

普通高中课程标准实验教材辅导丛书

实验探究报告

实验探究报告编写组 编

物理 选修3—3

配人教版

北京出版社出版集团
北京教育出版社

普通高中课程标准实验教材辅导丛书

实验探究报告

实验探究报告编写组 编

物理 选修3—3

配人教版

主 编	马麟驹		
编 委	马麟驹	陈 行	
	谢治畅	于 雷	
	朱 炜		

 北京出版社出版集团
 北京教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

实验探究报告:通用版. 物理. 3—3:选修/《实验探究报告》编写组编. —北京:北京教育出版社, 2008. 8

ISBN 978-7-5303-6701-8

I. 实… II. 实… 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(2008)第 127578 号

实验探究报告 物理 选修 3—3(配人教版)

出版发行 北京出版社出版集团·北京教育出版社

地 址 北京北三环中路 6 号 邮编:100011

印 刷 北京顺义康华福利印刷厂

经 销 各地新华书店

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 5

字 数 80 千字

版 次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5303-6701-8/G·6620

定 价 8.00 元

质量投诉电话:010-82755753

目 录

实验探究	1
第七章 分子动理论	1
【学生实验】 用油膜法估测分子的大小	1
【生活实验室】 观察扩散现象	6
【学生实验】 观察布朗运动	11
链接高考	15
第八章 气体	16
【学生实验】 探究气体等温变化的规律	16
【生活实验室】 测绘烧瓶内空气的 V - T 图象	22
【演示实验】 模拟气体压强的产生机理	28
链接高考	33
第九章 物态和物态变化	38
【学生实验】 观察晶体传热的各向异性	38
【学生实验】 观察液体表面的性质	43
链接高考	49
经典实验	50
焦耳与能量与守恒定律	50
实验测试	52
实验测试(1)	52
实验测试(2)	61
部分参考答案	70



实验探究

第七章 分子动理论

【学生实验】 用油膜法估测分子的大小

_____年_____月_____日

● 活动目标 ●

用油膜法估测分子的大小。

● 实验准备 ●

1. 实验器材

浅盘(边长为 40 cm 的浅盘,必须洗净)、比浅盘略大的有机玻璃板、20 mL 油酸酒精溶液(体积分数为 $1/200$,油酸酒精溶液配制时间不能过长,防止因挥发改变体积分数带来额外的误差)、量杯(10 mL)、5 mL 注射器及 5 号注射针头、水彩笔一支、坐标纸、痼子粉。

2. 相关知识

(1)分子具有复杂的内部构造,但却又十分微小,甚至用显微镜都无法观察。本实验介绍了用研究宏观量来认识微观世界的物理思维方法。

(2)实验原理:油酸的化学分子式是 $C_{17}H_{33}COOH$ 。它的一个分子可以设想为两部分组成:一部分是 $C_{17}H_{33}$ —,它不受水的吸引;另一部分是一COOH,它对水有很强的亲合力。利用油酸分子的特性(一端亲水,另一端不亲水,如图 1 所示),可使油酸分子在水面上形成单分子薄膜。测出油酸的体积 V 和单分子薄膜的面积 S ,即可得到单分子薄膜的厚度 d ,即油酸分子的大小。

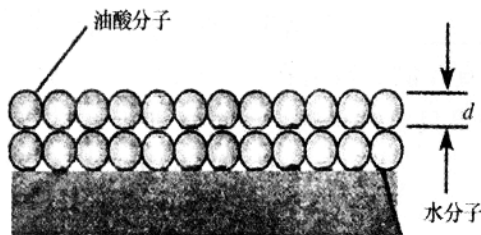


图 1

(3)实验中多处运用了理想化的方法:其一,将油酸分子看成球形;其二,油酸



在液面上形成单分子油膜层；其三，液面上的油酸分子一个个紧密相连，忽略掉分子间隙的影响。

(4)为了测量分子大小这一极其微小的量，本实验多次采用了间接测量法来达到“放大”的效果。请从本实验中找出至少两处实例，结合以前实验中用到的类似方法，在实验过程中仔细体会。

实例：(1) _____；

(2) _____。

● 实验探究

1. 实验步骤

(1)用注射器把油酸酒精溶液滴入量杯内，数出量杯内 1 mL 油酸酒精溶液所需要的滴数。根据油酸酒精溶液体积分数算出一滴溶液中所含纯油酸的体积 V 。

(2)浅盘中注入清水，水深 2~3 cm。待水面平静之后，在盘中央洒上痱子粉，片刻之后痱子粉在水面上即可扩散为均匀的痱子粉薄层。尽量保持盘稳定。

(3)用注射器在浅盘中央水面上方的 1 cm 高处，滴一滴油酸酒精溶液，待液面扩散又收缩到稳定后，将玻璃板轻轻盖放到浅盘上，用水彩笔在板上描绘出油酸薄膜的轮廓图。

