

光学物理实验

目 录

一、几 何 光 学

1	望远镜的放大率和分辨率	1
2	棱镜的色散率和色分辨率	3
3	正常色散：柯西方程	6
4	全反射法测量折射率	7
5	测试厚透镜用的测节器	10
6	单球面折射	12
7	眼睛光学	13
8	显微镜、金相显微镜	14
9	太阳物理学：黑子活动	15
10	太阳望远镜：定日镜	16
11	光速	18
12	检验反射镜：傅科测试法	21
13	纹影系统	23
14	空气折射率	27
15	照相机快门速度	29
16	小孔光学	30
17	天空摄影术	31
18	幻视	33
19	瑞利折射仪	34

二、干 涉、衍 射

20	杨氏双狭缝实验	37
21	洛埃镜	38
22	菲涅耳双棱镜	39
23	菲涅耳反射镜	41
24	迈克耳孙干涉仪：条纹调节和微小距离测量	42
25	迈克耳孙干涉仪：波长差测量	43
26	迈克耳孙干涉仪：折射率测量	45
27	迈克耳孙干涉仪的条纹可见度	46
28	傅里叶转换光谱	47
29	法布里—珀罗标准器	52
30	塞曼效应	56
31	气体之折射率	58
32	牛顿环和测量薄膜厚度	62
33	测量激光的波长	64
34	气体激光器实验	65

35	全息照相	66
36	波带片	69
37	射电干涉术: 卫星径迹和太阳物理学	69
38	单缝衍射	75
39	单缝和多缝衍射之照相	77
40	偏振光干涉	78
41	干涉法检验光学件	81
42	多光束干涉	82
43	阿喇戈白斑	82
44	肥皂膜干涉条纹演示	83
45	薄油膜干涉演示	83
三、光 谱		
46	原子光谱研究	85
47	棱镜的色散	86
48	凹面光栅光谱仪	87
49	可见和红外吸收光谱	90
50	紫外和可见吸收光谱	92
51	三米凹面光栅光谱仪	94
四、偏 振 现 象		
52	波带片和椭圆偏振仪	96
53	椭圆偏振光分析: 巴俾涅补偿器	99
54	偏振光的反射	103
55	金属的光学常数: 椭圆仪	105
56	椭圆仪测量蒸镀膜厚度	107
57	法拉第效应	112
58	旋光物质的偏振面旋转	118
59	天空光的偏振度	120
60	毕奥 (BIOT) 偏光仪	122
五、波 动		
61	声发生器	125
62	微波光学	130
63	生理声学: 听觉及传导损耗	131
64	声共振器	135
65	声阻抗和声吸收系数	138
66	电磁波的驻波比和阻抗测量	143
67	激光束的多普勒效应	146
68	电子显微镜	146
69	X 射线 衍 射	147
70	用激光束制作衍射光栅	148

一、几何光学

实验1 望远镜的放大率和分辨率

(一) 目的:

测定望远镜的角放大率或放大率;测定望远镜的分辨率,并测定矩形孔的分辨率。

(二) 设备

小型望远镜、光具座、物象屏、前表面反射镜、测微目镜、可调狭缝、附 5461 Å 滤色片的汞弧灯、线屏、及标准分度板。

(三) 参考书

[1] Central Scientific Company, Selective Experiments in Physics, No 71990-L42b.

[2] F.A. Jenkins & H.E. White, Fundamentals of Optics, 3rd Ed. pp.178-83, pp.304-05.

(四) 原理和步骤:

1) 望远镜的放大率是:

$$M = \frac{f_o}{f_e} \quad (1)$$

f_o 是物镜焦距, f_e 是目镜焦距。为得到物镜焦距 f_o 。可按图 1 安排仪器。物象屏、物镜、及前表面反射镜, 分别放置于光具座上。当调节物镜使被反射镜反射回来的象清楚呈现在屏上时, 物镜到屏的距离即是物镜焦距 f_o 。

