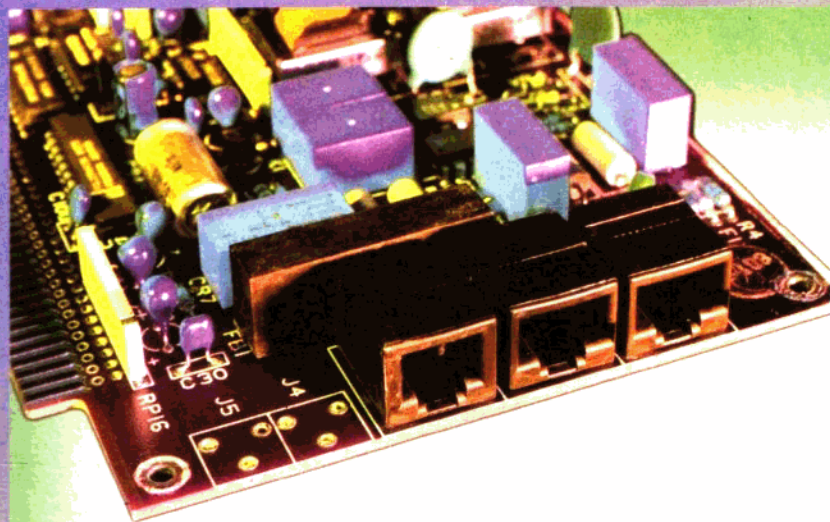




第二册
(必修加选修)

高中物理 实验

导学

黑龙江省教育学院高中教育教研部 编

黑龙江教育出版社



高中物理实验导学

(必修加选修)

第 二 册

黑龙江省教育学院高中教育教研部 编

黑 龙 江 教 育 出 版 社

2006 年·哈 尔 滨

高中物理实验导学

(必修加选修)

第二册

黑龙江省教育学院高中教育教研部 编

责任编辑: 张佳莉

封面设计: 陈冬妮 傅 旭

责任校对: 吴滨秋

黑龙江教育出版社出版 (哈尔滨市南岗区花园街 158 号)
哈尔滨育兴印刷有限责任公司印刷 · 黑龙江省新华书店发行

开本 787×1 092 1/16 · 印张 5.5 · 字数 120 千

2001 年 12 月第 1 版 · 2006 年 8 月第 7 次印刷

印数: 108 524 - 117 678

ISBN 7-5316-3968-8



9 787531 639688 >

ISBN 7-5316-3968-8/G · 3028 定价: 2.60 元

批准文号: 黑价联字 [2001] 59 号 举报电话: 12358

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

厂址: 哈尔滨市动力区哈平路 191 号 电话: 0451-86681222 邮编: 150040

**实
实
实
实
实
实
实**

在深化教育改革、全面推进素质教育的形势下,普通高中课程改革试验正在我省进行。为配合这一实验,我们编写了这套高中理、化、生实验导学丛书,力求突出高中课改中加强理科实验、培养实践能力这一重点,向广大师生提供一些有益的帮助。

这套实验导学丛书,针对高中理科的各个学生实验,既有对实验操作技能的点拨,又有对实验原理及科学方法的阐述,还有富于启发性的实验报告和问题、知识的拓展,完全与以往实验报告册不同的面目展现,是适应高中新课程、新教材试验的一次探索和尝试。

在内容上,丛书首先注重了实用性,保持与试验教材同步,涉及了教材中每一个学生实验。从实验的预习和准备,到实验的原理及具体操作,都进行了点拨和阐述;从实验的数据与处理,到实验报告的设计填写,都留给学生一定的空间;从实验的总结与回顾,到实验的扩展与迁移,又都具有思考和启迪的余地。因此,丛书便于学生使用和自学。这其中,指导性和启发性又在书中有较好的体现。一方面,对于实验中的重点、难点问题,均有所侧重地予以阐明;另一方面,又设置了一些富于启发性具有开放色彩的问题,使学生在操作和思维两方面去设计、想像和创新。这将有利于培养高中学生的相关能力。

在体例编排上,各学科均设置了相应的栏目,摒弃单一、机械、呆板的形式,力求多样、灵活,还试设了拓展高中学生知识面,介绍发明、制作、科普类的栏目,使丛书具有一定的可读性。

