

# 物理实验报告

实验名称：\_\_\_\_\_密立根油滴实验\_\_\_\_\_

实验桌号：\_\_\_\_\_

指导教师：\_\_\_\_\_潘佰良\_\_\_\_\_

班级：\_\_\_\_\_

姓名：\_\_\_\_\_

学号：\_\_\_\_\_

实验日期: 2025 年 4 月 3 日    星期四上午

浙江大学物理实验教学中心

# 一、预习报告

## 1. 实验综述

### 实验现象

油滴在电场中受重力和电场力作用，调节电压可使油滴静止或匀速运动。不同油滴的平衡电压呈离散分布，表明电荷量存在最小单位。

### 实验原理

油滴在重力场中匀速下落时，重力等于粘滞阻力，由斯托克斯定律知，粘滞阻力 $F$ 满足 $F = 6\pi r\eta v = mg$ ，然而由于油滴半径的数量级为 $10^{-6}\text{m}$ ，因此需要对公式进行修正，即 $F =$

$\frac{6\pi r\eta v}{1+\frac{b}{pr}}$ ，其中 $b = 6.17 \times 10^{-6}\text{m} \cdot \text{cmHg}$ ，可求得油滴半径 $r = \sqrt{\frac{9\eta v}{2\rho g(1+\frac{b}{pr})}}$ 。在电场中，重力与电

场力平衡，通过测量平衡电压和油滴匀速下落时间，结合油滴半径、空气粘滞系数等参数，计算油滴带电量。

### 实验方法

喷入油滴，调节装置使油滴匀速下落，测量下落时间。改变电场电压，使油滴静止或匀速上升，记录平衡电压。对多颗油滴重复测量，分析数据，求出基本电荷量。

## 2. 实验重点

测定电子的基本电荷量 $e$ 的大小；验证电荷的不连续性。

## 3. 实验难点

对油滴大小的把控；对油滴运动行为的控制；对油滴匀速运动的判断；对计时起点终点的把握。

## 二、原始数据

(含有个人信息, 删去)

## 三、结果与分析

### 1. 数据处理与结果

共测量了 11 滴油滴, 除去误差较大的 3 滴油滴, 一共得到 8 组数据, 处理后的结果如下 ( $e_0 = 1.60 \times 10^{-19}$ ):

电压/V	时间/s	电荷值/C	电子数	电子电荷值/C	误差
138	9.88	$1.95 \times 10^{-18}$	12	$1.62 \times 10^{-19}$	1.57%
125	21.22	$6.54 \times 10^{-19}$	4	$1.63 \times 10^{-19}$	2.10%
232	11.26	$9.48 \times 10^{-19}$	6	$1.58 \times 10^{-19}$	1.34%
121	5.46	$5.56 \times 10^{-18}$	35	$1.58 \times 10^{-19}$	0.79%
229	22.68	$3.21 \times 10^{-19}$	2	$1.60 \times 10^{-19}$	0.39%
221	5.04	$3.44 \times 10^{-18}$	21	$1.64 \times 10^{-19}$	2.37%
223	10.42	$1.11 \times 10^{-18}$	7	$1.58 \times 10^{-19}$	0.77%
186	6.68	$2.65 \times 10^{-18}$	17	$1.56 \times 10^{-19}$	2.59%

实验测得的电子电荷值  $e = \frac{1.62+1.63+1.58+1.58+1.60+1.64+1.58+1.56}{8} \times 10^{-19} C = 1.60 \times 10^{-19} C$ 。

A 类不确定度  $u_A = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (e_i - e)^2} = 0.01 \times 10^{-19} C$ 。

因此测量值  $e = (1.60 \pm 0.01) \times 10^{-19} C$ 。

### 2. 误差分析

由以上数据可知, 筛选出来的 8 组数据中仅有 3 组数据的相对误差小于 1%, 且被删去的 8 组数据中有一组数据相对误差达到了 8.72%, 结合实验环境, 造成实验误差的可能原因有:

- (1) 油滴喷雾装置喷出的油滴中符合条件 (在电压调控范围内能够达到平衡状态) 的较少, 一般每寻找一个符合条件的油滴都需要使用喷雾装置 1~2 次, 对测量环境有一定的干扰。
- (2) 电压调节装置的灵敏度较高, 在调节电压使油滴静止的过程中, 当轻微波动电压调节旋钮时, 电压往往波动不止 1V, 使得油滴难以控制。
- (3) 测量过程中, 由于多数油滴带的电荷量较小, 当电压接近平衡电压时, 油滴运动速度极慢, 且容易跳动, 进一步加大油滴控制的难度。
- (4) 少部分油滴下落速度较快, 而人有一定的反应时间, 使得油滴不易终止在目标刻度处。
- (5) 实际上油滴有加速的过程, 即油滴并不全程匀速运动, 导致测量时间偏长。

### 3. 实验探讨

通过本次实验, 我进一步理解了密立根油滴实验的过程, 也自己动手进行了该实验, 观察到了油滴静止、运动等实验现象。在实验的过程中, 我也感受到了控制油滴存在的挑战性, 体会到了密立根当时做实验的不易。

## 四、思考题

1. 在测量油滴匀速下降一段距离  $l$  所得时间  $t$  时，应选择哪段  $l$  最合适？为什么？  
选择中间的 6 格较合适。更高和更低的地方太靠近极板，电场的方向和大小可能不同于预期；而如果选择的格数过少，则油滴下落的时间较短，产生的实验误差较大。