

# 題目：推展 STEAM 教育—運用立體體積和表面面積關係探究包裝設計

講者：張子偉博士（教育局 小學校本課程發展組）  
李曉璇主任、杜志和主任、卓珍琳老師、張海媚老師  
（新界婦孺福利會基督教銘恩小學）

## 引言

推動 STEAM 教育是小學課程發展重點之一，《小學教育課程指引》（試行版）（2022）中提出，教師可透過規劃課程，按學生能力和興趣設計學習活動，培養他們以綜合和創新的方式運用與 STEAM 相關科目的知識和技能，解決日常問題。故此，數學在 STEAM 教育中的角色，不僅僅作為一種運算和數據表達的工具而已。藉由運用數學概念辨識、建立和解決問題，學與教的著眼點應從常規計算和操練轉向問題為本的探究活動，鼓勵學生進行深度學習。根據《數學教育學習領域課程指引（小一至中六）》（2017），「探索與研究」模式的教學重視學習過程和學生的參與，聚焦於思維培訓，有助增強學生的明辨性思考能力和解決問題能力。為配合課程發展及學生需要，學校以「探索與研究」的教學模式，通過探究立體表面面積與體積關係這個課題，推展 STEAM 教育，並培養學生正面價值觀。本學習活動參考「6E 教學模式」，讓教師能根據理論框架有計劃地為學生訂立學習目標及設計學習內容，讓學生學習如何有系統地一步一步解決問題。期望透過這個學習經歷幫助學生在 STEAM 活動中發展解難能力，培養他們運用所習得的解難策略，解決不同情境的問題。

## 推行 STEAM 教育的理論

在 STEAM 教育的教學實踐方面，美國國際科技與工程教師學會（International Technology and Engineering Educators Association; ITEEA）提出了「6E 教學模式」。它是一套以學生為中心的教學模式，旨在培養學生的設計與探究能力（姚經政、林呈彥，2016），六個學習過程為參與（engage）、探索（explore）、解釋（explain）、實作（engineer）、深化（enrich）和評量（evaluate）（Burke, 2014），與課程文件中倡議的「探索與研究」教學模式配合。不少學者以 6E 教學模式結合 STEAM 教育進行教學設計或研究，例如常雅珍、黃寶園、吳詠惠、楊雅筑（2022）；Y.T. Wu, et al.（2016）。

參與 Engage	• 配合課程內容，連繫先備知識，激發學生好奇心和興趣
探索 Explore	• 提供學習機會，透過腦力激盪、分析數據、分組討論等，建構對學習內容的理解
解釋 Explain	• 給學生解釋發現並加以改良的機會，透過有系統的引導和提問，加強學生對概念的掌握
建造 Engineer	• 學生運用所學的知識，透過實作設計出解決問題的原型，結合知識和技能，以對學習主題達致更深入的理解
深化 Enrich	• 讓學生對所學有更深度和廣泛的探究和應用，將概念應用在更複雜的問題上
評量 Evaluate	• 讓學生與老師了解學習成效，老師可藉評量工具進一步掌握學生的理解程度

圖一：6E 教學模式

在各個學習活動的設計上，教師運用「6E 教學模式」的理論框架，刻意讓學生經歷框架中不同的學習過程。藉多元化的教學策略、生活情境和結合跨課程元素，提供學生應用數學、常識、科技和視藝的知識和技能解決日常生活問題的機會。

## STEAM 學習活動設計

### 1. 目標

- 學生能通過動手探究，找出固定體積的長方體中，長闊高組合與表面面積的關係；及
- 增強學生對學習數學的興趣和使學生更關注數學在日常生活中的重要性。

### 2. 預期學習成果

學生能夠掌握：

- 固定長方體的體積時，當長、闊、高的數值愈接近，其表面面積愈小；
- 固定體積時，與不同形狀的長方體相比，正方體的表面面積較小；及
- 在固定立體體積的情況下，如何能使用較少物料製作禮物盒。

### 3. 評估方法

提供多元化評估，通過課堂觀察、提問、開放式問題、探究式課業和學習自評，檢視及改進學與教。

### 4. 活動模式

STEAM 學習活動著重動手動腦的體驗學習，故此在教學設計中加入不同的探究活動，包括：

- 利用數粒探究立體的表面面積；
- 利用 Excel 探究體積固定及表面面積最小的立體；及
- 學生自行設計出最環保的禮物盒包裝。

## 5. 解難策略

發展學生解難能力是本次學習活動的重點，期望學生藉不同的探究問題學習及實踐各種解難策略，包括：

- 如何窮盡長方體組合？
- 如何找出最小表面面積？
- 如何設計表面面積最小的立體？

## 6. 課題內容

長方體表面面積這個課題屬於增潤部分，非課程所需。然而，結合五年級數學課程內容，學生不難建立對長方體表面面積的概念。學生已學習長方體及正方體的體積、摺紙圖樣以及正方形和長方形的面積，而在摺紙圖樣的題目中，亦有讓學生計算與面積相關的題目。因此，學生已有表面面積的基本概念。教師因應學生的能力及興趣，設計了這個課題，從學生的學習表現中可見他們能夠掌握以上課題的知識及技能。

