

# E023 鳥工作單

撰稿：游雅婷

引言：《E023 鳥》是荷蘭版畫家艾薛爾在1938年6月所作的一幅作品，每隻鳥的身體為單一顏色—紅色及白色，主要繪圖工具為鉛筆、墨水與水彩，而我們影片裡的封面圖《鳥》是艾薛爾在1940年所創作的一幅版畫，如下圖一所示：



圖一



圖二

圖二是艾薛爾將《E023 鳥》作品中鳥的圖案設計在時鐘上的作品，從圖中我們可以看到這群鳥環繞著時鐘大規模地飛進又飛出，營造出很有速度感的畫面，英文中有句諺語唸作：「time flies」，意即光陰似箭，和此圖的意境相當吻合。我們就趕快來欣賞一下《E023 鳥》的樣子是怎麼變化而來的吧！

請在電腦上點選《E013 蜻蜓.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，從這正方形剪下四個小區塊後，依數學原理的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       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

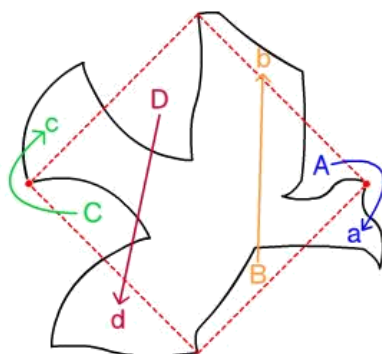
4. 鋪滿數學舞台的鳥兒們有哪些特色？

不重疊     無空隙     外形都一樣

## 二、如何從數學骨架裁貼出鳥

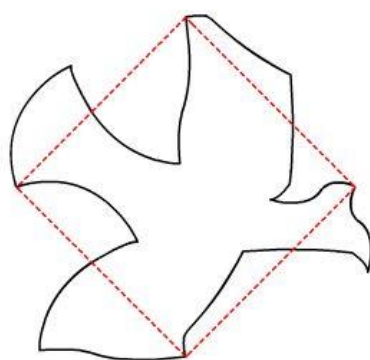
綜合下面兩個方式即可裁貼出鳥，方式如下：

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 區塊以正方形頂點為旋轉點旋轉到 a
- (2)  $B \rightarrow b$ ：將 B 區塊以正方形頂點為旋轉點向上旋轉到 b
- (3)  $C \rightarrow c$ ：將 C 區塊以正方形頂點為旋轉點旋轉到 c
- (4)  $D \rightarrow d$ ：將 D 區塊以正方形頂點為旋轉點向下旋轉到 d



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的左翅膀後端點、頭頂、鳥的右翅膀前端點以及尾巴下方，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，而且有以下兩種密合方式：

(1)頭頂互相密合



(2)左翅膀與右翅膀的密合

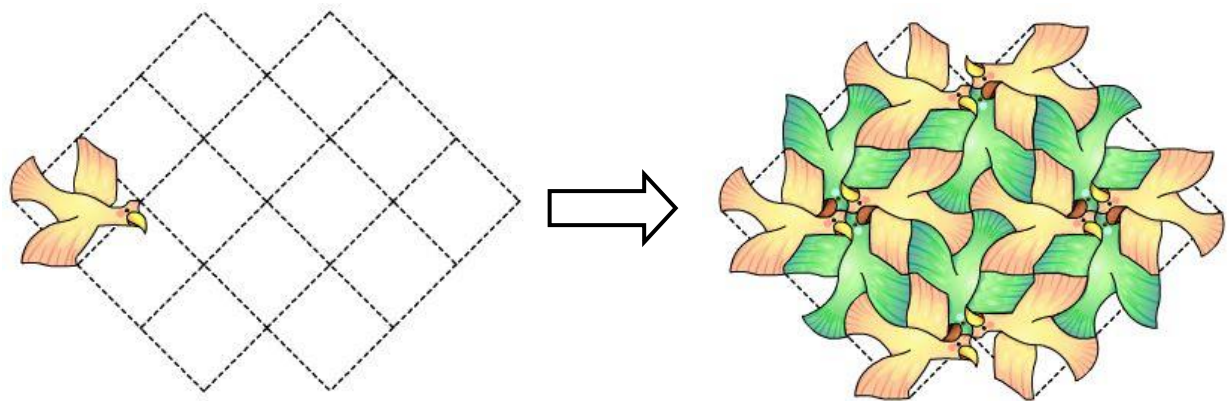


這種可以無交疊且無空隙互相密合的鳥鑲嵌圖案，我們稱之為鳥磁磚。有了這兩種密合方式後，就可以用這兩種方式將很多個鳥磁磚密鋪在平面上了。

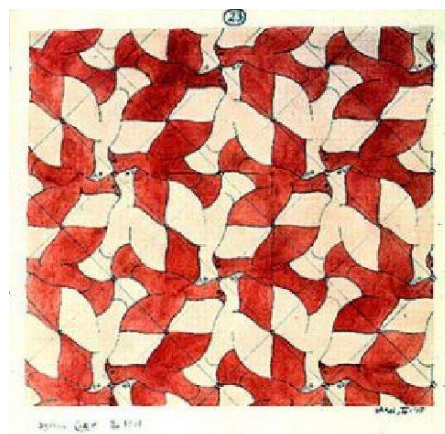
#### 四、鳥的鑲嵌圖

##### 甲、鳥鑲嵌圖

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。



關於艾薛爾的《E023 鳥》原圖，如下圖所示：



艾薛爾在畫的左下方寫了一句話“see no. 15”，這一句話說明了鳥與編號15的作品有著相同的密鋪方式。

### 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《E023 鳥拼圖.exe》進入拼圖的首頁，  
並按左上角的Q版圖開始遊戲。

### E023 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）  
 3隻       4隻       5隻       6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. 請問下面兩個圖形是否都是正方形呢？  
 是       否



4. 承上題，這兩個圖形的面積一樣嗎？

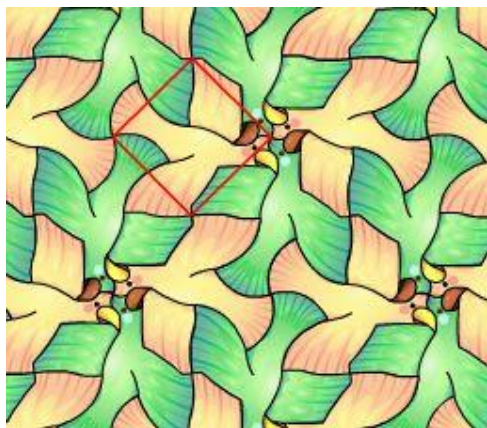


5. 請參考右下圖並判斷左下圖的下方鳥是上方鳥旋轉幾度後的結果呢？





6. 右下圖為艾薛爾在原圖中提及的一幅作品《E015 蜥蜴》，與烏有著相同的密鋪方式，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出正方形的數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出蜥蜴。



7. 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：