

# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: 太阳能电池实验 实验日期: 2023 年 5 月 16 日  
 班级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_

## 一. 实验目的

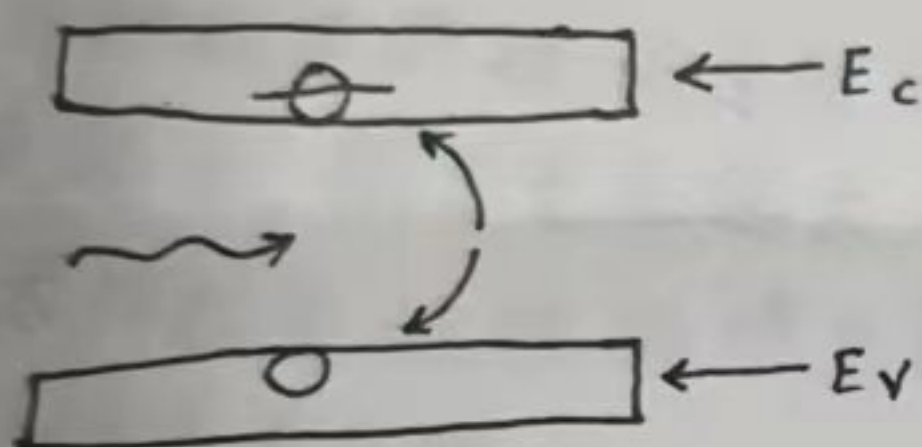
- (1) 了解硅光电池的主要参数和基本特征
- (2) 研究太阳能电池板的负载特性

## 二. 实验仪器

硅光电池, 太阳能电池板, 光源, 光功率计, 聚光透镜, 滤光片, 毫安表, 伏特表, 电阻箱, 偏振器.

