

面向“十二五”国家级非物理专业高等教育规划教材

DAXUE WULIXUE

大学物理学

王永礼 张春早 主 编
李 徽 张 瑾 夏峥嵘 副主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

面向“十二五”国家级非物理类专业高等教育规划教材

大学物理学

王永礼 张春早 主 编
李 徽 张 瑾 夏峥嵘 副主编



1064140



T1064140

东南大学出版社

· 南京 ·

内 容 简 介

本书是以教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会制定的《非物理类理工科大学物理课程教学基本要求》(2010年版)为依据进行编写的,在内容选择和安排上,针对非物理类理工科人才培养的目标和要求,以及不同教学课时的情况进行编写。全书有力学、热学、电磁学、波动光学与近代物理基础共四大部分,总共由12章组成,比较系统地介绍了物理学的基本概念和规律,着重物理知识与实际的联系及应用方面教学安排,具有基础理论系统,经典内容突出的特点,在增强学生分析问题和解决问题的能力方面进行了有益的尝试,有益于提高理工科学生的科学素质培养。

本书可作为54~108学时的理工科各专业大学物理课程的教材使用,授课教师也可适当选择内容,以适用不同专业和学时的教学。本书也可供其他专业师生和工程科技人员作为参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学/王永礼,张春早主编. —南京:东南
大学出版社,2012.8

ISBN 978-7-5461-3478-5

I. ①大… II. ①王… ②张… III. ①物理学
—高等学校—教材 IV. ①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 095542 号

大学物理学

出版发行 东南大学出版社

责任编辑 陈 跃

E-mail: chenye58@sohu.com

出版人 江建中

社 址 南京市四牌楼2号

邮 编 210096

网 址 <http://www.seupress.com>

电子邮箱 press@seupress.com

经 销 全国各地新华书店

印 刷 南京雄洲印刷有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 23

字 数 503千字

版 印 次 2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5461-3478-5

定 价 46.00元

(凡因印装质量问题,请与我社营销部联系。电话:025-83791830)

前 言

FOREWORD

本书是由五位长期从事本科大学物理教学工作的一线教师所编写,在内容选择和安排上,是以教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会制定的《非物理类理工学科大学物理课程教学基本要求》(2010年版)为依据,并针对非物理类理工科人才培养的目标和要求,以及不同教学课时的情况进行组织编写。全书有力学、热学、电磁学、波动光学与近代物理基础四篇,共四大部分,总共由12章组成。全书内容比较系统地介绍了物理学的基本概念和基本规律,着重于物理知识与生产实际的联系及应用方面的教学安排,具有基础理论比较系统、经典内容突出完整的特点,在增强学生分析问题和解决问题的能力方面进行了有益的尝试,有益于提高理工科学生的科学素质培养。

本书可作为54~108学时的理工科各专业大学物理课程的教材使用,授课教师也可自行适当选择教学内容,以适用于不同学时及不同专业的教学要求。作者在全书的目录上标注了各章安排的课时数,这仅作为使用全部内容时的参考,上课教师可根据实际上课情况作适当调整。作者还在全书的目录上做了三种标记,可作为教师在选择教学内容时的参考。作者建议按照如下顺序使用标记:

若全部内容都上,可适用于课时数为 108 课时的课堂教学;若去除打“*”号的内容不上,则可适用 90 课时的课堂教学;若再去掉打“ Δ ”号的内容不上,则可适用 72 课时的课堂教学;进一步的若再去掉打“ \otimes ”号的内容不上,则可适用 54 课时的课堂教学。

本书使用国际单位制(SI制),物理学名词使用全国自然科学名词审定委员会公布的《物理学名词(基础物理学部分)》(1988年版)的表述,按照国家标准(GB)规定物理量的符号。为控制篇幅,每章后仅安排适量习题,没有安排思考题。

