

物理竞赛实验试题

(力电实验)

竞赛时间： 2017 年 10 月 29 日；所需时间： 90 分钟

[本页为竞赛试题页，需要循环使用，请不要书写任何内容或做任何标记。]

[实验题目] （60 分）

切变模量是表征材料抵抗切应变能力大小的物理量，是材料的力学性能指标之一。请利用提供的实验器材，设计制作电子秤，测量圆环的质量；测量金属丝的切变模量。

[实验器材]

- 1、100g 砝码 10 个
- 2、直流稳压电源 1 台（可输出±15V、0~12V 可调直流电压）
- 3、可调增益差动放大器 1 个
- 4、数字万用表 1 个（仪器误差为 0.5%×测量值+2）
- 5、带托盘的差动全桥悬臂梁 1 个
- 6、九孔接线板 1 个，连接导线 5 根（含数字万用表的接线）
- 7、电子秒表 1 只（精度 0.01s）
- 8、卷尺 1 个（仪器误差取 0.5mm）
- 9、游标卡尺 1 个（仪器误差取 0.02mm）
- 10、螺旋测微计 1 个（仪器误差取 0.004mm）
- 11、扭摆 1 个
- 12、待测圆环 1 个
- 13、待测金属丝 1 根

[实验要求]

- 1、制作量程为 1000g，最小分度为 1g 的电子秤，并用其测量圆环的质量（30 分）。
 - （1）画出电路原理图（差动放大器供电电源是±15V，全桥悬臂梁供电电压不得超过 12V）
 - （2）组装电子秤，并对其量程进行标定，简述标定量程的步骤。
 - （3）验证电子秤的线性关系，确定其最大偏差。
 - （4）利用该电子秤测量圆环的质量，计算其不确定度。
- 2、利用扭摆测定金属丝的切变模量（30 分）
 - （1）给出测定金属丝切变模量的实验原理和计算公式。
 - （2）记录测量数据。
 - （3）计算测量结果，估算其不确定度。

[说明]

- 1、本题目中一共有三张提示卡，可以向监考老师申请使用，使用前两张各扣 8 分，第三张扣 12 分
- 2、带托盘的差动全桥悬臂梁。

导体或半导体材料受到外力作用而产生机械变形时，材料的电阻值会随之发生变化，利用这种现象工作的传感元件称为电阻应变片。在一定条件下，应变片的阻值变化与应变片的纵向长度变化量成正比，而在弹性限度内此纵向长度变化量又与所受外力成正比。因此，可以用来测量力的大小。

