

预习报告		实验记录		分析讨论		总成绩	
25		25		30		80	

年级、专业：	2022 级物理学	组号：	
姓名：		学号：	
实验时间：	2024//	教师签名：	

CA2 夫兰克-赫兹实验：原子定态能级的观测

【实验报告注意事项】

- 实验报告由三部分组成：
 - 预习报告：课前认真研读实验讲义，弄清实验原理；实验所需的仪器设备、用具及其使用、完成课前预习思考题；了解实验需要测量的物理量，并根据要求提前准备实验记录表格（可以参考实验报告模板，可以打印）。**（20 分）**
 - 实验记录：认真、客观记录实验条件、实验过程中的现象以及数据。实验记录请用珠笔或者钢笔书写并签名（**用铅笔记录的被认为无效**）。**保持原始记录，包括写错删除部分，如因误记需要修改记录，必须按规范修改。**（不得输入电脑打印，但可扫描手记后打印扫描件）；离开前请实验教师检查记录并签名。**（30 分）**
 - 数据处理及分析讨论：处理实验原始数据（学习仪器使用类型的实验除外），对数据的可靠性和合理性进行分析；按规范呈现数据和结果（图、表），包括数据、图表按顺序编号及其引用；分析物理现象（含回答实验思考题，写出问题思考过程，必要时按规范引用数据）；最后得出结论。**（30 分）**

实验报告就是将预习报告、实验记录、和数据处理与分析合起来，加上本页封面。（80 分）
- 每次完成实验后的一周内交**实验报告**（特殊情况不能超过两周）。
- 其它注意事项：
 - 请认真查看并理解实验讲义第一章内容；
 - 注意实验器材的合理使用；
 - 使用结束使用各种仪器之后需要将其放回原位。

【实验安全注意事项】

- 连线时务必注意，接错线路容易毁坏 F-H 管。
- 连线时， V_{G2K} 加速电压端接高压，使用过程中请勿触碰接线端

夫兰克-赫兹实验：原子定态能级的观测 预习报告

1.1 实验目的

- 1. 从实验了解原子定态能级（量子化），更好掌握量子力学的基础知识。
- 2. 训练建立微观物理过程与宏观物理量之间关系的能力。
- 3.（选）学习分解多因素，研究独立因素影响实验现象的规律。

1.2 仪器用具

表 1 CA2-1 实验仪器用具			
编号	仪器用具名称	数量	主要参数（型号，规格等）
1	FH-Ar 实验管	1	具体见实验管上说明
2	可编程直流稳压电源	1	GWINSTEK GPP-4323 4 通道独立输出：CH1、CH2: 0~32V/0~3A； CH3: 0~5V/0~1A; CH4: 0~15V/ 0~1A 串联同步电压 0~64V； 并联同步电流 0~6A；
3	多量程直流电源	1	GWINSTEK PFR-100M; 电压 0-250V，电流 0-2A，额定输出功率 100W；
4	微电流放大器	1	BroLight BEM-5710 电流测量范围：10-8~10-13A，共分 6 档
5	NI myDAQ 数据采集器	1	提供模拟输入 (AI)、模拟输出 (AO)、数字输入和输出 (DIO)、音频、电源和数字万用表 (DMM) 功能

1.3 原理概述

弗兰克-赫兹实验通过观察电子与原子碰撞时能量的转移来研究原子的能级结构。在该实验中，原子可以通过吸收或释放特定量的能量来在不同能级之间跃迁。这种能量的改变与辐射频率 ν 相关，关系式为：

$$h\nu = E_n - E_m$$

其中， h 是普朗克常数， E_n 和 E_m 分别是原子的两个不同能级。

弗兰克-赫兹实验利用一个装有氩气的三极管，称为弗兰克-赫兹管（F-H 管），来进行实验。该管由一个热阴极（K），一个栅极（G），和一个阳极（P）组成。电子从热阴极发射，并在阴极和栅极之间的电场中被加速，电压记作 V_{G_2K} 。当电子在加速过程中与氩原子碰撞时，电子的动能可能转移给氩原子，导致氩原子从一个能级跃迁到另一个能级。同时，电子的动能降低。在这种情况下，阳极与栅极之间的反向排斥电压 V_{G_2P} 将会将能量不足的电子拉回。

