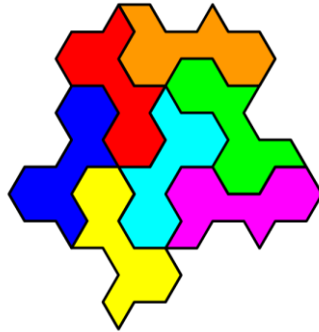


E137 小鬼工作單

撰稿：沈玟好

引言：《E137 小鬼》是荷蘭版畫家艾薛爾在1971年5月所作的一幅作品，每個小鬼身體使用單一顏色著色—橘色、黑色及白色，主要繪圖工具為墨水與水彩，而我們影片裡的封面圖是將七塊拼圖拼起來的模樣，如下圖所示：



這個拼圖對於《E137 小鬼》有什麼意涵呢？艾薛爾在《E137 小鬼》原圖的下方寫下這麼一句話「made following the system of Prof. R. Penrose's "jigsaw puzzle"」，意思是小鬼的鋪滿方式是從著名的物理學家潘羅斯（1988年沃爾夫物理獎得主）所發明的拼圖而來，此拼圖即為封面圖中所示的拼圖。1962年潘羅斯到艾薛爾家拜訪並給了他許多如上圖中模樣的木製拼圖，潘羅斯讓艾薛爾去思考拼圖是如何鋪滿整個平面，結果很快的艾薛爾就將解答畫下來寄回給潘羅斯了。1971年艾薛爾依拼圖的平鋪方式創作了《E137 小鬼》，此作品也是艾薛爾137幅鑲嵌作品中的最後一幅。

請在電腦上點選《E137 小鬼.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

一、 小鬼的數學與藝術

我們可以把小鬼的影片分成如下的四幕：

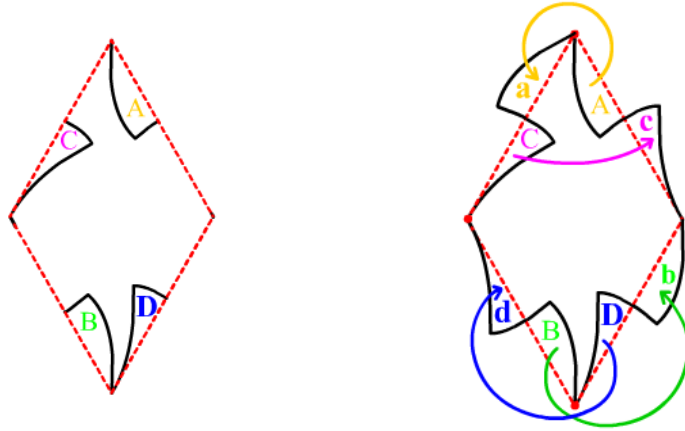
- 第一幕：影片由菱形鋪滿構成數學舞台拉開序幕，而這菱形正是小鬼的數學骨架。
- 第二幕：將數學舞台的一個菱形放大，從這菱形剪下四個小區塊後，依數學原理的平移、旋轉及翻面貼到正確的位置，即裁貼出小鬼。
- 第三幕：將小鬼外框的內部著上顏色成為藝術品並進行藝術表演，表演過程依各種適當角度將表演的小鬼們互相密合。
- 第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將小鬼一個一個放到數學骨架上的正確位置進而鋪滿數學舞台，而這種不互相重疊、無空隙、反覆且連續的鋪滿稱作鑲嵌或密鋪。

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

二、如何從數學骨架裁貼出小鬼

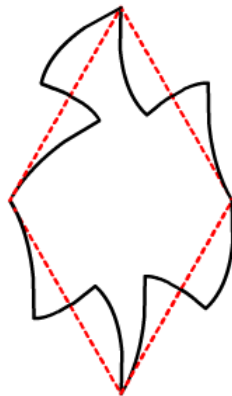
綜合下面兩個方式即可裁貼出小鬼，方式如下：

甲、將菱形剪下四個小區塊 A, B, C, D，其中 A, B 形狀一樣，C, D 形狀一樣，並將這四個小區塊貼到正確的位置上，即 $A \rightarrow a$ ； $B \rightarrow b$ ； $C \rightarrow c$ ； $D \rightarrow d$



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) $B \rightarrow b$ ：先將 B 區塊以頂點為旋轉點旋轉再翻面並向上平移到 b
- (3) $C \rightarrow c$ ：將 C 區塊以頂點為旋轉點旋轉再向右平移到 c
- (4) $D \rightarrow d$ ：先將 D 區塊以頂點為旋轉點旋轉在翻面並向上平移到 d



