

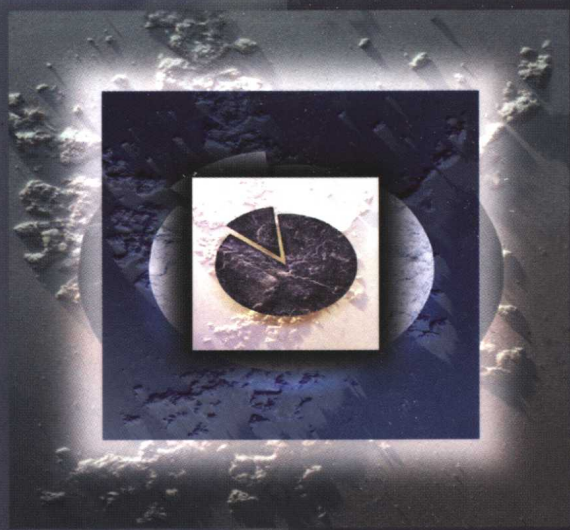
高等学校教材

根据程守洙、江之永主编《普通物理学》（第五版）改编而成

普通物理学简明教程

上册

胡盘新 汤毓骏



高等教育出版社

内容提要

本书是在程守洙、江之永主编的《普通物理学》(第五版)的基础上,根据《高等院校工科本科大学物理教学基本要求》编写而成的.本书紧扣《教学基本要求》,在保持原书风格、特色、体例的前提下,删繁就简、突出重点、由浅入深、强化方法,力求更加易教易学,以适应广大院校教学改革的需要.书中所选内容均为《教学基本要求》中的必学内容,部分选学内容以*小字排印.由于本书内容是《普通物理学》(第五版)的核心内容,故与《普通物理学》(第五版)配套使用的辅助教材同样适用于本书.

本书分上、下两册出版,上册包括力学和热学,下册包括电磁场理论和量子物理.本书可作为高等院校工科各专业80~110学时大学物理基础课程的教材,也可供其他有关专业选用和社会读者阅读.

图书在版编目(CIP)数据

普通物理学简明教程.上册 / 胡盘新,汤毓骏.
北京:高等教育出版社,2003.12

ISBN 7-04-012972-8

I. 普... II. ①胡...②汤... III. 普通物理学-高等学校-教材 IV. O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第091936号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 21.25
字 数 390 000

版 次 2003年12月第1版
印 次 2003年12月第1次印刷
定 价 22.40元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

程守洙、江之永主编的《普通物理学》(第五版),自1998年问世以来,深受广大教师和同学的青睐,有的读者还提出了不少宝贵意见,寄托着殷切的期望,使编者备感鼓舞,无比激动.为了答谢读者的厚爱,本着精益求精的夙愿,编者决定在第五版的基础上,删繁就简,突出重点,由浅入深,强化方法,编写一部大学物理学简明教程.编者希望这部教程易教易学,能在大学物理学课程的教学实践中发挥更大的作用.

物理学作为自然科学的主导学科,其基础性、重要性,尽人皆知.但要使读者学有所得,乐于学习,却离不开一本好的教材,特别是易教易学的简明教材.编者全面研究了第五版的简明化问题.在保持原书风格、特色、体例的前提下,认为物理学的各部分在删繁就简时不宜一刀切.考虑到力学的基础性和作为联系高中物理与大学物理的桥梁性,力学内容不仅不能删,还应适当充实与突出.物理学的发展成长表明,力学是物理学之源,不仅是知识之源,也是方法之源.热运动、电磁运动、原子核内运动都比机械运动复杂,但无一不或多或少地包含着简单的机械运动的形式在内.统计力学、电动力学、量子力学无一不带上力学研究方法的烙印.有鉴于此,编者将原书第四篇中的振动与波动(机械振动和机械波部分)移入第一篇力学中,使机械运动内容更充实,研究方法更突出.相对论部分仍安排在力学篇中,目的是通过相对论认识相对运动在物理学研究中的重要性,为力学做个总结.编者希望力学教学能为物理学教学带来一个良好的开端.通过力学教学,使读者达到三个要求:一是加深对相对运动的认识,知道一切运动变化都来自相对运动.力是由物体间的相对运动产生的,力的本质是动量的转移,它的出现导致了物体运动状态的变化,产生加速度.不仅机械运动如此,其他运动也是如此.洛伦兹力、电磁感应无一不和相对运动有关.二是通过力学研究中质点、刚体、谐振子等的逐个出现,认识到物理模型在解决实际问题中的重要性.在研究其他运动时的理想气体、平衡过程、点电荷、原子有核模型等都是突出主要矛盾,舍弃次要因素的有针对性的物理模型.三是知道守恒定律在科学研究中的地位和作用,初步掌握用守恒定律解决问题的方法.运用这种方法显然是在取隔离体,画受力图的方法上前进了一大步.隔离体受力图方法适用于对个体的研究,当研究对象是群体或系统时,用守恒定律有其不可替代的优越性.

