大物实验报告扫描版

仅供参考

感谢学长无私分享

绪论：2-3
扭摆法则测定转动惯量：4-8
密里根油滴法测电子电荷：9-13
分光计调整与折射率测定：14-18
电子示波器：19（只有原理）
等原子干涉及其应用：20-24
固定均匀弦振动的研究：25-29
光电效应及普朗克常量的测定：30-34
光栅测定光波波长：35-39
示波器测量相位差与频率：40-41
迈克耳孙干涉仪的调整与波长测量：42
电流场模拟静电场：43
非线性电阻特性研究：44-46
不良导体导热系数测定：47-50
霍尔效应：51-55
自组电桥测电阻：56-59
金属杨氏模量测定：60-64
声速测定：65-68
铁磁性材料居里温度的测定：69-72
单缝衍射：73-76
金属电子逸出功测定：77-80
磁聚焦测电子质荷比：81-85

绪 论（作业）

成 绩 18

2、按有效数字运算规则计算下列各式：

（5）（8.42+0.052-0.47）÷2.001= 4.09

（7）（100.25-100.23）÷100.22= 2×10^{-4}

3、单位变换：

（1） m=1.750±0.003kg，写成以 g、mg、t（吨）为单位：

$m=(1.750\pm0.003)\times10^{3}g=(1.750\pm0.003)\times10^{6}mg=(1.750\pm0.003)\times10^{-3}t$

（3）t=1.8±0.1 分，写成以秒为单位。

$108\pm6\ s$ $\qquad (1.1\pm0.1)\times10^{2}\ s$

6、计算下列数据的算术平均值、标准偏差及平均值的标准偏差，正确表达测量结果（包括计算相对误差）。

（1）l_i(cm):3.4298，3.4256，3.4278，3.4190，3.4262，3.4234，3.4263，3.4242，3.4272，3.4216

1) $\bar{l}=\frac{1}{10}\sum_{i=1}^{10}l_i=3.4251\ (cm)$

2) $S=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10}(\Delta l_i)^2}{10-1}}=5.3\times10^{-3}\ (cm)$

3) $S_{\bar{l}}=\frac{S}{\sqrt{10}}=1.67\times10^{-3}\ (cm)$

4) $l=3.425\pm0.002\ cm$

$E_l=\frac{1.67\times10^{-3}}{3.4251}=0.049\%$

（2）t_i(s):1.35，1.26，1.38，1.33，1.30，1.29，1.33，1.32，1.32，1.34，1.29，1.36

1) $\bar{t}=\frac{1}{12}\sum_{i=1}^{12}t_i=1.32(s)$

2) $S=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12}(\Delta t_i)^2}{12-1}}=1.14\times10^{-2}(s)$

3) $S_{\bar{t}}=\frac{S}{\sqrt{12}}=3.3\times10^{-3}(s)$

4) $t=1.32\pm0.01s$

$E_t=\frac{0.33\times10^{-2}}{1.32}=0.25\%$

7、改写成正确的误差传递式（算术合成法）。

（1） $E=\frac{4\rho l^3}{\lambda a b^3}$，$\frac{\Delta E}{E}=\frac{\Delta\rho}{\rho}+\frac{\Delta l}{l^3}-\frac{\Delta\lambda}{\lambda}-\frac{\Delta a}{a}-\frac{\Delta b}{b^3}$ $\qquad \frac{\Delta E}{E}=\frac{\Delta\rho}{\rho}+\frac{3\Delta l}{l}+\frac{\Delta\lambda}{\lambda}+\frac{\Delta a}{a}+3\frac{\Delta b}{b}$

（2） $V=\frac{1}{6}\pi d^3$，$\frac{\Delta V}{V}=\frac{1}{2}\pi\frac{\Delta d}{d}$ $\qquad \frac{\Delta V}{V}=3\frac{\Delta d}{d}$

（3） $N=x^2-2xy+y^2$，$\Delta N=2\Delta x+2\Delta x\Delta y+2\Delta y$ $\qquad \Delta N=|2x-2y|(\Delta x+\Delta y)$

（4） $N=k\sin x$，$\Delta N=\Delta k+i g x$ $\qquad \Delta N=k|\cos x|\Delta x+\sin x\Delta k$

8、求出下列函数的算术合成法误差传递式（等式右端未经说明者均为直接测得量，绝对误差或相对误差任写一种）。

(1) $N=x+y-2z$ $\Delta N=\Delta x+\Delta y+2\Delta z$

(2) $Q=\frac{k}{2}(A^2+B^2)$，k 为常量 $\Delta Q=k(A\Delta A+B\Delta B)$

(5) $f=\frac{A^2-B^2}{4A}$ $\frac{\Delta f}{f}=\frac{2A\Delta A-2B\Delta B}{A^2-B^2}-\frac{\Delta A}{A}=\left|\frac{2B}{A^2-B^2}-\frac{1}{A}\right|\Delta A+\left|\frac{2B}{A^2-B^2}\right|\Delta B$

(8) $n=\frac{\sin i}{\sin r}$ $\frac{\Delta n}{n}=\left|\frac{\cos i}{\sin i}\right|\Delta i+\left|\frac{\cos r}{\sin r}\right|\Delta r$

9、改正标准偏差传递式中的错误。

(1) $L=b+\frac{1}{2}d$，$s_L=\sqrt{s_b^2+\frac{1}{2}s_b^2}$ $S_L=\sqrt{S_b^2+\frac{1}{4}S_d^2}$

(3) $v=\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{mgl_0}{m_0}}$，g 为常量： $\frac{S_v}{v}=\sqrt{\left(\frac{S_L}{L}\right)^2+\frac{1}{2}\left(\frac{S_m}{m}\right)^2+\frac{1}{2}\left(\frac{S_{l_0}}{l_0}\right)^2+\frac{1}{2}\left(\frac{S_{m_0}}{m_0}\right)^2}$

$=\sqrt{\left(\frac{S_L}{L}\right)^2+\frac{1}{4}\left(\frac{S_m}{m}\right)^2+\frac{1}{4}\left(\frac{S_{l_0}}{l_0}\right)^2+\frac{1}{4}\left(\frac{S_{m_0}}{m_0}\right)^2}$

10、计算下列各式的结果，并用算术合成法估算误差。

(1) $N=A+B-\frac{1}{3}C$，$A=0.5768\pm0.0002$cm，$B=85.07\pm0.02$cm，$C=3.247\pm0.002$cm

解：$N=(0.5768+85.07-\frac{1}{3}\times3.247)\pm0.02$cm $\Delta N=\Delta A+\Delta B+\frac{1}{3}\Delta C$

$=84.56\pm0.02$cm $=2.083\times10^{-2}$(cm)

$\therefore E_N=\frac{2.083\times10^{-2}}{84.56}\times100\%=0.02\%$

(2) $V=1000\pm1$cm³，求 $\frac{1}{V}=?$

解：$\overline{\frac{1}{V}}=1.000\times10^{-3}$cm⁻³ $\therefore\frac{1}{V}=(1.000\times10^{-3}\pm1\times10^{-6})$cm⁻³

$d\frac{1}{V}=\left|-\frac{1}{V^2}\right|dV=1\times10^{-6}$cm⁻³ $E_{\frac{1}{V}}=\frac{d\frac{1}{V}}{\frac{1}{V}}\times100\%=0.1\%$

(4) $v=\frac{h_1}{h_1-h_2}$，$h_1=45.51\pm0.02$cm，$h_2=12.20\pm0.02$cm

解：$\overline{V}=\frac{45.51}{45.51-12.20}=1.366$(cm) $\therefore\Delta V=4.398\times10^{-2}\times1.366=6.008\times10^{-2}$(cm)

$\therefore V=1.366\pm0.0006$ cm

$\frac{\Delta V}{V}=\frac{\Delta h_1}{h_1}-\frac{\Delta h_1-\Delta h_2}{h_1-h_2}=\left(\frac{1}{h_1}-\frac{1}{h_1-h_2}\right)\Delta h_1+\frac{1}{h_1-h_2}\Delta h_2=4.398\times10^{-2}$ $E_V=4.398\times10^{-2}\times1\times100\%=4.4\%$

12、利用单摆测定重力加速度 g，当摆角很小时有 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 的关系。式中 T 为周期，l 为摆长，它们的测量结果分别为 $T=1.9842\pm0.0002$s，$l=98.81\pm0.02$cm，求重力加速度及其不确定度，写出结果表达式。 $\frac{U(g)}{g}=\sqrt{\left(\frac{U(l)}{l}\right)^2+\left(\frac{2U(T)}{T}\right)^2}\times100\%=0.028\%$

解：$l=0.9881\pm0.002$m. $\therefore U_g=0.028\%\times9.911=2.78\times10^{-3}$(m/s²)

$g=\frac{4\pi^2l}{T^2}=9.911$(m/s²) $\therefore g=9.911\pm2.78\times10^{-3}$cm

不确定度0.028% ×

0.00278

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）

扭摆法测定刚体的转动惯量

将扭摆垂直轴上方的物体转一角度θ，由于弹簧发生形变将产生一个恢复力矩M，则物体将在平衡位置附近做周期性摆动，根据虎克定律有：$M=-k\theta$ (1)，式中K为弹簧的扭转系数。

根据转动定律：$M=J\beta$ (2)，式中J为物体绕转轴的转动惯量，β为角加速度

由(1)、(2)：$\beta=-\frac{k}{J}\theta$，令$\omega^2=\frac{k}{J}$，则有$\beta=-\omega^2\theta$ 此方程表示扭摆运动是一种角简谐振动。方程的解为 $\theta=A\cos(\omega t+\varphi)$ 式中A为简振动的角振幅，φ为初相位，ω为圆频率，则周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{J}{k}}$ (3)

由(3)得 $\frac{T_0}{T_1}=\frac{\sqrt{J_0}}{\sqrt{J_0+J_1'}}$ 或 $\frac{J_0}{J_1}=\frac{T_0^2}{T_1^2-T_0^2}$ 式中J_0为金属载物圆盘的转动惯量，T_0为其扭动周期；待测物体的转动惯量为J_1'，它与载物圆盘一起转动的转动周期为T_1，单独载物转动的周期为T_0，则$T_1^2=T_0^2$

因此，$K=4\pi^2\frac{J_1'}{T_1^2-T_0^2}$ 对于实验中所用的质量为m，直径为D的均质圆柱体，$J_1'=\frac{1}{8}mD^2$，由此可求出扭转系数K。若要测定其它形状物体的转动惯量，只要测其扭动周期，利用已知的K值，由(3)可得 $J=\frac{K}{4\pi^2}T^2$

转动惯量的平行轴定理：若质量为m的物体绕通过质心轴的转动惯量为J_0，则绕与其质心轴平行距离为x的轴旋转时，转动惯量为 $J=J_0+mx^2$

二、预习中的问题列举：

(1)应该怎样减少实验过程中的系统误差？

(2)在实验一和二中，对实验结果影响最大的因素分别是什么？

三、原始数据记录

1. 弹簧扭转系数以及待测物体转动惯量的测量 $k=4\pi^2\frac{J_1'-J_0'}{T_1^2-T_0^2}=$ _____ N·m

物体名称	质量/kg	几何尺寸/cm		周期 T/s		转动惯量理论值 $\times10^{-3}$kg·m²	实验值 $\times10^{-3}$kg·m²	百分误差
仪器架物盘				$10T_0$	8.46 8.58 8.60		$J_0'=\frac{T_0^2J_1'}{T_1^2-T_0^2}$ =	
				$\overline{T_0}$				
塑料圆柱	335.30g	D_1	9.788 10.008 9.987	$10T_1$	11.15 11.16 11.33	$J_1'=\frac{1}{8}m_1\overline{D_1}^2$ =		
		$\overline{D_1}$		$\overline{T_1}$				
金属圆筒	358.9g	$D_{内}$	9.340 9.325 9.340	$10T_2$	13.42 13.62 13.66	$J_2'=\frac{1}{8}m_2(\overline{D_{内}}^2+\overline{D_{外}}^2)$ =		
		$\overline{D_{内}}$						
		$D_{外}$	10.000 9.987 9.987					
		$\overline{D_{外}}$		$\overline{T_2}$				
实心球	1.188	D_3		$10T_3$	13.91 13.91 13.89	$J_3'=\frac{1}{10}m_3\overline{D_3}^2$ =		
		$\overline{D_3}$	11.42	$\overline{T_3}$				
金属细杆	215.46g	L		$10T_4$	22.46 22.45 22.45	$J_4'=\frac{1}{12}m_4L^2$ =		
		$\overline{L}$	60.00	$\overline{T_4}$				

2. 验证转动惯量的平行轴定理

x/cm	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00
摆动5个周期的时间/s	12.87	16.64	21.48	26.84	32.48
	12.86	16.65	21.50	26.84	32.45
	12.87	16.64	21.49	26.85	32.46
摆动周期 T/s					
实验值/10^{-3}kg·m², $J=\frac{4\pi^2}{x}T^2$					
理论值/10^{-3}kg·m² $J=J_0+2mx^2+J_S$					
百分误差					

教师签字 _____

日　期 15/3

第一次实验

成　绩 8

实验日期 2011.3.15　　教师签字 [illegible]

同 组 者 刘柳嘉　　审批日期

实验名称：物体转动惯量的研究之扭摆法测定刚体的转动惯量

一、实验目的：

1) 熟悉扭摆的构造及使用方法，测定扭摆的仪器常数（弹簧的扭转系数）K；

2) 用扭摆测量几种不同形状物体的转动惯量，并与理论值比较；

3) 验证转动惯量的平行轴定理。

二、实验所用仪器及使用方法：

实验仪器：扭摆装置及其附件（塑料圆柱体等），数字式计时仪

数字式电子天平，钢直尺，游标卡尺

三、测量内容及数据处理：

1. 弹簧扭转系数及物体转动惯量的测定

$K = 4\pi^2 \frac{T_1'}{T_1^2 - T_0^2} = \frac{3.14\times10^{-2}}{}$ N·m

物体名称	质量/kg	几何尺寸/cm		周期 T/s		转动惯量理论值/kg·m²	实验值/kg·m²	百分误差
金属载物盘				$10T_0$	8.46		$J_0 = \frac{T_0^2 J_1'}{T_1^2 - T_0^2}$	
					8.58			
					8.60			
				$\overline{T_0}$	8.55			
塑料圆柱	465.5×10⁻³	D_1	9.988	$10T_1$	11.15	$J_1' = \frac{1}{8} m_1 \overline{D_1}^2$	4.19	0
			10.008		11.16			
			9.997		11.33			
		$\overline{D_1}$	9.994	$\overline{T_1}$	1.121			
金属圆筒	838.9×10⁻³	D_{2A}	9.340	$10T_2$	13.42	$J_2' = \frac{m_2}{8}(\overline{D_{2A}}^2 + \overline{D_{2B}}^2)$	8.85	6.99%
			9.325		13.62			
			9.340		13.66			
		$\overline{D_{2A}}$	9.335					
		D_{2B}	10.001					
			9.987					
			9.987					
		$\overline{D_{2B}}$	9.992	$\overline{T_2}$	1.357			
实心小球	1.183	D_3		$10\overline{T_3}$	13.91	$J_3' = \frac{1}{10} m_3 \overline{D_3}^2$	15.39	0.65%
					13.91			
					13.89			
		$\overline{D_3}$	11.42	$\overline{T_3}$	1.390			
金属细杆	×	l		$10T_4$	22.46	$J_4' = \frac{1}{12} m_4 l^2$	40.14	37.89%
					22.45			
					22.45			
		$\overline{l}$	60.00	$\overline{T_4}$	2.245			

2. 验证转动惯量的平行轴定理

x/cm		5.00	10.00	15.00	20.00	25.00
摆动5个周期的时间/s		12.87	16.64	21.48	26.84	32.48
		12.86	16.65	21.50	26.84	32.45
		12.87	16.64	21.49	26.85	32.46
摆动周期 T/s		2.57	3.33	4.30	5.37	6.49
实验值/kg·m², $J = \frac{K}{4\pi^2} T^2$		52.64	88.38	147.37	229.83	335.70
理论值/kg·m², $J = J_0 + 2m_0x^2 + J_E$		77.43	113.38	173.31	257.20	365.07
百分误差		32.02%	22.05%	14.97%	10.64%	8.05%