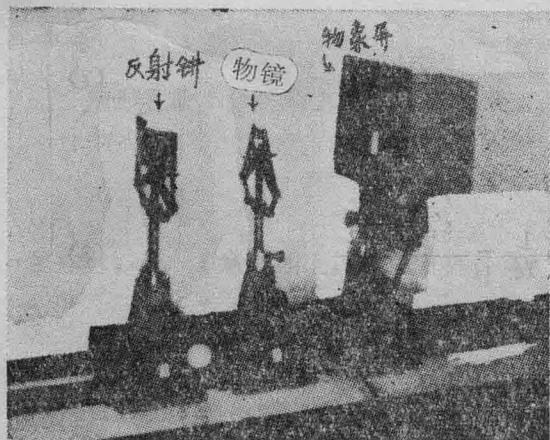


图 1—1 物镜焦距

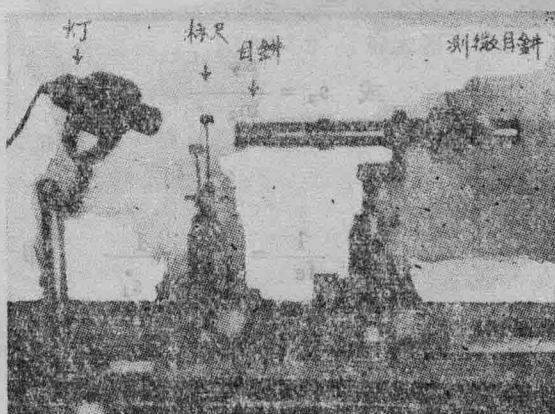


图 1—2 目镜焦距

要求得望远镜目镜的焦距 f_e , 则仪器排列如图 2, 点光源照明毫米分度板, 望远镜的目镜放置在分度板前并经一套管连接于测微目镜。

测量时, 同时移动望远镜与测微目镜, 直到毫米分度板成象在测微目镜的焦点上。测量毫米分度板的放大像 (mm)。计算毫米分度板之放大率 m_1 。然后拉长套管 (移动望远镜目镜) 一段距离 $S = 3\text{cm}$ 。仔细成象和再次测量新放大像。计算放大率 m_2 , 望远镜目镜的

焦距 f_e 可由下式计算

$$f_e = \frac{s}{m_2 - m_1} \quad (2)$$

2) 公式 (2) 的导出如下: 望远镜的放大率在式 (1) 中已定义为 $\frac{f_o}{f_e}$ 。当用望远镜放大毫米分度板时, 如图 2 所示, 垂轴放大率

$$m_1 = \frac{h_i}{h_o} = \frac{s'_1}{s_1} \quad (3)$$

其中 h_i 是象高, h_o 是物高, s'_1 是象距, s_1 是物距。这还可以写作:

$$s_1 = \frac{s'_1}{m_1} \quad (4)$$

如果象距改变量是:

$$s = s'_2 - s'_1 \quad (5)$$

这里 s'_2 是个新象距, 而对应之物距 s_2 和新放大率 m_2 将有:

$$m_2 = \frac{s'_2}{s_2} \quad (6)$$

$$\text{或 } s_2 = \frac{s'_2}{m_2} \quad (7)$$

因为

$$\frac{1}{f_e} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s'_1} \quad \text{即} \quad \frac{1}{f_e} = \frac{s'_1 + s_1}{s_1 s'_1} \quad (8)$$

现将式 (4) 中之 s_1 代入式 (8) 并解出 s'_1 得方程:

$$s'_1 = f_e (m_1 + 1) \quad (9)$$

同样, 对 s_2 , 式 (8) 变为:

$$f_e = \frac{s_2 s'_2}{s'_2 + s_2} \quad (10)$$

再把式 (7) 的 s_2 代入式 (10), 解出 s'_2 是:

$$s'_2 = fe (m_2 + 1) \quad (11)$$

最后把式 (11) 和 (9) 代入 (5), 就得到我们要求计算的望远镜目镜焦距之方程 (2)。

3) 望远镜的最小分辨角由下式给出

$$\theta_r = \frac{1.22 \lambda}{2r} \quad (12)$$

其中 λ 是所用的波长, $2r$ 是望远镜物镜的直径, 可用一个千分卡尺测量望远镜物镜直径 $2r$ 。现在如图 3 所示, 放置望远镜在光具座一端, 在距望远镜约 25—100cm 左右再放一个线屏, 屏被汞弧灯的 5461 Å 照亮, 再靠望远镜物镜前放一个可调狭缝, 逐渐减小缝宽, 使线屏的竖直线的像刚能分开, 这就是分辨力的极限。测量并记录下面诸量:

缝 宽: $a =$ _____

缝屏间距离: $D =$ _____

线屏竖线间距: $d =$ _____

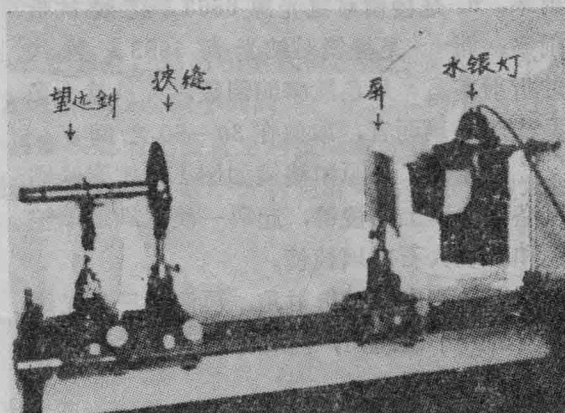


图 1—3 分辨本领

矩形孔最小分辨角由下式给出。

$$\theta_r = \frac{d}{D} = \frac{\lambda}{a} \quad (13)$$

其中 d , D , λ 意义如上。完成下列计算:

$$\theta_r = \frac{d}{D} = \quad ; \quad \theta_r = \frac{\lambda}{a} = \quad ; \quad \theta_r = \frac{1.22 \lambda}{2r}$$