电磁学的内容删节较多,突出场的观点.考虑到光是电磁波的一部分,在紧接着电磁场与电磁波后,讨论了波动光学的内容,不单独成篇.对于近代物理内

容的取舍,编者认为应该加强那些学习新理论、新知识所必需的近代物理基础理论,对量子物理的基本内容应予切实保证.此外,在经典物理中增强现代观点和概念,注意理论联系实际也是必要的.从物理方法的教学来说,力学以后,重点介绍的物理研究方法是:对场的研究,从高斯定理和环流定理入手;对系统的研究,不能完全依靠确定论的牛顿力学方法,还需运用概率论的统计方法等等.

囿于编者水平,不当之处在所难免,尚希广大教师与读者不吝指教为幸.

编 者

2003年4月

本书中主要物理量的名称、符号和单位

量的名称	符号	单位名称	单位符号	量纲	备注
长度	l, s	米	m	L	
面积	S	平方米	m ²	L ²	
体积	V	立方米	m ³	L ³	1 L(升) = 10 ⁻³ m ³
时间	t, τ	秒	s	T	
位移	$s, \Delta r$	米	m	L	
速度	v, u	米每秒	m/s	LT ⁻¹	
加速度	a	米每二次方秒	m/s ²	LT ⁻²	
角位移	θ	弧度	rad	1	
角速度	ω	弧度每秒	rad/s	T ⁻¹	
角加速度	α	弧度每二次方秒	rad/s ²	T ⁻²	
振幅	A	米	m	L	
周期	T	秒	s	T	
频率	ν, f	赫[兹]	Hz	T ⁻¹	
角频率	ω	每秒	s ⁻¹	T ⁻¹	
相位	ϕ	—	1	1	
波长	λ	米	m	L	
波数	$\bar{\nu}$	每米	m ⁻¹	L ⁻¹	主要用于光谱学
波速	u, c	米每秒	m/s	LT ⁻¹	
角波数	k	每米	m ⁻¹	L ⁻¹	
波的强度	I	瓦[特]每平方米	W/m ²	MT ⁻³	
坡印廷矢量	S	瓦[特]每平方米	W/m ²	MT ⁻³	
声压	p	帕[斯卡]	Pa	L ⁻¹ MT ⁻²	
声强级	L_I	贝[尔]	B	1	通常用分贝(dB)为单位
质量	m	千克	kg	M	
力	F	牛[顿]	N	LMT ⁻²	1 N = 1 kg·m/s ²
重力	G	牛[顿]	N	LMT ⁻²	
功	A	焦[耳]	J	L ² MT ⁻²	1 J = 1 N·m
能量	E(W)	焦[耳]	J	L ² MT ⁻²	
动能	E_k	焦[耳]	J	L ² MT ⁻²	
势能	E_p	焦[耳]	J	L ² MT ⁻²	

