|  |
| --- |
| 1. **实验目的：** 2. 了解弗兰克赫兹实验的原理和方法； 3. 通过测量氩原子的第一激发电位，证明原子能级的存在，加深对原子结构的了解。   掌握测量氩原子第一激发电位的方法。 |
| 二、实验原理  **2-1：原子的能级**  玻尔的原子理论指出：原子只能处于一些分立的稳定的能量状态(简称定态),它的能量不可能连续变化而只能是突变，即“跃迁”．原子从一个定态跃迁到另一个定态发射或吸收能量，辐射的频率是一定的：  -----（1）  如图1所示：    图1 原子的能级跃迁示意图  其中，为普朗克常量。  原子在正常情况下处于基态，当原子吸收电磁波或受到其它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。  **2-2：弗兰克一赫兹实验设计的原理：**  “弗兰克-赫兹”实验的设计思想是利用慢电子与原子发生碰撞，通过收集发射电子在弗兰克-赫兹管后端形成的电流与加速电压间的关系来探寻原子内部规律。  设氩原子的基态能量为*E*1 ，第一激发态的能量为*E*2 ，从基态跃迁到第一激发态所需的能量就是 △*E*= *E*2 -*E*1 。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量*eV*，若小于*eV* < *E*2 -*E*1时，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 *eV* ≥ *E*2 -*E*1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 *E*2 -*E*1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*E*2 -*E*1所需加速电场的电位差为*V*0 ，则  -----（2）  其中：  *V*0为氩原子的第一激发电位，是本实验要测的物理量。  *E*1为氩原子的基态能量：  *E*2为第一激发态的能量；  弗兰克赫兹管原理图如下图2所示：    图2 弗兰克赫兹管原理图  说明：  灯丝电压VF：电压越大，单位时间发射电子数越多。  第一栅极电压VG1：类似聚焦的作用，防止电子散射打到管壁上。  第二栅极电压VG2：给电子加速。  拒斥电压VP：给电子减速，防止电子过快，电流饱和。  **2-3: 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VG2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  VG2为横坐标，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  谱峰曲线如下图3 所示：    图3 谱峰曲线图 |
| 三、实验仪器：  **FD-FH--I弗兰克-赫兹仪：（如下图4所示）**    图4 弗兰克-赫兹仪示意图  仪器面板说明：  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。 |
| 四、实验内容：   1. **实验条件:** 2. 灯丝电压：部分仪器1.8V左右，部分仪器需要2.7V左右 3. VG1：1.0~1.5V 4. VP：8.0~11V 5. **实验步骤：** 6. VG2接CH1，IG接CH2，选到自动挡，快速模式，调节VF，VG1，VF，示波器如图：   C:\Documents and Settings\jt\桌面\未标题-2.tif   1. 示波器图 2. 选到手动挡，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F-H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。  1. 从小到大调节VG2，使微电流计能出现5个峰以上,波峰波谷明显,选取合适的实验点记录数据测出至少6个峰和6个谷。 |
| **六、数据处理**  1. 实验1-记录的关系：   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  |  |  | | 0.00 | 0.05 | 3.96 | 3.45 | 6.29 | 4.85 | | 1.55 | 0.60 | 4.08 | 2.92 | 6.50 | 4.14 | | 1.71 | 0.72 | 4.23 | 1.78 | 6.75 | 1.39 | | 1.81 | 0.73 | 4.48 | 0.16 | 6.85 | 0.94 | | 2.11 | 0.57 | 4.64 | 0.76 | 6.98 | 1.78 | | 2.37 | 0.54 | 4.77 | 2.37 | 7.36 | 6.12 | | 2.53 | 1.10 | 5.05 | 3.98 | 7.53 | 6.70 | | 2.72 | 1.81 | 5.17 | 4.14 | 7.76 | 5.14 | | 2.91 | 1.82 | 5.31 | 3.27 | 7.99 | 2.53 | | 3.13 | 1.08 | 5.56 | 0.58 | 8.08 | 2.28 | | 3.34 | 0.37 | 5.69 | 0.07 | 8.21 | 3.08 | | 3.51 | 0.83 | 5.80 | 0.68 |  |  | | 3.67 | 2.01 | 6.18 | 4.40 |  |  |   2. IP-VG2 特性曲线绘制：    图 6-1 F-H 管的 IP-VG2 特性曲线  第一激发电位的计算：   1. 已知第一激发电位的计算公式是：-----（3）   且由数据记录可以得到：（单位：**10V**）    由此可以计算得到： -----（4）   1. 计算相对误差：(单位：V)   已知第一激发电位的理论值为：  相对误差：  -----（5） |
| **七、结果陈述：**  1. 本次实验记录数据绘制出来的曲线与理论上得到的曲线形状大致相同。 波谷成周期性增大的原因是因为激发一次后再次激发的概率会成比下降。  2. 通过实验测量的到氩原子的第一激发电位U0为11.32V，在一定误差范围内与理论值符合得较好， 存在2.50%的误差。 |
| **八、实验总结与思考题**  1．实验总结  （1）通过本次实验，复习了高中物理的量子理论和原子的能级跃迁，即原子从基态跃迁到激发态是会吸收大小一定的能量的，同时注意到，微观世界不同粒子的占比可以由宏观世界的概率分布来描述，表现为波谷成周期性增大。  （2）实验过程中，发现实测的后几个波峰出现峰顶平值（电流饱和），经过调整对应电压，最终能够正确测量峰值。  （3）通过本次实验，复习了学习过的逐差法，减少偶然误差的影响，使实验结果更接近真实值。  （4）总的来说，弗兰克-赫兹实验为我们提供了深刻理解原子内部结构的关键实验证据，它是量子力学的奠基之一，对于现代物理学和化学的发展产生了深远的影响。  思考题：（P49）  T2：第一峰对应的电压与第一激发电位是否一致？为什么？  答：不一致。最开始增加UG2的目的是让电子克服减速电压，使得电子能够到达极板P，此时开始产生电流，然后继续增加UG2电流Ip增加，当UG2给电子提供的能量足以和氩原子发生弹性碰撞，让氩原子吸收电子的能量后，此时电流Ip才逐渐下降。因此第一峰对应的电压包含了电子克服减速电压所需要的电压和氩原子第一激发电位。  T3：根据测到的U0值，计算氩原子从第一激发态跃迁回基态时应辐射多大波长的光？查阅资料，与公认值对比求比较误差。  答：根据：  -----（6）  发射出的光波频率：  -----（7）  光波波长：  -----（8）  公认值：发射出的光波频率：  -----（9）  光波波长：  -----（10）  比较误差：  -----（11）  参考资料: NIST Atomic Spectra Database. "Argon Energy Levels and Spectra." NIST  https://www.nist.gov/pml/basic-atomic-spectroscopic-data-handbook#RCWM80 |
| 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** | |  |  |  |  |  |  | |
|  |