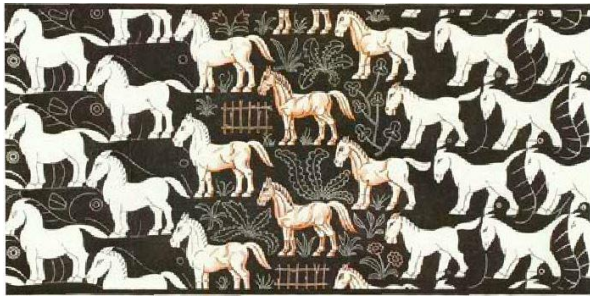


E076 馬與鳥工作單

撰稿：游雅婷

引言：《E076 馬與鳥》是荷蘭版畫家艾薛爾在1949年9月所作的一幅作品，每隻馬與鳥使用單一顏色—淺棕色及淺藍色，漸層變化使作品相當富有立體感，主要繪圖工具為墨水、彩色筆與水彩，而我們影片裡的封面圖《馬與鳥》是艾薛爾在1967至1968年所創作的一幅版畫，如下圖一所示：



圖一



圖二

在之前的作品工作單介紹中，我們有提到艾薛爾創作了一幅長達四公尺的版畫，名稱為《變形》(metamorphosis)，圖一所擷取的正是其中的一小段。圖二所示則為艾薛爾對自己的另一幅版畫作品《E076A 馬與鳥》所創作的封面圖，圖一與圖二的差別就在於馬與鳥的視覺行進方向，我們趕快來看看馬與鳥會碰撞出什麼樣的火花吧！

請在電腦上點選《E076 馬與鳥.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、馬與鳥的數學與藝術

我們可以把馬與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馬與鳥的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個平行四邊形放大，從這平行四邊形剪下七個小區塊後，依數學原理的平移與翻轉貼到正確的位置，即裁貼出馬與鳥。

第三幕：將馬與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馬與鳥們互相密合。

第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將馬與鳥一個一個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？

平行四邊形 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馬？

一種 兩種 三種

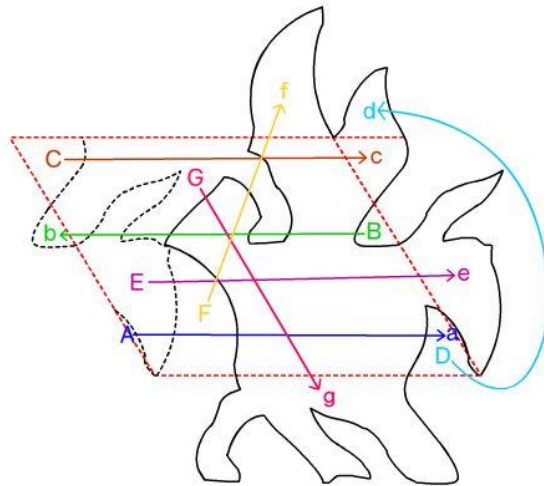
4. 鋪滿數學舞台的馬與鳥們有哪些特色？

- 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出馬與鳥

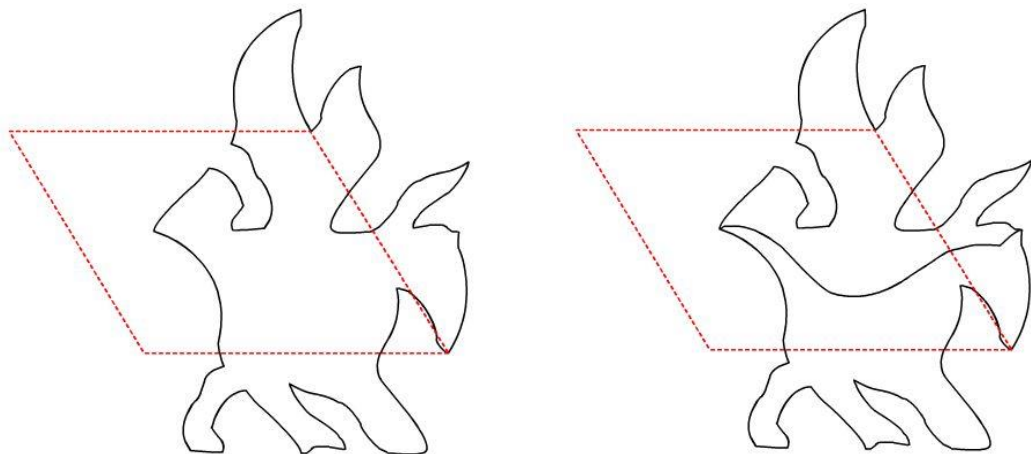
綜合下面兩個方式即可裁貼出馬與鳥，方式如下：

甲、將平行四邊形剪下七個小區塊 A, B, C, D, E, F, G，並將這七個小區塊貼到正確的位置上，即 $A \rightarrow a$; $B \rightarrow b$; $C \rightarrow c$; $D \rightarrow d$; $E \rightarrow e$; $F \rightarrow f$; $G \rightarrow g$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的平移與翻面：

- (1) $A \rightarrow a$ ：將 A 區塊向右平移到 a
- (2) $B \rightarrow b$ ：將 B 區塊向左平移到 b
- (3) $C \rightarrow c$ ：將 C 區向右平移到 c
- (4) $D \rightarrow d$ ：先將 D 區塊向上平移再翻面到 d
- (5) $E \rightarrow e$ ：將 E 區塊向右平移到 e
- (6) $F \rightarrow f$ ：先將 F 區向上平移再翻面到 f
- (7) $G \rightarrow g$ ：先將 G 區塊向下平移再翻面到 g

