

786753

33

4471

T-1

成人高等教育(专科)兼自学考试用书

物理学

上册

黄月霞 鍾 韶 陈雪英 編

华南工学院出版社

成人高等教育(专科)兼自学考试用书

物 理 学

上 册

黄月霞 钟 韶 陈雪英 编

华南工学院出版社

成人高等教育(专科)兼自学考试用书
物 理 学 (上册)

黄月霞 钟 韶 陈雪英 编

※

华南工学院出版社出版
广东省新华书店发行
广东五华印刷厂印刷

※

850×1189 1/32 印张13.5 字数339千
1986年4月第一版 1986年4月第一次印刷
印数1—10000
统一书号13410·605 定价3.10元

编 者 的 话

本书是为参加成人自学工程专科物理课程考试的人编写的一套教程。本书的内容是按照广东省高等教育自学考试委员会发行的《普通物理学（工程专科）成人自学考试大纲》编写的，其广度和深度与考试大纲的要求一致。使用本书的读者应具备高中物理（低纲）和微积分的基本知识。

一、編 写 特 点

尽管目前已经有许多不同类型的普通物理教程，但本书是专为成人自学而编写的，在内容的取舍、详略及编排形式上也与其他教程有所不同。主要特点如下：

1. 精选内容，符合大学专科水平

在保证普通物理课程体系完整性与系统性的前提下，精选内容。以经典物理为主，把近代物理的观点贯穿其中，着重打好经典物理的基础。本书内容分为三类：（1）必读内容，即考试大纲规定各专业都要考试的内容；（2）选择性内容，这是按考试大纲对不同类专业（机械类、土建类、电类、化工类）的不同要求供读者选择的内容，在每讲的“学习指导”中有具体说明；（3）参考性内容，这类内容用“*”号标出，时间不足的读者可以粗读甚至不读，也不会影响全课程的连贯性。因此，本书也可作为约有80学时的专科班的教材。

2. 突出重点, 强调物理图象

本书对重点内容的阐述都力求详尽. 对重点的论题比一般教程作了更多的讨论和说明, 帮助读者建立起一个物理图象, 计算过程也较详细, 便于数学程度较低的读者阅读. 重点部分还编选了较多例题, 例题中一般都先进行分析, 阐明解题的思路, 题解后面还说明例举该题的目的和从中可得到的启示.

3. 注重学习指导, 便于读者自学

在每讲后面都有一个“学习指导”, 其目的是帮助读者克服没有教师辅导和答疑的困难. “学习指导”包括三部分. 第一部分为“内容提要”, 是对本讲内容的小结, 指出该讲内容的线索和重点, 帮助读者系统地、有重点地掌握该讲内容. 第二部分为“基本要求”, 指明对该讲各部分内容广度和深度的要求. 第三部分为“常见错误分析”, 这是编者针对学生通常会产生的疑问作一些解释, 或对解题当中常出现的错误进行分析, 找出错误的原因, 指出正确的解答, 从而加深读者对该讲内容的理解.

4. 适应标准化考试要求, 编选了大量的选择题

通常的教材极少附有选择题, 而当前的考试总有相当分量的选择题. 本书除编选了适量的思考题、计算题等外, 还编选了大量的选择题供读者练习, 这对于将参加自学考试的读者会有所帮助.

二、 内 容 简 介

本书分为上、下两册. 上册为第一、二篇, 下册为第三、四、五、六篇.

第一篇为“力和运动”. 这一篇的内容是本书其它各部分的基础, 重点阐述力学的基本概念和基本规律. 本篇不仅讨论了质点力

学的问题，还进一步讨论了刚体和流体。物理概念、物理定律的表述更精确和深化；规律的成立条件和适用范围更严格和明确；所遇到的物理量更多的不是常量而是变量，还有许多矢量，需要运用微积分和矢量的数学工具来描述和处理。

第二篇为“机械振动和机械波”。本篇以机械振动和机械波为具体内容，讨论振动和波动的共同特征、现象和规律。这些规律在以后学习中（如波动光学等）还要用到。

第三篇为“物性”。这一篇介绍了物质的结构，物质的力学性质和热学性质，并从物质分子结构的观点和能量的观点来研究分子热运动的规律。特别值得注意的是分子物理学中的统计概念和热力学中的能量观点，这是在整个物理学中具有重要意义的。

第四篇为“电场与磁场”。在这一篇里，我们将研究电磁现象的有关规律，主要是电磁场的规律。其中关键是“场”。如何从整体上来描述场的分布，用通量和环量描述矢量场的特性和规律，对读者来说都是新的。

第五篇为“光学”。光学是物理学的一个重要组成部分，它研究的是光的本性、光的传播、光与其它物质的相互作用和各种光学仪器及其应用等。在本篇中，我们着重通过讨论光的干涉、衍射和偏振现象，理解光的波动性，并对光的波粒二象性作初步介绍。

