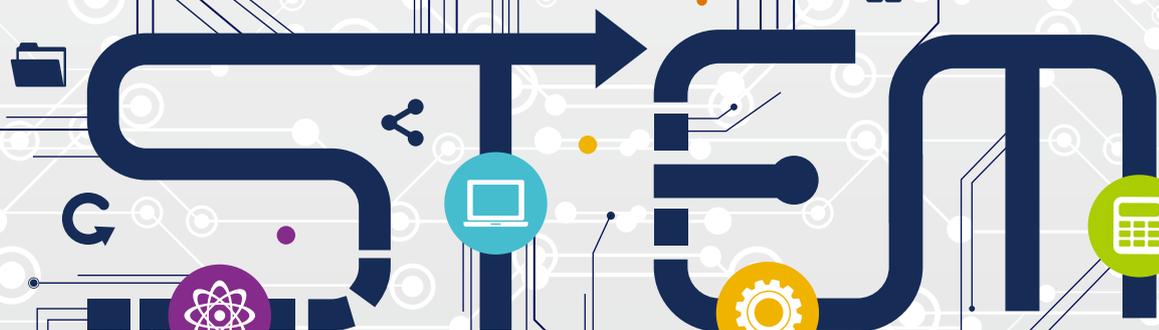


教出 STEM 姿采

十四所中小學的專業發展路

中華基督教會基華小學（九龍塘）
仁愛堂田家炳小學
保良局陸慶濤小學
順德聯誼總會梁潔華小學
漢華中學（小學部）
香港紅十字會瑪嘉烈戴麟趾學校
東華三院郭一葦中學
保良局甲子何玉清中學
浸信會呂明才中學
博愛醫院陳楷紀念中學
匯知中學
聖嘉勒女書院
福建中學（小西灣）
觀塘瑪利諾書院



STEM

本書版權為香港教育大學擁有，歡迎用作教育及研究用途，但請列明出處。
任何人士不得翻印本書任何部分作商業用途。

© 香港教育大學 2019

ISBN:978-988-7714-31-6

目錄

1	編者的話
1	鳴謝
2	一．支援計劃簡介
3	二．對 STEM 教育的理解
5	三．學校對專業發展的需求
6	四．計劃活動時序
7	五．校本支援活動簡介
8	六．學校 STEM 活動概覽
22	七．學校經驗分享
22	（一）中華基督教會基華小學（九龍塘） 從小步子出發：校本 STEM 教育課程的發展
27	（二）仁愛堂田家炳小學 連繫社區環保議題 活化 STEM 專題研習
31	（三）保良局陸慶濤小學 自主探究 動手創建智慧生活
37	（四）順德聯誼總會梁潔華小學 鼓勵自主學習 探究科技發明
41	（五）漢華中學（小學部） 校本 STEM 課程發展 — 結合科學探究及創客元素的設計循環模式
45	（六）香港紅十字會瑪嘉烈戴麟趾學校 全校推行 STEM 照顧學習差異
51	（七）東華三院郭一葦中學 集結 STEAM 多元經驗 首設創意科技學科
55	（八）保良局甲子何玉清中學 通過 STEM 和自主學習，探究如何培養藻類及其應用
61	（九）浸信會呂明才中學 將 STEM 融入科學課程 邁向可持續校本 STEM 教育
67	（十）博愛醫院陳楷紀念中學 從推行智能家居裝置專題活動探索跨科協作模式
72	（十一）匯知中學 由連橫到合縱：發展跨科階梯式 STEM 專題研習
77	（十二）STEM core team of St. Clare's Girls' School Essential Support of Implementing STEM in Schools
83	（十三）福建中學（小西灣） 推行校本 STEM 教育的實踐與迷思
87	（十四）觀塘瑪利諾書院 優化 STEM 活動的再思
92	八．計劃評鑑
95	九．計劃成果對發展校本 STEM 教育的啟示
95	（一）推行校本 STEM 教育的重要策略
106	（二）邁向 STEM 教育的持續發展
107	（三）STEM 課程的宏觀組織
111	（四）STEM 課程內容的微觀設計
121	十．計劃總結
124	十一．建議
125	十二．參考書目

126 十三 . 附錄

- 126 附件一 : 學生 STEM 項目計劃書 (聖嘉勒女書院)
- 127 附件二 : 「電容車製作」 : 學生工作紙 (浸信會呂明才中學)
- 129 附件三 : 「降落傘探究活動」學生工作紙 (順德聯誼總會梁潔華小學)
- 131 附件四 : 學生電子學習檔案 (博愛醫院陳楷紀念中學)
- 134 附件五 : 照顧能力差異 : 多層次 STEM 活動工作紙 (香港紅十字會瑪嘉烈戴麟趾學校)
- 136 附件六 : 「智能禮物盒」 : 學生自選探究活動工作紙 (仁愛堂田家炳小學)
- 138 附件七 : 「質量量度問題」 : 學生活動指引 (觀塘瑪利諾書院)
- 139 附件八 : 「利用飲管製造「勢能 - 動能」轉換器」 : 學生活動指引 (浸信會呂明才中學)
- 141 附件九 : 常識科和電腦科 : 跨科學習目標 [漢華中學 (小學部)]
- 142 附件十 : 設計與工藝科和電腦科 : STEM 協作教學計劃 [福建中學 (小西灣)]
- 144 附件十一 : 高小循序漸進式 STEM 課程 / 活動設計 (保良局陸慶濤小學)
- 145 附件十二 : 初中創意科技科課程大綱 (東華三院郭一葦中學)
- 147 附件十三 : STEM 課程單元 (科目層面) 目標設計參考樣本 (適用於高小至初中)
- 149 附件十四 : STEM 課程單元 (項目 / 活動層面) 目標設計參考樣本 (中學)
(根據保良局甲子何玉清中學的 STEM 項目而制定)
- 151 附件十五 : STEM 課程單元 (項目 / 活動層面) 目標設計參考樣本 (小學)
[根據基華小學 (九龍塘) 的 STEM 項目而制定]
- 153 附件十六 : 「光色對光合作用的影響」 : 綜合學習評估表 (匯知中學)
- 154 附件十七 : 「質量量度問題」 : 設計和製作技能評估表 (觀塘瑪利諾書院)

編者的話

「利用自主學習作為高小及中學階段實踐 STEM 教育的策略」是由教育發展基金贊助，香港教育大學負責推展之 STEM 專業發展計劃，旨在支援中小學推行校本 STEM 教育。

出版本書是希望與教育界同工共享這個項目的成果。本書內容主要回應本計劃的三個主要任務。第一是瞭解各參與學校在實踐 STEM 教育上的專業發展需要，並針對這些需要作出支援。第二是基於學校推行 STEM 教育的實踐所得，包括校本支援對發展教師專業知識的效能和學生學習成果，作出評鑑和建議。第三是從這些實踐經驗及評鑑結果歸納校本 STEM 課程設計和教學的要素，並以此建構一個課程單元設計框架，為 STEM 老師提供發展校本 STEM 教育的指引，從而帶動學校設計校本 STEM 課程，持續落實 STEM 教育的理念。

本書各篇章分別詳論這三項主要任務的成果。我們還邀請了參與學校的老師撰文，分享他們推行 STEM 教育的經驗，讓讀者體會他們對自己所作

努力的反思。由於參與本項目的學校只有十四間，而時間只有一年多，實踐經驗自然有限，何況 STEM 教育無論在題材，學科綜合方式，施教方法等方面，都極其多元化。這些多元內涵亦會受到學校政策、學科及老師的協作文化，乃至常規課程等背景因素所影響。因此，單憑本項目的實踐結果，未必可以幫助學校釐清各種因素與 STEM 課程發展和教學之間的因果關係。縱使如此，我們仍希望本書所收錄的豐富素材能為其他學校帶來一些重要啟示。教育是潛移默化的工作，聚沙成塔、匯滴成河的事業，相信老師們踏出的每一步，定必能改變現狀，令學校教育邁向更優質化。我們亦期待本計劃所提出的建議，會隨著 STEM 教育的實踐經驗和研究成果的不斷累積，而得到進一步擴充和深化。

鳴謝

本書能夠順利出版，全賴參與本計劃的十四所學校不遺餘力，對推動 STEM 教育作出了嶄新嘗試。尤其值得表揚的是老師們對改進學校教育的熱忱，迎難而上、鍥而不捨的精神，群策群力、有教無類的方針，以及精益求精、敬業樂業的態度。我們要感謝參與學校對教大支援團隊的信任，坦誠地提出理論和實踐上的問題，共謀對策，化危為機。更難能可貴的是，老師們毫不吝嗇，與其他學校的同工分享他們實踐 STEM 教育的心得和在實踐過程中所遇到的挑戰，本著有一分熱，發一分光的專業精神，透過撰寫實踐心得，對香港 STEM 教育作出貢獻。本書的一字一行，都是各參與學校的沉澱結晶。

最後，我們要對學校發展基金對本計劃的慷慨資助表示謝意，亦要感謝教育局校本專業支援組一直以來的支持和提供的寶貴意見。

各參與學校的名單如後
(學校排名依學校類別及筆劃次序)：

- ▶ 中華基督教會基華小學(九龍塘)
- ▶ 仁愛堂田家炳小學
- ▶ 保良局陸慶濤小學
- ▶ 順德聯誼總會梁潔華小學
- ▶ 漢華中學(小學部)
- ▶ 香港紅十字會瑪嘉烈戴麟趾學校
- ▶ 東華三院郭一葦中學
- ▶ 保良局甲子何玉清中學
- ▶ 浸信會呂明才中學
- ▶ 博愛醫院陳楷紀念中學
- ▶ 匯知中學
- ▶ 聖嘉勒女書院
- ▶ 福建中學(小西灣)
- ▶ 觀塘瑪利諾書院

一. 「利用自主學習作為高小及中學階段實踐 STEM 教育的策略」計劃簡介

STEM 教育的發展一日千里。然而，學校的發展卻步伐不一。究其原因，一是教育界對 STEM 教育的方向還未達成共識，直到目前為止，相關的課程設計框架仍付之闕如。二是教師的專業發展仍未能趕上 STEM 教育發展的步伐。事實上，STEM 教師的全面培訓仍處於起步階段。大學教育學院才開始啟動教師培訓課程的改革機制，包括更新職前課程和開辦研究生課程，以應付全面推行 STEM 教育對師資的需求。目前，香港 STEM 教育的發展出現了一種不協調狀態。部分學校根據其對 STEM 的理解，率先推行以科技創作為主的 STEM 教育，其中不少是以參加比賽為目標，而大部份學校還處於摸索階段，探討校本 STEM 教育應往何處走。

本計劃的願景是希望將 STEM 教育發展成為普及教育的一個重要環節，通過總結校本 STEM 教育的實踐經驗，探討如何在可持續發展的軌道上，推動校本 STEM 教育。在教師專業發展方面，由大專院校因應學校的發展需要提供校本支援，協助學校在人力資源及其他條件的許可下，推動校本 STEM 教育，不失為一個可行的做法。而大專院校亦可藉此機會，在理論層面上，探討和總結發展校本 STEM 教育的條件及成功要素，從而帶動學校 STEM 教育的整體發展。本計劃就是在這個背景下誕生，冀能在三個層面上，包括學校，老師及學生，向參與的中小學作出支援。以下為各層面所期望達成的目標：

學校層面

- ▶ 促進學校對 STEM 教育的領導，包括設計校本跨學科課程，釐定分科學習與跨學科學習的關係，協調各科落實跨科課程、課時和資源管理等方面。

老師層面

- ▶ 促進老師在 STEM 教育方面的專業發展，掌握如何釐定教學目標，以及設計教學策略、自主學習指引、評估方式和標準等。

學生層面

- ▶ 通過對學校的支援，促進學生在 STEM 相關範疇的學習，並了解 STEM 教育對學習的影響。

為了達成上述目標，我們通過向 STEM 老師提供專業輔助，深化老師的教學內容知識、課程設計技巧和促進自主學習的教學方法，從而增強老師在設計及推行 STEM 教育活動方面的能力和信心。本計劃的支援團隊（下稱支援團隊）向學校提供

校本支援，並非要取代學校老師在 STEM 教育的主導地位和角色。相反，我們深信學校必需擁有絕對自主權，方能發展出切合本身願景的 STEM 課程，老師才能掌握相關的專業知識和技能，建構與學校文化和學科結構相匹配的課程組織模式和內涵，為持續發展校本 STEM 教育創造有利條件。除了向學校提供支援服務，支援團隊亦從學校實踐的成果和經驗中，歸納了推行校本 STEM 教育好些值得推許的策略和做法，希望能從實踐建構理論，再以理論引領實踐，相輔相成，令 STEM 教育的洪流不斷壯大。

在具體推行上，本項目分為三個階段。第一個階段向老師提供 STEM 教育專業知識，通過舉辦工作坊及研討會，鞏固老師對 STEM 教育的理解；同時安排學校老師到相關機構如學校及科學園參觀，以收觀摩之效；又通過交流，讓參與學校更清楚了解本身的發展需要。踏入第二階段，各參與學校分別設計及進行校本活動。這個階段分為兩個週期進行。第一週期是讓老師實踐新意念或改良舊的做法。經過經驗的累積和反思，在第二週期再次起步，以期提升 STEM 活動的素質和老師在教學上的專業能力。在這兩週期活動中，支援團隊因應個別學校的實際需要而提供不同形式的輔助，例如，向學校建議可配合常規課程的綜合式 STEM 活動，又或者針對學校所提出的意念，提供活動設計、原型製作和資源運用等方面的意見。

最後，本團隊根據學校的實踐經驗和評鑑結果，與學校共同探討對未來發展校本 STEM 教育的方向，並結合相關教育和課程理論，歸納 STEM 課程的組織方向，建構 STEM 課程單元設計框架，從而深化 STEM 教育的內涵，引領學校持續推動校本 STEM 教育的發展。



二. 本計劃對 STEM 的理解

STEM 教育具有不同的面向。它既承載著理想的教育目標，也具備跨科課程的特質；它代表以學生為中心的教學取向，亦標誌著一個開放和具鼓勵和支持性的學習環境。這些不同面向之間的關係錯綜複雜，互為因果，互相支持。倘若對這些關係缺乏深入了解，恐怕會影響 STEM 教育的成效。但肯定的是，如果學校依樣葫蘆，只強調一貫的概念灌輸，而忽略廿一世紀技能的培育，STEM 教育只會原地踏步；如果學校未能擁抱新思維，為學生開拓思考空間和提供自學資源，鼓勵學生持續地進行創作活動，亦不可能發展學生的自主學習和創造力，更遑論通過自省，培養後設認知和解難能力了。

STEM 教育可以從兩個層面去理解。第一是在學科層面，通過分科教學模式，為學生奠定學科知識基礎。第二是在綜合學習層面，這層面強調製造機會，發展學生綜合運用知識的能力，從而達致創意解難，活學活用的目標。我們不排除第一個層面對 STEM 教育的重要性。不過，由於分科課程行之已久，老師對此已相當熟稔，本書乃將討論集中於綜合式 STEM 教育，相信加強綜合式 STEM 教育會更有助於實現 STEM 教育的目標，更能配合學生將來的發展需要。

綜合式 STEM 教育是由四個學科範疇 (科學、科技、工程和數學) 綜合而成。根據文獻研究，它有著以下幾個重要特質：

綜合性

STEM 教育鼓勵學生以學科知識為基礎，整合不同範疇的知識和技能，以創意方法解決問題。由此可見，STEM 可以作為一個平台，讓老師將各自學科的內容作有意義的聯繫，鼓勵學生生活學活用，並通過跨學科課程設計及協作教學，讓學生進行綜合學習。STEM 教育不僅包含數理工科，更可以與其他非理科，例如視覺藝術、體育、語文等學科結合，擴大 STEM 教育的範疇及與社會和生活的聯繫，加強跨科學習的效果。圖 2.1 展示 S、T、E、M 四個範疇的互動關係。

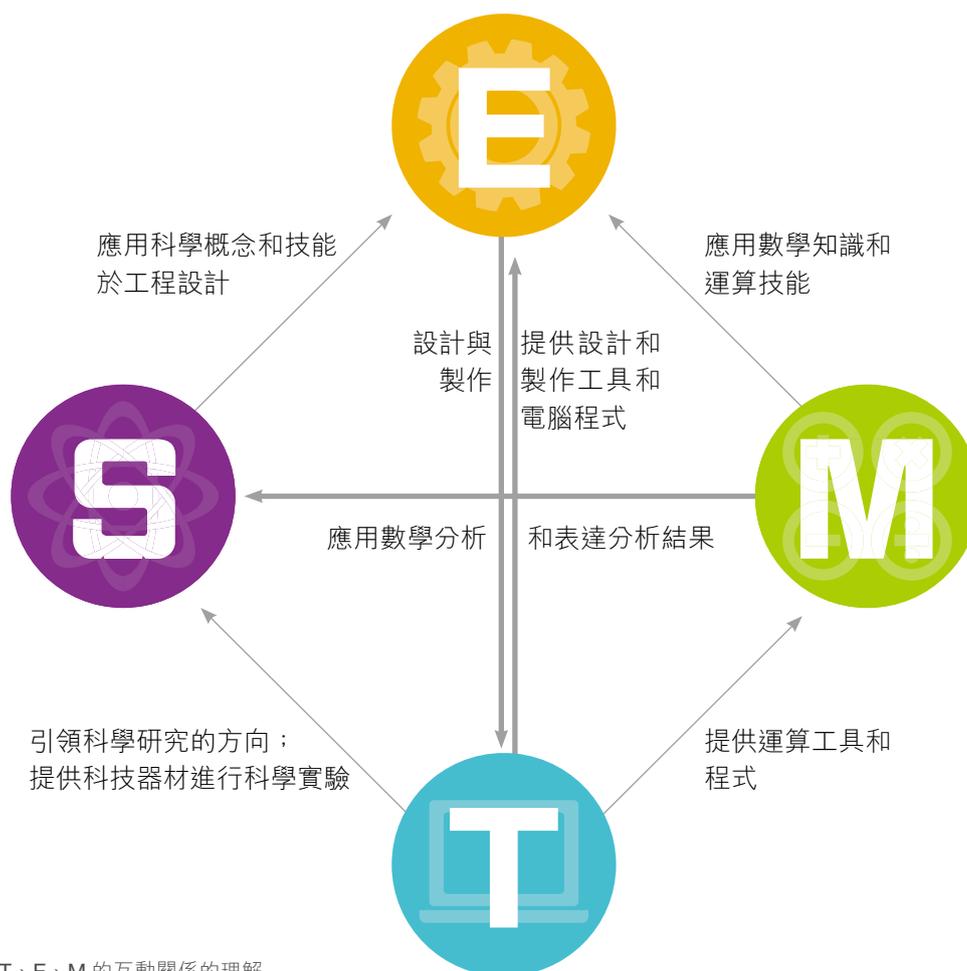


圖 2.1：對 S、T、E、M 的互動關係的理解

生活化

STEM 教育強調以日常生活問題作為學習情景，讓學生從課本走到社會及生活上去，增加學習內容與學生的關聯，亦令學生明白到不同學科並非獨立存在，而是環環緊扣，更與社會有著密切關係，需要綜合運用才能解決實際問題。

問題為本

STEM 綜合活動通常以實際問題為發端，旨在連繫日常生活，令學習聚焦。通過問題為本學習，發展學生解難及自學能力。因應問題的複雜程度，學生需要綜合運用不同學科的知識，從中學會新知識和鞏固原有的知識。通過自主學習，學生還可以體會到學習和解難並非兩種獨立存在的認知活動，又或是有先後次序之分，而是處於互動狀態。

手腦並用

STEM 教育包含手腦並用的活動，這些活動包括科學探究、工程設計和製作、科技器材的運用、電腦程式的編寫，而至視覺藝術和工藝創作等。因此，STEM 教育並不局限於認知能力的發展，也是操作技巧的訓練，工匠精神的培養和對美感的欣賞和追求。

科技融入

在活動中融入科技是 STEM 教育的一大特色，也是 STEM 其中兩個主要範疇 T 和 E 的基本內容。科技可以提供探究和製作工具，促進科學探究和工程製作。此外，訊息的搜尋和傳播，也得依賴資訊科技的協助。至於如何融入科技於 STEM 教育，取決於要解決問題的性質和學生的學習階段。

激勵創意

STEM 活動鼓勵創意和創新地應用知識，強調運用分散性思維，與現行課程所重視的聚合性思維有顯著差別。發展創新科技更是香港推行 STEM 教育的長遠目標之一。

學習自主

STEM 教育與傳統學科學習的最大分別是鼓勵自主學習。通過自主學習，營造開放的學習環境，培養學生創意思維、解難能力，以及高階思維如分析、評鑑和創造。學生在學習過程中所經歷的策劃、檢討、反思及改良過程，更有助發展後設認知能力，有利學習遷移。

協作性

由於 STEM 教育是以解決問題為導向，而在解難過程中需要應用多元知識和技能，所以非常強調群體合作，在互相幫助和共同努力下完成任務。因此，STEM 教育多是以小組協作活動為基礎，著意培養學生的溝通和協作能力。

設計多元化

STEM 課程及教學設計是沒有通則的。基本上，學校可以自行決定 STEM 課程與正規課程的緊扣程度、課時安排、上課地點、活動形式和學生學習的自主程度等，只要符合以上所討論的 STEM 教育特質便可。

三. 參與學校對 STEM 教育專業發展的需求

根據支援團隊所進行的問卷調查和與老師進行的籌備會議所得，參與學校對 STEM 專業發展的需求可分為課程，教師發展和自主學習等方面。下表顯示本團隊對這些需求的分析結果。

學校對 STEM 教育的專業發展需求	需求內容概要
教師發展	提供教師專業培訓，內容涵蓋 STEM 課程設計元素、共同備課、科技應用及示範教學；參觀本地和海外 STEM 相關的教育機構及先導學校，參考成功經驗和案例；與其他中小學校聯繫並組織專業學習社群，分享學與教資源，提升教師設計和推行 STEM 教學活動的信心。
校本 STEM 課程發展	配合學校的發展優次、條件和教師專長，規劃合乎校情的 STEM 課程和活動；協助學校成立 STEM 教學團隊，制定推行策略、步驟以及發展重點。
STEM 教育理念與自主學習	認識 STEM 教育及自主學習的理論，探討各種可行的 STEM 實踐模式，以及如何利用自主學習作為中小學生學習 STEM 的途徑。通過鼓勵學生尋找新知識、自訂目標、自我反思及評價，發展元認知能力。
STEM 相關科目之間的協同與整合	探討如何建構課程設計框架，釐清與科學、科技、工程、數學相關學科教學目標的互動關係；讓學生的 STEM 學習經歷融入現行的科目架構之內，以提升學習興趣、創意、科學探究和解難能力；設計生活化的跨科主題與專題研習，促進知識的運用及發展二十一世紀技能。
教學策略的設計	認識和設計合適的教學策略和自主學習活動，令學與教既能兼顧 STEM 內容，亦可以連繫過程技能和共通能力的運用，例如，科學探究、資訊科技、協作及與人溝通等。
學習的評估	設計 STEM 學習的評估工具，收集學生學習的顯證，提高評估效度和信度，將 STEM 教育的評估納入學校的評估系統之中。
「應用技術」融入 STEM 學習活動	為跨學科 STEM 學習活動的設計提供技術支援，例如使用 Arduino 底板及控制器、科研器材、編程和相關技術等。
利用電子學習平台	善用資訊科技於 STEM 學習及提升學生的自主學習能力；利用能促進自主學習的電子學習平台，例如 Google classroom、New GoogleSite、Nearpod 等工具。

表 3.1 參與學校對 STEM 教育專業發展的需求

四. 計劃活動時序

針對學校對發展校本 STEM 教育的不同需求，本計劃以循序漸進方式，分為兩個週期進行。第一週期由 2017 年下旬到 2018 年上旬；第二週期由 2018 年下旬到 2019 年上旬。每個週期又分為四個階段。第一是教師專業發展；第二是校本活動；第三是對活動評鑑；而第四是計劃成果分享。圖 4.1 顯示整個計劃的過程和兩個活動週期的關係。



圖 4.1 校本支援計劃的過程和兩個活動週期的關係

五. 校本支援活動簡介

為幫助參與老師理解 STEM 教育的本質，綜合 STEM 學科的知識和技能，設定跨學科課程目標，以至設計教學策略、教學活動和評估方案，支援團隊於活動進行前和進行中，組織了不同類型的教師專業發展活動。有的是面向所有參與學校老師的，有的是因應個別學校的需要而進行的。表 5.1 總結各類支援活動的性質、對象和目的：

校本支援活動類型	目的
分析參與學校的發展需求	通過問卷和討論，了解參與學校的需求，作為提供校本專業支援服務計劃的依據和日後評鑑計劃成效的參考基準。
教師專業發展活動 (全體參與學校 STEM 團隊)	為全體參與學校老師舉行講座暨工作坊，參觀(科學園及澳門培正中學)，主題工作坊(課程設計、電子學習歷程檔案、評估設計)，本地及海外專家課堂示範(由來自香港、澳門、台灣、美國 STEM 教育學者進行示範教學及課後討論)。
校本活動籌備會議	籌備會議通常於每週期活動進行前舉行，或於活動期間作跟進。支援團隊與老師商討教案細節及提供發展 STEM 與自主學習等相關意見，協助老師優化活動。
校本專業發展工作坊	為增進老師對活動計劃所需的技術、工具及探究方法而設，例如 Arduino 與 Micro:bit 的應用，利用 Google Sites 建立電子學習檔案等。
資源運用建議	為學校建議合適資源進行 STEM 活動計劃。如有需要，支援團隊會協助老師挑選所須器材。
原型設計與測試	支援團隊會按個別學校的需要而協助老師設計及製作原型，並向老師展示製作原理和解難方法。
課前預備工作坊	支援團隊於有需要時，在活動計劃開始前以工作坊形式，讓老師先行實踐活動，以辨析活動的難點、處理方法和施教時要注意的事項，並作出相應改良。
學生活動工作坊	活動計劃進行期間，支援團隊會因應個別學校的需要，安排學生工作坊，直接向學生提供輔導，以幫助他們先行掌握相關知識，例如，如何使用微控制器和 Google Sites 等，才進行其後的活動。
學生進行 STEM 活動期間的校本支援	在學校進行 STEM 活動期間，如 STEM 活動日，協助老師輔導學生進行分組製作，解決學生所遇到的技術問題等。
觀課	支援團隊會到各參與學校進行觀課，並向老師回饋觀摩所得和共同探討優化方法。
老師與學生問卷及面談	於整個活動計劃的前、中、後期向統籌老師和其他參與老師派發問卷，並邀請老師進行面談，以收集意見。於活動後期亦以問卷和面談方式徵集學生的回饋，以評鑑計劃的成果，並將評鑑結果提供予學校參考。
計劃檢討會議	每週期活動完結後，支援團隊與學校 STEM 教學團隊進行計劃檢討會議，討論問卷及面談的分析結果，聆聽老師對活動及校本支援的意見，並共商優化方案。
參與學校聯席檢討 / 分享會	於每週期活動完結後，支援團隊會邀請所有參與學校的 STEM 統籌老師出席檢討 / 分享會。由支援團隊發佈活動評鑑結果，檢視各項回饋所得，並由各校老師即場分享推行計劃的經驗和心得，進行互動交流。
研討暨成果發佈會	每週期活動完結後，支援團隊及各參與學校會以公開研討會形式，向其他學校老師分享活動所得。參與學校的師生亦通過特設展覽攤位，向與會來賓展示其計劃成果。

表 5.1 校本支援活動的性質、對象和目的

六. 參與學校 STEM 教學活動概覽

在支援團隊的協作下，所有參與學校分別進行了兩個週期的校本 STEM 教學活動。下文集中介紹個別學校在兩個週期中圍繞不同主題、不同年級所進行的校本 STEM 教學活動，讓讀者初步了解各參與學校在本計劃中所推行的 STEM 活動。有關活動的實踐過程和老師的反思心得，下一章會有更詳細介紹。

中華基督教會基華小學 (九龍塘)

第一週期校本 STEM 教育活動	
小五活動 (一)	
活動名稱	光效聖誕卡
活動目標	利用不同的閉合電路組合去安裝 LED 燈，著學生發揮創意，設計獨一無二的聖誕咭。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 老師向學生介紹活動背景，他們所擔任的角色及要進行的任務。2. 同學利用所得到的材料，構想、設計及製作光效聖誕卡。教師在學生在創作過程中，鼓勵同學不斷反思及改良。3. 學生完成製作後，於小組內分享，並記錄反思於學習日誌中。
小五活動 (二)	
活動名稱	家居小裝置
活動目標	利用銅片貼、電線及其他電路元件，讓同學創作出具不同結構和功能的家居裝置紙電路模型。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 老師向學生介紹活動背景，他們所擔任的角色及要進行的任務。2. 同學根據日常觀察，繪畫一種家居小裝置的設計圖，並設想當中所需要的物資。3. 學生揀選適合的物資，參考不同的範本，於課堂中製作及改良他們的小裝置。4. 學生完成製作後，於班內匯報及展示，並記錄反思於學習日誌中。
第二週期校本 STEM 教育活動	
小六活動	
活動名稱	DIY 救火車
活動目標	學生製作投射器模型進行科探活動，再以該模型為基礎，設計一台救火裝置進行競賽。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 老師向學生介紹活動背景，他們所擔任的角色及要進行的任務。2. 同學製作投射器模型以進行公平測試，並記錄結果於學習日誌中。3. 學生利用搜集到的環保物料，運用所學知識，設計具有特色，並能投射彈水球的救火車模型。4. 學生完成製作後，於班內匯報及展示，並記錄反思於學習日誌中。



仁愛堂田家炳小學

第一週期校本 STEM 教育活動	
小四活動	
活動名稱	空氣污染 及 水質污染
活動目標	學生探究家居 / 學校 / 社區內的空氣污染 或 水質污染情況，並提出改善建議。
活動流程	<p>先按班別分為研究「空氣污染」或「水質污染」組別。</p> <p>空氣污染組別：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 老師以生活情景引入課題，分析空氣污染來源。2. 學生透過資料搜集及討論，了解香港空氣污染情況。3. 學生學習 micro:bit 編程及接駁空氣質素傳感器，並加上外殼製作「可攜式空氣質素探測儀」。4. 學生分別到家居 / 學校 / 社區內不同地點收集數據。5. 學生以數據作初步推論，再提出改善空氣質素建議。 <p>水質污染組別：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 老師同樣以情景引入，研究水質污染來源。2. 學生搜集相關報章及討論，認識香港水質污染的影響。3. 學生在家居蒐集污水，在課堂上進行 pH 值檢定。4. 進行以污水及潔淨的水灌溉植物的比對實驗。5. 學生反思水質污染的影響，提出改善水質方法。
第二週期校本 STEM 教育活動	
小五活動	
活動名稱	智能禮物盒
活動目標	學生應用 micro:bit 及電子元件，設計一個以「慶祝校慶 20 周年」為題的智能禮物盒，盒子會因應外界環境而發光、發聲 或 / 及 產生動作，並能在校慶活動中使用。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 學生先學習簡單電路知識及接駁閉合電路。2. 分組進行腦力激盪，實行自主的設計循環 / 解難流程。3. 學生學習 micro:bit 編程，如何收集外界刺激、控制 LED 發光、蜂鳴器發聲及伺服馬達轉動。4. 學生自主進行發光 或 / 及 發聲 或 / 及 產生動作的編程及組件設計，並進行測試。5. 學生綜合測試成果，改良成為符合主題的 micro:bit 控制智能禮物盒製成品。6. 學生進行反思，並作出整項活動的匯報。7. 作品經挑選後，將在校慶日中展出及應用。



保良局陸慶濤小學

第一週期校本 STEM 教育活動	
小五活動 (一)	
活動名稱	電子寵物
活動目標	學生利用 mBot 及 mBlock 套件製作具個人化特色及互動功能的智能電子寵物。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 老師向學生介紹活動詳情及目標。2. 學生運用已有知識，設計及製作具有不同功能的電子寵物。3. 學生除不斷改良他們的設計外，亦利用手工物料，為電子寵物設計外表和樣貌。4. 學生完成製作品，遞交作品並於班內分組匯報。
小五活動 (二)	
活動名稱	智慧家居小幫手
活動目標	學生利用 mBot 及 mBlock 套件，結合物聯網技術，創作家居小發明，以解決日常生活問題。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 老師向學生介紹活動背景及目標。2. 學生就已有知識，分別討論並決定他們的創作題目。3. 學生在老師的支援下，配合物聯網技術，設計及製作便利生活的家居小發明。4. 學生完成製作品，遞交作品並於班內分組匯報。
第二週期校本 STEM 教育活動	
小六活動	
活動名稱	環保互動遊戲設計
活動目標	學生利用 micro:bit 套件，設計及創作環保互動遊戲。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 教師於課堂中教導學生 micro:bit 的基礎知識，講解如何將其應用於環保互動遊戲裝置之中。2. 老師向學生介紹活動詳情及目標。3. 學生在老師的支援下議定將要設計的環保互動遊戲。4. 學生經過改良的程序，完成遊戲製作，並遞交作品。5. 學生於主題展覽會中向師生、家長及來賓展示其作品。



順德聯誼總會梁潔華小學

第一週期校本 STEM 教育活動	
小四活動	
活動名稱	降落傘
活動目標	學生先製作標準降落傘，再透過改變降落傘的不同變項作下墜速度的科學探究，匯聚成果再創製改良型號，參加班內比賽。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師透過歷史故事及科學影片，教授降落傘及空氣阻力。 2. 學生先以塑料布、棉繩及紙製作標準降落傘，並測試下墜數據。 3. 讓學生在農曆新年假期期間，分組選擇改變傘面形狀、繩長、傘面大小等變項，重覆進行實驗以收集數據。 4. 學生分析數據及綜合結果，選取最佳作品，或按結論在復活節期間作改良，並拍攝下墜實驗片段，製作多媒體簡報。 5. 各班在課堂上進行小組匯報，由課室指定高度放下降落傘，舉行降落傘最慢著地比賽。
第二週期校本 STEM 教育活動	
小五活動	
活動名稱	LED 閃燈棒
活動目標	學生以簡單電路及基本電子零件，製作一支 LED 閃燈棒，加以美化後，在學校活動中使用。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生透過新聞剪報認識螢光棒作為節日燈飾，構成的污染和禍害。 2. 教師帶出自製簡易 LED 閃燈棒更環保，鼓勵學生在節慶及活動中使用。 3. 學生學習簡單電路知識及練習接駁閉合電路的技巧。 4. 學生在視藝課設計閃燈棒的外形和裝飾。 5. 學生在課堂及課後組裝 LED 閃燈棒，而部份能力較高班別可豐富製作選擇，例如：裝嵌更多 LED 燈。 6. 學生作最後美化和製作多媒體簡報，並在班內進行匯報。 7. 於家長晚會等活動中使用製成品，並選取優秀作品展出。



漢華中學（小學部）

第一週期校本 STEM 教育活動	
小四活動	
活動名稱	DIY 濾水器
活動目標	製作及設計濾水器以進行科學探究活動，運用科技儀器測試不同濾水物料的效能，並從中掌握公平測試、預測及分析等科探技能。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師透過日常生活的時事向學生介紹活動詳情及目標。 2. 學生運用科學探究及設計循環的步驟測試與評估濾水物料的成效，並將結論應用到濾水器設計中。 3. 學生從設計的製成品中歸納出優缺點及提出改善建議。
小六活動	
活動名稱	古代攻城投石車
活動目標	從前置的科學探究活動中，歸納投射效能的變項及因素，然後結合實驗結論及環保物料，創造出獨一無二的投射車，進行班際競技比賽。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教師向學生簡介投石車的歷史及原理，亦介紹是次活動的主題、目標、設計循環概念，以及 STEM 相關科目期望成果。 2. 學生利用投石車套件組裝投石車原型，透過公平測試、驗證、比較及評估等技能進行探究活動。 3. 學生運用身邊的環保物料改裝投石車，並於試後活動時段進行鬥遠及鬥準的投射比賽。 4. 學生檢討製成品的優缺點及提出改善方法，以及反思過程中所學。
第二週期校本 STEM 教育活動	
小五活動	
活動名稱	micro:bit 格鬥車
活動目標	學生利用 micro:bit 組件製作搖控車模型車進行科探活動，再以該模型為基礎設計一台格鬥車進行競賽。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生搜集日常生活中不同類型的車輛，以及搖控車模型的基本操作原理。 2. 老師向學生介紹是次活動的主題、目標、設計循環概念，以及 STEM 相關科目期望成果。 3. 學生利用電動車的 micro:bit 基本套件及自製的環保車身，組裝格鬥車。 4. 學生使用格鬥車進行科探活動，利用 iPad 錄影及完成工作紙，探究載重與車速的關係，並解釋結果。 5. 學生在課外時間，以創客模式，利用所搜集到的環保物料，設計出個人化及別具特色的格鬥車。 6. 學生於試後活動時段，分組進行格鬥車競賽活動，以淘汰賽方式選出優勝者。



香港紅十字會瑪嘉烈戴麟趾學校

第一週期校本 STEM 教育活動	
全校活動	
活動名稱	動力船
活動目標	學生以指定物料製作一艘以人力、風力作為動力的動力船，經測試及改良後，參加全校船身最輕、載重量最高、最快到達終點、最佳美術設計的多項比賽。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師在小學班別教授「浮沉」課題，在中學班別教導「能量轉換」課題。 2. 老師在 STEM 活動日前一星期，播放動力船原型製作影片。 3. 整項活動在「STEM 活動日」進行，在上午的創客時段，學生及教師先重溫製作動力船基本原型的片段，再在大學支援團隊的輔助下，試以提供的指定物資，以不同形式及動力，創作各組 / 各班的動力船原型。 4. 學生帶動力船原型到測試水池進行試驗，再回到課室作改良及微調。 5. 下午為比賽時段，在操場設有大水池，各組 / 各班先須通過大小限制檢定，再磅重進行船身最輕比賽、放入波子進行載重量最高比試及分初決賽進行最快比賽、之後進行美術評審及即場匯報，達到多元化的競賽。 6. 製作過程中及賽事完成後，學生須完成各自程度的學習冊。
第二週期校本 STEM 教育活動	
全校活動	
活動名稱	投石器
活動目標	學生因應人道救援情景，以 300 元預算及校內物件，製作一個投石器，並進行測試、調整，並參與全校比賽，決出彈射距離最遠、投擲最準及最具創意的投石器。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師在小學班級教授「槓桿」及「力」的課題，而在中學班級教授「力與運動」。 2. 學生在課堂及課後的 STEM 小組試玩 Angry Bird 投射遊戲套裝，體驗彈射式投石器的發射情況。 3. 活動日前數天，學生先觀看投石器原型製作影片，然後在網上蒐集不同類型投石器的資料，再與教師商討班本的投石器設計及如何分配 300 元預算，購買額外製作物資。 4. 同樣以「STEM 活動日」進行主項目，上午創客時段學生及教師製作各式原型，並在實地測試及諮詢大學支援團隊的意見後，改良及最後調整原型。 5. 下午比賽時段作賽，在操場設有賽區，各班進行最遠及最準比賽，同時設有最具創意及作品介紹比拼，達到 STEAM 效果。 6. 過程中及賽事後，學生須完成合適程度的學習冊，鞏固學習成果。



東華三院郭一葦中學

第一週期校本 STEM 教育活動	
中二活動	
活動名稱	中二級專題研習 (自訂題目)
活動目標	學生自選題目進行跨科專題研習，其中部份組別以 STEM 相關題目進行探究，如：「薯片大發現！你仲食唔食？」、「飲品成份」、「改良自動販賣機」、「單車鬧鐘」、「投擲準確器」。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教師先替學生分組，並派發專題研習紀錄冊，內附詳盡指引，讓學生定立題目及製定研究計劃，每組將有一位顧問老師指導。 2. 在 1 至 4 月期間設有四次師生會面，顧問老師將為各組同學導修，讓他們匯報進度及提出困難，再作指引。 3. 其中研究「薯片大發現！你仲食唔食？」及「飲品成份」題目兩組於復活節假期到本大學實驗室進行食品成份實驗。 4. 學生根據資料及數據完成報告，並進行匯報。
中三活動	
活動名稱	魔術錢箱
活動目標	學生利用反射光學原理及視藝、設計與科技的工藝，設計並製作一個使投入硬幣「消失」的魔術錢箱。
活動流程	<p>活動使用分科進行再匯合的形式進行：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 綜合科學科會學習鏡的光學理論，並揭開一般魔術錢箱背後的原理。 2. 設計與科技科以鐳射切割機按圖樣切割亞加力膠片及鏡片，以鑲嵌方式組合錢箱。 3. 視藝科會教授繪圖及圖片編輯軟件，讓學生選取圖片，經編輯後製成貼紙，以美化完成後錢箱外殼。 4. 學生最後測試及調校作品，以讓魔術錢箱發揮「魔術」功效。 5. 老師選出優秀作品作展覽。
第二週期校本 STEM 教育活動	
中一活動	
活動名稱	Arduino 遙控車
活動目標	學生以 Arduino 微控制器及組件，經編程後製作一輛可以線控、無線遙控、紅外線遙控 或 藍牙遙控的模型車。
活動流程	<p>學校首年嘗試資訊與通訊科技、設計與科技、科技與生活及經濟等相關科目整合為「創意科技」科，並從中進行 STEAM 活動：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在該科的編程部份，老師先教授 Google 帳戶、Google Classroom 及 New Google Sites 的基本運作，以讓學生透過 Google Classroom 自學學習材料，並以 New Google Sites 撰寫學習網誌。 2. 在編程部份，學生亦會先由 micro:bit，循序過渡至 Arduino 編程。 3. 在該科的創客部份，老師先讓學生熟習常用創客工具及物料，例如：使用螺絲起子、扳手、焊接馬達、杜邦線等。 4. 在創客部份，老師教導學生組裝遙控車架、安裝 Arduino 板和驅動馬達，再由基礎線控加以改進成無線遙控、紅外線遙控及藍牙遙控。 5. 學生考慮外觀及功能，美化車箱及外殼，製作有自己特色的 Arduino 車。 6. 最後學生比較線控、各種遙控的特點，並以此分組討論及設計一個帶有線控或遙控裝置的攤位遊戲。



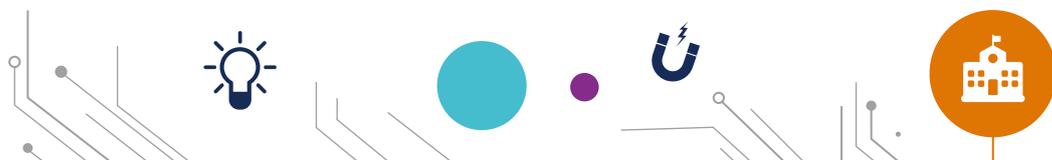
保良局甲子何玉清中學

第一週期校本 STEM 教育活動	
中二活動	
活動名稱	水藻球實驗
活動目標	透過舉行 STEM 主題日活動，讓學生製作水藻球，並輔以實驗室科技儀器，進行光合作用的相關實驗。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 教師向學生介紹全方位活動日的活動主題及目標。2. 教師在支援團隊的協助下，測試了水藻球光合作用實驗的可行性、當中技術的需求，以及構思了實驗的流程及設計。3. 學生就教師所提供的物料，以自主學習方式培養水球藻，以備探究活動之用。4. 學生於全方位學習日分班進行不同的光合作用探究，並將學習成果紀錄於小組的電子學習檔案之中。
第二週期校本 STEM 教育活動	
中二活動	
活動名稱	望遠鏡創作
活動目標	學生綜合運用光學、3D 印刷、數學圖表繪畫等相關的基礎知識，設計及製作具伸縮功能的望遠鏡。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 教師於課堂中教導學生光學、3D 印刷、數學圖表繪畫等相關的基礎知識，講解如何將其應用於 DIY 望遠鏡製作之中。2. 老師向學生介紹活動詳情及目標。3. 學生在老師的支援下議定將要設計的 DIY 望遠鏡製作。4. 學生經過改良的程序，完成望遠鏡，並遞交作品。5. 學生於主題展覽會中向師生、家長及來賓展示其作品。



