

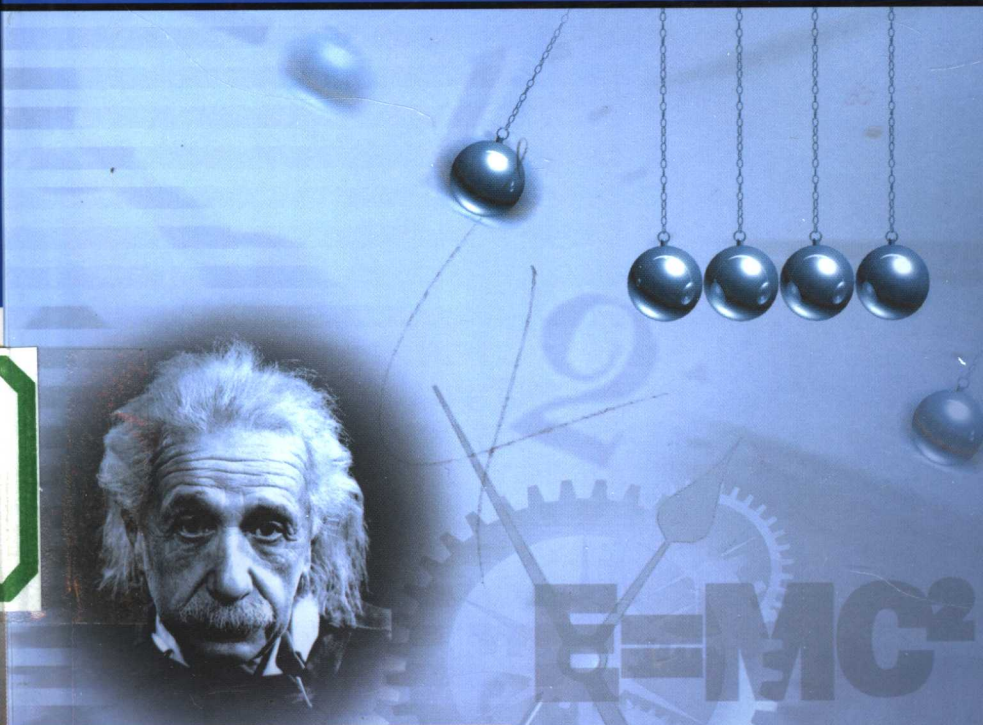
素质教育系列教程



大学物理教学设计

—方法、能力、素质的综合训练

编著 韩仙华
蒋 敏 王 晓 武文远



国防工业出版社

National Defense Industry Press

素质教育系列教程

大学物理教学设计

—方法、能力、素质的综合训练

编 著 韩仙华

(以下按内容顺序排名)

蒋 敏 王 晓 武文远

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

大学物理教学设计:方法、能力、素质的综合训练/
韩仙华等编著. —北京:国防工业出版社, 2006. 1

(素质教育系列教程)

ISBN 7-118-04093-2

I. 大... II. 韩... III. 物理学—军事院校—习题
IV. 04-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 091003 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 15% 408 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

中国人民解放军理工大学综合课程系列教材

编审委员会

主任委员 张亚非

副主任委员 苏晓冰

委	员	王智勇	陈亦望	郑旭东	胡澄
	孙敏	马伦国	钱振勤	王文龙	
	张相轮	郭祖玉	王宗凡	杜志新	
	陆起图	卞清	张德彬	顾智明	
	赵耀辉	肖玲	唐正东	孙飙	

