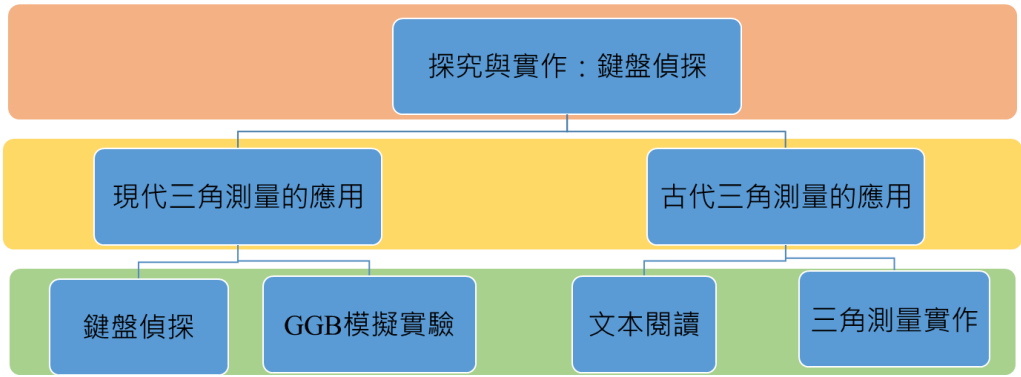


【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

教案設計者：張志鵬
課程領域：
<input type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學 <input type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>數學</u>
教案題目：
探究與實作：鍵盤偵探
授課時數：
2 節課(100 分鐘)
教案設計理念與動機：
<p>學生常常問老師：「學數學有什麼用？」當學生找不到學習的理由，學習動機就會下降。三角測量從古至今一直在生活科學中扮演很重要的角色，本教案利用現代科學辦案以及文本「海島算經」中的重差術，古今互相輝映。從動手操作實驗中體會三角測量的實際應用，讓學生感受到原來數學不一定只是紙上談兵，也可以是生活科學。配合 108 課綱，經由數學軟體 GGB 輔助教學，帶領學生利用三角測量求得太陽仰角或建築物高度，結合地理、資訊、國文與數學領域做跨域教學，讓學生對三角測量有更進一步的了解。</p> <p>課程架構：</p>  <pre>graph TD; A[探究與實作：鍵盤偵探] --> B[現代三角測量的應用]; A --> C[古代三角測量的應用]; B --> D[鍵盤偵探]; B --> E[GGB 模擬實驗]; C --> F[文本閱讀]; C --> G[三角測量實作];</pre>
教學目標：
技能：能利用三角測量求出太陽仰角估計值。
技能：能看懂地圖(Google Map)。
技能：能利用 GGB 軟體模擬實驗。

技能：能利用手邊工具作基本測量。
認知：能理解三角測量的原理。
認知：能理解文本「海島算經」中重差術的原理。
情意：能上台分享三角測量實作的活動體驗心得。

教育對象：

10 年級

課程設計（方法與步驟）：

壹、現代三角測量的應用

【教材與設備】

- 一、「鍵盤偵探」學習單。<https://reurl.cc/AgzODd>
- 二、計算機、平板或手機。
- 三、投影機、筆電。

【內容描述】

一、引起動機：(5 分鐘)

師：同學，大家有沒有看過「CSI 犯罪現場」，或是一些偵探劇，其中兇手為了擺脫嫌疑提出不在場證明，「在兇案發生的當下我在其他地方，離犯罪現場非常遠，根本不可能趕回來殺人，這是我去那個地方的照片」。或是發生了綁架案、人口失蹤案，要從一張照片中找出拍照時間。然後劇中的警方就利用各種科技分析，查出照片的拍攝地點跟時間。接下來我們就來看一小段影片。

