

陕西省高师函授教材

普通物理学自学指导

第一册

陕西人民出版社

陕西省高等师范函授教材
《普通物理学》第一册
自 学 指 导 书
陕西教育学院编

*

陕西人民出版社出版
陕西省新华书店发行
国营五二三厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 13.125 字数 286,000

1980年7月第1版 1980年7月第1次印刷

印数 1—14,600

书号: K7094·243 定价: 1.05 元

前 言

我省高师函授物理专业采用的教材是上海市高等工业院校物理学编写组程守洙、江之永主编的《普通物理学》(1978年第三版)。该书共分三册,第一册包括第一篇力学、第二篇气体分子运动论和热力学基础。这本自学指导书就是针对上述教材第一册编写的。目的是帮助物理专业函授学员在自学为主的条件下,按照高师函授物理专业教学计划的目的要求和进度很好地完成学习任务。

本书编写的基本方式是按照教材的篇、章顺序,逐章逐节地分析讨论。每一章都从以下三个方面提出了指导意见。

一、主要内容和目的要求。其中概要地分析了全章教材的重点、难点,和前后知识的逻辑联系,并提出了对基础知识、基本理论和基本技能的具体要求。

二、学习指导。针对学员的实际水平和高师函授的特点,紧扣教材内容,逐节逐段对每个基本概念、定律或公式作了必要的分析和讨论。引导学员剖析概念、抓住要害、吃透实质、攻克难点,力求做到既明确每个概念的特殊本质,又弄清知识之间的内在联系,并结合讨论过程,阐明分析和研究问题的科学方法和逻辑规律,借以培养学员分析问题和解决问题的能力。我们还考虑到我省函授学员比较分散,辅导力量不足,面授的困难较大,机会较少。因此,本书对一些重点知识作了较详细的讨论,以期在一定程度上能起到书

面讲授的作用。

三、作业指导。我们使用的教材，每一章的末了都编入了较多的思考题和习题。学员认真做好这些习题，对巩固概念、加深理解和培养灵活运用知识解决实际问题的能力是十分必要的。为此，我们按节作了具体安排，针对每节教材的内容具体规定了应做的作业题和选作的参考题。要求学员每学完一节教材，认真完成规定的应做作业题，再根据自己的实际情况适当选做参考题。我们还对大部分习题写出了解答提示。学员做作业时，应先独立思考，然后对照本书的解答提示，检验自己的做法是否正确。

此外，我们对每一篇都列出了自学进度表，希学员力求根据进度表的安排按时完成学习任务。由于力学第一章就要用到矢量代数和矢量函数的微分和积分，而学员对矢量的运算可能较生疏，因此，我们把教材的附录 I 《矢量》安排在第一课学习。希学员首先学好教材和本书的附录 I，掌握矢量的基本概念和运算法则，然后再开始学习力学第一章。

阅读本书时请注意以下几个具体问题：

1. 考虑到学员的实际情况必然存在差别，因此，在保证教学的基本要求的前提下，我们把一部分难度较大，且与中学教学关系不大的内容列为选读教材，目录中表以“*”号（选读的内容取舍与原教材有所不同，以本书为准）。学员可根据自己的实际条件选读或不读。

2. 凡是本书提到的“教材第×页”或“课文第×页”，指的都是我们使用的教材——程守洙、江之永主编的《普通物理学》第一册的页码。

3. 本书自身按章编排了插图、公式和例题的编号。以

“图 1—1”、“1—例题二附图”等，分别表示本书第一章第 1 图、第一章例题二附图等等；以 (1)、(2) ……表示本书本章基本公式的标号。凡是引用教材的图号、公式标号或例题都加上了方括号，以示区别，如：〔图 1-1〕、〔例题 1-1〕、〔(1-1)式〕等等。

本书第一篇力学是黄迪兴、李应明两同志编写的（由黄迪兴同志统稿），第二篇热学是封振华同志编写的。由于分工编写的原因，第一篇力学与第二篇热学，除了基本格式大体统一外，编写的方式方法和内容要求等方面，并不完全统一，请读者谅解。编写自学指导书对我们来说完全是一个新课题，也没有一个较好蓝本可作借鉴。自学指导书应该写些什么？如何写法较好？我们都没有成熟的见解，更谈不到经验。这次编写只能算是第一次摸索和探讨，是否能适应学员的要求，真正有利于函授教学任务的完成，还有待于使用过程中进行检验。请各地辅导教师和函授学员同志们在阅读过程中认真分析，多多提出建议、要求和意见。也欢迎其他方面的读者，对本书的缺点和错误提出宝贵意见，以便下一期再版时加以改进。

