

实验名称 分光计的调整及光栅衍射

组别 _____ 日期 _____ 成绩 _____

9.5

一、实验目的

- 1) 了解分光计的结构和各部分作用,掌握分光计的调整和使用方法;
- 2) 观察光栅的衍射图谱。用光栅测定汞原子光谱部分谱线的波长。
- 3) 利用布儒斯特定律测量透明介质的折射率。

二、实验仪器

JJ 型分光计及其附件,汞灯,全息光栅,偏振光片,玻璃片。

三、预习报告 (包括实验原理、实验内容及主要步骤)

实验原理:

一束平行单色光垂直照射到光栅平面上,法线成 i 角,入射产生衍射。

设光栅常数 $d=AB$ 的光栅 G ,产生一个明条纹,其光程差等于波长的整数倍,

$$d(\sin\phi \pm \sin i) = k\lambda$$

如果入射光垂直入射到光栅上, $i=0$, 则

$$d\sin\phi_k = k\lambda, \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

k 为衍射级次, ϕ_k 为第 k 级谱线衍射角。

已知光栅常数 d ，用分光计测出第 k 级谱线中某一条纹衍射角 φ_k ，可计算该明条纹所对应单色光波长。

实验内容

1. 调整分光计

- (1) 目测粗调，使载物平台水平。
- (2) 调整望远镜：望远镜调焦，目镜调焦，联合调节。
调整平行光管。

2. 测量汞原子光谱部分谱线的波长

- (1) 调节光栅，使平面与平行光管的光轴垂直。
- (2) 调节光栅刻线，与仪器中心旋转轴平行。
- (3) 调节狭缝和光栅刻痕平行。
- (4) 测定汞灯第二级 ($k=2$) 各谱线衍射角 φ_k 。
- (5) 求光栅常数和光谱波长。

例：
$$\lambda_2 = \frac{1}{2} [\frac{1}{2} (|\theta_{+2} - \theta_{-2}| + |\theta'_{+2} - \theta'_{-2}|)]$$

四、数据处理与结果讨论：

谱线	k = -2		k = +2		望远镜转角		衍射角
	左游标 φ_{-2}	右游标 φ'_{-2}	左游标 φ_{+2}	右游标 φ'_{+2}	左游标读数 $\varphi_2 = \varphi_{-2} - \varphi_{+2} $	右游标读数 $\varphi'_2 = \varphi'_{-2} - \varphi'_{+2} $	$\varphi_2 = \frac{1}{4}[\varphi_2 + \varphi'_2]$
紫	255°24'	75°25'	225°8'	45°8'	30°16'	30°17'	15°8'14"
绿	259°23'	79°25'	221°10'	41°10'	38°13'	38°15'	19°7'0"
黄1	260°25'	80°24'	220°0'	40°0'	40°25'	40°24'	20°12'14"
黄2	260°31'	80°33'	219°56'	39°27'	40°35'	41°6'	20°25'15"

$$\varphi_{2绿} = 19^\circ 7' 0'' , \Delta\varphi_2 = \Delta\alpha = 1'$$

$$d \sin \varphi_2 = 2\lambda , \lambda_{绿} = 5461 \text{ nm} , d = \frac{2\lambda}{\sin \varphi_2} = 3.33504 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\Delta d = \sqrt{S_x^2 + \Delta \alpha^2} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1} + \Delta \alpha^2} = \Delta \alpha = 1'$$

$$\Delta d = \frac{2\lambda}{\sin(\varphi_2 + \Delta \alpha)} - \frac{2\lambda}{\sin(\varphi_2)} = 2.79643 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{1}{2} d \sin \varphi_2$$

$$\begin{aligned} \lambda_{紫} &= \frac{1}{2} d \sin \varphi_{2紫} = \frac{1}{2} \times (3.33504 \times 10^{-6} \pm 2.79643 \times 10^{-9}) \sin(15^\circ 8' 14'' \pm 1') \\ &= 435.442 \text{ nm} \pm 0.834 \text{ nm} \quad \text{误差为 } \frac{|435.442 - 435.8|}{435.8} \times 100\% = 0.08\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_{黄1} &= \frac{1}{2} d \sin \varphi_{2黄1} = \frac{1}{2} \times (3.33504 \times 10^{-6} \pm 2.79643 \times 10^{-9}) \sin(20^\circ 12' 14'' \pm 1') \\ &= 575.898 \text{ nm} \pm 0.938 \text{ nm} \quad \text{误差: } \frac{|575.898 - 577.0|}{577.0} \times 100\% = 0.19\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_{黄2} &= \frac{1}{2} d \sin \varphi_{2黄2} = \frac{1}{2} \times (3.33504 \times 10^{-6} \pm 2.79643 \times 10^{-9}) \sin(20^\circ 25' 15'' \pm 1') \\ &= 581.819 \text{ nm} \pm 0.943 \text{ nm} \quad \text{误差: } \frac{|581.819 - 579.0|}{579.0} \times 100\% = 0.49\% \end{aligned}$$

本次实验很考验耐心；可以改进的有在粗调上更精细，以节约时间。

教师签字

附：实验原始测量数据记录：

~~267°~~

~~255°48' 75°48'~~

~~259°48' 79°48'~~

260°

255°24'

75°25'

259°13'

79°25'

260°25'

80°24'

260°31'

80°35'

225°8'

45°8'

221°10'

41°10'

220°6'

40°0'

219°58'
26

39°27'

实验名称 拉伸法测金属材料的杨氏模量

组别 _____ 日期 _____ 成绩 _____

一、实验目的

- 1) 掌握光杠杆测量微小长度变化的原理和方法。
- 2) 学习用拉伸法测定金属杨氏模量。
- 3) 学习用逐差法处理数据。

二、实验仪器

杨氏模量测定仪、光杠杆系统、游标卡尺、千分尺、卷尺、待测金属丝

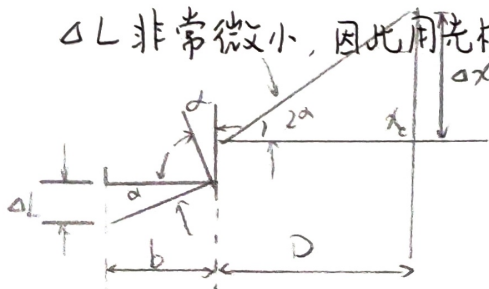
三、预习报告（包括实验原理、实验内容及主要步骤）

根据胡克定律，金属丝在弹性限度内，其伸长与拉力成正比，

$$\text{即 } \frac{F}{S} = Y \frac{\Delta L}{L}$$

$$Y = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{\Delta L}{L}}, \text{ 比例系数 } Y \text{ 就是金属丝的杨氏模量。}$$

ΔL 非常微小，因此用光杠杆。



$$\Delta L = \frac{b}{2D} \Delta x$$

$$S = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$Y = \frac{8FLD}{\pi d^2 b \Delta x} = \frac{8mgLD}{\pi d^2 b \Delta x}$$

d 为金属丝的直径。

实验内容与步骤：

1) 调整杨氏模量测量仪

- ① 调节螺钉, 使其水平。
- ② 调节望远镜、平面镜等, 使刻度尺像清晰。
- ③ 调节物镜与目镜, 消除误差。
- ④ 依次增加槽码至 1.2. 3... 9 kg, 记录 χ_1, \dots, χ_8 。
- ⑤ 依次取走, 记下 $\chi_5, \chi_6 \dots \chi_1$ 记入 '减重' 栏。

2) 测量金属丝直径 d , 长度 L , 光杠杆平面镜至刻度尺长度 D 。

3) 取下光杠杆, 测出主杠杆脚至刀口的间距 b 。

测量、计算、分析。

思考题：

1) 实验中哪一个量的测量误差对结果误差影响最大? 如何改进?

是望远镜中对标尺的读数; 采用逐差法处理数据。

2) 材料相同, 粗细、长度不同的金属丝, 在相同的加载条件下, 伸长量是否一样? 杨氏模量是否相同?

伸长量不一致; 杨氏模量相同。

金属丝直径记录表							
测量次数	1	2	3	4	5	6	平均值 \bar{d}
原始直径 d_0	0.435	0.441	0.442	0.436	0.436	0.441	0.4385
改正直径 d	0.585	0.591	0.592	0.586	0.586	0.591	0.5885
与平均值差的平方	1.225E-05	6.25E-06	1.23E-05	6.25E-06	6.25E-06	6.25E-06	
零点读数(mm)	-0.15	示值误差(mm)		0.01	U_{dA}	0.003146	U_{dB}
							0.004

$$U_{dA} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (d_i - \bar{d})^2}{k-1}}, U_d = \sqrt{U_{dA}^2 + U_{dB}^2} = \sqrt{0.003146^2 + 0.004^2} = 0.00508894 = 0.005$$

$$d = \bar{d} \pm U_d = 0.589 \pm 0.005 \text{ mm}$$

拉伸力/N	标尺读数/cm						$\Delta x = \frac{x_m - x_n}{m - n} / \text{cm}$	$\delta(\Delta x) / \text{cm}$	
	增重		减重		$\bar{x} = \frac{x_i + x'_i}{2}$				
0	x_1	0.73	x'_1	0.12	\bar{x}_1	0.425	$\frac{\bar{x}_5 - \bar{x}_1}{4}$	-5.2400	-0.1325
9.8	x_2	0.40	x'_2	-1.90	\bar{x}_2	-0.750	$\frac{\bar{x}_6 - \bar{x}_2}{4}$	-5.2850	-0.1775
19.6	x_3	-1.98	x'_3	-3.08	\bar{x}_3	-2.530	$\frac{\bar{x}_7 - \bar{x}_3}{4}$	-4.8350	0.2725
29.4	x_4	-3.10	x'_4	-4.22	\bar{x}_4	-3.660	$\frac{\bar{x}_8 - \bar{x}_4}{4}$	-5.0700	0.0375
39.2	x_5	-4.28	x'_5	-5.35	\bar{x}_5	-4.815	$\Delta \bar{x}$	-5.1075	
49.0	x_6	-5.46	x'_6	-6.61	\bar{x}_6	-6.035			
58.8	x_7	-7.03	x'_7	-7.70	\bar{x}_7	-7.365			
68.6	x_8	-8.55	x'_8	-8.91	\bar{x}_8	-8.730			

序号	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	-0.1325	0.017556
2	-0.1775	0.031506
3	0.2725	0.074256
4	0.0375	0.001406
$S_{\Delta x}$	0.203899	

$$S_{\Delta x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2}{k-1}}$$

$$S_{\Delta x} = \sqrt{\frac{0.017556 + 0.031506 + 0.074256 + 0.001406}{3}} = 0.3242$$

$$U(\Delta x_A) = \frac{t_p}{\sqrt{n}} S_{\Delta x} = 1.59 \times 0.203899 = 0.32419941 = 0.324 \text{ cm} \quad U(\Delta x_B) = 0.5 \text{ mm}$$

$$U_{\Delta x} = \sqrt{U(\Delta x_A)^2 + U(\Delta x_B)^2} = \sqrt{0.324^2 + 0.05^2} = 0.328$$

$$E^2 = \left(\frac{\Delta F}{F}\right)^2 + \left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{2\Delta d}{d}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{U_{\Delta x}}{\Delta x}\right)^2$$

$$E^2 = \left(\frac{0.01}{1}\right)^2 + \left(\frac{0.05}{70.68}\right)^2 + \left(\frac{0.05}{206.91}\right)^2 + \left(\frac{2 \times 0.005}{0.589}\right)^2 + \left(\frac{0.002}{5.94}\right)^2 + \left(\frac{0.328}{51.075}\right)^2 = 0.00043$$

$$E = 0.021$$

$$\bar{\gamma} = \frac{8mgLD}{\pi d^2 b \Delta x} = \frac{8 \times 1 \times 9.8 \times 0.7068 \times 2.0691}{\pi \times 0.000589^2 \times 0.00594 \times 0.051075} = 346927739445.3601 = 3.50 \times 10^{11}$$

$$u_{\gamma} = E \cdot \bar{\gamma} = 0.021 \times 3.50 \times 10^{11} = 7.35 \times 10^9$$

$$\gamma = 3.50 \times 10^{11} \pm 7.35 \times 10^9 \quad \rho_a$$

$$= 3.50 \pm 0.74 \times 10^{11}$$

教师签字

池

附：实验原始测量数据记录： $l = 70.68 \text{ cm}$

①	0.435	$\Delta \bar{x} = 0.15$	
②	0.441		$x_1 \quad 0.73 \quad +0.12$
③	0.442		
④	0.436		$x_2 \quad 0.40 \quad -1.80$
⑤	0.436		$x_3 \quad -1.98 \quad -3.08$
⑥	0.441		$x_4 \quad -3.10 \quad -4.22$
			$x_5 \quad -4.28 \quad -5.35$
			$x_6 \quad -5.46 \quad -6.61$
			$x_7 \quad -7.03 \quad -7.70$
			$x_8 \quad -8.55 \quad -8.91$

数据记录表

$\bar{x} \pm ?$

$\Delta \pm ?$

d
554 cm.

206.91 cm.

D

实验名称 稳态法导热系数的测量

组别 _____ 日期 _____ 成绩 _____

一、实验目的

1. 用稳态法测出不良导体的导热系数,并与理论值进行比较。
2. 用稳态法测定铝合金棒的导热系数,分析用稳态法测定良体导热系数存在的缺点。

二、实验仪器

防护罩、加热部件总成、加热圆铜盘、待测样品、调节螺杆、
散热圆铜盘、温度传感器 (PT100)

三、预习报告 (包括实验原理、实验内容及主要步骤)

实验原理:

根据傅立叶导热方程式: 两个垂直于热传导方向、彼此间距为 h 、温度分别为 T_1 、 T_2 的平行平面 (设 $T_1 > T_2$), 若平面面积为 S , 在 Δt 时间内通过面积 S 的热量 ΔQ 满足下述表达式:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda S \frac{(T_1 - T_2)}{h}$$

其中 $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ 为热流量, λ 为该物质的导热率, 单位为 $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 。

单位时间内通过待测样品B任一圆截面的流量为:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda \frac{(T_1 - T_2)}{h_B} \pi R_B^2$$

稳态时铜盘P的散热速率表达式修正如下:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = mc \frac{\Delta T}{\Delta t} \frac{(\pi R_p^2 + 2\pi R_p h_p)}{(2\pi R_p^2 + 2\pi R_p h_p)}$$

代入, 可得:

$$\lambda = mc \frac{\Delta T}{\Delta t} \frac{(R_p + 2h_p) h_B}{(2R_p + 2h_p)(T_1 - T_2)} \frac{1}{\pi R_B^2}$$

实验内容与步骤:

- 1) 用游标卡尺测量待测样品的直径和厚度, 各5次;
- 2) 测量散热盘P的直径与厚度, 各5次。
- 3) 样品盘与A. P. 紧密接触。
- 4) 连接导线, 接通电源。
- 5) 设定炉温度。
- 6) 等。
- 7) 稳定时, 记录 T_1, T_2 。
- 8) 测量 $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ 。

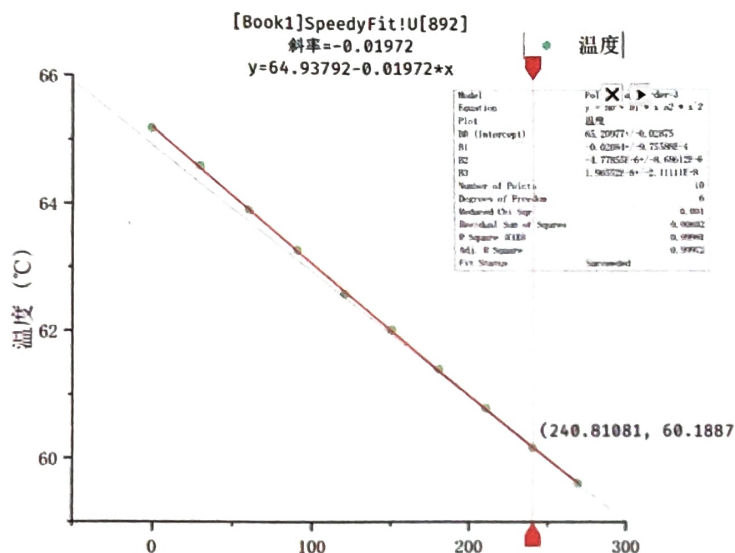
四、数据处理与结果讨论：

散热盘P直径与厚度测量表						
质量 m/g	682g					
	半径 $R_p = \frac{1}{2} D_p$					4.984
测量次数	1	2	3	4	5	平均值
D_p (cm)	9.958	9.950	9.980	9.988	9.972	9.968
h_p (cm)	1.040	1.020	1.010	1.068	1.010	1.030

散热盘B直径与厚度测量表						
	半径 $R_B = \frac{1}{2} D_B$					4.984
测量次数	1	2	3	4	5	平均值
D_B (cm)	9.978	9.980	9.978	9.954	9.958	9.968
h_B (cm)	0.498	0.442	0.500	0.414	0.442	0.459

稳态时温度记录表						
测量次数	1	2	3	4	5	平均值
T_1 (°C)	60.188	60.188	60.188	60.188	60.188	60.188
T_2 (°C)	68.625	68.625	68.625	68.625	68.625	68.625

散热速率测量表										
时间(s)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T_s (°C)	65.188	64.625	63.938	63.312	62.625	62.062	61.438	60.812	60.188	59.625



使用 origin 软件拟合如下。

求出 $\frac{dT}{dt} = 1.972 \times 10^{-2} T/s$

$$\lambda = mC \frac{\Delta T}{\Delta t} \cdot \frac{(R_p + 2h_p)h_B}{(2R_p + 2h_p)(T_1 - T_2)} \cdot \frac{1}{\pi R_B^2}$$

$$\lambda = 682 \times 0.09197 \times 1.972 \times 10^{-2} \times \frac{(0.004984 + 2 \times 0.001030) \times 0.000459}{(2 \times 0.004984 + 2 \times 0.001030) \times (68.625 - 60.188)} \times \frac{1}{\pi \times 0.004984^2} = 0.16 \text{ W/(m.k)}$$

$$E = \frac{|0.17 - \lambda|}{0.17} \times 100\% = 5.88\%$$

结果讨论：

求斜率时该曲线影响较大，曲线拟合难度高。

减少误差可考虑提前预热，多次实验等。

教师签字

16

附：实验原始测量数据记录：

35-311

散热盘 $m = 68.4^2g$ $R_p = \frac{1}{5}D_p = 4.49cm$

按胶盘 R_B

	1	2	3	4	5
D_B	9.970	9.980	9.978	9.954	9.958
h_B	0.498	0.442	0.44 0.500	0.414	0.442

