

## 大学物理实验报告

## 第一部分（实验目的与原理）

学部（院）电子信息学院 姓名乔洪煜寒 学号2028410073 专业电科

实验日期\_\_\_\_\_ 成绩\_\_\_\_\_

## 【实验名称】

普朗克常量的测定

## 【实验目的】

1. 了解光电效应的规律, 加深对光的量子性的理解
2. 通过光电管的弱电流特性, 找出不同光频率下的截止电压
3. 掌握用光电效应法测定普朗克常量  $h$

## 【实验原理】

当一定频率的光照射到某些金属表面时, 可以使电子从金属表面逸出, 产生光电子, 这种现象称为光电效应。

频率为  $\nu$  的光子以  $h\nu$  为能量单位的形式向外辐射, 当光子照射到金属表面上时若光子的能量大于电子脱离金属表面所需要的逸出功  $W$  时, 电子就会从金属中逸出, 电子把这能量的一部分用来克服金属表面对它的吸引力, 余下的就变为电子的动能, 按照能量守恒原理, 爱因斯坦提出了著名的光电效应方程:

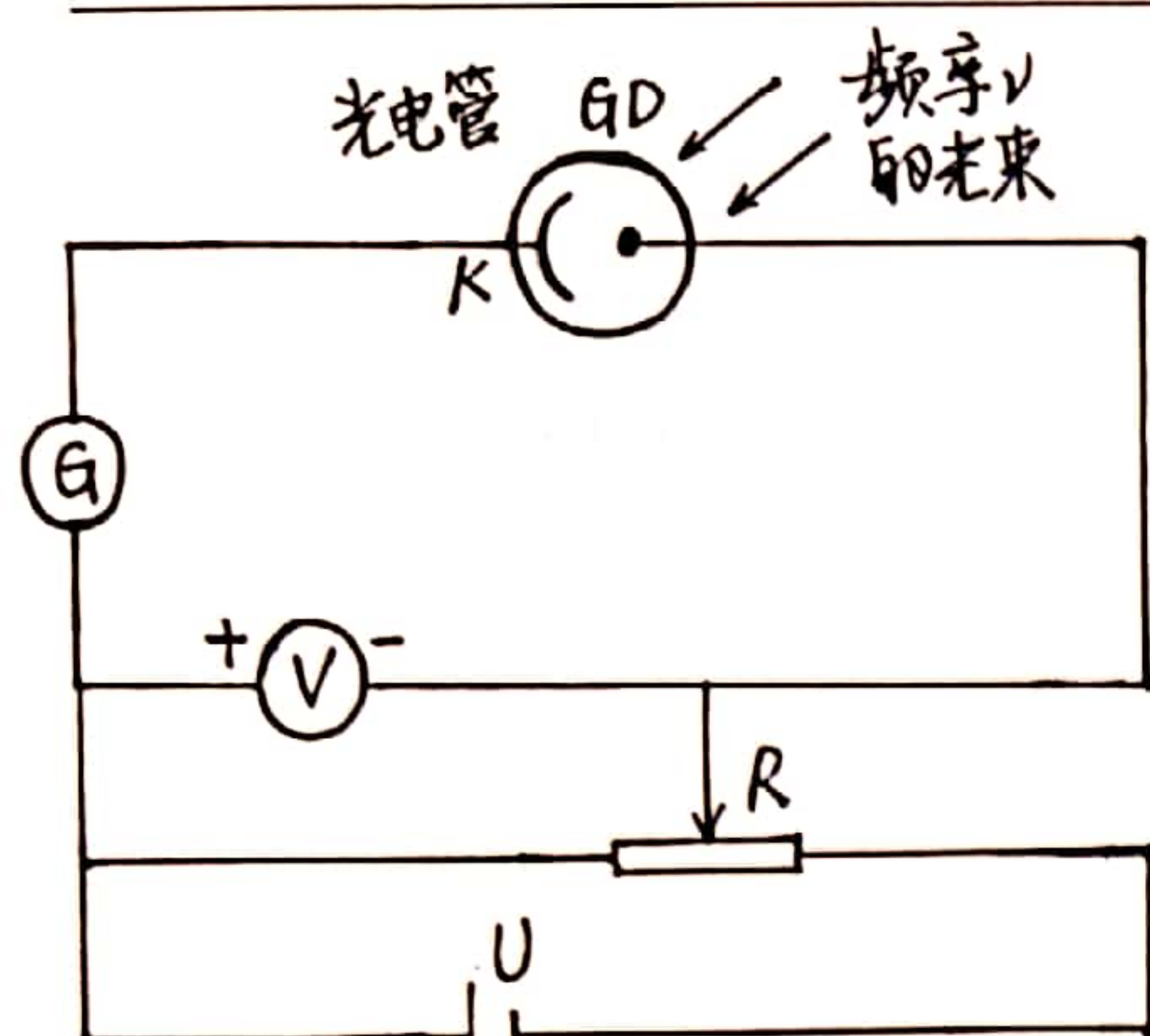
$$h\nu = \frac{1}{2}mv_0^2 + W$$

光电效应的原理如图所示。图中 GD 是真空的光电管, A 为阳极, K 为阴极, G 为微电流表, V 为电压表。

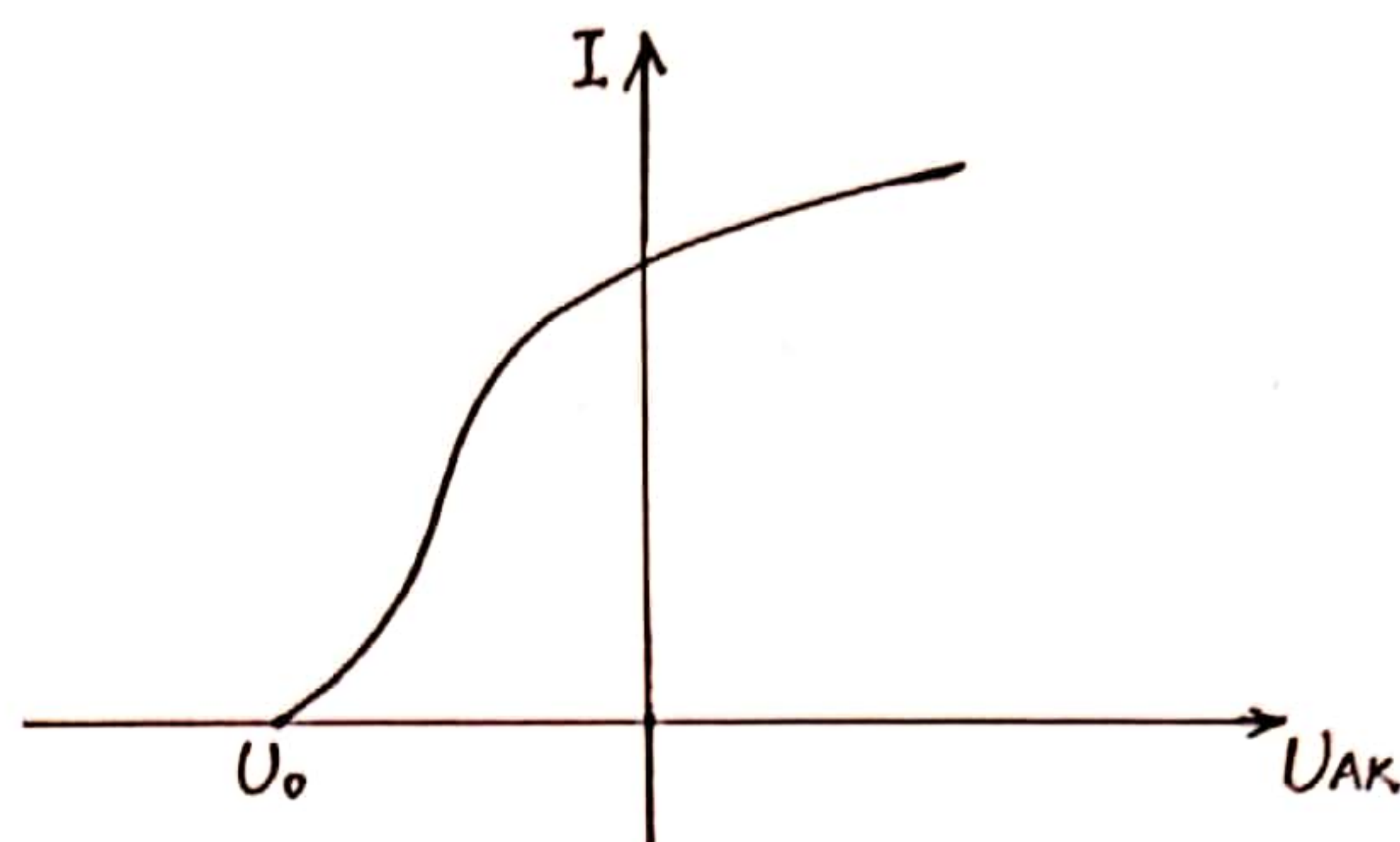
当频率为  $\nu$  的光照射到有金属材料做成的阴极 K 上, 就有光电子逸出金属表面, 具有一定的初速度, 这时即使外加电压为零, 仍有部分电子到达阳极, 电流中形成光电流。

