大学物理实验 历年回忆卷合集 整理 by @沐梓

V1.1：补充了大部分题目的答案（除了题目描述模糊的）

对部分乱码和错误进行了修正

https://www.bilibili.com/video/BV1NJ411a7LQ ZJU 大物实验绪论（2019）

2015-2016 秋冬

一、填空题（每小题 4 分，共 40 分）

1. 系统误差有确定性（同等条件下不变）、规律性（可以通过实验方法修正）的特点。偶然误差有单峰性（误差小的出现的概率大）、对称性（正负误差出现的概率相同）、有界性（在一定的测量条件下，误差大的出现概率为零）的特点。

2. 大学物理实验中，已经学过的减小误差提高测量精度的方法有多次测量、累加放大、理论修正、补偿法、对称观测法、零示法。

3. 一般情况下，总是在同一条件下对某量进行多次测量，多次测量的目的是减小随机误差，避免粗大误差。

4. 将表头改装成 100mA 的电流表，校准时发现标准表指 100mA 时自制来没有满偏， 则并联电阻值偏大，应将并联电阻减小。

5. 逐差法的优越性是充分利用测量数据，具有对数据取平均的效果、可以绕过一些具有定值的未知量。适用的条件是函数 y 可以写成自变量 x 的多项式、自变量 x 是等间距的。

6. 实验测量结果的完整表达式的三个要求：测得值、不确定度、单位。

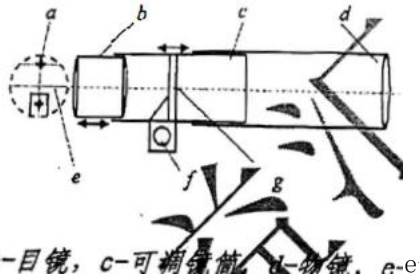
7. 在光学实验中，为了消除或减小空程差，常用的方法有：（1）消除起始位置法、（2）同向转动测量法、（3）正反双向求平均值法、（4）异值处理法

8. 在示波器内部，同步、扫描系统的功能是获得周期性锯齿波电压信号，这种电压信号加在 X 轴（水平）偏转极板上，可使光电匀速地沿 X 方向从左向右做周期性运动。

9. 在光学实验调整过程中视差是一种常见现象。

分光计中消除视差的方法：在分光计目镜前上下晃动眼睛并观察，当眼睛向上移动时，若绿十字像向下移动，则说明绿十字像位置在分划板前面，因此只需将目镜稍微移出来一点即可；反之，……反复多次调节，直至像与标尺之间无相对移动即可完全消除视差。

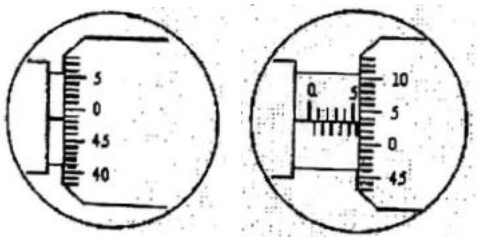
提示：分光计中望远镜原理图如下所示：



（a-亮十字像，b-目镜，c-可调叉丝，d-物镜，e-e-“十”形叉丝，f-电珠，g-叉丝分划板）

它由物镜、目镜、全反射小棱镜和带“十”形叉丝的分划板组成。其中，小棱镜紧贴分划板的一面刻有透光的十字，小灯珠发出的光经小棱镜反射后再经物镜投射到载物平台上的反射镜反射回来的像是一亮十字像。

10.用螺旋测微计测量一颗钢珠的直径，如下图所示，图 a 为螺旋测微计零位示值，其读数为-0.015mm；图 b 为钢珠测量示值，其读数为 5.532mm；钢珠的半径是



二、根据不确定度大小， 写出下列各量的正确表达式(12 分）

1.X = 7.045±0.064(mg)

不确定度应修约成 0.07mg，用这个修约间隔来修约测量结果，得 X=7.04mg。

2.X = $(1.96\times10^{11}\pm5.29\times10^{9})\mathrm{N/m^2}$

不确定度应修约成 $0.06\times10^{11}\ \mathrm{N/m^2}$，用这个修约间隔来修约测量结果，得 $X=1.96\times10^{11}\ \mathrm{N/m^2}$。

3.X = 1.7251km±25m

不确定度应修约成 0.025×10^{3}km，用这个修约间隔来修约测量结果，得 X=1.726km。

4.X = 716350±450（cm）

不确定度应修约成 0.005×10^{3}m，用这个修约间隔来修约测量结果，得 $X=7.164\times10^{3}$m

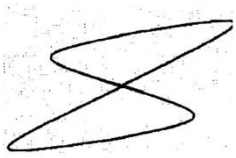
三、求其不确定度的传递式（6 分）

$N=\frac{x}{\sqrt{y+at^2}}$（x，y，t 为变量，a 为常数），求$\frac{\Delta N}{N}$

四、综合题(每小题 10 分，共 30 分)

1.某物理量的测量公式为： $y = l^2mf/d$，某同学测得某种待测样品的长度、质量、直径和频率结果如下：l=80.24±0.04mm,m=305.2±0.3g, d=10.345±0.005mm, f=1020.5±0.6Hz。试求出该物理量的测量值 y±△y。

2.关于示波器



(1)上图为做示波器实验时从示波器荧光屏上观察到的两个相互垂直的点震动合成的李萨如图形，输入信号分别接入 CH1 和 CH2 通道，已知 CH1 通道输入信号频率为 f_1=600.0±0.7Hz，请给出 CH2 通道信号频率 f_2的结果表达式。

