

天文教育

雙月刊

中華民國九十三年四月十五日出刊

第二期

發行者：高雄市天文學會

發行人：蘇明俊理事長

總編輯：鄭文光(本會總幹事)

會址：高雄市三民區察哈爾一街 80 號 B1(07-322-9627)

郵政劃撥帳號：42017622 戶名：高雄市天文學會

網址：<http://www.khas.org.tw/default.asp>

編者信箱：issac@ms1.hinet.net

2004 年天象報導專輯！

——本期目錄——			會員公佈欄
金星凌日觀測史	蘇明俊	1	1.依據本會章程，會員每年應繳會費 500 元(學生 300 元)，新會員另加 200 元的入會費，均請以劃撥方式繳納。劃撥時，新會員請註明基本資料(姓名、性別、電話、住址、最高學歷、服務機關及職務或就讀學校、擁有的天文儀器 等。) 2.本刊為會內刊物，不對外發售。 3.相關的天文觀測活動，請參閱本刊相關訊息，並與政總幹事文光聯繫 日:3212688 顏聰和 夜:7655301 鄭文光
93 年 5 月 5 日月全食	蘇明俊	6	
2004 年雙彗星	蘇明俊	10	
歡迎新會員及財務報告	鄭文光	12	
宇宙膨脹實驗	陳月妹	13	
本會第八屆第五次理監事會議記錄	鄭文光	14	

金星凌日觀測史

蘇明俊

2004年6月8日下午13h11m48.8s起，金星將通過太陽的表面，看見一個小黑點在太陽表面上移動。現在還活著的人，應該不會有人見過「金星凌日」，因為上一次發生在1882年的12月6日。如果錯過了這一次的金星凌日，2012年6月6日的觀測條件可能就沒有這麼好了，如果又錯過的話，就下輩子囉！

註1：本會天文雙月刊第30期有陳宗慶理事的大作「星空傳說 - 金星的故事」；第47期有蘇理事長的一篇「金星觀測史」，請各位會員參閱。

註2：倘若新會員沒有舊刊物，可以上網查詢：<http://www.khas.org.tw/default.asp>。

觀測金星

金星是最接近地球的行星，表面富含濃厚的大氣，反射度也佳，除了太陽和月球之外，她是夜空中是最明亮耀眼的星星，最亮時可達-4.4星等，因此，也是許多古文化膜拜的對象。我國稱它是「太白金星」，據說是玉皇大帝派遣來凡間託夢的使者；美洲的馬雅人還製訂了非常準確的金星曆；維納斯(Venus)在古羅馬代表美麗與愛情之神；古希臘人則稱她為阿佛羅黛緹(Aphrodite)。

金星是內行星，從地球望去，離開太陽的最大視角不會超過48°，因此金星通常在黃昏(我國民間又稱長庚星)或清晨(又稱啟明星)出現在西方或東方天空。從地球向金星觀測，可以看見金星的變象。當金星在太陽對面時(金星上合)，可以看見小的圓盤面，但因靠近太陽而觀測困難。之後漸變成凸月狀，因金星逐漸接近地球而變大，但凸月面越來越小，金星越來越大，終成新月狀，而至眉月狀，直到金星介於太陽與地球之間時(金星下合)，就看不見金星了。之後，由大的眉月形倒過來漸又變象至小圓盤狀了。

金星自轉的方面與地球相反，天王星及冥王星也相反，都是由東向西自轉。如果你能夠站在金星表面上，太陽是從西邊升起來，而從東邊落下的。另外，金星的自轉速率很慢，周期是243天，比它的公轉224.7天還要長，因此金星上面的一天，相當於地球上的117天。如果我們住在金星表面，一年來，太陽只會升落兩次。

金星表面的溫度其實高達485℃，低熔點的金屬像鉛、鋅、錫都會成為液態，大氣壓力是地球的92倍，雲是硫酸凝聚而成的雲，分佈在50公里到70公里的高空，因此也會下硫酸雨，但因為氣溫太高了，還未到達地面，硫酸就已經分解為水和二氧化硫。40公里以下的上空，空氣清新，熱浪迫人，但永遠濃雲密佈。地獄可能就是金星的表面吧！

金星因為自轉很慢，沒有造成輻射帶和磁場，又因為溫室效應使溫差範圍很小，基本上沒有明顯的晝夜及季節之分，也沒有地區的差別，因為都是覆蓋熔岩的廣闊平原，有幾百個大型的火山，以及十萬個小型火山分佈在金星表面，金星最高的山脈是馬克思威爾山，高11270公尺。

金星凌日

金星凌日每兩次為一組,相隔 8 年,但每一組卻相隔一百多年。因為金星的軌道與地球軌道夾 3.395 度角,發生金星凌日的地方一定是昇交點或是降交點,也就是地球與金星都要整整地繞完整數圈,才有可能再發生凌日的現象。金星與地球的會合週期是 584 天,也就是說金星繞完 2.6 圈(恆星週期為 224.7 天),地球繞完 1.6 圈時(恆星週期 365.2422 天),兩者再度會合的意思。但是這樣的會合與上次的軌道交點相去甚遠,不會發生凌日現象。但是到了八年後,金星繞轉 13 圈,地球繞轉 5 圈,又回到上次軌道交點的地方,又發生了凌日現象。

表一 1500-2500 年間的金星凌日

1518 年 5 月 26 日	1874 年 12 月 9 日	2247 年 6 月 11 日
1526 年 5 月 23 日	1882 年 12 月 6 日	2255 年 6 月 9 日
1631 年 12 月 7 日	2004 年 6 月 8 日	2360 年 12 月 13 日
1639 年 12 月 4 日	2012 年 6 月 6 日	2368 年 12 月 10 日
1761 年 6 月 6 日	2117 年 12 月 11 日	2490 年 6 月 12 日
1769 年 6 月 3 日	2125 年 12 月 8 日	2498 年 6 月 10 日

金星凌日的觀測

2004 年 6 月 8 日的金星凌日,在美國東部,太陽升上來的時候,金星已經開始在凌日了,我們稱為「日出帶凌」。而美國西部就看不見這一次的凌日。歐洲、非洲和亞洲的大部分地區,都能夠全程看見金星凌日。台灣則可見大部分的過程,日落的時候凌日還沒結束,稱為「日沒帶凌」。

