

大学物理学

(简明版)

University
Physics

饶瑞昌 付晶 编

大学物理学

(简明版)

Daxue Wulixue

饶瑞昌 付晶 编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书依据教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会编制的《理工科类大学物理课程教学基本要求(2010年版)》的精神,总结编者多年从事大学物理课程教学的经验和体会,并吸取当前国内外优秀教材的精华编写而成。

本书内容包括:质点力学、守恒定律、刚体力学、相对论力学、静电场、恒定磁场、变化的电磁场、气体动理论、热力学、振动和波动、波动光学以及量子物理。参考授课学时为80学时左右。

本书可作为高等学校工科类各专业和独立学院非物理类专业大学物理课程的教材,也可作为成人教育及有关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学:简明版/饶瑞昌,付晶编.--北京:
高等教育出版社,2013.9
ISBN 978-7-04-038085-9

I. ①大… II. ①饶… ②付… III. ①物理学-高等
学校-教材 IV. ①O4

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第166785号

策划编辑 程福平 责任编辑 程福平 封面设计 于涛 版式设计 马敬茹
插图绘制 尹莉 责任校对 刘春萍 责任印制 韩刚

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社址	北京市西城区德外大街4号	网址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印刷	河北鹏盛贤印刷有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
开本	787mm×960mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印张	25.75	版次	2013年9月第1版
字数	460千字	印次	2013年9月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定价	40.00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

物料号 38085-00

前 言

随着教育形势的发展,我国高等教育已从精英教育转变为大众化教育,不少普通高校均开设了少学时的大学物理课程。然而,目前国内适合少学时教学计划的大学物理课程教材却比较少,在使用现有教材时,教师不得不花费很多时间和精力来处理教材,尽管如此,学生在学习过程中仍然感到不适应。

为了适应教学改革新形势的需要,让教师使用教材更加方便,学生学习更加顺畅,我们以《理工科类大学物理课程教学基本要求(2010年版)》的A类核心内容(择要介绍的B类扩展内容用“*”号标注)为教学体系,编写了这本适合少学时的大学物理课程教材。

我们设想,教材定位在既能适用工科各专业少学时的大学物理课程的教学,又能适用于独立学院非物理专业的大学物理课程的教学。我们希望这样的定位能使教材具有普遍适用性,解决教学层次的多样性以及高等教育大众化所带来的问题。

我们又设想,教材内容相对丰富和完整,力图使学生对物理学的内容和方法,概念和图像,历史和现状有所了解,保证在较少时间内达到本科教学的基本要求。

我们还设想,教材结构兼顾体系的科学性和教学上的可接受性,既要紧凑,又要把问题阐述清楚,使之便于教师教和学生学。

为了实现上述目标,在本教材的编写中,我们既保持了物理基础学科知识的系统性和完整性,同时也注意培养学生的科学思想与物理学的研究方法。考虑到学时较少的特点,我们减少了与中学物理课程的重复,简化了过多过繁的数学推导和过深的理论探讨,对B类内容仅作简单的定性描述,不进行深入讨论,对概念的引出,定理的证明和例题的阐述,力求简明清晰,并尽量配合图形,使学生易于接受。

某些专业教学计划只给本课程64学时,对这些专业的学生,可以不讲授加“*”号的内容,这样仍然可以达到教育部制订的对本课程的基本要求。

编者怀着深深的谢意,衷心感谢高等教育出版社程福平编辑的大力帮助,在本教材的编写过程中记录着他的辛勤劳动和出色工作。

编写面向大众化教育所需要的教材,是教学改革的一种尝试,也是编者努力追求的目标,但由于编者水平有限,书中不足与疏漏之处在所难免,希望使用本书的教师、学生和其他读者随时提出宝贵意见。

