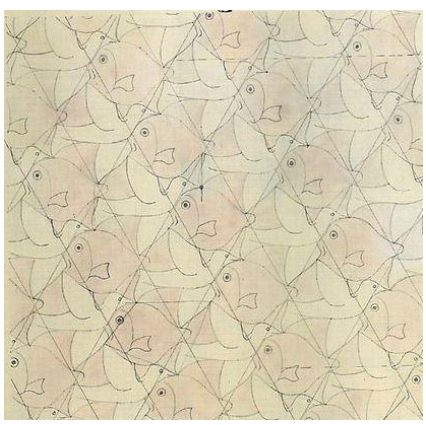
E120 魚與鳥工作單

撰稿：李勁緯

引言：《E120 魚與鳥》是荷蘭版畫家艾薛爾在1964年5月所作的一幅作品，畫裡的鳥與魚，分別使用黑色與黃色單一顏色著色，主要繪圖工具為墨水及水彩，而我們影片裡的封面圖是艾薛爾在1949年時所設計的掛毯，如下圖一所示：

圖一



圖二

圖三

仔細觀察掛毯的上方，可以發現類似《E120 魚與鳥》的輪廓形狀。而圖二及圖三分別所示為艾薛爾另外兩幅作品《E029 鳥與魚》及《E084 鳥與魚》。在《E120 魚與鳥》作品上艾薛爾寫下這麼一句話「system I^C -I^C variant of no. 29 and 84」，道出《E120 魚與鳥》是《E029 鳥與魚》及《E084 鳥與魚》的變形。此外，《E084 鳥與魚》及《E120 魚與鳥》還有著相同的拼合方式，讓我們趕快來觀賞魚與鳥的影片來一探究竟吧！

請在電腦上點選《E120 魚與鳥.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、 魚與鳥的數學與藝術

我們可以把魚與鳥的影片分成如下的四幕：

第一幕：影片由矩形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這矩形正是魚與鳥的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個矩形放大，從這矩形剪下三個小塊後，依數學原理的平移貼到正確的位置，即裁貼出魚與鳥。

第三幕：將魚與鳥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與鳥們互相密合。

第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將魚與鳥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？

   ☐ 正方形　☐ 矩形　☐ 梯形　☐ 鳶形

2. 第二幕剪貼的過程中，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與鳥？

   ☐ 兩種　☐ 三種　☐ 四種

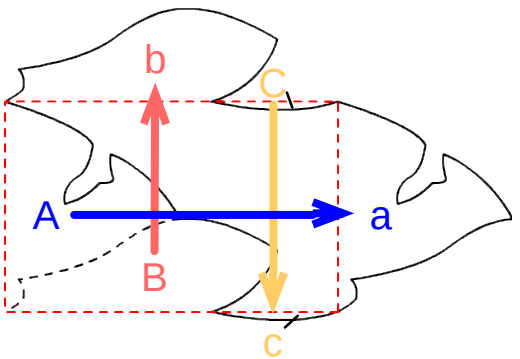
4. 鋪滿數學舞台的魚與鳥們有哪些特色？

   ☐ 不重疊　☐ 無空隙　☐ 外形都一樣

二、 如何從數學骨架裁貼出魚與鳥

綜合下面兩個方式即可裁貼出魚與鳥，方式如下：

甲、將矩形剪下三個小區塊 A , B , C ，並將這三個小區塊貼到正確的位置上，即 A → a；B → b；C → c



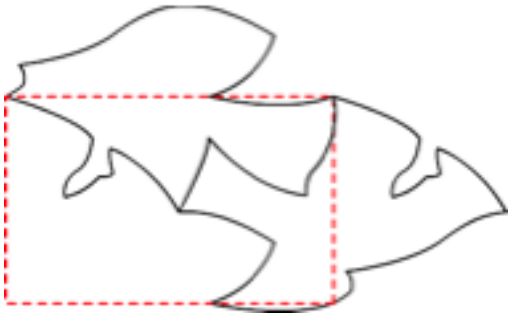
乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的平移：

