

《物理学自学指导》丛书

# 物质结构

〔英〕John Bausor 等著

杨佩卿 译 严导淦 审校

高等教育出版社



## 内 容 提 要

本书是根据英国 John Murray Ltd. 1978 年出版的 “Advanced Physics Project for Independent Learning” 丛书中的“学生自学指导书”译出的。全丛书共有十个单元,分为十个分册。本分册为“物质结构”,内容共分六章,包括物质中的原子、物质、能和温度、气体、放射性、原子模型、放射性衰变以及十一个实验。书中的各类问题和测验题均附有答案。

本书内容丰富,编排别具一格,论述严谨简明,旨在利用各种有效的教学途径和手段,突出学生自学能力的培养,指引读者自学物理学课程。

本书可作为广大具有中学物理水平的读者自学大学物理教材的参考书,也可作为我国各类大、中学校(函授、电视大学、职工大学等成人高等院校、普通大、中学校和师范院校或大学预科)师生的教学参考书。

物理学自学指导丛书

### 物 质 结 构

[英] John Bausor 等著

杨佩卿 译

严导淦 审校

\*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷二厂印装

\*

开本 850×1168 1/32 印张 4.875 字数 112,000

1980 年 6 月第 1 版 1980 年 6 月第 1 次印刷

印数 0001—1 050

ISBN 7-04-000849-1/O·326

定价 1.25 元

# 《物理学自学指导丛书》简介

## (代译序)

英国 John Murray 出版公司自 1978 年以来陆续出版了一套 Advanced physics project for Independent Learning (以下简称“APPIL”)丛书,直译可译为《高级物理学自学丛书》或“A-水平\*物理学自学丛书”。这套丛书是在伦敦市区教育局(Inner London Education Authority)倡议下,由 John Bausor 为首的一个编写小组从 1975 年 9 月开始历时三载完成的。本丛书在一定程度上试图按照英国开放大学的教学方式,写成一套配合英国大学预科水平(A-水平)物理课程教学的自学辅导用书,使学生或成人借助本书,以 70% 的学时自学指定的教材,以 30% 的学时在学校老师指导下编组学习或作实验,以完成大学预科水平物理学课程的学习任务。这与我国高等教育自学考试或函授的形式有些类似。

本丛书作用在于指导读者自学教材,帮助读者学习和研究物理学。由于英国大学一般是三年制,需进入大学学习的中学生,要专攻两年 A-水平(相当于大学预科性质)的物理学。因此,本丛书类似于一套适合我国大专层次的高等教育自学考试或函授读者的“学习指导书”;也类似于我国介于大学普通物理与高中物理课程之间水平的一套课外辅导读物,以指导学生自学教材。

自五十年代末期以来,欧美各国一直在不断地革新传统教材。

---

\* 英国中学生毕业时预计达到两种水平:大学预科性质的 A-水平(advanced level)和一般的 O-水平(Ordinary level)。——编者注

综观近年来英国 A-水平物理学教材 如 M. Nelkon、I. Duncan 等所编的几部 A-水平物理学教材,其内容水平与我国工科专业大专层次普通物理教材有些相近,但在体系上有很大差异,取材亦较丰富,并使用了一些微积分。这从配合其自学的本丛书各单元的内容(见第 3 页表列),即可窥其梗概。它改变了传统的以力、热、电、光等运动形态立论的老体系,而将它们渗透到“物质”、“力与场”、“波动”三大部分中去。这对我国当前的教材改革有一定的借鉴作用。

APPII 丛书的内容是精选过的,切合中学生的需要,可弥补当前国内有些教材(包括习题集)因受大纲限制而出现的内容雷同的不足。并且有些内容正是我国教材(特别是工科物理教材)所缺少的。例如,在“物质结构”这一单元的第一章中,用历史事实和实验方法,以提问的形式论述了物质是由不连续的颗粒所组成的,内容生动扼要,重点突出;又如在“物质特性”这一单元中,用分子力的  $f \sim r$  曲线和  $E_p \sim r$  曲线解释了物体的形变,后又引伸到物质结构的晶体缺陷、材料断裂问题。论述深入浅出,辅以有关的实验(如肥皂膜模型法),理论联系实际,从而开阔了学生的视野。

本丛书的编法虽非一般教科书的形式,但着重于物理现象的观察分析和问题的讨论,各单元中每一章都通过各类题目的问答形式来建立基本概念和掌握基本规律,对读者学习教材、参考书及其他有关资料起到具体指导和帮助的作用。因此,本丛书作为学生的“学习指导书”,是颇具特色的。在论述方法上,本丛书既富有概括性,又有具体分析,并且图文并茂,形象生动,颇能引人入胜。