你的 R_r 和 R_i 值相同吗? 为什么? 解释之。

实验 2 棱镜的色散率和色分辨率

(一) 目的:

测定棱镜的色散率和色分辨率。

(二) 仪器:

Gaertner L-111 型分光计、二、三只棱镜、钠光源和氢光源、可变狭缝。

(三) 参考:

[1] Central Scientific Co. Selective Experiments in Physics, No. 71990 L-52b and L 53b.

[2] F. A. Jenkins & H. E. White, Fundamentals of Optics, 3rd Ed, 1957 pp.11, 301—02, 464—68.

(四) 原理和步骤:

色散率的定义是:

$$d = \frac{1}{v} = \frac{n_F - n_C}{n_D - 1} \quad (1)$$

其中, n_F 是棱镜对氢光源 4861 Å 兰线的折射率, n_C 是棱镜对氢光源 6563 Å 红线的折射率, 而 n_D 是棱镜对钠光源 5893 Å 黄线的折射率。v 是色散率的倒数, 并且就大多数光学玻璃而言, 取值在 30—60 之间。

分光仪、光源和棱镜如图 1, 本实验需准备两块以上的棱镜, 起码一块冕牌玻璃棱镜和一块火石玻璃棱镜。

首先测出棱镜折射角, 再测出三条光线各自的最小偏向角, 然后依以下公式计算每条光线的折射率

$$n = \frac{\sin 0.5 (A + D)}{\sin 0.5 A} \quad (2)$$

这里 A 是棱镜折射角, D 是最小偏向角。最后计算色散率 d 值及其倒数 v 值并以 x 轴表波长和 y 轴表折射率, 在坐标纸上绘出 $n - \lambda$ 曲线。可依下表记录和整理数据:

棱 镜	棱 镜 角	光 线	最 小 偏 向 角	折 射 率	色 散 率 d	v
1 (火 石)		F		n_F		
		C		n_C		
		D		n_D		
2 (冕 牌)		F		n_F		
		C		n_C		
		D		n_D		



图 2—1

Gaertner L—111 分光仪

棱镜的色分辨率定义为：

$$R = \frac{\lambda}{\Delta \lambda} = B \frac{dn}{d\lambda} \tag{3}$$

λ 是波长 (5780 Å)， $\Delta \lambda$ 是刚能被棱镜分开的波长差， B 是通过棱镜光束的两边沿光线的程差，如果光束充满棱镜， B 就是棱镜的底边边长，见图 2， n 是折射率。

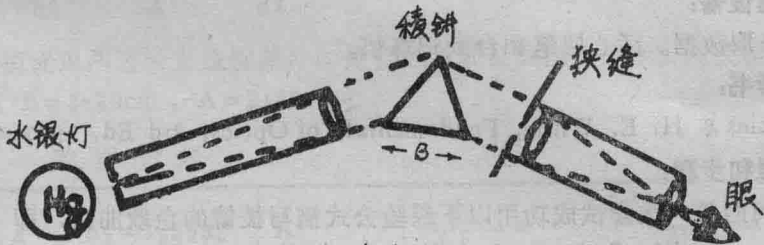


图 2—2 棱镜的色分辨本领

在 Gaertner L-111 分光仪入射狭缝处放一个汞弧灯，然后在望远镜物镜前插入一个可调狭缝如图 2，调准望远镜在 5770 Å 和 5790 Å 两条黄线的最小偏向角。用其平均值 = 5780 Å。使两黄线聚焦且在最小偏向角位置，缩小可变狭缝的宽度直至两线刚被分开。可认为这就是分辨力的极限，此时用一个测距显微镜测出狭缝宽度，最小分辨角就可用以下方程求得

$$\theta = \frac{1}{R} = \frac{a}{A} \cdot \frac{\Delta \lambda'}{\lambda} \tag{4}$$

其中 a 是最小缝宽， A 是望远镜物镜的孔径，对水银光源， $\lambda = 5780 \text{ Å}$ 和 $\Delta \lambda' = 20 \text{ Å}$ ；对钠光源， $\lambda = 5893 \text{ Å}$ ， $\Delta \lambda' = 6 \text{ Å}$ 。

最后测定 B ，它是通过棱镜光束两边沿的光线的光程差，然后由方程 (3) $R = B \frac{dn}{d\lambda}$ 解得：

$$\frac{dn}{d\lambda} = \frac{R}{B} \tag{5}$$

你的 $\frac{dn}{d\lambda}$ 值与标准值比较怎样？（见参考〔2〕第465页）。

依下表记录处理数据。

棱 镜	光源	$\lambda (\text{Å})$	$\Delta \lambda' (\text{Å})$	a	A	R	B	$dn/d\lambda$
1 (火石)	Hg	5780	20					
	Na	5893	6					
2 (冕牌)	Hg	5780	20					
	Na	5893	6					

实验3 正常色散：柯西方程

(一) 目的：

用柯西方程计算棱镜的色散。

(二) 仪器设备：

由实验2择取数据。活心铅笔和台式记算机。

(三) 参考书：

F. A. Jenkins & H. E. White, Fundamentals of Optics, 3rd Ed. 1957. pp. 464-69.

(四) 原理和步骤：

1939年，柯西第一次尝试成功用以下经验公式描写棱镜的色散曲线，即

$$n = A' + B' / \lambda^2 + C' / \lambda^4 \quad (1)$$

其中， A' 、 B' 、 C' 都是常数， n 是折射率， λ 是波长。

将实验2中得到的 n_F 、 n_c 、 n_D 、 λ_F 、 λ_c 、 λ_D 诸值代入方程(1)得到 $n-\lambda$ 的三组值

$$n_F = A' + \frac{B'}{\lambda_F^2} + \frac{C'}{\lambda_F^4}$$

$$n_c = A' + \frac{B'}{\lambda_c^2} + \frac{C'}{\lambda_c^4}$$

$$n_D = A' + \frac{B'}{\lambda_D^2} + \frac{C'}{\lambda_D^4}$$

解方程组得到 A' 、 B' 和 C' 。

对本实验来说，应用柯西方程的头两项已经足够了。即

$$n = A' + \frac{B'}{\lambda^2} \quad (2)$$

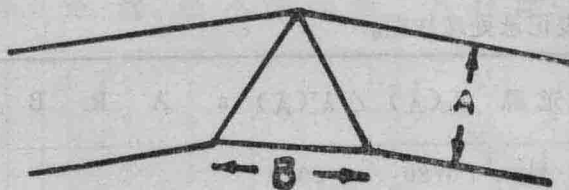


图3-1

微分(2)式变作：

$$\frac{dn}{d\lambda} = -2B' / \lambda^3 \quad (3)$$

利用解上面柯西方程得到的 B' 值,对实验 2 中所用的火石玻璃和冕牌玻璃棱镜计算 $\frac{dn}{d\lambda}$ 。并比较詹金斯书中的标准值。(见参考书 p465)

最后用以下方程计算棱镜对 F、C、D 线的色散：（参考同上页）

$$\frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{B}{A} \cdot \frac{dn}{d\lambda} \tag{4}$$

其中 B 是通过棱镜光束两边沿光线路程差, A 是望远镜孔径如图 1 所示。对实验 2 中 火石玻璃棱镜有如下值： $B=4.40\text{cm}$, $A=2.80\text{cm}$ 。

数 据 记 录：

$\lambda_F = 4861 \text{ \AA}$	$n_F = 1.5982$	A'	$\frac{dn}{d\lambda_F} =$	$\frac{d\theta}{d\lambda_F} =$
$\lambda_C = 6563 \text{ \AA}$	$n_C = 1.5885$	B'	$\frac{dn}{d\lambda_C} =$	$\frac{d\theta}{d\lambda_C} =$
$\lambda_D = 5893 \text{ \AA}$	$n_D = 1.5914$	C'	$\frac{dn}{d\lambda_D} =$	$\frac{d\theta}{d\lambda_D} =$

实验 4 全反射法测量折射率

(一) 目的：

用全反射法测量玻璃和液体的折射率。

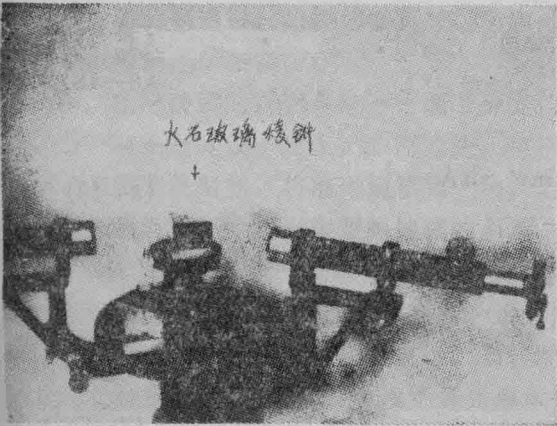
(二) 仪器设备： 附高斯目镜之 Gaertner 分光仪、具有较高折射率的 $45^\circ - 45^\circ - 90^\circ$ 优质火石玻璃棱镜两块、单色光源。

(三) 参考书：

G.S.Monk, Light Principles and Experiments, McGraw Hill, 1937. pp.96 - 99, 365—68.

(四) 原理和步骤：

本实验将论及一个折射仪的原理，它广泛用于测量液体的折射率。工业用阿贝折射仪可



以在市场上买到，然而，利用一台实验分光仪和一对火石玻璃棱镜作实验能更好地增进对该仪器的理解。想做本实验的同学应当从图书馆选取 Monk 的书作参考。先熟悉 96 - 99 页的原理后依 365 - 68 页的描述完成实验，所用仪器见左图照片。

其中包括附高斯目镜之 Gaertner 分光仪一台，优质火石玻璃棱镜（ $45^\circ - 45^\circ - 90^\circ$ ）两块和一个单色光源。

图 4—1

附译: G.S.Monk, Light Principles and Experiments (1937) .

§ 8—6 折射光束的临界角——当入射于玻璃表面的光束入射角增大到接近 90 度时, 折射角将接近于一极限值。此值决定于入射到玻璃表面的光束所穿过的气体的折射系数。若玻璃表面处于空气中, 空气的折射系数可取作 1, 当入射角 i 为 90° , 玻璃折射系数为

$$n = \frac{1}{\sin r_c} \quad (8-15)$$

这里 r_c 称临界折射角。对折射系数为 1.5 的玻璃, r_c 约为 41.8° 。因此, 从玻璃中以大于 r_c 的角度入射到空气—玻璃交界面的任何光线将被全反射, 因为它们不能被折射。按此原理构造的全反射棱镜常常比让光束转直角的反射镜更好。多数金属反射镜的反射率远小于 1 且随波长改变。全反射棱镜也不存在由于折射角与波长有关造成的色散。另一方面, 玻璃棱镜吸收一部分光, 且对于不能透过普通玻璃的光谱范围必须用石英或萤石做棱镜, 有时用岩盐或氟化锂棱镜。

棱镜表面需无灰尘、氧化物和其它污物。因为除空气外其他物质的存在将改变临界角。且常常造成光被折射出棱镜。使用特殊设计的棱镜, 光可转过除直角外的其他角度。

§ 8—7 用全反射法测折射系数——光的全反射现象提供了测定透明物质折射系数的有用方法。若一个棱镜用如图 2 的会聚光束照明, E 处的场将分为两部分, 光线 a 的一边是暗的, 而在另一边是亮的。若棱镜折射角 A 已知。又 AC 面法线与出射光线 a 之间的夹角为 i' , 将此 = 值代入方程 (8—20), 可算得棱镜折射系数。这样的方法也可用来测定放于 AB 边的液体的折射系数。

设此介质折射系数为 n , 玻璃棱镜折射系数为 n_g , 按斯涅耳定律

$$n \sin i = n_g \sin r$$

从掠射角入射时,

$$\frac{n_g}{n} = \frac{1}{\sin r} \quad (8-16)$$

在棱镜与空气接触面 AC 上, 斯涅耳定律为

$$\sin i' = n_g \sin r' \quad (8-17)$$

$$\text{又 } A = r + r' \quad (8-18)$$

由以上三式消去 r 、 r' , 得

$$n = \sin A \sqrt{n_g^2 - \sin^2 i' - \sin i' \cos A} \quad (8-19)$$

将 A , i' , 和 n_g 值代入 (8—19), 得到液体的折射系数 n 。通过测量角 A 和最小偏向角 Δ , 代入方程:

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A + \Delta}{2}\right)}{\sin \frac{A}{2}} \quad (8-5)$$

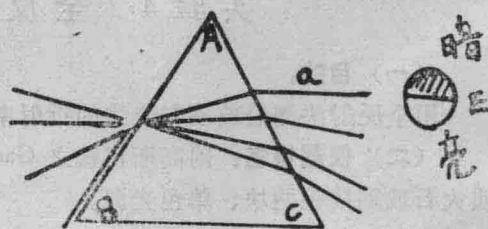


图 4—2

可得到玻璃棱镜对任何波长的折射系数 n_g ，用上述测量低掠入射时 i' 的方法也可测量 n_g 。但是，若用此法，当 $n=1$ ，方程 (8—19) 可改写为以下形式

$$n_g^2 = 1 + \left[\frac{\sin i' + \cos A}{\sin A} \right]^2 \quad (8-20)$$

§8—8 阿贝折射仪 —— 这是运用前两节所述原理来测量液体折射率的仪器。其主要光学元件是一对直角棱镜，如图 3 所示。当在它们的斜边之间放上液体薄层时，让光射入棱镜 A，一部分光以临界角折射，测量相应的角 i' ，将此值及棱镜角 A 与 n_g 值代入式 (8—19)，得液体折射率。

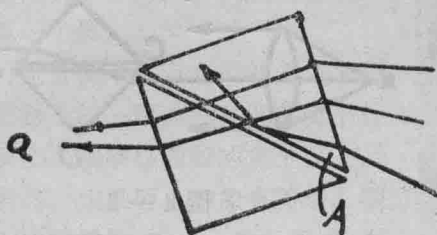


图 4—3

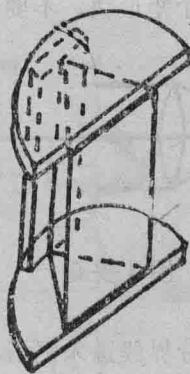


图 4—4

实验 7) 全反射法测折射系数

有几种折射仪，即测量折射系数的仪器是用全反射原理的。也许最著名的是阿贝折射仪，它能给出很好的测量结果，尤其是液体的折射系数。但是由于使用现成的阿贝折射仪学生不能有较多的光学操作，我们使用一个运用同样原理的实验装置，其中测量角度是用一个普通的分光仪。

做本实验前，应仔细阅读 § 8—7 节。

装置——一对高折射系数的重火石玻璃棱镜，它们可以照图 4 那样固定，一块矩形玻璃块，它的各面都已抛光，几种液体，它们的折射系数已测定，一个分光仪，一个单色光源，和一个普通会聚透镜，口径约 2 英寸，焦距 6 或 8 英寸。仔细地装卡玻璃块，因为它是易碎的且难以替换。

A. 玻璃棱镜的折射系数——调节分光仪，使望远镜能聚焦平行光。将各棱镜清洗干净，放一块在分光仪平台上。若需清洗，可用酒精或丙酮，用好的肥皂和温水也可。用高斯目镜测量棱镜反射角。将准光镜移到一边，若准光镜是固定住的，则转动棱镜台。调节光源和会聚透镜，让一个宽光束照明棱镜的斜面。将望远镜摆到一边，眼看 AB 面转动棱镜台，便在 e 看到视场被一锐的垂线分开，线的一边场未被照明。注意来自光源的光不能落到 EC 边，可用纸板将 BC 盖住。视场照亮的一边显然与以小于 90 度的角度入射到对角面上的光相对应，在图 5 上，它被画于视场左边。当转动棱镜台时，亮场变窄且可看到有一锐垂直边。应当细心地弄确实，这明暗分界线不是光源本身的边界线。可轻轻地将光源或聚焦透镜从一边移到另一边，仔细观察是否分界线也同时移动。然后将望远镜移入视场，并将叉丝精确地置

于分界线上，记录望远镜在分度盘上的刻度。再利用高斯目镜让望远镜垂直于棱镜面 AB，并记下角度，两个刻度之差就是 (8—19) 式中的 i' 。现在可由式 (8—20) 求得折射系数，因为介质 (在此是空气) 折射系数为 1，折射系数由以下方程求得：

$$n_g^2 = \frac{(\sin i' + \cos A)^2}{\sin^2 A} + 1$$

由于角 i' 可在平面法线左边或右边，它可正可负；如果象图 5 那样，则 i' 是正数。

B. 液体的折射系数——能用普通方法测试的液体有：蒸馏水，甘油，和红松油 (它已被用作显微镜的浸油)。放一滴被测液体于一个棱镜的对角面上，再轻轻放另一棱镜于其上，形成一个矩形块。不要压挤。然后把它们置于棱镜台上，按图 6 那样照明。转动平台使

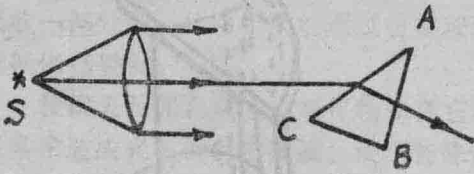


图 4—5

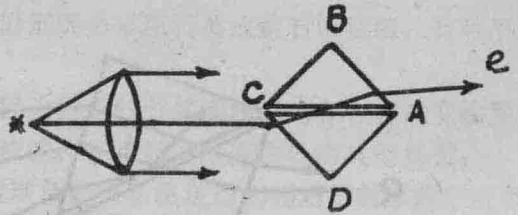


图 4—6

亮暗区域的分界线进入视场，与 A. 相似。在棱镜间液体薄层中形成的干涉环将有助于确定分界面。这些环一般以正切曲线的形式趋向边界，如图 7 所示。若棱镜压得太紧干涉环将变锐且难以把 $\times$ 丝对准边界。如 A. 那样，记下望远镜垂直于表面且对准边界时的刻度。注意 i' 可正可负。用式 (8—19) 可计算液体折射系数。