表二 2004 年 6 月 8 日金星凌日凌的要素

	太陽	太陽每小時移動	金星	金星每小時移動
赤經	05h07m23.23s	+10.34s	05h07m23.23s	-6.55s
赤緯	+22°53'23".3	+12".99	+22°42'37".1	-43".87
視差	8".66		15".73	
視半徑	15'45".37		06".01	
赤經合：力學時 6 月 8 日 08h58m54.66s				

表三 2004 年 6 月 8 日金星凌日台灣預報

	時間	日心方位角	太陽高度角
初虧(外切)	08d13h11m48.8s	116.3	71.9
食既(內切)	08d13h30m40.5s	119.4	67.6
最近日心	08d16h14m15.9s	166.01	30.9
生光(內切)	08d19h00m00.9s	212.7	-4.3
復圓(外切)	08d19h19m23.1s	215.8	-8.2
最近日心時金星與日心距離：627".78			

註：上面二表摘錄自 2004 天文年鑑(台北市立天文科學教育館出版)

法國天文學家李根提(Legentil) 為了觀測 1761 年的金星凌日,提前一年坐船到印度去,但遇上了英法戰爭錯過了觀測時間。於是,他決定留在印度等待八年後的金星凌日。可是到了 1769 年 6 月 3 日,當金星要進入太陽盤面時,風雨交加,等到雨過天晴後,金星凌日現象已經完畢。他實在受不了這種打擊,因為再也不可能看見金星凌日了(因為必須再等一百二十幾年),鬱卒的結果病得很嚴重,痊癒後便收拾行李回法國。途中又經歷了兩次船難,兩年後才回到巴黎。到家之後,因為多年來與親人失去聯絡,大家以為他已經死在印度,所以繼承了他的財產,他變得不名一文。李根提實在是有夠倒楣,受到這麼大的挫折後,重新出發,再活了二十多年才去世。

測量天文單位

十七世紀英國著名的天文學家哈雷(Edmond Halley, 1656-1687)以及法國的狄力索(Joseph-Nicolas Delisle),提出一個利用金星凌日準確計算日地距離的方法,就利用金星凌日的觀測來計算天文單位的長度,得到很準確的結果。在地球上兩個不同的地方同時測定金星穿過太陽表面所花費的時間,再利用作圖的方式求出距離,後來與真正的金星凌日的觀測值相差了一點點。在哈雷之後,金星凌日共出現四次,分別是 1761 年的 6 月 6 日、1769 年的 6 月 3 日、1874 年的 12 月 9 日和 1882 年的 12 月 6 日,還有這一次 2004 年的六月八日,哈雷出生之前的金星凌日是在 1639 年的 12 月 4 日。哈雷並沒有觀測過金星凌日。而羅蒙諾索夫在 1761 年觀測金星凌日時,發現「黑滴」的現象,推斷說:金星表面有大氣層。

這一項天文測量,最主要是依賴準確的計時,哈雷還寄望計時的準確度達到 500 分之 1,因為要在地球上不同的地點測量金星的剪影進入及離開太陽邊緣的時間,難度自然很高。可惜,這樣的方法有實際上的困難,因為太陽光通過行星濃密的大氣層(金星邊緣)時會造成光暈的現象,還有各種光學上的影響,嚴重扭曲了金星的形狀,這樣的現象是「黑滴 (black drop)現象」。在金星與太陽邊緣相互接觸,或者是要離開的時候,會有好幾秒鐘,金星就像阿米巴一樣,膨脹得像水龍頭滴下來的水滴一般,使得測量的準確度大受影響。天文學家有了這一次的經驗,好好去思考他們得到的結果與方法,下一次的金星凌日(1874 年與 1882 年),他們的測量就準確無比了。

1761 年 6 月 6 日與 1769 年 6 月 3 日的金星凌日,首度被準確地預測,天文學家們都忙著測量地球到太陽距離,也就是「天文單位(Astronomical Unit, AU)」。因為知道天文單位的準確長度,就可以藉由刻卜勒第三定律來獲得其他八大行星的距離,當時,科學家根本不知道九大行星離太陽的準確距離。

刻卜勒第三定律可以用一個式子來表示:

$$\frac{R_e^3}{T_e^2} = \frac{R_p^3}{T_p^2}$$

上面的式子中, R_e 是地球離太陽的平均距離, T_e 是地球繞太陽公轉一週的週期; R_p 是太陽系任何一顆行星的距離, T_p 是行星的公轉週期。例如說地球距離太陽的距離為 1AU(約 149,597,870 公里),公轉週期為一年(365.2422 天),那現在觀測金星,知道它的公轉週期為 0.6125 年,我們就可以從上面的式子得到金星與太陽的距離

(0.7233AU)。但是如果開始的天文單位不準確，算出來的行星軌道半徑(也就是離太陽的距離)當然也就不會準確了。

恩克(Johann Franz Encke, 1791-1865)是德國溪堡(seeberg)天文台的主任，他為了追求天文單位的準確值，徹底地分析 18 世紀金星凌日的觀測數據，並在 1824 年宣稱一個天文單位等於 $153,340,000 \pm 660,000$ 公里，比現代的值(149,597,870 公里)大了 2.5%。他宣稱 1874 年和 1882 年的金星凌日，他要測量到世界最準確的時間，但首先他得克服黑滴現象所造成的誤差。

Encke 發表他測量天文單位的數值之前，德國首屈一指的天文學家貝塞爾(Friedrich Wilhelm Bessel)提出有趣的結果，他說任何兩位觀察者去計時同一個事件，都不會完全一致，至少也會有十分之幾秒的誤差，他認為這是個人的心理及生理因素所造成的，像視覺的敏銳、反應時間、以及手眼的協調性都有關係。不同的人去做同樣的觀察時，都必須好好考慮這些因素。

