

科學教育學習領域

組合科學 課程及評估指引 (中四至中六)

課程發展議會與香港考試及評核局聯合編訂

香港特別行政區政府教育局建議學校採用
二零零七年（二零一八年六月更新）

目 錄

	頁數
引 言	i
第一章 概論	1
1.1 背景	1
1.2 科學科目在學校的實施	2
1.3 課程理念	2
1.4 課程宗旨	3
1.5 與初中課程及中學畢業後出路的銜接	4
第二章 課程架構	5
2.1 設計原則	5
2.2 學習目標	6
2.2.1 知識和理解	6
2.2.2 技能和過程	7
2.2.3 價值觀和態度	7
2.3 課程結構及組織	8
2.3.1 課程結構	8
2.3.2 學習時間的安排	10
第一部分 物理	13
第二部分 化學	33
第三部分 生物	63
第三章 課程規畫	81
3.1 主導原則	81
3.2 學習進程	81
3.3 課程規畫策略	84
3.3.1 建議的學與教次序	84
3.3.2 協調生物、化學和物理科各部分的教學	85
3.3.3 調適課程以照顧學生的多樣性	85
3.4 課程統籌	86
3.4.1 有效的課程統籌	86
3.4.2 校內不同持份者的角色	87

第四章	學與教	89
4.1	知識與學習	89
4.2	主導原則	89
4.3	取向與策略	90
4.3.1	學與教的取向	90
4.3.2	多元化和具彈性的學與教活動	91
4.3.3	由課程至教學法：如何開始	92
4.4	互動	92
4.4.1	鷹架學習	92
4.4.2	有效提問的運用	93
4.4.3	回饋的運用	93
4.5	照顧學生的多樣性	94
4.5.1	照顧學生多樣性的策略	94
4.5.2	資訊科技作為照顧學生多樣性的學習工具	95
4.5.3	照顧資優學生	95
第五章	評估	97
5.1	評估的角色	97
5.2	進展性和總結性評估	98
5.3	評估目標	99
5.4	校內評估	101
5.4.1	主導原則	101
5.4.2	校內評估活動	102
5.5	公開評核	103
5.5.1	主導原則	103
5.5.2	第一部分：物理	105
5.5.3	第二部分：化學	107
5.5.4	第三部分：生物	109
5.5.5	成績水平與匯報	111

第六章	學與教資源	113
6.1	學與教資源的目的和功能	113
6.2	主導原則	113
6.3	資源的類別	114
6.3.1	教科書	114
6.3.2	參考資料	114
6.3.3	互聯網及科技	115
6.3.4	社區資源	116
6.4	靈活運用資源	117
6.5	資源管理	117
6.5.1	獲取有用的資源	117
6.5.2	分享資源	117
6.5.3	貯存資源	117

附錄		
一	配合學生不同需要的時間表編排和教師調配	119
二	教育局編製的資源	123

詞彙釋義	127
-------------	------------

參考文獻	131
-------------	------------

課程發展議會－香港考試及評核局物理委員會（高中）委員名錄

課程發展議會－香港考試及評核局化學委員會（高中）委員名錄

課程發展議會－香港考試及評核局生物委員會（高中）委員名錄

引言

教育統籌局（教統局，現改稱教育局）於2005年發表報告書¹，公布三年高中學制將於2009年9月在中四級實施，並提出以一個富彈性、連貫及多元化的高中課程配合，俾便照顧學生的不同興趣、需要和能力。作為高中課程文件系列之一，本課程及評估指引是建基於高中教育目標，以及2000年以來有關課程和評估改革的其他官方文件，包括《基礎教育課程指引》（小一至小六）（課程發展議會，2014）和《中學教育課程指引》（課程發展議會，2017a）。請一併閱覽所有相關文件，以便了解高中與其他學習階段的連繫，並掌握有效的學習、教學與評估。

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

課程及評估指引由課程發展議會與香港考試及評核局（考評局）於2007年聯合編訂，並於2014年1月作首次更新，以落實新學制檢討中有關高中課程及評估的短期建議，務求讓學生和教師盡早受惠；而於2015年11月及2018年6月的更新則分別包括新學制中期檢討及其後高中學科課程及評估的持續更新的建議。課程發展議會是一個諮詢組織，就幼稚園至高中階段的學校課程發展事宜，向香港特別行政區政府提供意見。議會成員包括校長、在職教師、家長、僱主、大專院校學者、相關界別或團體的專業人士、考評局的代表、職業訓練局的代表，以及教育局的人員。考評局則是一個獨立的法定機構，負責舉辦公開評核，包括香港中學文憑考試。委員會成員分別來自中學、高等院校、政府部門及工商專業界。

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

¹ 該報告書名為《高中及高等教育新學制—投資香港未來的行動方案》，下稱「334報告書」。

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

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

傳真：2194 0670

電郵：science@edb.gov.hk

第一章 概論

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

1.1 背景

教育統籌委員會的《終身學習，全人發展——香港教育制度改革建議》（教育統籌委員會，2000）及其後的諮詢報告均指出，香港作為一個全球化的高科技社會，學生必須具備廣博的知識基礎，才能在社會上發揮所長，並有所建樹。「334 報告書」建議為學生提供廣闊而均衡的課程，以促進學生的全人發展，為終身學習奠定基礎。除了中國語文、英國語文、數學和通識教育科四個核心科目外，報告建議讓學生根據個人興趣和能力，從不同的學習領域中選擇兩至三個選修科目，並積極參與各種其他學習經歷，包括藝術活動、體育活動、與工作有關的經驗、社會服務，以及德育和公民教育。有關安排將取代傳統的理科、文科及工／商科的分流。

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

- **生物、化學和物理**

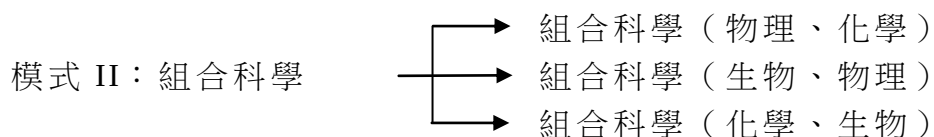
這些科目讓學生在相關的學科範疇建立穩固的知識基礎，為日後進修或工作準備。

- **科學**

這科以兩種模式推行：模式 I 為綜合科學，採用跨學科模式設計；模式 II 為組合科學，以組合方式設計。旨在讓學生在修讀科學教育學習領域內一或多個選修科目的同時，仍有空間修讀其他學習領域的選修科目。

模式 I：綜合科學

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



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

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

1.2 科學科目在學校的實施

生物科、化學科、物理科、綜合科學科及組合科學科各有獨立的課程及評估指引，以便學校管理人員及教師在進行校本課程規畫、設計學與教活動、學生評估、資源分配及提供行政支援時可作參考。有關時間表編排和教師調配的資料已列於附錄一。

1.3 課程理念

高度競爭與一體化經濟的出現、科學與科技的急速發展，以及持續增長的知識基礎，將不斷對我們的生活產生深遠影響。面對這些轉變，組合科學科與其他科學選修科目一樣，將提供一個終身學習的平台，培養學生的科學素養，以及提升他們在科學與科技領域中基要科學知識和技能的學習。

組合科學科與生物、化學或物理科互相配合，為學生在科學學習上提供一個均衡的學習經歷，並增加他們日後進修和就業的選擇機會，有助照顧學生不同的興趣和需要。

組合科學課程旨在提升學習科學的趣味和實用性，建議透過實際生活情境來介紹科學的知識，並因應學生不同的能力及需要採用不同的情境、學與教策略及評估方法，以激發學生的興趣和動力。結合其他的學習經歷，學生便能夠應用科學知識，了解科學與其他學科之間的關係，認識科學、科技、社會和環境方面相互關聯的議題，以及成為盡責的公民。

有關生物、化學及物理課程理念的詳情，請參閱生物、化學及物理科的各課程及評估指引。

1.4 課程宗旨

組合科學課程旨在為學生提供與科學相關的學習經歷，培養科學素養，以便學生積極投身於瞬息萬變的知識型社會；使他們在相關的科學領域中鑽研或為就業作好準備，成為科學與科技的終身學習者。

本課程的宗旨是使學生：

- 培養及保持對科學的興趣和好奇心，並尊重一切生物及環境；
- 建構和應用科學知識，了解科學與其他學科之間的關係；
- 體會和了解科學的本質；
- 培養科學探究的技能；
- 培養科學思維、明辨性思考²能力和創造力，以及養成獨立和協作性地解決有關科學問題的能力；
- 了解科學語言，並能就有關科學的議題交流意見和觀點；
- 培養開明、客觀及主動的態度；
- 知道科學對社會、道德倫理、經濟、環境和科技的含意，並在有關科學的議題上作出明智的決定及判斷；
- 養成負責任的公民態度，並致力促進個人和社區的健康發展。

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

1.5 與初中課程及中學畢業後出路的銜接

本課程建基於《中學課程綱要－科學科（中一至中三）》（課程發展議會，1998）。透過研習初中科學課程的核心部分，學生應已奠定學習科學的基礎。本課程要求學生在研習時，運用從初中研習科學時所掌握的相關知識和理解，以及過程技能。

部分學生除了修讀組合科學科外，也會同時修讀一個專修科學科目（生物、化學或物理科）。他們將會對該專修科學科目的知識有較深入的了解，再輔以廣泛的其他科學知識，有助他們在科學、科技、醫學或工程等相關的領域繼續進修和就業。圖 1.1 展示修讀組合科學科的持續進修途徑。

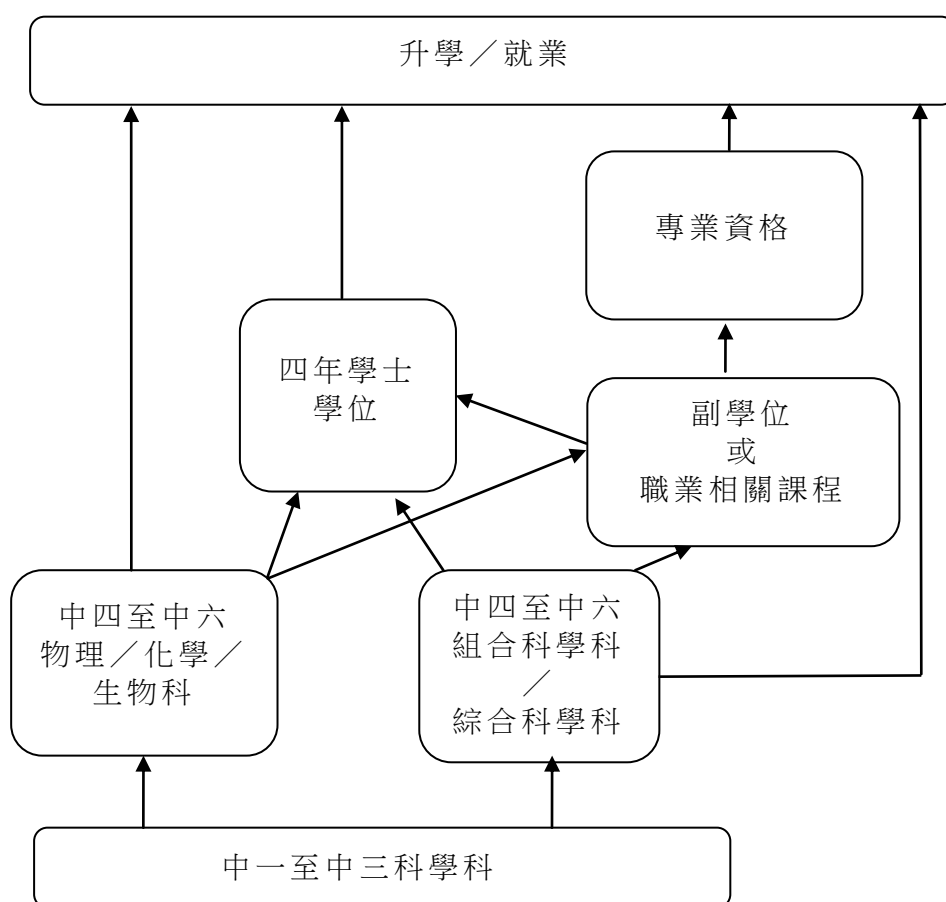


圖 1.1 升學及就業的各種途徑

第二章 課程架構

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

2.1 設計原則

本課程的設計是依據「334 報告書」第三章及《中學教育課程指引》（課程發展議會，2017a）所闡述的高中課程學習目標和設計原則。

(1) 先前已掌握的知識

本課程的制訂以學生在中一至中三科學課程所掌握的知識、技能、價值觀和態度，以及學習經歷為基礎。中一至中三科學課程和組合科學課程的相關課題有著緊密的聯繫。

(2) 求取廣度和深度之間的平衡

組合科學課程是選修科目之一，旨在為學生提供更多選擇空間。課程涵蓋不同的課題，以擴闊學生對科學的認識。

(3) 求取理論和應用學習之間的平衡

本課程有關概念知識的理論學習，旨在讓學生對科學原理和概念奠定穩固的基礎。學生應能透過研習科學、科技、社會和環境的連繫，了解科學知識的應用。

(4) 求取基要學習和靈活多元化課程之間的平衡

本課程為學生提供科學知識和概念的基要學習，而不同的選修組合極具靈活性，可以照顧學生的需要和興趣。

(5) 學會如何學習和探究式學習

本課程建議的一系列學習活動，旨在培養學生自主學習和終身學習的能力。此外，教師可採用多元化的學與教策略，例如處境導向、科學探究、問題為本學習和議題為本學習，幫助學生了解當今的各種議題。

(6) 學習進程

透過研習生物、化學、物理科的基礎課題，學生可探索自己的興趣。這安排能確保學生在選定專修科學科目後，順利過渡至中五和中六。

(7) 更順暢地銜接不同出路和途徑

本課程銜接各專上和大學教育，讓學生得以繼續接受學術及職業／專業教育與培訓，或為投身社會工作而作好準備。

(8) 加強連貫性

本課程引入跨學科元素，以加強與其他科目之間的連繫。

(9) 照顧學生的多樣性

學生有不同的興趣、需要和能力。本課程提供機會，讓學生可因應自己的興趣和需要選擇不同的科目組合。此外，課程設計靈活，學生可配合自己的能力，按照個人的步伐，達成學習目標。

(10) 聯繫學生的生活

動機和興趣是有效學習的關鍵因素。本課程提供不同途徑，確保學習內容和活動與學生的生活息息相關，尤其是他們日常生活所接觸的議題、事件和事物。

2.2 學習目標

組合科學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。透過研習本課程，學生應能從各種與科學相關的情境中，達至相關的學習目標。

2.2.1 知識和理解

學生應能：

- 理解科學的現象、事實和模式、原理、概念、定律和理論等方面的知識；
- 獲得進行科學探究所需的技巧知識和過程技能；
- 在熟悉及陌生的處境中應用科學知識和理解；
- 了解科學的發展、當今議題、科技上的應用及對社會的含意；
- 體會科學知識在社會和日常生活中的應用；
- 學習科學詞彙、術語和文字規則。

2.2.2 技能和過程

學生應能：

- 培養科學思維和解決問題的能力；
- 以明辨性態度分析和探討與科學有關的議題；
- 適當地運用符號、公式、方程、規則和語言，以具意義和創新方法與別人交流科學意念和價值觀；
- 以個人和協作方式，運用適當的儀器和方法，計畫和進行科學探究；準確地蒐集量性和質性數據，並分析和表達數據，作出結論及評鑑證據和步驟；
- 仔細觀察，作出適當的提問，辨識問題關鍵所在及擬定假說以作探究；
- 明白證據的重要性，以科學證據支持、修正或反駁所提出的科學理論；
- 掌握實驗技能，例如操控儀器及器材來進行指定的實驗步驟，分析及表達數據，作出結論和評鑑實驗步驟；
- 辨識科學知識在應用上的利弊，從而作出明智決定；
- 運用資訊科技來處理及展示科學資料；
- 培養研習技能以改進學習的成效和效率，以及培養終身學習所需的能力和習慣。

2.2.3 價值觀和態度

學生應能：

- 培養正面的價值觀和態度，例如好奇心、正直、尊重證據、堅毅和接受科學研究中的不確定性；
- 以正面的價值觀和態度，實踐健康的生活方式；
- 樂於研習科學，欣賞自然界的奧妙和複雜性，並尊重一切生物及其環境；
- 知道科學知識是不斷發展的，體會科學與科技對了解世界的角色和成就，並了解它的局限性；
- 知道科學對社會、經濟、工業、環境和科技產生的影響；
- 樂於就科學相關的議題進行交流和作出決定，並對他人的意見持開放的態度；
- 體會科學與其他學科的相互關係所形成的社會和文化價值；
- 體會實驗室安全的重要性，並知道其對個人及他人的重要性；
- 透過客觀的觀察和誠實地記錄實驗結果，培養正直品格；
- 養成自我反省的習慣和明辨性思考能力；
- 明白身處瞬息萬變的知識型社會中，終身學習的重要性；
- 明白為了人類的將來，個人對保育、保護及維持環境質素應負的責任。

2.3 課程結構及組織

2.3.1 課程結構

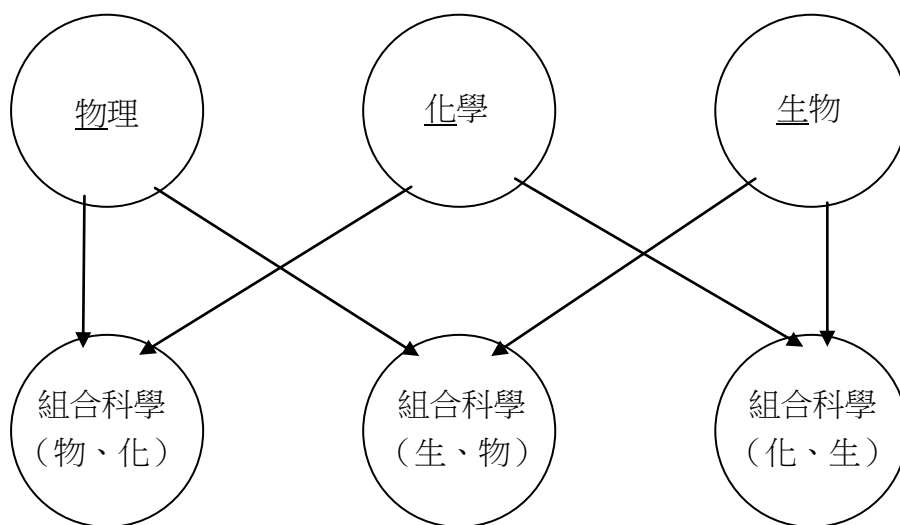
本課程包括三個部分：

第一部分：物理

第二部分：化學

第三部分：生物

學生可選擇任何兩個部分作為研習基礎，他們有以下三種選擇。



整個課程的內容由多個課題組成，但須注意科學的概念和原理是互相關連的，不應受課題的劃分所規限。本章所提供的課題次序只是眾多可能教學次序的其中一種，教師應自行決定最合適的教學進程。例如，某課題某節若配合某情況，教師可提前教授這部分的內容。各課題的章節包含五個部分：概述、學生應學習和應能、建議學與教活動、價值觀和態度，以及科學、科技、社會和環境的連繫。

(1) 概述

這部分介紹每課題的主題，列出一些主要的概念和重要的科學原理。此部分扼要說明各課題的重點，並概述各副題之間的關係。

(2) 學生應學習和應能

這部分列出本課程知識範疇的學習內容（學生應學習）和學生應能展示的學習成果（學生應能）。這部分為學與教活動提供一個廣泛的框架。有關學與教策略的一般原則及示例已列於第四章。

(3) 建議學與教活動

這部分建議一些預期學生可掌握的不同技能，並簡述一些與此課題相關的重要過程。由於學生可以透過任何一個課題培養大部分共通能力，故不在此對任何課題或活動作指導性推介。學生應掌握多方面的技能，而非局限於本課題所觸及的範圍。教師應運用專業判斷，安排各種活動，讓學生能掌握課程架構中《技能和過程》所列出的各種技能。再者，學與教活動的設計應配合學生的能力、興趣，以及學校的情況，並與知識內容適當地整合。第四章將進一步討論學與教的策略。

(4) 價值觀和態度

這部分建議一些讓學生在研習課題時，應培養的正面價值觀和態度。

(5) 科學、科技、社會和環境的連繫

這部分建議一些與課題相關的議題為本學習活動。學生應能關注和理解一些與科學、科技、社會和環境相關的議題。透過討論、辯論、資料搜集和專題研習，學生應能發展溝通、資料處理、明辨性思考和明智判斷等能力。教師亦可選擇其他引起公眾關注的相關議題，作為有意義學習活動的主題。

2.3.2 學習時間的安排

組合科學科涵蓋的三個科目所建議的內容及學習時間³安排列於下表：

第一部分：物理			建議課時 (小時)
I	熱	a. 溫度、熱及內能 b. 熱轉移過程 c. 物態的改變	15
II	力和運動	a. 位置和移動 b. 力和運動 c. 拋體運動 d. 作功、能量和功率 e. 動量	37
III	波動	a. 波的本質和特性 b. 光 c. 聲音	32
IV	電和磁	a. 靜電學 b. 電路和家居用電 c. 電磁學	33
科學探究 學生須進行實驗形式的簡單探究活動。			8
合 共：			125

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

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

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

第二部分：化學			建議課時 (小時)
I	地球	a. 大氣 b. 海洋 c. 岩石和礦物	6
II	微觀世界	a. 原子結構 b. 週期表 c. 金屬鍵 d. 金屬的結構和性質 e. 離子鍵和共價鍵 f. 巨型離子物質的結構和性質 g. 簡單分子物質的結構和性質 h. 巨型共價物質的結構和性質 i. 比較一些重要類別的物質結構和性質	21
III	金屬	a. 金屬的存在和提取 b. 金屬的活性 c. 反應質量 d. 金屬的腐蝕和保護	22
IV	酸和鹽基	a. 酸和鹼的簡介 b. 指示劑和 pH c. 酸和鹼的強度 d. 鹽和中和作用 e. 溶液的濃度 f. 涉及酸和鹼的容量分析 g. 化學反應的速率	27
V	化石燃料和碳化合物	a. 來自化石燃料的烴 b. 同系列、結構式和碳化合物的命名 c. 烷烴和烯烴 d. 醇、烷酸和酯 e. 加成聚合物和縮合聚合物	19
VI	氧化還原反應、化學電池和電解	a. 日常生活使用的化學電池 b. 簡單化學電池中的反應 c. 氧化還原反應 d. 化學電池內的氧化還原反應 e. 電解	23

VII	化學反應與能量	a. 化學反應中的能量變化 b. 標準反應焓變 c. 赫斯定律	7
科學探究 探究活動已納入每個課題的建議課時內。			
合共：			125

第三部分：生物			建議課時 (小時)
I	細胞與生命分子	a. 生命分子 b. 細胞組織 c. 物質穿越細胞膜的活動 d. 細胞週期和分裂 e. 細胞能量學	19
II	遺傳與進化	a. 基礎遺傳學 b. 分子遺傳學 c. 生物多樣性和進化	22
III	生物與環境	a. 植物維持生命的活動 b. 動物維持生命的活動 c. 生殖、生長和發育 d. 協調和反應 e. 體內平衡 f. 生態系	69
IV	健康與疾病	a. 個人健康 b. 疾病	5
科學探究 在整個課程中，其中 10 小時是用作較大型或跨課題的探究活動。而每課的建議課時已包括進行簡單的探究活動和實驗所需的時間。			10
合共：			125

有關生物、化學和物理科各部分課題內容及學習成果的詳情已列於該科目的相關章節。

第一部分：物理

I 熱

概述

本課題研習有關熱能和能量轉移過程的概念，而這些概念對維持我們的生活素質至為重要。特別關注的是溫度、內能和能量轉移之間的分別和相互關係。本課題鼓勵學生對於熱學問題中的各項重要概念，採取微觀的闡釋。

有關比熱容量的計算，可用以補充熱和能量轉移方面的理論。水具有高比熱容量這事實的重要性，可藉日常生活中的事例得以體驗。研究傳導、對流和輻射，可作為分析熱學中保存內能和能量轉移的基礎。學習有關物態變化的物理學，並藉著有關計算比潛熱的問題，可以幫助學生鞏固能量轉移方面的理論基礎。

學生應學習

學生應能

a. 溫度、熱和內能

溫度和溫度計

- 認識溫度為物體冷熱程度的指標
- 闡釋溫度為系統內分子無規運動平均動能的定量關係
- 解釋使用與溫度相關的物性量度溫度
- 定義和使用攝氏度為溫度的單位

熱和內能

- 認識熱是兩物體因溫差而引致的能量轉移
- 描述質量、溫度和物態對系統內能的影響
- 連繫內能與系統內分子無規運動的動能和分子勢能的總和

熱容量和比熱容量

- 定義熱容量 $C = \frac{Q}{\Delta T}$ 和比熱容量 $c = \frac{Q}{m\Delta T}$
- 測定物質的比熱容量

-
- 討論水具有高比熱容量的實際重要性
 - 解決有關熱容量和比熱容量的問題

b. 熱轉移過程

傳導、對流和輻射

- 鑑定能量轉移的方式可分為傳導、對流和輻射
- 以分子運動闡釋傳導中的能量轉移
- 認識熱體所發射的紅外輻射
- 測定影響輻射的發射與吸收的因素

c. 物態的改變

熔解和凝固，
沸騰和凝結

- 說出物質的三種狀態
- 測定熔點和沸點

潛熱

- 認識潛熱為在固定溫度下物態變化時的能量轉移
- 闡釋潛熱為物態變化時分子勢能的改變
- 定義熔解比潛熱 $\ell_f = \frac{Q}{m}$
- 定義汽化比潛熱 $\ell_v = \frac{Q}{m}$
- 解決有關潛熱的問題

蒸發

- 認識沸點以下的蒸發現象
- 解釋蒸發的冷卻效應
- 討論影響蒸發率的因素
- 以分子的運動解釋蒸發現象

建議學與教活動

學生須掌握量度氣體溫度、體積、壓強和能量的實驗技能。憑藉本課題所學到的概念，了解在熱學實驗時取得準確量度的必要措施。鼓勵學生提出改進這些實驗準確性的方法，若提議中的研究方案可行，應安排學生付諸實踐。留意有些實驗須預先掌握電能的知識，才可以確切了解能量轉移的過程。

以下建議學生可能經歷的學習情境，可供參考：

- 用顯微鏡和攝錄機研究煙霧室中分子的無規運動
- 進行實驗，顯示如何運用一個具隨溫度變化性質的器件來量度溫度
- 校準溫度計
- 複製攝氏溫標的固定點
- 進行測量比熱容量和潛熱的實驗
- 量度水的熔解比潛熱（例如用一個家用電熱水壺，將水和冰混合物放在一個容器中加熱，或用一個冰量熱器）
- 進行實驗研究物質的冷卻曲線，並測定其熔點
- 測定影響蒸發率的因素
- 通過在廚房觸摸不同物質時產生的冷凍感覺，糾正一些從日常生活中所得錯誤的觀念
- 通過設計和製造太陽灶，鞏固傳導、對流、輻射、溫室效應和熱容量的知識
- 安排適當競賽，挑戰學生對熱量轉移的固有觀念（例如用冰和飲料混合以達到最接近 4°C 的溫度）
- 用量綱分析來檢查運算結果的正確性
- 閱讀關於中暑的文章和討論預防中暑的措施

