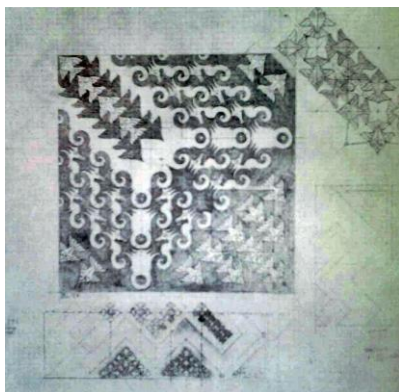


E088 海馬工作單

撰稿：蕭瑞甫

引言：《E088 海馬》是荷蘭版畫家艾薛爾在1952年創作完成的一幅作品，每隻海馬的身體為單一顏色—深藍色及淺藍色，主要繪圖工具為墨水與水彩，而我們影片裡的封面圖是艾薛爾1954年設計的一款錦緞桌布鉛筆草稿圖，如下圖所示：



上圖草稿中我們可以看出這是一塊矩形的桌巾，艾薛爾使用了鑲嵌編號E088的海馬與E089的魚來設計，兩個圖案巧妙的搭配結合與變化，雖然不是用同一種圖形完全鑲嵌的作品，但視覺效果上依然美麗別緻。艾薛爾137幅鑲嵌作品裡有另一幅同以海馬為主題的作品《E011 海馬》，不過相對於本次要介紹的《E088 海馬》來說是幅比較早期的作品，《E011 海馬》需使用三種顏色才能互不重複地密鋪滿整個平面，而艾薛爾在大約15年後修改了此幅作品，讓海馬成為可以只用兩個顏色就能密鋪滿平面的設計，如同我們影片中的呈現。接下來就趕快往下來看看艾薛爾海馬作品的最新力作《E088 海馬》吧！

請在電腦上點選《E088 海馬.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始播放。

一、海馬的數學與藝術

我們可以把海馬的影片分成如下的四幕：

第一幕：影片由梯形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這梯形正是海馬的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個梯形放大，從這梯形剪下十一小塊後，依數學原理的旋轉及平移貼到正確的位置，即裁貼出海馬。

第三幕：將海馬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海馬們互相密合。

第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將海馬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 梯形 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

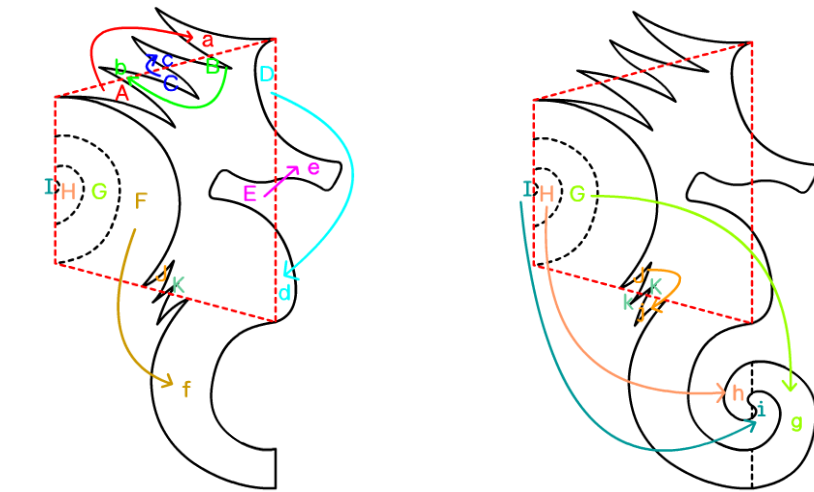
3. 影片中有幾種顏色的海馬？

- 兩種 三種 四種
 4. 鋪滿數學舞台的海馬有哪些特色？
 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出海馬

綜合下面兩個方式即可裁貼出海馬，方式如下：

- 甲、將梯形剪下十一個小區塊 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K，並將這十一個小區塊貼到正確的位置上，即 $A \rightarrow a$; $B \rightarrow b$; $C \rightarrow c$; $D \rightarrow d$; $E \rightarrow e$; $F \rightarrow f$; $G \rightarrow g$; $H \rightarrow h$; $I \rightarrow i$; $J \rightarrow j$; $K \rightarrow k$



