

教育局
課程支援分部
中學校本課程發展組
2023/24 學年學校分享

STEAM 教育

通過「密鋪圖形」及「DIY酸鹼度計」學習活動，
發展學生的創造力及解決問題能力

天主教新民書院
李詠芯老師、李嘉強老師

分享內容

- ◆ 簡介
- ◆ 教學設計及學習表現
 - ◆ 「密鋪圖形」學習活動
 - ◆ 「DIY酸鹼度計」學習活動
- ◆ 反思與展望

簡介



學校資訊

- 油尖旺區男女中學（天主教）
- 信念：通過教育，發揮學生的天賦潛能，日新又新，並止於至善
- 教育使命：致力為學生提供全人教育，課程與活動之設計為協助學生在德、智、體、群、美、靈各方面得到均衡的發展
- 學生特質：對動手製作活動有興趣；喜歡使用資訊科技；部分是新來港學生，數學能力不俗
- 學與教策略：配合多元化的學習活動，引起學習動機

協作焦點

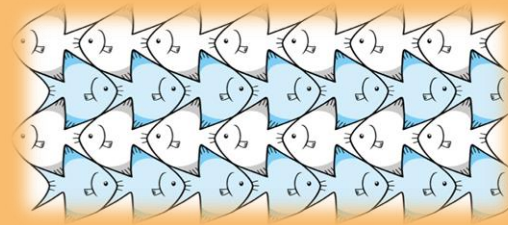
- 檢視本校在STEAM教育的規劃，加強STEAM活動的科學及數學元素
- 製作中二級的STEAM學與教教材，讓學生綜合應用不同範疇的學科知識與技能，並加強學生創意思維和解決問題的能力
- 提升教師的專業能量，加強數理科組之間的協作



教案(1)設計

目標: 在數學科以電子工具輔助學習，並加入藝術元素

密鋪平面與多邊形內角的關係及設計



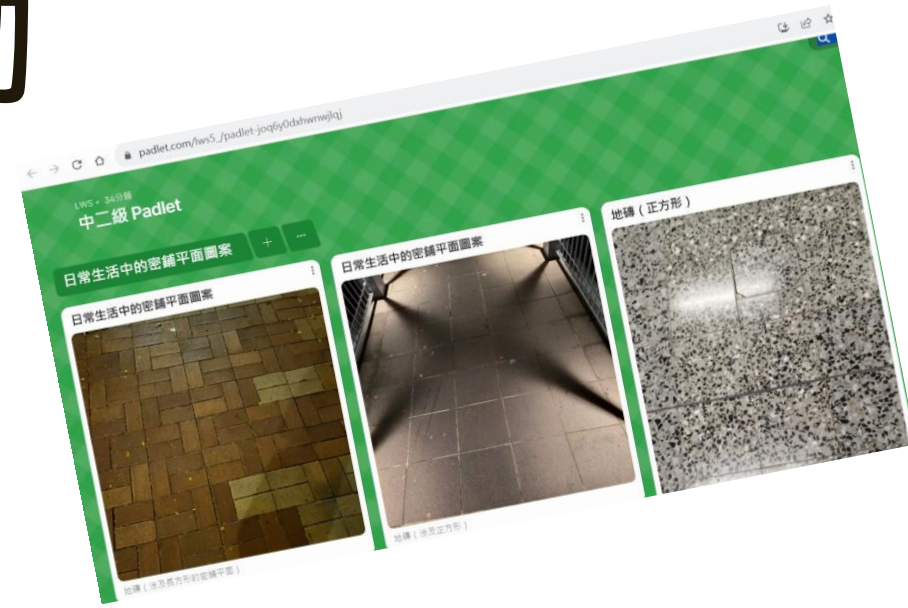
- 數學科：辨識能夠密鋪和不夠密鋪的正多邊形，探究箇中原因
- 電子工具：以Mathigon快捷拼貼正多邊形
- 藝術探索：欣賞藝術家艾雪(Escher, 1898-1972) 的密鋪平面作品，並設計自己的密鋪平面

→ 動手製作 – 1. 利用「曲線圖形+平移」的設計方法拼貼密鋪平面
2. STEAM午間活動- 製作手持扇面



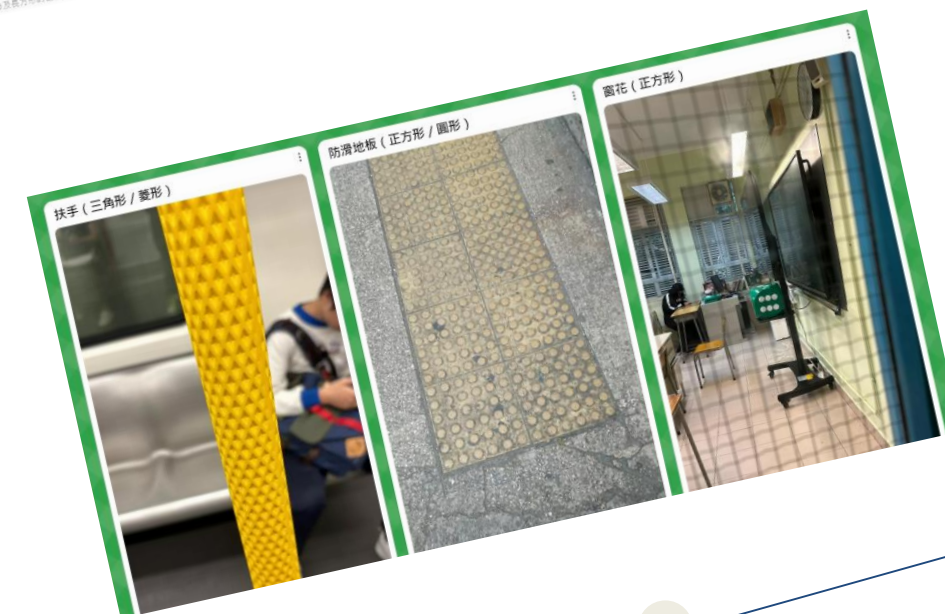


「密鋪平面」學習活動



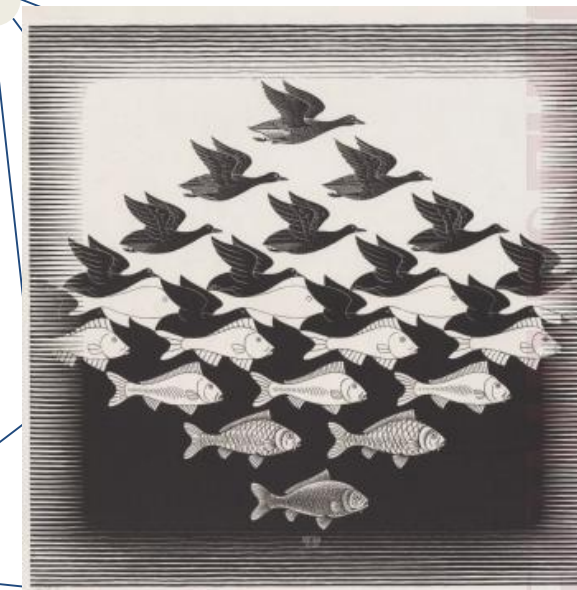
引起動機：

- ◆ 要求學生蒐集密鋪平面的日常生活例子
- ◆ 引導同學思考「甚麼是密鋪」
- ◆ 介紹一位荷蘭繪圖藝術家 - 艾雪(Escher)以密鋪平面創作了許多作品 - 通過巧妙地結合幾何形狀和圖案來創造出令人驚嘆的效果



學習目標：

1. 辨識能夠密鋪和不能夠密鋪的正多邊形
2. 探究當用多於一種正多邊形來密鋪時，哪些正多邊形組合能夠密鋪平面
3. 設計自己的密鋪平面



圖片來源：<https://mcescher.com/>

工作紙

天主教新民書院 中二級 數學
創意解難：密鋪平面與多邊形內角的關係及設計

學生姓名：_____ (2____) 日期：____/12/2023

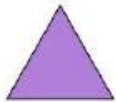
甚麼是密鋪 (Tessellation)?
密鋪是平面圖形的排列，涉及幾何設計圖案，並圍繞著我們的日常生活中，存在於我們的地板、被子、牆壁中。有些非常簡單；有些複雜而有趣。

在本練習中，我們將探索如何設計一個密鋪的幾何圖案，讓同學能透過動手做，去理解及感受如何設計密鋪平面，以及探究多邊形內角與密鋪平面的關係。

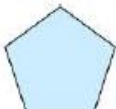
任務一：
1. 利用以下的表格，透過繪畫等邊三角形、正五邊形及正六邊形，判斷哪一種類的正多邊形能夠密鋪平面，然後完成下表。

	能否密鋪平面? (✓/×)
等邊三角形	
正五邊形	
正六邊形	

等邊三角形



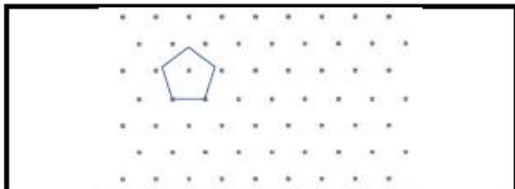
正五邊形

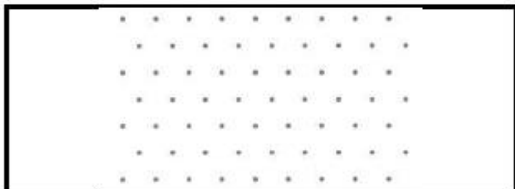


正六邊形









任務二：
探究多邊形的內角與密鋪平面的關係
同學使用 iPad 到網站 <https://cn.mathigon.org/polyvpad#polygonsv>，透過拼貼不同類型的多邊形，探索以下哪些正多邊形可以密鋪平面，哪些正多邊形不可以密鋪，並透過考慮各正多邊形的內角，解釋多邊形內角與密鋪平面的關係。

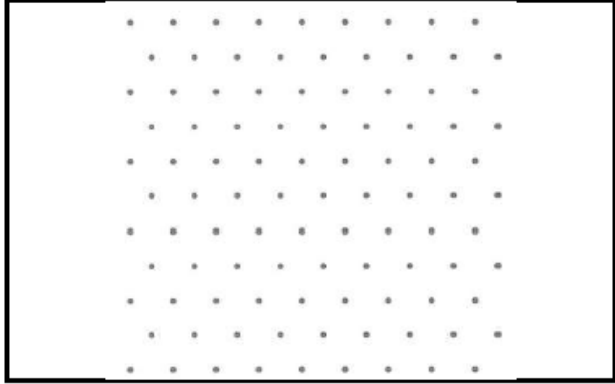


	等邊三角形	正方形	正五邊形	正六邊形	正八邊形
正多邊形的內角和					
每個內角的大小					
能否讓同一頂點併合，且沒有出現空隙或重疊情況?	(✓/×)	(✓/×)	(✓/×)	(✓/×)	(✓/×)
每個內角的大小是否 360° 的因數?	☐ 是 ☐ 否 $\times \underline{\hspace{1cm}} = 360^\circ$	☐ 是 ☐ 否 $\times \underline{\hspace{1cm}} = 360^\circ$	☐ 是 ☐ 否 $\times \underline{\hspace{1cm}} = 360^\circ$	☐ 是 ☐ 否 $\times \underline{\hspace{1cm}} = 360^\circ$	☐ 是 ☐ 否 $\times \underline{\hspace{1cm}} = 360^\circ$

討論：正多邊形能否密鋪與它的每個內角的大小有甚麼關係?

2. 若你的同學仍然不明白密鋪平面是甚麼，請使用文字和繪圖來解釋密鋪的定義。

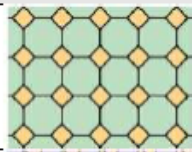
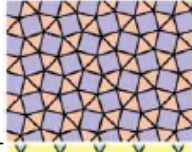
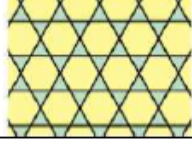
任務三：
3. 試利用下面的表格，透過組合兩個或以上的多邊形來設計密鋪圖案，並創建您的密鋪平面。請將同一類型的多邊形塗上相同的顏色。



可以運用以制作密鋪形狀的多邊形



任務四：
探究如何利用多於一種的多邊形來密鋪平面

	密鋪	在每個頂點併合的多邊形類別及數目	多邊形的內角與密鋪平面的關係
(a)		(i) 類別：正方形； 數目：1 (ii) 類別：正八邊形； 數目：2	正方形每個內角 = 90° 正八邊形每個內角 = 135° $90^\circ \times 1 + 135^\circ \times 2 = 360^\circ$
(b)		(i) 類別：_____ 數目：_____ (ii) 類別：_____ 數目：_____	等邊三角形每個內角 = _____ 正方形每個內角 = _____ $\times + \times = 360^\circ$
(c)		(i) 類別：_____ 數目：_____ (ii) 類別：_____ 數目：_____	等邊三角形每個內角 = _____ 正六邊形每個內角 = _____ $\times + \times = 360^\circ$

討論：正五邊形和正十邊形可以混合密鋪嗎?

