

JINXINGJIAOYU
金星教育

◎北京创新教学与考试研究中心成果◎



教材全解丛书

中学教材全解

ZHONGXUEJIAOCAI
QUANJIE

总主编 / 薛金星

高一物理 (下)



陕西人民教育出版社

4.7
2

湛师图书馆

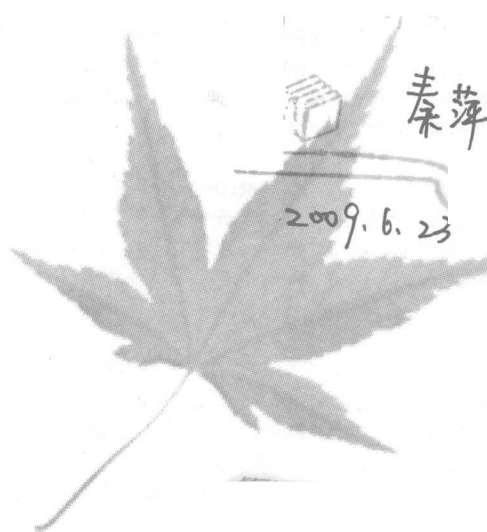


A1391270

北京创新教学与考试研究中心成果

中学教材全解

高一物理（下）



丛书主编	薛金星
本册主编	崔凤林
修订者	李思成

陕西人民教育出版社

(陕)新登字 004 号

中学教材全解

高一物理(下)

陕西人民教育出版社出版发行

(西安市长安路南段 376 号)

各地新华书店经销 北京金华印刷有限公司印刷

880×1230 毫米 32 开本 8.125 印张 280 千字

2003 年 1 月第 2 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 7-5419-8300-4/G·7165

定价 10.80 元

再版前言

《中学教材全解》系列丛书为北京创新教学与考试研究中心的专项研究成果。我们祝愿《中学教材全解》将伴随您度过中学阶段的美好时光,帮您迈向日夜向往的高等学府。

这套丛书与其它同类书相比具有以下几个鲜明特色:

第一,新。

首先是教材新。本书以最新教改精神为依据,以现行初、高中最新教材为蓝本编写。其次是体例新。紧扣教材,步步推进,设题解题、释疑解难、课后自测、迁移延伸,逐次深入。其三是题型(材料)新。书中选用题型(材料)都是按中考、高考要求精心设计挑选,让读者耳目一新。

第二,细。

首先是对教材讲解细致入微。以语文科为例,小到字的读音、词的辨析,大到阅读训练和作文训练都在本书中有所体现。其次是重点难点详细讲析,既有解题过程又有思路点拨。其三是解题方法细,一题多解,多题一法变通训练,总结规律。

第三,精。

首先是教材内容讲解精。真正体现围绕重点,突破难点,引发思考,启迪思维。根据考点要求,巧设问题,精讲精练,使学生举一反三,触类旁通。其次是练习配置精,注重典型性,避免随意性,注重迁移性,避免孤立性,实现由知识到能力的过渡。

第四,透。

首先是对教纲考纲研究得透。居高临下把握教材,立足于教材,又不拘泥于教材。其次是对学生知识储备研究得透。学习目标科学可行,注重知识“点”与“面”的联系,“教”与“学”的联系。再次是对问题讲解得透,一题多问,一题多解,培养求异思维和创新思维能力。

第五,全。

首先是知识分布全面。真正体现了“一册在手,学习内容全有”的编写指导思想。其次是该书的信息量大。它涵盖了中学文化课教学全部课程和教与学的全部过程,内容丰富,题量充足。再次是适用对象全面。本书着眼于面向全国重点、普通中学的所有学生,丛书内容由浅入深,由易到难,学生多学易练,学习效果显著。

本系列丛书虽然从策划、编写,再到出版,精心设计,细致操作,可谓尽心尽力,但疏漏之处在所难免,诚望广大读者批评指正。

薛金星于北师大

目 录

第六章 万有引力定律 … (1)	教材内容详解 …………… (20)
本章综合解说 …………… (1)	典型例题剖析 …………… (22)
第一节 行星的运动 …………… (3)	本节内容总结 …………… (24)
学习目标要求 …………… (3)	随堂强化训练 …………… (26)
教材内容详解 …………… (3)	第五节 人造卫星 宇宙速度
典型例题剖析 …………… (4)	…………… (26)
本节内容总结 …………… (5)	学习目标要求 …………… (26)
随堂强化训练 …………… (6)	教材内容详解 …………… (26)
第二节 万有引力定律 …………… (7)	典型例题剖析 …………… (30)
学习目标要求 …………… (7)	本节内容总结 …………… (34)
教材内容详解 …………… (8)	随堂强化训练 …………… (36)
典型例题剖析 …………… (9)	第六节 行星、恒星、星系和宇宙
本节内容总结 …………… (11)	…………… (37)
随堂强化训练 …………… (12)	本章总结 …………… (40)
第三节 万有引力常量的测定	知识结构图示 …………… (40)
…………… (13)	专题内容总结 …………… (40)
学习目标要求 …………… (13)	走向新高考 …………… (47)
教材内容详解 …………… (13)	3+X 综合 …………… (48)
典型例题剖析 …………… (15)	本章综合检测题 …………… (49)
本节内容总结 …………… (18)	第七章 动量 …………… (52)
随堂强化训练 …………… (19)	本章综合解说 …………… (52)
第四节 万有引力定律在天文学上	第一节 冲量和动量 …………… (54)
的应用 …………… (19)	学习目标要求 …………… (54)
学习目标要求 …………… (19)	教材内容详解 …………… (54)

典型例题剖析	(56)	实验六 验证动量守恒定律	
拓展迁移	(58)	(109)
本节内容总结	(60)	实验内容详解	(109)
随堂强化训练	(60)	典型例题剖析	(110)
第二节 动量定理	(61)	随堂强化训练	(112)
学习目标要求	(61)	本章总结	(113)
教材内容详解	(61)	知识结构图示	(113)
典型例题剖析	(65)	物理思想方法	(114)
本节内容总结	(69)	专题内容总结	(114)
随堂强化训练	(70)	走向新高考	(117)
第三节 动量守恒定律	(71)	3+X 综合	(118)
学习目标要求	(71)	本章综合检测题	(119)
教材内容详解	(71)	第八章 机械能	(123)
典型例题剖析	(74)	本章综合解说	(123)
本节内容总结	(80)	第一节 功	(125)
随堂强化训练	(81)	学习目标要求	(125)
第四节 动量守恒定律的应用		教材内容详解	(125)
.....	(83)	典型例题剖析	(128)
学习目标要求	(83)	本节内容总结	(130)
教材内容详解	(83)	随堂强化训练	(131)
典型例题剖析	(84)	专题一 恒力与变力的做功问题	
本节内容总结	(89)	(132)
随堂强化训练	(89)	第二节 功率	(133)
专题一 动量守恒定律的应用		学习目标要求	(133)
.....	(91)	教材内容详解	(134)
专题二 多个物体所组成的系		典型例题剖析	(135)
统中动量守恒	(94)	本节内容总结	(138)
第五节 反冲运动 火箭		随堂强化训练	(139)
.....	(99)	第三节 功和能	(140)
学习目标要求	(99)	学习目标要求	(140)
教材内容详解	(99)	教材内容详解	(140)
典型例题剖析	(103)	典型例题剖析	(142)
本节内容总结	(107)	本节内容总结	(143)
随堂强化训练	(108)	随堂强化训练	(144)

第四节 动能 动能定理	专题内容总结	(179)
..... (144)	走向新高考	(189)
学习目标要求	3+X 综合	(191)
教材内容详解	本章综合检测题	(193)
典型例题剖析		
本节内容总结	第九章 机械振动	(197)
随堂强化训练	本章综合解说	(197)
第五节 重力势能	第一节 简谐运动	(199)
..... (152)	学习目标要求	(199)
学习目标要求	教材内容详解	(199)
教材内容详解	典型例题剖析	(201)
典型例题剖析	本节内容总结	(203)
本节内容总结	随堂强化训练	(203)
随堂强化训练	第二节 振幅、周期和频率	
第六节 机械能守恒定律 (204)	
..... (159)	学习目标要求	(204)
学习目标要求	教材内容详解	(204)
教材内容详解	典型例题剖析	(206)
典型例题剖析	随堂强化训练	(208)
本节内容总结	专题一 简谐运动的多解性	
随堂强化训练	和对称性	(208)
第七节 机械能守恒定律的应用	第三节 简谐运动的图象	
..... (165) (211)	
学习目标要求	学习目标要求	(211)
教材内容详解	教材内容详解	(212)
典型例题剖析	典型例题剖析	(213)
本节内容总结	本节内容总结	(216)
随堂强化训练	随堂强化训练	(216)
专题 能量转化与守恒	第四节 单摆	(217)
..... (172)	学习目标要求	(217)
实验七 验证机械能守恒定律	教材内容详解	(217)
..... (175)	典型例题剖析	(220)
实验内容详解	本节内容总结	(221)
典型例题剖析	随堂强化训练	(222)
随堂强化训练		
本章总结		
..... (178)		
知识结构图示		
..... (178)		

专题二 在作匀变速直线运动

的系统中单摆的周期问题

..... (224)

第五节 相位(略)..... (225)

第六节 简谐运动的能量

阻尼振动..... (225)

学习目标要求..... (225)

教材内容详解..... (226)

典型例题剖析..... (227)

本节内容总结..... (228)

随堂强化训练..... (229)

第七节 受迫振动 共振

..... (230)

学习目标要求..... (230)

教材内容详解..... (230)

典型例题剖析..... (232)

本节内容总结..... (233)

随堂强化训练..... (233)

实验八 探索弹力和弹簧伸长的

关系..... (234)

实验九 用单摆测定重力加速度

..... (234)

实验内容详解..... (234)

典型例题剖析..... (235)

随堂强化训练..... (237)

本章总结..... (238)

知识结构图示..... (238)

重要公式..... (238)

专题内容总结..... (238)

走向新高考..... (241)

3+X 综合..... (242)

本章综合检测题..... (243)

期末测试题..... (247)



第六章

万有引力定律

在浩瀚的宇宙中存在着无数大小不一、形态各异的天体，由无数天体组成的广袤无垠的宇宙始终是人们渴望了解、不断探索的领域。

本章我们将学习万有引力定律及其在天体运动中的应用。万有引力定律是在哥白尼、伽利略、开普勒等人的天文学研究成果的基础上，由牛顿运用动力学原理而发现的重要定律。它不仅能解释重力产生的原因，也能够解释行星和卫星的运动规律。它是天文学上研究各种天体运动规律的依据，它所揭示的万有引力是自然界中四种基本相互作用之一。

本章的重点内容是：万有引力在天体运动中的应用及人造地球卫星的发射和运行，

第一宇宙速度的推导和理解。

本章的难点是：开普勒有关行星运动的三个定律、万有引力定律、牛顿第二定律以及匀速圆周运动知识在天体运动中的综合运用。

本章可分四个单元：第一单元(第1节)开普勒关于行星运动描述的有关知识；第二单元(第2、3节)万有引力定律的知识；第三单元(第4、5节)万有引力定律在天体运动中的有关应用。第四单元(第6节)介绍行星、恒星、星系和宇宙等天体知识。

第一节 行星的运动



学习目标要求

1. 知道地心说和日心说的基本内容。
2. 知道所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上。
3. 知道所有行星绕太阳运动的椭圆轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值相等，且这个比值与行星的质量无关，但与太阳的质量有关。
4. 理解人们对行星运动的认识过程是漫长复杂的，真理是来之不易的。



教材内容详解

1. 古代两种说法

(1) 地心说：地球是宇宙的中心，地球静止不动。太阳、月亮及其它行星都绕地球运动。代表人物是托勒玫。

说明：地心说符合人们的日常经验，同时也符合势力强大的宗教神学关于地球是宇宙中心的说法，故地心说统治了人们相当长的时间。

(2) 日心说：太阳是静止不动的，地球和其它行星都绕太阳运动。代表人物是哥白尼。

说明：日心说能很容易解释天体的运动，因此日心说逐渐受到人们的重视，到十七世纪，就建立了日心说的理论体系。

注意：古代两种说法都不正确，因为不管是地球还是太阳，它们都在不停地运转，不可能静止。鉴于当时人们对自然科学的认识能力，只是日心说比地心说更进一步。

2. 行星运动的描述

(1) 第谷的观测

第谷是丹麦的天文学家，是一位出色的观测家，他用了三十年的时间观测、记录了行星、月亮、彗星的位置。第谷本人虽然没有准确描绘出行星运动的规律，但他所记录的数据为后人的研究提供了坚实的基础。

(2) 开普勒三定律

德国天文学家开普勒曾经与第谷一起工作过一段时间，第谷去世后，开普勒认真整理了第谷的观测资料，在哥白尼学说的基础上又迈进了一步，抛弃了圆轨道的

说法,于1609年在他的著作《新天文学》中提出了著名的三大定律中的前两条,十年后,又提出了第三条定律.

①开普勒第一定律(又叫椭圆轨道定律)

所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆,太阳处在所有椭圆的一个焦点上.如图6-1-1所示.

注意:不同行星椭圆轨道是不同的.

