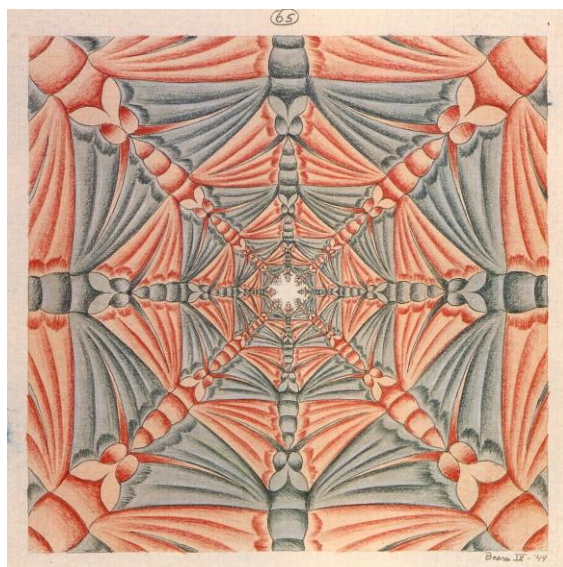


E038 蛾工作單

撰稿：蘇章瑋

引言：《E038 蛾》是荷蘭版畫家艾薛爾在1941年7月所作的一幅作品，作品中每隻蛾的身體使用單一顏色—橘色及黃色著色，主要繪畫工具為鉛筆、墨水及水彩。影片中的封面圖是艾薛爾在1944年9月創作的另一幅蛾的作品《E065 蛾》，如下圖所示：



上圖這是艾薛爾137幅鑲嵌作品中，唯一一幅數學骨架的大小不盡相同的作品，與《E038 蛾》的原圖比較起來，也很難看出兩者之間否有關係。我們只知道他們用的都是《蛾》，以及看得出來依照這幅作品運用數學原理的鑲嵌方式，應該是可以無限密鋪下去。同樣都是以《蛾》作為元素，讓我們透過影片先來瞧瞧數學骨架大小相同的《E038 蛾》表演吧！

請在電腦上點選《E038 蛾.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、 蛾的數學與藝術

我們可以把蛾的影片分成如下的四幕：

第一幕：影片由平行四邊形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這平行四邊形正是蛾的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個平行四邊形放大，從這平行四邊形剪下六小塊後，依數學原理的平移後貼到正確的位置，即裁貼出蛾。

第三幕：將蛾的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的平移將表演的蛾們互相密合。

第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將蛾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 平行四邊形

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蛾？

- 兩種 三種 四種

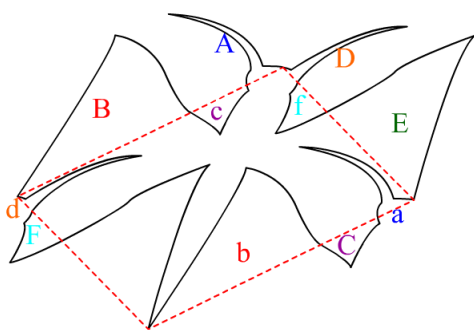
4. 鋪滿數學舞台的蛾們有哪些特色？

- 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出蛾

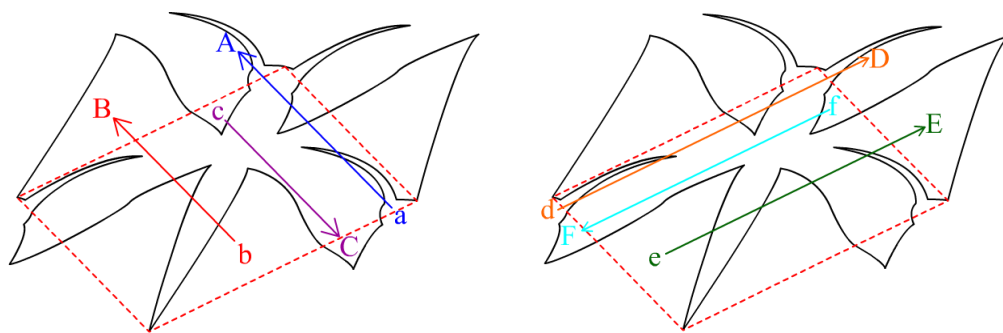
綜合下面兩個方式即可裁貼出蛾，方式如下：

甲、將平行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平移：

- (1) $A \rightarrow a$ ：將 A 區塊沿著平行四邊形短邊的方向平移到 a
- (2) $B \rightarrow b$ ：將 B 區塊沿著平行四邊形短邊的方向平移到 b
- (3) $C \rightarrow c$ ：將 C 區塊沿著平行四邊形短邊的方向平移到 c
- (4) $D \rightarrow d$ ：將 D 區塊沿著平行四邊形長邊的方向平移到 d
- (5) $E \rightarrow e$ ：將 E 區塊沿著平行四邊形長邊的方向平移到 e
- (6) $F \rightarrow f$ ：將 F 區塊沿著平行四邊形長邊的方向平移到 f