(1) A → a ：將 A 區塊向右平移到 a

(2) B → b ：將 B 區塊向上平移到 b

(3) C → c ：將 C 區塊向下平移到 c

在矩形的數學骨架上經過巧妙的切割並透過平移的數學運作之後，栩栩如生的魚與鳥就誕生了，如下圖所示：

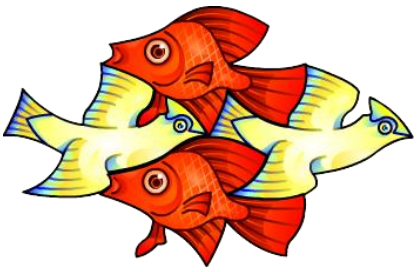


裁貼出魚與鳥後可以發現：矩形的三個頂點分別在魚的嘴巴、魚的尾巴和鳥翅膀的交接處及鳥下翅膀上的一點，這就是魚與鳥在數學骨架上的正確位置。

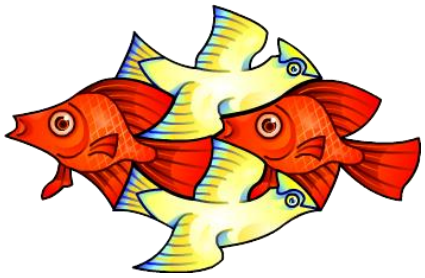
三、 真的是魚與鳥磁磚嗎

由藝術表演可以知道經過數學原理形成的魚與鳥磁磚可以互相密合，其密合方式有兩種：

(1) 鳥嘴和魚鰭的密合



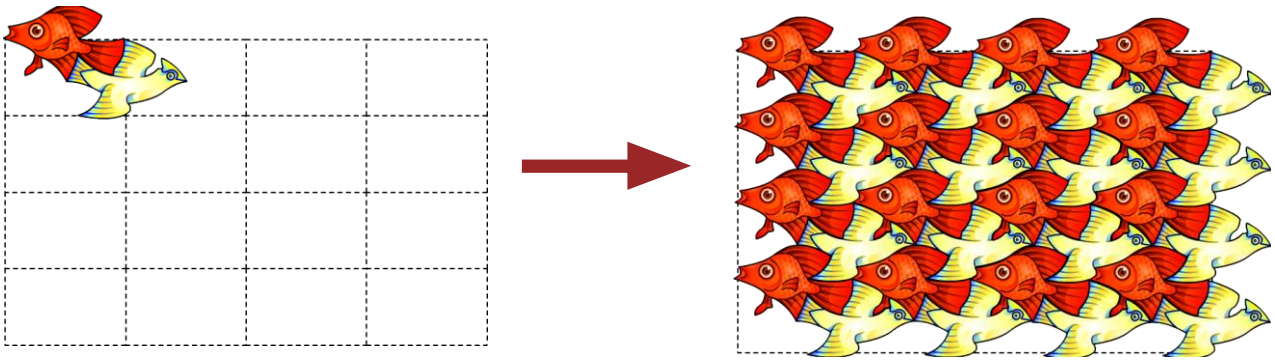
(2) 鳥翅膀和魚嘴的密合



有了這兩種密合方式，就可以將魚與鳥密鋪在平面上了。

四、 魚與鳥的鑲嵌圖

透過了解魚與鳥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與鳥鑲嵌圖，左下圖是先將魚與鳥放在數學骨架上的正確位置，其他魚與鳥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。

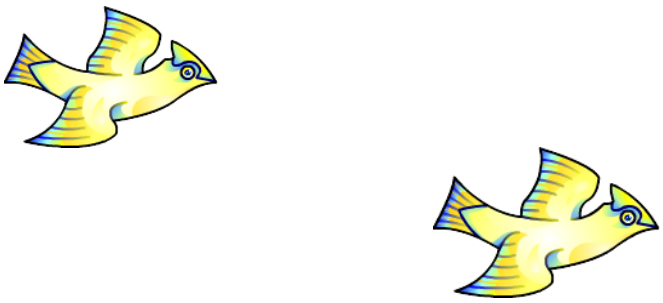


關於艾薛爾《E120 魚與鳥》原圖，如下圖所示：

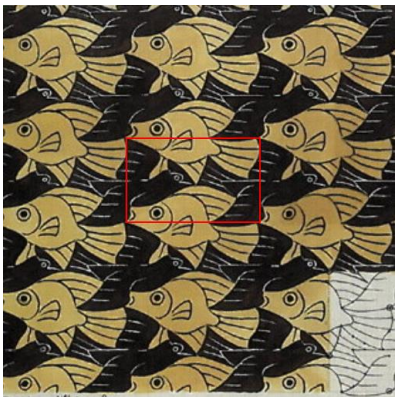
在原圖右下角，有一個白色的區塊，在黑色鳥的嘴巴有四個點，將這四點連線便是這魚與鳥的矩形數學骨架，而在黃色魚的嘴巴也有四個點，也將這四個點連線也是這魚與鳥的矩形數學骨架，代表可以找到不同的數學骨架，數學骨架不唯一，而且這兩個矩形的面積一樣。

E120 魚與鳥回饋單

1. 根據你的經驗，下列哪一個地方最有可能用矩形密鋪？
   ☐ 人行道　☐ 家裡客廳地板　☐ 廟宇地板
2. 如下圖，右邊鳥是左邊鳥是什麼樣的關係呢？
   ☐ 平移　☐ 旋轉　☐ 翻面



3. 魚與鳥的表面積與其數學骨架矩形的面積是否一樣？
   ☐ 是　☐ 否
4. 請你回頭仔細看魚與鳥鑲嵌圖，算一算每一隻魚周遭圍繞著幾隻鳥呢？（相鄰才算，只接觸一點不算）
   ☐ 3隻　☐ 4隻　☐ 5隻　☐ 6隻
5. 右下圖為艾薛爾的另一幅作品《E084 鳥與魚》，這作品也利用了矩形當作數學骨架，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：