

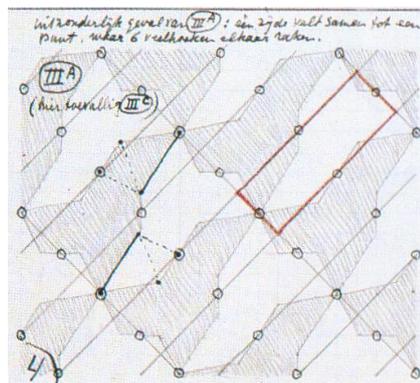
E095 鳥工作單

撰稿：蘇章瑋

引言：《E095 鳥》是荷蘭版畫家艾薛爾在1955年8月繪製的一幅作品，作品中每隻鳥的身體使用單一色調—粉綠色及粉紅色著色，主要繪畫工具為墨水及水彩。影片中的封面圖是艾薛爾1948年的一幅木刻版畫《日與月》(sun and moon)，如下圖一所示：



圖一



圖二

艾薛爾的137幅鑲嵌作品中，魚和鳥是最常出現的題材，仔細觀察圖一所示的《日與月》你可以發現多少種鳥的圖形？又有無與《E095 鳥》相似的鑲嵌外框形狀呢？圖二所示為艾薛爾在《E095 鳥》註記中提到的手稿，上面寫道：「exceptional case of III^A: triangels」，說明《E095 鳥》本來應該是如手稿中所繪的四邊形結構，但艾薛爾在此作品中卻是將其繪製的像是三角形的數學骨架結構，你能發現出其中轉換的奧秘之處嗎？或者讓我們先來欣賞影片，瞧瞧看你能不能從中發掘出它們的關係吧！

請在電腦上點選《E095 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：影片由正三角形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這正三角形正是鳥的數學骨架。
- 第二幕：將數學舞台的一個正三角形放大，從這正三角邊形剪下四小塊後，依數學原理的旋轉後貼到正確的位置，即裁貼出鳥。
- 第三幕：將鳥的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的平移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、反覆且連續的鋪滿就是所謂的鑲嵌或密鋪。

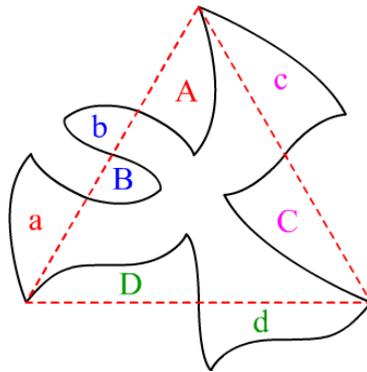
1. 第一幕的數學骨架是哪一個多邊形呢？
 正三角形 矩形 平行四邊形
2. 第二幕裁貼的過程中，用到了哪些數學方法？
 平移 旋轉 翻面
3. 影片中有幾種顏色的鳥？

- 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

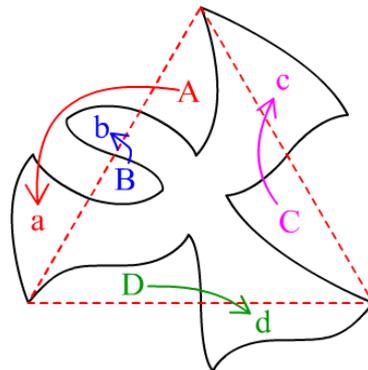
綜合下面兩個方式即可裁貼出鳥，方式如下：

甲、將正三角形剪下四個小區塊 A, B, C, D，並將這四個小區塊貼到正確的位置上，即 $A \rightarrow a$ ； $B \rightarrow b$ ； $C \rightarrow c$ ； $D \rightarrow d$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的旋轉：

- (1) $A \rightarrow a$ ：將 A 區塊以該邊中點為中心，旋轉到 a
- (2) $B \rightarrow b$ ：將 B 區塊以該邊中點為中心，旋轉到 b
- (3) $C \rightarrow c$ ：將 C 區塊以該邊中點為中心，旋轉到 c
- (4) $D \rightarrow d$ ：將 D 區塊以該邊中點為中心，旋轉到 d

