科學教育學習領域

綜合科學
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 （二零一五年十一月更新）

目　　錄

		頁數
引言		i
第一章	**概論**	**1**
1.1	背景	1
1.2	課程的實施	2
1.3	課程理念	2
1.4	課程宗旨	4
1.5	與初中課程及中學畢業後出路的銜接	5
第二章	**課程架構**	**7**
2.1	課程設計的原則	7
2.2	學習目標	9
2.3	課程結構與組織	12
	2.3.3 必修部分	16
	2.3.4 選修部分	59
2.4	學習成果	79
第三章	**課程規畫**	**83**
3.1	主導原則	83
3.2	學習進程	83
3.3	課程規畫策略	85
3.4	課程統籌	88
第四章	**學與教**	**93**
4.1	主導原則	93
4.2	知識與學習	94
4.3	取向與策略	95
4.4	優質互動	101
4.5	照顧學生的多樣性	103
第五章	**評估**	**107**
5.1	評估的角色	107
5.2	進展性和總結性評估	107
5.3	評估目標	109
5.4	校內評估	109
5.5	公開評核	112

第六章　學與教資源 **116**
6.1　學與教資源的目的和功能 117
6.2　主導原則 117
6.3　資源的類別 117
6.4　資源管理 122

附錄
一　配合學生不同需要的時間表編排和教師調配 125
二　綜合科學科課程與科學科（中一至中三）課程內容上的關聯 129
三　支援科學教育的社會資源 131

詞彙釋義 **137**

參考文獻 **141**

課程發展議會－香港考試及評核局綜合科學委員會委員名錄

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》(2002) 和《高中課程指引》(2009)。請一併閱覽所有相關文件，以便了解高中與其他學習階段的連繫，並掌握有效的學習、教學與評估。

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

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

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

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

九龍塘沙福道 19 號
教育局九龍塘教育服務中心東座 2 樓 232 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

[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》。

（空白頁）

第一章 概論

本章旨在說明綜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《香港教育制度改革建議——終身學習，全人發展》（2000）及其後的諮詢報告均指出，香港是一個全球化的高科技社會，學生需具備廣博的知識基礎，才能在社會上發揮所長，有所建樹。《高中及高等教育新學制——投資香港未來的行動方案》（2005）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、英、數和通識教育四門核心課程外，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，並積極參與其他學習活動，包括藝術活動、體育活動、與工作有關的經驗、社會服務、德育及公民教育等。有關安排將取代傳統的文、理科及工／商科的分流，在靈活的科目組合下，學生可有更多不同的發展方向。

生物、化學和物理在科學研究的世界中鼎足而立，彼此相輔相成。為讓對科學有興趣的學生在獲得相關學習經歷的同時，有機會修讀其他學習領域的選修科目，以達到全人發展的教育理想，科學教育學習領域提供了以下選修科目，方便學校為不同性向和志趣的學生規畫不同的科目組合：

- 生物、化學和物理
  這些科目讓學生在有關的學術範疇內建立穩固的知識基礎，以配合他們日後繼續在這些範疇內進修或從事相關的工作。

- 科學
  本科以兩種模式推行：模式 I 為跨學科設計；模式 II 以組合方式設計。旨在讓學生學習各個科學領域的知識，同時，仍有空間修讀其他學習領域的選修科目，以擴闊視野。

模式 I：綜合科學

這課程為只在科學教育學習領域中修讀一科的學生而設計，旨在提升他們的科學素養，為面向瞬息萬變的社會和配合學校課程內其他方面的學習打好基礎。選修這個科目的學生，既有機會在不同的科學範疇內獲得全面而均衡的學習經驗，又有空間選修其他學習領域的科目，以擴闊視野，促進全人發展。

模式 II：組合科學 → 組合科學（物理、化學）
→ 組合科學（生物、物理）
→ 組合科學（化學、生物）

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。課程由三個部分組成，各部分的內容分別選自生物、化學及物理課程。學生應在這三個部分選修其二，以配合自己的專修理科科目。學生可選讀的科目組合詳列如下：

- 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 課程的實施

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、教學設計、學生評估、資源分配及提供行政支援時參考。有關各個科目的時間表編排和教師調配等資料，請參閱附錄一。

本綜合科學科課程及評估指引適用於高中科學科課程模式 I。

1.3 課程理念

在高中開設綜合科學科是為回應社會對人才素質的訴求，為學生提供廣博而穩健的知識基礎，以面對香港這個科技發達社會的各種挑戰。

本課程以跨學科主題的形式設計，以具時代性和跨時代性為選材原則。透過一些相信在未來數十年間，都會與學生生活息息相關的情境或議題，讓學生探索當中的主要科學理念；並透過有系統的探究活動，讓學生逐步掌握科學知識和技能，以評估科學和科技發展對社會的影響。

課程發展議會在 2002 年編訂的《科學教育學習領域課程指引（小一至中三）》（2002）把科學教育的各主要學習元素畫分成六個學習範疇，包括「科學探究」、「生命與生活」、「物料世界」、「能量與變化」、「地球與太空」及「科學、科技、社會與環境」。強調以科學探究為中心，讓學生掌握相關的科學概念及原理，培養正面的價值觀和積極的態度，使他們在面對與科學、科技、社會與環境有關的議題時，能作出明智的決定。下圖表示這六個範疇之間的關係：

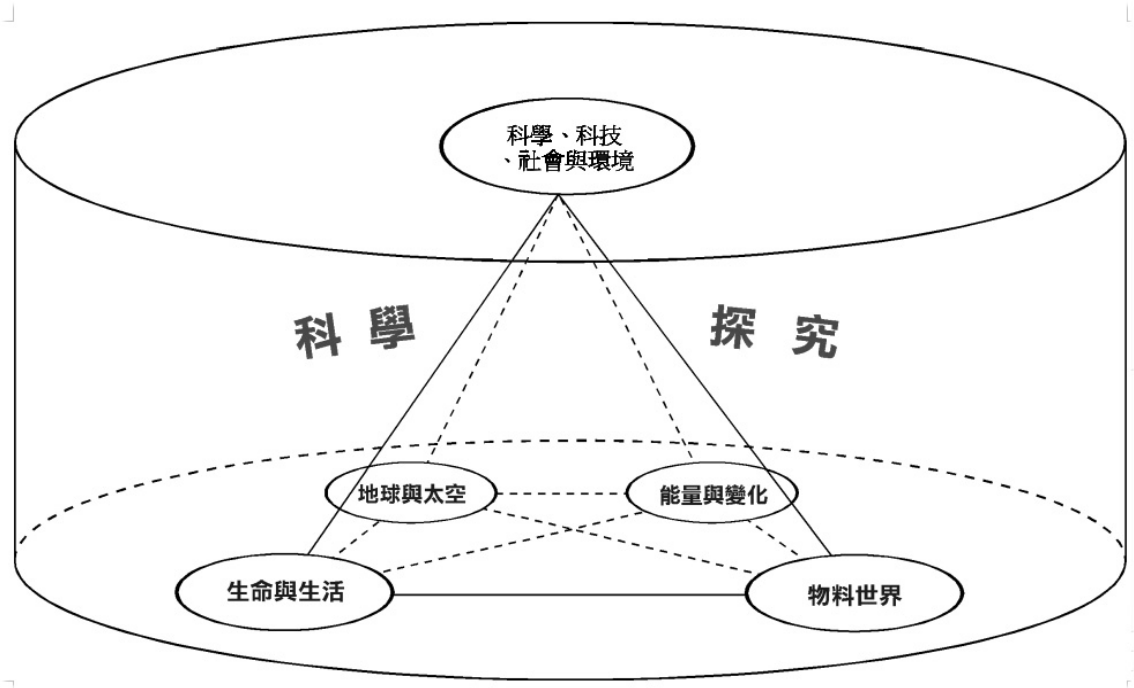


圖 1.1 科學教育中的六個學習範疇間的關係

秉承上述的科學教育發展方向，綜合科學科課程將進一步透過讓學生從宏觀角度察看世界，及強調證據在作結論時的重要性，培養他們成為好奇愛問、懂得反思和思路嚴謹的人。我們相信，在香港這個科技發達的社會，掌握一些科學知識和科學概念，對事業發展有一定的幫助；在工作崗位上遇到困難時，懂得以科學態度思考問題，亦往往有助於找出創新的解決方法。

1.4 課程宗旨

綜合科學科課程的宗旨是為學生提供適切的學習經歷，培養他們的科學素養，俾能積極融入這個瞬息萬變的知識型社會，為日後升學或就業做好準備，並成為科學與科技的終身學習者。

本課程的宗旨是讓學生：

- 培養對自然界及科技世界的興趣、好奇心和求知欲；
- 認識主要的科學概念及相關的思考架構，並明白這些概念如何形成，以及它們的價值所在；
- 領會及逐步理解科學知識的本質；
- 掌握科學探究的技巧；
- 培養合乎科學、具明辨性[2]和創意的思維，好能獨立或與他人合作解決與科學相關的問題；
- 活用科學語言，在與科學有關的問題上表達意見及與人交流；
- 在與科學有關的議題上，作出明智決定和判斷；
- 了解科學對社會、道德、經濟、環境及科技的影響，並培養負責任的公民態度；
- 建立思考和理解世界的概念工具。

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

1.5 與初中課程及中學畢業後出路的銜接

為確保初中與高中課程的順利銜接，學校應參考《科學教育學習領域課程指引（小一至中三）》（2002）中所訂定的第三學習階段學習目的而設計初中校本科學課程，並在學生開始本課程前，確保他們已完成《科學科（中一至中三）課程綱要》（1998）中的核心部分。

作為科學科（中一至中三）課程的延續，綜合科學科課程讓學生學習更廣泛的科學概念，並對這些概念作更深入的思考。本課程為學生提供充分機會，以反思科學和科技方面的問題和爭議，使他們能夠更明智、更審慎地運用科學資訊；並鼓勵學生進行推理、評估數據的可靠程度、判別證據的相關性與因果關係，以及討論使用某種科技的利弊等。這都有助培養學生的思辨能力，使他們能更理性地處理日常生活中遇到的問題。綜合科學科課程不僅擴闊學生的視野，豐富他們的科學知識和經驗，亦能提升他們的科學技能，為學生日後的進修、職業培訓或就業奠定穩固的基礎。本課程為學生開拓更多進修和就業的機會，包括工商管理、法律、牙醫、風險管理、精算學、訊息工程及運動科學等領域。

（空白頁）

第二章 課程架構

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

2.1 課程設計的原則

本課程是依據《高中及高等教育新學制——投資香港未來的行動方案》（2005）第三章提倡的原則為藍本而設計的，主導原則如下：

- 建基於基礎教育階段已掌握的知識
  本課程建基於學生的基礎教育，配合《科學教育學習領域課程指引（小一至中三）》（2002）中有關科學教育課程發展的總方針，進一步深化學生在科學科（中一至中三）課程中獲得的科學知識與技能，鞏固已建立的價值觀和態度。

- 求取廣度和深度之間的平衡
  本課程為只在科學教育學習領域中修讀一科的學生而設計。為使學生在科學的各個範疇內獲得全面而均衡的學習經歷，本課程以**主要的科學理念**為中心，編成多個主題式的單元。為求取廣度和深度之間的平衡，本課程沒有涵蓋傳統生物、化學及物理課程內的所有課題，而是選擇在個別課題上作更深入的研究，並以不同單元的性質和情境，讓學生認識有關的**主要科學理念**、**科學本質**和**統一概念**。

- 求取理論和應用學習之間的平衡
  本課程內容以單元模式組織，讓學生在與日常生活相關的情境下探索科學概念，並體會有關概念與生活的關係。課程的重點是讓學生充分掌握主要的科學理念，好能積極參與有關科學與科技應用的討論、辯論和決定。

- 求取基要學習和靈活多元化課程之間的平衡
  本課程分為必修和選修兩個部分。必修部分由八個單元組成。學生在中四及中五完成必修部分後，可在中六時根據其個人興趣和日後發展志向，在選修部分的三個單元中選修其二。選修單元旨在延展

學生在一些必修單元所得的知識與技能，並提供機會讓學生融會貫通，綜合應用。

- 讓學生學會學習
  綜合科學科旨在提升學生的科學素養，讓他們掌握一些「思考工具」以理解和反思科學，並在看似雜亂紛陳的科學概念中，看出貫通各科學分支、跨越各學科界限的統一概念（例如系統、秩序和組織）。**統一概念**是強有力的概念工具，可幫助學生在理解自然世界的過程中，看出事物的主要共通之處。本課程的另一重要目標，是促進學生對**科學本質**的理解，明白到科學既是思考方式，也是認知方法；幫助學生透過探究和應用知識，看透事物表面，並以科學態度明辨慎思，把握終身學習和融入社會的關鍵。

- 加強連貫性
  學生在本課程中掌握的科學理念和建立的邏輯思維，有助他們在其他學習領域的學習。本課程跨學科設計的特色，正好提供機會，讓學生配合其他的核心科目和選修科目，進行跨課程學習，從而提高整體的學習成效。

- 為升學和就業作準備
  隨著科學與科技高速發展及全球一體化的出現，越來越多科學以外的專業領域，都無可避免地涉及與科學有關的議題。學生在本課程中建立的價值觀和態度、掌握的知識與技能，有助裝備他們，在日常生活中鑑真識偽，以理性方式應付涉及證據、定量考慮、邏輯論點及種種不明確因素的問題。此外，學生在本課程中獲得的知識、建立的思考模式和解難能力，也有利於他們日後在各大專院校修讀各類課程，例如工商管理、法律、牙醫、風險管理、精算學、訊息工程及運動科學等。

2.2 學習目標

基於前述的課程設計原則，本課程有別於各科學學術範疇的傳統發展架構，選擇了以單元模式組織，並儘量配合學生的日常生活情境；透過對各種現象進行探究，幫助學生逐步（i）掌握主要的科學理念；（ii）理解科學的本質；並（iii）在諸多科學概念中，看清貫通其中的統一概念。下圖概括說明綜合科學科課程內各組成部分的關係：

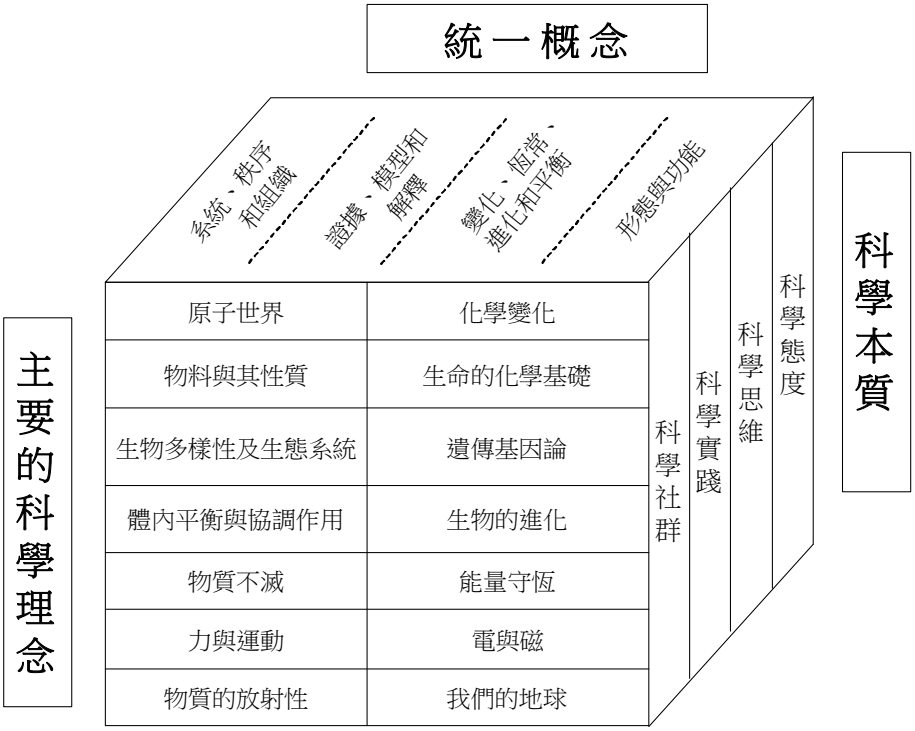


圖 2.1 綜合科學科課程架構

2.2.1 主要的科學理念

本課程以單元設計，內容環繞主要的科學理念。學生將接觸到一系列與我們關係密切的重大科學議題，例如：「生命的化學基礎是甚麼？」、「我們的地球是否越來越暖？」、「能量與物質間如何互相作用？」、「為何我們有時會病倒？」、「輻射是敵？是友？」。我們相信，以說故事的方式組織學習內容，讓學生細味科學家探索有關科學議題的事蹟，有助學生從「我們是如何得出這個看法」的角度，了解科學知識的產生過程。參考各地相關文獻，並考慮香港學生的實際需要後，我們決定集中對以下的主要科學理念，作深入研習：

- 原子世界；
- 化學變化；
- 物料與其性質；
- 生命的化學基礎；
- 生物多樣性及生態系統；
- 遺傳基因論；
- 體內平衡與協調作用；
- 生物的進化；
- 物質不滅；
- 能量守恆；
- 力與運動；
- 電與磁；
- 物質的放射性；
- 我們的地球。

2.2.2 科學本質

僅限於對科學概念的認識並不足夠，學生必須同時認識有關概念形成的過程和成立的依據，才能真正駕馭科學，做一個靈活的科學學習者。本課程的另一重點，是強調讓學生退後一步，仔細檢視所發生的一切，經歷人類創造知識的過程；分析並評估他人和自己的思路，認清其邏輯、優點及局限性。這有助學生理解科學的本質，明白人類是如何獲得有關自然界的可靠知識。本課程所強調的科學本質，包括以下部分：

- 科學態度：科學探究從求真精神出發，建基於證據並以事實經驗為準則，同時也鼓勵創新及懷疑精神；
- 科學思維：科學知識建基於創意思維，科學家運用演繹法及歸納法，提出新的科學理論，再加以驗證。科學知識縱然源遠流長，卻不是永恆不變；
- 科學實踐：科學家以精確的實驗設計和合適的儀器，探索現象或驗證理論；謹慎處理定量和定質的數據，誠實匯報結果；
- 科學社群：科學家運用集體智慧，鼓勵自由交流、坦誠討論及辯論，並透過彼此檢察，鑑證新的發現。

2.2.3 統一概念

本課程涵蓋了科學教育學習領域六個學習範疇內的概念和理解（見第 3 頁，圖 1.1）。除了讓學生接觸與生活息息相關的科學發展外，本課程亦嘗試為學生提供一些概念工具。藉著這些工具，學生的視野不再局限於眼前的事物，而是從更高的層次認清不同事物間的共通點。因此，課程將突顯貫通科學領域、跨越學科界限的統一概念。這些統一概念可幫助學生在理解自然世界的過程中，看出事物的主要共通之處，是終身受用的思考工具。有關的統一概念包括：

- 系統、秩序和組織，是觀察及描述各種相關及／或整體運作的現象的基礎概念
  - (a) 系統：由相關物件或組成部分建構的一個組織體系。以系統作為思維及分析單位，有助學生掌握質量、能量、物件、生物及事件的互動關係。適當界定系統的範圍，對於理解其中事物的演變，有關鍵性的影響。舉例說，科學家經過了很長的時間才發現燃燒時物質不滅的定律，是因為在量度質量時，沒有把過程中產生的氣體包括在研究的系統內。
  - (b) 秩序：顯示模式和次序的排列方法，例子包括季節性氣候規律和染色體的複製程序等。
  - (c) 組織：把事物根據若干等級制度置於某一架構內的行動或過程，例子包括元素週期表和生物系統中「細胞、組織、器官、系統」的組織架構等。

- 科學家利用證據和模型來理解、解釋及／或預測科學現象
  - (a) 證據：包括支持科學解釋的一些觀察結果及數據。利用證據理解事物間的互動關係，可讓我們預測在自然系統和人工系統中發生的變化。舉例說，食物的香味讓我們知道，晚餐已經預備好、玻璃杯外壁上有水珠凝結，表示杯中的東西較外面冷。
  - (b) 模型：用來說明真實系統、物件、概念、事件或不同種類的事件的表達方法，可用作解釋、預測及研究真實物件如何運作。模型可以是實物模型、概念模型或數學方程式。實物模型的例子包括化學物質的分子模型和生物的細胞模型；概念模型的例子包括以「核子與環繞軌道運行的電子」來模擬原子結構、以「氣體中的分子互相碰撞」來解釋氣壓形成等；數學模型的例子包括以「細菌數目 $= 2^n$，n = 分裂次數」來描述細菌在進行二分裂時，以指數增長的情況。

- 利用變化、恆常、進化和平衡來描述**科學現象的狀態**
  (a) 變化：導致變更的過程，例子包括燃燒時的化學變化、閉合電路中電池的化學能轉換成電能，再經燈泡轉換成熱能和光能等。
  (b) 恆常：狀態不變，或系統內某些顯著的特質保持不變，例子包括光的速度、能量守恆等。
  (c) 進化：科學家從物件、生物及自然系統的現狀及功能，推論出它們所經歷的一系列的轉變（包括逐步轉變和斷續發生的轉變），這些轉變的過程稱為進化。概括來說，現在是過去的物質和形態演化的結果，例子包括生態演替、溫室效應加劇導致的氣候變化等。
  (d) 平衡：一個物理狀態，是反向的力相互抵銷，或性質相反的改變同時發生，以致沒有明顯變化的狀況。隨著引起變化的能量的逐步消耗，大部分物理系統最終都會歸於平衡狀態，例子包括下墮的石頭最後落在懸崖底，以及人體透過複雜的機理維持體溫等現象。

- 形態與功能：
  (a) 形態：物件的形狀和結構。
  (b) 功能：物件、活動或工作的功能，即其所扮演的角色或所發揮的用途。

  形態與功能通常是互為關連的，例如魚的鰭（形態）有助其在水中的運動（功能）；為了令船隻航行暢順（功能），船身設計成流線形（形態）。在現今的科技社會，物件的設計更往往以達到某些功能為目標。

2.3 課程結構與組織

2.3.1 課程結構

本課程分為必修和選修兩個部分，其中必修部分由八個單元組成，而選修部分由三個單元組成。學生須完成必修部分，並在選修部分的三個單元中選修其二。各單元有其獨特的主題。以主題的形式來組織概念和科學理念，有助學生理解科學與日常生活的關係，令學習更有意義。

本課程的選修單元是為了照顧學生的不同興趣和志向而設計的，同時亦為學生日後的升學和就業作準備。這些選修單元延展學生在必修單元中獲得

的知識和技能，展示科學在現今生活中的廣泛應用，並提供機會讓學生綜合運用科學概念，進行深入探究，解決問題。

下圖說明必修部分單元（以 C 字表示），與選修部分單元（以 E 字表示）的相互關係：

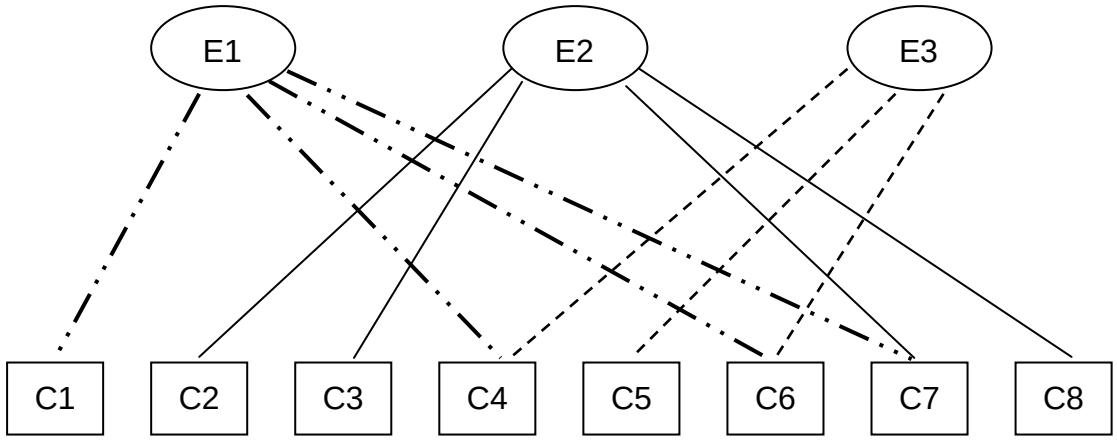


圖 2.2 必修部分單元與選修部分單元的相互關係

本課程的總授課時間為 250 小時[1]，其中 14 小時建議用作進行科學探究活動，以培養學生的探究精神和提升他們的科學探究技能。教師可將這 14 小時靈活分配到不同單元的科學探究活動中，亦可用作進行較大型的跨課題／跨學科的探究活動。必修部分和選修部分各單元的預計課時分配如下：

	建議課時 （小時）
科學探究活動 課程中特定了 14 小時作科學探究，教師可靈活運用，安排學生進行較大型或跨課題／跨學科的探究活動；或把這 14 小時融入各單元的學與教中。（較簡單的探究活動所需課時則已計算在各單元的建議課時內。）	14

[1] 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。

必修單元	
C1　生命之泉	22
C2　體內平衡	22
C3　短跑科學	22
C4　化學世界中的規律	22
C5　電的啟迪	22
C6　大自然中的平衡	22
C7　輻射與我	22
C8　基因與生命	22
選修單元（3 選 2）	
E1　能量、天氣與空氣質素	30
E2　持守健康	30
E3　化學為民	30

圖 2.3 各單元的建議課時

2.3.2 課程組織

本課程各單元的組織包括兩個主要部分：概覽及單元內容。

概覽旨在說明單元的設計理念和內容情境，並介紹單元的主題及其所演繹的科學本質和統一概念。重點問題指出學生的研習方向，而單元組織圖則展示單元內各主要概念的相互關係。部分單元附有建議教學次序，供教師參考。教師亦可按學生的需要、興趣與能力策畫教學，發展校本課程。

單元內容包括：

- 「學生應學習」— 臚列單元涵蓋的知識；
- 「建議的學與教活動」— 列舉促進學生建構知識並發展各種能力的學習活動。所建議的活動旨在為教師提供參考，既非鉅細無遺，也不具強制性。教師應以專業判斷，自由選取或加入其他適切的活動，以豐富學生的學習經歷。
- 「單元要點」— 列舉單元的內容和學習活動可帶出的科學本質和統一概念，以及有助學生建立的價值觀和態度；並說明單元中的科學概念與科技、社會和環境的關係。

必修部分

（C1 - C8）

2.3.3 必修部分

C 1	生命之泉	17
C 2	體內平衡	22
C 3	短跑科學	27
C 4	化學世界中的規律	32
C 5	電的啟迪	37
C 6	大自然中的平衡	42
C 7	輻射與我	47
C 8	基因與生命	52

C 1　生命之泉

概覽

簡介

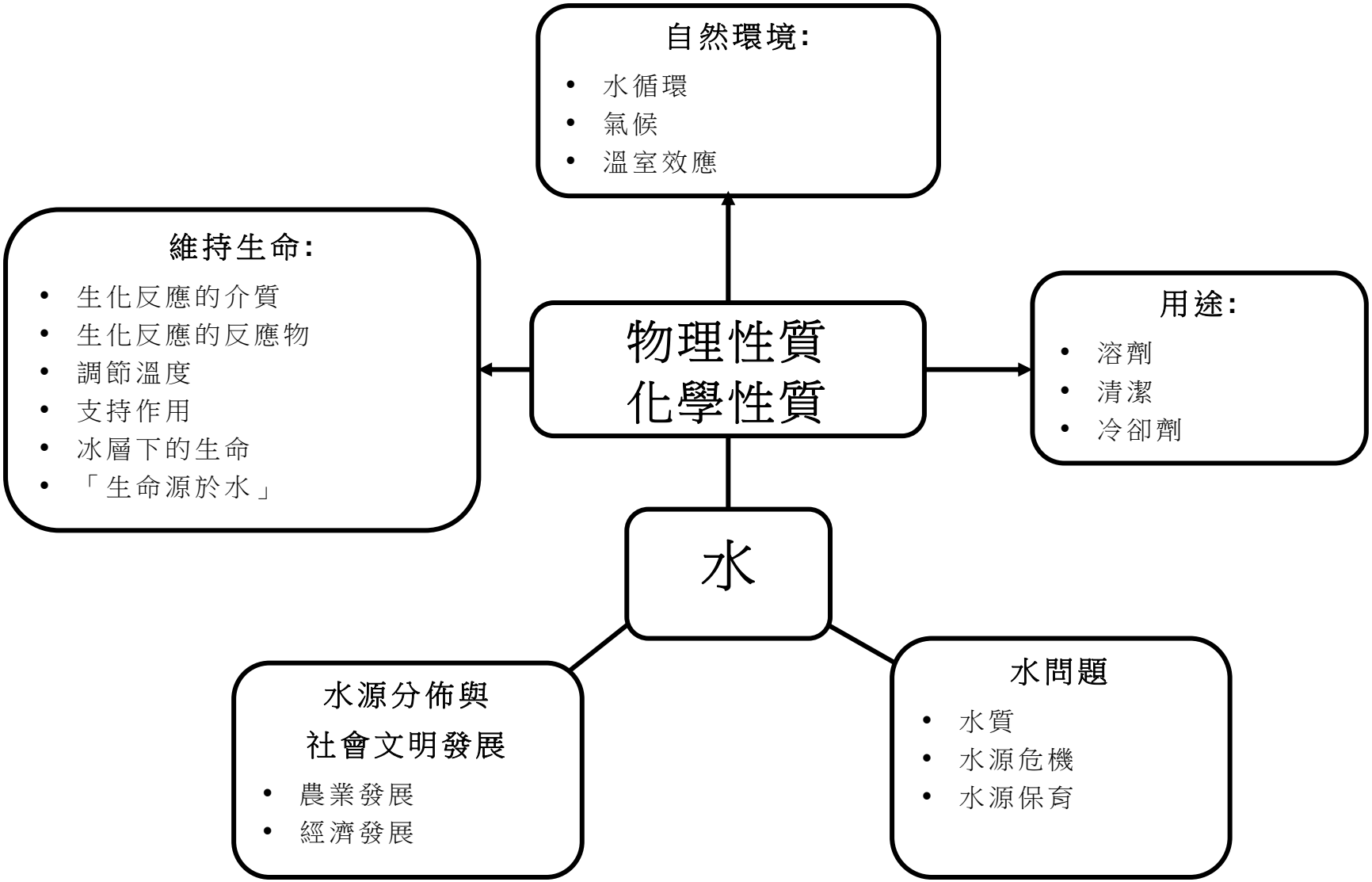
水是我們最熟悉的天然資源之一，幾乎遍佈整個地球。水對生物十分重要，它在協調各項生命過程和維持生物生存的環境中，都擔當著重要的角色，更有科學家認為生命是源於水。在本單元中，學生會學習有關水的科學，明白水的分子結構、獨特的物理和化學性質與其各種功能的關係。學生在認識水對生物的重要性的同時，亦會探討人類活動對這珍貴資源造成的影響，並了解潔淨而持續的水源供應，如何影響一個國家的發展。事實上，與水的供應和水的質素相關的問題，包括乾旱、洪水泛濫、水質污染等，都直接或間接影響各國的生態環境、民生和經濟發展。

水的科學闡明了多個統一概念，學生可透過各研習活動加以掌握。舉例說，研究動植物為適應在陸上生存而具有的各種形體結構，可以讓學生明白「功能與形態」的相互關係。透過解構水循環，學生會理解「恆常與變化」的概念。另外，學生會從考查各種支持或駁斥「生命源於水」之說的論據中，明白科學家怎樣運用證據來了解和解釋萬物萬象。

重點問題

- 水有甚麼性質，使其能作為溶劑、冷卻劑和生化反應中的介質？
- 水對維持生物的正常機能有何重要？
- 水對我們的環境有何重要？
- 充足的水源供應如何影響一個國家的發展？
- 有哪些論據支持或駁斥「生命源於水」之說？