為了解決 1874 年以前金星凌日，因為黑滴現象以及觀測者個人視覺因素所造成的誤差，天文學家以器材模擬金星凌日，例如法國伍爾夫(Charles Wolf)就在 Luxembourg Garden 的一個圖書館的窗戶上裝置一組燈泡和屏幕，而觀察者就在巴黎天文台附近用望遠鏡觀察黑影的移動，來練習計時；美國也有人在華盛頓的海軍天文台安裝金星凌日模擬器。

紀錄金星凌日的新工具 - 旋轉式照相機

1874 年金星凌日前，照相技術發達了，照相似乎可以忠實地紀錄下來凌日的現象，不容易受到觀測者眼睛特性的影響，而且也更為方便了，照相可以在現象發生之後，慢慢用來做的測量與研究。

歷經 1874 年金星凌日的照相之後，照相就被認為是紀錄真實現象最好的方法，尤其是短暫的接觸現象，也因此天文單位獲得更準確的數據。來自全球的國家(像法國、英國、美國、還有蘇俄及德國的一部份)都派遣天文學家攜帶相機來測量和照相。

許多業餘的天文學家增補這些探險的結果，並且有私人基金資助。英國的天文慈善家 Lord James Ludovic Lindsay 提供一艘三桅帆船，金星(Venus)號，以及天文觀測設備，讓 David Gill 領導一群天文學家前往模里西斯(Mauritius)進行金星凌日的觀測，後來，Gill 成為位於南非好望角的皇室天文學家。

業餘天文學家通常都採用間接觀測的方法，也就是透過目鏡將太陽投影在白色屏幕上做觀測，這是快又有效的方法。1874 年全孔徑的太陽濾鏡是一塊毛玻璃，很少人願意去燻染貴重的光學器材，更沒有人願意去燻染物鏡。因此，直接觀測都是用一片半透明的稜鏡，從光徑的中間截取掉大部分的光線和熱量，使到達目鏡的光線可以直接觀測，然而，使用有色的玻璃濾鏡，讓足夠的光和熱透過來做安全的觀測也是必要的。曾經有觀測者以深色的玻璃觀測太陽，結果爆裂開來，非常危險。

大部分照相者，都是紀錄金星剪影通過太陽表面的過程，隨後再慢慢測量。意謂著光線傳達這麼遠的距離沒有被彎曲或扭曲，有許多底片過度曝光，大部分都不能用，案也有少部分相片是成功的。

Janssen 的旋轉式照相機

1874 年紀錄金星凌日的過程中，最有創意的就是法國天文學家 Pierre Jules Janssen 所發明的，他年輕的時候因為車禍而殘廢，但拒絕平淡的生命，使生命多姿多采，同事都叫他「確認短暫現象的高手」，尤其是日食，他也是日食最熱衷的追趕者之一。1868 年 8 月 18 日在印度的 Guntur，他就與英國的 J. Norman Lockyer 獨立發現一個研究日珥的方法，他透過分光徑的狹縫來觀察太陽的邊緣，1870 年 12 月因為普魯士人的包圍而受困於巴黎，但他用熱汽球逃到阿爾及利亞的 Oran 去觀察日食，但卻是烏雲密布。

凌日的短暫現象正是 Janssen 的專長，而凌日就像縮小的日食，他就設計一個精巧的儀器 - 旋轉式照相機，用來記錄金星在太陽表面的切點影像，時常被簡稱為「Janssen」，機械裝置是由兩個有溝槽的圓盤所組成，大的有 12 個狹縫，較小固定的圓盤有一個狹縫，後者形成一個窗口，只讓一小部份的太陽影像進入到底片上，較大的圓盤在前面轉動，就好像 Colt 左輪手槍。

很快就拍到一系列的相片，Janssen 希望這些相片中能夠有一張是恰好拍到金星邊緣與太陽邊緣接觸的一剎那，他的設備後來被公認是 Louis-Jean 和 Auguste-Marie Lumiere 發明的電影沖洗的先趨，當然他自己也在攝影棚拍攝第一部影片。

1874 年失望的金星凌日

1874 年 12 月 9 日的金星凌日，當然全世界都在看。Janssen 與法國一個觀測小組前往日本長崎，雖然有好幾項設備被英國觀測隊伍借走，但他們仍是唯一用旋轉式相機拍攝金星凌日的法國團體。還有，由 George Davidson 領導的美國隊伍，他們觀測的地點，離後來 1945 年原子彈爆炸的地點不遠。在 1877 年發現火星的衛星的 Asaph Hall，則帶領一支美國隊伍前往蘇俄的 Vladivostok 觀測金星凌日。

1874 年的金星凌日照相，因故卻無法比 18 世紀來得清楚，可能是因為光學品質更高的緣故吧？而靠視覺觀測的人仍舊是令人懊惱的結果。照相紀錄的結果和肉眼觀測的結果相比較，二者都一樣捉摸不定。因為 Janssen 的擴散又扭曲的影像並沒有比肉眼觀測的還好，難怪有人開始嘗試手動照相，而不祈求金星經過太陽表面的完美過程了。這些元兇應該就是地球大氣層的翻攪了。

1881 年在巴黎召開的國際會議，討論 1874 年金星凌日得到的結果，並且為 1882 年來做準備。一般都承認旋轉式照相並沒有預期來得理想，格林威治天文台主任 George Biddell Airy 最後結論說：用旋轉式照相的方法來記錄金星凌日是可靠的方法。讓大家對旋轉式照相的熱情大大消退。

在這樣的情況之下，實在很難寄望會得到天文單位精準的數值，此外，在 1882 年之前，旋轉照相的技術用來決定天文單位的長度，似乎不是最好的紀錄方法了。另外一個方法就是利用火星接近地球的時候，利用它對背景恆星的視差運動來測量距離，David Gill 在受到金星凌日觀測的挫折之後，在 1877 年轉而前往南非的孤島 Ascension 去觀測火星的距離，結果與現代精確的數值相比，只有 0.2% 的誤差，比計算金星凌日好太多了。

1882 年的金星凌日 - - 代結語

考慮金星凌日的觀測在歷史上的地位，以及鼓勵天文學家繼續觀測，一些政府以大量的資金資助 1882 年金星凌日的觀測，卻也因此，使 1882 年的金星凌日在歷史上據有重要的地位。紐約時報痛批美國海軍天文台還跑到遙遠的地點進行觀測，因為美國本土就看得到了啊！

