

高等学校函授教材(兼作高等教育自学用书)

物理学

(第二版)上册

严导淦 编



高等教育出版社

高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

物 理 学

(第二版)

上 册

严导淦 编

高等教育出版社

(京) 112 号

内 容 提 要

本书是为高等学校工科函授各专业编写的物理教材,可兼作有志攻读大学课程的青年的自学用书和高等教育自学考试参考书,也可供夜大学、电视大学、职工大学、业余大学等各类成人高等院校师生选用或参考。

本书是在原《物理学》(第一版)的基础上,并参照普通高等理工学院成人教育研究会物理教学研究组1989年审订的《高等工业学校(本、专科)大学物理课程函授教学基本要求(送审稿)》修订而成的。本书修订后在教材内容的选取上更适应工科各专业的需要,同时适当增加了若干“选读材料”,以加强理论与实践的联系。

全书分上、下两册出版,内容如下表所列:

上 册	下 册
序 本课程函授、自学方法的一些说明 A. 物理学的自学方法和有关注意事项 B. 学时分配及作业安排的建议	第四编 电磁学 第五编 光学 第六编 相对论和量子物理简介 附 录
第0编 预备知识 第一编 力学的物理基础 第二编 机械振动和机械波 第三编 热学基础 附 录	

高等学校函授教材
(兼作高等教育自学用书)

物 理 学

(第二版)

上 册

严导淦 编

高等教育出版社出版
新华书店总店北京科技发行所发行
祝 桥 新 华 印 刷 厂 印 装

*

开本 850×1168 1/32 印张 18.375 字数 442,000

1981年12月第1版

1992年2月第2版 1992年2月第1次印刷

印数 0,001—7,709

ISBN 7-04-003421-2/O·1042

定价 5.40 元

第二版序言

本书是在1981年第一版的基础上进行修订的。

本书第一版面世后，全国许多高等院校函授工科专业和有关成人高校的师生以及社会上自学读者在使用过程中，曾提出了许多宝贵意见和有益建议。对此，编者在修订过程中充分考虑了这些意见，使本书得以改进和进一步完善。

与第一版相比，本书的主要内容和体系结构大致如旧，但更进一步突出了函授自学特点和物理学在工程技术中的应用；修订中还参照了普通高等理工院校成人教育研究会物理教学研究组1989年审订的《高等工业学校（本、专科）大学物理课程函授教学基本要求（送审稿）》，对某些内容作了适当的增删；此外，还在有些篇章之末增编了“选读材料”和“补充材料”等，作为机动内容。

考虑到函授自学的特点，以及贯彻“少而精”和“理论联系实际”的原则，本书的内容比较精简，编排形式也与其他教本有所不同。对重点内容的叙述力求详尽，并适当结合一些生产和生活中的实例、以及与专业后继课程有关的一些必需基础内容。针对重点章节，配置了较多的例题；并把平时习题也安插在有关各节内，希图达到边学边练的目的。为了便于自学，我们把“学习指导”列入每章之后。并在有关内容之后，按学习阶段分别列入了各次测验作业。

其次，对课文中重要的概念、定律及要点，均用波纹线标出。引入新的名词和术语时，在其下印有着重号。重要公式则加一方框，以资醒目。

为了在教学上便于处理和照顾读者的不同学习要求，本书内

容分为三类：(1)必读内容；(2)机动内容，在课文中冠以*号标出，读者在顺利完成规定的学习任务后，可以在教师指导下选学这类内容；(3)参考性内容，如“矢量”等各节，亦冠以*号标出，以便读者进行复习或随时查阅之用。如对这类内容比较熟悉，则可以略去不学。

另外，对平时习题和各次测验作业题的内容也作了一些更换，并将第一版中列于每章之末的复习思考题作为习题（冠以△号标出）分散穿插到有关章节中，以便于读者结合自学该章节内容时，对理解和掌握的深度及时进行自我检查。对一些机动习题和有些篇章之末所增编的“补充习题及选解（均用*号标出），如读者在完成必做习题的基础上学有余力，可以选做和参考。所有习题均附有答案。

本书修订稿由杨仲者、马文蔚和李梧龄三位教授作了精详的审阅；并由严国芳同志业余绘制了全书的插图，对此深表感谢。

值兹本书再版之时，适逢编者从事成人高等教育工作三十春秋。在这漫长的岁月中，使编者得以专心致志地跻身于我国成人教育这块园地播耕劳作，泰半应归功于我的夫人李婷花女士，她数十年如一日，家居操劳，承担了全部家务和琐事，作了无私的奉献，在此不能不驱笔拈记。

