



技能型紧缺人才培养培训教材

全国卫生职业院校规划教材

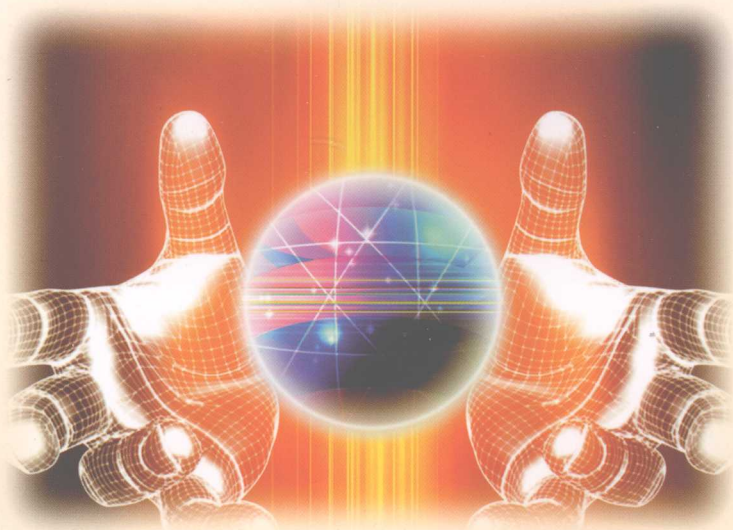
供高职（五年制）护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、
卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、
眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业使用



物理学

（第二版）

孟章书 主编



 科学出版社
www.sciencep.com

技能型紧缺人才培养培训教材
全国卫生职业院校规划教材

供高职(五年制)护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业使用

物 理 学

(第二版)

主 编 孟章书

副主编 王大鹏 韦 红 孙福玉
李长驰 李贻铭 周芝青

编 者 (按姓氏汉语拼音排序)

柴 英 (大连医科大学高等职业技术学院)

李长驰 (汕头市卫生学校)

李贻铭 (咸宁卫生学校)

刘凤兰 (邢台医学高等专科学校)

孟章书 (聊城职业技术学院)

尚艳华 (山东医学高等专科学校)

孙福玉 (赤峰学院医学院)

王大鹏 (菏泽家政职业学院)

王 奎 (天水市卫生学校)

韦 红 (玉林市卫生学校)

肖 蓉 (井冈山大学医学院)

周芝青 (天津医科大学附属卫生学校)

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是以第一版面向 21 世纪全国卫生职业教育系列教改教材《物理学》为基础,根据现代医学对物理学的基本需求,总结第一版的使用情况,参考国内外有关教材;同时,结合编者多年从事医学物理的教学实践和教改经验,由 12 所院校共同编写而成。保持了物理知识一定的独立性,同时注重适当联系生物医学实际。把教材的先进性、科学性、实用性结合在一起,有一个较完整的理论结构体系,突出基本的宏观理论和微观理论,重视反映现代物理科学新成就。

本教材内容的设置方面,分为三个模块:基础模块、实践模块和选学模块。基础模块和实践模块是必需内容,是基本标准和共同要求。选学模块的内容是提高学生的知识面,对物理有爱好的同学,或者学校根据不同专业、学时等实际情况选择使用,对选学模块教材中加注“△”符号以示区别。第二版内容还是保持了原版的力学、热学和分子物理学、电磁学、光学、近代物理初步知识五部分,把原来的 20 章改为了 15 章,删去了力学的部分内容;对其他内容也做了一定的调整和删减。物理实验 16 个,配图 315 幅,思考题与习题 305 道。另外,本教材还设计了内容精致的“链接”与“案例”,形式新颖、知识丰富。

本教材供高职(五年制)护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业使用,也可供其他高职及中等职业学校生命科学相关专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

物理学 / 孟章书主编. —2 版. —北京:科学出版社,2008
技能型紧缺人才培养培训教材·全国卫生职业院校规划教材
ISBN 978-7-03-021092-0

I. 物… II. 孟… III. 物理学—高等学校:技术学校—教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 019998 号

责任编辑:李 婷 李 君 / 责任校对:赵燕珍

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003 年 8 月第 一 版 开本:850×1168 1/16

2008 年 3 月第 二 版 印张:15 1/2

2008 年 3 月第九次印刷 字数:422 000

印数:29 000—34 000

定价:29.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

技能型紧缺人才培养培训教材
全国卫生职业院校规划教材
五年制高职教材建设指导委员会委员名单

主任委员 刘 晨

委 员(按姓氏汉语拼音排序)

曹海威	山西医科大学晋中学院	邱大石	潍坊卫生学校
陈锦治	无锡卫生高等职业技术学校	任传忠	信阳职业技术学院
程 伟	信阳职业技术学院	申惠鹏	遵义医药高等专科学校
池金凤	聊城职业技术学院	孙 菁	聊城职业技术学院
丁 玲	沧州医学高等专科学校	田桂莲	聊城职业技术学院
范志刚	临汾职业技术学院	田锁臣	聊城职业技术学院
方 勤	黄山卫生学校	王 懿	酒泉卫生学校
冯建疆	石河子卫生学校	王静颖	聊城职业技术学院
傅一明	玉林市卫生学校	王品琪	遵义医药高等专科学校
顾承麟	无锡卫生高等职业技术学校	王秀虎	邵阳医学高等专科学校
桂 勤	惠州卫生学校	文润玲	宁夏医学院高等职业技术学院
郭家林	遵义医药高等专科学校	吴世芬	广西医科大学护理学院
郭素侠	廊坊市卫生学校	肖守仁	潍坊卫生学校
何从军	陕西能源职业技术学院	谢 玲	遵义医药高等专科学校
姜妹娟	淄博科技职业学院	徐正田	潍坊卫生学校
李 峰	信阳职业技术学院	严鹏霄	无锡卫生高等职业技术学校
李 召	武威卫生学校	阳 晓	永州职业技术学院
李惠兰	贵阳护理职业学院	杨明武	安康职业技术学院
李胜利	沧州医学高等专科学校	杨如虹	大连大学医学院
李新春	开封市卫生学校	苑 迅	大连大学医学院
梁爱华	吕梁市卫生学校	张瑞兰	沧州医学高等专科学校
刘海波	潍坊卫生学校	张少云	廊坊市卫生学校
刘宗生	井冈山大学医学院	张新平	柳州市卫生学校
马小允	沧州医学高等专科学校	钟一萍	贵阳护理职业学院
马占林	大同市第二卫生学校	周进祝	上海职工医学院
孟章书	聊城职业技术学院	周梅芳	无锡卫生高等职业技术学校
潘传中	达州职业技术学院	周亚林	无锡卫生高等职业技术学校
齐贵胜	聊城职业技术学院	朱建宁	山西医科大学晋中学院
綦旭良	聊城职业技术学院		