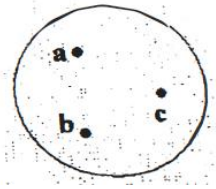
(2)满足什么条件时可以获得稳定的李萨如图形？

(3)用示波器观察 200Hz 正弦电压时，但在荧光屏上看到的波形是一条竖直线，请指出可能的原因。

3.在分光计的调整中：

(1)用什么方法将望远镜调焦至无穷远，请画光路说明。

(2)假如望远镜已经调焦无穷远， 现需要调整望远镜光轴、载物台平面分别与分光计中心转轴垂直，请简述调整步骤，并用图示说明反光板的放置和相应调节方法，如图设载物平台三个可调螺钉为 a,b,c。



五、实验设计（12 分）

请设计一个实验方案， 测量篮球与刚性地面碰撞时的恢复系数，并研究其恢复系数与主要相关参量的关系。方案主要包括实验原理，实验内容，关系研究，误差分析，减小误差措施。提示：碰撞恢复系数 e 的定义：

$$e = \frac{\text{碰后的分离速度}}{\text{碰前的接近速度}} = \frac{v_2' - v_1'}{v_1 - v_2}$$

2017-2018 秋冬部分试题回忆

单选：分光计调节，李萨如图形不稳定调什么，测量仪器选择，亮十字什么状态下载物平台算调节好了

多选：系统误差

填空：考了有效数字修约原则是什么，3σ原则里的 0.683，分光计左右窗读数消除什么误差，游标卡尺最小精度。

大题：有效数字传递。分光计的检验是否水平的光路图和原理。

示波器李萨如图形，Uy 是一个周期内为倒三角形的扫描电压，整个图形是上小下大的 8，画 Ux。第二问给了一个 45 度斜线的图，问为什么是这样。

最后让你任选做过的实验分析利弊，提出改进

2019-2020 回忆卷

一、选择题（20′）

1.多次测量取平均值是为了 减小随机误差

2.乘除时有效数字如何保留 与参与运算的所有数据中有效数字位数最少者一致 教材 P21

3.叉丝模糊时应该调节什么 调节望远镜的目镜调焦螺旋

4.如何使李萨如图形稳定下来 调节信号发生器频率

5.不确定度的 A、B 类分量分别与什么误差对应 随机误差，（未定）系统误差 教材 P13

二、填空题（30′）

1.测量值和真值的偏差总是相同的那一部分，这属于（）误差，可能因素有（）、（）、（）、测量者习惯等 系统；仪器精度不足、实验理论近似、实验装置未校准

2.分光计的组成 望远镜、平行光管、载物平台、读数装置

3.正态分布中$-\sigma<x<+\sigma$的概率是多少，σ值较大时正态曲线的形状 68.3%；较平坦

4.分光计为什么用左右窗读数 消除偏心差

5.分光计实验中自准直法的目的 使望远镜聚焦于无穷远，并使光轴与分光计中心轴垂直

6.示波器实验中没有考虑二极管的导通电阻会导致测量结果偏（ ），这属于（ ）误差，因此实际实验中负载电阻应选用阻值（ ）一点的电阻 大；系统；大

三、简答题（20′）

1.示波器实验中，扫描周期 1ms 波形向左移动，扫描周期 5s 时波形为一条竖直直线并向右移动，解释原因

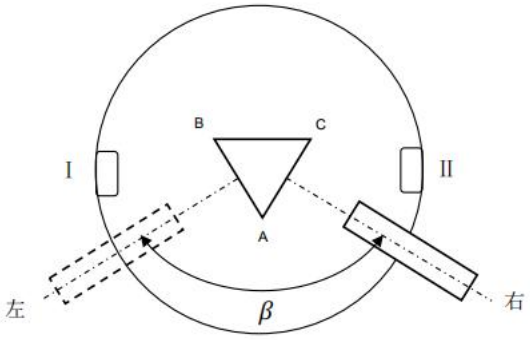
扫描周期为 1ms 时，扫描周期小于信号周期，扫描跟不上信号变化，波形左移

扫描周期为 5s 时，扫描周期过大，信号在扫描期间重复多次，叠加为竖线，且扫描速度慢于信号周期，波形右移

2.用自准直法测量三棱镜顶角，画出示意图和给出计算公式

自准直法：该方法不需要另外的光源。将三棱镜放置在载物台上中心位置，顶角朝向望远镜，并将载物台固定不动。将望远镜转至左侧对准反射面 AB，转动望远镜使得亮十字像位于叉丝的上叉丝处，此时记录游标 I 窗和 II 窗的读数$\varphi_{左1}$和$\varphi_{左2}$；保持三棱镜和载物台固定不动，将望远镜转至右侧对准反射面 AC 时，游标 I 窗和 II 窗的读数分别为$\varphi_{右1}$和$\varphi_{右2}$。

利用公式$\angle A = 180° - \frac{1}{2}(|\varphi_{右1} - \varphi_{左1}| + |\varphi_{右2} - \varphi_{左2}|)$计算三棱镜顶角。



四、问答题（30′）

1.某个星球上测单摆，给出测量的 l 和 T（均含不确定度）以及直尺和毫秒表的允差

（1）写出 g 的测量结果

（2）判断不确定度的主要来源，以及如何在不改变测量条件的情况下提高准确度

- (1) g 的测量结果计算步骤:

  ① 单摆周期公式推导: 由$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, 得$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$;

  ② 计算平均值: $\bar{g} = \frac{4\pi^2\bar{l}}{\bar{T}^2}$ ($\bar{l}$为摆长平均值, $\bar{T}$为周期平均值) ;

  ③ 不确定度计算:

  - 相对不确定度: $\frac{\Delta g}{g} = \sqrt{(\frac{\Delta l}{l})^2 + (2\frac{\Delta T}{T})^2}$ (A 类不确定度: 由 l 和 T 的多次测量数据计算标准偏差; B 类不确定度: 直尺允差$\Delta_{仪,l}$、毫秒表允差$\Delta_{仪,T}$, 合成 B 类不确定度$\Delta l = \sqrt{S_l^2 + \Delta_{仪,l}^2}$, $\Delta T = \sqrt{S_T^2 + \Delta_{仪,T}^2})$;
  - 绝对不确定度: $\Delta g = \bar{g} \cdot \frac{\Delta g}{g}$;