②开普勒第二定律(又叫面积定律)

太阳和行星的连线在相等的时间内扫过相等的面积.如图6-1-2所示.

说明:行星近日点的速率大于远日点的速率.

③开普勒第三定律(又叫周期定律)

所有行星的椭圆轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等.

$$\text{数学表达式为 } \frac{R^3}{T^2} = k, \text{ 或者为 } \frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2}$$

其中 R 为椭圆轨道的半长轴, T 为公转周期, k 是与行星无关的常量.

说明:开普勒定律不仅适用于行星,也适用于卫星,只不过此时 $\frac{R^3}{T^2} = k'$, 比值 k' 是由行星的质量所决定的另一恒量,与卫星无关.

行星的轨道都跟圆近似,因此计算时可以认为行星是做匀速圆周运动.

注意:①开普勒定律是总结行星运动的观察结果而总结归纳出来的规律,它们每一条都是经验定律,都是从观察行星运动所取得的资料中总结出来的.开普勒定律只涉及运动学、几何学方面的内容.

②研究天体运行时,太阳系中的九大行星及卫星运动的椭圆轨道的两个焦点相距很近,因此行星的椭圆轨道都很接近圆.在要求不太高时,通常可以认为行星以太阳为圆心做匀速圆周运动.这样做使处理问题的方法大为简化,而得到的结果与行星的实际运行情况相差并不很大.

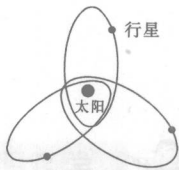


图 6-1-1



图 6-1-2



典型例题剖析

例1 关于行星的运动,以下说法正确的是(BD).

- A. 行星轨道的半长轴越长,自转周期就越大
- B. 行星轨道的半长轴越长,公转周期就越大
- C. 水星的半长轴最短,公转周期最大
- D. 冥王星离太阳“最远”,绕太阳运动的公转周期最长

分析:由 $\frac{R^3}{T^2} = k$ 可知, R 越大, T 越大, 故 B、D 正确, C 错误; 式中的 T 是公转周期而非自转周期, 故 A 错。

答案: B、D.

评注: 对公式中的各个量一定要把握其物理意义, 对一些说法中的个别字要读明白。如 R ——半长轴; T ——公转周期。

例 2 月球环绕地球运动的轨道半径约为地球半径的 60 倍, 运行周期约为 27 天。应用开普勒定律计算: 在赤道平面内离地面多少高度, 人造地球卫星可以随地球一起转动, 就像停留在天空中不动一样?

分析: 月球和人造地球卫星都在环绕地球运动, 根据开普勒第三定律, 它们运行轨道半径的三次方跟圆周运动周期的二次方的比值都是相等的。

解: 设人造地球卫星运行半径为 R , 周期为 T , 根据开普勒第三定律有

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

同理设月球轨道半径为 R' , 周期为 T' , 也有 $k = \frac{R'^3}{T'^2}$

由以上两式可得 $\frac{R^3}{T^2} = \frac{R'^3}{T'^2}$

$$R = \sqrt[3]{\frac{T^2}{T'^2} R'^3} = \sqrt[3]{\left(\frac{1}{27}\right)^2 \times (60R_{\text{地}})^3} = 6.67R_{\text{地}}$$

在赤道平面内离地面高度

$$H = R - R_{\text{地}} = 6.67R_{\text{地}} - R_{\text{地}} = 5.67R_{\text{地}} = 5.67 \times 6.4 \times 10^3 = 3.63 \times 10^4 \text{ km}$$

点评: 随地球一起转动, 就好像停留在天空中的卫星, 通常称为定点卫星。它们离地面的高度是一个确定的值, 不能随意变动, 在本章中还要专门研究。



本节内容总结

本节是本章的开首篇, 所述天体运动的描述及其理论的发展过程, 是后续几节的基础和理论依据。学习时重点掌握开普勒关于行星运动的理论描述, 深刻领会本节体现出的物理研究方法, 例如观察、实验, 提出假说, 数学推理, 建立模型等方法, 逐步培养自己的学科能力。

思维启迪

目前的航天飞机的飞行轨道都是近地轨道, 一般在地球上空 300~700 km 飞行, 绕地球飞行一周的时间为 90 min 左右。这样, 航天飞机里的宇航员在 24 h 内可以见到日落日出的次数应为 (D)。

A. 0.38

B. 1

C. 2.7

D. 16

答案:D.

