分離和提純的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 結晶法</li> <li>• 蒸餾法或分餾法</li> <li>• 液液萃取法</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 描述各種分離和提純的方法</li> <li>• 利用下列方法把物質分離和提純： <ul style="list-style-type: none"> <li>i. 結晶法</li> <li>ii. 蒸餾法或分餾法</li> </ul> </li> </ul>                                                                      |

| 學生應學習                                                                          | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>紙色層法、薄層色層法或柱色層法</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>iii. 液液萃取法</li> <li>iv. 色層法</li> <li>• 求出物質在色譜中的比移值(<math>R_f</math>)</li> <li>• 測定物質的熔點或沸點</li> <li>• 從量度物質的熔點或沸點以檢驗其純度</li> <li>• 論證分離混合物所選擇的方法是否恰當</li> </ul>                                                                                                                                                                                                    |
| <p>c. 定量分析方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>容量分析</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>進行定量分析時運用合適的儀器和工具收集數據</u></li> <li>• <u>準確和有系統地記錄觀察和數據</u></li> <li>• <u>注意並採取減低導致誤差的必要措施</u></li> <li>• <u>使用所得的數據計算，並歸納出證據為本的結論</u></li> <li>• <u>利用口述或書寫簡報觀察、數據、結果、結論和導致誤差原因</u></li> <li>• <u>論證測定物質含量時採用適當的定量分析方法</u></li> <li>• <u>評估進行定量分析的潛在危險</u><br/>(註：<br/>- 在獲提供足夠資料下，學生應能運用容量分析的概念，解決不同滴定情境的問題。<br/>- 學生不用記誦本課程先前課題未涵蓋的特定容量分析實驗步驟細節。)</li> </ul> |
| <p>d. 儀器分析方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>比色法的基本原理和應用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>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</u></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| 學生應學習                                                                                                                             | 學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>使用紅外(IR)光譜鑑定碳化合物中的官能基</li> <li>質譜儀的基本原理和應用，包括簡單的碎裂模式</li> </ul>                            | <p><u>用的基本原理</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>量度標準溶液的吸光度以繪畫校準曲線</u></li> <li><u>利用校準曲線測定溶液的濃度</u></li> <li><u>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</u></li> <li><u>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></u></li> <li><u>分析直接收集的數據，並按此作出結論</u></li> <li><u>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</u></li> <li><u>以口述及書寫方式，交流資料，並為所作的結論作辯證</u></li> </ul> |
| <p>e. 分析化學對社會的貢獻</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>食物與藥物的分析</li> <li>環境保護</li> <li>科學鑑證中化學扮演的角色</li> <li>臨床診斷</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>認識日常生活中應用現代儀器進行分析</li> <li>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、揮發性有機化合物、微細懸浮粒子（PM<sub>2.5</sub>）和二噁英）和室內空氣污染物（如甲醛和臭氧）的水平</li> <li>描述鑑證化學在提供法律證據方面的角色</li> <li>討論分析化學在診斷、治療和預防疾病的角色</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          |

(備註：課程的延展部分以下劃線顯示。)

## 建議學與教活動

教師應安排不同的學與教活動（尤其是實驗活動），幫助學生發展「學生應學習」和「學生應能」中所列出的各種知識和技能。以下是一些相關例子：

| 副題           | 學與教活動<br>[有 <sup>#</sup> 號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                                                                                      | 重點實驗活動                                                                       |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| a. 檢測化學物種的存在 | <ul style="list-style-type: none"><li>進行實驗測試樣本中某些化學物種</li><li>觀看關於定性分析的不同化學實驗技巧的影片</li><li>設計和進行實驗來鑑定一些不明白色固體，如：檸檬酸、硫酸鈉、碳酸氫鈉、氯化銨<sup>#</sup></li></ul>                                                                       |                                                                              |
| b. 分離和提純的方法  | <ul style="list-style-type: none"><li>以紙色層法、柱色層法或薄層色層法進行實驗，分析混合物</li><li>觀看有關氣相色層法和液相色層法的操作原理和應用的影片</li></ul>                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"><li>進行實驗以薄層色層法分離及鑑定一些非處方鎮痛劑的主要成分</li></ul> |
| c. 定量分析方法    | <ul style="list-style-type: none"><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（莫爾法）</li><li>設計和進行探究實驗找出零食裡的鹽含量並與包裝上食物標籤所示的鹽含量作出比較<sup>#</sup></li><li>進行實驗，求出漂白水樣本的次氯酸根離子百分比含量（w/v）<sup>#</sup></li><li>進行實驗，探究一些市面出售的「鐵藥片」</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>製備硫酸鐵（II）銨的標準溶液來標準化高錳酸鉀溶液</li></ul>    |

| 副題            | 學與教活動                                                                                                                                                                                                                 | 重點實驗活動                                                               |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|               | [有 <sup>#</sup> 號標記的活動是探究為本實驗]                                                                                                                                                                                        |                                                                      |
|               | 的含鐵量 <sup>#</sup>                                                                                                                                                                                                     |                                                                      |
|               | <ul style="list-style-type: none"> <li>進行碘量滴定實驗測定三種維生素藥片或果汁樣本中抗壞血酸的含量<sup>#</sup></li> </ul>                                                                                                                          |                                                                      |
| d. 儀器分析方法     | <ul style="list-style-type: none"> <li>以電腦模擬作輔助，研習溶液的顏色、溶液的濃度、光源的顏色，以及吸光度之間的關係</li> <li>進行實驗，運用比色計／定做的 LED 比色計／合適的手機應用程式測定不含酒精飲料中食物色素的含量<sup>#</sup></li> <li>進行實驗運用比色計／定做的 LED 比色計求出黃銅樣本中銅的含量<sup>#</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>以比色計進行實驗，求出未知溶液的濃度</li> </ul> |
| e. 分析化學對社會的貢獻 | <ul style="list-style-type: none"> <li>討論誠實地記錄和報告數據的重要性</li> <li>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和以氣相色層法－質譜法追蹤有機污染物</li> <li>利用碘昇華法鑑定指紋</li> <li>搜尋和簡報在科學鑑證上應用化學方法的資料</li> </ul>                                 |                                                                      |

## 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
- 關注化學對社會、經濟、工業、環境和科技所帶來的影響
- 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酞及抗壞血酸，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。

