

科學教育

學習領域課程指引
(小一至中六)



課程發展議會編訂

香港特別行政區政府教育局建議學校採用
二零一七

(空白頁)

引言

香港學校課程發展已經進入持續更新的新階段。為了回應本地、區域以至全球各方面巨大且急劇的轉變，「學會學習」課程必須與時並進，以保持香港的競爭優勢。我們鼓勵學校持續及深化 2001 年「學會學習」課程改革所取得的成果，同時定出未來課程發展的新焦點，以達至整體學校課程的發展目標和學習宗旨，讓所有學生獲益。

為配合中、小學的學校課程持續更新，課程發展議會¹對八個學習領域的課程指引（小一至中六）已作出更新，並建議學校採用。

在更新各學習領域課程指引時，課程發展議會轄下相關學習領域的委員會，經已充分考慮學校、校長、教師、學生和公眾人士的關注、需要和建議。我們亦於 2015 年舉辦了一系列學校簡介會和進行全港學校問卷調查，以蒐集學校對各學習領域課程指引主要更新內容的意見。

更新後的八個學習領域課程指引（小一至中六）(2017)將會取代 2002 年的版本。各學習領域課程指引展示了更新的課程架構，說明各學習領域的課程宗旨、學習目標及學習重點，詳述課程持續更新下各學習領域的發展方向，並且就課程規劃、學與教策略、評估及相關的學與教資源等提出建議。此外，各學習領域課程指引亦會更新有關有效學習、教學及評估的示例，供學校參考。部分學習領域亦會提供補充課程文件和科目課程指引，為個別學習階段的課程實施提供進一步的建議。我們鼓勵學校充分考慮本身的情況、教師的準備和學生的學習需要，適當採用課程指引的建議。

為使學校加深瞭解各學習階段的銜接和不同學習領域間的連繫，以及如何達至有效的學習、教學及評估，學校應參照課程發展議會建議的相關課程文件，以及其與香港考試及評核局聯合編訂的高中課程及評估指引，以確保課程規劃能在全校、學習領域及學科層面均有連貫性。

課程發展是共同協作和持續進行的過程，各學習領域課程指引將會按照學校實踐的經驗，以及學生和社會轉變的需要，作定期檢視和更新。

¹ 課程發展議會是一個諮詢組織，主要就幼稚園至中學階段的課程發展事宜，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、香港考試及評核局代表、職業訓練局代表和教育局人員。

歡迎學校對科學教育學習領域的課程發展提出意見和建議，來函請寄：

香港九龍塘沙福道 19 號
教育局九龍塘教育服務中心東座 2 樓 E232 室
教育局課程發展處
總課程發展主任（科學教育）收
傳真：2194 0670
電郵：science@edb.gov.hk

提 要

科學教育學習領域

科學教育學習領域是整體學校課程的一部分，為學生提供廣泛的學習經歷：

- 讓學生建立穩固的科學基礎，培養他們的科學素養，了解科學、科技、工程和數學之間的重要關係，並掌握綜合和應用跨學習領域的相關知識與技能的能力
- 讓學生建立正面的價值觀和積極的態度，促進他們的個人發展，以及為二十一世紀的科學和科技世界作出貢獻

學生應享有的學習機會

- 所有小一至中三年級的學生，應有接受科學教育的機會。在小學階段，常識科課程的各個學習範疇均包含科學學習元素，以培養學生對科學的興趣、基礎科學知識和科學過程技能，以促進他們升中的銜接。在初中階段，科學（中一至中三）課程讓學生進一步發展科學知識和技能，為他們建立一個穩固的基礎，以應付高中階段的學習需要。
- 在高中階段，學生可以修讀生物、化學、物理和科學（模式一：綜合科學；模式二：組合科學）等選修科目及／或參加與科學相關的學習活動以延展他們的學習。

更新課程重點

- 科學教育學習領域課程的更新重點是根據學校課程持續更新的指導原則，小學和中學教育的學習目標，以及世界各地科學教育發展趨勢而進行。更新的課程重點如下：
 - 培養學生對科學和相關範疇的興趣
 - 強調發展學生科學思維和解決問題能力
 - 加強學生綜合和應用知識與技能的能力（包括「動手」的技能）
 - 培養學生根據科學證據作出明智的判斷
 - 培育學生成為學習科學的自主學習者
 - 照顧和欣賞不同需要和志向的學生

科學教育學習領域課程架構

- 科學教育學習領域採用一個開放而具彈性的課程架構。架構的主要部分包括：
 - 科學知識和科學過程技能，以學習目標和學習目的展示；
 - 共通能力；
 - 價值觀和態度。
- 科學教育課程的主要學習元素，可分為以下六個學習範疇：
 - 科學探究
 - 生命與生活
 - 物料世界
 - 能量與變化
 - 地球與太空
 - 科學、科技、社會與環境(STSE)
- 科學教育課程架構蘊含科學、科技、工程及數學(STEM)教育，以強調日益重要的綜合和應用科學教育學習領域內及跨學習領域的知識與技能的能力。此外，課程內亦加入其他與課程持續更新相關的主要更新重點(MRE)，當中包括資訊科技教育(ITE)和跨課程語文學習(LaC)，以突顯這些重點對科學教育的相關性和重要性。

課程規劃

- 《科學教育學習領域課程指引（小一至中六）》(2017)為小一至中六的科學教育課程訂立方向。它提供一個具備開放靈活架構的科學教育學習領域中央課程，涵蓋學習範疇、學習目標和目的，以及主要的學習內容。
- 學校應參考科學教育學習領域課程指引內的建議，以確保學生獲得學習科學的機會。本指引不應被視為所有學校與學生指定的劃一綱要。學校應參考中央課程的架構，並充分考慮學校本身的情況，以制定本身的學校科學課程。
- 學校亦應參考第一和第二學習階段的常識科課程、第三學習階段的科學課程，以及第四學習階段的科學選修科目的課程文件，以規劃和發展自己的學校科學課程，並參考各學習階段的學習、教學和評估策略建議。
- 我們建議學校進行整體課程發展，以確保學校科學課程規劃的縱向連貫和橫向連繫。

科學的學與教

- 科學的學與教應以培育學生成為自主和終身學習者為目標。教師需要幫助學生建立深層學習(deep learning)的能力，以發展他們獲取、綜合和應用知識與技能的能力，以解決真實的問題或現實生活中的問題。
- 教師應為學生提供各種學習經驗，讓學生與他人合作，建構自己對事物的理解，計劃及管理自己的學習，並作出選擇和決定，讓學生能夠內化新獲得的知識與技能，並更主動承擔學習。
- 基於學生的不同需要和在不同學習情境下的特定目標，教師應充分理解不同的教學取向，以設計和提供有意義的學習經歷。實驗活動、科學探究、討論、角色扮演、辯論、情境為本學習、問題為本學習和專題研習等，都是一些非常適合用於科學教學的學與教策略。
- 很多科學、科技和工程的發展都屬於跨學科性質的。因此，科學的學與教應加入其他 STEM 相關學科的學習元素，以提高學生的興趣和創新思維，發展他們綜合和應用跨學科的知識與技能的能力。

評估

- 評估是課程、教學法和評估循環中不可或缺的一部分。評估包括收集有關學生學習的證據、詮釋資料和評價學生的表現，以提供回饋給學生、教師、學校、家長和其他持份者。評估的目的有很多，但最主要的目的是為了幫助和改善學生的學習。
- 對應科學的學與教，科學教師可採用不同的評估模式，例如筆試、書寫式作業、口頭提問、觀察、電子評估、實驗評估、專題研習和學習歷程檔案等，全面評估學生的成就，並為學生的持續學習和發展提供適時和有質素的回饋。

資源與支援

- 為提升科學教育學與教的效能，學校應採用各式各樣的資源。除教科書外，應使用其他相關資源材料，以幫助學生發展科學知識與技能，為學生提供課堂以外的延展學習經歷，照顧不同的學習需要及促進自主學習。
- 為推動科學教育和 STEM 教育，我們鼓勵學校善用教育局、其他政府部門、大專院校、專業團體及非政府組織提供的資源／舉辦的學習活動。學生應參與全方位學習活動，當中包括展覽、比賽、參觀、野外考察、調查和工作坊等。課程領導和教師也應參與專業發展活動，例如研討會、講座、工作坊、實踐社群及與本地、內地和海外的學者進行會議。

科學教育學習領域持續發展的主要更新重點(MRE)

- 以下是為未來五至十年，科學教育學習領域的發展和推行建議：
 - 強調科學素養
 - 推動 STEM 教育
 - 推動跨課程語文學習、增強培養學生的共通能力，以及正面的價值觀和積極態度
 - 強調整體課程規劃和跨學習領域合作
 - 推動資訊科技教育、電子學習和資訊素養，以培養學生自主學習
 - 通過適當的策略來照顧學生的多樣性，支援有特殊教育需要的學生和資優學生

如欲了解更多課程相關資訊，請參閱《基礎教育課程指引（小一至小六）》(2014)及《中學教育課程指引（中一至中六）》(2017)。

目 錄

引言	i
提要	iii
第一章 概論	2
1.1 甚麼是學習領域(KLA)？	3
1.2 科學教育學習領域在學校課程的定位	3
1.2.1 提升科學素養	3
1.2.2 加強綜合和應用 STEM 教育相關學習領域的知識與技能的能力	4
1.2.3 一個連貫的學校科學課程	4
1.3 發展方向	6
1.3.1 建基於優勢	6
1.4 課程重點和主要發展重點	7
1.4.1 課程重點	7
1.4.2 科學教育學習領域持續發展的主要更新重點	9
第二章 課程架構	12
2.1 科學教育宗旨	12
2.2 課程架構	13
2.2.1 學習範疇、目標與目的	15
2.2.2 共通能力	27
2.2.3 價值觀和態度	28
2.2.4 資訊科技教育	30
2.2.5 跨課程語文學習	30
2.3 課程及學科組織	32
2.3.1 小學階段	32
2.3.2 初中階段	32
2.3.3 高中階段	33
2.4 小學與初中階段的順利銜接	34
2.5 初中與高中階段的順利銜接	34

第三章	課程規劃	37
3.1	均衡的課程	37
3.2	中央課程及學校課程發展	37
3.2.1	科學教育學習領域的整體課程發展	37
3.2.2	小學階段	40
3.2.3	初中階段	40
3.2.4	高中階段	40
3.3	跨學習領域的協作及與通識教育科的連繫	42
3.3.1	透過科學、科技和數學教育學習領域的協作，加強綜合和應用知識與技能的能力	42
3.3.2	與通識教育科的連繫	42
3.3.3	與其他學習領域的連繫	43
3.4	推廣價值觀教育	43
3.5	加強電子學習和資訊素養	44
3.6	學習時間的規劃	45
第四章	學與教	47
4.1	主導原則	47
4.1.1	科學教師的角色	47
4.1.2	學生的角色	49
4.2	學與教的取向	49
4.3	有效的學與教策略	52
4.4	推行 STEM 教育學習活動的建議模式	61
4.5	促進學會學習的四個關鍵項目	62
4.5.1	德育及公民教育：價值觀教育	62
4.5.2	從閱讀中學習：跨課程語文學習	63
4.5.3	專題研習：綜合和應用跨學科的知識與技能	63
4.5.4	運用資訊科技(IT)進行互動學習：自主學習	64
4.6	全方位學習	65
4.7	照顧學生的多樣性	66
4.8	有意義的家課	67
4.8.1	設計有意義家課的原則	67
4.8.2	家課指引及回饋	68
第五章	評估	71
5.1	主導原則	71
5.1.1	從課程與教學法到評估	71

5.1.2	評估的角色	71
5.2	進展性和總結性評估	72
5.2.1	進展性評估	72
5.2.2	總結性評估	73
5.2.3	總結性評估作進展性用途	73
5.3	評估模式及報告	73
5.3.1	設計科學校內評估的基本原則	73
5.3.2	評估模式	75
5.3.3	與 STEM 相關學習活動的評估	77
5.3.4	校外評估	77
第六章	學與教的資源	81
6.1	課程文件	81
6.2	優質的學與教資源	81
6.3	課本	82
6.3.1	選擇課本	82
6.3.2	使用課本	83
6.4	其他學與教資源	83
6.4.1	教育局支援科學課程的資源	84
6.4.2	社區資源	84
6.4.3	使用其他學與教資源	84
6.5	學校的資源管理	85
6.6	與社區持份者的夥伴關係	85
6.7	學校領導與教師的專業發展	86
6.8	課程發展計劃	86
示例		91
1	透過專題研習發展協作式解決問題能力（小學）	92
2	透過科學探究發展科學過程技能（小學）	93
3	透過專題研習推動 STEM 教育（小學）	95
4	中學 STEM 教育的整體課程規劃	97
5	加強學生的科學過程技能	100
6	透過專題研習發展綜合和運用不同學習領域的知識與技能的能力	102
7	使用學習日誌培養學生自主學習	104
8	將電子學習策略融入實驗探究	106
9	利用流動應用程式作為物理科探究研習	108

10	設計及製作附有人工心瓣的大動脈模型	111
附錄		115
1	小學及中學教育的七個學習宗旨	116
2	推行 STEM 教育學習活動的模式	118
3	教育局支援課程發展及科學科學與教之教學資源清單	119
4	支援科學教育的社會資源	124
參考文獻		127
課程發展議會科學教育委員會委員名錄		137

示例

1	透過專題研習發展協作式解決問題能力（小學）	92
2	透過科學探究發展科學過程技能（小學）	94
3	透過專題研習推動 STEM 教育（小學）	96
4	中學 STEM 教育的整體課程規劃	98
5	加強學生的科學過程能力	101
6	透過專題研習發展綜合和運用不同學習領域的知識與技能的能力	103
7	使用學習日誌培養學生自主學習	105
8	將電子學習策略融入實驗探究	107
9	利用流動應用程式作為物理科探究研習	109
10	設計及製作附有人工心瓣的大動脈模型	112

附錄

1	小學及中學教育的七個學習宗旨	116
2	推行 STEM 教育學習活動的模式	118
3	教育局支援課程發展及科學科學與教之教學資源清單	119
4	支援科學教育的社會資源	123

圖表列表

1	科學過程技能	16
2	九種共通能力的分組	27
3	促進學生讀寫能力的策略／活動	31
4	科學教育學習領域與其他學習領域的連繫	43
5	科學教師的角色	48
6	直接傳授的階段	50
7	組織 STEM 相關學習活動的模式	61
8	科學教育課程發展計劃	87

(空白頁)

第一章

概論

第一章 概論

為應對社會不斷變化的需要，科學、科技和工程的急速發展，從不同調查和諮詢活動收集所得的持份者意見，以及學校課程持續更新的方向，我們就《科學教育學習領域課程指引（小一至中三）》(2002)提供的建議作出檢視。建基於香港學生在科學方面的優勢，我們更新了科學教育學習領域的課程重點和宗旨，以及科學教育學習領域在不同關鍵階段的學習目標和目的，以突顯學校課程持續更新的主要更新重點，特別在 STEM 教育²方面。鑑於 STEM 教育的元素已包含在學校課程的科學教育、科技教育和數學教育學習領域之中，我們需要進一步加強這些學習領域的連貫和協作。因此，推動 STEM 教育是進一步提高學習質素和效能的發展重點，從而幫助學生在二十一世紀成為更有效的終身學習者。

《科學教育學習領域課程指引（小一至中六）》(2017)（本指引）是由課程發展議會（CDC）科學教育委員會編訂。它是《科學教育學習領域課程指引（小一至中三）》(2002)的更新版，並涵蓋至三年高中的科學教育課程，為學校發展連貫的學校科學課程提供參考。

本指引的發展方向是按照小學和中學教育的七個學習宗旨（詳見附錄一的小學教育的七個學習宗旨及更新的中學教育七個學習宗旨）和《基礎教育課程指引—聚焦、深化、持續（小一至小六）》(2014)及《中學教育課程指（中一至中六）》(2017) 的建議而編寫的。

本指引就未來五至十年的科學教育提出整體方向。內容強化了《科學教育學習領域課程指引（小一至中三）》(2002)的課程重點，加強學與教的建議，並加入了因應社會和世界不同範疇的重要發展而提出的主要更新重點(MRE)。為縮小推行課程時的差異，本指引亦提供適用於不同學習階段的示例，以闡釋有關的概念和意念。有關第三學習階段（中一至中三）科學課程推行的建議，本指引會以附件的方式提供。

有關規劃和發展學校科學課程及不同學習階段的學習、教學和評估策略的建議，學校可參考以下的課程文件：

- 《小學常識科課程指引（小一至小六）》(2017)
- 《科學教育學習領域課程指引補充文件—科學（中一至中三）》(2017)
- 《生物、化學、物理、組合科學和綜合科學課程及評估指引（中四至中六）》(2007)（二零一五年十一月更新）

² STEM 是代表科學(Science)、科技(Technology)、工程(Engineering)及數學(Mathematics)各英文譯寫的首字母縮略詞。在香港現行課程中，STEM 教育是透過科學、科技及數學教育學習領域推動。

1.1 甚麼是學習領域(KLA)？

學習領域是課程的重要部分。它是建基於主要知識領域中基礎而關聯的概念，而這些概念是所有學生應掌握的。學習領域為學生提供不同的學習情境，透過適切的學與教活動和策略，讓學生發展和應用共通能力（例如溝通能力、明辨性思考能力、協作能力和創造力）及與學科有關的技能、正面的價值觀和積極態度，並建構新的知識和了解各種事物的原理。因應不同的學習目的，各學習領域的學習取向可以是學術性、社會性、實用性或綜合以上幾種性質；在課程設計方面，可以科目、模塊、單元、課業或其他模式組織學習內容。

如圖 1.1 表示，學習領域的課程架構由三個互相連繫的部分組成，當中包括學習領域的知識、共通能力、價值觀和態度。

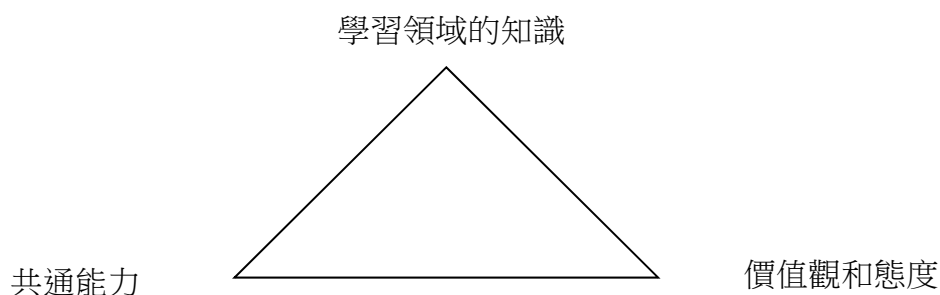


圖 1.1 課程架構中三個互相連繫的組成部分

1.2 科學教育學習領域在學校課程的定位

科學是透過有系統的觀察和實驗，研究我們周圍的現象和事件。科學教育培養學生對世界的好奇心和強化他們的科學思維。學生透過有系統的探究活動，發展所需的科學知識和技能，以幫助他們評鑑科學與科技發展帶來的影響。這將有助學生成為科學與科技的終生學習者和負責任的公民，並為科學與科技世界作出貢獻。

1.2.1 提升科學素養

隨著全球化和二十一世紀科技的急速發展，即使並非從事科學工作的人士，也會關注到一些科學相關的議題。在香港這類的國際化城市，很多人都認為科學知識和對科學的理解有助他們的工作，科學探究能力對解決日常生活問題亦甚有價值。在媒體報導和公眾討論中，我們也經常遇到與公共衛生、能源和環境等相關的議題。我們也會遇到一些聲稱具有科學根據，或以科學術語包裝的產品和服務。所以，作為現代公民，每個人都需要具備科學知識和解決問題的能力，以懂得評估相關的風險和效益，並對個人、社會和全球性的科學相關議題，作出明智的判斷。因此，所有學生均應具備科學素養，以便在這個科學和科技世界生活和作出貢獻。

科學素養是指作為具備反思能力的市民，以科學理念參與科學相關議題的能力。科學教育通過為學生裝備科學知識，幫助他們了解科學本質及掌握科學過程技能，以提升他們的科學素養，從而讓他們能夠理性地參與一些涉及科學、科技和社會的公眾討論。一個具備科學素養的人能夠運用科學知識和科學過程技能，以解決與日常生活和自然世界相關的議題和問題。對現今學生而言，科學思維習慣的重要性與日俱增。科學思維習慣可幫助學生理智地處理問題和不明確的事情。這過程常涉及檢視證據、數量的考慮、邏輯性的論據和創意。為實踐一個充實和有責任感的人生，並促進個人的職業發展，學生需要懂得學習、推論、創造性思考、邏輯性地與人溝通、作出決定和解決問題。對科學及相關過程的了解，將有助學生掌握上述的技能。

1.2.2 加強綜合和應用 STEM 教育相關學習領域的知識與技能的能力

現時科學、科技、工程和數學的發展多屬於跨學科性質的。因此，科學教育的學習應與科技教育和數學教育學習領域緊密連繫。為保持香港面對未來挑戰的國際競爭力，我們需要發展一種追求創新和樂於協作的文化，為本地社會培養具備科學及科技素養的公民。我們相信在學校推動 STEM 教育，是達成以上目標的可行方法。

通過更新課程和增潤相關的學習活動，我們希望在 STEM 相關範疇讓學生建立穩固的知識基礎，以及增強學生綜合和應用跨學科的知識與技能的能力，從而培養他們的創造力、創新思維、協作和解決問題的能力。這些都是廿一世紀生活不可或缺的技能 and 素質。

我們亦希望幫助學生明白科學、科技、工程和數學的發展與社會環境的密切關係。科學和科技的進展可以改善現今世界人類的生活質素，以及促進香港的經濟增長和可持續發展。在發展跨學科知識和技能的同時，學生可建立對全人發展至為重要的正面的價值觀和積極的態度。這些學習機會可幫助學生探索與 STEM 相關的職業和培養他們的創新與開拓精神。創新與開拓精神涉及創造力、創新思維、解決問題的能力，以及負責任、主動和承擔預計風險等素質。

1.2.3 一個連貫的學校科學課程

香港的科學教育通過相關科目分別在小學和中學階段推行。在小學階段，常識科課程提供學習機會讓學生綜合三個學習領域—科學教育、個人、社會及人文教育和科技教育的知識、技能與態度。科學相關的學習元素已包括在常識科課程內不同的學習範疇之中。在初中階段，由各個科學相關範疇的課題組成的科學科（中一至中三），是所有學生的必修課程。

在小學和初中階段的科學教育，已為進一步發展學生的科學素養奠定穩固的基礎。對於中三程度以上的學生，我們為學生提供一個多元化的科學教育課程，包括不同的選修科目，以照顧學生的不同興趣和志向。通過修讀這些選修科目，

學生可應付不斷變化的環境，在科學和科技的社會中作出明智的判斷，並為他們將來在科學、科技和工程相關範疇進修或就業作好準備。

科學教育學習領域的科目

小學階段

- 常識科(小一至小六)

初中

- 科學(中一至中三)

高中

- 生物(中四至中六)
- 化學(中四至中六)
- 物理(中四至中六)
- 科學
模式 I：綜合科學(中四至中六)
模式 II：組合科學(中四至中六)

在 1999 年的學校課程整體檢視中，我們對作為學校課程多個學習領域之一的科學教育作深入檢討。在 2001 年開始的「學會學習」課程改革的基礎之上，我們進一步更新了科學教育的宗旨，以配合學校課程持續更新的主要更新重點，加強學生學習科學的效能，發展他們的創造力和解決問題的能力，培養正面的價值觀和態度，以便學生獲得全面的發展。

建基於課程實施的經驗和相關持份者在課程檢討工作所給予的回饋，我們更新了科學課程的架構，包括學與教和評估策略，這將更符合學校教育的最新發展和世界性的科學教育趨勢。

透過融入了適當的科技教育和數學教育元素的一系列學習活動，科學教育學習領域課程不僅有助發展學生的科學能力，還可以促進學生的共通能力和價值觀及態度的發展。學生在科學教育學習領域的學習經驗，除了可與科技教育和數學教育學習領域連繫外，亦可與其他學習領域連繫。同時，學校也需要整體規劃學習經歷，以便在不同學習階段的建議課時內有效推行。

1.3 發展方向

過去十年，教育局和學校在科學教育學習領域課程的實施過程中，建立了緊密的夥伴關係。在本地的學校，科學探究廣泛地被用作發展學生的科學思維和實驗技巧。學校亦提供機會，讓學生參與各種課堂內外的學習活動，以豐富學生的科學學習經驗。這些年來，四種被定為優先發展的共通能力，包括溝通能力、創造力、明辨性思考能力和解決問題能力（英文簡稱 3Cs+1P），獲得了令人鼓舞的進展。

更新的科學課程架構是建基於香港科學教育的優勢和良好實踐經驗。在如何安排有意義的、愉快的和有效的科學學習經歷方面提供建議，讓學生能夠應對現今世界的需要和挑戰。根據國際研究和本地調查，香港的科學教育持續保持優勢。對學習科學，同學們普遍展示學習動機和興趣。科學課程能給予不同階段的學生足夠的挑戰，教師亦普遍表示支持科學教育學習領域課程的目標。

1.3.1 建基於優勢

科學教育是小學和中學學校課程的核心組成部分。香港學生在國際研究和本地調查的良好表現，正好反映本地在科學教育的優勢。

在小學階段，我們透過小學常識科課程推行科學教育。選取一些與學生日常生活經驗密切相關的學習情境，以幫助他們了解科學和科技對社會的影響。安排手腦並用的學習活動，以培養學生對科學和科技的好奇心和興趣。此外，教師們對使用探究式教學法以增強學與教方面的關注，亦持續增加。

在中學階段，科學教育的優勢包括學校擁有受過專科訓練的強大教師團隊，充足的教學資源，當中包括設備完善的實驗室、教具和圖書館資源，以及由實驗室技術員提供的有力支援。除了為學生安排充足的實驗和探究活動外，教師對整體課程規劃和教師之間協作方面的認知，正持續上升。同時，科學家、學者和專業團體對科學教育的支持亦不斷增加。

建基於香港科學教育的優勢，科學教師仍需繼續努力，以保持這股動量，進一步提高學生對科學的興趣和發揮他們的科學潛能。香港學生需要加強他們的知識基礎，以及綜合和應用跨學科的知識與技能的能力。此外，他們亦需要增強自己的創造力、創新思維和解決問題的能力，以面對現今科學和科技世界的挑戰。因此，經過考慮學校課程持續更新的主導原則（詳見《中學教育課程指引》第一冊第 1.6 章）和更新的七個中學教育學習宗旨（詳見附件 1），以及科學教育的世界發展趨勢，我們更新了以下有關科學教育學習領域課程的課程重點：

- 培養學生對科學和相關範疇的興趣
- 強調發展學生科學思維和解決問題能力

- 加強學生綜合和應用知識與技能的能力（包括「動手」的技能）
- 培養學生根據科學證據作出明智的判斷
- 培養學生成為學習科學的自主學習者
- 照顧和欣賞不同需要和志向的學生

1.4 課程重點和主要發展重點

在學校課程持續更新的過程中，我們鼓勵學校持續和深化在課程發展已取得的成果，並幫助不同能力和背景的學生，讓他們充分發揮潛力。我們希望所有學校在科學教育學習領域中，繼續採取整體性課程規劃和發展，並參照本指引所列的學習目標和目的，以切合學生的需要。

1.4.1 課程重點

以下是有助本港學校制定科學教育發展方向的更新課程重點：

培養學生對科學及相關範疇的興趣

一般而言，學生與生俱來便有探索、探究和解決與他們生活體驗相關問題的渴望。因此，促進和維持學生對科學的學習興趣是至為重要的。通過與日常生活相關的學習活動，有助鼓勵學生探究與科學相關的事情。

我們鼓勵小學常識科和中學各科學科目的教師，利用手腦並用的探究式學習活動，以培養學生對科學的興趣。教師有需要讓學生透過參與各式各樣的學習活動，享受學習科學的過程和從學習中得益。我們應培養學生成為重視學習和懂得自主學習的科學學習者。此外，鼓勵學生參與討論與日常生活相關的議題，有助提升他們對科學和社會相關性議題的認識，並且提升他們學習科學及相關範疇的動機。

為推動科學教育和豐富學生在課堂以外的學習經歷，學校可與大專院校（例如大學的理學院／工程學院）、專業團體和科學相關機構（例如香港科學館）建立夥伴關係，共同發展各類型的真實學習活動。

強調發展學生科學思維和解決問題能力

在規劃課程時，重點應放在加強學生的科學思維。學生可以透過了解科學概念和意念、科學本質及掌握科學過程技能，以發展他們的科學思維。具備了創新思維、穩固的科學知識和技能，學生便可以更有效地解決現今世界的問題，並且成為更好的決策者和解決問題者。

學生可以透過科學探究掌握科學過程技能。教師可引導學生進行觀察、策劃和設計探究、進行實驗，以及根據實驗結果修改探究，進一步發掘結果或推演理論。

加強學生綜合和應用知識與技能（包括「動手」技能）的能力

除了讓學生發展穩固的知識基礎外，教師需運用不同性質的學習活動，例如專題研習和問題為本學習，以提供與日常生活相關及有意義的情境，讓學生透過個人、本地、國家和全球等不同角度，綜合和應用科學教育、科技教育及數學教育學習領域的知識與技能（包括「動手」的技能）。

在參與跨學科的學習過程中，學生將面對不同的挑戰，例如從不同的資料來源尋找更多相關的資料、與組員討論或辯論有關個案、分析資料和數據、從研究結果中辨識共通的特點、開發用作進一步探究的工具、製作一些實用的產品和參與其他的後續活動，例如講解研究結果／發明品。在解決真實問題的過程中，學生需要在與現實世界相近的情境中，綜合不同範疇的知識，以及應用共通能力，例如溝通能力、數學能力、運用資訊科技能力、明辨性思考能力、創造力和協作能力。