第二版前言

本书是以第一版面向 21 世纪全国卫生职业教育系列教改教材《物理学》为基础,根据现代医学对物理学的基本需求,总结第一版的使用情况,参考国内外有关教材;同时,结合我们多年从事医学物理的教学实践和教改经验,由 12 所院校共同编写而成。

在本次改版中,我们的指导思想是:具有第一版的特点;因面对的学生为初中起点,他们学习的物理知识较少,所以保留了第一版的大部分物理基础知识点;保持了物理知识一定的独立性,同时注重适当联系生物医学实际;把教材的先进性、科学性、实用性结合在一起,有一个较完整的理论结构体系,突出基本的宏观理论和微观理论,重视反映现代物理科学新成就。因此,本书内容丰富,具有现代教材的特性,能为培养现代高素质的医学人才打下坚实的基础。

第二版内容保持了原版的力学、热学和分子物理学、电磁学、光学、近代物理初步知识五部分,把原来的 20 章改为了 15 章,删去了力学的部分内容;对其他内容也做了一定的调整和删减。物理实验 16 个,配图 315 幅,思考题与习题 305 道。本教材供全国卫生职业学校(院)初中毕业起点五年制(3+2)高职护理、涉外护理、助产、检验、中西医结合、影像、口腔、康复、药学、药剂等专业学生使用,也可供其他高职及中等职业学校生命科学相关专业使用。

第二版的改编工作是在全国卫生职业教学新模式研究课题组指导下进行的,得到了聊城职业技术学院、菏泽家政职业学院、赤峰学院医学院、井冈山大学医学院、邢台医学高等专科学校、大连医科大学高等职业技术学院、山东医学高等专科学校、天津医科大学附属卫生学校、汕头市卫生学校、玉林市卫生学校、咸宁卫生学校、天水市卫生学校各院校领导的大力支持;同时得到北京护士学校刘晨老师亲自指导,书中配图及其他方面得到了聊城职业技术学院的范保兴及聊城大学东昌学院王纪林老师的很大帮助,在此深致谢意。

由于编者水平有限,编写脱稿仓促,书中错误和不妥之处难免,竭诚欢迎使用本教材的师生和读者予以批评指正。

编者

2007 年 5 月

第一版前言

本教材根据 2003 年 4 月教育部职成教司“全国卫生职业教学新模式研究课题组”的会议精神,以教育部面向 21 世纪中等职业教育教学计划和《中等职业学校物理学教学大纲》为根据,结合参与课程模式改革的部分教师体会而编写。

在编写过程中,我们的指导思想是:遵循教育要面向现代化、面向世界、面向未来的战略思想;力图贯彻教材的思想性、科学性、实用性、可读性和创新性的原则;并体现贴近学生、贴近社会、贴近岗位职业教育的三贴近要求。因此,我们在编写中对知识不要求专而全,只强调基本理论、基本知识和基本技能的掌握;力求做到理论联系实际,特别是结合医学实际应用,以使学生掌握较系统物理知识的同时,增强分析实际问题 and 解决问题的能力。在教材内容的设置方面,分为三个模块:基础模块、实践模块和选学模块。基础模块和实践模块是必须内容,是基本标准和共同要求。选学模块的内容是提高学生的知识面,对物理有爱好的同学,或者学校根据不同专业、学时等实际情况选择使用,对选学模块教材中加注“ Δ ”符号以示区别。在教材的编写过程中,我们坚持以深入浅出、图文表并茂为特点,使读者易学、易懂,让本教材可以帮助读者掌握学习方法,自觉学习,使其更具有适用性和实用性。本教材另一特点是:试图在创新性上有所突破,紧紧围绕学习目标,设计了内容精致的“链接”,为读者搭建了学习的“通畅、高速、立交”课程系统。读者可利用这一系统自主选择专业与课程,或转换专业、修双专业等。以适合自己的兴趣和经济状况、社会和专业岗位的需求,为他们发展自己搭好了“平台”。

教材内容包括力学、热学和分子物理学、电磁学、光学、近代物理初步知识五部分,共 20 章,物理实验 16 个,配图 300 幅,思考题与习题 302 道。本教材在编写学生实验中,打破常规的编写方法,给教师以空间,给学生以空间。不是给出具体的步骤和方法,只给出实验原理,鼓励学生采用不同方法,提出不同见解,自己动脑、动手去寻找方法与步骤,培养学生独立思考的习惯,激发学生的创新意识,增强他们的分析和解决问题的能力。