## 課題十四 化學的科學探究（20 小時）

### 概述

本課題旨在為學生提供實踐科學方法的學習經歷，並幫助他們掌握科學探究的基礎技能。為達至這目標，部分課時已預留給本課題，學生應在研習化學課程期間以探究為本的模式進行實驗／探究活動。透過不同的探究為本實驗活動的學習歷程，學生應能加強對科學方法的理解及發展進行化學探究活動所需的各種技能。

### 學習目標

透過在研習化學課程的期間進行多個探究為本實驗／探究活動，學生應能建立下列的知識、技能，以及價值觀和態度：

### 知識和技能

學生應能：

- 了解科學知識和理論是透過觀察、設立假設、收集證據、探究和建構解釋所發展的；
- 當遇到與化學相關的問題時，找出、釐清和界定需探究的問題；
- 為化學的探究為本實驗／探究活動設計和寫出實驗步驟；
- 找出和分辨在實驗中的因變量、自變量和控制變量；
- 進行公平測試以獲得有效的數據；
- 為化學的探究為本實驗／探究活動進行風險評估；
- 提供建議以改善化學的探究為本實驗／探究活動的效度和信度；
- 按照所設計的實驗步驟進行化學的探究為本實驗／探究活動，並在有需要時改良實驗步驟；
- 使用合適的報告形式，表達化學的探究為本實驗／探究活動的數據和結果；
- 選定並應用相關的化學及數學知識和概念來分析實驗數據，並作出有意義的結論；及
- 根據探究的過程及所收集的數據和資料，評鑑所作結論的效度。

## 價值觀和態度

學生應能：

- 重視公平測試和實驗的重要；
- 重視在科學探究中準確和精確地收集數據的需要；
- 瞭解謹慎的實驗技巧和精確的計算對獲取準確結果的重要性；
- 接受實驗中的不確定性；
- 尊重其他人不同的觀點及以證據為本的結論；
- 欣賞為問題建立可行方案所需的創意和堅持；及
- 瞭解解決現實問題的方法往往需要將科學知識結合不同範疇（如數學和科技）的知識。

## **實行**

課程中不同的課題均有建議探究為本實驗活動。教師可選擇和安排這些實驗活動，讓學生學習與科學探究相關的重點學習元素。重點學習元素包括：

- 找出需要探究的問題和作出推測
- 進行實驗的風險評估
- 計劃並寫出實驗步驟
- 進行探究實驗以收集有效和可靠的數據
- 進行數據分析和表達實驗結果
- 討論實驗結果和結論的效度
- 建議方法以改善實驗的可行性、效度和（或）信度

教師可彈性運用 20 小時的課時於整個課程期間安排數個實驗活動，以助學生學習上述與科學探究相關的學習元素。例如：在特定課題的探究為本實驗中，學生需要自行進行實驗風險評估和設計實驗步驟，但後續的實驗內容如數據分析、討論實驗結果的效度和信度的引導問題等，則可由教師提供並詳細指導。在另一個探究為本實驗，教師可以預先把實驗步驟提供給學生，而學生則需要自行進行數據分析並設計最佳的形式來表達實驗結果。對於學習能力較強的學生，教師可以考慮為他們安排較完整並包括上列全部重點學習元素的探究實驗。探究為本實驗／探究活動可與單一課題相關（即課題為本的實驗活動），亦可與課程中多個課題相關（即跨課題性質的實驗活動）。以下是課程中一些建議的探究為本實驗活動：

- 從植物材料中萃取有用的物質並測試它們能否用作酸鹼滴定實驗指示劑
- 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
- 設計和進行實驗來探究零食中的鹽含量並與該食品標籤的資料作出比較
- 進行實驗並運用比色計、定做的 LED 比色計或合適的流動裝置應用程式測定不含酒精飲料中食物色素的含量
- 探究一些市面出售的「鐵片劑」的含鐵量
- 分析柑橘類水果中的三種維生素含量
- 設計和進行電鍍實驗

教師應考慮課堂時間的分配及學生進行實驗活動的經驗和技能，然後決定和計劃給予學生多少支援和指導，方能讓學生完成指定的探究為本實驗／探究活動。例如，教師可以採用引導式探究模式，提供探究的可行實驗方法予學生參考，並引導他們設計、規劃和寫出實驗步驟。除此之外，教師亦可引導學生使用既定的實驗步驟進行探究活動，但要求學生自行決定合適的數據展示方式（如以表格和圖表方式）及分析數據。即使在探究為本實驗／探究活動中教師已提供所有關於實驗步驟和數據分析的指導，學生仍可討論結果的效度並提出如何改善該探究實驗。對於學習能力較強的學生，且有充裕的課堂時間，教師可以考慮採用開放式探究模式，安排學生自行進行整個探究活動。

在科學探究中，清晰準確地表達探究結果是一項重要的技能。因此，在整個課程期間，包括但不限於學生在進行化學的探究為本實驗／探究活動時，教師應為學生提供充足的機會練習撰寫實驗報告。

## 評估

因應某一探究為本實驗／探究活動中學生所學習的科學探究重點學習元素，教師可參考以下其中一項或多項的評核準則對學生的作業提供回饋：

- 探究計劃和（或）自行設計的實驗步驟的可行性
- 對相關的化學概念的理解及有關安全的關注

- 操作技能和一般實驗室技巧
- 合適的實驗風險評估
- 以合適步驟收集數據和處理可能出現的實驗誤差
- 對親自進行探究所得數據的分析和闡釋能力
- 對探究過程及其結果的效度及信度的評估能力
- 有效地表達實驗步驟、數據和（或）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恰當
- 對探究所持的態度

教師可自行決定使用多樣評核方法，如觀察、提問、口頭簡報和批改書面習作（包括探究的計劃書和報告）。

## 第三章 評核架構

### 3.1 評核目標

化學科的評核目標為測驗考生以下的能力：

1. 了解化學知識、事實、規律、原理、辭彙和規則；
2. 在熟悉和不熟悉情境中應用化學知識、原理和概念；
3. 了解在進行實驗時，使用不同儀器和物料的目的；
4. 處理物料、操作儀器、安全地進行實驗和作準確的觀察；
5. 了解在科學探究中所用的方法；
6. 分析及詮釋以不同形式（包括表格、坐標圖及示意圖）表達的數據；
7. 處理及轉譯化學數據，並作出有關的計算；
8. 從適當的來源（包括實驗）選擇及組織科學資料，對其作出描述、分析和評價，並得出適當結論；
9. 了解化學在日常生活中的應用及對現今世界的貢獻；
10. 認識化學在倫理、道德、社會、經濟、環境和科技上的影響；及
11. 根據科學證據和論點作出建議、決定及判斷。