本书的绪论及第 1、2、3 章由王永礼编写,第 4、12 章由李徽编写,第 5、6 章由张瑾编写,第 7、8、9 章由张春早编写,第 10、11 章由夏峥嵘编写。第一、二篇由王永礼统稿,第三、四篇由张春早完成统稿。在本书编写过程中,得到了淮南师范学院相关部门及物理与电子信息系的大力支持,同时参阅了许多兄弟院校的相关教材,在此一并表示感谢。由于时间仓促、水平有限,错误和不当之处必然存在,希望能够在今后的使用过程中逐步完善。

编者

2012 年 7 月 26 日

目 录

CONTENTS

绪论(1 课时)	1
----------------	---

第一篇 力学(34 课时)

第 1 章 质点力学(14 课时)	7
§ 1-1 质点运动学	7
⊗ § 1-2 自然坐标系与极坐标系	20
§ 1-3 伽利略变换	24
§ 1-4 牛顿运动定律	26
§ 1-5 动量 动量守恒定律	35
§ 1-6 功和能 机械能守恒定律	39
习题	48
第 2 章 刚体力学(8 课时)	53
§ 2-1 刚体运动的描述	53
§ 2-2 刚体的动量和质心运动定理	58
§ 2-3 刚体定轴转动的角动量·转动惯量	61
§ 2-4 刚体定轴转动的动能定理	67
⊗ § 2-5 刚体平面运动的动力学	70
* § 2-6 刚体的平衡与自转	74
习题	77
Δ 第 3 章 流体力学(6 课时)	80
§ 3-1 静止流体内的压强	80
§ 3-2 流体运动学的基本概念	84
§ 3-3 伯努利方程	86
* § 3-4 流体运动与受力	91

2 大学物理学

* § 3-5 固体在流体中的受力	95
习题	99
第 4 章 机械振动和机械波(6 课时)	101
§ 4-1 简谐振动	101
⊗ § 4-2 受迫振动、共振和阻尼振动	110
§ 4-3 简谐振动的合成	113
§ 4-4 机械波的产生和传播	117
⊗ § 4-5 平面简谐波的波动方程	119
§ 4-6 惠更斯原理、波的叠加和干涉	123
* § 4-7 驻波	127
习题	130

第二篇 热学(15 课时)

第 5 章 分子热运动的统计规律(7 课时)	135
§ 5-1 理想气体状态方程	135
§ 5-2 分子动理论的基本观点	138
§ 5-3 理想气体的压强和温度公式	141
§ 5-4 麦克斯韦速率分布律	145
* § 5-5 玻尔兹曼分布律	149
⊗ § 5-6 能量按自由度均分定理	151
△ § 5-7 气体分子的平均自由程	154
习题	157
第 6 章 热力学基础(8 课时)	160
§ 6-1 热力学第一定律	160
§ 6-2 热力学第一定律对理想气体的应用	164
§ 6-3 绝热过程	167
§ 6-4 循环过程 卡诺循环	170
§ 6-5 热力学第二定律	175
⊗ § 6-6 卡诺定理	177
* § 6-7 波尔兹曼熵	179
* § 6-8 克劳修斯不等式 熵增加原理	182
习题	185

第三篇 电磁学(34 课时)

第 7 章 静电场(14 课时)	191
§ 7-1 静电的基本现象和基本规律	191
§ 7-2 静电场 电场强度	193
§ 7-3 静电场的高斯定理	201
⊗ § 7-4 静电场的环路定理 电势	210
△ § 7-5 等势面 场强和电势梯度	218
§ 7-6 静电场中的导体	221
△ § 7-7 静电场中的电介质 有电介质时的高斯定理	227
* § 7-8 电容和电容器 静电场的能量	232
习题	239
第 8 章 稳恒磁场(14 课时)	243
§ 8-1 稳恒电流 电源及其电动势	243
§ 8-2 磁场 磁感应强度	245
§ 8-3 毕奥-萨伐尔定律	247
§ 8-4 稳恒磁场的“高斯定理”和安培环路定理	251
⊗ § 8-5 磁场对载流导线和载流线圈的作用	258
△ § 8-6 带电粒子在电场和磁场中的运动	262
△ § 8-7 有磁介质存在时的安培环路定理	267
习题	272
第 9 章 电磁感应 电磁场理论(6 课时)	276
§ 9-1 电磁感应定律	276
§ 9-2 动生电动势和感生电动势	281
⊗ § 9-3 自感 互感 磁场的能量	287
* § 9-4 位移电流 麦克斯韦电磁场理论简介	293
习题	298