  ④ 结果表达式: $g = \bar{g} \pm \Delta g$ (修约至不确定度末位对齐, 如$9.78 \pm 0.02 m/s^2$) 。

（2）不确定度主要来源及改进方法：

①主要来源：周期 T 的测量误差（因为不确定度传递中 T 的系数为 2，对结果影响更大），其次是摆长 l 的测量误差（如摆长端点判断不准）；

② 改进方法：

周期测量：增加单摆摆动次数 n（如测 50 次全振动时间 t，T=t/n），减小毫秒表计时的相对误差；

摆长测量：多次测量摆长（测摆线长+小球半径），取平均值，减小端点定位误差；

操作规范：保证单摆做小角度摆动（<5°），避免圆锥摆，减小系统误差。

2.给出公式 L=L0（1+α t），以及 8 组 L 和 t 的测量值，要求画出直线图并求出 α 和 L0

2020-2021 秋冬回忆卷

记得带计算器、铅笔、橡皮、直尺
建议透彻理解**分光计**

一、选择题（20′）

1.B 类不确定度和（ ）有关； 系统误差

2.直接测量量的有效数字位数和量具、数据大小哪个有关 都有关；

3.自准直法给了两个图（正面亮十字在下方叉丝上，反面亮十字在上方叉丝上），问平行光筒的光轴与反射镜、反射镜正面、反射镜背面或载物平台转轴哪个垂直；

解析：反射镜正面与望远镜光轴垂直

自准直法中，正面亮十字落在下方叉丝，反面落在上方叉丝，说明反射镜正面已与望远镜光轴垂直，而反面与正面不平行（或载物台未调平），导致反面反射光成像位置偏移；平行光筒光轴是否垂直需额外校准，题干未体现平行光筒相关校准，故核心是反射镜正面与望远镜光轴垂直

4.分光计实验用左右两个视窗读数的目的 消除偏心差

5.3.15 mm 这个值可能是什么仪器测出来的 B

A.刻度尺 B.50 分度卡尺 C.20 分度卡尺 D.10 分度卡尺

二、填空题（30′）

1.已定系统误差的定义以及引起的原因

定义：同等条件下，对同一个待测量多次测量，测量值和真值的偏离总是相同的那一部分。

原因：实验方案和依据的理论公式的不完善；仪器的准确度不够；环境温度和湿度等条件发生变化；测量者的心理和习惯等人为因素。

教材 P5

2.分光计三个垂直分别是什么

① 望远镜光轴与分光计中心轴垂直；② 平行光管光轴与分光计中心轴垂直；③ 载物台平面与分光计中心轴垂直

3.示波器的结构（四部分）

示波管、放大器、扫描与触发同步系统、电源

4.测量/读取示波器的周期的三种方法；

① 光标法(调节示波器光标,直接读取周期数值);② 刻度法(根据 X 轴扫描速度(SEC/DIV)和波形在 X 轴的格数，周期 = 扫描速度 × 格数）；③ 频率法（测量信号频率 f，周期 T=1/f，通过示波器频率测量功能获取）

5.计算角度向弧度的转换（59° 30’±3’ → ）；

答案：1.040±0.001 rad（计算步骤：

- 角度转换：59°30′=59.5°，3′=0.05°；
- 弧度换算：1°=π/180 rad，故 59.5°×(π/180)≈1.040 rad，0.05°×(π/180)≈0.00087 rad≈0.001 rad；
- 结果：1.040±0.001 rad)

6.数据处理的方法（3 种）

列表法、作图法、最小二乘法、逐差法 教材 P23

三、简答题

1.（15′）设计实验，平行光筒+汞灯都坏了，设计实验测量三棱镜顶角。写出测量原理、光路图、测量步骤与测量公式；

采用自准直法，见 2019-2020 卷的简答题

下图与答案无关，放在这里单纯是觉得好玩（



2.（15′）计算不确定度（积商形式）。

3.（20′）作图，得电阻与温度关系。

2021-2022 期末回忆卷

一、选择题

1.亮绿十字像如果在叉丝左右应该调（ ）

载物台的水平调节螺钉 或 望远镜的水平方向微调旋钮

2.多次测量取平均值是为了减小（ ） 随机误差

3.调焦应该先调目镜、物镜还是望远镜（ ）

【注：我认为题干有误，“望远镜”应改为“平行光管”】

解析：

调焦核心顺序：“自内而外，先目视后光学”

