

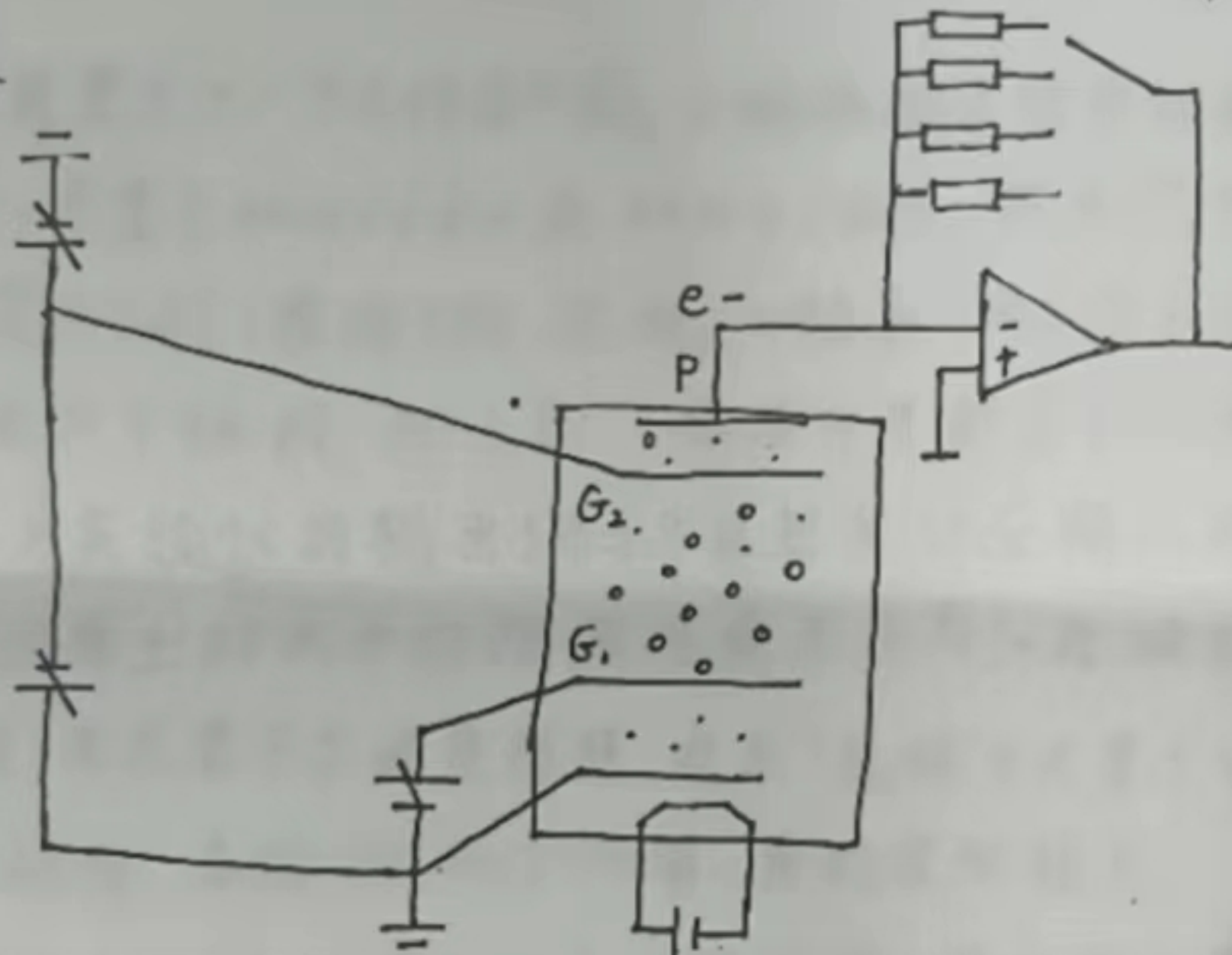
课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: 弗兰克-赫兹实验 实验日期: 2023 年 10 月 14 日 晚上  
 班级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_ 名: \_\_\_\_\_ 号