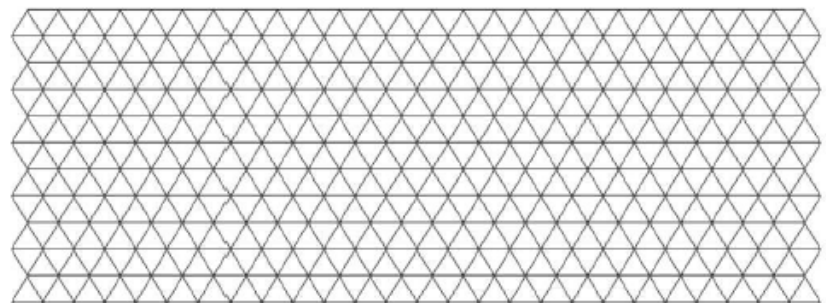
☐ 正五邊形每個內角 = _____

☐ 正十邊形每個內角 = _____

☐ _____ $\times$ _____ + _____ $\times$ _____ = 360°

☐ 所以，正五邊形和正十邊形 (可以 / 不可以) 密鋪。

任務五：
利用下面的等距方格紙，善用顏色，設計自己的密鋪平面。



任務六：
設計自己的密鋪平面，成品將展示在課室的壁報或窗戶上。

主題：生物多樣性

作品名稱：_____

選擇基本形狀：_____

創作意念：_____



提示：1. 主題：思考想在密鋪圖案中描繪的主題或概念。艾雪(Escher, 1898-1972)是一位荷蘭繪圖藝術家。他以密鋪平面創作了許多作品，他經常使用鳥、魚、爬行動物或建築元素等主題。以下網頁可以找到很多他的作品。<http://mcescher.com/> → 

2. 選擇基本形狀：從一個簡單的形狀開始，這樣可以輕鬆地重複使用，例如正方形、三角形或六邊形。這將成為密鋪圖案的基本單位。

3. 創建變化：修改基本形狀以創建變化。可以通過添加或刪除元素，翻轉或旋轉形狀來完成。

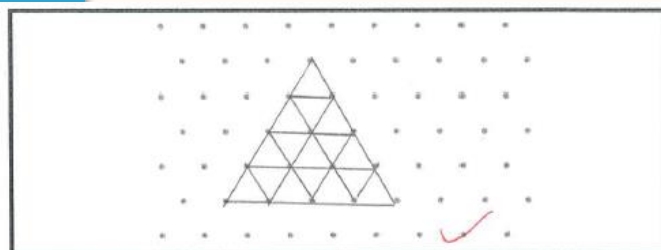
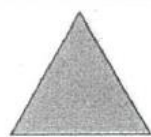
總結：利用一種或多種圖形，按規律不斷在平面上拼砌，直至表面完全被覆蓋，不留任何空隙，也沒有任何重疊部分，稱為「密鋪平面」。

任務一：

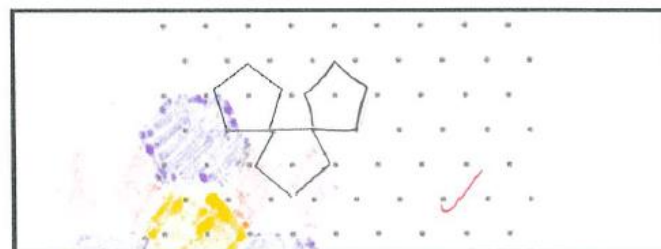
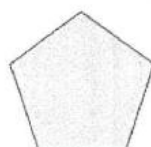
學生學習表現：

- 大部份學生能用在網格上密鋪等邊三角形，
- 在網格上學生較難畫出正五邊形，故不少學生將工作紙此部份留白
- 但因涉及上下平移，只有約一半學生能在網格上密鋪正六邊形

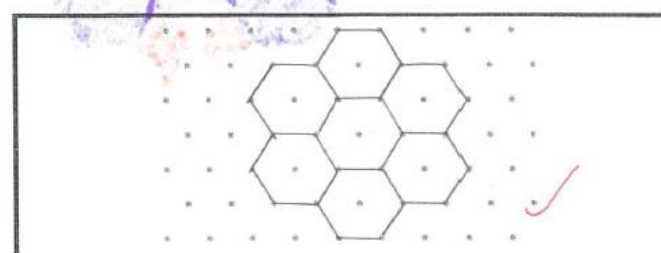
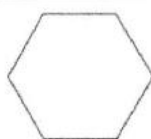
等邊三角形



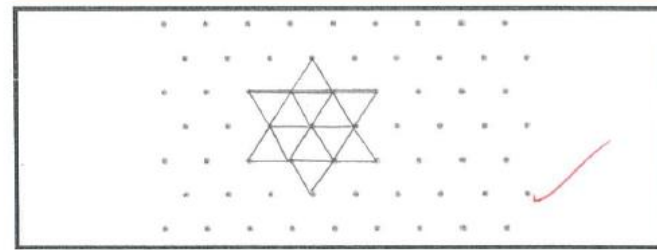
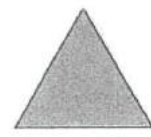
正五邊形



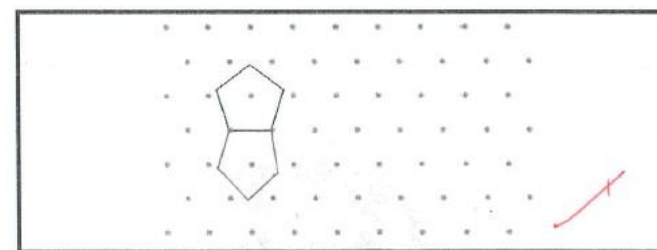
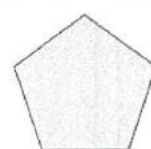
正六邊形



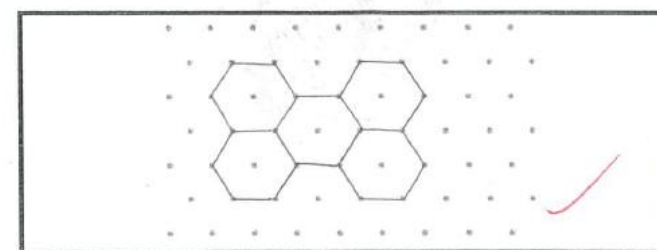
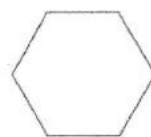
等邊三角形



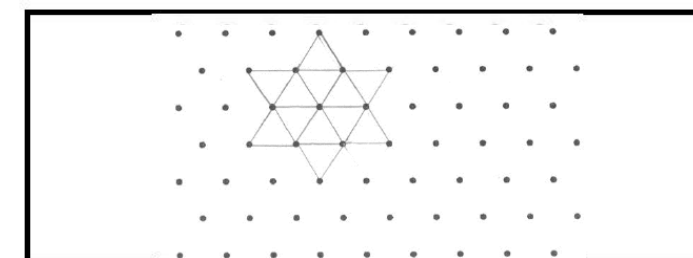
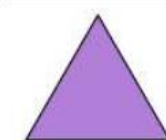
正五邊形



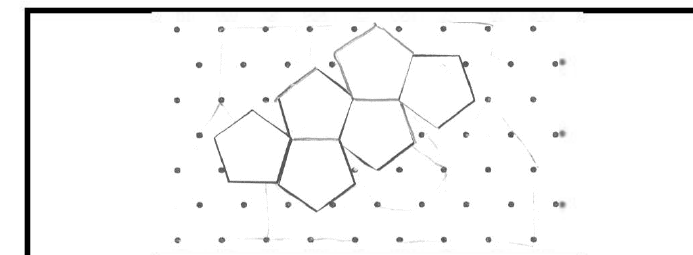
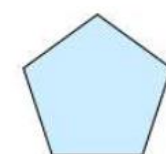
正六邊形



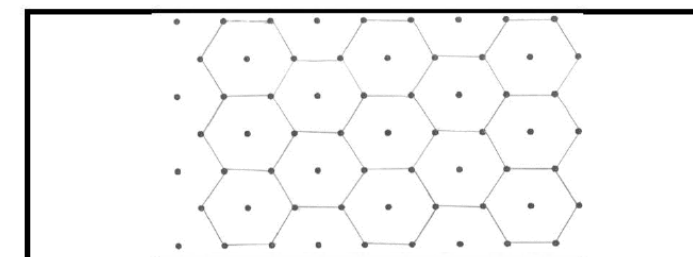
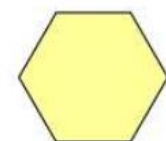
等邊三角形



正五邊形



正六邊形



	能否密鋪平面? (✓/×)
等邊三角形	✓
正五邊形	×
正六邊形	✓

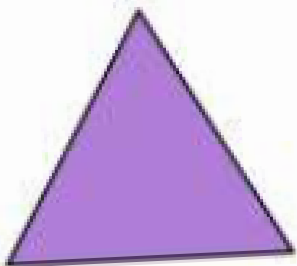
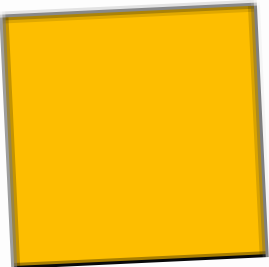
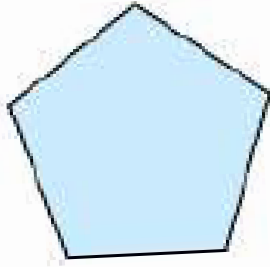
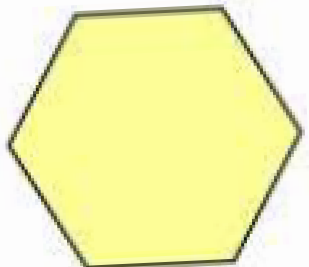
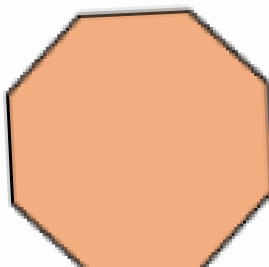
大部份學生能夠寫出合適結論

任務二：

探究多邊形的內角與密鋪平面的關係

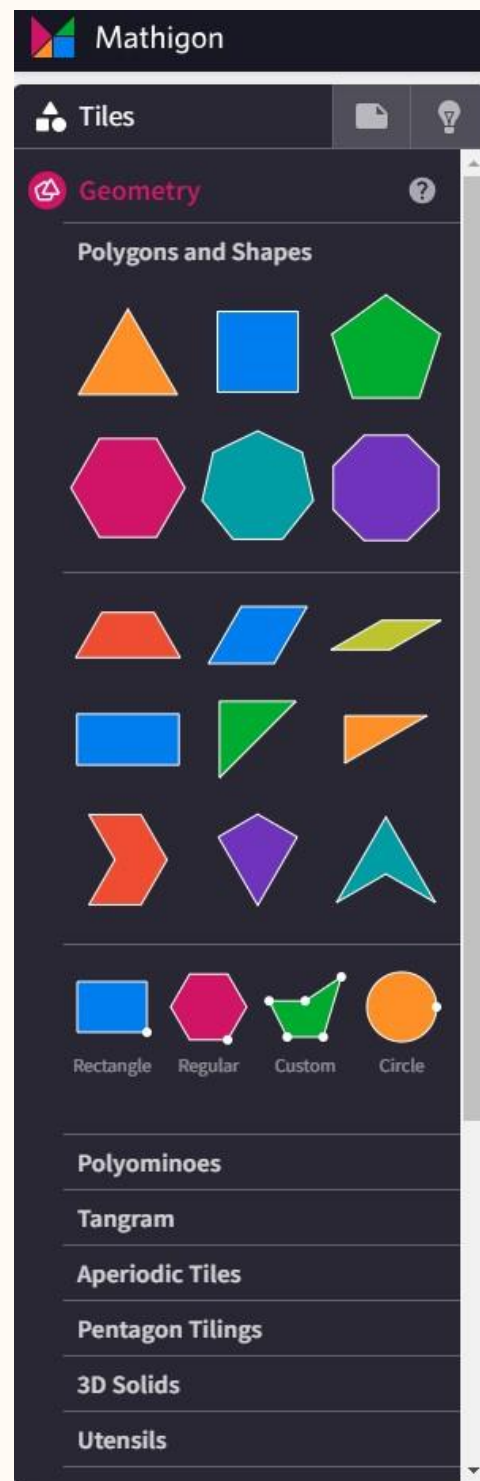
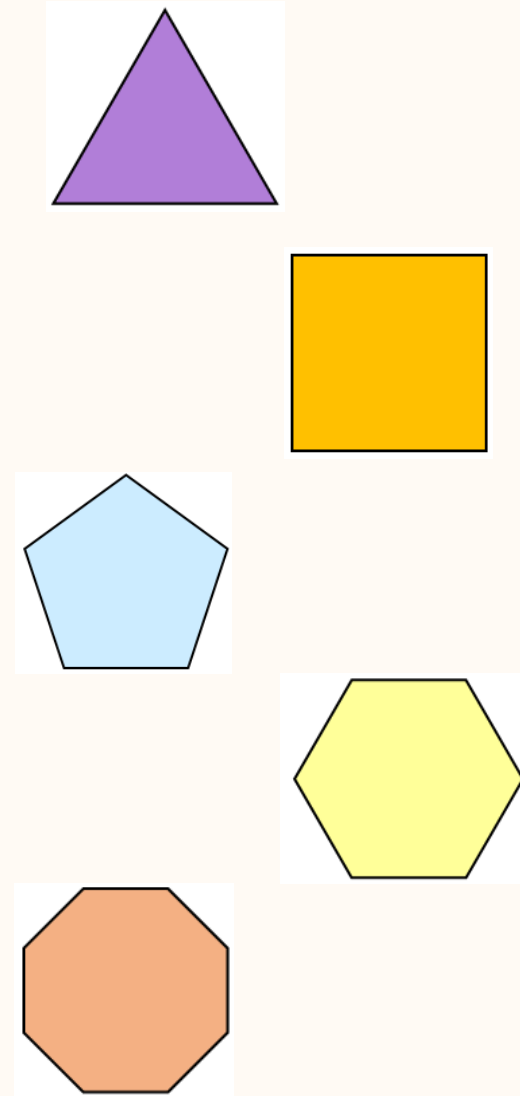
同學使用 ipad 到網站 <https://cn.mathigon.org/polypad#polygonsy>，透過拼貼不同類型的多邊形，探索以下哪些正多邊形可以密鋪平面，哪些正多邊形不可以密鋪，並透過考慮各正多邊形的內角，解釋多邊形內角與密鋪平面的關係。