## STEAM 活動教學流程

是次 STEAM 活動共分為上下午兩部分，第一部分（上午）是恆常的數學課堂，教師以禮物盒包裝作主軸和引入，與學生進行各類的活動探究，找出「固定長方體體積時，其長闊高組合與表面面積的關係」。

第二部分（下午）是活動課，教師引導學生應用第一部分所學的知識點，動手設計及包裝禮物盒。

### 引起動機（6E – Engage）

以常識科環保議題「過度包裝」作為引入，讓學生連結立體的表面面積與包裝紙使用數量的關係。老師首先展示兩個實物禮盒甲和禮盒乙，已知這兩個長方體紙盒的體積相同，用直觀方式比較，請學生猜想哪一個禮盒所用的包裝紙較少。學生大致能夠猜想正確答案，卻未能準確解釋其猜想。

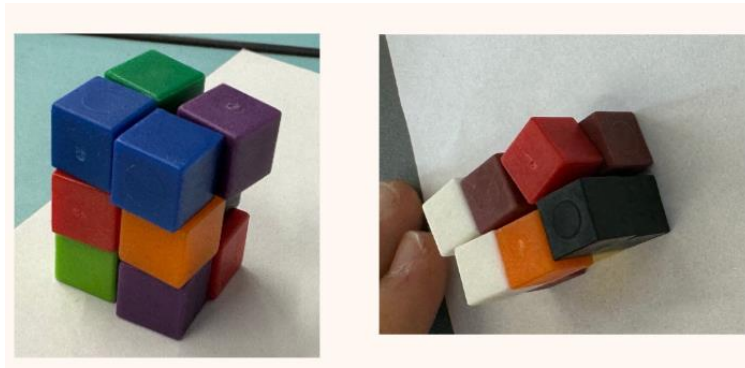
### 活動一：拼砌長方體

#### 1. 找出長方體表面面積和其長闊高的關係（6E - Explore）

利用實作，配合二人一組的合作活動，以強帶弱的方式去進行。學生利用 12 粒 1 立方厘米的數粒，拼砌體積為 12 立方厘米，但形狀不同的長方體，並且在工作紙上填寫它的長、闊和高、體積和表面面積的資料。

#### 2. 窮盡所有長方體的長闊高組合（6E - Explain）

學生在拼砌過程中，會找到相同組合的長方體，以數粒排列與學生直觀比較，教師運用不同的提問策略，引導學生理解到同樣的長闊高數值，雖然排列不同，也會得出形狀大小相同的長方體。



圖二：由 12 粒數粒拼砌的長方體

### 3. 從數據中觀察「表面面積和長闊高組合的關係」(6E – Explain)

當學生完成量度和記錄後，教師會通過不同提問技巧及策略，引導學生觀察三條邊長的數值變化：當表面面積遞減時，長闊高組合的數值會有甚麼變化？

教師引導學生思考及作出解釋，從而利用數據作出判斷：固定長方體的體積時，當長、闊和高數值相差愈小，長方體的表面面積愈小。三個數值之間的相差大小，可透過最大值和最小值的差來判斷。

#### 活動二：從圖形判斷哪一個長方體的表面面積最小

應用並鞏固概念 (6E – Explain)

運用活動一所得的結論，以新知識重新修訂引入活動的估計答案，並着學生計算禮盒甲和禮盒乙各表面面積，以進行驗算。在活動二中，教師引導學生利用圖形直觀進行比較。除禮盒甲和禮盒乙外，教師展示禮盒丙，並告知學生禮盒丙為正方體。已知三個禮盒的體積相同，著學生思考哪一個禮盒的表面面積最小。學生利用「長、闊和高相差最小」的概念，觀察出正方體的長闊高均為 6 cm，邊與邊之間的相差均是零，所以，在相同體積的情況下，正方體的表面面積比長方體的表面面積小。

#### 活動三：利用電子工具，找出長方體不同長闊高的組合 (6E – Explore, Explain)

這次的活動，學生利用試算表找出體積為  $720\text{cm}^3$  的長方體，它的最小表面面積及其長闊高組合。在 Excel 表格中，學生只需要填入長和闊，其高便可以直接用試算表計算出來。同時右方也會顯示其表面面積。

