

# 動態幾何 GeoGebra 學習教室(2015.02.06)

官長壽 阿壽工坊：<http://120.101.70.8/longlife/>

The screenshot shows the official GeoGebra website at <http://www.geogebra.org/cms/>. The main navigation bar includes links for 檔案 (File), 下載 (Download), 社群 (Community), 說明 (Help), and 登入 (Login). Below the navigation, there's a large heading "老師與學生都可使用的動態數學工具" (A dynamic mathematics tool for teachers and students) and three main sections: "瀏覽圖檔" (Browse files), "啟動 GGB 線上版" (Launch GGB online version), and "下載 GGB" (Download GGB).

This infographic highlights various reasons why different stakeholders appreciate GeoGebra:

- #1 每個學生都愛它，因為 ...**
  - 它讓數學看得到、摸得到、更平易近人  
GEOGEBRA 讓學生可以隨時隨地與數學連結，無論是在家裡、在學校或是在路上
- #1 每個學生都愛它，因為 ...**
  - 它讓數學一目了然  
GEOGEBRA 將幾何與代數融為一體，讓學生可以看得到、摸得到數學，並用全新的方式來體驗數學
- #2 每位老師都愛它，因為 ...**
  - 它可以協助老師教學  
GEOGEBRA 作為一個教學工具，可以讓老師教學更輕鬆愉快！
- #2 每位老師都愛它，因為 ...**
  - 它讓老師們可以彼此交流  
使用 GEOGEBRA 的老師們無形中就自然而然形成一個相互交流的國際團體
- #1 每個學生都愛它，因為 ...**
  - 它讓數學變得更容易學習  
GEOGEBRA 可以產生特別的互動效果，讓學生更容易理解背後的數學概念
- #1 每個學生都愛它，因為 ...**
  - 它讓數學變得有趣、具有互動性  
GEOGEBRA 可以讓學生使用新媒體、一種傳統黑板教學所達不到的方式學習數學
- #2 每位老師都愛它，因為 ...**
  - 它讓老師可以準備教學檔案，讓教學更有效率  
GEOGEBRA 給予老師創作的自由，讓老師們可以為他們的學生製作專有的教材
- #3 每所學校都愛它，因為 ...**
  - 使用 GEOGEBRA 的學生  
比較自動自發的學生  
學習效果比較好的學生

GeoGebra 官網上的檔案分享 GeoGebra Tube：

在官網：<http://www.geogebra.org/cms/>，點一下檔案，便會到 GeoGebra Tube：<https://tube.geogebra.org/>

The screenshot shows the GeoGebra Tube homepage. At the top, there is a navigation bar with links for '檔案(F)', '編輯(E)', '檢視(V)', '我的最愛(A)', '工具(T)', '說明(H)', '上傳檔案', and '登入'. Below the navigation bar, there is a search bar with a magnifying glass icon and a '上傳檔案' button. The main content area is titled '推薦檔案' and displays five thumbnail cards:

- Spike Star Swirl Fractal** by j\_lanier
- phénakistiscope** by Nicolas ERDRICH
- Light in GeoGebra (3)** by uStas
- Binomial Distribution with ...** by Micky Bullock
- Joukowski Transform** by Michael Borchers
- Kaleidosco** by Michael Borchers

Below this section are three more categories:

- 最新檔案** (Heidi Lin - Conic Section, 2015年1月28日 - 上午6:05, 分享者 heidi1104)
- 最受好評** (phénakistiscope, 2014年5月14日 - 下午5:49, 分享者 Nicolas ERDRICH)
- 熱門標籤** (math, quadratic, functions, 三角形, trigonometry, 3d, area, 分數除法, directed, angle, geometry, waaachen, test, calculus, linear)

可以到此申請一個帳號，便可以上傳你製作的 GGB 檔到 GeoGebraTube 上與大家分享，請按登入按鈕便會出現登入畫面，點一下建立帳號

The screenshot shows the GeoGebra login page at <https://accounts.geogebra.org/user/login/expiration/129600/clientinfo/website/?lang>. The page has a large 'GeoGebra' logo and a '登入' (Login) button. On the left, there is a form for logging in with 'GeoGebra 帳號' (Account Number) and '密碼' (Password) fields, along with '建立帳號' (Create Account) and '忘記密碼?' (Forgot Password?) links. On the right, there are social media and service integration options:

- Google
- Facebook
- Twitter
- Microsoft

輸入：電子郵件、帳號名稱、密碼後按下**建立帳號**按鈕

你也可以用 Google、Facebook、Twitter、Microsoft 等帳號來註冊 GeoGebra 帳號

The screenshot shows the registration page for GeoGebra at <https://login.geogebra.org/user/create>. The page title is "註冊". It features social login options for Google, Facebook, Twitter, and Microsoft. Below these, there's a section for "註冊 GGB 帳號" with input fields for "電子郵件" (longlife@ltsh.ilc.edu.tw), "帳號名稱" (kuan), "密碼" (\*\*\*\*\*), and "確認密碼" (\*\*\*\*\*). A checkbox for accepting terms and conditions is present, followed by a blue "建立帳號" button.

GeoGebra 會寄一封確認信 Email 到你的信箱，請到你的信箱收信並確認，便可登入 GeoGebra Tube

The screenshot shows the confirmation message page at <https://login.geogebra.org/user/confirmmessage>, titled "kuan - Confirm email - Ge...". It displays the user's profile picture and name "kuan". The main content is a registration confirmation message: "A registration email was sent to longlife@ltsh.ilc.edu.tw. Please open the email and click the activation link to finish signup. If you don't see the email within 15 minutes, check your spam folder." Below this are links for "重寄確認信函" and "換信箱". A blue "完成" button is at the bottom.

你上傳的檔案便會在：<https://tube.geogebra.org/你的帳號>，剛開始就是如同下面的簡單畫面  
例如：剛才輸入帳號：kuan，你上傳的檔案便會在：<https://tube.geogebra.org/kuan>

The screenshot shows a web browser window for the GeoGebraTube profile of user 'kuan'. The URL in the address bar is <http://tube.geogebra.org/kuan>. The page title is 'kuan 簡介 - GeoGebra'. The main content area displays a user profile with a blue placeholder profile picture. The user's name is 'kuan', located in Taipei, Taiwan, registered on January 28, 2015. Below the profile information is a blue button labeled '編輯個人資料'. At the bottom of the page, there are links for '說明', '合作夥伴', and '聯絡方式', along with social media sharing icons for Facebook, Twitter, Google+, and YouTube.

當然隨著你努力的上傳 GGB 檔後畫面就會愈來愈充實，當然也可以編輯你個人的資料(包括大頭貼)。

The screenshot shows the same GeoGebraTube profile page for user 'kuan', but now featuring a real profile picture of a woman. The rest of the profile information remains the same: name 'kuan', location 'Taipei, Taipei, Taiwan', and registration date '2015年1月28日'. The '編輯個人資料' button is still present. A new section titled '檔案 (1)' is visible, showing a single uploaded file named 'Test\_GGB'. The file was uploaded on '2015年1月28日 - 上午7:43' and has a note '此檔已設定為不公開。'. On the right side of the page, there is a '上傳檔案' button. The bottom of the page includes standard navigation links and social sharing icons.

## GeoGebraBook：

上傳到 GeoGebra Tube 的檔案(已轉成網頁模式)，利用 GeoGebra 的線上功能組合出一本電子繪本書

The screenshot shows a web browser window displaying a GeoGebra eBook. The title bar reads "https://tube.geogebra.org/student/b539703#". The main content area has a blue header "GGB製作研習---eBook". Below it is a photo of a woman with the text "官長壽(longlife.kuan), 2015年1月24日". On the left, there's a sidebar with three sections: "1. GeoGebra軟體介紹", "2. 實例參觀", and "3. 操作練習". The central area contains a "目錄" section with a tree-like structure of topics. At the bottom right of the central area, there are navigation arrows (< >).

- 1. GeoGebra軟體介紹
  - 1. GGB5\_3D坐標軸
  - 2. 模擬3D坐標軸
- 2. 實例參觀
  - 1. 國旗
  - 2. 圖解:畢氏定理
  - 3. 軌跡觀察
  - 4. 猜數遊戲
  - 5. 河內塔(Hanoi)
  - 6. 發射砲彈
  - 7. 正立方體的切割重組(GGB5\_3D)
  - 8. 平面截正12面體
- 3. 操作練習

## 第一章：GeoGebra 軟體介紹

This screenshot shows the first chapter of the eBook, titled "GeoGebra軟體介紹". The left sidebar lists "1. GeoGebra軟體介紹" with sub-points "1. GGB5\_3D坐標軸" and "2. 模擬3D坐標軸". The right side displays two screenshots of the GeoGebra interface. The top screenshot shows a 3D coordinate system with a red line and a green plane. The bottom screenshot shows a 2D coordinate system with a red line and a green point. Navigation arrows (< >) are at the top right.

1. GeoGebra軟體介紹

- 1. GGB5\_3D坐標軸
- 2. 模擬3D坐標軸

## 第二章：實例參觀

https://tube.geogebra.org/student/b539703#chapter/16359

GGB製作研習---eBook

### 實例參觀

2. < 2. >

1. GeoGebra軟體介紹

2. 實例參觀

1. 國旗

2. 圖解:畢氏定理

3. 軌跡觀察

4. 猜數遊戲

5. 河內塔(Hanoi)

6. 發射砲彈

7. 正立方體的切割重組(GGB5\_3D)

8. 平面截正12面體

3. 操作練習

實例參觀

1. 國旗

2. 圖解:畢氏定理

3. 軌跡觀察

4. 猜數遊戲

5. 河內塔(Hanoi)

6. 發射砲彈

7. 正立方體的切割重組(GGB5\_3D)

8. 平面截正12面體

操作練習

軌跡觀察

點選第 3 個例子『軌跡觀察』，便會出現執行畫面

https://tube.geogebra.org/student/b539703#material/536383

光復高中GGB製作研習---eBook

### 軌跡觀察

< 2.3. >

1. GeoGebra軟體介紹

2. 實例參觀

1. 國旗

2. 圖解:畢氏定理

3. 軌跡觀察

4. 猜數遊戲

5. 河內塔(Hanoi)

6. 發射砲彈

7. 正立方體的切割重組(GGB5\_3D)

8. 平面截正12面體

3. 操作練習

軌跡觀察

端點在兩圓上的線段分點問題:  
其中:  $\frac{AM}{AB} = k = 0.6$

$r_1 = 2$   
 $r_2 = 4.5$   
 $speed_A = 2.3$   
 $speed_B = -1.5$   
 $k = 0.6$

顯示:M痕跡  
 顯示:M點痕跡區域  
 顯示:說明過程

阿壽工坊--<http://120.101.70.8/longlife/>

### 第三章：操作練習

The screenshot shows the GeoGebra eBook interface with the following sections:

- GGB製作研習---eBook**
- 操作練習**
- 1. GeoGebra軟體介紹**: Includes a red dynamic locus construction.
- 2. 實例參觀**: Includes a sun-like polygonal construction.
- 3. 操作練習**: Includes a green shaded region construction.
  - 1. 動態軌跡製作
  - 2. 國旗的繪製
  - 3. 指令,輸入欄的應用
  - 4. 封閉區域填色
  - 5. 幾何變換指令應用
  - 6. 多重指令組合

At the bottom, there is a link: [GGB 原始檔 – 分享或下載](#).

點選第 4 個例子『封閉區域填色』，便會出現執行畫面

The screenshot shows the GeoGebra workspace with the following details:

- 光復高中GGB製作研習---eBook**
- 封閉區域填色**
- 步驟**: step = 7
- 製作步驟:\*\*\*恭喜完成\*\*\***
  - (1).任給六點A,B,C,D,E,F
  - (2).利用線段,半圓,圓弧工具畫出一封閉區域邊界線  
各段名稱分別a,b,c,d
  - (3).在輸入欄輸入:{a,b,c,d}  
(將線段a,半圓b,圓弧c及圓弧d合併成一集合物件)  
(此集合物件預設名稱:list1)  
(在繪圖區看不到喔!但是代數區有出現list1)
  - (4).在輸入欄輸入:P = Point[list1]  
(P為集合list1上任一點)
  - (5).在輸入欄輸入:P = P  
(P與P為同一點)
  - (6).在輸入欄輸入:Locus[P',P]  
(由P點控制產生P'點的軌跡,預設名稱:loc1)
  - (7).修改軌跡loc1的屬性:顏色填滿拉到25  
(顏色填滿範圍:0~100)
- 輸入:** 輸入

### 簡易繪圖：圖形的繪製(1)---兩圓公切線

The screenshot shows the GeoGebra interface with various tools at the top. A status bar indicates "step = 11". On the left, a list of steps for constructing the diagram is provided. On the right, the geometric construction is displayed: two circles are shown, one above the other. A vertical line segment connects their centers, labeled A and C. A blue line, labeled  $L_1$ , is tangent to both circles at points E and F respectively. A green line, labeled  $L_2$ , is parallel to  $L_1$  and passes through point C. The intersection of  $L_1$  and  $L_2$  is marked with a red dot and labeled G. A yellow shaded region is formed by the area between the two circles and the line segment CG.

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：先畫兩個圓
- (2).完成：利用切線工具畫出兩圓公切線
- (3).完成：只留下一條內公切線(隱藏其他公切線)
- (4).完成：利用交點工具作出兩圓與內公切線交點E,F
- (5).完成：利用線段工具畫出EF線段
- (6).完成：利用直線工具畫出AE直線 $L_1$
- (7).完成：利用平行線工具畫出過C平行內公切線的直線 $L_2$
- (8).完成：利用交點工具作出 $L_1, L_2$ 交點G
- (9).完成：隱藏 $L_1, L_2$ ，並利用線段工具畫出AC,CG,GA,CF線段
- (10).完成：利用多邊形工具畫出 $\triangle ACG$

輸入:

### 簡易繪圖：圖形的繪製(2)---兩圓公切線

The screenshot shows the GeoGebra interface with various tools at the top. A status bar indicates "step = 10". On the left, a list of steps for constructing the diagram is provided. On the right, the geometric construction is displayed: a square ABCD is shown. Four quarter-circle arcs are drawn inside the square, each centered on a vertex and passing through the midpoints of the two adjacent sides. The arc from A to D is blue, from B to C is red, from C to A is blue, and from D to B is red. The regions between the arcs and the square's sides are filled with diagonal hatching patterns: the top-right and bottom-left quadrants are blue, while the top-left and bottom-right quadrants are red.

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：利用線段工具畫出線段AB
- (2).完成：利用旋轉工具將A以B為中心順時針旋轉90°得到C
- (3).完成：利用旋轉工具將B以A為中心逆時針旋轉90°得到D
- (4).完成：利用線段工具畫出線段BC,CD,DA
- (5).完成：利用圓弧工具畫出圓心A的BD弧
- (6).完成：利用圓弧工具畫出圓心C的DB弧
- (7).完成：利用圓弧工具畫出圓心B的CA弧
- (8).完成：利用圓弧工具畫出圓心D的AC弧
- (9).完成：四個弧的屬性更改  
樣式中填滿改為斜線，並調整斜線角度

輸入:

## 簡易繪圖：圖形的繪製(3)---拋物線的作圖

step = 9

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：線段AB
- (2).完成：線段AB的中垂線，取名為 $L_1$
- (3).完成：在線段AB的中垂線 $L_1$ 上取一點，取名為F
- (4).完成：在線段AB上取一點，取名為C
- (5).完成：過C且垂直線段AB的直線，取名為 $L_2$
- (6).完成：線段CF的中垂線，取名為 $L_3$
- (7).完成：取 $L_2$ 及 $L_3$ 的交點，取名為P
- (8).完成：以C為控制點，P點的軌跡

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

輸入:

## 簡易繪圖：圖形的繪製(4)---三角形面積

step = 12

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：利用線段工具畫出一個銳角 $\triangle ABC$
- (2).完成：利用中心點工具畫出線段AB, AC的中點D, E，並連上線段DE
- (3).完成：利用垂直線工具畫出過A垂直線段BC的垂直線 $L_1$
- (4).完成：利用交點工具畫出直線 $L_1$ 與線段BC, DE的交點F, G
- (5).完成：新增角度滑桿 $\alpha$  (範圍： $0^\circ \sim 180^\circ$ )
- (6).完成：利用旋轉工具將A, G兩點以D為中心逆時針旋轉 $\alpha$ 得到 $A_1, G_1$
- (7).完成：利用多邊形工具畫出 $\triangle A_1G_1D$
- (8).完成：利用旋轉工具將A, G兩點以E為中心順時針旋轉 $\alpha$ 得到 $A_2, G_2$
- (9).完成：利用多邊形工具畫出 $\triangle A_2G_2E$
- (10).完成：利用多邊形工具畫出梯形BCED
- (11).完成：連接線段AF, 並隱藏不必要的物件，修改物件屬性

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

輸入:

## 簡易繪圖：圖形的繪製(5)---相切的圓

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).利用交點工具，點一下x, y軸交點(原點)，並重新命名為O
- (2).利用圓工具(圓心,半徑)，畫出圓心O,半徑5的圓
- (3).利用交點工具，點一下步驟(2)的圓與x軸正向的交點A
- (4).利用旋轉工具，將A點依序逐一旋轉 $30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, \dots, 330^\circ$   
得到圓上的12等份點的其他11個點
- (5).利用中心點工具，找出A, A'的中點D
- (6).利用圓工具(圓心,一點)，畫出圓心A,圓上一點D的圓d
- (7).利用旋轉工具，將圓d依序逐一旋轉 $30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, \dots, 330^\circ$   
得到其他11個圓

-----

問題(1)：這12個圓的圓心座標？  
 問題(2)：這12個圓的半徑？  
 問題(3)：這12個圓兩兩相切嗎？  
 問題(4)：你會仿照此方式，做出24個兩兩相切的圓嗎？

輸入：

## 簡易繪圖：圖形的繪製(6)---三平行線上的正三角形

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).在y軸上任取三點A, B, C
- (2).利用平行線工具  
作過A, B, C與x軸平行的直線
- (3).隱藏坐標軸及格線
- (4).在直線 $L_A$ 上任取一點P
- (5).利用旋轉工具  
將直線 $L_B$ 以P點逆時針旋轉 $60^\circ$ 得到 $L'_B$
- (6).利用交點工具，找出 $L_C$ 與 $L'_B$ 的交點Q
- (7).利用旋轉工具  
將Q點以P點順時針旋轉 $60^\circ$ 得到R
- (8).利用多邊形工具，畫出 $\triangle PQR$

-----

問題： $\triangle PQR$ 是正三角形嗎？  
 問題：若三平行線之間隔距離分別是a, b  
 則 $\triangle PQR$ 的面積？(用a, b表示)

輸入：

## 簡易繪圖：圖形的繪製(7)---端點在軸上的固定長線段

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).利用交點工具，找出x與y軸交點，並重新命名為O  
利用滑桿工具，新增一個數值滑桿r(範圍：1 ~ 10)
- (2).利用圓(圓心, 半徑)工具，畫出圓心O, 半徑r的圓
- (3).利用新點工具，在圓上任取一點A
- (4).利用垂直線工具或平行線工具，  
作出過A且垂直x, y軸的直線L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>
- (5).利用交點工具，找出L<sub>1</sub>, x軸交點B, L<sub>2</sub>, y軸交點C
- (6).利用線段工具，畫出線段BC  
**(請問：此線段長度？兩端點有何特性？)**
- (7).隱藏直線L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>，並在線段BC上任取一點D  
**(目前： $\overline{DB} : \overline{CB}$ 的比值0.75)**
- (8).設定D點屬性 → 一般 → 顯示移動痕跡(打勾)  
**(按快速鍵Ctrl + F可以清除痕跡)**
- (9).設定A點屬性 → 一般 → 開始動畫(打勾)