## 三. 实验原理

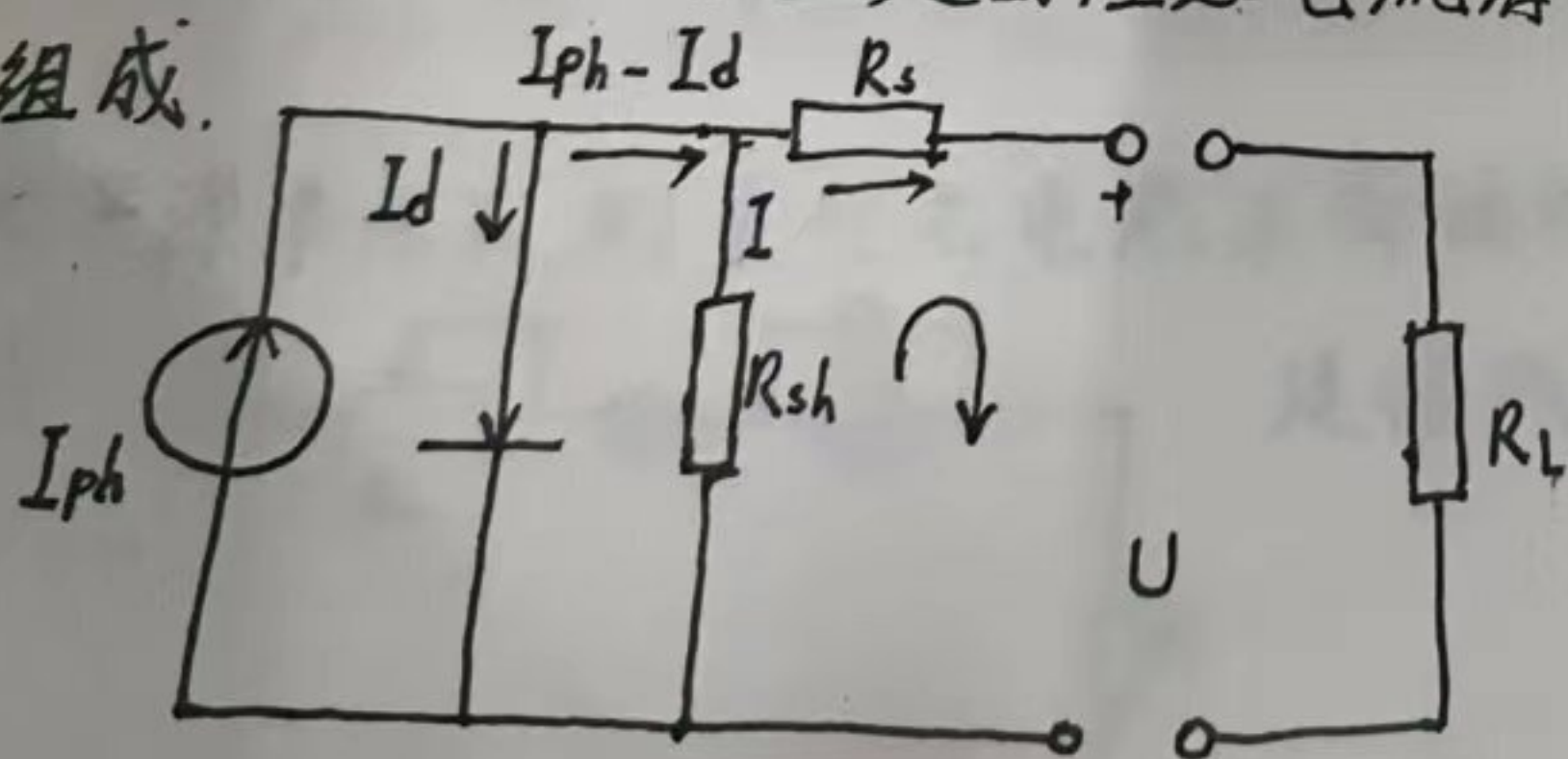
### 1. 硅光电池



$E_c$  为导带,  $E_v$  为价带.

当能隙小于入射光子能量时, 光子会被半导体吸收, 并在半导体内产生电子和空穴对, 电子和空穴在半导体内电场的作用下会向不同的方向集合, 从而产生光生电动势, 当接入负载后便能产生电流.

硅光电池的理论模型是由理想电流源, 理想二极管, 并联电阻  $R_{sh}$ , 电阻  $R_s$  所组成.



为光照时理想电源的输出电流;  $I_d$  为光照时通过理想二极管的电流. 情况下  $I_d = I_0 (e^{\frac{qU}{kT}} - 1)$ . 由基尔霍夫定律可得:  $I (1 + \frac{R_s}{R_{sh}}) = I_{ph} - \frac{U}{R_{sh}} - I_d$

指导教师签字: \_\_\_\_\_



$I$  为硅光电池的输出电流,  $U$  为输出电压

一般情况下可认为  $R_{sh} = \infty$ ,  $R_s = 0$ . 则  $I = I_{ph} - I_d = I_{ph} - I_0 (e^{\beta U} - 1)$

由此可得:

① 负载被短路时:  $U = 0$ ,  $I_{ph} = I_{sc}$

② 不接入负载时:  $I = 0$ , 可得  $U_{oc} = \frac{1}{\beta} \ln \left[ \frac{I_{sc}}{I_0} + 1 \right]$

$U_{oc}$  为开路电压,  $I_{sc}$  为短路电流,  $I_0, \beta$  是常数.

如果  $I_{sc}$  与光照强度有线性关系, 则  $U_{oc}$  与光照强度满足对数关系

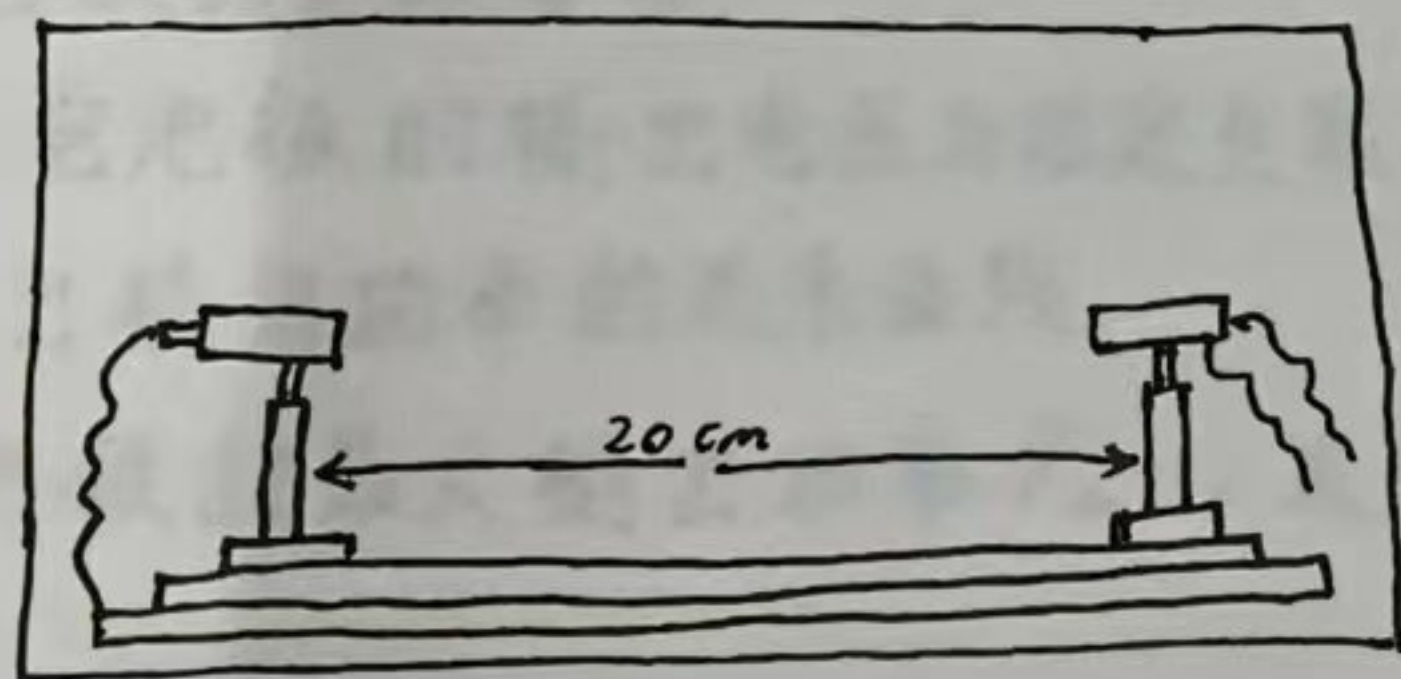
## 2. 太阳能电池板

太阳能电池板的原理与硅光电池一样, 太阳能电池板的输出电流越小, 输出电压越大.

