课程编号 1800450069

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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**

**学 院： 计算机与软件**

**指导教师： 王光辉**

**报告人： 郭昌华 组号： 19**

**学号 2022190025 实验地点 致原楼212B**

**实验时间： 2023 年 11 月 8 日**

**提交时间： 年 月 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（逸出功eV）; 4. 学习数据处理的方法(曲线改直)。 |
| 二、实验原理   1. 金属电子逸出功：指要使电子从固体表面逸出，所必须提供的最小能量，用 ∆Φ表示。 2. 费米-狄拉克分布规律：在金属内部，电子按由低能态到高能态的次序占据，服从   可见，在绝对零度时电子的最大动能是*EF*。当温度升高时，有少部分电子的能量大于*EF*。逸出功大小等于费米能与真空能级（零）之间的能量差。  ⑴ *U*为逸出电势  在常温下，金属表面存在一个厚约1e-10m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Eb，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Eb，在热力学温度为零度时，电子所具有的最大能量为EF，EF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E0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E0，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。   1. 里查逊—杜西曼公式及其解释：   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If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Ia通过，如下图所示：  元件电路图      Ia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。下图所示为不同温度下Ia和电压U关系。     1. 实验方法：里查逊直线法   ⑷  线性拟合： ⑸ 曲线改直  5.里查逊直线法优点：可以不必测出 *A*、*S* 的具体数值，只要测出*T*、*I ，线性拟合*出斜率，  就可以由斜率求解逸出电势*U* 。温度*T* 可由通过灯丝的电流*If*给出，只要再求出溢出电流*I*即可。  温度与溢出电流对应表   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 0.58 | 0.60 | 0.62 | 0.64 | 0.66 | 0.68 | 0.70 | |  | 2.06 | 2.10 | 2.14 | 2.18 | 2.22 | 2.26 | 2.30 |   6.用外延法测零场电流  将待测金属做成的阴极*K*，通过电流加热，在阳极加正向电压，则在连接这两个电极的外围电路中将有电流 *I*a通过。  *I*a是所需量吗？ *I* ——阴极与阳极间不存在加速电场情况下的热电子发射电流，根据肖特基效应，*I 和I*a的关系是：  ⑹  取对数得：  ⑺  ⑻ 因为阴极和阳极做成共轴圆柱形得 ⑼  通过 ⑽ 画  5.理想二极管与温度测量：  本实验是测定钨的逸出功。如下图所示，实验中所用的的电子管为直流式理想二极管，二极管的阴极K由直径0.075 mm左右的纯钨丝做成，阳极A为长1.5cm、半径 r2=0.42cm的镍制圆筒。在圆筒上有一个小孔，以便用光测高温计测定灯丝温度，为了避 免阳极两端因灯丝温度较低而引起的冷端效应和电场的边缘效应，故在阳极上下端各装一个栅环电极B（或称保护电极）与阳极加相同电压，但其电流不计入阳极电流中，这样使其成为理想二极管。    理想二极管    6.实验电路：  下图为实验电路。综上所述，要测定金属材料的逸出功，首先应该把被测材料做成二极管的阴极。当测定了阴极温度T、阳极电压Ua和发射电流Ia后，通过数据处理，得到零场电流I，然后即可求出逸出功eV。    实验电路 |
| 三、实验仪器：  1. 金属电子逸出功测定仪     1. 灯丝电流IF：恒流源0〜0.8A连续可调。 2. 阳极电压Ua: 0〜173V连续可调。 3. 阳极电流Ia：微安电流表。 4. IEF调节：灯丝电流调节旋钮。 5. Ua粗调、Ua细调：阳极电压调节旋钮。 6. 1〜6插孔：和金属电子逸出功测试台相应插孔相连，以构成实验线路。   2.THQYC-1型金属电子逸出功测试台：    （1）理想二极管灯丝：钨丝。  （2）1〜6插孔：和金属电子逸出功实验仪相应插孔相连，以构成实验线路。 |
| 四、实验内容：  1.仪器预热：  连接好仪，开机预热20分钟以上。  2.外延法测零场电流——不同*I*f（*T*）时  设定一个*I*f，在该电流下，调节不同加速电压Ua，测出相应的电流Ia；  更改*I*f，调节不同加速电压Ua，测出相应的电流Ia；测量六组。  3.里查逊直线法求解逸出功  两次曲线改直法:一是Ia、二是Ua。 |
| 五、数据记录：  组号： 19 ；姓名 郭昌华 ；实验名称 金属电子逸出功 ；   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 16.0 | 25.0 | 36.0 | 49.0 | 64.0 | 81.0 | 100.0 | 121.0 | | 0.55 |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0.60 |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0.65 |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0.70 |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0.75 |  |  |  |  |  |  |  |  |   表1-实验数据记录 |
