

# PHYSICS

主 编 束炳如 何润伟

选修 1-2

普通高中课程标准实验教科书

# 物理 1-2

教师用书



上海科技教育出版社

选修 1-2

普通高中课程标准实验教科书

# 物 理 1-2

PHYSICS

教师用书

主 编 束炳如 何润伟

上海科技教育出版社



上海科技教育出版社欢迎广大师生来电来函指出教材的差错和不足, 提出宝贵意见。

上海科技教育出版社地址: 上海市冠生园路393号。

邮政编码: 200235

联系电话: 021-64367970 转 202 分机

传真电话: 021-64702835

网址: [www.sste.com](http://www.sste.com)。

邮件地址: [office@sste.com](mailto:office@sste.com)

ISBN 7-5428-3952-7



9 787542 839527 >

此书如有印、装质量问题, 请向本社调换  
上海科技教育出版社 电话: 64367970

普通高中课程标准实验教科书

物理 1-2·教师用书

束炳如 何润伟 主编

世纪出版集团 出版发行  
上海科技教育出版社

(上海市冠生园路393号 邮政编码200235)

[www.ewen.cc](http://www.ewen.cc) [www.sste.com](http://www.sste.com)

各地新华书店经销 常熟兴达印刷有限公司印刷

开本 890×1240 1/16 印张 11.25

2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

ISBN 7-5428-3952-7/G·2285

定价: 16.00元

主    编  束炳如  何润伟  
本册主编  王溢然  彭  怡  
编写人员  (按姓氏笔画为序)  
          王溢然  邢象强  
          汪慧琴  彭  怡

亲爱的老师:

欢迎你与我们一起走进这个新的教学领域。

物理选修系列1是为喜爱人文学科的学生编写的教材,也是建国50多年来中学物理课程中第一种具有人文特色的物理教材。长期以来,喜爱人文学科的学生使用的都是理科教材的“节缩本”,没有自己的物理课本,他们普遍感到学习上有困难。以“知识为本”的“节缩本”驱散了学生的兴趣和热情,繁复的计算掩盖了生动丰富的物理思想。由于课时的限制,在教学中有时采用了删减内容的做法,使所剩内容支离破碎,给学生造成了一定的知识缺陷。教科书谈不上有任何人文特色,学生也无法较全面地了解物理学的概况。这显然不能适应时代的发展要求,也不利于喜爱人文学科的学生今后自身发展的需要。

为了适应社会发展的需要,适应课程改革的要求,我们在教材编写方面做了一些探索和尝试,编写了具有人文特色的教材物理选修系列1。本书是配合选修1-2编写的教师用书。

与选修1-1类似,在编写中,我们尤其注意了这样三个方面:

首先,强化人文气息。作为具有人文特色的物理教材,我们认为在使学生学习一定的物理内容的过程中,注意物理学与人文学科融合的同时,应使学生领略到科学美和艺术美。因此,在编写中,从每章的引入到正文的展开,力求语言流畅、抒情,插图精美、诱人。在每章的首页,还都配以反映全章核心内容的章头图和短短的散文诗,使学生有一种清新和亲切的感觉,能激发学生对科学的热情和兴趣。

第二,着力反映科学家的思想观点、精神面貌。科学的发现和发明是人类心智活动最富有活力的结晶。科学家认识自然的观念、科学研究的指导思想,从来就跟科学家的哲学思想有着千丝万缕的联系。科学的发现和发明过程也最生动地展示了人们的精神面貌。因此,教材在展示科学技术发展的过程中,充分反映了科学家的思想观点、研究方法及勇于

探索、无畏无惧、坚忍不拔的精神。我们认为,让喜爱人文学科的学生多了解一些科学发现的思想观点、科学家的精神风貌,比起让学生记住科学家获得的结果更有意义。

第三,突出了科学技术与社会的互动关系。《课程标准》指出:在选修1-2中,学生在学习物理学基础知识和方法的同时,将认识科学技术与社会发展的互动关系以及由此引发的人类思维、生产方式、生活方式的变革,思索科学、技术与社会协调发展的关系,培养可持续发展的意识。

