

# 上海市第二十八届初中物理竞赛（大同中学杯）

## 复赛试题（2014 年）

### 说明：

1. 本试卷共有五大题，答题时间为 120 分钟，试题满分为 150 分。
2. 答案及解答过程均写在答题纸上。其中第一~第二大题只要写出答案，不写解答过程；第三~第五大题按题型要求写出完整的解答过程。解答过程中可以使用计算器。
3. 考试完毕后只交答卷纸，试卷可以带回。
4. 本试卷中常数  $g$  取 10 牛 / 千克；水的比热容  $4.2 \times 10^3$  焦 / (千克 · °C)；水的密度为  $1.0 \times 10^3$  千克 / 米<sup>3</sup>。

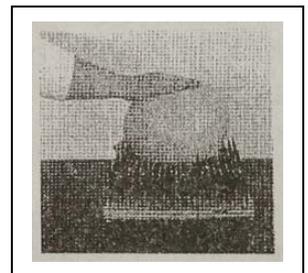
### 一、选择题（以下每小题只有一个选项符合题意，每小题 4 分，共 32 分）

1、当坐在野外的篝火旁时，我们看到篝火后面的物体是晃动的，原因是（ ）

- A. 视觉错误，因为火焰在跳动；
- B. 火焰加热空气，使空气密度不均匀且不稳定；
- C. 火焰作为光源在抖动，所以经后面物体反射的光也在晃动；
- D. 火焰加热了另一边的物体，使它热胀冷缩，所以看到它在晃动。

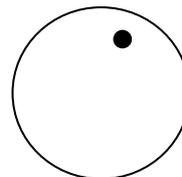
2、如图所示，将 144 根长钉固定在木板上，尖端朝上，将一只气球置于上方，手轻轻放在气球上。若手轻轻下按，则（ ）

- A、气球会立即破掉，因为气球受到手的压力；
- B、气球会立即破掉，因为气球受到钉子的压强过大；
- C、气球不会破，因为气球受力平衡；
- D、气球不会破，因为气球受到的压力被分散，压强不足以刺破气球。



3、如果不慎在照相机镜头上粘上一个灰尘颗粒（如图），那么拍摄的相片（ ）

- A、其上部将出现一个黑点；
- B、其下部将出现一个黑点；
- C、其上部和下部分皆无黑点；
- D、其上部和下部分各出现一个黑点。



4、太阳表面的温度为  $6000^{\circ}\text{C}$ ，所辐射的电磁波中辐射强度最大的在可见光波段；人体的温度约为  $37^{\circ}\text{C}$ ，所辐射的电磁波中辐射强度最大的在红外波段。宇宙空间内的电磁辐射相当于零下  $270^{\circ}\text{C}$ 的物体发出的，这种辐射称为“3K 背景辐射”。“3K 背景辐射”的波段为( )

- A、 $\gamma$  射线；      B、x 射线；      C、紫外线；      D、无线电波。

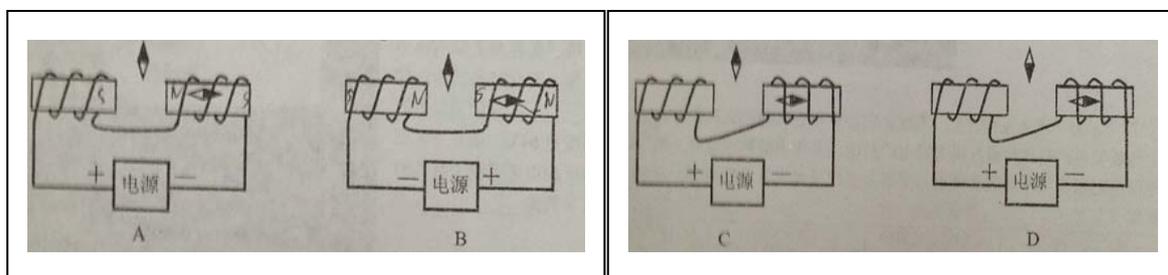
5、往热水瓶里灌水，热水瓶在被灌满的过程中，从热水瓶口发出声音的音调 ( )

