

普通高中新课程

经浙江省中小学教材
审定委员会审查通过

物理

选修 3-3

人教版

浙江省教育厅教研室编写

实验手册

班级

姓名

学号

浙江科学技术出版社

经浙江省中小学教材审定委员会审查通过

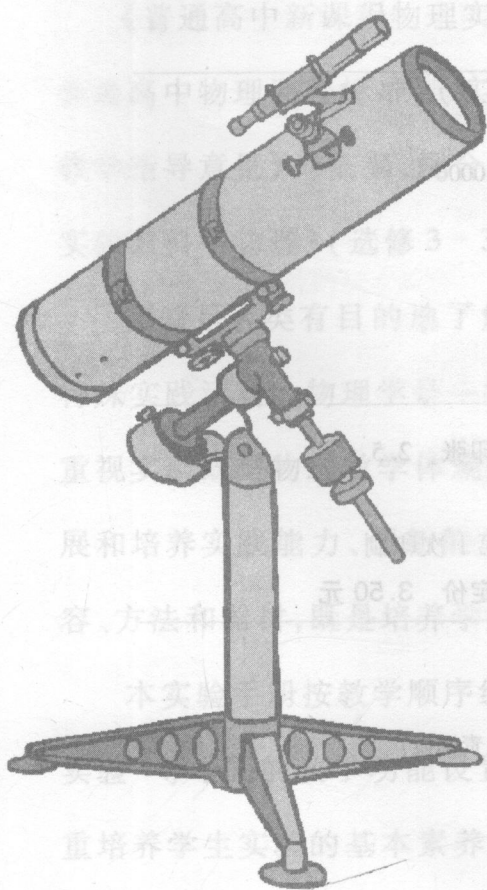
普通高中新课程 物理实验手册

根据浙江省教育厅文件精神,为了积极配合普通高中课程改革,落实新课程的基本理念和教学要求,由浙江省教育厅教研室组织全省优秀

选修 3-3 · 人教版

教师 and 教研员,共同开发了与在本省使用的普通高中课程标准实验教科书相配套的地方性课程资源,包括

浙江省教育厅教研室编写



《普通高中新课程物理实验手册》(选修3-3)而编写的,供学生学习新

课程的时候使用。

本手册是根据《普通高中物理课程标准》(实验稿)和《浙江省普通高中新课程实验学科

教学指导意见》(浙教基〔2003〕15号)而编写的,供学生学习新

课程的时候使用。

本手册是根据《普通高中物理课程标准》(实验稿)和《浙江省普通高中新课程实验学科

教学指导意见》(浙教基〔2003〕15号)而编写的,供学生学习新

课程的时候使用。

本手册是根据《普通高中物理课程标准》(实验稿)和《浙江省普通高中新课程实验学科

教学指导意见》(浙教基〔2003〕15号)而编写的,供学生学习新

课程的时候使用。

浙江科学技术出版社

普通高中新课程
物理实验手册

主编人：S-B 刘明

浙江省教育厅教研室

书 名 普通高中新课程物理实验手册(选修3-3·人教版)

编 写 浙江省教育厅教研室

出 版 浙江科学技术出版社

杭州市体育场路347号 邮政编码: 310006

联系电话: 0571-85151312

发 行 浙江省新华书店

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷 杭州富阳正大彩印有限公司

开 本 787×1092 1/16

印张 2.5

字 数 40 000

版 次 2008年7月第1版 2008年7月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5341-3362-6 定价 3.50元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题,本社负责调换)

浙江科学技术出版社



前言

QIAN YAN

根据浙江省教育厅文件精神,为了积极配合普通高中课程改革,落实新课程的基本理念和教学要求,浙江省教育厅教研室组织全省部分优秀教师和教研员,共同开发了与在本省使用的普通高中课程标准实验教科书相配套的地方性课程资源,包括作业本、实验手册、活动手册、图册和会考导引等等,并通过了浙江省中小学教材审定委员会审定。

