

E128 鳥工作單

撰稿：游雅婷

引言：《E128 鳥》是荷蘭版畫家艾薛爾在1967年4月所作的一幅作品，每隻鳥的身體使用單一顏色著色—非黑即白，主要繪圖工具為墨水與水彩，而我們影片裡的封面圖《鳥》是艾薛爾《Circle Limit》系列作品中的其中一幅，如下圖所示：



《E128 鳥》與《E017 老鷹》是艾薛爾的137幅鑲嵌作品中唯二以鳥類為主題卻沒有繪製成飛翔型態的鳥，不過牠們在作品中表情神氣且整齊地排在同一個列上，也呈現出另一種不同的趣味造型。就讓我們來見識一下這些無法翱翔天際但卻別具特色的鳥兒們是怎麼形成的吧！

請在電腦上點選《E128 鳥.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

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，從這正方形剪下三個小區塊後，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兒們互相密合。
- 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。

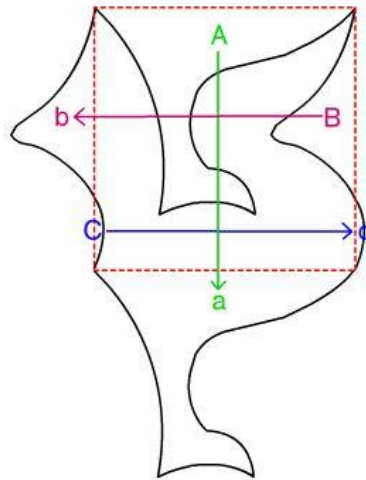
1. 第一幕的數學骨架是哪一個多邊形呢？
 正方形 鳶形 矩形
2. 第二幕裁貼的過程中，用到了哪些數學方法？
 平移 旋轉 翻面
3. 影片中有幾種顏色的鳥？

- 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：

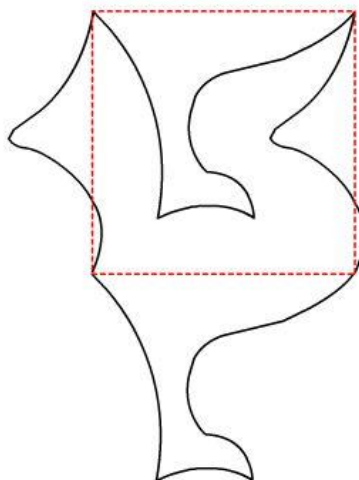
甲、將正方形剪下三個小區塊 A, B, C，並將這三個小區塊貼到正確的位置上，
 即 $A \rightarrow a$ ； $B \rightarrow b$ ； $C \rightarrow c$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的平移：

- (1) $A \rightarrow a$ ：將 A 區塊向下平移到 a
- (2) $B \rightarrow b$ ：將 B 區塊向左平移到 b
- (3) $C \rightarrow c$ ：將 C 區塊向右平移到 c

A 區塊為正方形上下兩邊的平移；B, C 區塊為正方形左右兩邊的平移。



裁貼出鳥後可以發現：正方形的四個頂點以順時針方向分別落在鳥嘴、肚子、屁股以及翅膀前端點，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，而且有以下兩種密合方式：

(1) 腳底與背部的密合

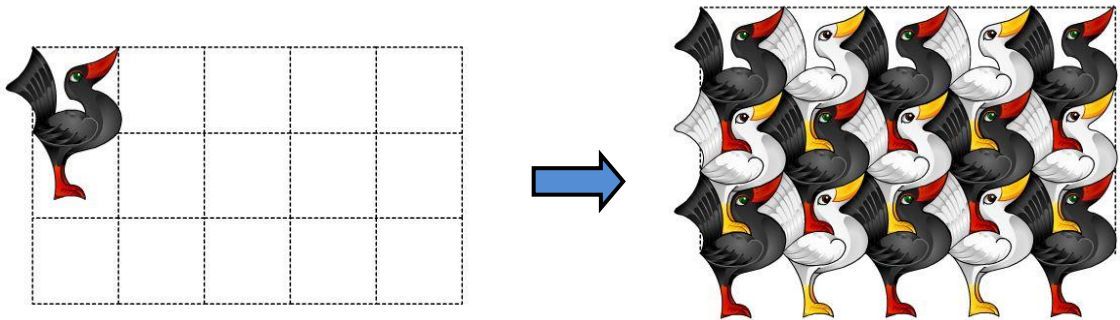
(2) 尾巴與脖子的密合



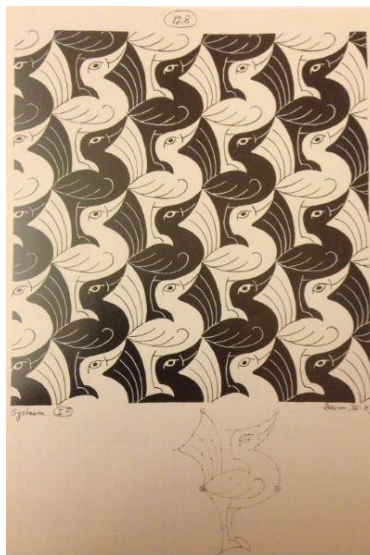
這種可以互相密合、無交疊且無空隙的鳥圖案，我們稱之為鳥磁磚。有了這兩種密合方式後，就可以用這兩種方式將很多個鳥磁磚密鋪在平面上了。

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。



關於艾薛爾《E128 鳥》作品原圖，如下圖所示：



艾薛爾在《E128 鳥》原圖的下方畫了一隻鳥並且點上四個點，這四個點就是正方形數學骨架的四個頂點所在。

E128 鳥回饋單

1. 請你回想一下，每一隻鳥周遭圍繞著幾隻鳥呢？（相鄰才算，只接觸一點不算）

2隻 3隻 4隻 5隻

2. 鳥的表面積與其數學骨架正方形的面積是否一樣？

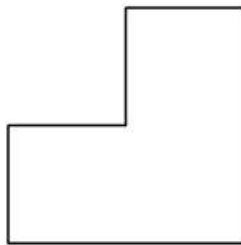
是 否

3. 如下圖，黑色鳥與白色鳥有著什麼樣的關係呢？

旋轉 平移 翻面



4. 蟹老闆想要將正方形的美味蟹堡平分給海綿寶寶、派大星、章魚哥以及珊迪，但是這個正方形美味蟹堡的四分之一已經被小蝸吃掉了，剩下的部分（如下圖）應該怎麼切才不會讓海綿寶寶、派大星、章魚哥以及珊迪吵架呢？（提示：每一塊皆為六邊形）



5. 右下圖為艾薛爾的另一幅作品《E014 蜥蜴》，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蜥蜴。



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：