浸信會呂明才中學

第一週期校本 STEM 教育活動	
中一活動	
活動名稱	飲管塔比賽
活動目標	學生需要以飲管製作一座高塔，然後讓塑膠球從塔頂滑下，塑膠球滾動距離最遠的為優勝。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師對學生介紹活動詳情。 2. 老師先向每組學生派發 10 支飲管試行製作塔架，學生需將其初步探究上載於 Google Sites。 3. 老師派發 80 支飲管予各組正式製作，學生可於課餘時間繼續製作及改良，並拍攝 / 錄影整個過程，上載至 Google Sites 的活動網頁中作紀錄與反思。 4. 各班舉行飲管塔比賽，最好成績的兩組可參與班際飲管塔比賽。
中二活動	
活動名稱	電容車比賽
活動目標	學生製作一輛以電容驅動的模型車作比賽，車上的 LED 燈亮得越多及負重越多，得分越高。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師對學生介紹活動詳情。 2. 每組學生可參考工作紙上的流程，與老師製作電容車的影片，進行電容車製作。 3. 測試電容車是否能正常運作，並以手搖發電機儲電行走。 4. 為電容車加添 LED 燈及負重，測試能否行走一段特定距離，並紀錄其改良設計。 5. 各班舉行電容車比賽，及紀錄參賽成績。
第二週期校本 STEM 教育活動	
中二活動	
活動名稱	電容車比賽 (改良版)
活動目標	學生製作一輛以電容驅動的模型車作比賽，車上的 LED 燈亮得越多，負重越多，以及能以最短時間行走一段特定距離，得分越高。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師對學生介紹活動詳情。 2. 派給每組學生電容車配件及輔助工具，學生參考新製作的工作紙流程與電容車影片，進行電容車製作。 3. 測試電容車是否能正常運作，並以手搖發電機儲電行走。 4. 為電容車加添 LED 燈及負重，測試以最短時間行走一段特定距離，然後改良設計，並以測試結果繪畫圖表作為改良參考。 5. 各班舉行電容車比賽，學生為製作，測試，改良等各階段作紀錄，上載於 Google Sites，分享製作上遇到的問題及對比賽結果的反思。



博愛醫院陳楷紀念中學

第一週期校本 STEM 教育活動	
中二活動	
活動名稱	智能家居裝置模型
活動目標	學生利用 Arduino 微控制器、感測器和致動器，設計一套智能家居裝置，以改善故事人物在生活上遇到的問題。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師向學生介紹情境故事、計劃內容、學習目標及評分標準。 2. 同學選擇合適的感測器和致動器，構想、繪畫及修訂他們的智能裝置設計圖，以及設計對應的 Arduino 程式。 3. 學生製作初版模型，輸入程式及進行測試，並根據測試結果，修改程式及模型設計。 4. 學生整理及提交智能家居裝置模型，完成報告及在新 Google 協作平台上載電子學習檔案。 5. 學生於課堂及班級集會中匯報及展示智能家居裝置模型。 6. 老師根據學生的製成品、匯報表現和電子學習檔案，評估學習成效。
第二週期校本 STEM 教育活動	
中二活動	
活動名稱	關顧智能裝置
活動目標	學生利用 Arduino UNO 微控制器、感測器 (sensor) 及 致動器 (actuator) 製作智能裝置，幫助社會上有需要的人士解決日常生活上遇到的問題。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生重溫綜合科學科「電的使用」的概念，認識 Arduino 微控制器的功能和介面，以及探究視障人士、聽障人士和長者在日常生活中可能遇到的不同困難。 2. 老師向學生介紹情境故事、計劃內容、學習目標及評分標準。 3. 同學選擇合適的電路元件、材料及工具，構想、繪畫及修訂他們的智能裝置設計圖，以及設計對應的 Arduino 程式。 4. 學校在支援團隊的協助下，舉辦中二年級的 STEM 活動日，透過「體感開關裝置」挑戰活動，整固了學生於 STEM 領域的基礎知識，並提升他們的解難能力和創造力。 5. 學生製作初版模型，輸入程式及進行測試，並根據測試結果，修改程式和模型設計。 6. 學生整理及提交智能關顧裝置製成品，完成後在協作平台上載電子學習檔案。 7. 學生於課堂及班級集會中匯報及展示智能關顧裝置製成品。 8. 老師根據學生的製成品、匯報表現、電子學習檔案，評估學習成效。



匯知中學

第一週期校本 STEM 教育活動	
中一活動	
活動名稱	智能蝸居
活動目標	學生根據生物特徵及人類生活需求，設計並製作一個以 Arduino 控制的智能家居模型，其中具有因應環境而觸發的裝置。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 科學科中老師先向學生講述生物特徵，學生再考慮人類的生活需求，設計智能家居的初步構圖，並作出解釋。 2. 學生在數學科繪製智能家居平面圖，計算空間面積及要製作的物件的表面面積。 3. 學生再在電腦科內根據生物特徵，以 Arduino 製備及配件製作智能裝置。 4. 學生將智能裝置組裝到模型屋內。
中二活動	
活動名稱	「鹼」化維生
活動目標	因應酸雨會侵蝕植物的情景，以 Arduino 微控制器製作可因應環境酸鹼值而釋放鹼性液體，中和水中酸性，以有利於水生植物生長的裝置。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生先在科學科學習酸鹼及中和作用，再模擬水生植物在酸雨下的生長環境。 2. 在數學科時，學生以中和實驗的數據繪畫統計圖，並推算在不同模擬酸雨環境下所需的鹼性液體容量。 3. 學生在電腦科內以 Arduino、傳感器、伺服馬達和滴管，編程並製作一個可感應酸鹼值而滴出所需鹼性液體，以產生中和作用的裝置。 4. 學生測試作品原型，並就缺點改良。 5. 完成製成品後在班內作口頭匯報，分享成果。
第二週期校本 STEM 教育活動	
中二活動	
活動名稱	製氧拯救隊
活動目標	以製作拯救用的氧氣瓶為情境，透過 Arduino 編程控制，以不同顏色 LED 、水生植物、實驗器材組裝可調控光合作用實驗箱，進行「光強度 / 光色對光合作用的影響」實驗，並進行數據分析，以找出最優化的製氧條件。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在電腦科，老師先重溫 Google Classroom 及教授 New Google Sites 的基本運作，學生將在 Google Classroom 閱讀參考資料及上下載實驗片段，也會用 New Google Sites 創設網站記錄整個專題研習。 2. 學生在電腦科學習使用 Arduino 編程，配合 LED、繼電器的可控制光強度 (不同數量 LED) / 光色 (不同顏色 LED) 的照明裝置。 3. 學生在科學科內學習光合作用，並以水生植物進行製氧實驗，經初步測試後放到裝有 Arduino 照明裝置的箱子內。 4. 進行 6 小時控制變數的光合作用實驗，並以平板電腦縮時拍攝以取得數據。 5. 學生在數學科以實驗資料繪畫折線圖，以找出光強度 / 光色與製氧量的關係。 6. 完成後，小組在班內作口頭匯報，推論最優化的製氧條件。



聖嘉勒女書院

第一週期校本 STEM 教育活動	
中一活動	
活動名稱	聰明煮食工具
活動目標	學生設計一個方便用家的煮食工具。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師向學生介紹活動詳情。 2. 負責指導老師跟進學生的分組設計。 3. 學生完成裝置製作，並遞交作品及活動報告。 4. 學生於「智能裝置展覽會」中，向師生、家長及來賓展示其作品。
中二活動	
活動名稱	長者智能輔助裝置
活動目標	學生設計一套裝置，協助長者應付日常需要。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師對學生介紹活動詳情。 2. 負責指導老師跟進各學生分組的設計。 3. 指導老師聯同支援團隊對議定的設計提供意見。 4. 學校聯同支援團隊舉辦學生 micro:bit 工作坊，教導學生 micro:bit 的基礎知識，以應用於設計智能裝置。 5. 老師聯同支援團隊於裝置製作工作坊中，向學生提供意見及支援。 6. 學生完成裝置製作，並遞交作品及活動報告。 7. 學生於智能裝置展覽會中，向師生、家長及來賓展示其作品。
第二週期校本 STEM 教育活動	
中二活動	
活動名稱	促進植物生長智能裝置
活動目標	學生設計一套智能裝置，使植物在沒人打理時，仍能靠裝置維持生長。
活動流程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學校聯同支援團隊舉辦學生 micro:bit 工作坊，教導學生 micro:bit 的基礎知識，以應用於設計智能裝置。老師向學生介紹活動詳情，學生分組後由各負責指導老師跟進。 2. 學生於活動設計工作坊中議定將要設計的智能裝置。 3. 學生進行與設計相關的光合作用實驗，以評估智能裝置對植物生長的影響。 4. 學生於智能裝置製作工作坊中，完成製作。 5. 學生遞交作品及活動報告，經挑選的組別會於開放日展示其作品。



福建中學 (小西灣)

第一週期校本 STEM 教育活動	
中一活動	
活動名稱	互動恐龍
活動目標	學生製作一隻能以聲音控制眼內 LED 燈開關的恐龍
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 電腦課老師向學生介紹 Arduino，讓學生學會以程式碼操控 LED 燈。2. 學生學會使用聲音感應模塊，及相關的編程。3. 運用 RGB LED 燈發出基本色及混色，並以控制顏色為題，進行討論。4. 學生在設計與科技課中進行恐龍的組裝工作，並將完成的聲控裝置合併在內，製成互動恐龍。
中二活動	
活動名稱	智能枱燈
活動目標	學生製作一個能以聲音及光度控制開關的枱燈
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 電腦課老師向學生介紹 Arduino，讓學生學會以程式碼操控 LED 燈。2. 學生認識分壓器，及以其調整 LED 閃動速度。3. 學生學會使用聲音感應模塊及光感應模塊，與及模塊上的可變電阻。4. 學生學會使用繼電器，並嘗試對光控模式及其他模式進行編程，及作討論分享。5. 學生在設計與科技課中進行枱燈的組裝工作，並將完成的聲控與光控裝置合併在內，製成智能枱燈。
第二週期校本 STEM 教育活動	
中三活動	
活動名稱	雨水探測器的設計及創意運用
活動目標	透過對雨水探測器進行 Arduino 編程，並以完成裝置作科學實驗，引導學生將裝置應用到日常生活問題上。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 老師在電腦課介紹雨水探測器，並透過 Google Classroom 收集及分享學生在課前準備的意見。2. 學生學會以 Arduino 自製雨水感應裝置，及採用自來水作模擬測試。3. 學生在科學課以雨水感應裝置測試不同濃度的食鹽溶液，及把數據以圖表分析，分享至 Google Classroom。4. 電腦課上，學生思考及討論實驗數據分析結果，根據食鹽濃度設定雨水感應裝置的讀數臨界值，並探究雨水探測器作為測定食鹽儀器的可行性與局限性，及其改良方案。



觀塘瑪利諾書院

第一週期校本 STEM 教育活動	
中二活動	
活動名稱	降落裝置
活動目標	學生設計一個降落裝置，能保護由高處墜下的易碎物件。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 老師以現實情景作引子，帶出降落裝置的用途，並引導學生共同設定降落裝置的各項製作要求。2. 學生根據製作要求設計降落裝置。3. 每組學生介紹其製作完成的降落裝置，並由其他組別作互評。4. 往學校 3 樓作降落測試，樓下的同學作量度、計時及記錄，作為改良參考。5. 小組再往 5 樓測試改良後的降落裝置，學生就測試結果作反思。
第二週期校本 STEM 教育活動	
中一活動	
活動名稱	質量量度工具
活動目標	學生設計一個質量量度工具，能量度三件不明重量 (50 克 -2 千克) 的物件，將其量度誤差限制在 10% 內。
活動流程	<ol style="list-style-type: none">1. 學校聯同支援團隊舉辦學生 Google Sites 工作坊，教導學生如何以 Google Sites 為 STEM 活動建立電子學習檔案。2. 老師以坊間不同的秤為例，介紹質量量度工具設計的要求。3. 各組學生進行設計及製作，並將設計，測試及改良記錄在每組的電子學習檔案內。4. 各組輪流進行測試，老師同時與學生檢討其設計及測試結果。



七. 學校經驗分享

(一) 中華基督教會基華小學 (九龍塘)

從小步子出發：校本 STEM 教育課程的發展

廖凱琪主任

背景

本校於 2016-2017 年開始於不同學習範疇滲入 STEM 元素，如常識科 STEM 教學單元 (以四年級作試點)、開設課後 STEM 領域小組等，成效不錯。教師及學生均反映以上學習能提升學生對科學、科技的學習興趣及其創造力。為使 STEM 推行更普及化、讓每位學生均有接觸 STEM 的機會，本校於 2017-2018 年全面發展校本 STEM 教育課程，並以三層架構模式為框架 (見圖 1)。

目的

校本 STEM 教育課程的定立主要是為學生提供多元化的學習經歷，讓學生接觸、探究更多有關科學、科技及社會生活的課題和事件；以 STEM 作為媒介，為學生創造自主學習的空間，強化其自學能力，成為終身學習者；透過多元化模式的學習策略，強化學生綜合和應用知識與技能的能力，培養學生成為具創造力、協作和解決問題能力的學習者。

發展及框架 — 校本 STEM 教育課程三層架構模式



圖 1. 校本 STEM 教育課程—三層架構圖

於第一層 (全班式) 本校以常識科、電腦科作主導科目，於常規課程中加入 STEM 元素，務求達致 STEM 教育普及化。

常識科

選取探究成分較高的四年級 (水的探究)、五年級 (電的探究)、六年級 (科技天地) 學習單元設計校本 STEM 教育課程；舉辦一至六年級科技學習日，檢視及重整內容，加強 STEM 元素及為活動設計情境、角色、任務 (CRT)，以迎合 STEM 解決日常生活問題的理念；舉辦科技嘉年華，當中包括多元化的學習活動及工作坊，讓學生接觸不同範疇的科技。

電腦科

設計低年級校本 LEGO 創意活動課程；推行高年級 Scratch 編程教育課程，以提升學生對學習編程的興趣、動機及培養學生協作及創造力。

於第二層 (抽離式)，本校持續開設多元化課後 STEM 領域小組，以提升學生對科學的興趣及探究科學原理的能力。另外，本校亦成立「STEM 大使團」以營造學校 STEM 氛圍，增加學生展示成果及服務的機會。

除了照顧每位學生需要外，本校亦重視尖子培訓。因此，於第三層 (校外支援)，本校積極推薦尖子參與不同類型的校外培訓課程及比賽，進一步開拓學生視野。

課程設計理念：

校本 STEM 教育課程強調「問題為本」、「緊扣生活」的學習理念。課程設計著重由學生自主導，強調由學生建構及綜合知識，以培養解難、協作及創意能力。學習活動以情境作導入，要求學生根據情境界定問題（問題以日常生活課題為主），其後就問題提出解決方法（如：製作一件能改善生活的家居裝置）。過程中，為學生提供「動手、實作」的機會；透過應用設計循環、反思等引導學生綜合及應用其知識於生活解難上。

校內行政：

為發展校本課程過程，本校設立 STEM 專責小組 -- 成員包括具備數理學習背景之教師、數學科主任、電腦科主任及 STEM 教育統籌人員。小組定期召開小組會議，持續檢視校本 STEM 教育課程的發展進程。於推行課程中，學校安排具備數理學習背景的教師為種籽教師 -- 負責開展有關 STEM 的教學活動，隨後並利用以舊帶新、共同備課等方式逐漸優化課程。

校本支援服務 — 「利用自主學習作為高小及中學階段實踐 STEM 教育的策略」計劃

除校內支援外，於過程中亦得到校外支援。本校於本年度參與教育局校本支援服務 — 「利用自主學習作為高小及中學階段實踐 STEM 教育的策略」計劃，由教育大學專責人員到校支援試點級別推行校本 STEM 課程。計劃內容包括教師培訓、分享會、共同備課、示範課等，全面協助教師進行校本 STEM 教育課程設計及學習相關教學策略，以提升教師 STEM 方面專業教學能力。以下就是其中一項由教育大學專責支援的項目示例：

活動名稱	LED 聖誕咭及家居小裝置
程度	小五
STEM 學習目標	S- 認識閉合電路、導體和絕緣體、電的效能等概念。 T- 設計及製作閉合電路。 E- 綜合和應用實驗知識應用設計循環 (STEM Design Cycle) 製作 LED 聖誕咭、家居小裝置。 M- 量度製作時所需的材料 (如計算銅片貼的長度等)。



課堂設計：

- ▶ 活動注入 CRT 元素，讓學生更容易投入課堂及明白其學習是有目的。
- ▶ 整個教學設計以實驗作學習骨幹。學生於製作任務前需進行不同的實驗以掌握基本知識，如製作閉合電路、分辨導電體和絕緣體、電的效能等。所有實驗中的知識一步步連貫至最終任務的設計。
- ▶ 著學生將所有實驗結果紀錄於學習日誌，以培養學生整理實驗結果、資料數據的技巧，方便其後製作設計時翻閱及參考。此外，學習日誌中強調探究知識的原則（公平測試、設計循環等），深化學生的實驗及研習技巧。

角色：你是一位即將畢業的小小發明家。

情境：現在你即將開始一連串有關電的培訓。完成培訓後，你需要綜合及應用所學的知識去完成一項終極任務才能正式畢業，成為一位專業的發明家！

任務：你的任務是綜合及應用實驗所學，然後製造一張會發光的LED聖誕咭。

MISSION COMPLETE



任務一：製作閉合電路

老師為每小組提供乾電池、燈泡、電線，著學生嘗試組合一個能令燈泡亮起來的電路（提示學生可不斷嘗試），並將最後成功的電路設計畫在學習日誌。

學生作品：



任務 1 與你的專業團隊，嘗試組合一個能成功令燈泡亮起來的電路。請把你們成功的電路設計畫在方格內，並列明使用的材料。

材料提供：

- 乾電池
- 燈泡 (電路元件)
- 電線

不要忘記畫明設計圖時，應列明所使用的材料，及標示乾電池的正極和負極。

結果：以上的電路（能 / 不能）成功令燈泡亮起來。

乾電池有 _____ 和 _____。用電線將燈泡連接到乾電池的正極和負極，便能形成 _____。

任務二：分辨導電體及絕緣體

由探究主題出發，向學生說明探究目的。著學生就主題及目的，自行設計實驗及步驟。同樣地，老師著學生紀錄實驗結果以便其後分析，亦提醒學生當中的實驗精神，以培養其實驗、探究技巧。

>探究主題：
哪些物件可以令電流通過，使閉合電路的燈泡發亮？

>探究目的：
把物件分類成導電體和絕緣體

請運用你們的專業，想想實驗設計..
材料：閉合電路 + *測試物料
 (橡皮圈、白紙、螺絲、曲別針、膠間尺、鉛筆芯及兩種自選物件)

紀錄：

物件	A. 預測 哪些物件可以令電流通過燈泡發亮？		B. 動手驗證 (以「表示」 物件可以令電流通過燈泡發亮嗎？)	
	可以	不可以	可以	不可以
1. 橡皮圈	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2. 白紙	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3. 螺絲	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4. 曲別針	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5. 膠間尺	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6. 鉛筆芯	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7. .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8. .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

不斷嘗試實驗精神：先預測，後驗證!!

根據以上觀察，物件可分為：.
 . 體，物件包括：. (填數字) .
 . 體，物件包括：. (填數字) .

結論：.
 所有. (物件) 都可以通電，是導電體；而大部分非. 都不
 可以通電，是絕緣體。.

D. 3.

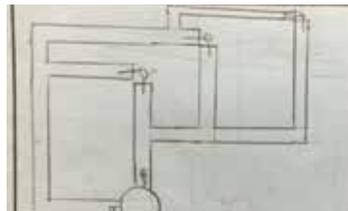
任務三：製作 LED 聖誕咭及家居小裝置

老師先預備教學短片 (介紹最基本的設計)，利用翻轉課堂模式著學生回家觀賞作預習。

教學短片：



學生設計藍圖：



You 於 E-Class 觀看影片 **《STEM: LED 聖誕咭製作》**.

材料提供：.
 電池 LED 燈組 x 6 (電路元件) 銅片點 畫紙

請把你的電路設計畫在方格內，並畫出圖畫、封面等設計。.

反思及改良：

老師著學生與同學分享製成品，同儕互評，汲取改良意見；亦提醒學生善用設計循環，不斷嘗試及改良以製作出更好的作品。



開始製作

不斷嘗試實驗精神：設計 → 反思 → 改良。
 不斷嘗試才能製作出更好的作品!!!

反思：製作過程中，你有否遇到以下的困難？你是怎樣解決的？ (以「表示」)

() 搶驗物料 — 解決方法：.
 () 電路設計 — 解決方法：.
 () 其他 — 解決方法：.

學生作品：



教學反思：

- ▶ 以上單元以學生「動手」作主導，讓學生更積極投入課堂。這大大加強學生在課堂的參與，提升學習動機和興趣，有效促進學生主動學習。
- ▶ 作品顯示及反映出學生能因應自己的封面設計而製作不同的閉合電路；過程中學生透過反覆嘗試 (Trial & Error) 去完成作品，能提升學生自我解難的能力。完成後，學生能反思過程中所遇到的困難、失敗原因，有利於往後的學習。

感想：

教育大學專責人員對學校提供之支援十分多元化，如教師培訓、共同備課、示範課等均非常切合學校及老師之需要。透過共同備課，支援團隊能為老師提供專業、切實的意見以至優化課程設計，以及提升老師於 STEM 方面的專業教學能力。除教學外，支援團隊亦能為老師帶來知識和技術層面的培訓，如舉行 Demo-Class 讓老師動手製作等，讓老師預先體驗活動令隨後的課堂有更完善的準備，加強老師施教時的信心及技巧。



七. 學校經驗分享 (二) 仁愛堂田家炳小學

連繫社區環保議題 活化 STEM 專題研習

學校 STEM 團隊

簡介

為建立一套可持續發展的校本 STEM 課程，本校參與了這項「利用自主學習作為高小及中學階段實踐 STEM 教育的策略」支援計劃。在 2017-2018 年度，我們嘗試配合學科課程，以專題研習的形式試行 STEM 活動。

環境與我們的生活息息相關，加上本校位於將軍澳區，區內設有工業邨及堆填區，環境質素及污染指數向來受公眾關注，我們希望嘗試將社會議題及 STEM 教育結合，因而選擇小四常識科核心課程的其中一個單元—「環境與我」為題，輔以電腦科 micro:bit 編程教學，發展成「水質污染 / 空氣污染」STEM 專題研習。我們更希望透過是次專題研習活動，培養學生自主學習，使他們在實踐中了解現今香港家居水質污染及社區內的空氣污染情況，從而明白「愛護環境，人人有責」，達至含有人文元素的 STEAM 教育。

前期工作：會議及工作坊

在與學生開展專題研習前，香港教育大學的團隊與我們進行了五次共同籌備會議，分階段研討專題研習的教學重點及難點、教學活動安排、課業設計及分工等。另外，由於本校老師整體對 STEM 最新技術及污染課題的研究科技未有足夠認識，因此邀請大學團隊為本校老師提供了三次 STEM 工作坊，加強相關教師於 STEM 範疇的知識與運用。

第一次工作坊：micro:bit

第一次工作坊是為本校全體教師舉行的 micro:bit 工作坊。micro:bit 微控制器是現在小學常用的編程工具，本身具備測量環境數據的功能，如：光度、溫度等，亦可再接駁傳感器以收集額外環境資料。透過這次工作坊，教師對於使用 micro:bit 已有初步掌握，更重要的是他們在學習的過程中，已能思考出如何運用編程在各自的學科內，加強 STEM 教育與學科之間的聯繫。



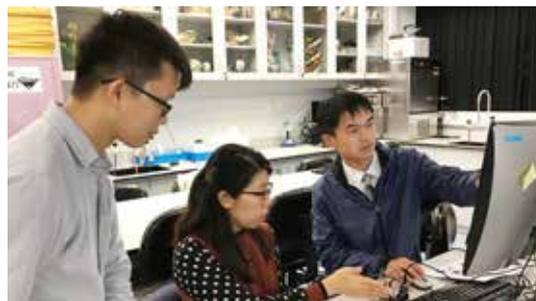
教師們運用 micro: bit 編程



由楊博士負責講授

第二次及第三次工作坊：水質污染及空氣污染

因應小四常識科和電腦科老師將帶領學生進行專題研習，為事先豐富相關技術，我們走進大學校園的實驗室，在大學團隊的指導下，嘗試利用不同的傳統實驗儀器及編程後的微控制器連接傳感器，以測試水質及空氣污染，並找出適合學生運用的實驗儀器及方法。



教師們運用不同實驗儀器進行測試

這次專題研習按班別分為「水質污染」及「空氣污染」兩題，以嘗試不同類型的研習方法。

(1) 專題研習：空氣污染

A. 預期學習成果

學生能夠運用 **micro:bit** 微控制器編程，連接傳感器製作可攜式空氣質素探測器，並置放於學校課室、校外的馬路旁及巴士站獲取數據進行對照實驗，最後提出改善空氣污染的方法。

B. 教學流程

利用情景，引入專題研習，並請學生探究香港空氣污染的來源。

學生搜集報章，了解空氣污染對香港所帶來的影響。

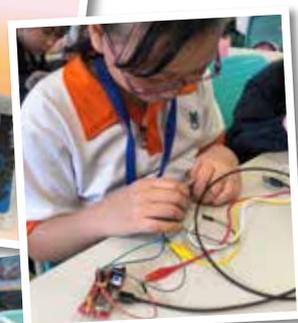
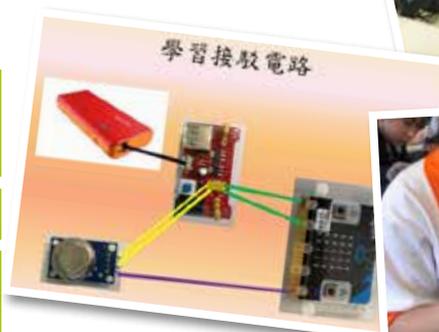
學生網上搜尋資料，了解在香港常見的空氣污染物及空氣質數健康指標。

電腦科老師於課堂上教授學生運用 **micro:bit** 編程及接駁電子元件。

常識科老師於課堂上與學生製作及改良空氣質素探測器。

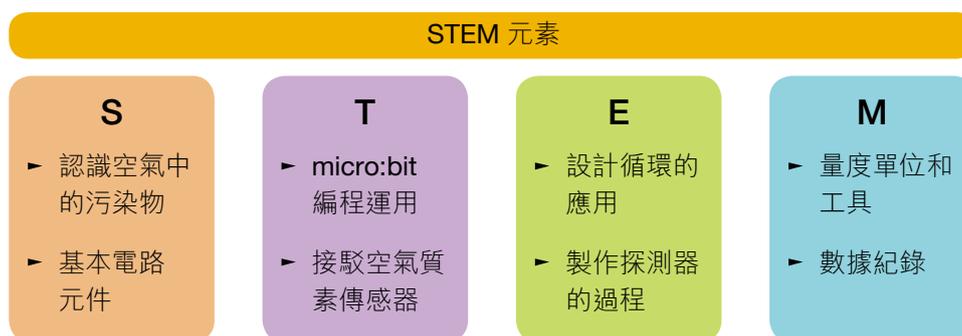
學生利用所製作的探測器，測量和記錄校內外空氣質素。

總結：就專題研習進行反思，建議改善空氣污染的方法及進行匯報。



C. 實踐專題研習的反思

經過讓學生進行「空氣污染」專題研習後，我們發覺的確能加強學生對 STEM 各元素及 STEM 整體連貫的學習，同時能提昇學生以在 micro:bit 編程的能力。此外，這次學生需動手做一個測量工具以進行探究式學習，能夠讓他們積極參與專題內的活動，使投入感亦大大提升。最後，專題研習亦能提昇學生對空氣污染的關注度，明白空氣污染對環境所帶來的影響，達到連繫人民的初衷。

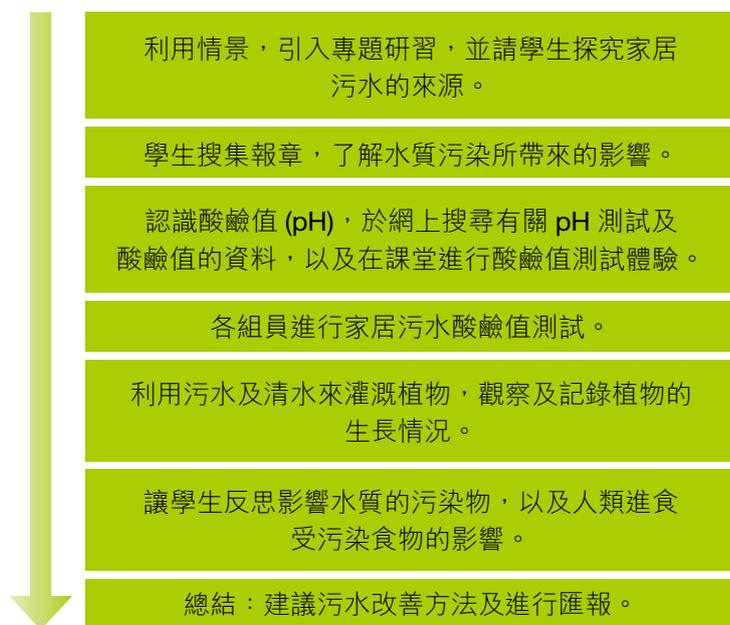


(2) 水質污染

A. 預期學習成果

學生先透過搜集家中污水，利用 pH 試紙測試各組員家居污水樣本的 pH 值；繼而使用污水及清水灌溉植物樣本（綠豆），進行對照實驗，最後請學生反思減少污水或改善水質的方法。

B. 教學流程



C. 專題反思

透過這次「水質污染」專題研習，學生表現出能運用 STEM 進行探究學習的能力，並展現合作能力、溝通能力等廿一世紀技能。研習過程中也令學生認識日常生活中所製造的污水，以及對環境所帶來的影響。從學生的反思中，學生對水質污染的關注有所提昇，惟於處理污水如何影響植物生長的探究中，由於變項較多，學生較難掌握，這些都為我們日後設計 STEM 專題研習帶來啟示。

總結

在這次「環境與我」的專題研習中，我們嘗試應用 STEM 元素於教學上，學生也能透過自主學習，搜集不同資料及以多種工具進行測試，提升探究精神和能力。研習同時與日常生活連結，以解決實際生活問題，讓學生明白環境的可持續發展觀念。然而，在進行水質污染的專題上，由於實驗儀器等等條件的限制，測試的結果出現較大的差距，值得日後我們設計專題研習時借鑒及改良。

另外於 6 月份，學生更有機會到香港教育大學以攤位形式展示學習成果，當中學生感受深刻，獲益良多，同時參與計劃的學校更能互相觀摩及分享。



完成上年度的計劃後，老師們對「實踐 STEM 教育」已有一定的掌握和理解。在本年度，我們嘗試加進數學科，進行更全面的跨學科學習，在專題研習的設計上加強了學科之間的聯繫。本年度的專題研習題為：「慶祝校慶 20 周年」智能禮物盒於 11 月中展開，其中涉及常識科的「光、聲、電」、電腦科的 micro:bit 進階編程、數學科的立體圖形相結合，期望是次跨科模式能將 STEM 的元素推展至各科，以優化校本 STEM 課程。此外，這次題目同樣注入與人互動、節慶文化等人文因素，繼續我們活化 STEM 的取向。

最後，我校老師感謝此計劃的香港教育大學教授及團隊，為我們提供專業的意見，讓我們有系統地整合不同 STEM 學科的內容。



七. 學校經驗分享

(三) 保良局陸慶濤小學

自主探究 動手創建智慧生活

陳桂琮校長 葉秀珍主任 鄭旭麟主任

香港教育局於 2016 發出通函向全港每所公營小學發放一筆過撥款 10 萬元，資助學校於 2016-2018 兩個學年間推行 STEM 教育，而社會人士亦甚關注 STEM 教育的發展。本校積極回應教育局此項政策及社會人士的關注，於 2016-2017 年試行 STEM 課程，主要於科學課堂及數學科堂推行，汲取經驗後，於 2017-2018 年起於校內全面啟動校本 STEM 教育。施行一年，已初見成績。

推行策略

1. 把推行 STEM 教育列為 2017-2020 學校發展關注事項

學校於 2016 年期末審視校情及課程發展經驗後，於課程發展會議中提出把發展 STEM 教育定為 2017-2020 周期學校發展關注事項 -- 推行校本 STEM 教育以提升學生綜合運用數理科技知識及創意解難的能力。此議案於校務會議中獲全校老師通過。

審視校情及部署：

- ▶ 本校班師比例高，有較充裕的人力資源推行 STEM 教育。
- ▶ 本校的常識科已分拆為通識科及科學科兩個獨立科目，多年來已發展了一套校本科學科課程，已具備 STEM 元素，學生已具備良好的科學素養。在良好的科學知識基礎上，有利發展校本 STEM 教育。
- ▶ 本校科學科及數學科是專科專教的，有較強大的數理科技教師人才。
- ▶ 在 2017 年，校長和部份老師已參與過一些有關 STEM 教育的工作坊或海外 STEM 教育考察團，對 STEM 教育已有初步認識，已開始部署計劃的推行。
- ▶ 爭取校外支援，2016-18 年參加了大學支援計劃，由香港教育大學支援本校推行「利用自主學習作為高小及中學階段實踐 STEM 教育的策略」。

計劃目的

- ▶ 提升學生對學習科學、科技和數學的興趣及效能，讓學生建立穩固的知識基礎。
- ▶ 加強學生綜合和應用各項 STEM 學科的知識與技能的能力，創作小發明。
- ▶ 培養學生的創造力、協作和解決問題的能力。
- ▶ 促進發展學生的創新思維和開拓創新精神。

2. 資源分配

增聘老師：為著校本 STEM 教育有更充裕的教師，新聘任一名主修相關科目的老師。

行政安排：學校於暑期前已積極籌備，把 STEM 課納入四至六年級的正式課堂內，每週一節 35 分鐘的課堂，由科學科及數學科各一名老師進行協作教學。

成立專責小組，由校長帶領，邀請課程主任、副校長、科學科、數學科及資訊科技組老師參與。並開始規劃四至六年級的上課時間表，及規劃相關課程及施教。專責小組的組員均獲較多空節，讓大家有更大的空間討論及發展校本 STEM 課程，製作課件。

3. 教師專業培訓

- ▶ 參加由教育局及各大學合辦的「學校校本支援計劃」：在韓國 STEM 教育考察中讓我瞭解到在韓國推行 STEM 教育最大的挑戰是教師資源不足，相信香港的情況相似。本校細心部署，無論在行政上、人力資源及財政上均盡量配合校本 STEM 教育的發展及推行。我校參加由教育局及各大學合辦的「學校校本支援計劃」，有幸得到香港教育大學支援本校推行「利用自主學習作為高小及中學階段實踐 STEM 教育的策略」，成功爭取這方面的專家支援。
- ▶ 成為「保良局 STEM 專業學習社群」專責學校：保良局於 2017-18 學年新成立「STEM 教育專業學習社群」，由本校作統籌學校，負責為保良局屬下 25 所小學舉辦有關 STEM 活動。我們舉辦過兩次觀課、講座及工作坊，由教育大學安排美國的專家為我校學生上了一節 STEAM 課堂，給觀課的老師們帶來很大的啟示。
- ▶ 共同備課：由校長領導專責小組，每週進行一次共同備課或課程會議，討論 STEM 課程發展路向及課程規劃。我們就像摸著石頭過河般去探索發展路向，信念是沒有對錯，只有較好、或更好，所以我們重視從實踐中反思，不斷評估課堂成效，不斷修訂課程及教學策略。
- ▶ 鼓勵及委派老師進修相關課程 / 工作坊：校長提供大量來自教育局、各大專院校及各出版社的相關講座及工作坊等資料，按學校校本 STEM 教育的發展需要，分配老師參與不同講座及工作坊；或讓老師按自身需要自由參與，校方是盡量支持教師於上課日出外進修，而校長亦親自參與部份相關課程，藉以加深對 STEM 教育瞭解，及帶領科組發展。
- ▶ 校內培訓：於校內教研時間舉辦與 STEM 教育相關的工作坊或講座，而教育大學對本校有很大的支援，曾到校為我們老師主持數個工作坊，包括 Microbit 的運用，建構及善用 google classroom 作為 e-platform 的功能及可用性，為學生及教師建構分享平台，促進學生的自主學習的能力；安排 STEAM 專家到校進行示範課。讓我校 STEM 老師能裝備好自己，面對 STEM 教育的挑戰。

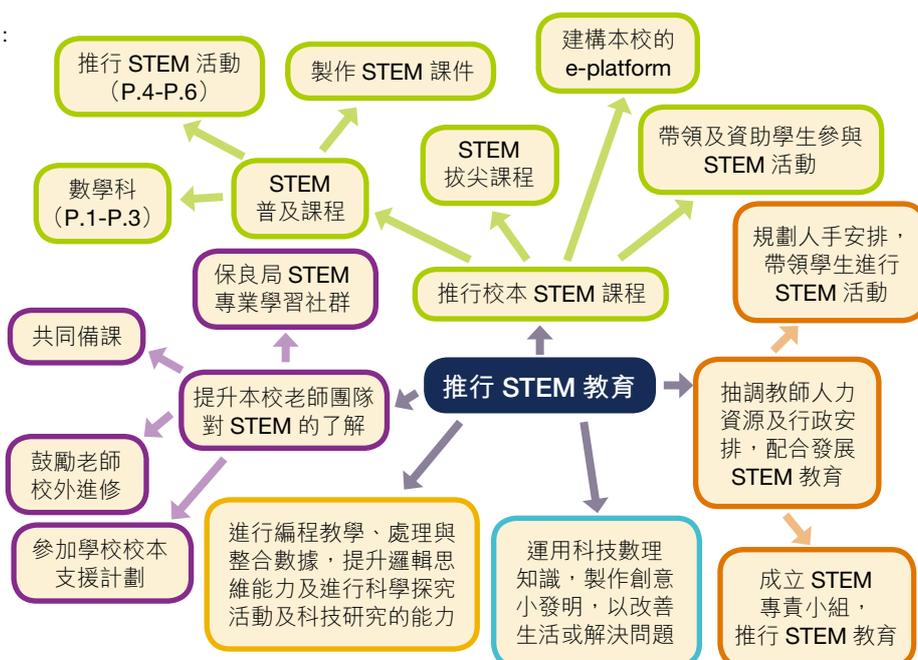
4. 課程規劃

科學科及數學科重整課程架構，在課堂上增加包含 STEM 元素的課程。

校本 STEM 課程分兩個層面：

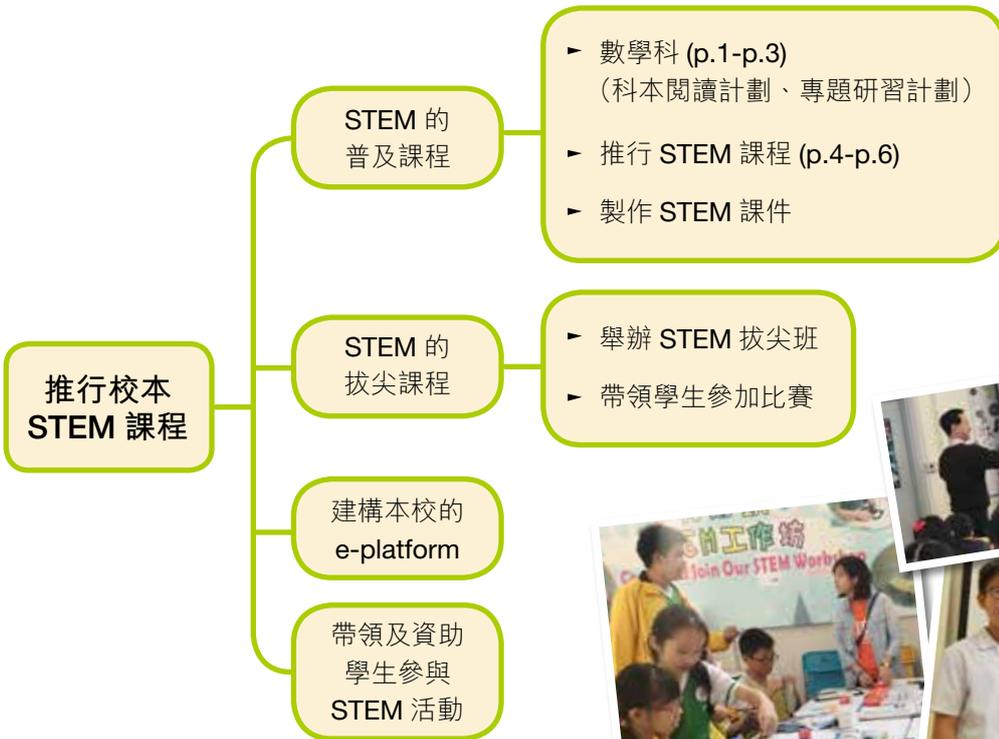
STEM 普及課程

在四至六年級全面推行 STEM 普及課程，讓全體四至六年級學生有機會接觸 STEM 教育，體驗 STEM 課堂的樂趣，且不須考試或測驗，帶領及資助學生參與 STEM 有關的活動，例如工作坊、參觀。同時發展 STEM 資優課程，為他們開設進階課程，讓學生學得更多，及帶領他們參加與 STEM 有關的比賽等。



推行策略示意圖

發展及推行校本 STEM 教育



1. STEM 的普及教育



A. P.1-P.3

為了讓學生於無考試壓力及愉快的環境下了解更多科學、科技及工程的知識及技能，本校在開展校本的 STEM 普及教育的初期，以小步子的形式進行，先以數學科為試點，於 p.1-p.3 各級，配合科本閱讀計劃，加入一個與 STEM 有關的活動，例如 p.3 的同學會於網上搜尋及閱讀有關製作環保風車的資料，然後試行製作並改良。

此外，為了讓同學們有更多實踐 STEM 的機會，我們特別利用了專題研習日的時間，讓 p.3 的同學，以數學科為骨幹，進行專題研習，讓學生進行科學實驗和探究活動，從而提升學生的創意思維及解難能力。

例如其中一班的同學便曾嘗試製作「再造紙」。同學們首先於網上搜尋了「再造紙」的基本製作方法，然後再試行不同的改良方案，不斷提升再造紙的質量，過程中他們進行了數據處理、測試及改良，從中運用了科學及數學的知識，進行了測試及改良循環，體現了 STEM 的雛型。

B. P.4-P.6

為了讓高小的同學亦能進行 STEM 活動，我們在時間表中找尋空間，調整了輔導班及拔尖班的上課時間，嘗試利用導修節，規劃了 P.4-P.6 的 STEM 課堂，讓 P.4-P.6 每級都有一天的導修節讓同學們進行 STEM 活動。

我校循序漸進地分三個階段推行 STEM 活動：

第一階段：STEM 初體驗

我們利用了簡單的物品或坊間可購買的器具，進行了一些與數學/科學有關的簡單解難活動，嘗試引發同學們進行 STEM 活動的興趣，並讓他們於活動中初步體驗工程循環。



分派設計圖，討論小車向前走的原理及擬定製作步驟



學生提出小車走得更遠的方法：加大扇葉、加多或粗橡皮圈、加上定風翼，加上膠貼固定支架



界定問題

搜集資料，構想解決方案

進行研究及測試

檢討成效



讓學生討論出可利用風力解決能源危機，並製作風力小車

進行測試，量度小車所行走的距離及所需時間，計算平均距離及時間，分組匯報



STEM(課件事例) — P.5 風力小車

第二階段：STEM 全接觸

配合本校的校本課程為依據，我們為 P.4-P.6 各級定立進行 STEM 活動的方向，例如「簡單電路」、「簡單機械」，加入 mBot 及 microbit 為學習及研究內容，進行 STEM 活動。希望能透過進行編程教學、處理與整合數據，提升學生的邏輯思維能力及動手進行科學探究活動及科技研究的能力。

第三階段：STEM level up

為了讓學生能綜合運用科技數理知識，製作創意小發明，以改善生活或解決問題，我們帶領同學思考如何可將創意念融入 mBot 及 microbit 中，例如創造智能家居用品、智能寵物等。



2. STEM 的拔尖課程

除了普及 STEM 教育外，我們亦關注在科研範疇上有突出表現的資優學生，我們除了在課後開設 STEM 的興趣班外，亦嘗試於下學期推行分層研習，將全級的學生重新組合成 4 班，其中一班為拔尖班，由老師帶領進行更深層次的研習。

