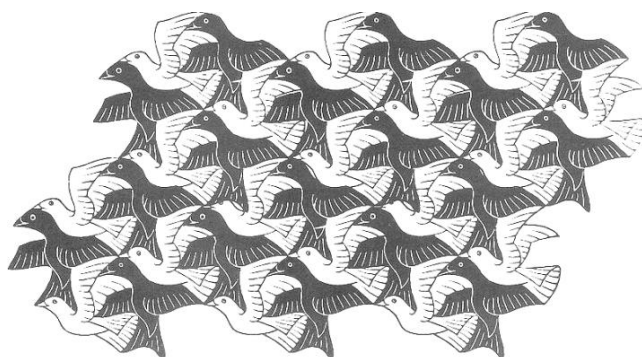


# E009 鳥工作單

撰稿：蕭瑞甫

引言：《E009 鳥》是荷蘭版畫家艾薛爾在1937至1938年冬天所作的一幅作品，每隻鳥的身體為單一顏色—紅色及白色，主要繪圖工具為墨水、鉛筆與水彩，而我們影片裡的封面圖《Regular Division of the Plane with Bird》是艾薛爾在1949年所創作的一幅版畫，如下圖所示：



由上圖我們可以看到展開雙翼飛翔在空中的鳥兒們，每一隻鳥的身體都有著優美的曲線，再仔細看看白色的鳥，鳥腹部呈現非常流暢的S型線條，這種線條在《E009 鳥》中是處處可見，就讓我們趕快來欣賞《E009 鳥》到底是如何形成的吧！

請在電腦上點選《E009 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：將數學舞台的兩個平行四邊形放大，從這平行四邊形剪下六小塊後，依數學原理的平移及旋轉貼到正確的位置，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       菱形       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？

一種       兩種       三種

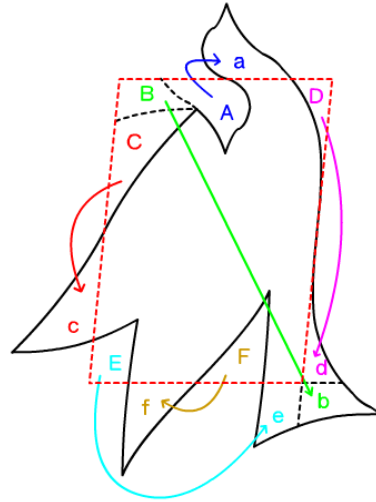
4. 鋪滿數學舞台的鳥兒們有哪些特色？

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、將兩個平行四邊形剪下六個小區塊 A, B, C, D, E, F，並將這六個小區塊貼到正確的位置上，即為  $A \rightarrow a$  ;  $B \rightarrow b$  ;  $C \rightarrow c$  ;  $D \rightarrow d$  ;  $E \rightarrow e$  ;  $F \rightarrow f$



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 區塊向右下平移到 b
- (3)  $C \rightarrow c$  : 將 C 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 c
- (4)  $D \rightarrow d$  : 將 D 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 d
- (5)  $E \rightarrow e$  : 先將 E 區塊以頂點為旋轉點旋轉再平移到 e
- (6)  $F \rightarrow f$  : 將 F 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 f

裁貼出鳥後可以發現：鳥腹部的中點剛好在平行四邊形一邊的中點上（回顧  $D \rightarrow d$ ），這就是鳥在數學骨架上的正確位置。

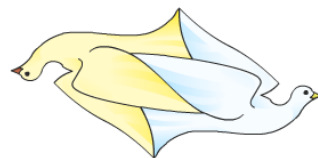
## 三、真的是鳥磁磚嗎

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，而且有以下四種密合方式：

(1) 腹部的密合：



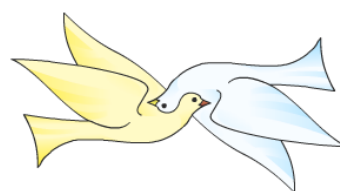
(2) 尾部的密合：



(3) 翅膀上方的密合：



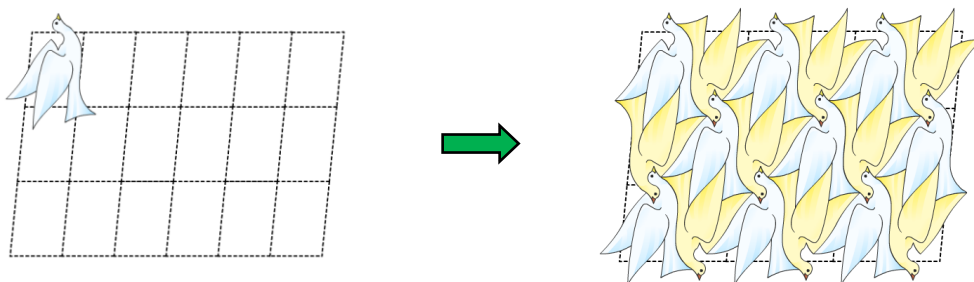
(4) 頭部的密合：



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。有了這四種密合方式後，就可以用這四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四種密合方式後，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，還須一一按照四種密合方式密鋪。



關於艾薛爾《E009 鳥》的原圖，如下圖所示：



這是艾薛爾第一次只使用了兩種顏色的鑲嵌圖，也是密合方式較顯而易見的一幅畫，我們還可以看到每一隻鳥與相鄰的鳥之間都是旋轉180度的關係，其中鳥的每邊都有對稱的S型曲線，曲線的中心點都有小小的圓圈做標記。

#### E009 鳥回饋單

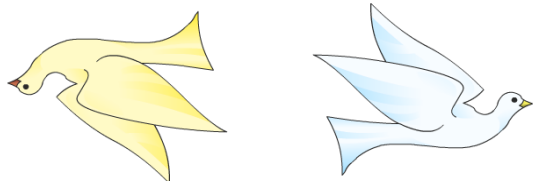
1. 仔細想想，你在哪個地方見過平行四邊形磁磚鋪設的地板？

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

- 3隻       4隻       5隻       6隻

3. 如下圖，左邊的鳥和右面的鳥是什麼樣的關係呢？

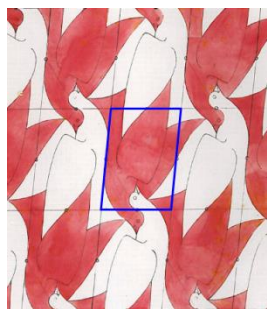
- 平移       旋轉       翻面



4. 鳥的表面積與其數學骨架平行四邊形面積的是否一樣？

- 是       否

5. 右下圖為艾薛爾的一幅作品《E066 飛獅》，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出飛獅的平行四邊形數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出飛獅。



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：