编 者

2013年3月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

绪论	1
第一章 质点力学	6
1-1 描述质点运动的基本概念	6
1-2 描述质点运动的物理量	10
1-3 几种常见的运动	17
* 1-4 相对运动	29
1-5 牛顿运动定律	31
习题	42
第二章 守恒定律	47
2-1 能量守恒定律	47
2-2 动量守恒定律	58
2-3 角动量守恒定律	66
2-4 守恒定律的综合应用	70
习题	73
第三章 刚体力学	78
3-1 刚体的基本运动	78
3-2 刚体的转动惯量	81
3-3 刚体定轴转动定律	85
* 3-4 刚体定轴转动中的功和能	88
3-5 刚体的角动量定理和角动量守恒定律	92
习题	96
第四章 相对论力学	100
4-1 经典力学的伽利略变换和时空观	100
4-2 狭义相对论的基本原理	103
4-3 洛伦兹变换	104
4-4 狭义相对论的时空观	107
4-5 狭义相对论动力学	111
习题	116

第五章 静电场	119
5-1 电场强度	119
5-2 静电场的高斯定理	128
5-3 静电场的环路定理	137
5-4 电势	139
5-5 静电场中的导体	147
5-6 静电场中的电介质	152
5-7 电场的能量	156
习题	163
第六章 恒定磁场	168
6-1 磁感应强度	168
6-2 磁场的高斯定理	176
6-3 安培环路定理	179
6-4 磁场对载流导线的作用力	184
6-5 磁场对运动电荷的作用	191
6-6 磁场中的磁介质	196
习题	201
第七章 变化的电磁场	207
7-1 电磁感应的基本定律	207
7-2 动生电动势和感生电动势	211
7-3 自感电动势和互感电动势	217
7-4 磁场的能量	221
7-5 麦克斯韦电磁场理论	224
习题	230
第八章 气体动理论	233
8-1 气体动理论的基本观点	233
8-2 理想气体的物态方程	235
8-3 理想气体的压强和温度公式	239
8-4 理想气体的内能	243
8-5 麦克斯韦分子速率分布律	247
8-6 分子的碰撞和平均自由程	252
习题	255
第九章 热力学	258
9-1 热力学第一定律	258

9-2 热力学第一定律的应用	261
9-3 循环过程	267
9-4 热力学第二定律	274
* 9-5 熵增加原理	278
习题	281
第十章 振动和波动	285
10-1 简谐运动	285
10-2 简谐运动的合成	296
10-3 机械波	300
10-4 平面简谐波	303
10-5 波的能量	308
10-6 电磁波	310
10-7 波的叠加与干涉	315
* 10-8 多普勒效应	323
习题	325
第十一章 波动光学	332
11-1 光的相干性	332
11-2 光程和光程差	335
11-3 光的干涉	337
11-4 光的衍射	344
11-5 光的偏振	355
习题	362
第十二章 量子物理	366
12-1 早期量子论	366
12-2 物质的波粒二象性	379
12-3 不确定关系	383
12-4 量子力学简介	385
* 12-5 原子中电子的分布	392
习题	396
附录一 基本物理常量	399
附录二 常用数学公式	400

绪 论

一、物理学研究的内容

物质世界是一个无限广阔、无限深邃、变化多端、丰富多彩的世界。所谓物质,就是宇宙中存在的客观实在,日月星辰、山川草木、飞禽走兽是物质,各种气体、液体、固体和组成物质的分子、原子、电子等实物也是物质,电场、磁场、重力场和引力场这些场还是物质,一句话,我们周围的一切都是物质。

一切物质都在永不停息地运动着,自然界一切现象都是物质的各种不同运动形式的表现,自然科学的各个分支就是按研究不同的物质运动形式而区分的。物理学所研究的运动主要包括机械运动、电磁运动、热运动及微观粒子的运动,它们是自然界中最基本、最普遍的运动,任何其他更高级、更复杂的运动形式均包含有上述运动的成分,所以,物理学所得出的规律具有极大的普遍性。因而长期以来物理学是一切自然科学的基础。

近年来,物理学发展很快,出现了不少新现象、新分支,但就基础理论而言,仍然可分为如下五个方面:

1. 经典力学(第一章至第三章),研究物体的机械运动规律. 物体与物体之间,或物体各部分之间相对位置随时间的变化称为机械运动. 如各种机器的运动、弹簧的伸长与压缩、河水及空气的流动、心脏的跳动等都是机械运动。

力学理论的建立与发展经历了漫长的时期,它起源于公元前4世纪古希腊学者亚里士多德关于力产生动的说法. 17世纪,伽利略论述了惯性运动. 而后,牛顿又提出了力学的三个定律,解决了大量的实际问题,使力学理论的发展达到了前所未有的水平,人们常把以牛顿运动定律为基础的力学理论称为经典力学(或称为牛顿力学)。

