

大学物理实验报告册

(本科)

院（系）_____

专 业_____

班 级_____

学 号_____

姓 名_____

测量误差与数据处理的基本知识

成绩_____

1. 测量按测量方法分为_____测量和_____测量两类。
2. 每个物理量都是客观存在的，在一定条件下具有不以人的意志为转移的固定大小，这个客观大小称为该物理量的_____。
3. 误差按其产生的原因与性质分为_____误差和_____ 两类。
4. 测量结果的最佳值为_____。
5. _____和_____是误差理论中的两个重要概念，它们都是评价测量结果质量高低的重要指标，都可作为测量结果的精度评定参数。
6. A 类不确定度 u_A 是用_____方法评定测量结果的不确定度分量， $u_A(x)=$ _____，B 类不确定度 u_B 是用_____方法评定测量结果的不确定度分量，其主要来源是_____， $u_B(x)=$ _____，其合成不确定度为 $u(x)=$ _____。
7. 单次直接测量结果的不确定度为 $u(x)=$ _____。
8. 在一些分度测量工具中，例如游标卡尺、螺旋测微计等， $\Delta_{\text{仪}}$ 指的是_____；在一些电工仪表中，例如电压表、电流表等， $\Delta_{\text{仪}}$ 指的是_____。如果仪器没有说明书或者说明书中没有“示值误差”或“基本误差的允许极限”，那么对一般分度仪器，若可以估读可用_____作为 $\Delta_{\text{仪}}$ ，若不可估读则用_____作为 $\Delta_{\text{仪}}$ 。对于一般的数字仪表，可取_____作为 $\Delta_{\text{仪}}$ 。

填写实验室常用仪器的 $\Delta_{\text{仪}}$ 。

仪器	米尺	50 分度游标卡尺	螺旋测微计	分光计	读数显微镜	数显仪器
分度值						
$\Delta_{\text{仪}}$						

9. 物理实验中常用的数据处理方法有_____、_____、_____和最小二乘法等。

10. 指出下列各量分别是几位有效数字.

(1) $l = 1.0001\text{cm}$ ()

(2) $t = 0.0021\text{s}$ ()

(3) $U = 2.7 \times 10^2\text{V}$ ()

(4) $R = 2.00 \times 10^3 \pm 4 \times 10\Omega$ ()

(5) $\lambda = 100.0 \times (1 \pm 0.2\%) \text{nm}$ ()

11. 根据有效数字的概念, 改正下列错误, 写出正确测量结果.

(1) $F = (3.45 \pm 0.1)\text{N}$ 改为: $F =$

(2) $l = (1700 \pm 100)\text{km}$ 改为: $m =$

(3) $I = (3.745 \times 10^{-2} \pm 5.67 \times 10^{-4})\text{A}$ 改为: $I =$

(4) $R = (37564 \pm 40)\Omega$ 改为: $R =$

(5) $d = (10.435 \pm 0.01)\text{cm}$ 改为: $d =$

(6) $R = 12345.6 \pm 4 \times 10\Omega$ 改为: $R =$

(7) $I = 5.354 \times 10^4 \pm 0.045 \times 10^3 \text{mA}$ 改为: $I =$

(8) $L = 10.1 \pm 0.095\text{m}$ 改为: $L =$

12. 用分度值为 0.01mm 的千分尺(示值误差为 0.004mm), 测量某物体的长度 6 次, 测量值分别为 14.298mm、14.290mm、14.278mm、14.288mm、14.285mm、14.293mm, 求算术平均值、A 类不确定度、B 类不确定度、合成不确定度并写出测量结果表达式。

【230】长度和物体密度的测量

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

I 长度的测量

[实验目的]

1. _____;
2. _____。

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 游标卡尺主要由_____和_____组成。可用来测物体的_____、_____、_____、_____。
2. 游标上有_____个分格它的总长度与主尺上_____个分格的总长度相等，设 a 表示主尺上一个分格的长度， b 表示游标上一个分格的长度，则 a 、 b 之间存在的关系_____。游标上每个分格的长度 b 和主尺上每个分格的长度差值 $\delta =$ _____，差值 δ 称游标卡尺的最小读数，即_____。
3. 常用的游标有 10 分度，20 分度和 50 分度三种，其分度值分别为 _____mm，_____mm 和 _____mm。还有一种测角度的游标称为角游标。
4. 螺旋测微计(千分尺)是利用精密螺旋_____原理来测量精度精确到 0.01mm 的精度，螺旋测微计在固定套管上有一条和测微螺杆轴线平行的水平线，水平线两侧交错地刻有毫米刻度线和半毫米刻度线。对于 50 分度的螺旋测微计，测微螺杆的螺距为 0.5mm，微分筒上刻有 50 个分格，微分筒每转一个分格，测微螺杆

沿轴线方向移动____mm，读数时可估读到_____mm。

[实验内容及步骤]

预习遇到的问题：

[数据表格及处理]

1. 测量空心圆柱体的外径、内径、深和高

(1) 将测量数据填入表中，并计算各测量值的算术平均值和不确定度

单位：mm

次数 内容	1	2	3	4	5	平均
外径 D_1						
ΔD_1						
内径 D_2						
ΔD_2						
高 H_1						
ΔH_1						
深 H_2						
ΔH_2						

(2) 测量值的修正

$$D_1 = \overline{D}_1 - D_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}, \quad D_2 = \overline{D}_2 - D_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$$

$$H_1 = \overline{H}_1 - D_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}, \quad H_2 = \overline{H}_2 - D_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$$

(3) 测量结果

$$\overline{D}_1 \pm u(x) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}, \quad E = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

$$\overline{D}_2 \pm u(x) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}, \quad E = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

$$\overline{H}_1 \pm u(x) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}, \quad E = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

$$\overline{H}_2 \pm u(x) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}, \quad E = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

2. 测钢球和金属丝的直径

钢球直径 D (mm)						$\overline{D} =$
金属丝直径 d (mm)						$\overline{d} =$

(1) 测量值的修正

$$D = \overline{D} - D_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}, \quad d = \overline{d} - d_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$$

(3) 测量结果

$$\overline{D} \pm u(D) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}, \quad E = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

$$\overline{d} \pm u(d) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}, \quad E = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

[思考题]

1. 试确定下列几种游标卡尺的分度值，并将结果填入表中

主尺最小分格值 (mm)	1	1	1	1	1
游标分度数 (格数)	10	10	20	20	50
与游标分度数对应的主尺读数 (mm)	9	19	19	39	49
游标卡尺的分度值 (mm)					

II 物体密度的测定

[实验目的]

1. _____;
2. _____;
3. _____。

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 测定规则物体的密度—直接测量法:

设物体的直径 d 、高度 h 、质量为 m 的钢圆柱体的体积是 $V = \frac{1}{4}\pi d^2 h$ ，其密度为 $\rho = \frac{m}{V} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2. 测不规则固体的密度—液体静力称衡法:

物体的质量为 m ，体积为 V ，则其密 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ ，测定 m 及 V 就可以得到 ρ 。本实验用物理天平测 m ，用液体静力称衡法间接地解决 V 的测量问题。对于测定不规则物体的密度，常用这种方法。

如果不计空气的浮力，物体在空气中的重量 $W = mg$ 与它浸在液体中的视重 $W_1 = m_1 g$ 之差即为它在液体中的所受的 $F = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

m 和 m_1 是该物体在空气中及全部浸入液体中称衡时相应的天平砝码质量。根据阿基米德原理，物体在液体中所受的浮力等于它所排开液体的重量，即

$F = \underline{\hspace{2cm}}$ ，式中 ρ_0 是 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，在物体全部浸入

液体中时， V 是排开液体的体积，即物体的体积。密度测量公式为：

$\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

在实验中液体用水， ρ_0 即水的密度（不同温度下水的密度见附录 2.2 表）

[实验内容及步骤]

1. 调整物理天平

2. 测量规则物体钢圆柱体的密度

3. 测不规则物体铜圆柱体的密度

预习遇到的问题:

[数据表格及处理]

测钢圆柱体的密度:

1. 将测量数据填入表中, 并计算各量的算数平均值、不确定度和相对不确定度

读数 次数 \ 项目	d (mm)	h (mm)	m (g)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
平均	$\bar{d} =$	$\bar{h} =$	$m =$

2. 测量值的修正

$$d = \bar{d} - d_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}, \quad h = \bar{h} - h_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$$

3. 测量结果

$$m \pm u_B(m) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$$

$$\bar{d} \pm u_A(\bar{d}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$$

$$\bar{h} \pm u_A(\bar{h}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$$

$$\rho = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g/cm}^3$$

$$u_\rho = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho}{\partial m}\right)^2 u_B^2(m) + \left(\frac{\partial \rho}{\partial h}\right)^2 u_A^2(\bar{h}) + \left(\frac{\partial \rho}{\partial d}\right)^2 u_A^2(\bar{d})},$$

$$= \underline{\hspace{2cm}}$$

$$= \underline{\hspace{2cm}} \text{ g/cm}^3$$

$$E_r = \frac{u_\rho}{\rho} \% = \underline{\hspace{2cm}} \% = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

$$\rho \pm u_\rho = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g/cm}^3$$

4. 计算不规则物体密度，并求其相对误差

$$\rho = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g/cm}^3$$

$$E = \frac{(m + m_1) \Delta m}{m(m - m_1)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$= \underline{\hspace{2cm}} \%$$

$$\rho \pm \Delta \rho = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g/cm}^3$$

[思考题]

- 1 如果天平两臂不准确相等，应如何称量物体的质量，就可以消除它对测量结果的影响？

[实验体会与收获]

[指导教师意见]

长度和物体密度的测量

原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____仪器编号_____

[数据表格]

1. 用游标卡尺测量空心圆柱体的外径、内径、深和高,各测五次。

游标卡尺的分度值 δ =_____mm, 零点读数 D_0 =_____mm .