## 一. 实验目的

通过弗兰克-赫兹实验证明原子能级(分立态)的存在

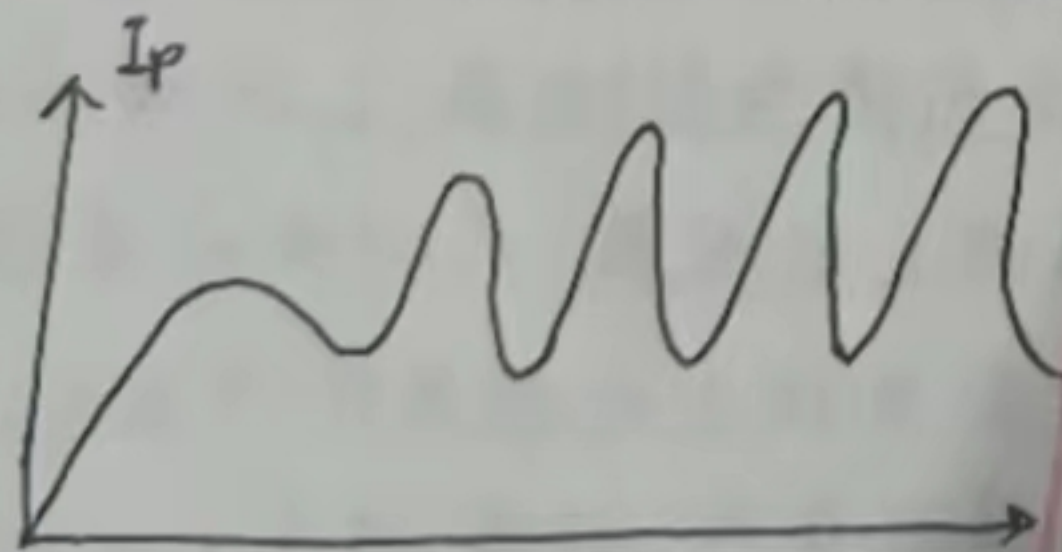
## 二. 实验原理

当原子受外界作用而从一个稳定态过渡到另一个稳定态时,就吸收或放出一定频率的电磁波:  $h\nu = E_n - E_m$ , 式中,  $E_n$  和  $E_m$  分别为第  $n$  和第  $m$  激发态,  $h$  为普朗克常数



弗兰克-赫兹管是一种四极管,内部充满氩气。电子从热阴极发出,阴极  $K$  和第二栅极  $G_2$  之间的加速电压  $U_{G_2K}$  使电子加速,并能穿过第二栅极的栅网。在板极  $P$  和第二栅极  $G_2$  之间加有减速电压  $U_{G_2P}$ 。如果电子的能量较大,就能克服  $U_{G_2P}$  到达板极,形成板极电流  $I_p$ 。

当  $U_{G_2K}$  电压逐渐增加时,如果原子能级确实存在,就能观察到如图所示  $U_{G_2K}-I_p$  曲线,



该曲线反映了氩原子在  $K-G_2$  空间与电子进行能量交换的情形。当  $U_{G_2K} = nU_0$  时,板流都会出现极小值。相邻的两个极小值对应的  $U_{G_2K}$  的差就等于原子的第一激发电位  $U_0$ 。  
 联系方式: \_\_\_\_\_ 指导教师签字: \_\_\_\_\_



# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
班 级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学 号: \_\_\_\_\_ 姓 名: \_\_\_\_\_

## 三. 实验内容与步骤

### 1. 预热

实验前将量程置于 $10^{-6}$ 档, 所有电位器都逆时针旋转到头, 使得各档电压分别降低到最小值。然后开电源, 将电压选择开关置于 $V_{G,k}$ 档并适当调节(一般为1.5V左右), 再拨到 $V_{G,p}$ 档并调节(一般1.5V左右)。预热F-H管3min后开始观测。

### 2. 观测

(1) 将示波器置于X-Y工作方式, X轴的放大倍率旋钮 $V/div$ 置于 $0.2V/div$ , Y轴放大倍率 $V/div$ 可置于 $20mV/div$ 或 $50mV/div$ 。然后把X轴和Y轴放大倍率定标, 即微调旋钮置于CAL(校准)处, 这时, X轴和Y轴的实际放大倍率才准确等于旋钮指示值。X轴和Y轴的“AC/DC”选择开关都置于DC处。