同學在下面有顏色的儲存格輸入長方體的長和闊。								
	長(cm)	闊(cm)	高(cm)	體積( $\text{cm}^3$ )	長x闊x2( $\text{cm}^2$ )	長x高x2( $\text{cm}^2$ )	闊x高x2( $\text{cm}^2$ )	表面面積( $\text{cm}^2$ )
1	1	2	360	720	4	720	1440	2164
2	2	6	60	720	24	240	720	984
3	8	9	10	720	144	160	180	484
4				720				
5				720				

圖三：利用試算表找出長方體的長闊高組合

利用電子工具，讓學生可以利用小數進行試算，令數據更加精準，還可以幫助能力稍遜的學生，不會因為計算操作而影響他們進行探究。

在第一輪的嘗試中，學生有 5 次試算機會，互相討論，並找出最好的組合。小組中各人分工合作，在工作紙上記錄試算的結果，並請其中一位學生匯報，解釋試算的思考過程。

學生在試算中多會慣性利用 720 的因數進行試驗。試驗的時候，大部分學生仍未能根據之前活動的發現總結試驗的技巧，但亦有學生能以特別的技巧去進行試驗。教師根據學生的發現帶領討論及檢討，讓學生總結出一套有系統的試算策略。在討論過程中，老師引導學生運用相同數值的長和闊，把其中一面設計為正方形，作為試算的基礎，再利用之前活動得出「固定體積時，長、闊、高的數值愈接近，表面面積愈小」的關係，找出最小的表面面積。

在第二輪的嘗試中，學生再進行 5 組的試算，學生的試算組合更有不同位值的小數。小部分學生會因為平日習慣所限，只試驗兩位小數。當提醒學生要突破他們平日的框架後，大部分學生都能夠再嘗試更多位值的小數。可是，隨著小數位增加，學生判斷試算的數字時面臨更大的挑戰。究其原因，部分學生未能有效找出長闊高組合中最大值和最小值之間的小數作為下一次嘗試的數值，從而影響他們比較表面面積的大小。因此，老師需留意學生在四年級學習小數時，比較大小的概念是否牢固。

#### 延伸活動：設計謝師禮物盒（6E-Engineer, Enrich）

緊扣環保議題，並加入價值觀教育元素，讓學生用最少的物料設計謝師禮物盒。

謝師禮物盒的要求如下：

- 體積是 144 立方厘米
- 利用提供的硬卡紙製作禮物盒
- 成本最低（表面面積最小）
- 設計最美觀

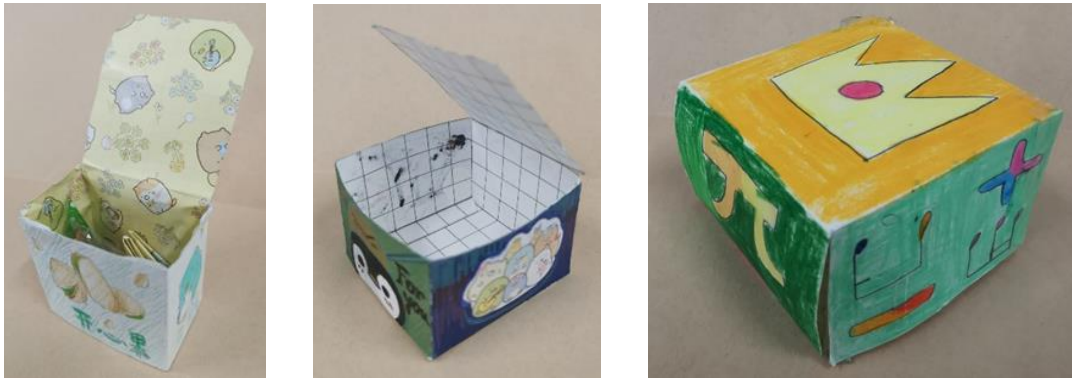
老師引導學生發現禮物盒的設計和禮物盒表面面積的關係，並深化和應用活動一的結論：「固定長方體體積時，長闊高的數值愈接近，其表面面積愈小。」

學生利用試算表，只需要輸入長、闊、高的數據，便可以輸出體積和表面面積。為了方便學生計算和製作，禮物盒的長、闊、高都必須是整數。如果學生輸入的長、闊、高數據，計算出來的體積不是 144 立方厘米，試算表內的表面面積就不會顯示出來。經過嘗試和討論後，學生都能找出最佳的長闊高組合。

在五年級上學期《立體圖形》單元中，學生已學習摺紙圖樣。學生運用對正方體摺紙圖樣的認識及課堂活動所學的數學概念，設計不同的禮物盒摺紙圖樣。學生將找到的長闊高數據應用在長方體的摺紙圖樣設計上，並需考慮對應長方體的三對面的長和闊。由於卡紙長度的