事實上，1882 年的觀測結果對科學來講並不是很重要，重點是如何及於大眾化，紐約時報又報導說：這是第一次讓沒有受過天文訓練的大眾都能夠觀測金星凌日，也是第一次以毛玻璃展現金星凌日的情景。

這一次觀測 2004 年 6 月 8 日的金星凌日，對於科學不會有更深入的理解，也不會對天文單位的長度有更精密的數值，但這樣短暫的現象有可能終其一生再也沒有機會見到第二次，因此對於稀少天象的一種見證可能是大眾觀測的意義吧！海軍天文台的 William Harkness 說：下一次金星凌日來臨時，科學怎麼說？可能只有上帝才知道。

93 年 5 月 5 日月全食

蘇明俊(本會理事長)

一、食的現象

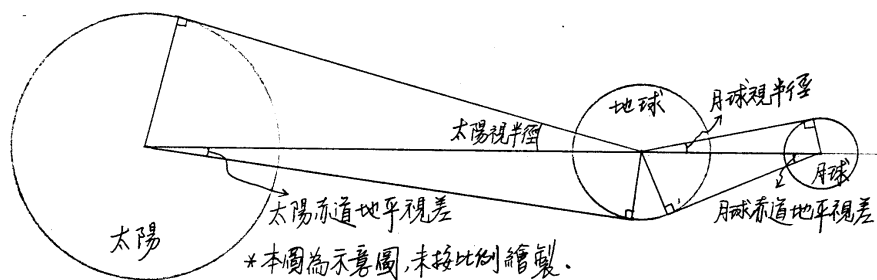
	時 間	北極方位角	月球位置 (經度)	月球位置 (緯度)	月球位置 (方位角)	月球位置 (高度角)
月出時刻	4d17h53m				105.1°	0°
半影食始	5d01h50.8m	101.7°	+176°45.2'	-23° 24.8'	221.4°	40.8°
初 虧	5d02h48.2m	95.3°	+156°24.2'	-23° 24.7'	232.9°	31.1°
食 既	5d03h52.0m	72.3°			242.1°	18.8°
食 甚	5d04h30.1m	22.8°	+137°3.5'	-23° 24.3'	246.5°	11.1°
生 光	5d05h08.3m	333.2°	+11°44.2'	-23° 23.8'	250.2°	3.2°
月沒時刻	5d05h26m		+97°21.5'	-23° 23.0'	251.8°	0°

- 1.本表數據為台北市立天文科學教育館預估之本地時間。
- 2.此次月全食台灣不能見復原及半影食終的現象，稱為「月沒帶食」。
- 3.赤經衝的時間: 93 年 5 月 5 日 04 時 44 分 58.80 秒。

二、食的要素

	太 陽	月 球
赤 經	02h 48m 58.04s	14h 48m 58.04s
赤 緯	+16° 15' 01".3	-16° 35' 38".0
視 差	8".72	1°00' 41".03
視 半 徑	15' 51".48	16' 32".16

- 1.太陽在一天文單位時：視差 8.8"，視半徑 15'59.6"；
- 2.月亮平均赤道地平視差：57'02.6"，平均視半徑 932.59"。



*本圖為示意圖;未按真實比例繪製。

三、先猜猜看

- 1.今天(93/05/05)的月亮從那個方向升上來?
正東方 東方偏南 22° 東方偏北 22° _____。
- 2.今天(93/05/05)月亮東升的時間是
正好下午六點 下午六點以後 下午六點以前
- 3.今天(93/05/05)發生月全食
今天農曆一定是十五日 今天農曆不一定是十五日
今天一定是「望」(滿月) 今天不一定是「望」(滿月)
- 4.今天(93/05/05)的月全食，開始缺角(初虧)時，月亮從哪一個方向開始缺角？
左上方 左下方 右上方 右下方
- 5.今天(93/05/05)的月全食，復圓之前，缺在那一邊？
右上方 右下方 左上方 左下方
- 6.今天(93/05/05)的月全食，發生在哪一個方向的天空？ 東南方 西南方 南方
- 7.今天(93/05/05)的月全食食甚時，最大食分為 1.309，表示食甚時的月亮：
在地球影子的中央 在地球影子中央的下方

四、初虧時，月面從哪個方向開始缺角？

在天上，滿月時的月亮是一個圓盤面，對於缺角的方向，我們應如何表示她的邊緣位置呢？一般在天文觀測時，我們都以「北極方位角」來描述。

面向月亮觀察，月面朝北的方向定為 0 度，向東的方向是 90 度，向南的方向是 180 度，向西的方向則是 270 度。以恰在中天子午線的滿月為例：上方(北方)是 0 度，左方(東方)是 90 度，下方(南方)是 180 度，右方(西方)是 270 度(方向以天球北

極為準)。

從地球向月球望去，我們將發現月球由右向左進入地球的影錐之中(如圖)，反過來說，地影由左向右食去月面。因此，月全食通常由東方先缺角，在中天時，缺角處在左方(東方)，如果在東方地平附近發生月全食，就幾乎從下面開始缺角，因為下面是東方啊！此次月全食預測初虧的「北極方位角」是 95.3 度，缺角的方向應該是月亮靠近東方(90°)再往南偏 5° 角，也就是東方偏南一點點的方向開始缺角。而發生初虧的時間是凌晨 02:48.2，我們可以預測滿月時的月亮，通過中天子午線時，大約是午夜 12 點附近，因此整個月全食的現象發生在西南方的天空，又因為月沒的時候，月亮還沒有復圓，我們稱它為「月沒帶食」。

伍、93/5/5 日的月亮從哪裡升上來？

五月五日的太陽已經到達北半球，滿月的月亮在地球的另外一邊，太陽直射北半球的話，月亮就直射南半球。我們可以看見太陽從東北方升起(東方偏北 18°)，滿月就從東南方升起(東方偏南 22°)。如果太陽、地球、月亮三者對得很準的話，那麼滿月應該是偏角 18° ，除了三者不可能完全對齊之外，還要考慮黃道面與白道面 5 度半的夾角。