問題：請問D點的痕跡圖形是甚麼？

輸入：

## 簡易繪圖：圖形的繪製(8)---圖形的搬移

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).利用線段, 中點, 旋轉, 圓弧, 畫角度工具畫出直角 $\triangle ABC$ (如右圖)
- (2).利用旋轉工具，找出 $\triangle ABC$ 向外所作正方形的頂點D, E, F, G, H, I  
並用線段連接
- (3).利用垂線, 平行線, 交點工具，找出交點J, K, L
- (4).新增數值滑桿 $k_1$ , 範圍：0 ~ 1, 增量：0.01
- (5).利用伸縮工具，將F以E為中心伸縮 $k_1$ 倍得到F'  
並利用向量工具畫出EF'向量
- (6).利用多邊形工具，畫出 $\triangle DEJ$
- (7).利用平移工具，將 $\triangle DEJ$ 平移EF'向量
- (8).隱藏 $\triangle DEJ$ , EF'向量及F'點 (拉動滑桿 $k_1$ , 觀察 $\triangle DEJ$ 的搬移)
- (9).新增數值滑桿 $k_2$ , 仿照(5) ~ (8)步驟，來控制四邊形EJKA的搬移  
(拉動滑桿 $k_2$ , 觀察四邊形EJKA的搬移)
- (10).新增數值滑桿 $k_3$ , 仿照(5) ~ (8)步驟，來控制 $\triangle JCK$ 的搬移  
(拉動滑桿 $k_3$ , 觀察 $\triangle JCK$ 的搬移)
- (11).新增數值滑桿 $k_4$ , 仿照(5) ~ (8)步驟，來控制 $\triangle BCL$ 的搬移  
(拉動滑桿 $k_4$ , 觀察 $\triangle BCL$ 的搬移)
- (12).新增數值滑桿 $k_5$ , 仿照(5) ~ (8)步驟，來控制四邊形BHIL的搬移  
(拉動滑桿 $k_5$ , 觀察四邊形BHIL的搬移)
- (13).隱藏不必要的物件

輸入：

## 簡易繪圖：國旗的繪製(青天白日部分)

國旗中青天白日部分畫法：

- (1).建立長寬比 $\overline{AB} : \overline{AD} = 3 : 2$ , E為長方形中心
- (2).建立最內圓, 半徑 $r_1 = \frac{1}{8} \cdot \overline{AB}$
- (3).建立第二層圓, 半徑 $r_2 = \frac{17}{15} \cdot r_1 = \frac{17}{120} \cdot \overline{AB}$
- (4).建立第三層圓, 半徑 $r_3 = 2 \cdot r_1 = \frac{1}{4} \cdot \overline{AB}$
- (5).取F為B,C中點, G為E,F中點
- (6).以E為中心將G連續轉 $30^\circ$   
(得到第三層的12等份點)
- (7).在第三層的12等份點中任一點P,  
且H,K為P點左右各相差 $150^\circ$ 的等份點  
並連接PH,PK
- (8).M為PH與第二層圓交點  $\Rightarrow$  連接PM  
N為PK與第二層圓交點  $\Rightarrow$  連接PN  
並畫出以E為圓心的MN弧
- (9).依序畫出所有的12道光芒(可以利用Sequence指令)
- (10).修改物件屬性及隱藏不必要物件(恭喜完成!!)

輸入:

## 簡易繪圖：國徽的繪製

國徽畫法：

- (1).先畫一圓(最外圓), 圓心O, 半徑r(數值滑桿r)
- (2).畫出最內圓半徑 $r_1 = \frac{1}{3} \cdot r$
- (3).畫出第二層半徑 $r_2 = \frac{17}{15} \cdot r_1 = \frac{17}{45} \cdot r$
- (4).畫出第三層圓半徑 $r_3 = 2 \cdot r_1 = \frac{2}{3} \cdot r$
- (5).取點A = O + (r \* 2/3, 0) (在第三層圓上)
- (6).以O為中心將A連續轉 $30^\circ$  (得到第三層圓的12等份點)
- (7).第三層圓的12等份點中任一點P,  
且H,K為P點左右各相差 $150^\circ$ 的等份點  
並連接PH,PK
- (8).M為PH與第二層圓交點  $\Rightarrow$  連接PM  
N為PK與第二層圓交點  $\Rightarrow$  連接PN  
並畫出以O為圓心的MN弧
- (9).依序畫出所有的12道光芒(可利用Sequence指令)
- (10).修改物件屬性及隱藏不必要物件(恭喜完成!!)

輸入:

## 簡易繪圖：動態軌跡的觀察(1)

step = 8

$r_1 = 1$

$r_2 = 2.5$

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

端點在兩圓上之線段中點軌跡：

- (1).新增兩點  $O_1, O_2$   
兩個數值滑桿  $r_1, r_2$  (範圍 : 1 ~ 5)
- (2).畫出圓心  $O_1, O_2$ , 半徑  $r_1, r_2$  的兩圓
- (3).在兩圓上各取一點  $A, B$
- (4).連接  $\overline{AB}$ , 並取  $\overline{AB}$  中點  $M$
- (5).設定  $M$  點屬性 : 顯示移動痕跡  
按快速鍵  $Ctrl + F$  可以清除痕跡
- (6).設定  $A$  點屬性 : 速度  $\pi$ , 開始動畫
- (7).設定  $B$  點屬性 : 速度  $\sqrt{5}$ , 開始動畫

輸入:

## 簡易繪圖：動態軌跡的觀察(2)

step = 9

$s_1 = 1.8$

$s_2 = -1.7$

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

製作步驟: \*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).利用圓工具畫一個圓,  
利用正多邊形工具, 畫一個正三角形
- (2).利用新點工具在圓上各取一點P,  
利用內點或邊點工具在正三角形上取一點Q
- (3).利用線段工具連接PQ,  
並利用中點工具找出P, Q中點M
- (4).新增數值滑桿  $s_1, s_2$ , 範圍 : -5 ~ 5, 增量 : 0.01
- (5).設定P, Q兩點屬性：  
開始動畫, 且P, Q兩點的速度分別為  $s_1, s_2$
- (6).設定M點屬性 : 顯示移動痕跡  
(按快速鍵  $Ctrl + F$  可以清除所有痕跡)

請觀察M點留下的痕跡有何特性?

問題(1)：與原來的圓及正三角形有甚麼關係?

問題(2)：M點留下的痕跡是甚麼形狀?該區域面積?

輸入:

## 簡易繪圖：摺紙模擬(橢圓)

step = 10

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).利用新點工具，給一點A  
並用圓工具(圓心,半徑)，畫一個以圓心A,半徑5的圓c
- (2).利用新點工具，在圓內取一點B
- (3).利用新點工具，在圓上取一點C
- (4).利用中垂線工具，作出B, C的中垂線L
- (5).利用交點工具，作出中垂線L與圓c的交點D, E
- (6).隱藏中垂線L，並利用線段工具作出線段DE  
**(線段DE就是圓上C對摺到B點的摺線)**
- (7).利用圓弧工具(過三點)，作出過D, B, E三點的弧
- (8).修改D, B, E三點弧的屬性 → 顏色 → 填滿：25
- (9).修改線段DE的屬性 → 一般 → 顯示移動痕跡(打勾)  
然後隱藏D, E兩點
- (10).拉動C點觀察(**可以按快速鍵Ctrl – F來清除痕跡**)

輸入:

## 簡易繪圖：眼球定理

step = 9

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).畫兩圓 $c_1$ (圓心 $O_1$ , 半徑2),  $c_2$ (圓心 $O_2$ , 半徑3)
- (2).找出 $O_1, O_2$ 中點M，並畫出以 $O_1O_2$ 為直徑的圓 $c_3$
- (3).找出 $c_3$ 與 $c_1$ 的交點A, B及 $c_3$ 與 $c_2$ 的交點C, D
- (4).畫出直線 $O_1C$ 及直線 $O_1D$
- (5).畫出直線 $O_2A$ 及直線 $O_2B$
- (6).找出直線 $O_1C$ 及直線 $O_1D$ 與圓 $c_1$ 的交點P, Q
- (7).找出直線 $O_2A$ 及直線 $O_2B$ 與圓 $c_2$ 的交點R, S
- (8).畫出線段PQ及線段RS

問題：**PQ與RS兩線段等長嗎？**  
(請輸入通關密語，看看參考答案)

(參考答案)通關密語: \*\*\*\*\*

輸入:

## 指令的使用：基礎指令使用

step = 9

**請完成第(9)部分**

- (1).完成：以A為圓心半徑r的圓  
指令：`Circle[A, r]`
- (2).完成：五邊形A,B,C,D,E  
指令：`Polygon[A, B, C, D, E]`
- (3).完成：折線A→B→C→D→E  
指令：`Polyline[A, B, C, D, E]`
- (4).完成：以A,B為邊的正n邊形  
指令：`Polygon[A, B, n]`
- (5).完成：將圓c平移向量u  
指令：`Translate[c, u]`
- (6).完成：將B以A為中心旋轉θ  
指令：`Rotate[B, θ, A]`
- (7).完成：以線段a為對稱軸時A的對稱點  
指令：`Reflect[A, a]`
- (8).完成：將線段a以A為中心伸縮k倍  
指令：`Dilate[a, k, A]`
- (9).輸入：`Vector[A, Rotate[B, θ, A]]`

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

輸入：

## 指令的使用：曲線下面積

開始自己製作

step = 12

**\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束**

- (1).完成：函數 $f(x) = \sin(x) + 2 * \sin(x/2) + 4$
- (2).完成：在x軸上任取兩點A, B
- (3).完成：取A, B兩點的x座標, a, b
- (4).完成： $s_1 = Segment[(a, 0), (a, f(a))]$
- (5).完成： $s_2 = Segment[(b, 0), (b, f(b))]$
- (6).完成：曲線下面積 $Area = Integral[f, a, b]$
- (7).完成：增加整數滑桿：n(範圍：1 ~ 50)
- (8).完成：下和 $L_n = LowerSum[f, a, b, n]$
- (9).完成：上和 $U_n = UpperSum[f, a, b, n]$
- (10).完成：增加數值滑桿：p(範圍：0 ~ 1)
- (11).完成：矩形和 $R_n = RectangleSum[f, a, b, n, p]$

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

輸入：

## 指令的使用：封閉區域填色

step = 11

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成： $A, B, C, D, E, F, G$ 七個點
- (2).完成： $a = \text{CircumcircularArc}[A, B, C]$
- (3).完成： $b = \text{Semicircle}[C, D]$
- (4).完成： $c = \text{Semicircle}[E, D]$
- (5).完成： $d = \text{CircumcircularArc}[E, F, G]$
- (6).完成： $e = \text{Segment}[A, G]$
- (7).完成： $\text{list1} = \{a, b, c, d, e\}$   
(將 $a, b, c, d, e$ 合併成一集合)
- (8).完成： $P = \text{Point}[\text{list1}]$   
 $P' = P$   
(在集合 $\text{list1}$ 上取一點 $P$ ,並作 $P'$ 與 $P$ 同一點)
- (9).完成： $\text{loc1} = \text{Locus}[P', P]$   
(作出 $P$ 變動時 $P'$ 的軌跡)
- (10).完成：修改 $\text{loc1}$ 屬性：顏色填滿25  
★此方法適合由線段與圓弧組合成的封閉區域

輸入:

## 指令的使用：指令輸入使用

step = 10

製作步驟：\*\*\*恭喜完成,請多練習\*\*\*

- (1).在輸入欄輸入： $f(x) = 2 * x^2 - 3 * x - 4$
- (2).在輸入欄輸入： $y = 3 * x - 4$
- (3).在輸入欄輸入： $(x - 2)^2 + (y + 1)^2 = 9$
- (4).在輸入欄輸入： $y > 3 * x - 4$
- (5).在輸入欄輸入： $(x - 2)^2 / 9 + (y + 1)^2 / 4 \leq 1$
- (6).在輸入欄輸入： $x^2 / 4 - y^2 / 9 > 1$
- (7).新增數值滑桿 $a, h, k$   
在輸入欄輸入： $y = a * (x - h)^2 + k$
- (8).在輸入欄輸入：  
 $\text{Curve}[5 * \cos(t), 3 * \sin(t), t, 0, 3 * \pi / 2]$
- (9).在輸入欄輸入：  
 $\text{Curve}[4 * \cos(5 * t), 4 * \sin(6 * t), t, 0, 2 * \pi]$
- (10).在輸入欄輸入：  
 $\text{Sequence}[\text{Circle}[(\cos(t), \sin(t)), 3], t, 0, 2 * \pi, \pi / 12]$

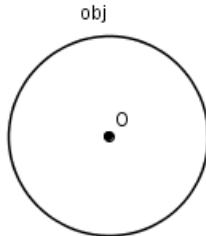
輸入:

## 指令的使用：幾何變換指令

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).平移指令：`Translate[物件, 向量]`  
若物件名稱：`obj`, 及向量名稱：`u`  
則請在輸入欄輸入：`Translate[obj, u]`
- (2).旋轉指令：`Rotate[物件, 角度, 旋轉中心]`  
`Rotate[物件, 角度, 旋轉軸]`  
若物件名稱：`obj`, 角度名稱：`α`, 點(軸)名稱：`P`  
則請在輸入欄輸入：`Rotate[obj, α, P]`
- (3).伸縮指令：`Dilate[物件, 伸縮比率, 伸縮中心]`  
若物件名稱：`obj`, 伸縮比率名稱：`r`, 伸縮中心名稱：`P`  
則請在輸入欄輸入：`Dilate[obj, r, P]`
- (4).對稱指令：`Reflect[物件, 點]`  
`Reflect[物件, 線]`  
`Reflect[物件, 平面]`  
`Reflect[物件, 圓]`  
若物件名稱：`obj`, 對稱軸名稱：`L`  
則請在輸入欄輸入：`Reflect[obj, L]`

輸入：

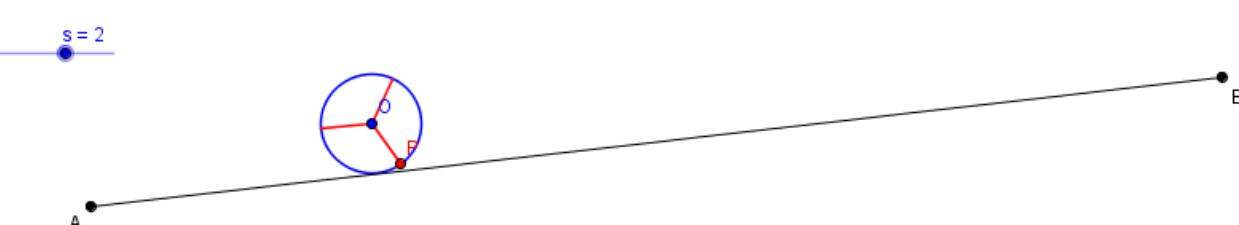


## 指令的使用：圓的滾動(1)

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成： $\overline{AB}$ , 在 $\overline{AB}$ 取一點C, 再取 $O = C + \text{UnitPerpendicularVector}[\text{Segment}[A, B]]$ , 再做圓 $\text{Circle}[O, C]$
- (2).完成： $k = \text{Distance}[A, C]/\text{Distance}[O, C]$
- (3).完成： $P = \text{Rotate}[C, -k, O]$ , 並畫出 $\overline{OP}$
- (4).完成： $Q = \text{Rotate}[C, -k + 120^\circ, O]$ , 並畫出 $\overline{OQ}$
- (5).完成： $R = \text{Rotate}[C, -k + 240^\circ, O]$ , 並畫出 $\overline{OR}$
- (6).完成：數值滑桿 $s$ (範圍： $-5 \sim 5$ ), 並將C點設定開始動畫, 速度： $s$
- (7).完成：隱藏不必要物件, 修改物件屬性

輸入：



## 指令的使用：圓的滾動(2)

step = 11

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：射線  $Ray[A, B]$ , 並作出圓  $c_1 = Circle[A, B]$
- (2).完成：在射線  $AB$  上取一點  $C$ , 並作出圓  $c_2 = Circle[C, B]$
- (3).完成：數值滑桿  $k$  (範圍 : 0 ~ 5, 增量 : 0.01)
- (4).完成： $B' = Rotate[B, k * 360^\circ, A]$   
 $C' = Rotate[C, k * 360^\circ, A]$   
 $c_3 = Rotate[c_2, k * 360^\circ, A]$
- (5).完成： $r = Distance[A, B] / Distance[C, B]$   
 $s = If[AffineRatio[A, B, C] >= 1, 1, -1]$
- (6).完成： $P = Rotate[B', r * s * k * 360^\circ, C']$   
 並連接線段  $\overline{C'P}$
- (7).完成： $Q = Rotate[P, 120^\circ, C']$   
 並連接線段  $\overline{C'Q}$
- (8).完成： $R = Rotate[P, 240^\circ, C']$   
 並連接線段  $\overline{C'R}$
- (9).完成：設定滑桿  $k$  開始動畫, 速度 0.3
- (10).完成：修改物件屬性, 並隱藏不必要的物件

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

輸入:

## 指令的使用：正 n 邊形的滾動

step = 9

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：整數滑桿  $n$  (範圍 : 3 ~ 7), 數值滑桿  $k$  (範圍 : 0 ~ 10, 增量 : 0.01)
- (2).完成： $\alpha = 360^\circ / n$
- (3).完成： $A = (floor(k), 0), B = A + (\cos(\alpha), \sin(\alpha))$
- (4).完成： $B' = Rotate[B, -(k - floor(k)) * \alpha, A]$
- (5).完成： $poly1 = Polygon[A, B', n]$
- (6).完成： $O = Centroid[poly1]$
- (7).完成： $A' = Rotate[A, -floor(k) * \alpha, O]$
- (8).完成：隱藏不必要的物件 · 變更物件屬性修飾物件

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$n = 6$

$k = 6.4$

我們現在提供更新版本的 "Acer Backup Manager"。請  
點此連結至下載和安裝。

輸入:

## 指令的使用：圓的展開(1)

The screenshot shows a GeoGebra interface with various toolbars at the top. A message in red text says "\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束". Below it, a list of 8 steps for constructing a semi-circle is provided:

- (1).完成：數值滑桿 $r$ (範圍：1 ~ 5, 增量：0.1),  $\theta$ (範圍：0 ~  $\pi$ , 增量：0.01)
- (2).完成： $A = (r * \theta, 0)$ 及 $A' = (-r * \theta, 0)$
- (3).完成： $Segment[A, A']$
- (4).完成： $B = (r * \theta, r)$ 及 $C = Rotate[A, pi - \theta, B]$
- (5).完成： $CircularArc[B, A, C]$
- (6).完成： $B' = (-r * \theta, r)$ 及 $C' = Rotate[A', -(pi - \theta), B']$
- (7).完成： $CircularArc[B', C', A']$
- (8).完成：隱藏不必要物件, 修改物件屬性修飾

On the left, two sliders are shown:  $r = 2$  (blue) and  $\theta = 0.8$  (red). In the center, a blue semi-circle is drawn from approximately (-2, 0) to (2, 0) on a Cartesian coordinate system. The x-axis ranges from -11 to 12, and the y-axis ranges from -1 to 1.

輸入:

## 指令的使用：圓的展開(2)

The screenshot shows a GeoGebra interface with various toolbars at the top. A message in red text says "\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束". Below it, a list of 7 steps for constructing a full circle is provided:

- (1).完成：數值滑桿 $r$ (範圍：1 ~ 5, 增量：0.1),  $\theta$ (範圍：0 ~  $2 * pi$ , 增量：0.01)
- (2).完成： $A = (r * \theta, 0)$
- (3).完成： $Segment[(0,0), A]$
- (4).完成： $B = (r * \theta, r)$ 及 $C = Rotate[A, 2 * pi - \theta, B]$
- (5).完成： $CircularArc[B, A, C]$
- (6).完成： $Circle[B, A]$ , 並將此圓設定：顯示條件為 $\theta \neq 0$  (知道原因嗎?)
- (7).完成：隱藏不必要物件, 修改物件屬性修飾

On the left, two sliders are shown:  $r = 2$  (blue) and  $\theta = 2.51$  (red). In the center, a blue full circle is drawn centered at (0,0) with radius 2, spanning from approximately (-2, 0) to (2, 0) on a Cartesian coordinate system. The x-axis ranges from -6 to 17, and the y-axis ranges from -6 to 17.

