

普通高中课程标准实验教科书(配人教版)

物理实验册

选修1-2

广东省教学教材研究室 编



班级: _____

姓名: _____

 广东科技出版社

普通高中课程标准实验教科书（配人教版）

物理实验册

选修 1-2

广东省教学教材研究室 编

广东科技出版社

·广 州·

图书在版编目 (CIP) 数据

普通高中课程标准实验教科书物理实验册. 1-2: 选修/广东省教学教材研究室编. —广州: 广东科技出版社, 2006.1

配人教版

ISBN 7-5359-3978-3

I. 普… II. 广… III. 物理课—实验—高中—教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 095875 号

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E - mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

排 版: 广东科电有限公司

印 刷: 广东省肇庆新华印刷有限公司

(广东省肇庆市星湖大道 邮码: 526060)

规 格: 787mm × 1 092mm 1/16 印张 3.5 字数 70 千

版 次: 2006 年 1 月第 1 版

2006 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 2.55 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

编 者 的 话

本实验册是根据《普通高中物理课程标准（实验）》的要求，配合普通高中课程标准物理实验教科书（选修1-2）的内容来编写的。

本实验的编写体例有两种形式：其一是探究性实验形式；其二是测量或验证性实验形式。前者一般设置有“提出问题”、“参考器材”、“探究过程”、“启发联想”等栏目；后者一般设置有“预备知识”、“实验目的”、“实验过程”、“启发联想”等栏目。两种体例编写的实验最后都编有“课外小实验”和“课外知识”，供学生课后选用。

在本书中，“提出问题”栏目为学生创设一个探究前的物理情景，激发学生的探究意识和创新思维。“参考器材”栏目一般列出较多的实验器材（非全部要采用）供学生选择：对于较容易的实验或能用多种器材完成同一个实验的，则全部以填空的形式让学生选择器材；对于有一定难度的实验，则给出部分器材，让学生选择填写还需要的器材。“探究过程”栏目里，一般编排有“猜想与假设”、“设计与提示”、“操作与记录”、“分析与结论”、“评价与交流”等项目内容。

本书有些实验，根据实验器材取材的难易，编写了两种不同的实验方法：一种是取材较易的，采用传统器材的方法；另一种是采用较为现代化器材的方法，以满足不同层次学校的需要。

本书还编写了“实验综合测试”，分正卷和复卷两种，以供学生自我测评，达到巩固提高的目的。

本书中标有“*”号的实验，供学生选做。

本书由姚跃涌主编，编写的人员有刘志敏、曾云霞、陈炳社。全书由刘志敏统稿，姚跃涌审稿。

本书的编写力图体现高中物理课程的基本理念和主要特点，加强新课程三维目标的实施，加强科学探究和实验能力的培养，有利于学生的自主学习。欢迎老师和同学们对本书的编写提出宝贵意见，以便今后修订。

广东省教学教材研究室
2005年10月

目 录

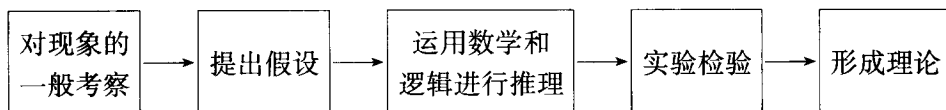
怎样做好物理实验	(1)
科学探究及物理实验能力的基本要求	(5)
实验一 用油膜法估测分子的大小	(7)
实验二 研究分子间的间隙	(14)
实验三 利用热量做功的实验探究	(19)
实验四 探究生活中的热机	(25)
*实验五 研究热辐射	(32)
实验综合测试	(35)
实验综合测试参考答案	(42)
附录 中学物理实验常用仪器	(45)