第六篇为“原子和原子核物理”。这一篇的内容是介绍本世纪以来人类对物质的原子结构认识所取得的进展。读者通过学习，可以对物质的原子结构以及人类认识微观世界的途径得到一个初步的认识。

三、学习方法

学习物理学的方法包括实验、观察、读书等许多方面。由于

条件限制，对于自学者来说，读书是最基本的方法。在此，我们仅对使用本书的学习方法作一些说明。

1. 阅读课文

阅读课文可以“讲”为单元。阅读每一讲都应搞清楚讨论的是什么物理现象，对于这些现象提出了哪些问题；解决这些问题的思路如何，采用什么方法来解决它，引入了哪些重要的物理概念，以及这些做法的实验或理论根据是什么；问题解决后得到了什么结果，建立了什么定律或定理等。

要着重掌握基本概念、基本规律和基本方法。掌握一个基本概念或一个重要的物理量，一般应该弄清为什么要引入这个概念或物理量，弄清它的定义、物理意义、数学表达、它和其它物理量的关系，弄清怎样测量这个物理量以及它的单位是什么。掌握一个物理定律，一般应该弄清定律的数学表达式，式中各物理量的意义及其相互关系，弄清定律的物理意义、成立条件、适用范围以及如何应用它去解决问题。掌握基本方法，包括物理上和数学上的方法，能否掌握这些方法，以及对这些方法领会的深浅，往往决定了水平的高低。

在每一节课文后面都附有思考题。思考题有两类：一类是帮助读者抓住每一节的重点和关键的；另一类是帮助读者加深对基本概念和规律的理解的。认真思考这些问题，对于理解课文会有所裨益。

2. 做习题

每讲后面附有习题。习题应该在阅读课文之后再作。先读一读“学习指导”，对做习题会有所帮助。但做完习题之后再细读“学习指导”，会感到有更大的收获。

做习题对巩固、加深所学知识，培养分析问题、解决问题的能力是十分重要的。做习题千万不要盲目套用现成公式。盲目套用现成公式既不能加深对概念、规律的理解，又无助于能力的培养。

养，遇到形式上稍有变化或稍难的问题就会束手无策。

做物理习题的一般步骤是：（1）弄清题意，对题目所描述的实际过程作细致全面的分析，建立起一个鲜明的物理图象，根据这个图象选择适当的物理模型（如质点等）来描述这个物理过程（有时在过程的不同阶段还要选用不同的模型），这样把一个实际问题变成为一个物理问题。（2）根据具体条件，正确运用物理定律，并用恰当的数学语言把它表述出来，这样又把物理问题变成数学问题，进而解决这个数学问题，得出结果。（3）分析所得结果的物理意义，从而获得这个问题的一个完整的物理图象。

做习题应注意格式，恰当的格式能使人思路清晰，一目了然。较好的格式是（1）写出已知量和所求的未知量，并尽可能画出草图；（2）写明解决问题所依据的原理、定律或定理及其数学表达式；（3）运算时应用文字表示各物理量，（不要直接代入数字），计算出最后的关系式；（4）统一单位后将数字代入得出结果，如为矢量应说明方向；（5）讨论所得结果的物理意义。

多做习题当然会有所收获，但如果能够做到每做一道习题都思考一下通过做这道习题自己受到哪些启发，如对哪些概念、定律的理解有所帮助，对运用这些概念、定律解决问题的方法有什么体会等等，这样将能收到事半功倍的效果。如果读者能独立完成本书的所有习题，就能达到考试大纲的全部要求。

3. 作读书笔记

作读书笔记对培养自学能力是有益的。作读书笔记的方法多种多样，笔记的形式也各不相同。我们建议读者在学完每讲以后（包括阅读课文和做练习），作一个小结，把这一讲的重要概念、定律、公式、结论、它们的应用以及它们之间的相互联系整理出来，还要把解决问题的方法、步骤等总结一下。可以参考“内

容提要”，但应尽可能根据自己学习的心得来组织整理。这样的读书笔记能使读者在阅读课文和做练习的基础上又有一个较大的提高，而且对复习也会有所帮助。

4. 自我检查

每篇都有一个“测验作业”。它是供读者自我检查学习效果的。做“测验作业”前，读者应对全篇内容进行系统的复习，当读者认为已经掌握全篇的内容，便可开始做了。要求在三小时内闭卷独立完成，除必要的物理常数之外，不应查阅任何书籍和笔记。完成之后，可根据答案，大致估计自己对所学内容的掌握程度。如果做对的选择题和计算题都分别超过百分之六十以上，则表明读者已达到及格以上的水平。

