前　言

近一个多世纪以来，物理科学与技术发生了巨大的变化和进步，这就要求高等学校的物理教师编写出既系统介绍经典物理知识又要反映物理科学与技术进步的教材，以符合教学改革的精神，适合目前我国高等教育实际情况，满足大学物理实际教学需要。这是一项具有非常重要意义的工作。物理学的发展及其与物理学紧密联系的新技术的出现和广泛应用，使得这项工作变得相当不容易，甚至比较复杂。广大物理教师为此付出极大努力，做了许多有益的工作，取得了一些成果和经验。本书力图用适当的篇幅介绍物理学的主要内容，以科学的体系和通俗易懂的语言讲述物理现象和规律，反映与物理学新知识及其相联系的技术和成果，注重在讲述知识和技术中突出科学方法论，这是科学发展和时代进步对物理教学的要求，也是大学物理教师对物理教材的愿望和期盼。我们编写的这本《大学物理学》就是从大学物理课程教学改革的需要和教学实际情况出发，为实现这些目的所做的一种尝试和探索。

本书根据《高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划》的精神，借鉴国内外关于教材建设与改革的经验，结合多年来我们的教学实践而编写的。它包括了《非物理类理工学科大学物理课程教学基本要求》的全部内容，同时，适度介绍了近代物理的新知识以及新技术的物理基础，使本书成为一本满足各个层次大学物理课程教学改革的实际需要，符合高校教学实际，具备鲜明特色。本教材特点主要有以下几点：

1. 精选经典内容，构建教材新体系。力学部分，删去了中学阶段已经掌握的部分，如直线运动、抛体运动、物体碰撞，主要介绍运动学描述方法，运动定理及守恒定律，刚体的定轴转动，与中学阶段的力学体系有联系又完全不同。同时把相对论纳入力学部分，使之与经典的时空概念形成鲜明的对照，有助于学生理解掌握。

2. 力求内容现代化。教材中除讲述相对论和量子物理等传统近代物理内容外，还介绍了许多当前新技术中的基础物理原理，包括熵、全息、光纤通信、激光、超导、能带理论、纳米科学。在通篇教材中，加大了现代化内容的教学，这样使学生接触到许多新的物理知识和概念，对提高学生学习物理的兴趣，培养学生的探索精神有益处。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

3. 力求内容精炼、综合。抓住主要内容,删掉枝节,突出物理学中的重要定律与定理,从物理学发展的过程和教学实际情况两个方面组织教学内容,精选例题、习题,有些物理知识是通过实际应用和例题来介绍的,使得教材精炼。用基本的、通俗的方法讲述物理内容,去掉了比较繁琐的数学推导,避免了不必要的麻烦,以突出物理思想和方法的学习。既满足大学物理的教学需要,同时也有利于学生的创新能力培养。

4. 适度开"窗口",重视科学素质培养。在现代物理部分大胆地"渗透"一些科技前沿信息,并介绍了一些非线性物理的内容和概念。有些内容对学生学习可能有一定困难,但让学生尽早接受这些内容,有益于培养学生的求知欲望和独立思考能力,提高学生的科学素养。书中编写了部分物理学家介绍以及物理新知识和新技术的材料供学生阅读,以激发学生学习物理的兴趣和动力。

本书是在原《大学物理教程》的基础上重新编写的。由汪晓元主持编写,廖红、赵黎、刘想宁任副主编,参加此次编写的教师还有黄学洪、杨应平、余利华、李贤芳、陈清明、胡靖华、张小玲、赵中云等。具体分工为:汪晓元编写质点运动学、稳恒磁场及磁介质部分;刘想宁编写质点动力学部分;张小玲编写刚体的定轴转动部分;廖红编写机械振动和机械波部分;余利华编写热学部分;赵黎编写静电学部分;黄学洪编写电磁感应和电磁波部分;李贤芳编写光学部分;杨应平编写量子学物理基础部分;陈清明编写量子学物理基础的部分内容及工程新技术的物理基础部分;胡靖华编写原子核物理与粒子物理部分;赵中云负责相对论部分;赵黎负责稳恒电流部分。《〈大学物理学〉学习指导》的相关部分仍由以上教师负责分工编写。全书最后由汪晓元负责统一定稿。在编写的过程中,参加编写的教师付出了辛苦的劳动,也得到了许多师生的良好建议和出版社的帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,书中错误及不妥之处在所难免,敬请广大师生和同行批评指正,以便今后逐步完善和提高,使得我们所编写的这本《大学物理学》成为一本质量上乘的物理教材。

