

# 高中物理读本

第二册



人民教育出版社

# 高中物理读本

## 第二册

人民教育出版社物理室 编

人民教育出版社

## 高中物理读本

### 第二册

人民教育出版社物理室 编

\*

人民教育出版社 出版发行

网址: <http://www.pep.com.cn>

北京天宇星印刷厂印装 全国新华书店经销

\*

开本: 787 毫米×1 092 毫米 1/32 印张: 9.5 插页: 1 字数: 190 000

1993 年 2 月第 1 版 2006 年 8 月第 19 次印刷

印数: 1 189 001~1 194 000

ISBN 7-107-01703-9 定价: 6.00 元  
G · 3233

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版科联系调换。

(联系地址: 北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编: 100081)

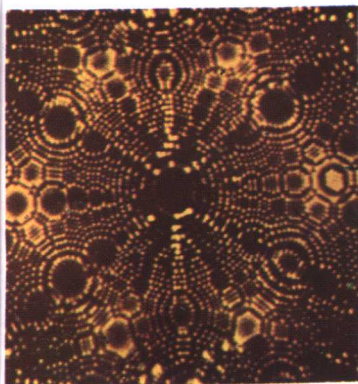


图1 钨原子

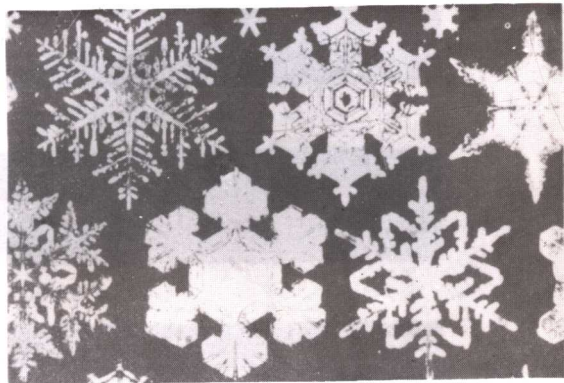
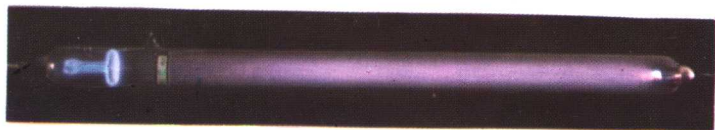


图2 雪花



图3 水晶



$4.0 \times 10^2$  帕



$2.0 \times 10$  帕



4 帕

图 4 辉光放电

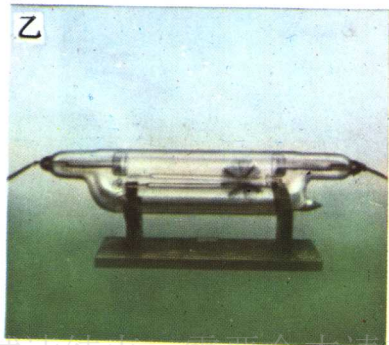
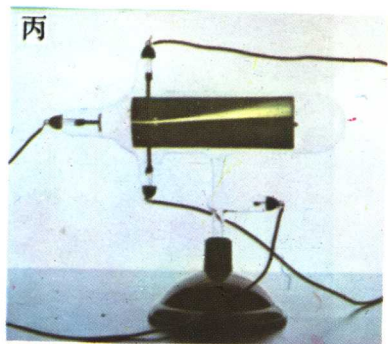
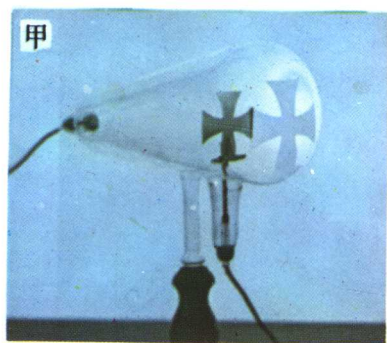


图 5 阴极射线管

## 说 明

本书是一套学生课外读物(共三册),供爱好物理的高中学生在学习物理必修课和选修课时参考阅读,期望有助于发展这部分学生的爱好和特长.

本书是将我社原高中物理课本(甲种本)作必要修订而成.原甲种本的编者有:张同恂,方玉珍,马淑美,郭连璧,李福利.审订者是雷树人.此次的修订者是:张同恂,扈剑华.