中国人民解放军理工大学综合课程系列教材

编写委员会

主任委员 赵树海

副主任委员 王智勇 苏晓冰 徐建平

委 员 陈亦望 王 可 胡 澄 钱振勤

王文龙 汤晶阳 林生华 王 松

张小燕 俞 红 林学俊 王建成

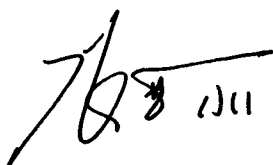
戴步效 刘淑萍 韩仙华

序

积极推进中国特色军事变革,加速军队信息化建设和军事斗争准备,关键在于培养一大批高素质的新型军事人才。近年来,解放军理工大学始终坚持以江泽民国防和军队建设思想为指导,深入贯彻中央军委和胡锦涛主席关于军队建设的一系列重要指示精神,着力把握高素质新型军事人才的成长规律和特征,突出学员战略眼光、科学思维方法、信息科学技术和外语应用能力等的培养,着眼改革和创新教学体系与内容,开设了系列综合课程,努力形成大学人才培养的特色和优势。由该校理学院组织编写的综合课程系列教材,是落实新型军事人才培养要求的重要举措,是一项具有重要意义的基础性工作,体现了现代军事高等教育的规律,为培养具有复合知识能力结构的高素质新型军事人才开辟了一条新路。

这批综合课程教材涉及军事学、人文社会科学和自然科学等多个学科领域,在内容选择和安排上,作者力求体现当代科学技术分化与综合交互发展、基础科学与技术科学互为促进、自然科学与人文科学相互渗透的趋势,具有主题突出、特色鲜明、针对性强、面向中国特色军事变革实践需要;视野开阔,体现前沿,着眼未来,努力追踪当代科学技术发展和世界军事变革潮流;提炼知识本质,展现创新过程,揭示思想方法,给学习者提供更深层次的精神文化启迪;语言精练、行文活泼、循循善诱,适应课堂教学和课外自学的双重需要等特点。

这批教材的编写经历了调研论证、选题立项、集体攻关、专家评审等过程,凝聚了广大教员的智慧和心血,体现了教研结合的结晶和硕果,必将对拓宽学员的知识面,开阔学员的视野,提高学员的综合素质产生重要的影响。愿这批教材的出版能进一步推动综合课程的整体建设,进一步推动以教学内容为核心的教学改革的不深入和人才培养质量的不断提高。

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized characters and a horizontal line.

前 言

以经典物理学、近代物理学基础和现代科学技术中物理基础为主要内容的大学物理课程,是高等学校理工科各专业学生一门重要的通识性基础理论课。该课程在学生的科学素质培养中起着十分重要的作用。然而,学生的科学素质培养,归根结底应落实到课堂教学上。课堂教学是实施素质教育和创新教育的主渠道。本书以现代教育理论的设计原则为指导,结合作者多年来的物理教学和研究的实践经验,精心设计编著而成。目的在于试图提高大学物理课堂教学质量,把素质教育和创新教育落到实处。

本书每一课堂均由教师篇、学生篇和教学资料参考篇等三部分内容组成。本书对除大学物理的每一章、节、知识点都提出了讲授内容和要求外,还就课程的讲授提供了进行教学的主线,帮助和指导教师组织课堂教学,确保课程教学质量。本书对每一堂课讲授教学内容的教学方法、教学手段也都提出了具体的建议和指导;对如何结合课堂的教学内容,对学生学习方法的指导、学生学习能力的培养和学生科学素质的提高等都一一提出了具体的方案、措施和目标。全书结合教学内容系统地介绍了物理学的各种研究方法和科学大师们发明创造的历史背景,精心收集了大量资料和文献,力求做到史实可靠,引证有据。全书提供了大量的物理学研究的新成果、工程技术的物理基础知识、工程技术和军事技术中物理原理的应用等阅读资料,使教学内容体现时代的特征,可以提高学生的学习兴趣,激发学生创造性思维和理论联系实践的能力。

本书的力学、激光、固体能带理论由韩仙华撰写；热学、振动与波由蒋敏撰写；电磁学由王晓撰写；光学和近代物理由武文远撰写；最后全书由陆起图、韩仙华统稿。

本书在撰写和出版过程中得到了解放军理工大学原训练部薛通部长、现训练部张亚菲部长和理学院苏晓冰院长的大力支持和热情指导，对此致以深切的谢意！

本书初稿承蒙东南大学叶善专教授认真审阅，并提出许多宝贵意见，对此表示诚挚的谢意！在撰写过程中，作者参考了国内外多部著名大学物理教材、物理学方法论、物理学史和其他教学参考书，吸收或引用了一些研究成果，谨对这些作者们一并表示由衷的感谢！