编 者

2008 年 6 月

目　录

绪论 …… (1)

第一篇　力　学

1　质点运动学 …… (5)

1.1　参照系　坐标系　物理模型 …… (5)

1.1.1　参照系 …… (5)

1.1.2　坐标系 …… (6)

1.1.3　物理模型 …… (6)

1.2　描述运动的物理量 …… (7)

1.2.1　位矢和运动方程 …… (7)

1.2.2　位移和速度 …… (8)

1.2.3　加速度 …… (9)

1.3　坐标系的运用 …… (10)

1.3.1　直角坐标系 …… (10)

1.3.2　自然坐标系 …… (13)

1.4　运动学的两类基本问题 …… (16)

1.5　相对运动 …… (20)

思考题 …… (22)

习题 …… (23)

2　牛顿运动定律 …… (25)

2.1　牛顿运动定律及其应用 …… (25)

2.1.1　牛顿运动定律的表述 …… (25)

2.1.2　牛顿运动定律的应用 …… (27)

2.2　惯性系　非惯性系与惯性力 …… (31)

2.3　SI 中的单位和量纲 …… (34)

思考题 …… (35)

习题 …… (37)

3 动量 动量定理 …… (42)
3.1 动量 冲量 动量定理 …… (42)
3.2 质点系的动量定理 动量守恒定律 …… (45)
3.3 变质量问题(火箭) …… (48)
思考题 …… (51)
习题 …… (52)
4 功和能及功能原理 …… (56)
4.1 功 动能定理 …… (56)
4.1.1 功与功率 …… (56)
4.1.2 动能定理 …… (58)
4.2 保守力及其功 …… (61)
4.2.1 重力的功 …… (61)
4.2.2 弹性力做功 …… (61)
4.2.3 万有引力的功 …… (62)
4.3 势能 势能曲线 势能梯度 …… (63)
4.3.1 势能 …… (63)
4.3.2 势能曲线与势能梯度 …… (64)
4.4 功能原理 机械能守恒定律 …… (66)
4.4.1 功能原理 …… (66)
4.4.2 机械能守恒定律 …… (66)
思考题 …… (68)
习题 …… (70)
5 刚体的定轴转动 …… (74)
5.1 刚体定轴转动的描述 …… (74)
5.1.1 刚体的概念 …… (74)
5.1.2 刚体的基本运动形式 …… (74)
5.2 质点的角动量定理与角动量守恒定律 …… (77)
5.2.1 质点对定点的角动量 …… (78)
5.2.2 力对定点的力矩 …… (79)
5.2.3 质点的角动量定理 …… (80)
5.2.4 质点的角动量守恒定律 …… (81)
5.3 刚体定轴转动定律 …… (83)
5.3.1 刚体定轴转动的角动量 …… (83)

5.3.2　刚体对固定轴的转动惯量的计算 …… (83)
5.3.3　刚体定轴转动定律 …… (86)
5.4　刚体定轴转动中的功和能 …… (89)
5.4.1　力矩的功 …… (89)
5.4.2　刚体的转动动能 …… (90)
5.4.3　刚体定轴转动的动能定理 …… (91)
5.5　角动量守恒定律 …… (92)
5.5.1　质点系对定轴的角动量定理 …… (92)
5.5.2　对定轴的角动量守恒定律 …… (92)
*5.6　进动 …… (95)
5.6.1　进动效应的理论分析 …… (96)
5.6.2　进动特性的技术应用 …… (97)
*5.7　守恒律与对称性 …… (97)
5.7.1　对称性与对称操作 …… (97)
5.7.2　对称性与守恒律 …… (98)
5.7.3　对称破缺 …… (101)
思考题 …… (102)
习题 …… (103)
6　相对论 …… (107)
6.1　力学相对性原理　伽俐略变换 …… (107)
6.1.1　力学相对性原理 …… (107)
6.1.2　伽俐略变换 …… (108)
6.2　狭义相对论产生的实验基础和历史条件 …… (110)
6.2.1　产生根源 …… (110)
6.2.2　实验基础和历史条件 …… (111)
6.3　狭义相对论的基本原理　洛仑兹变换 …… (114)
6.3.1　狭义相对论的基本原理 …… (114)
6.3.2　洛仑兹变换 …… (115)
6.4　狭义相对论时空观 …… (120)
6.4.1　同时的相对性 …… (120)
6.4.2　时间延缓 …… (121)
6.4.3　长度收缩 …… (123)
6.4.4　因果律 …… (125)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

