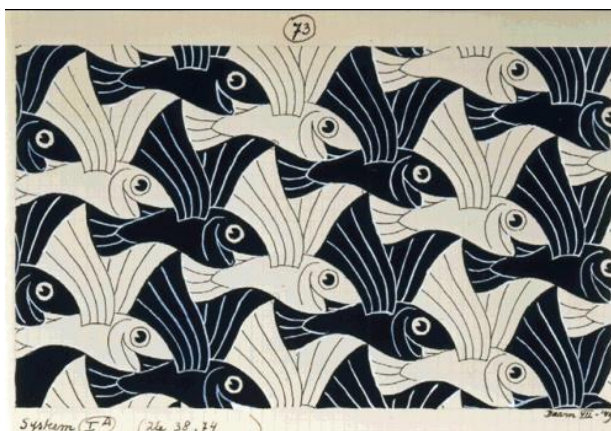


E108 鳥工作單

撰稿：李勁緯

引言：《E108 鳥》是荷蘭版畫家艾薛爾在1961年1月創作的一幅作品，每隻鳥的身體為單一顏色著色—白色及墨綠色，主要繪圖工具為墨水與水彩，在我們影片中的封面圖是艾薛爾的另一幅鑲嵌作品《E073 飛魚》，如下圖所示：



艾薛爾的鑲嵌作品中，魚和鳥是最常被使用到的主題，其中還有一類更特別題材為既像魚又像鳥的圖案，上圖所示的《E073 飛魚》就是其一，《E108 鳥》的外型上也並存著魚與鳥的特徵，從圖形上來區分兩者的不同，就要比較魚鰭與鳥翅膀的表現方式。《E073 飛魚》是使用平移關係就能鋪滿平面的作品，而在《E108 鳥》中，直行排列的鳥上、下是平移的關係，兩行直行間的鳥則互相為上下翻面的排列關係，這就是《E108 鳥》的密鋪方式，是不是相當有趣呢？現在就讓我們來欣賞可愛的《E108 鳥》是如何誕生的吧！

請在電腦上點選《E108 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：影片由平行四邊形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這平行四邊形正是鳥的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個平行四邊形放大，從這平行四邊形剪下五小塊後，依數學原理的平移及翻面貼到正確的位置，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 平行四邊形 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

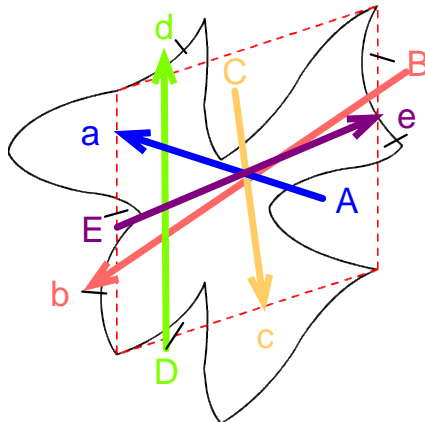
3. 影片中有幾種顏色的鳥？

- 兩種 三種 四種
 4. 鋪滿數學舞台的鳥們有哪些特色？
 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出鳥