培養學生根據科學證據作出明智的判斷

在現今世界，學生在生活上常會遇到很多與科學和科技相關的議題，因此我們有必要加強學生的科學素養。學校科學教育的角色是提升學生對科學的認識和了解，以及幫助他們根據科學證據作出明智的判斷。學習科學時常涉及檢視證據、數量的考慮和邏輯性的論據。透過科學學習活動，學生可以掌握知識和技能，以及建立他們的科學思維習慣，繼而可以積極參與討論一些與科學、科技和工程有關的社會和環境議題。

培養學生成為學習科學的自主學習者

學習有賴學生的積極參與，他們對學習任務的參與程度取決於對學習的主動性。所以，應給予學生充足的學習機會，以培養他們成為科學的自主學習者。同時，也應引導學生連繫各學習領域的學習經驗，令學習更具意義。

教師可讓學生參與設計和進行實驗，以探索科學現象和發展科學過程技能，從而建構科學知識。教師也可以安排課堂和教室以外的學習活動，讓學生接觸尖端的科學，以促進他們對科學、科技和工程發展的興趣。此外，教師亦可鼓勵學生使用不同的資訊科技資源或平台自行學習或與同儕學習科學。

照顧不同需要和志向的學生

學校須為學生提供各種學習計劃，以照顧他們的需要和性向。對能力較高或對科學有濃厚興趣的學生，他們需要更多具挑戰性的學習計劃，以便充分發揮潛能。這些計劃可以包括延伸的學習活動，讓學生知道科學、科技和工程的最新發展。透過安排多元化的學習活動，例如科學比賽和專題研習等，學生可以發展科學方面的興趣和天賦。這些活動可以校本計劃型式進行，或與大專院校、專業團體或與 STEM 相關的機構合辦。

另一方面，學校在引入適當的支援措施時，應考慮學生學習科學的能力和興趣。例如，學校可考慮以同儕學習模式來提供學習機會予科學學習方面欠積極性的學生，讓他們掌握基本的科學知識和技能，以應對日常生活和未來職業發展的需要。為滿足現今世界經濟、科學和科技發展的需要，我們需要培育一批具備不同能力和不同知識及技能的人才。

1.4.2 科學教育學習領域持續發展的主要更新重點

本指引提出以下的主要更新重點，以回應本地和海外的環境轉變及教育趨勢，並為未來五至十年科學教育學習領域課程的發展及實施提供建議：

- 強調科學素養的重要性，讓學生了解科學的本質和掌握科學過程技能，以建立穩固的知識及技能基礎；
- 通過 STEM 教育增強學生綜合和應用知識與技能的能力；
- 著重整體規劃和實施學校科學課程，發展學生的共通能力，培養正面的價值觀和積極的態度，以及促進跨課程語文學習；
- 強調整體課程規劃和「策劃—推行—評估」自評機制在學校有效推行科學教育及 STEM 教育的重要性；
- 配合第四個資訊科技教育策略，推動資訊科技教育和電子學習，以提升學生學習科學的興趣，加強互動和協作，以及促進學生自主學習，並結合相關的學與教活動，以強化學生的資訊素養；以及
- 強調在推動科學教育時，需繼續照顧學生的多樣性，並關注不同學習需要和學習模式的學生，包括有特殊學習需要的學生及具有科學天賦的學生。

有關上述更新的細節將在本指引的其他章節加以解釋。

(空白頁)

第二章

課程架構

學會學習2+ — 香港學校課程

課程寬廣而均衡，提供多元和專門的選擇，以配合學生在學術、專業和職業的發展需要。

培養學生終身學習及自主學習的能力

促進學生全人發展

七個學習宗旨

五種基要學習經歷

德育及公民教育

智能發展

社會服務

體藝發展

與工作有關的經驗

中四至中六

高中

核心科目

中國語文
英國語文
數學
通識教育科

選修科目

20個選修科目
應用學習
其他語言

其他學習經歷

德育及公民教育
藝術發展
體育發展
社會服務
與工作有關的經驗

中一至中三

初中

四個關鍵項目：達至主要更新重點(初、高中)

STEM 教育和資訊科技教育、價值觀教育(包括德育及公民教育與基本法教育)、跨課程語文學習(包括閱讀)等

小一至小六

小學

中國語文教育

學習領域

英國語文教育

學習領域

數學教育

學習領域

科學教育

學習領域

科技教育

學習領域

個人、社會及人文教育

學習領域

藝術教育

學習領域

體育

學習領域

常識科

幼兒班至高班

幼稚園

價值觀和態度、技能和知識

語文

幼兒數學

大自然與生活

個人與群體

藝術與創意

體能與健康

價值觀和態度 七種首要價值觀

- 堅毅
- 尊重他人
- 責任感
- 國民身份認同
- 承擔精神
- 誠信
- 關愛

共通能力

- 基礎能力
- 溝通能力
- 數學能力
- 運用資訊科技能力
- 思考能力
- 明辨性思考能力
- 創造力
- 解決問題能力
- 個人及社交能力
- 自我管理
- 自學能力
- 協作能力

全方位學習

第二章 課程架構

科學教育的課程架構是一個用作組織不同學科學與教及評估的整體框架。此架構由一套互相緊扣的部分組成，包括：

- 學科知識和技能，以學習目標和學習目的方式展示；
- 共通能力；
- 價值觀和態度。

課程架構定立學生於不同的學習階段，須要理解、重視和掌握的內容。這課程架構給予學校和教師充分的彈性和自主，策劃及發展校本科學課程，以照顧有不同需要及志向的學生。

2.1 科學教育宗旨

科學教育是整體學校課程的一部分，提供第一至第四學習階段的學習經歷，培養學生的科學素養。透過科學教育，學生可以發展所需的科學知識和科學過程技能、共通能力，以及培養正面的價值觀和積極的態度，以達致全人發展，並能在這個不斷轉變的社會及科技世界中，積極參與及作出貢獻。

科學教育的宗旨是讓學生：

- 培養對科學的好奇心和興趣；
- 發展科學探究和解決問題的能力；
- 掌握基本科學知識、科學過程技能及共通能力；
- 發展綜合和應用科學和相關範疇的知識與技能的能力；
- 了解科學本質；
- 運用科學語言來溝通與科學相關的意念；
- 認識科學對社會、倫理、經濟、環境和科技所帶來的影響，並培養負責任的公民態度，致力促進個人和社區健康；
- 成為科學的終身學習者，以促進個人發展；以及
- 為將來在科學、科技和工程領域進修或就業作準備。

2.2 課程架構

科學教育學習領域採用了一個開放而具彈性的課程架構。為方便計劃及組織科學課程，我們將科學教育的各主要學習元素分為六個學習範疇，分別為：

- 科學探究
- 生命與生活
- 物料世界
- 能量與變化
- 地球與太空
- 科學、科技、社會與環境

我們將 STEM 教育及學校課程持續更新的主要更新重點(MRE)納入課程架構之中。透過適當的課程規劃、學與教活動和評估，連繫和綜合六個學習範疇，並有效推動 STEM 教育，同時滲入正面的價值觀和積極的態度、跨課程語文學習(LaC)及資訊科技教育，我們希望可以幫助學生建立穩固的科學基礎，培養科學素養，讓他們明白科學、科技、工程和數學的關係，以及掌握綜合和應用科學和跨學習領域的知識與技能的能力，同時幫助學生建立正面的價值觀和積極的態度，以促進個人成長，並為科學與科技世界作出貢獻。

圖 2.1 為更新的科學教育學習領域課程架構的圖示，當中包括策劃和推行校內的科學課程時，所需注意的六個學習範疇及課程持續更新的主要更新重點。

科學教育

科學教育提供學習經歷，培養學生科學素養和建立穩固的科學基礎，並讓學生認識科學、科技、工程和數學的關係，掌握綜合和應用科學學習領域和跨學習領域的知識與技能的能力，以及建立正面的價值觀和積極的態度以達至個人發展，並為科學與科技世界作出貢獻。

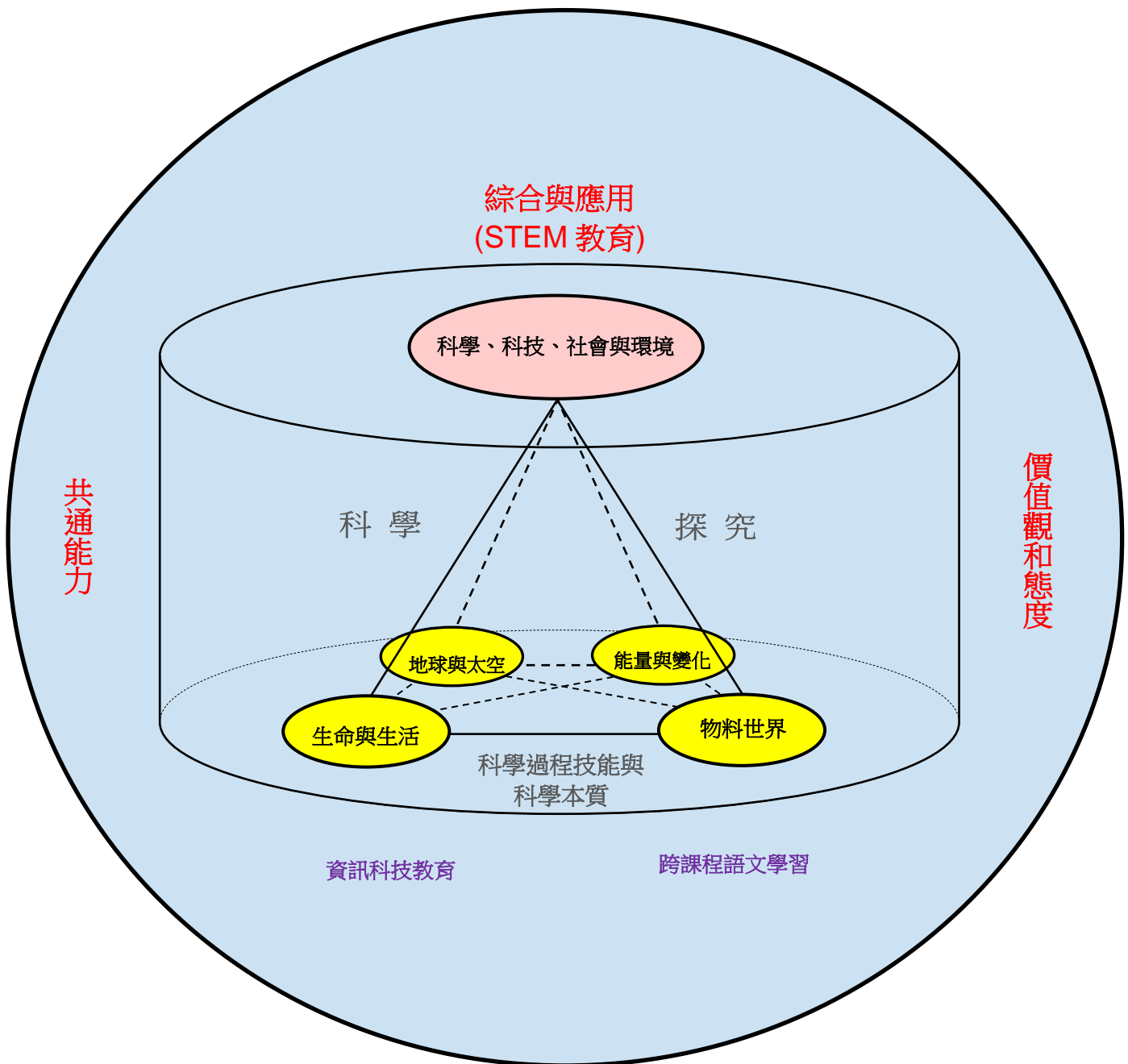


圖 2.1 科學教育學習領域課程架構圖示

2.2.1 學習範疇、目標與目的

學習範疇

科學教育六個學習範疇涵蓋科學課程的主要學習內容元素，各學習範疇的重要性相等。圖 2.1 以金字塔圖形展示六個學習範疇的關係，特點如下：

- **生命與生活、物料世界、能量與變化及地球與太空**學習範疇構成金字塔的底座，代表不同範疇的學習內容，讓學生明白相關的科學概念和意念。這四個範疇的內容並非割裂，而是互相關聯的。
- **科學、科技、社會與環境(STSE)**學習範疇位處金字塔的頂部，與其他四個範疇的內容互相連繫，表示 STSE 需要透過各個範疇的內容來學習。STEM 教育的學習元素強調綜合和應用知識與技能的能力，本質上已包含在 STSE 學習範疇內。科技和工程的應用，被廣泛用於說明科學發現對社會和經濟發展的意義。此外，數學被視為學習科學不可或缺的工具。
- 透過滲入其他五個學習範疇，**科學探究學習**範疇讓學生發展科學過程技能及加強對科學本質的理解。

科學過程技能

科學過程技能是進行科學探究時需要運用的技能，這些技能為科學方法奠定基礎。學生在學習科學時，有效掌握科學過程技能至為重要。發展學生各種的科學過程技能，有助他們運用邏輯和理智來解決問題。這不但有助學生理解科學本質，還可幫助他們發展對科學的正面價值觀和積極的態度。

以下是主要的科學過程技能：

- 觀察
- 分類
- 設計探究方法
- 進行實驗
- 推論
- 傳意

下表列舉了之各項科學過程技能的一些簡單注釋：

表 1 科學過程技能

科學過程技能	說明
觀察	<ul style="list-style-type: none">• 說出特徵• 明智和準確地量度• 記錄數據
分類	<ul style="list-style-type: none">• 比較相似與差異• 分組與排序• 製作檢索表• 說明關係（包括指出因果關係）

科學過程技能	注釋
設計探究實驗	<ul style="list-style-type: none"> • 提出問題 • 預測結果 • 提出假設 • 辨識變量 • 提出實驗可行的步驟時，會考慮公平測試的需要
進行實驗	實驗操作，包括： <ul style="list-style-type: none"> • 選擇儀器 • 運用儀器 • 採取預防措施
推論	<ul style="list-style-type: none"> • 分析和解釋數據 • 評鑑數據 • 估算誤差 • 提出解說 • 作出結論
傳意	<ul style="list-style-type: none"> • 使用多種方法表達資料和意念 • 提出合乎邏輯的科學論據

科學本質

科學本質是科學課程的重要學習元素。它涉及我們對自然世界的知識的信念和態度、獲取科學知識的方法和過程，以及相關社會文化與歷史的影響。透過學習科學本質，學生可以提升學習興趣，加深理解科學知識，以及幫助他們在日常生活面對與科學相關的議題時，作出明智的判斷。

以下是一些獲得廣泛接受有關科學本質的見解：

- 科學對自然現象所作出的解釋，是基於宇宙萬物皆按一貫模式運作的信念。
- 科學知識能夠經得起考驗，但並非一成不變。
- 科學知識是受證據及實證標準所支持。
- 科學知識有賴創意、創新和懷疑的精神而產生。
- 科學家會根據研究現象的本質及相關範疇的歷史而採用不同的研究方法。
- 科學方法包括對透過推論及／或歸納邏輯所產生的新意念進行實驗測試。
- 科學家會注意到於記錄、報告及理解數據時有可能出現的偏差。
- 科學家會組成社群，從而進行開放的討論、仔細評估和檢視新意念，並分享集體智慧。
- 科學有本身的局限。

推動 STEM 教育

就本地的學校課程，我們是透過科學、科技和數學教育學習領域推動STEM教育。在學校推行STEM教育，旨在強化科學、科技及數學教育，以培育具備不同知識和能力水平的相關多元人才，從而提升香港的國際競爭力。推動STEM教育與學生學習相關的目標包括：

- 在科學、科技及數學範疇讓學生建立穩固的知識基礎和提升他們的學習興趣，以助他們日後在有關範疇升學和就業，並應對現今世界的轉變和所帶來的挑戰；以及
- 增強學生綜合和應用知識與技能的能力，培養他們的創造力、協作和解決問題的能力，以及促進發展二十一世紀所需的創新思維和開拓與創新精神。

透過綜合和應用與科學、科技及數學教育學習領域的知識與技能，學生會明白科學、科技和數學的發展與社會環境是息息相關，而科學與科技的進步可幫助改善現今世界人類的生活質素。

透過綜合和應用知識與技能來解決真實的問題和製作發明品所獲得的經驗，有助學生發展正面的價值觀和積極的態度，對學生的全人發展至為重要。這些學習經歷不但加強學生對STEM範疇的興趣，亦能裝備他們相關的知識、技能和態度，為日後學生升讀相關範疇的學科和就業作好準備。

學習目標

透過不同階段的學校教育，學生將獲得科學教育所需的知識、技能、價值觀和態度。在小學、初中和高中的各個階段，科學教育的學習目標如下所述。

小學階段（學習階段一和二，小一至小六）的學習目標是：

- 顯示對科學的好奇心和興趣；
- 運用科學的知識和理解，解釋日常生活中一些常見的現象；
- 發展科學過程技能，以探索和探究簡單的科學問題，並提供解決方法；
- 將科學與科技學習經歷，與日常生活連繫起來；
- 養成在日常生活遇到跟科學與科技相關的安全問題時，能展現敏銳觸覺；以及
- 對於尊重和愛護生物及環境，具有初步的認識。

初中階段（學習階段三，中一至中三）的學習目標是：

- 培養對科學的好奇心和興趣，並懂得欣賞自然和科技世界的奧妙；
- 掌握基本科學知識和概念，以在科學及科技的世界中生活並作出貢獻；
- 發展科學過程技能，以設定問題、策劃及設計探究實驗去找出解決方法、進行實驗、分析和解釋所得結果，並作出報告；
- 應用科學知識、科學過程技能及相關共通能力，以解決一些日常生活的問題；
- 運用基本的科學語言來表達意念；
- 認識科學、科技、社會和環境之間的關係，並培養出負責任公民的態度；
- 認識科學的貢獻和局限，以及科學知識不斷演進的特質；
- 運用科學知識的理解，保持個人健康，並養成面對日常生活中有關安全問題時，具備敏銳的觸覺，理解背後原因，從而採取適當行動以避免意外和減少風險；以及
- 顧及人類活動對環境的影響，作出明智的行為，讓環境可以持續發展。

高中階段（學習階段四，中四至中六）的學習目標是：

- 持續培養對科學和對奧妙的自然和科技世界的興趣和好奇心；
- 理解所需的科學知識和科技發展，以便在科學與科技世界生活，並作出貢獻；
- 建構和應用科學知識，並掌握科學過程技能；
- 綜合和應用科學及其他 STEM 相關範疇的知識與技能，發展開拓與創新精神，以及正面的價值觀和積極的態度；
- 運用科學方法進行科學探究，並以創新的辦法解決日常生活的問題；
- 利用科學語言交流意念，以及表達對科學／STEM 相關議題的意見；
- 根據科學證據作明智的判斷和決定，並能在安全事項上作出負責任的行動預防危險；
- 理解及評估科學對社會、道德、經濟、環境和科技的影響，並培養負責任公民的態度；
- 理解科學的本質及其含義和科學與科技的限制；以及
- 理解人類活動對環境的影響，並承諾採取負責任的行動，讓環境可以持續發展。

學習目的

各學習階段不同學習範疇的學習目的，表列如下：

第一學習階段的學習目的（小一至小三）

科學探究

- 顯示對探索環境的好奇心及興趣
- 觀察日常生活的現象
- 進行簡單的量度和分組
- 記錄觀察結果及作出簡單陳述
- 進行簡單科學探究

生命與生活

- 顯示對生物和環境的愛心及關懷
- 認識生物的可觀察特徵和需要
- 認識生物的不同成長階段和發展

- 認識一些身體部分及其功能
- 養成健康的生活習慣
- 意識到生物與環境之間的關係
- 欣賞有不同種類生物的存在

物料世界

- 識別一些常見的物料，以及它們在日常生活中的用途
- 以感觀識別常見物料的特性和變化
- 利用常見物料設計及製作物品
- 關注環境，並承諾日常生活行為需符合環保原則

能量與變化

- 認識能量的來源及其在日常生活中的用途
- 認識熱傳導及一些相關現象
- 了解節約能源的需要
- 描述家中及學校的能量使用情況

地球與太空

- 認識及描述天空的基本變化規律及當中的物體
- 識別天氣變化的一些特徵
- 辨識晝夜的特徵，以及與人類生活模式的關係

科學、科技、社會與環境

- 意識到科學與科技跟我們日常生活的活動有著緊密的連繫
- 關注使用科學與科技時的安全問題
- 培養對生物和環境的關懷態度
- 認識對待生物及環境的正確方法

第二學習階段的學習目的（小四至小六）

科學探究

- 顯示對探索科學和科技的好奇心及持續的興趣
- 進行觀察、量度、記錄數據及報告結果
- 討論觀察結果，並作出簡單解釋
- 根據共同特性或特徵將物件分類
- 設計及進行簡單的科學探究

生命與生活

- 尊重及關懷所有生物，並顯示對瀕危物種的關注
- 認識身體的主要器官和系統的功能
- 意識到青春期的生理和心理變化
- 對一些生物的生命週期有基本認識
- 認識保持身體健康的方法
- 認識生物與環境之間的相互關係
- 欣賞世界上的生物種類繁多

物料世界

- 探索一些常見物料的物理性質及其在不同用途的適用性
- 認識一些物料的用途及其對人類和環境的影響
- 利用不同物料設計和製作模型
- 分辨可逆轉和不易逆轉的變化
- 明智地運用天然資源，並建立促進可持續發展的生活方式

能量與變化

- 認識與光、聲音、電力和物件運動有關的規律和現象
- 認識能量轉換中所牽涉的不同能量形式
- 在日常生活中善用及節約能源
- 認識在日常生活中使用不同形式的能量時的安全措施

地球與太空

- 認識到地球是滿足我們需要的寶貴資源
- 識別和描述氣候與季節的變化，以及這些變化對我們生活的影響
- 說明一些在地球上可觀察到，由太陽、地球及月亮運動引起的自然現象
- 欣賞宇宙的奧秘，以及太空探索對日常生活的貢獻

科學、科技、社會與環境

- 認識科學與科技的進步在日常生活上的應用和影響
- 欣賞一些對世界的科學及科技發展作出貢獻的重要人物
- 關注環境及氣候的變化，並認識到環境保護的重要
- 認識到學習科學及科技可增加我們對世界的了解，以及提高我們的生活質素
- 辨別有關個人健康與安全的議題，並在日常生活中採取合適的行動以保障個人健康與安全

第三學習階段的學習目的（中一至中三）

科學探究

- 辨識可用作科學探究的問題
- 識別公平測試中的變量
- 策劃、設計和進行科學探究
- 正確地運用儀器，並採取所需的安全措施
- 進行仔細的觀察及記錄數據
- 運用多種表達方式報告從科學探究中獲得的結果
- 分析數據，作出結論，並評估探究過程

生命與生活

- 對研究生物的產生興趣，並尊重所有生物和環境
- 欣賞生命的多樣性及了解分類系統的基本原則
- 認識細胞是生命的基本單位
- 對一些生命過程建立基本的理解
- 認識與繁殖有關的過程，並了解新生命是如何誕生
- 認識 DNA 作為遺傳物質及生命天書
- 了解保持身體健康的重要性及方法
- 認識人類活動對環境及生物多樣性的影響

物料世界

- 認識不同物料的物理和化學特性
- 認識不同物料根據其結構和特性可作的用途。
- 了解保護天然資源的需要。
- 認識一些化學反應變化及所涉及的物料。

能量與變化

- 比較社會中可供特定用途的能源選擇
- 辨識不同的能量轉換過程，以及影響這過程的因素
- 辨識一連串相互作用中能量的轉換及其形式
- 說出能量受體的可觀察變化與所轉換的能量值之間的關係
- 認識因生產和消耗能源對環境所造成的影響
- 認識節約能源的需要，並在日常生活中負上應有的責任

地球與太空

- 認識地球上有用的礦物及其他天然資源

- 了解於描述運動時，距離、速率和時間的意義和相互關係
- 描述在地球上力對物體運動的影響

科學、科技、社會與環境

- 了解科學與科技的發展及其對我們生活的貢獻
- 認識人類活動對地球的環境、氣候和天然資源的影響
- 為可持續發展，肩負責任保護環境
- 認識科學與科技的貢獻和限制

第四學習階段的學習目標的（中四至中六）

科學探究

- 策劃、設計和進行以多個可變量控制的科學探究
- 於策劃和設計探究的過程中進行風險評估
- 使用適當的設備與儀器進行仔細的觀察和準確的量度
- 分析和理解數據，並為探究作出結論
- 評估探究的有效性和可靠性並提出改進的建議
- 撰寫一個完整的科學探究報告

生命與生活

- 發展並保持對生物學的興趣，並尊重所有生物及環境
- 了解進化和生物的多樣性
- 認識生物的組織層次
- 了解重要的生命過程
- 了解遺傳學和生物科技的基本原理
- 知道現今生物科技的發展及對社會帶來的潛在影響
- 承擔對促進個人及社區健康的責任
- 了解生物與環境之間相互依存的關係，以及人類活動對環境及生物多樣性的影響

物料世界

- 了解物料的用途與其結構和特性的關係。
- 了解不同類型物質的相互作用，以及物質與能量的關係
- 探究原料加工的過程和新物料的生產
- 從社會、經濟、環境和科技的角度評估物料的用途

能量與變化

- 描述有效轉換能量的系統
- 解釋不同裝置的能量輸入和輸出的運作原理
- 運用能量守恒及能源效益的概念於科學和簡單工程應用上
- 了解使用不同能源對環境和經濟的影響
- 提出有助利用可再生能源及改善能源裝置效益的建議

地球與太空

- 解釋一些有關天文學和航天科學的現象
- 解釋環境中的自然變化，例如季節及天氣轉變、氣候變化、地質變化及自然災害
- 描述人類活動對環境的影響，例如天然資源的開採及環境污染等，並提出保育措施

科學、科技、社會與環境

- 掌握評估科學和科技對世界可持續發展在社會、道德、經濟、環境和技術方面的影響的技巧
- 根據科學證據作出明智的判斷和決定
- 了解科學本質和社會發展的關係
- 適當運用科學知識，並成為負責任的本地及全球公民

2.2.2 共通能力

共通能力是幫助學生學會學習的基本能力。針對二十一世紀的學校課程，以下是九種學生需要掌握的共通能力：

- 協作能力
- 溝通能力
- 創造力
- 明辨性思考能力
- 運用資訊科技能力
- 數學能力³
- 解決問題能力
- 自我學習能力³
- 自我管理能力的

建基於課程改革的實踐經驗、社會的不斷轉變及最新的研究結果，為了讓學生更深入認識和綜合應用這些共通能力，上述九項共通能力按性質劃分成三組，分別為基礎能力、思考能力、個人及社交能力：

表 2 九種共通能力的分組

基礎能力	思考能力	個人及社交能力
溝通能力	明辨性思考能力	自我管理能力的
數學能力	創造力	自我學習能力的
運用資訊科技能力	解決問題能力	協作能力

科學教育學習領域提供有意義的內容，並透過合適的學與教活動和特定課題，發展學生的共通能力及科學過程技能。學校應整體規劃科學相關的學與教活動，讓學生有效地應用及發展以上的共通能力／能力組合。

³ 在《學會學習：課程發展路向－終身學習、全人發展》(2001)，「數學能力」稱為「運算能力」，「自我學習能力」稱為「研習能力」。

科學探究及實驗活動，提供機會讓學生參與「動手」和「動腦」活動，發展研習科學的相關技巧。教師應鼓勵學生提出問題、作出假設、策劃行動方案、預測結果、進行實驗、分析結果、然後作出結論及建議改善的方法。這些經驗可以讓學生發展思考能力以建立創新意念和解決問題，發展溝通能力以表達意念，以及應用相關概念的數學能力來處理與科學有關的問題。學生亦可以不同的資訊科技平台及設備來進行探究活動，發展運用資訊科技的能力。

不論是以學習領域／學科為本或跨課程為本的科學專題研習，均可為學生提供一個上佳的機會，讓他們從中感受到學習科學是生動有趣和富挑戰性的。專題研習有助學生把科學知識、技能、價值觀和態度與日常生活經驗結合起來。在學習過程中，學生需要為專題研習設定目標，從不同來源蒐集資料，分析和綜合資料，亦要表達及展示自己的意念和研習結果。此外，他們亦需要綜合和應用不同與 STEM 相關範疇的知識和技能。透過專題研習，學生可以發展協作和解決問題的能力。他們亦可從解決問題之中，培養明辨性思考能力和創造力。其他共通能力，例如自我管理和自我學習能力等，也可以在這真實的情境中得以發展。

學習科學時，小組討論、角色扮演和辯論等活動，為學生提供與別人交流、表達個人意見及從不同角度交換觀點的機會。在研究和分析資料、組織和展示意念，以及辯論和作出判斷等過程中，學生需展示他們對科學語言的掌握和對科學概念的理解。他們亦需組織自己及動員他人，積極參與分組工作。通過閱讀、討論和在具爭議的科學議題上進行角色扮演，學生可從社會及文化的情境中，體會到科學知識的本質。在匯報的過程中，學生學習自我反思，接受別人的觀點和客觀地給予別人意見。明辨性思考能力、協作能力、溝通能力等，都可在這些學習過程孕育出來。

2.2.3 價值觀和態度

價值觀教育是學校課程中不可或缺的一部分，是透過不同學習領域、德育及公民教育、跨課程學習活動及全方位學習推行。課程發展議會於 2008 年提出的德育及公民教育的課程架構，並列出七個首要培育的價值觀和態度項目，反映在香港這個國際城市融合的中西文化和價值觀，對學生的全人發展和社會需要是至為重要。七個首要項目分別為「堅毅」、「尊重別人」、「責任感」、「國民身份認同」、「承擔精神」、「誠信」和「關愛」。

在科學教育學習領域中，可透過相關的課題及適當的學與教活動推行價值觀教育，以幫助學生應用及反思正面的價值觀和積極的態度，或透過不同的情境，促使學生從不同角度作出理性及客觀的理解和分析，並以正面的價值觀和積極的態度為指導性原則，作出判斷和決定。