为此,我们的教材结合物理内容,在各个部分都随时注意联系实际应用,各个部分都适时地插入许多供学生思考、探究的问题和课外活动,努力展示科学技术与社会的互动关系。

编写具有人文特色的物理教材是一项新的工作。依据这种教材的要求开展教学工作同样是一项创举。大家都有一个不断学习、不断探索、不断总结、不断提高的过程。为了对老师们的教学工作尽可能地提供一些方便,除了按教材逐页地作些说明外,在各章“课程资源”中还编写和摘引了一定的资料,供老师们参考和选用。

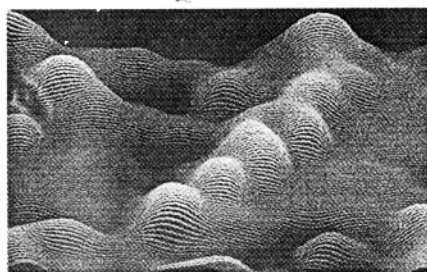
当前,气势磅礴的新一轮教学改革正从教材改革着手,任重而道远。我们大家都面临着新的挑战,热忱希望老师们充分发挥自己的才智,用好用活人文特色的物理教材,更恳切地希望老师们结合自己的教学工作对本教材提出宝贵的意见。

编 者

# Contents

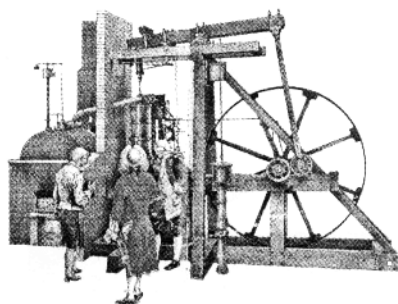
## 目 录

|       |           |    |
|-------|-----------|----|
| 第 1 章 | 人类对热现象的探索 | 6  |
|       | 《课程标准》的要求 | 6  |
|       | 编写思路与特点   | 6  |
|       | 教材说明与教学建议 | 7  |
|       | 课程资源      | 23 |

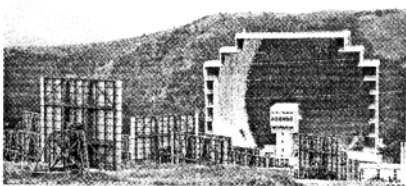


|       |            |    |
|-------|------------|----|
| 第 2 章 | 热力学定律与能量守恒 | 27 |
|       | 《课程标准》的要求  | 27 |
|       | 编写思路与特点    | 27 |
|       | 教材说明与教学建议  | 28 |
|       | 课程资源       | 48 |





|       |            |    |
|-------|------------|----|
| 第 3 章 | 热机与第一次工业革命 | 57 |
|       | 《课程标准》的要求  | 57 |
|       | 编写思路与特点    | 57 |
|       | 教材说明与教学建议  | 58 |
|       | 课程资源       | 80 |



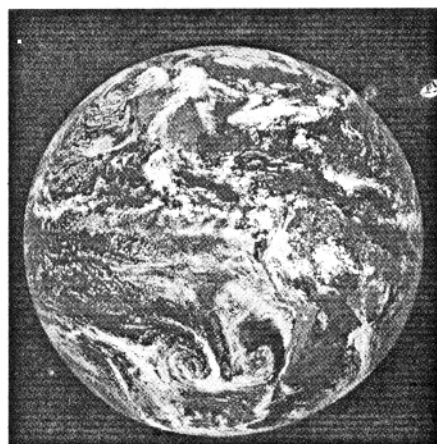
|       |           |     |
|-------|-----------|-----|
| 第 4 章 | 热与生活      | 92  |
|       | 《课程标准》的要求 | 92  |
|       | 编写思路与特点   | 92  |
|       | 教材说明与教学建议 | 93  |
|       | 课程资源      | 108 |