游标卡尺的仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$ = _____mm .

读数 次数 \ 项目	外径 D_1 (mm)	内径 D_2 (mm)	高 H_1 (mm)	深 H_2 (mm)
1				
2				
3				
4				
5				

2. 用螺旋测微计测量小钢球和金属丝的直径,在不同部位测五次。

千分尺的分度值 δ =_____mm., 零点读数 D_0 =_____mm .

千分尺的仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$ = _____mm .

钢球直径 D (mm)					
金属丝直径 d (mm)					

3. 测量钢圆柱体的密度 (规则)

天平的分度值=_____g .

游标卡尺的分度值=_____mm，零点读数 h_0 =_____mm .

螺旋测微计的分度值=_____mm，零点读数 D_0 =_____mm .

<div>读数 次数</div> <div>项目</div>	d (mm)	h (mm)	m (g)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

4. 测不规则物体铜圆柱体的密度

水温： T =_____

m_1 (g)	
m_2 (g)	

指导教师签字：

日 期：

【230】示波器的使用

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

[实验目的]

1. _____;
2. _____;
3. _____。

[实验仪器]

_____。

[实验原理摘要]

1. 示波器有各种不同的型号,但所有的示波器主要结构由_____、_____、_____、_____和_____组成。
2. 示波管的结构主要包括_____、_____和_____三部分。
3. 用示波器显示正弦波形的原理是在 Y 轴偏转板上加_____电压,同时在 X 轴偏转板上加_____电压,则在荧光屏上看到_____波形。
4. 只有 X 、 Y 轴偏转板上的电压周期_____,荧光屏上才可显示出一个稳定的波形,这种关系称为同步,此时锯齿波的周期 T_x 与输入信号的周期 T_y 必须满足_____。
5. 实际上, T_y 由待测电压决定, T_x 由示波器内锯齿波发生器决定的,两者完全独立,互不相关,因此在技术上难以将两个独立产生的电压周期调节成准确的整数倍。解决的办法是_____,实现“同步”,这一过程称为“整步”。
6. 若把示波器旋钮置于合成 **X-Y** 处,此时 CH1 信号和 CH2 信号就会分别作用于 X 轴偏转板和 Y 轴偏转板上,荧光屏就会显示_____。如果 CH1 信号 CH2 信号都为_____,且满足 CH1 信号的频率 f_x 与 CH2 信号的频率 f_y 的比值为_____,荧光屏就显示一个稳定的封闭图形,此图形叫做李萨如图形。

7. 李萨如图形可用来测量未知频率。 f_x 和 f_y 分别为 CH1 信号的频率和 CH2 信号的频率， N_x 代表 X 方向的切线与图形相切的切点数， N_y 代表 Y 方向的切线与图形相切的切点数，则有_____， f_y =_____。

8. 实验中的注意事项：_____

[实验原理图]

画出示波器波形的原理图。

[实验内容及步骤]

预习遇到的问题：

[数据表格及处理]

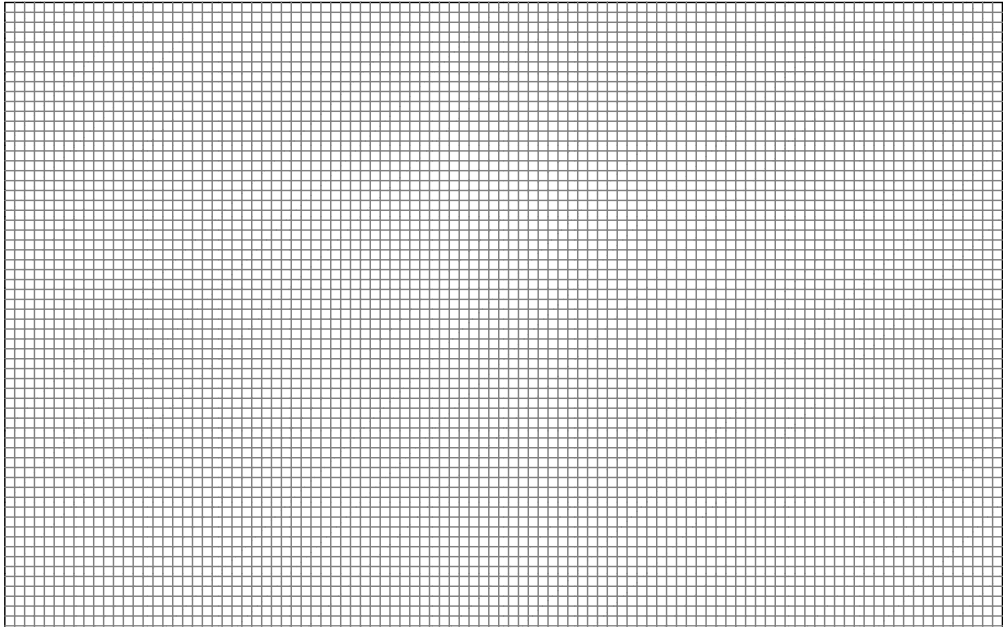
1. 测量正弦波的电压和周期

频率（Hz）	峰峰值格数	VOLTS/DIV	周期格数	SEC/DIV	U_{P-P} （V）	T （ms）
100						
500						
1000						

2. 李萨如图形测定 f_x 信号的频率

$f_y:f_x$	2:1	1:1	1:2	1:3	2:3
f_y	100 Hz				
f_x 实验值					

画出李萨如图形：



[思考题]

- 1.示波器显示稳定波形的条件是什么？
- 2.什么是李萨如图？形成的条件是什么？

示波器的使用

原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____仪器编号_____

[数据表格]

1. 测量正弦波的电压和周期

频率 (Hz)	峰峰值格数	VOLTS/DIV	周期格数	SEC/DIV	U_{P-P} (V)	T (ms)
100						
500						
1000						

2. 用李萨如图形测定正弦信号的频率

频率表仪器误差 $\Delta_{\text{仪}} =$ _____

$f_y : f_x$	2:1	1:1	1:2	1:3	2:3
f_y (Hz)	100 Hz				
李萨如图形					
f_x (Hz) 实验值					

指导教师签字:

日期:

【230】直流电桥测电阻

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

I 惠斯登电桥

[实验目的]

1. _____;
2. _____;
3. _____。

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 在惠斯登电桥的原理图中，电阻_____、_____、_____、_____称为电桥臂，其中 R_x 称为_____， R_3 称为_____， R_1 和 R_2 称为_____。
2. 电桥线路中，对角 A 和 C 之间接_____，对角 B 和 D 之间连接_____。所谓“桥”是指_____，当 B、D 两点之间的电位相等时，检流计中_____，这时电桥达到了_____。
3. 由欧姆定律可知，电桥的平衡条件为 $R_x =$ _____。
4. 在用电桥测量电阻的实际操作中，一般先选定_____的数值，再调节比较臂上的_____就可以使电桥达到平衡。
5. 电桥的灵敏度 $S =$ _____。
6. 本实验中电桥是采用_____方法进行测电阻的仪器。
7. 本实验中采用 u_2 作为 R_x 测量结果的不确定度， $u_2 =$ _____。
8. 实验中注意事项：

画出惠斯登电桥原理图：

[实验内容及步骤]

预习遇到的问题：

[数据表格及处理]

1. 万用电表粗测电阻数据

R_{x1}/Ω	R_{x2}/Ω	R_{x3}/Ω

2. 计算不确定度 $u_2 = \Delta_{\text{仪}} = \pm a\% \left(\frac{R_N}{10} + R_{\text{测}} \right)$

电阻	倍率	准确度等级 a	基准值 R_N/Ω	R_3/Ω	R_x/Ω	u_2/Ω
R_{x1}						
R_{x2}						
R_{x3}						

结 果: $R_{x1} \pm u(R_{x1}) =$ _____

$$E_r = \frac{u(R_{x1})}{R_{x1}} \times 100\% =$$

$$R_{x2} \pm u(R_{x2}) =$$

$$E_r = \frac{u(R_{x2})}{R_{x2}} \times 100\% =$$

$$R_{x3} \pm u(R_{x3}) =$$

$$E_r = \frac{u(R_{x3})}{R_{x3}} \times 100\% =$$

[思考题]

1. 单臂电桥适合于测量多大阻值的电阻? 能读几位有效数字?
2. 当电桥达到平衡后, 将检流计与电源互换位置, 电桥是否仍保持平衡? 证明之(用公式证明)。

II 双臂电桥

[实验目的]

1. _____;
2. _____。

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 为了消除_____电阻和接点处_____对测量结果的影响，被测电阻 R_x 和标准比较臂电阻 R_n 都应接成_____电阻。
2. 双臂电桥的平衡条件为： $R_x =$ _____。
3. 测量时，调节 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_n 使_____指零，这时电桥达到平衡。
4. 导体的电阻率公式 $\rho =$ _____。
5. 实验中注意事项_____。

画出双臂电桥原理图：

[实验内容及步骤]

预习遇到的问题： _____

[数据表格及处理]