陕西教育学院师训部物理组

目 录

第一篇 力 学

自学进度安排表	(3)
第一章 牛顿运动定律	(5)
一、主要内容和目的要求	(5)
二、学习指导	(7)
§ 1—1 参照系 质点	(7)
§ 1—2 § 1—3 质点运动的位移、速度和 加速度	(9)
(一) 位移和路程的区别	(10)
(二) 平均速度和瞬时速度的联系和区别	(12)
(三) 平均速率和平均速度、瞬时速率和瞬 时速度的联系和区别	(16)
(四) 加速度, 加速度和速度的 联系和区别	(22)
(五) 质点的运动方程和例题说明	(30)
§ 1—4 圆周运动	(40)
(一) 圆周运动的向心加速度和切向 加速度	(41)
(二) 圆周运动的角量, 角量和	

线量的关系	(43)
(三) 匀变速圆周运动的运动方程	(47)
§ 1—5 牛顿运动定律	(48)
(一) 牛顿定律的内容和实质意义	(48)
(二) 万有引力定律, 引力质量和 惯性质量	(51)
(三) 力学中常遇的力	(61)
(四) 物体的受力分析	(69)
§ 1—6 牛顿定律应用举例	(76)
(一) 应用牛顿定律应注意的要点	(77)
(二) 关于在变力作用下的直线运动 的问题	(89)
(三) 应用向心力量值公式讨论 圆周运动	(91)
§ 1—7 非惯性系中的力学定律 惯性力	(95)
(一) 惯性力的意义, 非惯性系中牛顿运动 定律的表达式	(97)
(二) 惯性力的应用举例	(103)
三、作业指导	(107)
第二章 功和能	(126)
一、主要内容和目的要求	(126)
二、学习指导	(127)
§ 2—1 功 保守力的功	(128)

(一) 构成功的因素, 正功和负功	(128)
(二) 变力的功	(131)
(三) 保守力的功, 保守力和 非保守力	(133)
§ 2—2 动能 动能定理	(138)
(一) 如何理解“动能是物体运动状态的单 值函数”?	(138)
(二) 动能定理, 功能关系的初步剖析	(141)
§ 2—3 势能 *势能曲线	(144)
§ 2—4 功能原理	(156)
(一) 从质点系的动能定理到功能原理	(157)
(二) 功能原理的应用	(160)
§ 2—5 机械能守恒定律 能量转化和 守恒定律	(163)
三、作业指导	(173)
第三章 动量	(182)
一、主要内容和目的要求	(182)
二、学习指导	(182)
§ 3—1 动量 冲量 动量原理	(182)
(一) 动量, 动量和动能的联系和区别	(182)
(二) 动量原理, 冲量和功、动量原理和功 能原理的共同点及其区别	(185)
(三) 动量原理的应用	(189)

§ 3—2 动量守恒定律	(198)
(一) 动量守恒定律导出过程的要点及其本质意义	(198)
(二) 关于动量守恒定律和机械能守恒定律的区别	(200)
(三) 关于动量守恒定律的基本习题	(203)
§ 3—3 火箭飞行原理	(204)
§ 3—4 碰撞	(209)
(一) 关于弹性碰撞问题的要点	(209)
(二) 碰撞定律的物理意义	(212)
§ 3—5 质点的角动量和角动量守恒定律	(214)
三、作业指导	(217)
第四章 刚体的转动	(223)
一、主要内容和目的要求	(223)
二、学习指导	(224)
§ 4—1 刚体的平动、转动和定轴转动	(224)
(一) 平动和转动的本质特征	(225)
(二) 角速度矢量	(225)
(三) 刚体的角加速度与刚体上质点的加速度的联系和区别	(229)
§ 4—2 力矩 转动定律 转动惯量	(230)
(一) 力矩	(230)