### 3.2 評核設計

#### 3.2.1 評核模式

化學科的公開評核由公開考試和校本評核兩部分組成，概略見於下表：

| 組成部分 |           | 比重  | 時間      |
|------|-----------|-----|---------|
| 公開考試 | 試卷一 傳統題   | 56% | 兩小時十五分鐘 |
|      | 試卷二 多項選擇題 | 24% | 一小時     |
| 校本評核 |           | 20% | ——      |

#### 3.2.2 公開考試

試卷一由傳統題組成，包括短題目、結構題和論述題，試題涵蓋課程內核心和延展這兩部分，佔本科分數 56%。考生須回答試卷一的全部試題。

試卷二由多項選擇題組成，試題涵蓋課程內核心和延展這兩部分，佔本科分數 24%。考生須回答試卷二的全部試題。

涵蓋延展部分的試題將不會超過筆試分數的 30%。

### 3.2.3 校本評核

所有學校考生必須參加校本評核。校內教師會評核考生在中五和中六期間，於實驗作業所涉及的一系列技巧的表現。考生須進行指定數目的實驗作業，可包括進行實驗、報告和演繹實驗結果等。此類作業應與課程內容結合，並在正常的學與教循環中完成。此外，考生亦可運用所懂得的化學知識設計和進行以探究為本的實驗。通過這些探究實驗，考生可發展他們的共通能力、實驗技能、過程技能和報告技能等，教師亦可從中評核考生有關的能力。

下表總結校本評核於中五和中六兩年的最少評核數目，以及於本科內的比重：

|    | 最少評核數目* | 本科內比重 |
|----|---------|-------|
| 中五 | 2       | 20%   |
| 中六 | 2       |       |

\* 在中五和中六兩年內，須最少為容量分析(VA)評核一次、為定性分析(QA)評核一次，以及為其他實驗(EXPT)評核兩次。

\* 可進行探究為本實驗以替代其他實驗(EXPT)。在這情況下，須為「建議」及／或「報告」進行評核。這些評核可滿足對其他實驗(EXPT)的最低要求。

考生須妥善保存他們所有校本評核的工作紀錄，作為監察和證明之用，直至香港中學文憑考試成績公布為止。

自修生不須參加校本評核。他們本科的成績全部以公開考試成績計算。

有關校本評核的詳細要求、規則、評核準則、指引和評核方法等，已刊於香港考試及評核局編訂的香港中學文憑考試化學科校本評核教師手冊內。

## 數字教育工具和人工智能於化學科學與教及評估的應用

數字教育工具和人工智能（AI）為化學科的學與教提供有力支援，並促進教學創新。透過適當運用數字教育工具及人工智能輔助教學，教師可更有效地設計具互動性的學習活動，更深入了解學生的學習進度及需要，並透過多元化的教學策略提升教學效能。

在化學科的學與教中，教師可善用 AI 技術，例如生成式人工智能、個性化學習平台及學習分析工具，設計更貼合學生學習需要的學習活動與評估任務。AI 能協助教師分析學生的學習表現，識別常見的錯誤觀念和學習難點，亦就調整學與教資源提供反饋或建議，從而促進學生的化學學習成效。

在教師適當引導、學生具備基本數字技能的前提下，人工智能輔助的學習任務亦能促進有效的自主學習。這些學習經歷有助提升學生的學習動機和自我反思能力，同時強化他們獲取知識與理解概念的能力。

教師可適當地運用 AI 和數字教育工具，包括模擬程式、動畫、三維分子影像展示和數據分析工具，協助學生深入理解抽象的化學概念，尤其是涉及次微觀粒子模型、符號表示及定量關係的內容。線上學習平台與人工智能輔助工具亦可為學生提供多元化的學習經歷和適時反饋，從而促進自主學習，並提升整體學習成效。

以下展示數字教育工具應用的一些例子，供教師參考：

| 數字教育工具    | 教學應用                                                                                                                                                      |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 數據記錄器和傳感器 | <ul style="list-style-type: none"> <li>促進實驗中的實時數據收集和即時圖表呈現。</li> <li>學生可設計實驗、迅速觀察趨勢，並專注於數據詮釋、檢討和討論，而不需手動繪製圖表，藉此支援科學探究。</li> </ul>                         |
| 流動裝置      | <ul style="list-style-type: none"> <li>學生可使用流動應用程式進行實驗（例如：測定有氣飲料中食用色素的含量）。</li> <li>讓學生拍攝化學反應的影片，並進行定性或定量分析。</li> </ul>                                   |
| 電腦模擬程式    | <ul style="list-style-type: none"> <li>讓學生在虛擬環境中直接觀察並操作抽象或次微觀的實體和過程（例如：分子形狀、分子間作用力、化學平衡和反應速率）。</li> <li>透過互動式模擬實驗，學生可自主調控變量，並建立化學概念與實驗現象之間的關聯。</li> </ul> |

| 數字教育工具       | 教學應用                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | <ul style="list-style-type: none"> <li>透過探究式探索協助釐清錯誤觀念，促進概念理解。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                             |
| 多媒體資源（動畫和影片） | <ul style="list-style-type: none"> <li>動畫和影片幫助學生將抽象概念及平時難以接觸的工業或實驗室流程視覺化。</li> <li>激發學生的興趣、支援概念理解，並容許重複觀察實驗技巧與現象。</li> </ul>                                                                                                                                                                          |
| 線上學習與評估平台    | <ul style="list-style-type: none"> <li>提供線上化學講座、閱讀活動、實驗和數據分析的互動學習資源，以及具備即時反饋功能的線上評估。</li> <li>支援進展性評估，幫助教師識別學生的學習困難，並促進課堂外的自主學習與協作學習。</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| 人工智能         | <ul style="list-style-type: none"> <li>透過分析學生答題內容，識別其錯誤觀念、學習困難和特定課題的難點，支援診斷性和進展性評估。</li> <li>提供適應性學習任務和練習（例如：化學符號與化學式、方程式配平、摩爾計算及有機化合物命名），促進技能和概念的循序漸進發展。</li> <li>透過可視化與模擬方式，協助學生理解抽象和次微觀概念（例如：分子結構、化學平衡和結構與性質的關係），強化學習成效。</li> <li>協助教師設計符合課程標準、並貼合學生需要的學習與評估材料，從而為實驗、課堂討論及深化概念理解騰出教學空間。</li> </ul> |