本教材供全国卫生职业学校(院)初中毕业起点 5 年制专科学学生使用,也可供其他高职及中等职业学校相关专业使用。教材编写是在全国卫生职业教学新模式研究课题组指导下进行的,得到了山东省聊城职业技术学院、江西省井冈山医学高等专科学校、陕西省西安市卫校、青岛市卫生学校、山东省菏泽卫生学校、河北省邢台医学高等专科学校的大力支持;同时得到北京护士学校刘晨老师亲自指导,书中配图及其他方面得到了山东省聊城教育学院王纪林老师的很大帮助,在此深致谢意。

由于编者水平有限,经验不足,编写时间仓促,书中错误和疏漏之处在所难免,竭诚欢迎使用本教材的师生和读者予以批评指正。

编 者

2003 年 6 月

目 录

绪 论	(1)	第7章 液体的表面现象	(79)
力 学		第1节 表面张力	(79)
第1章 运动和力	(3)	第2节 浸润和不浸润现象	(81)
第1节 匀变速直线运动的基本概念	(3)	第3节 弯曲液面的附加压强	(83)
第2节 匀变速直线运动的基本规律	(6)	第4节 毛细现象	(84)
第3节 力、共点力的合成与分解	(10)	第5节 气体栓塞	(86)
第4节 牛顿运动定律	(16)	思考题与习题七	(87)
△第5节 动量与动量守恒定律	(18)	电 磁 学	
第6节 圆周运动 万有引力	(20)	第8章 电场	(89)
思考题与习题一	(25)	第1节 电场 电场强度	(89)
第2章 功和能	(27)	第2节 电势 电势差	(93)
第1节 功和功率	(27)	第3节 电势差与电场强度的关系	(96)
第2节 机械能及机械能守恒定律	(29)	△第4节 电偶极子 电偶极层	(96)
△第3节 功能原理	(32)	△第5节 生物电现象 能斯特方程	(99)
思考题与习题二	(33)	△第6节 心电知识	(101)
第3章 振动 波动和声音	(35)	△第7节 电容器 电容	(102)
第1节 简谐振动	(35)	思考题与习题八	(104)
第2节 机械波及其特性	(38)	第9章 直流电	(106)
第3节 声波和超声波	(42)	第1节 部分电路的欧姆定律	(106)
思考题与习题三	(49)	第2节 闭合电路的欧姆定律	(109)
第4章 液体的流动	(51)	第3节 电池组	(112)
第1节 理想液体的流动	(51)	△第4节 基尔霍夫定律	(114)
第2节 实际液体的流动	(55)	△第5节 RC 电路的充放电过程	(115)
第3节 血液的流动	(58)	思考题与习题九	(117)
思考题与习题四	(61)	第10章 电磁感应现象	(120)
热学和分子物理学		第1节 磁场	(120)
第5章 热学基本知识	(62)	第2节 电磁感应现象	(123)
第1节 分子动理论 物体的内能	(62)	第3节 交流电	(126)
△第2节 热力学定律	(65)	△第4节 电磁振荡与电磁波	(130)
思考题与习题五	(68)	思考题与习题十	(133)
第6章 气体的性质 大气压	(69)	△第11章 生物信号检测	(135)
△第1节 理想气体状态方程	(69)	第1节 生物信号及其拾取方法	(135)
第2节 大气压 正压和负压	(72)	第2节 信号处理	(139)
第3节 空气的湿度	(74)	第3节 信号显示	(140)
思考题与习题六	(78)	思考题与习题十一	(141)



光 学

第12章 几何光学 (142)

第1节 光的折射 全反射 (142)

第2节 透镜成像 (147)

第3节 眼睛 (150)

第4节 几种医用光学仪器 (153)

思考题与习题十二 (156)

△第13章 物理光学及光度学知识 (158)

第1节 光的干涉和衍射 (158)

第2节 光的偏振和旋光 (162)

第3节 光的粒子性 (166)

第4节 光的吸收 (169)

第5节 光度学知识 (170)

思考题与习题十三 (173)

近代物理初步知识

第14章 原子及原子核结构 (175)

第1节 原子结构 玻尔理论 (175)

第2节 激光 (177)

第3节 X射线 (182)

第4节 X射线CT (188)

△第5节 原子核的结构及基本性质 (191)

△第6节 原子核的衰变类型及其规律 (193)

△第7节 放射性核素在医学上的应用 (197)

△第8节 核磁共振 (199)

思考题与习题十四 (201)

△第15章 近代物理讲座 (203)

第1节 相对论基本原理 (203)

第2节 基本粒子简介 (206)

学生实验

学生实验预备知识 (209)

实验一 长度的测量 (210)

实验二 互成角度的两个共点力的合成
..... (213)

实验三 验证牛顿第二定律 (214)

实验四 研究单摆的振动周期、用单摆测
定重力加速度 (215)

实验五 液体黏度的测定 (216)

实验六 空气中湿度的测量 (218)

实验七 验证理想气体的状态方程 (220)

实验八 用描迹法画出电场中平面上的等
势线 (221)

实验九 测量电源电动势和内电阻 (222)

实验十 感应电流方向的研究 (223)

实验十一 多用电表的使用 (224)

实验十二 用惠斯通电桥测电阻 (226)

实验十三 示波器的使用 (227)

实验十四 测定玻璃的折射率 (228)

实验十五 测量凸透镜的焦距 (230)

实验十六 传感器的简单应用 (231)

主要参考文献 (233)

附录 (234)

物理学(五年制)教学基本要求 (237)

思考题与习题选择题参考答案 (240)

绪 论

物理学,在初中我们已经对它有所了解.在跨入医学(院)校门之后,为什么还要学习物理学呢?带着这个问题,我们来进一步了解物理学,弄清为什么还要学习它,以及它与医学有什么关系.