（一）望远镜目镜调焦：清晰看见十字叉丝

（二）望远镜物镜调焦：使无穷远物体成像清晰

（三）平行光管调焦：出射平行光

4.如果亮绿十字像在叉丝处说明（ ）

三个垂直：望远镜光轴⊥中心轴、平面镜镜面⊥中心轴、望远镜光轴⊥平面镜镜面

5.李萨如图形实验时如果图形显示为一个运动的椭圆是因为（ ）

原因是两路信号的频率比不为整数比，且频率差较小。

6.测得三棱镜两光学面法线夹角为α，则三棱镜所测得棱角=（ ） 180°－α

7.给一个李萨如图形，给出 fx，求 fy=（ ）

二、填空题

1.示波器屏幕上显示五个正弦图形，要调整为一个正弦图形，应该调节（ ）、（ ）

时间基准 TIME/DIV

触发设置中的触发电平幅值 TRIG LEVEL

2.正态分布 μ ± σ 的概率=（ ）68.3%

3.给了一个量的六个测量值，所以这个值=（ ）（平均值±不确定度）+单位

4.测量过程的四要素是（ ）

被测对象、测量程序、测量准确度、计量单位 教材 P2

5.N=Y/X，Y=平均值±不确定度，X=平均值±不确定度，求 N 的不确定度

6.示波器屏幕上显示为一条水平的亮线，可能原因是（ ）、（ ）、（ ）

解析：

信号输入相关问题：无信号输入或信号断开；信号幅度太小，被噪声淹没；信号为直流或极低频

示波器设置错误：垂直位置调节不当；耦合方式设置错误；时基设置过快

触发系统异常：触发源选择错误；触发电平或触发模式设置不当

三、简答题

考查示波器部分的测量二极管的正向导通电压

画出电路接线图（连线题）写出测量公式

四、计算题

金属圆环，内半径 D1=平均值±不确定度，外半径 D2=平均值±不确定度，高度 h=平均值±不确定度，求圆环体积。

五、实验设计题

用拍频法测量待测音叉的本征频率。 给出实验原理，实验器材，写出实验步骤、测量公式、误差分析。

实验器材：一个标准音叉，一个待测音叉；秒表；音叉锤一个；音叉夹一个（可以改变音叉质量）

拍频法测量音叉频率实验方案

一、实验原理

拍频现象是两个频率相近的声波在空间叠加时产生的一种振幅周期性变化的干涉现象。设两个声波的振动方程分别为：$y_1 = A_1 \cos 2\pi f_1 t$，　$y_2 = A_2 \cos 2\pi f_2 t$

当它们叠加后，合振动为：

$$y = y_1 + y_2 = 2A\cos\left(2\pi\frac{f_1 + f_2}{2}t\right)\cos\left(2\pi\frac{|f_1 - f_2|}{2}t\right)$$

其中 A 为平均振幅。人耳听到的是合振动的包络线，其频率为两频率之差的绝对值。

因此，通过测量拍频 f 拍，在已知一个音叉频率 f0 的前提下，可得待测音叉频率：fx=f0±f 拍。

通过微调音叉质量（附加音叉夹）改变 fx，观察拍频变化即可确定 fx 是大于还是小于 f0，从而确定符号。

二、实验器材

标准音叉（已知频率 f0）

待测音叉

音叉锤

音叉夹（可附加在音叉臂上以改变其有效质量）

秒表（精度 0.01 s）

实验台（避免振动干扰）

三、实验步骤

1.测量不加音叉夹时的拍频

将标准音叉和待测音叉平行固定在实验台上，相距约 30 cm。

用音叉锤同时敲击两个音叉。

仔细聆听拍音，当拍音振幅最大时开始计时，记录 n 个完整拍周期（例如 n=10）所用的时间 t1，重复测量 5 次。

2.判断频率高低

将音叉夹轻轻夹在待测音叉的一个臂上（增加有效质量）。重复敲击，听辨拍频变化：

若拍频增大，说明附加质量后待测音叉频率更远离 f0，因此原来 fx＜f0；

若拍频减小，则原来 fx＞f0

3.测量附加质量后的拍频

记录附加音叉夹后 n 个拍周期的时间 t2，重复测量 5 次。

取下音叉夹，结束测量。

四、测量公式

1.拍频计算：f 拍=n/t。其中 n 为拍周期个数，t 为对应时间

2.待测频率计算：根据步骤二判断符号

◦ 若 $f_x < f_0$：

$$f_x = f_0 - f_{拍1}$$

◦ 若 $f_x > f_0$：

$$f_x = f_0 + f_{拍1}$$

3.验证公式（附加质量后频率变化）：

附加质量后频率降低，设附加质量后待测频率为 fx′，则有：

$$f_x' = f_x\sqrt{\frac{m}{m+\Delta m}} \quad (近似)$$

其中 m 为音叉臂有效质量，Δm 为附加质量。可通过

$$f_{拍2} = |f_0 - f_x'|$$

进行一致性检验

五、误差分析

系统误差：

标准音叉频率误差（通常很小，可忽略）。

音叉夹附加质量可能不对称，导致频率偏移不完全符合理论。

空气阻尼、温度对频率的影响（一般 <0.1%）。

随机误差：

计时误差：人耳判断拍音极值点存在延迟，估计约 ±0.1 s。

测量不确定度：多次测量 t 的标准偏差。

拍频计数误差：对拍周期个数 n 的计数误差。

2023-2024 期末

一、单项选择题(每题 3 分，共 30 分)

