

多變的月姑娘

初小組地球科學科第一名

台北市內湖區明湖國小

作者：林旻翰、林瑋承、蘇文毅、莊智鈞

指導教師：林吟玲、李宏彥

一、研究動機

八十六年度中秋節發生月蝕，我們對月亮的種種變化，發生了興趣，於是和老師研究，一起做了以下的實驗。

二、研究問題

- (一) 月亮從那邊升起，那邊落下？
- (二) 月亮每天起落的時間都一樣嗎？
- (三) 月亮繞地球公轉的軌道是什麼方向？
- (四) 月相的變化有沒有一定的規則？
- (五) 秋天月亮出沒時間的總長一樣嗎？
- (六) 月蝕是如何產生的？農曆的十五日（或十六日），每次都會發生月蝕嗎？
- (七) 會有月環蝕的產生嗎？為什麼？

三、研究器材

木箱、投射燈、保麗龍球、鐵絲、指北針、量角器、望遠鏡、照相機、噴漆。

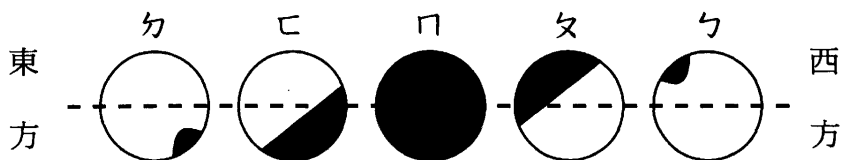
四、研究過程

一、月亮觀測之研究（觀測日期均以農曆為準）

（一）研究一：

1. 八月十五日，19時30分，月亮從東方出離山頂（東方有些雲）
2. 今天是滿月，月亮由東向西移動（如圖一；表一）
3. 次日凌晨1時30分，發生月偏蝕。（如圖二；表二）
4. 初虧之後月蝕部分從月面的左上角開始擴大，復圓則在右下角的位置。

- 5.前項所提的左右方位是以八月十五日，由觀測位置面向南方，看月亮為準，右方即為地球的西方，左方即為地球的東方。
- 6.如圖一所示，月面上的黑暗部分即為地球陰影所覆蓋，若地球陰影視為靜止，則圖中勺的狀態為月面即被地影所覆蓋，勺為月球由西向東繞地球轉，進入地球陰影範圍，冂、匚、勺也是月球更向東移的結果。



圖一：86年中秋節觀月蝕記錄圖

(二) 研究二：九月五日觀測情況。

- 1.初五的月亮為眉形。
- 2.眉形的月亮漸漸由西方落下。

(三) 研究三：

- 1.根據連續觀測資料，歸納出八十六年九月份，月出時間及月相資料，如表一。

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
月出時間	7:30	8:19	9:08	9:57	10:46	11:35	12:24	13:13	14:02	14:50
月沒時間	17:20	18:10	19:00	19:50	20:40	21:30	22:20	23:10	24:00	24:50
月形	■	☾	☾	☾	☾	☾	☾	☾	☾	☾
月弓方向		西	西	西	西	西	西			
日期	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
月出時間	15:39	16:28	17:17	18:06	18:55	19:43	20:31	21:20	22:08	22:56
月沒時間	1:40	2:30	3:20	4:10	5:00	5:49	6:38	7:26	8:14	9:02
月形	☾	☾	☾	☾	☾	☾	☾	☾	☾	☾
月弓方向										

日期	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
月出時間	23:44	24:32	1:20	2:08	2:56	3:44	4:32	5:20	6:08	6:56
月沒時間	9:50	10:38	11:26	12:14	13:02	13:50	14:38	15:26	16:14	17:02
月形										
月弓方向		東	東	東	東	東	東	東	東	

表一：月亮出沒時間、月面概況與地球相關位置

※附註：初一看不見月亮，月出、月沒時間是推算而來。

(四) 研究四：

1. 用指北針測量月出、月沒方位如表五：
2. 若正東方為 90° ，西方為 270° ，則月出位置偏南，月沒位置也偏南，我們在觀月位置所看到月亮劃過天空的軌跡不及半圓，因此月出時間總長小於12小時，也就是月沒時間總長大於12小時。
3. 若對照表（一）算出該三天月出及月沒時間的總長，其結果亦與我們測方位的資料頗為吻合。