续表

量的名称	符号	单位名称	单位符号	量纲	备注
功率	P	瓦[特]	W	L^2MT^{-3}	$1W = 1J/s$
摩擦系数	μ	—	1	1	
动量	p	千克米每秒	$kg \cdot m/s$	LMT^{-1}	
冲量	I	牛[顿]秒	$N \cdot s$	LMT^{-1}	
力矩	M	牛[顿]米	$N \cdot m$	L^2MT^{-2}	
转动惯量	J	千克二次方米	$kg \cdot m^2$	L^2M	
角动量(动量矩)	L	千克二次方米每秒	$kg \cdot m^2/s$	LMT^{-1}	
压强	p	帕[斯卡]	Pa	$L^{-1}MT^{-2}$	$1Pa = 1N/m^2$
热力学温度	T	开[尔文]	K	Θ	
摄氏温度	t	摄氏度	$^{\circ}C$	Θ	$t/^{\circ}C = T/K - 273.15$
摩尔质量	M_{mol}	千克每摩[尔]	kg/mol	MN^{-1}	
分子质量	m	千克	kg	M	
分子有效直径	d	米	m	L	
分子平均自由程	λ	米	m	L	
分子平均碰撞次数	Z	次每秒	$1/s$	T^{-1}	
碰撞截面	σ	平方米	m^2	L^2	$1b(\text{靶恩}) = 10^{-28}m^2$
体积分子数	n	每立方米	$1/m^3$	L^3	
热量	Q	焦[耳]	J	L^2MT^{-2}	
比热容	c	焦[耳]每千克开[尔文]	$J/(kg \cdot K)$	$L^2T^{-2}\Theta^{-1}$	
热容	C	焦[耳]每开[尔文]	J/K	$L^2MT^{-2}\Theta^{-1}$	
摩尔定容热容	$C_{v,m}$	焦[耳]每摩[尔]开[尔文]	$J/(mol \cdot K)$	$L^2MT^{-2} \cdot \Theta^{-1}N^{-1}$	
摩尔定压热容	$C_{p,m}$	焦[耳]每摩[尔]开[尔文]	$J/(mol \cdot K)$	$L^2MT^{-2} \cdot \Theta^{-1}N^{-1}$	
比热容比	γ	—	1	1	
黏度	η	帕秒	$Pa \cdot s$	$L^{-1}MT^{-1}$	
热导率	$\kappa, (\lambda)$	瓦每米开[尔文]	$W/(m \cdot K)$	$LMT^{-3}\Theta^{-1}$	
扩散系数	D	二次方米每秒	m^2/s	L^2T^{-1}	
嫡	S	焦[耳]每开[尔文]	J/K	$L^2MT^{-2}\Theta^{-1}$	

策划编辑	胡凯飞
责任编辑	应丽贞
封面设计	张楠
责任绘图	朱静
版式设计	胡志萍
责任校对	殷然
责任印制	韩刚

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 力 学

第一章 质点的运动	4
§ 1-1 质点 参考系 运动表式	4
§ 1-2 位移 速度 加速度	8
§ 1-3 圆周运动及其描述	14
§ 1-4 曲线运动表式的矢量形式	21
§ 1-5 运动关系的相对性 伽利略坐标变换	23
思考题	28
习题	29
第二章 牛顿运动定律	33
§ 2-1 牛顿第一定律和第三定律	33
§ 2-2 常见力和基本力	36
§ 2-3 牛顿第二定律及其微分形式	39
§ 2-4 牛顿运动定律应用举例	42
§ 2-5 牛顿第二定律积分形式之一:动量定理	46
§ 2-6 牛顿第二定律积分形式之二:动能定理	51
§ 2-7 非惯性系 惯性力	56
思考题	58
习题	59
阅读材料 A 混沌和自组织现象	63
第三章 运动的守恒定律	67
§ 3-1 保守力 势能	67
§ 3-2 功能原理	73
§ 3-3 机械能守恒定律 宇宙速度	77
§ 3-4 动量守恒定律 火箭飞行	82
§ 3-5 碰撞	86
§ 3-6 质点的角动量和角动量守恒定律	90
思考题	95
习题	96
第四章 刚体的转动	100