最后，限于编者水平，书中难免有芜文赘笔之处，恳望读者不吝指正，以匡不逮。

编 者

1990年5月于同济学会

第一版序言（摘录）

本书是在同济大学原有物理学函授试用教材(1979年重印本)的基础上,参照教育部1980年8月颁行的“高等工业学校普通物理学教学大纲(草案)”修改出版的。

原试用教材是以同济大学物理教研室编的《物理学》自学读物(上海科学技术出版社1959年出版)为基础而重行编写的。原试用教材于1964年秋编成后,曾经部分兄弟院校的函授专业试用。

1966年春,根据天津大学和浙江大学两校的物理教研室对原试用教材的评阅意见,以及有关院校函授师生对原试用教材的意见和建议,曾稍作修改,经同济大学物理教研室黄祖良、周涵可两位同志审订后,拟由原高等教育出版社出版。1979年,同济大学曾将高等教育出版社所存的本书清样稿重印,以适应教学上急需。

这次对1979年的重印本修改时,力求保持原书的特点,并在内容的份量和深广度上都有所增加,还添选了较多的例题和习题。

本书在编写和修改过程中,曾得到同济大学函授部、物理系和物理教研室的大力支持,并深受江之永教授的关注和教益。修改稿由杨仲著教授(主审),曹萱龄教授、朱君哲副教授、张文海、徐志纯、李富云、赵关耕、唐端方、史久根、金正明等同志审阅;此外,还得到了周霭明等同志的协助。

编 者

1981年11月于同济大学

本课程函授、自学方法的一些说明

(开学预备周学习材料)

A. 物理学的自学方法和有关注意事项

物理学是高等工业学校各专业的一门重要基础课程。学习本课程之前,读者应具备高中物理和高等数学等先修课程的知识。

学习本课程的要求是:以辩证唯物主义的观点和方法为指导,对物质运动最普遍、最基本的形式和规律有比较全面系统的认识,牢固地掌握普通物理学中最基本的概念和原理;了解物理学中研究物质的基本运动规律的一般方法;并在实验技能,运算能力和独立工作能力等方面获得初步训练;了解物理学与其他科学技术的关系,为学习专业知识及近代科学技术打下必要的物理基础。

从物理学内容的特点来看,它是一门理论性较强、概念较多、前后联系较紧密的学科。因此,在学习时必须根据开学初由学校发给的“自学周历表”中的安排(个人自学者可以参考本书第12页所列的“本课程学时分配及作业安排的建议”),拟订个人自学计划。

学习本课程的基本形式是根据教材及其他教学文件(如自学周历表等),以自学和函授为主,并在必要时,对有条件的地区按阶段对函授学员进行适当的面授辅导。自学是指:阅读教材、解习题,按学习指导进行小结和完成测验作业;函授是指:以书面通信方式提问和答疑;面授是指:按课程内容分若干阶段,组织函授学员集中上课,对本门课程的重点和难点进行讲解。

至于本课程的期末考试或考查、以及物理实验等,基本上是按照函授院校或有关教育部门规定的时期、地点,集中或分散进行。

现在,把上述各教学环节的要求和学习方法分述如下:

一、阅读教材

阅读教材是函授、自学中最基本、也是最重要的环节。读者在阅读教材时应该集中精力,认真分析和研究教材中的主要问题和具体内容,理论联系实际,从而把本课程的基本概念、基本理论、基本技能真正学到手。

在本书中,我们把教材内容划分成两类:(1)必读内容;(2)机动内容(包括每章末所附的“选读材料”和“补充材料”等),在教材中用*号标出。读者在完成必读内容的阅读和平时习题、作业等的前提下,如有余力,可以在教师指导下自行选学、甚至全学这部分内容。

读者在以“章”为单位进行阅读时,最好首先对全章必读内容粗读一遍。粗读时,不必过分拘泥于局部的繁复细节和数学推演,而侧重于对内容有一轮廓性的认识,诸如针对所讨论的物理现象提出了哪些问题,由此引入哪些重要的物理概念,解决问题时采用什么方法,以及它们的实验或理论根据是什么,问题解决后得到什么结果(定律或定理等),有什么实际意义,它的适用范围如何等等;此外,对特别困难或不清楚的地方,暂时打个记号,留待进一步精读时去解决。同时在粗读过程中,也不一定急于去求解每节课文中所附的习题。