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：① 扭摆的仪器常数（弹簧的扭转系数）$K = 3.14\times10^{-2}\ N\cdot m$

② 可用 $J=\frac{K}{4\pi^2}T^2$ 算得各物体的转动惯量 J 的实验值，其中，T 由实验测得

③ 若质量为 m 的物体绕通过质心轴的转动惯量为 J_0，则质量为 m 的平行轴的转动惯量为 $J=J_0+mx^2$，即转动惯量的平行轴定理。

误差分析：① 测量几何尺寸时，用手找不准圆心，测得的直径有误差；

② 在测金属细杆的转动惯量和验证转动惯量的平行轴定理时，金属细杆可能上下左右不等长，导致不对称，且金属杆左右晃动；

③ 验证转动惯量的平行轴定理时，滑块两中心点位置越远（百分）误差越小，可能因为螺丝未拧下而造成的误差的影响越来越小；

④ 测物体质量和周期时，测量仪器本身的误差。

建议：① 实验中要测 10 T 的时间且多次平均测量，取平均值再除以 10 以减少误差；

② 实验中要时常检查螺丝拧紧；

③ 摆动的角度在 45°～90° 之间，且所取摆角基本一致，以保证 K 大约为常数。

五、思考题：

1) 在实验中为什么称得金属细杆和细环的质量时，必须将金属夹夹取下？

为什么它们的转动惯量在计算时可以不考虑？

答：因为利用公式计算转动惯量理论值时，质量 m 在为金属细杆的质量，不包含不规则的夹具；

因为金属细与细环的转动惯量相比，夹具的转动惯量很小。

2) ① 因为在平行位置处，挡光杆的宽度较大，挡光时间较短，误差小。

② 因为实验的金属杆和滑块组成的系统较稳定，不会上下晃动；

可以将转动惯量的公式改为 $J=J_0+mx_1^2+mx_2^2+J_0'$

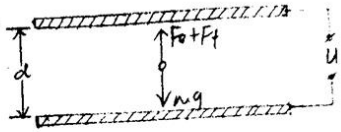
③ 因为测量 10 T 的时间，T 的误差可降为 0.05，减小了误差

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）密立根油滴法测电荷

通过测定油滴的带的电量，从而确定电子电荷，可用平衡测量法。

在图中平行极板加上电压，调节两极板间电压U，使带电油滴静止



则[黏滞阻力为零 重力=重力-空气浮力 $F_e=mg-F_f$ 1)

其中 $\begin{cases} F_e=qE=q\frac{U}{d} \\ mg=\frac{4}{3}\pi r^3\rho_{油}g \quad 2) \\ F_f=\frac{4}{3}\pi r^3\rho_{空}g \end{cases}$ 以代入1) 得 $q\frac{U}{d}=\frac{4}{3}\pi r^3 g(\rho_{油}-\rho_{空})$ 3) (r为油滴半径)

此时，去掉电压，油滴下降，粘滞阻力 $F_v=6\pi\eta rv$，v个受力平衡，将以匀速v下降，此时 $F_v=mg-F_f$

结合可得 $6\pi\eta rv=\frac{4}{3}\pi r^3 g\rho_{油}$ η为空气粘度，v为匀速极速率 $v=\frac{S}{t}$ 5)

由(3)可得油滴半径 $r=\sqrt{\frac{9\eta v}{2\rho g}}=\sqrt{\frac{9\eta S}{2\rho g t}}$ 6)

又空气粘度 η 经修正为 η' $\eta'=\frac{\eta}{1+\frac{b}{pr}}$ 7) b为修正常量，P为大气压强

由(6)(7)得 $r=\sqrt{\frac{9\eta}{2\rho g}\frac{S}{t}\frac{1}{(1+\frac{b}{pr})}}$ 8)

由(3)(8)得 $q=\frac{18\pi\eta^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{2\rho g}}\cdot\frac{d}{U}\left(\frac{S}{1+\frac{b}{pr}}\right)^{\frac{3}{2}}$ 9) 又∵P处对修正项中不需太精确

∴将6)的r代入9)中即可

二、预习中的问题列举：

1) 选择何种油滴作为测量目标较合适？

2) 平衡电压如何选取？

三、原始数据记录

数据记录表格

$\eta = 1.83\times10^{-5}\ kg/(m\cdot s)$；$\rho = 980\ kg/m^3$；$g = 9.80\ m/s^2$；

$d = 5.00\times10^{-3}\ m$；$b = 8.23\times10^{-5}\ hPa\cdot m$；$S = 4.00\times10^{-3}\ m$；

油滴	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
平衡电压 U/V	174	101	120	170	336					
油滴下落时间 t/s	20.21	12.92	29.14	8.19	6.96					
油滴带电量 仪示/$\times10^{-19}$C										

第三次实验

成 绩 2

实验日期 2011.3.29
同 组 者

教师签字
审批日期

实验名称：密立根油滴法测电子电荷

一、实验目的：

1. 验证电荷的量子性；
2. 测定电子的电荷值；
3. 及合作统计直方图；

二、实验所用仪器及使用方法：

仪器用具：密立根油滴仪，喷雾器，气压计等

三、测量内容及数据处理：

数据记在表格

$\eta = 1.83\times10^{-5}\ kg/(m\cdot s)$；$\rho = 980 kg/m^3$；$g = 9.80 m/s^2$；

$d = 5.00\times10^{-3} m$；$b = 8.23\times10^{-3} hPa\cdot m$；$S = 2.00\times10^{-3} m$；

$P = 969.8\ hPa$

油滴	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
平衡电压U/V	262	284	310	290	256	274	295	285	307	255
油滴下落时间t/s	8.45	7.36	15.55	7.59	16.07	11.33	15.93	8.90	10.58	10.04
油滴带电量 $Q_i/\times10^{-19}C$	22.4	26.0	6.69	22.6	15.9	12.0	6.77	17.3	12.6	16.0
n_i	13	16	4	14	10	8	4	11	8	10
e_i $(\times10^{-19}C)$	1.57	1.63	1.67	1.61	1.59	1.50	1.69	1.57	1.58	1.60

油滴	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U(V)	272	316	278	250	269	264	230	100	137	267
t(s)	30.38	28.71	11.97	8.89	44.81	16.84	10.88	3.55	11.61	9.38
$Q_i/\times10^{-19}C$	3.26	3.30	11.2	19.7	1.46	6.54	14.5	20.2	23.8	17.8
n_i	2	2	7	12	1	4	9	12.6	15	11
$e_i(\times10^{-19}C)$	1.63	1.65	1.60	1.64	1.46	1.64	1.61	1.60	1.59	1.62

$\bar{e} = \frac{1}{20}\sum_{i=1}^{20} e_i = 1.62\times10^{-19}C$

相对误差 $E_r = \frac{|1.62\times10^{-19} - 1.60\times10^{-19}|}{1.60\times10^{-19}}\times100\% = 1.25\%$

1.5%

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：(1) 电荷具有量子性

(2) 测得 $\bar{e}=1.62\times10^{-19}C$，$E_e=1.2\%$

误差分析：(1) 油滴经过平衡不易判断导致测量时有误差

(2) 人肉眼观察计时不准

建议：(1) 选择测量时电压大于100V，控制在200～300V之间

(2) 计算平均值时，剔除一些偏差大的数据。

五、思考题：

(1) 因为油滴有的带正电，有的带负电，有的不带电

(2) 不行。若未调整水平，油滴向下运动时连斜线，使得S值比给定的S值大，会造成误差。

(3) ①电压太低，油滴运动速度过快

②仪器没预热好。

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）分光计的调整和折射率的测定

与折射棱重叠的三棱镜的三个边分别为AB, BC, 折射面AB, AC的夹角为顶角α. 一束单色光入射到三棱镜的AB面上, 入射角为i, 出射角为γ, 入、出射角之间的夹角δ为偏向角 $\delta = \angle 3 + \angle 4 = (i - \angle 1) + (\gamma - \angle 2)$, 又$\because \angle 1 + \angle 2 = \alpha$

$\therefore \delta = i + \gamma - \alpha$ (1)

α固定, $\because \delta$是i, γ的函数, γ又为i的函数, $\therefore \delta$为i的函数. 对δ求导令$\frac{d\delta}{di} = 0$, 可得δ为极小值时, $i = \gamma$. 代入(1)得 $\delta_{min} = 2i - \alpha$

$$i = \frac{1}{2}(\delta_{min} + \alpha)$$

当$i = \gamma$时, $\angle 3 = \angle 4$, $\therefore \alpha = 2\angle 4$ 即 $\angle 4 = \frac{1}{2}\alpha$

$\therefore$ 波长λ经棱镜对单色光的折射率为 $n = \frac{\sin i}{\sin \angle 4} = \frac{\sin \frac{1}{2}(\delta_{min} + \alpha)}{\sin \frac{1}{2}\alpha}$

$\therefore$ 用分光计测出三棱镜的顶角α和最小偏向角δ_{min}即可求得n.

(最小偏向角法测三棱镜折射率原理)

二、预习中的问题列举：

(1). 如何调整和使用分光计?

(2) 如何用分光计测定三棱镜的顶角α和最小偏向角δ_{min}?

三、原始数据记录

表1 三棱角度角α的测量

游标	分光计读数				$\Phi_A=\theta_A^- - \theta_A^+$	$\Phi_B=\theta_B^- - \theta_B^+$	$\Phi=\frac{\Phi_A+\Phi_B}{2}$	$\alpha=\frac{\Phi}{2}$
	望远镜在右边时		望远镜在左边时					
左	θ_A^+	34°52′	θ_A^-	154°54′				
右	θ_B^+	214°52′	θ_B^-	334°54′				

表2 分光计小偏向角δ_{min}的测量

游标	分光计读数				$\delta_{Am}=\theta_A^o - \theta_A$	$\delta_{Bm}=\theta_B^o - \theta_B$	$\delta_{min}=\frac{\delta_{Am}+\delta_{Bm}}{2}$
	望远镜在右边时		望远镜在左边时				
左	θ_A	41°16′	θ_A^o	81°53′			
右	θ_B	223°16′	θ_B^o	261°53′			

教师签字 [illegible]

日　　期 13/4

第五次实验

成　绩 9

实验日期 2011.4.19　　教师签字

同 组 者　　审批日期

实验名称：分光计的调整和折射率的测定

一、实验目的：

1) 了解分光计的结构，熟悉分光计的调整和使用；

2) 使用分光计测定三棱镜的顶角和最小偏向角，从而确定棱镜玻璃的折射率

二、实验所用仪器及使用方法：

仪器用具：分光计，汞灯，玻璃三棱镜，平行平面镜

分光计使用方法：1°分光计的调整步骤：1) 目测粗调；2) 用镜聚焦；

3) 用自准直法调整望远镜聚焦于无穷远处；

4) 调整望远镜光轴与仪器主轴垂直；

5) 调节狭缝宽度和平行度至适当；6) 调整平行光管

2°调整三棱镜的主截面与分光计的仪器主轴垂直 即将载物台调节好后，用平面镜为反射镜，使亮“+”字像与分划板上方“+”字重合，从而使折射面均与仪器主轴平行

三、测量内容及数据处理：

1) 数据记录表格

表1 三棱镜顶角α的测量

游标	分光计读数				$\theta_A=\theta_A^- - \theta_A^+$	$\theta_B=\theta_B^- - \theta_B^+$	$\theta=\frac{\theta_A+\theta_B}{2}$	$\alpha=\frac{\theta}{2}$
	望远镜在右也时		望远镜在左也时					
左	θ_A^+	34°52′	θ_A^-	154°54′	120°02′	120°02′	120°02′	60°01′
右	θ_B^+	214°52′	θ_B^-	334°54′				

表2 绿光第1衍射角δ_{min}的测量

游标	分光计读数				$\delta_{A}=\theta_A^- - \theta_A$	$\delta_{B}=\theta_B^- - \theta_B$	$\delta_{min}=\frac{\delta_A+\delta_B}{2}$
	望远镜在右也时		望远镜在左也时				
左	θ_A^+	43°16′	θ_A^-	81°53′	38°37′	38°41′	38°39′
右	θ_B^+	223°16′	θ_B^-	261°57′			

1) 三棱镜的顶角α为60°01′

2) 三棱镜对绿光的第1衍射角$\delta_{min}=38°39'$

折射率 $n=\frac{\sin\frac{1}{2}(\delta_{min}+\alpha)}{\sin\frac{1}{2}\alpha}=\frac{\sin 49°28'}{\sin 30°}=1.52$

$\lambda=546.07nm$

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：(1) 三棱镜的顶角为 60°01′

(2) 三棱镜对紫光的最小偏向角为 38°59′

(3) 棱镜玻璃的折射率为 1.52

误差分析：(1) 调整分光计和待载物台调水平的过程中，由于目测产生的误差，达到载物台不完全水平

(2) 测顶角以和最小偏向角 δmin 时，读数标的值时产生误差

建议：(1) 拆清各个螺钉的作用再转动

(2) 待载物台调水平时，勾磁功三棱镜，转动载物台即可

(3) 各步进行后，按照要使用螺钉将某些改变的部份固定住不动

五、思考题：

(1) 试画出自准法测量三棱镜顶角的光路图，说明其测量方法

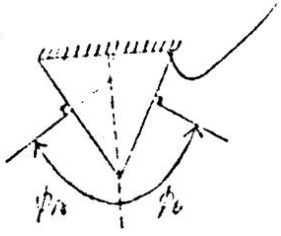
左测角位置 φ_A^+，φ_A^-

右测角位置 φ_B^+，φ_B^-

$\varphi_A = \varphi_A^+ - \varphi_A^-$

$\varphi_B = \varphi_B^+ - \varphi_B^-$

$\alpha = 180° - (\varphi_A + \varphi_B)$



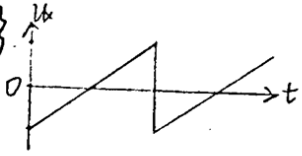
实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）1. 电示波器及其使用

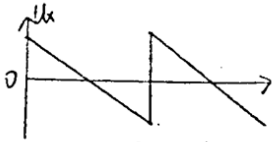
在使用示波器时，由于将待测信号加在示波器的Y轴偏转板，而在X轴偏转板加入扫描电压，

常用示波器的扫描分：直线扫描、正弦扫描、对称三角扫描、我们使用直线扫描。

直线扫描之在示波器X轴偏转板加上锯齿波扫描信号来实现的。下图为锯齿波扫描电压波形

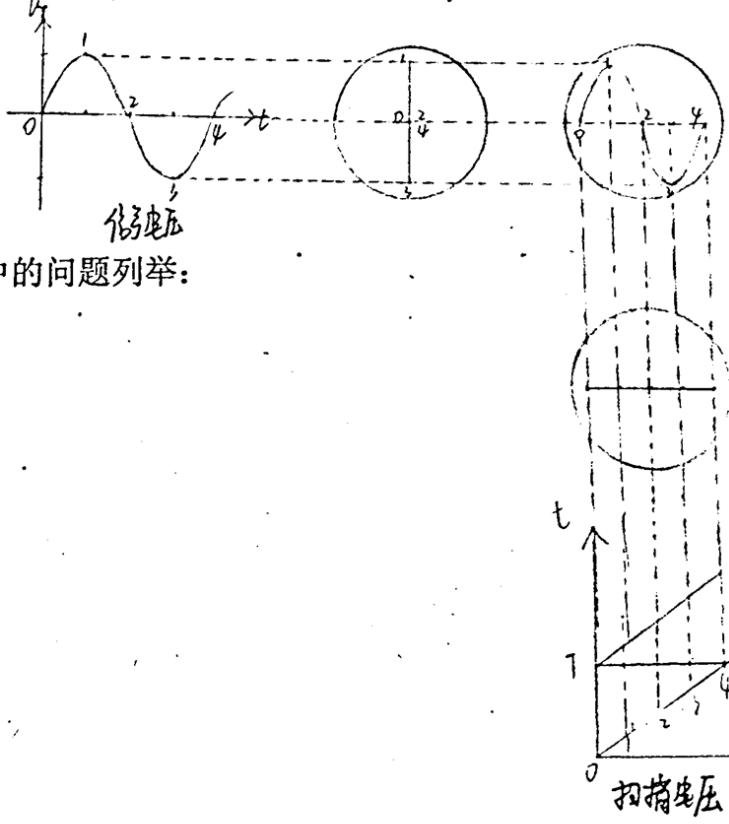


(a) 正向



(b) 负向

显示波形的原理：



二、预习中的问题列举：

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等） 25 等厚干涉及其应用

1. 牛顿环

(曲率半径R)