單元組織圖


自然環境:
• 水循環
• 氣候
• 溫室效應
維持生命:
• 生化反應的介質
• 生化反應的反應物
• 調節溫度
• 支持作用
• 冰層下的生命
• 「生命源於水」
物理性質
化學性質
用途:
• 溶劑
• 清潔
• 冷卻劑
水
水源分佈與
社會文明發展
• 農業發展
• 經濟發展
水問題
• 水質
• 水源危機
• 水源保育

建議教學次序

次序 甲

切入點：中國內地的食水問題（乾旱、沙漠化、泥土侵蝕、洪水泛濫）及其影響

↓

水源的分佈及使用

↓

人類活動對水源分佈及水質的影響

↓

水對生物和環境的重要性

↓

水的獨特性質

↓

水與生物進化

次序 乙

切入點：在太空探索中，科學家以發現水作為生命存在的證據

↓

水對生物和環境的重要性

↓

水的獨特性質

↓

水與生物進化

↓

水源的分佈及使用

↓

人類活動對水源分佈及水質的影響

C 1: 生命之泉

學生應學習	建議的學與教活動
1.1 水的獨特性質 • 水分子的大小和形狀 • 水分子與分子間的引力（范德華力與氫鍵） • 水的性質 – 水的溶解功能 – 水的離解作用（$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$） 與 pH 標度 – 水的密度在 4 ^oC 時最高 – 水的比熱容量高 – 水的汽化比潛熱高 – 水的熔解比潛熱高 – 以物質的三態並存於地球 – 水的表面張力高	• 以電腦軟件展示水分子的形狀及其在液態和固態時的排列情況 • 以溶解硝酸銨製作冷包 • 以結晶法製作暖包 • 讓二氧化硫或二氧化碳通過水，以模擬酸雨的形成，並測試其 pH 值 • 進行科學探究，找出把不同物料的溫度提升 1 ^oC 所需的能量
1.2 水對生物及生物進化的重要性 • 水分藉滲透作用進出細胞 • 水在以下情況中擔當的角色 – 生化反應 – 物質轉運 – 促進氣體交換 – 調節溫度 – 提供支持 – 維持動植物在冰層下的生命 • 支持或駁斥「生命源於水」之說的證據 • 在陸上生存的挑戰：生物賴以獲取和保存水分、支持身體、進行氣體交換，以及進行體內受精的結構	• 運用模型和類比，描述滲透作用的過程 • 以不同的脫水方法保存食物：風乾、滲透脫水（例如腌製）、急凍冷藏 • 在互聯網搜尋以塑化技術保存生物標本的好處 • 搜集支持或駁斥「生命源於水」之說的證據（包括化石記錄和其他論據），並加以討論 • 討論為何蘚類植物只能在潮濕地方生存 • 辨識有助彈塗魚在泥灘上生存的結構
1.3 水對自然環境的重要性 • 水循環	• 進行實驗模擬雲的形成和降雨現象

• 對氣候的影響 • 溫室效應	• 在互聯網搜尋內陸及沿岸地區冬季和夏季的平均氣溫
1.4 人類活動對水源分佈及水質的影響 • 住宅用水與工業用水 • 住宅污水所排放的物質如何構成水質污染 • 內地的水源問題：乾旱、沙漠化、泥土侵蝕、洪水泛濫的成因和影響 • 全球水源分佈 • 全球水源危機：水源管理和保育	• 進行實驗模擬以水作為汽車引擎冷卻劑的功能 • 搜集有關水源問題窒礙一個國家發展的剪報 • 搜集有關本港水域藻類過量繁殖的成因和影響的資料 • 參觀污水處理廠 • 制訂減少水質污染的行動計畫

單元要點

在本單元中，學生將會：

- 認識到科學家運用水分子模型（實物模型）來幫助解釋水的物理性質和化學性質
- 明白水的物理性質（例如密度）是恆常不變的，我們可利用這些物理性質作為鑑別水的依據
- 認識到水對生命的重要性與水分子的結構和形狀有莫大關連，以明白形態與功能的關係
- 透過認識陸上生物賴以維持體內機能運作的結構，來明白形態與功能間微妙的相互關係
- 認識在審視一些科學申述——如「生命源於水」——和科學理論是否正確時，證據的重要性
- 明白在水循環中，水只是不斷由一種形態轉變為另一種形態，從而體會物質不滅的定律
- 明白某些水源問題，例如沙漠化，是人類經年累月的活動所造成的變化
- 認識潔淨水源對個人健康及國家發展的重要性
- 學會關注影響香港及中國內地發展的水源問題
- 建立減少水質污染的使命感，並身體力行

C 2　體內平衡

概覽

簡介

人體內的生理過程需要在特定的環境才能正常運作。體內環境若有變動，而未能及時修正，都會對細胞的運作造成影響。本單元主要探討人體如何維持平衡穩定的體內環境。

本單元會先概論人體調節機制的基本運作原理，以人體控制血糖水平及調節體溫的機制作為例子，說明感受器和效應器之間的負反饋機制如何使體內環境保持在正常的狀態。

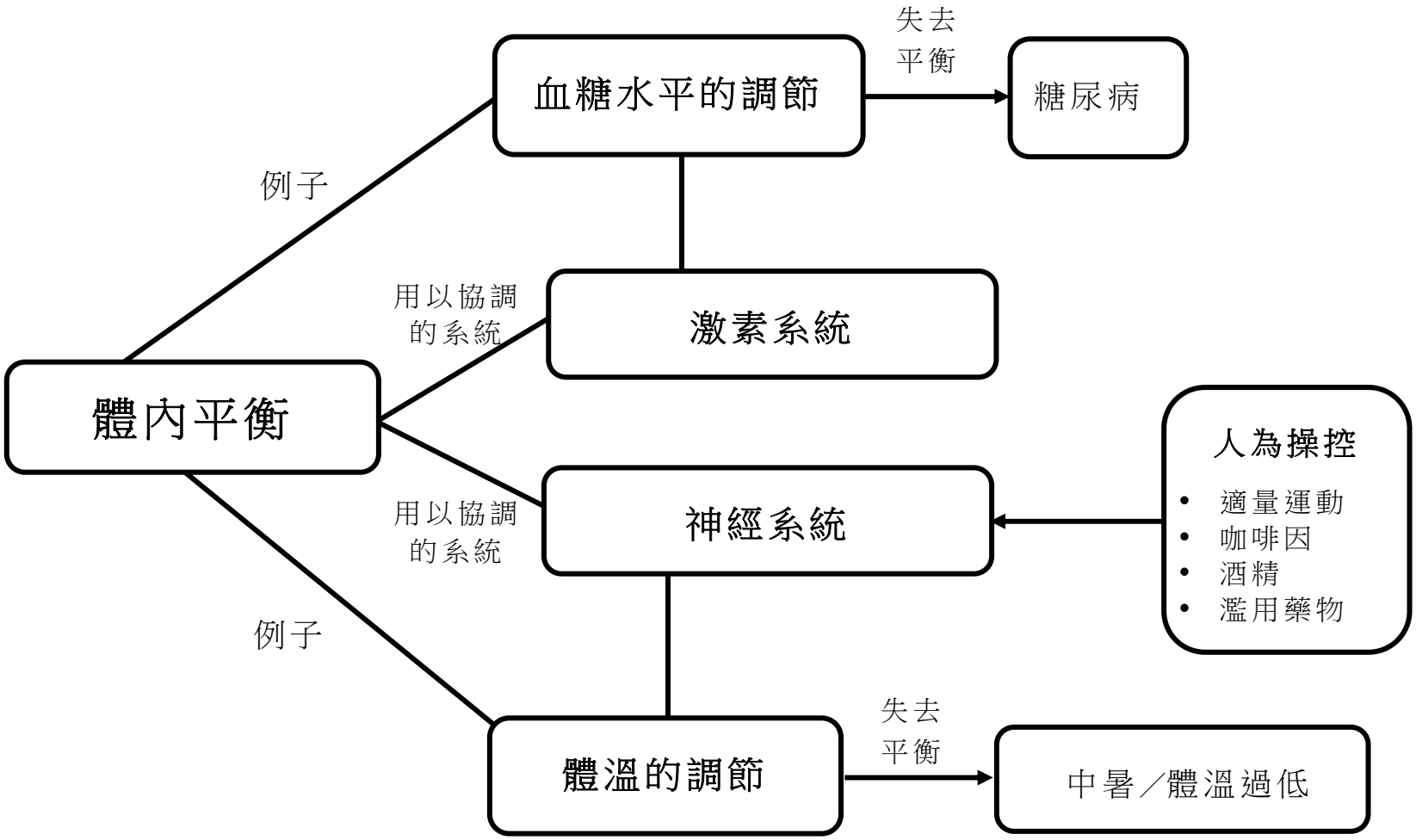
調節機制的運作包括接收訊息、整合訊息及發放適當指令等過程，涉及人體多個器官和多項生理過程，體內的協調系統就負責協調和監控這些器官的活動及有關的生理過程以達至體內平衡。人體有兩套協調系統：神經協調系統和激素協調系統，這兩套系統互動運作，使身體能因應體外環境的轉變作出相應的調節，以維持恆常穩定的體內環境。

面對繁忙的工作，有些人會喝咖啡提神；有些人會借助酒精鬆弛神經、而有些人則透過適量的運動令自己感覺舒暢，本單元會探討當中的科學原理。另一方面，長期工作過勞或受到困擾，會影響身體狀況，出現各種過度受壓或抑鬱的徵狀。本單元也會討論因體內某些神經遞質失衡而引致的抑鬱問題，以及一些相關的藥物療法。

重點問題

- 甚麼是體內平衡？它有何重要性？
- 我們的身體如何保持恆常的體溫?我們的身體如何調節血糖水平？
- 我們體內的神經系統及激素系統如何幫助我們維持體內平衡？
- 心理健康與神經協調有何關係？

單元組織圖


體內平衡
例子
血糖水平的調節
失去
平衡
糖尿病
用以協調
的系統
激素系統
用以協調
的系統
神經系統
人為操控
• 適量運動
• 咖啡因
• 酒精
• 濫用藥物
例子
體溫的調節
失去
平衡
中暑／體溫過低

建議教學次序

次序 甲

體內平衡的概念

↓

以人體調節血糖水平為例，
說明體內平衡的機制

↓

以人體調節體溫為例，
說明體內平衡的機制

↓

人體的協調系統

↓

神經協調與精神健康

次序 乙

體內平衡的概念

↓

人體的協調系統

↓

以人體調節血糖水平為例，
說明體內平衡的機制

↓

以人體調節體溫為例，
說明體內平衡的機制

↓

神經協調與精神健康

C 2: 體內平衡

學生應學習	建議的學與教活動
2.1 體內平衡 • 體內平衡的概念和重要性 • 控制系統：感受器、協調器、效應器 • 負反饋機制的原理	• 利用動畫演示日常生活中以負反饋機制作調控的例子（例如冷氣機的運作；駕駛時加速器與制動器的運用）

2.2 體溫的調節
• 調節體溫的重要性
  – 酶在新陳代謝中所擔當的角色
  – 溫度對酶的活性的影響
• 正常體溫及其容限、體溫過低、中暑
• 熱能散失與增加的平衡
• 身體的不同部分在體溫調節中的角色
  – 接收器：皮膚感受器、下丘腦
  – 協調器：下丘腦
  – 效應器：皮膚中的汗腺、血管和豎毛肌；骨骼肌
	• 設計並進行探究活動，以比較酶在不同溫度下的活性
	• 以視聽教材演示酶的催化作用及溫度對酶活性的影響
	• 檢視哺乳類動物皮膚的模型，認識與體溫調節有關的結構
	• 把調節體溫的效應器與其功能互相配對
	• 以概念圖說明體溫調節的機制

2.3 血糖水平的調節 • 控制血糖水平的重要性 • 胰臟激素對調節血糖水平的作用 • 糖尿病：種類、病徵和風險因素	• 以概念圖說明血糖調節的機制 • 以青少年為對象，設計一小冊子介紹糖尿病的種類、病徵、風險因素、測試糖尿病及控制糖尿病的方法 • 測試尿液樣本是否含葡萄糖
2.4 人體的協調系統 • 激素協調的基本特性 • 神經協調 – 基本特性	• 以預製玻片或電子顯微照片，認識典型的神經元結構 • 檢視突觸的電子顯微照片，以研

– 中央神經系統及外圍神經系統的功能 – 自主神經系統在體內平衡中所擔當的角色（例如體溫的調節） • 激素協調與神經協調的異同	究其結構 • 以模型說明人腦的一般結構 • 以模型或圖片，展示人類腦部的正中縱切面
2.5 神經協調與精神健康 • 神經脈衝沿神經纖維的傳遞及在突觸的化學傳遞 • 神經遞質在突觸傳遞中的角色 • 與神經遞質失衡或接收失效有關的精神病 • 利用精神科藥物來調節神經遞質水平或調節神經遞質感受器的運作 • 操控神經協調的方法及其影響（例如服用咖啡因、飲酒、進行運動以促進安多芬的分泌）	• 以視聽教材演示神經脈衝的傳導過程 • 就任何一種常被濫用的藥物，如興奮劑、鎮抑劑、迷幻劑、鎮靜劑、麻醉鎮痛劑等，搜集資料，探討其傷害身體的科學原理 • 就一些精神病如思覺失調、抑鬱症等的病理，以及其治療藥物的科學原理，搜集資料

單元要點

在本單元中，學生將會：

- 明白我們的身體是個有組織的系統，須透過體內各次系統（例如激素系統和神經系統）的互動來保持身體健康
- 認識到我們神經系統中的各部分，是透過互動方式來幫助我們維持理想的體溫
- 明白我們體內每個系統內的恆定值（例如正常體溫為 37 ^{o}C），是透過動態平衡來維持的；而系統一旦失去平衡，健康狀況就會變差
- 透過人體調節血糖水平和體溫的例子，明白當體內系統的狀態偏離正常時，人體會作出相應變化以挽回失卻的平衡
- 明白「鎖和鑰匙」這概念模型，如何有助說明生物分子（例如胰臟激素和神經遞質）和細胞表面的感受器的互補特性
- 以神經細胞為例，認識形態與功能的關係
- 了解有關腦功能的研究所得的證據，如何加深了我們對精神病的理解
- 建立關注個人健康的生活態度，為自己的健康負責，如避免可能導致糖尿病的飲食模式和採取適當措施預防中暑
- 認識可促進精神健康的途徑，如保持適量運動及避免過度飲酒

C 3　短跑科學

概覽

簡介

短跑是學生熟悉的運動。事實上，短跑牽涉不同範疇的科學，包括物理學和生物學等領域。在短跑時，人體好像一台生物機械，透過體內不同的系統互相協調，帶出所需的動作。本單元將利用短跑這個真實情境，從生理學角度探討短跑時身體如何產生所需的能量，並研究一系列與短跑有關的力學定律和原理。

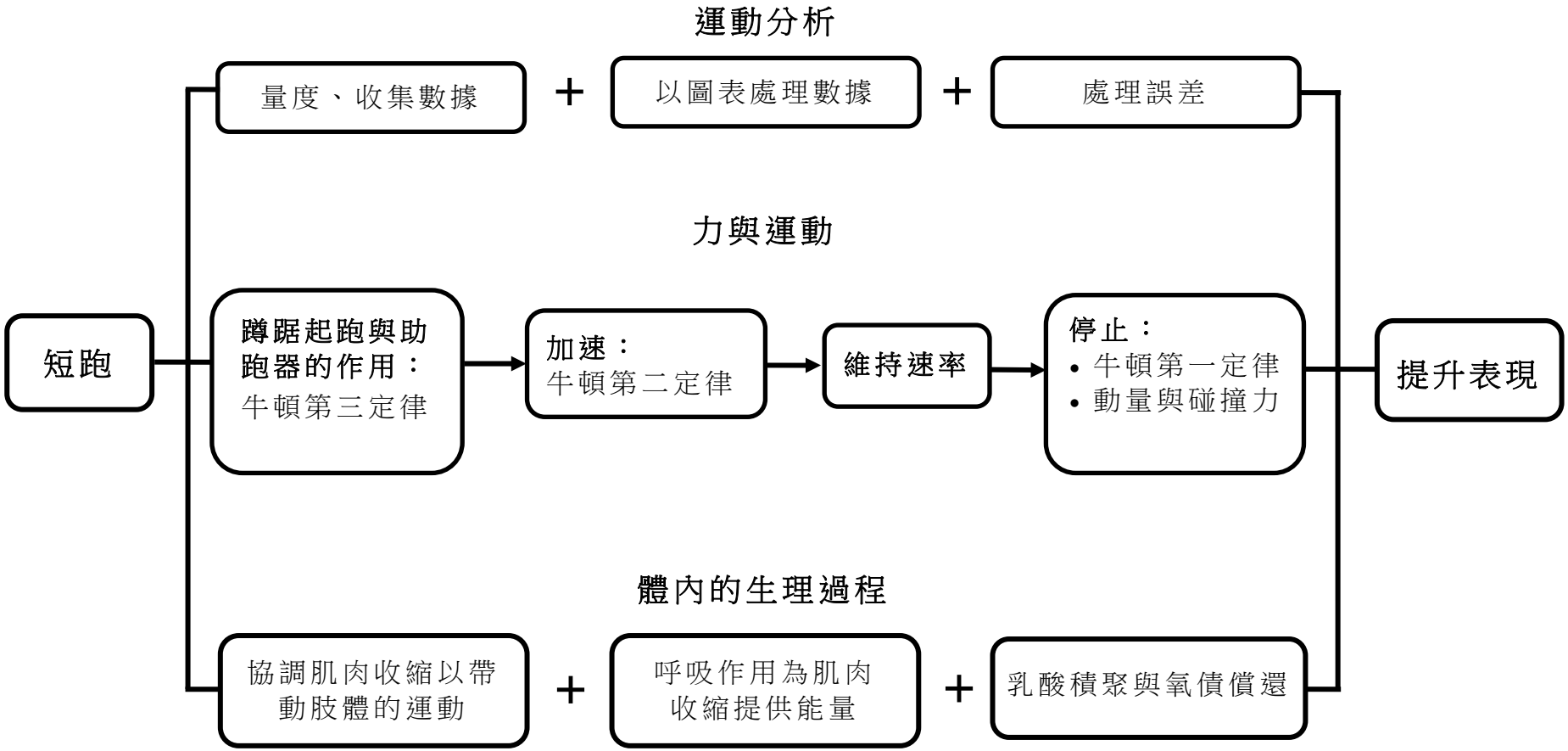
測量是實驗中重要的一環。故此，這個課題的另一重點，在於讓學生運用秒錶和電腦軟件等工具，量度短跑活動中的數據，認識哪些是無可避免的誤差，並學習處理誤差的正確方法。與此同時，學生亦可體會先進技術怎樣幫助我們提升測量的準確性。利用電腦軟件，學生可製作各種數據的關係線圖，分析在短跑各個階段中各參數的變化。

我們期望學生完成這課題後，能把力學的定律和原理應用於日常生活的其他層面；領會人體各個功能系統奇妙的設計，並明白持久鍛煉對提升運動表現的重要性。

重點問題

- 牛頓的力學定律如何幫助我們理解物體的運動？
- 如何量度、描述和分析運動？
- 甚麼是碰撞力？如何減低碰撞過程中的碰撞力？
- 運動時，人體的肌肉系統和骨骼系統如何互相協調以完成所需的動作？
- 進行短跑時，我們的身體如何產生所需的能量？

單元組織圖


運動分析
量度、收集數據
+
以圖表處理數據
+
處理誤差
力與運動
短跑
蹲踞起跑與助跑器的作用：
牛頓第三定律
加速：
牛頓第二定律
維持速率
停止：
• 牛頓第一定律
• 動量與碰撞力
提升表現
體內的生理過程
協調肌肉收縮以帶動肢體的運動
+
呼吸作用為肌肉收縮提供能量
+
乳酸積聚與氧債償還

C 3: 短跑科學

學生應學習	建議的學與教活動
3.1 力與短跑 • 蹲踞起跑與助跑器：牛頓第三定律 • 加速：牛頓第二定律 • 維持速率： – 質量中心 – 摩擦力 – 風速 • 衝線之後：慣性與牛頓第一定律	• 觀看 100 米賽跑的錄像，仔細觀察運動員在各階段的動作 • 體驗在蹲踞起跑時，如何藉助跑器產生不同的衝量 • 進行實驗研究牛頓定律
3.2 分析短跑運動 • 分析短跑運動各階段的數據： – 利用運動錄像分析軟件擷取數據 – 繪製 *s-t*、*v-t* 及 *a-t* 關係線圖 – 詮釋圖表內斜率和面積的意義 – 平均速率 – 勻加速運動公式 • 時間量度的準確度 – 對起步訊號的反應時間及其含義 – 系統誤差和隨機誤差 – 在直線圖表中畫出最佳擬合線 – 運用先進測量儀器減低誤差	• 利用由運動錄像分析軟件取得的數據，繪製 *s-t*、*v-t* 及 *a-t* 關係線圖 • 利用運動錄像分析軟件分析短跑動作 • 利用數據收集儀量度時間、距離和速率 • 利用不同的計時器量度一位跑手完成 100 米賽跑所需的時間，找出並剔除異於整體規律的數據，並討論各種計時器的準確度 • 討論計時員對視覺或聲音訊號作反應的時間差別 • 進行資料搜集，以了解國際賽事中所用的計時儀器
3.3 衝量和碰撞力 • 衝量和碰撞力：動量轉換的速率 • 碰撞力和保護措施 – 在 60 米賽跑中利用避震墊幫助停步	• 觀看 60 米賽跑的錄像並討論在跑道盡頭設置避震墊的作用 • 進行實驗，探究碰撞時碰撞力所產生的影響

– 定性處理非彈性碰撞中的能量轉換	• 設計氣墊運動鞋的原型 • 探究針對不同運動而設計的運動鞋的特點
3.4 短跑中的動作 • 骨骼、骨骼肌、腱、韌帶和關節在運動中的角色 • 鉸鏈關節和球窩關節活動程度的差異 • 運動的槓桿原理 • 拮抗肌在運動中的作用 • 肌肉的大小及纖維組織成分與肌肉的表現的關係	• 檢視人體骨骼模型 • 以模型說明鉸鏈關節和球窩關節活動程度的差異，以及肌肉如何帶動附肢 • 進行資料搜集，以了解不同類型的運動如何有效地提升肌肉的表現
3.5 短跑時的能量供應 • 肌肉的能量來源 • 腺苷三磷酸（ATP）的角色 • 缺氧呼吸 • 乳酸積累與氧債償還	• 就醣原負荷法能否提升短跑運動員的表現，進行資料搜集 • 利用呼吸量儀器或數據收集儀，研究短跑期間及短跑後，運動員呼吸率的變化 • 搜集並比較運動員在不同的運動中對缺氧呼吸的倚賴程度
3.6 提升運動表現 • 鍛煉 • 運動服 • 使用藥物	• 進行鍛煉，體驗透過鍛煉可縮短反應時間 • 搜集運動員未能通過藥物檢測的個案 • 討論以藥物提升運動表現的做法所引起的爭議 • 搜集違禁藥管制機構的工作的資料

單元要點

在本單元中，學生將會：

- 認識到準確界定系統（例如短跑者的足部與助跑器形成的作用力與反作用力）有助於描述系統內各部分的運動
- 明白科學研究以證據為本，所以準確的量度是分析運動重要的一環

- 明白每種量度儀器均有其局限，應就個別情況選擇適合的量度工具
- 明白科學家會進行重複量度，並計算數據的平均值以獲取較可信的估計值
- 明白科學家會尋找與現象有關的變項之間的關係，藉數學公式表示這些關係，並利用這些數學公式來作出預測。例如我們可憑時間和位移等數據找出速率；而聯繫著速率、加速率和時間的數學公式不僅可用來描述，還可預測運動的情況
- 明白在科學家眼中，宇宙是一個龐大的整體，萬物運行有其基本的規律。例如牛頓定律可以用於預測地球上，乃至宇宙間物體的運動
- 明白精確的實驗設計、適當的儀器運用和如實的報告對科學探究的重要性
- 明白基於結構的差異，不同關節對肢體的活動幅度的限制亦有不同，從而領略形態與功能之間的關係
- 明白人體骨骼與肌肉如何組織，為短跑提供所需的槓桿系統
- 認識到科學知識若運用得宜，可以提升運動表現，但科學知識亦有可能被誤用或濫用，而妨礙公平競賽
- 了解與運動有關的知識對設計保護產品（例如氣墊運動鞋、安全頭盔、汽車安全氣袋）的貢獻

C 4　化學世界中的規律

概覽

簡介

週期表是人類致力尋找自然界中的規律和模式的一項偉大成果。它的誕生源於科學家嘗試從不同元素的物理性質和化學性質中尋找規律，並有系統地把我們對元素的認識組織起來。週期表不僅是一個組織工具，把元素的資料巧妙地編排；它在科學家解釋約一百種元素如何湊合成無數化合物的過程中，亦扮演了重要的角色。建基於此，科學家可進一步解釋許多物質的習性模式並預測其化學性質，而有關新物料的研究亦變得容易起來。

在完成第三學習階段時，學生已懂得應用粒子理論來解釋一些簡單的物理現象，如物質的浮沉和熱脹冷縮等。學生知道原子是物質的最小單位，在特定的情況下，某些元素的原子可結合成化合物。他們也曾接觸一系列的化學反應，包括燃燒、中和作用，以及酸雨對建築材料的影響等。

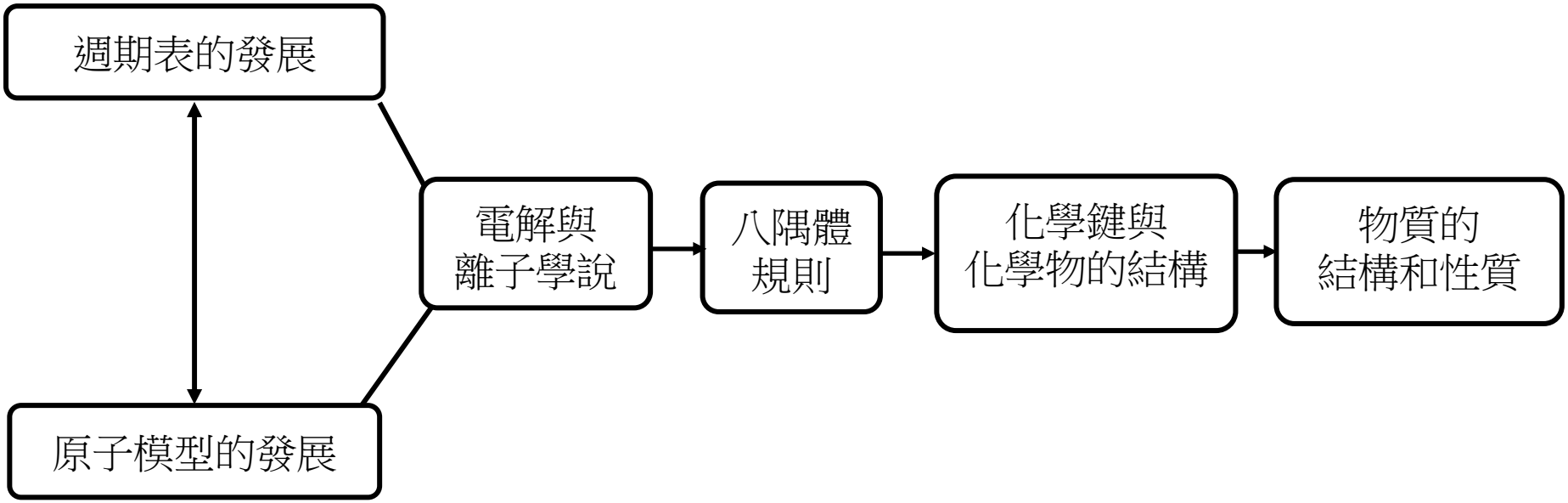
在本單元裡，學生將會以嶄新的角度探索物料世界。他們會明白化學知識不單是實用的資料，還是有系統的探究的成果。學生會透過實驗觀察，尋找元素間的規律，並分析所搜集的證據，從而經歷科學家創造知識的過程，了解現存可靠的知識是如何產生的。

本單元的另一重點，在於說明不同時代的科學家如何發展出幫助我們理解物質世界的概念工具。本單元會以週期表和原子模型的發展史為例，說明不同科研路向的成果如何相輔相成、互補不足，促成科學的突破。最後，學生會運用有關的化學概念，從微觀角度預測及解釋化合物的組成及其性質。

重點問題

- 是甚麼驅使科學家在元素的性質中尋找規律和模式，並有系統地把我們對元素的認識組織起來？
- 當年科學家對原子結構的認識，對完善早期的週期表起了甚麼作用？
- 我們可如何利用週期表揭示的化學規律作出預測？
- 為甚麼化合物與其組成元素具有迥然不同的化學性質？
- 我們如何利用不同物質的結構和鍵合解釋它們的性質？

單元組織圖



C 4: 化學世界中的規律

學生應學習	建議的學與教活動
4.1 元素中的秩序 • 古今各地有關物質本質的不同學說 • 煉丹術與物質研究的發展 • 門捷列夫及其先驅對發展週期表的貢獻	• 搜尋並比較古今各哲學家對物質本質的不同見解 • 分別把元素按熔點、沸點、原子質量和原子序，由小至大排列成不同的「週期表」，並作比較 • 討論「週期表的誕生為科學家解決了甚麼難題？」
4.2 週期表 • 週期表的特色 • 第 I、VII 及 0 族同族元素在物理性質和化學性質上的變化趨向 • 比較第 I 族及第 II 族金屬的活潑性	• 探究第 I、VII 及 0 族同族元素在物理性質上的變化趨向 • 探究一些金屬與氧／空氣、水及稀酸的反應 • 比較不同鹵素的活潑性 • 進行實驗，觀察氯的漂白及消毒功能 • 進行資料搜集，以了解不同貴氣體的常見用途 • 預測同族元素的化學性質 • 以腦圖總結週期表內不同元素的習性規律和模式
4.3 原子初探 • 德謨克里圖斯提出的「原子」概念 • 原子模型的發展史 • 支持原子模型的證據 • 原子內質子、中子及電子的關係	• 進行黑盒實驗，模擬科學家找出原子結構的過程 • 搜尋並演示由道爾頓時期至今，原子模型的發展 • 模擬盧瑟福的 α 粒子散射實驗
4.4 原子序與週期表 • 原子序 • 質量數	• 從鈉的電離能數據推論其電子排佈

• 同位素 • 電子排佈 • 第 I、VII 及 0 族中元素的化學性質與其電子排佈的關係	• 討論元素在週期表的位置與其電子排佈的關係 • 寫出一些原子的電子排佈
4.5 電解與離子學說 • 電解是以電分解物質的過程 • 電解為科學家提供支持離子存在的證據 • 陽離子和陰離子	• 電解熔融的溴化鉛(II) • 在有酸的情況下電解水，以獲取氫和氧 • 進行實驗，觀察電解高錳酸鉀時，離子的移動 • 以電腦動畫說明電解的情況 • 繪畫時間線 —「物質研究的發展事件簿」
4.6 化學鍵與化合物的結構 • 原子失去或獲得電子而得出貴氣體的電子排佈的傾向（八隅體規則） • 原子、離子和分子 • 以氯化鈉為例說明離子鍵的形成和離子化合物的結構 • 以水、氧和二氧化碳為例說明共價鍵的形成和簡單共價分子的結構 • 以鑽石和石墨為例說明巨型共價物的結構	• 繪畫原子、離子和分子的電子圖 • 預測離子化合物和共價化合物的生成，並寫出其化學式 • 繪畫離子化合物和簡單共價分子的電子圖 • 製作離子化合物和簡單共價分子的模型 • 解釋離子化合物的結構和性質的關係 • 解釋簡單共價分子的結構和性質的關係 • 預測物質的結構和性質 • 以反應式描述簡單離子化合物和簡單共價分子的生成

