

大学物理 自主学习模式的建构

曹秀华 编著

清华大学出版社

内容简介

大学物理 自主学习模式的建构

曹秀华 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

大学物理是高等学校非物理类理工科专业的基础课程。本书是大学物理课程通用辅导教材。本书共15个案例均设“知识框图”“任务分析与学习方法”“内容提要”“疑难点分析与课题研究”“例题指导”“反思与总结”等单元,把学习者的心理学特点与具体学科知识结合,对学习过程中可能出现的主要疑难问题作出了较为全面的分析,并提供自我测试,覆盖主要知识点。

本书可供大学物理课程教学的师生使用,也可供研究生、科研人员、自学者参考使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

大学物理自主学习模式的建构/曹秀华编著. —北京:清华大学出版社,2020.2
ISBN 978-7-302-54897-3

I. ①大… II. ①曹… III. ①物理学—高等学校—教学参考资料 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 024780 号

责任编辑:朱红莲

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市铭诚印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24.25

字 数:585千字

版 次:2020年4月第1版

印 次:2020年4月第1次印刷

定 价:68.00元

产品编号:058205-01

前言

本书主要是从课程与教学论维度出发,研究的是学生学习方式的转变,解决的是学生“怎样学”的问题,而不是传统意义上教师的“教”与“灌”和学生的“受”与“考”。

在我国课程与教学论领域,教师队伍兴起了反思的热潮。学习目标、课程目标的重大变化,必然要求创新教学模式。通过对教育理论的深入研究、学生心理特征分析及对教学者教学目的、内容、过程等的反思,从而改变学习者的学习方式,促进学生三维的整体发展,对培养未来需要的创新人才具有极其重大的现实意义。本书正是从这个战略高度出发,通过深入研究施教理论、学习理论和教学设计策略,使本书具有较强的理论价值、学科特性、个人鲜明特色,以期对施教者、学习者都有具体指导作用。

本书内容概要如下:第一部分主要分析大学生的心理特点及自主学习材料应具有的特征,第二部分是自主学习循环模式引入物理课堂的学科案例及策略指导。15个案例均设“知识框图”“任务分析与学习方法”“内容提要”“疑难点分析与课题研究”“例题指导”“反思与总结”等单元。本书具有以下特点:

其一,观点新颖。例如“知识框图”——“质点动力学”分列出牛顿定律,进而从“力的时间积累效应、力的位移积累效应、力的转动效应”分别构建了“冲量与动量、功和能、冲量矩与角动量”,与构建“动量定理、能量定理、角动量定理”分别构成横向与纵向的概念关系图式,并由并列关系引申三个守恒定律;由此上升从而归纳出普遍的“动量守恒空间匀称性和普遍的能量守恒时间匀称性”,从中发现物理学科的发展与自然界的匀称美学,给人以极大的视觉享受和宏大的框架建构与发现,探求如何让学习者的提炼与综合能力得到一次又一次的训练与升华,探求大学物理的教学规律与实质。

例如“任务分析与学习方法”——以大学物理学科知识为依托,探求怎样让学习者在具体的学习过程中培养对比法、微分法、积分法、补偿法、知识迁移法等方法。

其二,视角独特。例如“内容提要”——把物理学科知识纵向划分出陈述性知识与程序性知识;横向划分出显性知识与隐性知识;方法论维度划分出认知策略、元认知策略、资源管理策略等,给学习者提供了可操作技术。

又如“疑难点分析与课题研究”——把学习者的心理学特点与具体学科知识结合,对学习过程中可能出现的主要疑难问题作出了较为全面的分析,并提供自我测试。

其三,自成系统。如“例题指导”不是常规意义上的习题解析,而是探求如何组题才能把具有不同却又相似的物理规律的一些习题进行创新性组合,如在“案例二 质点动力学”中关于柔软绳索在向上提起、自由掉下、从桌边自由滑落、有摩擦滑落、从小孔掉下等情况共搜集了6类问题,表面很相似,实质其物理规律却不同,学习者非常容易混淆,本书将它们进行