第四篇 波动光学与近代物理基础(24 课时)

第 10 章 光的干涉和衍射(8 课时)	305
§ 10-1 光源 光的相干性 光程	305
§ 10-2 分波阵面干涉	308

4 大学物理学

§ 10-3 分振幅干涉	310
§ 10-4 光的衍射现象 惠更斯-菲涅耳原理	315
Δ § 10-5 夫琅禾费衍射	316
* § 10-6 光栅衍射	322
习题	325
第 11 章 光的偏振(8 课时)	327
§ 11-1 自然光和偏振光	327
§ 11-2 起偏和检偏 马吕斯定律	328
\otimes § 11-3 反射和折射光的偏振	330
Δ § 11-4 光偏振性的应用	331
* § 11-5 光的双折射	332
习题	335
\otimes第 12 章 近代物理基础(8 课时)	336
§ 12-1 热辐射 普朗克的量子假设	336
§ 12-2 光电效应,爱因斯坦的光子理论	338
§ 12-3 波尔的氢原子模型	342
Δ § 12-4 德布罗意波	345
* § 12-5 激光原理	347
Δ § 12-6 原子核的结合能、裂变和聚变	350
* § 12-7 粒子物理简介	356
习题	359
参考文献	360

绪 论

1 物理学的内涵

物理学一词源于希腊文 $\varphi\upsilon\sigma\sigma\tau\zeta$, 原意为自然(nature)。可见, 物理学是研究自然现象的科学, 直到 19 世纪, 人们仍称物理学为自然哲学。物理学所研究的是物质运动最基本最普遍的形式, 包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内部的运动等。

物理学是研究物质在空间和时间中运动的自然科学。一切物质都在永恒不息地运动着, 自然界一切现象就是物质运动的表现。运动是物质的存在形式、物质的固有属性, 它包括宇宙中所发生的一切变化和过程。物理学的研究对象大到星系和全宇宙, 小到分子、原子和基本粒子, 它研究粒子和实物的物理性质, 也研究各种场的物理性质; 研究低速运动物体的运动规律, 也研究近光速的物体的运动规律。根据所研究的物理性质, 物理学可分为力学、热学、电磁学、光学、原子物理学等。

物理学发展到现代, 除了实验物理学和理论物理学外, 目前已分成几十个分支。但是从研究对象内在联系的实质上看, 物理学可归纳为是研究四种相互作用的自然科学。这四种相互作用, 按其强弱程度, 由弱到强依次排列为: 引力相互作用, 弱相互作用, 电磁相互作用和强相互作用。

物理学所研究的运动, 普遍地存在于其他高级的、复杂的物质运动形式之中。因此, 物理学所研究的物质运动规律, 具有最大的普遍性。例如, 宇宙间任何物体, 不论其化学性质如何, 有无生命, 都遵从物理学中的万有引力定律; 一切变化和过程, 无论它们是否具有化学的、生物的或其他的特殊性质, 都遵从物理学中所确定的能量转化和守恒定律等。由于物理学所研究的物质运动具有普遍性, 所以物理学在自然科学中占有重要地位, 成为其他自然科学和工程科学的基础。

物理学是研究物质的基本结构、基本相互作用和基本运动规律的科学, 是一门实验性的科学。特别是普通物理学, 从观察和实验事实出发, 用归纳法进行讨论, 经过分析、综合得到有关的定律和定理。

