

書叢小科百

天體物理學

著壽昌周

編主五雲王

行發館書印務商

書叢小科百

學理物體天

著壽昌周

編主五雲王

行發館書印務商

中華民國二十二年十月初版

(一〇八六〇)

百叢書
天體物理學一冊

每冊定價大洋叁角

外埠酌加運費匯費

著者 周 昌 壽

主編兼 王 雲 五
發行人 上海河南路

印刷所 商 務 印 書 館
上海河南路

發行所 商 務 印 書 館
上海及各埠

* 有 所 權 版 *
* 究 必 印 翻 *

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

第二節	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	照相器	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、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，命其名曰海王星，成爲歷史上最著名之一事件。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，命其名曰冥王星。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、 α 線、 γ 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，通常用呎作單位表出之。其次長者爲紅外線，再次爲可視線，以下始次第而稱紫外線、 α 線、 γ 線及宇宙線。其中如可視線、 α 線等，因其波長過短，通常用一萬萬分之一纏作單位表出之，此種單位定名曰埃，在英文則以A代之，或卽單用一 λ 字亦可。如言 $\lambda 6000$ ，卽其波長等於萬分之六纏之電磁輻射。

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。據馬克斯維耳及赫芝等之研究，光亦電磁輻射中之一種，其特徵表現成爲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，卽一種正弦曲線。所謂一波長，卽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。卽此曲線以光之速度沿輻射之方向進行而去，卽可表出某一定點在此期間內應有之電場變化。換言之，卽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 ν 表之。故在真空中之傳播時，

其關係可用 $v = \frac{c}{\lambda}$ 之公式表出。通常之 ν ，其值頗大，例如綠光之 ν 等於 6×10^{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 λ 之單位為厘米，則 n 等於 $\frac{1}{\lambda}$ ；如 λ 之單位用呎，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 μ 表之。 μ 之值由媒質之性質及輻射之波長而定。例如媒質為鉛玻璃，輻射為黃色光，則屈折率等於 1.5；如媒質為通常密度之空氣，輻射仍為黃色光，則屈折率等於 1.00003。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 λ' ，致其關係成爲 $v = \frac{V}{\lambda'}$ 或

$$\frac{v}{\mu} = \frac{c}{\lambda}$$

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，可視為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：其中最常用者為每秒每平方糎厄；每秒每平方糎卡；每平方糎瓦；每平方呎馬力等。

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為反比例。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糎厄。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，應為其 $(\frac{1}{215})^2$ 倍，即應等於六百二十四萬萬每秒每平方糎厄。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，為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為簡單，其數量可由理論或實驗測定之。用煤煙塗黑之物體，與此項黑體頗為相近。

由受熱之黑體每一平方糎上，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。 B 表輻射之總量，其單位用厄。 σ 表一常數，其值可由實驗測之，等於 5.72×10^{-8} 。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 λ_m 等於 4.70×10^{-7} 厘米，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 $R_\lambda = c_1 \lambda^{-5} \div (c_2 \lambda^{-5} - 1)$ 式中之 c_2 表 3.71×10^{-16} ； c_1 表 1.435 ，又 λ 之單位用厘米； ϵ 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

由蒲郎克定律算出者爲少，決不能轉較之爲多。如一物體放出各種波長之輻射強度，與由蒲郎克公式算出之數相較，成爲同一之分數，則此物體曰灰體。

輻射線除能之外，尚有動量隨之傳播而出。故傳至物體之表面，無論被其吸收，或由之反射而回，均必有壓力作用於其上。此項壓力曰輻射壓。例如日光直射至於與之垂直之黑體之表面時，輻射壓等於 $1.35 \times 10^6 \div 3 \times 10^{10}$ ，即 45×10^{-5} 每平方厘米。此值恰與一立方厘米之空氣重量之二萬八千分之一相等，其值之微小，不難想見。對於日常之現象上，如是微小之量，當然不呈影響。但對於彗星之尾，頗足以左右之。更據厄定吞之研究，在星體之極內部，輻射壓之數值陡增，關係極大。

第二節 光之分析

光線因屈折及透折之結果，其進行方向當發生偏向。偏向之大小，則由其波長而定。故由數種單光混合而成之複光，經此等作用後，其各成分之單光，各取不同之方向傳播而去。故無論光源體之遠近如何，只須分析其各成分之單光研究之，即足以推知其種種重要事項。爲此目的而設之裝