一中空的金属梁，上下两表面分别粘贴电阻应变片，便构成了图 1 所示的悬臂梁结构，它是常用的测力

装置。使用时，一端固定于底座，另一端(可上下自由活动)与托盘固连作为承重端。

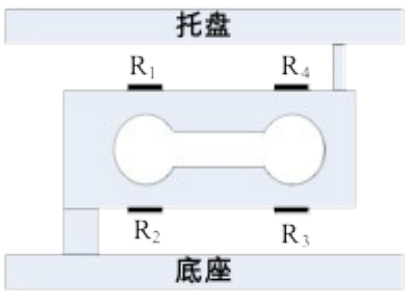


图 1

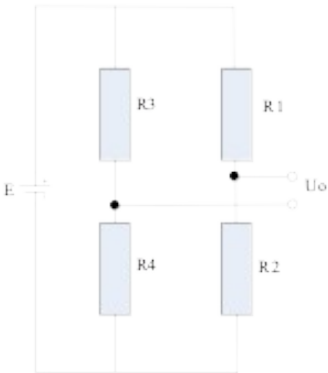


图 2

悬臂梁上的 4 个应变片已经连接成了图 2 所示电路，红线和黑线分别为电源正极和负极，其它两个颜色相同的导线为信号输出。

2、扭摆

如图 3 所示，将一金属丝上端固定在一个夹具上，下端悬挂一带夹具的刚性金属圆盘,构成扭摆。

轻轻转动金属丝上端的夹具,使金属丝在外力矩作用下带动刚性金属圆盘扭一角度 θ。撤去外力矩后，金属丝将在弹性恢复力矩的作用下带动刚性金属圆做周期性摆动，摆动周期为

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{I_0}{D}} \tag{1}$$

式中， I_0 为整个刚性金属圆盘对中心轴线的转动惯量。 D 为金属丝的扭转系数，

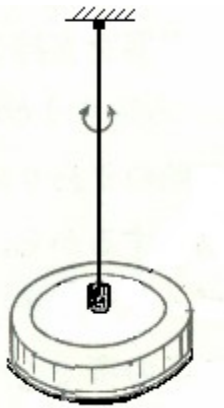


图 3

性
转
盘
它

与悬线长度 L 、悬线的半径 R 及悬线材料的切变模量 G 的关系为

$$G = \frac{2L}{\pi R^4} D$$

(2)

若均质圆环的质量为 M ,外径为 $d_{\text{外}}$,内径为 $d_{\text{内}}$,则其绕中心转轴的转动惯量为

$$I = M(\frac{d_{\text{外}}^2 + d_{\text{内}}^2}{8})$$

(3)

3、 JD-1A 电子秒表的使用

- 1) 按中间的“功能转换”键直至秒表显示。
- 2) 按右边的“开始/停止”键开始计时。再按该键，停止计时（ 重复按该键，重复开始计时 ）。
- 3) 停止计时后，按左边的“暂停/回零”键复位到零。

4、 可调增益差动放大器（ 最大放大倍数 100 左右 ）

可调增益差动放大器实物图见图 4，电原理图如图 5.

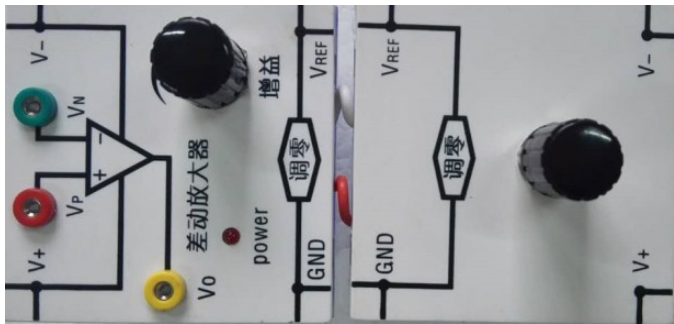


图 4

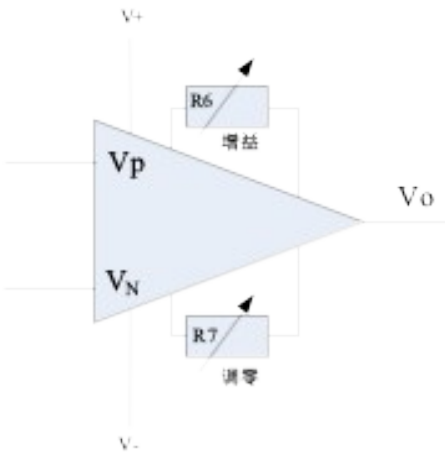


图 5

图中 V_+ 和 V_- 分别为电源正（ $+15V$ ）和电源负（ $-15V$ ）， V_p 和 V_n 分为差动信号输入端， V_o 为信号输出端， GND 为接地端， V_{REF} 悬空（ 不需另接电源 ）。两组 V_+ 和 V_- 只需接一组即可。