《普通高中新课程物理实验手册》(选修3-3·人教版)是以《全日制普通高中物理课程标准》(实验稿)和《浙江省普通高中新课程实验学科教学指导意见》为依据,配合人民教育出版社出版的《普通高中课程标准实验教科书物理》(选修3-3)而编写的,供学生学习新课的时候使用。

实验是人类有目的地了解自然而采用的一种手段,是人类高智慧的特殊实践活动。物理学是一门以实验为基础的科学。在物理教学过程中重视实验既是物理教学体现物理学科特性的需要,也是促进学生认知发展和培养实践能力、创新能力的需要。重视实验教学,丰富实验教学内容、方法和器材,既是培养学生科学素养的需要,也是教师成长的需要。

本实验手册按教学顺序编排,按照“学生实验”、“课外实验”和“随堂实验”等不同的教学功能设置不同栏目。“学生实验”是必做的实验,着重培养学生实验的基本素养,要求学生通过实验能够形成比较规范的实



验报告;“课外实验”重在让学生设计实验方案、开展实验活动,培养学生分析、解决问题的能力和创新能力,教师应该引导学生完成规定的实验;“随堂实验”重在^①对课堂教学中的学生实验活动进行设计,教师可根据教学的需要选择使用。

对于本实验手册中存在的问题或差错,敬请广大师生提出修改意见,以便再版时修订。

浙江省教育厅教研室

2008年5月



质量反馈

亲爱的同学：

感谢你使用由我们编写的实验手册，希望能对你的学习有所帮助。为了提高实验手册的质量，我们恳请你在使用后，对本实验手册的编排序列、练习数量、难易程度、版面设计、印刷质量等方面提供反馈意见，我们将认真考虑你的意见并及时加以改进。来信请寄：浙江省教育厅教研室资源部收（杭州市文二路328号B楼四层，邮编310012）。你也可发送电子邮件到：zjjys@zj.com。

再次感谢你的支持！

浙江省教育厅教研室

浙江省中小学教学用书质量反馈表

普通高中新课程物理实验手册（选修3-3·人教版）

项 目	很满意	比较满意	一 般	不满意
编排序列				
练习数量				
难易程度				
版面设计				
印刷质量				
总体评价				
其他意见				

学校：

姓名：

邮编：

（注：请在上表相应位置打“√”）

目 录

MU LU

第七章	分子运动论	1
学生实验	用油膜法估测分子的大小	1
随堂实验	布朗运动	6
第八章	气体	11
随堂实验	研究气体等温变化的规律	11
课外实验	简易气温计	18
第十章	热力学定律	20
课外实验	观察瓶塞跳出时瓶内的变化	20
课题研究		22
	如何提高煤气灶的烧水效率	22
实验复习题		29

一、思考猜想

1. 一般物质分子直径的数量级为 10^{-10} m。
2. 油膜法是一种粗略测定分子大小的方法。把一滴油酸滴到水面上,只要水面足够大,油酸就会在水面上散开,最终形成单分子油膜,这个油膜的厚度就可以认为等于油酸分子的 d 。因此,本实验要测量的量是油酸的体积 V 和油膜的面积 S ,并利用 $d = \frac{V}{S}$ 求出油酸分子的大小。
3. 测定油酸液滴的体积,可以利用注射器的刻度来进行。一般油酸需用无水酒精(乙醇)进行稀释,如果实验中稀释的比例为 $1/N$ (即 1 mL 油酸加入无水

第七章 分子运动论



学生实验

用油膜法估测分子的大小

学习要求

基本要求

1. 知道实验原理,知道分子球形模型和单分子层模型。
2. 会测定一滴油滴的体积,并根据稀释比例计算一滴油滴中纯油酸的体积。
3. 会描绘油膜形状,知道油膜面积的确定方法。
4. 能够根据测定的结果计算油酸分子的大小。

