

《大学物理实验》2011-2012 学年第二学期期末考试试卷

提示: (1) 第一题必做, 第二至七题只能选做其中的五题! 不选的在答题纸上打“x”。

(2) 所有答案均要写在答题纸上, 写在试卷上的答案无效。

一、误差和数据处理的基础知识 (40 分)

1. 指出下列情况属于随机误差还是系统误差。(6 分)

- ① 视差 ② 电源电压不稳定引起的测量值起伏 ③ 电表的接入误差 ④ 雷电影响
⑤ 水银温度计毛细管不均匀 ⑥ 由于实验者在估读数值上的变动性而产生的误差。

随机误差: ① ② ③ ④ ⑤ ⑥

系统误差: ② ③ ④ ⑤ ⑥

2. 从测量条件上, 测量可以分为等精度和不等精度。(2 分)

3. 指出下列各量有几位有效数字。(4 分)

- (1) $L = 0.0290\text{m}$ 3
(2) $E = 0.010\%$ 2
(3) $B = 3.05 \times 10^{-4}\text{T}$ 3
(4) $\nu = 10.27\text{MHz}$ 4

4. 根据测量不确定度和有效数字的有关规则, 改正下列错误。(8 分)

- (1) $t = (15.39 \pm 0.23)\text{s}$ 80 $t = (15.4 \pm 0.2)\text{s}$
(2) $R = 7239.4 \pm 8 \times 10^1 \Omega$ $R = (7.24 \pm 0.08) \times 10^3 \Omega$
(3) $F = 8.4 \times 10^5 \pm 0.6 \times 10^4 \text{N}$ $F = 8.4 \times 10^5 \pm 0.06 \times 10^5 \text{N}$
(4) $280\text{mm} = 28\text{cm}$ 28.0cm

5. 用有效数字运算规则计算下列各式。(4 分)

- (1) $(3.00 \times 10^4 + 1234) \times 1.234$ $(3.00 + 0.12) \times 10^4 = 3.12 \times 10^4$
(2) $\frac{76.00}{40.00 - 2.0}$ 2.0

6. 用最小刻度为毫米的米尺测量一物体的长度, 五次测量数据为 $a_1 = 4.01\text{cm}$, $a_2 = 4.00\text{cm}$

$a_3 = 4.04\text{cm}$, $a_4 = 3.97\text{cm}$, $a_5 = 3.98\text{cm}$ 。求该物体长度的平均值、合成标准不确定度、相对不

定度, 并写出正确的结果。(5 分)

不确定度 $E_x = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} \times 100\%$

考试特别提示: 1. 学生必须按题号顺序答题; 答题时只写答案; 请尽量在一张答题纸内 (正、反) 答题。2. 交卷时, 试卷由任课教师统一收回。3. 学生试卷纸由各系 (教研室、中心) 负责收回, 学校统一销毁。

合成标准不确定度 $\sigma_B = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_C^2} = \dots$

命题教师 实验物理教学部 系/教研室主任审批签名

7. 用流体静力称衡法测固体密度的公式为 $\rho = \frac{m}{m - m_1} \rho_0$ 。若测得 $m = (28.95 \pm 0.02)\text{g}$ 。

$m_1 = (19.05 \pm 0.04)\text{g}$, $\rho_0 = (0.9998 \pm 0.0003)\text{g/cm}^3$, 试计算测量结果。(5 分)

8. 假设有两个物理量 x 和 y , 它们之间存在线性相关关系, 符合一元线性方程 $y = kx + b$ 。实验测得的一组数据如下:

x	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0
y	4.5	9.2	14.7	18.4	21.1	23.6

试利用最小二乘法计算最佳拟合直线的 k 和 b 。(6 分)

二、霍尔效应 (12 分)

$k = \frac{\bar{xy} - \bar{x}\bar{y}}{(\bar{x})^2 - (\bar{x})^2}$ $b = \bar{y} - k\bar{x}$

1. 判断题 (对的打“J”, 错的打“x”) (6 分)

