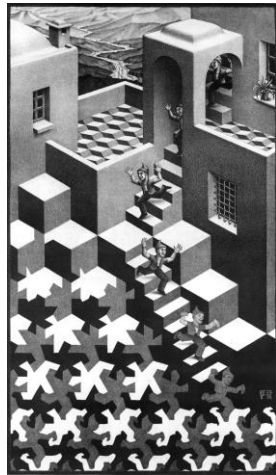


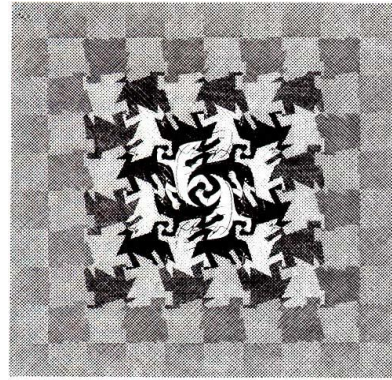
# E021 小丑工作單

撰稿：沈玟好

引言：《E021 小丑》是荷蘭版畫家艾薛爾在1938年5月所作的一幅作品，每個小丑的身體為單一顏色—紅色、黃色及藍色，主要繪圖工具為墨水與水彩，而我們影片裡的封面圖《循環》(cycle)是艾薛爾在同年同月所創作的一幅版畫，如下圖一所示：



圖一



圖二

創作這張版畫的前一年1937年，艾薛爾創作了《發展一》(development I)，如圖二所示，當時艾薛爾認為畫裡圖案的運動太拘謹了，經過持之以恆的研究後隔年艾薛爾完成了許多版畫，其中之一正是《循環》(cycle)這幅作品，由圖一中我們可以看到小丑們開心地下樓梯再漸漸往下變成圖案，此外，觀察圖中正六邊形內的菱形也可發現：每一個菱形由上往下逐漸變成小丑的樣子，菱形變成小丑到底是怎麼辦到的呢？讓我們往下一探究竟。

請在電腦上點選《E021 小丑.exe》進入影片的首頁，並按左上角的Q版圖開始撥放。

## 一、小丑的數學與藝術

我們可以把小丑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，而這菱形正是小丑的數學骨架。

第二幕：將數學舞台的一個菱形放大，從這菱形剪下五小塊後，依數學原理的平移及旋轉貼到正確的位置，即裁貼出小丑。

第三幕：將小丑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丑們互相密合。

第四幕：銜接第一幕的數學舞台並留下數學骨架的虛線邊，將小丑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

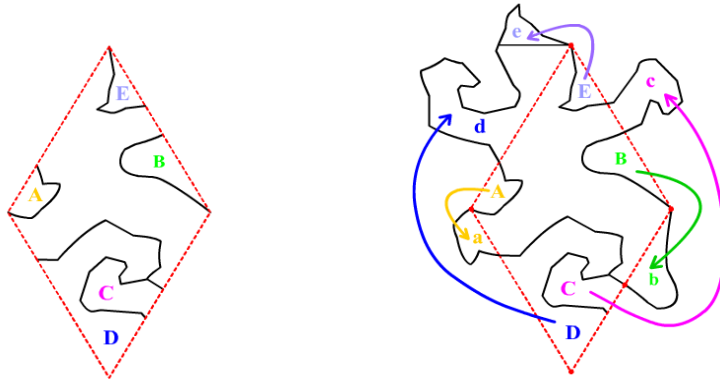
3. 影片中有幾種顏色的小丑？

- 兩種       三種       四種  
 4. 鋪滿數學舞台的小丑們有哪些特色？  
 不重疊       無空隙       外形都一樣

## 二、如何從數學骨架裁貼出小丑

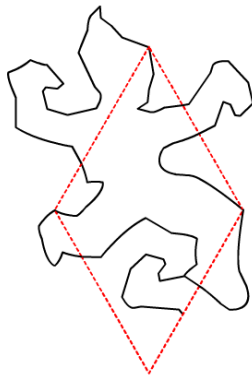
綜合下面兩個方式即可裁貼出小丑，方式如下：

甲、將菱形剪下五個小區塊 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向上平移貼到 c
- (4)  $D \rightarrow d$ ：先將 D 區塊以頂點為旋轉點旋轉後向上平移再以頂點為旋轉點旋轉到 d
- (5)  $E \rightarrow e$ ：將 E 區塊以頂點為旋轉點旋轉到 e



裁貼出小丑後可以發現：菱形的三個頂點分別為小丑的額頭、右腳跟及左膝蓋，這就是小丑在數學骨架上的正確位置。

## 三、真的是小丑磁磚嗎

經由數學原理裁貼後的小丑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丑可以彼此互相密合，而且有以下三種密合方式：