解析:航天飞机绕行到地球向阳的区域,阳光能照射到它时为白昼,当飞到地球背阳的区域,阳光被地球挡住时就是黑夜.因航天飞机绕地球一周所需时间为90 min,而地球昼夜交替的周期是 24×60 min,所以,航天飞机里的宇航员在绕行一周的时间内,看到的日落后出次数 $n = \frac{24 \times 60}{90} = 16$.

资料卡片

地心说与日心说

在公元150年,古希腊天文学家托勒玫(约公元90—168)总结前人关于行星运动规律的看法和天文观测结果,发表了一部十三卷的《天文集》.在书中提出了一套行星体系的几何模型和运动理论,发展和完善了地球是宇宙中心的看法,即地心说,成为地心说的代表.

地心说认为地球是宇宙的中心,是静止不动的,太阳、月亮以及其他行星都绕地球运动.地心说能够解释当时所能观测到的一些天文现象,且符合天主教关于“地球乃宇宙中心”的思想,得到教会的支持,并成为了巩固封建神权的工具,禁锢人们的思想达一千多年.

直到十六世纪,波兰的天文学家哥白尼(1473—1543)经过近四十年的天文观测和研究,于1543年7月24日发表了一部光辉巨著——《天体运行论》,提出了完整的日心说理论体系,成为日心说的代表人物.

日心说认为太阳是行星系统的中心,地球和其他行星都在自转并且围绕太阳公转.哥白尼的学说反映了行星运动的真实情况,且可以简单明了地说明许多天文学问题.但是,由于哥白尼的日心说否定了地球乃宇宙中心的教会思想,曾被教会宣布为异端邪说.日心说的维护者意大利的哲学家布鲁诺(1548—1600)被教会烧死,同时,意大利物理学家、天文学家伽利略(1564—1642)因赞成日心说受到法庭的审判.

直到十七世纪,德国天文学家开普勒发现了太阳系行星运动三定律,英国牛顿发现万有引力定律,才使哥白尼开创的日心说有了稳固的理论基础而被世人所接受.教皇也承认了日心说的正确性,宣布对布鲁诺和伽利略的迫害是错误的.



随堂强化训练

1. 开普勒关于行星运动的公式 $\frac{R^3}{T^2} = k$,以下理解正确的是(AD).

- A. k 是一个与行星无关的常量
- B. R 代表行星运动的轨道半径

- C. T 代表行星运动的自转周期
 D. T 代表行星绕太阳运动的公转周期
2. 开普勒关于行星运动的描述是 (AC).
- A. 所有的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆, 太阳处在所有椭圆的一个焦点上
 B. 所有的行星围绕太阳运动的轨道都是圆, 太阳处在圆心上
 C. 所有行星轨道的半长轴的三次方跟公转周期的二次方的比值都相等
 D. 所有行星轨道半径的半长轴的二次方跟公转周期的三次方的比值都相等
3. 关于天体的运动以下说法正确的是 (D).
- A. 天体的运动无法研究
 B. 天体的运动是最完美、和谐的匀速圆周运动
 C. 太阳从东边升起, 从西边落下, 所以太阳绕地球运动
 D. 太阳系中所有行星都围绕太阳运动
4. 已知两行星绕太阳运动的半长轴之比为 b , 它们的公转周期之比为

$\frac{b_1^3}{T_1^2}$

$\frac{R^3}{T^2} = \frac{b^3 R^3}{T^2}$

$\frac{b^3}{T^2}$

$\frac{T^2}{T_1^2} = \frac{b^3}{1}$



参考答案

1. AD 2. AC 3. D 4. $b\sqrt{b}$

$\frac{T^3}{T_1^3} = b^3$

$\frac{T}{T_1} = b\sqrt{b}$

$\frac{b\sqrt{b}}{1}$

第二节 万有引力定律



学习目标要求

1. 了解万有引力定律得出的思路 and 过程.
2. 理解万有引力定律的含义并会推导万有引力定律.
3. 虽然在中学阶段只能将椭圆轨道近似为圆形轨道来证明万有引力定律, 但是仍要在思路 on 明确: 牛顿是在椭圆轨道下证明了万有引力定律.
4. 理解地面上物体所受的重力与天体间的引力是同一性质的力, 即服从平方反比定律的万有引力.



教材内容详解

1. 近代物理学家对行星运动本质的认识

开普勒三定律清晰地说明了行星是怎样运动的,但行星“为什么会这样运动”?是上帝安排的吗?近代物理学家对此提出了不同的动力学解释:

伽利略:认为一切物体都有合并的趋势,这种趋势导致行星做圆周运动.