(4)把有机玻璃板盖在坐标纸上，求出油酸薄膜面积 S 。边缘可用互补方法计算。

(5)算出油酸分子大小(油膜的厚度) $d = V/S$ ， V 为每滴中所占油酸体积， S 为薄膜面积。

2. 实验分析

(1)1 mL 油酸酒精溶液有 _____ 滴，故一滴油酸酒精溶液体积为 _____；可得其中纯油酸的体积 $V =$ _____；

油膜面积 $S =$ _____；测定结果表明，分子直径 $d =$ _____。

(2)油酸分子最大直径测量数值在 $2.0 \times 10^{-7} \sim 3.5 \times 10^{-7}$ cm 之间，公认值是 1.12×10^{-7} cm，实验结果只要符合数量级要求即可。

3. 实验反思

(1)配好溶液。

配制人：教师。配制时间：实验前不久，做到即配即用，目的是防止挥发。配制过程：先用注射器(反复洗净)抽取 1 mL 的纯油酸置于量杯中，加入一定量的酒精



与之混合,制成 10 mL 体积分数是 $1/10$ 的溶液,再从中抽取 1 mL,置于另一量杯中,加入适量的酒精,稀释成体积是 20 mL、体积分数是 $1/200$ 的油酸酒精溶液.油酸酒精溶液放置时间不能过长,否则体积分数改变,实验误差太大.

(2)选好盛液浅盘.多次实验显示,最好用规格较大的浅盘(如边长为 40 cm 左右),实验前必须把所有用具擦洗干净.

(3)洒好痱子粉.洒入痱子粉的量要少,粉层要薄,则粉可自动扩散至均匀,从盘中间洒入.

(4)滴一滴油酸酒精溶液.实验之前训练好滴法.滴液滴的位置,应选在浅盘中央且要尽量靠近水面.

(5)油酸面扩散后又收缩,稳定后再画轮廓.扩散后又收缩有两种原因:第一,水面受液滴冲击凹陷后又恢复;第二,酒精挥发后液面收缩.

● 实验作业.

1. 根据你实验的数据,估计下一滴纯油酸形成的单分子薄膜的面积有多大,1 mL 纯油酸又能形成多大的单分子薄膜? 体会本实验方法的巧妙之处.

2. 已知油酸的分子式为 $C_{17}H_{33}COOH$,密度为 $0.89 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,试根据阿伏加德罗常数估算油酸分子大小的数量级,并与你实验的结果作一比较.

3. 若已知实验室中使用的油酸酒精溶液的体积分数为 n ,又用滴管测得每 N 滴这种油酸酒精的总体积为 V ,将一滴这种溶液滴在浅盘中的水面上,在玻璃板上描出油膜的边界线,再把玻璃板放在画有边长为 a 的正方形小格的纸上(如图 2),测得油膜占有的小正方形个数为 m .

(1)用以上字母表示油酸分子的大小 d .

(2)从右图中数得油膜占有的小正方形个数为 $m = \underline{\hspace{2cm}}$.

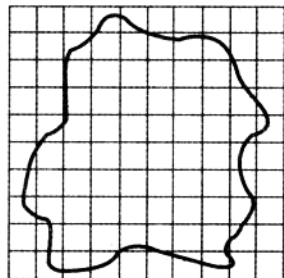


图 2



4. 1967 年,托雷—坎永号油轮在英吉利海峡触礁,使大约 8 万吨原油溢出,污染了英国 100 多千米的海岸线,使 2.5 万只海鸟死亡,石油流入海中,危害极大,在海洋中泄漏 1 吨原油可覆盖 12 平方千米的海面,则可计算油膜的厚度约是分子直径的多少倍(设原油的密度为 $0.91 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,保留一位有效数字).

● 发散思维 ●

有这样一个有趣的小实验:取一个较高的空铁罐盒,用一颗钉子上面钻 5 个小孔.这些孔必须非常靠近罐底,并且相互间隔只有 5 mm 左右,如图 3 所示.将罐内装满水,观察水是否分成 5 股从 5 个小孔中流出.用大拇指和食指将这些水流捻合在一起,手拿开后,5 股水就会真的合成一股.如果你用手再擦一下罐上的小孔,水就又会重新变成 5 股.

初中我们学过:分子动理论的主要观点是物质由大量分子组成,分子永不停息地做无规则运动,分子间存在引力和斥力.对上述小实验的现象,你能用分子动理论作简单的解释吗?