- A、越来越高；      B、越来越低；      C、始终不变；      D、忽高忽低。

6、神州十号上天后，宇航员王亚萍在太空授课，做了一个水膜的实验。将细圆环从水中取出形成水膜，有关水膜厚度的描述正确的是 ( )

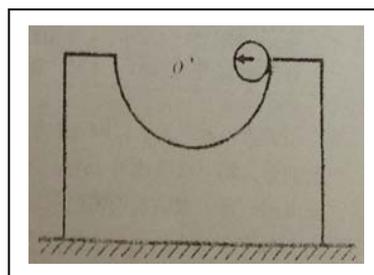
- A、中间薄，四周厚；      B、中间厚，四周薄；  
C、四周和中央一样厚；      D、以上三种情况都会出现。

7、如图所示，两个通电螺线管与电源构成图示电路，在其内部和两个螺线管之间中部上方分别放置一个小磁针，静止时小磁针的位置正确的是 ( )



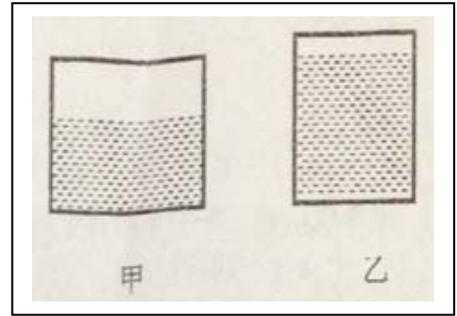
8、如图所示，一个半径为  $R$  的半圆形的凹槽固定在地面上，一个半径为  $KR$  ( $K < 1$ ) 的圆柱体从凹槽的右端释放。假设凹槽内表面足够粗糙，圆柱体在滚动时不会打滑。刚释放时，圆柱体表面的箭头指向凹槽中心  $O$ 。当  $K=1/5$  时，圆柱体滚动到凹槽左端最高点时的箭头指向为 ( )

- (A) 水平向右；      (B) 水平向左；  
(C) 竖直向上；      (D) 竖直向下。

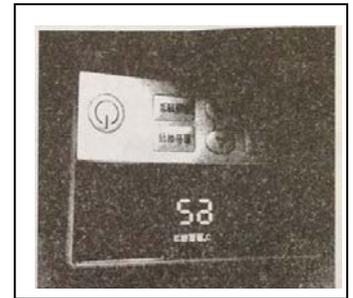


二、填空题（每小题 6 分，共 30 分）

9、甲、乙两个水箱，上端开口，装有相同体积的水，乙水箱中的水位较高。现在两个水箱底部开两个面积一样的小孔，水从孔中流出。实验观察发现，水箱中的水流光所需要的时间与水箱横截面积成正比、与储水高度的平方根成正比。则\_\_\_\_\_箱中的水先流光。设乙箱中的水流掉一半的时间为  $t$ ，则剩下的水流完所需时间为\_\_\_\_\_。



10、某同学家的热水器的温度控制器未能正确安装，他从镜子里看到了如图所示的像，则此时显示的温度是\_\_\_\_\_。如果显示的温度是  $64^{\circ}\text{C}$ ，请在下面空格处画出通过镜子看到的数字的像\_\_\_\_\_。



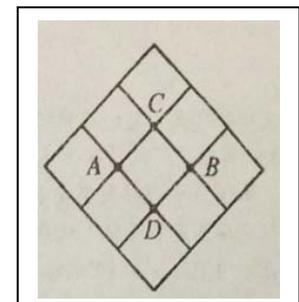
11、如图所示为“风光互补路灯”系统。它在有阳光时通过太阳能电池发电，有风时通过风力发电机发电，并将电能输至蓄电池储存起来，供路灯照明使用。下表为某型号风光互补路灯系统配置方案：

风力发电机		太阳能电池组件		其他元件	
最小启动风速	1.0m/s	太阳能电池输出功率	36W	蓄电池	500Ah 12V
最小充电风速	2.0m/s				
最大限制风速	12.0m/s	太阳能电池转化效率	15%	大功率 LED 路灯	80W 12V
最大输出功率	400W				