一、物理学研究的对象

人类研究的科学分为两大类:社会科学和自然科学.物理学属于自然科学的范畴,它与其他自然科学一样,是以认识物质的基本属性,研究运动规律为研究目的的.自然界存在的物质分为两大类:实物和场.实物是人们看得见摸得着的东西,是各种物质的组成者,如星球、山川、河流、房屋、分子、原子、电子等.场是事物之间相互作用的传递者,如电场、磁场、引力场等.实物和场都是客观存在的物质,它们不可分割的联系在一起.物质的固有属性是运动.没有运动的物质和没有物质的运动都是不存在的,物质和运动是相互依存的.星球的运转、微观粒子的运动、生物的代谢、人的思维等都是物质变化的例子.广义上讲的“运动”,主要包括机械运动、物理运动、化学变化、生物生长和社会变革五种形式.物理学研究的范畴是机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核运动等.总之,物理学是研究物质最普遍、最基本的运动形式和运动规律以及物质结构的学科.

在本教材中不但将学习一些物理现象的本质和定量关系,还将学习物理知识在医学上的应用.例如:在机械运动中不仅学习匀速直线运动、变速直线运动、圆周运动,同时还将学习离心分离器的原理;学习液体流动时,同时分析血液流动及血压;在学习电、磁、光现象时,也学习它们在医学上的应用;学习原子物理学初步知识的同时又要学习激光、X射线在医学临床上的应用等.目的在于使我们通过物理水平的提高,增强我们运用物理知识来分析问题、解决问题的能力,从而适应医学科学的需要.

二、物理学与医学的关系

1. 物理学是医学的基础 由物理学的研究对象我们不难看出,物理学是一门基础科学,是提高人们文化水平、文化素质的课程.它也是人们研究其他自然科学的基础,更是医学研究的基础.任何高级的复杂的生命现象都包含着最普遍、最基本的物理运动形式.例如人们的骨骼、关节及胃肠都存在最简单的机械运动;人体能量的吸收和转换是以热能的形式进行的,并遵循能量守恒定律;有关血液的流动涉及物理的流体力学知识;心电、脑电、肌电、胃电及神经传导等都是些电学现象;人耳可看作一个声学系统;眼睛可看作一个光学系统,如此等等.如果没有一定的物理知识,显然无法了解生命现象的原因和领悟生命现象的本质.总之对于物理的学习有两方面的重要性,一是提高我们的文化素质水平;二是为后续课的学习打下良好的基础.

2. 物理学的发展可促进医学发展 物理学不但是普通学科,同时又是尖端学科.卫星的上天、宇宙飞船的太空航行、反导弹系统的研制等,无不反映出物理科学发展的水平.由此可见,物理学水平的高低是国家科学水平的标志.从科学的发展史不难看出,物理学的每一次发展,都可以带动其他自然学科的进步.如在医学方面,物理学起到了相当重要的推动作用.原来的医学只是通过解剖来认识人体器官组织的医学,而物理学制造出光学显微镜后,使医学发展到细胞医学水平;而近代随着物理学的发展电子显微镜问世,又使医学发展到今天的分子甚至原子水平.在今后各学科的发展、新能源的开发与利用以及提高人民生活水平方面,物理学都将起到不可





替代的先锋作用。

3. 物理学的技术是医学诊断、治疗和研究的有力工具 医生对病人进行体温、脉搏、血压的检查都是物理检查;常见的输液、听诊等都是应用的物理原理. 1895 年,伦琴发现的 X 射线,立即应用于医学诊断上;X 射线、电疗、磁疗、放射性同位素等已广泛应用于医学治疗上;现代的各种医疗仪器,特别是超声(V-CT)、X 射线计算机断层摄影(X-TC)、放射性核素计算机断层摄影(R-CT)、磁共振(NMR-CT)、激光、纤镜等技术成果相继问世及其先进医疗设备的广泛应用,为医学研究提供了十分可靠的依据,为医学的发展提供了强有力的技术服务,并为其开辟了崭新的发展途径. 由上可知,作为 21 世纪的医学生,将来的医护工作者,我们正处在医学科学蓬勃发展的新时代,掌握必备的物理学知识是医学科学本身发展的必然要求,也是提高医护工作者本身文化科学素质和综合能力的迫切需要.

三、物理学的研究与学习

物理学的理论是通过**观察、实验、抽象、假设**等研究方法并通过实践的检验而建立起来的.

观察是人们对自然界所发生的某种现象,在不改变自然条件的情况下,按照本来样子进行观测研究;**实验**是在人工控制的条件下,使其在自然条件下观测到的现象反复重演,进行观测研究;**抽象**方法是根据所研究的问题,抓住主要矛盾,忽略次要因素,建立理想模型化进行研究;**假说**是在观察、实验的基础上,进行判断、推理后为寻找事物发展规律而提出的基本论点. 提出假说后再进一步通过实验对假说进行证实、完善,使其更能正确反映事物的本质. 在一定范围内经过不断的考验,证明正确假说,最后上升为**理论或定律**. 但是,人们对世界的认识不是一成不变的,理论的得出方法也是不同的. 例如,麦克斯韦电磁波理论的提出,是先通过理论的推导,提出预言,十几年后才由赫兹通过实验得到了电磁波.

物理学理论的研究方法,也是一种学习方法. 因此,我们要充分注意联系生活实际、生产实际、科学实际和专业需要的实际去学习. 理论只有通过实践才能领悟其准确和深度,才能显现它的价值.

物理学是一门以实验为基础的学科. 学习物理知识的过程虽与人类探索物理知识的过程不尽相同,但其基本方面是一致的. 因此,在学习中应重视实验与实践. 要学好物理的概念和规律,知识来源于实践,但单纯的物理实践经验还不是物理知识. 要充分注意在实践经验基础上,经过抽象和概括而建立起来的理论. 对于用数学公式表示的概念和规律,不要仅从数学角度来看问题,更重要的是要掌握它们的为物理意义以及这些规律的适用范围和条件. 要注意掌握研究和解决物理问题的思路和方法. 另一方面,在物理学的学习过程中,要做好练习. 做练习是为了巩固所学知识,培养分析和解决问题的能力,而不是只为了求得个别答案. 要在理解和掌握有关知识的基础上作好练习,避免死记硬背生搬硬套.