鉴于作者水平有限，书中难免还有不妥和错误之处，敬请各位同行专家们、读者批评指正。

作者

目 录

第一部分 力学	1
一、质点的位矢、位移、速度和加速度	1
二、抛体运动 运动叠加原理 运动描述的相对性	9
三、物理学中的力 牛顿运动定律及应用 非惯性系和惯性力.....	18
四、冲量与动量定理 动量守恒定律.....	28
五、质心运动定理 质点的角动量 质点的角动量定理及守恒定律.....	36
六、功 动能定理 保守力和势能.....	47
七、机械能守恒定律 碰撞 对称性与守恒定律.....	55
八、刚体的平动、转动和定轴转动 角位移和角速度 刚体的角动量和转动惯量.....	63
九、刚体定轴转动定律 转动中的功与能.....	69
十、定轴转动刚体的角动量定理和角动量守恒定律 旋进.....	78
第二部分 热学	85
一、气体物态参量 准静态过程 热力学第一定律.....	85
二、理想气体的等体、等压、等温和绝热过程.....	91
三、循环过程 热力学第二定律 熵和熵变.....	99
四、理想气体的微观模型 压强公式 能量均分原理 ...	108
五、麦克斯韦气体分子速率分布律 玻耳兹曼能量	

分布律	120
六、分子平均碰撞次数和平均自由程 气体的迁移现象	
热力学第二定律的统计意义	127
第三部分 电磁学	135
一、电荷 电场 电场强度	135
二、静电场的高斯定理	143
三、静电场的环路定理 电势	152
四、电场强度与电势梯度的关系	161
五、静电场中的导体	167
六、静电场中的电介质	175
七、电容 静电场的能量	183
八、稳恒电流 电动势	191
九、磁感应强度 毕奥—萨伐尔定律	199
十、磁场的高斯定理 安培环路定理	207
十一、磁场对运动电荷的作用	215
十二、磁场对载流导线的作用	222
十三、磁介质	228
十四、电磁感应定律	236
十五、动生电动势 感生电动势	244
十六、自感和互感 磁场的能量	252
十七、电磁场	258
第四部分 振动与波	268
一、简谐运动 旋转矢量	268
二、单摆和复摆 简谐运动的能量	274
三、简谐运动的合成 阻尼振动 受迫振动 共振	279
四、机械波 平面简谐波的波函数 波的能量	288
五、惠更斯原理 波的衍射、反射和折射 波的干涉	294
六、驻波 声波 多普勒效应	299

七、电磁振荡 电磁波	304
第五部分 光学	308
一、双缝干涉	308
二、薄膜干涉	317
三、光的干涉的应用 迈克耳逊干涉仪	327
四、惠更斯—菲涅耳原理 单缝衍射	336
五、光栅衍射 光学仪器分辨力	345
六、光的偏振性 马吕斯定律 布儒斯特定律	355
七、双折射 偏振棱镜 旋光现象	362
八、波片 偏振光的干涉	370
第六部分 相对论	378
一、狭义相对论的基本原理	378
二、狭义相对论的时空观	388
三、狭义相对论的动力学	397
第七部分 量子物理	406
一、黑体辐射 普朗克量子假设	406
二、光电效应 康普顿效应	419
三、氢原子的玻尔理论	425
四、德布罗意波 波函数的统计解释 不确定关系	430
五、定态薛定谔方程及其简单应用	443
六、氢原子量子力学处理方法 电子自旋 原子的壳层 结构	450
七、固体的能带理论和导电机理 半导体和超导电性 简介	457
八、激光的产生 激光器 激光的特性与应用	463
作业练习题答案	470
参考文献	484

