物理实验预习报告

实验名称： 密立根油滴实验

指导教师： _____

班级： _____

姓名： _____

学号： _____

实验日期： 2025 **年** 11 **月** 25 **日** **星期** 二 **下午**

浙江大学物理实验教学中心

一、预习报告（10 分）

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。）

密立根油滴实验的核心目的是精确测定基本电荷量 e。实验通过观测带电油滴在均匀电场和重力场中的运动状态来实现。

实验现象 在电场未施加电压时，油滴在重力 mg 和空气粘滞阻力 f 的作用下以恒定的末速度 v 匀速下落。当施加电压 V 后，油滴受到向上的静电力 F_e 作用。通过调节电压，可使油滴静止悬浮（静态平衡），或使油滴向上/向下以新的恒定速度运动。

实验原理 本实验主要结合两种方法：静态平衡法和匀速下降法。

(1) **静态平衡法**当油滴静止悬浮在平行板之间时，油滴所受的重力 mg 与静电力 F_e 平衡。其中，平行板间的电场强度为 $E = V/d$，则静电力为 $F_e = qE$。平衡条件如公式 (1)所示：

$$mg = q\frac{V}{d} \tag{1}$$

其中 q 是油滴所带电荷量，d 是平行板间距。油滴的受力分析图如图 1所示。

(2) **匀速下降法**在不施加电压时，油滴匀速下降。油滴重力 mg 与空气粘滞阻力 f 平衡。根据斯托克斯定律（Stoke's Law），粘滞阻力 f 为：

$$f = \frac{6\pi\eta r v}{1 + b/(pr)} = mg \tag{2}$$

其中 r 是油滴半径，η 是空气粘滞系数，$v = l/t$ 是下落末速度（l 为测量距离，t 为用时），p 是空气压强，b 是与空气有关的常数（密立根对斯托克斯定律的修正项）。联立公式 (1)和 (2)，并考虑油滴质量 $m = \frac{4}{3}\pi r^3\rho$，可以解得油滴的电荷量 q 的最终表达式（忽略中间步骤）：

$$q = \frac{18\pi}{\sqrt{2\rho g}}\left[\frac{\eta l}{t(1 + b/pr)}\right]^{3/2}\frac{d}{V} \tag{3}$$

实验方法 实验中，通过测量油滴在无电压下的匀速下落速度 $v = l/t$ 和使其静止所需的平衡电压 V（或使它匀速上升所需的电压 V_n），代入公式 (3)即可求得电量 q。对多颗油滴测量的 q 值进行公约数法处理，最终确定基本电荷量 e。实验装置如图 2所示。

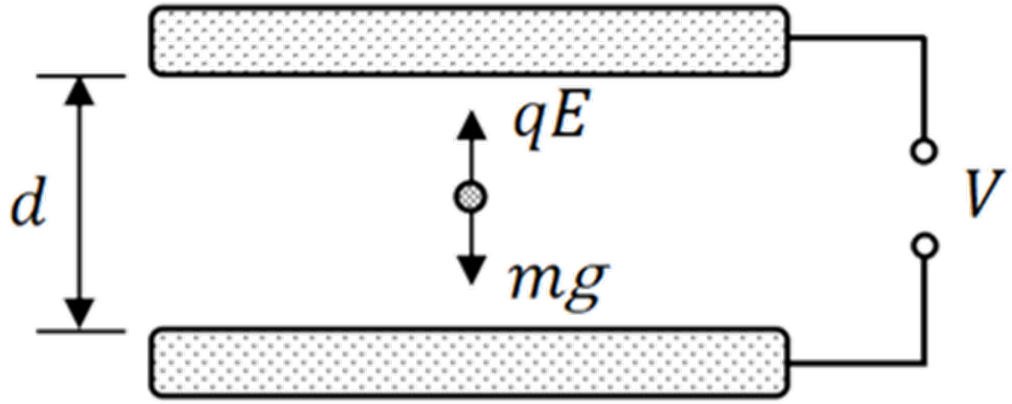


图 1: 密立根油滴受力平衡示意图

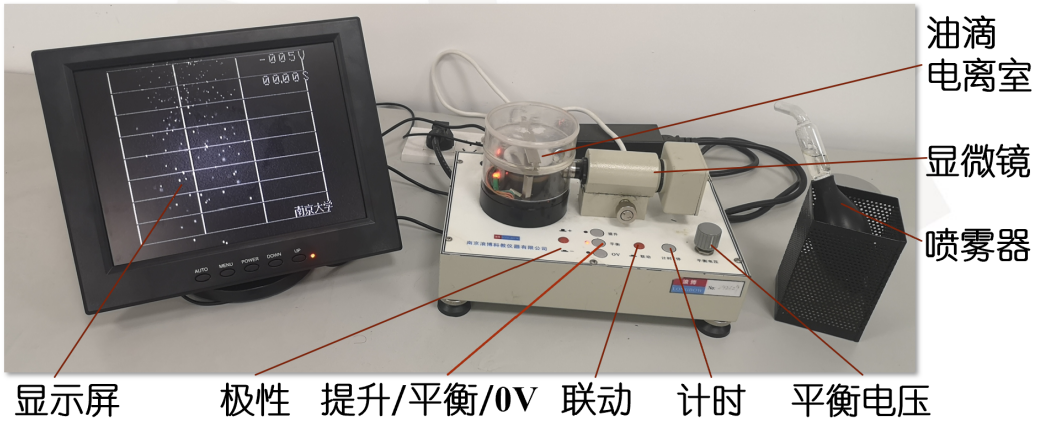


图 2: 密立根油滴实验装置

2. 实验重点（3 分）

（简述本实验的学习重点，不超过 100 字。）

本实验的学习重点在于掌握静态平衡法和匀速下降法测定油滴电荷量的原理，特别是密立根对斯托克斯定律的修正。同时，熟练操作密立根油滴仪，精确测量油滴的下落时间和平衡电压，并使用公约数法对电量数据进行统计分析，最终求出基本电荷量 e。

3. 实验难点（2 分）

（简述本实验的实现难点，不超过 100 字。）

本实验的实现难点主要在于：

(1) 寻找并锁定电量合适（小于 10e）、清晰可见、运动稳定的油滴。

(2) 精确计时，由于油滴运动速度慢且易受布朗运动影响，准确测量下落时间 t 存在较大难度。

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。

浙江大学物理实验教学中心制