由于丛书编写比较仓促,又是一次大胆尝试,恳请广大师生提出批评、建议,以便修订时及时改正。

本册书主编为:武钢。参加本书编写的还有姚书元,张波,王永成,阎玉芝,杨铁城,彭雪花,曾立,于桂彦。

编者

2001 年 8 月 30 日

目 录

实验一	用油膜法估测分子的大小	(1)
实验二	用描迹法画出电场中平面上的等势线	(9)
实验三	描绘小灯泡的伏安特性曲线	(17)
实验四	测定金属的电阻率	(23)
实验五	把电流表改装为电压表	(32)
实验六	研究闭合电路欧姆定律	(41)
实验七	测定电源电动势和内阻	(48)
实验八	练习使用示波器	(57)
实验九	用多用电表探索黑箱内的电学元件	(66)
实验十	传感器的简单应用	(71)

实验一 用油膜法估测分子的大小

【预习思考】

1. 在这个实验中所选用的油是由什么分子构成的？它的分子式是什么？可以看成由哪两部分组成？其中后一部分有什么特点？

2. 实验中估测分子大小所依据的基本公式是怎样的？式中各字母分别表示什么物理量？

3. 实验中应选用什么器材？应该测出哪些物理量？具体应该怎样测量？测量中应该注意什么？

4. 在这个实验中，分子的大小指的是什么？为什么这种方法只能是估测？

5. 实验估测所得到的油分子大小，对于其它物质的分子来说，有无可比性？这种估测方法能用于任何一种分子大小的估测吗？

【要点分析】

1. 形成单分子层油膜是实验成功的基本前提

我们知道,油属于液体,液体分子的排列比起气体来说是很紧密的,可以近似地认为液体分子如同一个个小球挨在一起.这样,一滴油在水面上尽量散开后,如能形成一层纯油酸的单分子油膜,则油膜的厚度即等于油酸分子的直径.测算出油膜厚度,即可估算出油酸分子的大小.可见,实验操作中能否形成单分子层油膜是这个实验成功的基本前提.本实验中采用了用酒精稀释的油酸溶液中的液滴,滴入水面,由于酒精易挥发,余在水面上的只是油酸液体;又由于油酸分子 $C_{17}H_{33}COOH$ 中的 $-COOH$ 对水有很强的亲和力,这种亲和力实为分子引力,只在单分子间表现出来,这就使得散开后的油酸液体薄层最终形成油酸的单分子薄层.这其中,酒精油酸溶液的浓度应该适当,在实验时,最好是由老师经试验多次来确定,以保证酒精全部挥发.否则,溶液中酒精含量过多,则难以短时间挥发,而酒精含量过少,又难以均匀散开.

2. 尽量准确地测出油酸液滴的体积和液滴散开后的面积是实验操作中的重要环节

(1)关于油酸液滴体积的测定

油酸液滴体积的测定并不是直接测出的,而是先测出若干滴酒精油酸溶液的总体积,然后再除以对应的液滴数目,得到一滴酒精油酸液滴的体积.将这一体积再乘以配制的酒精油酸溶液中油酸的浓度,即得到一滴纯油酸液滴的体积.

(2)关于油酸液滴在水面上散开后面积的测定

当一滴酒精油酸液滴滴在水面上之后,要待油膜均匀散开并形成某一稳定形状后,再进行测量.

测量时,用事先准备好的透明玻璃板或透明有机玻璃板搁置在盛有水及油膜的浅盘上,用彩笔描出此油膜的准确形状.然后,将板铺放在一张坐标纸上,记下油膜形状内所包含的方格数(适当四舍五入,即多于半格的计为一格,少于半格的舍去),再乘以每一个小方格的面积,从而得到整个油膜的面积.

3. 本实验中,所估测得到的油酸分子大小,计算公式为 $h = \frac{V}{S} = d$, h 为油膜厚度即分子直径, V 是一滴纯油酸液体的体积, S 是油膜面积, d 是分子直径.

4. 这个实验中,估算分子大小的方法既有一定的普遍性,又有很大的局限性,但它提示我们,微观量可以采用一定的宏观实验方法进行测定.

(1)本实验的普遍意义在于:相互不相容液体分子大小均可采用本实验方法进行估测,虽然不能精确地测定,但所估测出的分子大小数量级是准确的,均为 $10^{-10}m$.实验所体现的“用宏观方法测定和研究微观量”的方法是一种重要的物理实验方法,也是一种经常采用的物理思想方法,对人类研究自然科学是一种有益的启迪.