人民教育出版社

# 目 录

第一章 分子运动论基础 .....	1
一、分子运动论的建立 .....	2
二、物体是由分子组成的 .....	3
阅读材料：离子显微镜 .....	6
三、布朗运动 .....	8
四、分子间的相互作用力 .....	12
第二章 内能 能的转化和守恒定律 .....	16
一、物体的内能 .....	16
阅读材料：热的本质 .....	18
二、改变内能的两种方式 .....	19
三、热功当量 .....	21
四、能的转化和守恒定律 .....	24
五、能的转化和守恒定律的建立及其意义 .....	28
六、能源的利用和开发 .....	29
第三章 气体的性质 .....	35
一、气体的状态和状态参量 .....	35
二、气体的等温变化 玻意耳-马略特定律 .....	39
三、气体的等容变化 查理定律 .....	45
四、热力学温标 .....	47
五、理想气体的状态方程 .....	50
六、克拉珀龙方程 .....	54
七、气体分子运动的特点 .....	58
八、气体实验定律的微观解释 .....	61
九、理想气体的内能 .....	65
十、理想气体的内能变化 .....	65

第四章 固体和液体的性质 .....	72
一、晶体和非晶体 .....	72
二、空间点阵 .....	74
三、液体的微观结构 .....	76
阅读材料：液晶 .....	77
四、液体的表面现象 .....	78
五、浸润和不浸润 .....	81
六、毛细现象 .....	82
第五章 物态变化 .....	85
一、溶解和凝固 .....	85
二、溶解热 .....	88
三、蒸发 .....	91
四、饱和汽与饱和汽压 .....	93
五、沸腾 .....	98
六、汽化热 .....	100
七、气体的液化 .....	103
八、空气的湿度 .....	106
九、露点 湿度计 .....	108
阅读材料：过热液体、过冷液体和过饱和汽 .....	112
第六章 电 场 .....	115
一、两种电荷 电荷守恒定律 .....	115
二、库仑定律 .....	118
三、电场 电场强度 .....	122
阅读材料：用比值定义物理量 .....	127
四、电力线 .....	129
阅读材料：法拉第和场的概念 .....	132
五、电场中的导体 .....	134
六、电势能 .....	137
七、电势 .....	140



	八、等势面 .....	142
	九、电势差 .....	146
	十、电势差跟电场强度的关系 .....	148
	十一、带电粒子在电场中的运动 .....	151
	十二、基本电荷的测定：密立根实验 .....	155
	十三、电容器 电容 .....	157
	十四、电容器的连接 .....	164
	十五、静电的防止和应用 .....	167
	<b>第七章 稳恒电流</b> .....	174
	一、电流 .....	174
	二、欧姆定律 .....	176
	三、电阻定律 电阻率 .....	179
	四、电功和电功率 .....	182
	五、焦耳定律 .....	184
	六、串联电路 .....	186
	七、并联电路 .....	192
	八、分压和分流在伏特表和安培表中的应用 .....	196
	九、电路的分析和计算 .....	200
	十、电动势 闭合电路的欧姆定律 .....	206
	阅读材料：欧姆定律的建立 .....	209
	十一、路端电压 .....	211
	十二、电池组 .....	214
	十三、电阻的测量 .....	218
	十四、惠斯通电桥 .....	220
	<b>第八章 物质的导电性</b> .....	228
	一、金属的导电性 .....	228
	二、液体的导电性 .....	232
	三、法拉第电解定律 .....	233
	四、电子电量的确定 .....	236

阅读材料： $e$ 和 $N$ 的测定 .....	237
五、气体的导电性 .....	239
阅读材料：电子发射 .....	242
六、几种自激放电现象 .....	244
七、气体电光源* .....	248
八、真空中的电流 .....	251
九、示波管 .....	252
十、半导体的导电性 .....	255
十一、N型半导体和P型半导体 .....	257
十二、PN结 晶体二极管 .....	259
十三、晶体三极管 .....	262
学生实验 .....	267
一、验证玻意耳-马略特定律 .....	267
二、验证气体状态方程 .....	269
三、测定冰的溶解热 .....	270
四、测定空气的相对湿度 .....	271
五、电场中等势线的描绘 .....	272
六、利用电容器放电测电容* .....	274
七、测定金属的电阻率 .....	275
八、把电流表改装为伏特表 .....	276
九、用安培表和伏特表测定电池的电动势和内电阻 .....	277
十、练习使用万用表 .....	279
十一、用惠斯通电桥测电阻* .....	281
十二、测定铜的电化当量 .....	282
十三、练习使用示波器 .....	283
课外实验活动 .....	288
一、观察扩散现象 .....	288
二、自制冰淇淋 .....	288
三、人造云雾 .....	289

四、测定水的汽化热 .....	289
五、估计水升高的温度 .....	290
六、用自制的验电器做静电实验 .....	290
七、自制电池 .....	291
八、研究电灯泡的电阻 .....	291
附录 常用的热学量和电学量的国际单位制单位 .....	292

## 第一章 分子运动论基础

从这一章开始我们学习热学知识. 热学是物理学的一部分, 它研究热现象的规律. 热现象跟力学现象不同, 描述热现象的一个基本概念是温度. 温度发生变化的时候, 物体的许多性质都发生变化. 例如物体的温度升高, 它的体积要膨胀. 在 1 标准大气压下, 水在  $0^{\circ}\text{C}$  以下是固体(冰), 在  $0^{\circ}\text{C}$  以上才是液体. 一段橡皮管冷却到  $-100^{\circ}\text{C}$  以下会变得像玻璃一样地易碎, 轻轻打一下就碎裂成许多小块. 凡是跟温度有关的现象都叫做热现象.