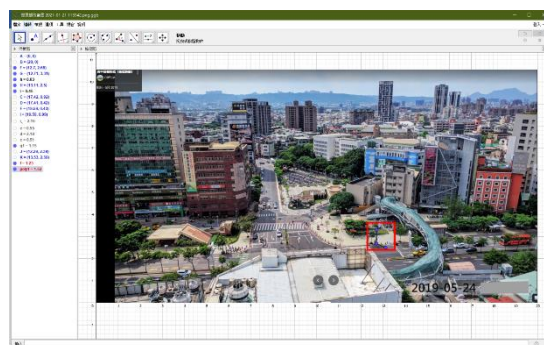
播放短片：犯罪現場-紐約(CSI-NY) S06-9 30:20 處

二、活動流程：(45 分鐘)

師：好，看完短片，今天我們也來當一回偵探。



圖一



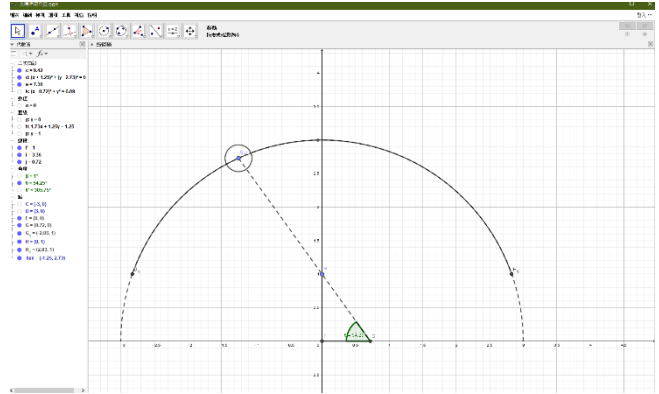
圖二

師：從這張照片(圖一)的右下角我們可以看出拍攝時間是 2019 年的 5 月 24 日，可惜時間被遮住了，但是很幸運的，當天天氣很好，陽光很強，上天給了我們足夠的線索，讓我們利用影子反推當時的日照角度，進而推測這張照片的拍攝時間吧。

開啟軟體 GGB：將圖片匯入 GGB(圖二)。選取合適的參考標的路燈(紅色框框處)。



圖三



圖四

配合 GGB(太陽照射角度)檔案找出太陽仰角。(圖四)

<https://www.geogebra.org/m/w3sqjwrj>

帶領學生測量 \overline{GF} 、 \overline{FH} 的長度，可得 $\overline{GF} = 0.63$ ， $\overline{FH} = 0.45$ ，令太陽與路燈頂點 G 連線與地

面夾角為 θ ， $\tan \theta = \frac{\overline{GF}}{\overline{FH}} = 1.4$ ， $\theta = \tan^{-1} 1.4 \doteq 54.46^\circ$ ， $\frac{1}{\tan \theta} \doteq 0.71$ ，

