

浙江大学

物理实验报告

实验名称: 光电效应测定普朗克常量

实验桌号: 13

指导教师: 陶前

班级: 机械工程

姓名: CyanHaze

学号: _____

实验日期: 2025 年 11 月 13 日 星期 四 下午

一、预习报告（10分）

（注：将已经写好的“物理实验预习报告”内容拷贝过来）

1. 实验综述（5分）

（自述实验现象、实验原理和实验方法，包括必要的光路图、电路图、公式等。不超过500字。）

本实验旨在通过测量不同频率单色光的截止电压，绘制 $U_a - \nu$ 图线，从而计算普朗克常数 h ，加深对爱因斯坦光电效应理论的理解。

实验原理：光电效应是指在高于某特定频率的电磁波照射下，某些物质内部的电子会被激发出来而形成电流的现象。根据爱因斯坦的光子说，光是由一份份不连续的能量子（光子）组成的，每个光子的能量为 $E = h\nu$ 。当光子照射到金属阴极表面时，其能量被电子完全吸收。电子吸收能量后，一部分用于克服金属表面的逸出功 W_0 ，剩余部分则转化为电子离开表面后的最大初动能 $E_{k, \max}$ 。可以用爱因斯坦光电效应方程描述：

$$E_{k, \max} = h\nu - W_0$$

其中， h 是普朗克常数， ν 是入射光的频率。

2. 实验重点（3分）

（简述本实验的学习重点，不超过100字。）

1. 核心原理：深刻理解爱因斯坦光电效应方程，以及截止电压与光电子最大初动能、入射光频率之间的物理关系。
2. 测量方法：掌握利用反向电压测量截止电压的实验技术，并能为多种不同频率的单色光准确测定其对应的截止电压值。
3. 数据处理：学会使用图解法，通过绘制 $U_a - \nu$ 关系图并进行线性拟合，从图线斜率中求解普朗克常数 h 。

3. 实验难点（2分）

（简述本实验的实现难点，不超过100字。）

1. 截止电压的精确测定：由于光电流非常微弱（通常在 nA 量级），在接近零点时易受仪器噪声、暗电流等因素的干扰。如何准确判断光电流恰好为零的电压值是本实验的关键和最大难点。
2. 仪器的正确使用与调零：实验前必须对微电流测量仪进行精确的调零，以消除暗电流和反向电流的影响，确保测量的是纯粹的光电流。操作不当会引入显著的系统误差。

二、原始数据（20分）

（将有老师签名的“自备数据记录草稿纸”的扫描或手机拍摄图粘贴在下方，完整保留姓名，学号，教师签字和日期。）

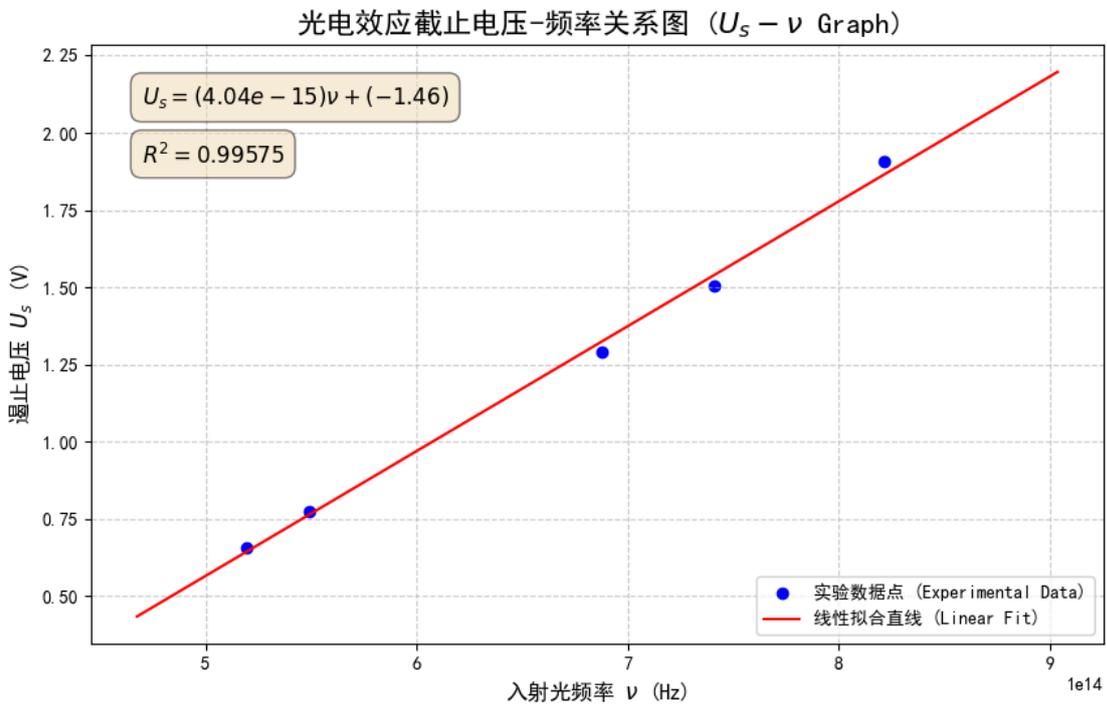
三、结果与分析（60分）

1. 数据处理与结果（30分）

（列出数据表格、选择适合的数据处理方法、写出测量或计算结果。）

	$\lambda_i(nm)$	365	405	436	546	578
	$\nu_i(10^{14}Hz)$	8.214	7.408	6.879	5.490	5.196
1	$U_{ai}(V)$	-1.915	-1.508	-1.293	-0.775	-0.661
2	$U_{ai}(V)$	-1.910	-1.501	-1.292	-0.774	-0.660
3	$U_{ai}(V)$	-1.907	-1.503	-1.292	-0.776	-0.657
4	$U_{ai}(V)$	-1.905	-1.501	-1.292	-0.773	-0.657
5	$U_{ai}(V)$	-1.905	-1.503	-1.292	-0.772	-0.658