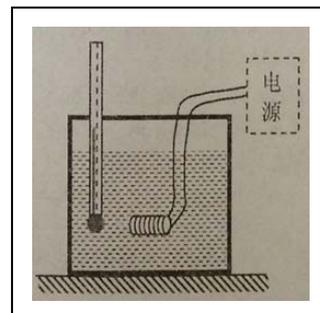
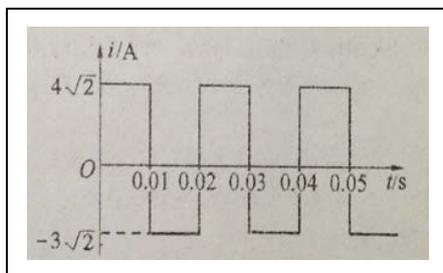


如果当地垂直于太阳光的平面得到的太阳辐射最大强度约为  $240\text{W}/\text{m}^2$ ，要使太阳能电池的最大输出功率达到 36W，太阳能电池板的面积至少要\_\_\_\_\_  $\text{m}^2$ 。当风速为  $6\text{m}/\text{s}$  时，风力发电机的输出功率将变为 50W，在仅靠风力发电的情况下，将蓄电池的电能由 20% 充至 90% 所需时间为\_\_\_\_\_ h。

12、如图所示的电阻网络中，AC、CB、BD、DA 两条边的电阻为  $r$ ，其余各边电阻都相等，但阻值未知，测得 AB 两点之间的总电阻为  $R$ 。当在 CD 两点之间连接一段阻值为  $R$  的电阻时，AB 两点之间的总电阻  $R=_____$ ；若将 AC、CB、BD、DA 四根电阻丝皆换成阻值为  $2r$  的电阻，则 AB 两点之间的总电阻  $R=_____$ 。



13、我们把闭合电路中大小和方向都随时间作周期性变化的电流叫交流电。我国民用交流电的电压为 220V，频率为\_\_\_\_\_Hz。上述 220V 是交流电的电压有效值。有效值是指交流电和直流电通过相同阻值的电阻，如果在相同时间内产生的热量相等，就把这一直流电的量值称为该交流电的有效值。如下图所示为某交流电电流随时间变化的图像，该交流电的电流有效值为\_\_\_\_\_A。



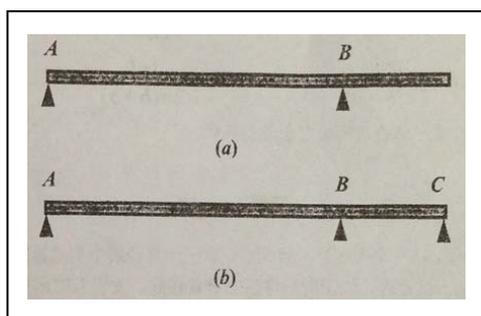
### 三、计算题（本题共 32 分）

14、（8分）如图所示，一个用电阻丝绕成的线圈浸没在盛油的量热器中。量热器为绝热容器，不会与外界发生热传递。线圈的电阻为  $R_\theta$ ， $R_\theta$  会随温度变化，其变化规律可以用公式  $R_\theta = R_0(1 + \alpha \theta)$  表示，式中  $R_0$  为  $0^\circ\text{C}$  时线圈的电阻、 $\theta$  为线圈温度、 $\alpha$  为电阻的温度系数。现将线圈两端接入电压恒定的电源，线圈发热使油温缓慢地上升。已知油的初始温度为  $0^\circ\text{C}$ ，此时油温升高的速率为  $5.0^\circ\text{C}/\text{min}$ ；持续一段时间后，油温上升到  $30^\circ\text{C}$ ，此时油温升高的速率变为  $4.5^\circ\text{C}/\text{min}$ 。试求此线圈电阻的温度系数  $\alpha$ 。

