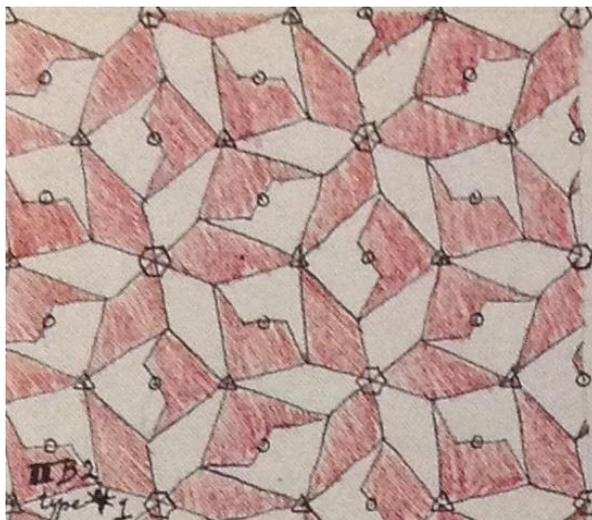


E057 魚工作單

撰稿：李勁緯

引言：《E057 魚》是荷蘭版畫家艾薛爾在1942年11月所作的一幅作品，兩種魚的身體使用單一顏色—非黑即白，主要繪圖工具為墨水及水彩，而我們影片中的封面圖為艾薛爾在自己的素描筆記本中以這種拼合方式所繪製的數學骨架，如下圖所示：



圖中有兩個形狀不同的白色區塊和紅色區塊，我們可以將同顏色的兩個不同形狀區塊視為一組，圖中還有標記數個小六邊形、小三角形及小圓形記號。不同形狀記號代表著不同種類的旋轉點：六邊形記號代表一次旋轉60度，轉6次為一圈，三角形記號代表一次旋轉120度，轉3次為一圈，而圓形記號代表一次旋轉180度，轉2次為一圈。一個小六邊形記號及兩個小三角形記號三點可以連成一個正三角形，而小圓形記號的位置恰在兩個小三角形記號連線的中點，這個正三角形就是這紅、白區塊的數學骨架，我們的《E057 魚》也是利用此種拼合方式所設計出的作品。看到這裡大家是不是覺得很有趣呢？就讓我們觀賞影片來看看魚是如何誕生的吧！

請在電腦上點選《E057 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：影片由正三角形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這正三角形正是一組（兩隻）魚的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個正三角形放大，從這正三角形剪下三個小塊後，依數學原理的旋轉貼到正確的位置，即裁貼出一組（兩隻）魚。

第三幕：將一組（兩隻）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、反覆且連續的鋪滿就是所謂的鑲嵌或密鋪。

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

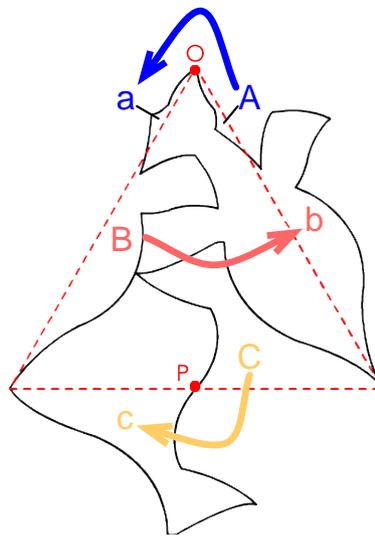
4. 鋪滿數學舞台的魚們有哪些特色？

不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出魚

綜合下面兩個方式即可裁貼出一組（兩隻）魚，方式如下：

甲、將正三角形剪下三個小區塊 A, B, C，並將這三個小區塊貼到正確的位置上，
即 $A \rightarrow a$ ； $B \rightarrow b$ ； $C \rightarrow c$