3. 建構校本的 e-platform

為了提升學生的自主學習能力，本校除了訓練學生使用筆記簿進行筆記摘錄外，亦利用網上平台來提升教學及學習效能，本校特別為每位老師及同學開設了 google-classroom 戶口，方便老師及同學們發放資訊、分享心得及互相討論。

4. 帶領及資助學生參與 STEM 活動及比賽

除了正規的 STEM 課堂外，本校亦積極帶領同學參與不同的出外活動，例如創科博覽會、科學館、科學園等。此外，老師亦會挑選有潛質的同學參加不同的比賽，期望透過比賽可提升同學進行科研的興趣及能力。

小五 STEM 課程 (參與「大學—學校支援計劃」的級別)

1. 課程簡介

由科學科、數學科及 IT 科老師合作，配合本科的校本課程，設計及推行校本跨學科 STEM 課程。小五課程主要利用 mBot 作為媒介，讓學生能夠綜合應用由科學堂、數學堂及 IT 堂所學習到的知識，透過實踐設計製作循環，加深和擴展對這些學科的認知和興趣。

2. 課程內容

校本 STEM 課程結合 IT 課程，IT 課程配合小五的 STEM 課程進行修訂，加入針對 mBot 機械人的幾個重要編程語句，當學生使用 mBlock 程式對機械人進行編程時，就能得心應手。

結合科學課程，學生能夠利用小四學習到的電路、能量的知識，再加上小五的環保和生物的知識，創作出能夠安慰病人的電子寵物及智能家居裝置。

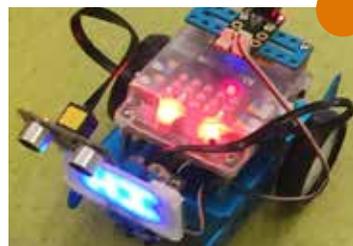


3. 從知識到應用

由初小開始，學生於 IT 堂已經學習以 **scratch** 進行編程，但就像大多數的中小學一樣，編程的成果只能於電腦螢幕以虛擬形式展現，欠缺成就感。本校為小五學生添購了 100 部 **mBot** 機械人，讓學生能夠把從 IT 堂學習到的編程能力帶到真實的世界，能夠把編程內容即時及真實的呈現出來，除了讓學生能夠立即找出問題所在，對此作出修正和改良，更能大大提升他們對編程的興趣和自主學習的動機。

學生於製作電子寵物和智能家居裝置時，均需進行大量的測量工作。需要利用秒錶、尺、剪刀等等的工具製作作品及進行評估工作，例如繪製設計圖、剪裁裝置和評估成果。活用於數學堂所學習到的知識，強化學生於度量衡領域的認知。

校本科學科課程於小四及小五分別教授電路、能量及環保等知識，學生能以作品呈現出相關知識，例如安裝於廁所能夠感應漏水及以 **IoT** 通知屋主的裝置。通過於設計作品時進行資料搜集、轉化及表達。學生能對相關科學範疇有更深的認知。



4. 自主學習

本校的 **STEM** 課堂以專題式學習為主，學生在製作作品過程中，需要主動搜集相關的知識，以設計及改良產品。學生不限於在課室內進行設計和製作，也能夠於生活中留意有關的資訊，把搜集得到的資料以 **Google classroom** 分享給其他同學。讓不同能力的學生能發揮所長，學習時間也不限於在學校的短暫時光。



5. 課程成效

STEM 課堂提供了一個非常優良的平台供各科整合知識，學生能夠應用所學，發揮創意，加強學生的分工合作能力。透過不斷對作品的評估和改良，熟習設計循環的法則，為他們裝備好創科新世代所需的必要能力。

學期完結時，本校進行了學生問卷調查，邀請四至六年級的同學參與問卷調查。綜合各項問調查結果，絕大部份學生同意他們進行 **STEM** 增潤課程時，能在開心愉快的環境下了解更多科學、科技及工程的知識及技能，而他們對學習科學、科技的興趣及效能、創意思維及解難能力、邏輯思維能力、進行科學探究活動及科技研究的能力均獲得提升。(第二循環見到學生對團隊協作的態度及技能的提升也是很重要的成效)



麥同學教授安裝
IoT 擴展管理器！



請掃描 QR CODE 觀看短片或搜尋：
<https://youtu.be/K-TQ08vOO0>



七. 學校經驗分享 (四) 順德聯誼總會梁潔華小學

鼓勵自主學習 探究科技發明

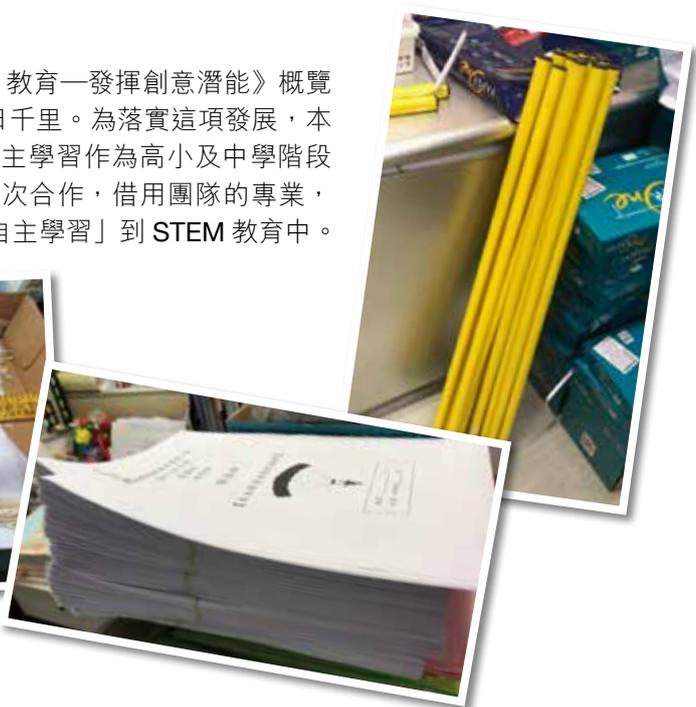
文秀霞主任、王儂瑗老師

STEM 發展背景

自 2015 年 11 月課程發展議會發表《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》概覽開始，STEM 教育的發展在教育界如火如荼，一日千里。為落實這項發展，本校參與了 2017-19 年度香港教育大學的「利用自主學習作為高小及中學階段實踐 STEM 教育的策略」支援計劃，希望透過這次合作，借用團隊的專業，協助建構校本的 STEM 課程，特別是如何落實「自主學習」到 STEM 教育中。



「降落傘」專題研習事前準備的物料、學習活動冊



科學探究：降落傘

在合作的第一周期，由於教師對 STEM 未必十分認識，加上以往經驗顯示學生對常識科「空氣」單元內的空氣阻力概念較難理解，所以我們選擇了製作比較簡單、在生活中也常見的「降落傘」作為踏腳石，試行第一次 STEM 活動。

這次我們以常識科作主體，以降落傘為空氣單元的延伸，並選擇進行專題研習，讓學生能有足夠時間及深度探討該主題，並得出結論。此外，這項專題研習，我們試試採用科學探究的模式（探究工作紙見附錄三），以加深學生的科學觀念及培養他們的嚴謹科學態度。

我們設計這項專題研習的最初目標是：希望學生能透過製作不同的降落傘，以數據比較的方法，分析各變項對降落傘下墜速度的影響，如：降落傘的傘面形狀、傘面大小及傘面物料等。



原本這只是一個標準科學(S)實驗，在多次共同計劃會議中，我們集思廣益，添加趣味、STEM和自主學習的元素：

- ▶ 製作《自主學習活動記錄冊》，給學生提供指引及記錄，方便他們完成自主學習部分，更可讓學生經歷一個完整的設計循環；
- ▶ 在開始時的學與教階段，透過一段真空自由落體實驗片段(羽毛和重物同時著地)，及閱讀《史記》中舜巧用兩個斗笠作臨時「降落傘」的傳說，引入空氣阻力概念及提升學生研習動機；
- ▶ 本校一向使用電子學習平台 SEESAW 作電子學習，是次專題研習特別將兩者結合：學生無論在課前、上課時、課後也可在 SEESAW 觀看標準型降落傘製作片段，以掌握製作步驟及技巧。記錄及計算降落傘著地時間本來對小學生較難，現在他們在家會把「投放降落傘」的情況拍攝下來，並上載至 SEESAW，有助計時及覆檢。另外，他們可把片段匯入簡報，豐富小組匯報內容，這些都有機地把科技(T)融入到活動中。
- ▶ 學生需要「從做中學」，他們會在課堂上製作標準型降落傘，及在家完成的「特定」降落傘(改變不同特定變項)，以體驗 STEM 教育「動手做」的過程，尤其是工程(E)的內化；
- ▶ 而研習過程中，面積及平均數計算(數)、選擇傘面形狀(圖形與空間)、繩子長度及時間量度(度量)、實驗數據統計(數據處理)自然匯合了數的範疇；
- ▶ 最後，本身學習課時有限，要引進專題研習，我們便善用了自主學習的策略：經過導入的學與教(引入空氣阻力和製作標準型降落傘)，學生正好利用農曆新年和復活節兩個長假期，根據《自主學習活動記錄冊》的設計，作兩次循序自主探究及自學，再在假期後作小組討論及匯報。



學生進行「降落傘」專題研習的過程



而在兩個周期期間，我們邀請大學團隊為我們的教師舉行了五次專業工作坊，加強教師的 STEM 教育專業培訓，其中：

三次為全體教師或所有常識科老師的工作坊，以一些簡單又有趣的科學小玩意，例如：以「掌風」推動的發泡膠飛機、紙電路、簡易 LED 閃燈棒(我們更因而引伸出第二周期的主題)，使教師認識到原來 STEM 可以很簡單，有趣及親身參與的製作過程，也讓教師體會「動手做」的重要性。



教師參與工作坊的活動

另外兩次工作坊，則針對會教授該年度相關 STEM 科目的老師，例如第一周期所有小四常識科老師。工作坊就是該年度主題(第一周期：降落傘 第二周期：LED 閃燈棒)的預演，讓教師認識相關學理，並從試做作品中了解學生的難點，再商討解決方法及可行教學法。



科技應用：LED 閃燈棒

有了第一周期的經驗，我們希望趁著合作期間，在第二周期挑戰一下普遍教師認為較難處理的「電路」課題，加上在工作坊中我們嘗試過紙電路及 LED 閃燈棒的製作活動，給了我們信心實踐，所以我們便選擇了 LED 閃燈棒作為這次的專題研習題目。我們繼續上年的成功要素，再加入一些新的嘗試以摸索更多 STEM 教育經驗：

- ▶ **全面跨科**：上年的專題學習以常識科為主體，在過程其中加入 S、T、E、M 元素；今年我們更邁前一步，將相關的常識科、數學科、電腦科統整，在各自學科進行相關教學，再以跨科專題學習連結。
- ▶ **學以致用**：上年度的題目以科學探究為主，而 STEM 的最終目的是將科技等應用在生活上，所以今年的 LED 閃燈棒帶有實用性，製成品可用在晚會等活動上。
- ▶ **藝術元素**：由於 LED 閃燈棒可使用在活動上，當然少不了觀賞元素，所以今年我們加入了視藝科，學生將要設計閃燈棒棒面及美化作品，將 STEM 提升到 STEAM 層面。
- ▶ **層層遞進**：上年的降落傘選擇了小四作試點，今年我們想追蹤研究，了解 STEM 專題研習為學生帶來的效果，作以今年的 LED 閃燈棒自然落在小五級身上(即去年的學生原班人馬)。希望累積經驗，逐漸發展高小的整個 STEM 課程框架。



學生製作 LED 閃燈棒

STEM 教育的反思

回顧兩次自主學習 STEM 活動的學與教過程，我們由空想到實踐，最後為學生設計了兩項「手腦並用」的學習活動，最終培養了學生的自主學習精神。整個教學活動設計過程，實有賴教大的教授及員工在旁悉心的指導及協助，無形中提升了我們的教師在課室施教的自信心，更提升了學生的學習興趣及解難能力。

去年，四年級的學生在「空氣」的單元中，由「認識空氣」的阻力，到「應用空氣」阻力的概念，進而「動手製作」降落傘，探究影響降落傘下墜速度的因素，最後更拓展到日常生活中的人和事之中。

在學習的過程中，學生除了學習常識科的內容外，還能透過此 STEM 的學習經歷，讓他們有所啟發、學會思考及提問，實在是我們預料之外的事。同時，教師也由知識的傳授者，變成學習的促進者，與學生期同學習，一起尋求解決問題的方法。

在 STEM 教育的過程中，不論學生是否成功完成「降落傘」的製作及比較，教師確實給了學生運用不同學科(常識、電腦及數學)知識的寶貴機會，增加了他們把工程設計與科學探究相結合，形成他們對基本科學探究、科技設計意識及學習主動性。

本年度，我們再為原班學生設計「應用電路」的教學活動，學生明顯地比去年更主動和積極，這正是說明學生學會如何在日常生活中，應用基礎 STEM 學科知識、科學、電腦及數學的技能，嘗試解決環保的問題—「螢光棒破壞環境」，學生以棄用螢光棒為目標，設計一款取代其功能但環保的發光棒。

其實 STEM 不一定是深奧的科學，我們應普及至所有學生，學生的學習過程比結果更重要。期望在往後的日子，在教師的指導下，我們的學生能融合不同學習領域的知識，多「動手」，應用知識，由被動的學習者改變為主動的學習者。



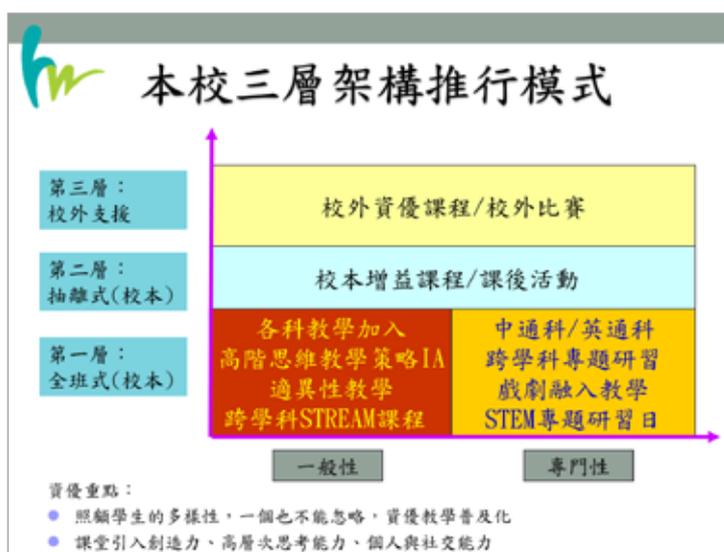
七. 學校經驗分享 (五) 漢華中學 (小學部)

校本 STEM 課程發展 — 結合科學探究及創客元素的设计循環模式

羅玉婷老師

學校參與本計劃的目標

學校一向本着「機會、資源和鼓勵」(Renzulli) 為教學宗旨，透過推展校本資優三層架構，讓學生發展潛能，取得學習自信與滿足感。在推行校本 STEM 課程時，本校把 STEM 教育融入學校的資優課程框架中 (見下圖)。



學校希望是次計劃能從教師專業培訓着手，提升教師在 STEM 的跨課程規劃、教學實踐與應用的認知，同時為配合校情需要，以資優教育的三層架構模式規劃校本 STEM 課程，讓學生在不同領域下能培養科學素養和科學探究技能，並提升運算思維、反思與自學能力。

對於自主學習模式的應用，學校除期望加強教師專業培訓及提高實踐應用外，同時也希望能優化校本的 STEM 專題研習活動，藉以透過 STEM 的设计循環，幫助學生掌握科探的技巧與步驟，提升他們個人及社交能力。

學校推行 STEM 教育的背景

學校於 2016-17 年度周年計劃將校本 STEM 課程發展定為關注事項之一，並推展一連串的策略，包括持續的教師專業培訓、設計以 5E 探究教學法為本的校本科學探究課題活動、滲入以遊戲為本的編程教學，以及讓學生進行動畫製作或操控電子積木等。在跨學科教學上，圖書科以科普為題推介書目及主題書展，英文科則以 STEM readers 作每級的學習教材，中文科則以科普篇章滲入高小的閱讀理解中，營造校園的科普閱讀氛圍。而數學科則加設延伸學習部分，鞏固學生於科學課題及編程學習的基礎，如：從小二學習角度、多加量度的實踐學習活動，還會在數學日中，讓學生從遊戲中鞏固所學。另外，通識科亦優化了 STEM 專題研習日的學習模式，以科探專題進行設計，提升學生的探究與解難能力。

學校在落實 STEM 課程規劃上，貫徹資優教育的三層架構模式，除以全班式 (第一層) 外，也會進行抽離式 (第二層) 及校本支援 (第三層) 進行拔尖的培訓。在增益課程及課後活動中，本校開設機械人工程及奧數班，為不同能力的學生建立適異的學習課程和梯隊，培育學生的數理潛能，並藉參加校外比賽及培訓，建立學生正向目標，予以不同渠道的表演與展示機會，加強他們對學習的擁有感。學校期望以上經驗為基礎，透過本計劃能協助教師團隊掌握各種 STEM 策略為校本發展願景服務。在是次計劃中，我校揀選了「潔淨的食水」、「簡單機械」和「閉合電路」這三個不同級別的高小常識科課題為基礎，綜合其他學習領域相關的學習元素，設計以「知識為本設計與製作的創客活動」，讓學生體驗自主學習，以及提升他們的科學素養與探究技能。

第一輪計劃 - 校本 STEM 教學設計循環

小四 STEM 濾水器活動教學設計

自主學習

學生應用 Rainbow One 平台參與反轉課室的自學活動完成預習，老師在堂上檢視學生的評估結果，進行課堂討論，給予即時回饋。



小六 STEM 投石車創客活動教學設計

自主學習

學生以活動工作紙提供的網址完成預習，以了解投石車的科學原理、影響因素及製作過程，增加對投石車結構的基本認知。

檢討與反思 (自主學習)

應用Feedback Sandwich方式反思在投石車模型製作與測試過程中自己的優缺點與改善地方，有助在創作成品上達到最佳的改良果效

測試

參與校內級際投石車比賽，以測試成品在改良後的投射距離與精準度，及是否能達至其預期成效

發佈

發佈創作成品，並向同學進行展示

投石車創客活動設計循環

界定問題 (自主學習)

如何令古代攻城投石車投得更準更遠？

研究 (自主學習)

1. 投石車的基本原理及影響投石距離與精準度的因素
2. 簡介投石車製作步驟及各物料與組件之功用

製作模型

利用派發的材料按照投石車的拼砌步驟安裝模型

測試

透過改變橡皮筋及拋射桿的長度，以及投射角度的大小，測試以上因素對投石車投射距離的影響與關係

分析及改良

1. 綜合及分析投石車的投射距離與準確度受哪些因素影響
2. 得出設計投石器時應考量的因素，了解模型的優缺點
3. 想出解決方案改良投石車原型

構想及設計

應用投石車模型及測試所學，以不同物料設計及創製一部投石器可達最遠的投射距離或命中目標



學生利用活動工作紙進行反思，檢視自己的學習表現與不足之處。



學生在課堂測試過程中調整車內各部件的可變因素，按步驟進行科學探究、量度及記錄實驗結果，從中發現影響投石車投石距離及準確度的因素。

第一輪計劃的學習成效

從學生在 STEM 活動後的訪問內容及問卷調查中發現有以下得著：

- ▶ 學生在自主學習態度上得以培養，讓他們喜歡學習新知識、更喜歡科學及科技、更懂得搜集資料，製定發明計劃，以及更覺得數學實用。

「老師給了我們網址查看濾水物料的資料，初時我只知活性碳這個名字，卻不知道它的功用。在搜集濾水器設計資料的過程中，我去了圖書館找相關資料，才知道活性碳可吸附很小顆粒的懸浮物。」小四 A 學生的訪問節錄。

「老師如能給少一點學習小錦囊，讓我自行去發掘、找答案，這才好玩及學到更多東西，更令我享受當中的樂趣。」小六 A 學生的訪問節錄。

「沒有動手做的學習，老師的講解怎講也聽不明，對聽不懂也沒所謂。但自己做過後，我對所學的原理會較易明白。」小六 B 學生的訪問節錄。

「要找答案可上網找資料，要不然去圖書館找一下書本，再不然自己先試試做。」小六 C 學生的訪問節錄。

「在活動中用到不少數學知識，包括用軟尺進行量度、用計算機計算平均數，並以近似值或分數表示。」小六 D 學生的訪問節錄。

- ▶ 學生在正向價值觀的培養上，學會遇到困難時，仍能堅持學習，不放棄。

「學習裏有錯是好的，也是重要的，可以讓我學到更多。」小四 B 學生的訪問節錄。

「我做錯的那些都是可以修改，對做錯了的看法沒看得那麼嚴重。」小四 C 學生的訪問節錄。

「因為從學習中知道錯在哪裏，令自己不要在下次犯相同的錯誤，可以令我學習怎樣面對困難。」小四 D 學生的訪問節錄。

「可以汲取教訓。」小四 E 學生的訪問節錄。

- ▶ 學生在應用電子學習上，能樂於以資訊科技進行學習。

在小四學生的問卷調查中，此項數據的中位數為 4.33，可見學生對應用資源科技輔助他們進行 STEM 學習活動是甚有裨益的。

- ▶ 學生在個人及社交能力的培養上，對與人合作更感興趣及更希望準備得更好。

在小四學生的問卷調查中，此項數據的中位數為 4.37，可見學生對在與同儕協助下進行互動學習為其學習帶來正面的影響。

從第一輪計劃中給予學校對校本 STEM 課程規劃的啟示

從是次教研計劃中，讓學校了解到綜合型的 STEM 教育活動需從不同學科的知識出發，以解決生活情境的問題，讓學生從學習的理解層面提升至應用層面；同時，教師須具綜合性的跨學科理念，令所設計的 STEM 課程能扣緊學生在數理學科的知識和技能能力，從學習活動中活用，並變得更連貫。

從計劃中可見教師需更具團隊及協作精神，無論在教學設計及課堂輔導上，教師正扮演着重要的促進學習者角色。而教師在 STEM 專業培訓上更見關鍵，包括過程中在教學前的培訓及具實踐性的學習圈教研，讓教師能以開放的態度進行不同教學模式的融合，從中得以作專業成長。此外，計劃的持續性發展也需作考慮，校方為使去年計劃的教學成效得以延續，相關級別均留有計劃種籽老師，藉以為 STEM 教學活動作更持續的發展。

而在計劃中的學生回饋中，不難發現學生在跨學科技能及素養上均有所得著，如：協作能力、自主學習技能及科技能力等，但在整體活動的評估上仍有可改進的空間，如：多用質性的反思方法讓學生在學習過程中多作表達，了解自己的優缺點，作出改善。



七. 學校經驗分享

(六) 香港紅十字會瑪嘉烈戴麟趾學校

全校推行 STEM 照顧學習差異

學校 STEM 團隊

本校為身體弱能學童提供教育及復康服務，學生有不同的障礙和局限，如肢體殘障、智障、聽障、視障等，病症包括腦麻痺症、發展遲緩、肌肉萎縮症、黏多糖症等，部分學生兼有自閉症、過度活躍症等。面對多重學習困難及不同的特殊學習需要，學校該怎樣推行 STEM？怎樣才能讓所有學生均能參與 STEM 活動？

本校於 2016/17 學年開始，每年舉行全校性的「STEM 創意科技活動日」跨科活動，所有教職員及學生均會參與。學校在 STEM 活動中為高、中、初能力的學生定立分層學習目標，透過三種程度學生紀錄冊的調適設計（見附件五），使學生在相同的主題下達到不同的學習成果。

以下是我們曾經舉辦的 STEM 活動例子：動力船、水火箭、返回艙、訊號塔。

動力船



學生透過自主學習，自行上網搜集資料，並以小組合作的形式，設計及製作一艘動力船。

在完成設計及製作動力船後，同學須先進行「測試」，試驗其動力及承載力，然後再改良設計，進行「設計循環」。過程中，學生體驗到 STEM 的探究精神。



活動過程



- (1) 學生從研究物料開始，探索水的浮力。
- (2) 透過小組研習，學生發揮協作及溝通能力。
- (3) 再從把動力船放下水中測試，認識能量轉換的方式。
- (4) 你看！我們設計的動力船多漂亮！

學校在「動力船」STEM 活動為高、中、初能力學生所定立的分層學習目標：

活動：動力船

學生利用日常物料，設計一艘具承載力的動力船，能把「貨物」由起點運送到終點。

Science

高：說出水具浮力，解釋能量的轉換
中：探索水的浮力，舉出能量轉換的方式
初：經驗水有浮力

Technology

高：探究不同結構、物料製作的動力船有與承載力的關係
中：明白不同結構、物料製作的動力船會影響其承載力
初：經驗如何運用不同的物料製作動力船

Engineering

高：設計自己的船隻，在過程中測試及改良，認識能量的轉換
中：學習設計自己的船，嘗試測試，改良船隻
初：經驗設計船隻的過程，察覺能量的轉換

Mathematics

高：量度動力船行駛距離
中：比較不同動力船的行駛距離
初：經驗動力船的遠近



活動花絮



同學們拿著自己設計及製作的動力船，多滿足！



下水了，我們的動力船承載力驚人。



同學們還需要向林校長介紹其設計理念，匯報學習所得。



比賽了，師生也很緊張！



各班製作的動力船，有不同的設計，創意十足。



學校特意邀請來自香港教育大學的專業評判，為動力船比賽進行公平公正公開的評審。經過科學化的計算，最後選出了「最快動力船」、「船身最輕」、「最具負載力」及「最佳創意」大獎。



學生積極參與製作動力船，在學習過程中，主動探索不同的材料，亦享受完成後的試驗活動。總括來說，整個活動讓學生發揮創意並提昇他們的探究能力。

水火箭

利用日常物料，設計一個能把火箭模型射到最高的發射器。



學生較難參與製作水火箭的過程。教師邀請學生留心觀察教職員的製作過程，並邀請學生協助裝飾水火箭。大部分學生投入發射水火箭的過程，並主動表示希望參與活動。

返回艙

學生利用教師給予的不同材料，製作安全著陸地上的降落傘。



學生分組製作「返回艙」，嘗試用不同的物料包裹雞蛋。



經改良後，學生能大膽創新，摒棄「返回艙」要用降落傘的方式，只用幾個「防撞點」，雞蛋最後能安全著陸，成為冠軍。



降落傘張開時，全場師生均全神貫注，場面緊張刺激。



失敗，不是完結，而是邁向成功的方向。學校給予機會讓學生先「嘗試」後「改良」，學生能從中改善其降落傘的設計。



學生主動及投入參與活動，他們能夠與教職員一起製作「返回艙」。學生除了投入製作自己的降落傘及觀察降落時刻外，對其他組別的降落傘亦相當感興趣。



訊號塔

學生利用教師給予的不同材料，製作與升空後的火箭聯絡的訊號塔。



學生會嘗試利用磁石片拼砌不同的形狀，務求令訊別塔建得更高，表現投入及興奮。

除了校內活動外，學校亦曾安排學生到九龍灣職訓局 STEM 教育中心參觀，透過體驗虛擬實境（VR）和擴增實境（AR）技術及設施，提升學生對 STEM 應用的認識。



學生對虛擬實境（VR）和擴增實境（AR）技術非常感興趣，亦能提出具啟發性的問題。

推行 STEM 有感

曾縣親老師

學校起初在推行全校性 STEM 活動時遇到不少阻力。部分同事曾建議用撥款購買服務，屬意把 STEM 活動交給坊間機構承辦，除了是擔憂任教不同科目的同事未具相關的知識技能外，亦希望透過「外判」以減輕工作量。STEM 小組的成員對於 STEM 也有迷思，面對大家都不太了解的工程（E），大家苦無頭緒，陷入困惑。

當大家「摸著石頭過河」時，發現 STEM 不是刻意去做科學（S）、科技（T）、工程（E）、數學（M）的事情，重點反而是學習解難。學生要嘗試運用學到的知識、技能去解決問題，願意改變和突破固有觀念，這才是 STEM 的精神。初時的確還有同事較抗拒 STEM 活動，都是離不開害怕自己對四個範疇的知識較淺薄，未能好好教導學生，STEM 的精神就是讓我們走出固有的框架，讓同事放開教師身分，對學生的不是教導，而是引導，STEM 活動正好是與學生一起探索、一起學習、一起成長的機會。對 STEM 的實行，我們有以下的建議：

首先，我們拒絕閉門造車，積極尋找專業的支援，去年參加由香港教育大學科學與環境學系舉辦的「大學—學校支援計劃『利用自主學習作為高小及中學階段實踐 STEM 教育的策略』」，讓 STEM 小組的核心成員可以透過參觀、工作坊、觀課等體驗，學習最新的科技，讓教師掌握 STEM 相關專業知識及教學技巧，實踐適切的學習策略。

此外，學校亦為教職員舉行培訓工作坊，以有趣的活動帶領教職員參與 STEM 活動，令教職員親身感受 STEM 有趣之處，再讓教職員帶著探索求知的心情，與學生一起去經歷 STEM 活動，一起體驗、一起學習。

STEM 是一把連接知識大門的鑰匙，只要大家願意踏出第一步，去探索、去嘗試，便能發現推行 STEM 令全校師生都能「樂在其中、學在其中」。



七. 學校經驗分享

(七) 東華三院郭一葦中學

集結 STEAM 多元經驗 首設創意科技學科

學校 STEM 團隊

校本 STEAM 發展

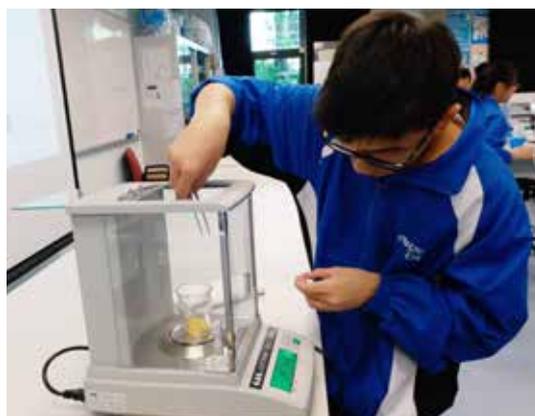
有見 STEM 教育在香港落地生根，本校自 2016-17 年度始，開展各種方式的 STEM 教育嘗試，以摸索適合自身的 STEM 道路。兩年半以來，我們踏過了不同的 STEM 足跡，慢慢走出了自己的 STEM 路途，其中可歸納為三大階段：

足跡一：課外 STEAM 學習

早在 2016-17 年度，本校自 STEM 基礎上加入視藝科 (Arts) 元素，成立了 STEAM 小組，以探索各種可行的 STEAM 發展方式。在這起步時期，我們以小步子出發，主要以課外活動形式試行 STEAM 教育，選擇部分學生參加不同形式的科技比賽，讓他們在比賽過程中學習 STEAM。

足跡二：STEAM 專題研習 及 STEAM 跨科學習

經過一年的起步，我們認為是時候將步伐加快，讓更多學生接觸 STEAM 教育。因此在 2017-18 年度，本校參加了香港教育大學的校本支援計劃，協作將 STEAM 教育由課外引入課內，結合常規課程推展，我們在中二級原來的通識科專題研習中加入了 STEAM 元素，學生在自由選題時可以選擇 STEAM 相關的探究主題，例如有 5 組學生選擇了：「薯片大發現！你仲食唔食？」、「飲品成份」、「投擲準確器」等題目。我們一向會為各組學生在專題研習分配顧問老師及進行導修，這一次我們為各 STEAM 主題小組分配合適的理科導師，再由大學團隊支援。其中復活節假期間，其中以食物探究為題的兩組師生更到大學的實驗室，進行簡單的食物成份分析，以從實踐中學習 STEAM。



中二學生在學校操場進行無人機空投位置偏差實驗

中二學生在香港教育大學的實驗室進行食物油分比較測試實驗

在中三級，我們選擇了跨科學習的初步嘗試，由設計與科技科、綜合科學科、數學科及視藝科共同設計了一個名為「魔術錢箱」的跨科習作，在過程中總結出寶貴的經驗，為在校內推行普及性 STEAM 教育政策立下重要的基礎。

跨科習作「魔術錢箱」的課堂安排

各科安排在相近時段教授相關學科知識，並逐步在各科課堂完成作品的部件，學生最終在每科都「走一站」後，便完成整個「魔術錢箱」。

各科分工如下：

數學科：學生學習畢氏定理應用，如計算盒子斜切面的邊長（即盒內置放的鏡子）。
學生學習立方體摺紙圖樣的應用。

科學科：學生學習光的反射及人類眼睛產生錯覺的原理。

設計與科技科：學生學習設計工作流程及製作錢箱的盒身和鏡子。

視藝科：學生製作懸浮物、盒內底紙圖案及裝飾盒子外殼。



中三「魔術錢箱」專題習作作品

此外，學校亦跟上海姊妹學校的學生合辦了以科技為主題的交流學習活動，學生前往內地，與上海外國語大學附屬中學的學生一起組隊參加各項 STEAM 挑戰活動。



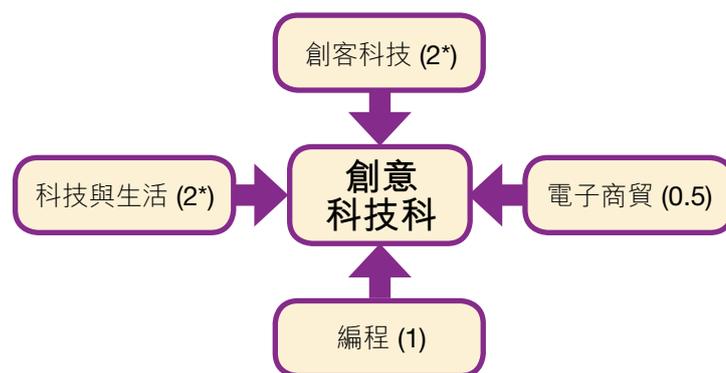
中三及中五學生前往上海參加 STEAM 交流活動



足跡三：STEAM 獨立成科

在 2018-19 年，本校以 STEAM for ALL 為發展方向，成立了新的校本科技教育學習領域科目—創意科技科(校本課程大綱見附錄十一)。不再將 STEAM 學習活動局限在部分課堂、部分學生，而是讓每一位學生都有機會學習 STEAM。該旨在讓學生整合科學、科技及數學範疇的知識基礎，並以趣味學習形式提升學生的 STEAM 學習興趣。創意科技科由四個主題學習單元組成，分別是：科技與生活、電子商貿、創客科技及編程。學生每年修畢各單元內容後，會進行一個專題習作，以整合及鞏固各單元所得知識，並實踐出來。

課程結構：



括號 () 為每週節數

* 科技與生活單元和創客科技單元以一班分兩組形式進行，平均課節數為 1



學生參與科技與生活學習單元



學生參與創客科技學習單元



學生參與編程學習單元



學生參與電子商貿學習單元

科技專室

在 2018-19 年，學校改建原有工場成為科技專室。有了一個專室，不論是老師還是學生，在課堂內外也多了一個交流「聚腳點」，令 STEAM 學習更靈活，有一個讓不同級別、參加了不同比賽或活動的學生互相觀摩交流的好去處。



科技專室的一角

下一步：

兩年半以來，學校嘗試了不同模式：由課外活動，經跨科學習到獨立成科；由一小撮學生到整個級別，我們慢慢累積了經驗。接下來，我們希望能繼續壯大校本的 STEAM 發展：主幹的創意科技持續精進內容，加強內部科技與生活、電子商貿、創客科技及和編程四大單元的連結，並透過實踐經驗與反思，優化最後的專題研習，達至融匯貫通。另外在本學年中一級初作嘗試的基礎上向上發芽，延展到整個初中，並且考慮以螺旋式發展，讓每個級別所學都能承先啟後，例如：編程及創客科技會由中一至中三逐步加深學習 Arduino(編程處理軟件，創客科技裝配硬件)。最後，在枝葉上保有 STEAM 課外活動、海外交流等，作為拔尖及個別對 STEAM 甚有興趣的同學額外的增潤途徑。「桃李無言，下自成蹊」，我們期望這樣一步步走過來，能踏出一條適合本校學生的 STEAM for ALL 之路。



七. 學校經驗分享

(八) 保良局甲子何玉清中學

通過 STEM 和自主學習形式，探究如何培養藻類及其應用 甲子 STEM 團隊

背景

香港推行 STEM 教育已有一段時間，學校推行各種 STEM 活動、教學和比賽等，希望提升學生對學習的興趣，令學生能主動學習，綜合及應用跨學科知識，從而培養學生的創意、創作和解決問題等能力。自主學習和 STEM 有很多相同的地方，自主學習能令學生主動學習、掌握及運用所學到的學習策略和反思能力，讓學生成為終身學習者。

本校特色

我校的 STEM 教育發展正處於起步階段。初時是以短期目標為主，以不同形式的活動和教學作試驗，例如成立 STEM 學會；參觀博覽活動；微調電腦科、科技科、數學科和科學科的課程；邀請坊間開發 mBOT 和 microbit 的機構舉辦活動；開放 STEM 活動室等。本校希望藉不同的 STEM 活動集合一群尖子學生，讓他們可以一起協助老師推動 STEM 學習，讓 STEM 成為一種風氣，在校內持續發展。



與香港教育大學合作

要將 STEM 和自主學習的元素融入我們的課程，對本校而言是一種新嘗試。我們要用甚麼活動讓學生體會 STEM 和自主學習？坊間的活動可行嗎？本校的定位是甚麼？本校的特色又是甚麼？……這些都是我們要面對的問題。現在本校的 STEM 活動不只迎合部份尖子同學，已是以推到全級為目標。我校就此推展一些新的項目，其中一個便是與香港教育大學合作的計劃——「學生以 STEM 和自主學習形式——如何培養藻類及其應用」。此計劃除了可把 STEM 的概念推展到中二全級學生，還加入了自主學習、跨科學習等元素。此外，這計劃亦令老師明白及懂得如何運用自主學習策略，在學校推廣 STEM 教育。

學校推行 STEM 教學時，難免會遇上一些問題。在一群合作多年的同事共同努力下，從課程改革及跨科合作的經驗中，以及在學校行政的配合下，我們都能一一解決有關問題。例如，教務組給予科組老師很大的空間，讓他們可以在教學課程及進度上配合整個活動；而在時間表的編排上也作了調動，讓小組老師可以利用共同備課節進行商討。



「通過 STEM 和自主學習形式，探究如何培養藻類及其應用」

這個計劃是一個利用水藻球 (Algae ball) 進行的探究實驗。此活動是以科學領域的光合作用為基礎知識，讓學生去探究不同的因素如何影響水藻球當中的蛋白核小球藻 (*Chlorella pyrenoidosa*) 的光合作用。學生能把在初中時所學到的知識在這個活動中加以運用。

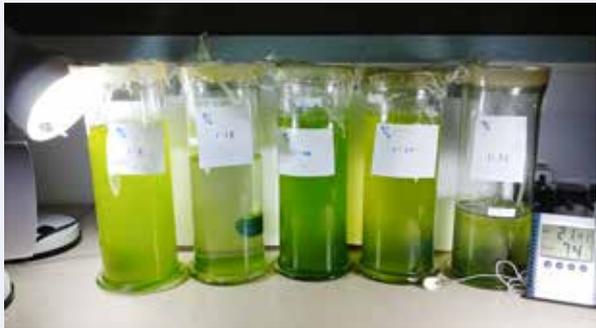


活動日程

日期	內容
10/2017	STEM 活動主題構思、設計及分工
11/2017	USP Team 和小組老師建立實驗和流程 USP Team 測試實驗可行性及技術分享
02/2018	小組老師和技術員在校內嘗試培養小球藻
03/2018	學生以自主學習方式培養小球藻
04/2018	學生製作水藻球以進行光合作用探究 (全方位學習日)



課程安排和活動準備詳情

時間	項目	備註
科學課堂	分發小球藻 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 每組學生獲分發一個載有小球藻的燒杯。 ▶ 學生在全方位學習日前要以自主學習形式尋找培養藻類的方法。 	學生討論及準備以不同的方法來培養藻類。 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 在每周的科學課堂中，預留時間給學生照顧他們的藻類。 或 ▶ 於特定某一時段開放科學實驗室給學生照顧藻類。
培養小球藻	學生培養小球藻的學習過程 	學生： 把藻類的生長過程記錄下來
	老師對學生提供的支援	電腦科老師：教授 Google Site 數學科老師：教授或重溫球體體積計算 科學科老師： <ul style="list-style-type: none"> ▶ 重溫光合作用 ▶ 提供所需物資、儀器或設備：藻類、離心機、燈、氣泵、培養液
	實驗室技術員及教學助理： 同時培養藻類，找出小球藻合適的生活環境。	實驗室技術員，教學助理： <ul style="list-style-type: none"> ▶ 在培養藻過程中，以 WebCAM 記錄生長過程。 ▶ 以不同的培養液來找出小球藻的生境。 

全方位學習日的詳情

時間	項目	備註
全方位學習日	<p>活動內容：(以班本形式進行)</p> <ul style="list-style-type: none">▶ 利用光照距離來量度學生培植藻類的效能▶ 利用不同光照強度找出藻類的光合作用快慢。▶ 探究不同顏色的光對光合作用的影響。▶ 探究水藻球的大小對光合作用的影響。▶ 以碳酸氫鹽指示劑來量度不同組別所培植的藻類在光合作用的速度。	<p>學生：</p> <ul style="list-style-type: none">▶ 能學習不同的解難能力，協作能力。▶ 可從實驗過程中學習如何處理數據。▶ 可學習如何將數據變成不同的圖表。 <p>2A - 光照距離 2B - 光照強度 2C - 光照顏色 2D - 小藻球的大小</p> 



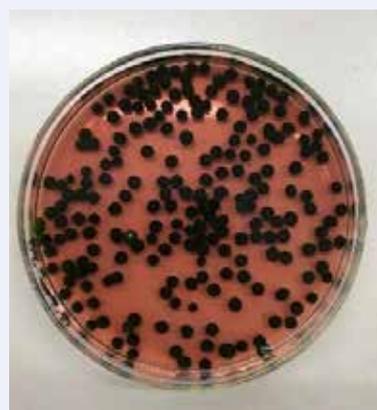
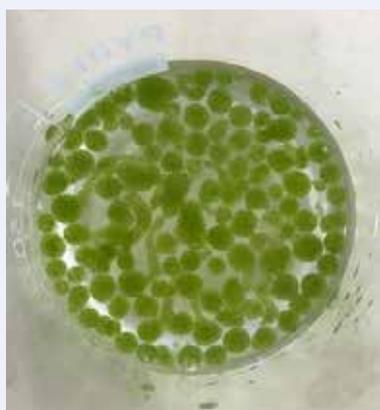
全方位學習後的檢討

學生的分享

- ▶ 學習課堂外的實驗和實驗技巧，控制水藻球的大小，會得更準確的結果。
- ▶ 增加對小球藻的認知，對它十分感興趣。
- ▶ 在成功製作出完美的水藻球時，獲得滿足感。
- ▶ 學會操作新的科學儀器，如離心機、色度計等……
- ▶ 在使用任何東西前，必須考慮……
- ▶ 小心觀察，行動前想更深入，會使工作更有效率。
- ▶ 了解團隊合作的重要性，這可以使你和你的團隊獲得成功。



學生的成果



活動後的反思

這次與香港教育大學合作，令本校引入了一些新的概念，把自主學習和 STEM 結合在一起，讓我們能在各科的課程中加入這個元素，這是我們覺得最大的得着。當然在過程中亦要面對着衝擊，例如時間表的調配，因為時間表早已編排，在重新調配便要面對一些技術上的問題，再加上同事希望能有更好的效果，亦在過程中有一些新的想法，以致時間表一改再改。最終，在各方的通力合作下，亦能成功完成，從中可見我們團隊間的支援及合作。

STEM 教學可以有許多不同的架構組合和合作的形式，例如 SM、TM 或 EM，或者由其中一科成為主力，負責制定和協調工作，其他科加以配合等。而我們這次和香港教育大學合作，則是採用相關科目共同參與：電腦科負責教授 Google Site、數學科教授或重溫球體體積計算、科學科老師則負責實驗及探究過程。每個學科每周抽一點時間，經過幾個月一點一滴的努力，成就了整個計劃。在這個計劃中，科與科之間的合作是難能可貴的，亦加強了科組之間的協作能力。

