

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

天體物理學

周昌壽著

商務印書館發行





天體物理學

周昌壽著

百科學叢書

編主五雲王  
庫文有萬

種千一集一第

# 學理物體天

著壽昌周

號一〇五路山寶海上  
五雲王  
路山寶海上海  
館書印務商  
埠各及海上海  
館書印務商

人發行  
印  
行發

版初月十  
究必

Y W. WONG

ASTROPHYSICS  
BY C. S. CHOW  
PUBLISHED BY Y. W. WONG  
THE COMMERCIAL PRESS, LTD.  
Shanghai, China  
1930

All Rights Reserved

萬有文庫

第一集一千種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

# 天體物理學

## 目次

|                     |    |
|---------------------|----|
| 第一章 總論·····         | 一  |
| 第二章 天體物理學之基礎原則····· | 五  |
| 第一節 光之性質·····       | 五  |
| 第二節 光之分析·····       | 一一 |
| 第三節 原子構造理論·····     | 一八 |
| 第四節 景之起源·····       | 二二 |
| 第三章 天體物理學之方法·····   | 二七 |
| 第一節 天體物理學之分科·····   | 二七 |

|     |                |    |
|-----|----------------|----|
| 第二章 | 行星表面學          | 二七 |
| 第三節 | 天體測光學          | 二九 |
| 第四節 | 天體景析學          | 三三 |
| 第五節 | 天體照相學          | 三四 |
| 第六節 | 干涉學            | 三四 |
| 第四章 | 天體物理學使用之各種觀測器械 | 三五 |
| 第一節 | 望遠鏡            | 三五 |
| 第二節 | 光度計            | 三九 |
| 第三節 | 景析器            | 四二 |
| 第四節 | 照相機            | 四五 |
| 第五節 | 干涉計            | 四七 |
| 第五章 | 太陽             | 四九 |

|      |            |     |
|------|------------|-----|
| 第六章  | 行星及衛星····· | 六二  |
| 第七章  | 彗星及流星····· | 七七  |
| 第八章  | 恆星·····    | 八三  |
| 第九章  | 雙星及聯星····· | 九八  |
| 第十章  | 變光星·····   | 一〇六 |
| 第十一章 | 星團及星雲····· | 一一六 |

# 天體物理學

## 第一章 總論

研究天體及星際空間之學科，通稱之曰天文學。天體云者，指太陽、行星、衛星、彗星、流星、恆星、星雲、及宇宙塵等而言。更因其研究之性質，可分爲六種：（1）球面天文學，（2）實際天文學，（3）天體力學，（4）理論天文學，（5）天體物理學，（6）宇宙開闢論。其中自（1）至（4）又可統括之曰測天學，以與第（5）之天體物理學相對待，成爲天文學上之兩大分科。測天學之由來甚久，自古卽已有之，故又有舊天文學之稱。反之，天體物理學，係最近百年來始露其頭角，故又有新天文學之稱。至於第（6）之宇宙開闢論，其性質略有不同，不能與新舊天文學相提並論。茲將上述各科之概略，逐條略述如次：

球面天文學係假定一切天體之運動，均限在一假定之球面上。此球面曰天球。天球以通過其球心之一直線爲軸，在其周圍，自東徂西轉動不已。至於實際上，地球與此等天球間之距離如何，並不過問，僅研究此等天體在天球上之位置、運動、及其種種之現象而已。此種研究之來源，由於大多數之天體，均與地球相隔極遠，即令有與地球比較接近者，亦頗不易辨別。不如一律視爲平等，轉可將種種複雜之問題化爲簡單，於研究上，甚感便利。

實際天文學爲關於天體觀測之基礎智識，如觀測用各種器械之構造及其理論，又其使用之方法，觀測天體時所依據之各項原理，觀測而得之結果之整理方法，由記錄以求其研究目的之計算方法，均屬之。在新天文學未發達以前，此一部分之研究，當然限於舊天文學上使用之器械及原理，固極簡單。但自新天文學勃興以後，其範圍日逐擴大，新增之項目，實有指不勝屈之感。因之，現今關於此一方面之參考書籍，能令人滿意者殊不可多得也。

天體力學舊時又有物理的天文學之稱，以牛頓創立之重力定律爲其基礎，應用之於天體之運動，證明其對於全太陽系，均可完全適用。再一整理過去所得之觀察紀錄，遂由理論上推知有目

力所未能察見之新星存在。例如赫瑟爾發見之天王星，由觀測而得之事實，與由理論推出之結果，不相一致。勒未累將此項差異，歸之於一未知之行星，由此假定，轉而推算其應在之位置，最後，遂經德國之加勒之手，於一千八百四十六年九月二十三日，果然將此行星尋出，命名其曰海王星，成爲歷史上最有名之一事件。同樣，海王星之運動，亦與理論未能盡符，於是於一千九百三十年一月二十一日經美國之羅厄爾天文臺，又發見一新行星，命名其曰冥王星。要之，天體力學之目的，在對於全宇宙內之一切天體，欲求得一統一的說明，以解釋一切天體之運動而已。

理論天文學係應用天體力學推算而得之各天體之軌道要素，以計算其前此所曾在，及將來所應到之位置，整理而編製之，成爲天體曆及航海曆等，以供研究或實用之參考。或利用最近觀測得來之結果，對於既知之要素，詳加校正，俾與事實更爲接近。因之，此一科對於計算，自然特別視爲重要，其工作亦極繁難。大抵均賴國家或學術團體之力，始能進行，非個人之力所能及也。

天體物理學又名爲天文的物理學，爲最近數十年間始發展而成之一新科。其目的在應用物理學上之各項原理，決定各天體之物理的性質，個別之構造，各種之變動，以及相互間之關係等，各

項重要問題。更因其研究之方法不同，分爲若干分科。本書範圍，卽在於此，故自第三章再詳述之。

宇宙開闢論，係根據吾人現有之知識，追溯宇宙之源始，並推想其將來之結局。如宇宙果有其始，則究如何而始？其後又如何經過而至於現在？此後又當如何變遷，以達於末日。凡此種種，均爲此科之研究問題。就性質上，可分爲兩科，一曰宇宙構造論，一曰天體發展論。

## 第二章 天體物理學之基礎原則

### 第一節 光之性質

太陽發出之光與熱，由虛空無物之星際空間中通過，傳至地球，並不經任何物質之媒介，如是之現象，曰電磁輻射。電磁輻射之種類甚多，舉凡光、熱、電磁波、 $\alpha$ 線、 $\gamma$ 線、宇宙線等，莫不包括在內。其中與天體觀測最爲切要者，則爲光與熱兩種。一切之電磁輻射在真空中表現之性質，彼此全同，僅因其波長之大小，而加以各種不同之名稱而已。波長最長者爲赫芝之電波，通常用 $\lambda$ 作單位表出之。其次長者爲紅外線，再次爲可視線，以下始次第而稱紫外線、 $\alpha$ 線、 $\gamma$ 線及宇宙線。其中如可視線、 $\alpha$ 線等，因其波長過短，通常用一萬萬分之一 $\lambda$ 作單位表出之，此種單位定名曰埃，在英文則以  $\text{\AA}$  代之，或即單用一  $\lambda$  字亦可。如言  $\lambda 6000$ ，即其波長等於萬分之六 $\lambda$ 之電磁輻射。

一切電磁輻射，不問其波長之長短如何，在真空中，均以同一之速度傳播而去。此速度與光之速度相等，通常以  $c$  代之，其值則為三十萬每秒呎。據馬克斯維耳及赫芝等之研究，光亦電磁輻射中之一種，其特徵表現成為一運動中之電場及一運動中之磁場。電場之方向，與光之進行方向恆成垂直。且在光之進行方向上，每相隔一波長之各點，其電場均相同。如在光之進行方向上引一直線，在其上各點各立一垂線，以垂線之長短，表出各該點之強度。則此等垂線之頂點，將相連成一波形之曲線，即一種正弦曲線。所謂一波長，即指此曲線上相鄰兩同相點間之距離而言。以上遂就同一之時刻而言。反之，如就同一之點而言，則其電場之強度隨時而變，或正或負，循環往復不已，其狀況亦可用上述之同一曲線表出之。即此曲線以光之速度沿輻射之方向進行而去，即可表出某一定點在此期間內應有之電場變化。換言之，即電場亦隨輻射傳播而去，每一波與一完全振動相應。除電場而外，尚有磁場，亦同時現出，磁場之方向與電場及光之傳播方向，均成垂直。輻射時，此磁場亦隨之振動不已，與電場同。

電場或磁場在一單位時間內往返振動之次數，曰振數，通常以  $\nu$  表之。故在真空中之傳播時，

其關係可用  $\nu = \frac{c}{\lambda}$  之公式表出。通常之  $\nu$ ，其值頗大，例如綠光之  $\nu$  等於  $6 \times 10^{14}$ ，其餘概可想見。有時不用波長及振數等，而以波數代替之。波數云者，即每一厘米內所含之波數，通常以  $n$  表之。故如波長  $\lambda$  之單位爲厘米，則  $n$  等於  $\frac{1}{\lambda}$ ；如  $\lambda$  之單位用釐，則  $n$  等於  $\frac{1}{\lambda} \times 10^8$ 。餘倣此。

電磁波如在一種媒質中傳播時，其速度  $V$ ，恆小於  $c$ 。此  $c$  與  $V$  之比，即  $\frac{c}{V}$ ，曰此媒質之屈折率，通常以  $\mu$  表之。 $\mu$  之值由媒質之性質及輻射之波長而定。例如媒質爲鉛玻璃，輻射爲黃色光，則屈折率等於一·五；如媒質爲通常密度之空氣，輻射仍爲黃色光，則屈折率等於一·〇〇〇三。當輻射由真空中進入一種媒質中時，其振數並無變化，僅其波長變成  $\lambda'$ ，致其關係成爲  $\nu = \frac{V}{\lambda'}$  或  $\lambda' = \frac{\lambda}{\mu}$ 。