價值觀和態度

透過本課題的學習過程，學生可培養正面的價值觀和積極的態度，以下是一些例子：

- 了解家居中與熱有關的器具的正確用法，既可節省電費，又可節約能源
- 了解在熱轉移時所涉及的巨大能量，養成在夏天使用空調和冬天使用取暖設備時的良好習慣
- 培養使用有利環保的另類能源的興趣（例如使用太陽能 and 地熱）
- 認識有關使用輻射電暖爐對家居安全的重要，並在日常生活中貫徹安全的守則

科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生察覺和認識關於科學、科技、社會和環境連繫的議題。以下是有關本課題內容中這類議題的一些例子：

- 溫室對農業的重要性及與「溫室效應」有關的環保議題
- 議題辯論：人類活動造成地球溫度漸升，引致地球兩極冰冠熔解的潛在危險，影響世界農業生產
- 設計「太陽灶」一類的專題研習，以此培養探究技能，以及有關提倡使用其他有利環保的另類能源的觀念

II 力和運動

概述

運動是人們生活中常見的現象。物理學的一個重要特點是描述物體如何運動和探究為甚麼會如此運動。本課題介紹有關運動學和動力學的力學基礎，以及運用物理學術語描述運動，亦將討論運動的各種線圖表述方式。學生將學習如何分析不同類型的運動，並解決較簡易的勻加速運動問題。學生也將學習在地球上物體作一維和二維運動的各種規律。

本課題包括慣性概念和牛頓運動第一定律的關係。力的簡易合成和分解，將用以顯示力的矢量性質。孤立物體圖將用於尋求作用於物體的淨力。探究牛頓運動第二定律中物體的加速度和淨力的關係。質量、重量和重力概念的介紹。牛頓運動第三定律則說明力本身的本質。對運動的研究伸展到拋體運動，並引出對引力的探究。

功是能量轉移的過程。藉探究機械功和能量轉移的概念，推導出動能和重力勢能。在物理學中，封閉系統內能量守恆是一個基本的概念。本課題藉著對能量轉移過程的探討，介紹能量守恆定律和了解功率的概念。學生將學習計算在碰撞問題中的動量和能量。課程也著重物體動量的改變跟撞擊時間及撞擊力的關係。

學生應學習

學生應能

a. 位置和移動

- | | |
|----------|---|
| 位置、距離和位移 | <ul style="list-style-type: none">• 以距離和位移描述物體位置的改變• 以運動物體的位移-時間關係線圖詮釋資料 |
|----------|---|

- | | |
|-------|--|
| 標量和矢量 | <ul style="list-style-type: none">• 區別標量和矢量• 用標量和矢量展現不同的物理量 |
|-------|--|

- | | |
|-------|--|
| 速率和速度 | <ul style="list-style-type: none">• 定義平均速率為特定時段內移動的距離和平均速度為特定時段內所作之位移• 區別瞬時及平均速率／速度• 以速率和速度描述物體的運動• 以運動物體的速度-時間關係線圖詮釋資料 |
|-------|--|

	• 用位移-時間及速度-時間關係線圖測定物體的位移及速度
勻速運動	• 以代數和線圖的方法闡釋物體的勻速運動 • 解決有關位移、時間和速度的問題
加速度	• 定義加速度為速度的變化率 • 用速度-時間關係線圖來測定作勻加速運動物體的加速度 • 以運動物體的加速度-時間關係線圖詮釋資料
勻加速運動方程	• 推導勻加速運動的方程 $v = u + at$ $s = \frac{1}{2}(u + v)t$ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v^2 = u^2 + 2as$ • 解決有關勻加速運動物體的問題
重力作用下的垂直運動	• 以實驗檢測自由落體運動，並估算重力加速度 • 以線圖詮釋有關在重力下作垂直運動的資料 • 應用勻加速運動方程解決有關垂直運動物體相關的問題 • 描述空氣阻力對重力作用下落體運動的影響
b. 力和運動	
牛頓運動第一定律	• 描述慣性的意義，以及它跟質量的關係 • 說出牛頓運動第一定律，並應用定律解釋物體處於靜止或勻速運動的狀況 • 明白摩擦力為一種阻礙運動／運動趨向的力
力的合成及分解	• 以圖解法和代數法求出共面力的矢量和 • 以圖解法和代數法將力分解為沿兩個互相垂直方向上的分量

牛頓運動第二定律	• 描述淨力對物體運動速率和／或方向的影響 • 說出牛頓運動第二定律，並以實驗查證公式 $F = ma$ • 用牛頓為力的單位 • 用孤立物體圖顯示作用於物體上的各個力 • 測定作用於物體的淨力 • 應用牛頓運動第二定律解決有關一維運動的問題
牛頓運動第三定律	• 認識力必定成對地作用 • 說出牛頓運動第三定律，並鑑定作用力與反作用力對
質量和重量	• 區別質量和重量 • 認識質量和重量的關係
c. 拋體運動	• 描述以某一角度投擲的拋體運動路徑的形狀 • 明白水平運動和垂直運動的各自獨立性 • 解決有關拋體運動的問題
d. 作功、能量和功率	
機械功	• 闡釋機械功為能量轉移的一種 • 定義機械功 $W = Fscos\theta$ • 解決有關機械功的問題
重力勢能(P.E.)	• 說出重力勢能為物體因其重力作用下的位置而擁有的能量 • 推導公式 $P.E. = mgh$ • 解決有關重力勢能的問題
動能(K.E.)	• 說出動能為物體因其運動而擁有的能量 • 推導公式 $K.E. = \frac{1}{2}mv^2$ • 解決有關動能的問題

閉合系統中的能量 守恆定律	- 說出能量守恆定律 - 討論勢能和動能的相互轉移，並考慮能量損耗的情況 - 解決有關能量守恆定律的問題
功率	- 定義功率為能量的轉移率 - 應用公式 $P = \frac{W}{t}$ 解決相關的問題
e. 動量	
線動量	認識動量為一個有關物體運動的量，並定義動量為 $p = mv$
動量的改變和淨力	- 明白物體的動量改變，是因物體在一時段內受淨力作用而引起 - 闡釋力為動量的變化率（牛頓運動第二定律）
動量守恆定律	- 說出動量守恆定律，並連繫於牛頓運動第三定律 - 區別彈性和非彈性碰撞 - 解決有關一維動量的問題

建議學與教活動

須培養學生各方面的實驗技能，包括使用各種測量儀器，如秒錶、數據記錄傳感器等，以量度時間和記錄物體的位置、速度和加速度。要求學生掌握量度質量、重量和力等的技能。數據處理的技能也非常重要，例如把位移和時間的數據，轉變成速度和加速度的資料。鼓勵學生以專題研習的方式，探討車輛的運動。本課題強調對物理現象的線圖表述方式。學生應學習如何選擇適當的標度繪製線圖、以圖表的形式顯示實驗結果，並對其進行解釋、分析，以及根據圖表資料得出結論。學生須特別掌握和了解某些線圖的斜率、截距和面積等的物理意義。學生應該學會從不同類型的數據來源整理和詮釋有關的資料，並將從實驗和探究活動得出的相關數據，與課本或手冊上的數據作比較。

以下建議學生可能經歷的學習情境，可供參考：

- 完成運動和力的實驗（例如使用打點計時器、頻閃照相、錄像運動分析和數據紀錄儀）以及用線圖分析實驗結果
 - 用光欄或運動傳感器量度運動物體的速率和加速度
 - 從分析勻加速運動數據的圖像，推斷加速度、速度、位移和時間的關係
 - 用光欄或運動傳感器量度重力加速度
 - 用光欄或運動傳感器測定影響加速度的因素
 - 用力和運動傳感器測定力、質量和加速度之間的關係
 - 用頻閃照相或攝錄機分析拋體運動
- 完成能量和動量的實驗（例如對碰車、氣墊導軌上滑行的小車、氣桌上橡皮圓盤，從斜面上滾下的滾珠軸承，附有彈簧的下墜物）
 - 用光欄或運動傳感器量度物體在碰撞時的動量改變
 - 用光欄或運動傳感器和氣墊導軌來探究線動量守恆原理
 - 用力傳感器量度碰撞時的衝量
- 完成有關實驗以顯示在重力下的垂直運動是與水平運動無關的
- 完成探究機械能、功和功率關係的實驗
- 量度能量轉移率以測定電動機的輸出功率
- 估算在完成不同運動時所需的功（例如提起一本書、拉伸一根彈簧和攀上鳳凰山山峰）
- 估算各種運動物體的動能（例如超速車輛、短跑運動員和空氣分子）
- 探究在設計能量轉移器件時如何應用守恆原理
- 評估能量轉移器的設計（例如家用器具、升降機、自動扶梯和自行車）
- 用孤立物體圖組織和展示動力學問題的解答
- 處理與日常生活相關的問題（例如運動、交通運輸和溜冰）和解決方案，這些問題或許涉及數學處理
- 用量綱分析來檢查運算結果的正確性
- 藉提出啟發思考的問題，糾正學生一些自以為是的觀念（例如學生會以為在最高點的加速度為「零」）
- 加強學生認識守恆定律的用處和優雅性，可用牛頓運動第二定律對運動問題的解答作比較
- 用模擬或模型法探究平面運動 (<http://modellus.co/index.php/en>)
- 用香港海洋公園作為一個大實驗室，透過不同的體驗來探究運動定律和建立力學中各種不同的概念 (<http://www.hk-phy.org/oceanpark/index.html>)

價值觀和態度

透過本課題的學習過程，學生可培養正面的價值觀和積極的態度，以下是一些例子：

- 認識車輛安全裝備的重要性，並在日常生活中貫徹遵守安全守則
- 認識高空墮物的潛在危險，並對公眾安全問題採取嚴謹的態度
- 認識不同的交通運輸模式對環境的影響，減少日常生活中的能源消耗
- 接受在物理世界中描述和說明運動的不確定性
- 以開放的態度，評估將力學原理應用於新科技中的可行性
- 鑑賞科學家為尋求更有利於環保的另類能源所作的努力
- 鑑賞重要科學理論的發展，如牛頓運動定律等，最終對科技和社會有重大的影響
- 鑑賞伽利略和牛頓在他們那個時代對科學思維的革命性貢獻
- 肯定科學和科技在探索外太空所扮演的角色，和人類在追求了解自然界所作的努力

科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生察覺和認識關於科學、科技、社會和環境連繫的議題。以下是有關本課題內容中這類議題的一些例子：

- 能源使用對環境影響的議題
- 限制使用私家車以減少污染和能源消耗，從而保護環境
- 依據科學的基本原理，討論如何加強公眾對車輛的安全裝備的認識，及如何懲處不佩戴安全帶的司機和乘客
- 從動量和能量觀念，了解超速行車的危險、車輛意外引致傷亡的機會等
- 應用力學原理進行交通意外的調查
- 解決現代化交通運輸問題（例如在快捷與安全或方便與環保之間作出抉擇）
- 評估現代運輸工具設計的科技（例如汽車上的氣袋、輪胎上的刻槽、混合動力車和磁浮列車）
- 使用新科技器件，包括地球和太空飛行器（例如神舟載人飛船）
- 改良用於消閒活動和運動的器材
- 高空墮物的道德問題，根據物理學原理估計其潛在危險
- 應用動力學知識的職業

III 波動

概述

本課題旨在討論波的本質和特性。對光和聲音，將作較深入的探討。學生已熟悉能量從一個地方傳送到另一個地方時，同時會有物質轉移的例子。波動概念，須強調是能量而不帶物質的傳播方式。學生建立以物理學術語描述波動現象的基礎，學習行波的圖示方式，探討波動所顯示的各種基本特性；並用簡單的波陣面圖研究反射、折射、繞射和干涉等現象。

學生在兩個重要方面學習光的特定知識。一方面，光是電磁波譜的組成部分。另一方面，在沒有顯著的繞射和干涉效應時，光擁有直線傳播特性，可用於闡釋幾何光學範疇內像的形成。使用光線作圖法則，研究鏡和透鏡所產生的實像和虛像。

聲音是縱波，其一般特性將和光波作比較。本課題同時介紹超聲波。使用相關的波動術語描述樂音，以及研究噪音污染的影響和聲防護的重要性。

學生應學習

學生應能

a. 波的本質和特性

波的本質

- 以振盪闡釋波動
- 認識波動是能量而不帶物質的傳播方式

波動和波的傳播

- 區別橫波和縱波
- 使用以下術語描述波動：波形、波峰、波谷、密部、疏部、波陣面、相位、位移、振幅、週期、頻率、波長和波速
- 用行波的位移-時間和位移-距離關係線圖詮釋資料
- 測定波在沿張緊的絃線或彈簧上傳播時，影響波速的因素
- 應用公式 $f = \frac{1}{T}$ 和 $v = f\lambda$ 解決相關的問題

反射和折射	• 認識於平障礙物／反射物／表面上波的反射 • 認識波在平直交界面上的折射 • 檢測折射時波速的改變，並用波速定義折射率 • 畫出波陣面圖以展示反射和折射
繞射和干涉	• 描述波在穿過狹縫和繞過轉角處時的繞射 • 檢測狹縫寬度對繞射程度的影響 • 描述兩脈衝的疊加 • 認識波的干涉 • 區別相長和相消干涉 • 檢測由兩個相干源所發出波動的干涉現象 • 以程差確定相長和相消干涉的條件 • 畫出波陣面圖以展示干涉和繞射
b. 光	
電磁波譜中的光	• 說出光和其他電磁波在真空中的速率為 $3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ • 說出可見光的波長範圍 • 說出可見光和電磁波譜其他成分的相對位置
光的反射	• 說出反射定律 • 用作圖法繪畫平面鏡的成像
光的折射	• 檢測折射定律 • 草繪光線在交界面折射時的路徑 • 認識 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 為介質的折射率 • 解決涉及在交界面發生折射的問題
全內反射	• 檢測全內反射的條件 • 解決涉及在交界面發生全內反射的問題
透鏡的成像	• 以作圖法繪畫會聚透鏡和發散透鏡的成像 • 區別實像和虛像

光的波動本質	• 指出光為橫波的一個例子 • 認識以繞射和干涉現象作為光是波動的證據 • 檢測楊氏雙縫實驗中的干涉圖形 • 檢測平面透射光柵中的干涉圖形
c. 聲音	
聲音的波動本質	• 認識聲音為縱波的一個例子 • 認識聲波有反射、折射、繞射和干涉現象 • 認識聲波需要藉著介質傳播 • 比較聲波和光波的一般特性
聽頻範圍	• 測定聽頻範圍 • 檢測超聲波存在於聽頻範圍外
樂音	• 以音調、響度和音品等術語比較樂音 • 連繫樂音的音調和響度，與頻率和振幅之間相應的關係
噪音	• 以分貝表達聲強級 • 討論噪音污染的影響和聲防護的重要性

建議學與教活動

學生應用各種物理學模型，研究振動和波動，從而掌握有關的實驗技能。藉著示波器或電腦圖像，對波動的間接量度和顯示，培養學生的理解技能。學生應理解許多科學證明，皆由間接量度配合邏輯推演而取得。認識在研究物理學時，可以引用各種理論模型（例如用於幾何光學成像的光線模型、解釋繞射和干涉現象的光學波動模型）。透過研究樂音的物理性質，學生可明白絕大多數的日常生活事例，都可以用科學觀點加以解釋。

以下建議學生可能經歷的學習情境，可供參考：

- 探究在彈簧上和水波槽中產生的波的性質
- 探究在長彈簧中，影響前進橫波波速的因素
- 測定水波槽中的水波速率，或沿拉緊的彈簧或絃線上前進脈衝波的速率
- 在長彈簧上演示橫波的疊加
- 用示波器演示波的疊加
- 用波的疊加原理，繪畫出兩列波干涉時的合成波
- 用雙縫估算微波的波長
- 用肥皂膜演示干涉圖形
- 測定在雙縫實驗中，波長、縫距或縫至屏的距離對干涉圖形的影響
- 量度透鏡的焦距
- 用光線箱和光踪圖確定實像和虛像
- 用光線圖推測透過光學器件所形成的像的性質和位置
- 搜尋光學物理學的發展資料
- 討論日常生活中電磁輻射的一些應用和效應
- 用電腦模擬進行觀察和探究波的性質
- 探究聲波的頻率與波長的關係
- 進行實驗檢測斯涅耳定律
- 測定玻璃或有機玻璃的折射率
- 測定發生全內反射的條件
- 透過響度、音調和音品識別不同的聲音
- 用量綱分析來檢查運算結果的正確性

價值觀和態度

透過本課題的學習過程，學生可培養正面的價值觀和積極的態度，以下是一些例子：

- 意識到需要多使用有利於環保的另類能源（例如太陽能 and 潮汐能）
- 體會到科學的局限性，不可能永遠提供明確的答案；科學的發展需要堅毅、開放和懷疑的精神，一如過去數世紀物理學的發展，對光的本質出現過不同的闡釋
- 鑑賞科學理論的重要發展（例如對光學的探究），是經過幾代科學家堅毅不拔的刻苦鑽研，運用智慧、知識和技能所得到的成果
- 認識到長期處於極度嘈吵的環境，會影響健康，因而懂得力圖減少噪音對鄰居的騷擾
- 認識到正確使用微波爐的重要性，並在日常生活中貫徹遵守安全守則

科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生察覺和認識關於科學、科技、社會和環境連繫的議題。以下是有關本課題內容中這類議題的一些例子：

- 有關使用流動電話產生微波輻射對公眾健康影響的議題
- 因污染物使大氣的臭氧層日漸稀薄，引致太陽紫外輻射大增，從而對人類生理的影響
- 本地的噪音污染問題
- 認識電磁波和電訊領域的科技發展對社會帶來的衝擊
- 以科學史上光學的研究發展為例，認識為社會帶來深遠影響的科技突破，如何啟發對基本物理學的新認識
- 藉顯微鏡、望遠鏡和 X-射線衍射等發明和發展，體會科技的進步，如何給科學研究注入動力，並有助闡明人類的起源，探索人類在宇宙中的地位

IV 電和磁

概述

本課題探討電學和磁學的基本原理。從電場與靜電力的聯繫，介紹電場的抽象概念。從電壓、電流、電阻、電荷、電能和電功率之間的關係，學習電路的基礎知識。在人們的生活中，電是家中的主要能源，電器已成為人們生活的一部分。因此，學生要學習電在家居的應用，尤其注意家居用電的安全。

把磁場的概念應用於電磁學。本課題介紹電流的磁效應，各種簡單磁場的圖形，影響電磁鐵強度的因素等。學生要了解載流導體在磁場中所受到的磁力，和電動機中的載流線圈在磁場中如何產生轉動。

本課題介紹電磁感應的一般原理。當導體和磁場作相對運動時就產生電能。發電機與電動機的運作過程相反，是把機械能轉變為電能。學生要學習簡單直流、交流發電機的運作原理。學習變壓器如何把交流電壓提升或降低，並了解對遙遠用戶輸送電能的體系。

學生應學習

學生應能

a. 靜電學

電荷

- 檢測自然界中兩種電荷存在的證據
- 認識電荷間的吸力和斥力
- 以電子的轉移概念闡釋起電過程

電場

- 描述點電荷周圍和帶電平行板之間的電場
- 以場力線表達電場

b. 電路和家居用電

電流

- 定義電流為電荷的流動率
- 說出電流方向的協定

電能和電動勢	• 描述電路中能量的變換 • 定義電路中兩點間的電勢差(p.d.)為每單位電荷經過電源外該兩點時，從電勢能轉換而成其他形式的能量 • 定義電源的電動勢(e.m.f.)為每單位電荷通過電源時所獲得的能量
電阻	• 定義電阻 $R = \frac{V}{I}$ • 描述於金屬絲、電解質、燈絲燈泡和二極管上電流隨所施電勢差的改變 • 認識歐姆定律只為電阻的特殊表現 • 測定影響導線電阻的因素，並定義電阻率為 $\rho = \frac{RA}{l}$ • 描述溫度對金屬和半導體的電阻的影響
串聯和並聯電路	• 比較串聯和並聯電路中，每個元件兩端之電壓及通過其間之電流 • 推導串聯和並聯電路上電阻的合成規律 $R = R_1 + R_2 + \dots \quad \text{串聯接法}$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \quad \text{並聯接法}$
簡單電路	• 量度在簡單電路中的 I、V 和 R • 設定任何接地點上的電勢為零 • 以實驗比較電源的電動勢及端電壓，並連繫電源的內電阻與兩者的差別 • 解釋安培計和伏特計的電阻對量度的影響 • 解決有關簡單電路的問題
電功率	• 檢測電流通過導體時的熱效應 • 應用公式 $P = VI$ 解決問題

家居電學	• 測定電器的額定功率 • 用千瓦特小時(kWh)為電能的單位 • 計算各種電器運作時所需的費用 • 明白室內電線佈置，並討論家居的安全用電 • 測定電器的操作電流 • 以額定功率討論電器傳輸電線和保險絲的選擇
c. 電磁學	
磁力和磁場	• 認識磁極間的吸力和斥力 • 檢測磁鐵附近的磁場 • 描述指南針在磁場中的行為 • 以場力線表達磁場
電流的磁效應	• 認識電荷運動和電流產生的磁場 • 檢測載流長直導線、圓形線圈和長螺線管所產生的磁場圖樣 • 檢測影響電磁鐵強度的因素
在磁場中的載流導體	• 檢測載流導體在磁場中會受到力的作用，並測定力、磁場與電流的相對方向 • 測定影響直載流導線在磁場中所受的力的因素 • 描述簡單直流電動機的結構和它如何運作
電磁感應	• 檢測運動導體在穩定磁場中、或靜止導體在變化磁場中產生的感生電動勢 • 應用楞次定律測定感生電動勢／感生電流的方向 • 描述簡單直流及交流發電機的結構和它們何運作 • 討論渦電流的產生及其實際應用
變壓器	• 描述簡單變壓器的結構和它如何運作 • 以方程 $\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$ 連繫電壓比和匝數比，並應用此方程解決相關的問題 • 檢測提高變壓器效率的方法

以高壓傳輸電能

- 討論以高壓交流電傳輸電能的好處
- 描述在功率傳送的電網系統中不同階段的升壓和降壓

建議學與教活動

學生須掌握各種接駁電路的實驗技能，並運用各種電學儀器進行有關的量度，包括安培計、伏特計、萬用電錶、焦耳計、示波器和數據記錄傳感器等。學生須掌握裝設實驗的技能，以進行研究、演示和探索，例如電場、磁場和電磁感應等物理學概念。在製造電動機和發電機等物理模型的過程中，學生將學習有關設計和工程學的實際經驗。必須注意的是，在所有涉及市電和超高壓電源的實驗中，學生必須嚴謹策畫以避免觸電。安全恰當地運用儀器設備，是最重要的基本實驗技能。

以下建議學生可能經歷的學習情境，可供參考：

- 用簡單的靜電起電機和測試儀器演示電荷的相吸和相斥本質
- 探究在電荷周圍和兩塊平行帶電板之間的電場本質
- 用適當的儀錶量度電路中的電流、電動勢和電勢差，並計算未知電阻器的電阻值
- 通過求出跨電阻器兩端的電壓和通過的電流之間的關係，檢測歐姆定律
- 測定影響電阻器阻值的因素
- 比較歐姆元件、非歐姆元件和半導體的電阻值變化
- 設計和製成一個電路以展示一項簡單的功能
- 檢測真實或模擬電路，找出問題並建議作適當的改進
- 比較不同電學器件的效率，並建議提高效率的方法
- 演示在電磁器件中運動、力和磁場的方向關係
- 拆解一個揚聲器，測定各個部件的功能
- 製作電動機和發電機電路套件
- 量度升壓或降壓變壓器的電壓變換
- 計畫並選用適當的儀器或物料以演示交流電的產生
- 用量綱分析來檢查運算結果的正確性
- 檢視在日常使用電器時的危險情況，並提出安全措施
- 探究家居電路中漏電斷路器的需要和功能

- 閱讀有關高壓傳輸電纜對附近居民的潛在危害的文章
- 搜尋常用的電器內使用的電阻器資料（例如音量控制器和調光開關）

價值觀和態度

透過本課題的學習過程，學生可培養正面的價值觀和積極的態度，以下是一些例子：

- 鑑賞科學知識的應用，可以生產有用的產品，並可因此而改變人類的生活。無數有關電學的發明足以為此作出證明
- 體會科技設施的重要性，例如現代社會對電的依賴，以及如果有關設施失效，對人們生活造成的影響
- 基於經濟和環保的考慮，了解節約用電的必要性
- 致力於明智使用自然資源，培養為人類的持續發展承擔責任的意識
- 認識不適當用電而導致觸電和火警的危險，培養家居用電的良好習慣

科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生察覺和認識關於科學、科技、社會和環境連繫的議題。以下是有關本課題內容中這類議題的一些例子：

- 生活在高壓傳輸電纜附近對健康的影響
- 市電的潛在危險，即使其可為社會提供唾手可得的能源和自動化的方便
- 作為傳統化石燃料汽車的另類選擇，電動汽車的環保意義和最新發展，以及政府在這方面應擔當的角色
- 一些環保人士主張人類必須回復到原始或自然的生活方式，減少對科技的依賴

第二部分：化學

I 地球

概述

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

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

學生應學習

學生應能

a. 大氣

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 空氣的成分• 以分餾法從液態空氣中分離氧和氮• 氧的試驗 | <ul style="list-style-type: none">• 描述分餾液態空氣的過程，並明白其中涉及的概念和步驟• 示範如何進行氧的試驗 |
|--|--|

b. 海洋

- 海水的成分
- 從海水中提取食鹽和分離出純水
- 顯示食鹽樣本中含鈉和氯化物的試驗
- 顯示某樣本中含水的試驗
- 海水的電解及其生成物的用途
- 描述海中各種礦物
- 示範如何從海水中提取食鹽和分離出純水
- 描述蒸發、蒸餾、結晶和過濾等不同物理分離法的過程，並明白其中涉及的概念和步驟
- 評鑑在不同情況下採用蒸發、蒸餾、結晶和過濾等物理分離法是否恰當
- 示範如何進行焰色試驗、氯化物的試驗和水的試驗

c. 岩石和礦物

- 岩石為礦物的來源
- 以金屬礦石提取金屬為例，說明從礦物中可分離出有用的物料
- 石灰石、白堊和大理石為不同形式的碳酸鈣
- 以熱、水和酸對碳酸鈣的作用為例，說明侵蝕過程
- 碳酸鈣的熱分解及二氧化碳的試驗
- 顯示石灰石（或白堊、大理石）樣本中含鈣和碳酸鹽的試驗
- 描述從金屬礦石提取金屬的方法，如物理方法、單獨加熱和與碳加熱
- 描述自然界中碳酸鈣的各種不同形式
- 明瞭熱、水和酸的作用可使化學品起變化
- 利用文字反應式描述化學變化
- 示範如何進行二氧化碳和鈣的試驗