尽管力学很古老,但在科学研究及工程技术领域,如机械工程、水利工程、抗震工程、航空、航海与航天工程以及天体的运动等,经典力学都是必不可少的基础理论。

2. 电磁学(第五章至第七章),研究电磁场的运动和电磁相互作用的规律. 电磁学大体可划分为“场”和“路”,大学物理侧重于对场的研究,而强电电路、电子线路等有关“路”的部分留待后续课程去研究。

在相当长的历史时期内,电和磁被看做是两种完全不同的现象加以研究,直到1862年发现电流有磁效应,变化的磁场有电效应,才将人类关于电磁之间联系的认识推广到一个新的阶段.1865年,英国物理学家麦克斯韦在总结了大量实验研究成果的基础上提出感生电场和位移电流假设,建立了完整的电磁场理论基础——麦克斯韦方程组.这个理论的重要意义在于它不仅适用于一切宏观电磁现象,促使了工程技术和现代文明的飞速发展,而且在于它将光现象统一在这个理论框架内,深刻地影响着人们认识物质世界的思想.

电磁学知识之所以重要在于电磁学基本规律的实际应用正日新月异地渗透到人类社会的各个领域,从生产到生活,从各种新技术的应用到尖端科学研究,都离不开电和磁.此外,电磁学理论还是人类深入认识物质世界必不可少的基础理论.

3. 热学(第八章、第九章),研究大量分子进行无规则运动所表现出来的热现象和热运动规律.凡是与温度有关的现象都称为热现象.热现象是自然界中极为普遍的现象,热运动不仅与我们的生活密切相关,而且广泛应用于工农业生产和科学研究中,汽车、火车等的动力装置,就是利用燃料燃烧放出来的热来做功的;金属的冶炼,材料的提纯,医药、化工产品生产,电子器件的制造,核反应堆的设计等,无不与热运动有关.而且,随着科学技术的发展,人类对物质世界的研究又深入到高温、高压、高真空和超低温等极端条件下的各个领域.

热学的发展经历了一个漫长的历史过程,直至18世纪之后,由于贸易和海上运输的发展,促进了工农业生产的发展,蒸汽机的出现,大大解放了生产力,激发了人们对热学现象进行深入的研究,到19世纪中期,经过玻耳兹曼、克劳修斯、开尔文等人的努力,建立起了系统的热学理论.

热学按研究方法的不同分为两门学科,一是热力学,它是通过大量的实验、观测和分析,归纳得到热现象的宏观规律,另一门是统计物理学,它是从物质的微观结构出发,通过合理的假设,对单个粒子采用力学的方法,对大量粒子采用统计方法得出热现象宏观规律.

4. 波动学(第十章、第十一章),研究宏观领域的波动规律.波动是自然界中一种重要且常见的物质运动形式,横跨了物理学的所有学科,广泛地存在于宏观世界和微观世界中.例如,力学中的机械波,电磁学中的电磁波,声也是机械波,光又是电磁波,微观粒子也具有波动性.因此,波动是整个物理学中最重要的研究领域之一.

波动理论始于17世纪,完整的波动理论是在19世纪由惠更斯、托马斯·扬和菲涅耳从实验和理论上建立起来的.

波动在人类生存活动中是不可缺少的,荡漾的湖水、灿烂的阳光、悠扬的琴

声都是波,高耸的天线不断向空中传送的信号、宇宙深处许多天体有韵律的辐射也是波,人们的思想交流和信息交换更离不开波.人类就是生活在各种各样的“波的海洋中”.

5. 近代物理学(第四章、第十二章),研究高速运动的时空观和微观粒子内部结构及粒子之间相互作用的规律.

19世纪末,物理学发展到比较完善的阶段,被称为经典物理学的力学、热力学和统计物理学、电动力学(电磁学)、光学等从不同侧面反映了自然界物质运动的基本规律,它们能解释几乎所有的自然现象和实验事实.许多物理学家都认为物理学的基本规律已全部揭示出来了,正如1900年著名物理学家开尔文在展望物理学前景所说的:“物理学大厦已经建成,后人只需做些修补工作就行了.”然而,正当物理学家们为物理学的伟大成就感到欢欣鼓舞的时候,在物理学领域内出现了一些新的实验现象,这些实验现象都无法用当时的经典物理学理论来正确解释,使经典物理学陷入了非常困难的境地,也使物理学家们感到困惑.