# Contents

|     |            |     |
|-----|------------|-----|
| 第5章 | 电能与第二次工业革命 | 112 |
|     | 《课程标准》的要求  | 112 |
|     | 编写思路与特点    | 112 |
|     | 教材说明与教学建议  | 113 |
|     | 课程资源       | 132 |



|     |           |     |
|-----|-----------|-----|
| 第6章 | 能源与可持续发展  | 138 |
|     | 《课程标准》的要求 | 138 |
|     | 编写思路与特点   | 138 |
|     | 教材说明与教学建议 | 139 |
|     | 课程资源      | 163 |



## 第 1 章

# 人类对热现象的探索

---

### 《课程标准》的要求

\* 了解分子动理论的基本观点,列举有关实验证据。用分子动理论和统计观点认识气体压强。

---

### 编写思路与特点

热现象是大量分子运动的宏观表现,跟人类生活、生产的关系十分密切。考虑到学生的生活经验和通过初中物理学习对分子动理论已有的初步认识,本章先从宏观上介绍人类对热本质的探索,然后深入微观的分子世界,最后从分子之多、运动之乱的特点引入研究分子运动的统计方法。

本章教材以分子动理论为核心,引进了统计思想。三节内容的编排有跌宕起伏之感,容易激发学生的兴趣。

## 教材说明与教学建议

撩起冷热的面纱  
走出困惑与迷茫  
让人们亲近分子  
把概率迎进殿堂  
布朗的小颗粒  
多么神奇风光

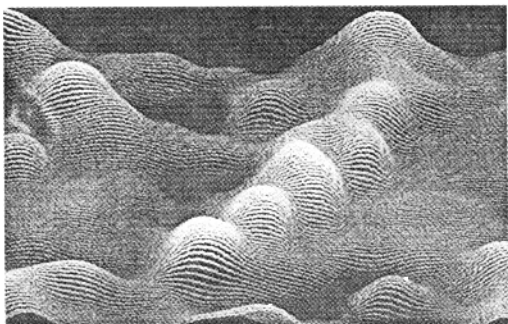


图 1-1 用扫描隧道显微镜在一个遗传分子上描绘出的形状

### 第 1 章

### 人类对热现象的探索

热与冷,每天伴随着人们。在 3000 多年前,我们的祖先已开始关注热现象,可是直到蒸汽机的轰鸣声隆隆响起,在热现象和相关的许多问题上,依然迷雾重重。

热究竟是什么?

怎样知道物质分子的大小?

布朗运动是怎么回事?

分子间相互作用有什么规律?

如何研究大量分子杂乱无章的运动?

.....

本章将承接初中物理对热现象和分子运动的初步认识,引领你沿着历史的长河,追溯思想家、科学家对热本质的探索,了解科学史上影响深远的两种学说。接着,我们将走进分子世界,从分子之小、运动之乱到其相互作用之复杂,进一步认识分子动理论的基本要点及其实验基础。最后,通过实例,引入统计观念,用统计观念解释气体的压强,介绍统计规律的特点以及统计方法在经济建设、科学研究等方面的应用。

选学系列 1 的学生通过对《物理 1-1》的学习,对此系列的特点和学习方法已有一定的了解。在学习本书第 1 章前,可以先让学生简要地回顾一下《物理 1-1》的基本内容,谈谈自己的学习体会;接着教师可结合《课程标准》概述一下《物理 1-2》的主要内容和学习要求,使学生对全书形成一个总体认识;然后引入新课。

第 1 章的引言分为三小段:第一段烘托背景;第二段指出本章所研究的主要问题;第三段概括了本章的编写思路。

章头图十分鲜艳,学生会感到很新奇,遗传分子跟想象中的球形分子完全不同。它是利用扫描隧道显微镜(参见本章“课程资源”)对一个遗传分子进行扫描后描绘出来的。扫描时探针与分子表面保持相同的距离,并随着不平的表面上下移动,从而得到反映分子表面形状的电势。教学中,有条件时还可利用计算机显示其他分子(或原子)的形态。本书下页的图 t-1-1 是一幅用扫描隧道显微镜绘制的玻璃表面图。每一个凸出点代表一个硅原子或一个氧原子。

## 1.1

## 关于热本质的争议

热与冷,跟人们的生活有着密切的关系。很早人们就从自身的感受和直接的观察中,形成了对热现象的一些初步认识。

热学这门科学源于人类对于热与冷现象本质的追求。

——王竹溪

## 对热现象的早期认识

据记载,早在我国西周初期,人们就已经知道较冷和较热物体之间的区别,懂得冷热不同的物体相接触会发生热传递现象。

春秋战国时期的《考工记》中,记载着用焰色判断冶炼进程的方法:“凡铸金之状,金(即铜)与锡,黑浊之气竭,黄白次之;黄白之气竭,青白次之;青白之气竭,青气次之。然后可铸也。”也就是说,必须达到“炉火纯青”的地步,才有足够的高温可以进行冶炼。这完全符合现代用焰色判断温度高低的原理。

秦汉之际的《淮南子》中,记载着结冰与温度高低的联系:“是故处于堂上之阴,而知日月之次序;见瓶中之冰,而知天下之寒暑。”

南北朝之后,人们已认识到人的体温近乎恒定,知道用体温为标准比较温度的高低。

……

## 科技活动 欣赏古诗,剖析原理

宋代著名诗人苏东坡在《惠崇春江晚景》一诗中写道:

竹外桃花三两枝 春江水暖鸭先知  
蒌蒿满地芦芽短 正是河豚欲上时

请讨论一下,其中“春江水暖鸭先知”符合什么物理原理?

我国许多古籍中对温度和热传递等现象都有着丰富的记载。古人们在对热现象进行观察的同时,也思考着热的本质。从早期



图 1-2 春江水暖鸭先知

本节先回顾古代对热现象的认识,接着介绍关于热本质的两种学说及伦福德和戴维的实验,最后指出了热的本质。

关于热本质的争论,是物理学史上颇有影响的一件事。教学中可以结合旁批指出这一争论的意义,从而引入课题(王竹溪是我国著名的热力学专家)。

“对热现象的早期认识”这一段侧重于我国古人的一些认识。《考工记》和《淮南子》的那两段古文,可以让学生自己释义,估计都能读懂其大意。希望有志于人文学科方向的学生能从古人对自然现象的关注和所形成的基本正确的见解中受到一些启示,进一步提高学习自然科学知识的自觉性。

“春江水暖鸭先知”这一诗句符合热传递的原理,同时也说明我国古人早就注意到,人的体温和一些动物的体温近乎恒定。鸭子由于自身的体温恒定而最先感觉到江水变暖。

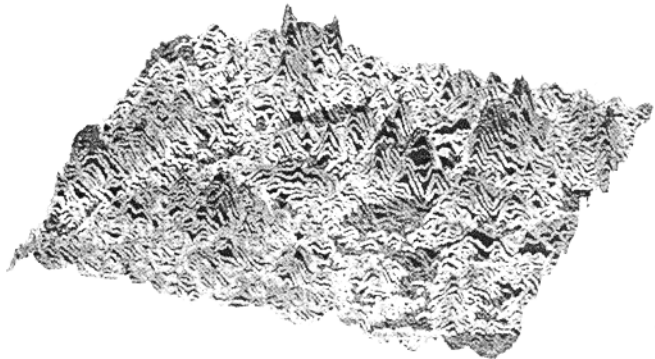


图 t-1-1 玻璃表面的硅原子和氧原子

把热看作一种物质的实体,到唐代的柳宗元认为热是一种元气的运动,在观念上有了很大的进步;而把热跟运动联系起来,可说是关于热的运动理论思想的可贵萌芽。

我国古代学者对热现象有着丰富的记录和一定深度的思考,但为什么没有总结出有关热现象的一些规律?

### 关于热本质的两种学说

热究竟是什么?东西方先哲们思考过的问题,到17世纪又引起了人们的兴趣。对于热的本质,在科学史上曾经流传着两种最有影响的学说。

一种是热的唯动说。早在16世纪,英国哲学家弗兰西斯·培根(F. Bacon)根据摩擦生热等现象,明确提出热是一种运动。

培根在《新工具论》一书中写道:“……就是说,热本身,它的本质是运动,而不是别的什么……”。

培根的观点对17世纪的科学家产生了普遍的影响。玻意耳(R. Boyle)及其助手胡克(R. Hooke),还有笛卡儿(R. Descartes)、牛顿(I. Newton)等许多著名科学家都认为热是组成物体的微粒的运动。至18世纪40年代,俄国科学家罗蒙诺索夫(M. B. Ломоносов)进一步明确指出:物体是由肉眼看不见的微粒组成的,热无非就是这些微粒的运动而已;……热由高温物体传给低温物体的原因,是高温物体中的微粒把运动传给了低温物体中的微粒……

这些论述包含着相当深刻的见解,可惜大多只是一些定性的猜测,缺乏坚实的实验基础,因而未能形成科学的理论。

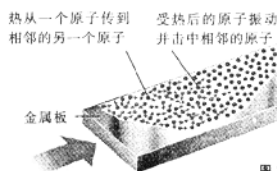


图 1-3 对热传递的解释

另一种是热质说。它是随着温度计的制作和量热学的建立,由英国化学家布莱克(J. Black)倡导的。

从量热学的实验知道,把两个温度不同的物体放在一起,它们最后的温度必定介于两者初始温度之间。布莱克由此联想到,

对于热的本质,我国古代的先哲们很早就有一些朦胧的猜测,教学中可做适当补充介绍。如东汉王充在《论衡·寒温篇》中写道:“夫近水则寒,近火则温,远之渐微。何则?气之所加,远近有差也。”他认为热传导是“气”的作用,而且“远近有差”,即当距离增大时,气的作用就减少了。唐代的柳宗元则进一步把冷热与元气运动的快慢联系起来。柳宗元在《天对》中说:“一(元气)以统同,吁炎吹冷,交错而功。”意思是说:元气慢慢地吹动,便造成炎热的天气;迅速地吹动,则造成寒冷的天气;元气就是这样交替发生作用。

我国古代学者没能总结出热现象的规律,其主要原因一方面受到当时社会生产力水平和科学水平的限制,对热现象的应用尚属于

起始阶段,还不具备总结的条件;另一方面,我国古代学者大多只是从零星的观察记录出发进行一种哲学思辨,缺乏系统的观察实验,这样是无法总结出规律性的。

“关于热本质的两种学说”这一段是本章的一个重点,教学中对于热的唯动说只需引用几位科学家的话予以介绍即可。当时还没有分子的概念,只认为热是一种肉眼看不见的微粒的运动。教材在这里指出了唯动说未能形成科学理论的原因。

两个物体之间必定传递着某种“热的东西”，而且这种“东西”的传递和流动不会改变原来物体的质量，因此，它应该是一种特殊的、没有质量的、充满整个物体的流体。布莱克的观点后来被法国著名化学家拉瓦锡(A. L. Lavoisier)采纳，他把这种“东西”称为“热质”，予以论述，从而发展出一个完整的学说。

用热质说可以很直观地解释当时已知的大部分热现象。因此，在17、18世纪关于热本质的争论中，热质说赢得了更多的拥护者，并在科学界占据了统治地位。

### 伦福德和戴维的攻坚战

“热质”简直是一个“幽灵”！它是物质又没有质量，它充满整个物体又没有体积，它无处不在又隐身不现，真让人难以捉摸。物体中到底存在不存在这种“热质”呢？

1798年伦福德(C. Rumford)在慕尼黑兵工厂视察炮筒钻孔后，做了一个著名的实验。他把炮筒固定在水里，用几匹马带动一个很钝的钻头，在炮筒内钻孔。经过2h 45min，切削下来的铁屑仅50多克，却使约6.72kg水由0℃上升到沸点；而且，只要钻头不停地运动，热就可以源源不断地产生。

伦福德的实验中产生的热似乎是无穷无尽的，这使人难以理解。伦福德在报告中写道：“……那些旁观者的面目上表现出的惊讶诧异是难以形容的，……而我也坦率承认，它使我感到孩童般的喜悦……”。