当阳极 A 加正电位、阴极 K 加负电位时, 光电子被加速。当所加电压足够大时, 光电流达到饱和值。





光电效应实验原理图

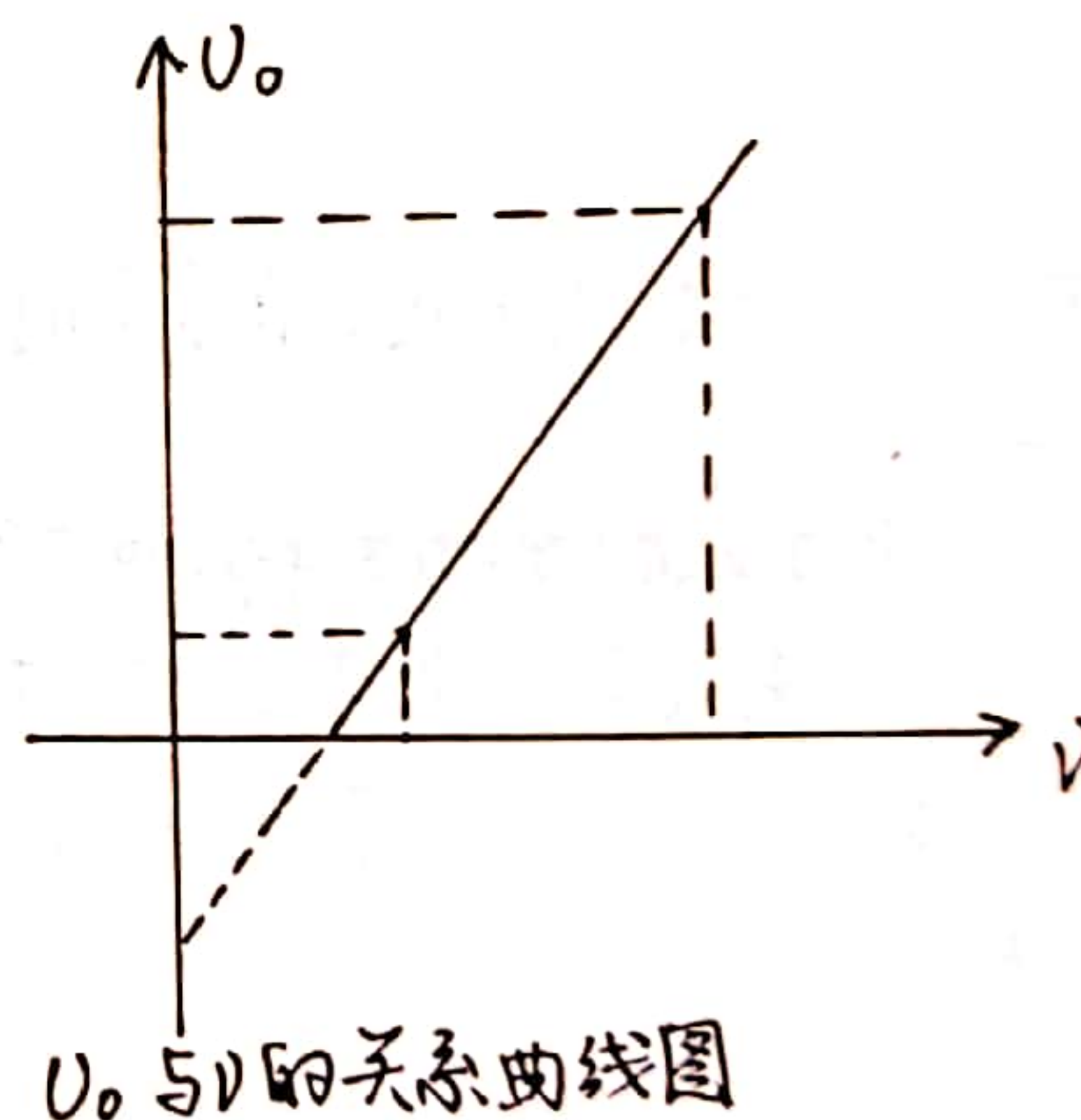


光电流与电压的关系曲线图

若 K 加正电位, A 加负电位, 即加上反向电压时, 光电子被减速, 当所加反向电压达到一定值时, 光电子的速度为 0, 恰好光电子碰不到阳极 A, 光电流减小为 0, 此时的电压  $U_0$  称为遏止电压, 也称为截止电压。于是:  $eU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$

由光电效应方程:  $h\nu = \frac{1}{2}mv_0^2 + W$   $\rightarrow$   $W$  是给定金属材料的固有属性, 是一个定值, 与入射光频率无关  
得到:  $eU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 = h\nu - W$   
 $U_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$

该公式表明截止电压  $U_0$  是光频率  $\nu$  的线性函数, 直线斜率  $k = \frac{h}{e}$ , 只要测出不同的频率对应的截止电压, 作  $U_0 - \nu$  曲线可得到一直线, 求出直线斜率  $k$ , 就可以算出普朗克常量  $h = ke$ 。



$U_0$  与  $\nu$  的关系曲线图

### 【实验仪器】

光电效应实验仪



## 大学物理实验报告

## 第二部分（实验记录）

学部（院） 电子信息学院 姓名 乔洪煜寒 学号 2028410073 专业 电科

