课程编号 1800450034

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 大学物理实验（二）**

**实验名称： 金属电子逸出功的测定**

**学 院： 电子与信息工程学院**

**指导教师： 郭志男**

**报告人： 王俊彬 组号： 7**

**学号 2020282017 实验地点 致原楼204A**

**实验时间： 2021 年 11 月 30 日**

**提交时间： 2021 年 12 月 7 日**

|  |
| --- |
| 1. 实验目的 2. 了解热电子发射的基本规律； 3. 学习用理查森直线法测量钨的逸出电势V; 4. 学习数据处理的方法。 |
| 1. 实验原理   （一）能级与逸出功  根据固体物理中金属电子理论，金属中传导电子的能量分布服从费米一狄拉克分布,即  式(1)中，为费米能级，k为玻尔兹曼常数。  在绝对零度时能量分布如图1中直线曲线所示，电子具有最大动能。当温度升高时，电子能量分布曲线如图1中虚线曲线所示。其中能量较大的少数电子具有比更高的能量，且具有这种能量的电子数能随能量的增加而成指数递减。  图 1  图 2  在常温下，金属表面存在一个厚约左右的电子层——正电荷的偶电层，它的电场阻碍电子从金属表面逸出，也就是说金属表面与外界(真空)之间存在一个势垒，从能量角度看，金属中的电子是在一个势阱中运动，势阱的深度为，在热力学温度为零度时，电子所具有的最大能量为，称为费米能级，这时电子逸出金属表面至少需要从外界得到能量为  其中称为金属电子的逸出功，也称功函数，单位为电子伏特(eV)，e是电子电荷，V称为逸出电位。  电子从被加热金属中逸出的现象称为热电子发射。热电子发射是通过提高金属温度来改变电子的能量分布，使其中一部分电子的能量大于E。，这些电子就可以从金属中发射出来。不同的金属材料具有不同的逸出功，因此，逸出功的大小对热电子发射的强弱起决定性作用。  （二）热电子的发射公式  在高真空的电子管中，一个由被测金属丝做成的阴极K，通过电流，加热，并在另外一个阳极加正向电压时，在连接这两个电极的外围电路中将有电流通过，如图2所示。  的大小主要与灯丝温度及金属逸出功的大小有关，灯丝温度越高或者金属逸出功越小，电流就越大。即热电子发射既与发射电子的材料的温度有关，也与阴极材料有关。图3所示为不同温度下和电压U关系。根据费米一狄拉克能量分布公式可以推导出热电子发射的里查逊-杜西曼公式为  式中：I是热电子发射的电流强度(单位是A)；  S是阴极金属的有效发射面积(单位是)；  T是热阴极的绝对温度(单位是K)；  A是与阴极化学纯度有关的系数（单位是)：  k是玻尔兹曼常数，。  原则上，只要测定I、A、S、T就可以根据式（3)算出阴极的逸出功eV。但由于A、S难以测定，在实际测量中，通常采用里查逊直线法，借此避开A、S的测量。这种避开不易测量或不易测准的物理量而获得所需结果的方法，在设计方案中是常用的方法之一，方法巧妙，非常有用，类似的这种处理方法在实验、科研和生产上都有应用。  （三）里查逊直线法  将式(3)两边除以，再做对数得到  从式(4)可以看出，和成线性关系。以和作图，由直线的斜率即可求得电子的逸出电势V，这种方法叫做里查逊直线法。它的优点是可以不必测出A、S的具体数值而直接由I、T就可以得到V的值。A、S的影响只是使-直线发生平移。  （四）肖特基效应与外延法求零场电流  式(4)中的I是在阴极与阳极间不存在加速电场的情况下的热电子发射电流。但是，为了维持阴极发射的热电子能连续不断地飞到阳极，必须在阳极和阴极间加一个加速电场，由于的存在会使阴极表面的势垒降低，因而逸出功减小，发射电流增大，这就是肖特基效应。  可以证明，在加速电场的作用下阴极发射电流与有如下关系：  式中，和I分别是加速电场为和零时的发射电流，对式(5)取对数得  如果把阴极和阳极做成共轴圆柱形，并忽略接触电势差和其他影响，则加速电场可以表示为    式中，r1和r2分别为阴极和阳极的半径，为加速电压。把式(7)带入式(6)得  …(8)  由式(8）可知，在一定的温度和管子结构下，和成线性关系。如果为横坐标，以为纵坐标作图，得一直线，如图4所示，此直线的延长线与纵坐标的交点为，由此求出在一定温度下，当加速电场为零时的发射电流I。  图 4  图 3 |
| 三、实验仪器：  （一）THQYC-1型金属电子逸出功试验仪：  （二）THQYC-1型金属电子逸出功测试台    （三）操作要领  （1)将仪器面板上的三个电位器逆时针旋到底。  （2)将理想二极管插在THQYC-1型金属电子逸出功测试台上，并将THQYC-1型金属电子逸出功实验仪和THQYC-1型金属电子逸出功测试台用导线按编号一一对应接好(仔细检查，请勿接错)。  （3)接通主机电源开关，预热20分钟后开始实验。 |
