

请将第一、二、三、四题答案写在答题页上

B

2013-2014 第 1 学期《基础物理实验》期末试题

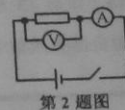
一、单项选择题 (每题 3 分, 共 30 分) (请将答案写在答题页上, 试题页的答案无效)

1. He-Ne 激光器波长的标称值为 $\lambda_{\text{标}}=632.8\text{nm}$, 同学甲测得 $\lambda_{\text{甲}}=(634.0\pm0.2)\text{nm}$, 同学乙测得 $\lambda_{\text{乙}}=(633\pm1)\text{nm}$, 下列叙述中 () 是正确的。

- a. 甲的正确度好, 乙的精密度高
- b. 甲的正确度差, 乙的精密度高
- c. 甲的精密度高, 乙的正确度好
- d. 甲的精密度高, 乙的正确度差

2. 如第 2 题图用伏安法测电阻时, 由于不计电表内阻而产生的误差是 ()。

- a. 不定系统误差
- b. 可定系统误差
- c. 随机误差
- d. 粗大误差



第 2 题图

3. 某实验测得光波波长的平均值为 546nm , 不确定度为 3nm , 下列几种认识中正确的是 ()。

- a. 光波波长的真值在 543nm 到 549nm 之间
- b. 在 $[543, 549]\text{nm}$ 中包含光波长真值的可能性为 68.3%
- c. 光波波长的真值是 543nm 或 549nm
- d. 光波波长的真值为 546nm

4. 用某多量程电流表 (0.2 级, $3-15-75-150\text{mA}$) 测量电路中的电流, 若待测电流 $I \approx 70\text{mA}$, 其测量不确定度 $u(I) = ()$ 。

- a. 0.02mA
- b. 0.03mA
- c. 0.09mA
- d. 0.2mA

5. $20\lg 1585$ (20 是准确数字) 有 () 位有效数字。

- a. 6
- b. 5
- c. 4
- d. 3

6. 用停表测量单摆周期, 启停一次秒表的误差 $\Delta_{\text{停表}}$ 不会超过 0.2s 。实验测出 10 个周期的时间为 $10T=22.02''$, 则其不确定度 $u(T) = ()$ 秒。

- a. 0.2
- b. 0.1
- c. 0.02
- d. 0.01

7. 用计算器算出弹性模量 $E=1.945102 \times 10^{11}\text{Pa}$, $u(E)=6.500 \times 10^9\text{Pa}$, 则 $E \pm u(E) = ()$ 。

- a. $(1.94 \pm 0.06) \times 10^{11}\text{Pa}$
- b. $(1.95 \pm 0.07) \times 10^{11}\text{Pa}$
- c. $(1.95 \pm 0.06) \times 10^{11}\text{Pa}$
- d. $(1.945 \pm 0.065) \times 10^{11}\text{Pa}$

8. 已知 $N = \frac{\pi}{4}(D_1^2 - D_2^2)H$, 下列公式中 () 是正确的。

- a. $\frac{u(N)}{N} = \left[\left(\frac{2D_1}{D_1^2 - D_2^2} \right)^2 u^2(D_1) + \left(\frac{2D_2}{D_1^2 - D_2^2} \right)^2 u^2(D_2) + \frac{u^2(H)}{H^2} \right]^{1/2}$
- b. $\frac{u(N)}{N} = \left[\frac{2D_1}{D_1^2 - D_2^2} u(D_1) + \frac{2D_2}{D_1^2 - D_2^2} u(D_2) + \frac{u(H)}{H} \right]^{1/2}$
- c. $u^2(N) = \frac{\pi}{4}(D_1^2 - D_2^2)u(H) + \frac{\pi}{2}H[D_1u(D_1) - D_2u(D_2)]$
- d. $u^2(N) = \frac{\pi}{4}(D_1^2 - D_2^2)u(H) + \frac{\pi}{2}H(D_1 - D_2)u(D)$

9. $15.71 \div \pi = ()$

- a. 5.000
- b. 5.001
- c. 5.002
- d. 5.003

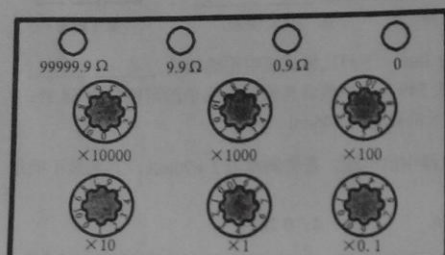
10. 若有一组数据 $(x_i, y_i) (i=1, 2, \dots, n)$ 理论上应该满足规律 $y=kx$, 由最小二乘原理可推出 ()