怎样做好物理实验

物理学中，概念的形成、规律的发现、理论的建立，都有赖于实验，其正确性要不断受到实验的检验。历史上和现实中有无数事例表明，物理学离不开实验。

一、为什么学习物理要做实验

伽利略研究运动学的方法就是把实验和数学结合在一起，既注重逻辑推理，又依靠实验检验，这样就构成了一套完整的科学研究方法。如果用程序表示，伽利略的方法大致如下：



伽利略把实验与逻辑推理和谐地结合在一起，有力地推动了科学的发展。正如他在《两门新科学》中所说的那样：“我们可以说，大门已经向新方法打开，这种将带来大量奇妙成果的新方法，在未来的年代里定会博得许多人的重视。”

从伽利略开创科学实验的先河，把实验的方法引入科学研究，到法拉第发现电磁感应定律，麦克斯韦在此基础上建立了完整的电磁场理论，预言了电磁波的存在，最后被赫兹用实验证明了电磁波的存在。今天电磁波已经深入到我们生活的各个角落，以前所未有的速度和规模改变着我们的生活。同样在粒子物理领域，物理学家们曾经认为粒子经历的各种过程中宇称都是守恒的，1956年，杨振宁和李政道通过理论分析，认为一个过程中如果只有强相互作用和电磁相互作用，宇称的确守恒；但如果是弱相互作用的过程，例如发射 β 射线的过程，宇称并不守恒。这个论断引起了物理学家们的广泛注意。1956年后期至1957年初，吴健雄和她的同事们一起设计了实验，证明了这个过程中宇称的确不守恒。

物理学的发展就是理论的猜想和实验的证实或否定过程。

中学里的实验说不上推动物理学的发展，但中学生还是要做实验的。虽然学校里的物理实验比较简单，但是它们却已经包括了科学实验的大多数要

素. 学习科学的方法, 不仅在物理学习中有用, 在今后认识不同领域的事物时都将受益. 另外, “事实胜于雄辩, 真理源于实践. 实事求是, 尊重事实.” 这是一种“价值观”, 培养这种价值观是非常重要的. 它不仅对于科学研究至关重要, 而且是做人的一条准则.

本书除了介绍使用一般实验器材完成物理实验外, 还介绍了用传感器和计算机进行的物理实验(用*号标示). 如果学校有条件的话, 同学们最好能够亲自做一下, 如果熟悉了这些仪器设备的使用方法, 它们就不那么神秘莫测了. 现代社会是技术化的社会, 各种现代技术深入我们工作生活的方方面面, 当你长大后参加工作时, 就会体会到工作生活处处可做“物理实验”.

二、中学生如何做好物理实验

要做好物理实验, 首先实验之前要明确实验目的. 这个实验我们要做什么? 是探究某个未知的规律还是验证某个已知的规律, 或者是测量某个物理量? 还要明确实验的原理. 不论做哪一类物理实验, 都要搞清楚实验所根据的物理知识.

其次, 要记住实验首先是“实”. 一切必须真实, 实验中观察到的现象、测量的数据、得出的结论, 很可能跟预期不一样、跟其他同学不一样、与已有的知识不一样. 这时, 要记住: 实事求是, 尊重事实. 出现了这种情况, 首先要检查一下, 实验设计是不是有问题? 操作有没有失误? 出现了这种情况是好事, 也许能帮助你找出学习中的弱点, 不管是理论学习上的还是实验上的, 甚至可能导致新的发现. 大可不必因为数据与书本不一致而苦恼, 更不能随意更改记录去“凑数”. 我们的责任是忠实地记录一切原始数据.

实验结果重要, 但经历实验的过程、体会实验的方法、接受科学价值观的熏陶、熟悉技术化的环境, 要比实验的结果更重要.

三、物理实验数据的分析与处理

1. 列表法

直接从仪器上读出而未经任何处理的实验测量数据, 是获得实验结果的依据. 正确完整地记录原始数据是完成实验的重要保证. 在记录数据时, 把实验数据列成表格形式, 可以简单而明确地表示出有关物理量之间的关系, 便于分析和发现数据的规律, 有助于检验规律, 所以列表法是一种重要的实验数据处理方法.