| **四、实验内容：**  测钨金属的逸出功的过程如下。  实验要求：  (1)取理想二极管灯丝电流从0.55~0.75A，每隔0.05A进行一次测量，对应每一个灯丝电流，在阳极上加16，25，36，49，64，81，100，121V电压，各测出一组阳极电流，记录在表中。  (2)换算表中数据。  (3)作出-的曲线，并用最小二乘法拟合曲线，求截距。  (4)作出-的曲线，并用最小二乘法拟合曲线，求直线斜率k。  (5)计算出逸出功，并与理论值作比较。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 五、数据记录：  组号： 7 ；姓名： 王俊彬   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Ia(μA) | Ua(V) | 25.0 | 36.0 | 49.0 | 64.0 | 81.0 | 100.0 | 121.0 | | IF(A) | | | 0.55 | | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | | 0.60 | | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 31 | 32 | | 0.65 | | 202 | 207 | 210 | 216 | 219 | 223 | 226 | | 0.70 | | 481 | 490 | 498 | 506 | 514 | 522 | 530 | | 0.75 | | 1063 | 1087 | 1106 | 1124 | 1141 | 1160 | 1177 | |
| 1. **数据处理** 2. 作曲线  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | (μA) | (V) | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 11.0 | | IF(A) | | | 0.55 | | 0.9542 | 0.9542 | 0.9542 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 0.60 | | 1.4624 | 1.4624 | 1.4771 | 1.4771 | 1.4914 | 1.4914 | 1.5051 | | 0.65 | | 2.3054 | 2.316 | 2.3222 | 2.3345 | 2.3404 | 2.3483 | 2.3541 | | 0.70 | | 2.6821 | 2.6902 | 2.6972 | 2.7042 | 2.711 | 2.7177 | 2.7243 | | 0.75 | | 3.0265 | 3.0362 | 3.0438 | 3.0508 | 3.0573 | 3.0645 | 3.0708 |   由上图可知：  IF=0.55时，截距lgI=0.9019，零场热电子发射电流I= 7.9781 A  IF=0.60 时，截距lgI=1.4237，零场热电子发射电流I= 26.5277 A  IF=0.65时，截距lgI=2.2662，零场热电子发射电流I= 184.5865 A  IF=0.70时，截距lgI=2.6480，零场热电子发射电流I= 444.6313 A  IF=0.75时，截距lgI=2.9920，零场热电子发射电流I= 981.7479 A   1. 作的图像  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | T（103K） | 1.80 | 1.88 | 1.96 | 2.04 | 2.12 | | lgI | 0.9019 | 1.4237 | 2.2662 | 2.6480 | 2.9920 | | lg(I/T2) | -5.6086 | -5.1246 | -4.3183 | -3.9713 | -3.6607 | | 1/T  (10-4) | 5.5556 | 5.3191 | 5.1020 | 4.9020 | 4.7170 |   由excel作图处理得：斜率：  电子的溢出电势为：= 4.8028V  计算得的实测逸出功：  逸出功理论值：  相对误差 |
| 七、结果陈述：  本次实验中，通过外延法求得在不同灯丝温度时的零场热电子发射电流I，通过里查逊直线法计算得到金属电子逸出功，求得相对误差为。 |
| 八、实验总结与思考题：  1**.实验总结**  （1）电子从金属中逸出需要能量。增加电子能量有多种方法，如用光照、利用光电效应使电子逸出，或用加热的方法使金属中的电子热运动加剧，也能使电子逸出。  （2）实验中采用里查逊直线法，避开了A、S这两个不易测量或不易测准的物理量的测量，巧妙获得所需结果的方法，启发我们要善于选用合适的方法。  2**.思考题**  （1）影响本实验结果的误差有哪些因素？  答：实验前未预热即进行实验；灯丝未加热到对应温度即进行读数；实验仪器自身已经存在一定误差。  （2）什么是逸出功？改变阴极温度是否改变了阴极材料的逸出功？  答：逸出功是电子克服原子核的束缚，逸出金属表面需要从外界吸收的能量。逸出功是表征金属材料特性的量，跟温度无关，改变阴极温度不会改变了阴极材料的逸出功。  （3）理查逊直线法有何优点？  答：可以不测出阴极金属的有效发射面积S和与阴极化学纯度有关的系数A的具体数值而直接由I、T就可以得到V的值。  （4）灯丝电流为何要保持稳定？测量中，每次改变If值时为何要预热几分钟后才能测量？  答：灯丝电流会影响钨丝的温度，温度稳定时其电子逸出才稳定；因为灯丝电流变化后，需要等其温度稳定。 |

|  |
| --- |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：     |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **预习**  （20分） | **操作及记录**  （40分） | 数据处理  20分 | 结果陈述实验总结10分 | 思考题  10分 | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  |  | |