建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

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

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

價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的 *價值觀和態度*：

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

科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

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

II 微觀世界

概述

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

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">• 元素、原子和符號• 元素的分類：金屬、非金屬和類金屬• 電子、中子和質子為次原子粒子• 簡單的原子模型• 原子序(Z)和質量數(A)• 同位素• 以 $^{12}\text{C}=12.00$ 為基準的同位素質量和相對原子質量 | <ul style="list-style-type: none">• 說明元素與原子的關係• 使用符號來表示元素• 將元素按其性質分為金屬或非金屬• 瞭解某些元素同時具有金屬與非金屬的性質• 說明及比較質子、中子和電子的相對電荷和相對質量• 利用質子、中子和電子描述原子的結構• 闡釋和運用符號，如 $^{23}_{11}\text{Na}$ |
|--|---|

• 原子的電子排佈（至 $Z=20$） • 貴氣體的穩定性與其電子排佈的關係	• 運用所給的原子序和質量數推算原子和離子中的質子、中子及電子數目 • 通過相關資料從元素中識別出同位素 • 進行有關同位素質量和相對原子質量的計算 • 認識和推斷出原子的電子排佈 • 利用電子圖表達原子的電子排佈 • 找出貴氣體的穩定性與八隅體規則的關係
b. 週期表 • 元素在週期表中的位置與其電子排佈的關係 • 第 I、II、VII 和 0 族內同族元素在化學性質方面的相似性	• 明瞭週期表內各元素是依原子序數由小至大排列的 • 認識週期表是一個有系統的排列元素方式 • 界定元素在週期表中的族數和週期數 • 找出元素在週期表中的位置與其電子結構的關係 • 找出第 I、II、VII 和 0 族元素的電子排佈與其化學性質的關係 • 描述第 I、II 和 VII 族元素活潑性的差異 • 推測週期表內某一族中一些陌生元素的化學性質
c. 金屬鍵	• 描述金屬鍵合的簡單模型
d. 金屬的結構和性質	• 描述金屬所具的一般性質 • 找出金屬性質與其巨型金屬結構的關係

e. 離子鍵和共價鍵

- 藉電子轉移而形成離子鍵
 - 陽離子和陰離子
 - 簡單離子化合物的電子圖
 - 離子化合物的名稱和化學式
 - 以氯化鈉為例，說明離子結構
 - 藉電子共用而形成共價鍵
 - 單鍵、雙鍵和三鍵
 - 簡單共價分子的電子圖
 - 共價化合物的名稱和化學式
 - 式量和相對分子質量
- 利用電子圖描述離子及離子鍵的形成
 - 繪畫陽離子和陰離子的電子圖
 - 利用週期表的資料預測由金屬原子與非金屬原子所形成的離子
 - 辨認多原子離子
 - 根據離子的化學式，為常見陽離子和陰離子命名
 - 根據所含離子，為離子化合物命名
 - 描述常見離子在水溶液所呈現的顏色
 - 透過離子化合物所含離子及其數目的比例，闡釋其化學式
 - 參照離子化合物的名稱或所含離子，寫出其化學式
 - 描述離子晶體的結構
 - 描述共價鍵的形成
 - 利用電子圖描述單鍵、雙鍵和三鍵的形成
 - 以 H_3O^+ 和 NH_4^+ 為例，利用電子圖描述配位共價鍵的形成
 - 按照共價化合物所含的元素及其原子數目的比例，闡釋其化學式
 - 參照共價化合物所含的原子，寫出其名稱和化學式
 - 適當地運用化學符號和化學式傳遞科學概念
 - 界定及分辨以下詞彙：式量和相對分子質量
 - 進行有關化合物的式量和相對分子質量的計算

- | | |
|-----------------------------|---|
| f. 巨型離子物質的結構和性質 | <ul style="list-style-type: none"> • 描述如氯化鈉和氯化鉀等物質的巨型離子結構 • 利用離子化合物的結構及鍵合，說明及解釋其性質 |
| g. 簡單分子物質的結構和性質 | <ul style="list-style-type: none"> • 描述如二氧化碳和碘等物質的簡單分子結構 • 認識於分子之間存在范德華力 • 利用簡單分子物質的結構及鍵合，說明並解釋其性質 |
| h. 巨型共價物質的結構和性質 | <ul style="list-style-type: none"> • 描述如金剛石、石墨和石英等物質的巨型共價結構 • 利用巨型共價物質的結構和鍵合，說明並解釋其性質 |
| i. 比較一些重要類別的物質的結構和性質 | <ul style="list-style-type: none"> • 比較具有巨型離子結構、巨型共價結構、簡單分子結構和巨型金屬結構的物質的結構和性質 • 利用物質的結構和鍵合來推斷其性質；或利用物質的性質推斷其結構和鍵合 • 利用物質的結構解釋其用途 |

建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 搜尋和簡報有關發現原子結構的資料
- 搜尋和簡報有關元素和週期表發展的資料
- 進行有關相對原子質量、式量和相對分子質量有關的計算
- 繪畫原子、離子和分子的電子圖
- 探究週期表中同族元素化學性質的相似性，如第 I 族元素與水的反應、第 II 族元素與稀氫氯酸的反應，以及第 VII 族元素與亞硫酸鈉溶液的反應
- 預測週期表內某一族中一些陌生元素的化學性質

- 分別寫出離子化合物和共價化合物的化學式
- 命名離子化合物和共價化合物
- 探究某些寶石的成分與其外觀色彩的關係
- 利用一組水溶液預測離子的顏色，如分別按氯化鉀和重鉻酸鉀的水溶液推測 $\text{K}^+(\text{aq})$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ 和 $\text{Cl}^-(\text{aq})$ 的顏色
- 探究水溶液（如重鉻酸銅(II)及高錳酸鉀）的離子向相反電極的遷移
- 製作離子晶體和共價分子的三維模型
- 利用電腦程式研習離子晶體、簡單分子物質和巨型共價物質的三維影像
- 製作金剛石、石墨、石英和碘的模型
- 利用物質的性質推斷其結構或利用物質的結構推斷其性質
- 利用物質的結構論證其一些特定的用途
- 閱讀或撰寫有關物料如石墨和鋁的結構和應用的文章

價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

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

科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

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

III 金屬

概述

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

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

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

學生應學習

學生應能

a. 金屬的存在和提取

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• 金屬在自然界中以自由態和化合態形式存在• 把金屬氧化物加熱或與碳共熱以獲取金屬• 以電解提取金屬• 金屬的發現與金屬提取的難易程度和原料是否容易取得有關• 有限的金屬蘊藏量與金屬資源的保存 | <ul style="list-style-type: none">• 說明金屬的來源和在自然界中存在的形式• 解釋為何需要提取金屬• 明瞭金屬的提取涉及礦石的還原• 描述並解釋由礦石提取金屬的主要方法• 找出從礦石提取金屬的難易程度與金屬活潑性的關係• 參照金屬提取的難易程度推斷發現某些金屬的先後次序• 寫出金屬提取的文字反應式• 描述金屬資源有限故有需要將金屬再循環• 從社會、經濟及環境角度評價金屬的再循環 |
|--|---|

b. 金屬的活性

- 一些常見金屬如鈉、鈣、鎂、鋅、鐵、鉛、銅等與氧（或空氣）、水、稀氫氯酸和稀硫酸的反應
- 金屬活性序與金屬形成正離子的趨向
- 置換反應及利用活性序解釋該等反應
- 利用活性序預測涉及金屬的反應
- 金屬的提取方法與其在活性序位置的關係
- 描述及比較一些常見金屬與氧（或空氣）、水和稀酸的反應
- 寫出金屬與氧（或空氣）、水和稀酸反應的文字反應式
- 參照金屬與氧（或空氣）、水和稀酸的反應編排金屬的活性序
- 寫出平衡的化學反應式以描述不同的反應
- 運用物態符號(*s*)、(*l*)、(*g*)和(*aq*)來書寫化學反應式
- 找出金屬的活性與金屬形成正離子的趨向的關係
- 描述並解釋涉及不同金屬和金屬化合物水溶液的置換反應
- 利用所給資料推斷金屬的活性次序
- 寫出平衡的離子反應式
- 利用金屬活性序預測金屬反應的可行性
- 找出金屬的提取方法與其在活性序中的位置的關係

c. 反應質量

- 化學反應式所顯示的反應物和生成物之間的定量關係
- 摩爾、亞佛加德羅常數和摩爾質量
- 化合物中元素的質量百分比
- 從實驗數據導出實驗式和分子式
- 從化學反應式求出反應質量
- 明瞭及運用平衡反應式所提供的定量資料
- 進行有關摩爾、亞佛加德羅常數和摩爾質量的計算
- 利用適當資料計算化合物中元素的質量百分比
- 利用質量組成及摩爾質量求出實驗式和分子式
- 利用相關的反應式計算反應物和生成物的質量並指出兩者的關係
- 解決有關限量試劑的問題

d. 金屬的腐蝕和保護

- 導致鐵銹蝕的因素
- 預防鐵銹蝕的方法
- 鐵銹蝕對社會和經濟的影響
- 鋁的抗腐蝕性
- 陽極電鍍為增強鋁的抗腐蝕性的方法
- 說明鐵銹的本質
- 描述導致鐵銹蝕的主要條件
- 描述並解釋影響鐵銹蝕速率的因素
- 描述在探究銹蝕的實驗中使用鐵銹指示劑（六氰合鐵(III)酸鉀和酚酞混合物）時可見的現象
- 描述並解釋預防鐵銹蝕的各種方法，如：
 - i. 塗抹油漆、油或覆蓋塑膠
 - ii. 鍍鋅
 - iii. 鍍錫
 - iv. 電鍍
 - v. 陰極保護
 - vi. 犧牲性保護
 - vii. 合金
- 認識鐵銹蝕對社會和經濟的影響
- 明白鋁的活性較預期低而抗腐蝕度則較預期高的原因
- 描述陽極電鍍如何增強鋁的抗腐蝕性

建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 搜尋和簡報有關金屬的存在及其在日常生活用途的資料
- 分析並連繫金屬活性和年表中的青銅器時代、鐵器時代和現代等不同時期
- 設計和進行實驗從金屬氧化物（如氧化銀、氧化銅(II)、氧化鉛(II)和氧化鐵(III)）中提取金屬
- 選定合適的方法從礦石提取金屬
- 把文字反應式轉寫為化學反應式
- 以電腦模擬作輔助，書寫平衡化學反應式
- 進行實驗探究金屬與氧（或空氣）、水和稀酸的反應

- 利用實驗證據編排金屬的活性序
- 進行實驗探究金屬與水溶液中金屬離子的置換反應
- 解釋鋅與固體氧化銅(II)置換反應化學示範所得的觀察
- 書寫離子反應式
- 進行實驗測定氧化銅(II)的實驗式
- 進行有關摩爾和反應質量的計算
- 進行實驗研究發粉／碳酸氫鈉的熱分解，並解決相關的化學計量問題
- 設計並進行實驗探究影響鐵銹蝕的因素
- 進行實驗研究可用來預防鐵銹蝕的方法
- 考慮社會、經濟和科技等方面的因素，選定預防金屬腐蝕的合適方法
- 搜尋和簡報有關香港金屬回收工業和保存全球金屬資源的措施的資料

價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的 *價值觀和態度*：

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

科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

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

IV 酸和鹽基

概述

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

此外，學生將會學習運用儀器量度 pH、各種製備鹽的方法和涉及酸和鹼的容量分析。透過這些實驗練習，他們應能掌握主要的實驗技巧、分析數據和闡釋實驗結果。學生亦應陳述濃度、溫度、表面面積、及使用催化劑對反應速率的影響，以及以定性角度解釋研習影響反應速率因素的實驗結果，但不需使用粒子概念來解釋反應速率和進行與反應速率有關的計算。

學生應學習

學生應能

a. 酸和鹼的簡介

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 在日常生活和實驗室常用的酸和鹼• 以稀氫氯酸和稀硫酸為例，說明酸的性質和化學反應• 酸的性質和氫離子 ($\text{H}^+(\text{aq})$)• 顯示酸的性質時水所扮演的角色• 酸的鹽基度• 以氫氧化鈉和氨水溶液為例，說明鹼的性質和化學反應 | <ul style="list-style-type: none">• 認識一些家用物品是酸性的• 陳述實驗室常見的酸• 描述酸的性質及其典型的反應• 寫出酸反應的化學反應式和離子反應式• 找出酸的性質和內含的氫離子 ($\text{H}^+(\text{aq})$)的關係• 描述顯示酸的性質時水所扮演的角色• 說明不同酸（如 HCl、H_2SO_4、H_3PO_4、CH_3COOH）的鹽基度• 利用與酸的反應定義鹽基和鹼 |
|---|--|

- 鹼的性質和氫氧離子 ($\text{OH}^-(\text{aq})$)
- 濃酸和濃鹼的腐蝕性質

- 認識一些家用物品是鹼性的
- 陳述實驗室常見的鹼
- 描述鹼的性質及其典型反應
- 寫出鹼反應的化學反應式和離子反應式
- 找出鹼的性質和內含的氫氧離子 ($\text{OH}^-(\text{aq})$)的關係
- 描述酸和鹼的腐蝕性質及處理酸鹼時的安全措施

b. 指示劑和 pH

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

- 說明石蕊、甲基橙和酚酞在酸性和鹼性溶液中呈現的顏色
- 描述使用合適的指示劑測試酸度和鹼度
- 找出 pH 標度與物質的酸度或鹼度的關係
- 進行有關強酸溶液中 $\text{H}^+(\text{aq})$ 的濃度與 pH 值的計算
- 建議及示範使用合適方法來測定物質的 pH 值

c. 酸和鹼的強度

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

- 描述酸和鹼的離解
- 找出酸和鹼強度與其離解程度的關係
- 運用合適詞彙描述酸和鹼：強與弱、濃與稀
- 建議及進行實驗比較酸或鹼的強度

d. 鹽和中和作用

- 鹽基為與酸的化性相逆的物質
- 中和作用為酸與鹽基（或鹼）之間的反應，此反應只生成水和鹽
- 中和作用的放熱本質
- 製備可溶鹽和不溶鹽
- 常見鹽類的命名
- 中和作用的應用
- 寫出中和作用的化學反應式和離子反應式
- 說明常見鹽類水溶解度的通則
- 描述在製備、分離和淨化可溶的鹽及不溶的鹽時所使用的技巧
- 建議製備某一特定鹽的方法
- 命名由酸鹼反應生成的常見鹽類
- 解釋中和作用的一些應用

e. 溶液的濃度

- 以 mol dm^{-3} （摩爾濃度）表示溶液的濃度
- 把溶液的摩爾濃度轉換以 g dm^{-3} 為單位
- 進行有關溶液濃度的計算

f. 涉及酸和鹼的容量分析

- 標準溶液
- 酸鹼滴定
- 描述及示範如何透過將固體溶解或將濃溶液稀釋來製備指定濃度的溶液
- 計算所製備溶液的濃度
- 描述及示範進行酸鹼滴定的技巧
- 應用溶液濃度的概念和利用酸鹼滴定的結果解決化學計量問題
- 撰寫實驗報告將容量分析實驗的步驟和結果表達出來

g. 化學反應的速率

- 影響反應速率的因素
 - i. 濃度
 - ii. 溫度
 - iii. 表面面積
 - iv. 催化劑
- 以定性角度解釋研習影響反應速率因素的實驗結果（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和混合物的混濁度的變化
- 陳述濃度、溫度、表面面積及使用催化劑對反應速率的影響

建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 尋找天然酸和鹼的例子，並搜尋其化學成分的資料
- 探究稀酸與金屬、碳酸鹽、碳酸氫鹽、金屬氧化物和金屬氫氧化物的作用
- 設計和進行實驗，研習水在顯示酸的性質時所扮演的角色
- 搜尋有關酸（或鹼）具有危害性質的資料
- 探究稀鹼與金屬離子水溶液生成金屬氫氧化物沉澱物的反應
- 探究稀鹼與銨化合物生成氨的反應
- 進行實驗探究濃酸（或濃鹼）的腐蝕性
- 搜尋有關常用酸鹼指示劑本質的資料
- 進行實驗找出一些家用物品的 pH 值
- 使用數據記錄器或 pH 計量度物質的 pH 值
- 設計和進行實驗比較酸（或鹼）的強度
- 進行實驗辨別具相同 pH 值的強酸和弱酸
- 探究中和過程中溫度的變化
- 製備和分離可溶的鹽和不溶的鹽
- 搜尋和簡報有關中和作用的應用資料
- 製備容量分析中所用的標準溶液
- 進行有關摩爾濃度的計算
- 使用適當的指示劑、pH 計或數據記錄器進行酸鹼滴定
- 進行滴定實驗找出醋中所含醋酸的濃度或通渠劑中所含氫氧化鈉的濃度
- 進行有關滴定的計算
- 撰寫一份容量分析實驗的詳細報告
- 搜尋有關因未能控制反應速率而釀成意外的資料
- 進行實驗研究濃度、溫度、表面面積及使用催化劑對反應速率的影響
- 搜尋有關汽車安全氣囊的資料及閱讀有關文章

價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

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

- 明白使用儀器有助提高科學探究的效率和準確度
- 重視控制反應速率對促進人類進步的需要
- 體會同一個問題可有不同的解決方法

科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 實施涉及中和作用的措施，可以控制汽車、工廠和發電廠所排放的氮氧化物和二氧化硫。
- 苛性鈉由氯鹼工業製造，而氯鹼工業是一門傳統的化學原材料工業。
- 容量分析是分析化學中的一門重要技術，並應用於化驗實驗室和科學鑑定。
- 抗酸劑是一種含有鹽基的常用藥物，可用來中和胃酸並舒緩胃痛。
- 防止金屬腐蝕對社會經濟頗為重要，並與環境息息相關。
- 研究反應速率對社會有正面的貢獻，如汽車的安全氣囊。
- 反應速率的研究結果和具殺傷力武器的發展有著緊密的關係。

V 化石燃料和碳化合物

概述

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

此外，本課題會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着不多於四個碳原子的烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的系統名稱。他們亦須學習烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的化學反應；透過描述單次取代的鹵甲烷的生成，學生便能了解有機化學反應通常涉及活潑的物種（例如自由基），並以多於一個步驟進行。

聚合物可由細小的有機分子（單體）經化學反應合成得來，這過程稱為聚合。學生應明白如何生成加成聚合物和縮合聚合物；此外，學生應瞭解一些常見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。

a. 來自化石燃料的烴

- 煤、石油和天然氣為化石燃料和碳化合物的來源
- 石油的成分及其分離
- 不同石油餾分性質的遞變
- 燃燒烴的熱變化
- 各石油餾分的主要用途
- 使用化石燃料的後果
- 描述化石燃料的來源
- 說明石油為烴的混合物，及工業上以分餾將其分離成各有用的餾分
- 認識作為脂肪族烴和芳香族烴（如苯）來源的原油在經濟上的重要性
- 找出餾分性質的遞變（如顏色、黏度、揮發性和燃燒特徵）與不同餾分內分子的碳原子數目的關係
- 解釋對不同石油餾分的需求
- 認識燃燒烴為放熱反應
- 認識由燃燒化石燃料所引起的污染
- 評估使用化石燃料對我們生活質素和環境的影響
- 建議減少從燃燒化石燃料所排放的空氣污染物的措施

b. 同系列、結構式和碳化合物的命名

- 碳的獨特性
- 以烷烴、烯烴、烷醇和烷酸為例說明同系列
- 烷烴、烯烴、烷醇和烷酸的結構式和系統命名法
- 參照碳的獨特結合能力和生成不同鍵合的能力，解釋碳化合物的龐大數目和多樣性
- 解釋同系列的意義
- 明瞭同系列內各成員顯示漸變的物理性質和相似的化學性質
- 寫出烷烴的結構式
- 寫出烷烴的系統名稱
- 將碳化合物命名和書寫結構式的方法推廣至烯烴、烷醇和烷酸

c. 烷烴和烯烴

- 石油為烷烴的來源
- 烷烴
- 裂解及其在工業上的重要性
- 烯烴
- 利用結構式來分辨飽和烴及不飽和烴
- 描述烷烴的化學反應：
 - i. 燃燒
 - ii. 與氯和溴的取代反應，以甲烷與氯（或溴）之反應為例
- 利用適當的圖象或反應式描述甲烷與氯的單取代反應所涉及的各步驟
- 認識裂解為獲取較小分子（包括烷烴和烯烴）的方法
- 描述如何在實驗室進行石油餾分的裂解
- 解釋裂解在石油工業的重要性
- 描述烯烴與下列試劑的反應：
 - i. 溴
 - ii. 高錳酸鉀溶液
- 示範如何進行不飽和烴的化學試驗

d. 醇、烷酸和酯

- 醇的用途
- 烷醇的化學反應
- 酯的用途
- 陳述醇的用途，如飲料的成分、溶劑和燃料
- 描述烷醇與
 - i. 酸化重鉻酸鉀生成烷酸
 - ii. 烷酸生成酯的反應
- 陳述酯的用途，如香料、調味劑和溶劑

e. 加成聚合物和縮合聚合物

- 單體、聚合物和重複單位
- 加成聚合
- 縮合聚合
- 以聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、有機玻
- 認識合成聚合物是由稱為單體的小分子構成
- 認識烯烴（由石油餾分裂解得來的不飽和化合物）能進行加成反應

璃、尼龍及聚酯為例說明聚合物的結構、性質和用途	• 瞭解烯烴和其他不飽和化合物能進行加成聚合 • 推斷一個已知單體或一對單體促成的聚合反應類別 • 寫出加成聚合物及縮合聚合物生成時的化學方程式 • 利用已知單體或一對單體推斷加成聚合物的重複單位 • 利用聚合物分子已知的部分化學式來推斷其單體或一對單體
-------------------------	---

建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

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

價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的 *價值觀和態度*：

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

科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

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

VI 氧化還原反應、化學電池和電解

概述

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

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

氧化還原反應的概念大量應用於工業和日常生活上。學生應明白電化學對科技創新的貢獻，並由此改善生活質素。另一方面，他們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">• 原電池和二級電池• 化學電池的用途及與其相關的特性（如大小、電壓、電容量、可充電性及價格等） | <ul style="list-style-type: none">• 區別原電池和二級電池• 描述常用原電池和二級電池的特徵：<ul style="list-style-type: none">i. 鋅碳電池ii. 鹼性錳電池iii. 氧化銀電池iv. 鋰離子電池v. 鎳金屬氫化物(NiMH)電池vi. 鉛酸蓄電池• 論證不同化學電池因應個別目的下的用途• 明白使用乾電池對環境的影響 |
|---|--|

b. 簡單化學電池中的反應

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

c. 氧化還原反應

- 氧化及還原
- 氧化數
- 常用氧化劑（如 $\text{MnO}_4^- (\text{aq})/\text{H}^+ (\text{aq})$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} (\text{aq})/\text{H}^+ (\text{aq})$ 、 $\text{Fe}^{3+} (\text{aq})$ 、 $\text{Cl}_2 (\text{aq})$ 、不同濃度的 $\text{HNO}_3 (\text{aq})$ 和濃 $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{l})$ ）
- 常用還原劑（如 $\text{SO}_3^{2-} (\text{aq})$ 、 $\text{I}^- (\text{aq})$ 、 $\text{Fe}^{2+} (\text{aq})$ 、 $\text{Zn} (\text{s})$ ）
- 配平氧化還原反應的反應式
- 利用下列各項辨認氧化還原反應、氧化劑和還原劑：
 - i. 獲得或失去氧或氫原子
 - ii. 獲得或失去電子
 - iii. 氧化數的改變
- 找出元素和化合物中各原子的氧化數
- 建立金屬還原能力和金屬離子氧化能力的一般趨向
- 描述一些常用氧化劑和還原劑的化學變化
- 找出化學物種的還原能力和氧化能力趨向與其在一定電化序的位置的關係
- 配平氧化及還原反應的半反應式
- 利用半反應式或氧化數的改變配平氧化還原反應式

d. 化學電池內的氧化還原反應

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

e. 電解

- 以電解下列物質為例，說明電解為運用電能分解物質的過程：
 - i. 稀硫酸
 - ii. 不同濃度的氯化鈉溶液
 - iii. 硫酸銅(II)溶液
- 陽極反應和陰極反應
- 離子優先放電次序分別與電化序、離子濃度和電極性質的關係
- 電解在工業上的應用：電鍍
- 描述製作電解池所需的物料
- 參考影響離子優先放電次序的各因素推測在電解池中每一電極的生成物
- 描述電解池內的陽極反應、陰極反應、總反應和電解質的可見變化
- 明白電鍍的原理
- 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
- 明白電鍍工業對環境的影響

建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

- 參考所得的資料，選定日常生活中適用的化學電池
- 製作簡單的化學電池並量度其電壓
- 書寫半反應式
- 利用常用氧化劑和還原劑進行實驗，探究氧化還原反應

- 找出元素和化合物中各原子的氧化數
- 利用半反應式或氧化數配平氧化還原反應式
- 探究濃硫酸與金屬的氧化還原反應
- 探究不同濃度的硝酸與金屬的氧化還原反應
- 搜尋和簡報有關燃料電池應用的資料
- 探究燃料電池車的操作原理
- 進行實驗探究鉛酸蓄電池的操作原理
- 利用所給資料預測化學電池內的變化
- 觀看或製作展示化學電池反應的電腦模擬片段
- 進行實驗探究電解過程中的變化
- 運用微型儀器，進行實驗研究氯化錫(II)溶液或稀氯化鈉溶液的電解
- 進行實驗探究電解過程中影響離子優先放電次序的各因素
- 搜尋和簡報電鍍工業對環境可能造成的不良影響
- 設計和進行電鍍實驗
- 閱讀有關從鋁礦石提煉鋁所涉及的工業過程的文章
- 討論在汽車使用氫氧燃料電池的利弊
- 探究包裝食品的脫氧劑所涉及的化學原理

價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的*價值觀和態度*：

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

科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

- 各種呼氣測試技術，例如鈍態酒精感應器、初步呼氣測試和憑證呼氣測試（如醇量測量器 EC/IR）等，均是利用燃料電池技術來檢測酒精。
- 氫氧燃料電池可應用於太空任務及汽車等範疇，但並未普及至商業或家居用途。
- 發展各式各樣的鋰電池，如鋰離子電池、鋰離子聚合物電池、鋰鈷電池、鋰錳電池和鋰鎳電池，以應付各類消費產品的需求。