春分(3 月 21 日)時，太陽直射赤道，對面的滿月也會直射赤道附近，高雄的太陽從正東方升起，正西方落下，對面的滿月，應該也在赤道附近。夏至(6 月 21 日)的時候，高雄的太陽從東方偏北約 25.5 度的地平線升起(直射北回歸線)，滿月則恰在地球的另一面，從東方偏南約 25.5 度的角度升起(仍需考慮白道面與黃道面的夾角)，太陽一個月之後(4 月 21 日)，會移動大約一半(13°)，從東方偏北 13° 的方向升起，5 月 5 日就達到 18° 了，而月亮東升的方向，加上白道面的交角就是 22° 。

六、為何發生月全食？

「食的要素」主要在描述產生月食的因素。月食只能發生在望日(不一定是農曆 15 日，今年的五月五日還是農曆 17 日呢!)，不可能發生在其他日子裏，也只有當滿月發生在白道與黃道的交點附近時，才会有月食。

太陽赤經的位置與月球赤經的位置恰相差十二小時(如表二)，意即地球(觀測者)在太陽與月球的中間，並且三者成一直線。至於赤緯的位置：由於地軸的偏斜，赤緯的度數並非相同；若恰成一直線的話，日月所在的緯度應該相同，而正負值相反，並且一定是通過地影中心的「月全食」。今天月亮的緯度比太陽赤緯的負值低約

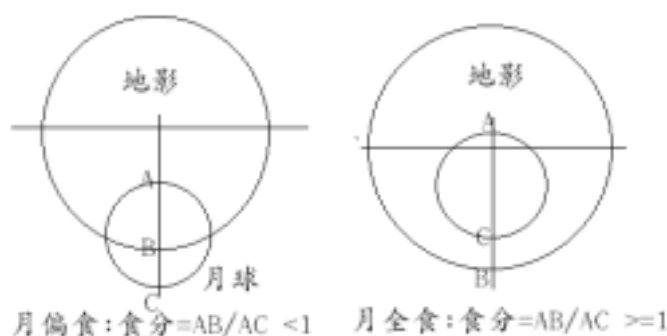
20'30"，相當於 0.34 度而已，與地球的影子半徑 0.7627 度相比，小了很多，意思就是：月面的中心在食甚時，恰好在地影中心下方，月面不出地影，而成月全食了(請參閱本會發給會員之 2004 天文年鑑 156 頁)。

「視差」(太陽或月球的赤道地平視差)可以知道星球距離的遠近。太陽在一天文單位時，視差 8".8，今天則是 8".72,可知離地球稍遠。而月球的平均赤道地平視差是 57'02".6，今天則是 1°00'41".03,表示月球離地球稍近。

七、什麼是食分 1.309？

食分的計算是將月面進入地影的深度與月面直徑的比值。食分為 AB / AC ，其值小於一，是月偏食，如上圖一左；其值若大於一，是月全食，如上圖一右。

食分 1.309 的意思，表示此次月全食食甚的時候，月亮中心通過地影中心下方，月亮的邊緣不出地影，並且離開地影邊緣大約月亮半徑。



八、月全食時，月亮看得見嗎？ - - 古銅色的月亮

答案是肯定的，並且呈現古銅色(紅色)的月面！

月全食的月亮完全進入地影之中，由於太陽、地球、與月球三者的位置關係恰成一直線，太陽光透過地球大氣層時所發生的散射現象(將波長較短的藍光散色掉)，可以使太陽光呈現紅光，並且因為折射使光線向內偏折到達月球表面，因此，我們仍然可以看見月球，並且呈現古銅色。

至於光學如何解釋月球呈現古銅色呢？它的答案與「為何天空呈現藍色？」及「為何日落的太陽呈現紅色？」的答案是一樣的。由於地球大氣中的微粒(例如氣體分子、塵埃、水滴等粒子)對太陽的光線形成「散射(Scattering)」現象，使藍光(及波長短的光線)散射到四面八方，而紅光(及波長長的光線)則繼續直進到達躲在對面的滿月，造成古銅色的月面。當然，還有一個光學現象也同時發生，那就是「折射(refraction)」現象，太陽光因為經過地球的大氣層，而使光線向內彎曲，否則也到達不了月面了。

2004 年雙彗星

- C/2001 Q4 NEAT & C/2002 T7 LINEAR

蘇明俊

今年上半年來了兩個偉大的彗星，而且還同時出現在夜空中，如果都亮到肉眼可見，那就真是世紀奇觀囉！但請別忘記，歷史上也有惡名昭彰的彗星，例如 1973 年 12 月底的 Kohoutek；1940-41 年的 Cunningham 彗星；1990 年的 Austin 彗星，都是來勢洶洶，起初都有世紀大彗星的趨勢，最後卻雷聲大雨點小的收場，鼎鼎大名的哈雷彗星這一次回歸(1986 年)也表現得乏善可陳。天文學家依據觀測的資訊來作預測，但是彗星的亮度變化卻一直令人捉摸不定，你知道為什麼嗎？

一、發現 C/2001 Q4 NEAT 彗星

2001 年 8 月 28 日 IAU 宣佈發現這一顆彗星(IAU Circular 7695)，近地小行星搜尋(Near-Earth Asteroid Tracking, NEAT)的任務主要在搜尋威脅地球安全的小行星，但經常會發現彗星，2003 年就發現了 12 顆非週期彗星(來一次就一去不復還了！)。C/2001 Q4 NEAT 彗星(C/代表非週期性彗星，2001 表示發現彗星的年份，Q4 表示在八月份下半個月發現的第 4 顆彗星，NEAT 表示發現者或單位)在南加州帕羅馬山的海爾天文台發現，2004 年 5 月 15 日通過近日點，距離太陽只有 1.439 億公里(約 0.98AU)(AU 是天文單位，表示地球軌道的平均距離)，5 月 9 日時，離開地球只有 0.32AU。剛被發現的時候，距離太陽 16 億公里，離太陽約 10AU(約土星軌道之外)，亮度只有 20 等(這比肉眼可見最暗的恆星還要暗 398000 倍)，猜測它很大且活躍，因為它的亮度迅速攀升，2003 年 9 月時已經達到 12 等。