本丛书包括十个单元,每个单元分“学生指导书”和“教师指导书”两册。此外还有“教师手册”和“学生手册”各一册。全套共二十二册。其中,各单元的“学生指导书”是本丛书的精华所在。为了适应我国物理教学的需要,在杨仲耆教授等人的倡议和指导下,今

将各单元的“学生指导书”译出<sup>①</sup>，考虑到中国的习惯，更名为物理学自学指导丛书，按单元分册出版，以飨读者。

APPIL 各单元的内容并不是按照传统的完整体系来写的，因此，各单元之间的整体联系性不强，并不受各种普通物理教材系统的影响，即各单元有其相对独立性，自成一体。这十个单元的内容如下表所列：

| 三大部分 | 物 质  |       | 力 与 场 |         | 波 动  |       |
|------|------|-------|-------|---------|------|-------|
|      | 单元代号 | 名称    | 单元代号  | 名称      | 单元代号 | 名称    |
| 第一学年 | SM   | ①物质结构 | FM    | ②力和运动   | WP   | ④波的特性 |
|      | EP   | ③电学性质 | FF    | ⑥力和场    |      |       |
|      | MP   | ⑤物质特性 |       |         |      |       |
| 第二学年 | TP   | ⑧热学性质 | EN    | ③电子和原子核 | VW   | ⑦振动与波 |
|      |      |       | EM    | ⑩电磁学    |      |       |

表中各单元名称左上角○内的编号为原书的单元顺序。

原丛书每单元中各章所列的教材或参考书约有五、六种。我国读者自学时也可选用国内通行的普通物理学教材作为参考。“本丛书使用说明”及“本单元前言”均为原书所写，“本单元参考书”中，中文参考书为译者所加。

严导淦

1986年6月

<sup>①</sup> 这套书中未译出的《教师指导书》、《教师手册》、《学生手册》与教学内容关系不大，多属教学方法和教学管理方面的资料。——译者

## 本丛书使用说明

编写本丛书的目的是为了指导读者如何自学物理学教材。因此,全书框架和编写形式与一般教材不同。

在各单元的“学生指导书”中,开头都有一段“前言”,其中对本单元各章内容作了简介,并列有每章所需的学习时间(建议性的)。

全丛书有四个属于起点性的单元,它们是“物质结构”、“力和运动”、“电学性质”、“波的特性”,这些单元开始都列有“课前准备”这一内容,并以简单测验题的形式,对读者进行一次预测,以此让读者自我检验是否具备学习本单元所必需的预备知识和概念(相当于普通中学的一般物理水平);并用流程图指引读者去复习有关的内容,以弥补原有知识的不足,为学习本单元做好准备。

按照本指导书进行自学时,要求读者自学教材内容,做笔记,解题,做实验,使用视听材料,讨论和回答各类问题,以及参考其它资料。这些多样化的环节是经过缜密构思和安排的。当然,并不是每章中都含有上述所有环节,但全书各单元的格局大抵如此。

现将本书各单元每章的组成部分及其功用说明如下:

(1) **自学安排** 列于每章开头,包括本章的学习目的、所需的学习时间、参考的教材、实验项目等,以便于读者拟定本章的学习计划,并能合理地安排时间和进程,有效地利用实验室、图书馆等条件去进行各种教学活动。

(2) **学习要求** 这是每章的重要组成部分,它逐条地指出了学习本章后所应掌握的主要内容。读者在学习教材相应内容的过程中(或学完后),可按“学习要求”来检查所学内容是否已达到了规定的要求。按照“学习要求”中所提出的条文,还能帮助读者以有用的概念为纲写成笔记。

(8) 每章正文 这是每章的核心部分。在每节的标题之后有几段简明扼要的论述,阐明教材中引出的基本概念、难点和重点内容,并有机地配置了相应的引导题、自我检查题、复习题,实验,视听材料,补充内容、综合练习、物理学的应用、计算机程序、背景读物等等。

每章的主要内容是以题目的形式来表述的。各类题目有其不同的功能。

复习题——这类问题帮助读者复习教材、参考书、实验结果或其它有关资料中的主要内容。这类问题的答案可成为阅读笔记的主体,并可作为最后考试的基本参考内容。

引导题——这类问题包括重要公式的证明或概念的引述,它引导读者按题中所列的步骤,循序渐进地去动手解答。这比单纯阅读教材更有效益,使学生在阅读教材后有一巩固基本概念或重要公式的机会。