輸入:

## 指令的組合：多重指令組合

step = 6

物件(名稱：*poly*)：由A點 → B點  
有時需要邊移動且邊轉動，此時可以將移動指令：*Translate[物件, 向量]*  
轉動指令：*Rotate[物件, 角度, 中心點]*  
兩個指令組合在一起

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：新增一個數值滑桿*k*(範圍：0 ~ 1)，且*u = Vector[A, B]*
- (2).完成：*Translate[poly, k \* u]*
- (3).完成：*Rotate[poly, k \* 90°, A]*
- (4).完成：*Translate[Rotate[poly, k \* 90°, A], k \* u]*
- (5).完成：*Rotate[Translate[poly, k \* u], k \* 90°, Translate[A, k \* u]]*

★：第(4), (5)步驟結果相同!!

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

輸入：

## 指令的組合：摺矩形(1)

step = 7

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：任意兩點*A, B*並取*A, B*中點*C*  
輸入：*C = Midpoint[A, B]*
- (2).完成：*D = Point[Segment[A, C]]*  
*E = Translate[D, Vector[A, C]]*
- (3).完成：角度滑桿*θ*(範圍：0 ~ 90°)
- (4).完成：*C' = Rotate[C, θ, D]*  
*E' = Rotate[Rotate[E, θ, C], θ, D]*  
*B' = Rotate[Rotate[Rotate[B, θ, E], θ, C], θ, D]*
- (5).完成：*PolyLine[A, D, C', E', B']*
- (6).完成：隱藏不必要物件 ·改變物件屬性修飾物件

θ = 35°

輸入：

## 指令的組合：摺矩形(2)

step = 8

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：任意兩點A, B並取A, B中點C  
輸入： $C = \text{Midpoint}[A, B]$
- (2).完成： $D = \text{Point}[\text{Segment}[A, C]]$   
 $E = \text{Translate}[D, \text{Vector}[A, C]]$
- (3).完成：數值滑桿k(範圍：0 ~ 3, 增量：0.01)
- (3).完成： $\alpha = \text{if}[k <= 1, k, 1] * \pi / 2$   
 $\beta = \text{If}[k < 1, 0, \text{If}[k <= 2, k - 1, 1]] * \pi / 2$   
 $\gamma = \text{If}[k < 2, 0, k - 2] * \pi / 2$
- (5).完成： $C' = \text{Rotate}[C, \gamma, D]$   
 $E' = \text{Rotate}[\text{Rotate}[E, \beta, C], \gamma, D]$   
 $B' = \text{Rotate}[\text{Rotate}[\text{Rotate}[B, \alpha, E], \beta, C], \gamma, D]$
- (6).完成： $\text{PolyLine}[A, D, C', E', B']$
- (7).完成：隱藏不必要物件，改變物件屬性修飾物件

輸入：

## 指令的組合：畢氏定理(1)

step = 11

課程結束\*\*\*恭喜你\*\*\*

- (1).完成：畫一個線段AB, 並在上面取一點P
- (2).完成：畫出以線段AB為邊長的正方形ABCD(只有邊就好)
- (3).完成：找出正方形ABCD的中心E
- (4).完成：以E為中心將P分別旋轉90, 180, 270度，得到Q, R, S
- (5).完成：新增數值滑桿k(範圍：0 ~ 1), 並將k拉到0.3附近
- (6).完成： $\text{poly1} = \text{Rotate}[\text{Polygon}[B, P, Q], k * 90^\circ, P]$
- (7).完成： $\text{poly2} = \text{Translate}[\text{Polygon}[D, R, S], k * \text{Vector}[R, C]]$
- (8).完成： $\text{poly3} = \text{Translate}[\text{Rotate}[\text{Polygon}[C, Q, R], -k * 90^\circ, C], k * \text{Vector}[Q, B]]$
- (9).完成： $\text{poly4} = \text{Polygon}[A, P, S]$
- (10).完成：隱藏不必要物件，修改顯示物件的屬性，拉動k觀察！

輸入：

## 指令的組合：畢氏定理(2)

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).利用線段, 中點, 旋轉, 圓弧, 畫角度工具畫出直角 $\Delta ABC$ (如右圖)
- (2).利用旋轉工具, 找出 $\Delta ABC$ 向外所作正方形的頂點D, E, F, G, H, I  
並用線段連接
- (3).利用垂直線, 平行線, 交點工具, 找出交點J, K, L
- (4).新增數值滑桿k, 範圍： $0 \sim 5$ , 增量： $0.01$
- (5).輸入： $\text{Translate}[\text{Polygon}[D, E, J], \text{if}[k \leq 0, \text{if}[k \geq 1, 1, k]] * \text{Vector}[E, F]]$
- (6).輸入： $\text{Translate}[\text{Polygon}[E, J, K, A], \text{if}[k \leq 1, \text{if}[k \geq 2, 1, k - 1]] * \text{Vector}[E, A]]$
- (7).輸入： $\text{Translate}[\text{Polygon}[J, C, K], \text{if}[k \leq 2, \text{if}[k \geq 3, 1, k - 2]] * \text{Vector}[J, A]]$
- (8).輸入： $\text{Translate}[\text{Polygon}[B, C, L], \text{if}[k \leq 3, \text{if}[k \geq 4, 1, k - 3]] * \text{Vector}[B, G]]$
- (9).輸入： $\text{Translate}[\text{Polygon}[B, H, I, L], \text{if}[k \leq 4, \text{if}[k \geq 5, 1, k - 4]] * \text{Vector}[B, F]]$
- (10).隱藏不必要的物件

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵: Esc)

輸入:

## If 指令的應用(1)：分段函數

函數

$$f(x) = \begin{cases} \sin(x) & : x \leq 1.52 \\ \cos(2x) + 3 & : \text{otherwise} \end{cases}$$

數值

- $a = 1.52$

直線

- $L: x = 1.52$

點

- $A: (1.52, 0)$

If 指令的應用：(分段函數)

$$f(x) = \begin{cases} \sin(x) & (x \leq a) \\ \cos(2x) + 3 & (\text{其他}) \end{cases}$$

請按照下列步驟：

- (1).先在 $x$ 軸上取一動點 $A$
- (2).在輸入欄, 輸入： $a = x(A)$
- (3).在輸入欄, 輸入：  
 $f(x) = \text{if}[x \leq a, \sin(x), \cos(2x) + 3]$
- (4).在輸入欄, 輸入： $L: x = a$

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵: Esc)

輸入:

## If 指令的應用(2)：折線分段運動

工具欄：

*If 指令的應用：(折線移動)*  
目標是拉動一個滑桿  $k$  (範圍：0 ~ 3)  
來控制點  $P$  由  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$   
其實就是分段函數：

$$P = \begin{cases} A + k * (B - A) & \text{當 } 0 \leq k \leq 1 \\ B + (k - 1) * (C - B) & \text{當 } 1 < k \leq 2 \\ C + (k - 2) * (D - C) & \text{當 } 2 < k \leq 3 \end{cases}$$

可以輸入指令：  
 $P = \text{if}[k <= 1, A + k * (B - A),$   
 $\quad \text{if}[k <= 2, B + (k - 1) * (C - B),$   
 $\quad \quad C + (k - 2) * (D - C)]$

輸入：

## If 指令的應用(3)：方向分段運動

工具欄：

製作步驟：

- (1).任給一點  $A$ , 及三向量  $u, v, w$
- (2).新增數值滑桿  $s$   
(範圍：0 ~ 3, 增量：0.01)
- (3).輸入： $s_1 = \text{If}[s < 1, s, 1]$
- (4).輸入： $s_2 = \text{If}[s < 1, 0, \text{If}[s < 2, s - 1, 1]]$
- (5).輸入： $s_3 = \text{If}[s < 2, 0, s - 2]$
- (6).輸入： $P = A + s_1 * u + s_2 * v + s_3 * w$   
(拉動滑桿  $s$ , 觀察  $P$  點的運動狀況)
- (7).利用軌跡工具：  
做出  $P$  點以滑桿  $s$  控制的軌跡  
或利用指令輸入： $\text{Locus}[P, s]$

\*\*\*恭喜完成\*\*\*

輸入：

## If 指令的使用(4)：三角測量

step = 11

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(01).平面上任取一點A, 過A作水平線 $L_1$   
然後在此 $L_1$ 上取一點B

(02).過B作直線 $L_1$ 的垂直線 $L_2$   
然後在 $L_2$ 上任取兩點C,D

(03).隱藏直線 $L_1, L_2$ , 並畫出線段 $\overline{AB}, \overline{BC}, \overline{CD}$

(04).新增數值滑桿k, (範圍: 0 ~ 2, 增量: 0.01)

(05).輸入:  $P = A + \text{If}[k < 1, k, 1] * (C - A)$   
(拉動滑桿k觀察)

(06).畫出A, P向量u, 指令:  $u = \text{Vector}[A, P]$   
隱藏P點, (拉動滑桿k觀察)

(07).輸入:  $Q = A + \text{If}[k <= 1, 0, k - 1] * (D - A)$   
(拉動滑桿k觀察)

(08).畫出A, Q向量v, 指令:  $v = \text{Vector}[A, Q]$   
隱藏Q點, (拉動滑桿k觀察)

(09).畫出 $\alpha = \angle BAC$ , 指令:  $\alpha = \text{Angle}[B, A, C]$   
然後設定 $\alpha$ : 顯示條件:  $k >= 1$

(10).畫出 $\beta = \angle BAD$ , 指令:  $\beta = \text{Angle}[B, A, D]$   
然後設定 $\beta$ : 顯示條件:  $k == 2$

★ 請在 $\overline{BC}$ 加上牆壁, D點位置加上一面旗子修飾畫面

輸入:

## If 指令的使用(5)---逐一平移

step = 6

製作步驟: \*\*\*恭喜完成\*\*\*

(1).輸入:  $f(x) = \text{If}[x > 2, \sin(x) + 2, \cos(x)]$

(2).輸入:  $g(x) = \text{If}[x \leq 2, 0, \text{If}[(x > 2) \wedge (x < 3), x - 2, 1]]$

(3).新增: 四個點A, B, C, D  
新增: 一個數值滑桿k, (範圍: 0 ~ 3, 增量: 0.01)

(4).輸入:  $P = \text{If}[k < 1, A + k * (B - A),$   
 $\quad \quad \quad \text{If}[k \geq 1 \wedge k < 2, B + (k - 1) * (C - B),$   
 $\quad \quad \quad \quad \quad C + (k - 2) * (D - C)]]$

(5).新增: 一個向量u, 及五個點G, H, I, J, K  
新增: 一個數值滑桿m, (範圍: 0 ~ 5, 增量: 0.01)

(6).逐一輸入:  
 $G' = \text{Translate}[G, \text{If}[m \leq 0, 0, \text{If}[m >= 1, 1, m]] * u]$   
 $H' = \text{Translate}[H, \text{If}[m \leq 1, 0, \text{If}[m >= 2, 1, m - 1]] * u]$   
 $I' = \text{Translate}[I, \text{If}[m \leq 2, 0, \text{If}[m >= 3, 1, m - 2]] * u]$   
 $J' = \text{Translate}[J, \text{If}[m \leq 3, 0, \text{If}[m >= 3, 1, m - 3]] * u]$   
 $K' = \text{Translate}[K, \text{If}[m \leq 4, 0, \text{If}[m >= 4, 1, m - 4]] * u]$

輸入:

## If 指令的使用(6)---逐一平移

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

(1).畫一個向量 $u$

(2).任意畫4個物件(物件可以是點,線段,圓,多邊形....)  
假設此4個物件名稱分別為 $obj1, obj2, obj3, obj4$

(3).新增數值滑桿 $k$ (範圍： $0 \sim 4$ , 增量： $0.01$ )

(4).輸入欄,分別輸入：  
 $k_1 = If[k \leq 0, 0, If[k \geq 0, 1, k]]$   
 $k_2 = If[k \leq 1, 0, If[k \geq 2, 1, k - 1]]$   
 $k_3 = If[k \leq 2, 0, If[k \geq 3, 1, k - 2]]$   
 $k_4 = If[k \leq 3, 0, If[k \geq 4, 1, k - 3]]$   
(輸入完後拉動滑桿 $k$ ,然後觀察 $k_1, k_2, k_3, k_4$ 的值特性)

(5).輸入欄,分別輸入：  
 $Translate[obj1, k_1 * u]$   
 $Translate[obj2, k_2 * u]$   
 $Translate[obj3, k_3 * u]$   
 $Translate[obj4, k_4 * u]$   
(輸入完後拉動滑桿 $k$ ,然後觀察)

輸入:

## If 指令的應用---畢氏定理(3)

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(1).完成： $\Delta ABC$ 並在 $AB$ 及 $BC$ 邊向外作正方形  
(2).完成：過 $A$ 作 $BC$ 邊的垂直線 $L$ 交 $BC$ 邊於 $D$   
(3).完成： $L_1 = Line[A_1, B_1]$ ,並找出 $L_1$ 與 $L$ 交點 $E$   
新增數值滑桿 $s$ (範圍： $0 \sim 3$ , 增量： $0.01$ )

(4).完成： $P_1 = If[s \leq 1, B_1 + s * (E - A_1),$   
 $If[s \leq 2, B_1 + (E - A_1),$   
 $B_1 + (E - A_1) + (s - 2) * (B_2 - B)]]$

(5).完成： $Q_1 = If[s \leq 1, A_1 + s * (E - A_1),$   
 $If[s \leq 2, E + (s - 1) * (D - A),$   
 $E + (D - A) + (s - 2) * (B_2 - B)]]$

(6).完成： $R_1 = If[s \leq 1, A,$   
 $If[s \leq 2, A + (s - 1) * (D - A),$   
 $D + (s - 2) * (B_2 - B)]]$

(7).完成： $S_1 = if[s \leq 2, B, B + (s - 2) * (B_2 - B)]$

(8).完成： $Polygon[P_1, Q_1, R_1, S_1]$

(9).完成：隱藏不必要的物件,修改物件屬性

輸入:

## If 指令的應用---畢氏定理(4)

將正方形ACFG變形移到正方形ABDE上  
製作步驟：

- (1).作出輔助線及輔助點
- (2).作出F到J的向量u,輸入： $u = \text{Vector}[F, J]$
- (3).作出C到H的向量v, 輸入： $v = \text{Vector}[C, H]$
- (4).作出H到I的向量w, 輸入： $w = \text{Vector}[H, I]$
- (5).新增數值滑桿s, (範圍：0 ~ 3, 增量：0.01)
- (6).輸入： $s_1 = \text{If}[s < 1, s, 1]$   
 $s_2 = \text{If}[s < 1, 0, \text{If}[s < 2, s - 1, 1]]$   
 $s_3 = \text{If}[s < 2, 0, s - 2]$
- (7).輸入： $P = G + s_1 * u + s_2 * v + s_3 * w$   
 $Q = F + s_1 * u + s_2 * v + s_3 * w$   
 $R = C + s_1 * 0 + s_2 * v + s_3 * w$   
 $S = A + s_1 * 0 + s_2 * 0 + s_3 * w$
- (8).輸入： $\text{Polygon}[P, Q, R, S]$
- (9).隱藏不必要的物件,並修改物件屬性

\*\*\*恭喜完成\*\*\*

## 參數曲線 Curve(1)：

參數曲線：

$$C(t) : \begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \end{cases} \quad (\text{其中 } a \leq t \leq b)$$

指令格式：  
 $\text{Curve}[f(t), g(t), \text{參數}t, t\text{的開始值}a, t\text{的結束值}b]$

參數曲線： $C(t)$ 是畫在GeoGebra的內建座標中

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成： $f(t) = 3 * \cos(t)$   
並隱藏此物件
- (2).完成： $g(t) = 5 * \sin(t)$   
並隱藏此物件
- (3).完成： $c = \text{Curve}[f(t), g(t), t, 0, 3 * \pi / 2]$

★：請逐一輸入下列試試：  
 $\text{Curve}[g(t), f(t), t, 0, \pi]$   
 $\text{Curve}[\cos(3 * t), \sin(4 * t), t, 0, 2 * \pi]$   
 $\text{Curve}[t^2, t, t, -2, 2]$

## 參數曲線 Curve(2)：

若原點  $O$ , 向量  $u, v$  為基底的向量空間  
(可視為斜座標系統), 則參數曲線

$$C(t) : \begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \end{cases} \quad (\text{其中 } a \leq t \leq b)$$

$\Rightarrow C(t)$  的向量式： $O + f(t) * u + g(t) * v$

此時我們可以在輸入欄輸入指令格式：

`Curve[x(向量式), y(向量式), 參數t, 開始值a, 結束值b]`

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(1). 完成： $f(t) = 3 * \cos(t) * \sin(5 * t)$ , 並隱藏此物件  
 (2). 完成： $g(t) = 3 * \sin(t) * \sin(5 * t)$ , 並隱藏此物件  
 (3). 完成： $Curve[$   
 $x(O + f(t) * u + g(t) * v),$   
 $y(O + f(t) * u + g(t) * v),$   
 $t, 0, 2 * pi]$

★：此方式可以適用在三維的向量空間喔！

輸入：

## 參數曲線 Curve(3)：

若原點  $O$ , 向量  $u, v, w$  為基底的向量空間, 則參數曲線：

$$C(t) : \begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \\ z = h(t) \end{cases} \quad (\text{其中 } a \leq t \leq b)$$

$\Rightarrow C(t)$  的向量式： $O + f(t) * u + g(t) * v + h(t) * w$

此時我們可以在輸入欄輸入指令格式：

`Curve[x(向量式), y(向量式), 參數t, 開始值a, 結束值b]`

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(1). 完成： $f(t) = 2 * \cos(t)$ , 並將此物件隱藏  
 (2). 完成： $g(t) = 2 * \sin(t)$ , 並將此物件隱藏  
 (3). 完成： $h(t) = t / (2 * pi)$ , 並將此物件隱藏  
 (4). 完成： $Curve[$   
 $x(O + f(t) * u + g(t) * v + h(t) * w),$   
 $y(O + f(t) * u + g(t) * v + h(t) * w),$   
 $t, -4 * pi, 4 * pi]$

★：也可以在向量式中的  $f(t), g(t), h(t)$  位置直接列出含  $t$  的式子

輸入：

## 參數曲線 Curve(4)：

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).輸入： $\text{Curve}[5 * \cos(t), 3 * \sin(t), t, 0, \pi]$
- (2).輸入： $\text{Curve}[t, \sin(t), t, -2 * \pi, 2 * \pi]$
- (3).輸入： $\text{Curve}[\sin(t), t, t, -2 * \pi, 2 * \pi]$
- (4).輸入： $\text{Curve}[4 * \cos(3 * t), 4 * \sin(5 * t), t, 0, 2 * \pi]$
- (5).輸入： $\text{Curve}[(t + 1) * \cos(t)/3, (t + 1) * \sin(t)/3, t, 0, 6 * \pi]$
- (6).輸入： $\text{Curve}[5 * \cos(6t) * \cos(t), 5 * \cos(6t) * \sin(t), t, 0, 2 * \pi]$
- (7).輸入：下列兩函數 $f(x), g(x)$ ，並隱藏此兩函數圖形  
 $f(x) = 16\sin(x)^3$   
 $g(x) = 13\cos(x) - 5\cos(2x) - 2\cos(3x) - \cos(4x)$
- (8).輸入： $\text{Curve}[f(t)/3, g(t)/3, t, 0, 2 * \pi]$

輸入:

## 參數曲線 Curve(5)：圓的展開(3)

step = 6    \*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：數值滑桿 $r$ (範圍：1 ~ 5, 增量：0.1),  $\theta$ (範圍：0 ~  $2 * \pi$ , 增量：0.01)
- (2).完成： $f(t) = If[t < \theta, r * t, r * \theta + r * \sin(t - \theta)]$ , 並隱藏 $f(t)$
- (3).完成： $g(t) = If[t < \theta, 0, r - r * \cos(t - \theta)]$ , 並隱藏 $g(t)$
- (4).完成： $\text{Curve}[f(t), g(t), t, 0, 2 * \pi]$
- (5).完成：隱藏不必要的物件,修改物件屬性修飾

輸入:

## 參數曲線 Curve(6)：圓的展開(4)

step = 6    \*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(1).完成：數值滑桿 $r$ (範圍： $1 \sim 5$ , 增量： $0.1$ ),  $\theta$ (範圍： $0 \sim pi$ , 增量： $0.01$ )

(2).完成： $f(t) = If[abs(t) < \theta, r * t, sgn(t) * (r * \theta + r * sin(abs(t) - \theta))]$ , 並隱藏 $f(t)$

(3).完成： $g(t) = If[abs(t) < \theta, 0, r - r * cos(abs(t) - \theta)]$ , 並隱藏 $g(t)$

(4).完成： $Curve[f(t), g(t), t, -pi, pi]$

(5).完成：隱藏不必要物件,修改物件屬性修飾

輸入:

## 物件集 Sequence(1)：一維序列物件集

step = 4    一維序列物件：指令格式：  
 $Sequence[\text{物件一般式(以}i\text{表示)}, \text{變數}i, i\text{的開始值}a, i\text{的結束值}b, i\text{的間隔值}s]$

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(1).完成： $list1 = Sequence[Segment[(t, 0), (t, sin(t))], t, 0, 20, 0.2]$

(2).完成： $list2 = Sequence[Polygon[A + (i, 0), A + (i + 1, 0), 6], i, 0, 20, 2]$

(3).完成： $list3 = Sequence[Circle[B + (j - 1, 0), 0.5 + (-1)^j * 0.2], j, -10, 10]$

輸入:

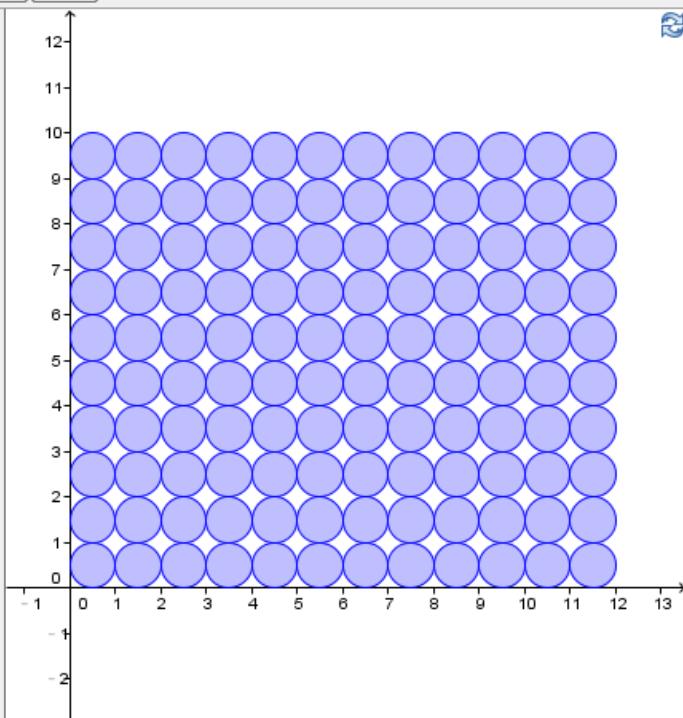
## 物件集 Sequence(2-1)：二維序列物件集

step = 1

二維序列物件：想像如  $\sum_{j=c}^d \left( \sum_{i=a}^b f(i, j) \right)$

指令格式：*Sequence*[  
*Sequence*[  
    物件一般式(以  $i, j$  表示)  
    , 變數  $i$ ,  $i$  開始值  $a$ ,  $i$  結束值  $b$ , 間隔值  $s_1$ ]  
    , 變數  $j$ ,  $j$  開始值  $c$ ,  $j$  結束值  $d$ , 間隔值  $s_2$ ]

製作步驟：  
(1). 輸入：*Sequence*[  
*Sequence*[  
    Circle[( $i - 0.5, j - 0.5$ ), 0.5],  
     $i, 1, 12$ ,  
     $j, 1, 10$ ]



輸入：

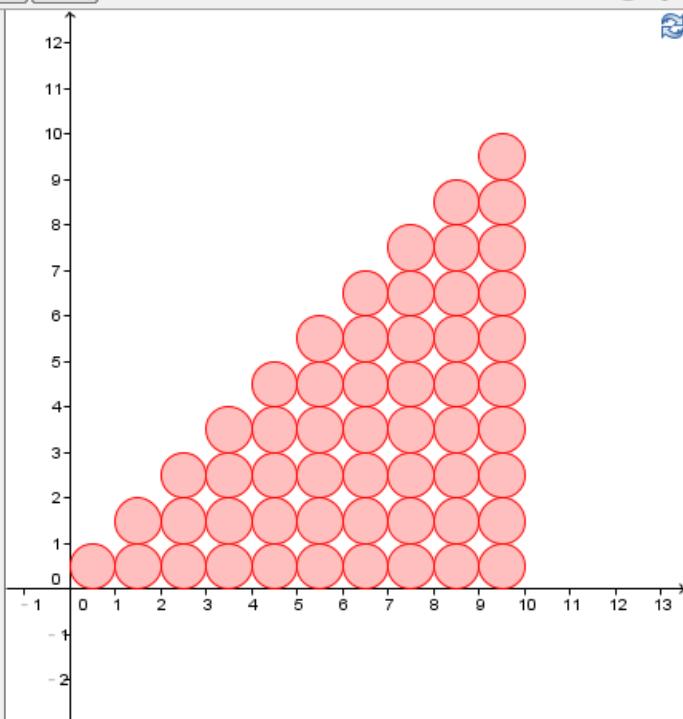
## 物件集 Sequence(2-2)：二維序列物件集

step = 2

二維序列物件：想像如  $\sum_{j=c}^d \left( \sum_{i=a}^b f(i, j) \right)$

指令格式：*Sequence*[  
*Sequence*[  
    物件一般式(以  $i, j$  表示)  
    , 變數  $i$ ,  $i$  開始值  $a$ ,  $i$  結束值  $b$ , 間隔值  $s_1$ ]  
    , 變數  $j$ ,  $j$  開始值  $c$ ,  $j$  結束值  $d$ , 間隔值  $s_2$ ]

製作步驟：  
(1). 完成：12 × 10 的圓系列  
(2). 輸入：*Sequence*[  
*Sequence*[  
    Circle[( $i - 0.5, j - 0.5$ ), 0.5],  
     $i, j, 10$ ,  
     $j, 1, 10$ ]



輸入：

## 物件集 Sequence(2-3)：二維序列物件集

step = 3

二維序列物件：想像如  $\sum_{j=c}^d \left( \sum_{i=a}^b f(i, j) \right)$

指令格式：`Sequence[`

`Sequence[`  
    物件一般式(以 $i, j$ 表示)  
    ,變數*i*,*i*開始值*a*,*i*結束值*b*,間隔值*s<sub>1</sub>*]  
    ,變數*j*,*j*開始值*c*,*j*結束值*d*,間隔值*s<sub>2</sub>*]

製作步驟：

- (1).完成： $12 \times 10$ 的圓系列
- (2).完成： $1, 2, 3, \dots, 8, 9, 10$ 圓
- (3).輸入：`Sequence[`  
        `Sequence[`  
            `Polygon[(i + 0.5j - 1, j - 1), (i + 0.5j, j - 1), 4],`  
            `i, 1, 11 - j],`  
        `j, 1, 10]`

輸入:

## 物件集 Sequence(2-4)：二維序列物件集

step = 4

二維序列物件：想像如  $\sum_{j=c}^d \left( \sum_{i=a}^b f(i, j) \right)$

指令格式：`Sequence[`

`Sequence[`  
    物件一般式(以 $i, j$ 表示)  
    ,變數*i*,*i*開始值*a*,*i*結束值*b*,間隔值*s<sub>1</sub>*]  
    ,變數*j*,*j*開始值*c*,*j*結束值*d*,間隔值*s<sub>2</sub>*]

製作步驟：\*\*\*恭喜你，課程結束\*\*\*

- (1).完成： $12 \times 10$ 的圓系列
- (2).完成： $1, 2, 3, \dots, 8, 9, 10$ 圓
- (3).完成： $10, 9, 8, \dots, 3, 2, 1$ 正方形
- (4).請試試如何做出右邊的物件序列

輸入:

## 物件集 Sequence : n 的平方根

step = 8    \*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：整數滑桿n(範圍：1 ~ 50, 增量：1)
- (2).完成： $list1 = Sequence[(sqrt(i), 0), i, 1, n]$
- (3).完成： $list2 = Sequence[(sqrt(i), 1), i, 1, n - 1]$
- (4).完成： $list3 = Sequence[Vector[(sqrt(i), 0), (sqrt(i), 1)], i, 1, n - 1]$
- (5).完成： $list4 = Sequence[Segment[(0, 0), (sqrt(i), 1)], i, 1, n - 1]$
- (6).完成： $list5 = Sequence[CircularArc[(0, 0), (sqrt(i + 1), 0), (sqrt(i), 1)], i, 1, n - 1]$
- (7).完成： $y = 1$

輸入:

## 物件集 Sequence : 逐一套疊正方形(1)

step = 11    \*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：任給兩點A, B
- (2).完成： $C = Rotate[A, -pi/2, B]$
- (3).完成： $D = Rotate[B, pi/2, A]$
- (4).完成： $a = PolyLine[A, B, C, D, A]$ , 正方形ABCD的邊
- (5).完成：在正方形ABCD的邊上取一點E
- (6).完成：正方形的中心點O = Midpoint[A, C]
- (7).完成： $\alpha = Angle[A, O, E]$
- (8).完成： $r = Distance[O, E]/Distance[O, A]$
- (9).完成：整數滑桿n(範圍：1 ~ 30)
- (10).完成： $Sequence[Dilate[Rotate[a, i * \alpha, O], r^i, O], i, 1, n]$

輸入:

## 物件集 Sequence : 正 n 邊形展開(1)

step = 9    \*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成 : 整數滑桿  $n$  (範圍 : 3 ~ 15), 數值滑桿  $\theta$  (範圍 : 0 ~  $2 * \pi/n$ )
- (2).完成 :  $list1 = Sequence[(\cos(\theta) + i * \sin(\theta))^t, t, 0, n - 1]$
- (3).完成 :  $list2 = Sequence[Sum[Take[list1, 1, s]], s, 1, n]$
- (4).完成 :  $list3 = Append[(0, 0), list2]$
- (5).完成 :  $list4 = Sequence[Rotate[Element[list3, s + 1], \pi/2 - \pi/n, Element[list3, s]], s, 1, n]$
- (6).完成 :  $list5 = Sequence[Dilate[Element[list4, s], 0.5/\sin(\pi/n), Element[list3, s]], s, 1, n]$
- (7).完成 :  $list6 = Sequence[Polygon[Element[list5, t], Element[list3, t], Element[list3, t + 1]], t, 1, n]$
- (8).完成 : 隱藏不必要物件, 修改物件屬性

輸入:

## 物件集 Sequence : 正 n 邊形展開(2)

step = 11    \*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成 : 整數滑桿  $n$  (範圍 : 3 ~ 20), 數值滑桿  $k$  (範圍 : 0 ~  $n$ , 增量 : 0.01)
- (2).完成 :  $list1 = Sequence[If[i \leq floor(k), 0, If[i > floor(k) + 1, 1, 1 - k + floor(k)]], i, 1, n]$
- (3).完成 :  $list2 = Sequence[Sum[Take[list1, 1, i]]2\pi/n, i, 1, n]$
- (4).完成 :  $list3 = Sequence[(\cos(Element[list2, i]), \sin(Element[list2, i])), i, 1, n]$
- (5).完成 :  $list4 = Sequence[Sum[Take[list3, 1, i]], i, 1, n]$
- (6).完成 :  $list5 = Append[(0, 0), list4]$
- (7).完成 :  $list6 = Sequence[Rotate[Element[list5, i + 1], \pi/2 - \pi/n, Element[list5, i]], i, 1, n]$
- (8).完成 :  $list7 = Sequence[Dilate[Element[list6, i], 0.5/\sin(\pi/n), Element[list5, i]], i, 1, n]$
- (9).完成 :  $list8 = Sequence[Polygon[Element[list7, i], Element[list5, i], Element[list5, i + 1]], i, 1, n]$
- (10).完成 : 隱藏不必要物件, 修改物件屬性

輸入:

## 物件集 Sequence：正 n 邊形展開(3)

step = 9    \*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：整數滑桿 $n$ (範圍：3 ~ 20), 數值滑桿 $k$ (範圍：0 ~  $n$ , 增量：0.01)
- (2).完成： $list1 = Sequence[If[i \leq floor(k), 0, If[i > floor(k) + 1, 1, 1 - k + floor(k)]], i, 1, n]$
- (3).完成： $list2 = Sequence[Sum[Take[list1, 1, i]]2\pi/n, i, 1, n]$
- (4).完成： $list3 = Sequence[(cos(Element[list2, i]), sin(Element[list2, i])), i, 1, n]$
- (5).完成： $list4 = Sequence[Sum[Take[list3, 1, i]], i, 1, n]$
- (6).完成： $list5 = Append[(0, 0), list4]$
- (7).完成： $Polyline[list5]$
- (8).完成：隱藏不必要的物件, 修改物件屬性

輸入:

## 物件集 Sequence：實心圓展開(1)

step = 9    \*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：數值滑桿 $n$ (範圍：3 ~ 15),  $\theta$ (範圍：0 ~  $2 * pi/n$ )
- (2).完成： $list1 = Sequence[(cos(\theta) + i * sin(\theta))^t, t, 0, n - 1]$
- (3).完成： $list2 = Sequence[Sum[Take[list1, 1, s]], s, 1, n]$
- (4).完成： $list3 = Append[(0, 0), list2]$
- (5).完成： $list4 =$   
 $Sequence[$   
 $Rotate[Element[list3, s + 1], pi/2 - pi/n, Element[list3, s]]$   
 $, s, 1, n]$
- (6).完成： $list5 =$   
 $Sequence[$   
 $Dilate[Element[list4, s], 0.5/sin(pi/n), Element[list3, s]]$   
 $, s, 1, n]$
- (7).完成： $list6 =$   
 $Sequence[$   
 $CircularSector[Element[list5, t], Element[list3, t], Element[list3, t + 1]]$   
 $, t, 1, n]$
- (8).完成：隱藏不必要的物件, 修改物件屬性

輸入:

## 物件集 Sequence : 實心圓展開(2)

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

step = 11

- (1).完成 : 整數滑桿  $n$  (範圍 :  $3 \sim 20$ ), 數值滑桿  $k$  (範圍 :  $0 \sim n$ , 增量 : 0.01)
- (2).完成 :  $list1 = Sequence[If[i \leq floor(k), 0, If[i > floor(k) + 1, 1, 1 - k + floor(k)]], i, 1, n]$
- (3).完成 :  $list2 = Sequence[Sum[Take[list1, 1, i]]2\pi/n, i, 1, n]$
- (4).完成 :  $list3 = Sequence[(\cos(Element[list2, i]), \sin(Element[list2, i])), i, 1, n]$
- (5).完成 :  $list4 = Sequence[Sum[Take[list3, 1, i]], i, 1, n]$
- (6).完成 :  $list5 = Append[(0, 0), list4]$
- (7).完成 :  $list6 = Sequence[Rotate[Element[list5, i + 1], \pi/2 - \pi/n, Element[list5, i]], i, 1, n]$
- (8).完成 :  $list7 = Sequence[Dilate[Element[list6, i], 0.5/\sin(\pi/n), Element[list5, i]], i, 1, n]$
- (9).完成 :  $list8 = Sequence[CircularSector[Element[list7, i], Element[list5, i], Element[list5, i + 1]], i, 1, n]$
- (10).完成 : 隱藏不必要物件, 修改物件屬性

輸入:

## 物件集 Sequence : 量角器(1)

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

step = 14

- (1).完成 : 新增任意點  $A$
- (2).完成 :  $c = Circle[A, 5]$
- (3).完成 :  $B = Point[c]$ , 即在圓  $c$  上任取點  $B$
- (4).完成 :  $B' = Reflect[B, A]$ , 即找出  $B$  對  $A$  的對稱點  
並連接線段  $B'B$
- (5).完成 :  $d = Semicircle[B', B]$ , 即  $B'B$  為直徑的半圓
- (6).完成 :  $list1$  (間隔  $1^\circ$  的刻度)
- (7).完成 :  $list2$  (間隔  $5^\circ$  的刻度)
- (8).完成 :  $list3$  (間隔  $10^\circ$  的刻度)
- (9).完成 :  $d_1 = Dilate[d, 1/3, A]$  及  $d_2 = Dilate[d, 2/3, A]$
- (10).完成 :  $list4$  (間隔  $15^\circ$  的刻度)
- (11).完成 :  $C = Point[d]$ , 並連接線段  $CA$
- (12).完成 :  $\angle BAC = \theta = Angle[B, A, C]$
- (13).隱藏不必要物件, 修改物件屬性

輸入:

## 物件集 Sequence : 量角器(2)

step = 11

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).新增一個任意點A
- (2).輸入： $c = \text{Circle}[A, 5]$
- (3).輸入： $B = \text{Point}[c]$ , 即在圓c上任取點B
- (4).輸入： $B' = \text{Reflect}[B, A]$ , 即找出B對A的對稱點, 並連接線段B'B
- (5).輸入： $d = \text{Semicircle}[B', B]$ , 即B'B為直徑的半圓
- (6).輸入： $\text{list1} = \text{Sequence}[\text{Segment}[\text{Rotate}[B, t^\circ, A],$   
 $\text{Rotate}[\text{Dilate}[B, \text{If}[\text{Mod}[t, 10] \leq 0, 0.9, \text{If}[\text{Mod}[t, 5] \leq 0, 0.93, 0.95]], A], t^\circ, A]]$   
 $, t, 1, 179]$
- (7).輸入： $d_1 = \text{Dilate}[d, 1/3, A]$   
 $d_2 = \text{Dilate}[d, 2/3, A]$
- (8).輸入： $\text{list2} = \text{Sequence}[\text{Segment}[\text{Rotate}[\text{Dilate}[B, 1/3, A], t^\circ, A], \text{Rotate}[\text{Dilate}[B, 2/3, A], t^\circ, A]]$   
 $, t, 15, 165, 15]$
- (9).輸入： $C = \text{Point}[d]$ , 並連接線段CA
- (10).輸入： $\theta = \text{Angle}[B, A, C]$
- (11).隱藏不必要的物件, 修改物件屬性

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

輸入:

## 物件集 Sequence : 捷徑問題

step = 11

請完成第(11)部分

- (1).完成：整數滑桿m,n(範圍：1 ~ 20), 數值滑桿a(範圍：0 ~ 1)
- (2).完成： $\text{list1} = \text{Sequence}[\text{Segment}[(i, 0), (i, n)], i, 0, m]$
- (3).完成： $\text{list2} = \text{Sequence}[\text{Segment}[(0, i), (m, i)], i, 0, n]$
- (4).完成： $\text{list3} = \text{Join}[\text{Sequence}[1, i, 1, m], \text{Sequence}[0, i, 1, n]]$
- (5).完成： $\text{list4} = \text{Shuffle}[\text{list3} + a * 0]$
- (6).完成： $\text{list5} = \text{Sequence}[(\text{Element}[\text{list4}, i], 1 - \text{Element}[\text{list4}, i]), i, 1, m + n]$
- (7).完成： $\text{list6} = \text{Append}[(0, 0), \text{list5}]$
- (8).完成： $\text{list7} = \text{Sequence}[\text{Sum}[\text{list6}, i], i, 1, m + n + 1]$
- (9).完成：整數滑桿k(範圍：0 ~ m + n)
- (10).完成： $\text{list8} = \text{Sequence}[\text{Vector}[\text{Element}[\text{list7}, i], \text{Element}[\text{list7}, i + 1]], i, 1, k]$
- (11).設定：滑桿a的屬性, 開始動畫：勾選, 速度 : if[k == 0, 10, 0]