以下表格展示不同數字教育工具如何靈活互補，支援課堂設計、學習活動及評估，協助教師根據化學學習活動的具體目的，識別並選取合適的工具。

| 學習活動目的       | 數據記錄器和傳感器 | 流動裝置 | 電腦模擬程式 | 多媒體資源（動畫和影片） | 線上學習與評估平台 | 人工智能 |
|--------------|-----------|------|--------|--------------|-----------|------|
| 抽象概念的可視化與模擬  |           |      | ✓      | ✓            |           | ✓    |
| 探究為本的探索與概念理解 |           | ✓    | ✓      | ✓            |           | ✓    |
| 實驗與數據處理      | ✓         | ✓    |        | ✓            | ✓         | ✓    |

| 學習活動目的            | 數據記錄器和傳感器 | 流動裝置 | 電腦模擬程式 | 多媒體資源（動畫和影片） | 線上學習與評估平台 | 人工智能 |
|-------------------|-----------|------|--------|--------------|-----------|------|
| 線上閱讀、練習與測驗，以及自主學習 |           |      |        | ✓            | ✓         | ✓    |
| 促進學習的評估與反饋        |           |      |        |              | ✓         | ✓    |

### 於化學科運用人工智能（AI）教學之考量

當應用 AI（包括生成式人工智能 GenAI）支援學習與教學時，教師應在 AI 輔助學習、動手實踐的科學探究，以及其他教師引導的學習活動之間，保持適當平衡。教師需就運用 AI 的適切性作出專業判斷，並確保自身持續擔當學習促進者的角色。學生應獲提供充足機會參與真實學習體驗，包括於實驗室進行實驗、科學探究、對社會性科學議題的反思討論，以及科學推理，以深化概念理解並發展科學探究技能。

教師如運用 GenAI 輔助設計教學材料，應清楚標示該內容由 GenAI 生成，並避免將其用於違反學術誠信之用途。教師在使用前應核實 AI 生成內容的真實性、準確性和一致性。當以 AI 工具支援評估或反饋時，教師應進行人手審核與調適，以確保評估質素並維護學術誠信。

教師亦應培養學生具備道德及負責任使用 AI 的意識，包括認識其局限性和潛在誤差。教師應引導學生批判性地評估 AI 生成內容，並透過權威來源核實資訊，將 AI 視為輔助工具，而非取代科學推理。

### 於化學課堂運用人工智能（AI）的教學設置

教師在規劃化學課堂時，應明確訂定學習目標，並思考如何運用 AI 輔助學生進行相關的科學活動，例如將化學概念應用於新情境、分析與詮釋實驗數據，以及建構與評鑑解釋。

規劃涉及 AI 的化學課堂時，教師應考慮以下要點：

- 預期的學習目標與學習成果；
- AI 如何支援（而非取代）學生對概念的理解與科學探究；

- 為學生使用 AI 工具提供合適的支援和引導；
- 促進知識鞏固與知識遷移的學習策略；以及
- 數字學習體驗與其他教師引導的學習活動（包括實驗室實驗、科學探究、社會性科學議題的反思討論，以及科學推理）之間的平衡。

### 運用數字教育工具和人工智能設計課堂的示例

AI 工具可以協助將化學中抽象的微觀世界視覺化。透過精心設計的學與教活動，教師可創造機會，讓學生透過主動式、建構式及互動式學習，將宏觀性質與次微觀層面的原子、離子和分子間的相互作用聯繫起來。在設計 AI 輔助活動時，教師應聚焦於引導學生運用相關的前備知識，並將所獲取的理解遷移到新情境，同時批判性地評鑑 AI 生成的資訊。

#### 課題：課題四 微觀世界 II

學習成果：

- 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  $\text{BF}_3$ 、 $\text{PCl}_5$  和  $\text{SF}_6$ ）

| 學習活動                                                                                                    | 數字教育工具／AI 的應用          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1. 教師首先引導學生預測並手繪選定分子（如 $\text{HCHO}$ 、 $\text{SO}_2$ 和 $\text{PH}_3$ ）的結構式（包括孤對電子）和三維形狀，並根據電子對排斥理論加以解釋。 | 不涉及 AI                 |
| 2. 透過教師提問和同儕討論，學生擴展他們的推理，以判斷分子極性，並將結構與性質聯繫起來。                                                           | 不涉及 AI                 |
| 3. 學生隨後將手繪作品和解釋上傳 GenAI 工具。在教師設定的明確限制下，AI 僅被允許識別可能的錯誤類型並建議檢查步驟，而不提供最終答案。                                | 使用 GenAI 對學生的答案提供個人化反饋 |
| 4. 學生使用獲授權的模擬工具（如 PhET）核實 AI 的反饋，與同儕討論後據此修改作品，並將原始版本和修改版本一併提交予教師，作為學習進程的證據。                             | 使用其他數字學習工具輔助學習         |

- 作為延伸，學生應用相同的 AI 輔助方法，透過聯繫分子形狀、極性和分子間作用力，解釋如  $\text{BF}_3$ 、 $\text{SF}_6$  和  $\text{H}_2\text{O}$  等分子的沸點趨勢。經由同儕討論與反思，學生深化對次微觀模型的理解，並加強科學推理能力。

## 高中科學科目學習的聯繫

在生物（中四至中六）、化學（中四至中六）及物理（中四至中六）課程的學與教過程中，學生將接觸到在各科學科目之間相互關聯的科學探究技能與學科內容。這些共通的學習元素，是培育學生科學素養的關鍵。儘管高中階段三個科學領域為獨立選修科目，但它們均建基於共通的科學原理與探究模式，選修兩科或三科科學科目的學生，可透過知識與技能的遷移，互相強化學習成效。