太阳能电池板的填充因子  $FF = \frac{P_m}{I_{sc} U_{oc}}$  是代表太阳能电池性能优劣的一个重要参数.

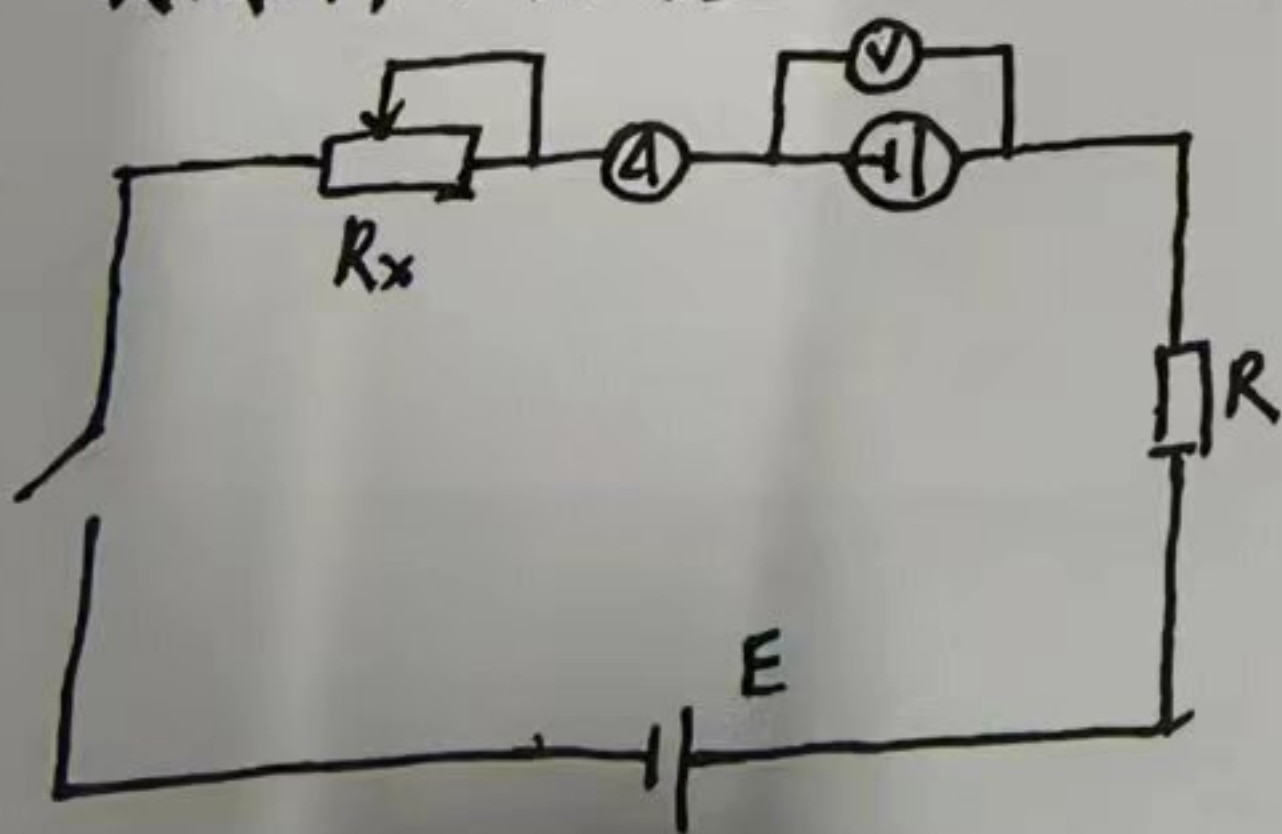
## 四. 实验内容

实验装置如图



无光源条件下, 测量硅光电池正向偏压的伏安特性

如图



连接线路, 并测出伏安特性曲线  $U-I$

指导教师签字: \_\_\_\_\_

方式: \_\_\_\_\_



(2) 根据所得数据, 绘出  $\ln I - U$  曲线并求出  $\beta$  和  $I_0$  的值

## 2. 测量硅光电池的光照特性

(1) 测出距离白光源 20 cm 处光照强度  $J_0$  (标准), 然后改变太阳能电池板到电源的距离  $x$ , 并测出  $x$  处的光照强度  $J$  和此时  $I_{sc}$  的值。绘出  $I_{sc}$  和相对光强度  $\frac{J}{J_0}$  之间的关系曲线, 并求出  $I_{sc} - \alpha$  和与相对光强  $\frac{J}{J_0}$  之间近似关系函数