为了说明这些实验结果,人们不得不突破经典物理学的束缚,提出一些新的假设和概念,这些假设和概念在实践中经受了检验,不断修正和发展,逐步建立起新的物理理论.20世纪初,建立了适用于高速运动的相对论,30年代建立了适用于微观体系的量子力学,以后又在此基础上深入研究各种凝聚态物质的微观结构,分子、原子、原子核、基本粒子等的内部结构及它们的相互作用和运动变化规律等,所有这些构成了近代物理学.

近代物理学是相对经典物理学而言的,一般是以1900年前后为界予以划分的.近代物理学的内容极其丰富,相对论和量子力学是近代物理学的两大支柱,早已渗透到物理学的各个领域,原子物理、原子核物理、固体物理等学科所涉及的微观现象都能从以量子力学为基础的理论中获得说明.

二、物理学对科技发展的作用

物理学的发展始终是与人类的生产活动紧密相连,物理学所研究的许多重大问题都是人类社会生活中当时迫切需要解决的问题,这些问题的解决一方面使物理学向前跨越了一步,同时也往往使生产力得到了一次大解放.

18世纪60年代,由于力学和热学的发展,蒸汽机和其他机器得到改进和推广,人类结束了单纯依靠人力和畜力做功的局面,掌握了向大自然索取能源的技能,借助自然能源,工业生产迅速发展,引发了人类历史上第一次工业革命.

19世纪电磁学的研究成果,促进了电力的应用,电动机与电器的研究成果、无线电通信的实现,使人们学会了把其他形式的能量转化为电能和把电能转化为其他形式的能量,使劳动生产力得到了又一次大解放,形成了人类历史上第二

次工业革命。

进入 20 世纪以来,物理学的研究深入到高速运动与物质结构的微观领域,建立了以相对论和量子力学的理论为基础的近代物理学,导致了半导体、激光器、计算技术等高新技术的诞生,使人类社会进入了高新技术高速发展的新时代.尤其是随着相对论和量子力学的建立,原子和原子核物理得到了很快的发展,在第二次世界大战后期制成了威力巨大的原子弹(1945 年美国在日本广岛、长崎爆炸的两颗原子弹杀伤了几十万无辜的日本人民),不久,科学家研制了用于发电的可控核反应堆,开辟了人类和平利用核能的途径,核能成为一种新型的能源,目前世界各国特别是发达国家竞相发展核电站,法国电力的 70%,美国电力的 20%都是核电.

目前,全世界范围内正面临着以信息、能源、材料、生物工程和空间技术等为核心的一场新技术革命,毫无疑问,在未来的年代里,高速发展的现代物理学必将使人类文明进入更高级的阶段.

三、物理学的研究方法

物理学是一门实验科学,实验是物理学的根本,精确的、能够反复重复的实验决定物理学的一切,具有最高权威,而且对于未知领域的探求也主要是靠实验.例如:1956 年华裔物理学家杨振宁和李政道提出了弱相互作用下宇称不守恒理论.这一理论是否正确,关键在于实验,很快,另一位华裔实验物理学家吴健雄用他精湛的实验技巧从实验上证实了这一理论的正确性,杨振宁和李政道获得了 1957 年的诺贝尔物理学奖.

物理现象的规律和若干物理量之间的关系是以一定的原理、假设、定律和定理来反映的,其中原理是指在自然科学的某一领域中具有普遍意义的、最基本的、可以作为其他规律的基础规律(如力的叠加原理,波的叠加原理等),它实际上是人们在大量实践的基础上提出来的,其正确性要通过由它所导出的其他结论与实验事实是否一致来检验.自然科学的各个学科领域都是从基本原理出发,推演出各种具体的定理、命题、结论等,由此形成了各自的学科体系.定律则是通过大量实验事实归纳概括而成的客观规律(如牛顿运动定律、库仑定律等).从基本定律出发,也可以推演出有关的物理定理及结论,而定理则是根据原理或定律应用数学的方法推导出来的理论结论.例如:从牛顿运动定律出发可以推导出动能定理,动量定理,角动量定理等.当新事实与物理理论不相符合时,常用假设去说明.假设是在一定的观察、实验的基础上对自然现象本质提出的说明方案,其正确与否尚需进一步的实验和观察来验证.如果实验与观察证明它是正确的,这种假设便可上升为真理;如果证实它只有部分正确,则应予以修正;如果证实这