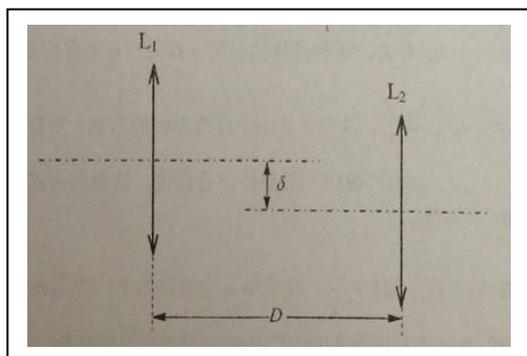
15、（12分）如图(a)所示，一根质量分布均匀的细直硬杆，长度为  $L$ ，质量为  $m$ ，在杆的最左端 A 与距右端  $L/4$  的 B 处立两个相同的支撑物，将细杆水平支起。求：

(1) A 处与 B 处的支持力  $N_A$  与  $N_B$ 。

(2) 在杆的最右端 C 再加上一个同样的支撑物，如图 (b) 所示。假设支撑物均由相同的弹性材料制成，当它们受到挤压时会产生微小形变，其竖直方向上发生的微小形变与弹力成正比，则 ABC 三处的支持力  $N_A$ 、 $N_B$  与  $N_C$  分别为多少？



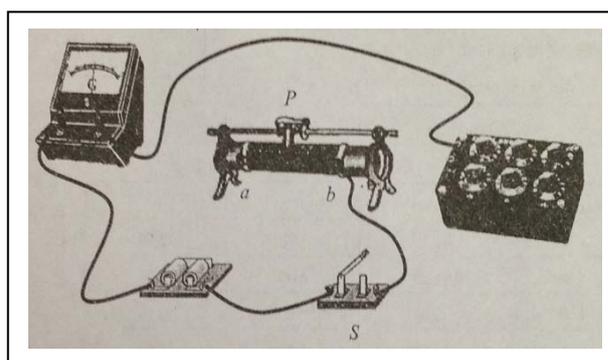
16、(12分) 如图所示，两个焦距分别为  $f_1$  和  $f_2$  的薄透镜  $L_1$  和  $L_2$  平行放置，两透镜的光轴略微错开。已知：两透镜相距  $D, D < f_1$ ；两光轴间的距离为  $\delta$ 。以透镜  $L_2$  的光心为原点，其主光轴为  $x$  轴（向右为正方向），向上为  $y$  轴，在图示平面建立坐标系。求此透镜组右侧的焦点坐标。



#### 四、实验题（本题共 26 分）

17、(12分) 有一内阻约在  $1000\ \Omega \sim 2000\ \Omega$  之间的电流表，因年代久远标度值已经看不出，仅有刻度。某同学利用右表所列器材、若干导线和电键等元件设计了一个测量该电流表内阻的电路。下图为已完成部分线路连接的实物连接图。

(1) 请用笔线代替导线完成实物连接图。



编号	器材名称及技术指标
A	待测电流表 G
B	电源 $E$ (电压未知)
C	电阻箱 $R_A$ ( $0 \sim 9999\ \Omega$ )
D	滑动变阻器 $R_1$ ( $0 \sim 20\ \Omega, 1\ A$ )

(2) 请完成以下实验步骤：

①将电键  $S$  断开，按电路图接好各元件，使滑动片  $P$  先置于\_\_\_\_\_（选填“ $a$ ”或“ $b$ ”）端，电阻箱阻值为\_\_\_\_\_（选填“零”或“最大”）。

②闭合电键  $S$ ，调节滑动片  $P$  于某一位置，使电流表  $G$  的指针偏转，并使指针指在\_\_\_\_\_（选填“最大量程”、“最大量程的三分之二”、“最大量程的一半”或“最大量程的三分之一”）处。

③调节\_\_\_\_\_（选填“滑动变阻器”或“电阻箱阻值”），使电流表G的指针指在（选填“最大量程”、“最大量程的三分之二”、“最大量程的一半”或“最大量程的三分之一”）处。记下（选填“滑动变阻器”或“电阻箱”）的阻值R。

④即得待测电流表内阻为\_\_\_\_\_。

（3）利用此方法测得的电流表内电阻\_\_\_\_\_其实际的内阻（选填“大于”、“小于”）。造成这种误差的原因是\_\_\_\_\_。

18、（14分）某同学为测量某种油的密度，找到一个特殊的平底试管，该试管内、外截面均匀，管壁有一定厚度，试管底部很薄其厚度可以不计。实验室有以下器材：盛水大容器、尺、滴管、作图用坐标纸、吸水棉和吸水纸、蒸馏水、装在塑料杯内的待测密度的油。他按照如下的方法进行测量：

- （1）如图所示，将试管开口向上，竖直浸入盛水大容器中；
- （2）在试管中加水。先加一定量的水，待试管平衡后，用尺测出  $l_c$ 、 $l_z$ ，然后不断地加水，始终保持试管平衡，测得多组  $l_c$ 、 $l_z$  记入表中；
- （3）把试管中的水倒掉，并用吸水棉和吸水纸将试管擦干，在试管中滴入待测密度的油，重复上述过程；
- （4）作图求解油的密度。

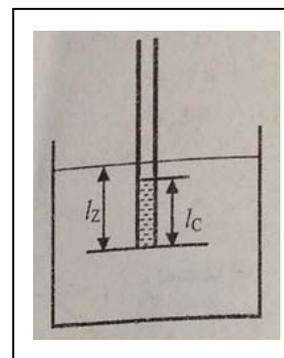
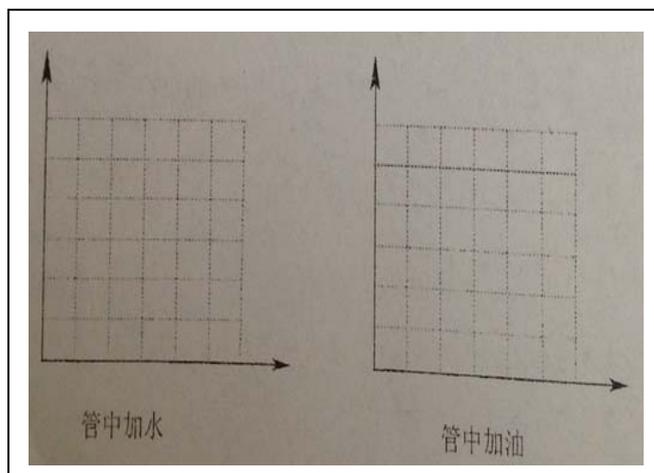


表1		表2	
管中加水		管中加油	
$l_c(\text{cm})$	$l_z(\text{cm})$	$l_c(\text{cm})$	$l_z(\text{cm})$
3.70	11.70	5.70	12.50
4.50	12.30	6.00	12.60
4.90	12.60	6.00	12.80
5.20	12.90	6.40	13.00
5.30	13.00	6.80	13.30
5.70	13.30	7.20	13.50



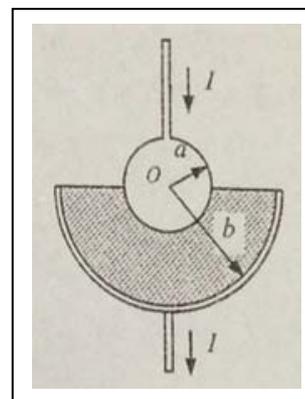
请你根据上述实验步骤，推导出求解油密度的关系式，并利用表中的数据，通过作图求出油的密度。

五. 判断与说理题 (本题共 30 分)

19、(8 分) 如图所示, 用电阻率为  $\rho$  的导电物质制成内、外半径分别为  $a$  和  $b$  的半球壳形状的导体 (图中阴影部分)。将半径为  $a$ 、电阻不计的球形电极嵌入半球壳内, 作为一个引出电极; 在导电的外层球壳上镀一层金属膜 (电阻不计) 作为另外一个电极, 设该半球壳导体的阻值为  $R$ 。

(1) 根据你的判断,  $R$  的合理表达式应为 ( )

