

Kepler, Johannes

克卜勒

一、生平

約翰·克卜勒（Johannes Kepler, 1571-1630），日耳曼天文學家，發現行星運動三大定律，發展哥白尼日心說的天文學家，為牛頓萬有引力的發現奠定基石，終結傳統的周轉圓理論，開創天文的新紀元。

生於伍騰堡（現今南德巴登）威德市，三歲時染上天花，雙手受創，視力受損，路德教派信徒。就讀杜賓根大學時(1589-1594)，1591年，Kepler 從 Tuebingen(杜賓根) 大學畢業後轉入神學院，準備當牧師。1594年，將從神學院畢業時，經人介紹到奧地利 Graz 地方教數學及天文學。前此，他在 Tuebingen 大學時受天文學家 Maestliu(麥斯特林)的影響，深信當時還沒被廣為接受的 Copernicus(哥白尼)學說：地球自轉且繞太陽公轉；這是他任教前所僅有的天文知識。1596年，克卜勒在宇宙論方面的著作《宇宙的奧秘》出版。

在授課中，他突然「悟出」了正多面體及行星距離間的關係，寫了一篇充滿神秘占星色彩的論文《宇宙的神秘》，送到天文學家 Tycho Brahe(第谷·布拉赫)（1546~1601年）手中。（Kepler 終身對各種多面體保持研究的興趣，也多有發現。）Brahe 雖不贊成 Kepler 的神秘占星觀點。但驚訝於其豐富的天文知識，由於斐迪南二世強制波希米亞人民改奉天主教，迫使克卜勒在一六〇〇年導至日後 Kepler 到布拉格做 Brahe 的助手，

次年十一月第谷去世後，他成為魯道夫二世的皇家天文學家（數學家），繼承了他的遺產—幾十年的星像記錄—這是望遠鏡發現前最精確的記錄，Kepler 在 1604年 10月 17日，他發現了超新星 SN 1604（最早有人於 10月 9日發現），經深入研究後著作了《蛇夫座腳部的新星》（De Stella Nova in Pede Serpentarii），而該顆超新星亦以他命名為克卜勒超新星，也利用 Brahe 留下來的紀錄展開了「火星降服戰」，在太陽中心說並未使天文學家能更準確預測行星的運行軌道。Kepler 對火星及地球試了各種大小不同的圓、不同的圓心（不一定是太陽）、不同速度，總是與記錄有出入。他放棄了等速圓周運動模式，而改試變速圓周運動，還是沒有成功。最後他放棄了圓，改試各種不同的卵形線，推翻了圓周等速運動及其衍生的複雜模式（同心球理論、周轉圓理論等）完成《新天文學》(1609)，與十年後出版的《世界的和諧》(1619)，兩書構成行星運動三大定律。加上《哥白尼學說綱要》(1618-1622)，克卜勒成為十六世紀末與十七世紀初致力推動與修正日心說的先驅者。

Kepler 由「火星降服戰」所導出的行星運行模式可歸納成兩個定律：第一、行星運行的軌道為橢圓，太陽居其一焦點；第二、行星與太陽連線在等長的時間內掃過相同的面積。1618 年發現了第三條定律，後來被稱為「克卜勒定律」的行星三大定律，1619 年，他發表了《宇宙的和諧》，宣佈了第三定律：行星繞行太陽一周所需要的時間 T 和行星到太陽的距離 R （橢圓軌道的半長軸）之間有如下關係： $T^2 : R^3$ 為定數。這三個定律將太陽系用數學結成一體，更加肯定 Copernicus 學說的正確性，而日後 Newton 的萬有引力學說也因足以說明此三個定律，才通過初步的考驗。

他在 1609 年發表了關於行星運動的兩條定律，定律說明了行星圍繞太陽轉的理論。公元 1618 年—1621 年，他寫了《哥白尼天文學概要》，認為天文學分五個部分：

1. 觀測天象
2. 提出解釋所觀測的表觀運動的假說
3. 宇宙論的物理學或形上學
4. 推算天體過去或未來的方位
5. 有關儀器製造和使用的機械學部分。

克卜勒接受了並發展了哥白尼的天體貴賤觀，認為太陽是宇宙的統治者，行星各依其軌道環繞太陽而行。行星運動三定律的發現為經典天文學奠定了基石，促成了數十年後萬有引力定律的發現。

1630 年 11 月，克卜勒在雷根斯堡（Regensburg）發高熱，幾天後在貧病中去世，葬於當地的一家小教堂。他為自己撰寫的墓誌銘是：「我曾測天高，今欲量地深。我的靈魂來自上天，凡俗肉體歸於此地。」

