课程编号 1800450001

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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： 高阳**

**报告人： 吴艇 组号： 19**

**学号 2020281061 实验地点 213**

**实验时间： 2021 年 11 月 10 日**

**提交时间：**

|  |
| --- |
| 一、实验目的  在原子物理的发展历程中，丹麦物理学家玻尔(Niels Henrik DaVid Bohr，1885—1962)在1913年发表了原子模型，并因此获得1922年度诺贝尔物理学奖。1914年，弗兰克(James Franck, 1882—1964)和赫兹(Gustar Hertz, 1887—1975)在研究中发现电子与原子发生非弹性碰撞时能量的转移是量子化的。他们的精确测定表明，电子与汞原子碰撞时，电子损失的能量严格地保持，即汞原子只接收的能量。这个事实直接证明了汞原子具有玻尔所设想的那种“完全确定的、互相分立的能量状态”，是对玻尔的原子量子化模型的第一个决定性的证据。由于他们的工作对原子物理学的发展起了重要作用，曾共同获得1925年的诺贝尔物理学奖。  在本实验中，需要了解弗兰克—赫兹实验的原理和方法，测定氩原子的第一激发电位，验证原子能级的存在。 |
| 二、实验原理  (一)玻尔的原子理论  玻尔的原子理论指出：  (1) 原子只能处于一些不连续的能量状态，即，处在这些状态的原子是稳定的，称为“定态”。其中叫基态，叫激发态。原子的能量不论通过什么方式发生改变，只能使原子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时，它将发射或吸收一定频率的电磁波。如果用和分别代表原子的两个定态的能量，则发射或吸收辐射的频率由以下关系决定：  ()  式中,为普朗克常量。  (二)弗兰克-赫兹实验的原理  原子在正常情况下处于基态，当原子吸收电磁波或受到其他有足够能量的粒子碰撞而交换能量时，可由基态跃迁到能量较高的激发态。从基态跃迁到第一激发态所需要的能量称为临界能量。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来实现。本实验就是让电子在真空中与氩原子相碰撞。设氩原子的基态能量为，第一激发态的能量为，从基态跃迁到第一激发态所谣的能量就是。初速度为零的电子在电位差为V的加速电场作用下具有能若eV，若  ，则电子与氩原子只能发生弹性碰撞，二者之间几乎没有能量转移。当电子的能量时，电子与氩原子就会发生非弹性碰撞，氩原子将从电子的能量中吸收相当于的那份能量，使自己从基态跃迁到第一激发态，而多余的部分仍留给电子。设使电子具有能量所需加速电场的电位差为，则  ()  式中为氩原子的第一激发电位，是本实验要测的物理量。  （三）弗兰克-赫兹实验的方法  如图3-5-1所示，充氩气的管中，电子由热阴极发出，阴极K和栅极之间的加速电压使电子加速，在极板P和栅极之间有减速电压（也叫拒斥电压）。当电子通过栅极进入空间吋，如果剩余能量大于，就能到达极板P，即形成电流。电子在空间与氩原子发生碰撞，电子把一部分能量给了氩原子，本身剩余的能量小于，则电子不能到达极板P，如果发生这样情况的电子很多，电流表中的电流将显著下降。    实验时，把的电压逐渐增加，电子在空间的电场作用下被加速而获得越来越大的能量。但在起始阶段。电压较低，电子的能量较小，即使在运动过程中与氩原子相碰撞（为弹性碰撞），也只有微小的能量交换。这样，穿过第二栅极的电子所形成的电流随第二栅极电压的增加而增大（见图3-5-2中段）。当达到氩原子的第一激发电位时，电子在第二栅极附近与氩原子相碰撞（此吋产生非弹性碰撞）。电子把从加速电场中获得的全部能量传递给氩原子，使氩原子从基态激发到第一激发态，而电子本身由于把全部能量传递给了氩原子，它即使穿过第二栅极，也不能克服反向拒斥电压而被折回第二栅极。所以电流将显著减小（见图3-5-2中段）。氩原子在第一激发态不稳定，会跃迁回基态，同时以光子形式向外辐射能量。以后随着第二栅极电压的增加，电子的能量也随之增加，与氩原子相碰撞后还留下足够的能量，这就可以克服拒斥电压的作用力而到达极板P，这时电流又开始上升（见图3 - 5 - 2中段），直到是2倍氩原子的第一激发电位时，电子在空间会因两次非弹性碰撞而失去能量，结果板极电流第二次下降（见图3-5-2中段），这种能量转移随着加速电压的增加而呈周期性的变化。以为横坐标.以板极电流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。实验发现第一激发电位是个定值，这就证明了氩原子能量状态的不连续性。    注意：第一栅极和阴极之间的加速电压约为1.5 V，用于消除阴极电压散射的影响。 |
| 三、实验仪器：  （一） 技术指标  1. F-H管用电源组  提供F-H管各电极所需的工作电源电压和性能如下所示。  （1） 灯丝电源电压，直流，，连续可调。  （2） 栅极一阴极间电源电压:直流，，连续可调。  （3） 栅极—阴极间电压电源:直流，，连续可调。  2. 扫描电源和微电流放大器  扫描电源提供可调直流电压或输出锯齿波电压作为F-H管电子加速电压。直流电压供手动测量，锯齿波电压供示波器、X-Y记录仪和微机用。微电流放大器用来检测F-H管的板流,性能如下所示。  （1）具有“手动”和“自动”两种扫描方式：“手动”输出直流电压，连续可调；“自动”输出锯齿波电压，扫描上限可以设定。  （2）扫描速率分“快速”和“慢速”两挡:“快速”是周期约为20次/秒的锯齿波，供示波器和微机用；“慢速”是周期约为0.5次/秒的锯齿波，供X-Y记录仪用。  （3）微电流放大器测量范围有，，，四挡。  （二） 面板及功能  FD-FH-I弗兰克-赫兹仪的控制面板如图3-5-3所示。  （1） 显示表头（表头示值×2）指示挡后为实际值；  （2） 微电流放大器量程选择开关，分、、、四挡；    (3) 数字电压表头：可以分别显示值.