1.测量误差分为系统误差和随机误差，下列属于系统误差的是(　　)。D 教材 P5

(A)由于测量仪器没有调整到位而引起的测量误差

(B)由于操作者操作仪器不合理而引起的测量误差

(C)由于多次测量结果的随机性而产生的误差

(D)由于实验所依据的理论和公式的近似性所引起的误差

2.关于测量，以下说法中正确的是（　　）。A 教材 P2

(A)测量最基本的方式是比较，即将被测的未知物理量和预定的标准量进行比较而确定物理量的量值。

(B)为了准确起见，测量中应尽可能多估读几位有效数字。

(C)按测量方式分，测量可分为直接测量、间接测量、简单测量、复杂测量

(D)测量误差可以完全消除。

3.下列关于误差的论述正确的是(　　)。D

(A)仪器允差属于已定系统误差。

(B)仪器零位误差属于未定系统误差。

(C)误差按性质主要分为系统误差、随机误差和相对误差。

(D)实验中采取多次测量的方式来减小随机误差的影响。

4.下列哪一项不是随机误差正态分布的特性:(　　)。B 教材 P5

(A)单峰性　(B)规律性　(C)有界性　(D)对称性

5.以下关于有效数字运算法则的表述中，哪项是错误的?(　　) C 教材 P21

(A)可靠数加减乘除存疑数依然是存疑数。

(B)函数运算的取位方法通过函数计算来确定。

(C)几个数据相加减时，其结果的有效数字位数和参与运算的几个数据中有效数字位数最少者相同。

(D)几个数据相乘除时，其结果的有效数字位数和参与运算的几个数据中有效数字位数最少者相同。

6.某实验中，测量某个物理量，其量值约为 10mm，为了保证测量结果相对误差不大于 0.15%，可选用以下哪种量具进行测量?(　　) C

(A)50 分度游标卡尺，其允差为±0.02mm。

(B)20 分度游标卡尺，其允差为±0.05mm。

(C)螺旋测微器，其允差为±0.004mm。

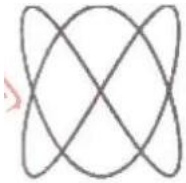
(D)30cm 的钢直尺，其允差为±0.20mm。

7.用螺旋测微器测得一物体的长度，量得多次读数的平均值为 3.54551mm，不确定度为 0.0051mm，零点误差为 0.004mm,则结果表达式为(　　)。A

(A)3.546±0.006mm　(B)3.550±0.006mm

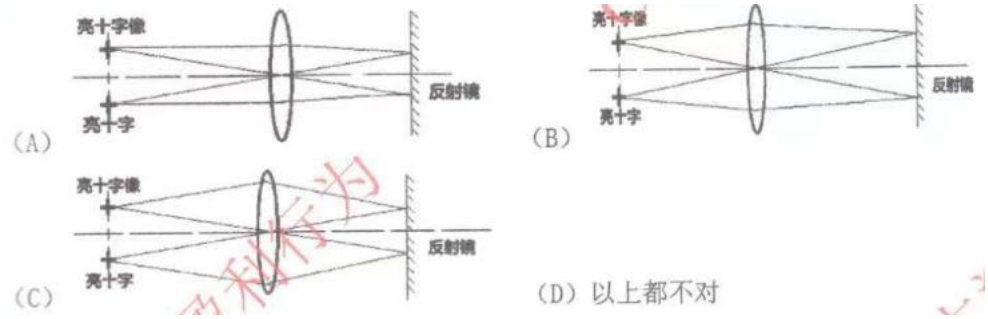
(C)3.546±0.005mm　(D)3.542±0.005mm

8.用李萨如图形测量未知信号的频率时，将未知信号接到示波器的 CH1 通道，信号发生器接到示波器的 CH2 通道；调节信号发生器的频率，调出李萨如图形如下图所示，读出信号发生器的频率为 600.0Hz,则该未知信号的频率为(　　)Hz。 A



(A)400.0　(B)500.0　(C)700.0　(D)900.0

9.望远镜用自准直法可调焦至无穷远，下列哪个自准直光路图是正确的?(　　) C



解析：教材 P235：自准直法的正确光路需满足：亮十字上任意一点发出的光经物镜变为平行光,此平行光由反射镜反射回来,经物镜后所成亮十字像应准确地处在亮十字所在平面上。

10.用作图法处理数据时，为保证精度，通常使坐标纸的最小分格与测量值的(　　)相对应。B

(A)有效数字的最高位　(B)有效数字的最低位

(C)有效数字的最末位　(D)有效位数的次末位

二、填空题(每空 2 分，共 20 分)

1.测量的四要素包含:被测对象、测量程序、_____、_____。

测量准确度；计量单位

2.随机误差正态分布中，σ= $\lim_{n\to\infty}\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\mu)^2}$ 称为正态分布的标准偏差，它表征了测量值的分散程度。σ越大，正态分布会越平坦，测量值的离散程度_____，反映测量的精密度_____。越大；越低

3.量程为 20mA 的电流表，其等级为 1.0，当读数为 5.6mA 时，该测量值的相对误差为_____。

解析：电流表最大允差=量程×精度等级%=20mA×1.0%=0.2mA；相对误差=（最大允差/读数）×100% =（0.2/5.6）×100%≈±3.6%

4.用示波器观察波形，欲在纵向放大图形，应当_____；

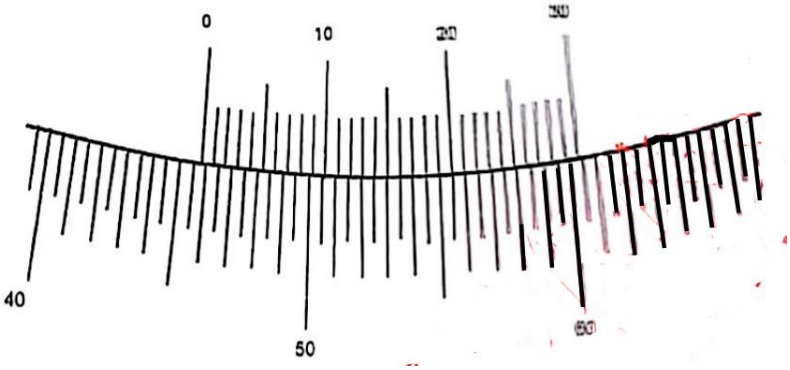
欲减少屏幕上波形个数，应当_____。

增大 Y 轴灵敏度（调节 VOLTS/DIV 旋钮减小分度值）；减小 X 轴扫描速度（调节 SEC/DIV 旋钮增大分度值）

5.若待测量为 M =$Y^3 Z/X^2$,直接测量量分别为 X±ΔX,Y±ΔY,Z±ΔZ,请写出 M 的不确定度表达式ΔM =_____。

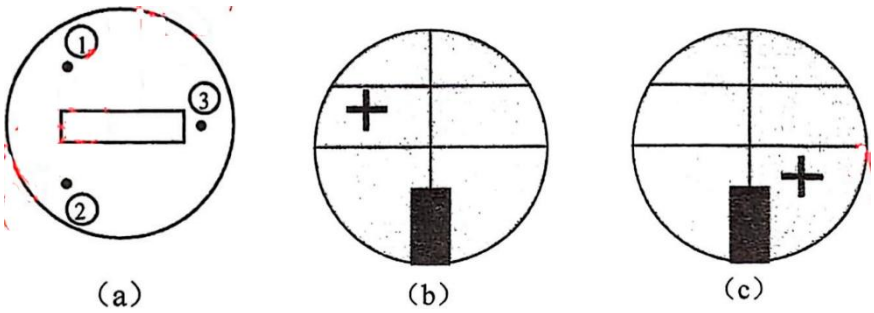
$$\Delta M = M \times \sqrt{(2\Delta X/X)^2 + (3\Delta Y/Y)^2 + (\Delta Z/Z)^2}$$

