

E071 十二隻鳥工作單

撰稿：沈玫好

引言：《E071 十二隻鳥》是荷蘭版畫家艾薛爾在1948年4月所作的一幅作品，每隻鳥的身體使用單一顏色—紅色及灰色，主要繪圖工具為印度墨水、色鉛筆及水彩，而我們影片裡使用的封面圖《太陽與月亮》(sun and moon)如下圖一所示：



圖一



圖二

《太陽與月亮》(sun and moon)是艾薛爾在製作《E071 十二隻鳥》時同年同月所創作的一幅版畫，圖上有14隻身體以太陽為背景的鳥及14隻身體以月亮為背景的鳥。圖二所示的作品為艾薛爾在1955年4月作的一幅版畫《解放》(liberation)，這幅版畫的中心為十二隻鳥，由下而上呈現出由平面正三角形逐漸變成十二隻鳥飛翔在空中的立體圖案，艾薛爾是如何讓正三角形轉變成十二隻鳥呢？又為什麼鳥群們可以鋪滿平面？讓我們接著觀賞十二隻鳥的影片來一探究竟吧！

請在電腦上點選《E071 十二隻鳥.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、十二隻鳥的數學與藝術

我們可以把十二隻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，而這正三角形正是十二隻鳥的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個正三角形放大，從這正三角形裡飛出鳥，將鳥放在正三角數學骨架的正確位置，並配合藝術表演依各種適當角度將表演的鳥們互相密合。

第三幕：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。

第四幕：將第三幕鋪好的十二隻鳥一隻隻往上、下、左、右密鋪平面，其中往左右方向延伸鋪滿的鳥按左右順序左右平移密鋪即可，而往上下方向延伸鋪滿的鳥必須先翻面再一層一層按順序上下密鋪。

