南京航空航天大学

实 验 报 告

课程名称 近代物理实验

实验名称 冉绍尔－汤森效应实验

班级 0817301 姓名 朱文强 学号081730109

实验组别 同实验者

实验日期 实验地点

评定成绩 审阅教师

——\* \*——实 验 报 告 要 目——\* \*———

* 实验目的要求
* 实验仪器，设备
* 实验线路、原理框图
* 实验方法步骤
* 实验的原始数据和分析
* 实验讨论

1. 实验目的

1．了解电子碰撞管的设计原则，掌握电子与原子的碰撞规则和测量的原子散射截面的方法。

2．测量低能电子与气体原子碰撞的散射几率Ps与电子速度的关系。

3．测量气体原子的有效弹性散射截面Q与电子速度的关系，测定散射截面最小时的电子能量。

4．验证冉绍尔-汤森效应，并学习用量子力学理论加以解释。

1. 实验原理

**1)理论原理**

设为电子的波函数，为电子与原子之间的相互作用势。理论计算表明，只要取得适当，那么在边条件：

 （1）

下求解薛定谔方程：

 （2）

是可以给出与实验曲线相吻合的理论曲线的。对于氙，氪，氩原子来说，的确能够得到在1eV附近，散射截面取极小值的结果。

三维方势阱由下式表示

 （4）

由于只与电子和原子之间的相对位置有关而与角度无关，所以为中心力场。对于中心力场，波函数可以表示为具有不同角动量的各入射波与出射波的相干叠加。对于每一个——称为一个分波，中心力场的作用是使它的径向部分产生一个相移，而总散射截面为：

 （5）

计算总散射截面的问题归结为计算各分波的相移。可以通过解径向方程：

 （6）

求出

 （7）

其中

，，，1，2，… （8）

调整势阱参数和，可以使入射粒子能量为1eV时散射截面出现一个极小值，即出现共振透射现象。而当能量逐渐增大时，高分波的贡献便成为不可忽略的，在这种情况下需要解时的方程（6）。各分波相移的总和使值不再出现类似一维情形的周期下降，这样三维方势阱模型定性的说明了冉绍尔曲线。

**2)测量原理**

 （22）

电子总有效散射截面和散射几率有如下的简单关系：

 (23)

式中为屏极隔离板矩形孔到板极之间的距离。由（22）式和（23）式可以得到：

 (24)

因为为一个常数，所以做和的关系曲线，即可以得到电子总有效散射截面与电子速度的关系。

1. 实验过程
2. 交流观察

2、直流测量

1. 实验数据
2. 交流测量
3. 直流测量

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ea |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0.003 | 0.2 | 0 | 0 | 0.3872983 | 0.522 | 0.738 |
| 0.10 | 0.010 | 0.57 | 0.012 | 0.45 | 0.5 | 0.448 | 0.594 |
| 0.20 | 0.02 | 1.16 | 0.030 | 1.05 | 0.591608 | 0.367 | 0.457 |
| 0.30 | 0.043 | 2.19 | 0.060 | 1.98 | 0.6708204 | 0.314 | 0.377 |
| 0.40 | 0.079 | 3.56 | 0.111 | 3.37 | 0.7416198 | 0.269 | 0.313 |
| 0.50 | 0.135 | 5.42 | 0.185 | 5.35 | 0.8062258 | 0.237 | 0.271 |
| 0.60 | 0.211 | 7.65 | 0.277 | 7.48 | 0.8660254 | 0.217 | 0.245 |
| 0.70 | 0.321 | 10.63 | 0.394 | 10.2 | 0.9219544 | 0.210 | 0.236 |
| 0.80 | 0.463 | 14.23 | 0.572 | 13.89 | 0.9746794 | 0.209 | 0.234 |
| 0.90 | 0.626 | 18.46 | 0.748 | 17.67 | 1.0246951 | 0.216 | 0.243 |
| 1.00 | 0.803 | 23.8 | 0.960 | 22.5 | 1.0723805 | 0.217 | 0.244 |
| 1.10 | 0.996 | 29.1 | 1.171 | 27.8 | 1.118034 | 0.229 | 0.260 |
| 1.20 | 1.173 | 35 | 1.387 | 33.1 | 1.161895 | 0.241 | 0.276 |
| 1.30 | 1.352 | 42.3 | 1.612 | 39.2 | 1.2041595 | 0.261 | 0.303 |
| 1.40 | 1.502 | 49.8 | 1.843 | 46.2 | 1.24499 | 0.282 | 0.332 |
| 1.50 | 1.627 | 58 | 2.05 | 52.7 | 1.2845233 | 0.314 | 0.377 |
| 1.60 | 1.720 | 66 | 2.27 | 59.7 | 1.3228757 | 0.351 | 0.433 |
| 1.70 | 1.793 | 74.6 | 2.42 | 64.5 | 1.3601471 | 0.381 | 0.480 |
| 1.80 | 1.842 | 82.5 | 2.63 | 71.9 | 1.396424 | 0.412 | 0.531 |
| 1.90 | 1.874 | 91.9 | 2.88 | 77.8 | 1.4317821 | 0.451 | 0.600 |
| 2.00 | 1.887 | 100.6 | 2.90 | 68.8 | 1.4662878 | 0.481 | 0.657 |
| 2.20 | 1.884 | 120.3 | 2.93 | 79.6 | 1.532971 | 0.545 | 0.787 |
| 2.40 | 1.852 | 138.5 | 3.24 | 100 | 1.5968719 | 0.601 | 0.919 |
| 2.60 | 1.805 | 157.9 | 4.03 | 113.2 | 1.6583124 | 0.649 | 1.046 |
| 2.80 | 1.756 | 176.3 | 4.24 | 131 | 1.7175564 | 0.688 | 1.165 |
| 3.00 | 1.707 | 194.4 | 4.9 | 147.8 | 1.7748239 | 0.722 | 1.279 |
| 3.50 | 1.608 | 236 | 5.19 | 154.9 | 1.9104973 | 0.779 | 1.511 |
| 4.00 | 1.551 | 276 | 6.59 | 196.9 | 2.0371549 | 0.816 | 1.694 |
| 4.50 | 1.528 | 315 | 7.64 | 227 | 2.1563859 | 0.841 | 1.836 |
| 5.00 | 1.542 | 352 | 8.43 | 257 | 2.2693611 | 0.855 | 1.932 |
| 6.00 | 1.680 | 424 | 9.35 | 302 | 2.4799194 | 0.870 | 2.037 |
| 7.00 | 1.964 | 494 | 9.43 | 330 | 2.6739484 | 0.872 | 2.056 |
| 8.00 | 2.36 | 564 | 9.78 | 356 | 2.8548205 | 0.868 | 2.023 |
| 9.00 | 2.87 | 636 | 9.72 | 365 | 3.0248967 | 0.856 | 1.939 |
| 10.00 | 3.72 | 718 | 9.32 | 362 | 3.1859065 | 0.835 | 1.805 |