

E016 狗工作單

撰稿：沈玟好

引言：《E016 狗》是荷蘭版畫家艾薛爾在1938年2月所做的一幅作品，每隻狗的身體為單一顏色—紅色、藍色及白色，主要繪圖工具為水彩，而我們影片裡的封面圖是艾薛爾在1926~1927所作的一幅版畫《E002 獅子》，如下圖所示：



艾薛爾的《E002 獅子》鑲嵌作品和《E016 狗》雖然是不同創作主題卻有著相同的密鋪概念，再仔細觀察，還可發現兩者在原圖用色上也有著巧妙的相似處。艾薛爾也在《E016 狗》的原圖中寫下“see no. 2”這行字，2這個數字是他為137幅作品所標示的編號，艾薛爾為什麼要標記編號2的作品呢？用意為何？讓我們往下挖掘吧！

請在電腦上點選《E016 狗.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、狗的數學與藝術

我們可以把狗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，而這矩形正是狗的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個矩形放大，從這矩形剪下五小塊後，依數學原理的平移、旋轉及翻面貼到正確的位置，即裁貼出狗。

第三幕：將狗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狗們互相密合。

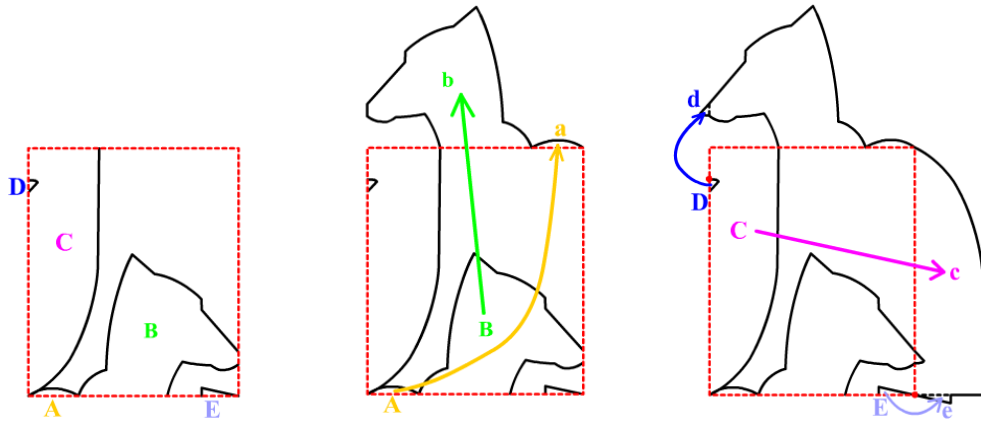
第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將狗一隻一隻放到數學骨架上的正確位置進而鋪滿數學舞台，而這種不互相重疊、無空隙、反覆且連續的鋪滿稱作鑲嵌或密鋪。

1. 第一幕的數學骨架是哪一個多邊形呢？
 正方形 菱形 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狗？
 兩種 三種 四種
4. 鋪滿數學舞台的狗們有哪些特色？
 不重疊 無空隙 外形都一樣

二、如何從數學骨架裁貼出狗

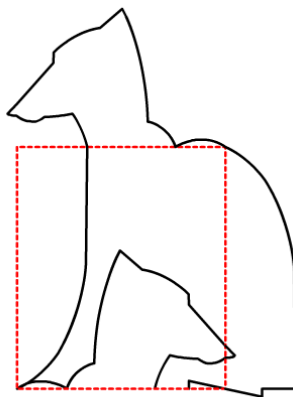
綜合下面兩個方式即可裁貼出狗，方式如下：

甲、將矩形剪下五個小區塊 A, B, C, D, E, 並將這五個小區塊貼到正確的位置上，即 $A \rightarrow a$; $B \rightarrow b$; $C \rightarrow c$; $D \rightarrow d$; $E \rightarrow e$