§ 4-1 刚体的平动、转动和定轴转动	100
§ 4-2 刚体的角动量 转动动能 转动惯量	104
§ 4-3 力矩 刚体定轴转动定律	108
§ 4-4 定轴转动的动能定理	112
§ 4-5 定轴转动刚体的角动量定理和角动量守恒定律	116
§ 4-6 进动	122
思考题	125
习题	125
第五章 机械振动	129
§ 5-1 简谐运动	129
§ 5-2 阻尼振动	141
§ 5-3 受迫振动 共振	143
§ 5-4 同方向的简谐运动的合成	145
§ 5-5 相互垂直的简谐运动的合成	149
思考题	153
习题	155
第六章 机械波	159
§ 6-1 机械波的产生和传播	159
§ 6-2 平面简谐波 波动方程	166
§ 6-3 波的能量 波的强度	172
§ 6-4 声波	176
§ 6-5 惠更斯原理 波的衍射、反射和折射	180
§ 6-6 波的叠加原理 波的干涉 驻波	183
§ 6-7 多普勒效应	191
思考题	195
习题	197
阅读材料 B 超声、次声和噪声	202
第七章 相对论基础	209
§ 7-1 伽利略相对性原理 经典力学的时空观	209
§ 7-2 狭义相对论基本原理 洛伦兹坐标变换式	211
§ 7-3 相对论速度变换公式	216
§ 7-4 狭义相对论时空观	218
§ 7-5 狭义相对论动力学基础	224
思考题	230
习题	230
第二篇 热 学	
第八章 气体动理论	234

§ 8-1 状态 过程 理想气体	234
§ 8-2 分子热运动和统计规律	238
§ 8-3 气体动理论的压强公式	241
§ 8-4 理想气体的温度公式	245
§ 8-5 能量均分定理 理想气体的内能	247
§ 8-6 麦克斯韦速率分布律	250
§ 8-7 玻耳兹曼分布律 重力场中粒子按高度的分布	255
§ 8-8 分子的平均碰撞次数及平均自由程	257
§ 8-9 气体内的迁移现象	260
§ 8-10 真实气体 范德瓦耳斯方程	265
思考题	271
习题	272
第九章 热力学基础	274
§ 9-1 热力学第一定律	274
§ 9-2 热力学第一定律对于理想气体等值过程的应用	278
§ 9-3 绝热过程	284
§ 9-4 焦耳-汤姆孙实验 真实气体的内能	288
§ 9-5 循环过程 卡诺循环	290
§ 9-6 热力学第二定律	296
§ 9-7 可逆过程与不可逆过程 卡诺定理	298
§ 9-8 熵	300
§ 9-9 熵增加原理 热力学第二定律的统计意义	306
思考题	309
习题	310
阅读材料 C 熵与能源	313
附录 I 国际单位制(SI)	317
附录 II 常用基本物理常量(1998年推荐值)	319
习题答案	320

绪 论

自然界,无限广阔,丰富多彩.形形色色的物质在其中不断地运动变化着.什么是物质?大至日、月、星辰,小到分子、原子、电子,都是物质.固体、液体、气体和等离子体,这些实物是物质;电场、磁场、重力场和引力场,这些场也是物质.一切物质都在不停地运动着、变化着,绝对不运动的物质是不存在的.日月的运行、江河的奔流、生物的代谢,这些都是物质运动变化的例子.正如恩格斯所指明:“运动,就最一般的意义来说,就它被理解为存在的方式、被理解为物质的固有属性来说,它包括宇宙中发生的一切变化和过程,从单纯的位置移动起直到思维.”^①

物理学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、原子和原子核内的运动等等,显然这些运动并非都是简单的.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,物理学所研究的规律具有极大的普遍性.可以认为,物理学是除数学以外,一切自然科学的基础,也是当代工程技术的重大支柱.对物理学的这个评价,决非过甚其词.回顾物理学发展的全过程,可以加深我们对物理学重要性的认识.

物理学的发展已经经历了三次大突破.在17、18世纪,由于牛顿力学的建立和热力学的发展,不仅有力地推动了其他学科的进展,而且适应了研制蒸汽机和发展机械工业的社会需要,引起了第一次工业革命,极大地改变了工业生产的面貌.到了19世纪,在法拉第-麦克斯韦(Faraday-Maxwell)电磁理论的推动下,人们成功地制造了电机、电器和电讯设备,引起了工业电气化,使人类进入了应用电能的时代,这就是第二次工业革命.20世纪以来,由于相对论和量子力学的建立,人们对原子、原子核结构的认识日益深入.在此基础上,人们实现了原子核能和人工放射性同位素的利用;促成了半导体、核磁共振、激光、超导、红外遥感、信息技术等新兴技术的发明;许多边缘学科发展起来了.新兴工业犹如雨后春笋,现代科学技术正在经历一场伟大的革命,人类进入了原子能、电子计算机、自动化、半导体、激光、空间科学等高新技术的时代.