- a. $k = \frac{\bar{y}}{\bar{x}}$
- b. $k = \frac{\bar{x}\bar{y} - \bar{xy}}{\bar{x}^2 - \bar{x}^2}$
- c. $k = \frac{\bar{xy}}{\bar{x}^2}$
- d. $k = \frac{\bar{x}\bar{y}}{\bar{x}^2}$

请将第一、二、三、四题答案写在答题页上

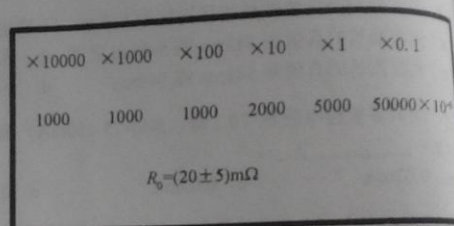
二、填空题（每题3分，共18分）（请将答案写在答题页上，试题页的答案无效）

11. _____ 是测量值与真值之差，它与真值之比称为 _____。
12. 在正态分布中，随机误差的算术平均值随测量次数 k 的增加而趋于 _____。
13. 如第13题图所示电阻箱的示值为 _____ Ω ，该电阻箱的仪器误差 Δu 为 _____（保留全部有效数字）。



电阻箱面板图

第13题图



电阻箱铭牌

14. 请用有效数字运算法则正确表示下列计算结果：① $100.1\text{cm} \times 2.0\text{cm} \times 55.5\text{cm} = \text{_____ cm}^3$ ；
② $7.49\text{mm} + 1.0175\text{cm} = \text{_____ cm}$ ；③ $\frac{\sin 15^\circ 18'}{4.65} = \text{_____}$ 。
15. 用米尺测量某物体的长度为 $L = 6.34\text{cm}$ ，若改用精度 0.02mm 的游标卡尺进行测量，则 L 的有效数字应有 _____ 位。
16. 实验测得 $R_1 \pm u(R_1) = 500.0 \pm 0.5\Omega$ ， $R_2 \pm u(R_2) = 235.0 \pm 0.2\Omega$ ， $R_3 \pm u(R_3) = 0.0100 \pm 0.0001\Omega$ ，同时又知 $R = R_1 - 2R_2 - R_3$ ，则 $R \pm u(R) = \text{_____ } \Omega$ 。

三、多项选择题（每题3分，共15分。错选0分，少选可得相应分；选项可为1—4个）（请将答案写在答题页上，试题页的答案无效）

17. 下面关于不确定度的叙述哪些是正确的？（_____）
- a. 不确定度表示真值出现的范围
 - b. 不确定度是对误差的定量估计
 - c. 不确定度反映了对被测量值不能肯定的程度
 - d. 不确定度分为A类分量和B类分量，其中A类分量对应随机误差，B类分量对应系统误差
18. 下列关于真值的说法哪些是错误的？（_____）
- a. 真值是通过增加测量次数测得的
 - b. 真值是客观存在的
 - c. 用高精度仪表测量的结果可作为低精度仪表测量结果的约定真值
 - d. 在实际测量过程中，可将不同方法测得的结果作为约定真值

请将第一、二、三、四题答案写在答题页上

B

19. 下列哪些性质适用于间接测量 $y=f(x)$ 。()

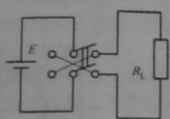
a. 其不确定度 A 类分量 $u_a(y) = f'(x)s(\bar{x}) = f'(x)\sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{k(k-1)}}$

b. 其不确定度 B 类分量 $u_b(y) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$

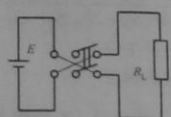
c. 其合成不确定度为 $u(y) = f'(x)\sqrt{s^2(\bar{x}) + \frac{\Delta^2}{3}}$

d. 可通过直接比较获得测量量值

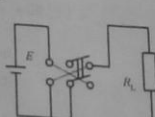
20. 以下电路中, 哪些构成了换向电路。()



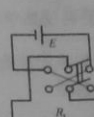
a.



b.



c.



d.