物理学的研究对象十分广泛, 从研究对象的空间尺度来看, 大小至少跨越了 40 个数量级。以日常生产、生活常见的目标作为研究物体, 称为宏观物体, 物理学的研究就是从这个尺度上开始的, 即宏观物理学。19 世纪与 20 世纪之交, 物理学开始深入到物质的分

子、原子层次(10^{-8} 、 10^{-10} m),物理学家把分子、原子以及后来发现的更深层次的物质客体,如原子核、质子、中子、电子、中微子、夸克等,称为微观物体,这些研究对象的尺度在 10^{-15} m以下,是物理学里的前沿学科,称为微观物理学。近年来,由于材料科学的进步,在介于宏观和微观的尺度之间发展出研究宏观量子现象的一门新兴的学科——介观物理学。

在大尺度方面,以山川、地表、大气、海洋为研究对象时,其尺度的数量级在 $10^3 \sim 10^7$ m范围内,属于地球物理学的领域。而对于研究日月星辰领域,则属于天体物理学的范围,其研究尺度横跨了19个数量级。物理学最大的研究对象是整个宇宙,可称其为宇宙学,其最远观察极限是哈勃半径,尺度达 $10^{26} \sim 10^{27}$ m的量级。

从研究对象的时间尺度来看,长的如宇宙的年龄,在100亿年(10^{17} s)以上,短的如硬 γ 射线,其周期仅为 10^{-27} s,横跨40多个数量级。在这样大跨度的时空范围内,人类对自然界运动规律的认识,已经达到了前所未有的高度。

2 物理学研究方法

物理学的研究方法是丰富多彩的。概括起来,除观察和实验以外,还涉及科学的抽象、理想实验的方法、假说和模型方法、数学方法、理论思维的方法等。物理学的理论,就是经过观察,用实验、抽象、假说等研究方法并通过实践的检验而建立起来的。

观察和实验是科学研究的基本方法。观察是对自然界中所发生的某种现象,在不改变自然条件的情况下,按照它原来的样子加以观测研究。实验是在人工控制的条件下,使现象反复重演,进行观测研究。在实验中,常把复杂的条件加以简化,突出主要因素,以排除或减低次要因素的作用,因此可以得到较准确的结果。

抽象是物理学研究常用的方法,它是根据问题的内容和性质,抓住主要因素,撇开次要的、局部的和偶然的因素,建立一个与实际情况差距不大的理想模型来进行研究。例如,质点、刚体、理想气体、理想流体等,都是实际物体的理想模型。在物理学研究中,这种理想模型是十分重要的。

假说也是一种常用的物理学研究方法,它是在一定的观察、实验的基础上,对于现象的本质提出来的一些说明方案或基本理论等。经过不断的实验检验,被证明为正确的假说,就上升为正确的理论。在科学认识的发展过程中,假说是很重要的甚至是必不可少的一个阶段。

物理学理论是通过许多现象的研究,从已经建立起来的定律中,经过广泛的概括,得到的系统化的知识。从观察、实践、抽象、假说、检验到获得正确的理论,这些理论仍将继续受到实践的检验,如果在新的实践中发现的事实与理论相矛盾,这理论还必须修改,甚至要放弃,从而建立更能反映客观实际的新理论。

在现代物理中,由于涉猎范围远离人类日常生活经验,使现代物理学的研究方式更多地变为:从已有的实验或理论中提出假说,建立原理,再由原理导出结论,并预言可以观测的事实,然后对可观测的实验事实进行检验,并依据实验结果对假说理论进行修正。如此循环往复,直至建立正确的理论。

