

五、数据处理 / 原始数据

表1. $U_0 \sim \nu$

$\phi = 4\text{mm}$, $L = 400\text{mm}$

波长 λ (nm)	365.0	404.7	435.8	546.1	577.0
频率 ν ($\times 10^4 \text{Hz}$)	8.214	7.407	6.879	5.490	5.196
截止电压 U_{0i} (V)	+1.786	+1.530	+1.216	+0.622	+0.490

(1) 作出 $U_0 - \nu$ 图:

可见, U_0 与 ν 成线性关系, 爱因斯坦方程成立。

(2) 由图示法求得 $U_0 - \nu$ 直线的斜率 k

$$\text{可得 } k = \frac{0.800}{1.000 \times 10^{14}} = 4.21 \times 10^{-15}$$

$$\therefore h_1 = e \cdot k = 6.75 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$\text{相对误差 } \eta = \left| \frac{h_1 - h_0}{h_0} \right| = 1.81\%$$

(3) 一元线性回归法计算普朗克常量 h : 设直线函数为 $y = a + bx$, 其中 $y = U_i$, $x = \nu_i$, $b = \frac{h}{e}$

$$\text{则 } b = \frac{\bar{x}y - \bar{x}\bar{y}}{\bar{x}^2 - \bar{x}^2} = 0.4399324963 (\times 10^{-14}) \quad r = \frac{\bar{x}y - \bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\bar{x}^2 - \bar{x}^2)(\bar{y}^2 - \bar{y}^2)}} = 0.9978605236$$

线性相关度高。

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -1.790518864$$

$$\therefore h_2 = |eb| = 7.05 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$\text{相对误差 } \eta' = \left| \frac{h_2 - h_0}{h_0} \right| = 6.3\%$$

不确定度: $U_0(b)$, $U_0(a)$ 忽略, 故 U_0 忽略不计, 即取 $U_0 = 0$

$$U_0(b) = b \cdot \sqrt{\frac{1}{k-2} (1 - r^2)} = 1.6643 \times 10^{-16}$$

$$h = eb, \quad \ln h = \ln e + \ln b, \quad \Rightarrow U(h) = \frac{h}{b} U(b) = e \cdot U(b) = e \cdot U_0(b)$$

$$\therefore U(h) = 2.667 \times 10^{-35} \approx 3 \times 10^{-35}$$

$$\therefore h = (7.0 \times 10^{-34} \pm 3 \times 10^{-35}) \text{ J} \cdot \text{s}$$

与作图法相比, 两者所求差别不大。

3.1 研究同一光通量，不同频率的伏安特性

表2. $I-U_{AK}$ 关系

$-1 \sim +50V$

$L = 4mm$ $\phi = 4mm$

波长 (nm)	$U_{AK}(V)$	-1	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	50
365.0nm	$I(10^{-10}A)$	1.9	4.9	17.2	24.7	31.0	37.2	43.4	49.4	55.0	56.8	57.5	61.3	62.5	63.9	64.0
404.7nm	$I(10^{-10}A)$	0.5	2.4	9.0	12.8	16.1	18.7	22.6	25.0	26.3	27.4	28.0	28.8	29.5	30.5	30.8
346.1nm	$I(10^{-10}A)$	0.0	2.9	14.4	15.2	18.9	21.7	23.4	24.8	25.7	26.2	26.7	26.9	27.2	27.4	27.5

分析：外加电压越大，阴极发射的电子越多，电流增加到饱和电流，电压再平缓，不同波长光在不同波长光强不同，故饱和电流不同，波长越长，光强越小，饱和电流越小。

3.2 验证饱和电流与入射光强度成正比，与距离成反比

表3. $I-P$ 关系

$-1 \sim +30V$

$L = 4mm$ $\phi = 2.48mm$

波长 (nm)	光强 (mW)	$U_{AK}(V)$	-1	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	50
365.0	2	$I(10^{-10}A)$	0.9	10.6	36.3	51.6	67.3	81.8	93.5	107.7	111.4	113.3	115.6	118.5	119.8	120.5	
435.8	4	$I(10^{-10}A)$	0.5	4.0	13.6	19.6	25.2	30.6	36.8	37.7	42.2	41.8	42.9	43.5	44.2	46.0	46.8
	8	$I(10^{-10}A)$	1.5	15.0	37.2	52.3	66.3	82.9	102.2	130.8	159.4	166.2	171.6	175.7	177.5	180.1	180.4

分析：使用同波长光，光通量越大，照射到阴极表面电子越多，逸出的电子越多，电流越大。

3.3 测量同一频率，在不同距离，同一光强下，验证伏安特性曲线

表4. $I_m - P$ 关系

$U_{AK} = 50V$

$\phi = 4mm$

波长 (nm)	$L(mm)$	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400
435.8nm	$I(10^{-10}A)$	94.1	85.9	79.5	73.4	68.4	62.6	60.7	66.8	53.0	49.4	46.7

分析：随着距离增加，照射到阴极的光线强度减小，逸出阴极材料表面电子减少，电流减小。