學校發展

在完成這個活動後，因 STEM 教育把科學、數學、科技等的科目結合起來，讓我們產生學科統整的想法，就是初中到高中的縱向編排。近年教育局對各科推出新的課程指引，各科科組內都進行探討及磨合，可藉此機會與其他科目合作，整合出一個縱向且跨科的 STEAM 課程。亦建議可設立 STEAM 統籌員，藉着統籌員對各科進行試教，更進一步了解各科的特色，便能提高 STEAM 的成效。STEM 教育在香港或學校層面的推行角度主要是由學校管理層開始，由縱觀的角度讓學生可以從中一開始接觸 STEM 的理念，繼而到中六時他們能應用不同的能力。

但是，想深一層，是不是每一位學生都適合 STEM？有些初中的學生的興趣可能不是在這方面，這個活動可令他們在高中選科時找到更適合的科目。然而，當適合的學生時，在初中的課程中，我們除了教授一些基本功外，在課後對應提供更多 STEM 的活動給這群學生，令他們在這個範疇有更廣更深入的認知及學習，在高中選科時，找到更適合他們的科目，進行生涯規劃。

新高中課程已經推行了一段時間，學生的選科出現了變化，不再是純理、純文或文商，而是可以因應學生的興趣或能力，可以文理商結合。STEM 教育正是一個好的反思時機，新高中課程有什麼課程、科目和配套可以和整個 STEM 教育的概念配合。我們能在學生的初中時期，向他們展示一個整合科學、科技、工程和數學的課程，讓他們可以早一點在高中的選修科目中，找到他們發展的方向。



七. 學校經驗分享

(九) 浸信會呂明才中學

將 STEM 融入科學課程 邁向可持續校本 STEM 教育

顏紹熙

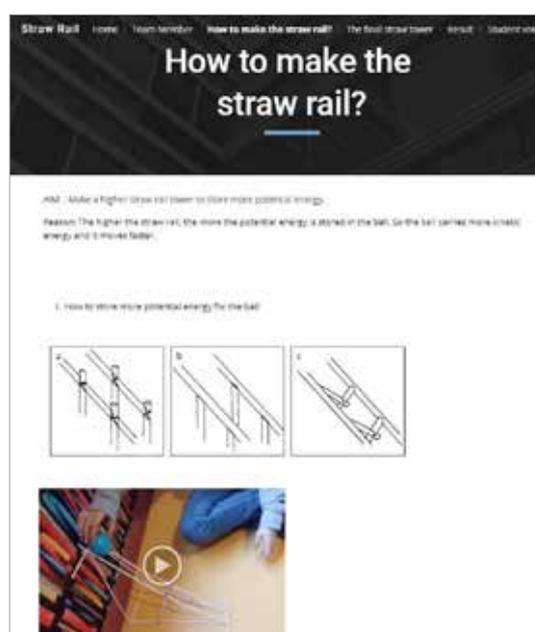
學校背景

理念：

在設計 STEM 活動時，我們期望這是一個可持續的 STEM 活動。因為若只是少數學生參與的話，STEM 的理念很難植根於學生心裡的，也未能讓 STEM 風氣蔓延在校園之中。

因此我們在設計活動時，必須符合以下要求：

1. 活動是課程的一部分：若這活動是課程的一部分的話，所有學生也能參與在其中，校園 STEM 氣氛也會隨之增強。而且日後在教育大學的支援完結之後，我校也能繼續推廣。除此之外，把活動設計為課堂活動的好處，是不容易受其他因素影響。例如不會受學生的課外活動、場地、其他學校活動等影響。亦因此，活動所花的時間也不能太長，否則會影響教學進度。我校這次的活動（包括中一及中二活動），共花了四節時間，即是 160 分鐘。老師也會在課後安排時間讓學生進行製作，但這是學生自由參與的，也不佔課堂時間。
2. 對人手安排要求不能太大：若對老師在知識及技術上要求高的話，老師會卻步，而且不容易找到願意合作的老師。要假設若只有教授該學科及年級的老師參與的話，也能順利推行這活動；就算日後換了另一些老師的話，也能繼續推行下去。
3. 技術要求不太深：要讓所有學生樂在其中的話，活動內容要有趣味，亦不宜太高深。否則學生會覺得太過艱深而卻步，甚至不願參與。技術要求高的活動，只適宜在課後讓有興趣的學生參與。
4. 費用不高：要讓活動能持續推廣下去，其費用不能太高。否則很容易受財政影響而受阻。所以這兩項活動的總費用，每年不超過港幣 2000 元。這是大部分香港學校所能負擔的費用。
5. 對其他學科具參考價值 若要把 STEM 推廣給其他學科的話，這必需有一些易於分享給其他學科的內容。例如在是次活動中，學生學習使用 Google Sites 來展示學習成果。當學生掌握這技巧之後，其他學科也可讓學生利用 Google Sites 來進行學習活動。



活動介紹

飲管塔滾球比賽 (中一)

內容：

同學以三人為一組，每組需要利用 80 支飲管製作一座飲管塔，然後讓塑膠球從塔頂滾下地面，從而把塑膠球的勢能轉為動能，並讓其前進。在比賽中，塑膠球滾得最遠的為之勝出。

STEM 元素：

在活動中，學生要探究不同方法，把飲管連接，亦要考慮如何建造一個穩固、低阻力及高的飲管塔。

活動安排：

在教授中一科學第四課「能量」時，安排兩個連堂，共約 160 分鐘時間以進行活動。在第一個連堂中，學生會收到飲管，並開始製作。課堂後，學生會利用課餘時間繼續製作其飲管塔及進行測試。最後在一週循之後的課堂進行滾球比賽。各班的冠、軍會成為班代表，參加班際總決賽。

自主學習活動：

學生需要自行找出最理想的接駁飲管方法，並且找出最穩固的結構，以及如何減少軌道上的阻力，好讓塑膠球能以最高速度滑落地面。最後，每個小組需要以 Google Site 製作一個網頁，以記錄他們的探究歷程、成績及反思。



電容車比賽 (中二)

內容：

學生會以三人為一組，製作一台以電容為動力來源的電容車。此車需要亮著車上的 LED 燈泡，以及負載 100g 或以上，並完成一段 2 米路程。

在比賽中，能點亮越多燈泡以及負重最多，並以最短時間完成 2 米路程的電容車會得到越高分。

STEM 元素：

學生需要利用不同工具及技巧來製作電容車。在探究過程中，學生要探討如何以手搖發電機把電容充滿電，以及如何測量電容電量。與此同時，亦要探究點亮 LED 燈泡對車速的影響，還有負重與車速的關係。

活動安排：

在教授中二科學第八課「電」時，安排兩個連堂，共約 160 分鐘時間以進行活動。在兩次連堂之間，我們會在課後開放科學實驗室，讓學生能繼續進行製作。最後在第二次連堂時進行比賽。

自主學習活動：

在首年活動中，學生只需進行電容車製作及進行探究活動。而在次年活動當中，我們加入與中一的活動一樣，每個小組需要以 Google Site 製作一個網頁，以記錄他們的探究歷程、成績及反思。增加自主學習元素。



活動反思

中一 – 飲管塔滾球比賽

1. 學習成果

我校早在六七年前已開始進行這活動。在以往的活動中，我們把重點放在比賽結果。學生在製作飲管塔時，也集中在比賽成績。但在這次與教育大學的合作中，我們加強了探究元素。在正式製作飲管塔前，先給予每位學生 10 枝飲管，讓他們先利用這些飲管，研究以何方法接駁，甚至可研究如何建立一座穩固的塔。再與組員分享心得。製作飲管塔時，以往會限制飲管的接駁方法，例如只可使用針線而不可使用其他物料如膠紙等。在這次活動中，為加強探究效果，我們不限飲管連接方法，交由學生去探討如何把飲管連接。另外亦加強對學生的支援。例如在課後預留空間讓學生在課後製作及存放飲管塔。

在報告方面，我們首次嘗試要求學生以 Google Sites 製作網頁，以記錄活動開始以來的探究進程，讓師生能更有效及全面地記錄整個探究過程。

經過這些改動，學生的投入程度明顯地有所增加，亦較以往認真，飲管塔的質素亦較以往理想，比賽氣氛也較熱烈。而在自主學習方面，由於需要製作網頁來記錄探究過程，學生在製作網頁過程中能整合在活動中所學。老師亦能了解學生如何在課堂以外的時間進行探究，從而了解教學成效。

2. 學生反應

學生在活動中，因有較充分準備，所以在活動中較以往投入，參與程度有所增加。根據學生在完成活動後的面談及問卷調查，學生對此類活動反應頗不錯，部分覺得有關能量轉換的內容能加深了他們對科學的興趣，雖然在綁飲管時遇到不少困難，但習慣後又想有更多的挑戰。學生也覺得活動令他們增加了與同學合作的機會，也學懂運用電子平台分享作品與反思。

3. 活動反思、困難與挑戰

(人手安排、資源運用、活動設計)

人手安排：

在教學預備方面，老師需要重新設計工作紙，以配合新的活動。而最大挑戰是教學生使用 Google Sites。因我校的電腦科課程中沒有包含 Google Sites 教學。所以我們要自行製作教學影片，讓學生自學(這也是一種自主學習)。同時亦要讓其他參與的老師了解 Google Sites 的製作。除此以外，老師沒有特別需要準備的，工作量方面算是輕鬆。

活動設計：

各組別所製作網頁的質素有很大的差異。這可能是因為我們沒有一些像樣的例子供學生參考。老師也未好好掌握何謂一個內容豐富的網頁，以至未能有效地引導學生製作。

資源運用：

活動所需費用少於 300 元，這已包括飲管費用及比賽獎品。已算十分便宜。

4. 未來發展方向

在來年進行活動時，最主要是加強在網頁製作上。先準備一些優秀的樣品，供學生參考，讓學生更懂得以網頁形式來記錄探究歷程。



中二 – 電容車比賽

1. 學習成果

這是一個新的活動。我們是參考其他學校所推行的電容車活動，並加以變化，以配合我校的課程及教學進度。

在首年的活動中，成效較我們預期差。因為我們在電容車製作上遇上困難。我們所準備的零件及工具有所不足，以至學生很難把各種零件連接並製作電容車。結果在每班當中，有約一半學生未能在兩次連堂當中完成製作電容車，更不用說可以進行第二步的探究活動 – 探究如何使電容車點亮更多 LED 燈泡及負重。而最後能真正進入第二步探究活動的隊伍，每班更只有兩三隊，活動成效未如理想。

因此在第二年進行活動時，特別在製作上作出如下的改進部分，減低學生在製作電容車時的難度。

- ▶ 加強電容容量 – 讓車可以更長時間運作
- ▶ 改用有長腳的電容 – 接駁電容更穩固。因在首次製作時，學生花了相當長的時間在連接電容至電路
- ▶ 購置新工具及零件 – 購買 線鉗、用來量度電容電量的萬用錶、及方便連接電線的按鈕式電線連接器
- ▶ 重新製作電容車製作影片

經過這些改良，所有學生都能完成電容車製作，並進入第二步探究活動。而在比賽內容方面也作出修改，加入「時間」這元素，讓活動具多變化及更具挑戰性。

工作紙也經過重新設計，大量加入科學探究元素，探究 LED 燈泡、負重及行車時間之間的關係。

另外，亦如中一活動一樣，我們要求學生以 Google Sites 製作網頁，以記錄活動開始以來的探究進程，讓師生能更有效及全面地記錄整個探究過程。

2. 學生反應

在第一次活動中，因電容車在製作上較困難，有不少學生未能完成基本製作，以致學生的投入程度未如理想。

學生在面談及問卷調查中反映，製作電容車時電線經常鬆掉，部分裝好的車子不能開動，LED 燈也開不著。學生未必有足夠的細心去發現哪裡出現問題，及如何解決那些問題。不過比起中一的飲管塔活動，學生覺得電容車活動令他們更善於分析及反思，及明白自己在學習上的強項和弱項，以檢視自己的進展。

經過改善後，今年大部分學生能完成製作，並進入探究部分參與比賽。而在表現方面，不論是平時在科學科學業成績優秀或一般的學生均分別不大。這特別對一些成績一般的學生來說，更具成功感，更提高他們的投入程度。

3. 活動反思、困難與挑戰 (人手安排、資源運用、活動設計)

人手安排：

在工作安排方面，老師最主要是製作一段電容車製作影片供學生參考，因在課堂中不會教授相關製作過程。另外亦重新設計工作紙，這方面的時間投入較多。

製作 Google Sites 方面，因這些中二學生已在中一時學習如何使用 Google Sites，所以沒有花很多時間。但要製作一個樣品網頁讓學生參考。

在兩次課堂之間，安排老師在課後開放實驗室讓學生製作電容車。

而在購買物資方面，則全交由實驗室技術員處理。

活動設計：

活動原本設計是要求學生在第一次活動連堂之後開始製作網頁，並記錄電容車製作過程，也期望學生在這階段能整理及記錄製作過程。但礙於老師工作太忙，未能在這方面作跟進及監督，導致這方面未能實踐。

除此以外，在工作紙上有一些部分是讓學生探究 LED 燈泡及負重對車速的影響，但在課堂期間，難以要求學生一定要作出相關探究並找出最佳的行車組合。最主要是因為時間不足，學生在比賽期間有進行測試，但多數學生均沒有作有系統的探究及記錄。

資源運用：

物資方面，最大開支是購買相關部件。每部車的成本大約 30 元，全級共有 50 組，所以消耗品支出共千多元。不會對學校做成大負擔，是可持續的活動。

4. 未來發展方向

我們會在日後繼續推行這活動。因這活動符合課程內容，學生亦能運用所學於活動當中，且十分具探究性。

在推行方面，期望能在網頁製作方面做得更好，真正讓學生利用網頁記錄探究歷程，而不是在完成活動後才製作網頁。

物資方面亦有改進空間，例如手搖發電機，我們發現發電機有時因受損而要進行維修，阻礙學生進行活動。所以我們會繼續發掘一些更好的工具及材料，讓製作過程更順利及流暢，減少學生花在製作上的時間，從而把精神投放在探究方面。



七. 學校經驗分享

(十) 博愛醫院陳楷紀念中學

從推行智能家居裝置專題活動探索跨科協作模式

鄭麗娟老師

背景：

STEM 為科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (engineering) 及數學 (Mathematics) 的縮略詞，於 1990 年代發源於美國。與傳統的學科有別，STEM 教育著重跨學科知識、解難能力及創新技能的應用。透過 STEM 教育，可以裝備學生應付因全球急速的經濟、科學及科技發展所帶來的轉變和挑戰。

根據課程文件所述，學校推行 STEM 學習活動可以有以下兩個建議模式。

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。

STEM 教育與傳統的科目不同，它沒有確實的課程指引，正正如此，推行 STEM 教育的變化和可塑性可以更高。老師可以因應學生的特質、老師的專長、學校的校情等因素，設計適合學生的教學活動。要成功推行 STEM 教育，相信最重要的是校方的支持、老師對 STEM 教育理念的認同及推行 STEM 教育的信心。

A. 本校推行 STEM 學習活動的經驗及模式：

本校從課外活動和科本課程兩方面推行 STEM 學習活動。

科本活動方面，自 2015 年度開始，我校嘗試利用上文提及的「模式一」於初中科學科試行過兩次配合課程的科本 STEM 學習活動。中二學生利用環保物料分組設計並製作速度高的氣球車及橡皮筋車，並以分組比賽的形式進行活動。當中學生除了使用最重要的科學元素外，亦需應用科技、工程及數學的元素。

教育局於 2017 年 5 月提出「學會學習 2+ -- 香港學校課程」文件，當中提到「STEM 教育」和「資訊科技教育」為其中兩項更新課程的重點。此外，「運用資訊科技能力」及「自學能力」亦為課程中強調的共通能力。為配合學校本年度的關注事項：「善用電子學習，優化自主學習成效」，加上過往兩年籌辦 STEM 學習活動的經驗，綜合科學科希望可以嘗試在原有的課程外，加入結合了電子學習元素的跨學科 STEM 專題研習，讓學生嘗試利用微控制器 Arduino，配上合適的感測器 (sensor) 及致動器 (actuator)，製作智能家居裝置模型，從而加強學生運用資訊科技及自學能力。

課外活動方面，包括「香港機關王競賽」、「創意思維世界賽香港區賽」、「趣味科學比賽」、「太陽能模型船創作大賽」、「我是發明家大賽」等。當中部份活動成績斐然，學生亦曾代表香港參加國際性比賽。由於學校發展 STEM 活動仍在起步的階段，只有少數學生能夠參與，這未能完全配合學校的教育理念。

B. 本校推行跨科 STEM 學習活動的強弱機危分析

我校早於 2014 年開始推行「自主學習」，同事已累積不少推行「自主學習」的經驗。至 2017/18 學年，學校已全面推行電子教學，故學生應能掌握使用電子平台的技巧和具備一定的素養。

多年來，學校積極培訓學生參加不同類型的 STEM 學習活動和比賽。而綜合科學科亦於過去兩年舉辦過與 STEM 相關的自主學習班際比賽活動，如氣球車大賽和橡皮筋車大賽。由此可見，部份綜合科老師具備設計 STEM 教案和籌備大型 STEM 學習活動的經驗。

雖然我校在推行 STEM 學習活動有以上提及的強項，但另一方面，亦有不足的地方。跨科協作設計專題研習教案並於課堂內推行，對學校來說是新的嘗試。除了設計教案外，亦要考慮各科的時間分配和如何協作。此外，學生學習編程只是起步的階段，大部份的老師和同學對電腦編程的認識尚淺。是次計劃的對象，本校的中二學生本身就從未接受過編程訓練，亦未學習過如何利用電子協作平台撰寫學習檔案。

C. 計劃內容

此計劃在中二全級推行。教學大綱主要是以綜合科學科的教學流程為骨幹，再配合電腦科和設計與科技科的教學。整個專題研習圍繞著一個背景資料，共有五個不同的情境，老師因應學生的能力，分派不同的情境問題讓學生處理。

(情景一) 70 歲的陳婆婆由於身體較弱，晚上需要起床，摸黑經過客廳去洗手間。



情境 1



情境 1 學生作品

(情景二) 陳先生是一個夜班的士司機，下午 4 時半上班，早上 4 時下班後回家休息。



情境 2



情境 2 學生作品

(情景三至五) 陳太太是一個家庭主婦，除了要照顧一家人的起居飲食外，還要照顧一個怕黑和怕冷的六個月大的兒子彥仔。



情境 3



情境 3 學生作品





情境 4



情境 4 學生作品



情境 5



情境 5 學生作品

學生透過思考和討論，選擇合適的感測器 (Sensor) 及致動器 (Actuator)，並配合微控制器 Arduino UNO，編寫合適的程式，按照情境問題，設計並製作智能家展裝置模型，以解決情境問題。學生亦需利用 New Google Site 協作平台撰寫電子學習檔案。整個教學流程，主要是按照 STEM 教育中的工程設計流程編寫。

工程設計流程：



為了提高學生的學習動機和興趣，每班均設有不同的獎項，包括：最佳設計獎、最具創意獎、最佳電子學習檔案獎，及最佳合作組別。

D. 計劃成果

中二全級共分 32 組，全部學生均能分組完成製作智能裝置模型及電子學習檔案。各組學生於試後活動時間向全級學生匯報及展示製成品。

從學生問卷的回應得知絕大部的同學均認為本專題研習對其有正面的影響。透過這專題研習學生更懂得運用電子平台分享作品，並意識到科技的重要性，亦幫助到他們明白自己在學習上的強弱項。

受訪的女同學覺得最困難的地方是在電路上接駁杜邦線。但男同學卻有不同的反應，例如 A 同學說：「我最喜歡就是駁線以及編程的時候。因為本身我對電路非常感興趣，小時候就會拆掉遙控車的電路板出來看，所以我覺得這一部分最有趣。」當問到這專題研習與傳統課堂有甚麼不同時，B 同學答說：「我覺得比較有趣一些，而且動手做印象會深刻一些。」當問及這專題研習能否促進對學習的興趣時，C 同學答說：「我覺得有的。因為學了新的知識，做完模型之後覺得很有成就感。跟著就會令到自己很想嘗試下一次定不同的主題，然後再做相關的模型」。



學生學習編程



學生製作智能家居裝置模型



完成製作後，學生上傳程式再進行測試



完成製作後，學生上傳程式再進行測試



學生匯報成果



E. 反思

推行此計劃就像「瞎子摸著石頭過河」般。當中遇到不少困難，由擬定題目、撰寫教學大綱到編寫工作紙，都經過多次的修訂。計劃開始後如何協調各班的進度、學生如何分組、設計與科技科如何配合等，都是要解決的問題。幸而得到各同事的合作，最終大致能達至預期的目標。

基於第一輪計劃的經驗，第二輪階段所選擇的課題更生活化和有較大的創作空間讓學生去製作智能裝置。此外，亦由各協作科目的科主任共同設計並製作工作紙和教材，讓大家共同擁有並更投入這項計劃。

在未來的 STEM 計劃開展之前，個人認為可以讓學校老師先透過專業發展工作坊，掌握 STEM 教育和自主學習的教學技巧，提高他們推行 STEM 教育的信心和效能。另外，在編排進度時，考慮如何協調跨科研習時的科組間的合作，例如向家政科老師借用數節課讓學生學習設計與科技科，或安排共同備課課節，讓協作科目的科主任可定期檢視專題研習的進度，作出回饋和修訂。

學校亦計劃將來成立「STEM 領袖生」，招募對編程有興趣的學生，提供「進階 Arduino 編程課程」，並鼓勵學生參加各類型的 STEM 活動。

F. 總結

總的來說，本校推行的跨科 STEM 專題研習提高了學生學習 STEM 的興趣，促進學生的自主學習能力；通過動手做，能夠加深印象，使學生學得更好。長遠來說，期望可以再透過不同類型的活動，發展學生的 STEM 素養。

七. 學校經驗分享 (十一) 匯知中學

由連橫到合縱：發展跨科階梯式 STEM 專題研習

黃建新助理校長

前言

STEM 教育，強調學生綜合和應用知識與技能的能力，讓學生透過解決真實問題和製作發明品等學習活動中所獲取的經驗，發展學生 21 世紀技能及正面的價值觀和積極的態度。故此於 2016 年教育局發表《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》概覽後，全港中、小學界紛紛發展校本 STEM 教育課程，發揮不同學校校本長處，讓 STEM 教育於香港遍地開花。

校本 STEM⁺ 教育課程

本校向以「活的教育 ACTIVE Education」作為學校教育藍本，其中多個元素就是今天的 STEM 核心價值，故早於 2011 年，本校已把運用資訊科技於學與教定為學校關注事項，並由中一起引入編程教學優化電腦科課程。及至 2016 年學校就推動 STEM⁺ 教育課程投入鉅力：成立「STEM⁺ 教育小組」，由助理校長領導數學科、科學科、電腦科及視覺藝術科科主任和科任老師，專責設計和推動各類 STEM 課程和活動；設立創客空間「成真館 (Dream Laboratory)」，讓老師和學生實踐創意，化夢想為真實。繼而並行校本 STEM for ALL 及 STEM for ELITE 課程，分別普及 STEM⁺ 教育及培訓尖子，鼓勵學生把科創研究及發明品透過展覽、比賽等平台進行展示，達至跑出香港，奔向世界。



STEM⁺ 教育組



成真館 (Dream Laboratory)

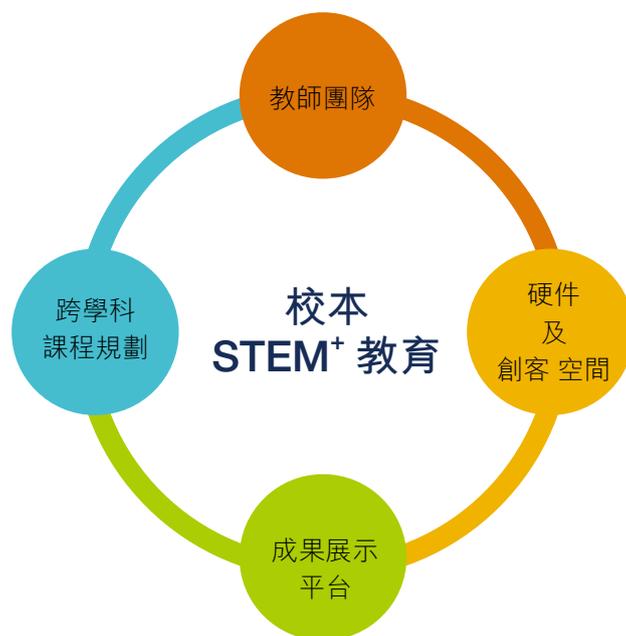


電腦科 project：交通燈



跨科 STEM project：智能蝸居





點、線、面、體 — 跨科 STEM 專題研習

本校藉優化初中級數學、科學及電腦科課程，並引入各類實境專題研習，讓學生透過動手做的過程應用學科知識進行解難，發揮創意。而 STEM 教育強調讓學生運用跨學科的知識，實踐解難、溝通協作等技能，不可能透過一次性的活動或比賽一蹴而就。因此本校分階段落實校本 STEM 教育課程，最終期望達至三年一貫的階梯式專題研習。

第一階段先於數學科、科學科及電腦科試行獨立專題研習，把學生於各學科知識以作品具體化呈現。第二階段進行跨科專題研習，強調融會貫通跨領域學習內容，並裝備學生設計循環、持續優化作品的概念。集結經驗後，於各級推動階梯式的專題研習，讓學生於中一、中二及中三逐步熟習探究技巧，把 STEM 教育課程內化為學生的學習模式。



下面將列出本校在三個階段所作的嘗試：

階段一：數學、科學、電腦科獨立專題研習

中一級科學科

專題名稱：微型濾水廠

內容：應用過濾法和沉澱法原理，運用濾紙、粗幼沙、石春、活性炭等物資製作一個微型濾水廠模型。



中一級電腦及資訊科技科

專題名稱：交通燈

內容：學生於電腦科學習 Arduino 基礎編程，運用紅、黃、綠三色 LED 燈製作模擬交通燈。

中一級數學科

專題名稱：立體摺紙

內容：學生製作可摺合立體圖形，並附上有關公式及資料，自主學習。



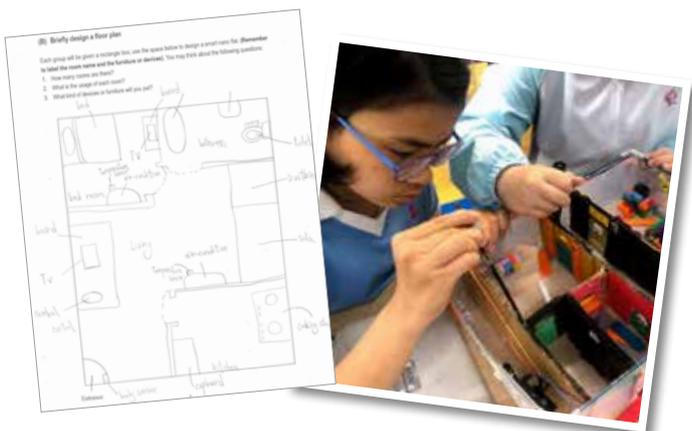
階段二：跨科 STEM 專題研習 (連橫)

中一級跨科 STEM 專題研習

專題名稱：智能蝸居

專題背景：

智能家居裝置是近年室內設計中常見元素，在這個專題研習中學生需設計一個運用 **Arduino** 驅動智能裝置的家居模型。學生需運用右圖所示的跨學科知識技能去進行專題研習：(相關活動詳程可參考 單元六 本校的 STEM 教學活動概覽)

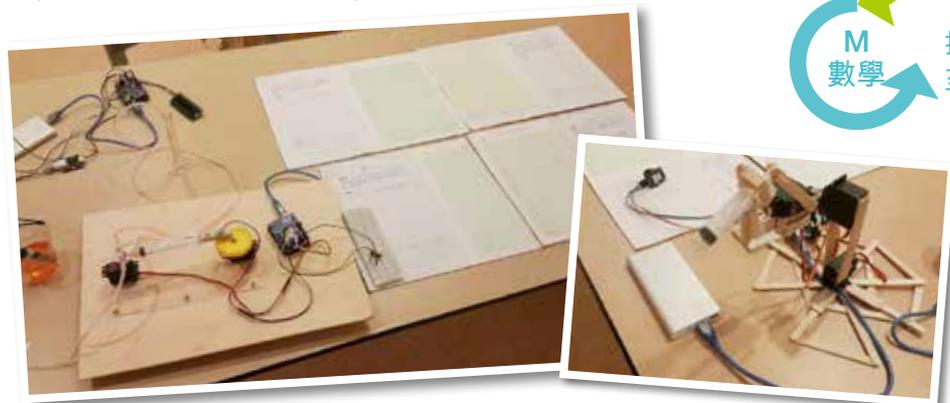


中二級跨科 STEM 專題研習

專題名稱：「鹼」化維生

專題背景：

泥土的酸鹼度對植物的生長尤其重要，然而因各種污染和酸雨的影響，泥土往往會出現偏酸性的情況而不利植物生長，學生要運用 **Arduino** 設計一個可自動控制中和作用的儀器以解決這個問題。學生需運用右圖所示的跨學科途徑去進行專題研習：(活動詳程同可參考 單元六)



階段三：初中級階梯式 STEM 專題研習 (合縱)

中二級跨科 STEM 專題研習

專題名稱：製氧拯救隊

專題背境：

植物透過光合作用可以製氧，這除了為生物提供用於呼吸作用的氧氣外，亦可減低溫室效應，未來可能透過可調控的相關技術用於家居或社區上，甚至用於製作氧氣瓶等器材，作為救援及探索險地(沙井/水底/太空)用途。而光的強度、光色、植物進行光合作用及休息時間的比率，皆會影響製氧率。學生要運用 **Arduino** 設置一個可控的光強度 / 光色實驗裝置以科學化研究上述問題。學生需運用右圖所示的跨學科途徑去進行專題研習：(活動詳程同可參考 單元六)



經過上學年中一、中二級跨科專題研習的嘗試，本校老師透過課堂觀察和學生問卷了解到學生在學習上述三科的興趣及協作能力都有所提升。於本學年，本校善用中二學生去年的「智能蝸居」探究經驗、已有科學知識及掌握的 **Arduino** 基礎技術，深化進行新一階段的跨科 **STEM** 專題研習，並引入 **New Google Sites** 作為平台，讓學生編寫網站展示研習過程中的成果及反思，強化電子學習。我們希望透過中一「智能蝸居」過渡至中二「製氧拯救隊」的合縱經驗，作為階段三的初試，摸索階梯式專題研習的效果、難點及解決之道，以在來年繼續朝三年一貫的目標邁進，組成校本 **STEM+** 的經脈。



七. 學校經驗分享

(十二) 聖嘉勒女書院

Essential Support of Implementing STEM in Schools

STEM core team of St. Clare's Girls' School

Based on our experience in the past two years, we have identified the following essential support for successful implementation of STEM in school.

Leadership as the driver for change

The school has set up a STEM core team comprising the coordinators of all relevant KLAS (Science, Technology & Mathematics). Teachers in this team are responsible for devising a school-based curriculum plan and giving suggestions to the school on resources required (e.g. equipment and facilities needed for the newly renovated STEM room). They also take the initiative to participate in STEM training and share with their panel members any good practices. They play a recognizable role in preparing other teachers and exploring possible and suitable strategies to develop STEM education in the school.

Professional capacity

Building capacity with an external agent

Frontline teachers are busily occupied by daily teaching and administrative work, they may not have the time and knowledge to develop a new curriculum. Hence, support from external organization is essential to solve this fundamental problem. Through joining this University Support Scheme, we received professional advice on developing the STEM activities and assessment tools.

In phase I of the project, S2 students were required to design and make a device that can solve daily problems of the elderly. They had to imagine the life of an elderly, identify the possible problems and then give suggestions. This open-ended topic had aroused the concerns of students towards the elderly and enhanced their creativity and problem-solving skills. However, it was evaluated that the linkage with the existing Science / Maths / Technology curriculum was not strong and no assessment of their subject knowledge was involved. With the advice from EdUHK, the theme for S2 project in phase II was revised. Students designed and made a device for taking care of plants. They had to conduct investigations to identify the necessary conditions for plant growth or photosynthesis and then make a device to provide an optimal condition for plant growth. This linked with the IS curriculum on photosynthesis and students had to apply the knowledge and investigative skills acquired. Mathematical skills were also needed for data treatment in the project, together with the use of microcontrollers learnt in computer lessons (an example of application of technology). The project provided an opportunity for students to integrate the knowledge and skills acquired in all three subject areas.



Other than curriculum design, EdUHK also provided support in developing teachers' understanding and technological knowledge required for STEM (Fig.1). A professional development workshop was conducted for all staff, including non-STEM teachers. It is recommendable for all teachers to have a shared vision on the development of STEM in school. Besides, a workshop on how to lead project was organized for STEM teachers, to equip them with the essential skills for guiding students in projects (Fig.2). EdUHK has had closed communication with the school to update teachers with useful tools for the projects.

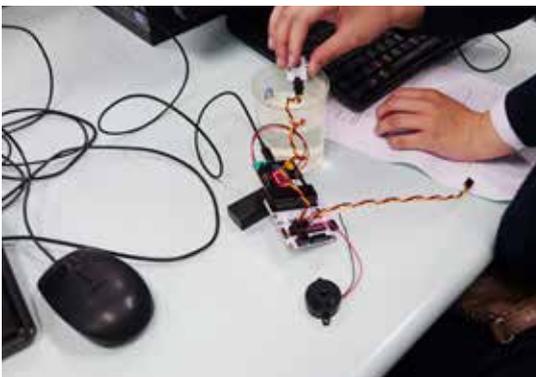


Fig.1 Student workshops on the use of microcontrollers and the construction of smart devices for the elderly





Fig.2 Professional development workshops for teachers on the use of microcontrollers and skills in leading students in STEM project

Student workshops on the use of microcontrollers were also conducted. Helpers from EdUHK also served as mentors in one of our STEM workshops to assist students to make their device.

Building capacity for Learning Community

To provide a platform for teachers to share their teaching experience and good practices, the school has developed a professional learning community in the past few years. Teachers were divided into different focus groups (e.g. STEM Group, LAC Group, etc.) They met regularly to discuss the problems encountered and shared the good practices (Fig.3). This could draw on different expertises of teachers from different disciplines and foster their collaboration. Not only is teachers' capacity enhanced, it is also beneficial to the sustainable development of the whole school.



Fig.3 Professional and peer learning community among teachers

Also in phase 1, teachers once reflected that it was difficult to gather students to discuss the projects as it had to be done outside lesson time. In view of this, in the second phase, a special timetable arrangement was implemented so that two afternoons were freed for STEM project discussion.



Student-centered learning climate

While teacher capacity is associated with the success of STEM education in school, the learning climate among students also matters. Developing students to become self-directed learners has been the major concern in learning and teaching in our triennial school plan. Different strategies have been adopted in all subjects to develop students to become collaborative, responsible, inquisitive and proactive. With the concerted effort of all teachers, these qualities have been developed in our students and demonstrated in the STEM activities. They worked collaboratively to solve the problems and complete the task; they were responsible for their learning by doing research on the topic; they asked questions and sought help from others when had difficulties and they took initiative to learn new knowledge at their own pace.

Taking the recent STEM project as an example, in designing smart devices for helping the elderly, different groups of students had their own ways of collaboration: Some were good at brainstorming ideas and problem-solving, some were responsible for the programming of smart functions, whilst the others helped to build the specific parts of the device. Since the students were not familiar with the technology for providing smart functions, certain groups might have initial unrealistic designs such as voice-recording ring, smart warm jacket with USB heating plates, or drug box with electronic screen and robotic arms. The self-directed research helped the students to understand the actual level of technology required, which led them to revise their designs to more realistic ones, using resources that can be provided by the school.

From their feedback, students liked doing project as it provided chances for them to learn new knowledge on their own, such as the application of micro:bit, which would not be taught in formal curriculum. The project also offered students opportunity to present their products to the guests in STEM Project Exhibition (Fig.4) or on Open Day. This enhanced their soft skills such as strengthening their self-confidence with people and in their work. The project also provided them chances to appreciate the work of their classmates through giving stickers to their favourite groups (Fig.5). Peer evaluation was carried out through giving comments and suggestions to neighboring groups (Fig. 6).



Fig.4: STEM Project Exhibition





Fig.5: Each student has chance to appreciate peer work by putting stickers on their project presentation boards

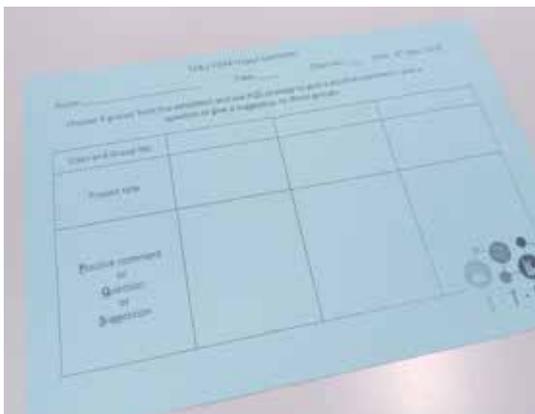
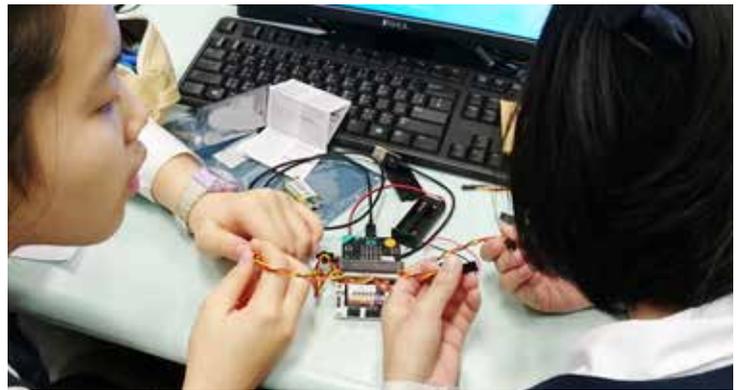


Fig 6: Project feedback form applying PQS strategy for peer evaluation

After all, students' participation and enthusiasm take a crucial role as well. STEM activities should be more diversified and suit the interest and needs of the students. Generally, girls' interest in robots / electronics may not be as strong as boys. Rather, they are fond of cooking and making desserts. In view of this, the S1 project theme was to make a device to facilitate cooking preparation (Fig.7). Students found the experience enjoyable and invaluable as they could really apply their work in daily life.