它的軌道是拋物線，因此是一顆新鮮的彗星，2004 年初，它從印地安(Indus)座彎曲地進入巨杜鵑座，4 月初肉眼可見，經過小麥哲倫雲北方 7°的天空，三週後離開大麥哲倫雲約 10°，2004 年 5 月 7 日離地球最近，只有 4830 萬公里(約 0.32AU)，從大犬座經巨蟹座，月底進入大熊座。5 月 15 日距離地球 0.96AU，約 2 等星。五月份期間，北半球就比較看得見，五月初，在南天的繪架座，快速經過天鵝座，5 或 6 日最亮(0.9 等)的時候，位置在大犬座的尾部(天狼星東南)，但因接近太陽很難看見，10 日經過天球赤道，朝北方前進，麒麟座、小犬座、巨蟹座，且亮度減弱，15 日過近日點時，亮度約 1.4 等，位於鬼宿(M44)附近，但在五月底仍舊比五等星還亮，使用

雙筒比較容易觀測。7 到 8 月份經過北斗七星到達小熊座附近，也就是接近北極星的地方，但是望遠鏡必須更大才行，因為亮度已經在八等以下了。

Andreas Kammerer 預測：Q4 五月初過近日點時，最大亮度將達到 2.5 等，彗頭約 40 弧分，彗尾可達 10 度。但是，國際間對它的亮度的預測越來越趨於保守，最大亮度應只有三等左右。

二、發現 C/2002 T7 LINEAR 彗星

林肯近地小行星計劃於 2002 年 10 月 14.42 日時，宣佈在影像上發現一個小行星，亮度 17.5 等，位置在御夫座到金牛座之間，十月份就有許多天文台觀測這一個影像。P. Birtwhistle (Great Shefford, U.K.) 在十月 28.0 日時使用 30 公分的 Schmidt- Cassegrain 天文望遠鏡接上 CCD 進行觀測，發現它比其他相同亮度的恆星還要弱。T. B. Spahr (Whipple Observatory, Mt. Hopkins) 則於 10 月 29.4 日時使用 1.2 公尺直徑的反射式望遠鏡，也接 CCD，發現它已經有一點擴散，全部的星等為 17 等。IAU 在 2002 年 10 月 29 日發出第 8003 號通告，宣佈它是一個彗星，命名為 C/2002 T7 LINEAR 彗星，此時它離開太陽 7AU。C/表示非週期性的彗星(P/表示週期彗星)，2002 表示發現的年份，而 T 7 表示在十月份上半個月發現的第七顆彗星，LINEAR 表示發現者或單位。

Marsden (Central Bureau for Astronomical Telegrams) 從 10 月 12 日到 29 日的期間選取 88 個位置數據，並於 2002 年 10 月 29 日公佈彗星的軌道，軌道是拋物線，近日點的日期是 2004 年四月 23.69 日，但是，後來證實了彗星的軌道是雙曲線，近日點日期為 4 月 23.08 日，此時距離 9100 萬公里(約 0.61AU)。

彗星在 2003 年間逐漸變亮，雖然 11、12 月腳步加快許多，二三月的星等估計 14 等、八月底達到 13 等，十月起就比 12 等還亮，更多觀測者提出觀測報告，年底已經達到 8 等了，彗尾估計約有 3 到 4 弧分。

2003 年底，許多人預測 2004 年 5 月變得很亮，CBAT 是官方的彗星情報中心，估計五月 17-19 日達到 0.3 等，因為距離只有 0.27AU。許多天文學家都認為 2004 年的 4-6 月之間會在肉眼可見的亮度(至少 6 等)。日本人 Seiichi Yoshida 指出最大亮度將達到 1 等。Terry Lovejoy 不願做預測，但他注意到 12 月 12 到 20 日間 SOHO 拍到的照片顯示彗星的水昇華很快，使彗星變得更亮，這個變亮的程度有可能使彗星在到達近日點之前(2004 年 4 月底)變暗得很快。德國業餘天文學家 Andreas Kammerer 推測 2004 年五月間可以達到 0 等。

2004 年一月份到四月份都在雙魚座遊走，其中三月中旬會有三週進入太陽光中而不可見，接著南半球就會在清晨看見它的蹤跡，二月中，很多觀測者已經注意到亮度不如預期地快速增強，二月的上半月根本就沒什麼改變(都大約 7 等)，亮度增加的速率已經減緩。德國業餘天文學家 Maik Meyer 懷疑可能因為去年十月的突然變亮而

今亮度減弱。歷史上也有惡名昭彰的彗星，例如 1973 年 12 月底的 Kohoutek；1940-41 年的 Cunningham 彗星；1990 年的 Austin 彗星，都是來勢洶洶，最後雷聲大雨點小收場。有可能 LINEAR 也會步上聲名狼藉的後塵。五月份下半月從雙魚座進入鯨魚座，再到波江座，此時傍晚可以看見它的蹤跡，大約 19 日彗星離開地球不到 0.27AU，並達到最亮。

一般認為它是首度離開彗星的故鄉 - 歐特雲(Oort Cloud)，非常「新鮮」，它的亮度非常集中，彗核的亮度與總亮度相差無幾，與著名的海爾報普彗星很像，期待它即將成為新的「世紀彗星」。台灣最佳的觀測時機是 2004 年 2 月下旬之前(6-8 等，黃昏時出現在西方天空)，以及 2004 年 6 到 8 月(3-10 等，黃昏時出現在西方天空)。觀測時，可以注意彗髮、彗尾的變化，它對於了解太陽風力子的密度、方向的變化，以及太陽磁場切瓣層的位置、對彗尾的影響等都很有價值。