(2) 改变两交叉偏振片的夹角  $\alpha$ , 测出对应的短路电流, 并绘出  $I_{sc} - \alpha$  曲线, 根据马吕斯定律, 若  $I_{sc} - \alpha$  曲线为余弦平方曲线, 则可证明硅光电池线性响应区的存在

## 3. 测量光电池的光谱响应

将 5 种滤色片分别装在支架架上, 并把支架放在光源与光电池之间, 然后在同一位置, 测量各个短路电流, 并绘出  $I_{sc} - \lambda$  关系曲线。

## 4. 测量太阳能电池板的负载特性。

- ① 测绘出太阳能电池板的输出电压与给定负载电阻的关系曲线
- ② 绘出负载电阻输出功率的关系曲线
- ③ 求出太阳能电池板的最大输出功率  $P_m$  以及对应的负载电阻  $R_e$  和填充因子  $FF$ 。

指导教师签字: \_\_\_\_\_

式: \_\_\_\_\_



课程名称: \_\_\_\_\_

班 级: \_\_\_\_\_

教学班级: \_\_\_\_\_

1. $U/V$	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
$I/mA$	0	<del>0.0197</del> 0.0197	0.0524	0.1034	0.1842	<del>0.292</del> 0.292	0.464	0.745	1.203	<del>2.0</del> 2.0	3.8

2.  $I_{SC} = \frac{7.6}{7.6} mA$        $U_{OC} = \frac{5.5}{5.5} V$

$R_R/\Omega$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
$U/V$	0.1234	<del>0.853</del> 0.853	1.608	2.43	3.09	3.81	4.51	4.75	4.97	5.03
$I/mA$	7.6	7.5	7.4	7.3	7.2	7.2	6.9	6.6	5.9	5.5

$R_R/\Omega$	1000	1100	1200	1300	1400	1500	2000	3000	4000	15000
$U/V$	5.09	5.13	5.16	5.19	5.21	5.23	5.29	5.35	5.37	5.40
$I/mA$	5.0	4.6	4.2	3.9	3.7	3.4	2.6	1.719	1.308	1.024

700 $\Omega$ 

指导教师签字: \_\_\_\_\_

联系方式: \_\_\_\_\_

北京理工大学良乡校区管理处监制

电话: 8

3.

$R_n/\Omega$	610	620	630	640	650	660	670	680	690
$U/V$	<del>4.39</del>	4.44	4.48	4.53	4.58	4.63	4.67	4.71	4.75
$I/mA$	<del>0.587</del>	7.0	6.9	6.9	6.9	6.8	6.8	6.8	6.7

$R_n/\Omega$	710	720	730	740	750	760	770	780	790
$U/V$	4.82	4.84	4.86	4.88	4.89	4.91	4.92	4.93	4.95
$I/mA$	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3	6.2	6.2	6.1

指导教师签字: \_\_\_\_\_

联系方式: \_\_\_\_\_



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.  $\lim_{I \rightarrow 0} \ln I = -\infty$