热学知识在实际中有重要的应用. 各种热机和致冷设备的研制, 化工、冶金、气象的研究, 都离不开热学知识.

研究热现象有两种不同的方法. 一种是从能量的观点来研究, 确认热是能的一种形式, 叫做热能, 并把热能跟其他形式的能联系起来, 建立了能的转化和守恒定律. 另一种是从物质微观结构的观点来研究, 建立了分子运动论, 说明热现象是大量分子无规则运动的表现. 这两种方法相辅相成, 使人们对热现象的研究越来越深入.

这一章讲述分子运动论, 下一章讲述热能以及能的转化和守恒定律. 然后以此为基础分别研究气体、液体和固体的性质. 气体比较简单, 研究得比较透彻, 我们的学习将以气体作为重点.

## 一、分子运动论的建立

早在古希腊的时候,就有人提出物质的微粒结构的思想.两千多年以前,古希腊的著名思想家德谟克利特说过,万物都是由极小的微粒构成的,并把这种微粒叫做原子.这种古代的原子的学说虽然没有实验根据,却包含着原子理论的萌芽.

在十七世纪到十八世纪期间,随着热学的发展,人们开始探讨热现象的本质,出现了分子运动论的学说.伽森第提出物质是由分子构成的,设想分子是一种硬的粒子,能向各方向运动,并用来解释固液气三种物质状态.胡克和伯努利发展了这个学说.罗蒙诺索夫继续发展了这个学说,明确提出了热是分子无规则运动的表现.但是,这个学说当时还不能定量地解释热现象.更重要的是,认为热是一种运动的表现,当时得不到公认,因而这个学说未能得到发展.另一种学说,即认为热是一种特殊物质的热质说,占据着统治地位.

十九世纪中叶,建立了能的转化和守恒定律,确认热是能的一种形式,而不是一种特殊物质.能的转化和守恒定律的建立否定了热质说,为分子运动论的发展开辟了道路.此后,定量而系统的分子运动论飞速发展起来,在差不多半个世纪的时间里就建立起完善的分子运动论.克劳修斯认为气体对器壁的压强是由大量气体分子碰撞器壁而产生的,他由此算出了气体的压强,解释了有关气体的实验定律.麦克斯韦认识到气体分子的速率各不相同,而分子的速率是按着一定规律分布的.玻耳兹曼进一步研究分子运动论,使分子运动论达到了

完善的程度。

分子运动论的基本内容是：物体是由大量分子<sup>①</sup>组成的，分子永不停息地做无规则运动，分子之间存在着相互作用的引力和斥力。按照分子运动论，热现象是大量分子无规则运动的表现，温度表示分子无规则运动的激烈程度，热能是大量做无规则运动的分子具有的能。用分子运动论可以说明很多热现象和物质的性质。首先详细地研究了气体，建立了气体分子运动论，说明了气体的宏观性质。随后又用分子运动论研究了液体和固体，也获得很大成果。

分子和分子的运动虽然看不见，但分子运动论也跟其他物理理论一样，是建立在一定的实验基础之上的。下面我们介绍分子运动论的基本内容，要着重说明它的实验基础。

## 二、物体是由分子组成的

物体是由分子组成的，这在化学中已经学过了。这一节讲讲分子的大小和阿伏伽德罗常数。

**分子的大小** 分子看不见，摸不到，怎样能知道分子的大小呢？

一种粗略地测定分子大小的方法是油膜法。把油滴滴到水面上，油在水面上要尽可能地散开，形成单分子油膜(图 1-1)。如果把分子看成球形，单分子油膜的厚度就可以认为等于

---

<sup>①</sup> 构成物质的单位是多种多样的，或是原子(如金属)或是离子(如盐类)或是分子(如有机物)。为了简化，这里把构成物质的单位统称为分子。

油分子的直径. 事先测出油滴的体积, 再测出油滴在水面上散开的面积, 就可以算出单分子油膜的厚度, 这样就测出了分子的直径. 测定结果表明, 分子直径的数量级是  $10^{-10}$  米.

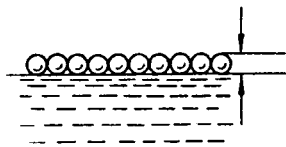


图 1-1 水面上的单分子油膜的示意图

现在有了能放大上百万倍的离子显微镜, 用它可以看见钨针针尖上原子分布的图样

(见插页彩图 1), 并且可以测出钨原子间的距离大约是  $2 \times 10^{-10}$  米. 设想钨原子是一个挨着一个排列的, 那么, 可以认为钨原子间的距离  $2 \times 10^{-10}$  米就是钨原子的直径.