單元要點

在本單元中，學生將會：

- 明白不同文化、不同時代的人，都希望了解身邊各種物質，例如東西方都存在著不同的學說，試圖以不同架構解釋構成世界的「基本元素」
- 認識週期表是科學家在整理我們對各種元素的認識的過程中，透過尋找規律和邏輯思考而發展出來的一個組織工具

- 理解科學家會從模式和趨勢中作出預測，例如科學家根據週期表揭示的規律，預測某些元素的化學性質
- 培養在進行實驗前作出風險評估的習慣
- 了解科學家在發現一些與既知模式和規律不符的情況時，會作出相應的修訂，例如當科學家以原子質量排列元素時，發現有些元素不能按其性質排列於預期的位置中，因而修改了早期的週期表
- 理解原子模型是一種概念模型，建基於有系統的觀察和豐富的想像力，例如盧瑟福從 α 粒子散射實驗推論出原子的結構
- 從原子模型的發展如何扭轉了週期表的發展方向的事蹟，理解科學知識往往是眾多科學家集體智慧的結晶
- 明白好奇心是驅使科學家進行科學探究的動力之一，讓我們發掘更多新知識（例如科學家從電解的實驗推論離子的存在，引發了有關離子化合物結構的進一步研究）
- 了解科學家從大量觀察所得的數據中，歸納出概括的方式以描述一些系統內的現象，例如八隅體規則
- 欣賞科學家制定了符號（例如化學符號）、公式和方程式，作為簡明的國際科學語言，輔助溝通
- 明白化學變化中的恆常 － 物質不滅，電荷守恆

C 5　電的啟迪

概覽

簡介

我們今天對電和磁的認識，主要是源於 1800 年至 1840 年間，世界上不同地方的科學家的努力和貢獻。1800 年意大利科學家伏特首先發明了化學電池，為人類提供持續而穩定的電流，同時亦展開了這場研究電與磁的接力賽。20 年後，丹麥科學家奧斯特偶然發現了電流可以產生磁效應的現象。幾乎同一時間，法國科學家安培則為電流、磁場和力加以定義，並用簡單的數學公式把它們聯繫起來，以闡述及解釋這些不可見的東西之間的相互關係。自此，我們便可以就有關電與磁的現象作出預測。至 1831 年，英國的大實驗家法拉第發現了電磁感應，這不僅使他在電和磁的學術殿堂樹立了不朽名聲，更為日後我們研究以機械能作大規模發電奠下了基礎。

隨著我們逐步懂得利用電和磁，整個世界慢慢地從發現的年代跨向發明的世紀。貝爾、愛迪生和馬可尼等家傳戶曉的科學家相繼出現，有關他們的發明故事多不勝數，由他們的發明而衍生的電器和家用設備更是舉目皆是。際此千禧年代，科學家們正不斷研發新超導體作商業用途呢！

在本單元中，學生會從歷史的角度重溫多位電磁學先驅的工作。透過重複這些先驅所進行的經典實驗，學生可領略實驗在科學發展過程中的重要性。從此角度學習電和磁，有助學生了解電和磁的發現怎樣影響現今科學和科技的發展。

重點問題

- 化學電池的基本原理是甚麼？是甚麼推動電荷在電路中循環流動？
- 我們如何利用電與磁之間的相互作用產生機械能？
- 甚麼因素決定電路中電流的大小？
- 電磁感應是甚麼？我們可如何利用機械能發電？
- 如何把電能轉換成其他形式的能量？家居用電安全要注意甚麼？
- 在電和磁的研究，以及其後我們把有關的知識應用到發明的過程中，實驗有甚麼重要性？

單元組織圖

年份	先驅人物	主要發現	意義	影響及應用
1800	伏特（意大利）	• 利用化學反應產生電流	• 穩定的電流供應，令科學家從研究靜電邁向研究電流 • 電解	• 化學電池 • 燃料電池
1820	奧斯特（丹麥）	• 電流的磁效應	• 史上首次認識到磁可以由電產生	
	安培（法國）	• 螺線管 • 載電流導體在磁場中所受的力	• 電磁學的誕生	• 電磁波 • 遠距離通訊
1821	法拉第（英國）	• 電磁轉動	• 人類可以把電能轉換為機械能，用電驅動機器	• 電動機
1827	歐姆（德國）	• 歐姆定律 • 電流的熱效應	• 在電路中，電流和電壓的關係	• 保險絲 • 對超導體的探索
1831	法拉第（英國）	• 電磁感應	• 由機械能轉換為電能 • 交流電	• 發電機 • 電的長距離傳輸 • 電磁波 • 遠距離通訊
1840	焦耳（英國）	• 電能守恆	• 量化電能 • 電的耗用	• 家居用電

C 5: 電的啟廸

學生應學習	建議的學與教活動
5.1 伏特與化學電池 • 1800 年，伏特發現可從化學反應中獲得電流 • 化學電池的基本結構 • 在化學電池電極上發生的反應 • 化學電池的基本原理：氧化還原反應 • 燃料電池：操作原理及發展前景	• 重複伏特的實驗，製作伏特電池 • 製作不同的化學電池並比較它們的電壓 • 以離子半反應式描述在簡單化學電池的電極上發生的反應 • 檢視各種常用的電池（例如鹼性電池、水銀電池、鋰電池、鎳鎘電池、鉛蓄電池） • 搜集並匯報有關燃料電池的發展前景
5.2 電解的發展 • 1800 年，史上首次成功以電把水分解 • 電解的應用：分解物質、提純金屬、電鍍	• 回顧達維藉電解發現鈉、鎂、鈣等活潑金屬的事蹟 • 進行資料搜集，以了解鋁的提取和循環再造的技術 • 進行電鍍實驗（例如：把一把鎖匙鍍銅或鍍鎳）
5.3 奧斯特及安培的貢獻 • 奧斯特於 1820 年發現電流的磁效應 • 右手握拳定則 • 繼奧斯特的發現後，安培進行電流與磁的研究，發明螺線管	• 重複奧斯特發現電流磁效應的實驗 • 製作螺線管（電磁鐵），並研究它的磁效應 • 重複安培的實驗，研究兩條平行的載電流導線之間的力 • 把動圈揚聲器拆開，研究它的操作原理
5.4 歐姆對電學的貢獻 • 歐姆於 1827 年發現載電流導線中的電阻，並研究電壓、電流和電阻三者間的關係	• 以水流、貨物運輸等作類比，說明電壓、電流和電阻的相互關係，並討論各類比的不足之處

• 歐姆定律 • 簡單電路的元件和簡單的電路圖 • 利用伏特計和安培計量度電壓和電流，並從 *V-I* 的關係線圖讀取電阻 • 可變電阻及其在電路中控制電流的功能	• 重複歐姆對電壓、電流及電阻關係的研究 • 以粒子理論為基礎，建議模型，解釋為何不同導線有不同的電阻 • 量度歐姆電阻器和非歐姆電阻器（例如燈泡）的電阻，並繪製 *V-I* 關係線圖
5.5 大實驗家 — 法拉第 • 法拉第於 1821 年發現電磁轉動 • 載電流線圈在磁場中的轉動 • 簡易直流電動機的操作原理 • 法拉第於 1831 年發現電磁感應 • 影響感生電壓大小的因素 • 交流電發電機的運作原理	• 重複法拉第的電磁轉動實驗 — 將一條載電流的導線懸垂於磁場中，把其末端浸入一盤水銀裡 • 製作簡易直流電動機 • 研究影響感生電壓的因素 • 以燈泡或示波器研究交流發電機產生的電流 • 回顧貝爾於 1867 年發明電話、赫茲於 1887 年發明一種可以傳送及接收電磁波的工具、以及馬可尼於 1895 年發明收音機的事蹟 • 搜集在電訊科技發展史上的突破性事件（例如無線電話、萬維網）
5.6 焦耳與電能的耗用量 • 焦耳發現電路中能量守恆的現象，並於 1840 年訂立焦耳定律 • 電能 $= I^2Rt$ • 科學家對高溫超導體的追求	• 利用焦耳計量度電能 • 研究鎳鉻絲通電時的熱效應 • 以粒子理論為基礎，建議模型，解釋載電流導線的熱效應 • 閱讀有關朱經武在高溫超導體研究上的貢獻 • 搜集有關磁浮列車發展的資料
5.7 家居用電 • 市電中的活線、中線及地線	• 檢視插頭、插座、萬能插蘇及試電筆以了解其構造

• 家居電器用品與市電的環形電路的連接 • 用電安全 • 超載電路及短路 • 利用保險絲及斷路器預防因電路損毀而導致的火警	• 搜集有關《電力條例》的最新資料 • 解讀一份電器用品的規格說明 • 回顧愛迪生於 1879 年發明白熾燈的事蹟

單元要點

在本單元中，學生將會：

- 了解在電解過程中，系統內物質不滅
- 認識離子方程式是一種科學語言，有助我們描述電解過程中，在電極發生的化學變化
- 了解科學精神如何驅使奧斯特在意外發現電流的磁效應時，設計各種實驗加以探索
- 理解模型有其局限性。例如以水流比擬電流，可能誤使我們相信電是流動的物質
- 了解系統與次系統可以發生相互作用及互相影響，並會因應外在變化而變動。例如電流會隨電路中的電阻改變而變化
- 透過回顧法拉第在電、磁和電化學方面的發現，明白科學家進行探究時，需選用適當的儀器，並對實驗數據作審慎的定性和定量分析
- 理解科學研究往往結合了觀察、提出假說，以及對假說作出驗證。例如，法拉第進行各種實驗去驗證他的假說 — 既然電能生磁，磁也應能生電。
- 理解人類在電磁學上有今天的成就，乃是科學家們通過坦誠和開放的交流、討論及辯論所促成的
- 體會人們運用對電的認識，作出了很多發明，從而改變了人類的生活
- 明白某些電磁元件的外形設計，例如揚聲器和話筒等，是為了達到某些特定的功能

C 6　大自然中的平衡

概覽

簡介

大自然是一個龐大的系統，由無數個細小的系統所組成。這系統中的各個組成部分不斷在自我調節和互相影響，讓整個系統能持續處於動態平衡之中，這大自然系統的平衡對人類的生存攸關重要。

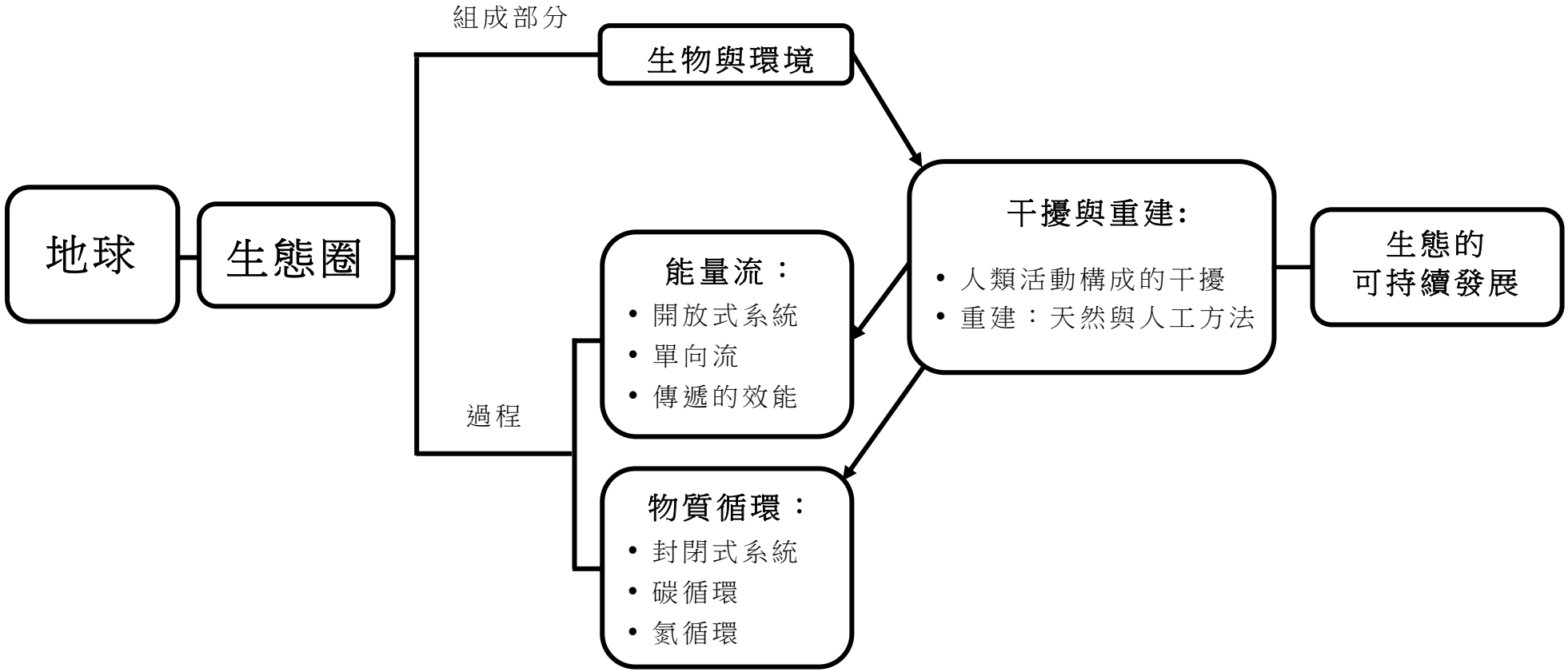
在本單元中，我們會以生態系統的運作為例，說明生物與自然環境間複雜的相互作用，是如何透過自我調節機制而取得平衡。在生態系統中，從太陽來的能量經不同的生物在生物圈內傳遞，而各種物質亦以不同路徑循環不息。

天然災害和人為干擾都會破壞大自然的平衡。雖然大自然在大部分的情況下都能透過自我調節機制來恢復平衡，但是某些人為干擾卻會對大自然造成難以逆轉的破壞，其摧毀力實在不容忽視。完成本單元後，學生會認識到維持大自然平衡的重要，明白我們應管制那些破壞環境的活動，讓地球的生態環境持續發展，使我們能世世代代在這地球生存下去。

重點問題

- 能量是怎樣在生態圈內傳遞的？熱力學第一及第二定律如何幫助我們理解生態圈中的能量傳遞現象？
- 「生物地球化學循環」是甚麼？為甚麼這些循環對大自然的平衡有重要作用？
- 天然災害和人類活動如何破壞大自然的平衡？如何才能挽回失卻的平衡？
- 若要達到可持續發展，我們必須關注哪些議題？

單元組織圖


地球
生態圈
組成部分
生物與環境
過程
能量流：
• 開放式系統
• 單向流
• 傳遞的效能
物質循環：
• 封閉式系統
• 碳循環
• 氮循環
干擾與重建:
• 人類活動構成的干擾
• 重建：天然與人工方法
生態的
可持續發展

C 6: 大自然中的平衡

學生應學習	建議的學與教活動
6.1 從系統角度看地球 • 地球上的大氣圈、水圈、岩石圈、生物圈及生態圈 • 蓋亞假說	• 觀看錄像，認識人們從大氣圈、水圈和岩石圈中提取有用物質的方法。例如分餾液化空氣、電解海水及提取金屬 • 搜集大氣圈、水圈和岩石圈中的主要元素和化合物成分的資料 • 討論蓋亞假說的有效性
6.2 生態系統中的能量傳遞 • 光合作用把光能轉為生物可用的能量 • 單向的能量傳遞：食物鏈、食物網及生態錐體 • 以熱力學第一及第二定律解釋生態系統中的能量傳遞 • 生物生產量與營養級間能量傳遞的效能	• 建構及解釋數目錐體、生物量錐體及能量錐體 • 搜集某一特定生境的動植物資料，儘量找出連繫各動植物的食物鏈，並利用這些食物鏈建構食物網
6.3 生態圈中的物質循環 • 生物地球化學循環：物質的不同化學形態和庫存、轉化速率和途徑、循環及所需的能量 • 碳循環 • 氮循環 • 分解者在物質循環過程中的角色	• 利用流程圖解釋碳和氮如何在地球各個不同的圈中循環 • 以視聽教材說明氮的循環及碳的循環 • 嘗試在校園堆肥 • 製作小型生態球
6.4 干擾與重建 • 遭受破壞的土地如何透過生態演替得以重建 • 人類活動對生態系統的影響： – 化學肥料及住宅污水造成藻類過量繁殖的現象	• 以視聽教材說明生態演替的例子 • 觀察荒地及山坡在經歷火災後的集群現象 • 觀察香港高地的各種植物群

- 重金屬的生物積聚 - 過度使用化石燃料和濫伐林木造成全球增溫的現象 - 人為因素導致生物多樣性下降 • 人工的重建方法及其經濟成本	落，從而了解演替的過渡階段 • 搜集全球增溫及厄爾尼諾現象的證據，並找出兩者的可能成因 • 討論生物多樣性的重要性 • 觀看有關不同生境的錄像，以了解生物的多樣性 • 閱讀有關香港的人工魚礁計畫，以了解人工的重建方法
6.5 平衡之道 • 資源管理：自然資源的供與求（例如：礦物、森林和能源） • 污染控制 - 提升能源效能及減少污染物的排放 - 綜合廢物管理（IWM）：重複使用、減少使用、循環再造、生物修復、堆填及焚化 - 污水處理 • 經濟發展與生態環境的可持續發展	• 搜集有關「分散稀釋法」和「集中濃縮法」等控制污染策略的資料 • 搜集各種廢物管理方法在香港的普及程度的資料 • 就城市化、工業化與環境保育三者間的平衡進行辯論 • 搜集有關生物燃料的最新發展 • 製造生物柴油

單元要點

在本單元中，學生將會：

- 了解地球是一個龐大的系統，由多個次系統組成；各系統之間互相影響，維持著生命體賴以存活的和諧環境
- 了解蓋亞假說為一概念模型，把地球視作一個單一系統，而系統內所有事物都是互相聯繫的
- 認識從能量流的角度而言，生態圈是一個開放系統，其能量來自太陽
- 認識能量在地球的有機生物體之間單向流動的次序
- 以流程圖說明地球上各系統之間的物質循環過程
- 了解地球上的物質會以不同的化學形態循環於各系統之間
- 認識從物質循環的角度而言，生態圈是一個封閉系統，物質在系統內的生物地球化學循環過程中，質量守恆
- 認識大自然中的平衡是一種動態平衡，其狀態取決於干擾過程和重建過程的相對變化速率
- 明白一處的生態及環境問題，可能對其他地方造成極大的影響

- 明白科學家在保護自然資源的研究工作上所作的貢獻（例如研發生物燃料）
- 在評估全球環境問題、資源利用及有關的後果等議題時，反思自身的價值觀，並衡量他人的價值觀
- 以「成本-益處-風險」的角度，評估科技和環境問題
- 反思個人和團體可如何參與各項決策，藉以創建可持續發展的未來
- 培養尊重大自然的情操，並積極關注地球的可持續發展
- 培養使命感，為改善地區以至全球環境作出貢獻

C 7　輻射與我

概覽

簡介

輻射泛指電磁波譜中的各種電波，以及在物質的放射衰變過程中所發射的α及β粒子。本單元將就這兩方面進行探討。

從源頭射出的輻射，以波動形式沿直線前進，直至碰上障礙物為止。我們不能看見可見光以外的輻射，只可從它們與物質的相互反應推論其存在。本單元會為學生介紹各項描述以波動形式傳遞的輻射的參數，並探究輻射與物質間的相互反應。隨著輻射在日常生活中的應用（例如微波爐、手提電話）日益廣泛，人們對其安全性亦越加關注。透過本單元，學生會明白為何輻射這個課題可以引起諸多爭議，並嘗試運用對輻射的認識來解讀坊間有關輻射影響健康的討論，並檢視有關說法的依據及可信性。

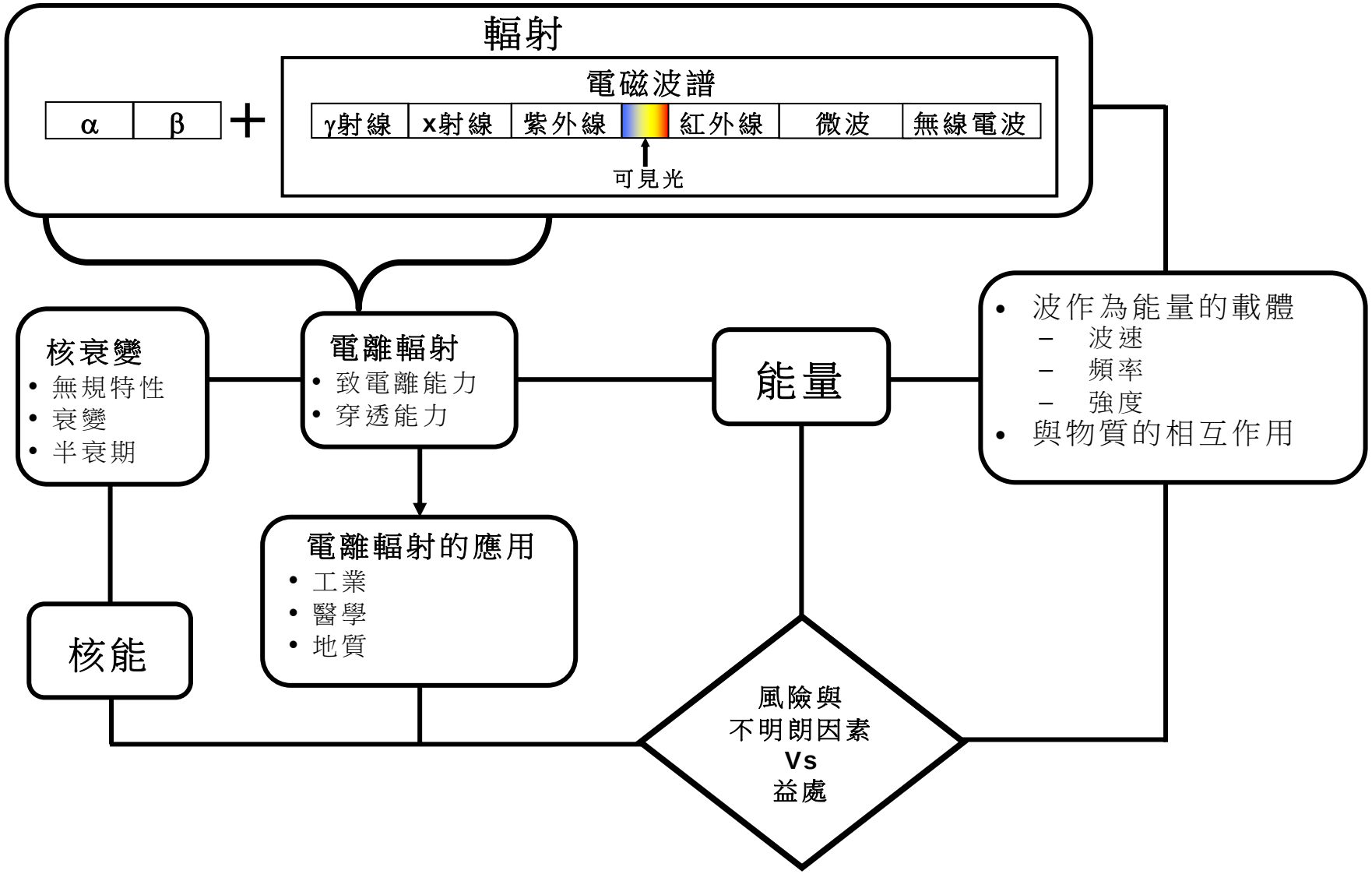
本單元的另一重點，是介紹放射性物質和它們所發出的電離輻射。透過認識這些輻射的性質及其對我們身體的影響，學生會學習評估應用放射物質帶來的風險，並積極參與有關放射性物質的應用、儲存、棄置及相關安全措施的討論。

每當談及在生活中應用科學時，社會上往往會出現不同的意見，有的傾向保守審慎，有的傾向挑戰未知。在本單元中，學生會從分析一些有關放射現象及輻射的個案中，體驗因面對不明朗因素而難作取捨的矛盾。從中明白科學家在面對很多議題時，往往只能根據有限的證據，作出在當時來說最公允的解釋，所作的科學結論亦非「是」或「否」的絕對答案。學生具備有關的科學知識和鑑真識偽、權衡風險的能力，有助他們在面對類似議題時，作出明智的決定。

重點問題

- 電磁輻射有哪幾種？電磁輻射與物質的相互反應會產生甚麼現象？
- 電磁輻射如何損害生物的活組織？
- 甚麼是致電離輻射？其性質如何？致電離輻射會對健康造成甚麼影響？
- 如何使用和妥善處理放射性物質，並處置其廢料？
- 如何利用核反應來產生能量？
- 在討論應否使用輻射時，需考慮甚麼不明朗因素？

單元組織圖


輻射
α
β
+
電磁波譜
γ射線
x射線
紫外線
紅外線
微波
無線電波
可見光
核衰變
• 無規特性
• 衰變
• 半衰期
電離輻射
• 致電離能力
• 穿透能力
能量
• 波作為能量的載體
– 波速
– 頻率
– 強度
• 與物質的相互作用
電離輻射的應用
• 工業
• 醫學
• 地質
核能
風險與
不明朗因素
Vs
益處

C 7: 輻射與我

學生應學習	建議的學與教活動
7.1 電磁波譜 • 電磁波譜概述 • γ 射線、X 射線、紫外線、可見光、紅外線、微波和無線電波波長的近似值 • 電磁輻射的波動本質 • 表示電磁輻射的方式 • 頻率、波長和波速的關係（$c = f\lambda$）	• 利用長彈簧實驗介紹波的傳遞、反射和干擾 • 閱讀麥克斯韋在確立電與磁的關係上的貢獻 • 重複赫茲的火花放電實驗
7.2 電磁輻射 — 能量的載體 • 電磁輻射透過光子傳遞能量（能量 = 常數 x 頻率） • 一束電磁輻射的能量（光子的數量 x 每個光子的能量） • 輻射強度及其與源頭距離的關係 • 利用焰色試驗，說明不同金屬鹽在原子放射的過程中，會放出不同頻率的輻射 • 電磁輻射（例如微波）的反射、吸收和傳遞 • 紫外線的應用（例如消毒、鑑定物質）及影響（例如曬傷、光化煙霧） • 在日常生活中使用電磁輻射的益處與風險	• 找出光源與屏幕的距離與屏幕上光斑的大小之間的關係 • 使用各種金屬鹽進行焰色試驗 • 進行實驗，研究微波的反射、吸收和傳遞 • 搜集有關保護臭氧層的資料 • 個案研究：關於使用電磁輻射的爭論（例如手提電話會否影響健康？彩光美容是否安全？紅外線床墊是否具商戶聲稱的保健功能或療效？）
7.3 致電離輻射 • 高能量的電磁輻射（例如高頻紫外線、X 射線及 γ 射線）可致電離 • 核輻射的三種形式（α、β 及 γ 輻射）	• 閱讀科學家發現致電離輻射的歷程 • 利用蓋革-彌勒計數器檢測本底輻射

- 核輻射的由來及其探測方法 - α、β 和 γ 輻射的穿透能力，在空氣中的射程和致電離能力 - 以電子伏特（eV）作為能量的單位	• 進行實驗，比較 α、β 和 γ 輻射的穿透能力
7.4 放射性同位素的衰變、半衰期及應用 • 衰變的無規特性 • 衰變系 • 由衰變曲線找出半衰期 • 放射性同位素的應用：工業、醫學及定年法 • 輻射安全 - α、β 及 γ 輻射對人體的影響 - 本底輻射 - ALARA 原則 — 即盡可能使用最低水平的劑量 - 以希沃特（Sv）作為輻射劑量的單位 • 評估在診斷及治療上使用放射性同位素的益處與風險	• 利用硬幣及骰子模擬核衰變 • 用儀器檢測室內的氡含量，並探究導致其濃度提高的原因 • 搜集放射性示踪物的資料及放射性同位素在醫藥、農業、工業上的其他用途（例如食物輻照及產品消毒） • 個案研究：在診斷及治療上使用放射性同位素的益處與風險 • 就一虛擬情境計算風險，評估風險與利益，並作出明智決定 • 搜集利用膠片及熱發光劑量計（TLD）監控輻射劑量的資料 • 進行資料搜集，認識煙霧探測器的運作原理，及棄置煙霧探測器時應採取的措施
7.5 核能 • 裂變反應和聚變反應 • 核能的產生：$E=mc^2$ • 妥善棄置核廢料	• 觀看錄像以了解愛因斯坦如何構想出 $E=mc^2$ 來總結能量與質量間的關係 • 搜集有關核事故的資料，如切爾諾貝爾的核電廠意外 • 比較利用核裂變發電與燃燒化石燃料發電的利弊 • 參觀虛擬核反應堆

單元要點

在本單元中，學生將會：

- 體會科學研究如何幫助我們認識不能直接觀察到的電磁輻射現象
- 認識科學家會藉理論和模型來解釋觀察到的現象，如利用原子模型來解釋焰色試驗
- 了解電磁輻射的應用為科學研究、醫學及工業領域帶來的貢獻
- 透過認識放射衰變，體會自然界中的物質會自發地變化
- 明白所有同位素的半衰期皆為常數且不受物理條件影響，故半衰期可應用於定年法
- 在研究放射衰變的過程中，理解物質不滅及能量守恆等定律
- 明白任何科學理論必須具備嚴謹的科學基礎。例如科學界能接受愛因斯坦所構思的 $E=mc^2$ 理論，是因為這理論能通過實驗的驗證，並能預測核反應堆內能量與物質互換的情況
- 理解並尊重社會各界對具爭議的議題（例如核能發電）所持的不同觀點
- 培養理解及批判坊間的調查報告和傳媒資訊的能力
- 掌握有關的分析技巧，評估放射衰變的應用，在醫學診斷、治療和發電等方面的益處與風險

C 8　基因與生命

概覽

簡介

生物與非生物之間的一個主要分別，是生物能夠把遺傳訊息代代相傳。遺傳訊息在掌管各種生命現象上，擔當著舉足輕重的角色。

在本單元中，學生將會學習遺傳訊息傳遞的基本流程——細胞核內的 DNA（去氧核糖核酸）會在細胞分裂前自我複製，令遺傳訊息得以保存並代代相傳。而遺傳訊息「解碼」過程的關鍵，就是細胞從 DNA 製成 RNA（核糖核酸），再進而生產出各種不同的蛋白質，這些蛋白質在各個生命過程中，擔當著重要的角色，維持著生物的生命和生長。此外，學生亦會認識到有些先天缺陷或疾病是由遺傳訊息的錯漏而造成的。