用列表法处理数据时应注意以下几点:

- (1) 合理设计表格，以便于看出相关物理量之间的对应关系。
- (2) 表的栏目中写明代表各物理量的符号和单位。
- (3) 表中所列数据要正确反映测量结果的有效数字。
- (4) 非本实验得到的已知数据或查表得到的单项数据应列在表格的上部。

2. 逐差法

我们将记录的多组数据进行处理求相关物理量时，常用求平均值的方法。但是这种方法不够好，因为在数据处理过程中，上述大量的数据相互抵消，实际只用到了头尾两个数据，其他的数据都没有起作用，失去了多次测量数据中偶然误差相抵消的作用，求得的结果误差较大。为了克服这样的弊端，我们选用特定的数据处理方法，这种方法就叫逐差法。用这种方法处理数据，利用的数据多，可以减少测量中因偶然误差带来的影响。

3. 图象法

用图象法处理数据时应注意以下几点：

(1) 正确选取坐标比例。坐标比例的选取原则是：数据中准确的数位在图上还是准确的，数据中估读的数位在图上还是估读的。坐标比例选取得太小会使数据的精度降低，反之则会人为夸大数据的精度。另外如绘制的是直线，则最好使其倾斜角度在 $30^\circ \sim 60^\circ$ 之间，因此还要合理选取坐标单位。

(2) 坐标轴上必须标明轴的名称、单位以及整数标度。但横、纵坐标的标度不一定从零开始，应使数据在坐标纸上能分布在较大的区域中。

(3) 实验数据点可以用“ $\times$ ”、“ $\cdot$ ”等符号表示，使交叉点和中心点对应在准确位置上。

(4) 坐标上标注的数据点都包含有误差，因此描出的数据点往往会不在同一光滑曲线（或直线）上。为了尽可能减少误差，使所绘得的曲线更接近于物理量之间的真实关系。在连线过程中，应尽量使尽可能多的点在曲线上，并使不在曲线上的点尽可能平均地分布在曲线两侧，同时如有明显偏离的点应略去不计。

图象法处理数据具有可以直观地反映规律、减少偶然误差带来的影响、可外推某些规律等优点。它不但可以依据已有的规律从图线上求得要测的物理量，还可以根据图线的形状和变化趋势，分析研究物理量之间存在的规律。图象法处理数据在科学研究中有着非常重要的作用。

在用图象法处理实验数据时，物理量之间可能是各种各样的函数关系，其中一次线性函数关系最容易绘制和进行图线处理，所以我们往往通过进行

适当的坐标变换，将曲线变成直线，这一工作俗称为曲线化直线。比如，已知物理量 y 和物理量 x 之间的函数关系为 $y = k/x$ ，我们要验证物理量 y 、 x 之间的这种关系，如果画出了 x 与 y 之间的函数关系图线，则应该用双曲线进行拟合，才能验证。但用双曲线进行拟合又非常困难。如果我们画出 y 与 $\frac{1}{x}$ 的图线关系，则只要判断所得图线是否是过坐标原点的直线，即可验证，而判断一条图线是否是直线则容易多了。

四、测量误差和有效数字

在一定的条件下，任何一个物理量的大小都是客观存在的，这个客观存在的值称为真值。在测量过程中我们总是希望能测得物理量的真值，但是在实验测量中，由于测量总是依据一定的理论和方法，使用一定的仪器，在一定的环境中进行，由于实验理论、实验仪器、人的实验技能和判断力等因素的影响，使测量值与真值之间总存在着差异，这种差异称为测量误差。测量误差可分为偶然误差和系统误差。

系统误差的特点是在多次重复同一实验时，误差总是同样地偏大或偏小。偶然误差则表现为有时偏大，有时偏小，并且偏大和偏小的机会相同。减小偶然误差的方法，可以多进行几次测量，求几次测量值的平均值，这个平均值比某一次测得的数值更接近于真值。

由于物理量的测量中总是存在误差，所以测量的结果只能是一个近似数。在测量中进行读数时只能准确地读到仪器的最小分度值，然后在最小分度值以下再估读一位数字。从仪器刻度读出的最小分度的整数部分是准确的数字，称为可靠数字，而在最小分度以下估读的一位数字为不可靠数字。这种测量结果中带有不可靠数字的近似数字，叫做有效数字。