了具体分析与对比,探求如何培养学习者的观察、类比及对概念的升华与提升能力。事实上这样才符合教学论的实质所归。

其四,方法多样。在“内容提要”中穿插了“物理沙龙”和“课题研究”,为让学习者对各重要知识点的掌握与了解物理学家做出的贡献,穿插了物理巨擘的人物生平和轶事。本书特别强调对祖国优秀文化的弘扬,如指出,我国古代数学家刘徽等最早由“割圆术”创造的“极限思想”比牛顿创立微积分早 1500 多年历史。通过引出诸多学者是如何推翻前人观点的错误,在探索过程中遇到了什么困难,如何解决的,采用什么样的科学方法等问题将引起学习者的极大兴趣和欲望,促使学习者查找文献,进行自主学习、自我完善,达到自我满足的心理需求。

本着“以人为本”的原则,遵循教育规律,运用建构主义教学理论并结合杜威的反思性思维“五步论”、维果斯基的最近发展区理论、巴纳德的“协作系统论”等,本书内容注重培养学生的探索、发现、重构知识的能力,达到意义建构,提高认知能力,探索培养学生协作互动学习的有效策略。

本书在编写过程中参考了国内同类教学辅导书及其他教学资料,编者在此表示衷心感谢。

本书具有一定的通用性,可作为理工科院校学生的自学辅导书,也可作为理工院校各相关专业大学物理课程的教学参考书。也是广大教师、教育工作者、教育学者研究教育、教学改革参考的参考素材。

限于编者水平,书中难免出现错漏之处,敬请批评指正。

曹秀华

2019年10月于苏州

目录

绪论 大学物理课程学习具备的自主学习特点	1
0.1 大学生的心理特点与自主学习	1
0.2 大学物理课程学习应具备的自主学习特点	2
第1章 将自主学习循环模式引入物理课堂的教学案例及剖析	5
案例一 质点运动学	5
第一 质点运动学知识框图	5
第二 任务分析与学习方法	6
第三 内容提要	6
第四 疑难点分析与课题研究	15
第五 例题指导	17
第六 反思与总结	22
案例二 质点动力学	23
第一 质点动力学知识框图	23
第二 任务分析与学习方法	24
第三 内容提要	24
第四 疑难点分析与课题研究	34
第五 例题指导	38
第六 反思与总结	43
案例三 刚体的定轴转动	45
第一 刚体的定轴转动知识框图	45
第二 任务分析与学习方法	46
第三 内容提要	46
第四 疑难点分析与课题研究	49
第五 例题指导	56
第六 反思与总结	60
案例四 狭义相对论	61
第一 狭义相对论知识框图	61
第二 任务分析与学习方法	62

第三	内容提要	62
第四	疑难点分析与课题研究	69
第五	例题指导	71
第六	反思与总结	75
案例五	简谐振动	77
第一	简谐振动知识框图	77
第二	任务分析与学习方法	78
第三	内容提要	78
第四	疑难点分析与课题研究	83
第五	例题指导	88
第六	反思与总结	91
案例六	机械波	92
第一	机械波知识框图	92
第二	任务分析与学习方法	93
第三	内容提要	93
第四	疑难点分析与课题研究	100
第五	例题指导	103
第六	反思与总结	106
案例七	几何光学	108
第一	几何光学知识框图	108
第二	任务分析与学习方法	109
第三	内容提要	109
第四	疑难点分析与课题研究	118
第五	例题指导	121
第六	反思与总结	122
案例八	波动光学	123
第一	波动光学知识框图	123
第二	任务分析与学习方法	124
第三	内容提要	124
第四	疑难点分析与课题研究	144
第五	例题指导	147
第六	反思与总结	150
案例九	气体动理论	152
第一	气体动理论知识框图	152
第二	任务分析与学习方法	153
第三	内容提要	153
第四	疑难点分析与课题研究	161
第五	例题指导	165
第六	反思与总结	169

