

普通高中课程标准实验教科书

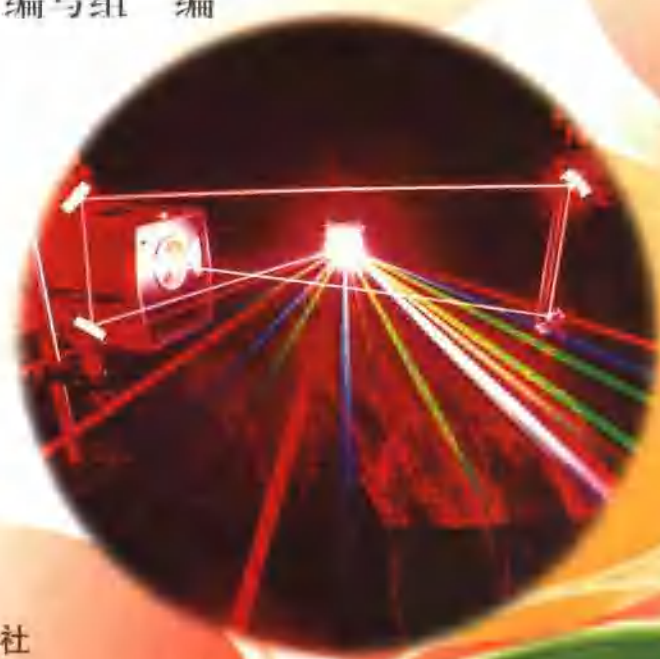
配粤教版

物理

(选修 2-3)

实验册

广东基础教育课程资源研究开发中心
物理实验册编写组 编



广东教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

配粤教版

物理

(选修2-3)

实验册

广东基础教育课程资源研究开发中心
物理实验册编写组 编



广东教育出版社

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: 选修 2-3/
广东基础教育课程资源研究开发中心物理实验册编写组
编. —广州: 广东教育出版社, 2005.12

配粤教版

ISBN 7-5406-6193-3

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 147612 号

广东教育出版社出版发行

(广州市环市东路 472 号 12-15 楼)

邮政编码: 510075

网址: <http://www.gjs.cn>

广东新华发行集团股份有限公司经销

广州新华印务有限公司印刷

(广州市惠福西路走木街 30 号)

787 毫米×1092 毫米 16 开本 3.75 印张 80 000 字

2005 年 12 月第 1 版 2006 年 7 月第 2 次印刷

ISBN 7-5406-6193-3/G·5511

定价: 4.35 元

质量监督电话: 020-87613102 购书咨询电话: 020-34120440

编写说明

《物理实验册》丛书是根据《普通高中物理课程标准（实验）》的要求，配合广东教育出版社出版的普通高中课程标准物理教科书的内容来编写，这套丛书按高中物理课程结构的12个模块编排共分12册。本册《物理实验册（选修2-3）》供采用粤教版《普通高中课程标准实验教科书·物理（选修2-3）》的高中学生使用。

本书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”、“参考器材”、“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“课外实验”和“课外知识”，供学生课后选用。

在“提出问题”栏目里，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。在“参考器材”栏目里，一般列出较多的、非全部要采用的实验器材供学生选择；对于较容易的实验或能用多种器材完成同一个实验的，以全部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。在“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”各项内容。

本书有的实验编写了两种不同的实验方法，供各校根据本校情况选择使用。

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

本书中标有“*”号的实验，供学生选做。

这套《物理实验册》丛书主编保宗悌，副主编布正明、王笑君。

本册主编：李德安、熊建文；编写人员：李杏清、许家芸、吴肖、李雄侠；统稿：张学荣；审稿：布正明。

《物理实验册》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提出宝贵意见，以便今后修订。

目 录

实验一 测定玻璃的折射率	1
*实验二 测定液体折射率的实验探究	6
实验三 透镜成像规律的实验探究 (一)	10
实验四 透镜成像规律的实验探究 (二)	16
实验五 观察光的干涉、衍射及偏振现象	22
实验六 本底计数率的测量	35
实验七 建筑材料放射性的测量	40
实验综合测试 (正卷)	47
实验综合测试 (复卷)	50
部分参考答案	54

实验一 测定玻璃的折射率

预备知识

1. 阳光能够照亮水中的鱼和水草，同时我们也能通过水面看到烈日的倒影。这说明：光从空气射到水面时，一部分光射进水中，另一部分光返回到空气中。前一种现象叫_____，后一种现象叫_____。

