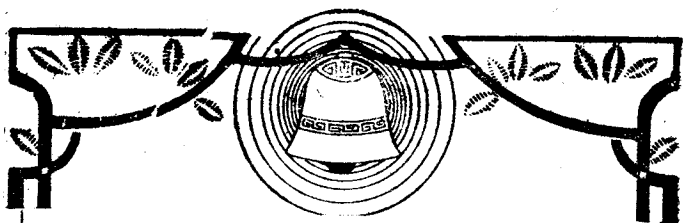


自然科學叢書

太陽系

李銳夫編著

正中書局印行



版權所有
翻印必究

中華民國三十年八月渝初版
中華民國三十六年一月滬一版

太 陽 系

全一冊 定價國幣三元八角

(外埠酌加運費郵費)

著	者	李	銳	夫
發	行	人	吳	秉
印	刷	所	正	中
發	行	所	正	中

書局

(1354)

目 次

第一章 緒論	1
第二章 太陽系總論	8
第一節 行星之運動	8
第二節 開普勒行星運動定律與牛頓萬有引力定律	11
第三節 三體問題 攝動 月球論 潮汐	14
第四節 行星與太陽之距離與公轉週期	19
第五節 軌道原素	22
第六節 行星之物理性質	25
第三章 太陽	27
第一節 太陽爲天體之一	27
第二節 太陽之熱源	28
第三節 太陽之組織	31
第四節 太陽中所含之物質	33
第五節 黑子	35
第四章 內行星	41
第一節 水星	41
第二節 金星	45
第五章 地球	49

第一節	地球之形狀大小及質量	49
第二節	地球表面之形狀	52
第三節	地球之內部與大陸漂移	53
第四節	地球之運動	55
第五節	四季之成因	59
第六節	地球之衛星——月球	61
第七節	日蝕與月蝕	66
第六章	外行星	73
第一節	火星	73
第二節	木星	79
第三節	土星	84
第四節	天王星	90
第五節	海王星	91
第六節	冥王星	92
第七章	小行星	98
第八章	彗星	103
第一節	彗星之運動與軌道	103
第二節	彗星之形狀大小與質量	105
第三節	彗星之光	109
第四節	彗星羣與彗星族	110
第五節	彗星之來源	113
第六節	歷史上大彗星	115
第九章	流星與宇宙塵	119

目	次	3
第一節 流星…	119	
第二節 流星羣…	121	
第三節 隕石…	126	
第四節 黃道光與對日照…	128	
第十章 太陽系之進化…	130	
第一節 小引…	130	
第二節 康德學說…	132	
第三節 拉普拉斯星雲學說…	133	
第四節 查姆柏林與摩爾吞之星子學說…	135	
第五節 金斯學說…	140	
第六節 月球之產生…	144	
第七節 太陽系之過去與將來…	145	
第八節 由天文學立場論地球上生命之原始與將來…	148	
附 錄…	157	
一 太陽常數…	157	
二 行星最易觀察之時期表…	158	
三 著名小行星表…	159	
四 週期彗星表…	161	
索 引…	1	
一 西文名詞…	1	
二 外國人名地名…	7	
三 中文名詞…	11	

第一章 緒論

茫茫宇宙，渺渺蒼穹，萬象森羅，一望無際；東升西沒而不息者，太陽也；朔望晦明而更迭者，月球也。此外更綴以燦爛閃爍之星辰，自東徂西，循環反覆，周而復始；有時益以流星彗星，尤足以動人心目。此種自然現象，與人類之生活，植物之生長，及潮汐之進退，皆有關係；故引起先民最初之注意焉。然當時人類，儀器缺乏，思想幼稚，乃以日月星辰之變化，爲人類吉凶之預兆；於是奉若神明，設爲祈禱。祈禱興，占星之術，隨之以生，故有黃道吉日之選。而帝王亦方得藉神權之餘，以保持其君位也。