发展要求

1. 会熟练地撒痱子粉或细石膏粉。
2. 知道油酸为什么必须进行稀释。

说明

1. 不要求知道油滴扩展成油膜的机理。
2. 不要求知道油酸的分子结构。

一、思考猜想

1. 一般物质分子直径的数量级为 m。
2. 油膜法是一种粗略测定分子大小的方法。把一滴油酸滴到水面上,只要水面足够大,油酸就会在水面上散开,最终形成单分子油膜,这个油膜的厚度就可以认为等于油酸分子的 。因此,本实验要测量的量是油酸的体积 V 和油膜的面积 S ,并利用 $d = \frac{V}{S}$ 求出油酸分子的大小。
3. 测定油酸液滴的体积,可以利用注射器的刻度来进行。一般油酸需用无水酒精(乙醇)进行稀释,如果实验中稀释的比例为 $1/N$ (即 1mL 油酸加入无水



酒精至总体积为 $N\text{mL}$), 利用注射器测出每 1mL 含有 M 滴稀释油酸溶液, 则每滴溶液有 _____ mL 体积的纯油酸。

4. 如图 7-1 所示的注射器, 从中可以直接读得的物理量是 _____ (填“液体体积”或“液柱长度”), 活塞内被封闭的体积是 _____。图 7-2 所示为在方格玻璃上描绘的油膜形状, 每小方格面积为 1cm^2 , 该油膜的面积为 _____ cm^2 。

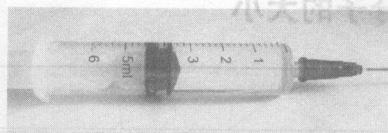


图 7-1 注射器

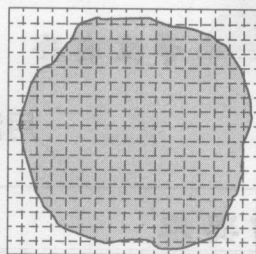


图 7-2 油膜形状

二、实验报告

日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

实验小组成员: _____

【实验目的】

估测油酸分子的大小。

【实验原理】

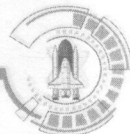
将油酸滴在平静的水面上, 油酸在水面上散开, 最终形成单分子油膜。只要测出油酸的体积 V 和在水面上油膜的面积 S , 就可以根据 $d = V/S$ 求出油酸分子的大小。

【实验器材】

平底浅盘 1 只(盛水后水面面积应在 500cm^2 以上, 可以采用市售 $30\text{cm} \times 40\text{cm}$ 塑料或不锈钢浅盘)、容积为 $3 \sim 5\text{mL}$ 的注射器 1 支、玻璃(或有机玻璃)盖板 1 块(略大于浅盘)、坐标纸 1 张(方格边长为 1cm)、彩色水笔 1 支、痱子粉或细石膏粉若干、已知浓度的油酸酒精溶液若干毫升(稀释工作由实验室教师完成, 盛放于密封小瓶内)。

【实验步骤】

1. 用注射器从小瓶中抽取若干毫升油酸酒精溶液, 慢推针筒活塞, 将油酸酒精溶液滴回瓶内, 数出每毫升所含有的液滴数, 求出每一滴液滴的体积, 再根据浓度算出每滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积。