(1) 产生霍尔效应的原因是霍尔片中形成电流的、作定向运动的带电粒子即载流子在磁场中所受到的洛伦兹力作用而产生的。

(2) 在公式 $B = \mu_0 NI (\cos \beta_1 - \cos \beta_2) / 2$ 中, μ_0 为真空介电常数。

(3) K_H 为霍尔元件的灵敏度, 其越小越好。

(4) 在测量霍尔电压时, 只要 K_2 、 K_3 都换向, K_4 就要换向, 以保证电位差计对极性的要求。

(5) 由于对称性, 本实验令 $X_2 = 0$, 只须调节 X_1 从 0 到 14cm 即可。

(6) 根据右手螺旋定则, 从霍尔片工作电流旋到磁感应强度 B 确定的方向为正向, 若测得的霍尔电压为正, 则样品为 P 型, 反之则为 N 型。

填空 (6 分)

1. 螺线管轴线上任意一点的磁感应强度 $B = \mu_0 NI_M (\cos \beta_1 - \cos \beta_2) / 2$, 式中 I_M 为螺线管中电流, 我们在实验中加 I_M 的大小为 500mA (A. 5mA B. 500mA, 二选一), 该电流由 稳压电源 供电。

2. 若已知实验中螺线管单位长度线圈匝数 $N = 111.1 \times 10^2 / \text{m}$, 通以 0.5A 电流, 试计算螺线管中点处磁感应强度的理论值大小 0.0718T (71.8mT)。

现有学生测得螺线管中点处的电压为 $V_1 = 1.176\text{mV}$, $V_2 = 1.180\text{mV}$, $V_3 = 1.136\text{mV}$, $V_4 = 1.140\text{mV}$, 则中点处的磁感应强度实验值的大小为 0.0718T。

(特), 与理论值比较, 其相对不确定度为 0.00%。

($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{H/m}$, $K_H = 330\text{mV/(mA} \cdot \text{KGSS)}$, $1\text{T} = 10^4\text{GS}$)

0069771 165

专业班级 (教学班)

三、测声速 (12 分)

1. 数据处理 (6 分)

用共振干涉法测声速, 在移动接收端 S_2 时测得振幅最大八个位置读数如下, 试利用逐差法处理数据, 并求波长 λ 的平均值。

位置 L	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8
读数 (mm)	15.112	19.304	23.785	28.782	32.927	37.122	41.313	45.459

2. 填空 (6 分)

(1) 超声波接收端 S_2 把声压信号转换成 电压信号, 其与超声源 S_1 两端间的距离为 $k\lambda$ ($k=0, 1, \dots$) 时, 声波在系统 S_1 、 S_2 两端面间形成驻波。

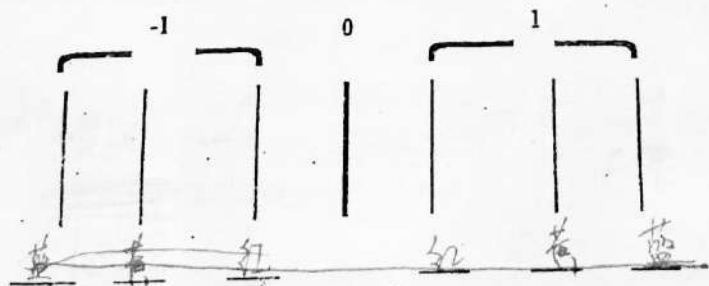
(2) 实验时, 共振干涉法先将信号发生器输出频率调至压电换能器谐振频率 f 附近, 缓慢移动 S_2 , 可在示波器上看到 正弦波 幅度的变化。移动到首次振幅较大处, 再仔细微调 信号发生器频率 使示波器的图形振幅达到最大。

(3) 相位比较法中两个相邻斜率为正的直线之间的位相差为 π , S_2 的位移为 $\lambda/2$ 。
(A. λ B. $\lambda/2$, 二选一)。

四、超声光栅 (12 分)

1. 填图 (3 分)

某同学在实验中观察到的衍射图样如下, 请在衍射条纹下标出该条纹的颜色。



2. 填空 (5 分)

(1) 一束平面超声波在液体中以纵波模式传播, 其 声压 使液体分子的密度产生周期性变化, 形成疏密波。此时, 单色平行光 沿超声波的传播方向 通过, 就会被 衍射, 这一作用称为超声光栅。

课程性质: 必修 ☒、选修 ☐、限修 ☐ 考试形式: 开卷 ☐ 闭卷 ☐

命题教师 实验物理教学部 系/教研室主任审批签名

(2) 用测微目镜进行测量时, 应注意避免测微目镜因改变旋转方向引起的 回程 误差。

(3) 液槽中超声波的波长相当于 光栅常数。

3. 选择 (4 分)