(2)本实验的局限性也是明显的:它只能用来估测某些液体分子的大小,而不能用来测固体及气体分子的大小,且测量没有很高的精密性.有人说,将固体熔化为液体后,不是也可以采用这种实验方法估测分子大小吗?这虽然从理论上看似有其可行性,但实验操作将变得复杂化而不易实施.

5. 实验中的注意事项

(1)老师在掌握所配制酒精油酸溶液的浓度时,要经过若干次试验,既要使溶液中的酒精在液滴滴在水面后易于挥发尽,又要使液滴在水面上容易均匀散开为单分子层油膜.确定浓度具体值之后,再指导学生按比例配制和操作.

(2)酒精油酸溶液配制后不要长时间放置,以免改变浓度,致使产生较大的实验误差.最好是在老师试验后确定了浓度值,指导学生当节实验课上进行配制后立即使用.

(3)实验中滴液滴时,注射器针头或滴定管尖部离水面的高度应在 1cm 之内,以保证油滴滴下后,不因重力作用而溅开.最好在实验前要训练好滴法,避免耽误实验操作.要使得注射器针头或滴管滴下的液滴大小均匀,以确保测得的油滴体积误差尽量小.

(4)不要将酒精油酸液滴体积当成纯油酸液滴的体积,它们之间有个乘以油酸浓度的关系.

(5)实验中,练测油酸面积往往要先扩散,后收缩,须等油酸形状稳定之后再测算面积,不可操之过急.

(6)撒痱子粉时,应从盘中央缓缓撒下,使其自动扩散至均匀,这样做要比将粉撒在较大范围的水面上实验效果好.这是由于加粉后水的表面张力系数变小而使粉粒被水拉开,该现象同粉粒间的排斥有关.

(7)计算中的有关单位应注意统一,中间值的有效数字位数比结果多一位即可,过多了反而不准确.

(8)一次实验完了重新做实验时,要使水从盘的一侧边缘倒出.此时,这侧边缘会残留油酸,应该用少量酒精清洗,并用脱脂棉擦去,再用清水冲洗,以保证盘的清洁.

(9)本实验中,结果的有效数字位数,在取国际单位时,保留两位即可,数量级为 10^{-10} m,应该是准确的.

【实验报告】

实验时间				实验地点		
实验环境	天气		气温		气压	
实验题目						
实验目的						
实验器材						
实验原理						

实验步骤	
实验记录(自行设计表格)	
实验结果	
实验疑难记录	
实验后的反思与感悟	

【过程探讨】

1. 本实验中,为什么要将油酸液体用酒精加以稀释?你在实验中所配制的酒精油酸溶液中油酸的浓度是多少?实验采用这样浓度的酒精油酸溶液效果如何?

2. 本实验中,形成油酸单分子薄膜的机理是什么?

3. 你在实验中,测算酒精油酸液滴的体积时,是怎样保证每一个液滴的体积都是一样的?有什么操作技巧?

4. 实验中,在水面上撒下一层痱子粉或石膏粉的作用是什么?如果不撒这些粉粒,是否可以完成实验?建议你试做后作一下比较和说明.*

5. 测算油酸薄膜面积时,为什么要等待薄膜形状稳定后才进行测算?

6. 根据你的实验具体操作,估计和分析一下,引起实验误差的因素有哪些?这些因素可能使实验结果偏大还是偏小?为什么?

7. 累积测量后取平均值的方法,在这一实验中是否得到了应用,是在哪一步骤中怎样应用的?

8. 利用扫描隧道显微镜即可直接观测到分子的大小,那么本实验的方法是否还有什么实际意义?

【巩固练习】

1. 用油膜法估测分子的大小,可以确定分子的_____,具体值是_____ m;它是用_____方法测量微量的一种物理实验方法.

2. 这个实验中所要测定的液体油,其构成的分子式为_____,其中,对水有较强亲和力的是_____,直立于水面上的部分是_____.

3. 本实验中,估算油酸分子大小(直径设为 d)的公式是_____,其中,分数线上方的字母表示的是_____,分数线下方的字母表示的是_____ ;用这种方法估测液体分子大小的数值范围只能是在_____之内.