物理学的发展过程,是人类对客观世界认识过程中的一个重要组成部分.物理学中不少规律和理论是直接由生产实践中总结出来的,但更多的物理发现却来自长期的科学实验,因此,科学实验和生产实践,都是推动科学技术发展的强

^① 恩格斯.自然辩证法.北京:人民出版社,1971.53

大动力和源泉. 物理学的研究方法一般是在观察和实验的基础上, 对物理现象进行分析、抽象和概括, 从而建立物理定律, 进而形成物理理论, 再回到实践中去经受检验.

高等工业学校肩负着培养我国各类高级工程技术专门人才的重任, 要使我们培养的工程技术人员, 能在飞速发展的科学技术面前有所独创、有所前进, 对人类作出较大的贡献, 就必须加强基础理论特别是物理学的学习. 物理学是辩证唯物主义的坚实的自然科学基础, 学习物理必须以辩证唯物主义为指导. 通过学习会对物质最普遍、最基本的运动形式和规律有比较全面而系统的认识, 树立辩证唯物主义的世界观, 掌握物理学中的基本概念和基本原理以及研究问题的方法, 同时在科学实验能力、计算能力和抽象思维能力等方面受到严格的训练, 培养分析能力和创新能力, 提高科学素质. 应该指出, 普通物理学中所讲述的只是基本的内容, 而且物理学和其他学科一样发展很快, 新发现和新成果不断涌现. 我们一方面要牢固地掌握物理学的基础理论, 同样也要经常注意物理学的新成就, 扩大知识面, 增强本领, 不断创新, 为祖国的建设作出应有的贡献.

第一篇 力 学

力学研究的是物质的机械运动.本篇主要介绍质点动力学,兼及刚体的转动.经典力学的理论基础是牛顿的三个运动定律,由此而引入了力、力矩、动量、冲量、角动量、功和能等概念,得到了动量、角动量和机械能等的守恒定律.

振动和波是一种特殊而又常见的运动形态,在力学中讨论这种运动形态,有助于在其他领域中对类似运动形态的学习和理解.

经典力学只适用于物体作低速(与光速相比)运动的情形.当物体的速度接近于光速时,经典力学就失效了,此时需要用相对论力学来作研究.经典力学只是相对论力学在低速时的近似.我们将在本篇第七章对相对论力学作简单介绍.

经典力学也无法适用于研究微观粒子的运动,这时要用到量子力学.不过实验与理论都证明,源自经典力学的动量、角动量和能量等的守恒定律却仍然是适用的.关于量子力学,我们将在下册中介绍.

由于经典力学所取得的辉煌成就,曾使人感到只要通过精确的物理定律,就能对物质运动的未来进行预测,这是一种机械决定论的观点.大量事实证明并非如此.本篇阅读材料 A 中说明对许多事例在决定性的经典力学以外,还得引入概率性的描述.

第一章

质点的运动

自然界的一切物质都处于永恒运动之中.物质的运动形式是多种多样的,其中,机械运动是最简单又最基本的运动.力学就是研究物体机械运动的规律及其应用的学科,而牛顿运动定律则是经典力学的基础.为了更好地掌握牛顿运动定律,在本章中,我们着重阐明三个问题.第一,如何描述物体的运动状态.在运动学中,物体的运动状态是用位矢和速度描述的,而物体运动速度的变化则用加速度描述.通过速度、加速度等概念的建立,加深对运动的相对性、瞬时性和矢量性等基本性质的认识.第二,运动学的核心是运动表式.通过运动表式的介绍,既要掌握如何从运动表式出发,求出质点在任意时刻的位矢、速度和加速度的方法,又要能够在已知加速度(或速度)与时间的关系以及初始条件的情况下,求出任意时刻质点的速度和位置.总之,要学会在运动学中使用微积分解题.第三,运动的研究,离不开时间和空间.经典力学的时空观是和牛顿运动定律、伽利略坐标变换交织在一起的.通过伽利略坐标变换、速度变换和加速度变换的介绍,了解经典力学时空观的局限性.