為加強生物、化學和物理學習的連貫性和深度，本節明確標示各課程中共通的科學探究技能與內容。教師可據此採用整合式教學，不僅能深化學生的共通科學技能，亦能在科學實踐過程中提升他們對科學本質的理解。尤其化學教師不應僅專注於教授化學學科內的專門知識，亦應同時主動強化科學科目共通的科學能力，讓學生將初中科學所學的科學技能延伸至高中的進階學習，並讓他們具備在科學和現實生活情境中進行實證探究、批判性評估數據和作出明智決策的能力。

### 生物（中四至中六）、化學（中四至中六）及物理（中四至中六）課程共通的科學探究技能

實驗探究、數據處理與科學推理技能，是高中生物、化學及物理科的基礎，亦貫穿整個科學教育學習領域。這些技能在初中科學（中一至中三）課程中逐步建立，讓學生能提出可靠的實驗證據、進行定性和定量的數據分析、評估實驗的局限性，並據此作出有效且有實證支持的結論。

透過各高中科學科目的課程及評估指引所建議的實驗活動，學生得以體驗系統化、以證據為本的科學探究過程。三門科學學科對科學探究的共同重視，不僅鞏固核心科學能力，亦強化批判性思考、解決問題和協作等可遷移技能，並培養正面的價值觀和態度，包括處理數據的誠信、對安全的承擔，以及對科學實踐中倫理議題的關注。

#### 1. 實驗探究技能

透過進行各科的課程與評核指引所建議的實驗活動—由結構化實驗、探究式實驗，以至開放式探究研習—學生能以系統化及反思的方式，積極參與科學探究的核心過程，包括觀察、提出假設、設計實驗、收集數據、解釋數據及得出結論。參與生物、化學及物理科的實驗活動，有助學生深化對學科知識的理解，同時體會跨學科實驗背後的共通科學原理，例如：科學知識雖具暫定性，但亦建基於實證；有效性與可靠性的重要性；以及創意與

毅力在促進知識理解中所發揮的作用。

以下是三科共通的**實驗探究技能**，並列明其從初中階段開始的明確進階。

### E1 規劃及設計探究

### E2 風險評估及實驗室安全實踐

### E3 選擇及操作儀器與物料

### E4 控制變量及確保實驗可靠性

### E5 準確與精密的測量及觀察

### E6 數據收集及記錄

### E7 評估及改進實驗

### E1 規劃及設計探究

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                                                                         | 與科學（中一至中三）課程的銜接                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>根據觀察或相關的前備科學知識，擬定可測試的假設或研究問題</li> <li>確定要研究的問題並作出預測</li> <li>選擇合適的方法並論證實驗方案</li> <li>辨識自變量、因變量和控制變量</li> <li>設計邏輯上合理且可行的步驟，以回應研究問題</li> <li>規劃並撰寫實驗步驟</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 根據所觀察的現象擬定假說</li> <li>✓ 辨識自變量、因變量和控制變量</li> <li>✓ 從不同的實驗設計進行選擇或改良科學探究方法</li> </ul> |

### E2 風險評估及實驗室安全實踐

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                                                                               | 與科學（中一至中三）課程的銜接                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>為實驗／科學探究進行風險評估</li> <li>實施適當的安全措施（例如：使用個人防護裝備、正確處理化學品、高壓電設備或生物樣本）</li> <li>展現負責任的實驗室操作，包括妥善處理廢棄物、遵守安全規則（例如：時刻留意熱源），以及採取合適的應急程序</li> <li>安全地進行探究，以收集有效且可靠的數據</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 恰當地及安全地使用儀器</li> </ul> |

**E3 選擇及操作儀器與物料**

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                 | 與科學（中一至中三）課程的銜接 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>根據探究所需的精確度、規模和性質選擇合適的儀器和物料</li> <li>正確且熟練地使用儀器和物料</li> <li>有效處理物料以減少浪費並確保實驗可行</li> </ul> | ✓ 恰當地及安全地使用儀器   |

**E4 控制變量及確保實驗可靠性**

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                                     | 與科學（中一至中三）課程的銜接                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>設計對照實驗以探究變量間的關係（相關性或因果關係）</li> <li>識別潛在的干擾因素並將其影響降至最低</li> <li>透過重複試驗和取平均值來減少隨機誤差的影響</li> <li>評估可靠性並提出改進建議以優化實驗設計</li> </ul> | ✓ 設定對照實驗以減低干擾因素對辨識因果關係的影響<br>✓ 辨識自變量、因變量和控制變量 |

**E5 準確與精密的測量及觀察**

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                               | 與科學（中一至中三）課程的銜接                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>正確使用測量儀器並按適當精確度讀取刻度</li> <li>區分準確度與精密度</li> <li>進行仔細的定性觀察（如顏色變化、沉澱物形成、行為反應、非預期的現象）</li> <li>評論科學量度中的準確度與精密度</li> </ul> | ✓ 進行定性觀察與定量量度<br>✓ 評論科學量度中的準確度與精密度 |

**E6 數據收集及記錄**

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                                                       | 與科學（中一至中三）課程的銜接                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>收集充足且相關的數據以解決探究問題</li> <li>使用適當的單位和有效數字記錄測量值</li> <li>於表格或結構化格式中系統性記錄原始數據</li> <li>在合適情況下進行初步數據處理（如取平均值或單位換算）</li> <li>清晰呈現數據以便後續分析</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 進行定性觀察與定量量度</li> <li>✓ 運用表格和圖像作數據分析</li> </ul> |

**E7 評估及改進實驗**

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                     | 與科學（中一至中三）課程的銜接                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>評估實驗的可行性、有效性和可靠性</li> <li>提出改善實驗可行性、有效性及／或可靠性的方法</li> <li>識別實驗中的限制和誤差來源</li> <li>為未來研究提出改進建議或替代方案</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 從不同的實驗設計進行選擇或改良科學探究方法</li> </ul> |

**2. 數據處理技能**

收集實驗數據後，學生須處理和分析數據，以得出有效結論，支持或反駁所設定的假說。這些基本知識與技能已於科學科（中一至中三）課程中建立。在高中階段，學生將在生物、化學及物理科目中，透過更嚴謹的數學要求與深化的概念，進一步強化並應用相關技能。