其中值为数字式表头示值；  (4) 电压调节旋钮；  (5) 电压调节旋钮；  (6) 电压调节旋钮；  (7) 电压调节旋钮；  (8) 电压示值选择开关，可以分别选择;  (9) 输出端口，接示波器Y端，记录仪端或者微机接口的电流输入端；  (10) 扫描速率选择开关，“快速”挡供接示波器观察-曲线或微机用，“慢速”挡供记录仪用；  (11) 扫描方式选择开关，“自动”挡供示波器、记录仪或微机用，“手动”挡供手测记录数据使用；  (12) 输出端口.接示波器端、记录仪端或微机接口电压输入端；  (13) 电源开关。  (三)仪器操作说明  1.示波器演示法  (1)连好主机的后面板电源线，用线将主机正面板上“输出”与示波器上的“相”(供外触发使用)相连，“输出”与示波器“相”相连；  (2)将扫描开关置于“自动”档，扫描速度开关置于“快速”挡，微电流放大器量程选择开关置于“”挡；  (3)分别将示波器“”、“”电压调节旋钮调至“”和“”，“扫描周期”旋钮调至“”， “交直流”全部打到“”；  (4)分别开启主机和示波器电源开关，稍等片刻；  (5)分别调节 (可以先参考给出值)至合适值，将由小慢慢调大(以管不击穿为界)，直至示波器上呈现充氩管稳定的-曲线。  2.手动测量法  (1)调节至最小，扫描开关置于“手动”挡，打开主机电源。  (2)选取合适的实验条件，分别调节至合适值（可以先参考给出值），以手动方式逐渐增大，同时观察的变化。适当调整预置值，使由小到大能够出现5个以上峰。  (3)选取合适实验点，分别从数字式表头上读取和值，再作图可得-曲线，注意示值和实际值的关系。  例表头示值为“3.23”，电流量程选择“”挡，则实际测量电流值应该为“”；表头示值为“6.35”，实际值为“63.5V”。  （四）仪器使用注意事项  (1)仪器应该检查无误后才能接电源，开、关电源前应先将各电位器逆时针旋转至最小值位置。  (2)灯丝电压不宜放得过大，一般在3V左右，如电流偏小再适当增加。  (3)要防止管被击穿（电流急剧增大），如发生击穿应立即调低以免管受损。  (4)管为玻璃制品，不耐冲击，应重点保护。  (5)实验完毕，应将各电位器逆时针旋转至最小值位置。 |
| 四、实验内容：  手绘或使用记录仪测氩的-曲线，并观察原子能量量子化情况，由此求出氩（Ar）原子的第一激发电位。  实验要求有以下几点。  (1)实验条件：为3 V左右，以为1 V左右，为8 V左右（每台仪器有所差别，仪器外壳上有给出的参考值）。用手动方式改变，同时观察微电流计上的随的变化情况。如果增加时电流迅速增加，则表明管产生击穿，此时应立即降低。如果希望有较大的击穿电压，可以通过降低灯丝电压来达到。  (2)适当调整实验条件，使微电流计能出现5个峰以上，波峰波谷明显。  (3)选取合适的实验点记录数据，使之能完整真实地绘出-线或用记录仪记下-曲线。  (4)处理-曲线，求出氩的第一激发电位。  (5)降低或增加灯丝电压，观察-曲线的变化，记录第一峰和最末峰的位置，大概推断灯丝电压对曲线的影响。 |
| 五、数据记录：  组号： 19 ；姓名 吴艇  灯丝电压：   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  | 20 |  | 40 |  | 60 |  | | 1 |  | 21 |  | 41 |  | 61 |  | | 2 |  | 22 |  | 42 |  | 62 |  | | 3 |  | 23 |  | 43 |  | 63 |  | | 4 |  | 24 |  | 44 |  | 64 |  | | 5 |  | 25 |  | 45 |  | 65 |  | | 6 |  | 26 |  | 46 |  | 66 |  | | 7 |  | 27 |  | 47 |  | 67 |  | | 8 |  | 28 |  | 48 |  | 68 |  | | 9 |  | 29 |  | 49 |  | 69 |  | | 10 |  | 30 |  | 50 |  | 70 |  | | 11 |  | 31 |  | 51 |  | 71 |  | | 12 |  | 32 |  | 52 |  | 72 |  | | 13 |  | 33 |  | 53 |  | 73 |  | | 14 |  | 34 |  | 54 |  | 74 |  | | 15 |  | 35 |  | 55 |  | 75 |  | | 16 |  | 36 |  | 56 |  | 76 |  | | 17 |  | 37 |  | 57 |  | 77 |  | | 18 |  | 38 |  | 58 |  | 78 |  | | 19 |  | 39 |  | 59 |  | 79 |  |   波峰波谷位置   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 波峰一 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | 波谷一 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | 波峰二 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | 波谷二 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | 波峰三 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | 波谷三 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | 波峰四 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | 波谷四 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | 波峰五 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | 波谷五 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | | 波峰六 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |