

# 2014-2015 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)

- 在相同实验条件下, 每次测量的误差其大小和正负均无法确定的是 (C) 。  
a. 仪器误差      b. 系统误差      c. 随机误差      d. 粗大误差
- 利用自由落体运动, 由公式  $h = \frac{1}{2}gt^2$  我们可测出重力加速度  $g$  的值。设测量环境的温度为  $25^\circ\text{C}$ , 现用一把在  $20^\circ\text{C}$  时校准的钢尺测量高度  $h$ , 又知测时间  $t$  的秒表比标准表走得稍快, 若忽略其它误差, 则  $g$  的测量值有 (b) 。  
a. 正误差      b. 负误差      c. 误差的正、负不定      d. 正、负误差部分抵偿
- 某人用最小分度  $1\text{mm}$  的米尺测得物体甲的长度为  $75.00\text{cm}$ , 用精度  $0.02\text{mm}$  的游标卡尺测得物体乙的长度为  $7.50\text{mm}$ , 用千分尺测得物体丙的长度为  $0.750\text{mm}$ 。对这三个测量结果, 下列说法 (a) 是正确的。  
a. 甲的准确度最高      b. 甲的准确度最低      c. 丙的准确度最高      d. 乙和丙的准确度相同
- 对一物理量进行等精度多次测量, 其算术平均值是 (b) 。  
a. 真值      b. 最接近真值的值      c. 误差最大的值      d. 误差为零的值
- 下列说法中 (d) 是错误的。  
a. 在不同的实验条件下, 系统误差和随机误差可以相互转化  
b. 当测量条件改变后, 系统误差的大小和符号随之变化  
c. 随机误差可以通过多次重复测量发现  
d. 一组测量数据中, 出现异常的值即为粗大误差, 应予以剔除
- 对满足正态分布的物理量做多次测量, 任取其中一次测量的结果作为最终结果表述  $x_i \pm \sigma(x)$ , 则其置信概率 (c) 。  
a.  $>68.3\%$       b.  $\approx 2/3$       c.  $\approx 68.3\%$       d.  $\approx 99.73\%$
- 用平均值表示测量结果  $\bar{x} \pm S(\bar{x})$  比用单次测量值表示测量结果  $x_i \pm S(x)$ , 其置信概率 (c) 。  
a. 高      b. 低      c. 相等      d. 不定
- 多量程电压表 (1 级,  $3-7.5-15-30\text{V}$ ) 用于监测某电路两端的电压, 如果用  $3\text{V}$  档去测  $3\text{V}$  电压, 其相对确定度为 (a) 。  
a.  $0.006$       b.  $0.01$       c.  $0.03$       d.  $0.08$
- 某长度测量值为  $2.132\text{cm}$ , 则所用仪器可能是 (b) 。  
a. 毫米尺      b.  $50$  分度卡尺      c.  $20$  分度卡尺      d. 千分尺
- 用卡尺测量某一物体的体积, 已知  $\frac{u(V)}{V} = 2\%$ , 测得  $V = 3.4012\text{cm}^3$ , 下述测量结果正确的是 (b) 。  
a.  $V = (3.4012 \pm 0.0680)\text{cm}^3$       b.  $V = (3.40 \pm 0.07)\text{cm}^3$   
c.  $V = (3.40 \pm 0.02)\text{cm}^3$       d.  $V = (3.4012 \pm 0.0002)\text{cm}^3$

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)

- 由于测量系统偶然偏离所规定的测量条件和方法或在记录、计算数据时出现失误而产生的误差称粗大误差

请将第一、二、三、四题答案写在答题卡上

12. **正确度** (精密性、正确度、准确度) 表示测量结果中系统误差大小的程度 **大**

13. 在满足正态分布的随机误差中, 绝对值小的误差比绝对值大的误差出现的几率 **大**

14. 如第 14 题图所示游标卡尺的读数为 **9.864** (cm), 该游标的仪器误差  $\Delta_{\text{仪}}$  为 **0.02mm** (按物理实验课的简化要求)。



第 14 题图

15. 按有效数字运算法则计算  $y = \frac{8.032}{6.508 - 6.506} + 131.54 = 4 \times 10^3$ . 注意: 只有一位有效数字, 不可写 4000

16. 测得 10 个条纹间距的结果是  $10d = 2.2276\text{mm}$ , 平均值的不确定度  $u(10d) = 9.52\mu\text{m}$ , 则  $d \pm u(d)$  (**0.228**  $\pm$  **0.001**) mm.

