

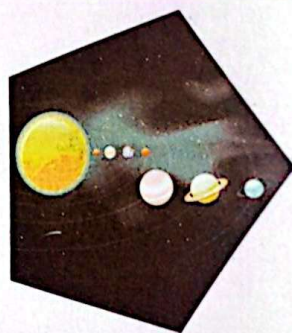
(牛顿的)《原理》将成为一座永垂不朽的深邃智慧的纪念碑,它向我们揭示了最伟大的宇宙定律,是高于(当时)人类一切其他思想产物之上的杰作,这个简单而普遍定律的发现,以它囊括对象之巨大和多样性,给予人类智慧以光荣。

——拉普拉斯^①

1 行星的运动

问题 ?

不同行星都在各自的轨道上绕太阳运行,行星运行的轨道有怎样的特点?行星绕太阳运行的周期与距离太阳的远近是否存在某种关系?



在古代,人们对于天体的运动存在着地心说和日心说两种对立的看法。地心说认为地球是宇宙的中心,是静止不动的,太阳、月球以及其他星体都绕地球运动。它符合人们的直接经验。日心说则认为太阳是静止不动的,地球和其他行星都绕太阳运动,似乎与人们的生活经验不符合。经过长期论争,日心说战胜了地心说,最终被接受。无论地心说还是日心说,古人都把天体的运动看得很神圣,认为天体的运动必然是最完美、最和谐的匀速圆周运动。行星运动果真如此吗?



开普勒 (Johannes Kepler, 1571—1630)

开普勒定律

德国天文学家开普勒用20年的时间研究了丹麦天文学家第谷的行星观测记录,发现如果假设行星的运动是匀速圆周运动,计算所得的数据与观测数据不符;只有假设行星绕太

^① 拉普拉斯 (Pierre-Simon Laplace, 1749—1827), 法国数学家、天文学家。

阳运动的轨道不是圆，而是椭圆，才能解释这种差别。他还发现了行星运动的其他规律。开普勒分别于1609年和1619年发表了他发现的下列规律，后人称为开普勒行星运动定律。

开普勒第一定律 所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上。

开普勒第一定律告诉我们：行星绕太阳运行的轨道严格来说不是圆而是椭圆；太阳不在椭圆的中心，而是在其中一个焦点上；行星与太阳间的距离是不断变化的。



做一做

绘制椭圆

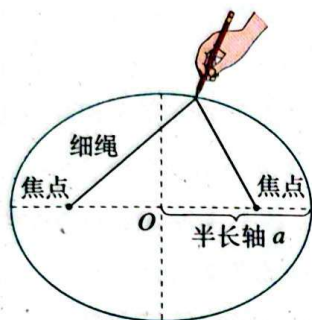


图 7.1-1 用图钉和细绳画椭圆

可以用一条细绳和两只图钉来画椭圆。如图 7.1-1，把白纸铺在木板上，然后按上图钉。把细绳的两端系在图钉上，用一支铅笔紧贴着细绳滑动，使绳始终保持张紧状态。铅笔在纸上画出的轨迹就是椭圆，图钉在纸上留下的痕迹叫作椭圆的焦点。

保持绳长不变，当两焦点不断靠近时，椭圆形状如何变化？焦点重合时，半长轴转变为什么？

开普勒第二定律 对任意一个行星来说，它与太阳的连线在相等的时间内扫过的面积相等（图 7.1-2）。

开普勒第二定律告诉我们：当行星离太阳较近的时候，运行的速度较大，而离太阳较远的时候速度较小。

开普勒第三定律 所有行星轨道的半长轴的三次方跟它的公转周期的二次方的比都相等。

若用 a 代表椭圆轨道的半长轴， T 代表公转周期，开普勒第三定律告诉我们

$$\frac{a^3}{T^2} = k$$

比值 k 是一个对所有行星都相同的常量。

实际上，行星的轨道与圆十分接近（图 7.1-3），在中学阶段的研究中我们可按圆轨道处理。这样就可以说：

1. 行星绕太阳运动的轨道十分接近圆，太阳处在圆心。
2. 对某一行星来说，它绕太阳做圆周运动的角速度（或线速度）大小不变，即行星做匀速圆周运动。

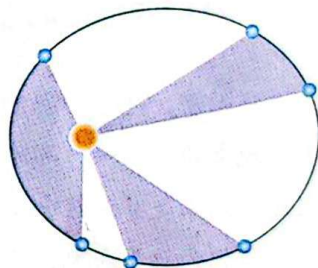


图 7.1-2 行星与太阳的连线在相等时间内扫过相等的面积