由上可见,不仅物理学理论是学习医学的必要知识基础,而且物理方法、物理技术上的每次重大突破,都可以对医学产生巨大的推动作用. 学习用物理方法、物理学技术去解决医学问题,加快医学向定量化科学发展,是研究医学的重要途径,是提高医疗诊断水平的重要手段. 为此,希望每一名医学学生要重视物理学的学习,为学好医学打下必要的基础.



力学

第1章 运动和力

第1节 匀变速直线运动的基本概念



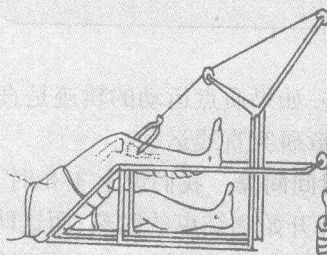
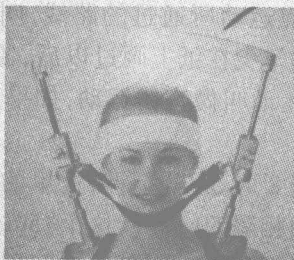
学习目标

1. 了解参考系、路程、位移以及质点、时刻、时间的概念。
2. 理解路程与位移的区别、平均速度与瞬时速度的区别以及矢量与标量的区别。
3. 掌握匀变速直线运动以及加速度。



案例 1-1

力学知识在医疗工作中也有很多应用,如对骨折病人,外科常用外力牵引患部来平衡伤部肌肉的回缩力,以利于骨折的复位。颈椎骨质增生的疾病,施用颈部牵引效果较好,在医疗中已有广泛的应用。



案例 1-2

利用电动离心机可使混合溶液中的悬浮微粒快速沉淀,借以分离密度不同的各种物质成分。在医学中,常用来分离血清、血浆,沉淀蛋白质或做尿沉淀检查等。你知道离心机的工作原理吗?



全自动数显电动离心机

一、基本概念

1. 参考系 自然界的一切物体都在运动中,绝对静止的物体是不存在的。为了确切地描述一个物体的运动,必须选择一个假定不动的物体作为参照,这个被选的物体就叫做参考系,或参



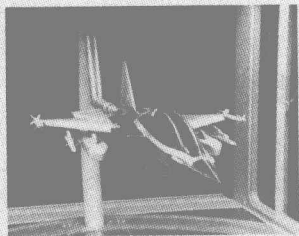


照物.

选择不同的参考系来观察同一个物体的运动,观察的结果可能不同.坐在行驶的火车中的乘客,如果选车厢作参考系,他是静止的;如果选车外的树木作参考系,他是运动的.描述一个物体的运动时,理论上讲参考系是可以任意选取的,但在解决实际问题时,选择可以使问题得到简化、易于求解的参考系.通常选择地球为参考系描述地面上物体的运动.

人造“天空”——风洞

风洞,顾名思义就是有风的洞.简单地说,风洞是一种制造气流的装置,在特制的数十米至数百米长,高度密封的管道内,通过高速气流来检验



风场中测量物的各种性能.

风洞试验的基本原理是运动转变原理,即物体相对于空气的运动转化成空气

相对于不动的物体(风场中测量物)的运动,这时,如果相对的速度相等,物体所受的力是一样的.

可以说,风洞是航空飞行器的“摇篮”,因为这些航空飞行器在使用之前都要经过风洞试验,即在这个人造“天空”中试飞,据此来改进和完善飞行器的设计.

风洞试验除广泛应用于航空、气象、工程外,在其他领域也大显身手:如汽车、高速列车、船只的空气阻力及耐热与抗压试验等.



2. 质点 任何物体都有一定的大小和形状,物体不同部分的运动情况不一定相同.如火车行驶时,司机要操作,车轮要转动,乘客在走动.但是,如果要研究火车从北京到上海的运动速度,则可以不考虑火车内部的运动和火车的形状与大小,而把整个物体看作一个只有质量的点,或者说,用一个具有物体全部质量的点来代替整个物体,则这样的点叫做质点.

一个物体能否看作质点,要看具体情况而定.前面的例子,研究火车在北京和上海之间的运行,可以把火车看作质点.而如果要研究火车动力系统传动情况,由于车轮与曲轴的运动情况不同,火车则不能看作质点.

质点是一个理想模型,它的引入可以简化所要研究的问题,这也是科学研究中一种常用的方法.在物理学中,常用理想模型来代替实际研究的对象,以突出事物的主要方面,从而使问题得以简化,便于研究,类似的情况在以后的章节中还会遇到.如不特别说明,本教材力学的各章节,都把物体当作质点处理.

质点运动所通过的路线,叫做质点运动的轨迹.钢笔尖在纸上画过以后,留下的痕迹就是

笔尖运动的轨迹.如果质点运动的轨迹是直线,这样的运动叫做**直线运动**,如果是曲线,就叫做**曲线运动**.这一章研究直线运动.

3. 时刻和时间间隔 我们说上午8时开始上课,到8时50分下课,这里的“8时”和“8时50分”是这节课开始和结束的时刻;而这两个时刻之间相隔50分钟,这个“50分钟”则是两个时刻之间的时间间隔,简称时间.在表示时间的数轴上,时刻用点来表示,时间用线段来表示.