然古代人類觀察星辰之變化，其目的在求定吉凶而外，更爲「象授時」。蓋考史家言，人羣進化，脫離漁獵時代，則以游牧爲生，逐水草而居，其時遷徙往來無常處，非觀察天象，不能以定方向。洎乎農業時代，日出而作，日入而息，春耕夏耘，秋收冬藏，皆藉星辰之位置以定季候。故帝王立國，以敬天授時爲使命，設專官，司觀察，齊四時，使閏餘成歲，然後寒暑不至易序。例如詩經「七月流火」，堯典之火，卽今之天蠍座 *Scorpius*；七月流火，乃七月之夕，天蠍座自天中向西移動之意也。古人由觀察星象以定季候，考之史乘，記載甚多。我國尚有一奇時之方法，藉北斗星之方向，以定季候；卽「斗柄東轉，天下皆春；斗柄南轉，天下皆夏；斗柄西轉，天下皆秋；斗柄北轉，天

下皆冬」是也。

天空星辰，追隨太陽之後，升自東而沒於西，其間之相關位置，大都不變；然由精細觀察，得知少數星球，其位置亦有改變者，如木星每十二年而一周。此種行動之星曰行星 planet，而其不動者曰恆星 fixed star。

吾國天文學起源甚早，而盛於漢。易經坤卦謂「大地直方大，環以四海，日月星辰，繞地疾轉」。漢時之宇宙構造論有蓋天、渾天、宣夜三說。蓋天謂天圓如張蓋，地圓如棋局。渾天謂地爲圓形，而天圍其外；其狀如鳥卵，天包地外，猶殼之裹黃，周旋無端，其形渾渾然。宣夜則以天爲無質無極，日月衆星，浮生通虛，其行其止，以氣是賴。三說以渾天論戰勝一切，垂二千餘年而不衰。渾天論始自漢之張衡，衡鑄渾天儀以爲準則；東吳天文學家王蕃，作更精細之解釋焉。

西歐天文學，發源於希臘。當時天文學家塞利斯 Thales，奧克前麥斯 Anaximander，彼塔哥拉斯 Pythagoras，及海巴覺斯 Hipparchus 等輩出，對於天文學多所貢獻；然在希臘天文學史中，集天文學之大成者爲托雷密 Ptolemy，生於第二世紀，著有托雷密天文集 Almagest 一書。渠謂地球處宇宙之中心，而天可分爲若干層；日月星辰各居一層之上，行星不僅繞地而行，而且各公轉於一僞行星 fictitious planet。故諸星所行之軌道，對地球而言乃成一擺線 epicycloid。此在天文學史上謂之托雷密系 Ptolemaic system，歷一千餘年不衰。離騷天問章謂「圓則九重，誰營度之」，可見中國昔日，亦有天成層狀之說也。

行星地球與太陽之運行問題，至哥白尼 Copernicus 出，始有適當

之解決。一四七三年，哥氏生於維斯瓦拉 Vistula，對於天文學有特具之天才。彼在其不朽之名著天體公轉論 De Revolutionibus Orbium Coelestium 中，推翻前此一切以地球爲中心之說，而主太陽居宇宙之中心，其他水星、金星、地球、火星、木星、土星，繞之而行。地球亦行星之一也；月球乃繞於地球之周圍。至各行星公轉之軌道，哥氏以爲圓形；此雖爲其錯誤之處，但其創立太陽居中之說，爲後起天文學家之宗，實開天文學史中之一新紀元也。

繼哥白尼而起者有提科布拉 Tycho Brahe，生於一五四六年，因彼時儀器未精，不能測出恆星每年之視差，乃以地球爲靜止，而非哥白尼之說。渠仍主張地球處宇宙之中心，月球與太陽各繞地球而行，至其他五行星則又繞行於太陽之周圍。此說在當時竟得風行；蓋論者方不滿哥氏之說也。

宇宙之組織與天體之運行，直至開普勒 Kepler 與牛頓 Isaac Newton 等出，始有定論。開普勒行星運動定律 Kepler's law 備述行星之排列，及其運行之方法與軌道之形狀。哥氏學說之成立，開氏與牛氏與有力焉。其後拉普拉斯 Laplace 作天體力學 Mécanique Celeste 一書，更臻完善；理論天文學至此，已告一段落矣。

現時吾人所承認之太陽與行星之排列，乃根據哥白尼之學說，再受開普勒與牛頓之修改者也。宇宙中之星辰，可分爲恆星與行星二種，但所謂恆星行星者，仍屬相對而言；恆星並非絕對靜止，而亦有運動，且運動之速率極大，不過距離過遠，難以覺察耳。太陽乃恆星之一；諸行星繞行於太陽之周圍，同時再依通過其南北極所假定之軸而作自轉。行星尙有其附屬品曰衛星 satellites，衛星除自轉之

外，再公轉於行星之周圍。此外尚有彗星 comet，來去大都無定。流星 shooting star 乃宇宙中細小之天體，飄游於太空，一入地球之空氣層，則因摩擦發光。

一七八一年天文學家赫舍爾 Herschel 發現天王星，一八四六年勒未利埃 Leverrier 發現海王星。在火星與木星之間，一八〇一年正月一日意大利天文學家彼阿齊 Piazzi 發現一細小之行星，直徑不過五百英里。以後此種細小行星，年有所獲，時迄今日綜計所發現者一千餘顆；此即所謂小行星 minor planets 或 planetoids 或 asteroids 也。

天王星與海王星發現之後，天文學家以爲尙有新行星，未經發現，或未可知。水星軌道向前進，天文學家皆疑水星被另一行星吸動所致，故在半世紀之前，太陽與水星間有新行星之說，震動一時；實際年來日全蝕時所攝太陽附近之影片，皆未見有所謂新行星者在，而水星軌道之向前進，相對論 theory of relativity 已有完滿之解決矣。至於海王星外是否另有新行星，昔日天文學家亦視爲至難解決之問題，托德 Todd 與羅埃爾 Lowell 輩，曾羣起計算此新行星之軌道，卒於一九三〇年正月爲羅埃爾天文臺 Lowell's Observatory 之湯保 Tombaugh 所發現，命名爲冥王星 Pluto。故在今日，已知之行星，有水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星九行星。合九大行星、小行星、及各行星之衛星，與一部分之彗星與流星，皆以太陽爲主宰，組成一系統，是曰太陽系 solar system。

太陽系在宇宙中之地位爲如何耶？此亦爲吾人之急欲了解者。夜晚仰瞻天際，恆有玉帶一彎，橫貫天空，此即所謂銀河也。銀河爲

由無數之星會萃而成，合銀河內諸星曰銀河系 galactic system。吾人之太陽系爲銀河系中之小組織，設銀河系爲一國家，太陽系不過一省或一縣耳。銀河系之中心爲人馬座 Sagittarius，故太陽系亦非居銀河系之中心也。太陽系之半徑已達一百萬萬英里以上，銀河系之廣袤，更非吾人所能想像；據最近所測得之結果，銀河之直徑達二十萬光年以上（光自甲地出發，一年後始達乙地，則甲乙之距離謂之一光年 light year。光年恆取爲量星宿距離之單位；在量太陽系中行星之距離，則恆用地球與太陽之距離爲單位，是曰天文單位 astronomical unit）。讀者若不能想像此距離之大小，則可設一喻：吾人皆知蛛絲爲最輕細之物，用蛛絲繞地球一周，兩磅足矣；然用蛛絲扯成銀河之直徑，則非 50,000,000,000 噸不足也。但銀河系之全體，亦不過宇宙中已發現十餘萬螺旋星雲之一耳。

近世吾人對於宇宙之了解，望遠鏡爲有極大功績。用望遠鏡以窺天象，始自加利略 Galileo。時在今日，其組織至爲複雜，計分折光鏡與迴光鏡二種。頁基斯天文臺 Yerkes' Observatory之四十英寸望遠鏡爲世界最大之折光鏡。至迴光鏡則以美國加利福尼亞之威爾遜山天文臺 Mt. Wilson Observatory所有者爲最大，對物鏡外部之直徑達一百英寸，鏡面之曲率係根據繁複之數學方程式計算而成。自一九一九年六月十九日此鏡落成後，天文學上開一新紀元。美國現又計劃建造二百英寸之迴光鏡，落成當不在遠矣。

宇宙之形狀與大小，自來哲學家與天文學家皆作種種解釋，迄未有正當之解決。哲學家康德 Kant謂宇宙之範圍爲有限或無限，以同樣之立足點推之可以成立，亦可以否定。哈密爾敦 Hamilton則以

爲宇宙之界限爲吾人意識所不能到。彼時因研究之工具未精，對此宇宙問題之研究，當然少有結果。吾人今日藉最強望遠鏡之力，得知最近之星團，其光須歷一萬八千四百年始能達到吾人之地球，而最近之星雲爲三角座星雲 *Triangulum nebula*，其距離爲八十五萬光年，吾人現時所見該星雲之光乃爲八十五萬年前該星雲中電子顫動所產生之光。星雲中其距離在一萬萬光年以上者，亦比比皆是；而所能觀察到之最遠星雲乃在一萬萬四千萬光年之遙也。宇宙之界限問題迄愛因斯坦 *Einstein*之相對論出，始有完滿之解說。根據相對論之結果，吾人之宇宙爲李曼幾何 *Riemannian geometry*的，爲彎曲的；雖無邊界，但有一定之容積，正如一圓線，雖其長度及其所包圍之面積爲有限，但並無起點與終點也。吾人在地面若取直線進行，因地球爲球形，終必返於原處；今在宇宙中亦然，若循一定之方向出發，亦可返於原處，惟惜吾人之生命爲過短耳。宇宙之圓周可由其曲率以計算之，約居8,000,000,000光年以上。因宇宙爲彎曲，光線亦不能直達，故光自一處取某一方向出發，約歷8,000,000,000年後當再返原處；若由相反之方向出發亦然；此猶在地球上向東出發可返原處，而向西出發亦可返於原處也。宇宙圓周之大既如此，今日最強望遠鏡所能見之空間距離，不過宇宙距離之一極微分數耳。然今日之宇宙容量，並非安定不變，不僅其大小日在擴張，且其擴張之速率亦日在增進也。

今日吾人所能見之星雲約爲 2,000,000 個，其總量約爲太陽之4,000,000,000,000,000 倍，而不能見者爲數當更多。據愛丁頓 *Eddington* 之推算，謂全宇宙物質之總量爲太陽之 110,000,000,000

0,000,000,000,000倍，而此總量亦似日在遞減者。

宇宙容積之大既如此，而吾人類所活動之空間，即繞地球一周而言，亦不過一萬八千英里，以此與宇宙之圓周相較，直滄海之一粟。地質史示我人以地球之年齡為二十萬萬年，而人生上壽不過百歲，以此與二十萬萬年相較，曾不足以一瞬。故惟有讀天文學者，始知吾人軀殼之渺小，不足以自豪。然人類纖細之腦，將茫茫無涯之宇宙，收容之而繩以法則，斯亦足以堅吾人之心志焉！

第二章 太陽系總論

第一節 行星之運動

行星爲太陽所支配，作不息之運動。行星運動之種類甚多，其主要者爲自轉 rotation 與公轉 revolution。行星依其貫南北兩極所假設之軸而旋轉曰自轉；行星繞太陽之運動曰公轉。

設吾人處太陽之上以視諸行星之運行，則諸行星者皆爲自西徂東繞太陽而運動，此謂之順行 direct motion。然吾人係處地球之上，由運動之相對關係，視地爲靜，則太陽適繞行於地球之周圍，此太陽所行之道自古謂之黃道 ecliptic，今又名之爲地球繞太陽之軌道。黃道與地球赤道平面之

延長相割於二點，太陽在每年三月二十一日過其一點，而九月二十四日過其他一點。前者曰春分點 Vernal equinox，後者曰秋分點 Autumnal equinox。

圖1爲示現時太陽每年在天球上之位置。

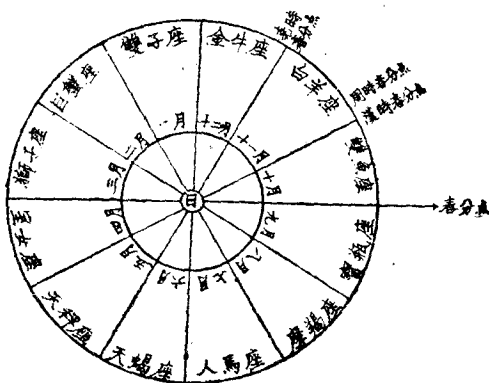


圖 1

行星之運行，居地球上視之，因地球本身亦有公轉，並非皆爲作自西徂東之順行；而有時爲自東徂西而行，此曰逆行 retrograde motion。由順而

逆，或由逆而順，其間又經過一時期爲靜止，是曰留 stationary。

圖 2 乃示自一九二八年至一九二九年間火星在天球上之視行。

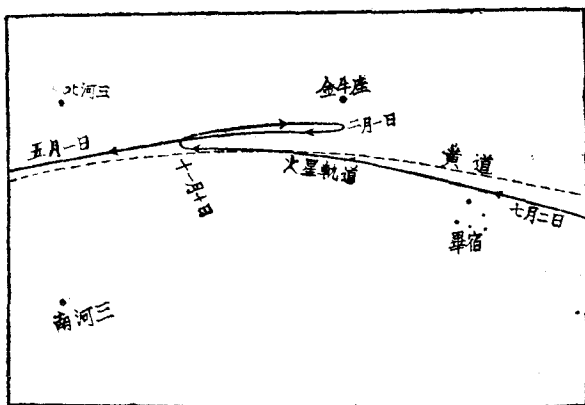


圖 2

行星何以有順行與逆行之別？哥白尼作以下之說明（圖3）：設 S 爲太陽，小圓爲地球之軌道，大弧爲行星之軌道。茲取木星爲例（土星、天王星等與

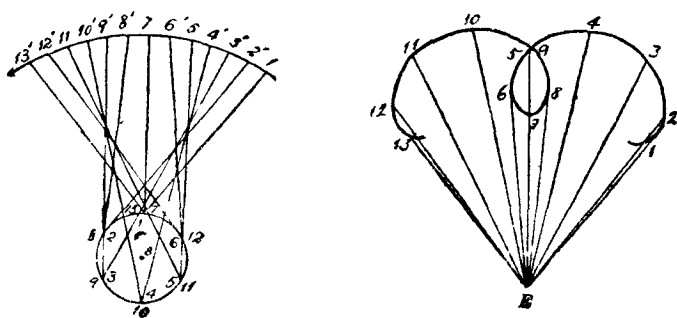


圖 3

此相同，水星與金星僅爲處地球軌道之內，亦可以同理推之）。因木

星之角運動速率僅為地球角運動速率之十二分之一，設地球每相隔二月在軌道上之位置為1, 2, 3, ………等，則木星在軌道上之相應位置為1', 2', 3', ………等。使地球靜止在E，自E作平行且相等於11', 22', 33', ………等線分，則此諸線分之另一端點之軌跡適成一

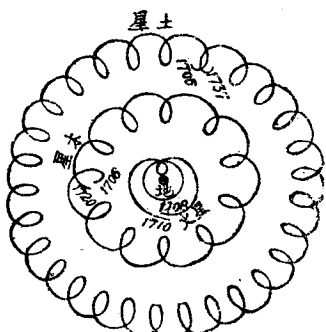


圖 4

外擺線，即一動圓在一定圓周外轉動時，動圓圓周上一點之軌跡。當木星在其視軌道上由1至6為順行，在6為留，自6至8為逆行，在8又為留，過此又為順行，故行星之視運行有順有逆。擺線圈之個數視行星而異（圖4），計木星有十一個圈，土星有二十一個圈。

在地球軌道以內之行星曰內行星 inferior planets，處地球軌道以外之行星曰外行星 outer planets。當地球、太陽、與行星三者居同一直線（其實為同一平面）之上曰合 conjunction。合有上合 superior conjunction 下合 inferior conjunction 之分；太陽在行星與地球之間曰上合，行星在太陽與地球之間曰下合，下合僅內行星有之（圖5）。若在外行星，有時地球運行至太陽與行星之中間，是曰衝 opposition。內行星在下合時與地球之距離為最近，外行星在衝時與地球之距離為最近。行星與太陽對地球所夾之角