散热盘

	1	2	3	4	5
D_p	9.958	9.950	9.980	9.980	9.972
h_p	1.040	1.020	1.010	1.068	1.010

	1	2	3	4	5	6	7
T_1	68.625	68.562	68.5625	68.625	68.625	68.625	68.625
T_2	59.625	59.750	59.812	59.875	59.938	59.938	60.000
					68.625 ⁸ 62.062	68.625 ⁹ 62.125	68.625 ¹⁰ 62.125

	0	30	60	90	120	150	180	210
T_2	64.375	46.562	41.250	37.125	34.188	31.750		
		53.875						

	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
T_3	65.188	64.625	62.938	63.312	62.625	62.062	61.438	60.812	60.188	59.625

实验名称 霍尔效应实验

组别 _____ 日期 _____ 成绩 _____

一、实验目的

1. 了解霍尔效应实验原理以及有关材料的知识。
2. 学习用“对称测量法”消除副效应的影响, 测量试样的 $U_H - I_s$ 与 $U_H - I_m$ 曲线。
3. 确定试样的导电类型、载流子浓度以及迁移率。

二、实验仪器

霍尔效应实验仪
特斯拉计

三、预习报告 (包括实验原理、实验内容及主要步骤)

实验原理:

$$eE_H = e\bar{v}B$$

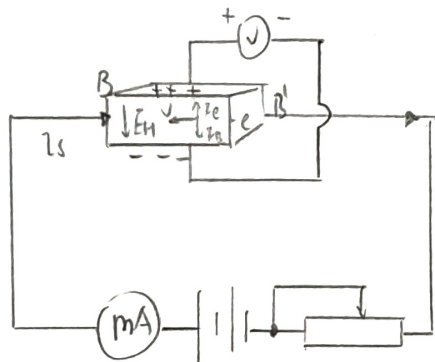
$$I_s = ne\bar{v}bd$$

$$\Rightarrow U_H = E_H b = R_H \frac{I_s B}{d}$$

$$R_H = \frac{U_H d}{I_s B}$$

由 R_H 求载流子浓度 n :

$$n = \frac{1}{|R_H|e}, \quad \sigma = ne\mu$$



就霍尔器件. 采用

$$K_H = \frac{1}{ned}$$

实验内容与步骤:

测量霍尔电压 U_H 与霍尔电流 I_s 的关系:

1. 连接导线。
2. 把霍尔探头移动到电磁场磁隙中间。
3. 打开所有电源开关。
4. 开关切换至测 U_H 。
5. I_s 与 I_m 置零正向。
6. I_m 至 500 mA, 记录 B 。
7. 增大 I_s , 改变 I_s , I_m 方向, 记录 U_H 。

测量 U_{BH} 与磁场 B 的关系。

1~6 同上。

7. 至 I_s 5 mA。

8. 增大 I_m , 改 I_s , I_m 方向, 记录 U_H 与 B 。

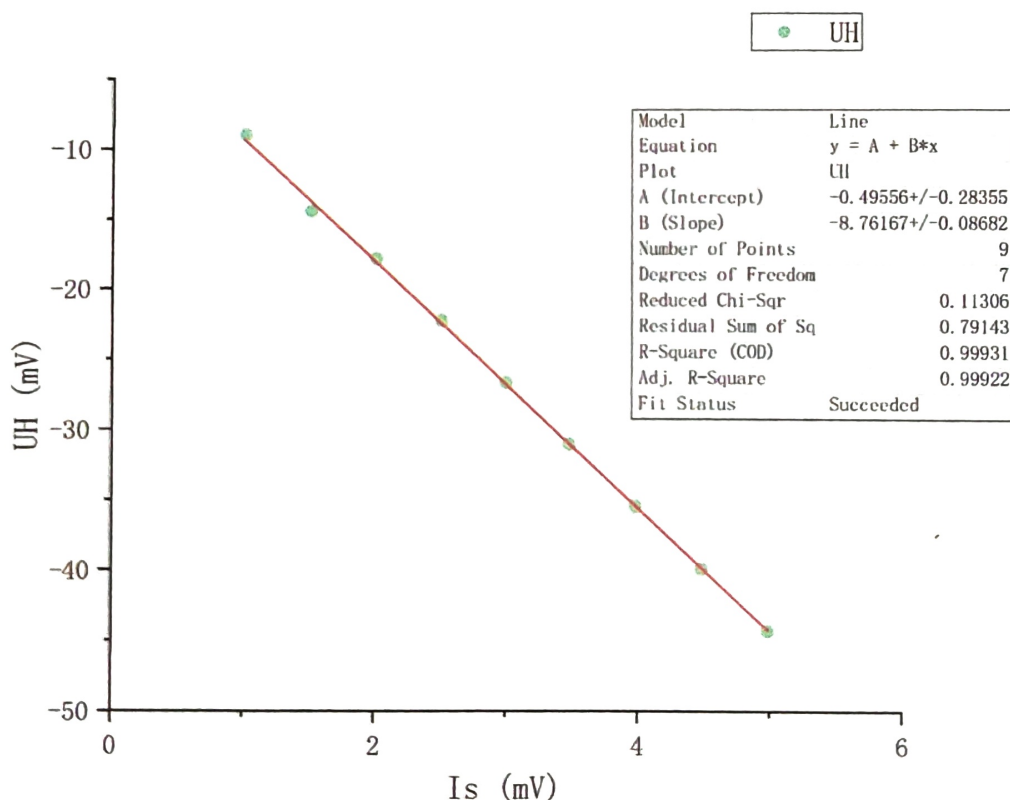
测绘, 制图。

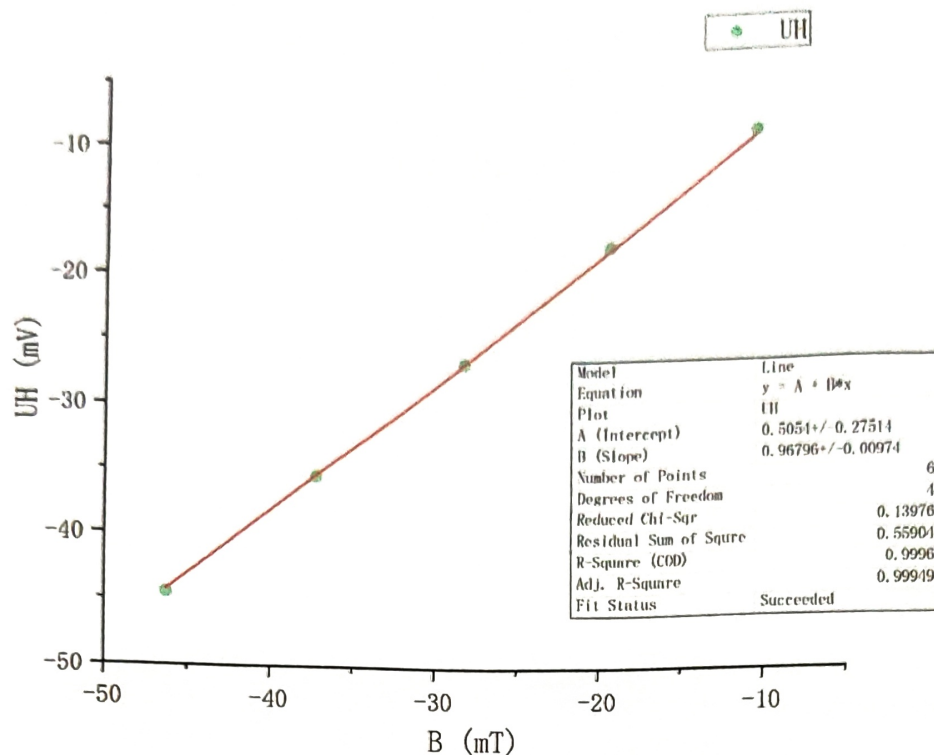
$$R_H = \frac{U_H d}{I_s B}, \quad n = \frac{1}{|R_H| e}, \quad \sigma = \frac{I_s l}{U_H S}, \quad \mu = |R_H| \sigma.$$

四、数据处理与结果讨论：

测绘 UH-Is 实验曲线数据记录表					IM = 500mA	磁场强度 B = -46.3mT
Is(mA)	V1(mV)	V2(mV)	V3(mV)	V4(mV)	UH(mV)	
	+B, +Is	-B, +Is	-B, -Is	+B, -Is		
1.00	-10.3	7.5	-7.5	10.3	-8.900	
1.50	-19.5	11.3	-11.3	15.5	-14.400	
2.00	-20.6	15.0	-15.0	20.6	-17.800	
2.50	-25.7	18.8	-18.8	25.7	-22.250	
3.00	-30.9	22.5	-22.6	30.8	-26.700	
3.50	-36.0	26.3	-26.3	35.9	-31.125	
4.00	-41.1	30.0	-30.0	41.0	-35.525	
4.50	-46.3	33.7	-33.8	46.1	-39.975	
5.00	-51.3	37.4	-37.5	51.2	-44.350	

