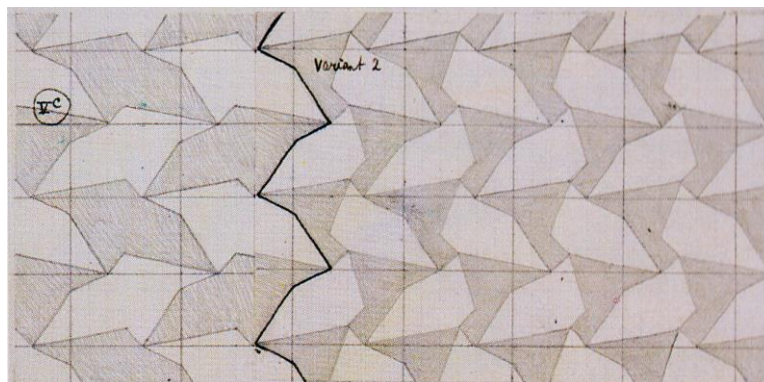


E026 燕子與昆蟲工作單

撰稿：蘇章瑋

引言：《E026 燕子與昆蟲》是荷蘭版畫家艾薛爾在1938年11月所作的一幅作品，作品中每隻燕子與昆蟲的身體使用單一顏色—綠色及白色來著色，主要繪畫工具為鉛筆及水彩。而影片中所使用的封面圖是艾薛爾筆記中對應此幅作品的結構圖，如下圖所示：



艾薛爾在此幅作品下註記了一段文字：「2 motifs system V^C variant 2. See no. 24」，提到了另一幅作品《E024 鳥與魚》，相對照下會發現兩者所使用的結構一致。艾薛爾利用鑲嵌原理使畫面中的燕子與小蟲相處融洽地平鋪滿整個作品，但在大自然的食物鏈中，小蟲可是燕子的餌食喔！燕子和小蟲在影片究竟會呈現出怎麼樣的有趣畫面呢？讓我們往下一探究竟！

請在電腦上點選《E026 燕子與昆蟲.exe》進入影片的首頁，
並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、燕子與昆蟲的數學與藝術

我們可以把燕子與昆蟲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，而這矩形正是燕子與昆蟲的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個矩形放大，從這矩形剪下七小塊後，依數學原理的平移及左右翻面後貼到正確的位置，再畫上燕子與昆蟲之間的分割線，即裁貼出燕子與昆蟲。

第三幕：將燕子與昆蟲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角度將表演的燕子與昆蟲們互相密合。

第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將燕子與昆蟲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？

三角形 正方形 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燕子與昆蟲？

兩種 三種 四種

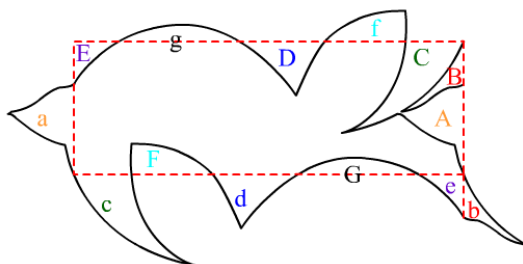
4. 鋪滿數學舞台的燕子與昆蟲們有哪些特色？

- 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出燕子與昆蟲

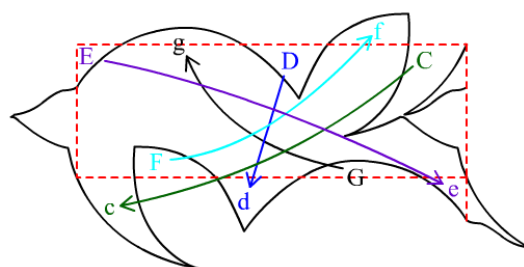
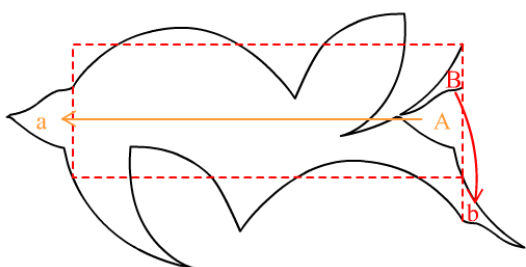
綜合下面兩個方式即可裁貼出燕子與昆蟲，方式如下：

甲、將矩形剪下七個小區塊 A, B, C, D, E, F, G，並將這七個小區塊貼到正確的位置上，即 $A \rightarrow a$; $B \rightarrow b$; $C \rightarrow c$; $D \rightarrow d$; $E \rightarrow e$; $F \rightarrow f$; $G \rightarrow g$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的平移與翻轉：