(五) 結果：

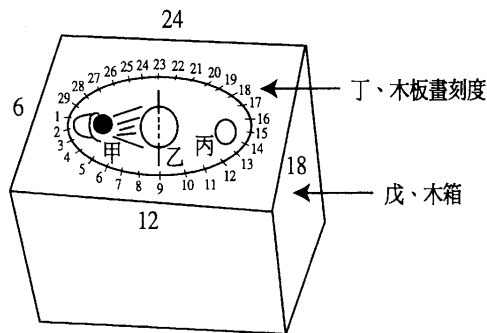
1. 由前面研究一之1及研究二觀測的結果知道月亮從東方升起，從西邊落下。
2. 月亮每天升起及落下的時間都不同，而且是有規則性的變化（如表一）
3. 月相呈週期性有規律的變化（如表一）。
4. 月球繞地球公轉的方向與地球自轉方向相同，是自西向東轉（如研究一）。

二、模型實驗：

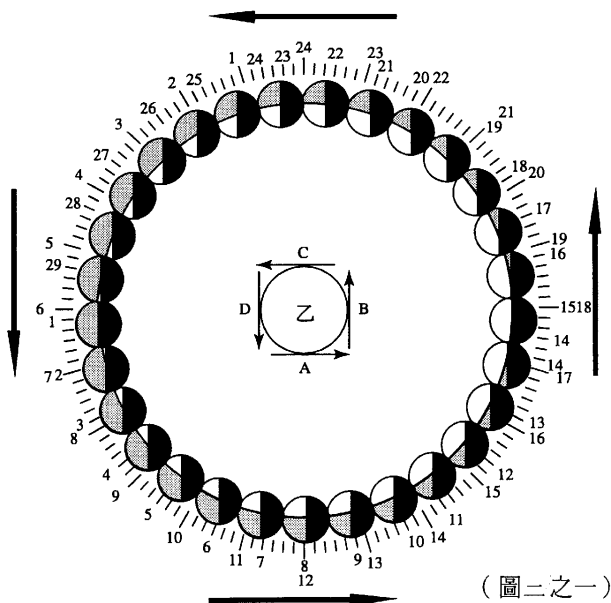
(一) 實驗裝置：

1. 如圖（二）以一個長100公分，寬70公分，高70公分的木箱，上方固定一張夾板，中間挖一圓洞，圓周畫上刻度，分成29格及24格，用以顯示月亮位置及月出、月沒時間。
2. 圖（二）中甲是燈泡，代表太陽，乙是地球模型，丙是月亮模型。
3. 燈泡固定於木箱上，地球模型以保麗龍作成，並以鐵絲（如圖二之二鐵絲甲）穿過球心當作地軸，固定於木箱中間的位置，且使地球模型能轉動。
4. 月球模型以較小保麗龍球作成，將半個球面塗成橘色，代表被太陽光

照得到的半邊月面，另半個球面塗黑色，代表未受陽光照射到的另半邊月面。並以鐵絲穿過球心當作月軸（圖二之二鐵絲乙），鐵絲下半部變成90度固定於地軸，且使它能繞地軸轉動（圖二之二鐵絲丙）。另外鐵絲丙轉彎處固定一個比月球稍大的鐵絲圈（圖二之二鐵絲丁），此鐵絲圈的假想平面與鐵絲丙成90°角，並面對地球模型。代表地球上的人有機會看到的月面（包括未被太陽光照到的部分），此部分是有機會看到，但因沒被太陽光照到，因此實際上也看不到，這就是無法天天形成滿月的原因。也就是說，月球模型橘紅色的部分與鐵絲圈的交集部分，就是我們從初一到二十九（或三十）所看到的每天不同的月相。圖二之一黃色部分即是交集的部分。但它是從實驗模型上方所看到的狀況，若將橘紅色部分與鐵絲圈交集的部分全部畫出來便是圖三對照圖中B的部分，也就是初一到二十九（或三十）月相的圖形，與實際觀測到的月球一樣。

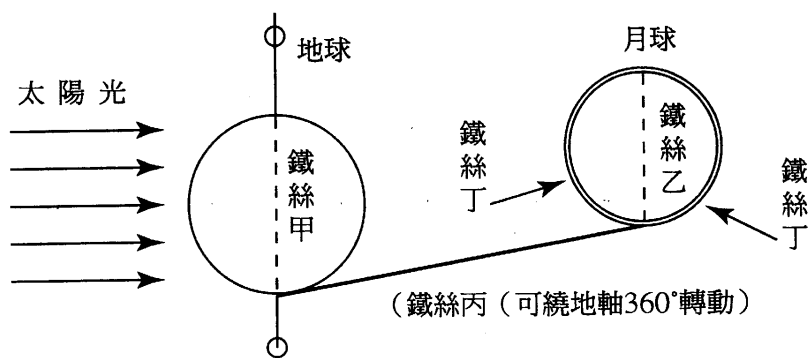


圖二 甲：太陽
乙：地球
丙：月球



說明：1. 月球圖形為該天月亮在天球上的位置。
2. 橙、黃色部份，表示月亮被太陽光照射到的部份。
3. 黃色部份表示月亮受光部份與鐵絲丁交集的部份，也就是我們眼睛能看到月亮的部份。