2. 在洗净的浅盘中盛水,使水面与浅盘边沿的距离约小于1cm,静置一段时间,直至水不再晃动。

3. 用纱网(或粉扑)将适量痱子粉或细石膏粉轻轻地撒在水面上。

4. 用注射器将一滴油酸酒精溶液轻轻滴在水面中央,等油膜展开达到稳定后,在浅盘上盖上玻璃盖板,用彩笔在玻璃盖板上描出油膜的边界。

5. 将盖板放在坐标纸上,估算油膜面积。

6. 洗净浅盘,擦去盖板上的油膜轮廓线,摆放好器材。

提示

1. 痱子粉或细石膏粉撒在水面上时要适当,要均匀。

2. 为了减少描绘油膜边界过程中的误差,观察时视线应尽量竖直向下。

3. 计算油膜面积,可以数边界内正方形的个数,不足半个的舍去,大于半个的算一个。

【数据记录与处理】

表 7-1 测量数据记录

测量项目	油酸酒精溶液浓度	每 mL 油酸酒精溶液滴数	每滴油酸酒精溶液体积	每滴溶液中含油酸体积	油膜面积
数 值					

【实验结论】

油酸分子大小为_____m。

三、交流讨论

1. 将一滴油酸酒精溶液滴到水面上,为什么最终形成的是油酸的单分子膜而不是油酸酒精的分子膜?

2. 将一滴油酸酒精溶液滴到水面上时,仔细观察会发现油膜的面积先很快变大,接着收缩,最后才稳定下来,为什么会有这样的现象?



四、课后练习

1. 在做“用油膜法估测分子的大小”的实验中,有下列操作步骤:

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,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. 在浅盘中装入适量的水,然后把痱子粉或细石膏粉均匀地撒在水面上

D. 由公式 $d = V/S$ 求出薄膜厚度,即油酸分子的大小

E. 用注射器将油酸溶液滴入瓶内,数出每毫升所含有的液滴数,求出每一滴液滴的体积,再根据浓度算出每滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积

上述操作步骤的合理顺序是_____。

2. 在做“用油膜法估测分子的大小”的实验中,已知实验室中使用的油酸酒精溶液的体积浓度为 n ,用注射器测得每 N 滴这种油酸酒精溶液的总体积为 V ,再把玻璃板放在画有大小相同的小正方形的纸上,数得油膜占有边长为 a 的正方形个数为 m ,则测得油酸分子的大小 d 为多少?

实验器材	油酸酒精溶液	痱子粉	浅盘	玻璃板	坐标纸
实验步骤	1. 用注射器测得每 N 滴这种油酸酒精溶液的总 体积为 V ; 2. 将玻璃板放在画有大小相同的小正方形的 纸上,数得油膜占有边长为 a 的正方形个 数为 m ;	3. 由公式 $d = V/S$ 求出薄膜厚度,即油酸 分子的大小; 4. 用注射器将油酸溶液滴入瓶内,数出每 毫升所含有的液滴数,求出每一滴液滴的 体积,再根据浓度算出每滴油酸酒精溶液 中含有纯油酸的体积;	5. 在浅盘中装入适量的水,然后把痱子粉 或细石膏粉均匀地撒在水面上; 6. 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;	7. 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,再根据方格的边长 求出油膜的面积 S ;	8. 由公式 $d = V/S$ 求出薄膜厚度,即油酸 分子的大小。

3. 在做“用油膜法估测分子的大小”的实验时,油酸酒精溶液的浓度为每 1000mL 溶液中有纯油酸 1mL,用注射器测得 1mL 上述溶液中有液滴 100 滴,把 1 滴该溶液滴入盛水的浅盘里,形成如图 7-3 所示的油膜,图中小方格的边长为 1cm。则:

(1) 每一滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积是 _____ mL。

(2) 油酸薄膜的面积是 _____ cm^2 。

(3) 按以上数据估测出油酸分子的大小是 _____ m。

4. 在实验中,你测得的每滴油酸酒精溶液的体积是 _____ mL。如果采用纯油酸,假设每滴的油酸体积与每滴油酸酒精溶液的体积相同,根据实验测

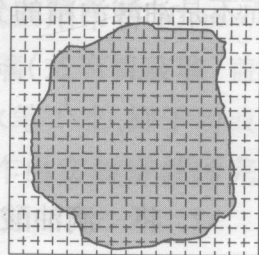
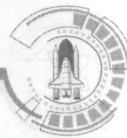


图 7-3 油膜



得的油酸的大小,估计每滴纯油酸在水面上形成的单分子油膜的面积有多大?是否还能用原来的浅盘做实验?