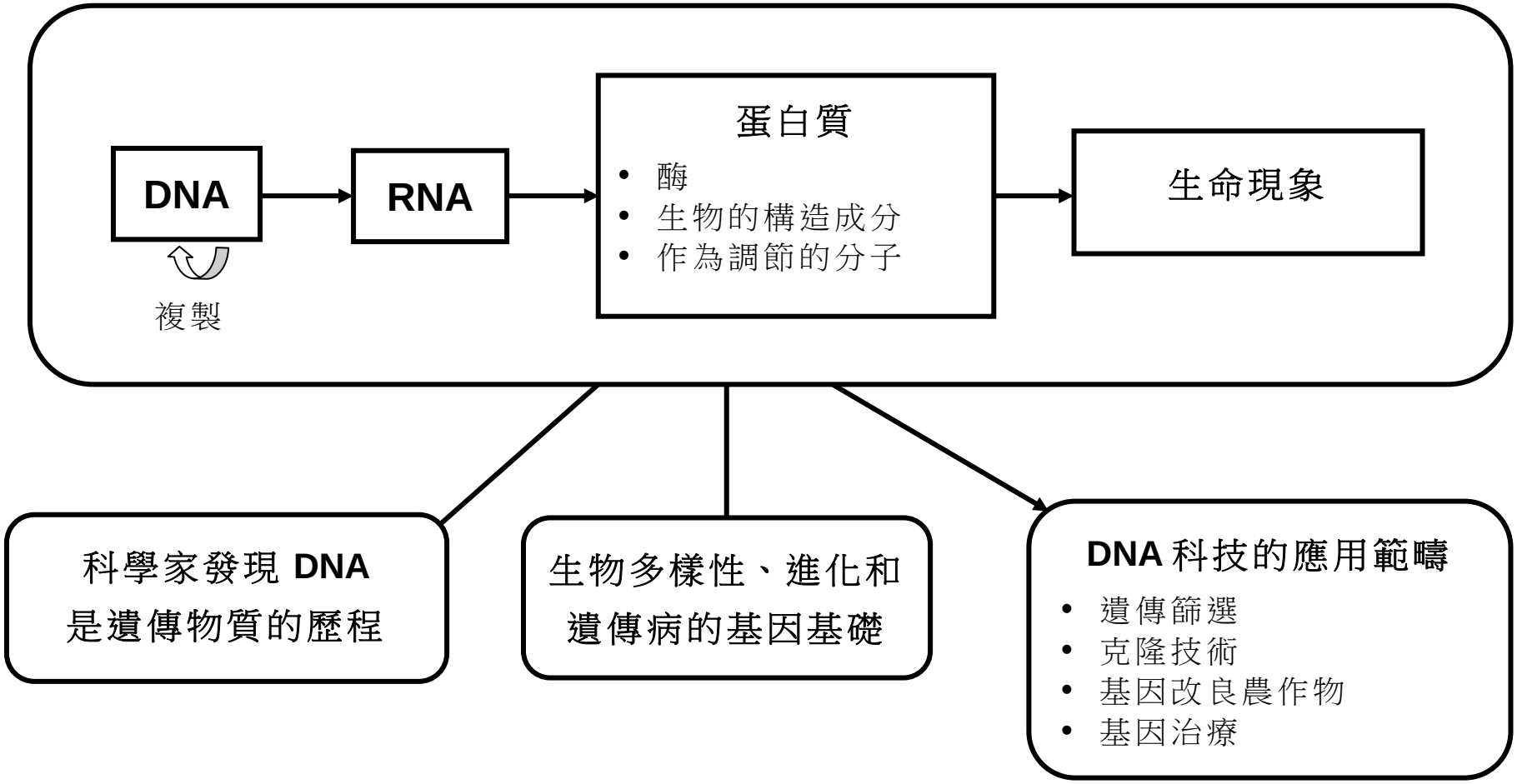
科學家確認 DNA 為遺傳物質，並發現其雙螺旋結構，是近代遺傳學的突破，亦成為以後遺傳學發展的基石。在本單元中，學生將會細察幾位遺傳學宗師的研究足跡，分析偉大的科學研究背後的成功因素，並體會這些科學家為有關的科學發現所付出的努力。從科學家建立 DNA 結構模型的歷程中，學生會認識到以嶄新角度詮釋實驗數據，往往是重大科學發現的關鍵。而孟德爾推論出遺傳定律的事蹟，亦正好說明科學家怎樣提出假說，並以設計慎密的實驗加以驗證，再分析實驗結果，從而得出可靠的結論。

日新月異的基因科技為社會帶來巨大的衝擊。本單元的一個重要目標在於提升學生的科學素養，以理解某些基因科技，如遺傳篩選、克隆技術、基因改良農作物及基因治療等在日常生活中的應用，並反思這些科技對社會帶來的影響。

重點問題：

- 我們如何發現 DNA 是遺傳訊息的載體？其結構的發現過程又是怎樣的？
- DNA 的結構具備哪些特性，使其成爲遺傳訊息的載體？基因如何掌管生命現象？
- 孟德爾的研究有何重要意義？其成功的因素是甚麼？
- 對基因的認識如何幫助我們了解生物多樣性、進化和遺傳病的基礎？
- DNA 科技可應用於哪些範疇？其對道德倫理、經濟及社會有甚麼影響？

單元組織圖


DNA
RNA
蛋白質
• 酶
• 生物的構造成分
• 作為調節的分子
生命現象
複製
科學家發現 DNA 是遺傳物質的歷程
生物多樣性、進化和遺傳病的基因基礎
DNA 科技的應用範疇
• 遺傳篩選
• 克隆技術
• 基因改良農作物
• 基因治療

建議的教學次序

次序 甲

個案研究：
家族遺傳病歷／DNA 指紋分析在科學鑑證上的應用（例如親子鑑定）

↓

遺傳與染色體

↓

遺傳模式

↓

基因的化學本質

↓

基因、氨基酸和蛋白質的關係

↓

突變與變異

↓

DNA 科技的應用範疇

次序 乙

蛋白質的重要性

↓

染色體、DNA
和基因的關係

↓

如何由基因產生蛋白質

↓

遺傳與染色體

↓

遺傳模式

↓

突變與變異

↓

DNA 科技的應用範疇

次序 丙

掌管生命現象的
遺傳訊息傳遞流程
（DNA →DNA；
DNA→RNA→ 蛋白質；
蛋白質 → 生命現象）

↓

DNA 作為基因物質
（回顧科學家的探索歷程）

↓

生物多樣性、進化
和遺傳病的基因基礎

↓

DNA 科技的應用範疇

C 8: 基因與生命

學生應學習	建議的學與教活動
8.1 掌管生命現象的遺傳訊息傳遞流程 • DNA 的基本結構及其與遺傳訊息傳遞流程的關係 • DNA 的自我複製能力，使遺傳訊息得以代代相傳 • 遺傳訊息如何掌管生命現象： – 把遺傳訊息從 DNA 傳送至 mRNA – 把 mRNA 中的遺傳密碼解碼，以產生各種生命過程所需的蛋白質	• 運用 DNA 粗提取法，從洋蔥或鮮魚的睾丸等生物材料中抽取 DNA • 以錄像教材說明遺傳訊息傳遞的流程 • 將一組 DNA 序列轉成 mRNA 訊息並進行解碼 • 討論蛋白質在人體內的不同角色及功能，如作爲酶、身體的構造成分和激素等
8.2 遺傳物質 DNA • 確立 DNA 是遺傳物質的證據 • 建立 DNA 的雙螺旋結構模型所援引的證據；DNA 作爲遺傳訊息載體所具的結構特性 • 孟德爾從單基因雜種遺傳及雙基因雜種遺傳推論的遺傳定律 • 有絲分裂、減數分裂及染色體學說與孟德爾定律的關係	• 搜集有關科學家確證 DNA 是遺傳物質及發現 DNA 結構的實驗資料 • 討論物理學家、化學家及生物學家的研究，對目前所累積的有關 DNA 的知識有何貢獻 • 製作模型顯示 DNA 的雙螺旋結構 • 閱讀有關孟德爾遺傳實驗的文章 • 進行單基因雜種遺傳及雙基因雜種遺傳的虛擬實驗 • 以動畫／錄像教材，展示有絲分裂、減數分裂以及 DNA 纏繞成染色體的過程 • 從電子顯微照片，觀察染色體，以及有絲分裂和減數分裂的過程

8.3 生物多樣性、進化和遺傳病的基因基礎 • 導致同種生物間出現差異的因素 • 遺傳性變異與進化論中的自然選擇 • 基因突變及其影響（例如導致鐮刀形血細胞貧血症） • 染色體突變及其影響（例如導致唐氏綜合症） • 自發突變及誘發突變	• 利用電腦模型，模擬自然選擇下的進化 • 利用細菌對某些抗生素產生抗藥性的例子，說明進化論的機制 • 進行染色體配對活動，以顯示唐氏綜合症的染色體樣式 • 檢視染色體突變的顯微照片 • 討論使用 X-光作醫療檢查時應採取的預防措施
8.4 DNA 科技的應用範疇 • 重組 DNA 技術：基本原理及其於基因克隆方面的應用（例如利用大腸桿菌製造胰島素）；基因療法及種植基因改良農作物 • DNA 指紋分析在科學鑑證、親子鑑定及診斷遺傳病上的應用 • 生物克隆 • 人類基因組計畫對社會的影響	• 利用電泳分離 DNA 分子節 • 以紙模型模擬製作重組 DNA 的過程 • 以錄像教材展示重組 DNA 技術的過程 • 閱讀有關複製羊多莉的故事 • 討論生物工程在道德倫理、社會及法律方面，對社會造成的影響 • 討論 DNA 指紋分析應用於科學鑑證時的局限性

單元要點

在本單元中，學生將會：

- 了解細胞是一個具層次組織的實體，例如細胞內的染色體是由 DNA 組成，而 DNA 則由核苷酸組成等
- 認識遺傳訊息傳遞有特定的次序，先從 DNA 產生 mRNA，繼而再製成蛋白質
- 明白科學理論會隨新證據的出現而演進，例如當支持 DNA 才是遺傳物質的實驗證據出現後，科學家便推翻了蛋白質是遺傳物質的理論
- 從孟德爾提出的遺傳定律，及華生和克里克提出的 DNA 反向平行雙螺旋結構等例子中，明白在科學家建構理論的過程中，數據分析和想像力同樣重要

- 了解科學家在某一領域的工作，可能促進其他學術領域的發展，例如華生及克里克便是運用不同領域的科學研究取得的證據，建立有關 DNA 雙螺旋結構的假説
- 明白 DNA 是由帶有不同的鹼基的核苷酸串連而成，其不同的序列乃生物多樣性的基礎
- 從孟德爾研究遺傳定律的過程中，了解科學知識源自有系統的科學研究，這過程包括提出假説、以設計慎密的實驗來驗證假説，以及分析實驗結果，從而得出可靠的結論
- 認識到受精卵的染色體數目得以保持不變，全因配子是由減數分裂形成的；然而，配子的染色體數目，可因突變而改變，導致下一代出現如唐氏綜合症的缺陷
- 明白儘管誘變劑可誘發或加快突變，自然界中的突變往往是自發出現的
- 培養進行「風險利益評估」的能力，以權衡在醫學診療中使用核輻射的益處與輻射對人體細胞帶來誘變的風險
- 明白科學的局限性，科學家在某些領域的討論，不一定能提供明確的答案，例如 DNA 技術所引發的道德倫理問題
- 認識到科學研究的方向會受社會主流觀點及文化的影響，例如有些國家允許利用人體胚胎進行研究，而有些國家則不允許
- 關注 DNA 技術在不同領域上的應用及引起的問題
- 認識到 DNA 技術的急速發展對社會帶來的衝擊，以及對個人決定可能產生的影響
- 明白人類基因組計畫得以高速發展，實有賴世界各地的科學家攜手合作，分享及檢視彼此的科研成果

選修部分

（E1 - E3）

2.3.4 選修部分

E 1	能量、天氣與空氣質素	60
E 2	持守健康	67
E 3	化學為民	73

E 1　能量、天氣與空氣質素

概覽

簡介

地球是目前人類已知唯一有生物存在的星體。生物可以在地球上存活，與地球表面的大氣層有莫大關係。大氣層不僅保護地球上的生物免受過多太陽輻射的傷害，亦有助保持地球暖和，適合生物居住。人類燃燒化石燃料把貯藏其中的能量釋放，再轉換成電能作家居及工業用途，大大提升了生活的質素。由於不斷消耗能源，人類對地球的能量平衡有著很大的影響。

我們所見各式各樣的天氣現象，都是氣溫、大氣壓強和濕度變化的結果，而有關的變化其實都是源於從太陽來的能量。天氣的變化除了影響我們的日常生活，亦與發電廠和汽車排放的空氣污染物的消散或滯留有密切關係，因而亦影響著都市的空氣質素。

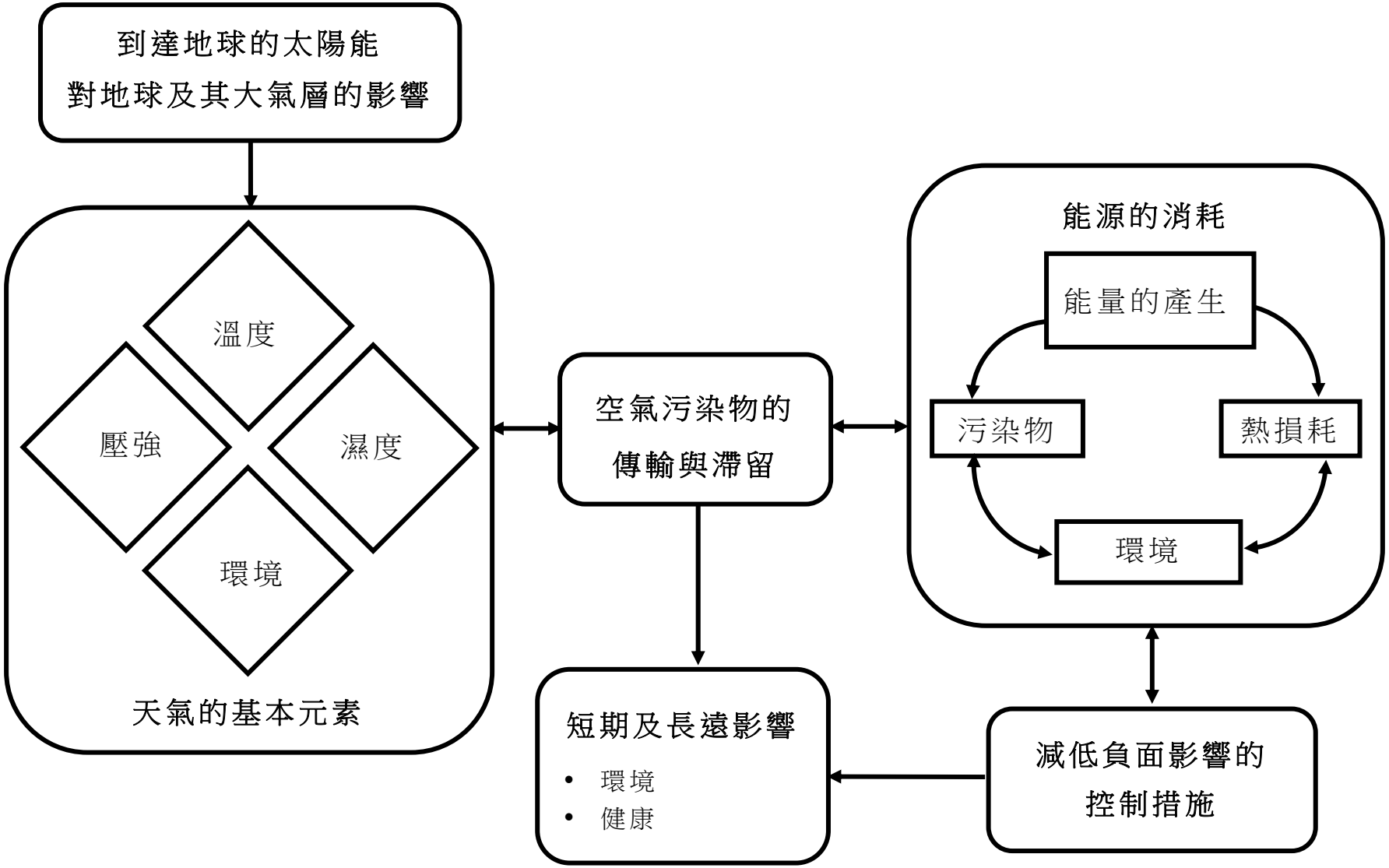
在本單元中，學生將認識大氣層和一些與天氣有關的基本元素，並學習解讀天氣圖，從而作出簡單的天氣預測。他們亦會研究香港的各種天氣狀況、地貌及獨特的地理位置，對空氣質素的日常變化和季節性差異的影響。此外，學生還會探討各種空氣污染物的來源、減少污染物排放的方法和空氣質素健康指數的意義。

完成本單元後，我們期望學生能反思人類因使用能源而誘發的環境改變的長遠影響，並明白我們雖然無法左右天氣變化和本土地貌對空氣質素的影響，但仍可藉適當措施減低因使用能源造成的空氣污染。

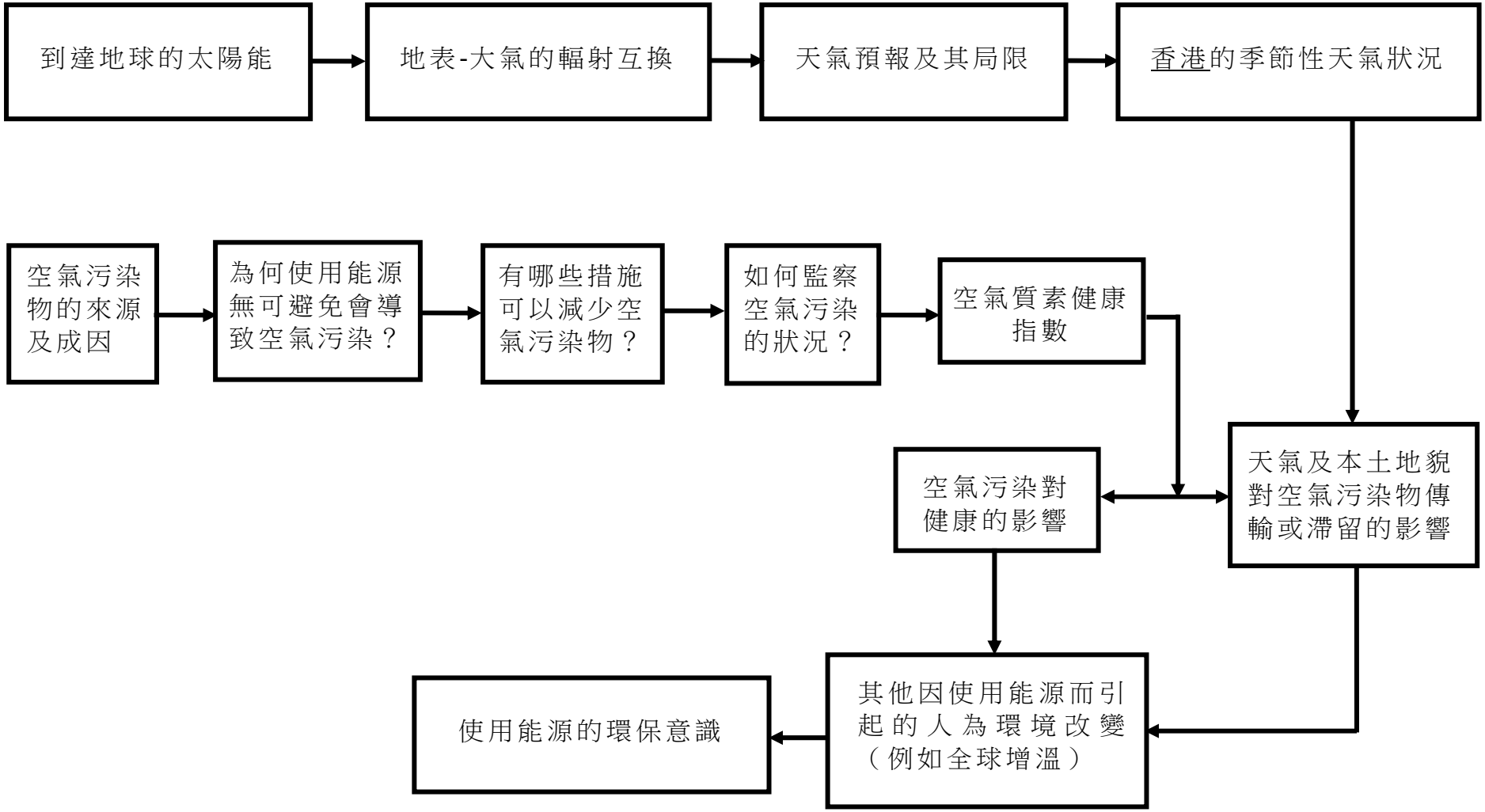
重點問題

- 地球如何保持暖和？
- 天氣的基本元素有哪些？認識這些元素對解釋一些天氣系統和現象有何幫助？
- 天氣預報是如何進行的？
- 香港常見的季節天氣狀況有哪些？人類活動對大氣的狀況造成甚麼影響？
- 常見的空氣污染物有哪些？其來源及成因是甚麼？空氣污染如何危害我們的健康和我們的環境？
- 天氣和本土地貌如何影響空氣污染物的傳輸與滯留？
- 使用能源對我們的環境造成甚麼影響？個人、地區政府，以至國際間可如何協力改善空氣質素？

單元組織圖


到達地球的太陽能
對地球及其大氣層的影響
溫度
壓強
濕度
環境
天氣的基本元素
空氣污染物的
傳輸與滯留
能源的消耗
能量的產生
污染物
熱損耗
環境
短期及長遠影響
• 環境
• 健康
減低負面影響的
控制措施

建議教學次序


到達地球的太陽能
地表-大氣的輻射互換
天氣預報及其局限
香港的季節性天氣狀況
空氣污染物的來源及成因
為何使用能源無可避免會導致空氣污染？
有哪些措施可以減少空氣污染物？
如何監察空氣污染的狀況？
空氣質素健康指數
空氣污染對健康的影響
天氣及本土地貌對空氣污染物傳輸或滯留的影響
其他因使用能源而引起的人為環境改變（例如全球增溫）
使用能源的環保意識

E 1: 能量、天氣與空氣質素

學生應學習	建議的學與教活動
1.1 太陽能與地球的大氣層 • 大氣層的成分 • 水汽、二氧化碳和臭氧對天氣的影響 • 大氣層的作用 　– 吸收及反射到達地球的太陽輻射 　– 地表-大氣的輻射互換 　– 水汽、二氧化碳及長波紅外線在天然溫室效應中所擔當的角色 • 大氣的各分層 　– 對流層、對流層頂及平流層 　– 大氣層的溫度分佈及其穩定性	• 探究各種熱傳遞機制：傳導、對流、輻射 • 利用電腦模擬地表-大氣的輻射互換 • 在不同高度加熱水箱內的水，以模擬大氣層的穩定性 • 以實驗演示水循環 • 量度水的汽化比潛熱
1.2 天氣的基本元素 • 主要的大氣參數：溫度、壓強及濕度 • 溫度因素： 　– 比熱容量，土地和海洋的熱特徵 　– 溫度的季節性變化和日變化 • 溫度與體積的關係：空氣遇熱膨脹，遇冷收縮 • 體積與壓強的關係：氣團膨脹，壓強降低；氣團縮小，壓強增加 • 大氣壓強與空氣的流動 　– 重力與大氣壓強的垂直變化 　– 壓強梯度與氣流 　– 地球自轉對風向的影響 • 相對濕度與降水	• 以實驗演示氣體遇熱膨脹的現象 • 透過實驗探究氣體的壓強與體積之間的關係 • 比較土地和海洋的增溫速率和冷卻速率 • 量度一天內的最高和最低氣溫 • 以實驗展示大氣壓強的存在 • 利用設有高低孔洞的水箱說明壓強的垂直變化 • 模擬科里奧利效應對風向的影響 • 設計實驗演示露的形成 • 參與香港氣象學會的活動

1.3 香港的天氣狀況及天氣預報 • 天氣狀況 – 季節性狀況和日狀況：季候風、海陸風 – 夏季：氣旋與低壓槽 – 冬季：反氣旋與高壓脊 • 天氣預報 – 收集數據：風速、風向、溫度、壓強及濕度 – 製作天氣圖預測天氣	• 識別天氣圖上香港的夏季和冬季盛行風 • 利用檔案數據，追蹤熱帶氣旋的移動路徑 • 繪製流程圖說明季候風、海陸風的形成機制 • 利用各種儀器量度氣溫、大氣壓強、濕度和風速 • 搜尋有關收集天氣數據方法的資料（例如利用氣象氣球、衛星及雷達收集遠處的天氣數據） • 解讀衛星及雷達圖片 • 在天氣圖上辨認簡單的天氣系統（例如氣旋、低壓槽和高壓脊） • 討論數值天氣預報（NWP）的限制 • 瀏覽世界氣象組織網頁，討論其在全球天氣監察中所擔當的角色
1.4 香港的空氣污染狀況 • 空氣質素健康指數（AQHI） – 用作計算空氣質素健康指數的污染物：二氧化硫、二氧化氮、臭氧、可吸入懸浮粒子（RSP） – 空氣質素健康指數與健康的關係 • 一些常見空氣污染物的來源、成因及影響（例如二氧化硫、氮氧化物、臭氧、懸浮粒子 PM_{10}、懸浮粒子 $PM_{2.5}$、一氧化碳、揮發性有機物、二噁英）	• 瀏覽環境保護署的網頁，了解有關空氣質素健康指數及相關環保法例的資料 • 利用空氣質素健康指數的數據，辨別香港各區的主要污染物 • 利用環境保護署提供的數據，繪製空氣污染物濃度變化表 • 從空氣質素健康指數的數據圖表，尋找每日的和季節性的空氣質素健康指數趨勢 • 在互聯網搜尋有關 1952 年倫敦災難性煙霧事件的資料

1.5 空氣污染物的傳輸與滯留 - 影響空氣質素的天氣現象 - 季候風 - 海陸風 - 颱風 - 降雨 • 地貌及城市化如何使空氣污染物滯留	• 分析香港天文台及環境保護署的檔案數據，研究香港天氣與空氣質素之間的關係 • 以動畫說明在不同季節及不同地貌環境中，空氣污染物的傳輸與消散
1.6 能源的使用與空氣質素 • 以化石燃料為基礎的經濟模式與香港的空氣質素之間的關係 • 個人、工業界和政府在改善空氣質素方面所擔當的角色 - 節約能源，提高能源使用效益 - 採用潔淨的生電模式（燃料與技術的考慮）並控制污染物排放 - 進行都市規畫及區域規畫時進行環境影響評估	• 比較普通燈泡與「慳電膽」的能源效益 • 搜集有關「能源效益標籤計畫」及「香港能源效益獎」的資料 • 討論在都市規畫中應採取甚麼措施來減輕都市熱島效應 • 制訂淨化空氣的行動計畫或設計有關的宣傳海報 • 進行資料搜集，了解汽車引擎技術發展對減低環境污染的貢獻 • 閱讀各種室內空氣淨化裝置的產品說明書，找出這些裝置的運作原理 • 角色扮演：模擬城市規畫委員會開會，討論在香港建設一個新市鎮的情況。討論應包括地域及季節性天氣狀況對空氣污染物的消散或滯留的影響 • 瀏覽《聯合國氣候變化綱要公約》的網頁，尋找有關《京都議定書》的資料

單元要點

在本單元中，學生將會：

• 認識科學家以各種系統（例如大氣層、氣旋）去研究、描述及解釋天氣現象

- 知道科學家如何以各種參數（例如溫度、壓強、相對濕度）的相互作用解釋天氣現象，以及如何根據有關參數的已知關係，以數學模型進行天氣預報
- 明白不同規模的大氣系統會發生相互作用和互相影響，產生各式各樣的天氣現象。例如氣旋移動會因應其他天氣次系統的影響而改變
- 明白適當的模型有助預測系統的運作。例如科學家利用 NWP 預測天氣
- 明白利用數學模型來預測天氣會受數據不全和模型本身的設計等因素所限，未必完全可靠。因此，隨著我們對氣象學的認識加深，有關模型可能會被修正甚至棄用
- 明白空氣質素健康指數是科學家致力量化和監測空氣質素的成果
- 明白不同的科學家即使根據共有的數據，亦可能提出不同的解釋或推論，並且會以批判的態度檢視彼此的見解。例如科學家對地區空氣污染成因有不同的說法
- 關注香港的空氣質素，從而培養對改善空氣質素的承擔感，願意透過節約能源和使用更具能源效益的產品，為控制空氣污染出一分力
- 主動參與地區內以至國際間有關開發潔淨能源以取代化石燃料的討論
- 檢視香港的空氣質素，與天氣狀況和香港以化石燃料為基礎的經濟模式有何關係

E 2　持守健康

概覽

簡介

健康與疾病有著此消彼長的關係，若能擁有健康的身體，患病的機會便可大大減低。除了與遺傳有關的疾病外，大部分疾病其實都可以藉健康的生活模式（例如良好的飲食習慣、適量的運動和妥善處理壓力）和適當的措施（例如遠離病原體和接種疫苗）來預防。

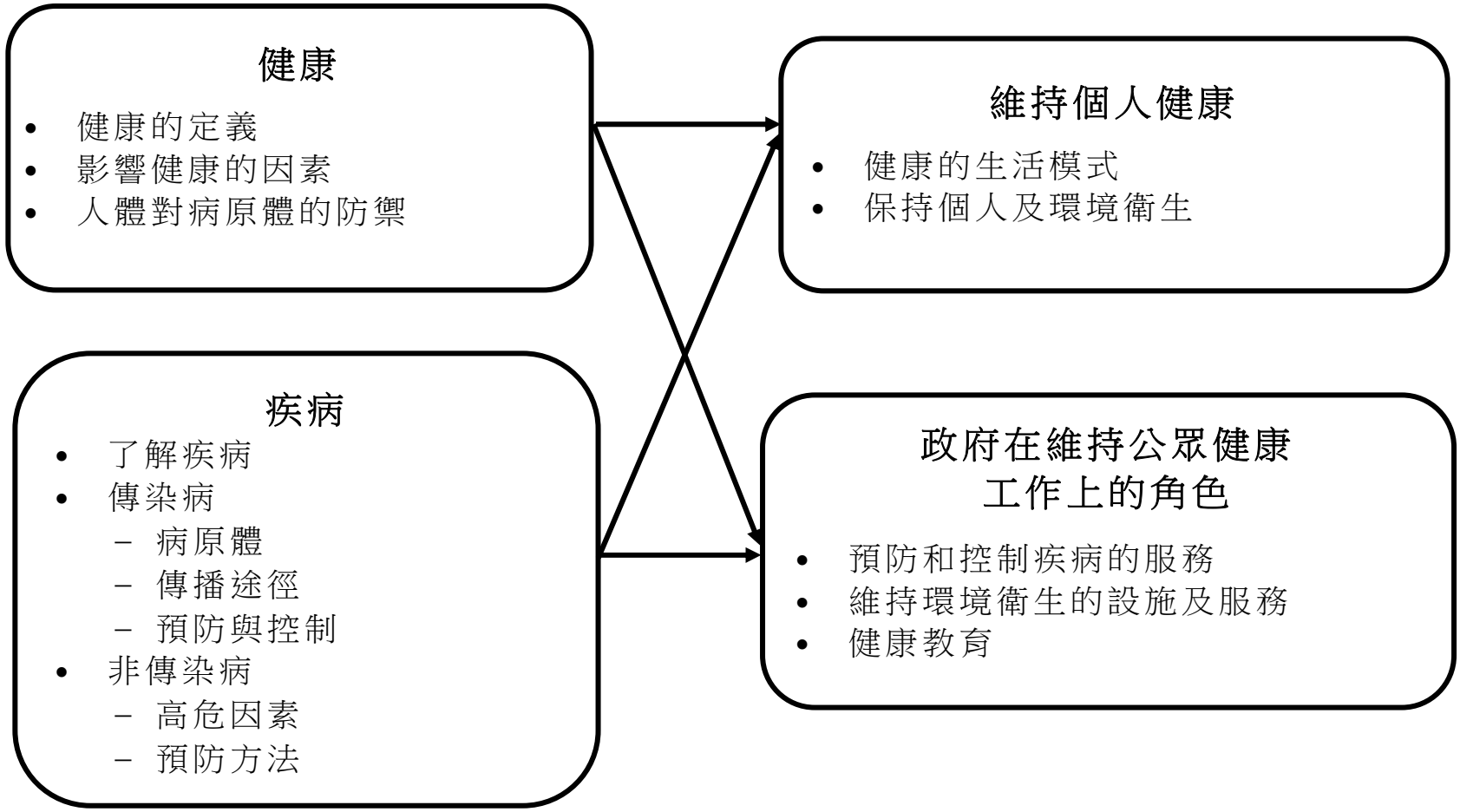
了解疾病是預防疾病的關鍵。傳染病會對個人，以至整個公眾的健康帶來即時的威脅。故此，認識傳染病的病因及傳播途徑，是預防和控制疾病蔓延的關鍵。從對抗嚴重急性呼吸系統綜合症（SARS）一役中，我們可看見科學家怎樣運用不同的方法去認識和探究一種新疾病。在本單元中，學生會認識人體防禦機制的基本運作原理，以及治療和控制各種傳染病的方法和措施。

