

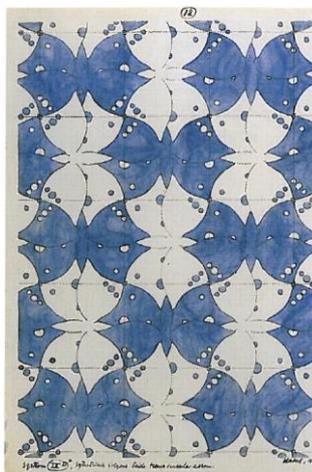
E012 蝴蝶工作單

撰稿：游雅婷

引言：《E012 蝴蝶》是荷蘭版畫家艾薛爾在1937至1938年冬季所作的一幅作品，蝴蝶的造型很有創意—每隻顏色上使用了單一的白色及藍色來著色，主要繪圖工具為鉛筆、墨水與水彩，而我們影片裡的封面圖《蝴蝶》(butterfly)是艾薛爾在1951年7月為了設計鈔票的背景所創作的一幅版畫，如下圖一所示：



圖一



圖二

由圖一我們可以從黑白顏色的配置中看出有蝴蝶的輪廓，而圖二所示的是蝴蝶作品原圖，其中能觀察到每隻蝴蝶身上都有些許的斑點，特別的是這些斑點的顏色正好就是相鄰蝴蝶所使用的顏色，這是艾薛爾第一次嘗試這樣具有創意的著色方式。就讓我們趕快來看看美麗的《蝴蝶》(butterfly)是怎麼形成的吧！

請在電腦上點選《E012 蝴蝶.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、蝴蝶的數學與藝術

我們可以把蝴蝶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，而這正方形正是蝴蝶的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個正方形放大，從這正方形剪下兩個小區塊後，依數學原理的旋轉貼到正確的位置，即裁貼出蝴蝶。

第三幕：將蝴蝶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蝴蝶們互相密合。

第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將蝴蝶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 鳶形 矩形

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蝴蝶？

- 兩種 三種 四種

4. 鋪滿數學舞台的蝴蝶們有哪些特色？

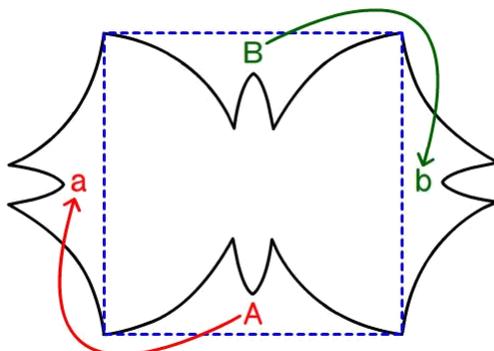
- 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出蝴蝶

綜合下面兩個方式即可裁貼出蝴蝶，方式如下：

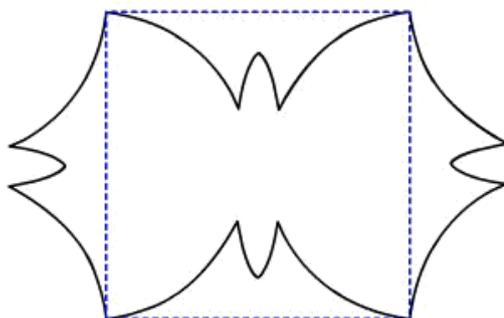
甲、將正方形剪下兩個小區塊 A, B，並將這兩個小區塊貼到正確的位置上，即

$A \rightarrow a$; $B \rightarrow b$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的平移與旋轉：

- (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 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 b



裁貼出蝴蝶後可以發現：正方形的四個頂點分別為蝴蝶的左右邊翅膀前端點及左右邊翅膀後端點，這就是蝴蝶在數學骨架上的正確位置。

三、真的是蝴蝶磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的蝴蝶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蝴蝶可以彼此互相密合，而且有以下兩種密合方式：

(1) 頭顱與右翅膀密合



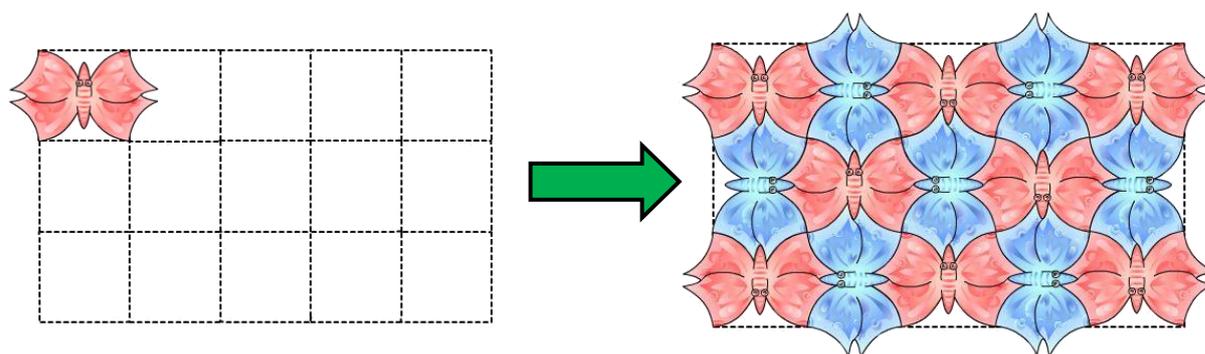
(2) 尾巴與左翅膀密合



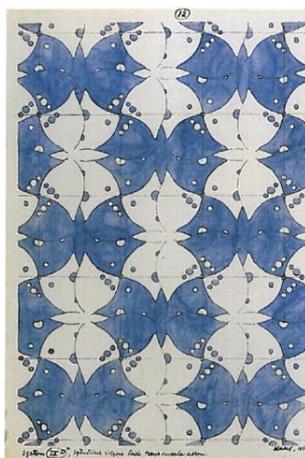
這種可以互相密合、無交疊且無空隙的蝴蝶圖案，我們稱之為蝴蝶磁磚。有了這兩種密合方式後，就可以用這兩種方式將很多個蝴蝶磁磚密鋪在平面上了。

