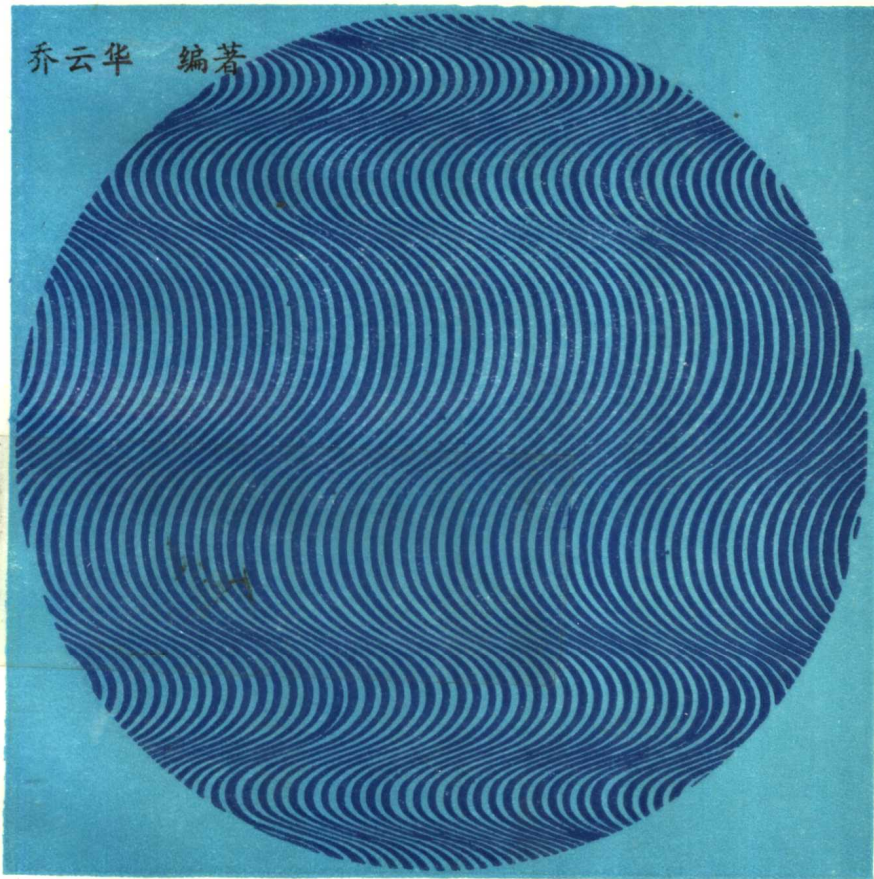


高中物理教与学新探

(下 册)

乔云华 编著



北京师范学院出版社

高中物理教与学新探

(下 册)

乔 云 华 编著

北京师范学院出版社

内 容 简 介

本书是作者多年指导高中物理总复习教学改革成功经验的总结。其教学方法与传统方法不同，有其自己独特模式。本书有立体网络型知识结构；能力培养注重思维的发散性；例题注重解法的多样化；练习多为作者自编，新颖、有趣、巧妙。该书是物理教师教学改革的参考资料，也可供高中学生复习参考。

全书共三册，本书为下册。

高中物理教与学新探

(下 册)

乔云华 编著

*

北京师范学院出版社出版发行

(北京阜成门外花园村)

全国新华书店总经销

北京昌平兴华印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 插页：2 印张：34.5 字数：775千字

1992年2月北京第一版 1992年2月北京第一次印刷

印数：0,001—15,000册

ISBN 7-81014-606-8/G·488

每套定价：14.50元

目 录

热学、电磁学、光学及原子物理学的基本

知识结构	(1)
第七章 分子运动论 热和功	(4)
第八章 固体和液体的性质	(19)
第九章 气体的性质	(26)
第十章 电场	(46)
第十一章 稳恒电流	(83)
第十二章 磁场	(171)
第十三章 电磁感应	(198)
第十四章 交流电	(258)
第十五章 电磁振荡和电磁波	
电子技术初步知识	(291)
第十六章 光的反射和折射	(308)
第十七章 光的本性	(347)
第十八章 原子和原子核	(367)