(1) 膝蓋的密合



(2) 額頭的密合



(3) 腳跟的密合

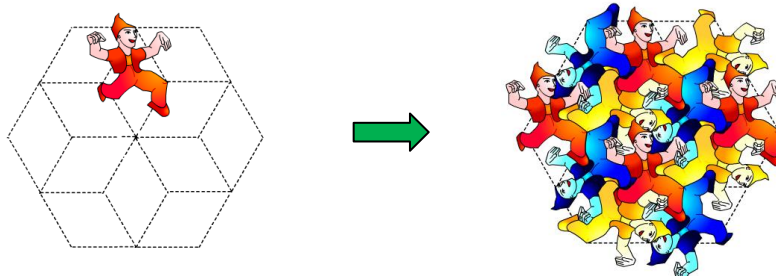


這種可以互相密合、無交疊且無空隙的小丑圖案，我們稱之為小丑磁磚。有了這三種密合方式後，就可以用這三種方式將很多個小丑磁磚密鋪在平面上了。

#### 四、小丑的鑲嵌圖

##### 甲、小丑鑲嵌圖

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



##### 乙、小丑著色遊戲

把小丑當磁磚，讓相鄰兩個小丑顏色不相同，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《E021 小丑著色.exe》進入著色的畫面開始遊戲。

##### 丙、小丑拼圖遊戲

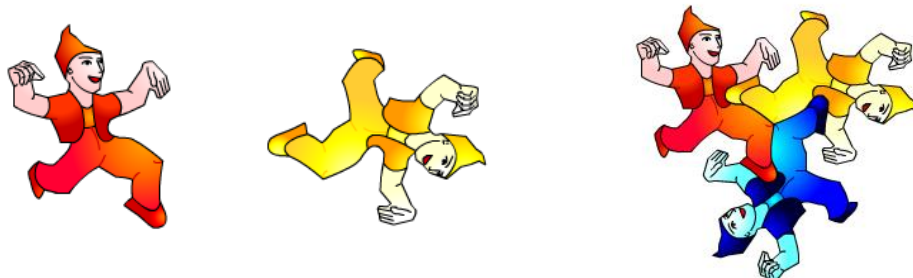
看到這裡是否對小丑鑲嵌有了更進一步的了解，下面是為大家精心準備好玩且有趣的小丑拼圖遊戲，請再仔細觀察小丑鑲嵌圖的排列方式，遊戲開始囉！

請在電腦上點選《E021 小丑拼圖.exe》進入拼圖的首頁，並按左上角的Q版圖開始遊戲。

### E021 小丑回饋單

1. 仔細想想，你在哪個地方見過菱形磁磚鋪設的地板？

2. 請你回想一下，每一個小丑周遭圍繞著幾個小丑呢？  
 5個       6個       7個       8個
3. 小丑的表面積與其數學骨架菱形的面積是否一樣？  
 是       否
4. 請參考右下圖並判斷左下圖的右邊小丑是左邊小丑旋轉幾度後的結果呢？



5. 右下圖為艾薛爾的一幅作品《E025 蜥蜴》，蜥蜴的數學骨架除了正六邊形外（請參閱《E025 蜥蜴工作單》），菱形也是蜥蜴的數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出蜥蜴的菱形數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出蜥蜴。（提示：以中間綠色蜥蜴為例，找出其左臉頰、左腳後跟及右膝蓋，並對照小丑的額頭、腳根及膝蓋）



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：

.....  
填單人姓名：\_\_\_\_\_

填單日期：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

e-mail：

電話：

老師

學生

社會人士

學校 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

班級

\_\_\_\_\_

## E021 小丑工作單

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丑？  
 兩種     三種     四種
4. 鋪滿數學舞台的小丑們有哪些特色？  
 不重疊     無空隙     外形都一樣

## E021 小丑回饋單

1. 仔細想想，你在哪個地方見過菱形磁磚鋪設的地板？
2. 請你回想一下，每一個小丑周遭圍繞著幾個小丑呢？  
 5個     6個     7個     8個
3. 小丑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，右邊小丑是左邊小丑旋轉幾度後的結果呢？  
**120度**
5. 右下圖為艾薛爾的一幅作品《E025 蜥蜴》，蜥蜴的數學骨架除了正六邊形外（請參閱《E025 蜥蜴工作單》），菱形也是蜥蜴的數學骨架，請參考左下圖所畫的數學骨架，在右下圖畫出蜥蜴的菱形數學骨架，並用找到的數學骨架說明如何剪貼出蜥蜴。（提示：以中間綠色蜥蜴為例，找出其左臉頰、左腳後跟及右膝蓋，並對照小丑的額頭、腳根及膝蓋）

