



在收錄智障學生的特殊學校
推行 STEM 教育的
學與教資源

教育局課程支援分部
2022年9月版



在收錄智障學生
的特殊學校
推行 **STEM** 教育的
學與教資源

教育局課程支援分部
2022年9月版

目

錄

引言	4
甲．教師筆記	5
1. STEM 教育的重要性	5
1.1 STEM 教育對社會的重要性	5
1.2 STEM 教育對學生的重要性	5
1.3 STEM 教育對有特殊教育需要學生的重要性	5
2. STEM 教育的綜合性	6
2.1 STEM 教育的學科綜合	6
2.2 STEM 教育的綜合學習	7
2.3 STEM 教育的綜合學習模式	8
2.4 STEM 教育綜合學習的例子	9
3. STEM 教育促進學生解難能力	12
3.1 解難過程中學生和教師的角色	13
3.2 應用解難步驟的例子	14
4. 實踐常識科課程的共通能力—從科學探究與科學教育中尋找	17
4.1 共通能力在真實課堂實踐的例子	18
4.2 共通能力在課程架構中的角色	19
4.3 科學探究的主要步驟及重要技巧	20
4.4 科學能力在真實課堂實踐的例子	21
5. 探究思維	23
5.1 為智障學生設計培養探究思維的 STEM 學習活動	23
5.2 教師在學生進行 STEM 活動的主要角色	24

乙．校本 STEM 教育學與教示例	26
6. 輕度智障兒童學校校本示例	28
6.1 智能花園	28
6.2 隔音屏障	31
6.3 環境監測器	34
6.4 氣球噴射機	37
6.5 隔熱手套	40
6.6 環保清潔劑	44
6.7 環保氣球動力車	48
7. 中度智障兒童學校校本示例	52
7.1 智能保溫杯	52
7.2 智能溫度計	55
7.3 「慳水」水龍頭	57
7.4 DIY 吸塵機	60
7.5 太陽能車	64
7.6 保溫杯	66
8. 輕中度智障兒童學校校本示例	70
8.1 凳子	70
8.2 智能植物補光燈	73
9. 嚴重智障兒童學校校本示例	78
9.1 便攜冷風機	78
參考資料	84
鳴謝	85



引

言

教育局課程發展處於 2017 至 2021 年間委託香港教育大學組成顧問團，成員包括蘇詠梅教授、鄭雅儀博士、李泰開博士和李偉展博士，為收錄智障學生的特殊學校（下稱：智障兒童學校）教師舉辦了 STEM 教育專業培訓課程，以及為當中 12 所智障兒童學校提供為期半年至一年的校本專業支援，促進智障兒童的 STEM 教育。

為了進一步在智障兒童學校推動 STEM 教育，顧問團撰寫了有關推行 STEM 教育的要點，並結合支援學校的成果，輯錄成本資源冊，供業內同儕參考。

甲．教師筆記

1. STEM 教育的重要性

1.1 STEM 教育對社會的重要性

為保持國際競爭力，以及滿足現今世界在經濟、科學及科技發展上的需求，配合全球教育趨勢，推動 STEM 教育勢在必行，這樣既能裝備學生應對社會及全球因急速的經濟、科學及科技發展所帶來的轉變和挑戰，亦有助於解決 21 世紀對多元人才的需求。

1.2 STEM 教育對學生的重要性

STEM 教育很重要，因為它觸及我們生活中的每個部分。

科學 (S) 在世界上無處不在，科技 (T) 並正在不斷擴展到我們生活的每個層面，工程 (E) 除了建築道路和橋樑，也幫助應對全球氣候和自然環境變化所帶來的挑戰，而數學 (M) 亦滲透各行各業的活動中。

通過接觸和探索 STEM，能提升學生對 STEM 的學習興趣，甚至觸動他們考慮從事 STEM 領域的工作。STEM 教育同時也培養學生的其他能力，包括：邏輯思維、創造力、解難、協作、溝通等等。

1.3 STEM 教育對有特殊教育需要學生的重要性

在「同一課程架構」的原則下，就讀智障兒童學校的學生也能夠與其他學校的學生一樣接受 STEM 教育。有研究指出，STEM 教育對提升有特殊教育需要學生的日常生活質素非常重要 (Obi, 2014; Hwang & Taylor, 2016)。很多人以為有特殊教育需要學生因自身問題，難以享有接受 STEM 教育機會；事實是 STEM 教育的嶄新教學方法，為有特殊教育需要學生提供融合自身能力的機會，得以發揮個人獨有的潛能，將來更有機會在 STEM 行業發展。

2. STEM 教育的綜合性

2.1 STEM 教育的學科綜合

STEM 教育定義為根據學科與實際問題之間的聯繫，將科學 (S)、科技 (T)、工程 (E) 和數學 (M) 這四個學科中的部分或全部結合為一個課堂、單元或課程的學習 (Moore et al., 2014)。跨學科的綜合模式主要有三大類，分別為「多學科綜合」、「跨學科綜合」和「超越學科綜合」(圖一)。



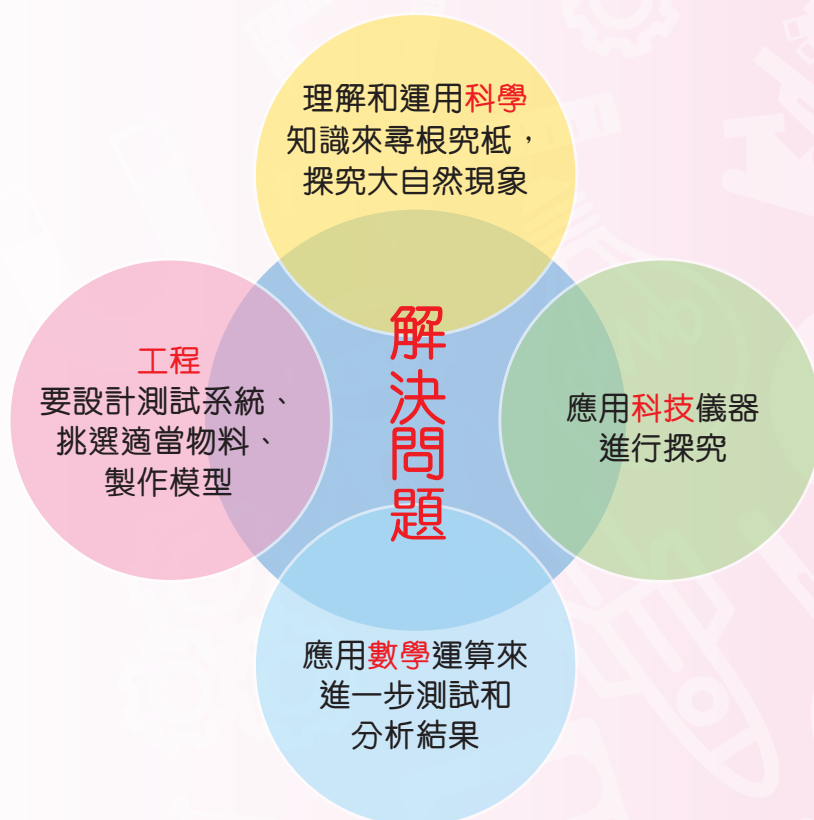
圖一 三類跨學科的綜合模式

2.2 STEM 教育的學習綜合

學者 (Cheng & So, 2020) 認為 STEM 教育是一個綜合的學習，包括「內容綜合」、「教學綜合」和「學習者綜合」。

- 「內容綜合」(Content Integration) 是指綜合不同類型的內容、主題和學科知識來進行 STEM 學習。它可進一步分為學科綜合 (Subject Integration) 和領域綜合 (Domain Integration)。
- 學與教涉及學習內容和教學法，以塑造 STEM 學習過程的特徵和有效性。「教學綜合」是指 STEM 學習的各種教學方法或活動的綜合，這可能會讓學生擁有不同的學習經歷和學習成果。
- 在 STEM 學習中，「學習者綜合」是指不同能力的學生（包括有特殊教育需要學生與一般學生）在同一學習環境中一起學習 STEM。

在綜合的過程中，如何發揮科學、科技、工程和數學個別的特色最為重要。在科學方面，要理解科學知識、尋根究柢和探究大自然現象；在科技方面，要應用科技儀器進行探究；在工程方面，要設計測試系統、挑選適當的物料和製作模型；在數學方面，則要應用數學運算來進一步測試和分析結果。



圖二 STEM 的綜合學習

2.3 STEM 教育的綜合學習模式

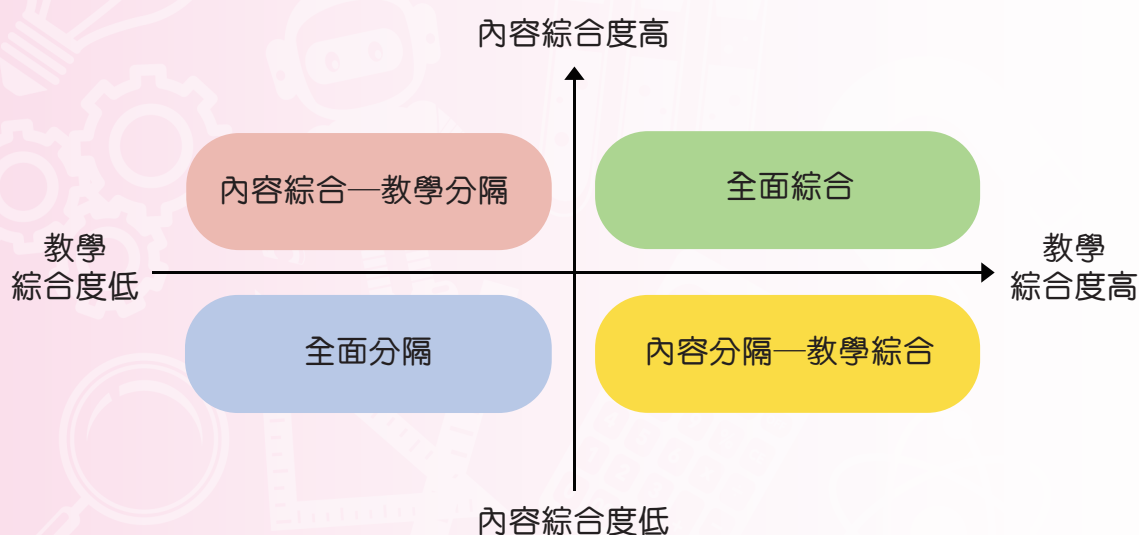
Cheng & So (2020) 也討論了綜合學習的實踐，當中包括兩方面：由內容綜合至內容分隔的程度，以及由教學綜合至教學分隔的程度。根據綜合或分隔程度的差異程度，產生四個基本綜合學習的模式（圖三）。

全面分隔：接近傳統的 STEM 學習模式，低綜合度的學習內容和學習活動。例如在 STEM 學習中只學習如何編程，並獲得一些相關的實踐知識。

內容分隔—教學綜合：內容的綜合程度低（只涉及一門學科，例如科學），但學習方法或認知活動的綜合度高。例如在 STEM 的活動中，讓學生用飲管製造高而穩固的橋、製作飛行更高 / 更遠 / 更長時間的紙飛機或水火箭。

內容綜合—教學分隔：高度綜合跨 STEM 主題或領域的學習內容，但學習方法的分割程度低（僅涉及有限的基本方法，例如聆聽、閱讀和評估）。例如學習任務是學生閱讀與現代 STEM 創新有關的資訊；中小學生到大學實驗室參觀高科技的示範或展品。