5、 九孔板的使用

九孔板的面板结构如图 6 所示。田字型结构中每个插孔都已相互连通，但任意两个田字型结构之间是不连通的。我们可以用元器件、导线和连接器等连接成我们需要的电路。

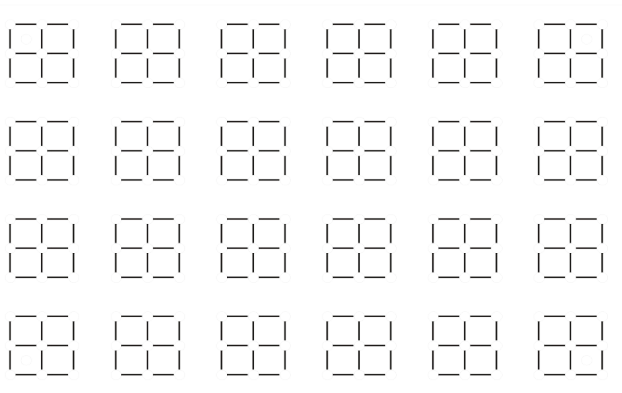


图 6

6、 试卷上的座标纸栏和草稿栏，根据实际需要使用。

物理竞赛实验试题

(光学实验)

竞赛时间： 2017 年 10 月 29 日；所需时间： 90 分钟

[本页为竞赛试题页，需要循环使用，请不要书写任何内容或做任何标记。]

[实验题目] (60 分)

折射率是透明材料的重要光学常数，在生产和科学研究中经常会遇到折射率的测量问题。利用提供的实验器材测量未知溶液的折射率。

[实验器材]

- 1、分光计 1 台
- 2、读数显微镜 1 台
- 3、平板玻璃和平凸玻璃各 1 块
- 4、光栅 1 块 (光栅常数为 600 线/mm)
- 5、光源 1 台 (带有高度调节支架、电源)
- 6、未知溶液 1 试管 (带有 1 个滴管)
- 7、单面镀膜的平面镜 1 块
- 8、酒精 1 瓶
- 9、脱脂棉 1 袋
- 10、升降台 1 个
- 11、黑纸 1 张

[注意事项]

- 1、光源需要预热十分钟左右才能正常发光；
- 2、光源关掉后，必须等灯管冷却之后，才可以重复点燃；
- 3、实验结束，必须用酒精清洗光学元件上的被测液体

[实验要求]

- 1、 (30 分) 光源波长的测量

1) 根据夫琅和费衍射理论，画出平行光垂直入射光栅时的测量光路图并写出光栅方程和方程中各个量的物理意义，用分光计测量时分光计和光栅的调节要求是什么？列表记录测量数据、处理数据并计算

光源波长； (16 分)

2) 根据夫琅和费衍射理论，平行光斜入射时的光栅方程和方程中各个量的物理意义是什么？方程中的角度如何测量？ (2 分)

在平行光斜入射时，衍射光方向与入射光方向之间的夹角称为偏向角，以符号 α 表示，有 $\alpha = \theta + \varphi$ ，

其中 θ 、 φ 分别为光栅的入射角和衍射角。改变入射角使光栅进入斜入射状态，观察衍射光随转角的变化

规律，能否找到一个特殊角度 α ，只要测出此角度 α 就能计算出光源波长？写出观察规律、测量光路图、

计算公式、测量数据和计算结果。(12 分)

(此处有提示卡一，用者扣 8 分)

注意：以 1) 垂直入射时计算的光源波长，进行未知溶液折射率的测量

2、 (30 分) 测量未知溶液的折射率

1) 说明如何区分平板玻璃和平凸玻璃？并判断出平凸玻璃的凸面，用玻璃侧面的字母 A、B 表示；

(4 分)

2) 写出测量未知溶液折射率的原理和公式、光路图，说明公式中各个量的物理意义； (8 分)

(此处有提示卡二，用者扣 8 分)

3) 画出实际测量时各仪器之间的的光路示意图 (即钠光灯、读数显微镜、各个光学元件之间的光路

示意图)； (4 分)

4) 若空气的折射率 $n_0=1.0003$ ，测量平凸玻璃凸面的球面半径，列表记录实验数据并处理数据；

(6 分)

5) 测量未知溶液的折射率，列表记录实验数据，处理数据。(8 分)

[说明]

- 1、 本题目中一共有二张提示卡，可以向监考老师申请使用，使用则各扣 8 分；
- 2、 试卷上的草稿栏，根据实际需要使用。