2. 如图 1-1 所示，一束光线由空气斜射入玻璃中，入射光线是_____，反射光线是_____，折射光线是_____， NN' 是_____，入射角是_____，用符号_____表示，折射角是_____，用符号_____表示，则这种玻璃的折射率是_____。

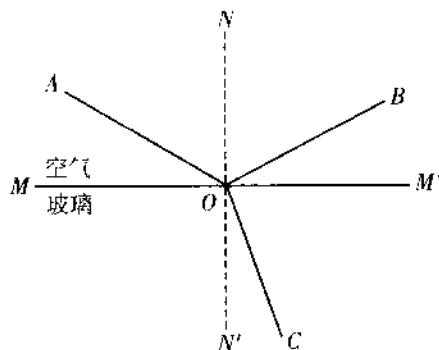


图 1-1

3. 光线以某一入射角从空气射入折射率为 $\sqrt{3}$ 的玻璃中，折射光线与反射光线恰好垂直，则入射角等于（ ）

A. 30° B. 45° C. 60°

实验目的

1. 学会用插针法测定玻璃的折射率。
2. 掌握光在发生折射时，入射角和折射角的确定方法。

参考器材

方形玻璃砖，大头针，刻度尺，白纸，量角器。

其他我认为需要用的器材：_____

设计实验

1. 用_____确定光路，找出跟入射光线相应的_____；
2. 用_____测出入射角 i 和折射角 r ；
3. 根据_____计算出玻璃的折射率：_____。

实验过程

1. 将白纸用图钉钉在木板上。
2. 在白纸上画一条直线 aa' 作为界面，画一条线段 AO 作为入射光线，并过 O 点画出界面 aa' 的法线 NN' ，如下页图 1-2 所示。

3. 把方形玻璃砖放在白纸上, 使它的一边跟 aa' 对齐, 并画出玻璃砖的另一边 bb' .

4. 在线段 AO 上竖直地插上两枚大头针 P_1 、 P_2 .

5. 透过玻璃砖观察大头针 P_1 、 P_2 的像, 调整视线的方向, 直到 P_1 的像被 P_2 的像挡住; 在观察的这一侧插两枚大头针 P_3 、 P_4 , 使 P_3 能挡住 P_1 、 P_2 的像, P_4 能挡住 P_1 、 P_2 及 P_3 的像.

6. 记下 P_3 、 P_4 的位置, 移去大头针和玻璃砖, 过 P_3 、 P_4 引直线 $O'B$ 与 bb' 交于 O' 点, 连接 O 与 O' 点, 则 OO' 就是玻璃砖内的折射光线的方向, 入射角 $i = \angle AON$, 折射角 $r = \angle O'ON'$.

7. 用量角器量出入射角和折射角的度数.

8. 从三角函数表中查出入射角和折射角的正弦值, 记在自己设计的表格里.

9. 用上面的方法分别求出入射角是 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 时的折射角, 查出入射角和折射角的正弦值, 把这些数据也记在表 1-1 中.

10. 算出不同入射角时 $\frac{\sin i}{\sin r}$ 的值, 比较一下, 看它们是否接近一个常数, 求出几次实验中测得的 $\frac{\sin i}{\sin r}$ 平均值, 就是玻璃的折射率.

注意事项:

1. 实验过程中手不要触摸玻璃的光学面, 接触玻璃的毛面或棱.
2. 不能把玻璃砖当尺子画玻璃的界面.
3. 大头针 P_3 、 P_4 和大头针 P_1 、 P_2 是否重合, 通过观察玻璃砖里来决定, 不可通过观察玻璃砖上方大头针的头部来决定, 观察时用一只眼睛 (另一只眼睛最好闭上).
4. 玻璃砖的入射面、折射面要画准. 实验过程中, 玻璃砖与白纸的相对位置不能改变.
5. 大头针要插竖直, 入射角和折射角一一对应. 拔大头针时, 应将针孔相应编号, 以免混淆.