这些热是从哪里来的呢？

后来，伦福德又设计了一系列钻孔实验。他设法将仪器与

伦福德坚信热质说是不正确的。他在1804年给朋友的一封信中说道：“我相信，我将活到足够长的时间，直到高兴地看着热质说与燃素说一起埋葬在同一坟墓之中。”



图 1-4 伦福德的实验

布莱克从热传递中引出了“热质”的概念。他认为，热质存在于一切物体之中，它不生不灭，可以顺着管道流动，也可以从一个容器倒入另一个容器之中，在这些过程中热质的总量保持不变。用热质说可以很直观地解释当时已知的大部分热现象。教学中可适当举例或让学生站在热质说的立场进行解释，例如：

温度高的物体表示含有的热质多，温度低的物体含有的热质少；

热传导就是热质从热质多的物体流向热质少的物体的现象；对流就是含有热质的物体的流动；辐射则是热质的传播；

物体受热膨胀是热质粒子间的相互作用；

由于热质有物质性，因

此不同温度的物体接触时如没有热质的流失，必定是放出热量等于吸收热量；等等。

热质说持续了相当长的时间，且赢得了很多的拥护者，这是有一定客观原因的。当时对各种物理现象的研究还处于“各自为政”的状态，还无法认识这些现象的内在联系，人们较习惯于从“热量”与“流体”的类比上去认识、理解各种热现象，结果必然是肤浅的。况且，热质说以物质不灭、质量守恒为其出发点，这就给它戴上了一顶桂冠，易于赢得人们的信任。据资料记载，1738年法国科学院曾悬赏征集关于热本质的论文，结果获奖的三个人都是热质说的拥护者，可见当时热质说占据了统治地位。

“伦福德和戴维的攻坚战”这一段介绍了两个实验。教学中应以伦福德的实验为重点，可用热质说的观点跟实验结果对照，让学生自己做出判断。

热质说的观点：摩擦生热是两个物体内的“潜热”被挤压出来的结果；用锋利的钻头切割出来的碎屑多，放出的热就多；物体的潜热被挤压出来后，其比热容会变小。

伦福德实验结果：用锋利的钻头切削下来的碎屑比钝钻头多，但产生的热反而比钝钻头产生的少；切削后铁筒和碎屑的比热容相等，都没有发生变化。



戴维 (H. Davy, 1778—1829), 英国化学家, 1797 年开始致力于科学研究, 1799 年发现氧化亚氮的麻醉性, 1801 年开始研究电化学, 先后制得钾、钠、银、镁、钙、铯等金属。

外界绝热, 测出钻孔前后金属的比热容。实验结果表明, 炮筒和碎屑的比热容一样, 都没有发生变化。伦福德的结论是: “不待说, 任何与外界隔绝的一个物体或一系列物体所能无限地连续供给的任何东西决不能是具体的物质。并且, 如果不是十分不可能的话, 凡是能够和一些实验中的热一样地激发和传播的东西, 除了只能把它认为是‘运动’以外, 我似乎很难构成把它看作为其他东西的任何明确的概念。”

1799 年, 戴维也做了一个精彩的实验: 他利用钟摆装置使放在真空玻璃罩内的金属轮子和盘子发生摩擦, 在  $0^{\circ}\text{C}$  的温度下, 盘子上事先涂上的蜡被熔化了。他还两块  $-2^{\circ}\text{C}$  的冰放在真空玻璃罩内摩擦, 结果冰逐渐熔化, 变成  $2^{\circ}\text{C}$  的水。戴维认为, “摩擦引起了物质微粒的振动, 这种振动就是热。”

### 热本质真相大白

伦福德和戴维的实验, 虽然使热质说受到致命的打击, 但并没有动摇热质说的统治地位。直到 19 世纪 40 年代, 由于迈尔 (J. R. Mayer)、焦耳 (J. P. Joule) 等人的工作——热功当量的测定、能量转化与守恒定律的确立, 才彻底把热质说送进了坟墓, 热的唯动说取得了最后的胜利。

从此, “热是运动”的观点得到普遍的承认, 物理学家开始从物质微观粒子的层次上去探求热的本质。随着分子动理论的建立, 人们终于揭示了热的本质——热是大量分子无规则运动的宏观表现。