$\ln(0.0197) = -3.92714$

$\ln(0.0524) = -2.94885$

$\ln(0.1034) = -2.26915$

$\ln(0.1842) = -1.69173$

$\ln(0.292) = -1.231$

$\beta = \frac{1.33 + 4.05}{5} = 1.076$

2.  $P_1 = 0.1234 \times 7.6 = 0.93784$

$P_2 = 0.853 \times 7.5 = 6.3975$

$P_3 = 1.608 \times 7.4 = 11.8992$

$P_4 = 2.43 \times 7.3 = 17.739$

$P_5 = 3.09 \times 7.2 = 22.248$

$P_6 = 3.81 \times 7.2 = 27.864$

$P_7 = 4.51 \times 6.9 = 31.119$

$P_8 = 4.75 \times 6.6 = 31.35$

$P_9 = 4.97 \times 5.9 = 29.323$

$P_{10} = 5.03 \times 5.5 = 27.665$

~~$\ln(3.0)$~~   $\ln(0.464) = -0.76787$

$\ln(0.745) = -0.29437$

$\ln(1.203) = 0.184818$

$\ln(2.0) = 0.693147$

$\ln(3.8) = 1.335001$

$\ln I_s = -4.05$

$P_{11} = 5.09 \times 5.0 = 25.45$

$P_{12} = 5.13 \times 4.6 = 23.598$

$P_{13} = 5.16 \times 4.2 = 21.672$

$P_{14} = 5.19 \times 3.9 = 20.241$

$P_{15} = 5.21 \times 3.7 = 19.277$

$P_{16} = 5.23 \times 3.4 = 17.782$

$P_{17} = 5.29 \times 2.6 = 13.754$

$P_{18} = 5.35 \times 1.719 = 9.19665$

$P_{19} = 5.37 \times 1.308 = 7.02396$

$P_{20} = 5.40 \times 1.024 = 5.5298$

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: \_\_\_\_\_

$$P_1 = 4.39 \times 7.0 = 30.73$$

$$P_2 = 4.44 \times 7.0 = 31.08$$

$$P_3 = 4.48 \times 6.9 = 30.912$$

$$P_4 = 4.53 \times 6.9 = 31.257$$

$$P_5 = 4.58 \times 6.9 = 31.602$$

$$P_6 = 4.63 \times 6.8 = 31.484$$

$$P_7 = 4.67 \times 6.8 = 31.756$$

$$P_8 = 4.71 \times 6.8 = 32.028$$

$$P_9 = 4.75 \times 6.7 = 31.825$$

$$P_{10} = 4.82 \times 6.6 = 31.812$$

$$P_{11} = 4.84 \times 6.5 = ~~31.64~~ 31.46$$

$$P_{12} = 4.86 \times 6.5 = 31.59$$

$$P_{13} = 4.88 \times 6.4 = 31.232$$

$$P_{14} = 4.89 \times 6.4 = 31.296$$

$$P_{15} = 4.91 \times 6.3 = 30.933$$

$$P_{16} = 4.92 \times 6.2 = 30.504$$

$$P_{17} = 4.93 \times 6.2 = 30.566$$

$$P_{18} = 4.95 \times 6.1 = 30.195$$

$$FF = \frac{32.028}{7.6 \times 5.50} = 0.766$$



# 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: \_\_\_\_\_

U/V	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
I/mA	0	0.0197	0.0524	0.1034	0.1842	0.292	0.464	0.745	1.203	2.0	3.8
ln I	-∞	-3.92714	-2.94885	-2.26915	-1.69173	-1.231	-0.76781	-0.29437	0.184818	0.693147	1.335001

$$\beta = 1.076$$

$$\ln I_s = -4.05$$

$$I_s = 0.0174$$

$R_L/\Omega$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
U/V	0.1234	0.853	1.608	2.43	3.09	3.87	4.51	4.75	4.97	5.03
I/mA	7.6	7.5	7.4	7.3	7.2	7.2	6.9	6.6	5.9	5.5
P/W	0.93784	6.3975	11.8992	17.739	22.248	27.864	31.119	31.35	29.323	27.665
$R_L/\Omega$	1000	1100	1200	1300	1400	1500	2000	3000	4000	10000
U/V	5.09	5.13	5.16	5.19	5.21	5.23	5.29	5.35	5.37	5.40
I/mA	5.0	4.6	4.2	3.9	3.7	3.4	2.6	1.719	1.308	1.024
P/W	25.45	23.598	21.672	20.241	19.277	17.782	13.754	9.19665	7.02396	5.5298