編按：有關雙彗星的位置，請參閱本會天文教育雙月刊第 1 期。

本會將辦理彗星觀測活動，請密切注意相關訊息。

歡迎新會員及財務報告

- 一、會員繳費：林靖凱 500、劉冠緯 500、廖奕安 300(學生會員)、蔡奇瑾 700、蔡延秀 500、翁慶才 500、劉美惠 500、郭秋桃 500、劉克修 500、葉雅文 500、黃英捷 500、劉健成 500、張允明 500、何金滿 500、黃禮經 1000(500 年費,500 贊助)、楊天行 1000(贊助)、許瀚仁 300、謝育翔 300(學生會員)、黃嘉崑 500、賴錦郎 500、蔡玉峰 500、曾申禧 500、林恩雄 1000(500 年費,500 贊助)、張欽城 3000(贊助)、吳秀莉、陳婷婷、陳敏敏合計 1500 元。
- 二、財務報告：截至 4/8 共結餘 \$59578。(包含部分親子天文營收費在內)
- 三、請所有會員及會友注意：九十三年度會費 500 元(學生 300 元)，請盡速劃撥。新入會者請另加「入會費」200 元，均請以劃撥方式繳款(劃撥帳號：42017622，戶名：高雄市天文學會。)
- 四、若會員有繳交會費或捐款，而未刊載、遺漏、或未收到雙月刊者，均請與總幹事鄭文光聯絡(7655301)或會務中心(3131894)詢問。

宇宙膨脹實驗

陳月妹整理

● 實驗

- ∞ 步驟一：在氣球上以筆做「距離頂點 1、2、3、4、5 cm」的點，為每個點命名為 a、b、c、d、e 或 ㄅ、ㄆ、ㄇ、ㄏ、ㄏ均可。
- ∞ 步驟二：將氣球吹大，壓 3 次打氣筒後量各點間距離 登記；再壓 3 次打氣筒後再量各點間距離 登記
- ∞ 步驟三：將數據繪圖「橫座標為距離，縱座標為壓打氣筒的次數」 看圖說故事（根據你所繪的圖解釋實驗結果）

● 原理：哈伯定律是哈伯（第一個太空望遠鏡以他為名）於 1920 年觀測星系距離和遠離速率後，做出關係圖（右圖）所得到的相關式。請利用哈伯的觀測資料（右圖）和下列提供的說明，計算宇宙年齡有多大？（需列出計算過程，答案請以 $X.XX \times 10^X$ 表示）

- 哈伯定律 $V = H_0 d$ （ V ：星系遠離速度； H_0 ：哈伯常數； d 星系距離）
- 提示： H_0 由圖計算求得（一秒差距 = 3.1×10^{13} km）。哈伯定律假設宇宙自大霹靂爆炸後，往各方向都保持均勻速率的膨脹，而 $t = d / V$ 。求出 t （宇宙年齡）= ？
- 本圖 H_0 約在每百萬秒差距 50 ~ 100 km/s

$$D / C \text{ 例：} (62500 \text{ km/s}) / 600 \text{ 百萬秒差距}$$

$$= [(62500 \text{ km/s}) / 600] / \text{百萬秒差距}$$

$$(104 \text{ km/s}) / \text{百萬秒差距}$$

$$E / C = (42500 \text{ km/s}) / 600 \text{ 百萬秒差距}$$

$$= [(42500 \text{ km/s}) / 600] / \text{百萬秒差距}$$

$$(70 \text{ km/s}) / \text{百萬秒差距}$$

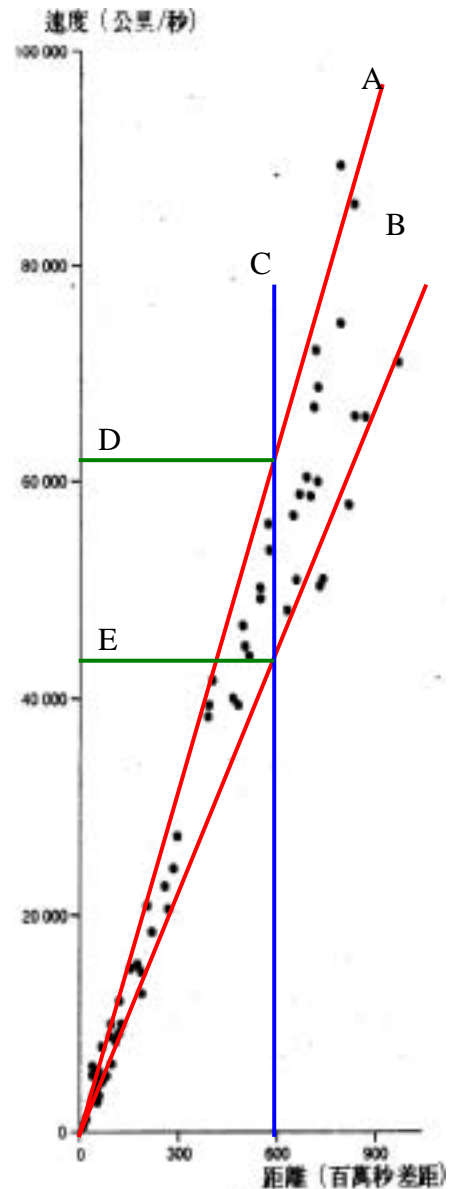
$$\text{約 } (70 \sim 100 \text{ km/s}) / \text{百萬秒差距}$$

$$t = d / V = d / H_0 d = 1 / H_0 = 1 / [(50 \text{ km/s}) / 10^6 \times 3.1 \times 10^{13} \text{ km}]$$

$$= (3.1 \times 10^{19} \text{ km}) / (50 \text{ km/s}) = 0.62 \times 10^{18} \text{ s}$$

$$= 0.62 \times 10^{18} \text{ s} / 60 \text{ s} / 60 \text{ min} / 24 \text{ h} / 365 \text{ d}$$

$$= ? \text{ year}$$



高雄市天文學會第八屆第五次理監事聯席會議記錄

開會時間：民國九十三年四月十日(星期六) 20:00P.M.~22:00P.M.。

開會地點：大華嚴寺(本市建國三路 297 號 12F)。

出席人員：蘇明俊、張允明、莊明陽、邱南英、陳月妹、林志峰。

請假人員：胡基鐘、掌中明、鄭鴻生、林子端、李碧宗、陳宗慶。

列席人員：無。

主席：蘇明俊

紀錄：鄭文光

主席致詞：今年(2004)最重要的天象莫過於「金星凌日」了！因為上次發生的時間是在 1882 年，換句話說：目前活著的人，還沒有人見過這樣的天象呢!! 各位理監事們熱心參與天文學會的會務工作，想必希望對天象消息能有深刻的理解。由於應付演講及雙月刊稿件，趕在理監事會議之前完成了一篇草稿 - 「金星凌日」，希望同時能夠對於理監事們有所貢獻，因此，這一次理監事會議先安排我來做專題報告，題目當然就是金星凌日，也請大家能在天文教育的推廣上為社會大眾盡一份心力。