【数据记录与处理】

表 1-1

实验次序	入射角 i	$\sin i$	折射角 r	$\sin r$	$\frac{\sin i}{\sin r}$	$\frac{\sin i}{\sin r}$ 的平均值
1	15°					
2	30°					
3	45°					
4	60°					
5	75°					

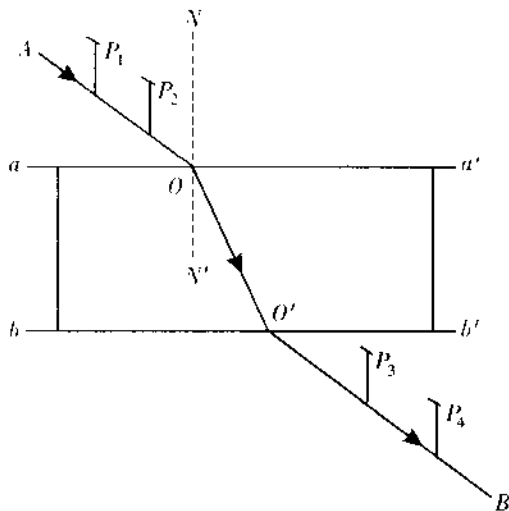


图 1-2

启发联想

1. 如何用实验证明在折射现象中光路是可逆的?

2. 你对你做的实验结果满意吗? 如果满意, 请说说你成功的关键是什么? 如果不满意, 能否找到原因?

3. 在利用插针法测定玻璃折射率的实验中:

①甲同学在纸上画界面 aa' 和 bb' 时, 不自觉地使 aa' 和 bb' 的间距画得比玻璃砖的实际宽度大些, 如图 1-3 所示, 则他测出的折射率将_____ (填“偏大”、“偏小”或“不变”). ②乙同学在纸上画出玻璃砖的两个界面 aa' 和 bb' 后, 不小心碰了玻璃砖, 使它向 aa' 方向平移了少许, 如图 1-4 所示, 则他测出的折射率将_____ (填“偏大”、“偏小”或“不变”).

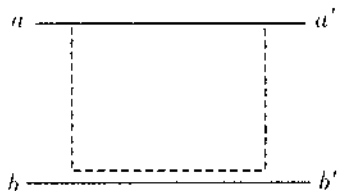


图 1-3

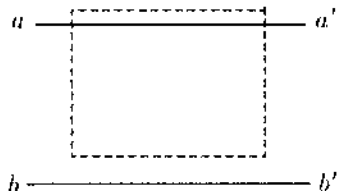


图 1-4

4. 站在同一位置观察硬币放在空碗和加满水的碗底时的不同现象, 你能得到什么启示?

【课外实验】

1. 液体的折射率应该如何测量? 写出简要的实验原理、所需器材、必要步骤, 并设计一个表格将数据进行记录与处理.

2. 如果用三角形玻璃砖取代图 1-3 所示实验中的长方形玻璃砖, 该如何来测定玻璃的折射率?

【课外知识】

1. 几何光学的建立

由于光学仪器的制成, 实验科学的发展, 推动了人们对光的研究, 如对折射现象的进一步研究. 开普勒概括了人的光学知识, 于 1611 年发表了《屈光学》一书, 奠定了近代实验光学的基础. 在该书中研究了折射现象, 断定了托勒密关于折射定律的结论并不准确.

荷兰数学家斯涅耳 (1591—1626) 大约在 1621 年发现了准确的折射定律.

现代形式的折射定律是法国的笛卡儿 (1596—1650), 在 1637 年出版的《折光学》一书中第一次提出的. 他把光看做是一种以太介质中压力的传递过程, 从实质上讲, 他是光的波动理论的奠基人. 但在解释光的反射和折射时, 他却持有粒子说的观点. 他认为光的反射是微粒按照力学规律从一个弹性面上弹回; 而光从密媒质进入疏媒质时的折射, 则是由于光微粒通过界面时沿垂直方向的分速度减小, 水平方向的分速度不变而产生的.

笛卡儿关于光在密媒质中比在疏媒质中的速度更快的推论, 受到他的同国人比埃尔·费玛 (1601—1665) 的质疑. 费玛根据“经济原理”断言, 光应以“最短时间原理”选择它从一种媒质中的一点到达另一媒质中的一点的路径. 1639 年他得到解答: 如果光在密媒质中比在疏媒质中走得慢些, 那么, 光的反射和折射就是“最短时间原理”的必然结果, 他得到的折射率的形式为:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \text{常量}$$

折射定律的确定, 为光学系统的计算提供了根据. 到 17 世纪中叶, 已经建立了光的反射和折射定律, 从而奠定了几何光学的基础.