6.5 相对论的动力学 …… (126)
6.5.1 相对论质速关系 …… (126)
6.5.2 相对论动力学的基本方程 …… (128)
6.5.3 相对论动能 …… (129)
6.5.4 静能 总能和质能关系 …… (129)
6.5.5 能量和动量的关系 …… (131)
*6.6 动力学量的变换 …… (132)
6.6.1 质量变换式 …… (132)
6.6.2 动量-能量变换式 …… (133)
6.6.3 力的变换公式 …… (134)
*6.7 广义相对论简介 …… (135)
6.7.1 广义相对论的两条基本原理 …… (135)
6.7.2 广义相对论的重要结论 …… (137)
思考题 …… (142)
习题 …… (142)
阅读材料 …… (145)

第二篇 电 磁 学

7 真空中的静电场 …… (148)
7.1 电荷 库仑定律 …… (148)
7.1.1 电荷 …… (148)
7.1.2 库仑定律 …… (149)
7.2 电场 电场强度 …… (151)
7.2.1 电场 …… (151)
7.2.2 电场强度 …… (151)
7.2.3 场强叠加原理 …… (152)
7.2.4 场强的计算 …… (152)
7.3 高斯定理 …… (159)
7.3.1 电场的几何描述 电场线 …… (159)
7.3.2 电通量 …… (160)
7.3.3 静电场中的高斯定理 …… (162)
7.3.4 高斯定理的应用 …… (164)
7.4 静电场力的功 电势 …… (168)

7.4.1　静电场力的功 …… (168)
7.4.2　静电场的环路定理 …… (170)
7.4.3　电势能 …… (170)
7.4.4　电势　电势差 …… (171)
7.4.5　电势叠加原理 …… (172)
7.4.6　电势的计算 …… (173)
7.5　等势面　电场强度与电势的微分关系 …… (176)
7.5.1　等势面 …… (176)
7.5.2　电场强度与电势的微分关系 …… (177)
思考题 …… (179)
习题 …… (180)
8　静电场中的导体和电介质 …… (184)
8.1　静电场中的导体 …… (184)
8.1.1　静电感应　导体的静电平衡 …… (184)
8.1.2　静电平衡下导体上电荷的分布 …… (185)
8.2　电容和电容器 …… (191)
8.2.1　孤立导体的电容 …… (191)
8.2.2　电容器的电容 …… (191)
8.2.3　电容器串联和并联 …… (194)
8.3　静电场中的电介质 …… (195)
8.3.1　电介质的极化 …… (195)
8.3.2　电极化强度　电介质的极化规律 …… (197)
8.4　电位移矢量　有电介质时的高斯定理和环路定理 …… (198)
8.4.1　电介质中的电场 …… (198)
8.4.2　电位移矢量　有电介质时的高斯定理 …… (200)
8.4.3　有电介质时的环路定理 …… (201)
8.5　电场的能量 …… (204)
8.5.1　带电电容器的储能 …… (204)
8.5.2　电场的能量 …… (205)
思考题 …… (206)
习题 …… (208)
阅读材料 …… (211)