$$I_{sc} = 7.6 \text{ mA}$$

$$U_{oc} = 5.50 \text{ V}$$

初步最佳匹配负载:  $R = 700 \Omega$

指导教师签字: \_\_\_\_\_

系方式: \_\_\_\_\_

电话: 8138200



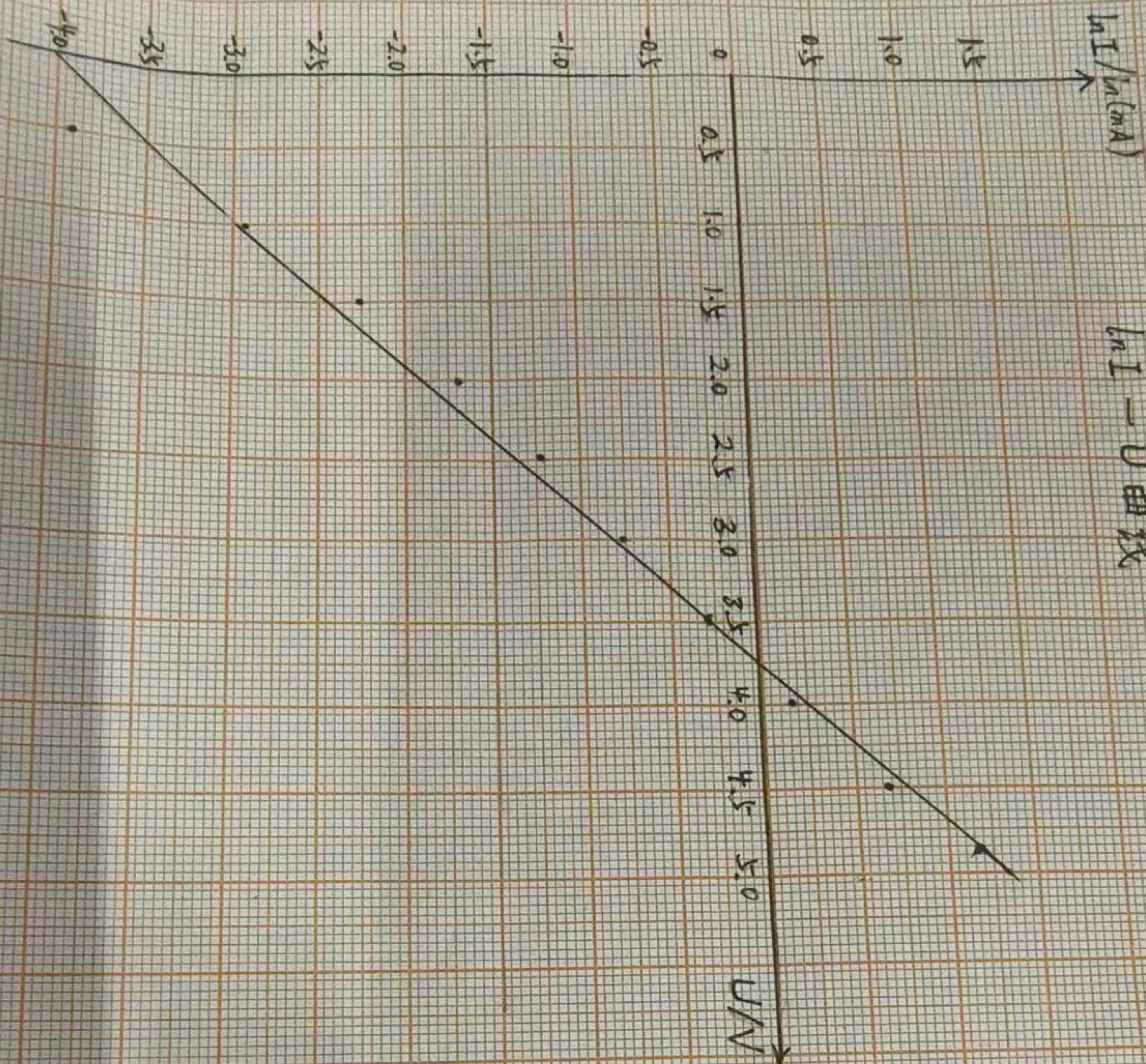
$R_L/\Omega$	610	620	630	640	650	660	670	680	690
$U/V$	4.39	4.44	4.48	4.53	4.58	4.63	4.67	4.71	4.75
$I/mA$	7.0	7.0	6.9	6.9	6.9	6.8	6.8	6.8	6.7
$P/W$	30.73	31.08	30.912	31.257	31.602	31.484	31.756	32.028	31.825
$R_L/\Omega$	710	720	730	740	750	760	770	780	790
$U/V$	4.82	4.84	4.86	4.88	4.89	4.91	4.92	4.93	4.95
$I/mA$	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3	6.2	6.2	6.1
$P/W$	31.812	31.46	31.59	31.232	31.296	30.933	30.504	30.566	30.195