輻射之波長如有一定不變之值，則曰單色輻射。表示此種單色輻射之變化，即前述之正弦曲線。通常之輻射，其波長不止一種，可視爲波長不等之若干波列混合而成。在輻射傳播之垂直方向上，可作一曲面，在此曲面上之各點，均有同一大小及方向之電場及磁場。如是之曲面曰波面。例如輻射之源在於無窮遠處，則波面即成爲平行之平面。如爲單色輻射，此等兩波面間之距離曰相差。

電磁波爲一種橫波，其振動之方向，與輻射傳播之方向，互相垂直。因其振動之狀況，可分爲數種：（1）平面極化波，即電場之方向恆一定不變者，此時通過進行方向且與電場垂直之平面，通稱之曰極化面。（2）圓極化波，即電場之大小一定不變，但其方向則在傳播方向周圍作均速之轉動者。此時如沿傳播之方向觀之，電場之轉動如爲順時針方向，則曰右轉圓極化波，反之，則曰左轉圓極化波。（3）橢圓極化波，即電場不僅方向變更，其大小亦受同周之變化時之輻射。圓極化及橢圓極化，均可分解成爲兩成分之平面極化，彼此互相垂直，其相亦各不同。（4）非極化波，即就垂直於傳播方向之平面而言，在此平面上，各方向均作同一之振動。自然發生之輻射，概屬於非極化，至極化之輻射，則有三種方法，可以造成，一爲由平滑表面反射而回者，二爲由微小粒子散亂而成者，三爲使磁場作用於光源而成者。

輻射之能沿一定之方向通過一曲面時，成爲一幅射線。沿輻射線上，在單位時間內流過輻射能量，曰輻射束。與輻射線垂直之透明平面上，每單位面積每單位時間內流過之輻射能，曰束密度。故束密度即每單位面積透過之輻射束，有時亦稱之曰輻射線之強度。強度之定義中，既含有能、時

間及面積等在內，故其單位亦由此等諸量之單位混合而成。又單位時間中傳播之能，與功率同等，故強度亦可用功率測定。因此強度之單位，遂有若干種類；其中最常用者爲每秒每平方厘米；每秒每平方厘米；每平方厘米瓦；每平方厘米馬力等。

如輻射之能，係由一點四向發散而出，則其強度應與各點及輻射源點間之距離之平方爲反比例。譬如，在地球與太陽之平均距離處，其輻射強度等於一百三十五萬每秒每平方厘米。太陽表面與其中心之距離，較此更近二百一十五倍，故太陽表面之強度，應爲其  $(\frac{1}{215})^2$  倍，即應等於六百二十四萬萬每秒每平方厘米。由其值之大，可以證明太陽表面溫度之高，當不下絕對溫度六千度。物體受熱，其溫度愈高，則由之輻射而出之能愈多，其表面亦愈亮愈白。各種物質之中，當其冷時色愈黑者，當其熱時放出之輻射能愈多。換言之，吸收率愈大者，其輻射率亦愈大。故理想上之完全輻射體，爲冷卻之絕對黑色之物體，簡稱之曰黑體。黑體放出之輻射，其性質當較一切其他之物體放出者爲簡單，其數量可由理論或實驗測定之。用煤煙塗黑之物體，與此項黑體頗爲相近。

由受熱之黑體每一平方厘米上，於每一秒間，放出各種波長之能之總量，可由  $E = \sigma T^4$  之公式

決定之。此式中之  $T$  表黑體之溫度，其單位用絕對溫度。 $E$  表輻射之總量，其單位用  $\text{厄}$ 。 $\sigma$  表一常數，其值可由實驗測之，等於  $5.72 \times 10^{-5}$ 。此關係曰斯忒藩定律。如輻射體不為黑體，則其放出之能量當較由此式算出者略少。

任何受熱之物體放出之輻射，均有範圍甚廣之各種波長，如就理論言之，其範圍將包括一切之波長在內。由完全輻射放出之各種波長之輻射中，有一定之波長，其強度最大。溫度愈高，則此最大強度之波長愈短。關於最大強度之波長與輻射體之溫度間，有下列之關係，即  $\lambda_m = \frac{0.289}{T}$  是為蔚因關於輻射分布之定律。如就太陽而言，其最大強度之波長  $\lambda_m$  等於  $4.70 \times 10^{-5}$  厘，由此計算，太陽之表面溫度，應為絕對溫度之六千一百五十度。

如用景析的輻射熱計，可將輻射體放出之各種波長之強度，一一測定。其結果與蒲郎克由理論方面推得之定律，極相一致。蒲郎克之公式為  $E_\lambda = c_1 \lambda^{-5} \div (e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1)$  式中之  $c_1$  表  $3.71 \times 10^{-16}$ ； $c_2$  表  $1.435$ ；又  $\lambda$  之單位用厘； $e$  為自然對數之基數，即  $2.718$ 。前述之斯忒藩定律及蔚因定律，均可由蒲郎克之定律中誘出。任何物體僅由受熱而放出各種波長之輻射時，其強度均只能較