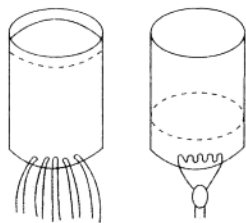


图 3



● 阅读天地 ●

神奇的纳米技术

纳米技术究竟是什么？很少有人说得清楚，因为纳米技术并非像做菜一样是一门单纯的技术。纳米技术的研究对象是纳米级尺度的物体。一纳米(nm)即 10^{-9} m. 形象地说，就是一根头发丝直径的2万到6万分之一。而一个原子的直径约为零点几纳米，一个蛋白质分子的直径约为1~20 纳米。所以，纳米技术的实质就是同一小堆原子或分子打交道的技术。

纳米技术的灵感来自于已故物理学家理查德·范曼1959年所做的一次题为“在底部还有很大空间”的演讲。这位当时在加州理工大学任教的教授向同事们提出了一个新的想法，从石器时代开始，人类从磨尖箭头到光刻芯片的所有技术，都与一次性地削去或者融合数以亿计的原子以便把物质做成有用的形态有关。范曼质问道，为什么我们不可以从另外一个角度出发，从单个的分子甚至原子开始进行组装，以达到我们的要求。他说：“至少依我看来，物理学的规律不排除一个原子一个原子地制造物品的可能性。”

1990年，纳米技术取得一项关键突破，IBM公司阿尔马登研究中心的科学家成功地对单个的原子进行了重排，他们使用一种称为扫描探针的设备慢慢地把35个原子移到各自的位置，组成了IBM三个字母，这证明了范曼是正确的，三个字母加起来，其长度还不到3 纳米。

纳米材料和纳米结构是当今新材料研究领域中最富有活力、对未来经济和社会发展有着十分重要影响的研究对象，也是纳米科技中最为活跃、最接近应用的重要组成部分。近年来，纳米材料和纳米结构取得了令人瞩目的成就。例如，存储密度达到每平方英寸490G的磁性纳米棒阵列的量子磁盘；发光频段可调的高效纳米阵列激光器；高能量转化的纳米结构太阳能电池和热电转化元件；用做轨道炮道轨的耐烧蚀高强高韧纳米复合材料等的问世，充分显示了它在国民经济新型支柱产业和高技术领域应用的巨大潜力，正像美国科学家估计的“这种人们肉眼看不见的极微小的物质很可能给各个领域带来一场革命”。纳米材料和纳米结构的应用将对如何调整国民经济支柱产业的布局、设计新产品、形成新的产业及改造传统产业注入高科技含量提供新的机遇。



【生活实验室】 观察扩散现象

_____年_____月_____日

活动目标

通过对扩散现象的观察,认识组成物体的分子总是不停地做无规则运动。

实验准备

1. 实验器材

广口瓶、无色空气、红棕色二氧化氮气体、玻璃板、烧杯、冷水和热水、红、蓝两种墨水、酒精、白纸、高锰酸钾晶粒、投影仪。

2. 实验理论

气体之间和液体之间都会发生扩散。在相同温度下气体扩散比液体快。扩散现象不依赖任何外界条件。扩散现象提供了“一切物体的分子都在不停地做无规则运动”的理论和依据。

实验探究

1. 实验步骤

(1)装有无色空气的广口瓶倒扣在装有红棕色二氧化氮气体的广口瓶上,中间用玻璃板隔开。抽去玻璃板,过一段时间可以发现,两种气体混合在一起,上下两瓶气体的颜色变得均匀一致,如图1。

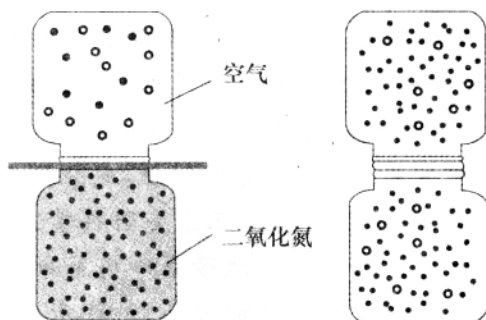


图1

(2)取清水约40 mL,加入2~3滴蓝墨水配成透明的蓝色溶液,倒入量筒中静置。取约30 mL酒精,滴入1~2滴红墨水配成透明的深红色溶液。用漏斗沿量筒壁缓慢地把深红色溶液加入量筒中,可看到红、蓝两种溶液有一明显的界面。再静置



半小时左右,用白纸放在量筒后面让学生看,可看到两种溶液界面处颜色由深红变成暗红、紫红.这说明蓝墨水分子向上扩散到红墨水分子中,使红色加深.