附註：■ 表黃色
□ 表紅色



(圖二之二)

(二) 進行實驗：

1. 說明：

- (1)圖二之一中A點代表地球上位於A點的人看農曆十五日，月出的狀況。因地球距離太陽約一億五千萬公里，距月球約三十八萬公里，都相當遙遠，而我們的實驗裝置無法按照實際距離的比例設置。實際上地球、月球從比例上算起來都很小，而太陽、地球、月球之間相距很遠，不太可能像實驗裝置的狀況一樣容易經常產生月蝕。
- (2)地軸與黃道面成 23.5° 的傾斜，但為了方便操作，我們把它裝置成沒傾斜，雖稍有誤差，亦能了解月面變化之種種狀況。
- (3)實驗操作中的觀測位置定為台灣，也就是北緯 23.5° 附近（以大頭針插在地球模型的適當位置，當作觀測位置）。圖二之一中的A、B、C、D四個位置，即是觀測者處於天球中的位置去觀測天象。
- (4)不同月份月亮出沒時間稍有不同，實驗操作設計上取其約略的平均值。

2. 實驗一：月亮從那邊升起，那邊落下？

- (1)如圖二之一，若觀測者處在A點，因地球自西向東自轉，此時太陽即將西下。以反時針方向轉動地球模型（如圖二之一粗黑色箭頭所示，箭頭所示是東方，相反方向是西方），此時燈光漸漸照不到觀測者，也就是太陽光漸漸從觀測者的西方消失代表太陽西落），而觀測者漸漸能看到月亮。當觀測者轉到B點位置時，月亮正在頭頂附近。轉到C點位置時，觀測者漸漸看不到月亮（也就是月亮漸漸從觀測者西方慢慢消失）。

(2)結果：如前述月亮從東方升起，從西方落下。

3. 實驗二：月亮每天起落的時間都一樣嗎？

(1)在地、月模型周圍盤面上，畫有初一至二十九（或三十日）月亮在天球上的位置，及觀測者看到月出、月落的時間。

(2)若將月球模型置於8日的位置，則月出時間為12時（白天月出）；若置於15日的位置，月出時間為18時（約日落時月出）；若置於22日的位置，月出時間為24時（約午夜月出）；若置於初一位置，理論上月出時間是6時（即與日出同時），但因看不到月光，故沒意義。

(3)其他日子類推。

(4)結果：月出、月沒時間每天不同，且是週期性的變化。

4. 實驗三：月球繞地球的軌道是什麼方向？

(1)地球自轉方向是由西向東。

(2)根據記錄，每日月出時間約延後四十九分。

(3)實際操作的結果，月球繞地球應與地球自轉方向同，才會每日看到月出的時間，都往後延約四十九分鐘。

(4)結果：月亮繞地球的軌道與地球自轉的方向相同。

5. 實驗四：月相的變化有沒有一定的規則？

(1)將月球模型置於初四的位置，月亮受光部分，與鐵絲丁的交集部分為眉形，人們所看到的是月弓朝西的眉月。

(2)將月球模型置於初八的位置，交集是半月形。

(3)將月球模型置於十五的位置，交集是整個受光部分，是為滿月。

(4)將月球模型置於二十二日的位置交集是半月形，人們所看到的是月弓朝東的半月。

(5)將月球模型置於初一的位置，交集是○，人們看不到月亮。

(6)其餘日子類推，其月相變化如圖三所示。

(7)結果：初一至二十九（或三十日）每日月相是有規則的變化。

6. 實驗五：月蝕如何發生？每月15日都會有月蝕嗎？

(1)依我們實驗裝置，好像每月15日都應是月蝕。這是受限於實驗裝置無法按照實際的距離及大小比例來設計所致（如實驗說明1.所述）其實月球繞地球的軌道是橢圓，此橢圓每月均稍有不同，且其軌道在天球上的位置也都不同，太陽、地球、月球之間的距離又那麼遠，因此三球之間剛好成一直線的機率不大。