4. 用油膜法估测分子大小的实验,其目的和意义是()

- A. 精确地测定出油分子的直径,从而对各种分子大小有个数量上的认识
- B. 体验早期测定分子大小的实验方法,并推广用来测定各种分子的大小
- C. 得知分子大小的准确数量级,对分子大小的定量测定有一个全面透彻的了解
- D. 懂得利用宏观量的测定,求出微观量大小的物理实验方法,并由此了解探索微观世界的一种思路

5. 以下各图是本实验中向水面滴下一滴油并使油滴散开为稳定形状的图示,其中正确并且符合实验实际的图形是()

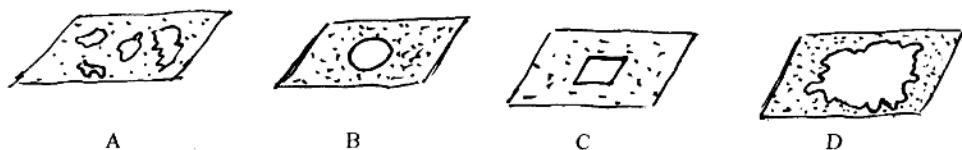


图 1-1

6. 本实验中,当油滴均匀在水面上散开为单分子层薄膜且形状稳定后,在水面上所观察到的油膜(侧视)形状为下图中的()

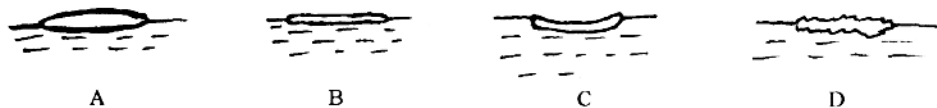


图 1-2

7. 为测定一滴酒精油酸溶液的体积,下述方法中不应该采用的是()

A. 将 50 滴溶液滴入量筒中测出总体积后除以滴数

B. 将若干滴溶液滴入量筒中 1mL,再用 1mL 除以滴数

C. 将 3 滴溶液滴入注射器中,从注射器中直接读取 3 滴的体积再除以 3

D. 用注射器抽取一定量的溶液,读出体积后,将溶液逐滴滴出,查出滴数后去除读出的体积

8. 为测定一滴油在水面上散开的面积,下列操作中不正确的是()

A. 将一张吸水纸轻轻放在散开后的油膜上,吸湿后测浸出的油迹面积

B. 待散开后的油膜形状稳定后,用透明板放在盘上描述方法进行测量

C. 要在油膜扩散后还未收缩时迅速进行描述测量

D. 正确描述后借助方格坐标纸进行测量

9. 本实验中提供了下述器材,其中应该选用的一组字母代号是()

- ①含酒精浓度很高的稀释油酸溶液
- ②适量的酒精和油酸液体
- ③滴管或带针头的注射器
- ④水和大脸盆及一小块长方形有机玻璃棒
- ⑤若干个试管及天平
- ⑥方形浅盘(盘中盛有 2cm 涂的水)及能盖住盘的透明玻璃板
- ⑦一小盒痱子粉及一只量筒
- ⑧足够大的坐标纸及一个 5m 长的卷尺
- ⑨刻度尺、铅笔、大白纸
- ⑩停表及细嘴漏斗
- A. ①至⑩全选 B. ②③⑥⑦⑨ C. ②④⑥⑧⑩ D. ①③④⑦⑧

哪里?

滴管所滴 油滴数目 n	n 个油滴 总体积 V	油膜形状稳定 后的图形(描述)	图形所占 方格数 m	小方格 面积 S	估算分子 大小公式	结 果
					$d = \frac{V}{nmS}$	

11. 在本实验中,有下列一些操作:

- A. 将坐标纸铺在描有油膜形状的透明玻璃板之下;
- B. 用注射器抽入足量的酒精油酸溶液后均匀滴入量筒中, $V = 1\text{mL}$,并记下滴数 n ;
- C. 在浅盘中盛入约 2cm 涂的水;
- D. 将透明玻璃板放在浅盘上描出油膜形状;
- E. 计算油膜占坐标纸的格子数,求出油膜面积 S ;
- F. 将痱子粉缓缓撒向浅盘内水的中央,待其自然均匀散开;
- G. 取一滴酒精油酸溶液轻轻滴在浅盘的水面上;
- H. 据 $h = \frac{V}{S}$ 估算分子大小,确定分子大小的数量级;

I. 经过一定时间,油膜散开,扩散后又收缩,直到形状稳定.

上述步骤中,错误步骤是_____,缺少的步骤是(请写出)_____,若缺少的步骤为J,则改正错误,填补缺项后,以上步骤的正确排列顺序是_____.