1. 单臂电桥粗测金属丝的电阻值

金属丝	倍率	R_3/Ω	R_x/Ω
铜			
铁			

2. 金属丝的电阻值与不确定度 $u(R)$

金属丝	倍率	量程/ Ω	准确度等级 a	R_n/Ω	R_x/Ω	$u(R)=\text{量程} \times a\% / \Omega$
铜						
铁						

3. 金属丝直径 \bar{d} 与不确定度 $u_B(d)=\frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}}=$ _____mm

测量次数	1	2	3	4	5	\bar{d}/mm	$u_A(d)/\text{mm}$	$u(d)/\text{mm}$
铜丝 d/mm								
铁丝 d/mm								

结 果:

$$\bar{d}_{\text{铜}} \pm u_{\text{铜}}(d) = \text{_____ mm}, \quad L_{\text{铜测}} \pm u_{\text{铜}}(L) = \text{_____ mm}$$

$$\bar{d}_{\text{铁}} \pm u_{\text{铁}}(d) = \text{_____ mm}, \quad L_{\text{铁测}} \pm u_{\text{铁}}(L) = \text{_____ mm}$$

4. 计算金属丝的电阻率与不确定度

$$E_r = \frac{u(\rho)}{\rho} \times 100\% = \sqrt{\left[\frac{u(R)}{R}\right]^2 + \left[\frac{2u(d)}{\bar{d}}\right]^2 + \left[\frac{u(L)}{L}\right]^2} \times 100\%$$

$$\rho_{\text{铜}} = \text{_____} = \text{_____} = \text{_____} \Omega \cdot \text{m}$$

$$E_{r\text{铜}} = \text{_____} = \text{_____}$$

$$u_{\text{铜}}(\rho) = \text{_____} = \text{_____}$$

$$\rho_{\text{铜}} \pm u_{\text{铜}}(\rho) = \text{_____} \Omega \cdot \text{m}$$

$$\rho_{\text{铁}} = \text{_____} = \text{_____} = \text{_____} \Omega \cdot \text{m}$$

$$E_{r\text{铁}} = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$u_{\text{铁}}(\rho) = \underline{\hspace{10em}} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$\rho_{\text{铁}} \pm u_{\text{铁}}(\rho) = \underline{\hspace{10em}} \Omega \cdot \text{m}$$

[思考题]

1. 双臂电桥与单臂电桥有哪些异同？

电桥测电阻

原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____仪器编号_____

I 惠斯登电桥

[数据表格]

1. 万用电表粗测 R_{x1} , R_{x2} , R_{x3}

R_{x1}/Ω	R_{x2}/Ω	R_{x3}/Ω

2. 箱式单臂电桥精确测量电阻 R_{x1} , R_{x2} , R_{x3}

电阻	倍率	准确度等级 a	基准值 R_N/Ω	R_3/Ω	R_x/Ω
R_{x1}					
R_{x2}					
R_{x3}					

II 双臂电桥

1. 单臂电桥粗测铜丝、铁丝的电阻值

金属丝	倍率	R_3/Ω	R_x/Ω
铜			
铁			

2. 双臂电桥精确测量金属丝的电阻值 米尺分度值_____mm, 误差 $\Delta_{\text{仪}} =$ _____mm

金属丝	倍率	量程 $/\Omega$	准确度等级 a	R_N/Ω	R_x/Ω	长度 L/mm
铜						
铁						

3. 测量金属丝的直径 千分尺分度值_____mm, 误差 $\Delta_{\text{仪}} =$ _____mm, 零点读数_____mm

次数	1	2	3	4	5
铜丝 d/mm					
铁丝 d/mm					

教师签字:

日期:

【232】铁磁材料的磁滞回线测定

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

[实验目的]

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 铁磁材料具有独特的磁化性质。铁磁物质是一种性能特异，用途广泛的材料。其特征是在外磁场作用下能被_____磁化，故磁导率 μ 很高。另一特征是_____，即磁化场作用停止后，铁磁质仍保留磁化状态，图 5-2 为铁磁物质磁感应强度 B 与磁化场强度 H 之间的关系曲线。铁磁材料磁滞回线形成即是_____

2. 磁化曲线和磁滞回线是铁磁材料分类和选用的主要依据。软磁材料的磁滞回线_____，矫顽力_____、剩磁_____。硬磁材料的磁滞回线_____，矫顽力_____、剩磁_____，可以用来制造_____。

3. 由铁磁材料磁滞回线可以看出：

(1) 当 $H=0$ 时， $B \neq 0$ ，铁磁材料_____一定值的磁感强度 B_r ，通常称为_____。

(2) 要消除 B_r ，必须加一个_____， H_D 叫作_____。

(3) H 上升到某一值和下降到同一数值时，铁磁材料内的 B 值并不相同，即磁化过程

与_____有关。

(4) 通常用起始磁化曲线按 $\mu=B/H$ 定义铁磁材料的_____，由于 B 和 H 不是_____关系，所以铁磁材料的 μ 不是_____。

(5) 为在示波器上显示出磁滞回线，必须将正比于样品中磁场强度 H 的电压 U_x 输入到_____端，同时将正比于样品中磁感强度 B 的电压 U_y 输入到_____端，这样在荧光屏上就会得到样品的 $B-H$ 曲线。

(6) 磁场强度的测量公式 $H=_____$ ，磁感强度的测量公式为 $B=_____$ 。

4. 实验中注意事项：

[实验内容及步骤]

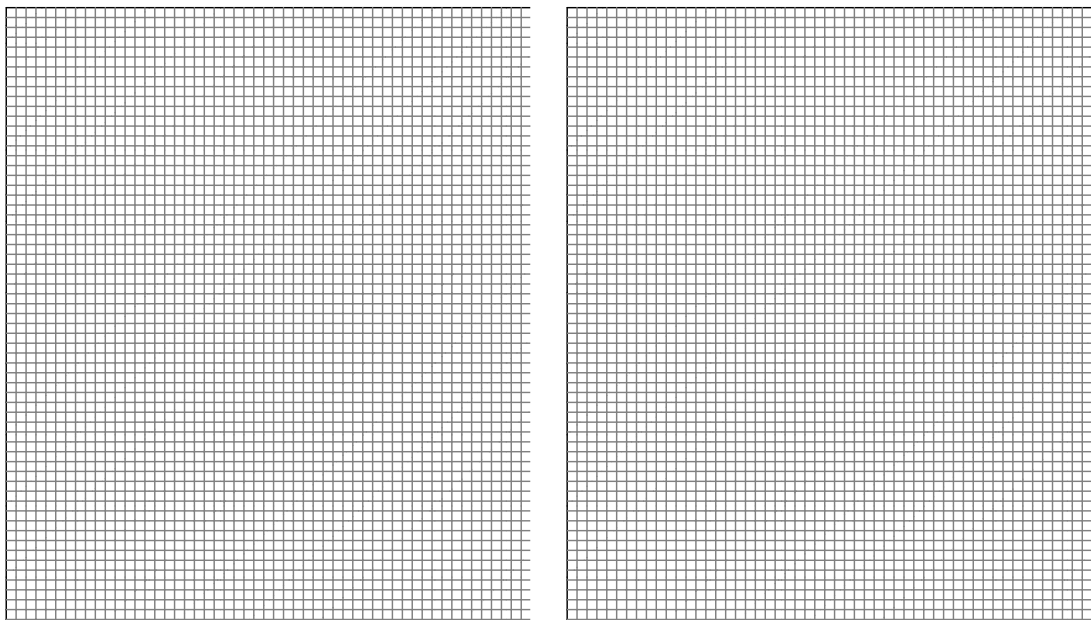
预习遇到的问题： _____

[数据表格及处理]

1. 计算出相应的 B 和 H ， μ ，画出基本磁化曲线和 $\mu\sim H$ 曲线.

U/V	0.5	0.9	1.2	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
U_H/V								
U_B/V								
B/T								
$H/A\cdot m^{-1}$								
$\mu/N\cdot A^{-2}$								

2. 利用原始数据记录表格 1 的数据在坐标纸上作基本磁化曲线与 μ - H 曲线



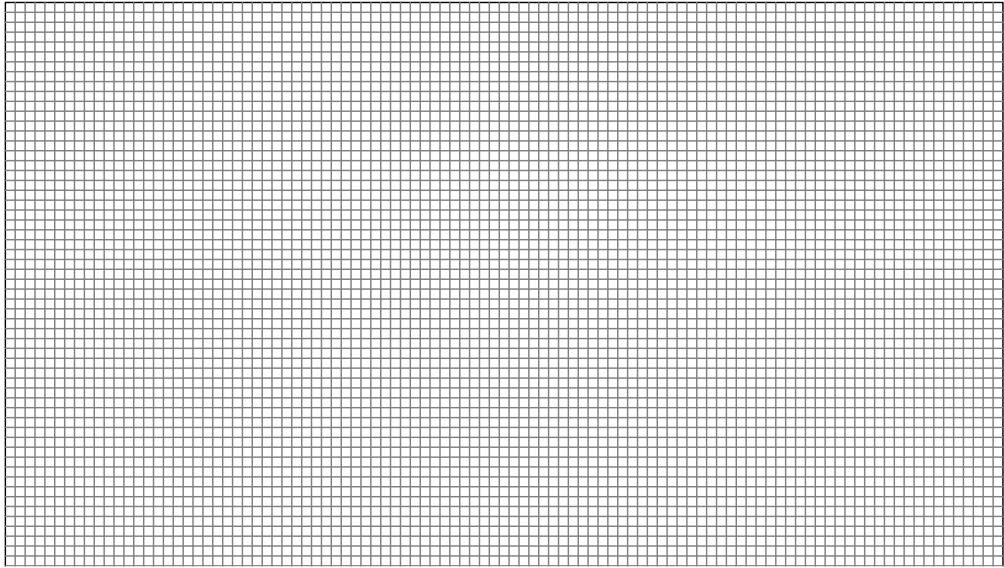
3. $U=3.0V$ ，计算出相应的 H 、 B 、 H_D 、 B_r

$H_D=$ _____= $_____$ =_____A/m

$B_r=$ _____= $_____$ =_____T

U_H/V	U_B/V	$-U_H/V$	$-U_B/V$	U_{HD}/V	$-U_H/V$	U_{Br}/V	$-U_{Br}/V$
$H/A\cdot m^{-1}$	B/T	$-H/A\cdot m^{-1}$	$-B/T$	$H_D/A\cdot m^{-1}$	$\frac{-H_D}{A\cdot m^{-1}}$	B_r/T	$-B_r/T$

