

主编 徐宏杰 分册主编 黄淑丽

普通高中课程标准

实验探究报告册

高三分册

物理选修 **3-3**



华文出版社

普通高中课程标准

实验探究报告册

高三分册 物理 选修 3-3

分册主编 黄淑丽

华文出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

普通高中课程标准实验探究报告册. 高三分册. 物理. 选修 3-3.
徐宏杰主编; 黄淑丽分册主编. —北京: 华文出版社,
2008. 2

ISBN 978-7-5075-2135-1/G · 387

I. 普… II. ①徐…②黄… III. 物理课—高中—实验报
告 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 184212 号

华文出版社出版

(邮编 100055 北京市宣武区广安门外大街 305 号 8 区 2 号楼)

网络实名名称: 华文出版社

电子信箱: hwcbs@263.net

电话: 010—58336270 58336202

新华书店经销

大厂回族自治县彩虹印刷有限公司印刷

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 56 字数: 800 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

定价: 61.20 元

《实验探究报告册》编委会

总 主 编：徐宏杰

编 委：黄淑丽 王 慧 姜 丽 董淑梅

物理分册

主 编：黄淑丽

副 主 编：张 旺 李永霞

编 者：张 旺 李永霞 王银萍 林 森

策 划：北京中育书情文化工作室

前言

随着我国新一轮课程改革的实施,科学探究已作为科学课程的一个重要理念写入课程标准。物理、化学、生物学科是普通高中科学教育领域的重要组成部分,是科学探究的重要载体。它肩负着提高学生的科学素养、人文精神、创新意识和实践能力,促进学生的全面发展,培养符合时代需要的高素质人才的重任。

物理、化学、生物均是以实验为基础的学科,实验是教学活动的重要内容。普通高中课程标准在必修和选修模块中对实验都提出了明确要求。学生实验是探究并获取知识与应用知识过程中的一个有机组成部分。完成一个实验是对学生的能力、心理、意志品质的全面锻炼,在完成实验探究和解决问题的过程中取得的实践经验和亲身体会,包括克服困难、交流合作、预测实验结果、检验信息的科学性、反思和评估过程、总结和分析实验结论,有利于培养学生正确的物质观、宇宙观和崇尚科学、崇尚理性、崇尚实践、追求真理的辩证唯物主义世界观。

《实验探究报告册》丛书遵循新课程标准,以进一步提高学生科学素养和终身学习能力为宗旨,立足于课程内容和课程资源的创新。栏目版块设置贴近学生、贴近生活,不拘泥于必修课、选修课相关教材体系的约束,精选了富有典型性、时代性、趣味性的探究活动,有利于学生发现问题、提出问题和解决问题,并为师生留有一定的个性化开发、选择及创造的空间;凸显了学生学习方式的转变,把已有知识作为工具和手段,引导学生围绕知识资源进行实验探究、调查访问、查阅资料、交流讨论,让学生体验科学探索的曲折和艰辛,汲取前辈科学家的思维和研究方法,体验知识原创过程、感受知识生成的激动和欢欣,在真实的探究活动过程中,形成科学的价值观和实事求是的科学态度,掌握科学的研究方法,增强学生的合作精神、创新能力、实践能力和综合素质;着眼于 STS 教育的基础性、综合性、开放性、动态性、实践性以及与人文的融合特征,注重开发学生的多元智能,增强学生的社会责任感,达到学以致用目的。

《实验探究报告册》丛书与普通高中课程标准实验教科书配套使用。各学科的编写在纵向结构上力求做到与节(课)、章(单元)、学期、学年教学同步;在横向结构上根据不同学科内容的需要安排了实验目的、实验原理、实验步骤、材料用具、活动提示、实验结论、交流与分析、活动与探究、实验习题、兴趣资料、背景知识、学以致用、探究评价、巩固与提高等栏目版块。

科学探究活动对于教师和学生来说,是一件新事物;对于编者来说也不是一件轻松的事情,它是对必修和选修课模块内容深度、广度的一个延展过程。因此本套丛书呈现给大

家的只是打开科学探究活动的一扇门，希望广大教师根据学生的具体情况和教学需要做出适当的裁剪和补充。

本套丛书编者殚精竭虑，力求完美体现上述编写初衷，但由于编写时间仓促，资料短缺，不足之处，恳请广大师生、读者使用时提出批评、建议和意见，以便修订再版时改正。

本套丛书出版过程中，得到人民教育出版社、中国人民大学附属中学、北京市一零一中学和黑龙江省牡丹江市第一高级中学、第二高级中学等单位的专家、教师的指导和帮助，谨借本套丛书出版之际深表谢意。

