

Richard M. Sutton  
The **PHYSICS**  
of **SPACE**

太空物理

梁乃崇 程斌 譯

太空科學叢書

# 太空物理

(*The Physics of Space*)

查理·M·蘇頓 著

梁乃崇 程 斌 譯

---

幼獅翻譯中心太空科學叢書之6

# 太 空 物 理

(*The Physics of Space*)

著 者：查 理 • M • 蘇 頓

譯 者：梁 乃 崇 程 斌

主 編 者：幼 獅 翻 譯 中 心

出 版 者：幼 獅 文 化 事 業 公 司

發 行 者：幼 獅 書 店

印 刷 者：高 長 印 書 局

台 北 市 大 同 街 一 一 九 號

總 經 銷：幼 獅 書 店

台 北 市 延 平 南 路 七 十 一 號

郵 政 劃 撥 帳 號 二 七 三 七 號

中華民國五十九年五月初版

每冊定價：新臺幣二十五元



幼獅翻譯中心主編

中華民國台北市

幼獅書店印行

五十九年五月

10/31/15

## 作者小傳

查理·M·蘇頓是加州理工學院物理教授，也是哥倫比亞、明尼蘇達、邁阿密、達拉瓦等大學的客座教授。

他寫過許多有關科學的書和論文，1938年出版的「物理的論證」一書，一直到現在，還被各國教師採為教本。

蘇頓博士曾擔任美國物理教師協會會長一職，由於他在物理教學方面的卓越貢獻，在美國已贏得物理學權威的地位。

## 序

物理 (Physics) 一詞源於希臘字 Phusis，它的原意是「自然」，「自然」的意義概括了世界上我們所能討論的事物，所以對於名為太空物理的書而言，物理一詞賦給了非常廣泛的範圍，欲以幾頁書描述太空物理，正如以三百字去完成題目為「世界與其內涵」的文章一樣的困難。物理是許多科學的基礎，是最悠久的科學之一，物理的觀念又提供給工程學做新的應用。像其他科學一樣，物理從觀察開始，再將觀察的結果整理成有系統的紀錄，由系統的紀錄我們可尋找出自然運作的原理，這些原理就可以幫助我們在新環境裡預測將發生的事情，也可以在實驗中控制自然，使它遵照我們的命令行事。在過去的世紀裡，物理與天文連結組成一門非常重要的新科學——天文物理學；與生物組成生物物理學；與地質組成地球物理學；與化學組成不同深度的物理化學和化學物理等。

在此書中，我們僅能先略述簡單的物理知識，這些物理知識對於了解太空是非常需要的，另在本叢書的其他書中已說明的物理知識，不再贅述。可以大膽的說，本書已經論及物理在天文上最重要的應用，再者，它是無師自通的天文書籍，使你熟知外太空及物理定律的應用。本書的目的在介紹

---

許多實驗和方法，用這些實驗和方法可以探測太空及太陽系，而不需花費太多金錢，自己動手就能做了。憑我們自己的能力去運用自然和體悟物理定律的莊嚴與優美，更能澈底理解我們所看見的事情。

自從物理學應用到天體運動，人類已第一次大膽的進入太空，初次學習如何用地面實驗的結果幫助並了解遠非我們能夠到達的區域所發生的事情；其次由於分光術我們知道地上的物質和星球的物質所含的元素非常相似；我們已有信心，相信物理定律可用在數百萬哩以外的世界；我們已知道如何解釋光所帶來的知識；我們已嚐試創造關於天體的運動及組成的原理；我們已迅速的了解，現今地球在宇宙中所處的地位，已非三百年前人們所持的看法。某些新觀念會引起人們的擾動；但當我們學習這些新觀念時，它就漸漸的爲人所熟知以至成爲生活中的一部份，譬如，太陽系的巨大及地球並非宇宙的中心，現代的人們再也不會像1600年代的人們那樣激動了，因爲我們已生活在新觀念中，現在我們已有較完善的觀念，憑藉它們再用實驗的儀器，可以發掘我們不能到達的區域所產生的情況，不久以前我們僅能依賴解釋星空射來的光線去探測外太空，但現在，人造衛星及火箭載着儀器甚至人類進入一向人跡未至的區域——太空，尋找太空新知。