6.下面分光计角度盘读数为_____。45° 46′



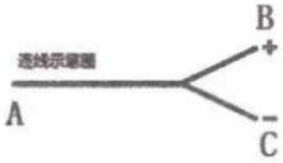
7.对分光计进行粗调之后，将平面镜置于载扬台如下图(a)所示。打开望远镜上的小灯,使平面镜正对望远镜，从望远镜目镜镜筒内观察由望远镜内叉丝分划板上小棱镜通过平面镜反射回来的绿色亮“+”像，如下图(b)所示。如果转动游标盘使载物台旋转 180 度在望远镜目镜内观察到如下图(c)所示。此时要使得(b)(c)图中绿色亮“+”像都落到分划板的上叉丝处，应当_____。

调节载物台螺丝，消除平面镜两面反射像的高度差

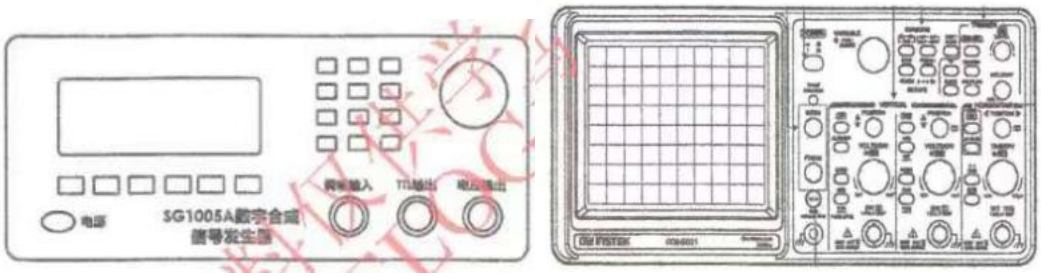


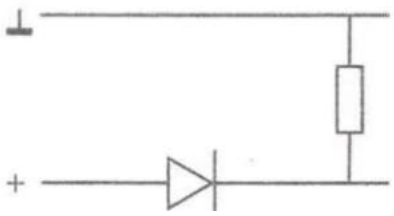
三、简答题(16 分)

用示波器测量二极管正向导通电压。



1.信号发生器和示波器的输出、输入的接口为同轴电缆，同轴连线示意图如右图所示，A 为同轴端(BNC 接口)，B 为同轴内线，C 为同轴外线。请使用若干条同轴连线，完成测量二极管正向导通电压的连线示意图。(4 分)





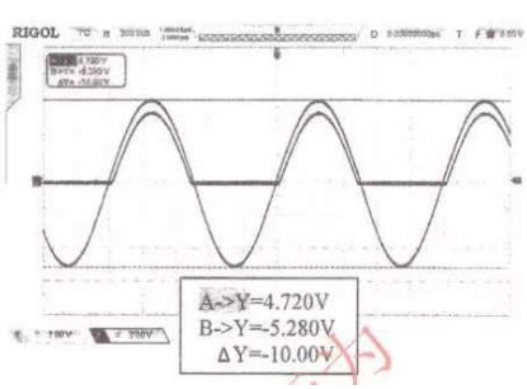
信号发生器输出端（BNC 接口）→ 二极管正极；

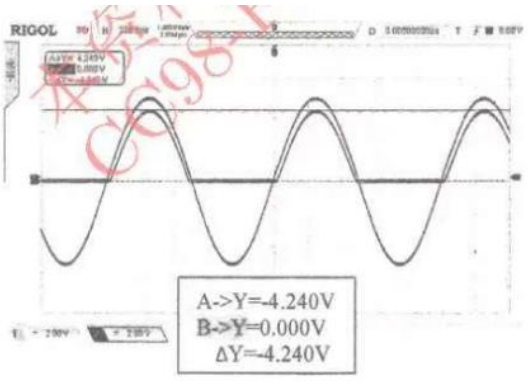
二极管负极→ 示波器 CH1 通道输入端（BNC 接口）；

示波器 CH2 通道输入端接二极管两端（与 CH1 并联，用于对比）；

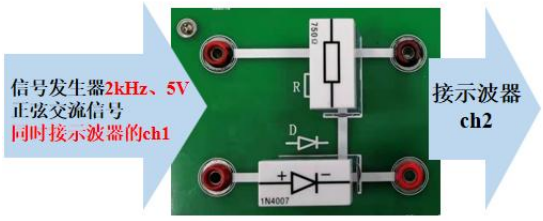
信号发生器、示波器的接地端（同轴外线 C）相互连接，保证共地。

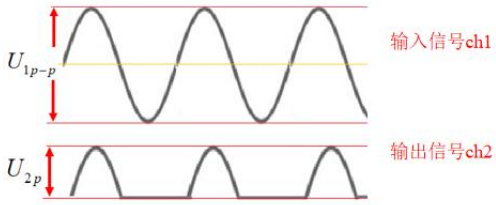
2.用光标法测量双通道的峰峰值电压，示波器显示的测量结果如图所示，请计算二极管的导通电压。(5 分)