裁貼出蛾後可以發現：平行四邊形的四個頂點分別在蛾的頭頂、尾巴及翅膀兩端，這就是蛾在數學骨架上的正確位置。

三、真的是蛾磁磚嗎

由藝術表演可以知道經過數學原理形成的蛾可以互相密合，其密合方式有兩種：

(1) 左上與右下的密合



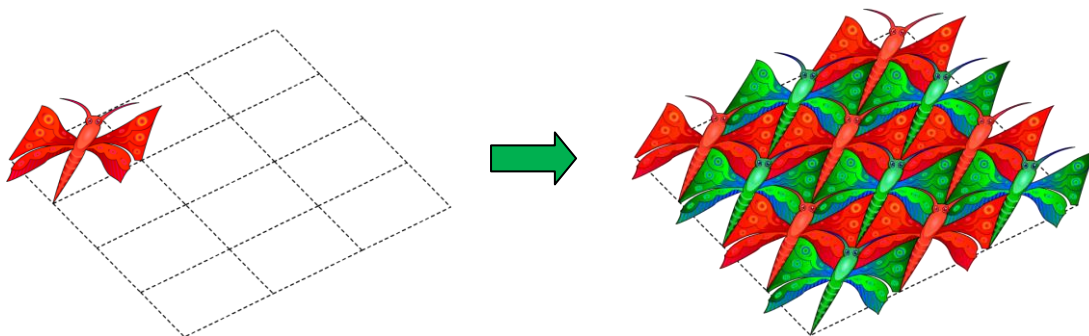
(2) 右上與左下的密合



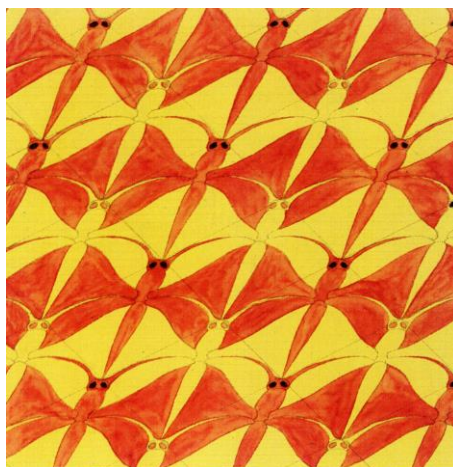
有了這兩種密合方式，就可以將蛾磁磚密鋪在平面上了。

四、蛾的鑲嵌圖

透過了解蛾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蛾鑲嵌圖，左下圖是先將第一隻蛾放在數學骨架上的正確位置，其他的蛾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。



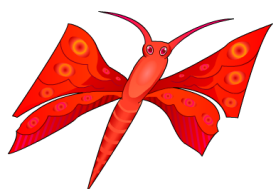
關於艾薛爾的《E038 蛾》原圖，如下圖所示：



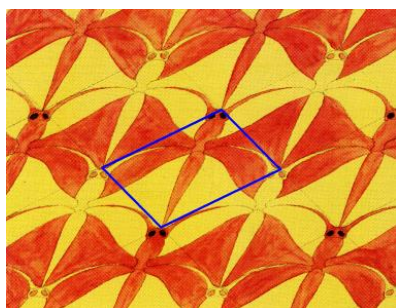
這是最基本的一種鑲嵌方式，每個骨架中只有一隻蛾，也只使用平移的方式互相鑲嵌。就是因為它是這麼簡單的結構，一直到1941年艾薛爾才在清單上發現自己遺漏了這種鑲嵌方式，才製作此作品，並且刻意將其畫為不左右對稱的圖形，使其無法翻轉。你能發現相鄰的蛾之間，平移的方向與其數學骨架有何關係嗎？

E038 蛾回饋單

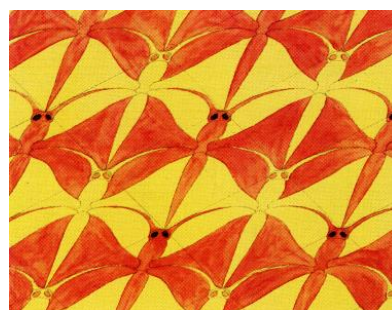
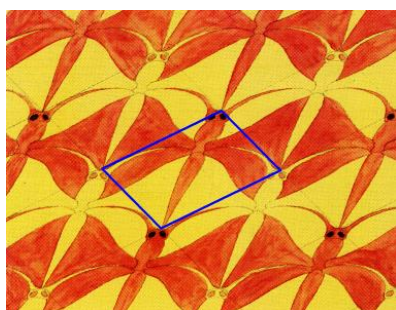
1. 請你回想一下，每一隻蛾周遭圍繞著幾隻蛾呢？
 3隻 4隻 5隻 6隻
2. 每隻蛾的面積與其數學骨架平行四邊形的面積是否一樣？
 是 否
3. 如下圖，右邊的綠蛾與左邊的紅蛾是甚麼樣的關係呢？
 平移 旋轉 翻面



4. 右下圖為艾薛爾的《E073 飛魚》的作品，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出飛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飛魚。



5. 蛾的數學骨架除了是平行四邊形外，矩形也是蛾的數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出蛾的矩形數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出蛾。



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：