§ 6—7	分子的平均碰撞次数及平均自由程 *碰撞截面	(314)
§ 6—8	气体内的迁移现象	(316)
§ 6—9	真实气体 范德瓦耳斯方程	(329)
三、	作业指导	(335)
第七章	热力学基础	(340)
一、	主要内容和目的要求	(340)
二、	学习指导	(341)
§ 7—1	热力学第一定律	(341)
§ 7—2	热力学第一定律对于理想气体的等值过程的应用	(345)
§ 7—3	绝热过程 多方过程	(350)
§ 7—4	焦耳-汤姆孙实验	(357)
§ 7—5	循环过程 卡诺循环	(357)
§ 7—6	热力学第二定律	(362)
§ 7—7	可逆过程和不可逆过程 卡诺定理	(365)
* § 7—8	熵 熵增加原理	(370)
§ 7—9	热力学第二定律的统计意义	(371)
三、	作业指导	(372)
附录 I	矢量 (第一部分)	(383)
附录 II	力学的单位制和量纲	(405)

第一篇 力学

力学是物理学的一门分科，它是研究物体机械运动规律的科学。

《教材》绪论中已指出“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”。而力学的研究对象又是其中最简单最基本的一种。因此，力学研究的规律具有极大的普遍性，它存在于一切其他较高级和更高级更复杂的物质运动形式之中。如果说物理学是一切自然科学（除数学外）的基础，那么力学又是物理学其他各分科的基础。所以，读者应充分认识学好力学知识的重要性，切实做到对基本概念能深入透彻的理解，对基本定律和原理能熟练地掌握、灵活地运用。

由于事物本身及其运动变化的多样性，虽然机械运动是最简单的物质运动形式，但是其具体表现仍然是复杂多样的。因此，力学就其研究方法和考察对象等等差别，又可分为质点力学、刚体力学、振动和波、弹性力学、流体力学等等分支。本篇只讨论了质点力学和刚体力学的基础知识。本篇的重点内容有：质点力学中的牛顿运动定律、动量守恒定律、功能原理和机械能守恒定律；刚体力学中的转动定律、质心运动定律和角动量守恒定律；以及描述物体运动状态和表述上述定律的基本概念和物理量。其中牛顿运动定律是整

个经典力学的基础。《教材》突出了重点，在本篇集中篇幅阐明了上述力学基础知识正是它的一个显著特点。事实上力学的各个分支，都是在这些基本概念和基本定律的基础上逐步形成和发展起来的，所以首先学好这些基础知识是十分必要的。

所谓经典力学就是以牛顿运动定律为基础建立起来的一个比较完整的力学体系。它已有几百年的历史，是在长期生产实践和科学实验中发展形成的，同时也经受了长期实践的检验，因此它是一门具有坚固的实践基础的科学。一切事实证明，在常速（运动速度远远小于光速）、宏观（物体大小远远大于分子、原子）的情况下，经典力学是相当严格相当正确的。它是近代工程技术的重要理论基础之一，而且可以肯定，在今后现代工程技术的发展进程中，经典力学必将继续发挥巨大的作用。

但是必须指出，随着现代生产和科学技术的发展，当人们研究的领域进入到微观世界（直接以分子、原子以及更小的粒子为对象）时，经典力学的理论就暴露出它的局限性。实验证明：对于原子或更小的粒子（它们的运动速度通常都很大，可与光速相比较），其运动规律不服从牛顿力学的规律，而服从量子力学和相对论力学的规律。因此我们应该以辩证的观点来看待经典力学，既要充分认识经典力学在一定条件下正确地反映了客观现实，有它能够适用的广阔领域，是工程技术上不可缺少的理论基础；又要看到经典力学的局限性，当我们研究的范围超越了宏观世界，进入到微观领域时，经典力学就无能为力了，有必要建立新的理论去解决新的课题。《教材》就是从这个角度考虑，为了使读者在掌握

经典力学基础知识的同时，了解现代力学发展的概况，在本篇编入了《第五章相对论基础》，介绍了相对论的基本原理。但是我们考虑到：第一，函授教学时间有限，学员负担不宜过重；第二，关于相对论的基本原理及其应用举例，需要涉及物理学其他分科的有关知识，放在本篇学习有一定的困难和局限性。因此，我们暂时不把第五章列入教学计划，拟在第三学年的后期，作为专题讲授，提供适当的阅读资料和辅导。

本篇教学进度安排如下表。在第一章之前，我们安排了附录Ⅰ《矢量》的学习；在第一章之后，安排了附录Ⅱ《国际单位制》和附录Ⅲ《力学的单位制和量纲》。希学员循序学好这些知识，不要忽视。