理想实验的方法,也是一种十分重要的科学研究方法。由于在思想中进行,它是一种思维方法,可以超越时间和空间的局限,不受具体条件的限制和干扰,比实际实验能更进一步,更能保证过程在纯粹形态下进行。但是,使用理想实验方法,研究者必须对科学研究所面临的问题具有非常透彻的了解和认识,运用科学严密的逻辑推理,甚至需要进行精确的计算,才能够获得正确的结论。伽利略的许多成就,都是在娴熟地运用理想实验的方法基础上取得的,使其成为理想实验研究的大师。

物理学中的概念和规律,都是抽象、概括的,是理想化的结论,它描述的是理想客体在一定的理想化过程中的性质和行为,与客观实在的世界并不是完全同一的。因此,物理规律都有一定的条件和适用范围。

归纳起来,一个正确的物理学理论的建立,大概需要以下五个步骤:

(1) 提出命题

依据事实,提出研究命题,是科学研究的开始。大胆假设,小心论证,可作为科学研究的精髓。爱因斯坦就认为:“提出一个问题往往比解决一个问题更重要。因为解决问题也许仅仅是一个数学或实验上的技能而已,而提出新的问题、新的可能性,从新的角度去看待旧的问题,却需要有创造性的想象力,而且标志着科学的真正进步。”

(2) 建立理论

根据现有理论和成果,针对新事物和新问题进行理论研究,建立新的假说和原理,运用数学工具进行推理、验算等获得新的结论,是物理学研究的重要方法之一。建立新的模型方法也是一种很重要的方法,有时还要凭研究者的直觉、想象,采用类比的方法,甚至需借助于其他学科或本学科其他分支学科中的某些理论,进行理论研究和分析,从而得出结论。

(3) 实验检验

无论通过什么方法获得的理论,只有经过实验的检验,才可能成为一个正确的理论。物理学是实验的科学,一切理论最终都要以观测或实验的事实为准则,实践是检验真理的唯一标准。理论可能不是唯一的,一个理论包含的假设愈少、愈简洁,同时与之相符合的事实愈多、愈普遍,则它就成为一个好的理论。

(4) 修改理论

当一个理论与实验事实不符合或不完全符合时,它就必须被修改甚至被推翻。修改理论的目的是使理论尽可能地与实验结果一致,经得起实验的检验。对于那些已经经过大量客观事实检验的理论,针对其与实验不一致的内容,也需要进行部分地修改,或者确定其新的适用范围。

(5) 理论预言

与客观事实一致,经过实验检验的理论,可能是基本正确的结论,要成为真正正确的理论,还需要能够预言新的、未知的科学现象。因为科学理论的作用,不仅仅是将观察和实验得到的资料进行总结、分析、推理、综合,得到一个正确的结论,使之成为一般性的规律,而且还要能够预言未来。

通过以上步骤循环执行,构成了物理学发展的基本进程。但是物理学中的许多重大突破和发现,并不一定是按照这个理想的模式进行的。预感、直觉和顿悟在科学研究过程中往往也起很大作用,不断地探索、大胆地猜测、偏离初衷的遭遇或巧合等,也导致了不少新的发现。机遇偏爱有心人,稍纵即逝的机遇对思想上有准备的人常常情有独钟。

3 近代物理学的发展历程

近代物理学诞生于 17 世纪后半期,哥白尼、伽利略、开普勒和牛顿等人,做出了奠基性的贡献。1666 年,牛顿(Isaac Newton, 英国人, 1643—1727) 建立微积分, 1687 年牛顿发表了《自然哲学的数学原理》, 建立了牛顿运动三定律和万有引力定律, 成为近代物理学的起始。

18~19 世纪是物理学蓬勃发展的时期。焦耳、迈尔、卡诺、开尔文和克劳修斯等人, 奠定了热力学的基础, 玻尔兹曼和吉布斯等人则开辟了统计物理学。库仑和法拉第等人对电磁学做出了巨大的贡献, 由麦克斯韦建立起来的概括各种电磁现象的麦克斯韦方程组, 则预示着电磁学理论的基本建立。

