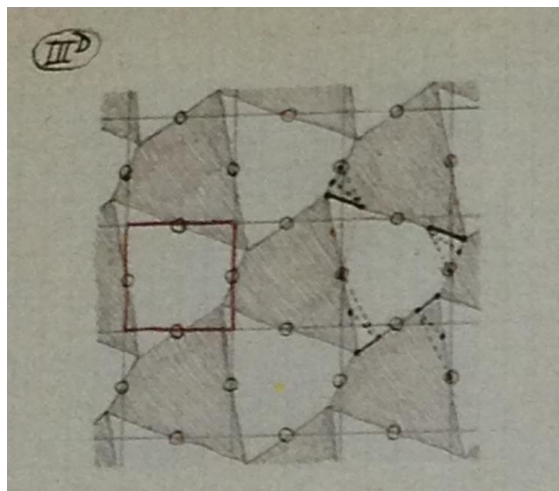


# E090 魚工作單

撰稿：李勁緯

引言：《E090 魚》是荷蘭版畫家艾薛爾在1953年9月所作的作品，以墨水及水彩創作而成。影片中的封面圖為艾薛爾在自己的素描筆記本中為這種拼合方式所繪製的數學骨架，如下圖所示：



圖中所示的紅色正方形和灰色框架的四邊形，都是《E090 魚》的數學骨架，再觀察圖中的小圈圈，每一個圈圈所指的皆是一個旋轉點，每一個正方形或四邊形分別以旋轉點旋轉180度後便可以鋪滿整個平面，而《E090 魚》作品正是運用此種的密鋪方式所創造出來的。上圖中的正方形和四邊形面積不但相同，而且四邊形還可以由正方形切割而成喔！現在就讓我們一起來欣賞《E090 魚》的影片吧！

請在電腦上點選《E090 魚.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

## 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：影片由四邊形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這四邊形正是魚的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個四邊形放大，從這四邊形剪下六小塊後，依數學原理的旋轉貼到正確的位置，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     四邊形     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

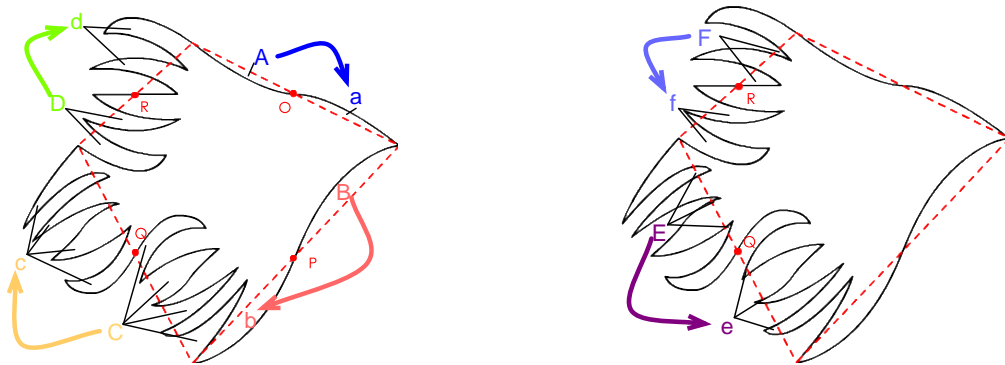
3. 影片中有幾種顏色的魚？

- 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

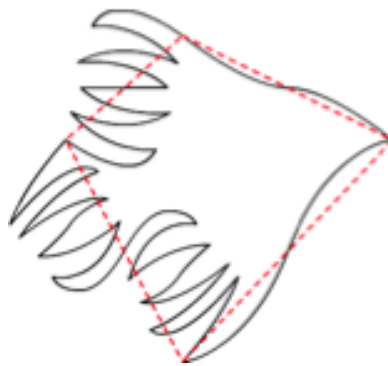
綜合下面兩個方式即可裁貼出魚，方式如下：

甲、將四邊形剪下六個小區塊 A, B, C, D, E, F，並將這六個小區塊貼到正確的位置上，即  $A \rightarrow a$ ； $B \rightarrow b$ ； $C \rightarrow c$ ； $D \rightarrow d$ ； $E \rightarrow e$ ； $F \rightarrow f$



