

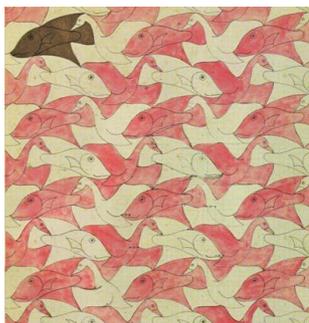
E034 鳥與魚工作單

撰稿：沈玟好

引言：《E034 鳥與魚》是荷蘭版畫家艾薛爾在1941年3月所作的一幅作品，每隻鳥與魚的身體為單一顏色—深綠色及白色，主要繪圖工具為墨水與水彩，而我們影片裡的封面圖《兩個相交平面》(two Intersecting Planes)是艾薛爾在1952年1月所創作的一幅版畫，如下圖一所示：



圖一



圖二



圖三

觀察圖一，可以發現這張版畫使用了三塊版子印出綠色、棕色和黑色來表現仿製木製雕刻，而艾薛爾在同年同月還作了另外兩幅《E034 鳥與魚》作品，如圖二、圖三所示，時間上圖一是最早創作出來的，其次為圖二，最晚完成的則是圖三。艾薛爾在圖三的作品有寫下一句話：「improved and enlarged. Do not reproduce!」(改善與擴大，不再仿造。)，代表了對此主題的收尾。另外在圖二這幅作品的原圖艾薛爾寫下了：「improved drawing no.34」(改善編號34號作品)，也說明此幅作品已經對圖一《E034 鳥與魚》做了更好的修改。艾薛爾究竟為第一幅版畫做了哪些改善呢？現在就讓我們觀賞第二幅《E034 鳥與魚》作品吧！

請在電腦上點選《E034 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：影片由鳶形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這鳶形正是鳥與魚的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個鳶形放大，從這鳶形剪下四小塊後，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 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鳥？

兩種 三種 四種

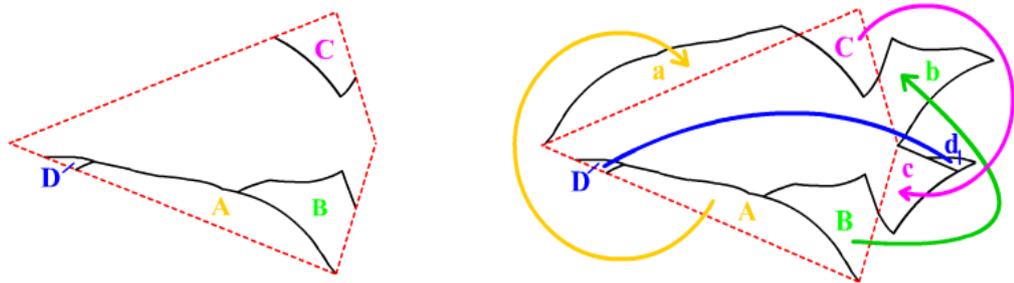
4. 鋪滿數學舞台的鳥與魚們有哪些特色？

- 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

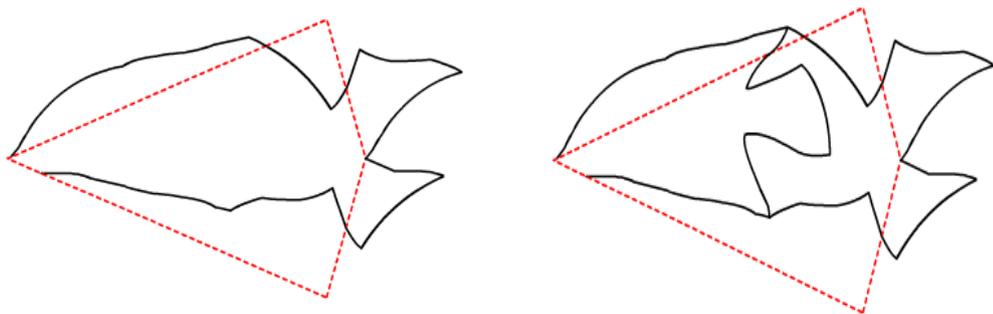
綜合下面兩個方式即可裁貼出鳥與魚，方式如下：

甲、將鳶形剪下四個小區塊 A, B, C, D，並將這四個小區塊貼到正確的位置上，即 $A \rightarrow a$; $B \rightarrow b$; $C \rightarrow c$; $D \rightarrow d$



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) $A \rightarrow a$: 先將 A 區塊往上平移再翻面貼到 a
- (2) $B \rightarrow b$: 先將 B 區塊往右上平移再翻面貼到 b
- (3) $C \rightarrow c$: 先將 C 區塊往右下平移再翻面貼到 c
- (4) $D \rightarrow d$: 將 D 區塊往右平移到 d