- 工業生產過程（如金屬的提煉、氯鹼工業和從礦石（鋁土礦）生產鋁）往往涉及甚多電解過程。
- 以電解提取活潑金屬的發展與人類歷史進程有著密切的關係。

VII 化學反應與能量

概述

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

學生應學習

學生應能

a. 化學反應中的能量變化

- 能量守恆
- 吸熱反應和放熱反應，以及這些反應其與鍵的斷裂和形成的關係

- 利用能量守恆的概念解釋化學反應中的能變
- 認識焓變(ΔH)為恆壓下的熱變
- 運用圖表及焓變的概念解釋放熱反應和吸熱反應的本質
- 運用化學鍵斷裂和形成解釋放熱反應和吸熱反應的本質

b. 標準反應焓變

- 解釋並運用以下詞彙：反應焓變和標準狀況（特別有關中和、生成和燃燒）
- 使用簡單量熱法進行實驗求出焓變
- 利用實驗結果計算焓變

c. 赫斯定律

- 利用赫斯定律求出難以從實驗中直接測定的焓變
- 涉及反應焓變的計算

- 運用赫斯定律繪畫簡單的焓變循環
- 進行涉及上述焓變循環和有關焓變的計算（特別求出難以從實驗中測定的焓變）

建議學與教活動

為讓學生能夠發展學習成果，以下建議的學習活動可供參考：

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

價值觀和態度

透過本課題的學習，學生可建立以下的價值觀和態度：

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

科學、科技、社會和環境的連繫

鼓勵學生重視和理解各項反映科學、科技、社會和環境之間相互連繫的議題，包括：

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

(空白頁)

第三部分：生物

I 細胞與生命分子

概述

細胞和生物分子是生命的基本單位。生物是由這些基本單位建構而成，並以一個整體去發揮其功能。學生將透過研習細胞的結構和功能，建立知識基礎，把細胞活動和生物體維持生命的活動連繫起來。研習細胞的發現，將幫助學生體會科技對科學發展的貢獻和生物學知識的不斷發展。

科學探究

讓學生能夠：

- 作出適當的提問、辨識問題關鍵所在及擬定假說，以進行與細胞和生命分子相關的探究；
- 計畫和進行有關細胞結構和功能範疇的科學探究；
- 運用適當的儀器和方法，進行實驗（例如食物試驗、製作臨時裝片和鏡檢）；
- 仔細觀察和準確記錄（例如檢視生物組織的預製玻片或臨時裝片，並繪畫生物圖）；
- 辨識和解釋在科學探究中，控制變量的重要性（例如研究酶的活性和滲透）。

科學、科技、社會和環境的連繫

讓學生能夠：

- 知道細胞與生命分子的生物學知識在社會上的應用；
- 體會科學與科技對了解分子生物世界方面扮演的角色；
- 明白顯微鏡技術、電腦科技和圖像分析技術的發展能促進生物學知識的進步。

生物學的本質和歷史

讓學生能夠：

- 知道生物學知識（例如對細胞膜、亞細胞器和細胞活動的認識）在不斷發展；
- 明白不同科學家（例如胡克和施旺）對生物學發展的貢獻；
- 知道生物學的知識和理論是透過觀察、假說、實驗和分析而產生（例如細胞膜結構的流動鑲嵌模型）。

學生應學習

學生應能

a. 生命分子

水和無機離子（例如氫、鎂、鈣和鐵）

- 將水、無機離子和生物分子的重要性與生命連繫。

生物分子：碳水化合物、脂質、蛋白質和核酸

- 構件
- 功能

b. 細胞組織

細胞的發現

- 體會顯微鏡技術的發展對細胞發現的貢獻。

細胞膜

- 性質和功能

- 製作臨時裝片，使用光顯微鏡進行觀察和繪畫圖畫。

- 使用流動鑲嵌模型，解釋細胞膜的性質及其功能。

亞細胞結構及其功能

- 細胞核和染色體、內質網、線粒體、葉綠體、細胞壁和液泡

- 體會科學模型的應用及其局限性。

- 比較動植物細胞的細胞組織層次。

原核細胞（例如細菌細胞）和真核細胞

- 在光顯微鏡和電子顯微鏡下，辨認細胞器。

- 比較原核和真核細胞的亞細胞組織層次。

c. 物質穿越細胞膜的活動

擴散、滲透和主動轉運

細胞吞噬的現象

- 運用擴散、滲透和主動轉運的概念，解釋物質如何穿越細胞膜。
- 應用滲透的概念，解釋質壁分離和溶血。

d. 細胞週期和分裂

細胞週期的階段

- 細胞生長、核分裂和細胞質分裂

核分裂

- 有絲分裂
- 減數分裂

- 了解細胞分裂對生長和生殖的重要性。
- 明白細胞週期的各個階段。
- 概述和比較有絲分裂和減數分裂的過程。

e. 細胞能量學

新陳代謝：分解代謝和合成代謝

- 細胞的分解代謝和合成代謝

酶和酶反應

- 酶的性質和角色
- 活性部位和專一性
- 影響酶反應速率的因素（溫度、pH 和抑制劑）
- 酶在日常生活的應用

- 分辨分解代謝和合成代謝。
- 明白酶的性質和其在新陳代謝的角色。
- 利用活性部位來解釋酶的專一性。
- 解釋影響酶反應速率的因素。

建議學與教活動

a. 生命分子

- 討論生命能否缺水而生；及飲用礦泉水或等滲飲品的可能好處。
- 進行常用的生化試驗（例如本立德試驗、碘液試驗、油漬試驗和不同種類的試紙），以辨識活組織內的一些生物分子。

b. 細胞組織

- 閱讀有關發現細胞的文章。
- 以顯微鏡的發展對細胞認識的貢獻為題，進行專題研習。
- 討論在各種組織和細胞內，線粒體數量的差異。
- 製作動植物組織的臨時裝片，並用光顯微鏡檢視。
- 檢視原核細胞、真核細胞和亞細胞結構的電子顯微照片或活細胞影像。
- 使用水槽和乒乓球，製作代表細胞膜結構的模型。

c. 物質穿越細胞膜的活動

- 從細胞、組織或器官層次，進行研究滲透的實驗。
- 檢視物質穿越細胞膜過程的活細胞影像。

d. 細胞週期和分裂

- 檢視有絲分裂和減數分裂的不同階段的預製玻片，顯微照片或活細胞影像及辨認各階段。

e. 細胞能量學

- 進行實驗，說明酶的分解或合成作用。
- 設計及進行探究實驗，找出溫度、pH 或抑制劑對酶活性的影響；及找出酶在商業上的一些應用（例如生物活性洗濯粉和鬆肉粉）。

II 遺傳與進化

概述

研習基礎遺傳學，可幫助學生建立對基因的概念及認識基因在生命中的角色，為他們奠定將來在生物工程範疇繼續研習的基礎，以及了解生物工程對社會的影響。

研習生物多樣性，有助學生明白生物的複雜性和各種生物對其環境的適應性。本課題將以系統發生的導向引入分類系統，期望學生了解分類系統是經由分子遺傳學所得來的證據發展出來。本課題的學習有助學生體會進化現象並對生命的起源產生好奇心。除達爾文理論外，還鼓勵學生探索其他有關生命起源和進化的科學解釋，以展示科學知識不斷轉變的本質。

科學探究

讓學生能夠：

- 仔細觀察和準確記錄（例如觀察生物表徵，以辨認生物；及觀察人類的變異）；
- 運用適當的儀器和方法，進行有關分子遺傳學的實驗（例如 DNA 提取和凝膠電泳）；
- 分類、整理和展示直接和間接蒐集的數據（例如製作人類一些特徵的遺傳譜系）；
- 運用圖表和模型表達從數據衍生出來的現象和關係（例如遺傳圖表和 DNA 模型）；
- 利用邏輯和證據推衍及修正科學解說和模型（例如利用化石紀錄作為進化的證據）。

科學、科技、社會和環境的連繫

讓學生能夠：

- 知道基礎和分子遺傳學知識在社會上的應用及其對社會、道德倫理和經濟的含意；
- 知道社會需求能促使科技的進步（例如重組 DNA 技術和 DNA 指紋分析）；
- 體會人類基因組計畫和生物工程應用對人類和社會的貢獻；

- 體會科學與科技對人們了解生活型的複雜性及遺傳學方面扮演的角色；
- 了解科學如何受社會所影響（例如有關生命起源和進化的不同觀點）；
- 解釋生物工程知識如何促進新科技的發展及新科技如何帶動人們對遺傳的了解。

生物學的本質和歷史

讓學生能夠：

- 知道生物學知識（例如從基礎遺傳學至分子遺傳學、分類系統的發展）在不斷發展；
- 明白不同科學家（例如孟德爾、華生、克拉克、達爾文、華萊士和拉馬克）對了解遺傳學和進化的貢獻；
- 體會遺傳學的迅速發展，從傳統的育種實驗至分子生物學的實驗和分析；
- 知道生物學的知識和理論是透過觀察、假說、實驗和分析而產生的（例如孟德爾的工作）。

學生應學習

學生應能

a. 基礎遺傳學

孟德爾遺傳定律

人類的遺傳

- 多等位基因：ABO 血型
- 性連鎖
- 性別決定

譜系分析

特徵的變異

- 連續變異
- 不連續變異
- 變異的原因
 - 遺傳信息
 - 環境因素
 - 突變

- 了解分離定律和獨立分配定律。
- 運用孟德爾遺傳定律，解答遺傳問題。
- 了解 ABO 血型和性連鎖特徵的遺傳。
- 明白性染色體在人類性別決定的角色。
- 分析譜系，以研究特徵的遺傳。
- 解釋各種特徵變異的原因。

b. 分子遺傳學

染色體、基因和核酸

生物工程

- 重組 DNA 技術
- DNA 指紋分析
- 人類基因組計畫及其含意

- 描述染色體、基因和核酸在構造和功能上的關係。
- 明白重組 DNA 技術和 DNA 指紋分析的應用。
- 明白從人類基因組計畫所取得的數據的貢獻和局限。
- 體會國際基因組計畫有賴科學家的共同努力。

c. 生物多樣性和進化

生活型的多樣性

生物的分類

- 分類的需要
- 沃斯所建議的分類方法
 - 六界（真細菌界、古細菌界、原生生物界、真菌界、植物界和動物界）
 - 三域（細菌、古細菌和真核）

生命的起源

進化

- 物種的起源
- 進化的證據（例如化石紀錄）

- 體會地球上不同生活型的存在和生物適應其生境的不同方法。
- 知道現代分類學是建基於生物系統發生的關係上。
- 體會分類系統會因新證據的出現而改變。
- 明白分類系統和雙名法的功能。
- 設計和使用二叉式檢索表，辨認生物。
- 把生物分類至六個生物界。
- 體會對生命的起源存有不同的解釋。
- 知道使用化石紀錄作進化證據的局限性和還有其他證據。

建議學與教活動

a. 基礎遺傳學

- 閱讀有關孟德爾對研究遺傳學的貢獻的文章。
- 使用電腦模擬或其他材料（例如基因粟米），研究遺傳的模式。
- 觀察及分析人類的變異（例如身高和捲舌）。
- 製作和／或分析人類一些特徵（例如血友病、捲舌和耳垂）的遺傳譜系。

b. 分子遺傳學

- 製作 DNA 和 RNA 模型。
- 閱讀有關一些生物學家（例如華生和克拉克）發現 DNA 的資料。
- 使用視聽教材，說明重組 DNA 技術和 DNA 指紋分析的過程。
- 進行從活組織（例如洋蔥組織）提取 DNA；及使用凝膠電泳分離 DNA 片段的實驗。
- 搜尋有關在法證科學上應用 DNA 指紋分析的資料。
- 製作圖表或時間表，展示與人類基因組計畫相關的發現。

c. 生物多樣性和進化

- 參觀植物標本室、郊野公園或特別地區（例如獅子會自然教育中心和太埔滘自然保護區）。
- 利用標本、視聽教材或遊戲等，說明生物的多樣性及其生活模式。
- 利用分類系統，把生物分為主要類別。
- 討論各種分類系統的優點和局限性，以及為何有些生物的分類會隨時間而改變。
- 搜尋有關其他分類系統；及一些生物的雙命名的資料。
- 設計和使用二叉式檢索表，辨認本地生境的生物。
- 閱讀有關林奈的工作及其命名生物的系統；生命起源的各種解釋；及一些生物學家（例如拉馬克、達爾文和華萊士）對進化的研究的資料。

III 生物與環境

概述

生物與環境是不可分割的。生物的生活方式與其所在的環境密切相關。本課題以此為基礎，幫助學生認識和理解生物與環境。

首先，本課題讓學生認識生物如何從環境獲取生命必需的氧氣、水份和食物。研習各種維持生命的活動，如營養、氣體交換和轉運時，必須從生物整體著眼，深入認識生物的結構和功能。在研習生殖、生長和發育課題時，讓學生了解生物如何在環境中繁衍下代。本課題以人作為研習動物維持生命的活動的主要對象。此外，還幫助學生認識生物如何為了存活而探測環境的轉變並作出適當的反應，以及人體如何維持穩定的內在環境。最後，學生會研習生物與生物間及環境的整體相互作用，並探究生態系內能量流和物質的循環，從而體會生態系不斷轉變的本質。學生須學習關注人類活動對生態系的影響，以及明白保育的需要。

科學探究

讓學生能夠：

- 仔細觀察和準確記錄（例如檢視植物的根、莖和葉的預製玻片或臨時裝片，並繪畫生物圖）；
- 作出適當的提問、辨識問題關鍵所在及擬定假說，以進行與生命活動和生態系相關的探究；
- 計畫和進行有關生命活動和生態系的科學探究，並撰寫報告；
- 因應特定目的，選擇及設計合適的探究方法（例如在野外考察使用樣條和樣方來採集樣本）；
- 辨識和解釋在科學探究中，控制變量的重要性（例如研究不同礦物質對植物生長的影響及消化酶的作用）；
- 解釋在科學探究中，樣本量、隨機抽樣法、重複實驗和步驟的重要性（例如野外考察）；
- 運用適當的儀器和方法，進行實驗（例如食物試驗、製作臨時裝片、鏡檢、解剖和野外考察技術）；
- 運用圖表、曲線圖、流程圖和模型表達從數據衍生出來的現象和關係（例如使用食物鏈、食物網和數量錐體來表達生態系中生物間的關係及生物的分佈）。

科學、科技、社會和環境的連繫

讓學生能夠：

- 評鑑生物學的應用對人類活動的影響（例如膳食需求、控制生育和污染控制）；
- 分析科學和科技發展（例如電腦科技和圖像分析技術）如何促進我們對複雜的生命活動的認識；
- 保持敏銳的觸覺和責任感，努力維持人類需求和可持續環境之間的平衡；
- 知道生物學知識（例如均衡膳食、控制生育和污水處理）在社會上的應用及其對社會、道德倫理、經濟和環境的含意。

生物學的本質和歷史

讓學生能夠：

- 憑藉學習生物維持生命的活動和其與環境的互動，了解科學是人類不斷努力的成果；
- 知道生物學的知識和理論是透過觀察、假說、實驗和分析而產生（例如研究向性、蒸騰拉力和生態考察）；
- 明白生物的生理過程和環境的複雜性；
- 了解科學活動的本質和局限性（例如各種有關生理過程和生態系的探究）。

學生應學習

學生應能

a. 植物維持生命的活動

植物的營養

- 植物作為自養生物
- 光合作用
- 礦物質的需求
- 水份和礦物質的吸收

植物的氣體交換

- 植物不同部分的氣體交換
- 葉的氣體交換

- 體會植物作為自養生物的重要性。
- 解釋植物對礦物質的需求。
- 將根的結構與其在水份吸收的功能連繫。
- 將葉的特徵與氣體交換和減少水份散失連繫。
- 解釋光強度對氣體交換的影響。
- 把蒸騰、水份的吸收和轉運及植物的冷卻連繫。

蒸騰

- 過程和重要性
- 影響蒸騰速率的因素（濕度、光強度和風）

- 解釋環境因素對蒸騰速率的影響。

植物體內物質的轉運

- 水份和礦物質的轉運
- 有機養料的輸導

- 描述物質在有花植物的轉運途徑。
- 比較草本和木本雙子葉植物的支持。

植物的支持

- 細胞的膨脹度
- 木質部的物理性質

b. 動物維持生命的活動

人的營養

- 人類作為異養生物
- 食物需求和各種食物物質的功能
 - 碳水化合物
 - 脂質
 - 蛋白質
 - 維生素
 - 礦物質（例如鈣和鐵）
 - 食用纖維
- 均衡膳食
- 攝食
 - 齒系
 - 咀嚼
- 消化
 - 消化系統的一般結構
 - 碳水化合物、蛋白質和脂質在消化道各部分的消化
- 吸收和同化
 - 小腸食物吸收的構造特徵
 - 肝的角色
 - 食物被吸收後的方向

- 解釋年齡、活動和懷孕對膳食需求的影響。
- 將不適當膳食和健康問題連繫。
- 解釋機械消化及化學消化的重要性。
- 了解消化道各部分的消化和吸收過程。
- 說明小腸在食物吸收的適應特徵。
- 描述吸收後食物物質的轉運途徑及其在細胞與組織內的方向。

• 排遺

人體的氣體交換

- 呼吸系統的一般結構
- 氣囊內的氣體交換
- 呼吸氣體的轉運途徑
- 換氣的機制

- 了解在體細胞與外在環境間的呼吸氣體交換。
- 將呼吸系統各部分的結構與氣體交換連繫。

人體內物質的轉運

- 循環系統和淋巴系統的一般結構
- 血液、組織液和淋巴的成分與功能
- 血液與體細胞間的物質交換
- 組織液的形成

- 將循環系統和淋巴系統不同部分的結構與轉運連繫。
- 描述物質交換和組織液的形成。

c. 生殖、生長和發育

人的生殖

- 男性和女性生殖系統的一般結構
- 精子和卵的結構
- 月經週期
 - 子宮內膜的週期變化
 - 排卵
- 受精
- 胚胎和胎兒的發育
 - 胎盤
 - 單卵雙生及二卵雙生
- 出生過程
- 親代撫育
- 控制生育

- 將生殖系統各部分的結構與其功能連繫。
- 明白精子和卵在有性生殖的角色。
- 描述於性交時精液的傳送及受精的過程。
- 將胎盤的結構與其在胚胎發育的角色連繫。
- 明白親代撫育的重要性和母乳餵哺的好處。
- 了解各種控制生育方法的生物學原理。

d. 協調和反應

刺激、感受器和反應

- 光作為刺激：人的眼睛
 - 眼睛的主要部分
 - 視桿細胞和視錐細胞
 - 色覺
 - 視覺調節
 - 眼睛毛病（遠視、近視和色盲）
- 光作為刺激：植物的向光反應
 - 根和枝條的反應
 - 生長素的角色
- 聲音作為刺激：人的耳朵
 - 耳朵的主要部分

- 了解感覺器官和感受器在探測環境變化的角色。
- 將眼睛主要部分的結構與視覺連繫。
- 解釋眼睛毛病的成因。
- 描述眼鏡如何矯正遠視和近視。
- 知道視力矯正的外科方法。
- 明白向光性的重要性。
- 了解根和枝條向光反應的機制。
- 將耳朵主要部分的結構與聽覺連繫。

人體的神經協調

- 神經系統的一般結構
- 中樞神經系統
 - 腦部主要部分的功能：大腦、小腦和延髓
 - 脊髓的功能
 - 神經元：感覺神經元、中間神經元和運動神經元
 - 突觸
- 反射弧和反射動作
- 隨意動作

- 明白中樞神經系統的角色。
- 依據結構和功能，分辨各種神經元。
- 描述神經脈衝越過突觸的傳遞。
- 比較反射動作和隨意動作的本質。

人體的激素協調

- 激素協調的本質
- 內分泌系統的一般結構

- 了解激素協調的本質。
- 舉例說明激素調節的反應。
- 比較激素協調和神經協調。

e. 體內平衡

體內平衡的概念

- 體內平衡的重要性
- 反饋機制

內在環境的參數

- 血糖水平、血液內氣體成分、水份和體溫

血糖水平的調節

- 肝、胰、胰島素和胰高血糖素的角色

- 參考血糖水平調節，解釋反饋機制的原理。
- 體會人體內在環境的維持有賴神經系統和內分泌系統的協調。

f. 生態學

組織層次

- 物種、種群、群落、生態系、生物群落和生物圈

- 知道在各組織層次研習生物與其環境。
- 體會本地環境的各種生態系統。

生態系的主要類別

- 淡水河流、岩岸、紅樹林、草地和林地

生態系的成分

- 非生物因子
- 生物群落
 - 生態位和生境
 - 物種多樣性和優勢種
 - 生物間的關係
 - 捕食、競爭、偏利共棲、互利共生和寄生
 - 生態演替
 - 原生和次生演替
 - 頂級群落

- 辨識生境內的非生物因子，並解釋其影響。
- 描述生境內生物間的各种關係。
- 概述生態演替的過程。
- 利用食物鏈、食物網、數量錐體和生物量錐體來表達生物間的攝食關係及各營養級的能量流。
- 了解生態系內能量傳遞的效率。
- 了解生態系內物質的循環。
- 知道生態系內生物群落和非生物因子的相互作用。

生態系的運作

- 能量流
 - 能量的來源
 - 各營養級間的能量流
 - 生物間的攝食關係
- 物質的循環
 - 碳循環
- 生產者、消費者和分解者在能量流和物質循環的角色

生態系的保育

- 人類活動的影響

- 明白保育的需要。

本地生境的研習

- 生物的分佈和多度
 - 取樣法
 - 樣方
 - 樣線和樣帶
- 量度非生物因子（例如光強度、pH、風、溫度、含氧量、濕度和鹽度）

- 進行本地生境的生態研習，並撰寫報告。

建議學與教活動

a. 植物維持生命的活動

- 設計及進行探究實驗，利用盆栽植物，研究不同礦物質對植物生長的影響；使用碳酸氫鹽指示劑或數據收集儀，探究光強度對陸生或水生植物氣體交換的影響；比較葉片兩面的氣孔分佈；及使用蒸騰計，研究環境因素對蒸騰速率的影響。
- 檢視一年幼雙子葉植物的葉、莖部和根部橫切面的臨時裝片或預製玻片；及幼苗根部的活標本或預製玻片。
- 進行實驗，顯示蒸騰的發生；及使用曙紅溶液追蹤水份在草本植物的吸收及運送。

b. 動物維持生命的活動

- 進行實驗，辨認常見食物的成分；顯示膽鹽對油的效應；使用透析管，模擬消化道內的消化和吸收；及比較吸入氣體和呼出氣體的成分差異。
- 設計及進行探究實驗，比較不同水果及蔬菜的維生素 C 份量；及研究消化酶的作用（例如澱粉酶於澱粉瓊脂平板的作用，蛋白酶於奶瓊脂平板或蛋白的作用）。
- 檢視一已解剖哺乳動物或人體模型的消化道及其附屬腺體，以及呼吸系統。
- 檢視豬肺；及魚的尾鰭或蛙蹼微血管中的血液流動。
- 檢視氣囊、動脈和靜脈及血液成分的預製玻片或顯微照片。
- 解剖豬心和檢視其構造。

c. 生殖、生長和發育

- 檢視精子和卵的顯微照片、錄影片段或活細胞影像。
- 使用視聽教材，展示受精的過程。
- 檢視已解剖哺乳動物或人體模型的雄性及雌性生殖系統。
- 檢視胎兒在各發育階段的超聲波照片或錄影片段。
- 搜尋有關各種控制生育方法的效用及其副作用；體外受精和終止懷孕的資料。
- 討論孕婦的飲酒及吸煙習慣對胎兒發育的有害影響。

d. 協調和反應

- 解剖牛眼和檢視其構造。
- 搜尋有關現代科技如何協助補救一些眼睛毛病（例如近視、遠視、散光、白內障和青光眼）的資料。
- 檢視人的大腦、眼睛和耳朵模型。
- 設計及進行探究實驗，研究根和枝條的向光反應。

e. 體內平衡

- 製作流程圖，說明反饋機制。
- 搜尋有關激素（例如胰島素）失調的生理後果及其補救方法，尤其是現代科學與科技進展所發現的方法。

f. 生態系

- 參觀自然保護區、郊野公園、海岸公園、郊野學習館和其他本地生境。
- 繪畫及闡釋食物鏈、食物網、數量錐體與生物量錐體。
- 使用活生物或視聽教材，展示生態系內生物間的關係。
- 選擇本地生境（例如淡水河流和岩岸），進行生態研習。

IV 健康與疾病

概述

本課題旨在幫助學生認識何謂健康，從而在選擇生活方式、習慣及預防疾病的措施上，作出明智決定。此外，培養學生對健康的積極態度，並知道個人和公眾對維持健康社區的責任。本課題亦會研習疾病的概念和病原體的傳播途徑。

科學探究

讓學生能夠：

- 仔細觀察和準確記錄（例如檢視病原體的預製玻片或顯微照片，並繪畫生物圖）；
- 辨識問題及進行適當研究，以了解社會上各種傳染病；
- 分類、整理和展示直接和間接蒐集的數據（例如從醫院管理局、衛生署或互聯網蒐集有關健康和疾病的資料）。

科學、科技、社會和環境的連繫

讓學生能夠：

- 知道生物學知識在維持健康社區上的應用及其對社會、道德倫理、經濟和環境的含意；

生物學的本質和歷史

讓學生能夠：

- 體會與疾病相關的生物學知識在不斷發展，了解科學是人類不斷努力的成果；
- 了解科學活動的本質和局限性（例如一些疾病的成因和傳播仍未知曉）。

a. 個人健康

健康的意義

- 明白健康的意義。

b. 疾病

疾病的種類

- 傳染病
- 非傳染病

- 了解疾病的概念。
- 分辨傳染病和非傳染病。
- 了解傳染病如何傳播。

傳染病（例如霍亂、登革熱、乙類肝炎、流行性感冒和結核病）

- 成因
- 傳播途徑
 - 水、空氣、飛沫、食物、體液、媒介和直接接觸

建議學與教活動

b. 疾病

- 檢視一些病原體（例如病毒、細菌、真菌和原生生物）的顯微照片，預製玻片或活細胞影像。
- 以傳染病（例如霍亂、登革熱、乙類肝炎、流行性感冒和結核病）的傳播途徑和症狀為題，進行專題研習。
- 搜尋有關本港爆發的傳染病的資料。

第三章 課程規畫

本章就第二章所介紹的課程架構，列述有關原則，以協助學校與教師因應學生需要、興趣和能力，以及學校實際情況，從而發展一個靈活而均衡的課程。

3.1 主導原則

教師可參考下述各項原則，作為規畫校本高中科學課程的依據：

- 照顧學生的不同需要、興趣、能力和學習風格；
- 透過訂定全面而廣泛的學習目標，促進學生綜合運用各種能力及獲得均衡發展的學習經歷，以及與初中科學課程緊密銜接*；
- 規畫和設計適切及有目的的學與教材料、實驗、科學探究活動和專題研習，以發展學生的知識和理解、技能和過程、價值觀和態度、明辨性思考能力、創造力和學會學習的策略；
- 制定清晰和可行的課程目標，發展循序漸進和適切的課程，以提供愉快、有意義和豐富的學習經歷；
- 檢視和靈活規畫課程，就第五章所列出的推行校本評核安排的建議，因應實際需要而作出調整。