实验日期 \_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_

## 【原始实验数据及实验现象记录】

波长 $\lambda_i$ (nm)		365.0	404.7	435.8	546.1	577.0
频率 $\nu_i$ ( $\times 10^{14}$ Hz)		8.214	7.408	6.879	5.490	5.196
截止电压 $U_{0i}$ (V)	1	-1.664	-1.430	-1.124	-0.608	-0.496
	2	-1.666	-1.432	-1.126	-0.610	-0.498
	3	-1.666	-1.432	-1.124	-0.610	-0.500
	平均					



## 大学物理实验报告

## 第三部分 (实验方法与结果讨论)

学部(院) 电子信息学院 姓名 乔洪煜寒 学号 2028410073 专业 电科

实验日期 \_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_

## 【实验方法及步骤】

## 1. 接通仪器电源

检查汞灯及光电管暗盒遮光盖是否盖上(应处于盖上状态), 然后打开实验仪及汞灯电源开关, 预热20分钟。预热过程中做如下工作:

- ① 调整光电管与汞灯距离为33cm左右(一般已调整好), 实验过程中, 此距离保持不变。
- ② 检查光电管暗箱电压输入端与实验仪电压输出端(后面板上)连接线是否接好(红—红, 蓝—蓝), 检查截止电压测试、手动模式状态指示灯是否灯亮(开机默认状态为亮)。
- ③ 将“电流量程”置于所选档位( $10^{-13}$ A档)(一般已调整好)
- ④ 检查直径4mm的光阑是否已装在光电管暗盒光输入口内。