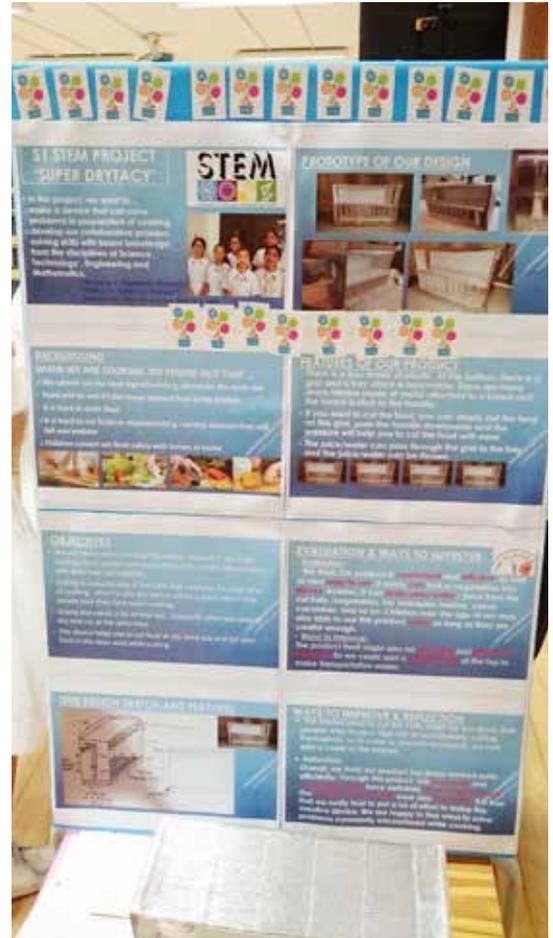


Fig.6 Students' exhibition to showcase their smart cooking devices from their STEM project



七. 學校經驗分享

(十三) 福建中學 (小西灣)

推行校本 STEM 教育的實踐與迷思

陳森泉

寫這篇文章的時候，正藉秋涼，孩子為免著涼，也得加點衣服。但是，對很多孩子來說，這種「涼」，分兩種，一種是自己覺得涼，另一種是媽媽覺得孩子涼。前者，孩子一般都會自覺地多穿一件外衣，但對於後者，孩子都只能不情願地穿上一件父母硬要他穿的外衣，當然也會努力爭取把外衣拿著，說等到有需要的時候再穿。這些日常小事，著實也沒甚麼稀奇，是父母對孩子的關懷與愛的表現而已，但現實是不少孩子對此並不領情！

推行 STEM 教育的目標

讓我們換個角度去思考，學生在學校的學習也有兩種，一種是學生自己覺得有用，另一種是老師覺得對學生有用。對於前者，學生大多會很熱切去學習，但對於後者，學生也只能採取配合課程的心態去進行學習吧！我作為數學教師，我關心的是在學生心中，兩種學習所佔的比例是怎樣的？這個問題，是值得教師深思，更需要負責課程發展的教育專家和官員們勇敢去面對！我對推行 STEM 教育的理解，就是由這個問題開始。

我從事數學教育工作 29 年，也算是經驗不淺，但隨著經驗的累積，越是發現想不通的問題也越多。數學教師大抵都很怕遇到這樣的問題：「指數定律、多項式因式分解、二次方程的判別式、根之和與根之積、有理數無理數和複數、代數分式……有甚麼用？為甚麼要學這樣的數學？不懂這些，長大成人真的會很糟糕？」官方式的回答不外乎是：「這些內容都是將來學習的基礎知識；都是不可缺少的；都是有很多應用的；從中你學會不可缺少的邏輯思考；從中你會看見數學的美……」這樣的回答有一定程度的合理性，但也包含不少「水份」，對絕大部分學生來說都不會產生共鳴，更遑論具說服力！

我不認為學生學習的每一項內容，都必須找到應用、感覺有用、預見應用才去學，但學生感覺不到有應用的內容，絕不應該佔大部分吧！可是我看見的數學教育，卻令人憂心，至於科學、電腦、科技等的學科，從學生的反應看來，也好不了多少！這是我的看法，並沒有甚麼研究報告結果支持，但我身邊有相同看法的人並不少。我相信，教育上出現的問題，基本上都不是由研究報告去發現的，而是先由人觀察發現，再由研究去發掘當中的細節。

要是重新檢視現行的數理科技課程內容，我會把它分為四類：

- (一) 學生認為有用又有趣
- (二) 學生認為有用但沒趣
- (三) 學生認為沒用但有趣
- (四) 學生認為沒用又沒趣

作為課程製訂者、作為課程領導者、作為教師，有責任為學生解決第四類內容的學習，這一類內容，是不是真的沒法子讓學生體會當中的應用呢？對於真的沒有簡單途徑去呈現應用的內容，是不是真的沒法子讓學生享受當中的樂趣呢？這是一個理想，也許是一個無法達成的理想，但必須是一個追求的目標，這就是我們學校推行 STEM 教育所堅持的理念和方向。這是迫切的，因為上面所說的第四類內容，很可能是組成學習內容的一個不小部分！

相對於為國家培育科技人材、為社會培育年輕企業家的願景作為推行 STEM 教育的目標，我們的想法也許顯得平凡，但我們相信，提升學生對學習內容的興趣和擁有感，是基礎教育中最務實和迫切的工作。

推行 STEM 教育的策略

雖說 STEM 教育不是新東西，以往的數理科技課程多多少少都有 STEM 教育的成分，但作為一個校本課程發展項目去推行，在我校可以說是一個開始。在了解不同學校的嘗試，也聆聽了不同機構和出版社的推介，我們發現他們各有特色，但都未能完全配合我校的校情和理念。

也許跟不少學校一樣，同事對 STEM 教育的推行方式和目標都有不同理解，一下子召集所有與 STEM 有關的學科一同參與，效果不一定是最好。因此，我們先從電腦科著手，刻意導入跨學科元素，目的就是要給學生空間，去展示綜合和應用已有知識的能力，給學生驚喜，也期望給同工帶來期盼。然而，單靠一個學科，實在單薄，幸好我們學校的初中還有工藝科和家政科，為學生提供不少動手製作的學習機會，我們就順理成章，把電腦、工藝和家政科進行一些跨科合作，嘗試加入新的 STEM 教育元素。這就是我們推行 STEM 教育的第一階段嘗試。有了學科的參與，是第一步，第二步就要思考如何落實工作，以下讓我作一些說明。

第一年的起步工作

機械人、智能車、魚菜共生等等，都是推行 STEM 教育很受歡迎的項目，但基於以下幾個原因，我們沒有採用它們：

- (一) 價錢不菲；
- (二) 正因價錢不菲，學習過後，學生不會擁有一件屬於自己的製成品；
- (三) 坊間出售的套件，雖然都包含 STEM 教育元素，但不一定能配合學生在其他學科的學習內容，這容易把 STEM 教育變成一個新的獨立學科，不能與學生的已有學習有機地結合起來。

與工藝科教師商討後，我們決定把工藝科現有的習作作為載體，加添 STEM 學習元素。在中一級，我們選擇把一個木工製作的恐龍模型加入互動功能；在中二級，我們選擇把一個木工和布藝製作的枱燈加入智能部分。



圖片一 (互動恐龍)

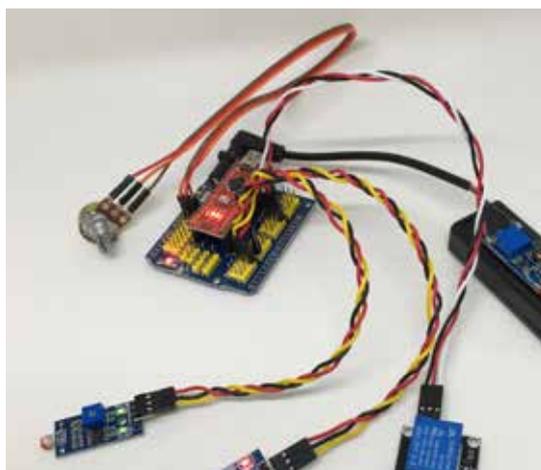


圖片二 (智能枱燈)



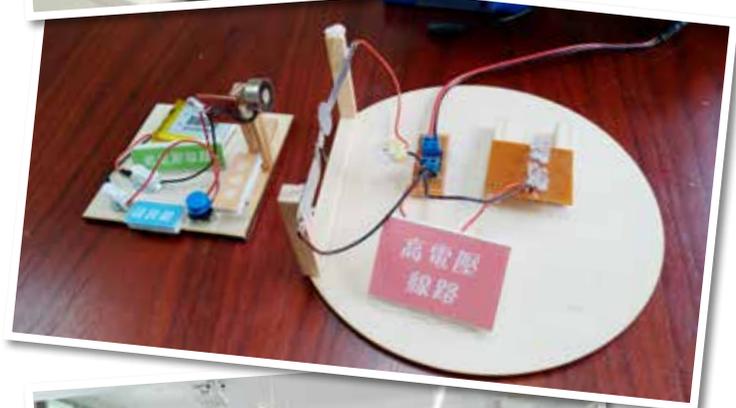
如何加入互動和智能部分，又是一個需要解決的問題。我們都知道，學生的電學知識有限，電子方面的認識就更不用說。購買套件也許是一個選擇，但市面上出售的電子製作套件，雖是百多元一套（著實也不算便宜），但當中包含的很多零件對於製作恐龍和枱燈，根本用不上，變成浪費。推介的商人建議讓學生多做幾種不同的電子製作，但這樣做，電腦科技課程就變成了電子製作課，一下子把電子製作變成了課程的主要部分，那就是 STEM 教育嗎？我可不是這麼想！

經過一個暑假的試驗，終於決定為每個學生用大約 30 元的價錢，購置 Arduino Nano 相容的微處理器和所需的感應器和電子元件。選用 Nano 的原因除了是價錢相對便宜外，最主要是體積小，可以內置於模型之內，而 Uno 和 Microbit 就沒有這些優勢。



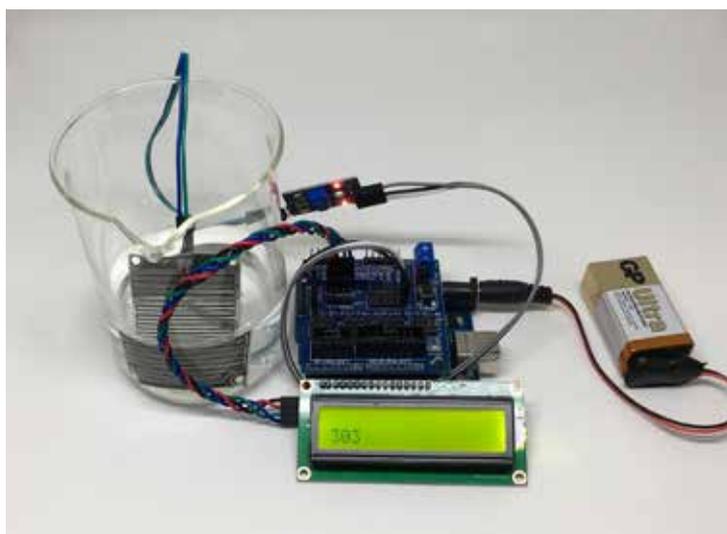
圖片三 (完成了的電子部分)

在教學實踐中，指導學生接上線路，編寫程式，都是少不了的內容。當然，遇到的困難也不少，學生表現的差異也非常大。但當弄清楚我們的教學目標並不是要學生掌握編程能力，也不是要掌握電子學專門知識，而是要讓學生有機會認識身邊熟悉的智能產品到底暗藏著甚麼他們能理解的原理，那就會發現教學成效離成功並不那麼遠！在教學過程中，我們不會把重點放在編程語言的細節上，也不會要求學生學習一堆電子學的專有名詞。我們透過把 LED 燈燒掉讓學生留意日常所見的電池的電壓；利用可變電阻調較 LED 燈閃動頻率探討人的眼睛對於殘留影像的反應；利用三色 LED 燈，觀察三原光和三原色之間的互補關係，再進而製作調光器。在智能枱燈製作中使用了繼電器，我們便順勢把電生磁的物理現象如何變成電動開關的故事娓娓道來。在編程教學中，我們強調如何把看似複雜的行為，轉化為簡單的機械行為。教學的目的只有一個，就是要讓學生體會到硬知識如何演變成應用，再變成有趣的小玩意。



第二年的深化工作

第二年工作的最大亮點，就是初中科學科的加入。在原有的基礎上，初中各級學生都會在電腦課堂製作一個感應器，用以測量飲品或液體中鹽份的濃度。學生在電腦課堂進行接線及編程，然後把儀器在科學的實驗課中進行調較，利用採集所得數據結合數學方法，把儀表讀數與鹽份濃度的關係找出來，最後嘗試把儀器變身為一台具使用價值的工具。當中涉及的知識和能力，都是科學科和數學科現有的課程內容。



圖片四 (測量儀器與溶液)

當我在寫這篇文章的時候，中三級剛開始進行鹽份測量器的學習單元，當中會出現的教學困難和學習成效還有待觀察。

結語

經過一年多的嘗試，校本發展的 STEM 教育工作是充實的，也為學生的學習帶來不少驚喜。在教育大學支援人員的專業協助下，在推動跨科協作及對課程實踐進行反思方面，著實得益不淺，亦有賴學校同事們的努力和超常的投入，為往後的發展營造了很好的條件。

然而，當我們站在高一點去檢視 STEM 教育的發展，當中的挑戰仍有不少。現階段的課程，重點仍放在擴寬學生的認知和提升學生的觀察和聯想力，對於章顯學生的創意，推動自我探索方面，仍有很大的努力空間。

理想的 STEM 教育，也許不單單是特別開設的 STEM 課節，也不是新興的 STEM 教師的專責工作，而是每一個數、理、科技教師在教授自身課程時的當然任務。沿著這個方向去思考，就會發現幾個我們必須克服的問題：打破學科的樊籬、改變評估學生數理科技能力的方法、提升教師駕馭 STEM 相關學科知識整合的能力和信心、以及如何把 STEM 教育的發展重點從初中延展至高中，為學校 STEM 教育的完整發展營造健康的氛圍。



七. 學校經驗分享 (十四) 觀塘瑪利諾書院

優化 STEM 活動的再思

黎子才

引言

觀塘瑪利諾書院是一間歷史悠久的天主教英文男校。學校在課程管理方面持開放態度，給予老師很大的課程設計自由度，亦很支持與科學相關的學科學辦多些 STEM 活動。有幸參與香港教育大學負責推展的 STEM 專業發展項目計劃，成為 14 所項目參與學校之一，得到教大團隊的專業協助，獲益良多。本校科學科老師希望可以透過此支援項目，進一步提升學生對科學的興趣及參與度。與教大團隊討論後，決定以中二級之前的製作雞蛋保護器為藍本，以同學無需於活動前學太多艱深理論為前提，並重新審視過往的不足，讓同學了解工程設計的流程。

	原有的專題習作	Pilot program 的專題習作
題目	設計及製作雞蛋保護器	設計及製作降落裝置
背景	沒有提供	空投救援物資
裝置大小及質量的限制	老師制定	同學制定
保護的物品	老師制定 (生雞蛋)	同學投票決定 (煮熟的雞蛋)
流程	介紹及分組設計 學生在家製作模型 在校測試及匯報 提交書面報告	介紹及分組設計 學生在家製作模型 在校測試及匯報 (1) 學生在家修改原有設計 在校測試及匯報 (2) 提交書面報告
目標	保護從高處落下的生雞蛋	保護從高處落下的熟蛋及 降落在指定位置 (在操場以「X」標示指定位置)

情景提升學習動機

經修改後的專題習作仍以保護由高處落下的物件為首要目標，老師在介紹專題習作時搜集了不少有關空投救援物資的參考資料，作為專題習作的背景，藉此引發學生的學習動機，令學生提出不少關於空投救援物資的問題，例如飛機的飛行速度、高度、如何保護物資、哪些物資需要特別保護、天氣如何影響空投的準繩度等。老師無需解答學生的所有提問（只是追求標準答案本身亦不是科學課程的原意），但會引導學生思考各種可能性。學生明白空投的準繩度非常重要，這也順理成章地成為專題習作的兩個目標（保護空投物及準確降落）之一。

老師於專題習作中創設讓學生能真實運用知識的情景，是為了提升學生學習的探索空間，學生要解答的是研究問題而非資料複述性問題，目的是引發學生進行探究的學習需要，從而產生自主學習。創設情景可由相關知識的實際應用出發，但需簡化成學生能力可處理的程度，令學生能靠自己及同組同學也能學習與創作，老師在有需要時從旁提供適當的引導，便能從創設情景中提升學生的學習動機，也增加了學生對學習的興趣。



學生定細節 增加投入度

這次專題習作的另一不同之處在於學生在習作簡介的課堂上就降落裝置的大小、質量限制，及應保護的物品踴躍發表意見，讓學生有更多自主空間正是教大的教授提出 STEM 活動應有的特質。學生可以就習作細節提出建議，大大提升他們的自主度以至參與度。學生亦不會天馬行空地提出不設實際的做法，例如有學生提出讓罐裝汽水從高處落下，其他學生則會考慮到安全而不接納該建議。從學生之間的互動可以見到學生的潛能，老師通常都可第一時間指出學生考慮不周，其實學生之間亦有能力互相提點，老師只要從旁引導，確保學生學習方向正確已經足夠。學生有多些機會定細節，則不會認為做專題習作只為滿足老師的要求，以「交功課」的心態了事。

問題導向式的學習，可由老師引發問題，然而學生經思考後，便應進一步能自主地找出問題。老師的角色，是引導學生多觀察，多發問及多推理，有系統的描述和推理可令學生更易掌握知識。而更大的自主空間，亦令學生對整個習作認真地作全盤思考，比起傳統教學直接教授知識，更能培育學生的分析與批判的能力，以達至多元化學習。



重視工程設計的流程：設計 → 測試 → 修改設計

工程設計就是不斷修改完善的過程。最初的設計只是一個大方向，從大方向到最終的產品出爐，必然經過無數次的測試，修改，再測試，再修改的過程。要學生明白這個過程的最佳方法就是讓學生經歷整個過程。

工程設計的流程	是次專題習作的流程
研究解決問題的方向	學生提出的可能方法： 1. 包裹空投物 2. 減低空投物下降的速度 3. 在降落點鋪設保護物料 4. 其他 5. 以上方法的結合 有學生指出在降落點鋪設保護物料在現實中的可行性低，而部分學生則嘗試從互聯網搜尋相關資料，避免從零開始
確立解決問題的方向	多數學生集中以包裹空投物及減低空投物下降的速度為目標
設計	1. 學生討論不同設計的效能、穩定性、成本、製作複雜程度等 2. 繪畫設計圖，讓其他人明白設計者的想法及要求
採購物料	1. 學生找一些環保物料或購買物料以製作模型，有學生指出當中的困難在於部分物料不可散買，他們繼而想到游說其他同學用相同物料，以降低成本
製作模型	學生於課餘時間製作模型並自行測試，但礙於安全考慮，他們沒有機會真正從 10 米高度測試降落裝置。這亦令學生明白到現實情況中作測試確實會面對不少限制，所以設計時亦不可馬虎，必須考慮周詳
測試模型	學生在課堂上測試模型，並把過程攝錄，以作分析之用，期望從中找出改良模型的方法
改良設計及修改模型	部分學生只需作簡單修改，部分學生則選擇放棄原有設計，重頭做起
再測試模型	大部分經修改後的模型的表現都有明顯進步，保護能力較強，及降落點更接近「X」
大量生產	不適用

學生經歷整個過程後明白在工程項目中，“沒有最好，只有更好”。所謂的失敗只是完善產品的過程，是工程的必經階段。



老師的反思

固有框架限制創意

作為老師，帶領學生進行專題研習時往往會面對一個兩難的情況，就是應該「教」多少。如果教太多，學生可能離不開固有框架，難以發揮創意，如果教太少，則擔心學生毫無頭緒，不知從何入手。根據過往經驗，學生通常都會製作一個降落傘，降落裝置下降時降落傘會打開，降低下降速度以減少衝擊力。一些學生則會以不同物料包裹受保護的物件，以吸收震盪，能夠憑創意想出其他方法的學生並不多。

收穫，啟發和未來方向

比起傳統的學習模式，STEM 的活動體驗已令校內學生的自學風氣有所改善。將來老師如再設計一些 STEM 活動，其中一個要顧及的重點就是開學前的開會協調，全年裏面老師會預留多少時間去做這一類型的活動，例如我們在中一級計劃了三個 STEM 活動，那三個活動的目標和形式就應該要有協調，以免活動流於單一類型。課程方面也可及早部署或作若干遷就，令學生能有多些背景知識去應付這一類活動。

專題研習開始前，從與教大的專業團隊交流中，得知可以運用發條玩具中的裝置以控制降落傘在適當時候打開，從而減低側風的影響，以達至控制落點的效果（降落傘打開前，降落裝置以較快的速度下降，受側風影響較少；若降落傘太遲打開，則無法有效減低速度及減少衝擊。然而，若將這做法告知所有同學，則會限制了學生的創意。因此，我選擇了提醒學生控制下降速度的重要性，至於如何控制降落裝置的下降，則由學生自行想辦法解決（圖一及圖二）。這種教學策略頗能奏效，例如有些降落傘裝置，最初的設計是將降落傘摺起，並置於裝置的較入位置，經測試後，學生發現此舉會令降落傘難以張開，因此將降落傘調整至較外露的位置。另外也有裝置於測試降落時不斷旋轉，學生便考慮如何將裝置平衡以減少旋轉的影響。



圖一：調整後的降落裝置。



圖二：學生在測試時自行拍攝影片，之後會分析影片所見的降落過程，以對裝置作進一步改良。



總結

STEM 專業發展項目讓老師對 STEM 教育有更立體的了解，包括理論、教學目標訂立、活動設計、教學技巧，及評核方法等都能兼顧，就同學而言，能有機會參與更多有系統的 STEM 活動，以至提升學習興趣和培養不同方面的能力。STEM 教育在香港仍是起步階段，大家摸著石頭過河，期望同工繼續發揮創意，多交流，多協作，跳出框框，為學生提供更多元化的學習機會，發揮學生在 STEM 的潛能。



八. 計劃評鑑

本項目採用了多元的評鑑方式，包括問卷調查，面談和與學校 STEM 團隊進行評鑑會議，評鑑本項目對三方面的影響。第一方面是對 STEM 教育領導的影響，第二是對教師專業發展的影響，而第三方面是對學生學習的影響。本章只報告有關評鑑結果的撮要，詳細的評鑑數據已刊於送予個別參與學校的報告之中。由於在本書截稿時，第二週期活動的評鑑工作仍在進行中，所以本章主要收納第一週期的評鑑結果。

學校 STEM 教育的領導方面：

根據支援團隊對學校 STEM 領導老師的問卷調查結果，經過第一週期活動後，領導老師在以下三方面呈現較大的進展：

- ▶ 評鑑推行校本 STEM 教育項目的能力
- ▶ 運用社區資源支持校本 STEM 教育
- ▶ 設計綜合課程及跨科協作機制

綜合支援團隊與各校領導的訪談和檢討會議的結果，以及團隊的觀察所得，本項目對學校領導層面發揮了如下的影響：

- ▶ 促進學校建立跨科協作機制，以取得跨科協作的經驗。
- ▶ 促進校本 STEM 教育項目的實踐
- ▶ 制定符合學校需要的校本 STEM 教育發展策略
- ▶ 發展學科之間的交流和分享文化，並意識到建立這種文化的重要性和潛力
- ▶ 意識到校內學生在常規課程框架下尚未顯露的潛質

教師專業發展方面：

為了解本項目對教師專業發展的影響，本團隊在活動前和後都對參與老師進行問卷調查，並根據調查結果作出了比較和分析（截至完成第一週期活動為止），發現在第一輪活動完成後，老師對 STEM 教育的理解和推行 STEM 教育的掌握程度均有所提升，在以下項目的提升尤為明顯：

- ▶ STEM 教育的目標
- ▶ 綜合式 STEM 教育與傳統數理教育的分別
- ▶ 工程設計在 STEM 教育中扮演的角色
- ▶ 對科技及科技工具的認識
- ▶ STEM 教育與自主學習的互動關係
- ▶ 跨科學習目標的釐訂
- ▶ 如何設計能配合常規課程的 STEM 教學活動
- ▶ STEM 教案和教學指引的設計
- ▶ 工程設計概念和過程技能
- ▶ 各 STEM 學科如何進行協作、設計和推行 STEM 教學活動

在訪談和檢討會議上，老師認為由支援團隊安排的支援活動能幫助他們在以下各方面推行校本 STEM 教育：

- ▶ 向老師提供有關籌劃 STEM 活動和如何扣緊課程的意見。
- ▶ 收集和分析學生對 STEM 活動的回饋，讓老師了解學生的學習所得和困難所在。
- ▶ 由支援團隊直接到校，在進行活動前讓老師，親身體驗活動的實際操作情況和在教學上可能會遇到的難點。
- ▶ 通過舉行教師專業發展工作坊及研討會，提高學校 STEM 老師團隊對 STEM 教育的理解，並讓老師認識如何在 STEM 活動中運用微控制器等科技裝置。
- ▶ 邀請本地和海外專家進行 STEM 教學示範，讓老師體會 STEM 教學的不同模式。

根據問卷調查、面談、評鑑會議的觀察所得，儘管老師對於所有調查項目的自我評估皆屬正面，但對以下項目的正面程度較其他項目略低：

- ▶ 自主學習的目標和過程
- ▶ 利用真實情境，發展學生的解難能力及創意
- ▶ STEM 教育與現行課程的關聯

綜觀第一週期活動的實踐結果，老師在推行 STEM 教育上仍面對不少挑戰。最明顯的是如何將 STEM 教育和常規課程緊扣在一起，並從常規課程挑選合適的課題，設計綜合式 STEM 教學活動。另一點令老師費煞思量的是如何設計鷹架，引導學生進行自主學習，發展解難能力，並在教學過程中，照顧個別差異。此外，如何令學生在綜合解難活動中學習和應用數學也是較為棘手的問題。最後老師亦關切如何評估 STEM 教育對學生學習的影響。

學生學習方面：

是次問卷調查共收回來自 14 所學校的 1946 份有效問卷。根據支援團隊對調查結果所進行的因素分析，學生的自我評估可以分為七個維度：

1. 學習動機及自我準備程度
2. 自主學習能力
3. 溝通和協作
4. 後設認知
5. 對 STEM 學習及解難的態度
6. 對工程設計的掌握
7. 對 STEM 學科的興趣

學生對所有維度的整體反應皆呈正面。其中以「溝通和協作」、「學習動機及自我準備程度」，「後設認知」及「對 STEM 學習及解難的態度」這四方面最為正面。對於「自主學習能力」和「對工程設計的掌握」的評估，雖然仍屬正面，但程度卻較其他維度為低。小學和中學生的結果雖然呈現相同趨勢，但程度各異。小學生的觀感在各個維度上要比中學生更為正面；但中學生對各個維度的評估則較小學生平均。中小學生的不同觀感程度也許與他們的年齡、背景、進行 STEM 活動的經驗和 STEM 活動所帶來的新鮮感有關。



就問卷的個別項目而言，表 8.1 顯示兩組學生呈最大程度正面反應的項目。表 8.2 則顯示兩組學生呈最小程度正面反應的項目。

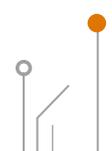
排名	小學生	中學生
1.	對學習新知識更感興趣	與他人合作更感興趣及準備更充分
2.	與他人合作更感興趣及準備更充分	更感到科技有用
3.	對學習科技更感興趣	對學習新知識更感興趣
4.	更感到科技有用	對自己的優點和缺點更為了解
5.	更能與他人合作	更能與他人合作

表 8.1：中、小學生呈最大程度正面反應的項目

排名	小學生	中學生
1.	STEM 能幫助我更成功地學習及解決問題	更感到數學有用
2.	更能測試和改良我的設計	STEM 能幫助我更成功地學習及解決問題
3.	更經常對課堂及活動作出反思	更能測試和改良我的設計
4.	更感到數學有用	更經常對課堂及活動作出反思

表 8.2：中、小學生呈最小程度正面反應的項目

綜合以上的比較結果，中、小學生對 STEM 的觀感頗為接近。令他們印象較深刻的是 STEM 所帶來的新知識和科技，以及與朋輩溝通和合作的機會。不過，無論對於中學生或小學生來說，在發展自主學習和解難能力上仍有待加強。很明顯，學生在這兩方面的發展並不如新知識和科技所帶來的沖擊那樣立竿見影。老師也許需要制定較長遠的發展策略，並持之以恆，才能逐步提升學生的自主學習和解難能力。還有一點中小學生反應一致的，是他們對數學的觀感的提升遠不及科學和科技方面來得明顯。可見數學在綜合式 STEM 教育所扮演的角色仍有待加強。



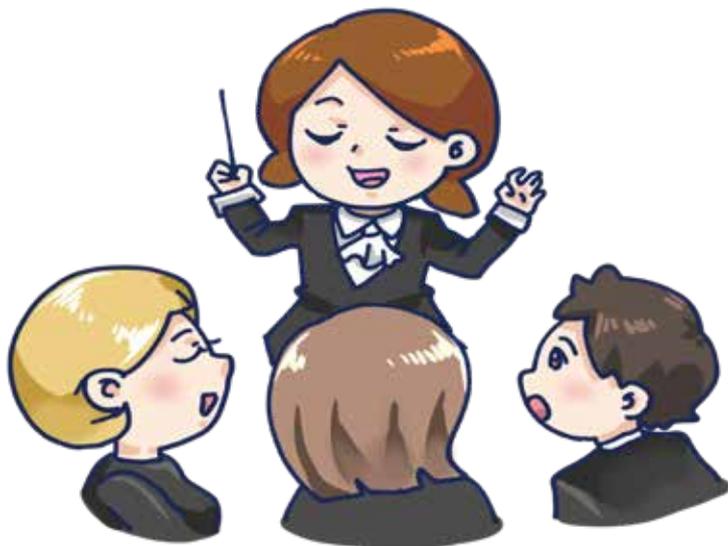
九. 計劃成果對發展校本 STEM 教育的啟示

(一) 推行綜合型 STEM 教育的重要策略

過去一年來，支援團隊與學校攜手並進，基於學校對 STEM 教育的願景、學科和師資組合、學校文化和政策，共同探索適合學校的 STEM 發展道路。經歷嘗試、反思、評鑑和沉澱等過程，支援團隊歸納了推行 STEM 教育的一些重要策略。以下是對這些策略的分析：

策略一：發揮領導角色，推動學科綜合及跨科學習

本計劃突顯了學校領導在推動校本 STEM 教育上舉足輕重的角色。校本 STEM 教育的領導問題，可以從兩方面去剖析。其一是由誰來領導，其二是如何領導，各參與學校的做法不盡相同。就領導者而言，部份學校是由校長親自領軍，如陸慶濤小學和陳楷紀念中學；部份是由副校長、助理校長或課程發展主任居中協調；其餘的主要是由個別科主任負責統籌。校本 STEM 教育的領導架構與學校的制度和文化是相關的，包括權限和分工方式，當然，也與學校對 STEM 教育的願景，以及對 STEM 綜合課程的理解和期望，不無關係。



從支援團隊的觀察所得，高層次的領導有利於釐定全校政策，動員不同學科的老師，協調各科課程及教學內容，令跨科學習更容易落實。不過，對於分科文化較強的學校而言，由個別 STEM 學科主任統籌亦屬可行。科主任若能銳意在本科中滲入其他學科元素，也有不錯的效果。有關各校如何領導和統籌跨科協作，在「策略四：建立專業群體 共謀科際協作，促進跨科學習」一節中，會有更詳細說明。

策略二：提供鷹架，引領自主學習

STEM 教育的特點在於鼓勵自主學習。自主學習是發展創意思維和解難能力的鑰匙，亦是身處廿一世紀所需要掌握的重要技能。自主學習和後設認知能力的發展存在緊密的互動關係。可是，當學生還未掌握自主學習的竅門之前，老師的介入是有需要的。但如何介入？介入多少？則視乎教學目標、學生的能力和問題性質而定。

針對校內的具體情況和起步點，參與學校作出了多方面嘗試，包括由老師指導學生完成恐龍模型製作，如福建中學，以至由學生自行草擬有關解決高齡健康問題的項目計劃書，並付諸實行，如聖嘉勒女書院（附件一）。前者偏向由老師主導，著力培養學生的基礎能力後，才逐步加強自主學習元素。後者則以問題帶動學習，屬較高層次的自主學習模式。

其餘大部份學校所採取的策略是介乎兩者之間，由老師透過工作紙提供鷹架，引導學生在不同階段，進行不同程度的自主學習，讓學生在適度指引下，經歷探究和設計過程，以解決問題。附件二是呂明才中學為中二學生設計的自製電容車活動工作紙，從不同方面引導學生探究電容車的性能。讀者可以將附件一和附件二的鷹架設計作一比較，以了解兩者如何引領學生進行自主學習。



老師的鷹架設計不僅限於文字形式。基華小學(九龍塘)所進行的家居電路設計活動中，每當學生在製作電路遇上困難，老師便會讓他們觀察示範桌上的一些設計樣本，以提供解難的線索；陳楷紀念中學則安排學生利用已上載的二維碼，查考 Arduino 編碼的資料，幫助他們解決編程上的問題。呂明才中學的老師更自行攝錄電容車基本裝置的製作方法，讓學生繞過製作上常遇到的技術問題，集中探究提高電容車效能的方法。其他如瑪嘉烈戴麟趾學校在進行動力船活動前，亦特為同學準備了與船相關的閱讀材料，讓學生對船的運作原理有初步認識。根據老師的整體回饋，有效的鷹架設計能幫助減低活動的難度，令學生較容易獲取成功感，有助加強解難的自信心和動機。



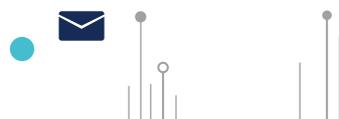
策略三：掌握和靈活運用多元 STEM 活動模式

根據學校的實踐經驗，STEM 活動的綜合模式可謂變化萬千，難以盡錄。無論在活動目標、橫跨學科的廣度、各學科所佔的比重和整合方式、問題性質和情境，以至科技的融入程度都不盡相同。從這些多元化活動中，我們嘗試辨析 STEM 教育活動的不同類型，幫助老師釐清 STEM 活動的學習目標範圍和可行的綜合模式。不過，限於本項目的活動內容和活動數目，難以作出很全面的分類。況且，任何分類方法都不可能只有一種。這裡所提出的分類方式只供參考。



大體上，STEM 學科的整合模式可以分為兩大類。第一類是探究為本模式，第二是設計為本模式。每類又可以按活動內容及其涉及的科技 / 工程元素分為若干子類。表 9.1 對這兩類整合模式的目標、活動主體、學科內容重點、科技和工程的運用、實行方法和優點作一比較。

	探究為本綜合模式	設計為本綜合模式
目標	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 解答科學問題或數學難題，研究科學現象 ▶ 深化對科學或數學概念的了解 ▶ 增強科學探究技能或數學推理能力 ▶ 培養科學態度或數學學習態度 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 應用 S、T、E、M 的知識，進行創意設計，以解決問題 ▶ 培養廿一世紀技能 (例如：自學，解難等)
活動主體	科學探究，數學推理	依據設計循環，進行工程設計及製作
學科內容	<p>科學為本 強調科學知識或探究技能的鞏固和運用</p> <p>數學為本 強調數學知識，推理及運算的學習，鞏固和運用</p>	以工程設計為平台，整合科學、科技、工程、數學各科內容 (或其他 STEM 以外學科如視藝等) 於其中，強調學科知識的綜合運用
科技 / 工程的運用	<p>模式 (一)*：以科技 / 工程作為科學探究或數學推理和運算的載體</p> <p>例子：</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 探究影響降落傘降落速度的因素 (如傘面形狀、面積等) 及通過數據分析，找出各種因素之間的相關性 (梁潔華小學) ▶ 利用飲管製造高塔，找出影響位能轉化為動能的因素 (呂明才中學) (圖 9.1) ▶ 製作投石車，探究槓桿原理和投射角度 [漢華中學 (小學部)] ▶ 製作動力船，探究船身設計與航行速度和載重的關係 (瑪嘉烈戴麟趾學校) (圖 9.2) <p>模式 (二)：利用現代科技 (包括 資訊科技) 作為探究工具，延伸探究空間</p> <p>例子：</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 利用傳感器量度有關空氣污染的實驗變數 (田家炳小學) ▶ 利用微控制器控制光照時間，探究光照時間和光色對氧氣生成的影響 (匯知中學) (圖 9.3) ▶ 利用傳感器測量和計算飲品中的鹽份濃度 (福建中學) (圖 9.4) 	<p>模式 (一)：利用先進技術如立體打印和激光切割等進行工程設計</p> <p>例子：</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 利用立體打印技術，製造望遠鏡的部件 (何玉清中學) <p>模式 (二)：在製成品中加入科技部件或運用編程，令產品發揮理想功能，以解決實際問題。</p> <p>例子：</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 裝配不同傳感器、馬達、微控制器等組件，製造智能家居控制裝置 (陳楷紀念中學) (圖 9.5) ▶ 在恐龍模型上，配置微控制器控制 LED 燈的開關 (福建中學) ▶ 利用微控制器、傳感器和馬達，控制和維持適合植物生長的理想環境 (聖嘉勒女書院) (圖 9.6) ▶ 製作自動感應開關的禮物盒 (田家炳小學) ▶ 利用 micro:bit 製作環保互動遊戲 (陸慶濤小學) (圖 9.7)



	<p>模式(三)：借助工程方法，改良傳統科學實驗的設計</p> <p>例子：</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 以人工方法製造水藻球，取代水生植物進行光合作用的探究(何玉清中學)(圖 9.8) ▶ 設計/製作自動化裝置，探究酸鹼中和作用(匯知中學)(圖 9.9) 	<p>模式(三)*：應用科學概念及其他方面的知識，進行工程設計及製作</p> <p>例子：</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 製作螢光棒(梁潔華小學) 應用閉合電路原理，設計和製作光效聖誕卡[基華小學(九龍塘)] ▶ 運用光反射原理，設計和製作魔術錢箱(郭一葦中學) ▶ 設計和製作量度質量的儀器(觀塘瑪利諾書院)(圖 9.10) ▶ 應用光折射和焦距等概念製作望遠鏡(何玉清中學)
方法/活動過程	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 進行經科技優化的傳統科學探究/實驗活動 ▶ 以工程方法創製有利於科探或數學推理的創新性學習活動 	<p>進行工程設計循環</p> <p>(包括辨識問題、研究、設計、製作原型、測試、檢討、優化、發佈結果和再優化)</p>
優點	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 提高科學探究的效能和準確度 ▶ 擴闊傳統探究的範圍及設計空間 ▶ 透過引入科技與工程，優化課本的實驗或創製新實驗，令實驗更有趣 ▶ 提供更多手腦並用的機會 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 活動較生活化：透過實際應用，鞏固已有知識如科學方面 ▶ 透過解難，創造學習新知識的空間，並促進自主學習 ▶ 橫跨較廣闊的學科範疇 ▶ 通過構想解難方法，讓學生發揮創意 ▶ 賦予學生滿足感和成就感 ▶ 提供更多手腦並用的機會

* 探究為本式綜合模式(一)與設計為本式綜合的模式(三)的做法頗為接近。兩者的主要分別在於前者著重培養探究技能或鞏固學科知識，工程設計被視為手段，例如梁潔華小學所設計的探究影響降落傘降落速度因素的活動便屬於前者(附件三)。後者則著重應用包括科學方面的多元知識，通過工程設計和製作科技裝置，解決生活上的問題。因此，相比前者，後者對工程設計的要求較高。當然，有些活動會兼備這兩種模式的特點，可被視為探究與設計的共同體。

表 9.1 各類型 STEM 學科整合模式的比較

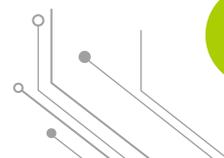




圖 9.1 利用飲管製造高塔，找出影響由位能轉化為動能的
因素 (呂明才中學)

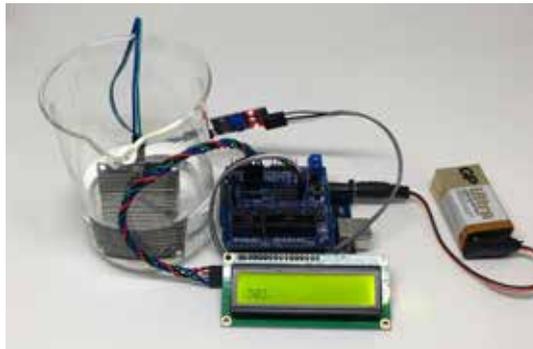


圖 9.4 利用傳感器測量和計算飲品中的鹽份的濃度 (福建
中學)



圖 9.2 製作動力船，探究船身設計與航行速度和載重的關
係 (紅十字會瑪嘉烈戴麟趾學校)



圖 9.5 裝配不同傳感器、馬達、微控制器等組件製造智能
家居控制裝置 (陳楷紀念中學)



圖 9.3 利用微控制器控制光照時間，探究光色與氧氣生成
的關係 (匯知中學)

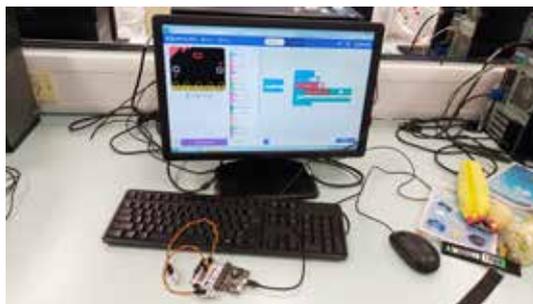
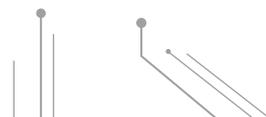


圖 9.6 加入微控制器、傳感器和馬達，控制和維持適合植
物生長的理想環境 (聖嘉勒女書院)



圖 9.7 利用 micro:bit 製作環保互動遊戲 (陸慶濤小學)



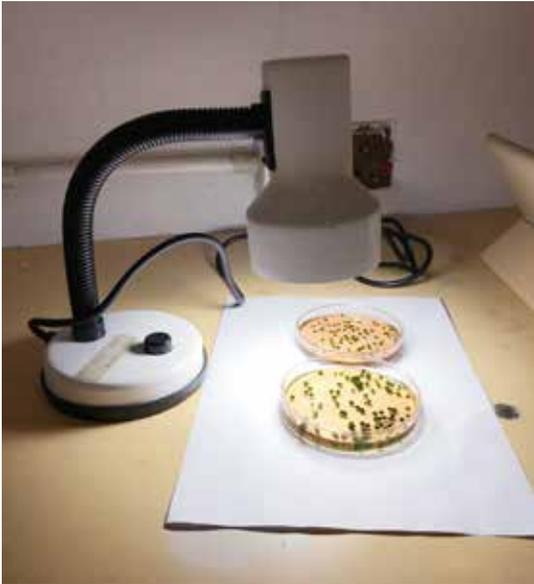


圖 9.8 以人工方法製造水藻球，取代水生植物進行光合作用的探究 (何玉清中學)

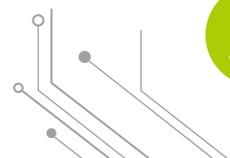
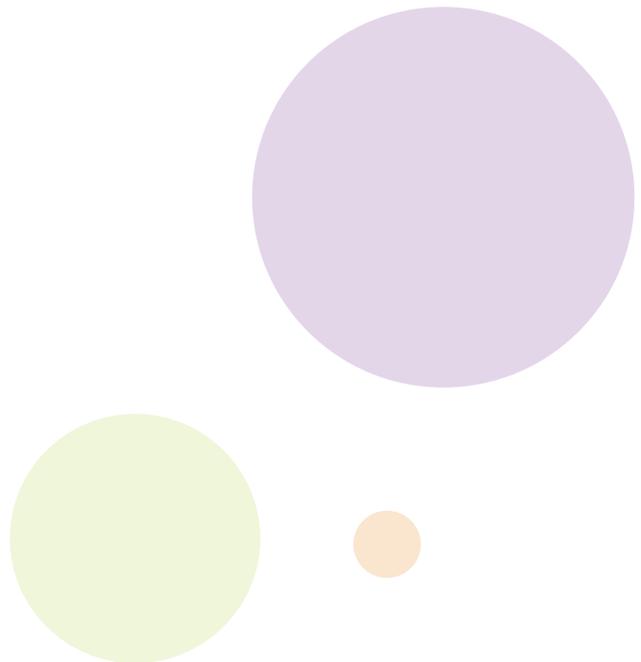


圖 9.10 設計和製作量度質量的儀器 (觀塘瑪利諾書院)

以上各類型活動難免會有所重疊，亦可以組合成更多不同類型的活動。總而言之，只要老師能抓緊 **STEM** 教育的理念，活動設計的空間可以是無窮無盡。學校可因應校本 **STEM** 教育的目標，參考不同活動類型，設計多元化 **STEM** 綜合活動，以配合其需要。



圖 9.9 設計 / 製作自動化裝置，探究酸鹼中和作用 (匯知中學)



策略四：建立校內教師專業群體—共謀科際協作，促進跨科學習

由於 STEM 涉及學科的綜合，學科之間的協作至為重要。就科目範圍、協作模式和程度而言，參與學校之間存在著頗大差異。此點已在「策略一：發揮領導角色，推動學科綜合及跨科學習」一節中清楚點出，在本章的另一節：「邁向一個課程單元設計框架」會作更詳細論述。但不管協作是以何種方式進行，成效取決於不同學科老師能否摒除科目之間的壁壘，彼此衷誠合作，共同解決教學協調上的問題，從而達致學科與跨科學習的目標。



在老師協作方面，參與學校的好些做法值得推廣。以常識科團隊作為推行 STEM 活動骨幹的漢華中學小學部為例，為克服大部份老師不熟稔科學或 STEM 知識這個困擾著小學的老問題，該校的常識科團隊儼如一支機動部隊，從設計和編排 STEM 活動到課前的模擬試驗，皆以集體方式進行，務求令團隊中所有老師都能充份掌握活動內容、教學要點和技術難點。當然，如果學校團隊中有成員能同時教授不同科目，好像田家炳小學的電腦科老師自薦同時任教常識科，跨科教學自然事半功倍。

部份中學是由不同 STEM 學科老師共同設計學生工作紙或活動指引。這類工作紙的功能近似一個簡單的跨科課程單元，可作為各科老師協作的平台，讓各科老師聚首一堂，制定與各學科相關的教學目標和內容，並從中了解不同科目在活動中的角色。中學方面，匯知中學、聖嘉勒女書院、何玉清中學和陳楷紀念中學均組成了包含科學科、電腦科、設計工藝科和數學科等的跨學科 STEM 團隊，共同策劃 STEM 教學活動，盡量令相關學科的內容融入其中。陳楷紀念中學更邀得實驗室技術員加入團隊，提供技術和資源運用方面的意見，也讓技術員了解活動的具體要求，令活動能在足夠技術支援下進行。為方便專業群體成員騰出時間進行共同備課，部份學校特意編排任教同一年級的 STEM 學科老師有同一空堂時段。由此可見，要成功推行協作教學，有效的統籌、團隊的組成和團員的投入是重要因素。

策略五：打好學科知識和技能基礎，發揮分科與綜合教學的協同作用

綜合認知能力的培養不可能一蹴而就，自主學習亦然。學生需要先建立學科的基本知識和技能，尤其是過程技能，包括科學探究技能和運算思維等。這表示在常規分科教學上，除了強調概念學習，還須讓學生手腦並用，以培養相關探究技能及背後的高階思維。否則，當遇上複雜問題時，便會手忙腳亂、手足無措。即使學生已掌握了一定的學科知識和技能基礎，進行跨科學習亦宜從較簡單的活動開始，逐步推展至較複雜的解難項目上。例如，陳楷紀念中學為了準備學生進行一個長期 STEM 項目，安排了一個全級 STEM 體驗活動，由學生在老師的協助下，製作一個自動感應開關的小盒子，讓他們一嚐應用多元知識解難的滋味，從而增強他們日後解決更複雜難題的信心（圖 9.11）。



圖 9.11 陳楷紀念中學 STEM 體驗日



策略六：利用電子平台促進學習和評估

如前文所述，STEM 與自主學習相輔相成。要推動自主學習，資訊的流通不容忽視。利用雲端服務如 Google Classroom 建構電子化或線上學習管理平台，能夠促進資訊的互通與共享。學生可以將從自學所得到的資料上傳與同學分享，而老師亦可通過相同渠道向學生發放活動資訊。對於學生來說，這類線上教室可以作為小組內部溝通和合作的平台，利用平台所提供的功能，組員可以互相討論問題，評析各自的解難方案，上傳新的設計意念及共同編輯內容。老師亦可以借此監察各小組的進度，並提供適時輔導。利用如 Google Drive 的雲端存儲服務，學生的學習過程及成果可以有系統地存儲於線上，讓老師和學生不限時地地跟進教學及學習情況。學生把上傳於電子平台或雲端硬碟的資訊及學習成果加以整合後，便成為網頁式的電子學習檔案，可以作為活動的完整紀錄。這種持續累積的電子學習檔案，能令學生的學習過程一目了然，老師亦可以從中搜集學生學習的證據，以便進行形成性評估。

利用網頁形式製作學習檔案的靈活性較傳統的文本紀錄冊 (logbook) 為大。學生可以自行設計版面，插入多媒體訊息及影像，並輔以文字描述。在過程中可以讓學生發揮創意，提高學習興趣，也方便他們向其他同學和老師展示自己的學習過程和成果，並進行檢討和反思，了解自己在認知，學習和解難方面的能力，從而作出改善。這種電子平台亦可以讓學生共同編輯內容，以促進合作學習。附件四提供了陳楷紀念中學學生利用新的 Google 協作平台 (New Google Sites) 所編寫的電子學習檔案，以供讀者參考。無論是運用軟體或文本學習檔案，老師都需要提供鷹架，引導學生自學的方向。當然，鷹架的細緻程度取決於項目的複雜性，學生的先備知識，自學能力和經驗等，不能一概而論。表 9.2 綜合了電子學習平台在 STEM 教育中所能發揮的功能。



