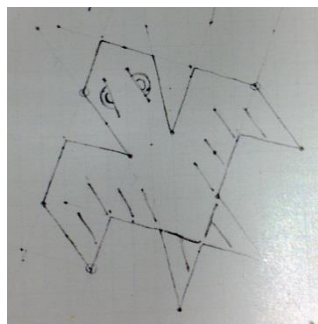


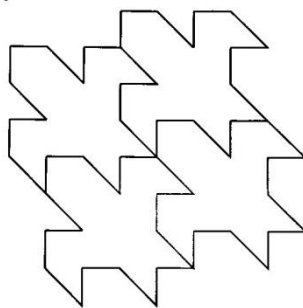
E127 鳥工作單

撰稿：蕭瑞甫

引言：《E127 鳥》是荷蘭版畫家艾薛爾在1967年3月所作的一幅作品，每隻鳥的身體使用單一顏色著色—黑色及白色，主要繪圖工具為墨水與水彩，而我們影片裡的封面圖是稍微改變《E127 鳥》鑲嵌外型以達到對稱效果的模擬外框圖形，如下圖二所示：



圖一



圖二

圖一所示為艾薛爾畫在《E127 鳥》作品下方的草圖，仔細觀察可以看到圖片中鳥外框的頂點有拉出許多細長的線條，這小小一隅的草圖也可以說是此圖的試畫架構。如果仔細觀察，可以發現《E127 鳥》如果以中央點左右對折的話，並不是一個對稱的圖形，最大的差異處就在翅膀的部分，如果要達到左右完全一樣的效果就會變化成圖二所示的模擬圖案。一個小小幅度的變化就可以產生完全不一樣的效果，每個鑲嵌圖案呈現都是創作者深思調整後才能產生的美妙作品。現在就讓我們來瞧瞧，艾薛爾是如何將一塊塊生硬的正方形骨架，變化成一隻又一隻栩栩如生的鳥兒們吧！

請在電腦上點選《E127 鳥.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始播放。

一、鳥的數學與藝術

我們可以把鳥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，而這正方形正是鳥的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個正方形放大，從這正方形剪下五小塊後，依數學原理的平移貼到正確的位置，即裁貼出鳥。

第三幕：將鳥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鳥們互相密合。

第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將鳥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鳥？

兩種 三種 四種

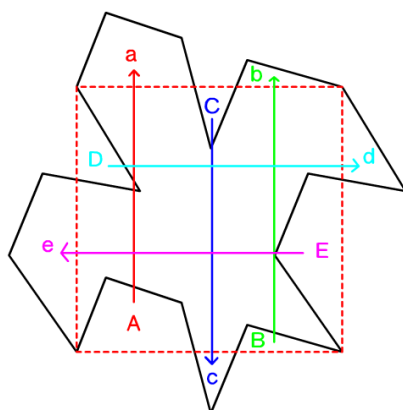
4. 鋪滿數學舞台的鳥兒們有哪些特色？

- 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出鳥

綜合下面兩個方式即可裁貼出鳥，方式如下：

甲、將正方形剪下五個小區塊 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平移：

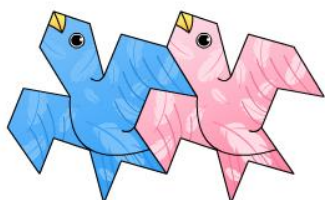
- (1) $A \rightarrow a$: 將 A 區塊往上平移到 a
- (2) $B \rightarrow b$: 將 B 區塊往上平移到 b
- (3) $C \rightarrow c$: 將 C 區塊往下平移到 c
- (4) $D \rightarrow d$: 將 D 區塊往右平移到 d
- (5) $E \rightarrow e$: 將 E 區塊往左平移到 e

裁貼出鳥後可以發現：正方形的四個頂點分別在鳥頭的左前方、右翅膀、左翅膀的後端點以及尾巴的右方，這就是鳥在數學骨架上的正確位置。

三、真的是鳥磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的鳥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鳥可以彼此互相密合，有以下兩種密合方式：

