

序号:

实验报告

6-18

时间:

年 月 日

课程名称:

实验名称: 光电效应和普朗克常数测定

实验日期:

2023 年 9 月 28 日

班级:

教学班级:

学号:

姓名:

18号

一. 实验目的

- (1) 通过光电效应了解光的量子性
- (2) 验证爱因斯坦方程, 测定普朗克常数
- (3) 测定光电管的伏安特性曲线

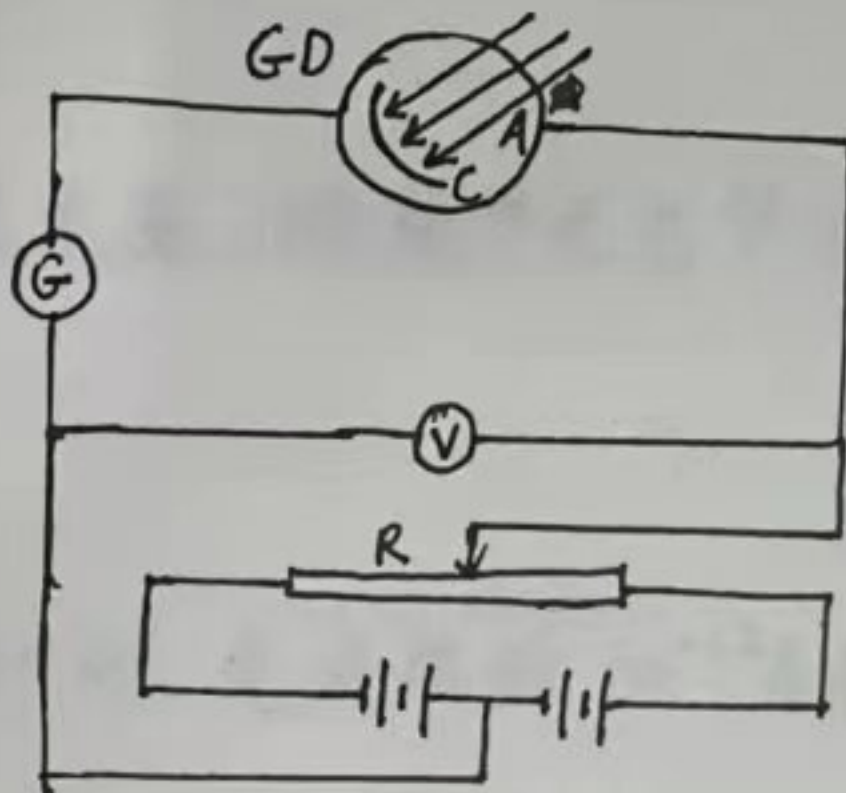
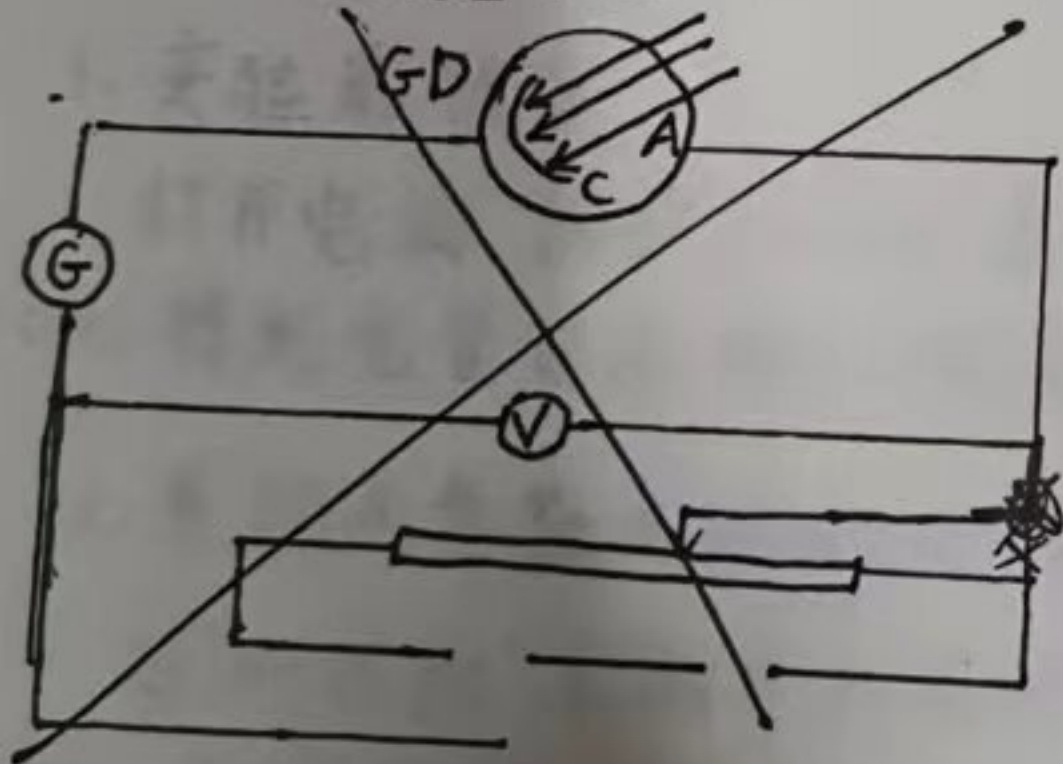
二. 实验仪器