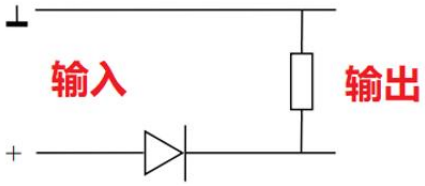


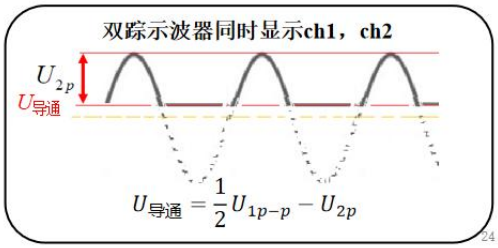


5.3二极管导通电压测量





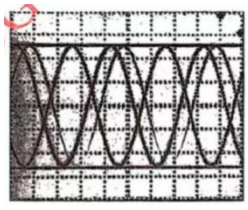




（以上为课件内容）

代入公式得 0.76V

3.若在示波器 CH1 通道输入一正弦信号时，示波器上观察到如下图所示的不稳定波形，是什么原因?应该如何调节?(6 分)



原因：示波器触发未同步，即触发信号未稳定捕捉输入正弦信号的相位，导致波形左右晃动。

调节方法：

调节“触发源”选择 CH1（与输入信号通道一致）；

调节“触发电平”旋钮，使触发信号稳定落在正弦波的上升沿或下降沿；

若仍不稳定，开启“自动触发”模式，或调节“触发耦合”为 AC 耦合，滤除直流干扰。

四、计算题(25 分)

测量细铜线的电阻率和漆包线的长度。

1.已知该细铜线的截面为圆形，使用螺旋测微器测量其截面直径 d,重复测量 8 次得到数据列在下表内。包知螺旋测微器的零点误差为 0.003mm，仪器允差为±0.004mm，求该细铜线的截面直径 d 及其不确定度。(10 分)

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8
d/mm	0.792	0.798	0.803	0.806	0.795	0.788	1.000	0.803

- （1）剔除异常数据：第 7 次测量值 1.000mm 与其他数据偏差过大，视为异常值剔除，剩余 7 组数据：0.792、0.798、0.803、0.806、0.795、0.788、0.803mm；
- （2）修正零点误差：各组数据均减去零点误差 0.003mm，修正后数据：0.789、0.795、0.800、0.803、0.792、0.785、0.800mm；
- （3）计算平均值：
  $\bar{d} = (0.789 + 0.795 + 0.800 + 0.803 + 0.792 + 0.785 + 0.800)/7 \approx 0.795mm;$
- （4）计算 A 类不确定度（标准偏差）：$S_d = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(d_i - \bar{d})^2/(n-1)} \approx 0.006mm;$
- （5）B 类不确定度（仪器允差）：$\Delta_{仪} = 0.004mm;$
- （6）合成不确定度：$\Delta d = \sqrt{S_d^2 + \Delta_{仪}^2} \approx \sqrt{0.006^2 + 0.004^2} \approx 0.007mm$（取一位有效数字为 0.007mm，修约为 0.007mm）；
- （7）结果：$d = 0.795 \pm 0.007mm$（或修约为 0.795±0.007mm）。

2.在室温下，使用高精度电压表与恒流源通过四引线法测量上题中细铜线的电阻 R。电压表测得电压 V 为 0.3340mV，恒流源输出电流为 9.980mA。电压表与恒流源的量程分别头 1mV 与 10mA,其等级均为 0.01 级。该铜线截面积为 S，测得该铜线电压端之间的长度为 L=0.9980+0.0006(m)。已知电阻率计算公式为 p=RS/L 求该铜线在当前温度下的电阻率及其不确定度。(π取 3.142) (10 分)

- (1) 计算电阻 R: $R = V/I = 0.3340mV/9.980mA = 0.03347\Omega$;
- (2) 计算截面积 S: $S = \pi(d/2)^2 = 3.142 \times (0.795 \times 10^{-3}/2)^2 \approx 4.97 \times 10^{-7}m^2$;
- (3) 计算电阻率 ρ: $\rho = RS/L = 0.03347\Omega \times 4.97 \times 10^{-7}m^2/0.9980m \approx 1.67 \times 10^{-8}\Omega \cdot m$;
- (4) 不确定度传递: $\Delta\rho/\rho = \sqrt{(\Delta R/R)^2 + (\Delta S/S)^2 + (\Delta L/L)^2}$;
  - 其中$\Delta R/R = \sqrt{(\Delta V/V)^2 + (\Delta I/I)^2}$, $\Delta V = 1mV \times 0.01$, $\Delta I = 10mA \times 0.01$, 故 $\Delta R/R \approx \sqrt{(1e-7/0.3340e-3)^2 + (1e-6/9.980e-3)^2} \approx 0.0003$;
  - $\Delta S/S = 2\Delta d/d \approx 2 \times 0.007/0.795 \approx 0.0176$;
  - $\Delta L/L = 0.0006/0.9980 \approx 0.0006$;
  - 合成相对不确定度: $\Delta\rho/\rho \approx \sqrt{0.0003^2 + 0.0176^2 + 0.0006^2} \approx 0.0176$;
  - 绝对不确定度: $\Delta\rho \approx 1.67 \times 10^{-8} \times 0.0176 \approx 3.0 \times 10^{-10}\Omega \cdot m$;
- (5) 结果: $\rho = (1.67 \pm 0.03) \times 10^{-8}\Omega \cdot m$

3.有一卷用该规格细铜线制成的漆包线，用万用表测得该卷漆包线两端间的电阻为 R=12 Ω，则估测该卷漆包线的总长度 L 为多少？（5 分）

- 由$\rho = RS/L$变形得$L = RS/\rho$;
- 已知$R = 12\Omega$, $S = 4.97 \times 10^{-7}m^2$, $\rho = 1.67 \times 10^{-8}\Omega \cdot m$;
- 代入得: $L = 12\Omega \times 4.97 \times 10^{-7}m^2/1.67 \times 10^{-8}\Omega \cdot m \approx 357m$ (或近似 360m) 。