波长为λ的平行单色光垂直入射光在平凸透镜下表面和平板玻璃上表面反射，反射光在空气薄膜上表面处相互干涉。

从e表示空气薄膜某位置处厚度，δ为两束反射光程差，由干涉条件：

$$\delta = 2e + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} 2k\frac{\lambda}{2} & k=1,2,3,\cdots \text{为明条纹} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & k=0,1,2,\cdots \text{为暗条纹} \end{cases} \quad (1)$$

第k级暗纹的半径r_k，该级暗纹对应的空气薄膜的厚度e_k，$r_k^2 = R^2 - (R-e_k)^2 = 2Re_k - e_k^2$ (2)

又∵$R \gg e_k$，且$e_k^2 \ll 2Re_k$，略去，面代入暗环出现条件 $e_k = k\frac{\lambda}{2}$，∴ $r_k^2 = kR\lambda$ $(k=0,1,2,\cdots)$ (3)

若用暗环直径 d_k 代替半径 r_k，由(3) $R = \frac{r_{k+m}^2 - r_k^2}{m\lambda} = \frac{d_{k+m}^2 - d_k^2}{4m\lambda}$ (4) (m：相对级数差)

2. 劈尖干涉

劈尖形空气薄膜，劈尖薄膜上下两表面反射的两束光发生干涉，若平薄片形成的呈现N级暗条纹，则厚度 $D = N\frac{\lambda}{2}$ (5)，若用d表示相邻两暗纹间的距离，L为劈尖长度，相邻两暗纹对应的空气薄膜厚度差为 $e_{k+1} - e_k = \frac{\lambda}{2}$ 则 $\alpha \approx \tan\alpha = \frac{\lambda/2}{d} = \frac{D}{L}$

$$\therefore D = \frac{L}{d}\frac{\lambda}{2} \quad (6)$$

二、预习中的问题列举：

(1) 为什么牛顿环条中心越远，条纹越密？

(2) 如何减小测量误差？

三、原始数据记录

表1 平凸透镜曲率半径R的测量

次数 k	读数/mm 初(左)	读数/mm 末(左)	d_k 末-初/mm	d_k^2/mm²	$U_k = d_{k+5}^2 - d_k^2$/mm²
15	13.526	18.155			U_{10}
14	13.654	18.029			U_9
13	13.769	17.919			U_8
12	13.889	17.783			U_7
11	14.021	17.659			U_6
10	14.165	17.482			$\bar{U} = \sum_{i=6}^{10} U_i/5 =$
9	14.321	17.351			
8	14.493	17.160			
7	14.711	16.978			
6	14.950	16.695			

表2 金属簧片厚度D的测量

原始读数次数N=82

k	读数 n_k/mm	$L_k = \lvert n_{k+40} - n_k \rvert$/mm	$\bar{L} = \bar{L}/40$/mm
0	35.543 30.235	L_{10}	
10	26.039	L_{20}	
20	21.508	L_{30}	
30	17.220	L_{40}	
40	12.948	$\bar{L}$	
50	8.790		
60	4.622		
70	0.909		
80			

$L_i = \lvert n_i - n_{0i} \rvert$/mm

n_{01}	0.989	n_1	35.600	L_1
n_{02}	35.562	n_2	0.954	L_2
n_{03}	0.938	n_3	35.500	L_3

教师签字 [illegible]

日 期 17/5

第九次实验

成　绩 3

实验日期 2011.5.17　　教师签字 [illegible]

同 组 者 _____　　审批日期 _____

实验名称：等厚干涉及其应用

一、实验目的：

1) 观察等厚干涉现象，了解等厚干涉的原理和特点；

2) 学习用牛顿环测定透镜曲率半径及用劈尖干涉测定薄片厚度的方法；

3) 正确使用读数显微镜，学习用逐差法处理数据。

二、实验所用仪器及使用方法：

仪器用具：牛顿环装置、劈尖装置、读数显微镜、钠光灯

使用方法：1) 测量前先调整好读数显微镜，使十字叉清晰且分别与X、Y轴平行，而后聚焦目镜；

2) 打开作为光源的钠光灯；

3) 将牛顿环或劈尖装置置于载物台，轻动反光玻璃片；

4) 上下聚焦至清晰；

5) 开始实验内容。

三、测量内容及数据处理：

表1 平面透镜曲率半径R的测量

次数k	读数/mm 表(左)	读数/mm 表(右)	d_k /未知/mm	d_k^2 /mm²	$U_k = d_{k+5}^2 - d_k^2$ /mm²
15	13.026	18.155	4.629	21.428	U_{05} 10.426
14	13.044	18.019	4.375	19.141	U_{94} 9.960
13	13.054	17.917	4.150	17.223	U_{83} 10.110
12	13.237	17.778	3.884	15.085	U_{72} 9.946
11	13.377	17.653	3.638	13.235	U_{61} 10.190
10	13.502	17.519	3.517	11.082	
9	13.659	17.482	3.050	9.181	
8	14.021	17.355	2.666	7.113	
7	14.193	17.160	2.266	5.139	
6	14.391	16.978	1.745	3.045	
5	14.590	16.695			

$\bar{U} = \frac{\sum U_i}{5} / 5 = 10.126$

$\bar{R} = \frac{\bar{U}}{4\lambda(n-1)} = \frac{10.126}{4\times 5\times 589.3\times 10^{-6}} = 859 \times 10^3 (mm)$

$E_R = \frac{S_R}{\bar{R}} \times 100\% = 0.81\%$

$S_{\bar{U}} = \sqrt{\frac{\sum \Delta U_i^2}{5-1}} / \sqrt{5} = 0.698 (mm^2)$, $\because \bar{R} = \frac{\bar{U}}{20\lambda}$, $\therefore S_{\bar{R}} = \frac{S_{\bar{U}}}{20\lambda} = 7.45 (mm)$,

$\therefore R = \bar{R} \pm S_R = (0.859 \pm 7.45 \times 10^{-3}) m = 859 \pm 7.45 (mm)$

表2. 张米厚度D的测量

次数 k	读数/mm		$L_k = \lvert n_{k+40} - n_k \rvert$ /mm	$\bar{L} = \bar{L}/40$ /mm
0	25.078	L_0	17.285	
10	30.233	L_{10}	17.249	
20	26.039	L_{20}	16.886	0.423
30	21.508	L_{30}	16.521	
40	17.220	L_{40}	16.933	
50	12.948			

$L_i = \lvert n_i - n_{0i} \rvert$ /mm

								$\bar{L}$/mm
60	8.790	n_{01}	0.588	n_1	35.609	L_1	34.611	
70	4.622	n_{02}	35.562	n_2	0.954	L_2	34.608	34.594
80	0.909	n_{03}	0.988	n_3	35.500	L_3	34.562	

① $D = N\frac{\lambda}{2} = 82 \times \frac{589.3\times 10^{-6}}{2} = 0.024 (mm)$

② $\bar{D} = \frac{\bar{L}}{5} \cdot \frac{\lambda}{2} = \frac{34.594}{0.423} \times \frac{589.3\times 10^{-6}}{2} = 0.024 (mm)$

$S_{\bar{L}} = \sqrt{\frac{\sum \Delta L_i^2}{3-1}} / \sqrt{3} = 0.226 (mm)$ $E_{\bar{L}} = \frac{S_{\bar{L}}}{\bar{L}} = 1.3\%$

$S_{\bar{L}} = \sqrt{\frac{\sum \Delta L_i^2}{3-1}} / \sqrt{2} = 0.016 (mm)$ $E_{\bar{L}} = \frac{S_{\bar{L}}}{\bar{L}} = 0.05\%$

$\because \bar{D} = \frac{\bar{L}}{\bar{L}/40} \cdot \frac{\lambda}{2} = 20 \frac{\lambda}{\bar{L}}$ $\therefore S_{\bar{D}} = \sqrt{(\frac{S_{\bar{L}}}{\bar{L}})^2 + (\frac{S_{\bar{L}}}{\bar{L}})^2} \cdot \bar{D}$

$\therefore E_{\bar{D}} = \frac{S_{\bar{D}}}{\bar{D}} \times 100\% = 1.3\%$

$\therefore D = 0.024 \pm 2.2 \times 10^{-4} (mm)$

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：实验1中透镜曲率半径 $R=\bar{R}\pm S_R=859\pm7mm$.

实验2中薄片厚度 $D=\bar{D}\pm S_D=0.024\pm5.2\times10^{-4}mm$ （末一位取不准）

误差分析：实验1：$E_R=0.87\%$，实验2：$E_D=1.3\%$

误差来源：①十字叉丝没有分别与x轴、y轴平行；

②十字叉丝未居于条纹中心；

③中途倒转过测微鼓轮；

④读数误差

建议：做第二个步骤时，1°将到反光调节一也，防止天为不够用按压压到最后一条暗纹；

2°要调整钠光灯方向位置，避免数条纹时由于亮度不够看不清条纹而误认为到了也数.

五、思考题：

以如果牛顿环的中心是个亮纹，分析一下是什么原因造成的，对R的测量有无影响？

答①可能是装置上有灰尘引牛顿环与载物台没共轴好（有四个）造成的；

②无影响；因为第0级暗纹由引起，计算数据时已经将此项误差消除了系统误差.

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）实验7 固定均匀弦振动的研究

一均匀弦线两端分别固定于A、B支柱，对弦线施力引起弦线上反生振动，设振由A沿弦线到B传播，称为入射波。再由B点反射沿弦线到A点传播，称为反射波。入、反射波在同一弦线上沿相反本方向传播时互相干涉。移B至恰当位置弦线上的波形成驻波：波腹分成几段，每段波两端的点静止不动，中间的点振幅最大。波节：静止的点；波腹：振幅最大的点。

设向右传播的波在原点的初相位同为0的余弦 $y_1 = A\cos 2\pi(ft - \frac{x}{\lambda})$

$y_2 = A\cos 2\pi(ft + \frac{x}{\lambda})$

$y = y_1 + y_2 = 2A\cos 2\pi\frac{x}{\lambda}\cos 2\pi ft$ (1)

由(1)，当 $x = (k+1)\frac{\lambda}{4}$ $(k=0,1,2,\cdots)$ 时，振幅 $|\cos 2\pi\frac{x}{\lambda}| = 0$ ⇒波节

当 $x = k\cdot\frac{\lambda}{2}$ $(k=0,1,2\cdots)$ 时，振幅 $|\cos 2\pi\frac{x}{\lambda}| = 1$ ⇒波腹

相邻两波节/腹之间的距离为 $\frac{\lambda}{2}$，∴产生驻波的条件：$L = n\cdot\frac{\lambda}{2}$ $(n=1,2,3\cdots)$

（n：驻波的波腹数）

∴沿弦线传播的横波波长：$\lambda = \frac{2L}{n}$

又∵ $v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$，T为弦线中张力，ρ为线密度。

∴ $v = f\lambda = f\cdot\frac{2L}{n}$

∴ $f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\rho}}$ $(n=1,2,3\cdots)$ ⇒形成驻波条件（定L、T、ρ）

二、预习中的问题列举：

(1) 产生驻波的条件是什么？

(2) 如何对驻波进行研究？

(3) 如何控制变量？

三、原始数据记录 表1 弦线线密度的测定 线密度 ρ/(kg/m)

驻波数 \ 数据	L_0/cm	L_6/cm	$l=L_6-L_0$/cm
n=1	30.00	56.46	26.96
n=2	25.00	77.10	52.10
n=3	15.00	87.75	72.75

f= 100 Hz; T= 0.39.2 N; $\bar{\rho}$= kg/m

表2 张力不变时弦中波速的测定

砝码质量/g	张力 T=mg/N	n=1 L_{A0}/cm	n=1 L_{B0}/cm	n=1 l_0/cm	n=2 L_{A0}/cm	n=2 L_{B0}/cm	n=2 l_2/cm	$\bar{\lambda}$/cm	$v_1=f\bar{\lambda}$/(cm/s)	$v=\sqrt{\frac{T}{\rho}}$/(cm/s)	$\Delta v=\lvert v-v_1\rvert$/(cm/s)	E_r/%
30.0		30.00	64.55		25.00	88.75						
35.0		30.00	63.15		15.00	79.30						
40.0		30.00	64.25		25.00	89.30						
45.0		30.00	66.78		15.00	87.20						
50.0		30.00	69.81		12.00	82.40						
55.0		30.00	71.24		10.00	83.74						

f= 75 Hz; $\bar{\rho}$= kg/m

表3 张力不变时弦中波速的测定

数字/Hz	n=1 L_{A0}/cm	n=1 L_{B0}/cm	n=1 l_0/cm	n=2 L_{A0}/cm	n=2 L_{B0}/cm	n=2 l_2/cm	$\bar{\lambda}$/(cm)	$v_1=f\bar{\lambda}$/(cm/s)	$v=\sqrt{\frac{T}{\rho}}$/(cm/s)	$\Delta v=\lvert v-v_1\rvert$/(cm/s)	E_r/%
50	15.00	67.71		15.00	95.10						
75	30.00	64.75		15.00	85.30						
100	20.00	63.19		20.00	68.85						
125	20.00	59.96		20.00	57.96						
150	30.00	66.80		30.00	65.65						

T= 0.39.2 N; 32 $\bar{\rho}$= kg/m

教师签字 ____

日 期 3.11

第十一次实验

成　绩 9

实验日期 2011.5.3　　教师签字 [illegible]

同 组 者 _____　　审批日期 _____

实验名称：固定均匀弦振动的研究

一、实验目的：

1) 了解固定均匀弦振动传播的规律；

2) 观察固定弦振动传播时形成驻波的波形；

3) 测定均匀弦线上的横波传播速度.