热学、电磁学、光学及原子物理学的基本知识结构

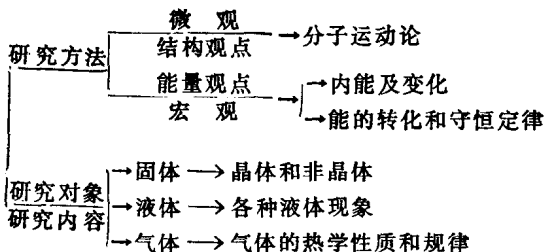
一、本册包括以下三部分内容：

热学；电磁学；光学和原子物理学。

二、关于高中物理讲述的热学知识

高中物理热学教材内容包括本册中的第七章《分子运动论 热和功》、第八章《固体和液体的性质》、第九章《气体的性质》，其研究方法和知识结构如下（表7-1）。

表7-1

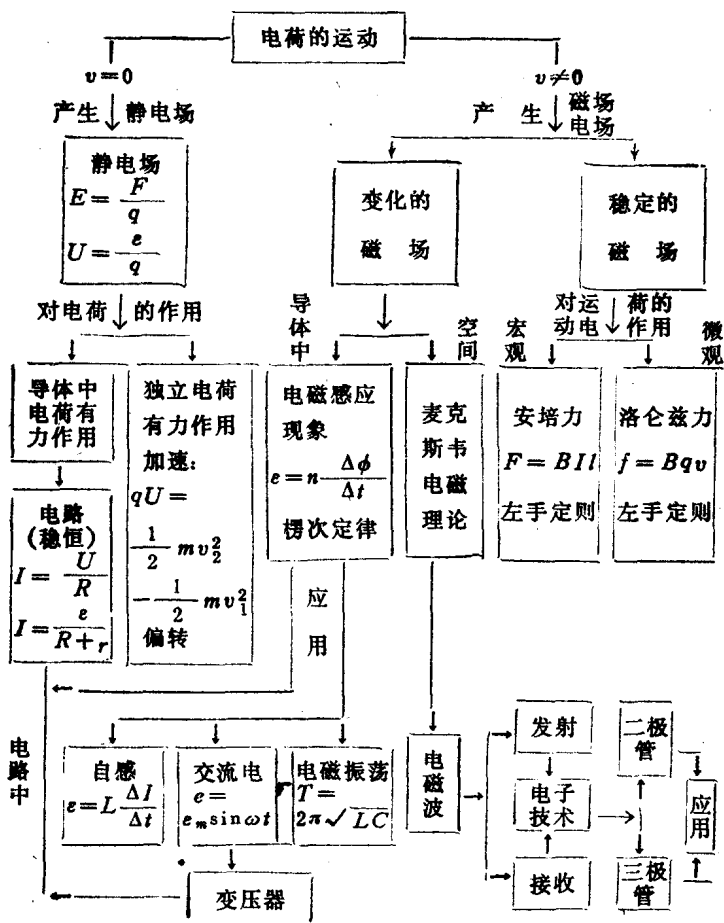


三、关于高中物理讲述的电磁学知识

高中物理讲述的电磁学知识包括本册中的第十章《电场》、第十一章《稳恒电流》、第十二章《磁场》、第十三章《电磁感应》、第十四章《交流电》、第十五章《电磁振荡和电磁波、电子技术初步知识》。