我们希望读者喜爱这本书，并从中获得教益。我们相信只要读者合理安排进度（以可参阅课文和其它参考书，能独立完成各讲的作业为宜），就能很好地学完本书。

本书的第一、三篇由黄月霞编写，第四篇由陈雪英编写，第二、五、六篇由钟韶编写。黄卓璇教授和周勇志副教授还在百忙中审阅了书稿，并提出了不少的宝贵意见。限于编者水平，书中难免有很多缺点、遗漏甚至错误，我们恳切地希望读者不吝指出，以便改进。

编 者

1985年10月于华南工学院

目 录

第一篇 力和运动

第一讲 机械运动的描述	(1)
第一节 参照系和坐标系	(2)
第二节 质点	(5)
第三节 位置矢量	(6)
第四节 运动方程	(9)
第五节 位移	(11)
第六节 速度	(16)
第七节 加速度	(25)
学习指导	(31)
内容提要	(31)
基本要求	(33)
常见错误分析	(34)
习题	(37)
第二讲 直线运动	(40)
第一节 关于直线运动的描述	(40)
第二节 匀速直线运动	(42)
第三节 匀变速直线运动	(47)
第四节 自由落体和上抛运动	(55)
学习指导	(61)
内容提要	(61)
基本要求	(63)

常见错误分析·····	(63)
习题·····	(65)
第三讲 曲线运动·····	(69)
第一节 运动的独立性和迭加性·····	(69)
第二节 抛体运动·····	(71)
第三节 圆周运动·····	(79)
学习指导·····	(87)
内容提要·····	(87)
基本要求·····	(88)
常见错误分析·····	(89)
习题·····	(89)
第四讲 牛顿运动定律·····	(92)
* 第一节 力的基本知识·····	(92)
第二节 牛顿第一运动定律·····	(105)
第三节 牛顿第二运动定律·····	(107)
第四节 牛顿第三运动定律·····	(114)
第五节 牛顿运动定律的应用·····	(117)
第六节 向心力·····	(123)
学习指导·····	(130)
内容提要·····	(130)
基本要求·····	(132)
常见错误分析·····	(133)
习题·····	(135)
第五讲 功和能·····	(142)
第一节 功·····	(142)
第二节 动能 动能定理·····	(151)
第三节 势能 功能原理·····	(158)
第四节 机械能守恒和转化定律 能量守恒和转化定律·····	(163)
学习指导·····	(174)
内容提要·····	(174)

基本要求	(177)
常见错误分析	(177)
习题	(178)
第六讲 冲量与动量	(186)
第一节 冲量和动量 动量定理	(186)
第二节 动量守恒定律	(197)
第三节 碰撞	(205)
学习指导	(215)
内容提要	(215)
基本要求	(218)
常见错误分析	(218)
习题	(222)
第七讲 刚体的定轴转动	(226)
第一节 刚体的基本运动	(226)
第二节 转动定律	(235)
第三节 刚体对定轴转动的动能定理	(244)
第四节 刚体对定轴转动的角动量定理和角动量守恒定律	(252)
学习指导	(260)
内容提要	(260)
基本要求	(268)
常见错误分析	(264)
习题	(265)
第八讲 流体力学	(269)
第一节 连续性方程	(269)
第二节 伯努利方程	(278)
学习指导	(282)
内容提要	(282)
基本要求	(284)
习题	(284)
* 第九讲 狭义相对论简介	(286)

第一节 伽利略变换与伽利略相对性原理.....	(286)
第二节 爱因斯坦相对性原理与洛伦兹变换.....	(289)
第三节 狭义相对论时空观.....	(291)
学习指导.....	(296)
内容提要.....	(296)
基本要求.....	(298)
习题.....	(298)
第一篇测验作业.....	(298)

第二篇 机械振动和机械波

第十讲 机械振动.....	(304)
第一节 弹簧振子和简谐振动.....	(304)
第二节 简谐振动的周期、频率、振幅和位相.....	(309)
第三节 简谐振动的 $x \sim t$ 图线, $v \sim t$ 图线和 $a \sim t$ 图线.....	(317)
第四节 简谐振动的矢量表示法.....	(319)
第五节 简谐振动的能量.....	(322)
第六节 阻尼振动、受迫振动、共振.....	(326)
第七节 简谐振动的合成.....	(329)
学习指导.....	(335)
内容提要.....	(335)
基本要求.....	(338)
常见错误分析.....	(339)
习题.....	(340)
第十一讲 机械波.....	(345)
第一节 机械波的产生和传播.....	(345)
第二节 平面简谐波.....	(352)
第三节 波的能量.....	(362)
第四节 惠更斯原理.....	(368)
第五节 波的干涉.....	(371)

学习指导.....	(381)
内容提要.....	(381)
基本要求.....	(383)
常见错误分析.....	(384)
习题.....	(386)
第二篇测验作业.....	(392)
附录 I 矢量.....	(397)
附录 II 常用物理常数.....	(404)
附录 III 习题和测验答案.....	(406)