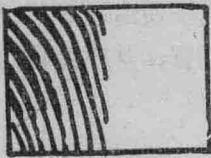


图 4—7

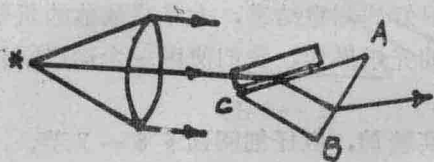


图 4—8

C. 玻璃板的折射系数——彻底清洗 45° 棱镜。在一块棱镜表面上放上一两滴折射率高于玻璃板的液体，轻轻地将玻璃板置于 AC 面上，如图 8 所示。适用于此的液体有：甲叉碘，折射率 1.74； α 单溴代萘，折射率 1.66；苯胺，折射率 1.56。如前所述安置明暗交界面。由于存在干涉环，交界面是明显的，如 B. 所述。可能有两个交界面，一个对应于玻璃的折射系数，一个对应液体的折射系数。应选择折射系数较小的一个。如 B. 那样进行测量，并按 (8—19) 式计算玻璃块折射系数。

实验 5 测试厚透镜用的测节器

(一) 目的：

研究透镜组的质量和象差并测量其焦距，确定厚透镜的主平面和主点。

(二) 仪器:

光源、平行光管、测节器、屏或观察显微镜。

(三) 参考:

[1] Selective Experiments in Physics, Nodal Slide, Study of the Properties of Thick Lenses, Central Scientific Company. No 71990-1.23b.

[2] J, Valasek, An introduction to Theoretical and Experimental Optics, John Wiley, 1949. pp. 338-40.

(四) 步骤:

将仪器如图所示排列, 在观察显微镜的地方也可改用一个屏。

调节平行光管使来自点光源的光成平行光束。在测节器上放一厚透镜并调节使平行光束聚焦在屏上或观察显微镜的焦平面上。这时旋转测节器, 如果屏上的象有移动, 则移动测节器上的厚透镜 5mm, 然后重新在屏上聚焦成点象。再旋转测节器, 如象还是移动(或将欲移动), 就重复此法直到测节器旋转时其象点不再移动。则透镜的焦距就是从测节器的垂轴到象屏的距离(或是到显微镜焦平面的距离)。

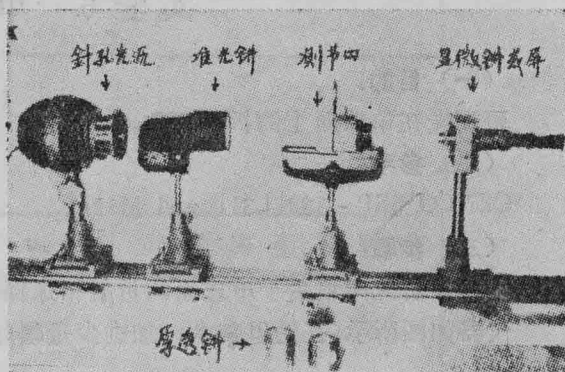


图 5—1

然后将测节器旋转 180° , 再调节测节器之厚透镜直到平行光束又聚焦在屏上一点。注意不得变动测节器和屏的位置。主平面就是过这样两点的平面, 这两点沿透镜之光轴且在测节器的垂轴上, 即此时旋转测节器象点不产生任何移动。

依下表格记录透镜组之试验数据

透镜号	主平面 H	主平面 H'	焦 距	画 HH' 图
1				
2				
3				
4				

用一些薄透镜重复实验, 观察经过红色或兰色滤光片后平行光束的色差。

测量并记录对白光、红光和兰光这些薄透镜的焦距。

透 镜 号	白光焦距	红光焦距	兰光焦距
1			
2			
3			
4			

实 验 6 单球面折射

(一) 目的:

研究光在单球面上的折射现象。

(二) 参考:

CENCO SEP - 533; L31b and M12b.

(三) 步骤:

阅读并研究两篇关于单球面的折射和球径仪的参考文献。

仪器如图所示。在槽里装水，加进少量曙红色溶液以便看到水中光线。

①逐一地观察水中光路里每个透镜、反射镜、棱镜的光线迹迹。

②用球径仪 SEP - M12b 测单球面的曲率半径。

③物在空气中，象在水中，按照 SEP - 533 第 4 页说明。

④物在水中，象在空气中，按照 SEP - 533 第 4 页说明。

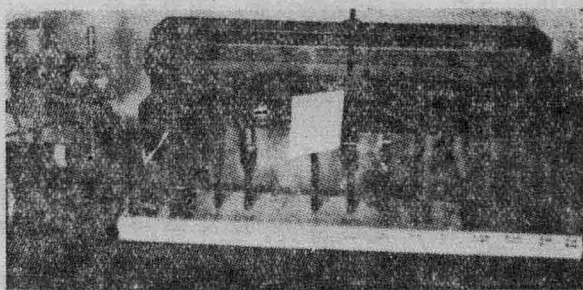


图 6—1 球面折射

⑤对水中的空气棱镜，测量平行光束的最小偏向角，可用一测角仪测量其角度。假定说棱镜折射角是 60° ，而空气折射率是 1.00，由此计算水的折射率。若你不知其方法和公式，可查看你的实验书等。