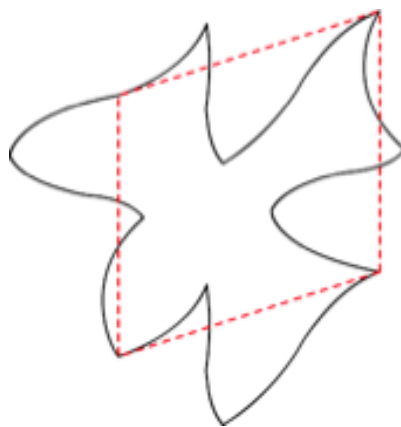
綜合下面兩個方式即可裁貼出鳥，方式如下：

甲、將平行四邊形剪下五個小區塊 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與翻面：

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



裁貼出鳥後可以發現：平行四邊形的兩個頂點分別在鳥的嘴巴、翅膀的兩點及尾巴，這就是鳥在數學骨架上的正確位置。

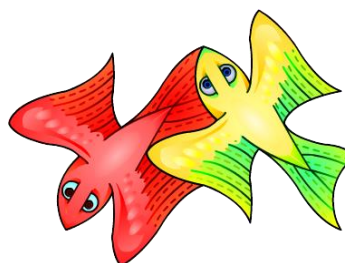
三、真的是鳥磁磚嗎

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) 翅膀與翅膀的密合



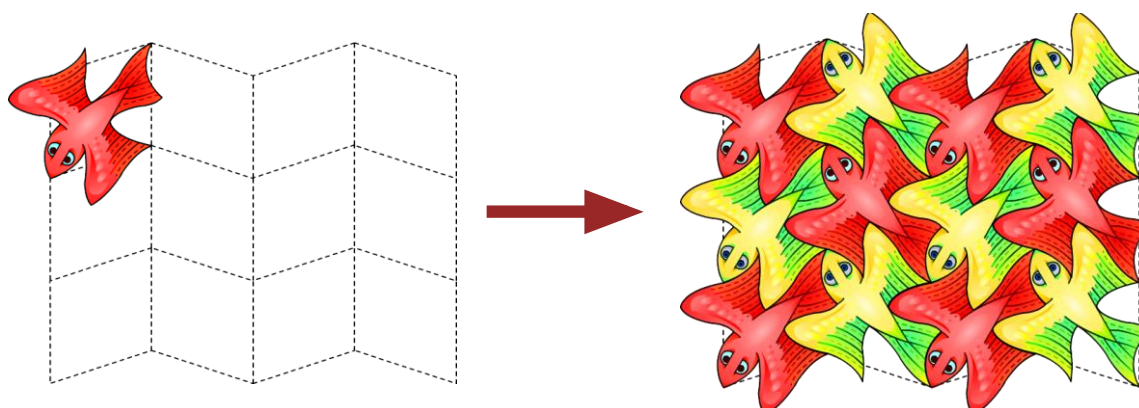
(2) 臉與尾巴的密合



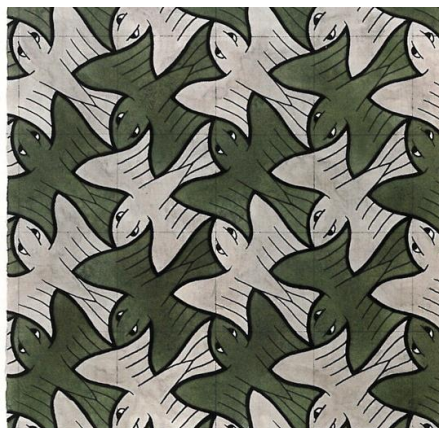
這種可以互相密合、無交疊且無空隙的鳥圖案，我們稱之為鳥磁磚。有了這兩種密合方式後，就可以用這兩種方式將很多個鳥磁磚密鋪在平面上了。

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。



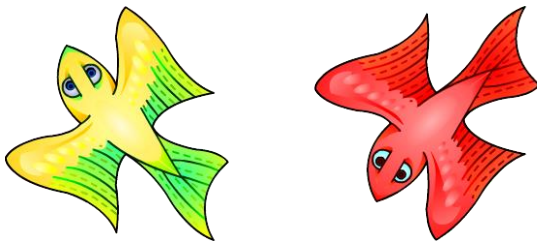
關於《E108 鳥》原圖，如下圖：



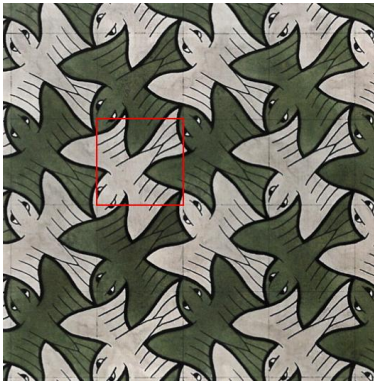
仔細觀察圖中，發現十分清楚的正方形格子，這格子正是艾薛爾所描出的正方形骨架，而我們影片中的骨架是平行四邊形，而這幅作品《E108 鳥》是艾薛爾第一次為這種密鋪方式設計的正方形骨架。

E108 鳥回饋單

1. 仔細想想，你在哪個地方見過用平行四邊形磁磚鋪設的地板？
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平行四邊形的表面積是否一樣？
 是 否
4. 如下圖，上面的鳥和下面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《E109 遲遲疑疑的傢伙》，這幅作品也利用了平行四邊形當作數學骨架，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爬行動物。



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：