癌症和心血管疾病的病例在世界各地不斷增加。流行病學的研究讓我們認識可能導致這些非傳染病的高危因素，有助我們採取適當的預防措施。而隨著大眾對有關疾病和其他非傳染病的認識加深，政府亦制訂政策，陸續提供各種服務，以維持公眾健康。例如當醫學界確認了吸煙對健康的影響，政府便開展反吸煙運動，並制訂條例，限制在公共場所吸煙；而政府為初生嬰兒進行有關葡萄糖-6-磷酸脫氫酵素缺乏症的檢查，亦有助患者的父母及早知悉孩子的情況並給予適當的護理。透過本單元，我們學生會明白個人和政府在維持公眾健康的工作上所擔當的角色。

重點問題：

- 何謂健康？有甚麼因素可影響健康？
- 科學家怎樣了解各種疾病？
- 香港主要的致命非傳染病有哪幾種？與這些疾病有關的高危因素有哪些？
- 傳染病是甚麼？怎樣預防和控制這些疾病的蔓延？
- 人體的防禦系統怎樣阻止病原體入侵？人體怎樣對抗病原體？
- 個人和政府在預防和控制疾病方面應承擔甚麼責任？

單元組織圖


健康
• 健康的定義
• 影響健康的因素
• 人體對病原體的防禦
疾病
• 了解疾病
• 傳染病
– 病原體
– 傳播途徑
– 預防與控制
• 非傳染病
– 高危因素
– 預防方法
維持個人健康
• 健康的生活模式
• 保持個人及環境衛生
政府在維持公眾健康
工作上的角色
• 預防和控制疾病的服務
• 維持環境衛生的設施及服務
• 健康教育

E 2: 持守健康

學生應學習	建議的學與教活動
2.1 健康 • 健康的定義 • 影響健康的因素 – 膳食和飲食習慣 – 休息與運動 – 壓力處理 – 其他如吸煙、飲酒等生活模式	• 討論某些健康食品宣稱的功效是否屬實 • 根據科學原理，討論不良的飲食習慣如何引起某些健康問題（例如胃痛、癡肥和高血壓）
2.2 疾病 • 疾病分類： – 傳染病與非傳染病 • 了解疾病的不同方法 – 臨床醫學：研究疾病的徵狀及治療方法 – 病理學：研究致病的因由 – 流行病學：研究人群中影響疾病發生和分佈的因素	• 研習巴里馬紹爾和羅賓華倫（2005 年諾貝爾獎得主）共同發現胃潰瘍是由細菌引起的事蹟，分析運用適當儀器，大膽假設，小心求證的重要性 • 閱讀史諾醫生運用統計分佈法調查 1854 年倫敦霍亂疫症的故事，以了解流行病學研究對公共衛生的重要性 • 回顧 2003 年爆發的 SARS 事件，了解各領域中的專家如何運用不同方法，合力找出這種新疾病的病因、傳播途徑及控制方法
2.3 傳染病 • 支持細菌致病論的證據 • 病原體的種類 • 傳染病的例子和傳播途徑： – 經水或食物傳播（例如霍亂） – 經空氣傳播（例如流行性感冒） – 經血液傳播（例如乙型肝炎、愛滋病）	• 閱讀細菌致病論的發展史，了解該理論對疾病的控制和治療發展的影響 • 利用顯微照片或電子顯微照片辨別如病毒、細菌和真菌等病原體 • 搜集在 20 世紀曾經在全球發生的幾次大規模流行性感冒的資

- 經傳病媒介傳播（例如登革熱） - 經直接接觸傳播（例如香港腳） • 預防及控制傳染病方法的科學原理 • 抗生素的使用及濫用抗生素的後果	料 • 討論禽流感病毒在禽鳥之間傳播及由禽類傳至人類的可能性及理據 • 設計並進行實驗，比較不同消毒劑對微生物生長的影響 • 閱讀科學家發現抗生素的事蹟，分析當中科學家的苦幹、新證據的出現，以至個人運氣等各種因素的關係 • 以電腦模擬濫用抗生素導致細菌產生抗藥性的情況 • 調查抗生素在香港的使用和濫用情況 • 搜集有關抗藥性金黃葡萄球菌（MRSA)或耐藥性結核病(MDR TB）的資料
2.4 非傳染病 • 流行病學研究對了解非傳染病的作用： - 從某地域患病人口的分佈來了解疾病 - 找出可能引致疾病的高危因素 - 提出高危因素與疾病的因果關係 - 評估預防策略 • 癌症：香港幾種主要癌症（例如肺癌、肝癌、大腸癌及乳癌）的高危因素及治療方法 • 心血管疾病：有助預防冠心病、中風及高血壓的飲食習慣和生活模式 • 遺傳病： - 產前篩檢（例如唐氏綜合症）	• 就一虛構疾病，模擬流行病學研究：根據流行病學的理據，找出可能的致病原因 • 檢視「吸煙引致肺癌」一說的流行病學理據 • 比較不同癌症在香港和世界其他地方的發病率 • 搜集有關癌症篩檢技術的資料，例如子宮頸塗片檢查或乳房造影等，以了解科技如何幫助診斷疾病 • 比較近年香港各種心血管疾病患者的性別及發病年齡變化，以了解其趨勢 • 設計宣傳活動，提高不同年齡人士對癌症和心血管疾病的關注

– 初生嬰兒篩檢（例如葡萄糖-6-磷酸脫氫酵素缺乏症） – 遺傳病諮詢服務（例如地中海貧血症） • 退化性疾病：有助預防骨質疏鬆症的飲食習慣和生活模式	
2.5 人體對病原體的防禦 • 非專一性免疫反應 – 防止病原體入侵的物理和化學屏障（例如皮膚、血液凝固、胃酸、黏液及呼吸道纖毛） – 吞噬體內病原體的白血球 • 專一性免疫反應 – 由 B 細胞和 T 細胞帶出的免疫反應 – 初次免疫反應與再次免疫反應 • 疫苗接種	• 使用預製玻片或模型，檢視哺乳動物的皮膚結構，認識其如何防禦病原體的入侵 • 利用視聽教材，展示人體如何在遇到抗原時產生相應的抗體，以及抗原和抗體間發生的反應 • 以視聽教材展示接種疫苗如何幫助人體在受感染時發揮保護作用 • 閱讀科學家發明疫苗接種的事蹟
2.6 疾病的預防、控制和治療 • 預防和控制疾病的服務 – 疫苗接種計畫、遺傳病諮詢服務 • 維持環境衛生的設施及服務 – 食水處理、污水處理 • 健康教育 – 倡導提升個人衛生和健康的生活模式	• 閱讀有關耶爾森在 1894 年發現香港的黑死病疫症是由細菌引起的事蹟 • 討論接種疫苗對個人及社會的好處與風險 • 搜集資料，以了解政府推行子宮頸普查計畫的原因

單元要點：

在本單元中，學生將會：

- 明白良好的飲食習慣和健康的生活模式對身心健康的重要性，並身體力行
- 養成以科學為據的審慎態度，對待聲稱具保健功效的產品及療法
- 明白科學家運用各種科學方法研究疾病，目的是要從多方面來了解疾病

- 明白在確立某種傳染病的病因時，往往需要如微生物學、病理學、組織學及臨床研究等不同領域的科學家的通力合作
- 了解流行病學研究涉及搜集數據、根據數據進行邏輯推理以提出假說及以嚴謹的探究來驗證假說是否成立
- 了解病毒的結構會不時發生變異，令科學家研製相應疫苗的工作存在困難
- 了解免疫系統是人體內眾多次系統之一，幫助身體防禦疾病
- 了解皮膚是有效阻止病原體入侵的物理屏障，從認識有關結構領略形態與功能的關係
- 明白濫用抗生素會加劇抗藥細菌的進化，令醫學界難以利用抗生素控制由有關細菌引起的疾病
- 建立保持個人衛生的自覺，防止疾病傳播
- 了解政府為改善衛生及減少疾病傳播所作的努力，例如淨化水質、興建污水管及污水處理廠、收集和處理廢物等
- 明白免費疫苗接種計畫是香港政府為保障市民健康而作的措施之一
- 了解產前篩檢可能會引起的道德問題

E 3　化學為民

概覽

簡介

自古以來，人類出於好奇的天性，孜孜不倦地對各種物質進行研究，或是解構其成分，再以不同方法重新組合；或是結合不同的物質以產生新的物質。這些膽大心細的嘗試不僅給我們累積了大量有關物質的知識，加深了我們對物料世界的了解，更讓我們能從自然界中提取有用的物質，生產出各種化學品和物料，改善人類的生活。

本單元將為學生介紹四種給近代人類生活帶來巨大轉變的化學品和物料。化學肥料、清潔劑、含氯漂白劑和人造聚合物都是在科學家的實驗室中誕生，然後經工業生產而被廣泛應用的。在這過程中，科學家對化學平衡的動態本質和影響反應速率的因素的認識，是人們得以成功大量生產這些化學品和物料的關鍵。

化學肥料的使用提高了農作物的產量，替我們解決了糧食短缺的問題。清潔劑、氯和含氯漂白劑等化學品亦為我們的公共和家居衛生提供了更大的保障。而用途廣泛的人造聚合物在過去 50 年間大行其道，大大改善了普羅大眾的物質生活。新物料的發展和應用很多時是始於科學家解決問題的需要，不過亦有無心插柳柳成蔭的情況。有關的故事往往引人入勝，學生在回顧這些精彩事蹟時，會明白科學家如何運用對聚合作用的認識，以及聚合物的微結構與其性質的關係，進一步發展出各式各樣不同性質和用途的新物料。

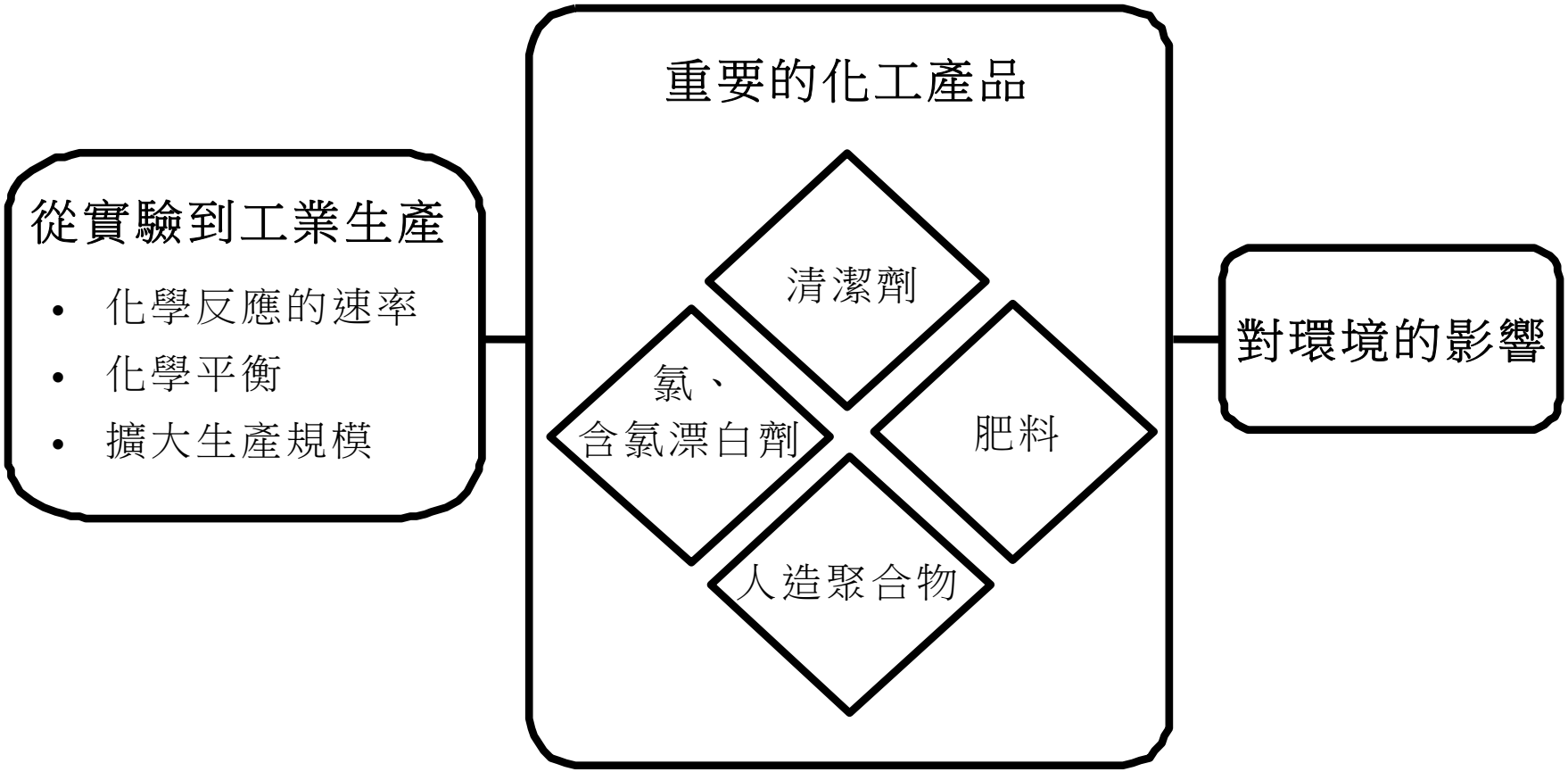
然而，人類受益於化學肥料、清潔劑、含氯漂白劑以及塑膠的同時，亦付出了代價，由它們引起的環境問題越來越令人關注。科學家當前要面對的一項重大挑戰，便是在資源有限的前提下，維持這些化學品和物料帶來的生活質素，而同時解決與它們有關的環境問題。

重點問題

- 如何控制化學反應的速率？
- 如何將實驗室規模的化學反應擴大至工業生產規模？
- 科學家是怎樣將空氣中的氮和海水中的氫氧化鈉，分別轉化為生產肥料和製造消毒劑的化學品？
- 不同性質的塑膠是怎樣製造出來的？

- 在日常生活中，塑膠有哪些用途？
- 我們大量使用清潔劑、含氯漂白劑、肥料和塑膠，會導致甚麼環境問題？我們和科學家可以如何協助解決這些問題？

單元組織圖


從實驗到工業生產
• 化學反應的速率
• 化學平衡
• 擴大生產規模
重要的化工產品
清潔劑
氯、
含氯漂白劑
肥料
人造聚合物
對環境的影響

E 3: 化學為民

學生應學習	建議學與教活動
3.1 從實驗到工業生產 • 影響化學反應速率的因素 • 可逆反應、化學平衡與生產量 • 將實驗研究工業化的考慮 　- 資源的供應 　- 產品的市場價值 　- 能源的效益 　- 對環境的影響	• 進行實驗，探究在化學反應中物質不滅的定律 • 量度反應物消失的速率或生成物出現的速率，以量化反應速率 • 設計並進行實驗，研究濃度、表面面積、溫度和催化劑對反應速率的影響 • 進行有關可逆反應的探究（例如改變重鉻酸鉀溶液的酸鹼度、改變溴水的酸鹼度） • 討論化工廠中，化學研究人員、營銷人員、化學工程師和行政人員所擔當的角色
3.2 清潔劑、氯和含氯漂白劑 • 清潔劑 　- 清潔劑可用作去污，是由於它可作為濕潤劑且具乳化功能 　- 皂性和非皂性清潔劑的結構 　- 清潔劑的結構與其乳化功能的關係 　- 使用清潔劑引致的環境問題 • 氯和含氯漂白劑 　- 處理食水時加氯消毒和使用含氯漂白劑保持公共衛生的重要性 　- 電解鹽水以產生氯 　- 用氯製造含氯漂白劑 　- 安全正確地使用含氯漂白劑清潔家居 　- 使用氯和含氯漂白劑作消毒用途的局限性	• 研究清潔劑的濕潤功能和乳化功能 • 以食用油製備肥皂，並設計實驗，比較製成的肥皂與市面有售的清潔劑的清潔功能 • 搜集有關使用清潔劑引致的環境問題及科學家努力解決問題的資料 • 討論含氯漂白劑在家居和公共場所的應用 • 電解鹽水，讓在陽極產生的氯與生成的液體發生相互作用，以製備「含氯漂白劑」 • 比較實驗室與化工廠生產含氯漂白劑的過程 • 閱讀家用含氯漂白劑上的標籤，並指出使用時應注意的安全事項

	• 比較使用氯和含氯漂白劑與使用其他消毒方法（例如雙氧水和臭氧消毒）的利弊
3.3 農業用化學品 • 以氮肥促進植物生長： – 可供植物攝取的氮 – 天然肥料和合成肥料 – 哈柏法及其對農業的貢獻 – 從土壤瀝出的過量肥料導致的環境問題 • 以殺蟲劑保護農作物 – 殺蟲劑的發展 – 使用殺蟲劑的利弊 – 理想的殺蟲劑	• 進行資料搜集，找出促進植物健康生長的元素 • 製造化學肥料（例如用氨水製備硫酸銨） • 設計並進行實驗，研究肥料對青豆苗生長的影響 • 繪製流程圖，闡述使用哈柏法生產氨的過程 • 個案研究：DDT 作為殺蟲劑的興衰 • 搜集有關殺蟲劑最新發展的資料 • 討論理想殺蟲劑應具備的性質
3.4 用途廣泛的人造聚合物 • 聚合物是由相同的單位重複組成的大分子 • 製造理想的聚合物 – 利用精煉法，從原油中獲得建構分子 – 製造聚合物：聚合作用，硫化作用 – 性質：熱性質、機械性質，以及其與微結構的關係 – 改良聚合物的性質以應用於生產衣料、包裝物料和工具配件 • 使用塑膠引致的環境問題 • 負責任地使用塑膠：減少使用、物盡其用、循環再造、取代使用及生物修復 • 可降解塑膠的發展	• 閱讀 Fawcett 和 Gibson 發明聚乙烯的故事 • 使用水、硼砂和膠水製備聚合物凝膠（GLUEP） • 以球棒模型說明聚合作用 • 製作模型顯示交聯聚合物、強化聚合物和增塑聚合物的結構 • 製備尼龍纖維 • 進行公平測試，比較不同塑膠的強度和隔熱功能 • 搜集與塑膠循環再用標誌有關的資料 • 討論塑膠循環再造的局限性 • 進行紙袋和塑膠袋的生命週期評估 • 搜集有關智能材料及其應用的資料

單元要點

在本單元中，學生將會：

- 從系統角度了解在化學反應中，反應物在某些反應條件下發生相互作用而產生生成物
- 認識催化劑在化學生產過程中（例如哈柏法中的鐵）和人體內的化學反應（例如代謝過程中的酶）中的重要性
- 明白在化學反應過程中，反應物的原子並沒有消失，只是重新組合形成生成物，從而領會物質不滅的定律
- 認識清潔劑的分子結構使其可在清潔過程中發揮乳化作用，從而領會形態與功能的關係
- 明白元素的功能取決於其存在的形態，例如大部分植物都不能直接以氮氣中的氮，而只能以硝酸鹽中的氮製造胺基酸；氯氣可用於消毒而氯化物則不可
- 了解科學家如何運用他們對動態平衡的認識，操控化學反應的條件以獲得理想的生產量
- 明白好些在無心插柳的情況下發現的有用化學品（例如賽璐珞、特氟綸）背後往往離不開科學家的創意和邏輯思維
- 從不同塑膠的發展史中，明白科學的進步是由科學家解決問題的熱忱而推動的
- 明白科學家利用分子模型來幫助說明塑膠的性質，以助設計更佳的物料
- 明白科學家和化學工程師如何運用化學原理和科學方法，解決工業上的問題，從而為我們提供有用的化學品
- 了解人類大量生產化工產品以滿足需求的同時，亦會引發環境問題
- 認識到有用化學品的合成和新塑膠物料的發展，會受到科技發展水平、消費者需求和經濟因素等的影響
- 培養負責任的態度，把每件塑膠製品物盡其用，為社會的可持續發展作出貢獻

2.4 學習成果

學生完成本課程後，應具備一定的科學素養，以及下列各種能力：

2.4.1 知識和理解

學生應能

- 理解一系列的現象、事實、原理、概念、定律和理論，以及一些主要的科學理念；
- 運用一些實驗技能、過程技能、科學詞彙和科學法則解決問題；
- 認識科學的思考架構，以及人類獲得有關自然界可靠知識的種種方法；
- 辨識跨越各學科範疇的統一概念，並以之作為思考和理解世界的工具；
- 運用科學知識、概念及原理，解釋現象和觀察結果，以及解決日常生活中的問題。

2.4.2 技能和過程

2.4.2.1 科學思維

學生應能

- 以批判態度檢視科學證據；
- 明白有創意的數據詮釋如何有助提供證據，讓科學家檢視概念和建立理論；
- 明白證據的重要性，以科學證據支持、修正或駁斥所提出的科學理論；
- 利用數據支持或反對有關因果關係的主張；
- 從一手及二手證據中作出歸納；
- 明白科學理論的誕生，往往建基於歸納法和演繹法等邏輯思維的應用，這些理論須經過印證才能獲得廣泛接受；
- 明白科學家如何運用科學理論、模型和科學意念來解釋自然現象；
- 明白模型是人類探索自然現象的重要工具，現存的模型有可能因為新證據或有矛盾的證據的出現而被修訂；
- 明白不同科學家，面對相同的數據，可以作出不同的結論；
- 明白世上仍有很多難題是現今科學無法解答，甚至是科學不能處理

的；

- 從系統角度分析變化與平衡，並運用系統思維解決問題。

2.4.2.2 科學探究

學生應能

- 根據觀察，確定問題所在，並為探究提出假說；
- 設計並進行實驗，以驗證假說；
- 選擇適當的方法及儀器進行探究；
- 記錄觀察所得，詮釋實驗資料，並根據現有數據的慣常發展規律作出估計或預測；
- 從數據中尋找規律，以辨識可能存在的因果關係，並致力提出解釋；
- 適當地運用圖表展示實驗結果和傳達科學概念；
- 從探究的結果作出結論；
- 評估實驗結果的有效性和可靠性，並指出影響實驗結果的有效性和可靠性的因素；
- 評估結論，並因應需要，計畫進一步的探究。

2.4.2.3 實驗技能

學生應能

- 按照指示安全地進行實驗和野外考察；
- 適當及安全地處理化學品和儀器；
- 明白準確量度的重要性，選擇合適的儀器，並了解有關儀器的局限；
- 製作模型以幫助理解；
- 評估實驗方法及建議可行的改良方案。

2.4.2.4 解難能力

學生應能

- 釐清並分析與科學有關的問題；
- 運用科學知識和原理去解決問題；
- 運用明辨性思維，提出具創意的意見及解決問題的方案；
- 建議解決問題的方案，並評估其可行性；
- 制訂適當策略，以便處理可能出現的問題；
- 接納在解決困難的過程中，或會面對一些不明朗的因素。

2.4.2.5 數據處理

學生應能

- 尋找、擷取、重整，分析和詮釋不同來源的資訊；
- 運用資訊科技處理和展示資訊；
- 謹慎看待二手資訊的準確性和可靠性；
- 明辨各種科學資訊中的事實、意見和價值判斷。

2.4.2.6 明智判斷

學生應能

- 在作出與科學有關的決定時，先搜集證據，並判斷數據的有效性和可靠性；
- 以批判態度討論及評估與社會、經濟、環境及道德等範疇有關的科學議題；
- 作出以實證和論據為基礎的決定；
- 明白在決定是否進行某項活動前，必須小心評估和比較活動涉及的風險，並權衡風險與當中的得益；
- 以適當的科學原理支持判斷。

2.4.2.7 自主學習

學生應能

- 掌握適合自己的學習技巧，提高學習的效能和效率；
- 透過簡單的自學活動學習科學，例如搜集證據或科學資料並加以分析；
- 建立終身學習的習慣、能力和態度。

2.4.2.8 傳意技能

學生應能

- 適當運用符號、化學式、反應式及法則；
- 詮釋由文本、口頭、圖像、數字、表列及圖表所表達的科學資料及數據；
- 清晰而有邏輯地組織、展示和表達各種想法及論據；
- 以有意義及富創意的方法傳達科學意念；

- 閱讀並理解涉及當代科學議題的文章；
- 運用資訊科技處理和展示科學資料。

2.4.2.9 協作能力

學生應能

- 主動參與小組討論，與他人分享意見及作出建議；
- 懂得在小組工作中與他人商討，並謀求共識；
- 在分組科學專題研習中，確定團隊目標，界定每一組員的責任，並認同各人的角色；
- 以負責任的態度完成獲分配的任務；
- 以開明的態度積極回應組員的意見和具建設性的批評；
- 讓各組員盡展所長，發揮團隊的最大潛能。

2.4.3 價值觀及態度

學生應能

- 培養對科學的好奇心和興趣；
- 透過如實地記錄實驗結果的習慣，培養良好的品德；
- 培養反思的習慣和明辨思考的能力；
- 秉持堅毅和熱忱研習科學；
- 明白在實驗室中確保自己和他人安全的重要性,並在日常生活中養成注意安全的習慣；
- 培養廣闊的胸襟，即使在面對意見分歧時，也能彼此包容和尊重；
- 明白科學的局限，有根據地審慎看待新事物；
- 明白科學知識和理論並非永恆不變，並接受當中的不明朗因素；
- 欣賞大自然的奧妙，並尊重及愛護所有生命；
- 明白保育環境的逼切性，並藉負責任的行為參與環境保護；
- 以積極態度促進個人和社區健康；
- 關注科學對社會、倫理、經濟、環境和科技帶來的影響，並養成負責任的公民態度；
- 以負責任的態度，運用科學知識，致力為地區、國家，以至全球人民的福祉，作出貢獻。

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，發展一個靈活而均衡的課程。

3.1 主導原則

課程的規畫應以促進學生的學習為宗旨。本課程以單元組織，有利學校靈活規畫校本課程。學校宜按情況，對本課程作適當調適，如改變教學內容的組織結構、選用不同的教學策略、調整評估標準和模式等，以確保學生達到本課程的學習目標。課程規畫應依據以下的主導原則：

- 建基於學生在基礎教育中已獲得的知識；
- 涵蓋本課程的不同目標；
- 聯繫學生在其他學習領域的學習經歷，使他們的學習更富意義；
- 鼓勵學生自主學習，培養他們學會學習的能力；
- 培養學生的共通能力；
- 靈活運用課堂時間，促進學習。

3.2 學習進程

3.2.1 學生已具備的知識

本課程建基於科學科（中一至中三）課程的核心內容。兩個課程一脈相承，同樣著重科學探究，並以培養學生的科學素養為宗旨。因此，為確保初中與高中科學課程的順利銜接，學校應確保學生在中四開始學習本課程前，已完成科學科（中一至中三）課程的核心部分。有關本課程各單元與科學科（中一至中三）課程的關聯，請參閱附錄二。除了知識上的理解，我們亦預期學生在初中階段已掌握以下的科學思考方法及科學探究技能：

- 釐清問題並設計實驗（例如提出可測試的問題、提出假說、控制變數、預測結果）；
- 進行實驗（例如觀察、量度及操作儀器）；
- 分析數據（例如把證據分類、闡釋數據、展示結果）；
- 反思實驗成果（例如從數據作出推論、檢討實驗設計、建議改善方

法）；

- 利用證據支持和解釋自己的論點（例如某些聲明的可信性、某些科學模型的有效程度和限制，以及有關環境議題的決定）。

3.2.2 教學次序

由於本課程的內容採用跨科整合的模式，環繞特定的主題設計成一個個單元，其中個別學科的概念發展並不一定以直線形式從基礎開始建立。教師在策畫教學時，應格外注意各科學理念在不同單元間的發展和相互關係。以下是課程必修部分八個單元的建議教學次序。雖然這並非唯一可行的次序，但較後的單元一般都以前面的單元所建立的概念為基礎。倘若教師選擇以其他次序安排教學，須認真考慮各單元的複雜性，確保學生能循序漸進地建構概念和發展技能，並享受學習的過程。

<u>必修單元</u>

C1 生命之泉
C2 體內平衡
C3 短跑科學
C4 化學世界中的規律
C5 電的啟迪
C6 大自然中的平衡
C7 輻射與我
C8 基因與生命

至於個別單元內容的教學次序，我們鼓勵教師按學生的興趣、能力，以至適時的社會題材靈活安排；本指引所附部分單元（如 C1、C2、C8）的不同教學次序設計，僅供教師參考，教師可選擇建議的次序，也可自行擬定合適的次序。此外，我們亦為各單元提供了單元組織圖，勾畫單元內各主要概念的相互關係，以便教師掌握該單元的宏觀藍圖，在學與教的過程中，清楚闡明概念之間的關係。學生需要在教師的協助下，透過有意義的學習經歷，把新接觸的各種概念建構成有用的知識，否則，各種散亂零碎的概念便很容易被遺忘。

3.3 課程規畫策略

學校在設計校本的綜合科學科課程時，務須注意學生在以下各方面的均衡發展，使他們達到本課程各層面的課程目標、掌握學習重點，並發展科學探究技能和共通能力。以下是一些進行校本課程規畫的策略，供學校參考：

3.3.1 組織課程的各個維度

本課程強調讓學生認識主要的科學解說及其成立的依據，並認清貫通各學科領域的主要思想模式，作為理解世界的認知架構。我們期望學生在完成本課程後，能（i）掌握主要的科學理念；（ii）理解科學的本質；並能（iii）在諸多科學概念中，看清貫通其中的統一概念。

不過，在設計這課程時，我們意識到各單元在這三個維度的涵蓋程度各有不同。教師宜在規畫課程時，檢視每個單元的特色與重點，幫助學生從宏觀角度，全面而有系統地掌握這三個維度的重點。理論上，每個單元都可藉不同設計突顯不同重點，但是，個別單元的背景往往與某些重點自然配合。舉例說，學生可在「化學世界中的規律」一單元中，認識科學本質的不同重點；而「能量、天氣與空氣質素」這單元則適合闡明不少統一概念。總括而言，本課程其實是由各個重點不同的單元結合而成的一個整體。教師在規畫校本課程時，可參考各單元的「單元要點」，以了解學生透過該單元的內容和學習活動，有機會認識的科學本質和統一概念。

3.3.2 透過科學探究培養學生主動學習

本課程視科學為一種思維方法而非純粹一堆知識；強調培養學生像科學家般，靈活有創意地結合觀察、實驗、想像和推敲，去思考解決個人切身問題的方法。教師應引導學生自行發現問題，並設計和開展科學探究。問題應由學生設定，並由學生解決。學生越有機會作主，對學習便越有承擔，學習動力也就越強。因此，在計畫探究活動時應注意以下幾點：

- 有關的探究活動應對學生具挑戰性、有意義和真實（即與現實生活息息相關的）；
- 應提供學生不同的選擇，以配合不同的個人喜好；
- 活動進行期間應不時給予學生回饋，讓學生了解自己的表現及改善的方向。