4. 利用原始数据记录表格 2 的数据在坐标纸上作 $U=3.0$ 时的磁滞回线，即 $B-H$ 曲线。



[思考题]

1. 什么是磁滞现象？

2. 什么是基本磁化曲线？什么是磁滞回线？

铁磁材料的磁滞回线测定

原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____仪器编号_____

[数据表格]

1. $\mu-H$ 曲线

U/V	0.5	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
U_H/mV									
U_B/mV									

2. $U=3.0V$

U_H/mV	U_B/mV	$-U_H/mV$	$-U_B/mV$	U_{HD}/mV	$-U_{HD}/mV$	U_{Br}/mV	$-U_{Br}/mV$

指导教师签字:

日 期:

【232】声速的测量

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

[实验目的]

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 声波是一种在弹性介质中传播的_____。本实验的主要任务是测量超声波在空气中的传播速度。声速的测量公式 $v =$ _____。需要测量声波的_____和_____。

2. 压电陶瓷换能器，它可将交变电压转换成_____，同样，也可将_____转换成电信号。

3. 共振干涉（驻波）法

用共振干涉干涉法测波长时，当移动_____达到声波的某个干涉共振位置时，示波器上出现了_____，继续移动_____，当再次出现_____时，则两次相邻干涉共振位置之间的距离（ S_1 和 S_2 之间的距离） L 为_____，发射波和反射波叠加干涉而形成驻波，驻波方程

$Y =$ _____。

4. 声速从发射器 S_1 经过_____到达接收器 S_2 ，则发射面和接受面之间产生_____。相位比较法就是将 S_1 和 S_2 的_____信号，分别输入示波器_____轴和_____轴输入端，在示波器荧光屏上显示出_____图形来。当 S_1 和 S_2 的间距每变化一个_____，就会重复出现同样_____的直线，

位相差公式为 $\Delta\varphi =$ _____

5. 实验中注意事项:

_____。

[实验原理图]

1. 共振干涉法和相位比较法原理图。

[实验内容及步骤]

预习遇到的问题: _____

[数据表格及处理]

1. 压电陶瓷换能器系统最佳工作频率 $f =$ _____ (kHz)

2. 共振干涉法测量波长

n	1	2	3	4	5	6
L_i/mm						

$$\bar{\lambda}_{\text{共振}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ mm}$$

$$= \underline{\hspace{4cm}} \text{ mm} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ mm}$$

$$v_{\text{共振}} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ m/s}$$

3. 相位比较法测量波长

n	1	2	3	4	5	6
L_i/mm						

$$\bar{\lambda}_{\text{相位}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ mm}$$

$$= \underline{\hspace{4cm}} \text{ mm} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ mm}$$

$$v_{\text{相位}} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ m/s}$$

4. 测量结束时测出室温 $t^{\circ}\text{C}$ ，实验测得的声速值与公认值比较计算其百分误差.

$$E_1 = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$E_2 = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

5. 计算不确定度（选取共振法或相位比较法的任意一组数据处理 $n = 3$ ）

$$u_A(\lambda) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{n(n-1)}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$= \underline{\hspace{4cm}} \text{ mm}$$

$$u_B(\lambda) = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ mm}$$

$$u(\lambda) = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ mm}$$

$$u(f) = u_B(f) = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ Hz}$$

$$u(\bar{v}) = \bar{v} \cdot \sqrt{\left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{u(f)}{f}\right)^2} = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} \text{ m/s}$$

结 果: $v = \bar{v} \pm u(\bar{v}) = \underline{\hspace{4cm}}$

$$E_r = \frac{u(\bar{v})}{\bar{v}} \times 100\% = \underline{\hspace{4cm}}$$

[思考题]

1. 本实验中用了哪几种方法测量声速?

2. 形成驻波的条件是什么?

3. 准确测量谐振频率的目的是什么?

4. 系统为什么要在换能器的共振状态下测量空气中的声速?

声速的测定

原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____仪器编号_____

[数据表格]

室温 $t =$ _____ $^{\circ}\text{C}$

1. 测量压电陶瓷换能器系统最佳工作频率

频率表分度值_____kHz, 仪器误差 $\Delta_{\text{仪}} =$ _____kHz

最佳工作频率 $f =$ _____ (kHz)

2. 共振干涉法测量波长 游标卡尺分度值_____mm, 仪器误差 $\Delta_{\text{仪}} =$ _____mm

n	1	2	3	4	5	6
L_i /mm						

3. 相位比较法测量波长

n	1	2	3	4	5	6
L_i /mm						

指导教师签字:

日 期:

【232】伏安特性的测量

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

[实验目的]

1. _____
2. _____
3. _____

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 伏安特性曲线是通过电子元件的_____随着加在元件两端的_____的变化关系曲线，线性元件的伏安特性曲线为_____，非线性元件的伏安特性曲线为_____。
2. 本实验采用_____方法测量电阻，电阻的计算公式 $R=$ _____。
3. 用伏安法测电阻有_____和_____两种线路连接方法。
4. 线性电阻测量时，当_____时，电流表内外接法误差相等；当_____时，采用电流表内接电路方法误差小；当_____时，采用电流表外接电路方法误差小。
5. 采用作图法求线性电阻的优点是_____。
6. 二极管是常见的_____元件，具有_____的特性。
7. 实验中的注意事项：
 - (1) 电压表和电流表测量前必须选择合适量程，当 4 位“0”同时闪烁时为超量程使用，请重新选择合适量程。
 - (2) 实验时二极管正向电流不得超过 20mA。
8. 下图为线性电阻电路图和二极管电路接线图

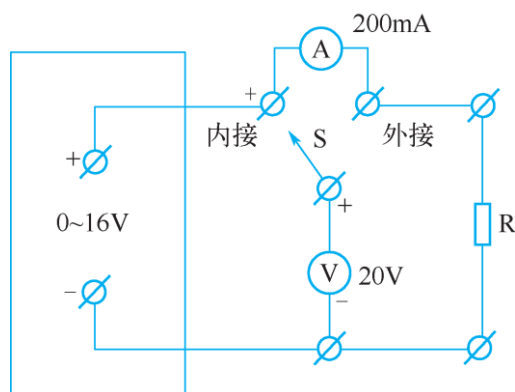


图 1 线性电阻电路接线图

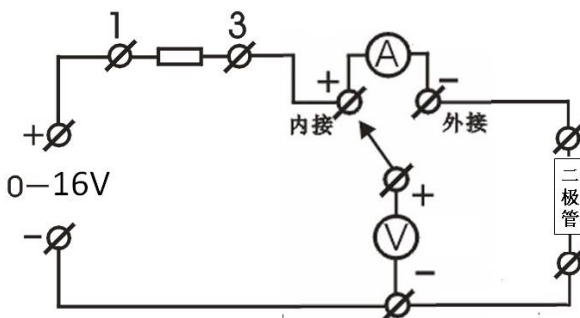


图 2 二极管接线图

电压表量程	2V	20V
电压表内阻	3MΩ	3MΩ
电压表精度	0.2%	0.2%

电流表量程	2mA	20mA	200mA
电流表内阻	100Ω	10Ω	1Ω
电流表精度	0.5%	0.5%	0.5%

[实验内容及步骤]

1. 用电流表内、外接法的测电阻

(1) 将节点 1 和 3 之间的变阻器设置为 200Ω ，根据图 1 接好线路，选择好电压表和电流表量程。

(2) 选择电压为 $10V$ ，用电流表内接法和外接法各测一次，记下相应的电流值，填入表 1。

2. 测线绕电阻的伏安特性曲线

(1) 分别选择 $1k\Omega$ 和 $10k\Omega$ 的线性电阻，根据图 1 接好线路，选择并记录电压表和电流表量程。

(2) 根据电阻的阻值和电流表以及电压表的内阻，选取接入误差小的电路，接通电源。

(3) 根据表 2 和表 3 中的电压值，记下相应的电流值，测十组数据。

3. 二极管的正向伏安特性曲线

(1) 二极管在正向导通时，呈现的电阻值较小，故采用误差小的电流表外接法。

(2) 按图 2 接好线路，节点 1 和 3 之间的变阻器设置为 700Ω ，选择并记录电压表和电流表量程。

(3) 根据表 4 的电压值，记下相应的电流值，二极管正向电流不得超过 $20mA$ 。

4. 二极管的反向伏安特性曲线

(1) 二极管在反向导通时，呈现的电阻值较大，故采用误差小的电流表内接法。

(2) 按图 2 接好线路，节点 1 和 3 之间的变阻器设置为 700Ω ，选择并记录电压表和

电流表量程。

(3) 根据表 5 的电压值，记下相应的电流值，二极管反向电压不得超过 7V。

预习遇到的问题：_____

[数据表格及处理]