编者

2008年1月

目 录

探究活动一	通过实验探究分子的大小	(1)
探究活动二	分子的热运动	(5)
探究活动三	分子间的作用力	(9)
探究活动四	内能	(13)
探究活动五	探究气体的等温变化规律	(17)
探究活动六	气体的等压变化和气体的等容变化	(23)
探究活动七	通过实验探究理想气体的状态方程	(27)
探究活动八	探究气体热现象的微观意义	(31)
探究活动九	固体的性质与微观结构	(36)
探究活动十	研究液体的微观结构、表面张力	(40)
探究活动十一	饱和汽与饱和汽压	(43)
探究活动十二	物态变化中的能量交换	(46)
探究活动十三	功、热量和内能	(52)
探究活动十四	热力学第一定律、能量守恒定律	(57)
探究活动十五	热力学第二定律	(61)
探究活动十六	能源和可持续发展	(65)
参考答案		(69)

探究活动一 通过实验探究分子的大小

【目标培养】

知识目标：通过探究实验了解分子的大小。

能力目标：提高学生实验能力和观察及运用知识的能力。

情感目标：通过物理研究方法的渗透，增强学生勇于探索的精神。

【知识导航】

1. (1) 通过查找资料了解物体是由_____组成的，分子的直径数量级为_____米。

(2) 分子是用肉眼无法看到的，甚至用光学显微镜也无法看到，直到1982年人们研制了能放大几亿倍的_____显微镜，使人类第一次能够看到_____。可以通过_____方法估测出分子的大小。

2. 材料和用具：

浅盘、痱子粉、注射器、量筒、玻璃板、彩笔、坐标纸、铅笔、纱网及油酸溶液。

3. 活动过程：

(1) 测一滴油酸酒精溶液中油酸的体积，用注射器抽取1 mL油酸酒精溶液，缓慢推动活塞使溶液一滴一滴滴下，数出1 mL溶液共有多少滴，从而可算出一滴溶液中所含油酸的体积 V 。

(2) 测定油膜的面积：往浅盘内注入清水，水深1~2 cm。通过纱网把痱子粉薄而均匀地撒在水面上。用注射器在浅盘中央、水面上方约1 cm高处，滴入一滴油酸酒精溶液。油酸在水面上散开后，形成大约是圆形的油膜。将平板玻璃盖在浅盘上，在玻璃上描绘出油膜轮廓形状。再把玻璃覆盖在坐标纸上，数出油膜所占格数并算出油膜面积 S 。

(3) 由 $D=V/S$ 计算出油膜的厚度，即为待估测的油酸分子的直径。

【互动课堂】

1. 你所估算出的分子的大小为多少？数量级与你所查到的是否相同？
2. 实验中为什么用油酸的酒精溶液，用油酸来做实验，是利用了油酸的什么特点？
3. 在实验数据的处理中我们将油酸分子看成了球形，这样会不会影响我们的实验结果，而使我们实验数据出现错误？

【演练平台】

1. 利用生活中的工具自行设计实验来估测一下油酸分子的大小并写出实验步骤。
2. 根据实验的结论及讨论的结果设计实验，估算其他物体分子的大小并写出步骤。

【学以致用】

1. 在做“用油膜法估测分子的大小”实验中，实验简要步骤如下：
 - A. 将画有油膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上，数出轮廓内的方格数（不足半个的舍去，多于半个的算一个）再根据方格的边长求出油膜的面积 S 。
 - B. 将一滴油酸酒精溶液滴在水面上，待油酸薄膜的形状稳定后，将玻璃板放在浅盘上，用彩笔将薄膜的形状描画在玻璃板上。
 - C. 用浅盘装入约 2 cm 深的水，然后将痱子粉或石膏粉均匀地撒在水面。
 - D. 用公式 $D = \frac{V}{S}$ ，求出薄膜厚度，即油酸分子的大小。
 - E. 根据油酸酒精溶液的浓度，算出一滴溶液中纯油酸的体积 V 。
 - F. 用注射器或滴管将事先配制好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒，记下量筒内增加一定体积时的滴数。

上述实验步骤的合理顺序是_____。

2. 在做“用油膜法估测分子的大小”实验中，实验采用的是使用油酸在水面上形成一单分子油膜的方法估测分子的大小，油酸的分子式为 $C_{17}H_{33}COOH$ ，它的一个分子可以看成两部分：_____和_____。其中_____对水有亲合性，当剩余部分冒出水面时，算出油膜面积就可以算出分子的大小。