- (1) $A \rightarrow a$: 將 A 區塊向左平移到 a
- (2) $B \rightarrow b$: 將 B 區塊左右翻轉，再平移到 b
- (3) $C \rightarrow c$: 先將 C 區塊左右翻轉，再平移到 c
- (4) $D \rightarrow d$: 先將 D 區塊左右翻轉，再平移到 d
- (5) $E \rightarrow e$: 先將 E 區塊左右翻轉，再平移到 e
- (6) $F \rightarrow f$: 先將 F 區塊左右翻轉，再平移到 f
- (7) $G \rightarrow g$: 先將 G 區塊左右翻轉，再平移到 g

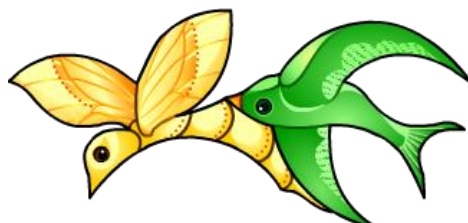


裁貼出燕子與昆蟲後可以發現：矩形的其中兩個頂點分別在燕子的翅膀邊緣及昆蟲的尾巴邊緣，這就是燕子與昆蟲在數學骨架上的正確位置。

三、真的是燕子與昆蟲磁磚嗎

由藝術表演可以知道經過數學原理形成的燕子與昆蟲可以互相密合，其密合方式有兩種：

(1) 左右的密合



(2) 上下的密合



而整個磁磚的密合亦可分為兩種：

(1) 左右的密合



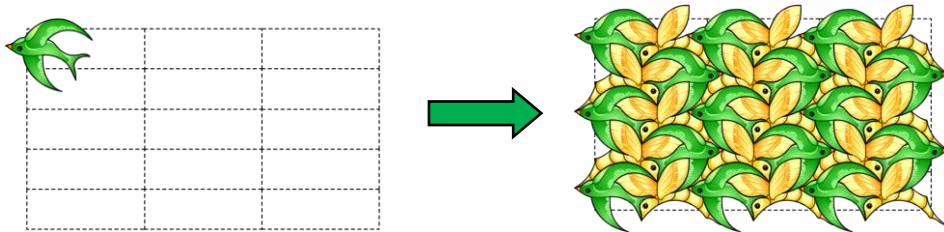
(2) 上下的密合



有了這兩種密合方式，就可以將燕子與昆蟲磁磚密鋪在平面上了。

四、燕子與昆蟲的鑲嵌圖

透過了解燕子與昆蟲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燕子與昆蟲鑲嵌圖，左下圖是先將燕子放在數學骨架上的正確位置，其他的燕子與昆蟲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。



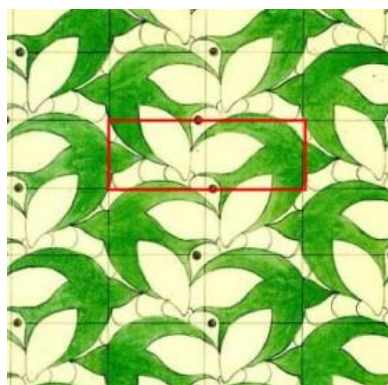
關於艾薛爾的《E026 燕子與昆蟲》原圖，如下圖所示：



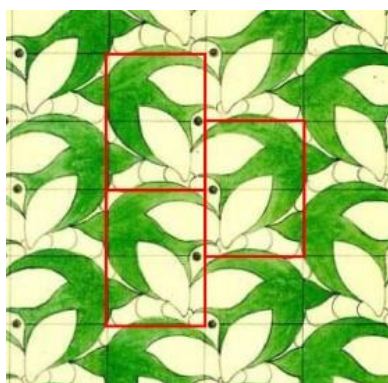
矩形竟可變成如此栩栩如生的燕子與昆蟲，當中到底用了哪些數學觀念呢？再仔細觀察可以發現每個左右相鄰的燕子與昆蟲都是飛往同樣的方向，但上下相鄰的燕子與昆蟲則是往相反的方向移動。另外，你注意底下的格線了嗎？這些格線說明了甚麼呢？

E026 燕子與昆蟲回饋單

- 請你回想一下，每一隻燕子周遭圍繞著幾隻昆蟲呢？
 3隻 4隻 5隻 6隻
- 一個矩形數學骨架包含了哪隻生物？
 一隻燕子 一隻昆蟲 一隻燕子及一隻昆蟲
- 燕子的表面積是否恰占其數學骨架矩形面積的一半？
 是 否 不一定
- 右下圖為艾薛爾的《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矩形數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出鳥與魚。



- 燕子與昆蟲的數學骨架除了是左右狹長矩形外，上下狹長的矩形也是燕子與昆蟲的數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出鳥與魚的上下狹長的矩形數學骨架，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：