21. 在正常情况下, 下列读数正确的是 ()。

a. 分度值为 0.02mm 的游标卡尺测得某物体的长度为 59.32mm

b. 分度值为 0.01mm 的读数显微镜读数为 30.098mm

c. 分度值为 1' 的角游标测得值为 11°39'

d. 有量程 1500mV, 分格数为 150 格的电压表测得电压值为 250.5mV

四、实验类题 (21 题中任选 9 题, 每题 3 分, 共 27 分。若多做, 按前 9 题给分。其中多项选择题选项可为 1-4 个) (请将答案写在答题页上, 试题页的答案无效)

22. (单项选择题) 光杠杆法测弹性模量实验中, 钢丝的伸长量 $\delta L = \frac{b}{4H}C$, 其中 b 和 H 的物理意义分别为 ()。

a. b 是光杠杆前后足间距离, H 是光杠杆镜面到望远镜间距离

b. b 是光杠杆镜面到望远镜间距离, H 是钢丝的长度

c. b 是光杠杆前后足间距离, H 是光杠杆镜面到标尺间距离

d. b 是钢丝的长度, H 是光杠杆前后足间距离

23. (单项选择题) 转动惯量的平行轴定理为 $I_x = I_c + mx^2$, 下面的叙述中 () 是正确的。

a. I_c 是物体绕某已知转轴的转动惯量, I_x 的转轴与 I_c 的转轴平行且相距 x

b. I_x 是物体绕过质心轴的转动惯量, I_c 是绕任一与之平行转轴的转动惯量

c. I_c 是物体绕过质心转轴的转动惯量

d. 物体绕任意两个相距 x 的平行转轴的转动惯量均符合上述公式

24. (单项选择题) 在测定冰的熔解热实验中我们采用了第二种散热修正方法, 经过该修正后可认为 ()。

a. 整个实验过程中系统没有散热

b. 整个实验过程中系统没有吸热

c. 整个实验过程中系统对外界的散热与吸热相互抵消

d. 冰的熔解过程中系统与环境没有发生热量交换

请将第一、二、三、四题答案写在答题页上

25. (单项选择题) 在热功当量实验中, 当考虑了系统散热之后, 得到系统温度的实际变化率为

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{VI}{Jm} - K(\theta - \theta_{\text{环}})$$

欲用一元线性回归法处理数据, 应按 () 选取变量。

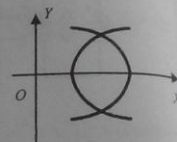
- a. 令 $x = \frac{\theta_{i+1} + \theta_i}{2} - \theta_{\text{环}}$, $y = \frac{\theta_{i+1} - \theta_i}{t_{i+1} - t_i}$ b. 令 $x = \frac{\theta_{i+1} + \theta_i}{2} - \theta_{\text{环}}$, $y = \frac{\theta_{i+1} + \theta_i}{t_{i+1} + t_i}$
c. 令 $x = \theta - \theta_{\text{环}}$, $y = \frac{\theta_{i+1} - \theta_i}{t_{i+1} - t_i}$ d. 令 $x = \frac{\theta_{i+1} - \theta_i}{2} - \theta_{\text{环}}$, $y = \frac{\theta_{i+1} - \theta_i}{t_{i+1} - t_i}$

26. (单项选择题) 在稳态法测不良导体热导率实验中, 我们用铜-康铜热电偶来测量温度, 当温差为 100°C 时其产生的温差电动势约为 4.2mV 。现有一热电偶发生了故障, 修理时用错了材料, 使温差电动势减小了, 用此热电偶进行实验将使热导率 ()。(已知 $k = m_p c \frac{\delta \Theta}{\delta t} \frac{d_p + 4h_p}{d_p + 2h_p} \frac{h_B}{\Theta_1 - \Theta_2} \frac{2}{\pi d_B^2}$)

- a. 产生的影响无法确定 b. 不会产生误差
c. 产生正误差 d. 产生负误差

27. (单项选择题) 在示波器的 Y 轴输入频率为 f_y 的正弦信号, X 轴输入频率为 f_x 的锯齿波扫描信号, 荧光屏上观察到如第 27 题图所示图形, 试问它们的频率比 $f_y:f_x =$ ()。

- a. 1:2 b. 2:1 c. 1:4 d. 4:1



第 27 题图

28. (单项选择题) 用惠斯通单电桥测量中等阻值的电阻, 当电桥平衡时, $R_x = (R_1/R_2)R_N$, 下列因素中不会导致 R_x 产生测量误差的是 ()。