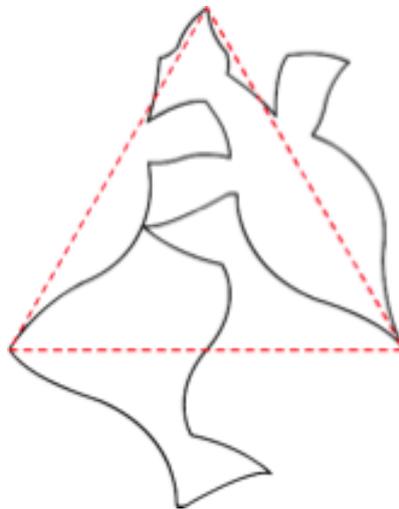


乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的旋轉：

(1) $A \rightarrow a$ ：將 A 區塊以頂點 O 為旋轉點旋轉到 a

(2) $B \rightarrow b$ ：將 B 區塊以頂點 O 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



裁貼出魚後可以發現：正三角形的兩個頂點分別在長嘴魚的尾巴端點及嘴巴，

而第三個頂點在另一隻魚的左臉頰，這就是魚在數學骨架上的正確位置。

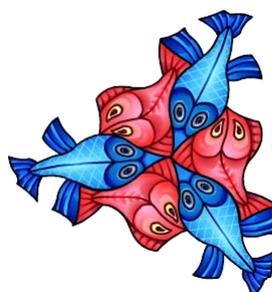
三、真的是魚磁磚嗎

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，其密合方式有三種：

(1) 長魚尾巴的密合



(2) 長魚嘴巴尖點與短魚左臉頰的密合



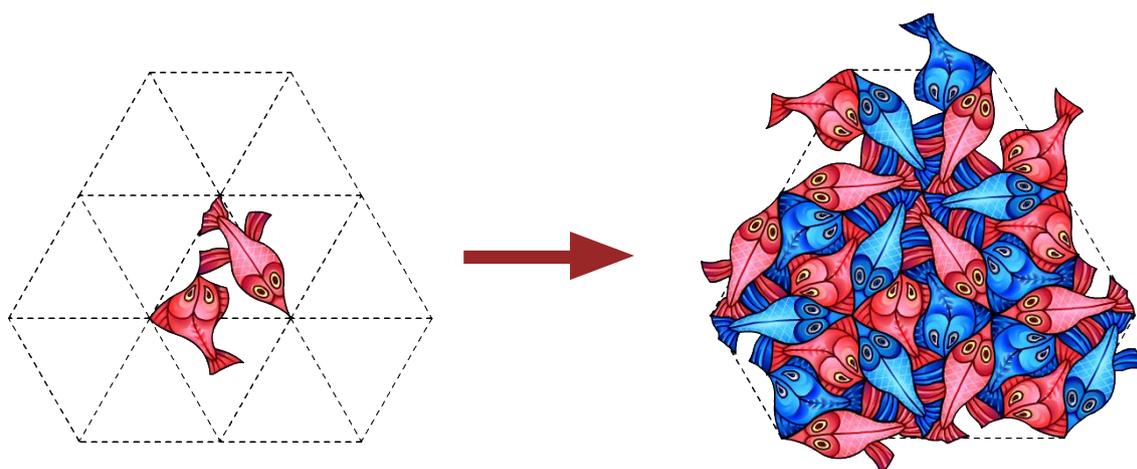
(3) 短魚嘴與尾巴的密合



有了這三種密合方式，就可以將魚密鋪在平面上了。

四、魚的鑲嵌圖

透過了解魚在數學骨架上的正確位置及三種密合方式後，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，其他魚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。



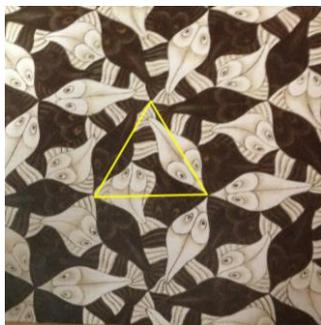
關於《E057 魚》原圖，如下圖所示：



我們在引言中提到的三種旋轉點，分別在長魚的尾巴、短魚的左臉頰及兩隻短魚右臉頰的交接處。

E057 魚回饋單

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，每一隻魚周遭圍繞著幾隻魚呢？（相鄰才算，只接觸一點不算）
 3隻 4隻 5隻 6隻
3. 魚的表面積與其數學骨架正三角形的面積是否一樣？
 是 否
4. 一個數學骨架包含了幾隻魚？
5. 右下圖為艾薛爾的另一幅作品《E100 飛信》，這作品也利用了正三角形當作數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出正確的數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出飛信。



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：