在 19 世纪末到 20 世纪初, 物理学界有三大发现: 伦琴发现 X 射线, 汤姆孙发现电子, 贝可勒尔发现放射性现象, 标志着物理学的研究从宏观领域深入到微观领域, 经典物理学遇到了巨大困难, 预示了物理学理论将有新的突破。

1905 年爱因斯坦提出了狭义相对论, 1915 年又建立了广义相对论, 一个崭新的时空观和引力场理论发展起来。随后, 在普朗克、爱因斯坦、玻尔、薛定谔、海森伯和狄拉克等人的努力下, 一个新的物理学理论——量子力学建立起来了。

狭义相对论、广义相对论和量子力学构成了 20 世纪现代物理学的基础, 在此基础上, 粒子物理学、原子核物理、原子与分子物理学、凝聚态物理、等离子体物理、天体物理等新的物理学科建立起来并得到了迅速的发展。

第一篇 力 学

力学是物理学的有机组成部分,它是物理学中最古老和发展最完美的学科。公元前4世纪古希腊学者亚里士多德就提出力产生运动的说法,我国古代在力学方面也有很多成就。在耕作器械、造船、建筑和机械等方面都有丰富的创造。比如,墨翟对力学很有研究,对力和运动的关系已有正确的认识,秦代李冰父子修成都江堰工程;汉代张衡制成了浑天仪和地动仪;三国时代马钧制成了指南车和利用惯性原理的离心抛石机;在宋代出现了世界上第一支利用火药爆炸反推力而制成的火箭。

现代意义上的力学,始于17世纪伽利略对于惯性运动的论述,阿基米德在力学的重心、杠杆和浮力等方面均有建树,为静力学奠定了基础。哥白尼提出的日心说,开普勒总结的行星运动定律,伽利略研究的落体和斜面运动规律,并提出加速度的概念等,都为经典力学的发展奠定了基础。而经典力学体系的完善是基于牛顿提出的三个力学运动定律。

以牛顿运动定律为基础的力学理论,称为牛顿力学或经典力学,它所研究的对象是物体的机械运动。经典力学有着严谨的理论体系和完备的研究方法,曾被人们誉为完美普遍的理论而兴盛了约300年。20世纪初,人们发现经典力学在高速和微观领域的局限性,从而在这两个领域分别被相对论和量子力学所取代。在日常生活和一般的技术领域,如机械制造、土木建筑、水利设施、航空航天等,经典力学仍然是必不可少的重要的基础理论。

力学不仅作为物理学的一个有机组成部分,并且由于它在现代科学技术中的重要地位,已发展出多种子学科,如材料力学、弹性力学、塑性力学、断裂力学、声学及超声波、海洋力学、语言声学、地质力学、生物力学等。

第 1 章

质 点 力 学

力学所研究的是物体机械运动的规律。宏观物体之间(或物体各部分之间)相对位置的变动称为**机械运动**。在经典力学中,通常将力学分为运动学、动力学和静力学。**运动学**是从几何的观点来描述物体的运动,即研究物体的空间位置随时间的变化关系,不涉及引发物体运动和改变运动状态的原因。

宏观的实际物体总是有形状、有大小、有质量的。当物体的形状和大小对所研究的问题不起作用,或所起的作用可以忽略时,我们就可以把物体看成**质点**。因此,**质点是不考虑其形状和大小但具有质量的物体,是实际物体的理想化模型**。质点力学所研究的正是不考虑物体的形状和大小时,物体机械运动的规律。

把实际物体作为质点来处理是有条件的。一般说来,若物体各点的运动状态相同,如物体平动时,物体各点的运动状态虽然不同,但在所研究的问题中这种差别可忽略时,就可以作为质点处理。