四、蝴蝶的鑲嵌圖

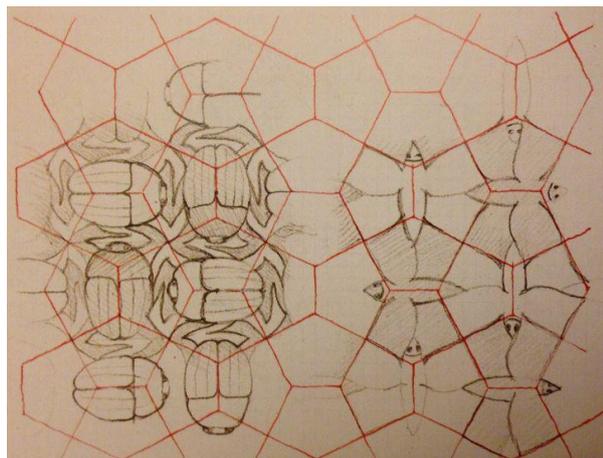
透過了解蝴蝶在數學骨架上的正確位置及兩種密合方式後，即可在數學骨架上密鋪出蝴蝶鑲嵌圖，左下圖是先將蝴蝶放在數學骨架上的正確位置，其他的蝴蝶除了要放在數學骨架上的正確位置外，還須一一按照兩種密合方式密鋪。



關於艾薛爾的《E012 蝴蝶》原圖，如下圖一所示：



圖一

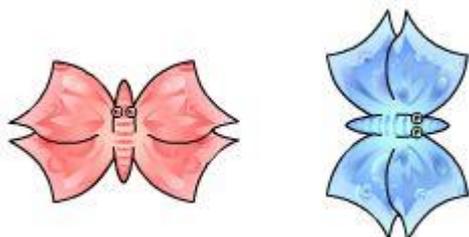


圖二

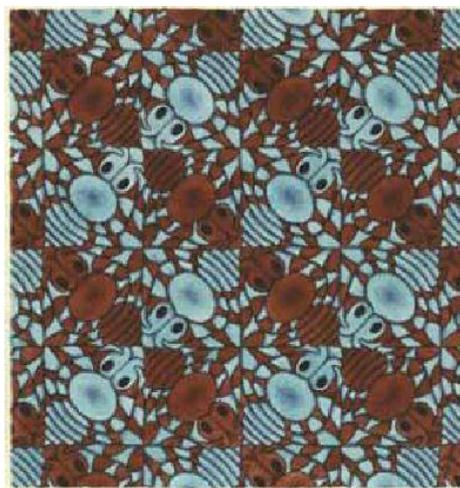
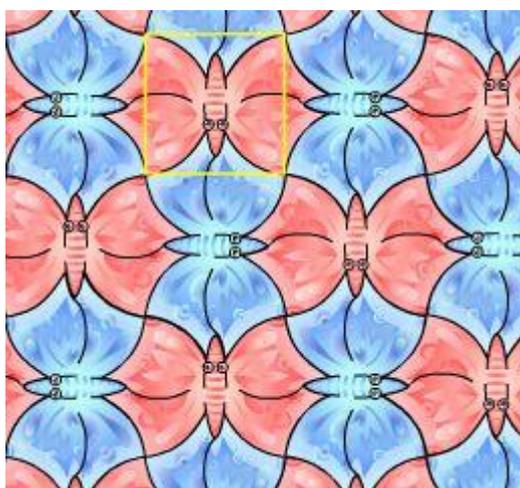
從圖一艾薛爾的蝴蝶版畫原圖中，可以很清楚的看到蝴蝶的輪廓是上下左右皆對稱，這是最簡單的一種鑲嵌方式。而艾薛爾在一篇文章中提到一個五邊形的網格結構如圖二所示，正是這幅版畫的靈感來源。

E012 蝴蝶回饋單

1. 仔細想想，有哪些地方是使用正方形磁磚鋪設而成的呢？
2. 請你回想一下，每一隻蝴蝶周遭圍繞著幾隻蝴蝶呢？(相鄰才算，只接觸一點不算)
 4隻 5隻 6隻 7隻
3. 蝴蝶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，右邊蝴蝶是左邊蝴蝶旋轉幾度後的結果呢？



5. 右下圖為艾薛爾在原圖中提及的一幅作品《E086 蜘蛛》, 這作品也利用了正方形當作數學骨架, 請參考左下圖所畫的數學骨架, 在右下圖畫出正方形的數學骨架, 並用找到的數學骨架說明如何剪貼出蜘蛛。



6. 關於影片與本工作單的教材，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：