3. 将 1 cm^3 的油酸溶于酒精，制成 200 cm^3 的油酸酒精溶液。已知 1 cm^3 溶液有 50 滴。现取 1 滴油酸溶液滴到水面上，随着酒精溶于水，油酸在水面上形成一单分子薄层，已测出这一薄层的面积为 0.2 m^2 。由此可估测出油酸分子的直径为_____m。

4. 在做“用油膜法估测分子的大小”实验中，油酸酒精溶液的浓度为每 10^4 mL 溶液中有纯油酸 6 mL。用注射器测得 1 mL 上述溶液中有液滴 50 滴。把 1 滴该溶液滴入盛水的浅盘里，待水面稳定后，将玻璃板放在浅盘上，在玻璃板上描出油膜的轮廓，随后把玻璃板放在坐标纸上，其形状如实验图 1-1 所示，坐标中正方体小方格的边长为 20 mm。求：

- (1) 油酸膜的面积是多少？
- (2) 每一滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积是多少？
- (3) 根据上述数据，估测出油酸分子的直径是多少？

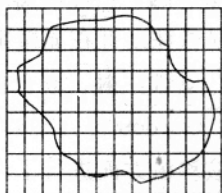


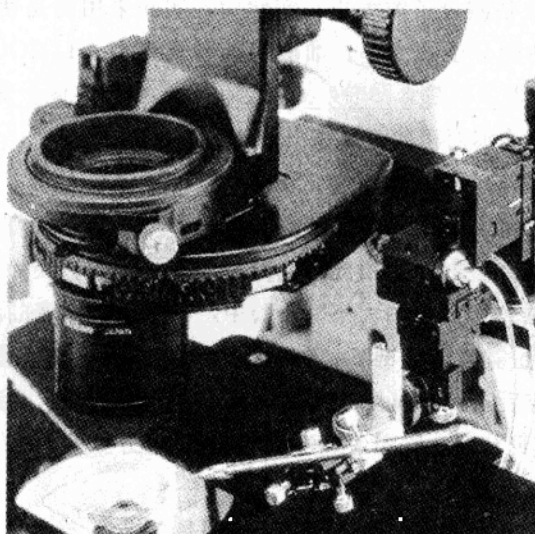
图 1-1

【科学漫谈】

扫描隧道显微镜

扫描隧道显微镜 (scanning tunneling microscope, STM) 由 Binnig 等在 1981 年发明，根据量子力学原理中的隧道效应而设计。当原子尺度的针尖在不到一个纳米的高度上扫描样品时，此处电子云重叠，外加一电压 ($2\text{ mV} \sim 2\text{ V}$)，针尖与样品之间产生隧道效应而有电子逸出，形成隧道电流。电流强度和针尖与样品间的距离有函数关系，当探针沿物质表面按给定高度扫描时，因样品表面原子凹凸不平，使探针与物质表面间的距离不断发生改变，从而引起电流不断发生改变。将电流的这种改变图像化即可显示出原子水平的凹凸形态。扫描隧道显微镜的分辨率很高，横向为 $0.1 \sim 0.2\text{ nm}$ ，纵向可达 0.001 nm 。它的优点是三态 (固态、液态和气态) 物质均可进行观察，而普通电镜只能观察制作好的固体标本。

利用扫描隧道显微镜直接观察生物大分子，如 DNA、RNA 和蛋白质等分子的原子布阵，还可观察某些生物结构，如生物膜、细胞壁等的原子排列。



尼康 NT-88NE 显微操作/注射仪 (图片来自<http://www.nikon.com>)

显微操作技术是指在高倍复式显微镜下,利用显微操作器进行细胞或早期胚胎操作的一种方法。显微操作器是用以控制显微注射针在显微镜视野内移动的机械装置。

显微操作技术包括细胞核移植、显微注射、嵌合体技术、胚胎移植以及显微切割等。细胞核移植技术已有几十年的历史,Gordon 等(1962)对非洲爪蟾进行核移植获得成功。我国著名学者童第周等在鱼类细胞核移植方面进行了许多工作,并取得了丰硕成果。