案例十 热力学基础	170
第一 热力学基础知识框图	170
第二 任务分析与学习方法	171
第三 内容提要	171
第四 疑难点分析与课题研究	179
第五 例题指导	185
第六 反思与总结	187
案例十一 静电场及静电场中的导体和电介质	189
第一 静电场及静电场中的导体和电介质知识框图	189
第二 任务分析与学习方法	191
第三 内容提要	191
第四 疑难点分析与课题研究	201
第五 例题指导	205
第六 反思与总结	207
案例十二 稳恒磁场	209
第一 稳恒磁场知识框图	209
第二 任务分析与学习方法	210
第三 内容提要	210
第四 疑难点分析与课题研究	218
第五 例题指导	221
第六 反思与总结	222
案例十三 电磁感应	224
第一 电磁感应知识框图	224
第二 任务分析与学习方法	225
第三 内容提要	225
第四 疑难点分析与课题研究	230
第五 例题指导	231
第六 反思与总结	234
案例十四 量子物理	236
第一 量子物理知识框图	236
第二 任务分析与学习方法	237
第三 内容提要	237
第四 疑难点分析与课题研究	252
第五 例题指导	254
第六 反思与总结	256
案例十五 量子光学	257
第一 量子光学知识框图	257
第二 任务分析与学习方法	258
第三 内容提要	258

071	第四 疑难点分析与课题研究	271
081	第五 例题指导	276
101	第六 反思与总结	280
	第2章 40分钟练习	281
081	40分钟练习一	281
081	40分钟练习二	282
081	40分钟练习三	283
081	40分钟练习四	284
101	40分钟练习五	285
101	40分钟练习六	286
105	40分钟练习七	287
002	40分钟练习八	288
002	40分钟练习九	289
002	40分钟练习十	290
002	40分钟练习十一	291
012	40分钟练习十二	292
012	40分钟练习十三	294
012	40分钟练习十四	295
122	40分钟练习十五	296
022	40分钟练习十六	298
102	40分钟练习十七	299
102	40分钟练习十八	300
022	40分钟练习十九	301
022	40分钟练习二十	302
062	40分钟练习二十一	304
112	40分钟练习二十二	306
102	40分钟练习二十三	307
002	40分钟练习二十四	308
002	40分钟练习二十五	309
102	40分钟练习二十六	310
102	40分钟练习二十七	311
002	40分钟练习二十八	312
102	40分钟练习二十九	314
002	40分钟练习三十	315
002	40分钟练习三十一	316
002	40分钟练习三十二	318
102	40分钟练习三十三	319
002	40分钟练习三十四	320

大学物理课程学习具备的自主学习特点

21 世纪所需要的人才应该是能够自我获取知识、更新知识的创造型人才,学校教育只有适应这种变革和挑战,教会学生自我获取知识的方法,培养学生的自主学习能力,才能为社会输送大批高素质人才。本书以主体性教育理论、建构主义学习理论为基础,从大学物理学科的特点出发,在研究相关文献的基础上,对大学生物理自主学习能力的现状进行分析,根据学生自主学习能力的现状和相关理论,就教师的不同教学方法对大学生自主学习大学物理的影响进行研究。

0.1 大学生的心理特点与自主学习

1. 主要生理特点与心理特点

(1) 主要生理特点:我国大学生多数处于青年中期(18~24岁)这一年龄阶段。在这个阶段,个体的生理发展已接近完成,已具备了成年人的体格及种种生理功能。

(2) 主要心理特点:心理发展趋向完善。即形成了较完善的自我概念,形成了较稳定的个性。

(3) 兴趣与情感特点:大学时期是真正认识自我的时期。大学生所处的年龄阶段和所具备的文化水准,决定了他们不再像中学生那样眼光向外,对外界的事物感兴趣,急于去了解世界,把握外部环境,急于显示自己的独立,想做环境的主人;而是眼光向内,注重对自己进行体察和分析,把自我分化为主体的我和客体的我,以及理想的我和现实的我。注意内省,注重探求自己微妙的内心世界,力图理解自己情感、心理的变化,自觉地从各方面了解自己,塑造自己的形象,设计自我的模式。大学校园这种特殊的环境,又是十分强调独立、注重自我确立的地方,许多大学生在较大程度上能按照自己的方式安排自己的生活,校园有一种宽松自由的氛围。