§ 1-1 质点 参考系 运动表式

机械运动是人们最熟悉的一种运动.一个物体相对于另一个物体的位置,或者,一个物体的某些部分相对于其他部分的位置,随着时间而变化的过程,叫做机械运动.为了研究物体的机械运动,我们不仅需要确定描述物体运动的方法,还需要对复杂的物体运动进行科学合理的抽象,提出物理模型,以便突出主要矛盾,化繁为简,以利于解决问题.

一、质点

任何物体都有一定的大小、形状、质量和内部结构,即使是很小的分子、原子以及其他微观粒子也不例外.一般地说,物体运动时,其内部各点的位置变化常是各不相同的,而且物体的大小和形状也可能发生变化.但是,如果在我们所研究的问题中,物体的大小和形状不起作用,或者所起的作用并不显著而可以忽略不计时,我们就可以近似地把该物体看作是一个具有质量而没有大小和形状的

理想物体,称为**质点**.例如,研究地球绕太阳的公转时,由于地球的平均半径(约为 $6.4 \times 10^3 \text{ km}$)比地球与太阳间的距离(约为 $1.50 \times 10^8 \text{ km}$)小得多,地球上各点相对于太阳的运动就可看作相同.这时,就可以把地球当作一个质点(图1-1).几百年来,人们对天体运动的研究证明,把天体看成质点能够正确地解决许多问题.所以,质点是一个恰当的物理模型.但是在研究地球的自转时,如果仍然把地球看作一个质点,就将无法解决实际问题.

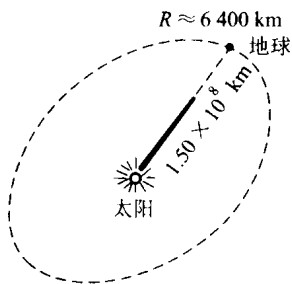


图 1-1 地球可当作质点

根据具体问题,提出相应的物理模型,这种方法是很有实际意义的.从理论上说,研究质点的运动规律,也是研究物体运动的基础.因为我们可以把整个物体看作由无数个质点所组成,从这些质点运动的分析入手,就有可能了解整个物体的运动规律.

二、参考系和坐标系

在自然界里,绝对静止的物体是找不到的.大到星系,小到原子、电子,无一不在运动.以地球来说,地球不仅在自转,而且以 30 km/s 的速率绕太阳公转.太阳则以 250 km/s 的速率绕银河系的中心旋转.银河系在总星系中旋转,而总星系又在无限的宇宙中运动.无论从机械运动来说,还是从其他运动形式来说,自然界中的一切物质都处于永恒运动之中.运动和物质是不可分割的,运动是物质存在的形式,是物质的固有属性,物质的运动存在于人们意识之外,这便是**运动本身的绝对性**.

在这些关系错综复杂的运动中,要描述一个物体的机械运动,总得选择另一物体或几个彼此之间相对静止的物体作为参考,然后研究这个物体相对于这些物体是如何运动的.被选作参考的物体叫做**参考系**.例如,要研究物体在地面上的运动,可选择路面或地面上静止的物体作为参考系(图1-2).要研究宇宙飞船的运动,当运载火箭刚发射时,一般选地面作为参考系;当宇宙飞船绕太阳运行时,则常选太阳作为参考系.从运动的关系来说,参考系的选择可以是任意的,主要看问题的性质和研究的方便而定.

同一物体的运动,由于我们所选取的参考系不同,对它的运动的描述就会不同.例如,在作匀速直线运动的车厢中,有一个自由下落的物体,以车厢为参考系,物体作直线运动;以地面为参考系,物体作抛物线运动;如以太阳或其他天体为参考系,运动的关系将更为复杂.在不同参考系中,对同一物体的运动具有不同关系的事实,叫做**运动关系的相对性**.早在我国战国后期的名家公孙龙就已经注意到这点,他提出了“飞鸟之影,未尝动也”的论辩.飞鸟的影子对地面其他物