以下是學生可能感興趣的探究例子，供教師參考：

- 為不同的運動項目設計運動鞋（C3）
- 本港水域藻類過量繁殖的成因及其影響（C6）
- 調校交聯劑的分量，製造適合特定用途的新聚合物並測試其表現（E3）

3.3.3 培養學生的共通能力

本課程按照當前課程改革的宗旨和目標設計；所建議的學習活動可以提供充分機會，讓學生發展不同的共通能力。下表列舉了部分可供教師參考的例子：

共通能力	在各單元中可讓學生發展不同共通能力的機會
溝通技能	• 運用廣泛的科學與技術詞彙和法則來傳達訊息（例如以化學符號寫出化學方程式 — C4） • 理解並體會不同利益人士的觀點，化解矛盾，以解決有關科學、科技、社會與環境方面的問題（例如討論如何改善本港的空氣質素 — E1；討論應用 DNA 科技引發的道德問題 — C8）
明辨性思考能力	• 反思由閱讀材料得出的主要理念、意見及論據，建立個人觀點以作出判斷（例如檢視「生命源於水」一說的正反論據 — C1） • 了解科學模型和理論的用途及限制（例如以水流比擬電流 — C5） • 根據現有數據的慣常發展規律，作出估計或預測，並論證其有效度（例如討論使用低頻輻射和高頻輻射的風險 — C7）
創造力	• 培養對科學的求知欲和興趣（例如重複早期科學家在研究電與磁時所進行的一系列實驗 — C5） • 就與科學有關的問題提出解決方案，並評估其適切性（例如討論在煙霧探測器中使用放射性材料的風險 — C7） • 樂於嘗試新途徑、新方法解決問題（例如討論有甚麼方法，可以減少化學肥料和殺蟲劑帶來的害處 – E3）
協作能力	• 進行小組實驗時，協商各自的職責，並認同各成員的角色 • 進行小組科學專題研習時，積極交換意見，並協定具

	體目標
運用資訊科技能力	• 以動畫或模擬的方法，展示科學概念（例如說明細胞內遺傳訊息的傳遞流程 — C8） • 利用資訊科技分析並展示資訊（例如利用運動錄像分析軟件（MVA）來分析運動 — C3） • 利用適當的感應器及數據收集儀，收集難以用人手量度的實驗數據
運算能力	• 以粗略概算和估計得出合理答案 • 解讀和闡釋統計圖表及關係線圖，並作出簡單推論 • 根據提供的數據，選用適當的座標軸和標度，繪製圖表 • 記錄資料時採用合適的準確度 • 比較根據相同數據而繪製的不同圖表，各自所揭示的資訊 • 利用代數和圖表方法建立簡單模型（例如通過線性運動圖表推導出公式 — C3）
解決問題能力	• 認識問題的複雜性，並就解決問題所需的資料進行適當的調查研究 • 就科學問題提出解決方案，並反思其可行性、有效程度及適用程度（例如討論控制污染和處理廢物的各種方法 — C6）
自我管理能力	• 藉審慎選擇和明智決定，培養良好習慣，保持健康的生活方式（例如根據科學原則討論不良的飲食習慣可能引致的胃病、癡肥和高血壓等健康問題 — E2）
研習能力	• 整理所學的科學概念，並以自己的方法加以組織和展示（例如繪製概念圖，說明身體調節血糖和調節體溫的機制 — C2） • 計畫並進行一個獨立科學專題研習 • 評估自學計畫的成效

圖 3.1 在綜合科學科課程中發展學生的共通能力

3.3.4 與其他學習領域的關係

學習必須是連貫和協調的，不同的課程所提供的學習經歷應該是互相補足或彼此增潤的。本課程的跨科特色，有利學生配合其他不同的選修科目，進行跨課程學習，以提高學習的整體成效。例如「生命之泉」、「大自然中的平衡」和「能量、天氣與空氣質素」等單元可以與地理科的課題相輔

相成；「短跑科學」可為修讀體育科的學生提供有用基礎；「體內平衡」和「持守健康」則可支援健康管理與社會關懷科的學習。而學習「基因與生命」和「化學為民」等單元，可以讓選修企業、會計與財務概論或經濟科的學生，更加明白新科技為現代社會帶來的許多投資商機。

此外，學生在本課程中掌握的科學理念和解說，以及建立的邏輯思維，更有助他們積極參與在通識教育科中「科學、科技與環境」學習範疇內的討論。所以，為了策畫一個健全的校本高中課程，科學教師應與其他學習領域的教師一同商議及協作，並考慮以下各項要點：

- 學生的需要、興趣和能力；
- 學生在各學習領域中將會學習的主要課題、主題和概念；
- 學生應該具備哪些科學概念、探究技能、思考方法和研習能力，以配合他們在其他學習領域的學習。

3.3.5 靈活運用學習時間

如第二章所述，本課程的總授課時間為 250 小時，為高中課程全部學習時間的 10%。教師應靈活運用課時，協助學生達到本課程的不同目標。由於喜好不同，個別學生可能會對部分單元特別感興趣，而希望深入探索某些課題或事物。教師可靈活運用科學探究的 14 個課時，讓學生就這些課題或事物深入研究。我們亦鼓勵學校在時間表中安排半日或全日的活動時間（不同學習領域共用），以便進行戶外考察、探訪或科學探究。

3.4 課程統籌

由於本課程是高中課程的一門新科目，為能夠同心協力使本課程得以順利實施，科學科教師、科學教育學習領域統籌主任及校長等在本課程的規畫、統籌和推行中，都分別擔當著重要的角色：

3.4.1 校長的角色

學校校長在規畫、指導及支援校本課程發展方面應擔當領導角色。校長須了解中央課程架構、教師的強項及學生的需求和興趣，並透過以下措施，與副校長或教務主任緊密合作，領導學校的課程發展：

- 了解課程改革的方向，尤其是各個科學教育學習領域課程的宗旨和目的，以促進校本科學課程的全面發展；
- 委任科學教育學習領域統籌主任籌畫校本科學課程，確保初中和高中課程的協調和連貫；
- 避免在初中階段，把科學課程專門化（如提早分科），應讓學生獲得配合其認知發展，又與生活息息相關的科學學習經歷；
- 制訂靈活的時間表，提供不同的科目組合，以滿足不同學生的需要和志向；
- 參考教育局資優教育長遠政策中所訂的三層架構制訂計畫，協助對科學有濃厚興趣和天賦優異的學生進一步發展；
- 與教務主任及就業輔導主任緊密合作，幫助學生適當地選擇選修科目；
- 提供機會讓學生在中四接觸不同的選修科目，容許他們有需要時在中五或中六更改選修科目，並提供所需的銜接課程；
- 妥善部署學校的資源，如實驗室、實驗室技術員及儀器設備等，以提升各科學課程的教學成效；
- 在時間表內預留共同備課或互相觀課的時間，以建立教師之間的協作和分享文化；
- 為所有教師，特別是綜合科學科的教師制訂專業發展計畫，以配合他們教授專科以外的知識的需要；
- 加強與其他學校的聯繫，建立學校網絡，鼓勵教師交流專業知識和分享教學心得，以支援綜合科學科課程的實施；
- 鼓勵和促進跨科目的學習，如跨科專題研習或採用與科學有關的文章作為語文科的閱讀材料等。此舉既讓學生把所學融會貫通，又有助減輕教師和學生的工作量。

3.4.2 科學教育學習領域統籌主任的角色

本課程以跨學科單元模式設計，科學教育學習領域統籌主任對於本課程的順利推行，擔當着重要的角色。統籌主任應在學校行政人員與其他科學科組教師之間發揮「橋樑」的作用，並透過適當措施確保善用資源，並促進科學教育學習領域各教員（包括教師和實驗室技術人員）之間充分合作，共同推動學校科學教育的發展：

- 參照《科學教育學習領域課程指引（小一至中三）》（2002）、《高中課程指引》（2009），以及相關課程及評估指引的建議，制訂清晰而明確的課程、教學及評估政策；
- 與不同科學科組緊密合作，確保在規畫和實施不同科學課程時的協

調和連貫，令學生在各學習階段的學習互相銜接；

- 充分了解學校既有的設施和資源，例如實驗室設施和儀器等，按需要在不同的科學科組間調配資源，以便實施綜合科學科課程；
- 透過定期舉行檢討會議、互相指導、同儕觀課、共同備課，以及照顧新任教師的啟導計畫等，帶領科學教育學習領域教員建立積極和諧的經驗分享文化；
- 領導科學教育學習領域教員設計適當的學習活動，幫助學生達到有關課程的宗旨和學習目標；
- 鼓勵並支持科學教育學習領域教員參與專業發展課程、工作坊、研討會和研究發展計畫，促進專業發展；
- 掌握科學教育的最新動向，並設立資源角，提供最新的科學新聞、教學材料，以及科學教育期刊等，以支援綜合科學科課程的學與教，並促進專業發展；
- 透過舉辦主題式科學日、班際科學專題探究比賽及參與校際科學活動等，培養學生對科學的興趣；
- 與科學教育學習領域內各教員緊密合作，進行風險評估及採取適當的預防措施，以確保各實驗活動及科學探究得以安全地進行。

3.4.3 科學科教師的角色

綜合科學科是跨學科的課程，課任教師要擔當本課程的資源提供者、學習促導者及具備科學素養的公民模範，其學科知識和能力難免受到考驗。固此，綜合科學科的教師應緊密合作，透過以下措施實現課程的理念：

- 熟悉綜合科學科課程的宗旨，以及各單元的學習重點，並幫助學生明白這些宗旨和重點；
- 掌握最新的科學發展，並鼓勵學生多加探討；
- 提供與學生日常生活相關的學習情境，幫助學生明白科學、科技、社會與環境間的相互關係；
- 舉辦有意義和富挑戰性的活動，激發學生的學習興趣，並培養他們的科學思維；
- 引導學生討論科學理論和實驗中的觀點、證據和論證之間的關係；
- 善用主題單元的靈活設計，讓學生構思自己的科學探究，培養他們自主學習；
- 採用多元化的評估模式評估學生的學習，並就學生的表現及下一步的目標，提出適時的回饋；
- 積極參與專業發展課程、工作坊、研討會和學校網絡交流活動，分享教學理念和課堂經驗，支援彼此的工作。

有關教師作為主要教改促進者的詳情，可參閱《高中及高等教育新學制——投資香港未來的行動方案》（2005）的第九章及《高中課程指引》（2009）第九冊。

3.4.4 靈活的教師調配

倘若學校只有一班學生修讀本課程，時間表的安排可與其他選修科目無異。不過，為配合本課程的跨學科單元模式，學校可考慮安排具不同專科背景的教師處理不同單元或不同年級的課程，讓每位教師得以專注教授其擅長的單元，有助他們分擔在準備這一全新課程時的工作量。

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，以及互相觀課等，讓教師互相學習。此外，建議學校在上課時間表內為教師預留共同備課的時間，以促進教師的專業發展。

學校若同時為兩班或以上的學生提供本課程，應安排具不同專科背景的教師負責教授不同的班別，並在制訂上課時間表時加以配合，讓教師可以換班授課，專注教授他們擅長的單元。本課程運作數年後，每位教師都將能獨當一面，教授整個課程，並有效地監察學生的學習進度。

以下列出的各種安排方案，可供學校根據本身的資源及教師的情況選擇採用：

選擇A：	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內容。學校應為該教師作出適當的安排，使其能有充足時間備課，以及參加專業培訓課程充實學科知識。
選擇B：	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C：	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D：	由兩位具不同專科背景的教師教授兩個班別。透過時間表的特別安排，兩位教師可在一年內不同時間互換班別授課。

圖 3.2 綜合科學科課程的教師調配

（空白頁）

第四章 學與教

本章旨在就綜合科學科課程之有效學與教提供指引和建議。本部分應與《高中課程指引》（2009）第三冊一併閱讀，以便了解以下有關高中課程學與教的建議。

4.1 主導原則

學與教是一個互動的過程，當中牽涉到學習者、教師和學習處境之間複雜而互動的關係。教師若能掌握課程的宗旨和學習目標，並理解學生的學習模式，將有助於安排適當的學習經歷，提升學生的學習效能。下圖概括了教師在策畫本課程的學與教時，涉及的各相關層面及其關係：

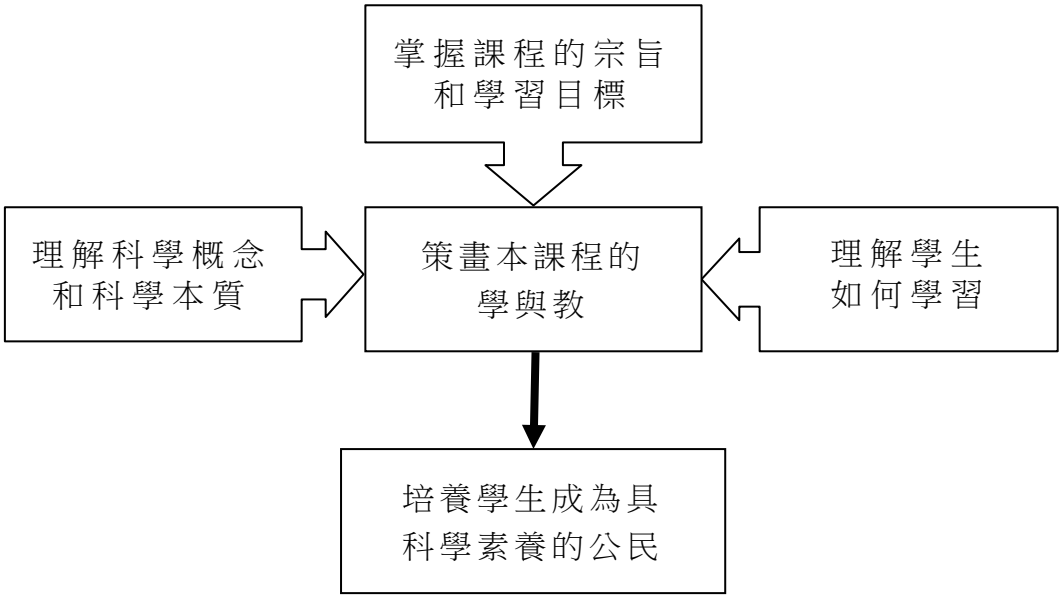


圖 4.1 策畫綜合科學科課程的學與教

本課程旨在為學生提供全面而均衡的學習經驗，培養他們成為好奇愛問、懂得反思和思路嚴謹的人。我們期望藉本課程，學生能掌握與生活息息相關的科學概念，建立實事求是的科學精神和思維習慣，成為具**科學素養**的良好公民，能積極融入這個瞬息萬變的知識型社會，並成為科學與科技的終身學習者。為此，整全的教學規畫相當重要，教師應靈活運用多元化的學與教策略，以達到課程的宗旨和各個不同的學習目標。

在發展本課程的過程中，我們參考了一些有關學習理論和近代科學知識觀的研究。以下章節將探討教師可如何以之為基礎，策畫本課程的學與教。

4.2 知識與學習

4.2.1 科學知識觀

科學不僅是一套抽象和理論化的知識體系，更是古今科學家運用創意，致力理解自然現象的成果。科學知識是科學家深入觀察事物並有系統地進行探究而產生的；而在科學社群中，科學家透過交流研究結果和見解，互相檢察並評論彼此的論點。因此，要真正理解科學，必需認識科學的歷史和發展，了解科學的本質和科學方法，並掌握科學探究技能和科學知識。換言之，學生除了需要學習一些固有的科學資料、嚴謹的定義、常規（如安全守則）和規則系統（如符號、法則和一般的實驗程序）外，還需要掌握建構科學知識的方法。

科學著重創意和親身參與，是許多人集思廣益共同建構出來的。科學理論並非一些客觀存在的事物，而是人類認識和理解自然現象過程中的心智產物，直接影響著我們如何理解這個世界。要引領學生融入科學社群並成為其中一員，教師應讓學生多參與科學議題的討論，讓他們透過多講、多寫和多思考科學，逐步掌握一些科學詞彙、句法和修辭模式，好能認識科學的知識結構。

4.2.2 學生如何學習

一個配合學生不同需要和學習風格的學習環境，對促進學習有著關鍵的影響。以下是一些文獻上有關學生如何學習科學的觀點，以及幫助學生更有效地學習科學的方法：

- 科學社群常用的溝通模式和思考方法乃建基於特定的科學概念和解說模式。故此，幫助學生掌握科學語言是學習科學的第一步。
- 心智思維的發展並非單靠累積大量零碎資料可以達到。事實上，每一個知識領域都有其獨特的架構，其中的內容元素是互相關連的。只有能洞察這些知識結構，並以之為基礎加以發展的人，方可稱作有關領域的通達者。所以，讓學生從宏觀角度理解科學是很重要的。本課程特意引入了統一概念和科學本質，正是為了加強學生對科學知識結構的認識，讓他們以此為建構知識的基礎，好能成為活用科學的人。
- 每位學生對自然世界的運作模式都有其固有的想法。在學習過程中，這些想法若未能與新接觸的資訊或概念互相聯繫，則學生未必

能理解所學，甚或只抱著應試心態學習而不求甚解，以致未能把所學應用到日常生活中。因此，我們需要認清和識別學生的已有知識和想法，因勢利導地幫助他們掌握更可靠和更深入的知識。

- 主動學習也包括實踐科學——即讓學生找出問題所在、把疑問化為具體的探究方向，並在教師適當的引導下，一起總結和歸納出合乎邏輯的解決方案。讓學生對自己感興趣的現象進行科學探究，更可提升他們對學習的投入程度和自主感。
- 科學知識的建構過程離不開與人交流與砥礪，當中科學語言更是教授和學習的關鍵媒介，語言除用於傳達和詮釋意念外，也是學生用以思考的工具。「討論」科學可說是為「思考」科學提供基本的概念工具。多讓學生進行小組討論是促進有效學習的好方法。小組討論不單讓學生交流對各種現象和議題的意見，也提供一個平台，讓學生挑戰和辯論彼此的想法，從而共同建構新的解釋。

不少近代的學習理論與科學教育文獻都指出，知識的發展並非純粹個人的活動，而是一個社群共同建構的成果。一個開放的學習環境，配合教師適當的支援，有利學生結合彼此對科學的認知，共同建構對周遭世界的理解。

4.3 取向與策略

面對不同能力、不同學習風格的學生，沒有單一可行的教學策略。不同的教學取向衍生出不同的教學策略。在科學課堂中常見的教學取向，大概可歸納為以下三種，教師可因應情況和需要，靈活結合使用：

- 直接傳授式
  直接傳授式的教學較適用於幫助學生掌握一些基本資料或事實，例如科學語言。要獲得最理想的效果，教師須清晰並有條理地講解，善用提問和回饋以提高師生互動，幫助學生學習。此外，直接傳授亦適用於示範正確的實驗技巧，學生可透過模仿，逐步掌握當中竅門。

- 探究式
  探究式的教學取向重視學習的過程，強調讓學生認識和體會科學家做學問的方法。學生可以透過對自然現象進行科學探究，學習如何釐清問題、擬定探究程序、驗證假說、收集和分析數據，以及作出結論。此外，他們亦可藉檢視二手資料，學會如何辨別事實和推論、釐清因果關係，並建立個人對某些議題的理解。

- 共同建構式
  共同建構的教學取向視課堂為一個學習社群。當中，學生會學習組織自己的思路，提出理性的論點，與教師和同學共同建構知識。與此同時，學生的溝通能力得以提升，社交技巧亦得以改進。在建構知識的過程中，教師成了學生的學習伙伴。透過引導學生從統一概念的角度察看世界，教師能幫助學生以一宏觀架構把所學的知識聯繫起來，並以此架構作為建構新知識的基礎。

以上三種教學取向可視作一個連續的統一體，在每種取向中，教師的角色都有所不同，無所謂輕重。教師應逐步讓學生擔當獨立自主的角色，以培養他們成為終身學習者。

在為本課程制訂學與教策略時，教師應以課堂的學習目標為依歸，配合學生的已有知識、能力和學習風格，安排多元化的學習活動。總括而言，教師應因時制宜，按學習目標策畫本課程的學與教。

4.3.1 幫助學生掌握科學語言

科學家的研究為我們提供了一些客觀的知識，幫助我們理解自然世界。而用以闡述科學知識的科學語言不僅是科學社群用作溝通的工具，也是科學家作為理解和建構科學理念、概念和理論的共同基礎。然而，科學語言有別於我們的日常用語。在科學語言中，既有在某些理論或模型等概念結構中，定義清晰而嚴謹的詞彙（如基因、分子、力）；也有用作描述特定物質、現象和理論的符號和標記（如化學符號和化學式）。而最重要的，是讓學生在不同的情境，例如在解釋探究程序或在描述現象時，懂得運用適當的科學語言。科學教師宜與語文教師緊密合作，幫助學生成為善於溝通的科學學習者。

4.3.2 促進學生對科學的整全理解

4.3.2.1 鼓勵學生主動學習

學生的已有知識和學習動機，與其會否積極投入學習有莫大關連。教師應為學生安排富挑戰性的學習活動，同時提供合適的「鷹架」，例如引導性問題、適量的指引等，輔助學生在已有的基礎上拓展新知識和提升技能。例如，建基於學生在中三時對光的傳遞和反射的認識，教師可在單元 C7 中，安排學生進一步探究微波的傳遞及其與物質的相互作用。

4.3.2.2 幫助學生建構概念

- 不少科學概念都頗為抽象，令部分學生難以掌握。教師可利用模擬或模型等資訊科技把一些抽象的科學構想形象化，和幫助學生理解某些科學概念和理論（例如利用電腦動畫來展示單元 C1 中水分子的結構，或單元 E2 中抗藥性細菌的衍生過程）。

- 學生對自然現象的固有概念會影響他們的學習。他們透過修正和調整自身的固有概念，在其已有的知識基礎上建構新知識。教師應透過活動探知學生的固有概念，並藉與科學有關的問題、疑難或現象，啟發他們重新深入思考。例如在進行單元 C7 中的軟彈簧實驗前，教師可要求學生預測一下兩個來自相反方向，且具有不同振幅的脈衝相遇時的現象，並解釋他們的預測。學生因渴望知道自己的預測及解釋是否正確，做實驗時將會加倍投入。當學生從探究過程中發現自己的預測和解釋有誤時，便會修正其固有概念並建構新的概念。

- 學習是在學習者與他人互動的過程中啟動和內化的。教師應提供機會讓學生與他人共同學習和建構概念。例如在單元 C6 中，教師可安排學生就他們所關心的環境議題進行辯論或角色扮演。活動中，學生需自行制訂計畫，運用不同的資源，根據所學的科學知識來評鑑資料，運用探究技能來解決難題，以及互相求教。透過探討他們關心的議題及與同學互相交流，學生可建立對該議題的見解，並發展出新的思維。這些活動促使學生反思和重組個人思考程序的深層結構，對學習大有幫助。

- 學生若對各種主要科學解釋有概括的認識，將有助他們理解這自然世界。因此，教師在安排學習活動時，可幫助學生利用統一概念把所學的科學知識聯繫起來，融匯貫通。透過這些統一概念，學生的視野不再局限於眼前的事物，而能從更高的層次，看出事物的主要共通之處。舉例說，為了讓學生領會人體（單元 C2）和地球（單元 C6）同樣是由不同部分構建而成的組織系統，教師可環繞系統分析法來設計學與教活動。有關活動應讓學生識別這些系統的各個組成部分及其範圍，並了解各組成部分如何聯繫和互動，以形成系統的特性和維持系統的正常運作。學生在面對一些如健康和環境等較複雜的議題時，若能理解到系統中各組成部分的相互影響，有助從宏觀角度全面考慮，並作出明智的決定。

4.3.2.3 促進學生透過科學探究學習

- 科學家透過進行科學探究來建立、修改或摒棄對某個現象的解釋。讓學生認識科學家從探究中獲得的資料和概念固然重要，但更重要的是讓他們親身參與科學探究。為此，教師應多讓學生從實習中掌握各種科學過程技能，包括觀察、分類、量度、儀器操作、推論、預測、提出假說、闡釋和分析數據。隨著學生的科學過程技能日漸成熟，他們便能自行進行科學探究。

- 科學家是學生在科學探究路上的模範。讓學生重複前人的實驗，有助他們體驗科學家如何有系統地為探究的問題尋找答案。例如在單元 C5 中，教師可以奧斯特偶然發現電流通過電線時會使指南針輕擺的故事，引起學生對科學的好奇。在讓學生重複奧斯特的實驗時，可引導他們像科學家一樣進行研究，從實驗獲取證據——進行觀察、批判性地分析證據，再經嚴謹推論提出科學解釋。至於那些未能在學校實驗室重複的重大科學發現，教師可以讓學生從閱讀相關的故事中學習。舉例說，閱讀有關原子模型的發展史及其如何扭轉了週期表的發展方向的故事（單元 C4），能讓學生明白週期表乃不同時代的科學家進行系統探究的共同成果。

- 讓學生進行科學探究或回顧科學發展的歷史片段，有助他們確切的領會科學的本質——包括科學、科學知識及其發展過程中的價值觀和假設。

4.3.2.4 提倡科學態度、科學思維和科學實踐

科學教育的目的是讓學生融入科學社群的文化，這包括認同科學社群的信念和價值觀、了解並掌握科學實踐和討論的模式等，以便他們積極參與討論和辯論生活中涉及科學、科技與社會的重要議題。除了為學生提供科學知識以便他們理解期刊、雜誌和互聯網上與科學有關的資訊外，教師也需安排適當的學習活動，培養學生的明辨思維和邏輯思考能力，對各種「證據」和與科學有關的聲明，明辨慎思。

- 科學教育的其中一項重點，是讓學生認識科學家在建構和驗證科學知識時所運用的理性思維。以說故事的形式與學生重溫科學家進行科學實驗的事跡（例如單元 C4、C5、C7 和 C8），說明科學家如何運用歸納法和演繹法來建立新知識，有助學生明白科學知識並非永

恆不變。在培養他們對新事物持開放態度的同時，亦懂得審慎批判當中的證據。

- 學生在進行科學實驗時應多運用邏輯思考。教師應提供機會讓學生分析自己或其他科學家的研究結果，並從中作出推論。教師向學生解釋孟德爾的遺傳定律（單元 C8）固然有助他們了解遺傳和變異，但若讓學生分析孟德爾的數據，作出推論並歸納為定律，則更能培養他們的科學思維。此外，學生也能從孟德爾在人類尚未知道基因存在以前，就能提出遺傳定律的創意思維中得到啟發。

- 科學講求證據，凡事以證據為依歸。我們應多讓學生以小組形式，檢視科學家提出的申述和理論背後的證據。例如學生在單元 C4 中認識到，不同元素的發現雖則推翻了泰利士指水為構成萬物的唯一元素的見解。然而，很多科學家都認為水是一種非常重要的物質，並視之為生命之源。教師可著學生進行資料搜集，並運用在單元 C1 所學到有關水的知識，檢視支持或駁斥「生命源於水」一說的證據，以及評鑑雙方的論據。類似的活動有助提升學生的科學素養，培養他們在面對一些科學與科技的議題時，先分析後決定的習慣。

4.3.3 促進學會學習

4.3.3.1 促進自主學習

學生懂得掌控自己的學習，是學會學習的關鍵。教師應為學生提供適當的扶持（例如指導、提供實驗步驟），以培養他們就科學現象提問、思考和批判分析的能力。這些扶持應隨著學生的知識與技能日漸鞏固而減少，好讓學生逐步成為學習的主人。例如在單元 C2，學生需要建構概念圖來說明身體調節體溫和調節血糖的機制。在學生初學建構概念圖時，教師應給予較多的支援，學生練習多了，教師便可減少支援。又例如，在學生掌握了神經協調和心理健康的知識後（單元 C2），教師可鼓勵他們對感興趣的精神病的科學原理進行探究。不論是以個人或以小組形式進行探究，學生都需要自行篩選參考資料、選定最適當的探究方法、評鑑所得的證據和結論，以及學習如何清晰和準確地表達意見。

4.3.3.2 培養學生成為積極參與社會的公民

學習科學不應局限於學習課本的內容。作為社會的一分子，學生所接觸的科學課題應與他們的日常生活息息相關。教師應鼓勵學生從廣泛的資訊來源擷取資料、進行定量或定性的探究、以適當方法匯報所得的資料或結論，並嘗試在不同場合、針對不同對象，配合不同目的，闡述自己的結論或見解。教師應為學生提供以下的學習經驗：

從廣泛的材料中擷取資訊，如：	運用科學語言來：	以多元化的方式展示資訊，如：
• 觀察 • 實驗 • 課本 • 產品說明書／廣告 • 雜誌／報刊 • 錄像／電影 • 互聯網	• 報告結果 • 提出假說 • 設計實驗 • 辯明立場 • 詮釋理論 • 作出結論 • 預測實驗結果	• 實驗／野外考察筆記 • 實驗報告 • 學習日誌 • 口頭報告 • 圖表／關係線圖 • 模型 • 照片

圖 4.2　培養學生成為積極參與社會的公民的策略

教師可在課室或實驗室的適當處設置一個「科學資源角」，為學生提供深淺適中的科學讀物，或展示有趣的科學文章，以鼓勵學生關注並探索科學的新發展，這更有助學生養成閱讀的習慣。隨著學生閱讀、理解、分析，以及交流科學概念和想法的技巧越趨成熟，他們將越能透過閱讀掌握前沿科學的脈搏。

總而言之，為幫助學生達到本課程的各學習目標，教師應靈活採用多元化的學與教活動。圖 4.3 列舉一些在科學課堂中常用的學與教活動，各活動涉及教師與學生不同程度的參與，以配合不同學習風格的學生。而好些活動更能讓學生同時達到多個學習目標。

教師為中心 ←→ 學生為中心				
直接傳授	互動教學	進行探究	共同建構	個人研習
• 解釋 • 示範 • 播放錄像	• 教師提問 • 全班討論 • 小組討論 • 參觀	• 實驗活動 • 科學探究 • 解難活動 • 模擬與模型	• 角色扮演 • 辯論 • 專題研習 • 論壇	• 閱讀 • 資料搜集 • 撰寫學習日誌 • 製作概念圖

圖 4.3　科學課堂中常用的學與教活動

4.4 優質互動

優質互動是學與教過程中，有助促進教學效能的師生交流，當中包括教師與學生，以及學生與學生間的互動。悉心策畫的課堂有助逐步提高這種互動的質素。

4.4.1 優質課堂

除了靈活的學與教策略外，學生與教師和同學間優質的課堂互動，也是促進學生學習的重要元素。教師可參考下列建議，營造一個讓學生積極參與的課堂文化，並建立學習社群：

- 按學習活動（例如實驗、全班討論、分組活動、個人研習）的需要安排相應的場地設施和佈置；
- 明確說明課堂的學習目標（例如把學習目標清楚寫在黑板上），解釋各學習目標的意義，以及該課堂在整個學習單元中的位置；
- 透過師生討論訂立達到學習目標的明確指標（例如：「你認為一個完整的實驗報告應包含甚麼內容？」）；
- 以富挑戰性的學習活動激發學生的學習動機，促進學生共同建構概念；
- 提供機會讓學生發表和交流意見（例如讓學生分組設計實驗，並把設計張貼在黑板上，互相評鑑）；
- 給全班學生、小組和個別學生提供適時而具體的回饋；
- 安排時間在課堂結束前與學生鞏固所學，檢視有否達到該課堂的學習目標，並計畫下一堂的研習方向。