- a. R_1 、 R_2 和 R_N 的阻值不准确 b. 电源电压有微小的变化
c. 接触电阻及接线电阻过大 d. 温度变化的影响

29. (单项选择题) 开尔文电桥采用电阻四端接法, 将附加电阻巧妙地转移到了 () 中, 并通过 $\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$ 和 $R' \approx 0$ 的设定, 基本消除了附加电阻的影响。

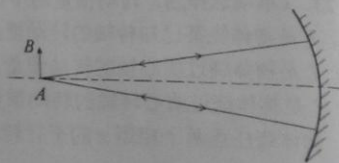
- a. 桥臂电阻 b. 电源内阻 c. 桥臂电阻和电源内阻 d. 标准电阻

30. (单项选择题) 自准法测短焦距凸透镜焦距观察到的是 ()。

- a. 缩小倒立的实像 b. 等大倒立的实像
c. 放大倒立的实像 d. 等大倒立的虚像

31. (单项选择题) 如第 31 题图所示放置待测凹面镜和物, 然后移动凹面镜直到在原物处出现一与物等大、倒立且清晰的实像。这时物到凹面镜的距离为 ()。

- a. 凹面镜焦距 (f_0)
b. 凹面镜焦距的一半 ($f_0/2$)
c. 凹面镜曲率半径 (r)
d. 凹面镜曲率半径的一半 ($r/2$)



第 31 题图

32. (多项选择题) 为了满足透镜成像公式 $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ 的成立条件, 一般应采取下列哪些措施? ()

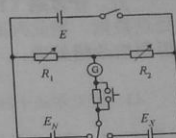
- a. 选用凸透镜 b. 选用小物体
c. 进行等高共轴调节 d. 选用薄透镜

请将第一、二、三、四题答案写在答题页上

B

33. (多项选择题) 补偿法测电动势实验的电路如第 33 题图所示, 如果测量中发现开关置于标准电池一侧时检流计不偏转, 而置于干电池一侧时检流计可以示零。其可能的原因是 ()。

- a. $E < E_N$
- b. $E_X > E > E_N$
- c. 连接 E_N 的导线中有断路故障
- d. 连接 R_1 的导线中有断路故障



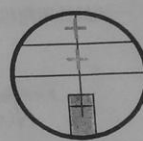
第 33 题图

34. (多项选择题) 下列关于平行光管的说法中哪些是错误的? ()

- a. 测凸透镜焦距时, 待测透镜安放的位置离平行光管物镜越近测量误差越小
- b. 测凸透镜焦距时, 测微目镜的叉丝必须与玻罗分划板的像无视差, 即两者共面
- c. 玻罗分划板位于平行光管物镜的焦平面上
- d. 平行光管中白炽灯的位置在物镜焦平面上, 因此平行光管出射平行光

35. (多项选择题) 分光仪实验要求望远镜光轴垂直于仪器主轴。某次实验中, 在将载物台(连同平面镜)转过 180° 后, 发现正反两面的绿十字垂直对称于上叉丝(如第 35 题图), 这说明 ()。

- a. 平面镜与仪器主轴平行
- b. 望远镜光轴与仪器主轴垂直
- c. 望远镜光轴与平面镜垂直
- d. 望远镜和平面镜均未调好



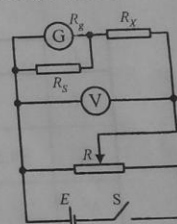
第 35 题图

36. (多项选择题) 在牛顿环干涉实验中, 下列条件哪些是正确的? ()

- a. 不能直接测量半径
- b. 必须自下而上调节读数显微镜焦距
- c. 测量过程中必须沿一个方向旋转鼓轮
- d. 必须测量条纹的直径, 不能测量弦长

37. (选择填空题) 双棱镜实验中若扩束镜和双棱镜位置固定, 将测微目镜向双棱镜一侧移动, 虚光源的间距将 _____, 干涉条纹的间距 _____。(增大, 减小, 不变)

38. (选择填空题) 第 38 题图所示是伏安法测量 _____ (高电阻, 中电阻, 低电阻) 的电路, 其中电阻 R_s 所起的作用是 _____ (二次分压, 扩大检流计量程, 将检流计改装成电压表)。



第 38 题图

39. (选择填空题) 用迈克尔逊干涉仪观察点光源的非定域等倾干涉条纹, 若发现条纹过密, 应该改变动镜位置使 d _____ (增大、减小), 这时会观察到条纹 _____ (内缩、外扩)