2. 自主学习物理的思维过程

(1) 发现问题:发现问题的一般方法有两种:因果法,比较与联想法。

(2) 分析问题:发现问题后要进一步分析问题的特点与条件。

(3) 提出假设:在分析问题时,要提出假设,考虑解决的方法,这样,思维就在寻求问题的解答中深入发展了。

(4) 检验结论:根据假设,一旦找到解答,还要回到原来的问题中,思维就在检验的过程中进一步发展了。

在物理教学中,既要充分运用物理实验,特别注意展现物理图景,重视表象的作用,又要

重视思维的进一步发展,创造条件向抽象逻辑思维过渡。

分析大学生的心理特点,可知:

- (1) 大学生的认知、自我发展为自主学习准备了内部条件。
- (2) 教学实践有助于促进学生的自主学习。

0.2 大学物理课程学习应具备的自主学习特点

表 0.1 列出自主学习式材料的特点和一般材料的特点对比。

表 0.1 自主学习式材料和一般材料的特点对比

自主学习式材料	一般材料
引发学习兴趣	预设学生有学习兴趣
预估学习使用时间	未估计学习使用时间
有明确的学习者	广大的使用群
提供学习目的及目标	很少提供学习目的及目标
采用多种学习途径	基本上采用单一学习模式
根据学生的要求设计教材结构	根据学术、专业决定教材结构
强调自我评价活动	很少或没有自我评价活动
注意学生可能遇到的学习困难	不太关注学习者可能遇到的困难
提供内容的总结	很少提供内容的总结
使用个人化的称谓	不使用个人化的称谓
内容详细陈述	内容精简、浓缩
版面留出的空白较多,低信息容量设计	版面充满文字,采用高容量设计法
寻求学生的评价反馈	很少顾及学习者的观点
提供学习技巧的建议	很少提供学习技巧方面的建议
需要学习者主动回应	学习者被动阅读
以达成有效的学习为目的	以习得专业知识为主要目的
鼓励学习者共同参与	假设学习者是个别使用
清楚鲜明的教材结构	较笼统的学习结构
简单的语法、词句	复杂、典雅的语法和词句
较短的课程片段	较长的课程片段
使用大量的范例、图表	不特别使用范例、图表
引用学习者的经验	以学科逻辑顺序为主
建议对知识进行应用	较不注重知识的应用

采用合理编排方式,可以使学生首先大致了解一章中要学习的内容,明确自己的学习目标,“自我测试”则用来提示学生回忆与当前学习内容相关的已有经验,或以诗或以散文的形式呈现,蕴含了物理世界诗句般的美妙和新奇,大大激发学习兴趣,同时又培养了跨学科的文学素养的积累。然后对照目标学习各节的内容。在学完每节内容后,也可以帮助学生检查自己对内容的掌握情况。

学习材料不但要有利于培养学生的自我学习能力和创新精神,而且还要培养学生综合运用知识的能力、收集和处理信息的能力、分析和解决问题的能力、语言表达能力等。总之,学习材料在整体上要体现以学生为主体的教学思想,在培养学生的自主学习意识和创造能

力方面起到积极作用。

1. 要在教学研究与设计中能够渗透和实现以下 4 个转变:

(1) 由单纯传播知识向既传播知识又培养能力转变

重视学生的生活经验,传递多种与科学内容相伴的大量其他信息。它强调培养学生的“独立思考能力”“观察实验能力”“科学思维能力”“学科思维能力”等。

(2) 由“重结论”向“重过程”转变

哈佛大学有一种观点认为:不必过分重视是否有正确的答案,而应重视思维过程。要特别注重分析物理过程和物理情景,注意分析问题的来龙去脉,注意问题的叙述和铺垫,这不仅有利于学生形成知识结构,而且能够培养学生的分析解决问题的能力,引导学生进行科学的思考,通过自己的实践得出结论。

(3) 由“重知识”向“重方法”尤其是“学科思想方法”转变

比如在任务分析与学习方法中指出很多物理研究方法和思想方法。例如,可以利用物理沙龙认识多普勒,设计光速学习时认识伽利略,帮助学生学习科学精神与科学态度。在教学设计中,我们应该充分重视和利用这些材料,帮助学生树立科学观,了解科学的社会功能,以此来培养学生的科学思维能力。