汞灯及汞灯电源, 各种滤色片, 光阑, 光电管, 导轨, 普朗克常数测量仪, 电缆

三. 实验仪器原理

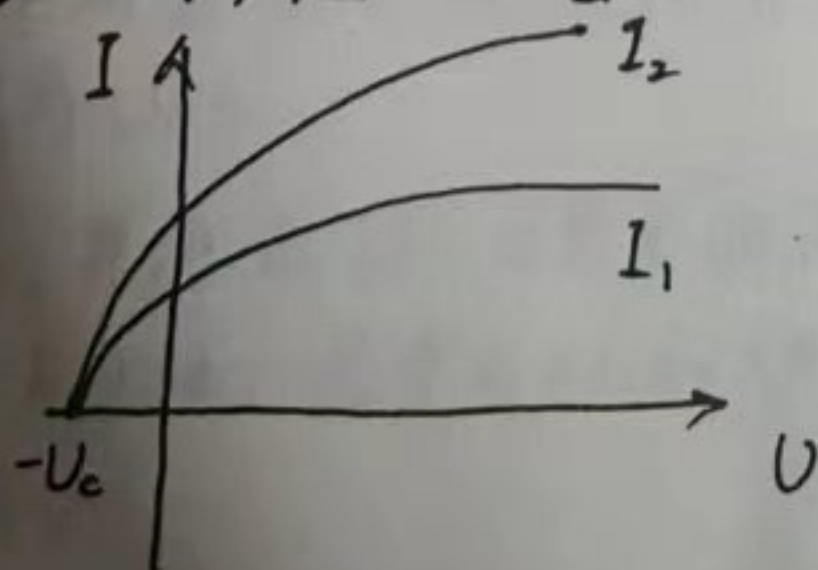
一定频率的光, 照射到某一金属表面时, 会有电子从金属表面逸出, 这种现象叫做光电效应。逸出的电子动能与光的强度无关, 只和入射光频率有关

$$h\nu = E_{\text{动能}} + W$$



图中A为光电管阳极, C为光电管阴极, G为微电流计, V为数字电压表, R为滑线电阻器, 调节R可使光电管A、C之间的电压U从负电压到正电压连续变化。测得各电压下对应的光电流I的大小, 就可得光电管的伏安特性曲线