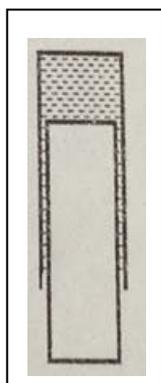
A. $R = \frac{\rho(b+a)}{2\pi ab}$	B. $R = \frac{\rho(b-a)}{2\pi ab}$
C. $R = \frac{\rho ab}{2\pi(b-a)}$	D. $R = \frac{\rho ab}{2\pi(b+a)}$



(2) 请对你的判断给出合理的解释。

20、(8 分) 在一个大试管内装满水, 将一个直径小于试管内径的有机玻璃棒插入试管内, 如图所示将整个装置竖起, 发现有时候有机玻璃棒会沿试管内壁向上移动, 有时会向下移动, 请通过计算说明产生上述不同现象的原因。

已知有机玻璃棒质量为  $m$ , 水的密度为  $\rho$ , 大气压强为  $P_0$ , 试管内部截面积为  $S$ 。



21. (14 分) 要使管道里的液体作匀速运动, 必须在管道两端有一个压强差  $\Delta P$ , 现有一根长为  $L$ , 半径为  $r$  的水平直圆管, 单位时间内通过管道截面的液体体积称为流量  $Q$ 。已知流量  $Q$  与  $L$ ,  $r$ ,  $\Delta P$  有关, 还和液体的黏度  $\eta$  有关,  $\eta$  的单位是 Pa·s。

(1) 已知  $Q = Kr^\alpha \eta^\beta \left(\frac{\Delta P}{L}\right)^\gamma$ , 其中  $K$  是一个没有单位的常数, 所有力学量的单位是由三个

基本物理量 (质量、长度、时间) 的单位组合而成。请根据等式两边单位应相同的原则, 求出  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  的值。

(2) 实验求得 (1) 题中的  $K = \pi/8$ , 设成年人主动脉的半径为  $r = 1.3 \times 10^{-2} \text{m}$ , 主动脉的血流量为  $100 \text{ml/s}$ , 血液的黏度为  $4 \times 10^{-3} \text{Pa}\cdot\text{s}$ 。试求在一段  $0.2 \text{m}$  长的主动脉中两端的压强差  $\Delta P$ , 并分析当病人患有动脉粥样硬化 (相当于血管内径变小) 后对人体健康的影响。

# 上海市第二十八届初中物理竞赛（大同中学杯）

## 参考解答

### 一、选择题（每小题 4 分，共 32 分）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	B	D	C	D	A	B	D	B

### 二、填空题（每题 6 分，共 30 分）

9、乙  $(\sqrt{2}+1)t$

10、29  $\frac{E}{H}$

11、1 84      12、R  $\frac{2Rr}{2r-R}$       13、50 5

### 三、计算题（本题共 32 分）

#### 14、（8 分）

解答： 因为：  $Q=Cm\Delta\theta=U^2t/R$  (3 分)

得：  $R\Delta\theta/t=U^2/Cm$        $U^2/Cm=k$  (常量) (1 分)

所以：  $k=R\Delta\theta/t$        $\Delta\theta/t$  即为某温度时油温升高速率 (1 分)

代入：0°C 时温度升高的速率为  $5.0^\circ\text{Cmin}^{-1}$ ，30°C 时温度升高的速率变为  $4.5^\circ\text{Cmin}^{-1}$

则有：  $k=R_0\cdot 5$        $k=R_\theta\cdot 4.5$  (1 分)

$R_\theta=R_0(1+\alpha\theta)$       解得：  $\alpha=3.7\times 10^{-3}^\circ\text{C}^{-1}$  (2 分)

#### 15、（12 分）

解答： (1) 根据平衡条件得：  $N_A + N_B = mg$  (4 分)

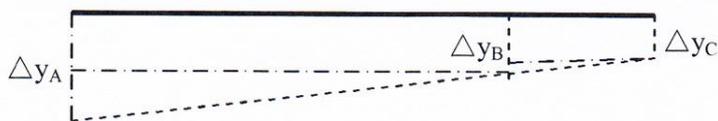
$$N_A \cdot \frac{L}{2} = N_B \cdot \frac{L}{4}$$