(2) 将F-H实验仪的输出端与示波器的对应输入端连接。调节后面板上的增益调节旋钮, 使屏上的水平扫描线痕迹正好为10格, 相当于 $100V$ 。

(3) 将“选择”开关置于示波器档将“电压”选择开关置于 $V_F$ 档并缓慢调节。一旦发现几个波峰增长较快时, 再微微减小 $V_F$ 值, 直到波形稳定。

(4) 分别读出6(或5)个波谷对应的电压值。然后用逐差法求第一激发电位。示波器的纵轴代表板极电流, 读数时记录格数即可。

### 3. 手动方式测量

先用示波器方式观测F-H曲线, 调出最佳的灯丝电压 $V_F$ 。然后将“选择”开关置于手动档, 电压选择开关拨到“加速电压”位置, 缓慢调节加速电压旋钮。调出第一个峰值时, 记录 $I_p$ 和 $V_{G,k}$ , 再测该点附近的 $V_{G,k} \pm 2V$ 的两个点; 然后增大 $V_{G,k}$ , 调出第一个谷值时, 记录 $I_p$ 和 $V_{G,k}$ , 再测该点附近的 $V_{G,k} \pm 2V$ 的两个点。共测6(或5)个峰值和6(或5)个谷值。记录F-H实验仪上的电流和电压值。

作出F-H实验曲线, 并求出第一激发电位

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_



# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
班 级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学 号: \_\_\_\_\_ 姓 名: \_\_\_\_\_

## 4. 加速电压波形

观察示波器方式下 F-H 管第二栅极上加速电压的波形, 测量其幅度和频率。注意此时示波器应改用 Y-t 方式

注意: 实验完毕后将灯丝电压  $V_f$  逆时针调到最小, 再关电源。

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_

# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
 班级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_

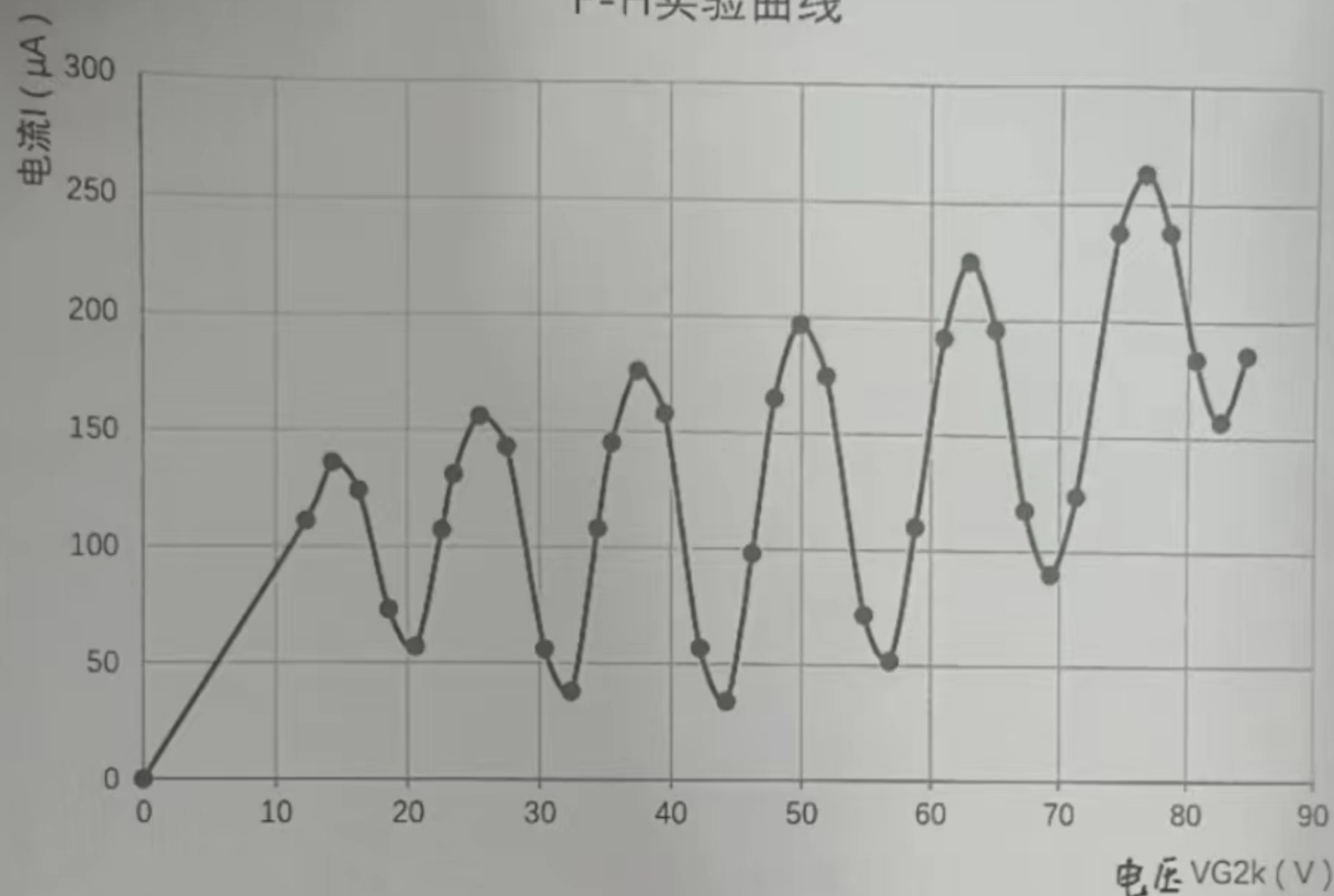
1. 波谷	1	2	3	4	5	6
$I_p(\mu A)$	0.6	0.4	0.4	0.4	1.0	2.0
$V_{G2k}(V)$	2.0	3.2	4.4	5.6	6.9	8.2
2.	左	峰1	右	左	谷1	右
$I(\mu A)$	111	136	124	73	57	107
$V_{G2k}(V)$	12.3	14.3	16.3	18.6	20.6	22.6
	左	峰2	右	左	谷2	右
$I(\mu A)$	131	156	143	56	38	108
$V_{G2k}(V)$	23.5	25.5	27.5	30.4	32.4	34.4
	左	峰3	右	左	谷3	右
$I(\mu A)$	145	176	158	57	34	98
$V_{G2k}(V)$	35.5	37.5	39.5	42.2	44.2	46.2
	左	峰4	右	左	谷4	右
$I(\mu A)$	165	197	175	72	52	110
$V_{G2k}(V)$	47.9	49.9	51.9	54.8	56.8	58.8
	左	峰5	右	左	谷5	右
$I(\mu A)$	192	225	196	118	90	124
$V_{G2k}(V)$	61.0	63.0	65.0	67.3	69.3	71.3
	左	峰6	右	左	谷6	右
$I(\mu A)$	238	263	238	184	157	186
$V_{G2k}(V)$	74.5	76.5	78.5	80.6	82.6	84.6