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) (3 分)  
将答案写在答题卡上, 试题页的答案无效)

17. 下列情况属于系统误差的是 ( **acd** )。

- a. 千分尺零点不准  
c. 游标的分度不均匀

- b. 电源电压不稳定引起的测量值起伏  
d. 磁电电表永久磁铁的磁场减弱

18. 下列关于测量的说法中正确的是 ( **abc** )。

- a. 测量是为确定被测对象的量值而进行的一组操作  
b. 测量结果是真值的最佳估计值  
c. 在相同测量条件下, 对同一被测量进行多次测量所得结果应具有一致性  
d. 改变测量条件, 对同一被测量进行多次测量所得结果的一致性称为测量结果的重复性

19. 下列平均值的标准 (偏) 差  $S(\bar{x})$  的计算公式中 ( **ad** ) 是正确的。

a.  $\sqrt{\frac{x^2 - \bar{x}^2}{k-1}}$

b.  $\sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{k-1}}$

c.  $\sqrt{\frac{x^2 - \bar{x}^2}{k(k-1)}}$

d.  $\sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{k(k-1)}}$

20. 下列关于仪器误差的叙述中 ( **bc** ) 是错误的。(按物理实验课的简化要求)

- a. 千分尺的仪器误差等于最小分度的一半  
c. 磁电式仪表的仪器误差 = 等级%  $\times$  测量值

- b. 游标卡尺的仪器误差等于游标精度的一半  
d. 箱式电桥  $\Delta_{\text{仪}} = \text{等级}\% \left( \text{测量值} + \frac{\text{基准值}}{10} \right)$

21. 对物理量  $A = \frac{xy}{x-y}$ , 下列公式正确的是 ( **d** )。

a.  $u(A) = \sqrt{\frac{y^2 u^2(x)}{(x-y)^2} + \frac{x^2 u^2(y)}{(x-y)^2}}$

c.  $\frac{u(A)}{A} = \sqrt{\frac{y^4 u^2(x)}{(x-y)^4} + \frac{x^4 u^2(y)}{(x-y)^4}}$

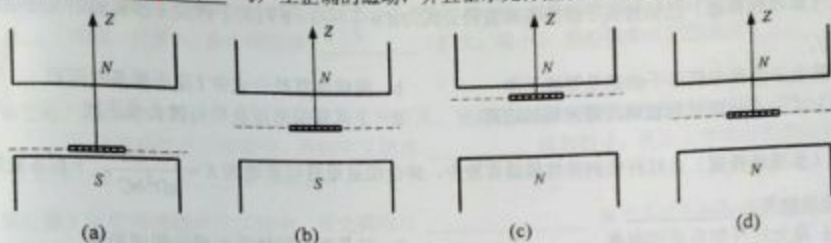
b.  $u(A) = \sqrt{\left( \frac{1}{x} - \frac{1}{x-y} \right)^2 u^2(x) + \left( \frac{1}{y} + \frac{1}{x-y} \right)^2 u^2(y)}$

d.  $\frac{u(A)}{A} = \sqrt{\left( \frac{1}{x} - \frac{1}{x-y} \right)^2 u^2(x) + \left( \frac{1}{y} + \frac{1}{x-y} \right)^2 u^2(y)}$



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)

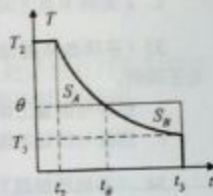
22. (单项选择题) 用霍尔位置传感器法测金属弹性模量时, 需要一个均匀梯度的磁场, 同时应将霍尔元件置于适当位置。下图中 (d) 可产生正确的磁场, 并且霍尔元件摆放到正确位置。



第 22 题图

23. (单项选择题) 在测定冰的熔解热实验中, 也可采用如第 23 题图所示的散修正方法, 该方法的修正要点是 (a)。

- 使系统从外界吸收的热量和向外界散失的热量相互抵消
- 使系统向外界散热的的时间变为无限短, 从而不散失热量
- 利用量热器形成孤立系统, 因此没有热量散失
- 要保证合适的初温和末温, 使  $T_2 - \theta = \theta - T_3$