40. (选择填空题) 牛顿环常被工厂用于产品表面曲率的检验, 方法是把一块标准透镜放在待检样品上, (如第 40 题图所示) 观察干涉条纹及轻压时条纹的移动。如果观察到干涉条纹内缩, 则说明待检样品曲率半径 _____ (偏大、偏小), 干涉条纹间距由环心向外 _____ (变密, 变疏、不变)



第 40 题图

41. (填空题) 相位法测声速时, 示波器屏幕上形成李萨如图。当移动接收器李萨如图从向右倾斜直线变为向左倾斜直线时, 接收器移动的距离为 _____, 相位改变 _____。

42. (填空题) 用共轭法测透镜焦距时, 物屏和像屏之间的距离 b 和焦距 f 应满足 _____ 关系, 设透镜在两次成像之间移动的距离为 a , 则 $f =$ _____。

请将第一、二、三、四题答案写在答题页上

五、计算题 (10 分): 下面是某学生的数据处理报告, 其中存在多处错误, 请在草稿纸上重新处理数据, 据此判断划线部分是否正确, 并在错误下方帮他改正。提示: 仅判断并修改划线部分, 否则按改错处理。

43. 迈克尔逊干涉实验的波长测量公式为 $\lambda = \frac{2(d_x - d_0)}{N}$, 实验测得数据如下表所示, 试用一元线性回归法

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
d_x/mm	34.53225	34.56458	34.59670	34.62882	34.66099	34.69279	34.72067	34.75619	34.78831	34.82049

计算波长 λ , 并给出最终结果表述。(迈克尔逊干涉仪的仪器误差为 0.00005mm, 实验过程无条纹计数错误)

一元线性回归相关公式: 对线性函数 $y = a + bx$ 有 $b = \frac{\bar{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\bar{x}^2 - \bar{x}^2}$, $a = \bar{y} - b\bar{x}$,

$$r = \frac{\bar{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\bar{x}^2 - \bar{x}^2)(\bar{y}^2 - \bar{y}^2)}}$$

$$\begin{cases} u_a(b) = b \sqrt{\frac{1}{k-2} \left(\frac{1}{r^2} - 1 \right)} \\ u_a(a) = \sqrt{\bar{x}^2} \cdot u_a(b) \end{cases}, \begin{cases} u_b(b) = u_b(y) \sqrt{\frac{1}{k(\bar{x}^2 - \bar{x}^2)}} \\ u_b(a) = \sqrt{\bar{x}^2} \cdot u_b(b) \end{cases}$$

解: 由波长计算公式可得 $N = \frac{2}{\lambda} d_x - \frac{2d_0}{\lambda}$, 设 $y = N$, $x = d_x$, 则有 $b = \frac{2}{\lambda}$, 即 $\lambda = \frac{2}{b}$

i	1	2	3	4	5
N	0	100	200	300	400
d_x	34.53225	34.56458	34.59670	34.62882	34.66099
N^2	0	10000	40000	90000	160000
d_x^2	1192.476290	1194.710191	1196.931651	1199.155175	1201.384228
Nd_x	0	3456.458	6919.34	10388.646	13864.396

i	6	7	8	9	10	平均
N	500	600	700	800	900	500
d_x	34.69279	34.72067	34.75619	34.78831	34.82049	34.676179
N^2	250000	360000	490000	640000	810000	280000
d_x^2	1203.589678	1205.524925	1207.992743	1210.226513	1212.466524	1202.4457917
Nd_x	17346.395	20832.402	24329.333	27830.648	31338.441	15630.6059

请将第一、二、三、四题答案写在答题页上

于是 $b = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\bar{x}^2 - \bar{x}^2} = \frac{2895.351}{\quad}$, $r = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\bar{x}^2 - \bar{x}^2)(\bar{y}^2 - \bar{y}^2)}} = \frac{0.991818}{\quad}$

即有 $\lambda = 2/b = 2/2895.351 = 690.763 \text{ (nm)}$

又 $u_a(b) = b \sqrt{\frac{1}{k-2} \left(\frac{1}{r^2} - 1 \right)} = \frac{0.000131755}{\quad}$

$u_b(b) = \frac{\Delta_{\lambda}}{\sqrt{3}} = \frac{0.0000288675}{\quad}$

$u(b) = \sqrt{u_a^2(b) + u_b^2(b)} = \frac{0.00013488}{\quad}$

$u(\lambda) = 2/u(b) = 32.18 \text{ (nm)}$

故 $\lambda \pm u(\lambda) = 691 \pm 32 \text{ (nm)}$