9 稳恒电流与稳恒电场 …… (214)
9.1 电流 电流密度 …… (214)
9.1.1 电流强度 电流密度 …… (214)
9.1.2 电流的连续性方程 稳恒电流 …… (215)
9.1.3 稳恒电场 …… (216)
9.2 电源 电动势 …… (217)
9.2.1 电源 电动势 …… (217)
9.2.2 欧姆定律的微分形式 …… (218)
9.2.3 稳恒电路的基本规律 …… (219)
思考题 …… (221)
习题 …… (222)
10 稳恒磁场 …… (224)
10.1 磁场 磁感应强度 …… (224)
10.2 磁通量 磁场中的高斯定理 …… (226)
10.2.1 磁通量 磁场中的高斯定理 …… (226)
10.3 毕奥-萨伐尔定律 …… (228)
10.3.1 毕奥-萨伐尔定律 …… (228)
10.3.2 毕奥-萨伐尔定律的应用 …… (229)
10.4 安培环路定理 …… (233)
10.4.1 安培环路定理 …… (233)
10.4.2 安培环路定理的应用 …… (235)
10.5 运动电荷的磁场 …… (237)
10.5 磁场对载流导线的作用 …… (239)
10.5.1 安培定律 …… (239)
10.5.2 磁力的功 …… (242)
10.6 带电粒子在电场和磁场中的运动 …… (243)
10.6.1 带电粒子在磁场中的运动 …… (243)
10.6.2 带电粒子在均匀电场和均匀磁场中的运动 …… (245)
10.6.3 霍耳效应 …… (247)
思考题 …… (249)
习题 …… (249)
阅读材料 …… (255)

11　磁介质 …… (257)
11.1　介质的磁化 …… (257)
11.1.1　磁介质的分类 …… (257)
11.1.2　介质磁化的微观机理 …… (258)
11.1.3　介质的磁化 …… (259)
11.2　磁介质中的安培环路定理 …… (261)
11.3　铁磁质 …… (264)
11.3.1　介质的磁滞曲线 …… (264)
思考题 …… (266)
习题 …… (267)
12　电磁感应 …… (268)
12.1　电磁感应定律 …… (268)
12.1.1　法拉第电磁感应定律 …… (268)
12.1.2　楞次定律 …… (271)
12.2　动生电动势与感生电动势 …… (273)
12.2.1　动生电动势 …… (273)
12.2.2　感生电动势 …… (277)
12.2.3　电磁感应的应用 …… (280)
12.3　自感应与互感应 …… (283)
12.3.1　自感应 …… (283)
12.3.2　互感应 …… (285)
12.4　磁场的能量 …… (288)
12.4.1　自感磁能 …… (288)
12.4.2　磁场能量 …… (289)
思考题 …… (291)
习题 …… (294)
阅读材料 …… (299)
13　电磁场和电磁波 …… (302)
13.1　位移电流　麦克斯韦方程组 …… (302)
13.1.1　位移电流　全电流定律 …… (302)
13.1.2　麦克斯韦方程组 …… (307)
13.2　电磁波 …… (309)
13.2.1　振荡电偶极子与电磁波 …… (309)

13.2.2 平面电磁波 …… (310)
13.2.3 振荡电路 赫兹实验 …… (311)
13.2.4 电磁波谱 …… (315)
思考题 …… (316)
习题 …… (316)
阅读材料 …… (318)

绪　论

物理学是研究自然界中物质的最基本和最普遍的现象和规律的科学。科学与技术的进步和发展的历史表明，物理学是人类认识、利用和改造自然的有效理论及其方法，物理学极大地推进了人类关于自然界的认识，也为人们对自然界作出了统一的总体描绘，构成了关于物质世界的自然图像。

世界是物质构成的，物质是客观实在，独立于我们的意志之外的。物质存在的形态有两种，一种是实物，一种是场。按物理学的观点，像电子、质子、中子、原子、分子等是微观实物粒子，地球上的宏观物体、天体等都是实物，像电磁场、引力场是有别于实物的另一类物质形态。

物质的运动及其相互作用是物质的普遍属性，其运动形式有多种。最简单、最基本、最普遍的运动形式有：机械运动、热运动、电磁运动和量子运动，这些统称为物理运动。由于物质的物理运动具有粒子和波动两种图像，宏观物体的运动是粒子图像，而场的运动呈波动图像。自然界中，物质间有四种基本相互作用，即引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用和弱相互作用。在20世纪70年代末，电磁相互作用和弱相互作用已经统一为电弱相互作用。人们研究发现，实物间的相互作用是由场来传递的，即实物激发出相应的场，场再作用于另一实物。