(1) 驻波中, 距离等于声波波长 λ 的任意两点, 液体的密度 C。

A. 沿传播方向增大 B. 沿传播方向减小 C. 相等 D. 不一定

(2) 当平行光通过超声池中液体时, 因液体 C 的周期性变化使光波阵面产生相位差, 经透镜聚焦后出现衍射条纹。

A. 质量 B. 温度 C. 折射率 D. 振幅

(3) 测微目镜测量的数据, 下列读数哪一个是正确的 C。

A. 3.9380nm B. 3.938cm C. 3.938mm D. 3.9380mm

(4) 测量中, 实验时间不宜过长, 原因有 A 和 B。

A. 声速与温度有关 B. 频率计在高频下电路过热影响性能

C. 测微目镜长时间测量精度下降 D. 光源长时间工作不稳定

五、电子荷质比的测定 (12 分)

1. 填空 (8 分)

(1) 在电偏转实验中, 增大加速电压, 电子在荧光屏上的偏转距离将会 减小 (增大、减小、不变)。

(2) 在磁偏转实验中, 增大磁偏转电流, 磁偏转灵敏度将会 增大 (增大、减小、不变)。

(3) 在电聚焦实验中, 假设第一阳极的电势为 V_{A1} , 第二阳极的电势为 V_{A2} , 则电子束在荧光屏的聚焦效果主要决定于 V_{A2} 。

(4) 电子荷质比指的是 电子的电荷与质量的比值, 在本实验中, 利用 偏转法 测定电子荷质比, 测量电子荷质比时, 应将“电子束-荷质比”选择开关拨向 磁偏转 方向。

(5) 在本实验中, 测定电子荷质比时, 若加速电压不变, 螺线管中的励磁电流增加一倍, 则电子运动的螺距 h 为原来的 1/2 倍; 若螺线管中的励磁电流不变, 加速电压增加一倍, 则电子运动的螺距 h 为原来的 2 倍。

2. 判断 (对的打“√”, 错的打“×”) (4 分)

- (1) 在电偏转实验中, 加速电压 $V_a = 600$ 伏时电偏转灵敏度大于 $V_a = 700$ 伏的电偏转灵敏度。
- (2) 测量“电子荷质比”时, 要求先将励磁电流调到零, 然后开启电子束测试仪的电源开关。
- (3) 在磁聚焦实验中, 虽然每个电子在垂直磁场方向做圆周运动的周期未必相同, 但做圆周运动的半径一样大。
- (4) 在磁偏转实验中, 要求学生根据记录的数据, 用作图法求出磁偏转灵敏度。即, 首先在坐标纸上作出 $S-I$ 图 (以偏转距离 S 为横坐标, 磁偏转电流 I 为纵坐标), 然后求出斜率就是磁偏转灵敏度。

六、光纤通信 (12 分)

1. 填空 (8 分)

- (1) 光信号接收器 SPD 是采用半导体光电二极管实现把_____转换成_____, 半导体光电二极管和普通的半导体二极管一样, 都具有一个 $P-N$ 结, 但光电二极管在外形结构方面有它自身的特点, 这主要表现在半导体光电二极管上有一个能让入射光进入其光敏区的_____, 此外, 与普通的二极管不同, 它经常工作在_____偏压状态或_____偏压状态。
- (2) 光纤的理论数值孔径公式为 $NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$, n_1 为_____折射率, n_2 为_____折射率; 光的传输是利用物理学中的_____原理。

2. 判断 (对的打“√”, 错的打“×”) (4 分)

- (1) 光纤通信以光电流作为信息的载体, 以光纤作为传输媒介。
- (2) 本实验中, 反偏压状态下光电二极管短路电流与入射光功率的关系称为光电二极管的光电特性。
- (3) 当输入 LED 信号电流的峰——峰值超过了 LED 电光特性曲线的线性范围, 将会产生非线性失真。
- (4) 在测量 SPD 光电特性实验中, 输入到 SPD 上的光功率是由 LED 输出光功率和输入电流之间的对应关系判断得到。