本部分的主要知识之间的关系如下(表7-2)。

表7-2



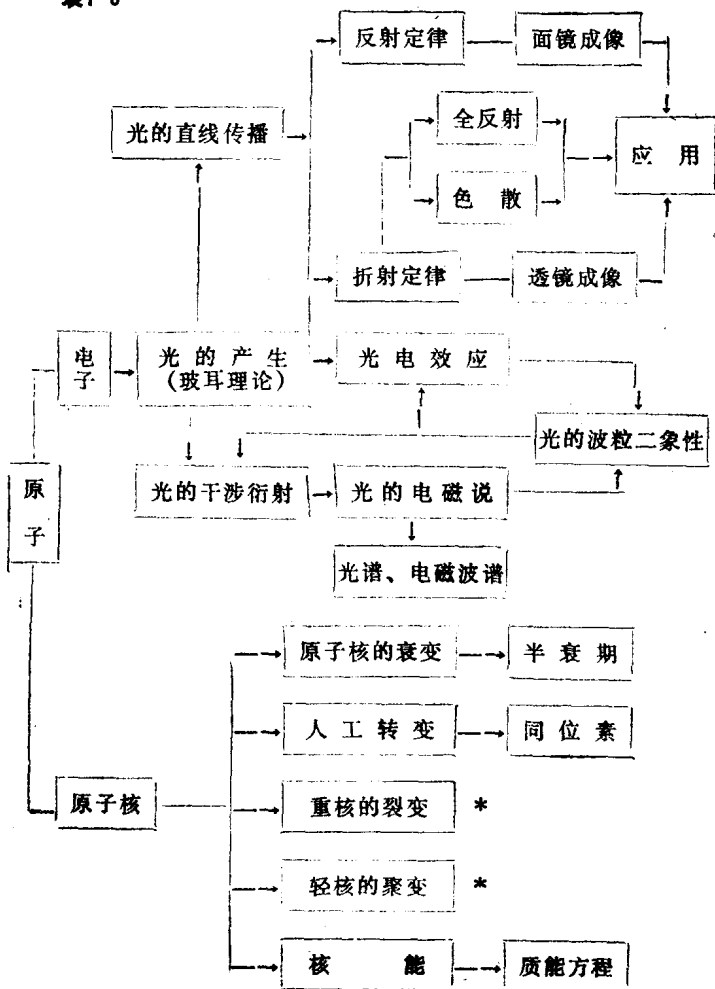
四、关于高中物理讲述的光学和原子物理学知识

高中物理讲述的光学知识包括本册中的第十六章《光的

反射和折射》和第十七章《光的本性》。第十八章《原子和原子核》是原子物理学知识。

本部分主要知识之间的关系如下(表7-3)。

表7-3



第七章 分子运动论 热和功

分子运动论是分子物理学的基础理论，而热量和功是热学中的两个重要概念，所以本章是分子物理学和热学的基础知识。

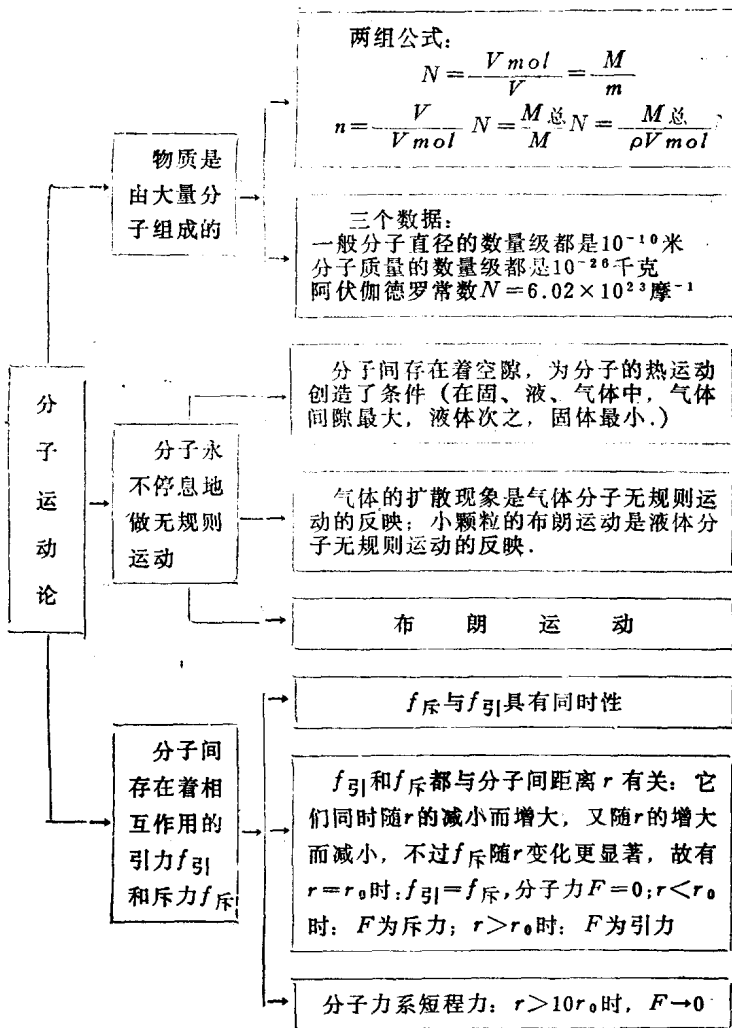
分子物理学和热学都是研究热运动及其规律的物理学分支。分子物理学是从微观角度、用统计方法来探讨热现象的本质和规律。热学是从能量的观点出发，用实验的方法来总结热现象的宏观规律的。也就是说分子物理学和热学是从不同角度和用不同的方法来研究同一对象——热运动的。显然它们研究的对象与方法和力学研究的对象与方法是不同的。