## 2. 预热好以后, 测试前先行微电流表调零。

- ① 调节实验仪面板上的“调零”旋钮使微电流表指示为000.0。
- ② 调节好后, 按“调零确认/系统清零”键, 电压表示值显示为-1.998, 系统进入测试状态。

3. 测定普朗克常数 $h$ 。(用手动测试模式)

- ① 移开光电管遮光盖, 将365.0nm的滤色镜装在光电管暗盒光输入口上, 然后打开汞灯遮光盖。
- ② 此时电压表显示 $U_{AK}$ 的值, 电流表显示与 $U_{AK}$ 对应的电流值 $I$ 。
- ③ 用电压调节键 $\rightarrow, \leftarrow, \uparrow, \downarrow$ 可调节 $U_{AK}$ 的值,  $\rightarrow, \leftarrow$ 键用于选择调节位,  $\uparrow, \downarrow$ 键用于调节值的大小。
- ④ 从低到高调节电压(绝对值减小), 观察电流值的变化, 寻找电流为0时对应的 $U_{AK}$ , 以其绝对值作为该波长对应的 $U_0$ 的值, 并将数据记于表格一中。
- ⑤ 盖上汞灯遮光盖, 再依次换上404.7nm, 435.8nm, 546.1nm, 577.0nm滤色镜, 参照以上步骤分别测量出其对应的截止电压。
- ⑥ 将汞灯、光电管暗盒都盖上遮光盖, 再次按“调零确认/系统调零”键, 电压表显示为“----”, 然后重新进行微电流表调零。
- ⑦ 按照以上步骤再次重复测量各波长下对应的截止电压值。

4. 计算普朗克常数 $h$ 

根据测得的截止电压, 在坐标纸上描绘 $U_0-V$ 关系特性曲线, 得出 $U_0-V$ 直线的斜率 $k$ , 即可用 $h=ek$ 求出普朗克常量, 并与 $h$ 的公认值 $h_0$ 比较, 求出相对误差 $E$

式中  $e=1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ ,  $h_0=6.626 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$



## 【实验数据处理及实验结果】

波长 $\lambda_i$ (nm)		365.0	404.7	435.8	546.1	577.0
频率 $\nu_i$ ( $\times 10^{14}$ Hz)		8.214	7.408	6.879	5.490	5.196
截止电压 $U_{oi}$ (V)	1	-1.664	-1.430	-1.124	-0.608	-0.496
	2	-1.666	-1.432	-1.126	-0.610	-0.498
	3	-1.666	-1.432	-1.124	-0.610	-0.500
	平均	-1.665	-1.431	-1.125	-0.609	-0.498

图像见反面

在图像上取两点 (5, 0.4) 和 (8, 1.65)

$$\text{则 } k = \frac{h}{e} = \frac{1.65 - 0.4}{(8 - 5) \times 10^{14}} = \frac{5}{12} \times 10^{-14}$$

$$\therefore h = 6.675 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$\text{又 } h \text{ 的公认值 } h_0 = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$\therefore \text{相对误差} = \frac{|h - h_0|}{h_0} \times 100\% = 0.74\%$$

## 【问题讨论】

(1) 一般来说, 光电管的阴极和阳极的材料不同, 它们的逸出功也不同, 而且阴极的逸出功总是小于阳极的逸出功, 因此它们之间的接触电势差在 K-A 空间形成的是一个反向阻挡电场, 试定量说明接触电势差对光电管伏安曲线的影响?