自我检查题——这类问题用来检验读者对所学内容的理解及学习进展情况。这类题目难度不大,其中绝大部分题目读者都易于回答;那些不能回答或答错的题目,要求读者重新复习教材内容或求教于同事或老师。

实验是本课程非常重要的一部分。每章开头所列的实验项目,均大致规定了每个实验用于安装仪器和测试数据所需的时间。每个实验安排均在课程最合适的时候。为此,读者必须安排好自己的学习计划,以便按时做实验。每单元之末,给出了各个实验的详尽说明、用作图法或其它方法记录实验结果以及所获得的一些结论。对所述的实验方法没有必要重抄一遍,但一些特殊的步骤及有助于复习的内容不妨将它抄录下来。

在有些章节中,增添了一些“补充内容”,此乃基于下述考虑:

a. 提供具有重要意义(例如,一些具体应用)的附加材料;

b. 对某些专题作更详尽的处理;

c. 提供附加的专题或引伸核心内容, 以满足考试委员会的特殊要求. 这种素材超出教学大纲要求的内容. 对有些学生来说, 此项内容应精读; 而对其他学生, 或许也有一定的参考价值. 假如读者不清楚究竟哪一部分超纲内容适合你的需要, 可以向教师请教.

作为近代化的教学手段, 有些章节中列入了“视听材料”——8毫米的电影片<sup>①</sup>. 这些影片可以作为实验观察的补充. 影片中还包括一些解释和问题. 另外, 还有一些“计算机程序”, 可用于检查附录中的题目答案.

有些章节中提供的“背景读物”, 是对某些专题进行较深入学习的参考书. 阅读这些材料, 有助于了解物理学的历史、社会以及技术背景.

“综合练习”是先让读者阅读一篇与所学内容有关的科技论文, 这些文章大多是从科技文献中摘选出来的. 然后针对该篇论文提出一系列问题, 要求读者结合所学的物理学知识给出解答或评述.

**(4) 学习要求检查题** 每章末了都附有一组学习要求检查题, 系根据每章开头提出的“学习要求”而撰写的. 读者学完该章后, 请回答这些问题, 以对所应掌握的内容作一次终结性的检查.

**(5) 单元终结测验** 学生学完一个单元之后, 应参加这种测验, 并在适当时候向学生提供详细的答案. 这种测验是为了让教师有可能检查本课程的教学效果. 单元终结测验题在原书中是属于“教师指导书”的内容, 我们将它译出, 连同答案一并附于各单元之后.

---

<sup>①</sup> 这些影片目前我国尚未引入.——译注

最后应指出,引导题、自我检查题、学习要求检查题等,在书末尾均附有答案和提示。复习题一般不给答案,但对带有“\*”号的复习题有时给出提示或部分答案。复习题的解答需按时交批。做其它类型的题目时,如果在解题之前就去看答案,说明你没有专心于学习,对你的学习并无裨益。

关于如何使用参考书的具体示例,在《力和运动》单元第一章中有详细介绍。各单元每章开头所列的参考书(或其中译本)在国内不一定都能找到。读者可以选用我国通行的普通物理学教材进行自学。在自学过程中,若选配本丛书的有关单元作为自学指导书,当能相得益彰。

## 本单元前言

在本单元，读者将学习物质的属性。在第一、第二和第三章里，我们要介绍怎样用一切物质是由原子组成的理论来阐明固体、液体和气体的性质。在第四、第五和第六章里，我们要介绍怎样由放射性的实验研究引出原子本身的结构理论。

● 本单元是这套自学指导丛书的三大部分之一——“物质”部分的起点，为此本单元设有一节预习内容，称之为“课前准备”。旨在帮助读者复习回顾跟本单元学习内容有关的、预先必备的物理知识；并配备一套预习自测试题及如何进行补习以弥补所缺知识的建议。在本单元中一些课题的要求符合“A”水平标准，其它的课题将在后继的单元中进一步论述，指导书会在适当的地方给以阐明。

第一章的内容是从关于物质属性理论的早期争论开始的。要求读者按本人的实践知识和基本的物理概念来思考这些问题。实验方面的困难之一在于原子线度（或原子的大小）的测定，和从实验得出的一些概念。我们应用道尔顿（Dalton）和阿佛伽德罗（Avogadro）关于原子理论的重要概念，计算原子的线度和原子的数目。本章之末介绍应用现代的观察手段考察物质中的原子。