(4) 由“重理论”向“重实践”转变

从培养 21 世纪合格人才的角度考虑,要注重课本知识与社会和生活的联系,加强知识的实用性,引导学生关心实际问题,把所学物理知识应用到实际中去。例如,降低光学的计算要求,加强力学、声学、光学与实际的应用等。此外,课题研究也要密切联系实际,包括自然现象、体育、现代生活、科学实验、各种产业部门中的实际问题,以及现代科学技术的发展等。

2. 贯彻学生为主体、教师为主导的观念

(1) 利用知识结构框图教学,培养学生逻辑思维能力

加强知识结构框图教学设计,不仅能够使学生对物理结构框架有明确的认识,帮助学生理解概念和规律之间的联系,还能够培养学生的逻辑思维能力,培养实事求是的科学态度,引起学习兴趣。

(2) 利用图像教学,培养学生观察、分析问题的能力

没有观察,就没有发现;没有分析,就没有创造。通过精心设计许多插图,它们与所要求学内容紧密联系,既增强了趣味性,又能真实地反映物理内涵,且形象直观、生动,还可以培养学生观察、分析问题的能力。因此要在教学设计中建立与引导学生用心读图,分析、体会插图所表现的物理规律。

(3) 培养学生归纳、整理数据的能力

很多科学规律都是从数据中总结出的,要创新,必须具有获取信息和利用资源的能力。重视材料中表格、数据的教学设计,教会学生获取、分析、处理数据的能力,能够培养学生透过现象看本质进行创新的能力。

(4) 利用“物理沙龙”“课题研究”展开讨论,培养学生发表见解的意识和勇气

案例中的“课题研究”“自我测试”是编者精心设计的,目的是通过师生对问题的讨论,使学生进一步加深对物理规律和概念的理解,分散学习难点,培养学生发表见解的意识和勇气。在教学实施中,教师应该组织学生积极思考,充分发挥学生的主体作用,不可包办代替

或直接告诉学生结论。例如,在探究“波的传播特点”时,让同学们交流:①各自探究结果是否相同?②关于波的传播的特点,你还有哪些猜想?准备怎样去验证?通过讨论,不仅使学生认识机械波的特点,而且培养了学生透过现象看本质的能力。

(5) 精心设计问题,指导学生阅读与实验,培养学生的自主学习习惯

要使学生学会自主学习,必须培养学生的自主学习习惯。学习的内容文字编排要浅显,适合学生阅读自学,而且设计的问题要注意层次,力求做到“低起点,小坡度”,且具有启发性,能够激发学生的求知欲,开发学生的智力。

3. 运用“知识框图”培养学生的逻辑思维能力

全书的知识框图的设置,让学生学前以及学完每章对学习内容重点及内在逻辑关系有一个准确把握与提炼,这种知识框图实质上是所学内容的内在筋脉的直观外化。教师要逐步培养学生能准确把它抽象、提炼、概括出来的思维能力。