4.4.2 優質的課堂互動

維持一個開放和接納的學習環境，讓學生能自由地表達意見，對促進有效的學與教尤其重要。簡單而言，優質的課堂互動有以下特點：

教師	學生
• 示範使用正確的科學語言、法則和句法來提問、闡釋和作出回饋，並明確說明當中語言的特性（例如何時用「證明」；何時用「支持」） • 藉提問 　- 了解學生的理解程度 　- 刺激學生的獨立思考 　- 引導學生表達意見 • 提問後，給予學生適當的時間思考問題 • 以具體的回饋 　- 找出和澄清學生存有的誤解 　- 引導學生釐清自己的想法，培養他們掌控自己的學習 　- 識別出學生的強項和不足，而非僅示範「正確方法」 　- 讓學生知道下一步應做甚麼和怎樣做 • 給予的提示非為引導學生說出「正確答案」，而是引導學生反思自己的思考程序和方法 • 以持續而集中的師生對話，代替短暫和零散的提問與回應	• 以明辨慎思的態度回應教師的提問，共同營造有深度的師生對話 • 以不同的方法（例如模型、繪圖和曲線圖），配合準確的科學語言與人交流意見 • 積極提問並參與提出解釋 • 在學習活動中，運用科學語言來參與辯論、推理和判斷證據 • 細心聆聽同學的意見，並作出具體的回饋

圖 4.4 優質的課堂互動的特點

學生可透過參與各式各樣的課堂活動，培養不同的溝通和實驗技能，並在日常生活中加以應用，參與討論社會議題。

4.5 照顧學生的多樣性

每個學生的背景、資質和已有知識都不盡相同，對教師而言，這是一個重大的挑戰。然而，不論他們之間有多大的差別，學校應讓所有學生都能盡展所長。

4.5.1 照顧學生多樣性的策略

4.5.1.1 照顧不同能力的學生

教師可策略性地藉師生對話探知學生已有的知識，並多提供機會，讓學生透過不同的協作活動一起學習。過程中，學生可擔當不同角色，貢獻所長並互相學習，共同建構新知識。

此外，教師也可以按班中學生的能力來分組，然後給予每組適當的挑戰和支援。教師可：

- 按學生在學習過程中的表現來分組和重組；
- 鼓勵學生建立全班合作的精神，避免小組間的比較；
- 因應各小組的需要調適教學方法和進度。

教師應靈活施教，以照顧不同能力學生的需要，例如：

- 調適對科學技能的要求
  以單元 C2 中「研究溫度對酶的活性的影響」這活動為例，教師既可為學生提供詳細的實驗步驟，讓學生用一種活性溫度範圍較小的酶來進行探究；亦可要求學生自行設計實驗，並比較溫度對幾種不同的酶的活性的影響。

- 調適對語言能力的要求
  在單元 C4 一個搜尋和報告有關原子模型發展史的活動中，教師可同時接受學生提交附有插圖的短文或附有註釋的流程圖。

- 調適對數學的要求
  單元 C3 涉及很多量度單位，以 m/s 來表示速度會較 m s^{-1} 容易理解；以 0.002 替代 2×10^{-3} 也較容易讓學生掌握。此外，在單元 C3

中使用試算表等電腦軟件來計算速度和加速度等，亦能減輕學生處理數字的工作。

- 使用不同的方法記錄和分析實驗數據
  在分析短跑時，學生可使用運動錄像分析軟件來繪製不同的曲線圖，並進行分析，亦可以紙和筆繪製圖表。

- 不同的學習進度
  能力稍遜的學生或許需要更多時間和額外支援，才能完成某一學習活動，教師宜容許學生在不同時間內完成同系列的活動。

4.5.1.2 照顧不同學習風格的學生

除能力以外，學生不同的學習風格對他們的學習也具相當的影響。就接收和處理資訊的模式而言，學生可大致分為視覺學習者、聽覺學習者和動覺學習者。教師應以多元化的教學方法照顧不同學生的學習風格。例如在單元 C3 中，研究短跑的運動時，教師可讓動覺學習者擔任短跑運動員，而讓視覺學習者觀看短跑的過程或其錄像片段，以分析運動員的速度變化。此外，教師又可讓學生以不同方式匯報他們的研習結果。例如在單元 E2 中，學生搜集了 20 世紀中，全球曾發生的幾次大規模流行性感冒的資料後，可選擇以撰寫報告、繪畫漫畫、製作錄音帶或角色扮演等方式作匯報。

適當地引入資訊科技亦能有效照顧學生不同的學習風格。一些在課堂上較被動的學生或會積極地在網上討論區發表意見。資訊科技提供的多媒體介面有利於視覺學習者和聽覺學習者的學習，而具互動性的資訊科技學習資源不僅能提升學生的學習動機，也能提供即時回饋，幫助學生自我評估。此外，以資訊科技輔助學習，更能讓學生突破課堂時間表和課室的限制，以自己喜歡的方式，在方便的時間學習，培養自主學習。

4.5.2 照顧有特殊教育需要的學生

在「全校參與」模式的融合教育政策下，有特殊教育需要的學生會融入主流學校接受教育。教師可參考以下的策略來設計綜合科學科的課堂活動，營造融合的學習環境：

- 透過課程調適，把學習目標和內容作適當的微調，讓學生能從合適自己的起始點學習；

- 善用個別學生的長處，以建立他們對學習的信心，並維持學習動機，例如在當其他學生在操作儀器進行實驗時，讓身體有缺陷的學生負責觀察和記錄結果；
- 調適學習材料以幫助學生克服學習障礙，例如為有閱讀障礙或視力障礙的學生放大列印、使用簡單而一致的語言和清晰簡潔的圖解；
- 容許學生按自己的能力，以不同形式提交課業（例如使用電腦、書面形式、錄像和錄音帶）；
- 善用人力和技術支援協助課堂運作；
- 安排小組活動，讓學生有機會向組員展示所長；
- 把活動分成多項具明確學習目標和評核標準的小課業，讓學生分階段學習，並在有需要時提供適當的協助；
- 因應學生所達的水平分配不同要求的活動；
- 確保課堂進度有顧及不同學生的工作進度。

其實，根據有關專業人士、教師、家長和學生的意見，為個別學生設計的學習計畫是照顧其學習需要的最佳策略。透過訂立明確的學習目標和學習策略，並定期檢討計畫的成效，我們可讓有特殊教育需要的學生更有效地學習並盡顯潛能。

4.5.3 照顧資優學生的需要

在科學具天份的學生也可藉學校的特別安排發揮所長。其中一個方法是加快學習進度，包括讓這些學生跳級、在個別學科跳級，或讓他們在與同齡同學一起學習的同時兼修某些高級課程。另一個方法是課程增潤，即給予學生更複雜和更能刺激思考的額外課業。此外，也可安排他們進行更具挑戰性的科學探究，讓他們自行設定問題、搜集資料和評鑑探究程序。透過深入研究自己感興趣的科學題材，這些在科學具天份的學生可逐步學會掌控自己的學習。

教師在教導資優學生時需具備豐富的想像力和耐性，並需靈活變通，不應只要求學生學習大量資料，而應鼓勵他們多作抽象思考、發揮創意、閱讀高層次的原著，以及培養自主學習。

（空白頁）

第五章 評估

本章旨在討論評估在綜合科學科的學與教過程中所扮演的角色、評估的主導原則，以及進展性評估和總結性評估的重要性。此外，本章亦會詳細說明課程的校內評估與公開評核部分，並闡述如何制定和維持等級水平，以及如何根據等級水平匯報考生的成績。有關評估的一般指引可參閱《高中課程指引》（2009）。

5.1 評估的角色

評估是課堂教學中不可或缺的部分，主要目的是蒐集學生學習表現的顯證，所得的資料，對不同的使用者有不同的參考作用。

首先，評估能為學生、教師、學校和家長，就教學成效和學生在學習方面的強項和弱點，提供回饋。其次，學校、政府、大專院校及僱主也可藉有關資料了解學生的教育水平，作甄別和選拔之用。

評估最重要的功用是促進學生的學習和監察學生的學習進度。不過，高中階段的公開評核則以學歷證明和遴選的公用角色較為顯著，由於有關評核結果常被用於影響個人前途的關鍵抉擇上，故無可避免地成為一項高風險的評估。

香港中學文憑是學生完成中學階段的通用資歷，以便他們繼續升學、就業和接受培訓。該文憑匯集學生在四個核心科目和各個選修科目（包括學術科目例如綜合科學，以及應用學習課程）的表現，輔以「學生學習概覽」內的其他資料，可更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

就目的而言，評估可分為「促進學習的評估」（Assessment for learning）和「對學習的評估」（Assessment of learning）。

「促進學習的評估」是要為學與教蒐集回饋。這些回饋有助教師檢討教學，相應地調整教學策略，藉以提高學習成效。由於直接關係到學與教的改進和發展，這種評估也稱作「進展性評估」。進展性評估是日常教學的一部分，一般來說，這種評估多應用於較小的學習點。

「對學習的評估」是要評定學生的學習進展。這種評估總結了學生在一個學習時段結束時所達到的水平，故又稱作「總結性評估」。總結性評估通常是在一段較長的學習時間後進行（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，進展性評估和總結性評估之間的分別並不明顯，因為在某些情況下，同一項評估可以同時達到進展性和總結性的目的。教師如欲進一步了解進展性和總結性評估，可參閱《高中課程指引》（課程發展議會，2009）。

進展性評估與持續性評估有所不同。前者透過正式和非正式的途徑評估學生的表現，並根據所得的回饋改善學與教；後者則只是持續評估學生的學業表現，可能不涉及回饋以改善學與教。舉例說，只累積每星期的課堂測驗成績而沒有就成績給予學生具建設性的回饋，既不是有效的進展性評估，亦非有意義的總結性評估。

過往，學校容易側重於對學習的評估，而忽略了促進學習的評估。其實，不少教育理論和研究顯證指出，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》（2001）建議學校加強進展性評估，讓促進學習的評估成為課堂教學中不可或缺的組成部分。

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，能讓學生在風險較低的環境中，以進展性評估的模式，藉校本評核的作業進行練習和獲得有關的經驗。其後，作為總結性評估，學生須完成類似的作業，並由教師評定分數，成為公開評核的一部分。

本課程的評估分校內評估（Internal Assessment）及公開評核（Public Assessment）兩部分。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。相對而言，校內評估應較著重進展性評估，而公開評核較側重總結性評估。雖然如此，兩者並不屬簡單的二分法關係。將校本評核包括在公開評核內，提高了進展性評估或促進學習的評估在香港中學文憑中的重要性。

5.3 評估目標

本課程的評估目標與之前章節所述的課程架構和學習成果互相配合，主要為衡量學生以下的能力：

(a) 憶述及了解科學事實、概念、原理及課程架構內各課題的相互關係；
(b) 應用科學知識、概念及原理，解釋現象和觀察結果，以及解答問題；
(c) 提出假說，設計並進行實驗以驗證假說；
(d) 展示有關科學研習的實驗技巧；
(e) 以不同形式（例如表格、坐標圖、圖表、繪圖、圖解）表達資料，並將資料由一種形式轉為另一種；
(f) 分析及詮釋資料（包括數據及非數據資料，例如一篇文章、繪圖、照片、圖表及坐標圖等），揣摩其含意，作出邏輯推論，並得出結論；
(g) 提出理據、辯明主張、評價證據及找出誤差；
(h) 選取及綜合觀念和資料，將之清楚、準確和邏輯地表達出來；
(i) 理解科學在日常生活的應用及對現今世界的貢獻；
(j) 關注科學在倫理、道德、社會、經濟及科技上的影響，並以批判性的角度評價與科學有關的事件；及
(k) 基於科學知識及原理，作出建議、選擇及判斷。

5.4 校內評估

本節闡述在綜合科學科設計校內評估的各項主導原則，並建議一些可在校內進行的評估活動；其中部分原則亦適用於公開評核。

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，並能協助教師調整教學策略，提高學與教效能。

(a) 配合學習重點

教師應採用多種評估活動，以評估學生在各學習目標所達的水平，包括對科學原理及概念的認知、科學的技能及過程、正面的價值觀及態度等，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標和評估準則，以及預期所達的水平。

(b) 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；確保能力較高的學生可以盡展潛能，而能力稍遜的學生亦可獲得鼓勵，促進他們追求卓越和養成持續學習的興趣。

(c) 跟進學習進程

學習是持續改變的歷程，評估也不應是一次性的運作。教師應充分利用進展性評估，跟進學生的學習進程，如利用學習歷程檔案，讓學生自行訂定各階段的學習目標，按照個人的學習步伐，循序漸進地達到本課程的學習成果。

(d) 給予適時及鼓勵性的回饋

教師應利用評估所得的資料，適時給予具體及鼓勵性的回饋，包括課堂上的口頭建議和批改習作時建設性的書面評語。良好的回饋可讓學生了解自己的強項和弱點，更有助學生保持學習的動力。

(d) 配合學校情況

教師將學習內容和學習過程與學生熟悉的情境相聯繫，可以令學習更有意義。教師設計評估活動時，宜配合學校的情況，如地理環境、社區關係和學校使命等。

(f) 配合學生的學習進度

教師設計校內評估的課業時，應考慮學生的學習進度，並與之配合。這有助清除學生學習上的障礙，避免其日積月累地影響學習。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。

(g) 鼓勵同儕評估和自我評估

教師除了給予學生回饋外，更應提供機會，讓學生進行同儕評估和自我評估。前者能鼓勵學生互相學習；後者能促進學生的自我反思，這對學生的終生學習非常重要。

(h) 善用評估資料提供回饋

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

校內評估並非外加的活動，而是學與教的一部分，應融合於學習活動之中。功課、實驗、科學探究、口頭提問和專題研習等一系列評估活動，都適用於幫助學生達到本課程的各項學習成果。

功課

功課是一種廣泛使用的有效評估工具，能持續地反映學生的努力、成就、強項和弱點。不同類型的功課，包括練習、書寫文章、海報或單張設計，以及模型製作等，可讓學生展示他們的理解和創意。功課的設計應與課程的學習目標、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，並以適當的方法把資料綜合和展示，例如角色扮演、書寫文章、海報設計、投影片簡報等。進行評估時，教師應集中注意學生組織和處理資料和運用語文的能力、選材的廣度和深度，以及解釋概念的清晰程度等。功課的評分或評級固然是顯示學生進度紀錄的一部分，教師就學生功課所給的意見和改善建議，更能為學生提供具體實在的回饋。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。

實驗和科學探究

實驗和科學探究是本科常用的學與教活動，能讓學生就各種現象進行探索，並在過程中展示其興趣、創意和毅力。在科學探究中，教師可先提出一個問題，讓學生擬定解決方案，建議合適的實驗步驟，然後經討論來集思廣益，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。批改學生的實驗報告，讓教師進一步了解學生對實驗所涉及的科學概念和原理的理解，以及學生處理和詮釋探究所得數據的能力。

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。教師應採用不同類型的問題以刺激學生思考，例如要求學生提供事實、設定問題、尋找理據，以及回答一些促進高階思維的開放式問題。

專題研習

專題研習是基於某一課題而作的延續性學習活動。透過專題研習，學生有機會深入探討自己感興趣的課題。教師可參考課程內各單元所建議的學與教活動，設訂合適的研習專題，並設計適當的評估準則，以評估學生在研習過程中所建構的意念，以及所發展的各項技能。

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：

(a) 配合課程

香港中學文憑考試所評估和考核的內容配合新高中課程的宗旨、學習目標及學習成果。為了提高公開評核的效度，評核將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。

綜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。

(b) 公平、客觀及可靠

評核方式必須公平，不能對任何學生偏私。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，成績應該非常相近。

(c) 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。

綜合科學科課程的設計建基於學生在中一至中三所學的科學知識。內容選材方面，已在科學概念的廣度和深度之間、理論和應用之間取得平衡。公開考試的題目，會測試考生的科學基礎和某些特定的科學知識，也會評核考生的高階思維能力；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，評估學生的知

識、技能和態度。

(d) 水平參照

香港中學文憑考試採用「水平參照」模式匯報考生表現，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。綜合科學科備有各級水平的描述，具體說明獲取不同水平考生的表現。

(e) 資料豐富

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

5.5.2 評核設計

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

部分		比重	時間
公開考試	卷一　考核必修部分的試題	45%	2 小時
	卷二 甲部　考核必修部分的多項選擇題 乙部　考核選修部分的試題	 15% 20%	1 小時 30 分鐘
校本評核		20%	

5.5.3 公開考試

公開考試旨在評核考生在不同科學範圍的知識和理解程度，及其在熟悉和陌生情境中的應用。

香港中學文憑的公開考試會採用不同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、結構題、資料回應題和書寫短文等。學校可參閱每年考試試卷，以了解考試的形式和試題的深淺程度。

5.5.4 校本評核

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。對綜合科學科來說，校本評核的主要理念是提高評核的效度，包括將評核範圍擴展至學生的實驗技能和其他共通能力。

然而，在綜合科學科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，因為考試成績間或未能可靠地反映學生的真正能力。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，可以提高評核的信度。

加入校本評核的另一個原因是要為學生、教師和學校員工帶來良好的影響或「倒流效應」。在綜合科學科，校本評核要求學生參與有意義的活動，這有助激發他們的學習動機。而對教師來說，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，加強其重要性。

綜合科學科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，上述校本評核的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的能力差異，並避免不必要地增加教師和學生的工作量。香港考試及評核局稍後會向教師提供校本評核的要求和實施的詳細資料，以及評核課業的樣本。

5.5.5 成績水平與匯報

香港中學文憑會採用水平參照模式匯報評核結果，意思就是按照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，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：

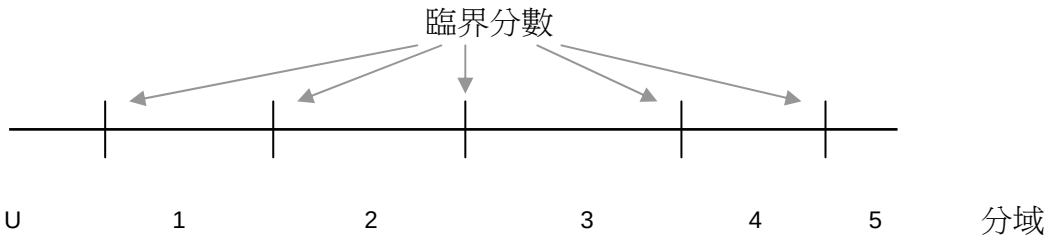


圖 5.1　按科目分域上的臨界分數訂定表現等級

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，以說明達至該等級的典型學生的能力。製訂這些描述的原則，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不同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到的水平。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，已參考香港高級程度會考 A 至 D 級的水平。此舉的目的在於確保香港中學文憑跟以往的評核模式有一定程度的延續性，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。

授予考生的整體等級由公開考試和校本評核的成績組成。綜合科學科的校本評核成績會經調整，以調控不同學校間，在校本評核的評分準則上的差異，但會維持學校對學生的評級排序。

為了提高公開評核的甄區別能力，發揮更好的遴選作用，在考獲第 5 級的考生中，表現最優異的，其成績將以「**」標示，稍次於最優異的，則以「*」標示。香港中學文憑的證書會記錄考生考獲的等級。

（空白頁）

第六章 學與教資源

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

6.1 學與教資源的目的和功能

為學生提供課堂以外的學習經驗，協助學生運用抽象思維建立科學概念的教學資源，可以有效培養學生獨立學習的能力。在互聯網上的資源，不單能提供互動學習的機會，同時可以讓學生趕上前沿科學與科技的發展，擴闊他們的視野。所以，教師可在課堂上增加使用不同類型的資源，而學生亦可在教師指導下利用這些資源獨立學習。若運用得宜，這些學與教資源將有助學生建構知識，建立個人的學習策略、共通能力、價值觀和態度，並為終生學習奠下穩固的基礎。

6.2 主導原則

教師應以能有效達到課堂的學習目標為依歸，策畫學與教活動、選取並靈活運用教學材料，幫助學生學習。

教師可按實際的教學需要，配合學生的能力，選擇學與教資源。優質的理科教學資源應能：

- 帶出學習的目的和提供學習的方向；
- 配合一般學生在有關課題的已有知識；
- 展示各種不同的現象，並幫助學生將這些現象與科學概念聯繫起來；
- 引導學生闡釋科學概念和作出邏輯推理；
- 提供運用科學概念的機會；
- 提供課業及有關的評估準則，以便學生檢討自己的進度；
- 鼓勵學生主動探索身邊的科學。

6.3 資源的類別

6.3.1 課本

在學生掌握重要概念和鞏固學習經驗的過程中，課本擔當重要的角色。一本合適的課本可以支援學生學習，幫助他們自行建構模型和理論，以促進理解。

(a) 甄選課本

學校應選擇一些能引發學習動機的課本。在選擇課本時，校方應考慮以下各點：

- 課本的組織、編排和涵蓋範圍能否配合課程，幫助學生建構知識，培養技能、價值觀和態度；
- 教學內容是否適切；
- 語文運用是否恰當；
- 學習活動的設計是否得宜；
- 例子與圖解的運用是否恰當和能否幫助學生學習；
- 有否為實驗活動提供適切的安全指引。

為確保課本的質素，優質課本專責委員會編寫了《優質課本基本原則》，為課本的編寫、評審和甄選提供參考準則。教師在甄選以學生為本的優質課本時，可到 http://www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/resource-support/textbook-info 參閱載於「教科書資訊」中的原則。

(b) 靈活運用課本

教師應按學生的需要、能力和興趣，配合自己的專業判斷，靈活運用課本輔助教學。教師可因應教學目的，選取及/或改動課本部分內容，並重新編排教學次序，無須勉強依課本的編排完成各章節的教學。教師在運用課本輔助教學時，可考慮：

- 根據課程的學習目標，清楚釐訂每一學習單元的重點；
- 檢視校本科學課程內容，確保均衡地涵蓋各學習目標和目的；
- 刪去課本中某些部分——讓能力較高的學生可略過較淺易的內容；而能力稍遜的學生亦無須學習課本中艱深的部分；
- 改編課本的內容或建議的活動，以增加挑戰性，激發學生的明辨性思考和創造力。

6.3.2 參考資料

教師應鼓勵學生廣泛閱讀，以深入理解所學，擴闊視野。坊間有不少以學生為對象的科學參考書和故事書，種類繁多且富趣味性——與尖端科學有關的書籍，可滿足熱衷科學的學生；科學家傳記適合人文性向較強的學生；而科學漫畫則能迎合較喜歡卡通和圖像的學生。為培養學生對科學的興趣和閱讀科學作品的習慣，建立文本豐富的學習環境相當重要，其中應包括大量與課程相關、配合學生不同興趣、認知水平和語文水平的材料。這不單有助培養學生的閱讀習慣，更能維持他們對科學及其發展的終身興趣。

學生經常接觸的媒體資源，例如新聞、電視節目和廣告等，可為各種與生活息息相關的科學議題提供不同的觀點，是具體和適切的學習材料。教師若能適當運用這些材料，可引發學生的學習興趣和動機、鞏固或衝擊學生已有的概念，以及把事件間的聯繫形象化。此外，這些材料亦有助培養學生的明辨性思考能力，讓學生反思和應用科學知識，在面對生活中的科學議題時，作出適當的判斷和明智的決定。教師應靈活運用這些資源來刺激學生思考，例如：

- 以這些資源作為建構概念和製作概念圖的基礎；
- 讓學生從中選取合適的資料，以配合小組研習活動；
- 利用這些資源作為探究活動的起點，讓學生按興趣進行開放性的探究，以擴闊視野；
- 就同一議題（如本港空氣污染物的主要源頭），提供來源不同、觀點合理、但立場迥異的資源，讓學生分析和判斷。

媒體每天均會報道和探討一些與科學有關的議題及其對社會的影響。在研討相關的議題時，教師可在課堂上以這些媒體報道（如報章和錄像）作為討論材料，使學生感受到科學確實與他們息息相關，令學習更有意義，學生的學習動機和興趣也會隨之而提升。使用媒體資源的好處包括：

- 為學生提供最新的資料，作研習之用；
- 引發探究的議題和問題；
- 幫助學生了解多角度的觀點；
- 提供學生切身的議題。

教師在運用報章和錄像等媒體資源時，應注意這些資源可能存有的問題。因有些資料可能失實、帶有偏見或過時，有些則會把一些科學議題描繪成

非黑即白的事實，而未能以審慎懷疑的態度作出報道。因此，教師在運用各種參考資源輔助教學前，應先仔細審閱有關資源是否符合學與教的目標。

6.3.3 資訊科技

互聯網的誕生，以及日新月異的電腦軟件的湧現，令資訊科技在科學課堂中的角色日益重要，帶來了各式各樣的學習活動，包括：以電腦模型探索抽象概念、搜尋資訊、展示和交流資訊等。此外，數據收集儀亦提供了一個準確而有效率的方法，讓學生在進行科學實驗時收集即時的數據，省卻機械式及費時的數據收集和圖表繪製工作。學生因而有更多時間專注在一些思考性的問題上，例如分析、討論和評鑑。不過，單靠使用資訊科技並不足以引發學生的學習和幫助他們發展技能，教師在運用資訊科技前，應具備清楚的理念，明確知道如何把資訊科技與其他課堂活動結合，以達到預期的教學成效。以下列舉的是一些以資訊科技促進科學學習的教學方法，僅供教師參考：

(a) 運用資訊科技支援建構概念

運用資訊科技可提升學生在科學課堂的學習動機和學習科學概念的興趣。互動多媒體能把不同的表述方式與學習方法聯繫起來，加深學生對科學的理解。那些要求學生作記錄、搜尋關鍵字、回答問題、提供解釋或解決疑難的互動多媒體教學教材更能提升學生的參與。這些活動既可以用工作紙的形式進行；也可以使用由軟件或教材提供的「電子習作簿」，在網上進行。多媒體教學教材不僅特別適合聽覺學習者和視覺學習者使用，還能提供個人化的學習路徑，讓學生按照自己的進度學習。

(b) 運用資訊科技支援探究研習

坊間有些資訊科技產品能支援學生進行科學探究。無論是學生動手進行實驗還是純粹進行虛擬探究，總可以找到適合的產品令探究事半功倍。

(1) 數據收集儀

隨着數據收集儀的界面越來越容易使用，有關的分析工具亦越趨精密，為學生開拓了更廣闊的探究空間。以數據收集儀輔助記錄和分析數據，適用於一些需要學生詮釋和解釋數據的學習活動，因為它們可以：

- 即時顯示所收集的數據；
- 以多種形式展示數據，特別有助教授繪圖技巧；

- 減輕收集數據的工作量，讓學生可以投放更多時間來詮釋科學現象，參與各種有助發展高階思維的活動；
- 有系統地幫助學生逐步掌握收集和分析數據的技能。

(2) 模擬和模型

有關日常現象的模擬可幫助學生把抽象概念具體化。事實上，模擬也可用來協助學生進行科學探究。例如在單元 C3 中，以電腦模擬物體在不同摩擦力的情況下的運動，讓學生能預測、驗證和思考力與運動間的關係。過程中，學生可重複進行實驗，獲得大量數據而無需憂慮數據的質素。為達到運用模擬進行學習的最大效益，教師應注意以下可能出現的問題：

- 學生未必意識到應就所得的數據和結果加以分析和思考；
- 學生未能掌握進行模擬的目的，以致不知應該觀察甚麼；
- 他們不擅於驗證自己的假說和釐清一些已有的錯誤想法；
- 他們容易錯誤詮釋結果，以確定自己的想法。

雖然建立模型的目的與模擬不同，但在某些情況下，其分別並不明顯。建立模型旨在讓學生了解在某些現象中，不同變數間的關係；而模擬則能讓學生藉操控變數，預測和觀察某些以程式編寫（模擬自然現象）的系統可能出現的變化。學生可透過模型來建構概念，亦可把意念發展為模型，並以此為基礎，作出推論。那些能讓學生透過虛擬實驗來驗證自己建議的模型的軟件，在這方面可以有效幫助學習。此外，建模及模擬軟件亦有助學生明白模型如何幫助科學家把抽象意念具體化、簡化和釐清複雜的現象、預測趨勢，以及解釋一些機制和過程。教師應了解建模在本課程中的重要性，且是本課程要求學生必須掌握的推論工具之一。

建模軟件常用於促進概念變更。學生在掌握如何使用模型來分析、預測和解釋現象之外，也應懂得透過修改或擴展個別或一系列的模型，以及其中的規則，來解釋一些嶄新且愈趨複雜的現象。在進行這些活動時，教師應從旁觀察學生的需要，為他們解答問題、提供幫助、提供合適的「鷹架」、監察進度，以及深入了解特別的難題。

(c) 使用資訊科技來共同建構

互聯網上大量垂手可得的資訊，為我們提供了共同建構知識的平台。即使在課後，學生也可透過互聯網即時交換意見，建立網上學習社群。當中更有不少能讓學生主動學習的機會，例如：

- 與其他學校的學生合作，交流數據、報告或意見；
- 研究和處理包括從商業機構或環保活動取得的真實數據；
- 獲取即時的消息或數據，如空氣質素健康指數或在世界各地發生的災難等；
- 取得學校未能提供的學習材料或期刊；
- 與科學家交談及提問；
- 發表工作報告。

雖然互聯網可以增加獲取資訊的機會，但若在課堂上進行資訊搜尋，將浪費不少課堂學習時間。與其要求學生空泛的在互聯網上自由搜尋，教師宜事前給予學生一些提示，如搜尋的關鍵字或專注的範圍等。此外，教師也可在上課前預覽和儲存一些有用的網頁，還可把有關的網頁連結到學校的內聯網中備用。

此外，坊間也有一些電腦軟件，如 Knowledge Forum，能把學生匯聚成一個建構知識的社群。這種軟件可讓學生分享資訊、共同探究，並以網絡形式把不同學生的意念共同建構成新知識。

6.3.4 社區資源

不同的政府部門、非政府機構和教育團體等都能提供機會，促進學生的全方位學習，以及為學生提供豐富的科學學習經歷、最新資料和專業服務。

附錄三表列了一些支援科學教育的社會資源，供教師參考。但該表並未盡錄所有資源，教師應繼續發掘更多的社會資源，並妥善運用，使科學的學與教更有趣、更適切和更有意義。

除此之外，學校亦可邀請從事不同行業的家長和校友到學校演講，讓學生從中認識有關不同行業或專業的實況。家長和校友還可跟學生討論一些與科學有關的社會和道德議題，並分享他們終身學習的歷程，勉勵學生努力學習。

6.4 資源管理

分享文化是知識管理成功的關鍵。學校應作出相應的安排，以提供機會：

- 讓教師與學生在學校利用內聯網或其他途徑分享學與教資源；

- 讓教師成立專業發展小組促進經驗交流。

綜合科學科是一個全新設計的課程，提倡以跨學科模式學習科學。課程內容來自生物、化學和物理等傳統學術範疇。教師可參考此三個科目發展的學與教資源，選取適合綜合科學科課程的材料。不過，由於本課程中個別課題的重點、深度和廣度，或與這些教學資源原屬的課程有所不同，教師應按學生已有的知識和經驗，靈活運用並加以調適。大部分教育局製作的科學教學資源，包括課程補充文件，已載於以下的網址：http://www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/science-edu/。為協助學校面對課程的轉變，教育局已在網址 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。

綜合科學科的教師應與學校的圖書館主任緊密合作，搜集各種教學資源，有系統地存放，以為學生提供多元化的閱讀和學習材料。而作為資訊處理專家的圖書館主任，亦應培養學生以正當的途徑和尊重知識產權的態度，來使用各式各樣的資訊，輔助學習。

最後，為協助學校實施三年制高中課程，教育局會繼續向學校提供額外資源，並讓學校有更大彈性，按不同的需要調撥資源。學校請不時參閱教育局最新發出的有關通告。

（空白頁）

附錄 一

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 — 綜合科學科課程

倘若學校只有一班學生修讀本課程，時間表的安排可與其他選修科目無異。不過，為配合本課程的跨學科單元模式，學校可考慮安排具不同專科背景的教師處理不同單元或不同年級的課程，讓每位教師得以專注教授其擅長的單元，有助他們分擔在準備這一全新課程時的工作量。

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，以及互相觀課等，讓教師互相學習。此外，建議學校在上課時間表內為教師預留共同備課的時間，以促進教師的專業發展。

學校若同時為兩班或以上的學生提供本課程，應安排具不同專科背景的教師負責教授不同的班別，並在制訂上課時間表時加以配合，讓教師可以換班授課，專注教授他們擅長的單元。本課程運作數年後，每位教師都將能獨當一面，教授整個課程，並有效地監察學生的學習進度。

以下列出的各種安排方案，可供學校根據本身的資源及教師的情況選擇採用：

選擇 A:	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內容。學校應為該教師作出適當的安排，使其能有充足時間備課，以及參加專業培訓課程充實學科知識。
選擇 B:	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 C:	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 D:	由兩位具不同專科背景的教師教授兩個班別。透過時間表的特別安排，兩位教師可在一年內不同時間互換班別授課。

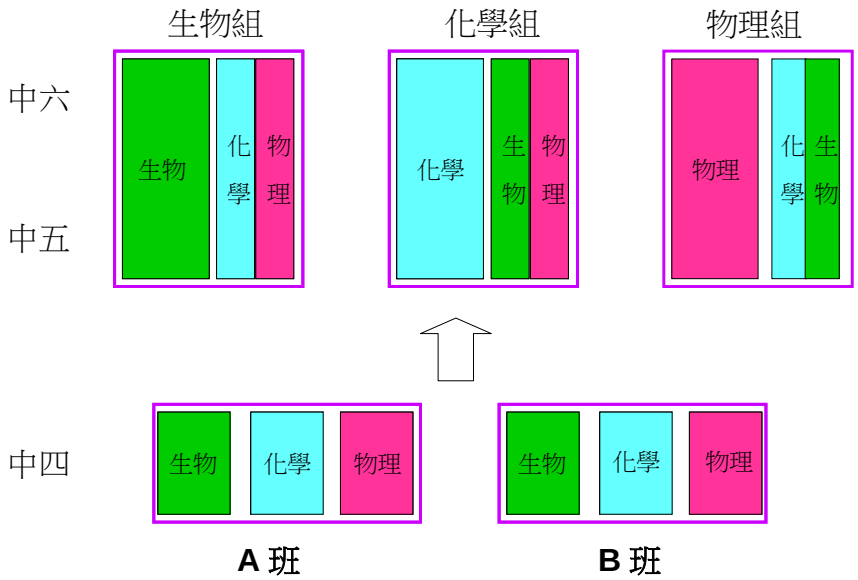
開設模式 II — 組合科學科課程以配合生物、化學或物理課程

組合科學科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，各部分的內容分別選自生物、化學及物理課程，學生應選修其專修科目（即生物、化學或物理）以外的兩個部分。為使課程能順利實施，校方需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門選修科目。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，可在中四利用兩個選修科目的課時修讀生物、化學和物理的部分課程。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。而在規畫中五級及中六級的課程時，學校可採取以下其中一種安排：

A) 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。學生在每個循環週上專修科目的四節課，及另外兩個科目各兩節。如下圖所示：



以兩班學生同時在科學教育學習領域內修讀兩個選修科目為例

為方便分班安排，學校應在時間表中為生物、化學及物理教師安排三個共用時段。即是說，在第一個時段的四節中，各科教師將照顧專修

其任教科目的一組學生。在第二及第三個時段，教師將用兩課節的時間照顧修讀另外兩個專修科目的學生。

	生物教師	化學教師	物理教師
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）

B) 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。如下圖所示：

	甲班	乙班	丙班	其他班別
核心科目	中文	中文	中文	中文
	英文	英文	英文	英文
	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）

註：X 代表其他學習領域的選修科目或應用學習課程。

上述安排可衍生出多種科目組合，甲班、乙班及丙班的學生可根據各自的興趣和志向，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。舉例說，在第一時段中，一位生物科教師負責生物組的四節生物課，而另一位生物科教師則負責化學組和物理組同學的兩節生物課。

附錄 二

綜合科學科課程與
科學科（中一至中三）課程內容上的關聯

綜合科學科		科學科（中一至中三）	
單 元		單 元	
C1	生命之泉	3.1	生物的基本單位
		5	奇妙的溶劑——水
		6.1	物態
		6.3	模擬物質三態的粒子模型
		14.1	分子
C2	體內平衡	3.1	生物的基本單位
		11.1	環境的察覺
		11.9	腦和我們的感覺
		11.10	對刺激作出反應
		11.11	藥物和溶劑對我們感覺的影響
		12.2	食物成份
		12.5	食物的消化和吸收
		12.6	已消化的食物如何被輸送到身體各部分
		12.7	我們的循環系統
C3	短跑科學	3.1	生物的基本單位
		4.2	能量轉換
		7.3	人們如何獲取能量
		9.1	力
		9.2	摩擦力
C4	化學世界中的規律	6	物質的粒子觀
		8.3	電流
		13.2	我們如何提取金屬
		15.5	紅外輻射和紫外輻射以外
C5	電的啟迪	4.4	電的產生
		8	電的使用
C6	大自然中的平衡	2.3	動植物的多樣性
		2.5	瀕臨絕種生物
		7.4	綠色植物如何獲取能量
		7.5	動物和植物與空氣間的氣體交換
		7.6	自然界中二氧化碳與氧的平衡

		13.5 14.2	棄置金屬所帶來的環境問題 棄置塑膠所帶來的環境問題
C7	輻射與我	15.3 15.4 15.5	顏色 可見光譜以外 紅外輻射和紫外輻射以外
C8	基因與生命	3.1 3.2 3.4 12.5 12.6	生物的基本單位 新生命的誕生 懷孕 食物的消化和吸收 已消化的食如何被輸送到身體各部分
E1	能量、天氣與空氣質素	4.4 5.3 6.4 6.5 6.6 7.1 7.2	電的產生 水的循環 氣壓 密度 熱脹冷縮 我們周圍的空氣 燃燒需要氧
E2	持守健康	3.1 12.1 12.8 12.9 12.10	生物的基本單位 我們如何保持身體健康 脂肪食物與健康 運動與健康 休息的需要
E3	化學為民	5.2 6 14	食水的進一步處理 物質的粒子觀 物料新紀元

附錄 三

支援科學教育的社會資源

主辦機構	活動	電話
漁農自然護理署	瀕危物種資源中心 • 該資源中心佔地約 1,700 平方呎，位於九龍長沙灣道 303 號長沙灣政府合署 6 樓 601 室。 • 擺放了來自大約二百個瀕危物種的六百件標本。 • 為學校提供導覽服務，必須預約。 網址： http://www.afcd.gov.hk/tc_chi/conservation/con_end/con_end_pub/con_end_pub_esrc/con_end_pub_esrc.html	2150 6974
	香港植物標本室 • 香港植物標本室是香港最齊全的植物標本室，館內有近 38,000 個植物標本以供參觀。 • 有興趣的人士可透過預約安排，到訪標本室研究其中收藏的標本及使用圖書館的資料。團體(20 人或以下)亦可預約安排在星期六上午參觀。 網址： http://www.hkherbarium.net/Herbarium/index.html	2150 6900

主辦機構	活動	電話
	香港濕地公園 • 香港濕地公園位於天水圍北部，佔地約六十一公頃，展示了香港濕地生態系統的多樣化及突顯保護它們的重要性。此外，香港濕地公園亦提供機會闢設以濕地功能及價值為主題的教育及消閒場地，供本地居民及海外遊客使用。 • 香港濕地公園包括一個佔地 1 萬平方米的室內訪客中心 — 濕地互動世界和超過 60 公頃的濕地保護區。濕地互動世界設有五個展覽廊、一間放映室、禮品店、餐廳、一個室內遊戲區(沼澤歷奇)及一個資源中心。五個展覽廊面積由 250 至 1,200 平方米不等，展覽各具主題，分別展出有關生物多樣化、文明發展和自然保育展品。 • 香港濕地公園亦提供「濕地體驗」、「校訪」和「教師工作坊」等活動供學生和教師參加。 網址： http://www.wetlandpark.com/tc/index.asp	3152 2666
教育局	• 教育局每年均舉辦各類型與科學有關的活動和比賽。學校可透過教育局發出的通告或以下的網址取得有關資料。 網址： http://applications.edb.gov.hk/circular/circular.aspx?langno=2	28910088
食物環境衛生署	衛生教育展覽及資料中心 • 該中心設有一個展覽廳，位於一幢逾百年歷史的建築物內，並佔用兩個樓層，面積達 1,100 平方米。此外，中心還有一個佔地 400 平方米的戶外教育花園、一個藏有 6,000 多本刊物的參考圖書館、一個設有 75 個座位的演講室。 網址： http://www.fehd.gov.hk/tc_chi/research_education/heerc/	2377 9275

主辦機構	活動	電話
地球之友	• 「香港地球之友」是香港最具影響力的慈善環保團體之一。 • 為學校提供有關環保問題的講座及工作坊。 • 亦有一系列不同主題的展板可供學校租用來推廣環保教育。 網址： http://www.foe.org.hk/welcome/gettc.asp	2528 5588
香港天文台	• 介紹香港天文台的工作。 • 天氣和環境輻射監測儀器的展覽。 • 「天文台全方位遊」：可讓參觀者了解現代天氣預報的製作及科技的應用，觀賞古雅的受保護建築，和體會這市中心綠洲內的生態環境。 網址： http://www.weather.gov.hk/contentc.htm	2926 8215
香港科學館	• 香港科學館於一九九一年四月十八日啟用。學生可於香港科學館親身發掘科學的奧秘，從而探索身邊事物與科學的關係。 • 科學館樓高四層，佔地 12,000 平方米，展覽廳總面積達 6,500 平方米。 • 館內約有五百件展品，其中六成更可讓參觀者親自操作。 • 為學校提供導覽服務。 網址： http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Science/	2732 3232
香港太空館	• 展覽廳分為兩個主要部分：地下的太空科學展覽廳和一樓的天文展覽廳。廳內大部分展品皆可讓觀眾親身操作。 • 教育資源：自學天文課程、太空探險競賽遊戲棋。 網址： http://www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Space/index.htm	2721 0226

主辦機構	活動	電話
醫院管理局	健康資訊天地 • 醫管局於一九九九年一月成立健康資訊天地，旨在增進市民對健康及醫護常識的認知。除了經常舉辦不同主題的講座，還利用有趣、互動而又簡單易明的展品，向公眾訪客介紹健康信息。 網址： http://www21.ha.org.hk/smartpatient/tc/home.html	2300 7733
嘉道理農場暨植物園	• 設農場導賞計畫激發學生欣賞大自然，從而誘導他們支持環境保育工作。 • 透過在自然環境中，研習本地環保個案，學生得以明瞭人類與自然息息相關。 網址： http://www.kfbg.org.hk/	2488 0166
獅子會自然教育中心	• 獅子會自然教育中心的成立目標為鼓勵公眾體驗大自然的美麗和推廣保護自然的信息。 • 設施包括郊野館、農館、漁館、昆蟲館、貝殼館、蜻蜓池、美果園、中草藥園、趣味植物、標本林、農作物及礦石角。 網址： http://www.chungtien.com/lnec/lnec.htm	2792 2234
香港海洋公園學院	• 學院於 2004 年成立，旨在透過海洋公園的特有環境，激發學生探索奇妙的大自然的樂趣。 • 學院為不同年級的學生提供一系列不同的課程。當中一個名為「動感物理」的課程可讓學生利用先進儀器和學習工具，解構海洋公園機動遊戲的機械和物理原理。學生亦可瀏覽此網址 (http://www.hk-phy.org/oceanpark/index.html)，以獲取相關的參考資料。 網址： http://opahk.oceanpark.com.hk/tc	2552 0291

主辦機構	活動	電話
海洋公園鯨豚保護基金	「攜手保育生態」獎勵計畫 • 提倡、促進及參與亞洲區內的動物及其棲息環境的存護工作。並希望藉此教育公眾及學生有關動物保育及環境保護的重要性。 • 舉辦多項不同類型活動，如「出海觀察海豚」和「清潔活動」等。 網址： http://www.opcf.org.hk/chi/index.asp	2873 8704
世界自然(香港)基金	元洲仔自然環境保護研究中心 • 元洲仔自然環境保護研究中心佔地 1.75 公頃，部分為傳統英式庭園及草坪，種有超過 140 種植物。元洲仔的花園是理想的戶外教室，適合舉行以植物為主題的環境教育活動，讓學生藉著富趣味的活動親身探索植物世界的奧秘。 米埔 • 為中小學生度身設計多種環境教育項目。導賞活動是由專業導師帶領參觀基圍、魚塘、觀鳥屋及野生生物教育中心等，讓您在飽覽自然風光之餘，也可以認識濕地，了解保育濕地的重要。 網址： http://www.wwf.org.hk/chi/index.php	2526 1011

（空白頁）

詞彙釋義

用語	解釋
應用學習 (前稱職業導向教育)	應用學習(前稱職業導向教育)是高中課程的重要組成部分。應用學習以寬廣的專業和職業領域作為學習平台，幫助學生發展其基礎技能、思考能力、人際關係、價值觀及態度和與職業相關的能力，為未來進修、工作及終身學習做好準備。應用學習課程與 24 個高中科目互相補足，使高中課程更多樣化。
評核目標	公開評核所評核的課程學習成果。
兩文三語	「兩文」指中文、英文書面語，「三語」指粵語、普通話和英語口語。香港的語文教育政策，是以「兩文三語」為目標，期望學生兼擅中英語文，能書寫通順的中文、英文，操流利的粵語、普通話和英語。
共同建構	學與教的「共同建構」取向與「直接傳授」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，學與教的建議及評估方式等。
課程銜接	課程銜接是指不同學習/教育階段課程(包括個別科目)的銜接，如幼稚園、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、運算能力、解決問題能力、自我管理能力和研習能力。
香港中學文憑	學生完成三年高中課程，參加公開評核後獲頒授的證書。
校內評估	是校內恆常進行對學生學習表現的評估活動。校內評估是校內學與教的一部分，以促進學生學習為主要目的。教師可根據評估所得的資料，了解學生在學習過程中的表現，給予學生適當的回饋，同時按所需修訂教學目標和調整教學策略。
學習領域	學習領域是組織學校課程的一種方法。把主要知識領域中基本和相關的概念聯繫在一起，目的是為學生提供一個全面、均衡、連貫及涵蓋各種重要學習經歷的課程。本港學校課程劃分為八個學習領域，即中國語文教育，英國語文教育，數學教育，個人、社會及人文教育，科學教育，科技教育，藝術教育和體育。
知識建構	這是指學習者在學習過程當中，並非單純獲取知識，更能主動地連結到自己原有的知識和經驗，從而建立及形成自己的知識體系。
學生的多樣性	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。
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。

用語	解釋
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，並反映學生在完成課程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	考試及評核局用以調整學校提交校本評核分數的機制，以消弭教師給分時可能存在的差異，在調整過程中，教師所評學生的次第維持不變。
校本評核	校本評核是指在日常學與教中，由學校課任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。

用語	解釋
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

教師參考文獻

American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for All Americans: A Project 2061 Report on Literacy Goals in Science, Mathematics, and Technology* Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science. (2000). *Designs for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science. (2001). *Atlas of Science Literacy*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

Arnold, N. (2000). *Horrible Science – Deadly Diseases*. Scholastic Ltd.

Bell, B., & Cowie, B. (2001). *Formative Assessment and Science Education*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Biggs, J. B., & Moore, P. J. (1993). *The Process of Learning*. New York: Prentice Hall.

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* 80(2), 139-148.

Board of Studies, NSW. (2000). *Stage 6 Science KLA Handbook*. Australia: Board of Studies NSW.

Bodanis, D. (2000). $E=mc^2$. Berkley Books.

Boohan, R., & Ogborn, J. (1996a). *Energy and change – Background Stories for Teachings*. Hatfield: The Association for Science Education.

Boohan, R., & Ogborn, J. (1996b). *Energy and change – Introducing a New Approach*. Hatfield: The Association for Science Education.

Bransford, J. D., & Schwartz, D. L. (1999). Rethinking transfer: A simple proposals with educational implications. *Review of Research in Education*, 24, 61-100.

Brophy, J. (1987). Synthesis of research on strategies for motivating students to learn. *Educational Leadership*, 45(2), 40-48.

Clough, M. P., & Olson, J. K. (2004). The nature of science always part of the science story. *The Science Teacher*, 71(9), 28-31.

Colburn, A. (2004). Focusing labs on the nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 32-35.

Cross, R. T., & Fensham, P. J. (2000). *Science and The Citizen*. Melbourne: Arena Publications.

Curriculum Corporation. (1996). *Could We? Should We?*. Curriculum Corporation.

Curriculum Development Council. (2009). *Senior Secondary Curriculum Guide*. Hong Kong: Education and Manpower Bureau.

Curriculum Development Council. (2005). *The New Academic Structure for Senior Secondary Education and Higher Education – Action Plan for Investing in the Future of Hong Kong*. Hong Kong: Education and Manpower Bureau.

Curriculum Development Council. (2001). *Learning to Learn – The Way Forward*. Hong Kong: Education and Manpower Bureau.

Curriculum Development Council. (1998). *Syllabuses for Secondary Schools: Science (S1-3).* Hong Kong: Government Printer.

Curriculum Development Council. (2002). *Science Education KLA Curriculum Guide (P1-S3)*. Hong Kong: Government Printer.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.

Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes: Open University Press.

Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making Sense of*

Secondary Science: Research Into Children's Ideas. London and New York: Routledge.

Drozdowska, B., Lewis, A., Oliver, R., Peploe, K., Petheram, L., Pruden, V., et al. (2002). *Ideas and Evidence in Science*. Folens Limited.

Ebenezer, J. V., & Haggerty, S. M. (1999). *Becoming A Secondary School Science Teacher*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Education and Manpower Bureau. (2000). *2000 Policy Address: Quality Education, Policy Objective for Education and Manpower Bureau*. Hong Kong: Printing Department.

Education Commission. (2000). *Education Blueprint for the 21st Century: Learning for Life, Learning through life – Reform Proposals for the Education System in Hong Kong*. Hong Kong: Printing Department.

Einstein, A. (1996). *Out of My Later Years*. Wings Books.

Enger, S. K., & Yager, R. E. (2001). *Assessing Student Understanding in Science: A Standards-based K-12 Handbook*. California: Corwin Press, Inc.

Erickson, H. L. (2002). *Concept-Based Curriculum and Instruction: Teaching Beyond the Facts*. California: Corwin Press, Inc.

Fensham, P., Gunstone, R., & White, R. (1994). *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning*. London: The Falmer Press.

Foulds, K., Mashiter, J., & Gott, R. (1990). *Investigations in Science*. Blackie & Son Ltd.

Goldsworthy, A. (2002). *AKSIS Investigations: Making an impact*. Hatfield: The Association for Science Education.

Goldsworthy, A., Watson, R., & Wood-Robinson, V. (2000a). *AKSIS Investigations: Developing Understanding*. Hatfield: The Association for Science Education.

Goldsworthy, A., Watson, R., & Wood-Robinson, V. (2000b). *AKSIS Investigations: Getting to Grips with Graphs*. Hatfield: The Association for Science Education.

Goldsworthy, A., Watson, R., & Wood-Robinson, V. (2000c). *AKSIS Investigations: Target learning*. Hatfield: The Association for Science Education.

Gott, R., & Duggan, S. (1995). *Investigative Work in the Science Curriculum*. University of Oxford.

Harlen, W. (1993). *Teaching and Learning Science*. London: Paul Chapman Publishing Ltd.

Hoagland, M., & Dodson, B. (1998). *The Ways Life Works*. Three River Press.

Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science: towards a Personalized Approach*. Buckingham: Open University Press.

Hodson, D., & Hodson, J. (1998). Science education as enculturation: some implications for practice. *School Science Review*, 80(290), 17-24.

Hodson, D., & Hodson, J. (June 1998). From constructivism to social constructivism: a Vygotskian perspective on teaching and learning science. *School Science Review*, 79(289), 33-41.

Hogan, K. (1999). *Relating Students' Personal Frameworks for Science Learning to their Cognition in Collaborative Contexts*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 351-359.

Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2004). Revising instruction to teach nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 36-39.

Lo M. L., Pong, W. Y. & Chik, P. M. (2005). *For Each and Everyone: Catering for Individual Differences through Learning Studies*. Hong Kong University Press.

Lorsbach, A., & K., T. (1992). Constructivism as a referent for science teaching. *NARST News*, No 30.

McComas, W. F. (1998). *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

McComas, W. F. (2004). Keys to teaching the nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 24-27.

McKinney, D., & Michalovic, M. (2004). Teaching the stories of scientists and their discoveries. *The Science Teacher*, 71(9), 46-51.

Millar, R., Leach, J., & Osborne, J. (2000). *Improving Science Education: The Contribution of Research*. Buckingham: Open University Press.

Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future.* The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation. London: King's College London,

School of Education.

Millar, R. H. (1994). What is 'scientific method' and can it be taught? In R. Levinson (Ed.), *Teaching Science*. London: Routledge & The Open University.

Millar, R. H. (1995). Science education and public understanding of science. In R. Hull (Ed.), *ASE Science Teachers' Handbook*. London: Simon & Schuster Education.

Millar, R. H., & Driver, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.

Ministry of Education. (2000). *The Ontario curriculum grades 11 and 12 – Course descriptions and prerequisites* (pp. 3-94).

Ministry of Education and Training. (1999). *Science – the Ontario Curriculum, Grades 9 and 10*.

Monk, M., & Osborne, J. (2000). *Good Practice In Science Teaching*. Buckingham: Open University Press.

Narguizian, P. (2004). Understanding the nature of science through evolution. *The Science Teacher*, 71(9), 40-45.

National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council. (1999). *Selecting Instruction Material – A guide for K-12 Science*. National Academy Press.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council. (2001). *Classroom Assessment and the National Science Education Standards*. National Academy Press.

National Science Teachers Association. (1997). *Decisions based on Science*. National Science Teachers Association.

Needham, C., Hoagland, M., McPherson, K., & Dodson, B. (2000). *Intimate Strangers: Unseen Life on Earth*. SASM Press.

Nuffield Curriculum Centre and The University of York. (2007). *Twenty-first Century Science-Resources*. Oxford University Press. Website:

http://www.twentyfirstcenturyscience.org/?q=content/teaching-resources (accessed November 2013)

Organization for Economic Co-operation and Development. (2000). *Education at a Glance: OECD Database2000*. Paris: OECD.

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What 'Ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.

Osborne, J., Driver, R., & Simon, S. (1998). Attitudes to science: issues and concerns. *School Science Review*, 79, 27-33.

Oxford Cambridge and RSA Examinations. (2007). Twenty First Century Science Suite GCSE in *Science A J630 specification*. Website: http://www.ocr.org.uk/qualifications/GCSEScience_TwentyFirstCenturyScienceSuite-for2006.html (accessed January 2007)

Pereira, L. (1996). Stepping out with the constructivists. *Australian Science Teachers Journal*, 42(2), 26-28.

Pool, M. (1995). *Beliefs and values in science education*. Buckingham: Open University Press.

Posner, G. J., Strike , K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

Rakow, S. J. (2000). *NSTA Pathways to the Science Standards*. NSTA Press.

Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science Education for Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues*. Berkshire: Open University Press.

Rudge, D. W., & Howe, E. M. (2004). Incorporating history into the science classroom. *The Science Teacher*, 71(9), 52-57.

Scott, P. (1996). Social interactions and personal meaning making in secondary science classrooms. In G. Welford, J. Osborne & P. Scott (Eds.), *Research in Science Education in Europe.* The Falmer Press.

Solomon, J. (1991a). *Exploring the Nature of Science Key Stage 3*. Hatfield: The Association for Science Education.

Solomon, J. (1991b). *Exploring the Nature of Science Key Stage 4*. Hatfield: The Association for Science Education.

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

Strathern, P. (1998). *The Big Idea: Bohr and Quantum Theory*. Arrow Books.

Suplee, C. (1996). *Everyday Science Explained*. National Geographic Society.

The Institute of Physics. (1997). *Physics for Sports*. Heinemann Educational Publishers.

Vygotsky, L. (1986). *Thought and Language*. Cambridge, MA: MIT Press.

Vygotsky, L. S. (1960). *The Development of Higher Mental Functions*. Moscow: Akad. Ped. Nauk. RSFSR.

Wellington, J.J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.

White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London: The Falmer Press.

Wiske, M. S. (1998). *Teaching for Understanding: Linking Research with Practice*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Yager, R. E. (1993). *The Science, Technology, Society Movement*. Washington, USA: The National Science Teachers Association.

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 (2002) 《普通高中生物課程標準（實驗）解讀》。湖北：湖北教育出版社。

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

尼達姆、霍格蘭、麥克佛森、竇德生 (2005a) 《觀念生物學（3）：循環、網絡、複雜》。天下文化書坊。

尼達姆、霍格蘭、麥克佛森、竇德生 (2005b) 《觀念生物學（4）：共生、平衡、互利》。天下文化書坊。

朱慕菊 (2003) 《普通高中新課程方案導讀》。上海: 華東師範大學出版社。

金吾倫 (1982) 《科學發現的哲學》。水牛出版社。

威爾・杜蘭特 (2002) 《科學的『故事』》。好讀出版。

恩斯特・徐文克 (2005) 《亨利國王的鼻尖：19 個發明度量衡的故事》。商周出版。

張紅霞 (2003) 《科學究竟是甚麼》。教育科學出版社。

梁衡 (1991a) 《數理化通俗演義 上冊》。天地圖書有限公司。

梁衡 (1991b) 《數理化通俗演義 下冊》。天地圖書有限公司。

陳天機 (2004) 《大自然與文化：環境、創造和共同演化的故事》。中文大學出版社。

楊小平 (2001) 《守衛綠色 – 農藥與人類的生存》。曉園出版社有限公司。

霍格蘭、竇德生 (2002a) 《觀念生物學（1）：模式、能量、訊息》。天下文化書坊。

霍格蘭、竇德生 (2002b) 《觀念生物學（2）：機制、回饋、群集、演化》。天下文化書坊。

學生參考文獻

Arnold, N. (2000). *Horrible Science – Deadly Diseases*. Scholastic Ltd.

Bloomfield, L. A. (2005). *How Things Work. The Physics of Everyday Life*. New York: Wiley.

Bodanis, D. (2000). $E=mc^2$. Berkley Books

Einstein, A. (1996). *Out of My Later Years*. Wings Books.

Hoagland, M., & Dodson, B. (1998). *The Ways Life Works*. Three River Press.

Hunt, A., & Millar, R. (2000). *AS Science for Public Understanding*. Oxford: Heinemann Educational.

Needham, C., Hoagland, M., McPherson, K., & Dodson, B. (2000). *Intimate Strangers: Unseen Life on Earth*. SASM Press.

Nuffield Curriculum Centre and The University of York. (2007). *Twenty-first Century Science-Resources*. Oxford University Press. Website: http://www.twentyfirstcenturyscience.org/?q=content/teaching-resources (accessed November 2013)

Ogborn, J., & Whitehouse, M. (2000). *Advancing Physics AS*. United Kingdom: Institute of Physics.

Solomon, J., & et al. (2000a). *Science Web Reader: Biology*. Cheltenham. Nelson Thornes

Solomon, J., & et al. (2000b). *Science Web Reader: Chemistry*. Cheltenham: Nelson Thornes

Solomon, J., & et al. (2001). *Science Web Reader: Physics*. Cheltenham: Nelson Thornes

Strathern, P. (1998). *The Big Idea: Bohr and Quantum Theory*. Arrow Books.

Wynn, C. M., & Wiggins, A. W. (1997). *The Five Biggest Ideas in Science*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

尼達姆、霍格蘭、麥克佛森、竇德生 (2005a) 《觀念生物學（3）：循環、網絡、複雜》。天下文化書坊。

尼達姆、霍格蘭、麥克佛森、竇德生 (2005b) 《觀念生物學（4）：共生、平衡、互利》。天下文化書坊。

金吾倫 (1982) 《科學發現的哲學》。水牛出版社。

威爾・杜蘭特 (2002) 《科學的『故事』》。好讀出版。

恩斯特・徐文克 (2005) 《亨利國王的鼻尖：19 個發明度量衡的故事》。商周出版。

張紅霞 (2003) 《科學究竟是甚麼》。教育科學出版社。

梁衡 (1991a) 《數理化通俗演義 下冊》。天地圖書有限公司。

梁衡 (1991b) 《數理化通俗演義 上冊》。天地圖書有限公司。

陳天機 (2004) 《大自然與文化：環境、創造和共同演化的故事》。中文大學出版社。

楊小平 (2001) 《守衛綠色 – 農藥與人類的生存》。曉園出版社有限公司。

霍格蘭、竇德生 (2002a) 《觀念生物學（1）：模式、能量、訊息》。天下文化書坊。

霍格蘭、竇德生 (2002b) 《觀念生物學（2）：機制、回饋、群集、演化》。天下文化書坊。

課程發展議會－香港考試及評核局綜合科學委員會（高中）
委員名錄

（自 2003 年 12 月至 2013 年 9 月）

主席：	林漢明博士	
委員：	朱國華先生	
	邱淑賢女士	（至 2008 年 8 月止）
	英佩詞先生	（自 2008 年 9 月起）
	唐偉明先生	（自 2010 年 11 月起）
	柳啟瑞博士	（自 2004 年 5 月起）
	張旭榮先生	（至 2010 年 11 月止）
	郭劍輝先生	
	陳旭明先生	（至 2004 年 9 月止）
	陳相儀先生	（自 2010 年 11 月起）
	陳建成博士	（由 2004 年 9 月至 2010 年 11 月）
	陳偉鍵博士	
	陳萬德博士	（至 2005 年 8 月止）
	鄭文偉先生	（由 2004 年 9 月至 2006 年 7 月）
	鄧文偉先生	
	鄧徐秀媚女士	（自 2004 年 9 月起）
	關利平博士	（自 2004 年 10 月起）
當然委員：	呂夢茹女士	（教育局）（至 2010 年 5 月止）
	邱淑賢女士	（香港考試及評核局）（自 2010 年 9 月起）
	鄧徐秀媚女士	（香港考試及評核局）（至 2004 年 9 月止）
	鮑照華先生	（香港考試及評核局）（由 2004 年 9 月至 2010 年 8 月）
	謝婉貞女士	（教育局）（自 2010 年 5 月起）
祕書：	周嘉雯女士	（教育局）（至 2012 年 8 月止）
	蔡莉雯女士	（教育局）（自 2012 年 8 月起）

課程發展議會－香港考試及評核局

綜合科學委員會委員名錄

（自 2013 年 9 月至 2015 年 8 月）

主席: 林漢明教授

委員: 林舜華女士
英佩詞先生
唐偉明先生
陳旭明先生 （至 2014 年 9 月）陳相儀先生
陳偉鍵教授
黃永孝先生
楊友源教授
蔡煒傑先生

當然委員: 謝婉貞女士 (教育局)
邱淑賢女士 (香港考試及評核局)

祕書: 蔡莉雯女士 (教育局)

課程發展議會－香港考試及評核局

綜合科學委員會委員名錄

（自 2015 年 9 月至 2017 年 8 月）

主席: (待定)

委員: 陳偉鍵教授
陳相儀先生
林漢明教授
林舜華女士
劉振鴻先生
吳本韓博士
譚啟鏗先生
鄧文偉先生
英佩詞先生

當然委員: 蔡莉雯女士 (教育局)
邱淑賢女士 (香港考試及評核局)

祕書: 謝斌麟先生 (教育局)