§1 分子运动论

分子运动论是本章的重点，也是分子物理学研究的出发点，是解释热现象的本质和了解物质三态及其特性的基础知识。现把有关知识总结如下表7-4 (A、B、C)：

说明：分子运动论的基本假设是在对物质结构的分子层次的大量研究基础上总结归纳出来的。它反映了组成物质的基本微粒的热学和力学特性。这一理论是从微观角度研究热现象本质的主要依据，也是学习固体和液体的性质及气体的性质的基础。从本章开始，对物质运动的研究将从宏观领域深入到微观领域。

1. 关于物质是由大量分子组成的



布朗运动

定义	1827年英国植物学家布朗用显微镜观察水中悬浮的花粉.发现这些花粉颗粒不停地做无规则运动.这种运动就叫做布朗运动
特点	悬浮微粒的运动是极不规则的,是永不停止的;颗粒越小,运动越明显;水的温度越高,小颗粒的运动越激烈
产生的原因	由于悬浮微粒被液体分子包围着,并不断受到液体分子的撞击.在某一瞬间,从某一方向撞击它的分子数多于其它方向撞击它的分子数,小颗粒受到的冲力就不平衡,它就会沿着撞击的分子数多而冲力大的方向运动,下一瞬间,在另一方向上受到的冲力大一些,小颗粒又沿着那个方向运动了.这样,就引起了小颗粒的无规则的运动
说明	布朗运动并不是分子的运动,而是花粉颗粒的运动.作为布朗运动的小颗粒是由千百万个小分子组成的,而各个分子的运动我们是看不见的.但是,从小颗粒的布朗运动,可以间接地揭露液体分子的运动.我们把分子的这种无规则的、永不停息的、与温度有关的运动,叫分子的热运动,所以布朗运动不是分子热运动

表7-4C

物质三态比较

物态	气 态	液 态	固 态
分子间距离	较大	较小	最小
分子间作用	微弱	较大	很强

续表

物态	气 态	液 态	固 态
分子运动的情况	分子在没有跟别的分子碰撞前, 作匀速直线运动, 碰撞后改变速度的大小和方向, 碰撞表现为无规律的运动	分子可以在平衡位置周围作振动, 而且平衡位置也在移动	绝大多数分子只能在平衡位置附近作无规则的振动, 有固定的平衡位置
体积与形状	体积和形状都随容器而改变, 始终充满整个容器	形状随容器而改变, 有一定的体积	有一定的体积与形状

分子是保持物质化学性质的一种微粒。要弄清分子区别于宏观物体的微观特征, 树立起关于分子线度的“小”和数量的“多”的具体观念。

7-1 如图 7-1 所示, 食盐 (NaCl) 的晶体是由钠离子 (图中 $\bullet$) 和氯离子 ($\circ$) 组成的。这两种离子在立体空间的三个互相垂直的方向上, 都是等距离地交错排列的。已知食盐的摩尔质量 58.5 克/摩, 食盐的密度是 2.2 克/厘米³。阿伏加德罗常数为 6.0×10^{23} 摩⁻¹。

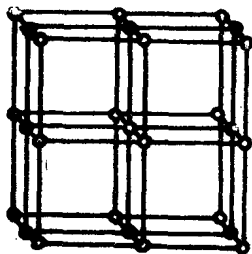


图 7-1

在食盐晶体中两个最近的钠离子中心间的距离是多大?