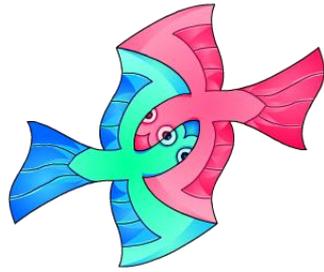


裁貼出鳥後可以發現：正三角形的三個頂點分別在鳥的尾羽及翅膀尖端，這就是鳥在數學骨架上的正確位置。

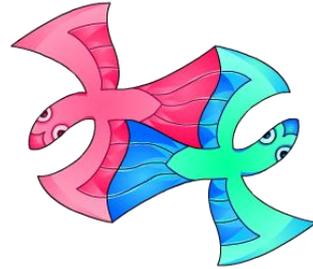
三、真的是鳥磁磚嗎

由藝術表演可以知道經過數學原理形成的鳥可以互相密合，其密合方式有三種：

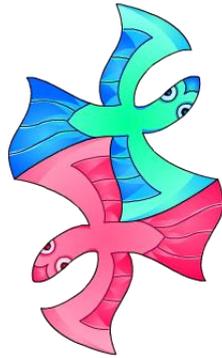
(1) 頭與頭的密合



(2) 尾巴之間的密合



(3) 翅膀之間的密合

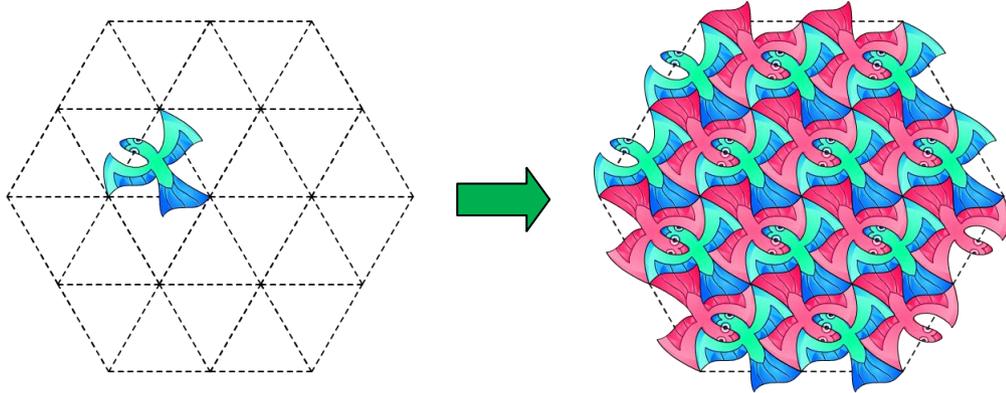


有了這三種密合方式，就可以將鳥磁磚密鋪在平面上了。

四、鳥的鑲嵌圖

甲、鳥鑲嵌圖

透過了解鳥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鳥鑲嵌圖，左下圖是先將第一隻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，還須一一按照三種密合方式密鋪。



關於艾薛爾的《E095 鳥》原圖，如下圖所示：



從它的鑲嵌方式應該是可以滿簡單的看出來其數學骨架為正三角形的部分，那我們不妨可以思考看看，一定只能用正三角形嗎？

乙、鳥拼圖遊戲

看到這裡是否對鳥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鳥拼圖遊戲，請再仔細觀察鳥鑲嵌圖的排列方式，遊戲開始囉！

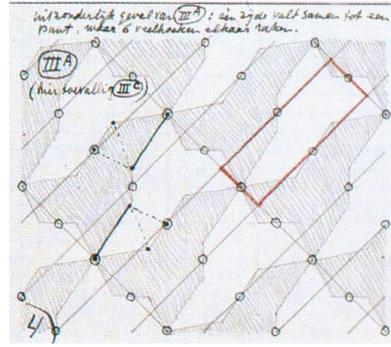
請在電腦上點選《E095 鳥拼圖.exe》進入拼圖的首頁，
並按左上角的Q版圖開始遊戲。

E095 鳥回饋單

1. 請你回想一下，每一隻鳥周遭圍繞著幾隻鳥呢？
 3隻 4隻 5隻 6隻
2. 每隻鳥的面積與其數學骨架正三角形的面積是否一樣？
 是 否
3. 如下圖，左邊的藍鳥與右邊的紅鳥是甚麼樣的關係呢？
 平移 旋轉 翻面



4. 影片中，密鋪整個平面的相鄰兩隻鳥之間，牠們旋轉的角度為多少度？
 60度 120度 180度
5. 鳥的數學骨架除了是正三角形外，在艾薛爾的手稿中指出它其實是矩形的一種例外，你能參考我們的正三角形結構與手稿，繪出鳥的矩形數學骨架嗎？並用找到的數學骨架說明如何剪貼出鳥。



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：