(1) 腳與頭部的密合



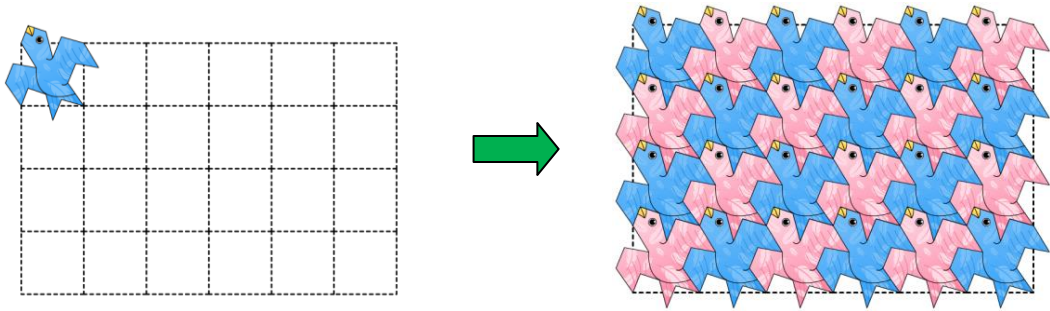
(2) 翅膀與後腿的密合



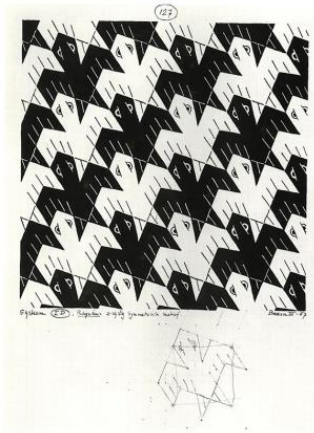
這種可以互相密合、無交疊且無空隙的鳥圖案，我們稱之為鳥磁磚。有了這兩種密合方式後，就可以用這兩種方式將很多隻鳥磁磚密鋪在平面上了。

四、鳥的鑲嵌圖

透過了解鳥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鳥鑲嵌圖，左下圖是先將鳥放在數學骨架上的正確位置，其他的鳥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。



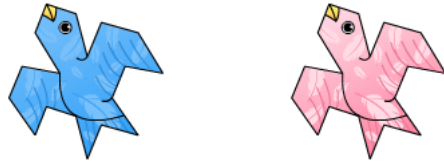
關於艾薛爾《E127 鳥》原圖，如下圖：



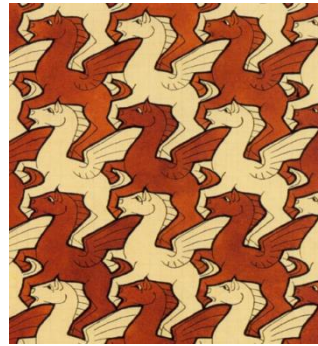
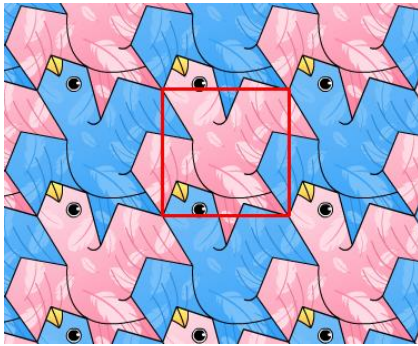
我們可以看到作品中的鳥對稱於它自己的中線。雖然艾薛爾在《E127 鳥》中只使用了黑色與白色以及簡單的內線來完成這幅作品，不過我們也可以藉此了解到，光是內線條的不同就能讓這幅作品產生非常大的變化。

E127 鳥回饋單

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，每一隻鳥周遭圍繞著幾隻鳥呢？（相鄰才算，只交一點不算）
 2隻 3隻 4隻 5隻
3. 鳥的表面積與其數學骨架正方形的表面積是否一樣？
 是 否
4. 如下圖，左邊的鳥和右邊的鳥是什麼樣的關係呢？
 平移 旋轉 翻面



5. 右下圖為艾薛爾的另一幅作品《E105 飛馬》，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，在右下圖畫出正確的數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出飛馬。



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：