1. 用伏安法测电阻

(1) 线性电阻 $R=200\Omega$

电 表	电压表示值	电流表示值
电流表内接法		
电流表外接法		

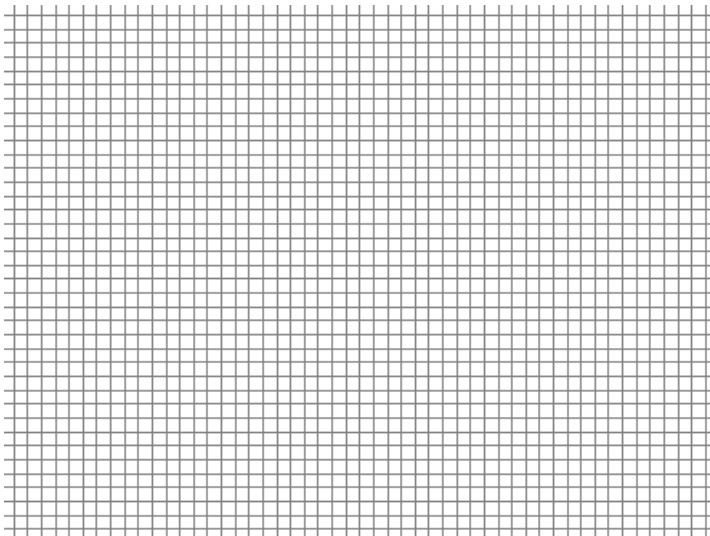
(2) 根据测量数据的计算结果分析哪种电路方法误差较小

$E_{\text{内}} = \frac{R_A}{R_x} = \text{_____} \% \quad E_{\text{外}} = \frac{-R_x}{R_x + R_V} = \text{_____} = \text{_____} \%$

2. 线性电阻 $R_1=1\text{ K}\Omega$

U/V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I/mA										

(1) 作伏安特性曲线图并计算 R_x

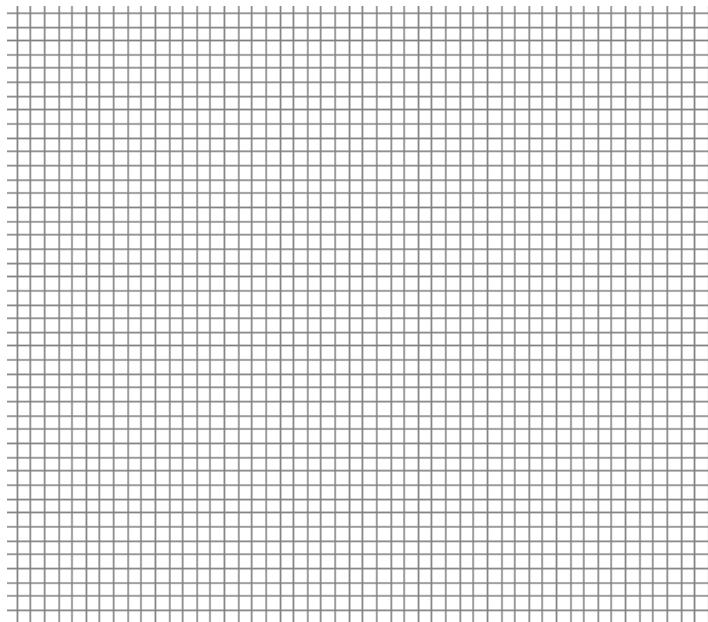


$R_x = \text{_____}$

3. 线性电阻 $R_2=10\text{ K}\Omega$

U/V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I/mA										

(1) 作伏安特性曲线图并计算 R_x



$R_x =$ _____

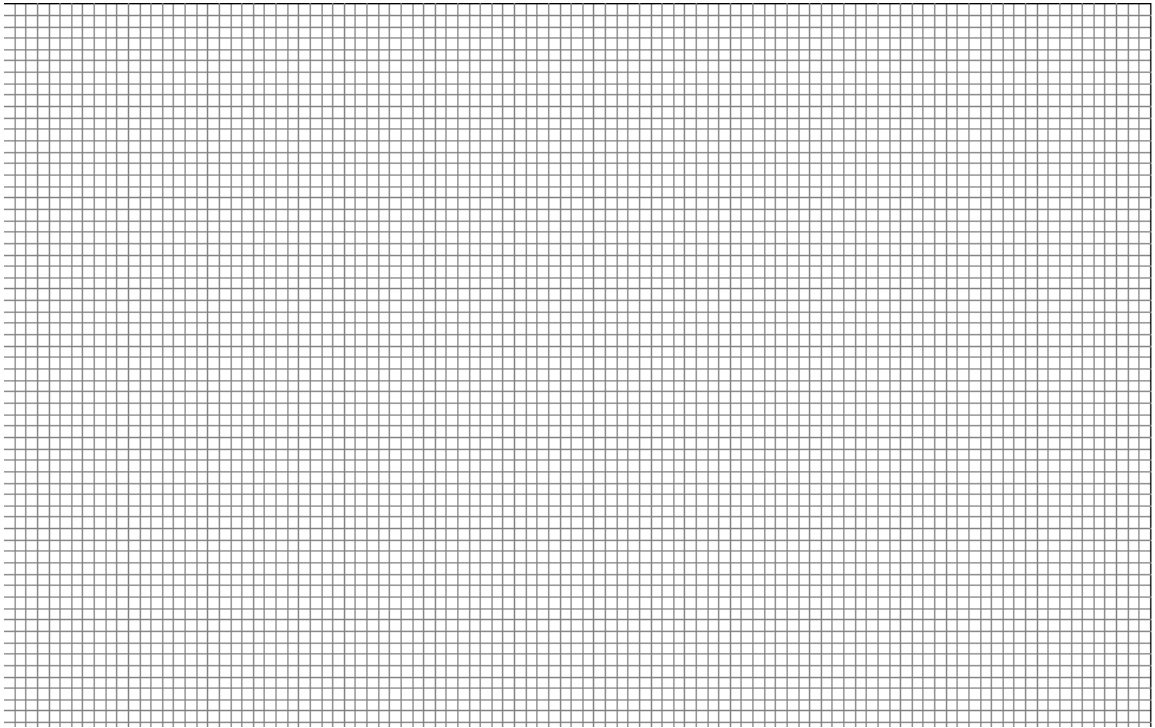
4. 非线性电阻（晶体二极管 2CW56）

二极管正向：

U/V	0.10	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69
I/mA										

二极管反向：

U/V	1	2	3	4	5	6	7
I/mA							



[思考题]

1. 为什么测二极管正向特性和反向特性的线路不一样？
2. 用作图法求电阻有什么优点？

伏安特性的测量 原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____仪器编号_____

[数据表格]

1. 电流表内、外接的测量数据（表1）

电 表	电流表示值	电压表示值
电流表内接法		
电流表外接法		

2. 线性电阻

电流表内阻_____电流表量程_____仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$ =_____

电压表内阻_____电压表量程_____仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$ =_____

（1） $R_1=1\text{ K}\Omega$ 的伏安特性数据（表2）

U/V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I/mA										

（2） $R_2=10\text{ K}\Omega$ 的伏安特性数据（表3）

U/V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I/mA										

3. 二极管 2CW56 的正向伏安特性数据（表4）

毫安表量程：_____电压表量程：_____仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$ =_____

U/V	0.10	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69
I/mA										

4. 二极管 2CW56 的反向伏安特性数据（表5）

毫安表量程：_____电压表量程：_____仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$ =_____

U/V	1	2	3	4	5	6	7
$I/\mu\text{A}$							

指导教师签字：

日期：

【236】用霍尔开关测量弹簧的劲度系数

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

[实验目的]

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 伸长法测弹簧劲度系数，胡克定律：_____

测量公式为：_____

2. 振动法测弹簧劲度系数，周期的测量公式为_____

3. 磁敏开关(磁场控制开关)

4. 实验中注意事项：_____

[实验内容及步骤]

预习遇到的问题：_____

[数据表格及处理]

1. 实验数据

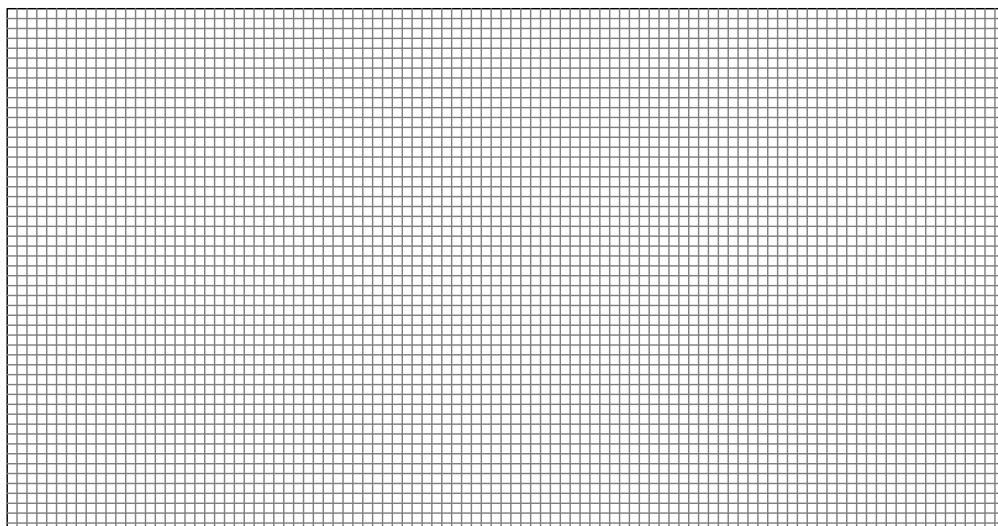
焦利氏秤分度值_____mm，仪器误差 $\Delta_{\text{仪}} =$ _____mm