當實驗方法、理論分析、和工程設計用到太空時，它們

---

也跟着急速的成長，然而沒有人能預言任何新發現將有多重要；但是過去數世紀以來，已有充足的例子證明，新發現的知識是促使人類進步最有力最重要的方法，物理最大的功用不僅在於它數世紀來所累積的知識，更由於它從自然獲得新知的方法，我們能夠相信依靠太空的新發現，不僅帶來新知，更帶來發現知識的新方法。

---



## 導言

我們一生所居住的地球它好像是一個通風良好的太空船，每年環繞太陽六億哩，以每秒鐘十九哩的速度運行，很早以前它就開航了，並且在未來的歲月中，它將繼續安全的載運我們，地球這個太空船每天緩慢的自轉一周，使我們非常規律的看到星空奇觀和繞太陽的行星，最近的星就是太陽，另外就是類似地球的行星，以及繞行星的衛星，例如月亮等，地球這個太空船有一個月球，我們總認為月球是屬於地球的，是因月球繞着地球旋轉之故，環繞的速度，以太陽為準每29.5天繞一周，若以較遠的星為準就是27.3天一周。

亙古以來人類就注意觀察這些星星、太陽、月亮、行星，並欲了解它們的運動，它們看起來都好像繞着我們轉，所以非常自然的誤以為我們的地球是宇宙的中心，然而大地是這樣的平穩與安靜，人們怎能說星星繞地球旋轉的現象是由地球轉動引起的呢？太陽非常規律的從東方升起，自西方落下，星座也是如此，但是太陽與星座的旋轉速率不同，月復一月就看出星座與太陽的相對位置在慢慢的改變，夏季黃昏所見的星座與冬季是不同的，星座似乎每天向西多偏移四分，所以黃昏所見的星座漸漸躲在落日的餘暉後面，但一兩個月之後我們發現這些躲起來的星座又出現在黎明前的東方，

我可以說在這一兩個月的時間中，自太陽西邊消失的星座越過太陽的背面，而出現在太陽的東邊，以前將這現象歸諸於太陽對星座有向東的視運動，但現在我們認為是由於地球向東繞太陽公轉所致。

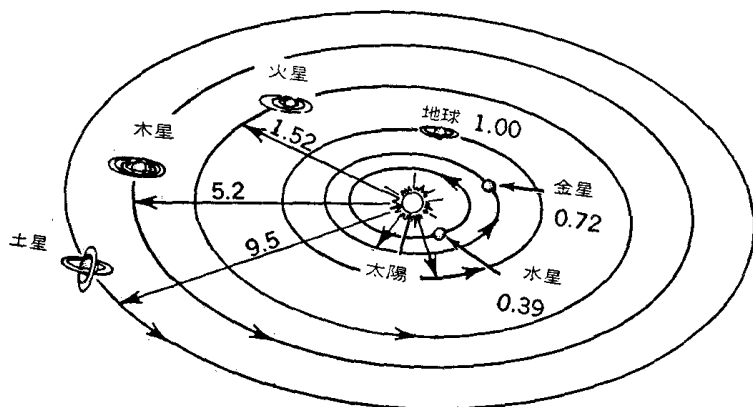


圖 1 太陽系六大行星，圖中的數值是各行星離開太陽的距離，以地球到太陽的距離為一天文單位。

以前沒有人知道太陽、月亮、行星離我們有多遠，但日蝕的現象顯示月亮比太陽近，以及水星和金星繞日轉的速率比太陽繞地球慢得多，那時有些人覺得如此遠的物體能圍繞我們旋轉，實在難以想像，他們認為若將大地當做一個極大的球繞着軸自轉，同樣能夠完美的說明日落日出和星辰的視運動，假如再設想地球一年繞太陽一周，能更進一步說明為何星座與太陽的相對位置在慢慢的改變，但要接受地球不是宇宙中心的觀念，是一件非常困難的事情，這個觀念被阻

礙了一段很長久的時間，但是現在已被視為當然的事情了，雖然口頭上仍習慣說太陽升起、太陽落下，好像地球是靜止不動的，但事實上我們已接受地球是繞太陽轉，而不是太陽繞地球轉的觀念。