	等邊三角形 	正方形 	正五邊形 	正六邊形 	正八邊形 
正多邊形的內角和					
每個內角的大小					
能否繞同一頂點併合，且沒有出現空隙或重疊情況？	(√/×)	(√/×)	(√/×)	(√/×)	(√/×)
每個內角的大小是否 360° 的因數？	☐ 是 ☐ 否	☐ 是 ☐ 否	☐ 是 ☐ 否	☐ 是 ☐ 否	☐ 是 ☐ 否

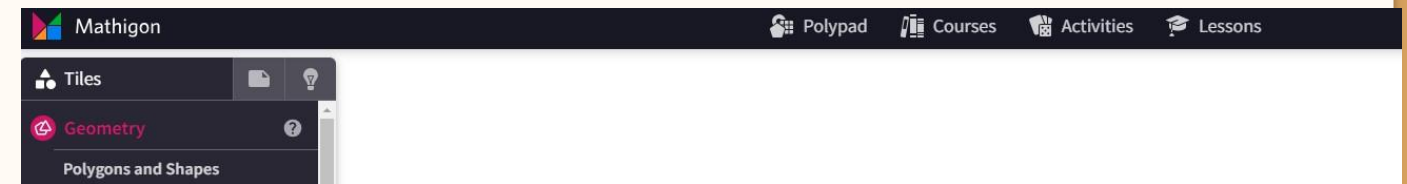
討論：正多邊形能否密鋪與它的每個內角的大小有甚麼關係？

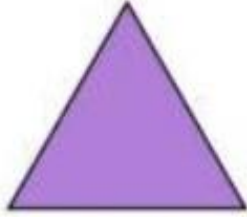
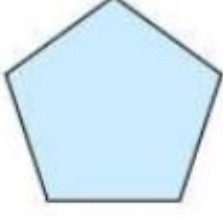
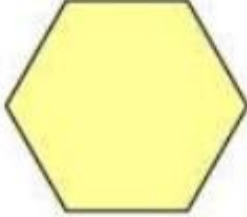
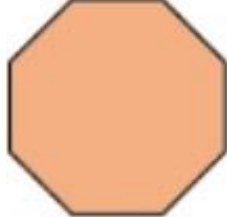
任務二：探究多邊形的內角與密鋪平面的關係

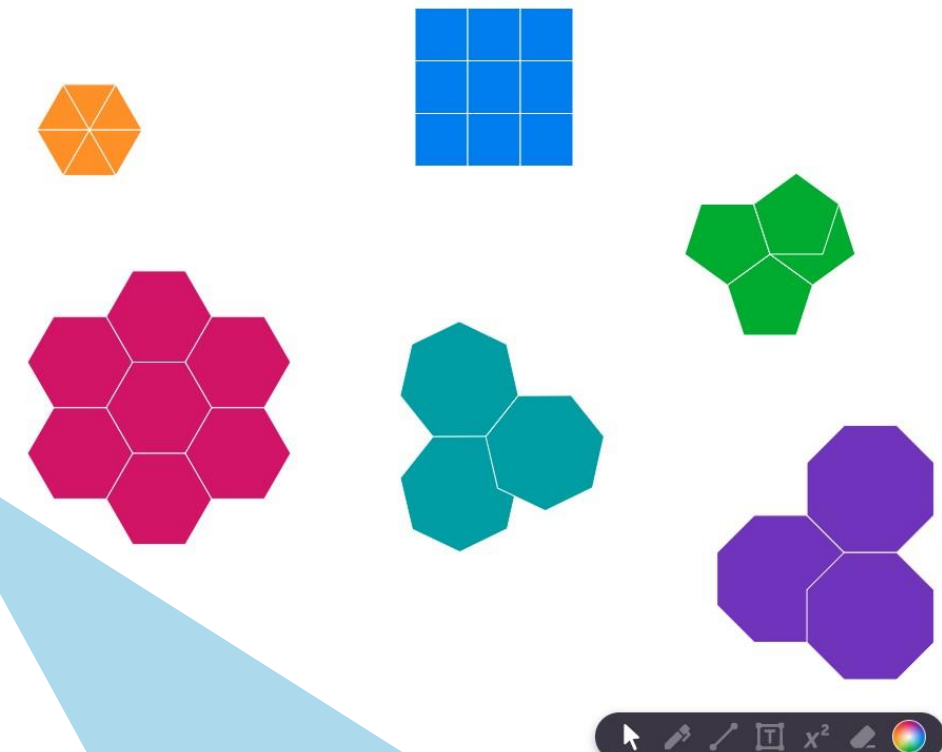


學生樂於使用Mathigon
polypad嘗試以正多邊形
密鋪平面

任務二：探究多邊形的內角與密鋪平面的關係



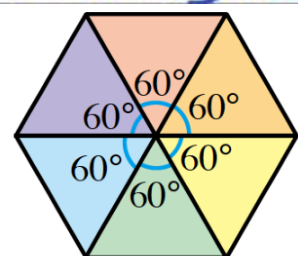
	等邊三角形	正方形	正五邊形	正六邊形	正八邊形
					
正多邊形的內角和 $= (n-2) \times 180^\circ$	$(3-2) \times 180^\circ = 180^\circ$	$(4-2) \times 180^\circ = 360^\circ$	$(5-2) \times 180^\circ = 540^\circ$	$(6-2) \times 180^\circ = 720^\circ$	$(8-2) \times 180^\circ = 1080^\circ$
每個內角的大小	$\frac{180^\circ}{3} = 60^\circ$	$\frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$	$\frac{540^\circ}{5} = 108^\circ$	$\frac{720^\circ}{6} = 120^\circ$	$\frac{1080^\circ}{8} = 135^\circ$
能否繞同一頂點併合，且沒有出現空隙或重疊情況？	(✓/×)	(✓/×)	(✓/×)	(✓/×)	(✓/×)
每個內角的大小是否 360° 的因數？	☒ 是 $60^\circ \times 6 = 360^\circ$ ☐ 否	☒ 是 $90^\circ \times 4 = 360^\circ$ ☐ 否	☐ 是 $\times = 360^\circ$ ☒ 否	☒ 是 $120^\circ \times 3 = 360^\circ$ ☐ 否	☐ 是 $\times = 360^\circ$ ☒ 否



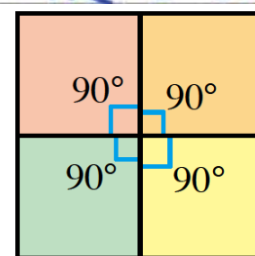
討論：正多邊形能否密鋪與它的每個內角的大小有甚麼關係？

當一個正多邊形，每個內角的大小是 360° 的因數，該正多邊形便可以密鋪。

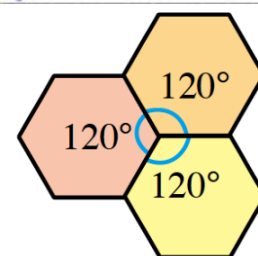
學生發現當正多邊形每個內角的大小是 360° 的因數時，該正多邊形才可以密鋪平面



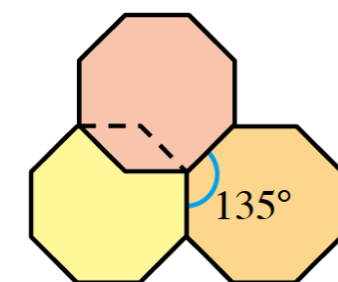
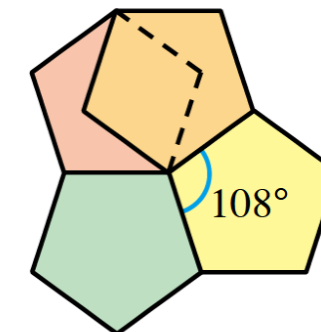
$$6 \times 60^\circ = 360^\circ$$



$$4 \times 90^\circ = 360^\circ$$



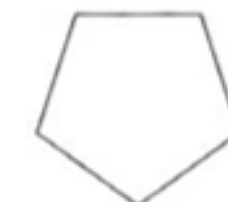
$$3 \times 120^\circ = 360^\circ$$



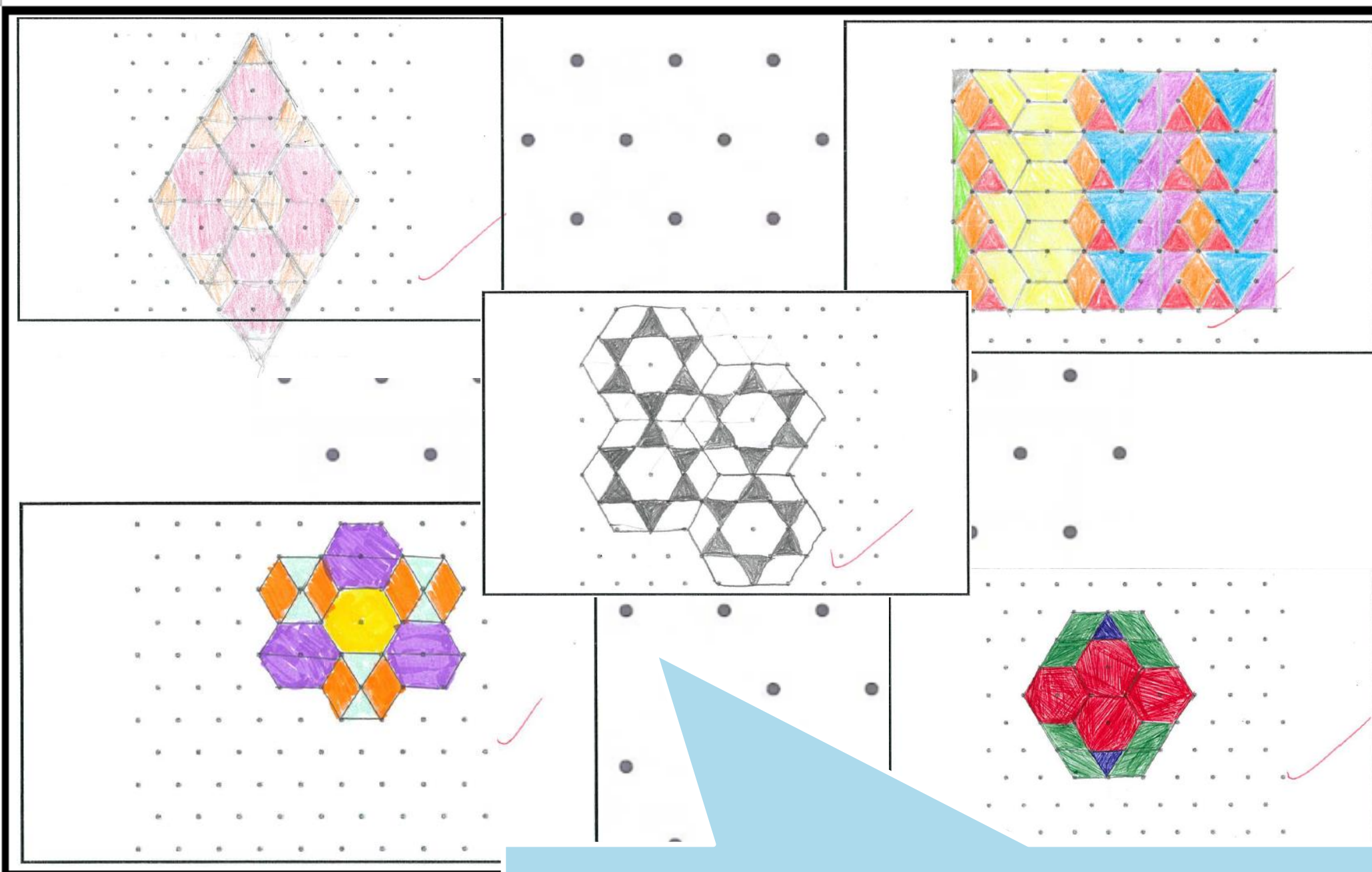
任務三：組合兩個或以上的多邊形來設計密鋪圖案

3. 試利用下面的網格，透過組合兩個或以上的多邊形來設計密鋪圖案，
並創建您的密鋪平面。請將同一類型的多邊形塗上相同的顏色。

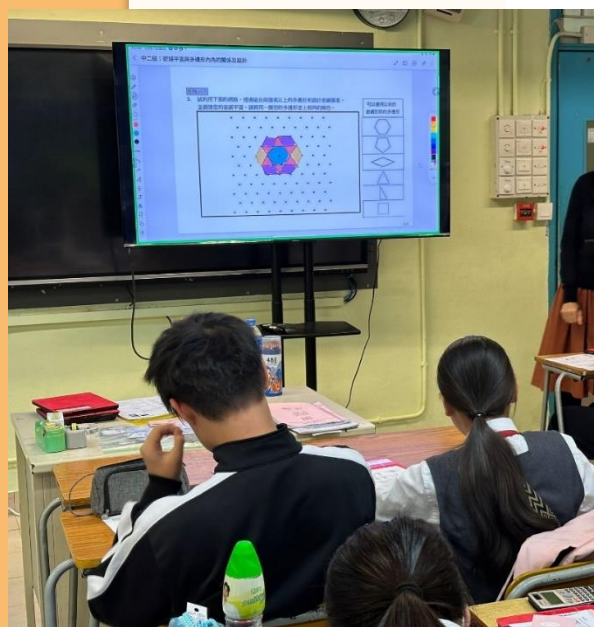
可以運用以制作
密鋪形狀的多邊形



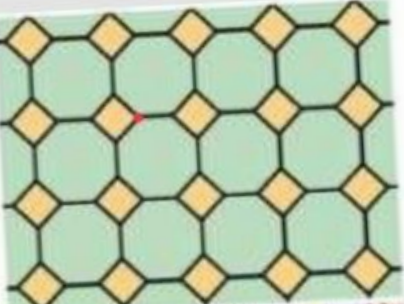
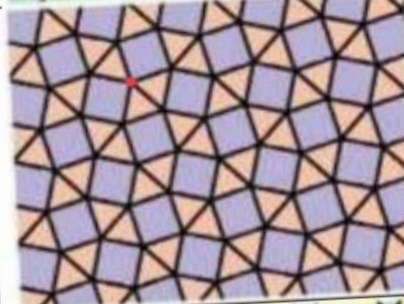
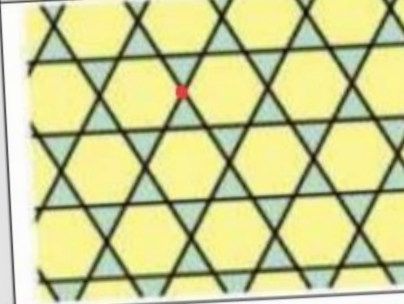
學生學習表現：



