

实验题目：光的干涉实验(二) 双棱镜干涉

学号：205130 姓名：陈书杰 班级：软件201 成绩：95
 同组人： 实验日期、时段：9月29日 三 时段 教师签名：张明

一、实验目的与要求

1. 掌握用双棱镜获得双光束干涉的方法，加深对于干涉条件的理解
2. 学会用双棱镜测定单色光的波长。

二、实验仪器

激光光源，光具座，狭缝，毛玻璃，双棱镜，
 凸透镜，测微目镜，白屏。

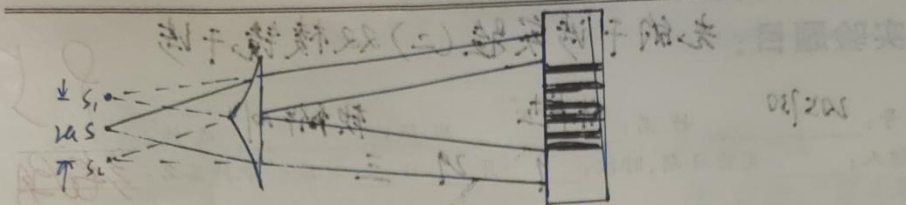
三、实验原理(用自己语言组织)

设有一平行于双棱镜折射射棱的单色缝光源 S 产生的光束照射到双棱镜上，则光线经过双棱镜折射后，形成两束犹如从虚光源 S_1 和 S_2 发出的相干光束。传播时，有一部分重叠而发生干涉，显现在屏幕上呈现出明暗相间的干涉条纹。

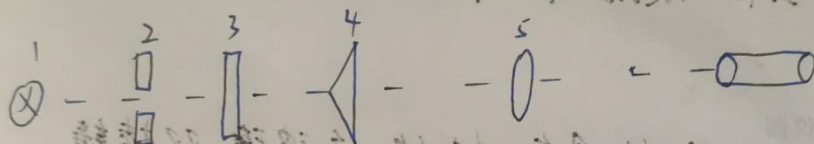
任意两条明纹之间的距离为 $\Delta x = \frac{\lambda D}{2a}$ ，(其中， $2a$ 为 S_1 和 S_2 间的距离， D 为 S_1, S_2 到屏幕 E 的距离， λ 为波长)

测得 Δx ， D 和 $2a$ 时，可算出单色光的波长

$$\lambda = \frac{2a}{D} \Delta x$$



双缝干涉实验的光路示意图



光源、单缝、双缝、透镜、屏、望远镜

在干涉实验中，光源发出的光通过单缝后成为相干光，再通过双缝后形成干涉条纹。观察到的干涉条纹的间距与光源的波长、双缝间距以及观察屏到双缝的距离有关。

干涉条纹的间距公式为：
$$\Delta x = \frac{\lambda D}{d}$$
其中， λ 为光源的波长， D 为观察屏到双缝的距离， d 为双缝间距。

四、实验内容与步骤

1. 调节光学元件同轴等高。

① 调狭缝中心与凸透镜的主光轴共轴，并使主光轴平行于导轨。

② 放入双棱镜，并调节折射棱的左右位置及倾斜状态，使观察屏出现两个强度相同、等高、并列的虚光源的像。

③ 放置毛玻璃，保护眼睛。

2. 调出清晰的干涉条纹。

取下凸透镜，用目镜观察条纹。

干涉条纹，(可调节折射棱) 并调使干涉条纹宽度适当。

五、数据记录(数据表格自拟)

3. 测 Δx

将目镜十字叉对准所选定的一条明纹，记下读数 d_1 ；再转动测微鼓轮，使叉丝经一定数目的条纹，记 d_2 。则 $\Delta x = \frac{|d_1 - d_2|}{k}$ ， k 为。

4. 测 $2a$ 。

不改变在双棱镜与目镜间加上凸透镜，在目镜中观测两个虚光源 S_1 和 S_2 的放大像 S_1' 和 S_2' ；将目镜十字叉丝交点先后对准 S_1' 和 S_2' 中心，测出间距为 $2a'$ 。

$$2a = \frac{A}{B} 2a'$$

单位: mm

K	d_1	d_2	Δd	$\Delta \bar{d}$	$\Delta \bar{x}$	A	B	D	$2a'$
10			16.9	17.0	1.700	307.0			
10			17.2	16.8	1.690	574.0	604.0	142.6	
10			16.8						

