

96 级物理实验试题

1. 甲、乙、丙二人用同一千分尺测同一物长度一次，其结果 $H \pm u(H)$ 为

甲: $(1.383 \pm 0.002)cm$ 乙: $(1.382 \pm 0.002)cm$ 丙: $(1.383 \pm 0.0002)cm$

你的意见如何?

A、甲正确 B、乙正确 C、丙正确 D、三人都不正确

答: 都不正确!

$$\Delta_{\text{仪}} = 0.0005cm, \quad u(H) = 0.0005 / \sqrt{3} = 0.0003, \quad H \pm u(H) = 1.3830 \pm 0.0003。$$

(区分仪器误差限和 b 类不确定度, 不是一个概念! $u_b = \Delta b / \sqrt{3}$)

2. 根据有效数字运算法则, 下面运算中哪个结果是错误的?

A、 $60.4 + 120.32 = 180.7$ B、 $60.40 - 58.30 = 2.10$

C、 $80.00 \times 1.20 = 96.00$ D、 $4000 \div 100 = 40.0$

答: C, 正确解为 $80.00 \times 1.20 = 96.0$ 。

3. 根据一组测量数据 $x_i, y_i (i = 1, 2, \dots, k)$, 按最小二乘原理求出的最佳直线 $y = a + bx$

应满足 $\sum_{i=1}^k [Y_j - (a + bX_j)]^2$ 为最小。

4. 一计算式 $Y = 1 + a/b$, 其中“1”为常数, $a = 1.000cm, b = 20cm$, 若要求 Y 有五位有效数字, 按有效数字运算法则, b 应有 3 位有效数字。

反推法: $a/b = 0.05, Y = 1 + a/b = 1.05$, 有五位有效数字是 1.0500, 那么

$a/b = 0.0500$ 应该有三位有效数字, a 已有四位, b 应是三位。

5. 用计算器得出 $e^{0.0024} = 1.0024029$, 根据不确定度合成的一般原则, 有效数字最多可写成

$e^{0.0024} = 1.0024$ 是否正确? 为什么?

正确, 过程自己推导。

6. 一同学自组电桥电路测电阻 R_x ，所用另外三个电阻 R_i ， R_b ， R_n 中， R_n 为准确度等级

$a = 0.1$ 的电阻箱，可作为标准电阻使用，另两个电阻 R_i, R_b 不知其准确值，调节 R_n ，

当 $R_n = 100.2\Omega$ 时电桥达到平衡，交换 R_x 和 R_n 位置，再调 R_n 为 100.4Ω 时电桥重新平

衡，又测得该电桥灵敏度 $S=2$ 格/ Ω ，已知电阻箱仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}(R_n) = a\% \cdot R_n$ ，求

$$R_x \pm u(R_x) = ?$$

解：此题参照第四章的数据处理示例中电桥实验。

7. 金属电阻随温度变化的关系在温度不太高时是 $R = R_0(1 + \alpha t)$ ，已测得某材料温度 t 变化

的实验数据如下表示。实验中的测量误差满足 $\Delta R \ll \Delta t$ 。要说明如何用归纳法求出电阻温度系数 α 和 0°C 时的电阻值。（只要求说明方法，不要求给出线形回归的计算方式和结果）

t / $^\circ\text{C}$	77.0	72.0	67.0	62.0	57.0	52.0	47.0
R(Ω)	0.3616	0.3530	0.3490	0.3440	0.3380	0.3325	()

答：由于测量误差满足 $\Delta R \ll \Delta t$ ，故选与 R 有关的量为 x ，与 t 有关的量为 y ，

$$R = R_0(1 + \alpha t) \text{ 变成 } t = \frac{R}{\alpha R_0} - \frac{1}{\alpha}, \text{ 令 } y = t, x = R, \text{ 由 } y = bx + a \text{ 可得：}$$

$$b = \frac{1}{\alpha R_0}, a = -\frac{1}{\alpha}。用一元线性回归公式 $b = \frac{\bar{x} \cdot \bar{y} - \bar{x}\bar{y}}{\bar{x}^2 - \bar{x}^2}$, $a = \bar{y} - b\bar{x}$ 计算出 a 、 b 后，$$

$$\alpha = -\frac{1}{a}, R_0 = -\frac{b}{a}。$$

8. 有一只 0.5 级电压表，当量程选为 $7.5V$ ，读数为 $7.00V$ 时，其测量结果的不准确度为 _____。

$$\text{A、 } \Delta U = 0.035V \quad \text{B、 } u(U) = 0.02V \quad \text{C、 } \Delta U = 0.04V \quad \text{D、 } u(U) = 0.022V$$

选 C。因为 $\Delta_{\text{仪}} = N_m \times a\% = 7.5 \times 0.5\% = 0.0375V$ ，故 $u(U) = \Delta_{\text{仪}} / \sqrt{3} = 0.0216 \approx 0.02V$ 。

9. 已知 t 有三位有效数字, C_0 有四位有效数字, $d_0 = 16.50\text{cm}$, $d_1 = 10.45\text{cm}$, 按有效数字

运算法则, $R_x = t / [(C_0 \ln(d_1 / d_0))]$ 有几位有效数字?

$$\text{由 } Y = \ln(d_1 / d_0) = \ln d_1 - \ln d_0 = -0.456758$$

$$\text{有 } dy = \sqrt{\left(\frac{d d_1}{d_1}\right)^2 + \left(\frac{d d_0}{d_0}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0.01}{16.50}\right)^2 + \left(\frac{0.01}{10.45}\right)^2} = 0.001133$$

$$\text{故 } y \pm u(y) = -0.457 \pm 0.001$$

10. 在声速测量实验中, 接受换能器连续读出 10 个振幅极大的位置(单位: cm): 3.900, 4.456, 4.904, 5.426, 5.930, 6.450, 6.978, 7.502, 8.026, 8.526。请你用逐差法算出空气中的声波的波长 λ 。

解: 距离为 L , 声波个数为 n , 则有 $L = \frac{n\lambda}{2} + L_0$, 令 $n = x, L = y$, 比较 $y = bx + a$, 有

$$\frac{\lambda}{2} = b, \lambda = 2b; \text{ 用公式 } b = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{y_{n+j} - y_n}{x_{n+j} - x_j} \quad (n \text{ 取 } 5)。$$

11. ZX-21 电阻箱的铭牌如下表所示, 若选用的电阻值 $R = 78.5\text{k}\Omega$, 其结果应表述为

$R \pm u(R) =$ _____ 选用电阻值为 78.5Ω 时, 其结果又应表述为_____。

$\times 10000$	$\times 1000$	$\times 100$	$\times 10$	$\times 1$	$\times 0.1$
1000	1000	1000	2000	5000	5000×10^{-5}

$$(1) \quad \Delta_{\text{仪}}(R) = 78.5\text{k}\Omega \times 0.1\% = 0.0785\text{k}\Omega$$

$$u(R) = \Delta_{\text{仪}}(R) / \sqrt{3} = 0.0453\text{k}\Omega$$

$$R \pm u(R) = (78.50 \pm 0.05)\text{k}\Omega$$

$$(2) \quad \Delta_{\text{仪}}(R) = 70 \times 0.2\% + 8 \times 0.5\% + 0.5 \times 5\% = 0.205\Omega$$

$$u(R) = \Delta_{\text{仪}}(R) / \sqrt{3} = 0.018\Omega$$

$$R \pm u(R) = (78.5 \pm 0.1)\Omega$$