以下是三個科目共通的**數據處理技能**，並列明其從初中階段開始的明確進階。

D1 國際單位制和單位詞頭的使用及單位的推導

D2 有效數字與測量誤差的處理

D3 以圖表表達關係與函數

D4 數據分析與詮釋

**D1 國際單位制和單位詞頭的使用及單位的推導**

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                                  | 與科學（中一至中三）課程的銜接             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>在表達物理、化學及生物數據時正確使用 SI 單位</li> <li>準確進行單位換算，包括使用詞頭和科學記數法</li> <li>在適當情況下從基本 SI 單位推導及解釋複合單位</li> <li>以適當的數量級表示量值</li> </ul> | ✓ 運用科學記數法、有效數字和比，以表達和比較科學數據 |

**D2 有效數字與測量誤差的處理**

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                                                  | 與科學（中一至中三）課程的銜接             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>根據所使用的測量儀器，以適當的精確度記錄測量值</li> <li>使用適當的有效數字位數表達計算結果</li> <li>區分準確度與精確度</li> <li>透過重複測量和取平均值減少隨機誤差的影響</li> <li>識別異常結果並評估其對可靠性的影響</li> </ul> | ✓ 運用科學記數法、有效數字和比，以表達和比較科學數據 |

**D3 以圖表表達關係與函數**

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                                                                             | 與科學（中一至中三）課程的銜接 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>根據自變量和因變量的性質，為選取適當的變量作為 x 軸和 y 軸</li> <li>選擇合適的刻度和單位、坐標軸標籤和圖表標題，以清晰準確地呈現圖像</li> <li>準確繪製數據（手繪和／或使用數碼工具），構建合適的折線圖、散點圖或其他適當類型的圖表</li> <li>識別並以圖像方式表達常見的數學關係</li> </ul> | ✓ 運用表格和圖像作數據分析  |

**D4 數據分析與詮釋**

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                                                                                        | 與科學（中一至中三）課程的銜接                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>進行數據分析以識別所收集數據中的模式、趨勢或關係</li> <li>從圖表數據中繪出合適的最佳擬合線或曲線，並以此解讀趨勢、內插／外推數值，或確定斜率／截距</li> <li>解讀圖表以識別數據中的模式、關係、異常或限制</li> <li>將圖表及數值結果與相關科學原理聯繫起來</li> <li>評估數據的局限性並提出改進建議</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 運用表格和圖像作數據分析</li> <li>✓ 找出異常值和處理重複量度所得數據，以評估所涉及的不確定性</li> </ul> |

**3. 科學推理技能**

科學推理技能以演繹、歸納和溯因推理為基礎過程，這些能力可應用於科學模型與論證的建構、評鑑及修訂。透過此類推理，學生能解讀實驗證據，構建連貫的科學解釋，並批判性評鑑論說和模型。這些高階認知技能從初中科學（中一至中三）課程逐步發展，是科學教育學習領域所強調的科學素養核心。在高中生物、化學及物理課程中，學生運用科學推理分析實驗數據、評鑑結論的有效性、將概念應用於新情境，並以實證為基礎審視科學、科技、社會與環境相關的議題。

以下是三個科目共通的**科學推理技能**，並列明其從初中階段開始的明確進階。

R1 科學推理：演繹、歸納與溯因

R2 推理的應用：科學建模與論證

**R1 科學推理：演繹、歸納與溯因**

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 與科學（中一至中三）課程的銜接                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>從觀察、實驗數據或科學數據中作出合符邏輯的推論</li> <li>檢視證據並運用邏輯推理，以得出有效結論</li> <li>當結果涉及不確定性或概率時作出明智的判斷</li> <li>運用歸納推理，從特定觀察或數據概括出更廣泛的趨勢、模式、結論或模型</li> <li>運用演繹推理，根據普遍觀察或數據，以及既定規律、原理、理論、模型或趨勢預測特定結果</li> <li>運用溯因推理，在存在多種可能詮釋時，推斷最符合現有證據的合理解釋</li> <li>認識歸納、演繹與溯因推理在科學探究中各自的適用情境、優點與限制</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 以特定數據歸納普遍趨勢、結論或模型</li> <li>✓ 以普遍觀察、趨勢或模型推論特定結果</li> <li>✓ 為所觀察的現象推斷最佳可能解釋</li> <li>✓ 以現象發生的概率作出明智的判斷</li> </ul> |

**R2 推理的應用：科學建模與論證**

| 修讀生物、化學或物理的學生應能                                                                                                                                                                                                                                                      | 與科學（中一至中三）課程的銜接                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>在熟悉或新穎的情境中，應用適當的科學模型以解釋現象、詮釋數據及預測結果</li> <li>評鑑科學模型的優點、局限性、假設及其暫定性質</li> <li>建構並陳述以實驗證據、邏輯推理及相關科學原理為基礎的合理科學論點</li> <li>參與科學論證，系統地分析、解釋、評論或辯護自然現象的科學解釋</li> <li>將新概念或證據融入現有知識架構，並批判性應用於新情境</li> <li>體會科學知識的演進本質，即模型</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 以特定數據歸納普遍趨勢、結論或模型</li> <li>✓ 以普遍觀察、趨勢或模型推論特定結果</li> <li>✓ 為所觀察的現象推斷最佳可能解釋</li> <li>✓ 以現象發生的概率作出明智的判斷</li> </ul> |

|                |  |
|----------------|--|
| 與解釋會隨證據累積而不斷修訂 |  |
|----------------|--|

### 生物（中四至中六）、化學（中四至中六）及物理（中四至中六）課程的相關學科內容

在高中階段，生物、化學和物理雖為獨立選修科目，卻有許多共通的基本概念和原理。同時修讀兩至三門科學科目的學生，能更全面、連貫地掌握科學的統一性，並在學習上獲得顯著優勢。學生透過不同學科的視角探索共通概念（如物質、能量，以及貫穿次原子至宇宙尺度的相互作用），可深化其跨學科理解，並於新穎或真實生活情境中靈活運用知識。例如，理解物理學的能量守恒，有助詮釋化學中的焓變與生物生態系統的能量流動，從而促進可遷移的深度概念理解。