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

輸入:

## 物件集 Sequence：物件集逐一平移

step = 8

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：兩任意點A, B
- (2).完成：整數滑桿n(範圍：2 ~ 15)
- (3).完成：數值滑桿k(範圍：0 ~ n, 增量：0.01)
- (4).完成： $list1 = Sequence[A + (0, i), i, 1, n]$   
 $list2 = Sequence[B + (0, i), i, 1, n]$
- (5).完成： $list3 = Sequence[$   
 $If[i <= floor(k), Element[list2, i],$   
 $If[i > floor(k) + 1, Element[list1, i],$   
 $Element[list1, i] + (k - floor(k)) * (Element[list2, i] - Element[list1, i])$   
 $]$   
 $]$   
 $, i, 1, n]$
- (6).完成： $list4 = Sequence[Circle[Element[list3, i], 0.5], i, 1, n]$
- (7).完成：隱藏不必要物件，修改屬性

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

n = 7  
k = 2.2

A B

輸入:

## 物件集 Sequence：物件集逐一旋轉

step = 8

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：兩任意點A, B
- (2).完成：整數滑桿n(範圍：2 ~ 15)
- (3).完成：數值滑桿k(範圍：0 ~ n, 增量：0.01)
- (4).完成： $list1 = Sequence[A + (0, i), i, 1, n]$
- (5).完成： $list2 = Sequence[$   
 $Rotate[element[list1, i],$   
 $if[i <= floor(k), pi/2$   
 $, if[i > floor(k) + 1, 0, (k - floor(k)) * pi/2]]$   
 $]$   
 $, B]$   
 $, i, 1, n]$
- (6).完成： $list3 = Sequence[Circle[Element[list3, i], 0.5], i, 1, n]$
- (7).完成：隱藏不必要物件，修改屬性

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

n = 8  
k = 3.2

A B

輸入:

## 物件集 Sequence：物件集逐一伸縮(1)

step = 8

**\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束**

- (1).完成：兩任意點A, B
- (2).完成：整數滑桿n(範圍：2 ~ 15)
- (3).完成：數值滑桿k(範圍：0 ~ n, 增量：0.01)
- (4).完成：  
 $list1 = Sequence[A + (0, i), i, 1, n]$   
 $list2 = Sequence[B + (0, i), i, 1, n]$
- (5).完成：  
 $list3 =$   
 $Sequence[$   
 $If[i <= floor(k), 0.5,$   
 $If[i > floor(k) + 1, 0, 0.5 * (k - floor(k))]$   
 $]$   
 $, i, 1, n]$
- (6).完成：  
 $list4 = Sequence[Circle[Element[list1, i], Element[list3, i]], i, 1, n]$   
 $list5 = Sequence[Circle[Element[list2, i], 0.5 - Element[list3, i]], i, 1, n]$
- (7).完成：隱藏不必要物件, 修改屬性

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

輸入:

## 物件集 Sequence：物件集逐一伸縮(2)

step = 9

**\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束**

- (1).完成：兩任意點A, B
- (2).完成：整數滑桿n(範圍：2 ~ 15)
- (3).完成：數值滑桿k(範圍：0 ~ n, 增量：0.01)
- (4).完成：  
 $list1 = Sequence[A + (0, i), i, 1, n]$
- (5).完成：  
 $list2 = Sequence[Circle[Element[list1, i], 0.5], i, 1, n]$
- (6).完成：  
 $list3 =$   
 $Sequence[$   
 $If[i <= floor(k), 0.5,$   
 $If[i > floor(k) + 1, 1, 1 - 0.5 * (k - floor(k))]$   
 $]$   
 $, i, 1, n]$
- (7).完成：  
 $list4 = Sequence[Dilate[$   
 $Element[list2, i], Element[list3, i], B], i, 1, n]$
- (8).完成：隱藏不必要物件, 修改屬性

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

輸入:

## 物件集 Sequence：逐一出現的圓

step = 6

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- 先畫以原點(0,0)為圓心,半徑5的圓c  
輸入： $c = \text{Circle}[(0,0), 5]$
- 找出圓c圓周上12等分點(做為圓心),輸入：  
 $\text{list1} = \text{Sequence}[(5 * \cos(t), 5 * \sin(t)), t, 0, 11/6 * \pi, \pi/6]$
- 新增一個數值滑桿a(範圍：0 ~ 12, 增量：0.01)
- 找出各圓在滑桿a變化時的半徑,輸入：  
 $\text{list2} = \text{Sequence}[\text{If}[i == \text{floor}(a) + 1, a - \text{floor}(a), \text{If}[i <= \text{floor}(a), 1, 0]], , i, 1, 12]$
- 以list1內之點為圓心, list2內之值為半徑逐一作出圓, 輸入：  
 $\text{list3} = \text{Sequence}[\text{Circle}[\text{Element}[\text{list1}, i], \text{Element}[\text{list2}, i]], , i, 1, 12]$

★：如何修改半徑,使得12個圓相切?

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

輸入：

## 物件集 Sequence：包絡線(1)--拋物線

step = 9

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- 完成：線段AB,並作出AB中垂線L1,在L1上取一點C
- 完成：整數滑桿n(範圍：10 ~ 50, 增量：1)
- 完成： $\text{list1} = \text{Sequence}[A + i * (B - A) / n, i, 0, n]$   
(作出AB上n等份點,共n+1點)
- 完成： $\text{list2} = \text{Sequence}[\text{Segment}[C, \text{Element}[\text{list1}, i]], i, 1, n + 1]$   
(作出連接C與list1每一點的線段)
- 完成： $\text{list3} = \text{Sequence}[\text{Midpoint}[\text{Element}[\text{list2}, i]], i, 1, n + 1]$   
(作出list2每一線段的中點)
- 完成：新增：角度滑桿θ(範圍：0° ~ 90°, 增量：1°)
- 完成： $\text{list4} = \text{Sequence}[\text{Rotate}[\text{Element}[\text{list2}, i], \theta, \text{Element}[\text{list3}, i]], , i, 1, n + 1]$   
(作出list2每一線段以它的中點旋轉θ)
- 完成：設定物件屬性,隱藏不必要物件,拉動θ觀察

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

輸入：

## 物件集 Sequence : 包絡線(2)---橢圓

step = 9

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成： $\text{Circle}[A, B]$ ,並作出直線 $L_1 = \text{Line}[A, B]$ ,在 $L_1$ 上取一點 $C$
- (2).完成：整數滑桿 $n$ (範圍： $10 \sim 50$ , 增量： $1$ )
- (3).完成： $\text{list1} = \text{Sequence}[\text{Rotate}[B, i * 360^\circ / n, A], i, 1, n]$   
(作出圓上 $n$ 等份點)
- (4).完成： $\text{list2} = \text{Sequence}[\text{Segment}[C, \text{Element}[\text{list1}, i]], i, 1, n]$   
(作出連接 $C$ 與 $\text{list1}$ 每一點的線段)
- (5).完成： $\text{list3} = \text{Sequence}[\text{Midpoint}[\text{Element}[\text{list2}, i]], i, 1, n]$   
(作出 $\text{list2}$ 每一線段的中點)
- (6).完成：新增：角度滑桿 $\theta$ (範圍： $0^\circ \sim 90^\circ$ , 增量： $1^\circ$ )
- (7).完成： $\text{list4} = \text{Sequence}[\text{Rotate}[\text{Element}[\text{list2}, i], \theta, \text{Element}[\text{list3}, i]], i, 1, n]$   
(作出 $\text{list2}$ 每一線段以它的中點旋轉 $\theta$ )
- (8).完成：設定物件屬性，隱藏不必要物件，拉動 $\theta$ 觀察

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：空間坐標軸的建立

step = 13

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：新增角度滑桿 $\alpha, \beta$ (範圍： $0^\circ \sim 360^\circ$ )
- (2).完成：新增一個點，命名為 $O$
- (3).完成： $A = O + (\cos(\alpha), \sin(\alpha) * \sin(\beta))$
- (4).完成： $B = O + (\cos(\alpha + 90^\circ), \sin(\alpha + 90^\circ) * \sin(\beta))$
- (5).完成： $C = O + (0, \cos(\beta))$
- (6).完成： $u = \text{Vector}[O, A]$
- (7).完成： $v = \text{Vector}[O, B]$
- (8).完成： $w = \text{Vector}[O, C]$
- (9).完成：新增數值滑桿 $L$ (範圍： $1 \sim 10$ )
- (10).完成： $\text{Axis}_x = \text{Vector}[O - L * u, O + L * u]$
- (11).完成： $\text{Axis}_y = \text{Vector}[O - L * v, O + L * v]$
- (12).完成： $\text{Axis}_z = \text{Vector}[O - L * w, O + L * w]$

★：最好將 $A, B, C$ 三點名稱改為不常用的名稱  
並隱藏 $A, B, C$ 點及原來座標軸

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：正方體與正 4 面體

step = 16

**\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束**

- (1).完成：新增數值滑桿 $a$ (範圍 :1 ~ 5) ·  $h$ (範圍 :0 ~ 6)
- (2).完成：點  $A(a, a, a)$
- (3).完成：點  $B(-a, a, a)$
- (4).完成：點  $C(-a, -a, a)$
- (5).完成：點  $D(a, -a, a)$
- (6).完成：點  $E(a, a, -a)$
- (7).完成：點  $F(-a, a, -a)$
- (8).完成：點  $G(-a, -a, -a)$
- (9).完成：點  $H(a, -a, -a)$
- (10).完成：用線段連接正立方體  $ABCDEFGH$  的邊
- (11).完成： $P(a, a, a + h)$
- (12).完成： $Q(-a, -a, a + h)$
- (13).完成： $R(-a, a, -a + h)$
- (14).完成： $S(a, -a, -a + h)$
- (15).完成：用線段連接正四面體  $PQRS$  的邊

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 202^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 6$   
 顯示:坐標軸  
 $a = 2$   
 $h = 3.5$

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：三角柱的展開

step = 14

**\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束**

- (1).完成：新增數值滑桿 $a, b$ (範圍 :1 ~ 5),  $k$ (範圍 :0 ~ 1)
- (2).完成：點  $A(a, b, 0)$
- (3).完成：點  $B(-a, b, 0)$
- (4).完成：點  $C(-a, -b, 0)$
- (5).完成：點  $D(a, -b, 0)$
- (6).完成： $PolyLine[A, B, C, D, A]$
- (7).完成： $P_1 = O + a * u + b * v$   
 $+ 2 * a(\cos(k * 120^\circ) * u + \sin(k * 120^\circ) * w)$
- (8).完成： $P_2 = O - a * u + b * v$   
 $+ 2 * a(-\cos(k * 120^\circ) * u + \sin(k * 120^\circ) * w)$
- (9).完成： $Q_1 = O + a * u - b * v$   
 $+ 2 * a(\cos(k * 120^\circ) * u + \sin(k * 120^\circ) * w)$
- (10).完成： $Q_2 = O - a * u - b * v$   
 $+ 2 * a(-\cos(k * 120^\circ) * u + \sin(k * 120^\circ) * w)$
- (11).完成： $P_3 = O + b * v + \sqrt{3} * a(\cos(k * 90^\circ) * v + \sin(k * 90^\circ) * w)$
- (12).完成： $Q_3 = O - b * v + \sqrt{3} * a(-\cos(k * 90^\circ) * v + \sin(k * 90^\circ) * w)$
- (13).完成： $PolyLine[A, P_3, B, P_2, Q_2, C, Q_3, D, Q_1, P_1, A]$

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 212^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 4.5$   
 顯示:坐標軸  
 $a = 1.5$   
 $b = 3.6$   
 $k = 0.6$

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：圓柱瘦身到圓錐

step = 5

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍： $1 \sim 5$ ),  $\theta$ (範圍： $0 \sim pi$ )

(2).完成：上面的圓

*Curve[*

$$x(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v + h * w),$$

$$y(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v + h * w),$$

$$t, 0, 2 * pi]$$

(3).完成：下面的圓

*Curve[*

$$x(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v - h * w),$$

$$y(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v - h * w),$$

$$t, 0, 2 * pi]$$

(4).完成：側面直線組

*Sequence[*

*Segment[*

$$O + r * \cos(t + \theta) * u + r * \sin(t + \theta) * v + h * w,$$

$$O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v - h * w],$$

$$t, 1, 30, pi/15]$$

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：圓柱截痕-----參考附錄(1)

step = 10

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍： $1 \sim 5$ ), 滑桿 $\theta, t$ (範圍： $0 \sim 2 * pi$ )

(2).完成：圓柱上面的圓

(3).完成：圓柱下面的圓

(4).完成：圓柱左側邊線

(5).完成：圓柱右側邊線

(6).完成： $k = \sqrt{r^2 + h^2}$

(7).完成：截平面(受到滑桿 $\theta$ 控制)

(8).完成：截痕上動點 $P$ (受到滑桿 $t$ 控制)

(9).完成：以 $P$ 對滑桿 $t$ 做軌跡

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：積分體積---參考附錄(2)

step = 12

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：數值滑桿  $r, h$  (範圍：1 ~ 5)
- (2).完成：圓柱底圓
- (3).完成：圓柱頂圓
- (4).完成：圓柱側邊
- (5).完成：角度滑桿  $\theta$  (範圍： $0^\circ \sim 60^\circ$ )
- (6).完成：過  $y$  軸傾斜  $\theta$  的平面
- (7).完成：平面與圓柱截痕
- (8).完成：截圓柱側面線集
- (9).完成：數值滑桿  $k$  (範圍： $-r \sim r$ )
- (10).完成： $P = O + k * v$
- (11).完成：過  $P$  點的截面

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

$\alpha = 198^\circ$     $r = 3$     $\theta = 47^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$     $h = 5$     $k = -1.44$

顯示：坐標軸

輸入：

## 模擬 3D 空間物件：參數曲線---旋轉的愛心

step = 6

若原點  $O$ , 向量  $u, v, w$  為基底的向量空間, 則參數曲線：

$$C(t) : \begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \\ z = h(t) \end{cases} \quad (\text{其中 } a \leq t \leq b)$$

$\Rightarrow C(t)$  的向量式： $O + f(t) * u + g(t) * v + h(t) * w$

此時我們可以在輸入欄輸入指令格式：

**Curve[x(向量式), y(向量式), 參數t, 開始值a, 結束值b]**

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：數值滑桿  $\theta$ , ( $範圍：0 \sim 2 * pi$ )
- (2).完成： $f(t) = 16 * sin(t)^3 / 5 * cos(\theta)$ , 隱藏此物件
- (3).完成： $g(t) = 16 * sin(t)^3 / 5 * sin(\theta)$ , 隱藏此物件
- (4).完成：  

$$h(t) = (13 * cos(t) - 5 * cos(2 * t) - 2 * cos(3 * t) - cos(4 * t)) / 5$$
  
隱藏此物件
- (5).完成：轉動的愛心

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

$\alpha = 220^\circ$     $\theta = 2.11$   
 $\beta = 18^\circ$     $L_{Axis} = 5$

顯示：坐標軸

輸入：

## 模擬 3D 空間物件：參數曲線---地球經緯度---參考附錄(3)

step = 12

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：新增數值滑桿 $r$ (範圍： $1 \sim 5$ )
- (2).完成：新增數值滑桿 $\theta$ (範圍： $-180^\circ \sim 180^\circ$ )
- (3).完成：新增數值滑桿 $\phi$ (範圍： $-90^\circ \sim 90^\circ$ )
- (4).完成： $f(t, s) = r * \cos(s) * \cos(t)$
- (5).完成： $g(t, s) = r * \cos(s) * \sin(t)$
- (6).完成： $h(t, s) = r * \sin(s)$
- (7).完成：  
 $P = O + f(\theta, \phi) * u + g(\theta, \phi) * v + h(\theta, \phi) * w$
- (8).完成： $\theta$  經度線
- (9).完成： $\phi$  緯度線
- (10).完成：所有緯度線
- (11).完成：所有經度線

$\alpha = 212^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 4.5$   
 顯示坐標軸  
 $r = 3$   
 $\theta = 32^\circ$   
 $\phi = 50^\circ$

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：圓柱的展開(1)

step = 7

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍： $1 \sim 5$ )、 $\theta$ (範圍： $0 \sim 2 * pi$ )
- (2).完成： $f(t) = If[t < \theta, r * t, r * \theta + r * \sin(t - \theta)]$   
 隱藏 $f(t)$
- (3).完成： $g(t) = If[t < \theta, 0, r - r * \cos(t - \theta)]$   
 隱藏 $g(t)$
- (4).完成： $Sequence[$   
 $Curve[$   
 $x(O + f(t) * u + g(t) * w + s * v),$   
 $y(O + f(t) * u + g(t) * w + s * v),$   
 $t, 0, 2 * pi],$   
 $s, -h, h, h/10]$
- (5).完成： $Sequence[$   
 $Segment[$   
 $O + f(t) * u + g(t) * w + h * v,$   
 $O + f(t) * u + g(t) * w - h * v],$   
 $t, 0, 2 * pi, pi/6]$
- (6).完成：隱藏不必要物件，修改物件屬性修飾

$\alpha = 209^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 4.5$   
 $r = 1$   
 $\theta = 2.64$   
 $h = 3.5$   
 顯示坐標軸

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：圓柱的展開(2)

step = 7

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍 : 1 ~ 5)、 $\theta$ (範圍 : 0 ~  $\pi$ )
- (2).完成： $f(t) = If[abs(t) < \theta, r * t, sgn(t) * (r * \theta + r * sin(abs(t) - \theta))]$   
隱藏 $f(t)$
- (3).完成： $g(t) = If[abs(t) < \theta, 0, r - r * cos(abs(t) - \theta)]$   
隱藏 $g(t)$
- (4).完成： $Sequence[Curve[$   
 $x(O + f(t) * u + g(t) * w + s * v),$   
 $y(O + f(t) * u + g(t) * w + s * v),$   
 $t, -pi, pi],$   
 $s, -h, h, h/10]$
- (5).完成： $Sequence[Segment[$   
 $O + f(t) * u + g(t) * w + h * v,$   
 $O + f(t) * u + g(t) * w - h * v],$   
 $t, -pi, pi, pi/6]$
- (6).完成：隱藏不必要物件，修改物件屬性修飾

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 209^\circ$     $r = 1$     $h = 3.5$

$\beta = 18^\circ$     $L_{Axis} = 4$

顯示:坐標軸

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：甜甜圈(1)

step = 8

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成：兩個數值滑桿 $r_1, r_2$ (範圍 : 1 ~ 5, 增量 : 0.1)
- (2).完成： $f(s, t) = (r_1 + r_2 * cos(s)) * cos(t)$
- (3).完成： $g(s, t) = r_2 * sin(s)$
- (4).完成： $h(s, t) = (r_1 + r_2 * cos(s)) * sin(t)$
- (5).完成： $list1 = Sequence[Curve[$   
 $x(O + f(s, t) * u + g(s, t) * v + h(s, t) * w),$   
 $y(O + f(s, t) * u + g(s, t) * v + h(s, t) * w),$   
 $t, 0, 2 * pi], s, 0, 2 * pi, pi/9]$
- (6).完成： $list2 = Sequence[Curve[$   
 $x(O + f(s, t) * u + g(s, t) * v + h(s, t) * w),$   
 $y(O + f(s, t) * u + g(s, t) * v + h(s, t) * w),$   
 $s, 0, 2 * pi], t, 0, 2 * pi, pi/12]$
- (7).完成：修改物件屬性

