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： 弗兰克-赫兹实验**

**学 院： 计算机与软件学院**

**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213**

**实验时间： 年 月 日**

**提交时间： 年 月 日**

# 预习试卷

题目：   弗兰克赫兹实验

学号：2022190014    姓名：刘欢    总分：100    成绩：100  
开始时间：2023-09-23 13:20:51   结束时间：2023-09-23 13:22:45

一、单选题 共 13 小题 共 78 分 得 78 分

**1.** (6分)第一栅极电压UG1、第二栅极电压UG2和减速电压UP的作用分别是（ ）

**学生答案：**C   √

**A.**使电子加速，消除阴极电子散射，使电子减速

**B.**产生并加速电子，使电子加速，使电子减速

**C.**消除阴极电子散射，使电子加速，使电子减速

**2.** (6分)当增大加速电压时，极板电流将（ ），当增加拒斥电压时，极板电流将（ ）

**学生答案：**A   √

**A.**增大，减小

**B.**减小，增大

**C.**增大，增大

**D.**减小，减小

**3.** (6分)增大灯丝电压时，极板电流将（ ）

**学生答案：**B   √

**A.**不变

|  |
| --- |
| 一、实验目的   1. 通过测定氩原子等元素的第一激发电位（即中肯电位），理解弗兰克和赫兹在研究原子内部能量量子化方面所采用的实验方法，证明原子能级的存在； 2. 理解电子与原子碰撞和能量交换过程的微观过程； 3. 理解灯丝电压、拒斥电压等因素对实验曲线的影响； 4. 了解实时测控系统的原理和使用方法。 |
| 二、实验原理  弗兰克一赫兹实验至今仍是探索原子结构的重要手段之一，实验中用的“拒斥电压”筛去小能量电子的方法，己成为广泛应用的实验技术。  （一）激发电位  1.玻尔的氢原子理论  （1）原子只能较长地停留在一些稳定状态（简称为定态）。原子在这些状态时，不发射或吸收能量。各定态有一定的能量，其数值是彼此分隔的。原子的能量不论通过什么方式发生改变，它只能从一个定态跃迁到另一个定态。  （2）原子从一个定态跃迁到另一个定态而发射或吸收辐射时，辐射频率是一定的。如原子从m态跃迁到n态，辐射的频率满足  ①  式中，普朗克常数h=6.63×10-34J.S。  2.原子碰撞跃迁法  为了使原子从低能级向高能级跃迁，可以通过具有一定能量的电子与原子相碰撞进行能量交换的办法来实现。  设初速度为零的电子在电位差为U0的加速电场作用下，获得能量eU0。当具有这种能量的电子与稀薄气体的原子发生碰撞，以E1代表氩原子的基态能量、E2代表氩原子的第一激发态能量，那么，氩原子从基态跃迁到第一激发态需要吸收从电子传递来的能量为  ②  上式相应的电位差称为氩的第一激发电位。测定出这个电位差，就可以求出氩原子的基态和第一激发态之间的能量差（其他元素气体原子的第一激发电位亦可依此法求得）。 （二）弗兰克一赫兹实验 如图一⑴所示，在充氩的夫兰克一赫兹管中，电子由热阴极发出，阴极K和第二栅极G2之间的加速电压VG2K使电子加速。在板极A和第二栅极G2之间加有反向拒斥电压VG2A。管内空间电位分布如图一⑵所示。当电子通过KG2空间进入G2A空间时，如果有较大的能量（≧eVG2A），就能冲过反向拒斥电场而到达板极形成板极电流，被微电流计μA表检出。如果电子在KG2空间与氩原子碰撞，把自己一部分能量传给氩原子而使后者激发的话，电子本身所剩余的能量就很小，以致通过第二栅极后已不足于克服拒斥电场而被折回到第二栅极，这时，通过微电流计μA表的电流将显著减小。    ⑴原理图 ⑵电位分布  图一 弗兰克-赫兹实验原理图  实验时，使VG2K电压逐渐增加并仔细观察电流计的电流指示，如果原子能级确实存在，而且基态和第一激发态之间有确定的能量差的话，就能观察到如图二所示的伏安特性曲线。    图二 弗兰克-赫兹实验伏安曲线  图二所示的曲线反映了氩原子在KG2空间与电子进行能量交换的情况。当KG2空间电压逐渐增加时，电子在KG2空间被加速而取得越来越大的能量。但起始阶段，由于电压较低，电子的能量较少，即使在运动过程中它与原子相碰撞也只有微小的能量交换（为弹性碰撞）。穿过第二栅极的电子所形成的板极电流IA将随第二栅极电压VG2A的增加而增大（如图二的oa段）。当KG2间的电压达到氩原子的第一激发电位U0时，电子在第二栅极附近与氩原子相碰撞，将自己从加速电场中获得的全部能量交给后者，并且使后者从基态激发到第一激发态。而电子本身由于把全部能量给了氩原子，即使穿过了第二栅极也不能克服反向拒斥电场而被折回第二栅极（被筛选掉）。所以板极电流将显著减小（图三所示ab段）。随着第二栅极电压的增加，电子的能量也随之增加，在与氩原子相碰撞后还留下足够的能量，可以克服反向拒斥电场而达到板极A，这时电流又开始上升（bc段）。直到KG2间电压是二倍氩原子的第一激发电位时，电子在KG2间又会因二次碰撞而失去能量，因而又会造成第二次板极电流的下降（cd段）。同理，凡在VG2A=nU0（n=1，2，3，...）的地方板极电流IA都会相应下跌，形成规则起伏变化的IA~VG2A曲线。而各次板极电流IA下降相对应的阴、栅极电压差Vn+1-Vn应该是氩原子的第一激发电位U0。  本实验就是要通过实际测量来证实原子能级的存在，并测出氩原子的第一激发电位（公认值为U0=11.61V）。  原子处于激发态是不稳定的。在实验中被慢电子轰击到第一激发态的原子要跳回基态，进行这种反跃迁时，就应该有eU0电子伏特的能量以光量子的形式向外辐射出来  ③  对于氩原子，则相应的辐射波长为  ④ （三）谱峰曲线原理 当电子的动能小于原子的第一激发能级时，只发生弹性碰撞，当电子的动能大于原子的第一激发电位时，电子将一份能量交给原子，速度迅速下降，出现第一个峰谷，加速电压继续增加，直到*V*G2是2倍氩原子第一激发能级，出现第二个峰谷……  这种能量转移随着加速电压的增加而呈周期性的变化。  为*VG*2横坐标，*Ig* 为纵坐标就可以得到谱峰曲线，两相邻谷点（或峰尖）间的加速电压差值，即为氩原子的第一激发电位值 |
| 三、实验仪器：   1. 弗兰克一赫兹仪。     1、“自动” 对应的VG2是内部的锯齿电压，作用是急速电压自动变化。对应于示波器观测模式，调节参数时需要在自动模式。  2、“手动” 对应的VG2是直流电压，电压表显示的是直流电压。测量时需要选择手动模式 。  3、“快速”“慢速” 指的是VG2的自动扫描频率  4、电流选择建议10nA  5、四个电压共用一个电压表，所以对应一个选择旋钮。调节电压是选到响应的位置（VG2读数需乘以10V）。   1. 示波器 |
| 四、实验内容：  准备阶段：  1.熟悉实验仪使用方法；  2.打开电源，将实验仪预热30min；  3.检查开机后的初始状态（如下），确认仪器工作正常：  ①实验仪的“1mA”电流档位指示灯亮，电流显示值为0000.（10-7A）；  ②实验仪的“灯丝电压”档位指示灯亮，电压显示值为000.0（V）；  ③“手动”指示灯亮，说明仪器工作正常。  测量氩元素的第一激发电位：  测量采取手动测试方式**：**  1.工作状态设置仪器为“手动”工作状态：按【手动/自动】键，“手动”指示灯亮。  2.设定电流量程（电流量程可参考机箱盖上提供的数据），按下相应电流量程键，对应的量程指示灯点亮。  3.