第二章讨论物质中的原子或分子彼此非常接近时有何性质，讨论粒子之间的作用力与粒子的能量，温度和物质结构的关系。

第三章着重考察气体状态。我们是从实验出发得到气体性质的定律的，进而得出气体状态方程，并学习它的一些应用。我们还引入气体分子运动的模型概括地解释气体的性质。

第四章讨论放射性的特性和本质。读者将借不同的检测器和辐射源来进行研究。

第五章介绍有关原子结构的重要模型，即卢瑟福（Rutherford-

rd)模型,并说明该模型是与放射性实验有关的。

第六章利用前两章学习内容中的实验证据和原子理论,解释某些物质的放射性辐射的实验事实,最后一节叙述放射性物质的应用。

## 本单元参考书

### 中文参考书

- 李 椿 章立源 钱尚武编《热学》 高等教育出版社  
顾建中编《热学教程》(修订本) 高等教育出版社  
余守宪 陈广汉 余国贤 祁祥麟编《物理学》力学和热学部分 高等教育出版社  
曹董龄等编《物理学》上册 高等教育出版社 南京工学院等七所工科院校编 马文蔚 柯景凤改编《物理学》上册 高等教育出版社  
[美] F.W. Sears 等著 郭泰运等译《大学物理学》第二册 高等教育出版社

### 外文参考书

- Abbott. A. F. Ordinary level Physics. *Heinemann. 2nd edition 1969. 3rd edition 1977.*  
Bennet. G.A.G. Electricity and Modern Physics. *Edward Arnold. 2nd edition (SI). 1974.*  
Duncan. T. Advanced Physics: Materials and Mechanics. *John Murray. 1973.*  
Duncan, T. Advanced Physics: Fields, Waves and Atoms. *John Murray. 1975.*  
Hurst. M. M. Crystals. *Longman. 1969.*  
Lewis. J. I. & Wenham. E. J. Radioactivity. *Long-*

*an. 1970.*

Nelkon. M. & Parker. P. Advanced Level Physics. *Heinemann, 3rd edition(SI). 1970.*

Wenham. E. J. *and others.* Physics: Concepts *and* Models. *Addison Wesley. 1972.*

Whelan. P. M. *and* Hodgson M. J. Essential pre-University Physics. *John Murray. 1971.*

## 课 前 准 备

在学习这一单元时,我们假定读者以前曾学过物理,因而本单元将在读者现有知识的基础上加以引伸。由于读者对已学过的东西难免要遗忘,或对有些内容还不甚理解,所以我们安排了这部分内容,以帮助读者回顾、复习或学习所需的知识,从而能最有效地使用本单元的学习指导。

读者首先要阅读课前必须掌握的知识。这些是读者开始学习本单元主要部分之前必须做到的。读者应记下哪些是你已经掌握了,哪些是你没有把握的。

然后完成预习自测题。要求读者在不参考书籍或不求助于别人的情况下,迅速做完以下两个部分预习自测题。预习自测的目的是使读者自我检查目前所掌握的知识,以便发现自己的不足之处,并加以弥补。

预习自测题做完以后,按评分标准,你对自己的这次测验评定出分数。接着,根据测验结果,读流程图(见第10页),按图中对读者的要求,做完一切应弥补的工作。

上述工作完成以后,读者确信自己已为学习新内容作好了准备,那就可以开始学习第一章。

### 课前必须掌握的知识

学习本单元之前,读者应能:

1. 正确使用下列科学术语:

原子,分子。

2. 叙述晶体结构与布朗运动是如何支持“物质是由运动着的微小粒子组成的”这一观点的。

3. 利用物质的粒子理论<sup>①</sup>解释固体、液体和气体的性质。
4. 记住道尔顿原子理论的要点。
5. 叙述波义耳定律,并应用该定律来解题。
6. 定义下述物理量,并说出它们的单位:动能,势能,功。
7. 用你自己的话叙述能量守恒定律。
8. 在一给定的情况中判别能量转换是否发生并找出发生的原因。
9. 根据 6, 7 和 8 的要求来解题。

### 预习自测题

本测验题的题目有三种类型,其代号分别如下:

MC 选择题。挑选出一个正确的答案。

MR 多种回答题。挑选出所有的正确答案。

NUM 计算题。作出解答,并写出答数及相应的单位。

### 第一部分 分子和原子

题 1(MR) 下述说法中哪些是正确的?