在科學教育學習領域中培育正面的價值觀和積極的態度

正面的價值觀和積極的態度，最適宜連同科學過程技能和共通能力，透過有意義的情境一併培育和發展。例如，透過科學的學與教及 STEM 相關的學習活動，可以培育下列的價值觀和態度：

- 好奇心
- 明辨性反思
- 開放思想
- 尊重證據
- 對不確知的事物，願意採取容忍的態度
- 適當地衡量他人建議
- 對生物及其環境的尊重和關愛
- 承諾對環境進行可持續發展

兒童自小的天性就是對日常生活的各種現象充滿好奇，亦熱切地探索身邊的事物。中學及小學的教師應維持學生對自然現象的好奇心，好讓他們渴望學習科學，發展科學過程技能及察覺到科學與日常生活的連繫。教師應鼓勵學生策劃、提出問題、探究和探索解決問題的方法，藉著進行科學探究，滿足他們的好奇心。

創新意念對科學及科技發展非常重要。具備創新意念而堅毅的人，十分享受發現過程中的樂趣，也會從知識增長中獲得滿足感。科學教育旨在提倡科學素養，並鼓勵透過綜合和應用知識與技能，發揮創意。因此教師應協助學生明白把日常生活中的現象與科學概念和應用加以連繫的重要性。學生也應透過處理別人的相反意見時，學習自行反思。

在科學發展中，懷疑與開明態度同樣重要。一個新理論在發展的過程中，新證據必須經過論證，或者需提出跟現有原理不一致的理據。新理論在受到廣泛接受之前，需經過連串驗證及反證的過程。科學教育有助培養學生在開明態度與懷疑之間取得平衡。

科學、科技及工程學的進步，跟我們的社會發展及環境息息相關。透過科學教育，學生可以體會**可持續發展**對環境的重要性，並學習承擔保育環境的責任和珍惜生物多樣性。同時，也可培養學生對所有生物抱持關愛的態度。

以上的價值觀和態度，可以透過科學教育學習領域內相關的主題來培育，例如有關環境保育、科學發明和探索的故事、古代和現今中國的科學和科技發展等。

2.2.4 資訊科技教育

在二十一世紀，善用資訊科技是加強及提升學與教效能的關鍵。教育局自1998/99學年起共推行四個「資訊科技教育策略」，幫助學校逐步提升運用資訊科技及電子學習資源，以促進及優化小學和中學的學與教。由於科學的獨特本質，科學教育和資訊科技教育的關係特別密切。多年來，不少科學教師熱衷使用資訊科技，並率先採用資訊科技的教學方法。他們掌握運用網上資源的知識和技能，例如使用短片和模擬軟件，以促進學生對抽象概念的了解。他們亦會使用資訊科技設備，例如使用數據收集儀進行實驗，以收集和記錄數據。一些教師更會採用「反轉課堂」的策略，以便善用課堂時間，照顧學生的需要和興趣，以及發展以學生為本的教學法，培育學生的自主學習能力。

科技內容教學知識(TPACK⁴)是一個包含教師透過科技學習環境，實施有效教學時需具備的知識的理論架構。這架構包括三個相關的知識元素：內容、教學法和科技。教師需要明白這三種知識元素之間的互動關係，才能有效融合科技於特定科學課題的教學法中。

2015年開始推行的「第四個資訊科技教育策略」，其中一項措施是為所有公營學校加強無線網絡基建，將無線網絡覆蓋所有課室。建基於過往使用資訊科技促進學習、教學和評估的成功經驗，學校現已準備好更廣泛地使用電子學習。隨著市場上的電子教科書數目不斷上升，以及大量的電子學習資源（例如流動應用程式），使用流動電腦裝置學習已變得可行和方便，不少學生可以隨時隨地學習。因此，我們把資訊科技教育融入科學教育學習領域的課程架構中，以強調釋放學生學習能力的重要性。在科學教育的情境中，有需要於課堂和課堂以外進一步推行電子學習，以加強學生的自主學習和解決問題能力、以及創造力和創意思維。在提倡資訊科技教育的同時，我們亦須培育學生成為具操守的資訊科技使用者。為達致全人發展和終身學習，教師須要掌握電子學習的技巧，發展學生的資訊素養，以及有效運用資訊科技以推動促進科學學習的評估。

2.2.5 跨課程語文學習

讀寫能力是指能有效閱讀和寫作，以達成預期目標或成果，同時增進個人知識和發展潛能。在學校層面，學生主要透過中國語文教育和英國語文教育學習領域培養讀寫能力。除此之外，教師亦須在不同的學習領域中培養學生的讀寫能力。透過不同學習領域，教師可以為學生提供情境，讓他們運用讀寫能力去建構知識，促使他們成為終身學習者。

隨著資訊科技和社交媒體的急速發展，讀寫能力亦被加入新的含義。學生需要

⁴ www.tpack.org

掌握新的讀寫技能以處理和創作多模式的文本，透過不同的形式（例如圖象、動畫和聲音）傳達訊息。

科學教育學習領域提供真實的情境，讓學生應用讀寫能力。跨課程語文學習是綜合語文學習和學科內容學習的一種學習取向，學生可通過中文或英文學習科學，以全面和綜合的方式探索知識和發展語文技能。中國語文／英國語文教師可集中幫助學生掌握如何準確運用語文（例如詞彙和語法），以及讓他們認識文意連貫和措辭恰當的重要性。至於科學教師則在學與教過程中，著意使用相應的語文方式表達學科內容，以促進學生中國語文或英國語文知識和能力的轉移，同時提供機會讓學生運用相關的語文知識和能力完成科學教育學習領域的作業或學習任務，展示他們對科學內容的理解。

科學教師可透過以下方式與中國語文／英國語文教師協作，推行跨課程語文學習：

- 辨識學習切入點，訂立可行目標，擬訂教學計劃和進度，以促進中國語文／英國語文知識和讀寫能力的轉移；
- 發展可連繫學生學習經歷的學與教和評估的材料和活動；
- 就科學和中國語文／英國語文科目共同擬訂一個主題，讓學生閱讀及討論相關材料，並安排課堂以外的學習活動或任務以拓寬他們的學習經歷；
- 讓學生多接觸科學教育學習領域的典型文類，例如程序記述；以及
- 教授學生有關科學教育學習領域的用語特色及修辭功能（例如：比較和對比、解釋），以助他們完成科學的課業。

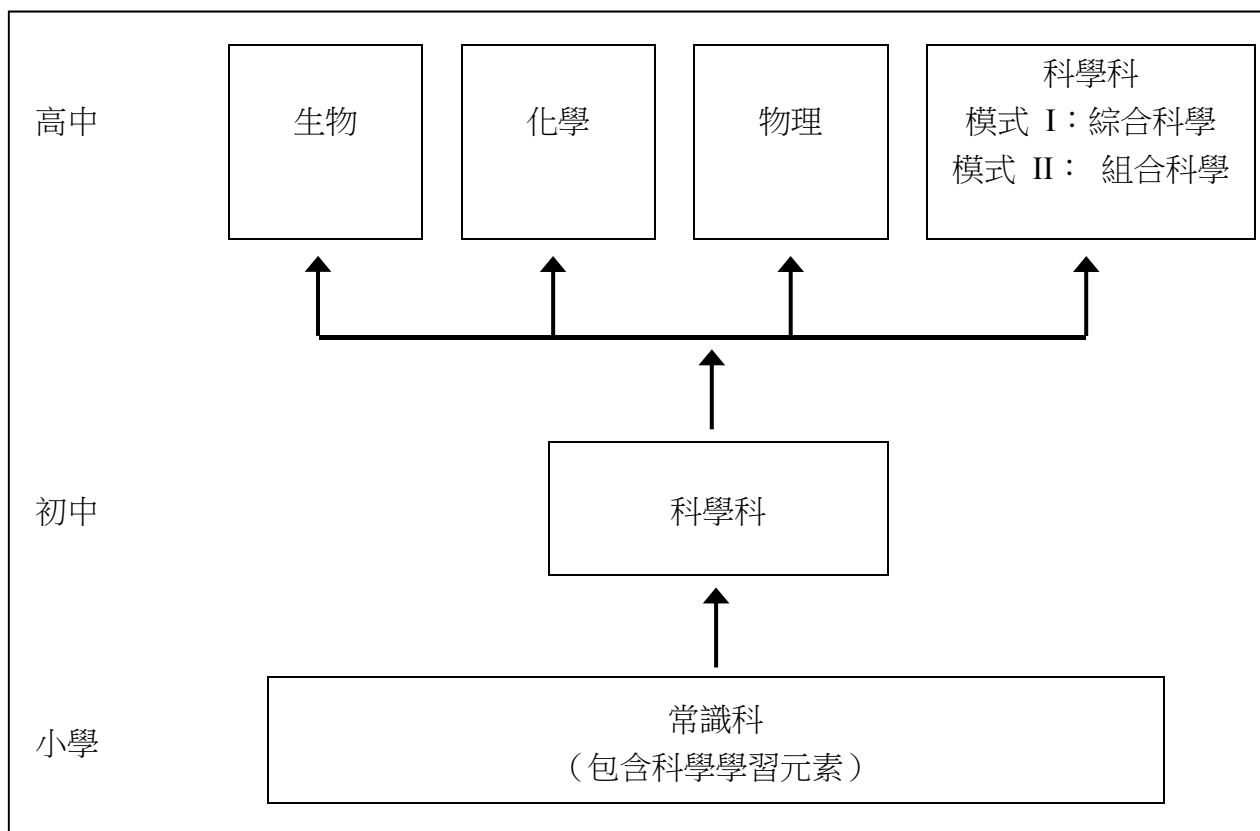
下表是一些可加強學生科學閱讀和寫作能力的示例：

	策略／課業
閱讀 (從閱讀中學習)	<ul style="list-style-type: none"> • 使用圖象組織法 • 分拆和重組科學意念和語文重點 • 閱讀科學新聞、雜誌、小說、偉大科學家故事等
寫作 (從寫作中學習)	<ul style="list-style-type: none"> • 撰寫實驗室安全規則 • 撰寫實驗步驟 • 描述觀察結果 • 詳盡解釋實驗結果 • 撰寫科學探究報告 • 撰寫科學故事、學習日誌等

表 3 促進學生讀寫能力的策略／活動

2.3 課程及學科組織

小學階段及中學階段科學教育學習領域的課程如下：



2.3.1 小學階段

在小學階段，經更新的小學常識科課程主要加入更多日常生活中與科學和科技相關的學習內容（例如低碳生活、全球暖化）。同時，於科學探究（如公平測試）當中加強基本科學過程技能，包括觀察、量度、分類與傳意，以強化小學與初中的銜接。此外，課程亦增加應用科學和科技以解決日常生活問題的學與教活動（如生活中的能源使用、簡單機械的用途等）。

2.3.2 初中階段

更新的科學（中一至中三）課程繼續著重科學探究，內容分為核心與延展部分，以照顧不同學生的能力和需要。這課程旨在讓學生在初中階段建立穩固的科學基礎，著重培養學生的科學素養，以及科學知識和相關的技能，包括「動手」

的技能。主要更新重點包括：更新了課程內容，讓學生能緊貼著急速的科學及科技發展；加入統一概念，以幫助學生理解不同科學學科之間的連繫和整體的連貫性；加強學生的科學過程技能；以及增潤學與教活動。課程介紹的統一概念包括系統和組織、證據和模型、變化和恆常、形態與功能。另一方面，更新的課程亦有助學生更順利地銜接高中的科學學習。在制定第三學習階段的學校科學課程時，學校可參考《科學教育學習領域課程指引補充文件——科學（中一至中三）》(2017)內的建議。

2.3.3 高中階段

在高中階段，我們提供了一個具彈性而多樣化的科學課程，以配合具不同興趣及能力性向的學生的需要。自 2009 年起推行的高中課程，提供四個科學選修科目供學生選擇，分別是生物、化學、物理和科學科（模式 I：綜合科學；模式 II：組合科學）。這些科目是建基於初中的科學課程，學術要求同樣嚴謹。這些選修科目旨在進一步提升學生的科學素養，並為學生日後進修和就業做好準備。這些選修科目課程具備科學教育課程架構相同的特質，同樣著重科學探究和科學、科技、社會與環境的連繫。除了必修部分之外，每一個課程亦提供選修部分以滿足學生的不同興趣及志向的需要。

- 對科學有相當濃厚興趣、並打算日後在科學或與 STEM 相關範疇進修或工作的學生，可以修讀生物、化學和物理。
- 學生亦可修讀生物、化學或物理等專修科目中的一項，再以組合形式同時修讀其餘兩個科目的部分內容，以獲取更全面的科學知識。三個可選讀的組合如下：
 - 生物 + 組合科學（物理、化學）
 - 化學 + 組合科學（生物、物理）
 - 物理 + 組合科學（化學、生物）
- 具多元興趣、而又希望只修讀科學教育學習領域中一個科目的學生，可以修讀綜合科學課程。此課程採用一個跨學科的學與教方法，為學生提供一個全面而又平衡各個科學範疇的學習經驗。

高中階段是學生進入高等教育或投身工作前的一個重要的學習階段。高中科學教育課程提供的不同選修科目，目的是為學生建立穩固基礎，讓他們在離校後可繼續在專上學院中修讀不同的學術、專業或職業教育課程，或投身與科學／STEM 有關的不同職業和專業。因此，學校應提供足夠資料，以便學生了解不同科學選修科目的性質，以及相關的發展機會，並鼓勵他們選擇當中最能符合自己的興趣、能力性向及生涯意向的選修科目。校方也應提供適當的指引及支援，例如有關高中選修科和生涯規劃的講座，以幫助學生作出明智選擇。

最新版本的生物、化學、物理、綜合科學和組合科學的課程及評估指引可於以下教育局網址下載：

www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/science-edu/index.html

2.4 小學與初中階段的順利銜接

小學常識科課程讓學生掌握科學教育、科技教育與個人、社會及人文教育三個學習領域的基本知識和共通能力，以及培養正面的價值觀和積極的態度。課程中的科學學習元素，有助引起學生對探索日常生活中的科學現象的好奇心和興趣。學生建立的基本科學基礎，將促進他們在中學階段學習科學。

科學（中一至中三）課程延續小學常識科的科學學習元素。課程目的是為了進一步發展學生對科學的好奇心和興趣，以及他們的科學知識和科學過程技能。為促進小學與中學階段的順利銜接，小學教師應教授所有小學常識科課程的相關核心元素。教師亦應安排學習機會，讓學生發展科學過程技能、創造力、創新思維和解決問題能力。

在設計小學常識科課程時，教師需確保不同學習階段之間的縱向連貫，讓學生掌握所需的知識與技能，從而順利由一個學習階段進展至下一階段。

2.5 初中與高中階段的順利銜接

在中學規劃學校科學課程時，學校應以整體方向，全面考慮初中與高中階段之間的銜接。學校應留意處理科學課程的縱向連貫和橫向連繫，以照顧具不同興趣、能力及志向的學生的需要。請參閱本章 2.2.1 部分的不同學習階段的學習目標和目的，以及高中生物、化學、物理、綜合科學和組合科學的課程及評估指引。

為確保初中至高中的順利銜接，教師應先完成科學（中一至中三）課程的核心部分。除核心部分外，教師可以從延伸部分選取合適教材，以滿足學生的需要、興趣和能力。如合適的話，教師可在學校科學課程加入一些增潤課題，以延伸學生在不同科學範疇的學習經驗。除了教授知識外，亦應安排足夠的學習機會以發展學生的技能，尤其是科學過程技能，以及培養學生對科學的正面價值觀和積極的態度。

(空白頁)

第三章

課程規劃

第三章 課程規劃

3.1 均衡的課程

科學教育在學生的全人發展上扮演一個相當重要的角色。所有學生都有接受科學教育的權利，學校須提供合適的學習機會，發展學生的科學知識和技能，以及綜合和應用不同範疇的知識與技能的能力。有見及此，學校應整體規劃學校課程，以確保能為廣闊而均衡的學校課程（包括科學教育）提供所需的資源，例如：課時、人力及財政資源等。

3.2 中央課程及學校課程發展

本指引為小一至中六的科學教育課程訂立發展方向，並以一個開放靈活的架構，勾畫出科學教育學習領域的中央課程，當中包括學習範疇、學習目標和目的，以及主要的學習內容。學校應參考本指引內的建議，以確保學生獲得學習科學的機會。本指引不應被視為所有學校與學生指定的劃一綱要。學校應參考中央課程的架構，並充分考慮學校本身的情況，以制定本身的學校科學課程。

在發展學校科學課程時，學校應注意科學教育的宗旨，以及學生需要達致的學習目標和目的。學校也應參考科學教育學習領域不同學習階段的相關科目課程文件內的學與教和評估建議。可行的措施包括按照學生的學習需要，改變學習內容和學習情境的選擇和教授次序，以及為學生提供選項和採用合適的學與教和評估的策略。

3.2.1 科學教育學習領域的整體課程發展

在規劃學校科學課程時，學校應考慮整體課程發展以確保課程的縱向連貫和橫向連繫。一個在連貫和順利銜接各學習階段的科學課程，可以為學生建立穩固的科學基礎，讓他們從一個學習階段順利進展至另一個學習階段。學校在訂定科學課程的目標和計劃時，應考慮學生的興趣和能力，以及教師的專長。同時，學校應按實際情況靈活運用課時和資源。為學生設計與科學或 STEM 相關的學與教活動時，亦應注意相關的課程重點，並使用學校熟悉的「策劃—推行—評估」自評機制。

所有科學教師都應參與學校科學課程的發展。科學教育學習領域統籌主任或科主任在協調上述發展過程中，可以發揮領導的作用，而其他科學教師在策劃、推行和評估各級科學課程方面亦應參與。在規劃和組織跨學習領域的活動時，科學教育學習領域的教師應與相關學習領域的教師協作。實驗室技術員也可為科學的學與教及與 STEM 相關的學習活動提供支援。教師和實驗室技術員的

廣泛參與，可在科學教育學習領域內和跨學習領域間建立良好的協作文化。STEM 相關科目教師之間的緊密協作能進一步提升教師的專業能力，產生協同效應，並帶給學生最大的裨益。

圖 3.1 展示如何考慮各種主要因素，從而作出課程決策，發展出一個有助學生學習的學校科學課程。

科學教育學習領域的整體課程發展

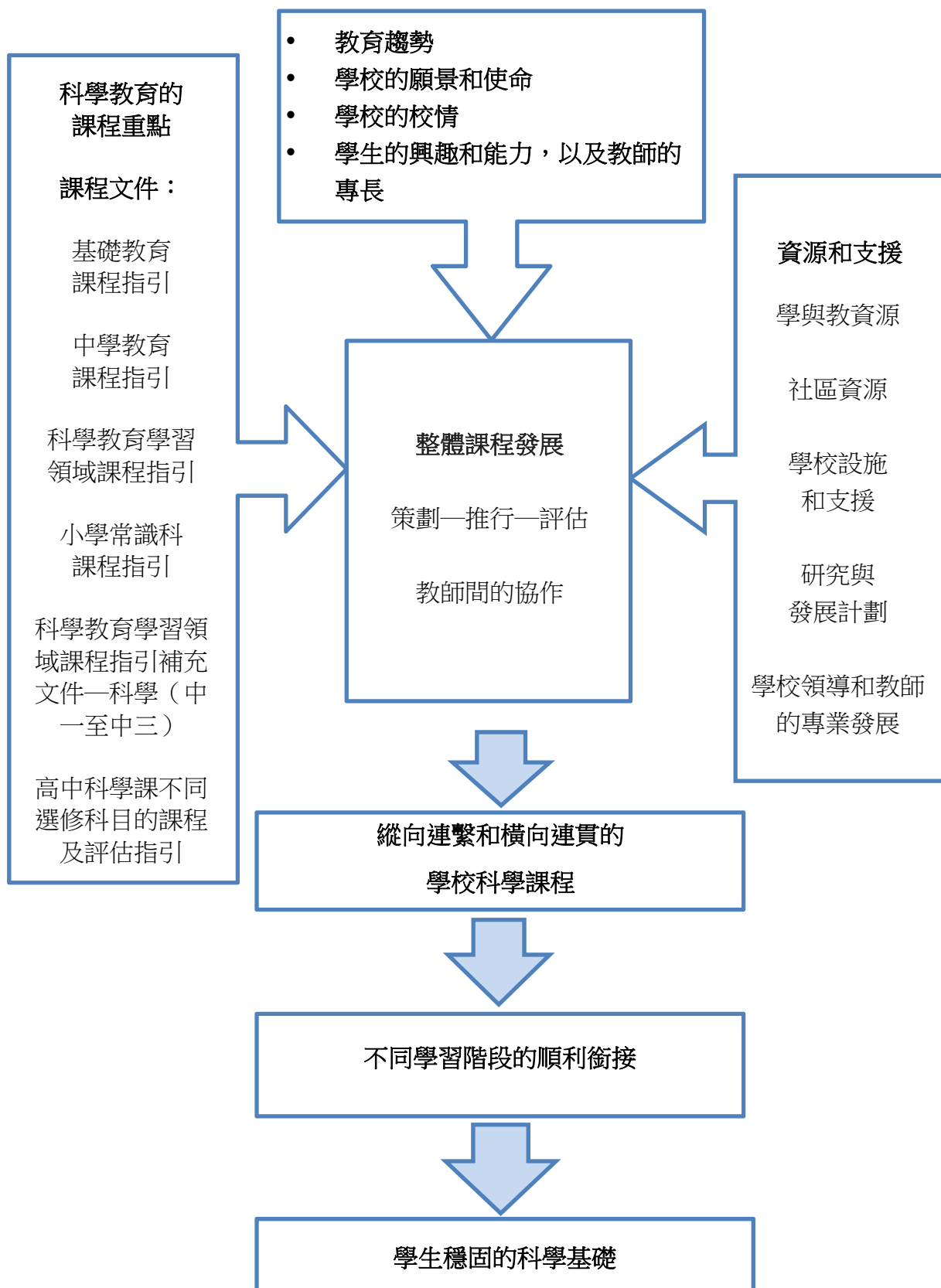


圖 3.1

3.2.2 小學階段

小學常識課程在不同範疇中包含了科學的學習元素。建議的小學常識課程內容由核心部分和延展部分組成。核心部分包含了常識課程的基本元素，以幫助學生掌握基礎的知識、技能和態度。核心部分佔整個課程的課時約 80%，而延展部分則佔餘下的 20%。延展部分提供多元化的學習經歷，幫助學生更深入學習核心部分的一些主題。（詳情請參閱《基礎教育課程指引（小一至小六）》（2014））。

3.2.3 初中階段

中一至中三的科學課程包括核心和延展部分。核心部分涵蓋所有學生應學習的基礎科學知識和技能，並培養他們的科學素養。學生可集中學習核心部分，以較充裕的時間去理解基本的科學概念和技能。而延展部分則涵蓋更廣闊或更深入的科學知識。部分課題對學生的要求比較高，較適合有意進一步修讀高中科學課程的學生學習。教師應注意不同學校和不同班別的學生，於延展部分個別課題內所達至的水平是可以存在差異的。教師可因應學生的需要和能力，彈性選取來自延展部分的課題，從而提供更多的挑戰予能力較高或對科學有濃厚興趣的學生，以充分發揮他們的潛能。

3.2.4 高中階段

高中科學課程是建基於初中階段發展的知識基礎之上。各學科的課程設計已務求於廣度和深度之間、科學理論和應用之間、以及核心和延展學習之間取得平衡。除了必修部分外，選修部分可以延伸學生獲得的知識和技能，並配合學生的不同的需要和興趣。於某些科目，必修部分也分為核心和延展部分，以照顧學生的多樣性。選修部分主要用於延伸學生從必修部分獲得的知識和技能。每個高中科學科目課程皆著重發展科學探究，因此建議教師預留充足課時讓學生進行科學探究的學習活動。

為照顧學生的需要和志向，學校應該根據校情，為高中學生提供不同的科學選修科目。同時也應考慮提供不同的科目組合讓學生選擇。

為進行有效的整體課程規劃，學校應採取措施讓學生建立穩固的科學基礎，以便他們從一個學習階段順利地銜接至另一個學習階段。學校可跟據科學教育學習領域的課程重點，發展學校的科學課程，例如加強學生的科學過程技能、推動 STEM 教育、採用電子學習以促進學生自主學習科學等。學校在規劃學與教的活動時，亦應考慮評估策略、資源和支援、跨學習領域的協作和教師的專業發展等，這些都是推行學校科學課程的關鍵因素。學校為學生或教師組織活動時，應按個別學校的情況及其發展重點的優先次序而定。

思考問題

1. 教師如何提高小學生對學習科學的興趣，以及有效地建立他們的科學知識和發展他們的科學過程技能？

考慮重點

- 為培養學生的好奇心和引起他們學習科學的興趣，教師應該把學生的學習經驗與日常生活連繫。提高學生對自然和人類世界的關注，並激發他們觀察周圍環境的興趣，繼而提出問題和理解一些簡單的自然現象。
 - 讓學生參與一些包含不同的科學過程，如觀察、探索、辨識和分類等的活動，對發展學生的科學和科技的知識與技能是很重要的。適當時，教師也可以提供一些學習機會，讓學生認識到數學在科學和科技上的角色和重要性。
 - 真實的情境可以讓學生更有效地學習。教師應鼓勵學生參與課堂以外的全方位學習活動，以豐富學生的學習經歷。
2. 教師適合向初中學生教授高中科學課程的內容嗎？
 3. 科學（中一至中三）課程對高中階段的學習有何重要？

考慮重點

- 學習科學（中一至中三）的核心部分是每一個初中學生應有的權利。在初中階段，核心部分可幫助學生建立穩固的科學基礎。學校必須在科學教育學習領域的建議課時內，讓學生完成科學課程的核心部分。學校可以因應學生的需要、興趣和能力，提供額外有關科學或 STEM 範疇的學習元素，以豐富學生的學習。
- 學校在規劃初中課程時，加入延展學習材料，必須考慮學生的年齡和他們的認知發展。學校的初中科學課程的廣度和深度應配合學生的一般能力。教師如欲向初中學生教授高中科學課程內容時，應小心處理，以避免削弱學生學習科學的興趣和動機。
- 科學（中一至中三）課程的學習有助學生建立一個穩固的科學基礎，包括學科的知識和技能、共通能力，以及正面的價值觀和積極的態度。穩固的科學基礎將有助他們順利地銜接至高中的科學選修科目。此外，學生亦需要在初中階段發展跨學科的知識和技能。不論學生將來選修甚麼科目，穩固的科學知識基礎能幫助學生綜合和應用知識與技能，以及發展他們對科學的興趣，為將來的進修和職業發展作好準備。

3.3 跨學習領域的協作及與通識教育科的連繫

3.3.1 透過科學、科技和數學教育學習領域的協作，加強學生綜合和應用知識與技能的能力

科學、科技和數學教育學習領域在推動 STEM 教育方面擔當重要角色。學校可透過以下安排，增強學生綜合和應用知識與技能的能力，以及培養他們的正面的價值觀和積極的態度：

- 為學生營造一個有利環境，提供充足機會，讓他們在學習過程中綜合和應用不同學科的知識與技能；
- 於整體課程規劃時，適當地考慮為學生提供綜合和應用不同學科知識與技能的學習情境；
- 運用各種以學習領域為本及跨學科的學習活動（例如專題研習、問題為本學習和數學建模等），提供與日常生活相關的有意義情境，讓學生解決問題。當中可以包括科學探究、設計與製作的活動等，有助學生發展綜合和應用不同學科知識與技能；
- 鼓勵和支持學生參與由本地或海外組織舉辦與 STEM 相關的比賽和其他富趣味性的學習活動，包括本地博物館和專業團體定期舉辦的活動；以及
- 在學校層面推動教師協作，共同規劃和舉辦跨學科的學習活動。

3.3.2 與通識教育科之連繫

學生於初中階段所建立的穩固科學基礎，不僅提高他們的科學素養，幫助他們於這個科學和科技世界中成為負責任的公民，還可以幫助他們於高中階段學習不同的科學選修科目，以及通識教育科（LS）的核心課題。

初中階段的科學學習是學校課程的一個重要部分。學生擁有穩固的科學基礎，才能夠綜合科學概念和其他學習領域／學科的知識，以及把不同學科的學習經驗互相連繫。這有助培養學生作多角度思考，促進他們於高中階段修讀通識教育科。學生所發展的科學思維模式，將有助學生從社會、環境和倫理的角度，理智地評論與科學、科技和工程相關的議題。學生還可以學會以創新意念解決問題，並根據證據作出明智的判斷。因此，科學（中一至中三）課程在幫助學生建立跨學科知識方面，至為重要，有助他們過渡至高中通識教育科課程的學習。

3.3.3 與其他學習領域的連繫

在規劃學校科學課程時，教師應幫助學生連繫科學教育學習領域和 STEM 相關學習領域或其他學習領域／學科的學習經驗。學校亦可安排跨課程的活動，以加強科學學習的成效。下表列舉了一些科學教育學習領域與其他學習領域協作，以促進學生學習的例子：

表 4 科學教育學習領域與其他學習領域的連繫

學習領域	例子
中國語文教育和英國語文教育	<ul style="list-style-type: none">• 推動跨課程的閱讀計劃，例如安排學生閱讀科幻小說、有關科學發現和科學家的故事，以培養學生對科學及 STEM 相關範疇的興趣• 讓學生參與以科學和科技為主題的戲劇和辯論等活動• 設計有關科學和科技發展的寫作活動，例如寫作文章、評論和廣告
個人、社會及人文教育	<ul style="list-style-type: none">• 讓學生參與進行跨學科的研習活動，例如健康教育、性教育和環境教育、以及德育及公民教育相關的活動• 從社會、環境、經濟和道德的角度，與學生討論有關科學、科技和工程的議題，以及開拓與創新精神對日後在 STEM 相關領域進修和就業的重要性
藝術教育	<ul style="list-style-type: none">• 提供機會讓學生欣賞大自然及自然現象的美，以及人造工程產品的美
體育	<ul style="list-style-type: none">• 鼓勵學生參與跨學科的活動，例如與運動科學相關的活動，以及如何利用科學知識和科技以改善運動表現的相關活動

3.4 推廣價值觀教育

價值觀教育是學校課程的主要部分，對學生的全人發展非常重要，價值觀教育通常是透過德育及公民教育、跨學科和全方位學習活動推行。學校應按照學校的使命和校情，為學生規劃並加強價值觀教育。

科學教育學習領域和其他學習領域一樣，均可幫助培養學生正面的價值觀和積極的態度。價值觀教育可以透過科學教育學習領域內各範疇中的不同主題和學與教活動，加深學生對首要的價值觀和態度的理解，以及培育學生其他的價值觀和態度。當學生需要對科學相關議題作出明智的判斷時，教師應引導學生於不同的情況下應用和反思正面的價值觀和積極的態度。各種學習活動，例如議題為本學習，可以提供情境，讓學生通過解決一些真實問題，以建立正面的價值觀和積極的態度。

學校應定期就科學教育學習領域內有關的價值觀教育的學習元素，與其他學習領域、全方位學習、其他學習經歷（只限高中學生）、德育及公民教育和校風等學習元素一起作出檢視。並將這些學習元素與學校課程整套價值觀和態度的學習重點（詳情參閱中學教育課程指引第二冊附錄 2）進行配對。在發展學校科學課程時，學校應考慮不同學習階段的學習目的，以培養正面的價值觀和積極的態度。教師進行整體課程規劃時，應把價值觀教育的學習元素融入課堂內外的學習活動中，以培養學生正面的價值觀和積極的態度。

3.5 加強電子學習和資訊素養

資訊素養(II)是指具備有效使用資訊的能力和在使用態度上合乎道德操守。資訊素養旨在發展學生的能力以(i)辨識對資訊的需求；(ii)找出、評鑑、選取、整理和表達資訊；(iii)創建新的意念；(iv)應對資訊世界的變化；和(v)合乎道德地使用資訊及避免作出如網絡欺凌和侵犯知識產權等不道德行為。專題研習和電子學習等活動，能提供機會讓學生發展與應用資訊素養。

學習科學常常涉及資訊素養，因此科學教育學習領域在發展學生的資訊素養方面扮演重要的角色。例如，在進行科學探究和與 STEM 相關的專題研習時，需要收集資料、組織、分析、詮釋和報告，這都涉及與資訊素養相關的重要技能。在小學常識科和中學的科學科目加入資訊素養，可提升學生應用科學知識和技能的能力，增強學習科學的效益，並幫助他們成為現今社會明智和有責任感的公民。學生也應該發展自己成為合乎道德的 IT 使用者。

隨著 2015 年展開的「第四個資訊科技教育策略」，所有公營學校都配備流動電腦裝置，並裝設無線網絡覆蓋所有課室。同時，學校亦擁有一些電子資源，以促進不同學習領域／科目在不同學習階段的學與教和評估。不少科學教師亦熱衷採用資訊科技，例如提供機會讓學生使用電子設備，如運用數據收集儀器於實驗中收集和記錄數據，以及於校園和實地考察時使用流動電腦裝置進行學習活動。「第四個資訊科技教育策略」的推行，加強了學校無線網絡的基建，教師與學生可以方便地連接互聯網，以獲取不同的電子資源，包括電子課本和電子評估工具。教師可以輕易地把現實生活的議題融入學校科學課程內，以促進深層學習活動的設計及提供有意義和真實的科學學習經驗。學校應進一步加強科學教師運用電子學習策略，以釋放和發揮學生的學習潛能。科學教師應更廣

泛地探索和使用電子學習的教學法，並有效地使用電子評估方法以促進學生學習。

在整體規劃和實施科學課程時，學校應運用電子學習策略，以推動學生自主學習、發展學生的資訊素養、照顧學生的多樣性和推動促進學習的評估。同時，亦需要審慎考慮電子學習的相關問題，例如 IT 設備的狀況、相關的電子學習資源、教師採用的教學法、教師的專業發展和現行的評估活動等。學校應適當安排科學課程的電子學習活動，以培養學生的自主學習習慣、協作學習的能力、解決問題能力、創造力和計算思維等。在著重電子學習相關的知識和技能的同時，亦應加強培育學生使用 IT 的價值觀和態度，尤其需合乎道德地使用 IT。因此，在規劃和推行電子學習活動時，應適當地融入資訊素養的元素。

3.6 學習時間的規劃

學校在規劃小學常識科課程，以及初中和高中階段不同的科學科目的課時分配時，應參考《基礎教育課程指引（小一至小六）》(2014)和《中學教育課程指引（中一至中六）》(2017)。

建議課時的總結如下：

- 在小學階段，小一至小六（第一至第二學習階段）的每個學習階段，學校可分配總課時的 12% - 15% 給小學常識科
- 在初中階段，學校可於第三個學習階段的三年內，分配總課時的 10% - 15% 給科學（中一至中三）
- 在高中階段，學校可於第四個學習階段的三年內分配總課時的 10% - 15% 給每個科學選修科目

於每個學習階段內，只要總課時的分配在建議範圍之內，學校可調整不同級別的課時分配百分比。

學校應留意，在小學階段和初中階段已預留的彈性時間分別為總課時的 19% 和 8%。學校可靈活使用彈性時間，進行跨課程學習活動，例如有關價值觀教育的學習活動，以促進學生的全人發展。在高中階段，「其他學習經歷」佔總課時的 10 - 15%。學校應適當考慮整體規劃和協調不同的學習領域和科目，彈性運用校內和校外時間安排「其他學習經歷」。

第四章

學與教

第四章 學與教

學與教是互動的過程，當中涉及學習者、教師、學習情境和學習環境之間複雜而多變的關係。教師倘若對科學課程的宗旨、學習目標和目的，以及對學生如何學習有充分的理解，便可為其學生提供有趣和有效的學習經歷。本章討論不同的教學方法，並強調採用適當的學與教策略的重要性，安排有意義的家課，以支援和加強科學的學與教，以及照顧學生的多樣性。本章亦就更新的四個關鍵項目、與 STEM 相關的活動和全方位學習活動等提出建議，以促進學生的全人發展和推動學校課程持續更新的主要更新重點。

學校可以參考《基礎教育課程指引（小一至小六）》（2014）中的第四章，以及《高中課程指引》（2016）中的第三章，以取得更多關於學與教的意念。

4.1 主導原則

科學的學與教，應該建基於過去十年教育改革為改進教學法和評估方法的基礎之上。為配合培養學生成為自主和終身學習者的願景，科學教師有必要幫助學生建立深層學習的能力，以發展獲取、綜合和應用知識與技能來解決真實或現實生活中的問題的能力。

在學習路途上，學生可能會以強記的方式學習特定的內容，先行掌握一些基礎的知識。然後，學生會主動地和有目的地在真實情境中發展各種能力，例如學習、創造、連繫和應用知識與技能的能力。因此，科學教師必須採用各種教學法，以幫助學生達至深層學習和自我承擔學習責任。教師亦應提供各種學習經驗，讓學生與他人合作，建構自己的理解，規劃和管理自己的學習，以及作出選擇和決定。當學生投入這些類型的學習活動時，他們可以更深入地了解新獲得的知識與技能，並且加強個人對學習的承擔。

很多科學、科技和工程的發展都是跨學科的。因此，提高學生的學習興趣，透過推動 STEM 教育以助學生在科學、科技和數學上建立穩固的知識基礎是至為重要。在科學的學與教當中，教師可以加入一些科技、工程和數學的學習元素，讓學生發展綜合和應用跨學科的知識與技能的能力。

4.1.1 科學科教師的角色

為幫助二十一世紀的學習者營造一個生動和具吸引力的學習環境，科學科教師需要擔當多重角色，以激勵、促進和啟發學生在不同的學習情境中學習，照顧他們不同的學習需要，從而達到所定的學習目標。下表列出教師或需擔當的不同角色：

表 5 科學教師的角色

教師的角色	行動（例子）
知識傳授者	講課、提供和展示資料
促進者	與學生一起討論，在學習過程中提供指導
資源提供者	就資料來源提出建議，建立學習網絡
輔導者	就學習方法和途徑提供建議
評估者	指出學生的強項與弱點以規劃下階段的學習
領袖	引領學生主動學習
共同學習者	與學生一起學習

除清楚了解科學教育課程的宗旨、學習目標和目的外，教師應根據學生需要學習的課題或技能，以及興趣和能力，採用不同的學與教策略。教師也應該考慮學生的能力、學習風格、興趣和已有知識，以及可用的資源和課時，訂定預期的學習成果。

在實踐過程中，科學教師可能需要同時扮演多個角色。例如，在專題研習或科學探究的過程中，科學教師可能需要作為資源提供者，提供參考資料和界定專題研習或探究範圍。他們也可能需要擔任促進者和輔導員的角色，尤其是當學生遇到困難的時候。由於很多專題研習或探究學習的成果都是開放的，教師可能需要成為學生的共同學習者，尊重學生的不同意見，並清楚學生正在研究的特定科學範圍的最新發展。

自主學習既是學習的目標，也是一個學習過程，讓學習者作好準備並有能力去計劃、管理和改善自己的學習。教師應給予學生機會去訂立自己的學習目標，以及計劃、監察和管理自己的學習，以培養學生自主學習的能力，更深入地了解科學知識和技能。教師應鼓勵學生為自己選擇合適的學習活動；為自己訂立目標；參與計劃學習過程；進行反思和檢討自己的學習經歷；以及在有需要時向他人尋求協助。

科學科教師有責任為所有科學學習活動採取必要的安全措施。為學生安排實驗活動時，教師應提供足夠的指導，以確保學生遵守安全措施。就學生實驗、教師示範和戶外活動等具有潛在危害的活動，教師均須要進行風險評估。在課堂進行創新的實驗前，教師應在實驗室技術員的協助下先行進行測試，以辨識任

何潛在的風險。有關小學和中學安全管理的詳細資料，教師可以參考《小學常識科安全小錦囊》(2011)⁵及《科學實驗室安全手冊》(2013)⁶。

4.1.2 學生的角色

身處於急速轉變的世界和資訊發達的環境中，學生需要建立自主學習和終身學習的能力，讓他們具備不斷增長的學習能力，以理解新的資訊，建構知識，與他人合作，以及了解自己的潛能。

自主學習者可以透過發展學習夥伴關係，與同儕和教師進行協作和探索等具有深度和有意義的學習活動，優化和拓寬他們的學習。學習是一個互動的活動，而知識建構是一個社會過程。學習夥伴關係能夠促進學生的學習，當中學生可以擔當較活躍的角色，啟發其他夥伴一起學習，大家分工合作和分享意念，給予回饋，以及一起探索不同的學習方式，以達成共同的學習目標。

在學習夥伴關係中，學生可以根據他們的能力和學習方式，在學習夥伴關係中擔當不同的角色。擁有良好人際關係及協作技巧的學生可以擔當較主要的角色，帶領小組討論；明辨性思考能力較為強的學生，可以肩負核實一些資料的準確性和制定論點。作為經驗豐富的學習者，教師可以在有需要時提供支援及指導，讓學習夥伴關係得以茁壯鞏固。透過夥伴關係中更多的互動，每個學習者可以學會欣賞、評論、及重視別人的觀點，對自己的學習更為投入和主動，並一起共同建構知識。

學習科學也涉及探究研習。需要探究的問題，可以來自教師或學生。教師應容許學生自行修訂問題，並為解決問題的過程作出決定，讓這探究活動成為學生自己的任務。學生能從中學習如何檢討自己的進度、思考他們所學到的東西、以及決定下一步想要研習的知識。透過探究研習，學生可以學會如何管理自己的學習進度，並在學習上建立責任感。

4.2 學與教的取向

基於學生的不同需要和在不同學習情境下的特定目標，教師應充分理解不同的教學取向，以設計和提供有意義的學習經歷。一般來說，教學取向可根據以下三個學與教的觀點分類：把學習視為「直接傳授的成果」、「探究」和「共同建構」。從這些學與教的觀點衍生出來的教學取向並非互不相容。不同的教學取向，可以適用於學與教過程裡的不同部分。例如，在生物課中，就一個跟香港預防疾病有關的探究研習活動，教師可先採用直接傳授的方式，介紹議題的背景和相關的主要詞彙。在這探究研習的過程中，教師可鼓勵學生參與協作的課

⁵ www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/cross-kla-studies/gs-primary/gs_safety_2010_final.pdf

⁶ cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/laboratory/safety/SafetyHandbook2013_Chinese.pdf

業，以找出預防疾病的方法，並檢視這些方法的可行性。選擇教學取向的主要原則，是「目標的適切性」。以上提及的取向可跟其他取向互相補足，沒有單一的教學取向是適用於所有學習目標和能夠照顧所有學生的不同需要。

直接傳授

這個取向著重明確地教授科學科目的知識和技能，由教師向學生講解新的概念和展示新的技能。運用模型和邊想邊說都是學與教過程中的重要元素。教師會提出問題及檢視學生的理解程度，並把重要的概念加以連繫，同時向學生展示當中的思考過程，學生可以學習將相同的思考策略應用在其他性質相似的題目和問題上。

一般來說，在科學的學與教中，直接傳授包括以下的主要階段：

表 6 直接傳授的階段

階段	目的
<p>1. 介紹學習目標和預期的學習成果</p> <ul style="list-style-type: none"> 在課堂開始時，教師跟學生分享學習目標和預期的學習成果 	<ul style="list-style-type: none"> 讓學生清晰明白學習目標，以及了解預期的學習成果
<p>2. 教師講授和示範，並輔以提問以檢視學生的理解程度</p> <ul style="list-style-type: none"> 在教授過程中，教師循序漸進地講授科學概念或科學過程技能，由講授開始（例如：輔以合適的短片或其他資源材料的講學），進而由教師示範，以及檢視學生的理解程度。有需要時，重複教授個別概念或技巧。 	<ul style="list-style-type: none"> 利用多種科學學習活動和資源材料，向學生解說及進行示範。例如，教師可強調短片中某些部分以說明主要的概念。 向學生展示思考過程，讓他們觀察和練習有關的策略。
<p>3. 指導練習</p> <ul style="list-style-type: none"> 進行學習活動時，教師指導學生，以說明如何應用科學知識和技能來完成指定課業。 例如：在學生進行實驗或解決科學問題時，教師可提供適當的指導和協助。 	<ul style="list-style-type: none"> 觀察學生學習，並提供即時回饋。若部分學生未能掌握課業所要求的知識和技能，教師可即時給予提示、提供協助、澄清謬誤或作進一步解說。

階段	目的
<p>4. 透過單獨練習應用所學的知識</p> <ul style="list-style-type: none"> 在課堂完結時，教師重申和釐清主要概念，並給予學生習作，以應用和鞏固所學的知識。 	<ul style="list-style-type: none"> 提供不同但相關的情境，讓學生應用知識和技能以鞏固學習。

探究學習

探究式學習強調發展學生的思維技能，透過向學生提出富挑戰性的問題，讓學生進行探究、討論、反思和作出連繫。在科學課堂中，學生可以通過科學探究發展他們對日常生活中所見的現象或問題的理解。探究過程需要識別問題、設定問題、提出和測試假說、計劃探究程序、收集和分析數據、以及作出結論。科學學習活動中的探究過程包括以下的步驟：

1. 發問—就日常生活的現象、議題或問題提出問題；
2. 假說—提出假說；
3. 實驗或調查—設計和進行實驗或調查、收集、整理並分析相關資料和實驗結果；
4. 結論—根據探究結果作出結論；以及
5. 反思—檢視和反思探究過程，並提出其他方法作進一步研究。

在探究過程的任何步驟中，學生若未完全準備好應付往後的任務時，可返回前一步繼續研究。

共同建構

當學生與教師、朋輩，以及更大的社群以學習夥伴關係進行協作，他們便能透過共同建構產生知識、意義和理解。這種學習觀念仿照一般在科學社群或其他專業範疇中研究和成人學習的情況。在探索一個特定議題時，學習社群的成員會各自帶來自己已有的知識、學習經歷，以及不同的觀點。

有助共同建構的學習活動或課業，通常是開放和真實的。在這個共同學習的過程中，教師與學生分別扮演著促進者和被賦權的學習者的角色。為促進協作和討論，教師會創造一個充滿支持和具啟發性的學習環境，讓學生積極參與知識

建構的討論。教師不需要決定學生學習特定的知識或材料，而是透過引導學生整個思考過程，協助學生篩選和分辨相關的資訊和資源。

4.3 有效的學與教策略

為了要提升學習科學的效能，並讓學生覺得科學有趣、切身和重要，教師可以採用例如實驗、探究活動、討論、角色扮演、辯論、情境為本學習、問題為本學習和專題研習等學與教策略。在選擇學與教策略時，教師應該留意課程、教學法及和評估之間達到一致性的重要性，並注意以下的要點：

- 如何建基於學生的既有知識和過往經驗；
- 個別課堂或一系列的課堂是否能在廣度和深度方面充分涵蓋課程中列出需要學習的內容；以及
- 應採用哪些特定的學習、教學和評估策略，以促進、監察、提供有關學習的佐證及改進學習。

下列是一些適用於科學的學與教策略和活動示例，可供教師參考：

(a) 實驗活動

科學科目是實驗學科。親身參與實驗活動尋找答案，對學生建立個人科學經驗是相當重要的。學生應明白進行實驗、觀察和量度時，處事小心和力求準確的重要性。實驗活動應盡可能和學習科學原理結合，好讓學生可以把所學的科學意念和概念與實驗結果連繫。開始時，教師應該為學生提供充足的指導和支援，例如提供實驗步驟指引和數據表。當學生累積了足夠的實驗知識和技能，教師便可相應減少給予的指導和支援。

示例

常識科（小一至小六）

可以就「光與影子」的課題安排實驗活動，讓學生探索光源的位置和影子的形狀及大小的關係。學生可以小組形式進行實驗，改變光源位置下，觀察物件的影子。學生亦可記錄光源在不同的高度和角度時，物件影子的大小和形狀。進行探究時，學生需要運用觀察、量度、記錄等科學過程技能。此外，也可進行一些延伸活動，例如讓學生在課堂以外觀察樹木、房屋和汽車等不同物件在陽光底下所產生的影子，或讓學生記錄在早上、正午和黃昏時，太陽在天空的不同位置，以及隊友所產生的影子的形狀和大小。透過這些活動，便可加深學生對光源的位置和所產生影子的關係的理解。

生物科（中四至中六）

可以就「消化和吸收」的課題安排一項實驗活動，利用透析管模擬消化道的消化和吸收過程，讓學生有機會運用實驗操作及進行食物測試等實驗技巧，並提升他們對消化道內的消化和吸收過程的理解。

(b) 科學探究

科學探究涉及觀察現象、提出問題和假說、設計並進行探究，以及解釋結果。探究活動並不單為了驗證事物，更可以讓學生理解科學過程，包括如何釐清問題、設計實驗、記錄和解釋數據，以及如何將獲得的知識傳遞開去。

安排探究活動時，教師應該運用專業判斷，為學生安排合適的探究工作。對於低年級學生，或者是能力稍遜的學生，可以為他們安排一些問題較為清晰的簡單探究活動；對於高年級或是能力較高的學生，則可讓他們處理一些較複雜和難以界定的問題。最好讓學生進行不同類型的探究活動。透過這些探究活動，學生便可由進行「食譜式」的實驗進展至由自己提出問題和尋找答案的開放式探究。除了科學過程技能外，小組探究活動更可以提升學生的共通能力，例如溝通能力、數學能力、資訊科技能力、協作能力、創造力、明辨性思考和解決問題能力。

示例

物理科（中四至中六）

在教授「熱轉移過程」時，可以舉辦一個名為「太陽灶比賽」的探究活動。學生需應用有關傳導、對流和輻射的知識，加上在以往課題中所掌握的技能，設計及進行一個有關太陽灶能量轉移的小型探究活動。學生可以探討不同物料與設計對灶內溫度提升速率的影響。開始時，學生需要分組討論，並草擬初步計劃。之後他們可以分組製作自己的太陽灶，並量度在陽光照射下灶內的溫度。此外，可要求學生討論及挑選適當的儀器來量度溫度。更可要求學生進行深入的探究，計算太陽灶的額定功率，以及找出它與文獻中所載的太陽常數的關係。

(c) 問題為本學習

問題為本學習是一個以問題為核心的教學方法，多用於專業課程內，參與者需要解答在工作中會遇到的真實問題，而越來多越多的學科都採用這種方法。當中涉及的開放式問題大都建基於真實的處境，沒有既定答案且難以界定，也沒有快速和簡易的解決方法。過程中，學生可以獲得新知識和技能，並結合先前所學到的知識來解決問題。學生需要了解和界定問題、找出解決問題所需的知識、想出其他可行的方法；找出和測試解決的方案，並加以驗證。教師應按照學生的能力，擬訂不同複雜程度的問題，並以提示或啟發思考的問題加以引導。因此，教師需要擔當促進者、資源提供者和觀察者的角色。透過積極參與學習過程，學生可以提升學習動機，並對自己的學習負責任。

除了促使學生深入了解課題外，問題為本學習還鼓勵他們作出明辨性和創造性思考，並在與科學相關的情境下一起解決問題。過程中，學生亦可增強他們自主學習的能力。

示例

化學科（中四至中六）

假設學生是在一間咖啡公司工作的化學家。公司計劃推出全球首創的自熱咖啡罐。學生需要設計一個罐，可在 3 分鐘內把盛載於罐內的咖啡加熱至 60°C ，並能保溫 30 分鐘。這個罐需要方便攜帶和容易使用，而其盛載著的咖啡可直接飲用。教師可提出下列問題幫助學生進行分析：

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

學生可以通過多種方式，例如在實驗室或虛擬環境中測試他們提出的解決方案。

(d) 情境為本學習

建基於學生已有知識的學習是至為有效。採用現實生活中的事物作教材，不但能引起學生的學習興趣，還可以提升他們的學習效能。情境為本學習強調科學與學生日常生活的關係，讓他們了解科學、科技、社會和環境的連繫。當學生有效掌握一些基本概念後，便可在其他情境中應用這些概念、知識和技能。

示例

物理科（中四至中六）

現代汽車備有碰撞時容易皺摺的撞擊緩衝區。當發生交通意外時，能發揮保護乘客的作用。這個活動要求學生為一輛玩具車設計和製造一個撞擊緩衝區，並利用數據收集儀測試有關的設計。教師應鼓勵學生自行選擇製造物料及設計測試方法。「情境物理」網站(<http://www.hk-phy.org/contextual/>)可為學生提供有用資料，幫助他們有效地進行這個活動。

(e) 小組討論 / 角色扮演 / 辯論

小組討論、角式扮演及辯論可以讓學生之間產生互動，發表意見並交流見解。這些活動都是鼓勵學生積極參與學習過程，以及發展他們的共通能力，例如協作、溝通、明辨性思考和解問題能力的有效方法。在這些學習活動中，學生需要搜尋及分析資料、以清晰和有邏輯的方法組織和展示出來，討論及作出判斷。

一些具爭議性的議題，是十分適合透過小組討論和辯論來學習。進行上述活動時，教師需要提供有關個案的一些背景資料，並給予學生單獨思考的時間。然後進行小組討論，讓學生交流觀點。過程中，教師扮演促進者的角色，鼓勵學生與組員互動，引導他們循正確的方向進行探討，並適時就他們的表現給予回饋。對於一些有關環境和道德倫理的議題，教師可提供有意義的情境，讓學生透過角色扮演探索不同的觀點，並擴闊他們對相關課題的視野。

示例

科學科（中一至中三）

- 辯論應否使用核能。

生物科（中四至中六）

- 辯論都市化、工業化及保育之間的困局。
- 辯論與基因改造食物、動植物克隆技術、人類基因組計劃、基因治療和幹細胞治療相關的議題。

(f) 搜尋與展示資料

在現今資訊年代，學生可以從不同途徑，例如書本、報章、雜誌、科學刊物、數碼媒體和互聯網接收許多資訊。因此，資訊素養對學生是十分重要的，掌握資訊素養，學生可以整理、分析和展示資料，從中獲取知識，以及作出明智的判斷。在進行小組討論、問題為本學習和專題研習等活動時，教師應鼓勵學生進行資料搜集。最好讓學生得到多些處理資訊的經歷，學習如何處理一些不同處境的資料，尤其是那些來源不明、不完整且含糊的資料。有時候，學生往往會因面對大量的資料而感到無所適從。因此，教師應該指導他們，讓他們學會如何按照自己的需要來篩選有關資料，並合乎道德得地加以運用。

示例

常識科（小四至小六）

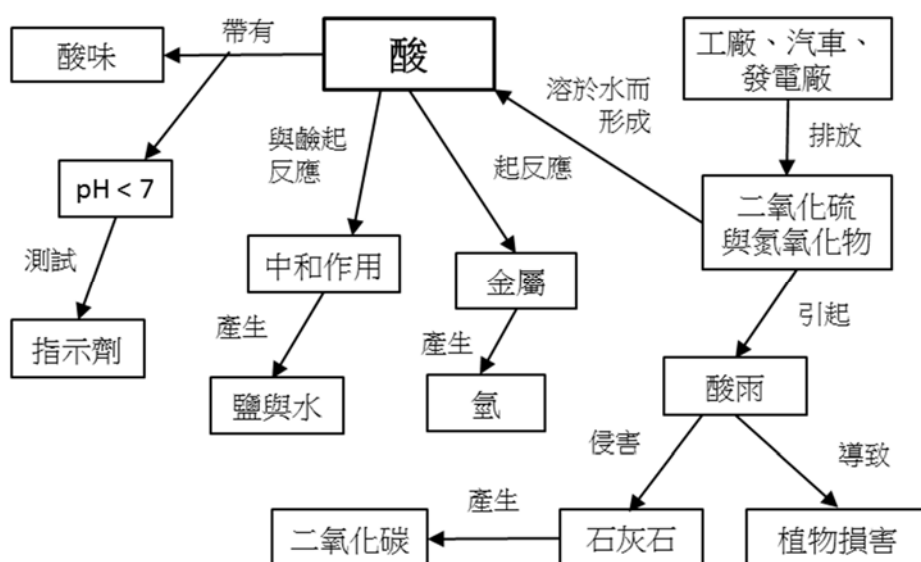
脊椎動物可以按照身體特徵分成五大類：魚類、兩棲類、爬行類、鳥類和哺乳類。學生可以分成小組，從不同的途徑，尋找這五個類別的資料，並將這些特徵加以整理（例如以列表形式展示）。在延伸活動中，可要求學生尋找個別動物，例如海豚和企鵝的分類，並展示其分類的理由。透過這項活動，學生可以明白生物界分類的準則。

(g) 製作概念圖

概念圖是一種組織和呈現知識的視覺工具，可幫助學生描述各種概念之間的關係。它可以用來產生意念、傳達複雜的意念、透過結合新舊知識來輔助學習、評估學生的理解程度或找出他們錯誤的概念。在學習的過程中，應鼓勵學生製作概念圖來鞏固他們對某一課題的理解，然後根據教師的意見、同儕的評論和自我評估來改善概念圖。在製作過程中，為了讓學生熟習這種展示資料的方式，教師可先要求學生把各種概念連繫起來或在部分完成的概念圖上標示出概念之間的關係。除了用手繪畫概念圖外，也可以利用電腦程式來製作，在繪製和修改更顯方便。

示例

科學科（中一至中三）



「酸」的概念圖

(h) 設計與製作

在科學科的學與教之中，經常都會採用設計與製作這類的活動。除了令科學課堂更生動有趣外，設計與製作活動可以幫助學生把科學知識和技能與他們的日常生活連繫。活動之中，教師給予學生一個在現實生活中會面對的問題，並要他們製作一件製品，可以是模型、工具或其他跟科學有關的產品，以它來解決問題。在設計過程中，學生可以引入科學探究，找出可以改善設計或產品的因素。透過手腦並用的活動，不單提升學生對科學的知識和理解，更可以發展他們的創造力和解決問題能力。

示例

常識科（小四至小六）

- 設計與製作一輛以橡皮圈作動力的玩具車。
特點：
 - 應用力和能量的概念
 - 運用科學過程技能（例如觀察及設計探究實驗）
 - 發展共同解決問題能力和創造力
 - 發展綜合和應用科學、科技和數學的知識與技能的能力

科學科（中一至中三）

- 設計與製作一支水火箭或一輛可以行駛最長距離的汽球車
- 為學校嘉年華會設計和製作一個應用光的反射原理的遊戲

4.4 推行 STEM 教育學習活動的建議模式

STEM 相關的學習活動應把科學、科技及數學教育學習領域的課程連繫起來，以提升學生的興趣和創新思維，並發展他們綜合和應用學習領域內及跨學習領域的知識與技能的能力。在策劃和設計這些學習活動時，科學科教師應與科技教育和數學教育學習領域的教師緊密合作，以促進學生綜合和應用相關的知識與技能。根據學校的情況、學生的興趣和能力、以及教師的專長，以下是建議推行 STEM 相關學習活動的兩個不同模式。

表 7 組織STEM相關學習活動的模式

模式一	<p><u>建基於一個學習領域課題的學習活動，讓學生綜合其他學習領域相關的學習元素。</u></p> <p>在這個模式中，學習活動是建基於一個學習領域，例如科學教育學習領域的一個科目之特定課題，讓學生從科技和數學教育學習領域之中，抽取相關的學習元素，綜合和應用跨學科的知識與技能。例如，在「力和運動」的科學課題上，讓學生學習有關火箭發射的相關科學原理，並掌握有關的知識。再透過不同的活動加入數學和科技學習領域相關的學習元素(例如計算、代數、設計與製作、為模型製作選取材料等)，以增潤學習活動及學生的學習經歷。</p>
模式二	<p><u>透過專題研習讓學生綜合不同學習領域的相關學習元素</u></p> <p>在這個模式之中，教師安排學生進行與 STEM 相關的專題研習或其他與 STEM 相關之學習活動，讓學生從科學、科技和數學學習領域之中綜合相關的學習元素。學生需要去處理一個真實的問題。過程中，學生需要面對不同議題，並利用可行的方法和創新的設計去解決日常生活問題。同時，學生需自行加入不同學習領域中的相關學習元素和經驗。為了解決這些問題，學生需要綜合不同科目學會的知識與技能，並靈活地應用於真實情境之中。</p>

有關這兩個模式的圖象說明，可參考附件二。

問題為本學習、情境為本學習和專題研習均被視為是安排 STEM 教育學習活動的合適學與教策略。利用真實情境和日常生活的問題，可以向學生強調科學的實用性和重要性，並促使學生覺察科學、科技、工程、社會和環境的相互關係。

4.5 促進學會學習的四個關鍵項目

為幫助學生建立自主學習的能力，自二零零一年課程改革起，建議學校實施下述的四個關鍵項目：德育及公民教育、從閱讀中學習、專題研習、運用資訊科技進行互動學習。在課程持續更新中，四個關鍵項目更新為**德育及公民教育：價值觀教育**、**從閱讀中學習：跨課程語文學習**、**專題研習：綜合和應用跨學科的知識與技能**、**運用資訊科技進行互動學習：自主學習**。這些項目均適合在科學教育學習領域推行，可讓學與教更生動，同時亦有助促進學生的全人發展，以及成為自主學習的學習者。

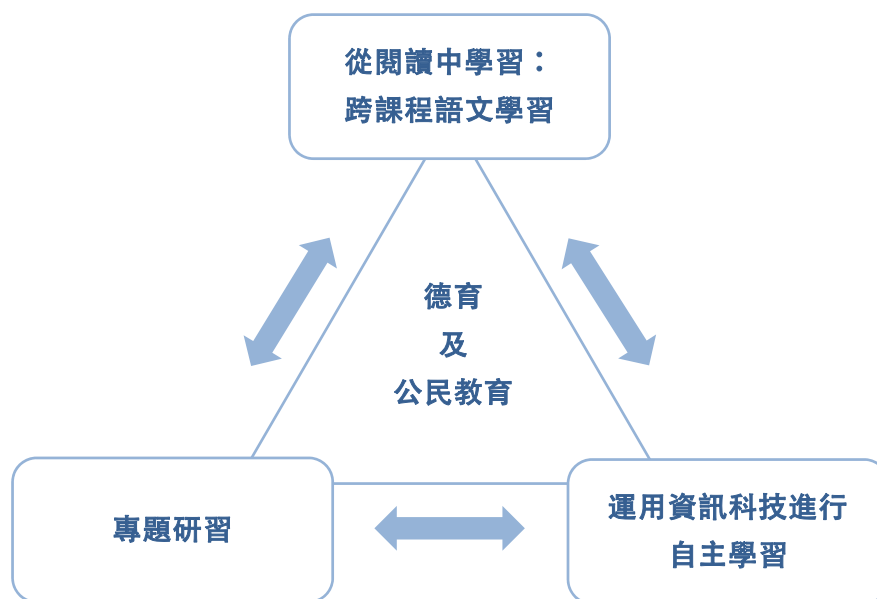


圖 4.1 四個關鍵項目

4.5.1 德育及公民教育：價值觀教育

教師應藉科學課堂內外的學習機會，培養學生七個首要的價值觀和態度。教師可利用與學生日常生活有關的事件，培養學生正面的價值觀和積極的態度。以下的學與教活動說明如何把價值觀教育的學習元素融入科學教育課程之中：

- 通過探訪長者院舍或醫院，讓學生了解長者或殘障人士的需要。然後，讓學生運用科學知識，設計和製作一些工具協助他們（例如可以單手操作的廁紙架）。透過這個科學情境，教師可培養學生愛護和關懷別人的情操。
- 教師在教授科學（中一至中三）課程中「人類的繁殖」課題時，可邀請「香港家庭計劃指導會」代表到學校作短講，讓學生明白兩性關係中的責任，並對這些關係中的適當行為作出明智判斷。同時，這些短講亦有助學生思考生命的價值和欣賞其神聖的一面，認識為人父母的責任，以及建立對生命的積極態度。

此外，其他具爭議性的議題，例如「可持續發展」、「氣候變化」等，均可用作培養學生發展及的應用共通能力、價值觀和態度的學習情境。

4.5.2 從閱讀中學習：跨課程語文學習

「從閱讀中學習」是提升學生整體學習能力，引領他們達至全人發展和終生學習的重要關鍵項目。透過閱讀，學生可以利用已獲得的知識、學習經驗和對世界的認知，加深對文章的理解，並將其建構成有意義的內容。為了配合全校模式進行的「從閱讀中學習」，學校應為學生提供接觸多種科學閱讀材料的機會，包括不同類型的書籍、報章、雜誌、百科全書、電子刊物等。科學科教師可提供一份閱讀材料清單，並為學生安排閱讀習作。學生可從閱讀一些有關科學家的故事、科學歷史，以及有關科學不同範疇的新聞和文章，讓學生明白科學家是如何尋找證據和從實驗結果作出推論。這樣不但可以讓學生欣賞科學家及專家的成就，還可以培養他們的好奇心、探求真理和堅毅的態度。

- 教師可以在課室或實驗室設立「科學角／STEM 角」，展示不同來源的有趣科學／與 STEM 相關的文章。這樣可使學生更關心時下與科學相關的議題。教師亦可要求學生在閱讀這些文章後，撰寫簡短摘要，並表達對有關議題的反思。
- 隨著資訊科技的發展，以及校內資訊科技基礎設施的改善，教師可以利用校內的電子學習平台來為學生安排閱讀習作；學生也可利用這個平台，與同儕分享自己對這些文章的意見或評價。

4.5.3 專題研習：綜合和應用跨學科的知識與技能

專題研習是有效的學與教策略，能夠提升學會學習的能力，促進自主學習和終身學習。多年來，不少科學教師為不同年級的學生安排科學專題研習，累積了豐富的經驗。

專題研習以探究為本。通常由一個探究問題或難題開始，在一段時間之內，學生需要以小組或個人形式去計劃、閱讀、搜集資料、作出結論和提出建議。專題研習有助培養學生九種共通能力。

專題研習的過程和結果同樣重要。專題研習提供了其他學習經歷，讓學生的科學知識有所增長，以及有更多空間進行自主學習。因此，教師在設計專題研習活動時，應留意「學生所學的」和「學生如何去學」。科學專題研習可以科學探究、撰寫研究建議書、調查、設計與製作物品等形式安排。視乎活動的性質，專題研習可以用作不同的教育目的。含有探究元素的專題研習可以促進學生的科學探究技能。而針對解決日常生活問題的專題研習，將有助學生把課堂學到

的科學意念連繫到日常生活上。有關科學教育、數學教育和科技教育學習領域的專題研習，則可幫助學生綜合和應用 STEM 相關範疇上的知識與技能。

4.5.4 運用資訊科技(IT)進行互動學習：自主學習

學習是一個獲取和建構知識的過程，通常涉及教師、學生和學習資源之間的互動。自主學習一般是指主動學習和承擔學習責任的能力。自主學習者能夠辨識他們的學習需要，制定目標，以及選擇資源和學習策略。

有了資訊科技的幫助，學生可以隨時隨地以不同方式學習和評估，促進自主學習。運用資訊科技進行自主學習，通常會展現以下特點：學習者主導、學習者自我管理、個人自主和傾向於自學，即獨自追求正規學習以外的學習。

資訊科技把學生連繫到廣闊的資訊網絡，是發展自主學習的有效工具。配合第四個資訊科技教育策略，學校可以善用電子學習，以開放而富彈性的學習模式和採用電子媒體（例如數碼資源和通訊工具），以達致學習目的、發展學生自主學習的能力和習慣、以及培養資訊素養。運用適當的資訊科技，科學教師可以設計深層學習任務，幫助學生應用他們已有的各學科知識，發現和掌握科學知識，並把科學學習與真實世界連繫起來。因此，教師應該發展一套電子學習的技能，以加強、改進和補充現有的學與教策略；或發展新的電子學習教學法，以配合學校的情況。

在科學教育學習領域，教師可參考以下示例採用「電子學習」：

- 利用互聯網作數據和資料的來源；
- 利用網上的互動教材，支援學生按自己的進度學習特定的課題；
- 利用動畫展示自然現象和過程，幫助學生理解和掌握抽象的概念（例如溫度轉變時液體內的粒子運動情況）；
- 利用互動的模擬實驗，讓學生操控不同的模擬物件，以自主學習的方式學習不同概念；
- 於實驗或演示中使用攝錄器材，讓學生更詳細地觀察／探究相關的過程（例如：布朗運動）；
- 利用數據收集儀進行實驗。（數據收集儀器是一種電子儀器，可以節省用於收集數據的時間。它可以括取快速轉變的數據，亦可以作長時間自動記錄一些緩慢轉變的數據。例如在研究一個球體在重力作用下的落下運動時，可利用配備位置感應器的數據收集儀記錄數據，並以圖表形式展示出來。）
- 利用「翻轉教室」的教學方式，教師通過上載短片到學校的內聯網或互聯網，讓學生可以於上課前先行觀看短片。教師便可以利用省下的課堂時間，安排一些能令學生更投入學習的活動，例如小組討論和解決問題等。

- 利用流動裝置（例如智能電話和平板電腦）及應用程式，在課堂內外作互動學習，例如利用「以點為本」的應用程式將科學學習延伸至課堂以外。
- 利用「學習管理系統」進行討論，分享學習經驗、獲取資源與支援、協作學習、記錄學習進度和自我反思。
- 利用網上評估工具，例如多項選擇題庫和即時回饋設備，為學生提供適時回饋，如有需要教師亦可作出適當的跟進行動／支援。

雖然運用電子學習及其他互動活動，可提供空間讓學生發展科學思維、創造力和解決問題能力，並促進自主學習的發展，但教師對運用資訊科技的適切性，需作出專業判斷，以確保學生有足夠的機會參與動手的實驗，讓他們可以充分發展科學過程技能。教師亦應致力培養學生成為合乎道德和負責任的資訊科技使用者。

4.6 全方位學習

全方位學習是指學生在實際的情境和真實的環境中進行學習，以實現一些單靠課堂學習難以達到的學習目標。讓學生實現全人發展的目標，以及幫助他們發展終身學習的能力，應對這不斷變化的社會的需要。

為了拓寬學生的學習經歷，教師可以透過安排學生參觀以下機構，把全方位學習融入科學的學與教活動之中：

- 香港濕地公園和嘉道理農場暨植物園——提供導賞服務，讓學生欣賞大自然，提高他們對環境保育的意識。
- 太空館和科學館——提供全面的展覽品和有趣的動手活動，學生透過參與簡單的科學探究，獲得進行觀察和收集數據的親身經驗。
- 醫院管理局為進行健康推廣及社區伙夥伴工作而建立的健康資訊天地，匯聚不同健康及醫護界的團體和組織，為學生提供大量與健康有關的資源。
- 自然保育區、郊野公園、海岸公園及其他本地生境。

除此之外，其他團體和組織亦可提供支援，為學生安排不同種類的學習經歷，例如科普講座、科學發明比賽、科學專題研習、科學展覽、野外考察、研究和實驗等。

4.7 照顧學生的多樣性

每所學校均有不同學習風格、學習需要、興趣和能力的學生存在。為達至有效的學與教，教師應時刻留意學生的學習多樣性，以及採取適切的措施讓學生學得更好。教師應掌握不同的學與教策略，例如靈活分組、輔導教學和延展活動，以及根據學生的能力、需要和興趣來調整課程內容、教學方法和課業。除了為能力稍遜或缺乏動機的學生提供充足的支援之外，教師亦應培育對科學／STEM 相關範疇具有特別才能的學生，讓他們的潛能得以充分發揮。

以下是一些適用於科學教育學習領域，可以照顧學生的多樣性的策略：

a) 調整課程學習內容

科學教育學習領域的課程架構是開放而靈活的，教師可以因應學生不同的需要自行設計課程。小學常識科課程和科學（中一至中三）課程設有核心與延展部分，以便教師設計適切的學習經歷。在特定的學習階段中，核心部分包括所有學生應掌握的基礎科學知識和技能；而延展部分是學生可以進一步學習的科學知識和技能，當中包括一些較具挑戰性的活動，適合對學習科學有濃厚興趣或能力較高的學生，有助發展他們的潛能。為配合學生的需要和能力，教師可靈活選取延展部分的課題。在高中的物理、化學、生物和科學課程，學生可以根據自己的興趣和教師的專業判斷，選取選修部分的課題。

b) 採用不同的學與教策略

教師應為不同學習風格的學生，靈活選取合適的學習、教學和評估策略，以提高他們的學習效能。有些學生較善於直接從圖象及圖表理解資料，有些學生較能掌握聆聽老師的講課，而另一些學生則需要透過動手活動進行學習。因此，教師應採取不同的表達模式，對應這些學習風格上的分別。教師可以利用文字、視像或音訊教材等多元化的資源進行教學；以及安排個人或小組課業，讓學生以自己喜歡的形式學習。

c) 為不同能力的學生調適學習活動

教師應根據學生不同的能力，調整學習活動的規模、形式和要求。對於能力較高的學生，教師可設計富挑戰性的活動，以保持他們的學習動機。對於能力稍遜的學生，可以安排一些小型及要求稍低的活動，以幫助他們逐漸建立自信和能力。例如，教師可以把一個複雜的科學探究活動分成一系列的簡單活動。另一方面，對於能力較高的學生，教師可以增加科學探究活動的要求，包括加入更多的變項，要求收集更多的數據或採用更複雜的儀器和探究技巧。

d) 靈活分組

進行分組活動時，學生可以透過協作，互相幫助來完成課業。教師可以把具備不同能力的學生組合起來，讓他們分享知識和技能。此外，亦可把能力相若的學生組合一起，讓他們一起完成合乎他們能力的任務，以培養他們的成功感，以及對學習建立信心。

e) 培育對科學有特別才華的學生

教師應為對科學／STEM 相關範疇有特別才華的學生，安排增潤活動及額外富挑戰性的習作。例如向他們提出一些更高要求的問題，或讓他們自行設定問題，利用不同來源的資料進行探索問題，以及嘗試找出可行的解決方法。對已掌握自主學習的學生，應容許他們循著自己的興趣去追尋進步，例如讓他們為自己的探究擬訂目標。此外，應鼓勵科學／STEM 相關範疇有特別才華的學生，參加科學比賽（例如：「常識百搭」創新科學與環境探究、香港學生科學比賽、香港物理奧林匹克）、本地／海外學習計劃和研究計劃，以進一步發展他們的潛能。

4.8 有意義的家課

策劃學生的家課時，應重質而非重量。學校應參考教育局關於《家課與測驗指引》的通告，制定學校的家課政策，讓學生有足夠的空間和時間參與有意義的社交和課外活動，促進全人發展。

有意義的家課應該幫助學生構建知識，應用所學的知識與技能，更深入了解所學的概念，並連繫這些概念。科學家課的設計應：

- 配合學生的學習進度，達成科學課程中的學習目標及學習重點；
- 鞏固學生的學習；
- 幫助學生理解他們的學習進度和找出可改善之處；
- 延伸課堂學習，並讓學生預備新的學習；以及
- 評估學生所學的知識、技能、價值觀和態度。

4.8.1 設計有意義家課的原則

基於安全考慮，一些科學學習活動（例如需要特別設備的科學探究和實驗）應在上課時間進行。其他的學習活動則可以安排學生在家完成，以鞏固課堂所學的知識，並作為課前預習或網上延伸學習。科學家課的常見類型包括選擇題、简答题、結構題目、實驗報告、閱讀科學書籍和文章、需要在網上協作的小組

習作、個人或小組專題研習、撰寫短文和學習日誌，以及製作科學模型。為學生安排科學家課時，教師應參考以下原則：

- 因應使用的學與教模式安排不同類型的家課。
- 設計家課時，應配合學生的不同需要、興趣和能力。
- 應考慮每個習作所需要的時間和精力，安排適量的家課。不應令學生負擔過重，也不應以家課作為懲罰。
- 應避免機械性的重複習作，例如抄寫筆記或生字詞彙，這會減低學生的學習動機。
- 應給予學生短期和長期的家課。短期的習作通常用作協助學生複習和練習在課堂上所學的內容，或是為新的學習作準備。較長期的習作，例如專題研習，學生需要策劃自己的工作進度、按照自己感興趣的課題深入探索，以及綜合資料、意念和觀點。
- 在決定家課的種類時，教師也應考慮學生的家庭／種族背景。更應留意一些需要學生購買特別的器材／物料，或需繳付參觀／考察費用的家課，例如涉及使用資訊科技和有關專題研習的家課。教師應確保學生在完成家課時，沒有因其家庭／種族背景而處於弱勢。

4.8.2 家課指引及回饋

如下所述，為了幫助學生從家課中獲得最大的益處，教師應向學生提供適當的指導和適時回饋，可行方法如下：

- 在指派家課時，教師應向學生提供清晰的指示和指引，讓學生明白教師的要求。
- 教師可向在家課上遇到困難的學生提供較多提示。
- 向學生提供具體而正面的回饋，讓他們檢視和改善自己的學習。例如教師可使用一個合適的網上平台，在專題研習的不同階段，給予學生適時及明確的回饋。
- 安排合適機會，讓學生就同儕的家課給予回饋。透過同儕互評，學生亦可進行自我反思和評估自己的表現。

(空白頁)

第五章

評估

第五章 評估

5.1 主導原則

5.1.1 從課程與教學法到評估

評估是課程、教學法和評估循環中不可或缺的一部分。評估包括收集有關學生學習的證據、詮釋資料和評價學生的表現，以提供回饋給學生、教師、學校、家長和其他持份者。評估的目的有很多，但最主要的目的是為了幫助和改善學生的學習。

5.1.2 評估的角色

評估對不同持份者的作用可以概括如下：

- 讓學生
 - 了解自己的學習目標，以及達到這些目標的進展情況；
 - 了解自己在學習上的強項和弱點，以及如何採取措施改進，並自我管理學習，從而邁向下一個學習階段；以及
 - 辨識自己的學習需要和改善自己學習策略的方法，並最終成為自主學習者。
- 讓教師和學校
 - 了解學生在學習上的強項和弱點；
 - 提供優質的回饋以引導學生改善他們的學習；
 - 檢討課程設計及學與教的實踐，並作出適切的調整以提高學與教的效能；以及
 - 了解學生的學習需要和能力，更適切地照顧學生的多樣性，並引導他們成為自主學習者。
- 讓家長
 - 了解子女在學習上的強項和弱點；
 - 與學校合作，引導子女未來的學習路向；以及
 - 對子女定下合理的期望。
- 讓其他持份者（包括大專院校、政府和僱主等）
 - 明白學生在特定範疇內的水平；
 - 為特定的學習途徑，甄選合適的學生；以及
 - 檢視學生已達到的教育水平，並對教育質素作出評價。

5.2 進展性和總結性評估

在科學教育中，進展性和總結性評估都是同樣重要的。從學生為本的角度來看，評估活動已經不再是簡單地讓學生展示學習成果或成就，而是結合於學與教之中。

5.2.1 進展性評估

進展性評估有兩個主要目的，即促進學習的評估和作為學習的評估。

促進學習的評估 把評估融入學與教之中。它可透過不同方法（例如課堂觀察、課堂活動、習作、專題研習、實驗考核和紙筆測驗）持續評估學生的學習。促進學習的評估旨在辨識學生的強項和弱點，提供優質的回饋，讓學生了解他們的學習進展、已經掌握的學習內容和需要改善的地方。促進學習的評估亦為教師提供學生學習狀況的憑證，有助教師適時檢視其課程規劃和教學方法。它著重以持續和動態的方式發展學生的知識和理解。學生亦可透過從反思及監察所得的回饋修改和調整學習目標和策略。

作為學習的評估 透過建立學生在學習與評估中的角色和責任，促使他們反思和檢視自己的學習進度。

促進學習的評估鼓勵將自我評估和同儕評估當為課堂常規的一部分；而作為學習的評估則促進同儕評估和自我反思。

自我評估讓學生運用一套既定的準則，在學習過程中反思自己所學的內容和學習的方法。它為學生提供回饋，讓他們反思和調整學習策略。

同儕評估包含同學之間按照教師預先訂立的評估準則，互相評估學習的表現和課業的質素。同儕評估可以透過一對一或小組形式進行。來自同儕的回饋對雙方包括給予和接受回饋的同學均有所得益。如果回饋是具建設性的，它將有助學生之間對共同學習目標的溝通，並幫助雙方加深對這些學習目標的理解。

自我評估和同儕評估對學生學習的發展具有獨特貢獻，它能促使學生監察自己的學習進度，並透過更多的學習反思，發展其後設認知技能。同時，學生在學習過程中能對學習產生更強的主導感、責任心和信心。自我評估和同儕評估如果使用得當，可以幫助學生發展成為自主學習者。

在進展性評估中，給予優質回饋是十分重要的。為了促進學習，教師在評核之外，需針對學生的課業提供具意義和有用的回饋。反過來說，持續評估學生的課業而沒有給予學生具建設性的回饋，並不是一種有效的評估方法。

透過優質回饋，學生可以知道他們的學習成果與預期學習成果之差距，以及如何改善他們的表現。優質回饋應該是明確和容易明白的具體改善建議，能幫助學生縮窄他們的學習表現與預期的學習目標之間的差距，以及調整其個人的學習策略。

5.2.2 總結性評估

總結性評估可以視為對學習的評估。它提供有關學生於完成每個單元或學期／學年後的學習成效的資料。總結性評估的常見例子有校內測驗和考試及公開考試，這些評估均量度學生達到的水準或水平，並以分數和等級匯報。總結性評估能提供表現數據，用作比較不同組別的學生或不同的制度。由於總結性評估有其本身的局限性（例如不能適時給予回饋以改善學與教），所以教師和學校不應把它作為唯一的評估方法。

5.2.3 總結性評估作進展性用途

評估的用途是因應如何使用學生學習的憑證來區分，例如，它可用於提供回饋以促進學習，或是對學生的成績作出總結性的評價。事實上，總結性評估所收集的憑證也可作進展性用途。教師可運用學生的測驗成績來診斷學與教，判斷學生的學習需要和修訂課堂教學。例如，學生每完成一個單元後均進行評核測驗，這些評估不僅可以展示學生學習了多少，它亦可結合教師建設性的回饋而成為學習過程中的評估憑證檔案。通過這種方式，持續性評估可以達至進展性和總結性評估的雙重目的。

5.3 評估模式及報告

5.3.1 設計科學校內評估的基本原則

評估的最終目的是改善學生的學習。因此，校內評估應符合課程宗旨、目標和預期學習成果，並能提供豐富的評估資料，以便為學生的持續學習和發展給予回饋。

在設計科學評估作業時，教師應考慮學生以往所學的知識及現時的學習進程。教師亦應照顧學生的多樣性，特別是對於具有天賦的學生，因他們通常需要使用其他的評估模式，以充分展示他們的思考和學習。因此，教師需使用不同的評估模式和策略，從而真實反映學生在學習科學的表現或進度。例如，一般的紙筆考試未能完全反映學生在實驗和科學探究相關的科學過程技能的表現。教師應採取適切的評估模式以配合所評估的不同學習目的。有關學校實施評估的架構可參考圖 5.1。此圖表說明總結性評估和進展性評估的相互關係，以及學與教、校內評估和公開評估之間的連繫。學校在發展科學課程評估計劃時，可參考此圖表。

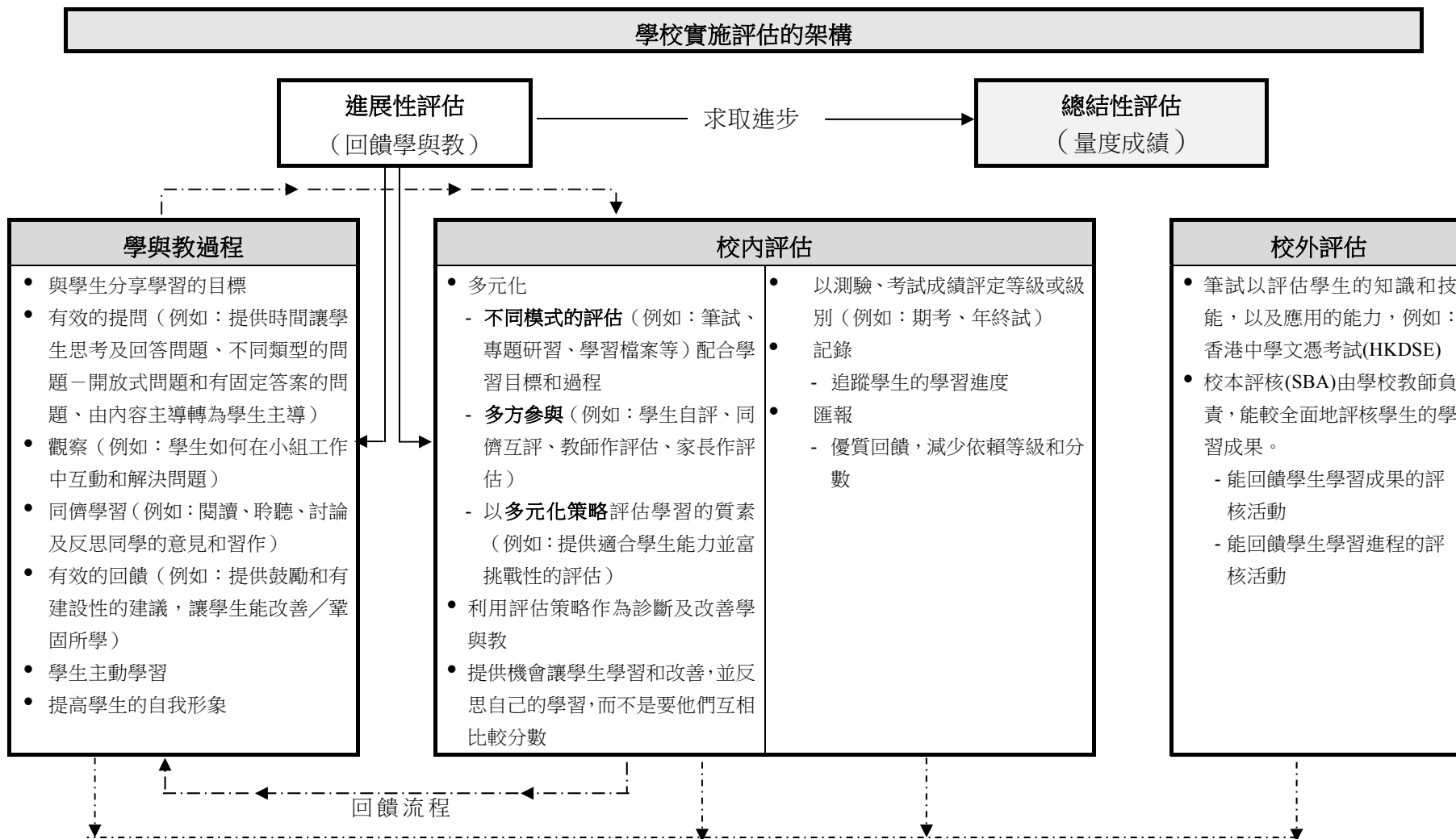


圖 5.1 學校實施評估的架構

(取材和修訂自 Shirley Clarke)

5.3.2 評估模式

科學教師在制定評估計劃時，可靈活運用以下一些常見的評估模式。因應不同的情境，這些評估模式可用作總結性評估或進展性評估，或兩者皆可。

a) 筆試

許多學校廣泛採用筆試作為主要的評估方式。然而，長期依賴這種評估方式無形中會把學習和教學範圍縮窄。教師應避免給學生僅只評核他們從記憶檢索資料的記憶力測驗，相反應設計能評核學生的概念理解、解決問題能力，以及高層次的思考能力的評估項目。在測驗和考試中，採用開放式的問題，有助評估學生的創造力和明辨性思考能力。教師應分析學生在測驗和考試的表現，利用所得的資料作日後的教學規劃，並幫助學生認清自己的強項與弱點。

b) 書寫式作業

書寫式作業可提供學生的進度、努力、學習成果、強項和弱點等資料。教師應善用學生的書寫式作業作為一種進展性評估工具。作業的分數或等級，可作為學生學業進程紀錄的一部分。這些資料紀錄，有助教師為學生擬訂下一步的學習目標，和調整自己的教學策略。教師應提供有價值的回饋，尤其是為學生的書寫式作業給予具體的改善建議，以幫助學生明白自己的強項與弱點。

c) 口頭提問

口頭提問能讓教師了解學生在某些情況下的看法。學生的回應往往顯示出他們的強項、弱點、對概念的理解程度、謬誤、興趣、態度和能力。教師的提問應盡量多元化，除了要求資料性的答案外，還應協助學生廓清問題、發展邏輯推理和尋找真相，從而培養學生的高層次思維。教師亦可以學生陌生的情境來擬題。此外，所設的開放式和封閉式問題，應均衡分配。教師應讓學生有足夠時間思考問題，細心聆聽他們的回答。在適當時，教師應以有質素的回饋和跟進問題，幫助學生反思自己的學習及給予學生挑戰。

d) 觀察

當學生以小組或個人形式研習時，教師可從旁觀察，以了解學生各方面的學習情況。在學習活動中，教師應觀察學生在解決問題時所採用的方法和有否顯現如堅毅、獨立性、合作性和願意面對困難等態度。在實驗課中，教師可觀察學生選用哪些儀器設備、採用哪些安全措施、選擇何種活動、與誰合作，以及與他人的互動關係。教師應保存簡單的觀察紀錄，藉以更深入評估學生的學習情況。

e) 電子評估

電子評估能提供即時回饋給學生，它可用作總結性和進展性評估。透過電子評估，學生能更主動監督自己的學習。此外，教師可以在評估活動仍在進行時，取得個別學生表現的資料，找出他們的強項和弱點，以便為學生提供適時的支援和介入，提升學生的學習。

為推行促進學習的評估和作為學習的評估，教師可將電子評估與相關的教學策略和活動結合。例如，教師可以在完成一個課節後要求學生完成一組網上的評估項目，以檢視他們對該課節的理解。通過分析學生的表現，教師可以檢視學生對相關課題的理解和誤解，並可以在網上或接下來的課堂，與學生作進一步討論和闡述。此外，電子評估亦有利於學生自主學習。通過使用能提供即時回饋的網上評估，學生可以監測和檢視自己的學習進度和成績，並適時調整自己的學習策略或尋求協助。

f) 實驗評估

為更全面評估學生的態度和實驗技能，教師可於學生進行課堂實驗、科學探究和實驗考核時，進行持續性的實驗評估。日常實驗的評估應在課堂環境中進行，透過觀察和即時的回饋，把學習和評估結合起來。

科學探究提供機會讓學生展示他們的機智、智慧、創見、創造力、明辨性思考能力和堅毅。教師可採用合適的準則，評估學生對科學知識的理解、科學方法的應用、解決問題和溝通的能力、處理、分析和展示數據的能力、安全意識，以及對科學探究的興趣和熱誠。此外，透過學生撰寫的實驗報告或探究報告，亦能有效地評估學生在科學活動中的表現，讓教師對學生的學習有更全面的了解。

教師可透過實驗考核，集中評估學習的過程和成果，例如評估學生能否正確地依照指示完成工作、有效和安全地使用儀器、準確而有系統地觀察或量度、簡單而有邏輯地表達結果，以及從實驗結果得出結論。教師應事先讓學生知道評估的方式，例如透過觀察他們如何進行實驗考核和向他們提問、批改他們在實驗考核後所呈交的實驗報告，或是同時採用兩者。

g) 專題研習

專題研習不單提供機會讓學生應用在科學和其他學科包括數學和科技所學的知識和技能，還可讓學生運用其他的技能和思考過程，例如辨識問題、提出假說、設計和執行各種策略及進行評鑑。教師應提供機會，例如專題研習匯報，讓學生分享他們在專題研習過程中所參與的工作。教師可使用不同評估策略，以取得學生在知識和技能方面的學習憑證，並評估學生的創造力、明辨性思考

能力、溝通能力、協作能力，以及解決問題能力。至於學生在進行專題研習的過程中所表現出來的價值觀和態度，教師可採用適切的準則進行評估。

h) 學習歷程檔案

學習歷程檔案將學生的作品和成果收集起來，以展示他們在指定學習範疇的知識和理解、科學過程技能、價值觀和態度。同時，它亦就這三方面提供持續的紀錄。學習歷程檔案可以讓教師和家長得知學生的進展和成果，並可讓學生藉著重溫其學習歷程檔案，培養自我反思和檢討學習的習慣。

以上建議的各種評估模式，並非詳盡無遺。教師應探索其他合適的評估模式，以配合其學校和學生的需要。此外，採用不同的評估模式組合，有助科學教師更全面地了解學生的學習成果。

5.3.3 與 STEM 教育相關學習活動的評估

STEM 教育的其中一個目標是加強學生綜合和應用不同 STEM 相關範疇的知識與技能的能力。因此，評估與 STEM 教育相關的學習活動時，應適當地涵蓋科學、科技和數學教育學習領域內的知識、技能和態度，以反映學生作為獨立和協作學習者的表現和能力。

學校應採用進展性評估提供「為學習的評估」和「促進學習的評估」，以收集學生在知識和技能方面的學習憑證。因應與 STEM 教育相關學習活動的性質和進展，評估作業應包含知識與技能的綜合和應用、解決問題及創造力相關的項目。在學與教過程中，可以採用不同的評估策略，例如口頭提問和課堂討論、觀察、自評和同儕評估，以及匯報 STEM 專題研習中的相關設計和計劃。這些評估策略可以讓教師收集學生的憑證，從而適時為學生提供有建設性的回饋，並引導他們監察和反思自己的學習。當一連串的 STEM 學習活動接近完結時，教師可採用總結性評估策略，例如評估學生的完成作品或書面報告，為學生的學習成果提供全面的資料。

5.3.4 校外評估

學生完成六年中學教育後，將會參加香港中學文憑考試，以評定他們的表現等級。科學教育學習領域內的高中科目的公開評估包括公開考試部分和校本評核部分。

公開考試旨在評核學生在學科不同範圍內的知識和技能，以及在不同情境中應用的能力。公開考試會採用不同類型的試題來評核學生各種知識和技能的表現，包括多項選擇題、短題目、結構題目和論述題。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。有關評核設計及大綱的詳情，可參閱考評局網頁：

www.hkeaa.edu.hk/tc/hkdse/assessment/assessment_framework/

校本評核是科學教育學習領域內所有高中科目公開評估的另一部分。校本評核是指在學校進行，並由任教老師評分的評核。校本評核的理念是要提高整體評核的效度，並將評核延伸至涵蓋評核學生的實驗技能和共通能力。有關所有科學科目校本評核的詳情，可參閱考評局網頁：

www.hkeaa.edu.hk/tc/sba/sub_info_sba/

(空白頁)

第六章

學與教的資源

第六章 學與教資源

為提升科學教育學與教的效能，教師應採用各式各樣的資源。除了課本，哪些能為學生提供校外學習經歷，以及支援學生發展科學知識與技能的資源，對延伸學習、照顧不同的學習需要，以及推動自主學習均相當有用。

為優化資源運用以提升學校科學教育的效能，學校必須定期在科目、學習領域及學校層面的會議內檢視學與教資源適當的規劃和管理，並作出相應的跟進。

6.1 課程文件

除了本指引外，教育局還編制了下列課程文件，為各不同學習階段的科學學與教提供全面的支援。

- 《基礎教育課程指引——聚焦·深化·持續（小一至小六）》(2014)
- 《小學常識科課程指引（小一至小六）》(2017)
- 《科學教育學習領域課程指引補充文件——科學（中一至中三）》(2017)
- 《生物課程及評估指引（中四至中六）》(2007)（二零一五年十一月更新）
- 《化學課程及評估指引（中四至中六）》(2007)（二零一五年十一月更新）
- 《物理課程及評估指引（中四至中六）》(2007)（二零一五年十一月更新）
- 《綜合科學課程及評估指引（中四至中六）》(2007)（二零一五年十一月更新）
- 《組合科學課程及評估指引（中四至中六）》(2007)（二零一五年十一月更新）

以上各課程文件的最新版本可參閱以下網頁：

小學階段

www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/general-studies-for-primary/index.html

中學階段

www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/science-edu/index.html

6.2 優質的學與教資源

為達至有效的科學學與教，提供優質資源與課程設計、教學法和評估方法同樣重要。除了課本，網上的學與教資源，以及由科學實驗室、學校和公共圖書館

所提供的資源均能對學生的學習有所裨益。優質的學與教資源可以提高學生的學習興趣、擴闊他們科學和科技的視野、促進明辨性思考和創造力，並能適時向有需要的學生提供支援，從而增強科學學與教的效能。

6.3 課本

優質的科學課本可以提升學生的學習動機和增強學與教的效能。教育局已制定一套優質課本基本原則 (www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/resource-support/textbook-info/GuidingPrinciples/index.html)，為學校和教師提供選擇適合學生使用的課本的標準。同時，學校亦可參考載於教育局網頁的「適用書目表」和「電子教科書適用書目表」(www.edb.gov.hk/rtl)，內裡載有已由教育局審查的印刷和電子教科書的列表。

6.3.1 選擇課本

選擇或發展優質課本對促進學與教至為重要。優質的課本，無論是印刷或電子課本，其設計應旨在支援本地學校課程，並包含修讀該學科的學習策略。因此，課本所包含的課文的質與量皆值得關注。優質課本其它可取的特徵包括互動性，以及設計得宜的例子和學習活動，以啟迪和激發學生對學科的興趣，並令學生積極參與學習過程。

具體來說，優質的科學課本應：

- 為科學學習提供清晰目標和方向；
- 提示教師學生已經掌握的科學知識；
- 提供準確和最新的科學理念和應用的資料；
- 有系統地表達科學現象和理論；
- 通過適切的示例闡述科學現象，幫助學生理解這些現象並掌握相關的科學理論和應用；
- 引導學生根據觀察、實驗結果和其他的科學證據，以科學角度發問、解釋和推論；
- 提供機會讓學生綜合和應用知識與技能，並適當地將科學相關的學科連繫起來；
- 包括「對學習的評估」、「促進學習的評估」、「作為學習的評估」的課業，並為學生和教師提供適切的回饋；
- 鼓勵並提示學生進一步追求他們感興趣的科學課題；以及
- 包括適當的措施以照顧學生的多樣性。

科學教師為學生選擇課本時，應運用其專業判斷並適當考慮教育所需、學生的能力和家長的承擔能力。他們也可以評估是否有真正需要選用某套教科書同時

提供的補充材料，例如作業、練習、練習試卷和／或其他電子資源。下列是教師在選擇科學科目課本／電子課本時的主要考慮因素：

- 課本的形式和涵蓋範圍是否能達至科學教育課程中所強調的促進知識、技能、價值觀和態度的發展；
- 教學內容的適切性和準確性；
- 所使用語文的質素和深淺程度；
- 學與教活動是否恰當；
- 編排、例子和插圖是否恰當和有助支援學習；以及
- 實驗工作的設計包括給予學生的指示和安全防範措施；

除上述各項外，選擇科學電子課本也需考慮：

- 運用於學與教的電子功能；以及
- 易用程度和操作設計。

6.3.2 使用課本

課本是為了促進學與教而編寫。教師需要對學生有充分認識，並按照學生的需要、能力和興趣，靈活運用科學課本。教師應向學生提供足夠的指導，以幫助他們掌握課本的主要內容，並讓他們懂得於課前或課後利用課本作自主學習。在學與教過程中，為了配合學校科學課程和照顧學生不同的學習進度，教師可以適時調整課本的內容或重新編排教學次序。總括而言，教師使用科學課本時需要注意以下事項：

- 謹記各學習階段的學習目標和目的，並識別每個學習階段的重點；
- 內容應與學校科學課程相配合，並確保均衡地涵蓋各學習目標和目的；
- 注意照顧學生的多樣性，例如為能力較高的學生採用延伸題目／活動和為能力稍遜的學生省略較艱深的部分；
- 適當調整內容或活動，以促進學生的明辨性思考能力、解決問題能力和創造力；
- 嘗試哪些有助達到學習目標的學習／教學活動；以及
- 通過推動「對學習的評估」、「促進學習的評估」和／或「作為學習的評估」的學習活動收集學習的回饋。

6.4 其他學與教資源

雖然課本可支援學生學習，但它們並不是唯一一種支援科學教育的學與教資源。我們建議學校善用各種現有資源，例如實驗室和其他特別室的設備、資訊科技設施、影音器材、圖書館內的書本、學與教資源套等，以支援推行科學教育學習領域課程和推動 STEM 教育。有些學校已在校內設有生態花園、太陽能電

池板、天氣監察系統和觀星設備等有用資源，以增潤學生在科學及科技方面的學習經歷。學校圖書館亦可作為一個資源庫，以不同形式如參考書、期刊和多媒體資源／設備等提供適時的資訊，以支援課堂內外與科學和 STEM 相關學科的學與教。

6.4.1 教育局支援科學課程的資源

多年來，教育局製作了不少印刷、數碼和網上資源，以支援學校科學的學與教。主要的資源項目詳列於附錄 3，歡迎學生和教師適時利用這些資源。

教育局於香港教育城成立了「教育局一站式入門網站」(www.hkedcity.net/edbosp)，當中提供大量支援與科學和 STEM 相關學科的學與教網上資源，方便學生和教師尋找和使用。

其他可供教師使用的資源包括由優質教育基金資助開發的校本項目。資源的相關資料可見於優質教育基金網上資源中心網頁 (qcrc.qef.org.hk/)。

6.4.2 社區資源

科學教育課程和 STEM 教育的推行並不局限於校園內。教師可利用其他政府部門、非政府組織、大專院校和專業團體等所提供的資源，以促進科學和科技的全方位學習，以及豐富學生的學習經歷。而一些對科學教育和 STEM 教育有用的社區資源，包括許多公共設施或場所(例如香港科學館、健康資訊天地、科學和科技中心，自然保護區)，既開放予公眾使用，亦為學生提供寶貴的機會進行研究和探索、創作和創新、以及互動和協作。此外，學生亦可以參與每年由許多不同組織以各種主題舉辦的科學展覽和比賽。通過參觀、實地考察、問卷調查和工作坊等，學生不僅可以培養對科學的興趣，同時亦可建立運用不同學科的知識和技能以解決實際問題的能力。最新的科學教育社區資源列於附錄 4。

6.4.3 使用其他學與教資源

課本以外的學與教資源包括參考書籍、模型、電腦模擬程式、電子教材和社區資源。雖然當中的一些資源可以在課堂教學中使用，但很多都是為促進學生自主學習而製作或選用的。

網上資源相當豐富，包括錄像片段、互動程式、社交平台等，皆可促進學生進行電子學習，亦提供學習機會讓學生了解世界最新的科學和科技發展。學生能以適合自己的步伐學習新知識與技能，並在有需要時向成人或同儕徵詢意見。適當地使用可攜式電子裝置，包括數據收集儀、平板電腦和智能手機，可增潤科學的學習經歷。一些學校更開始探索如何利用 3D 打印技術，以製作有助學

與教的模型，或製作特別器材和配件來進行科學探究或與 STEM 相關的專題研習。

在選擇不同內容、格式、設計或版本的資源時（不論是網上或印刷的資源），可以採用「適得其用」的原則。換言之，為支援科學教育而製作或選用的學與教資源，需要符合以下準則，才能幫助或延伸學生的學習：

- 與科學學習的目標一致；
- 提升學生學習科學的興趣；
- 滿足學生的學習需要和能力；
- 鼓勵知識與技能的探索、綜合與應用；
- 提供自我評估或同儕評估的即時反饋；以及
- 促進自主學習。

6.5 學校的資源管理

提供和有效使用優質學與教資源對成功推行科學教育課程是相當重要的。學校需要考慮整體課程規劃和資源的優先次序，以及如何適當分配資源，以促進學校科學課程的推行。科學教育學習領域統籌主任、小學課程統籌主任、小學常識科主任、以及中學各科學課程的科主任應與相關的教師協作規劃，確保在資源的分配過程中，有足夠的透明度，以完成工作規劃中有關科學教育的各項倡議。除了規劃之外，他們亦應密切監測有關推動科學教育的資源運用。

在中學，實驗室技術員可協助教師規劃、試行和進行科學實驗、提供合適的示範和評估學生在科學相關實驗活動中的表現，以助發展和推行科學課程。為了順利在實驗室內進行實驗、示範和科學探究，實驗室技術員在常規工作中，需妥善管理儀器和設施，並確保實驗室的安全。他們需要適時地採購所需的儀器和消耗品、適當地存放和提取儀器和消耗品以便教師和學生在有需要時使用、定期檢查和記錄儀器和消耗品、測試和適當地保養儀器以確保在使用時處於良好狀態，以及妥善保存庫存清單和相關文件，例如定期的安全檢查／測試紀錄、實驗室意外紀錄等。

為了促進學與教，學校需定期檢視資源調配的有效性。基於持份者的共識，學校通常需要適時調整和靈活地重新分配資源，以達到既定的目標。

6.6 與社區持份者的夥伴關係

一直以來，教育局邀請了不同的持份者參與推動學生在科學和 STEM 相關範疇的學習，而這種與持份者的夥伴關係還需要進一步增強。教育局將進一步加強與學界和本地課程諮詢委員會的溝通，以促進學生在科學和科學相關範疇的學習。

透過與科學、科技、工程及數學範疇的學者和專業人士的聯繫，教育局將會探討與專上學院和專家們合作舉辦學生學習活動和教師培訓課程的可行性。

教育局亦會繼續加強與專業團體、政府部門（例如康樂及文化事務署、漁農自然護理署），以及非政府組織（例如香港科學園）的夥伴關係，並在促進社區協同效應上扮演關鍵的角色，以進一步推動科學和 STEM 教育。

6.7 學校領導與教師的專業發展

現時學校都普遍重視教師能力建構的需要，並會因應他們的需要定期安排專業發展課程。教育局會持續舉辦不同的專業發展課程，以支援學校及教師，從而增強學校領導及教師的專業能力。此外，教育局亦會為實驗室技術員安排相關的專業發展課程。

為提升課程領導和教師的專業能力，從而在學校層面更有效及全面地推動科學教育和 STEM 教育，教育局將繼續加強下列各項：

- 為課程領導舉辦大型研討會——此活動能匯聚持份者，向本地學校推動 STEM 教育
- 為學校中層領導和教師舉辦研討會和工作坊——介紹 STEM 相關範疇的最新發展和適切的教學策略，以提升學生的科學學習和綜合與應用學習領域內及跨學習領域的知識與技能的能力
- 在科學教師間建立實踐社群——透過不同的平台（例如：教育發展基金的「專業發展學校計劃」）促進校內和跨校的專業知識和經驗交流，以推動科學教育和 STEM 教育
- 與本地、內地和海外學者安排會議——擴闊教師對科學與科技範疇最新發展的視野

教育局每學年均會編制載有供小學和中學的校長及教師參與的專業發展課程的小冊子，並上載於本局網址(www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/list-page.html)，以協助學校在每個學年開始之前，為他們的專業發展課程作出規劃。至於供校長、教師和實驗室技術員參與的科學和 STEM 課題相關的專業發展課程的詳細資料，則會於每學年適當時間分批上載至教育局培訓行事曆(tcs.edb.gov.hk)上。

6.8 課程發展計劃

在科學教育學習領域開展課程發展計劃的目的是：

- 透過網絡活動培育一批關鍵的課程改革人才，以加強教師的專業能力面對轉變；

- 創造有用的經驗和發展學與教示例，供學校和教師參考；以及
- 作為促進校本課程發展的推動力。

表 8 列出一系列近年推行的課程發展計劃。雖然過往透過這些課程發展計劃獲取了很好的經驗，但本局仍然鼓勵學校進一步探索、試行和採用所建議的策略，以協助學生達至科學教育學習領域課程內的學習目標。教育局將會繼續推行與小學常識科課程及中學科學課程相關的課程發展計劃，以提升學生的學習。

表 8 科學教育課程發展計劃

教育局的科學教育課程發展計劃		
主題	程度	目標／內容
小學常識科學與教資源套 (2014-2017)	小學	<p>本計劃旨在支援學校推行小學常識科課程中的科學和科技教育。本資源套透過不同的學習活動，讓學生於真實的情境下探索和學習，從而建構科學和科技的基礎知識和技能，引發他們對自然及科技世界的好奇心。</p> <p>本資源套亦包括 STEM 教育相關的學習活動，以加強學生綜合和應用不同 STEM 相關範疇的知識和技能的能力。</p> <p><u>成品</u></p> <p>光碟（雙語版）</p> <p>中文網上版本： www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/general-studies-for-primary/learning-and-teaching_resource_cd_st/index.html</p> <p>英文網上版本： www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/general-studies-for-primary/learning-and-teaching_resource_cd_st/index.html</p>
初中以英語為教學語言－提倡科	中學	<p>本計劃旨在加強教師的專業能力，讓教師掌握利用英語為科學科教學語言的教學知識及策略，並透過科學科及英語科</p>

教育局的科學教育課程發展計劃		
主題	程度	目標／內容
學科的講話與寫作 (2013-16)		教師的相互協作來提倡以科學的語言講話和寫作。本計劃整合並分享推廣跨課程語言學習以提升學生學習科學科的良好實踐例子。 <u>成品</u> 資源套（只有英文版）
透過調查國際數學及科學趨勢研究(TIMSS)的結果辨識學生的學習困難，以及微調課室的學與教活動，推廣初中科學的促進學習的評估 (2012-15)	中學	本計劃旨在增潤教師對優質評估的理解，以促進有效科學科的學與教，並為教師找出學生在理解科學意念時常見的錯誤概念和學習困難。透過分析學生在國際數學及科學趨勢研究(TIMSS)的表現，以及相關的課堂試行活動。本計劃整合能辨識和解決學生學習困難的相關策略和教學法。 <u>成品</u> 資源套（只有英文版）
初中與高中科學課程的銜接 (2005 -2007)	中學	此種計劃旨在探索規劃科學（中一至三）課程的策略，以協助學生將來修讀高中科學。計劃的重點是整合能提升初中學生的知識與技能及有助準備學生修讀高中科學的學與教實踐。 <u>成品</u> 光碟（只有英文版）
物理科專科語體答題及應用 (2013-14)	中學	本計劃旨在提升學生在學習高中物理科的閱讀及寫作能力。前線物理教師和專上教育學者參加了此計劃並作出貢獻。計劃之中進行了富經驗的物理教師之間的專業對話、具創意的課室試行活動、學生表現之評估等。計劃將相關經驗收集和整合，並將之製作成常用物理科專科語體網上資源，以供教師參考。

教育局的科學教育課程發展計劃		
主題	程度	目標／內容
		<p><u>成品</u></p> <p>中文網上版本： edb.hkedcity.net/phygenres/zh/index.htm</p> <p>英文網上版本： edb.hkedcity.net/phygenres/en/index.htm</p>
<p>應用課堂反饋系統促進化學科的概念理解 (2013-14)</p>	中學	<p>本計劃旨在運用優質評估題目和資訊科技，以提升學生對化學的理解。計劃運用課堂反饋系統及優質評估題目來展示教師可如何改善化學課堂中學生的參與程度、師生互動、以及學與教。本計劃設計了化學科不同課題的評估題目（題目附有解釋），並已於學校配合課堂反饋系統試用。</p> <p><u>成品</u></p> <p>評估題目</p>
<p>支援推行化學科電子學習與電子評估 (2015-16)</p>	中學	<p>本計劃旨在透過到校校本支援及實踐社區的會議，為化學科教師就使用電子學習與電子評估提供支援。計劃製作了合適的資源，以助學校推行電子學習和電子評估；計劃亦整合了相關的經驗，與教師分享。</p>

示例

示例

1	透過專題研習發展協作式解決問題能力（小學）	92
2	透過科學探究發展科學過程技能（小學）	93
3	透過專題研習推動 STEM 教育（小學）	95
4	中學 STEM 教育的整體課程規劃	97
5	加強學生的科學過程能力	100
6	透過專題研習發展綜合和運用不同學習領域的知識與技能的能力	102
7	使用學習日誌培養學生自主學習	104
8	將電子學習策略融入實驗探究	106
9	利用流動應用程式作為物理科探究研習	108
10	設計及製作附有人工心瓣的大動脈模型	111

透過專題研習發展協作式解決問題能力 (小學)

年級：小一至小三

課程：小學常識科

重點：專題研習、協作式解決問題能力

目標：透過專題研習發展初小學生的協作式解決問題能力

<p>研習題目：我們怎樣可以減少學校的廢物？</p> <p>學習元素：保護環境的重要性，在日常生活中減少廢物的方法（例如：減少使用、物盡其用、循環再造、替代使用）</p>		
學與教過程	活動內容	相關的共通能力、價值觀和態度
課前準備	每組學生分別閱讀及蒐集有關「環保 4R」的資訊，並找出學校常見的廢物。	自學能力
課堂活動	<ul style="list-style-type: none"> 學生互相分享預習成果，討論學校廢物的來源和要減少製造廢物的原因。 組長帶領組員討論及提出於學校減廢的建議，如學生自備可循環使用的餐具、把膠樽循環再造可用的物品等。 各組學生互相分享意見，並在教師指導下，共同訂出「學校減廢」計劃。 	<p>溝通能力、協作能力、解決問題能力</p> <p>在討論時尊重別人的意見</p>
延展活動	實踐計劃，如以用過的膠樽製作花盆。	創造力 責任感

透過科學探究發展科學過程技能（小學）

年級：小四至小六

課程：小學常識科

重點：科學探究、科學過程技能

目標：透過科學探究發展高小學生的科學過程技能

主題：電路的探究		
學習元素：認識一些與電相關的規律和現象		
科學探究的過程	活動內容	相關的科學過程技能
提出問題	在閉合電路中，如果電池的數目和種類不變，沿單一直線串連起來的（串聯）燈泡的數量與其亮度有甚麼關係？	
預測結果	根據以上的情況（電池的數目不變），學生預測燈泡的數目不同，其亮度會有何改變，例如：學生可能會預測燈泡的數量越多，其亮度會越強。教師應提供機會讓學生思考及自行探索答案，而不是直接給予學生正確答案。	預測、傳意
進行探究	<p>學生分組接駁三種不同組合的閉合電路，分別包含一個、兩個和三個燈泡，燈泡是沿單一直線串連起來（圖a）。</p> <p>為幫助學生辨識在公平測試中的變數，教師以提問引導學生思考，例如：</p> <ul style="list-style-type: none"> 在這個實驗中，三個閉合電路的組合有甚麼不同？ 我們要量度甚麼？ 哪些因素是保持不變的？ <p>為引導學生探索現象，教師要求學生觀察並比較三個不同電路的燈泡亮度。</p> <p>每組學生討論並分析實驗結果。</p>	<p>觀察和記錄</p> <p>辨識變數 分析／推論</p>

<p>解釋結果</p>	<p>學生在教師的引導下，解釋探究的結果並作出結論。</p> <p>（探究的結論：在下圖的閉合電路中，當電池的種類和數目不變時，燈泡的數量增加，其亮度便會減弱。）</p>	<p>分析／推論、傳意</p>
-------------	---	-----------------

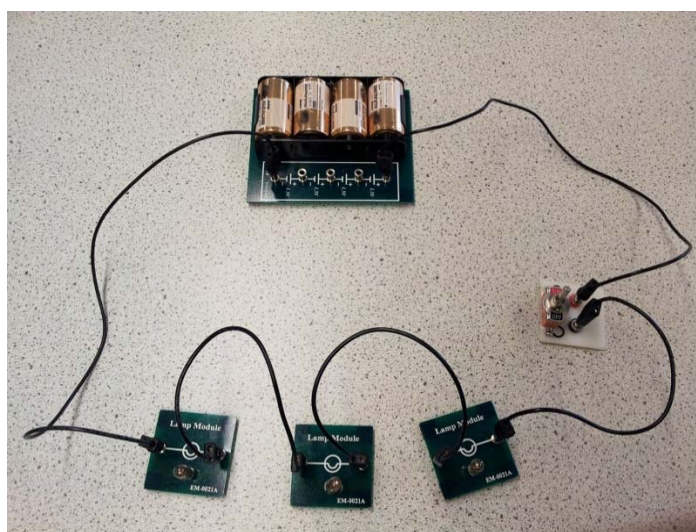
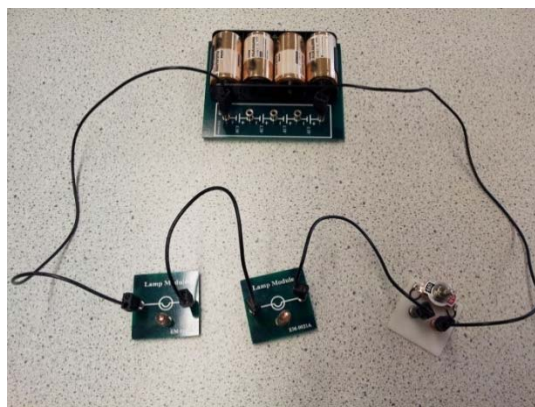
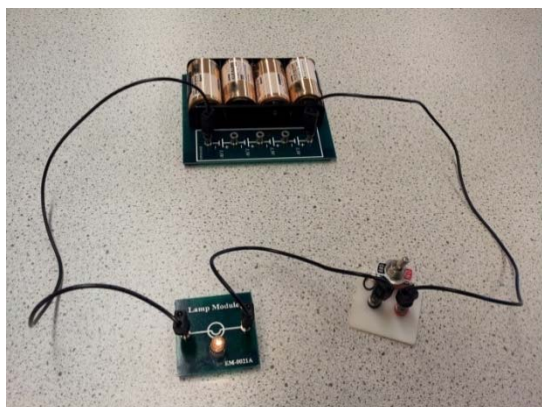


圖 a

透過專題研習推動 STEM 教育 (小學)

年級：小四至小六

課程：小學常識科、數學科

重點：專題研習、STEM 教育

目標：

1. 綜合運用常識科和數學科中與 STEM 相關的知識和技能以解決真實問題。
2. 發展協作式解決問題能力、科學過程技能、數學能力、以及創造力。

描述：

本活動包含常識科和數學科的學習元素，提供機會讓學生綜合和應用知識和技能以解決真實問題。透過專題研習，學生能展示他們的創造力和發揮創新的潛能。

任務：為學校設計和製作一個節約用水的裝置

與STEM教育相關的學習元素：

常識科

- 手腦並用的科學探究活動
- 一些常用材料的特徵和應用
- 設計循環的概念和應用
- 善用資源

數學科

- 計算一組數據之平均值
- 透過日常生活例子認識小數除法
- 製作複合棒形圖
- 估算棒形圖數據的平均值

學習活動：

(1) 預備階段—開始構思

- 學生發現學校於午膳後，經常用大量食水清洗餐具。學生嘗試找出節約用水的方法。
- 因此，學生被委以一項任務—為學校設計和製作一個節約用水的裝置。

(2) 實施階段—進行探究

- 每組同學於觀察、討論和蒐集資料後，提出不同節約用水的方法（例如：把「花灑」套在水龍頭上以減少用水）。
- 設計和製作節約用水的裝置（例如：利用可循環再用的膠樽製作「花灑」，見圖 b）。
- 設計一個公平測試，以測試節約用水裝置的效能（例如：選擇測試方法和辨識公平測試中的不同變數）。
- 記錄及分析結果。
- 改善裝置的設計及進行測試以觀察其節約用水的效能（例如：於「花灑」內加入不同的材料如布碎和海棉，以改變水壓）。

(3) 總結階段—建構知識

- 整合資料（例如：學生總結及確定哪類型的「花灑」設計最能節約用水）。
- 反思及檢討（例如：識別在測試過程中可能造成誤差的因素）。



圖 b

中學 STEM 教育的整體課程規劃

程度：中一至中六

課程：跨學習領域

重點：策劃—推行—評估、跨學習領域的協作

目標：透過有效地規劃不同階段的學習活動，以提高學生對科學的興趣和發揮他們於 STEM 相關範疇的潛能

描述：

背景

這是一所取錄一般能力學生的中學，學校的管理人員希望提升學生對學習科學和其他 STEM 相關學科的興趣和信心，以及更充分地發展能力較高的學生的潛能。校方決定在規劃層面上付諸實行，並協調不同的學習領域，在校內規劃和組織學習活動以推動 STEM 教育。