另外,可以作为质点处理的物体不一定很小,而很小的物体未必就能看成质点。同一物体在不同的问题中,有时可以看成质点,有时却不能,关键在于是否满足上述条件。如地球虽大(半径为 6.4×10^3 km),但考虑它绕太阳公转时仍可以作为质点来处理。而研究其自转时,地球上各点运动状态的差别就不能忽略,即不能把地球作为质点处理。又如分子、原子,它们虽小,但研究其运动的内部结构时,也不能把它们看成质点。

§ 1-1 质点运动学

众所周知,运动是物质的存在形式,运动是物质的固有属性。从这种意义上讲,运动是绝对的。以机械运动形式而言,任何物体在任何时刻都在不停地运动着。例如,地球在自转的同时绕太阳公转,太阳又相对于银河系中心以大约 250 km/s 的速率运动,而我们所处的银河系又相对于其他银河系大约以 600 km/s 的速率运动着。总之,绝对不运动的物体是不存在的。

运动又是相对的。例如,当说一列火车开动了,这显然是指火车相对于地球(即车站)而言的。因此离开特定的环境、条件谈论运动没有任何意义。正如恩格斯所说:“单个物

体的运动是不存在的,只有在相对的意义下才可以谈运动。”

在物质的多种多样的运动形式中,最简单而又最基本的运动是物体位置的变化,称为**机械运动**。行星绕太阳的转动,宇宙飞船的航行,机器的运转,水、空气等流体的流动等都是机械运动,都遵循一定的客观规律。力学的研究对象就是机械运动的客观规律及其应用。

描述机械运动,常用位移、速度、加速度等物理量。研究物体在位置变动时的轨道以及研究位移、速度、加速度等物理量随时间而变化的关系,但不涉及引起变化的原因,称为**运动学**。至于物体间的相互作用对物体运动的影响,则属于动力学的研究范围。

运动是绝对的,但运动的描述却是相对的。在确定研究对象的位置时,必须先选定一个标准物体(或相对静止的几个物体)作为基准;那么这个被选作标准的物体或几个物体,就称为**参考系**。

同一个物体的运动,由于所选参考系的不同,对其运动的描述就会不同。例如,在匀速直线运动的车厢中,物体的自由下落,相对于车厢是做直线运动;相对于地面,却做抛物线运动;相对于太阳或其他天体,运动的描述则更为复杂。这充分说明运动的描述是相对的。

从运动学的角度讲,参考系的选择是任意的,通常以对问题的研究最方便、最简单为原则。要想定量地描述物体的运动,还必须在参考系上建立适当的**坐标系**。根据需要,可选用直角坐标系、极坐标系、自然坐标系、球面坐标系或柱面坐标系等。

任何一个真实的物理过程都是极其复杂的,为了寻找其过程中最本质、最基本的规律,总是根据所提问题(或所要回答的问题),对真实过程进行理想化的简化,然后经过抽象给出一个可供数学描述的物理模型。

现在所提的问题是确定物体在空间的位置。若物体的线度比它运动的空间范围小很多,例如绕太阳公转的地球和调度室中铁路运行图上的列车等;或物体做平动时,物体各部分的运动情况(轨迹、速度、加速度)完全相同。这时可以忽略物体的形状、大小,而把它看成一个具有一定质量的点,并称之为**质点**。

若物体的运动在上述两种情形之外,还可提出质点系的概念。即把这个物体看成是由许许多多满足第一种情况的质点所组成的系统。当把组成这个物体的各个质点的运动情况搞清楚了,也就描述了整个物体的运动。在力学中除了质点模型之外,在后续章节中还会遇到刚体、理想流体、谐振子等物理模型。

1 时间、长度及单位制

物理学是一门定量的学科,它通过物理量间的数量关系刻画自然的规律。物体的运动总是在一定的时间和空间中进行的。

(1) 时间的计量

时间的测量可以利用具有周期性发生的过程或现象作为测量的一种工具。例如,太阳的升落、月亮的盈亏、单摆的摆动等都可以作为测时工具。日常生活中,人们通常是