全面綜合：高度綜合跨學科或跨領域的學習內容，以及高度綜合各種學習方法或活動。例如扮演水務署工程師設計浮動式太陽能系統、研究在水庫上使用浮板所引起的問題。



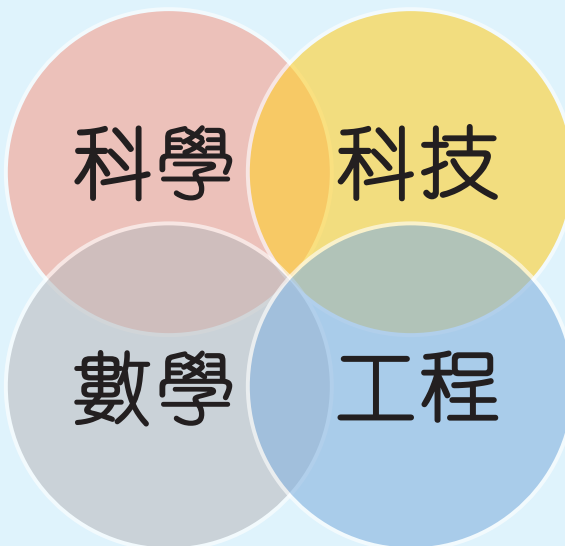
圖三 STEM 教育的綜合學習模式

2.4 STEM 教育綜合學習的例子

2.4.1 DIY 吸塵機

「DIY 吸塵機」是一個為學生解決日常生活問題的探究活動。有學校指出學生在用膳後會用掃帚和簸箕進行清潔，但往往花很長時間才能夠完成，因此想利用科技產品（吸塵機）來提高清潔效率，並探討不同種類吸塵機的清潔效能。透過自製吸塵機，讓學生認識電的來源及效應，以及空氣的特性、空氣流動與風扇和吸塵機的關係；並應用馬達能驅動扇葉的原理；運用不同物料和工具組裝「DIY 吸塵機」；最後量度和記錄不同大小的扇葉對吸塵機吸力的影響（圖四）。

- 認識電的來源：
乾電池
- 認識電的效應：
電能產生動力
- 空氣的特性、空氣流動與風扇和吸塵機的關係
- 量度及記錄不同大小的扇葉對吸塵機吸力的影響

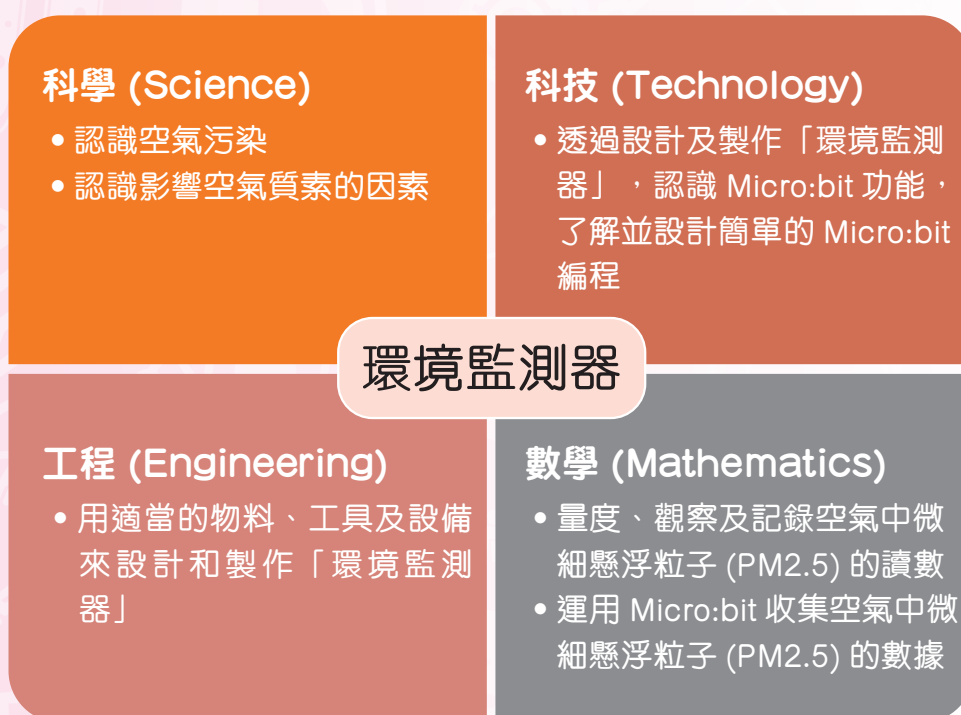


- 應用馬達能驅動扇葉的原理
- 運用不同的物料和工具，包括：膠樽、馬達、扇葉，組裝「DIY 吸塵機」

圖四 DIY 吸塵機

2.4.2 環境監測器

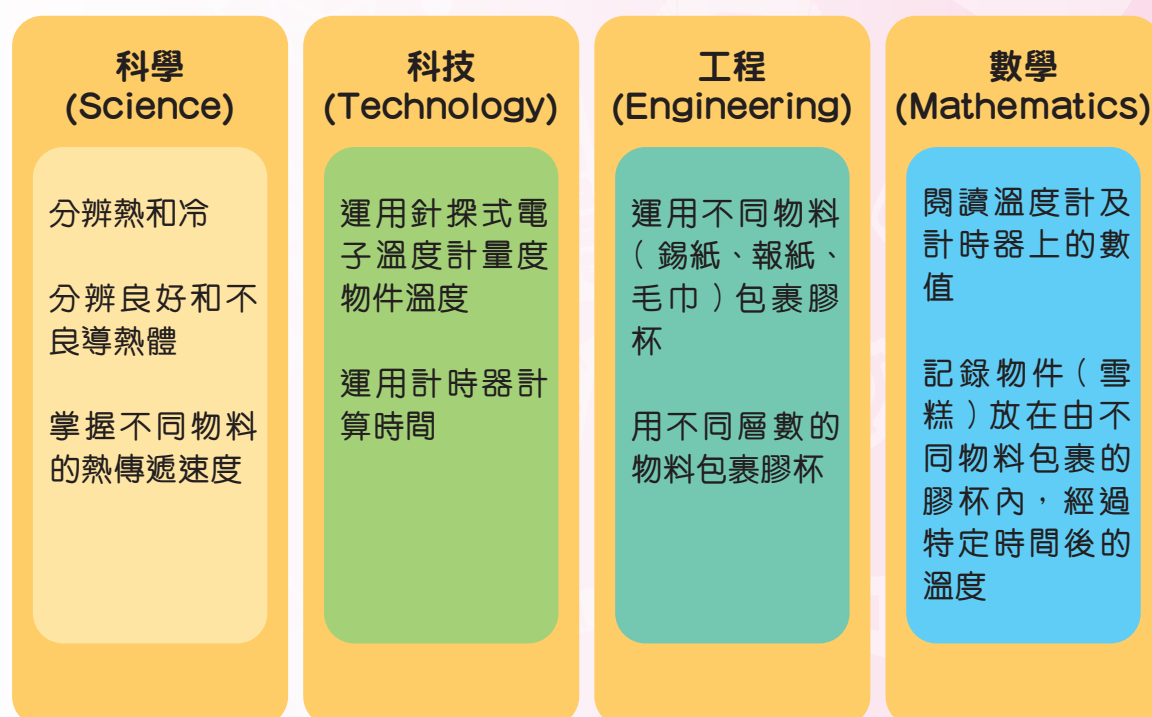
在探究「環境監測器」過程中，在科學方面，學生從探究中認識空氣污染及影響空氣質素的因素；在科技方面，學生運用 Micro:bit 進行簡單的編程，設定量度空氣中微細懸浮粒子 (PM2.5) 的裝置；在數學方面，學生應用數學能力去量度、觀察及記錄微細懸浮粒子 (PM2.5) 的讀數；最後，在工程方面，學生使用適當的物料、工具及設備來設計和製作「環境監測器」（圖五）。



圖五 環境監測器

2.4.3 保溫杯

「保溫杯」探究活動的目的是要解決夏天時杯中雪糕快速溶化的問題。在科學方面，學生要分辨熱和冷、良好和不良導熱體及掌握不同物料的熱傳遞速度；在科技方面，運用針探式電子溫度計量度物件溫度；在工程方面，學生運用不同物料（錫紙、報紙、毛巾）及不同層數的物料包裹膠杯，測試物料產生的保溫效能；最後，在數學方面，學生閱讀溫度計及計時器上的數值，以及記錄物件（雪糕）放在用不同物料包裹的膠杯內，經過特定時間後的溫度（圖六）。



圖六 保溫杯

3. STEM 教育促進學生解難能力

教育的一個重要目的是培養學習者解決問題的能力，即如數學重視計算出多少、科學實驗著重為「甚麼會發生」及「如何發生」、文學賞析集中找出問題的意義等等。解難能力（Problem Solving Skills）是學生於現實生活中運用認知策略，面對及解決生活中「跨學科」難題的能力；這也是一個人在不同情境下運用所知，融合所學，並結合不同的理念、知識和思考過程去解決問題（OECD, 2014）。解難能激發學生的求知慾和學習動機，並在學習過程中產生知識轉移，幫助學生解決真實環境中遇到的問題。解難過程可以歸納如下：

- 需要解決的問題是學生在真實環境中會遇到的；
- 學生未曾就這個生活問題作出任何準備或研究；
- 問題的難易度適合學生的學習程度，以便他們能推理及應用知識；
- 在處理問題的過程中，學生能學習和應用不同學習領域的知識和技能；
- 學生在課堂學到的技能及知識，能應用於日常解決問題中，這既展示出他們的學習成效，亦有助提升他們的學習動機；及
- 學生把處理和解決問題的學習成果，與已有知識及技能歸納統整，能提升他們原來的認知水平。

3.1 解難過程中學生和教師的角色

要促進學生解決真實情境中的問題的能力，教師和學生都會有不同的任務和角色。表一羅列出解難過程中的「解難七步曲」及在過程中學生和教師的角色：

解難七步曲	學生角色	教師角色
1. 了解問題 2. 分析問題 3. 訂定目標 4. 列舉解決方法 5. 選擇較有效的解決方案 6. 測試及除錯 7. 檢討結果	<ul style="list-style-type: none">• 作為一個自主學習者，以自主和自我負責的態度，運用跨學科的知識來處理問題及構思解難方案• 提升自己的解難能力	<ul style="list-style-type: none">• 以引導者的角色啟發學生思考• 以鼓勵、協助、諮商的角色，激發學生思考• 評量學生的學習進程、協助他們克服困難及評鑑他們的學習成果• 鼓勵學生提出問題及採用多角度思考，找出多樣性的解決問題的方法• 設計活動，引導學生自主地發掘問題、反思和提出新的策略來克服過程中的困難，並自行解決問題

表一 解難步驟中學生和教師的角色

3.2 應用解難步驟的例子

解難學習適用於所有學生，其策略和學習步驟適用於異質班級，即當中混合了不同認知水平和多元才能的學生，他們會透過互補分工，合力解決問題。表二以「『慳水』水龍頭」課題的背景為例，展示解難的過程中，學生如何逐步找出問題的癥結，並提出解決方法（表三）。

背景

課題	保護環境
主題	「慳水」水龍頭
學習範疇	人與環境、日常生活中的科學與科技
先備知識	<ul style="list-style-type: none">• 洗手的程序• 保護環境，珍惜資源的意識
情境	學生在開水龍頭洗手時，不懂得控制水量，浪費食水
需要解決的問題	有甚麼方法或工具可以幫助我們在洗手時節約用水？