物理学中有各种不同的方法来测定分子的大小. 用不同方法测出的分子的大小并不完全相同, 但是数量级是相符的. 测定的结果表明, 一般分子直径的数量级都是  $10^{-10}$  米. 例如水分子的直径是  $4.0 \times 10^{-10}$  米, 氢分子的直径是  $2.3 \times 10^{-10}$  米.

需要指出的是: 把分子看作小球, 是分子运动论中对分子的简化模型; 实际上, 分子有它复杂的内部结构, 并不真是小球. 因此, 说分子的直径有多大, 一般知道数量级已经可以了, 它提供了关于分子大小的一个数量观念, 使我们了解分子是多么微小.

**阿伏伽德罗常数** 我们在化学课中学过, 1 摩尔<sup>①</sup>的任何物质, 其中含有的粒子数相同, 都等于 12 克碳-12 中含有

① 摩尔简称摩, 国际符号是 mol.

的原子数. 这个数叫做阿伏伽德罗常数.

知道分子的大小, 可以粗略地算出阿伏伽德罗常数. 例如 1 摩的水, 质量是  $1.8 \times 10^{-2}$  千克, 体积是  $1.8 \times 10^{-5}$  米<sup>3</sup>. 水分子的直径是  $4.0 \times 10^{-10}$  米, 体积大约是  $3 \times 10^{-29}$  米<sup>3</sup>. 设想水分子是一个挨一个排列的, 我们可以算出 1 摩的水中所含的分子数:

$$N = \frac{1.8 \times 10^{-5} \text{米}^3 / \text{摩}}{3 \times 10^{-29} \text{米}^3} \\ = 6 \times 10^{23} \text{摩}^{-1}.$$

早期测定阿伏伽德罗常数的一种方法, 就是利用油膜法测出分子直径, 得出这个常数的. 这种测定方法比较粗略, 但得出的数量级是正确的.

我们看到, 阿伏伽德罗常数是一个十分巨大的数字. 为了说明这个数字有多么大, 我们设想有一个极小的动物来喝水, 它每秒钟喝进 100 亿个分子, 要二百万年才能把 1 摩的水喝完.

反过来, 知道了阿伏伽德罗常数, 对液体和固体很容易估算分子的大小. 知道液体和固体的摩尔体积, 设想其中的分子是一个挨一个排列的, 利用阿伏伽德罗常数就可以算出一个分子所占的体积, 从而估算出它的直径.

知道了阿伏伽德罗常数, 还可以算出分子的质量. 水的摩尔质量是  $1.8 \times 10^{-2}$  千克/摩, 1 摩的水中含有  $6 \times 10^{23}$  个分子, 所以一个水分子的质量是

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1.8 \times 10^{-2} \text{千克/摩}}{6 \times 10^{23} \text{摩}^{-1}} \\ = 3 \times 10^{-26} \text{千克}.$$



可见水分子的质量是很小的.除了包含几千个原子的有机物大分子而外,一般分子的质量也是这个数量级.

反过来,知道分子的质量,也可以算出阿伏伽德罗常数.物理中有办法测出分子的质量,例如精确测得一个碳原子的质量是  $1.995 \times 10^{-26}$  千克,由此不难得出阿伏伽德罗常数.

阿伏伽德罗常数是微观世界的一个重要常数,用分子运动论定量地研究热现象经常要用到它,它是联系微观世界和宏观世界的桥梁.从上面所讲的我们可以看出,阿伏伽德罗常数把摩尔质量或摩尔体积这种宏观物理量跟分子质量或分子大小这种微观物理量联系起来.

正因为阿伏伽德罗常数这样重要,所以物理学家们想出各种办法来测定它,一百多年以来不断努力来更精确地测定它.后面我们讲到电学的时候,就要提到一种测定阿伏伽德罗常数的方法.现在测得的阿伏伽德罗常数的精确值是

$$N = 6.022045 \times 10^{23} \text{摩}^{-1}.$$

通常可取作  $N = 6.02 \times 10^{23} \text{摩}^{-1}$ .

### 阅读材料: 离子显微镜

课文中提到,用离子显微镜可以测出钨原子的直径.现在简单介绍一下离子显微镜的构造和原理.

离子显微镜由半径约为 10 厘米的球形玻璃容器和一根钨针组成,钨针的针尖放在容器的中心(图 1-2).针尖的表面可以看作是半径非常小的球面,近代金属加工技术可以做到使这个半径约为  $5 \times 10^{-6}$  厘米.在球形容器的内表面涂上一