结合伦福德和戴维的实验可指出, 对摩擦生热的牵强附会的解释, 是热质说致命的弱点。但唯动说在当时也未能借这两个实验而取胜, 其原因除了人们的思维定势外, 这两个实验自身也有不足之处。伦福德和戴维的实验都比较粗糙, 基本上属于定性实验, 还无法从定量关系上确定机械运动转化为热运动的关系, 不足以击破人们头脑中根深蒂固的热质说观念。当伦福德宣布其实验结果时, 人们都嗤之以鼻, 认为违反了常理。通过讨论可以使人们认识到, 一个旧观念的破除, 一个科学新观念的建立, 决不是一蹴而就的, 需要有充分的实验证据。

“热本质真相大白”这一段教材未作展开, 仅是做了结论性的叙述。教学时可结合上面的讨论自然过渡, 同时也可为以后的学习设置悬念。

## 1.2

## 走进分子世界

热学的发展经过了一场论战,热质说日渐没落,早期提出的分子运动的理论又重新活跃起来,并为统计思想进入物理学找到了入口。



图 1-5 DNA 大分子的结构

## 分子何其小

我们知道,任何物体都是由许多很小的分子组成的。那么,分子究竟有多小呢?

为了解决这个问题,首先要建立一个简化的分子模型。我们设想,组成物质的分子是球形的,同种物质的分子都是一个个大小相同的小球。如果设法把某一部分物质的分子一个紧挨一个地铺展开来,形成一个“分子地毯”,那么,只需要知道这部分物质的体积( $V$ )和铺展开来的面积( $S$ ),就可以估算出分子的直径及其大小。即

$$\text{分子直径 } D = \frac{V}{S}$$

$$\text{分子体积 } V_1 = \frac{1}{6} \pi D^3 = \frac{1}{6} \pi \left( \frac{V}{S} \right)^3$$

建立分子的这种球模型,是为了便于研究。实际的分子有着复杂的内部结构。

## 科技活动 估测油酸分子的直径

根据上面的思路,我们可以用油膜法估测分子的直径。

在一个边长 30~40 cm 的浅盘里倒入约 2 cm 深的水,将痱子粉或石膏粉均匀地撒在水面上。再用注射器或滴管将油酸酒精溶液(事先配制好)滴上一滴,水面上很快会形成一层单分子油酸薄

本节从“分子何其小”、“运动何其乱”、“相互作用何其复杂”概括了分子动理论的基本内容。

“分子何其小”这一段,侧重于让学生体会模型方法,认识到通过建立分子的球模型,可从一些宏观量(如某部分物质的体积  $V$ 、铺展的面积  $S$ )估算出微观量(如分子直径和分子体积)。

对于这里的“科技活动”,建议让学生分组实验,使学生直观地体会到分子的尺度。

## 1. 实验准备

课前配制一定量体积分数为  $\eta = 0.5\%$  的油酸酒精溶液,用滴管吸取  $1\text{ cm}^3$  的溶液,数出均匀滴出时的总滴数  $N$ ,测出一滴溶液的体积

$$V_1 = \frac{1}{N} \text{ cm}^3.$$

## 2. 实验操作

- (1) 在浅盘内倒入约 2 cm 深的水,将痱子粉(或滑石粉)均匀撒在水面上;
- (2) 用滴管滴入一滴油酸酒精溶液,待油酸不再扩大时,用一片玻璃盖在水面上,并覆上一张半透明的坐标纸,将油膜形状画在坐标纸上;
- (3) 设坐标纸每一小格的边长为  $l(\text{cm})$ ,数出油膜所占的格数  $n$ (占大半格的算作一格,不足半格的舍去),得油膜面积  $S = n l^2 (\text{cm}^2)$ 。

## 3. 计算结果

一滴油酸溶液中油酸的体积为

$$V = \frac{1}{N} \eta \text{ cm}^3$$

油酸分子的直径为

$$D = \frac{V}{S} = \frac{\frac{1}{N} \eta}{n l^2} \text{ cm} = \frac{1}{n N l^2} \eta \text{ cm}$$

