

E051 青蛙工作單

撰稿：蕭瑞甫

引言：《E051 青蛙》是荷蘭版畫家艾薛爾在1942年7月所作的一幅作品，每隻青蛙的身體為單一顏色—深藍色及淺藍色，主要繪圖工具為墨水與水彩，而我們影片裡的封面圖《魚與青蛙》(fish and frogs)是艾薛爾在1949年所創作的一幅版畫，如下圖一所示：



圖一



圖二

圖一中可以看到青蛙從土裡漸漸地向水邊靠近，最後融入水中，而我們從尾巴處可以看出作品中的是隻還沒有完全長大的小青蛙，這種還沒完全縮尾的青蛙常常出現在艾薛爾的作品裡，是不是很可愛呢？圖二是艾薛爾在1931年所創作的版畫《青蛙》(Frog)，相較下我們就可以看出荷葉上這隻是已經完全長大的青蛙了。接下來就讓我們趕快來欣賞這精彩的夏日蛙鳴吧！

請在電腦上點選《E051 青蛙.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、青蛙的數學與藝術

我們可以把青蛙的影片分成如下的四幕：

- 第一幕：影片由矩形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這矩形正是青蛙的數學骨架。
- 第二幕：將數學舞台的一個矩形放大，從這矩形剪下五小塊後，依數學原理的旋轉及平移貼到正確的位置，即裁貼出青蛙。
- 第三幕：將青蛙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青蛙們互相密合。
- 第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將青蛙一隻一隻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。

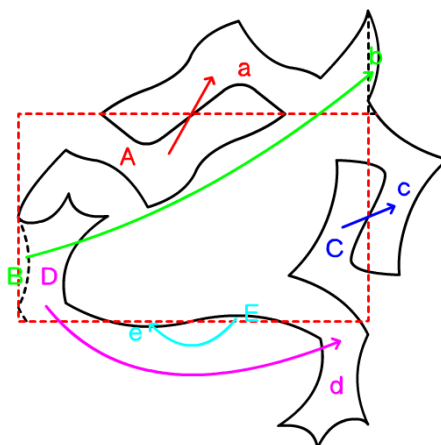
1. 第一幕的數學骨架是哪一個多邊形呢？
 正方形 矩形 平行四邊形
2. 第二幕裁貼的過程中，用到了哪些數學方法？
 平移 旋轉 翻面
3. 影片中有幾種顏色的青蛙？
 兩種 三種 四種
4. 鋪滿數學舞台的青蛙們有哪些特色？

- 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出青蛙

綜合下面兩個方式即可裁貼出青蛙，方式如下：

甲、將矩形剪下六個小區塊 A, B, C, D, E, 並將這五個小區塊貼到正確的位置上，即 $A \rightarrow a$; $B \rightarrow b$; $C \rightarrow c$; $D \rightarrow d$; $E \rightarrow e$



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：

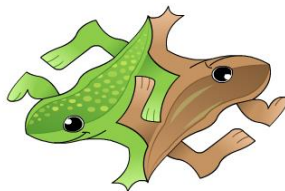
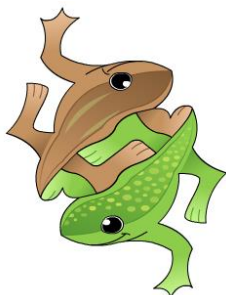
- (1) $A \rightarrow a$: 將 A 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 a
- (2) $B \rightarrow b$: 將 B 區塊往右上平移到 b
- (3) $C \rightarrow c$: 將 C 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 c
- (4) $D \rightarrow d$: 先將 D 區塊以頂點為旋轉點旋轉再往右平移到 d
- (5) $E \rightarrow e$: 將 E 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 e

裁貼出青蛙後可以發現：青蛙的右前腳剛好站在矩形的左邊上，而青蛙下巴的中點也剛好在矩形下邊的中點上，這就是青蛙在數學骨架上的正確位置。

三、真的是青蛙磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的青蛙有什麼令人驚艷的地方呢？我們可以由第三幕的藝術表演觀察到經數學原理形成的青蛙可以彼此互相密合，有以下三種密合方式：