测绘 UH-B 实验曲线数据记录表					Is=5.00 mA	
Is(mA)	B(mT)	V1(mV)	V2(mV)	V3(mV)	V4(mV)	UH(mV)
		+B, +Is	-B, +Is	-B, -Is	+B, -Is	
100	-10.2	-16.0	2.0	-2.1	15.8	-8.975
200	-19.2	-24.8	10.8	-10.9	24.7	-17.800
300	-28.2	-33.5	19.8	-19.9	33.5	-26.675
400	-37.2	-42.5	28.6	-28.7	42.4	-35.550
500	-46.2	-51.4	37.5	-37.6	51.3	-44.450





$$\frac{U_H}{I_s} = -8.76167 \text{ V/A} \quad l = 3.9 \text{ mm}, b = 2.3 \text{ mm}, d = 1.2 \text{ mm}; I_m = 500 \text{ mA}$$

$$B = -46.3 \text{ mT}$$

$$R_H = \frac{d \cdot U_H}{I_s \cdot B} = \frac{1.2 \times 10^{-3} \times (-8.76167)}{46.3 \times 10^{-3}} = 0.2271 \text{ m}^3/\text{C}$$

$$n = \frac{B}{e \cdot d} \cdot \frac{I_s}{U_H} = \frac{1}{|R_H| e} = \frac{1}{0.2271 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 2.7523 \times 10^{19} \text{ (1/m}^3\text{)}$$

$$\frac{U_H}{B} = 0.96796 \text{ V/T}$$

$$I_s = 1 \text{ mA}, U_\sigma = 744.2 \text{ mV}, R_H = 0.2271 \text{ m}^3/\text{C};$$

$$\sigma = \frac{I_s l}{U_\sigma S} = \frac{1 \times 10^{-3} \times 3.9 \times 10^{-3}}{744.2 \times 10^{-3} \times (1.2 \times 10^{-3} \times 2.3 \times 10^{-3})} = 1.8987 \text{ S/m}$$

$$\mu = |R_H| \sigma = 1.8987 \times 0.2271 = 0.4312 \text{ m}^2/\text{Vs}$$

$$I_s = 1 \text{ mA}, I_m = 500 \text{ mA}, U_H = -8.9 \text{ mV} \quad U_H < V_A' A. \text{ 样品属N型}$$

思考题: 消除不等势电压 V_0 :

V_0 的符号只与电流 I_s 的方向有关, 与磁场 B 的方向无关。因此

V_0 可以通过改变 I_s 方向予以消除。

教师签字



附：实验原始测量数据记录：

$$I_m = 500 \mu A, \quad B = -\cancel{0} - 46.3 \text{ mT}$$

I_s	$I_s + B$	$I_s - 0$	$I_s - B$	$-I_s + B$
1mA	-10.3	7.5	-7.5	10.3
1.5	-15.5	11.3	-11.3	15.5
2.0	-20.6	15.0	-15.0	20.6
2.5	-25.7	18.8	-18.8	25.7
3.0	-30.9	22.5	-22.6	30.8
3.5	-36.0	26.3	-26.3	35.9
4.0	-41.1	30.0	-30.0	41.0
4.5	-46.3	33.7	-33.8	46.1
5.0	-51.3 -51.3	37.4	-37.5	51.2

I_m	B	-16.0 $+B + I_s$	20 $-B + I_s$	$I_s = 5 \text{ mA}$ -2.1 $-B - I_s$	15.8 $+B - I_s$
100	-10.2	-24.8 -24.8	10.8 10.8	-10.9 -10.9	-24.9 24.7
200	-19.2	-24.8	10.8	-10.9	24.7
300	-28.2	-33.7	19.8	-19.9	33.5
400	-37.2	-42.5	28.6	-28.7	42.4
500	-46.2	-51.3 -51.4	37.5	-37.6	51.3

$$U_s = \frac{744.2}{1.2} \text{ mV} \quad (s \text{ 1 mA})$$

实验名称 玻耳共振

组别 _____ 日期 2022.09.19 成绩 _____

一、实验目的

- 1) 观察共振现象, 研究玻耳共振仪中弹性摆轮受迫振动的幅频特性和相频特性。
- 2) 观察阻尼振动现象, 研究不同阻尼力矩对受迫振动的影响。
- 3) 学习闪频法测定运动物体的定态物理量——相位差。

二、实验仪器

THQBE-1 型玻耳共振仪

三、预习报告 (包括实验原理、实验内容及主要步骤)

实验原理:

设周期性强迫力矩为 $M_0 \cos \omega t$, 电磁与空气阻力力矩为 $-b \frac{d\theta}{dt}$, 振动系统的弹性力矩为 $-k\theta$, 则摆轮运动方程为

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} = -k\theta - b \frac{d\theta}{dt} + M_0 \cos \omega t$$

式中 J 为摆轮的转动惯量, 令 $\omega_0^2 = \frac{k}{J}$, $2\beta = \frac{b}{J}$, $m = \frac{M_0}{J}$, ω_0 称固有

频率, β 称阻尼系数, 则变为 $\frac{d^2\theta}{dt^2} + 2\beta \frac{d\theta}{dt} + \omega_0^2 \theta = m \cos \omega t$, 解为

$$\theta = \theta_1 e^{-\beta t} \cos(\omega_f t + \alpha) + \theta_2 \cos(\omega t + \phi_0)$$

受迫振动由两部分组成:

1) 阻尼振动: $O_1 e^{\gamma t} \cos(\omega_f t + \alpha)$, 此阻尼振动经过一定时间后将衰减消失。

2) 强迫振动: $O_2 \cos(\omega t + \varphi)$, 频率为 ω 的强迫力矩作用在摆轮上,

稳定时, 摆轮振幅为:

$$O_2 = \frac{m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2 \omega^2}}$$

摆轮的位移与强迫力的相位差

$$\varphi = \arctan \frac{2\beta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} = \arctan \frac{\beta T_0^2 T}{\pi(T^2 - T_0^2)}, \quad \varphi \in (0, \pi)$$

易知, 由 O_2 极大值条件, $\frac{dO_2}{d\omega} = 0$, 当^{强迫角}~~强迫角~~频率 $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$,

系统发生共振, $O_2 \rightarrow \max$, 为

$$O_r = \frac{m}{2\beta \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}}$$

阻尼系数 $\beta \rightarrow 0$ 时, 角频率接近固有频率 $\omega \rightarrow \omega_0$, 振幅 $O_2 \uparrow$, 用 MATLAB 软件可画图得出理想曲线。

实验内容:

1. 自由振荡: 测量摆轮振幅 O 与系统固有周期 T_0 对应关系
2. 阻尼振荡: 测定阻尼系数 β .
3. 受迫振荡: 测定受迫振动的幅频特性和相频特性曲线,

主要步骤:

1. 选择“自由振荡”, 用手逆时针转动摆轮 60° , 测量打开, 记录振幅与周期。
2. 选择“阻尼振荡”, 选择阻尼 2; 开始记录, 写下不同组振幅。
3. 受迫振荡: 记录振幅; 开启闪光灯, 测量相位差。
4. 关机。

四、数据处理与结果讨论：

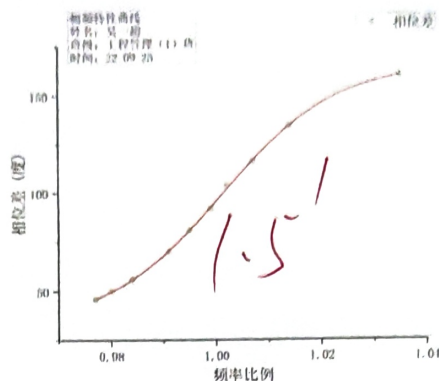
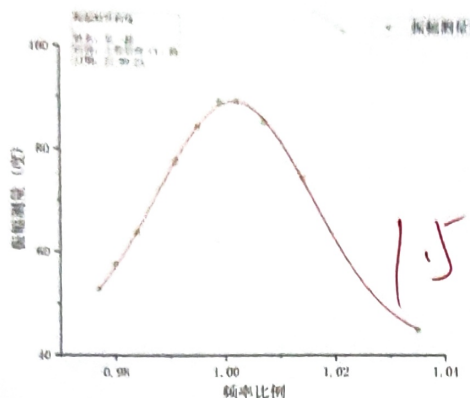


表1: 摆幅振幅与系统固有频率关系

振幅	固有周期 $T_0(s)$
155	1.207
150	1.208
145	1.209
140	1.210
135	1.210
130	1.211
125	1.211
120	1.211
100	1.212
60	1.213