3.2 學習進程

對於一些對科學有濃厚興趣和準備在科學教育選修兩個科學科目的學生，我們建議學校為他們在中四時提供廣闊及均衡的科學課程，當中涵蓋生物、化學及物理科的課題。

在中四時，學生透過研習各科學科目的課題，可對這三個學科的不同性質和要求有進一步的了解，這有助他們認識自己的興趣和優勢，從而在高年級時選擇適合自己的專修科目。

*生物、化學和物理科的各課程及評估指引會詳細解釋本課程的一些課題與初中科學課程的銜接。

圖 3.1 顯示學校為擬在科學教育學習領域中修讀兩個選修科目的學生所提供的可行途徑及選擇。

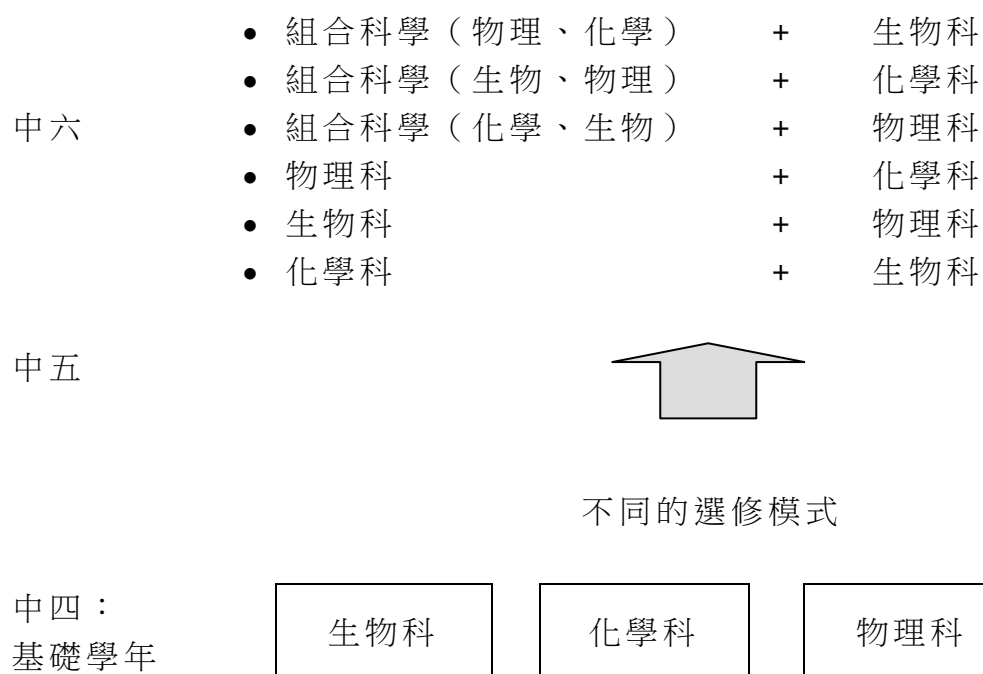


圖 3.1 科學科目的學習進程

下表列出建議學生在中四時研習的課題：

第一部分：物理	
1. 熱	• 溫度、熱及內能 • 熱轉移過程 • 物態的改變
2. 力和運動	• 位置和移動 • 力和運動 • 作功、能量和功率
3. 波動	• 波的本質和特性 • 光
探究研習	

第二部分：化學	
1. 地球	• 大氣 • 海洋 • 岩石和礦物
2. 微觀世界	• 原子結構 • 週期表 • 金屬鍵 • 離子鍵和共價鍵 • 巨型離子物質、巨型共價物質、簡單分子物質和金屬的結構和特性
3. 金屬	• 金屬的存在和提取 • 金屬的活性 • 反應質量 • 金屬的腐蝕和保護
4. 酸和鹽基	• 酸和鹼的簡介 • 指示劑和 pH • 酸和鹼的強度 • 鹽和中和作用
5. 化石燃料和碳化合物	• 來自化石燃料的烴 • 同系列、結構式和碳化合物的命名 • 烷烴和烯烴

第三部分：生物	
1. 細胞與生命分子	• 生命分子 • 細胞組織 • 物質穿越細胞膜的活動 • 細胞週期和分裂 • 細胞能量學
2. 生物與環境	• 植物維持生命的活動 • 動物維持生命的活動
科學探究	

有關生物、化學和物理科各部分課程內容的詳情已列於該科目的相關章節。

3.3 課程規畫策略

3.3.1 建議的學與教次序

我們建議學校在中四時應彈性安排三個科學科目的時間表。學校可如下圖所示，安排學生同時修讀三個科學科目，各科目在每星期或每循環週所佔時數相同（例如每星期一個半小時至兩小時），或循序地安排每個科學科目的課題。

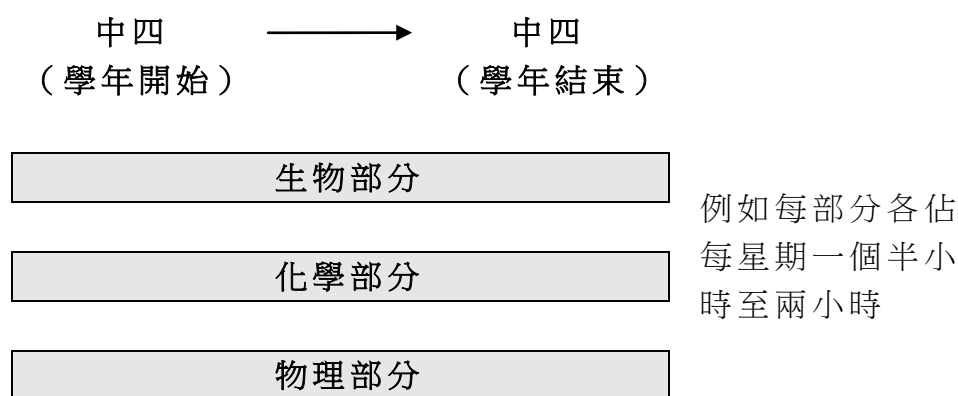


圖 3.2 時間表的平衡安排

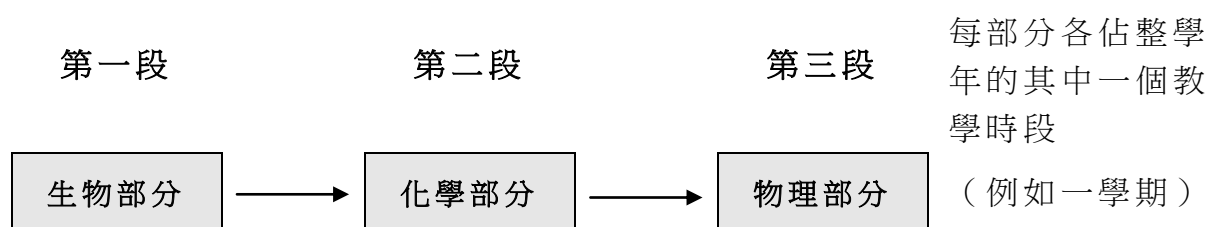


圖 3.3 時間表的順序安排

此外，各課題的教學次序毋須依次完成。教師可將三個部分的教學互相緊扣，以凸顯三個科學科目的相互關係。教師亦應了解各種安排的利弊，並按教師的專長、學校的設施和學生的興趣，作出決定。

生物、化學和物理科的各課程及評估指引會對課程規畫策略提供進一步資料，當中涵蓋了一些學與教次序的建議，以及各課題主要概念的連繫，供教師參考。

3.3.2 協調生物、化學和物理科各部分的教學

上述內容闡釋教師如何循序漸進地教授三個科學科目的各課題。有關教師應作有效的協調和合作，以確保三部分的教學具連貫性。教師應讓學生明白各課題中的科學概念和技能如何連繫起來，以及如何在不同學科運用這些概念和技能。舉例來說，在化學部分學習有關原子和分子結構的知識，將有助學生理解生物部分的「生命分子」和「分子遺傳學」的概念。若教師在策畫課程時把相關課題連貫在一起，學生的學習將會更有效和更有趣味，進展會更平穩順暢。教師也可安排合適的專題研習或探究活動，以加強科學的跨學科學習。

3.3.3 調適課程以照顧學生的多樣性

學生在興趣、學習能力、志向和學習風格各方面皆存在差異。為了幫助所有學生達至本課程的學習目標，教師可調整課程架構內學習元素的組織，並靈活運用課堂時間。除此之外，教師應採用不同的學、教和評估策略，讓學生把學習與生活經歷聯繫起來，並向學生提供持續性的回饋。下述一些建議可供教師在規畫校本課程發展時參考，以照顧學生的多樣性。

- 調動學與教的次序以配合學生的不同興趣和能力。
- 為對科學有濃厚興趣或能力出眾的學生訂定具挑戰性的學習目標，並提供機會讓他們全面地發揮潛能。
- 對一些認知要求較高的課題，教師宜把課題的深度調校至適合學生的程度，並提供額外支援，幫助學生掌握這些課題。

3.4 課程統籌

3.4.1 有效的課程統籌

要有效地發展和統籌課程，學校的課程領袖應互相合作，並就以下各方面作出考慮。

(1) 了解課程和學生需要

組合科學課程架構提供一個具備理念、課程宗旨、學習目標、課程結構和組織、課程規畫、學與教，以及評估的課程。要促進有效的校本課程發展，校本課程發展者必須對課程、學生的需要和興趣，以及學校的優勢和文化有充分的了解，也應將學與教和學校的抱負與使命及中央架構互相配合。

(2) 科組和架構

學校課程領袖包括科學教育學習領域統籌主任、科學科主任、科學科教師，在校本課程發展統籌上擔當不同的角色，必須共同合作，發揮團隊精神。科學教育學習領域統籌主任和科主任除了負責監管和協調課程的實施外，還須制定計畫，以促進教師團隊和專業能力的發展。

(3) 課程規畫

學校應為科學教育的校本課程發展作規畫，以確保各科學科目能與其他科目的學習協調，同時也須考慮與初中科學課程的銜接，務求為學生提供一個均衡的科學教育基礎。有關課程規畫策略的詳情已列於本章第 3.3 節。

(4) 教師團隊與專業發展

透過共同備課、建立師徒制和同儕觀課，讓教師定期交流意見、經驗和反思，有助教師團隊的建立；同時營造協作和分享的文化，促進教師專業發展。此外，學校應為教師騰出空間，讓他們參與各種專業發展課程，並按教師的專長，適當而靈活地編配工作。

(5) 資源發展

教育局將發展促進學與教資源，以支援課程的實施。學校既可選用或自行發展學與教材料以配合學生的需要，也可建立校本學與教資源庫或網上平台，讓教師共享資源。有關學與教資源的詳情已列於第六章。

(6) 變革管理

鑒於科學知識的不斷發展和現代社會的轉變，校本課程應具彈性。學校應先界定明確的課程發展範圍和方向，但在實施時應靈活處理，以對轉變作出反應。變革管理的策略包括參與和溝通、定期檢視進程並蒐集證據，以便作出明智的改變。

3.4.2 校內不同持份者的角色

學校課程領袖在課程變革管理上擔當不同的角色。這些角色或會依據學校不同的情況而轉變。

(1) 科學科教師

科學科教師在校本科學課程發展上可作多方面的貢獻。個人方面，他們在工作上可配合學校的政策，並與其他科學科教師合作，協助科主任。此外，他們也可擔當課程領袖的角色，提出創新的課程改革。

為了協助校本科學課程的實施，教師應：

- 清晰地向學生解釋校本科學課程的整體計畫和目標；
- 營造具激發性的學習環境，促使學生成為自主學習者；
- 主動試行和推行創新的學與教策略；
- 主動分享意念、知識和經驗，加強同儕間的互相協助和改善學與教；
- 與實驗室技術員協作，設計適切的活動，並提供一個安全而有利於學習的環境；
- 透過閱讀和與同事分享，瞭解課程發展和改革的最新動向；
- 主動參與專業發展課程、工作坊、座談會，以提升教育專業；
- 不時檢視或評鑑校本科學課程，以作改善。

(2) 科學教育學習領域統籌主任／科學科科主任

科學教育學習領域統籌主任／科學科科主任在課程的發展、統籌和實施上擔當著十分重要的角色。他們也是學校行政人員和其他科學科教師的溝通橋樑。為了促進各成員間的溝通與協作，並統籌課程的實施，他們應：

- 根據《科學教育學習領域課程指引（小一至中六）》（課程發展議會，2017b）和其他相關的課程及評估指引所訂定的方針，策畫計畫，為學生提供均衡的科學教育；

- 促進各科學科教師在校本課程發展的有效合作，確保各學習階段銜接順暢；
- 舉行定期會議，討論有關課程規畫、評估政策、學與教材料的運用、學與教策略的採用、檢視進程等事項，並進一步探討課程實施策略以促進學與教的效能；
- 藉著不同途徑，如建立師徒制、同儕觀課、共同備課等，鼓勵教師定期交流對學與教的意念、經驗和反思；
- 鼓勵教師參與專業發展課程、工作坊、座談會和專題計畫；
- 確保學校提供充足的設施和資源（例如實驗室設施和儀器、實驗室技術員和資訊科技儀器），並能充分利用，以支援課程的實施；
- 統籌各科學學科成員和實驗室技術員，確保在進行實驗活動和科學探究時已採取適當的安全和預防措施。

(3) 校長

校長肩負指導、規畫和支持校本課程發展的重任，他們須明白中央課程架構，並充分地了解校內情況，如學生的需要、各教職員的優勢，以及學校的組織文化。我們建議學校委任一位科學教育學習領域統籌主任，以統籌校本科學課程的實施。此外，校長應與副校長或學務主任緊密地合作，並應：

- 明白學校的整體形勢；依照學校的抱負和使命，以及整體學校課程發展的路向，界定科學教育學習領域課程發展的範圍；
- 釐定科學教育學習領域中層課程領袖的角色和責任；
- 為學生在科學教育學習領域中提供不同選擇，以配合他們的需要和志向，並為他們奠定均衡的科學教育基礎；
- 適當地調配學校資源（例如實驗室技術員和儀器）以促進有效的學與教；
- 藉著共同備課和同儕觀課，營造教師間協作和分享的文化；
- 讓教師參與專業發展課程；
- 讚賞所達至的進度，繼續鼓勵適切的課程計畫；
- 協助家長和學生明白學校的信念、課程實施的理念和實踐，以及他們在促進學習上的角色；
- 與其他學校組成網絡，促進專業交流和經驗分享。

第四章 學與教

本章就組合科學課程之有效學與教提供指引和建議。本部分應與《中學教育課程指引》（課程發展議會，2017a）第三冊一併閱讀，以便了解以下有關高中課程學與教的建議。有關生物、化學和物理科各部分學與教的詳情及示例已列於生物、化學和物理科各課程及評估指引中的第四章。

4.1 知識與學習

學習是建構個人知識的過程，有不同的途徑，例如直接傳授、探究式學習、建構和共同建構等模式。在建構科學的知識時，應強調學生對科學原理和概念的理解，而非只死記硬背定義和沒有關連的事實。學生須獲取進行科學探究的經驗，從而知道科學重視過程，並了解科學的本質和方法。

4.2 主導原則

根據《中學教育課程指引》（課程發展議會，2017a）第三冊就學與教的建議，可得出下列一些適用於本課程學與教的主要原則。

(1) 建基於優勢

學與教的策略應配合香港的教師及學生的優勢。在研習科學方面，大部分香港學生在記誦內容知識、分析數據和理解科學概念方面的能力較強。

(2) 已有知識和經驗

設計學與教活動時，須考慮學生的已有知識和經驗。

(3) 了解學習目標

設計和進行學與教活動時，教師應釐訂清晰的學習目標，並以學生能明確知悉學習目標為原則。

(4) 促進理解的教学

透過學與教活動，學生能以其所知，靈活思考及學習。

(5) 多元化的學與教活動

應採用不同的學與教活動。

(6) 促進獨立學習

安排學與教活動時，應配合課程中適宜的學習情境，培養學生的共通能力和思考能力，幫助學生建立獨立學習的能力。同時，提供機會讓學生對自己的學習負起責任。

(7) 學習動機

提升學生的學習動機是促進學習的有效途徑。教師應運用各種策略，以引起學生的學習動機和興趣。

(8) 積極參與

在進行學與教活動時，應讓所有學生在學習過程中積極參與，專注學習。

(9) 回饋和評估

即時且有用的回饋是學與教不可或缺的一環。

(10) 資源

應靈活運用各種資源作為學習的工具。第六章概述有關運用資源來促進學習的建議。

(11) 照顧學生的多樣性

學生有不同的特質，應採用各式各樣的學與教策略，以照顧學生的多樣性。

4.3 取向與策略

4.3.1 學與教的取向

概括而言，科學的學與教可歸納為三種常用和相關的教學取向。

(1) 「直接傳授式教學」是指教師向學生灌輸資訊或作行為榜樣。此教學取向包括三個主要方法：有條理地講解內容、為學生提供足夠的引導和透過運用提問、功課或測驗評估學生的理解力。

(2) 「探究式教學」強調學生必須付出個人努力，尋找資訊並將之轉化為知識。這取向建議使用的學習活動，如解決問題的活動，以助學生發展各種認知能力；而使用科學探究活動，則可讓學生學習擬訂和驗證假說、設計合適的方法、收集和分析數據，以及作出結論。此外，科學探究是科學教育其中一個學習範疇，教師宜在本科學與教活動中適當地引入科學探究。有關各個課題中探究活動的例子，已列於第二章供教師參考。

(3) 「共同建構式教學」指學習者在小組內透過學生之間和師生之間的交流對話而共同學習。共同建構知識的過程十分多元化，例如提出開放式的問題、舉列矛盾的觀點並鼓勵學生作出回應、讓學生參與討論和辯論，以及設立協作小組。本課程的內容，例如科學、科技、社會和環境的連繫，十分適合以共同建構的方法來學習，因為教師和學生的經驗是學習這類內容的有用資源。

以上三個學與教取向可視作一個連續體，教師的角色都有所不同。教師在選取學與教取向和策略時，應以課堂的學習目標和成果為依歸，並配合學生的不同需要和學習風格。此外，教師應注意一個學習目標可透過多種策略達至，而同一學習過程中也能讓學生達至多個學習目標。圖 4.1 列出一些在科學課堂常用的學與教活動。

直接傳授	互動教學	個人研習	進行探究	共同建構
• 示範 • 解釋 • 播放影片	• 提問 • 參觀 • 運用資訊科技與多媒體教材 • 全班討論	• 製作概念圖 • 資料搜尋 • 閱讀 • 撰寫學習日誌／筆記	• 實驗活動 • 解難活動 • 科學探究 • 模擬與製作模型	• 辯論 • 論壇 • 小組討論 • 專題研習 • 角色扮演

圖 4.1 科學課堂常用的學與教活動

4.3.2 多元化和具彈性的學與教活動

本課程具彈性，可以照顧學生的不同興趣、能力和需要。所訂立的學習目標和成果也具有彈性，讓教師能因應學生不同的需要，在教學內容的廣度和深度中取得平衡。教師應採用合適的學與教取向，讓學生參與各式各樣的學習活動，以達至學習目標。教師必須仔細安排學與教活動，例如提問、

閱讀、討論、製作模型、示範、實驗活動、野外考察、探究活動、口頭報告、功課、辯論、資料搜尋和角色扮演，務求為學生營造有意義的學習過程。

4.3.3 由課程至教學法：如何開始

教學活動應盡量與學生的日常生活聯繫，讓他們感到科學是一門有趣並與生活息息相關的學科。當評估一種教學活動的適切性時，教師應參考第 4.2 節所概述的主導原則。此外，教師應與實驗室支援人員協作，確保所有實驗活動和科學探究活動的安全性。

除圖 4.1 所列的科學課堂常用的學與教活動外，有關生物、化學和物理科各部分的建議學與教策略的詳情及示例已列於該科目的課程及評估指引。

4.4 互動

互動是指師生之間和學生之間的對話，是眾多學與教策略的其中一部分。藉著互動，學生可知道自己明白和不明白的地方，並澄清混淆之處；教師亦可確定學生明白他們的解說。

4.4.1 鷹架學習

教師須為學生提供合適鷹架，幫助他們克服學習上的障礙。鷹架學習包括師生之間有目的的互動，教師在學生的學習過程中提供合適的輔導和工具。鷹架的形式包羅萬有，例如：

- 各式各樣的教材，例如一篇有關某個科學課題的文章，文章內容需條理分明，且列有圖解程序，使學生容易明白課題；。
- 一個具備清晰指引和樣板的學習課業，例如一張列有引導性問題的工作紙，以幫助學生自行設計實驗；
- 不同形式的輔導，例如播放一段影片或作示範，有助學習科學實驗技能；
- 教師於活動後的綜合解說，例如當學生未能「掌握」活動的精髓或遇到學習障礙時，教師應在學與教活動完結時，給學生一個清晰的概念架構。

有效運用鷹架有助維持學生的學習動力，也可幫助他們理解各種概念，自行或與別人共同建構知識。為了培養學生的獨立學習能力，教師應按學生的學習進度逐步移除鷹架。

4.4.2 有效提問的運用

有效的提問要求在不同情境運用各種問題。例如，關閉式問題預設正確答案，適用於學生重溫事實知識或報告簡單資料，這些問題有助了解學生的已有知識。開放式的問題能讓教師知悉學生的理解、引導他們表達自己的意見和啟發他們多角度地思考。開放式問題容許不同的答案，要求學生對資料、意念和意見作明辨性的思考，以及具有創意和評估的思考能力。教師在提問後應耐心等待，給予學生充足的「等候」時間，讓他們分析問題和整理答案。

4.4.3 回饋的運用

教師應給予學生具鼓勵性的回饋，讓他們反思和改善學習。學生也可從同儕和其他人士（例如實驗室支援人員）獲得有用的回饋。教師可依據學生的回饋調整教學法以提升學習的效果。有效的回饋不應只限於分數，還包括教師利用口頭或書面評估學生在學習上的強項和弱點，或就學生需要改善的地方提出建議。圖 4.2 概述運用回饋加強學生的獨立學習能力。

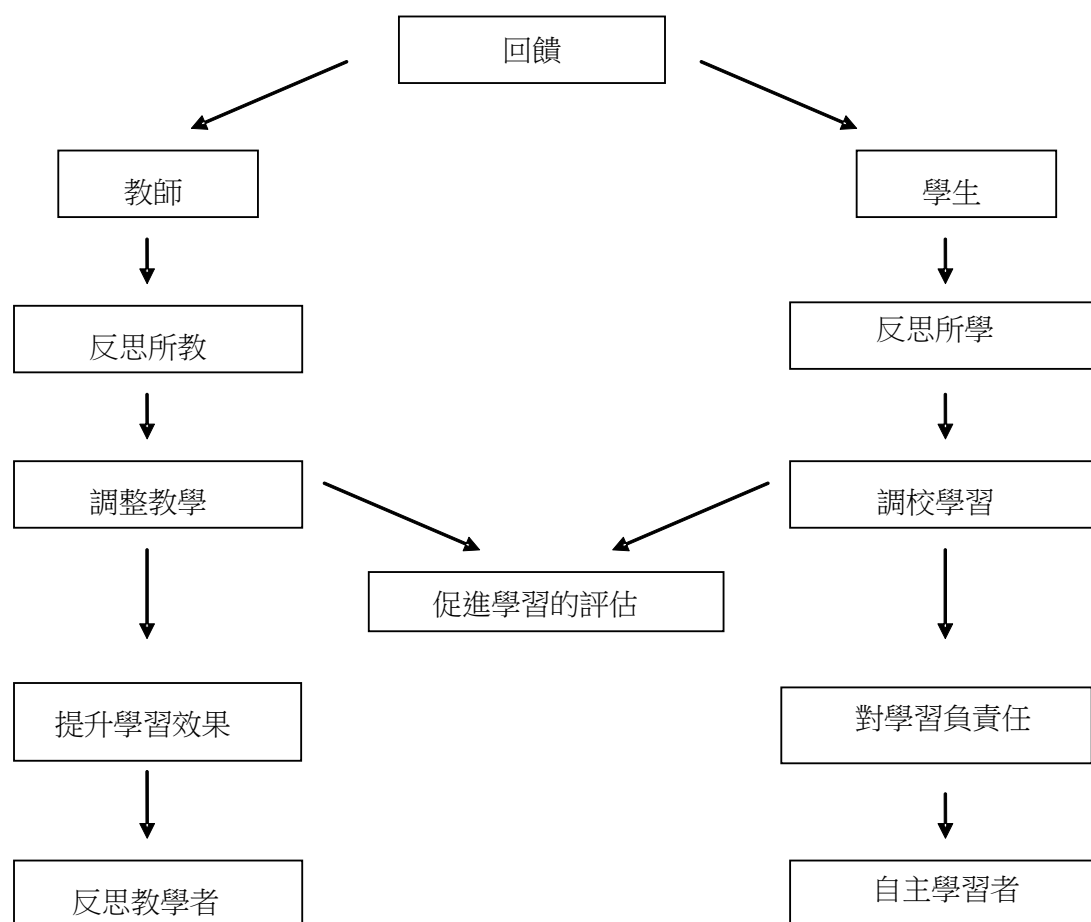


圖 4.2 優質回饋的運用

4.5 照顧學生的多樣性

教師在設計學與教策略時，需考慮每一個課堂所存在的學生多樣性。要求每個學生達到相同的學習水平是不切實際的，教師應採用不同的學與教策略，讓學生利用不同的方法學習，盡展所長。教師應透過找出學生的背景、接觸的朋輩和學習進程，以了解他們的興趣、能力、強項和需要；這樣，便可作出明智的決定，選擇最合適的學與教策略。

4.5.1 照顧學生多樣性的策略

為照顧學生的多樣性，第三章第3.3.3節概述在課程規畫方面的建議。在設計學與教策略時，教師可參考以下建議。

(1) 採用各種學與教活動以配合學生的不同學習風格

學生有些是視覺學習者，有些是聽覺學習者，有些則是動態學習者。教師應採用各種教學模式，並不時改變教學策略，以配合學生不同的學習風格；同時也可採用形形色色的資源，包括文字、視覺和聽覺教材。此外，教師還應安排個別工作和小組工作，讓學生可以按其喜愛的模式學習。

(2) 為不同能力的學生調整學習課業

這個策略的基本理念是為不同能力的學生提供不同規模、性質和要求的學習課業。教師應為有能力的學生設計具挑戰性的課業，以維持學習動機。對於能力稍遜的學生，教師可安排他們處理一些較小型和要求較低的課業，讓他們逐步建立能力和信心。舉例來說，教師可為能力稍遜的學生把一個複雜的探究活動劃分成一連串簡單的活動。對於能力較高的學生，教師則可提高科學探究活動的要求，鼓勵更高層次的思考，包括要求涉及更多變數、收集更多數據或使用更精密的儀器和技能。