种假设完全不对,则应予以否认.例如:爱因斯坦的光子假设就是根据大量的光电效应实验事实提出来的,由于它反映了客观事物的本质,因此很快就成为光电效应的理论基础.

“大学物理”是高等院校理工科各专业和独立学院非物理类专业的一门十分重要的基础理论课,它所阐述的物理学基本知识、基本概念、基本规律和基本方法,对于培养学生科学素养和思维方法,提高科学研究能力起着重要的作用.学生们应该通过坚持不懈的学习,牢固地掌握物理学中的基本理论和基本知识,并在实验技能和运用数学的能力以及研究方法等方面受到严格的训练,为今后学习专业知识及近代科学技术打下必要的物理基础.

第一章 质点力学

质点力学包括质点运动学和质点动力学. 质点运动学研究物体的位置随时间变化的规律, 而不涉及引起变化的原因. 质点动力学研究物体间的相互作用对物体运动的影响.

本章讨论质点运动的描述及其运动的基本规律.

1-1 描述质点运动的基本概念

一、质点与质点系

任何物体都有一定的形状、大小和内部结构, 一般情况下, 物体各点的运动状态各不相同, 而且物体大小和形状也可能变化. 如果物体的大小和形状在我们研究问题中不起作用, 或者所起的作用很小且可以忽略不计, 我们就近似地把这物体看做一个具有质量而不考虑大小和形状的几何点, 称为质点.

质点是经过科学抽象形成的概念, 把物体当做质点是有条件的、相对的, 而不是任意的、绝对的. 只有在如下情况下可以把物体当做质点处理:

(1) 当物体做平动时, 可将物体看做质点. 因为物体平动时, 物体上各点的运动情况完全相同, 任意一个点的运动都代表了整个物体的平动.

(2) 当物体的线度远小于它运动的空间范围时, 可将物体看做质点. 例如, 在研究地球这个庞大物体绕太阳公转时, 由于地球与太阳的平均距离(约为 1.5×10^8 km) 比地球的半径(约 6.37×10^3 km) 大得多, 地球上各点相对于太阳的运动可以看作是相同的, 所以在研究地球公转时, 就可以把地球当做质点. 但是, 在研究地球本身的自转时, 地球上各点的运动情况就大不相同, 这时就不能再把地球当做质点了.

必须指出: 质点实际上是不存在的, 它只是为了研究问题的方便抽象出来的一种理想模型, 是实际物体在一定条件下的抽象. 这种在一定条件下把研究对象抽象化、理想化, 形成某种模型的方法是一种重要的科学研究方法, 不这样做, 我们甚至连最简单的现象也会感到难以处理, 甚至束手无策. 实际上, 物理学的全

部原理、定律都是对于一定的理想模型行为的刻画,可以毫不夸张地说,没有理想模型作为研究手段就没有物理学。

物理学中常见的理想模型主要有质点、刚体、弹性体、理想气体、弹簧振子、点电荷、薄透镜、点光源、黑体等,它们都是基于同样的道理而建立起来的。

当物体在所研究的问题中不能视为质点时,可把物体看做是由许多个质点组成的,这许多个质点的集合称为质点系.通过分析质点系的运动,就可以弄清楚整个物体的运动.所以,研究质点的运动是研究物体运动的基础。

二、参考系与坐标系

宇宙间的万物都处在永不停息地运动中,绝对静止的物体是不存在的,地球上的房屋、树木等看似静止,但它们随着地球一起绕太阳公转,同时和地球一起绕地球轴转动.而太阳又相对银河系中心以很大的速度(约 3×10^5 m/s)运动着……这些事实说明,运动本身是绝对的.然而,描述物体的运动总是相对于其他物体而言的.例如,观察行驶着的火车的位置变化,通常以地面某一物体(如电线杆)作为参考,并把该物体看成不动的.同样,观察河水的流动,也是以某一个我们认为是不动的物体(如桥墩)为参考来判别的.所以,在观察一个物体的位置以及它的位置变化时,总要选取其他物体来做参考,这个被选为描述物体运动的参考物体(或物体系)叫做参考系。