科学探究及物理实验能力的基本要求

物理学是一门以实验为基础的自然科学。在高中物理课程的各个模块中都安排了一些典型的科学探究或物理实验。高中学生应该在科学探究和物理实验中达到以下要求。

科学探究要素	对科学探究及物理实验能力的基本要求
提出问题	能发现与物理学有关的问题 从物理学的角度较明确地表述这些问题 认识到发现问题和提出问题的意义
猜想与假设	对解决问题的方式和问题的答案提出假设 对物理实验结果进行预测 认识到猜想与假设的重要性
制定计划与设计实验	知道实验目的和已有条件，制定实验方案 尝试选择实验方法及所需要的装置与器材 考虑实验的变量及其控制方法 认识到制定计划的作用
进行实验与收集证据	用多种方式收集数据 按说明书进行实验操作，会使用基本的实验仪器 如实记录实验数据，知道重复收集实验数据的意义 具有安全操作的意识 认识到科学收集实验数据的重要性
分析与论证	对实验数据进行分析处理 尝试根据实验现象和数据得出结论 对实验结果进行解释和描述 认识到在实验中进行分析论证是很重要的

续表

科学探究要素	对科学探究及物理实验能力的基本要求
评估	尝试分析假设与实验结果间的差异 注意探究活动中未解决的矛盾，发现新的问题 吸取经验教训，改进探究方案 认识到评估的意义
交流与合作	能写出实验探究报告 在合作中注意既坚持原则又尊重他人 有合作精神 认识到交流与合作的重要性

实验一 用油膜法估测分子的大小

提出问题

一个微小物体所包含的分子数目大得惊人，但分子的尺度却很小，一般分子的直径的数量级约为 10^{-10}m ，我们可以用场离子显微镜来观察分子并测量其大小，但普通的光学显微镜和电子显微镜一般都观察不到它们。既然分子这么小，既看不到，又摸不着，那么我们如何在课堂上测出它的大小呢？

实验目的

- (1) 估测分子的直径。
- (2) 掌握估测分子大小的方法。

参考器材

下面表格中给出了一些实验器材，请你在需要的器材后面的空格中打“√”，若还需要其他器材就在表内的空格处写上器材的名称。

表 1-1

实 验 器 材

浅盘（边长 40cm 左右、深度约 3cm）		水		量杯	
玻璃板（比浅盘略大）		痱子粉		水彩笔	
油酸酒精溶液（浓度的体积比为 1:200 或 1:500）		滴管		石膏粉	
带针头的注射器					

探究过程

【猜想和假设】

根据你的日常生活经验,你尝试过用类似于下面(图 1-1)这种方法测定微小物体的大小吗?

用刻度尺测绿豆的直径.

如图 1-1 所示,紧密相连的 29 颗绿豆的总直径是_____.

那么每一颗绿豆的直径是_____.

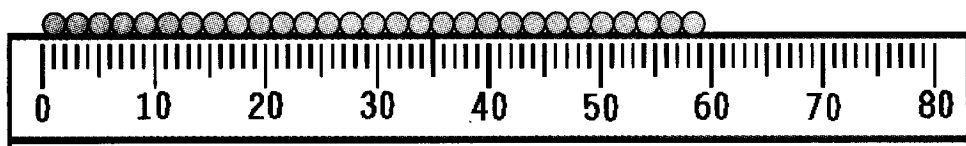


图 1-1

如果我们事先能测出某种待测分子大小的液体的体积,使该部分液体在另一种不互溶的液体表面充分展开,形成一层单分子膜(如图 1-2 所示),测出单分子膜的面积,根据 $d = \frac{V}{S}$,就可算出该液体分子的直径.



图 1-2

【设计与提示】

(1) 如何让某种液体在另一种液体表面上形成单分子排列?

油酸分子有一个很有趣的特性:

油酸 $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ 中有一个较大的头部 ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}-$) 和一个很小的尾巴 ($-\text{COOH}$), 其中 ($-\text{COOH}$) 对水有很强的亲和力, 而 ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}-$) 是烃基, 不溶于水, 用稀释了的油酸滴在水面上, 如图



图 1-3

1-3所示,油酸分子就这样一个挨一个紧密排列在水面上,可形成单分子排

列的油膜.