4. 位移和路程 质点运动时,它的位置随时间不断改变.为了描述运动质点的位置变化,我们引入一个新的物理量——**位移**.设质点的初始位置在A,经过一段时间,沿轨迹ACB运动到末位置B,见图1-1.从初始位置A指向末位置B的有向线段AB,就可以用来表示质点在这次运动中发生的位置变化,我们把这个有向线段叫做**位移**,用S表示.有向线段的长度表示位移的大小,有向线段的方向表示位移的方向.像这样既有大小,又有方向的物理量,叫做**矢量**,如力、速度、位移等;而只有大小,没有方向的物理量,叫做**标量**,如路程、时间、温度等.

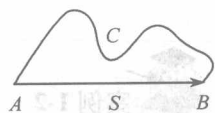


图1-1 位移和路程

位移和路程不同,**路程**是质点运动轨迹的长度,只有大小,没有方向,因此是**标量**,在图1-1中,质点的位移是有向线段AB,而路程是曲线ACB的长度.在一般情况下,质点运动的位移的大小和路程是不一定相等的,只有当质点作方向不变的直线运动时,位移的大小才等于路程.

位移和路程的单位相同,在国际单位制中,它们的单位都是米,符号是m.

5. 平均速度和瞬时速度 在匀速直线运动中,位移S跟发生这段位移所用的时间t成正





比,比值 $\frac{s}{t}$ 是恒定的,由公式 $v = \frac{s}{t}$ 求出的是匀速直线运动的速度.在变速直线运动中,质点在相等时间里的位移不相等,比值 $\frac{s}{t}$ 不是恒定的,由公式 $v = \frac{s}{t}$ 求出的速度,是做变速直线运动的质点在时间 t 内的平均速度.平均速度通常用 $\bar{v}$ 表示.通常说一个物体的速度是多大,一般都是指的平均速度.

平均速度表示做变速直线运动的物体在某一段时间(或位移)内的平均快慢程度,只能粗略地描述物体的运动情况,要精确地描述变速运动,就必须知道物体在某一时刻或通过某一位置时的速度,如被发射的子弹经过枪口时的速度.运动物体经过某一时刻(或某一位置)的速度叫做瞬时速度,简称速度.运动物体在初时刻和末时刻的速度,分别叫做初速度(记为 v_0)和末速度(记为 v_t).装在汽车、摩托车上的速度计测量的就是瞬时速度.

二、匀变速直线运动的基本概念

1. 匀变速直线运动 匀速直线运动的速度是恒定的,不随时间而改变,但在变速直线运动中,速度是随时间变化的.在各种变速直线运动中,最简单而又最重要的是速度随时间均匀变化的运动.如汽车刹车时,初速度为 10m/s ,每经过 1s ,速度减小 0.5m/s ,直到停止.这时汽车做的就是匀变速运动.

在变速直线运动中,如果在相等的时间内速度的变化相等,这种运动就叫做匀变速直线运动.它包括匀加速直线运动和匀减速直线运动.石块从高处落下,子弹在枪筒里运动,车辆的启动和刹车等都可以近似看作匀变速直线运动.

2. 匀变速直线运动的加速度 不同的变速运动,速度变化的快慢是不同的.运动员投出铅球时,铅球的速度可以在 0.2s 内从零增加到 17m/s ;而开炮时,炮弹在炮筒内的速度在 0.005s 内就可以由零增加到 250m/s .显然,铅球比炮弹的速度变化慢得多.为了描述速度改变的快慢,物理学上引入了加速度的概念,用 a 表示.即,

加速度是表示速度改变快慢的物理量,它等于速度的改变跟发生这个改变所用时间的比值.在 t 秒内,物体做匀变速直线运动的速度由初速度 v_0 变到末速度 v_t ,速度的改变为 $v_t - v_0$,则加速度 a 为

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} \quad (1-1-1)$$

在国际单位制中,加速度的单位是米每二次方秒,符号是 m/s^2 .

加速度有大小和方向,是矢量.加速度的大小在数值上等于单位时间内速度的改变.在匀变速直线运动中,速度的方向始终在一条直线上.如果取初速度 v_0 的方向为正方向,则有如表1-1几种情况.

表 1-1

速度的变化	加速度 a	加速度的方向	运动状态
速度增加 $\rightarrow v_t > v_0$	$a > 0$	跟初速度 v_0 的方向相同	匀加速直线运动
速度减小 $\rightarrow v_t < v_0$	$a < 0$	跟初速度 v_0 的方向相反	匀减速直线运动
速度无变化 $\rightarrow v_t = v_0$	$a = 0$	/	匀速直线运动

在匀变速直线运动中,速度是均匀变化的,比值 $\frac{v_t - v_0}{t}$ 是恒定的,加速度的大小和方向都不变化.因此,匀变速直线运动是加速度不变的运动.

【例题 1-1】 救护车急刹车时做匀减速运动,在 2s 内速度由 12m/s 而减小到零,救护车的加速度是多少?

已知 $v_0 = 12\text{m/s}$, $v_t = 0$, $t = 2\text{s}$.



求 a .解:由 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$, 得

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{0 - 12}{2} = -6 \text{ m/s}^2$$

其中,负号表示加速度的方向与初速度的方向相反.

本节学习了机械运动、参考系、质点、位移、矢量和标量、平均速度和即时速度还有一个重要的概念加速度. 请注意区别路程与位移、平均速度与瞬时速度以及矢量与标量的异同.

小 结



第2节 匀变速直线运动的基本规律



学习目标

1. 了解匀变速直线运动的特点.
2. 掌握匀变速直线运动的速度公式、位移公式及速度和位移关系式的应用.
3. 理解自由落体运动的规律.