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_



# F-H实验曲线



U (V)	12.3	14.3	16.3	18.6	20.6	22.6	23.5	25.5	27.5
I ( $\mu\text{A}$ )	111	136	124	73	57	107	131	156	143
U (V)	30.4	32.4	34.4	35.5	37.5	39.5	42.2	44.2	46.2
I ( $\mu\text{A}$ )	56	38	108	145	176	158	57	34	98
U (V)	47.9	49.9	51.9	54.8	56.8	58.8	61	63	65
I ( $\mu\text{A}$ )	165	197	175	72	52	110	192	225	196
U (V)	67.3	69.3	71.3	74.5	76.5	78.5	80.6	82.6	84.6
I ( $\mu\text{A}$ )	118	90	124	238	263	238	184	157	186

姓名:

实验时间

1. 利用示波器法所测 6 个波谷的电压值计算出第一激发电位的计算结果为 12.33(0.18) 伏特。要有不确定度计算。主要计算过程为:

$$\bar{U} = \frac{(U_6 - U_1) + (U_5 - U_2) + (U_4 - U_3)}{3 \times 3} = 12.33V$$

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (U_{i+3} - U_i - \bar{U})^2}{3}} = 0.4944$$

$$U_B = \frac{\Delta V_{G2K}}{k} = 0.6079$$

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} = 0.7836$$

$$U = 12.33(0.18)V$$

2. 费兰克赫兹曲线请另附坐标纸作图。利用手动法所测数据中的 6 个波谷的电压值计算出第一激发电位的计算结果为 12.39(0.57) 伏特。要有不确定度计算。主要计算过程为:

$$\bar{U} = \frac{(U_6 - U_1) + (U_5 - U_2) + (U_4 - U_3)}{3 \times 3} = 12.39V$$

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (U_{i+3} - U_i - \bar{U})^2}{3}} = 0.5622$$

$$U_B = \frac{\Delta V_{G2K}}{k} = 0.06079$$

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} = 0.5655$$

$$U = 12.39(0.57)V$$

3. 思考题 (教材第 3 题), 其中弗兰克赫兹曲线自愿选择是否在坐标纸上绘图。

电子由阴极 K 出发, 受第二栅极 G<sub>2</sub> 正电压作用加速, 在管中与汞原子碰撞。

电子由阴极发出时, 具有不同的初速度, 经过加速后, 速度便也不同。当它的能量达到汞原子两个跃迁能级能量之差时, 与汞原子发生能量交换, 其中部分电子无法达到极限, 当加速电压再增加一点时, 更多电子无法到达, 从而形成峰谷形式。

若所有电子初速度为 0, 则会垂直下降