| 六、数据处理  将实验记录的数据进行处理,并根据灯丝电流If与灯丝温度T的关系得到如下表:   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 11.0 | | 1.95 | 1.230 | 1.255 | 1.255 | 1.255 | 1.279 | 1.279 | 1.279 | 1.301 | | 2.03 | 1.748 | 1.756 | 1.763 | 1.771 | 1.778 | 1.785 | 1.792 | 1.799 | | 2.12 | 2.258 | 2.262 | 2.270 | 2.276 | 2.283 | 2.292 | 2.299 | 2.305 | | 2.21 | 2.719 | 2.725 | 2.732 | 2.738 | 2.745 | 2.752 | 2.758 | 2.766 | | 2.30 | 3.132 | 3.142 | 3.149 | 3.156 | 3.163 | 3.169 | 3.176 | 3.182 |   根据上表利用最小二乘法通过excel软件进行拟合并作出不同温度下的图象，并绘制出不同温度下的图象，如图所示：          C:\Users\86138\AppData\Local\Temp\ksohtml12452\wps1.jpg  根据公式:  令上述方程中的x=0，则可以得到不同温度下对应的5个并填入下表：       |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | If | T | T2 | logT2 | logI | logI/T2 | I/T | | 0.55 | 1950 | 3802500 | 6.580069223 | 0.54 | -6.040069223 | 1.78E-03 | | 0.6 | 2030 | 4120900 | 6.614992076 | 1.146 | -5.468992076 | 6.89E-03 | | 0.65 | 2120 | 4494400 | 6.652671722 | 1.707 | -4.945671722 | 2.40E-02 | | 0.7 | 2210 | 4884100 | 6.688784547 | 2.181 | -4.507784547 | 6.86E-02 | | 0.75 | 2300 | 5290000 | 6.723455672 | 2.612 | -4.111455672 | 1.78E-01 |     根据得到的lgI的值计算出lgI/T2的数值并填入上表，并通过上表根据表绘制出的图象如图所示:        C:\Users\86138\AppData\Local\Temp\ksohtml12452\wps5.jpg  利用excel我们可以绘图得出其方程，并根据图像可知R^2=0.9996，非常接近1所以相关性复合条件，同时通过图像可以得到斜率k=-22.995，又由方程  C:\Users\86138\AppData\Local\Temp\ksohtml12452\wps6.png  可知,于是电子的逸出功  与理论值相比，计算误差如下: |
| 七、结果陈述：  根据测量实验和计算分析，首先通过数据作图拟合得到了不同温度下对应的5个，然后利用其计算logI/T2的数值并填入，然后作图像，通过图像得到其斜率k=-22.995，然后利用已知公式计算得到了V=4.56V，从而计算得到金属电子的逸出功为4.65eV，误差为0.44%，在误差允许的范围内符合要求。 |
| 八、实验总结与思考题  **实验总结：**  在本次试验中需要注意的是每换一个温度，即每次改变灯丝电流时，要停留几分钟（大于等于5分钟），使得温度充分稳定后才进行发射电流的读数，不然读数会出现较大的误差，对后续求金属逸出功有较大的影响，这是我们在涉及温度的实验中需要注意的。另外通过本次实验了解热电子发射的基本规律，并首次学习用理查森直线法测量钨的逸出电势V，同时进一步掌握了数据处理的方法。  **思考题：**   1. 影响本实验结果的误差有哪些因素?   逸出功实验的测量结果受到光源的稳定性、金属表面的污染、电子的多次散射、仪器误差以及温度的影响。稳定的光源是必需的，而金属表面的污染物可能吸收光子并影响逸出电子的动能。电子与金属表面的原子或其他电子发生多次散射，这会影响逸出电子的动能，并最终影响逸出功的测量结果。高精度的仪器也十分重要，因为仪器误差会影响测量结果的准确性。此外，温度的不稳定性则影响金属表面的电子逸出能力，从而影响逸出功实验的测量结果。   1. 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？   逸出功又叫功函数或脱出功，是指电子从金属表面逸出时克服表面势垒所做的最小功，也就是说要想脱离金属板，最少要给他这么多的能量。改变阴极材料的温度并不改变阴极材料的逸出功，逸出功是表征金属材料的物理量，跟温度无关。   1. 里查逊直线法有何优点？   里查逊直线法 它的好处是可以不必求出A和S的具体数值.直接从和就可以得出的值,和的影响只是使直线平行移动.这种实验方法在实验、科研和生产上都有广泛应用。   1. 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?   灯丝电流要保持稳定是为了防止灯丝烧坏,而改变If值时为何要预热几分钟后才能测量是考虑到灯丝的电阻是改变的,随着温度的升高而升高. 通电之后,在没有到达工作功率的时候, 电流是不稳定的. 所以要预热几分钟,让它达到工作功率,才能够准确的测量。 |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 预习  （20分） | 操作及记录  （40分） | 数据处理与结果陈述30分 | 思考题  10分 | 报告整体  印 象 | 总分 | |  |  |  |  |  |  | |

原始数据记录表：

组号： 19 ；姓名 郭昌华 ；实验名称： 金属电子逸出功 ；

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 16.0 | 25.0 | 36.0 | 49.0 | 64.0 | 81.0 | 100.0 | 121.0 |
| 0.55 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.60 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.65 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.70 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.75 |  |  |  |  |  |  |  |  |

原始数据记录表