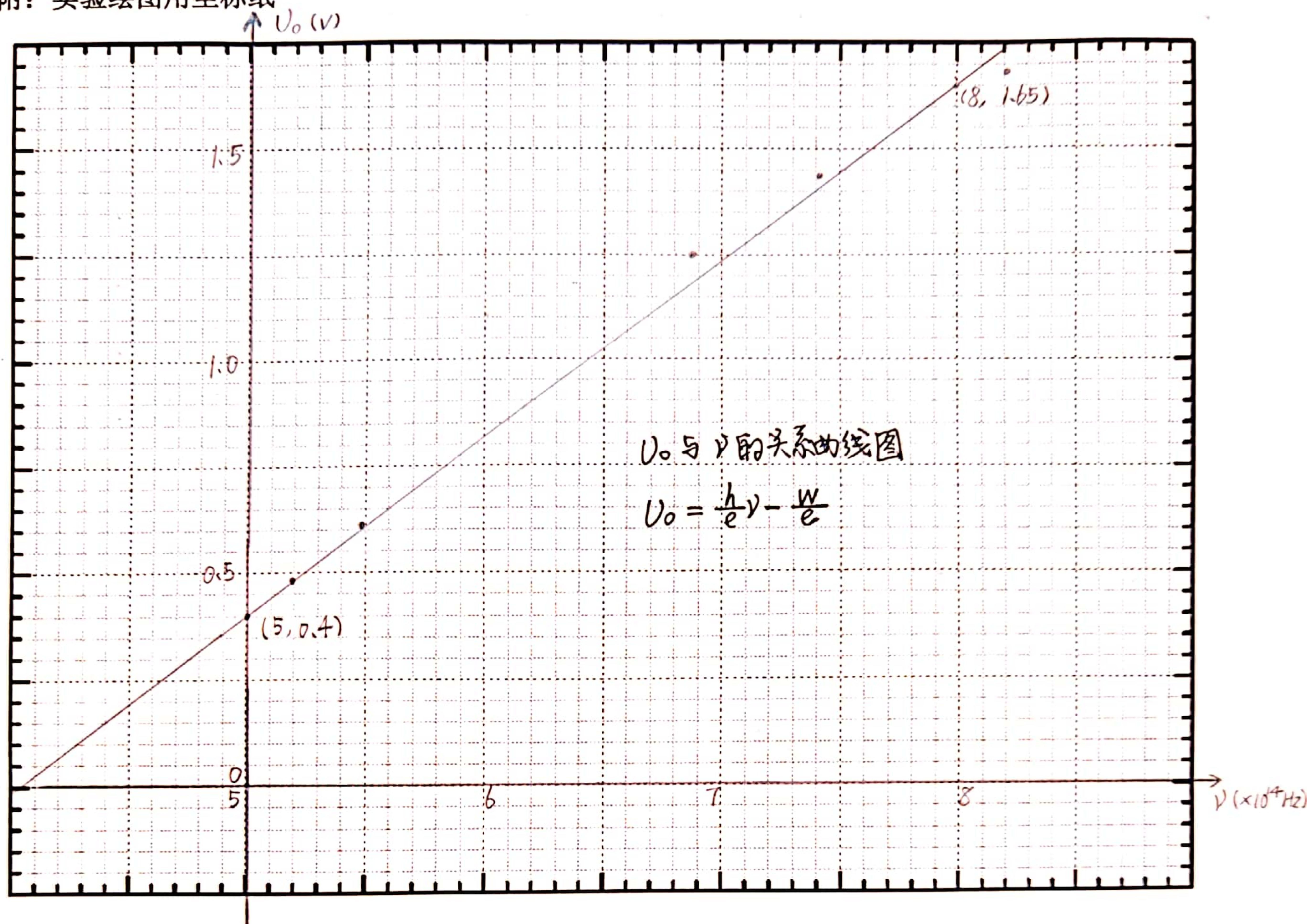
答: 接触电势差使光电管伏安曲线向右平移。

(2) 如何由光电效应测出普朗克常量  $h$ ?

答: 由实验得到遏止电势差  $U_c$  和照射光的频率的直线关系, 由直线斜率可求出  $h$



附：实验绘图用坐标纸



注：实验中测得的截止电压中的负号表示“反向电压”，作图时取正值画