选取不同的参考系,对物体运动情况的描述是不同的.例如,在一平稳行驶的轮船中,以轮船为参考系,静坐的乘客相对于船是静止不动的,以地面为参考系,它相对于地面的某一物体的位置却不断变化.可见,相对于不同的参考系(轮船或地面),物体运动的情况是不同的,这一事实称为运动描述的相对性.因此,在讲述物体运动情况时,必须指明是对什么参考系而言的。

在运动学中,参考系的选择是任意的,主要根据问题的性质和研究问题的方便来定,在讨论地面上物体的运动时,通常选地面或相对地面静止的物体作参考系,而在描述太阳系中行星的运动时,则通常选太阳作参考系。

在选定参考系以后,为了定量地描述物体的位置和位置随时间的变化,必须在参考系上建立一个坐标系,坐标系有直角坐标系、极坐标系、自然坐标系、球坐标系以及柱坐标系等.坐标系的选择是任意的,最常用的坐标系是直角坐标系。

当物体在空间运动时,可选取一坐标原点 O ,通过原点 O 作三条相互垂直的 Ox 轴、 Oy 轴和 Oz 轴,如图 1-1 所示,这样,物体的位置可由它的 Ox 轴、 Oy 轴和 Oz 轴上的投影点到 O 点的距离,即坐标 x 、 y 和 z 来确定,这种坐标系叫做空间直角坐标系。

当物体在平面上运动时,可选取一坐标原点 O ,通过原点 O 作一坐标轴 Ox ,再通过原点 O 作一与 Ox 轴相垂直的 Oy 轴,如图 1-2 所示,这样,物体的位置 P 可由它的 Ox 轴和 Oy 轴上的投影点到 O 点距离,即坐标 x 和 y 来确定,这种坐标系叫做平面直角坐标系.

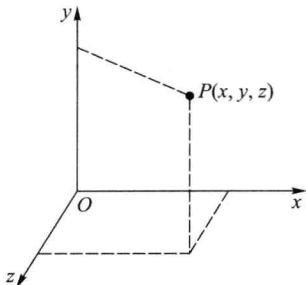


图 1-1

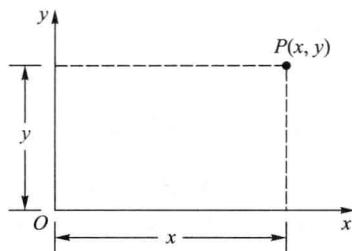


图 1-2

当物体沿直线运动时,可选取一坐标原点,以原点 O 作一坐标轴 Ox ,如图 1-3 所示,物体所在位置 P ,就由它距原点 O 的距离,即坐标 x 来确定,这种坐标系叫做直线坐标系.

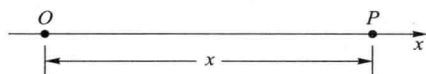


图 1-3

三、时间与空间

时间与空间是运动着的物质存在的形式,没有脱离物质的时间与空间,也没有不在时间与空间运动的物质.物理学所描述的现象都离不开时间与空间.

时间反映物质运动过程的持续性和顺序性,其基本计量单位为 s(秒).1967年,第十三届国际计量大会定义:秒为铯-133(^{133}Cs)原子基态的两个超精细能级之间跃迁辐射周期的 9 192 631 770 倍.除时间外,还常用到时刻的概念.当质点在参考系中运动时,与质点所在某一位置相对应的为某一时刻,与质点所走某一段路程相对应的为某一段时间.例如,火车 8:00 从甲站开出,10:00 到达乙站,这个 8:00 和 10:00 就是时刻;从 8:00 到 10:00 经过 2 h(小时),这 2 h 就是时间间隔,简称为时间.

空间反映了物质运动的广延性,空间中两点之间的距离称为长度,其基本计量单位为 m(米).1983年,第十七届国际计量大会定义:米为光在真空中 $1/299\,792\,485$ s 的时间间隔内所通过路程的长度.