表二 「『慳水』水龍頭」背景資料

應用「解難七步曲」

1. 了解問題

香港淡水的供應 / 港人用水量 (water footprint) / 學生家居用水和學校用水的情況 / 學生的關注

2. 分析問題

學生的衛生 (日常用水) 習慣 / 節省用水的方法 / 裝置的條件 / 用水量和時間

引伸到這個課題需要解決的問題：有甚麼方法或工具可以幫助我們在洗手時節約用水？

3. 訂定目標

1. 建立節省用水的習慣
2. 設計和製作既省水，潔淨效能又高的水龍頭
3. 實踐這個水龍頭設計的行動
4. 解釋節省用水設備的原理

4. 列舉解決方法

1. 計算耗水量
2. 改變清潔習慣 (如：洗手)
3. 利用 STEM 協助解決問題

5. 選擇較有效的解決方案

1. 以 Micro:bit 計算日常洗手的時間
2. 量度耗水量
3. 設計和製作「慳水」水龍頭
4. 檢查和改善家居用水情況，節約用水

從課程中發展出 STEM 相關的解難問題：怎樣設計水龍頭可以幫助我們在清潔時節約用水？

6. 測試及除錯

- A. 實驗前準備
- 測試環境的建立：確定每個出水位的出水量和水龍頭安裝的位置一致
 - 測試工具：量杯、盛載污漬的墊板、盛水盆
 - 測試及選擇合適的污漬、其特性和利於測試的份量 (番茄醬？煉奶？花生醬？箱頭筆污漬？)
- B. 測試水龍頭的設計
- 因清潔力度與出水孔密度的關係，調節出水孔的數目與大小

7. 檢討結果

STEM 活動步驟的準確性 / 結果與假設 / 知識轉移 / 改良設計

表三 應用解難步驟的例子—「慳水」水龍頭

常識科教師透過結合解難策略和 STEM 教育，有助提升教育成效。配合七個解難步驟，教師可以更有條理地引導學生思考，而非要求他們死記硬背。精準的問題可以令學生聚焦，並讓教師可根據學生不同的能力調整解難過程，從而發展合乎學生個人發展階段的認知能力、研習技能、STEM 相關的探究能力（例如：觀察、驗證、計算、工程創建、拼砌、應用程式或電子原件運用等等）和解決問題能力等。

無論教師採用哪些研習方法進行 STEM 的解難教學，找出問題的答案並非教學最重要目的；透過研究如何解決生活問題，關鍵的學習目標是來自解決問題的過程，例如：思考步驟、研究問題的本質、發展可行的解決方案、驗證方案的可行性等。真正的學習目標從始至終都是提升學生的解難能力，協助他們連結課堂學習與生活，從而更有效地把所學知識應用在現實的生活情境中。

4. 實踐常識科課程的共通能力

——從科學探究與科學教育中尋找

共通能力主要是幫助學生學會掌握知識、建構知識和應用所學知識的技巧、能力和特質。通過不同科目或學習領域的學與教，可以培養學生的共通能力。這些能力還可以遷移到其他學習情況中使用。

根據〈中學教育課程指引〉(2007)，每項共通能力都不應視作獨立個體；為了更易於理解和綜合運用共通能力，按性質把九項共通能力整合為三類：基礎能力、思考能力、個人及社交能力（表四）。教師可透過設計具意義的情境，讓學生能綜合及應用共通能力：

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

表四 九項共通能力的類別（摘錄自〈中學教育課程指引〉，第二章）

4.1 共通能力在真實課堂實踐的例子

常識科課程架構靈活，提供空間讓學生發展共通能力，並應用於不同學習範疇。學校在規劃課程時，宜有意義地組合不同的共通能力，讓學生有機會在日常生活，綜合運用這些共通能力，展示學習成果。

學校類別：中度智障兒童學校	
主題：人與環境	研習課題：保溫物料
學習階段：第三學習階段	年級：中一至中三
共通能力： ✓ 數學能力 ✓ 運用資訊科技能力 ✓ 協作能力 ✓ 溝通能力	
數學能力	<ul style="list-style-type: none"> • 讀取溫度計上所顯示的數值 4 • 用數值比較溫度高低 • 計算溫度差異 • 計算時間，在指定時間收集和記錄數據
運用資訊科技能力	<ul style="list-style-type: none"> • 利用 Micro:bit 進行簡單編程 • 製作測溫器
協作能力	<ul style="list-style-type: none"> • 利用崗位表與同學分工進行實驗
溝通能力	<ul style="list-style-type: none"> • 在分組活動中與組員及教師互動 • 進行匯報，分享實驗結果

表五 共通能力在真實課堂實踐的例子

4.2 共通能力在課程架構中的角色

表六的風車製作活動除了運用科學探究步驟外，也結合了不同的共通能力，包括：創造力、解難能力及數學能力。在活動過程中，學生可根據已有知識及教師的引導，從扇葉的數量、形狀和扭曲度的不同，創作出獨特的風車，設計的考量可訓練學生的創造力。從活動的整體而言，設計是一個解難活動，學生需要透過實驗探究，從而解答「怎樣的風車有較佳的發電效能？」這個問題。學生可在活動中逐步拆解難題，以發展他們的解決問題能力。在實驗過程中，學生需要讀取電壓的讀數，也需要計算電壓讀數的平均值。在收集和分析數據的過程中，學生的數學能力亦得以發展。教師更可以因應課堂時間，為學生安排小組討論、分組匯報等活動，以構思改良方案，從而提升學生的溝通和協作能力。

探究步驟	風車製作活動的內容
提出問題	<ul style="list-style-type: none">• 以紙杯或紙碟，做出不同的風車，找出較佳的風車設計• 提出問題：「怎樣的風車設計有較佳的發電效能？」• 每次只改變一種變量，其他變量不變（其他變量：扇葉數目、扇葉形狀、扇葉扭曲度等）
定出假設	<ul style="list-style-type: none">• 例如：「扇葉數目越多，發電效能越高嗎？」
驗證假設	<ul style="list-style-type: none">• 以簡單的紙碟，做出有不同扇葉數目的風車• 以伏特計測量風車產生的電壓• 對同一個風車作出數次測試，收集多次電壓讀數，計算出平均數值作為測試結果• 測試不同風速的發電效能，收集伏特計讀數
作出結論	<ul style="list-style-type: none">• 接受建基於證據的決定及推論，如扇葉數目越多，發電效能不增反降（註：風車發電效能會因應不同因素改變）
提出更多問題，重複探究模式	<ul style="list-style-type: none">• 例如：「扇葉數目相同，但扇葉大小不同會否影響發電效能？」

表六 運用科學探究步驟的例子

4.3 科學探究的主要步驟及重要技巧

科學探究是一個探求新知識的過程，這過程包括產生意念、認清問題、擬定假設、設計實驗以測試假設、進行實驗及收集數據、分析數據、推理及得出結論，最後公佈結果。學生在發展過程中，科學技能也隨著發展逐步提升。

科學技能	第一學習階段 至 第二學習階段
觀察	運用一個感覺 → 運用多個感覺 指出的觀察對象 → 自由選取觀察對象 感覺觀察 → 運用科學儀器觀察 定性觀察 → 定量觀察 → 觀察變化
分類	一個層次的分類 → 多個層次的分類 同一基準的分類 → 不同基準的分類 物件的分類 → 辨認類別 簡單分類 → 異同比較
測量	應用簡單儀器作量度 → 自定標準 → 自擬比較
預測 / 假設	作簡單的預測 / 假設 → 根據已有知識作 較複雜的預測 / 假設
記錄數據	表格記錄或填圖 → 應用數字 / 繪圖作記錄
比較	利用兩項變數作比較 → 利用三項變數作比較
解釋資料	就觀察作簡單解釋 → 就觀察及實驗結果 描述關係趨勢
控制變因	只改變一個因素，保持其他因素不變
推論	摘要說明 → 歸納共同點

表七 科學探究技能的發展（蘇詠梅和吳本韓，2005）

4.4 科學能力在真實課堂實踐的例子

在以下研習課題「智能花圃」，教師透過不同的教學內容及學習活動，發展學生的科學技能。學生所應用的科學技能會因應不同學習階段及教學內容，而有所提升。

學校類別：輕度智障兒童學校	
主題：植物的生長	研習課題：智能花圃
學習階段：第二學習階段	年級：小六

教學內容	科學技能
<ul style="list-style-type: none">• 教師在課堂前一天預備「棉繩傳輸水份」的測試，先將棉繩放入水中，然後在翌日的課堂上，讓學生用手接觸未有浸到水的棉繩部分，並問學生有何觸感和發現• 學生經過用手接觸棉繩後，發現棉繩未有浸水的部分也是濕的。教師解說是因為棉繩吸收水份並會傳輸濕度的原理	<p>觀察： 學生觀察「棉繩傳輸水份」實驗；除了從視覺觀察外，學生亦可用手觸摸棉繩，以確定棉繩的乾濕情況</p> <p>解釋資料： 教師就學生觀察所得的結果進行解說，指出棉繩能吸收水份並會傳輸濕度</p>

表八 科學能力在真實課堂實踐的例子（後頁續）



表八 科學能力在真實課堂實踐的例子

5. 探究思維

探究思維是透過探索過程來建構學科知識、理解科技運作及提升解決問題的能力。通過 STEM 活動，教師可以引導學生進行工程設計來發展探究思維。教師為智障學生設計 STEM 學習活動，培養他們的探究思維時，可以參考表九的原則，然後根據學生的需要與困難，從課程整合、活動設計及課堂實施各方面去設計適合他們的活動。

5.1 為智障學生設計培養探究思維的 STEM 學習活動

活動設計原則
<ul style="list-style-type: none">➤ 聚焦最關鍵的學習點➤ 具有挑戰性➤ 熟悉地應用設計循環<ul style="list-style-type: none">• 找出問題• 找出策略• 找出關鍵設計• 找出關鍵技術• 設定規範及限制➤ 鼓勵學生互相問與答 / 討論

表九 為智障學生設計培養探究思維的原則

5.2 教師在學生進行 STEM 活動的主要角色

教師除了是學生的「學習促進者」，更重要的角色是活動的設計者。活動的設計要聚焦在最關鍵的學習點上；由於智障學生需要較多時間及支援去學習，STEM 活動的設計需要準確地聚焦在學習目標上，避免學生分散注意力到一些非學習重點的問題上。在設計活動前，教師應該要先設定每個活動的學習目標，然後對焦地設計能有效達成目標的學習過程。

活動的設計對學生要有挑戰性。教師需要從學生生活層面中尋找他們會遇到並需要解決的問題，這樣才可以引起他們參與 STEM 的動機。在學習過程中，教師需要幫助學生熟悉工程設計循環的步驟，引導他們經歷工程設計循環中的每一個環節。學生不一定在一次 STEM 活動中可以領略及熟習工程設計循環，因此，教師可以在不同的 STEM 活動中設定學生的學習焦點，通過多次活動來幫助學生在不同環節上發展不同的能力。在實施 STEM 活動時，教師要透過問與答方式去引導學生注意及觀察學習過程中遇到的難題，並鼓勵他們思考及嘗試不同的解決方法。

為學生設計 STEM 活動時，教師可以從上述其中兩個過程開始，即找出問題及解決問題。找出問題：主要是幫助學生學習從觀察事情的細節中，思考並指出需要解決的問題。在過程中，教師的角色主要是提供相關的基礎知識及思考方向，引導學生觀察並發現事情的重要細節，從而引發他們的好奇心，提升他們思考問題的動機。至於解決問題：教師需要多加鼓勵並給予學生機會去嘗試及動手做，並讓他們分享學習經歷。在這過程中，教師的角色主要是激勵學生努力嘗試，並藉著提問去引導及啟發學生解決問題的靈感。當學生開始動手做，教師便需要提供適當的鷹架，精簡「做」的過程，以協助學生能順利地實踐他們構思的方案。當學生經歷了嘗試、動手做、再嘗試、再動手做的過程之後，教師要給予學生總結並分享經歷的機會，這個時候教師要以讚賞去肯定學生的成就，鼓勵他們繼續參與更多的學習活動。

參與者 學習過程	學生		教師
找出問題	思考 <ul style="list-style-type: none"> • 觀察情境、指出問題 • 了解問題、找出方法 • 尋找合適的材料及工具 		提供知識，指示思考方向 <ul style="list-style-type: none"> • 引導深入觀察細節 • 幫助分辨環境現象及特徵，指出需要解決的問題 • 引發思考如何解決問題 • 讓學生指出不同解決問題的方法及可能性
解決問題	工程設計循環	嘗試	引導、鼓勵、啟發靈感 <ul style="list-style-type: none"> • 利用提問找出需要改善的地方
		動手做	協助建構或提供鷹架，精簡程序 <ul style="list-style-type: none"> • 提供適時協助，減省學習中非必要的負荷 • 引導學生聚焦他們的方案及過程
	分享設計和改良的構思、過程及成果	給予機會表達、讚賞 <ul style="list-style-type: none"> • 引導學生總結他們的經歷及說出學習重點 • 提供正面的評價，具體地指出學生優勝之處 	