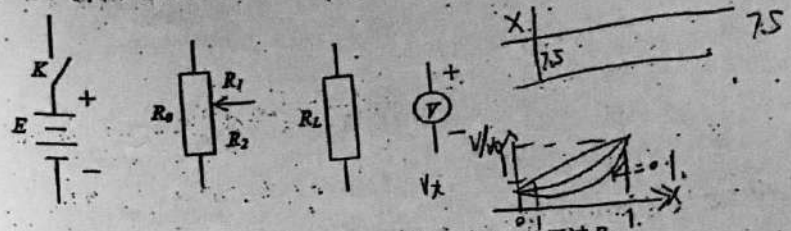
特别提示: 1. 学生必须按题号顺序答题; 答题时只写答案, 请尽量在一张答题纸内 (正、反) 答题。 2. 交卷时试卷与答案分开, 试卷装订时只装订学生答题纸。 3. 学生试卷纸由各系 (教研室、中心) 负责收回, 学校统一装订。 教师注意事项: 1. 主考教师必须于考试一周前将“试卷 A”、“试卷 B”经教研室主任审批签字后送教务科印刷。

命题教师 实验物理教学部 系/教研室主任审批签名

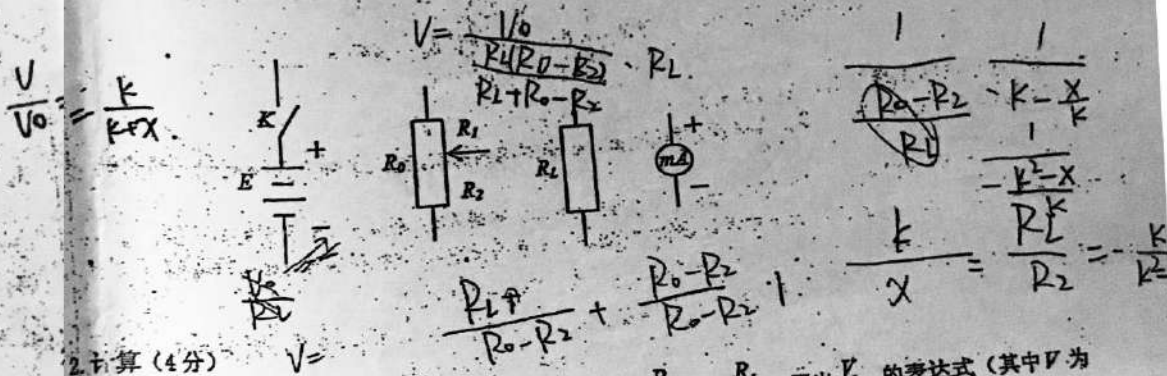
七、电路设计 (12 分)

1. 连接电路图 (共 6 分)

(1) 根据下图画出滑线变阻器的分压特性研究的电路图。要求: R_L 分得滑线变阻器 R_2 两端的电压



(2) 根据下图画出滑线变阻器的限流特性研究的电路图。要求: 回路电流通过 R_L



2. 计算 (4 分)

根据滑线变阻器的分压特性的电路图, 引入参数 $x = \frac{R_2}{R_0}$, $k = \frac{R_L}{R_0}$, 写出 $\frac{V}{V_0}$ 的表达式 (其中 V 为

负载电阻 R_L 两端的电压, V_0 为电源输出电压)。

$$\frac{V}{V_0} = \frac{k}{k+x} = \frac{R_L/R_0}{R_L/R_0 + R_2/R_0}$$

3. 填空 (2 分)

有一个滑线变阻器用作限流的电路, 其负载电阻 $R_L = 600 \Omega$, 可供选择的滑线变阻器有三个, 即 $R_A = 60 \Omega$, $R_B = 600 \Omega$, $R_C = 6000 \Omega$ 。如果要求滑线变阻器对电路电流的调节线性最好, 应选择 600Ω ; 如果要求滑线变阻器对电路电流的调节范围最大, 应选择 6000Ω 。

特别提示: 1. 学生必须按题号顺序答题; 答题时只写答案, 请尽量在一张答题纸内 (正、反) 答题。 2. 交卷时试卷与答案分开, 试卷装订时只装订学生答题纸。 3. 学生试卷纸由各系 (教研室、中心) 负责收回, 学校统一装订。 教师注意事项: 1. 主考教师必须于考试一周前将“试卷 A”、“试卷 B”经教研室主任审批签字后送教务科印刷。