(2)甲·根據前述原理若將燈光、地球模型、月球模型，置於同一水平上，且讓月球模型在15日的位置，則三球剛好成一直線，月球被地

球陰影遮住而出月蝕，其情況如圖四所示。

乙·在月蝕的過程中，若月球是經過地影的較偏北的位置，則整個月蝕的五個過程都是偏蝕，而無全蝕的階段（如圖五）。

丙·同理若月球經過地影的較偏南的位置，它的五個過程也都是月偏蝕，而無月全蝕。

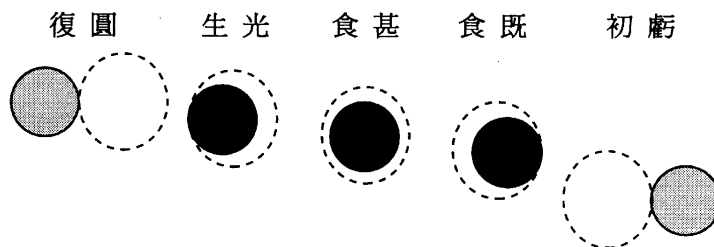
(3)如本實驗一所述，月球繞地球的軌道通常都比本實二之乙的階段更偏北，或比丙階段更偏南，因此能避過地影而不會產生月蝕。

日期	初一	初二	初三	初四	初五	初六	初七	初八	初九	初十
A										
B										
日期	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
A										
B										
日期	廿一	廿二	廿三	廿四	廿五	廿六	廿七	廿八	廿九	三十
A										
B										

(圖三)

A：從實驗裝置之正上方所觀測的月相變化

B：從地球上實際觀測的月相變化圖



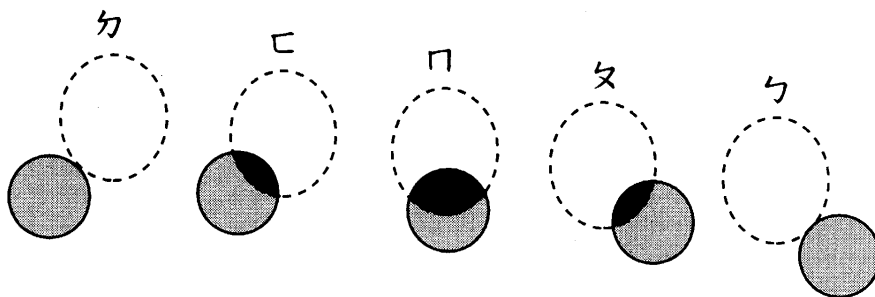
(圖四) 月全蝕之過程

說明：1.初虧至食既為偏蝕的階段。

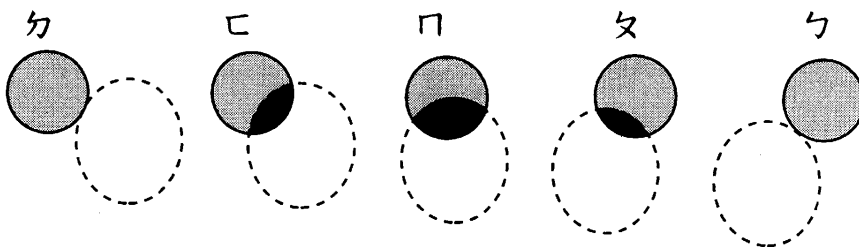
2.食既至生光為全蝕的階段。

3.生光至復圓為另一偏蝕的階段。

4.虛線之圓圈為地球陰影。



(圖五) 月偏蝕之過程 (一)



(圖六) 月偏蝕之過程 (二)

說明：1. 虛線之圓為地影。

2. 只偏蝕過程，無全蝕過程。

7. 實驗六：會有月環蝕的產生嗎？

(1) 經反覆操作實驗裝置均沒月環蝕產生。究其原因乃因地球比月球大得多，因此月球不是部分被地影遮住就是全部被地影遮住，無法形成地影在月球中心而球周圍仍有亮光的環食現象。

五、結論

- (一) 月亮每天從東方升起，從西方落下。
- (二) 月出、月落時間每日約遞延49分鐘，每個月約遞延二十四小時，也就是每月同一天月出月落時間大致相同。
- (三) 月球繞地球公轉的方向與地球自轉方向相同。
- (四) 月相的變從初一的朔到15的滿月，再到下個月的朔每日逐漸變化，週而復始。
- (五) 月蝕的發生一定是太陽、地球、月球三球成一直線，而且在望時。
- (六) 月蝕一定發生在望，望月時不必然是月蝕。

(七) 月蝕只有偏蝕和全蝕兩種，不會有月環蝕的產生。

(八) 若地球的大小與月球互換，便可能有機會看到月環蝕了。

評語

由1997年中秋節月全食出發，由月亮運行的視運動觀測來了解月球公轉的方向，及每天起落時間的變化。參展學生對研究課題了解透徹，問題定義清楚，示範器材簡單清楚，整體而言，確屬優良。