表十 教師的「學習促進者」角色

乙. 校本 STEM 教育學與教示例

香港教育大學顧問團隊在 2017 至 2021 年期間，基於研究及綜合與教育局支援智障兒童學校推行 STEM 教育的經驗，發展了「STEM 學習活動的重要設計元素」框架，目的是為特殊學校的教師提供一個架構，在校本課程中融入 STEM 教育元素，設計相關的學習活動。

「STEM 學習活動的重要設計元素」框架

1. 從切身 / 生活問題開始

- 給予學生實際的技能，以解決他們未來職業 / 生活情境中可能遇到的問題

2. 緊扣校本課程

3. STEM 教學內容綜合性

- STEM 教育應是跨學科或問題為本的，而不是基本單一學習領域或學科
 - STEM 的學科綜合
 - 多學科綜合
 - 跨學科綜合
 - 超越學科綜合
 - STEM 的綜合學習
 - 內容綜合
 - 教學綜合
 - 學習者綜合

4. 探究學習的建構

➤ 透過鷹架促進探究活動

- 情境
- 建構
- 內容
- 活動
- 過程
- 學生角色
- 感官刺激

5. 具研究性教學策略

➤ 為智障學生而調適的 STEM 學習活動

- 按學生能力分配不同的任務
- 拆解工作任務
- 提供輔助工具
- 基本的學科知識建構
- 提供安全預防措施

➤ 處理認知負荷

- 跨學科
- 工程設計
- 探究式的方法
- 藝術

➤ 合作學習

➤ 教師互動

表十一 「STEM 學習活動的重要設計元素」

自 2017/18 學年起，共 12 所收錄智障學生的特殊學校參與了由教育局委託香港教育大學舉辦的校本支援計劃。在四年間，透過香港教育大學顧問團的專業支援，12 所學校共設計了 16 套智障學生的 STEM 教育學與教資源，切合輕度、中度及嚴重智障學生的特殊學習需要。為了分享 16 套資源中主要為智障學生而設計的元素，以下將會運用「STEM 學習活動的重要設計元素」框架展示，讓負責設計智障學生 STEM 學習活動的教師參考。

6. 輕度智障兒童學校校本示例

6.1 智能花圃

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

學生對於澆灌植物的概念和技巧不太掌握，常常會過量澆灌。透過是次學習，讓學生認識土壤濕度對植物生長的重要性，並利用 Micro:bit 設計一個維持適合土壤濕度的智能花圃

2. 緊扣校本課程

知識：

- 初步認識生命的過程及成長階段
- 識別常用的物料及其在日常生活中的用途

技能：

- 細心觀察周遭的環境
- 應用設計循環來解決問題

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 了解植物的生長特徵和生長條件• 了解生物與環境互相依存的關係• 認識常用的物料及其用途• 認識科學處理技能（如設計研究過程、進行實驗、推斷及溝通）• 透過實驗印證假設及設計理念
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 透過設計及製作智能花盆• 認識 Micro:bit 功能• 了解簡單的 Micro:bit 編程
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 了解設計和簡單分析種植輔助工具（如：花盆、供水系統）的結構和功能• 使用適當的物料、工具、設備來設計和製作智能花盆
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 量度、觀察和分析數據，以了解植物的狀態• 運用 Micro:bit 及濕度感應器，收集濕度的數據

4. 探究學習的建構

1. 根據對植物生長的認識，思考及討論學校植物生長的環境及面對的困難
2. 針對學校植物的處境，討論能促進植物生長智能花盆設計
3. 分組製作「理想的智能花盆」，其功能包括：自動灌溉、測試濕度
4. 匯報製作成果及評價製作時遇到的困難
5. 把植物的幼苗移植到學生製作的「智能花盆」，並加上量度濕度的智能裝置，並用表格記錄數據，以了解植物生長的情況，從而檢視「智能花盆」的效能

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務

分組進行測試

- 以異質分組形式進行製作「理想的智能花盆」（功能包括：自動灌溉、測試濕度），並匯報製作成果及反思製作時遇到的困難
- 學生把植物的幼苗移植到學生製作的「智能花盆」內，並上量度濕度的智能裝置
- 運用表格記錄測試數據

拆解工作任務

- 探究不同種籽在夏天發芽的情況
- 探究不同環境條件下植物的生長情況
- 探究不同物料造的繩子（棉、尼龍）傳輸水份的功能

提供輔助工具

- 教師提供探究實驗的場地，如用黑色遮光布製作模擬無光的環境
- 「棉能傳輸水份」的概念較抽象，為了讓學生能從視覺上掌握到水能透過棉繩傳送，教師用了不同顏色的水，探究不同物料傳輸水份的差別

基本的學科知識建構

在 STEM 活動前的知識建構

- 探究不同種籽在夏天發芽的情況
- 探究不同環境條件下植物的生長情況
- 探究不同物料（棉、尼龍）傳輸水份的功能

6.2 隔音屏障

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

學校附近正在興建一座住宅大廈，因建築地盤發出噪音，令師生大受影響

2. 緊扣校本課程

知識：

- 認識一些與聲音相關的規律和現象
- 識別常用的物料及其在日常生活中的用途

技能：

- 應用設計循環來解決問題

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 認識聲音的特性• 認識聲音的傳播原理• 認識常用的物料及其隔音效能
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 應用分貝計來量度及計算分貝
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 使用適當的物料、工具、設備來設計和製作隔音屏障• 測試隔音屏的效能，並作出修訂，從反思中找出改良方案
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 比較各種物料的特性，包括：厚度、密度、形狀• 進行觀察、簡單的量度隔音屏的效能

4. 探究學習的建構

探究不同物料的隔音效能

1. 比較不同隔音物料的效能
2. 設計隔音屏障
 - (a) 應用已掌握有關聲音特性和傳播原理的知識，繪畫隔音屏障的草圖
 - (b) 就對物料隔音效能的認識，選取物料，按草圖製作隔音屏障
 - (c) 測試隔音屏障的效能，並記錄每次測試的結果
 - (d) 修訂隔音屏障的設計，然後再進行測試
3. 比較不同組別的隔音屏障效能
4. 運用已有相關的科學知識（聲音、物料），結合測試和比較的結果，分別解釋「最高效能」和「最低效能」設計的原因，即設計和物料對隔音效果的影響因素

公平測試

為了達到公平測試，教師用膠板製作了密封但透明的「隧道」，以阻隔外來的聲音，令測試的結果更準確，同時讓學生能直接觀察到測試過程中「隧道」內的情況。此外，在不同的測試中，必須確保鬧鐘（音源）及分貝機（量度工具）擺放的位置相同，以控制測試的變項只有物料

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務	<p>異質分組</p> <ul style="list-style-type: none">• 安排不同能力的學生在小組內，從而產生「以強帶弱」的果效
拆解工作任務	<ul style="list-style-type: none">• 分組繪畫隔音屏障的設計草圖• 教師會提供不同的隔音物料，包括：海綿、隔音棉、紙皮、報紙；另外，教師事先邀請學生自己預備能隔音的物料，從而了解學生對物料特質的認知，以及讓學生可自決物料的應用以解決面對的問題• 利用物料並按設計草圖製作隔音屏障• 學生測試隔音屏的效能• 記錄使用了隔音屏後聲音的分貝量• 應用前備知識（聲音傳播原理）及測試結果，修訂隔音屏障的設計，例如物料的厚薄、鋪排方法等，以提升隔音效能
基本的學科知識建構	<p>在 STEM 活動前的知識建構</p> <ul style="list-style-type: none">• 認識聲音的特性及聲音的傳播原理• 認識及掌握應用分貝計的技巧，以量度校內的不同環境聲音的分貝量

6.3 環境監測器

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

學校位於空氣污染的重災區—屯門，因此探討空氣質素指標中的污染物—微細懸浮粒子 (PM2.5) 對空氣質素的影響

2. 緊扣校本課程

知識：

- 認識影響個人健康及安全的因素
- 了解社區健康的重要性

技能：

- 應用設計循環來解決問題

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 認識空氣污染• 認識影響空氣質素的因素
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 透過設計及製作「環境監測器」，認識 Micro:bit 功能• 了解並設計簡單的 Micro:bit 編程
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 使用適當的物料、工具、設備設計和製作「環境監測器」
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 量度、觀察和記錄空氣中微細懸浮粒子 (PM2.5) 的讀數• 運用 Micro:bit 收集空氣中微細懸浮粒子 (PM2.5) 的數據

4. 探究學習的建構

探究活動

1. 設計和製作「環境監測器」來識別空氣污染程度
 - 運用對空氣質素指標及空氣中微細懸浮粒子的認識，制定空氣污染級別，並設定 Micro:bit 的展示燈表示空氣污染級別
 - 接駁 Micro:bit，製成「環境監測器」
 - 把「環境監測器」放進模擬工場及放在課室其中一角，測試「環境監測器」的功能
2. 匯報「環境監測器」的設計和功能，展示測試結果
3. 討論「環境監測器」在日常生活中可如何協助我們保持健康，以及面對空氣污染的應對方法，例如戴口罩、減少在污染的環境中進行劇烈運動

公平測試

教師提供一個模擬工場的模型，讓學生利用「環境監測器」測試塵土飛揚的工場與課室的空氣質素，展示出兩個「環境」的讀數及其相應的警號燈

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

- 按學生能力分配不同的任務
- 合作學習

以專家小組（異質分組）的形式設計和製作「環保監測器」：

- 1 號同學（初組）負責填色和設計監測器的外觀
- 2 號（中組）負責制定空氣污染級別
- 3 號（高組）負責 Micro:bit 程式設計：加入容易讓人識別空氣污染程度的新功能，如警號燈

專家小組活動後，各自歸組整合內容：

- 1 號同學（初組）負責將 Micro:bit 程式以流程圖排序
- 2 號（中組）把制定的空氣污染級別資料交給 3 號（高組）
- 3 號（高組）使用 Micro:bit 資料，最後進行警號燈及電源接駁

<p>提供輔助工具</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 按學生的認知能力及手部肌能，讓班內初階能力的學生設計外觀，高階能力學生則接駁電線，組裝監測器 • 配合學生的能力，學生運用數線找出中位數，無須運算也能確定平均數值，從而訂定空氣污染級別
<p>基本的學科知識建構</p>	<p>在 STEM 活動前的知識建構</p> <ul style="list-style-type: none"> • 香港空氣質素健康指數的計算方法 • 空氣質素對健康的影響 • PM2.5 的重要性 • 環境因素（風向、風速、濕度）對 PM2.5 的影響 • 人為因素（如：工地）對 PM2.5 高低的影響 • 分辨學校附近的空氣污染源頭
<p>提供安全預防措施</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 在測試時，教師預先製作了一個箱子，作為塵土飛揚的模擬工場環境

6.4 氣球噴射機

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

在「2019 冠狀病毒病」肆虐期間，人與人之間要保持距離，減少社交接觸。因此引起問題：「如何在不能直接接觸的情況下，將物件傳送給朋友？」

2. 緊扣校本課程

知識：

- 空氣流動能產生動力

技能：

- 進行公平測試

態度：

- 培養對科學探究的好奇心和興趣

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none"> • 空氣的特性：佔有空間和流動 • 空氣能產生動力 • 簡單力學：施力角度
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none"> • 使用電動打氣機
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none"> • 設計能前進最長距離的「氣球噴射機」
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none"> • 量度、觀察及記錄打氣時間與氣球大小的關係 • 量度、觀察及記錄氣球排氣時移動的角度 • 量度氣球「氣球噴射機」的前進距離
策略綜合	<ul style="list-style-type: none"> • 與數學科合作，讓學生先掌握距離概念及量度技巧 	
學習者綜合	<ul style="list-style-type: none"> • 學生主動探索及嘗試解決困難 	

