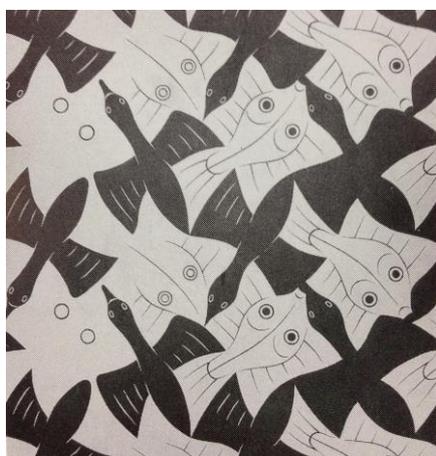


E110 鳥與魚工作單

撰稿：李欣樺

引言：《E110 鳥與魚》是荷蘭版畫家艾薛爾在1961年6月創作的作品，圖中鳥與魚的身體分別以黃色和藍色著色，均為單一顏色，主要繪畫材料為油墨及水彩。影片中的封面圖是艾薛爾替荷蘭農業與漁業部（現荷蘭農業營養及食品品質部）的秘書長辦公室所設計的其中四分之一天花板，如下圖所示：



上圖中魚與鳥緊密的鋪滿整個平面，悠遊的自在地朝前邁進，艾薛爾選了11種灰階色調來設計此塊天花板的漸層色系，讓秘書長想稍做放鬆時可以靠在椅背上望向天花板，從寧靜的設計中獲得滿足的喜悅。好的作品總讓人印象深刻，接著就讓我們來欣賞《E110 鳥與魚》精采的影片吧！

請在電腦上點選《E110 鳥與魚.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、鳥與魚的數學與藝術

我們可以把鳥與魚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與魚的數學骨架。

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七小塊後，依數學原理的平移貼到正確的位置，再畫上分界線，即裁貼出鳥與魚。

第三幕：將鳥與魚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與魚們互相密合。

第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將鳥與魚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

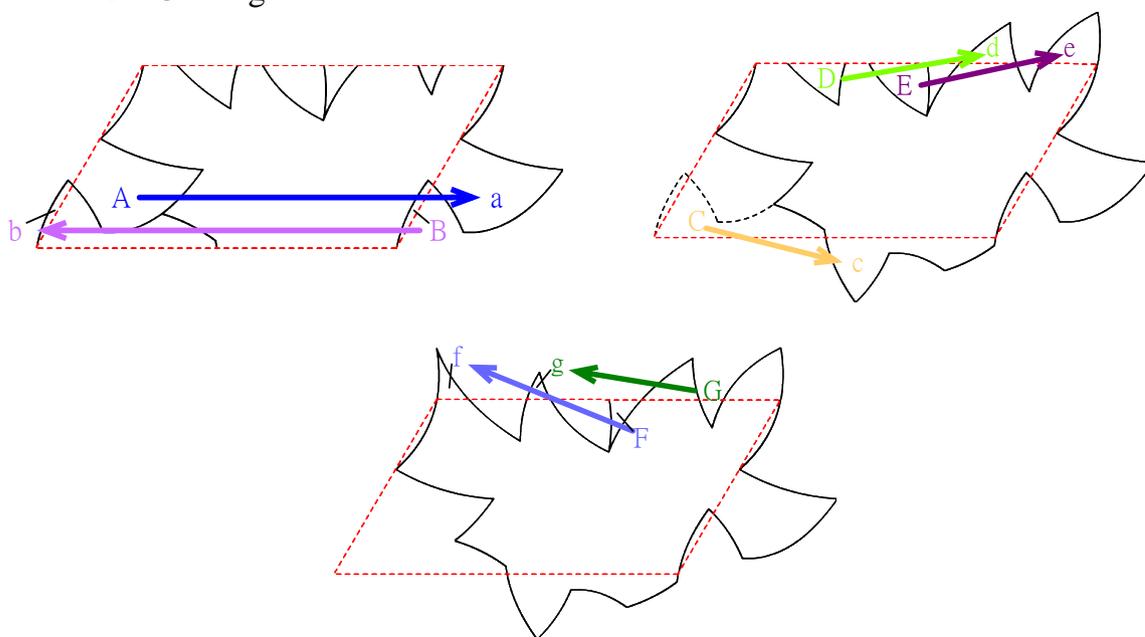
4. 鋪滿數學舞台的鳥與魚們有哪些特色？

- 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出鳥與魚

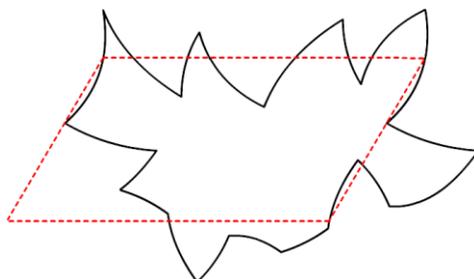
綜合下面兩個方式即可裁貼出鳥與魚，方式如下：

甲、將兩個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旋轉：

- (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 區塊旋轉到 c
- (4) $D \rightarrow d$: 先將 D 區塊翻面再向右上方平移到 d
- (5) $E \rightarrow e$: 先將 E 區塊翻面再向右上方平移到 e
- (6) $F \rightarrow f$: 將 F 區塊翻面再向左上方平移到 f
- (7) $G \rightarrow g$: 將 G 區塊翻面再向左上方平移到 g

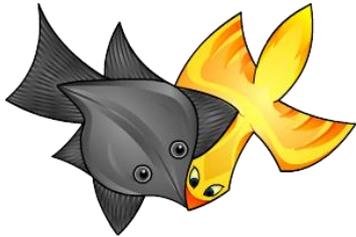


裁貼出鳥與魚後可以發現：平行四邊形的左上方頂點為魚的尾鰭前端，右邊平行四邊形的兩個頂點分別為鳥的頭左側嘴及尾翼左後端，這就是鳥與魚在數學骨架上的正確位置。

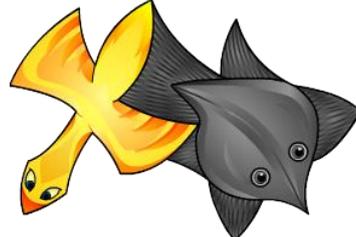
三、 真的是鳥與魚磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的鳥與魚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與魚可以彼此互相密合，而且有以下四種密合方式：

(1) 魚左鳥右的密合



(2) 魚右鳥左的密合



(3) 魚上鳥下的密合



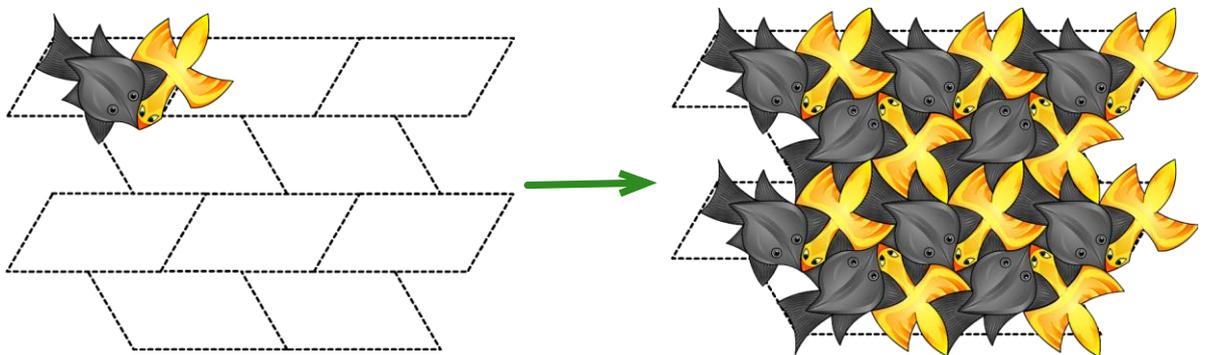
(4) 魚下鳥上的密合



這種可以互相密合、無交疊且無空隙的鳥與魚圖案，我們稱之為鳥與魚磁磚。有了這四種密合方式後，就可以用這四種方式將很多鳥與魚磁磚密鋪在平面上了。

四、 鳥與魚的鑲嵌圖

透過了解鳥與魚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與魚鑲嵌圖，左下圖是先將魚放在數學骨架上的正確位置，其他的鳥與魚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。



下圖為艾薛爾《E110 鳥與魚》的原圖：



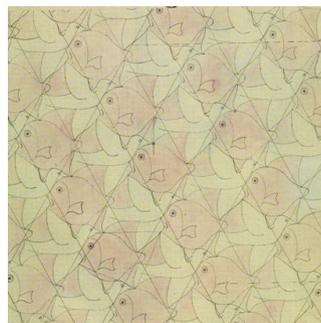
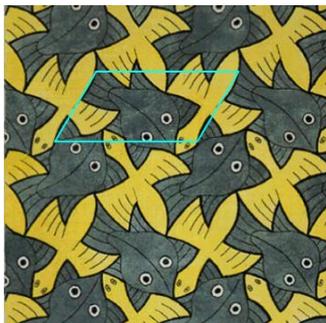
悠遊於水中的魚兒，鳥亦自在翱翔於天空，在這幅作品中卻將兩者結合於畫面中，其中所呈現的和諧已超越了距離的限制，突破想像的藩籬。

E110 鳥與魚回饋單

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魚呢？
 3隻 4隻 5隻 6隻
3. 下圖的鳥與魚們代表著有幾個平行四邊形數學骨架？
 2個 4個 6個 8個



4. 鳥與魚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. 右下圖為艾薛爾在原圖提及的一幅作品《E029 鳥與魚》，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出鳥與魚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鳥與魚。



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：