(3) 為不同能力的學生識別及安排學習「建構模塊」

教師必須識別出學習的「建構模塊」，並有系統地將它們變成符合學生水平且能掌握的知識，從而幫助他們更有效地學習，同時，提高他們的整體自主學習能力。

(4) 調校介入的程度和性質

不同能力的學生需要不同程度和種類的支援、指導和挑戰來達至課程的學習目標。細心的教師應盡早為學習遲緩的學生提供支援、為能力稍遜的學生提供額外指導，以及給予能力較高的學生更多的挑戰。教師也應考慮是

否需要就某些較艱深的課題，向學生提供額外的支援和鷹架。隨著學習遲緩的學生表現有所進步時，教師應逐漸減少介入他們的學習過程，讓他們可以獨立學習。

(5) 靈活分組

學生多樣性可被視為讓學生互相支持的機會。這種認識在學生共同完成學習課業時最能體現出來。教師可把不同能力的學生組合起來，讓能力較高與能力稍遜的學生互相分享知識。此外，教師也可把能力相近的學生組合起來，給予他們難度適中的課業。

4.5.2 資訊科技作為照顧學生多樣性的學習工具

適當地運用資訊科技能有效照顧不同學習風格的學生，並將學習延伸至課堂以外。在課堂上表現不太活躍的學生或許會積極參與網上討論，並在網上論壇發表有用的意見。此外，具有支援學習的網上評估工具能引發學習動機，達至促進學習的評估。資訊科技中的多媒體和互動元素特別適合視覺或聽覺學習者。網絡學習資源可讓學生按照自己的步伐和興趣來學習。教師應鼓勵學生透過使用資訊科技工具，例如電子郵件、網絡系統的即時訊息和布告板，與教師和同學建立學習社群。

4.5.3 照顧資優學生

對科學有濃厚興趣或天份的學生，應讓他們盡展潛能。其中一個途徑是加速學習，即讓這些資優學生參與特設課程（如物理奧林匹克比賽），從而加快他們的學習步伐。與此同時，這些學生仍與同儕一起學習。另一個途徑是增潤，即給予這些學生額外富挑戰性或能激發思考的工作，並讓他們與同儕一起上課。對於資優學生，教師應給予更具挑戰性的科學探究活動。舉例來說，在進行科學探究時，教師除安排較複雜的作業予資優學生外，也應容許他們自行選擇具挑戰性的課業。他們可自行設定探究活動的目標，這有助他們在不同的過程中，如界定問題、運用各種資料和評估探究步驟等，成為獨立的學習者。

此外，學校可安排資優學生參與各種學習活動（例如生物學青年學者研習班），或科學比賽（例如：香港化學奧林匹克、香港學生科學比賽）和科研活動，以發揮所長，令資優學生可藉此發掘學習科學的興趣。

(空白頁)

第五章 評估

本章旨在說明評估在組合科學課程之學與教過程中所扮演的角色，以及評估的主導原則，並闡述進展性評估及總結性評估的重要性。此外，本章亦會提供組合科學課程校內評估與公開評核部分的詳情說明，並闡述如何制訂和維持等級水平，以及如何根據等級水平匯報學生的成績。有關評估的一般指引可參閱《中學教育課程指引》（課程發展議會，2017a）。

5.1 評估的角色

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

首先，它就教學的成效和學生在學習方面的強弱，向學生、教師、學校和家長提供回饋。

其次，它為學校、學校體系、政府、大專院校及僱主提供資料，以便監察學生的成績水平，有助他們作出遴選決定。

評估最重要的角色是促進學習及監察學生的學習進度。不過，於高中期間，公開評核在協助頒發證書和遴選等方面的公用角色較為顯著。由於評核結果往往被用於影響個人的關鍵抉擇上，故評核無可避免地成為一項高風險的活動。

香港中學文憑為完成中學課程的學生提供一項通用的資歷，以便升讀大學、就業、進修和接受培訓。該文憑匯集學生在四個核心科目和各個選修科目，包括學術科目如組合科學科和新的應用學習課程的表現，並輔以「學生學習概覽」內的其他資料，可全面反映學生在整個高中階段的學習表現。

5.2 進展性和總結性評估

評估有兩個主要目的：「促進學習的評估」和「對學習的評估」。

「促進學習的評估」是要為學與教蒐集回饋，並運用這些回饋幫助教師相應調校教學策略，令學習更有效。由於這種評估關乎學與教的發展和調校，故被稱為「進展性評估」。進展性評估是恆常進行的，而一般來說它所關注的是較小的學習點。

「對學習的評估」是要評定學生的學習進展。這種評估總結學生學會了多少，故又被稱為「總結性評估」。總結性評估通常是在一段較長學習時間後進行的（例如在學年終結時，或在完成一個學習階段之後），所評估的是較大的學習面。

事實上，進展性和總結性評估之間並沒有一個鮮明的分野，因為在某些情況下，同一項評估可以同時達至進展性和總結性的目的。教師如欲進一步了解進展性和總結性評估，可參閱《中學教育課程指引》（課程發展議會，2017a）。

進展性評估應與持續性評估區分清楚。前者透過正式和非正式的途徑評估學生的表現，提供回饋，改善學與教；而後者則是持續評估學生的學業，但可能沒有提供有助改善學與教的回饋。例如只累積每星期的課堂測驗成績而沒有給予學生具建設性的回饋，這既不是良好的進展性評估，亦非有意義的總結性評估。

過往，學校容易側重對學習的評估，而忽略了促進學習的評估。事實上，不少教育理論和研究結果均指出，進展性評估有助促進學生學習，且能提供回饋，完善教學決策，應較總結性評估更受重視和肯定。因此，課程發展議會發表的《學會學習——課程發展路向》（課程發展議會，2001）建議學校就評估措施作出改變，給予進展性評估應有的重視，並將促進學習的評估視為課堂教學不可或缺的部分。

另一方面，公開評核（包括公開考試和經調整的校本評核）的首要目的是對個別學生的學習進行總結性評估。在公開評核中引入校本評核，能讓學生在一個風險較低的環境中，以進展性評估的模式，藉校本評核的課業進行練習和獲得有關經驗。其後，作為總結性評估，學生須完成類似的課業，並由教師評定分數，成為公開評核的一部分。

校內評估和公開評核也有一定的區分。校內評估是指三年高中教育期間，教師和學校在學與教過程中採用的評估措施；而公開評核則是為各校學生舉辦的統一評核。就香港中學文憑而言，即指由香港考試及評核局舉辦和監督的公開考試，以及經調整的校本評核。總的來說，校內評估應較著重進展性評估，而公開評核則較側重於總結性評估。雖然如此，兩者不能以簡單的二分法說明其關係。將校本評核包括在公開評核內，就是要在香港中學文憑中，提高進展性評估或促進學習的評估的成分。

5.3 評估目標

評估目標與之前章節所表述的課程架構與廣泛的學習成果互相配合。

第一部分：物理

物理部分的評估旨在評鑑學生以下的能力：

- 憶述及了解有關物理的事實、概念、模型和原理，以及課程架構內各課題的相互關係；
- 應用物理知識、概念和原理來解釋現象和觀察結果，並解決問題；
- 顯示在進行實驗時對儀器運用的理解；
- 顯示對有關物理的研習方法的理解；
- 以不同形式（表格、線圖、圖表、圖解等）表達資料及將之由一種形式轉為另一種形式；
- 分析及演繹資料，並推導出結論；
- 顯示對誤差處理的理解；
- 選取及綜合科學觀念和資料，並能清楚、準確和邏輯地表達出來；
- 理解物理在日常生活的應用及對現今世界的貢獻；
- 關注物理在倫理、道德、社會、經濟及科技上的影響，並以批判的角度評價與物理有關的事件；
- 基於物理知識及原理，審視證據並作出判斷。

第二部分：化學

化學部分的評估旨在評鑑學生以下的能力：

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

第三部分：生物

生物部分的評估旨在評鑑學生以下的能力：

- 憶述及了解生物學的事實、概念、原理及課程架構內各課題的相互關係；
- 應用生物學知識、概念及原理，解釋現象和觀察結果，以及解答問題；
- 提出假說，設計並進行實驗以驗證假說；
- 展示有關生物學研習的實驗技巧；
- 以不同形式（表格、曲線圖、圖表、繪圖、圖解等）表達資料及將之由一種形式轉為另一種形式；
- 分析及詮釋數據及非數據資料，例如一篇文字、繪圖、照片、圖表及曲線圖等；揣摩其含意、作出邏輯推論，並得出結論；
- 評價證據及找出誤差；
- 提出原創意念；選取及綜合觀念和資料，並能清楚、準確和有邏輯地表達出來；
- 理解生物學在日常生活的應用及對現今世界的貢獻；
- 關注生物學在倫理、道德、社會、經濟及科技上的影響，並以批判的角度評價與生物學有關的事件；
- 於影響個人、社會和環境的問題上作出建議、選擇及判斷。

5.4 校內評估

本節闡述各項主導原則，作為學校設計組合科學科校內評估及一般評估活動之依據；其中部分原則也適用於公開評核。

5.4.1 主導原則

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

(1) 配合學習目標

教師應採用各種評估活動，全面評估學生在各學習目標所達至的水平，包括對科學原理和概念的知識及理解、科學技能和過程、正面的價值觀和態度，從而促進學生的全人發展。教師應共同商討各範疇所佔的比重，並取得共識，同時讓學生清晰了解評估的目的及評估準則，使他們能全面了解預期學習所達至的水平。

(2) 照顧不同學生能力的差異

教師應採用多元化的評估模式和設計難度不同的評估活動，以照顧不同性向和能力的學生；確保能力較強的學生可以盡展潛能，而能力稍遜的學生亦可獲得鼓勵，讓他們維持對學習的興趣和繼續追求成功。

(3) 跟進學習進度

由於校內評估並不是一次性的運作，學校宜採用一些能跟進學生學習進度的評估活動（例如學習歷程檔案）。這類評估活動對學生的學習有正面的影響，它可讓學生循序漸進，自行訂定各階段的學習目標，並按照個人的步伐學習。

(4) 給予適時的回饋與鼓勵

教師應透過不同方法，給予學生適時的回饋與鼓勵，例如在課堂上提出具建設性的口頭評語，以及批改功課時給予書面評語。這不僅能讓學生了解自己的強項和弱點，更有助他們維持學習的動力。

(5) 配合學校情況

當學習內容或過程與學生熟悉的情境相聯繫時，學習會變得更有意義。因此，教師設計評估課業時，宜配合學校的情況，例如地理位置、與社區的關係和學校使命等。

(6) 配合學生的學習進度

教師設計校內評估課業時，應配合學生的學習進度，以幫助學生清除學習上的障礙，避免日積月累的障礙影響學生的學習。教師應關注學生是否能掌握基本概念和技能以發展進一步的學習。

(7) 鼓勵同儕和學生自己的回饋

教師除了給予學生回饋外，更應提供機會讓學生進行同儕互評和自我評估。前者能鼓勵學生互相學習，後者則能促進學生的自我反思，這對學生的終身學習尤為重要。

(8) 適當運用評估資料以提供回饋

校內評估提供豐富的資料，讓教師能在學生的學習上給予持續而有針對性的回饋。

5.4.2 校內評估活動

組合科學科應採用功課、實驗、科學探究和口頭提問等一系列評估活動，以幫助學生達至各項學習成果。惟教師須注意這些活動應是學與教的一部分，而非外加的活動。

(1) 功課

功課是一種被廣泛使用的有效評估工具，能持續地反映學生的努力、成就、強項和弱項。不同類型的功課作業，包括練習、書寫文章、海報或單張設計，以及模型製作，可讓學生展示他們的理解和創意。功課的設計應與學習目標、教學策略和學習活動相配合。教師可要求學生選擇一項他們感興趣的課題進行資料搜集，並著他們把所得的資料綜合起來，以適當的方法來表達研習成果，例如角色扮演、書寫文章、海報設計或投映片簡報等。進行評估時，教師應格外留意學生組織和處理資料的能力、語文運用、選材的廣度及深度，以及解釋概念的清晰程度等。功課的評分或評級是顯示學生進度紀錄的一部分，而教師就學生功課所給的意見和改進的建議，能為學生提供寶貴的回饋。此外，學生在功課的表現亦有助教師檢視教學的成效，以便為學生擬定下一步的學習目標，並調整自己的教學。

(2) 實驗和科學探究

實驗和科學探究是科學科常用的學與教活動，能讓學生取得進行探索的實際經驗，並在過程中展示其興趣、創造力和毅力。在科學探究中，教師可先提出一個問題，讓學生擬定一個計畫，並建議合適的實驗步驟來解決問題，然後經過討論，加以改良。在實驗課堂中，教師可觀察學生的實驗操作技巧，並就如何改善實驗或探究作出回饋。批閱學生實驗報告更能讓教師了解學生對實驗所涉及的科學概念和原理的理解，以及他們處理和詮釋探究所得數據的能力。

(3) 口頭提問

口頭提問能為傳統的評估方法提供重要的補充資料。藉著口頭提問，教師可了解學生在某情況下如何思考。學生的應對可反映他們的理解程度、態度和能力。教師可採用不同類型的問題，例如要求學生找出事實、提出問題、尋找理據，以及一些促進高階思維的開放式問題。

5.5 公開評核

5.5.1 主導原則

以下概述公開評核的主導原則，供教師參考。

(1) 配合課程

香港中學文憑所評估和考核的內容，應與高中課程的宗旨、學習目標及預期學習成果相配合。為了提高公開評核的效度，評核程序應涵蓋各項重要的學習成果，而非只著重較容易以筆試來評核的項目。

組合科學科的公開評核著重測試考生在真實及新穎的情境下，應用及統整知識的能力；而校本評核部分則有助把公開評核擴展至科學探究技能和共通能力。

(2) 公平、客觀及可靠

評核方式必須公平，不能對任何組別的學生存有偏私。公平評核的特色是客觀，並由一個公正和受公眾監察的獨立考評機構所規管。此外，公平亦表示評核能可靠地衡量各學生在本科的表現；如他們再次接受評核，所獲的成績應當非常相近。

(3) 包容性

香港中學文憑的評核及考試，需配合全體學生的性向及能力。

本科公開考試包括測試考生在三個科學科目（即物理、化學和生物科）知識的題目，也包括評核考生高階思維能力的題目；校本評核部分則提供空間，讓學校按學生的喜好和校本情況，以廣泛類別的實驗活動，評核學生的表現。

(4) 水平參照

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

(5) 提供有用的資料

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

組合科學科的公開評核包括物理、化學和生物科三部分。考生根據其修讀的課程而選擇其中兩部分以作評核。因此，本科有三個組合可供考生選擇：組合科學（物理、化學）、組合科學（生物、物理），以及組合科學（化學、生物）。

5.5.2 第一部分：物理

(1) 評核設計

下表顯示物理部分自 2016 年文憑試起生效的評核設計。評核設計會因應每年度考試的回饋而不斷改進。詳情刊載於有關考試年度的「考試規則及評核大綱」及其他補充文件中，並見於考评局網頁 (www.hkeaa.edu.hk/tc/hkdse/assessment/assessment_framework/)。

組成部分		比重	時間
公開考試	試題涵蓋課程的物理部分	40%	一小時四十分鐘
校本評核		10%	

(2) 公開考試

公開考試旨在評核考生在物理部分的不同範圍顯示出的知識和理解能力，及其在熟悉及陌生的情境中的應用。

公開考試會採用不同類型的試題來評核學生各種技巧和能力的表現，包括多項選擇題、短題目、結構式題目和論述題。多項選擇題能廣泛地涵蓋課程內容，而短題目可用作測驗考生的基本知識和概念。結構式題目要求考生分析提供的資料，並將其知識應用到不同的情境；論述題則讓考生在物理學有關的議題上作深入討論，並顯示他們邏輯及連貫地組織和表達意念的能力。學校可參閱每年考試試卷，以了解考試的形式和試題的深淺程度。

(3) 校本評核

公開評核中，校本評核是指在學校進行、並由課任教師評分的評核。對於物理部分來說，校本評核的主要理念是要提高公開評核的效度，並將評核範圍擴展至學生的實驗技能和共通能力。

然而，在物理部分進行校本評核還有其他原因。其一是減少對考試成績的過分依賴，因為考試成績或未能可靠地反映考生的真正能力。由認識學生的課任教師，根據學生在較長時段內的表現進行評核，能提高評核的信度。

另一個原因是要為學生、教師和學校員工帶來正面的「倒流效應」。在物理部分，校本評核要求學生參與有意義的活動，有助激發他們的學習。而對於任教物理部分的老師來說，校本評核可以強化課程的宗旨和良好的教學實踐經驗，並為他們日常的學生評核活動提供系統架構和增加其重要性。

物理部分的校本評核涵蓋教師就學生於中五和中六期間的實驗作業表現所作出的評核。考生須進行指定數目的實驗作業，可包括設計實驗、報告和演繹實驗結果等。此類活動應與課程內容結合，並在正常的學與教循環中完成。

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

5.5.3 第二部分：化學

(1) 評核設計

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

組成部分		比重	時間
公開考試	試題涵蓋課程的化學部分	40%	一小時四十分鐘
校本評核		10%	

(2) 公開考試

公開考試旨在評核考生在化學部分的不同範圍顯示出的知識和理解能力，及其在熟悉及陌生的情境中的應用。

公開考試會採用不同類型的試題來評核學生各種技能和能力的表現，包括多項選擇題、短題目、結構題目和論述題。多項選擇題可廣泛涵蓋課程內容，而短題目可測驗考生的基本知識和概念；結構題目要求考生分析提供的資料，並將其知識應用到不同的情境；論述題則可讓考生深入討論與化學有關的議題，並顯示他們邏輯思維及組織和表達意念的能力。學校可參閱每年考試試卷，以了解考試的形式和試題的深淺程度。

(3) 校本評核

公開評核中的校本評核，是指在學校進行、由課任教師評分的評核。對於化學部分來說，校本評核的主要理念是要提高公開評核的效度，並將評核範圍擴展至學生的實驗技能和共通能力。

然而，在化學部分進行校本評核還有其他原因。其一是減少對考試成績的過分依賴，因為考試成績或未能可靠地反映考生的真正能力。由認識學生的課任教師，根據學生在較長時段內的表現進行評核，能提高評核的信度。

另一個原因是要為學生、教師和學校員工帶來正面的「倒流效應」。在化學部分，校本評核要求學生參與有意義的活動，有助激發他們的學習。而對於任教化學部分的老師來說，校本評核可以強化課程的宗旨和良好的教學實踐經驗，並為他們日常的學生評核活動提供系統架構和增加其重要性。

化學部分的校本評核涵蓋教師就學生於中五和中六期間的實驗作業表現所作出的評核。考生須進行指定數目的實驗作業，可包括設計實驗、報告和演繹實驗結果等。此類活動應與課程內容結合，並在正常的學與教循環中完成。

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

5.5.4 第三部分：生物

(1) 評核設計

下表顯示生物部分自 2016 年文憑試起生效的評核設計。評核設計會因應每年度考試的回饋而不斷改進。詳情刊載於有關考試年度的「考試規則及評核大綱」及其他補充文件中，並見於考评局網頁 (www.hkeaa.edu.hk/tc/hkdse/assessment/assessment_framework/)。

組成部分		比重	時間
公開考試	試題涵蓋課程的生物部分	40%	一小時四十分鐘
校本評核		10%	

(2) 公開考試

公開考試旨在評核考生在生物部分的不同範圍內的知識和理解程度，及其在熟悉和陌生的情境中的應用。

香港中學文憑的公開考試會採用不同類型的試題來評核學生各種技巧和能力的表現，包括多項選擇題、短題目、結構式題目和論述題。多項選擇題可廣泛涵蓋課程內容，而短題目可用作測試考生的基本知識和概念；結構式題目會要求考生分析提供的資料，並將其知識應用到不同的情境；論述題則可讓考生深入討論與生物學有關的議題，並顯示他們的邏輯思維及組織和表達意念的能力。學校可參閱每年考試試卷，以了解考試的形式和試題的深淺程度。

(3) 校本評核

在公開評核中，校本評核是指在學校進行，並由課任教師評分的評核。對於生物部分來說，校本評核的主要理念是要提高公開評核的效度，並將評核範圍擴展至學生的實驗技能和其他共通能力。

然而，生物部分進行校本評核還有其他原因。其一是減少對考試成績的依賴，因為考試成績或未能可靠地反映考生的真正能力。由認識學生的課任教師根據學生在較長時段內的表現進行評核，能提高評核的信度。

另一個原因是要為學生、教師和學校員工帶來良好的「倒流效應」。在生物部分，校本評核要求學生參與有意義的活動，有助激發他們的學習動機。而對老師來說，校本評核有助達成課程宗旨，肯定良好的教學實踐經驗，並為他們日常的評核活動提供系統架構和加強其重要性。

生物部分的校本評核涵蓋教師就學生於中五和中六期間的實驗作業表現所作出的評核。學生須完成指定數目的實驗或探究。有關活動應與課程內容結合，作為學與教過程中的一部分。探究活動中，學生須設計並進行實驗，展示、詮釋和討論實驗結果，並從結果中得出適當的結論。學生須運用生物學的知識和理解完成這些作業，並透過作業，發展實驗技能、過程技能和共通能力。教師亦可從中評核學生有關的能力。

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

5.5.5 成績水平與匯報

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

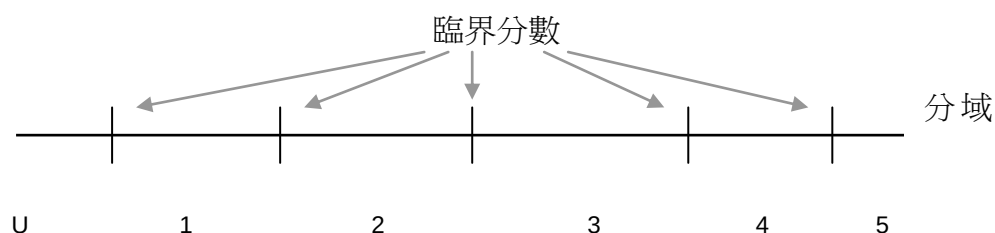


圖 5.1 按科目分域上的臨界分數訂定表現等級

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

各等級附有一套等級描述，以說明該等級的典型學生的能力水平。制訂這些等級描述的原則，是它們所描述的是該等級的典型學生所能掌握的能力，而非不能掌握的；換言之，它們須正面而非負面地描述考生的表現。這些等級描述所說明的只是「平均而言」的表現，未必能準確地應用於個別考生，因考生在某一科目中的各方面的表現可能有所參差，跨越兩個或以上的等級。各等級的學生表現樣本可以用來闡明預期學生達至的水平。一併使用這些樣本與等級描述，有助釐清各等級的預期水平。

在訂定香港中學文憑第 4 級和第 5 級的等級水平時，已參照香港高級程度會考 A 至 D 級的水平。此舉的目的在於確保各香港中學文憑跟以往的評核模式有一定程度的延續性，以方便大專院校的遴選工作，以及維持國際認可性。需要強調的是，這個安排是要令有關等級的水平，而非其百分比，在不同年份維持不變。事實上，這些等級分佈的百分比是會因學生的整體表現而有所改變的。

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

為了提高公開評核的區別能力，以供遴選之用，在考獲第 5 等級的考生中，表現最優異的將以「**」標示，隨後表現較佳的則以「*」標示。香港中學文憑的證書會記錄考生考獲的等級。

第六章 學與教資源

本章旨在說明選擇和善用學與教資源（包括教科書）以促進學生學習的重要性。為支援學生的學習，學校須甄選、調適和在適當時候發展相關資源。有關生物、化學和物理科各部分學與教資源的詳情，已列於生物、化學和物理科的各課程及評估指引的第六章。

6.1 學與教資源的目的和功能

合適的學與教資源能幫助學生建構知識，發展所需的學習策略及培養共通能力、價值觀和態度。教師宜在課堂中善用各式各樣的資源，而不應局限於教科書。例如互聯網上的資源，不單能提供互動學習的機會，同時可讓學生緊貼科學與科技的最新發展，擴闊他們的視野。

學校為本的學與教材料亦是有效的資源，能照顧學生的需要。對於理解抽象的意念和概念，一些能給予學生在學校以外經歷的學習資源亦極為重要。透過教師的指導，學生可運用這些資源作獨立學習。

6.2 主導原則

為了配合個別課堂的不同目標，教師應採用不同學與教資源。選擇資源的重要原則是「配合目的」。

科學科的學與教資源應能：

- 帶出學習的目的和提供學習的方向；
- 述及學生的已有知識；
- 展示各種不同的現象，並幫助學生將這些現象與科學概念連繫起來；
- 引導學生闡釋科學概念和作出邏輯推理；
- 提供運用科學意念的機會；
- 提供評估作業及監察學習進度的準則；
- 鼓勵學生進行課堂以外的探索。

6.3 資源的類別

6.3.1 教科書

教科書在協助學生掌握重要概念和鞏固學習經驗的過程中，擔當著重要的角色。一本合適的教科書應能支援以學生為本的學習，幫助學生自行建構模型、理論，以及促進理解。

在挑選科學教科書時，學校應考慮下列因素：

- 教科書的取向及涵蓋範圍能否配合課程，幫助學生掌握知識和技能，培養價值觀和態度；
- 學習內容的適切性；
- 語文運用的質素；
- 所建議的學習活動的適切性；
- 例子和圖示是否恰當；
- 所建議的實驗活動的安全性。

教育局已制訂一套基本原則作為編寫、評鑑及甄選優質教科書的指引。在甄選教科書時，教師可參考載於網址 <http://www.edb.gov.hk/textbook> 內之「教科書資訊」的有關原則。

6.3.2 參考資料

教師可運用各式各樣的參考資料以增益課程內容，激發學生的學習興趣及推動「從閱讀中學習」。

(1) 文本材料

教師應鼓勵學生廣泛閱讀，以拓闊知識的視野及增進理解力。現時有很多既有用又有趣、深廣度適中的文本材料（例如書籍、期刊、雜誌），其中包括關於現代科學的故事，以及有關科學最新發展和相關議題的文章。這些材料可增益課程內容，激發學生的學習興趣及推動「從閱讀中學習」。學校應提供一個具豐富文字材料的環境，備有充足與課程相關的學習材料，以配合不同認知水平、語言能力及興趣的學生；並且鼓勵學生養成閱讀科學材料的習慣，從而引發他們對科學的終身興趣。

(2) 大眾傳媒

來自大眾傳媒的參考資料包括視聽材料、新聞資訊、電視節目及廣告，均是幫助學生作出明智決定和判斷的學習資源。觀看節目影帶可讓學生緊貼科學和科技的最新發展，而很多電視節目具有甚高的教育價值。專業團體及廣播機構製作的紀錄片通常適合學生的水平。教師宜向學生推介有關的電視節目，讓他們認識到學習不但與生活息息相關，且十分有趣。