(2) 如何测油膜的展开面积?

理想化处理之一: 认为分子是“小球模型”

理想化处理之二: 认为油膜是单分子排列

理想化处理之三: 认为形成油膜的分子是紧密排列

你能想出测油膜展开面积的好方法吗?

(3) 如何测油酸的体积?

纯油酸的体积 = 液滴的体积 $\times$ 油酸的浓度

【操作与记录】

(1) 用注射器或滴管将老师事先配制好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒中, 记下量筒内增加一定体积 (如 1mL) 时的滴数, 由此计算出一滴油酸酒精溶液的体积, 然后再按油酸酒精溶液的浓度计算出一滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积 V .

(2) 往边长约为 30 ~ 40cm 的浅盘里倒入约 2 ~ 3cm 深的水, 待水稳定后, 将适量痱子粉均匀地洒在水面上.

(3) 将老师事先配制好的油酸酒精溶液用注射器或滴管在水面上方的 1cm 处往下滴一滴, 形成如图 1-4 所示的形状, 待油酸薄膜的形状稳定后, 将准备好的玻璃板放在浅盘上, (注意玻璃板不能与油膜接触) 然后将油膜的形状用彩笔描在玻璃板上.

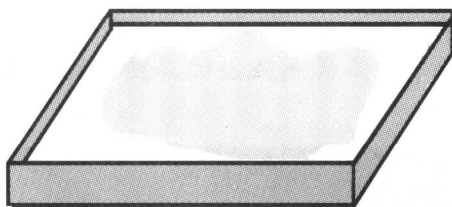


图 1-4

(4) 将画有油膜轮廓的玻璃板正确地放在坐标纸上 (图 1-5), 计算出油膜的面积 S , (求面积时以坐标纸上边长为 1cm 的正方格为单位, 计算出正方形的个数, 不足半个的舍去, 多于半个的算一个).

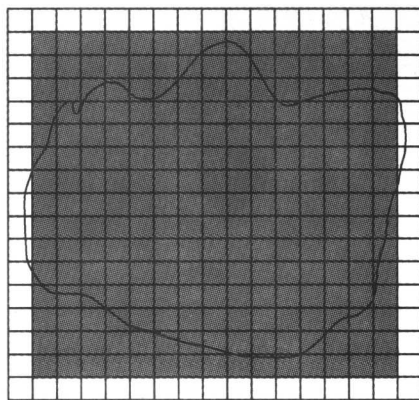


图 1-5

(5) 根据纯油酸的体积 V 和油酸的面积 S , 可计算出油酸薄膜的厚度 $d = \frac{V}{S}$, 即油酸分子的大小, 把实验数据记录在表 1-2 中.

表 1-2

实 验 记 录

次数	油酸酒精 溶液浓度	1mL 溶液 的滴数	一滴油酸酒精 溶液的体积	一滴溶液中 油酸的体积	油膜面积	油酸分 子直径
1						
2						
3						

油酸分子直径的平均值：_____

【分析与结论】

你的实验结论是：_____

启发联想

(1) 实验中为什么要待容器中的水稳定后再进行实验？

(2) 油酸分子直径的数量级在 10^{-10}m ，但是不少同学的测量结果远大于这个数量级，试分析可能的原因。

(3) 配制洗洁精酒精溶液体积比是 1:200，1mL 溶液可由针筒滴成 230 滴，滴一滴该溶液到水面形成的薄膜面积是_____ cm^2 ，可求得洗洁精（看成由单一分子组成）分子直径是多少？

(4) 加痲子粉时,是将粉分撒在水面上效果好,还是往盘中央撒粉,让粉自动扩散至均匀的效果好?思考后,动手试试,验证你的想法.

【课外实验】

水的沸腾

实验目的:观察加热水时水温的变化情况,绘制从加热到沸腾期间水温变化的图线.