可以解得： 
$$\begin{cases} N_A = \frac{1}{3}mg \\ N_B = \frac{2}{3}mg \end{cases} \quad (2 \text{ 分})$$

$$N_A + N_B + N_C = mg \quad (1)$$

(2) 根据平衡条件得：  $N_A \cdot \frac{L}{2} = N_B \cdot \frac{L}{4} + N_C \cdot \frac{L}{2}$  (2 分)

根据题设条件：产生的弹力和支点的形变量成正比。



$$\Delta y_A - \Delta y_B = 3(\Delta y_B - \Delta y_C) \Rightarrow \Delta y_A = 4\Delta y_B - 3\Delta y_C$$

由力与形变量成正比可得:  $N_A = 4N_B - 3N_C$  (3) (2分)

由 (1) (2) (3) 解得:

$$\begin{cases} N_A = \frac{11}{26}mg \\ N_B = \frac{8}{26}mg = \frac{4}{13}mg \\ N_C = \frac{7}{26}mg \end{cases} \quad (2分)$$

#### 16、(12分)

**解答:** 找出两条路径较为简单的光束的交点, 来求透镜组的焦距 (如图所示)

(4分)

第一条光线笔直穿过第一个透镜的中心, 并由透镜  $L_2$  折射后穿过其焦点  $F_2$ 。

以透镜  $L_2$  光心为原点建立坐标系, 则经过第二个透镜后的光线轨迹可写为:

$$y = \delta - \left(\frac{\delta}{f_2}\right)x \quad (3分)$$

第二条光线经过第二个透镜的中心和第一个透镜的焦点  $F_1$ 。它经过第二个透镜

后的轨迹为:  $y = \left(\frac{\delta}{f_1 - D}\right)x$  (3分)

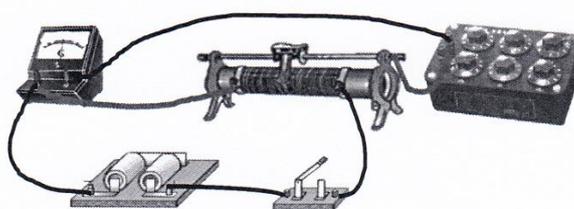
两条直线的交点即为此双透镜系统的焦点, 经计算得焦点位置为:

$$x = \frac{f_2(f_1 - D)}{f_1 + f_2 - D}, \quad y = \frac{f_2\delta}{f_1 + f_2 - D} \quad (2分)$$

#### 四、实验题 (本题共 26 分)

17、(12分)

解答：(1)



(2分)

(2) (7分, 每空格1分)

- ① a; 最大      ② 最大量程  
③ 电阻箱; 最大量程的一半; 电阻箱      ④ R

(3) 大于 (1分)

电路中调节电阻箱阻值后, 电路里的总电阻变大了, ③表支路电压变大了, ③半偏( $I_g/2$ )时, 虽然支路电流是  $I_g/2$ , 但分配给电阻箱的电压大于  $R_g I_g/2$ 。 (2分)

18、(14分)

解答：设：  $S_c$ : 试管内部截面积;

$S_z$ : 试管外部截面积;

$l_z$ : 管底到管外水面的距离;

$l_c$ : 管内液体的高度;

$\rho$ =水的密度,  $\rho_{内}$ =为管内液体的密度

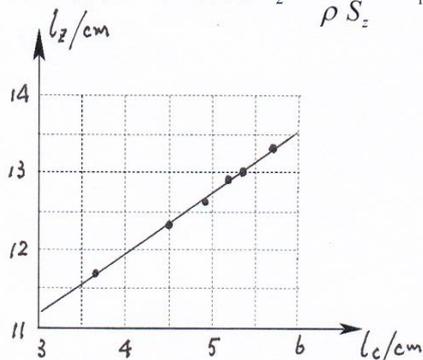
$$\rho g S_z l_z = (M + S_c l_c \rho_{内}) g$$

由力的平衡有:

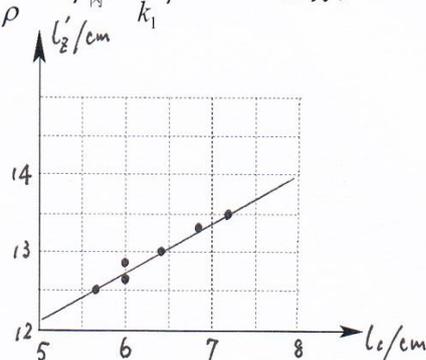
$$\Rightarrow l_z = \frac{\rho_{内} S_c}{\rho S_z} l_c + \left( \frac{M}{\rho S_z} \right) = k l_c + b \quad (4分)$$

利用表1作图, 求出斜率  $k_1 = \frac{S_c}{S_z}$ ,

利用表2作图, 求出斜率  $k_2 = \frac{\rho_{内} S_c}{\rho S_z} = k_1 \frac{\rho_{内}}{\rho} \Rightarrow \rho_{内} = \frac{k_2}{k_1} \rho$  (2分)



管中加水



管中加油

(每图3分, 共6分)

根据表中数据画图由图可得:  $k_1=0.8091$      $k_2=0.6865$

则: 油的密度  $\rho_o = 0.8484 g/cm^3$     (0.83—0.85 均算对)    (2分)

五. 判断与说理题 (本题共 30 分)

19. (8 分)

解答: (1) ( B ) (4 分)

(2) 电阻定律为  $R = \rho L / S$ , 式中的分子应该是长度, 分母应该是面积, 所以选项 (C) (D) 的单位均不符合。只有 (A) (B) 可能正确; 又因为: 当  $a = b$  时, 相当于该电阻为 0, 因此选项 (B) 合理。 (4 分)

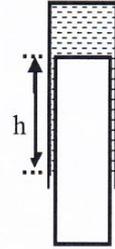
20. (8 分)

解答: 设某位置玻璃棒恰好不动, 对玻璃棒做受力分析:

$$mg + PS = P_0S \quad (P \text{ 为玻璃棒上方液体的压强}) \quad (3 \text{ 分})$$

$$mg = P_0S - PS = \rho ghS \quad (h \text{ 为有机玻璃棒进入水的高度}) \quad (2 \text{ 分})$$

若此时  $mg > \rho ghS$ , 玻璃棒在竖起后向下移动; 反之向上移动。 (3 分)



21. (14 分)

解答: (1)  $Q$  的单位为  $\frac{\text{米}^3}{\text{秒}}$ ;  $r$  的单位是米;  $\eta$  的单位是  $\frac{\text{千克}}{\text{秒} \cdot \text{米}}$ ;

$$\frac{\Delta p}{L} \text{ 的单位是 } \frac{\text{千克}}{\text{秒}^2 \cdot \text{米}^2}。 \quad \text{即得: } \frac{\text{米}^3}{\text{秒}} = (\text{米})^\alpha \cdot \left(\frac{\text{千克}}{\text{秒} \cdot \text{米}}\right)^\beta \cdot \left(\frac{\text{千克}}{\text{秒}^2 \cdot \text{米}^2}\right)^\gamma \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{于是可得: } \begin{cases} 3 = \alpha - \beta - 2\gamma \\ -1 = -\beta - 2\gamma \\ \beta + \gamma = 0 \end{cases} \quad (3 \text{ 分})$$

可以解得:  $\alpha = 4; \beta = -1; \gamma = 1$  (3 分)

(2) 代入数据可以算出:  $\Delta p = 71.4 \text{ pa}$  (2 分)

这一结果表明在人体的主动脉中血液的压降是微不足道的。但是, 当病人患有动脉粥样硬化后, 动脉通径显著减小, 在流量不变的情况下, 由于压降  $\Delta p$  与  $r$  的四次方成反比, (2 分)

因而流经动脉的压降明显的增加, 在动脉流阻增加后, 为了保证血液的正常流动, 心脏就必须加强对血液的压缩, 表现为血压升高, 心脏由于长期超负荷运转致使心脏发生病变, 如心脏扩大, 心律失常等。这就是心血管病的一种表现。 (1 分)