二、实验所用仪器及使用方法：

仪器用具：固定均匀弦振动实验装置，砝码

使用方法：1) 接电源，打开开关，检查弦及砝码挂钩均良好；

2) 调节变频器，使振动频率在自己所要的范围；

3) 移动劈尖，使两劈尖之间出现波腹，读出 l_0, l_0；

4) 移动劈尖，使两劈尖之间形成一个驻波，$n=2$，记 l_0, l_0；

三、测量内容及数据处理：

表1 线密度及张力测定

弦长 / 弦长	L_A/cm	L_B/cm	$L=L_B-L_A$/cm	线密度 ρ/(kg/m)
n=1	30.00	56.46	26.46	1.40×10^{-4}
n=2	25.00	77.10	32.10	1.44×10^{-4}
n=3	15.00	87.75	72.75	1.67×10^{-4}

$f=100$ Hz；　$T=0.392$ N；　$\bar{\rho}=1.50\times10^{-4}$ kg/m

表2 数字测时弦中波速测定

砝码质量/g	张力 T=mg/N	n=1 L_A/cm	n=1 L_B/cm	n=1 L/cm	n=2 L_A/cm	n=2 L_B/cm	n=2 L/cm	$\bar{\lambda}$/cm	计=计入/(m/s)	$\bar{v}=\bar{f}\bar{\lambda}$/(m/s)	$\Delta v=\lvert v-\bar{v}\rvert$/(m/s)	E_r/%
30.0	0.294	30.00	61.55	31.55	25.00	88.75	63.75	61.92	46.44	44.21	2.17	4.9
35.0	0.343	30.00	63.15	33.15	15.00	78.30	64.30	63.50	48.85	47.81	1.17	2.4
40.0	0.392	30.00	64.75	34.75	15.00	83.30	68.30	68.90	51.68	51.12	0.56	1.1
45.0	0.441	30.00	66.78	36.78	15.00	87.20	72.20	72.88	54.66	54.22	0.44	0.81
50.0	0.490	30.00	69.81	39.81	12.00	82.40	80.40	80.01	60.01	57.15	2.86	5.0
55.0	0.539	30.00	71.44	41.44	10.00	85.72	85.72	84.10	63.08	59.94	3.14	5.2

$f=75$ Hz；　$\rho=1.50\times10^{-4}$ kg/m

表3 张力不变时弦中波速测定

数字计 /Hz	n=1 L_A/cm	n=1 L_B/cm	n=1 L/cm	n=2 L_A/cm	n=2 L_B/cm	n=2 L/cm	$\bar{\lambda}$/cm	计=计入/(m/s)	$\bar{v}=\bar{f}\bar{\lambda}$/(m/s)	$\Delta v=\lvert v-\bar{v}\rvert$/(m/s)	E_r/%
50	15.00	67.71	52.71	\	\	\	105.42	52.71	51.12	1.59	3.1
75	30.00	64.75	34.75	15.00	83.30	68.30	68.90	51.68	51.12	0.56	1.1
100	20.00	43.19	23.19	20.00	68.63	48.63	47.50	47.50	51.12	3.62	7.1
125	20.00	39.90	19.90	20.00	59.86	39.86	39.88	49.85	51.12	1.27	2.5
150	30.00	46.80	16.80	30.00	63.65	33.65	33.64	50.43	51.12	0.69	1.3

$T=0.392$ N；　$\rho=1.50\times10^{-4}$ kg/m

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：两个振幅相同的相干波在同一直线上沿相反方向的叠加能在一定条件下形成驻波。其相邻两波节或波腹之间的距离都是半波长，即两个丝线的固定端之间的距离L等于半波长的整数倍

误差分析：(1) 系统误差：弦振动器自身的误差

(2) 随机误差：找波节时，波节点靠观察确定，存在误差；读数也存在误差。

建议：(1) 观察波的振动时在纸下垫一张白纸，利于观察；

(2) 根据听弦振动所发出的响声最大来确定范围。

五、思考题：

(1) 来自两个波源的两个波，沿同一直线相向进行中，能否形成驻波？为什么？

答：(1) 不一定能形成驻波

(2) 若波源产生的波频率、振幅相等且两波源相距半波长的整数倍则可产生驻波，否则不可以产生

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）实验1 光电效应及普朗克常数的测定

1. 光电效应：在一定频率的光照射下，电子从金属（金属或合物）表面逸出的现象

规律：(1) 存在截止频率 ν_0；

(2) 光电子的与光强有关，即饱和光电流 I_H 与入射光光强成正比；

(3) 光电子的动能与入射光频率以成正比，与光强无关；

反向电势差达某值光电流降为0的电势差的绝对值 U_a 为截止电势差。

光电子初动能 $\frac{1}{2}mv_m^2 = eU_a$ (1)

(4) 瞬时效应

2. 频率为 ν 的光子具有能量：$\varepsilon = h\nu$，h 为普朗克常量。

光电效应方程：$h\nu = \frac{1}{2}mv_m^2 + W$ (2) W 为逸出功。

则 $\nu_0 = \frac{W}{h}$ 又∵ $eU_a = \frac{1}{2}mv_m^2 = h\nu - W$

∴ $U_a = \frac{h}{e}(\nu - \nu_0)$ (3) 由 $U_a - \nu$ 图线可得 h, ν_0

二、预习中的问题列举：

(1) 了解光电管的伏安、光电特性有何意义？

(2) 如何确定逸出功 W？

三、原始数据记录 表1.测光电管伏安特性

| | | |

第十三次实验

成绩 8

实验日期 2011.9.27　　教师签字 /

同组者 /　　审批日期 9.11

实验名称：光电效应及普朗克常数的测定

一、实验目的：

(1) 了解光电效应的基本规律，加深对光量子论的认识和理解；

(2) 了解光电管的结构和性能，并测定其基本特性曲线；

(3) 验证爱因斯坦光电效应方程，测定普朗克常数；

(4) 学会用拟合法、线性拟合法处理数据。

二、实验所用仪器及使用方法：

实验仪器：ZKY-GD-3光电效应实验仪

仪器由汞灯及电源、滤色片、光阑、光电管、测试仪(含光电管和微电流放大器)构成。

使用方法：(1) 将测试仪及汞灯电源接通，预热20分钟；

(2) 把汞灯及光电管暗盒遮光盖盖上，将汞灯暗盒光输出口对准光电管暗光输入口，调整光电管与汞灯距离为30cm，保持不变；

(3) 选择电流量程，仪器先分钟热后，调零。

三、测量内容及数据处理：

表1 测光电管伏安特性

d=4mm	U/V	-2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
λ=436nm	I/×10⁻⁹A	0.1	4.8	15.1	27.2	45.8	62.2	84.4	98.0	113	133	146.2	158.8	172	183	193	198	202
d=2mm	U/V	-2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
λ=436nm	I/×10⁻⁹A	0.1	1.1	4.5	6.7	7.3	8.2	9.3	10.5	11.6	12.2	12.9	13.5	14.3	14.9	15.2	15.6	15.9

表2 测光电管光电特性

λ=405nm	d/mm	2	4	8
U_a=25V	d^2/mm²	4	16	64
	I_H/×10⁻⁹A	9.72	35.4	139.0

表3 测普朗克常数

d=4mm	N/nm	365	405	436	546	577
I=0	U_a/V	-1.782	-1.401	-1.203	-0.634	-0.447
	ν/×10¹⁴Hz	8.219	7.407	6.881	5.494	5.199

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：1）光电管的伏安特性如图

2）光电管的光电转化特性图线（I_H-d图）如图

3）$k=0.433\ V/10^{14}Hz = 4.33\times10^{-15}\ V/Hz$. $\because k=\frac{h}{e}$

$\therefore he = 4.33\times10^{-15}\times1.6\times10^{-19} = 6.93\times10^{-34}$

$\therefore E_r = \frac{|h_{测}-h|}{h}\times100\% = 3.90\%$ 1～2个$\frac{2}{2}$

误差分析：1）换光孔时有杂光进入阴极，造成误差；

2）读数误差；

3）作图误差。

建议：可用计算机拟合数据

五、思考题：

1）从截止电压U_0与入射光频率ν的关系曲线中你能确定阴极材料的逸出功吗？

答：能

$\because U_0 = \frac{h}{e}(\nu-\nu_0)$

$\therefore h = ek$（k为U_0-ν线斜率）即测出截止电压可求得ν_0

$\because W = h\nu_0$

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）实验4　用光栅测量光波波长

当一束平行光与光栅法线成角度i入射到光栅平面时产生衍射，衍射光线与光栅表面法线所夹的角为θ，经物镜平行衍射光线可透镜会聚起来，相互干涉及光强加加强，产生亮线，其光程差以为入射光波长λ的整数倍

∴ d(sini+sinθ)=kλ，k=0, ±1, ±2, ···　　ⅰ). 光栅方程

其中，λ为单色光波长，k为亮条纹级数，衍射光线在光栅平面法线右侧时，θ为正；左侧时，θ为负。

当平行光垂直入射，i=0，∴ dsinθ=kλ，k=0, ±1, ±2, ···　ⅱ)

其中，光栅常数 d=a+b，a为不透光部分宽度，b为透光部分宽度，k为亮线级数。

如果入射光为复色光，则由ⅱ)，λ不同，衍射角θ不同，(k=0除外)，不同色光线分开，在透镜焦平面上形成光栅光谱，中央为零级，两侧对称分布着一级、二级……

本实验为验证性的，d已知，取k=±1，用分光计测出各谱线的衍射角θ，用ⅱ)可求得各谱线对应的光波波长λ。

二、预习中的问题列举：

ⅰ). 如何测衍射角θ？

ⅱ). 分光计如何调整？

三、原始数据记录

采用谱线波长的测量　谱线级数 $k=\pm1$，光栅常数 $d=\frac{1}{3000}$

谱线	位置	分划计读数 θ^{+1}(左)	分划计读数 θ^{+1}(右)	$\theta=\frac{\theta_B^{+1}-\theta_A^{+1}+\theta_B^{-1}-\theta_A^{-1}}{4}$	测量值 λ/nm	标准波长 λ_0/nm	对入0的百分误差/%
黄光	A	247°17′	267°12′	9°58′			
	B	67°17′	87°12′				
黄1光	A	247°18′	267°10′	9°56′			
	B	67°18′	87°10′				
绿光	A	247°51′	266°39′	$\theta_1=9°24'$			
		247°52′	266°45′				
		247°50′	266°43′	$\theta_2=9°26'$　$\theta=9°26'$			
	B	67°51′	86°39′				
		67°52′	86°45′	$\theta_3=9°27'$			
		67°50′	86°43′				
蓝绿光	A						
	B						
蓝光	A	248°49′	268°44′	9°37′			
	B	68°49′	88°44′				
紫光	A						
	B						

教师签字

日　期

第十五次实验

成　绩 8

实验日期 2011.11.22　　教师签字

同 组 者　　审批日期 2011.11.29

实验名称：用光栅测量光波波长

一、实验目的：

1). 进一步熟悉分光计的调整和使用；

2) 观察光栅的衍射光谱，测量汞灯谱线的波长。

二、实验所用仪器及使用方法：

仪器用具：分光计、光栅、汞灯、平行平面镜。

使用方法：1) 调整分光计；

2). 调整光栅；

3) 测量谱线的衍射角。

三、测量内容及数据处理：

汞灯谱线波长的测量　　光栅常数 $d=\frac{1}{500}$　　衍射级数 $k=\pm1$

谱线	游标	分划板数 θ^{-1}(左)	分划板数 θ^{+1}(左)	$\theta=\frac{\theta_A^{+1}-\theta_A^{-1}+\theta_B^{+1}-\theta_B^{-1}}{4}$	测量值 λ/nm	标准波长 λ_0/nm	对标准值的百分误差 /%
黄2光	A	247°17′	247°12′	9°58′	576.92	579.07	0.37%
	B	67°17′	87°12′				
黄1光	A	247°18′	247°10′	9°56′	575.01	576.96	0.34%
	B	67°18′	87°10′				
绿光	A	247°51′	247°39′	$\theta_1=9°24'$	546.33	546.07	0.05%
		247°52′	247°45′	$\theta_2=9°26'$　$\bar{\theta}=9°26'$			
		247°50′	247°43′				
	B	67°51′	87°39′	$\theta_3=9°27'$			
		67°52′	87°45′				
		67°50′	87°43′				
蓝光	A	249°49′	249°56′	7°3′	409.12	404.66	1.10%
	B	69°49′	89°56′				

1～2行空

1) ∵ $d\sin\theta=k\lambda$

$k=1$

∴ $\lambda=d\sin\theta$

波长百分误差 $E=\frac{|\lambda-\lambda_0|}{\lambda_0}\times100\%$

2) 对于绿光，∵ $d\sin\theta=\lambda$

∴ $\Delta\lambda=\left|\frac{\partial\lambda}{\partial d}\right|\Delta d+\left|\frac{\partial\lambda}{\partial\theta}\right|\Delta\theta=\sin\theta\Delta d+d\cos\theta\Delta\theta$

∴ 相对误差 $E=\frac{\Delta\lambda}{\lambda}=\frac{\sin\theta}{\lambda}\cdot\Delta d+\frac{d\cos\theta}{\lambda}\Delta\theta$

$=\frac{\Delta d}{d}+\frac{\cos\theta}{\sin\theta}\cdot\Delta\theta$

又∵ $\frac{\Delta d}{d}=0.1\%$，$\frac{\cos\theta}{\sin\theta}=\frac{\cos9°26'}{\sin9°26'}=6.02$，$\Delta\theta=1'=2.91\times10^{-4}$ rad

∴ $E=0.1\%+[6.02\times(2.91\times10^{-4})]\times100\%$

$=0.1\%+0.18\%=0.28\%$

$\Delta\theta=\sqrt{\Delta\bar{\theta}+\frac{\Delta_{仪}}{\sqrt{3}}}$

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：1). 用光栅测量光的波长百分误差较小

2). 钠光的相对误差：$E=0.28\%$

误差分析：1). 分光计未能调节精准；

2). 光栅调整不精确；

3). 测量谱线的衍射角时有读数误差。

建议：1). 调节时将目镜叉调得尽量明亮尽量细，放上光栅后，有色条纹又会更明亮，便于测量；

2). 测量衍射角时，使用望远镜微调螺钉。

五、思考题：

1). 如果用光灯作光源，已知绿黄光的波长 $\lambda=587.6nm$，所用光栅每厘米有500条划痕，试计算该谱线一、二级衍射角。

解：$\because d\sin\theta=k\lambda$ $(k=\pm1,\pm2,\cdots\cdots)$

$d=\frac{1}{500}cm$

$\therefore$ ① $k=1$时，$\sin\theta_1=\frac{\lambda}{d}=0.2938$

$\theta_1=17°05'$

② $k=2$时，$\sin\theta_2=\frac{2\lambda}{d}=0.5876$

$\theta_2=36°02'$

$\therefore$ 一级衍射角为 $17°05'$，二级衍射角为 $36°02'$

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）实验13 用示波器测量相位差及频率

1. 用李萨如图形测相位差

(1) 两互相垂直、同频率的简谐振动：$X=X_0\cos(\omega t+\varphi_1)$ (1)

$Y=Y_0\cos(\omega t+\varphi_2)$ (2)

合成轨迹为椭圆：$\frac{X^2}{X_0^2}+\frac{Y^2}{Y_0^2}-2\frac{XY}{X_0Y_0}\cos(\varphi_2-\varphi_1)=\sin^2(\varphi_2-\varphi_1)$ (3)

(2) 其中 $\varphi_2-\varphi_1=\varphi$ 称为相位差，(3) 式

(i) $\varphi=0$ (2π) $\frac{X}{X_0}=\frac{Y}{Y_0}$ (4)

(ii) $\varphi=\frac{\pi}{2}$, $\frac{X^2}{X_0^2}+\frac{Y^2}{Y_0^2}=1$ (5)

(iii) $0<\varphi<\frac{\pi}{2}$, 斜椭圆

(3) 用李萨如图形测 φ

椭圆轨迹与 X 轴的交点 a, a'，由(2) $Y=Y_0\cos(\omega t+\varphi_2)=0$

$\therefore \omega t=\pm\frac{\pi}{2}-\varphi_2$. 代入(1)得 $X=X_0\cos[\pm\frac{\pi}{2}-\varphi]=\pm X_0\sin\varphi$

$B=2X=2X_0\sin\varphi$, $A=2X_0$

$\therefore \frac{B}{A}=\sin\varphi$ 求 $\varphi=\arcsin\frac{B}{A}$ (6)

2. 用李萨如图形测频率

$f_Y:f_X=n_X:n_Y$

二、预习中的问题列举：

(1) 如何获得李萨如图形？

(2) 实验中主要有哪些误差？

第十七次实验

成. 绩

实验日期 2011.12.6　　教师签字

同 组 者　　审批日期

实验名称：用示波器观察相位差及数字

一、实验目的：

1) 观察两个相互垂直的同频率及不同频率的简谐振动的合成；

2) 学习用李萨如图形观察相位差及数字

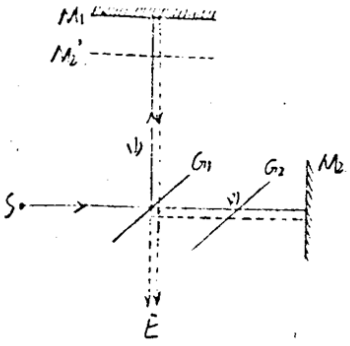
二、实验所用仪器及使用方法：

仪器用具：DF4328 双通道示波器，函数数字信号发生器，等幅数字信号源，RC电路板等。

使用方法：

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）实验4 迈克耳孙干涉仪的调整及波长的测定



迈克耳孙干涉仪是一种利用分振幅法实现双光束干涉的仪器，它能观察许多干涉现象，能较精密地测量微小长度或长度的变化。

假设 M_1 与 M_2' 之间距离为 d，则两干涉光的光程差为 $\delta = 2d\cos i$。假设 M_1 与 M_2' 平行，则各处 d 相同，可得到等倾干涉条纹为一组同心圆环。d 增加会"吞出"一个条纹，d 减小会"吞进"一个条纹。

$$\Delta d = N \cdot \frac{\lambda}{2}$$

当 M_2' 与 M_1 之间有一小夹角且光源扩展近垂直入射时，光程差只与 d 有关，可获得定域于 M_1 与 M_2' 表面或近处的等厚干涉现象。

二、预习中的问题列举：

1). "吞出"、"吞进"条纹表明 d 变大还是变小？

2). 如何用迈克耳孙干涉仪测量波长？

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）

用电流场模拟静电场

1. 模拟的理论依据

我们可以用稳恒电流场来描述静电场，因为电流场与静电场分别是两种不同性质的场，但均由与电媒质中稳恒电流的电流场与均匀电介质中（真空中）的静电场具有相似性，因为这两种场遵循的物理规律具有相似性同的数学形式，它们都可引入电势U，且电场强度 $E=-\nabla U$，都遵循高斯定理。