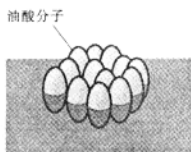


图 1-6 油酸分子形成单分子层

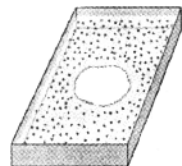


图 1-7 油酸薄膜的形状

膜(图 1-6、图 1-7)。用事先准备好的玻璃板盖在浅盘上,再在玻璃板上覆一张半透明的坐标纸,将油膜形状画在坐标纸上。

根据配制的油酸酒精溶液的浓度和事先测定好的一滴溶液的体积,算出坐标纸上油膜形状的面积,就可以估算出油酸分子的直径。

研究表明,一般分子直径的数量级在  $10^{-10}\text{m}$ 。例如,水分子的直径约为  $4 \times 10^{-10}\text{m}$ ,氢分子的直径约为  $2.3 \times 10^{-10}\text{m}$ 。

现在,我们已经可以用扫描隧道显微镜(STM)观察物体表面的分子(或原子)排列了。

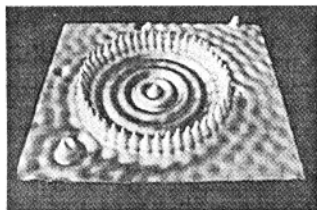


图 1-8 用扫描隧道显微镜显示的原子排列

#### 科技活动 估算分子的直径

知道水的摩尔体积,结合化学中已学过的  $1\text{mol}$  物质中所包含的粒子数(阿伏加德罗常数),你能否根据分子的球模型推算出水分子的直径?

#### 运动何其乱

在初中物理中,我们已用扩散现象证明了分子在不停地运动。

那么,还有什么实验事实能够更直接地说明分子的运动情况呢?

#### 科技活动 观察布朗运动

实验装置如图 1-10 所示。将封有悬浊液的载玻片置于显微镜上,调节镜筒,使在目镜中能清楚地观察到悬浊液中小颗粒的



图 1-9 利用分子的运动,对驾车者进行酒精检测

#### 4. 问题讨论

(1) 为什么要将油酸稀释在酒精中?

稀释油酸的目的是为了控制油酸在水面上散开的面积,以便在实验室中进行测量。如不作稀释的话,  $0.1\text{mL}$  纯油酸在水面上散开,形成的单分子油酸的面积将达到  $70\text{m}^2$ ,实验将难以进行。

(2) 油酸分子为什么会形成单分子膜?

油酸分子有一个有趣的特点,它的  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$  部分不受水的吸引,而酸根  $\text{COOH}$  对水有很强的亲和力。用酒精稀释的油酸滴入水面后,酒精很快会挥发,酸根  $\text{COOH}$  浸在水中,而  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$  则冒出水面,水的表面张力作用使油酸分子很快散开,当油膜的面积不再增大时,就可以认为它是一层单分子膜。

关于“科技活动——估算分子的直径”,可根据摩尔体积( $V_{\text{mol}}$ )和阿伏加德罗常数( $N_A$ ),先算出水分子的体积

$$V_1 = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A}$$

再由球体积公式  $V_1 = \frac{1}{6}\pi D^3$  即可得出水分子的直径

$$D = \sqrt[3]{\frac{6}{\pi} V_1} = \sqrt[3]{\frac{6}{\pi} \cdot \frac{V_{\text{mol}}}{N_A}}$$

代入数据  $V_{\text{mol}} = 1.8 \times 10^{-5}\text{m}^3/\text{mol}$ ,  $N_A = 6.0 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}$ ,得水分子直径  $D = 4 \times 10^{-10}\text{m}$ 。

“运动何其乱”这一段以布朗运动为典型事例,说明分子永不停息地做着无规则的运动。

教材指出,初中物理中,已用扩散现象证明了分子在不停地运动。教学中可以再演示一下,然后引入布朗运动。

关于“科技活动——观察布朗运动”,可事先安装好实验装置,先让学生轮流观察,然后结合教材上的图 1-11 及其说明,着重引导学生讨论布朗运动的产生原因。