第一篇 力和运动

在物质的各种各样、千变万化的运动形式中,机械运动是最简单,也是最基本的运动形式。机械运动就是物体空间位置的变化。比如地球绕着太阳的运动,汽车在公路上的行驶,鸟儿在天空的飞翔,机器的运转,弹簧的伸缩,钟摆的摆动等等,都是机械运动。本单元就是研究机械运动的基本特点和基本规律,由于物体的机械运动总是受着物体间相互作用力的约束和影响,所以有关机械运动的研究就称为力学。

人们在日常生活和生产实践中要经常接触到机械运动,所以力学是自然科学中最早发展起来的一门科学。根据所讨论的目的不同,一般把力学分为三部分:静力学,讨论物体在平衡状态时相互作用力的关系;运动学,讨论物体的空间位置如何随着时间而改变的规律;动力学,讨论在力的作用下物体的运动如何变化的规律。本书只讨论运动学和动力学两部分。

任何物质运动都包含着机械运动,所以力学的基本概念和基本规律在其他科学技术部门中得到广泛的应用,也是学习物理学以后各单元的 necessary 知识基础。

第一讲 机械运动的描述

第一讲,先介绍机械运动的共同特点,然后讨论描述机械运动所用的一些基本概念和物理量。

第一节 参照系和坐标系

1.1 参照系

任何物体都在不停地运动着。房子看来是静止的，这是因为我们习惯以地面为标准来看房子的缘故，如果从太阳上来看房子，它是以每秒29.8公里的速度跟着地球绕太阳运动。太阳也不是静止不动的，它以每秒约250公里的速度带着九大行星和众多小卫星一起在银河系里运动。当然银河系又是以更巨大的速度在宇宙空间中飘荡着。所以自然界没有绝对静止不动的物体，一切物体都在不停的运动着，这叫做运动的绝对性。所谓坐地日行八万里，指的就是这个意思。“坐地”看起来是静止的，但又“日行八万里”，就是因为地球每日自转一周，即使坐着不动的人也跟随地球在空间转动了一周，这说明宇宙间一切物体都在不停地运动。

既然宇宙间一切物体都在运动，为什么我们说有的物体是运动的，有的物体却又是静止的？原来人们在识别物体的运动时，总是相对于另一个物体来认识的。例如我们坐在行驶着的火车里，会看到车窗外的房屋、树木纷纷向后退，而车厢内的东西却静止不动，其实这时我们是把这些物体都相对于火车的位置是否有变化而认识的；同样，我们看到人造卫星相对于天上的月亮、星星的位置不断地改变，就知道卫星在运动。所以当我们说到某个物体的位置时总是指这个物体相对于另一个物体的位置而言，孤立地讲一个物体的位置是没有意义的。假如有人告诉我们有一列火车，但是却没有提及任何其他物体，那末，这列火车究竟在什么地方，我们还是一无所知的。如果他还告诉我们此列火车在那条铁路上，距离某个车站有多远，则火车的位置就明确了，这时我们所说火车的位置是指火车相对于该铁路上某个车站的位

置。因此，我们研究一个物体的运动，总要参考和对照另一个物体（或一些彼此相对静止的物体）来确定它在每个时刻的位置，被我们选作参考和对照的一个（或一些）物体，就叫做参照系。相对于参照系有位置变化的物体，我们就说它在运动，否则就说它是静止。

由于选取的参照系不同，对同一个物体的运动描述就会有不同的结论。例如，我们选取地球作为参照系，认为房子是静止的，若选取太阳为参照系，房子是运动的；又如站在地面上的人（以地面或房屋为参照系），看到树木是不动的，而坐在行驶中的火车上的人（以火车为参照系）却看到树木是往后运动的。一个物体的运动，在不同的参照系看来，它的运动的描述就是不同，这叫做运动描述的相对性。

由于运动描述的相对性，我们在说明某个物体的运动情况时，必须明确地指出它是相对于那一个参照系来说的。

参照系的选择可以任意，主要看问题的性质和研究的方便来决定。例如研究火车的运动，最方便是选择车站为参照系；研究人造地球卫星的运行，最方便是选择地球作为参照系；研究地球绕太阳的公转，自然最方便是选择太阳为参照系了。在研究地面上物体的运动时，若不作特殊说明，都选地面或在地面上静止的物体为参照系。

1.2 坐标系

参照系选定以后，为了能够从数量上来定量表示物体相对于参照系的位置，还必须在参照系上建立适当的坐标：规定坐标轴的方向和选定坐标原点。

坐标系的选择，也是要看问题的性质和研究的方便来决定。最常采用是直角坐标系：选择某一固定点为坐标原点 O ，通过 O 点作三条互相垂直的直线为坐标轴，分别为 x 轴、 y 轴、 z 轴。于是物