4. 探究學習的建構

1. 從觀察小實驗的結果，掌握「空氣佔有空間」、「空氣流動產生動力」的概念，同時觀察到排氣中的氣球會沒有定向地飛走
2. 透過影片，參考可控制物件在特定軌道上移動的方法
3. 結合已掌握關於空氣特性的知識及影片的啟示，製作「氣球噴射機」
4. 兩項對於「氣球前進距離的測試」：
 - (a) 測試氣球所載的空氣量，對驅動氣球前進的影響；
 - (b) 測試氣球排氣角度，對驅動氣球前進的影響
5. 根據上述測試結果，設計和製作「氣球噴射機」
6. 測試和記錄「氣球噴射機」在兩項任務中的效能，包括 (a) 行駛到達目的地，及 (b) 來回運輸物品到達目的地
7. 改良「氣球噴射機」的設計，以提升其效能

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務

異質分組，按學生能力分配以下的任務：

- 組長及觀察員
- 打氣、量度角度的操作員
- 記錄員
- 物資管理員

拆解工作任務

- 測試氣球內的空氣量對氣球前進距離的影響
- 測試氣球排氣角度對氣球前進距離的影響
- 總結氣球內的空氣量及氣球排氣角度對氣球前進距離的影響
- 根據測試所得的數據，總結氣球噴射機設計的可行性
- 根據測試結果，改良設計以提升「氣球噴射機」的前驅力，然後準備再測試改良有否提升「氣球噴射機」的前驅力

<p>提供輔助工具</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 記錄表 • 設計氣球噴射機草圖工作紙 • 長繩 • 飲管 • 氣球（不同大小的圓形氣球及長條氣球） • 膠紙 • 電動打氣機 • 代表被運送物件的圖片
<p>基本的學科知識建構</p>	<p>在 STEM 活動前的知識建構</p> <ul style="list-style-type: none"> • 空氣的特性：佔有空間和流動 • 空氣能產生動力 • 簡單力學：施力角度
<p>提供安全預防措施</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 正確使用電動打氣機 • 確保學生「吹氣球」時維持正確的呼吸方法

6.5 隔熱手套

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

近日為配合防疫措施，學生多留在家中，更會發現一些難點，例如：學生協助家人把剛烹調好的菜餚由廚房拿到餐桌時，會發現盛載菜餚的器皿很熱，難以把菜餚拿到餐桌。透過測試不同隔熱物料，改良適合自己和同學使用的隔熱手套，安全接觸熱的物件

2. 緊扣校本課程

知識：

- 認識熱的來源
- 認識熱可能導致的意外，提防燙傷
- 認識在日常生活中熱的應用
- 認識熱的傳遞過程
- 認識溫度的測量方法

技能：

- 按科學探究的步驟，進行簡單測試
- 運用溫度計進行觀察及量度
- 分辨不同的導熱體及其應用
- 觀察和記錄結果，並進行分析
- 根據探究結果，作出簡單解釋及匯報

態度：

- 培養學生對接觸熱的安全意識

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 觀察與探究不同物料的隔熱效能• 公平測試印證假設及設計理念
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 應用測量溫度的工具• 應用記錄數據的電子學習工具
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 利用合適的物料測試隔熱效能• 設計和製作隔熱工具• 改良設計
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 量度、觀察、記錄及比較溫度變化
教學綜合	<ul style="list-style-type: none">• 教師用真實情境作引入（沖泡杯麵），令學生把個人經驗和學習活動聯繫• 教師先向全班學生講解探究的流程，然後分為小組進行活動；每小組均有一位教學人員協助進行測試• 學生要自行「動手做」，包括把測試溫度的裝置接駁妥當，以確保裝置能有效地測試溫度；同時要準確地把裝置的測試部分（即電線及銅片）接駁在盒底的正確位置• 測試的最後步驟，學生要閱讀溫度測試器上的數據，並運用平板電腦記錄• 學生最後會透過平板電腦上的電子工作紙，比較數據，然後得出結論• 教師帶領全班學生討論測試結果• 學生利用厚海綿並按自己的手掌大小，設計和製作隔熱手套	

學習者綜合

- 各小組均有不同能力的學生，教師會按學生能力分配不同任務
- 測試過程主要由能力較高的學生進行，而能力稍遜的學生則在旁觀察，並等待測試結果出現，立即記錄；因此縱使並非每個步驟均由所有學生自行操作，但學生仍會細心觀察，參與在同一活動當中

4. 探究學習的建構

1. 估計不同物料的隔熱效能
2. 透過公平測試，學生測試絨布、氈絨、紙皮和厚海綿的隔熱效能
3. 收集測試數據，包括水溫、盒底用物料分隔後的溫度
4. 比較使用四種物料後水溫和用物料分隔後的盒底溫度的個別差異
(水溫 - 盒底用物料分隔後的溫度 = 溫度差異)
5. 找出溫度差異最大的一組數據，總結到此項物料（厚海綿）的隔熱效能最好
6. 利用厚海綿並按學生自己的手掌大小，設計和製作隔熱手套
7. 試穿用手套，討論改良方案

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務

- 教師按學生的才能及學習特性，委派不同的任務，協作完成實驗
- 負責計時和記錄的學生，主要透過觀察然後執行個人任務，協助實驗的過程準確無誤
- 負責進行實驗的學生，需接駁測溫工具，以測試不同物料的隔熱效能

拆解工作任務

- 不同的學生除了負責不同的任務，也需要互相協助和提醒，才可讓實驗按程序完成，從而得到可靠的測試結果
- 以 STEM 活動作為平台，透過拆解工作任務，綜合發展學生的溝通和協作能力

<p>提供輔助工具</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 雙探頭溫度計能同時量度兩個溫度，有助學生記錄溫度變化，更容易作出比較 • 智能熱水壺能設定熱水加熱溫度，減少學生燙傷的機會
<p>基本的學科知識建構</p>	<p>在 STEM 活動前的知識建構</p> <ul style="list-style-type: none"> • 認識熱的來源 • 認識熱可能導致的意外，提防燙傷 • 認識在日常生活中熱的應用 • 認識熱的傳遞過程
<p>提供安全預防措施</p>	<p>為避免學生燙傷，測試的水溫只是 60 度，而且把智能熱水壺的水加熱及倒進測試盒的步驟均由教師負責，學生在過程中不可接觸相關的實驗用具</p>

6.6 環保清潔劑

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

抗疫期間，學生都需要注重衛生，經常使用清潔劑清洗家具物品，但化學清潔劑對環境及個人健康均有影響，藉此誘發學生製作環保清潔劑的動機。然後透過設計、製作及測試環保清潔劑的一連串學習活動，比較不同比例的清潔劑的清潔效能及認識環保清潔劑的用途

2. 緊扣校本課程

知識：

- 認識使用清潔劑的需要
- 認識化學清潔劑的對環境及個人的影響
- 認識環保清潔劑的重要成分：檸檬烯
- 認識提取檸檬烯的方法
- 認識正確使用環保清潔劑的方法
- 認識環保清潔劑的特徵並提出改善意見

技能：

- 按比例製作環保清潔劑
- 按步驟進行製作及測試
- 安全使用工具：剪刀
- 正確使用量度工具：電子磅
- 按科學探究的步驟，進行簡單測試
- 觀察和記錄結果，並進行分析
- 根據探究結果，作出簡單解釋及匯報

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 認識柑橘類水果的果皮清潔效能• 認識檸檬烯能去油
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 運用電子磅進行量度
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 用適當物料、工具和設備來設計及製作環保清潔劑• 應用製作步驟及材料• 設計並改良製作環保清潔劑的原料及比例
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 使用量杯量度一定份量的酒精• 分辨大、小 (橙皮)• 分辨多、少 (橙皮)
教學綜合	<ul style="list-style-type: none">• 教師著每位學生利用清潔劑清潔桌面作引入活動，令學生把個人經驗和學習活動聯繫。然後以新聞片段及標題作引入，讓學生認識化學清潔劑對人體及環境的影響• 教師介紹不同的環保清潔劑，著學生指出共同點 (橙)，藉此帶出能使用橙皮製作環保清潔劑，並介紹提取檸檬烯的方法• 學生假設不同大小或份量的橙皮會影響清潔劑的清潔效能，然後設計各組的環保清潔劑比例，探討不同大小或份量的橙皮對清潔劑清潔效能的影響• 學生按設計比例取用合適份量和大小的橙皮，然後製作環保清潔劑，過程中學生需要解決玻璃瓶容量不足的困難• 學生預測由不同比例製作的清潔劑的清潔效能• 學生對每組製作的兩瓶清潔劑進行測試，以沾有一滴油的膠片，放入相同份量的清潔劑內進行攪拌 30 秒，最後將膠片放上吸油紙觀察清潔後的剩餘油量，分析及比較清潔劑的清潔效能• 學生匯報測試結果，教師總結學生的測試結果• 學生將環保清潔劑帶回家使用後，分享使用心得及感受，並提出改良意見	

學習者綜合

- 各小組均有不同能力的學生，教師會按學生能力分配不同任務
- 能力稍遜的學生可先觀察高能力學生示範，然後再動手做

4. 探究學習的建構

1. 估計由不同橙皮比例製作的環保清潔劑的清潔效能
2. 製作環保清潔劑
3. 透過公平測試，以吸油紙分別測試的兩瓶清潔劑（實驗組）和清水（對照組）的清潔效能
4. 觀察吸油紙，比較油量，藉此分析清潔效能
5. 推論吸油紙上的油較少代表清潔劑的清潔效能較高
6. 在家試用清潔劑，指出清潔劑的用途及試用感受，討論改良方案

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務

學生按教師委派的任務進行實驗

一般能力

- 記錄員：把測試結果記錄於工作紙

較高能力

- 測試員：進行測試，將沾油的膠片放入相同份量的清潔劑內進行攪拌

拆解工作任務

- 拆解工作任務旨在讓學生掌握各步驟，加強學生理解實驗的目的
- 工作任務的先後次序亦須考慮，每次實驗的工作任務差異不應過大，準備固定的實驗流程，如材料準備 → 製作 → 測試 → 記錄 → 匯報
- 將工作任務細分，讓學生較容易掌握，亦可以從完成多項任務後，分析實驗結果

<p>提供輔助工具</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 在橙皮上預先刻上方格，幫助學生裁剪合適大小的橙皮 • 魚湯網袋及 1L 大量杯：縱使學生手肌較弱，亦能輕易將浸泡物倒出及釋出水份
<p>基本的學科知識建構</p>	<p>在 STEM 活動前的知識建構</p> <ul style="list-style-type: none"> • 了解人類發展所進行的活動帶來的污染問題 • 在日常生活中實踐環保的原則
<p>提供安全預防措施</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 教師先進行數次製作及測試的流程，找出學生難點及安全隱憂，從而作出適當調適及預防措施 • 教師預先刨出橙皮表面的薄片，避免學生自行使用刨刀 • 使用圍裙、手套及面罩，以免橙皮精油濺到學生引致敏感 • 增加教學人員協助進行實驗，並編配每位人手的工作崗位，預先解說實驗內容及安全須知