阻尼系数测量

序号	周期 T	振幅 A	序号	周期 T	振幅 A	$\ln \frac{A_i}{A_{i+5}}$
1	1.210	134°	6	1.212	75°	0.580
2	1.211	119°	7	1.212	67°	0.574
3	1.212	107°	8	1.211	60°	0.578
4	1.212	95°	9	1.211	53°	0.584
5	1.212	85°	10	1.210	47°	0.593
\bar{T}	1.2113		$\ln \frac{A_i}{A_{i+5}}$ 平均			0.582

$$\beta = 0.0966208$$

序号	脉冲频率	张应力 T	振幅测量值	固有周期 T_0	相位差测量 ϕ	相位差理论	频率比例
1	2550	1.254	45°	1.212	-25° (155°)	-28.539	1.035
2	2600	1.230	75°	1.213	-50° (130°)	-53.112	1.014
3	2620	1.221	86°	1.213	-65° (115°)	-70.482	1.007
4	2630	1.216	90°	1.213	-80° (100°)	-82.413	1.002
5	2640	1.212	90°	1.213	92°	87.454	0.999
6	2650	1.207	85°	1.213	75°	75.030	0.995
7	2660	1.202	78°	1.213	60°	63.839	0.991
8	2680	1.193	64°	1.213	50°	48.123	0.984
9	2690	1.189	58°	1.213	40°	42.860	0.980
10	2700	1.185	53°	1.213	40°	38.450	0.920

教师签字

附：实验原始测量数据记录：

表1：摆轮振幅与系统固有关系

表2：阻尼系数测量

振幅 θ	固有周期 T_0 (s)
155	1.207
150	1.208
145	1.209
140	1.209
135	1.210
130	1.210
125	1.211
120	1.211
100	1.212
60	1.213

序号	周期 T_i (s)	振幅 θ_i (°)	序号	周期 T_i (s)	振幅 θ_i (s)	$\ln \frac{\theta_i}{\theta_{i+5}}$
1	1.210	134°	6	1.212	75°	0.580
2	1.211	119°	7	1.212	67°	0.574
3	1.212	107°	8	1.211	60°	0.578
4	1.212	95°	9	1.211	53°	0.584
5	1.212	85°	10	1.210	47°	0.593
平均周期 $\bar{T}(s)$	1.2113		$\ln \frac{\theta_i}{\theta_{i+5}}$ 平均值			0.582

$$\beta = 0.09606208$$

表3：幅频特性和相频特性测量

序号	激励中频率值 (Hz)	强迫力周期 $T(s)$	振幅测量值	固有周期 T_0	相位差测量 φ	相位差理论	频率比例
1	2550	1.254	45°	1.212	-25° (155°)	-28.539	1.035
2	2600	1.230	75°	1.213	-50° (130°)	-53.112	1.014
3	2620	1.221	86°	1.213	-65° (115°)	-70.482	1.007
4	2630	1.216	90°	1.213	-80° (100°)	-82.413	1.002
5	2640	1.212	90°	1.213	92°	87.454	0.999
6	2650	1.207	85°	1.213	75°	75.030	0.995
7	2660	1.202	78°	1.213	60°	63.839	0.991
8	2680	1.193	64°	1.213	50°	48.123	0.984
9	2690	1.189	58°	1.213	40°	42.860	0.980
10	2700	1.185	52°	1.213	40°	28.455	0.95

实验名称 PN 结特性和玻尔兹曼常数实验

组别 _____ 日期 _____ 成绩 _____

一、实验目的

1. 在室温下, 测绘PN结正向电压随正向电流的变化曲线, 求得玻尔兹曼常数;
2. 在不同温度下, 测绘PN结正向电压随正向电流的变化曲线, 求得玻尔兹曼常数;
3. 恒定正向电流条件下, 测绘PN结正向压降随温度的变化曲线, 计算结电压随温度变化灵敏度;
4. 计算在0K时半导体(硅)材料的禁带宽度。

二、实验仪器

PN结特性和玻尔兹曼常数实验仪 (BEM-5714)

温控电源II (BEM-5051)

三、预习报告 (包括实验原理、实验内容及主要步骤)

由半导体物理学:

PN结的正向电流-电压关系满足

$$I = I_0 \left(e^{\frac{eU_{be}}{kT}} - 1 \right)$$

注意到常温 $T=300K$ 时, 有近似

$$I = I_0 e^{\frac{eU_{be}}{kT}}$$

即可测出玻尔兹曼精确值, 约为 $k = 1.38065$

PN结通过恒定小电流 ($I = 1000 \mu A$), 由半导体物理可知近似关系:

$$U_{be} = ST + U_g.$$

$S \approx -2.4 V/^\circ C$ 为PN结温度传感器灵敏度, 由 U_g 可用 $E_g = eU_g$ 求出近似禁带宽度。

主要步骤:

1. 连接导线, 同色相连; 温控设为中间位置 "0"。打开2个电源, 记录显示数据。
电流量程选择 $10^{-7} A$ 档, I_F 电流调至5, 读取 U_{be} ; 增加 I_F 电流值, 测量10组左右。
2. 其他温度下:
加热速率置于 SLOW 档, 开关按到 "HEATING", PV 数值稳定在设定值后, 重复以上测量。
3. 其他电流量程下: 开关置于 ($10^{-6} A, \dots, 10^{-9} A$) 档, 重复以上测量。
4. 分析与计算玻尔兹曼常数: U_{be} 与 \ln 成线性关系, kT/e 为斜率。

四、数据处理与结果讨论：

28.6°C

$I_F (*10^{-7}A)$	$U_{be} (V)$	$\ln(I_F)$
5	0.405	1.60944
10	0.423	2.30259
20	0.439	2.99573
30	0.450	3.40120
40	0.457	3.68888
50	0.463	3.91202
100	0.481	4.60517
200	0.499	5.29832
300	0.509	5.70378
400	0.517	5.99146
500	0.523	6.21461
600	0.528	6.39693
700	0.532	6.55108
800	0.535	6.68461

50°C

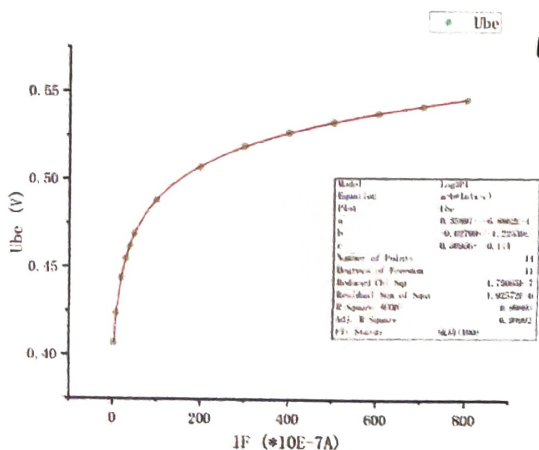
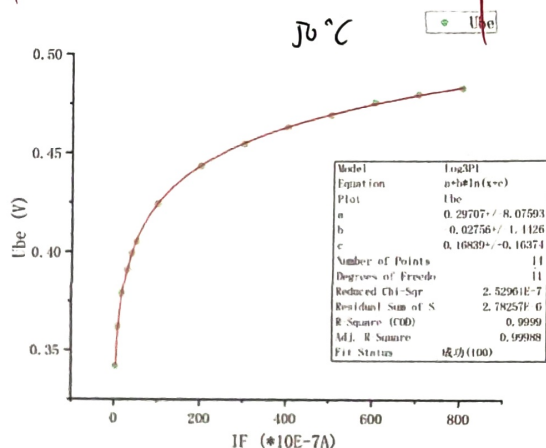
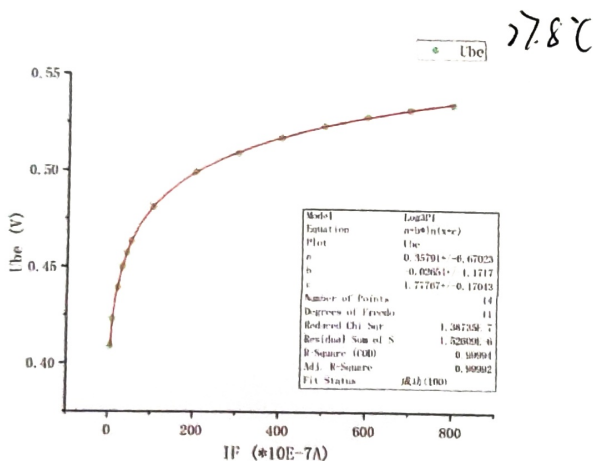
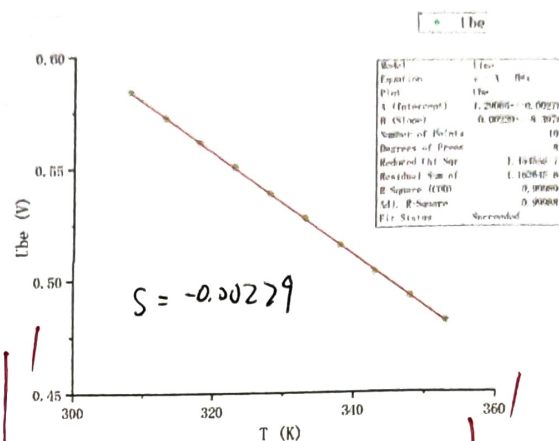
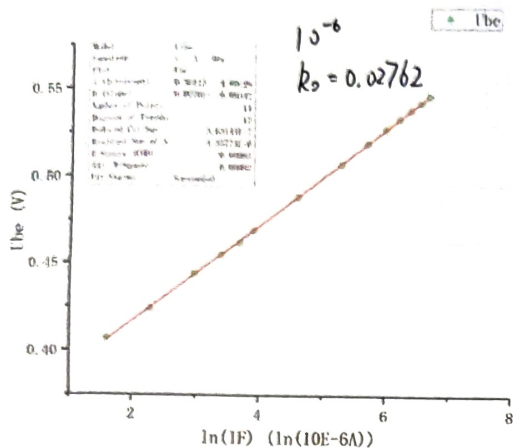
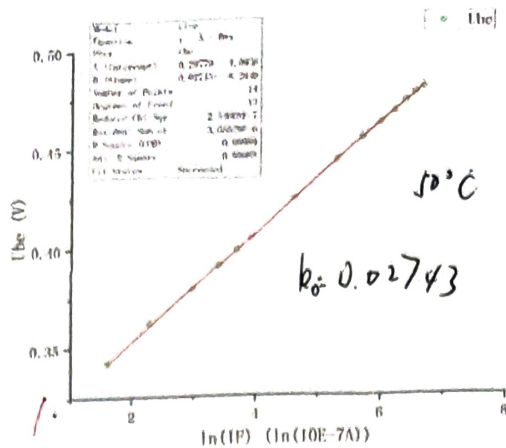
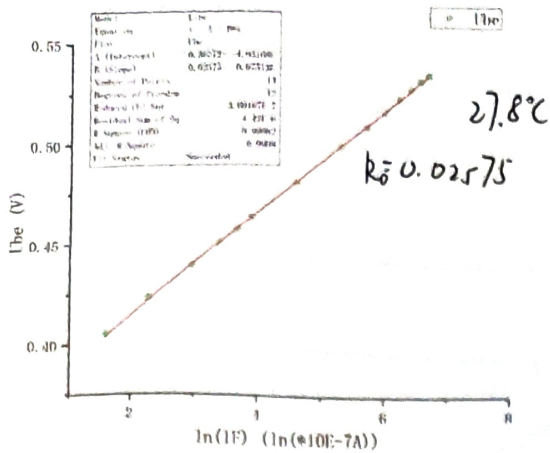
$I_F (*10^{-7}A)$	$U_{be} (V)$	$\ln(I_F)$
5	0.342	1.60944
10	0.362	2.30259
20	0.379	2.99573
30	0.391	3.40120
40	0.399	3.68888
50	0.405	3.91202
100	0.424	4.60517
200	0.443	5.29832
300	0.454	5.70378
400	0.462	5.99146
500	0.468	6.21461
600	0.474	6.39693
700	0.478	6.55108
800	0.481	6.68461