* 5. 已知油酸的分子量为 282,油酸的密度为 $0.89 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,某同学测得的油酸分子大小是 $1.0 \times 10^{-9} \text{ m}$,将油酸当做球形处理,根据上述数据,测得阿伏加德罗常数是多少?

小资料

“用油膜法估测分子的大小”的实验为何采用油酸?

油酸的分子式为 $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$,属于高级不饱和脂肪酸。油酸在室温下呈液态,不溶于水,但溶于酒精,所以在实验中便用酒精稀释,并用注射器准确地测量体积。油酸的密度为 $0.89 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,略小于水,因此当油酸溶液滴入水中时,基本上是悬浮在水面上的。一个油酸分子可以看成是由两部分组成的,一部分是 $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$,另一部分是 COOH 。其中, COOH 叫做羧基,对水有很强的亲和力,因此也叫亲水基; $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$ 对水没有亲和力,相对而言叫做憎水基。因此, $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$ 冒出水面,而 COOH 留在水中,使油酸分子能直立在水面上,形成单分子层。油酸的表面张力系数约为 $2.0 \times 10^{-3} \text{ N/m}$,而水的表面张力系数约为 $7.0 \times 10^{-3} \text{ N/m}$,油酸的表面张力系数比水小,所以在撒有痱子粉或细石膏粉的水面上滴入油酸时,痱子粉或细石膏粉就会被水的表面张力拉开,形成清晰的油膜边界,便于测量油膜面积。一般分子大小的数量级是 10^{-10} m ,油酸分子大小的公认值为 $11.2 \times 10^{-10} \text{ m}$,这是因为油酸分子结构不是球形而是长链状,“用油膜法估测分子的大小”的实验测得的结果其实是油酸分子的长度。



随堂实验

布朗运动

一、实验目的

借助光学显微镜观察小颗粒的运动情况,推测小颗粒周围水分子的运动规律。

二、实验器材

光学显微镜、水粉画颜料、烧杯、搅拌棒、盖玻片、宽透明胶带、白纸、小刀、胶头滴管、餐巾纸、数码相机、实物投影仪、多媒体系统。

三、实验准备

1. 悬浊液的配制

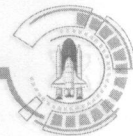
取一只 50mL 的小烧杯,加入 60℃ 的热水 40mL。取深色的水粉画颜料一支,在搅拌棒一端挤上米粒大小的颜料,放在热水中快速搅拌,直到水粉画颜料充分溶入水中,几乎看不到有颗粒存在为止。

提示

虽然布朗运动对颗粒的品种无要求,任何小颗粒都能产生布朗运动,但是颗粒太大,现象不明显,甚至不产生布朗运动。颗粒越小,布朗运动现象越明显,但相应地要求显微镜的倍数也就越高。如使用稀释的碳素墨水或墨汁,由于其颗粒太小,如果没有 1500 倍左右的高倍显微镜是看不清布朗运动的。一般中学实验室配备的是 16×40 倍的生物显微镜,悬浮颗粒的线度以 $0.5\mu\text{m}$ 为最佳,这种颗粒在 640 倍的显微镜里看到的像相当于看距眼睛约 20cm 远、线度约为 0.3mm 的一个小黑点。做布朗运动时,在 1s 时间里大概有 1mm 的移动路程。

同时,还要考虑颗粒的颜色以及颗粒的密度,最好选用深色材料配制悬浊液,这样的颗粒遮挡透射光所留影子的像清晰。最好选择与水的密度相当,且能与水良好浸润的小颗粒,这种颗粒能较长时间悬浮在液体中。若颗粒太轻,则容易上浮而集结在盖玻片上;颗粒太重,又会很快沉淀到载玻片上,都不利于观察。