体来说是运动着的,但对飞鸟本身来说,如影随形,这个影子就是不动的了。

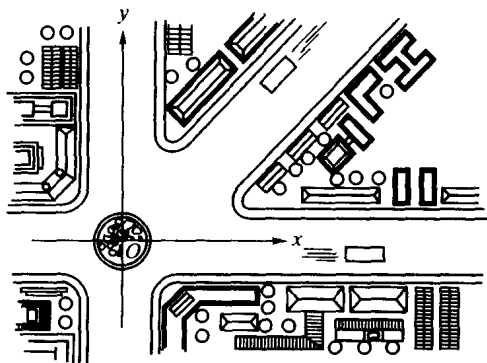


图 1-2 选路面为参考系

由于同一物体对不同的其他物体有不同的运动关系,所以要明确地描述一个物体的运动,只有在选取某一确定的参考系后才有可能,而且由此作出的描述总是具有相对性的。

为了从数量上确定物体相对于参考系的位置,需要在参考系上选用一个固定的坐标系.一般在参考系上选定一点作为坐标系的原点,取通过原点并标有长度的线作为坐标轴.常用的坐标系是直角坐标系,它的三条坐标轴(Ox 轴、 Oy 轴和 Oz 轴)互相垂直.根据需要,我们也可以选用其他的坐标系,例如极坐标系、球坐标系或柱坐标系等。

三、空间和时间

人们关于空间和时间概念的形成,首先起源于对自己周围物质世界和物质运动的直觉.空间反映了物质的广延性,它的概念是与物体的体积和物体位置的变化联系在一起的.时间所反映的则是物理事件的顺序性和持续性.早在我国春秋战国时代,由墨翟创立的墨家学派就对空间和时间的概念给予了深刻而明确的阐释.《墨经》中说:“宇,弥异所也”。“久,弥异时也”.此处,“宇”即空间,“久”即时间.意思是说,空间是一切不同位置的概括和抽象;时间是一切不同时刻的概括和抽象.在现代自然科学形成之前两千多年,有这样深刻的见解,是很了不起的.在自然科学的创始和形成时代,关于空间和时间,有两种代表性的看法.莱布尼兹(G. W. Leibniz)认为,空间和时间是物质上下左右的排列形式和先后久暂的持续形式,没有具体的物质和物质的运动就没有空间和时间.和莱布尼兹不同,牛顿认为,空间和时间是不依赖于物质的独立的客观存在.莱布尼兹强调空间和时间与物质运动的联系而忽视其客观性;牛顿强调空间和时间的客观存在而忽视其与物质运动的联系.他们都有其合理的一面,而又都包含着错误.随着

科学的进步,人们经历了从牛顿的绝对时空观到爱因斯坦的相对论时空观的转变,从时空的有限与无限的哲学思辨到可以用科学手段来探索的阶段.目前量度的时空范围,从宇宙范围的尺度 10^{26} m[约 2×10^{10} l.y.(光年)]到微观粒子尺度 10^{-15} m,从宇宙的年龄 10^{18} s[约 2×10^{10} a(年)]到微观粒子的最短寿命 10^{-24} s.物理理论指出,空间长度和时间间隔都有下限,它们分别是普朗克长度 10^{-35} m 和普朗克时间 10^{-43} s,当小于普朗克时空间隔时,现有的时空概念就可能不再适用了.表 1-1 和表 1-2 列出了各种典型物理现象的空间和时间尺度,由此可见物理学研究所涉及的空间和时间范围是何等的广阔!

表 1-1 一些典型物理现象的空间尺度

单位:m

已观测到的宇宙范围	10^{26}
星系团半径	10^{23}
星系间距离	2×10^{22}
银河系半径	7.6×10^{22}
太阳到最近恒星的距离	4×10^{16}
太阳到冥王星的距离	10^{12}
日地距离	1.5×10^{11}
地球半径	10^6
无线电中波波长	10^3
核动力航空母舰长	3×10^2
小孩高度	1
尘埃	10^{-3}
人类红血球细胞直径	10^{-6}
细菌线度	10^{-9}
原子线度	10^{-10}
核的线度	10^{-15}
普朗克长度	10^{-35}

表 1-2 一些典型物理现象的时间尺度

单位:s

宇宙年龄	10^{18}
太阳系年龄	1.4×10^{17}
原始人	10^{13}
最早文字记录	1.6×10^{11}
人的平均寿命	10^9