对于静电场，介质内无自由电荷时，电场强度矢量 $\vec{E}$ 满足 $\oint \vec{E}\cdot d\vec{S}=0$ $\Phi_E=\int \vec{E}\cdot d\vec{l}=0$

对于稳恒电流场，媒质内无电流源时，电流密度矢量 $\vec{J}$ 满足 $\oint \vec{J}\cdot d\vec{S}=0$ $\Phi_I=\int \vec{J}\cdot d\vec{l}=0$

空间均匀充满电导率为 σ 的不良导体时，不良导体内的电场强度 $\vec{E}$ 与电流密度矢量 $\vec{J}$ 遵循 $\vec{J}=\sigma\vec{E}$（欧姆定律）

因此，我们可以用稳恒电流场来模拟静电场，通过测定稳恒电流场的电场分布求静电场的电场分布。

2. 模拟长同轴圆柱形电缆的静电场

真空中有一半径为 r_a 的长圆柱体A和一内径为 r_b 的长圆筒形导体B，同轴放置，两者带等量异号电荷，由高斯定理，垂直于轴线的任一截面S内，都有均匀分布的辐射状电力线，在二导体，电场强度E平行于纸平面，其等势面为一同轴圆柱面。电场分布函数 $U_r=U_a\frac{\ln\frac{r_b}{r}}{\ln\frac{r_b}{r_a}}$，$E_r=U_a\frac{1}{\ln\frac{r_b}{r_a}}\cdot\frac{1}{r}$

若AB间均匀充满电导率为 σ 的不良导体，且A、B分别与直流电流的正负极相连，则AB间将形成径向电流，建立一个稳恒电流场，稳恒电流场分布函数 $U_r'=U_a\frac{\ln\frac{r_b}{r}}{\ln\frac{r_b}{r_a}}$，$E_r'=U_a\frac{1}{\ln\frac{r_b}{r_a}}\cdot\frac{1}{r}$

二、预习中的问题列举：

①不良导体的电阻率是否会随温度和高发生变化？对实验有何影响？

②等势点、等势线怎样判断？

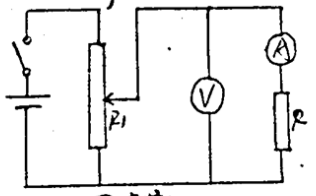
2205A.4

实验预习报告及原始数据记录

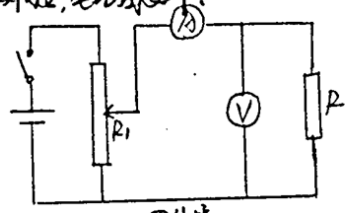
一、原理简述（主要公式、电路、光路等） 非线性电阻特性的研究

把电压加到小白炽灯上，U个，I个，但I的大小并不和U成正比。伏安特性曲线上某点的坐标值表示加在灯两端的电压及与其对应的流经小白炽灯的电流值，两者之比为一个电阻量，称为静态/静态电阻。若在曲线上某点给定一个较小变化量δU，即引起相应的电流变化量δI，其比值称为动态/特性电阻R_D，增量$\to 0$时，R_D与曲线在该点切线的斜率相对应：$R_D=\lim\frac{\delta U}{\delta I}=\frac{dU}{dI}$

测量小白炽灯的电路：电流表内接，电流表外接，电路图如下：



④内接

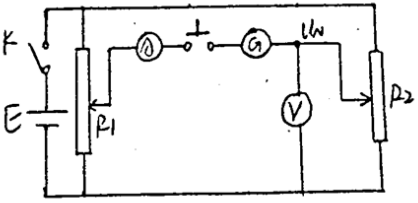


④外接

误差：①测灯与电流表电压之和，即④接法产生电压的误差U_A，若$R_A\ll R$，则$U_A\ll U_D$，$r_D\downarrow$

②测灯与电压表电流之和，即④接法产生电流的误差I_V，若$R_V\gg R$，则$I_V\ll I_D$，$r_V\uparrow$

为消除接入误差，不知用补偿电路测量小白炽灯的伏安特性



二、预习中的问题列举：

1. 灯丝各部分是否同时发光？

2. 怎样减小系统误差？

第四次实验

成　绩 8

实验日期 2011.4.12　　教师签字 12

同 组 者 _____　　审批日期 _____

实验名称：非线性电阻特性的研究

一、实验目的：

1)测绘非线性电阻元件(小白炽灯)的伏安特性曲线；

2)从伏安特性曲线上求出 I=60mA 时的等效电阻及动态电阻.

二、实验所用仪器及使用方法：

小白炽灯，微安表，伏特表，毫安表，滑线变阻器，直流稳压电源，

按键开关，单刀单掷开关，导线.

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：1）伏安特性曲线如左坐标纸上所示

2）$I=60mA$时，$R_{测数}=\frac{U}{I}=\frac{1.10}{60\times10^{-3}}=18.3(\Omega)$；$R_{真值}=\ln\frac{\delta U}{\delta I}=\frac{\Delta U}{\Delta I}=\frac{2.0-0}{(84.0-30.0)\times10^{-3}}=37.0(\Omega)$

误差分析：系统误差：电流表内接时，电压表测出的是小白双灯与电流表电压之和，测得的电阻偏大

电压表外接时，电流表测出的是小白双灯与电压表电流之和，测得的电阻偏小

偶然误差：电流表、电压表读数误差

建议：在用电流表内接法测电阻时，选用内阻小的电流表；

在用电流表外接法测电阻时，选用内阻大的电压表。

五、思考题：

1）小白双灯的电阻值随电压的增加，阻值如何变化？为什么？

答：①灯的电阻值随电压的增加而增大

②因为随电压的增加，小灯泡的电功率增大，从而导致温度上升，电阻率增大，从而电阻增大

4）用电流表内接或外接的伏安法测量电阻，在什么情况下系统误差较小？

答：内接时选用内阻小的电流表；外接时选用电阻大的电压表。

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）10. 不良导体导热系数的测定

由傅立叶热传导理论可知，在物体内部垂直于导热方向上取两个相距为 h、面积为 S、温度分别为 θ_1、θ_2 的平行平面（$\theta_1>\theta_2$），在 δt 时间内，从一个平面传到另一个平面的热量 δQ：$\frac{\delta Q}{\delta t}=\lambda S\frac{\theta_1-\theta_2}{h}$ (1)

其中 $\frac{\delta Q}{\delta t}$ 为热流量，λ 为导热系数，单位：W/(cm·K)。

对于半径为 R_B、厚度为 h_B 的圆盘，单位时间内由其任一圆截面的热流量 $\frac{\delta Q}{\delta t}=\lambda\frac{\theta_1-\theta_2}{h_B}\pi R_B^2$ (2)

$\frac{\delta Q}{\delta t}$ 可由铜盘 B 在稳定温度的时的散热速率得到，测得 θ_1、θ_2 后，拆出 B 使 A 盘直接加热，加热使铜盘上升比 θ_2 高 10℃ 以上，再将 C 移开，让 B 冷却，观测 B 随 t 变化情况，又：热电偶的温差电动势 ε (mV) 与 θ (℃) 在有线性关系：$\delta\varepsilon=\frac{1}{\beta}\delta\theta$，$\beta$ 为热电偶电动势率，作 ε-t 图，在 ε_2 处 $k=\frac{d\varepsilon}{dt}$，∴ B 在 θ_2 冷却速率为 $\beta\frac{d\varepsilon}{dt}$

∴ $\frac{\delta Q}{\delta t}=mc\frac{\beta d\varepsilon}{dt}$ (3) 式中 m 为 B 质量，c 为比热容

散热速率：B 全部暴露在空气中，B 作散热时：B 的上平面及侧面暴露，又：冷却速率与表面积成正比

∴ $\frac{\delta Q}{\delta t}=mc\frac{\beta d\varepsilon}{dt}\frac{(\pi R_B^2+2\pi R_B h_B)}{(\pi R_B^2+\pi R_B h_B)}$ (4)

(4)代入(2) 导热系数 $\lambda=mc\left|\frac{d\varepsilon}{dt}\right|\frac{R_B+2h_B}{2(R_B+h_B)}\frac{h_B}{(\varepsilon_1-\varepsilon_2)\pi R_B^2}$

二、预习中的问题列举：

(1) 如何使周围环境的温度保持不变？

(2) 室温高低对 λ 值有影响？

三、原始数据记录

校准时 $\varepsilon_1 = 3.50\ mV$, $\varepsilon_2 = 1.52\ mV$.

表1 铜球B在ε_2值附近从中间每隔30s记录ε值

t/s	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
ε/mV	2.01	1.51	1.37	1.70	1.62	1.54	1.46	1.39	1.32	1.26	1.20	1.14	1.09

390 420 450 480
1.05 1.00 0.96 0.92

表2 D_A、h_A、m、D_B、h_B各量的测量

测量次数	铜球A			样品B	
	直径$D_A=2R_A$/cm	厚度h_A/cm	质量m/g	直径$D_B=2R_B$/cm	厚度h_B/cm
1					
2					
3					
4					
5					
平均值	13.00mm	7.64mm	902.43mg	12.884	0.822

教师签字 [illegible]

日 期 26/4

第六次实验

成　绩 2.5+0.5 以

实验日期 2011.4.26　　教师签字 [illegible]

同 组 者 _____　　审批日期 _____

实验名称：不良导体导热系数的测定

一、实验目的：

1) 学会用稳态平板法测定不良导体的导热系数

2) 学习用作图法求散热速率

二、实验所用仪器及使用方法：

仪器和用具：导热系数测定仪，待测样品，热电偶2副，直流数字电压表，杜瓦瓶，游标卡尺，天平，停表

使用方法：导热系数测定仪：待测样品应放在加热器盘底盘和散热铜盘之间并紧密接触，以使样品上、下表面的温度可用上、下铜盘的温度代替。散热铜盘下存风扇切速空气流动以保证系统周围环境的均匀和恒定。使用2副热电偶的冷端上、下铜盘的温度，它们的输出端接在数据面板的"测1"，"测2"孔中通过"测1.2"转换开关把测数字电压表上。

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：1）$\varepsilon_2=1.52mV$时，散热速率为$2.63\times10^{-3}mV/s$即$2.63\times10^{-6}V/s$

2）该不良导体的导热系数为$\lambda=0.1608J/(K\cdot m\cdot s)$。

误差分析：1）全同型号样品之间不好合线，贴合不紧密

2）未达到稳态即记下ε_2的值进行下一步实验

3）计算用作图法$\frac{d\varepsilon_2}{dt}|_{\varepsilon_2=2}$时，用切时小圆产生的误差。

建议：1）在测量的过程中为使ε_2稳定在$2.50\pm0.03mV$范围内

当ε_2的值达到$3.50mV$即可连接开关

2）为使环境稳定双窗一直开着，且实验时间控制得尽量短

五、思考题：

1）改变样品形状，采取一些措施，能否利用本实验装置测量良导体的导热系数？为什么？

答：不能；因为良导体的导热速度很快，而实验要求样品上下表面存在温度差，若测良导体导热系数，无法用稳态法求出上下表面温度差，所以行不通。

2）对电脑接入计算机中各实验测得值的有效数字的位数，指出产生误差的主要因素是什么？

答：有效数字不统一，尤其是用作图法求$\frac{d\varepsilon_2}{dt}|_{\varepsilon_2=2}$时，误差很大。

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）

1. 霍尔效应

半导体宽为L，磁感应强度为B，则霍尔电场 $E_H=\frac{U_H}{L}$ (1)

载流试样中的霍尔元件通电流I后，磁场对运动电荷施加洛仑兹力 F_m，霍尔电场使电荷受与 F_m 相反的电场力 F_e，$F_m=F_e$ 时，电荷运动达平衡，形成稳定的霍尔电压。$f_m=F_e \Rightarrow evB=eE_H$ (2)

叫代(1) $U_H=vBL$ (3) L为半导体宽度。由欧姆定律 电流密度 $j=nev$，n为载流子的浓度，则 $I=jLd=nevLd$ 特性厚度

$\therefore v=\frac{I}{neLd}$ (4) (4)代入(3)得 $U_H=\frac{1}{ne}\frac{IB}{d}$.

令 $R_H=\frac{1}{ne}$，则有 $U_H=R_H\frac{IB}{d}$. R_H 为霍尔系数

定义 $K_H=\frac{R_H}{d}$，则有 $U_H=K_HIB$ K_H 为霍尔元件灵敏度，单位：mV/(mA·T).

2. 不等势电势差

霍尔元件自电时，内部形成等势面，上下面间存在电势差 U_0 不等势电势差

$B=0$ 时，$U_H\neq0$，改电势差为剩余电压。

用按向法消除 U_0 则 U_H：

(1) +I, +B, $+U_0$，上下极板间 $U_1=U_H+U_0$

(2) −I, +B, $-U_0$， $U_2=-U_H-U_0$

(3) +I, −B, $+U_0$， $U_3=-U_H+U_0$

(4) −I, −B, $-U_0$， $U_4=U_H-U_0$

$\therefore U_H=\frac{1}{4}(U_1-U_2-U_3+U_4)$

$=\frac{1}{4}(U_1+|U_2|+|U_3|+U_4)$

二、预习中的问题列举：

(1) 什么是霍尔控制电流？

什么是励磁电流？

(2) 霍尔元件的结构选材依据？

三、原始数据记录

$U_{02}=-0.21$　　不等势电势差 $U_0=0.205$

$U_4=0.20$

表1　$I_M=4.00mA$

I_M/mA（改变电流）	U_1 $+B,+I_M$	U_2 $+B,-I_M$	U_3 $-B,+I_M$	U_4 $-B,-I_M$	$U_H=\frac{U_1-U_2+U_3-U_4}{4}$ /mV
1.00	2.21	-2.23	-2.18	2.16	
2.00	4.40	-4.42	-4.36	4.35	
3.00	6.62	-6.64	-6.53	6.51	
4.00	8.84	-8.87	-8.72	8.70	
5.00	11.08	-11.10	-10.88	10.86	
6.00	13.03	-13.33	-13.05	13.04	
7.00	15.54	-15.56	-15.22	15.19	
8.00	17.77	-17.79	-17.41	17.38	
9.00	20.03	-20.06	-19.57	19.54	
10.00	22.27	-22.29	-21.72	21.69	

表2　$I_M=10.00mA$

I_M/mA（改变电流）	U_1 $+B,+I_M$	U_2 $+B,-I_M$	U_3 $-B,+I_M$	U_4 $-B,-I_M$	$U_H=\frac{U_1-U_2+U_3-U_4}{4}$ /mV
50	3.09	-3.07	-2.57	2.54	
100	5.75	-5.77	-5.29	5.28	
150	8.54	-8.55	-8.02	8.00	
200	11.24	-11.26	-10.7	10.75	
250	14.05	-14.07	-13.52	13.50	
300	16.80	-16.82	-16.28	16.26	
350	19.60	-19.62	-19.03	19.01	
400	22.32	-22.36	-21.69	21.65	
450	25.14	-25.17	-24.63	24.40	
500	27.86	-27.89	-27.20	27.18	
550	30.63	-30.65	-29.97	29.84	
600	33.34	-33.37	-32.65	32.64	
650	36.14	-36.17	-35.36	35.33	
700	38.83	-38.86	-38.12	38.09	
750	41.66	-41.69	-40.78	40.75	
800	44.25	教师签字		43.46	
850	47.09	-47.12	-46.08	46.15	
900	49.75	-49.77	-48.73	48.69	
950	52.40	-52.44	-51.46	51.43	
1000	54.92	-54.96	-53.92	53.87	

第八次实验

成 绩 3.5

实验日期 2011.5.10　　教师签字 [illegible]

同 组 者 _____　　审批日期 _____

实验名称：霍尔效应

一、实验目的：

1) 了解产生霍尔效应的物理过程及用其测量磁场的原理；

2) 验证霍尔电压和霍尔控制电流的线性关系；

3) 测定霍尔电压与励磁电流线性关系的范围.