裁貼出鳥與魚後可以發現：鳶形的兩個頂點分別為魚嘴及鳥的左邊翅膀，這就是鳥與魚在數學骨架上的正確位置。

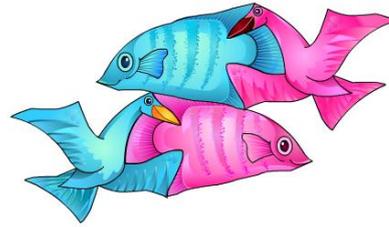
三、真的是鳥與魚磁磚嗎

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，我們將左邊鳥右邊魚（或左邊魚右邊鳥）視為一組，有以下三種密合方式：

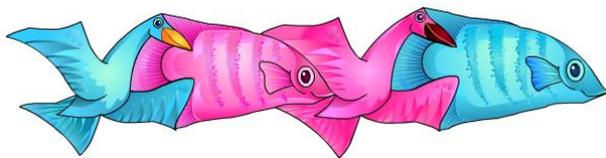
(1) 鳥與鳥的密合



(2) 魚與魚的密合



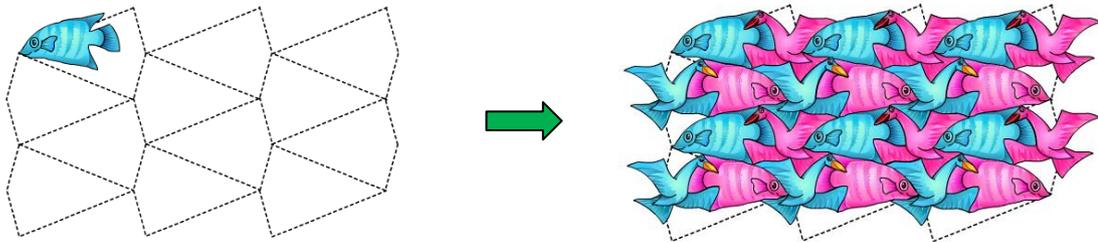
(3) 鳥與魚的密合



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。有了這三種密合方式後，就可以用這三種方式將數隻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三種密合方式後，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，還須一一按照三種密合方式密鋪。

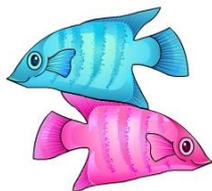


E034 鳥與魚回饋單

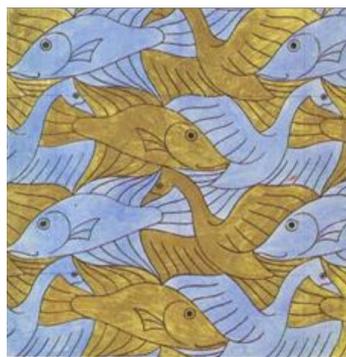
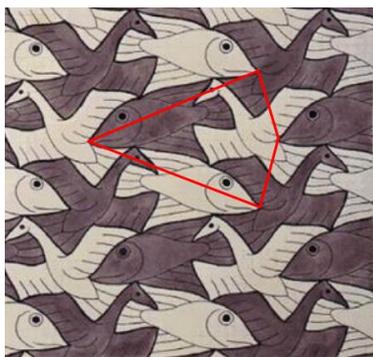
- 請你回想一下，每一隻鳥周遭圍繞著幾隻鳥呢？
 2隻 3隻 4隻 5隻
- 一個數學骨架包含了哪隻生物？
 一隻魚 一隻鳥 一隻魚及一隻鳥

3. 如下圖，上面的魚和下面的魚是什麼樣的關係呢？

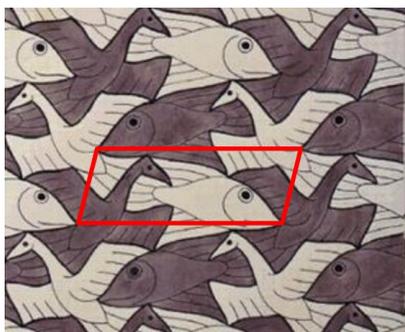
- 平移 旋轉 翻面



4. 右下圖為艾薛爾的第三幅《E034 鳥與魚》的作品，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出鳥與魚的鳶形數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出鳥與魚。



5. 如左下圖，鳥與魚的數學骨架除了是鳶形外，平行四邊形也是鳥與魚的數學骨架，右下圖為艾薛爾的第一幅《E034 鳥與魚》的作品，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。（提示：觀察左下圖平行四邊形數學骨架的四個頂點有什麼共同特徵？）



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：