打開網頁 <https://www.suncalc.org/>

或是下載手機 App：SunCalc org



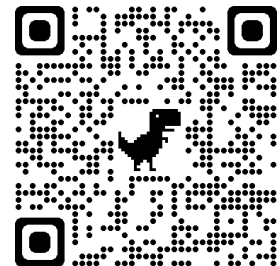
SunCalc org

Torsten Hoffmann Tools

Everyone

This app is available for your device

Add to Wishlist



在 SunCalc 設定以下參數：

地點：新北市板橋區挹秀里府中路 23 號, 220

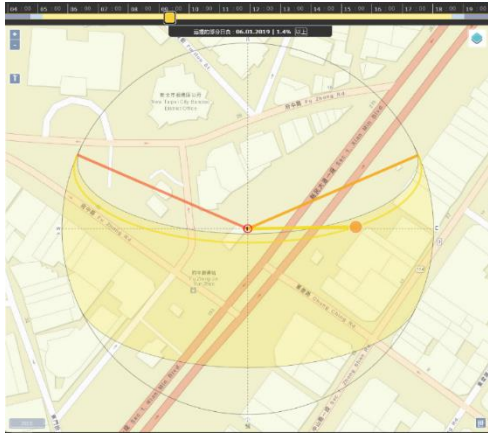
經緯度：N 25.0090409 度，E 121.4595554 度

日期：2019 年 05 月 24 日

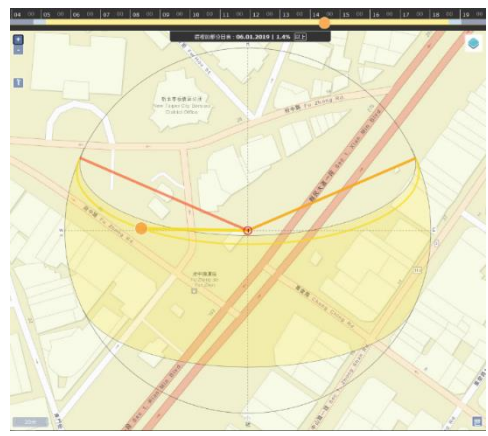
太陽仰角：54.46°

可得最接近時間為 9:17 或 14:25，

比對地圖與影子方位可判斷是下午拍攝，故推測照相時間約為 14:25。



圖五

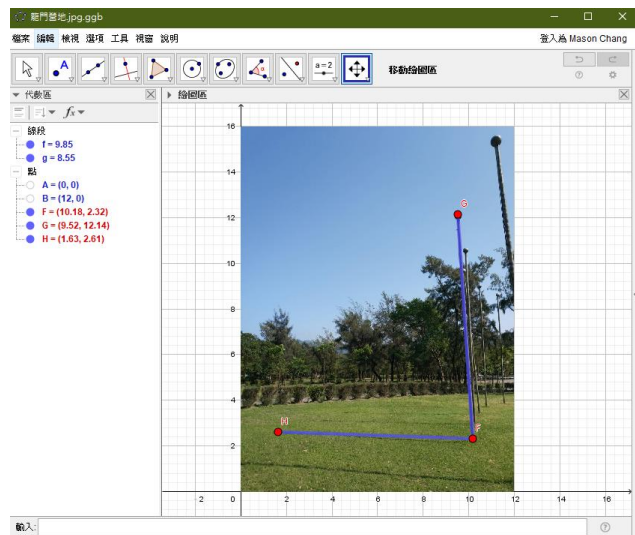


圖六

練習時間：



圖七



圖八

帶領學生測量 \overline{GF} ， \overline{FH} 的長度，可得 $\overline{GF} = 9.85$ ， $\overline{FH} = 8.55$ ，令太陽與路燈頂點 G 連線與地面夾角為 θ ，

$$\tan \theta = \frac{\overline{GF}}{\overline{FH}} \doteq 1.15 \quad \theta = \tan^{-1} 1.12 \doteq 48.99^\circ$$

打開網頁 <https://www.suncalc.org/>

設定以下參數：

地點：228 新北市貢寮區興隆街 100 號(龍門營區)

經緯度：N 25.02008°，E 121.93555°

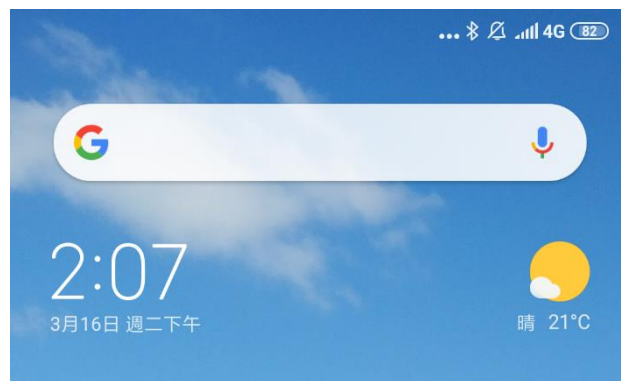
日期：2021 年 03 月 16 日

太陽仰角：48.99°

可得最接近時間為 8:53 或 14:44，正確答案為 14:07(圖十)



圖九



圖十

貳、古代三角測量的應用：

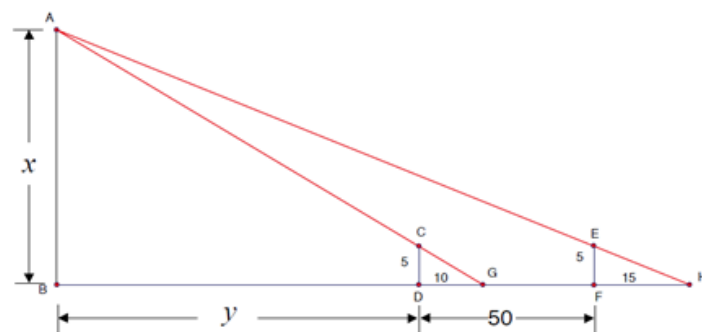
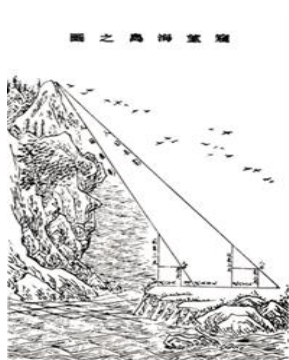
【教材與設備】

- 一、「三角測量」學習單。 <https://reurl.cc/AgzODd>
- 二、「三角測量—校園實測」PPT。 <https://reurl.cc/AgzODd>
- 三、計算機、平板或手機、捲尺、量角器。
- 四、投影機、筆電。

【內容描述】







一、引起動機：(5 分鐘)

師：這是劉徽在《海島算經》其中一篇「望海島」所提到的內容：今有望海島，立兩表，齊高三丈，前後相去千步，令後表與前表參相直。從前表卻行一百二十三步，人目著地取望島峰，與表末三合。從後表卻行一百二十七步，人目著地取望島峰，亦與表末三合。問島高及去表各幾何？(如下圖)，文中所謂的「兩表」是指兩根(測量用)標竿，「前後相去」表示前後表距離，「參相直」是指三點共線，「卻行」表示向後退，「表末」則指表的頂端，為了讓大家方便計算，我們將上文的數字與單位修改如下：今有望海島，立兩表，齊高 5 公尺，前後相去 50 公尺，令後表與前表參相直。從前表卻行 10 公尺，人目著地取望島峰，與表末參合。從後表卻行 15 公尺，人目著地取望島峰，亦與表末參合。問島高及去表各幾何？。同學們可以試著根據上面的條件求出島高。



二、活動流程：(45 分鐘)

師：接下來我們要進行校園標的物的測量(如下表)，請同學先分成六組，再請各組選出一個最接近 0.6 的三角函數值，越靠近 0.6 的組別先選工具及地點(如下表)

地點		
籃球場	爬竿架	足球門
		
工具		
自製量角器	捲尺+APP(量角器：Smart Protractor)	
	  量角器：Smart Protractor	

師：選到自製量角器的組別可以用手邊隨手可得能掌握長度的方式進行測量，例如：身高、手掌長、手臂長...等，每組有 30 分鐘的時間，請把握時間，並將測量到的結果紀錄在學習單上，活動結束後請各組派一位同學上台進行分享。





學習評量內容

1. 能利用三角測量求出太陽仰角估計值。
2. 能看懂地圖(Google Map)。
3. 能利用 GGB 軟體模擬實驗。
4. 能利用手邊工具作基本測量。
5. 能理解三角測量的原理。
6. 能理解文本「海島算經」中重差術的原理。
7. 能上台分享三角測量實作的活動體驗心得。

參考資料：

1. 網路資料：只要影像有陽光與陰影，這群「地理偵探」就能推算出拍攝地點
<https://reurl.cc/YWnDyn>
2. 維基百科：海島算經。<https://reurl.cc/dVvpRg>