二、实验所用仪器及使用方法：

仪器用具：SH500-B霍尔效应仪一台，VA8-H电压测量双路恒流电源一台.

导线若干.

使用方法：1) 短路"电压测量双路恒流电源"中间电压表的正负输入，调节调零电位器使电压表示数00.00mV；

2) 连线；

3) 断开开关K1，调节霍尔元件与电磁铁；

4) 接通双路恒流电源，将开关K1拨向任意一边，调节控制恒定电流强度电压值.

三、测量内容及数据处理：

U_{01} = 0.20V　　U_{02} = −0.21V　　不等势电势差 U_0 = 0.205V

表1　I_M = 4.00mA

I_{CM}/mA (控制电流)	U_1 $+B_z,+I_{CM}$	U_2 $+B_z,-I_{CM}$	U_3 $-B_z,+I_{CM}$	U_4 $-B_z,-I_{CM}$	$U_H=\frac{\lvert U_1\rvert+\lvert U_2\rvert+\lvert U_3\rvert+\lvert U_4\rvert}{4}$ /mV
1.00	2.21	−2.23	−2.18	2.16	2.195
2.00	4.40	−4.42	−4.36	4.35	4.38
3.00	6.62	−6.64	−6.53	6.51	6.575
4.00	8.84	−8.87	−8.72	8.70	8.78
5.00	11.08	−11.10	−10.89	10.86	10.98
6.00	13.03	−13.33	−13.05	13.04	13.11
7.00	15.54	−15.56	−15.22	15.17	15.38
8.00	17.77	−17.79	−17.41	17.38	17.59
9.00	20.03	−20.06	−19.57	19.54	20.00
10.00	22.7	−22.09	−21.72	21.69	21.93

表2　I_{CM} = 10.00mA

I_M/mA (励磁电流)	U_1 $+B_z,+I_{CM}$	U_2 $+B_z,-I_{CM}$	U_3 $-B_z,+I_{CM}$	U_4 $-B_z,-I_{CM}$	$U_H=\frac{\lvert U_1\rvert+\lvert U_2\rvert+\lvert U_3\rvert+\lvert U_4\rvert}{4}$ /mV
50	3.03	−3.07	−2.57	2.54	2.80
100	5.75	−5.77	−5.27	5.28	5.52
200	11.24	−11.26	−10.77	10.75	11.10
300	16.80	−16.82	−16.28	16.26	16.54
400	22.32	−22.36	−21.69	21.65	22.005
500	27.86	−27.88	−27.20	27.18	27.53
600	33.34	−33.37	−32.65	32.64	33.10
700	38.83	−38.86	−38.12	38.09	38.48
800	44.25	−44.28	−43.56	43.46	43.81
900	49.75	−49.78	−48.73	48.69	48.96
1000	54.92	−54.96	−53.82	53.87	54.42

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：1）通过实验了解了霍尔效应的物理过程及用其测量磁场的原理

2）通过做图验证了霍尔电压控制电流与霍尔电压的线性关系

3）霍尔电压与励磁电流在一定范围内呈线性关系. I_M 过大时不呈线性关系. 直线下跌.

误差分析：1）未预热便开始进行实验；实验前未调0；

2）调节电流时的操作误差；

3）画图时产生误差；

4）未稳定时便读数.

建议：1）将霍尔效应仪预热数分钟后再开始实验；

2）更换开关后等电压计数稳定后再读数，并时刻关注指针不变动。

五、思考题：

1）若磁场B的方向与霍尔元件法线方向不一致，对测量磁场的结果有何影响？

答：磁场B有其它方向的分量导致霍尔元件上下面积减少，所测得的霍尔电压相应地变小.

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）14. 中值欧姆表及惠斯登电桥测定三用电桥内求欧姆表

1. 电桥平衡原理

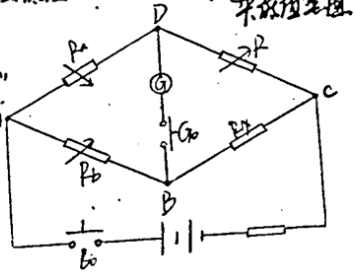
Ra Rb R及待测电阻Rx构成四电桥. 每也称作电桥的一个"臂". 以"对称线为桥". 检流计用比较法测电势也较. 检流计中无电流通过时, 电桥平衡. 设流过Ra, R: i_1, Rb, Rx: i_2. 则

$U_{AD}=U_{AB}$ 即 $i_1R_a=i_2R_b$ ①

$U_{DC}=U_{BC}$ 即 $i_1R=i_2R_x$ ②

①除以②: $\frac{R_a}{R}=\frac{R_b}{R_x}$ ③

$\therefore R_x=\frac{R_b}{R_a}\cdot R$ 其中, $\frac{R_b}{R_a}$称为比率



2. 单臂电桥的测量误差

$\Delta R_{lim}=\pm\frac{a}{100}\left(R_x+\frac{\frac{R_b}{R_a}\cdot R_N}{10}\right)$

a为准确度等级指数, R_N为基准值. (QJ24型电桥 ×a0.1, ×1档 a=a1, R_N=100Ω)

3. 金属导体与温度的关系, $R_t=R_0(1+\alpha t+\beta t^2+\cdots)$

$R_t=R_0(1+\alpha t)$

二、预习中的问题列举:

(1). 单臂、双臂、惠斯登、开尔文电桥有何异同?

(2). 实验误差来源为何?

第十次实验

成　绩 8.5

实验日期 2011.5.24　　教师签字 [illegible]
同 组 者 刘翔瑞　　审批日期

实验名称：用电桥测中低值电阻

一、实验目的：

1) 学习用惠更斯电桥测量中值电阻的原理和方法；

2) 了解电阻箱设计的原理

3) 学习用线性拟合法处理实验数据，求出金属导体的电阻温度系数

二、实验所用仪器及使用方法：

仪器用具：QJ24型直流单臂电桥，固定电阻元件板，盛水容器及待测金属电阻，电磁炉，水银温度计，万用电表，导线等。

使用方法：1) 待测 R_x 接在面板上的 X_1、X_2 之间，调零后按下各个开关；

2) 调节比率臂；

3) 调节R的"粗调电阻箱"，使检流计偏转最小；

接通开关K的时

4) 读出电阻值；

5) 全部测完后将各开关置于"粗"位置。

5180

三、测量内容及数据处理：

表1 固定电阻的测定

测量次数	开关位	R	$R_x=$倍率$\cdot R/\Omega$	$\Delta R_x=\lvert R_x-\overline{R_x}\rvert/\Omega$	$R_x=\overline{R_x}\pm\Delta R_x/\Omega$
1	1	5110	5110	6	5104 ± 5
2		5099	5099	5	
3		5102	5102	2	
平均值			$\overline{R_x}=5104$	$\overline{\Delta R_x}=4$	

$$\Delta R_{Rx}=\pm\frac{a}{100}\left(R_x+\frac{\text{倍率}\cdot R_N}{10}\right)=\pm\frac{0.1}{100}\left(5104+\frac{1\times5000}{10}\right)=5.604(\Omega)$$

$$\therefore\Delta R_x=\sqrt{(\overline{\Delta R_x})^2+\left(\frac{\Delta R_{Rx}}{\sqrt{6}}\right)^2}=5.41\approx5(\Omega)$$

表2. 金属丝电阻与温度的关系

稳定温度 t/℃	20.9	35.8	43.5	48.8	58.6	63.9	74.4	84.5	95.8
电阻 R_x/Ω	55.78	58.62	59.81	60.61	62.53	63.76	65.86	67.84	69.92

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：1）所测固定电阻 $R_x = 510 \pm 5\Omega$

2）0℃金属电阻为 518Ω，金属的电阻温度系数 $\alpha = 3.65 \times 10^{-3}/℃$，百分误差 $E_r = 1.5\%$

误差分析：1）未统误差：仪器本身误差，导线的电阻等效的误差；

2）随机误差：测量数据的随机误差，两项误差。

建议：1）做实验时先用万用表测到电阻粗值，便于选择正确的比率；

2）加热时注意余热，待温度上升 1~2℃即可停止加热，以避免温度上升太快。

五、思考题：

1）有人先将待测电阻拔到电桥的 A、C 之间，然后再用万用电表欧姆挡测量它的阻值，这样操作对吗？为什么？

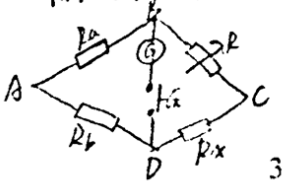
答：1）不对

2）先拔断开再拔万用表改进为：电路中有两个电源，流经待测电阻 R_x 的电流与流经万用表的电流不同，测量值不准。

2）若待测电阻 R_x 的一个头没接或断开，电桥是否能调平衡？为什么？

答：1）不能

2）R_x 的一个头没接，相当于 R_b 与 G 串联，表测的是 R_b 的电流，改变电阻箱 R 的阻值，不改变 BD 间电压降，即不能使 $I_G = 0$。



实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）实验5 金属杨氏模量的测定

1. 拉伸法测量钢丝的杨氏模量

形变分为弹性形变和塑性形变，弹性形变在外力撤除后能恢复原状。发生弹性形变时物体内部产生的企图恢复原状的抗拒外力的内力，对抗作用，弹性形变分为伸长形变、切变、扭变、弯曲形变。本实验研究金属丝的长度方向受外力作用后的伸长形变。取长度为L，横截面积为S的均匀金属丝，加外力F，以作用在单位面积上的外力 $\frac{F}{S}$ 为正应力，相对伸长 $\frac{\delta l}{l}$ 定义为线应变，由胡克定律：

$\frac{F}{S}=Y\frac{\delta l}{l}$ 式中Y称为杨氏模量，与金属丝材料有关，与F无关，δl 是一个很小长度变化，用光杠杆法测量。

2. 光杠杆法测量微小长度变化

如光杠杆原理图，由光的反射定律 $\angle n_0On_1=2\theta$，标尺的读数差 $\delta n=|n_2-n_1|$，

$\tan\theta=\frac{\delta l}{k}$，$\tan 2\theta=\frac{\delta n}{D}$，当θ角很小时，$\tan\theta\approx\theta$，$\tan\theta=2\theta$，则 $\delta l=\frac{k}{2D}\delta n$ 式

∴ 光杠杆的作用是将 δl 放大为标尺上相应的读数差 δn，δl 被放大了 $\frac{2D}{k}$ 倍

增加D或减小k值在一定范围内可提高光杠杆的灵敏度，把以代入式：

$$Y=\frac{l}{S}\cdot\frac{2D}{k}\cdot\frac{F}{\delta n}$$ 式

式中 $S=\frac{1}{4}\pi d^2$，d为金属丝的直径。

二、预习中的问题列举：

1. 杨氏模量是否只与金属丝的材料有关？

2. 为什么要使用光杠杆测微小长度变化？

拉伸负荷/kg	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
切线	23.5	26.0	28.0	31.0	33.0	35.8	38.0	40.2	42.8	45.0
成线	23.8	26.1	28.8	31.0	33.1	35.8	38.0	40.2	43.0	45.1

三、原始数据记录

表1 增减砝码时的标尺读数

砝码个数/kg	F/N	标尺读数 n/cm				平均值	
		上行		下行			
1	1×9.80	n_1'		n_1''		n_1	
2	2×9.80	n_2'		n_2''		n_2	
3	3×9.80	n_3'		n_3''		n_3	
4	4×9.80	n_4'		n_4''		n_4	
5	5×9.80	n_5'		n_5''		n_5	
6	6×9.80	n_6'		n_6''		n_6	

表2 钢丝直径的测量

?kg		26kg		平均值	$\bar{d}$	Δd	$\overline{\Delta d}$	钢丝的杨氏模量 S/mm²
	钢丝直径 d/mm							
$d_上'$	1.011	$d_上''$	1.012	$d_上$	$\frac{1}{3}(d_上+d_中+d_下)=$		$\frac{1}{3}(\lvert d_上-\bar{d}\rvert+\lvert d_中-\bar{d}\rvert+\lvert d_下-\bar{d}\rvert)=$	本五 $\bar{d}$ =
$d_中'$	1.005	$d_中''$	1.005	$d_中$				
$d_下'$	1.006	$d_下''$	1.002	$d_下$				

L= 60.85 cm

D= 236.67 mm

k=

z= 38.75 cm

= 387.5 mm

表3 用逐差法求标尺读数的仪表差

$\delta_{n1}=\lvert n_4-n_1\rvert$/cm	$\delta_{n2}=\lvert n_5-n_2\rvert$/cm	$\delta_{n3}=\lvert n_6-n_3\rvert$/cm	$\delta_{n4}=\lvert n_5-n_4\rvert$/cm

平均绝对误差 $\overline{\Delta(n)}=\frac{\lvert\delta_{n1}-\bar{\delta}_n\rvert+\lvert\delta_{n2}-\bar{\delta}_n\rvert+\lvert\delta_{n3}-\bar{\delta}_n\rvert}{3}=$

签字

日 期 2023

第十二次实验

成　绩 7

实验日期 2011.9.19　　教师签字 [illegible]

同 组 者 [illegible]　　审批日期 [illegible]

实验名称：金属杨氏模量的测定

一、实验目的：

(1)掌握用光杠杆测微长变化量的原理和方法；

(2)学会用逐差法或作图法处理数据.

二、实验所用仪器及使用方法：

仪器名称：杨氏模量仪，光杠杆和标尺望远镜，砝码，钢直尺，钢卷尺，螺旋测微计，游标卡尺，台灯.

使用方法：(1)调节底脚，使杨氏模量仪的水准器的水泡居中；

(2)将光杠杆前足尖放在固定平台上，后足尖放在测量端面托板的平面上，并使其反射镜面基本在竖直面内，在此同时放的钢卡好钉；

(3)用望远镜的准星沿望远镜找标尺的像；

(4)调节望远镜的目镜使看清叉丝平面的上下准线，调物镜使看清反射面的标尺像；

(5)测量.

