

E003 舉重者工作單

撰稿：蕭瑞甫

引言：《E003 舉重者》是荷蘭版畫家艾薛爾在1936年10月所作的一幅作品，每個舉重者的身體為單一顏色—橘色、藍色以及白色，主要繪圖工具為鉛筆與水彩，而我們影片裡的封面圖是艾薛爾在早期設計舉重者時所畫的作品，如下圖所示：



由上圖我們可以看到舉重者身體的線條雖然尚未流暢，不過從人物的對稱性、明顯的四肢形狀，仍可一目了然其舉重者雛形，雖然此圖使用了四個顏色來製作，但艾薛爾最後只用了最少的三種顏色即完成《E003 舉重者》的作品。最後就讓我們一起來欣賞，艾薛爾是如何改善這張草圖進而表現出更強而有力的舉重者吧！

請在電腦上點選《E003 舉重者.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、舉重者的數學與藝術

我們可以把舉重者的影片分成如下的四幕：

- 第一幕：影片由正方形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這正方形正是舉重者的數學骨架。
- 第二幕：將數學舞台的一個正方形放大，從這正方形剪下六小塊後，依數學原理的平移及旋轉貼到正確的位置，即裁貼出舉重者。
- 第三幕：將舉重者外框的內部著上顏色成為藝術品並進行藝術表演，表演過程依各種適當角度將表演的舉重者們互相密合。
- 第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將舉重者一個一個放到數學骨架上的正確位置進而鋪滿數學舞台，而這種不互相重疊、無空隙、反覆且連續的鋪滿稱作鑲嵌或密鋪。

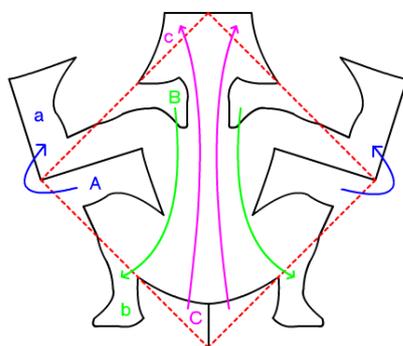
1. 第一幕的數學骨架是哪一個多邊形呢？
 正方形 菱形 正六邊形
2. 第二幕裁貼的過程中，用到了哪些數學方法？
 平移 旋轉 翻面
3. 影片中有幾種顏色的舉重者？
 兩種 三種 四種
4. 鋪滿數學舞台的舉重者們有哪些特色？

- 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出舉重者

綜合下面兩個方式即可裁貼出舉重者，方式如下：

甲、將正方形剪下六個小區塊，並將這六個小區塊貼到正確的位置上，由於這六個小區塊兩兩成對，在此只標示兩兩成對中的其中三塊 A, B, C，即 $A \rightarrow a$ ； $B \rightarrow b$ ； $C \rightarrow c$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的旋轉與平移：

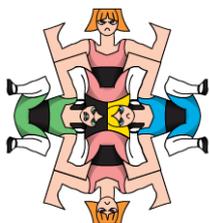
- (1) $A \rightarrow a$ ：將 A 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 a
- (2) $B \rightarrow b$ ：先將 B 區塊以頂點為旋轉點旋轉再平移到 b
- (3) $C \rightarrow c$ ：先將 C 區塊以頂點為旋轉點旋轉再平移到 c

裁貼出舉重者後可以發現：正方形的其中三個頂點分別在舉重者的左手手肘、右手手肘及頭頂中點(回顧 $C \rightarrow c$)，這就是舉重者在數學骨架上的正確位置。