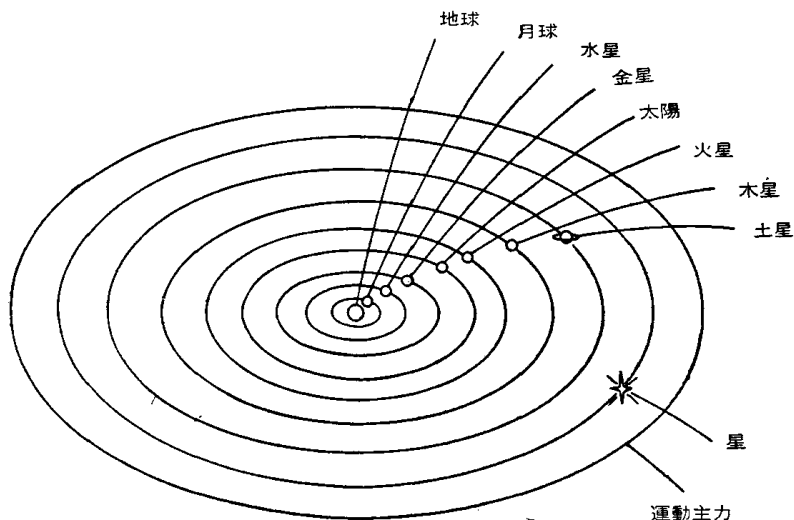


圖2 托萊米 (Ptolemaic) 的宇宙圖。

放棄無濟於事的觀察，我們可以重新設想，太陽之所以會上升是由於地球繞着自己的軸向東自轉，這樣設想比古老的想法「太陽繞地球向西轉」恰當，因為我們只要細心的推敲一下，假如古老的想法是正確的，利用現在已知的太陽與地球的距離93,000,000哩，我們必然得到太陽的速度為每24小時運行 600,000,000哩，假若不運行這麼快，太陽就無法

及時趕上第二天的日出，這樣的速度已超過光速的三十分之一，顯而易見，設想地球每年繞太陽一周要比設想太陽在同樣的距離每天繞地球一周似乎合理些，何況太陽還比地球笨重，但是對於似乎合理的想法要特別小心，千萬不可作太肯定的結論。

理論是需要實驗的證實，我們已經能直接由實驗證明地球有自轉和繞太陽旋轉兩種運動，並能測量這些運動的大小，因此不需再認為我們的新觀念只是一種聰明的猜測，而是實驗證實的觀念，地球不再是宇宙的中心，而是圍繞太陽旋轉的小球，這種想法現在已經不能嚇唬我們了，却使我們體悟宇宙的遼闊與人類的渺小。

人類用觀察和實驗，甚至用最新發明的人造衛星和太空儀器作直接的探測，目的在將所見所聞作合理的解釋，本書的主旨則在敘述實驗物理的定律如何伸延入太空。

# 目 錄

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 導 言 .....               | 1   |
| 第一章 地球在太空 .....         | 1   |
| 第二章 度量太陽系 .....         | 12  |
| 第三章 刻卜勒定律 .....         | 37  |
| 第四章 空的空間 .....          | 47  |
| 第五章 真空是什麼？ .....        | 53  |
| 第六章 人造衛星有價值嗎？ .....     | 59  |
| 第七章 進入太空的踏板——回音衛星 ..... | 68  |
| 第八章 萬有引力定律 .....        | 76  |
| 第九章 衛星與能量 .....         | 85  |
| 第十章 無重現象 .....          | 94  |
| 第十一章 行星的大氣層 .....       | 107 |
| 第十二章 時間 .....           | 113 |
| 第十三章 太空中的輻射 .....       | 124 |

---

## 附 錄

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 1. 字彙.....            | 137 |
| 2. 行星的資料.....         | 144 |
| 3. 太陽.....            | 146 |
| 4. 地球.....            | 147 |
| 5. 月球.....            | 149 |
| 6. 天文度量表.....         | 151 |
| 7. 橢圓.....            | 152 |
| 8. 對數圖.....           | 154 |
| 9. 地球的衛星高度、距離和時間..... | 155 |
| 10. 測星儀.....          | 157 |
| 11. 角之量度.....         | 161 |

---

## 第一章 地球在太空

仰觀天空，陽光照着我們，世界上其他地區的陽光又如何照着他們呢？什麼地方該是日出？什麼地方該是日落？我們都應該知道。

欲了解這些問題並不困難，需要三個觀念，第一，地球浮游於太空中。第二，射到地球的陽光都是平行的；因為地球與太陽的距離非常大，射到地球這一端與另一端（兩端的距離恰為地球的直徑）的陽光角度僅偏差8秒，所以陽光可視為平行光，換言之，不同地方的人同時以手指着太陽，他們的手所指的方向是平行的。第三個觀念比較難理解，舉個例子，有一個可旋轉的圓桌，上面放一個棒球，當圓桌轉一圈，棒球不但圍着圓桌的軸心轉一周，同時也自轉了一圈，所以地球上的物體，由於地球自轉的緣故，它們全都在自轉，轉動的角速度與地球的一樣，即每24小時自轉一周，轉動的軸心也與地球的南北軸平行，當然我們可以反問，為什麼並沒有看見，地面上的房屋和等等其他物體在自轉呢？那是因為我們的身體也跟隨地球自轉，所以看不出房屋在自轉，如果離開地球，在外太空觀察地球，就可以像看圓桌上的棒球一樣，發現房屋也在自轉。