限制，學生經過討論後會發現並不是每一類摺紙圖樣都能夠在卡紙上剪出來。這些都是 6E 教學模式中「建造」和「深化」的過程。

學生除了按老師的喜好來設計之外，亦會加入創意元素。在禮物盒設計上，只要求禮物盒的表面面積最小，沒有其他特別限制。部分學生運用日常生活的觀察，發現紙盒在設計上很多時候都會有留邊，讓黏合時更加牢固，他們亦把這設計應用在禮物盒製作上。有些學生設計的禮物盒是可以打開的，既實用又美觀。教師留意到有些學生設計時並沒有留邊，盒的邊位容易張開，學生也能在自評和互評時，討論和發現出來。以下是學生設計的作品：



圖四：學生製作的禮物盒

透過分析學生的設計意念及設計困難，教師可以了解學生設計着重的地方，亦可以了解到學生設計上遇到的困難，從而回饋教學設計。

### 自評及個人反思（6E - Evaluate）

完成課堂後，學生進行了自我學習表現評估及個人反思。透過學生的回應，教師能在多方面了解學生在知識、技能和態度方面的學習成果，並檢視和優化教學策略。通過動手探究，學生能夠找出固定體積的長方體中，長闊高組合與表面面積的關係，讓他們更深入理解數學概念，也提高了解難能力。學生也發現到數學在日常生活中的重要性，這讓他們對學習數學產生了更大的興趣。此外，學生亦學會了如何應用所學的知識點，設計和包裝禮物盒，發揮創造力，並學會了如何使用較少的物料來製作禮物盒。在培養正面價值觀上，學生能夠表達對教師的感恩，也提高了環境保護的意識，這些學生回饋反映是次 STEAM 學習活動基本上能達到課堂的教學目標。

### 總結

在這次活動規劃中，教師嘗試以「6E 教學模式」理論框架設計和實施一個建基於數學課題的 STEAM 學習活動，並讓學生綜合其他學習領域相關的學習元素。通過動手探究，讓學生找出固定體積的長方體中，長闊高組合與表面面積的關係。同時，不同的學習活動增強了學生對學習數學的興趣，並使他們更關注數學在日常生活中的重要性。教師透過是次經驗，增強了在數學科推展 STEAM 教育的信心，對日後數學科在不同級別推動 STEAM 教育有莫大幫助。



此外，學生體驗到「探索與研究」的學習過程，由開始時作出猜想，之後從觀察、實作、比較、討論及解釋發現中，以數學概念總結出固定長方體的體積下，長、闊、高的數值愈接近，表面面積愈小。學生在設計禮物盒的紙樣時，以正方體紙樣中「1-4-1、3-3、2-3-1、2-2-2」作為基礎，延伸至長方體紙樣的設計上。通過反復探究和動手操作，加深了他們對體積和表面面積的理解及應用，令學生勇於嘗試不同的變化，從中激發其探究動機和提升他們的解難能力。

利用試算表的協助，減少繁複的運算，讓學生更容易發現在固定長方體的體積下，建立長、闊、高三個變量對應增減的概念，從而集中討論如何找出最小表面面積的解難策略。教師在日後教授其他數學探究活動時，可以借鏡是次活動經驗，善用資訊科技進行電子學習。

## 參考資料

1. Burke, B. N. (2014). THE ITEEA 6E Learning byDeSIGN Model. *Technology & Engineering Teacher*, 73(6).
2. Wu, Y.-T., Chang, M., Li, B., Chan, T.-W., Kong, S. C., Lin, H.-C.-K., Chu, H.-C., Jan, M., Lee, M.-H., Dong, Y., Tse, K. H., Wong, T. L., & Li, P. (Eds.). (2016). Conference Proceedings of the 20th Global Chinese Conference on Computers in Education 2016. *Hong Kong: The Hong Kong Institute of Education*.
3. 姚經政、林呈彥（2016）。STEM教育應用於機器人教學——以6E教學模式結合差異化教學。《科技與人力教育季刊》，3（1），53-75。
4. 香港課程發展議會（2022）。《小學教育課程指引（試行版）》。
5. 常雅珍、黃寶園、吳詠惠、楊雅筑（2022）。6E教學模式結合STEM融入大學生專題課程之研究。《教學實踐與創新》，5（2），111-154。  
<https://doi.org/10.53106/261654492022090502003>
6. 課程發展議會（2017）。《數學教育學習領域課程指引（小一至中六）》。取自：  
[https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/kla/ma/curr/ME\\_KLACG\\_chi\\_2017\\_12\\_08.pdf](https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/kla/ma/curr/ME_KLACG_chi_2017_12_08.pdf)