$10^{-6}A$

$I_F (*10^{-6}A)$	$U_{be} (V)$	$\ln(I_F)$
5	0.407	1.60944
10	0.424	2.30259
20	0.444	2.99573
30	0.455	3.40120
40	0.462	3.68888
50	0.469	3.91202
100	0.488	4.60517
200	0.507	5.29832
300	0.519	5.70378
400	0.527	5.99146
500	0.533	6.21461
600	0.538	6.39693
700	0.542	6.55108
800	0.546	6.68461

正向电流 1000 μA

$T (^{\circ}C)$	$T (K)$	$U_{be} (V)$
80	353	0.481
75	348	0.492
70	343	0.503
65	338	0.515
60	333	0.527
55	328	0.538
50	323	0.550
45	314	0.561
40	309	0.572
35	304	0.584



$$k_0 = \frac{kT}{e}, \quad k = \frac{k_0 e}{T}$$

27.8°C 测得 $k_0 = 0.02575$, $k = 1.37071 \times 10^{-23} \text{ J/K}$.

50°C 测得 $k_0 = 0.02743$, $k = 1.35983 \times 10^{-23} \text{ J/K}$.

选 10⁻⁶ 档测得 $k_0 = 0.02762$, $k = 1.36925 \times 10^{-23} \text{ J/K}$.

27.8°C 误差 0.71995%, 50°C 测得误差 1.507985%, 10⁻⁶ 档误差 0.825695%, 均在许可范围内

3. 0K 时 PN 结禁带宽度 $E_{g0} = 1.289 \text{ eV}$, 误差 6.97%

教师签字



附：实验原始测量数据记录：

1) 27.8°C

5	0.405
10	0.423
20	0.439
30	0.450
40	0.457
50	0.463
100	0.481
200	0.499
300	0.509
400	0.517
500	0.523
600	0.528
700	0.532
800	0.535

2) 5°C

5	0.342
10	0.362
20	0.379
30	0.391
40	0.399
50	0.405
100	0.424
200	0.443
300	0.454
400	0.462
500	0.468
600	0.474
700	0.478
800	0.481

3)

5	0.407
10	0.424
20	0.444
30	0.455
40	0.462
50	0.469
100	0.488
200	0.507
300	0.519
400	0.527
500	0.533
600	0.538
700	0.542
800	0.546

4) 1000 μA, 90 ()

	U_{be}
80	0.481
75	0.492
70	0.503
65	0.515
60	0.527
55	0.538
50	0.550
45	0.561
40	0.572
35	0.584
30	

实验名称 迈克尔逊干涉仪的调节和使用

组别 _____ 日期 _____ 成绩 9.5

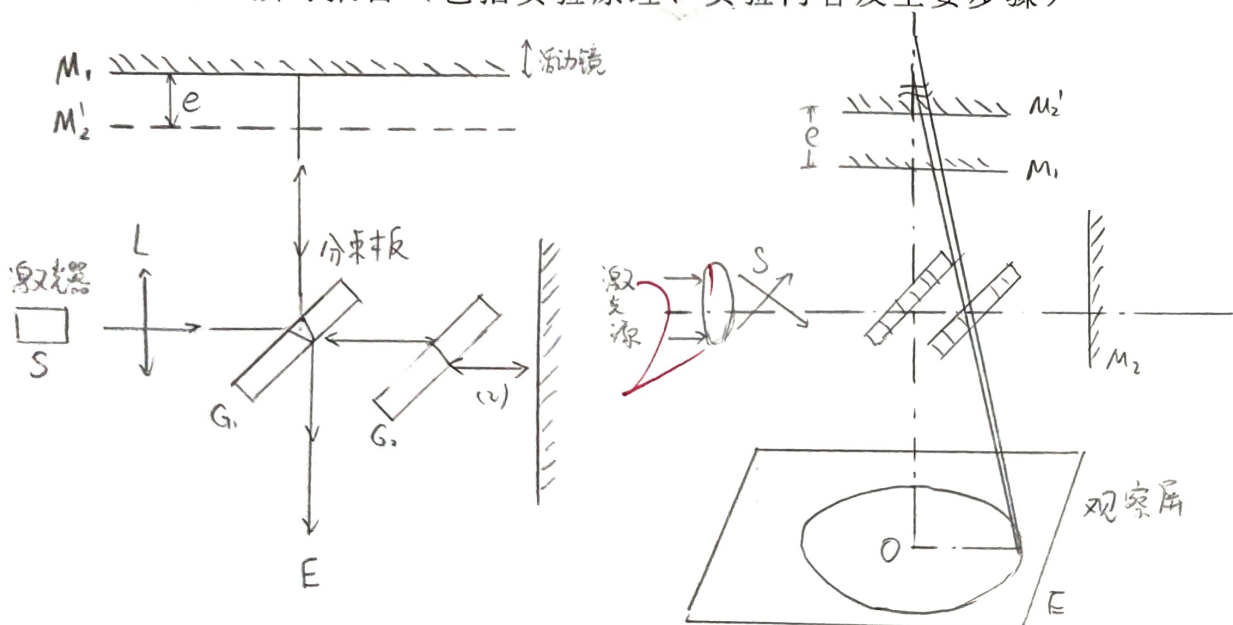
一、实验目的

- 1) 了解迈克尔逊干涉仪的结构, 掌握调节方法。
- 2) 观察等倾干涉或等厚干涉现象。
- 3) 测定光波波长。

二、实验仪器

迈克尔逊干涉仪, 钠光灯, 氦氖激光器, 毛玻璃屏。

三、预习报告 (包括实验原理、实验内容及主要步骤)



自 M_1 和 M_2' 反射两束光的光程差为:

$$\delta = 2e \cos i$$

e 、 λ 一定时, 光程差只决定于入射角。

在同心圆环中心, 对应 $i=0$, $\delta=2e$, 光程差最大, 其干涉级次最高, 以环心向外级次逐次降低。当眼睛注视着第 k 级亮纹不放, 改变 M_1 的位置, 使 M_1 和 M_2' 间隔增大 e , 但 $2e \cos i_k = k\lambda$ 不变; 因此干涉条纹冒出或缩进。

$$i=0, 2e=k\lambda, \quad e=\frac{\lambda}{2}k,$$

$\therefore M_1$ 和 M_2' 之间距离 e 增大 $\frac{\lambda}{2}$ 时, 条纹变化一圈,

读出始末二态 e , 圈数 k , 则可计算波长 λ ,

实验内容:

- 1) 调整干涉仪。
- 2) 调整光源。
- 3) 调整读数系统零点。
- 4) 测量波长。

四、数据处理与结果讨论：

序号	圈数 N	位置 e_i	$\Delta e_i = e_{i+4} - e_i$	$\lambda_i = \frac{2\Delta e_i}{200}$
1	0	31.93000	-0.06660	-0.00067
2	50	31.91313	-0.06564	-0.00066
3	100	31.89585	-0.06523	-0.00065
4	150	31.88960	-0.06497	-0.00065
5	200	31.86340		
6	250	31.84749		
7	300	31.83062		
8	350	31.82463		

$$\overline{\Delta e} = -0.06561$$

$$\bar{\lambda} = \frac{2\overline{\Delta e}}{200} = -0.0006561$$

$$S_{\Delta e} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 (\overline{\Delta e} - \Delta e_i)^2}{4-1}} = 0.000715309$$

$$\Delta e_i = \sqrt{S_{\Delta e}^2 + \Delta e_i^2} = 0.000717054 \quad \Delta \lambda = \frac{2\Delta e}{200} = 0.0000717054$$

$$\lambda = 656.10 \text{ nm} \pm 7.17 \text{ nm}$$

$$E = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \times 100\% = 3.68\%$$

百分误差：3.68%

$$E = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \times 100\% = \frac{656.10 - 632.8}{632.8} \times 100\% = 3.68\%$$

思考题:

0.5

如何避免测量过程中的回程差:

保持微调轮转动方向不变。

教师签字



附：实验原始测量数据记录：

0	31.00335	31.9300
50	31.01375	31.91313
100	31.04703	31.89585
100	31.05990	
150	31.97270	31.88960
200		31.86340
250		31.84749
300		31.82062
350		31.82463

实验名称 示波器的原理和使用

组别 _____ 日期 _____ 成绩 9

一、实验目的

- 1) 了解示波器结构及显示器波形的原理
- 2) 学习示波器的使用方法。
- 3) 学习使用示波器测电压、时间间隔。

二、实验仪器

双踪示波器、功率函数发生器。

三、预习报告（包括实验原理、实验内容及主要步骤）

实验原理

1. 示波器结构原理

- (1) 示波管由电子枪、偏转板和荧光屏三部分构成。

电子枪：阴极被加热后发射出大量电子，经聚焦、加速后高速轰击荧光屏发出荧光。

偏转板有两对，相互垂直。在偏转板上施加电压，电子束运动方向发生偏转。

荧光屏：屏上涂有荧光粉；电子打击时发光。

(2) 电压放大器

放大后信号电压加在示波器的相应控制板上。

1. 扫描同步系统

获得锯齿波电压信号, 并控制周期。将这种电压加在 X 偏转板上, 可使光点匀速沿 X 方向从左向右作周期性运动, 称为扫描。

2. 波形显示

要想观测加在 Y 偏转板上电压 U_Y 的变化规律, 必须在 X 型偏转板上加上扫描型电压。

同步:

$$T_x = n T_y \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$

示波器:

$$U_Y = KH, \quad K \text{ 为 Y 轴增益, } H \text{ 为偏转格数,}$$

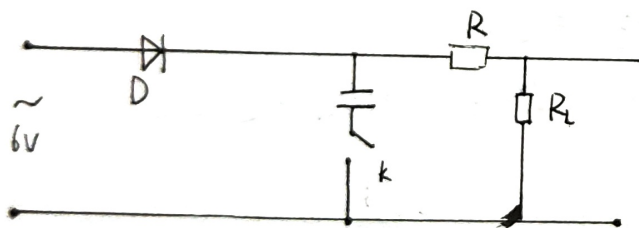
$$U_e = \frac{U_{pp}}{2\sqrt{2}} = \frac{KH_{pp}}{2\sqrt{2}}, \quad H_{pp} \text{ 为峰峰间距。}$$

$$\text{相位差 } \phi = \frac{2\pi}{T} \Delta t.$$

实验内容与步骤:

21

1. 垂直方式, 触发源调至 CH₁, 耦合选 AC;
2. 观察信号波形并测量电压和频率。
3. 利用李萨如图形测频率, 垂直拨至 CH₂。
4. 测绘半波整流电流波形。



5. 数据处理

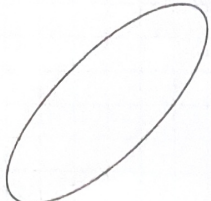
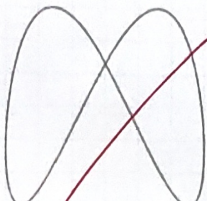
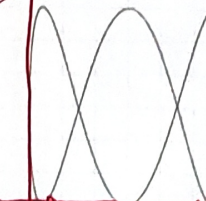
四、数据处理与结果讨论：

Y轴增益 (V/DIV)	垂直偏转格 数 H/格	电压 Upp/V	X轴增益/ (TIME/DIV)	水平偏转格数 L/格	周期/ms	频率/Hz
2V	2.5	5V	5 μ s	4	20 μ s	50kHz

$$2 \times 2.5 = 5,$$

$$5 \times 4 = 20$$

未发现明显误差。

f_y/Hz	50	100	150
图形			
f_x/Hz	50	50	50
$n_x:n_y$	1:1	2:1	3:1

得出数据见上。

思考题：

怎样迅速调出清晰的扫描线和稳定的波形？

高度聚焦适中，水平置 Auto，水平位置置中；垂直 Y₁，置中，出现扫描线；调节同步电平。



示波器测量电压有何优缺点？

优点是形象直观，可看出变化规律及关系；缺点是精度不如数字电压表。

教师签字 Le

附：实验原始测量数据记录：

2V	2.5	5V	5μs	4	20MS	50 kHz
V/DIV	14	Vpp	Time/DIV	2	T	14
2V	5	5.36V	0.2ms	1.4	1.6ms	625 1/2
		1.0V			0.28ms	

0		
50	50	50
1:1	1:2	1:3
	2=1	

$n_x = n_y$

实验名称 直流电桥测电阻

组别 _____ 日期 _____ 成绩 9

一、实验目的

- 1) 掌握用电桥测量电阻的原理和方法
- 2) 学会使用单臂及箱式惠斯登电桥测量电阻

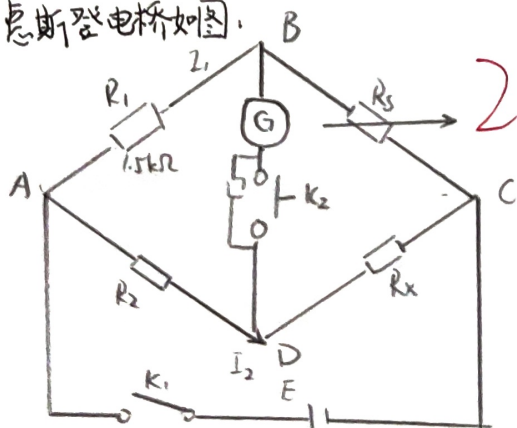
二、实验仪器

电阻箱、直流检流计、稳压电源、待测电阻、QJ23型直流电桥。

三、预习报告（包括实验原理、实验内容及主要步骤）

实验原理：

惠斯登电桥如图。



$$\begin{cases} I_1 R_1 = I_2 R_2 \\ I_1 R_3 = I_2 R_x \end{cases}$$

$$\Rightarrow R_x = \frac{R_2}{R_1} R_3$$

$$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{\Delta R_1}{R_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R_2}{R_2}\right)^2}$$

使用交换法避免 R_1, R_2 本身误差。

$$\bar{R}_x = \sqrt{R_{x1} \cdot R_{x2}}$$

箱式: $R_x = K \cdot R_s$

实验内容与步骤:

1) 自搭电桥

① 按电路图接线。

② 使 $R_1 = 1.5k\Omega$, $R_2 = 1.5k\Omega$, 测量 R_x , 检流计示数最接近0时记录,

③ 交换法得 R_s 。

④ 计算。

2) 箱式电桥

① 接线,

② 测量, 并记录仪器级别、量程、比率,

③ 计算,

四、数据处理与结果讨论：

(量程为2mA)