有了以上三個觀念，我們可以知道，放在地球上的地球

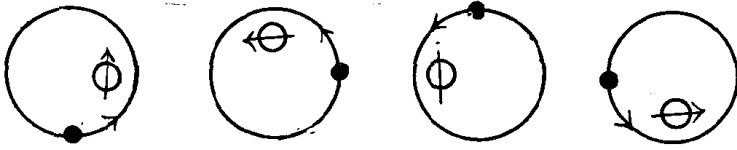


圖 1—A 圓桌轉一圈，桌上的棒球，不但繞圓桌的軸心轉一圈，同時也自轉一圈。

儀會像地球一樣的對太陽公轉和自轉，現在先讓我們安放地球儀，首先把地球儀放在陽光下，我們居住的城鎮調整在地球儀的最頂端，然後再轉動地球儀使通過我們居住的城鎮的子午線與垂直地平面的南北平面平行，並使地球儀的北極指向北端，最後固定地球儀，不要移動它，讓地球帶動它慢慢向西每小時轉15度，很明顯的地球儀一半在陽光裡，另一半在暗影中（假如將地球儀下面的地面塗黑，可以減少下面的反光，增加地球儀的明暗對比），在陽光裡的一半代表此刻陽光照耀下的地球，明暗的分界線則代表白晝與黑暗的分界，一小時之後劃分黑夜與白晝的圓圈向西移了15度，也可以說向西15度的地方，太陽將要升起，只要注意觀察地球儀，我們能夠指出夏威夷、紐西蘭或者布宜諾斯埃利斯 (Buenos Aires)任何地方，何時日出，何時日落。

地球上任何地方任何人都可用球形日晷做與上相同的工



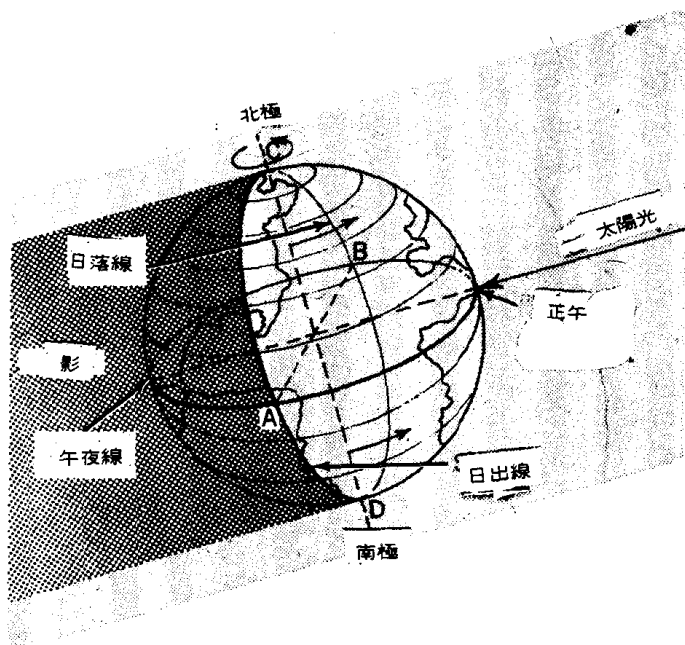


圖 1—1 三月廿一日或者九月廿一日陽光照射地球的情形。

作。我們是在同一太陽下的子民，每天我們和所有的人們共享陽光，只有兩極地區例外，一年中有些時日，太陽不能照到兩極地區，因為地球有四季的變化，假如我們月復一月的注意地球儀做的球形日晷，定能發現，六月的時候，地球儀上被陽光照射的部份很清楚的超過了北極，而南極太陽光不能到達，半年之後，也就是12月，情形剛好反過來，陽光到達南極，而北極沒有陽光，因此我們能夠指出何處午夜陽光仍然照耀。在3月或9月的晝夜平分時，劃分晝夜的光圈正好通過兩極，這情形可以在地球儀上清楚的看到，此時住在