伸长法				振动法	
M_i/g	Y_i (加砝码)/mm	Y_i (减砝码)/mm	\bar{Y}_i/mm	砝码质量+ 磁块质量 $M=\rule{1cm}{0.4pt}$ g	T/s
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
					$\bar{T} =$

弹簧质量 $M_0 =$ _____g， 弹簧等效质量 $\frac{M_0}{3} =$ _____g

2. 数据处理

方法 1 用伸长法测量弹簧丝劲度系数 根据表中数据作 $\bar{Y}_i - M_i$ 曲线，求出斜率 K'



弹簧劲度系数 $k_{\text{伸长}} = \frac{1}{K'} g =$ _____N/m=_____N/m, $g = \underline{9.8} \text{ m/s}^2$

方法 2 用简谐振动法测量弹簧的劲度系数

$$M = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}, \quad M_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$$

$$k_{\text{振动}} = \frac{4\pi^2 \left(M + \frac{1}{3} M_0 \right)}{T^2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N/m}$$

$$= \underline{\hspace{2cm}} \text{ N/m}$$

求两种方法测量弹簧劲度系数的百分误差 E ($k = 1.63$)。

$$E_{\text{振动}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$E_{\text{振动}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

[思考题]

1. 弹簧振子系统的周期与弹簧本身的质量有无关系？实验中是如何处理的？

用霍尔开关测量弹簧的劲度系数

原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____操作成绩_____

[数据表格]

焦利氏秤分度值_____mm，仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$ =_____mm

伸长法				振动法	
M_i/g	$Y_i(\text{加砝码})/\text{mm}$	$Y_i(\text{减砝码})/\text{mm}$	\bar{Y}_i/mm	砝码质量+ 磁块质量 $M=\text{_____g}$ 弹 簧 质 量 $M_0=\text{_____g}$	T/s
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					$\bar{T} =$
8					
9					
10					

指导教师签字：

日 期：

【236】不良导体导热系数的测定

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

[实验目的]

1. _____
2. _____
3. _____

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 导热系数是描述物质_____性质的物理量，它与材料的结构和杂质的_____有关。实验时采用_____法测量不良导体的导热系数。

2. 傅里叶热传导方程_____

稳态时铜盘散热速率的表达式应修正为： $\lambda =$ _____

3. 简要说明稳态法测量不良导体导热系数的方法

4. 实验中注意事项：_____

[实验内容及步骤]

预习遇到的问题：_____

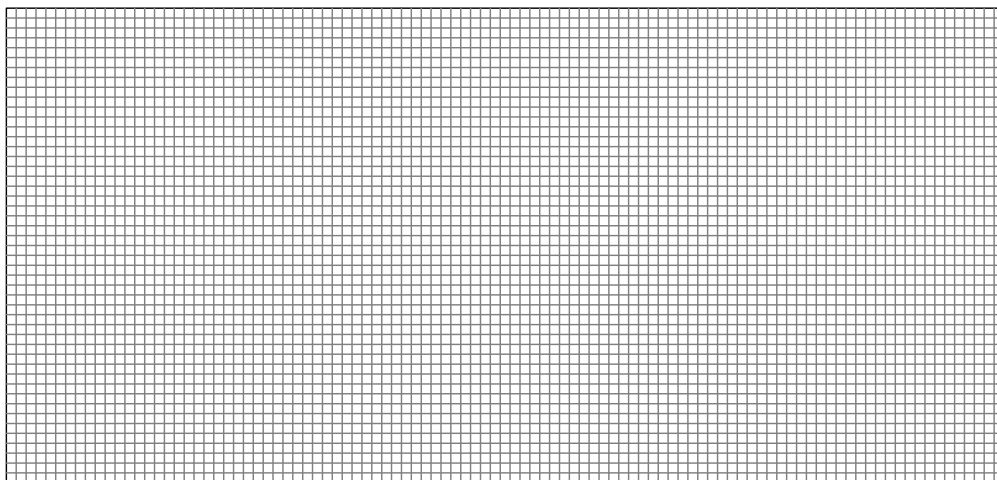
[数据表格及处理]

1. 系统达到动态平衡状态时，加热盘和散热盘的温度示值（每隔 2 分钟）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均值
$T_1(^{\circ}\text{C})$										
$T_2(^{\circ}\text{C})$										

2. 在 T_2 附近每隔 30 秒钟读取数据，画出 $T-t$ 图像并求出降温速率 $\left. \frac{dT}{dt} \right|_{T=T_2}$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	降温速率
$T(^{\circ}\text{C})$											



3. 计算导热率 λ 和不确定度 u_λ 以及 E_λ ($C = 8.8 \times 10^2 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$)

$$\lambda = mC \left. \frac{dT}{dt} \right|_{T=T_2} \cdot \frac{(R_p + 2h_p)}{(2R_p + 2h_p)} \cdot \frac{h_B}{(T_1 - T_2)} \cdot \frac{1}{\pi R_B^2} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$= \underline{\hspace{10cm}} \text{ W/m.k}$$

$$u(\lambda) = \lambda \sqrt{\left(\frac{1}{h_B} \right)^2 u_B^2(h_B) + \left(\frac{2}{R_B} \right)^2 u_B^2(R_B) + \left(\frac{1}{T_1} \right)^2 u_B^2(T_1) + \left(\frac{1}{T_2} \right)^2 u_B^2(T_2) + \left(\frac{4}{h_p} \right)^2 u_B^2(h_p) + \left(\frac{3}{R_p} \right)^2 u_B^2(R_p)}$$

$$u_B(T_1) = u_B(T_2) = \frac{0.1}{\sqrt{3}} \text{ K}, \quad u_B(R_B) = u_B(h_B) = u_B(R_p) = u_B(h_p) = \frac{0.02}{\sqrt{3}} \text{ mm}$$

$$u(\lambda) = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$= \underline{\hspace{10cm}} \text{ W/m.k}$$

结 果: $\lambda \pm u(\lambda) =$ _____

$$E_r = \frac{u(\lambda)}{\lambda} \times 100\% =$$

[思考题]

1. 什么叫稳态导热状态? 如何判定实验达到了稳定导热状态?

不良导体导热系数的测定

原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____仪器编号_____

[数据表格]

1. 散热盘质量 $m_p = 363.22\text{g}$, 半径 $R_p =$ _____mm, 厚度 $h_p =$ _____mm

游标卡尺的分度值_____mm, 零点读数_____mm, 仪器误差 $\Delta_{\text{仪}} =$ _____mm.

样品盘 B	1	2	3	4	5	6	平均值
直径(mm)							
厚度(mm)							

2. 系统达到动态平衡状态时, 加热盘和散热盘的温度示值 (每隔 2 分钟)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$T_1(^{\circ}\text{C})$									
$T_2(^{\circ}\text{C})$									

3. 散热时散热片的温度 T 示值 (每隔 10 秒)

$t(\text{s})$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
$T(^{\circ}\text{C})$												
$t(\text{s})$	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
$T(^{\circ}\text{C})$												
$t(\text{s})$	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360
$T(^{\circ}\text{C})$												
$t(\text{s})$	370	380	390	400	410	420	430	440	450			
$T(^{\circ}\text{C})$												

4. 散热盘在稳态 T_2 附近的数据 (每隔 30 秒)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$T(^{\circ}\text{C})$										

指导教师签字:

日期:

【236】用霍尔元件测磁场

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

[实验目的]

1. _____;
2. _____;
3. _____。

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 霍尔效应是_____，从而导致_____的一种现象。
2. 霍尔电压 U_H =_____, 式中 K_H =_____, 表示_____。
3. 霍尔元件测磁场的公式为 $B =$ _____, 式中 I_H 为标准工作电流 $I_H=1A$, 此时 $B=$ _____。

[实验内容及步骤]