此外，修讀多個科學科目亦有助促進學生熟練掌握科學共通語言與規範。學生將更擅長運用精確的科學術語（例如：摩爾、電勢差、活化能）、符號表達（例如：方程式、圖表、結構式），以及定量工具（例如：有效數字、單位換算、誤差估算）。此類共通表達方式可減少學科間隔閡，促進科學意念交流，並強化整體科學素養。

明確建立跨學科聯繫，有助學生建構更整合、連貫的科學理解。具體而言，修讀兩至三門科學科目的學生常發現：一科所學概念，往往能為另一科現象提供解釋框架，從而深化理解並促進知識遷移。

下表提供生物、化學及物理課程相關內容示例，說明能量轉化、物質結構、粒子間相互作用、輻射，以及結構與功能之間的關係等核心概念，如何於不同學科情境中發展及應用。

生物、化學及物理科相關學科內容示例：

| 化學科               | 物理科                       | 生物科                            |
|-------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 化學反應中的焓變          | 溫度、熱與內能；熱傳遞過程；物態改變；能量守恒定律 | 生態系統中的能量流動；細胞呼吸與光合作用的能量轉化；體溫調節 |
| 摩爾概念；亞佛加德羅定律；摩爾體積 | 氣體定律                      | 人體與植物的氣體交換                     |

| 化學科            | 物理科            | 生物科                        |
|----------------|----------------|----------------------------|
| 反應速率           | 分子運動論          | 影響酶反應速率的因素；跨細胞膜的擴散與滲透      |
| 紅外光譜法與比色法      | 電磁波譜；強度        | 光照強度對光合作用的影響；光合色素的吸光       |
| 化學電池；電解        | 電路             | 神經衝動的傳導                    |
| 鍵的極性；分子間引力     | 靜電學；標量與矢量      | 酶與底物的結合；水的特性               |
| 原子結構；次原子粒子；同位素 | 原子模型；放射性衰變；同位素 | 生物分子的結構與化學鍵（如 DNA 核苷酸、蛋白質） |
| 化石燃料與碳化合物      | 能源             | 生態系統中的資源利用                 |

### 生物科（中四至中六）、化學科（中四至中六）及物理科（中四至中六）課程所需的數學技能

由於生物、化學及物理科在數學技能上多有共通或密切關聯，學生於高中階段學習這些科目時，具備扎實的數學基礎尤為重要。相關的數學技能包括代數運算與公式應用、數據處理與圖表分析，以及幾何與三角學的運用。以下表格列出三科相關的數學技能範例，以供參考：

| 數學技能      | 在科學科目應用的例子                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 方程式與函數的運算 | <p><b>生物科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>應用與顯微鏡學相關的公式（例如：放大率 = 圖像大小 / 實際大小）</li> </ul> <p><b>化學科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>解代數方程式（例如：<br/>反應速率 = <math>k[\text{反應物 1}]^x[\text{反應物 2}]^y</math>）</li> <li>進行涉及對數的計算（例如：<br/><math>\text{pH} = -\log[H^+]</math>、阿列紐斯方程）</li> </ul> <p><b>物理科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>推導並應用方程式解決力學、電磁學及量子物理等課題的問題</li> </ul> |

| 數學技能            | 在科學科目應用的例子                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 數據處理與單位使用       | <p><b>生物科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計算細胞內結構大小時公制單位間轉換（例如：毫米轉微米）</li> <li>量化環境條件時選用適當的測量單位</li> </ul> <p><b>化學科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>以合適單位表達物理量（例如：分子量、濃度），並明白單位間如何轉換</li> <li>計算平均滴定值</li> </ul> <p><b>物理科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>透過單位轉換與使用國際單位制（SI）單位進行量綱分析</li> <li>在實驗測量中應用數量級與有效數字的概念</li> </ul> |
| 比率、分數與百分數的運用與轉換 | <p><b>生物科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計算百分數以確定營養級間能量轉移的效率</li> </ul> <p><b>化學科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>利用質量組成及摩爾質量求出實驗式和分子式</li> </ul> <p><b>物理科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計算變壓器、電器及機械的效率</li> </ul>                                                                                                         |
| 圖表的繪製與闡釋        | <p><b>生物科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>繪製圖表以確定生物組織的物理性質</li> <li>解讀曲線以推斷生理變化隨時間或距離的趨勢</li> </ul> <p><b>化學科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>求出化學反應的活化能</li> <li>由實驗結果計算焓變</li> </ul> <p><b>物理科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>繪製並分析物理定律的圖表</li> <li>解讀斜率與截距的物理意義</li> </ul>                                                 |
| 幾何與三角學的應用       | <p><b>生物科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>明白生物分子的三維結構</li> </ul> <p><b>化學科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>推測及繪製立體圖以表示分子形狀</li> </ul> <p><b>物理科</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>應用向量加法求合力，並分解向量為分量（例如：加速度、力）</li> </ul>                                                                                                        |

| 數學技能 | 在科學科目應用的例子                                                                     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>於力學（例如：功）、電磁學（例如：磁力）中應用點積與叉積</li> </ul> |

修讀兩科或三科科學科目的學生，可透過強化這些共通的數學技能，深化概念理解，並更流暢地運用數學解決科學問題。若學生同時修讀數學延伸部分（單元一或單元二），此優勢更為明顯，因延伸數學的研習能有助深入掌握高階科學課題。例如，單元一或單元二的微積分知識，可協助學生更透徹理解物理運動學中「變化率」的含義，以及「曲線下方面積」與物理量之間的關係。此種協同效應不僅支援三科學習，更能拓展學習深度。