用 python 进行数据处理后的图像如下：



平均截止电压 U_a (V): 1.908 1.503 1.292 0.774 0.659

相关系数 (R): 0.997872

斜率: $4.0446 \times 10^{-15} \text{ V} \cdot \text{s}$

由此计算普朗克常量 h :

$$h = e \cdot k = 1.602176634 \times 10^{-19} \text{ C} \times 4.0446 \times 10^{-15} \text{ V} \cdot \text{s} = 6.4795 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

普朗克常数公认值 $h = 6.6260 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

得到相对误差为：相对误差 = 2.21%

2. 误差分析（20分）

（运用测量误差、相对误差或不确定度等分析实验结果，写出完整的结果表达式，并分析误差原因。）

本实验得到的普朗克常量 h ：

$$h = e \cdot k = 1.602176634 \times 10^{-19} \text{ C} \times 4.0446 \times 10^{-15} \text{ V} \cdot \text{s} = 6.4795 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

普朗克常数公认值 $h = 6.6260 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

得到相对误差为：相对误差 = 2.21%

普朗克常数由 $h = eK$ 计算得出，其中电子电荷 e 常数。因此，根据不确定度公式：

$$u(h) = e \cdot u(K)$$

$$u(h) = (1.602 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (0.08 \times 10^{-15} \text{ V} \cdot \text{s})$$

$$u(h) \approx 0.128 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

随机误差：来源包括：

1. 遏止电压的随机判读误差：每次判断光电流恰好为零时的电压值存在微小差异。
2. 仪器读数的随机跳动：数字电压表末位的随机波动。
3. 电源电压的微小波动，导致光强和遏止电压测量不稳定。

系统误差：可能来源包括：

1. 滤光片中心波长不准：如果滤光片的实际中心波长比其标称值系统性偏高，会导致计算出的频率 ν 偏低，从而使拟合斜率 偏大，最终使 h 测量值偏大。反之则偏小。
2. 电压表校准误差：如果电压表存在固定的系统偏差（如零点不准或量程误差），会使所有 U_s 值系统性偏大或偏小，这会同时影响斜率和截距，是导致 h 测量不准的关键因素。

3. 实验探讨（10分）

（对实验内容、现象和过程的小结，不超过 100 字。）

本实验通过零电流法测不同波长遏止电压，拟合 $U_a - \nu$ 曲线得普朗克常数，测得普朗克常数 $h = 6.48 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ，相对误差 2.21%。数据线性关系良好，结果在不确定度范围，验证了爱因斯坦光电效应理论。

四、思考题（10分）

（解答教材或讲义或老师布置的思考题，请先写题干，再作答。）

1. 测定普朗克常数的关键是什么？怎样根据光电管的特性曲线选择适宜的测定遏止电压的方法。测定普朗克常数的核心是精准测量不同频率单色光对应的遏止电压。因为若 U_a 测量存在 偏差，会直接导致斜率 K 失真，最终放大 h 的测量误差。

根据光电管特性曲线选择测定方法 1. 交点法（零电流法）：适用于暗电流小、阳极反向电流微弱的理想光电管特性曲线。此时实测曲线与横轴交点处，阴极光电流恰好为零，该交点对应的电压即为真实 U_a 。

2. 拐点法：适用于阳极反向电流较大且饱和速度快的实际特性曲线。此时曲线与横轴 交点因包含反向电流并非真实 U_a ，需选取反向电流开始趋于饱和的“拐点”对应的电压作为 U_a ，该拐点可通过曲线斜率突变识别。

2. 本实验存在哪些误差来源？实验中如何解决这些问题？

- 系统误差:

1. 暗电流与阳极反向电流干扰: 虽经调零, 仍存在微小残余电流, 导致遏止电压判断偏差;
2. 仪器误差: 电压调节精度、电流测量零漂引入偏差; 滤光片单色性不足: 存在杂散光, 影响单色光频率准确性。

- 随机误差:

1. 读数误差: 遏止电压判断时, 电流趋近于零的临界点主观识别差异;
2. 环境干扰: 杂散光、温度波动(影响光电管灵敏度)导致数据离散;
3. 光阑定位偏差: 手动调节光阑时, 孔径对准精度不足, 影响光强稳定性。

- 误差抑制措施:

1. 实验前预热仪器 20 分钟, 减少零漂;
2. 采用零电流法精准定位遏止电压, 多次测量取平均值;
3. 测量时遮挡杂散光, 保持光电管暗箱封闭。

- 注意事项:

1. 用 PDF 格式上传“实验报告”, 文件名: 学生姓名+学号+实验名称+周次。
2. “实验报告”必须递交在“学在浙大”本课程内对应实验项目的“作业”模块内。
3. “实验报告”成绩必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内查询。
4. 教学评价必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内进行, 学生必须进行教学评价, 才能看到实验报告成绩, 教学评价须在本次实验结束后 3 天内进行。