测量值 $\lambda = 640.5 \text{ nm}$

1. 计算 Δx
 2. 计算 Δd
 3. 计算 $\Delta \bar{x}$
 4. 计算 σ_A
 5. 计算 σ_B
 6. 计算 σ_{Ad}

六、数据处理(要有详细过程,包括不确定度计算等)

1. 计算 Δx

$$\Delta \bar{d} = \frac{16.4 + 17.2 + 16.8}{3} \approx 17.0 \text{ mm}$$

$$\Delta \bar{x} = \frac{\Delta \bar{d}}{k} = \frac{17.0}{10} = 1.700 \text{ mm}$$

$$\sigma_A = t_p \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n(n-1)}} = 1.32 \times \sqrt{\frac{1}{6} \times [(0.1)^2 + (0.2)^2 + (0.2)^2]} \approx 0.16 \text{ mm}$$

$$\sigma_B = \frac{\Delta \bar{d}}{\sqrt{3}} = \frac{0.5 \text{ mm}}{\sqrt{3}} \approx 0.29 \text{ mm}$$

$$\sigma_{Ad} = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2} = 0.3 \text{ mm}$$

$$\Delta d = (17.0 \pm 0.3) \text{ mm}$$

$$\sigma_{\Delta x} = \frac{\sigma_{\Delta d}}{k} = 0.03 \text{ mm}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \Delta x &= (17.0 \pm 0.3) \text{ mm} \\ E_{\Delta x} &= \frac{\sigma_{\Delta x}}{\Delta x} \times 100\% = 1.76\% \end{aligned} \right.$$

2. 计算波长及其不确定度.

$$\lambda = \frac{2a'}{D} \cdot \Delta x = \frac{A \cdot 2a'}{B \cdot D} \cdot \Delta x = 640.5 \text{ nm}$$

$$E_{\lambda} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{2a'}}{2a'}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_A}{A}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_B}{B}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\Delta x}}{\Delta x}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0.05}{12.6}\right)^2 + \left(\frac{0.2}{30.0}\right)^2 + \left(\frac{0.2}{57.0}\right)^2 + \left(\frac{0.2}{60.0}\right)^2 + \left(\frac{0.03}{17.0}\right)^2}$$

$$= \cancel{2.00\%} 2.01\%$$

$$\sigma_{\lambda} = E_{\lambda} \cdot \lambda = 2.01\% \times 640.5 = 12.9 \text{ nm}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda &= (640.5 \pm 12.9) \text{ nm} \\ E_{\lambda} &= 2.01\% \end{aligned} \right.$$

$$m \lambda (2.0 \pm 0.1) = b \Delta$$

七、实验分析

如果用钠光源做实验,就会导致干涉条纹过暗,导致干涉条纹亮度过低,从而很难分辨亮条纹中心,十字叉丝对准时有-定偏差

测量和尔误差并计算

$$m \lambda (2.0 \pm 0.1) = \bar{x}_\Delta: \frac{b \cdot A}{D} = \bar{x}_\Delta \cdot \frac{b \cdot A}{D} = \lambda$$

$$\sqrt{\left(\frac{\Delta \lambda}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta A}{A}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2} = 1.2$$

$$\sqrt{\left(\frac{\Delta \lambda}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta A}{A}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2} =$$

思考题与思维拓展:

$$\lambda = 5.0 \%$$

$$\Delta \lambda = \lambda \cdot \Delta = 5.0\% \times 1.5 \mu\text{m} = 0.75 \mu\text{m}$$

$$\lambda = (1.5 \pm 0.75) \mu\text{m}$$

$$\Delta \lambda = 5.0\%$$

数据记录.

单位mm

K	d_1	d_2	Δd	$\Delta \bar{d}$	$\Delta \bar{x}$	A	B	D	$2a'$
10			16.9	17.0					
10			17.2	16.9	1.700	307.0	57400	6047.0	42.6
10			16.8						

$\lambda = \frac{a}{\Delta \bar{x}} \Delta \bar{d} = 640.5 \text{ nm}$