$Y=\frac{16FLD}{\pi d^2 b N}$

三、测试内容及数据处理：

表1 标尺读数记录

次数	标准值(mm)	标尺读数(mm) 第一次 加载	减载	平均1	逐差值(mm)	逐差1
0	8.00	23.5	23.8	23.6	$N_1=\lvert P_5-P_0\rvert$	12.2
1	10.00	26.0	26.1	26.0	$N_2=\lvert P_6-P_1\rvert$	12.0
2	12.00	28.0	28.8	28.4	$N_3=\lvert P_7-P_2\rvert$	11.8
3	14.00	31.0	31.0	31.0	$N_4=\lvert P_8-P_3\rvert$	11.9
4	16.00	33.0	33.1	33.0	$N_5=\lvert P_9-P_4\rvert$	12.0
5	18.00	35.8	35.8	35.8	$\overline{N}$	12.0
6	20.00	38.0	38.0	38.0	总平均 N	2.4
7	22.00	40.2	40.2	40.2		
8	24.00	42.9	43.0	42.9		
9	26.00	45.0	45.1	45.0		

表2. 钢丝直径的测量

8kg		26kg		平均值		$\bar{d}$	Δd	$\overline{\Delta d}$
$d_左'$	1.011	$d_左''$	1.002	$d_左$	1.006	$\frac{1}{3}(d_左+d_中+d_右)=1.005$	0.001	$\frac{1}{3}(\lvert d_左-\bar{d}\rvert+\lvert d_中-\bar{d}\rvert+\lvert d_右-\bar{d}\rvert)=0.001$
$d_中'$	1.006	$d_中''$	1.005	$d_中$	1.006		0.001	
$d_右'$	1.001	$d_右''$	1.002	$d_右$	1.004		0.001	

$b=85.0mm$，$D=\frac{100}{5}\times(153.3mm-30.1mm)=956.7mm$，$L=387.5mm$

(1)钢丝材料的弹性模量的平均值为 $\bar{Y}=\frac{16FLD}{\pi d^2 bN}=\frac{11\times10\times9.8N\times387.5mm\times956.7mm}{3.14\times(1.006mm)^2\times85.0mm\times2.4mm}=2.9\times10^5N/mm^2$

(2)计算直接测得量 d、N、L、D、b 的标准相对误差

$E_b=\frac{\Delta b}{b}=\frac{0.1}{850}=0.12\%$　$E_d=\frac{\Delta d}{\bar{d}}=0.1\%$　$E_L=\frac{\Delta L}{L}=\frac{0.5}{387.5}=0.1\%$

$E_D=\frac{\Delta D}{D}=\frac{0.1}{956.7}=0.01\%$　$E_N=\frac{\Delta N}{N}=\frac{0.02}{2.4}=0.77\%$

(3)用标准式误差传递计算 Y 的相对误差 E_Y，绝对误差 ΔY，测量结果表示为 $Y=\bar{Y}\pm\Delta Y$

$E_Y=E_F+E_D+2E_d+E_N+E_b$

$=1.9\%$

$\therefore \Delta Y=E_Y\cdot\bar{Y}=0.1\times10^5N/mm^2$

$\therefore Y=9.0\times10^5\pm0.1\times10^5N/mm^2$

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：杨氏模量的平均值为 $8.98\times10^5\ N/mm^2$；

相对误差 $E_r=1.2\%$；绝对误差 $\Delta Y=0.1\times10^5\ N/mm^2$

∴钢丝的杨氏模量为 $Y=\bar{Y}\pm\Delta Y=9.0\times10^5\pm0.1\times10^5\ N/mm^2$

误差分析：①杨氏模量仪调整仪、望远镜、光杠杆未调节好；

②测量时人为按压使未石加变化；

③读数时视线没有垂直于标尺读数。

建议：①测量前，应对杨氏模量仪底脚螺钉、光杠杆做的调节螺钉、望远镜做的螺钉的调节，按各仪器调节主规范状态；

②测量时避免人为按压未石；

③可多次测量取平均值。

五、思考题：

1). 两根材料相同但粗细不同的金属丝，它们的杨氏模量相同吗？为什么？

答：相同

因为杨氏模量与金属材料有关

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）实验30 声速的测定

声波在空气中的传播速度 $v=\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ 以. $\gamma=\frac{C_p(\text{空气定压比热容})}{C_V(\text{空气定容比热容})}$，R为普适气体常数.

0°C时. $v_0=\sqrt{\frac{\gamma RT_0}{M}}=331.45\ m/s$ M为气体摩尔质量，T为热力学温度

T°C时. $v_t=v_0\sqrt{1+\frac{T}{273.15}}$ 以)

∵ $y=f\lambda$ 以∴ 由频率和波长可求出波速. 频率为信号发生器的输出频率，波长可用

驻波法(共振干涉法)、行波法(相位比较法)测量.

①驻波法 $y_1=A\cos 2\pi(ft-\frac{x}{\lambda})$ (1)

$y_2=B\cos 2\pi(ft+\frac{x}{\lambda})$ (2)

$y=y_1+y_2=2A\cos 2\pi\frac{x}{\lambda}\times\cos 2\pi ft.$

$x=\pm n\frac{\lambda}{2}(n=0,1,2,3,\cdots)$ 以(n为波数)处为波腹，相邻波腹相差$\frac{\lambda}{2}$，各波节 $x=\pm(2n+1)\frac{\lambda}{4}(n=0,1,2,3\cdots)$

同理 相邻两波节也为$\frac{\lambda}{2}$.

②行波法 $\varphi=2\pi\frac{x}{\lambda}$ 以)仪复入，相位差改变2π.

③时差法 $v=\frac{l}{t}$

二、预习中的问题列举：

为什么要测性谐振频率？

第十四次实验

成　绩 9

实验日期 2011.9.20　　教师签字

同 组 者　　审批日期

实验名称：声速的测定

一、实验目的：

(1) 了解超声波的产生、发射和接收方法；

(2) 用驻波法、行波法、时差法测声速。

二、实验所用仪器及使用方法：

实验仪器：SV-DH 型声速测定仪，示波器，声速测定仪信号源

使用方法：(1) 将声速测定仪、示波器、声速测定仪信号源连接好；

(2) 开机预热 10min；

(3) 熟悉操作在连续波时，选择合适频率，观察 S1、S2 适当平行。

(4) 测 f_0、λ、V

三、测量内容及数据处理：

表1 信号源输出频率f₀的测量

次数	1	2	3
频率/kHz	35.500	35.443	35.499
$\overline{f_0}$/kHz	$\overline{f_0}=\frac{1}{3}(35.500+35.443+35.499)=35.481$		

温度 T=20.8℃

表2 共振干涉法测量波长和声速

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i/cm	5.4403	5.9012	6.3581	6.8157	7.2681	7.7242	8.1745	8.6325	9.0852	9.7880
逐差值/cm	$S_1=\lvert x_6-x_1\rvert$		$S_2=\lvert x_7-x_2\rvert$		$S_3=\lvert x_8-x_3\rvert$		$S_4=\lvert x_9-x_4\rvert$		$S_5=\lvert x_{10}-x_5\rvert$	
	2.8459		2.4413		2.4324		2.4353		2.4199	

$\therefore \overline{\delta}=\frac{1}{5}(2.4403+2.4413+2.4324+2.4353+2.4199)=2.4336$ (cm)

$\therefore \lambda=2\times(\frac{1}{5}\overline{\delta})=0.9746$ cm, $v=f_0\lambda=35.481\times10^3\times0.9746\times10^{-2}=345.80$ (m/s)

$\because T=20.8℃ \quad \therefore V_t=V_0\sqrt{1+\frac{T}{273.15}}=331.45\sqrt{1+\frac{20.8}{273.15}}=343.84$ (m/s)

$\therefore$ 绝对误差为 $|345.80-343.84|=1.96$(m/s), 相对误差 $E=\frac{|V_t-V|}{V_t}\times100\%=\frac{1.96}{343.84}\times100\%=0.57\%$

表3 相位比较法测量波长和声速

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i/cm	4.8435	5.8385	6.5985	7.1165	8.0108	8.5108	10.5238	11.5122	12.5814	13.5010
逐差值/cm	$S_1=\lvert x_6-x_1\rvert$		$S_2=\lvert x_7-x_2\rvert$		$S_3=\lvert x_8-x_3\rvert$		$S_4=\lvert x_9-x_4\rvert$		$S_5=\lvert x_{10}-x_5\rvert$	
	4.8673		4.8990		4.9157		4.9019		4.9952	

$\therefore \overline{\delta}=\frac{1}{5}(4.8673+4.8990+4.9157+4.9019+4.9952)=4.8758$ (cm)

$\therefore \lambda=\frac{1}{5}\overline{\delta}=0.9751$ cm. $v=f_0\lambda=35.481\times10^3\times0.9751\times10^{-2}=346.01$ (m/s)

又 $\because V_t=343.84$ m/s. $\therefore$ 绝对误差为 $|V_t-V|=2.17$ (m/s). 相对误差 $E=\frac{|V_t-V|}{V_t}\times100\%=\frac{2.17}{343.84}\times100\%=0.63\%$

表4 时差法测声速

步/格	22	23	24	25	26	27
L/cm	4.7032	4.9825	5.3240	5.6801	6.0180	6.3952
逐差值/cm	$S_1=\lvert L_4-L_1\rvert$		$S_2=\lvert L_5-L_2\rvert$		$S_3=\lvert L_6-L_3\rvert$	
	0.9769		1.0355		1.0712	

$\therefore \overline{\delta}=\frac{1}{3}\times(0.9769+1.0355+1.0712)$

$=1.0279$ (cm)

$\therefore a=\frac{1}{5}\overline{\delta}=0.3426$ (cm)

$\therefore v=\frac{a}{\Delta t}=\frac{0.3426\times10^{-2}}{10\times10^{-6}}=342.6$

$\therefore$ 相对误差 $|V_t-V|=1.22$(m/s)

绝对误差 $\frac{|V_t-V|}{V_t}\times100\%=0.35\%$

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：(1). 信号源的输出频率 $f_0 = 35.481\,kHz$.

(2). 用驻波法、行波法、时差法测得的声速分别为 345.80m/s、346.01m/s、342.52m/s

相对误差分别为 1.96%、2.01%、1.02%. 绝对误差分别为 0.5%、0.63%、0.25%

误差分析：(1) 驻波法：观察波腹位置存在误差、千分尺读数存在误差；

(2) 行波法：李萨如图形转换存在误差；

(3) 时差法：测相频率的测量中存在误差.

建议：(1) 增加测量次数，减少实验误差；

(2) 在李萨如图形为直线时作为基准；

(3) 准确测量谐振频率.

五、思考题：

(1) 准确测量谐振频率的目的是什么？

答：在仪器处于谐振状态时，形成驻波，其谐振频率与声波频率相同

可直接用 51 二十八引脚波长.

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）实验34 铁磁性材料居里温度的测定

当温度上升至某一临界时磁性材料由铁磁状态转变为收磁状态，即失去铁磁性物质的特征而转变为收磁性物质，此时的温度称为居里点。

用JLD-II居里点测定仪测试出样品的磁滞回线随温度的消失来判断居里点。

由JLD-II原理知：

$$\varepsilon = -\frac{d\Psi}{dt} \propto \frac{dB}{dt}$$

$$B = -\frac{1}{K}\int \varepsilon dt$$

将互感应电动势经RC积分电路

从数据处理后送入示波器的Y轴

这样可得到磁滞回线。

二、预习中的问题列举：

1. 感应电动势的积分值 ε' 就是居里点测试仪上显示的感应电动势的值吗？

2. 画图的时候取T与 ε 还是 ε' 还是B的关系？

第十六次实验

成　绩 9

实验日期 2011.11.8　　教师签字

同 组 者　　审批日期 2011.11.11

实验名称：铁磁性材料居里温度的测定

一、实验目的：

1) 初步了解铁磁物质由铁磁性转变为顺磁性的实验方法；

2) 学习用居里温度测试仪测定居里温度的原理、方法；

3) 测定铁磁样品的居里温度。

二、实验所用仪器及使用方法：

居里温度测试仪，示波器

使用方法：1) 打向"降温"，接通电源，调节示波器使之显示磁滞回线；

2) 关闭风门，打向"设置"，设定炉温为110℃；

3) 打向"测量"，"升温"，记下磁滞回线消失时表显示的温度值 T_C，对应温度下的热电偶交电动势 ε'；

4) 打向"降温"，打开风门。

三、测量内容及数据处理：

表1 磁场强度为零时霍尔电压的温度值

样品编号	1	2
T_0/℃	96.6	81.5

表2. 霍尔电势差极值Σ及其对应的温度T值.

样品一：

T/℃	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62
Σ/mV	1244	1245	1245	1245	1243	1241	1237	1232	1226	1218	1211	1202	1192	1182	1171	1158	1146
T/℃	64	66	68	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
Σ/mV	1132	1117	1101	1083	1074	1065	1056	1045	1034	1023	1010	999	984	972	958	943	925
T/℃	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Σ/mV	907	888	864	837	803	762	704	613	484	320	116	39	20	12	7	5	4

样品二：

T/℃	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62
Σ/mV	1081	1078	1069	1056	1044	1029	1015	999	984	967	950	932	913	892	870	847	822
T/℃	64	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
Σ/mV	793	759	742	722	698	672	643	609	554	483	369	198	86	43	25	17	13
T/℃	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91							
Σ/mV	11	9	8	7	6	6	5	5	5	4							

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：1). 法一：观察样品的磁滞回线是否消失，测得样品一、样品二的居里温度分别为 96.6°C, 81.5°C；

2). 法二：测定磁感应强度随温度变化的曲线，并在斜率最大处作切线，切线与横坐标（温度）轴的交点为居里温度，测得样品一、样品二的居里温度分别为 94.0°C, 76.2°C.

误差分析：1). 判断磁滞回线是否消失时，对消失点把握不准确，读出的温度值并不是铁磁回线恰好消失时对应的居里温度；

2). 在测定一定温度下的互感磁感应强度时，当温度达到所定值时再读 ε'，中间有一定时差，ε'可能已有变化；

3). 给同时存在误差。

建议：1). 测样品的居里温度时，一定要让炉温从低温开始升高，中途不要让热炉降温后再放入样品；

五、思考题：1). 读数要尽快。

通过测定感应电动势的积分值随温度变化的曲线来推断居里点温度时，为什么要由曲线上斜率最大处的切线与温度轴的交点来确定 Tc，而不是由曲线与温度轴的交点来确定 Tc？

答：斜率最大处为 ε 从最大速度下降率处，线圈无感应电流 ε'=0 表示磁感应强度为 0，此时 T 为 Tc。

实际回线并不与 T 轴相交，用找圆点作用，无法找到 ε'=0 点。

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等） 实验29 单缝衍射

1. 产生夫琅和费衍射的两种光路

夫琅和费衍射都要求光源、接收屏距衍射屏(即单缝)无限远。

ii. "焦面接收"装置

在衍射屏前后各放置一透镜L_1、L_2，把光源S置于L_1的焦平面上，接收屏置于L_2的焦平面上。

iii. "远场接收"装置

满足下列条件时，可不用透镜L_1、L_2：① 光源S与单缝足够远，满足 $\frac{2\pi b^2}{8L\lambda} \ll 1$（光源到衍射屏的距离）（单缝宽度）

② 接收屏与单缝足够远，满足 $\frac{2\pi b^2}{8x\lambda} \ll 1$（单缝到接收屏的距离）（单缝宽度）

2. 夫琅和费单缝衍射的光强分布

夫琅和费单缝衍射的光强分布为 $I = I_0 \frac{\sin u^2}{u^2}$ ①

$u = \frac{\pi b \sin\theta}{\lambda}$

$\theta = 0$时，$I = I_0$，中央主极大；$\theta \approx \sin\theta = \pm 1.43\frac{\lambda}{b}, \pm 2.46\frac{\lambda}{b}$ …，光强次极大值相对光强 $I/I_0 = 0.047, 0.017$。中央主极大I_0与缝宽b的平方成正比。

二、预习中的问题列举：当$\theta \sin\theta = k\frac{\lambda}{b}$时，($k = \pm 1, 2, \cdots$)，$I = 0$，暗条纹

$\theta = k\frac{\lambda}{b}$ ②

$b = k\frac{\lambda}{\sin\theta} = k\lambda\frac{x}{x_k}$ ③

i. 若衍射图样对中央主极大左右不对称，是什么原因造成？如何调整？

ii. 若用白光作光源，用任何接收光路，结果如何？

第十八次实验

成　绩 9

实验日期 2011.11.15　　教师签字
同 组 者 古迪　　审批日期

实验名称：单缝衍射

一、实验目的：

(1) 观察单缝夫琅和费衍射现象；

(2) 掌握单缝衍射光强的测量方法，并求出单缝宽度。

二、实验所用仪器及使用方法：

实验仪器：He-Ne 激光器及电源、手动式光强测试仪、平衡指示仪、单缝、钢直尺等。

使用方法：(1) 用平衡指示仪调光电流大小，一般选用"1"档；
先关掉收光光环，调"0"；
(2) 拉回收光光环，调单缝宽度使中央主极大的宽度为8mm～1cm；
移开接收屏，调单缝高低，方位，使平衡指示仪读数大于5μA；
从右边开始读到左边开始，每移 0.1mm 读取一次光强值；
(3) 测2。