物质世界中的自然现象都是物质运动的表现，也是物质间相互作用的结果，两者相互依存，又相互对立，运动中的某种平衡构成了形形色色的物质结构及形态。

物质的运动及相互作用总是发生在一定空间范围里和时间间隔中，空间反映物质运动的广延性，时间体现物质运动过程的持续性。物理学的研究表明，在一定的条件下，在物质运动及相互作用的过程中遵从一系列的守恒定律，而在高速及强场情况下，时空的几何特性和测量与物质的分布和运动有密切联系。

大学物理课程教学内容大致为：

(1) 力学和相对论——讨论物体的机械运动和时空的相对性；

(2) 机械振动与机械波——讨论宏观物体的振动与连续介质弹性波的规律；

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(3) 热学——讨论大量分子热运动的统计规律及其宏观表现;

(4) 电磁学——讨论电磁现象及电磁场的规律和电磁相互作用;

(5) 波动光学——讨论光的波动性质及规律,包括光的干涉、衍射和偏振;

(6) 量子物理——研究微观粒子的波粒二象性和量子运动的特征。

物理学是一切自然科学的基础,是自然科学中一门核心学科。物理学为化学、生物学、天文学等学科提供物理学研究的理论和方法。物理学中已经派生出许多独立的学科,如:基本粒子物理学、原子核物理学、凝聚态物理学、天体物理学等。而且,还有许多与其他学科交叉的边缘学科,推动了生物物理学、量子化学等许多学科的发展。

物理学是科学与技术发展的源动力,物理学推动了工程技术的革命,促进了生产力的发展。物理学的发展经历了三次重大变革。第一次是 18~19 世纪,牛顿力学及热力学创立,极大地推动了机械及蒸汽机制造业的革新和发展,导致了第一次工业革命的兴起;第二次是 19 世纪,由法拉第、麦克斯韦等人建立的电磁学,推动了电机及其用电设备的制造业的发展,使电能广泛地应用于工农业生产与生活中,导致了第二次工业革命的到来;第三次是 20 世纪初诞生的相对论与量子力学的建立及发展,使人们对高速微观物质世界的认识日益加深,促进了核能的利用,激光技术的发展。计算机技术、信息论、通信技术、控制论的诞生和发展,都是建立在物理研究的基础和成果之上,导致了新一轮的信息技术革命,使人类社会进入信息时代。

怎样学习大学物理课程?由于物理学本身的特点及其作用,大学物理是高等学校非物理类理工科各专业开设的一门重要的基础课程。学好大学物理课程对进一步深入学习后续课程是非常重要的,并且对于学习新科学、新材料、新工艺都会有很大的帮助,因为大学物理从知识内容学习到科学方法论的培养等方面有十分重要的作用。

大学物理所研究的问题与以往中学学习的课程有联系,但又不同,尤其是处理方法及深广度都有大的差别。我们在学习本门课程时应该注意以下几点:

(1) 注意物理思想和方法的学习。通过物理课内容和知识的学习,掌握物理学研究的方法和思想,学会善于观察、实验、概括、归纳和总结及提出物理假设,这是物理学研究的特点,是以实验为基础,同时又有理论基础和学说的一门学科,这些方法在今后的学习和研究中都会发挥重要的作用。

(2) 在学习大学物理的过程中,注意能力的培养,即自学、抽象思维、解答习题及发展思维的能力的培养。自学能力主要是指通过课程的学习,自己阅读、查文献的能力,抽象思维和发展思维能力,主要是学习对具体实际问题抽象物

理模型、数学表达，并能由此学习到发现新规律、新现象的思想方法，即创新思维和能力。这些能力要通过学习、解答和思考物理问题的过程逐步培养，物理课程的学习难在研究问题方法，这要通过适量的具体物理题的解答，逐步提高实际应用和综合分析解决问题的能力。

(3) 在学习大学物理课程中要注意物理课程的特点，掌握正确的学习方法。课程教学的几个环节，还是不能缺少的。学习过程中，注意物理学中具体研究对象和体系的不同，现象不同，研究的方法和手段不同，规律、结论及所适用范围的不同。要注重在实际的学习中培养通常所说的对于物理现象和规律认识的悟性，物理学重在理解，在理解的基础上学习、掌握方法，真正通过大学物理课程的学习，使自身在多方面终身受益，实现学习大学物理课程的根本目的。