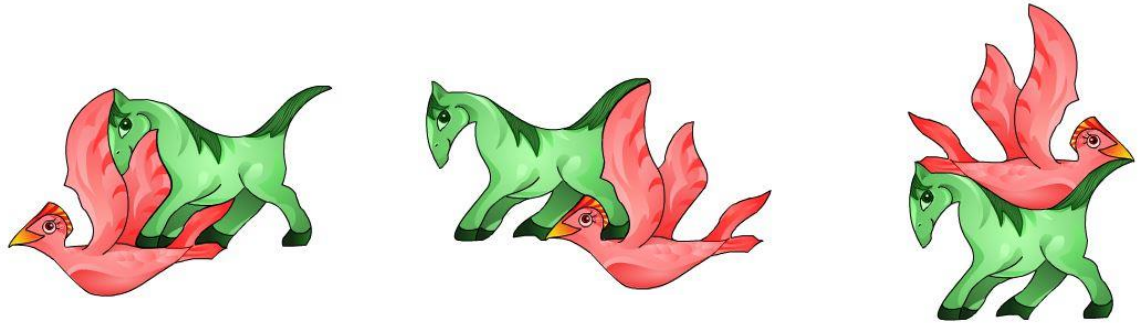


裁貼出馬與鳥後可以發現：平行四邊形其中兩個頂點以順時針方向分別落在鳥的兩個翅膀交接處以及馬嘴，這就是鳥在數學骨架上的正確位置。

三、 真的是馬與鳥磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的馬與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馬與鳥可以彼此互相密合，而且有以下三種密合方式：

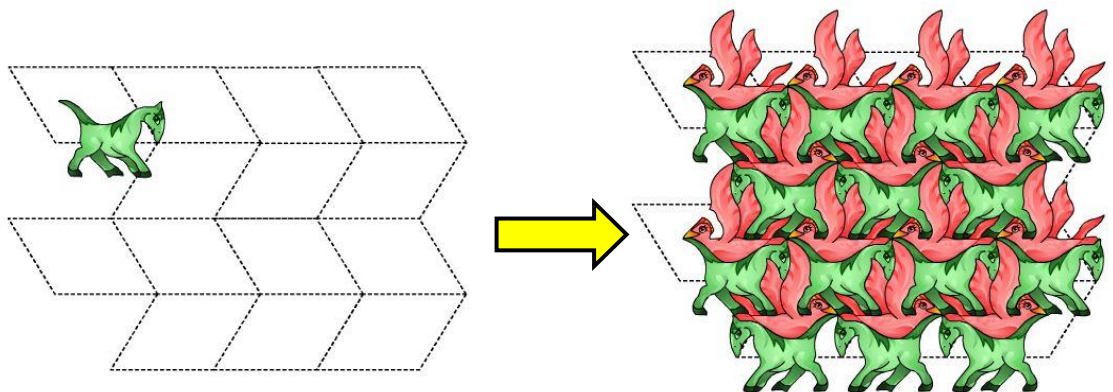
- (1) 鳥翅膀與馬頭的密合 (2) 鳥頭頂與馬後腳的密合 (3) 鳥肚與馬背的密合



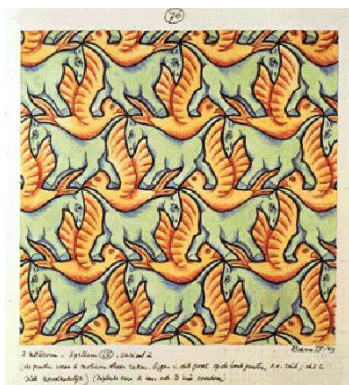
這種可以互相密合、無交疊且無空隙的馬與鳥圖案，我們稱之為馬與鳥磁磚。有了這三種密合方式後，就可以將很多個馬與鳥磁磚密鋪在平面上了。

四、 馬與鳥的鑲嵌圖

透過了解馬與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馬與鳥鑲嵌圖，左下圖是先將馬放在數學骨架上的正確位置，其他的馬與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《E076 馬與鳥》原圖，如下圖所示：

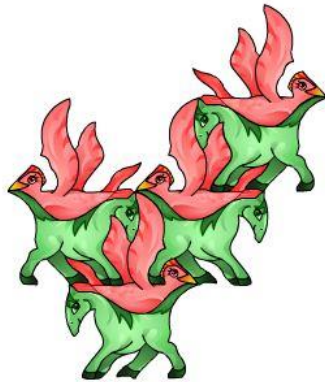


艾薛爾在畫的左下方寫道《E076 馬與鳥》這幅作品也可以用菱形作為數學骨架，

而圖二是記錄在艾薛爾的筆記本中，說明《E076 馬與鳥》也可以是此種的鑲嵌方式。

E076 馬與鳥回饋單

1. 請你回想一下，每一隻馬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. 馬與鳥的表面積與其數學骨架平行四邊形的面積是否一樣？
 是 否
3. 如下圖，總共有幾個平行四邊形的數學骨架呢？
 2個 4個 6個 8個



4. 一個平行四邊形數學骨架包含了哪隻生物呢？
 一隻鳥 一隻馬 一隻馬與一隻鳥
5. 在《E076 馬與鳥》的影片中，有幾種密合的方式？
 2種 3種 4種 5種
6. 馬與鳥的數學骨架除了是平行四邊形外，菱形也是馬與鳥的數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出馬與鳥的菱形數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出馬與鳥。（提示：觀察左下圖平行四邊形數學骨架的四個頂點）



7. 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：