第三十二届全国中学生物理竞赛决赛实验试题

2015 年 | 决赛实验一 | 30 分 | 本站重排版

题干据原卷逐字转录；公式采用 KaTeX 排版；本题原卷无配图；详解另册。

实验一　二极管正向伏安特性精确测量（30 分）

二极管是典型的非线性元件，其伏安特性满足

$$I = I_0 \left(\mathrm{e}^{\frac{qU}{nkT}} - 1 \right),$$

其中 I_0 为反向饱和电流（其值取决于材料、温度、掺杂浓度和截面积等），q 为电子电量（$q = 1.602 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$），$k$ 为玻尔兹曼常数（$k = 1.38 \times 10^{-23}\,\mathrm{J/K}$），$U$ 为二极管的外加电压，T 为绝对温度，n 为理想因子。精确测量其伏安特性时，必须设计合理电路，以消除电流表和电压表内阻对测量的影响。已知待测二极管为硅管，正向开启电压约为 0.5 V，导通时电压约为 0.6 ~ 0.8 V。

实验器材

直流稳压电源 1 台；数字式万用表 2 只；电位器 2 只；标准电阻箱 1 只；直流检流计 1 台；恒温水浴锅 1 台；待测二极管（置于封闭的石英管中）1 个；可编程计算器 1 台；导线若干。

实验要求

1. 根据所给实验器材设计实验方案，精确测量在 $t = 27^{\circ}\mathrm{C}$ 时二极管的正向伏安特性（电流变化范围：0.5 ~ 1000 μA，测量不少于 20 组数据）：

（1）画出实验电路图，说明实验原理，写出实验步骤；

（2）设计表格并记录实验数据；

（3）画出二极管正向伏安特性曲线，用最小二乘法或作图法得出反向饱和电流 I_0 和理想因子 n。

2. 二极管中的电流恒定时，其两端电压会随温度变化而变化。设定二极管的电流分别为 5 μA、15 μA 和 20 μA，确定其电压与温度的关系，推导出在绝对零度时的二极管电压 $U_{g(0)}$；并在此基础上讨论并消除电流大小对 $U_{g(0)}$ 的影响（建议温度范围 27°C ~ 70°C）：

（1）说明实验原理，写出实验步骤；

（2）设计表格并记录实验数据；

（3）分别画出电流为 5 μA、10 μA 和 15 μA 时二极管电压 U 与热力学温度 T 的关系曲线，得出 U 与 T 的关系式，推导出在绝对零度时的二极管电压 $U_{g(0)}$；分析不同恒定电流条件下，所获得绝对零度时二极管正向结电压的特点及其产生原因，并试图消除。

仪器说明

1. 直流稳压电源后侧面已有市电接入，打开电源，输出指示灯会点亮。输出电压已设定为 5 V。

2. 数字式万用表，除用于判定二极管正负极外，仅用作直流电流表和直流电压表（内阻未知）。

3. 电位器是十圈连续可调电阻器，其 1、3 接线端为固定端，2 为滑动端。电阻调节范围分别为 0 ~ 2 kΩ 和 0 ~ 5 kΩ。

4. 检流计满偏电流约为 0.3 μA（而非表上标示的 10 μA），谨慎使用，以免烧坏。

5. 恒温水浴锅控温范围：室温至 100°C；控温精度：0.5°C。水浴锅已加好适量的水，待测二极管置于封闭的石英管中，测量时需尽量靠近测温点。

6. 可编程计算器可用于线性回归计算。

注意事项

实验过程中请注意电表读数，以防烧坏电表和器件。

求助说明

本实验过程中可有 1 次求助机会。

求助卡　申请提供实验电路图，扣 7 分。

原卷校记：任务 2 首句写“5 μA、15 μA、20 μA”，第（3）问又写“5 μA、10 μA、15 μA”，两组恒流点不一致；本站保留原卷文字，作答时按同一组三个恒流点统一处理即可。

排版说明：原卷为 2 页出版方排版，本题无插图；重排不补画实验电路，避免替代“求助卡”。