三、真的是舉重者磁磚嗎

由藝術表演可以知道經過數學原理形成的舉重者可以互相密合，其密合方式有兩種：

(1) 頭、足之間的密合



(2) 手肘之間的密合

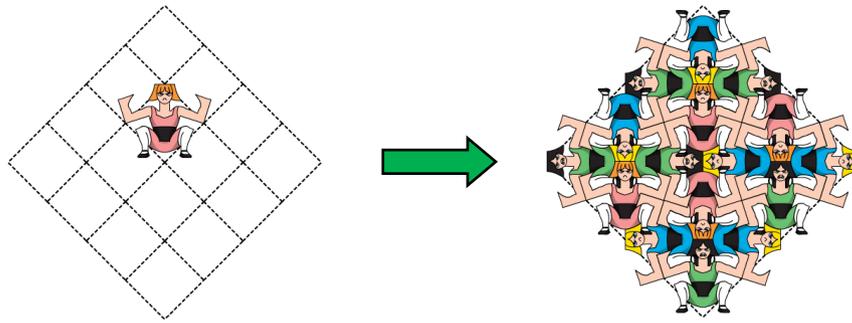


有了這兩種密合方式，就可以將舉重者密鋪在平面上了。

四、舉重者的鑲嵌圖

甲、舉重者鑲嵌圖

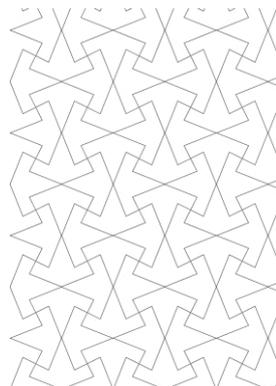
透過了解舉重者在數學骨架上的正確位置及上述的兩種密合方式後，即可在數學骨架上密鋪出舉重者鑲嵌圖，左下圖是先將舉重者放在數學骨架上的正確位置，其他舉重者除了要放在數學骨架上的正確位置外，還須一一按照兩種密合方式密鋪。



關於艾薛爾的《E003 舉重者》原圖，如下圖所示：



圖一



圖二

艾薛爾在創作圖一的作品時在畫的左下方寫了一句話“see nos. 14, 20”，這兩個數字是艾薛爾137幅作品的編號，而這一句話說明了舉重者與編號14, 20這兩個作品有著相同的密鋪方式。圖二則是艾薛爾筆記中的幾何圖形，同時也是舉重者這幅作品的靈感來源。

乙、舉重者著色遊戲

把舉重者當磁磚，讓相鄰兩個舉重者顏色不相同，不但好分辨又具美觀效果，就讓我們動手著色看看吧！

請在電腦上點選《E003 舉重者著色.exe》進入著色的畫面開始遊戲。

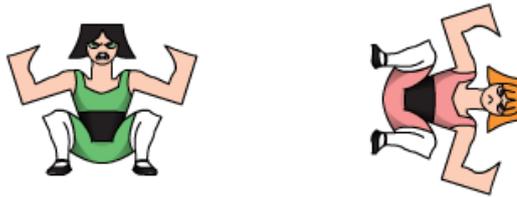
丙、舉重者拼圖遊戲

看到這裡是否對舉重者鑲嵌有了更進一步的了解，下面是為大家精心準備好玩且有趣的舉重者拼圖遊戲，請再仔細觀察舉重者鑲嵌圖的排列方式，遊戲開始囉！

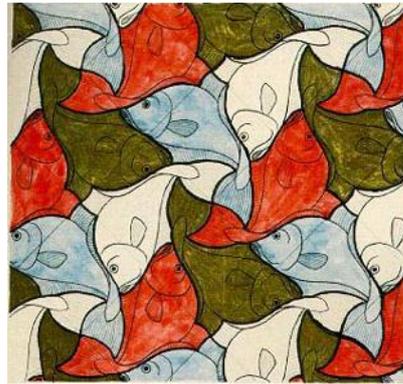
請在電腦上點選《E003 舉重者拼圖.exe》進入拼圖的首頁，並按左上角的Q版圖開始遊戲。

E003 舉重者回饋單

1. 仔細想想，你在哪個地方見過正方形磁磚鋪設的地板？
2. 請你回想一下，每一個舉重者周遭圍繞著幾個舉重者呢？
 3個 4個 5個 6個
3. 舉重者的表面積與其數學骨架正方形的面積是否一樣？
 是 否
4. 如下圖，右邊舉重者是左邊舉重者旋轉幾度後的結果呢？



5. 右下圖為艾薛爾的一幅作品《E020 年年有魚》，與舉重者有著相同的密鋪方式，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出正方形的數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出魚。



6. 關於影片(含拼圖與著色遊戲)與本工作單的教材，你給予幾分(最多10分，最少0分)

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

又有何建議：