學生能夠以兩個或以上的多邊形的組合來設計密鋪圖案，
學生樂於其中，創造了不少設計

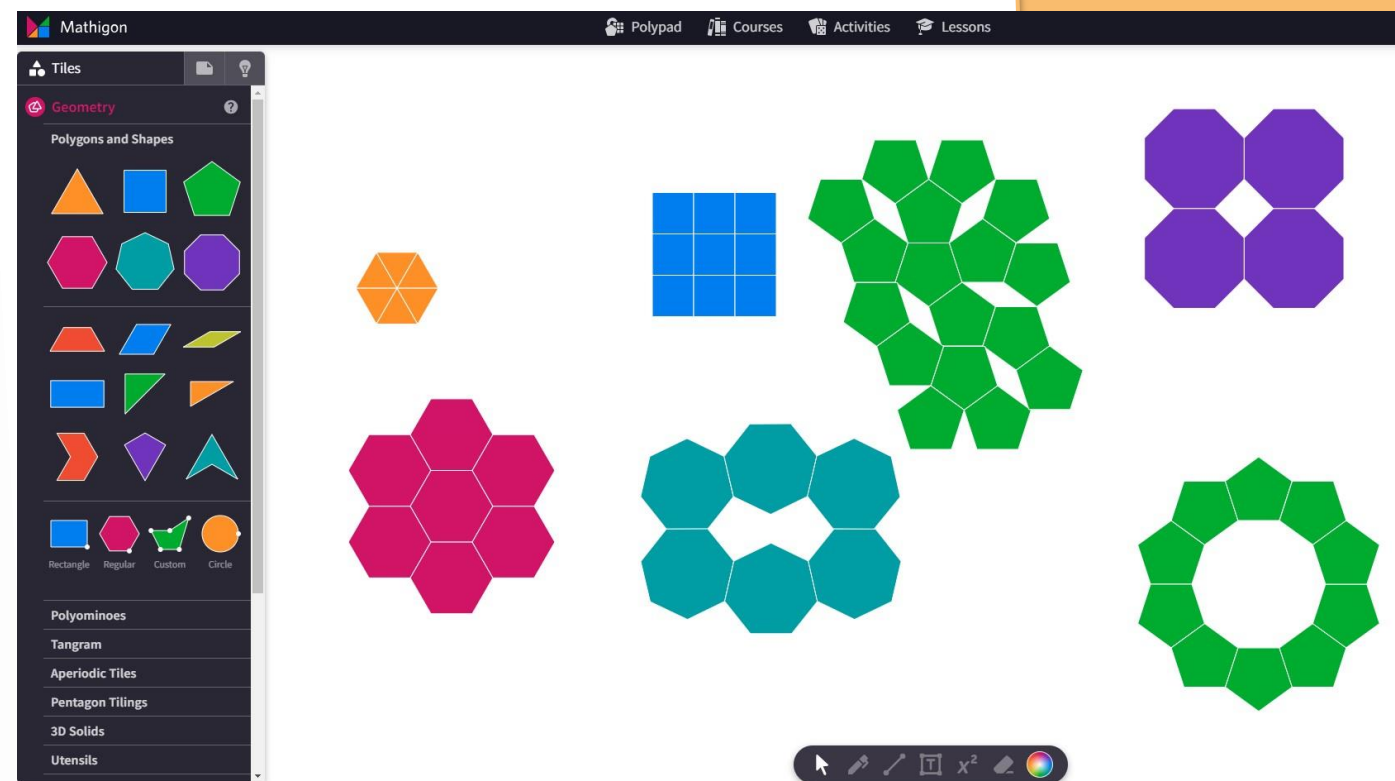


任務四：探究如何利用多於一種的多邊形來密鋪平面

	密鋪	在每個頂點併合的多邊形類別及數目	多邊形的內角與密鋪平面的關係
(a)		(i) 類別：正方形； 數目：1 (ii) 類別：正八邊形； 數目：2	正方形每個內角 = 90° 正八邊形每個內角 = 135° $90^\circ \times 1 + 135^\circ \times 2 = 360^\circ$
(b)		(i) 類別：三角形； 數目：3 (ii) 類別：正方形； 數目：2	等邊三角形每個內角 = 60° 正方形每個內角 = 90° $60^\circ \times 3 + 90^\circ \times 2 = 360^\circ$
(c)		(i) 類別：等邊三角形； 數目：2 (ii) 類別：正六邊形； 數目：2	等邊三角形每個內角 = 60° 正六邊形每個內角 = 120° $60^\circ \times 2 + 120^\circ \times 2 = 360^\circ$

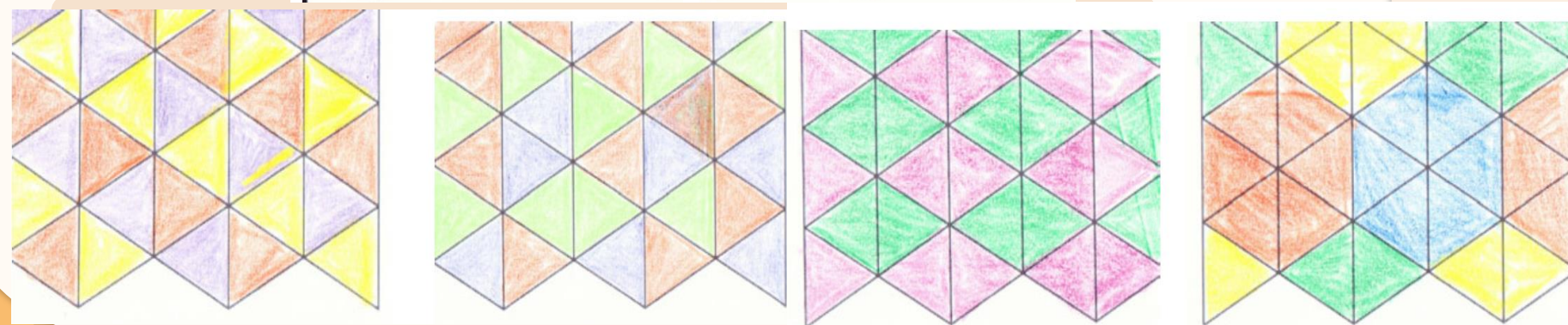
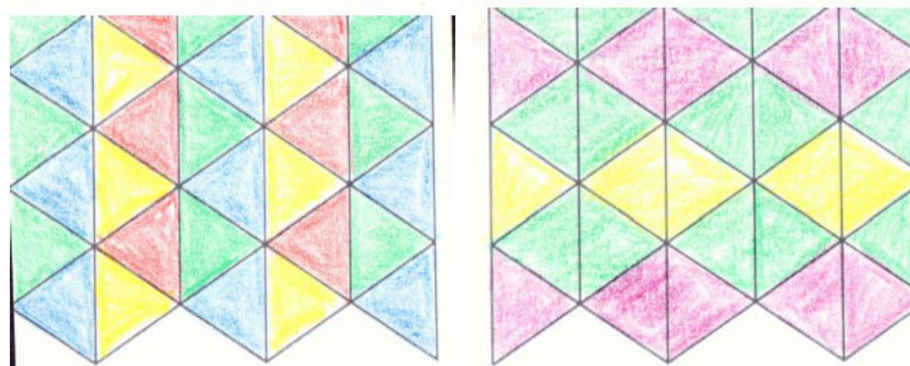
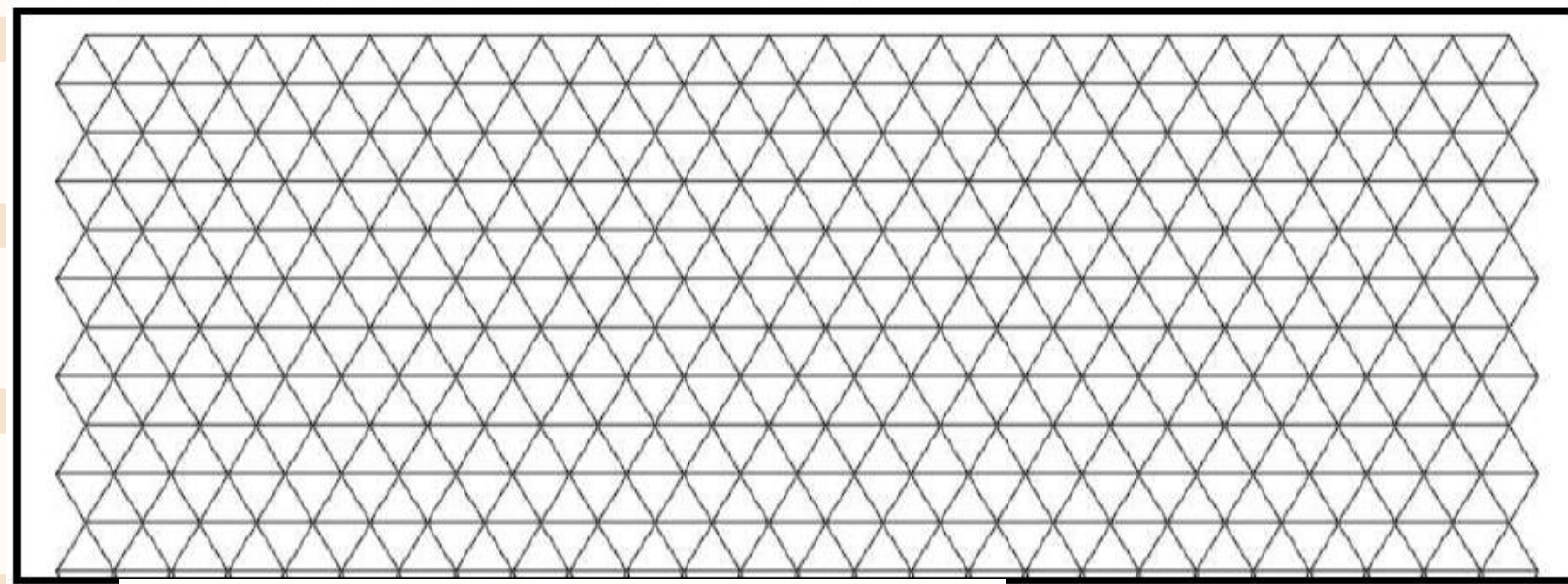
討論：正五邊形和正十邊形可以混合密鋪嗎？

- 正五邊形每個內角 = _____
- 正十邊形每個內角 = _____
- _____ $\times$ _____ + _____ $\times$ _____ = 360°
- 所以，正五邊形和正十邊形 *(可以 / 不可以) 密鋪。

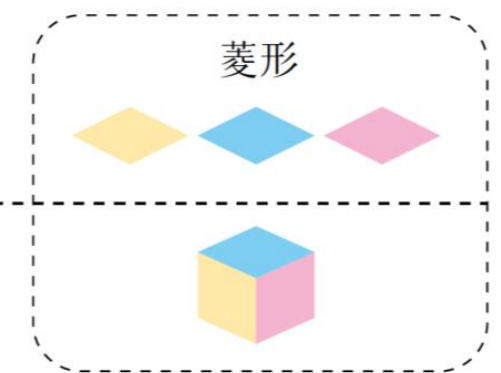
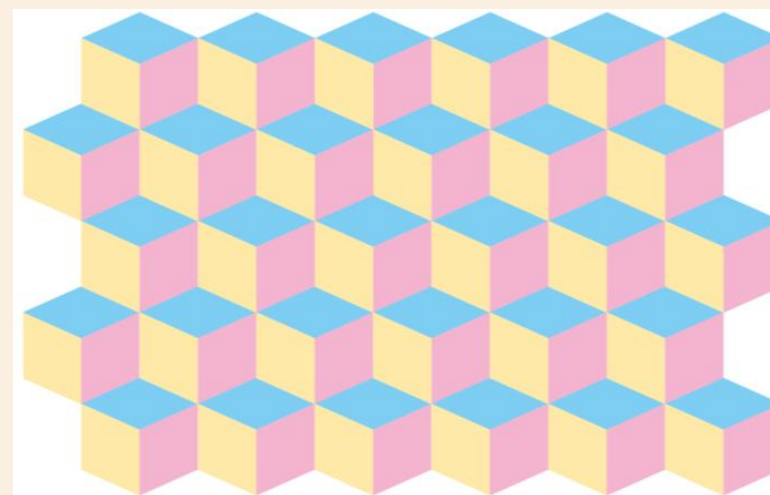
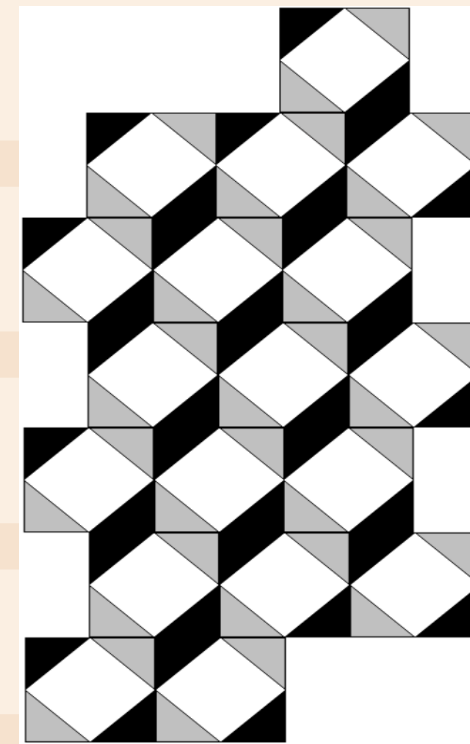