粗读一遍后,根据该章后面的学习指导,明确本章的学习要求和内容的重点所在。然后逐节仔细精读。至于每章之末的“选读材料”或“补充材料”,如时间过紧,可以不学;也可以根据专业或课文需要,在教师指导下进行选学。

在精读时,每读一句,经仔细思索后,应问自己:“这句话的意思我真正懂了吗?”否则,再反复逐字钻研,务求弄懂。从逐句精读

到逐段、逐节的精读，着眼于理解内容，而不仅仅是去背诵一些定义、定律的条文。如果你真正具体地理解了内容，就会发现，需要记忆的东西也并不见得太多。这样做，在开始时也许要费较多时间，心理上感到不耐烦，怕影响自学进度；但却为顺利地学习后继内容和解答习题、作业扫除了障碍，最终还是赢回了时间。

对于课文中的一些理论推导和许多例题的解答过程切莫匆匆学过算数，必须用草稿纸亲手重行推演一下，推演的每一步都要经过自己的思考，而不是照抄，以能加深理解。

在精读过程中，要求读者弄清基本概念和原理，分析公式中各物理量之间的关系及其物理意义，正确掌握物理定律及其适用范围，特别应该注意定律、定义叙述的准确性，对难懂或不清楚之处，经再三思考钻研后，如果仍不能解决，应及时向学校函授任课教师书面提问（个人自学者可向周围有关同志请教），争取尽早解决，以免影响以后的学习。

在精读完一段或一节课文后，如果在该段或该节后有习题，对必做的习题应进行解答。对各种类型的习题及解答方法，下面另作介绍。

二、解 习 题

为了巩固掌握理论知识，并初步做到理论联系实际，做习题是很重要的。

本教材中的习题有三类：

(1) 在题号左上角用△号标出的习题，属于复习思考性题目，题中一般包括小结本段或全节内容的“自我检查性问题”和深化内容的结合生产或日常生活实例的“思考性问题”。如果时间和学习条件许可，建议在解答检查性问题的同时，尽可能用自己的语言，扼要地写出笔记；至于有些思考性问题，能自行叙述理由和

思索回答即可,不一定写在笔记本上或另外的作业本上(如思考题是用填表或绘图方式回答的,也可用铅笔直接填写在书上印出的图表中),也不需要把解答和笔记本寄到学校里给教师批阅;但如果对自己的答案有怀疑时,应及时向函授教师或向其他同志提问,请求答疑。

通过这类习题的解答,可以衡量自己对所学内容的掌握程度,并由此发现自己的不足之处,加以补救。

在必要时,函授教师亦可选取这类习题对函授学员进行书面质疑或作为面授时的课堂讨论题。

(2) 必做题,是学校在自学周历表中规定必须交批的题目。这类习题必须做在习题本上,不得用零散的纸张;每题题号必须写明,并注明每次作业的完成日期。所完成的必做习题,函授生应按自学周历表规定的日期交批,否则应按学校规定,按期补交。每次批改后发还的习题,阅后应妥善保存,以备今后参考。

(3) 在题号左上角用*号标出的习题,属于机动或加深的习题。读者可根据自己的情况,选做或全做,如时间过紧,可以不做。

在解答习题时,要特别注意单位制,一定要把同一公式中所有的物理量用同一单位制的单位来表示,否则,就会解错。本书主要使用国际单位制(有特别说明的例外)。

解题时应遵守下列规则:

① 搞清题意,分清题中的已知量和需求的未知量,并尽可能画出草图说明题目的意义。

② 根据问题要求,决定解题途径,提出所依据的定律,并写出其数学关系式。

③ 运算时应采用字母符号代替各个物理量,不要直接代入数字。

④ 解出最后关系式。

⑤ 将数字连同单位代入最后关系式算出结果，并注出单位；如所求的是一个矢量，则同时还要说明方向。解题时，如果有关的物理恒量等未予列出，可查教材中的有关课文或书末的附录。

⑥ 习题必须做得简明清洁，既有简要的叙理分析，又要注意正确演算；对解出的结果有时还应该分析其物理意义和据理判断其正误，这对培养自己的工作能力是极为重要的。解题时所需的草图，可以随手画出，但应整洁明了；数字的计算也可使用计算器，以提高运算效率，每题的最后答案下加划横线，以资醒目。顺便说明，本书习题的答案有些是近似的，仅供参考。