1. 第一幕的數學骨架是哪一個多邊形呢？

- 正三角形 正方形 正六邊形

2. 第四幕將鳥延伸密鋪的過程中，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

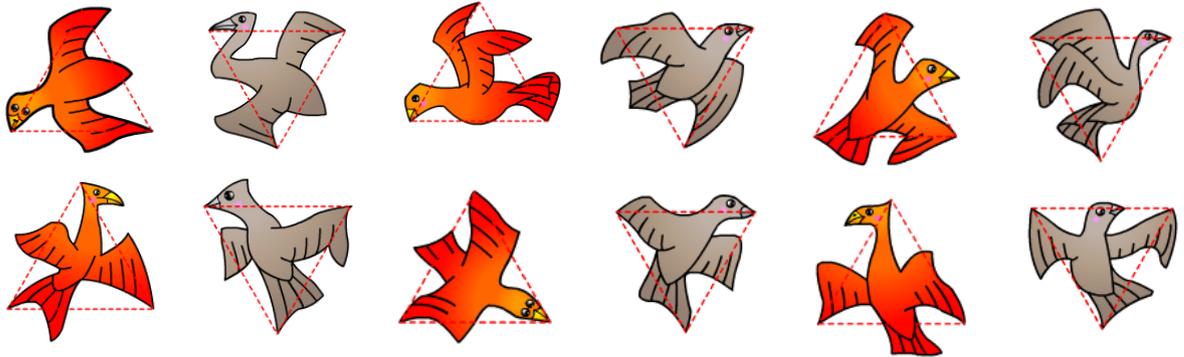
4. 鋪滿數學舞台的鳥們有哪些特色？

- 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、數學骨架上的十二隻鳥及其密合

綜合下面兩個方式即可將十二隻鳥密鋪在數學骨架上了，方式如下：

甲、十二隻鳥在數學骨架上的正確位置

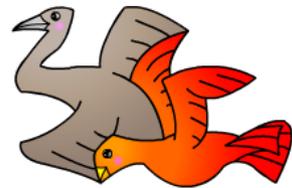


乙、觀察哪兩隻鳥有相同的部分輪廓，在此舉四個例子：

(1) 兩隻鳥一上一下密合



(2) 兩隻鳥一左一右密合



(3) 三隻鳥密合



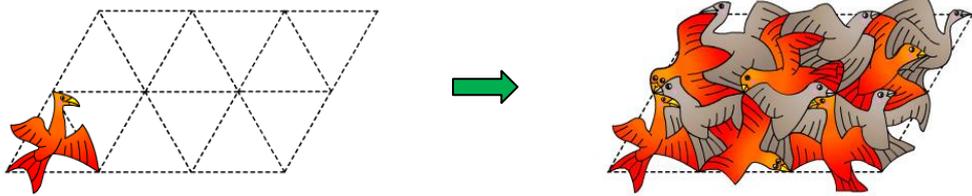
(4) 四隻鳥密合



除了這四個密合的例子，還有很多個密合方式，你能找到幾個呢？在尋找的過程中，若能將十二隻鳥都拼在一起那就更好了。

三、 真的是十二隻鳥磁磚嗎？

透過了解十二隻鳥在數學骨架上的正確位置後，再觀察哪兩隻鳥的部分輪廓相同，即可在數學骨架上密鋪出十二隻鳥，左下圖是先將一隻鳥放在數學骨架上的正確位置，其他鳥除了要放在數學骨架上的正確位置外，還須觀察鳥的輪廓來密鋪平面。



將十二隻鳥都密鋪在數學骨架上後，該如何將十二隻鳥密鋪整個平面呢？關於《E071 十二隻鳥》原圖如下：

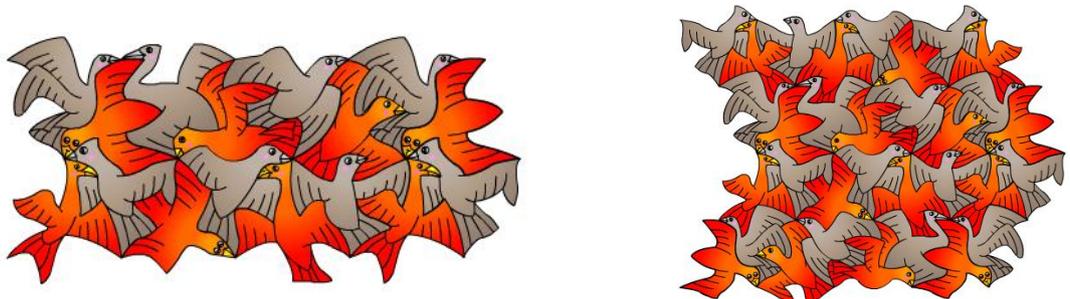


艾薛爾在下方寫下這麼一句話：「12 motifs of various forms; all are repeated in mirror image.」意思是此作品有十二種圖案，且這十二種圖案是以鏡射的方式重複鋪滿整個平面，這裡的鏡射就是所謂的翻面，下一段將介紹如何用翻面密鋪整個平面。

四、 十二隻鳥的鑲嵌圖

甲、 十二隻鳥鑲嵌圖

在數學骨架上密鋪十二隻鳥後，往上、下、左、右延伸密鋪平面，其中往左右方向延伸鋪滿的鳥按順序左右平移密鋪即可，而往上下方向延伸鋪滿的鳥必須先翻面再一層一層按順序上下密鋪如右下圖所示。



將十二隻鳥拼好後，根據上述的平移及翻面就可以將很多組十二隻鳥磁磚密

鋪在平面上了。

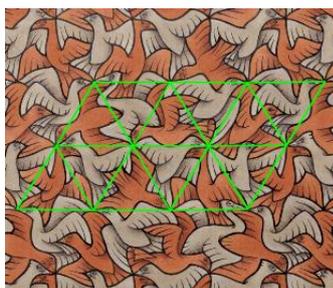
乙、十二隻鳥拼圖遊戲

看到這裡是否對十二隻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十二隻鳥拼圖遊戲，請再仔細觀察十二隻鳥鑲嵌圖的排列方式，遊戲開始囉！

請在電腦上點選《E071 鳥拼圖.exe》進入拼圖的首頁，
並按左上角的Q版圖開始遊戲。

E071 十二隻鳥回饋單

1. 根據你的經驗，下列哪一個地方最有可能用正三角形密鋪？
 人行道 家裡客廳地板 廟宇地板
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. 每一隻鳥的表面積與其數學骨架正三角形的面積是否一樣？
 是 否
4. 數學上有五種正多面體，例如常見的魔術方塊為正六面體，簡單畫一下正八面體的形狀。
5. 右下圖為艾薛爾的另一幅作品《E047 兩隻鳥》，這作品也利用了正三角形當作每一隻鳥的數學骨架，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。



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：