### 化學課程內容建議更新摘要

| 更新方向                                          | 課程內容的建議修訂                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 理據                                                                                         |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 完 善 與 初 中 科 學 的 縱 向 銜 接                       | 刪除課題「地球」，其學習內容已納入更新科學（中一至中三）課程第 13 單元「我們的地球」。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>增潤科學（中一至中三）課程中的化學相關學習元素，完善初中與高中學習階段之間的銜接</li> </ul> |
| 整 合 必 修 部 分 及 選 修 部 分                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>「工業化學」中的速率方程、活化能和催化劑納入「反應速率」（見第 57-58 頁）</li> <li>「工業化學」中的氯鹼工業過程納入「氧化還原反應、化學電池和電解」（見第 41 頁）</li> <li>「工業化學」中的生產氨的哈伯法及綠色化學的原理與應用納入「化學平衡」（見第 64 頁）</li> <li>「物料化學」中的縮合聚合反應納入「重要的有機合成產物」（見第 77-78 頁）</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>協助教師以更連貫的方式整合相關課題的教學，以減少教學內容重疊，從而釋放部分課時</li> </ul>  |
| 刪 減 和 微 調 選 定 內 容，以 及 重 新 編 排 課 題 及 副 題 的 次 序 | 刪減以下副題／學習成果： <ul style="list-style-type: none"> <li>化石燃料和碳化合物               <ul style="list-style-type: none"> <li>利用適當的圖象或反應式描述甲烷與氯的單取代反應所涉及的各步驟</li> </ul> </li> <li>碳化合物的化學               <ul style="list-style-type: none"> <li>N-取代酰胺的水解</li> </ul> </li> <li>工業化學               <ul style="list-style-type: none"> <li>甲烷轉化為甲醇</li> </ul> </li> <li>物料化學               <ul style="list-style-type: none"> <li>纖維素及甲殼素的結構和性質</li> <li>聚四氟乙烯(PTFE)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、氰丙烯酸酯、高密度聚乙烯(HDPE)／低密度聚乙烯(LDPE)和凱庫勒的生成及應用</li> <li>聚合物的硫化作用</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>創造空間以整合必修與選修部分</li> </ul>                           |

| 更新方向 | 課程內容的建議修訂                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 理據                                                                                                                                                                                               |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 塑膠加工過程</li> <li>- 金屬晶體的結構</li> <li>- 有機液晶的化學結構及物質的結構特徵</li> <li>- 納米物料的用處</li> <li>• 分析化學               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 使用 2,4-二硝基苯肼來測試羰基化合物</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                  |
|      | <p>重新編排課題及副題的次序：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 在課題次序中，「化石燃料和碳化合物」移至「微觀世界 II」及「氧化還原反應、化學電池和電解」之後</li> <li>• 化合物中元素的質量百分比的計算從「金屬」移至「化石燃料和碳化合物」</li> <li>• 氣體摩爾體積的計算從「反應速率」移至「酸和鹽基」</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 在課題次序中，將「化石燃料和碳化合物」移近至「碳化合物的化學」，以提升教學的連貫性</li> <li>• 讓學生掌握「微觀世界 II」中分子間作用力的概念，以便理解「化石燃料和碳化合物」中同系列內物理性質的漸變</li> <li>• 促進以循序漸進方式在不同課題學習摩爾概念與計算</li> </ul> |
|      | <p>微調以下課題的學習成果：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 酸和鹽基               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 氣體摩爾體積（見第 27 頁）</li> </ul> </li> <li>• 化學平衡               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 平衡常數（見第 63 頁）</li> <li>- 在均相反應中濃度、溫度和催化劑對化學平衡的影響（見第 63 頁）</li> </ul> </li> <li>• 碳化合物的化學               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 同分異構（見第 70 頁）</li> <li>- 各種官能基的典型化學反應（見第 71-72 頁）</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 使現有學習目標和學習成果更清晰</li> <li>• 加入建基於前備知識的學習成果，強化學生理解並鞏固學生學習</li> </ul>                                                                                      |

| 更新方向                         | 課程內容的建議修訂                                                                                                                                                                                                                                                | 理據                                                                                |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>重要的有機合成產物               <ul style="list-style-type: none"> <li>常見的非處方藥物（見第 76-77 頁）</li> </ul> </li> <li>化學世界中的規律               <ul style="list-style-type: none"> <li>過渡性金屬的一般性質（見第 83 頁）</li> </ul> </li> </ul> |                                                                                   |
| 加強有關科學、科技、社會及環境連繫與可持續發展的學習元素 | 加入以下與科學、科技、社會及環境連繫相關的學習成果： <ul style="list-style-type: none"> <li>認識回收可充電電池的需要</li> <li>認識在交通運輸中使用氫燃料電池的好處和挑戰</li> <li>認識使用其他能源的需要</li> <li>以聚乳酸（PLA）作例，說明生物可降解塑膠的好處和壞處</li> <li>討論使用塑膠對環境的影響</li> </ul>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>促進學生培養環境保護的責任感，並了解化學與可持續發展的相互關聯</li> </ul> |
| 在整個課程中加強科學探究技能               | 新增課題「化學的科學探究」，取代原有的「化學的探究研習」。該課題列明科學探究的重點學習元素，教師可從中選取並融入不同課題的實驗活動中。同時，在各課題的建議學與教活動中，凡屬探究為本實驗均以「#」標示，供教師參考，並加入重點實驗活動。                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>為學生提供充足的科學探究學習經歷，加強他們的科學探究能力</li> </ul>    |

課程發展議會 — 香港考試及評核局化學委員會  
化學課程及評核檢視工作小組  
委員名錄

(由 2023 年 4 月至 2024 年 8 月)

主席：許志權博士

委員：陳靜茵女士  
陳錦籃女士  
何觀陞博士  
郭智峰先生  
李家明先生  
麥建華博士  
吳嘉和先生  
吳景濂先生  
蕭煒圻女士  
史東甫博士  
謝淑敏女士  
黃子榮博士

當然委員：鄭少蓮博士（教育局）  
朱淑貞女士（香港考試及評核局）

祕書：陳慧朗女士（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

(由 2023 年 9 月至 2025 年 8 月)

主席：黃子榮博士

委員：陳靜茵女士  
陳浩懷教授  
陳錦籃女士  
馮康生博士  
何觀升博士  
郭智峰先生  
李威成先生  
蕭煒忻女士  
王家駒先生

當然委員：鄭少蓮博士（教育局）  
朱淑貞女士（香港考試及評核局）

秘書：陳慧朗女士（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

(由 2025 年 9 月至 2027 年 8 月)

主席：黃子榮博士

委員：陳家朗博士  
馮康生博士  
何詠基教授  
李威成先生  
文偉倫博士  
吳景濂先生  
蕭煒炘女士  
王家駒先生  
楊偉樑先生

當然委員：鄭少蓮博士（教育局）  
梁建平先生（香港考試及評核局）

祕書：陳家偉先生（教育局）