2. 日常生活中的全反射现象

一、钻石的式样

钻石（金刚石）能够闪闪生光，就是利用全反射的作用，使射到钻石背面的光线全部反射回来。

钻石的临界角为 24.4° ，为使钻石能获得全反射，钻石琢磨的式样，应尽量使进入钻石的光线，射到背面时与法线的夹角大于 24.4° ，故图 1-5 (a) 是常见的式样，而 1-5 (b) 及 1-5 (c) 则属太深或太浅，光线容易从背面漏失。

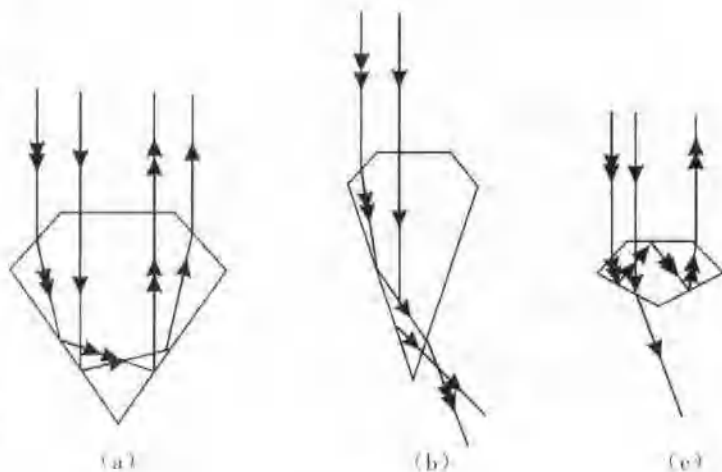


图 1-5

二、玻璃上的裂痕为什么是光亮的？

光线从光密介质（光速较小的介质）折射到光疏介质（光速较大的介质）时，若入射角大于临界角，就会发生全反射，这时入射光线将全部反射回原介质。

窗玻璃上的裂痕含有空气，当玻璃中的光线射到裂痕，若在玻璃中的入射角大于临界角，就发生全反射，如图 1-6 所示，故裂痕看来比其他部分光亮。

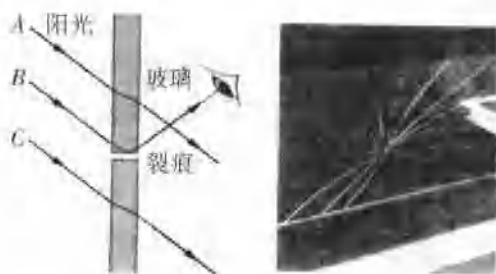


图 1-6

三、发光的塑料丝

在一些工艺品商店或灯具店中，能看到如图 1-7 所示的工艺品，底座中有光源，上方是一束塑料丝，光源发出的光通过塑料细丝由下端传到上端，每个细丝的端面闪烁着五彩缤纷的灯光，非常漂亮，而塑料丝的其他部分并不发光，你知道其中的奥秘了吗？

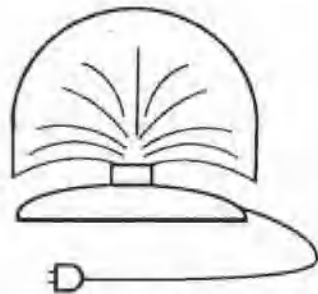


图 1-7

* 实验二 测定液体折射率的实验探究

提出问题

我们通过上节课的实验,掌握了测量玻璃(固体)折射率的一种方法,但实际生活中,我们会遇到不少测量液体折射率的实验,想想看,你能设计几种方案?

参考器材

请你在需要的器材后面的空格内打“√”,若还不够,就在接排的空格内写上需要的器材名称.

手电筒		扁平的墨水瓶	
搪瓷口杯		小刀	
直尺		烧杯	
白纸		硬币	

实验过程

方法 1:

【操作与记录】

1. 找一只空的搪瓷口杯,将一把尺子靠杯的内壁固定,如图 2-1 所示.
2. 把杯子放在实验桌上,移动杯子至适当位置,直到眼睛能看到杯子的最低点 A ,记下 A 点的刻度数 a_1 .
3. 保持观察者的观察角度不变,缓缓向杯内加入清水,直至与杯口平齐,记下此时所能看到的最低点 A' 的刻度数 a_2 .
4. 读出水面的最高位置 B 点的刻度数 a_3 .
5. 重复二次实验,并将数据填入表 2-1 中.