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 216^\circ$     $r_1 = 3$

$\beta = 18^\circ$     $r_2 = 1$     $L_{Axis} = 5.5$

顯示:坐標軸

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：甜甜圈(2)

step = 7

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(1).完成： $f(s, t) = (3 + (4 + \sin(9 * t)) / 6 * \cos(s)) * \cos(t)$

(2).完成： $g(s, t) = (4 + \sin(9 * t)) / 6 * \sin(s)$

(3).完成： $h(s, t) = (3 + (4 + \sin(9 * t)) / 6 * \cos(s)) * \sin(t)$

(4).完成： $list1 =$   
 $\text{Sequence}[Curve[$   
 $x(O + f(s, t) * u + g(s, t) * v + h(s, t) * w),$   
 $y(O + f(s, t) * u + g(s, t) * v + h(s, t) * w),$   
 $t, 0, 2 * pi], s, 0, 2 * pi, pi/9]$

(5).完成： $list2 =$   
 $\text{Sequence}[Curve[$   
 $x(O + f(s, t) * u + g(s, t) * v + h(s, t) * w),$   
 $y(O + f(s, t) * u + g(s, t) * v + h(s, t) * w),$   
 $s, 0, 2 * pi], t, 0, 2 * pi, pi/12]$

(6).完成：修改物件屬性

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

$\alpha = 227^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：參數曲線---y=f(x)繞 x 軸旋轉體

step = 9

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(1).完成： $f(x) = \sin(x) + \cos(x/2) + 3$ , 並隱藏它

(2).完成： $Curve[x(O + t * u + f(t) * v),$   
 $y(O + t * u + f(t) * v), t, -L, L]$

(3).完成： $f_x(s, t) = s$

(4).完成： $f_y(s, t) = f(s) * \cos(t)$  及  $f_z(s, t) = f(s) * \sin(t)$

(5).完成：整數滑桿  $n$  (範圍 : 0 ~ 30)

(6).完成： $list1 =$   
 $\text{Sequence}[Curve[$   
 $x(O + f_x(s, t) * u + f_y(s, t) * v + f_z(s, t) * w),$   
 $y(O + f_x(s, t) * u + f_y(s, t) * v + f_z(s, t) * w),$   
 $s, -3, 3], t, 0, 2 * pi * n/30, pi/15]$

(7).完成： $list2 =$   
 $\text{Sequence}[Curve[$   
 $x(O + f_x(s, t) * u + f_y(s, t) * v + f_z(s, t) * w),$   
 $y(O + f_x(s, t) * u + f_y(s, t) * v + f_z(s, t) * w),$   
 $t, 0, 2 * pi * n/30], s, -3, 3, 0.5]$

(8).完成：修改物件屬性

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

$\alpha = 216^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L = 5$   
 $n = 8$

顯示:坐標軸

輸入:

## 模擬 3D 空間物件：參數曲線(6)--- $z=f(x,y)$ 曲面

step = 6

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(1).完成：數值滑桿 $\theta$ (範圍： $0 \sim 2 * pi$ )

(2).完成： $f(s, t) = \sin(x^2 + y^2 + \theta)/(x^2 + y^2 + 1)$

(3).完成：

```
Sequence[
Curve[
x(O + s * u + t * v + f(s, t) * w),
y(O + s * u + t * v + f(s, t) * w),
s, -4, 4],
t, -4, 4, 1/3]
```

(4).完成：

```
Sequence[
Curve[
x(O + s * u + t * v + f(s, t) * w),
y(O + s * u + t * v + f(s, t) * w),
t, -4, 4],
s, -4, 4, 1/3]
```

(5).完成：隱藏不必要物件，修改物件屬性

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

$\alpha = 216^\circ$   $\beta = 18^\circ$   $L_{Axis} = 5$

顯示:座標軸

輸入:

## 模擬 3D 空間三角測量：

step = 9

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

(1).先畫出 $A(3, 5, 0), B(3, -5, 0)$ , 並連接 $\overline{AB}$   
描點 $P(a, b, c)$ , 輸入指令： $P = O + a * u + b * v + c * w$

(2).先畫出 $C(-1, 0, 0), D(-1, 0, 3)$ , 並連接 $\overline{CD}$

(3).在 $\overline{AB}$ 上任取三點 $P, Q, R$ , 然後隱藏 $A, B$

(4).畫出線段 $\overline{CP}, \overline{CQ}, \overline{CR}, \overline{DP}, \overline{DQ}, \overline{DR}$

(5).新增整數滑桿 $s$ (範圍： $0 \sim 4$ , 增量： $1$ )

(6).新增整數滑桿 $k$ (範圍： $1 \sim 2$ , 增量： $1$ ), 顯示條件： $s == 4$

(7).建立多邊形 $poly$ , 輸入

```
poly = If[s == 1, Polygon[C, D, P],
If[s == 2, Polygon[C, D, Q],
If[s == 3, Polygon[C, D, R],
If[s == 4, Polygon[C, P, if[k == 1, Q, R]]]
]
]
]
```

(8).拉動滑桿 $s, k$ 觀察, 並隱藏坐標軸  
★：在 $D$ 點加入一面旗子修飾畫面

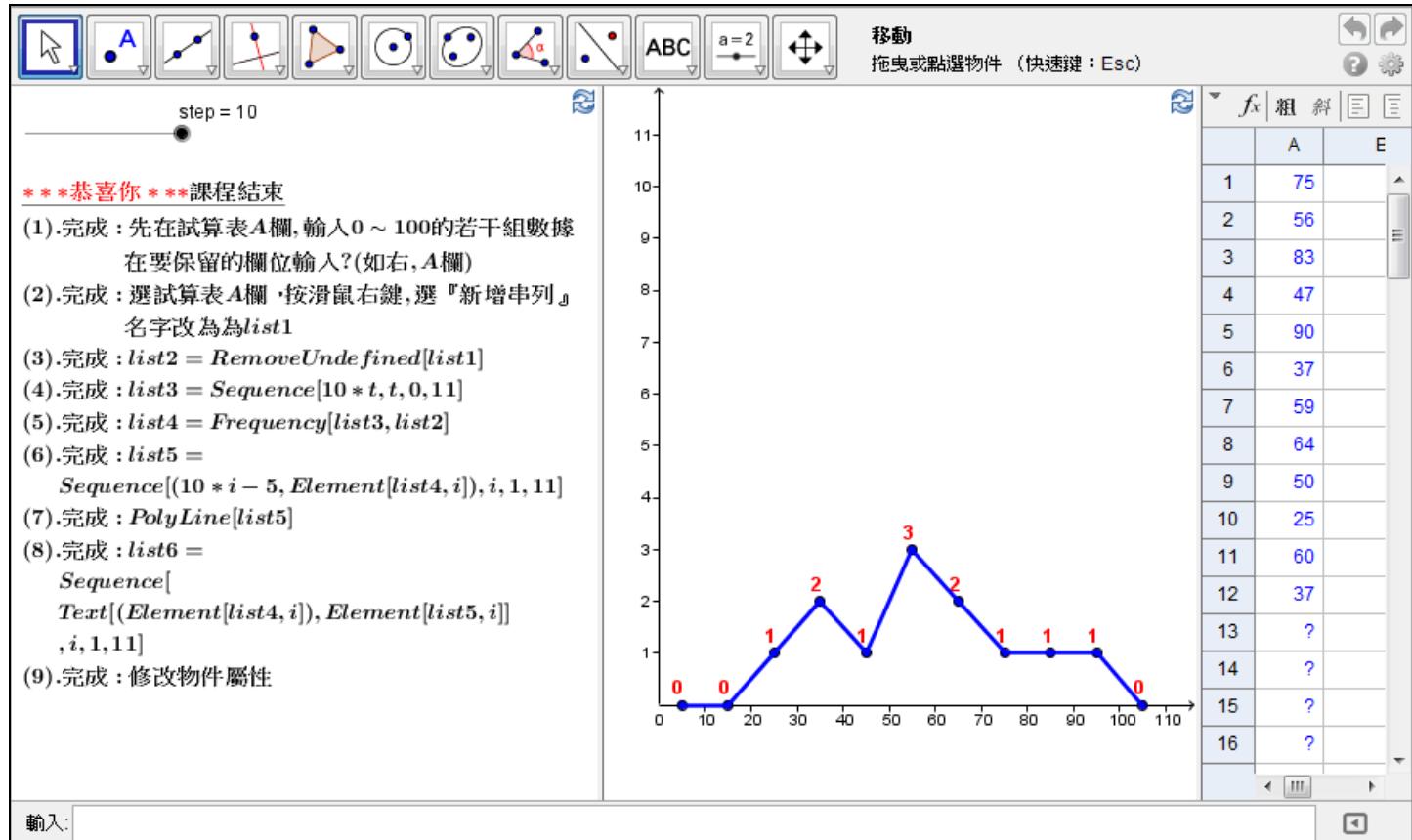
移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

$\alpha = 216^\circ$   $\beta = 18^\circ$   $\gamma = 0^\circ$   $s = 2$   $k = 1$   $L_{Axis} = 4$

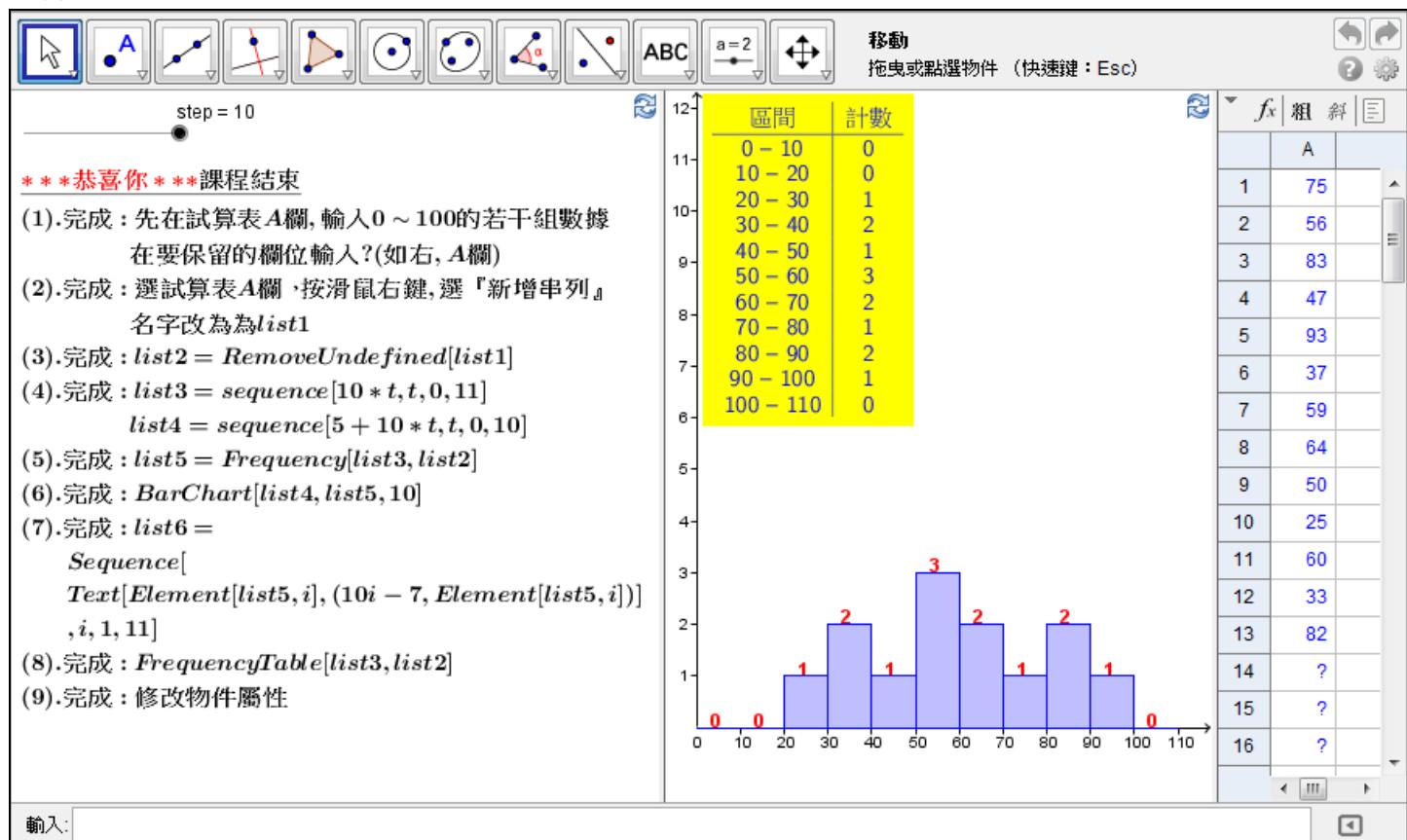
顯示:座標軸

輸入:

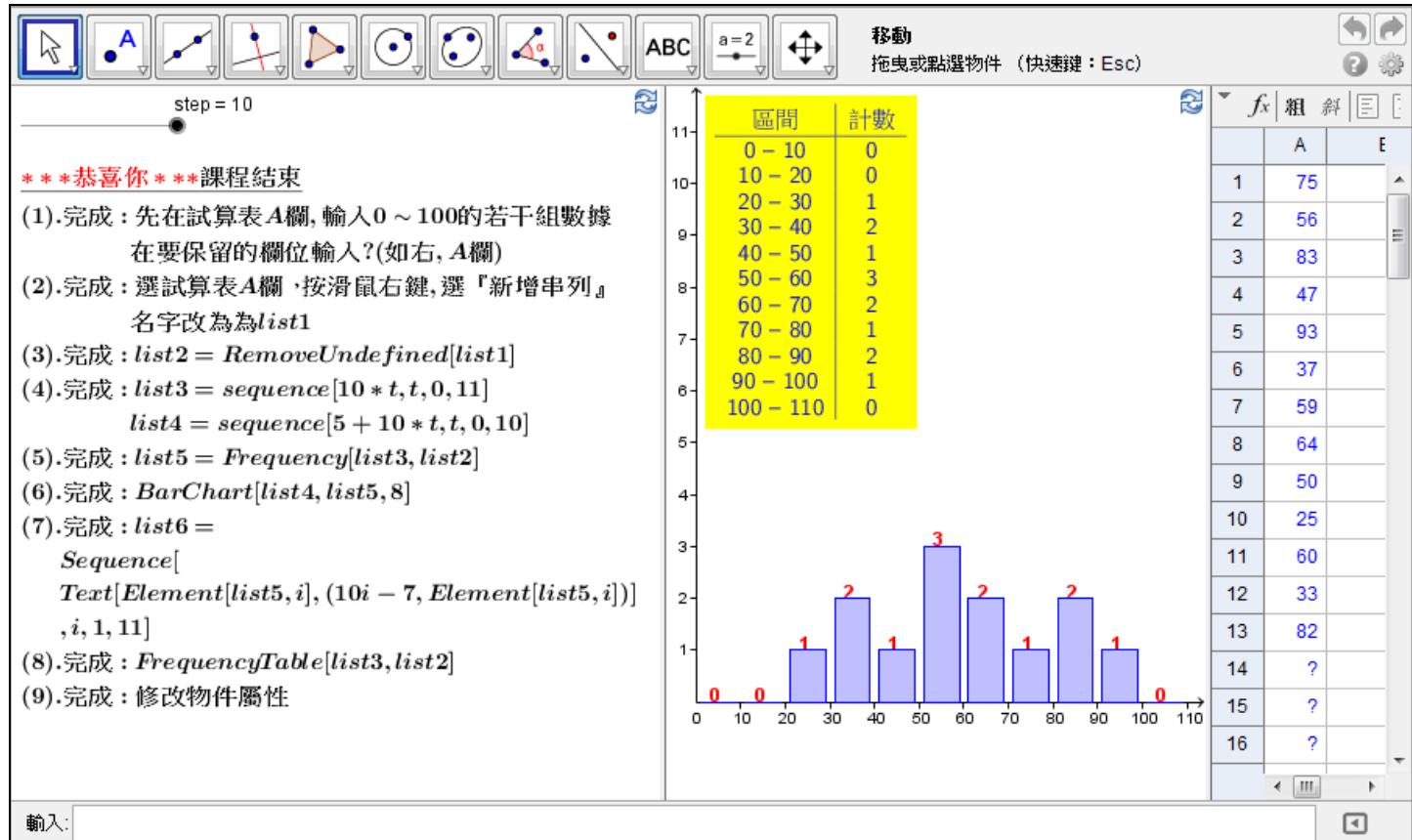
## 試算表的應用：折線圖



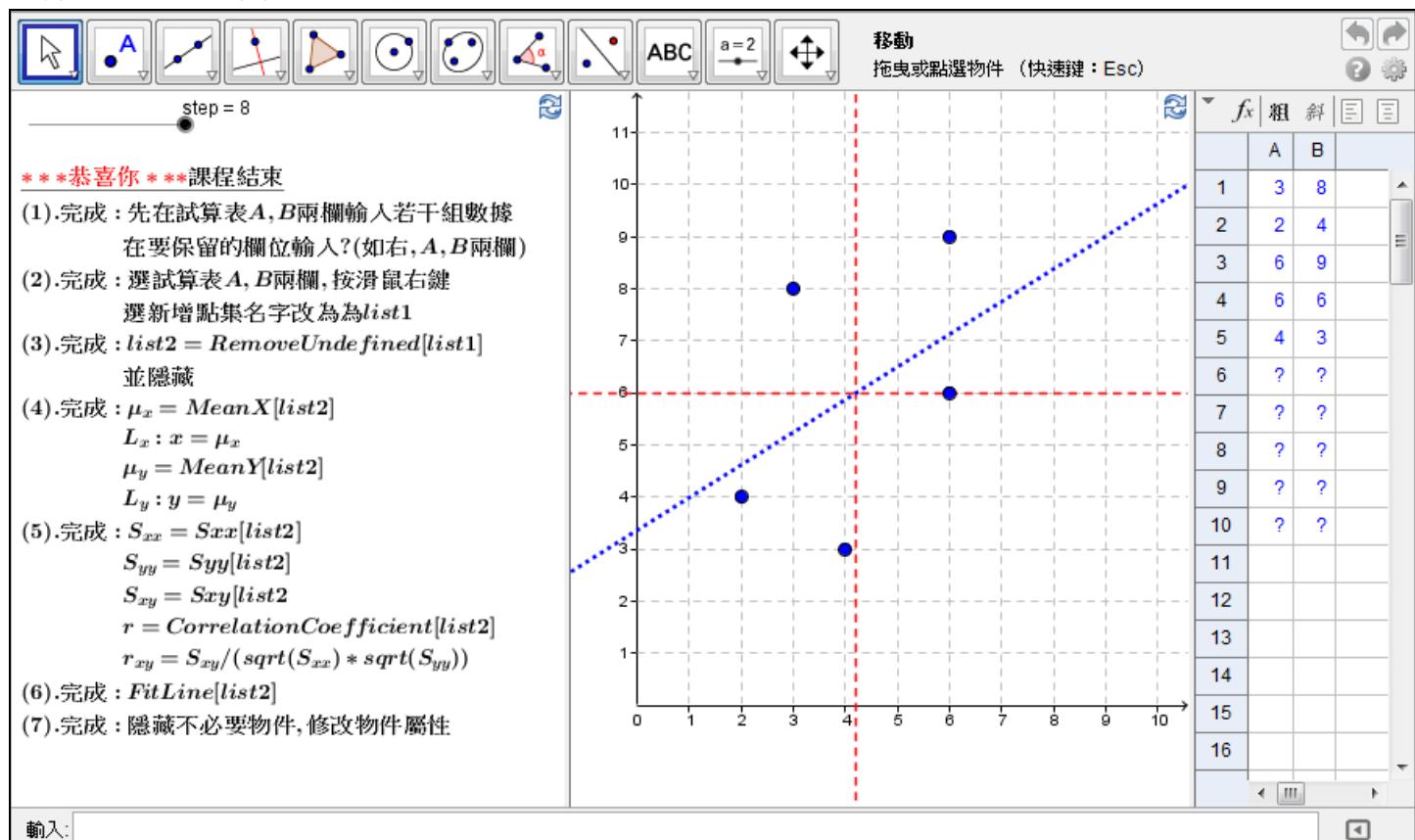
## 試算表的應用：直方圖



## 試算表的應用：長條圖



## 試算表的應用：最佳直線,相關係數



## 試算表的應用：最大公因數

step = 13

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成 : A點
- (2).完成 :  $P = \text{DynamicCoordinates}[A, \text{round}(x(A)), \text{round}(y(A))]$
- (3).完成 : 試算表 A1 輸入 :  $x(P)$ , B1 輸入 :  $y(P)$
- (4).完成 : 試算表 A2 輸入 :  $\text{If}[A1 > B1, A1 - B1, A1]$
- (5).完成 : 試算表 B2 輸入 :  $\text{If}[A1 > B1, B1, B1 - A1]$
- (6).完成 : 選試算表 A2, B2 兩欄位, 拉動右下角小方點到 B15
- (7).完成 :  $\text{list1} = \text{Sequence}[\text{If}[(\text{Cell}[1, i] \neq 0) \wedge (\text{Cell}[2, i] \neq 0), 1, 0], i, 1, 15]$
- (8).完成 :  $n = \text{Sum}[\text{list1}]$ , 並新增整數滑桿 k(範圍 :  $0 \sim n$ )
- (9).完成 :  $\text{list2} = \text{Sequence}[(\text{Cell}[1, i], \text{Cell}[2, i]), i, 1, n + 1]$
- (10).完成 :  $\text{list3} = \text{Sequence}[\text{If}[x(\text{Element}[\text{list2}, i]) \neq x(\text{Element}[\text{list2}, i + 1]), \text{Polygon}[\text{Element}[\text{list2}, i + 1], \text{Element}[\text{list2}, i], 4], \text{Polygon}[\text{Element}[\text{list2}, i], \text{Element}[\text{list2}, i + 1], 4]], i, 1, k]$
- (11).完成 :  $\text{Polyline}[(0, 0), (x(P), 0), P, (0, y(P)), (0, 0)]$
- (12).完成 : 隱藏不必要的物件, 並修改物件屬性

	A
1	10
2	10
3	4
4	4
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
11	2
12	2
13	2
14	2
15	2
16	

輸入:

## 試算表的應用：逐一套疊正方形(2)

step = 14

\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束

- (1).完成 : 試算表 A1 = (1, 1)
- (2).完成 : 試算表 B1 = (10, 1)
- (3).完成 : 試算表 C1 =  $\text{Rotate}[A1, -\pi/2, B1]$
- (4).完成 : 試算表 D1 =  $\text{Rotate}[B1, \pi/2, A1]$
- (5).完成 : 數值滑桿 r, 範圍 :  $0 \sim 1$ , 增量 : 0.01
- (6).完成 :  $A2 = \text{Dilate}[B1, r, A1]$
- (7).完成 :  $B2 = \text{Dilate}[C1, r, B1]$
- (8).完成 :  $C2 = \text{Dilate}[D1, r, C1]$
- (9).完成 :  $D2 = \text{Dilate}[A1, r, D1]$
- (10).完成 : 試算表 A2, B2, C2, D2, 將選取區塊  
右下角小方點往下拉到 D15
- (11).完成 :  $E1 = \text{Polyline}[A1, B1, C1, D1, A1]$
- (12).完成 : 選取試算表 E1, 將選取區塊  
右下角小方點往下拉到 E15
- (13).完成 : 修改物件屬性

	A	B	C	D	E
1	(1..., 1..., 1..., 1..., 36)				
2	(2..., 1..., 8..., 1..., 29...)				
3	(4..., 9..., 6..., 1..., 24...)				
4	(5..., 9..., 5..., 1..., 20...)				
5	(5..., 8..., 5..., 2..., 17...)				
6	(6..., 7..., 4..., 3..., 14...)				
7	(6..., 7..., 4..., 3..., 11...)				
8	(6..., 6..., 4..., 4..., 9.93)				
9	(6..., 6..., 4..., 4..., 8.26)				
10	(6..., 5..., 4..., 5..., 6.88)				
11	(6..., 5..., 4..., 5..., 5.72)				
12	(6..., 5..., 4..., 5..., 4.76)				
13	(6..., 5..., 4..., 5..., 3.96)				
14	(5..., 5..., 5..., 5..., 3.29)				
15	(5..., 5..., 5..., 5..., 2.74)				
16					

輸入:

## 試算表的應用：逐一套疊三角形

step = 9

製作步驟：\*\*\*恭喜完成，請多練習\*\*\*

- (1).分別在輸入欄，輸入：  
 $A1 = (1, 1)$ ,  $B1 = (9, 1)$ ,  $C1 = (6, 8)$   
 (或在試算表的A1, B1, C1內直接輸入)
- (2).新增數值滑桿r(範圍：0 ~ 1, 增量：0.1)
- (3).分別在輸入欄，輸入：  
 $A2 = \text{Dilate}[A1, r, B1]$   
 $B2 = \text{Dilate}[B1, r, C1]$   
 $C2 = \text{Dilate}[C1, r, A1]$   
 (或在試算表的A2, B2, C2內直接輸入)
- (4).選取試算表中A2 ~ C2, 然後拉動  
 選取範圍的右下角小方點到C10  
 (會產生一序列的點)
- (5).畫出A1, B1, C1的折線，輸入：  
 $D1 = \text{polyline}[A1, B1, C1, A1]$
- (6).選取試算表中D1, 然後拉動  
 選取範圍的右下角小方點到D10
- (7).隱藏不必要物件，並修改相關屬性
- (8).隱藏座標軸及格線

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

r = 0.9

	A	B	C	D	E
1	(1, 1)	(9, 1)	(6, 8)	24...	
2	(1.8...	(8.7...	(5.5...	20...	
3	(2.4...	(8.3...	(5.1...	17...	
4	(3.0...	(8.0...	(4.8...	15.1	
5	(3.5...	(7.7...	(4.6...	12...	
6	(3.9...	(7.4...	(4.5...	11...	
7	(4.3...	(7.1...	(4.5...	9.42	
8	(4.6...	(6.8...	(4.5...	8.05	
9	(4.8...	(6.6...	(4.5...	6.88	
10	(5.0...	(6.4...	(4.5...	5.88	
11					
12					
13					
14					
15					
16					

輸入：

## 自製工具：五角星形

step = 11

製作步驟：

- (1).新增：O, A兩點
- (2).以O為中心將A點依序旋轉72°, 144°, 216°, 288°  
 得到A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>
- (3).找出AA<sub>2</sub>與A<sub>1</sub>A<sub>4</sub>交點B, 然後隱藏AA<sub>2</sub>與A<sub>1</sub>A<sub>4</sub>
- (4).以O為中心將B點依序旋轉72°, 144°, 216°, 288°  
 得到B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>
- (5).輸入 : star = Polyline[A, B, A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, B<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, B<sub>4</sub>, A]
- (6).隱藏其他物件, 只留下O, A兩點及折線star三個物件
- (7).選取三物件 : O, A, star  
 然後點選：功能表 → 工具 → 新增自製工具
- (8).在新增自製工具的問話框內, 設定好下列事項後按：完成  
 輸出物件 : star  
 輸入物件 : O, A  
 名稱與圖示 : 請自行設定工具名稱, 指令, 說明, 圖示, ...
- (9).完成新增自製工具後便會在工具列出現一個自製工具圖示  
 \*\*\*恭喜完成, 你可以開始使用此自製工具囉!!\*\*\*

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

輸入：

## 自製工具：n 角星形

製作步驟：

- (1).新增： $O, A$ 兩點
- (2).新增：整數滑桿  $n$  (範圍：5 ~ 20)
- (3).輸入： $list1 = Sequence[rotate[A, i * 360°/n, O], i, 0, n]$
- (4).輸入： $s1 = Segment[Element[list1, 1], Element[list1, 3]]$
- (5).輸入： $s2 = Segment[Element[list1, 2], Element[list1, n]]$
- (6).找出  $s1$  與  $s2$  兩線段交點  $B$ ，然後隱藏  $s1$  與  $s2$  兩線段
- (7).輸入： $list2 = Sequence[rotate[B, i * 360°/n, O], i, 0, n]$ ，然後隱藏  $B$  點
- (8).輸入： $list3 = Sequence[Segment[Element[list1, i], Element[list2, i]], i, 1, n]$
- (9).輸入： $list4 = Sequence[Segment[Element[list1, i + 1], Element[list2, i]], i, 1, n]$
- (10).隱藏不必要的物件，只留下  $O, A, n, list3, list4$  五個物件
- (11).選取五個物件： $O, A, n, list3, list4$   
然後點選：功能表 → 工具 → 新增自製工具
- (12).在新增自製工具的問話框內，設定好下列事項後按：完成  
輸出物件： $list3, list4$   
輸入物件： $O, A, n$   
名稱與圖示：請自行設定工具名稱，指令，說明，圖示，...
- (13).完成新增自製工具後便會在工具列出現一個自製工具圖示  
\*\*\*恭喜完成，你可以開始使用此自製工具囉!! \*\*\*

輸入：

## 自製工具：n 角芒星

製作步驟：

- (1).新增： $O, A$ 兩點
- (2).新增：整數滑桿  $n$  (範圍：5 ~ 20)
- (3).輸入： $list1 = Rotate[A, i * 360°/n, O], i, 0, n$
- (4).輸入： $s1 = Segment[Element[list1, 1], Element[list1, 1 + floor((n - 1)/2)]]$
- (5).輸入： $s2 = Segment[Element[list1, 2], Element[list1, 2 - floor((n - 1)/2) + n]]$
- (6).找出  $s1, s2$  兩線段交點  $B$ ，並隱藏  $s1, s2$  兩線段
- (7).輸入： $list2 = Rotate[B, i * 360°/n, O], i, 0, n$
- (8).輸入： $list3 = Sequence[Segment[Element[list1, i], Element[list2, i]], i, 1, n]$
- (9).輸入： $list4 = Sequence[Segment[Element[list1, i + 1], Element[list2, i]], i, 1, n]$
- (10).留下兩點  $O, A$ ，滑桿  $n$ ，及線段集  $list3, list4$ ，並隱藏其他物件
- (11).選取五個物件： $O, A, n, list3, list4$   
然後點選：功能表 → 工具 → 新增自製工具
- (12).在新增自製工具的問話框內，設定好下列事項後按：完成  
輸出物件： $list3, list4$   
輸入物件： $O, A, n$   
名稱與圖示：請自行設定工具名稱，指令，說明，圖示，...
- (13).完成新增自製工具後便會在工具列出現一個自製工具圖示
- (14).點選該工具便可以任點兩點畫出一個n角芒星  
\*\*\*恭喜完成，開始使用此自製工具囉!! \*\*\*

輸入：

## 自製工具：國徽

step = 14

製作步驟：

- (1).新增： $O, A$ 兩點
- (2).輸入： $A_1 = \text{Rotate}[A, 150^\circ, O]$ 及 $A_2 = \text{Rotate}[A, 210^\circ, O]$
- (3).輸入： $s_1 = \text{Segment}[A, A_1]$ 及 $s_2 = \text{Segment}[A, A_2]$
- (4).輸入： $c_1 = \text{Circle}[O, \text{Distance}[O, A]/2]$ 及 $c_2 = \text{Circle}[O, \text{Distance}[O, A] * 17/30]$
- (5).找出線段 $s_1, s_2$ 與圓 $c_2$ 的交點 $B_1, B_2$ , 並隱藏 $s_1, s_2, c_1$
- (6).輸入： $s_3 = \text{Segment}[A, B_1]$ 及 $s_4 = \text{Segment}[A, B_2]$ 及 $c_3 = \text{CircularArc}[O, B_2, B_1]$
- (7).輸入： $\text{set} = \{s_3, s_4, c_3\}$
- (8).輸入： $\text{list1} = \text{Sequence}[\text{Rotate}[\text{set}, i * 30^\circ, O], i, 1, 12]$
- (9).留下兩點 $O, A, c_1, \text{list1}$ , 並隱藏其他物件
- (10).選取四物件： $O, A, c_1, \text{list1}$   
然後點選：功能表 → 工具 → 新增自製工具
- (11).在新增自製工具的問話框內，設定好下列事項後按：完成  
輸出物件： $c_1, \text{list1}$   
輸入物件： $O, A$   
名稱與圖示：請自行設定工具名稱，指令，說明，圖示，...
- (12).完成新增自製工具後便會在工具列出現一個工具圖示
- (13).點選該工具便可以任點兩點畫出國徽

\*\*\*恭喜完成，開始使用此自製工具囉!!\*\*\*

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

輸入:

## 自製工具：堆疊的圓

step = 11

製作步驟：

- (1).新增： $A, B$ 兩點
- (2).新增：整數滑桿 $n$ (範圍： $2 \sim 20$ )
- (3).輸入： $u = \text{Vector}[A, A + (B - A)/(n - 1)]$
- (4).輸入： $v = \text{Vector}[A, \text{Rotate}[A + (B - A)/(n - 1), 60^\circ, A]]$
- (5).輸入： $\text{list1} = \text{Sequence}[\text{Sequence}[\text{Circle}[A + i * u + j * v, \text{Distance}[A, B]/(n - 1)/2], i, 0, n - 1], j, 0, n - 1]$
- (6).留下兩點 $A, B$ , 滑桿 $n$ ,  $\text{list1}$ , 並隱藏其他物件
- (7).選取四物件： $O, A, n, \text{list1}$   
然後點選：功能表 → 工具 → 新增自製工具
- (8).在新增自製工具的問話框內，設定好下列事項後按：完成  
輸出物件： $\text{list1}$   
輸入物件： $A, B, n$   
名稱與圖示：請自行設定工具名稱，指令，說明，圖示，...
- (9).完成新增自製工具後便會在工具列出現一個工具圖示
- (10).點選該工具便可以任點兩點，再輸入整數值便可畫出堆疊的圓

\*\*\*恭喜完成，開始使用此自製工具囉!!\*\*\*

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵：Esc)

輸入:

## GGB5\_3D 物件：基本物件建立(1)

製作步驟：\*\*\*恭喜完成，請多練習\*\*\*

- (1).輸入： $A = (3, 2, 4)$
- (2).輸入： $u = (2, -1, 3)$
- (3).輸入： $L_1 = \text{Line}[A, u]$
- (4).輸入： $E_1 = \text{PerpendicularPlane}[A, u]$
- (5).輸入： $E_2 = \text{Plane}[(3, 0, 0), (0, 2, 0), (0, 0, 4)]$
- (6).輸入： $L_2 = \text{Intersect}[E_1, E_2]$
- (7).輸入： $L_3 = \text{Line}[A, L_2]$
- (8).輸入： $E_3 = \text{Plane}[L_1, L_3]$
- (9).輸入： $E_4 = \text{Plane}[A, E_2]$

## GGB5\_3D 物件：基本物件建立(2)

製作步驟：\*\*\*恭喜完成，請多練習\*\*\*

- (1).輸入： $\text{Cube}[(2, 0, -1), (0, 3, -1), \text{Vector}[(0, 0, 1)]]$
- (2).輸入： $\text{Cylinder}[(0, 0, 5), (0, 0, -3), 2]$
- (3).輸入：  
 $\text{Dodecahedron}[(2, 0, -2), (2 * \cos(72^\circ), 2 * \sin(72^\circ), -2), \text{Vector}[(0, 0, 1)]]$
- (4).輸入：  
 $\text{Icosahedron}[(2, 0, -3), (2 * \cos(120^\circ), 2 * \sin(120^\circ), -3), \text{Vector}[(0, 0, 1)]]$
- (5).輸入：  
 $\text{Octahedron}[(2, 0, -1), (2 * \cos(120^\circ), 2 * \sin(120^\circ), -1), \text{Vector}[(0, 0, 1)]]$
- (6).輸入：  
 $\text{Tetrahedron}[(2, 0, 0), (2 * \cos(120^\circ), 2 * \sin(120^\circ), 0), \text{Vector}[(0, 0, 1)]]$
- (7).輸入：  
 $\text{Pyramid}[\text{Polygon}[(2, 0, -1), (0, 3, -1), (-4, 0, -1), (0, -5, -1)], (1, 2, 4)]$
- (8).輸入：  
 $\text{Prism}[\text{Polygon}[(2, 0, 0), (0, 3, 0), (-2, 0, 0), (0, -3, 0)], (3, -1, 4)]$
- (9).輸入： $\text{Cone}[(3, 0, 0), (-4, 0, 0), 2]$
- (10).輸入： $\text{InfiniteCone}[(0, 0, 0), \text{Vector}[(0, 0, 1)], \pi/6]$

## GGB5\_3D 物件：空間曲線

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).輸入：  
 $\text{Curve}[2 * \cos(t), 2 * \sin(t), t/3, t, -4 * \pi, 4 * \pi]$
- (2).輸入：  
 $\text{Curve}[t, \sin(t), 0, t, -2 * \pi, 2 * \pi]$
- (3).輸入：  
 $\text{Curve}[t, \sin(t) * \cos(t), \sin(t) * \sin(t), 0, t, -2 * \pi, 2 * \pi]$
- (4).輸入：  
 $\text{Curve}[t * \cos(t)/3, t * \sin(t)/3, t/3, t, -4 * \pi, 4 * \pi]$
- (5).輸入：  
 $\text{Curve}[3\cos(t/20) * \cos(t), 3\cos(t/20) * \sin(t), 3\sin(t/20), t, -10 * \pi, 10 * \pi]$

## GGB5\_3D 物件：空間曲面

Surface 指令格式：  
 $\Rightarrow \text{Surface}[f(t,s), g(t,s), h(t,s), t, a_t, b_t, s, c_s, d_s]$

製作步驟：\*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).輸入：  
 $\text{Surface}[3 * \cos(t), 3 * \sin(t), s, t, 0, 2 * \pi, s, -1, 1]$
- (2).輸入：  
 $\text{Surface}[3\cos(s) * \cos(t), 3\cos(s) * \sin(t), 3\sin(s), t, -\pi, \pi, s, 0, \pi/2]$
- (3).輸入：  
 $\text{Surface}[s * \cos(t), s * \sin(t), s, t, 0, 2 * \pi, s, -3, 3]$
- (4).輸入：  
 $\text{Surface}[(3 + \cos(t)) * \cos(s), (3 + \cos(t)) * \sin(s), \sin(t), t, \pi, 2 * \pi, s, 0, \pi]$
- (5).輸入：  
 $\text{Surface}[t, (2 + \sin(t)) * \cos(s), (2 + \sin(t)) * \sin(s), t, -3, 3, s, 0, \pi]$

## GGB5\_3D 物件：

step = 5

GGB5 – 3D 序列物件 : \*\*\*恭喜完成\*\*\*

- (1).輸入：  
 $\text{Sequence}[\text{Circle}[(0, 0, i), 2, \text{Vector}[(0, 0, 1)]], i, -4, 4, 0.5]$
- (2).輸入：  
 $\text{Sequence}[\text{Circle}[(0, 0, 4 * \sin(t)), 4 * \cos(t), \text{Vector}[(0, 0, 1)]]$   
 $, t, -\pi/2, \pi/2, \pi/12]$
- (3).輸入：  
 $\text{Sequence}[\text{CircumcircularArc}[$   
 $(0, 0, 4), (4 * \cos(t), 4 * \sin(t), 0), (0, 0, -4)], t, 0, 2 * \pi, \pi/12]$
- (4).輸入：  
 $\text{Sequence}[\text{Sequence}[\text{Sequence}[\text{Sphere}[(i, j, k), 0.5]$   
 $, i, -2, 2], j, -2, 2], k, -2, 2]$
- (5).輸入：  
 $\text{Sequence}[\text{CircularSector}[(0, 0, t), (4 * \cos(t), 4 * \sin(t), t)$   
 $, (4 * \cos(t + \pi/12), 4 * \sin(t + \pi/12), t)], t, -\pi, \pi, \pi/12]$

