**金属逸出功实验**

2022级 人工智能 ZYH

**引言**

金属中存在大量的自由电子，但电子在金属内部所具有的能量低于在外部所具有的能量，因而电子逸出金属时需要给电子提供一定的能量，这部分能量称为电子逸出功。

逸出功（功函）是金属材料基本属性之一。金属逸出功是电子器件研究或技术中的重要参数，如发光二极管（ LED ）和太阳能电池等。研究金属材料的逸出功等物理性质，不仅能提高金属材料在电子技术中的应用效果，而且能加深对微观原子结构的了解，特别是对修正相关原子结构理论和计算方法具有重要意义。

1. **实验目的**
2. 用里查逊直线法测定金属钨的电子逸出功
3. 学习处理数据的方法
4. **实验仪器**

电子管综合实验仪

1. **实验原理**

**热电子发射测量电子逸出功的基本原理**

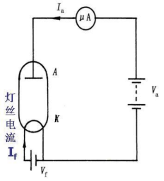
根据固体物理学中金属电子理论，金属中的传导电子按能量的分布遵从费米﹣狄拉克分布，即：

式中，称为费米能级。

在绝对零度时，电子的能量分布如图4.12-1曲线1所示。这时电子所具有的最大能量为 。当温度升高时电子的能量分布曲线如图4.12-1曲线2所示。其中，能量较大的少数电子具有比更高的能量，其数量随能量的增加呈指数减少。

通常情况下，由于金属表面与外界（真空）之间存在一个势垒 ，所以电子要从金属表面逸出必须至少具有能量E 。从图可见，在绝对零度时电子逸出金属至少需要从外界得到的能量为:

（或 ）称为金属电子的逸出功，其常用单位为电子伏特（ )，它表征处于绝对零度的金属中具有最大能量的电子逸出金属表面所需要给予的能量。其称为逸出电位，其数值等于以电子伏特为单位的电子逸出功大小。



真空二极管的阴极（用被测金属钨丝做成）通以电流加热以提高电极温度，温度的升高改变了金属钨丝内电子的能量分布，使动能大于  的电子增多，使动能大于 。的电子数达到可观测的大小，使从金属表面发射出来的热电子达到可检测的数目。因此在阳极  未加正电压（图中 ）时，连接两个电极的外电路中也将会检测到有热发射电流（称为零场电流）通过。

此零场电流强度I由理查逊﹣热西曼公式确定，有：

式中， 是和阴极表面化学纯度有关的系数（单位为 ),  为阴极的有效发射面积（单位为),  为发射热电子的阴极的绝对温度（单位为), 为玻尔兹曼常数。它就是热电子发射测量电子逸出功的基本原理公式。此式显示出电子逸出功（）对热电子发射的强弱有着决定性作用。将式两边除以再取对数，得：

此式显示与成线性关系。如以为纵坐标，为横坐标作图，由直线斜率即可求出电子的逸出电势和电子逸出功 。这样的数学处理方法叫理查逊直线法。

**零场电流I的测量**

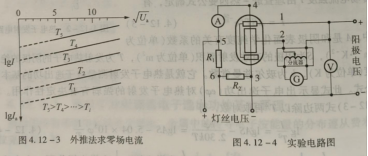
在热电子不断从阴极射出飞向阳极过程中形成空间电荷。空间电荷的电场阻碍后续的电子飞往阳极。这就严重地影响零场电流的测量。为了克服空间电荷电场的影响，使电子一旦逸出就能迅速飞往阳极，不得不在阳极和阴极之间加一个加速场。但是，的存在又会产生肖脱基效应，使阴极表面的势垒降低，电子逸出功减小，发射电流变大，因而测量得到的电流是在加速电场的作用下的阴极表面发射电流，而不是零场电流。可以证明，零场电流与的关系为：

对上式取对数，曲线取直后有：

通常把阴极和阳极做成共轴圆柱形，忽略接触电位差和其他影响，则阴极表面加速电场可表示为：

其中和分别为阴极和阳极的半径，为阳极电压。把代入上式得：

此式是测量零级电流的基本公式。对于一定尺寸的二极管，当阴极的温度  一定时，和成线性关系。如果以 为纵坐标、以为横坐标作图，这些直线的延长线在处与纵坐标的交点为  。然后求其反对数就可求出在一定温度下的零场电流。