(3)取两只烧杯,分别盛冷水和热水,放置于投影仪上,取几粒高锰酸钾投入冷水中,再取几粒投入热水杯中.可看到投入热水中的高锰酸钾周围立即就出现红色,并像烟雾一样很快在清水中升起、消散,一会儿一杯水就变红了.而冷水中高锰酸钾周围的红色只是变浓,缓慢扩大、上升.颜色由近到远逐渐变浅,就像小丘周围起雾一般,杯中水的上层还是清的.说明高锰酸钾分子在热水中扩散比在冷水中快,分子运动更为剧烈.

2. 实验反思

用高锰酸钾晶粒好处在于:在水中高锰酸钾是先溶解后扩散.整个过程拉得长,有利于学生看清扩散过程.在冷水中,高锰酸钾是以颗粒状落到杯底的.不产生像墨水滴在水中下落时因受力不均而产生的那种丝状、带状,也没有墨水滴落到杯底后反冲滚动把墨滴分散在杯底的现象.这样,不会使学生产生误解,同时高锰酸钾在冷水中扩散较墨水快,效果更好.

● 实验作业 ●

1. 盛放密度比空气大的二氧化氮气体的瓶子为什么要放在下面?

2. 你在本实验中看到的现象有可能是对流吗?



3. 经过训练的警犬为什么可以从入境旅客的行李箱中嗅出夹带的海洛因等毒品?

4. 在加油站附近常会闻到一股汽油味,这是什么原因? 而且在夏季比冬季闻到的汽油味更为浓烈,这又说明了什么?



5. 造纸、冶金等工厂排放的污水、废气及机动车辆排出的尾气,若不经净化处理,将会对环境造成什么影响?

6. 关于扩散的理解正确的是

()

- A. 扩散是由于分子(原子)的热运动而产生的物质迁移现象
- B. 扩散说明分子间有间隙
- C. 蓝色的硫酸铜溶液与流动的水混合立即变为蓝色混合液,属于扩散
- D. 在固、液、气三态中,在液体中扩散的速度最快

● 阅读天地 ●

扩散现象

扩散(diffusion):物质分子从高浓度区域向低浓度区域转移直到均匀分布的现象.扩散的速率与物质的浓度梯度成正比.

气体分子热运动的速率很大,分子间极为频繁地互相碰撞,每个分子的运动轨迹都是无规则的杂乱折线.温度越高,分子运动就越激烈.在 0°C 时空气分子的平均速率约为400米/秒,但是,由于极为频繁的碰撞,分子速度的大小和方向时刻都在改变,气体分子沿一定方向迁移的速率就相当慢,所以气体分子的速率比气体分子运动的速率要慢得多.

固体分子间的作用力很大,绝大多数分子只能在各自的平衡位置附近振动,这是固体分子热运动的基本形式.但是,在一定温度下,固体里也总有一些分子的速度较大,具有足够的能量脱离平衡位置.这些分子不仅能从一处移到另一处,而



且有的还能进入相邻物体,这就是固体发生扩散的原因.固体的扩散在金属的表面处理和半导体材料生产上很有用处,例如,钢件的表面渗碳法(提高钢件的硬度)、渗铝法(提高钢件的耐热性),都利用了扩散现象;在半导体工艺中利用扩散法渗入微量的杂质,以达到控制半导体性能的目的.

液体分子的热运动情况跟固体相似,其主要形式也是振动.但除振动外,还会发生移动,这使得液体有一定体积而无一定形状,其扩散速度也大于固体.

分子力的研究

德国化学家克雷尼希早期研究分子动理论时,将分子看做是完全弹性小球,论证了理想气体状态方程,定性解释了扩散和比热,要作进一步研究,靠完全弹性小球的假设已经满足不了需要,而必须进一步考虑分子速度的统计分布和分子间的作用力.

1858年,克劳修斯在解释分子运动速率与气体扩散和气体混合的速率的巨大差异时,提出了分子间作用力的简单解释:设分子间相距较远时有吸引力,相距较近时有斥力,在某一平衡位置 P ,吸引力与斥力平衡,并由此推出了分子平均自由路程公式,指出分子的平均自由路程比其他分子以同一速率向所有方向运动时大,这样虽然气体分子速率较大,但气体扩散或气体混合时的速率就较小.

后来,进一步的研究发现,分子间同时存在着引力和斥力.当分子间距离大于平衡位置时,分子力对外表现为引力;当分子间距离等于平衡位置时,分子力对外表现为零;当分子间距离小于平衡位置时,分子力对外表现为斥力,正因为分子间存在着作用力,并且分子间力与距离又存在着某种关系,分子内还存在着势能即分子势能.