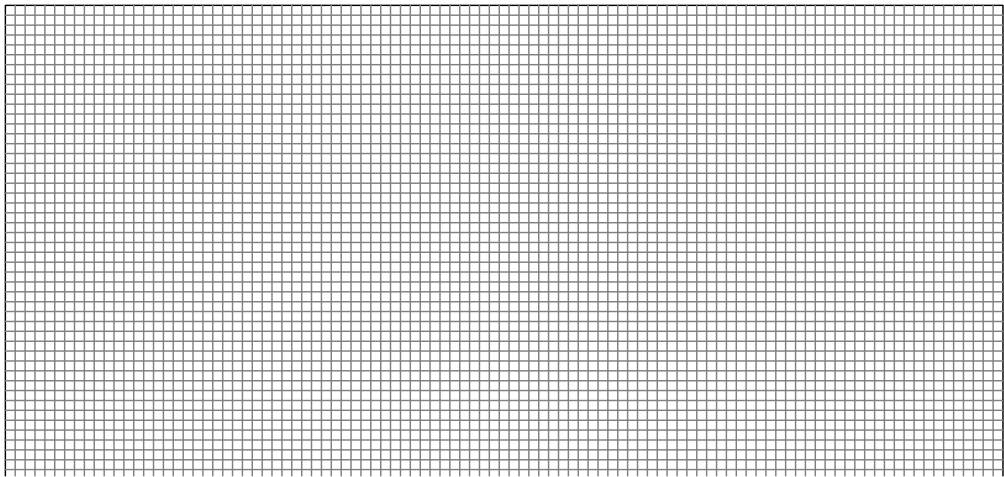
预习遇到的问题: _____

[数据表格及处理]

1. U_H - I_m 数据

I_m/mA	0	50	100	150	200	250	300	350	400	500
U_H/mV										

2. 作出 U_H - I_m 关系曲线，用作图法求出 U_H - I_m 直线的斜率 k



$k = \frac{\Delta U_H}{\Delta I_m} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$

3. 已知 $I_H=1\text{A}$ ，求出集成霍耳传感器的灵敏度 K_H

（忽略边缘效应后 $L=0.2600\text{cm}$ ， $N=3000$ 匝， $\mu_0=4\pi\times 10^{-7}\text{H/m}$ ）

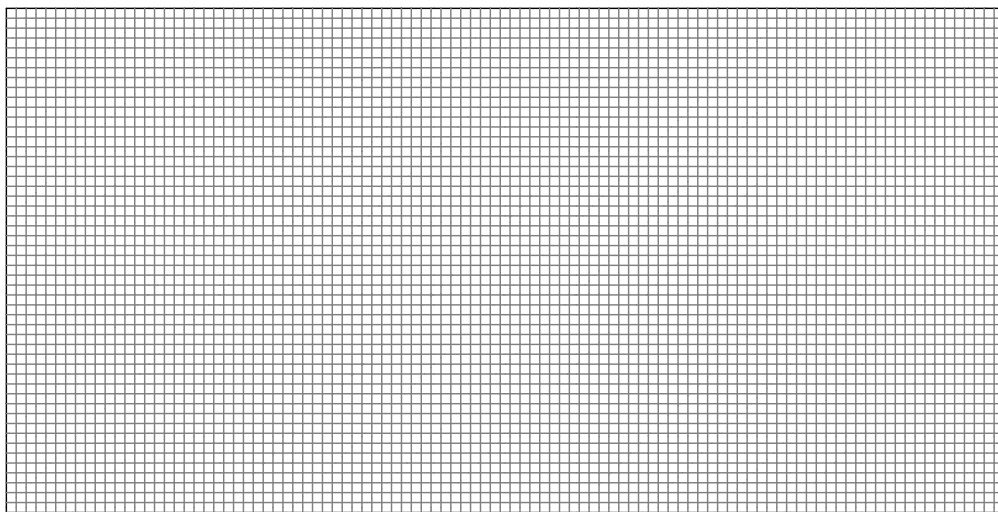
$K_H = \frac{L}{\mu_0 N I_H} \cdot \frac{\Delta U_H}{\Delta I_m} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$

4. 根据测量数据和式（5-40） $B=U_H/K_H$ ，计算出 $\overline{U_H}$ 和 B 。

X/cm	30.00	29.50	29.00	28.50	28.00	27.50	27.00	26.50	26.00
$\overline{U_H}/\text{mV}$									
B/T									
X/cm	25.00	24.00	23.00	22.00	21.00	20.00	19.00	18.00	17.00
$\overline{U_H}/\text{mV}$									
B/T									

X/cm	16.00	15.00	14.00	13.00	12.00	11.00	10.00	9.00	8.00
\bar{U}_H/mV									
B/T									
X/cm	7.00	6.00	5.00	4.50	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00
\bar{U}_H/mV									
B/T									
X/cm	1.50	1.00	0.50	0.00					
\bar{U}_H/mV									
B/T									

5. 作出 B - X 关系图，在图上标出可近似为匀强磁场的范围和平均值 \bar{B}_0



$\bar{B}_0 =$ _____

6. 将测量结果 \bar{B}_0 与理论值 B_0 比较

理论值 $B_0 = \mu_0 \frac{N}{L} I_m$ ，验证： $\frac{|B_0 - \bar{B}_0|}{B_0} \times 100\% < 1\%$.

$B_0 =$ _____ $\frac{|B_0 - \bar{B}_0|}{B_0} \times 100\% =$ _____

[思考题]

1. 什么是霍尔效应？霍尔传感器在科研中有何用途？
2. 如何测量霍尔元件的灵敏度？

用霍尔元件测磁场

原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____仪器编号_____

[数据表格]

1. U_H - I_m 数据

I_m/mA	0	50	100	150	200	250	300	350	400
U_H/mV									

2. 测量通电螺线管中的磁场分布

X/cm	30.00	29.50	29.00	28.50	28.00	27.50	27.00	26.50	26.00
U_H/mV									
X/cm	25.00	24.00	23.00	22.00	21.00	20.00	19.00	18.00	17.00
U_H/mV									
X/cm	16.00	15.00	14.00	13.00	12.00	11.00	10.00	9.00	8.00
U_H/mV									
X/cm	7.00	6.00	5.00	4.50	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00
U_H/mV									
X/cm	1.50	1.00	0.50	0.00					
U_H/mV									

指导教师签字:

日 期:

【238】金属线膨胀系数的测量

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

[实验目的]

1. _____;
2. _____;
3. _____。

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 线胀系数 α 的定义是_____。
2. 在实际测量中，由于 Δt 相对比较小，一般地，忽略二次方及以上的小量。只要测得材料在温度 t_1 至 t_0 之间的伸长量 ΔL ，就可以得到在该温度段的平均线膨胀系数 $\bar{\alpha}$ ：

2. 实验过程中，如果在初始温度 t_0 对千分表进行调零，则在温度 t 时测得的千分表读数表示_____。
3. 千分表的量程为_____，分度值为_____。千分表的外圈表盘刻度为_____小格，测量头每移动_____，大指针就偏转一格；当大指针转动_____，小指针随之偏转一格(，表示 0.2mm)。

[实验内容及步骤]

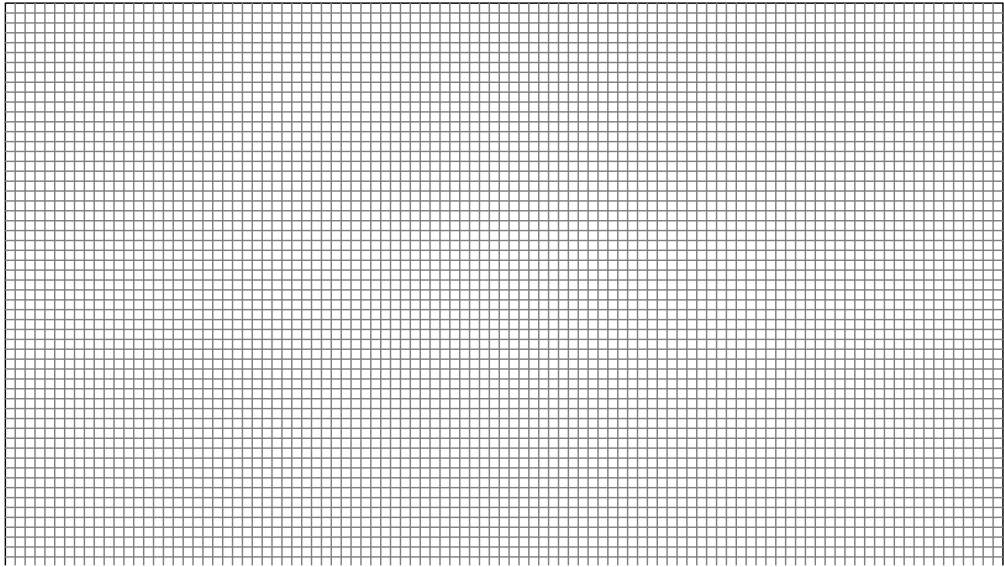
预习遇到的问题：_____

[数据表格及处理]

铝棒样品的加热温度 t 及其千分表读数 L_t

千分表分度值_____mm, 仪器误差 $\Delta_{\text{仪}} =$ _____mm. 铝棒长度 $L_0 =$ _____m

	1	2	3	4	5	6	7
温度 $t / ^\circ\text{C}$	25	30	40	50	60	70	75
千分表读数 $L_t / 10^{-6}\text{m}$							
$L_0 t$							



1. 在坐标纸上画出 $L_t - L_0 t$ 的曲线, 采用最小二乘法进行直线拟合处理, 从直线的斜率可得一定温度范围内的平均线膨胀系数 $\bar{\alpha}_{\text{铝}} =$ _____ ($10^{-6}/^\circ\text{C}$)。

2. 计算百分误差 $E =$ _____ $=$ _____

温度在 $20 \sim 100^\circ\text{C}$ 时, 铝的线膨胀系数的参考值为 $23.38 (10^{-6}/^\circ\text{C})$ 。

[思考题]

1. 该实验的误差来源主要有哪些?
2. 实验中, 千分表是否要先调零? 如果不调零对实验结果是否有影响?