天文學著作：

《宇宙的奧秘》（*Mysterium cosmographicum*）（1596）

《天文學的光學需知》（*Astronomiae Pars Optica*）（1604）

《蛇夫座腳部的新星》（*De Stella Nova in Pede Serpentarii*）（1606）

《新天文學》（*Astronomia nova*）（1609）

《折光學》（Dioptrice）（1611）

《世界的和諧》（Harmonices Mundi）（1618）

《哥白尼天文學概要》（Epitome astronomiae Copernicanae）（1618-1621）

《魯道夫星表》（Tabulae Rudolphinae）（1627）

二、貢獻

1、於其《桶的體積量度》中，第一個嘗試利用無窮微量去決定由曲線所生成之圖形的區域面積與體積

2、提出行星運動的克卜勒定律。

3、近代光學的奠基者，他研究了針孔成像，並從幾何光學的角度加以解釋，並指出光的強度和光源的距離的平方成反比。克卜勒也研究過光的折射問題，1611年發表了《折光學》一書，最早提出了光線和光束的表示法，並闡述了近代望遠鏡理論，他把伽里略望遠鏡的凹透鏡目鏡改成小凸透鏡，這種望遠鏡被稱為克卜勒望遠鏡。

克卜勒也研究過人的視覺，認為人看見物體是因為物體所發出的光通過眼睛的水晶體投射在視網膜上，闡明了產生近視和遠視的成因。克卜勒還發現大氣折射的近似定律，最先認為大氣有重量，並且說明了月全食時月亮呈紅色是由於一部分太陽光被地球大氣折射後投射到月亮上而造成的。

4、現代的人造衛星的軌道也是使用克卜勒3大定律。

三、理論

任何二物體(恆星與行星、行星與衛星、雙星系統…)，如果它們間束縛力只有重力，而且它們運動的軌道是橢圓或圓，則克卜勒三運動定律是必然的結果。所以，這裡呈現的結果，不只是適用行星系統。

- 克卜勒第一定律

"行星繞太陽運行的軌道橢圓，太陽位在橢圓的焦點之一。"

橢圓的半長軸以 a 代表，半短軸以 b 代表，橢圓的離心率 e 為兩焦點間的距離與長軸的比值。圓為橢圓的特例，兩焦點的距離為零，所以圓的離心率為零。

- 克卜勒第二定律

"等面積速率定律：太陽與行星的連線，在相同的時間掃過相同的面積。"

- 克卜勒第三定律

"行星軌道半長軸的平方與其週期的立方成正比。"

如果週期的單位為地球年，而半長軸以 A.U. 為單位，對太陽系任何行星

$$p^2 (\text{以年為單位}) = a^3 (\text{以 A.U. 為單位})。$$

在推導此公式時，我們已忽略行星質量所引起的效應。考慮本太陽系的行星公轉時，這是合理的作法，因為就是質量最大的行星—木星，其質量只約是太陽的千分之一。

如果行星的質量不可忽略，則克卜勒第三運動定律需修正為：

$$p^2 = [4 \pi^2 / G(m_1 + m_2)] a^3。$$

在這則公式中， p 是以秒為單位，質量(m_1, m_2)以公斤為單位，而 a 以公尺為單位。

太陽系九大行星運行軌道的主要數據如下：

行星	半行軸 a (A.U.)	週期 p (地球年)	軌道離心率 e	p^2/a^3
----	-------------------	-----------------	-----------	-----------

水星	0.387	0.241	0.206	1.002
金星	0.723	0.615	0.007	1.002
地球	1.000	1.000	0.017	1.000
火星	1.524	1.881	0.093	1.000
土星	5.203	11.86	0.048	0.999
木星	9.539	29.46	0.056	1.000
天王星	19.19	84.01	0.046	0.999
海王星	30.06	164.8	0.010	1.000
冥王星	39.53	248.6	0.248	1.001

除了水星與冥王星之外，其餘行星的軌道都很接近圓形。在內行星中，火星的偏心率是最大的，如果當初克卜勒繼承 Brahe 的觀測數據後，如果不是先計算火星的運動軌道，結局是否和現在會有不同呢？

四、參考文獻

http://episte.math.ntu.edu.tw/people/p_kepler/index.html

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1507082605815>

http://www.phys.ncku.edu.tw/~astrolab/e_book/distance/captions/kepler_laws.html

<http://www.books.com.tw/exep/prod/booksfile.php?item=0010317864&>