解: 根据题意可知 NaCl 的分子质量为

$$m_{\text{NaCl}} = \frac{58.5 \text{ 克/摩}}{6 \times 10^{23} / \text{摩}} = 9.75 \times 10^{-23} \text{ 克}.$$

又知NaCl的密度 $\rho=2.2$ 克/厘米³，设单位体积内NaCl的分子数为 n ，则

$$n = \frac{2.2 \text{ 克/厘米}^3}{9.75 \times 10^{-23} \text{ 克}} = 2.26 \times 10^{22} \text{ 个分子/厘米}^3.$$

由图7-1可知，NaCl晶体中单位体积内的总离子数 $N=2n$ 。

又因为在晶体中相邻离子之间的间距即为每个离子所建立方体的边长，因此，相邻离子间距离为

$$d = \frac{1}{\sqrt[3]{N}} = \frac{1}{\sqrt[3]{2 \times 2.26 \times 10^{22}}} \\ = 2.8 \times 10^{-6} \text{ (厘米)}.$$

故最近的钠离子中心间距为

$$s = \sqrt{d^2 + d^2} = 2.8 \times 10^{-6} \text{ (厘米)}.$$

2. 关于分子的热运动

① 分子热运动是指原子、分子等微观粒子，在任何温度下都进行着的无规则运动；温度越高，分子的无规则运动越剧烈。分子很小，用肉眼和光学显微镜都不能看见，因此分子的热运动是通过观察扩散现象和对布朗运动的分析间接认识的。

② 布朗运动

在做布朗运动实验时，选的小颗粒必须足够的小（直径约为 10^{-3} mm），并且小颗粒必须放在不能溶解这些小颗粒的液体中，只有满足这样的条件，布朗运动才能显示。

通过观察模拟演示，或用400~600倍光学显微镜观察稀释了的墨汁水、花粉水或颜料粉溶液中悬浮着的固体物质颗粒的无规则运动，来认识布朗运动。

有关布朗运动的其它问题可参看表7-4B。

7-2 试判断下列哪些说法是正确的?

A. 阳光下我们看到的飞舞的颗粒的运动也是布朗运动。

B. 由牛顿第一定律可知,在布朗运动中,颗粒越小,它的质量就越小,故其布朗运动也就越显著。

C. 课本上所描绘做布朗运动的微粒的运动路线不是微粒运动的实际轨迹,而是在坐标纸上每隔一定时间记录一次该微粒的位置,然后依据时间先后的顺序,用折线连接这些位置而获得的一种实验图线。

D. 一杯水中放入几粒盐,盐粒沉在水下面逐渐溶解,由于盐分子要做布朗运动,所以,过一段时间,上面的水也会变咸的。

答: C.

3. 关于分子间的作用力

关于分子间的作用力除表 7-1 中所述外,还有必要注意以下三点:

① 从实质上说分子之间的相互作用主要起源于带电粒子之间的电性作用力。我们知道,分子是由原子组成的,原子是由带正电的原子核和绕核旋转的带负电的电子组成的。因此,当两个分子相互接近时,组成分子的原子核与原子核、核外电子与核外电子等同性电荷互相排斥;而这一个原子的原子核与另一个原子的核外电子相互吸引,导致两分子之间同时存在着斥力和引力,而且由库仑定律可知,这种电性斥力和引力都是随着分子间的距离增大而减小的。

② 分子间的作用力是一种短程力,这可由许多实验事实来说明,如破镜难以重圆、金属碎屑难以重新集结成块,只有在相互间隔距离很短的范围内分子间才有作用,若把玻

璃、金属屑等熔融后分子热运动加剧，分子间的距离有可能达到引力作用范围以内，所以冷却后它们又能重新聚集成整体。

③ 不仅同类物质的分子间有相互作用，不同物质的分子间也有相互作用力。例如在锯末中加入粘合剂能使锯末分子和粘结剂分子间距离接近到相互吸引的范围，使锯末得以被压制成板或块状的建筑材料。