线膨胀系数的测定

原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____仪器编号_____

[数据表格]

铝棒样品的加热温度 t 及其千分表读数 L_t

千分表分度值_____mm, 仪器误差 $\Delta_{\text{仪}} =$ _____mm. 铝棒长度 $L_0 =$ _____m

	1	2	3	4	5	6	7
温度 $t/^\circ\text{C}$	25	30	40	50	60	70	75
千分表读数 $L_t/10^{-6}\text{m}$							

指导教师签字:

日 期:

【238】金属弹性模量的测量

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

I 用拉伸法测量金属丝的杨氏弹性模量

[实验目的]

1. _____;
2. _____;
3. _____。

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 根据胡克定律有：在弹性限度内，物体的拉伸应力（胁强）_____和所产生的拉伸应变（胁变）_____成_____。用公式表示，即为： $E=$ _____, 比例系数 E 称为钢丝的杨氏模量，杨氏弹性模量是_____的重要物理量。

2. 本实验采用_____方法测量微小伸长量。

画出光杠杆的原理图

由光杠杆原理图可知，在 $\Delta L \ll b$ 的情况下， α 角很小， ΔL 很小，所以有_____、
 $\Delta L=$ _____。

因此 E 可表示为_____，将 $S=d^2/4$ 代入，则有 $E=$ _____。 π

3. 本实验应用_____处理数据，其优点是_____。

4. 实验中的注意事项：

[实验内容及步骤]

预习遇到的问题：

[数据表格及处理]

1. $L \pm u(L) =$ _____ m $D \pm u(D) =$ _____ m

$b \pm u(b) =$ _____ m $\bar{d} \pm u(d) = \bar{d} \pm \sqrt{u_A(d)^2 + u_B(d)^2} =$ _____ mm

2. 用逐差法处理标尺读数

每增加四个砝码标尺读数差 N_i/m		$\Delta N = N_i - \bar{N} /\text{m}$	
$N_1 = \bar{n}_4 - \bar{n}_0$		$\Delta N_1 = N_1 - \bar{N} $	
$N_2 = \bar{n}_5 - \bar{n}_1$		$\Delta N_2 = N_2 - \bar{N} $	
$N_3 = \bar{n}_6 - \bar{n}_2$		$\Delta N_3 = N_3 - \bar{N} $	
$N_4 = \bar{n}_7 - \bar{n}_3$		$\Delta N_4 = N_4 - \bar{N} $	
\bar{N}		$u(N) = \sqrt{u_A(N)^2 + u_B(N)^2}$	

$$\bar{N} \pm u(N) = \bar{N} \pm \sqrt{u_A(N)^2 + u_B(N)^2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$$

3. 计算杨氏模量及偏差

$$E = \frac{8FLD}{\pi d^2 b \Delta n} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

注：F 为 4 倍砝码的重力。

$$E_r = \frac{u(E)}{E} = \sqrt{\frac{u(F)^2}{F^2} + \frac{u(L)^2}{L^2} + \frac{u(D)^2}{D^2} + \frac{u(d)^2}{\bar{d}^2} + \frac{u(b)^2}{b^2} + \frac{u(N)^2}{\bar{N}^2}} \times 100\%$$

$$= \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$u(E) = E_r \cdot E = \frac{u(E)}{E} \cdot E = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$E \pm u(E) = \underline{\hspace{2cm}}$$

[思考题]

1. 本实验中必须满足哪些实验条件？

2. 实验中容易产生较大误差的是哪些？

金属弹性模量的测量

原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____仪器编号_____

[数据表格]

1. 长度测量

游标卡尺的分度值_____mm 零点读数_____mm 仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$ = _____mm

千分尺的分度值_____mm 零点读数_____mm 仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$ = _____mm

米尺的分度值_____mm 仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$ _____mm

用米尺测量钢丝长度 L 和镜面到标尺的距离 D

L = _____m D = _____m

游标卡尺测量光杠杆的距离 b = _____mm

螺旋测微计测量钢丝直径 d (mm)

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
直径										

2. 标尺读数记录表格

序号	砝码/kg	标尺读数/cm		
		加力 n_i	减力 n_i'	平均读数 \bar{n}_i
0	0			
1	1			
2	2			
3	3			
4	4			
5	5			
6	6			
7	7			

指导教师签字：

日 期：

【238】弗兰克-赫兹实验

预习成绩_____操作成绩_____报告成绩_____

[实验目的]

1. _____;
2. _____。

[实验仪器]

[实验原理摘要]

1. 弗兰克(J. Franck)和赫兹(G. Hertz)用_____的方法, 把原子从_____激发到_____, 测定原子的激发电位, 直接证明_____。
2. 在充氩的夫兰克-赫兹管中, 第一栅极 G_1 与阴极 K 之间的电压_____约为 1.5V, 其作用是_____。电子由_____出发, 阴极 K 和第二栅极 G_2 之间为_____, 其作用是_____。在板极 A 和第二栅极 G_2 之间加有_____。当电子通过 KG_2 空间进入 G_2A 空间时, 只要能量足够 ($\geq eV_{G_2A}$) 克服反向拒斥电场, 就能到达板极 A 形成电流, 可由微电流计表检出。如果电子在 KG_2 空间与氩原子碰撞, 则会把_____, 而后电子的能量将急剧降低, 以致于通过第二栅极后不足以克服拒斥电场, 从而使达到板极 A 的电子减少, 导致_____。

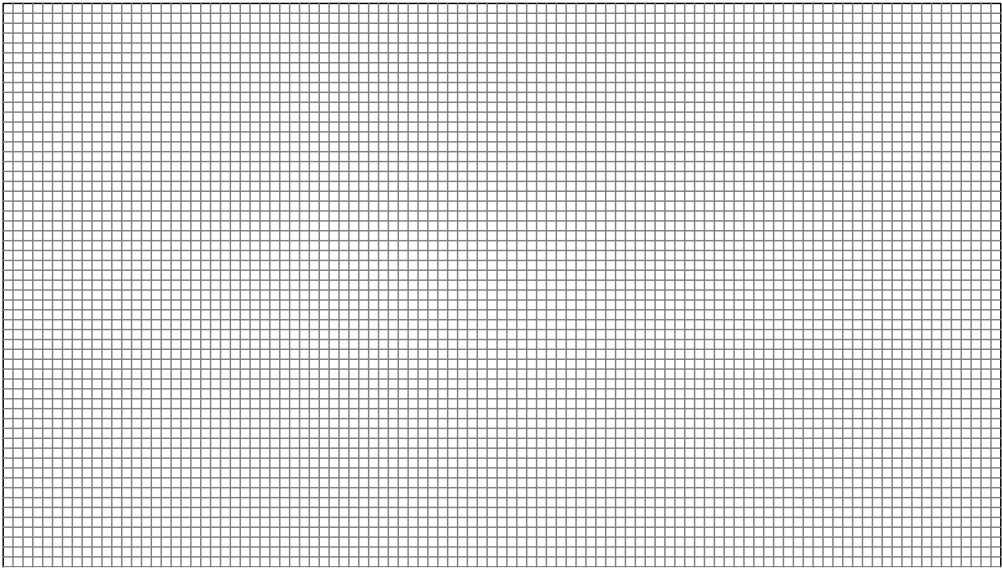
[实验原理图]

3.实验中的注意事项

[实验内容及步骤]

[数据表格及处理]

1. 根据测量数据，用描点作图法画出 $I_A \sim V_{G2K}$ 曲线



2.根据数据找出波峰值。

波峰组	2	3	4	5	6	7
V_{G2K}/V						

从 $I_A \sim V_{G2K}$ 曲线上求出每两个相邻谷（或峰）所对应的 V_{G2K} 之差值 ΔV_{G2K} ，即第一激发电位 V_0 。由于 **K** 和 **G₂** 之间存在接触电位差，所以结果 V_0 应取平均值 \bar{V}_0 。

(3) 氫原子第一激发电位的公认值为 11.6V，将 \bar{V}_0 与其比较并求出相对误差。

3. 计算氫原子的第一激发电势 \bar{V}_0 ：

$$\bar{V}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |(V_{G2K})_{i+1} - (V_{G2K})_i| = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ V}$$

4. 将 \bar{V}_0 与理论值 11.6V 比较，求出百分误差。

$$E = \underline{\hspace{4cm}} = \underline{\hspace{4cm}} \%$$

[思考题]

1. 为什么 $I_A \sim V_{G2K}$ 曲线呈周期性变化？

弗兰克-赫兹实验

原始数据记录

实验日期_____实验组号_____实验地点_____仪器编号_____

[数据表格]

测试条件 V_H =_____, V_{G2A} =_____, V_{G1K} =_____

V_{G2K}/V	I_A/nA	V_{G2K}/V	I_A/nA	V_{G2K}/V	I_A/nA	V_{G2K}/V	I_A/nA
1		24		47		70	
2		25		48		71	
3		26		49		72	
4		27		50		73	
5		28		51		74	
6		29		52		75	
7		30		53		76	
8		31		54		77	
9		32		55		78	
10		33		56		79	
11		34		57		80	
12		35		58		81	
13		36		59		82	
14		37		60		83	
15		38		61		84	
16		39		62		85	
17		40		63		86	
18		41		64		87	
19		42		65		88	
20		43		66		89	
21		44		67		90	
22		45		68			
23		46		69			

指导教师签字:

日期:

成绩记录表

序号	实验名称	预习成绩	操作成绩	报告成绩	备 注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					