【学生实验】 观察布朗运动

_____年_____月_____日

● 活动目标 ●

通过对布朗运动的观察,进一步认识组成物体的分子总是不停地做无规则运动.

● 实验准备 ●

1. 实验器材

显微镜、墨汁、水、布朗运动模拟器、投影仪、盖玻片、载玻片.

2. 相关知识

布朗运动:用显微镜观察到微粒(由大量分子组成)在液体中永不停息地做无规则运动,微粒在液体中受到分子对它不平衡的撞击力,在这一无规则的作用力下,微粒做无规则运动.布朗运动本质上是一种微粒(不是分子)运动,它生动地反映了液体分子是运动的,布朗运动是一种永不停息的无规则运动;温度越高,运动越剧烈,微粒越小,运动越剧烈.

● 实验探究 ●

1. 实验步骤

(1)调好显微镜.

(2)在载玻片上先滴一滴水,后在水上滴一小滴稀释的墨汁,盖上盖玻片放在显微镜下观察.观察到的现象是小颗粒_____,仔细观察,可以看到_____颗粒运动得快些,_____颗粒运动得慢些.

(3)用滴管在盖玻片下滴一滴热水后,再继续观察布朗运动,观察到小炭粒的运动与前次看到的有何不同:_____.

(4)如图1,记录了一个小炭粒每隔30 s的位置,后用直线连接起来,图中折线虽不是小微粒的径迹,但也可以看出小颗粒的运动是极不规则的.

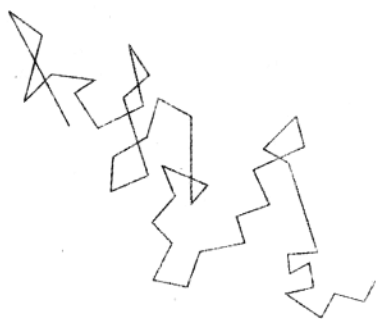


图 1

2. 实验分析

布朗运动不是分子的运动,是悬浮微粒的运动,但是由于这种运动的形成是由于分子的撞击所致,所以布朗运动可以反映分子的运动特征,如:布朗运动的运动路线的无规则反映了分子运动的无规则;布朗运动的永不停息反映了分子运动的永不停息;而且温度越高,分子运动越激烈,布朗运动越明显等.

实验作业.

1. 如图 1 所示,关于布朗运动的实验,下列说法正确的是 ()

- A. 图中记录的是分子无规则运动的情况
- B. 图中记录的是微粒做布朗运动的轨迹
- C. 图中可以直接观察到分子的无规则运动
- D. 图中可以直接观察到微粒的无规则运动

2. “布朗运动”是说明分子运动的重要的实验事实,布朗运动是指 ()

- A. 液体分子的运动
- B. 悬浮在液体中的固体分子的运动
- C. 固体微粒的运动
- D. 液体分子与固体分子的共同运动

3. 布朗运动不是分子的运动,是悬浮微粒的运动,但是由于它的形成是由于分子的撞击所致,所以布朗运动可以反映分子的运动特征. 从本实验的现象中,可以反映分子运动的哪些特征?



4. 下面两种关于布朗运动的说法都是错误的,试分析它们各错在哪里.

(1)大风天常常看到风沙弥漫、尘土飞扬,这就是布朗运动.

(2)布朗运动是由于液体分子对固体小颗粒的撞击引起的,固体小颗粒的体积越大,液体分子对它的撞击越多,布朗运动就越显著.

5. 关于布朗运动的下列说法中正确的是 ()

- A. 布朗运动是指悬浮在液体中的固体小颗粒的永不停息的无规则运动
- B. 布朗运动是指液体分子的无规则运动
- C. 布朗运动说明固体小颗粒的分子在永不停息地做无规则运动
- D. 布朗运动说明了液体分子在永不停息地做无规则运动

6. 如图所示是观察布朗运动中,每隔 10 s 记录一次小颗粒所在位置的连线,有关折线的说法正确的是 ()

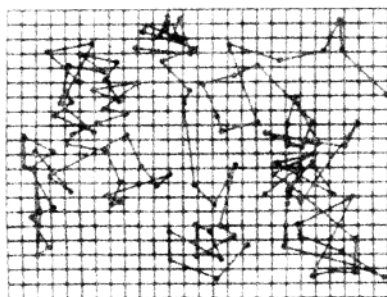


图 2

- A. 是液体分子运动的轨迹
- B. 是小颗粒运动的轨迹
- C. 表示小颗粒在做极短促的、无定向的跳动
- D. 观察时间内小颗粒的实际运动比图示更复杂