

电子束的聚集

【实验目的】

- 1、掌握电子束在纵向不均匀电场及纵向磁场作用下的运动规律。
- 2、学习电聚焦及磁聚焦的基本原理和实验方法。
- 3、测定截止栅偏压及用磁聚焦法测定电子荷质比 e/m 。

【实验仪器】

THQEB-1 型电子束实验仪、示波管、坐标板。

【实验内容和步骤】

1、电子束的电聚焦

(1) 安装示波管及坐标板，保持示波管中心轴线与管座垂直，坐标板方格线水平和垂直。

(2) 打开电源开关，适当调节“X 调零”和“Y 调零”电位器，使光点在荧光屏中心。调节“栅极电压 V_G ”，使光点亮度适中。

(3) 将“电压切换”置于“ V_{A2} ”，并使加速电压 V_{A2} 为 900V。

(4) 将“点线切换”置于“点”，调节“聚焦电压 V_{A1} ”，使荧光屏上光点聚焦成一小圆点状光点。记录此时聚焦电压 V_{A1} 的值。

(5) 改变加速电压 V_{A2} ，使 V_{A2} 为 1000V、1100V、1200V，重复实验。如聚焦点较亮或较大，可同时调节“栅极电压 V_G ”，然后调节“加速电压 V_{A2} ”。

(6) 将“点线切换”置于“线”，重复实验 (4) ~ (5)。

2、截止栅偏压的测定

(1) 调节“加速电压 V_{A2} ”，使加速电压 V_{A2} 为 900V。调节“聚焦电压 V_{A1} ”，使荧光屏上光点聚焦，成一小圆点状光点。

(2) 调节“栅极电压 V_G ”，调节荧光屏上光点的辉度，记录光点刚消失时的 V_G 值。

(3) 改变加速电压 V_{A2} ，使 V_{A2} 为 1000V、1100V、1200V，重复实验。

3、电子束的磁聚焦

(1) 安装示波管及坐标板，保持示波管中心轴线与管座垂直，坐标板方格线水平和垂直。

(2) 将励磁线圈套在示波管外面，有励磁电流插孔的一侧朝外，根据面板

上定位线调整好位置，保持励磁线圈中心轴线与示波管中心轴线一致。将实验仪面板上励磁电流输出接至励磁线圈。

(3) 将“点线切换”置于“点”，适当调节“X 调零”和“Y 调零”，使光点在荧光屏中心。调节“栅极电压 V_G ”，调节荧光屏上光点的辉度，使光点亮度适中。

(4) 逆时针旋转“聚焦电压 V_{A1} ”，使光点最大。

(5) 将“偏转电压切换”置于“X 偏转”，调节“X 偏转”，使 X 偏转电压为 0，将“偏转电压切换”置于“Y 转”，使 Y 转电压为 0。调节“X 调零”和“Y 调零”，使光点在荧光屏坐标原点位置。

(6) 将“电压切换”波段开关置于“ V_{A2} ”，调节“加速电压 V_{A2} ”，使加速电压 V_{A2} 为 900V。

(7) 将“励磁电流开关”置于“开”，“励磁电流换向”开关置于“正”，“点线切换”置于“点”，缓缓调节“励磁电流”，可观察到电子束在纵向磁场的作用下，旋转式聚焦的现象，可看到五次到六次聚焦。如看不到，适当调节励磁线圈位置，保持励磁线圈中心轴线与示波管中心轴线一致。

(8) 将“励磁电流换向”开关置于“反”，改变励磁电流的方向，重复实验步骤 (7)。实验时注意观察电子束在不同方向励磁电流产生的磁场下聚焦时旋转的方向。

(9) 改变加速电压 V_{A2} ，使 V_{A2} 为 1000V、1100V、1200V，重复实验内容与步骤 (7)、(8)。

4、电子荷质比 e/m 的测定

(1) 用游标卡尺测量励磁线圈平均直径 D (励磁线圈漆包线直径为 1.0mm，密绕 6 层，励磁线圈平均直径 D =励磁线圈直径-6mm)，励磁线圈长度 L (不包括前后挡板厚度)，示波管第二阳极到荧光屏的距离 d (注：从第二阳极圆筒的中点到荧光屏 (典型值为 180mm))。参考值为 $D=96\text{mm}=9.6 \times 10^{-2} \text{ m}$ ， $L=215\text{mm}=2.15 \times 10^{-1} \text{ m}$ ， $d=180\text{mm}=1.8 \times 10^{-1} \text{ m}$ 。

(2) 在实验内容与步骤 1-(7) 中，记录电子束前三次聚焦时对应的励磁电流值 I_1 、 I_2 、 I_3 。

(3) 将“励磁电流换向”开关置于“反”，改变励磁电流的方向，重复实验步骤 (2)。

(4) 改变加速电压 V_{A2} ，使加速电压 V_{A2} 为 1000V、1100V、1200V，重复实验内容与步骤 (2)、(3)。

3、数据处理要求

(1) 在实验步骤 1 中，注意观察电子束在不同方向励磁电流产生的磁场下聚焦时旋转的方向，分析原因。

(2) 根据电子束前三次聚焦时对应的励磁电流值 I_1 、 I_2 、 I_3 实验记录数据，计算电子荷质比 e/m ，并将计算值和标称值 $e/m=1.7588047\times 10^{11}\text{C}\times\text{kg}^{-1}$ 进行比较，计算实验误差。

(3) 在实验步骤 3 中，根据记录的在不同加速电压 V_{A2} 下聚焦电压 V_{A1} 值，分析电子束电聚焦时聚焦电压 V_{A1} 与加速电压 V_{A2} 的关系。

(4) 在实验步骤 4 中，根据记录的在不同加速电压 V_{A2} 下截止栅偏压值，分析截止栅偏压与加速电压 V_{A2} 的关系。

【思考与拓展】

1. 磁聚集和电聚焦的原理是什么？电聚焦与磁聚集光点收缩的情况是否相同？
2. 电子束在不同方向励磁电流产生的磁场下聚焦时旋转的方向为什么不同？
3. 测定电子荷质比 e/m 时产生误差的因素有哪些？如何减小实验误差？
4. 分析电子束电聚焦时聚焦电压 V_{A1} 与加速电压 V_{A2} 的关系。
5. 什么是截止栅偏压？截止栅偏压与加速电压 V_{A2} 有什么关系？