开普勒:行星绕太阳运动,一定是受到了太阳的某种力的作用.

笛卡儿(法国):行星周围有旋转的物质(以太),迫使行星绕太阳运行.

胡克、哈雷等人:行星绕太阳运动的原因是因为太阳对行星产生吸引力.

牛顿:在前人研究的基础上,凭借其非凡的数学才能,阐明了天体运动的根本原因,提出了具有普遍意义的万有引力定律,即行星绕太阳运行的原因是由于太阳与行星之间存在相互吸引的力,称为万有引力.

2. 万有引力定律

(1)内容:自然界中任何两个物体都是相互吸引的,引力的大小跟这两个物体的质量的乘积成正比,跟它们的距离的二次方成反比.

(2)公式:
$$F = G \frac{mm'}{r^2}$$

式中质量的单位用 kg,距离的单位用 m,力的单位用 N. G 为引力常量,标准值为 $G = 6.672\ 59 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$,通常取 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$.

(3)适用条件:只适用于质点间的相互作用,但当两个物体间的距离远大于物体本身的大小时,物体可视为质点,公式也近似成立.

质量分布均匀的球体也可用此公式计算两者间的引力大小,其中 r 指球心间的距离.

注意:①两个物体间的相互吸引力是一对作用力和反作用力,总是大小相等、方向相反,遵守牛顿第三定律.

②在地球表面的物体所受的重力近似地认为等于地球对物体的引力,可知 $mg = G \frac{Mm}{R^2}$,即 $GM = gR^2$,这是一个常用的变换,式中 g 是地球表面的重力加速度.

③离地面越高,物体的重力加速度越小,它和高度的关系为: $\frac{g'}{g} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$,式中 R 是地球的半径, h 是物体离地面的高度.

说明:由于引力常量 G 很小,我们日常接触的物体的质量又不是很大,所以我们很难觉察到它们之间的引力.例如两个质量各为 50 kg 的人相距 1 m 时,他们相互间的引力相当于几百粒尘埃的重量.但是,太阳对地球的引力可以将直径为 9 000 km 的钢柱拉断.

例如课本上有一练习题:练习一中(1)题,既然任何物体间都存在着引力,为什么当两个人接近时他们不吸在一起?

分析:由于人的质量远小于地球的质量,因此两人之间的吸引力远小于地球对人的吸引力(即人的重力),两人间的引力不足以克服人与地面间摩擦力,因而两人不能吸在一起。

3. 牛顿设想的“月——地”检验

牛顿所建立的万有引力定律不仅解释了行星运动的起因,而且揭示了自然界普遍存在的一种基本作用,它将天体运动的规律和地球上得出的力学规律联系起来,进行演绎,从而推导出平方反比定律,并将天体间的引力和地面上的重力统一起来,使之成为一条宇宙万物间的普适的物理定律.同学们在学习中要注意体会.

牛顿在思考使月球做圆轨道运动的向心力与地面物体所受的重力是否是同一性质的力时,曾提出过这样一个理想实验:设想有一个小月球非常接近地球,以至于几乎触及地球上最高的山顶,那么使这个小月球保持圆轨道运动的向心力当然就应该等于它在山顶处所受的重力,如果小月球突然停止做轨道运动,它就应该同山顶处的物体一样以相同的加速度下落.如果它所受的向心力不是重力,那么它就将在这两种力的共同作用下以更大的加速度下落,这是与我们的经验不符的.可见,重力和月球所受的向心力是同一性质的力.

牛顿根据月球的周期和轨道半径,计算了月球围绕地球做圆周运动的向心加速度为:

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = 2.74 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

一个物体在地球表面的重力加速度为 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$,若把这个物体移到月球轨道的高度,其加速度也应是月球的向心加速度之值,根据开普勒行星运动定律可以导出 $a \propto \frac{1}{r^2}$ ($a \propto \frac{r}{T^2}$, 而 $\frac{r^3}{T^2} = k$, 则 $a \propto \frac{1}{r^2}$)

因为月心到地心的距离为地球半径的 60 倍,即

$$a = \frac{1}{60^2} g = 2.27 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

两个结果十分接近,这个重要的发现为牛顿发现万有引力定律提供了有力的论据,即地球对地面物体的引力与天体间的引力,本质上是同一种力,遵循同一规律.



典型例题剖析

例 1 (1999 年·上海高考题)把太阳系各行星的运动近似看做匀速圆周运动,则离太阳越远的行星(BCD)

A. 周期越小

B. 线速度越小