輸入:

## 附錄(1)：圓柱截痕

Step1：

請完成第(1)部分

(1).新增數值滑桿 $r, h$ (範圍： $1 \sim 5$ ), 滑桿 $\theta, t$ (範圍： $0 \sim 2 * pi$ )

輸入:

Step2：

請完成第(2)部分

(1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍： $1 \sim 5$ ), 滑桿 $\theta, t$ (範圍： $0 \sim 2 * pi$ )

(2).輸入：*Curve*  
 $x(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v + h * w),$   
 $y(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v + h * w),$   
 $t, 0, 2 * pi]$

輸入:

### Step3 :

請完成第(3)部分

(1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5), 滑桿 $\theta, t$ (範圍： $0 \sim 2 * pi$ )

(2).完成：圓柱上面的圓

(3).輸入：*Curve*  
 $x(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v - h * w),$   
 $y(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v - h * w),$   
 $t, 0, 2 * pi]$

step = 3

$\alpha = 202^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

$r = 2$   
 $h = 4$   
 $\theta = 2.32$   
 $t = 3.9$

輸入:

### Step4 :

請完成第(4)部分

(1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5), 滑桿 $\theta, t$ (範圍： $0 \sim 2 * pi$ )

(2).完成：圓柱上面的圓

(3).完成：圓柱下面的圓

(4).輸入：*Segment*  
 $[O + (-r, 0) + h * w, O + (-r, 0) - h * w]$

step = 4

$\alpha = 202^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

$r = 2$   
 $h = 4$   
 $\theta = 2.32$   
 $t = 3.9$

輸入:

## Step5 :

step = 5

**請完成第(5)部分**

- (1).完成：數值滑桿 $r,h$ (範圍： $1 \sim 5$ ), 滑桿 $\theta,t$ (範圍： $0 \sim 2 * pi$ )
- (2).完成：圓柱上面的圓
- (3).完成：圓柱下面的圓
- (4).完成：圓柱左側邊線
- (5).輸入： $Segment[O + (r,0) + h * w, O + (r,0) - h * w]$

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 202^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

$r = 2$   
 $h = 4$   
 $\theta = 2.32$   
 $t = 3.9$

輸入:

## Step6 :

step = 6

**請完成第(6)部分**

- (1).完成：數值滑桿 $r,h$ (範圍： $1 \sim 5$ ), 滑桿 $\theta,t$ (範圍： $0 \sim 2 * pi$ )
- (2).完成：圓柱上面的圓
- (3).完成：圓柱下面的圓
- (4).完成：圓柱左側邊線
- (5).完成：圓柱右側邊線
- (6).輸入： $k = \sqrt{r^2 + h^2}$

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 202^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

$r = 2$   
 $h = 4$   
 $\theta = 2.32$   
 $t = 3.9$

輸入:

## Step7 :

step = 7

**請完成第(7)部分**

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5), 滑桿 $\theta, t$ (範圍：0 ~  $2 * pi$ )
- (2).完成：圓柱上面的圓
- (3).完成：圓柱下面的圓
- (4).完成：圓柱左側邊線
- (5).完成：圓柱右側邊線
- (6).完成： $k = \sqrt{r^2 + h^2}$
- (7).輸入：*Polygon*[  
 $O + k * \cos(\theta) * u + k * \sin(\theta) * w + k * v,$   
 $O + k * \cos(\theta) * u + k * \sin(\theta) * w - k * v,$   
 $O - k * \cos(\theta) * u - k * \sin(\theta) * w - k * v,$   
 $O - k * \cos(\theta) * u - k * \sin(\theta) * w + k * v]$

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 202^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

$r = 2$   
 $h = 4$   
 $\theta = 2.32$   
 $t = 3.9$

輸入:

## Step8 :

step = 8

**請完成第(8)部分**

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5), 滑桿 $\theta, t$ (範圍：0 ~  $2 * pi$ )
- (2).完成：圓柱上面的圓
- (3).完成：圓柱下面的圓
- (4).完成：圓柱左側邊線
- (5).完成：圓柱右側邊線
- (6).完成： $k = \sqrt{r^2 + h^2}$
- (7).完成：截平面(受到滑桿 $\theta$ 控制)
- (8).輸入：*P = If[abs(r \* cos(t) \* tan(\theta)) < h,*  
 $O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v$   
 $+ r * \cos(t) * \tan(\theta) * w]$

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 202^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

$r = 2$   
 $h = 4$   
 $\theta = 2.32$   
 $t = 3.9$

輸入:

### Step9 :

step = 9

**請完成第(9)部分**

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5), 滑桿 $\theta, t$ (範圍： $0 \sim 2 * pi$ )
- (2).完成：圓柱上面的圓
- (3).完成：圓柱下面的圓
- (4).完成：圓柱左側邊線
- (5).完成：圓柱右側邊線
- (6).完成： $k = sqrt(r^2 + h^2)$
- (7).完成：截平面(受到滑桿 $\theta$ 控制)
- (8).完成：截痕上動點P(受到滑桿 $t$ 控制)
- (9).輸入： $Locus[P, t]$

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 202^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

$r = 2$   
 $h = 4$   
 $\theta = 2.32$   
 $t = 3.9$

輸入:

### Step10 :

step = 10

**開始自己製作**

**\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束**

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5), 滑桿 $\theta, t$ (範圍： $0 \sim 2 * pi$ )
- (2).完成：圓柱上面的圓
- (3).完成：圓柱下面的圓
- (4).完成：圓柱左側邊線
- (5).完成：圓柱右側邊線
- (6).完成： $k = sqrt(r^2 + h^2)$
- (7).完成：截平面(受到滑桿 $\theta$ 控制)
- (8).完成：截痕上動點P(受到滑桿 $t$ 控制)
- (9).完成：以P對滑桿 $t$ 做軌跡

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 202^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

$r = 2$   
 $h = 4$   
 $\theta = 2.32$   
 $t = 3.9$

輸入:

## 附錄(2)：積分體積

Step1~2：

請完成第(2)部分

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5)
- (2).輸入：*Curve*  
 $x(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v),$   
 $y(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v),$   
 $t, 0, 2 * \pi]$

輸入:

Step3：

請完成第(3)部分

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5)
- (2).完成：圓柱底圓
- (3).輸入：*Curve*  
 $x(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v + h * w),$   
 $y(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v + h * w),$   
 $t, 0, 2 * \pi]$

輸入:

## Step4 :

請完成第(4)部分

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5)
- (2).完成：圓柱底圓
- (3).完成：圓柱頂圓
- (4).輸入：  
 $\text{Segment}[O + (-r, 0), O + (-r, 0) + h * w]$   
 $\text{Segment}[O + (r, 0), O + (r, 0) + h * w]$

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

step = 4

$\alpha = 198^\circ$        $r = 3$   
 $\beta = 18^\circ$        $h = 5$   
 $L_{\text{Axis}} = 5$

顯示:坐標軸

輸入:

## Step5~6 :

請完成第(6)部分

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5)
- (2).完成：圓柱底圓
- (3).完成：圓柱頂圓
- (4).完成：圓柱側邊
- (5).完成：角度滑桿 $\theta$ (範圍： $0^\circ \sim 60^\circ$ )
- (6).輸入：  
 $\text{Polygon}[[O + (r + 1) * v,$   
 $O + (r + 1) * v - \sqrt{r^2 + h^2} * \cos(\theta) * u + \sqrt{r^2 + h^2} * \sin(\theta) * w,$   
 $O - (r + 1) * v - \sqrt{r^2 + h^2} * \cos(\theta) * u + \sqrt{r^2 + h^2} * \sin(\theta) * w,$   
 $O - (r + 1) * v]$

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

step = 6

$\alpha = 198^\circ$        $r = 3$        $\theta = 47^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$        $h = 5$

顯示:坐標軸

輸入:

## Step7 :

step = 7

請完成第(7)部分

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5)
- (2).完成：圓柱底圓
- (3).完成：圓柱頂圓
- (4).完成：圓柱側邊
- (5).完成：角度滑桿 $\theta$ (範圍： $0^\circ \sim 60^\circ$ )
- (6).完成：過 $y$ 軸傾斜 $\theta$ 的平面
- (7).輸入：*Curve*[  
 $x(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v - r * \cos(t) * \tan(\theta) * w),$   
 $y(O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v - r * \cos(t) * \tan(\theta) * w),$   
 $t, \pi/2, 3 * \pi/2]$

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 198^\circ$        $r = 3$        $\theta = 47^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$        $h = 5$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

輸入:

## Step8 :

step = 8

請完成第(8)部分

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5)
- (2).完成：圓柱底圓
- (3).完成：圓柱頂圓
- (4).完成：圓柱側邊
- (5).完成：角度滑桿 $\theta$ (範圍： $0^\circ \sim 60^\circ$ )
- (6).完成：過 $y$ 軸傾斜 $\theta$ 的平面
- (7).完成：平面與圓柱截痕
- (8).輸入：*Sequence*[  
 $Segment[$   
 $O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v,$   
 $O + r * \cos(t) * u + r * \sin(t) * v - r * \cos(t) * \tan(\theta) * w],$   
 $t, \pi/2, 3 * \pi/3, \pi/30]$

移動  
拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 198^\circ$        $r = 3$        $\theta = 47^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$        $h = 5$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

輸入:

## Step9~10 :

step = 10

請完成第(10)部分

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5)
- (2).完成：圓柱底圓
- (3).完成：圓柱頂圓
- (4).完成：圓柱側邊
- (5).完成：角度滑桿 $\theta$ (範圍： $0^\circ \sim 60^\circ$ )
- (6).完成：過 $y$ 軸傾斜 $\theta$ 的平面
- (7).完成：平面與圓柱截痕
- (8).完成：截圓柱側面線集
- (9).完成：數值滑桿 $k$ (範圍： $-r \sim r$ )
- (10).輸入： $P = O + k * v$

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 198^\circ$   $r = 3$   $\theta = 47^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   $h = 5$   $k = -1.44$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

輸入:

## Step11~12 :

step = 11

\*\*\*恭喜你 \*\*\*課程結束

- (1).完成：數值滑桿 $r, h$ (範圍：1 ~ 5)
- (2).完成：圓柱底圓
- (3).完成：圓柱頂圓
- (4).完成：圓柱側邊
- (5).完成：角度滑桿 $\theta$ (範圍： $0^\circ \sim 60^\circ$ )
- (6).完成：過 $y$ 軸傾斜 $\theta$ 的平面
- (7).完成：平面與圓柱截痕
- (8).完成：截圓柱側面線集
- (9).完成：數值滑桿 $k$ (範圍： $-r \sim r$ )
- (10).完成： $P = O + k * v$
- (11).輸入： $Polygon[$   
 $O + kv,$   
 $O + k * v - sqrt(r^2 - k^2) * u,$   
 $O + k * v - sqrt(r^2 - k^2) * u + sqrt(r^2 - k^2) * tan(\theta) * w]$

移動 拖曳或點選物件 (快速鍵 : Esc)

$\alpha = 198^\circ$   $r = 3$   $\theta = 47^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   $h = 5$   $k = -1.44$   
 $L_{Axis} = 5$

顯示:坐標軸

輸入:

### 附錄(3)：參數曲線(5)--地球經緯度

Step1~3：

請完成第(3)部分

(1).完成：新增數值滑桿 $r$ （範圍：1 ~ 5）  
 (2).完成：新增數值滑桿 $\theta$ （範圍： $-180^\circ \sim 180^\circ$ ）  
 (3).新增數值滑桿 $\phi$ （範圍： $-90^\circ \sim 90^\circ$ ）

移動 拖曳或點選物件（快速鍵：Esc）

step = 3

$\alpha = 212^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 4.5$

顯示:坐標軸

$r = 3$   
 $\theta = 32^\circ$   
 $\phi = 50^\circ$

輸入:

Step4~6：

請完成第(6)部分

(1).完成：新增數值滑桿 $r$ （範圍：1 ~ 5）  
 (2).完成：新增數值滑桿 $\theta$ （範圍： $-180^\circ \sim 180^\circ$ ）  
 (3).完成：新增數值滑桿 $\phi$ （範圍： $-90^\circ \sim 90^\circ$ ）  
 (4).完成： $f(t, s) = r * \cos(s) * \cos(t)$   
 (5).完成： $g(t, s) = r * \cos(s) * \sin(t)$   
 (6).輸入： $h(t, s) = r * \sin(s)$

移動 拖曳或點選物件（快速鍵：Esc）

step = 6

$\alpha = 212^\circ$   
 $\beta = 18^\circ$   
 $L_{Axis} = 4.5$

顯示:坐標軸

$r = 3$   
 $\theta = 32^\circ$   
 $\phi = 50^\circ$

輸入:

## Step7 :

step = 7

**請完成第(7)部分**

- (1).完成：新增數值滑桿 $r$ （範圍：1 ~ 5）
- (2).完成：新增數值滑桿 $\theta$ （範圍： $-180^\circ \sim 180^\circ$ ）
- (3).完成：新增數值滑桿 $\phi$ （範圍： $-90^\circ \sim 90^\circ$ ）
- (4).完成： $f(t, s) = r * \cos(s) * \cos(t)$
- (5).完成： $g(t, s) = r * \cos(s) * \sin(t)$
- (6).完成： $h(t, s) = r * \sin(s)$
- (7).輸入：  
 $P = O + f(\theta, \phi) * u + g(\theta, \phi) * v + h(\theta, \phi) * w$

輸入：

## Step8 :

step = 8

**請完成第(8)部分**

- (1).完成：新增數值滑桿 $r$ （範圍：1 ~ 5）
- (2).完成：新增數值滑桿 $\theta$ （範圍： $-180^\circ \sim 180^\circ$ ）
- (3).完成：新增數值滑桿 $\phi$ （範圍： $-90^\circ \sim 90^\circ$ ）
- (4).完成： $f(t, s) = r * \cos(s) * \cos(t)$
- (5).完成： $g(t, s) = r * \cos(s) * \sin(t)$
- (6).完成： $h(t, s) = r * \sin(s)$
- (7).完成：  
 $P = O + f(\theta, \phi) * u + g(\theta, \phi) * v + h(\theta, \phi) * w$
- (8).輸入：  
 $x(O + f(\theta, s) * u + g(\theta, s) * v + h(\theta, s) * w),$   
 $y(O + f(\theta, s) * u + g(\theta, s) * v + h(\theta, s) * w),$   
 $s, -pi/2, pi/2]$

輸入：

## Step9 :

請完成第(9)部分

- (1).完成：新增數值滑桿 $r$ （範圍：1 ~ 5）
- (2).完成：新增數值滑桿 $\theta$ （範圍： $-180^\circ \sim 180^\circ$ ）
- (3).完成：新增數值滑桿 $\phi$ （範圍： $-90^\circ \sim 90^\circ$ ）
- (4).完成： $f(t, s) = r * \cos(s) * \cos(t)$
- (5).完成： $g(t, s) = r * \cos(s) * \sin(t)$
- (6).完成： $h(t, s) = r * \sin(s)$
- (7).完成：  
 $P = O + f(\theta, \phi) * u + g(\theta, \phi) * v + h(\theta, \phi) * w$
- (8).完成： $\theta$  緯度線
- (9).輸入：**Curve**  
 $x(O + f(t, \phi) * u + g(t, \phi) * v + h(t, \phi) * w),$   
 $y(O + f(t, \phi) * u + g(t, \phi) * v + h(t, \phi) * w),$   
 $t, -pi, pi]$

移動 拖曳或點選物件（快速鍵：Esc）

輸入:

## Step10 :

請完成第(10)部分

- (1).完成：新增數值滑桿 $r$ （範圍：1 ~ 5）
- (2).完成：新增數值滑桿 $\theta$ （範圍： $-180^\circ \sim 180^\circ$ ）
- (3).完成：新增數值滑桿 $\phi$ （範圍： $-90^\circ \sim 90^\circ$ ）
- (4).完成： $f(t, s) = r * \cos(s) * \cos(t)$
- (5).完成： $g(t, s) = r * \cos(s) * \sin(t)$
- (6).完成： $h(t, s) = r * \sin(s)$
- (7).完成：  
 $P = O + f(\theta, \phi) * u + g(\theta, \phi) * v + h(\theta, \phi) * w$
- (8).完成： $\theta$  緯度線
- (9).完成： $\phi$  紋度線
- (10).輸入：**Sequence**[  
**Curve**[  
 $x(O + f(t, s) * u + g(t, s) * v + h(t, s) * w),$   
 $y(O + f(t, s) * u + g(t, s) * v + h(t, s) * w),$   
 $t, -pi, pi],$   
 $s, -pi/2, pi/2, pi/12]$

移動 拖曳或點選物件（快速鍵：Esc）

輸入:

## Step11 :

step = 11

**請完成第(11)部分**

- (1).完成：新增數值滑桿 $r$ （範圍：1 ~ 5）
- (2).完成：新增數值滑桿 $\theta$ （範圍： $-180^\circ \sim 180^\circ$ ）
- (3).完成：新增數值滑桿 $\phi$ （範圍： $-90^\circ \sim 90^\circ$ ）
- (4).完成： $f(t, s) = r * \cos(s) * \cos(t)$
- (5).完成： $g(t, s) = r * \cos(s) * \sin(t)$
- (6).完成： $h(t, s) = r * \sin(s)$
- (7).完成：  
 $P = O + f(\theta, \phi) * u + g(\theta, \phi) * v + h(\theta, \phi) * w$
- (8).完成： $\theta$  緯度線
- (9).完成： $\phi$  紋度線
- (10).完成：所有紋度線
- (11).輸入：`Sequence[Curve[  
x(O + f(t, s) * u + g(t, s) * v + h(t, s) * w),  
y(O + f(t, s) * u + g(t, s) * v + h(t, s) * w),  
s, -pi/2, pi/2],  
t, -pi, pi, pi/12]]`

移動 拖曳或點選物件（快速鍵：Esc）

顯示:坐標軸

參數：

- $\alpha = 212^\circ$
- $\beta = 18^\circ$
- $L_{Axis} = 4.5$
- $r = 3$
- $\theta = 32^\circ$
- $\phi = 50^\circ$

輸入:

## Step12 :

step = 12

**開始自己製作**

**\*\*\*恭喜你\*\*\*課程結束**

- (1).完成：新增數值滑桿 $r$ （範圍：1 ~ 5）
- (2).完成：新增數值滑桿 $\theta$ （範圍： $-180^\circ \sim 180^\circ$ ）
- (3).完成：新增數值滑桿 $\phi$ （範圍： $-90^\circ \sim 90^\circ$ ）
- (4).完成： $f(t, s) = r * \cos(s) * \cos(t)$
- (5).完成： $g(t, s) = r * \cos(s) * \sin(t)$
- (6).完成： $h(t, s) = r * \sin(s)$
- (7).完成：  
 $P = O + f(\theta, \phi) * u + g(\theta, \phi) * v + h(\theta, \phi) * w$
- (8).完成： $\theta$  緯度線
- (9).完成： $\phi$  紹度線
- (10).完成：所有紋度線
- (11).完成：所有經度線

移動 拖曳或點選物件（快速鍵：Esc）

顯示:坐標軸

參數：

- $\alpha = 212^\circ$
- $\beta = 18^\circ$
- $L_{Axis} = 4.5$
- $r = 3$
- $\theta = 32^\circ$
- $\phi = 50^\circ$

輸入:

註：相關資料取自 GeoGebra 官網，原始資料請參考：<http://www.geogebra.org/cms/>