

实验四十一 用密立根油滴法测定电子电荷

一、实验任务

1. 观察带电油滴在重力场及电场中的运动规律;
2. 选取合适的油滴, 测定它所带的电荷值 q ;
3. 求出电子电荷值 e , 并与公认值比较, 作出适当的结论;
4. 拓展内容(1): 选择大小或带电量不合适的油滴, 分析测量结果;
5. 拓展内容(2): 观测较大数量的油滴数据, 用取最大公约数方法测定元电荷 e 。

二、操作要点

1. 选择合适大小和适当带电量的油滴是本实验的关键, 需选择平衡电压在 100~300 伏左右, 在显示器中落下 6 个大格 (油滴室中的下落距离 $l = 1.5 \text{ mm}$) 的时间为 8~20 秒范围内的油滴。至少观测 5 个油滴, 每个油滴重复测量 3 次。

油滴带电量 q 的计算公式:

$$q = \frac{9.27 \times 10^{-15}}{\left[t(1 + 0.023\sqrt{t}) \right]^{3/2}} \cdot \frac{1}{U_n}$$

2. 请注意带电油滴的平衡、下落、上、下移动等各种运动的准确操作。
3. 电子的电荷数可以这样计算: 如果测得油滴带电量为 q , 用 q 除以公认的电子电荷值 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, 应该得到一个接近于某个整数值 n 的数值 (即 $n = [q/e]$, q/e 四舍五入后取整)。 n 就是该油滴所带的基本电荷数, 则所测得的电子电荷值 $e = q/n$ 。
4. 拓展内容(1): 选用平衡电压大于 300 伏或小于 100 伏; 在显示器中落下 6 个大格的时间小于 8 秒的油滴 (2~3 个) 进行测量, 比较此类油滴与实验要求油滴的测试结果, 分析实验中应选择什么样的油滴较好? 为什么?
5. 拓展内容(2): 观测 10-30 个油滴数据, 取最大公约数, 测定元电荷 e 。

三、报告要求

1. 记录所选油滴的平衡电压和下落时间, 设计数据表格。
2. 计算每个油滴所带电量 q , 计算基本电荷 e , 与公认值相比较, 计算相对误差大小, 并做出适当的讨论。
3. 计算某一个油滴的直径和质量。(油滴半径: $a = \sqrt{\frac{9\eta l}{2g\rho t}}$)
4. 拓展内容(1): 计算不同情况下得到的电子电荷, 分析测量结果。
5. 拓展内容(2): 计算各个油滴的带电量, 取它们的最大公约数, 得到 e 。

四、讨论题

1. 当跟踪观察某一油滴时, 原来清晰的像变模糊了, 这可能是什么原因造成的?
2. 由于油的挥发, 油滴的质量会不断下降。当长时间跟踪测量同一个油滴时, 由于油滴的挥发, 会使哪些测量量发生变化? (回答第 2 题时要给出测量量如何变化)