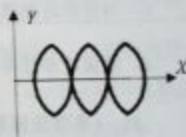
第 23 题图

24. (单项选择题) 用示波器观察李萨如图时, 若看到的图形不稳定, 应该调节 (a)。

- 信号发生器频率的细调旋钮
- 示波器 VOLTS/DIV 的挡位
- 示波器的水平或竖直移位旋钮
- 示波器的电平旋钮

25. (单项选择题) 在第 25 题图所示李萨如图中, 如果 X 轴和 Y 轴均输入正弦信号, 且 X 轴信号的频率是 150Hz, 那么在 Y 轴方向信号的频率是 (C)。

- 150 Hz
- 50 Hz
- 450 Hz
- 300 Hz



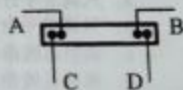
第 25 题图

26. (单项选择题) 单电桥不适于测量低电阻的原因是 (C)。

- 由于导线电阻过大, 造成测量灵敏度太低
- 由于接触电阻过大, 造成测量灵敏度太低
- 由于附加电阻与待测电阻等量级, 使测量结果出现较大的正误差
- 由于附加电阻大于待测电阻, 使测量结果出现较大的负误差

27. (单项选择题) 在第 27 题图所示四端钮电阻中, (a) 端是电压端 (用于接电压表)。

- AB 两端
- CD 两端
- AC 两端
- BD 两端



第 27 题图

28. (单项选择题) 用双电桥测量低值电阻时, 通过电阻的电流通常比较大, 从而产生大量焦耳热。由于电路各部分结构不均匀, 造成各部分温度也不均匀, 于是产生附加热电动势。为了消除附加热电动势对测量的影响, 实验中应当 (b)。

- 多测几组数据
- 电流正、反向测量取平均值
- 关掉电源, 过一会再测
- 用其它方法测量

29. (单项选择题) 在电位差计实验中, 环境温度的改变主要对 (a) 产生影响, 从而影响实验结果。

- 标准电池的电动势
- 待测电池的电动势
- 检流计内阻
- 检流计灵敏度

# 请将第一、二、三、四题答案写在答题页上

30. (单项选择题) 在平行光管法测凸透镜焦距实验中, 玻罗分划板每对刻线的间距分别为 20、10、5、2.5 (mm), 若对各玻罗分划板刻线对的像进行单次测量, 则 (b) 的刻线对的测量误差最小
- a.  $y=1\text{mm}$  的刻线对的测量误差最小  
b.  $y=20\text{mm}$  的刻线对的测量误差最小  
c.  $y=4\text{mm}$  的刻线对的测量误差最小  
d. 各刻线对的测量误差相等

31. (单项选择题) 已知劈尖干涉测细丝直径公式为  $d = \frac{L}{l} \cdot \frac{\lambda}{2}$ , 下列关于劈尖干涉实验的说法中 (d) 是错误的。
- a. 劈尖干涉和牛顿环干涉都是等厚干涉  
b. 测细丝直径公式中  $l$  是干涉条纹间距  
c. 上式中  $L$  是细丝到玻璃间隙末端的距离  
d. 上式说明细丝直径与波长成正比

32. (多项选择题) 光杠杆法测弹性模量实验中, 弹性模量最终可表述为  $E = \frac{16FLH}{\pi D^2 bC}$ , 下列各量物理量描述中错误的是 (bd)。
- a.  $b$  是光杠杆前后足间距离  
b.  $H$  是光杠杆镜面到望远镜间距离  
c.  $L$  是两卡具之间钢丝的长度  
d.  $C$  是在拉力  $F$  作用下钢丝的伸长量

33. (多项选择题) 测圆筒的转动惯量时, 若仅摆动几个周期就停下不摆了, 那么下面叙述的原因中 (c) 是正确的。
- a. 圆筒与圆盘之间有相对滑动  
b. 圆筒没有放正, 使其中心轴与仪器转轴不平行  
c. 圆盘与转轴的紧固螺钉未拧紧  
d. 没有问题, 这是正常现象, 少测几个周期即可