力学篇自学进度安排表

章次	节次	各节学时数	各章总学时	全篇总学时
附录I 矢量			8	168 学时
绪论			1	
第一章 牛顿运动定律	§ 1-1	1	46	
	§ 1-2	8		
	§ 1-3	6		
	§ 1-4	2		
	§ 1-5	8		
	§ 1-6	8		
	§ 1-7	5		
	辅导面授	8		

章次	节次	各节学时数	各章总学时	全篇总学时
附录 I 国际单位制			1	168 学时
附录 II 单位制和量纲			2	
复习测验			6	
第二章 功和能	§ 2—1	6	32	(每周 学习 8学时, 共计 21周)
	§ 2—2	4		
	§ 2—3	4		
	§ 2—4	6		
	§ 2—5	6		
	辅导面授	6		
第三章 动量	§ 3—1	6	28	
	§ 3—2	6		
	§ 3—3	3		
	§ 3—4	5		
	§ 3—5	4		
	辅导面授	4		
第四章 刚体的 转动	§ 4—1	2	34	
	§ 4—2	6		
	§ 4—3	2		
	§ 4—4	6		
	§ 4—5	4		
	§ 4—6	5		
	§ 4—7	3		
	辅导面授	6		
期终复习考试		10学时		

第一章 牛顿运动定律

一、主要内容和目的要求

本章内容是紧紧围绕牛顿运动定律展开的，实际上包括了质点运动学 (§ 1-1 至 § 1-4) 和质点动力学 (§ 1-5 至 § 1-7) 两大部分。在本章引言中编者已把全章内容概括为三个问题。第一个问题指的就是质点运动学的内容；第二个问题指的就是质点动力学的内容；第三个问题指的是具体运用牛顿运动定律和运动学公式去解决实际力学问题。

显然，三条牛顿运动定律就是本章的重点。不仅如此，而且它也是整个经典力学的理论基础。因此，吃透牛顿运动定律是学好本章，以至学好整个力学的关键。读者必须确切地掌握每条定律的内容，深入地透彻地弄清它们的实质及其相互联系，做到能正确地熟练地运用它们去分析和解决有关力学问题。当然，真正要学好牛顿运动定律，就必须同时学好运动学和动力学的有关基本概念、物理量和物理公式。全章具体要求如下：

1. 正确理解运动本身的绝对性和运动描述的相对性，认识选择参照系和建立坐标系的意义和方法；分清时刻和时间的区别；建立质点的概念，了解刚体的涵义，充分认识物理学中利用抽象和概括，建立理想模型，简化问题的重要意义和作用。

2. 掌握描述质点运动状态及其变化情况的物理量——位移、速度和加速度，切实弄清它们的物理意义、定义式、单位及其矢量性、瞬时性、相对性；了解位移和路程、平均速度和瞬时速度之间的关系和区别；确切地理解 $x \sim t$ 、 $v \sim t$ 和 $a \sim t$ 图线的意义，做到会正确地运用它们描述质点的运动规律，并熟练掌握匀变速直线运动的运动方程。

3. 在切实掌握运动迭加原理（或运动独立性原理）的基础上，能正确地运用位置矢量、速度矢量、加速度矢量和它们的坐标分量式描述曲线运动的状态及其变化规律，并能具体分析和建立抛物体运动、圆周运动的运动参数方程和轨道方程。

4. 建立曲线运动的法向加速度和切向加速度的概念；掌握圆周运动的向心加速度量值公式的推导；明确圆周运动的角量——角位移、角速度和角加速度的意义，掌握角量与线量之间的关系；并熟悉匀变速圆周运动的运动方程。

5. 按上述要求吃透牛顿运动定律，同时切实掌握由牛顿运动定律所揭示的重要概念和物理量——惯性、质量和力。正确理解惯性质量和引力质量的区别和联系；明确认识力的本质、种类和特性，特别要搞透力学中常见的接触力（摩擦力、弹性力）和重力的本质和特点，并做到能熟练地运用牛顿定律解决实际问题，特别要掌握好物体受力分析和隔离体解题法，能正确地熟练地绘制隔离体受力图，建立隔离体运动方程。

6. 弄清惯性参照系和非惯性参照系的区别，明确牛顿运动定律的适用条件；建立惯性力的概念，明确惯性力和真实力的本质区别，初步掌握非惯性系内力学问题的分析解算