第一篇 力 学

力学是物理学中最重要而又古老的基础学科之一，也是现代工程技术的基础。它的主要任务是研究物体的机械运动规律。物体间的位置变化，或物体内部各部分之间的相对位置随时间的改变都称为机械运动。机械运动是物质最简单、最基本的运动形式。物质运动的所有形式都几乎包含有机械运动。

力学的建立和发展经过了漫长的时期。早在公元前，我们祖先在《墨经》中就有关于杠杆原理的论述，在希腊的亚力士多德提出了力生运动的观点。到17世纪伽利略研究了物质惯性，随后，牛顿在前人的实验基础上，提出了著名的关于物质运动的三大运动定律，使得物体机械运动的研究提高到一个新水平。以牛顿三大运动定律为基础而建立和发展的力学称为牛顿力学，也称为经典力学。

随着科学技术的进步与发展，新的实验现象的观察，牛顿力学已不适应于高速运动和微观物质运动的情况，由此而诞生了近代物理学的两大基础——相对论和量子力学。虽然它们研究物体运动规律的思想和方法有很多的不同，但是，牛顿力学仍然对量子力学、相对论等其他理论产生了深刻的影响。因此，牛顿力学仍然是我们学习物理学的重要基础。

本书力学部分主要包括质点运动学和动力学，刚体及其定轴转动的运动学和动力学等内容。

1 质点运动学

运动学描述物体空间位置随时间的变化规律，不涉及引起物体运动及运动状态改变的原因。本章讨论质点运动学，包括运动描述、描述物体运动的物理量及其在坐标系中的表示，以及运动学基本问题的求解方法等。

1.1 参照系 坐标系 物理模型

1.1.1 参照系

自然界中的物质都处在永恒的运动之中，运动形式有相对简单的和复杂的、涉及宏观和微观的、迄今为止可以观测到的和还不能观测到的运动，物质运动的这种性质称为**运动的绝对性**。任何物体每时每刻都在以不同的运动形式做永不停息的运动，绝对静止的物体是不存在的。普通的桌子看起来似乎静止，实际上它也在不停地运动着，不但参与地球的自转与公转，而且构成桌子的物质的分子、原子也处在永不停息的运动之中。毛泽东的“坐地日行八万里”一句诗就道出了这个意思。关于它的认识，人类经历了漫长的历史过程，甚至在知识进步的道路中做出了牺牲。

怎样描述这种绝对运动呢？物体运动的描述不可能脱离周围环境，脱离周围环境孤立地讨论物体运动是没有意义的。因此，为了确定物体的位置和运动，需选择一个用来作为比较的参照物体，这种为描述物体运动而选择的参照物体，称为**参照系**。例如，研究汽车的运动，通常以街道边的房屋或电线杆作为参照系；研究太阳系内行星的运动，通常以太阳作为参照系。

经验和研究表明，同一物体的运动，如果选择的参照系不同，则对该物体运动所做出的描述结论就不同，运动的这种性质称为**运动描述的相对性**，也称**运动的相对性**。例如，站在运动着的船上的人手举一小球，当松手时船上的观察者看到小球做自由落体运动，而岸边的观察者看到小球在做平抛运动。这是因为船上的观察者以船为参照系，而岸边的观察者以地面为参照系，他们各自选

择了不同的参照系,对小球运动的描述自然也就不同了。一般说来,在运动学中参照系可以任意选取,通常以物体运动的描述方便、简洁为原则。例如,研究地面上物体的运动,常选地面作为参照系,而没有必要去选择太阳作为参照系。但在动力学中,参照系就不能任意地选取,因为运动定律是有适用范围的,这在后面的内容里有比较详细的介绍。