案例 1-3

人在正常生活中也受到产生于地心的加速度 g 的作用,这是人们习惯的生活环境. 但当人们在特殊情况下,受到远大于 g (正加速度)或远小于 g (负加速度)时,对人们的身体健康会有一定的影响. 当人体受到较大正加速度,即人体加速上升时,人体将大量血液由身体上部分移到下部,使得上部的血液减少. 这时因头部动脉压下降,因而导致脑和视网膜缺血缺氧,将出现神经功能障碍、呼吸困难、失去视觉,眼前一片漆黑,重者失去知觉. 当人体在较大负加速度的作用时,即人体加速下降,血液由下肢冲向头部,一旦负加速度达到头部血管不能支持由足到头部血柱所产生的静压强时,人们就会出现头疼、眼内血管扩张,眼前一片红光,重者将会失去知觉或脑血管损伤.

问题:

1. 重力加速度是怎么产生的? g 的大小、方向如何?
2. 正加速度和负加速度是如何规定的?

一、速度和时间的关系

匀变速直线运动的加速度是恒定的,由加速度公式 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$ 可得

$$v_t = v_0 + at \quad (1-2-1)$$

这是匀变速直线运动的速度公式,它表示匀变速直线运动的速度和时间的关系. 只要知道初速度 v_0 和加速度 a ,就可以求出任一时刻的速度 v_t .

【例题 1-2】火车在平直的轨道上以 8.0 m/s 的速度驶入一个斜坡,得到了 0.2 m/s^2 的加速度. 如果火车通过斜坡的时间为 10 s ,求火车到达斜坡底时的速度.

已知 $v_0 = 8.0 \text{ m/s}$, $t = 10 \text{ s}$, $a = 0.2 \text{ m/s}^2$.

求 v_t .



解:由 $v_t = v_0 + at$, 得

$$v_t = v_0 + at = 8.0 + 0.2 \times 10 = 10(\text{m/s})$$

二、位移和时间的关系

根据平均速度的定义,我们可以知道,做变速运动的物体在时间 t 内的位移 s ,等于物体在这段时间 t 内的平均速度 $\bar{v}$ 和时间 t 的乘积,即 $s = \bar{v}t$. 由于匀变速直线运动的速度是均匀改变的,它在时间 t 内的平均速度 $\bar{v}$,就等于 t 内的初速度 v_0 和末速度 v_t 的平均值,即

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$$

把上式代入 $s = \bar{v}t$ 中,在匀变速中得到 $s = \bar{v}t = \frac{v_0 + v_t}{2}t$, 其中 $v_t = v_0 + at$, 代入后得到

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2 \quad (1-2-2)$$

这就是匀变速直线运动的位移公式,又叫路程公式,它表示出匀变速直线运动的位移和时间的关系.

【例题 1-3】 求上例中斜坡的长度.

已知 $v_0 = 8.0 \text{m/s}$, $t = 10 \text{s}$, $a = 0.2 \text{m/s}^2$.

求 s .

解:由 $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$, 得

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2 = 8.0 \times 10 + \frac{1}{2} \times 0.2 \times 10^2 = 90(\text{m})$$

三、位移和速度的关系

由公式 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$ 可知 $t = \frac{v_t - v_0}{a}$, 把此式代入 $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$, 化简得

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as \quad (1-2-3)$$

上式叫做位移和速度的关系式. 在直线运动中又叫速度路程公式.

则:上面讨论的(1-2-1)、(1-2-2)、(1-2-3)三个公式就是运动学的三个基本公式.

当匀变速直线运动的初速度为零时,上述三个公式分别变成

$$v_t = at$$

$$s = \frac{1}{2}at^2$$

$$v_t^2 = 2as$$

这是初速度为零的三个公式.

【例题 1-4】 一艘宇宙飞船以 20m/s^2 的加速度运动,问速度从 7.0km/s 匀速增加到 9.0km/s ,需要多少时间? 这段时间内,飞船通过的位移是多少?

已知 $a = 20 \text{m/s}^2$, $v_0 = 7.0 \text{km/s} = 7.0 \times 10^3 \text{m/s}$, $v_t = 9.0 \text{km/s} = 9.0 \times 10^3 \text{m/s}$.

求 t 和 s .

解法一:由公式 $v_t = v_0 + at$ 得

$$t = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{9.0 \times 10^3 - 7.0 \times 10^3}{20} = 100(\text{s})$$

$$s = \bar{v}t = \frac{v_0 + v_t}{2}t = \frac{7.0 \times 10^3 + 9.0 \times 10^3}{2} \times 100 = 8 \times 10^5(\text{m})$$

解法二: $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2 = 7.0 \times 10^3 \times 100 + \frac{1}{2} \times 20 \times 100^2 = 8 \times 10^5(\text{m})$





解法三:由 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 知

$$s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(9.0 \times 10^3)^2 - (7.0 \times 10^3)^2}{2 \times 20} = 8 \times 10^5 (\text{m})$$

【例题 1-5】一个滑雪的人,从 85m 长的山坡上匀变速滑下,初速度是 1.8m/s,末速度是 5.0m/s,他通过这段山坡需要多少时间?

已知 $s = 85\text{m}$, $v_0 = 1.8\text{m/s}$, $v_t = 5.0\text{m/s}$.

求 t .

解:滑雪的人做匀变速直线运动,由 $v_t = v_0 + at$ 可得 $at = v_t - v_0$,代入 $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 中得:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2}(v_t - v_0)t = \frac{1}{2}(v_t + v_0)t$$

解得

$$t = \frac{2s}{v_0 + v_t} = \frac{2 \times 85}{1.8 + 5.0} = 25(\text{s})$$

想一想,还有其他的解法吗?

四、自由落体运动

1. 自由落体运动 物体下落的运动是一种常见的运动.挂在线上的重物,如果把线剪断,它就在重力和空气阻力的作用下,竖直下落.从手中释放的石块,在重力和空气阻力的作用下,也竖直下落.由于空气阻力的存在,物体的下落运动较为复杂,如果没有空气阻力,或空气阻力与重力相比可忽略不计时,则问题变得较为简单.

