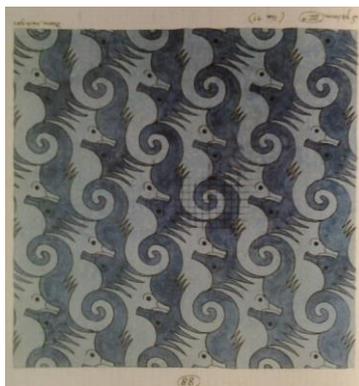


# E011 海馬工作單

撰稿：沈玟好

引言：《E011 海馬》是荷蘭版畫家艾薛爾在1937至1938年的冬天所作的一幅作品，每隻海馬的身體為單一顏色—紅色、藍色及白色，主要繪圖工具為鉛筆、墨水及水彩，而我們影片裡的封面圖是艾薛爾另一幅以海馬為主題的鑲嵌作品《E088 海馬》，如下圖所示：



艾薛爾的海馬鑲嵌作品共有兩幅，上圖所示《E088 海馬》為較晚期創作的作品，雖然是表現同主題的作品，但兩者從外型及用色上已經有很明顯的不同。在此要先往下介紹較早期的《E011 海馬》作品，你有發現嗎？兩者除了圖案不一樣之外還有一個很大的不同之處，到底是什麼呢？讓我們一一看下去挖掘小小海馬隱藏的大秘密吧！

請在電腦上點選《E011 海馬.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

## 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海馬的數學骨架。

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七小塊後，依數學原理的平移及旋轉貼到正確的位置，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，將海馬一個一個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     菱形     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海馬？

兩種     三種     四種

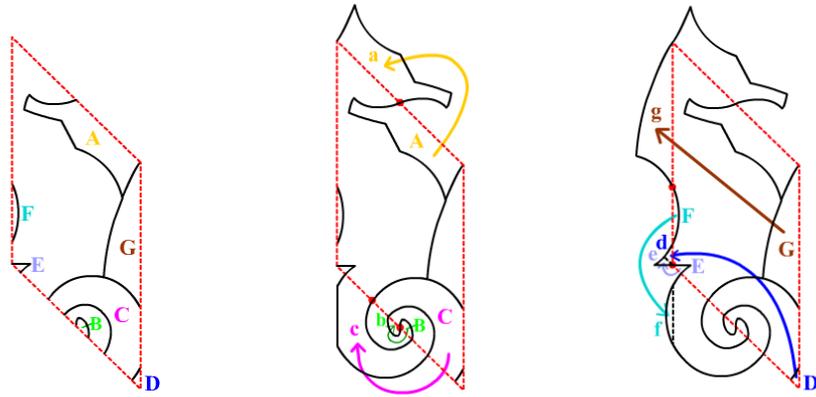
4. 鋪滿數學舞台的海馬們有哪些特色？

不重疊     無空隙     外形都一樣

## 二、如何從數學骨架裁貼出海馬

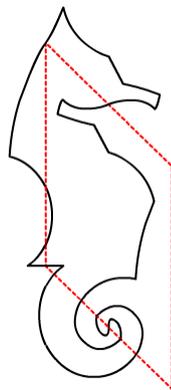
綜合下面兩個方式即可裁貼出海馬，方式如下：

甲、將平行四邊形剪下七個小區塊 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旋轉：

- (1)  $A \rightarrow a$  : 將 A 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 a
- (2)  $B \rightarrow b$  : 將 B 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 b
- (3)  $C \rightarrow c$  : 先將 C 區塊以頂點為旋轉點旋轉再平移到 c
- (4)  $D \rightarrow d$  : 將 D 區塊平移到 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平移到 f
- (7)  $G \rightarrow g$  : 將 G 區塊平移到 g



裁貼出海馬後可以發現：平行四邊形的兩個頂點分別在海馬屁股的中點及後腦杓，回顧  $A \rightarrow a$  可以知道海馬下巴的中點剛好是平行四邊形一邊的中點，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之處呢？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相互密合，而且有以下三種密合方式：

(1) 尾巴與尾巴的密合



(2) 肚子與背的密合



(3) 屁股對屁股的密合

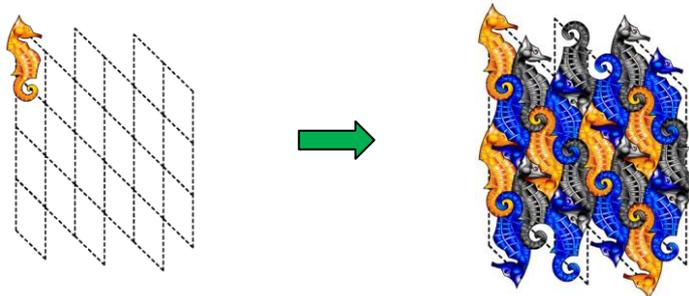


這種可以互相密合、無交疊且無空隙的海馬圖案，我們稱之為海馬磁磚。有了這三種密合方式後，就可以用這三種方式將很多個海馬磁磚密鋪在平面上了。

#### 四、海馬的鑲嵌圖

##### 甲、海馬鑲嵌圖

透過了解海馬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，其他海馬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。



關於艾薛爾的《E011 海馬》原圖，如下圖所示：



艾薛爾在畫的左下方寫了一句話“see nos. 1, 5, 6, 7, 8”，這五個數字是艾薛爾137幅作品的編號，而這一句話說明了海馬與編號1, 5, 6, 7, 8這五個作品有著相同的密鋪方式。

##### 乙、海馬著色遊戲

把海馬當磁磚，讓相鄰兩隻海馬顏色不相同，不但好分辨又具美觀效果，就讓我們動手著色看看吧！

請在電腦上點選《E011 海馬著色.exe》進入著色的畫面開始遊戲。

### 丙、海馬拼圖遊戲

看到這裡是否對海馬鑲嵌有了更進一步的了解，下面是為大家精心準備好玩且有趣的海馬拼圖遊戲，請再仔細觀察海馬鑲嵌圖的排列方式，遊戲開始囉！

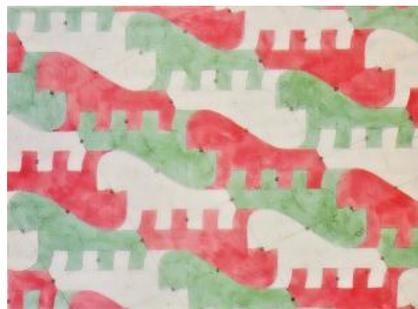
請在電腦上點選《E011 海馬拼圖.exe》進入拼圖的首頁，  
並按左上角的Q版圖開始遊戲。

### E011 海馬回饋單

1. 仔細想想，你在哪個地方見過平行四邊形磁磚鋪設的地板？
2. 請你回想一下，每一隻海馬周遭圍繞著幾隻海馬呢？  
 5隻       6隻       7隻       8隻
3. 海馬的表面積與其數學骨架菱形的面積是否一樣？  
 是       否
4. 如下圖，右邊海馬是左邊海馬旋轉幾度後的結果呢？



5. 右下圖為艾薛爾在原圖中提及的一幅作品《E001 狗》，與海馬有著相同的密鋪方式，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出平行四邊形的數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出狗。



6. 關於影片(含拼圖與著色遊戲)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：