⑥让一束光经空气棱镜而被折射向水面，测量其临界角，在此角，光束开始从水表面全反射回来，而临界角的正切值等于水的折射率，即 $\lg \theta = n$ ，依此计算出折射率。

依下表记录数据

①图解观察到的一系列现象。

②球径仪:

a. 球径仪两点间的距离, $S =$ _____ cm

b. 球径仪螺杆移动距离, $a =$ _____ cm

c. 曲率半径: $R = \frac{S^2}{6a} + \frac{a}{2}$, $R =$ _____ cm

③物在空气中。

物 距 u_A	象 距 u_W	曲 率 半 径 R
100cm		
85cm		
70cm		

$$\frac{1.33}{u_W} - \frac{1}{u_A} = \frac{1.33 - 1}{R}$$

④物在水中

物 距 u_W	象 距 u_A	曲 率 半 径 R
70cm		
60cm		
50cm		

$$\frac{1}{u_A} - \frac{1.33}{u_W} = \frac{1 - 1.33}{-R}$$

⑤最小偏向角: D_m

$$A = 60^\circ, D_m \quad ^\circ, n = \quad$$

⑥临界角: ϕ_c

$$\phi_c = \quad ^\circ, n = \operatorname{tg} \phi_c = \quad$$

实验 7 眼睛光学

(一) 目的:

研究眼睛的光学原理。

(二) 仪器

用透镜组合之 Cenco 眼睛模型和一个光源。

(三) 参考:

Selective Experiments in Physics, No. 71990-L81ab, The Optics of the Eye,
Central Scientific Co. Chicago, I 11.

(四) 步骤:

本实验装置如图 1 所示。

找到上列参考文献之第四页, 依其描述完成实验。注意讨论下面提出的几点:

- ①调节
- ②远视和近视
- ③瞳孔孔径与象散
- ④综合缺欠
- ⑤眼睛晶体
- ⑥放大镜或读数放大镜的作用。

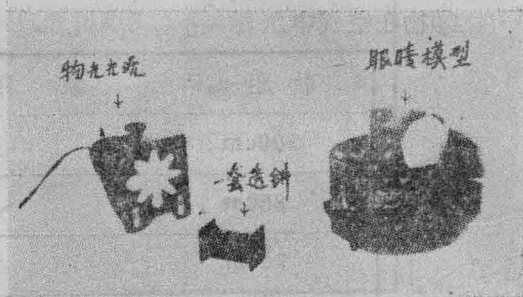


图 7—1

实验 8 显微镜、金相显微镜

第一部分

(一) 目的:

熟悉各类显微镜包括金相显微镜的原理和运用。

(二) 仪器:

带布朗运动附加装置的显微镜、带全套附件的 Unitron 系列 N 金相显微镜, 包括 Nikon 相机、胶卷等。

(三) 参考书

W. A. Hilton, Brownian Motion, The Physics Teacher, Vol. 10, P. 535. (Dec. 1972)
and instruction booklets for Unitron Series N Metallograph and attachments, Unitron Instrument Company, 660 Needham St. Newton Highlands, Mass.

(四) 步骤:

阅读并研究关于金相显微镜及其附件的说明书。
注意这是昂贵的仪器, 操作每个部件都需特别细心。

图 1 示出金相显微镜及某些附件, 指导教师需准备几种样品供实验, 开始先用不同目镜以不同放大率观察每种样品。这类仪器放大率通常在 5X—2000X 范围。

其次将样品的象聚焦在 $3\frac{1}{2}'' \times 4\frac{1}{2}''$ 之观察屏上, 先用 Tri-X ASA-400 胶片曝光。后用显微胶片曝光。比较你的结果, 回答每种胶片的优点是什么?

再在金相显微镜上加一个 Nikon F 相机, 并用 35mm Tri-X (或类似的胶片) 作相应的曝光, 显影并与以上两种胶片结果比较, 这种相机还可以用彩色胶片。

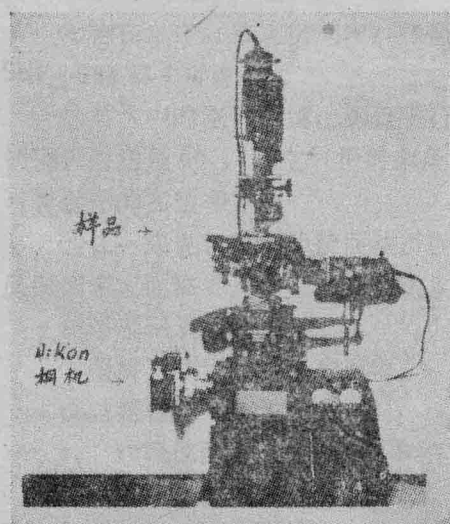


图 8—1 金相显微镜

当你继续下面的实验时, 也当如使用金相显微镜那样小心细致。