學校規劃

學校一向採取共同參與的管理模式，在教師會議中，全體教師會就下一個學校發展周期的整體發展方向取得共識，繼而把「推動 STEM 教育」定作一個行動，以回應下一個學校發展周期的其中一個關注事項 —「提升不同能力學生的學習興趣和效能」。

科學、科技和數學教育學習領域的教師是推動 STEM 教育的關鍵人物。為了在學校層面策劃和協調與 STEM 相關的活動，學校成立了一個工作小組，為三年學校發展周期中許多 STEM 相關活動作詳細規劃，並擬訂推行優次。學校亦就財政和人力等資源，以及其他支援進行詳細考慮，使這些活動得以順利進行。

在學校發展計劃中，初步建議的 STEM 相關項目／活動，多是根據學校過往的經驗而規劃的。其中包括：

- 每年舉辦 STEM 日／周，讓相關學習領域互相協作和舉辦展覽、問答比賽、工作坊、講座等，以提升學生對 STEM 相關範疇的興趣；
- 把現有的興趣小組，例如科學學會、電腦學會和數學學會合併為一個 STEM 學會；
- STEM 相關學習領域的教師須互相協作，並指導學生組織一些強調跨學科知識與技能的活動；
- 定期為學生安排與 STEM 相關的專題研習，讓每位學生於初中學習階段完成至少一個與 STEM 相關的專題研習；

- 提供更多機會讓學生參與校內和校外與 STEM 相關的比賽。校內比賽的優勝者將被提名參加國家和國際性的相關比賽；以及
- 設置一個小型的 STEM 角落以展示學生的發明、相關的獎項、學校近日 STEM 活動的新聞和照片、有趣的科學玩具，以及世界上有關科學和科技的最新發展的新聞剪輯等。這個 STEM 角落在學校時間開放予所有學生。

為了促進學生獲取知識與技能，學校就科學、科技和數學學習領域中的學科的一些課題進行了重新排列，並輔以其他學習領域的學習元素。同時，為了照顧學生的多樣性，在學校和學習領域層面亦推出特定的方案，以培育能力較高的學生，並為能力稍遜／學習動機較低的學生提供學習支援。

學校相信教師的能力和意願對推行 STEM 教育是至為重要的。因此，校方根據教師的培訓需要，制定了一個專業發展計劃以提升教師專業能力，從而推動 STEM 教育。培訓計劃包括了一些由教育局或其他機構提供的學習領域為本和跨學習領域的培訓課程。另外，學校亦進行了校內培訓，以促進教師之間的經驗分享和知識轉移。校長、副校長、學習領域統籌主任、科主任及科任教師亦會適時參與相關課程。

資源是在學校推行 STEM 教育的重要一環。除了調配現有的資源，校方亦希望利用社區資源，以推行與 STEM 相關的學習活動。教師在計劃學習活動時，亦會參考一些由香港科學館、香港太空館、香港科技園等機構所提供的資源和活動。學校亦會就一些項目和活動接觸大專院校、專業團體和社區持份者，以獲取支援幫助教師專業發展和拓寬學生學習經驗。學校也會藉著一些機會向家長分享校方如何著力推動 STEM 教育，以獲得家長的支持。

推行、監察和評價

學校管理層可透過滙報制度以便適時了解不同工作的進度。各學習領域統籌主任及科主任監察所負責的工作／活動，而校長或副校長則負責檢視校內 STEM 教育的整體發展，以及監察或統籌跨學習領域協作的工作。

圖 c 展示有關中學 STEM 教育整體課程規劃中的主要步驟。

中學 STEM 教育的整體課程規劃

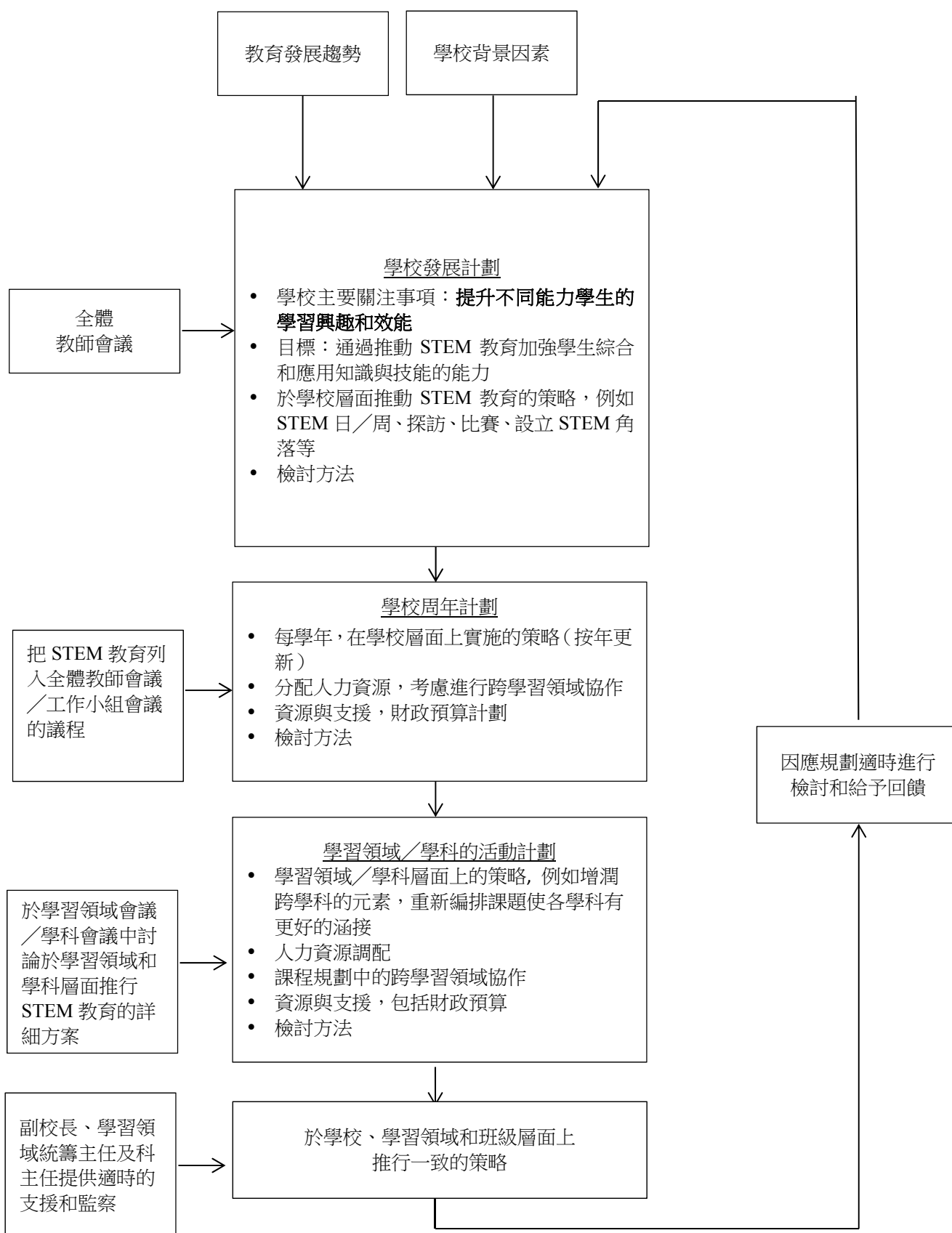


圖 c

加強學生的科學過程技能

程度：中一至中三

課程：科學學習領域

重點：科學素養、科學探究

目標：加強初中學生的科學過程技能

描述：

學生在初中階段建立了穩固的科學過程技能基礎，不僅讓學生能夠利用邏輯的方式解決問題和提高科學素養，還可促進不同高中科學選修科目的學習，以及確保初中和高中之間科學學習能順利銜接。

(A) 通過科學探究培養學生的科學過程技能

策略／步驟：

- 學校可以使用不同的方式培養學生的科學過程技能，例如學生的科學探究專題研習。舉個例子，一個研究影響降落傘下降時間因素的專題研習可以用作培養學生的科學過程技能。學生須提交一份小組專題研習計劃書，內容包括專題研習的目的、研究的因素、實驗方法、所需的儀器和以表列形式展示的所有的獨立變項和應變項。
- 因應教師的意見和建議，學生進一步修改他們的計劃書。經老師批准後，學生可以在學校裡進行探究、記錄實驗結果和分析數據、作出結論、討論可能出現的誤差、以及進行自我反思。
- 專題研習可以由三至四個學生為一組的形式進行。每個小組需要提交一份報告，並將在課堂上以 10 分鐘時間展示他們的探究和結果。教師可以鼓勵其他學生就同學探究的設計和表現作出提問，當中包括步驟、結果和結論等。
- 最後，學生須要按照自己的探究結果製作降落傘，並使用該降落傘參與作為延伸學習活動的班際降落傘比賽。

(B) 通過實驗評估加強學生的科學過程技能

透過進行實驗可以提供機會，讓學生發展科學過程技能和解決問題的能力。適當掌握實驗技能提高學生對探索身邊現象時的安全和效能。實驗評估可以提供有關學生的科學過程技能（例如處理儀器，分析數據並得出結論）的資訊，以及他們對科學原理的理解。

策略／步驟：

1. 在實驗課堂上，教師可以在學生進行實驗時評估他們的表現，例如評估其態度、安全意識、正確地處理儀器和測量的準確度。
2. 在安排實驗測驗或考試時，實驗評估可以是出於以下不同的目的：
 - 評估與進行實驗和觀察有關的技能，例如點燃本生燈、混合溶液、測量溫度、觀察和準確記錄結果。
 - 評估與進行實驗和推論有關的技能，例如根據電路圖連接電路，並找出電流和電壓之間的關係。
 - 評估與設計探究和傳意有關的技能，例如給予學生一個問題，並要求他們設計探究以解決該問題。學生須要進行實驗並撰寫報告。

實驗評估可以安排在科學課堂或在考試期間進行，如有需要，可以在科學教師、實驗室技術員或高年級修讀科學選修科的學生協助下進行。

透過專題研習發展綜合和運用不同學習領域的知識與技能的能力

程度：中一至中三

課程：跨學習領域

重點：專題研習、綜合和運用知識與技能

目標：

- 提高學生對健康飲食的意識
- 發展學生綜合和運用科學、科技及數學學習領域的知識與技能的能力
- 發展學生的創造力、協作能力和解決問題能力，以及加強他們的資訊素養

學習領域	學習元素
科學教育	<ul style="list-style-type: none"> • 常見的食物成分 • 食物的功能 • 食物金字塔 • 均衡膳食 • 健康生活模式
科技教育	<ul style="list-style-type: none"> • 膳食目標及飲食習慣 • 食品烹調及加工的原理和技巧 • 使用電腦網絡
數學教育	<ul style="list-style-type: none"> • 運算和詮釋數據 • 圖象及圖表

背景：

- 在一所中學，初中學生大多是從學校經報價程序中選出的供應商訂購午餐盒。學生和學校都關注供應商提供的午餐盒的質素。一方面，學生關注食物的味道、質素和份量。另一方面，學校更關注食物的營養價值，這對正值青少年期的學生的健康非常重要。
- 任教初中(中一至中三)的教師可以進行協作，要求學生進行一個小組專題研習，設計一份健康午餐盒的膳食餐單，以幫助學生了解他們在學校應該吃哪些既健康又優質的食物。
- 教師可採用跨學科形式設計專題研習，當中應包含科學、科技和數學學習領域的學習元素。學生進行專題研習時，需要綜合和運用相關學習領域的知識與技能。

步驟：

準備階段

- 教師向學生介紹專題研習的背景和主題，然後播放一段有關青少年健康飲食的視頻，以喚起學生對此主題的興趣，並幫助他們了解進行此專題研習的目的。
- 三個相關學習領域的教師在課堂內介紹／重溫相關的學習元素。
- 學生以四人一組，制定研習的問題。他們還可進行分組討論，計劃如何分配工作以進行專題研習。

實施階段

- 學生蒐集必需的資料以加強他們對該主題相關知識的理解：
 - 一些組別運用資訊科技能力，從互聯網上搜索有關食物和膳食的資料，包括各種食物的功能，不同的營養價值和建議的每日攝取量等。
 - 一些組別運用運算能力來計算和分析不同類型食物的營養價值。
 - 其中一組甚至可進行問卷調查，收集有關同學對食物的喜好的資料，並製作食物樣本供同學試食。
- 然後每組一起討論並設計他們的膳食餐單。學生還必需根據收集到的資料，來解釋在膳食餐單中選用某些食物的原因。在老師的指導下，學生學習如何註明資料的出處。

總結階段

- 經過適當的分析，每組學生建議健康的膳食餐單。經老師安排下，學生向學校的午餐盒供應商介紹他們所建議的健康膳食餐單，並解釋健康的學校午餐盒中的食物選擇。學生還可提問，分享他們的意見和評論其他組別的建議。

使用學習日誌培養學生自主學習

程度：中一至中三

課程：科學教育學習領域

重點：自主學習能力、有效的科學學習和教學

目標：透過使用學習日誌培養學生的自主學習能力

描述：

學習日誌是讓學生記錄自己的學習進度。它可記錄包括學習者在學科領域中所閱讀，學習或探究、學習者心目中的問題和想法，以及學習者對學習過程的自我反思。

撰寫學習日誌能激發學生，並在課堂和家中培養學生自主學習。在適當策略並行下，學習日誌也可以用來照顧學生的多樣性和促進同儕學習，從而促進學生之間學習文化的發展。學生如果對他們所學的和未來的學習方向有更清晰的理解，將可以更積極和有效地學習。撰寫學習日誌使學生能夠適時反思自己的學習過程，亦能幫助學生養成評估和自我反思的習慣。

策略／步驟：

1. 在科學課，教師可以引導學生：
 - 於課堂上在自己的學習日誌中書寫筆記或重點；
 - 繪畫概念圖或使用表格來總結他們在科學課所學的內容；
 - 寫下在學習過程中可能出現的問題；
 - 寫下他們可能會跟進或作進一步探究的任務或問題；以及
 - 交流學習日誌和尋求同儕意見。

2. 在家中進行的延伸學習活動：
 - 作為一個促進自主學習的方式，學生可以在他們的學習日誌中提出在家中自行完成的任務。這些任務包括閱讀科學文章、製作簡單的模型或解決實際問題等，但任務必須是安全、易於處理、有趣和與科學（中一至中三）課程的學習內容相關的。
 - 以下是一些學生可以在他們的學習日誌中提出的任務示例：

任務	示例
寫下一些對現象的觀察	一顆雞蛋在醋中數天的變化
對教師提出的一些簡單科學探究，進行記錄結果和作出結論	哪些水果或蔬菜可以產生電力來點亮 LED？

任務	示例
由學生自己設計和進行簡單的科學探究	甚麼因素可以加快紙巾中水份的蒸發？
搜尋相關主題的訊息	有關不同氣體應用的資料
為延展閱讀的內容撰寫撮要，並寫下一些筆記以反映學習	閱讀與科學／STEM 相關的文章、書籍和新聞
寫下他們學習的反思	學生在任務中學到了甚麼？有沒有提高學習成效的方法？

為了照顧學生的多樣性，學生可以靈活地以最適合自己需要的方式來展示他們的想法，例如，簡單筆記、簡短段落、表格、流程表、圖片、照片、草圖等。

3. 跟進行動：

- 教師應檢視個別學生的學習日誌，並提供及時的反饋和意見，引導學生和幫助他們改進。
- 通過參考學生的學習日誌，教師和同儕應在適當情況下提供讚美或欣賞之詞，鼓勵學生提出自己的想法和與他們在課堂上學習相關的問題。這種安排能更有效地推動學生和同儕參與學習、提供更深入思考的機會、發展對學習的歸屬感、培養自我反思和解決問題習慣。

將電子學習策略融入實驗探究

年級： 中四至中六 課程：化學

重點： 電子學習、實驗探究

目的： (1) 幫助學生主動參與實驗活動
(2) 促進學生之間的協作

描述/步驟：

在一所具備良好 Wi-Fi 連接互聯網的學校⁷，一位化學科教師在實驗室利用短講及為實驗活動編寫的指南，向學生解釋如何進行關於「氧化還原反應」的四個不同實驗。按本科的常規做法，學生組成不同的學習小組以完成任務，每組四至五人。實驗室技術員在課前已在四張實驗桌上擺放了實驗任務所需的儀器和物料。每組學生須完成實驗任務，以及攝錄整個實驗過程並附上旁白。



每組學生首先閱讀實驗資料和討論如何分配職務工作，然後以協作形式進行實驗任務。一位學生運用由學校所提供的平板電腦擔當攝錄操作員，而另一位學生則擔當旁述員。其餘學生攜手合作，準備化學品和實驗活動所需的儀器。經過簡短的小組討論，所有學生開始各自執行各自的任務。學生將整個過程在加上旁白下攝錄成短片。教師巡視各小組，並在有需要時給予學生支援。

⁷該學校是首 100 間參與「電子學習學校支援計劃」(教育局，2014) 的公營學校其中之一。
(www.edb.gov.hk/tc/edu-system/primary-secondary/applicable-to-primary-secondary/it-in-edu/supportscheme/index.html)

在完成實驗任務後，學生們開始將短片上傳到一個由本地大專院校提供予此學校使用的學習管理系統 (LMS)⁸。

當所有小組完成實驗任務後，教師帶領學生，作實驗活動後討論，以鞏固學生在課堂中的學習。教師首先從學習管理系統擷取學生製作的短片，然後啟動一個互動的問答環節。在對話中，教師為學生提供有質素和適時的回饋。完成討論後，教師鼓勵學生在小組內協作，再次利用學習管理系統中的短片作參考，檢討他們的實驗觀察結果和答案。最後，所有學生需要獨立地完成他們的報告。課堂完結時，教師鼓勵學生有需要時可隨時隨地重溫存放在學習管理系統中的所有短片內容。

注意事項：

這課節需要資訊科技的資源和支援，例如良好的互聯網連接、多部平板電腦和一個學習管理系統，以及實驗室技術員提供的支援。以下項目被視為有利於學生學習的重要成功準則和特色。

- 教師制定了一個良好的課堂規劃，其中包括主要步驟和時間分配的詳盡解說。
- 學生主動地動手做實驗、進行觀察、攝錄實驗過程和作旁述，並參與活動後具質素的討論。
- 教師根據由學生製作並上載至學習管理系統的短片，給予學生有質素和適時的回饋。
- 學生可以通過互聯網在任何時間和任何地點，重溫存放在學習管理系統中的所有短片。

⁸流動設備管理系統(MDM)夥伴學校計劃（香港大學，2015）(elearning.eee.hku.hk)

利用流動應用程式作為物理科探究研習

年級： 中四至中六

課程： 物理

重點： 資訊科技、探究研習

目的： 推動學生通過使用容易取得的資訊科技設備和免費軟件對物理現象作探究研習

簡介：

流動裝置包括智能手機和平板電腦等，已成為幫助學與教的流行資訊科技工具。除了傳聲器外，這些流動裝置通常配有多個傳感器（或換能計）：加速感應計、磁場強度傳感器、光強度傳感器、GPS 接收器等。流動裝置上內嵌的傳感器加上相關軟件（通常稱為「應用程式」），可用作物理實驗的數據記錄儀。

任務 1 — 研究自由落體的運動

背景：

在此任務中，學生通過使用智能手機內的加速感應計，進行「自由落體」的探究。學生需要認識設備中附有 x、y 和 z 傳感器的三個平面作定位（圖 d）。過程中智能手機應正確地被定向。這個任務應以小組的形式來進行，讓學生討論有關如何避免摔壞智能手機和精確地獲取數據的方法。這項任務可以給學生提出很多有趣的問題，例如「自由下墜前應如何握著智能手機？」和「哪個軸量度重力加速度？」。學生們需要尋找適當的數據採樣頻率、相關的應變項和獨立變項，並從下降距離和下降時間的關係線圖中推算出重力加速度 g 。

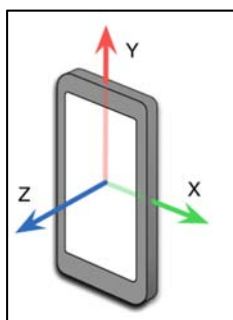


圖 d

步驟：

這個實驗可以用不同的方法進行。其中一種可行的探究自由下墜物理的方法是利用一根幼繩子懸掛著智能手機，切斷繩子啟動下墜。為了避免損壞該智能手機，學生應置放軟墊（例如座墊）在地板上，用以承接著落下的智能手機。智能手機在實驗中具

有雙重功能。它既作為落體本身，也可以作為一個電子計時器（精確地說是一個數據記錄儀），從而可以非常準確地記錄下墜的時間和相應的高度。在這個實驗中學生需要從線圖中辨認出哪部分是自由下墜。

任務 2 — 研究升降機的運動

背景：

傳統物理學的「升降機」問題是要求學生研究升降機在向上或向下加速時，施加予個人或物體上的力。通過簡單地使用流動裝置和適當的應用程式，可以鞏固學生對加速度變化，以及合力與時間關係的理解。在這個任務中，學生可以探究當他們從一個樓層移動至另一個樓層，以及當升降機停下時加速度與力的變化。

步驟：

其中一個常見的學生錯誤概念就是當升降機上升時（即使在恆定速度情況下），仍需要向上淨力以保持向上的運動。在進行實驗後，學生可以利用所得的真實數據線圖（圖 e）釐清可能出現在他們中有關升降機運動的錯誤概念。學生需要將乘坐升降機時的不同時段（即加速／減速或等速）與相關部分的線圖作出連繫。



圖 e

本任務在鼓勵學生互相合作和討論，並觀察及解釋數據和線圖，學生也需要在任務完結後各自提交報告。為了照顧學生的多樣性，可以要求能力較優異的學生，根據加速度與時間關係的線圖，探究速度與時間，以及升降機的總移動距離是如何變化。如有需要的話，可以從流動裝置中提取原始數據，利用試算表或其他數學軟件作更詳細的分析。

其他注意事項：

- 嵌入加速感應計的流動裝置在物理學上，可用作探究機械運動的一種多用途工具。透過改變實驗設置，它們可以被用作研究拋物運動、碰撞、圓周運動、擺動、甚至在流體中的運動。
- 免費的流動應用程式都是透過嵌入式加速感應計量度物體加速度。為了在校內加強跨學科學習科學、科技和數學，物理科教師可以與科技／數學科教師協作，引導能力較高的學生自行開發流動應用程式式調用加速感應計，並自行設計用戶界面、控制、數據採樣頻率、輸出等，使成為最適合應用於某些指定探究的獨特挑戰。

設計及製作附有人工心瓣的大動脈模型

程度：中四至中六

課程：生物

重點：科學、科技、工程和數學(STEM)教育

目標：通過設計與製作模型，以加強學生對心瓣功能的理解

在這項活動中，學生將模擬生物工程師的工作，分組進行設計與製作的活動來解決真實情境的問題。

進行活動前，學生應對人體的循環系統，包括心臟和心瓣的結構及其功能、血液的組成和血液通過心臟的方式有基本認識。

教師可以運用「5E 教學模式⁹」來指導學生進行活動。

第一階段 — 參與

教師介紹一個真實的情境，當中醫生和生物工程師相互協作，以幫助大動脈瓣不健全的病人。這些病人的大動脈瓣會因不能緊密閉合而令血液回流心臟；亦會因未能完全張開，而令血液無法完全流出心臟。為了延長這些病人的壽命和讓他們更健康地生活，便需以人工心瓣替代有毛病的大動脈瓣。在這項活動中，學生需要設計及製作一個附有人工心瓣的大動脈模型。

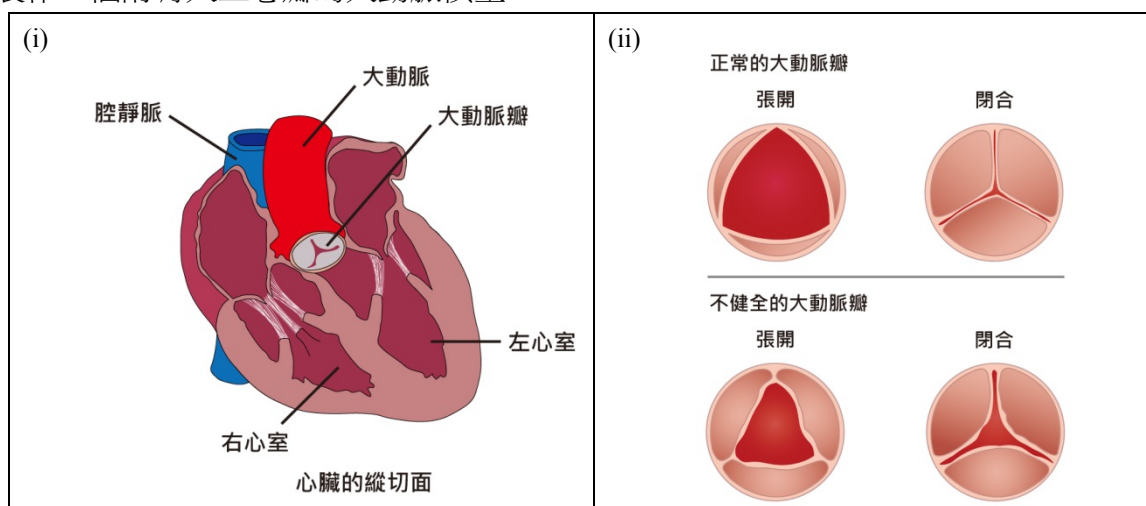


圖 f (i) 大動脈瓣在心臟的位置

(ii) 正常和不健全的大動脈瓣分別在張開時和閉合時的情況

⁹ 5E 教學模式是一個由 Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)所提出的教學模式。此教學模式有五個教學階段，包括參與(Engagement)、探索(Exploration)、解釋(Explanation)、闡述(Elaboration)和評鑑(Evaluation)

第二階段——探索

教師介紹一些可使用的材料（如圖 g 所示）。每組學生進行討論，提出一些模型的設計，並使用這些材料製作模型。



圖 g 一些可用的材料（膠紙、彈子、包紙金屬絲、回形針、造型粘土、手術手套和透明膠管）

學生需要製作的模型是要模擬心瓣的功能，即僅容許血液以單一方向在心臟內快速流動，並阻止血液回流，所以學生需以流水來測試他們的模型，查看模型是否以類似的方式運作。教師可以提出一些有關設計的要求，例如模型應可：

- 讓水快速地（例如每 30 秒約有 500 毫升的水）從單一方向流過；以及
- 阻止水從另一個方向流過／僅讓水非常緩慢地從另一個方向流過。

第三階段——解釋

學生在課堂上展示他們的模型，並以注釋圖來解釋模型的運作原理。

第四階段——闡述

學生需要提出改善他們的模型設計的方案。他們可修改原有的模型或製作全新的模型，並再次以流水測試模型的運作。然後撰寫一份報告，說明他們如何設置和測試模型的功能，並適當地記錄數據。

圖 h 及圖 i 分別是兩款的模型示例，而圖 j 則是用作測試模型功能的裝置示例。

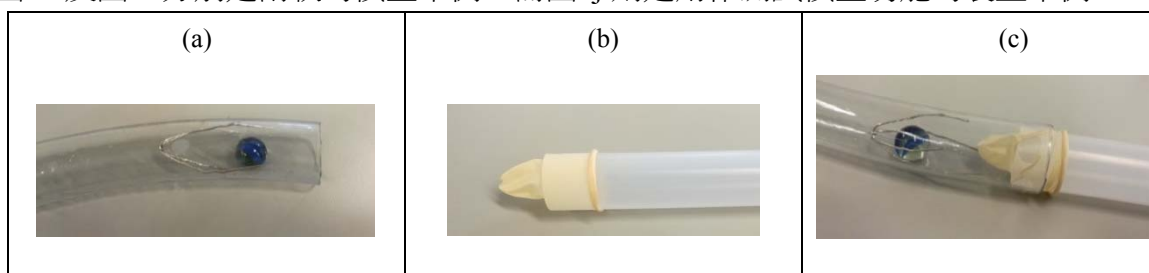


圖 h 利用透明膠管、回形針、彈子和手術手套建構而成的模型實例

- (a) 把兩個回形針拗曲而成一個十字形的籠來套著彈子，並置於透明膠管內。
- (b) 將尖端經剪切而具有小孔的「手套手指」裝配到另一根透明膠管的一端上。
- (c) 將兩根透明膠管連接在一起。

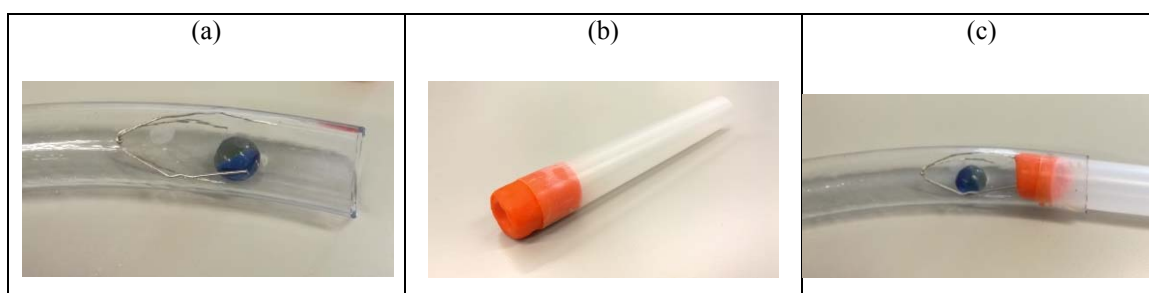


圖 i 利用透明膠管、回形針、彈子和造型粘土建構而成的另一個模型實例

- (a) 把兩個回形針拉直並製成一個十字形的籠來套著彈子，並置於透明膠管內。
- (b) 模塑一塊造型粘土並粘貼在另一根透明膠管的其中一端管口，以修窄此管口。
- (c) 將兩根透明膠管連接在一起。