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 O 為旋轉點旋轉貼到 a
- (2)  $B \rightarrow b$ ：將 B 區塊以 P 為旋轉點旋轉貼到 b
- (3)  $C \rightarrow c$ ：將 C 區塊以 Q 為旋轉點旋轉貼到 c
- (4)  $D \rightarrow d$ ：將 D 區塊以 R 為旋轉點旋轉貼到 d
- (5)  $E \rightarrow e$ ：將 E 區塊以 Q 為旋轉點旋轉貼到 e
- (6)  $F \rightarrow f$ ：將 F 區塊以 R 為旋轉點旋轉貼到 f

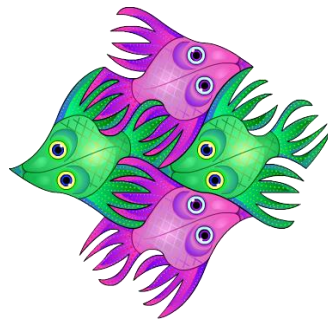


裁貼出魚後可以發現：四邊形的四個頂點分別在魚嘴、兩魚鰭尖端及尾鰭尾端，這就是魚在數學骨架上的正確位置。

## 三、真的是魚磁磚嗎

由藝術表演可以知道經過數學原理形成的魚磁磚可以互相密合，其密合方式有一種：

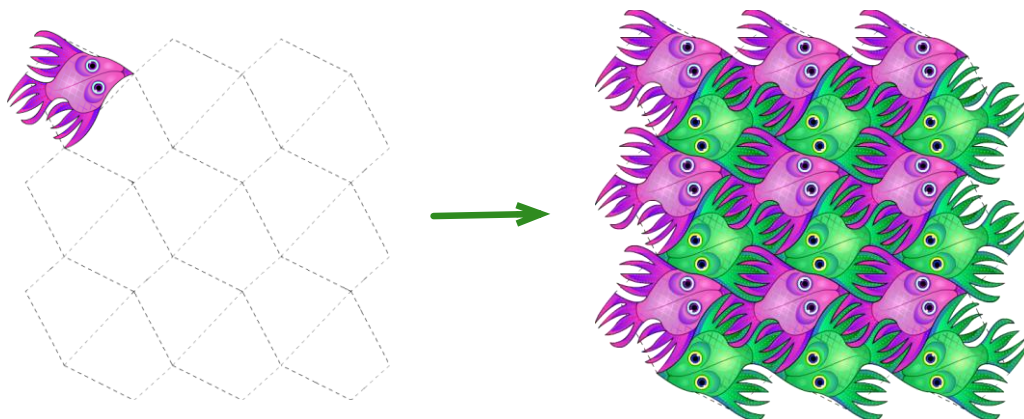
### (1) 魚嘴對魚鰭和魚鰭對魚鰭的密合



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。有了這一種密合方式後，就可以用這一種方式將很多隻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一種密合方式後，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，還須一一按照一種密合方式密鋪。



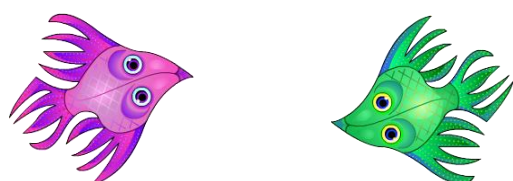
關於艾薛爾的《E090 魚》原圖，如下圖所示：



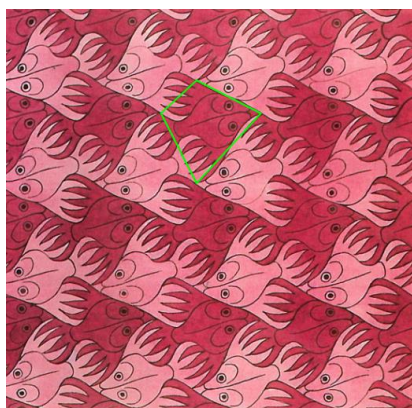
在我們《E090 魚》影片中的數學骨架為四邊形，而如同引言所說，正方形也會是《E090 魚》的數學骨架。不過將正方形骨架畫在作品原圖上，會發現這個正方形是斜的，而且正方形的頂點，不會在魚的輪廓線上。

## E090 魚回饋單

1. 魚的四邊形數學骨架包含了幾隻魚？
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四邊形的面積是否一樣？  
 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《E093 魚》，這作品也利用了四邊形當作數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出魚的四邊形數學骨架，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：