任務五：

利用下面的等距方格紙，善用顏色，設計自己的密鋪平面。



示例：



任務六：

設計自己的密鋪平面，成品將展示在課室的壁報或窗戶上。

主題：生物多樣性

作品名稱：_____

選擇基本形狀：_____

創作意念：_____

1. 主題：

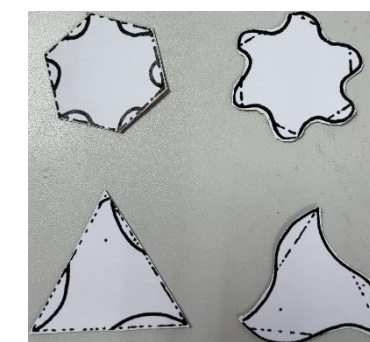
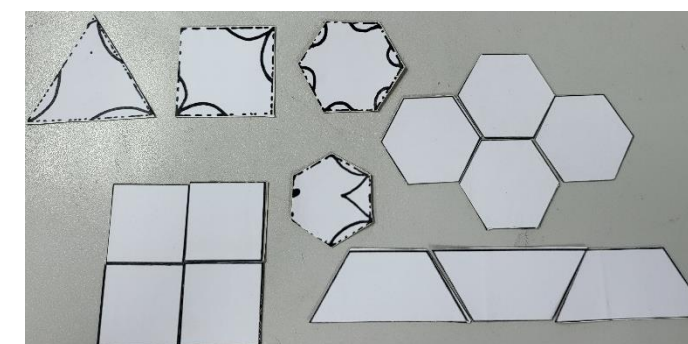
思考想在密鋪圖案中描繪的主題或概念。

2. 選擇基本形狀：

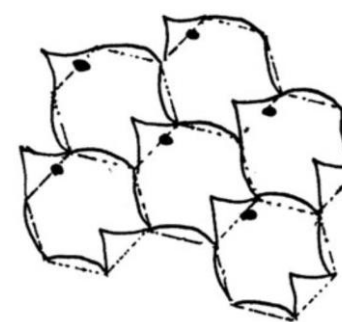
從一個簡單的形狀開始，這將成為密鋪圖案的基本單位，這樣可以輕鬆地重複使用。

3. 創建變化：

修改基本形狀以創建變化。可以通過添加或刪除元素，翻轉或旋轉形狀來完成。



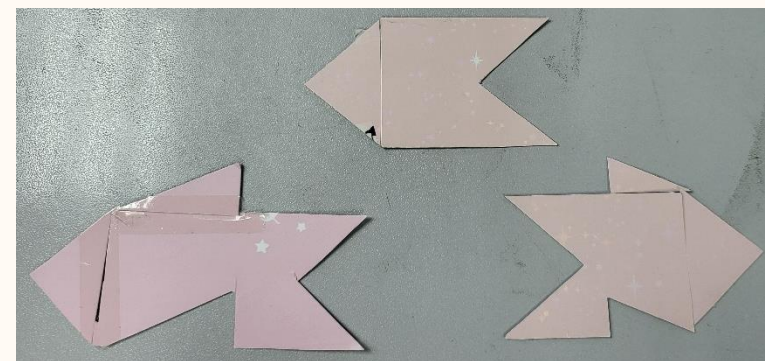
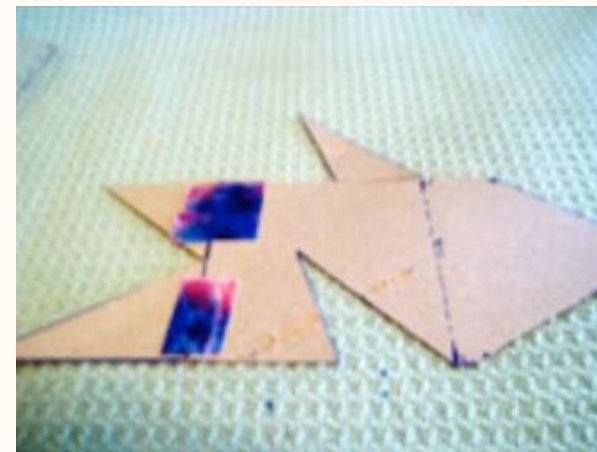
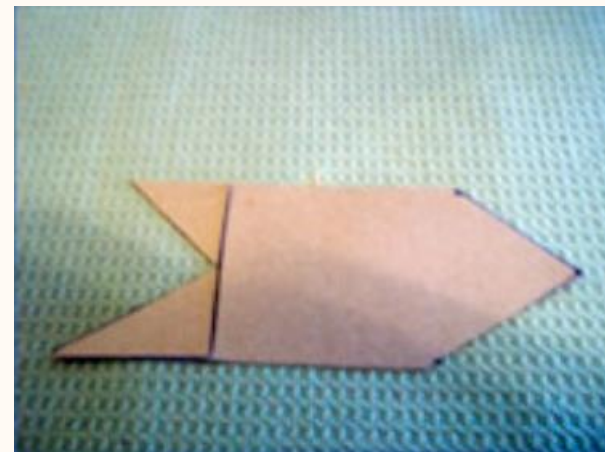
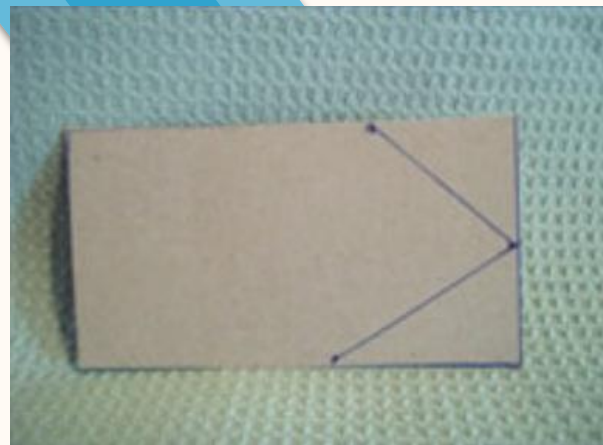
示例：



教師向學生提出一些提示和示例，引導學生思考、運用想像力和享受創作過程



教師示範如何用設計及剪出圖案，在黑板上密鋪平面



從一個簡單的形狀開始，這將成為密鋪圖案的基本單位，修改基本形狀以創建變化。可以通過添加或刪除元素，翻轉或旋轉形狀來完成

延伸活動 (STREAM午間活動)：

密鋪圖案作品展 及

設計自己的密鋪平面圖案，並製作成密鋪圖案的手工扇子



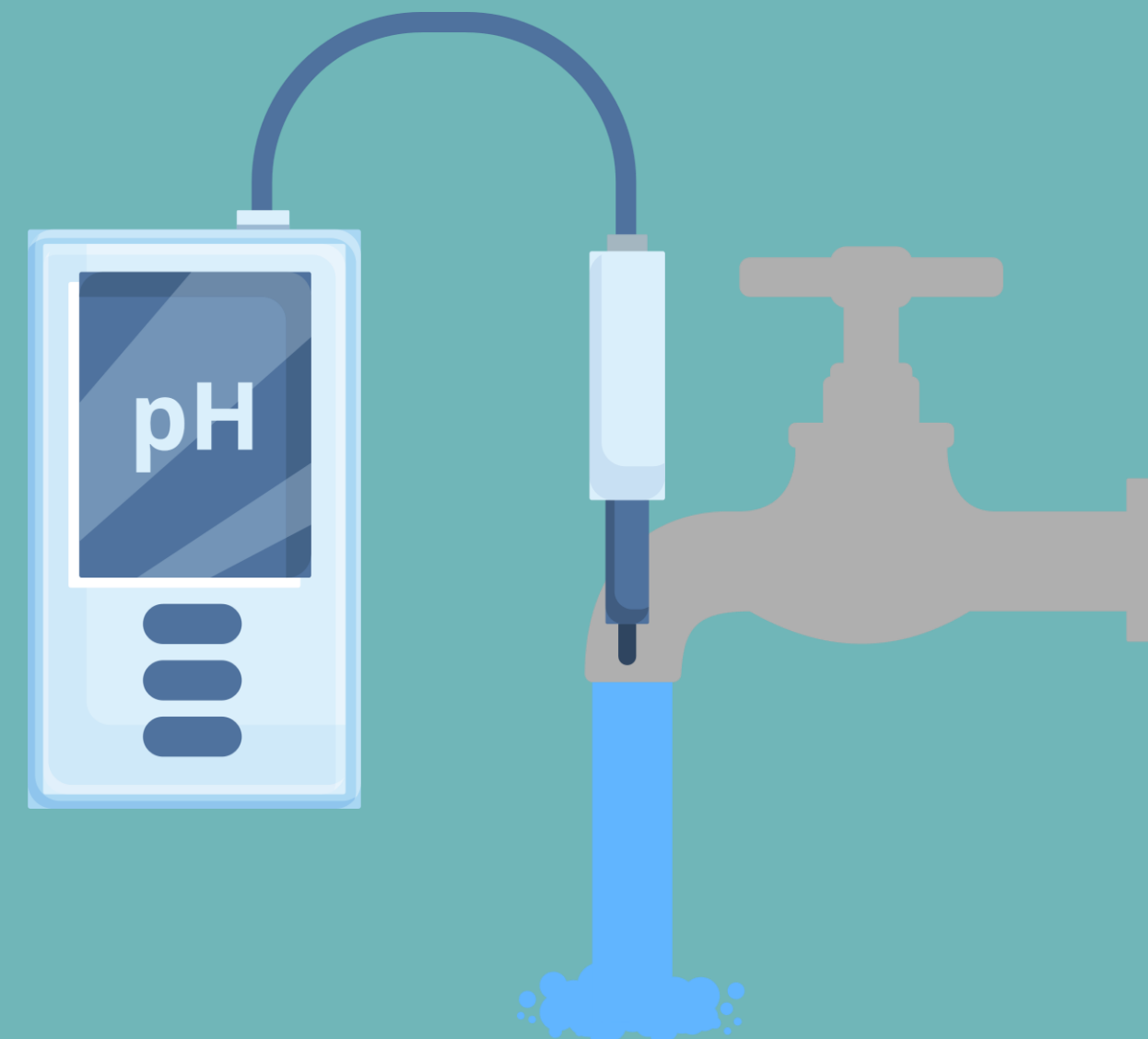
將中二數學課程(課題：密鋪平面與多邊形內角的關係及設計)延伸至午間活動，除了展示同學於課堂內設計的密鋪平面圖案外，更讓其他級別的同学拼貼不同類型的多邊形，設計自己的密鋪平面圖案，並制作成手工扇子，共同參與並發揮創意

教案(2)設計

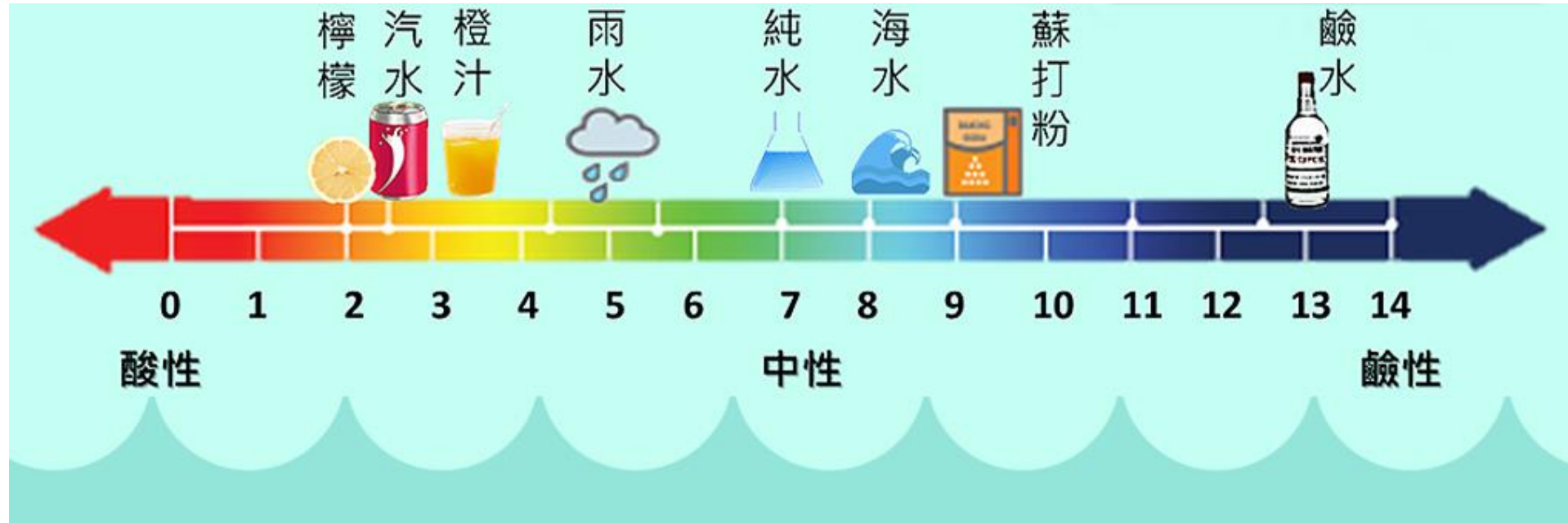
目標: 加強不同學科之間的扣連

利用**DIY pH meter**及 **Micro:bit** 來收集酸鹼度，
並認識酸鹼度的重要性

- 科學科/化學科：認識pH值與個人生活和植物生長的重要性
利用「DIY pH meter」進行科學探究
 - 電腦科：利用編程，製作能夠量度pH值的工具
- 進行實驗 - 找出不同溶液的酸鹼度
例如：護膚品、水耕架、咖啡、水喉水等