⑦ 当解不出习题时，千万不要去拼凑答案。要多思考，寻求新的解题思路和线索。如果每解一题老是处处碰壁，这就必须回头再去研读有关的课文；否则，事倍功半，徒劳无效。

三、笔 记

如果时间许可，写些笔记，对培养读者的自学能力是有益的。读者可以结合复习思考性的习题写笔记，这类习题的本身相当于一个提纲，按此写笔记时易于抓住重点。当学员逐步掌握写笔记的方法后，应该尽可能自行组织和整理出一份笔记。

(1) 在笔记本中可以记下每一章的重要的物理现象和物理概念，分析问题的理论根据和方法步骤，简明的数学推导和必要的图示，重要的定律、公式和结论。同时也可写一些自己的学习心得，和所学理论在自己所从事的生产工作中的应用等。

(2) 笔记的内容除了用简明正确的文字来表达外，还应尽量利用图形表达，这对我们工程技术人员来说，是极其重要的。因为图形常是工程技术人员表达思想言语的一种工具。

(3) 笔记的书写必须力求清楚、整洁、并有条理，以免发生错误；对重要的定律、公式和结论可用红笔打上记号，以便复习时能

一望而知,且能更好地记住这些结论。

(4) 笔记本每页的边上可留出 3 厘米左右的空白,以便标出要书面或口头向教师提出的问题,或作为以后补充笔记之用。

四、测验作业

(1) 按照学校所发的自学周历表的规定,在学完一阶段的教材并做完这阶段的习题后,进行一次测验作业,测验作业题附在该阶段的课文后面。做测验作业时,函授生先在所附的测验作业编号表中,按自己的学号末位数查出应完成题目的号码,然后动手去做,对指定的题目,不得自行变更和任意选做,否则不算合格,至于用 * 号标出的机动测验题,如果时间过紧,可以不做。

(2) 函授生对测验作业必须按时、按质、按量地独立完成,并按时如数交批;不要只完成部分作业就寄到学校。如果因故不能如期完成,应按学校规定,办理请假手续,并注明补交日期。

(3) 函授生的测验作业应做在学校规定的作业纸上,要书写清楚。按作业纸上规定的格式清楚填写:课程名称,作业号码,学号和姓名,系科专业,寄发日期,确切的邮寄地址及邮政编码等。

(4) 解答每一题目之前,应写明题号。解题的方法和前面所述的解习题的方法相同。

(5) 测验作业题必须由函授生本人独立完成。否则,教师就无法了解函授生学习情况,及时帮助解决学习中存在的问题。

(6) 评阅后发还的测验作业,函授生应仔细认真研究教师所指出的错误和评语,并把错误之处及时改正,每次作业应妥善保存,以便今后参考。

(7) 函授生的测验作业如果不合要求而未能通过(如做得潦草,错误很多,短缺中间必要的计算步骤等),都将发还重做或订正,凡经教师指定重做或要求订正的作业,或指定需要一份更详细

的解答时,应尽快做好,连同原来的一份作业一并寄去。

五、函 授

函授是指以通信方式进行书面提问和答疑。函授生在学习过程中,如果发现疑难问题,应随时以书信方式向任课教师提问,并由教师及时书面答疑和指导。

(1) 函授生在书面提问时,要把问题提得明确具体,词句简明,字迹清楚,书写在学校统一发给的书面提问纸上,并宜用复写纸复写一式两份,以便教师答复时,一份寄给函授学员,一份备查。

(2) 书面提问纸上的课程名称、学号、本人姓名、提问日期各栏必须填写清楚。

六、面 授

(1) 面授是总结性的讲课,主要讲授重点内容和难懂之处,每次面授后留出一定时间让函授生提问,请教师解答疑难之处。

(2) 全学年内的面授次数,每次面授的日期、地点等在每学期开学时由学校统一安排,对无法参加面授的函授生应更多的争取任课教师书面辅导和自学《面授提纲》等教学辅助资料。

(3) 配合本教材的《面授提纲》等辅助教材在开学时与教材一并寄发给函授生。

七、考试及考查

(1) 根据教学计划规定,由学校在自学周历表中安排考试或考查的日期。考试地点由学校考前通知函授生。

(2) 函授生在完成本学期规定的全部习题及测验作业后,才可参加考试。考试主要采用笔试方式。

(3) 考试前,函授生应该根据本课程的有关教学基本要求或

教学大纲,集中到校或分散进行系统的温课复习。

(4) 考查的方式是由教师根据函授生平时完成的习题、测验作业、以及集中进行的物理实验,并参考平时提问,质疑等情况,评定成绩,如果未能及时参加实验,则在登记成绩时注明“缺实验”。