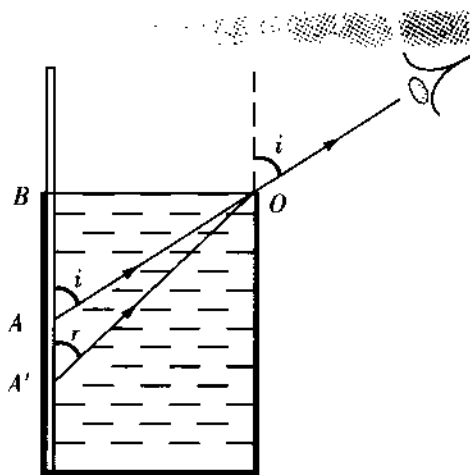


图 2-1

表 2-1

	a_1 (cm)	a_2 (cm)	a_3 (cm)	AA' (cm)	BA (cm)	BA' (cm)
第一次实验						
第二次实验						
第三次实验						

【分析与结论】

1. 要求出液体的折射率 n , 根据公式 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$, 我们能否求出 n ?

$n =$ _____.

2. 从表 2-1 记录的数据, 要求出 n , 我们还必须测量哪些物理量? _____.

3. 根据你推导的公式, 分别算出三次实验的折射率: _____、_____、_____.

方法 2:

【操作与记录】

1. 找一个扁平的墨水瓶, 在它的一面糊上一张黑纸 (黑纸上事先划一道宽约 2 mm 的竖缝, 相对的另一面糊上一张白纸, 如图 2-2 所示).

2. 在瓶内装 1/2 的清水.

3. 将手电筒从较远处射向黑纸上的狭缝, 可以看到白纸屏上有一道亮条在水面处分成上下两截, 改变入射光的角度, 使两条亮条尽量错开些, 用铅笔记下两条亮条的位置 A 、 B .

4. 改变入射光的角度, 使两截亮条在一条直线上, 并记下此时亮条的位置 C .

5. 改变入射光的角度, 重复测量一次, 记下 A' 、 B' 、 C' 的位置.

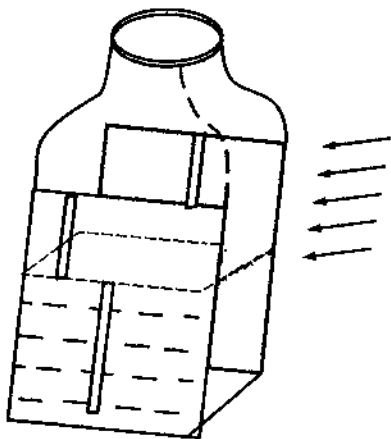


图 2-2

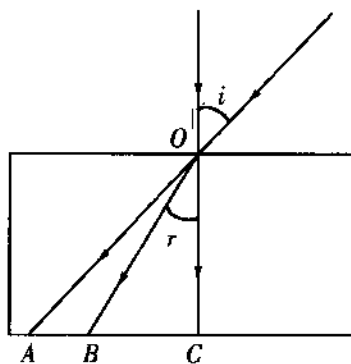


图 2-3

【分析与结论】

1. 测量原理如图 2-3 所示 (俯视图), 图中 OC 为两片纸间的宽度, 要测出液体的折

射率 n , 根据公式 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$, 请推导出液体的折射率 $n =$ _____.

2. 根据你推导的公式, 分别算出二次实验的折射率: _____、_____.

启发联想

1. 通过研究上面第一种测量液体折射率的方法, 你认为视深度、实际深度液体的折射率有什么关系? (假设空气的折射率为 1)

2. 你还能设计出另外几种不同的实验方案吗? 请把其中要点描述出来.

3. 在图 2-1 中, A 的像点是否在竖直线 AB 上?

【评价与交流】

1. 对比以上两种方法, 结合你设计的新实验方案, 你认为哪一种测量方法较为准确些?

2. 在实验过程中你是如何减少误差的?

【课外实验】

1. 取 1000 mL 的玻璃杯一只, 内盛 $9/10$ 的清水, 取一枚壹元的硬币投入杯底偏右侧, 双眼垂直向下观察水底的硬币, 同时手持另一枚硬币紧靠杯右侧外壁, 作上下缓慢移动, 一旦发现杯内、外硬币无平行视差时, 杯外硬币到水面的高度即为水中硬币的视深度 h' . 用直尺测量烧杯水的深度 h 和从水面至杯外硬币间距离 h' , 如图 2-4 所示, 代入你在“启发联想”1 中推导出的公式, 即可算出液体的折射率.