$$P_{max} = 32.028 W$$

$$FF = \frac{P_{max}}{I_{sc} U_{oc}} = \frac{32.028}{\cancel{32.028}} = 0.766$$

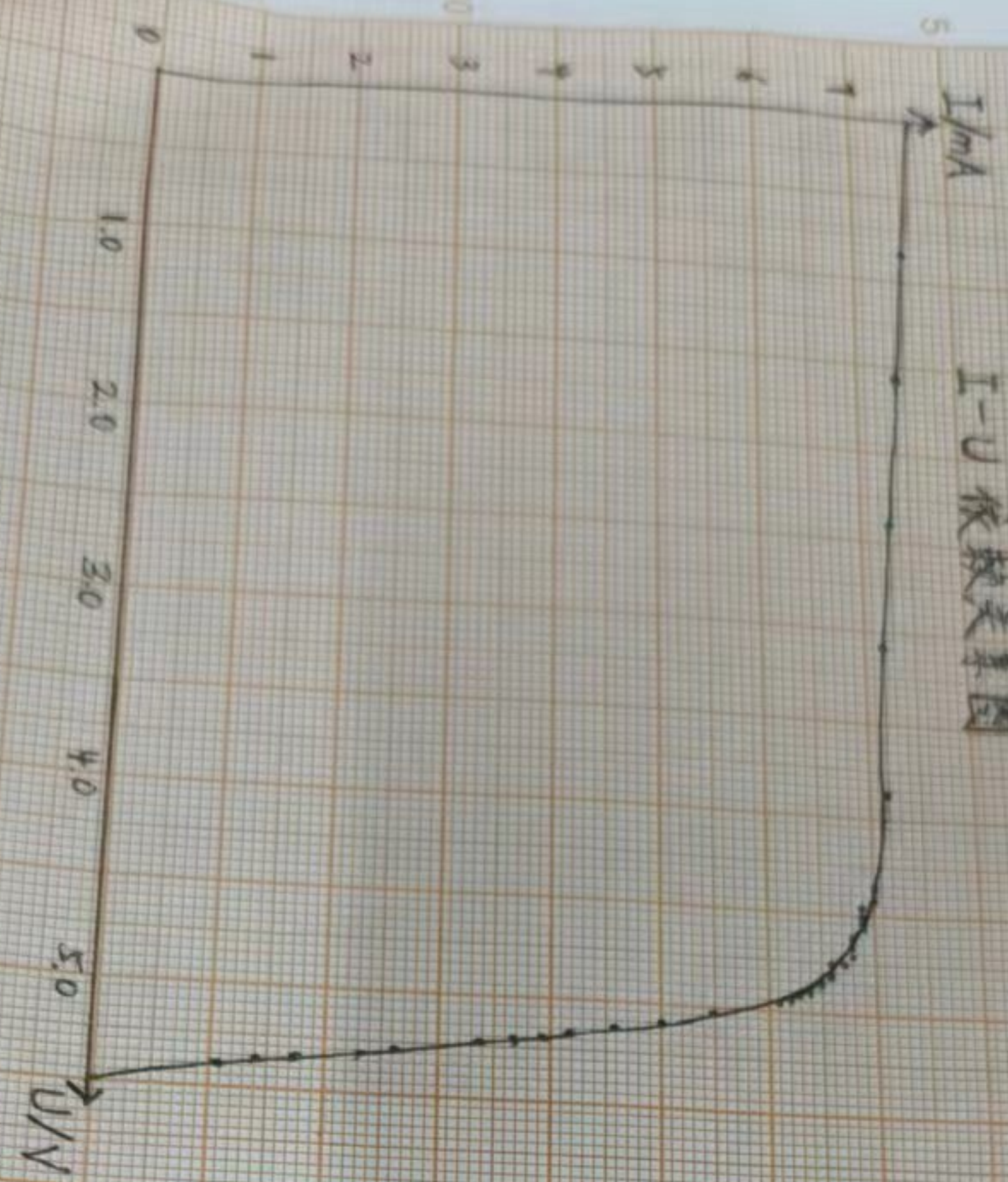


$\ln I - U$  曲线

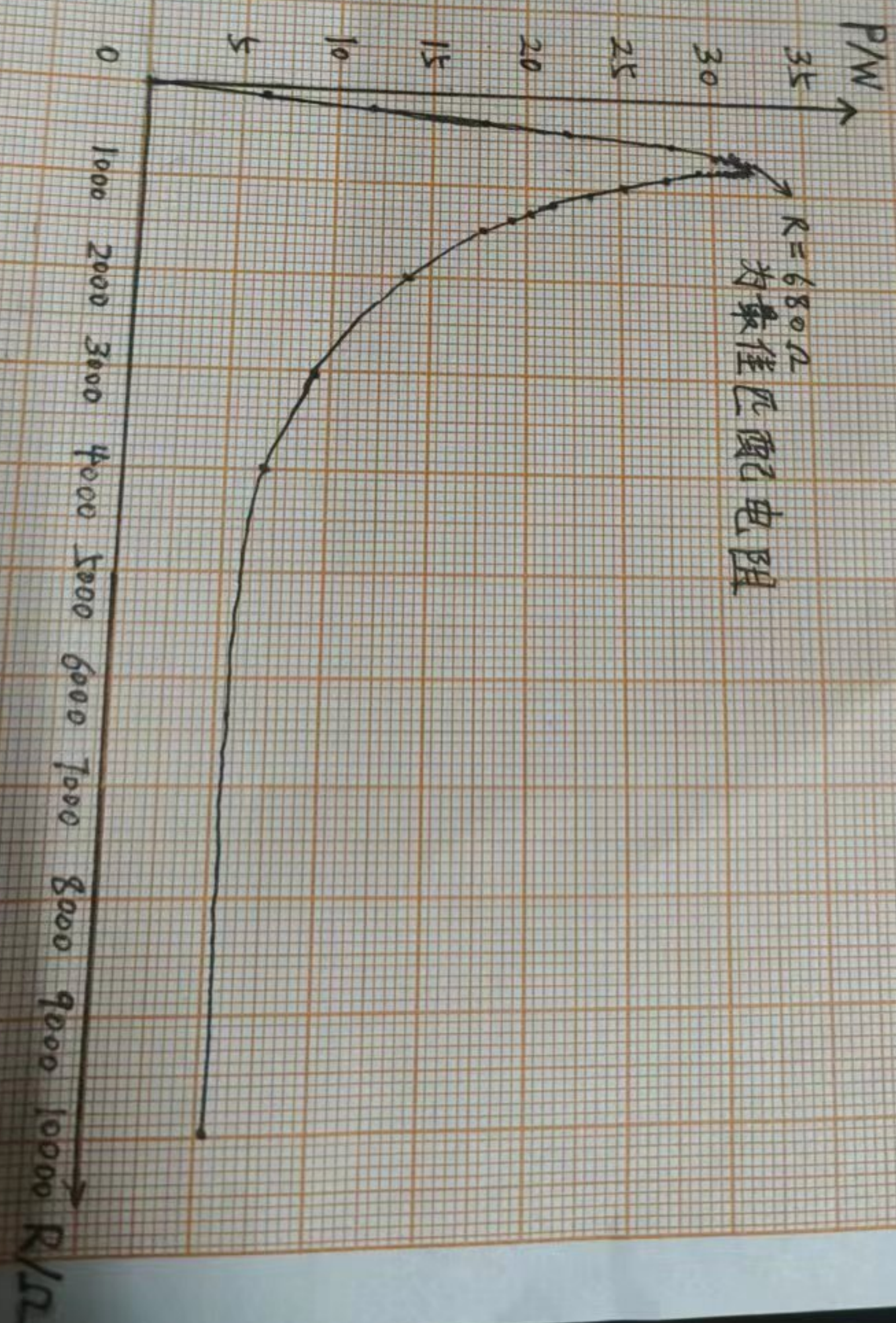




I-U 依赖关系图