主管機關及來賓致詞：(無)

報告事項：

1. 專題報告---主題：金星凌日；報告人：蘇理事長明俊。

報告內容：前言、歷史上對金星的觀測、金星的物理性質、史上的金星凌日觀測、金星凌日的重要現象、本次金星凌日的觀測重點、結語等。(參考資料省略，請自行參閱本會天文教育雙月刊第二期)

2. 總幹事工作報告---

(1) 2004 年各重大天象活動

A. 彗星：2002T7 與 2001Q4 兩彗星，雖然目前的亮度不如預期，但仍密切注意中，將視民眾反應，在五月份時機動辦理彗星觀測活動。

B. 月全食：於 5/4 PM7:00-10:00 假港和國小辦理天象解說及月面、行星觀測活動
5/5 AM1:00 起，至日出前進行月全食天象觀測。

C. 金星凌日：於 6/8 下午一時起，假港和國小辦理觀測及解說活動；另外，中山高中也同時辦理相關活動。

(2) 大眾天文科學講座：目前仍未定，將續請港和國小與教育局協調。

(3) 親子天文營活動：將在 4/24、25 於墾丁地區舉行，目前還有一些缺額，將再持續努力。

(4) 第六屆海峽兩岸天文推廣教育研討會預計將於 7 月 10~17 日，假福建省舉行。本屆研討會主題為「讓天文學走進公眾」。不管有沒參與論文發表都歡迎參與本交流行程。另外，立榮航空是否有提供高雄-金門，再坐船往廈門的行程，將再電話查詢；並進行本次交流團員的招收工作。

四、提案討論

1. 提案一：上海、北京、天津天文學會訪台交流行程。(理事陳月妹)

決議：目前預定為 8 月 15~22 日，因論文發表(8 月 16,17 日)期間適逢高中輔導課期間，需由學會發函各參與學校，以利學生及帶隊老師請假事宜；但若能協調高師大科教中心與大陸方面：將來台行程改為 8 月 13~20 日，論文發表時間改為 8 月 14~15 日，則不需要再發函至各校。

2. 提案二：與工博館、港和國小合辦的天象教學研習活動，邀請更多老師參與。

(蘇理事長明俊)

決議：委請港和國小協助查詢目前研習公文傳遞過程與研習報名方式是否合宜。

3. 提案三：親子天文營活動宣傳與各項收費標準。(總幹事鄭文光)

決議：加強與各報社、媒體的聯繫，以傳播活動訊息。活動經費的運用以不透支為首要原則；而費用的收取也應朝更“平價”，減輕參與團員經濟負擔為努力方向。

五、臨時動議

推選下次會議召集人：理事林志峰，並將選在週五晚間 P.M.7:30 召開，以提高出席率。

請總幹事與邱理事南英研商前往大崗山渡假村召開理監事會議的事宜(例如開會的時間與經費)，除提高出席率外，同時辦理家庭式的休閒活動，以聯絡理監事們的感情。

六、散會：(PM10:00)

紀錄簽署人：蘇明俊

高雄市天文學會

參與九十三年教師科學研習暨大眾科學講座活動表

(樓頂招樓腳、阿姑招阿爸、攏來站戲棚腳)

日期及時間(93年)	主 題	主講人	承辦學校及活動地點
4月17日(星期六) 8:20-12:00	彗孛流隕的科學面貌、恆星眨眼找行星	孫維新教授 (中央大學)	高雄市立中山高中
4月24日(星期六) 14:30-20:00	下午專題演講:紅色的滿月~談日月食; 夜間觀星	蘇明俊 (本會理事長)	國立科學工藝博物館
4月24-25日 (星期六、日)	墾丁親子天文營	領隊:鄭文光 (本會總幹事)	日:3212688 顏聰和 夜:7655301 鄭文光
5月4日(星期二) 19:30-20:30; 1:51-7:09am	紅色的月亮(晚上專題演講、清晨 1:50-7:10 月全食觀測)	蘇明俊 (本會理事長)	高雄市立天文科學教育館(港和國小內)
5月15日(星期六) 14:30-20:00	金星凌日、實際及夜間觀測	蘇明俊 (本會理事長)	國立科學工藝博物館
5月22日(星期六) 8:30-12:30 ; 13:30-17:30	四季星座	蘇明俊 (本會理事長)	國立科學工藝博物館
未定(五月底六月初)	彗星觀測活動 (NEAT&LINEAR 雙彗星)	本會幹部	墾丁關山蓮莊
6月8日(星期二) 13:13-落日	金星凌日(專題演講) 暨金星凌日觀測活動	蘇明俊 (本會理事長)	高雄市立天文科學教育館(港和國小內)
6月12日(星期六) 14:30-20:00	卡西尼號與土星、夜間觀測(中小學種子教師研習)	陳輝樺 (自然科學博物館副研究員)	國立科學工藝博物館
暑假期間活動預告			
93年7月10日至7月19日	第六屆海峽兩岸天文教育研討會(在福建省福州市舉行)	歡迎本會會員及會友參加本會組成的參訪團,如果要發表論文更加歡迎(從金門到廈門,快又便宜喔!)	
93年7月21日至25日	港和天文研習營	歡迎高高屏地區的國小學童報名。	
93年8月15日至8月22日(共八天)	上海市、北京市、天津市天文學會青年學生台灣參訪團	本會邀請友會-上海、北京、天津之天文學會組織青年學生訪問團60人來台參訪,由本會全程接待,其中8月16日在高師大燕巢校區辦理學術研討會(歡迎參加)。	

若有變動即刻公佈於「落日華表天文教學網」<http://www.nknu.edu.tw/~gise/sky/index.html>