本地報章亦是發展學習活動及評估作業的寶貴材料來源。學生可按其個人興趣蒐集與科學相關課題的剪報，以作為學習過程的延伸。來自傳媒的學與教資源可為學生提供對科學相關議題的多角度觀點，激發他們的思考。同時，透過討論相關的傳媒報導，有助提昇學生學習科學的動機和興趣。此外，教師應靈活運用這些資源，以幫助學生鞏固科學概念、引發概念上的衝突、體會各種聯繫，評價及應用科學知識。

教師應注意運用不同資源可能引致的風險。因有些資料可能並不準確、帶有偏見或過時，還有些則會將科學知識描述成「非黑即白」，從而抹殺了科學的懷疑精神。因此，這些資源必需經過仔細查驗，以確保適合學與教的目標。

6.3.3 互聯網及科技

互聯網及科技在提供科學科的學與教資源上擔當重要的角色。策略性地運用科技可令學生積極學習及提供便捷途徑以獲取大量資訊。教師可擔任學習促導者，協助學生搜尋資料，並將資料置在認知的情境，最終轉化為知識。

利用互聯網及科技可在以下方面協助學生學習：

- 為艱深的概念提供視聽教材；
- 從不同來源搜尋並處理大量資料；
- 使用特別設計的軟件，讓學生按其步伐學習；
- 推動學生之間和師生之間的互動及合作；
- 促進資料的攫取，明辨性思考力的培養及知識的共同建構。

互聯網為學生提供機會，讓他們與其他學校的同儕合作、取得真實數據並進行處理、與科學家進行討論、發表作品及接觸學習材料和期刊，教師應利用互聯網促進學生的主動學習。很多網站均提供與科學相關議題的豐富資源及材料。進行互聯網搜尋時，教師可給予學生提示、關鍵字或重點範圍，也可預先瀏覽及記下有用網站，並將之連接到校內網絡，幫助學生的學習。

現時有許多適合科學與教的電腦軟件程式，包括輔導軟件、資料庫、過程及實驗的模擬或模型。舉例來說，學生可利用電腦模擬作虛擬實驗，以測試自己構想的模型，這有助學生從自己的意念中發展對概念的理解及推理能力。有些唯讀光碟以不同方式展示資料，並要求學生撰寫筆記、搜尋關鍵字、回答問題、提出解釋或解決難題，為學生提供互動學習經歷。此外，使用數據收集儀等設備及設有電腦的實驗室，可幫助學生於進行科學探究時收集、詮釋及分析數據。

6.3.4 社區資源

不同政府部門、非政府機構和教育團體等能為學生提供豐富的科學學習經歷、最新資訊和專業服務，有助促進學生的全方位學習。

生物、化學及物理科的各課程及評估指引的第六章已臚列一些社區資源以供教師參考。這些資料並非鉅細無遺，教師應從社區中尋找更多學習機會並善加利用，令學習科學變得更有趣、更真實和更具意義。

此外，家長和校友也是支援學生學習的最佳資源。校方可邀請從事不同專業的家長及校友為學生發表演說／授課，從而提供機會，讓學生攫取不同學科的真知灼見。家長和校友也可分享他們對學會學習的價值觀，以鼓勵學生學習。

教育局將繼續建立和更新有用的資源，包括課程補充資料，以支援本課程的實施，並已將資源的名單編製供教師參考，詳情請參閱附錄二。為協助學校面對課程變革，教育局已在網址 <http://www.edb.gov.hk/cr/tc> 建立課程資源目錄，透過中央一站式的服務，向學校提供由教育局及其他機構編製的學與教資源和適用的參考資料，以備取用。

6.4 靈活運用資源

校方應靈活運用各種學與教資源，以促進學與教的成效，並支援組合科學課程的實施。為協助學校實施新課程，教育局將繼續向學校提供額外資助，並讓學校有彈性地按不同的需要調撥資源。學校應不時參閱教育局發出的有關通告。教師應根據學生的需要，從上述的各種資源中選擇適合的學與教資源。有需要時，教師可調適和修改不同來源的材料，或建立校本的學與教資源，作為教科書的補充材料，以配合學生的需要。

6.5 資源管理

6.5.1 獲取有用的資源

教師和學生應共同負責物色有用的學與教資源。教師可就特定的科學課題向學生提供建議網址和參考資料的目錄。學生可各自按目錄從互聯網、圖書館、政府部門和其他社區機構找尋有用的資源，並作出建議，豐富目錄的內容。

6.5.2 分享資源

交流分享的學習文化是資源和知識管理的關鍵。學校應作出適當安排，讓

- 教師和學生透過校內的內聯網或其他渠道分享學與教資源；
- 教師利用已建立完備的網絡平台（例如香港教育城），分享其經驗。

6.5.3 貯存資源

學校應委派職員編製最新的學習資源庫存清單。資訊科技有助資料管理和貯存。例如透過學校的內聯網，學生和教師可以更容易取得各科和特定課題的適用資源。一些在校內常用的軟件，如試算表、文字處理和數據庫程式，也是達至此目標的有用工具。學與教資源和實驗室儀器的系統性記錄，以及易於存取的方法，可幫助學生提昇學習的效能。

科學科教師應與圖書館主任緊密合作，提供多元化的閱讀和學習資源供學生參考。圖書館主任作為資訊處理的專家，應幫助學生掌握獲取資料的技能，並培養他們尊重知識產權的態度。

(空白頁)

配合學生不同需要的時間表編排和教師調配

科學教育學習領域共提供了四個選修科目，分別為生物、化學、物理和科學科（包括模式 I 和模式 II）。這些選修科可以配合個別學生在其他學習領域的選修科目，而衍生出一系列不同的科目組合，滿足興趣和志向日益多元化的學生。學校在設計時間表和調配教師時可參考以下建議：

開設模式 I — 綜合科學課程

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

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

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

下表列出不同安排方案，學校可根據本身的資源及教師的情況選擇採納：

選擇甲： 由一位教師教授同一班學生三年的課程。在這種安排下，教師需教授其專科以外的課程。學校應為教師作出適當的安排，讓教師有充足時間參加專業培訓課程、充實學科知識以及備課。

選擇乙： 安排具不同專科背景的教師合教一個班別。這樣，教師備課時可專注於其擅長的單元。

選擇丙： 由兩位具不同專科背景的教師教授兩個班別，每人各自負責一班。兩位教師應定期進行交流，互相指導並協助對方準備教學材料。

選擇丁： 由兩位具不同專科背景的教師教授兩個班別，透過時間表的特別安排，兩位教師可在同一學年內不同時間互換班別授課。

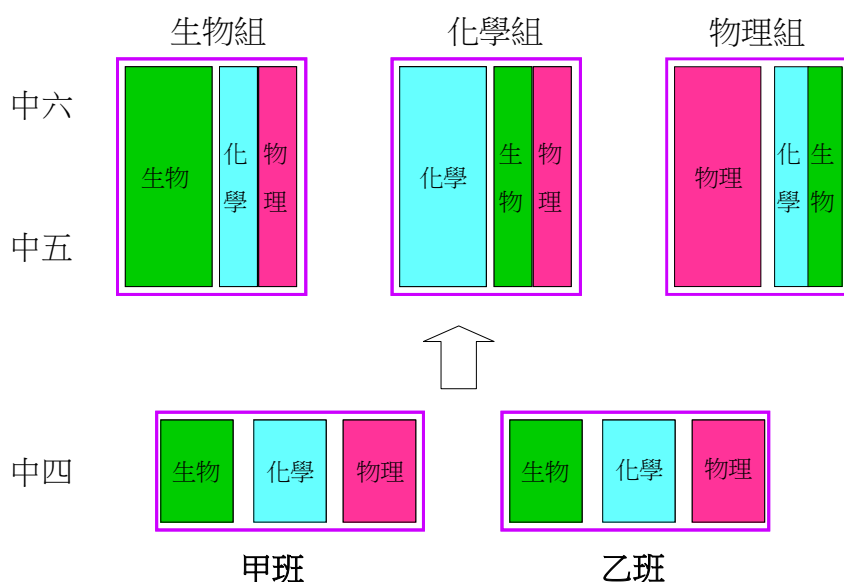
開設模式 II — 組合科學課程

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

為擴闊學生的知識基礎，我們建議學校在中四為學生提供較多的選修科目，並引導他們在中五及中六集中修讀兩至三個選修科目。換言之，學生如有意在科學教育學習領域內修讀兩個選修科目，須在中四利用兩個選修科目的課時修讀生物、化學和物理科的部分課程。倘若各選修科目在每個循環週共有四節，學校可在中四時為各科安排三節課。在規畫中四課程時，教師應參考有關的課程及評估指引，選擇適合的課題以幫助學生建立廣闊的知識基礎。而在規畫中五及中六的課程時，學校可考慮下列兩種安排：

(1) 靈活分組及分班安排

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



以兩班學生同時在科學教育學習領域內修讀兩個選修科目為例

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

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

(2) 整段式時間表安排

學校可在三個班別的時間表中安排三個共用時段。每個時段同時提供三個科目，學生可在該三個科目中任選其一。

	甲班	乙班	丙班	其他班別
核心科目	中國語文	中國語文	中國語文	中國語文
	英國語文	英國語文	英國語文	英國語文
	數學	數學	數學	數學
	通識教育	通識教育	通識教育	通識教育
第一時段	生物／組合科學（化學、生物）／ 其他學習領域的科目（X）			綜合科學
第二時段	化學／組合科學（物理、化學）／ 其他學習領域的科目（X）			其他學習領域 的科目（X）
第三時段	物理／組合科學（生物、物理）／ 其他學習領域的科目（X）			其他學習領域 的科目（X）

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

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

配合以上的時間表，學校需要兩位生物科教師、兩位化學科教師和兩位物理科教師參與。例如，在第三時段中，一位物理科教師負責物理組的四節物理課，而另一位物理科教師則負責組合科學科的兩節物理課。

教育局編製的資源

物理科資源

1. 物理園

<http://www.hk-phy.org>

教師和學生可於物理園找到多種教學資源。網站分為七大區域，包括：網頁簡介、教師專區、物理史話、教學資源、有趣問題、物理新知和有用連結。網站為教師提供支援改革物理學課程的資源。大部分資源〈例如：工作紙、PowerPoint 筆記、錄像和圖表等〉均可供大眾使用，惟部分資源只限註冊會員使用。物理園是一個持續發展的網站，網站內容不斷推陳出新。

2. 情境物理

<http://www.hk-phy.org/contextual/>

這個網頁提供有關教學、試教、課程指引和參考資料資源的連結，提倡物理情境教學法，並為教師提供討論園地和共享園地。運動、力、動量、能量、溫度、熱、熱的傳遞和物態變化等課題是情境教學法的主題。

3. 海洋公園物理

<http://www.hk-phy.org/oceanpark/>

海洋公園情境物理網站提供支援在課堂以外學習的資源。在網站內，有極速之旅、登山纜車、海洋劇場、過山車和摩天塔的學習活動、工作紙和錄像可供下載。教師也可下載運動分析軟件來分析錄像中物體的運動〈例如：海豚跳高和極速之旅等〉。

4. 運用數據記錄儀於物理科教學

<http://data-log.hkedcity.net/physics/index.shtml>

這個網站提供有關在物理學教學時運用數據紀錄儀的全面教學資源，課題包括：力學、電磁學、光學與波動狀態，以及熱與能量。各課題均有一系列的實驗和建議教學活動。這個網頁提供各個範疇，如操作、界面、傳感器、軟件和採購的資源。

5. 從閱讀中學習

http://resources.edb.gov.hk/physics/index_c.html

「促進學生學習科學的網上文章」網站為物理教師提供資源，提倡從閱讀中學習，當中載有本地物理學家的中英文文章。文章的主題包羅萬有，讓學生可讀到各種有趣題目的文章，如橋樑、房屋、集成電路、激光器、微波、鐳射測速、無線電通訊、太陽能、智能材料、雙星和其他題目。網站內提供大量連結，讓教師和學生獲取豐富的閱讀材料。此外，網站也提供跟進活動和建議教學活動，供讀者使用。

6. 物理科常用詞彙

http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/glossarysci_eng.html

這個網站為教師和學生提供一個互動網絡平台，讓他們可搜尋在中學教授物理學時常用的英漢名詞。網站提供關鍵字搜尋。

7. 物理廊

<http://iworld.hkedcity.net/physics>

這個網站提供平台，讓物理教師分享教學意見、模擬測驗、課堂計畫、實驗活動、錄像和相片。在共享資源區域中，共有 14 個文件夾，當中載有有趣和有用的資源可供下載。例如點選專題連結，便可找到籌備和製作水火箭的資料。此外，網站也為教師提供最新消息、討論區、有用連結和教學設計。

8. 能源效益

http://www.hk-phy.org/energy/index_c.html

這個網站提供有關 (1)能量的產生、(2)家居能源效益、(3)商業/工業能源效益和(4)另類能源的全面資料，作為選修部分中「能量和能源的使用」的輔助材料。網站內有工作紙、錄像和閃動動畫程式供註冊會員使用。此外，網站也具有一個互動電子學習平台，促進有關「能量和能源的使用」的網絡學習。

9. 物理科專科語體答題及應用

<http://edb.hkedcity.net/phygenres/zh/index.htm>

本網頁包括語體筆記、教學設計、網上互動練習，以及物理科專科語體常用的參考教材。教師可使用這些教材教授物理科專科語體，以助學生改善物理科寫作技巧。

化學科資源

標題	類別	製作年份
1. 化學繪圖集 http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/zipfile/clipart.zip	電腦軟件	1999
2. 化學用字讀音 http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/reference/rc3.html	網址	1999
3. 中學科學科目常用英漢辭彙 http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/glossarysci_eng.html	網址	1999
4. 探究為本化學實驗	書籍	2002
5. 化學動畫 http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/animations/index.htm	光碟及 網址	2003
6. 金屬之反應 http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/reactions/main.html	光碟及 網址	2003
7. 中四至中五化學教材套	書籍	2003
8. 有機化合物命名法 http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/naming/intro.htm	光碟及 網址	2004
9. 中六級化學實驗資源冊	書籍	2004
10. 中六級化學課程學習活動示例	書籍	2005
11. 智趣化學 http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/VC/index.html	光碟及 網址	2006
12. 化學的探究研習 – 學習活動示例	書籍	2009
13. 促進化學科學習的閱讀及寫作計畫－學習活動示例 http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/zipfile/active_rw.zip	書籍及 光碟	2008
14. 化學科專科語體寫作 http://ifile.hkedcity.net/1/001/926/genre/index-c.html	書籍及 網址	2012
15. 化學實驗技巧 http://minisite.proj.hkedcity.net/chemtech/cht/index.html	網址	2013
16. 科學實驗室安全手冊	書籍	2013

生物科資源

標題	類別	製作年份
1. 「細胞與細胞活動」光碟	光碟	2008
2. 高中生物課程資源：於學與教中滲入生物學的本質和歷史及科學探究等相關觀念	文件夾及光碟	2009
3. 高中生物課程資源：於學與教中滲入科學、科技、社會和環境的連繫	文件夾及光碟	2009
4. 高中生物課程學與教資源：問題為本學習	文件夾及光碟	2009
5. 中學生物科學常用英漢辭彙 http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/glossarysci.html	網上版	2007
6. 生物課程（中四至中六）補充文件 http://www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/science-edu/ref-and-resources/biology.html	網上版	2014

詞彙釋義

用語

解釋

應用學習

(前稱職業導向教育)

應用學習(前稱職業導向教育)是高中課程的重要組成部分。應用學習以寬廣的專業和職業領域作為學習平台,幫助學生發展其基礎技能、思考能力、人際關係、價值觀及態度和與職業相關的能力,為未來進修、工作及終身學習做好準備。應用學習課程與 24 個科目互相補足,使高中課程更多樣化。

評核目標

公開評核所評核的課程學習成果。

兩文三語

「兩文」指中文、英文書面語,「三語」指粵語、普通話和英語口語。香港的語文教育政策,是以「兩文三語」為目標,期望學生兼擅中英語文,能書寫通順的中文、英文,操流利的粵語、普通話和英語。

共同建構

學與教的「共同建構」取向與「直接傳授」及「建構」取向不同,強調課堂內的教師和學生是一個學習社群,各成員共同參與,從而創造知識,並建立判斷知識的準則。

核心科目

建議所有高中學生都修讀的科目,包括:中國語文、英國語文、數學及通識教育科。

課程及評估指引

由課程發展議會與香港考試及評核局聯合制訂。內容包括課程宗旨、課程架構、課程規畫,學與教及評估等。

課程銜接

課程銜接是指不同學習／教育階段課程(包括個別科目)的銜接,如幼稚園、小一(幼稚園與小學),小六及初中一(小學與中學),初中三與高中四(初中與高中)。本港學校課程架構以八個學習領域(不是個別科目)、九種共通能力,以及價值觀和態度來建構連貫各學習階段的課程,並以五種基要的學習經歷來貫徹全人發展的教育目標。因此,學生在踏進高中學習階段時,他們應已具備各科所需的知識和能力基礎。教師在設計有關學與教的內容和策略時,亦應考慮學生在先前學習階段的已有知識和學習經歷,幫助他們適應新的學習。

用語

解釋

選修科目

為配合學生不同的興趣、能力和志向，在不同學習領域內設立了二十個科目，供高中學生選擇。

共通能力

共通能力主要是幫助學生學會掌握知識、建構知識和應用所學知識解決新問題。通過不同科目或學習領域的學與教，可以培養學生的共通能力。這些能力還可以遷移到其他學習情況中使用。香港學校課程訂出九種共通能力，包括：協作能力、溝通能力、創造力、明辨性思考能力、運用資訊科技能力、數學能力、解決問題能力、自我管理能力和自學能力³。

香港中學文憑

學生完成三年高中課程，參加公開評核後獲頒授的證書。

校內評估

是校內恆常進行對學生學習表現的評估活動。校內評估是校內學與教的一部分，以促進學生學習為主要目的。教師可根據評估所得的資料，了解學生在學習過程中的表現，給予學生適當的回饋，同時按所需修訂教學目標和調整教學策略。

學習領域

學習領域是組織學校課程的一種方法。把主要知識領域中基本和相關的概念聯繫在一起，目的是為學生提供一個全面、均衡、連貫及涵蓋各種重要學習經歷的課程。本港學校課程劃分為八個學習領域，即中國語文教育，英國語文教育，數學教育，個人、社會及人文教育，科學教育，科技教育，藝術教育和體育。

知識建構

這是指學習者在學習過程當中，並非單純獲取知識，更能主動地連結到自己原有的知識和經驗，從而建立及形成自己的知識體系。

學生的多樣性

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

³ 「數學能力」及「自學能力」分別取代以往課程文件所列的「運算能力」和「研習能力」。

用語

解釋

學習社群

學習社群是指一群有共同價值觀與目標的成員緊密合作，積極參與、協作及反思，從而孳生蕃衍新知識，並創建學習的新方法。在學校的情境，學習社群除了學生與教師之外，往往更涉及學生家長及其他社群。

學習差異

是指學生在學習過程中自然存在的學習差距。照顧學生學習差異，並不是強要拉近學生之間的差距，而是要充分利用學生的不同稟賦，並視之為促進有效學與教的寶貴資源。在教學上應珍視每個學生的獨特才具，因材施教，幫助他們了解自己的性向和才能，為他們創設空間，發揮潛能，獲取成就。

學習成果

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

學習目標與學習重點

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

等級描述

是指在公開評核中某一個等級的典型學生能力的描述。

其他學習經歷

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

公開評核

與香港中學文憑相關的評核和考試制度。

校本評核調整機制

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

用語

解釋

校本評核

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

校本課程

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

水平參照成績匯報

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

學生學習概覽

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

價值觀和態度

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

參考文獻

- 王海燕（2001）《新課程的理念與創新》，北京：北京師範大學出版社。
- 教育統籌局（2005）《高中及高等教育新學制——投資香港未來的行動方案》，香港：政府物流服務署。
- 教育統籌委員會（2000）《終身學習，全人發展——香港教育改革建議》，香港：政府印務局。
- 教育局（2013）《科學實驗室安全手冊》，香港：政府物流服務署。
- 課程發展議會（1998）《中學課程綱要——科學科（中一至中三）》，香港：政府印務局。
- 課程發展議會（2001）《學會學習——課程發展路向》，香港：政府印務局。
- 課程發展議會（2002a）《科學教育學習領域課程指引（小一至中三）》，香港：政府印務局。
- 課程發展議會（2002b）《基礎教育課程指引》，香港：政府印務局。
- 課程發展議會（2009）《高中課程指引》，香港：政府物流服務署。
- 課程發展議會（2014）《基礎教育課程指引》（小一至小六）。香港。
- 課程發展議會（2017a）《中學教育課程指引》。香港。
- 課程發展議會（2017b）《科學教育學習領域課程指引（小一至中六）》。香港。
- 課程與教學學會（2001）《行動研究與課程教學革新》，臺北：揚智文化。
- 饒見維（1996）《教師專業發展》，臺北：五南。
- Allen, D. (1998). *Assessing student learning: From grading to understanding*. New York: Teacher College Press.
- Angelo, T. A., & Cross, K. P. (1993). *Class assessment techniques - A handbook for college teachers*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998a). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5(1), 7-74.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998b). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, October, 139-148.
- Bodzin, A. M., & Cates, W. M. (2002). Inquiry dot com. *The Science Teacher*, 12, 48-52.
- Chiappetta, E. L. (1997). Inquiry-based science - Strategies and techniques for encouraging

- inquiry in the classroom. *The Science Teacher*, 10, 22-26.
- Connelly, M., & Clandinin, J. (1988). *Teachers as curriculum planners: Narrative of experience*. New York: Teachers College Press.
- Costa A.L. (2001). The Vision. In A. L. Costa (Ed.), *Developing minds: A resource book for teaching thinking* (3rd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Demers, C. (2000). Beyond paper & pencil assessment. *Science and Children*, 10, 24-29.
- Fitzgerald, M. A. (2002). A rubric for selecting inquiry-based activities. *Science Scope*, 9, 22-25.
- Hafner, J. C., & Hafner, P. M. (2003). Quantitative analysis of the rubric as an assessment tool: An empirical study of student peer-group rating. *The International Journal of Science Education*, 25(12), 1509-1528.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalised approach*. Buckingham: Open University Press.
- Kanuffman, S.A. (2000). *Investigations*. New York: Oxford University Press.
- Kendall, J. S., & Marzano, R. J. (2000). *Content knowledge: A compendium of standards and benchmarks for K-12 education* (3rd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, Aurora, CO: Mid-Continent Research for Education and Learning.
- Li, L. Q. (2000). *Education for 1.3 billion*. Beijing: Foreign Language Teaching and Research Press.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 2, 34-37.
- Marzano, R. J., & Pollock, J. C. (2001). Standard-based thinking and reasoning skills. In A. L. Costa (Ed), *Developing minds: A resource book for teaching thinking* (3rd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Ministry of Education. (1993). *Science in the New Zealand curriculum*. Wellington: Learning Media.
- Ministry of Education. (2000). *The Ontario curriculum grades 11 and 12: Science 2000*. Ontario: MOE. Retrieved January 18, 2007 from <http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/science1112curr.pdf>
- Monk, M., & Osborne, O. (2000). *Good practice in science teaching: What research has to say?* Buckingham: Open University Press.

Scientific American. New York: Scientific American Inc.

Serri, P. (1999). Practical assessment. *The Science Teacher*, 2, 34-37.

Stiggins, R. (2004). New assessment beliefs for a new school mission. *Phi Delta Kappan*, 86 (1), 22-27.

Stinger, E. (1999). *Action research*. Thousand Oaks: Sage Publications.

Treagust, D. F., Jacobowitz R., et al. (2001). Using assessment as a guide in teaching for understanding: A case study of a middle school science learning about sound. *Science Education*, 85, 137-157.

物理科

中華人民共和國教育部（2001）《全日制義務教育物理課程標準（實驗稿）》，北京：北京師範大學出版社。

中華人民共和國教育部（2002）《全日制義務教育物理課程標準解讀（實驗稿）》，湖北：湖北教育出版社。

中華人民共和國教育部（2003）《全日制普通高中物理課程標準（實驗稿）》，北京：人民教育出版社。

課程發展議會（2002）《物理課程指引（中四及中五）》，香港：政府印務局。

課程發展議會（2004）《高級補充程度及高級程度物理課程》，香港：教育統籌局。

課程發展議會和香港考試及評核局（2007）《物理課程及評估指引（中四至中六）》，香港：政府物流服務署。

教育部師範教育師組織（1999）《20世紀物理學概觀》，上海：上海科技教育出版社。

羅星凱（1998）《中學物理疑難實驗專題研究》，廣西：廣西師範大學出版社。

Alberta Learning. (1998). *Physics 20-30 (Senior High)*. Alberta: Alberta Learning. Retrieved January 18, 2007, from http://www.learning.gov.ab.ca/k_12/curriculum/bySubject/science/phy2030.pdf

Assessment and Qualifications Alliance. (2003a). *GCE Physics 2005 specification A*. Manchester: AQA. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-5451-6451-W-SP-05.PDF>

- Assessment and Qualifications Alliance. (2003b). *GCSE Physics specification A (Modular) 2005*. Manchester: AQA. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-3453-W-SP-05.PDF>
- Assessment and Qualifications Alliance. (2003c). *GCSE Physics specification B 2005*. Manchester: AQA. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-3451-W-SP-05.PDF>
- Avison, J. H. (1994). A review of the new GCE A-Level Physics syllabuses for the 1996 examination in England and Wales. *Physics Education*, 29, 333-346.
- Bagge, S., & Pendrill, A. M. (2002). Classical physics experiments in the amusement park. *Physics Education*, 37(6), 507-511.
- Bloom, D., & Bloom, D. W. (2003). Vibrating wire loop and Bohr model. *The Physics Teacher*, 41 (5), 292-294.
- Board of Studies New South Wales. (2002). *Physics stage 6 syllabus*. Sydney: Board of Studies NSW. Retrieved January 18, 2007, from http://www.boardofstudies.nsw.edu.au/syllabus_hsc/pdf_doc/physics_stg6_syl_03.doc
- Council for the Curriculum Examinations and Assessment. (2001). *Physics GCSE specification*. Belfast: Northern Ireland Council for CEEA. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.ccea.org.uk>
- Council for the Curriculum Examinations and Assessment. (2002). *GCE in Physics specification*. Belfast: Northern Ireland Council for CEEA. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.ccea.org.uk>
- Dick, G. (2001a). *Physics 11*. Toronto: McGraw-Hill.
- Dick, G. (2001b). *Physics 12*. Toronto: McGraw-Hill.
- Edexcel. (2000a). *Edexcel GCSE in Physics A specification*. Notts: Edexcel Foundation. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.edexcel.org.uk/VirtualContent/18084.pdf>
- Edexcel. (2000b). *Edexcel GCSE in Physics B specification*. Notts: Edexcel Foundation. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.edexcel.org.uk/VirtualContent/18049.pdf>
- Edexcel. (2003a). *Edexcel Advanced Subsidiary GCE and Advanced GCE in Physics specifications*. London: London Qualifications Limited. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.edexcel.org.uk/VirtualContent/67509.pdf>
- Edexcel. (2003b). *Edexcel Advanced Subsidiary GCE and Advanced GCE in Physics (Salters Horners) specifications*. London: London Qualifications Limited. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.edexcel.org.uk/VirtualContent/67449.pdf>
- Institute of Physics. (2001a). *Advancing Physics A2*. Bristol: IOP.