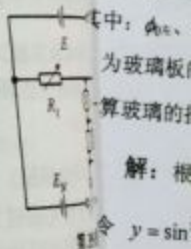
34. (多项选择题) 下列关于“稳态法测不良导体热导率实验”的说法中 (cd) 是正确的。
- a. 所谓稳态法, 是使待测样品内部形成恒定的均匀温度场  
b. 利用本实验装置也可以测量金属导体的热导率, 只要将样品换成金属材料即可  
c. 当传热达到稳定状态时, 通过样品盘上表面的热流强度  $\frac{\delta Q}{\delta t}$  与下盘的散热速率相等  
d. 测量冷却速率  $\frac{\delta \theta}{\delta t}$  时, 要让下铜盘单独散热, 不能将样品放在上面

35. (多项选择题) 补偿法测电动势实验的电路如第 35 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可以示零, 而置于干电池一侧时检流计始终向某个方向偏转。其可能的原因是 ( )。
- a.  $E < E_N$   
b.  $E_X > E_N$   
c. 连接  $R_2$  的导线中有断路故障  
d. 连接  $E_X$  的导线中有断路故障

36. (多项选择题) 分光仪实验中, 在调整三棱镜光学面时, 如果望远镜对准 AB (如第 36 题图) 面时看到的绿十字与上叉丝不重合, 应 ( )。
- a. 只调节平台螺钉  $a$ , 使绿十字与上叉丝对齐  
b. 只调节平台螺钉  $c$ , 使绿十字与上叉丝对齐  
c. 调望远镜俯仰使绿十字向上叉丝走一半, 再调平台螺钉  $a$  使二者对齐  
d. 调望远镜俯仰使绿十字向上叉丝走一半, 再调平台螺钉  $c$  使二者对齐

37. (选择填空题) 在最小偏向角法测三棱镜折射率的实验中, 最小偏向角的定义是 入射光 与 出射光 (入射光, 出射光, 入射面法线, 出射面法线) 之间夹角的极小值, 实验中应测量 谱线 与 平行光管狭缝 (绿十字, 谱线, 平行光管狭缝) 之间夹角。

38. (选择填空题) 第 38 题图所示电路适于测量 电压表 (由电表, 电压表, 欧姆表) 的内阻。



$k$	
$\phi_E$	17
$\phi_G$	35

$k$	
$\phi_E$	176
$\phi_G$	356
$\phi_H$	9.2

结果:

 $i$  $\Delta x = N$  $y_1$  $y_{1+N}$  $\Delta y$



39. (选择填空题) 双棱镜实验中若各元件位置固定, 用氦氖激光器 ( $\lambda=632.8\text{nm}$ ) 代替半导体激光器 ( $\lambda=650\text{nm}$ ), 虚光源的间距将 不变 (增大, 减小, 不变), 干涉条纹的间距将 减小 (增大, 减小, 不变)。(波长对折射率的影响可略)

40. (选择填空题) 迈克尔逊干涉仪出现等倾干涉条纹时, 当两反射镜的距离差  $d$  减小时, 条纹将向 (或由) 中心 内缩 (内缩, 外扩), 条纹间距将 扩大 (扩大, 缩小), 中心处条纹的级次将 减小 (增加, 减小)。

41. (填空题) 热传递具有传导、对流和辐射三种形式。量热器被设计成内、外筒结构有助于减小空气与外界的热 对流, 又因空气是不良导体, 所以它又能将 热传导 减到很小, 再加上内筒外壁和外筒内外壁都电镀得十分光亮, 使 热辐射 也得以减小。

42. (填空题) 测量薄透镜焦距实验中, 首先要进行 等高共轴 调节, 这是因为薄透镜成像公式只有在 近轴 条件下才能成立。

五、计算题 (10 分): 下面的数据处理中存在多处空缺或错误, 请将其补充完整并判断划线部分是否正确, 在错误下方予以改正。提示: 仅判断并修改划线部分, 否则按修改错误处理。

43. 利用分光仪测量平板玻璃的折射率实验的数据如下表所示:

	$\phi_{0k}=182^{\circ}10'$					$\phi_{0k}=2^{\circ}12'$					$d=5.090\text{mm}$					$\lambda=589.3\text{nm}$				
$k$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50										
$\phi_{0k}$	176°39'	176°55'	177°11'	177°30'	177°50'	178°09'	178°33'	178°59'	179°29'	180°05'										
$\phi_{0k}$	356°41'	356°57'	357°12'	357°31'	357°52'	358°11'	358°33'	359°00'	359°30'	360°06'										