$$h\nu = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2 + h\nu_c$$



$I_2 > I_1$

指导教师签字: _____

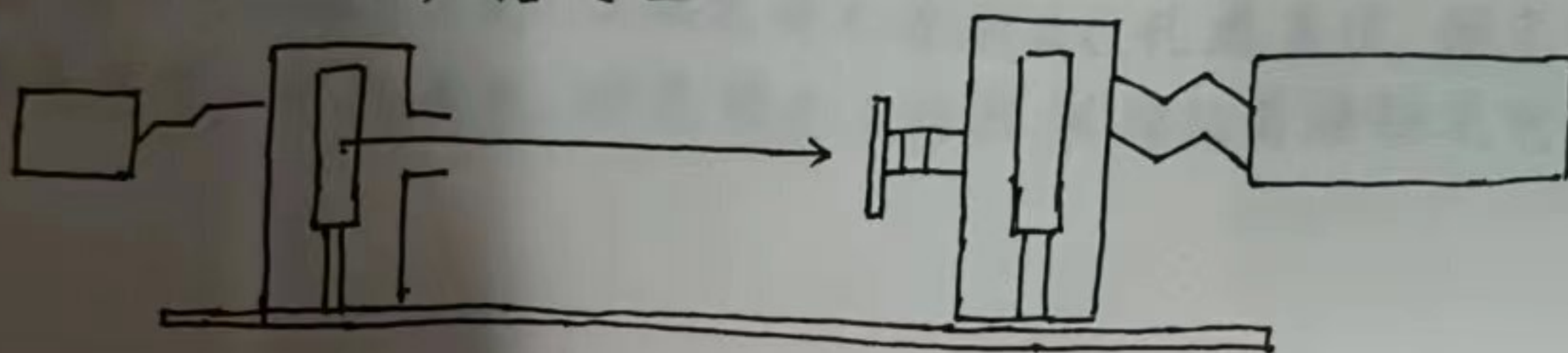
联系方式: _____

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: _____

爱因斯坦光电效应公式中 $h\nu$ 为入射光子的能量, m 为光电子的质量, v_{\max} 为光电子的最大速度, ν_c 为光电效应的红限, $h\nu_c$ 为逸出功。不同金属有不同的红限。当金属 C (阴极) 对面的电极 A (阳极) 上的负向电压加大到具有最大动能的逸出电子也不能到达阳极 A 时, 这个电压 U_c 就称为截止电压。 $eU_c = E_{\text{动能}} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$, 则 $U_c = h(\nu - \nu_c)/e$, 用实验方法测出不同情况下的 U_c 值, 即可确定 h

四四. 实验步骤及数据处理



光电效应的实验装置如图

1. 实验前准备

打开电源, 预热 20 min, 盖上光源遮光盖, 调整光电管与汞灯距离约为 40 cm。将光电管电压输入端同色相连

2. 普朗克常数 h 的测定 (A 管)

将“测定仪”上的电压选择 $-2 \sim +2V$ 档, 电流选择 $10^{-12}A$ 档, 测定仪电流输入电缆断开, 调零后重新接上

用直径 4 mm 的光阑及滤色片装在光电管入光孔上, 光电管与汞灯距离 $L = 400 \text{ mm}$, 然后逆时针方向调节“电压调节”旋钮, 使 A-C 间的电压由 $+2V$ 逐渐减小到 $-2V$, 同时观察光电流的变化, 并记录光电流减少到零时刻对应的截止电压值 (记为 U_c)

用直线拟合法拟合, 并画出 $U-V$ 关系曲线, 然后与公认值 h_0 比较, 计算出实验的相对误差 $E = (h - h_0)/h_0$ 。式中 $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$; $h_0 = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, 即可得出普朗克常数 h 。

联系方式: _____

指导教师签字: _____

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: _____

3. 测量光电管的伏安特性曲线(B管)

接通光电管电源, 将电压选择 $-2 \sim +30V$ 挡, 电流量程选择 $10^{-9}A$ 档. 用直径为 $4mm$ 的光阑, 调节光电管与光源的中心距离 L 为 $400mm$, 实验开始前调零步骤同 2

4. 验证光电管的饱和电流与入射光强的关系

取 $U = 30V$, 按以上步骤观测不同光阑孔径下饱和电流与光强的关系和观测不同距离下饱和电流与光强间的 $I-P$ 关系

注意: 每次更换滤色片时, 必须先将光源的出光孔遮盖住. 做完全部实验后, 再用遮光罩将光电管入光孔盖住, 避免强光直接照射阴极而缩短光电管寿命

联系方式: _____

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____

班级: _____

实验名称: 光电效应普朗克常数测定

实验日期: 2023 年 9 月 28 日

教学班级: _____

学号: _____ 姓名: _____ 18号

1. 照射距离 $L = 400 \text{ mm}$, 光阑直径 $d = 4 \text{ mm}$, 电流量程 10^{-13} A
 ~~$\lambda = 365.0 \text{ nm}$~~ $U_{AC} = -1.998 \text{ V}$ $I = 0.20 \text{ A}$