实验的核心概念是，通过观察阳极电流 I_P 如何随加速电压 V_{G_2K} 变化，来检测电子与原子碰撞的效果。由于电子在加速过程中可能与原子碰撞，导致部分动能损失，如果动能小于 eV_{G_2P} ，它们将无法到达阳极，导致阳极电流减少。因此，在增加 V_{G_2K} 时，可以观察到阳极电流的周期性变化，反映了电子与原子的碰撞情况。

图 1 显示了 F-H 管的实验原理图，其中展示了电子加速和与氩原子碰撞的过程。

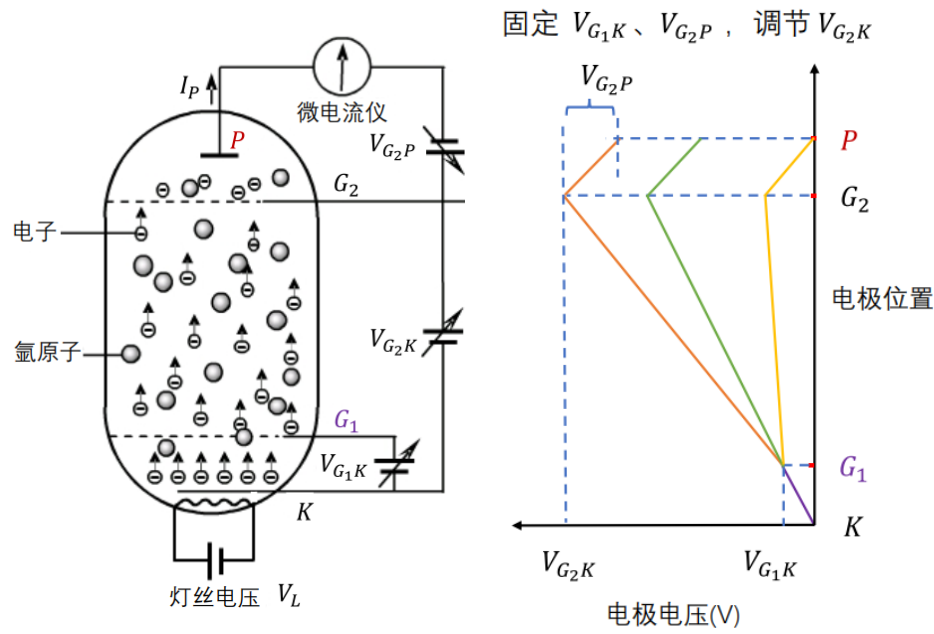


图 1: 实验原理图

图 2: F-H 管内空间电位分布

当电子在 KG 区域加速到一定动能后，它们可能会在 GP 区域与氩原子碰撞，导致部分能量损失。如果这些电子的动能小于反向推斥电压 V_{G_2P} ，它们将不会到达阳极，从而导致阳极电流减少。这一现象导致了阳极电流的周期性变化，表现为随加速电压 V_{G_2K} 变化的峰值和谷值。

图 2 展示了 F-H 管内的电位分布示意图，显示了电子在不同区域的加速和反向电场。

如果 F-H 管内没有氩气，电子将不会与原子碰撞并失去能量，因此阳极电流会随 V_{G_2K} 单调增加，不会出现周期性的变化。而实验预期现象是在逐渐增加 V_{G_2K} 时，阳极电流 I_P 出现一系列峰和谷，如图 3 所示。

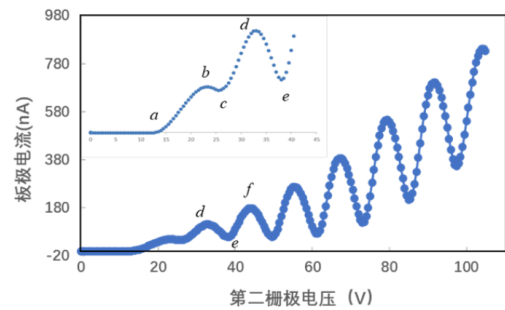


图 3: $I_P \sim V_{G_2K}$ 曲线