序号	标称值 R_x/Ω	R_{S1}/Ω	R_{S2}/Ω	S_b	m/电阻箱的转 盘数
1	33	33.2	33.3	1.369 μ A	3
2	100	99.5	99.0	1.131 μ A	4
3	1500	1489.9	1483.1	0.152 μ A	5

$$\bar{R}_x = \sqrt{R_{S1} R_{S2}} \quad \Delta R_S = (0.1\% R_S + 0.002 m)$$

$$\bar{R}_S = \frac{1}{2}(R_{S1} + R_{S2}) \quad \Delta R_b = 0.04$$

$$\Delta R_x = \bar{R}_x \left(\frac{\Delta R_S}{R_S} \right)$$

$$U_{R_x} = \sqrt{(\Delta R_b)^2 + (\Delta R_x)^2}$$

过相

序号	R_{S1}	R_{S2}	m	ΔR_b	\bar{R}_x	\bar{R}_S	ΔR_S	ΔR_x	U_{R_x}
1	33.2	33.3	3	0.04	33.250	33.250	0.039	0.039	0.056
2	99.5	99.0	4	0.04	99.250	99.250	0.107	0.107	0.114
3	1489.9	1483.1	5	0.04	1486.496	1486.500	1.497	1.496	1.497

$$R_{x1} = 33.250 \Omega \pm 0.050 \Omega$$

$$R_{x2} = 99.250 \Omega \pm 0.107 \Omega$$

$$R_{x3} = 1486.496 \Omega \pm 1.497 \Omega \rightarrow 1 \sim 2 \Omega$$

序号	标称值 R_x/Ω	比率 K	实际测值	仪器级别 A	量程/ Ω
1	33	$\times 10^{-2}$	3325	0.2	0-99.99
2	100	$\times 10^{-1}$	993	0.2	0-999.9
3	1500	$\times 1$	1487	0.2	0-9.999k

$$U_{R_x} = A\% \times R_m$$

序号	测量值	仪器级别 A	量程 R_m	U_{R_x}
1	33.250	0.200	99.990	0.200
2	99.300	0.200	999.900	2.000
3	1487.000	0.200	9999.000	19.998

$$R_{x1} = 33.250 \Omega \pm 0.200 \Omega$$

$$R_{x2} = 99.300 \Omega \pm 2.000 \Omega$$

$$R_{x3} = 1487.000 \Omega \pm 19.998 \Omega$$

思考题：

在箱式电桥中选择倍率的原则是什么？

保证比较臂上至少有4位有效数字。

为什么电桥上按钮开关要使用跃接法？

在进行电气测量时，为防止因各种原因造成的仪表量程不当或接线错误损坏仪表使用，同时观察指针摆动。

教师签字



附：实验原始测量数据记录：

1

33	33.2	33.3	1.369 (2μA)	3
100	99.5	99.0	1.131 (2μA)	4
1500	1489.9	1483.1	0.152 (2μA)	5
5100	5086.2	5064.7	0.023 (2μA)	6

			A	R _m
33	$\times 10^{-2}$	3325	0.2	0-99.99Ω
100	$\times 10^{-1}$	993	0.2	0-999.9Ω
1500	$\times 1$	1487	0.2	0-9.999kΩ

实验名称 光电效应实验

组别 _____ 日期 _____ 成绩 _____

一、实验目的

1. 了解光电效应的规律, 加深对光的量子性认识
2. 测量截止电压和普朗克常数 h .
3. 测量光电管的伏安特性曲线.

二、实验仪器

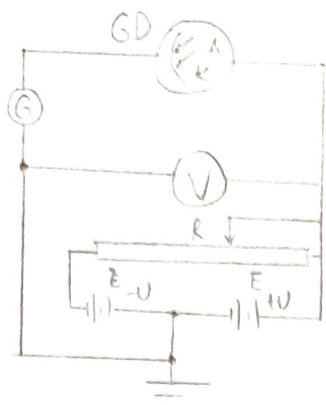
光电效应实验仪

三、预习报告 (包括实验原理、实验内容及主要步骤)

实验原理:

频率为 ν 的光子其能量为 $h\nu$ 。当电子吸收了光子能量 $h\nu$ 后, 一部分消耗与电子的逸出功 W , 另一部分转换为电子的动能 $\frac{1}{2}mv^2$ 。

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W$$



1. 饱和电流的大小与光的强度成正比。
2. 光电子从阴极逸出时具有初动能，其最大值等于它反抗电场力所做的功。

即: $\frac{1}{2}mv^2 = eU_a$

3. $U_a \propto \nu$, $U_a = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$

实验内容与步骤:

1. 连接导线, 开机预热, 校零.
2. 电压输出选 $-2 \sim 0V$, 电流幅度为 $10^{-8}A$.
3. 电流信号按至 MEASURE.
4. 依次换上 $365nm$, $405nm$, $436nm$, $577nm$ 滤色片, 记录截止电压. ($4mm \phi$)

测量伏安特性曲线

$-2 \sim +30V$. $10^{-10}A$ 档. 记录两组 $U-I$ 曲线。

计算。

四、数据处理与结果讨论：

波长 $\lambda(\text{nm})$	频率 $\times 10^{14} \text{Hz}$	截止电压 $V_a(V)$
365	8.213492	-1.744
405	7.402283	-1.408
436	6.875974	-1.192
546	5.490704	-0.617
577	5.19571	-0.495

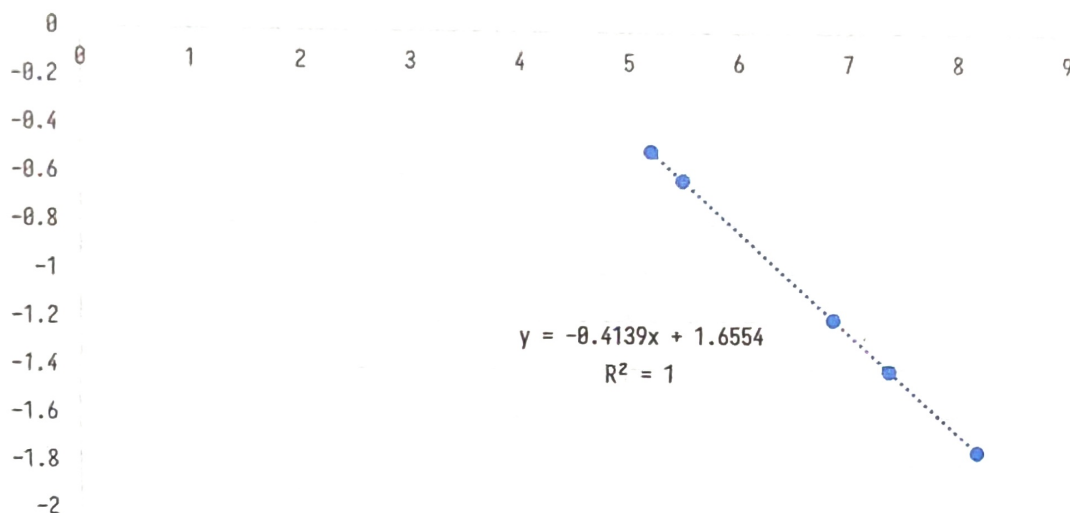
$$h = k \cdot e$$

$$h = 0.4139 \times 1.602176565 \times 10^{-19} \times 10^{-14}$$

$$= 6.6314088025 \times 10^{-34} = 6.63 \times 10^{-34}$$

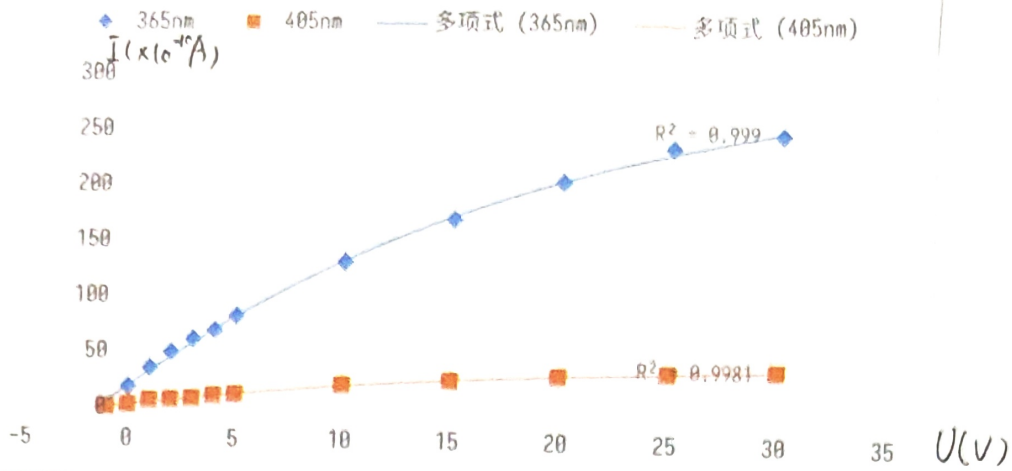
$$\Delta h = \frac{(h - h_0)}{h_0} \times 100\% = 0.08\%$$

截止电压



$U(V)$	$\bar{I}(365\text{nm})$	$\bar{I}(405\text{nm})$	$10^{-10} A$
-1	2	1	
0	19	3	
1	36	7	
2	50	8	
3	62	9	
4	70	12	
5	83	13	
10	132	22	
15	171	27	
20	205	32	
25	236	36	
30	249	39	

光电效应曲线



思考:

刚开始使用时注意到数据非常不稳定,发现是预热时间不够充分,等预热充分后,示数就稳定了。

教师签字

附：实验原始测量数据记录：

35 405

4mm ϕ

λ	1	2	3	4	5
λ (nm)	365	405	436	546	577

$$V = c/\lambda \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

8.4214 7.408 6.879 5.490 5.192

V_a (V) ~~-1.865 -1.490 -1.358 -0.787 -0.611~~
~~-1.744 -1.408 -1.192 -0.617 -0.495~~

	-1	0	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
365	2	19	26	34	42	50	58	66	74	82	90	98
405	1	3	7	8	12	13	17	22	27	32	36	39

577

V ~~-1~~ 0 1 2 3 4 5 10 15 20 25 30