~~$U_{AC} = -1.798$~~ ~~$I = 0$~~

$U_{AC} = -1.798 \text{ V}$ $I = 31 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$

$U_{AC} = -1.838 \text{ V}$ $I = 9 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$

$U_{AC} = -1.858 \text{ V}$ $I = 1 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$

$U_{AC} = -1.862 \text{ V}$ $I = 0$ $U_C = -1.862 \text{ V}$

$\lambda = 404.7 \text{ nm}$

$U_{AC} = -1.462 \text{ V}$ $I = 23 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$

~~$U_{AC} = -1.482 \text{ V}$~~ $I = 1.6 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$
 -1.512 V

$U_{AC} = -1.542 \text{ V}$ $I = 1 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$

$U_{AC} = -1.546 \text{ V}$ $I = 0$ $U_C = -1.546 \text{ V}$

$\lambda = 435.8 \text{ nm}$

$U_{AC} = -1.266 \text{ V}$ $I = 35 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$

$U_{AC} = -1.306 \text{ V}$ $I = 10 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$

$U_{AC} = -1.332 \text{ V}$ $I = 1 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$

$U_{AC} = -1.332 \text{ V}$ $I = 0$ $U_C = -1.332 \text{ V}$

序号: _____

时间: _____

上午 下午 晚上

$\lambda = 546.1 \text{ nm}$

$U_{AC} = -0.632 \text{ V}$ $I = 41 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$

$U_{AC} = -0.722 \text{ V}$ $I = 9 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$

$U_{AC} = -0.752 \text{ V}$ $I = 1 \text{ A} \times 10^{-13} \text{ A}$

$U_{AC} = -0.756 \text{ V}$ $I = 0$ $U_C = -0.756 \text{ V}$

联系方式: _____

指导教师签字: _____

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: _____

$$\lambda = 577.0 \text{ nm}$$

$$U_{AC} = -0.456 \text{ V}$$

$$U_{AC} = -0.576 \text{ V}$$

$$U_{AC} = -0.618 \text{ V}$$

$$-0.622 \text{ V}$$

$$U_{AC} = -0.628 \text{ V}$$

$$I = 0$$

$$U_C = -0.628 \text{ V}$$

序号: 王荣瑶
 时间: 39 年 13 月 日
 上午 下午 晚上
 $I = 1 \times 10^{-13} \text{ A}$

2. 照射距离 $L = 400 \text{ mm}$, 光阑孔径 4 mm , 电流量程 10^{-11} A

$$\lambda = 435.8 \text{ nm}$$

U_{AK}/V	-1.0	0	1	2	3	4	6	10	15	25	35	45	50
$-I$	3	14	26	40	54	64	80	101	126	174	198	212	219
U_{AK}/V	-1.0	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
$I/10^{-11} \text{ A}$	3	14	26	41	54	65	74	80	87	94	101	106	113
U_{AK}/V	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0
$I/10^{-11} \text{ A}$	119	124	128	133	138	142	146	151	155	159	163	167	170
U_{AK}/V	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0
$I/10^{-11} \text{ A}$	173	176	179	182	184	186	189	191	193	195	197	199	200
U_{AK}/V	38.0	39.0	40.0	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0	46.0	47.0	48.0	49.0	50.0
$I/10^{-11} \text{ A}$	202	204	205	207	208	209	211	213	214	216	218	219	219

序号: 王荣瑶
 时间: 13 年 14 月 15 日
 上午 下午 晚上

联系方式: _____

指导教师签字: _____

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: _____

$$\lambda = 546.1 \text{ nm}$$

~~V_k/V = -1.0 0 1.0 2.0 3.0 4.0 6.0~~

V _k /V	-1.0	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0
I/ _{10⁻¹¹A}	0	48	14	28	34	40	48	50	54	56	60	68	72		
V _k /V	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	
I/ _{10⁻¹¹A}	14	76	78	82	82	85	87	90	92	94	96	98	100	102	
V _k /V	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	38.0	39.0	40.0	41.0		
I/ _{10⁻¹¹A}	103	104	106	107	108	109	110	111	112	112	113	114	114	115	
V _k /V	42.0	43.0	44.0	45.0	46.0	47.0	48.0	49.0	50.0						
I/ _{10⁻¹¹A}	116	116	117	118	118	119	119	120	120						

3. ① 光源照射距离 $L = 400 \text{ nm}$, 电压 $U = 50 \text{ V}$, 电流量程 10^{-11} A

光阑孔径 2 mm

$$\lambda = 435.8 \text{ nm}$$

②

孔径 d 2 mm

电流 $I / 10^{-11} \text{ A}$ 62

$$\lambda = 546.1 \text{ nm}$$

d 2 mm

$I / 10^{-11} \text{ A}$ 15

序号: 4 mm	8 mm	
227	846	
时间: 年 月 日	3 8 50	
上午	下午	晚上
4 mm	8 mm	
53	206	

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: _____

② 光阑直径 $d = 4 \text{ mm}$, $U = 50 \text{ V}$, 电流量程 10^{-4} A $\lambda = 546.1 \text{ nm}$

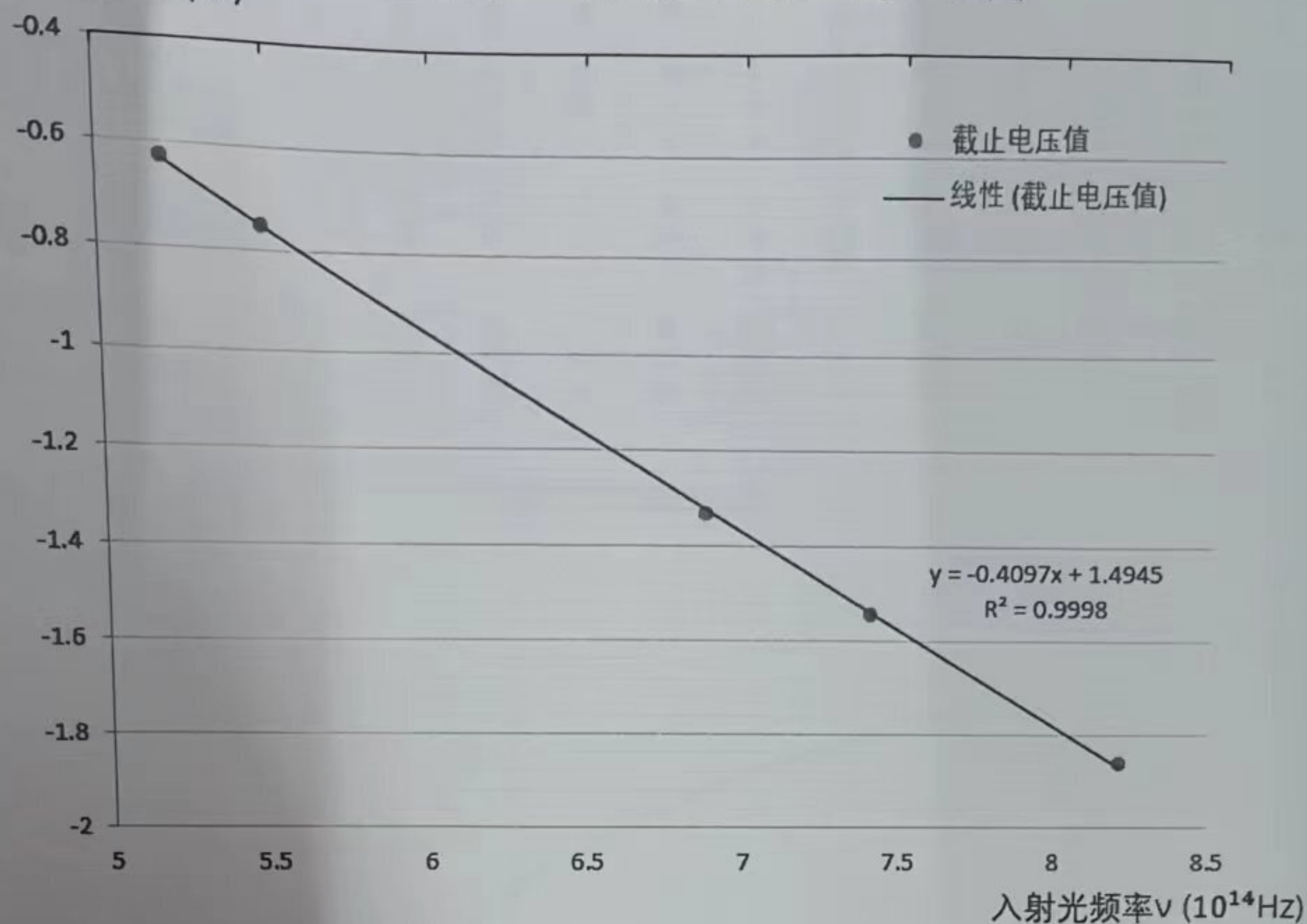
L/mm 300 320
 $I_s/10^{-11} \text{ A}$ 134 110

序号:	王荣瑶		
时间:	360	380	400
	上午	下午	晚上

联系方式: _____

指导教师签字: _____

截止电压 U_c (V) 截止电压 U_c 与入射光频率 ν 的关系图



入射光波长 (nm)	365	404.7	435.8	546.1	577
入射光频率 ν (10^{14} Hz)	8.214	7.408	6.879	5.49	5.196
截止电压 U_c (V)	-1.862	-1.546	-1.332	-0.756	-0.628

$$K = -0.4079 \times 10^{-14}$$

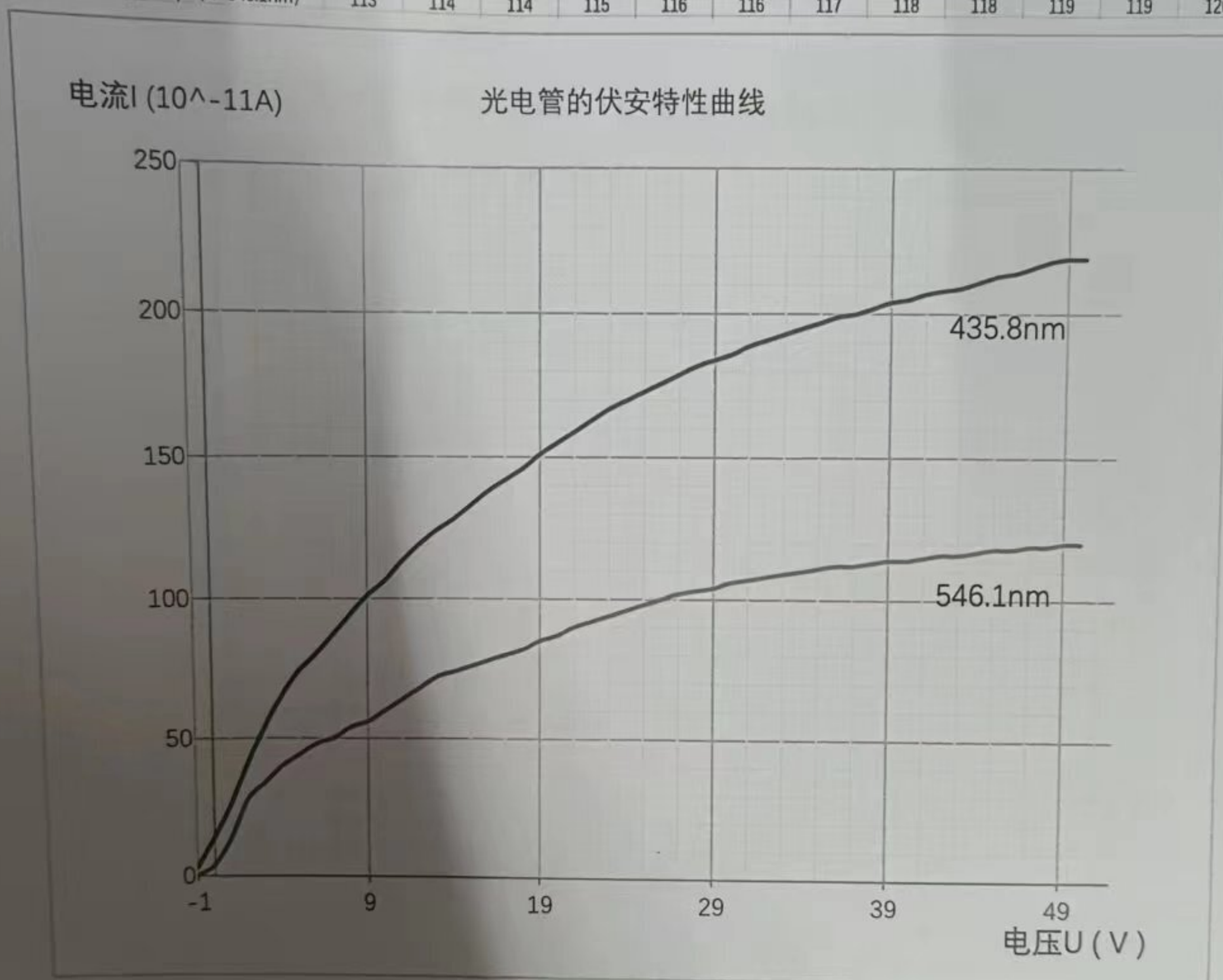
$$h = k \cdot e = -0.6563394 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$h_0 = -6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$E = \left| \frac{h - h_0}{h_0} \right| = 0.009448536 = 0.94\%$$

2. 光电管的伏安特性曲线

光电管电压 U_{AK} (V)	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
光电流 I ($10^{-11}A$) ($\lambda=435.8nm$)	3	14	26	41	54	65	74	80	87	94	101	106	113
光电流 I ($10^{-11}A$) ($\lambda=546.1nm$)	0	4	14	28	34	40	44	48	50	54	56	60	64
光电管电压 U_{AK} (V)	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
光电流 I ($10^{-11}A$) ($\lambda=435.8nm$)	119	124	128	133	138	142	146	151	155	159	163	167	170
光电流 I ($10^{-11}A$) ($\lambda=546.1nm$)	68	72	74	76	78	80	82	85	87	90	92	94	96
光电管电压 U_{AK} (V)	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
光电流 I ($10^{-11}A$) ($\lambda=435.8nm$)	173	176	179	182	184	186	189	191	193	195	197	199	200
光电流 I ($10^{-11}A$) ($\lambda=546.1nm$)	98	100	102	103	104	106	107	108	109	110	111	112	112
光电管电压 U_{AK} (V)	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
光电流 I ($10^{-11}A$) ($\lambda=435.8nm$)	202	204	205	207	208	209	211	213	214	216	218	219	219
光电流 I ($10^{-11}A$) ($\lambda=546.1nm$)	113	114	114	115	116	116	117	118	118	119	119	120	120



随着电压增大, 电流趋近平稳, 此时电流为
 波长越大, 光的频率越小, 饱和光电流越小

3. 验证光电管的饱和电流与入射光强的关系
(1)

光阑孔径 (mm)	2	4	8
电流 I ($10^{-11}A$) (波长为435.8nm)	62	227	846
电流 I ($10^{-11}A$) (波长为546.1nm)	15	53	206

在相同波长的情况下,光阑孔径越大,入射光强度越大,饱和光电流越大

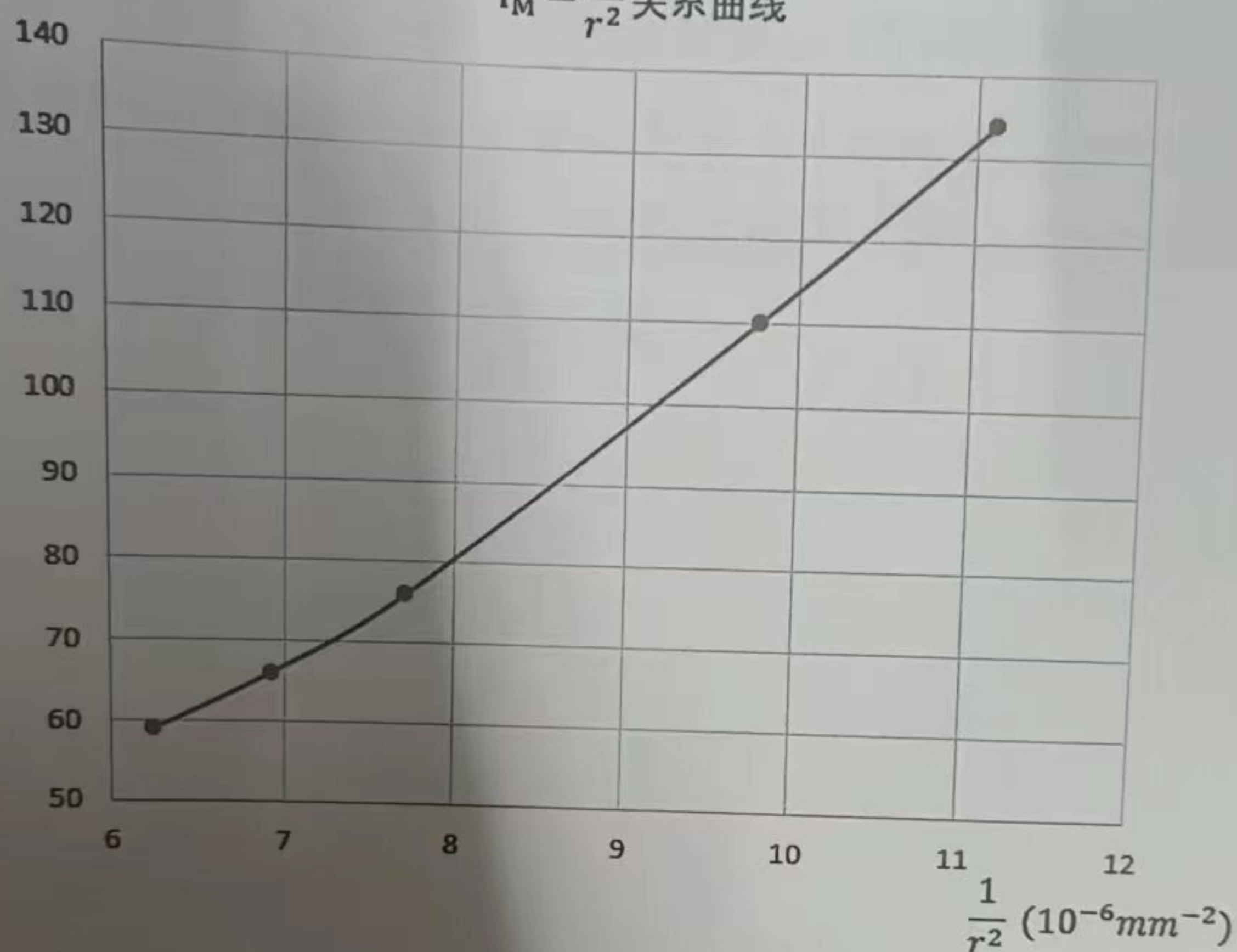
在光阑孔径相同的情况下,入射光强相同,波长越长,频率越小,饱和电流越小

(2)

距离 r (mm)	300	320	360	380	400
饱和电流 I ($10^{-11}A$)	134	110	76	66	59
$1/(r^2)$ ($10^{-6}mm^{-2}$)	11.11111111	9.765625	7.716049	6.925208	6.25

电流 I_M ($10^{-11}A$)

$I_M - \frac{1}{r^2}$ 关系曲线



在相同光的频率下,饱和电流与距离的平方成正比

1. 思考题,

实验用“零电流法”确定截止电压,将某一频率下的光照射测得的电流为“0”时所对应的电压绝对值 U 作为该频率的截止电压

采用该方法的前提是光电管对所有可见光谱都比较灵敏;光电管阳极反向电流,暗电流,本底电流要小;微电流放大器的性能要好,不能太跳字或稳定太慢