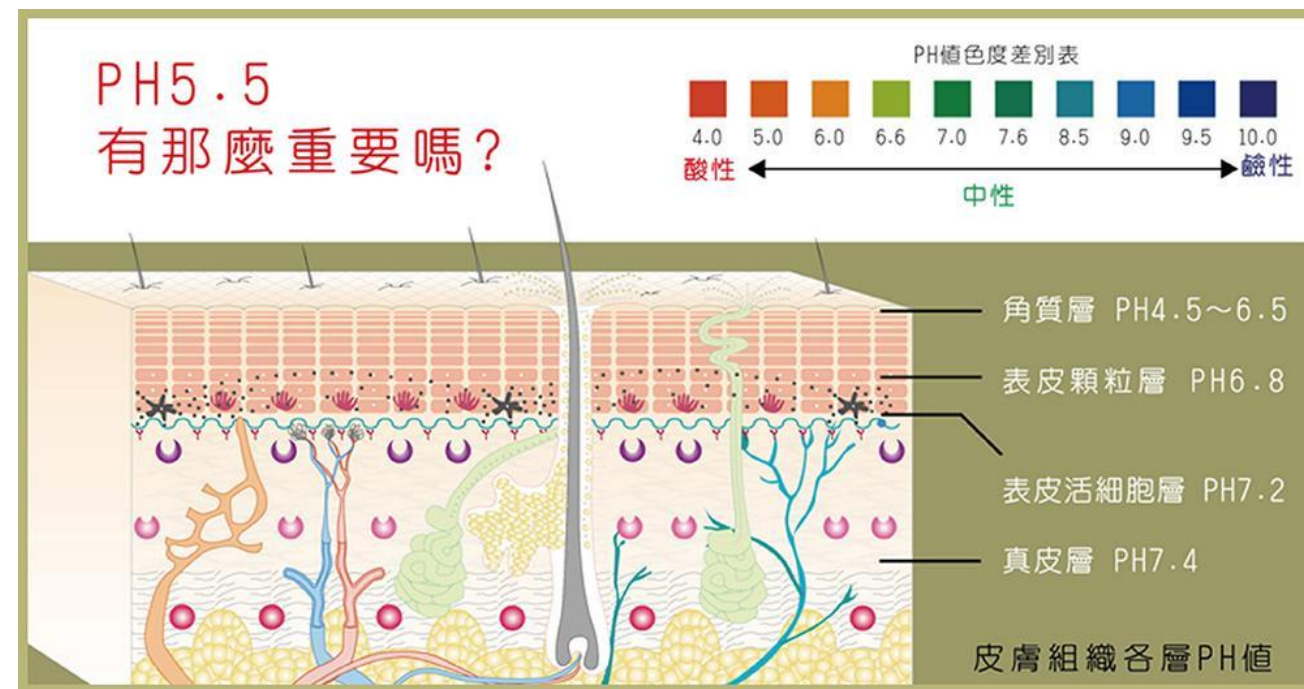


科學科：學生認識 pH 值與日常生活息息相關



圖片來源：香港經濟日報網頁- 健康資訊

<https://topick.hket.com/article/1835068/%E8%92%B8%E9%A4%BE%E6%B0%B4pH%E5%80%BC%E2%89%A0%207%E3%80%80%E9%82%8A%E9%A1%9E%E4%BA%BA%E4%B8%8D%E5%AE%9C%E9%A3%B2%E7%A4%A6%E6%B3%89%E6%B0%B4%E5%BC%9F>



圖片來源：手工糠皂官網

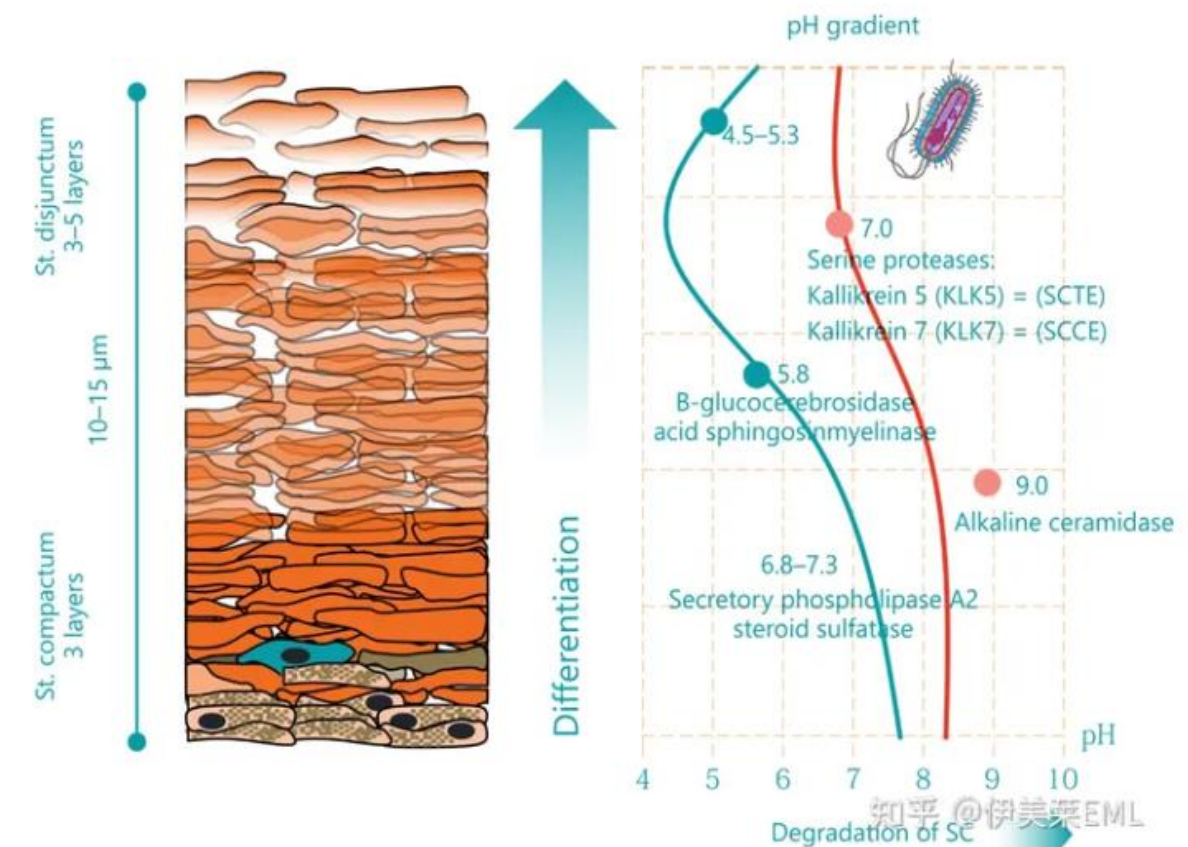
<https://www.kangsoap.com/%E6%89%8B%E5%B7%A5%E7%9A%82%E7%9F%A5%E8%AD%98>

讓學生發現家居常見的酸和鹼，
了解pH值對皮膚健康的重要性，
引起他們對如何簡易測量pH值的好奇心

pH值升高，是皮膚屏障功能受損的標志。

人體皮膚是酸性的，但是pH值并非一成不變，而是呈梯度分布，越向皮膚深層pH越高，越靠近體表pH越低。所以，合理的pH值是4-6，而非5.5。

這樣的pH梯度是有道理的。皮膚和人體大多數組織、器官不同，一生中都在增殖和分化：這就是“干性”。基底層細胞不斷分裂、增殖，向上推進、分化，從棘細胞層到顆粒細胞層和角化層，直至脫落。每一層分化都需要不同的pH來推動，這就是皮膚pH梯度的道理。



資料來源/翻譯自：Wohlrab J, Gebert A, Neubert RHH. Lipids in the Skin and pH. Curr Probl Dermatol. 2018;54:64-70. doi: 10.1159/000489519.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30130772/>

科學科：讓學生初步認識酸鹼對植物生長的影响



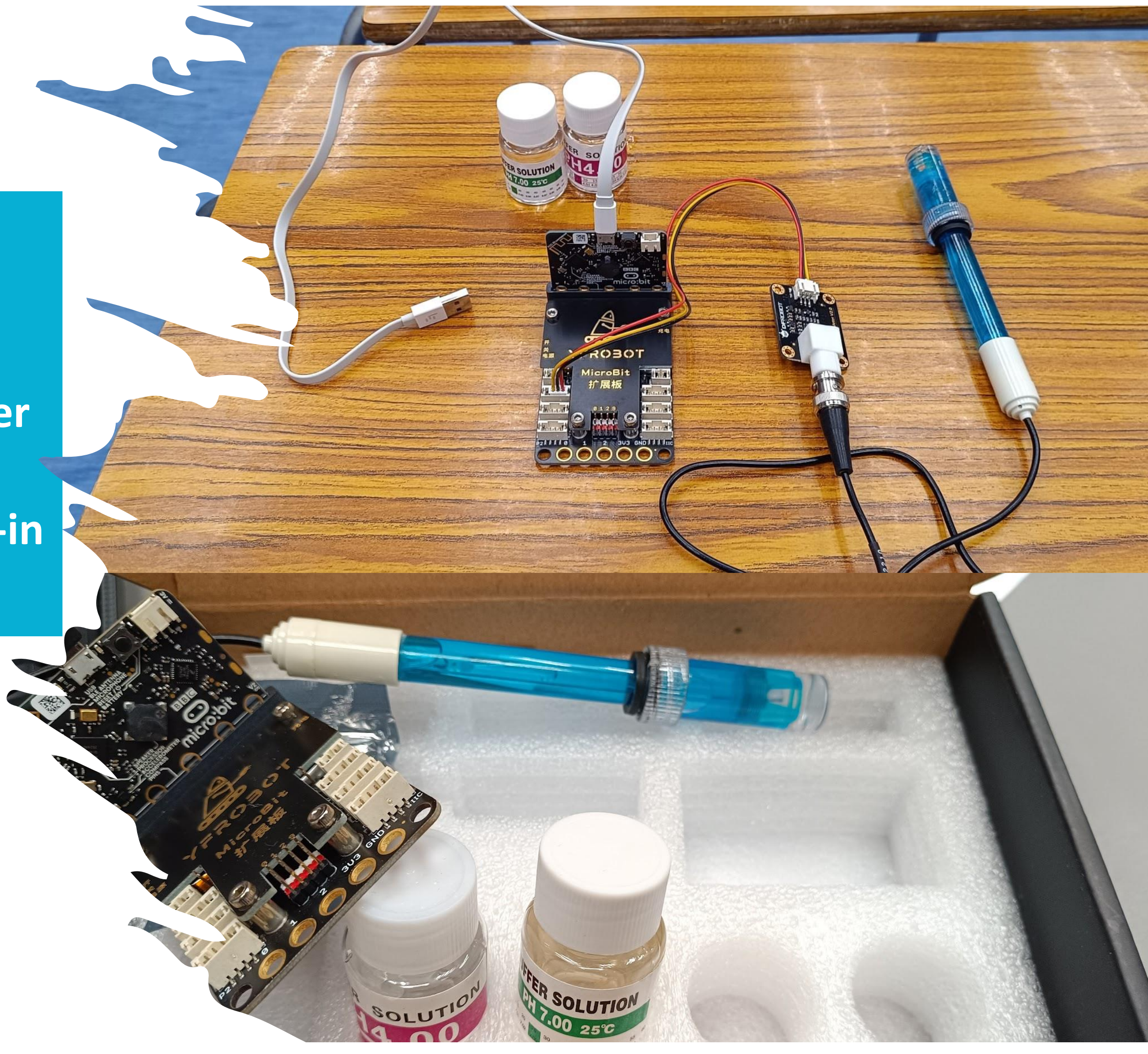
讓學生思考如何確保
土壤pH值適合種植相關植物，
例如：量度土壤pH值後，
應用中和作用