1. **实验步骤**

连接好实验电路，接通电源。调节理想二极管灯丝电流，在0.6~0.7A之间每隔0.025A进行一次测量。对于每一灯丝电流，预热3~5min，对应温度按照 求得（如果阳极电流偏小或偏大，也可适当增加或降低灯丝电流)。对应每一灯丝电流，在阳极上依次加上36V,49V,64V,81V,100V,121V,144V电压，各测出一组阳极电流填入表格。

注意事项：

1．实验开始前连接线路及实验后拔除线路时，勿触碰线路金属部分，避免高压对身体造成伤害；因实验过程中可能长期处于高压状态，故机箱温度较高，实验数据采集结束后应及时降压或关闭试验仪，同时注意降温。

2．实验所有电子管因生产原因性能不会完全一致，故不同电子管相同灯丝电流。

1. **实验数据及处理**

不同灯丝电流和阳极电压对应的阳极电流值（单位：）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 16V | 25V | 36V | 49V | 64V | 81V | 100V |
| 600mA | 52 | 56 | 59 | 62 | 64 | 66 | 68 |
| 625mA | 97 | 106 | 111 | 114 | 119 | 123 | 127 |
| 650mA | 175 | 190 | 199 | 206 | 213 | 219 | 227 |
| 675mA | 290 | 322 | 342 | 355 | 369 | 381 | 392 |
| 700mA | 460 | 513 | 561 | 595 | 618 | 639 | 658 |

经过对上图的数据计算分析，我们得到了下图的表格:

其他过程数据如下图所示：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 0.600 | 1.6518 | 44.85388 | 1758.00 | 3090564 | 0.000568828 | -4.838237725 |
| 0.625 | 1.9272 | 84.56682 | 1793.75 | 3217539 | 0.000557491 | -4.58032382 |
| 0.650 | 2.1855 | 153.2851 | 1829.50 | 3347070 | 0.000546597 | -4.339164854 |
| 0.675 | 2.3993 | 250.7841 | 1865.25 | 3479157 | 0.000536121 | -4.142174029 |
| 0.700 | 2.5839 | 383.6189 | 1901.00 | 3613801 | 0.000526039 | -3.974064238 |

根据表格中与数据可以得到下图关系：

观察图像可知斜率：

根据公式：

得：

电子逸出功：

查阅资料可得期望电子逸出功为：

则相对实验误差为：

1. **结论及分析**

在电子逸出功实验中，如果最终的电子逸出功计算结果相差较大，可能由以下原因导致：

1. 测量误差：实验中可能存在测量误差，包括仪器误差、环境干扰或操作误差等。这些误差可能会对实验结果产生影响，导致计算得到的电子逸出功值有较大的差异。
2. 表面特性变化：电子逸出功的计算通常涉及材料的表面特性，如表面形态、晶格结构或表面污染等。如果材料的表面特性在实验过程中发生变化，例如受到氧化、污染或结构改变等因素的影响，将导致最终计算的电子逸出功值不一致。
3. 材料异质性：如果所研究的材料存在异质性，即不同区域具有不同的物理或化学性质，那么不同区域的电子逸出功可能会有显著差异。在实验中可能无法充分考虑到材料的异质性，导致计算结果差异较大。
4. 实验条件变化：实验过程中的条件变化，例如温度、压力或光照强度等因素的变化，可能会影响电子逸出功的测量结果。如果这些条件在不同实验中有较大差异，将导致计算结果的不一致性。

为了减小计算结果的差异，可以采取以下措施：

1. 重复实验：进行多次实验以获取更多的数据，从而减小测量误差的影响。

校准仪器：确保所使用的测量仪器的准确性和稳定性，并进行仪器校准以降低系统误差。

1. 控制实验条件：尽量保持实验条件的稳定性，减小环境因素的影响。

仔细处理样品：对于材料的表面特性和异质性进行仔细的处理和分析，以获得更准确的电子逸出功计算结果。