裁貼出小鬼後可以發現：菱形的兩個頂點分別為小鬼的頭及尾巴，這就是小鬼
在數學骨架上的正確位置。

三、真的是小鬼磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的小鬼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小鬼可以彼此互相密合，我們依小鬼的正反面將密合方式分成兩種：

(1) 正面小鬼



(2) 反面小鬼

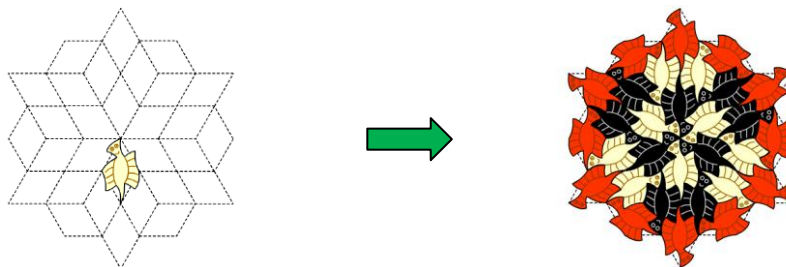


這種可以互相密合、無交疊且無空隙的小鬼圖案，我們稱之為小鬼磁磚。有了這兩種密合方式後，就可以用這兩種方式將很多個小鬼磁磚密鋪在平面上了。

四、小鬼的鑲嵌圖

甲、小鬼鑲嵌圖

透過了解小鬼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小鬼鑲嵌圖，左下圖是先將小鬼放在數學骨架上的正確位置，其他的小鬼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。



乙、小鬼著色遊戲

把小鬼當磁磚，讓相鄰兩個小鬼顏色不相同，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《E137 小鬼著色.exe》進入著色的畫面開始遊戲。

丙、小鬼拼圖遊戲

看到這裡是否對小鬼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小鬼拼圖遊戲，請再仔細觀察小鬼鑲嵌圖的排列方式，遊戲開始囉！

請在電腦上點選《E137 小鬼拼圖.exe》進入拼圖的首頁，
並按左上角的Q版圖開始遊戲。

E137 小鬼回饋單

1. 請你回想一下，每一個小鬼周遭圍繞著幾個小鬼呢？（相鄰才算，只接觸一點不算）

4個 5個 6個 7個

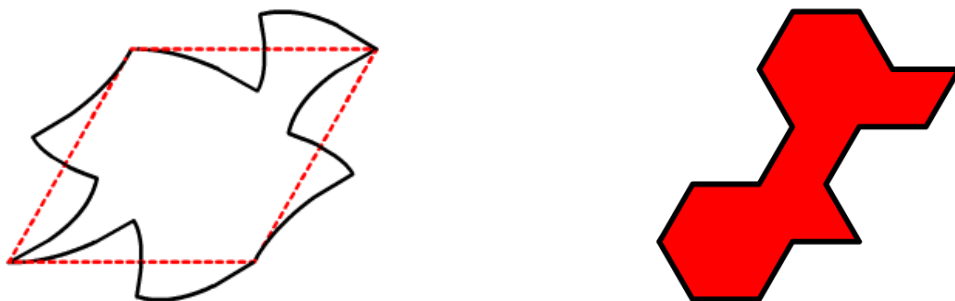
2. 小鬼的表面積與其數學骨架菱形的面積是否一樣？

是 否

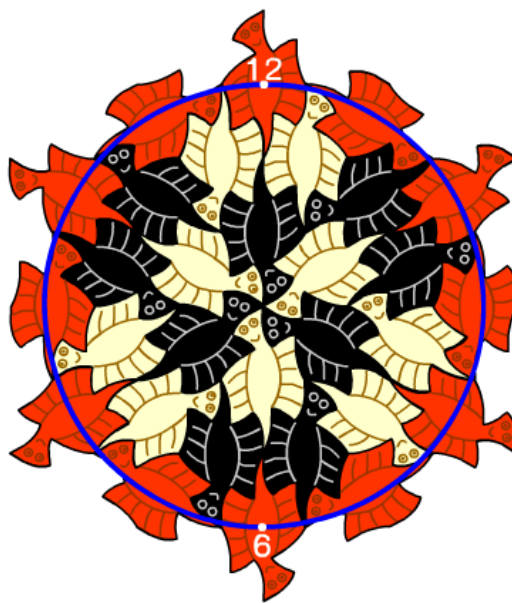
3. 請參考右下圖並判斷左下圖的右邊小鬼是左邊小鬼旋轉幾度後的結果呢？



4. 右下圖為潘羅斯給艾薛爾的拼圖，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出菱形的數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出潘羅斯所發明的拼圖。



5. 若想用下圖製作一個小鬼時鐘，該如何標上 1 ~ 12 的數字呢？請參考 6、12 被標上的位置，在下圖依序標上 1 ~ 5 及 7 ~ 11。



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：