密度比水大的颗粒发生沉淀是不可避免的,但颗粒小,颗粒悬浮的时间会长一些。



2. 载玻片的制作

把边长为 1cm 的小纸片粘在宽透明胶带上,把胶带粘在载玻片上,使纸片位于载玻片的中央,并尽量使胶带与载玻片之间不留空气泡,用小刀割除粘有纸片的胶带和载玻片外的胶带,这样带有凹坑的载玻片就制作完成了。在胶带上放上盖玻片,盖玻片与载玻片之间就有胶带厚度的空间来装悬浊液。

3. 观察片的制作

如图 7-4 所示,用胶头滴管在烧杯中吸取悬浊液,将一滴悬浊液滴入载玻片的凹坑中,盖上盖玻片,使悬浊液充满整个凹坑且无气泡,然后轻轻压一下盖玻片四周,使盖玻片与胶带接触密实,用餐巾纸将从盖玻片周围溢出的悬浊液吸干净。

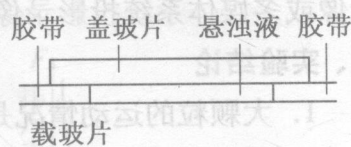


图 7-4 观察片的制作

用这种方法制作的观察片通常在 2h 内都可观察到颗粒的布朗运动。

四、实验观察

方案一：个体观察

显微镜的构造如图 7-5 所示。将显微镜放在水平桌面上,调整显微镜的镜臂,使载物台水平。在载物台上放上观察片,移动观察片使悬浊液处于通光孔的中间,两片压片夹压在观察片上。选用 16 倍目镜、10 倍物镜,调整粗准焦旋钮,使物镜接近到快要接触盖玻片,眼睛靠近目镜观察(最好不戴眼镜)。调整反光镜,使眼睛观察到的亮度合适。慢慢调整粗准焦旋钮,使观察筒上移,观察到大颗粒后转动转换器,改用 40 倍物镜,调整细准焦旋钮,直至观察到小颗粒的布朗运动。

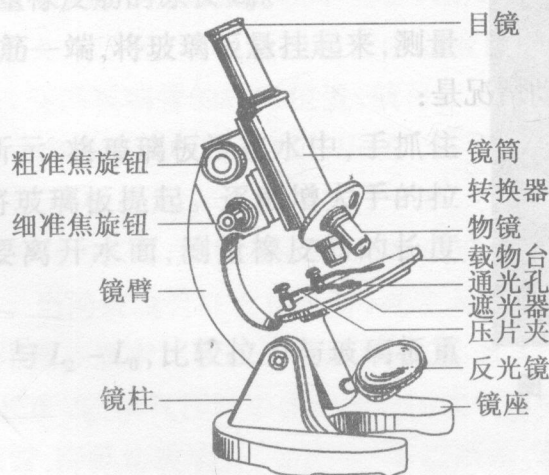


图 7-5 显微镜



方案二：集体观察

显微镜调整至能用肉眼观察到小颗粒的布朗运动后,将数码相机转至摄像功能,光学变焦调整到3倍或4倍,视频线将数码相机的视频输出端与电视机或投影仪连接起来,把相机的镜头放在显微镜的目镜上,固定好相机,通过屏幕观察。

在现场操作有困难的情况下,也可以用数码相机拍摄录像,通过电脑播放录像或多媒体系统投影录像。

五、实验结论

1. 大颗粒的运动情况是:

大颗粒的运动情况是:运动缓慢,运动轨迹呈无规则折线。

三、实验准备

1. 实验器材配置

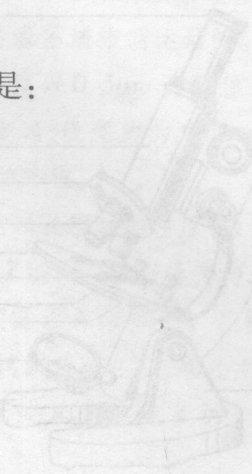
取一50mL的小烧杯,加入60℃的热水40mL。取深色的水粉面粉颜料一支,在烧杯一端挤上米粒大小的颜料,放在热水中快速搅拌,直到水粉面粉颜料均匀分散在热水中。