探究活动二 分子的热运动

【目标培养】

知识目标：掌握什么是扩散和布朗运动并理解影响两种运动的因素。

能力目标：提高学生动手、观察、分析、总结的能力。

情感目标：培养学生实事求是的精神及普遍联系客观看待事物的态度。

【知识导航】

1. (1) 自己查阅资料了解分子的热运动是_____。

(2) 证明分子在永不停息地做无规则的运动的方法_____。

(3) 扩散是_____。布朗运动是_____。布朗运动是_____发现的。

2. 材料和用具：

装有二氧化氮的集气瓶、一空集气瓶、红墨水、黑色碳素墨水、装有不同温度水的烧杯、载物片、盖物片、显微镜。

3. 活动过程：

(1) 将装有二氧化氮集气瓶放在下面与空集气瓶相对应，抽掉两瓶间的玻璃片，观察两个集气瓶内有何变化。

(2) 将红色的墨水滴入装有水的烧杯中，观察烧杯中的现象。

(3) 将红色的墨水分别滴入温度不同的水中，观察两个烧杯中的现象有什么不同。

(4) 将黑色碳素墨水的悬浊液滴在载物片上，盖上盖物片，放在显微镜下观察现象。

(5) 升高悬浊液的温度观察现象。

(6) 追踪某个小碳粒的运动观察它的运动有没有什么固定的规律。

【互动课堂】

1. 通过 (1)、(2) 两步的实验可以得到什么结论？这两个实验分别是气体和液体的实验，你能举出固体的扩散现象的例子，或是实验证明固体间扩散的实验吗？如果可以，写出实验步骤。

2. 实验(3)证明了什么问题?你能自行地设计实验进行进一步的验证吗?写出你设计的实验的步骤。

3. 实验(4)中观察到了什么现象?通过实验(5)可以看到现象是如何变化的?从而可以得到什么样的结论?

4. 实验(6)的小碳粒在做什么样的运动?

【演练平台】

1. 分析布朗运动的原因,并总结影响扩散和布朗运动的因素。

2. 自行设计小实验验证扩散和布朗运动的影响因素。

3. 分析说明扩散与布朗运动的关系。

4. 在无风的阳光下,可以看到细微水滴的运动、阳光下飞舞的尘埃,我们看到都是悬浮在空气中的微粒(小水珠、尘埃)所做的布朗运动。请你想一想,为什么在空气中的布朗运动用眼睛就可以观察到,而对液体中的布朗运动却要借助显微镜?(提示:原因是气体分子无规则运动比较激烈,它能使较大的颗粒产生明显的位移,加之借助阳光的散射现象也更容易被人观察到)。

【学以致用】

1. 扩散现象:不同的物体互相接触时,可彼此进入对方的现象。扩散现象说明物体的分子都有_____,同时也说明分子间_____。

2. 布朗运动:悬浮在液体(或气体)中的微粒的无规则运动。

(1) 规律：微粒越小，运动越_____；温度越高，运动越_____。

(2) 原因：微粒受到各个方向的液体（或气体）分子作用力的_____而引起的。

(3) 反映：布朗运动反映了_____；但布朗运动不是_____。

3. 热运动：由于分子永不停息地做_____的运动，且温度越高运动越激烈，这种分子无规则的运动叫热运动。

4. 扩散现象说明了（ ）

A. 气体没有固定的形状和体积

B. 分子间相互排斥

C. 分子在不停的运动

D. 不同的分子间可以相互转变

5. 关于布朗运动，以下说法正确的是（ ）

A. 布朗运动是液体分子的无规则运动

B. 布朗运动产生原因是液体分子对小微粒的吸引力的不平衡引起的

C. 布朗运动的原因是液体分子对小微粒碰撞时产生的冲力的不平衡引起的

D. 在悬浮颗粒大小不变的情况下，温度越高，液体分子的无规则运动越激烈

【科学漫谈】

温度计和温标的发明

公元前 200~100 年间，古希腊菲隆和希隆各自制造过一种以空气膨胀为原理的测温器。其后，人们还在三个容器中分别装上冷、温、热水来判断物体的冷热：用手摸进行比较。

1592 或 1595 年，伽利略制成了第一个气体温度计。当被测温度的物体与泡接触时，泡内空气就会因热胀冷缩而发生体积变化，使有色液柱上升或下降，再由玻管上标有“热度”（即现在所说的“温度”）的刻度读出。

1611 年，伽利略的同事桑克托留斯改进了伽利略的气体温度计，制成一种蛇状玻璃管气体温度计，玻管上有 110 个刻度，可测体温。

1641 年，第一支以酒精为工作物质的温度计首次出现在意大利托斯卡纳大公爵费迪南二世的宫廷里。1644—1650 年间，这位大公爵将其不断完善：用蜡把红色酒精温度计的玻管口封位，在玻管上刻度。可见，这支温度计已具有现代温度计的雏型，以致不少人将温度计的发明归功于这位大公爵。

1646 年，意大利物理学家莱纳尔第尼明智地提出以水的冰点和沸点作为温度计刻度的两个定点。但无奈当时流行的酒精温度计里酒精的沸点（ 78.5°C ）低于水的沸点（ 100°C ），所以用水的沸点为第二个定点对酒精温度计显然不切实际，所以这一建议当时未能实施。