功能	做法
整固 / 延展學習	由老師透過上傳不同形式的參考資料包括網上影片，文字檔，相片及超連結，向學生提供設計或探究活動所需的知識。老師亦可向學生提供引導性提問，幫助學生回取已習得的知識和搜尋新知識，並應用於解決新問題之中。
分享學習	小組將學習成果分階段上傳，與老師和其他同學分享學習所得。學生也可以利用電子學習檔案進行口頭匯報，以取代傳統的簡報方式。
評估學習	由學生在不同學習階段上傳活動記錄或成果，讓老師了解學生的進展情況和學習所得，以便於進行形成性評估，並輔導學生持續地改良學習。
反思學習	在活動前期到中期，老師可以根據學生在電子平台上所作的學習記錄，引導學生監察和調整自己的學習進度和方向；在活動後期，則可著力引導他們反思解決方案的效能，並進行優化。

表 9.2 電子學習平台在 STEM 教育中所發揮的功能



策略七：加強 STEM 與非 STEM 學科的綜合，體現 STEM⁺ 精神

部分參與學校在 STEM 學科的基礎上，滲入 STEM 以外的學科元素，以擴闊綜合學習的範圍。較常見的是引入視覺藝術，讓學生將製成品美化，使其更具吸引力，如郭一葦中學學生製作的魔術錢箱 (圖 9.12)，又或令製品更栩栩如生，如福建中學學生製作的恐龍模型 (圖 9.13)。基華小學 (九龍塘) 學生所設計的光效聖誕卡更將 STEM 與文化、社會和宗教節日共冶一爐 (圖 9.14)。田家炳小學讓學生以富創意手法綜合運用 STEM 知識和技能，製作慶祝學校成立二十週年紀念的禮物音樂盒，藉此提高學生對學校的歸屬感和對校史的認識 (圖 9.15)。該校還進行了有關學校和社區可能會出現的空氣和水污染問題的研究 (圖 9.16)。漢華中學小學部的投石車製作活動則以歷史戰爭作為場景，通過科學探究和工程設計，製作能把物件投得最遠和最準繩的古代戰爭武器 (圖 9.17)。陳楷紀念中學和聖嘉勒女書院均以幫助長者解決起居問題為活動情境。梁潔華小學以螢光棒變成廢物後會損害環境為前提，設計了製作環保閃燈螢光棒的活動 (圖 9.18)。為配合學校語文科的閱讀目標，瑪嘉烈戴麟趾學校在製作動力船之前，先讓學生閱讀相關資料，體現了將閱讀 (Reading)) 和 STEM 結合為 STREM (科學，科技，閱讀，工程，數學) 的課程綜合模式。



圖 9.12 郭一葦中學學生製作的魔術錢箱



圖 9.13 福建中學學生製作的恐龍模型



圖 9.14 基華小學 (九龍塘) 學生所製作的光效聖誕卡

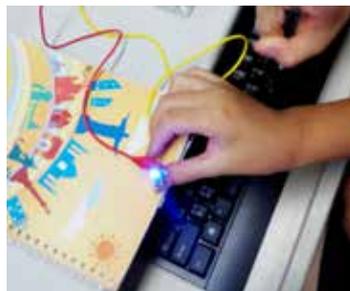


圖 9.15 田家炳小學慶祝學校成立二十週年紀念的禮物音樂盒

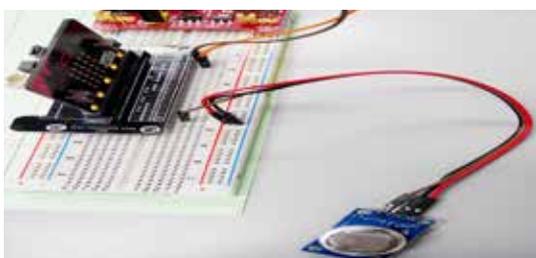


圖 9.16 田家炳小學探測學校和社區可能出現的空氣和水污染問題



圖 9.17 漢華中學小學部學生製作的投石車



圖 9.18 梁潔華小學製作環保閃燈螢光棒



策略八：照顧個別差異，一個都不能少

任何學習總會存在學生差異的問題。紅十字瑪嘉烈戴麟趾學校對這問題感受至深，因為該校容納了具有不同特殊需要的學生。為了照顧學習差異，該校老師在同一活動主題（製作動力船）下設計了不同難度的活動（附件五）。認知能力較弱的學生會使用預先製備好的組件，進行有限度的探究，例如簡單的變量測試。對於能力較高者，則逐漸提升活動的複雜程度及學習的自主度。為解決部份學生因肢體障礙而影響書寫的問題，該校利用電子平台，讓學生透過點擊方法，解決肢體上的限制。

其他學校也需要面對學習差異問題，只是性質和程度上有所不同而已。由於 STEM 不像傳統學習偏重知識的理解，而更重視創意、解難、自主學習等廿一世紀技能，個別差異亦會趨向多樣化。面對個別差異對教學所帶來的挑戰，老師可以在同一主題下設計不同難度的活動或給予學生選擇活動的機會，以適應學生所需和提高學習興趣。田家炳小學在同一主題下讓學生選擇不同活動是其中一個好例子（附件六）。

照顧學習差異，老師可以在學生分組方面下功夫。一般來說，如果差異程度不高，異質分組比同質分組較為適當。因為學生可以取長補短，互相學習。例如，學生中有些精於科學，有些則擅長編程，採用異質分組便可以讓他們發揮各自的專長去完成任務。不過，老師要避免學生只顧擔任自己擅長或喜歡的工作，而忽視其他範疇的學習，影響全面學習的機會。其中一個可行的做法是先讓學生學會各科的基本概念後，才進行小組合作活動。但無論如何，進行小組活動期間，老師都應該鼓勵學生之間互相學習，以體現 STEM 合作學習的精神。

同質分組普遍適用於學生差異程度較大的班別。除了瑪嘉烈戴麟趾學校外，陸慶濤小學將同級學生分成為兩個不同能力的班別，由能力較強的一班進行自主程度較高的活動。陳楷紀念中學也運用了類似方法將同一項任務的難度稍作微調，讓同級中能力水平不同的班別進行與其能力相匹配的活動，效果也不俗。



策略九：善用環境，時間及資源

課時和活動空間不足，是推行 STEM 教育的一大挑戰。要探討解決辦法，可以從課程設計和教學兩方面著手。其一是在上課時間表上編排一門 STEM 課或創意科技科（例如陸慶濤小學及郭一葦中學）；但基於學校的方針及願景，這種做法未必適合其他學校；其二是以項目形式，由各科騰出課堂時間讓同學進行項目為本活動，或利用午膳或課後時間繼續進行，甚至在家中完成。部份學校會在課外時段開放課室或特別室，方便學生利用所需用具。福建中學更踏出了一步，為有興趣 STEM 的學生開設群組或 STEM 工作室，讓他們聚在一起，分享知識和意念，甚至共同創作。

在資源管理上，如果學校設有專門的 STEM 或科技活動室等設施，對教學和學生自學自然會有幫助。不過，要讓學生進行自學，最好能讓學生配備一些基本器材，尤其是一些需要反覆練習才能掌握運用竅門的，例如微控制器；學校也可以借用方式，向學生提供費用較昂貴的工具和器材，包括各類傳感器。在參與學校中，部份資源較充裕的已開始採用「一人一套件」方式，方便學生在課堂以外的時間自行練習，其他學校或可效法。



策略十：提供機會讓學生分享和反思學習成果，加強成就感

讓學生展示和分享學習成果，除了能讓老師評估學生的學習所得，更可以激勵學生優化解難方案。漢華中學小學部和呂明才中學選擇以比賽方式，讓學生展示他們的製成品，並比較它們的性能；匯知中學和聖嘉勒女書院則安排展覽，由學生向老師和其他年級的同學，以至家長和來賓介紹自己的製成品（圖 9.19）。這種做法的好處是既能鞏固學生的學習經驗，加強成就感，亦能對其他同學起著示範作用。學生也可通過這渠道，獲取更多同學的回饋，刺激自己從更廣的角度對作品進行反思，效果應會比只由老師評鑑為佳。

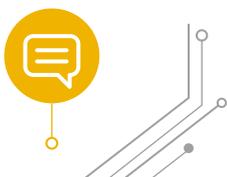
大部份學校是以口頭匯報方式進行分享。其實，任何形式的分享都可以進一步培養學生的溝通和協作能力。從工程設計的角度來看，學生可以從各方面的回饋，思考如何優化自己的產品。若情況及時間許可，老師大可以讓學生進行多一輪設計循環，以培養持續優化的工匠精神和精益求精的創作態度。

最後值得一提的，是如果採用比賽方式，應讓學生瞭解比賽的意義在於鼓勵良性競爭，激勵精益求精。如果過份重視勝負，為求取勝而忽略仔細推敲，只求壓過對手而忽略向對方學習，只著眼於成果而非過程，甚至因失敗而放棄繼續鑽研，都有違比賽精神。如要令學生視比賽為互相砥礪和挑戰自我的好機會，卻避免直接對壘，減少比賽帶來的挫敗感，老師可以引入標準參照原則，將比賽設計成不同難度的任務，讓學生按自己的能力挑戰合適的難度。這樣，無論學生達到哪個水平，他們的付出和成就都會得到肯定。

根據本計劃的評鑑結果，STEM 的學習過程能為學生帶來滿足感和成就感。在基華小學（九龍塘）的家居裝置活動中，我們觀察到部份學生成功設計基本家居裝置（由開關及摩打組成的攪拌機）後，自發地挑戰難度更高的設計（例如在原來的設計上加裝有 LED 顯示燈的並聯電路）。這足以證明從解難中得到的學習成果，是可以激勵學生繼續學習和嘗試。當然，要幫助更多學生提升解難能力，老師也需要給予更大程度的支援。



圖 9.19 聖嘉勒女書院製成品展覽



九．計劃成果對發展校本 STEM 教育的啟示 (二) 邁向 STEM 教育的持續發展

從校本支援過渡到校本 STEM 教育的持續發展，學校需要突破目前 STEM 教育正面對的兩大發展瓶頸。第一是解決 STEM 綜合學習與分科學習的連繫和互補的問題，讓學校體會到 STEM 教育是不會妨礙分科課程的實施，反之，通過應用理論，可以鞏固和延伸學生對學科內容的理解和應用。第二是如何將 STEM 教育納入全校整體課程之中，以拓寬學校教育的目標和內涵，為學校教育帶來增值。換句話說，這兩個瓶頸的突破關係到 STEM 教育、分科課程和學校整體教育的全面提升。要令這三方面的目標達成無縫的銜接和整合，就必須從課程的根本設計入手，建構一個可以貫通分科課程、STEM 綜合課程和全校整體課程的設計框架，讓學校於設計校本 STEM 課程時有所參照。圖 9.20 顯示綜合式 STEM 教育，分科課程與學校整體教育三方面如何相互促進，並加強學校教育與社會之間的連繫。

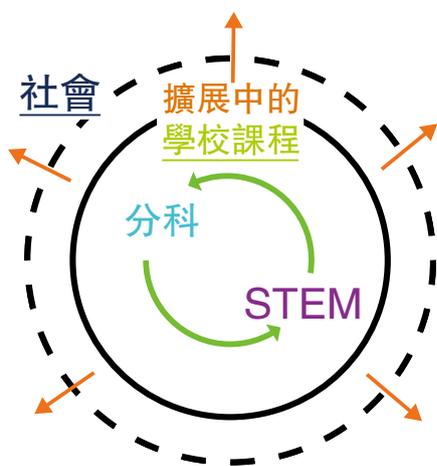


圖 9.20：綜合式 STEM 教育，分科課程與學校整體教育的互動關係

STEM 教育課程的設計所遇到的挑戰

STEM 教育在香港實施至今，仍缺少了一個能夠將綜合式 STEM 教育緊扣分科課程的設計框架，讓 STEM 教育從學校課程的邊緣走進課程的核心，促使 STEM 教育成為整體教育不可或缺的部份。雖然目前全港大部份學校在設計 STEM 項目活動時，已考慮到學科之間的協作，但 STEM 學科的綜合仍受到以下幾方面的制肘：

- ▶ 綜合式 STEM 教育還未能與常規分科課程有效地接軌，在學習目標上作有意義的銜接，互相支持，發揮協同效應。
- ▶ 沒有制定與工程相關的具體目標，作為綜合科學、科技、數學和其他學科的平台。
- ▶ 缺乏對 STEM 相關高階思維的分析，並針對這些思維，設計合適的學習目標，教學策略和評估模式。
- ▶ 缺乏設計自主學習的經驗，以提高學生學習 STEM 的能力和自信心，並培養後設認知能力和廿一世紀技能等方面。

這些限制的存在，與香港的課程發展模式不無關係。長久以來，香港實施中央課程。課程發展一般會以政府所頒佈的課程目標和內容大綱為基準，然後由書商詮釋為課本內容，再經教育局審批，始為學校所採用。因此，學校課程難免趨向一致性。在這種被視為行之有效的制度下，一般老師自然缺乏課程設計的經驗。但 STEM 教育正正要求老師拆牆鬆縛，自行設計綜合課程，遂出現各師各法的局面。誠然，校本 STEM 教育的發展趨向多元化是必然的，也是必需的，但大前提是學校必需對 STEM 教育有清晰的理念，才能制定具針對性的課程目標、內容和教學策略。這正是目前很多學校仍在摸索的地方。

要衝破 STEM 教育的發展瓶頸，令 STEM 教育邁向持續發展，而不再是由零碎或獨立式活動拼湊而成的邊緣化教學活動，參考本計劃的經驗，我們認為需要在 STEM 課程規劃的兩個關鍵項目上作出突破。第一是綜合式 STEM 課程的宏觀組織；第二是綜合課程內涵的微觀設計。



九．計劃成果對發展校本 STEM 教育的啟示

(三) 綜合式 STEM 課程的宏觀組織

綜合式 STEM 教育目前正處於一個百花齊放的動態局面，課程組織方式大異其趣。根據參與學校的實踐經驗，我們可以將 STEM 課程的組織方式分為五大類。

一．「一科包攬式」

第一類是以 STEM 相關程度較高的單一學科，例如初中科學科或小學常識科，作為切入點。由該科老師在科主任的領導下，圍繞該科的教學主題設計 STEM 活動。內容雖然是以該科的概念應用為重心，但仍會涉獵其他學科的知識。這種組織方式可稱為「一科包攬式」。例子之一是觀塘瑪利諾書院在初中科學科引領學生運用科學和數學原理，自製可測量特定質量的裝置（附件七）。另一例子是呂明才中學在中一科學科教授能量轉換時，讓學生利用飲管製造一個高效能的「勢能 - 動能」轉換器（附件八）。兩個例子都包含了科學，工程和數學知識和技能的綜合運用。

二．「滾雪球式」

第二類組織方式是「一科包攬式」的延伸，可被喻為「滾雪球式」。活動的設計是由單一學科開始，其後逐漸擴展至其他學科，以擴展綜合學習的空間。例如，在第一次活動循環中，漢華中學（小學部）先由常識科開展 STEM 教育，第二次活動循環便邀得電腦科參與共同設計跨科活動。附件九顯示該校所設計橫跨兩科的綜合學習目標。福建中學的電腦科和科學科亦進行了類似的協作，由電腦科老師介紹雨水探測器及相關的編程方法，繼而在科學堂上進行實驗，利用探測器測量不同食鹽溶液的濃度，並探討該探測器在其他方面的應用。附件十為該活動的詳細教學程序，讓讀者了解兩科的協作方式。隨著跨科協作經驗的累積和活動設計的進一步擴展，跨科協作的規模可以逐步擴大。

三．「分工合作式」

第三類組織模式是由學校高層領導不同學科如數學，電腦，科學，設計與工藝等老師，組成跨學科 STEM 團隊或專業群體，共同參與 STEM 活動的設計和實施工作。這種協作方式將一個 STEM 項目或活動分成為若干個與不同學科相關的部份，由其中一個較核心的科目先行向學生教授相關概念和進行活動的首部份，再由另一科完成第二部份，如此類推。這種課程組織方式可稱為「分工合作式」。例如，匯知中學將一項常規科學探究活動轉化為一項「分工合作式」STEM 綜合活動。活動在科學科展開，由科學老師教授酸和鹼的概念，再由學生進行中和作用實驗；之後在數學課上教授學生分析實驗數據和繪畫統計圖，以展示各變量之間的關係。最後，在電腦課上，學生進一步利用微控制器結合編程，製作能中和酸鹼的自動化裝置。何玉清中學則舉行了一個 STEM 全方位學習日，由不同科任老師協作指導中二年級學生利用水藻球進行光合作用實驗，並提供相關範疇的知識和技術支援，例如，電腦科協助學生建構電子學習檔案，科學科則主力引導他們進行實驗。這種課程組織方式的統籌機制不一，但一般會由學校高層，例如校長級親自率領，以促成各科的有效協作。為引領學生有系統地學習，各科老師會一起設計學生工作紙或學習檔案，作為協作教學的載體。



四.「跨科自主項目式」

「分工合作式」組織模式本質上，仍是將 STEM 項目或活動融入個別學科課程之中。個別學科的角色和分界線依然明顯。第四種組織方式向學科整合再邁進一步。這種模式同樣是由學校高層領導學科老師組成跨學科 STEM 團隊，但與「分工合作式」的不同地方，是讓學生組成 STEM 項目小組，就著一個由老師選定或學生自選的項目，在一位專責老師的指導下，通過自主學習解決難題。這類項目並不從屬於任何一科，過程長短不一，由一天到數個月不等。這種組織方式可以稱為「跨科自主項目式」。聖嘉勒女書院就是利用這種方式，讓學生自選一個以照顧長者為題的項目，進行為期三個月的設計和製作活動。

五.「獨立成科式」

第五類組織方式是將相關學科合併成為新的常設獨立科目，例如，將常識、電腦、設計工藝和家政等與科技有關的科目綜合成為「STEM 學科」或「創意科技科」。這種組織方式可稱為「獨立成科式」。當然，各學科如何綜合、綜合程度和實際運作方式，取決於學校對 STEM 教育所制定的長遠目標。以這種方式推行 STEM 教育，能提供一個較理想的環境和廣闊的學習空間，設計綜合課程。陸慶濤小學和郭一葦中學分別設立了高小 STEM 課程和初中創意科技科，以配合學校 STEM 教育的長遠發展。附件十一是陸慶濤小學為高小年級以循序漸進式設計的三階段 STEM 活動，讓學生有系統地掌握 STEM 知識和技能。附件十二則為郭一葦中學所提供之初中創意科技科課程大綱，以供讀者參考。

以上五種課程組織方式各擅勝場，亦各有限制，是不同校情，學校文化或 STEM 課程發展階段的具體反映。這些不同課程組織方式是根據各參與學校對 STEM 課程的組織方式所作的概括描述，在實際運作上，同一種方式存在著不同變化，不同方式又會互相重疊。從本項目的第一週期進入第二週期，我們觀察到好些學校已從一種組織模式轉化成另一種模式，或進入了兩種模式之間的過渡期。例如，漢華中學(小學部)已由「一科包攬式」進入「滾雪球式」，由常識科橫跨至電腦科；郭一葦中學亦由「跨科自主項目式」蛻變成「獨立成科式」，在初中階段設立創意科技科。表 9.3 總結了這五種模式的特點，並比較各自的優點，限制和成功條件。



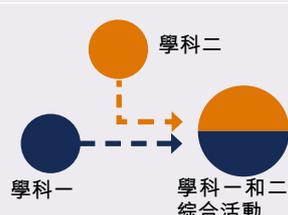
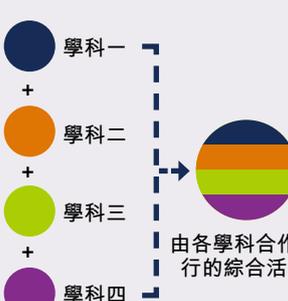
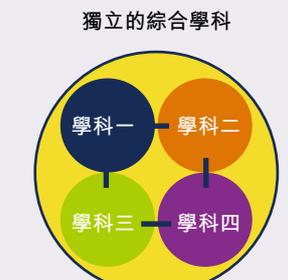
課程組織方式	圖示	優點	限制 / 成功條件
一科包攬式 (在單一學科中整合不同學科的內容)		在缺乏綜合課程設計和協作教學經驗的情況下，不失為務實的做法。由於只牽涉單一學科，與本科常規課程的聯繫會較緊密，施行上亦較為容易，也可省卻跨科協調上的工夫和時間。	綜合學習範圍較窄；學習成效取決於科任老師對其他學科知識和本科與其他科目關係的理解，學習重點容易側重於任課老師的科目。
滾雪球式 (學科知識的綜合由單一學科逐步延展至其他學科)		以「一科包攬式」為基礎，擴展至其他學科，讓老師逐步吸取跨學科協作的經驗，加強老師對課程發展的自主性和擁有感，亦有機會促成由下而上的課程改革。	協作學科老師的主動性和他們之間的合作關係是實現這模式的關鍵。課程統籌主任可擔當催化角色。
學科分工式 (由多科組成專業群體，分工教授與 STEM 主題相關的學科內容，讓學生分階段完成 STEM 活動)		由多科組成團隊讓各科老師各自發揮專業之長，更深入地將各科的核心元素融會於綜合教學活動中，讓學生明白學習不同學科知識對解難的重要性。	學科綜合的難度會比從單一學科切入為大，亦會隨著協作學科的數目而遞增；如欲達致學科之間的有機綜合，統籌老師要有很強的跨科領導和學科整合能力；如果政策是由上而下，必須讓相關老師對協作目的、期望、彼此角色和責任承擔等建立清楚共識。
跨科自主項目式 (由各科派出老師擔任小組項目導師，帶領小組完成自主項目)		能幫助學生突破學科的界限，透過解難進行綜合學習，發揮學習自主性，有利於增強對學習和解決實際問題的自信心和成就感。	自主學習對學生的學習技巧、主動性和後設認知能力等有一定的要求(當然，通過自主學習也會加強學生在這些方面的發展)。由於要照顧學生在跨科學習的不同需要，指導老師會面對一定的挑戰。可考慮由其他學科老師擔任學術或技術顧問，減輕指導老師的壓力。
獨立成科式 (將與 STEM 相關的學科整合成為一獨立學科，由原來的科任老師組成團隊任教)		能將綜合學習納入正規課程之中，幫助學生理解不同範疇知識的關聯，有利於實施跨科項目式學習。課時和空間的限制也較其他組織方式為小。	編寫相關學科的綜合課程對於缺乏課程發展經驗的老師會有一定難度。綜合學習的成效，取決於老師能否理解相關學科的本質和不同學科知識的關聯；在綜合學習的同時，仍不應忽視讓學生打好學科知識的基礎。

表 9.3 五種 STEM 課程組織方式的比較



這五種課程組織方式標誌著 STEM 教育從點到線，再從線到面的學科整合 (圖 9.21)。「一科包攬式」代表 STEM 教育中的「點」；若以「滾雪球式」將不同「點」橫向地連繫，便會形成一條或多於一條的「線」。按照這些預先連成的「線」，各相關學科在不同階段或教學時段向學生施教，讓他們按部就班，運用不同學科的角度和眼光去理解和進行相關階段的任務，就是「學科分工式」會出現的情況。

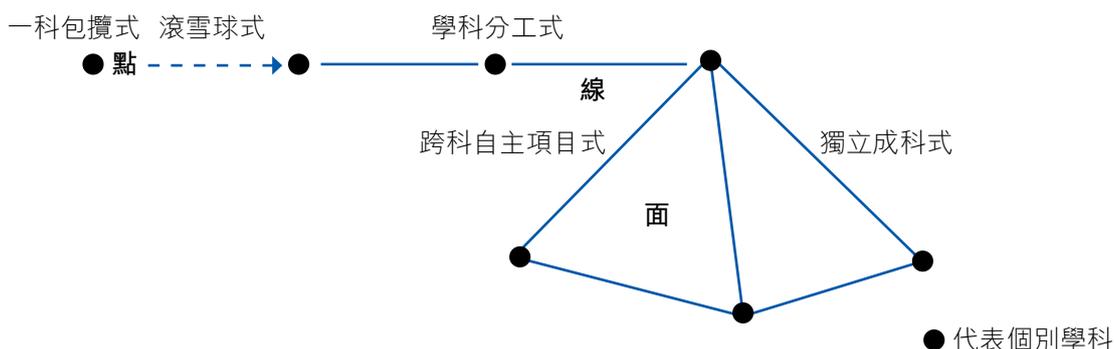


圖 9.21 STEM 課程組織的點、線和面

通過「跨科自主項目式」進行解難活動，或以「獨立成科式」組織課程，更能打破學科的界限，發展學生交錯運用各知識範疇的概念和技能的能力和信心，以謀求解決問題的方法。經過反覆實踐，在學生的腦海裡，知識已不再是由互不相干的科目所組成，而是一個複雜的網絡，一個由無數「線」，以多種形式構成的「面」。然而，以上的課程組織方式，並非表示 STEM 在課程組織上存在著必然的發展規律。學校所採取的方式，主要取決於學校對 STEM 教育的願景、領導文化、科目結構、學生背景和不同科目之間的合作經驗等因素，不能一概而論。不過，如果任由這種從點到線，再從線到面的發展過程隨機地發生，未必能達致 STEM 教育的最佳效果。表面上，「跨科自主項目式」和「獨立成科式」能達致較全面的學科綜合，但無論使用那種課程組織方式，課程或教學設計者都必需經過縝密思考，分析各學科的本質，從更深層次去理解各科的思維特質、基本概念、探究方法和各科之間在實際解難上的關連，才能達到學科的有機整合，才能反映現實生活上的真正解難過程。換句話說，STEM 教育是現行分科學習與現實生活的一條鏈索。順著這條鏈索，學生有機會發展成為具有 STEM 素養的社會一份子，而部分更可能成為將來科學和科技的創造者，引領創新科技的發展，令社會更進步。



九. 計劃成果對發展校本 STEM 教育的啟示

(四) 綜合 STEM 課程內容的微觀設計

以上所談的是宏觀的課程組織方式，是 STEM 課程的硬件。從課程組織到實際教學，還須通過綜合課程內涵的微觀設計，即課程的軟件來實現。這個軟件的設計是要將各學科的部份課程整合和延伸成為綜合式 STEM 課程，再與學校的整體課程銜接，令 STEM 教育發揮深化、延展和更新學校教育的功能。要達到這個理想，學校無可避免地要重整現行課程架構，甚至建立一個新的課程設計框架，作為連繫分科教育與綜合式 STEM 教育的平台。針對目前的情況，就是要將大部分學校所實行的獨立散件式 STEM 活動在這個框架下重新組織，加強這些活動與分科課程的連繫，並將綜合式 STEM 教育納入學校課程體系之中。這樣的課程設計框架需要具備三個部份。第一部份是一個目標設計框架，引領學校設計校本目標，在目標層面上體現協作學科的聯繫，對教學和評估設計發揮指導作用。第二部份是一套引領老師設計教學過程的指導方針，以落實綜合學習和自主學習的目標。第三部份是一套針對 STEM 綜合教育目標的評估機制，以評估學生於不同學習階段、不同年級的學習所得，而該評估機制亦應成為學校整體評估和報告系統的一個重要部份。

課程單元設計框架的內涵

由於學校不一定會把 STEM 設計成獨立學科，建議中的 STEM 課程設計框架應保留彈性，以適應不同課程層次的要求，我們乃稱之為「STEM 課程單元設計框架」。「課程單元」是指科目、主題、項目、活動或任何一種課程組織模式。這個「課程單元設計框架」的主要作用是架設一個用以規劃校本課程的架構，方便學校制定綜合式 STEM 課程的具體內容，包括目標、教學策略和評估方式等。

根據上文的討論，這個設計框架包含了以下三個主體部份：

1. 目標設計框架
2. 教學設計框架
3. 評估設計框架

1. 目標設計框架

建構目標設計框架的原則

目標設計框架是整個課程單元設計框架的靈魂，其功能在於引領目標的設計，促成綜合式 STEM 教育、分科課程和學校整體課程的連繫。要從根本整合 STEM 學科，就要從目標層面開展。以下是建構這個目標設計框架的原則：

- ▶ 涵蓋整體學校課程不同方面的目標，包括知識、共通能力、態度和價值，與學校整體課程接軌。
- ▶ 能容納各 STEM 學科以至 STEM 以外的學科包括視覺藝術，語文，地理等相關目標，並突出各學科目標之間的關聯，以實現 STEM⁺ 精神。
- ▶ 涵蓋不同類型的知識，包括學科和跨學科事實知識、概念知識、過程知識和後設認知知識，強調學科與跨學科學習的相關性和連貫性。
- ▶ 突顯高階思維和廿一世紀技能等 STEM 教育所重視的目標。
- ▶ 兼顧與 STEM 相關的情意目標，培養學習 STEM 的動機、STEM 的精神和對 STEM 的正面態度和價值觀。

目標設計框架的樣式和內涵

根據以上的設計理念和原則，表 9.4 顯示一個目標設計框架的參考樣式。這個樣式旨在提供一個互通平台，連繫和整合各分科課程的目標，更可以作為一道橋樑，將 STEM 教育納入全校整體課程目標之中。這個框架包含了縱向和橫向兩個維度。縱向維度涵蓋四個主要學習目標範疇包括認知、後設認知、廿一世紀技能和態度；而橫向維度則包含 STEM 的四大學科範疇，也可按學校需要融入 STEM 以外的學科。下文先闡述框架中的認知範疇，探討縱向與橫向維度，以及兩者之間的聯繫，然後再討論其餘的目標範疇。



認知目標範疇

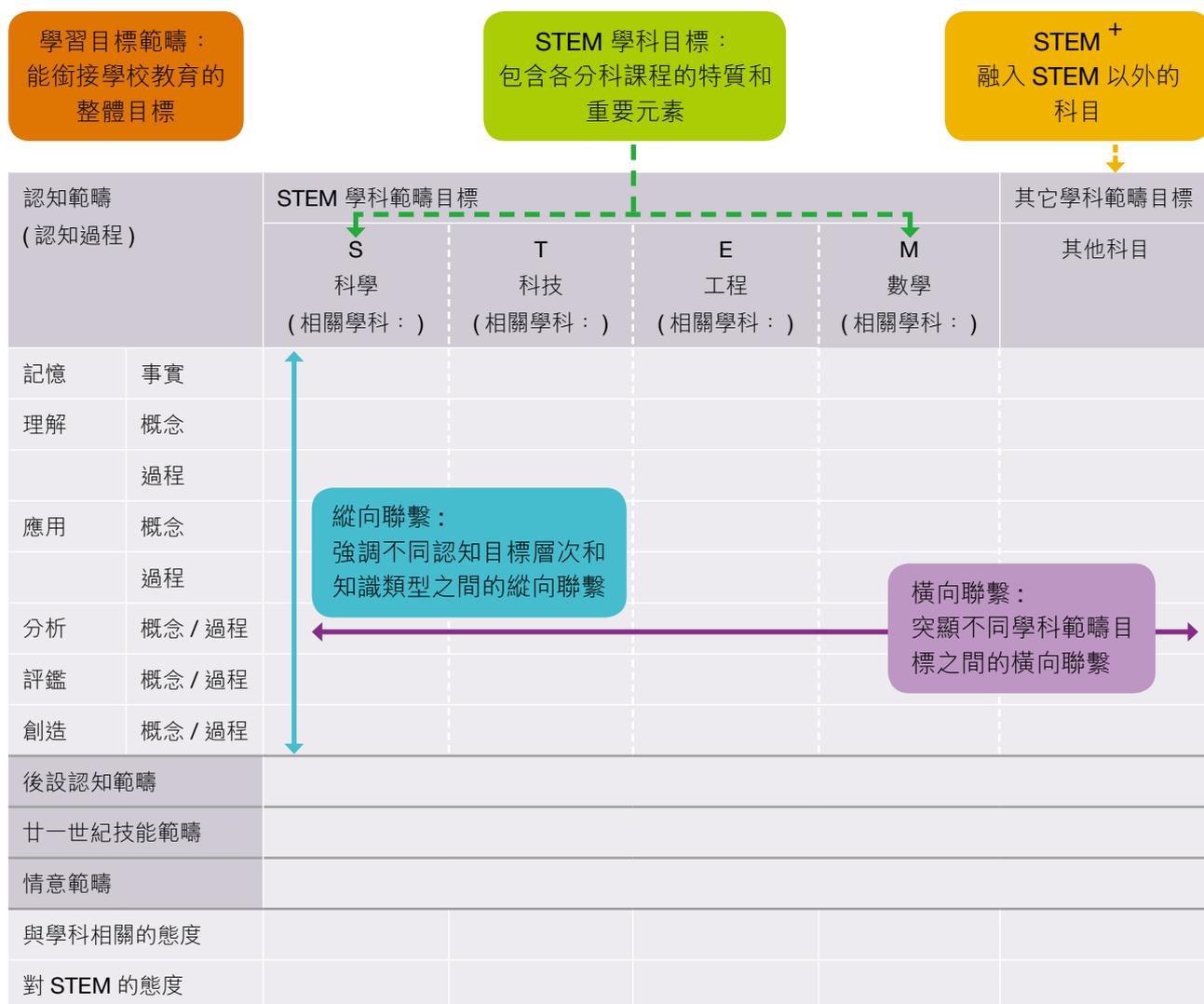


表 9.4：STEM 課程目標設計框架的參考樣式

我們應用了能貫通各學科的布魯姆認知教學目標分類層階 (Bloom's taxonomy) 為設計藍本 (Bloom, 1956)。原來的分類層階包含了六個認知目標層次，分別為知識、理解、應用、分析、綜合和評鑑，各種認知能力的複雜程度亦按這個次序而遞增。前三者屬於較低層次的認知活動，而後三者則被視為高階思維活動。Anderson and Krathwohl (2001) 將原來的分類層階的六個認知能力層次改成為記憶，理解，應用，分析，評鑑和創造，並將這六個層次的目標分為四種知識類型，分別為事實知識、概念知識、過程知識和後設認知知識。因此，新的分類層階能更精細地顯示如何以不同知識類型為載體，實現這六種不同層次的認知目標。Barak (2013) 利用了這個新分類層階去探討如何制定科技和工程學科的教學目標和教學方法，其研究結果對 STEM 課程目標框架的建構有一定的參考價值。



同一學科認知目標之間的縱向聯繫

如表 9.4 所示，這個目標設計框架的縱向維度，包含了新的布魯姆認知教學目標分類層階中的六種認知學習目標。根據布魯姆的看法，高層次認知能力涵蓋較低層次能力，例如，在工程範疇內，要創製一項發明，必需先理解相關概念，才能萌生設計意念；而要將設計方案付諸實行，便要對整個方案進行分析，解構成為不同的任務，並制定各任務的施行計劃和評鑑標準等。因此，這六種認知學習目標之間存在著緊密的縱向聯繫。

建議中的框架將「記憶」、「理解」和「應用」三個認知層次分為事實知識、概念知識和過程知識，以突出這三類知識的重要性和關聯。**STEM** 強調手腦並用，對過程知識尤為重視。這種知識具體表現為探究技能（科學）、編程技能（電腦）、設計技能（工程）和運算技能（數學）等過程技能，背後則建基於科學思維（科學）、設計和系統思維（工程）、運算思維（電腦）和數學思維（數學）。這些技能和思維能共同驅動解難和知識建構的過程，而新知識又會拓寬思維的運用，令學生的知識和思維以雙螺旋方式互相推進。在「分析」和以上層次，由於不同知識類型基本上已融會在一起，所以我們沒有再將之分為不同知識類型。

這樣，不同認知層次和各知識類型之間的關係便構成了認知目標的縱向聯繫。這種縱向聯繫其實在分科學習存在已久，只是未曾得到應有的重視。但從 **STEM** 教育的角度來看，這種縱向聯繫對發展創意解難及其所依賴的高階思維會有一定的幫助，亦可以為架設 **STEM** 學科之間的橫向聯繫提供重要基礎。下文會說明如何在目標框架的縱向維度上架設橫向維度，以連繫 **S**、**T**、**E**、**M** 四個學科範疇。

不同學科認知目標之間的橫向聯繫

由於綜合式 **STEM** 教育強調不同範疇知識的綜合運用，所以有需要在目標層面上發掘各學科範疇的相互關係，從而制定聯繫各學科範疇的綜合學習目標。這種橫向聯繫構成了目標框架中的第二個維度。

由於每一個認知目標層次都同時橫跨 **S**、**T**、**E**、**M** 以至其他範疇，老師可以根據第二章圖 2.1 對 **S**、**T**、**E**、**M** 互動關係的分析，制定橫跨學科範疇的綜合學習目標。例如，在分析層次上，科學實驗結果的分析（科學範疇）可以借助數學的分析方法（數學範疇），更可以利用相關電腦程式來處理和表達數據之間的關係（科技範疇）；而在應用層次上，工程方案的落實需要應用相關科學原理（科學範疇）、數學概念（數學範疇）和科技工具（科技範疇）。如此，原來屬於個別 **STEM** 學科範疇的獨立目標便會互相連繫，成為 **STEM** 的綜合學習目標，產生跨科協同作用。

這些綜合學習目標就好比架設在群島之間一道一道的橋樑，令零散的島嶼構成為一個整體。為突顯目標框架中各範疇之間的橫向整合和融通，在表 9.4 中各學科範疇之間是以虛線作為分界。



縱向與橫向聯繫的整合

基於不同認知層次和知識類型之間的縱向聯繫，STEM 教育可以促成由低階至高階思維的培養，以及過程知識與概念知識之間的互動發展。而基於學科範疇之間的橫向聯繫，又可以達致跨科認知目標的綜合。實踐這些理念的大前提，是要掌握這兩種聯繫及其對 STEM 教育的重要性，並制定具體學習目標和合適的教學策略。總括來說，在認知部份，STEM 教育可以邁向以下三方面的整合 (表 9.5)：

STEM 認知目標的整合層面	說明
知識類型的整合	強調事實知識、概念知識、過程知識之間的互動和互相支持，令不同知識以螺旋方式平衡地發展。
認知層次的整合	高層次的認知目標包含較低層次的目標；低層次目標構成高層次目標的發展基礎。因此，兩者不能分割。
S·T·E·M 以至其他學科範疇的整合	在相同或不同認知層次上聯繫各學科範疇的知識，培養綜合應用知識的能力。

表 9.5：STEM 認知目標於不同層面的整合

建議中的目標設計框架，在縱向和橫向維度的相互交疊下，構成了一個二維格網。格網上的每一格代表著一項與 S、T、E、M 或其他科目相關的認知目標。不同認知層次的目標之間一方面呈現縱向聯繫，另一方面亦展現了橫向的融通。不過，要體現這兩種重要聯繫，還須制定具體的綜合學習目標。在說明這個框架的其他部份目標後，我們會闡釋如何利用這個框架制定橫跨各學科的綜合學習目標。

後設認知範疇

後設認知是指個人對一般學習、思考和解難策略，以及對進行不同任務所須運用的不同策略的了解。當中包含對自我的了解，例如，個人在認知方面的優點和缺點 (Pintrich, 2002)，其重要性在於促進自主學習和在不同情況下進行解難。因此，發展學生的後設認知知識會有助於達至學習遷移和自主解難的長遠目標。基於後設認知知識的跨學科本質，不宜將其硬性分成為 S、T、E、M 四個不同範疇。



廿一世紀技能範疇

建議中的框架亦包含 STEM 教育所強調的廿一世紀技能，這與現行學校教育所推許的共通能力有很多相似的地方。這個技能群組包括溝通、協作、批判思考、創造力、自主學習和調控能力、使用現代科技、知識和技能的綜合應用能力和解難能力等被視為身處廿一世紀公民所須具備的能力，以適應未來社會的發展，就業和生活上的需要。

態度和價值範疇

從學生對本計劃的回饋顯示，學生普遍認同參與 STEM 活動提高了他們的成就感和滿足感，以及對科技等 STEM 學科的興趣和重視程度。因此，STEM 課程的設計框架也應包含態度和價值方面的目標。這部份可分為兩方面。第一是對學習 STEM 的態度，包括對學習 STEM 的興趣和自信心，是否有興趣修讀與 STEM 相關的課程或於將來從事 STEM 相關職業等。第二是各 STEM 學科本身所蘊含的精神和價值，例如科學精神、尊重證據、持續優化、迎難而上、力求精準和精益求精等態度。

如何利用「STEM 目標設計框架」制訂目標？

1. 制定綜合科目層面的 STEM 學習目標

為了進一步展示以上的目標設計框架如何促進綜合式 STEM 教育與各獨立 STEM 學科以至全校課程的整合，附件十三提供了一個根據這個目標設計框架而制定的 STEM 課程目標樣本，以供老師參考。這個參考樣本示範了如何在綜合科目的層面上，利用建議的目標框架，制定一套整全的綜合式 STEM 學習目標，以體現當中的縱向和橫向聯繫。雖然 STEM 教育著力發展高階思維，但仍須以知識的理解為基礎。因此，該樣本同時包含了高低層次的認知目標，樣本中的紅體字代表綜合目標，而黑體字則代表個別學科範圍的目標。後者既可以通過分科學習，也可以通過綜合學習而達致。

2. 制定項目或活動層面的 STEM 課程目標

附件十三所提供的學習目標樣本具有全面性和高度概括性，只適用於制定綜合科目層面的目標。然而，要制定個別項目或活動層面的 STEM 學習目標，就必需針對相關項目或活動的性質作出選取，並將目標具體化。不同項目或活動自然會出現不同的目標組合。在這個層面上制定 STEM 課程目標，可以採用以下其中一種方法。

方法（一）：

根據主題 / 項目 / 活動的性質（例如，探究為本或工程設計為本活動），以及基於對各 STEM 範疇目標的橫向和縱向連繫的理解，從科目層面的目標樣本（如附件十三），像順藤摸瓜般選擇或調適與項目 / 活動相關的目標。

方法（二）：

由老師按照項目 / 活動的性質和教學團隊對活動的要求，在目標設計框架下製訂適合的目標。



附件十四和十五提供了兩套 STEM 項目 / 活動的目標樣本，附件十四是根據何玉清中學於第一活動週期所進行的項目而制定。該活動的目的是通過科學探究找出影響光合作用的因素，屬於探究為本式，強調科學知識和探究過程技能的綜合運用。活動中並非使用慣常用的水草，而是使用由學生親自製造的水藻球，因而融入了創造層次的認知目標，更能橫跨科學、工程、科技和數學四大範疇。

附件十五是根據基華小學 (九龍塘) 所進行的光效聖誕卡設計活動而制定。該活動雖然著重設計思維的運用，但需要應用不同學科的概念知識如閉合電路 (科學)、平面圖形 (數學) 和美術設計 (視藝)，以及過程知識如串聯或並聯電路的接駁 (科學) 和設計循環的應用 (工程)，屬於 STEAM (STEM+) 的典型例子。讀者可以從這兩個樣本中去了解如何因應 STEM 項目 / 活動的性質，制定合適的綜合學習目標。

如上文所述，任何一個 STEM 項目 / 活動的學習目標都是獨特的，毋須亦不可能涵蓋所有認知目標層次、知識類型，又或是橫跨所有 STEM 學科。以上兩個樣本中的目標比較多而廣，旨在示範如何根據項目 / 活動的性質，利用建議中的框架制定可行的學習目標。老師可以因應教學需要、與分科課程的角色分工和學生能力等因素，選取當中較為重要的目標，或將部份目標簡化或深化。這個目標框架也可以用作為一個檢查表，讓老師在制定單元目標時，查看是否有所遺漏。

2. 教學設計框架

任何教育目標包括 STEM 在內，都必需要通過教學設計始能落實。老師要考慮的問題包括：如何以學習目標引領教學？學生進行活動的自主程度可以有多大？如何有效地引導學生進行合適程度的自主學習？如何營造一個富支持性的學習環境，引發學習動機？