土壤pH值與種植的關係

- 酸性土壤（pH低於6）：酸性土壤中的鋁、鐵等金屬離子濃度較高，這些金屬對植物生長有害。酸性土壤還可能導致鈣、鎂、鉀等養分的缺乏。一些植物對酸性土壤具有較高的耐受性，如杜鵑花、藍莓、松樹等。
- 中性土壤（pH約為6-7）：中性土壤對大多數植物來說是最理想的土壤。在這種土壤中，植物可以更容易地吸收養分，並有利於微生物的生長。
- 蔬菜、水果、花朵等大部分植物都可以在中性土壤中良好生長。
- 鹼性土壤（pH高於7）：鹼性土壤中的鈣、鎂等養分含量較高，但鐵、鋅等微量元素的可用性可能較低。鹼性土壤也可能導致酸性養分的固定化，使植物難以吸收。一些對鹼性土壤有較高適應性的植物包括堅果樹、堆肥植物和特定的花卉。

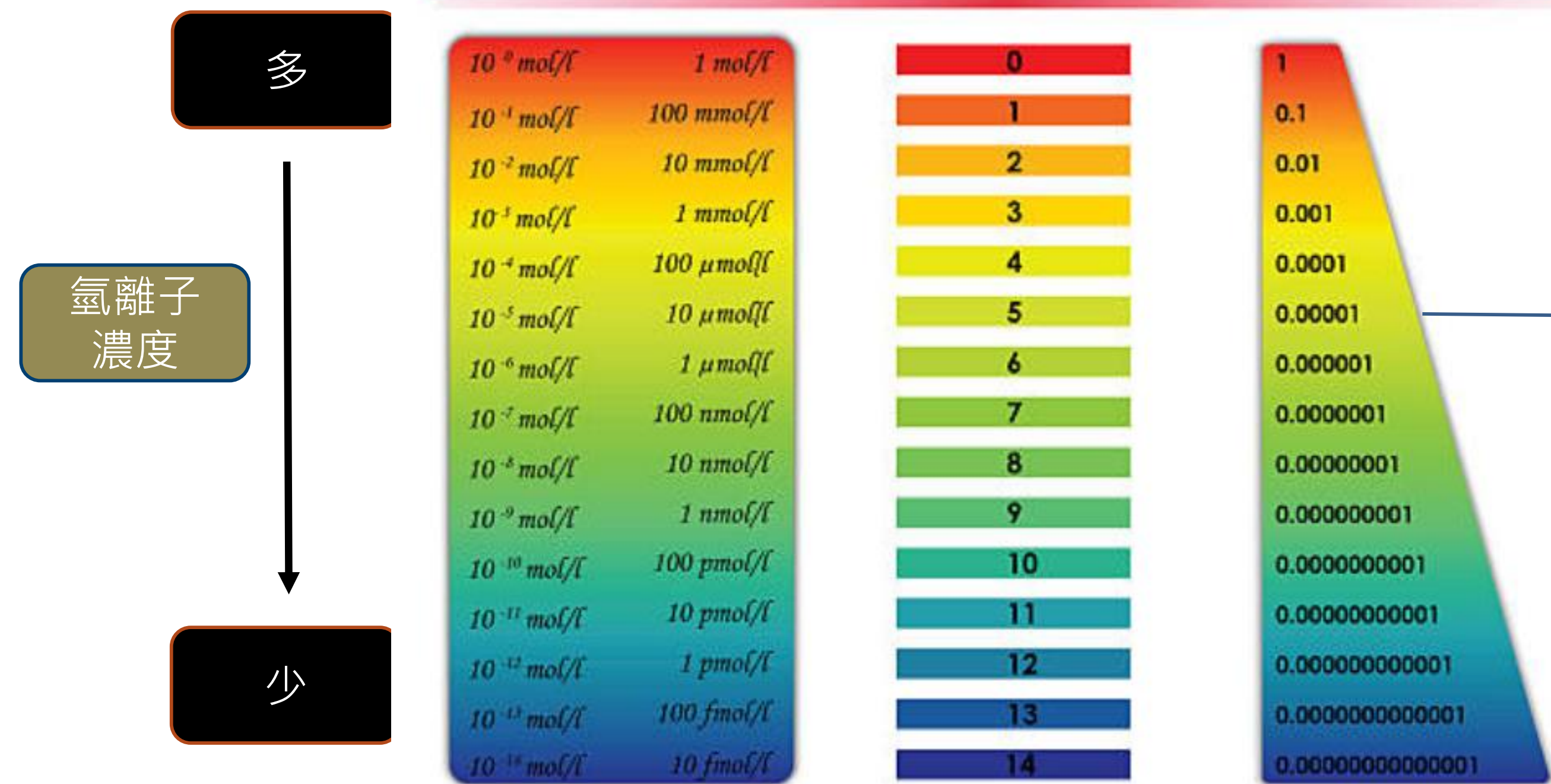
電腦科：Micro:bit編程

- 模式：分組 (每組兩位學生)
- 安排：分派Micro: bit板 + Extension Board + Analog pH meter
- 學習目標：使用Micro:bit的Plug-in以獲取pH讀數



科學科/化學科：明白pH標度可用來描述溶液的相對酸度或鹼度
電腦科：初探pH值與氫離子濃度的關係，以及相應的電壓讀數與量度方法

從不同學科檢視
相關概念

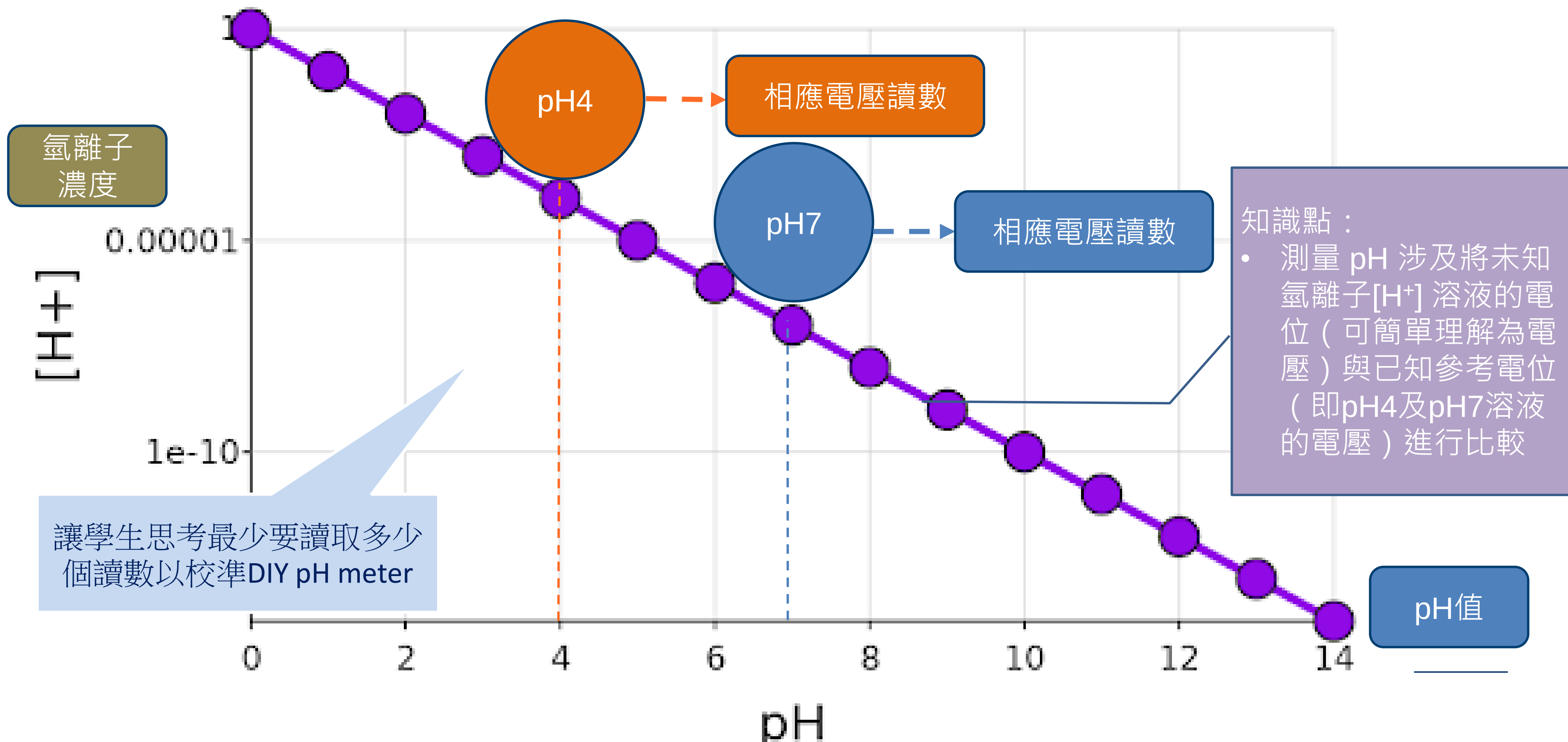


知識點：

- 氫離子濃度越高，溶液的pH值越低
- 蒸餾水的 pH值為7

圖片來源：
<https://www.istockphoto.com/hk/collaboration/boards/dTbypUVefUO6yvEXMBwEdA>

電腦科：了解為什麼我們需要讀取在pH7及pH4溶液中產生的電壓讀數



電腦科：DIY pH meter的接駁、校準 (Calibration)及測試 (Testing)

工作紙

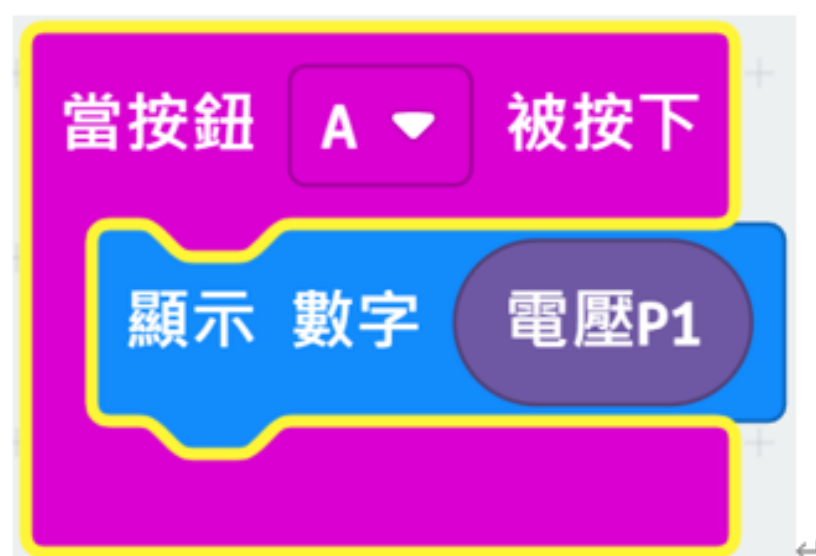
Newman

電壓 (接腳: P1 ▼ v)

pH值 (接腳: P1 ▼) (pH4: 0 v) (pH7: 0 v)

校準(Calibration)

4.→參考下圖，讓用戶按下 A 按鈕時，便能讀取 pH 計的電壓數值。←



5.→把 pH 計用水清洗，再把 pH 計放入 pH-4 標準溶液中，按 Micro:bit 的 A 鍵，並記下 LED 板所顯示出來的四個位數字，再在下面抄寫出來：←

pH-4:- _____ ←

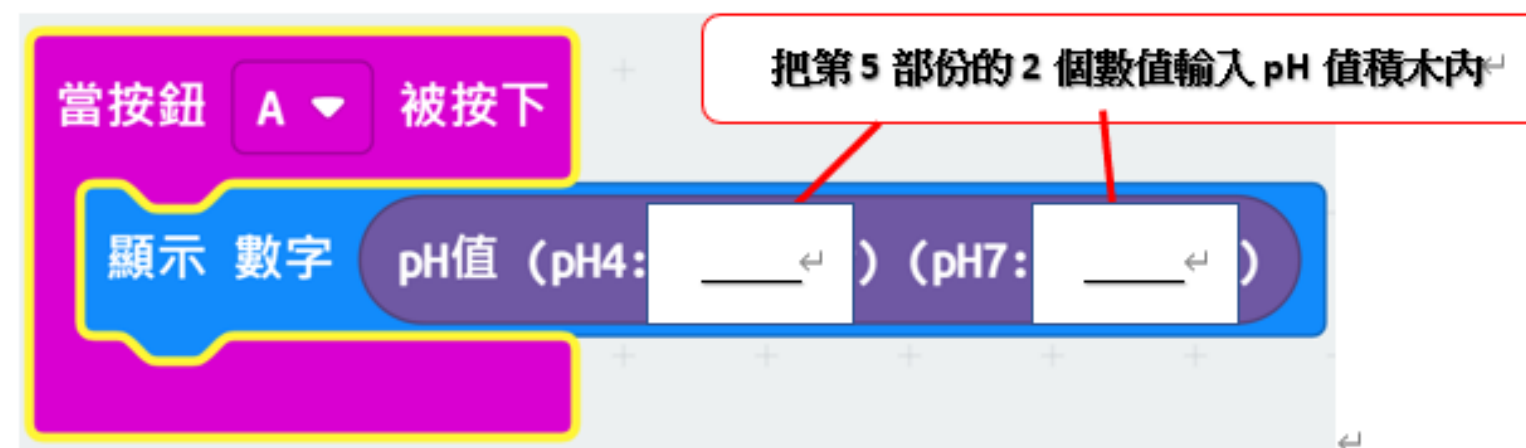
注意：小數部份可被忽略←

清洗 pH 計探頭，再把 pH 計放入 pH-7 標準溶液中，重複以上步驟。←

pH7:- _____ ←

測試 (Testing)