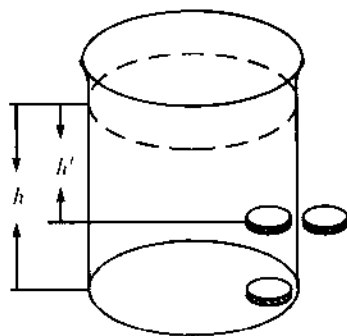


图 2-4

2. 用凹面镜测定液体的折射率 (选做).

仪器: 待测折射率的液体; 曲率半径为 200~800 mm 的凹面镜; 大头针.

实验步骤: ①把凹面镜放在底座上, 凹面向上, 大头针夹在凹面镜上方的支架上. 上下移动大头针, 直到它与凹面镜所成的像重合为止, 该点就是凹面镜的曲率中心, 测出它到凹面镜顶点的距离 (x).

②把足量的液体倒入凹面镜. 待液体上表面成为平静的平面之后, 再移动大头针, 直到它与凹面镜所成的像重合为止, 测出大头针到凹面镜顶点的新的距离 (y).

③重复做几次实验.

数据记录与处理: 把结果绘制成表, 并求出比值 x/y 的平均值, 它就是该液体的折射率.

思考: 此实验测出的 x/y 值为什么就是液体的折射率, 请给证明.

【课外知识】

视差法在测量液体折射率时的应用

在实验中, 经常会用到一种简单而又方便确定像位置的方法, 如图 2-5 (a) 所示, 距离眼睛远近不同的物体 A 、 B , 当眼睛向左或向右移动时, 会发现 A 和 B 有相对位移, 这种现象叫做有视差; 当 A 与 B 重合时就没有相对位移, 如图 2-5 (b) 所示, 即为无视差. 利用视差的道理确定像或物的位置的方法叫视差法.

在利用视深度的方法测量液体折射率时, 必须运用成像的原理画出光路图, 即必须至少从物点引出两条光线找出成像点, 再推导出近似公式, 并用视差法来减少测视深度的误差: 在水杯的底部放一根针, 使它与底面上的某一直线重合, 然后用铅笔尖顶在杯子外壁上, 沿着通过这根针的竖直平面与杯壁的交线移动, 向杯顶俯视, 前后移动视线, 直到铅笔尖与针尖“无视差”为止.



图 2-5

实验三 透镜成像规律的实验探究 (一)

预备知识

在初中我们知道:

1. 物体在照相机底片成像时, 物距和像距的关系是 _____, 像与物体的关系是 _____.
2. 物体在投影仪屏幕成像时, 物距和像距的关系是 _____, 像与物体的关系是 _____.
3. 物体在放大镜成像时, 像与物体的关系是 _____.
4. 凸透镜焦距的长短与 _____ 有关.

实验目的

1. 观察凸透镜所成像的性质特点.
2. 探究凸透镜成像的规律.

参考器材

请你在需要的器材后面的空格内打“√”, 若还不够, 就在接排的空格内写上需要的器材名称.

光具座		中心部分厚度不同的凸透镜 3 个	
光源		“1”字形箭头透明物	
透明米尺		半透明纸	
米尺		透明纸	
平面镜			

提出问题

既然我们能够利用透镜成像过程测定凸透镜的焦距, 那我们能否从透镜的焦点和光心, 以及物体和像之间的相互位置关系, 找出透镜成像的普遍规律呢?

你的猜想

凸透镜成像实验中,物体和它的像在主光轴上的位置有无确定关系?透镜焦距是否是影响这种关系的因素之一?

相对物体,像是放大还是缩小?是正立还是倒立?是虚像还是实像?

也许这几种关系是相互牵连的?