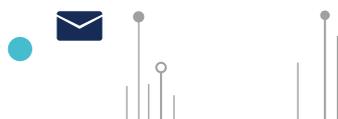
上文所建議的目標框架旨在幫助老師將 STEM 學科的相關目標聯繫起來，而並非暗示特定的施教程序。同一套學習目標可以有不同的實現方法。施教時，既可以從學科概念的理解開始，然後讓學生應用概念，構想解決問題的方法；亦可以利用生活問題，引發學生構思解決方案，然後讓學生分析解決問題所須運用的知識和方法。當中部分知識可能是學生早已習得，而另一些則需要通過解難，運用自學或探究方法去領悟。前一種教學方法是從理解知識開始，延伸到創造和應用層面去解決問題。後一種則是以問題為本，以問題帶動學習。這兩種學習方式，從學習目標來看，分別不大，但施教過程卻有很大差異。老師在施教時可以靈活變通，讓學生學習交錯地運用這兩種學習方式去解決問題。

無論採用何種方式帶動學生學習，STEM 教學的過程始終要以自主學習為方針，運用探究或設計為本的學習策略，學習過程緊扣課程目標，才能有系統地達成相關目標。我們參考了參與學校的實踐經驗，提出了一個教學內容設計框架 (表 9.5)，幫助老師根據學習目標，策劃和推行 STEM 項目 / 活動。

基於綜合式 STEM 教育的複雜性，在教學內容的設計上需要考量多個環節，其中包括活動性質、科技運用、課程類型、情境設計、教學策略、資料搜集、學習環境、資源配置、學生協作、學習紀錄、學習紀錄表達形式、發佈和分享學習成果方式等。老師可以參考表 9.5 中不同設計環節的選項，選取合適而可行的教學策略或考慮其他更適合的做法。



教學設計環節	方式	內涵 (由老師自定)
活動性質	<input type="checkbox"/> 探究為本 <input type="checkbox"/> 設計為本	按活動的性質，針對學生於探究過程或工程設計循環會經歷的各個步驟，設計教學流程。
科技運用	<input type="checkbox"/> 使用科技器材作為探究或測試工具 (例如：傳感器、數據提存器) <input type="checkbox"/> 編程 <input type="checkbox"/> 使用傳感器、微型控制器和致動器等製作自動化的機械裝置 <input type="checkbox"/> 立體打印 <input type="checkbox"/> 電腦模擬 <input type="checkbox"/> 激光切割 <input type="checkbox"/> 虛擬技術 (VR/AR) <input type="checkbox"/> 無人機/ 航拍 <input type="checkbox"/> 其他	在不同階段融入科技元素，以幫助學生了解及運用科技解決問題。
課程融入	<input type="checkbox"/> 常規課程 <input type="checkbox"/> 分科課程 <input type="checkbox"/> 綜合課程 <input type="checkbox"/> 非正規課程 (如課外活動) <input type="checkbox"/> 綜合常規與非正規課程 (例如：STEM 日、STEM 專題計劃等)	考慮活動能否配合常規或非常規課程及融入方式。
問題情境	<input type="checkbox"/> 科學相關 <input type="checkbox"/> 社會相關 <input type="checkbox"/> 歷史相關 <input type="checkbox"/> 環境相關 <input type="checkbox"/> 藝術文化相關 <input type="checkbox"/> 健康相關 <input type="checkbox"/> 其他	問題情境可以取自學科或跨學科主題或時事議題
教學策略	<input type="checkbox"/> 引導式探究 <input type="checkbox"/> 專題研習 <input type="checkbox"/> 問題為本學習 <input type="checkbox"/> 翻轉課室 <input type="checkbox"/> 其他	基於學生的學習能力和發展階段，運用適當的策略，鼓勵自主學習。



學習環境	<input type="checkbox"/> 課室 <input type="checkbox"/> 特別室（例如：D&T，實驗室，STEM 室） <input type="checkbox"/> 學校裡的開放空間 <input type="checkbox"/> 家中 <input type="checkbox"/> 社區機構或場地	如有需要，可以利用校外環境，進行實地考察，以促進全方位 STEM 學習，拉近學校與社區的距離，令學習更生活化。
資源配置	<input type="checkbox"/> 校內資源 <input type="checkbox"/> 校外資源（例如：大學，社區，科學園）	按活動主題的需要，尋找社區資源，延展活動空間和學習內容；亦可以藉此提升高年級學生的 STEM 知識和技能。
學生協作	<input type="checkbox"/> 個人活動 <input type="checkbox"/> 小組活動 <input type="checkbox"/> 全班活動	不同協作方式可以交替地使用，以提升學生於個人學習、同儕學習和小組合作學習方面的能力。
學習紀錄	<input type="checkbox"/> 電子學習檔案 (e-portfolio) <input type="checkbox"/> 學習歷程紀錄簿 (log book) <input type="checkbox"/> 學生工作紙 <input type="checkbox"/> 製作原型/ 實體裝置 <input type="checkbox"/> 其他	老師可考慮將學習歷程紀錄電子化，將現代教育科技融入 STEM 教育中。一方面拓寬學習紀錄的表達形式，另一方面加強學生的科技素養。
學習紀錄表達形式	<input type="checkbox"/> 文字 <input type="checkbox"/> 繪圖 <input type="checkbox"/> 相片 <input type="checkbox"/> 錄像 <input type="checkbox"/> 電子平台討論區 <input type="checkbox"/> 製作原型/ 實體裝置 <input type="checkbox"/> 其他	鼓勵學生以多樣化形式紀錄學習過程和結果，以便於進行反思，同時幫助老師進行形成性評估。
發佈/ 分享學習成果	<input type="checkbox"/> 口頭報告 <input type="checkbox"/> 電子學習檔案介紹 <input type="checkbox"/> 設計/ 製作裝置/ 原型展示 <input type="checkbox"/> 海報/ 展板 <input type="checkbox"/> 比賽 <input type="checkbox"/> 其他	分享方式應以能培養學生溝通和小組協作技能為前提，亦可鼓勵學生從發佈和分享的過程中獲取更多回饋；老師亦可借此進行總結性評估。

表 9.5：綜合式 STEM 教學內容設計框架的參考樣式



3. 評估設計框架

評估是課程設計的重要一環，但卻常被忽視。理由是在倚重紙筆式的學校評估文化下，很難容納另類評估方式。除了評估文化，STEM 的評估還須解決好些理論和實踐上的問題，其中包括：如何針對多樣化、多維度的 STEM 學習目標評估學生的學習表現？如何評估概念知識以外的學習成果，如廿一世紀技能？如何提高紙筆測考以外的評估方式的效度和信度等？

有見及此，建立一個評估設計框架可以幫助老師設計可行而有效的評估方案。這個框架應包含評估目標、評估指引、評估工具和評估標準等方面 (如表 9.6 所示)。為幫助老師考慮如何就個別 STEM 項目設計評估方案，圖 9.22 提供了一個評估路線圖，讓老師按部就班，考量最恰當的評估方法，以搜集有效而可靠的學習證據。不過，基於綜合式 STEM 教育的目標強調高階思維和廿一世紀技能的運用，一些高度客觀並附有標準答案的評量方式，如紙筆考核，未必適用。雖然部份涉及科學概念或探究技能的目標，仍可利用紙筆方式進行考核，其餘大部份目標卻需要運用非標準化的評量方式，例如檢查表和評估量表等。附件十六展示了匯知中學針對其中一個 STEM 活動 (光色對光合作用的影響) 而設計的綜合評估標準表。附件十七則展示觀塘瑪利諾書院為評估學生設計和製作技能而制定的評估表。要提高非標準化評量工具的可靠性，可以在不同表現層次上加入具體顯證，讓老師更容易分辨學生在各評估指標中的表現水平。

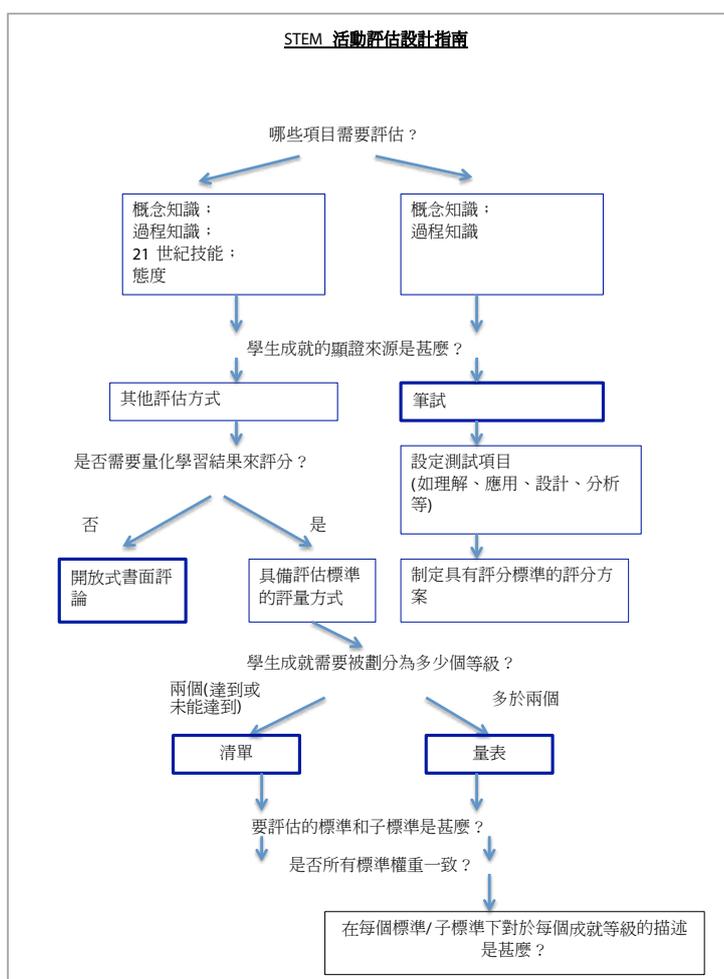


圖 9.22 STEM 活動評估設計指南

評估目的	評估方式 (以收集顯證)
<input type="checkbox"/> 進展性/ 形成性	<input type="checkbox"/> 紙筆式測考 (附評分標準)
<input type="checkbox"/> 總結性	<input type="checkbox"/> 學生學習過程評估
	<input type="checkbox"/> 工作紙
評估範疇	<input type="checkbox"/> 設計圖 / 探究計劃
<input type="checkbox"/> 事實知識	<input type="checkbox"/> 書面報告/ 學習檔案 / 電子學習歷程檔案
<input type="checkbox"/> 概念知識	<input type="checkbox"/> 製作原型/ 實體裝置
<input type="checkbox"/> 過程知識	<input type="checkbox"/> 反思報告
<input type="checkbox"/> 後設認知知識	<input type="checkbox"/> 口頭報告
<input type="checkbox"/> 廿一世紀技能	<input type="checkbox"/> 課堂觀察
<input type="checkbox"/> 態度	<input type="checkbox"/> 其他
<input type="checkbox"/> 認知層次	<input type="checkbox"/> 評估工具
<input type="checkbox"/> 記憶	<input type="checkbox"/> 檢索表
<input type="checkbox"/> 理解	<input type="checkbox"/> 量表 (附評估標準表)
<input type="checkbox"/> 應用	<input type="checkbox"/> 開放式評語
<input type="checkbox"/> 分析	<input type="checkbox"/> 其他
<input type="checkbox"/> 評鑑	
<input type="checkbox"/> 創造	

表 9.6：綜合式 STEM 教學評估設計框架的參考樣式



課程單元設計框架的功能

上文所建構的課程單元設計框架包括目標設計框架，教學設計框架和評估設計框架，希望有助於突破 STEM 教育的發展瓶頸，在課程，教師和學校三個層面上發揮如下功能：

課程設計層面：

- ▶ 提供一個跨學科課程設計平台，以促進學科目標的連繫和整合
- ▶ 區分和突出 STEM 所涵蓋的不同知識類型和認知層次目標，幫助老師聚焦於較廣闊的學習目標，避免只強調知識傳輸，令 STEM 活動目標更清晰和具針對性
- ▶ 釐清如何通過 STEM 教育發展高階思維
- ▶ 展示『分科』與『綜合』學習的關聯，並促進兩者的互補和協同
- ▶ 利用目標引領教學和評估設計
- ▶ 突出 STEM 課程如何在認知，後設認知，廿一世紀技能和態度層面上，融入、深化和拓寬學校整體課程，向理想的學校教育邁進

教學和教師發展層面：

- ▶ 幫助老師進一步理解 STEM 教育的理念及其所能達至的高階思維目標
- ▶ 引發老師思考課程整合的可行模式
- ▶ 讓老師分析不同學科，不同層次目標之間的關係及其連貫性
- ▶ 有助老師為不同學習階段、年級和學習能力的學生設計不同難度、深度和綜合程度的學習活動
- ▶ 提供不同教學策略包括自主學習策略，以供老師參考
- ▶ 提供一個跨科課程設計平台，促進各學科老師的溝通和協作
- ▶ 促進 STEM 老師在設計校本課程的專業發展

學校領導和管理層面：

- ▶ 讓領導層對 STEM 學科綜合有一個較全面的理解，有利於釐定相關課程政策。
- ▶ 讓學校 STEM 教學團隊了解各自學科在跨科教學上的角色和需要承擔的責任
- ▶ 增加校本課程及其設計過程的透明度
- ▶ 有助將 STEM 教育納入整體學校課程之中，以拓寬學校教育的範圍
- ▶ 有利於學校建立 STEM 教育的評估機制和相關的評估報告系統
- ▶ 對內促進學校領導層和不同學科老師在 STEM 教育上的溝通和協作
- ▶ 對外提高校外持份者對學校 STEM 教育政策的了解和認同



十、計劃總結

本項目的實踐經驗和成果反映了分科學習與綜合式 STEM 學習的分別。前者是以課本為導向，偏重事實和概念學習，重背誦和理解而輕應用而至創造，內容與現實生活脫節。在學習過程之中，學生手腦並用的機會不多，學習動機不強，學生相對被動，對老師依賴性高，加上評估方式狹隘，難以全面評估學生的知識和能力，尤以高階思維及廿一世紀技能為然。反觀，STEM 教育無論在課程目標，學生自主學習程度或學習情境方面，都與傳統的分科教育相反，有助扭轉現行教育的弊端，成為實踐理想教育的載體，課程和教學範式轉移的催化劑。因此，如能揉合傳統分科和綜合學習兩種模式的優點，會令 STEM 教育和學校教育的發展趨於平衡，更能滿足新時代的發展需要。

我們期望通過發表這項支援項目的實踐成果，能夠激發老師對 STEM 教育的理念、內涵和實踐方法，作更深層次思考，從而將課程目標，教與學過程和教學評估更有系統地聯繫起來。在過去一年來，各參與學校已朝著這個方向作出了重要的嘗試。我們衷心希望藉著他們的經驗分享，能夠令 STEM 教育像滾雪球一樣，不斷地壯大。

以下我們根據本項目的實踐成果，分別就著 STEM 教育的十個為大眾所關注的關鍵議題，作出回應，作為本書的總結。

(一) STEM 教育能否幫助學生學習科學概念？

STEM 能讓學生思考如何應用已有概念解決問題。倘若學生未能牢固地掌握相關概念，通過反覆研習，可以溫故知新；學生也可以在解難過程中，進行自學或科學探究，學習新知識。為達致這些目標，老師可以設計不同類型的難題，引領學生探究科學現象，製作能展示科學或科技原理的模型，或應用科學原理進行工程設計和製作科技裝置。在探究或製作過程中，同時達致概念學習的目標。

(二) 科技和工程設計與發展學生科學探究技能有何關係？

在很多設計為本的 STEM 活動項目中，於設計方案時，必須借助科學探究，提供科學數據作為選擇設計方案的基準。例如，如果要選擇合適的物料進行設計和製作，便需要對各種物料的特性進行探究。這類型探究多涉及科學常用的公平測試，能鞏固學生的實驗技能，也能發展科學思維和設計思維。

另一方面，隨著較先進量度工具如傳感器的使用日趨普及，老師可以教導學生運用這些工具，提高探究的信度和效度，讓學生了解現今的科學研究如何受惠於科技的發展，適當地運用新科技器材也有助克服傳統實驗常遇到的技術障礙，讓學生以更具創意的去探討科學問題或驗證新的假設，例如，利用傳感器和微型控制器包括 Arduino 或 micro:bit 等製作各類型探測儀器，應用於量度各種實驗變數包括導電性、混濁度、光度等，可以令探究變得更為容易，更靈活和有趣。本計劃提供了不少相關例子。例如，匯知中學就是利用了微控制器和 LED 燈泡，配合編程製作了能控制光照時間的裝置，應用於光合作用的探究活動中。聖嘉勒女書院則利用泥土濕度感應器，監測泥土中的濕度變化，從而控制澆水的份量和次數，為植物生長創造有利條件。

(三) STEM 教育能否與現行的常規課程接軌？

要令 STEM 教育與正規課程接軌，必須從微觀的課程設計入手。如上一章所述，我們建議利用布魯姆認知教學目標分類層構(Bloom's Taxonomy)作為理論基礎，建構一個橫跨各學科的目標框架，並以此設計校本 STEM 課程、項目或活動目標。這個框架能夠引領老師設計多層次的認知目標，並突出 STEM 教育對發展高階思維如分析，評鑑和創意解難所起的作用，以彌補現行分科課程偏重知識理解的不足；由於這個目標框架適用於所有學科，因而有利於將各 STEM 學科以至 STEM 以外學科的目標連成一氣。通過科學探究、工程設計或美術創作，培養學生創意解難和欣賞美感的能力，也有助鞏固，延展和深化學生的科學和數學知識。設計 STEM 課程時，如能調適分科教學的進度，彼此配合，應可達致更理想的學習效果。

(四) STEM 教育能否幫助學生學習數學？

根據學生的觀感，通過綜合式 STEM 活動學習數學，效果似乎不及其他範疇顯著。這也許是因為活動中沒有滲入很強的數學元素，令學生未能察覺當中的數學成份，以致未能欣賞數學在 STEM 解難活動中所扮演的角色。

要對應這個問題，老師可以更著意和更深入地引導學生運用數學方法和運算思維去進行解難。例如，利用數學統計方法對從科學探究或工程測試所取得的結果進行數學分析，將數據以統計圖展示，從而找出數據之間的關係。在本計劃的第二個教學週期，很多參與學校已從多方面加強數學的融入。例如，梁潔華小學在降落傘活動中引入了數據分析，以找出各個變項之間的關係。觀塘瑪利諾書院的質量量度裝置設計活動亦將科學和數學集於一身。匯知中學的數學科老師承接科學科的科探活動，引導學生將從各班所取得的探究數據加以綜合和分析，找出當中變項的關係，並分析各班數據之間的差異和誤差。陳楷紀念中學則在「STEM 日」中加入材料成本的計算，以融入數學運算思維，並突出成本控制和成本效益在工程設計中的重要性。何玉清中學在望遠鏡製作活動中，讓學生利用相關的透鏡方程，進行運算，找出架設鏡片的最適當位置。

凡此種種，都足以證明數學在 STEM 的應用比比皆是，只是有待老師們去發掘和融入於教學中。要讓學生有更多機會運用數學思維，深入地了解數學與 STEM 之間的關係，數學科與其他學科進行更深入的協作是有需要的。

(五) STEM 教育對學生來說，最大得著是甚麼？

本計劃的評鑑結果顯示，很多學生認為參與 STEM 活動的最大得益莫過如獲得滿足感和成就感。這是一直強調標準答案和聚合性思維的傳統學習方式難以實現的。通過自主學習自行設計方案解決問題，學生能夠真正擁有自己的學習成果和成就感，並意識到知識不是教科書的專利；學習成果也不一定要由老師賦予。其他 STEM 相關的學習經歷如個人創造力的發揮，也是滿足感和成就感的來源。

(六) STEM 對學習科技有什麼裨益？

自古以來，科技都是帶動社會發展的載體。時至今日，科技已成為推動經濟發展，提高生活水平及解決環境問題的鑰匙。據本項目的評鑑所得，STEM 活動可以提高小學生對科學科技的興趣，也有助中學生意識到科技的重要性。由此觀之，STEM 教育可望能鼓勵更多學生投身科學和科技事業，在發展經濟的同時，改善社會，自然環境和人類健康。

(七) STEM 教育與自主學習能否相輔相成？

要發展創意和解難能力，不可能忽視學生學習的自主性。STEM 教育能提供一個自主學習環境，讓學生應用知識，通過構想解難方案、搜集資料、設計原型、進行探究和測試、反思、檢討和優化成果等解決問題。如果要讓學生持續地發展自主學習能力，不可能忽視後設認知能力的培養，這是指幫助學生建立自學策略，並思考不同難題應以何種方法解決最為有效。在反思過程中，尤應評估自己的優點及缺點，尋求自我完善的方法。這樣，才能從根本提升個人的學習和解難能力，才能促進學習遷移。不過，老師要明白，自學能力的發展不可能一蹴而就，而是要通過長期培養始能奏效。



(八) 老師在 STEM 教育的推行上遇到最大的困難是什麼？有何解決方法？

老師推行 STEM 教育要面對多方面的困難。最大困難莫過於課時緊拙。若由各科進行協作教學，內容的編排亦誠非易事。各科老師更要騰出時間共同備課。另一方面，無論運用任何課程組織方式，若以單一主題貫串不同學科的學習內容，對於本身欠缺跨科學習經驗和其他科教學經驗的老師來說，自然有一定難度。此外，空間不足亦限制了學生進行需時較長的創作性活動。如何有效地評估各項學習目標的達成程度，並將其納入學校的整體評核架構之中，是另一個要考慮的問題。

通過本項目，參與學校試驗了不同方法，克服上述的困難，其中包括：協調各科的課程編排及施教次序，調整任教同級但不同學科老師的上課時間表，騰出空堂予老師們進行共同備課。為解決空間及時間不足的問題，可讓學生於課後在校內或家裡完成活動。至於跨學科內容的整合，則沒有最理想的方式，要視乎學校的 STEM 教育目標，作出最適當的安排。最後，在評估方面，可以針對個別目標設立評估機制和評估指標。評估指標以能利用顯證反映學生的不同表現水平為宜。一套清晰的評估指標，除了能分辨學生的能力和學習差異外，還可以讓學生認清下一個階段的目標，激勵他們向更高水平進發。評估設計與課程目標設計有極其緊密的關係。老師應以課程目標為指引，決定須針對那些目標進行評估。

在評估範圍方面，最好能涵蓋不同類型的知識，例如，概念知識和過程技能知識，以及不同層次的認知能力包括從理解到應用，從分析到創造。至於具體的評估指標，則可因應學校對不同學習階段及年級的要求而設計。

(九) 學校的領導層可以做些甚麼，促進全校 STEM 教育的發展？

要落實校本 STEM 教育，學校領導層必需要實現跨科 STEM 教育的強烈意願，才能提高老師對綜合式 STEM 教育的重視。學校可以根據校情，採取不同領導方式。部份參與本項目的學校選擇了由單一綜合科目如小學常識科和初中科學科作為起步點，陸續吸納和統整其他學科元素於其中，這種類似滾雪球的發展模式，在學校推行跨科協作的條件尚未成熟之際，不失為可行的做法。倘能逐步凝聚不同學科的力量，便有機會過渡至各學科之間的全面協作。另一種協作方式是由學校領導層匯集各科老師成立專業群體，集思廣益，共同設計課程單元；又通過聯合備課，討論教學和技術上的難點，共同開發和運用資源，讓學生進行自學。學校領導層若能夠提供一個有利於學科協作的框架和資源配套，對跨科協作和課程整合更可起催化作用。

(十) STEM 教育能否為學校教育帶來範式轉移？

綜合以上的討論，如果能夠將 STEM 教育的理念在課程發展上付諸實行，是可以帶來學校教育的範式轉移。這種範式轉移體現於課程設計模式、課程設計主導權、學習主導權、學習環境和評估幾方面，如表 9.6 所示。

課程元素	範式轉移
1. 課程設計模式	由分科邁向跨學科課程設計，令兩者兼融。
2. 課程設計主導權	由中央主導變為學校自主；將部份中央課程作不同程度的整合，發展為校本課程。
3. 學習主導權	由以教師為中心轉變為以學生為中心；強調在不同方面發展學生的自學能力，包括分析問題、搜集資料、進行探究或設計等，以建構解決難題所需要的新知識。教師由知識傳授者蛻變為學習促進者。
4. 學習環境	從相對封閉以課室為本位的學習環境，演變為鼓勵自創的開放式學習環境，甚至走進社會與生活；新的環境提供更多自學和自創資源，拓寬學習和活動空間，鼓勵學生進行自主學習和創作。
5. 學習評估	評估焦點由過往只重視概念理解，擴大至能兼顧概念知識、過程知識、高階思維、廿一世紀技能、後設認知能力和態度等方面的全方位評估。評估目的也由過往只重視總結性評估轉而為形成性與總結性評估並重。

表 9.6: STEM 教育能為學校教育帶來的範式轉移

以上各方面的範式轉移意味著老師的專業能力必需要有所提昇。我們期待校本 STEM 教育的發展，能同時催化教師專業知識和技能的發展。這是 STEM 教育會帶來的更重要機遇。

十一、建議

根據本項目所取得的經驗及反思所得，我們對發展校本 STEM 教育有如下建議：

1. 建立學校對 STEM 教育的願景，並以此作為釐定校本課程政策和設計課程的指導原則。學校領導層宜對實現 STEM 教育的目標抱有強烈願望。
2. 在校內建立 STEM 團隊或專業社群，可以由一個學科開始，以滾雪球方式，逐步擴大學科的綜合範圍；也可以一開始就由相關學科共同建立協作社群，謀求協作基礎和方向上的共識。
3. 各相關學科宜共同設計學生指引、學習檔案框架和內容、評估標準等，作為跨科協作的載體，藉此促進各科老師的專業參與、分工和責任承擔。
4. 針對不同學科的特質，設計不同性質和目標的 STEM 綜合活動，包括探究為本、工程設計為本，又或者兩者兼備的活動，以課堂活動、項目，甚至綜合學科形式推行，從多方面擴闊學生的學習經驗和學習機會。
5. 在分科教學上，加強學生學科方面的探究技能，如科學科的實驗方法，資訊科技科的編程技能、設計與工藝科的工具操作技巧等，讓學生先具備相關的過程知識基礎，才進行較複雜的跨科解難活動。
6. 設計 STEM 綜合活動的同時，應思考如何與常規學科接軌，例如在傳統科學實驗中加入新科技或工程元素，又或鼓勵學生以創新方法，綜合運用從學科所習得的知識，通過探究或工程設計解決難題。
7. 匯聚全校力量，籌集可供學生創作和自學的資源。如有需要，尋求大學或社區機構的協作和支持。
8. 發展電子平台，促進學生自學，溝通和合作，並讓學生展示和反思學習成果；同時方便老師搜羅學生學習的顯證，以進行形成性評估和向學生提供適時回饋。
9. 參考上一章所建議的課程單元設計框架，把不同學科範疇、不同知識類型和不同認知目標層次納入綜合式 STEM 課程之中，以扭轉目下課程偏重概念理解的偏差，讓學生在不同學習領域上得到較平衡的發展。
10. 設計能貫通分科課程、STEM 綜合課程和學校整體課程的目標框架，令三者接軌。藉著發展 STEM 教育，擴闊整體教育的廣度和深度，進一步拉近學校教育與社會之間的距離，鼓勵學以致用和用以致學。
11. 制定適用於不同學段和年級的 STEM 教育目標。跨科範圍和自主學習程度宜由淺入深，讓學生以漸進方式接受更有系統的 STEM 教育。
12. 宜考慮將綜合式 STEM 教育發展至高中，增潤高中的課程內容，避免 STEM 教育出現斷層，亦能幫助學生適應大學課程和未來職場上的需要。
13. 為老師提供具策略性的持續專業發展機會，例如，STEM 教育領導才能訓練、校本課程、教學和評估設計等方面的培訓。

校本 STEM 教育應以實現綜合式 STEM 教育的理想和目標為依歸，亦應具備獨特的內涵，以反映學校的願景和發展階段。發展步伐宜按部就班，不宜遠離實際，更不可揠苗助長。

學校領導層宜檢討目前校內的發展狀況，考量 STEM 綜合課程的組織方式、STEM 綜合課程與分科課程在目標和內容上的連繫與協調、資源設置、師資培訓、學校優勢和面對的挑戰等方面，以便於制定校本 STEM 教育的短、中、長期發展策略。學校領導和前線老師都必需明白，隨著社會和科技的不斷發展和更新，學校 STEM 教育的發展有如逆水行舟，不進則退。

十二. 參考書目

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman.

Barak, M. (2013). Teaching engineering and technology: cognitive, knowledge and problem-solving taxonomies. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 11(3), 316-333.

Bloom, B. S. (1956) (Ed.). Taxonomy of educational objectives (Book 1: Cognitive domain). London: Longman.

Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into Practice*, 41(4), 219-225.



十三、附錄

附件一：學生 STEM 項目計劃書（聖嘉勒女書院）

S2 STEM Project (2017-2018) Project Plan		N/ /L
Class	224	
Group No.	5	
Teacher advisor		
Project title	Automatic drug box system for elderly	
Background information e.g. Why are you interested in making this device? In what way does your device help the elderly solve the problem encountered in their daily life?	Most of the elderly need to have their medicine every day, but they always forget about it and no one remind them. Then their sickness will become more serious. The automatic box in my design can let their family if your really can't do it can look to an app and the app will send remind them in phone. There is also a time to let them get the time.	
Objective	Remind elderly the things they have to do that moment. Remind elderly to eat their medicine on time.	
Investigative question (Should be specific)	Which shape of the medicine box will the drug box bring trouble to the elderly.	
Design of your product (Use diagram(s) to illustrate your design)		

Method	Schedule	Date / Period	Content	Remark
<p>To investigate which shape of the automatic drug box is more convenient</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prepare three or above different shape of automatic drug box 2. Give them to elderly and put a CCTV to observe which shape is more convenient for elderly 3. Compare all different size of drug box and choose the most convenient one <p>To investigate that will the automatic drug box bring trouble to elderly</p> <p>To design a app remind them that its make an app</p>		November	Discuss our project's title and use of automatic drug box	
		December	Finish the project plan and search some information	
		January	Buy materials for building a model of automatic drug box	

十三、附錄

附件二：「電容車製作」：學生工作紙（浸信會呂明才中學）

附件二：「電容車製作」：學生工作紙(浸信會呂明才中學)
 Baptist Lui Ming Choi Secondary School
 F.2 Science STEM Project – Capacitor Car Competition

Name: _____ () _____ Score: _____ / 10
 Class: _____ Date: _____

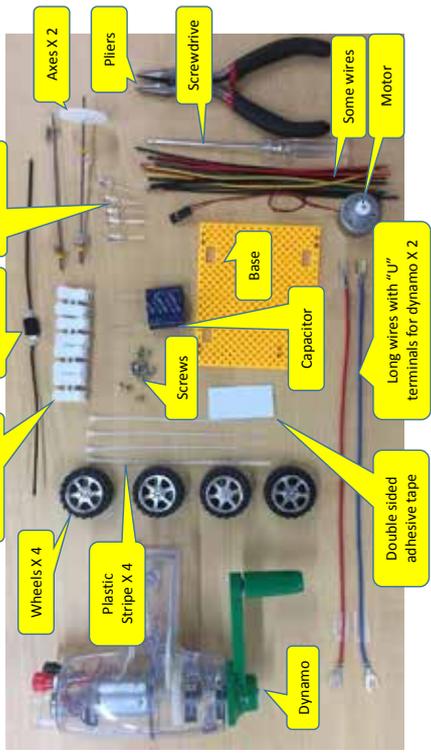
Aim: Apply the knowledge about electricity to make a capacitor car and win the capacitor car competition

Introduction: In this project, students are required to make a toy car, which is powered by capacitor (電容). A capacitor works like an "empty" dry cell. You have to charge (fill up with electricity) the capacitor. Then it works like a dry cell to provide electricity until the energy inside has been used up. You have to make a capacitor car that lights as many LED bulb and carry as many weight as possible.

Tasks to be completed:
 Task 1: Make a capacitor car to light a LED bulb and carry a 100g weight to run for 2 metres.
 Task 2: Modify the capacitor car to light and carry as many LED bulb and weight as possible to win the competition.
 Task 3: Create a Google site to record the making and testing progress.

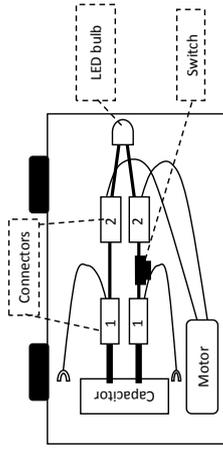
Task 1: Make a capacitor car to light a LED bulb and carry a 100g weight to run for 2 metres.
 You are provided with the following materials.
 Then follow the video in the link to make the capacitor car.

Material:



Wheels X 4
 Plastic Stripe X 4
 Connectors X 4
 Switch
 LED Bulbs X 5
 Axes X 2
 Pliers
 Screwdriver
 Some wires
 Motor
 Base
 Capacitor
 Long wires with "U" terminals for dynamo X 2
 Double sided adhesive tape
 Dynamo

Making of the capacitor car:



LED bulb
 Switch
 LED bulb
 Switch
 LED bulb
 Switch
 LED bulb
 Switch

Connectors
 LED bulb
 Switch
 LED bulb
 Switch
 LED bulb
 Switch

Capacitor
 Motor

Circuit diagram of the capacitor car

Step	Content	Put a "✓" when completed
1	Fix the axes to the base.	
2	Put the wheels to the axes.	
3	Fix the motor to the base, so that it drives the axis.	
4	Fix the capacitor to the base. Connect the capacitor to the connector 1.	
5	Connect the switch from connector 1 to connector 2.	
6	Connect the LED bulb to the connector 2. *Connect the longer leg of the LED to the "+" side.	
7	Connect the motor to the connector 2.	
8	Connect the wires with "U" terminals to the connector 1. Then connect the other "U" terminals to the dynamo and charge the car.	
9	Test the car to see whether it runs properly. Check the connection of wires if it does not run.	

Test of the capacitor car:

- Connect the "U" terminals to the capacitor. (Which wire should be connected the "+" of the capacitor?)
- Fully charge the capacitor with the handle dynamo.
How do you know the capacitor is fully charged?

3. How many turns are required to fully charge the capacitor?

***Homework: Complete the stage 1 of the Google site – making of the capacitor car.**

Making of Google site (Stage 1):

- Take photos and videos to record the making of the capacitor car.
- Create a Google site to present the process of the making of the car. Refer to the sample site for detail.
<https://sites.google.com/bjmess.edu.hk/capacitor-car-project-sample>

Task 2: Modify the capacitor car to light as many LED bulbs as possible and carry as many weight as possible to win the capacitor car competition.

Rules of the capacitor car competition:

1. Light the LED bulbs and carry the weight to run through a 2m track to earn the score.
2. All LED bulbs should be lighted when passing through the finish point.
3. Each team has 2 trials.

Calculation of score:

Item	Score	You are provided with 5 LED bulbs, ten 100g weights and one 50g weight.
Each LED bulb	50	
Every 50g of weight	50	You may use other materials to optimize your capacitor car.
Basic score = No. of bulb x 50 + weight		
Final score = Basic score/time taken (s)		

Test of different combinations:

(Record all the investigative activities and present them in the Google site)

1. Which connection method is better for joining the LED bulbs? Series or parallel? Design a test to compare these two methods.

Which method you use? (Series / parallel)

2. Test the effect of different number of LED bulbs

No. of LED bulb used	Time (s)	Performance (no. of bulb/time)

Plot a graph – no. of LED bulbs vs performance

Weight	Time (s)	Performance (weight/time)

Plot a graph – weight vs performance

Suggest a best combination of bulbs used and the weight.

Number of LED bulbs: _____ Weight: _____g

Test the suggested combination and other combinations:

No. of bulb = B	Total weight (g) = W	Basic score = 50B + W	Time (s) = T	Final score = Basic score/T

Science laboratory will be opened on the following dates until 5:00pm.
You can make and test your car.

Date:

--	--	--	--	--

*Ask your science teacher for the date.

Complete the stage 2 of the Google site by _____.

Reflection:

十三、附錄

附件三：「降落傘探究活動」學生工作紙（順德聯誼總會梁潔華小學）

附件三

- 在 4 個面上打孔；
2. 利用紙模在塑料布上剪出一個特定面積的傘面；
 3. 利用打孔機在傘面的 4 個角打孔；
 4. 把相同長度的 4 根棉繩把傘面及盛載器串起來；
 5. 用特製的米尺來進行測量，並記錄降落傘的下墜時間。

結果：

傘面物料：塑料布	降落傘的總重量：_____
傘面的形狀：正方形	圖形的面積： <u>16cm²</u>
繩子長度： <u>23cm</u>	測試的高度：_____
測試次數	測試時間(秒)
1	
2	
3	
4	
5	
平均飛行時間：	
經過測試後，我發現……	

2

附件三

附件三：「降落傘探究活動」學生工作紙（順德聯誼總會梁潔華小學）

三. 設計及製作降落傘

目的：探究不同形狀、不同大小的傘面及不同物料的降落傘如何影響物體從高處下墜的時間。

假設：在相同高度的情況下，降落傘下墜至地面的時間越長，即著地時的速度（越快 / 越慢），撞擊力（越大 / 越小）。

活動一：製作(標準的)降落傘

材料：塑料布 1 塊、B5 白紙 1 張、23cm 棉繩 4 根、紙模 1 張、米尺 2 把、打孔機 1 個、剪刀 1 把、筆 1 枝、

計時器 1 個

製作草圖：

步驟：1. 先利用 A5 白紙摺出 1 個盛載器，並利用打孔機

附件三

活動二：製作(特定研習主題的)降落傘

目標：探究(形狀 / 繩長 / 傘面大小)與降落傘下墜的關係。

材料：_____、B5白紙1張、_____cm棉繩4根、紙模1張、米尺2把、打孔機1個、剪刀1把、筆1枝、計時器1個

製作草圖：

測試一	測試二	測試三
-----	-----	-----

結果：(測試一)

傘面物料：_____	降落傘的總重量：_____		
傘面的形狀：_____	圖形的面積：_____cm ²		
繩子長度：_____cm	測試的高度：_____		
測試次數	測試時間(秒)	測試次數	測試時間(秒)
1		8	
2		9	
3		10	
4		11	
5		12	
6		13	
7		14	
平均飛行時間：			

(測試二及三表格雷同，從略)

經過多次的測試，我發現測試(一/二/三)最理想，_____。

附件三

活動三：製作(最佳)降落傘

目標：集合各組員的研習結果，製作下墜時間最長的降落傘。

材料：_____、B5白紙1張、_____cm棉繩4根、紙模1張、米尺2把、打孔機1個、剪刀1把、筆1枝、計時器1個

最佳設計草圖：

以上是我的設計，它的優點是_____

結果：

傘面物料：_____	降落傘的總重量：_____		
傘面的形狀：_____	圖形的面積：_____cm ²		
繩子長度：_____cm	測試的高度：_____		
測試次數	測試時間(秒)	測試次數	測試時間(秒)
1		8	
2		9	
3		10	
4		11	
5		12	
6		13	
7		14	
平均飛行時間：			

十三、附錄

附件四：由學生編寫的電子學習檔案（博愛醫院陳楷紀念中學）

<https://sites.google.com/pohck.edu.hk/ck2c2/%E9%A6%96%E9%A0%81?authuser=0>

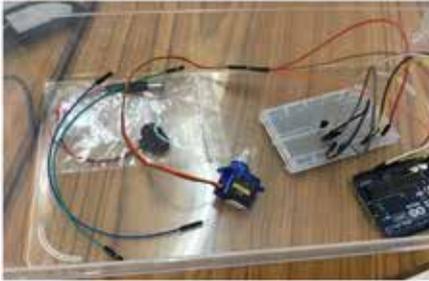




1. 上傳至Arduino-UNO的程式 (照片/屏幕擷圖)



2. Arduino UNO板、麵包板及各電子元件的接駁位置 (照片)



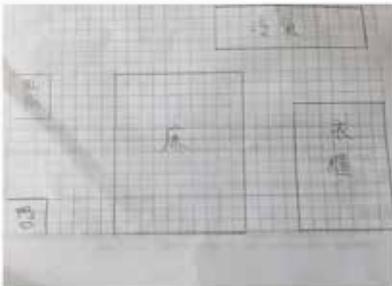
3. 上傳程式後進行測試的過程及結果(照片)



4. 討論智能家居裝置設計的過程 - 協作解難的過程 (文字、影片或照片)



5. 智能家居裝置模型設計圖 (照片)



材料:我們用的材料有紙皮, 電路版熱溶膠, 電線

遇到的問題:我們遇到的問題是做得太慢, 因為指有一人做模型, 所以我們一齊分工做模型



- 測試初版模型能否解決問題: 我們會測試初版模型風扇能否轉動

- 需要收集什麼數據: 我們需要收集溫室溫度的數據

- 用什麼儀器: 我們用溫度感測器量度

- 如何量度: 用手的溫度看看溫度的變化, 是否真的能測試

- 如何展示結果: 看看風扇能否轉動



CK2C智能家居(2組)

分析檢討及改良

檢討:我們覺得power可以做好D,因為我地沒有分配好時間,有少許問題做得太簡斷所以我希望我地可以分配好時間

改良:我們可以改良的是傢私設計,因為我需要做任務但其實美觀都計分,所以我覺得在美觀方面可以做好D.....

CK2C智能家居(2組)

反思

智能家居裝置可以幫我們解決到日常生活問題而且透過專題研習中,我可以學到一些新的知識和技能令我获益良多,在這個專題研習中遇到了一些困難後來我們經過一番番討,解決了一些問題,而我覺得這專題研習中寫程式的部分,值得我欣賞,反而制作模型方面,我認為要改善,因為我們組只有一个人去完成這一部分,所以做出來的模型比較少-HuangHL

做完這個實驗,我明白不同的電路版和科學知識第一,我明白了家居裝置是可以解日常生活的問題,他能解決太熱,<28度便自動開風扇的生活問題,第二,透過這個專題研習,我學到可以用電路版和電線解決太熱的問題,這個專題研習,我遇到掉線的問題,我們問老師如何插回電線,我覺得這個專題研習值得欣賞因為佢私做得很漂亮,完!-TangHL

在實驗可以幫我們解決日常中室中溫度問題,我學到如何利用電子寫程式我們遇到分工方面合作方面及製作方面的困難,問老師完成所有困難最值得欣賞的是我組的合作-CHungHW

從中,我能使用這個智能裝置來解決我們平常生活中的問題,我亦曾反思過,一開始我並沒有去嘗試,但後來我慢慢嘗試去控制這個智能裝置,才發現其實好簡單!我覺得這次真的很欣賞我們的團隊精神!Cheung CY-

CK2C智能家居(2組)

分工

Chung HW:TAKE PHOTO,POWERPOINT

HuangHL:POWERPOINT

Tang HL:DT,POWERPOINT

CheungCY :UPLOAD ,POWERPOINT

CK2C智能家居(2組)

參考資料、網址、影片

<http://www.lcyrtonetclub.com/archives/2020/01/>

<http://www.lcyrtonetclub.com/archives/2020/01/>

<http://www.lcyrtonetclub.com/archives/2020/01/>

十三、附錄

附件五：照顧能力差異：多層次 STEM 活動工作紙（香港紅十字會瑪嘉烈戴麟趾學校）

學生小組紀錄冊(中組)[節錄]：學生在製作過程中，需要觀察和選擇

1. 我們需利用教師給予的不同材料，製作一艘動力船。
活動相片：

2. 我們運用了什麼物資/材料製作動力船?請圈出。

紙	竹筷
橡皮筋	水樽
罐頭	氣球
吸管	積木

附件五：照顧能力差異：多層次 STEM 活動工作紙(香港紅十字會瑪嘉

烈戴麟趾學校)

學生小組紀錄冊(初組)[節錄]：學習以經驗為主

1. 我們需利用教師給予的不同材料，製作一艘動力船。

活動相片：

2. 請教職員準備製成品相片，讓學生把相片張貼在水池內，表示船在水上運行。



學生小組紀錄冊(高組)[節錄]: 學生經歷設計循環, 嘗試應用、分析

1. 設計動力船

試根據你們的知識和日常經驗, 設計一艘具承載力的動力船。

我們設計時有什麼注意的地方?