2. 中等颗粒的运动情况是:

中等颗粒的运动情况是:运动速度比大颗粒快,运动轨迹呈无规则折线。

3. 小颗粒的运动情况是:

小颗粒的运动情况是:运动速度比中等颗粒快,运动轨迹呈无规则折线。





课外实验

拉力与玻璃板所受重力相等吗

一、实验原理

分子间的作用力大小与分子间距有关。当分子间距为 r_0 时,分子间引力与斥力相等,分子力为零;当分子间距小于 r_0 时,分子间引力小于斥力,分子力表现为斥力;当分子间距大于 r_0 时,分子间引力大于斥力,分子力表现为引力。分子力与分子间距的关系可用图 7-6 表示。

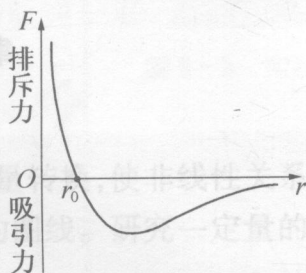


图 7-6 分子力与分子间距的关系

二、实验制作

取一块边长为 20cm 左右的玻璃板,擦洗干净。做四个细绳套,分别套在玻璃板四角,用透明胶带将绳套粘在玻璃板上。四条绳子在与四角等长的位置打结在一起,拎着结点,玻璃板能处于水平状态。将绳子与一根橡皮筋相连。

三、实验过程

1. 用刻度尺测量橡皮筋的原长 L_0 。
2. 手抓住橡皮筋一端,将玻璃板悬挂起来,测量橡皮筋的长度 L_1 。
3. 如图 7-7 所示,将玻璃板浸在水中,手抓住橡皮筋一端,慢慢将玻璃板提起。逐渐增大手的拉力,直至玻璃板快要离开水面,测量橡皮筋的长度 L_2 。
4. 计算 $L_1 - L_0$ 与 $L_2 - L_0$,比较拉力与玻璃板重力是否相等。

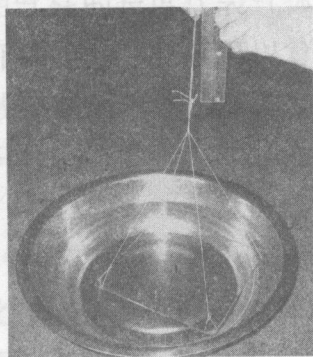


图 7-7 实验装置图



四、问题讨论

1. 当玻璃板快要离开水面时,为什么施加的拉力远大于玻璃板的重力?

在现场操作有困难的情况下,也可以用数码相机拍摄录像,通过电脑播放录像,观察玻璃板离开水面时的情况。

2. 猜想玻璃板除受到重力和拉力作用以外,还受到什么力的作用?

五、实验结论

1. 大颗粒的运动情况是:

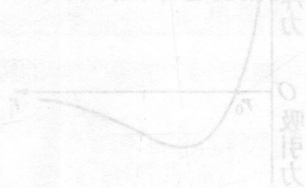


图 7-7-1

实验结论

2. 中等颗粒的运动情况是:将玻璃板放在水中,用数码相机拍摄录像,通过电脑播放录像,观察玻璃板离开水面时的情况。

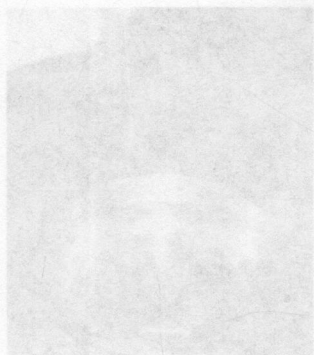


图 7-7-2