6.7 環保氣球動力車

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

「如何製作及驅動環保動力車？」

2. 緊扣校本課程

知識：

- 認識運動的一些性質
- 知道科學與科技的發展在日常生活的應用及影響
- 認識人類活動對自然環境的影響

技能：

- 以日常物料設計及製作物品，實踐環保的生活方式

態度：

- 關注應用科學與科技對人類及環境的影響
- 認同保護環境的重要性

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 力的科學原理—作用力及反作用力• 影響物件和施加力的物料之間的變項• 排除影響實驗結果的因素：公平測試
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 使用編程工具進行量度• 運用不同的材料組裝車輛
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 不同材料的組合的比例• 設計及製作環保動力車後作測試。其後，進行改良及再作測試，從而讓學生明白物料轉變對「環保氣球動力車」的影響
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 記錄物件移動的速度及方向• 發展記錄數據資料的能力
教學綜合	<ul style="list-style-type: none">• 科學探究，讓學生經驗科學過程：觀察、假設、設計、測試、展示數據	
學習者綜合	<ul style="list-style-type: none">• 按學生能力設計學習活動，並設定不同程度的學習目標• 班內高能力學生：掌握科學與科技知識基礎及進行科學探究，以及提供機會讓學生學習記錄資料的技能• 班內中能力學生：提供「動手」和「動腦」的科學探究內容，建立科學與科技的知識基礎• 班內初能力學生：提供「動手」參與科學探究的過程的機會	

4. 探究學習的建構

1. 應用已有知識及日常生活經驗，藉腦圖構思和設計「環保氣球動力車」
2. 運用環保物料製作「環保氣球動力車」
3. 透過測試掌握氣球內的空氣量對氣球前進距離的影響，從而確定「環保氣球動力車」需要注入多少的空氣以轉換為動力
4. 在附上拉尺的小型賽道上測試「環保氣球動力車」的性能
5. 各小組分享設計及測試的成果，結合各組所得，改良原本的設計，以提升「環保氣球動力車」的性能

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務

按學生的學習能力編排不同的角色和任務：

- 班內高能力學生：負責帶領其他組員參與科學實驗的過程
- 班內中能力學生：設計與組裝及記錄數據
- 班內初能力學生：觀察及記錄

拆解工作任務

- 學生按指示製作及組裝「環保氣球動力車」
- 運用不同的物料進行變項測試
- 改良「環保氣球動力車」設計，以提升其速度

提供輔助工具

- 材料：紙皮、飲管、樽蓋、車輪、瓦通紙
- Micro:bit 設置
- 科學探究工作紙

基本的學科知識建構	運用前備知識學習： <ul style="list-style-type: none">• 認識作用力及反作用力的原理• 認識作用力及反作用力在日常生活中的應用及例子
提供安全預防措施	<ul style="list-style-type: none">• 替代較危險的工具（如：將鋸刀改為剪刀），不使用易碎及尖銳的物品• 使用熱溶膠槍黏合配件時，需由教師輔助，避免燙傷• 測試時段，教師需預先說明及執行的安全守則

7. 中度智障兒童學校校本示例

7.1 智能保溫杯

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

學生未能按季節選擇合適的衣服，希望藉著冬天寒冷的情境，讓學生認識不同的衣服物料與保溫的關係，從而建立獨立生活的能力

2. 緊扣校本課程

知識：

- 認識地球蘊藏豐富的資源
- 了解人類對環境保育的責任，珍惜和善用地球資源
- 了解使用天然資源的代價及妥善管理與運用資源的不同方法

技能：

- 應用設計循環來解決問題

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 認識不同物料的保溫效能• 公平測試印證假設及設計理念
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 使用 Micro:bit 及完成簡單程式中的關鍵項目
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 測試不同物料的保溫效能
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 量度、觀察和記錄溫度變化

4. 探究學習的建構

1. 用感官分辨由不同物料所造的衣物，並估計他們保暖效能的差異（哪一件最保暖？）
2. 測試不同物料的保溫效能：用溫度計量度用不同物料包裹載有熱水水杯的溫度，然後每 3 分鐘記錄一次溫度的變化
3. 列出數據，探討不同的衣服物料與保溫的關係：找出溫度保持最高的水杯，指出所用物料的保溫效能最好；高能力學生進一步從數據的紀錄，找出溫度下降最快和最多的水杯及相關物料，指出該物料的保溫效能最弱
4. 根據測試結果，穿上棉質的衣服，並利用 Micro:bit 記錄體感溫度，以證實棉質衣服最能保暖

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務	<ul style="list-style-type: none">• 教師安排全班分成兩組，每位組內的成員負責不同角色及工作，如藍色組員負責把衣服物料套在杯上並固定在桌上，把溫度計放進杯內，並且固定溫度計；紅色組員負責讀出溫度計的度數並記錄數據
拆解工作任務	<ul style="list-style-type: none">• 實驗假設：假設最保暖衣服，並進行排序• 進行公平測試• 匯報實驗結果
提供輔助工具	<ul style="list-style-type: none">• 教師會在杯上貼上人的圖案，比擬這個杯是人的身體，學生要為這些「人」選擇合適的衣物

基本的學科知識建構

在 STEM 活動前的知識建構

- 熱的來源
- 冷和熱與溫度的關係
- 熱的傳遞
- 量度溫度的工具

提供安全預防措施

- 由於學生的手部肌能比較弱，只能參與一些簡單組裝的步驟，所以一些複雜的步驟要由教師負責

7.2 智能溫度計

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

基於中度智障學生相對較難掌握數學和科學概念，一般都較難準確地指出環境中實際的溫度，因此未能有效地按照環境溫度，客觀地選擇開啟哪一種家電來調節室內溫度，甚至未能養成正確的節能生活習慣

2. 緊扣校本課程

知識：

- 認識能源及知道它們在日常生活中的用途

技能：

- 進行仔細的觀察、簡單的量度及分類
- 應用設計循環來解決問題

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	• 認識能源及知道它們在日常生活中的用途
	科技 (T)	• 應用 Micro:bit 設計和製作「智能溫度計」
	工程 (E)	• 使用適當的物料、工具、設備來設計和製作「智能溫度計」
	數學 (M)	• 運用 Micro:bit 量度、觀察和記錄溫度

4. 探究學習的建構

1. 聯繫體感的冷、暖、熱與 Micro:bit 燈號顏色的關係（藍、黃、紅）；由體感轉移至環境的冷、暖、熱與 Micro:bit 燈號顏色的關係
2. 測試 Micro:bit 在接駁後啟動電器的功能
3. 透過模擬的家居環境，測試冷、暖、熱的環境分別會啟動暖風機、風扇、冷氣三種不同的電器

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務	配合學生的能力，在 STEM 活動中安排學生有不同的工作： <ul style="list-style-type: none">• 1 號同學辨認和領取物資：電器模型、電線• 2 號同學負責接駁模型風扇到 Micro:bit 上正確的接口• 3 號同學負責接駁模型冷氣機到 Micro:bit 上正確的接口• 4 號同學負責接駁暖風機到 Micro:bit 上正確的接口
拆解工作任務	<ul style="list-style-type: none">• 從實際處境成功轉化成概念建構，溫度 → 顏色 → 相關電器
基本的學科知識建構	在 STEM 活動前的知識建構 <ul style="list-style-type: none">• 認識家中可以控制室溫的電器• 認識電能啟動常見的電器• 認識不同溫度的環境帶來的感覺（冷和熱），以及其所代表的顏色• 認識需要開啟暖風機、風扇及冷氣機的合適環境條件
提供安全預防措施	<ul style="list-style-type: none">• 教師在測試時，會協助學生使用冰塊、溫水水袋及熱水水袋進行測試

7.3 「慳水」水龍頭

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

學生開水龍頭洗手時不懂得控制水量，浪費食水

2. 緊扣校本課程

知識：

- 認識地球蘊藏豐富的資源
- 了解人類對環境保育的責任，珍惜和善用地球資源
- 了解使用天然資源的代價，以及妥善管理和運用資源的不同方法

技能：

- 應用設計循環來解決問題

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none"> • 節省天然資源的方法 • 實踐科學技能，如進行實驗、推斷和溝通 • 透過公平測試印證假設及設計理念
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none"> • 設定簡單 Micro:bit 編程中的關鍵項目 • 使用 Micro:bit 收集測試數據
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none"> • 安裝「慳水」水龍頭 • 測試「慳水」水龍頭的效能，並作出修訂，從反思中找出改良方案
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none"> • 觀察及估計「慳水」水龍頭出水孔的數量及大小的效能 • 觀察及估計水龍頭「慳水」的效能 • 數據收集和整理

4. 探究學習的建構

探究活動

1. 估計四個有不同大小和數量出水孔的水龍頭的清潔和節約用水效能
2. 透過公平測試，測試兩個出水孔數量不同的水龍頭沖刷污漬所需的用水量，以探究出水孔的數量與用水量的關係
3. 透過公平測試，測試兩個出水孔大小不同的水龍頭沖刷污漬所需的用水量，以探究出水孔的大小與用水量的關係
4. 結合兩個測試的結果，找出用水量最少的組合，總結「慳水」水龍頭的設計條件

公平測試

測試的原則包括：

1. 每次均需把相同份量的煉奶（污漬）擠出，並平均地塗在膠板的指定位置上
2. 在利用「慳水」水龍頭沖洗煉奶期間，不可移動膠板
3. 「慳水」水龍頭的出水口對準膠板指定位置的中心點
4. 必須把盛水盆內的水全部倒入大量杯內，從而量度耗水量

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務

- 每位組內的成員負責不同角色及工作，如組長、記錄員、測試員、測量員及匯報員
- 教師按照學生的認知能力和手部肌能，預先製作精細的組件，給予學生進行組裝

<p>拆解工作任務</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 學生觀察四款「慳水」水龍頭的特性 • 預測哪一款「慳水」水龍頭能用最少的水徹底沖走膠板上的煉奶 • 分組測試「慳水」水龍頭 • 記錄測試結果 • 比較測試結果，找出用水量低而清潔效能高的「慳水」水龍頭
<p>提供輔助工具</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 教師利用電子儀器「隔空播放」測試水龍頭的步驟 • 由於學生的數理能力有限制，因此教師讓學生直接觀察和比較測試結果：四個「慳水」水龍頭的用水量和清潔效能
<p>基本的學科知識建構</p>	<p>在 STEM 活動前的知識建構</p> <ul style="list-style-type: none"> • 認識人類使用能源的需要（如：清潔） • 認識在日常生活中愛護環境的方法（如：節約用水） • 認識 Micro:bit 的不同功能 • 應用 Micro:bit 的編程，以響聲提示學生洗手的時間
<p>提供安全預防措施</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 因為學生的手部肌能的限制，教師準備了摺疊式盛水盆，方便學生收集已使用的水和準確記錄用水量

7.4 DIY 吸塵機

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

學生在午膳後用掃帚和簸箕進行清潔，但因未能掌握操作的技巧，往往用上很長的時間才能夠完成，因此想設計和製作效能更好的替代工具

2. 緊扣校本課程

知識：

- 知道科學與科技的發展在日常生活的應用和影響

價值觀和態度：

- 接受每個人都有責任對應用科學及科技作出明智的決定

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 認識能驅動工具的能源：電池• 認識電的效應，電能產生動力• 認識空氣的特性、空氣流動，以及風扇與吸塵機的分別
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 認識風扇和吸塵機的用途及兩者的不同• 應用馬達推動扇葉• 應用具備空氣流動特性的科技產品，如：吸塵機
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 運用不同的物料和工具，組裝「手提吸塵機」，包括：膠樽、馬達、扇葉
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 量度和記錄不同扇葉大小對吸塵機吸力的影響

4. 探究學習的建構

探究活動

1. 應用空氣流動特性及吸塵機設計的已有知識，組裝「DIY 吸塵機」
2. 透過公平測試，測試和記錄分別裝上大小不同扇葉的「DIY 吸塵機」的吸力
3. 從記錄的結果，比較兩者的吸力強弱，並總結：扇葉越大，空氣流動越大，而吸力也越大

公平測試

測試的工具：

- 用鐵管製成兩條跑道，跑道上有一個固定架來固定兩個吸塵機，以確定吸塵的「起點」相同，並在跑道注入西米
- 把兩部裝上不同大小扇葉的「DIY 吸塵機」同一時間向前推，直至到達跑道的尾部，然後量度兩部吸塵機吸到西米的量

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務
合作學習

以合作學習模式，把不同能力的學生分為個別的「專家小組」，共同完成「DIY 吸塵機」的組裝

專家小組（異質分組）

- 1 號同學（高組）負責閱讀步驟提示卡，讀出步驟，提示同學組裝步驟
- 2 號同學（中組）負責動手組裝「DIY 吸塵機」，如安裝馬達、安裝扇葉、安裝電池等
- 3 號（初組）負責找出組裝材料及檢視組裝的步驟

<p>拆解工作任務</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 組裝兩部「DIY 吸塵機」 • 進行公平測試 • 量度和記錄被吸的西米量 • 比較兩部「DIY 吸塵機」的效能 • 總結扇葉大小對吸力的影響
<p>提供輔助工具</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 按學生的能力及手部肌能，讓班內初階能力的學生負責找出組裝材料及檢視組裝的步驟，高能力學生則負責動手組裝「DIY 吸塵機」 • 教師配合學生能力，安排學生運用不同的工具來量度扇葉大小，例如高能力學生可用平板電腦的量度應用程式 • 教師預先製作組裝過程的短片，讓學生可以跟著示範一步一步完成活動 • 在組裝活動中，非關鍵學習重點的部件都由教師預先準備，例如先將馬達及電線焊接、預先設計公平測試的教具等，減輕學生在學習過程中的認知負荷，同時讓手部肌能有限制的學生也可以同等地參與活動

<p>基本的學科知識建構</p>	<p>在 STEM 活動前的知識建構</p> <ul style="list-style-type: none">• 認識日常生活中的科學與科技，如：家庭電器等• 認識電的效應、電產生動能• 認識空氣流動的特性• 比較風扇與吸塵機的用途與扇葉的轉動方向 <p>對於中度智障學生而言，空氣流動、空氣的特性的概念很抽象，因此教師利用紙張進行簡單的實驗來加以解釋，讓學生親身體驗扇葉轉動的方向與「送出」和「吸回」作用的關係</p>
<p>提供安全預防措施</p>	<p>教師預先將馬達及電線焊接及製作公平測試的設備（跑道）</p>

7.5 太陽能車

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

學校因安裝太陽能板工程而須停電片刻，為師生帶來不便，所以探討安裝太陽能板的必要性和好處

2. 緊扣校本課程

知識：

- 知道科學與科技的發展在日常生活的應用和影響

價值觀和態度：

- 接受每個人都有責任對應用科學及科技作出明智的決定

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 認識電的來源• 認識太陽能及其用途
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 認識太陽能板的特徵和用途• 應用馬達驅動玩具車
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 探討太陽能的多少與太陽能板的大小和斜度的關係，以及如何影響車子的走動
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 量度陽光強弱的數據• 運用 Micro:bit 收集太陽能的能源數據

4. 探究學習的建構

1. 從觀察太陽能車的設計，掌握太陽能驅動車子的原理：由光驅動
2. 從測試中，探究不同環境（如室內、室外）對太陽能能源的影響
3. 從測試中，探究不同大小和斜度的太陽能板對模型車速度的影響

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務	每組有不同能力的學生，負責不同的任務 <ul style="list-style-type: none">• 高能力學生：負責記錄、分析和報告數據• 初能力學生：管理物資、協助報告
拆解工作任務	<ul style="list-style-type: none">• 觀察太陽能板的特性• 預測哪一種大小和斜度的太陽能板能令模型車走得較快• 分組測試安裝了不同太陽能板的模型車• 記錄測試結果• 總結太陽能板的大小和斜度令模型車行走速度的影響
提供輔助工具	<ul style="list-style-type: none">• 圖卡• 選擇板• 工作紙
基本的學科知識建構	在 STEM 活動前的知識建構 <ul style="list-style-type: none">• 認識日常生活中的科學和科技• 認識電的用途• 認識利用天然能源的原因和好處• 了解影響太陽能來源的因素

7.6 保溫杯

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

夏天天氣炎熱，人人都愛吃雪糕消暑；但在夏天，雪糕很快會溶掉，亦容易滋生細菌，影響健康。究竟怎樣可以令杯中的雪糕保持冰凍呢？

2. 緊扣校本課程

知識：

- 知道保持個人及環境衛生與安全的重要性及方法
- 認識熱的一些性質

技能：

- 進行仔細的觀察、簡單的量度及分類
- 自行或與友儕協作，識別問題及設計可行的方案
- 進行探索和探究，掌握簡單的科學探索能力

態度：

- 進行科學實驗時持續展示認真處事的態度，如安全使用工具、根據實際情況記錄結果等
- 持續願意參與科學實驗，表現主動和投入

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 分辨熱和冷• 分辨良好和不良導熱體• 掌握不同物料的熱傳遞速度
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 運用針式電子溫度計量度物件溫度• 運用計時器計算時間
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 運用不同物料（錫紙、報紙、毛巾）包裹膠杯• 用不同層數的物料包裹膠杯
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 閱讀溫度計及計時器上的數值• 記錄物件（雪糕）放在由不同物料包裹的膠杯內，經過特定時間的溫度

4. 探究學習的建構

1. 量度膠杯裏的冰塊在溶化前後的溫度變化（膠杯分別用不同物料包裹和沒有物料包裹），以及溶化速度的快慢
2. 量度膠杯裏的雪糕在溶化前後的溫度變化（膠杯分別用不同物料包裹和沒有物料包裹），以及溶化速度的快慢
3. 討論改良方案：增加物料的層數以提升保溫效能

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務

學生按教師委派的任務進行實驗

班內一般能力

- 物資員：點算實驗物品

班內較高能力

- 分別擔任測試員、記錄員的角色
- 測試員：在進行實驗時，須說出物品的溫度變化，而記錄員則負責仔細觀察，並記錄測試結果。實驗後，測試員與記錄員互相溝通，核對記錄，以確保資料無誤

拆解工作任務

- 拆解工作任務旨在讓學生掌握各步驟，加強學生理解實驗的目的。教師會預先製作實驗影片，作為示範。拆解工作任務時，教師因應學生能力而拆解，並以流程圖配合，輔助學生參與
- 工作任務的先後次序亦須考慮，每次實驗的工作任務差異不應過大，準備固定的實驗流程，如材料準備 → 製作 → 測試 → 記錄 → 匯報
- 將工作任務細分，讓學生較容易掌握，亦可以從完成多項任務後，分析實驗結果

提供輔助工具

- 運用平板電腦將實驗過程拍攝，方便記錄及讓學生討論結果
- 電子溫度計有助學生記錄溫度變化，更容易作出比較
- 自製或裁剪物料，減少實驗時出現較大的誤差，影響實驗結果

<p>基本的學科知識建構</p>	<p>在 STEM 活動前的知識建構</p> <ul style="list-style-type: none">• 認識物件屬於良好導熱體或不良導熱體• 認識良好導熱體的物料• 認識家居的安全守則，避免燙傷• 按情境需要選擇合適物料的工具，以確保家居安全• 認識水銀溫度計的關鍵特徵及功能• 認識不同類型溫度計的關鍵特徵及功能
<p>提供安全預防措施</p>	<ul style="list-style-type: none">• 所有實驗必須由教師預先進行數次測試，以預計過程中可能出現的問題或危機，從而作出適當調適及預防• 實驗區與學生的座位保持一定距離，避免實驗時，實驗者受其他同學影響而產生危險；同時，若實驗出現危險時亦可減少受傷的人數及情況

8. 輕中度智障兒童學校校本示例

8.1 凳子

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

學生對於家居安全的概念和意識薄弱，容易令自己受傷

2. 緊扣校本課程

知識：

- 認識一些常見的家居意外及其發生的原因
- 認識預防家居意外的方法

技能：

- 利用設計循環制訂解決問題的步驟及解釋其意念
- 選擇合適的物料和工具製作模型
- 測試製成品的功能

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 認識力學中結構力學（結構負荷）的簡單例子• 認識影響凳腳承重力的及穩固程度的因素• 認識常用的物料及其用途• 認識科學處理技能（如設計研究過程、進行實驗、推斷及溝通）• 透過公平測試印證假設及設計理念
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 描述凳子的基本結構
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 使用適當的物料、工具、設備設計和製作「安全凳子」• 運用對物品結構的認知，應用於設計及製作盛載指定重量物品的「安全凳子」模型
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 觀察、量度和比較凳腳粗幼、長短及凳的高度

4. 探究學習的建構

探究活動

1. 透過測試，比較用不同物料製造的凳腳對凳子承重力和穩固度的影響
2. 運用測試物料的結果，選擇承重力較佳的物料製作凳子，探究結構（凳腳的粗幼、長短）對凳子承重力和穩固度的影響

公平測試

測試的原則包括：

1. 穩固：不搖動、不倒下
2. 承托一定重量：一樽 2 公升分量重的水
3. 維持 10 秒

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務	<ul style="list-style-type: none">• 按組員不同的能力分配難易度不同的任務
拆解工作任務	<p>把影響凳腳承重力及穩固程度的因素分為三種，分別進行公平測試：</p> <ul style="list-style-type: none">• 凳腳的物料• 凳腳的粗幼• 凳腳的長短
提供輔助工具	<ul style="list-style-type: none">• 學生利用繩子量度兩組凳腳的圓周，運用公平測試的原則比較粗幼• 教師按學生能力的差異及進度，提供「錦囊」解決學生遇上的難題
基本的學科知識建構	<p>在 STEM 活動前的知識建構</p> <ul style="list-style-type: none">• 指出若不當或不慎使用家具的潛藏危機• 列舉在日常生活中協助人類安全使用家具的一些裝置• 透過觀察不同類型的凳子，指出凳面和凳腳是凳子的最基本結構• 指出穩固和能承托人體重量是凳子的基本功能和要素

8.2 智能植物補光燈

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

配合本校每年「一人一花」活動，學生需要照顧個人的植物，並普遍掌握了要定時為植物澆水的概念，惟對於要擺放植物於光線充足位置的概念仍不太掌握。透過學習閱讀測光儀器的數據，確認擺放植物的位置光線是否充足，並在引導下設計植物補光燈，以彌補種植環境光線不足的問題

2. 緊扣校本課程

知識：

- 認識植物的不同部分（根、莖、葉）
- 認識植物生長的必需元素（水、陽光、空氣）
- 認識光的來源（陽光、電燈）
- 認識正確栽種植物的方法

技能：

- 運用測光儀器進行測量
- 觀察、量度及記錄植物的生長過程，並進行簡單分析
- 根據探究結果（種植環境對植物成長的影響），作出簡單闡釋及匯報

態度：

- 尊重生命，並愛護植物

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 認識不同環境對植物成長的影響
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 應用測量光度的工具• 應用 Micro:bit 裝置作簡單的量度
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 製作植物補光燈
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 量度及比較植物的成長情況：高度
教學綜合	<ul style="list-style-type: none">• 活動配合學校每年舉辦的「一人一花」真實情境作引入，令學生把個人經驗和學習活動聯繫• 透過多感官及探究式活動，讓學生認識植物發芽的條件、植物的不同部分及各個主要部分的作用• 透過種植實驗，讓學生探討水和光線對植物生長的重要性• 教師介紹不同的光源和 Micro:bit 感光器的用途，讓學生透過探究活動中的公平測試尋找課室內光線最充足的位置（即窗旁）來放置盆栽• 教師引發學生思考陰天時陽光不足，或會影響窗旁植物生長的問題，並啟發學生可利用陽光以外的其他光源作為補足• 教師帶領學生進行合作學習，為植物設計及製作「智能植物補光燈」，並利用補光燈協助植物生長，從而驗證補光燈的效能	

學習者綜合

- 學生為中度智障小學五年級生，大部分更是自閉症兒童，故教師在教學期間善用視覺策略，將抽象概念視象化和具體化，讓學生從直接觀察和比較，理解植物與環境的關係
- 視覺策略更可讓學生明白自己在分組活動中所參與的任務和對小組的貢獻
- 各小組均有不同能力的學生，教師會按學生的多樣性安排其「動手做」任務，包括：組合燈帶和燈罩、調教及美化燈的支架、組裝用作測光後會自行啟動和關閉的電源裝置