圖 j 用作量度附有人工心瓣的大動脈模型的水流流速的裝置

第五階段——評鑑

學生需要評鑑附有人工心瓣的大動脈模型。他們可以自訂評分標準，並通過自我評估或同儕評估來評鑑模型。

附錄

附錄

1	小學及中學教育的七個學習宗旨	116
2	推行 STEM 教育學習活動的模式	118
3	教育局支援課程發展及科學科學與教之教學資源清單	119
4	支援科學教育的社會資源	124

小學及中學教育的七個學習宗旨

中學教育更新的七個學習宗旨

學生能夠：

- 成為有識見、負責任的公民，認同國民身份，並具備世界視野，持守正面價值觀和態度，珍視中華文化和尊重社會上的多元性
- 獲取和建構廣闊而穩固的知識基礎，能夠理解當今影響學生個人、社會、國家及全球日常生活的問題
- 掌握兩文三語，有利更好學習和生活
- 綜合發展和應用共通能力，成為獨立和自主的學習者，以利未來進修和工作
- 靈活、有效和合乎道德地運用資訊和資訊科技
- 了解本身的興趣、性向和能力，因應志向，為未來進修和就業，發展和反思個人目標
- 建立健康的生活方式，積極參與體藝活動，並懂得欣賞運動和藝術

《中學教育課程指引》（2017）

小學教育的七個學習宗旨

學生能夠：

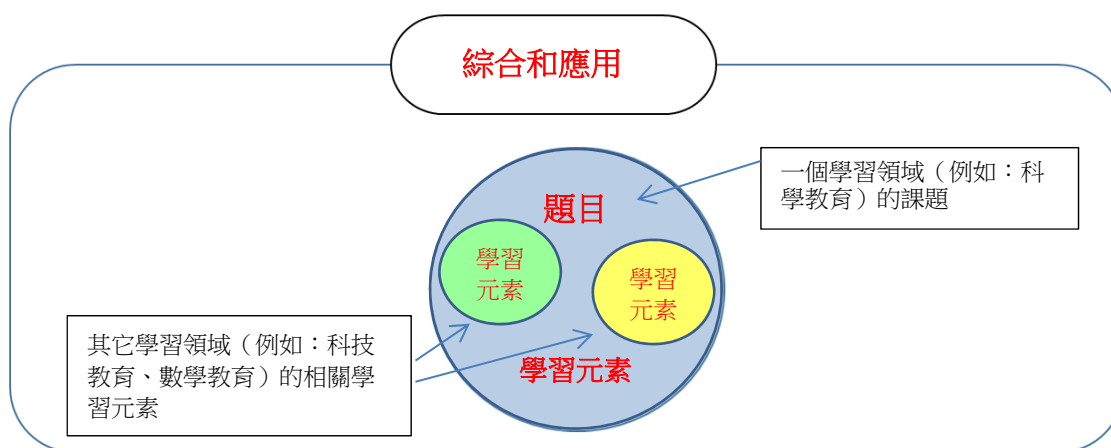
1. 明白自己在家庭、社會和國家所擔當的角色和應履行的責任，並關注本身的福祉；
2. 認識自己的國民身份，致力貢獻國家和社會；
3. 養成獨立閱讀的習慣；
4. 積極主動及有信心地以中英兩種語文（包括普通話）與人溝通和討論；
5. 發展創意思維及掌握獨立學習的能力（例如批判性思考、資訊科技和自我管理）；
6. 全面掌握八個學習領域的基礎知識；
7. 建立健康的生活方式，並培養對體藝活動的興趣和鑑賞能力。

《基礎教育課程指引——聚焦·深化·持續（小一至小六）》（2014）

推行 STEM 教育學習活動的模式

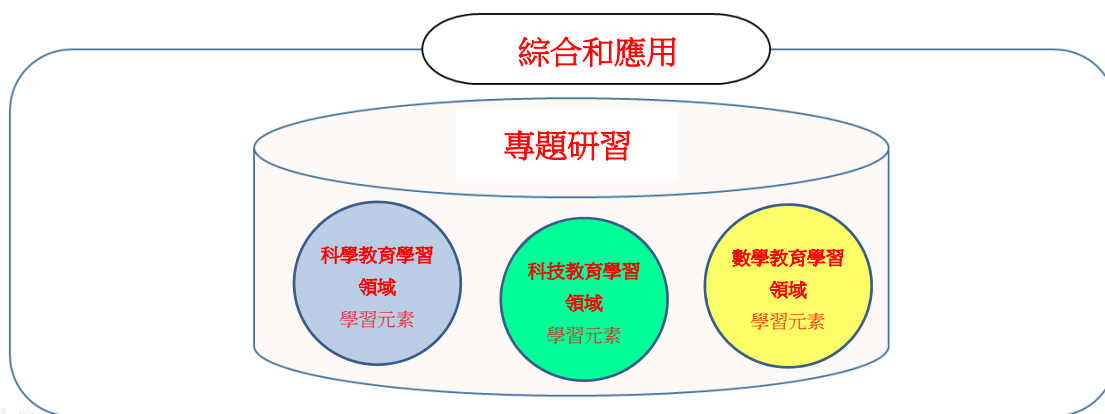
模式一

建基於一個學習領域課題的學習活動，讓學生綜合其他學習領域相關的學習元素。



模式二

透過專題研習讓學生綜合不同學習領域的相關學習元素。



教育局支援課程發展及科學科學與教之教學資源清單

(截至 2017 年 4 月)

標題		網址
1.	Online English-Chinese Glossaries of Terms Commonly Used in the Teaching of Science Subjects in Secondary Schools 線上中學科學科目常用英漢辭彙	cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/glossarysci.html
2.	English-Chinese Glossaries of Terms Commonly Used in the Teaching of Biology, Chemistry, Physics and Science (S1-3) in Secondary Schools 中學生物科、化學科、物理科和科學科（中一至中三）常用英漢辭彙	www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/science-edu/ref-and-resources/glossary.html
3.	Atomic World 原子世界	www.hk-phy.org/atomic_world/
4.	Chemistry Experimental Techniques 化學實驗技巧	minisite.proj.hkedcity.net/chemtech/cht/index.html
5.	Contextual Physics 情境物理	www.hk-phy.org/contextual/
6.	EDB One-stop Portal for Learning & Teaching Resources (Science Education) 教育局一站式學與教資源平台（科學科教育）	minisite.proj.hkedcity.net/edbosp-sci/eng/home.html minisite.proj.hkedcity.net/edbosp-sci/cht/home.html
7.	EDB One-stop Portal for Learning & Teaching Resources (General Studies) 教育局一站式學與教資源平台（小學常識科）	minisite.proj.hkedcity.net/edbosp-gs/eng/home.html minisite.proj.hkedcity.net/edbosp-gs/cht/home.html
8.	Educational Television (ETV) 教育電視	etv.edb.gov.hk/
9.	Energy Efficiency 能源效益	www.hk-phy.org/energy/index_e.html www.hk-phy.org/energy/index_c.html

	標題	網址
10.	ETV – Investigative Study in Physics in the New Senior Secondary Science Curriculum (Student version) 教育電視 – 新高中物理科探究研習 (學生篇)	www.hkedcity.net/etv/resource/780251301 www.hkedcity.net/etv/resource/1139923892
11.	Exercises on Structure Determination of Organic Compounds (Mass Spectrometry) 有機化合物的結構測定	cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/s67chem/references/MS_Eng2005_Questions.pdf cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/s67chem/references/MS_Chi2005_Questions.pdf
12.	Furniture and Equipment List for New Schools (此頁內容不提供中文版本) 新建校舍家具及設備一覽表	www.edb.gov.hk/en/sch-admin/sch-premises-info/furniture-equipment/primary-secondary-schools.html
13.	General Studies for Primary Schools 小學常識科	www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/general-studies-for-primary/index.html
14.	Guidelines on the Prevention of Blood-borne Diseases in Schools 血液傳染病在校內預防指引	www.info.gov.hk/aids/pdf/g103.pdf www.info.gov.hk/aids/pdf/g102.pdf
15.	HKedCity: Resources Depository 香港教育城：教學資源庫	resources.hkedcity.net/
16.	Implementing Sex Education through the Junior Secondary Science Curriculum 透過初中科學科課程推行性教育	cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/is/SexEducation/SexEducation_e.pdf cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/is/SexEducation/SexEducation_c.pdf
17.	Investigative Study in Chemistry - Exemplars of Learning and Teaching Activities 化學的探究研習—學習活動示例	cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/nss/is/nss_is_eng.pdf cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/nss/is/nss_is_chi.pdf
18.	Learning and Teaching Exemplar for Medical Physics 醫學物理學學與教範例	www.hkedcity.net/article/project/medicalphysics/
19.	Contextual Physics in Ocean Park 情境物理之海洋公園	www.hk-phy.org/oceanpark/
20.	Physics World 物理園	www.hk-phy.org/

標題	網址
21. Promoting the Quality of Chemistry Learning with Active Reading and Writing Tasks - Exemplars of Learning & Teaching Activities (<i>Password required</i>) 促進化學科學習的閱讀及寫作計劃 - 學習活動示例 (需要密碼登入)	cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/zipfile/active_rw.zip
22. Reaction Mechanism Animation 反應機理動畫	cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/mech_e/Tutorial_29092007.swf cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/mech_c/Tutorial_05c.swf
23. Reactions of Metals 金屬之反應	cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/reactions/main.html
24. Enhancing Science Learning Through Electronic Library 促進學生學習科學的網上文章	resources.edb.gov.hk/physics/index_c.html resources.edb.gov.hk/physics/index_e.html
25. Recommended Textbook List, EDB 適用書目表—教育局	cd.edb.gov.hk/rtl/search.asp
26. Resources Depository - ETV 教學資源庫—教育電視	www.hkedcity.net/etv/en/resources.hkedcity.net/etv/
27. Safety in Science Laboratories 科學實驗室安全手冊	cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/laboratory/safety/SafetyHandbook2013_English.pdf cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/laboratory/safety/SafetyHandbook2013_Chinese.pdf
28. Science Education – Laboratory Safety and Management 實驗室安全及管理	www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/science-edu/ref-and-resources/lab-safety-and-management.html www.edb.gov.hk/tc/curriculum-development/kla/science-edu/ref-and-resources/lab-safety-and-management.html
29. Science Education, EDB 教育局科學教育	www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/science-edu/index.html
30. Science Laboratories – Fixtures & Furniture 科學實驗室裝置及家具	cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/laboratory/layout/fixfur95.pdf
31. Teachers Professional Development and Resources Sharing Platform (Biology) 教師專業發展及資源共享平台 (生物科)	edblog.hkedcity.net/nssbio

標題	網址
32. Teachers Professional Development and Resources Sharing Platform (Chemistry) 教師專業發展及資源共享平台 (化學科)	edblog.hkedcity.net/nsschem
33. Teachers Professional Development and Resources Sharing Platform (Physics) 教師專業發展及資源共享平台 (物理科)	edblog.hkedcity.net/cdiphysics
34. Teachers Professional Development and Resources Sharing Platform (Science) 教師專業發展及資源共享平台 (科學科)	edblog.hkedcity.net/scienceteaching/
35. Integrated Science (S4-6) 綜合科學 (中四至中六)	cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/is4to6/index_e.html
36. The Integrated Science (S4-6) Teacher Sharing Platform 綜合科學科 (中四至中六) 教師 交流平台	edblog.hkedcity.net/is4to6
37. Using Datalogger in the Teaching of Physics 運用數據收集器於物理科學教學	data-log.hkedcity.net/index.shtml data-log.hkedcity.net/physicsc/index.shtml
38. Visualising Chemistry 智趣化學	cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/chemistry/resource/vc/index.html
39. Writing and Application of Physics Specific Genres 物理科專科語體答題及應用	edb.hkedcity.net/phygenres/en/index.htm edb.hkedcity.net/phygenres/zh/index.htm
40. Writing with Chemistry Specific Genres 化學科專科語體寫作	ifile.hkedcity.net/1/001/926/genre/
41. 小學常識科教學資源庫 日常生活中的科學與科技	www.hkedcity.net/edb/teachingresources/category.php?site_key=gs&categoryId=11
42. 「常識百搭」小學 STEM 探究展覽	www.hkedcity.net/ises/cht/archive.html
43. 教育電視—教學資源庫 (科學教育)	www.hkedcity.net/etv/listing/5707715ef57da1023c000000
44. 教育電視—教學資源庫 (小學常識科)	www.hkedcity.net/etv/listing/57077123f57da1f03b030000

標題		網址
45.	教育電視—高中化學探究研習	www.hkedcity.net/etv/resource/207401800
46.	The “Bright” Future of Scientific Research 科研之光	www.hkedcity.net/etv/resource/11957752
47.	The Future of Rice 米的未來	www.hkedcity.net/etv/resource/2084914033
48.	Soybean Homecoming 大豆回家	www.hkedcity.net/etv/resource/1564245470
49.	A New Dimension of Communication 通訊新領域	www.hkedcity.net/etv/resource/19010548
50.	Safety in Exploring Science 科學探索的安全守則	resources.edb.gov.hk/~ses/ resources.edb.gov.hk/~ses/index_b5.html

支援科學教育的社會資源

提供支援科學教育的社會資源之機構名單：

名稱		網址
1.	漁農自然護理署獅子會自然教育中心	www.afcd.gov.hk/tc_chi/country/cou_lea/cou_lea_ven/lions.html
2.	STEM 教育中心	www.atec.edu.hk/stemcentre
3.	明愛陳震夏郊野學園	www.caritasfsc.edu.hk/chi/index.htm
4.	中華電力有限公司	www.clp.com.hk/zh
5.	嚳色園中辦可觀自然教育中心暨天文館	www.hokoon.edu.hk/main.html
6.	郊野公園	www.afcd.gov.hk/tc_chi/country/cou_vis/cou_vis_cou/cou_vis_cou.html
7.	香港聯合國教科文組織世界地質公園	www.geopark.gov.hk/index.htm
8.	香港天文台	www.hko.gov.hk/contentc.htm
9.	香港生產力促進局	www.hkpc.org/zh-HK/
10.	香港科學館	hk.science.museum/zh_TW/web/scm/index.html
11.	香港科技園	www.hkstp.org/zh-hk/index.aspx
12.	香港太空館	www.lcsd.gov.hk/CE/Museum/Space/zh_TW/web/spm/whatsnew.html
13.	香港濕地公園	www.wetlandpark.gov.hk/tc/
14.	水務署	www.wsd.gov.hk/tc/education/educational_visits_to_water_treatment_works/index.html
15.	航空探知館	www.hongkongairport.com/chi/shopping/entertainment/t2/aviat/avia.html
16.	香港數理教育學會	www.hkasme.org/
17.	香港青年協會	www.hkfyg.org.hk/
18.	香港科技教育學會	www.hktea.org/
19.	賽馬會氣候變化博物館	www.gaia.cuhk.edu.hk/MoCC/
20.	嘉道理農場暨植物園	www.kfbg.org/chi/
21.	香港海洋公園學院	opahk.oceanpark.com.hk/en/
22.	嚳嚳園生物科技流動實驗室計劃	mobilelab.hoyu.edu.hk/
23.	香港資優教育學苑	www.hkage.org.hk/b5/
24.	世界自然（香港）基金會米埔自然保護區	www.wwf.org.hk/

名稱		網址
25.	青年企業家發展局 – 商校家長計劃	www.edb.gov.hk/tc/sch-admin/admin/about-sch/bspp/scp.html scp.ydc.org.hk/e/default_home.asp

(空白頁)

參考文獻

參考文獻

Annetta, L., Minogue, J. (Eds.) (2015) *Connecting Science and Engineering Education Practices in Meaningful Ways*. Switzerland: Springer International Publishing.

Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. (2016) *F-10 Curriculum – Science*. Retrieved from:
<http://www.australiancurriculum.edu.au/science/rationale>

Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. (2016). *Senior Science – Information Sheet*. Retrieved from:
http://www.acara.edu.au/_resources/Senior_Secondary_Science.pdf

Bentley, T. (1998). *Learning beyond the classroom: Education for a changing world*. London, UK: Routledge.

Berry, R. (2008). *Assessment for Learning*. Hong Kong: Hong Kong University Press.

Black, P., Harrison, C., Lee C., Marshall, B. & William, D. (2004). *Assessment for Learning: Putting it into practice*. Berkshire: Open University Press.

Bolhuis, S. (1996, April). *Towards active and self-directed learning. Preparing for lifelong learning, with reference to Dutch secondary education*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York, NY.

Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academies Press.

Brenda S. W. and Celestine H. P. (Eds.). (2014). *Models and approaches to STEM professional development*. Arlington, USA: NSTApress.

Brownlie et al. (2006). *Student diversity: Classroom strategies to meet the learning needs of all students*. Ontario, Canada: Pembroke Publishers.

Centre for Advancement of Learning and Assessment (2012). *Resources on Improving Science Assessments*. Retrieved from <http://www.cala.fsu.edu/ies/resources/>

Chan, D. W. (1999). Counseling gifted students in Hong Kong: A critical need. *Education Journal*, 27(2). The Chinese University of Hong Kong.

Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academies Press.

Committee on Highly Successful Schools or Programs in K-12 STEM Education, Board on Science Education, Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Retrieved from <http://www.nap.edu/read/13158/chapter/1>

Corrigan, D., Bunting, C., Dillon, J., Jones, A., Gunstone, R. (Eds.) (2015) *The Future in Learning Science: What's in it for the Learner?* Switzerland: Springer International Publishing.

Curriculum Corporation. (n.d.). *Assessment for Learning*. Retrieved from <http://www.assessmentforlearning.edu.au/default.asp>

Curriculum Development Council. (2001). *Learning to learn: The way forward in curriculum development*. Hong Kong: Author.

Curriculum Development Council. (2002). *Basic education curriculum guide – Building on strengths (Primary 1 – Secondary 3)*. Hong Kong: Author.

Curriculum Development Council. (2002). *Science Education Key Learning Area Curriculum Guide (Primary 1 – Secondary 3)*. Hong Kong: Author.

Curriculum Development Council. (2009). *Senior secondary curriculum guide - The future is now: From vision to realisation (Secondary 4 - 6)*. Hong Kong: Author.

Davis, A. (Eds.). *Handbook of gifted education* (3rd ed.). Boston, MA: Pearson Education.

Department for Business Innovation and Skills. (2011). *STEM graduates in non STEM jobs*. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/science-technology-engineering-and-maths-graduates-in-non-stem-jobs>

Department for Education. (2015). *The National curriculum in England: science programme of study*. Retrieved from: <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study>

Dillon, J. & Osborne, J. (2010). *Good Practice in Science Teaching: What research has to say* (2nd ed). London, UK: Open University Press.

Education Bureau of Government of HKSAR. (2014). *Basic Education Curriculum Guide – To Sustain, Deepen and Focus on Learning to Learn (Primary 1 – 6)*. Retrieved from <http://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/doc-reports/guide-basic-edu-curriculum/index.html>

Education Bureau of Government of HKSAR. (n.d.). *General Studies for Primary Schools*. Retrieved from <http://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/general-studies-for-primary/index.html>

Education Bureau of Government of HKSAR. (n.d.). *Mathematics Education*. Retrieved from <http://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/ma/index.html>

Education Bureau of Government of HKSAR. (n.d.). *One-stop Portal for Learning and Teaching Resources*. Retrieved from <http://www.hkedcity.net/edbosp>

Education Bureau of Government of HKSAR. (n.d.). *Science Education*. Retrieved from <http://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/science-edu/index.html>

Education Bureau of Government of HKSAR. (n.d.). *Technology Education*. Retrieved from <http://www.edb.gov.hk/en/curriculum-development/kla/technology-edu/index.html>

Eric, B. (Ed.). (2012). *Integrating engineering and science in your classroom*. Arlington, USA: NSTApress.

Felder, R., & Brent, R. (2016). *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*. Jossey-Bass.

Freeman, B., Marginson, S. & Tytler, R. (Ed.). (2015). *The age of STEM: educational policy and practice across the world in science, technology, engineering and mathematics*. New York, USA: Routledge.

Fullan, M., & Langworthy, M. (2014). *A rich seam: How new pedagogies find deep learning*. London, UK: Pearson. Retrieved from http://www.michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2014/01/3897.Rich_Seam_web.pdf

Furtak, E. M., & Ruiz-Primo, M. A. (2008). Making students' thinking explicit in writing and discussion: An analysis of formative assessment prompts. *Science Education*, 92, 799 – 824.

Herbert, G., Issacs, T., & Zara, C. (2013). *Key concepts in educational assessment*. London: Sage.

Honey, M., & Kanter, D. (2013) *Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators*. Routledge.

Hong Kong Education City Limited. (n.d.) *Home*. Retrieved from <http://www.hkedcity.net>

James, M., Black, P., Carmichael, P., Conner, C., Dudley, P., Fox, A., ... William, D. (2006). *Learning how to learn: Tools for schools*. London, UK Routledge.

Johnson, C., Peters-Burton, E., & Moore, T.. (Eds). (2015). *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education*. London, UK: Routledge.

Korean Institute for Curriculum and Evaluation. (2007). *National Common Basic Curriculum – Science*. Retrieved from <http://ncic.kice.re.kr/english.kri.org.inventoryList.do;jsessionid=872C26E3085E63B723C52906C0A52D48#>

Marginson, Simon, Tytler, Russell, etc. (2013). STEM: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Australian Council of Learned Academies. Retrieved from http://www.acola.org.au/PDF/SAF02Consultants/SAF02_STEM_%20FINAL.pdf

Meghan, M. M., Amanda E. G., & Terri G. W. (2014). What is STEM education? *Global Education Review*, 1(4), 1-6.

Ministry of Education, Singapore. (2014). Press release: 42 Secondary Schools Offering Science, Technology, Engineering and Mathematics Applied Learning Programme (STEM ALP) Retrieved from <http://www.moe.gov.sg/media/press/2014/09/42-secondary-schools-offering-science-technology-engineering-and-mathematics-applied-learning-programme.php>

Ministry of Education. (2013). *Learning for all - A guide to effective assessment and instruction for all students, kindergarten to Grade 12*. Ontario: Author.

Mok, M.M.C. (2010). *Self-directed Learning Oriented Assessment: Assessment that informs learning and empowers the learner*. Hong Kong: PACE Publishing.

Morris, Paul. (1996). *The Hong Kong school curriculum: development, issues and policies*. Hong Kong: Hong Kong University Press.

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

National STEM Centre. (n.d.). *Homepage*. Retrieved from <http://www.nationalstemcentre.org.uk>

New Zealand Ministry of Education. (2014). *The New Zealand Curriculum – Science*.

Retrieved from: <http://nzcurriculum.tki.org.nz/The-New-Zealand-Curriculum/Science>

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Retrieved from <http://www.nextgenscience.org/>

OECD. (n.d.). *Programme for International Student Assessment (PISA)*. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/home/>

Office of the Chief Scientist (2013). *Science, Technology, Engineering and Mathematics in the National Interest: A Strategic Approach: a Position Paper*. Retrieve from <http://www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/STEMstrategy290713FINALweb.pdf>

Peters, J. & Stout, D. (2010). *Science in Elementary Education: Methods, Concepts, and Inquiries* (11th ed.). Pearson.

Reid, A. (2013). *Thinking about the curriculum: The nature and treatment of the curriculum problems* (Routledge revivals). London, UK: Routledge.

Renzulli, J. S. (1994). *Schools for talent development: A comprehensive plan for total school improvement*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.

Robert E. Y. (Ed.). (2012). *Exemplary science for building interest in STEM careers*. Arlington, USA: NSTApress.

Sawyer, R. K. (Ed.). (2014). *Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (2nd ed.). New York, NY: Cambridge University Press.

Science Learning Hub. (n.d.). *Nature of science*. Retrieved from <http://sciencelearn.org.nz/Nature-of-Science>

Self and peer assessment - advantages and disadvantages. (n.d.). Retrieved from http://sydney.edu.au/education_social_work/groupwork/docs/SelfPeerAssessment.pdf

Singapore Ministry of Education. (2016). *Syllabuses – Sciences*. Retrieved from: <https://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences/>

Special Issue on Past, Present, and Future of Science, Mathematics, Engineering, and Technology Education Research and Practice in South Korea. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 12(7) Retrieve from: <http://www.iserjournals.com/journals/eurasia/vol/12/issue/7>

STEM Teaching Tool. (n.d.). *Home*. Retrieved from <http://stemteachingtools.org>

STEMNET. (n.d.). *Home*. Retrieved from <http://www.stemnet.org.uk>

Swee Keat H. (2015). Speech. Retrieved from <http://www.moe.gov.sg/media/speeches/2015/07/24/speech-by-mr-heng-swee-keat-at-the-closing-ceremony-of-the-national-engineers-day-2015.php>

The European Centre for the Development of Vocational Training. (2011). *Guidance Supporting Europe's Aspiring Entrepreneurs – Policy and Practice to Harness Future Potential*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

The Government of the HKSAR. (2015). *Policy Address*. Retrieved from <http://www.policyaddress.gov.hk/2015/eng/p150.html>

The Open University. (2016). *Changes in Science Education*. Retrieved from <http://www.open.edu/openlearn/education/educational-technology-and-practice/changes-science-education/content-section-0>

TIMSS & PIRLS International Study Center. (n.d.). *Trends in International Mathematics and Science Study*. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/about.html>

Vasquez, J.A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8 Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. New York: Heinemann.

W. Harlen ed. (2010). *Principles and Big Ideas of Science Education*. Retrieved from: <http://www.ase.org.uk/documents/working-with-the-big-ideas-in-science-education/>

W. Harlen ed. (2015). Working with Big Ideas of Science Education. Retrieved from: <http://www.ase.org.uk/documents/working-with-the-big-ideas-in-science-education/>

Watkins, C. (2005). *Classrooms as learning communities: What's in it for schools?* New York: Routledge.

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*. 41(2), 64-70.

Zollman, A. (2012). Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.

上海 STEM 雲中心.(2015)。首頁。擷取自：<http://www.stemcloud.cn/>

中華人民共和國教育部 (2011)。義務教育初中科學課程標準。擷取自：<http://edu.qq.com/a/20120202/000112.htm>

余勝泉、胡翔 (2015)。STEM 教育理念與跨學科整合模式。擷取自：http://www.ict.edu.cn/news/n2/n20150901_27611_5.shtml

林坤誼 (2014)。STEM 科際整合教育培養整合理論與實務的科技人才。科技與人力教育季刊第一卷第一期
擷取自：http://www.tahrd.ntnu.edu.tw/files/recruit/79_ed52da6a.pdf

林瑞芳 (2005)。教育心理學實用手冊。香港：香港心理學會教育心理學部。

唐海寶 (2007)。高中科學教育的理論與實踐。上海：上海交通大學出版社。

陳志偉，賈秀英 (2001)。中學科學教育。浙江：浙江大學出版社。

羅耀珍 (2008)。促進學習的評估。香港：香港大學出版社。

蘇詠梅，鄭美紅 (2008)。華語社會的科學教育研究。香港：一口田出版社。

顧志躍 (2003)。科學教育概論。上海：科學出版社。

(空白頁)

委員名錄

課程發展議會
科學教育委員會委員名錄
(2014 年 9 月至 2017 年 8 月)

主席：	劉國良先生 東華三院黃鳳翎中學	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)
	鄭建德博士 滙基書院 (東九龍)	(由 2015 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
副主席：	卓偉嘉先生 教育局課程發展處	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 5 月 31 日)
	方偉雄博士 教育局課程發展處	(由 2015 年 6 月 1 日至 2015 年 7 月 14 日)
	謝婉貞女士 教育局課程發展處	(由 2015 年 7 月 15 日至 2017 年 8 月 31 日)
大專院校委員：	陳偉鍵教授 香港大學化學系	(由 2014 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
	許伯銘教授 香港中文大學物理系	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)
	蘇詠梅教授 香港教育學院科學與環境學系	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)
	鄭美紅教授 香港教育學院 (由 2015 年 9 月 1 日起) / 香港教育大學 (由 2016 年 5 月 27 日起) 課程與教學學系	(由 2015 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
	梁伯和教授 香港科技大學理學院物理學系	(由 2015 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
有關專業團體或相 關界別委員：	梁偉明先生 香港太空館	(由 2014 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
	黃永基先生 香港數理教育學會	(由 2014 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
特殊教育委員會 委員：	林傳亮先生 明愛培立學校	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)

	馮瑞興先生 中華聖潔會靈風中學	(由 2015 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
校長委員：	鄭建德博士 滙基書院（東九龍）	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)
	盧偉成先生 播道書院	(由 2014 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
	馬遠發先生 顯理中學	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)
	蔡志超先生 東華三院陳兆民中學	(由 2015 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
	梁健文博士 葵涌蘇浙公學	(由 2015 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
教師委員：	張冬屏女士 民生書院	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)
	何詠詩女士 基督教香港信義會信義中學	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)
	劉瑞儀博士 荃灣公立何傳耀紀念中學	(由 2014 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
	潘廣祥先生 聖公會曾肇添中學	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)
	黃子榮博士 香港培正中學	(由 2014 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
	英佩詞先生 順德聯誼總會梁球琚中學	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)
	陳凱茵女士 香港道教聯合會圓玄學院第三中學	(由 2015 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
	張澤民先生 文理書院（香港）	(由 2015 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
	許定國先生 佛教榮茵學校	(由 2015 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
	孫嘉俊博士 保良局羅氏基金中學	(由 2015 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)

增選委員：	施瑪恩先生 齋色園主辦可譽中學暨可譽小學	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)
當然委員：	盧志立先生 教育局質素保證及校本支援分部	(由 2014 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
	司徒毓堂先生 香港考試及評核局	(由 2014 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)
秘書：	蔡捷佳先生 教育局課程發展處	(由 2014 年 9 月 1 日至 2015 年 8 月 31 日)
	蔡莉雯女士 教育局課程發展處	(由 2015 年 9 月 1 日至 2016 年 8 月 31 日)
	方偉雄博士 教育局課程發展處	(由 2016 年 9 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日)