1.1.2 坐标系

选定参照系后,为了对物体运动做出定量的描述,研究物体的空间位置随时间变化的数量关系,还需要在参照系上选择适当的**坐标系**。坐标系是参照系的数学抽象,常用的坐标系有**直角坐标系**、**极坐标系**、**球面坐标系**、**柱面坐标系**以及**自然坐标系**等等。坐标系的选择也要以研究问题的方便和简洁为原则。例如,研究地面上物体的运动,可以在地面建立一个直角坐标系;而研究地球的运动时,可以以太阳为坐标原点,指向某个恒星的方向为极轴,建立一个极坐标系。值得注意的是,对同一参照系,不论建立什么样的坐标系,虽然得到的物体运动方程形式上不同,但是对物体运动所做的描述结果应当是相同的。

1.1.3 物理模型

当选好了参照系、坐标系,常常发现着手对物体的运动用数学方法描述仍是一件比较困难的事。例如,足球场上的"香蕉球"运动描述就是如此,仔细观察一下,球星起脚后,足球不仅沿着弧线飞向球门,而且本身还打着旋。这怎么描述呢?这已经不是简单运动了。又如运动员跑步,运动员的身体躯干沿直线行进,但他的下脚的运动形式却很复杂。怎么办?这就要看是研究问题的哪个方面了。在前面的例子里,如果研究球的空间轨迹,可以不管球的旋转,把球看成一个点;同样,如果要研究运动员身体总的前进状态,也可以不去管他手脚的运动情况,而将他的身体看成一个点。

从上面两个例子中,可以悟出这样一个道理:为了抓住问题的本质,人们常常在分析的基础上,突出事物中与问题有关的主要方面,而将一些影响不大的次要因素忽略,建立一个理想化的模型,或称简化模型。抽象模型化方法是科学研究的基本方法之一。在物理学中,由于真实的过程都是十分复杂的,为了寻找反映该过程的最本质规律,需要抓住问题的主要方面而忽略一些次要因素,对真实的过程简化,建立一个理想化的**物理模型**。这种采用理想化模型的研究方法在物理学中处处可见,比比皆是,诸如质点、刚体、理想气体、点电荷、

玻尔氢原子等等。当然，一种理想化的物理模型，能否正确反应客观实际，能否与实际问题相符合，最后仍然需要实验验证。还必须注意，由理想化模型方法得到的结论，是在一定条件下适用的，其结果是否可以推广要仔细分析。

在研究物体的机械运动时，如果物体的形状和大小与所研究的问题无关（例如光滑斜面上滑块的平动），或者是物体的形状和大小对于所研究的问题来说是次要因素（例如前面的"香蕉球"运动），那么，可以忽略物体的形状和大小，将物体看作是一个具有一定质量的点，这种理想化的物体称为**质点**。能否将物体视为质点取决于所研究问题的性质。例如，当研究地球的公转时，可以忽略地球自身的形状和大小，将地球视为质点；而当研究地球的自转时，就不能将地球视为质点了。

质点模型的意义还不仅仅在于能够使问题简化。如果一个复杂物体运动不能用质点模型处理，例如太阳系的运动、流体的运动等，虽然不能将整个复杂物体当作质点，但是可以把复杂物体看作是由许多质点所组成的**系统**，称为**质点系**，在解决了质点运动问题的基础上再来对质点系进行研究。

在另外一些问题中，物体的形状和大小是不能被忽略的。例如飞轮的转动、弹簧的拉伸和压缩等，这时质点模型就不再适用了。如果物体在运动过程中它的形状大小不能忽略，但它们的变化可以忽略不计，即物体内任意两点间距离不随时间变化，就可以将其视为没有形变的物体，这种理想化的物体称为**刚体**。**质点和刚体**是力学中两个最重要、最基本的物理模型。

1.2 描述运动的物理量

描述质点运动的物理量有位矢、位移、速度和加速度等，下面分别介绍和讨论这些物理量。

1.2.1 位矢和运动方程

仰望星空，常常会问，火星或者天狼星现在的位置在哪儿？运动学遇到的第一个问题就是描述质点的位置。

要确定一个质点的空间位置，首先必须选择一个参照系，在参照系上选择一个原点，把它标记为 O。连接 O 与 t 时刻被考察质点的位置 P，将有向线段 $\boldsymbol{OP}$ 记作矢量 $\boldsymbol{r}$（如图 1-1 所示），称为 P 点相对于 O 点的**位置矢量**，简称**位矢**或**矢径**。

需要全本请访问 www.ertongbook.com