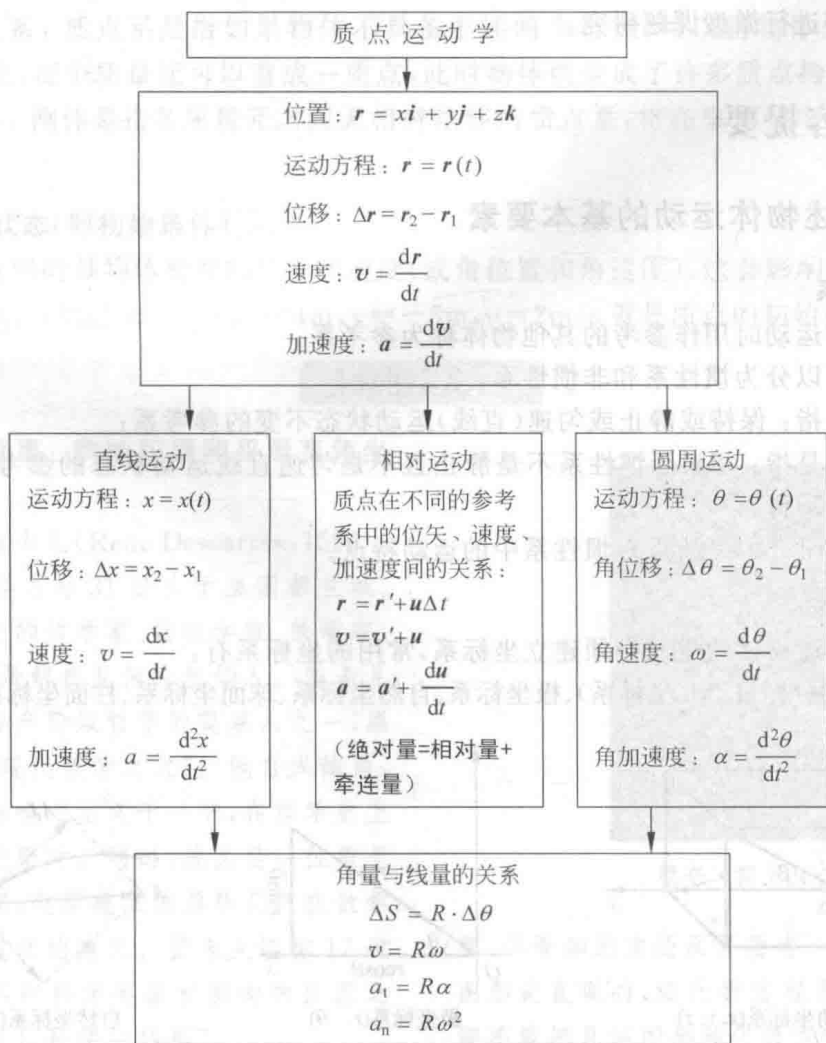
4. 利用学习材料培养学生发现问题的能力

传统教学只注重培养学生解决别人设置的问题,不注重培养学生发现问题的能力。而要培养学生的创造能力,必须培养学生发现问题的能力。爱因斯坦曾说:“提出一个问题往往比解决一个问题更重要。”“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。”学习材料与设计为学生提供了很多趣味性及拓展性内容,目的是要让学生通过对这些材料的研究发现问题,培养学生发现问题的能力。因此,在教学的设计过程中我们应建立引导、鼓励和培养学生在学习过程中大胆质疑、敢于争辩、勇于发表自己的见解的理念。

将自主学习循环模式引入物理课堂的教学案例及剖析

案例一 质点运动学

第一 质点运动学知识框图



第二 任务分析与学习方法

(1) 了解描述物体运动的基本要素：参考系、坐标系；物理模型(如质点、质点系、刚体)；初始状态(或初始条件)。

(2) 掌握描述质点运动的基本物理量：位矢；位移；矢径；平均速度；瞬时速度；平均加速度；瞬时加速度的定义；速度的大小、平均速率、速率的区分；明确这些物理量的矢量特征与标量特征。