1657 年成立的意大利佛罗伦萨实验科学院在其存在的 10 年间不断地进行了水银和酒

精温度计的研究，制作过 40（或 80）个等分标度的没有定点的酒精温度计：它在 1660 年冬最冷时显示 11~12 “度”，冰的熔点显示 13.5 “度”，夏天最热时为 40 “度”。

1660 年，意大利材料测试研究所也制成了水银温度计。

1665 年，荷兰物理学、数学家惠更斯的提议把水的冰点和沸点作温度计刻度的两个定点，以便各种温度计标准化。

1742 年，瑞典物理学家、天文学家摄尔修斯制成的水银温度计则把水的沸点和冰的熔点分别定为 0°C 和 100°C ，其间分为 100 格，每格为 1°C ，这是得到广泛流行的实用温标——摄氏温标，其符号为 t 或 $t^{\circ}\text{C}$ 。

1848 年，英国物理学家汤姆逊即开尔文提出热力学温标。其符号为 TK 或 T ，并于 1854 年指出只需选用一个固定点数值，这种温标就能确定。这个点就是“绝对零度”。然而，在实际建立热力学温度单位时，考虑到历史传统和当时的技术条件，他不得不用摄尔修斯的 $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的间隔作为 100 个新温度的间隔，即新温度的每个间隔为 1 开氏度 (1 oK) 与 1 摄氏度 (1°C) 相当。这就是开氏温标。

随着上述摄氏国际温标的建立和技术的成熟，以及实际测量的需要，人们改进、发明了形形色色的温度计。

例如，光学高温计（测 600°C 以上高温）、光度计（测星球表面温度）、红外显微镜（测小至 $10\sim 100\text{ }\mu\text{m}$ 的点的温度）、半导体点温度计（测点的温度）、石英振子温度计（可测低温至 250 间的温度，精度特高）。

对 $10\,000^{\circ}\text{C}$ 以上的高温，一般温度测量法已无能为力。这时，要用原子光谱的谱线和温度间的关系来计算出温度。

探究活动三 分子间的作用力

【目标培养】

知识目标：掌握分子间的作用力，以及分子间的作用力的变化情况。

能力目标：增强学生查阅资料及根据实际实验分析、总结、归纳规律的能力。

情感目标：通过阅读培养学生热爱科学、热爱自然的兴趣。

【知识导航】

1. (1) 通过查阅资料可知分子间有_____包括了_____和_____, 并且两个力是_____存在的。

(2) 分子间相互作用力随着_____变化而变化, 当_____时表现为引力, 当_____时表现为斥力, 而当_____时分子间的作用力为零。

(3) 气体体积可以被压缩说明气体分子间有_____, 但是不能无限地压缩说明分子间有_____, 但是分子还是能聚集在一起又说明分子间有_____。是否是这样呢, 我们可以通过实验来探究它的规律。

2. 材料和用具:

质地疏松的木块、弹性绳子、长方体铅块、水、酒精、烧杯。

3. 活动过程:

(1) 将等量的水和酒精混合, 观察混合后的体积与混合前总体积的大小。

(2) 两个人拉着绳子使其变长的过程中感受手受到的力的变化情况。

(3) 用手挤压木头, 使它的厚度越来越小, 注意感受在这个过程中手受力的变化情况。

(4) 把两个铅块的光滑截面向向平移压紧, 松手后能观察到什么现象? 两块铅是否分开?

【互动课堂】

1. 根据实验 (1)、(2)、(3) 步骤可以得到什么样的结论? 总结分子间作用力的规律, 看是否与你所查到的规律相符?
2. (4) 中为什么要选用铅质长方体做实验?
3. 铅质长方体相互压紧的两个端面有什么特点? 否则, 实验能否成功?
4. 为什么要把两个铅质长方体相向平移压紧? 如果把一个长方体向下压在另一个长方体上, 可行吗?
5. 松手后下面一个长方体并不掉下说明了什么?
6. 把长方体改做成圆柱体, 是否会影响实验结论?

【演练平台】

1. 把两小块松香放在火上略微加热至表面局部熔化, 然后把两块松香用力挤压在一起, 待冷却后它们并不分开, 而成为一体。这一现象是否是分子引力起作用的缘故?
2. 把一段粉笔折成两段, 小心地按断面的纹路对齐, 两段粉笔并不能粘在一起。用力沿竖直方向压粉笔, 然后轻轻地提起粉笔, 下面一段可以不掉下, 再把粉笔轻轻地向两端拉, 可以感觉到要稍稍用力。以上现象分别说明什么?