- Institute of Physics. (2001b). *Advancing Physics AS*. Bristol: IOP.
- International Baccalaureate Organization. (2001). *IB diploma programme guide: Physics*. Geneva: IBO.
- Johnstone, A. H., Watt, A. et al. (1998). The students' attitude and cognition change to a physics laboratory. *Physics Education*, 33(1), 22-29.
- Oxford Cambridge and RSA Examinations. (2001). *GCSE in Physics specification*. Cambridge: OCR.
- Oxford Cambridge and RSA Examinations. (2002a). *Advanced Subsidiary GCE and Advanced GCE Physics B (Advancing Physics) specifications* (2nd ed.). Cambridge: OCR.
- Oxford Cambridge and RSA Examinations. (2002b). *Advanced Subsidiary GCE and Advanced GCE Physics A specifications* (2nd ed.). Cambridge: OCR.
- Parry, M. (1998). Introducing practical work post-16. *Physics Education*, 33(6), 346-355.
- Queensland Studies Authority. (2001). *Physics trial-pilot senior syllabus*. Brisbane: QSA. Retrieved January 18, 2007, from http://www.qsa.qld.edu.au/yrs11_12/subjects/physics/t-pilot.pdf
- Scottish Qualifications Authority. (2002a). *Physics Advanced Higher* (5th ed.). Glasgow: SQA. Retrieved January 18, 2007, from http://www.sqa.org.uk/files/nq/Physics_AH_4th_edit.pdf
- Scottish Qualifications Authority. (2002b). *Physics Higher* (3rd ed.). Glasgow: SQA. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.sqa.org.uk/files/nq/PhysicsH5th.pdf>
- Silva, A. A. (1994). Overcome inertia: go to an amusement park! *Physics Education*, 29, 295-300.
- Swartz, C. (2006). All atoms are (about) the same size. *The Physics Teacher*, 44(1), 16-17.
- The College Entrance Examination Board. (2003). *2004, 2005 course description for AP Physics, Physics B and Physics C*. New York: CEEB. Retrieved January 18, 2007, from http://apcentral.collegeboard.com/apc/public/repository/05824apcoursdescphysi_4325.pdf
- Victorian Curriculum and Assessment Authority. (2004). *Physics study design*. Melbourne: VCAA. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.vcaa.vic.edu.au/vce/studies/physics/physicsd.pdf>
- Welsh Joint Education. (2003). *WJEC Advanced Subsidiary GCE and Advanced GCE Physics specifications 2005-6*. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.wjec.co.uk/alphysics05.pdf>

化學科

中華人民共和國教育部（2002）《普通高中化學課程標準（實驗）解讀》，湖北：湖北教育出版社。

中華人民共和國教育部（2001）《全日制義務教育化學課程標準（實驗稿）》，北京：北京師範大學出版社。

吳星（2003）《化學新課程中的科學探究》，北京：高等教育出版社。

劉頌譚（2003）《多元能力課堂中的差異教學》，北京：中國輕工業出版社。

課程發展議會（2002）《化學課程指引（中四及中五）》，香港：政府印務局。

課程發展議會和香港考試及評核局（2007）《化學課程及評估指引（中四至中六）》，香港：政府物流服務署。

鐘啟泉編（2003）《研究性學習——國際視野》，上海：上海教育出版社。

謝錫金、岑紹基和祁永華（2003）《專題研習與評量》，香港：香港大學出版社。

Alberta Learning (1998). *Chemistry 20-30 (Senior High)*. Alberta: Alberta Learning. Retrieved January 18, 2007, from http://www.education.gov.ab.ca/k_12/curriculum/bySubject/science/default.asp

American Chemical Society. (2004a). *ChemCom: Chemistry in the community* (3rd ed.). Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Pub. Co.

American Chemical Society. (2004b). *ChemCom: Teacher resource centre*. Retrieved January 18, 2007, from <http://lapeer.org/chemcom>

Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green chemistry: Theory and practice*. Oxford: New York Oxford University Press.

Assessment and Qualifications Alliance. (2003a). *GCE Chemistry 2005 specification*. Devon: Polestar Wheatons Ltd. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-5421-6421-W-SP-05.PDF>

Assessment and Qualifications Alliance. (2003b). *GCSE Chemistry 2004 specification B*. Nottinghamshire: Linneys ESL. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-3421-W-SP-04.PDF>

- Assessment and Qualifications Alliance. (2004). *GCSE Chemistry Specification A (Modular) 2004*. Manchester: AQA. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-3423-W-SP-04.PDF>
- Assessment and Qualifications Alliance. (2006). *GCSE Chemistry 2007*. Oxon: The Nuffield Press Ltd. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-4421-W-SP-07.PDF>
- Association for Science Education. (1986). *Science and technology in society (SATIS)*. Hatfield, Herts: Association for Science Education.
- Ball, P. (1994). *Designing the molecular world: Chemistry at the frontier*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Barouch, D. H. (1997). *Voyages in conceptual chemistry*. Boston: Jones & Bartlett Publishers, Inc.
- Board of Studies. (1999). *Chemistry study design*. Calton: Board of Studies. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.vcaa.vic.edu.au/vce/studies/chemistry/chemistrysd.pdf>
- Board of Studies New South Wales (2002). *Chemistry syllabus for preliminary and higher school certificate programs..* Sydney: Board of Studies NSW. Retrieved January 18, 2007, from http://www.boardofstudies.nsw.edu.au/syllabus_hsc/syllabus2000_listc.html#chemistry
- California Department of Education (2003). *Science framework for California public schools, part 5 (Chemistry)*. California: Department of Education. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.cde.ca.gov/re/pn/fd>
- Catalysts*. Oxfordshire: Philip Allan Publishers Ltd.
- Chang, R. (1991). *Chemistry* (4th ed.). McGraw-hill.
- Chem13News*. Waterloo: University of Waterloo.
- Chemistry Review*. York: University of York.
- ChemMatters*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Chinese University of Hong Kong, Education and Manpower Bureau & Hong Kong Examinations and Assessment Authority. (2004). *Resource book for sixth-form practical chemistry*. Hong Kong: Government Logistics Department.
- Cobb, C., & Fetterolf, M. L. (2005). *The joy of chemistry: The amazing science of familiar things*. New York: Prometheus Books.

- Curriculum Council of Western Australia. (2004). *Years 11 & 12 Chemistry, 2004-05*. Western Australia: Curriculum Council. Retrieved January 18, 2007, from http://www.curriculum.wa.edu.au/pages/syllabus_manuals/volumes/VII_science/chemistry.htm
- Curriculum Development Council. (2005). *Sixth form Chemistry curriculum*. Hong Kong: Government Logistics Department.
- Education Department. (1999a). Chemistry cliparts [Computer software]. Hong Kong: Education Department. Retrieved January 18, 2007, from <http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/zipfile/clipart.zip>
- Education Department. (1999b). Online glossary of chemical terms [Computer software]. Hong Kong: Education and Manpower Bureau. Retrieved January 18, 2007, from http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/glossarysci_eng.html
- Education Department. (1999c). Pronunciation of chemical terms [Computer software]. Hong Kong: Education Department. Retrieved January 18, 2007, from <http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/reference/rc3.html>
- Education Department. (2000). Modern chemical techniques [Computer software]. Hong Kong: Education and Manpower Bureau. Retrieved January 18, 2007, from <http://resources.edb.gov.hk/chemtech>
- Education Department. (2002). *Inquiry-based chemistry experiment*. Hong Kong: Printing Department.
- Education and Manpower Bureau. (2003a). Chemistry animations [Computer software]. Hong Kong: Education and Manpower Bureau. Retrieved January 18, 2007, from <http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/animations/index.htm>
- Education and Manpower Bureau. (2003b). *Exemplars of learning materials for S4-5 Chemistry*. Hong Kong: Government Logistics Department.
- Education and Manpower Bureau. (2003c). Reactions of metals [Computer software]. Hong Kong: Education and Manpower Bureau. Retrieved January 18, 2007, from <http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/reactions/main.html>
- Education and Manpower Bureau. (2004). Nomenclature of organic compounds [Computer software]. Hong Kong: Education and Manpower Bureau. Retrieved January 18, 2007, from <http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/naming/intro.htm>
- Education and Manpower Bureau. (2005a). *Exemplars of learning and teaching activities for the sixth form Chemistry curriculum*. Hong Kong: Government Logistics Department.
- Education and Manpower Bureau. (2005b). *Exercises on structure determination of organic compounds*. Hong Kong: Government Logistics Department.

- Education and Manpower Bureau. (2006). Visualizing Chemistry [Computer software]. Hong Kong: Education and Manpower Bureau. Retrieved January 18, 2007, from <http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/VC/index.html>
- Education in Chemistry*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Ellis, A., Geselbracht, M., Johnson, B., Lisensky, G., & Robinson, W. (1993). *Teaching general chemistry: A materials science companion*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Emsley, J. (2003). *Nature's building blocks: An A-Z guide to the elements*. New York: Oxford University Press.
- Emsley, J. (2004). *Vanity, vitality, and virility: The science behind the products you love to buy*. New York: Oxford University Press.
- Gallagher-Bolos, J. A., & Smithenry, D. W. (2004). *Teaching inquiry-based chemistry*. Portsmouth: Heinemann.
- Garforth, F. (1994). *Polymers: Information and activity book*. York: University of York.
- Gerber, S. M., & Saferstein, R. (Eds.). (1997). *More chemistry and crime: From marsh arsenic test to DNA profile*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Herr, N., & Cunningham, J. (1999). *Hands-on chemistry activities with real life applications*. USA: The Centre for Applied Research in Education.
- Herron, J. D., & Eubanks, I. D. (1996). *The chemistry classroom: formulas for successful teaching*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Hill, G. & Holman, J. (2000a). *Chemistry in context* (5th ed.). London: English Language Book Society.
- Hill, G., & Holman, J. (2000b). *Chemistry in context: Laboratory manual and study guide* (5th ed.). Gloucestershire: Nelson Thornes Ltd.
- Hubbard, E., Stephenson, M., & Waddington, D. (1999). *The essential chemical industry*. York: Chemical Industry Education Centre, University of York.
- Johnston, J., & Reed, N. (1992). *Modern chemical techniques*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Jones, M. M., Johnston, D. O., Netterville, J. T., Wood, J. L., & Joesten, M.D. (1987). *Chemistry & society* (5th ed.). Philadelphia: Saunders College.
- Journal of Chemistry Education*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Karsa, D. R., & Stephenson, R. A. (1996). *Chemical aspects of drug delivery systems*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.

- Karukstis, K. K. & Van Hecke, G. R. (2003). *Chemistry connections: The chemical basis of everyday phenomena* (2nd ed.). San Diego: Academic Press.
- Lainchbury, A., Stephens, J., & Thompson, A. (1997). *ILPAC advanced practical chemistry* (2nd ed.). London: John Murray.
- Lancaster, M. (2002). *Green chemistry: An introductory text*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Le Couteur, P., & Burrenson, J. (2003). *Napoleon's buttons: How 17 molecules changed history*. New York: J. Tarcher/Putnam.
- Lechtanski, V. L. (2000). *Inquiry-based experiments in chemistry*. Washington, D.C.: American Chemical Society; Oxford: Oxford University Press.
- Lewis, D. R., & McMonagle, D. (1993). *Compression questions in advanced chemistry*. Walton-on-Thames, Surrey: Thomas Nelson.
- Lipscomb, R. (1995). *Polymer chemistry: A teaching package for pre-college teachers* (Rev. ed.). Arlington, Va.: National Science Teachers Association.
- Lister, T. (2002). *Chemistry at the races: The work of the horseracing forensic laboratory*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Massey, A. G. (2000). *Main group chemistry* (2nd ed.). Chichester: Wiley.
- McCarthy, A. (1997). *Methods of analysis and detection*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Miller, G. T. (2004). *Environmental science: Working with the earth* (10th ed.). Pacific Grove, CA: Thomson Brooks/Cole.
- Mueller-Harvey, I., & Baker, R. M. (2002). *Chemical analysis in the laboratory: A basic guide*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- New Scientist*. Sutton, UK: Reed Business Information Ltd.
- New Zealand Qualifications Authority. (2003). *Unit standards for chemistry*. New Zealand: New Zealand Qualifications Authority. Retrieved June 28, 2006, from <http://www.nzqa.govt.nz/framework/explore/index.do>
- Nuffield Advanced Chemistry, the Nuffield Foundation, U.K. (2004). *Re:act Nuffield Advanced Chemistry*. U.K.: Nuffield Curriculum Centre. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.chemistry-react.org>
- O' Driscoll, C., Eccles, H., & Reed, N. (1995). *In search of more solutions*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.

- Osborne, C., & Johnston, J. (2000). *Classic chemistry experiments*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Oxford, Cambridge and RSA Examinations. (2004). *AS/A Level GCE Chemistry and GCE Chemistry (Salters)*. U.K.: OCR. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.ocr.org.uk/qualifications/qualifications.html#1>
- Oxtoby, D. W., Freeman, W. A., & Block, T. F. (1998). *Chemistry: Science of change* (3rd ed.). Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Postma, J. M., Roberts, J. L. Jr., & Hollenberg, J. L. (2000). *Chemistry in the laboratory*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Ramsden, E. N. (1995). *Materials science*. Cheltenham: Stanley Thornes.
- Salters Advanced Chemistry, U.K. (2004). *Salters Advanced Chemistry*. U.K.: University of York. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.york.ac.uk/org/seg/salters/chemistry/index.html>
- Schwarcz, J. (2001). *Radar, hula hoops, and playful pigs: 62 digestible commentaries on the fascinating chemistry of everyday life*. New York: Henry Holt and Company, LLC.
- Schwarcz, J., & Schwarz J. (2001). *The genie in the bottle: 64 all new commentaries on the fascinating chemistry of everyday life*. New York: Henry Holt and Company, LLC.
- Scott, P. R. (1990). *Using your chemistry: Comprehension questions for advanced level*. Cheltenham, England: Stanley Thornes Publishers.
- Selinger, B. (1998). *Chemistry in the marketplace* (5th ed.). Sydney: Harcourt Brace.
- Skinner, J. (1997). *Microscale chemistry: Experiments in miniature*. Cambridge, U.K.: The Royal Society of Chemistry.
- Snyder, C. H. (2003). *The extraordinary chemistry of ordinary things* (4th ed.). New York: Wiley.
- Stevens, E. S. (2002). *Green plastics: An introduction to the new science of biodegradable plastics*. New Jersey: Princeton University Press.
- Stiggins, R. (2004). New assessment beliefs for a new school mission. *Phi Delta Kappan*, 86(1), 22-27.
- Taylor, J. R. (1992a). *Chemistry at work*. London: John Murray.
- Taylor, J. R. (1992b). *Chemistry at work: Comprehension exercises for advanced level*. London: John Murray.

University of Cambridge International Examinations. (2004). *A & AS Chemistry*. U.K.: University of Cambridge. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.cie.org.uk/CIE/WebSite/home.jsp>

Warren, D. (2001). *Green chemistry: A teaching resource*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

生物科

《中學生物教學》，中國：中華人民共和國教育部。

中華人民共和國教育部（2001）《全日制義務教育生物課程標準（實驗稿）》，北京：北京師範大學出版社。

中華人民共和國教育部（2003）《全日制普通高中生物課程標準（實驗）》，北京：人民教育出版社。

江晃榮（2001）《不可思議的生物科技》，台北：世茂出版社。

沈萍主編（2000）《微生物學》，北京：高等教育出版社。

翟中和、丁明孝和王喜忠（1999）《細胞生物學》，北京：高等教育出版社、施普林格出版社。

課程發展議會（2002）《生物課程指引（中四至中五）》，香港：政府印務局。

課程發展議會和香港考試及評核局（2007）《生物課程及評估指引（中四至中六）》，香港：政府物流服務署。

課程發展議會和香港考試局（2002）《生物課程及評估指引（高級程度）》，香港：政府印務局。

Alberta Learning. (1998). *Biology 20-30 (Senior High)*. Alberta: Alberta Learning. Retrieved January 18, 2007, from http://www.learning.gov.ab.ca/k_12/curriculum/bySubject/science/bio2030.pdf

Assessment and Qualifications Alliance. (2002). *GCE Biology 2005 specification B*. Preston: Pindar plc. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-5416-6416-W-SP-05.pdf>

Assessment and Qualifications Alliance. (2004). *GCSE Biology 2005 specification B*. Manchester: AQA. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.aqa.org.uk/qual/pdf/AQA-3411-W-SP-05.pdf>

Baile, M., & Hirst, K. (2001). *Biology AS*. London: Collins.

Biologist. London: Institute of Biology.

Board of Studies New South Wales. (2002). *Biology stage 6 syllabus*. Sydney: Board of Studies NSW. Retrieved January 18, 2007, from http://www.boardofstudies.nsw.edu.au/syllabus_hsc/pdf_doc/biology_stg6_syl_03.pdf

Council for the Curriculum Examinations and Assessment. (2004). *GCSE in Biology specification*. Belfast: North Ireland Council for the Curriculum, Examinations and Assessment. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.rewardinglearning.com/development/qualifications/gcse/docs/g06specs/g06bios.pdf>

Curriculum Council. (2003). *Syllabus manual year 11 & year 12 subjects 2006-2008 volume VII: Biology*. Osborne Park: Curriculum Council. Retrieved January 18, 2007, from http://www.curriculum.wa.edu.au/pages/syllabus_manuals/volumes/VII_science/biology.htm

Edexcel. (2000). *Edexcel GCSE in Biology A specification*. Notts: Edexcel Foundation. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.edexcel.org.uk/VirtualContent/18020.pdf>

Hudson, T., & Mannion, K. (2001). *Microbes and diseases*. London: Cambridge University Press.

International Baccalaureate Organization. (2001). *IB diploma programme guide: Biology*. Geneva: IBO.

Jones, A., Reed, R., & Weyers, J. (1998). *Practical skills in biology* (2nd ed.). Essex: Longman.

Jones, M., & Gregor, J. (2001). *Biology 1 & 2*. London: Cambridge University Press.

Lowrie, P., & Wells, S. (2000). *Microbiology and biotechnology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ministry of Education. (1993). *Biology in the New Zealand curriculum*. Wellington: Learning Media Ltd.

Ministry of Education. (2000). *The Ontario curriculum, grades 11 and 12: Science 2000*. Ontario: MOE.

Oxford, Cambridge & RSA Examinations. (2004). *OCR AS GCE and advanced GCE in Biology – Approved specifications* (Rev. ed.). UK: OCR. Retrieved January 18, 2007, from http://www.ocr.org.uk/Data/publications/specifications_syllabuses_and_tutors_handbooks/cquartetOCRTempFilezgd90MmcAz.pdf

Queensland Studies Authority. (2004). *Biology senior syllabus 2004*. Spring Hill: QSA. Retrieved January 18, 2007, from http://www.qsa.qld.edu.au/yrs11_12/subjects/biology/syllabus.pdf

- Scottish Qualifications Authority. (2002). *Advanced higher Biology* (4th ed.). Glasgow: SQA.
- Senior Secondary Assessment Board of South Australia. (2002). *Biology curriculum statements 2004*. Adelaide: SSABSA.
- Taylor, D. (2001). *Growth, development and reproduction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- The American Biology Teacher*. Washington, DC: National Association of Biology Teachers.
- The College Entrance Examination Board. (2003). *2004, 2005 Course description for AP Biology*. Retrieved January 18, 2007, from http://apcentral.collegeboard.com/apc/public/repository/05837apcoursdescbio06_4312.pdf
- Victorian Curriculum and Assessment Authority. (2005). *Biology Victorian Certificate of Education study design*. East Melbourne: VCAA. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.vcaa.vic.edu.au/vce/studies/biology/biologystd.pdf>
- Welsh Joint Education Committee. (2003). *GCE AS/A Biology specification 2005-6*. Retrieved January 18, 2007, from <http://www.wjec.co.uk/albiology05.pdf>

課程發展議會－香港考試及評核局物理委員會(高中) 委員名錄

(自 2003 年 12 月起至 2013 年 9 月止)

主席： 許伯銘教授 (自 2005 年 10 月起)
彭永聰博士 (至 2005 年 9 月止)

委員： 吳大琪教授 (至 2006 年 11 月止)
吳本韓博士
李維傑先生
邱穎怡女士 (自 2005 年 11 月起)
許伯銘教授 (至 2005 年 9 月止)
麥思源教授
黃小玲博士 (至 2005 年 9 月止)
黃偉強先生
溫家傑先生
劉國良先生
郭炳偉博士 (自 2005 年 11 月起)

當然委員： 盧志立先生 (教育局) (至 2009 年 12 月止)
余漢裔先生 (教育局) (自 2009 年 12 月至 2010 年 6 月)
呂夢茹女士 (教育局) (自 2010 年 6 月至 2012 年 4 月)
劉耀漢博士 (教育局) (自 2012 年 4 月起)
司徒毓堂先生 (香港考試及評核局)

祕書： 余漢裔先生 (教育局) (至 2009 年 12 月止)
劉耀漢博士 (教育局) (自 2009 年 12 月至 2012 年 4 月)
廖成波先生 (教育局) (自 2012 年 4 月起)

課程發展議會－香港考試及評核局化學委員會(高中) 委員名錄

(自 2003 年 12 月起至 2013 年 9 月止)

主席: 麥志強博士

委員: 吳基培教授
李景倫先生
徐洪翔先生
馬惠芝女士 (自 2012 年 8 月起)
張善培教授
梁 彭先生
許志權博士 (自 2012 年 8 月起)
黃永德教授
楊 衛先生 (自 2012 年 8 月起)
楊霖龍教授 (自 2012 年 6 月起)
潘廣祥先生
鄭建德先生
鄺子建先生 (自 2012 年 8 月起)
鄺達熙先生 (至 2012 年 7 月止)
譚彼得教授 (至 2012 年 2 月止)

當然委員: 方偉雄博士 (教育局)
李德文博士 (香港考試及評核局)

祕書: 鄭少蓮女士 (教育局)

課程發展議會－香港考試及評核局生物委員會(高中) 委員名錄

(自 2003 年 12 月起至 2013 年 9 月止)

主席： 譚鳳儀教授

委員： 文惠顯博士 (至 2012 年 2 月止)

白志安先生

何雅賢女士

李揚津博士

吳友強先生

馬慶德先生

曹世華教授 (至 2008 年 9 月止)

麥惠南博士 (自 2008 年 9 月起)

馮明釗教授

黃良君先生 (至 2010 年 1 月止)

黃港住博士 (至 2012 年 2 月止)

黃寶玲女士 (自 2010 年 2 月起)

詹華強教授 (自 2012 年 2 月起)

鄭麗恩女士

羅劍雄先生 (自 2012 年 2 月起)

當然委員： 鍾愛蓮女士 (教育局)

蔡筱坤女士 (香港考試及評核局) (至 2008 年 9 月止)

徐智誠先生 (香港考試及評核局) (自 2008 年 9 月起)

秘書： 蘇志成先生 (教育局)

課程發展議會－香港考試及評核局

物理委員會委員名錄

(自 2013 年 9 月至 2015 年 8 月)

主席： 許伯銘教授

委員： 何有勝先生
吳本韓博士
邱穎怡女士
英佩詞先生
康仲賢先生
梁毅聰先生
郭炳偉博士
陳國森教授
勞偉籌博士
黃劍華先生
羅文惠先生

當然委員： 劉耀漢博士 (教育局) (自 2013 年 9 月至 2013 年 12 月)
蔡捷佳先生 (教育局) (自 2014 年 1 月起)
司徒毓堂先生 (香港考試及評核局)

祕書： 廖成波先生 (教育局) (自 2013 年 9 月至 2013 年 12 月)
劉耀漢博士 (教育局) (自 2014 年 1 月起)

課程發展議會－香港考試及評核局

化學委員會委員名錄

(自 2013 年 9 月至 2015 年 8 月)

主席： 潘廣祥先生

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

當然委員： 方偉雄博士 (教育局)
李德文博士 (香港考試及評核局)

秘書： 鄭少蓮女士 (教育局)

課程發展議會－香港考試及評核局

生物委員會委員名錄

(自 2013 年 9 月至 2015 年 8 月)

主席：詹華強教授

委員：何凱盈女士
何雅賢女士
吳友強先生
林沛洲先生
張肇堅博士
曾友協先生
鄧志賢先生
鄭美紅教授
黎振航博士
羅劍雄先生

當然委員：鍾愛蓮女士 (教育局)
徐智誠先生 (香港考試及評核局)

祕書：蘇志成先生 (教育局)

課程發展議會－香港考試及評核局

物理委員會委員名錄

(自 2015 年 9 月至 2017 年 8 月)

主席： 陳國森教授

委員： 何有勝先生
林紫雲女士
英佩詞先生
鍾世澤先生
梁毅聰先生
郭炳偉博士
潘振聲博士
勞偉籌博士
黃劍華先生
羅文惠先生

當然委員： 蔡捷佳先生 (教育局)
司徒毓堂先生 (香港考試及評核局)

祕書： 劉耀漢博士 (教育局)

課程發展議會－香港考試及評核局

化學委員會委員名錄

(自 2015 年 9 月至 2017 年 8 月)

主席： (待定)

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

當然委員： 方偉雄博士 (教育局)
李德文博士 (香港考試及評核局)

祕書： 鄭少蓮女士 (教育局)

課程發展議會－香港考試及評核局化學委員會 委員名錄

(自 2017 年 9 月至 2019 年 8 月止)

主席： 李寶賢女士

委員： 陳浩懷博士
周卓輝教授
周家駒先生
吳嘉和先生
吳華彪先生
蘇美琪女士
湯佩玲博士
謝淑敏女士

當然委員： 方偉雄博士 (教育局)
李德文博士 (香港考試及評核局)

祕書： 鄭少蓮女士 (教育局)

課程發展議會－香港考試及評核局

生物委員會委員名錄

(自 2015 年 9 月至 2017 年 8 月)

主席：張肇堅博士

委員：何凱盈女士

林沛洲先生

馬衍年博士

陳浩然教授

曾友協先生

葉穎欣博士

詹華強教授

劉振鴻先生

鄧志賢先生

羅劍雄先生

當然委員：鍾愛蓮女士 (教育局)

徐智誠先生 (香港考試及評核局)

祕書：蘇志成先生 (教育局)