第一部分 力 学

一、质点的位矢、位移、速度和加速度

教师篇

【讲授内容】

质点 参考系 运动方程 质点的位矢、位移、速度和加速度

【教学要求】

(1)理解质点的模型,理解参考系、坐标系的概念。

(2)掌握质点的位矢、位移、速度、加速度的矢量性、瞬时性和相对性。

(3)理解运动方程的意义,能借助直角坐标计算质点的位矢、位移、速度、加速度。

【重点/难点】

质点的位矢 位移 速度和加速度

【授课思路】

首先需要强调建立理想化模型(质点)的意识,质点是研究物体作机械运动时所采用的理想化力学模型之一,质点概念是相对的,应用它是有条件的。质点运动的描述是相对于选定的参照系而言的,从而介绍参照系和坐标系的概念。讲清质点的位矢、运动方程和轨道方程、位移和路程的概念,明确运动方程和轨道方程、位移和路程的区别和联系。从特殊到一般讲授质点的速度和加速度,即从直线运动规律讲到一般的曲线运动规

律,突出质点的速度,加速度的矢量性、瞬时性和相对性,突出矢量运算方法和矢量式的正交分解合成法,强调质点运动的图像表示。运动学研究的问题主要有两类:第一类是已知质点的运动方程,利用求导方法得到质点在任何时刻的速度和加速度;另一类是已知初位矢、初速度和加速度,利用积分方法求得质点的运动方程和轨迹。通过实例讲解两类求解问题。要学好运动学,必须抓住基本概念和运动规律这两条线索,做到基本概念清楚、规律应用熟练。

【能力/方法训练设计】

物理方法介绍*(理想化模型——质点)

力学中的理想化模型有质点、质点系、刚体等。它们是实际物体在一定条件下的抽象和概括,是一种重要的研究方法,在物理学的研究和发展中起着重要作用。

发现知识的历史背景*(伽利略对自由落体运动的研究介绍)

教学手段

在讲授质点的位矢、位移、速度和加速度时,适时插入多媒体课件,演示质点作椭圆运动时的位矢、位移、速度和加速度。

典型例题*(选题目的:求证落体的收尾速度)

一物体在有阻尼的媒质中,从静止开始下落,其运动方程为

$$m \frac{dv}{dt} = mg - Bv$$

其中, B 为常数,试求:

- (1)下落物体的初始加速度。
- (2)下落物体加速度为零时的速度。
- (3)求证下落物体的收尾速度 $v_m = \frac{mg}{B}$ 。

课堂思考与讨论*(选题目的:进一步理解位矢概念)

思考下面两句话是否正确。

- (1)质点作直线运动时位矢的方向恒定不变。

(2) 质点作圆周运动时位矢的大小恒定不变。

学生篇

【关联知识】

矢量分析 微分 积分

【作业练习】

选择题

- 下列说法中,正确的是 ()
 - 一物体若具有恒定的速率,则没有变化的速度;
 - 一物体具有恒定的速度,但仍有变化的速率;
 - 一物体具有恒定的加速度,则其速度不可能为零;
 - 一物体具有沿 X 轴正方向的加速度,同时又有沿 X 轴负方向的速度。

- 长度不变的杆 AB , 其端点 A 以 v_0 匀速沿 y 轴移动, B 点沿 x 轴移动, 如图 1-1 所示, 则 B 的速率为 ()

- $v_0 \sin \theta$
- $v_0 \cos \theta$
- $v_0 \tan \theta$
- $v_0 / \cos \theta$

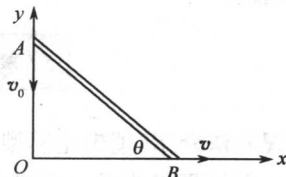


图 1-1

填空题

一质点以初速 v_0 , 抛射角为 θ_0 作斜抛运动, 则到达最高处的速度大小为 _____, 切向加速度大小为 _____, 法向加速度大小为 _____, 合加速度大小为 _____。

计算题

- 已知某质点运动的矢量方程为 $\mathbf{r} = 0.1 \cos(\pi t/2) \mathbf{i} + 0.1 \sin(\pi t/2) \mathbf{j}$, 其中 $\mathbf{i}$ 、 $\mathbf{j}$ 分别为 x 轴和 y 轴的单位矢量, 长度单位为 m , 时间单位为 s 。试求该质点轨迹方程、角速度、速率和加速度的大小与方向。