【拓展交流】

1. 扫描隧道显微镜简介

扫描隧道显微镜的英文名称是 Scanning Tunneling Microscope,缩写是 STM. 这种显微镜是 20 世纪 80 年代初发展起来的一种显微镜,它的分辨本领是目前各种显微镜中最高的. 它的横向分辨本领为 $0.1\text{nm} \sim 0.2\text{nm}$ 之间,深度分辨本领可达到 0.01nm . 因此,借助于这种显微镜可以清晰地展示直径大约为 10^{-10}m 这样小线度的单个原子或单个分子,使得人类实现了直接看到微小原子的理想. 这对于人们直观地认识微观世界具有重要意义. 现今,纳米技术的开发和应用,都需要用到扫描隧道显微镜作为观察和加工的工具.

2. 利用本实验原理和方法,你能设计出估测水分子大小的实验吗? 试述方法和思路.

实验二 用描迹法画出电场中平面上的等势线

【预习思考】

1. 什么是电势？电场中某点的电势在数值上等于什么？
2. 什么是电势差？怎样求电场中两点间的电势差？
3. 如何表示电场中电势的高低？
4. 等势面的定义、作用 and 特点是什么？
5. 常见电场的等势面是什么样的？请画出正点电荷、负点电荷、等量异种电荷、等量同种电荷和匀强电场的等势线和电场线。
6. 如何确定静电场中电势相等的点的位置呢？

【要点分析】

1. 等势面

电场中电势相等的点组成的面叫等势面.利用等势面可以形象地表示电场中电势的高低和电场的分布情况.等势面有三个主要特点:(1)沿同一等势面移动电荷,电场力始终不做功;(2)等势面一定与电场线垂直;(3)电场线由电势较高的等势面指向电势较低的等势面.所以,在已知电场等势面的情况下,可以确定该电场的电场线,从而全面地、形象地表示电场.

静电场中,用实验的方法确定电势相等的点很困难,所以实验中采用模拟静电场的办法解决这个问题.

2. 模拟静电场——恒定电流场

流过导电纸的电流,若电极的形状符合要求,加在电极上的电压恒定,则在导电纸上形成的恒定电流场,其电势的高低分布与相应的静电场的电势高低分布情况相同.而且恒定电流场的电势高低用灵敏电流表很容易确定,因此,用这种恒定电流场来模拟静电场,可以做出等势线.

3. 灵敏电流表

如图2-1,灵敏电流表又叫灵敏电流计,在电路中的符号为 $\textcircled{G}$,用来测量微弱电流和微小电压的有无、方向和高低,使用时要注意以下几点:

(1)调零:将表座放平,观察指针是否对准零位,即刻度盘的正中央,若有偏差,可用螺丝刀轻旋调零器,将指针调至零位.

(2)测微弱电流时,把它串联在被测电路中,一般来说,若指针向右摆动,说明电流由正接线柱流入,从负接线柱流出;若指针向左摆动,说明电流由负接线柱流入,从正接线柱流出.

(3)检测微小电势差时,应将检流计并联在电路两被测点间.

(4)刻度是均匀的,量程一般是几十或几百微安,若指针偏转超过满刻度,应立即切断电源以防止撞坏指针或烧坏线圈.

(5)不要长期接在电路上.

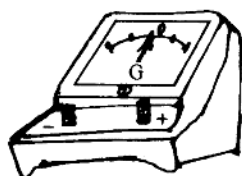


图2-1

【实验报告】

实验时间				实验地点			
实验环境	天气		气温		气压		
实验目的							
实验原理							
实验器材							

实验步骤	
实验装置示意图	
贴画等势线的白纸处	
误差分析	
实验疑难问题记录	

【过程探讨】

1. 在木板上铺纸的正确顺序是什么？为什么要将两个电极和三层纸的相对位置保持不变？
2. 若电极与导电纸接触不太好，会对实验造成什么样的影响？
3. 实验对导电纸有何要求？为什么探测等势点不要靠近导电纸的边缘？
4. 如何减小实验中的误差？
5. 若要在作出的等势线圈上大致画出几条电场线，应依据什么画出？请在图上画几条电场线。
6. 如果想要描绘出孤立的正点电荷的模拟电场的电场线，应制成什么样的两个电极？又怎样与电源相连呢？