P-R 依赖关系图



货号 705 17.25 公分

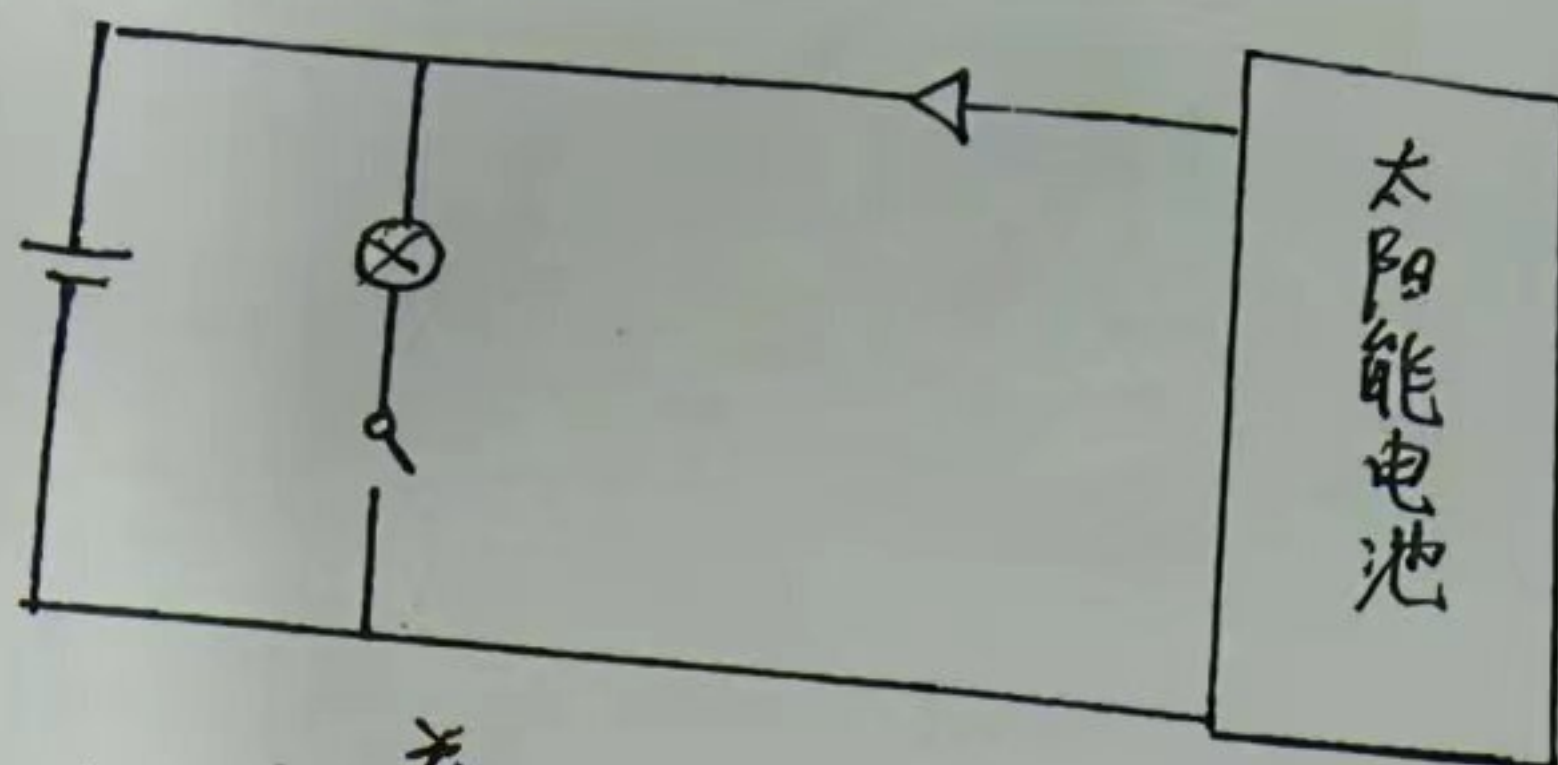
班级:



# 实验报告

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

## 思考题



白天开<sup>关</sup>断开, 太阳能电池给蓄电池充电, 晚上闭合开关, 电池给灯泡供电, 同时因二极管的存在, 电流不会倒流回太阳能电池板