其中:  $\phi_{0k}$ 、 $\phi_{0k}$  分别为望远镜对准玻璃法线时左、右窗的读数;  $\phi_{0k}$ 、 $\phi_{0k}$  为望远镜第  $k$  条谱线时左、右窗的读数;  $d$  为玻璃板的厚度, 仅用千分尺测量了一次;  $\lambda$  为入射光波长。试由公式  $n = \frac{d}{N\lambda} (\sin^2 \theta_{k,N} - \sin^2 \theta_k)$  利用逐差法计算玻璃的折射率  $n$  及其不确定度  $u(n)$ 。(提示: 为确保不影响最后结果, 中间过程应多保留几位有效数字)

解: 根据公式  $n = \frac{d}{N\lambda} (\sin^2 \theta_{k,N} - \sin^2 \theta_k)$ , 可设  $\sin^2 \theta_k = \frac{n_1 \lambda}{d} k$

若令  $y = \sin^2 \theta_k$ ,  $x = k$ , 则有  $n = \frac{d \Delta y}{\lambda \Delta x}$

	$\phi_{0k}=182^{\circ}10'$					$\phi_{0k}=2^{\circ}12'$					$d=5.090\text{mm}$					$\lambda=589.3\text{nm}$				
$k$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50										
$\phi_{0k}$	176°39'	176°55'	177°11'	177°30'	177°50'	178°09'	178°33'	178°59'	179°29'	180°05'										
$\phi_{0k}$	356°41'	356°57'	357°12'	357°31'	357°52'	358°11'	358°33'	359°00'	359°30'	360°06'										
$\theta_k$	文本 $[(182^{\circ}10' - 176^{\circ}39') + (2^{\circ}12' + 360^{\circ} - 356^{\circ}41')] \div 2$ 其余同																			
$N(\times 10^{-3})$	9.242	8.373	7.571	6.643	5.709	4.907	4.016	3.100	2.205	1.332										

逐差结果:

$i$	1	2	3	4	5	平均
$\Delta x = N$	25	25	25	25	25	25
$y_i$	0.009242	0.008373	0.007571	0.006643	0.005709	/
$y_{i+N}$	0.004907	0.004016	0.003100	0.002205	0.001332	/
$\Delta y$	0.009242 - 0.004907	0.008373 - 0.004016	0.007571 - 0.003100	0.006643 - 0.002205	0.005709 - 0.001332	0.004396

请将第一、二、三、四题答案写在答题页上

A

于是

$$n = \frac{d}{\lambda} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{5.09}{589.3 \times 10^{-6}} \frac{0.004396}{25} = 1.5188$$

不确定度:

$$u_s(\Delta y) = \sqrt{\frac{\Delta y^2 - (\overline{\Delta y})^2}{584}} = 0.0000255$$

分母只有4

不确定度不可用度数表示，而要用弧度，仪器误差1'是正确的

$$u_s(\Delta \theta) = \sqrt{u_s^2(\theta_s) + u_s^2(\theta_{s-N})} = \sqrt{2} \frac{1'}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{2}}{60\sqrt{3}} = 0.0136^\circ, \text{ 其中 } u_s(\theta_s) = u_s(\theta_{s-N}) = \frac{\Delta \theta}{\sqrt{3}}$$

$$u_b(\Delta y) = \sin 2\bar{\theta} u_s(\Delta \theta) = \sin(2 \times 4^\circ 2.35') \times \frac{0.0136}{\sqrt{3}} = \frac{0.00191}{\sqrt{3}}$$

公式对，数值错

则

$$u(\Delta y) = \sqrt{u_s^2(\Delta y) + u_b^2(\Delta y)} = \sqrt{0.0000255^2 + 0.00191^2} = 0.00191$$

公式对，数值错

又

$$u(d) = u_s(d) = \frac{\Delta d}{5\sqrt{3}} = \frac{0.005}{5\sqrt{3}} = 0.000577 \text{ (mm)}$$

分母里不需要有5

则有

$$\frac{u(n)}{n} = \sqrt{\left[ \frac{u(d)}{d} \right]^2 + \left[ \frac{u(\Delta y)}{\Delta y} \right]^2} = \sqrt{\left[ \frac{0.000577}{5.090} \right]^2 + \left[ \frac{0.00191}{0.004396} \right]^2} = 0.0434$$

公式对，数值错

$$u(n) = n \cdot \frac{u(n)}{n} = 1.5188 \times 0.0434 = 0.0659$$

公式对，数值错