(3) 掌握求解质点运动的两类问题(由已知运动方程求解速度、加速度；由已知初始状态及速度、加速度求解运动方程)。

(4) 掌握曲线运动的角量表示以及角量与线量之间的关系。

(5) 理解相对运动的有关概念,掌握各物理量的相对量、绝对量与牵连量的关系。

(6) 学会用微元法、积分法、统一变量法、图示法、模型法、三角法等解决实际问题；学会直角坐标法与自然坐标法之间的转换与等价关系。

(7) 学会运用推理方法、理想模型法、数学方法、实验方法、文献对比法以及伽利略的科学研究方法等进行微型课题研究。

第三 内容提要

一、描述物体运动的基本要素

1. 参考系

描述物体运动时用作参考的其他物体称为参考系。

参考系可以分为惯性系和非惯性系。

惯性系是指：保持或静止或匀速(直线)运动状态不变的参考系；

非惯性系是指：相对于惯性系不是静止且不是匀速直线运动状态的参考系(这将在案例二中进一步阐释)。

本章主要研究的是质点在惯性系中的运动特点。

2. 坐标系

要定量描述物体的运动必须建立坐标系,常用的坐标系有：

直角坐标系(即笛卡儿坐标系)、极坐标系、自然坐标系、球面坐标系、柱面坐标系等(图 1.1)。

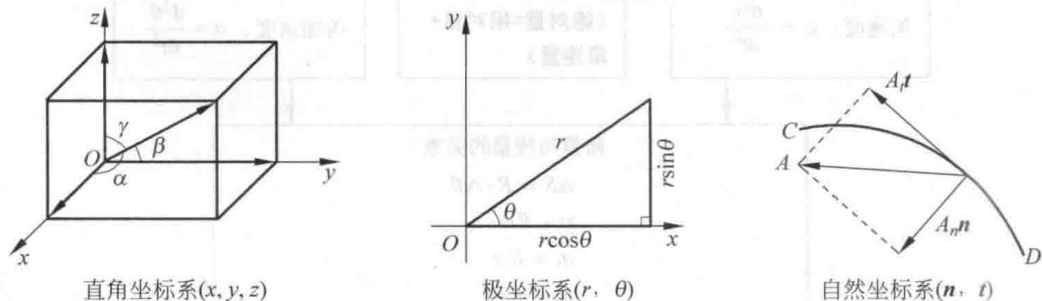


图 1.1

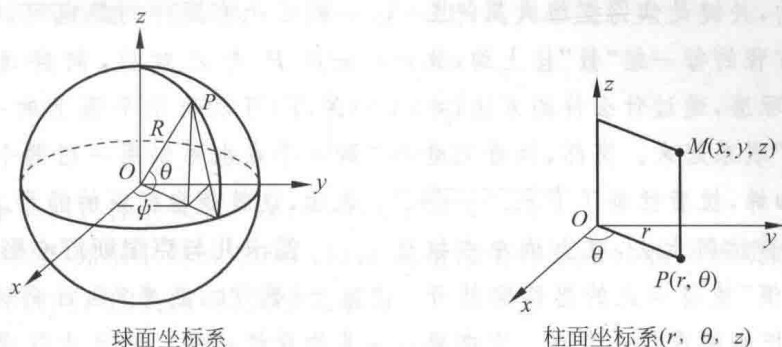


图 1.1 (续)

3. 物理模型

(1) 质点：质点是指只考虑物体的质量，其形状、大小与其运动的空间相比可以忽略不计的理想模型，或者物体仅作平动，各点具有相同的速度和加速度，此时也可将该物体抽象为一个质点。

(2) 质点系：质点系是指如果物体不具备上述两个特点，可以将物体分割出许多无限小的质量元，每个质量元可以看成一质点，此时物体就变成了许多质点构成的质点系。

(3) 刚体：刚体是指各质量元之间无相对位移的质点系，将在案例三中讨论刚体的运动特点。

4. 初始状态(即初始条件)

指开始计时时刻物体所在的位置和速度(或角位置和角速度)，这会影影响下一个时刻物体的运动状态。(如已知 $t=3\text{s}$, $x=4\text{m}$, $y=-5\text{m}$, $v=2\text{m/s}$ 就是质点的初始条件)

物理沙龙一

笛卡儿轶事：蜘蛛织网和平面直角坐标系的创立

勒奈·笛卡儿(Rene Descartes, 1596—1650), 1596年3月31日生于法国都兰城。笛卡儿是伟大的哲学家、物理学家、数学家、生理学家，也是解析几何的创始人。笛卡儿是欧洲近代资产阶级哲学的奠基人之一；黑格尔称他为“现代哲学之父”。他自成体系，熔唯物主义与唯心主义于一炉，在哲学史上产生了深远的影响。同时，他又是一位勇于探索的科学家，他所建立的解析几何在数学史上具有划时代的意义。笛卡儿堪称17世纪欧洲哲学界和科学界最有影响的巨匠之一，被誉为“近代科学的始祖”。

据说有一天，笛卡儿生病卧床，病情很



勒奈·笛卡儿

重，尽管如此他还反复思考一个问题：几何图形是直观的，而代数方程是比较抽象的，能不能把几何图形和代数方程结合起来，也就是说能不能用方程来表示几何图形呢？