我的猜想是: _____

设计实验

1. 实验装置如图 3-1 所示:

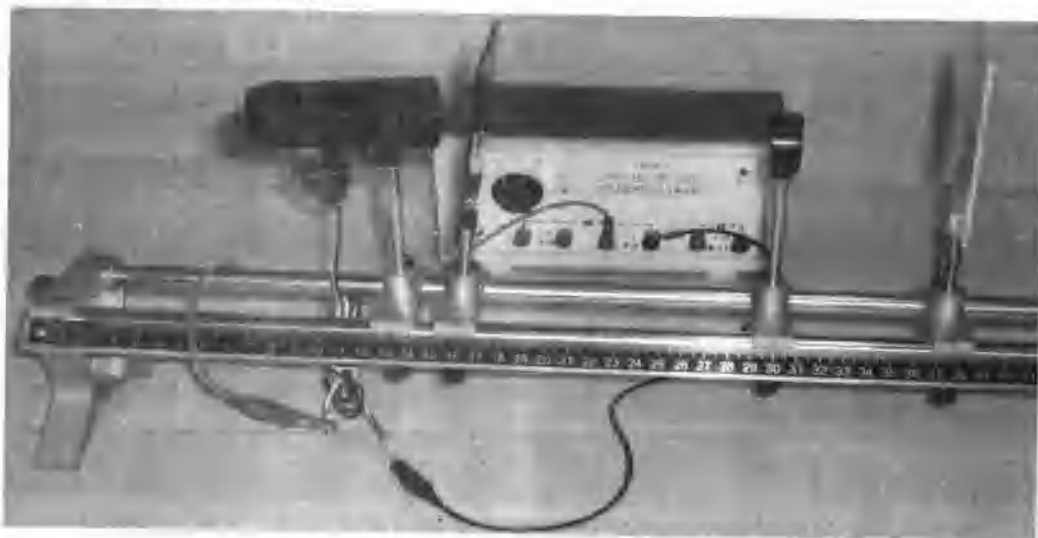


图 3-1

2. 在物距 u , 像距 v , 焦距 f 这三个变量中, 焦距的调节将涉及透镜的更换, 所以, 选择焦距 f 作为 _____, 即固定焦距 f , 选定一个凸透镜, 通过改变 _____ 来观察 _____ 的变化, 同时观察像的性质的相应变化.

3. 物体的位置, 可以通过光具座上的 _____ 来确定和测量; 像的大小、正倒, 可以通过比较 _____ 确定; 遇到有光屏接收不到的像时应 _____.

4. 选择不同 _____ 的凸透镜, 再次探究物距 u 与像距 v 的关系, 同时观察像的性质的相应变化.

注意事项:

1. 调整光源(小灯泡)、“1”字形屏、透镜和光屏的高度, 使它们的中心在透镜的主光轴上.

2. 实验时应反复前后移动光屏, 直到出现的像最清晰时才记录物距 u 与像距 v .

3. 用带标度的光具座做实验时, u 、 v 、 f 均精确到 mm.

4. 以三个实验小组为一个合作单位, 每组选一种不同的凸透镜进行研究, 最后一起

总结, 提高实验效率.

【操作与记录】

1. 在表 3-1 的上面记下你所使用的凸透镜的焦距.
2. 在光具座上依次插上 _____、_____ 和 _____, 调节他们的 _____, 使他们等高同轴.
3. 固定 _____ 的位置, 把 _____ 移到某一位置, 接通光源.
4. 前后移动光屏位置, 直到在光屏上能看到清晰的“1”字形的像.
5. 比较像的大小与物体大小有什么关系, 观察物距、像距、像的性质, 并将观察的结果填在表 3-1 里.
6. 重复操作步骤 3-5.
7. 当“1”字形屏 _____ (“很靠近”或“比较远离”) 凸透镜时, “1”字形屏不能在光屏上成像, 取下光屏, 用眼睛直接从原来光屏的一侧透过凸透镜观察“1”字形屏, 将观察到的结果记录在表 3-1 中.

表 3-1

透镜焦距 $f =$ _____ cm

物的位置	物距 u/cm	像距 v/cm	像的位置	像的正倒	像的大小	像的虚实
$u > 2f$						
$u = 2f$						
$f < u < 2f$						
$u = f$						
$u < f$						

【分析与结论】

把表 3-1 中的数据进行处理后, 填入表 3-2 中.

表 3-2

$(1/f) / \text{cm}^{-1}$	$(1/u) / \text{cm}^{-1}$	$(1/v) / \text{cm}^{-1}$	$(1/u + 1/v) / \text{cm}^{-1}$

比较 $(1/u + 1/v)$ 与 $1/f$ 的数值大小, 我得到的结论是:

【评价与交流】

在探究实验中: