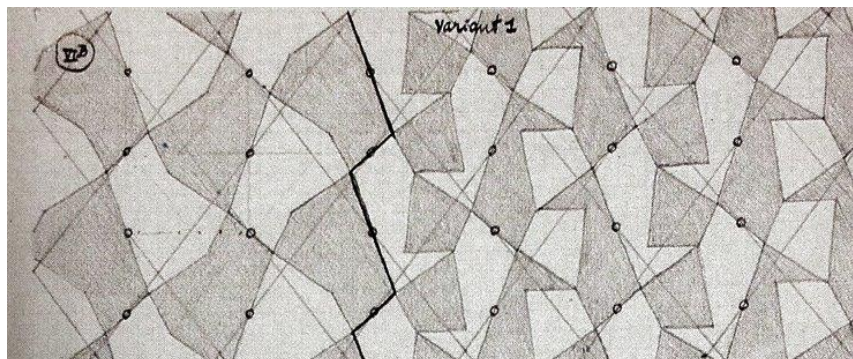


# E116 魚工作單

撰稿：李勁緯

引言：《E116 魚》是荷蘭版畫家艾薛爾在1963年3月創作的作品，每隻魚的身體為單一顏色著色—藍色及黃色，以墨水與水彩創作而成。在我們影片中的封面圖是為艾薛爾手稿中與《E116 魚》相符的草圖，如下圖所示：



《E116 魚》是艾薛爾使用VI<sup>B</sup>系統繪製而成的作品，其中使用的數學骨架已經變化為非正矩形與三角形的結構，在草圖的中央偏右處，你能發現出《E116 魚》所使用的數學骨架圖形是什麼嗎？而《E116 魚》此圖也是艾薛爾為一位結晶學教授麥吉利夫雷（Carolina H. MacGillavry）而作的一幅作品，其中使用的拼合方式在視覺上是比較容易分析的，在這位麥吉利夫雷教授1965年的著作《艾薛爾繪畫中的週期性》(Symmetry aspects of M. C. Escher's Periodic Drawings)一書中就有提到《E116 魚》的拼合方式。讓我們接著往下欣賞影片來更了解這幅作品吧！

請在電腦上點選《E116 魚.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始播放。

## 一、魚的數學與藝術

我們可以把魚的影片分成如下的四幕：

第一幕：影片由鳶形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這鳶形正是魚的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個鳶形放大，從這鳶形剪下五小塊後，依數學原理的平移及翻面貼到正確的位置，即裁貼出魚。

第三幕：將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       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魚？

兩種       三種       四種

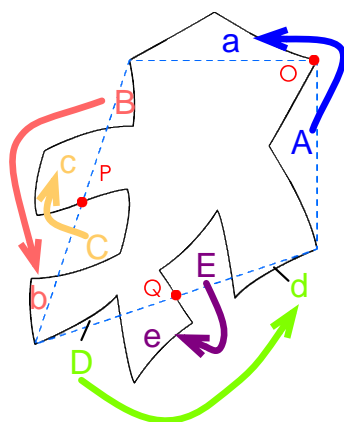
4. 鋪滿數學舞台的魚有哪些特色？

- 不重疊     無空隙     外形都一樣

## 二、如何從數學骨架裁貼出魚

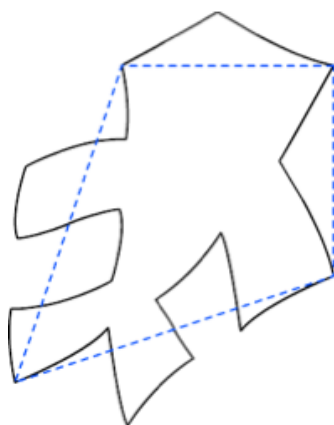
綜合下面兩個方式即可裁貼出魚，方式如下：

甲、將鳶形剪下五個小區塊 A, B, C, D, E, 並將這五個小區塊貼到正確的位置上，即  $A \rightarrow a$ ;  $B \rightarrow b$ ;  $C \rightarrow c$ ;  $D \rightarrow d$ ;  $E \rightarrow e$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的旋轉：

- (1)  $A \rightarrow a$  : 先將 A 區塊以 O 為旋轉點旋轉再翻面貼到 a
- (2)  $B \rightarrow b$  : 將 B 區塊以 P 為旋轉點旋轉到 b
- (3)  $C \rightarrow c$  : 將 C 區塊以 P 為旋轉點旋轉到 c
- (4)  $D \rightarrow d$  : 將 D 區塊以 Q 為旋轉點旋轉到 d
- (5)  $E \rightarrow e$  : 將 E 區塊以 Q 為旋轉點旋轉到 e



裁貼出魚後可以發現：鳶形的四個頂點分別為魚的兩邊臉頰、魚鰭尖端及尾鰭尾端，這就是魚在數學骨架上的正確位置。

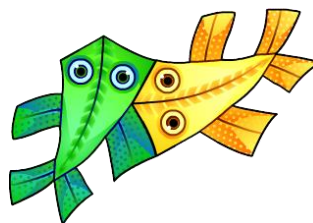
## 三、真的是魚磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的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魚分別可以彼此互相密合，共有以下兩種密合方式；

(1) 鰭與鰭的密合



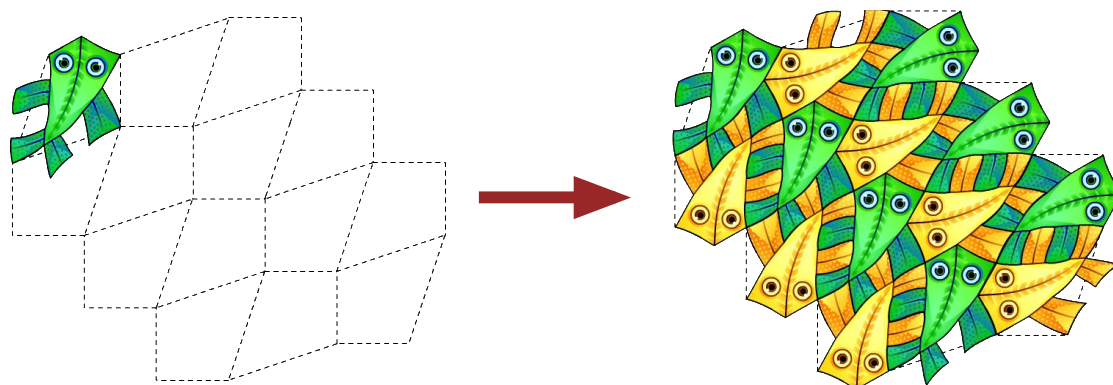
(2) 嘴與臉的密合



這種可以互相密合、無交疊且無空隙的魚圖案，我們稱之為魚磁磚。有了這兩種密合方式後，就可以用這兩種方式將很多個魚磁磚密鋪在平面上了。

#### 四、魚的鑲嵌圖

透過了解魚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，其他的魚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。



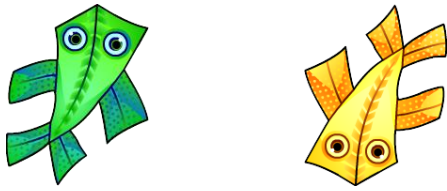
關於艾薛爾的《E116 魚》原圖，如下圖所示



在原圖中，同一個顏色和面對同一個方向的魚，沿著對角線方向排列得非常整齊，而這幅作品也被發佈在麥吉利夫雷教授的書《艾薛爾繪畫中的週期性》中。

## E116 魚回饋單

1. 根據你的經驗，你比較常看到使用正方形還是鳶形磁磚密鋪？為什麼呢？
2. 請你回想一下，每一隻魚周遭圍繞著幾隻魚呢？  
 2隻       3隻       4隻       5隻
3. 魚的表面積與其數學骨架鳶形的面積是否一樣？  
 是       否
4. 如下圖，左邊的魚和右邊的魚是什麼樣的關係呢？  
 平移       旋轉       翻面



5. 右下圖為艾薛爾的另一幅作品《E055 美妙的魚》，這作品也利用了鳶形當作數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出魚的鳶形數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出魚。



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：