2. 一轮子作无滑滚动时, 轮边缘上任一质点所经过的轨迹为一摆线, 此轨迹的矢量方程为 $\mathbf{r} = (\omega R t - R \sin \omega t) \mathbf{i} + (R - R \cos \omega t) \mathbf{j}$, 其中 $\mathbf{i}$ 、 $\mathbf{j}$ 分别为 x 轴和 y 轴上的单位矢量。试求该质点的速率和加速度的大小。

3. 一艘正以 v_0 匀速直线行驶的汽艇, 关闭发动机后, 得到一个与船速反向大小与船速平方成正比的加速度, 即 $dv/dt = -kv^2$, k 为一常数。证明船在关闭发动机后行驶距离 x 时的速率为 $v = v_0 e^{-kx}$ 。

【学习要求】

(1) 掌握位矢、位移、速度、加速度等描述质点运动和运动变化的物理量。

(2) 能借助于直角坐标系熟练地计算质点在平面内运动时的速度和加速度。

(3) 学会矢量方法。掌握用微积分方法求解运动学的两类问题。

教学资料参考篇

物理方法介绍(理想化模型——质点)

自然界发生的一切物理现象和物理过程, 通常是比较复杂的, 影响它们的因素也是多种多样的, 各种因素常常交织在一起, 互相对立, 互相排斥, 又互相联系和互相依存。尽管研究对象受到很多因素的影响, 但是, 在一定条件下人们可以抓住主要因素, 因为任何矛盾都有主次之分, 而事物的性质又是由矛盾的主要方面所决定的, 只有突出主要矛盾、分析矛盾的主要方面, 忽略次要矛盾和次要因素, 才能抓住本质, 去除表象, 删繁就简, 在这个基础上进行科学的抽象和概括。这就是物理学研究中的理想化方法。

在物理学研究中, 无论是探索物理现象、揭示物理过程的规律, 还是解决物理中的实际问题, 都需要建立理想模型或理想过程

或理想实验。理想化方法不是幻想、瞎想,不是任意的自由创造,也不是随心所欲地对各种因素进行取舍,要有科学依据,是有条件的。主要来源于人们对物理运动的实践,是以物理真理的相对性和人们对物理运动认识的阶段性为基础的,在事物变化过程中不是所有条件都起着重要作用,有时只有一种或有限的几种起主要作用,其余的所起作用很小,可以忽略。例如,实际运动物体有一定大小和形状,并有其内部结构,在运动形式上还可能有转动,但作为代替物体的理想模型——质点,却忽略了这些次要因素,而保留了在运动中起决定作用的物体的两个主要特征,就是质量和占有一定的空间位置。在一般情况下,研究人造卫星绕地球运转时,把人造卫星看成质点,不必考虑人造卫星和地球绕公共质心转动的二体问题,这是由卫星绕地球运动的实际情况所决定的。因此,理想化方法的具体应用,决定于研究对象的实际情况,受特定的研究范围和条件的制约。

运用理想化方法所得到的结果,究竟是不是正确地反映了研究对象的特性和规律,还必须由实践加以检验,并根据实践不断加以修正直到完善。因此,理想化方法并不意味着脱离实际,相反,恰恰是以抽象的形式,更正确地反映了具体的客观实际。在物理学的研究中,应用理想化方法,可以简化研究对象,使研究方向更加明确,更能深刻地揭示研究对象的本质和特性,还可能启发出新的研究方向,预见新的事物。在物理学的教学中,传授知识的同时,要教育学生从中学会如何去进行科学的抽象;如何抓住主要矛盾,忽略次要因素;学会如何处理实际问题,培养和提高学生的分析问题和解决问题的能力。

发现知识的历史背景(伽利略对自由落体运动的研究介绍)

伽利略(Galileo, 1564 年—1642 年)对物理学发展的突出贡献在于:他前后花了 10 年时间,经历了许多曲折,得到了自由落体定律。从基本观念上推翻了统治欧洲两千多年的运动观。亚里士多德(Aristotle, 公元前 384 年—322 年)认为若不继续以一个力推动物体,原来处于运动的物体便归于静止,即力产生运动,力又维