- (1) 右邊腳的密合 (2) 左邊腳的密合 (3) 下巴的密合

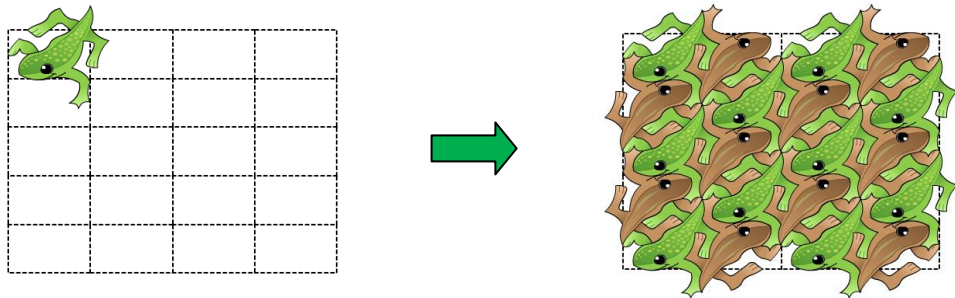


這種可以互相密合、無交疊且無空隙的青蛙圖案，我們稱之為青蛙磁磚。有了這三種密合方式後，就可以用這三種方式將很多隻青蛙磁磚密鋪在平面上了。

四、青蛙的鑲嵌圖

甲、青蛙鑲嵌圖

透過了解青蛙在數學骨架上的正確位置及三種密合方式後，即可在數學骨架上密鋪出青蛙鑲嵌圖，左下圖是先將青蛙放在數學骨架上的正確位置，其他的青蛙除了要放在數學骨架上的正確位置外，還須一一按照三種密合方式密鋪。



關於《E051 青蛙》原圖，如下圖所示：



這是艾薛爾第一次使用同一種顏色的亮、暗變化來呈現的作品，深藍色青蛙在淺藍色青蛙的右邊，每一隻青蛙與旁邊相鄰青蛙的關係都是旋轉180度，對稱在一個點上。

乙、青蛙拼圖遊戲

看到這裡是否對青蛙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青蛙拼圖遊戲，請再仔細觀察青蛙鑲嵌圖的排列方式，遊戲開始囉！

請在電腦上點選《E051 青蛙拼圖.exe》進入拼圖的首頁，
並按左上角的Q版圖開始遊戲。

E051 青蛙回饋單

1. 請你回想一下，每一隻青蛙周遭圍繞著幾隻青蛙呢？（相鄰才算，只交一點不算）

2隻 3隻 4隻 5隻

2. 青蛙的表面積與其數學骨架矩形的表面積是否一樣？

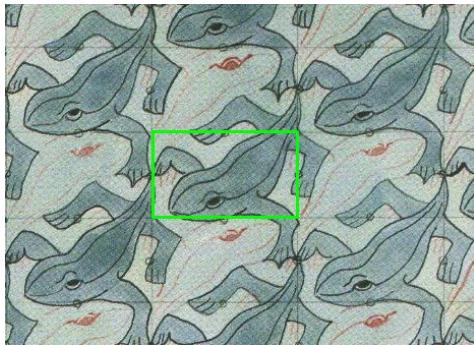
是 否

3. 如下圖，左邊的青蛙和右邊的青蛙是什麼樣的關係呢？

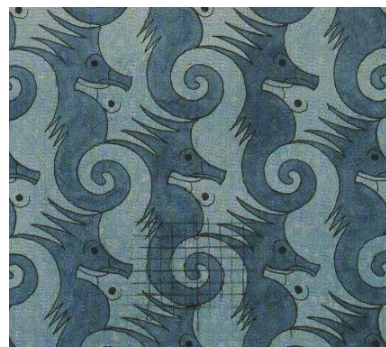
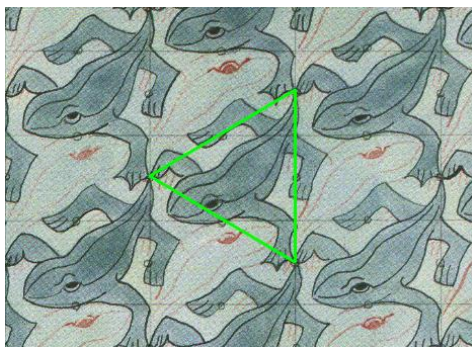
平移 旋轉 翻面



4. 右下圖為艾薛爾的另一幅作品《E017 老鷹》，這作品也利用了矩形當作數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出正確的數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出老鷹。



5. 如左下圖，青蛙的數學骨架除了是矩形外，三角形也是青蛙的數學骨架，右下圖為艾薛爾的一幅作品《E088 海馬》，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出海馬的三角形數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出海馬。（提示：觀察左下圖三角形數學骨架的三個頂點有什麼共同特徵？）



6. 關於影片(含拼圖遊戲)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：