- 乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的旋轉與平移：

- (1) $A \rightarrow a$: 先將 A 區塊以頂點為旋轉點旋轉再往右平移到 a
- (2) $B \rightarrow b$: 先將 B 區塊以頂點為旋轉點旋轉再往左平移到 b
- (3) $C \rightarrow c$: 先將 C 區塊以頂點為旋轉點旋轉再往右平移到 c
- (4) $D \rightarrow d$: 先將 D 區塊以頂點為旋轉點旋轉再往下平移到 d
- (5) $E \rightarrow e$: 將 E 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 e
- (6) $F \rightarrow f$: 先將 F 區塊以頂點為旋轉點旋轉再往右平移到 f
- (7) $G \rightarrow g$: 將 G 區塊往右下平移到 g
- (8) $H \rightarrow h$: 先將 H 區塊以頂點為旋轉點旋轉再往右下平移到 h
- (9) $I \rightarrow i$: 將 I 區塊往右下平移到 i
- (10) $J \rightarrow j$: 先將 J 區塊以頂點為旋轉點旋轉再往右平移到 j
- (11) $K \rightarrow k$: 將 K 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 k

裁貼出海馬後可以發現：梯形的兩個頂點分別在海馬頭部的兩端，這就是海馬在數學骨架上的正確位置。

三、真的是海馬磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的海馬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海馬可以彼此互相密合，有以下四種密合方式：

(1) 尾巴之間的密合



(2) 下巴之間的密合



(3) 背部之間的密合



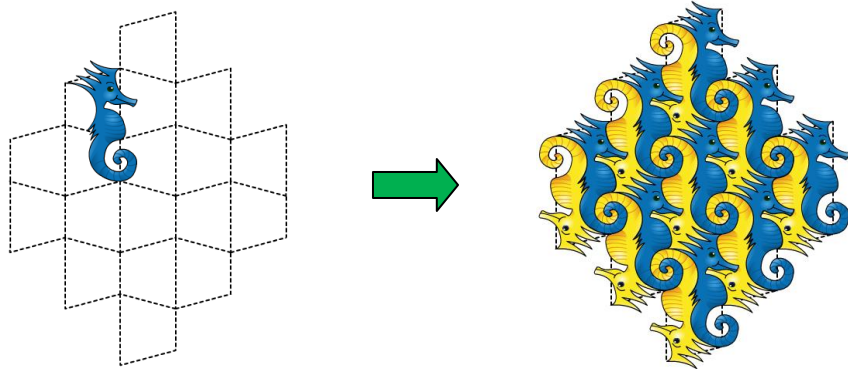
(4) 頭部後方的密合



這種可以互相密合、無交疊且無空隙的海馬圖案，我們稱之為海馬磁磚。有了這四種密合方式後，就可以用這四種方式將很多隻海馬磁磚密鋪在平面上了。

四、海馬的鑲嵌圖

透過了解海馬在數學骨架上的正確位置及四種密合方式後，即可在數學骨架上密鋪出海馬鑲嵌圖，左下圖是先將海馬放在數學骨架上的正確位置，其他的海馬除了要放在數學骨架上的正確位置外，還須一一按照四種密合方式密鋪。



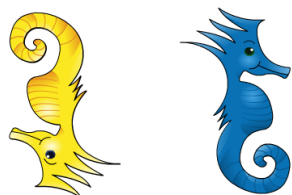
關於《E088 海馬》原圖，如下圖所示：



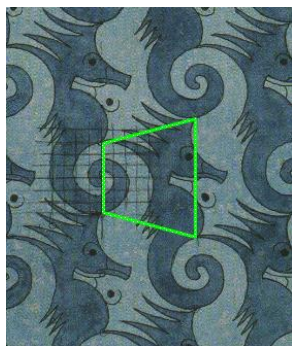
艾薛爾在畫的左下方寫到“see 11”，意思是這幅作品是由《E011 海馬》修改而來的，不僅數學骨架不一樣，就連用色也少了一個，只需要兩種顏色便能密鋪。

E088 海馬回饋單

1. 仔細想想，你在哪個地方見過梯形磁磚鋪設的地板？
2. 請你回想一下，每一隻海馬周遭圍繞著幾隻海馬呢？（相鄰才算，只交一點不算）
 2隻 3隻 4隻 5隻
3. 海馬的表面積與其數學骨架梯形的表面積是否一樣？
 是 否
4. 如下圖，左邊的海馬和右邊的海馬是什麼樣的關係呢？
 平移 旋轉 翻面



5. 海馬的數學骨架除了是梯形外，三角形也是海馬的數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出海馬的三角形數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出海馬。（提示：保留梯形數學骨架的上邊，並且將梯形的右邊往下延長到海馬的底端。）



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：