7-3 判断下列哪些说法正确？

A. 固、液、气体都不能被无限压缩说明分子间存在斥力。

B. 同一种物质可以处于固、液、气三种状态，在某条件下处于什么状态是由分子作用力和分子运动共同决定的。

C. 相距较远的甲、乙两分子，在甲固定不动，乙逐渐向甲靠近过程中，先是分子力对乙做正功，然后乙克服分子力做功。

D. 电焊可以把两块铁焊在一起说明分子间存在引力。

答：A、B、C、D。

7-4 将一根钢条弯曲，为什么会感到费力？

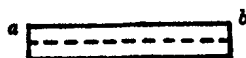


图 7-2

答：如图7-2所示，取 ab 为中间面，当钢条发生弯曲形变时， ab 中间平衡位置的长度不变。 ab 上层长度会伸长，相邻分子间的距离将大于平衡位置间的距离，于是 ab 上层分子之间的作用力表现为引力； ab 下层长度会缩短，相邻分子间的距离将小于平衡位置间的距离，于是 ab 下层分子间的

作用力表现为斥力。ab上、下层分子间的引力和斥力的总效果表现为钢条抗拒弯曲形变，产生了反抗形变的弹力。这就使得人弯曲钢条时会感到费力。

§2 热 和 功

热量、功和能量是热学或者说是整个物理学的一些重要概念。

关于热量和功的概念学生在初中已初步学习过。在高中则要求学生进一步知道功和热量都是过程量，都是可以用实验方法测定的宏观量。做功和传递热量对于改变物体的内能是等效的，然而它们的本质是不同的，做功是把其它物体的机械能、电能（包括光能）、化学能、原子核能等各种其它形式的能转化为物体的内能，而传递热量则是其它物体的内能与研究对象的内能之间的相互传递转移，即能的形式没有发生转变。应在初中基础上进一步了解焦耳实验中消耗的机械功和产生的热量的比值为一定值的物理意义。要理解“热量”和功之间的转化必须以物体内能的变化为前提。例如在锅炉中加热水使其变成蒸汽，这是水吸收热量使内能增加的过程；把蒸汽通入蒸汽机，水蒸汽膨胀推动活塞，这是水蒸气内能减少而对外做功的过程。这就是说热转化为功是通过水蒸气的内能变化实现的。外力推动活塞压缩气体做功，使气体温度升高的过程就是气体内能增加的过程，这过程说明了功转化为热也是通过气体内能的变化而实现的。此外，学生还应知道根据国务院法定计量单位的规定，热量和功都应应用焦耳做单位。

能量是物质运动的一般量度。相应于不同形式的物质的

运动，能量有机械能（包括动能、重力势能、弹性势能、声能）、物质能（包括分子内能、化学能、原子核能）、电磁能（包括电能、磁能、辐射能）等等。如本章所讲述的分子的动能、势能和物体的内能就是用来表征分子的热运动的。另外，还要注意，物体的能量和它的质量之间也存在着一定的内在联系，那就是 $\Delta E = \Delta m \cdot C^2$ ，式中 Δm 为物体质量的变化， ΔE 为物体能量的变化。

能的转化和守恒定律是自然界中最重要和最普遍的规律之一。能量是运动的量度，当物质的运动形式发生转变时，能量形式同时发生转变，即当一种形式的运动消失时，代而出的是另一种形式的运动，而且在其转化前、后和转化过程中能量的数值都保持不变（守恒），这说明运动无论在形式上，还是在数量上都是不灭的。自然界无论发生什么变化或过程，不论是宏观过程，还是微观过程，一定都遵守能的转化和守恒定律。关于能的转化和守恒定律应重点了解和掌握以下几个问题：

1. 能的转化和守恒定律的内容：能量既不能凭空产生，也不能凭空消失，它只能从一种形式转化为另一种形式，或者从一个物体转移到别的物体。

2. 能及其所对应的运动，在形式上和相互转化上是多种多样的（参看上册附表1）。能的转化一定要通过做功过程来实现，而能的转移是要通过某种形式的传递来完成的。

3. 各种形式的能在转化和转移中总量守恒是无条件的；而某种或几种形式的能的守恒是有条件的，如在只有重力和弹力做功时，机械能才守恒。

现把上述知识及有关的一些重要物理现象归纳、总结如表7-5。

表7-5