三、测量内容及数据处理：

x/mm	20.5cm	19.5cm	18.5cm	17.5cm	16.5cm	15.5cm	14.5cm	13.5cm	12.5cm	11.5cm	10.5cm	9.5cm	8.5cm	7.5cm
I/mA	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.13	0.12	0.11	0.08	0.07	0.08	0.11
I/I₀	0.014	0.014	0.014	0.016	0.018	0.023	0.025	0.027	0.025	0.023	0.016	0.014	0.016	0.023
x/mm	36.5cm	41.5cm	42.5cm	43.5cm	44.5cm	45.5cm	46.5cm	47.5cm	48.5cm	49.5cm	50.5cm	51.5cm	52.5cm	53.5cm
I/mA	0.15	0.21	0.25	0.25	0.21	0.15	0.10	0.08	0.15	0.45	0.75	1.34	1.82	2.30
I/I₀	0.031	0.043	0.051	0.051	0.043	0.031	0.020	0.016	0.031	0.032	0.154	0.275	0.373	0.474
x/mm	37.5cm	38.5cm	39.5cm	40.5cm	41.5cm	42.5cm	43.5cm	44.5cm	45.5cm	46.5cm	47.5cm	48.5cm	49.5cm	50.5cm
I/mA	4.60	4.14	4.56	4.39	4.65	3.78	3.15	2.21	1.54	0.86	0.44	0.17	0.08	0.07
I/I₀	0.719	0.847	0.954	1.000	0.953	0.916	0.845	0.933	0.316	0.176	0.094	0.035	0.016	0.014
x/mm	44.5cm	45.5cm	46.5cm	47.5cm	48.5cm	49.5cm	50.5cm	51.5cm	52.5cm	53.5cm	54.5cm	55.5cm	56.5cm	57.5cm
I/mA	0.15	0.14	0.17	0.17	0.16	0.13	0.13	0.09	0.08	0.09	0.12	0.12	0.13	0.12
I/I₀	0.031	0.029	0.035	0.035	0.049	0.027	0.027	0.018	0.016	0.018	0.020	0.025	0.027	0.025
x/mm	41.5cm	42.5cm	43.5cm	44.5cm	45.5cm									
I/mA	0.11	0.09	0.07	0.06	0.06									
I/I₀	0.023	0.018	0.014	0.012	0.012									

$L = 45.50\,cm$

$\bar{x} = 21.45\,cm$

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：各级光强的次极大值为：$\overline{I/I_0} = 0.053,\ 0.027$

理论值：$I/I_0 = 0.047,\ 0.017$

∴相对误差：$E_1 = \frac{0.053-0.047}{0.047}\times 100\% = 13\%$　　$E_2 = \frac{0.027-0.017}{0.017}\times 100\% = 59\%$

$k=1$时，$b = \frac{\lambda a}{x_1} = \frac{632.8\times10^{-6}\times 91.10\times10}{4550-57.00} \approx 0.09(8\text{mm})$

$k=2$时，$b = \frac{2\lambda a}{x_2} = \frac{2\times632.8\times10^{-6}\times 91.10\times10}{5050-57.00} \approx 0.10(0\text{mm})$

∴ $\overline{b} = 0.095\text{mm}$.

误差分析：① 光路不稳定；

② 读取光电流值时，平均指示位不数数跳动。

建议：① 读数要迅速；

② 数据有波动时取平均值。

五、思考题：

1). 用两台有输出光强不同的可调激光器作单缝衍射的光源，单缝衍射图样及相对光强分布有无区别？为什么？

答：单缝衍射图样变亮，相对光强分布无变化；

因为 $I/I_0 = \frac{\sin\alpha/2}{\alpha/2}$，而 $\alpha = \frac{\pi b\sin\theta}{\lambda}$ 与光强无关。

2). 若用白光作光源，用你面接收光路，可以观察到什么样的衍射图样？

答：会出现彩色条纹。

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）实验55 金属电子逸出功的测定

1. 热电子发射

用钨丝作阳极的理想二极管，通以电流加热，并在阳、阴极间加正的电压时，外电路中就有电流流过。电流的大小主要与灯丝发射金属逸出功的大小有关。

$I = AST^2 \exp(-\frac{eV}{kT})$ 1)

由此得，$\frac{I}{T^2} = AS\exp(-\frac{eV}{kT})$，两边取常用对数，$\lg\frac{I}{T^2} = \lg AS - \frac{eV}{2.303kT}\cdot\frac{1}{T}$ 2)

改以 $\lg\frac{I}{T^2}$ 与 $\frac{1}{T}$ 成线性关系，由斜率可求得逸出功 $e\varphi$.

阳极反向电流 I_a 与阳极表面加速电场 E_a 的关系为 $I_a = I\exp\left(\frac{\sqrt{e^3E_a}}{kT}\right)$ 3)

其中，I_a、I 分别表示加速电场为 E_a 和 0 时的发射电流

阳极表面附近加速电场的场强 $E_a = \frac{U_a}{r_1\ln\frac{r_2}{r_1}}$ 4)

把(4)式入(3)并取对数得 $\lg I_a = \lg I + \frac{\sqrt{e^3}}{2.303kT}\cdot\frac{1}{\sqrt{r_1\ln\frac{r_2}{r_1}}}\cdot\sqrt{U_a}$ 5)

∴阳极电压 T 一定时，$\lg I_a$ 与 $\sqrt{U_a}$ 成线性关系，$\lg I_a - \sqrt{U_a}$ 直线的延长线与纵轴的交点为 $\lg I$.

二、预习中的问题列举：

1) 实验中如何得到不同灯丝的数据？

2) 零场电流 I 如何求得？

第二十次实验

成　绩 9

实验日期 2011.11.29　　教师签字

同 组 者　　审批日期

实验名称：金属电子逸出功的测定

一、实验目的：

(1) 了解热电子发射的基本规律；

(2) 用里查孙直线法测定金属钨的电子逸出功；

(3) 学习避开某些不确定因素而直接得到结果的实验和数据处理方法。

二、实验所用仪器及使用方法：

仪器用具：理想二极管，直流电压表(150V)，直流电流表2个(1A，1000μA)，逸出功测定仪，导线。

使用方法：(1) 选取合适量程，将电流表、电压表拨到对应接线柱上；

(2) 拉回电源，调节 I_f=0.580A，预热5min；

(3) 在阳极上依次加25V，36V，49V，…144V电压，分别记 I_a；

(4) 改变 I_f，0.020为一档，重复上述步骤至0.700A，改变 I_f 后需预热。

三、测量内容及数据处理：

1. 相对实际加速度

I_a/×10⁻³A / 144V	25.0	36.0	49.0	64.0	81.0	100.0	121.0	144.0
I_f/A								
0.080	43.9	32.1	32.4	32.7	33.2	33.9	34.2	34.7
0.100	43.6	44.6	45.2	46.0	46.9	47.5	48.1	49.1
0.120	67.5	68.5	69.1	70.3	71.2	71.9	72.7	73.8
0.140	103.3	111.5	112.5	114.3	116.8	117.6	118.5	121.1
0.160	172.3	178.0	180.1	181.7	182.3	182.3	183.3	191.0
0.180	270.3	275.0	275.5	277.2	278.0	278.9	279.7	302.5
0.200	444.5	451.1	460.3	461.6	462.1	463.8	464.5	468.7

2. 查利用法：$\lg I_a - \sqrt{I_f}$ 的关系

T/×10³K / $\lg I_a$ — $\sqrt{I_f}$	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
1.85	-4.50	-4.47	-4.48	-4.48	-4.47	-4.47	-4.46	-4.46
1.88	-4.34	-4.35	-4.34	-4.34	-4.35	-4.32	-4.32	-4.31
1.91	-4.17	-4.15	-4.16	-4.15	-4.15	-4.14	-4.14	-4.13
1.94	-3.96	-3.95	-3.95	-3.97	-3.94	-3.93	-3.92	-3.92
1.88	-3.76	-3.76	-3.75	-3.74	-3.74	-3.73	-3.73	-3.72
2.01	-3.54	-3.56	-3.55	-3.54	-3.54	-3.53	-3.52	-3.52
2.04	-3.39	-3.39	-3.38	-3.37	-3.37	-3.36	-3.36	-3.35

3. $\lg\frac{I}{I_s} - \frac{1}{T}$ 的关系

T/×10³K	1.85	1.88	1.91	1.94	1.88	2.01	2.04
$\lg I$	-4.52	-4.37	-4.20	-3.97	-3.78	-3.59	-3.42
$\frac{1}{T}$/×10⁻³K⁻¹	5.41	5.32	5.24	5.15	5.05	4.98	4.90
$\lg\frac{I}{I_s}$	-11.05	-10.94	-10.76	-10.57	-10.57	-10.20	-10.04

直线斜率 $m = -2.12\times10^{4}$　又 $\because m = -\frac{eV}{2.03k}$

$\therefore$ 逸出功 $\varepsilon V = -2.03\times1.38\times10^{-23}\times(-2.12\times10^{4})$

$= 6.73\times10^{-19}$(J)

$= 4.21$eV

又：铂的逸出功实验公认值为 4.59eV

$\therefore$ 实验误差 $E_r = \frac{4.59-4.21}{4.59}\times100\% = 7.6\%$

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：经过查计算得到钨的逸出功 $E_0 = 4.21eV$

相对百分误差 $E_r = 7.5\%$

误差分析：(1) 电压表、电流表、逸出功测定仪等仪器本身存在误差；

(2) 改变 I_f 后按热时间不够长；

(3) 改变 U_a 后未立即读相应的 I_a 的值；

(4) 读数存在误差。

建议：(1) 改变 I_f 后按热 2~3 min，不要读数；

(2) 改变 U_a 后立即读 I_a 的值。

五、思考题：

(1) 实验中是如何得到不同灯丝温度下的？零场电流 I 又是如何求得的？

答：(1) 加热电流与钨丝真实温度存在一一对应关系，通过改变加热电流 I_f 可得到不同的灯丝温度 T；

(2) 把 $E_a = \frac{U_a}{r\ln\frac{r_2}{r_1}}$ 代入 $I_a = I\exp\frac{\sqrt{e^3E_a}}{kT}$ 并取对数得：

$$\lg I_a = \lg I + \frac{\sqrt{e^3}}{2.3kT}\cdot\frac{1}{\sqrt{r\ln\frac{r_2}{r_1}}}\cdot\sqrt{U_a}$$

作不同 T 下的 $\lg I_a - \sqrt{U_a}$ 直线，其延长线与以轴的交点为 $\lg I$，可求得 I。

实验预习报告及原始数据记录

一、原理简述（主要公式、电路、光路等）实验20 用磁聚焦法测定电子荷质比

电子所受洛伦兹力 $f=evB\sin(\vec{v},\vec{B})$ (1)

(1). $\sin(\vec{v},\vec{B})=0$时，$f=0$；

(2) $\sin(\vec{v},\vec{B})=1$时，$f=evB$，电子的洛伦兹力起向心力作用，做匀速圆周运动，$f=evB=\frac{mv^2}{R}$

$\therefore R=\frac{v}{eB}$ (2)； $T=\frac{2\pi R}{v}=\frac{2\pi}{eB}$ (3)

(3). $0<\theta<+\frac{\pi}{2}$时，电子同时做匀速圆周运动、匀速直线运动，经历一个周期，电子前进的距离：

$h=v_{//}T=\frac{2\pi v_{//}}{eB}$ (4). $v_{//}$为与磁线管轴线平行的速度分量.

由(2)(3)(4)，v相同时，从同一点出发的电子，经相同的T，会聚到距出发点h处，h由B、$v_{//}$决定，一次匀磁场中电子束聚焦的原理。磁场线变2B、3B，螺距 $\frac{1}{2}h$、$\frac{1}{3}h$、B继续增大第二次聚焦时，线圈内会聚成一束细细的电子束，这种依靠电场的作用实现聚焦的方法称为静电聚焦。

从阴极经栅网射出的电子：$\frac{1}{2}mv^2=eU$，U为阴极与阳极之间直流高压，$\therefore v=\sqrt{\frac{2eU}{m}}$ (5)

将(5)代入(4)，$\frac{e}{m}=\frac{8\pi^2U}{h^2B^2}=\frac{8\pi^2(L^2+D^2)}{(\mu_0 nN)^2}\cdot\frac{U}{I^2}$ (6) 其中 $B=\frac{\mu_0 NI}{\sqrt{L^2+D^2}}$，$\mu_0=4\pi\times10^{-7}H/m$.

只测I、U可得$\frac{e}{m}$.

二、预习中的问题列答：

(1). 如何测U、I值？

(2) 在实验中如何减小实验误差？

三、原始数据记录

转速 / U/V	600	700	800	900	1000
K上	1.25	1.34	1.43	1.52	1.62
	1.24	1.35	1.44	1.52	1.60
K下	1.25	1.34	1.46	1.54	1.63
	1.27	1.36	1.45	1.54	1.64

N: 836±2
L: 0.354m
D: 0.052m
h: 0.145m

教师签字 [signature]
日　　期 13/12

第十次实验

成绩 9

实验日期 2011.12.13　　教师签字

同组者　　审批日期 2011.12

实验名称：用磁聚焦法测定电子荷质比

一、实验目的：

(1) 加深理解电子在电场和磁场中的运动规律；

(2) 了解静电聚焦和磁聚焦的基本原理；

(3) 学习用磁聚焦法测定电子荷质比 e/m 的方法。

二、实验所用仪器及使用方法：

仪器用具：长直螺线管、阴极射线示波管、电子荷质比测定仪电源、直流稳压恒流电源(励磁用)、直流电流表、线路板、导线等。

使用方法：(1) 将螺线管方位调整到与当地的地磁场角相同、南高北低；

(2) K1 拨到接"地"，K2 断开，U=400V，细聚焦、聚焦至出现明亮圆点；

(3) K1 拨向另一边；

(4) K2 拨向任一边，从 0 开始逐渐增加螺线管中的电流强度直至看到聚焦成一点，记下电流表读数。

三、测量内容及数据处理：

U/V / 平均值	600	700	800	900	1000
k_3上	1.25	1.34	1.43	1.52	1.62
	1.24	1.35	1.44	1.52	1.60
k_3下	1.25	1.34	1.46	1.54	1.63
	1.27	1.36	1.45	1.54	1.64
$\bar{I}$	1.25	1.35	1.44	1.53	1.62
$\frac{e}{m}$/10^{11}C/kg	1.741	1.749	1.744	1.750	1.734
$\overline{\frac{e}{m}}$/10^{11}C/kg	1.743				

N:336±2, L:0.354m, D:0.092m, h:0.145m

$$\frac{e}{m} = \frac{8\pi^2(L^2+D^2)}{(\mu_0 N)^2 h^2}\cdot\frac{U}{I^2}$$

$$= \frac{2\pi^2(0.354^2+0.092^2)}{(4\pi\times10^{-7}\times336)^2(0.145)^2}\cdot\frac{U}{I^2} \doteq 0.55\times10^{5}\frac{U}{I^2}$$

计算可得 $\overline{\left(\frac{e}{m}\right)} = 1.743\times10^{11}$ C/kg

文献：$\left(\frac{e}{m}\right)_{理论} = 1.759\times10^{11}$ C/kg

∴ 相对误差 $E_r = \frac{|1.743\times10^{11}-1.759\times10^{11}|}{1.759\times10^{11}}\times100\%$

$\doteq 1.0\%$

绝对误差 $(\Delta\overline{\frac{e}{m}}) = \frac{|1.741-1.743|+|1.749-1.743|+|1.744-1.743|+|1.750-1.743|+|1.734-1.743|}{5}\times10^{11}$

$\doteq 0.005\times10^{11}$ C/kg

∴ $\frac{e}{m} = (1.743\pm0.005)\times10^{11}$ C/kg

四、小结（包括结论、误差分析、建议等）：

结论：电子荷质比 $\frac{e}{m}=(1.763\pm0.005)\times10^{11}C/kg$；

相对误差 $E=1.0\%$

误差分析：① 判断荧光屏上的图线是否恰聚成细点时存在误差；

② 读电流表值时存在误差；

③ 聚线管方位的调整存在误差。

建议：① 每次变化加速高压后的值后，从零开始逐渐增加聚线管中的电流强度；

② 荧光屏上的直线恰变成点时读电流值。

五、思考题：

① 实验时聚线管中的电流方向为什么要改向？聚焦时电流值有何不同？为什么？

答：① 消除地磁场的影响；

② 电流值有数小变化；

由于沿在地磁场电流方向不同时，B应为地磁场分别与电流磁场的相加、相减，所以当相同时，I有数小不同。