6.→清洗 pH 計的探頭，更換為以下的程序積木，來把 pH4 及 pH7 的標準參照加入，便可較精準地讀取 pH 值了：←

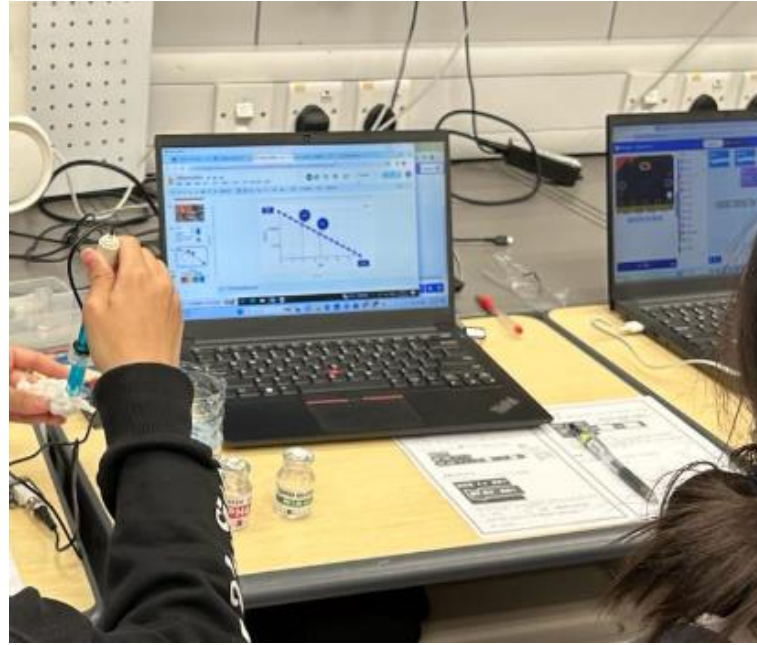


7.→完成第 6 步後，便可按 A 鍵來讀取 pH 值。←

8.→先清洗 pH 計的探頭，並放入 pH-4 溶液中，按 A 鍵，如能顯示數值 4，便可繼續測試；←
若否，便需要重新進行步驟 4 及 5 的校準(Calibration)了。←

9.→再繼續測試 pH7 溶液：先清洗 pH 計的探頭，並放入 pH-7 溶液中，按 A 鍵，如能顯示數值 7，如一切正常，你的 pH 計已經可以使用了。←

電腦科：Plug-in 背後程式解讀



Voltage_pH4=2300

Voltage_pH7=2900

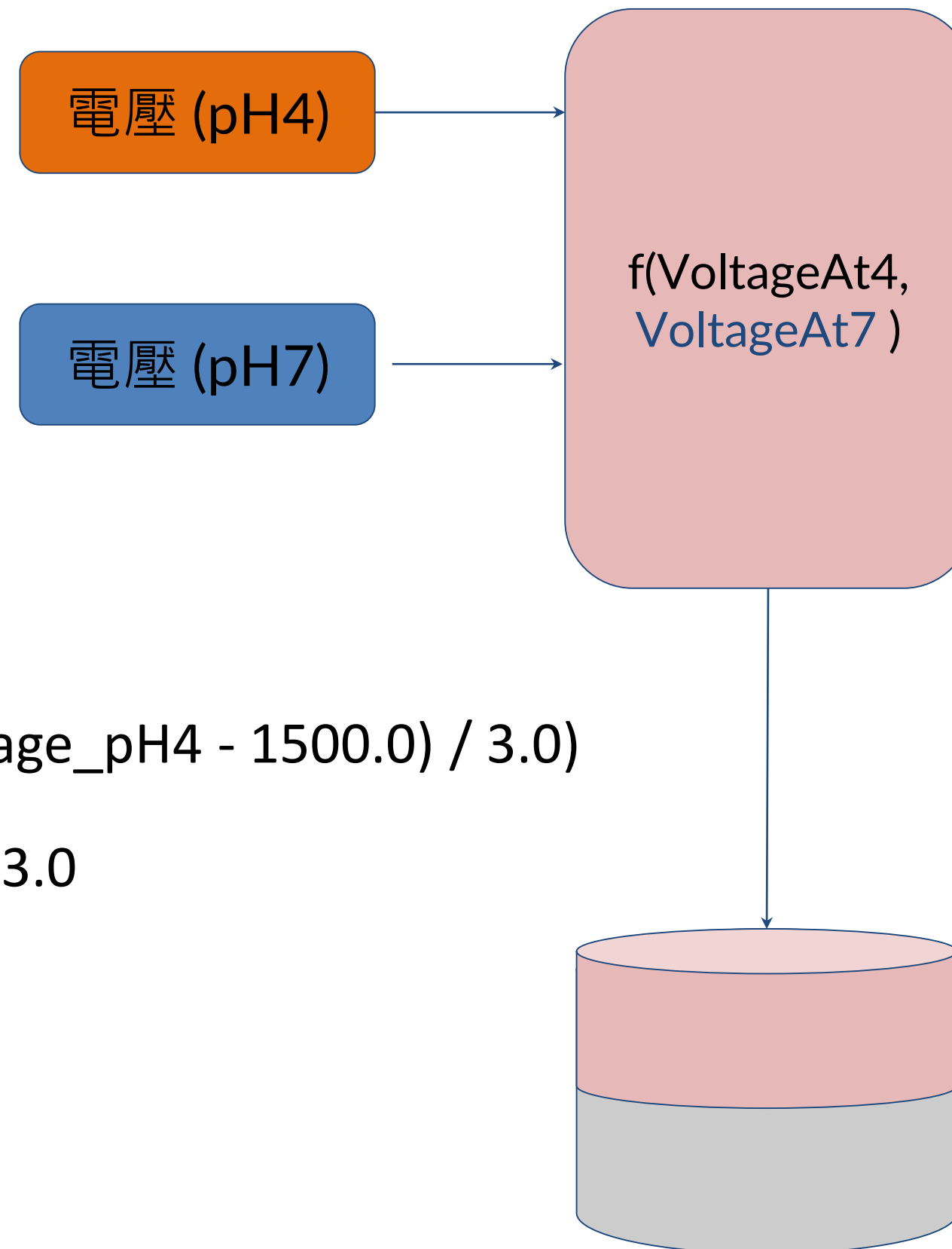
volt=2200

$\text{slope} = (7.0 - 4.0) / (\text{Voltage_pH7} - 1500.0) / 3.0 - (\text{Voltage_pH4} - 1500.0) / 3.0$

$\text{Numberercept} = 7.0 - \text{slope} * (\text{Voltage_pH7} - 1500.0) / 3.0$

$\text{phValue} = \text{slope} * (\text{volt} - 1500) / 3.0 + \text{Numberercept}$

`print(phValue)`



科學科：探究活動

使用合適的電子儀器來量度溶液的pH 值

探究題

試找出你感興趣的 5 款溶液，並找出其 pH 值，於下面記錄下來。

1. → _____ pH 值: _____

2. → _____ pH 值: _____

3. → _____ pH 值: _____

4. → _____ pH 值: _____

5. → _____ pH 值: _____



活動後，學生能列舉一些家居、實驗室常見的酸和鹼，以及其他（他們感興趣的）液體的pH值



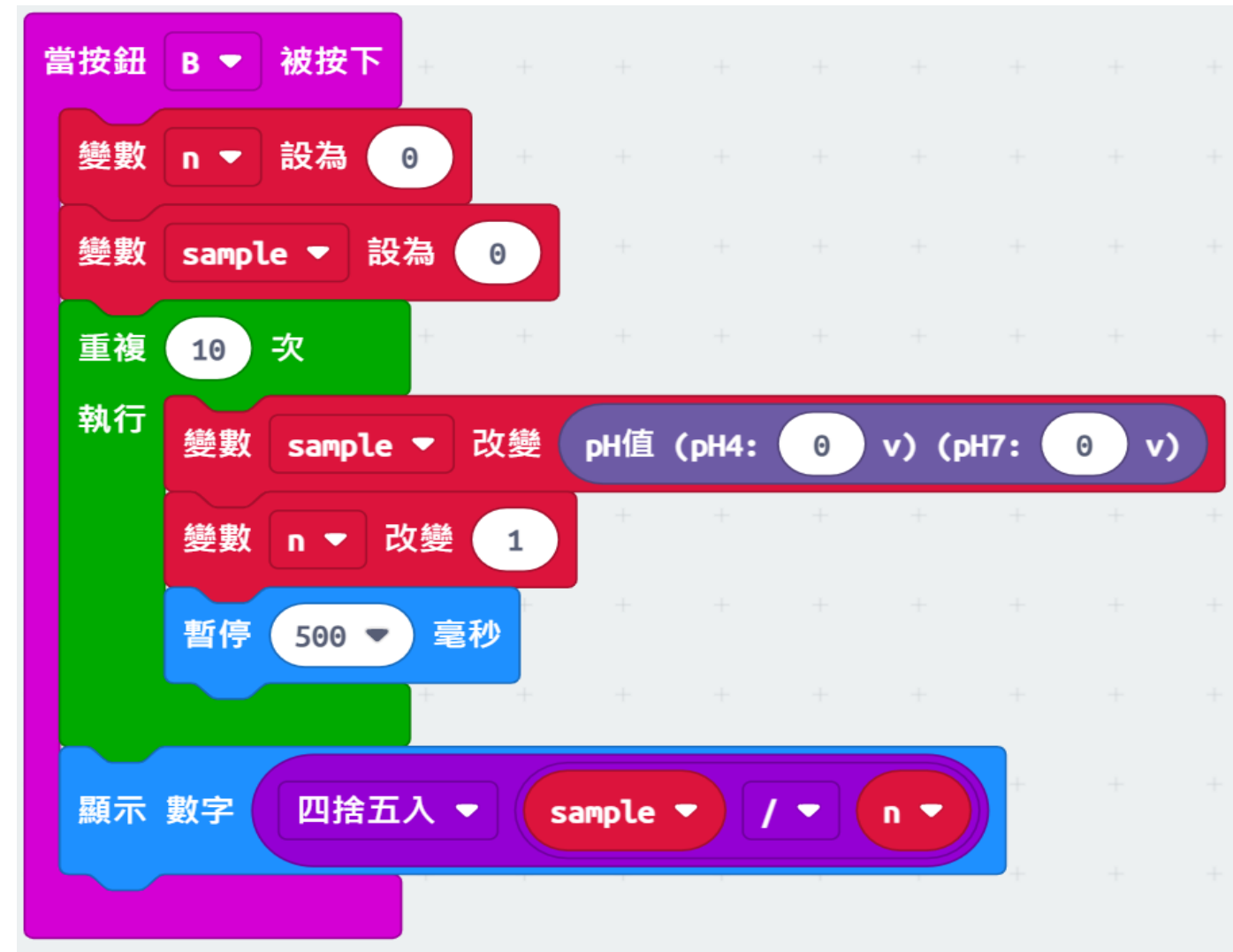
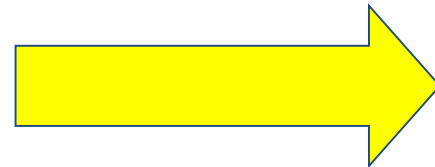
校園水耕架

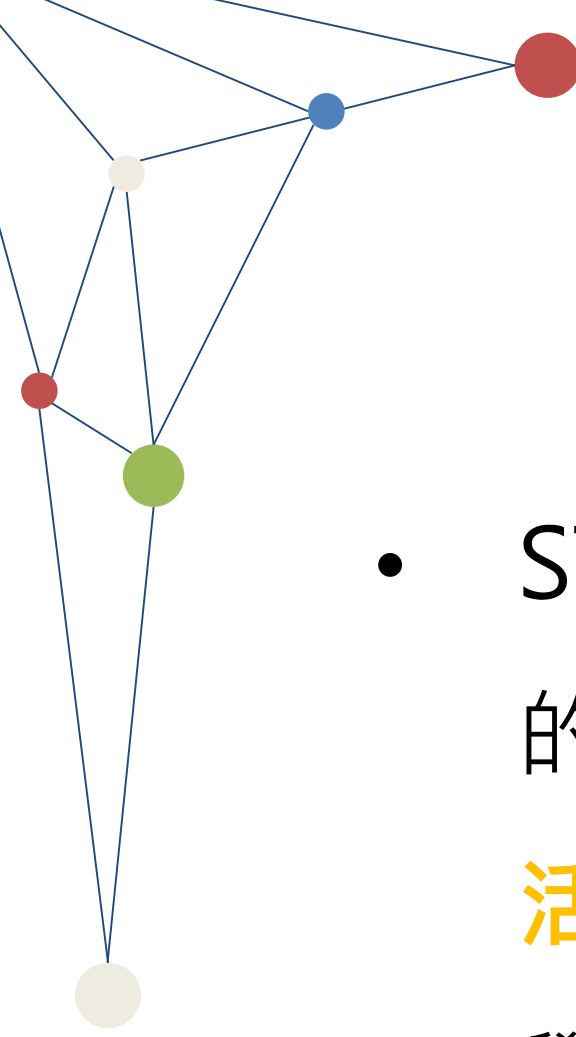
電腦科：探討如何在程式設計上提升讀取數據的準確度/ 如何減少「誤差」

例子：程式每0.5秒讀取1次讀數，並取10個讀數後的平均值



優化後





反思與展望

- STEAM活動主題可**圍繞生活日常及活動類型多元化**，多選用合適的電子工具輔助學習並加入更多藝術元素，並持續**優化跨科學習活動的設計**，**加強不同學科之間的扣連**，促進學生綜合應用不同學科的知識與技能
- **檢視並優化本校在STEAM教育的規劃**，持續幫助學生發揮創造力及培養他們解決問題的能力
- 確立交流平台和定期會議，通過數理科教師的**交流及協作**，**提升教師的專業能量**



完