材料/物資:

我們的設計:

在過程中你們有沒有修改/改善的地方? 請列出。

十三、附錄

附件六：「智能禮物盒」：學生自選探究活動工作紙（仁愛堂田家炳小學）

附件六：「智能禮物盒」：學生自選探究活動工作紙（仁愛堂田家炳小學）

設計流程圖

解說：
學生在實行 STEM 專題研習前，需在組內討論自訂的 micro:bit 禮物盒研發過程。

在開始前，請以文字或圖畫表達寫下你們的設計流程圖（步驟）。

例如：設計禮物盒形狀 → 決定電效能（聲/光/動能）

步驟 1

步驟 2

步驟 3

步驟 6

步驟 5

步驟 4

步驟 7

步驟 8

步驟 9

第 頁

B.盒內裝置設計日誌()

電的效能：	此設計實現電的效能：發光
所需物料：	請畫出設計草圖/電路圖/機械構造圖，並加以標註說明。
設計原理：	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <input type="checkbox"/> 電路圖 <input type="checkbox"/> 組成圖形 <input type="checkbox"/> 利用物料增加亮度 </div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; border: 1px solid black;"> <p>解說： 各組學生可按自己的能力及興趣，進行發光 或及發聲 或及產生動力的研究，構思及設計，可以只進行一項，以至全都進行，而且任何一項次數不限，例如：組別甲全程進行發光設計三次，而組別乙進行發光一次及產生動力一次。故表格可按需要複印及排序，右下角有頁碼留待學生整理後填寫。</p> </div>
資料搜集/參考資源：	
設計者：	日期： <input style="width: 100px;" type="text"/>

設計反思：
請紀錄這次設計或測試後的：

學習心得

新的發現

遇到的困難

頁



B.盒內裝置設計日誌()

電的效能：	此設計實現電的效能：發聲
所需物料：	請畫出設計草圖/電路圖/機械構造圖，並加以標註說明。 <input type="checkbox"/> 電路圖 <input type="checkbox"/> 擴音設計 <input type="checkbox"/>
設計原理：	
資料搜集/ 參考資源：	
設計者：	日期：

設計反思：

請紀錄這次設計或測試後的：

學習心得

新的發現

遇到的困難

第 頁



B.盒內裝置設計日誌()

電的效能：	此設計實現電的效能：產生動力
所需物料：	請畫出設計草圖/電路圖/機械構造圖，並加以標註說明。 <input type="checkbox"/> 電路圖 <input type="checkbox"/> 機械運作圖 <input type="checkbox"/>
設計原理：	
資料搜集/ 參考資源：	
設計者：	日期：

設計反思：

請紀錄這次設計或測試後的：

學習心得

新的發現

遇到的困難

第 頁

(後接常規構想及設計(如：micro:bit 編程)、製作模型等部份，從略)

十三、附錄

附件七：「質量量度問題」：學生活動指引（觀塘瑪利諾書院）

附件七

附件七：「質量量度問題」：學生活動指引（觀塘瑪利諾書院）

Kwun Tong Maryknoll College
Form 1 Junior Science Project 2018 – 2019
Measuring the masses of unknown objects

1. **Background:** You have learned the working principles of different types of balances in Unit 1 (Using measuring instruments). Different balances are the most *suitable* in different cases. Taking one step further, you are expected to challenge yourself, i.e. *designing* and *making* measuring instruments.
2. **Grouping:** Form a group of 3 members.
3. **Task:** 3 unknown objects will be given to each group (the masses are between 50 g and 2 kg). Each group needs to measure the masses of the objects using their own measuring instrument(s). 10% errors are accepted, e.g. a measured value of 108 g to 132 g is acceptable for the actual mass of 120 g.
4. **Details:**
 - some standard masses of 10 g, 20 g, 50 g, 100 g, 500 g and 1 kg will be provided
 - using simple materials
 - minimizing the cost of buying materials
 - there are no limits on the dimension or mass of your measuring instrument(s)
5. Each group must submit your measuring instrument(s) and a **report** including:
 - the design of your measuring instrument(s)
 - the working principles of your measuring instrument(s)
 - the materials used
 - the steps of making the measuring instrument(s)
 - the difficulties faced during the design and the making of the measuring instrument(s)
 - the strategies to tackle the difficulties
 - the testing results (including the video of the process of measuring the masses of the unknown objects)
 - the duty list of your group
6. Hand in the project (hardcopy and softcopy) to your teacher on or before
_____ - **2018** (Day)
7. **Marks will be deducted for late submission.**

Reference:

十三、附錄

附件八：「利用飲管製造「勢能－動能」轉換器」：學生活動指引（浸信會呂明才中學）

Timeline:	<p>7/2 – 13/2: Distribute 10 pieces of straw for students to try. They were asked to use these straws to investigate the method to join the straws, to make a smooth trail, etc.</p> <p>14/2 – 2/3: Investigate the way to make the straw tower during this period. They need to update their investigation progress on the Google sites.</p>
	 <p>Fig: Sample from student's Google site</p> <p>5/3 – 8/3: Carry out the 1st Straw-tower making lesson. Students will start to make their straw-tower. They will test it and optimize the tower in the following week. After a cycle, they will bring back the tower and join the class competition.</p> <p>14/3 - 19/3: Carry out the 2nd Straw-tower making lesson and the competition. Top 2 teams will represent their class to join the Inter-Class competition.</p> <p>26/3: Inter-class competition</p>
Teaching Team and Division of Labour:	<p>Mr. Ngan: Prepare the teaching guideline Create the training video for making the Google sites Order straws Arrange the Inter-Class competition</p> <p>Miss Yau: Distribute and collect the parent's consent form Support the Inter-Class competition</p>
Training Workshop:	Nil
PPO_USP STEM-SDL Project, SES, 180118	
Remarks:	

附件八

附件八：「利用飲管製造「勢能－動能」轉換器」：學生活動指引（浸信會呂明才中學）

Programme Planning Outline

Details of the STEM Programme *please tick the box(es) as appropriate

Title:	Straw-tower competition
Programme Code:	(for project team use only)
Project Trial No.:	<input checked="" type="checkbox"/> One <input type="checkbox"/> Two
Period:	From 7/2 to 26/3
Programme Objectives:	<ol style="list-style-type: none"> Let students Problem solving skill Promote self-directed learning
Achievement Indicators:	<ol style="list-style-type: none"> Students can make good use of Google site as a tool to record their investigation progress Students complete a stable straw-tower and let the ball run on it
Modes of Delivery:	<input checked="" type="checkbox"/> Regular Lesson <input checked="" type="checkbox"/> Competition <input checked="" type="checkbox"/> Project <input type="checkbox"/> Theme Day/ Week <input type="checkbox"/> Extra-Curriculum Activity <input type="checkbox"/> Others:
Target Group(s) (Classes involved)	<input type="checkbox"/> Primary 4 () <input type="checkbox"/> Secondary 1 (5) <input type="checkbox"/> Primary 5 () <input type="checkbox"/> Secondary 2 () <input type="checkbox"/> Primary 6 () <input type="checkbox"/> Secondary 3 () <input type="checkbox"/> Whole School <input type="checkbox"/> Others:
Subject(s) Involved: (Topic / Chapter)	<input type="checkbox"/> General Studies : <input type="checkbox"/> Design & Technology : <input type="checkbox"/> Mathematics : <input type="checkbox"/> Visual Arts : <input checked="" type="checkbox"/> Integrated Science : Energy <input type="checkbox"/> Others : <input type="checkbox"/> Computer Literacy :
STEM Elements:	<input type="checkbox"/> Science <input checked="" type="checkbox"/> Engineering <input type="checkbox"/> Mathematics <input type="checkbox"/> Technology
Existing Resource(s):	We have lots of straws Teachers have experiences of this activity All students have Google account with unlimited storage space
Extra Resource(s) needed:	Training guideline (with video) for using Google site
PPO_USP STEM-SDL Project, SES, 180118	
Page 1 of 3	

附件八：「利用飲管製造「勢能-動能」轉換器」：學生活動指引 (浸信會呂明才中學)

Baptist Lui Ming Choi Secondary School
F1 Science Activity – Straw-rail Design (Energy change)

Name: _____ () Score: _____/10
 Class: F.1 _____ Date: _____

Introduction: Students should form a group of 3 to design and construct a straw-rail to demonstrate energy change – Potential Energy to Kinetic Energy.
 A ball will run through the straw-rail from the top to the ground and move along the track.

Aim: Let the ball travels along the track **as far as possible**.
 (i.e. **use potential energy efficiently**)

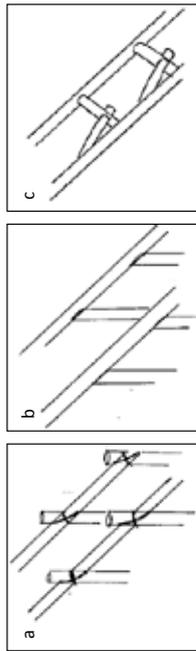
How to make the ball rolls faster and travels longer distance?

1. Make a higher straw rail tower to store more _____ energy.

Reason: The higher the straw rail, the _____ (more/less) the potential energy is stored in the ball. So the ball carries more _____ energy and it moves _____ (faster/slower).

2. Reduce friction of the rail. (reduce energy loss)

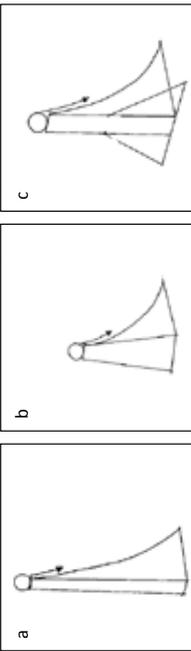
Which of the following design(s) has (have) less friction? (a / b / c)



Reason: Design(s) (a / b / c) has(have) less friction because _____

3. Make a stable straw tower.

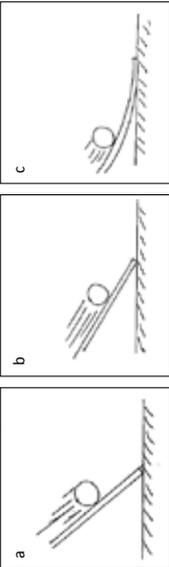
Which of the following straw tower is more stable? (a / b / c)



Reason: Design (a / b / c) is more stable because _____

4. Adjust the angle with the floor. (reduce energy loss)

Which of the following design is the best? (a / b / c)



Reason: Design (a / b / c) is better because _____

Materials: Provided by school: 80 straws and the ball
 Prepared by students: punch, thread, scissors and other stationeries.

Design the straw-rail tower in the space below:

Results:

Trail 1	Trail 2	Trail 3	Best
---------	---------	---------	------

Distance (m)

How to improve your design?

十三、附錄

附件九：常識科和電腦科：跨科學習目標 [漢華中學(小學部)]

附件九

附件九：常識科和電腦科：跨科學習目標 [漢華中學(小學部)]

micro:bit 格鬥車 STEM 教育學習目標分析

是次活動的學習目標覆蓋了 S、T、E、M 四個範疇。活動前，學生透過了解前設的格鬥車競賽情境與賽規，學習運用公平測試來探究不同的負重量對格鬥車效能的影響，其後再透過簡單的編程，學習應用 micro:bit 的訊號傳送及感應器功能控制格鬥車的伺服馬達移動，並以設計循環的步驟設計出一部可負重、具平衡力且具靈活性的格鬥車參與競賽。

跨科協作學習目標(常識科與電腦科)：

Science 科學

- 探究摩擦力
- 探究能量轉移(電能轉動能)
- 應用科學實驗來探究車速的因素
- 訂定公平測試中的變項
- 闡釋探究過程中所涉及的步驟
- 從數據中得出最佳競賽設計的結論

Technology 科技

- 於 [MakeCode](#) 平台創作簡單的操控程式
- 應用 micro:bit 內建成應器來改變伺服馬達的角度，藉以控制車子的行駛方向
- 應用藍牙技術讓不同的裝置進行信息交換

Mathematics 數學

- 從數據的趨勢估算重量對摩擦力與車速的影響
- 應用四則運算於科學實驗過程的記錄之中
- 利用合適工具(尺子)、速率計算方法及量度單位(秒)進行量度與數據比較
- 以圖表整理及組織分析的資料

Engineering 工程

- 應用設計循環理念，發展出設計及改良車身的方案
- 測試設計及評估操控程式對車子行駛效率與穩定性的影響
- 認清設計的限制及優缺點
- 根據任務的限制條件，修改模型設計
- 分析及製作最佳的设计模型

十三、附錄

附件十：設計與工藝科和電腦科：STEM 協作教學計劃 [福建中學（小西灣）]

初中電腦科教學單元設計

主題：雨水探測器的設計及創意運用

授課年級	中一及中二
相關知識及技能	<ul style="list-style-type: none"> ● 基礎微控制器編程 ● 基礎電子套件接線 ● 數學科變數的應用 ● 科學科液體導電的現象 ● 人體體份的合適攝取量及進行比例計算 ● 產品的實用性和改良
教學時間	80 分鐘 x 3
所需設備、物品及應用	<p>電子部分</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Arduino UNO 及擴展板、USB 數據線 ● 1602 I2C LCD ● 雨水探測器連電子積木板塊 ● 連接用的杜邦線 ● 1.8mm 一字螺絲批 ● 9V 電池及接線 ● 電腦 (載有 Arduino IDE 及 CH340 USB Driver) ● 容器及自來水 <p>科學實驗部分</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 食鹽及其他供測試溶液導電性的物質 ● 土壤溫度探測器 ● 電子稱、量杯 <p>數據分析及調教部分</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 電腦 (載有 MS Excel) ● 飲品樣本

內容簡介

教學設計主要包括以下幾個部分：

- (1) 利用雨水探測器為起點，讓學生討論及認識有關測量雨水的感應器
- (2) 利用 Arduino UNO 進行編程，製作一台可供使用的雨水感應裝置
- (3) 透過科學實驗，針對不同成份及不同鹽份濃度的溶液，讀取並記錄自製雨水感應裝置的讀數
- (4) 把收集所得有關食鹽濃度的數據進行分析，主要利用 Ms Excel 進行繪圖，並找出自製雨水感應裝置的測量範圍及能力
- (5) 根據人體正常的食鹽攝取量，對裝置的 LCD 顯示訊息進行修改及優化
- (6) 討論自製雨水感應裝置的用途及局限性，並思考突破有關局限性所面對的困難和可能的解決方案

教學流程建議

本教學設計共分三節課堂完成，每節課堂時長 80 分鐘，整個學習單元大約於兩個週內完成。第一節及第三節由電腦科教師負責任教，第二節由科學教師負責，並在實驗室進行。以下是三節課堂的教學流程建議。

第一節課 (電腦室上課)

- (1) 課前準備：透過 Google Classroom 收集學生對如何探測是否下雨所提出的意見
- (2) 分享學生在課前準備的意見，並從而介紹將會使用的雨水探測器
- (3) 分發 Arduino UNO，著學生利用 Arduino IDE 進行連接，並用 Blink 範例程式進行測試
- (4) 分發擴展板、1602 I2C LCD、Twisted Dupont 4-4pin female-female wire，並指導學生進行連接
- (5) 指導學生在 IDE 載入所需的程式庫，並撰寫在 LCD 顯示 “HELLO WORLD” 字樣
- (6) 分發雨水探測器積木板、Dupont 1-1pin female-female wire 三條，並指導學生進行連接
- (7) 提示並鼓勵學生思考如何把探測器讀數顯示在 LCD 上，最後著學生完成有關編程
- (8) 分發容器及自來水，讓學生測試剛做好的自製雨水探測器裝置
- (9) 下課，提示學生需妥善保管裝置，並於下節科學實驗課進行數據採集

第二節課 (科學實驗室上課)

- (1) 每個學生準備好自己的雨水深測裝置，
- (2) 分發膠紙，把雨水深測元件的部分面積遮蓋，以提升讀數範圍
- (3) 教師分發 9V 電池及接線
- (4) 進行實驗，當中必須包括不同濃度的食鹽溶液
- (5) ……
- (6) 收回 9V 電池及接線
- (7) 著學生把所得數據分享至 Google Classroom

註：

- 若時間許可，可多測試不同物質溶在水裏的情況，包括不會產生電現象的物質，如沙糖
- 若時間許可，可把雨水深測元件更換為土壤溫度深測元件，重新收集數據

第三節課 (電腦室上課)

- (1) 課前準備：上載實驗課所得數據，並搜集有關中體對食鹽攝取量的資料
- (2) 觀察全班同學所得數據後，思考及討論當中出現或隱藏的現象和訊息
- (3) 把實驗課中對食鹽所採集的數據放進 Ms Excel 中進行繪圖及分析
- (4) 初步定出食鹽濃度「低」、「一般」、「高」、「非常高」的讀數臨界值

- (5) 按定出的臨界值對 Arduino 編程，讓 LCD 顯示文字訊息
- (6) 教師提出討論問題：自製雨水探測器作為測定食鹽濃度儀器是否可行？問題和局限性在哪裏？可能的討論話題包括：(一)測量後食品是否安全；(二)測量元件表面金屬受侵蝕；(三)界定濃度高低的標準怎樣才算是合適；(四)裝置是否方便攜帶和使用；(五)有沒有改良的方案。

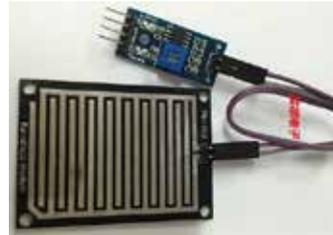
所需物資圖庫



Arduino UNO



UNO 擴展板



雨水探測積木板



土壤濕度探測器元件



1602 I2C LCD (正面及背面)

十三、附錄

附件十一：高小循序漸進式 STEM 課程 / 活動設計 (保良局陸禮濤小學)

附件十一：高小循序漸進式 STEM 課程/活動設計(保良局陸禮濤小學)
我按循序漸進地分三個階段推行 STEM 活動：



3.1 智能機械寵物醫生製作 (善用 mBot 功能再加以裝飾)

例如：

- 開心小豹
- 當機械寵物醫生被拿起時會唱出歌曲 (內置蜂鳴器)，並發出代表開心的黃色指示燈 (內置 RGB LED 燈)。
- 安眠小寵物
- 當機械寵物醫生感受到光度變暗時 (光線感應器) 會唱出安眠曲 (內置蜂鳴器)，幫助主人入睡。
- 運動小伴
- 當機械寵物醫生檢測到黑線時 (巡線感應器)，會根據指定路線行走，從中帶動主人一起做運動。
- 與你一起唱歌
- 利用超聲波感應器，將手放在機械寵物醫生前，因應手和機械寵物的距離而發出不同音調，從而控制小寵物唱歌。
- 最後利用卡紙，為機械寵物醫生設計外表和樣貌。

3.1 智能家居機械人 (善用 mBot 功能，及使用單一或兩個配件進行製作)

例如：

- 智能除塵寶
- 超聲波感應器 + 掃把 / 除塵紙
- 遙控智能垃圾桶
- LED 燈 + 光線感應器 + 伺服馬達
- 智能窗簾
- 光線感應器 + 伺服馬達
- 怪電節約機械人
- LED 燈 + 光線感應器 + 溫度感應器
- 智能小風扇
- 超聲波感應器 + 130DC 馬達 (包括風扇葉)。
- 智能喂魚機械人
- 伺服馬達 + 七段數碼管顯示器 + RI25 適配器。
- 智能檯燈
- LED 燈 + 可變電阻感應器 + 聲音感應器 + 人體紅外線感應器。
- 自動冷冰機械人
- 可變電阻感應器 + 七段數碼管顯示器 + 130DC 馬達 (包括風扇葉) + 溫度感應器。

第三階段
(STEM Level up)

十三、附錄

附件十二：初中創意科技科課程大綱（東華三院郭一葦中學）

<p>3. 課程內容</p> <p>3.1 中一級</p>	<p>主題學習單元</p>	<p>知識範圍 / 學習元素</p>	<p>學習階段：中一級</p>	<p>專題習作：</p>
<p>創客科技</p>	<p>工具及儀器</p> <p>物料處理</p> <p>程序編寫及系統概念</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 安全使用工具及機器 - 選取及運用合適的工具及機器以實踐設計概念 - 了解一些物料的特性 - 物料切割、鑽孔及銼削等處理 - 物料的连接 - 解決問題的過程及技巧 - 輸入、處理及輸出 - 有關存貯程序的概念 	<p>準備及烹調燒烤</p> <p>食物的技巧</p> <ul style="list-style-type: none"> - 解凍(肉類食物)、醃肉(調味) - 蔬菜的處理 <p>食物安全</p> <ul style="list-style-type: none"> - 食物的危險溫度區 	
<p>科技與生活</p>	<p>食物與營養</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 營養素和功能 <ul style="list-style-type: none"> - 蛋白質 - 碳水化合物 - 脂肪 ❖ 認識食材 <ul style="list-style-type: none"> - 雞蛋 - 牛奶 - 穀類：小麥(麵粉)、米 ❖ 食品科學 <ul style="list-style-type: none"> - 膠原蛋白、蛋白質分解酵素 - 牛奶內的蛋白質及凝固現象 - 麵粉中的麵筋蛋白 - 澱粉質(直鏈澱 		

附件十二：初中創意科技科課程大綱（東華三院郭一葦中學）

東華三院郭一葦中學

創意科技科
課程大綱

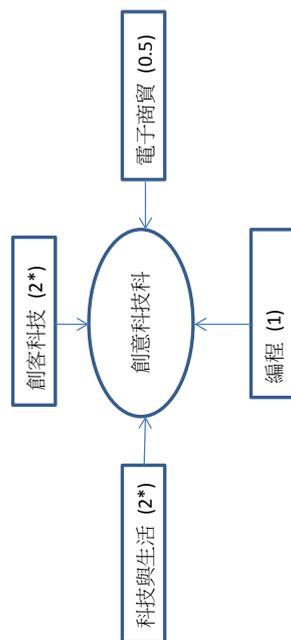
1. 背景

STEM 教育的理念起源於二十世紀九十年代的美國。美國政府希望藉著 STEM 教育培養科技人才，維持美國在全球的領先優勢，並希望透過 STEM 教育，提高學生的科學素養（National Research Council, 2011）香港課程發展議會亦在 2015 年 11 月發表了《推動 STEM 教育—發揮創意潛能》文件，為 STEM 教育提出建議及策略。

本校在 2018-19 年度成立校本科目- 創意科技科，引入至中一課堂內，以回應香港 STEM 教育發展，並強化學生綜合和應用知識與技能的能力、培養學生二十一世紀所需要的創造力、協作和解決問題能力。在知識、技能和態度上，得到均衡發展。

2. 課程結構

創意科技科由四個主題學習單元組成，分別是科技與生活、電子商貿、創客科技及和編程組成。每週節數為 3.5 節。



括號()為每週節數

* 科技與生活單元和創客科技單元以一班分兩組形式進行，平均課節數為 1

<p>粉、支麵(澱粉)、澱粉質糊化</p> <p>烹調方法與熟力傳遞</p> <p>❖ 食物實驗： 果凍(明膠與水果)</p> <p>❖ 準備食物的技巧： - 水煮蛋、釀法 - 揉麵、醒麵、麵條塑形</p> <p>- 包湯圓技巧</p> <p>- 捏飯糰技巧</p> <p>- 油差粉法</p> <p>- 解凍(肉類食物、醃肉(調味))</p> <p>❖ 烹調食物的技巧： - 煮 - 烤焗 - 燒烤</p> <p>❖ 食物腐壞的成因及影響</p> <p>❖ 食物保藏方法： - 冷藏及冷凍</p>	<p>食物實驗</p> <p>食品烹調及加工</p> <p>❖ 烹飪實習</p> <p>- 魔鬼蛋</p> <p>- 瑞可特芝士</p> <p>- 麵 (Pasta)</p> <p>- 湯圓</p> <p>- 牛奶凍糕</p> <p>- 飯糰</p> <p>- 迷你鬆餅</p> <p>- 烤雞翼</p> <p>食物安全</p>	<p>- 利用 GOOGLE SITE 協作平台製作電子學習日誌，記錄由設計、製作至測試等學習過程。</p> <p>- 編寫程式監測爐內溫度，並按不同溫度作各項跟進行動</p>	<p>粉、支麵(澱粉)、澱粉質糊化</p> <p>烹調方法與熟力傳遞</p> <p>❖ 食物實驗： 果凍(明膠與水果)</p> <p>❖ 準備食物的技巧： - 水煮蛋、釀法 - 揉麵、醒麵、麵條塑形</p> <p>- 包湯圓技巧</p> <p>- 捏飯糰技巧</p> <p>- 油差粉法</p> <p>- 解凍(肉類食物、醃肉(調味))</p> <p>❖ 烹調食物的技巧： - 煮 - 烤焗 - 燒烤</p> <p>❖ 食物腐壞的成因及影響</p> <p>❖ 食物保藏方法： - 冷藏及冷凍</p>
<p>編程</p> <p>資訊科技處理與演示</p> <p>計算思維及程序編寫</p>	<p>- 明白使用電腦的概念例如：使用 GOOGLE CLASSROOM 平台運用不同解決問題的方法。</p> <p>- 了解如何建立簡單的程式來解決問題。</p> <p>- 設定變量及安放數值</p> <p>- 條件設定</p> <p>- 簡單的 PYTHON 編程 (進階程度)</p>	<p>- 利用 GOOGLE SITE 協作平台製作電子學習日誌，記錄由設計、製作至測試等學習過程。</p> <p>- 編寫程式監測爐內溫度，並按不同溫度作各項跟進行動</p>	<p>今日商業</p> <p>香港的經濟特徵</p> <p>香港的三級產業</p> <p>成本計算</p>

<p>電子商貿</p> <p>預算</p>	<p>- 香港的營商環境及歷史</p> <p>- 香港的經濟特徵</p> <p>- 認識電子商貿</p> <p>- 淘寶的認用及實踐</p> <p>- 對「理財」有基本認識；</p> <p>- 明白理財的重要性；</p> <p>- 透過「預算」使同學更能掌握「理財」之方法。</p>	
-----------------------	---	--

4. 課堂活動及專題習作
創意思考科技科各主題學習單元均有各自的學習活動，並會在第 25 周 (約 3 月至 5 月) 進行專題習作，以整合及鞏固學生在各主題學習單元的學習內容。

5. 評估政策
以形成性評估學生的學習，不設考試形式評核，從而令老師在課業設計上更靈活，促成教學、學習及評估互動。

十三、附錄

附件十三：STEM 課程單元（科目層面）目標設計參考樣本（適用於高小至初中）

STEM 課程單元(科目層面)目標設計參考樣本 (適用於高小至初中)						
認知範疇		STEM 學科目標				
		S 科學	T 科技	E 工程	M 數學	其他學科 目標
記憶	事實知識 (F)*	科學事實	與科技相關的事實	工程設備相關的事實	數學表達的模式 測量工具	
	概念知識 (C)^	理解科學原理、理論、定律、機制、構造和功能的關係	理解科技能作為促進科學探究和工程設計的工具 理解科技的使用對社會和環境的影響	理解評價標準和限制的概念 明白工程設計循環背後的原理 理解基本的工程原理（如：控制和系統）	理解數學概念(例如：單位、量度、比例、簡單代數和統計)	
理解	過程知識 (P)#	理解科學探究過程和涉及的技巧	理解如何在科學探究和工程設計中運用科技（例如數碼科技）的程序 懂得使用基本科技儀器/工具來進行科學探究及/或工程設計和製作	理解工程設計循環的進行過程（如：搜集與問題相關的資料，繪畫設計圖，以及測試和改良解決方案）	理解數學運算過程(例如：簡單代數和統計)	
	C	運用科學原理去設計對自然現象的探究或提出科技/工程問題的解決辦法 運用科學原理去解釋工程系統的設計和操作	選取科技儀器（例如微控制器，傳感器和驅動器）或軟件去進行科學探究或工程測試，從而搜集數據	應用科學、數學和工程概念去設計達成子任務的方法。	在科學探究和工程設計中運用數學概念	
應用	P	進行科學探究/公平測試（包括：觀察、測量、識別實驗或測試的變量、記錄結果等），以達致科學探究或工程測試的目的	在科學探究/工程設計中有效而安全地運用科技工具/儀器/系統 運用電子平台記錄科學探究/工程設計的進程和結果（例如：編製電子學習檔案）	執行設計循環（例如：搜集相關問題的資料、繪畫設計圖、製作原型或符合比例的模型和改良解決辦法等）	在執行科學探究/工程設計中運用量度工具和數學運算	
	C/P	從科學探究或工程測試數據中辨認和解釋模式和關係 作出結論	運用數碼工具進行數據分析和呈現科學探究或工程測試的結果 進行定量或定性的成本效益分析	將解難任務拆分成不同的子任務(前期) 從不同方面分析設計的缺點和辨別出現故障的原因(中期) 分析測試結果，從而辨別模式和關係(後期) 基於科學和其他原理，辨別和比較不同備選解決方案的優劣(後期)	運用基礎統計學來分析科學實驗/工程測試的數據 以數學方法展現不同實驗/測試變項的關係（如：統計圖和方程）	
分析	C/P	評估實驗數據是否充分，能否支持科學探究或工程測試所作的結論	判斷新科技能否和如何滿足社會需求 基於成本效益分析來評鑑一項新科技 從不同方面判斷新科技的潛在影響（例如環境，安全，社會，美學，文化和道德方面）	制定評鑑標準的優先次序，衡量各備選方案的利弊，並作出抉擇 證明獲選方案最能符合所定標準和限制	評鑑在科學探究或工程設計中使用數學工具進行量度和運算的效能 評鑑運用統計方法去分析結果的效能，以判斷各變量之間的關係能否確立	

創造	C/P	探究能解釋科學現象的新假設 或有機會應用於工程設計上的 科學意念 結合先進科技/工程技術/設備 去設計新的實驗方法	構想能夠滿足社會需求的創新科 技 有創意地使用/優化/改進現有科 技來創製新的解決方法 基於不同方面的考量來制定解決 方法的標準和限制	融合包括科學和數學等的不同 學科知識來制定解決問題的計 劃（例如：製作創新科技去解 決問題，設計能使用於科學探 究的新實驗工具，或者創製裝 置以展示科學/科技原理）（前 期） 製作原型(中期) 綜合不同備選解決方法的優點 來優化原型(後期)	計劃如何用數學概念 和運算來解決複雜的 科學/工程問題（例如 製造新的結構）	
後設認知範疇@	<ul style="list-style-type: none"> ● 理解學習、思考和解難的策略 ● 理解進行不同認知任務的策略 ● 意識到個人的強項、弱點以及運用以上策略的能力 					
廿一世紀技能範疇	<ul style="list-style-type: none"> ● 交流資訊、想法、設計/解決辦法和論點 ● 獨立地進行具批判性的辯證推理和辯論 ● 與同儕合作 ● 解難 ● 創意及創新能力 ● 自主學習、自我監控、自我反思和自我調節 ● 運用資訊科技促進解難和學習的過程 					
情意範疇						
與學科相關的態度	<ul style="list-style-type: none"> ● 客觀、能夠接受歧義和不確定性、好奇、誠實、樂於改進、思想開明、樂於冒險、堅持、為人細緻及樂於反思 					
對 STEM 的態度	<ul style="list-style-type: none"> ● 對 STEM 感興趣、樂於參與、重視、自信和感到滿足 					
<p>*事實知識(F) = 對資料的描述（如：名字、符號和技術性詞彙） ^概念知識(C) = 對概念的理解（如：分類、原理、概括、理論、模型、結構和功能等概念） #過程知識(P) = 對於在何時及如何運用特定過程技能的掌握（如：操作步驟、技術、運用特定程序的標準，以及如何比較和甄選不同解難方案） @ 後設認知範疇 = 個人作為一個學習者須了解的相關知識，包括基本學習、思考和解難策略（如：目標設立、計劃、實施策略、對學習的反思、從經驗中學 習和持續改進），對進行不同認知任務所需策略的認知，以及對自身優勢和弱點的認知 +可按需要加入其他學科範疇的相關目標</p>						

十三、附錄

附件十四：STEM 課程單元（項目 / 活動層面）目標設計參考樣本（中學） （根據保良局甲子何玉清中學的 STEM 項目而制定）

STEM 課程單元(項目/活動層面)目標設計參考樣本 (根據保良局甲子何玉清中學所進行的 STEM 項目而制定)

年級：中二

相關學科：主科：科學科 副科：數學、資訊科技

主題：製作水藻球，探究影響光合作用的因素

學習目標：

認知範疇 (認知過程)		STEM 學科目標				
		S 科學	T 科技	E 工程	M 數學	其他學科 目標
記憶	事實知識 (F)	藻類、培養液、光合作用	離心機、氣泵、色度計、 碳酸氫鹽指示劑		球體、量度工具、計時工 具	
理解	概念知識 (C)	理解光合作用的條件、產 物和過程、水藻球的成份 及其製作的化學原理		理解設計循環概念 理解工程有關標準和限制 的概念	理解球體大小與表面面積 的關係；	
	過程知識 (P)	明白科學實驗方法/公平測 試的理念 (包括設定實驗 過程中的應變項、自變項 及對照變項)	懂得如何製作水藻球	能進行工程設計循環	掌握數據的處理和表達方 式	
應用	C	應用公平測試方法，探究 不同影響光合作用進行的 因素(自變項，如光的強 度、光色和水藻球的大小) 界定因變項(色度計的讀 數、光源距離和電燈功率)		應用科學、工程、科技和 數學概念設計及製作特定 大小和濃度均勻的水藻球		
	P	進行公平測試	應用離心機和色光計進行 光合作用的探究 使用相關器材和技巧來進 行光合作用實驗和水藻球 的製作	製作不同大小的水藻球	使用量度工具進行量度和 運算 將數據以統計圖方式呈現	
分析	C/P	對光合作用實驗的數據進 行分析，並作出結論		分析製成了的水藻球的大 小和其他參數 分析不同製作方法的成效 查找製作上出現的問題及 其原因，以謀解決方法	運用基礎統計學來分析實 驗數據和工程測試數據，以 找出自變量和因變量的關 係	
評鑑	C/P	評鑑實驗數據是否足以支 持相關結論		評鑑水藻球製成品是否達 到標準 選擇/優化製作水藻球的方 法	評鑑數據的誤差(包括：實 驗數據和製作水藻球的試 驗數據)，以判斷結果的可 靠性	

創造**	C/P	<p>利用水藻球取代水生植物進行光合作用的探究</p> <p>測試水藻球大小對光合作用速率的影響</p>	<p>構想創新方法(以水藻球代替水生植物)，應用於探究光合作用的科學實驗之中</p> <p>改良或優化製作水藻球的方法</p>
後設認知範疇		<ul style="list-style-type: none"> 理解學習、思考和解難的策略 理解進行不同認知任務的策略 意識到個人的強項、弱點以及運用這些策略的能力 	
廿一世紀技能範疇		<ul style="list-style-type: none"> 批判思考與論證 傳達信息，意念，設計，解難方法，理據等 協作 解難 創意及創新 自主學習，自我監察，自我反思，自我調整 	
情意範疇			
與學科相關的態度		客觀、好奇、誠實、尋求持續優化、開放、勇於冒險、力求精確、堅毅不屈、持續反思	
對 STEM 的態度		對科學感興趣、樂於參與、感到有價值、自信、有滿足感	
**在學校原來進行的項目中，使用水藻球代替水生植物作為實驗品是由老師提出，但學生仍可自由構想改良製作水藻球的方法和提高此方法的可靠性。			

十三、附錄

附件十五：STEM 課程單元（項目 / 活動層面）目標設計參考樣本（小學） [根據基華小學（九龍塘）的 STEM 項目而制定]

STEM 課程單元(項目/活動層面)目標設計參考樣本 [根據基華小學(九龍塘)所進行的 STEM 項目而制定]

- A) 年級：小五
 B) 相關學科：主科：常識 副科：數學、視覺藝術
 C) 主題：設計及製作光效聖誕卡 (活動一：找出接駁電路的方法，令燈泡發亮；活動二：分辨導體和絕緣體；活動三：製作 LED 聖誕卡)
 D) 學習目標：

認知範疇 (認知過程)		STEM 學科目標				其它學科目標
		S 科學	T 科技	E 工程	M 數學	A 視覺藝術
記憶	事實知識 (F)	基本電路元件(活動一)	多各類型電池，開關，電線、LED 燈、常用接駁工具(活動三)		平面圖形、量度工具(活動三)	色彩、美工材料(活動三)
理解	概念知識 (C)	產生閉合電路的概念(活動一) 理解物料的導電或絕緣性能(活動二)		理解設計循環的作用(活動三)	理解各種平面圖形的特點(活動三)	掌握美術概念(例如：色彩和線條的搭配效果(活動三)
	過程知識 (P)	懂得接駁電路(活動一)	懂得使用工具的技巧(活動三)	掌握設計循環的一般步驟（如界定問題，搜集資料，策劃設計等）(活動三)	懂得繪畫平面圖形的的方法(活動三)	懂得與美術製作方法和技巧(活動三)
應用	C	應用閉合電路的概念，測試導體和絕緣體(活動二) 應用閉合電路和導體的概念，設計聖誕卡的電路(活動三)	選用合適電路元件，設計聖誕卡上的電路(活動三)	綜合應用從科學探究獲取接駁電路的知識和其他知識(科技、數學、視藝等)，設計 LED 聖誕卡(活動三)	選擇合適的平面圖形設計聖誕卡(活動三)	應用美學原理落實設計意念(活動三)
	P	測試不同物料的導電性能(活動二) 接駁聖誕卡電路及測試接駁效果(活動三)	運用工具及技巧進行聖誕卡電路製作(活動三)	進行設計及製作(繪畫設計圖、測試聖誕卡的製作效果等)(活動三)	使用量度工具製作平面圖形(活動三)	運用工具及技巧進行美術製作(活動三)
分析	C/P	比較不同電路接駁方法的效果(活動一) 比較不同物料的導電性能(活動二) 分析接駁聖誕卡電路可能會出現的問題，並找出原因(活動三)		將解難任務拆分成不同的子任務(例如：設計電路、繪製圖形、美術設計等)(前期)(活動三) 從不同方面查找製作時出現問題的原因(中期)(活動三) 從測試結果，比較不同設計/製作方法的優點及缺點(後期)(活動三)	分析製成的聖誕卡圖形未能達到預期效果的原因(活動三)	分析未能達到預期視覺效果的原因(活動三)
評鑑	C/P	評估測試結果是否準確和可靠(活動一、二、三)	評鑑聖誕卡的整體素質，能否為受眾接受(活動三)	從科學、科技、數學和視藝角度，評估製成品能否滿足既定要求和限制(活動三)	評估製作的聖誕卡的平面圖形是否達標(活動三)	從美感或藝術角度，評鑑聖誕卡的素質(活動三)

創造	C/P	找出能令電燈泡亮起的 電路接駁方法(活動一)	考慮聖誕卡的意義及其 他因素，構想聖誕卡的設 計(包括一些特定要求和 限制) (活動三)	根據對設計的期望、要 求和限制，綜合各學科 的知識制定設計和製作 LED 聖誕卡的方案(前 期) (活動三) 綜合多方面的評鑑結 果，優化製成品 (後期) (活動三)	構想聖誕卡的圖形 設計(或創作新圖形) (活動三)	構思聖誕卡的美術設 計方案(活動三)
後設認知範疇	<ul style="list-style-type: none"> ● 了解一般學習、思考及解難策略 ● 了解進行不同任務所須運用的策略 ● 自我了解 (例如個人在認知方面的優點及缺點) 					
廿一世紀技能範疇	<ul style="list-style-type: none"> ● 批判思考與論證 ● 傳達信息、意念、設計、解難方法、理據等 ● 協作 ● 解難 ● 創意及創新 ● 自主學習，自我監察，自我反思，自我調整 					
情意範疇						
與學科相關 的態度	<ul style="list-style-type: none"> ● 客觀、好奇、誠實、尋求持續優化、開放、勇於冒險、堅毅不屈、力求精確、持續反思、對美感的欣賞 					
對 STEM 的態度	<ul style="list-style-type: none"> ● 感興趣、樂於參與、感到有價值、自信、有滿足感 					

十三、附錄

附件十六：「光色對光合作用的影響」：綜合學習評估表（匯知中學）

【中二上學期科學探究（探究光的強度/光的顏色對光合作用的速度的影響）評分 學生評分

請選出你們認為最好的兩個組別。

班別：_____ 組別：_____

首選：第 _____ 組

次選：第 _____ 組

【中二上學期科學探究（探究光的強度/光的顏色對光合作用的速度的影響）評分 學生評分

請選出你們認為最好的兩個組別。

班別：_____ 組別：_____

首選：第 _____ 組

次選：第 _____ 組

【中二上學期科學探究（探究光的強度/光的顏色對光合作用的速度的影響）評分 學生評分

請選出你們認為最好的兩個組別。

班別：_____ 組別：_____

首選：第 _____ 組

次選：第 _____ 組

中二上學期科學探究（探究光的強度/光的顏色對光合作用的速度的影響）評分		組別				總分	
		1	2	3	4	5	
S - Science	實驗報告 Experiment report	根據所選實驗裝置，繪繪圖解，並說明其原理。學生能理解實驗目的，並能觀察到光對光合作用的影響。	根據所選實驗裝置，繪繪圖解，並說明其原理。學生能理解實驗目的，並能觀察到光對光合作用的影響。	根據所選實驗裝置，繪繪圖解，並說明其原理。學生能理解實驗目的，並能觀察到光對光合作用的影響。	根據所選實驗裝置，繪繪圖解，並說明其原理。學生能理解實驗目的，並能觀察到光對光合作用的影響。	20%	
	評分	score	score	score	score		
	光源	Light source	score	score	score	score	
T - Technology	評分	score	score	score	score		
	Arduino 的安裝	Arduino setting	score	score	score	score	
	評分	score	score	score	score		
B - Biotechnology	數據分析	Data analysis	score	score	score	score	
	評分	score	score	score	score		
	報告設計	Report design	score	score	score	score	
M - Mathematics	工作簿	Worksheet	score	score	score	score	
	評分	score	score	score	score		
	Google sheet	Google sheet	score	score	score	score	
4 - Art	同伴互評	Peer assessment	score	score	score	score	
	評分	score	score	score	score		
	評語	Feedback from students	score	score	score	score	
		100%					

十三、附錄

附件十七：「質量量度問題」：設計和製作技能評估表（觀塘瑪利諾書院）

附件十七

附件十七：「質量量度問題」：設計和製作技能評估表（觀塘瑪利諾書院）

Kwun Tong Maryknoll College

Form 1 Junior Science Project 2018 – 2019

Measuring the masses of unknown objects

Assessment rubric

Performance Criteria	Marginal / poor (0-4 points)	Satisfactory/Fair (5-7 points)	Good / excellent (8-10 points)	Points awarded
Design and modification of design (Weighting=1.5)	did not apply any principles in the design; only some minor problems were identified; no improvement was shown; materials: high cost; all parts are environmentally unfriendly	applied some principles in the design; some major problems were identified and improved; materials: reasonable cost; some parts are environmentally friendly	applied various principles in the design; most major problems were identified and significantly improved; materials: low cost; all parts are environmentally friendly	
Explaining theories (Weighting=1)	briefly explained some theories; serious mistakes were found	explained some theories; minor mistakes were found	explained most theories in detail and correctly	
Product (Weighting=1)	low quality in cutting, joining, gluing and folding	normal quality in cutting, joining, gluing and folding	high quality in cutting, joining, gluing and folding	
Results (Weighting=3)	Evidence: missing videos or photos, Accuracy: over 20% error	Evidence: some videos and photos, Accuracy: sometimes within 20% error	Evidence: clear videos and photos, Accuracy: always within 20% error	
Written report (Weighting=1.5)	unstructured, obvious mistakes in use of English, no or incorrect conclusion and could not suggest any ways of improvement	structured, average English, simple conclusion and suggested limited way of improvement	well-structured, good command of English, clear conclusion and suggested various reasonable ways of improvement	
Oral presentation (Weighting=1)	unstructured, not fluent and major mistakes were frequently found	structured, some unnecessary pauses and some minor mistakes in English	well-structured, fluent and accurate	
Peer-evaluation (Weighting=1)	proportional to the scores obtained from other groups	proportional to the scores obtained from other groups	proportional to the scores obtained from other groups	
			Total	

Points deduction: Late submission of written report (-5 points per day)	
--	--

Note: point awarded = performance point x criteria weighting (for each criteria item)



ISBN 978-988-77143-1-6



9 789887 714316