五、论述题(10 分)

在本学期你所选做的实验范围内，选择两个你较喜欢的实验，谈谈你的实验体会和建议。

2024-2025 期末

一、选择（30′）

1.50 分度游标卡尺，下列测量结果正确的是（ ）C

A. 38.75　　B. 38.795　　C. 38.76　　D. 38.796

2.仪器允差属于（ ）误差 （未定）系统误差 教材 P5

3.下列说法错误的是（ ） 仪器零点偏移属于未定系统误差 教材 P5

4.随机误差的正态分布不具有什么性质（ ）C

A. 单峰性　　B. 补偿性　　C. 均匀性　　D. 对称性

5.用螺旋测微器测得一物体的长度，量得多次读数的平均值为 3.54551mm，不确定度为 0.0051mm，零点误差为 0.004mm,则结果表达式为( )。

(A)3.546±0.006mm　(B)3.550±0.006mm

(C)3.546±0.005mm　(D)3.542±0.005mm

6.不确定度的产生原因，判断是否正确（ ） 教材 P12

7.电压表量程 5V，准确度 1.0 级，求示值误差（ ） 0.05V

8.要改变示波器垂直通道的量程，要调节（ ）旋钮 VOLTS/DIV

9.用自准直法测三棱镜角度，调节垂直的先后顺序

解析：

（1）调节望远镜光轴垂直于分光计中心轴

（2）调节载物台水平（垂直方向辅助校准）

（3）固定三棱镜并粗调其垂直状态

（4）用自准直法精调光学面垂直。

10、某信号频率 1000Hz，屏幕显示 5 个波形，求扫描电压周期（ ） 5ms

二、填空（20′）

1.服从均匀分布的 B 类不确定度表达式 uB=Δ仪/√3 教材 P14

2.测量结果的调整根据不确定度来修约，修约准则是（ ）测量结果末位与不确定度末位对齐

不确定度最多保留（ ）位有效数字，按照修约规则修约下列质量数据

u=0.1314g

u=0.2209g

3.给了一个斜着的椭圆李萨如图形，垂直通道灵敏度 1V/DIV，CH1 电压正比于 sin1000πt，求 Y 方向电压峰峰值和频率

5.分光计自准直法调节中，如果调整后目镜中分划板已清晰，但是绿十字像模糊，应调节（　　）　物镜

解析：

说明分划板（目镜）与物镜的焦平面未重合，此时应调节 **望远镜的物镜调焦旋钮。**

分划板清晰的本质：

调节目镜旋钮可使分划板成像清晰，此时人眼聚焦于分划板所在平面（望远镜的焦平面）。

绿十字像模糊的原因：

绿十字像由物镜反射形成，若像模糊，说明反射光线经物镜后未准确聚焦在分划板所在的焦平面上，即物镜与分划板的相对位置不当。

6.分光计调整平行光管和望远镜同轴等高时，狭缝要（　）放置，……，狭缝要与叉丝的（　）对齐

竖直放置（或 “垂直于水平面”）

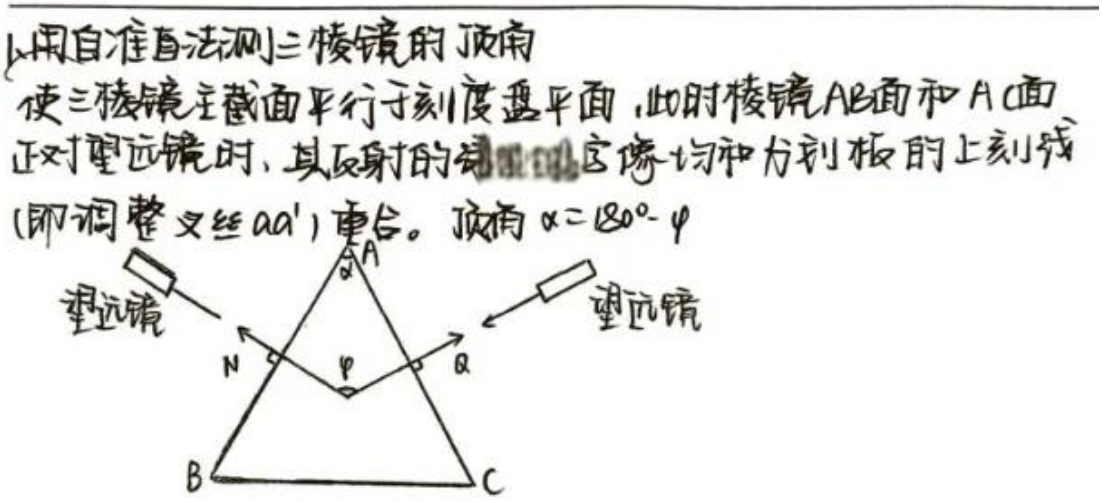
与叉丝的竖直线对齐（或 “垂直叉丝对齐”）

三、简答（20′）

1.（6′）示波器主要功能，并写出三个能直接测量的参数 教材 P160

2.（4′）示波器波形向左移动的原因，要如何调整使波形稳定 教材 P162

3.（6′）画自准直光路图并说明原理



4.给了一个分光镜观察的望远镜中看到的图，问操作不当之处（4）

四、计算（12+8）

1、不确定度$\eta=\frac{2(\rho_s-\rho_L)gr^2}{9v}$，给了除了半径外每个数据的值和不确定度

直径给了6个数据，零点误差和仪器误差

（1）求半径和不确定度

（2）求粘滞系数和不确定度

2、$g=\frac{4\pi^2L}{T^2}, T=2.007\pm0.002s, L=99.83\pm0.02cm$

计算重力加速度的值和不确定度，π取3.142

五、论述（10）

最难的实验和最感兴趣的实验