物体在只有重力的作用下,从静止开始下落的运动,叫做自由落体运动.意大利物理学家伽利略仔细研究过物体下落的运动后指出:自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动.

2. 自由落体加速度 在不计空气阻力的作用下,如果让一石块和铁块从同一地点、同一高度同时由静止开始自由下落,虽然它们的重量不同,但是速度变化情况完全相同,都是均匀地增大并同时落地,说明它们在自由下落的过程中具有相同的加速度.这说明,在地球上的同一地点,不同物体做自由落体运动的加速度的大小和方向都一样,这一加速度叫做自由落体加速度,又叫重力加速度.

重力加速度用 g 表示,方向竖直向下.精确的实验发现,在地球上不同的地方, g 的大小是不同的.在赤道 $g = 9.780\text{m/s}^2$,在南极 $g = 9.832\text{m/s}^2$,在北京 $g = 9.801\text{m/s}^2$.通常计算中,可以把 g 取作 9.8m/s^2 .在粗略的计算中,也可以把 g 取作 10m/s^2 .

3. 自由落体运动的公式 自由落体运动既然是初速度为零的匀加速直线运动,这种运动必然遵守匀变速直线运动的公式.将匀变速直线运动公式中的加速度 a 用 g 代替,位移 s 用高度 h 代替,且已知 $v_0 = 0$,可得到自由落体运动的三个公式:

$$v_t = gt \quad (1-2-4)$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1-2-5)$$

$$v_t^2 = 2gh \quad (1-2-6)$$

【例题 1-6】一件包裹从位于 500m 高度的稳定不动的热气球上掉下,忽略空气的阻力,试计算它落到地面所用的时间.

已知 $h = 500\text{m}$.

求 t .

解:由 $h = \frac{1}{2}gt^2$,得

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 500}{9.8}} = 10.1(\text{s})$$



【例题 1-7】如图 1-2 所示,从塔顶自由落下的一个小球,到达地面最后 1 秒内所通过的路程是全程的 $\frac{9}{25}$,试计算塔的高度.

$$\text{已知 } t_{BC} = 1\text{s}, h_{BC} = \frac{9}{25}h.$$

求 h .

解:设小球从 A 点自由下落到地面 B 点所经过的时间为 t . 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 可得

$$\begin{cases} h = \frac{1}{2}gt^2 \\ h - \frac{9}{25}h = \frac{1}{2}g(t-1)^2 \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{①} \\ \text{②} \end{matrix}$$

其中式②为小球从 A 点下落到 C 点的自由落体过程
解得: $h = 122.5\text{m}$

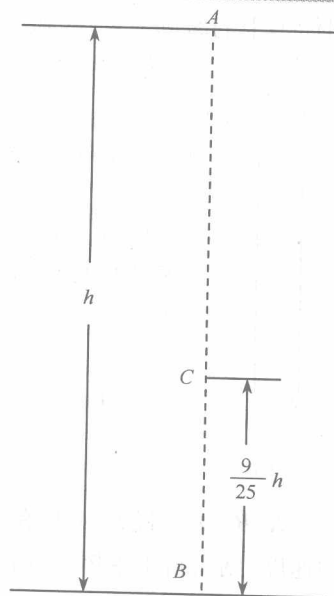


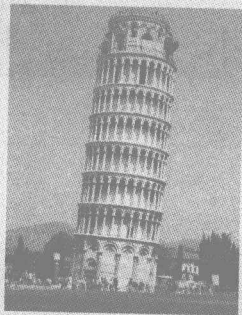
图 1-2

△五、竖直上抛运动

竖直上抛运动也是一种常见的运动,下面我们以竖直上抛的小石子为例,来分析一下竖直上抛运动的情况.

伽利略的推理

亚里士多德是公元前 4 世纪古希腊的著名的哲学家.他认为,物体越重,下落得越快.这一论断在其后两千多年的时间里,一直被人们所信奉.



直到 1638 年,伽利略用简单明了的科学推理,巧妙地揭示了亚里士多德这一理论的矛盾性.他在《两种新科学的对话》一书中指出:“根据亚里士多德的论断,大石头的下落速度要比小石头的下落速度大.假定大石头的下落速度为 8,小石头的下落速度为 4,当把两块石头拴在一起时,下落快的会被下落慢的拖着而减慢,使整个系统的下落速度小于 8.但是两块石头拴在一起,加起来比大石头还要重,因此,重物体比轻物体的下落速度要小.”这样,就使亚里士多德的理论陷入了自相矛盾的境地.由此,伽利略推断重物体不会比轻物体下落得快.

后来,通过比萨斜塔的试验伽利略证实了自己的推论.

竖直向上抛出一块小石子后,我们看到,它的上升速度慢慢地减小,直到等于零为止.这时它已经上升到最大高度,然后又从这个高度自由下落.在小石子还没有到达最大高度开始下落以前,可以把竖直上抛运动看作是一种匀减速直线运动,它的加速度的数值等于重力加速度 g .当小石子到达最大高度开始下落时,小石子的运动可以看作自由落体运动,因此,可以按上节讲的自由落体运动的规律来研究.现在我们研究上抛物体在上升过程中的运动情况.

设物体被抛出时的初速度为 v_0 ,经过 t 秒后速度变为 v_t , t 秒内上升的高度为 h .规定初速度的方向为正方向,则上升过程中的加速度 $a = -g$.将上述物理量代入匀变速直线运动的公式得

$$v_t = v_0 - gt \quad (1-2-7)$$

$$h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (1-2-8)$$

$$v_0^2 - v_t^2 = 2gh \quad (1-2-9)$$

上面的公式是竖直上抛运动的三个公式.

【例题 1-8】用初速度 v_0 竖直上抛一个物体.求:(1)上升到最大高度时所用的时间;(2)所能达到的最大高度;(3)从最大高度落