八、实 验

(1) 物理实验是物理教学的重要环节之一,旨在巩固和验证所学知识,熟悉实验方法和训练实验技能,培养严肃认真、实事求是的科学作风。

(2) 函授生的物理实验,在学校或就近地区集中进行。

(3) 物理实验的学习方法和具体要求详见与本教材配套的《物理实验》教材。该教材亦在开学时寄发给函授生。

B. 本课程学时分配及作业安排的建议

学 期	教学环节 时数与题数分配	自学时数	习 题		测 验 作 业		平时面授	第三学期		第四学期	
			时数 (小时)	题数 (个)	时数 (小时)	题数 (个)		期末集中 面授时数	实验 时数	期末集中 面授时数	实验 时数
第 三 学 期	课程内容										
	预备知识	2	2	5-8							
	质点运动学	10	4	10-15			3				
	质点动力学	10	6	12-17			3				
	力学守恒定律	20	7	15-20	4	8-10	3				
	刚体动力学	15	5	10-15			3				
	机械振动	11	6	10-13	2	4-6	3				
	机械波	11	4	10-12	2	5-6	3				
	气体分子运动论	15	6	15-20			3				
	热力学基础	11	6	15-20			3	20			
第 四 学 期	静电场	30	13	30-40	3	6-8	8				
	电流	12	5	15-20	3	4-6	6				
	磁场	26	10	20-25			3				
	电磁感应	10	5	10-15	2	4-6	3				
	电磁场与电磁波	6	1	2-3			3				
	光的干涉	12	3	5-10							
	光的衍射	10	3	5-10							
	光的偏振	7	1	2-5	2	4-6	6				
	相对论简介	7	2	2-5	2	3-5	8				
	量子物理简介	15	8	5-7			8				
合 计		240	92	198-280	20	38-53	58	20	20	30	30

说明：本表所列各教学环节的时数分配，均是建议性的，仅供制订函授自学周历表或个人自学安排的参考，在函授教学或个人自学中可根据不同专业和具体情况，对具体的内容(包括习题、作业等)和学时分配作必要的取舍、调整

目 录

第二版序言	1
第一版序言(摘录)	3
本课程函授、自学方法的一些说明	4
A. 物理学的自学方法和有关注意事项	4
B. 本课程学时分配及作业安排的建议	12

第 0 编 预备知识

第 0 章 物理学 物理量	1
§ 0-1 物理学 物理量 标准单位 量纲	1
§ 0-2 国际单位制	5
*§ 0-3 标量和矢量	9
*§ 0-4 矢量的正交分解及合成	16
*§ 0-5 矢量的标积和矢积	23
§ 0-6 矢量微积分	25
学习指导	30

第一编 力学的物理基础

引言	33
第一章 质点运动学	35
§ 1-1 参照系和坐标系	36
§ 1-2 位置矢量 运动方程 位移	39
§ 1-3 速度	45
§ 1-4 加速度	50
§ 1-5 直线运动	55
§ 1-6 抛体运动	70

§ 1-7 圆周运动	74
§ 1-8 运动描述的相对性	82
学习指导	85
选读材料——补充习题及选解	87
第二章 质点动力学的基本定律	91
§ 2-1 力的初步知识	91
§ 2-2 力学中常见的几种力	96
§ 2-3 牛顿运动定律	106
§ 2-4 牛顿运动定律的应用	118
§ 2-5 牛顿运动定律的进一步应用	137
*§ 2-6 万有引力定律	141
学习指导	147
选读材料——补充习题及选解	149
第一次测验作业	153
第三章 功和能 机械能守恒定律	157
§ 3-1 功 功率	158
§ 3-2 动能 质点的动能定理	164
§ 3-3 系统 系统的动能定理	170
§ 3-4 保守力 系统的势能	177
*§ 3-5 引力势能 势能曲线	187
§ 3-6 系统的功能定理 机械能守恒定律	191
学习指导	200
选读材料——补充习题及选解	203
第四章 冲量和动量 动量守恒定律	207
§ 4-1 冲量和动量 质点的动量定理	207
§ 4-2 系统的动量定理 动量守恒定律	216
§ 4-3 碰撞	227
*§ 4-4 质心 质心运动定理	234
学习指导	241