设定电压源的电压值（设定值可参考机箱盖上提供的数据），按下相应电压量程键，对应的量程指示灯点亮，用【↓】、【↑】，【←】、【→】键完成灯丝电压*V*F、第一加速电压*V*G1K、拒斥电压*V*G2A的设置。  4.按下【启动】键，实验开始。用【↓】、【↑】，【←】、【→】键，从0.0V起，按步长1V（或0.5V）的电压值调节电压源*V*G2A，同步记录*V*G2A值和对应的*I*A值，同时仔细观察夫兰克一赫兹管的板极电流值*I*A的变化（可用示波器观察）。  5.重新启动在手动测试的过程中，按下【启动】按键，*V*G2K的电压值将被设置为零，内部存储的测试数据被清除，示波器上显示的波形被清除，但*V*F、*V*G1K、*V*G2A、电流档位等的状态不发生改变。这时，操作者可以在该状态下重新进行测试，或修改状态后再进行测试。  6.修改*V*F值，重复测量一次。  注意事项：  1.修改实验仪电压值时，只能修改为零至最大电压值；  2.实验中，为保证实验数据的唯一性，*V*G2K的值必须从小到大单向调节，不可在过程中反复；  3.调节测量*V*G2K的值时，记录完成最后一组数据后，立即将*V*G2K电压快速归零。  4.开机前，需将各个电位器逆时针旋转至最小值；关机前，需将各个电位器逆时针旋转至最小值。  5.灯丝电压不宜过大，最初应设置的偏低些，再根据情况适当增加；  6.加速电压不宜长时间设置高值（手动），防止F-H管击穿（电流急剧增大），如发生击穿，应立即降低加速电压；  7.F-H管易碎，避免震动和碰撞；  8.关机前，需将各个电位器逆时针旋转至最小值。 |
| 五、数据记录：  组号： 19 ；姓名 郭昌华 ；实验名称 弗兰克-赫兹实验 ；  实验条件：  UG2与IP记录表   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| 六、数据处理  1.加速电压和电路中电流之间的关系曲线  处理后的数据:    将记录数据的单位进行处理,导入Origin中,得到下图:  2.逐差法算出氩原子的第一激发电位  在Origin中寻找峰值得到如下结果    逐差法计算如下:  相对误差计算如下: |
| 七、结果陈述：  求得氩原子的第一激发电位为11.98V，相对误差为3.18%。  相对误差较大的原因可能是在数据记录时部分数据不集中在波峰波谷,导致拟合效果不好,寻峰结果数据出现偏差. |
| 八、实验总结与思考题  实验总结：   本次实验圆满完成, 测定了氩原子的第一激发电位，加深了对弗兰克和赫兹在研究原子内部能量量子化方面所采用的实验方法, 电子与原子碰撞和能量交换过程的微观过程的理解.   1. 为什么*I*A-*V*G2K曲线呈周期性变化？ 2. 灯丝电压*V*G1K和拒斥电压*V*G2A的改变对*I*A-*V*G2K曲线有何影响？ 3. 第一个峰和第二个峰间距在9v左右，第六个峰和第七个峰之间的间距在13V左右，原因是什么?   对于第一峰、第二峰，对应电子与氩原子分别碰撞了一次、两次；而对于第六个峰、第七个峰，则分别碰撞了六次、七次。碰撞的次数越多，需要将因碰撞运动方向发生偏向的电子拉回原方向的加速电压就越高。 |
| 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： 弗兰克-赫兹实验 ；

实验条件：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| U（V） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I（nA） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

UG2与IP记录表