乙、如何貼到正確的位置呢？我們根據數學原理的平移、旋轉與翻面：

- (1) $A \rightarrow a$: 先將 A 區塊往右上方平移再左右翻面貼到 a
- (2) $B \rightarrow b$: 先將 B 區塊往上方平移再左右翻面貼到 b
- (3) $C \rightarrow c$: 先將 C 區塊往右方平移再上下翻面貼到 c
- (4) $D \rightarrow d$: 將 D 區塊以頂點為旋轉點旋轉再平移到 d
- (5) $E \rightarrow e$: 將 E 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 e



裁貼出狗後可以發現：矩形的三個頂點分別為狗的前腳腳尖、狗的背上及後腳腳底板的中點（回顧 $E \rightarrow e$ ），進一步地觀察到脖子與背的交點剛好落在矩形邊上且後腳腳趾也剛好貼齊底邊，這就是狗在數學骨架上的正確位置。

三、真的是狗磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的狗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狗可以彼此互相密合，而且有以下三種密合方式：

(1) 腳底與腳底的密合



(2) 前腳與背的密合



(3) 頭與肚子的密合

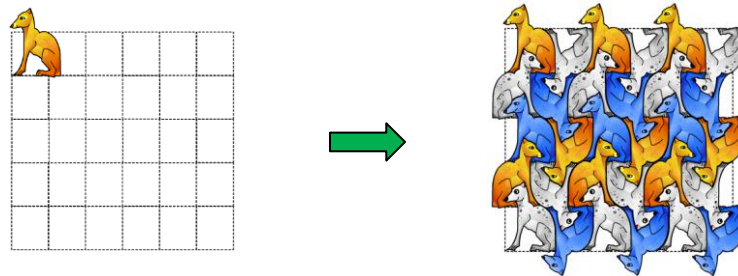


這種可以互相密合、無交疊且無空隙的狗圖案，我們稱之為狗磁磚。有了這三種密合方式後，就可以用這三種方式將很多隻狗磁磚密鋪在平面上了。

四、狗的鑲嵌圖

甲、狗鑲嵌圖

透過了解狗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狗鑲嵌圖，左下圖是先將狗放在數學骨架上的正確位置，其他的狗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《E016 狗》原圖，如下圖所示：



艾薛爾在畫的左下方寫的一句話“see no. 2”的意思即為狗與編號2的作品有著相同的密鋪方式。

乙、狗著色遊戲

把狗當磁磚，讓相鄰兩隻狗顏色不相同，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《E016 狗著色.exe》進入著色的畫面開始遊戲。

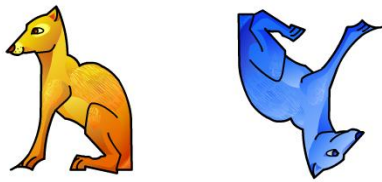
丙、狗拼圖遊戲

看到這裡是否對狗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狗拼圖遊戲，請再仔細觀察狗鑲嵌圖的排列方式，遊戲開始囉！

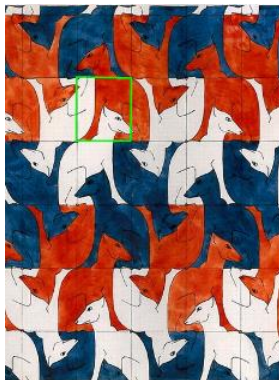
請在電腦上點選《E016 狗拼圖.exe》進入拼圖的首頁，
並按左上角的Q版圖開始遊戲。

E016 狗回饋單

1. 仔細想想，你在哪個地方見過矩形磁磚鋪設的牆壁？
2. 請你回想一下，每一隻狗周遭圍繞著幾隻狗呢？(相鄰才算，只接觸一點不算)
 5隻 6隻 7隻 8隻
3. 狗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，右邊狗是左邊狗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《E002 獅子》，所以與狗有著相同的密鋪方式，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出矩形的數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出獅子。



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：