实验原理:一定质量的水,在加热过程中温度不断升高,但上升的幅度不尽相同,水沸腾以后,虽然继续加热,但温度不再升高.

实验器材:朗威® DISLab、计算机、烧杯、三脚架、石棉网、酒精灯、铁架台等.实验装置如图 1-6 所示.

实验过程如下:

(1) 将温度传感器接入数据采集器.

(2) 将酒精灯放在三脚支架下.三脚支架上放置石棉网,烧杯里面加入适量的清水,放置在石棉网上.

(3) 将温度传感器固定在铁架台上,并把传感器探针插入烧杯中,置于水面下约 2cm 处.

(4) 打开“计算表格”将自动记录时间间隔设为“5s”.

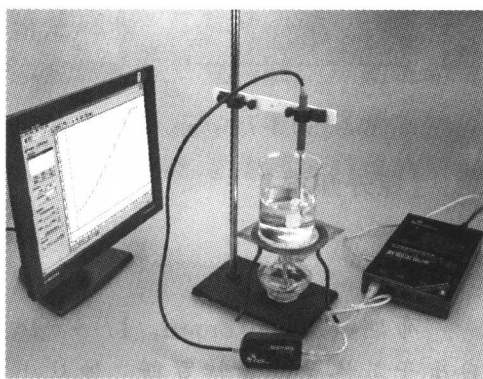


图 1-6

(5) 点燃酒精灯, 开始加热, 点击“开始”, 待到水沸腾时, 停止加热, 点击“结束”, 得到一组实验数据 (图 1-7).

(6) 点击“绘图”, 设定 X 轴为“ t ”, Y 轴为“ $T1$ ”, 根据实验数据绘出对应水加热至沸腾过程的温度图线 (图 1-8).

计算表格	$T/$	$t/$
1	17.9	0.00
2	18.1	5.00
3	18.5	10.00
4	18.8	15.00
5	19.4	20.00
6	19.9	25.00
7	20.6	30.00
8	20.9	35.00
9	21.6	40.00
10	22.3	45.00
11	23.2	50.00
12	24.0	55.00
13	24.9	60.00
14	25.8	65.00
15	26.9	70.00
16	27.9	75.00
17	28.6	80.00
18	29.9	85.00
19	31.0	90.00
20	31.8	95.00
21	33.3	100.00
22	34.1	105.00
23	35.4	110.00
24	36.2	115.00
25	37.5	120.00
26	38.5	125.00
	39.0	130.00

图 1-7

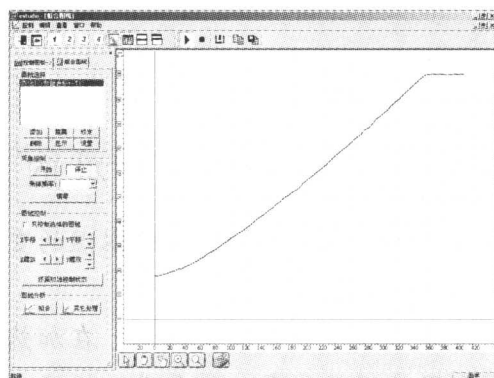


图 1-8

【课外知识】

布 朗

布朗 (Robert Brown, 1773—1858) 英国著名植物学家。1773 年 12 月 21 日生于苏格兰的蒙特罗斯。他从小就对植物有浓厚的兴趣。先入阿伯丁大学马里夏尔学院, 后进爱丁堡大学学医。21 岁时在英军中任助理外科医生, 他一半时间为军队工作, 一半时间进行自修, 并收集各种植物制作标本。1801—1805 年他作为专家在澳大利亚远洋勘察船“调查者号”上收集了大量的大洋洲植物标本。1805 年返回伦敦, 将他收集的近 3 900 种标本进行分类, 整理后写入《澳洲植物志》一书中, 对植物分类学作出了贡献。

布朗对物理学的贡献是发现了著名的布朗运动。1827 年布朗用显微镜观察悬浮在水中的花粉颗粒时, 发现花粉颗粒在水中不停地做无规则运动,