A 液体中的分子和固体中的一样,几乎是紧紧地靠在一起的。

B 分子在固体中有确定的位置,在液体中却并非如此。

C 在温度相同时,气体分子比液体分子具有较多的能量。

D 分子是物质的最小的粒子。

题 2—4(MC) 试从下列几种说法(A—E)中:

A 分子从液体上方逃逸出而进入空间。

B 微小粒子的撞击是由分子的杂乱运动引起的。

---

① 国内教材通常称为物质的分子运动论。——译者

- C 液体分子和气体分子之间有强的吸引力。  
 D 微粒被约束在一起形成有次序的排列。  
 E 一种物质的分子穿越到另一种物质分子之间的空间进行扩散。

选出其中一种来说明下列现象(2—4)之一:

2. 蒸发
3. 布朗运动
4. 晶体形成

题 5—7(MC) 如图 P 1, 容器内储有气体, 活塞可自由移动, 但活塞和容器壁之间不漏气。

5. 当活塞缓慢地向左移动时, 愈来愈难以推动。这是因为:

A 分子较快地运动着, 以致分子强烈地撞击活塞, 作用在活塞的压力增加了。

B 气体分子紧紧地约束在一起, 不能再进一步压缩了。

C 在给定的时间内, 有较多分子撞击活塞, 对活塞的作用力增加了。

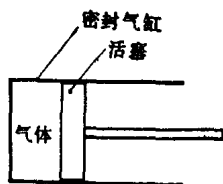


图 P 1

6. 若把容器在冰箱内放 1 小时, 活塞将:

- A 向左运动。
- B 向右运动。
- C 静止不动。

7. 1 小时后发生的这种现象是因为气体分子的能量

- A 和冰箱里空气分子的能量相等。
- B 大于冰箱里空气分子的能量。
- C 大于室内空气分子的能量。
- D 小于室内空气分子的能量。

题 8(MR) 下列有关原子的说法中, 哪些是道尔顿原子理论的组成部分?

- A 一切元素都是由原子组成的。
- B 原子是不可分的。
- C 任何一种元素的原子都是相同的。
- D 原子不能创造或消灭。
- E 在同温度、同压力时, 相同容积的气体包含的原子数目相等。

题 9(MR) 下列各项中哪一项可由道尔顿原子理论导出?

- A 阐述参与反应的各物质的量的定律。
- B 原子量体系。
- C 估计原子的大小。

题 10(MC) 在图 P 2 A-E 的图线中, 试正确选出一有关气体

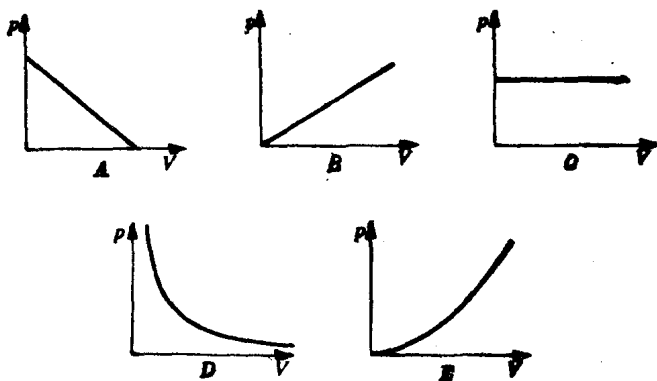


图 P 2

遵守波义耳定律的图线来。

题 11 和 12(NUM) 在图 P 3 中, 设大气压力为 760 mm Hg 高。

11. 以 mm Hg 为单位, 计算管内空气的压力值。

12. 如果管子向上提起, 直到使水银柱的高度达到 600 mm 为止, 则空气柱的长度是多少?

## 第二部分 热, 功与能

题 13 (MR) 在下列情形中, 哪些是在做功?

- A 用网球拍击一球。
- B 在斜坡上刹住一辆汽车。
- C 书架上放着书籍。
- D 氢气球在空中上升。

题 14-17(MC) 骑自行车时有许多不同形式的能量变化, 对题 14-17 所述的各种情况, 试在(A-H)中判断出哪一种能量变化对骑自行车人来说是最重要的?

- A 化学能变为动能。
- B 动能变为化学能。
- C 势能变为动能。
- D 动能变为势能。
- E 势能变为热(内)能。
- F 动能变为热(内)能。
- G 化学能变为光能。
- H 动能变为光能。

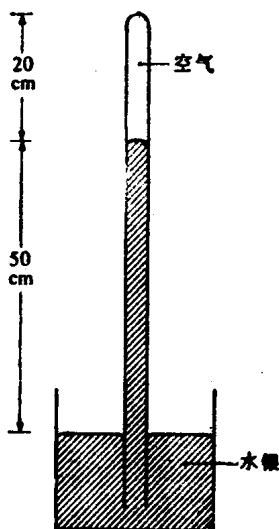


图 P 3