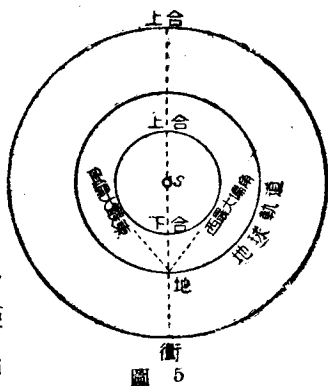


圖 5

曰偏角 elongation；外行星之偏角可自零度以至一百八十度，但內行星之偏角則否，最小可爲零度，而最大則不能達九十度。故內行星有最大之偏角。此最大偏角在東者曰東最大偏角，在西者曰西最大偏角。吾人能否得見行星，則全視其偏角而定，如偏角小，則行星僅能於日間在地平線之上也。

第二節 開普勒行星運動定律與牛頓萬有引力定律

十六世紀末葉，天文學家提科布拉以其畢生之精力，觀察火星之運動。其後有開普勒者出，生於浮秦姆堡 Würtemberg，少加利略七歲，以二十載之苦心，研究提科布拉觀察所得之結果，作火星運動詮釋 *Commentariis de Motibus Stellae Martis* 一書，樹立行星運動之基本定律，一洗往昔宇宙圓形之哲學。開氏定律凡三：

第一定律 行星繞太陽之軌道爲橢圓，而太陽居橢圓焦點之一。

第二定律 行星與太陽所連成之直線（即動徑 *radius vector*）在相等之時間內畫成相等之面積。

行星之軌道既爲橢圓，而太陽又居橢圓二焦點之一，則行星與

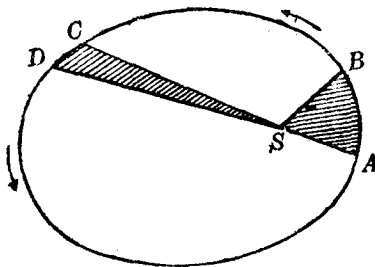


圖 6

太陽之距離時有改變。由此定律，設 S 爲太陽， SAB 與 SDC 二扇形之面積爲相等，則行星自 A 行至 B 與自 C 行至 D 所需之時間爲相等，亦即行星距太陽愈近，其公轉之速率愈大也（圖6）。

第三定律 任一行星公轉

週期之平方之比等於其與太陽之距離之三方之比。

此第三定律又曰調和定律 harmonic law，可以數學公式表之如下：設 t_1 與 t_2 爲二行星之公轉週期， a_1 及 a_2 爲二行星與太陽之距離，則

$$t_1^2 : t_2^2 = a_1^3 : a_2^3.$$

但第三定律微欠精確，蓋此第三定律爲僅能視行星爲一質點，即其質量爲可以不計者。但行星並非質點，不過其質量與太陽之質量相較爲微細耳。由是開氏第三定律必須稍加修改。設 M 爲太陽之質量， m_1 與 m_2 爲二行星之質量，則修正後之開氏第三定律爲

$$t_1^2 (M + m_1) : t_2^2 (M + m_2) = a_1^3 : a_2^3$$

由開氏第二定律，得知行星有趨向於太陽之力；換言之，即太陽對諸行星皆有其吸引之力，而使其運行於軌道之上。由開氏第一定律可以推得太陽對行星之引力與行星至太陽之距離之平方成反變。更有進者，開氏第三定律明示太陽之引力與行星之質量爲有關也。

開氏行星運動之三大定律出後，大數學家牛頓即用力學以說明之。一六八七年牛頓在其所著之格物論 Principia 第三卷中發表其萬有引力定律 law of universal gravitation。其言謂：「萬物皆有相引之力，而此力與其相互之質量成比例」。

「推論一 太陽對某行星之引力之量爲太陽對該行星各部分之引力之總和」。

「推論二 太陽對某行星各部分之引力與太陽至各該部分之距離之平方成反比」。

換言之，即「宇宙中所有物體皆有其互相吸引之力，此力與其質