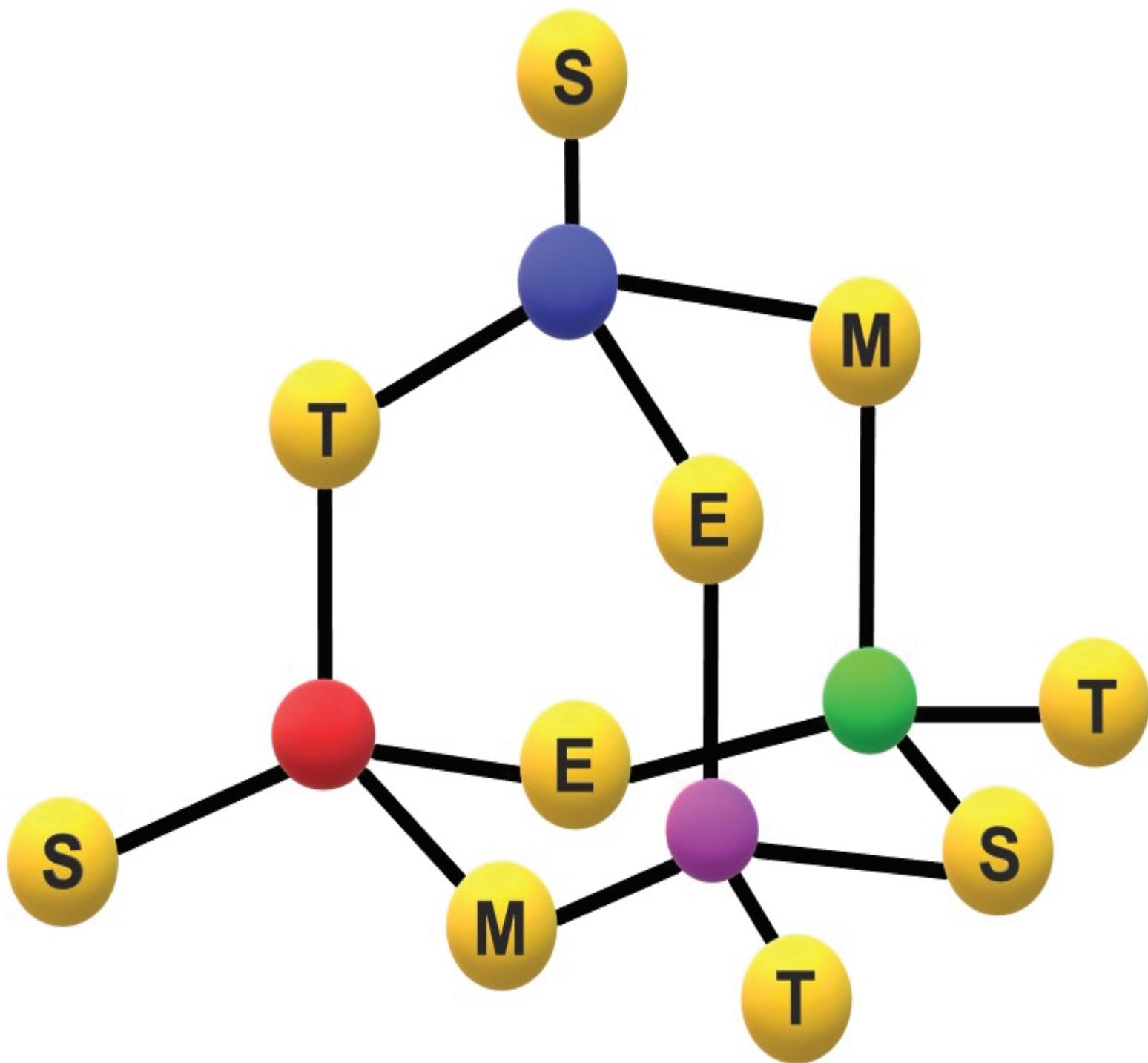


運用與 STEM 教育相關的實作評量 識別資優/高能力學生



目錄

前言	2
鳴謝	3
實作評量	
物理科活動(1)：氣體的特性	4-18
物理科活動(2)：單擺運動	19-29
化學科活動(1)：蠟燭是如何燃燒的？	30-41
化學科活動(2)：水的性質	42-52
生物科活動(1)：細菌需要甚麼才可以生長？	53-78
生物科活動(2)：影響酵母發酵的因素	79-93
STEM教育活動(1)：DNA分析	94-126
STEM教育活動(2)：工程設計與MICRO:BITS	127-145
STEM教育活動(3)：補強物料	146-159
STEM教育活動(4)：高吸水性粉末	160-172

版權聲明

本資源套的版權屬教育局所有。學校可複製或修訂內容以作教學用途。任何人士均不得以任何形式複製、出版、轉載、發放、抄襲及改編刊物內容作商業或非法之用途。如對本資源套有任何查詢或建議，請與本局聯絡：

香港九龍塘沙福道19號
教育局九龍塘教育服務中心
東座3樓E328室
教育局課程發展處資優教育組

傳真：2490 6858

電郵：gifted@edb.gov.hk

前言

教育局鼓勵學校運用多元化的途徑，如行為特質問卷、實作評量、教師/家長/朋輩的觀察等方法以識別資優/高能力學生。為了促進教師運用實作評量識別資優/高能力學生，教育局與香港大學合作發展了「運用與STEM教育相關的實作評量識別資優/高能力學生」資源套。教師可按需要運用本資源套識別資優/高能力學生，並在課堂內外為他們安排合適的學習機會，照顧他們的學習需要。

本資源套包括十個由香港大學設計並經學校試用的實作評量，涵蓋與STEM(科學、技術、工程和數學)教育相關的學科。每個實作評量均包括實踐活動，這些活動旨在評估學生的科學過程技能和解決問題的能力，故學生在進行實作評量前並不需要具備相關的已有知識。本資源套的使用對象是中學教師，而相關的實作評量適合中二至中三程度的學生。資源套包括教師及學生版本。教師版本附有實作評量的詳細資料、建議答案、學生答案樣本與評估指標，以供學校參考使用。

香港大學理學院及教育學院
梁家文博士(項目統籌)
陳志宏博士
麥嘉慧博士
吳宛霖博士
黃家偉博士

二零二零年三月

物理科

活動(1): 氣體的特性

教師版

實作評量重點

學生能夠

1. 觀察和寫下本實驗的細節；
2. 掌握基本實驗技巧和溫度變化與壓強的關係；及
3. 進行實驗探究氣體的壓強與溫度變化的關係。

科學過程技能/思考能力

1. 觀察能力
2. 解決問題能力

教師指引

儘管工作紙已包括實作評量重點和指引，我們強烈建議教師能夠在探究開始前向學生**簡要說明**活動重點和相關的安全須知，以確保所有學生均充分了解他們在探究過程中要注意的事項。

教師不需詳細講解探究步驟，因為過程技能會是評估的一部分，但教師可考慮因應他們學生的能力來決定實驗設置的準備程度。

以下為**簡短口頭指示**的示例：

「你們各位獲邀請進行一些自行探究的活動。你們可以在工作檯上找到所需的物料和儀器。同時，你們可以參考探究的步驟，但我們不會告訴你們每個步驟要做甚麼和如何做的細節。請緊記注意實驗安全。」

這個活動，不是考試，而是提供機會讓老師了解你們解決問題的能力。」

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**50分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

需要的已有知識

1. 處理高溫物件的知識；及
2. 從測量儀器讀取數值的知識。

甄選標準

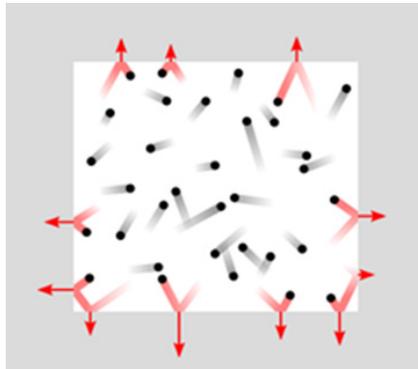
此活動將識別在科學探究方面有才能的學生，例如：處理數據、作出和驗證假設能力。

其他

學生毋須在進行本活動前閱讀任何資料。

引言

氣體在溫度改變時會膨脹或收縮。若氣體固定在密封容器時(即氣體的體積固定下)，將造成「壓強」的變化。在此活動中，學生將探究氣體壓強會如何隨著溫度而變化。



(來源：維基百科 / 壓強)

物料與儀器



圖：(由左至右) 加壓氣體用的金屬罐、壓強計、熱水浴

物料與儀器 (續)



連接着壓強計的密封金屬罐

- 連接壓強計的密封金屬罐。
 - 普通鋁罐會在不同溫度下改變形狀，因此不宜作為金屬罐。為加壓氣體而設較厚的鋁罐為更佳選擇，在網上大多能以合理價錢購買。
 - 壓強計讀數應至少準確至 -0.1MPa 至 $+0.06\text{MPa}$ (網上商店有發售售壓強計)。
 - 需要額外螺絲把壓強計連接至金屬罐。
- 維修水管膠帶(密封金屬罐用)。密封金屬罐是活動中最關鍵的部分。
- 熱水(攝氏50至90度)、冰、乾冰(非必要)、彈簧式溫度計
- 計算機、方格紙、直尺、鉛筆、白紙
- 膠帶、橡皮擦、膠水桶二個
- 放置乾冰的真空瓶(非必要)
- 2個水浴(放置攝氏50度的暖水、攝氏80度的熱水)
- 放大鏡、計時器
- 隔熱手套、膠袋
- 毛巾或紙巾

安全措施

1. 小心處理熱水和乾冰 (如有)，切勿徒手觸摸盛載了熱水/乾冰的金屬罐。
2. 小心處理玻璃及熱水。
3. 保持工作範圍整潔。

步驟

時間分配：50 分鐘

學生將會收到一套儀器。學生應把密封金屬罐浸在不同溫度，並從壓強計和溫度計獲取讀數 (詳細步驟為評估一部分，故不會告知學生。)



示例：連接着壓強計的密封罐浸於熱水中

步驟 (續)

- (1) 利用壓強計及溫度計記錄密封瓶在常溫下的壓強及溫度。
- (2) 重複步驟(1)，記錄密封罐在冰水、乾冰(非必要)、暖水和熱水的壓強及溫度。

注意：密封罐移離一個樣本後，要一段時間之後，才浸沒於下一個樣本及記錄數據。

問題

如需要可使用任何提供的文具

壓強計讀數-實際壓強對照表

壓強計讀數	0	+0.01	+0.02	+0.03	+0.04	+0.05
實際壓強 (單位為atm*)	1 atm	1.1 atm	1.2 atm	1.3 atm	1.4 atm	1.5 atm

壓強計讀數	0	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05
實際壓強 (單位為atm*)	1 atm	0.9 atm	0.8 atm	0.7 atm	0.6 atm	0.5 atm

* atm是大氣壓的單位。

1. 實驗前觀看壓強計的讀數。壓強計指針大致指向零。實際壓強是多少？

實際壓強 = 讀數 x 10 + 1 atm。所以是 $\sim 0.0 \times 10 + 1 \approx 1 \text{ atm}$ (1分，如詢問教師，不給分)

2. 壓強和溫度彼此有甚麼關係？

壓力隨著溫度上升。 (1分)
(顯示組織過的數據可獲再加分。) (1分)

問題 (續)

3. 設 P_1 是金屬罐浸在溫度 T_1 的壓強，而 P_2 是金屬罐浸在溫度 T_2 的壓強。

同學甲實驗後得出以下結論：

「如果金屬罐浸在 T_1 與 T_2 之間的溫度的水中，金屬罐的最終壓強會在 P_1 與 P_2 之間」。

你同意此說法嗎？簡單解釋你的答案。

同意，如果壓力隨著溫度上升， $P_1 < \text{壓力} < P_2$ 必然暗示 $T_1 < \text{溫度} < T_2$ (1分)
(若答案利用線性圖表輔助證明，可獲額外加2分)

4. 同學乙認為在溫度足夠低的情況下**實際**壓強會降至零。你同意此說法嗎？試解釋你的原因。

a. 同意

(計算和圖像表示皆可接受。答案一定是絕對零度，但應與數據相符。) (2分)

b. 不同意

(唯一合理答案：量子力學中指出零壓是不存在的。若學生能展示量子物理的相關知識去解釋零壓強為不可能，可獲額外加分。) (2分)

5. 如何證明金屬罐沒有洩漏氣體？

壓強計的讀數在相同溫度下不穩定。 (1分)

6. 討論實驗過程誤差的來源。

7. 你對這個實驗有甚麼改善建議？

(如學生能作出合適建議去改善實驗，可獲1分。)

問題 (續)

8. 你能夠盡量舉出現實生活中利用壓強與溫度間關係的例子嗎？

(例子：蒸汽機。)

(1分)

備註

所有草稿將收集作評核。

教師提示 (觀察示例)



通常氣壓不是相等於1 atm (+0.0 atm) · 若誤差不大時 · 可忽略此問題 (提出此誤差問題的學生可獲得額外分數。)



當密封罐浸在熱水中，壓強會隨溫度增加而上升。

註：

請留意壓強計的讀數是以與室內壓強的差的格式表示，即實際壓強 = 1 atm + 壓強計讀數。

試驗計劃活動照片

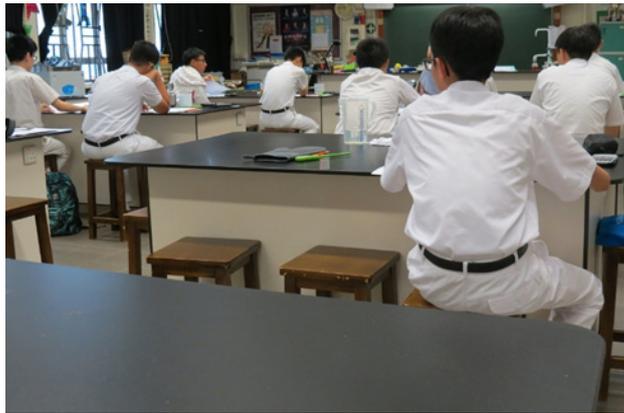


圖1.：教師簡介實驗



圖2.：儀器及物料



圖3.：密封罐浸在水中



圖4.：(教師注意：學生未將密封罐完整沉浸於水中)

試驗計劃活動照片 (續)



圖5.：學生正進行探究



圖6.：數據分析

評估指標 (實驗期間)

解難能力 (請在適當空格加上√號)		同意	部分同意	不同意
1*	學生能夠設計可行的實驗步驟。 (例如浸金屬罐時跟隨升序或降序的溫度為佳。)			
2	學生於實驗期間能夠保持實驗整潔。 (例如：沒有濺出液體。)			
3*	學生明白要把金屬罐完全浸沒於水中。			
4*	學生能夠知道要確保金屬罐於每次測試前回落至相同溫度 (即室溫)。			
5	學生能夠正確使用各儀器以完成實作評量。			
6	學生能夠使用合適的實驗儀器完成實作評量。			
7	學生能夠找出本實驗的一些缺點。(非必要)			

定量分析 (請在適當空格加上√號)		同意	部分同意	不同意
1	學生能夠以適當的方法整理數據。			
2	學生能夠以圖表有效地展示壓強與溫度的關係。			
3*	學生能夠透過圖表得出壓強與溫度為線性關係。 (若連接數據點取得折線，請√「部分同意」)			
4	學生能夠使用適當工具分析數據(例如：直尺及計算機)。			
5*	學生能夠利用數據結果作出精確的判斷。 (例如：顯示誤差的計算)			

評估指標 (實驗後)

其他觀察 (請在適當空格加上√號，傑出表現可用雙√號或3個√號)		同意	部分同意	不同意
1	學生草稿能夠展現答題紙以外的才能。 (例如有否計算以找出達致零壓強所需的溫度？有否誤差估算的記錄？)			
2	(其他觀察)			

備注：有*號的項目是識別學生能力的觀察重點。

參考資料

1. Chemistry, OpenStax. "Amontons's Law" <https://opentextbc.ca/chemistry/chapter/9-2-relating-pressure-volume-amount-and-temperature-the-ideal-gas-law/> (15/4/2019)
2. Wikipedia "Gay-Lussac's law" https://en.wikipedia.org/wiki/Gay-Lussac%27s_law (15/4/2019)

物理科

活動(1): 氣體的特性

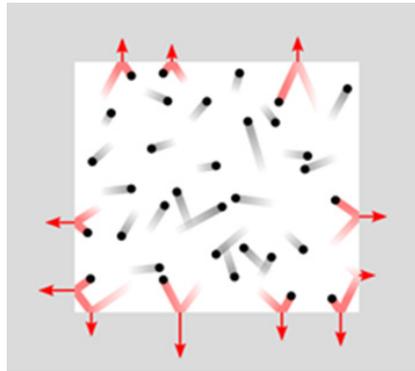
學生版

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**50分鐘**。建議你應該預留**5-10分鐘**來整理答案和工作空間。

引言

氣體在溫度改變時會膨脹或收縮。若氣體固定在密封容器時(即氣體的體積固定下)，將造成「壓強」的變化。在此活動中，你將探究氣體壓強會如何隨著溫度而變化。



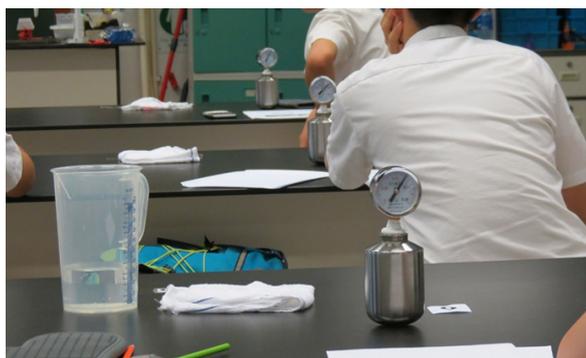
(來源：維基百科 / 壓強)

物料與儀器



圖：(由左至右) 加壓氣體用的金屬罐、壓強計、熱水浴

物料與儀器 (續)



連接着壓強計的密封金屬罐

- 連接壓強計的密封金屬罐。
 - 普通鋁罐會在不同溫度下改變形狀，因此不宜作為金屬罐。為加壓氣體而設較厚的鋁罐為更佳選擇，在網上大多能以合理價錢購買。
 - 壓強計讀數應至少準確至-0.1MPa至+0.06MPa (網上商店有發售售壓強計)。
 - 需要額外螺絲把壓強計連接至金屬罐。
- 維修水管膠帶 (密封金屬瓶用)。密封金屬罐是活動中最關鍵的部分。
- 熱水(攝氏50至90度)、冰、乾冰 (非必要)、彈簧式溫度計
- 計算機、方格紙、直尺、鉛筆、白紙
- 膠帶、橡皮擦、膠水桶二個
- 放置乾冰的真空瓶 (非必要)
- 2個水浴 (放置攝氏50度的暖水、攝氏80度的熱水)
- 放大鏡、計時器
- 隔熱手套、膠袋
- 毛巾或紙巾

安全措施

1. 小心處理熱水和乾冰 (如有)，切勿徒手觸摸盛載了熱水/乾冰的金屬罐。
2. 小心處理盛載了熱水/乾冰的器皿。
3. 進行實驗時請保持工作範圍整潔。

問題

如需要可使用任何提供的文具

壓強計讀數-實際壓強對照表

壓強計讀數	0	+0.01	+0.02	+0.03	+0.04	+0.05
實際壓強 (單位為atm*)	1 atm	1.1 atm	1.2 atm	1.3 atm	1.4 atm	1.5 atm

壓強計讀數	0	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05
實際壓強 (單位為atm*)	1 atm	0.9 atm	0.8 atm	0.7 atm	0.6 atm	0.5 atm

* atm是大氣壓的單位

1. 實驗前觀看壓強計的讀數。壓強計指針大致指向零。實際壓強是多少？
2. 壓強和溫度彼此有甚麼關係？
3. 設 P_1 是金屬罐浸在溫度 T_1 的壓強，而 P_2 是金屬罐浸在溫度 T_2 的壓強。
同學甲實驗後有以下結論：
「如果金屬罐浸在 T_1 與 T_2 之間的溫度的水中，金屬罐的最終壓強會在 P_1 與 P_2 之間」。
你同意此說法嗎？簡單解釋你的答案。

問題 (續)

4. 同學乙認為在溫度足夠低的情況下**實際**壓強會降至零。你同意此說法嗎？試解釋你的原因。
 - a. 同意
 - b. 不同意
5. 如何證明金屬罐沒有洩漏氣體？
6. 討論實驗過程誤差的來源。
7. 你對這個實驗有甚麼改善建議？

問題 (續)

8. 你能夠盡量舉出現實生活中利用壓強與溫度間關係的例子嗎？

備註

所有草稿將收集作評核。

物理科

活動(2): 單擺運動

教師版

實作評量重點

學生能夠

1. 觀察和寫下本實驗的細節；及
2. 掌握基本實驗技巧和透過進行實驗瞭解影響單擺運動週期的參數。

科學過程技能/思考能力

1. 觀察能力
2. 分析數據能力
3. 解決問題能力

教師指引

儘管工作紙已包括實作評量重點和指引，我們強烈建議教師能夠在探究開始前向學生**簡要說明**活動重點和相關的安全須知，以確保所有學生均充分了解他們在探究過程中要注意的事項。

教師不需詳細講解探究步驟，因為過程技能會是評估的一部分，但教師可考慮因應他們學生的能力來決定實驗設置的準備程度。

以下為**簡短口頭指示**的示例：

「你們各位獲邀請進行一些自行探究的活動。你們可以在工作檯上找到所需的物料和儀器。同時，你們可以參考探究的步驟，但我們不會告訴你們每個步驟要做甚麼和如何做的細節。請緊記注意實驗安全。」

這個活動，不是考試，而是提供機會讓老師了解你們解決問題的能力。」

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**50分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

需要的已有知識

1. 秒錶的基本操作。
2. 週期的概念。

甄選標準

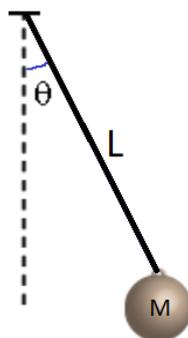
本活動旨在識別在科學探究方面有才能的學生，而涉及的科學探究能力包括處理及驗證數據能力、提取週期平均值減少誤差和實驗裝置設計等不同能力。

其他

學生於是次實驗活動前毋須閱讀任何資料。

引言

單擺運動可展示振盪的基本性質；即當擺錘M擺動的波幅微小時，會產生簡諧運動。此時，震動週期是不變及可被明確定義的。



於上圖中，繩子(長度為 L)的其中一端固定於指定位置，並於另一端連接重物(擺錘) M 組成單擺裝置。重物 M 被輕微拉至較高位置(參考上圖)後釋放，從而產生週期振盪。振盪時繩子經過上圖的垂直虛線(單擺裝置靜止的位置)。單擺完成1次完整振盪所需的時間稱為**週期**(符號 T)。

週期 T 會取決於單擺的數個實驗中的物理參數。

物料與儀器

- 計時器 (秒錶)
- 計算機，方格紙，直尺，鉛筆，白紙，棉線一卷



- 膠紙，橡皮膠，剪刀
- 量角器。(量角器中心位置與支架垂直部份對齊)
- 一組砝碼
- 支架和夾

安全措施

1. 進行實驗時小心處理砝碼，避免砝碼不慎下墜。
2. 進行實驗時請保持工作地方整潔。

步驟

學生將會收到一套儀器。學生將要設置一個單擺裝置及利用提供的計時器量度振盪週期。最後學生需探究哪些物理參數會影響振盪週期。

注意：所有單擺運動的開始，應把砝碼移至繩子與垂直線之間角度少於**10 度**的位置，確保實驗的準確性。

(由於實驗步驟是評核的一部分，故無需提供詳盡的實驗步驟予學生。)

問題

1. 有人認為砝碼的質量會影響單擺的振盪週期。你同意嗎？你能夠運用所給予的儀器驗證該說法嗎？

不同意。(學生需利用原始數據及圖表解釋。)

2. 有人認為繩子的長度會影響單擺的振盪週期。你同意嗎？你能夠運用所給予的儀器驗證該說法嗎？

同意。(學生需利用原始數據及圖表解釋。)

3. 有人認為單擺的振盪會與繩子的長度成正比，即 $T \propto L$ 。試運用所給予的儀器驗證該說法。

不同意。(學生需繪劃圖表並展示 T 與 L 之間的非線性關係。較高能力學生能夠指出 $T \propto \sqrt{L}$ 。)

4. 為甚麼在開始單擺運動前須固定繩子與垂直線之間的角度 (繩子與垂直線之間的角度為 10°)？試解釋你的答案？

在固定繩子長度和固定砝碼質量下，週期會取決於單擺運動的振幅。(學生須展示他們所量度的數據作為證據。)

5. 試寫出其他觀察及結論。

(所有合理答案均可接受。)

問題(續)

6. 你能夠盡量舉出一些利用與週期振盪有關的日常生活例子嗎？

計時器，交流電，電動機，引擎等。

備註

所有草稿均需要遞交及會作評核用途。

試驗計劃活動照片



圖1.：閱讀步驟及設計科學探究



圖2.：實驗儀器



圖3.：進行科學探究

試驗計劃活動照片 (續)

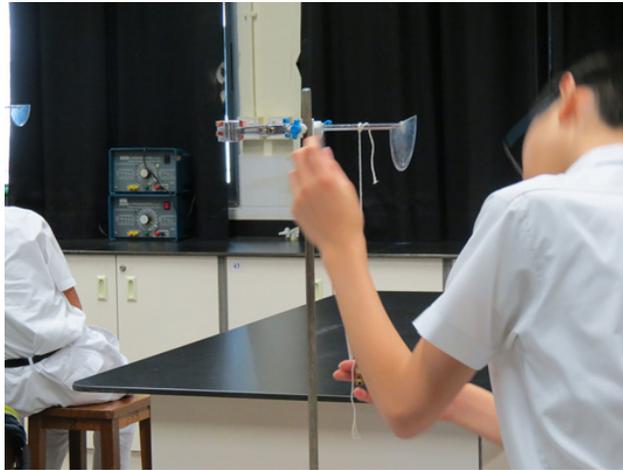


圖4.：學生調校繩子的長度

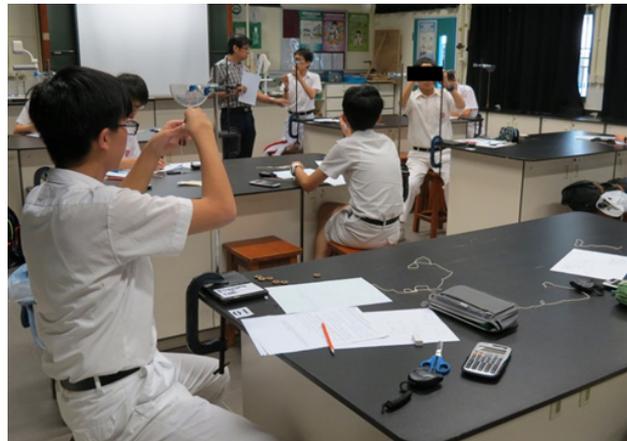


圖5.：量度振盪週期



圖6.：製作報告及數據分析

評估指標 (實驗期間)

解難能力 (請在適當空格加上√號)		同意	部分同意	不同意
1*	學生能夠邏輯及適當地設計可行的實驗步驟。 (例：砝碼及勾子能夠緊緊地綁在繩子上。)			
2	學生能夠於實驗期間保持實驗室整潔。 (例：沒有弄跌儀器，完成實驗後。)			
3*	學生能夠在進行實驗回答問題1至3時，確保所有單擺運動均於固定角度開始。 (例：所有單擺運動從 10° 開始。)			
4*	學生能夠了解透過量度多個單擺週期並計算平均值，可準確地獲取週期T的值。 (例：週期 = N次振盪所需的時間 / N)			
5	學生能夠正常操作儀器。			
6	學生能夠使用合適的儀器達到實驗目的。			
7	學生能夠小心使用儀器。			
8	學生能夠找出一些導致實驗誤差的錯誤。(非必要)			

定量分析 (請在適當空格加上√號)		同意	部分同意	不同意
1	學生能夠使用適當的方法整理數據。			
2	學生能夠以圖表有效地展示所觀察到週期與質量及週期與繩子長度的關係。			
3*	學生能夠透過圖表得出週期與繩子長度並非線性關係。			
4	學生能夠正確使用工具(例：直尺，計算機)作數據分析。			
5*	學生能夠利用數據的準確程度對結果作出精確的判斷。 (例如：顯示誤差的計算)			

評估指標 (實驗完成後)

其他觀察 (請於合適方格內加上 √ 號，卓越的表現可打雙 √ 號或三 √ 號)		同意	部分同意	不同意
1	學生草稿能夠展示答題紙以外的才能。 (例：能否透過計算找出週期，質量和長度的正確關係？有沒有記錄誤差的估算？)			
2	其他觀察			

備注：有 * 的項目為測試學生能力的重點項目。

參考資料

Hyperphysics “Simple Pendulum” <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/pend.html>
(15/4/2019)

物理科

活動(2): 單擺運動

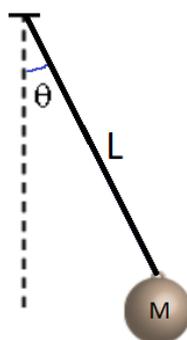
學生版

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**50分鐘**。建議你應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

引言

單擺運動可展示振盪的基本性質；即當擺錘M擺動的波幅微小時，會產生簡諧運動。此時，震動週期是不變及可被明確定義的。



於上圖中，繩子(長度為L)的其中一端固定於指定位置，並於另一端連接重物(擺錘) M組成單擺裝置。重物M被輕微拉至較高位置(參考上圖)後釋放，從而產生週期振盪。振盪時繩子經過上圖的垂直虛線(單擺裝置靜止的位置)。單擺完成1次完整振盪所需的時間稱為**週期**(符號T)。

週期T會取決於單擺的數個實驗中的物理參數。

物料與儀器

- 計時器 (秒錶)
- 計算機，方格紙，直尺，鉛筆，白紙，棉線一卷



- 膠紙，橡皮膠，剪刀
- 量角器。(量角器中心位置與支架垂直部份對齊)
- 一組砝碼
- 支架和夾

安全措施

1. 進行實驗時小心處理砝碼，避免砝碼不慎下墜。
2. 進行實驗時請保持工作地方整潔。

步驟

學生將會收到一套儀器。學生將要設置一個單擺裝置及利用計時器量度振盪週期。學生需於實驗過程探究哪些物理參數會影響振盪週期。

注意：所有單擺運動的開始，應把砝碼移至繩子與垂直線之間角度少於**10 度**的位置，確保實驗的準確性。

(無需提供詳盡的實驗步驟予學生，因為實驗步驟是評核的一部分。)

問題

1. 有人認為砝碼的質量會影響單擺的振盪週期。你同意嗎？你能夠運用所給予的儀器驗證該說法嗎？
2. 有人認為繩子的長度會影響單擺的振盪週期。你同意嗎？你能夠運用所給予的儀器驗證該說法嗎？
3. 有人認為單擺的振盪會與繩子的長度成正比，即 $T \propto L$ 。你能夠運用所給予的儀器驗證該說法嗎？
4. 為甚麼在開始單擺運動前須固定繩子與垂直線之間的角度(繩子與垂直線之間的角度為 10°)？試解釋你的答案？

化學科

活動(1): 蠟燭是如何燃燒的?

教師版

實作評量重點

學生能夠

1. 觀察和寫下本蠟燭實驗的細節；
2. 掌握基本實驗技巧和燃燒的概念；及
3. 透過進行實驗瞭解蠟燭燃燒的化學知識。

科學過程技能/思考能力

1. 觀察能力
2. 解決問題能力

教師指引

儘管工作紙已包括實作評量重點和指引，我們強烈建議教師能夠在探究開始前向學生**簡要說明**活動重點和相關的安全須知，以確保所有學生均充分了解他們在探究過程中要注意的事項。

教師不需詳細講解探究步驟，因為過程技能會是評估的一部分，但教師可考慮因應他們學生的能力來決定實驗設置的準備程度。

以下為**簡短口頭指示**的示例：

「你們各位獲邀請進行一些自行探究的活動。你們可以在工作檯上找到所需的物料和儀器。同時，你們可以參考探究的步驟，但我們不會告訴你們每個步驟要做甚麼和如何做的細節。請緊記注意實驗安全。

這個活動，不是考試，而是提供機會讓老師了解你們解決問題的能力。」

安全措施

- 在實驗室內時刻戴上安全眼罩及穿上實驗袍；在實驗過程中束起長髮。
- 所有工作都應在防火墊上進行，火焰應遠離所有紙張和易燃物。
- 請小心謹慎使用任何明火。

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**60分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

引言

當燃料氧化時，當中的化學能會轉化成光能和熱能，這個過程便是燃燒作用。蠟燭是由蠟(基本上由氫和碳原子組成的碳氫化合物(hydrocarbon))組成。長久以來蠟被人們用作燃料。在本活動中，你需要**觀察**蠟燭的燃燒並**寫出相關**的化學原理。如果你在實驗中遇到任何問題或需要老師解釋，請隨時提出。

活動1: 利用「排水法」收集氣體

注意: 你需要分別利用兩種化學反應，製作氧氣和二氧化碳，而這兩種氣體會用於活動2。由於兩種氣體都是無色的，因此請按需要適當地標籤集氣瓶。

處理此活動的試劑時，請戴上手套。

物料與儀器

- 酵母, 2克 (放在圓錐瓶裡)
- 過氧化氫 (30%), 50 毫升
- 碳酸氫鈉 (小蘇打)
- 醋, 10 毫升
- 1個水浴
- 2個集氣瓶 (用以盛載水)
- 2塊集氣瓶蓋 (玻璃圓盤)
- 1條橡膠管 (導管)
- 1個集氣架
- 1個玻璃漏斗
- 1套架和鉗

步驟



相片 1:
反應混合物的裝置示例

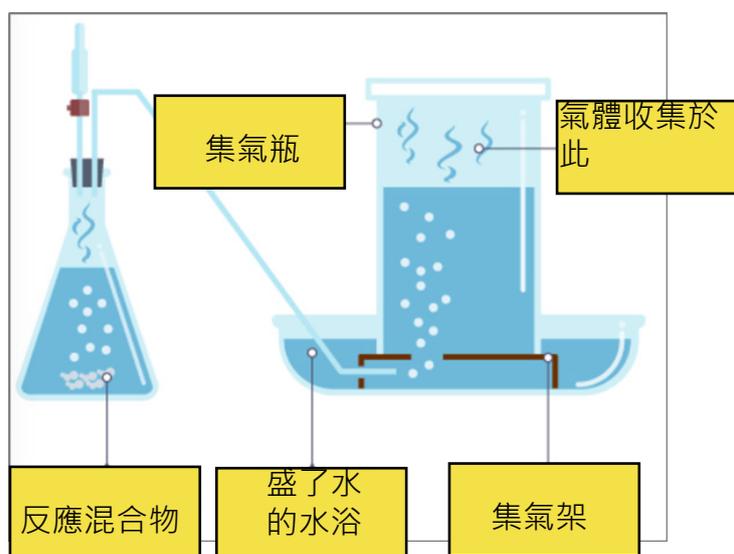


圖 1: 氣體收集的建議實驗設置
(來源: BBC Bitesize website)

教師須知：實驗裝置可根據學校各種可用工具進行修改。只需確保收集氣體的容器尺寸適中，讓學生能夠收集到足夠的氣體在活動2進行測試。

收集氧氣

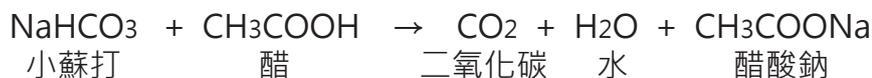
過氧化氫(H_2O_2)會慢慢地進行分解形成水和氧氣。這種反應在酵母菌(微生物)存在的情況下會加速:



1. 先將集氣架置於水浴中，再把集氣瓶蓋放在盛滿水的集氣瓶頂。然後將集氣瓶連集氣瓶蓋倒置在集氣架上。在水中移除集氣瓶蓋並把集氣瓶的開口與集氣架連接。
2. 將酵母放入錐形瓶中。然後如圖1所示組裝設置。
3. 將導管與反應混合物裝置(相片1)連接，然後把導管的另一端通過集氣架並放在集氣瓶下。
4. 倒出50 毫升過氧化氫溶液(30%)在小燒杯內。
5. 緩慢地將過氧化氫溶液加入圓錐瓶，**氧氣會立即產生並收集在集氣瓶中**。通過調整漏斗下的夾子來控制化學反應的速度。
6. 小心地用集氣瓶蓋蓋在水中的集氣瓶，然後再將其從水浴中取出。
7. 將集氣瓶放在一邊。這瓶氣體會用於活動2的測試。
8. 部分的玻璃器具需用於收集二氧化碳氣體(見下一頁)，使用前請先清洗乾淨。

收集二氧化碳

碳酸氫鈉 (小蘇打) 和乙酸 (醋) 之間的反應分兩步進行，但是整個過程可以用以下的化學方程式概述：



使用與上面相同的裝置(如收集氧氣的裝置)並用另一個集氣瓶收集二氧化碳。
提示：只需把醋加入小蘇打中。

活動2: 從活動1 收集到的兩種氣體 對蠟燭燃燒的影響

物料與儀器

- 1 燃燒匙
- 1 打火機
- 1 小蠟燭 (約1-2釐米, 需固定在燃燒匙中)



步驟

1. 點燃已經固定在燃燒匙中的蠟燭。
2. 小心地把點燃的蠟燭分別放進盛有氧和二氧化碳(於活動1收集到的氣體樣本)的集氣瓶內。
3. 把你的觀察記錄在以下空格內。如有需要，你可以把觀察以圖像記錄下來。

步驟 (續)

問題

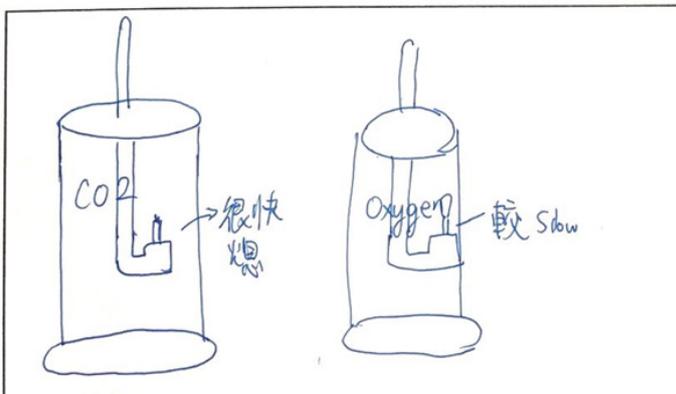
1. 燃燒的必要條件是甚麼？
2. 根據你在實驗的觀察，哪些因素會影響燃燒？
3. 根據你在實驗的觀察，燃燒的反應生成物是甚麼？
4. 自我反思 (你會建議如何改善所做過的實驗)。

備註

學生需要遞交所有草稿，而草稿會被評估。

教師提示 (觀察示例)

3. Write down your observation below. You may draw something if needed.



二氧化碳：很快熄滅

氧氣：需要多點時間才熄滅

2. Carefully dip the lit candle in the gas jar with gas samples collected from Activity 2.
 3. Write down your observation below. You may draw something if needed.

$CO_2 \Rightarrow 3sec$
 $O \Rightarrow 20sec$

教師提示 (觀察示例) (續)

1. What are the necessary ingredients for burning?

- Oxygen
- high temperature
- fuel

- 氧
- 高溫
- 燃料

2. Based on your observed result from the experiments, suggest possible variables that affect burning.

- Oxygen
- fuel
- high temperature

- 氧
- 燃料
- 高溫

3. What are the reaction products of burning?

carbon dioxide

二氧化碳

Self-reflection (e.g. suggestion for improvement):

I think the thing that I can improve is I can do things more simple and quick.

我認為我可以改善的東西是我可以做得更簡單和更快

試驗計劃活動照片



學生收集氧氣

評估指標 (實驗期間)

實驗和解決問題能力 (請選擇適當的方格。)		同意	部分同意	不同意
1	學生能夠在使用儀器及設備前作檢查，以確保它們能夠正常運作。			
2	學生能夠在最少提點下使用合適的實驗工具完成不同的任務。			
3	學生能夠整潔及安全地進行實驗 (例如：標示各種實驗器具，正確處理火焰等)。			
4	學生能夠組裝收集氣體的實驗裝置。			
5	學生能夠嘗試重複實驗來收集數據 (例如以平均值處理實驗結果等)。			
6	學生能夠盡力完成實驗並能夠觀察結果。			

評估指標 (實驗後)

其他觀察 (請選擇適當的方格。)		同意	部分同意	不同意
7	學生能夠根據實驗結果提出合乎邏輯的答案。			
8	學生能夠提出實驗指引中沒有提到的問題/觀察以展示他們的探究才能。			

參考資料

Faraday, Michael (1861). W. Crookes, ed. A Course of Six Lectures on the Chemical History of a Candle.

化學科

活動(1): 蠟燭是如何燃燒的?

學生版

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**60分鐘**。建議你應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

引言

當燃料氧化時，當中的化學能會轉化成光能和熱能，這個過程便是燃燒作用。蠟燭是由蠟(基本上由氫和碳原子組成的碳氫化合物(hydrocarbon))組成。長久以來蠟被人們用作燃料。在本活動中，你需要**觀察**蠟燭的燃燒並**寫出相關**的化學原理。如果你在實驗中遇到任何問題或需要老師解釋，請隨時提出。

活動1: 利用「排水法」收集氣體

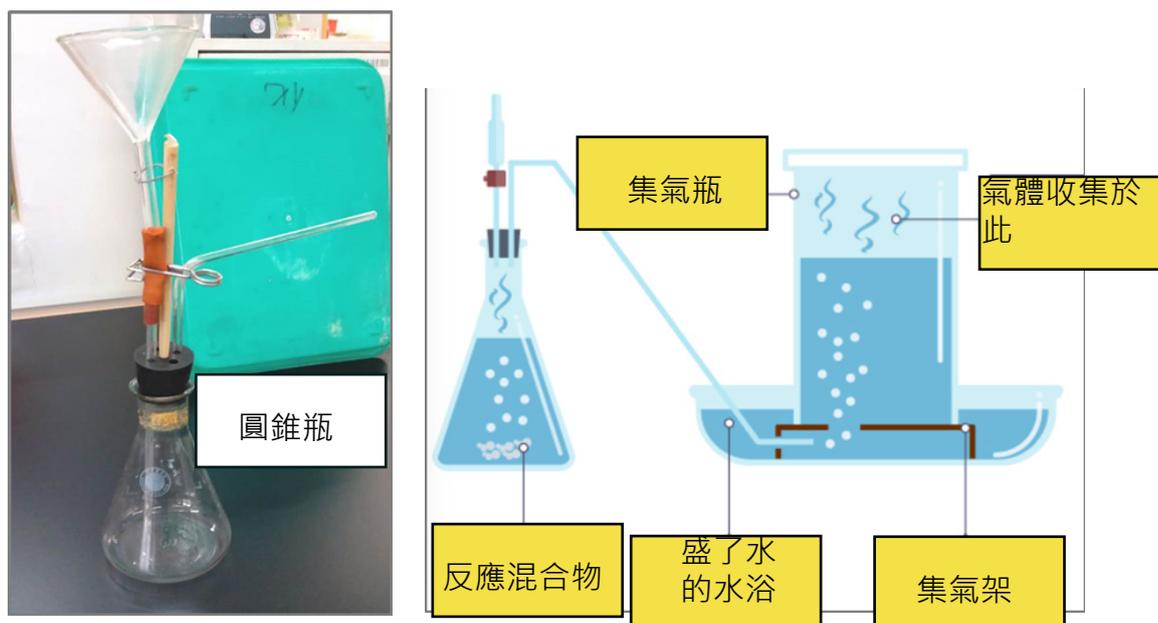
注意: 你需要分別利用兩種化學反應，製作氧氣和二氧化碳，而這兩種氣體會用於活動2。由於兩種氣體都是無色的，因此請按需要適當地標籤集氣瓶。

處理此活動的試劑時，**請戴上手套**。

物料與儀器

- 酵母, 2克 (放在圓錐瓶裡)
- 過氧化氫 (30%), 50 毫升
- 碳酸氫鈉 (小蘇打)
- 醋, 10 毫升
- 1個水浴
- 2個集氣瓶 (用以盛載水)
- 2塊集氣瓶蓋 (玻璃圓盤)
- 1條橡膠管 (導管)
- 1個集氣架
- 1個玻璃漏斗
- 1套架和鉗

步驟

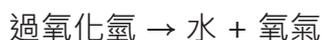


相片 1:
反應混合物的裝置示例

圖 1: 氣體收集的建議實驗設置
(來源：BBC Bitesize website)

收集氧氣

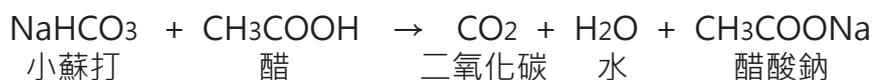
過氧化氫(H_2O_2)會慢慢地進行分解形成水和氧氣。這種反應在酵母菌(微生物)存在的情況下會加速:



1. 先將集氣架置於水浴中，再把集氣瓶蓋放在盛滿水的集氣瓶頂。然後將集氣瓶連集氣瓶蓋倒置在集氣架上。在水中移除集氣瓶蓋並把集氣瓶的開口與集氣架連接。
2. 將酵母放入錐形瓶中。然後如圖1所示組裝設置。
3. 將導管與反應混合物裝置(相片1)連接，然後把導管的另一端通過集氣架並放在集氣瓶下。
4. 倒出50 毫升過氧化氫溶液(30%)在小燒杯內。
5. 緩慢地將過氧化氫溶液加入圓錐瓶，**氧氣會立即產生並收集在集氣瓶中**。通過調整漏斗下的夾子來控制化學反應的速度。
6. 小心地用集氣瓶蓋蓋在水中的集氣瓶，然後再將其從水浴中取出。
7. 將集氣瓶放在一邊。這瓶氣體會用於活動2的測試。
8. 部分的玻璃器具需用於收集二氧化碳氣體 (見下一頁)，使用前請先清洗乾淨。

收集二氧化碳

碳酸氫鈉 (小蘇打) 和乙酸 (醋) 之間的反應分兩步進行，但是整個過程可以用以下的化學方程式概述：



使用與上面相同的裝置(如收集氧氣的裝置)並用另一個集氣瓶收集二氧化碳。
提示：只需把醋加入小蘇打中。

活動2: 從活動1 收集到的兩種氣體 對蠟燭燃燒的影響

物料與儀器

- 1 燃燒匙
- 1 打火機
- 1 小蠟燭 (約1-2釐米, 需固定在燃燒匙中)



步驟

1. 點燃已經固定在燃燒匙中的蠟燭。
2. 小心地把點燃的蠟燭分別放進盛有氧和二氧化碳(於活動1收集到的氣體樣本)的集氣瓶內。
3. 把你的觀察記錄在以下空格內。如有需要，你可以把觀察以圖像記錄下來。

步驟 (續)

問題

1. 燃燒的必要條件是甚麼？
2. 根據你在實驗的觀察，哪些因素會影響燃燒？
3. 根據你在實驗的觀察，燃燒的反應生成物是甚麼？
4. 自我反思 (你會建議如何改善所做過的實驗)。

備註

學生需要遞交所有草稿，而草稿會被評估。

化學科

活動(2): 水的性質

教師版

實作評量重點

學生能夠

1. 觀察水的性質；
2. 掌握學到關於水的物理性質的基本實驗技巧；及
3. 設計並進行與水有關的實驗。

科學過程技能/思考能力

1. 觀察能力
2. 推論能力 (分析及解釋數據)

教師指引

儘管工作紙已包括實作評量重點和指引，我們強烈建議教師能夠在探究開始前向學生**簡要說明**活動重點和相關的安全須知，以確保所有學生均充分了解他們在探究過程中要注意的事項。

教師不需詳細講解探究步驟，因為過程技能會是評估的一部分，但教師可考慮因應他們學生的能力來決定實驗設置的準備程度。

以下為**簡短口頭指示**的示例：

「你們各位獲邀請進行一些自行探究的活動。你們可以在工作檯上找到所需的物料和儀器。同時，你們可以參考探究的步驟，但我們不會告訴你們每個步驟要做甚麼和如何做的細節。請緊記注意實驗安全。」

這個活動，不是考試，而是提供機會讓老師了解你們解決問題的能力。」

安全措施

- 進行涉及明火的實驗時，應戴上護目眼罩並束起長髮。

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**60分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

引言

水不單是我們日常生活中必要的化合物，從洗衣服到預備食物，它更是維持生命的必需物質。活細胞需要進行大量生化反應，而水是這些反應不可或缺的物質。在這活動中，你將會觀察和了解水的性質。

活動一：一個硬幣上可以容納多少滴水？

目標：探究不同物質對水的表面張力的影響。

物料與儀器

- 4個10毫升量筒
- 3個50毫升燒杯
- 3支玻璃棒
- 蒸餾水
- 甘油溶液
- 肥皂清潔劑溶液
- 3枚清潔的一毫硬幣
- 3支滴管
- 紙巾



注意：老師可能已經為你預備了甘油溶液和肥皂清潔劑溶液。由於它們沒有顏色，你或需要標籤容器來避免混亂。

步驟

1. 將一個硬幣水平放在一張紙巾上。
2. 用滴管將**蒸餾水**逐滴滴在硬幣上，直到添加的水瀉出硬幣邊緣。
3. 記錄水瀉出硬幣邊緣前硬幣可以容納的水滴數量。
4. 重複步驟1-3兩次，計算平均水滴數量。
5. 將你的結果記錄在下一頁的格內。

將你的結果和計算步驟記錄在這個格內。

步驟 (續)

6. 運用實驗室內可用的儀器，預備10毫升20%甘油溶液。
7. 用新的硬幣和甘油溶液，重複步驟1 – 4。記錄所有觀察和結果。
8. 同樣地再用另外新的硬幣，測試10%液體肥皂清潔劑溶液的效果。
9. 在下面表格內記錄所有結果。

20%甘油溶液	10%肥皂清潔劑溶液

注意：

內聚和**附著**是水的性質並會影響地球上所有水粒子，以及水粒子和其他物質的粒子間的作用。

內聚：水粒子互相吸引。

附著：水受其他物質吸引。或者，一種液體的粒子受周圍固體的粒子吸引。

在這項活動中，你需要研究哪些物質可以影響**表面張力**——即是水粒子偏向互相吸引的結果（內聚力）。表面張力是一種存在於水表層的力，令表層表現像一張富有彈性的薄片。

問題

根據實驗結果和上面關於表面張力的備註，試說出(i) 甘油和水粒子之間；(ii) 以及肥皂清潔劑和水粒子之間發生甚麼事。在下面位置寫下和解釋你的結論。

教師須知 (觀察例子) (英文例子)

Record your results and calculation in this box.

①	正正正正正正 正正正正正正	70
②	正正正正正正正正 正正正正正正正正	84
③	正正正正正正正正 正正正正正正正正	86

$$\text{Average} = (70 + 84 + 86) \div 3 = 80$$

- With tools available in the lab, make 10 mL of 20% glycerol solution.
- Use a new coin to repeat steps 1 – 4 (above) using the glycerol solution. Record any observation and results.
- Test also the effect of 10% liquid soap solution with another new coin.
- Record any results in the table below.

20% glycerol		10% soap solution	
1.		1.	
2.		2.	
3.		3.	
Average = (74 + 83 + 84) ÷ 3 = 80.3		Average = (45 + 34 + 27) ÷ 3 = 35.3	

20% glycerol		10% soap solution	
$\begin{array}{r} 35 \\ 29 \quad 3 \overline{)105} \\ \underline{41} \\ 105 \end{array} \quad 35.$		$\begin{array}{r} 46 \\ 50 \quad 3 \overline{)150} \\ \underline{28} \\ 124 \end{array} \quad 41.333 \dots$	

教師須知 (觀察例子) (續)

and write down your conclusion in the space provided below.

Between glycerol and water particles
I think both of them are cohesion
because the average number of them is
close. Also, 我覺得兩個都越堆
越高。

Between soap and water particles,
I think water particles is cohesion and
soap is adhesion. Water particles
的水越堆越高 but soap
solution 滴落去散開。所以
我認為 soap solution is adhesion

活動二：水的物態轉換

注意：物質通常有三種物態：固體、液體、氣體。我們可以用多種方法轉換物態，這通常(但不一定)涉及熱。在這活動中，你將會在燒杯裏製造「雲」。

物料與儀器

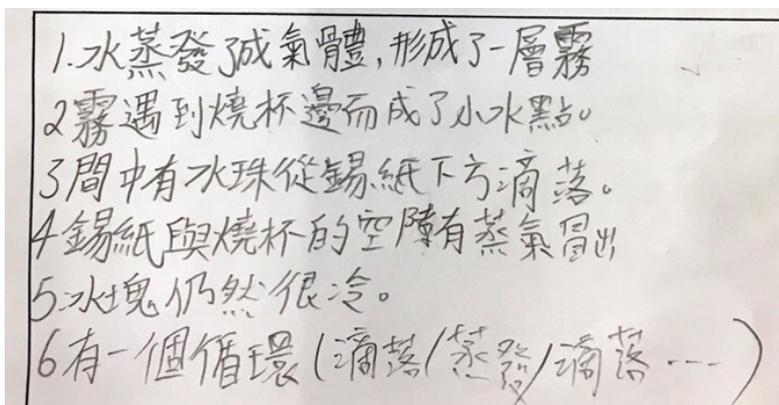
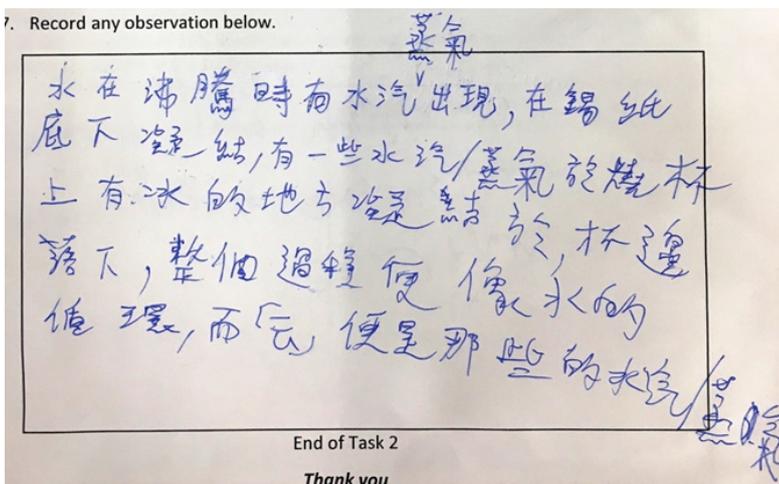
- 1個1公升燒杯
- 1塊鋁箔 (*或夠大覆蓋燒杯的表面玻璃)
- 1袋冰塊 (200克)
- 1支本生燈
- 1對鉗
- 1個三腳架
- 1張鐵絲網
- 1張隔熱墊

步驟

1. 倒200毫升水進一個燒杯。用鋁箔(或夠大覆蓋燒杯的表面玻璃)覆蓋燒杯。
2. 將盛了冰塊的袋放在鋁箔(或夠大覆蓋燒杯的表面玻璃)上。
3. 將盛了水的燒杯(在其上放了冰塊)放在三角架和鐵絲網上。
4. 再將這個實驗組合放在本生燈和隔熱墊上。
5. 點燃本生燈。
6. 觀察數分鐘。仔細觀看水開始沸騰時發生甚麼事。
7. 在下面記錄所有觀察。

教師須知 (觀察例子)

7. Record any observation below.



評估指標 (實驗期間)

實驗和問題解決技巧 (請用√號在適當方格選擇答案。)	同意	部分同意	不同意
1 學生能夠在使用儀器前作檢查, 以確保儀器能夠正常運作。			
2 學生能夠在最少提點下使用合適的實驗工具完成不同的任務。			
3 學生能夠整潔和安全地進行實驗。(例如: 標籤實驗儀器、適當處理火源等)			
4 學生能夠組裝實驗儀器。			
5 學生能夠嘗試重複實驗以收集數據 (例如: 平均結果等)。			
6 學生能夠盡力完成實驗並能夠觀察結果。			

評估指標 (實驗完成後)

其他觀察 (請用√號在適當方格選擇答案。)		同意	部分同意	不同意
7	學生能夠根據實驗結果提出合乎邏輯的答案。			
8	學生能夠提出實驗指引中沒有提到的問題/觀察以展示他/她的探究才能。			

化學科

活動(2): 水的性質

學生版

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**60分鐘**。建議你應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

引言

水不單是我們日常生活中必要的化合物，從洗衣服到預備食物，它更是維持生命的必需物質。活細胞需要進行大量生化反應，而水是這些反應不可或缺的物質。在這活動中，你將會觀察和了解水的性質。

活動一：一個硬幣上可以容納多少滴水？

目標：探究不同物質對水的表面張力的影響。

物料與儀器

- 4個10毫升量筒
- 3個50毫升燒杯
- 3支玻璃棒
- 蒸餾水
- 甘油溶液
- 肥皂清潔劑溶液
- 3枚清潔的一毫硬幣
- 3支滴管
- 紙巾



備註：老師可能已經為你預備了甘油溶液和肥皂清潔劑溶液。由於它們沒有顏色，你或需要標籤容器來避免混亂。

步驟

1. 將一個硬幣水平放在一張紙巾上。
2. 用滴管將蒸餾水逐滴滴在硬幣上，直到添加的水瀉出硬幣邊緣。
3. 記錄水瀉出硬幣邊緣前硬幣可以容納的水滴數量。
4. 重複步驟1-3兩次，計算平均水滴數量。
5. 將你的結果記錄在下一頁的格內。

步驟 (續)

將你的結果和計算步驟記錄在這個格內。

6. 運用實驗室內可用的儀器，預備10毫升20%甘油溶液。
7. 用新的硬幣和甘油溶液，重複步驟1 – 4。記錄所有觀察和結果。
8. 同樣地再用另外新的硬幣，測試10%液體肥皂清潔劑溶液的效果。
9. 在下面表格內記錄所有結果。

20%甘油溶液	10%肥皂清潔劑溶液

備註：

內聚和**附著**是水的性質並會影響地球上所有水粒子，以及水粒子和其他物質的粒子間的作用。

內聚：水粒子互相吸引。

附著：水受其他物質吸引。或者，一種液體的粒子受周圍固體的粒子吸引。

在這項活動中，你需要研究哪些物質可以影響**表面張力**——即是水粒子偏向互相吸引的結果（內聚力）。表面張力是一種存在於水表層的力，令表層表現像一張富有彈性的薄片。

問題

根據實驗結果和上面關於表面張力的備註，試說出(i) 甘油和水粒子之間；(ii) 以及肥皂清潔劑和水粒子之間發生甚麼事。在下面位置寫下和解釋你的結論。

活動二：水的物態轉換

備註：物質通常有三種物態：固體、液體、氣體。我們可以用多種方法轉換物態，這通常(但不一定)涉及熱。在這活動中，你將會在燒杯裏製造「雲」。

物料與儀器

- 1個1公升燒杯
- 1塊鋁箔 (*或夠大覆蓋燒杯的表面玻璃)
- 1袋冰塊 (200克)
- 1支本生燈
- 1對鉗
- 1個三腳架
- 1張鐵絲網
- 1張隔熱墊

步驟

1. 倒200毫升水進一個燒杯。用鋁箔(或夠大覆蓋燒杯的表面玻璃)覆蓋燒杯。
2. 將盛了冰塊的袋放在鋁箔(或夠大覆蓋燒杯的表面玻璃)上。
3. 將盛了水的燒杯(在其上放了冰塊)放在三角架和鐵絲網上。
4. 再將這個實驗組合放在本生燈和隔熱墊上。
5. 點燃本生燈。
6. 觀察數分鐘。仔細觀看水開始沸騰時發生甚麼事。
7. 在下面記錄所有觀察。

生物科

活動(1): 細菌需要甚麼才可以生長？

教師版

實作評量重點

學生能夠

1. 獲得基本的實驗技能和瞭解無菌環境的概念;
2. 進行實驗以識別和瞭解影響細菌生長的因素;
3. 進行實驗以確定「最佳」清潔手的方法;及
4. 將細菌生長實驗與日常生活知識聯繫起來。

科學過程技能/思考能力

1. 解決問題能力
2. 數據分析能力
3. 設計探究實驗能力

教師指引

儘管工作紙已包括實作評量重點和指引，我們強烈建議教師能夠在探究開始前向學生**簡要說明**活動重點和相關的安全須知，以確保所有學生均充分了解他們在探究過程中要注意的事項。

教師不需詳細講解探究步驟，因為過程技能會是評估的一部分，但教師可考慮因應他們學生的能力來決定實驗設置的準備程度。

以下為**簡短口頭指示**的示例：

「你們各位獲邀請進行一些自行探究的活動。你們可以在工作檯上找到所需的物料和儀器。同時，你們可以參考探究的步驟，但我們不會告訴你們每個步驟要做甚麼和如何做的細節。請緊記注意實驗安全。」

這個活動，不是考試，而是提供機會讓老師了解你們解決問題的能力。」

安全措施

1. 在處理實驗前，學生應將長頭髮綁好或夾住。
2. 所有工作應在平面上進行，所有設備用完後必須徹底清潔避免污染。
3. 學生應該非常謹慎地處理細菌培養。
4. 教師應保持警惕，確保學生不用手接觸嘴或眼。
5. 在活動2和3細菌生長期間，學生不應揭開培養皿的蓋子，以免暴露營養培養基。
6. 教師應提醒學生於每個實驗步驟後徹底洗手，並以酒精擦拭消毒。
7. 所有使用過的培養皿應密封在塑膠袋中，並在實驗結束後小心棄置。

時間分配

1. 進行這個實作評量需要的時間，最多為**60分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。
2. 活動的實際時間可能會受周圍溫度影響，因為周圍溫度會影響營養培養基的凝固時間/細菌的生長。建議教師提前測試並確定活動所需時間。
3. 每個活動可以分開在2或3個時段完成，具體取決於時間表的安排：

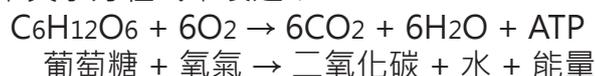
兩個時段活動計畫			
	活動 A	活動 B	活動 C
時段 1	✓	✓	
時段 2			✓

三個時段活動計畫			
	活動 A	活動 B	活動 C
時段 1	✓		
時段 2		✓	
時段 3			✓

引言

細菌無處不在，牠們有不同的形狀和大小。細菌是生物，通常無法用肉眼看到。在有利條件下，細菌能夠迅速生長和繁殖，形成由數千個活細胞組成的集羣，即使沒有顯微鏡也能看到。在教室/實驗室環境中，細菌可以在營養培養基上生長，以便處理和觀察。

所有生物都會呼吸。細胞需要並利用呼吸作用產生的能量來維持生命，以便生物能夠存活和繁殖。整個過程可以通過以下文字方程式來表達：



活動A：準備培養細菌的營養培養基

注意：所製作的營養培養基將用於活動2和3。如果只選擇兩個時段來完成活動，需把營養培養基倒轉並儲存在密封的塑膠袋中(避免營養培養基凝結水點)，然後儲存在冰箱內。由於學生的營養培養基有可能被污染，建議老師準備額外的營養培養基作後備用途。

為了讓學生做好準備，教師可以引導學生討論有關生物的問題。例如：生物生存需要甚麼？生物有哪些特徵？

物料與儀器

- 8 g 砂糖
- 4 g 雞粉
- 2 g 明膠粉
- 1杯水
- 玻璃燒杯
- 玻璃棒
- 耐熱手套
- 耐熱墊
- 密封膠袋
- 電秤
- 電水壺
- 冰箱
- 1個量筒
- 7個培養皿
- 膠紙
- 記號筆

謹記在實驗過程中戴上護目鏡並束起長頭髮，也可以戴上口罩避免污染。

步驟

1. 將砂糖、雞粉和明膠粉加入玻璃燒杯中。
2. 將玻璃燒杯放在耐熱墊上，並戴上耐熱手套。
3. 當你完成第2步後，舉手通知老師。
4. 等候老師把熱水加入玻璃燒杯。
5. 加入熱水後，用玻璃棒慢慢攪拌溶液。
6. 繼續攪拌直至糖、雞粉和明膠粉完全溶解。
7. 將溶液均勻地倒入每個培養皿中。
8. 讓培養皿冷卻並讓營養培養基凝固。在室溫下可能需要30分鐘。在營養培養基凝固前不要碰到培養皿。
9. 當營養培養基凝固後，用蓋子將每個培養皿蓋好，然後把整個培養皿翻轉，使蓋子朝向桌子的底部。
10. 用長膠紙完全密封培養皿。
11. 用記號筆在每個培養皿上標記你所屬組別的編號/名稱。
12. 將培養皿放入密封膠袋裡，並儲存於冰箱以作活動B使用。

學生注意事項: 此實驗需要一個乾淨的環境。因為細菌在我們的環境中無處不在，所以在製作營養培養基過程中，應避免用手觸摸使用的設備和營養培養基。



學生們在製作營養培養基。

問題

1. 細菌生長的營養培養基包括甚麼東西？

糖、雞粉、明膠粉和水。

2. 細菌生長的營養培養基的各種成分有甚麼功能？

糖和雞粉供細菌作食物。
明膠粉提供一個固體的媒介讓細菌生長。
水是用來溶解糖、雞粉和明膠粉。

3. 為甚麼在製作營養培養基時，不可以用手觸摸營養培養基？

我們的手可能有細菌，會污染要製作的營養培養基。

4. 我們如何確保在製作營養培養基的過程中環境清潔？

洗手/戴手套/保持窗戶關閉/不要說話或打噴嚏/戴口罩/不要直接呼吸到實驗設備上/點燃火焰以創造無菌環境。

活動B：細菌取樣和培養細菌

物料與儀器

- 樽裝水
- 小膠杯
- 小廢物杯
- 2枝棉花棒 (放於可密封膠袋裡)
- 2個盛載了營養培養基的的培養皿
- 膠紙
- 記號筆
- 鉛筆
- 數碼相機

謹記在實驗過程中戴上護目鏡並束起長頭髮。你亦可以戴上口罩，避免污染。

步驟

1. 使用記號筆，在兩個培養皿上標示如下：
 - a. 冰箱 4°C
 - b. 室溫25°C
2. 將一些樽裝水倒入小膠杯中(蒸餾水或礦泉水)。
3. 用樽裝水浸濕1枝乾淨的棉花棒。
4. 用那枝濕的棉花棒擦拭自己的手掌，重複幾次以確保收集到「足夠的」細菌(此時不要讓棉花棒與手掌以外的任何物件接觸)。
5. 然後以Z形的移動路線將棉花棒擦拭在營養培養基(標示：冰箱 4°C)的表面上。教師可以提供一個Z形條紋的範本，放置在培養皿下，方便學生參考。
6. 將用過的棉花棒放入廢物杯中。
7. 把培養皿的蓋子蓋上培養皿，然後用兩塊膠紙貼實培養皿蓋子的兩側，使蓋子不會脫落(不要完全密封培養皿)。
8. 重複步驟3-7，但這次擦拭另外一隻手掌，並使用新的營養培養基(標示：室溫25°C)。
9. 將標記為4°C的培養皿放在冰箱內。
10. 將標記為25°C的培養皿放在室溫下。
11. 在接下來的4天，每天監測並觀察細菌的生長情況，但記得保持培養皿蓋子關閉，不要打開。細菌的生長時間可能會根據季節/教室溫度而變化。
12. 繪畫並記錄你的觀察結果。有數碼相機的學生，可以選擇每天拍攝培養皿。

學生注意事項: 此實驗需要一個乾淨的環境(細菌在我們的環境中無處不在)。應避免其他東西接觸培養皿的內部和營養培養基。除了擦拭細菌時打開培養皿蓋子，否則不要打開培養皿。

教師應提醒學生長期把培養皿倒置存放(擦拭細菌於營養培養基時除外)，避免水滴凝結在營養培養基的表面上，並鼓勵學生每天都記錄觀察結果。

步驟 (續)

冰箱 (4°C)

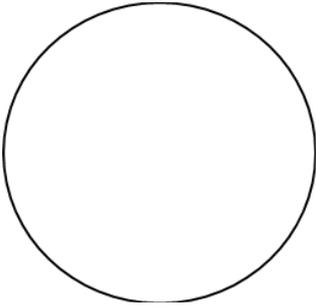
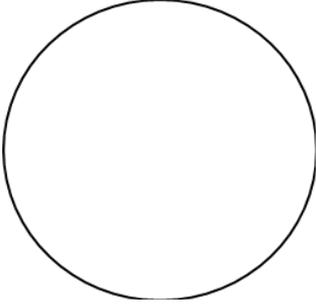
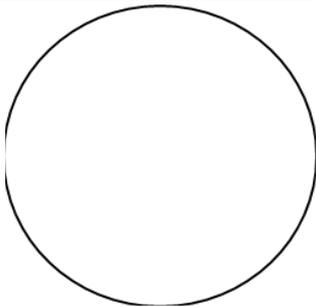
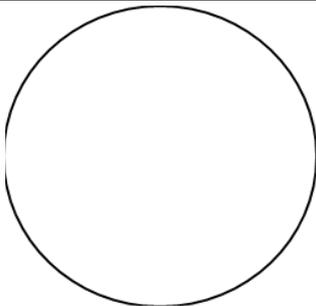
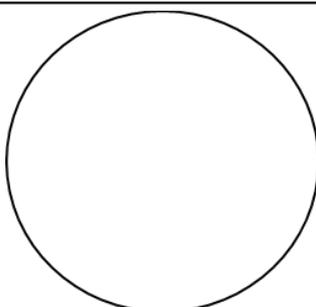


室溫(25°C)

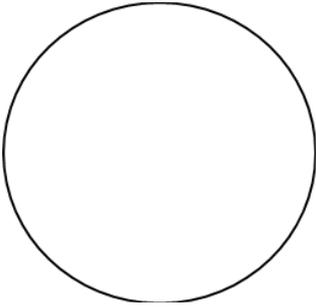
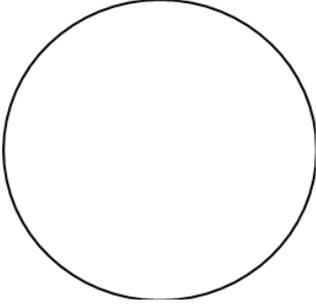
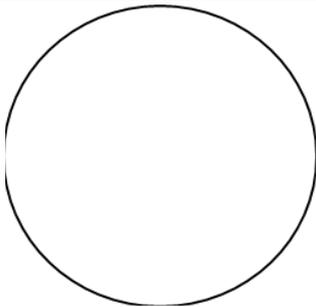
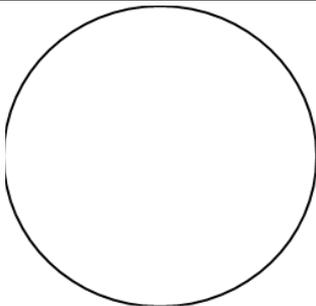
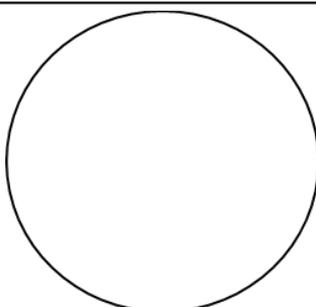


存放在冰箱(4°C)和室溫(25°C)的培養皿

細菌增長記錄：冰箱 (4°C)

日	觀察	描述
0		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
1		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
2		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
3		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
4		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:

細菌增長記錄：室溫 (25°C)

日	觀察	描述
0		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
1		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
2		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
3		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
4		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:

問題

1. 與活動A相比，為甚麼培養皿沒有完全密封？

因為生物需要呼吸，而呼吸需要氧氣，這可以在空氣中找到。如果培養皿被完全密封，細菌就沒有空氣呼吸，不能生存。

2. 你怎麼知道是否有細菌生長？

- 營養培養基上會出現「點」(菌落)。
- 有難聞的氣味。
- 顏色有變化。
- 有水滴。

如果學生遇上難題，想不到答案，教師可以(1)提醒他們細菌如何繁殖形成菌落；(2)提醒他們細菌是會呼吸的生物(提示學生參考呼吸作用)；(3)問他們食物變壞時會發生甚麼。

3. 你認為儲存於冰箱和室溫下的培養皿的細菌生長會有任何差別嗎？

會，儲存在冰箱的培養皿的細菌增長率低於室溫培養皿的細菌。

4. 根據你對問題3的觀察，溫度是否影響細菌生長的重要因素？為甚麼？

是的。
溫度是一個重要因素，溫度越高越好。
因為在較低溫度下細菌生長較慢(例如在冰箱)，而在較高溫度下細菌生長較快(例如在室溫)。

5. 為甚麼培養皿上可能會有水點？

因為細菌是會呼吸的生物，而水是呼吸過程產生的廢物之一。

6. 第5天後，將你所屬小組的培養皿與其他組別作比較。為甚麼有些組別的細菌生長比其他組別更多/更少？

一些同學的手有更多的細菌或活動A中的準備工作沒有在「乾淨」條件下完成。

活動C：探究清潔雙手的「最佳」方法

現在，你已經成功培養了一些細菌。你將會運用從活動A和B中獲得的知識來探究清潔雙手的「最佳」方法。

注意：在開始之前，將每個學生分配到不同的角色以確保所建議的實驗步驟順利進行：

- 1) 指導員(INSTRUCTOR)：負責閱讀實驗步驟以獲取正確的樣本;
- 2) 樣本抽取員(SWABBER)：負責取得細菌樣本;
- 3) 助理員(ASSISTANT)：協助打開/關閉蓋子並標記每個培養皿;
- 4) 樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)：捐贈細菌樣本。

每次取樣本後，樣本捐贈員(DONOR)將與其他組員交換角色。

物料與儀器

- 樽裝水
- 小塑膠杯
- 小廢物杯
- 5枝棉花棒，放在可密封塑膠袋中
- 5個盛載了營養培養基的培養皿
- 洗手液
- 揉手酒精
- 膠紙
- 記號筆
- 鉛筆
- 數碼相機

謹記在實驗過程中戴上護目鏡並束起長頭髮。為避免污染，你也可以戴上口罩。

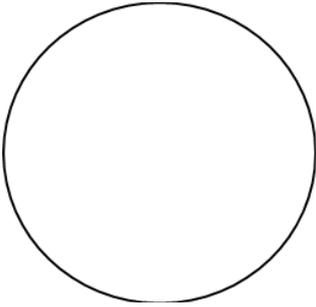
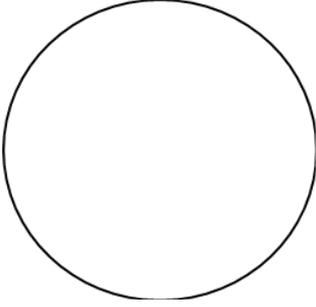
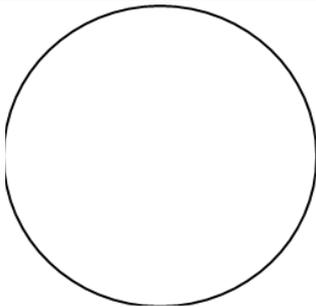
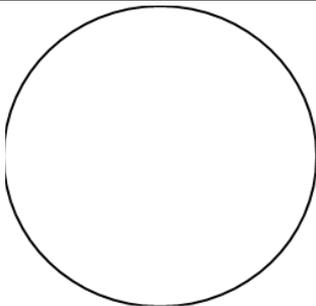
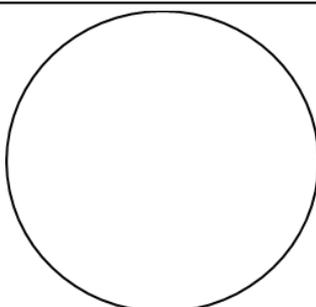
步驟

1. 使用記號筆，在5個培養皿上寫下：
A：用衣服擦淨過的手
B：用水清理過的手
C：用水和洗手液清理過的手
D：用酒精清理過的手
E：用自己想出的「最佳」清理方式清理過的手
2. 將一些樽裝水倒入小塑膠杯中。
3. 用樽裝水浸濕乾淨的棉花棒。
4. 第一個樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)通過在衣服上摩擦來「清潔」他的手。
5. 樣本抽取員SWABBER用濕潤的棉花棒擦拭樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)的整個手掌，重複幾次以確保收集到「足夠的」細菌(此時不要讓棉花棒與手掌以外的任何其他物質接觸)。
6. 以Z形的移動路線將棉花棒拭在營養培養基的表面上。教師可以提供一個Z形條紋的範本，放置在培養皿下，方便學生參考。
7. 將用過的棉花棒放入廢物杯中。
8. 把培養皿的蓋子蓋上培養皿，然後使用兩塊膠紙，貼在培養皿蓋子的兩側，使蓋子不會脫落(不要完全密封培養皿)。
9. 樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)將會與不同的學生交換角色。
10. 重複步驟3-9，但這次新的樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)將會用水清理他們的手，在取樣之前，記得把雙手完全風乾。
11. 重複步驟3-9，但這次新的樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)將會用水和洗手液清理他們的手，在取樣之前，記得把雙手完全風乾。
12. 重複步驟3-9，但這次新的樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)將會用酒精清理他們的手，在取樣之前，記得把雙手完全風乾。
13. 重複步驟3-9，但這次新的樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)將會用自己想出的“最佳”清理方式清理他們的手，在取樣之前，記得把雙手完全風乾。
14. 把所有培養皿的蓋子蓋上培養皿，然後使用兩塊膠紙，貼在各培養皿蓋子的兩側，使蓋子不會脫落(不要完全密封培養皿)。
15. 把所有培養皿放在室溫(工作檯上)。
16. 監測並觀察細菌的生長情況，保持蓋子關閉，不要打開。(細菌生長的時間可能會根據季節/教室溫度而變化)
17. 繪圖描述並記錄觀察結果。有數碼相機的學生，可以選擇每天拍攝培養皿。

學生注意事項: 此實驗需要一個乾淨的環境(細菌在我們的環境中無處不在)。應避免其他東西接觸培養皿的內部和營養培養基。除了擦拭細菌於營養培養基時打開培養皿蓋子，否則不要打開培養皿蓋子。

教師應提醒學生長期把培養皿連蓋子倒置存放(擦拭細菌於營養培養基時除外)，避免水滴凝結在營養培養基的表面上，並鼓勵學生每天都記錄觀察結果。

細菌增長記錄

樣品	觀察	描述
A		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
B		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
C		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
D		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
E		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:

問題

1. 根據你的實驗結果，哪種方法是「最佳」的把手清潔的方法？

以酒精或水和洗手液的清潔的方法。

2. 如果有學生聲稱通過在襯衫上摩擦來清潔雙手已經足以把雙手清潔。你會如何利用本實驗結果向他們解釋這個方法不夠好？

因為比起其他的清潔方法，用衣服清理方式的營養培養基上面，有最多細菌生長。這個實驗結果，顯示以這個清潔方式減少細菌生長的效能不佳。

3. 根據你從活動中獲得的知識，你能否提出一種減少細菌生長的方法？

完全密封培養皿，因此沒有氧氣。
不要加糖和雞粉，因此細菌沒有食物。
用酒精除掉細菌。

評估指標 (實驗期間)

實驗和解決問題能力 (請在適當空格加上 √ 號。)		同意	部分同意	不同意
1	學生能夠在開始實驗前對儀器及設備進行檢查 (例如確保儀器及設備上沒有細菌生長) · 並能夠在實驗開始時熟悉實驗步驟。			
2	學生能夠在最少的提點下使用合適的實驗儀器完成實驗。			
3	學生能夠整潔及安全地進行實驗。(例如標示培養皿, 正確處理用過後的棉花棒和培養皿等)			
4	學生能夠在最少提點下組裝實驗工具。			
5	學生能夠嘗試重複實驗來收集數據。(例如以平均值處理實驗結果等)			
6	學生能夠盡力完成實驗並能夠觀察結果。			

評估指標 (實驗後)

其他觀察 (請在適當空格加上 √ 號。)		同意	部分同意	不同意
7	學生能夠根據實驗結果提出合乎邏輯的答案。			
8	學生能夠發現實驗中的缺點。(例: 學生沒有用手套、有學生打噴嚏、由不同學生捐贈細菌樣本等)			
9	學生能夠提出實驗指引中沒有提到的問題/觀察, 並連繫至日常生活的應用, 以展示他們的探究才能。			
10	學生能夠有效地展示實驗結果。(例: 標記、繪圖、總結圖表等)			

生物科

活動(1): 細菌需要甚麼才可以生長？

學生版

時間分配

1. 進行這個實作評量需要的時間，最多**60分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。
2. 活動的實際時間可能會受周圍溫度影響，因為周圍溫度會影響營養培養基的凝固時間/細菌的生長。建議教師提前測試並確定活動所需時間。
3. 每個活動可以分開在2或3個時段完成，具體取決於時間表的安排：

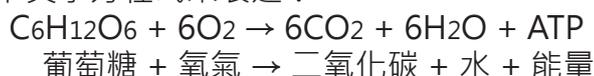
兩個時段活動計畫			
	活動 A	活動 B	活動 C
時段 1	✓	✓	
時段 2			✓

三個時段活動計畫			
	活動 A	活動 B	活動 C
時段 1	✓		
時段 2		✓	
時段 3			✓

引言

細菌無處不在，牠們有不同的形狀和大小。細菌是生物，通常無法用肉眼看到。在有利條件下，細菌能夠迅速生長和繁殖，形成由數千個活細胞組成的集羣，即使沒有顯微鏡也能看到。在教室/實驗室環境中，細菌可以在營養培養基上生長，以便處理和觀察。

所有生物都會呼吸。細胞需要並利用呼吸作用產生的能量來維持生命，以便生物能夠存活和繁殖。整個過程可以通過以下文字方程式來表達：



活動A：準備培養細菌的營養培養基

物料與儀器

- 8 g 砂糖
- 4 g 雞粉
- 2 g 明膠粉
- 1杯水
- 玻璃燒杯
- 玻璃棒
- 耐熱手套
- 耐熱墊
- 密封膠袋
- 電秤
- 電水壺
- 冰箱
- 1個量筒
- 7個培養皿
- 膠紙
- 記號筆

謹記在實驗過程中戴上護目鏡並束起長頭髮，也可以戴上口罩避免污染。

步驟

1. 將砂糖、雞粉和明膠粉加入玻璃燒杯中。
2. 將玻璃燒杯放在耐熱墊上，並戴上耐熱手套。
3. 當你完成第2步後，舉手通知老師。
4. 等候老師把熱水加入玻璃燒杯。
5. 加入熱水後，用玻璃棒慢慢攪拌溶液。
6. 繼續攪拌直至糖、雞粉和明膠粉完全溶解。
7. 將溶液均勻地倒入每個培養皿中。
8. 讓培養皿冷卻並讓營養培養基凝固。在室溫下可能需要30分鐘。在營養培養基凝固前不要碰到培養皿。
9. 當營養培養基凝固後，用蓋子將每個培養皿蓋好，然後把整個培養皿翻轉，使蓋子朝向桌子的底部。
10. 用長膠紙完全密封培養皿。
11. 用記號筆在每個培養皿上標記你所屬組別的編號/名稱。
12. 將培養皿放入密封膠袋裡，並儲存於冰箱以作活動B使用。

問題

1. 細菌生長的營養培養基包括甚麼東西？
2. 細菌生長的營養培養基的各種成分有甚麼功能？
3. 為甚麼在製作營養培養基時，不可以用手觸摸營養培養基？
4. 我們如何確保在製作營養培養基的過程中環境清潔？

活動B：細菌取樣和培養細菌

物料與儀器

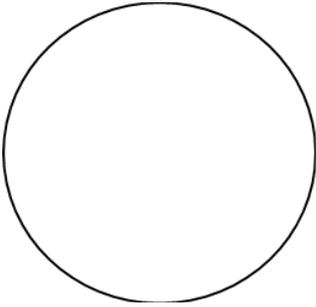
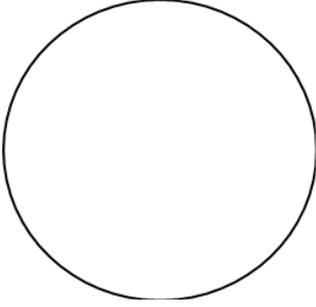
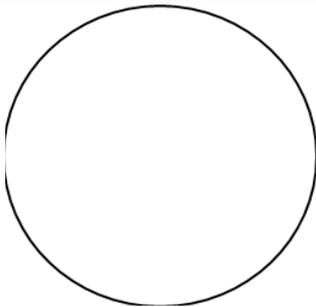
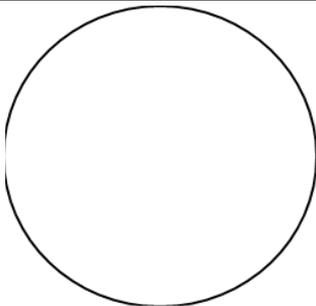
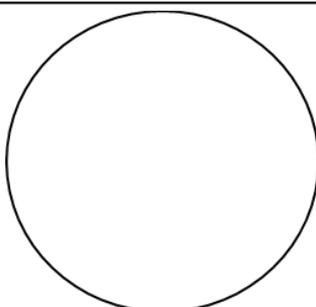
- 樽裝水
- 小膠杯
- 小廢物杯
- 2枝棉花棒 (放於可密封膠袋裡)
- 2個盛載了營養培養基的的培養皿
- 膠紙
- 記號筆
- 鉛筆
- 數碼相機

謹記在實驗過程中戴上護目鏡並束起長頭髮。你亦可以戴上口罩，避免污染。

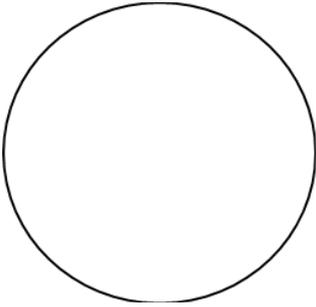
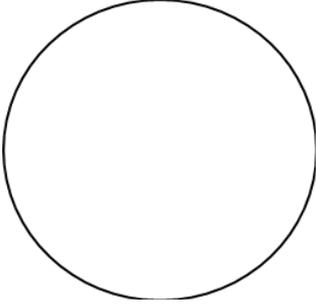
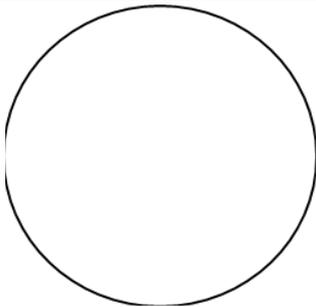
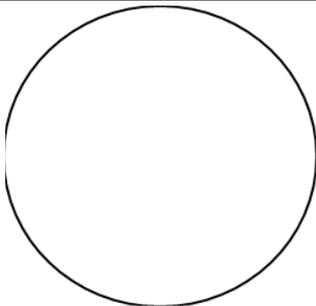
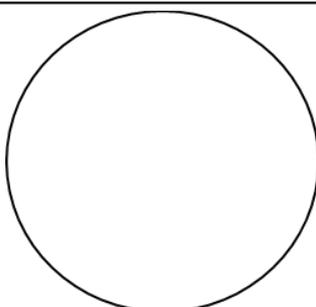
步驟

1. 使用記號筆，在兩個培養皿上標示如下：
 - a. 冰箱 4°C
 - b. 室溫25°C
2. 將一些樽裝水倒入小膠杯中(蒸餾水或礦泉水)。
3. 用樽裝水浸濕1枝乾淨的棉花棒。
4. 用那枝濕的棉花棒擦拭自己的手掌，重複幾次以確保收集到「足夠的」細菌(此時不要讓棉花棒與手掌以外的任何物件接觸)。
5. 然後以Z形的移動路線將棉花棒擦拭在營養培養基(標示：冰箱 4°C)的表面上。教師可以提供一個Z形條紋的範本，放置在培養皿下，方便學生參考。
6. 將用過的棉花棒放入廢物杯中。
7. 把培養皿的蓋子蓋上培養皿，然後用兩塊膠紙貼實培養皿蓋子的兩側，使蓋子不會脫落(不要完全密封培養皿)。
8. 重複步驟3-7，但這次擦拭另外一隻手掌，並使用新的營養培養基(標示：室溫25°C)。
9. 將標記為4°C的培養皿放在冰箱內。
10. 將標記為25°C的培養皿放在室溫下。
11. 在接下來的4天，每天監測並觀察細菌的生長情況，但記得保持培養皿蓋子關閉，不要打開。細菌的生長時間可能會根據季節/教室溫度而變化。
12. 繪畫並記錄你的觀察結果。有數碼相機的學生，可以選擇每天拍攝培養皿。

細菌增長記錄：冰箱 (4°C)

日	觀察	描述
0		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
1		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
2		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
3		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
4		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:

細菌增長記錄：室溫 (25°C)

日	觀察	描述
0		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
1		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
2		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
3		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
4		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:

問題

1. 與活動A相比，為甚麼培養皿沒有完全密封？
2. 你怎麼知道是否有細菌生長？
3. 你認為儲存於冰箱和室溫下的培養皿的細菌生長會有任何差別嗎？
4. 根據你對問題3的觀察，溫度是否影響細菌生長的重要因素？為甚麼？
5. 為甚麼培養皿上可能會有水點？
6. 第5天後，將你所屬小組的培養皿與其他組別作比較。為甚麼有些組別的細菌生長比其他組別更多/更少？

活動C：探究清潔雙手的「最佳」方法

現在，你已經成功培養了一些細菌。你將會運用從活動A和B中獲得的知識來探究清潔雙手的「最佳」方法。

注意：在開始之前，將每個學生分配到不同的角色以確保所建議的實驗步驟順利進行：

- 1) 指導員(INSTRUCTOR)：負責閱讀實驗步驟以獲取正確的樣本;
- 2) 樣本抽取員(SWABBER)：負責取得細菌樣本;
- 3) 助理員(ASSISTANT)：協助打開/關閉蓋子並標記每個培養皿;
- 4) 樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)：捐贈細菌樣本。

每次取樣本後，樣本捐贈員(DONOR)將與其他組員交換角色。

物料與儀器

- 樽裝水
- 小塑膠杯
- 小廢物杯
- 5枝棉花棒，放在可密封塑膠袋中
- 5個盛載了營養培養基的培養皿
- 洗手液
- 揉手酒精
- 膠紙
- 記號筆
- 鉛筆
- 數碼相機

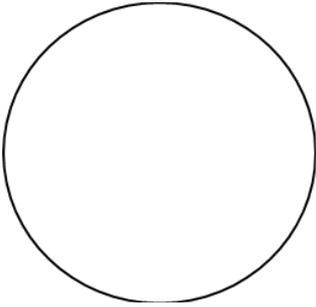
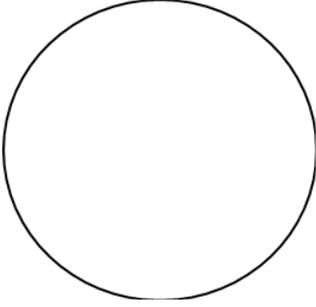
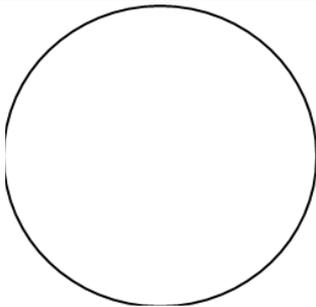
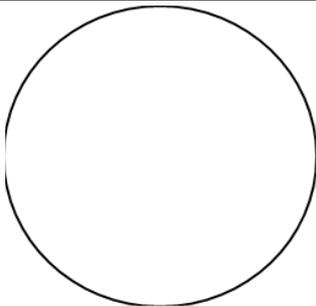
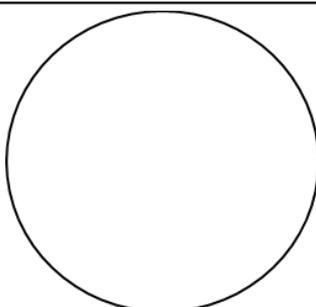
謹記在實驗過程中戴上護目鏡並束起長頭髮。為避免污染，你也可以戴上口罩。

步驟

1. 使用記號筆，在5個培養皿上寫下：
A：用衣服擦淨過的手
B：用水清理過的手
C：用水和洗手液清理過的手
D：用酒精清理過的手
E：用自己想出的「最佳」清理方式清理過的手
2. 將一些樽裝水倒入小塑膠杯中。
3. 用樽裝水浸濕乾淨的棉花棒。
4. 第一個樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)通過在衣服上摩擦來「清潔」他的手。
5. 樣本抽取員SWABBER用濕潤的棉花棒擦拭樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)的整個手掌，重複幾次以確保收集到「足夠的」細菌(此時不要讓棉花棒與手掌以外的任何其他物質接觸)。
6. 以Z形的移動路線將棉花棒拭在營養培養基的表面上。教師可以提供一個Z形條紋的範本，放置在培養皿下，方便學生參考。
7. 將用過的棉花棒放入廢物杯中。
8. 把培養皿的蓋子蓋上培養皿，然後使用兩塊膠紙，貼在培養皿蓋子的兩側，使蓋子不會脫落(不要完全密封培養皿)。
9. 樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)將會與不同的學生交換角色。
10. 重複步驟3-9，但這次新的樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)將會用水清理他們的手，在取樣之前，記得把雙手完全風乾。
11. 重複步驟3-9，但這次新的樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)將會用水和洗手液清理他們的手，在取樣之前，記得把雙手完全風乾。
12. 重複步驟3-9，但這次新的樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)將會用酒精清理他們的手，在取樣之前，記得把雙手完全風乾。
13. 重複步驟3-9，但這次新的樣本捐贈員(SAMPLE DONOR)將會用自己想出的“最佳”清理方式清理他們的手，在取樣之前，記得把雙手完全風乾。
14. 把所有培養皿的蓋子蓋上培養皿，然後使用兩塊膠紙，貼在各培養皿蓋子的兩側，使蓋子不會脫落(不要完全密封培養皿)。
15. 把所有培養皿放在室溫(工作檯上)。
16. 監測並觀察細菌的生長情況，保持蓋子關閉，不要打開。(細菌生長的時間可能會根據季節/教室溫度而變化)
17. 繪圖描述並記錄觀察結果。有數碼相機的學生，可以選擇每天拍攝培養皿。

學生注意事項: 此實驗需要一個乾淨的環境(細菌在我們的環境中無處不在)。應避免其他東西接觸培養皿的內部和營養培養基。除了擦拭細菌於營養培養基時打開培養皿蓋子，否則不要打開培養皿蓋子。

細菌增長記錄

樣品	觀察	描述
A		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
B		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
C		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
D		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:
E		增長: 顏色: 大小: 形狀: 菌落數目: 其他觀察:

問題

1. 根據你的實驗結果，哪種方法是「最佳」的把手清潔的方法？
2. 如果有學生聲稱通過在襯衫上摩擦來清潔雙手已經足以把雙手清潔。你會如何利用本實驗結果向他們解釋這個方法不夠好？
3. 根據你從活動中獲得的知識，你能否提出一種減少細菌生長的方法？

生物科

活動(2): 影響酵母發酵的因素

教師版

實作評量重點

學生能夠

1. 掌握基本的實驗技能；
2. 進行實驗以識別和了解影響酵母發酵的因素；
3. 進行實驗以找出最佳的酵母發酵條件；及
4. 將酵母發酵實驗與食品科學聯繫起來(如麵包的製造)。

科學過程技能/思考能力

1. 解決問題能力
2. 推論技能 (分析和解釋數據)
3. 設計探究實驗的技能 (辨識變量，提出可行的實驗步驟時能夠考慮公平測試的需要)

教師指引

儘管工作紙已包括實作評量重點和指引，我們強烈建議教師能夠在探究開始前向學生**簡要說明**活動重點和相關的安全須知，以確保所有學生均充分了解他們在探究過程中要注意的事項。

教師不需詳細講解探究步驟，因為過程技能會是評估的一部分，但教師可考慮因應他們學生的能力來決定實驗設置的準備程度。

以下為**簡短口頭指示**的示例：

「你們各位獲邀請進行一些自行探究的活動。你們可以在工作檯上找到所需的物料和儀器。同時，你們可以參考探究的步驟，但我們不會告訴你們每個步驟要做甚麼和如何做的細節。請緊記注意實驗安全。」

這個活動，不是考試，而是提供機會讓老師了解你們解決問題的能力。」

安全措施

- 在實驗前，學生應束起長頭髮及把領帶固定妥當。
- 所有工作應在平面上進行，所有設備用完後必須徹底清潔以避免污染。
- 學生應該非常謹慎地處理酵母培養。
- 教師應保持警惕，確保學生不要把手放入嘴裡。
- 教師應提醒學生徹底洗手，每節活動後用酒精擦拭消毒雙手。
- 在活動結束後，請小心依照指示處理所有使用過的酵母培育瓶。
- 從燒瓶中取出氣球時要小心，因為氣球內累積的氣壓可能很高。建議教師在整個實驗過程中留意這一點，並幫助學生在氣球超出所需觀察範圍時停止實驗。

時間分配

- 進行這個實作評量需要的時間，最多為**90分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。
- 因為溫度轉變會影響酵母發酵，所以實際的活動時間可能會受環境溫度影響，建議教師提前測試並確定實驗所需時間。

引言

酵母是一種能夠快速生長和繁殖的微生物(非常微小的生物)。自古以來，酵母已廣泛用於製作各種食品，例如麵包、葡萄酒和啤酒。經過發酵的過程，酵母可以將碳水化合物(例如：糖)轉化為醇(酒精)。整個過程可以用以下文字方程式表達：



在本活動中，你將進行一些實驗以找出影響發酵的各種因素。然後根據實驗的觀察，再建議製作「發漲至最大的粉團」的最佳條件。

活動A：溫度對酵母發酵的影響

物料與儀器

- 糖 (每瓶5 g)
- 酵母(每瓶5 g)
- 4個 250ml 圓錐瓶或清潔的塑膠瓶
- 玻璃棒
- 4個氣球
- 電子秤
- 開水
- 冰浴
- 2個水浴 (40°C & 80°C)
- 計時器
- 溫度計
- 量筒
- 耐熱墊
- 膠紙
- 記號筆
- 細繩
- 直尺
- 火柴
- 方格紙

謹記在實驗過程中戴上護目鏡並束起長頭髮。

步驟

1. 使用4片膠紙和記號筆，分別標示以下四個錐形瓶：
A: 冰浴
B: 室溫
C: 40°C
D: 80°C
2. 把80ml開水(已降到室溫)加入每個錐形瓶中。
3. 將糖 (5 克)加入每個圓錐瓶中。
4. 用玻璃棒攪拌混合物直至所有糖溶解。



量度重量及把糖和酵母加進圓錐瓶中形成發酵混合物。

步驟 (續)

5. 於每個圓錐瓶分別加入5g的酵母，然後搖動圓錐瓶直至瓶內的混合物好好地混合在一起。
6. 如果酵母混合不當，請用玻璃棒攪拌直至大部分酵母粉是濕的。
7. 一旦所有酵母已混在溶液中(你會看到奶白色的溶液，而看不到固體粒子)，將氣球連接到每個圓錐瓶的頂部。



氣球連接到每個圓錐瓶的頂部

8. 把每個圓錐瓶放置於指定的水浴中並啟動計時器。要確保水浴中沒有太多水，否則圓錐瓶可能浮起並翻倒。



培養在冰浴和40°C水浴的圓錐瓶

9. 定時搖動圓錐瓶。
10. 15分鐘後，將初始結果記錄在表格上。



培養於不同溫度的圓錐瓶的氣球開始漲起。

11. 等待10分鐘後，再次記錄結果。
12. 把圓錐瓶C(40°C)放在耐熱墊上，小心地移去圓錐瓶上的氣球並馬上用手指捏實氣球口。
13. 點燃火柴並將其放置在氣球口附近，再將氣球口打開，讓氣球內的氣體吹到火柴上。[教師應密切關顧學生，並提醒他們避免發生火災。]
14. 記錄你的觀察所得。

學生注意事項：請小心處理培養於不同溫度的圓錐瓶。如果收集到太多氣體，氣球可能迅速膨脹並爆裂。實驗完成後，請即時舉手通知你的老師。

觀察

瓶A: 冰浴	瓶B: 室溫	瓶C: 40°C	瓶D: 80°C

問題

1. 添加酵母後，圓錐瓶內發生甚麼過程？

發酵

2. 描述一些實驗觀察，以顯示在問題1提到發生於圓錐瓶內的過程。

溶液上端有泡沫，顯示它使氣球因盛載了泡沫而膨脹。

3. 不同溫度下的反應是否存在差異？試判斷哪個圓錐瓶的反應速率最高，並說明一下你的解釋。

有，瓶C的反應最快。因為氣球膨脹的程度最大。

4. 根據你的觀察，氣球中的氣體是甚麼？請寫下你的理據。

二氧化碳。
點著的火柴熄滅了。

活動B：糖對酵母發酵的影響

物料與儀器

- 糖
- 4個 250ml 圓錐瓶或清潔的塑膠瓶
- 玻璃棒
- 4個氣球
- 電子秤
- 40°C水
- 電水壺或微波爐(煮滾水之用)
- 計時器
- 溫度計
- 量筒
- 膠紙
- 記號筆
- 細繩
- 直尺
- 火柴
- 方格紙

注意：謹記在實驗過程中戴上護目鏡並束起長頭髮。

步驟

1. 使用4片膠紙和記號筆，分別標示以下四個圓錐瓶：
A: 0g
B: 5g
C: 30g
D: 50g
2. 把80ml 40°C的開水(即由100°C沸水降至40°C的水)加入每個圓錐瓶中。
3. 把相應重量的糖(瓶A：0 g；瓶B：5 g；瓶C：30 g；瓶D：50 g；)加入每個圓錐瓶。
4. 用玻璃棒攪拌直至所有糖溶解。
5. 把5g的酵母分別加入各個圓錐瓶內，搖動圓錐瓶直至瓶內的物料均勻混合。
6. 如果酵母混合不好，請用玻璃棒攪拌。
7. 當酵母好好地混合在溶液中後(你會看到奶白色的液體，而看不到酵母粒子)，將氣球連接到每個圓錐瓶的頂部。
8. 把每個圓錐瓶放置於室溫下，並啟動計時器。要確保水浴沒有盛載過多的水，否則圓錐瓶會浮起和翻倒。
9. 定期搖動圓錐瓶。
10. 15分鐘過後，將第一個結果記錄在實驗結果的表格上。
11. 等待10分鐘後，再次記錄下一個結果。

步驟 (續)



各個盛載了不同糖濃度溶液圓錐瓶的氣球的膨脹程度

學生注意事項：請小心存放圓錐瓶。如果收集到太多氣體，氣球可能迅速膨脹並爆裂。實驗完成後，請即時舉手通知老師。

觀察

瓶A: 0 g 糖	瓶B: 5 g 糖	瓶C: 30 g 糖	瓶D: 50 g 糖

問題

1. 當糖加進盛載了水和酵母混合物的圓錐瓶中時，會發生甚麼事情？

在發酵過程中糖被酵母分解，產生二氧化碳和酒精。

2. 糖的增加會否加快在問題1提及的過程？

會，但是太多時，反應/過程也會減慢。

3. 當實驗結束時，瓶A和C盛載的物料看起來是否相同？為甚麼？

- 不一樣。
- 瓶A保持不變，而瓶C有很多氣泡/泡沫。
- 這是因為瓶A沒有糖，所以沒有發酵。
- 瓶C有最適當的糖量，因此發酵得最好。

4. 根據是次實驗的裝置及相關的反應，你建議如何測試酵母只能使碳水化合物(如糖)發酵，而不能使蛋白質或脂肪發酵？

可以使用蛋白質源(例如：明膠)或脂肪源(例如：食用油)來代替糖進行測試。

5. 你現在需要設計一個「發脹至最大」的麵包食譜。請盡量詳細列出在這個食譜中應具備的條件並解釋你為何提出這樣的建議。

例如：溫熱的發酵溫度、用布蓋住。

例如：增加糖(但不要太多糖)。

例如：加長發酵時間。

評估指標 (實驗期間)

解決問題能力 (請在適當方格加上√號。)		同意	部分同意	不同意
1	學生能夠在使用儀器及設備前進行檢查並先細閱步驟了解實驗流程。(如糖與酵母不可預先混合)			
2	學生能夠在最少提點下使用合適的物料和儀器完成不同的任務。			
3	學生能夠整潔及安全地進行實驗(例如：標示各圓錐瓶，仔細觀察氣球的膨脹等)。			
4	學生能夠在最少教師提點下組裝實驗用具及儀器裝置。			
5	學生能夠嘗試比對其他組別的數據並作出統整(例如以細繩量度氣球的膨脹程度、以平均值計算等)。			
6	學生能夠盡力完成實驗並能夠觀察結果。			

評估指標 (實驗後)

其他觀察 (請在適當方格加上√號。)		同意	部分同意	不同意
7	學生能夠根據實驗結果提出合乎邏輯的答案。			
8	學生能夠指出一些實驗的錯誤(如：沒有戴上手套，開始的時間難以控制)。			
9	學生能夠把是次探究與其他生活例子連結起來，從而展示其探究的天分。			
10	學生能夠以不同形式(如：圖表、繪圖)有效地展示實驗所得的數據。			

生物科

活動(2): 影響酵母發酵的因素

學生版

時間分配

- 進行這個實作評量需要的時間，最多為**90分鐘**。建議你應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。
- 因為溫度轉變會影響酵母發酵，所以實際的活動時間可能會受環境溫度影響，建議教師提前測試並確定實驗所需時間。

引言

酵母是一種能夠快速生長和繁殖的微生物(非常微小的生物)。自古以來，酵母已廣泛用於製作各種食品，例如麵包、葡萄酒和啤酒。經過發酵的過程，酵母可以將碳水化合物(例如：糖)轉化為醇(酒精)。整個過程可以用以下文字方程式表達：



在本活動中，你將進行一些實驗以找出影響發酵的各種因素。然後根據實驗的觀察，再建議製作「發漲至最大的粉團」的最佳條件。

活動A：溫度對酵母發酵的影響

物料與儀器

- 糖 (每瓶5 g)
- 酵母(每瓶5 g)
- 4個 250ml 圓錐瓶或清潔的塑膠瓶
- 玻璃棒
- 4個氣球
- 電子秤
- 開水
- 冰浴
- 2個水浴 (40°C & 80°C)
- 計時器
- 溫度計
- 量筒
- 耐熱墊
- 膠紙
- 記號筆
- 細繩
- 直尺
- 火柴
- 方格紙

謹記在實驗過程中戴上護目鏡並束起長頭髮。

步驟

1. 使用4片膠紙和記號筆，分別標示以下四個錐形瓶：
A: 冰浴
B: 室溫
C: 40°C
D: 80°C
2. 把80ml開水(已降到室溫)加入每個錐形瓶中。
3. 將糖 (5 克)加入每個圓錐瓶中。
4. 用玻璃棒攪拌混合物直至所有糖溶解。
5. 於每個圓錐瓶分別加入5g的酵母，然後搖動圓錐瓶直至瓶內的混合物好好地混合在一起。
6. 如果酵母混合不當，請用玻璃棒攪拌直至大部分酵母粉是濕的。
7. 一旦所有酵母已混在溶液中(你會看到奶白色的溶液，而看不到固體粒子)，將氣球連接到每個圓錐瓶的頂部。
8. 把每個圓錐瓶放置於指定的水浴中並啟動計時器。要確保水浴中沒有太多水，否則圓錐瓶可能浮起並翻倒。
9. 定時搖動圓錐瓶。
10. 15分鐘後，將初始結果記錄在表格上。
11. 等待10分鐘後，再次記錄結果。
12. 把圓錐瓶C(40°C)放在耐熱墊上，小心地移去圓錐瓶上的氣球並馬上用手指捏實氣球口。
13. 點燃火柴並將其放置在氣球口附近，再將氣球口打開，讓氣球內的氣體吹到火柴上。[教師應密切關顧學生，並提醒他們避免發生火災。]
14. 記錄你的觀察所得。

步驟 (續)

學生注意事項：請小心處理培養於不同溫度的圓錐瓶。如果收集到太多氣體，氣球可能迅速膨脹並爆裂。實驗完成後，請即時舉手通知你的老師。

觀察

瓶A: 冰浴	瓶B: 室溫	瓶C: 40°C	瓶D: 80°C

問題

1. 添加酵母後，圓錐瓶內發生甚麼過程？
2. 描述一些實驗觀察，以顯示在問題1提到發生於圓錐瓶內的過程。
3. 不同溫度下的反應是否存在差異？試判斷哪個圓錐瓶的反應速率最高，並說明一下你的解釋。
4. 根據你的觀察，氣球中的氣體是甚麼？請寫下你的理據。

活動B：糖對酵母發酵的影響

物料與儀器

- 糖
- 4個 250ml 圓錐瓶或清潔的塑膠瓶
- 玻璃棒
- 4個氣球
- 電子秤
- 40°C水
- 電水壺或微波爐(煮滾水之用)
- 計時器
- 溫度計
- 量筒
- 膠紙
- 記號筆
- 細繩
- 直尺
- 火柴
- 方格紙

注意：謹記在實驗過程中戴上護目鏡並束起長頭髮。

步驟

1. 使用4片膠紙和記號筆，分別標示以下四個圓錐瓶：
A: 0g
B: 5g
C: 30g
D: 50g
2. 把80ml 40°C的開水(即由100°C沸水降至40°C的水)加入每個圓錐瓶中。
3. 把相應重量的糖(瓶A：0 g；瓶B：5 g；瓶C：30 g；瓶D：50 g；)加入每個圓錐瓶。
4. 用玻璃棒攪拌直至所有糖溶解。
5. 把5g的酵母分別加入各個圓錐瓶內，搖動圓錐瓶直至瓶內的物料均勻混合。
6. 如果酵母混合不好，請用玻璃棒攪拌。
7. 當酵母好好地混合在溶液中後(你會看到奶白色的液體，而看不到酵母粒子)，將氣球連接到每個圓錐瓶的頂部。
8. 把每個圓錐瓶放置於室溫下，並啟動計時器。要確保水浴沒有盛載過多的水，否則圓錐瓶會浮起和翻倒。
9. 定期搖動圓錐瓶。
10. 15分鐘過後，將第一個結果記錄在實驗結果的表格上。
11. 等待10分鐘後，再次記錄下一個結果。

步驟 (續)

學生注意事項：請小心存放圓錐瓶。如果收集到太多氣體，氣球可能迅速膨脹並爆裂。實驗完成後，請即時舉手通知老師。

觀察

瓶A: 0 g 糖	瓶B: 5 g 糖	瓶C: 30 g 糖	瓶D: 50 g 糖

問題

1. 當糖加進盛載了水和酵母混合物的圓錐瓶中時，會發生甚麼事情？
2. 糖的增加會否加快在問題1提及的過程？
3. 當實驗結束時，瓶A和C盛載的物料看起來是否相同？為甚麼？
4. 根據是次實驗的裝置及相關的反應，你建議如何測試酵母只能使碳水化合物(如糖)發酵，而不能使蛋白質或脂肪發酵？
5. 你現在需要設計一個「發脹至最大」的麵包食譜。請盡量詳細列出在這個食譜中應具備的條件並解釋你為何提出這樣的建議。

STEM 教育

活動(1): DNA分析

教師版

實作評量重點

學生能夠運用科學、數學和科技知識解決有關DNA分析的問題。

科學過程技能/思考能力

1. 解決問題能力
2. 數據分析能力
3. 計算思維能力

教師指引

儘管工作紙已包括實作評量重點和指引，我們強烈建議教師能夠在探究開始前向學生**簡要說明**活動重點和相關的安全須知，以確保所有學生均充分了解他們在探究過程中要注意的事項。

教師不需詳細講解探究步驟，因為過程技能會是評估的一部分，但教師可考慮因應他們學生的能力來決定實驗設置的準備程度。

以下為**簡短口頭指示**的示例：

「你們各位獲邀請進行一些自行探究的活動。你們可以在工作檯上找到所需的物料和儀器。同時，你們可以參考探究的步驟，但我們不會告訴你們每個步驟要做甚麼和如何做的細節。請緊記注意實驗安全。」

這個活動，不是考試，而是提供機會讓老師了解你們解決問題的能力。」

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**60分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

需要的已有知識

具備一些資訊及通訊科技 (ICT) 的背景知識和數學技能。建議教師讓學生有足夠的時間來理解有關最長共同子序列 (LCS) 演算法的概念。為此，學生需預先在家裡閱讀一些有關最長共同子序列 (LCS) 演算法的讀物，然後才回校進行實作評量。

其他事項

建議的班級大小:

建議在此實作評量，每位教師指導班中5-10位學生 (即教師—學生比例設在 1:5及1:10之間)。這個安排可使教師有空間去觀察學生作答時遇到的問題，並能適時提供協助。

實作評量:

建議使用彩色印刷文本或在電腦屏幕開啟相關電子檔 (PDF)。

已有知識和課堂互動:

建議教師在活動前先提供有關實作評量的背景及其他相關的閱讀材料予學生，讓他們事前在家中 (例：實作評量的前一天)作好準備。學生需在翌日回校參加實作評量。評估期間，學生不能使用互聯網，學生之間亦不能互相溝通或交流。

儀器：

學生可以使用自攜計算機進行實作評量。評量活動期間不需使用電腦。

引言

生物信息學是一門正在發展的跨學科領域技術，該技術可讓我們瞭解生物及其相關的數據。這門學科可應用於法證科學。當進行犯罪調查時，我們需要比對謀殺案凶器上的DNA 及不同疑犯的DNA，從而找出真兇。

在這次的實作評量中，你將會更了解此技術的原理，並運用它在基礎生物學、數學和工程領域的知識，分析DNA序列及使用**最長共同子序列 (LCS)** 的演算法來設計解決問題的方案。

你應該已經閱讀了有關 LCS 演算法的「活動前閱讀資料」。在評量活動期間，你仍可參考 LCS 演算法的資料以完成此活動。

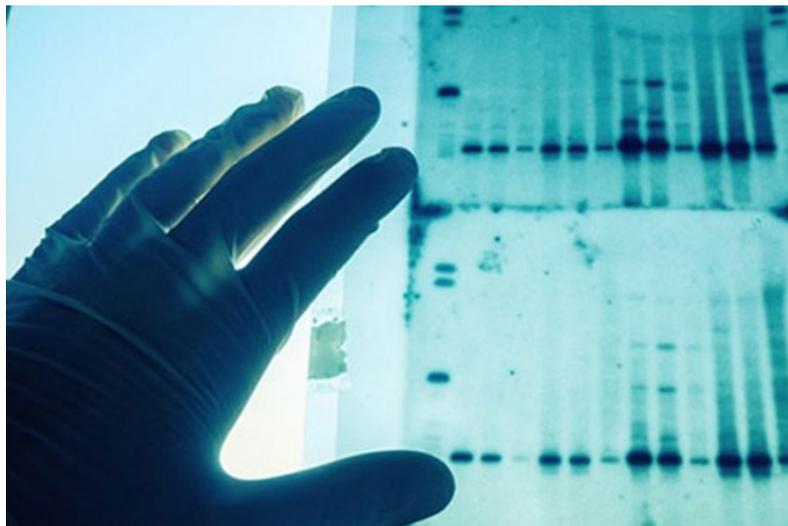
請小心細閱以下個案。

案例情景



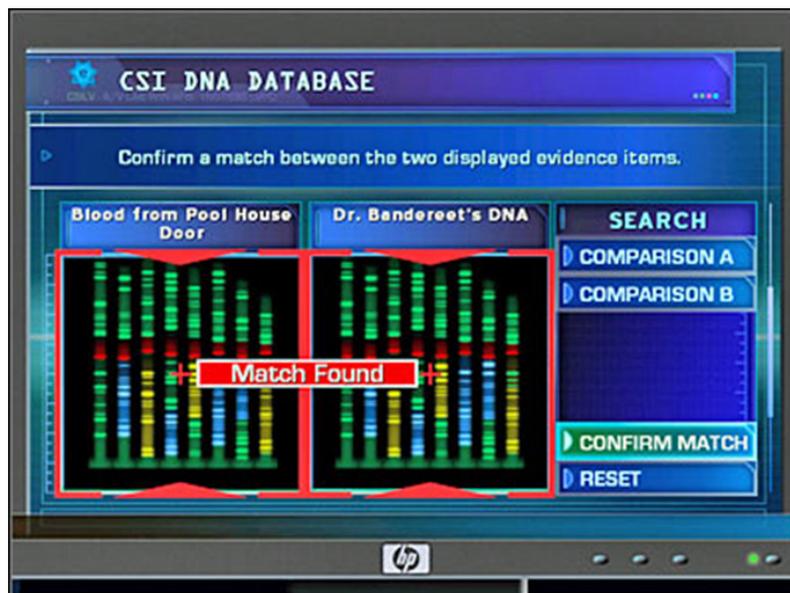
圖像來源: <https://www.tresham.ac.uk/course-display/full-time-course/?id=194&page=science>

最近，一個研究實驗室發生了一宗兇殺案，案中涉及兩名研究助理M博士和Y博士，他們彼此是好友。警方與相關的證人錄取口供後，懷疑M博士殺死了Y博士後逃離現場。警方和法證人員合作，收集了所有在現場留下的證據，當中包括一些DNA的樣本。雖然眾多證據似乎證實了真兇是M博士，但他們仍需對收集得來的DNA樣本與嫌疑犯的DNA進行分析比對，以確認M博士是殺人兇手。



圖像來源: <https://www.allcriminaljusticeschools.com/forensics/dna-fingerprinting/>

案例情景 (續)



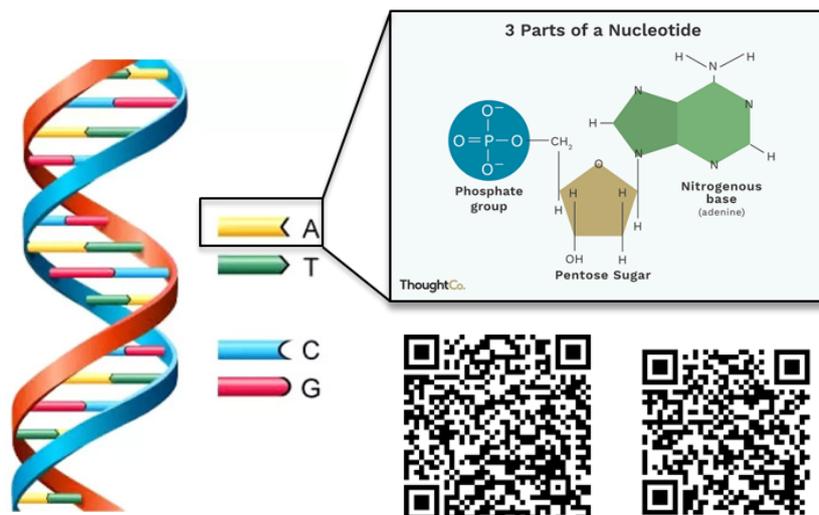
圖像來源: <https://guides.gamepressure.com/crimesceneinvestigationhardevidence/guide.asp?ID=3539>

為了解決這個問題，你被聘為初級DNA法證助理。你將學習一種稱為「最長共同子序列(LCS)」的演算法。你亦認為可利用電腦程式設計軟件開發一個流動應用程式，幫助前線警務人員和法證人員輕鬆地對比兩個DNA樣本相似匹配的百分比，及分析兩個DNA有多少的吻合程度。

在開始進行評量活動之前，你應該已對LCS演算法有一定的了解。你需要運用有關的知識來開發流動應用程式。

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法

DNA(去氧核糖核酸)是由兩條核苷酸長鏈互相纏繞所組成的大分子。每個核苷酸均由三部份所組成，它們分別是戊糖、磷酸基及含氮鹼基。而不同類型的核苷酸唯一的差別是它們擁有不同的含氮鹼基，當中包括：胞嘧啶[C]、鳥嘌呤[G]、腺嘌呤[A]和胸腺嘧啶[T]。科學家們皆利用C、G、A、T四個字母代表相應的含氮鹼基，然後利用此四個字母排序，來表示DNA序列。下圖為DNA鏈的結構圖：



圖像來源:

<https://www.quora.com/Why-does-a-DNA-molecule-always-contain-equal-amounts-of-adenine-and-thymine-explain>
<https://www.thoughtco.com/what-are-the-parts-of-nucleotide-606385>

下列是來自兩個不同生物的DNA鏈：

S₁ = AATCCCCAGCTAG

S₂ = AAACGTACCTTAG

利用最長共同子序列(LCS)演算法去進行DNA分析，目的是比較兩個(或更多)不同生物的DNA，以瞭解其遺傳相似性和差異。

在此評量活動中，你需要首先瞭解LCS演算法的基本知識，然後回答工作紙的問題(第一及第二部分)。

如果學生不熟悉數學符號和「演算法」的意思，教師可加以解釋。演算法可簡要說明是將「輸入」轉換為「輸出」的一系列計算步驟。而在STEM教育(科學、技術、工程和數學)教學中，所着眼的則是這四個範疇中的解難能力和知識應用的無縫交接。教師應多關注學生對科學內容的理解及利用其他學科的知識來解決問題的能力。

如前所述，DNA鏈是由一串分子組成，這些分子的排序會簡單地以「有限集」{A、C、G、T}表示。下面是序列和子序列的定義。

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法 (續)

第一部分：序列和子序列的定義

任何**序列**皆可表示為 $S = \langle s_1, s_2, \dots, s_n \rangle$ ，其中 n 是一個正整數索引。例如， $S = \langle \text{AATCGCG} \rangle$ 是一個序列。現有另一個序列 $Z = \langle z_1, z_2, \dots, z_m \rangle$ ，其中 m 是一個正整數索引。如果 S 存在有一個嚴格漸增的索引序列 (即順序從左至右匹配與比較) $\langle i_1, i_2, \dots, i_j \rangle$ ，使到對所有 $j = 1, 2, \dots, k$ 我們有 $s_{i_j} = z_j$ ，則 Z 便是 S 的子序列。例如， $Z = \langle \text{ATGCG} \rangle$ 是 S 的相應索引序列 $\langle 1, 3, 5, 6, 7 \rangle$ 的子序列，序列長度為 5。

S 還有其他子序列，例如 $\langle \text{AACCG} \rangle$ 、 $\langle \text{ACG} \rangle$ 和 $\langle \text{ACCG} \rangle$ ，相對而言，它們擁有不同的索引序列和序列長度。

序列	S	$=$	$\langle 1234567 \rangle$	S 的索引序列	序列長度
子序列 1	Z_1	$=$	$\langle \text{A T GCG} \rangle$	$\langle 13567 \rangle$	5
子序列 2	Z_2	$=$	$\langle \text{AA C CG} \rangle$	$\langle 12467 \rangle$	5
子序列 3	Z_3	$=$	$\langle \text{A C G} \rangle$	$\langle 147 \rangle$	3
子序列 4	Z_4	$=$	$\langle \text{A C CG} \rangle$	$\langle 1467 \rangle$	4

已知兩個序列 X 和 Y ，若 Z 分別是 X 和 Y 的子序列，則 Z 是 X 和 Y 的**共同子序列**。當 Z 與其他的共同子序列比較時， Z 的序列長度為最長， Z 會被稱為 X 和 Y 的**最長共同子序列(LCS)**。

例如，當 $X = \langle \text{AAAAACCCCCTTTTT} \rangle$ 和 $Y = \langle \text{AAAAAGCCTTTGGGGT} \rangle$ ，則

$Z = \langle \text{AAAAACCTTTT} \rangle$ 是 X 和 Y 的 LCS。在找尋最長的共同子序列時，是以“長度”最長的子序列為答案，但應注意 X 和 Y 可能有多於一個最長共同子序列(LCS)。例如，當 $X = \langle \text{ATTTCTG} \rangle$ 和 $Y = \langle \text{ATGATT} \rangle$ ，則 $Z = \langle \text{ATT} \rangle$ or $\langle \text{ATG} \rangle$ 都是 X 和 Y 的 LCS。

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法 (續)

第二部分: 介紹LCS演算法的概念

在嘗試找尋 LCS 之前，我們需先瞭解如何找尋 LCS 的長度。讓我們從一個簡單的問題開始。假設我們有兩個 DNA 序列， $X = \langle GTAC \rangle$ 和 $Y = \langle GTCA \rangle$ 。我們可以將其建構為一個矩陣，如下圖所示，其中序列 X 寫在最左側的列上，序列 Y 寫入頂行：

	第 0 列	第 1 列	第 2 列	第 3 列	第 4 列
行 0		G	T	C	A
行 1	G				
行 2	T				
行 3	A				
行 4	C				

例如, $L[0,0]$ 在矩陣 L 中表示行 0 列 0 的值。

為了找出 LCS 的長度，讓我們嘗試用以下的規則，填寫矩陣L內每一個記錄 $L[i,j]$ 的值，而 $L[i,j]$ 是表示為在矩陣的第i行, j列中的值:

1. $L[0,j] = 0$ 和 $L[i,0] = 0$
2. 若 $X[i] = Y[j]$ ，則 $L[i,j] = 1 + L[i-1,j-1]$ 。(當 $i > 0$ 和 $j > 0$)
3. 若非，則 $L[i,j] = \max(L[i-1,j], L[i,j-1])$ 。

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法 (續)

對於這些規則來說，我們實際上是嘗試在範圍內每次添加一個字母進行比較，以確定最長共同子序列的長度。

1. 使用規則一，將數值零填在零行及零列：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0				
T	0				
A	0				
C	0				

2. 填寫 $L[1,1]$ 如下：

由於 $X[1] = G$ 和 $Y[1] = G$ ，故此，規則2適用。因此 $L[1,1] = 1+0 = 1$ 。然後，我們將其填寫到矩陣中，如下所示：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0	1			
T	0				
A	0				
C	0				

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法 (續)

一旦我們完成了這個，我們就向右移一格。如下圖所示：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0	1			
T	0				
A	0				
C	0				

因為 $X[1] = G$ 和 $Y[2] = T$ ，所以 $X[1] \neq Y[2]$ ，因此，規則3適用。即

$L[1,2] = \max(L[1-1,2], L[1,2-1]) = \max(L[0,2], L[1,1]) = \max(0, 1) = 1$ ，因為 $L[0,2] = 0$ (綠色框) 和 $L[1,1] = 1$ (橙色框)，和 $0 < 1$ 。所以我們選擇較大的數值「1」作為答案。然後，我們將較大值“1”填寫到矩陣中，如下圖所示：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0	1	1		
T	0				
A	0				
C	0				

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法 (續)

依上述步驟，完成所有的空格後，我們最終獲得以下的矩陣：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0	1	1	1	1
T	0	1	2	2	2
A	0	1	2	2	3
C	0	1	2	3	3

最後，答案 (X 和 Y 的 LCS 長度) 為 3。

我們現在如何能夠找到序列呢？按照下面所示的路徑，我們先從右下角開始，便能夠找到序列的所有字母 (藍色和綠色箭頭都能給出可行的答案)，方法如下：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0	1	1	1	1
T	0	1	2	2	2
A	0	1	2	2	3
C	0	1	2	3	3

先從右下角開始，遵循以下規則：

1. 如果正上方一格或正左方一格的儲存格的值與目前儲存格的值相等，則可移往數值相同的一格。如兩個儲存格的數值均相同，則可任意向正上方或正左方移動一個儲存格；
2. 如果這正上方及正左方的儲存格的值均小於當前儲存格中的值，則沿左上方斜移一格；並記下當前行或列的字母 (此時，行和列的字母都是一樣的)。

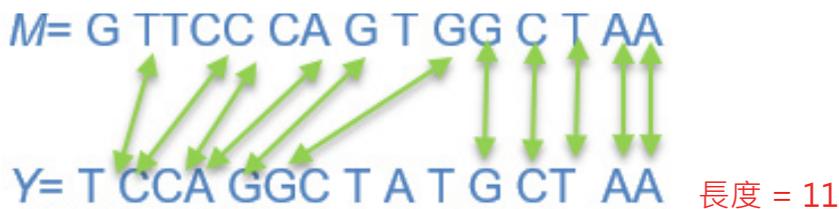
如上所述，完成後，追蹤藍色箭頭方向，會得到輸出為 ATG 的反向序列，把它顛倒回順序方向後，得到的LCS是GTA (或追蹤綠箭頭方向而得到答案 GTC)。

問題

1. 已知 M = <GTTCCCAGTGGCTAA> (M博士的DNA序列)和 Y = <TCCAGGCTATGCTAA> (從Y博士家中發現的衣物中獲得的DNA樣本)

試協助法醫學家，使用任何方法找出一個可能的最長共同子序列Z，預計序列的長度是 11。

答案：



Z = <TCCAGGGCTAA> 或 Z = <TCCAGTGCTAA>, 兩個長度 = 11 (如有其他解決方案, 亦可以接受。)

2. 為了找到兩個 DNA 序列的相似度百分比，我們可以簡單地通過以下方式計算

$$\frac{\text{最長共同子序列的長度}}{\text{原本序列的長度}} \times 100\%$$

例：如果 X 的原本序列長度為 5，而 Y 的最長共同子序列的長度為 4，則相似性將為：

$$\begin{aligned} &= \frac{4}{5} \times 100\% = 0.8 \times 100\% \\ &= 80\% \end{aligned}$$

試計算 問題 (1) 中的預期相似度百分比 (取小數點後1個位)。

答案：

$$\begin{aligned} &\frac{11}{15} \times 100\% \approx 0.733 \times 100\% \\ &= 73.3\% \end{aligned}$$

問題 (續)

3. 你作為一名初級法醫助理，要為 DNA 分析提供一個找到最長共同子序列的方法。試描述你的方法和尋找 DNA 序列最長共同子序列的程序，並解釋你如何能夠確定你的答案是正確的。

答案：

只要學生所提出的方法合理，並能清楚解釋找尋最長的共同子序列的程序，便可以接受。例如利用窮盡法，找到所有可能的公共子序列，再從中選出最長的共同子序列；或使用試錯法，去反覆嘗試識別具有最大長度的子序列，都是可以接受的。

4. 假設有一個 DNA 樣本的序列 Z 長度為 4。它總共有多少個不同的子序列？(注意：雖然序列中的某些不同位置會有相同的含氮鹼基的代表字母，而導致兩個或以上的子序列看起來一樣，但由於字母是取自序列的不同位置，所以這些子序列會被認為是不相同的。)

答案：

利用 nCr 組合，將所有長度由一到四的子序列組合數量加起來，總數是

$$C(4,1) + C(4,2) + C(4,3) + C(4,4) = (4!/3!1!) + (4!/2!2!) + (4!/3!1!) + (4!/4!0!) \\ = 4 + 6 + 4 + 1 = 15$$

(或者，學生可以簡單地繪製一個表並計算如下：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1				1	1	1				1	1	1		1
	1			1			1	1		1	1		1	1
		1			1		1		1	1		1	1	1
			1			1		1	1		1	1	1	1

根據上表，總共有15個子序列)

5. 試列出 DNA 序列 Z = <ATGC> 所有不同的子序列。

答案：

A、T、G、C、AT、AG、AC、TG、TC、GC、ATG、ATC、AGC、TGC、ATGC

6. 試解釋為甚麼所提供的演算法 (或方法) 可以用來計算 LCS (最長共同子序列)。

答案：

希望學生能夠發現並解釋如何利用解決超過一個子問題的方法，去解決原本的問題。並能從中指出，當兩個序列中找到新的字母的匹配時，公共序列的長度應該會加1。當兩個序列的字母逐一比較完成後，便會找到答案。

問題 (續)

7. 使用提供的 LCS (最長共同子序列) 演算法，填寫下列的矩陣，並找出 DNA X 和 DNA Y 序列的 LCS 及其長度。
 (X = <GTTCCCAGTGGCTAA> 和 Y = <TCCAGGCTATGCTAA>)

答案：

		G	T	T	C	C	C	A	G	T	G	G	C	T	A	A
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C	0	0	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
A	0	0	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
G	0	1	1	1	2	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5
G	0	1	1	1	2	3	3	4	5	5	6	6	6	6	6	6
C	0	1	1	1	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7
T	0	1	2	2	2	3	4	4	5	6	6	6	7	8	8	8
A	0	1	2	2	2	3	4	5	5	6	6	6	7	8	9	9
T	0	1	2	3	3	3	4	5	5	6	6	6	7	8	9	9
G	0	1	2	3	3	3	4	5	6	6	7	7	8	9	9	9
C	0	1	2	3	4	4	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9
T	0	1	2	3	4	4	4	5	6	7	7	7	8	9	9	9
A	0	1	2	3	4	4	4	5	6	7	7	7	8	9	10	10
A	0	1	2	3	4	4	4	5	6	7	7	7	8	9	10	11

在表中，由最大的數值開始，沿著箭咀方向找尋相關的字母，得出反向序列為 AATCGTGACCT；把它顛倒回來後，得到的LCS為 <TCCAGTGCTAA>，長度為11。
 X = <GTTCCCAGTGGCTAA>
 Y = <TCCAGGCTATGCTAA>

問題 (續)

8. 反思該 LCS 演算法在刑事偵查中對生物信息學和法證科學的影響。討論採用這種計算解決方案而進行的科學探究所面臨的問題和挑戰。

答案：

答案可能會因學生的經驗而有所不同，但期待學生能指出利用編程技巧去開發新的軟體應用程式時所遭遇到的問題。

9. 試描述進行基因分析時，如何需要將科學、科技、工程和數學 (STEM) 的學科知識聯繫起來，以解決基因分析遇到的問題。在解決基因分析問題時，如果缺少一個或以上和 STEM 有關的學科的幫助，會否遇到困難？另外，要解決 DNA 分析時所遇到的困難，除了 STEM 以外，還需要其他重要知識的幫助嗎？(可參考以下視頻，以獲得更多的洞見：<https://youtu.be/sIUaVeNvuTk>和<https://youtu.be/W-WtMvNdEcM>)

答案：

答案可能會因學生的經驗而有所不同，但期待學生能指出我們需要 STEM 的知識來解決這個問題。例如，程式設計師必須對 DNA 及其特性有基本的瞭解後，才能開發相關程式；而為得出正確的結果，科學家也必須瞭解該演算法的可行性；另外，開發應用軟體，以確保產品符合需求，則需電腦計算及工程設的技術支援；至於應用其他知識，如法律和藝術，也可能應用於本解決方案的設計。

評估指標 (解難期間)

整合知識和解決問題的技能 (請在適當空格加上√號)		同意	部分 同意	不同意
1	學生能夠理解如何解讀一個簡單的演算法來解決問題。			
2	學生能夠獨立思考，在最少指下解決問題。			
3	學生能夠有組織地制定一個解難方案來解決問題。			
4	學生能夠堅持不懈地執行自己制定的解難方案。			
5	學生能夠評鑑及驗證解難方案。			
6	學生已盡最大努力完成本解難任務。			

評估指標 (實驗後)

其他觀察 (請在適當空格加上√號)		同意	部分 同意	不同意
7	學生能夠綜合所提供的資訊，合乎邏輯地回答問題。			
8	學生能夠通過整合與STEM學科相關的知識來展現設計解難方案的才能。			
9	學生能夠應用科技，編寫電腦程式解決問題 (如適用)。			

備註 (對學生表現的其他評語)：

試驗計劃活動照片



圖 1. 每一名學生可使用電腦獨立工作。

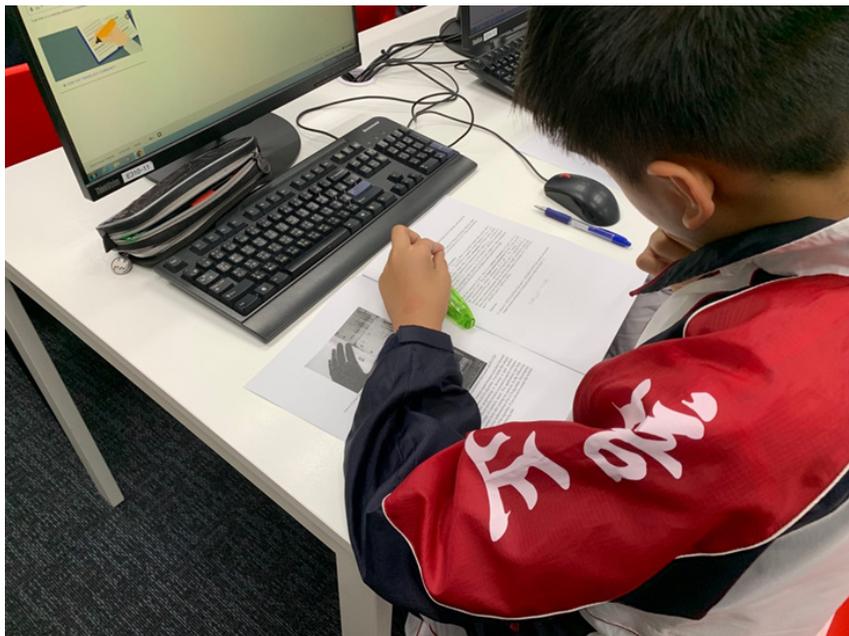


圖 2. 學生在閱讀活動簡介。我們建議學生先在家中閱讀相關參考資料，以便他們有足夠的時間瞭解相關的演算法。

試驗計劃活動照片 (續)

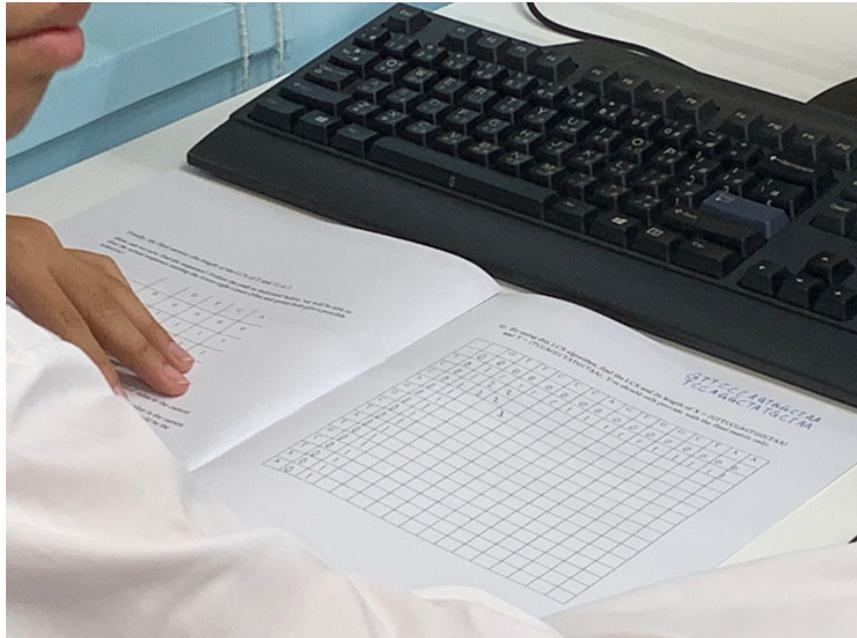


圖 3. 有數名學生能夠完成閱讀活動相關資料，並開始作答。



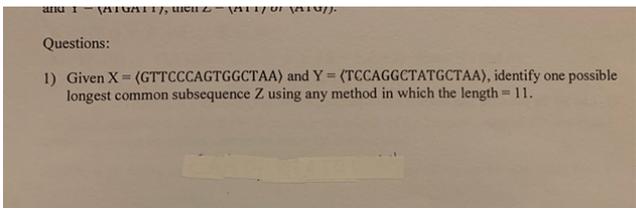
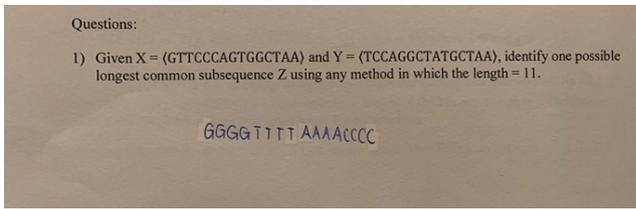
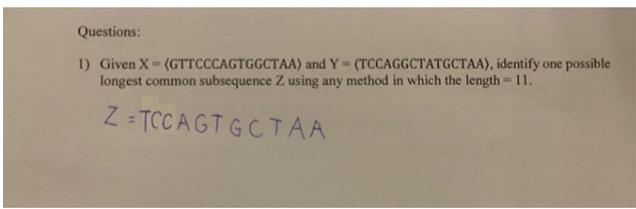
圖 4. 一名學生在任務結束後觀看相關的線上視頻(延伸學習活動)

學生答案樣本

注意：由於試行先導計劃時受到學校可用時段的限制，學生只回答了數條問題。預期有類似能力的學生，在回答每一個問題，會有類似的表現。

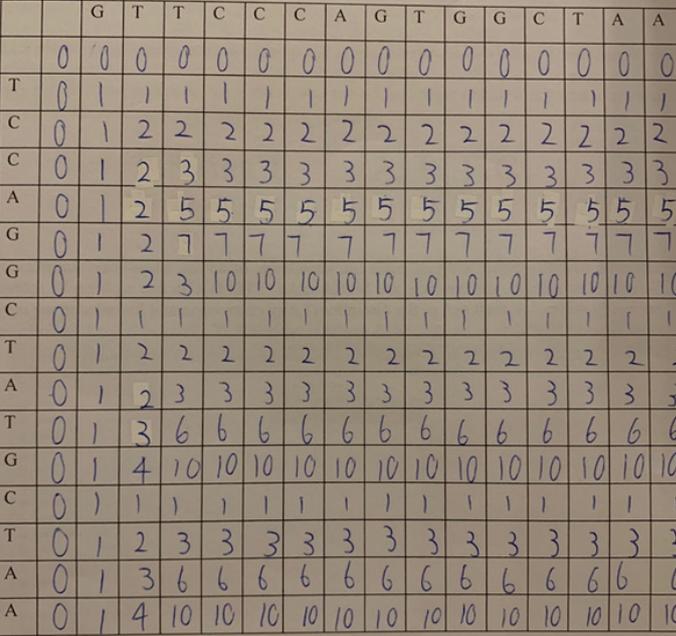
提示：建議教師在評估前數天介紹DNA問題，並在評估當天向學生解釋案例情景。

Q1 示例 (基本問題)

表現級別	示例答案
低：無法嘗試	 <p>and $X = (ATCGAT)$, then $Z = (ATCT)$.</p> <p>Questions:</p> <p>1) Given $X = (GTTCCAGTGGCTAA)$ and $Y = (TCCAGGCTATGCTAA)$, identify one possible longest common subsequence Z using any method in which the length = 11.</p>
一般：嘗試但失敗	 <p>Questions:</p> <p>1) Given $X = (GTTCCAGTGGCTAA)$ and $Y = (TCCAGGCTATGCTAA)$, identify one possible longest common subsequence Z using any method in which the length = 11.</p> <p>GGGGTTTT AAAACCC</p>
高：嘗試並找到正確答案	 <p>Questions:</p> <p>1) Given $X = (GTTCCAGTGGCTAA)$ and $Y = (TCCAGGCTATGCTAA)$, identify one possible longest common subsequence Z using any method in which the length = 11.</p> <p>$Z = TCCAGTGC TAA$</p>

學生答案樣本 (續)

Q6 示例 (艱深問題)

表現級別	示例答案
<p>低：無法嘗試</p>	<p>6) By using this LCS algorithm, find the LCS and its length of $X = \text{(GTTCCAGTGGCTAA)}$ and $Y = \text{(TCCAGGCTATGCTAA)}$. You should only provide with the final matrix only.</p> 
<p>一般：嘗試但失敗</p>	<p>6) By using this LCS algorithm, find the LCS and its length of $X = \text{(GTTCCAGTGGCTAA)}$ and $Y = \text{(TCCAGGCTATGCTAA)}$. You should only provide with the final matrix only.</p> 

學生答案樣本 (續)

表現級別	示例答案																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
高：嘗試並找到正確答案	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center; font-family: monospace;"> <tr> <td></td> <td></td> <td>G</td> <td>T</td> <td>T</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>A</td> <td>G</td> <td>T</td> <td>G</td> <td>G</td> <td>C</td> <td>T</td> <td>A</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> </tr> </table>			G	T	T	C	C	C	A	G	T	G	G	C	T	A	A		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	C	0	0	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	A	0	0	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	G	0	1	1	1	2	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	G	0	1	1	1	2	3	3	4	5	5	6	6	6	6	6	6	C	0	1	1	1	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	T	0	1	2	2	2	3	4	4	5	6	6	6	7	8	8	8	A	0	1	2	2	2	3	4	5	5	6	6	6	7	8	9	9	T	0	1	2	3	3	3	4	5	5	6	6	6	7	8	9	9	G	0	1	2	3	3	3	4	5	6	6	6	7	7	8	9	9	C	0	1	2	3	4	4	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9	T	0	1	2	3	4	4	4	5	6	7	7	7	8	9	9	9	A	0	1	2	3	4	4	4	5	6	7	7	7	8	9	10	10	A	0	1	2	3	4	4	4	5	6	7	7	7	8	9	10	11
		G	T	T	C	C	C	A	G	T	G	G	C	T	A	A																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																		
T	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																																																																																																																		
C	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																		
C	0	0	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																																		
A	0	0	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																																		
G	0	1	1	1	2	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																		
G	0	1	1	1	2	3	3	4	5	5	6	6	6	6	6	6																																																																																																																																																																																																																																																																																		
C	0	1	1	1	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7																																																																																																																																																																																																																																																																																		
T	0	1	2	2	2	3	4	4	5	6	6	6	7	8	8	8																																																																																																																																																																																																																																																																																		
A	0	1	2	2	2	3	4	5	5	6	6	6	7	8	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																		
T	0	1	2	3	3	3	4	5	5	6	6	6	7	8	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																		
G	0	1	2	3	3	3	4	5	6	6	6	7	7	8	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																		
C	0	1	2	3	4	4	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																		
T	0	1	2	3	4	4	4	5	6	7	7	7	8	9	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																		
A	0	1	2	3	4	4	4	5	6	7	7	7	8	9	10	10																																																																																																																																																																																																																																																																																		
A	0	1	2	3	4	4	4	5	6	7	7	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																																																																		

STEM 教育

活動(1): DNA分析

學生版

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**60分鐘**。建議你應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

引言

生物信息學是一門正在發展的跨學科領域技術，該技術可讓我們瞭解生物及其相關的數據。這門學科可應用於法證科學。當進行犯罪調查時，我們需要比對謀殺案凶器上的DNA 及不同疑犯的DNA，從而找出真兇。

在這次的實作評量中，你將會更了解此技術的原理，並運用它在基礎生物學、數學和工程領域的知識，分析DNA序列及使用**最長共同子序列 (LCS)** 的演算法來設計解決問題方案。

你應該已經閱讀了有關 LCS 演算法的「活動前閱讀資料」。在評量活動期間，你仍可參考 LCS 演算法的資料以完成此活動。

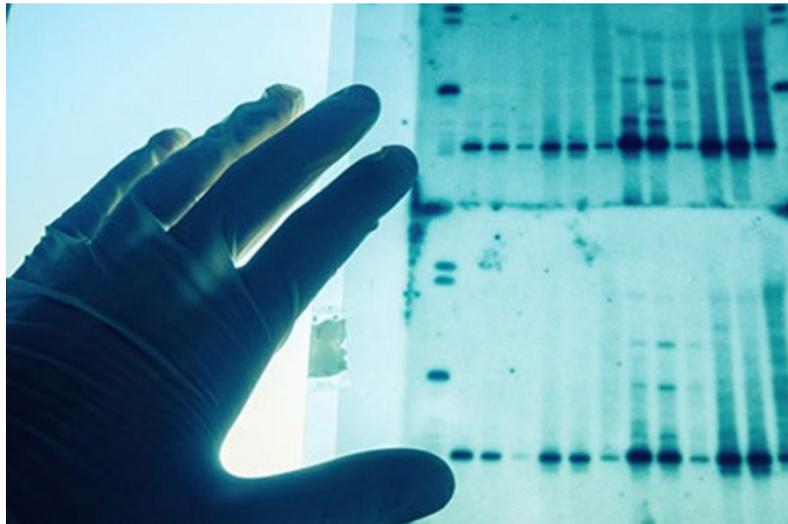
請小心細閱以下個案。

案例情景



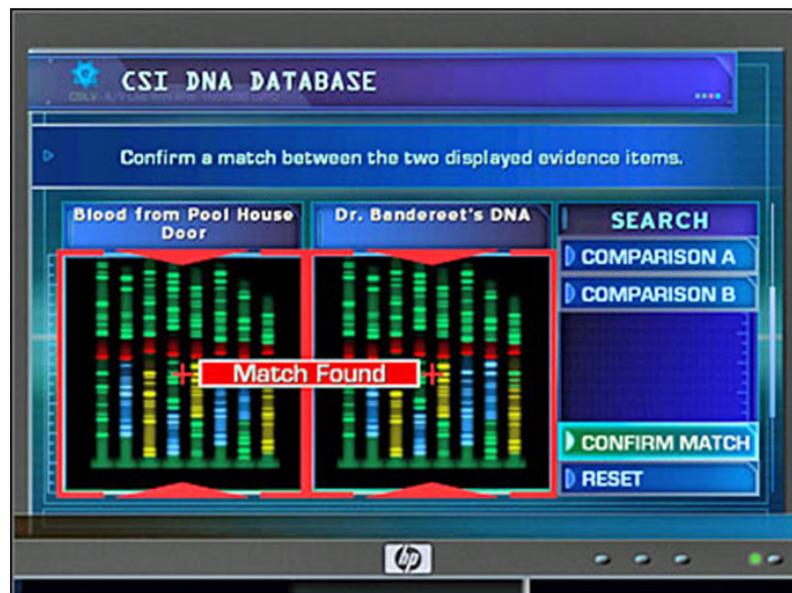
圖像來源: <https://www.tresham.ac.uk/course-display/full-time-course/?id=194&page=science>

最近，一個研究實驗室發生了一宗兇殺案，案中涉及兩名研究助理M博士和Y博士，他們彼此是好友。警方與相關的證人錄取口供後，懷疑M博士殺死了Y博士後逃離現場。警方和法證人員合作，收集了所有在現場留下的證據，當中包括一些DNA的樣本。雖然眾多證據似乎證實了真兇是M博士，但他們仍需對收集得來的DNA樣本與嫌疑犯的DNA進行分析比對，以確認M博士是殺人兇手。



圖像來源: <https://www.allcriminaljusticeschools.com/forensics/dna-fingerprinting/>

案例情景 (續)



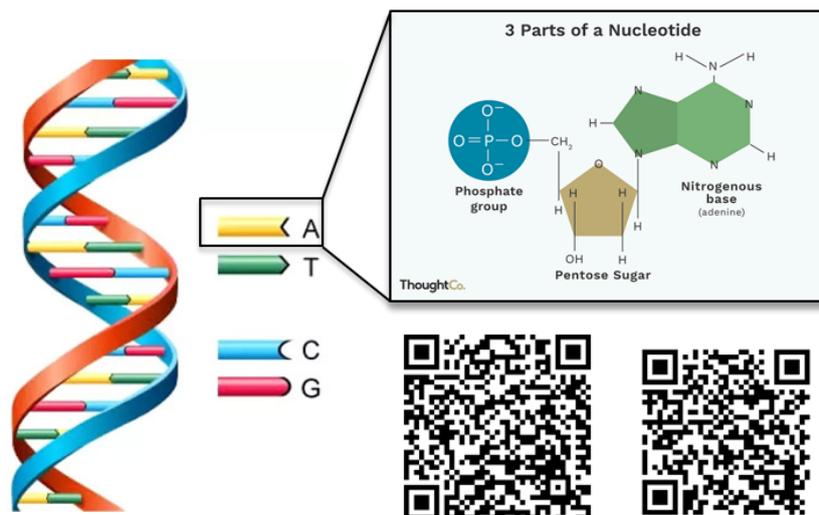
圖像來源: <https://guides.gamepressure.com/crimesceneinvestigationhardevidence/guide.asp?ID=3539>

為了解決這個問題，你被聘為初級DNA法證助理。你將學習一種稱為「最長共同子序列(LCS)」的演算法。你亦認為可利用電腦程式設計軟件開發一個流動應用程式，幫助前線警務人員和法證人員輕鬆地對比兩個DNA樣本相似匹配的百分比，及分析兩個DNA有多少的吻合程度。

在開始進行評量活動之前，你應該已對LCS演算法有一定的了解。你需要運用有關的知識來開發流動應用程式。

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法

DNA(去氧核糖核酸)是由兩條核苷酸長鏈互相纏繞所組成的大分子。每個核苷酸均由三部份所組成，它們分別是戊糖、磷酸基及含氮鹼基。而不同類型的核苷酸唯一的差別是它們擁有不同的含氮鹼基，當中包括：胞嘧啶[C]、鳥嘌呤[G]、腺嘌呤[A]和胸腺嘧啶[T]。科學家們皆利用C、G、A、T四個字母代表相應的含氮鹼基，然後利用此四個字母排序，來表示DNA序列。下圖為DNA鏈的結構圖：



圖像來源:

<https://www.quora.com/Why-does-a-DNA-molecule-always-contain-equal-amounts-of-adenine-and-thymine-explain>
<https://www.thoughtco.com/what-are-the-parts-of-nucleotide-606385>

下列是來自兩個不同生物的DNA鏈：

S1= AATCCCCAGCTAG

S2= AAACGTACCTTAG

利用最長共同子序列(LCS)演算法去進行DNA分析，目的是比較兩個(或更多)不同生物的DNA，以瞭解其遺傳相似性和差異。

在此評量活動中，你需要首先瞭解LCS演算法的基本知識，然後回答工作紙的問題(第一及第二部分)。

如前所述，DNA鏈是由一串分子組成，這些分子的排序會簡單地以「有限集」{A、C、G、T}表示。下面是序列和子序列的定義。

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法 (續)

第一部分：序列和子序列的定義

任何**序列**皆可表示為 $S = \langle s_1, s_2, \dots, s_n \rangle$ ，其中 n 是一個正整數索引。例如， $S = \langle \text{AATCGCG} \rangle$ 是一個序列。現有另一個序列 $Z = \langle z_1, z_2, \dots, z_m \rangle$ ，其中 m 是一個正整數索引。如果 S 存在有一個嚴格漸增的索引序列 (即順序從左至右匹配與比較) $\langle i_1, i_2, \dots, i_j \rangle$ ，使到對所有 $j = 1, 2, \dots, k$ 我們有 $s_{i_j} = z_j$ ，則 Z 便是 S 的子序列。例如， $Z = \langle \text{ATGCG} \rangle$ 是 S 的相應索引序列 $\langle 1, 3, 5, 6, 7 \rangle$ 的子序列，序列長度為 5。

S 還有其他子序列，例如 $\langle \text{AACCG} \rangle$ 、 $\langle \text{ACG} \rangle$ 和 $\langle \text{ACCG} \rangle$ ，相對而言，它們擁有不同的索引序列和序列長度。

序列	S	$=$	$\langle 1234567 \rangle$	S 的索引序列	序列長度
子序列 1	Z_1	$=$	$\langle \text{A T GCG} \rangle$	$\langle 13567 \rangle$	5
子序列 2	Z_2	$=$	$\langle \text{AA C CG} \rangle$	$\langle 12467 \rangle$	5
子序列 3	Z_3	$=$	$\langle \text{A C G} \rangle$	$\langle 147 \rangle$	3
子序列 4	Z_4	$=$	$\langle \text{A C CG} \rangle$	$\langle 1467 \rangle$	4

已知兩個序列 X 和 Y ，若 Z 分別是 X 和 Y 的子序列，則 Z 是 X 和 Y 的**共同子序列**。當 Z 與其他的共同子序列比較時， Z 的序列長度為最長， Z 會被稱為 X 和 Y 的**最長共同子序列(LCS)**。

例如，當 $X = \langle \text{AAAAACCCCCTTTTT} \rangle$ 和 $Y = \langle \text{AAAAAGCCTTTGGGGT} \rangle$ ，則

$Z = \langle \text{AAAAACCTTTT} \rangle$ 是 X 和 Y 的 LCS。在找尋最長的共同子序列時，是以“長度”最長的子序列為答案，但應注意 X 和 Y 可能有多於一個最長共同子序列(LCS)。例如，當 $X = \langle \text{ATTTCTG} \rangle$ 和 $Y = \langle \text{ATGATT} \rangle$ ，則 $Z = \langle \text{ATT} \rangle$ or $\langle \text{ATG} \rangle$ 都是 X 和 Y 的 LCS。

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法 (續)

第二部分: 介紹LCS演算法的概念

在嘗試找尋 LCS 之前，我們需先瞭解如何找尋 LCS 的長度。讓我們從一個簡單的問題開始。假設我們有兩個 DNA 序列， $X = \langle GTAC \rangle$ 和 $Y = \langle GTCA \rangle$ 。我們可以將其建構為一個矩陣，如下圖所示，其中序列 X 寫在最左側的列上，序列 Y 寫入頂行：

	第 0 列	第 1 列	第 2 列	第 3 列	第 4 列
行 0		G	T	C	A
行 1	G				
行 2	T				
行 3	A				
行 4	C				

例如, $L[0,0]$ 在矩陣 L 中表示行 0 列 0 的值。

為了找出 LCS 的長度，讓我們嘗試用以下的規則，填寫矩陣 L 內每一個記錄 $L[i,j]$ 的值，而 $L[i,j]$ 是表示為在矩陣的第 i 行, j 列中的值：

1. $L[0,j] = 0$ 和 $L[i,0] = 0$
2. 若 $X[i] = Y[j]$ ，則 $L[i,j] = 1 + L[i-1,j-1]$ 。(當 $i > 0$ 和 $j > 0$)
3. 若非，則 $L[i,j] = \max(L[i-1,j], L[i,j-1])$ 。

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法 (續)

對於這些規則來說，我們實際上是嘗試在範圍內每次添加一個字母進行比較，以確定最長共同子序列的長度。

1. 使用規則一，將數值零填在零行及零列：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0				
T	0				
A	0				
C	0				

2. 填寫 $L[1,1]$ 如下：

由於 $X[1] = G$ 和 $Y[1] = G$ ，故此，規則2適用。因此 $L[1,1] = 1+0 = 1$ 。然後，我們將其填寫到矩陣中，如下所示：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0	1			
T	0				
A	0				
C	0				

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法 (續)

一旦我們完成了這個，我們就向右移一格。如下圖所示：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0	1			
T	0				
A	0				
C	0				

因為 $X[1] = G$ 和 $Y[2] = T$ ，所以 $X[1] \neq Y[2]$ ，因此，規則3適用。即

$L[1,2] = \max(L[1-1,2], L[1,2-1]) = \max(L[0,2], L[1,1]) = \max(0, 1) = 1$ ，因為 $L[0,2] = 0$ (綠色框) 和 $L[1,1] = 1$ (橙色框)，和 $0 < 1$ 。所以我們選擇較大的數值「1」作為答案。然後，我們將較大值“1”填寫到矩陣中，如下圖所示：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0	1	1		
T	0				
A	0				
C	0				

活動前閱讀資料： 理解LCS演算法 (續)

依上述步驟，完成所有的空格後，我們最終獲得以下的矩陣：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0	1	1	1	1
T	0	1	2	2	2
A	0	1	2	2	3
C	0	1	2	3	3

最後，答案 (X 和 Y 的 LCS 長度) 為 3。

我們現在如何能夠找到序列呢？按照下面所示的路徑，我們先從右下角開始，便能夠找到序列的所有字母 (藍色和綠色箭頭都能給出可行的答案)，方法如下：

		G	T	C	A
	0	0	0	0	0
G	0	1	1	1	1
T	0	1	2	2	2
A	0	1	2	2	3
C	0	1	2	3	3

先從右下角開始，遵循以下規則：

1. 如果正上方一格或正左方一格的儲存格的值與目前儲存格的值相等，則可移往數值相同的一格。如兩個儲存格的數值均相同，則可任意向正上方或正左方移動一個儲存格；
2. 如果這正上方及正左方的儲存格的值均小於當前儲存格中的值，則沿左上方斜移一格；並記下當前行或列的字母 (此時，行和列的字母都是一樣的)。

如上所述，完成後，追蹤藍色箭頭方向，會得到輸出為 ATG 的反向序列，把它顛倒回順序方向後，得到的LCS是GTA (或追蹤綠箭頭方向而得到答案 GTC)。

問題

1. 已知 M = <GTTCCCAGTGGCTAA> (M博士的DNA序列)和 Y = <TCCAGGCTATGCTAA> (從Y博士家中發現的衣物中獲得的DNA樣本)

試協助法醫學家，使用任何方法找出一個可能的最長共同子序列Z，預計序列的長度是11。

2. 為了找到兩個 DNA 序列的相似度百分比，我們可以簡單地通過以下方式計算

$$\frac{\text{最長共同子序列的長度}}{\text{原本序列的長度}} \times 100\%$$

例：如果 X 的原本序列長度為 5，而 Y 的最長共同子序列的長度為 4，則相似性將為：

$$\begin{aligned} &= \frac{4}{5} \times 100\% = 0.8 \times 100\% \\ &= 80\% \end{aligned}$$

試計算 問題 (1) 中的預期相似度百分比 (取小數點後1個位)。

問題 (續)

7. 使用提供的 LCS (最長共同子序列) 演算法，填寫下列的矩陣，並找出 DNA X 和 DNA Y 序列的 LCS 及其長度。
(X = <GTTCCCAGTGGCTAA> 和 Y = <TCCAGGCTATGCTAA>)

STEM 教育

活動(2): 工程設計與 MICRO:BITS

教師版

實作評量重點

學生能夠通過解難的過程展現基本計算和工程設計流程的能力。

工程設計流程能力/思考能力

1. 解決問題能力
2. 數據分析能力
3. 計算思維能力

教師指引

背景:

在此實作評量中，學生須探索工程設計流程，研製學校使用能源的原型監測系統，用來檢測校內的課室一天使用燈及/或空調的時間。學生須為系統進行編程，目的是利用檢測器取得數據來估算課室所消耗的能源。學生亦要闡明是次的工程問題，包括系統設計和系統架構，並使用Micro:bits及有關的檢測器來研製監測系統。運用計算思維來進行編程可訓練學生的基本解難能力，有助學生解決日常生活的電腦計算問題。**此實作評量有助識別學生將信息和通信技術 (ICT)解決與STEM教育相關問題的潛能。**

教師的角色：

在此實作評量中，編程能力並非是必須的，所以教師毋須向學生講解使用可視化編程工具的程序。本活動旨在測試學生如何運用和STEM教育有關的知識和技能來解決問題。若學校同時希望評估學生以電腦程式解決問題的能力，亦可以此實作評量作考核。教師亦可按學生的能力，自行決定教授學生編程技能。教學內容可參考以下網址：

<https://microbit.org> 或

<https://www.hkedcity.net/goelearning/resource/5aab25069034438259000000>。

教師可囑咐學生在參與此實作評量前，自行在家了解Micro:bits。我們建議學校購買有關的硬件模塊和傳感器。如沒有開支預算，仍可選擇利用Micro:bits模擬器達到基本的教學目的。針對從未接觸Micro:bits的學生，學校可在實作評量前，舉辦簡報會，提供編程學習材料給學生或讓他們在家自學。至於舉行簡報會的時間，學校可自行決定。

以下為簡短口頭指示的示例：

「今天，大家獲邀擔任初級電腦工程師，幫助解決學校環境的能源問題。你需要使用Micro:bits來研製一個能源使用監測設備去監測學校在夏季使用能源的狀況。你只能參考此工作紙的內容及運用預設的網上編程編輯器。你亦不能找尋額外的資料來幫助你完成此任務。這個活動，不是一次考試，而是提供機會讓老師了解你們解決問題的能力。」

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**60分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

需要的已有知識

需要具備信息和通訊技術 (ICT) 與數學技能方面的一些背景知識。如有一些Micro:bits的學習經驗則更合適。

注意：雖然製作監測系統(包括作品本身及內裡的程式)並非此實作評量的最重要部分，兼且學生所編寫的Micro:bits程式也不盡相同，但如學生曾學過如何使用Micro:bits編程(例如使用基本模組，輸入模組，循環模組，邏輯模組，變量模組，及數學模組)，這將會對學生完成本活動很有幫助。對於具有很高潛質的學生，編程經驗可不限於Micro:bits。

其他事項

建議班級人數：

建議在此實作評量中，每位教師指導班中5-10位學生(即教師-學生比例設在1:5及1:10之間)。這個安排有助教師有空間去觀察學生，並能適時提供協助。

實作評量：

建議使用彩色印刷文本或在電腦屏幕開啟相關電子檔 (PDF)。

註：

建議教師為學生準備有關實作評量概要及背景知識的閱讀材料，讓他們活動前在家中作好準備(例如翌日才回校參加實作評量活動)。評估期間，應允許網絡連接，使學生能使用網上MakeCode工具。當評估進行時，學生之間不能互相溝通或交流。

儀器：

- Micro:bits (硬件系統/線上數碼模擬器)
- 附互聯網瀏覽器 (例：Chrome) 的座檯電腦
- 編程工具: JavaScript Blocks Editor (<https://makecode.microbit.org/>) 或 Python Editor (<https://python.microbit.org/v/1.1>)
- 光線傳感器
- 溫度傳感器
- 其他傳感器 (非必須)

引言

在此實作評量中，你需要探索如何利用工程設計流程，研製學校課室內使用能源的原型監測系統，用來檢測課室一天使用燈及/或空調的時間。你可以藉著由Micro:bits製作的監測系統所獲得的資料，用來找尋減低能量消耗的方法。你要為此系統進行編程，目的是利用檢測器取得數據來估算課室所消耗的能源。你亦要給是次的工程問題下定義，包括系統設計和系統架構，並使用Micro:bits及有關的檢測器來研製監測系統。

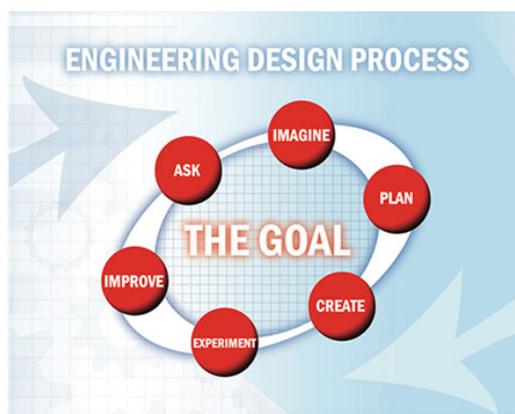
對工程設計流程的理解

在此部分，你首先需要了解基本的工程設計流程，並嘗試解答工作紙上的問題，然後使用Micro:bits進行編程。

注意：教師可解釋甚麼是Micro:bits。在STEM教育的教學中，所着眼的是四個範疇中的解難能力和知識應用的無縫交接。教師應多關注學生對科學與科技內容的理解及利用其他學科的知識來解決問題的能力。

甚麼是工程設計流程？

根據美國國家航空暨太空總署(NASA)的解說，工程設計流程乃解決工程問題的循環過程：



工程設計流程(EDP)¹的一般模型

NASA的工程師善於發問，想像所有可能的解決方案，計劃如何設計解決方案，創建和測試模型原型，再作出改進，直至找出能滿足所有要求的最佳方案。學生可運用以下的基本原則，像工程師一樣思考行事²：

- **發問**：學生首先識別問題、考慮必須滿足的要求以及限制的因素。
- **想像**：學生們透過討論，互相激發大家的靈感(或腦震盪)，提出解決方案和研究思路，當中，亦需要了解前人做了甚麼。
- **計劃**：學生在提出的解決方案中選出兩至三個最佳方案，並繪畫可行設計的草圖，最終選出一個設計以製作樣品。
- **創造**：學生製作一個可行的模型或樣品，其成品須針對設計要求且符合設計限制。
- **測試**：學生透過測試，收集數據並加以分析，評估解決方案的優點及缺點，以作出總結。
- **改善**：學生根據測試的結果，識別為設計需要作出的改善地方，並為此提供理據。

1. <https://www.eie.org/overview/engineering-design-process>

2. <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/best/edp.html>

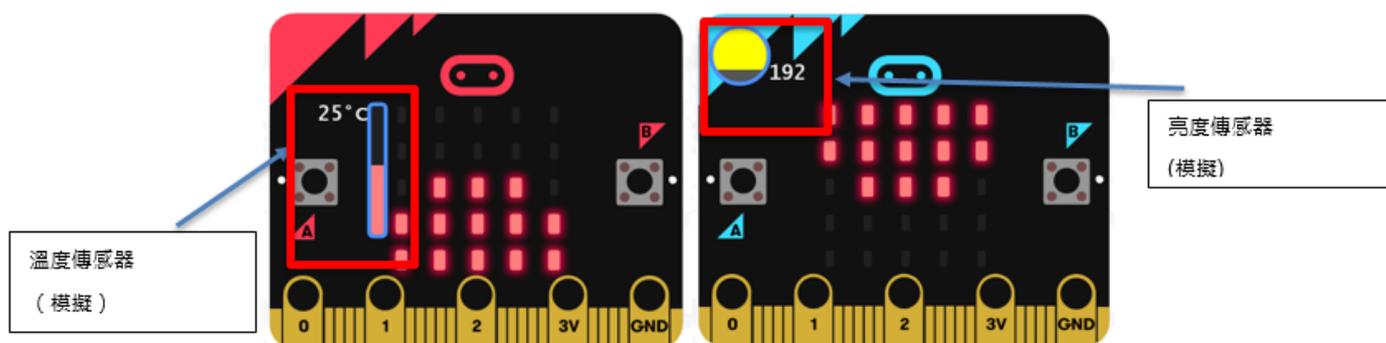
對工程設計流程的理解 (續)

問題陳述：

你需要利用Micro:bits來開發一個界面，以監測課室在白天開啟電燈和/或空調的時間以及記錄溫度。監測結果用於預測課室在白天開啟電燈和/或空調的時間。你需要按自己的日常觀察和經驗，並根據系統內傳感器的數據，改善編程以追蹤平均光線水平和室內溫度的數據。

由於此實作評量活動的時間有限，你的設計毋須全自動化。你可使用兩個按鈕：按鈕A用於記下當前的光線水平，按鈕B則用於記下當前的溫度水平。按下按鈕A / B，可將錄得的讀數記下，然後顯示屏會立即顯示新的平均亮度以及平均溫度。

你亦可以利用圖像化方法來顯示數值。例如，當平均溫度高於 24°C ，屏幕下方的LED將會閃爍；又例如，當平均亮度高於180(注：Micro:bits的光線傳感器的數值返回0到255之間，其中0表示非常暗，而255則表示非常亮)，屏幕上方的LED將會閃爍。



此外，你需要使你的設備在你所定義的環境條件下有最佳的反應。換言之，你需要發揮你的創意，使用Micro:bits所提供的傳感器，來完善你的解難方案。

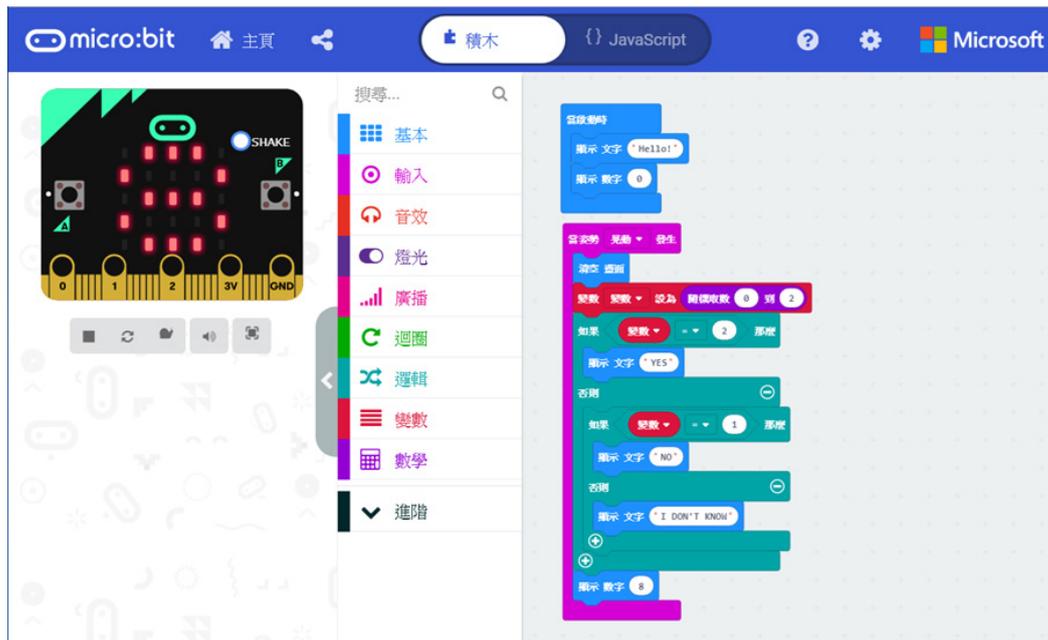
Micro:bits的編程與資源：

你只可使用Microsoft JavaScript Blocks Editor來對Micro:bits進行編程。你亦可使用模擬器來運行該程式。進行此實作評量活動期間，你可以查閱下列網站的參考文獻：

<https://makecode.microbit.org/reference>

以下是編輯器的URL：<https://makecode.microbit.org>

對工程設計流程的理解 (續)



Microsoft JavaScript Blocks Editor 編程環境

注意：如學校沒有硬件傳感器，可使用Micro:bits模擬器來開發樣品，並執行整個任務。由於此評估容許學生使用Micro:bits的參考文件<https://makecode.microbit.org/reference> (學校可事先準備打印本，以防止學生在網上獲取額外的資訊)，為避免學生瀏覽其他網頁，可要求學校技術人員將所選桌面工作站的瀏覽器或Web服務器設置為僅允許在測試期間登入<https://makecode.microbit.org>。此外，亦應容許學生在應用EDP解決問題時，登入編輯頁面。

請注意，此活動所給予學生的問題並沒有絕對正確的答案。學生如何遵循EDP方法去解決問題，可為他們在STEM教育相關學科中的潛能，提供教師重要的反饋。由於此評量活動的開放性，建議學校的教學團隊於實作評量前，一起探討以學生的角度思考時會如何回答問題，並以此為據來制訂合適的評估指標，評估學生的表現。

問題

請順序回答以下問題。請勿跳過或省略任何問題。

1. **工程設計流程 (發問)**：根據你要設計的能源使用監測設備原型的要求，將問題總結並分類如下：

要解決的問題	要求	限制
<ul style="list-style-type: none"> • 使用 Micro:bits 開發一個界面，以監測教室在白天時燈和/或空調開啟的時間。 • 檢查溫度並將其記錄在系統日誌中。 • 預測未來熒光燈管 (fluorescent tubes) 和空調的使用情況。 	<ul style="list-style-type: none"> • 使用兩個按鈕作為控件。 • 按鈕 A 用於擷取當前亮度。 • 按鈕 B 用於擷取當前溫度。 • 同時按下 A/B 按鈕後，顯示幕將基於所有先前的讀數，立即顯示新的平均亮度和新的平均溫度。 • 如平均溫度 $>24^{\circ}\text{C}$，屏幕下方的 LED 會閃爍。 • 如平均亮度 >180，屏幕上方的 LED 會閃爍。 	<ul style="list-style-type: none"> • 使用 Micro:bits 跟感應器 • 傳感器讀數有誤差。 • 需要將讀數轉換為國際單位制單位。

問題 (續)

2. **工程設計流程 (發問)**：你想要額外加入哪些要求和限制以解決本問題？請運用你的想像力，盡量填滿下列表格。

要解決的問題	要求	限制
不適用，因為先前已定義了相同的問題，而且沒有要求更改問題描述。	<ul style="list-style-type: none"> 將程序連接到真正的 Micro:bits 以進行進一步測試。 將 Micro:bits 連接到風扇/發光二極體 (LED)，並根據溫度/光強度控制其開/關。 	<ul style="list-style-type: none"> Micro:bits 傳感器在大規模環境中缺乏精確性。 系統缺乏自動收集數據的功能。 位置會影響所收集的數據（例如靠近窗戶或門）。

試解釋為甚麼要解決此問題所提出的要求和限制是必需的。

首先，這些相關要求和限制都是與問題本身有關，而原本的要求和限制未能反映大規模的環境中所遇到的問題。此外，Micro:bits 只能為系統提供原型的解決方案，在現實世界中仍有很多地方需要考慮。

3. **工程設計流程 (想像)**：試解釋為甚麼你認為這個問題在全球的能源危機下至關重要。你期望此設備在公眾中產生甚麼影響？如果沒有，你將如何修改問題，並運用 STEM 教育的知識去制訂更好的解決方案，來管理有限的能源，以滿足大眾的訴求？

地球的資源有限，為此，我們要通過自動化的人工智能系統，進行數據收集和制訂決策，來幫助我們在任何時間都能監控環境。(學生需要進一步描述，才能獲取高分，他們亦可以在此展示其創造力。)

問題 (續)

4. **工程設計流程 (計劃)**：根據你的解決方案，試起草Micro:bits程式結構的邏輯流程圖(或演算法)。請在下面的空白處，用圖例解釋你將如何開發Micro:bits程式。你可繪製任何數據表和流程圖，以描述程式如何運作。試描述程式的功能以及使用該設備的過程，並用下列空白處來詳細計劃你將如何在Micro:bits中開發程式。(注：在空白處所畫的圖例是沒有規限或一定標準的)

- A. 編程按鈕A以擷取亮度，然後添加到先前的平均值並獲得新的平均值。
- B. 編程LED屏幕以顯示亮度（從左向右滾動）。
- C. 編程按鈕B以擷取溫度，然後添加到先前的平均值並獲得新的平均值。
- D. 編程LED屏幕以顯示溫度（從左向右滾動）。

(相比起在此處要求學生有全面詳細的計劃，檢查 Q5 中所寫的程式更為重要。)

5. **工程設計流程 (創造及測試)**：現在，你可開始編寫程式，並在編輯器中進行測試。請在下方描述你如何測試程式以確保其正常運作。(如你使用電腦作答，請利用擷取螢幕快照“Print Screen”功能，擷取你所寫的程式，並貼在此題目的空位上。)

(要求學生擷取該程序螢幕的快照，並顯示不同的測試結果。)

6. **工程設計流程 (改善)**：如果你有更多時間，你將如何改善目前的程式設計？你能夠做到甚麼？又有甚麼做不到？為甚麼？在解決工程設計問題的同時，反思在科學、數學和科技知識的重要性。你認為還有沒有其他學科的知識可應用於解決這個問題上？為甚麼？

(期望學生在這題目發揮創造力，並嘗試了解他們是否意識到社會上對STEM教育相關的知識和技能的渴求。)

評估指標 (解決問題期間)

綜合知識和解決問題的能力 (請在適當空格加上 √號)		同意	部分 同意	不同意
1	學生能夠「發問」並識別出要解決的問題。			
2	學生能夠「想像」和描述解決問題的方案。			
3	學生能夠制定合理的「計劃」來解決問題。			
4	學生堅持不懈地執行計劃。			
5	學生能夠在參考資料的幫助下學習如何「創造」(編寫)電腦程式。			
6	學生能夠嘗試「測試」程式來評鑑並驗證解決方案。			
7	學生最終能夠思考「改善」的可能。			

評估指標 (解決問題之後)

其他觀察 (請在適當空格加上 √號)		同意	部分 同意	不同意
8	學生能夠運用提供的資訊，以具邏輯和綜合力的方式回答問題。			
9	通過整合與STEM教育相關的知識和技巧，學生能夠展示解決問題的才能和創造力。			
10	學生能夠應用科技知識，編寫電腦程式解決問題。			

關於學生表現的其他評語：

試驗計劃活動照片

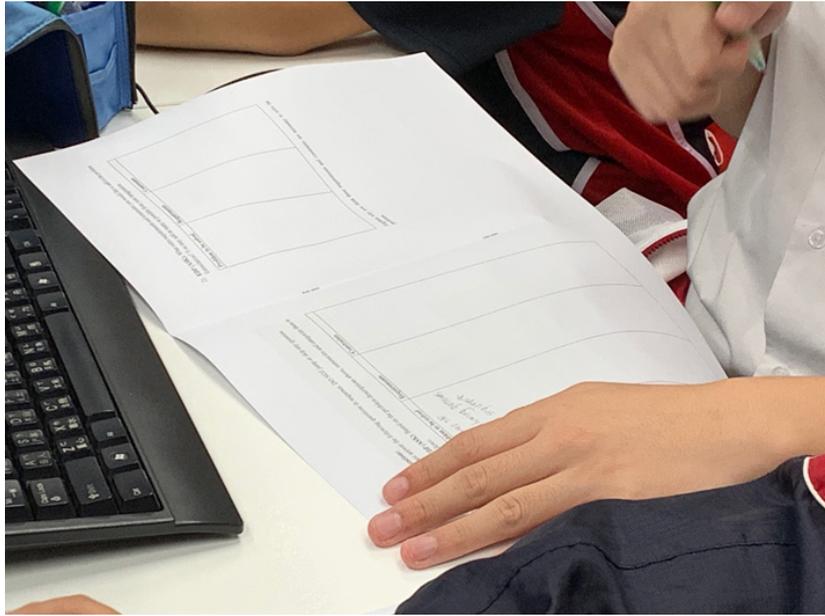


圖1.：開始使用Micro:bits模擬器開發解決方案前，學生先設計解難方案。



圖2.：學生們正在運用Micro:bits模擬器開發解決問題的方案。

試驗計劃活動照片 (續)

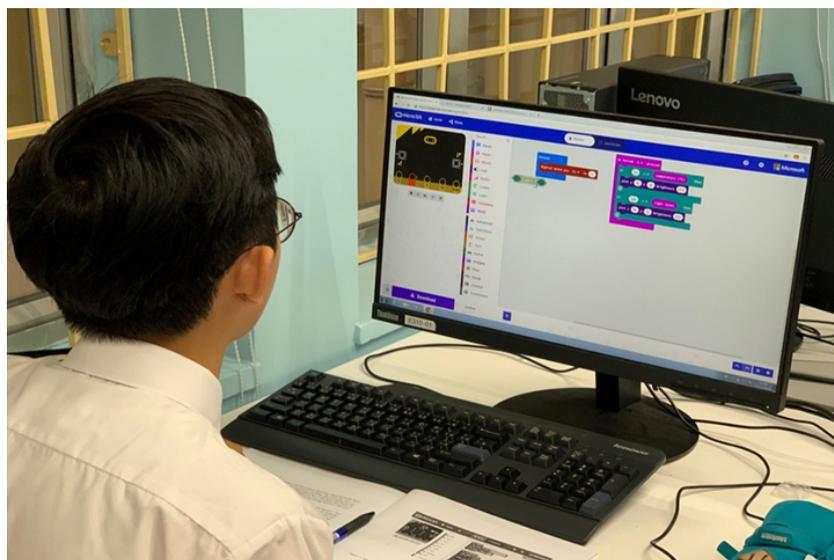


圖3.：學生快將完成Micro:bits的編程任務。

試驗計劃的樣本

Q1樣本 (基礎問題)

表現水平	示例答案						
<p>低： 沒有嘗試。</p>	<p>Questions: Please answer the following questions in sequence. DO NOT jump or skip any question.</p> <p>1) EDP (ASK): Based on the problem descriptions above, summarize and categorize them as follows:</p> <table border="1" data-bbox="703 1272 1315 1581"> <thead> <tr> <th>Problem to be solved</th> <th>Requirements</th> <th>Constraints</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Problem to be solved	Requirements	Constraints			
Problem to be solved	Requirements	Constraints					
<p>普通： 曾經嘗試但失敗。</p>	<p>Questions: Please answer the following questions in sequence. DO NOT jump or skip any question.</p> <p>1) EDP (ASK): Based on the problem descriptions above, summarize and categorize them as follows:</p> <table border="1" data-bbox="639 1787 1406 2168"> <thead> <tr> <th>Problem to be solved</th> <th>Requirements</th> <th>Constraints</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> How to calculate the average temperature. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> 如何計算平均溫度 </div> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Light sensor - Temperature sensor - Button A & B <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> -光度感應器 -溫度感應器 -按鍵 A 及 B </div> </td> <td> Can not be automatic functioning. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> 不能自動操作 </div> </td> </tr> </tbody> </table>	Problem to be solved	Requirements	Constraints	How to calculate the average temperature. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> 如何計算平均溫度 </div>	<ul style="list-style-type: none"> - Light sensor - Temperature sensor - Button A & B <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> -光度感應器 -溫度感應器 -按鍵 A 及 B </div>	Can not be automatic functioning. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> 不能自動操作 </div>
Problem to be solved	Requirements	Constraints					
How to calculate the average temperature. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> 如何計算平均溫度 </div>	<ul style="list-style-type: none"> - Light sensor - Temperature sensor - Button A & B <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> -光度感應器 -溫度感應器 -按鍵 A 及 B </div>	Can not be automatic functioning. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> 不能自動操作 </div>					

試驗計劃的樣本 (續)

表現水平	示例答案						
<p>高： 曾經嘗試，而且答案正確。</p>	<div data-bbox="635 338 1326 421" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Questions: Please answer the following questions in sequence. DO NOT jump or skip any question.</p> <p>1) EDP (ASK): Based on the problem descriptions above, summarize and categorize them as follows:</p> </div> <table border="1" data-bbox="662 436 1332 1008" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Problem to be solved</th> <th style="width: 33%;">Requirements</th> <th style="width: 33%;">Constraints</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>When you randomly received a question, you must answer it if it including: "Is" "Was" "Are" "Were" "Does" "Did" "Do" and also those words with the negative form.</p> <p>e.g. "Is Hong Kong polluted?"</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>We must have a ^{yes/no} answer in a randomly system.</p> <p>At first, we must set up: if random = 1 show string "yes" random = 2 else show string "No" Also answer with "I don't know"</p> <p>e.g. "Is Hong Kong polluted?" If (1) = Yes If (2) = No, I don't know</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Only yes or no questions can be accepted obviously. e.g. "When did Hong Kong start to be polluted?" This kind is not accepted because it is not a "Yes/No" question.</p> </td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="598 1019 1420 1657" style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>當你要回答一條隨機問題，如問題內包含“是/否”，當中包含現在式，過去式或反問式，而你必須作答。</p> <p>例： “香港是否受到污染？”</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p>在一個隨機系統中，我們必需以“對”或“錯”作答，在開始時，我們必需定義：</p> <p>If random = 1 Show string "yes" Else random = 2 Show string "No" Also answer with "I don't know"</p> <p>例： “香港是否受到污染？” If (1) = Yes If (2) = No, I don't know</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>只接受是非題</p> <p>例： “香港何時開始受到污染？” 此類問題由於不是是非題，不予接受。</p> </div> </div>	Problem to be solved	Requirements	Constraints	<p>When you randomly received a question, you must answer it if it including: "Is" "Was" "Are" "Were" "Does" "Did" "Do" and also those words with the negative form.</p> <p>e.g. "Is Hong Kong polluted?"</p>	<p>We must have a ^{yes/no} answer in a randomly system.</p> <p>At first, we must set up: if random = 1 show string "yes" random = 2 else show string "No" Also answer with "I don't know"</p> <p>e.g. "Is Hong Kong polluted?" If (1) = Yes If (2) = No, I don't know</p>	<p>Only yes or no questions can be accepted obviously. e.g. "When did Hong Kong start to be polluted?" This kind is not accepted because it is not a "Yes/No" question.</p>
Problem to be solved	Requirements	Constraints					
<p>When you randomly received a question, you must answer it if it including: "Is" "Was" "Are" "Were" "Does" "Did" "Do" and also those words with the negative form.</p> <p>e.g. "Is Hong Kong polluted?"</p>	<p>We must have a ^{yes/no} answer in a randomly system.</p> <p>At first, we must set up: if random = 1 show string "yes" random = 2 else show string "No" Also answer with "I don't know"</p> <p>e.g. "Is Hong Kong polluted?" If (1) = Yes If (2) = No, I don't know</p>	<p>Only yes or no questions can be accepted obviously. e.g. "When did Hong Kong start to be polluted?" This kind is not accepted because it is not a "Yes/No" question.</p>					

STEM 教育

活動(2): 工程設計與 MICRO:BITS

學生版

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**60分鐘**。建議你應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

引言

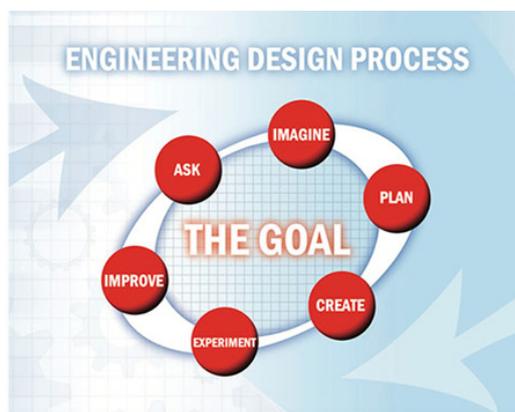
在此實作評量中，你需要探索如何利用工程設計流程，研製學校課室內使用能源的原型監測系統，用來檢測課室一天使用燈及/或空調的時間。你可以藉著由Micro:bits製作的監測系統所獲得的資料，用來找尋減低能量消耗的方法。你要為此系統進行編程，目的是利用檢測器取得數據來估算課室所消耗的能源。你亦要給是次的工程問題下定義，包括系統設計和系統架構，並使用Micro:bits及有關的檢測器來研製監測系統。

對工程設計流程的理解

在此部分，你首先需要了解基本的工程設計流程，並嘗試解答工作紙上的問題，然後使用 Micro:bits 進行編程。

甚麼是工程設計流程？

根據美國國家航空暨太空總署(NASA)的解說，工程設計流程乃解決工程問題的循環過程：



工程設計流程(EDP)¹的一般模型

NASA的工程師善於發問，想像所有可能的解決方案，計劃如何設計解決方案，創建和測試模型原型，再作出改進，直至找出能滿足所有要求的最佳方案。學生可運用以下的基本原則，像工程師一樣思考行事²：

- **發問**：學生首先識別問題、考慮必須滿足的要求以及限制的因素。
- **想像**：學生們透過討論，互相激發大家的靈感(或腦震盪)，提出解決方案和研究思路，當中，亦需要了解前人做了甚麼。
- **計劃**：學生在提出的解決方案中選出兩至三個最佳方案，並繪畫可行設計的草圖，最終選出一個設計以製作樣品。
- **創造**：學生製作一個可行的模型或樣品，其成品須針對設計要求且符合設計限制。
- **測試**：學生透過測試，收集數據並加以分析，評估解決方案的優點及缺點，以作出總結。
- **改善**：學生根據測試的結果，識別為設計需要作出的改善地方，並為此提供理據。

1. <https://www.eie.org/overview/engineering-design-process>

2. <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/best/edp.html>

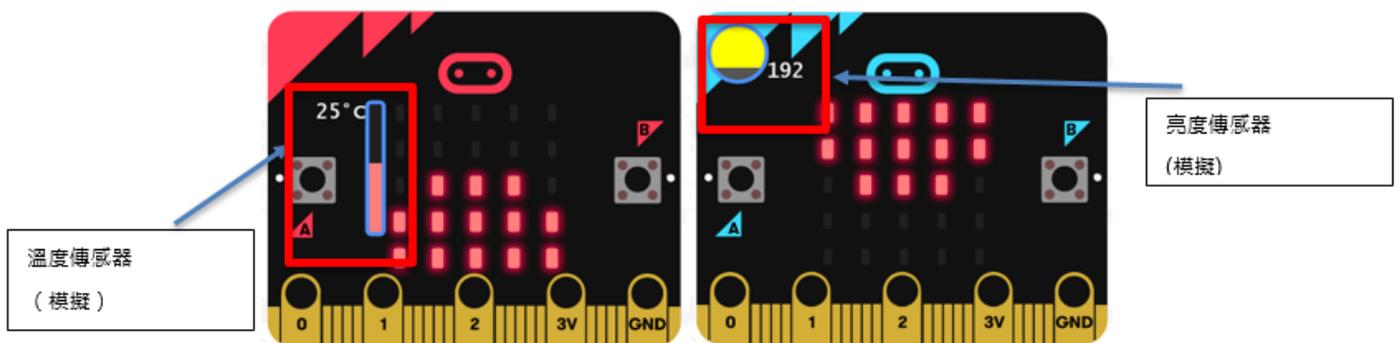
對工程設計流程的理解 (續)

問題陳述：

你需要利用Micro:bits來開發一個界面，以監測課室在白天開啟電燈和/或空調的時間以及記錄溫度。監測結果用於預測課室在白天開啟電燈和/或空調的時間。你需要按自己的日常觀察和經驗，並根據系統內傳感器的數據，改善編程以追蹤平均光線水平和室內溫度的數據。

由於此實作評量活動的時間有限，你的設計毋須全自動化。你可使用兩個按鈕：按鈕A用於記下當前的光線水平，按鈕B則用於記下當前的溫度水平。按下按鈕A / B，可將錄得的讀數記下，然後顯示屏會立即顯示新的平均亮度以及平均溫度。

你亦可以利用圖像化方法來顯示數值。例如，當平均溫度高於24°C，屏幕下方的LED將會閃爍；又例如，當平均亮度高於180(注：Micro:bits的光線傳感器的數值返回0到255之間，其中0表示非常暗，而255則表示非常亮)，屏幕上方的LED將會閃爍。



此外，你需要使你的設備在你所定義的環境條件下有最佳的反應。換言之，你需要發揮你的創意，使用Micro:bits所提供的傳感器，來完善你的解難方案。

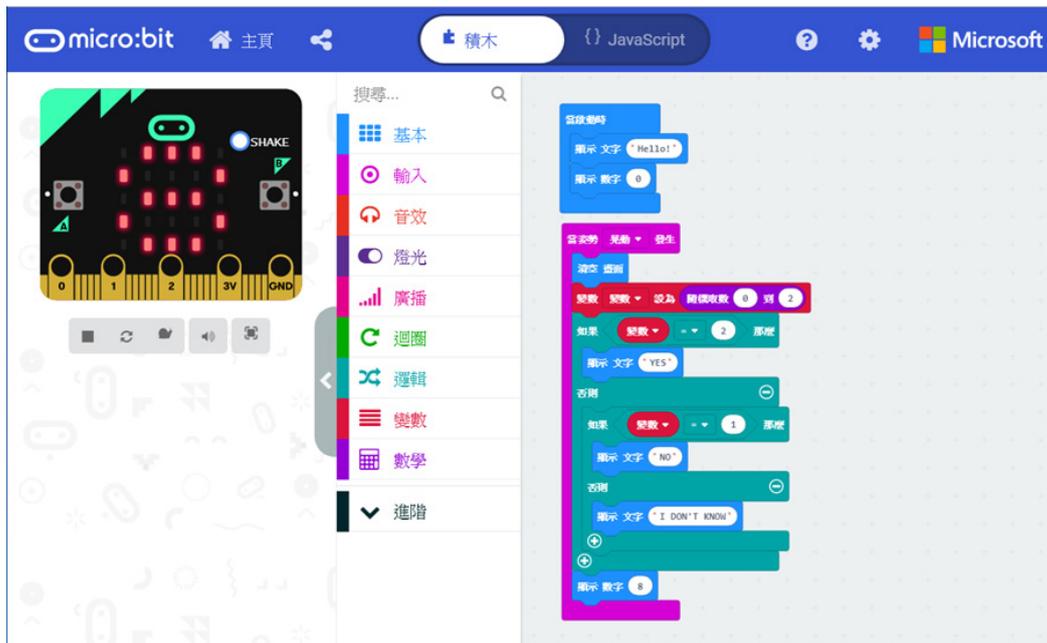
Micro:bits的編程與資源：

你只可使用Microsoft JavaScript Blocks Editor來對Micro:bits進行編程。你亦可使用模擬器來運行該程式。進行此實作評量活動期間，你可以查閱下列網站的參考文獻：

<https://makecode.microbit.org/reference>

以下是編輯器的URL：<https://makecode.microbit.org>

對工程設計流程的理解 (續)



Microsoft JavaScript Blocks Editor 編程環境

問題

請順序回答以下問題。請勿跳過或省略任何問題。

1. **工程設計流程 (發問)**：根據你要設計的能源使用監測設備原型的要求，將問題總結並分類如下：

要解決的問題	要求	限制

問題 (續)

2. **工程設計流程 (發問)**：你想要額外加入哪些要求和限制以解決本問題？請運用你的想像力，盡量填滿下列表格。

要解決的問題	要求	限制

試解釋為甚麼要解決此問題所提出的要求和限制是必需的。

3. **工程設計流程 (想像)**：試解釋為甚麼你認為這個問題在全球的能源危機下至關重要。你期望此設備在公眾中產生甚麼影響？如果沒有，你將如何修改問題，並運用STEM教育的知識去制訂更好的解決方案，來管理有限的能源，以滿足大眾的訴求？

STEM 教育

活動(3): 補強物料

教師版

實作評量重點

學生能夠

1. 通過將物料與另一種物料結合來增強(強化)物料;及
2. 設計一個機械測試試驗補強物料(複合物料)。

科學過程技能/思考能力

1. 工程設計
2. 科學推理
3. 解決問題能力

教師指引

儘管工作紙已包括實作評量重點和指引，我們強烈建議教師能夠在探究開始前向學生**簡要說明**活動重點和相關的安全須知，以確保所有學生均充分了解他們在探究過程中要注意的事項。

教師不需詳細講解探究步驟，因為過程技能會是評估的一部分，但教師可考慮因應他們學生的能力來決定實驗設置的準備程度。

以下為**簡短口頭指示**的示例：

「你們各位獲邀請進行一些自行探究的活動。你們可以在工作檯上找到所需的物料和儀器。同時，你們可以參考探究的步驟，但我們不會告訴你們每個步驟要做甚麼和如何做的細節。請緊記注意實驗安全。」

這個活動，不是考試，而是提供機會讓老師了解你們解決問題的能力。」

安全措施

1. 在補強物料的機械測試中，請小心處理重物。
2. 當釋放重物時，確保沒有其他人站在附近。

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**40分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

甄選標準

此實作評量旨在識別在STEM教育相關範疇具有高潛質的學生。

其他事項

在進行此實作評量前，學生無需研習任何學習材料。

引言

複合物料是由兩種或以上物料組合而成，從而產生與個別物料不同的物料特性。因此，通過適當的選擇和組合，我們可以得到具有所需特性的物料。

在這項實作評量活動，你會有一塊聚苯乙烯板及其他一些物料。你需要組合所選擇的物料，將其轉化為複合物來增強抗衝擊強度。由於聚苯乙烯的隔熱性和耐水性，它被廣泛用於建築業。可是，它是薄弱的物料，即使輕微撞擊也很容易折斷。

物料 (每一個工作站)

- 聚苯乙烯板 (闊x長x厚：7厘米 x 14厘米 x 2厘米)
- 木製牙籤 (每條約7厘米長)
- 橡皮筋
- 塑膠飲管 (每條約7厘米長)
- 棉線 (每條約20厘米長)
- 紙張
- 剪刀
- 間尺
- 裝有250毫升水的膠水樽



圖1.：本活動中使用的聚苯乙烯板。

步驟

為了設計和製作複合物料，你可以使用**最多八件補強物料**來強化聚苯乙烯板。可選用的補強物料，包括**牙籤、橡皮筋、吸管和/或棉線**。

你要把補強物料與聚苯乙烯板結合，以增強其抗衝擊強度。完成製作後，你會進行簡單的撞擊測試，以證明其加固功效。

你要設置一個「下墜撞擊測試器」來進行撞擊測試。「下墜撞擊測試器」使用裝滿 250 ml 水的水樽作為重物，你需要把該水樽從**30厘米**的高度，垂直掉落在測試物件上。你要確保支撐聚苯乙烯板的兩端是平衡的，而支撐聚苯乙烯板的範圍，在撞擊測試中要維持不變。

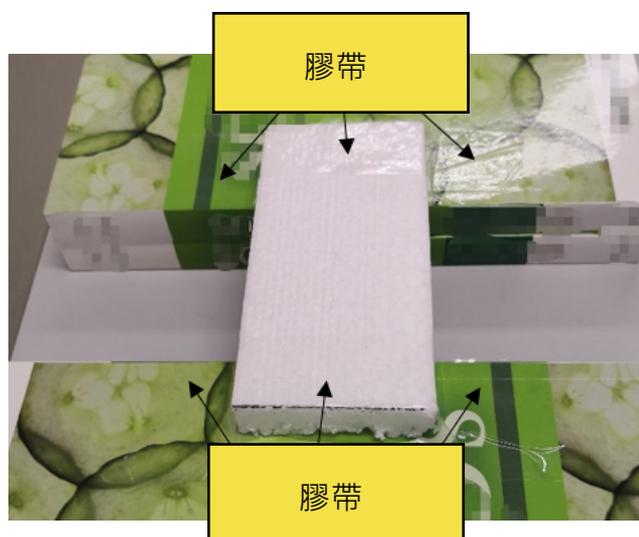


圖2.：聚苯乙烯板(測試物件)的兩端，用膠帶固定在書本上。

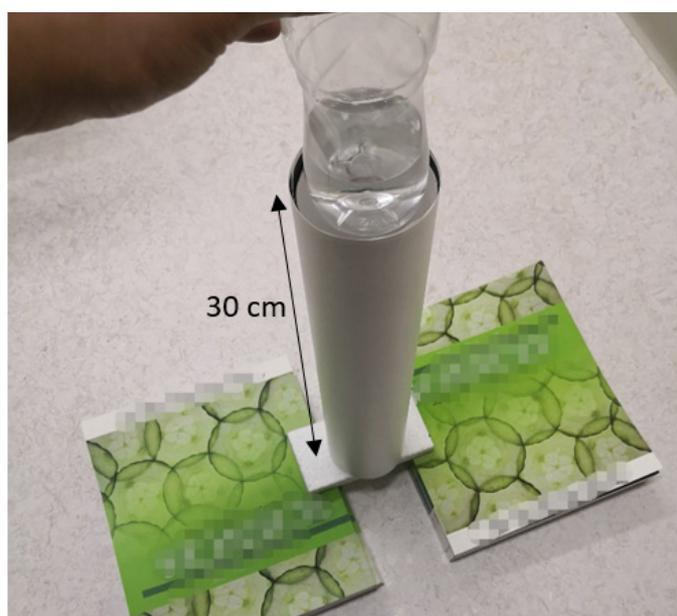
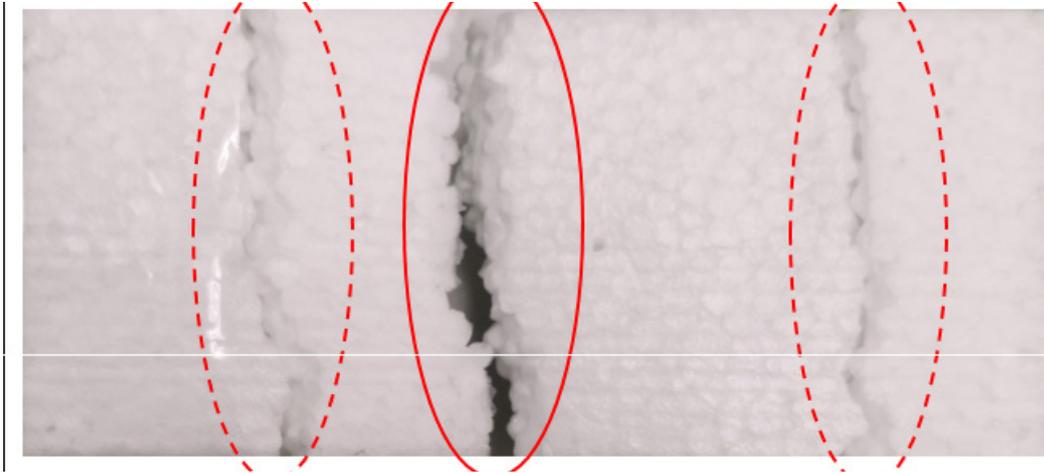


圖3.：「下墜撞擊測試器」設置示例—撞擊測試使用盛了水的水樽作為重物，把該重物通過由紙製成的圓筒，垂直掉落在測試物件上。

問題

1. 按照步驟對一塊聚苯乙烯板進行撞擊測試。觀察破裂了的聚苯乙烯板並於下方繪畫實驗結果。



聚苯乙烯板折斷。在撞擊點（橢圓形）有裂縫。兩個支撐點邊緣附近可能有兩個裂縫（虛線橢圓形）。

2. 試使用不多於**8件**補強物料來設計一塊「強化聚苯乙烯板」，並於下方繪畫你的設計。
 - 使用的牙籤數量：**8**
 - 不應選擇橡皮筋。
 - 由學生來決定他/她的設計是否合理。

問題 (續)

3. (a) 對「強化聚苯乙烯板」進行撞擊測試。它是否在這次撞擊中碎裂了？

由學生決定新設計是否提高聚苯乙烯板的抗衝擊強度。

(b) 試進一步改良你的設計並再製作另一塊「強化聚苯乙烯板」。於下方繪製新的設計並再次進行撞擊測試。聚苯乙烯板的抗衝擊強度是否有所改善？

問題 (續)

4. 試解釋為甚麼與沒有加工的聚苯乙烯板相比，你設計的「強化聚苯乙烯板」具有更強的抗衝擊性。

聚苯乙烯易碎並且在撞擊時容易折斷，因為它不能從衝擊中吸收大量能量。補強材料(即牙籤)用作吸收大部分衝擊能量的媒介，從而產生更大的抗衝擊性。

備註：

學生可討論在聚苯乙烯板上的作用力的方向和增強材料的分佈。

5. 試盡量列出在現實生活中使用複合材料的例子。

- 建築用鋼筋混凝土
- 纖維強化塑料(碳纖維或玻璃纖維)
- 汽水的包裝物料
- 瓦楞紙/瓦通紙皮
- 有線玻璃窗
- 其他合適的例子

教師注意事項

教師應準備足夠的聚苯乙烯板和補強物料。教師可考慮選擇向學生展示「下墜撞擊測試器」設置。

試驗計劃活動照片



圖1.：沒有加固的聚苯乙烯板撞擊測試後的情況。

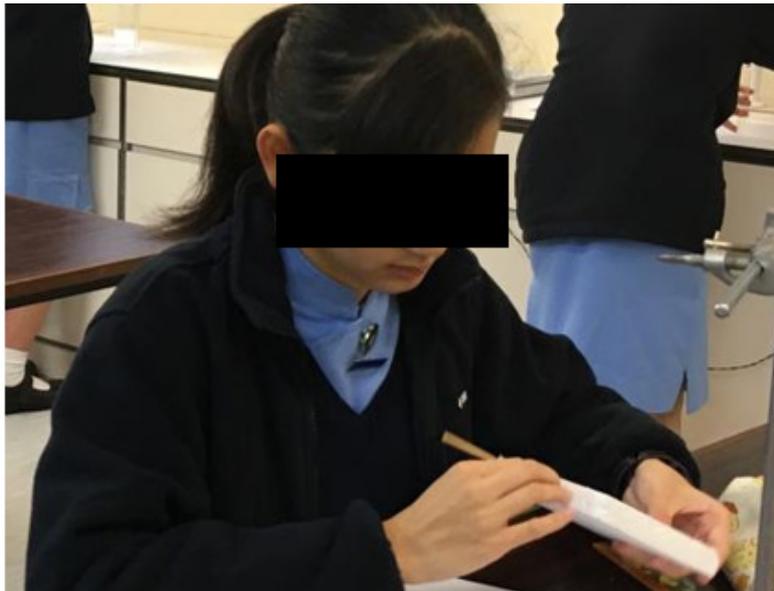


圖2.：學生嘗試通過插入牙籤來強化聚苯乙烯板。

試驗計劃活動照片 (續)



圖3.：強化後的聚苯乙烯板具有更高的抗衝擊強度。

評估指標 (實驗期間)

實驗和解決問題能力 (請在適當空格內加上 √ 號。)		同意	部分同意	不同意
1	學生能夠辨別問題並有組織地提出解決問題方案。			
2	學生能夠在開始設計複合物料前，仔細研究所有提供的補強物料。			
3	學生能夠邏輯地製作複合物料。			
4	學生能夠使用提供的物料設置適當的撞擊測試。			
5	學生能夠整潔和安全地處理實驗程序。			
6	學生能夠盡力完成實驗並觀察結果。			

評估指標 (實驗後)

其他觀察 (請在適當空格內加上 √ 號。)		同意	部分同意	不同意
7	學生能夠根據實驗結果，合乎邏輯地回答問題。			
8	學生能夠以科學方法記錄和展示實驗結果。			
9	學生能夠通過整合STEM的知識和技能，展示設計解決方案的能力。			

參考資料

Experimental characterization of advanced composite materials (4th Edition), Leif A. Carlsson, Donald F. Adams, R. Byron Pipes, CRC Press.

STEM 教育

活動(3): 補強物料

學生版

安全措施

1. 在補強物料的機械測試中，請小心處理重物。
2. 當釋放重物時，確保沒有其他人站在附近。

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**40分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

引言

複合物料是由兩種或以上物料組合而成，從而產生與個別物料不同的物料特性。因此，通過適當的選擇和組合，我們可以得到具有所需特性的物料。

在這項實作評量活動，你會有一塊聚苯乙烯板及其他一些物料。你需要組合所選擇的物料，將其轉化為複合物來增強抗衝擊強度。由於聚苯乙烯的隔熱性和耐水性，它被廣泛用於建築業。可是，它是薄弱的物料，即使輕微撞擊也很容易折斷。

物料 (每一個工作站)

- 聚苯乙烯板 (闊x長x厚：7厘米 x 14厘米 x 2厘米)
- 木製牙籤 (每條約7厘米長)
- 橡皮筋
- 塑膠飲管 (每條約7厘米長)
- 棉線 (每條約20厘米長)
- 紙張
- 剪刀
- 間尺
- 裝有250毫升水的膠水樽



圖1. 本活動中使用的聚苯乙烯板。

步驟

為了設計和製作複合物料，你可以使用**最多八件補強物料**來強化聚苯乙烯板。可選用的補強物料，包括**牙籤、橡皮筋、吸管和/或棉線**。

你要把補強物料與聚苯乙烯板結合，以增強其抗衝擊強度。完成製作後，你會進行簡單的撞擊測試，以證明其加固功效。

你要設置一個「下墜撞擊測試器」來進行撞擊測試。「下墜撞擊測試器」使用裝滿 250 ml 水的水樽作為重物，你需要把該水樽從30厘米的高度，垂直掉落在測試物件上。你要確保支撐聚苯乙烯板的兩端是平衡的，而支撐聚苯乙烯板的範圍，在撞擊測試中要維持不變。

問題 (續)

3. (a) 對「強化聚苯乙烯板」進行撞擊測試。它是否在這次撞擊中碎裂了？

(b) 試進一步改良你的設計並再製作另一塊「強化聚苯乙烯板」。於下方繪製新的設計並再次進行撞擊測試。聚苯乙烯板的抗衝擊強度是否有所改善？

問題 (續)

4. 試解釋為甚麼與沒有加工的聚苯乙烯板相比，你設計的「強化聚苯乙烯板」具有更強的抗衝擊性。

5. 試盡量列出在現實生活中使用複合物料的例子。

STEM 教育

活動(4): 高吸水性粉末

教師版

實作評量重點

學生能夠探究一種物質的吸水能力及其在科技上的潛在應用。

科學過程技能/思考能力

1. 進行實驗的能力 (包括處理儀器及化學物品)
2. 推論能力 (分析、解釋和評鑑數據)
3. 解決問題的能力

教師指引

儘管工作紙已包括實作評量重點和指引，我們強烈建議教師能夠在探究開始前向學生**簡要說明**活動重點和相關的安全須知，以確保所有學生均充分了解他們在探究過程中要注意的事項。

教師不需詳細講解探究步驟，因為過程技能會是評估的一部分，但教師可考慮因應他們學生的能力來決定實驗設置的準備程度。

以下為**簡短口頭指示**的示例：

「你們各位獲邀請進行一些自行探究的活動。你們可以在工作檯上找到所需的物料和儀器。同時，你們可以參考探究的步驟，但我們不會告訴你們每個步驟要做甚麼和如何做的細節。請緊記注意實驗安全。」

這個活動，不是考試，而是提供機會讓老師了解你們解決問題的能力。」

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**45分鐘**。建議學生應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

需要的已有知識

使用電子秤的基本技能。

甄選標準

本活動旨在識別在進行科學探究方面具有較高潛質的學生(特別是那些具有較強觀察能力和良好解難能力的學生)。

其他事項

在進行本任務前，學生毋須研習任何閱讀材料。

引言

高吸水性聚合物 (Super absorbent polymer, SAP) 是一種合成聚合物。這些白色的粉末，具有非常強的保水能力。該聚合物廣泛應用於我們的日常生活中。

在本活動中，你將會進行實驗研究SAP的保水能力，同時要解釋觀察到的實驗結果。

物料與儀器

- 白色粉末
- 水
- 燒杯
- 量筒
- 塑膠杯
- 茶匙或勺
- 電子秤
- 攪拌棒
- 食鹽

安全措施

不要吸入白色粉末。請小心使用電子秤和處理物料和儀器。

步驟

開始進行實驗之前，請仔細閱讀以下所有步驟。

1. 用電子秤量度塑膠杯的質量。
2. 將一茶匙的白色粉末放入塑膠杯中，量度及記錄白色粉末的實際質量(g)。
3. 使用提供的儀器把10毫升(ml)的自來水加入塑膠杯中。讓白色粉末吸收水分並觀察有甚麼變化發生。
4. 繼續加水到杯子中直至白色粉末停止吸收水分。你需要多次執行此步驟並細心判斷每次應添加的水量。在添加更多水之前，請記住讓白色粉末充分吸收水分。你可以在觀察時輕輕地攪拌杯內的物質。
5. 記錄總添加水量。

問題

1. 白色粉末共吸收了多少水(毫升)？

根據茶匙或勺的大小，可以在約50至150毫升的範圍內。

2. 你是如何判斷白色粉末已不能再吸收更多的水？

- 當(甚至很少)水與凝膠分離時，白色粉末將不再能夠吸收更多的水。
- 學生可以攪拌凝膠，以促進更好的吸水性。
- 如果凝膠呈水狀，這表明已經添加了太多的水。

3. 1克白色粉末可以吸收多少克水？(假設1克水的體積為1毫升)

例如：
用0.5克白色粉末便可吸收100毫升水。
吸水量 = $100 / 0.5 = 200$ 克
正常範圍應為~150至300克。

問題 (續)

4. (i) 如在該白色粉末(聚合物)中加入一茶匙食鹽(氯化鈉, NaCl)後會發生甚麼事情? 試簡述之。

- 加入鹽後, 凝膠狀物質會呈水狀。

(ii) 如使用海水而不是自來水重複以上(4(i)) 實驗, 你預測該聚合物的吸水能力, 與自來水條件作比較下, 會否相同、更高或更低? 試簡要解釋之。

從該實驗中, 觀察到加入鹽會導致水與凝膠狀聚合物分離。由於海水含有鹽, 預計海水中的鹽會阻止白色粉末在吸水時形成凝膠, 從而降低其吸水能力。

5. 試舉出我們日常生活中使用高吸水性聚合物的實際應用例子。

- 個人衛生用品 (尿片, 餐巾紙)
- 寵物尿墊
- 醫療廢物吸收劑
- 防水膠帶
- 水泥硬化的儲水和脫模劑。

問題 (續)

6. 沙漠化是由於人類活動和氣候變化導致旱地退化的過程。它對許多國家的農業活動產生了重大影響。你能否建議並解釋如何使用高吸水性聚合物來解決這個問題，以改善農業，例如在沙漠中種植？

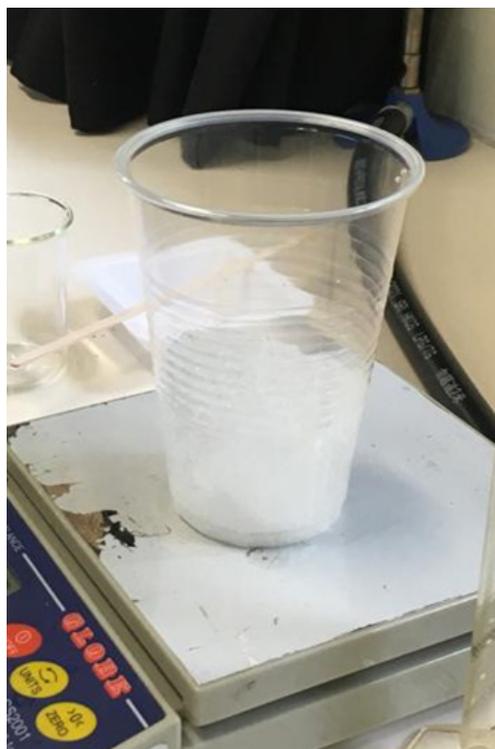


(照片來自 greenpeace.org)

當泥土獲得水分時，高吸水性聚合物(作用如小型水庫)可於泥土中幫助保存很多的濕氣和營養。而藉着高吸水性聚合物把水分釋放回泥土，泥土便可獲得持久的好處。由於土壤中的水份會被植物吸走及透過環境的熱而揮發掉，泥土的保水能力是很重要的。藉著SAP把水釋放回土壤中，泥土便可以持久獲益。

教師的注意事項

量度白色粉末的質量前，先將空塑膠杯子放在電子秤上，然後確保已按下「淨重」或「歸零」按鈕以扣除杯子質量。學生也可以分別量度空杯的重量和盛有粉末的杯子的重量，把兩者相減以得出白色粉末的質量。



吸水後聚合物變成凝膠狀物質(如上圖所示)。如果物質呈水狀，則表示添加了過多的水。

試驗計劃活動照片



圖1.：本實作評量的儀器



圖2.：學生設置電子秤進行量度

評估指標 (實驗期間)

實驗技巧 (請在適當空格加上 √ 號)		同意	部分 同意	不同意
1	學生能夠按照指引和步驟進行實驗。			
2	學生能夠準確地量度白色粉末的質量 (例如: 不包括杯子的重量)。			
3	學生能夠準確地使用量筒量度和記錄每次添加的水量。			
4	學生能夠仔細觀察白色粉末, 並能夠於每次加水前攪拌塑膠杯內的物料。			
5	學生能夠整潔及安全地處理實驗步驟。			

評估指標 (實驗後)

其他觀察 (請在適當空格加上 √ 號)		同意	部分 同意	不同意
6	學生能夠根據實驗結果推論合乎邏輯的答案。			
7	學生能夠展示把與STEM教育相關學科的知識, 融入及聯繫日常生活的能力。			

參考資料

D. Snoeck, L. Pel & N. De Belie, *The water kinetics of superabsorbent polymers during cement hydration and internal curing visualized and studied by NMR*, Scientific Reports, Volume 7, Article number: 9514 (2017)

STEM 教育

活動(4): 高吸水性粉末

學生版

時間分配

進行這個實作評量需要的時間，最多為**45分鐘**。建議你應該預留5-10分鐘來整理答案和工作空間。

引言

高吸水性聚合物 (Super absorbent polymer, SAP) 是一種合成聚合物。這些白色的粉末，具有非常強的保水能力。該聚合物廣泛應用於我們的日常生活中。

在本活動中，你將會進行實驗研究SAP的保水能力，同時要解釋觀察到的實驗結果。

物料與儀器

- 白色粉末
- 水
- 燒杯
- 量筒
- 塑膠杯
- 茶匙或勺
- 電子秤
- 攪拌棒
- 食鹽

安全措施

不要吸入白色粉末。請小心使用電子秤和處理物料和儀器。

步驟

開始進行實驗之前，請仔細閱讀以下所有步驟。

1. 用電子秤量度塑膠杯的質量。
2. 將一茶匙的白色粉末放入塑膠杯中，量度及記錄白色粉末的實際質量(g)。
3. 使用提供的儀器把10毫升(ml)的自來水加入塑膠杯中。讓白色粉末吸收水分並觀察有甚麼變化發生。
4. 繼續加水到杯子中直至白色粉末停止吸收水分。你需要多次執行此步驟並細心判斷每次應添加的水量。在添加更多水之前，請記住讓白色粉末充分吸收水分。你可以在觀察時輕輕地攪拌杯內的物質。
5. 記錄總添加水量。

問題

1. 白色粉末共吸收了多少水(毫升)？
2. 你是如何判斷白色粉末已不能再吸收更多的水？
3. 1克白色粉末可以吸收多少克水？(假設1克水的體積為1毫升)

問題 (續)

4. (i) 如在該白色粉末(聚合物)中加入一茶匙食鹽(氯化鈉, NaCl)後會發生甚麼事情? 試簡述之。
- (ii) 如使用海水而不是自來水重複以上(4(i)) 實驗, 你預測該聚合物的吸水能力, 與自來水條件作比較下, 會否相同、更高或更低? 試簡要解釋之。
5. 試舉出我們日常生活中使用高吸水性聚合物的實際應用例子。

問題 (續)

6. 沙漠化是由於人類活動和氣候變化導致旱地退化的過程。它對許多國家的農業活動產生了重大影響。你能否建議並解釋如何使用高吸水性聚合物來解決這個問題，以改善農業，例如在沙漠中種植？



(照片來自 greenpeace.org)