4. 探究學習的建構

1. 學生按其生活經驗，先估計和比較課室內幾個指定位置的光度
2. 透過公平測試，學生應用 Micro:bit 感光器測量課室幾個指定位置的光度
3. 確定窗旁為課室內最光的位置後，收集和記錄在不同天氣狀況下，顯示窗旁光度不同的數據
4. 從數據得知陰天令窗旁光線不足，引導學生思考可利用陽光以外的其他光源作為補足
5. 組內不同能力學生分擔不同責任，以合作學習模式，為植物設計及製作「智能植物補光燈」，並利用補光燈協助植物生長，從而驗證補光燈的效能

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務

學生按教師委派的任務進行學習

一般能力

- 組裝員 A：組合燈帶和燈罩
- 組裝員 B：調教及美化燈的支架

較高能力

- 組裝員 C 及測試員：組合 Micro:bit 感光器，接駁顯示屏和移動電源，測試裝置能否在光線不足或足夠時相應地自行啟動和關閉

<p>拆解工作任務</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 分析各部分的工作步驟，降低複雜任務的難度，讓學生較容易掌握設計及製作「智能植物補光燈」的程序和目的 • 透過任務視覺提示卡，並為每位學生提供專屬的工作盤，裝上個別的任務卡、組件和工具，讓學生了解自己在設計及製作補光燈時的任務及貢獻
<p>提供輔助工具</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 已設定的 Micro:bit 感光器只顯示兩個標示，透過明顯的視覺提示，幫助學生分辨光線的強弱 • 提供 18 厘米以內的特製數尺，輔助學生量度植物的高度，以便學生閱讀和記錄數據
<p>基本的學科知識建構</p>	<p>在 STEM 活動前的知識建構</p> <ul style="list-style-type: none"> • 認識光的不同來源 • 認識光對植物的作用 • 認識光的測量方法

提供安全預防措施

- 事前教師親身進行種植實驗和製作裝置，辨識過程中所發現的潛在的風險，排除可能造成危險的因素，並採取適當的預防措施
- 慎選工具的物料，如：使用雖輕巧但堅固的塑膠花盆取代既笨重又易碎的陶盆；另外，選用以膠帶包裹著小燈泡的燈帶，而不挑選易碎的獨立燈泡，讓學生設計及製作補光燈時，可安全地扭曲膠燈帶，捲繞在燈罩內，而不會弄傷手
- 購買外置充電器和充電線時，選擇由信譽良好的品牌原廠生產，以及設有短路保護裝置的產品
- 「智能植物補光燈」必須裝置於遠離水源的地方，並存放在陰涼和乾燥處，也要避免被太陽直接照射
- 利用定時開關的插頭管理裝置的操作時間，避免長時間過度使用，以防發生短路而引起火災
- 安排適量教學人員協助課堂，並編配每位人手的工作崗位，觀察及向學生解說任務內容和安全須知

9. 嚴重智障兒童學校校本示例

9.1 便攜冷風機

STEM 學習活動的重要設計元素

1. 從切身 / 生活問題開始

學生到感知遊樂場 / 戶外進行活動時感到炎熱，發現風扇未能有效降溫。學生透過測試不同溫度的物件，從中選出能有效降溫的物件—冰塊，並用冰塊作為改良風扇的元素，設計出有效降溫的「便攜冷風機」，令外出時也能感到涼快及舒適，從而提升生活素質

2. 緊扣校本課程

知識：

- 認識小型家居電器的共同特徵，包括電池、開關、能手攜
- 按生活需要選取適當的小型家居電器，如：感到炎熱時選擇使用風扇降溫
- 分辨冷和熱及其標誌
- 認識降溫物件：冰塊
- 認識測量溫度的方法：溫度探測器

技能：

- 進行簡單的測試，掌握基本的科學探究能力
- 憑感官識別物件的冷和熱
- 運用溫度探測器測量物件的冷和熱
- 觀察和記錄測試結果
- 比較測試結果及選取冰塊作為降溫物件，製作「便攜冷風機」
- 測試製成品「便攜冷風機」的效能及作簡單總結

態度：

- 欣賞科技產品（「便攜冷風機」）對人類日常生活帶來的好處：便攜、舒適

3. STEM 教學內容綜合性

STEM 的綜合學習

內容綜合	科學 (S)	<ul style="list-style-type: none">• 識別小型家居電器的共同特徵，包括電池、開關、能手攜• 感官識別與探索不同冷、熱的物件• 知道冰塊能降溫• 說明小型家居電器對日常生活帶來的好處：便攜、舒適
	科技 (T)	<ul style="list-style-type: none">• 應用 Micro:bit 感應器裝置作為「溫度探測器」，量度溫度• 設計及製作「便攜冷風機」，改良風扇設計，提升其效能
	工程 (E)	<ul style="list-style-type: none">• 測試不同溫度的物件• 選取合適的降溫物件：冰塊• 利用適當物件製作「便攜冷風機」
	數學 (M)	<ul style="list-style-type: none">• 量度冷和熱

教學綜合

- 教師向學生展示初步製作的「便攜風扇」，讓學生指出其作為電器的特徵（電池、開關、能手攜）
- 教師利用真實情境作引入：讓學生攜帶初步製作的「便攜風扇」外出玩耍，感受風扇未能有效令他們感到涼快，從而引入探究及製作「便攜冷風機」以解決生活問題
- 教師先向全班學生講解探究活動的目的，學生需選取合適的物件以改良「便攜風扇」，以應對戶外炎熱的天氣。將全班學生分成兩個異質組別參與探究活動，每小組均有一至兩位教學人員協助學習
- 教師展示暖包及冰塊，先讓學生逐一以感官探索物件，從學生的反應觀察到他們識別到兩者不同的溫度
- 先讓學生估計應加入暖包抑或冰塊，能使「便攜風扇」送出的風更涼快
- 把 Micro:bit 感應器裝置作為「溫度探測器」先後放在暖包和冰塊上，以測量其冷熱，並以 Micro:bit 上的顯示符號表示冷和熱，讓學生將觸感的冷和熱分別聯繫不同顏色的符號
- 然後著學生配對溫度測試器上顯示不同顏色的符號與代表冷和熱圖卡，以掌握以圖像符號表達抽象的概念的技巧
- 比較暖包和冰塊的冷熱不同後，選出將冰塊加入「便攜風扇」，以提升其降溫效能
- 學生將冰塊加入「便攜風扇」，製作改良版的「便攜冷風機」
- 教師帶領學生攜帶「便攜冷風機」外出玩耍，讓他們親身感受使用「便攜冷風機」會有更涼快的感覺
- 教師總結「便攜冷風機」對日常生活帶來的好處：便攜、舒適

學習者綜合

- 在組別中，不單有不同能力的學生，教師還會按學生的個別能力分配不同任務
- 探究步驟由教師引導下進行，在班中基礎能力的學生會觀察測試的流程，將「溫度探測器」的裝置放上不同物件冰塊及暖包上，以量度其冷熱。在班中能力較高的學生會閱讀裝置上的符號以讀取冰塊和暖包冷熱的分別，並以圖片表達；最後，學生選擇加入冰塊協助降溫

4. 探究學習的建構

1. 估計不同物件可有效降溫
2. 透過感官觀察及利用「溫度探測器」測試不同物件（冰塊 / 暖包）的冷 / 熱溫度
3. 學生讀取顯示燈的數據（不同顏色），配對測試數據及冷 / 熱圖卡
4. 比較數據後，學生用圖像（冰塊加入「便攜風扇」達至降溫）貼於白板上作總結
5. 加入冰塊於「便攜風扇」內，設計和製作「便攜冷風機」
6. 試用「便攜冷風機」，總結「便攜冷風機」對日常生活帶來的好處

5. 具研究性教學策略—為智障學生調適 STEM 學習活動

按學生能力分配不同的任務

學生按教師委派的任務進行實驗

一般能力

- 測試員：使用溫度探測器，測試冰塊和暖包的冷和熱
- 觀察測試的過程
- 組裝員：加入冰塊於「便攜風扇」內，製作「便攜冷風機」

較高能力

- 記錄員：學生讀取在 Micro:bit 裝置上不同顏色的符號，並分別配對冷和熱圖卡
- 匯報員：比較測試結果，總結將冰塊加入「便攜風扇」能送出更涼快的風
- 組裝員：加入冰塊於「便攜風扇」內，製作「便攜冷風機」

拆解工作任務

- 拆解工作任務是把任務項目分拆成小步子，透過步驟式的學習，讓學生按既定的先後次序來學習，以達至探究目的
- 探究的流程是既定的，任務項目分拆成小步子，如用觸覺感受 → 估計 → 利用科技工具進行測試 → 記錄 → 比較 → 製作改良品 → 匯報
- 將工作任務細分，讓學生更掌握任務項目的目的，增加整體學生的參與度

<p>提供輔助工具</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Micro:bit 感應器裝置（「溫度探測器」）因應溫度，會顯示不同的顏色（熱：紅色；冷：藍色）的燈號，有助學生讀取溫度，更容易作出比較 • 「便攜冷風機」設有手柄，方便手肌能力稍遜的學生抓握，以達至便攜的效能 • 使用環保冰塊粒解決冰塊粒溶成水的情況，亦有利於「溫度探測器」測試溫度
<p>基本的學科知識建構</p>	<p>在 STEM 活動前的知識建構</p> <ul style="list-style-type: none"> • 認識小型家居電器的共同特徵，包括電池、開關、能手攜 • 按生活需要選取適當的家居電器（如：感到炎熱時選擇使用風扇降溫） • 分辨冷和熱及其代表標誌
<p>提供安全預防措施</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 實驗需由教師預先進行測試，以預計有可能發生的風險，並作出調適 • 風扇葉安裝於裝置內部並將蓋頂扭實，以免學生接觸到扇葉，發生危險 • 「便攜冷風機」和「溫度探測器」所有外露的電線及電池已用膠紙包裹起來及固定，以免學生觸摸到而發生危險



參

資

考

料

Hwang, J. & Taylor, J. C. (2016). Stemming on STEM: A STEM Education Framework for Students with Disabilities, *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 19 (1), 4.

Obi, S. O. (2014). Working with learners with cognitive disabilities in STEM. In S. L. Green (Ed.), *S.T.E.M. education: Strategies for teaching learners with special needs* (pp. 37—48). Hauppauge, NY: Nova Science.

Moore, T. J., Glancy, A.W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & Stohlmann, M. S. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *College of Pre-College Engineering Education*, 4(1).

Cheng, Y. C., & So, W. W. M. (2020). Managing STEM learning: A typology and four models of integration. *International Journal of Educational Management*, 34(6), 1063-1078.

OECD (2014). *Technical Report of the Survey of Adult Skills (PIAAC)*, pre-publication, OECD, Paris, [www.oecd.org/site/piaac/_ Technical%20 Report_17OCT13.pdf](http://www.oecd.org/site/piaac/_Technical%20Report_17OCT13.pdf).

蘇詠梅和吳本韓 (2005)：《小學科學教育：建構式探究學習》，香港，香港教育學院。

香港教育局 (2017)：《中學教育課程指引》，香港，香港教育局。

香港教育局 (2017)：《科學教育：學習領域課程指引（小一至中六）》，香港，香港教育局。

鳴

謝

顧問團

香港教育大學	蘇詠梅教授（統籌）
香港教育大學	鄭雅儀博士
香港教育大學	李泰開博士
香港教育大學	李偉展博士

收錄智障學生的特殊學校

中華基督教會基順學校
明愛樂進學校
才俊學校
匡智屯門晨崗學校
匡智元朗晨曦學校
匡智張玉瓊晨輝學校
香港心理衛生會—臻和學校
保良局陳麗玲（百周年）學校
保良局余李慕芬紀念學校
救世軍石湖學校
沙田公立學校
將軍澳培智學校



