

密立根油滴实验



概 述



电子的电荷量是物理学的基本常数之一。由美国物理学家密立根(R. A. Millikan)首先设计并完成的密立根油滴实验，在近代物理学的发展史上具有重要意义。它证明了任何带电体所带的电荷都是基本电荷量的整数倍，证实了电荷量子性；精确地测定了基本电荷的数值 $e=(1.5924\pm0.0017)\times10^{-19}$ ；荣获1923年度诺贝尔物理学奖。

密立根的实验装置随技术的进步不断得以改进，但其实验原理至今仍在当代物理科学研究中发挥着作用，油滴实验中将微观量测量转化为宏观量测量的巧妙设想和精确构思，以及用比较简单的仪器，测得比较精确而稳定的结果等都是富有启发性的。



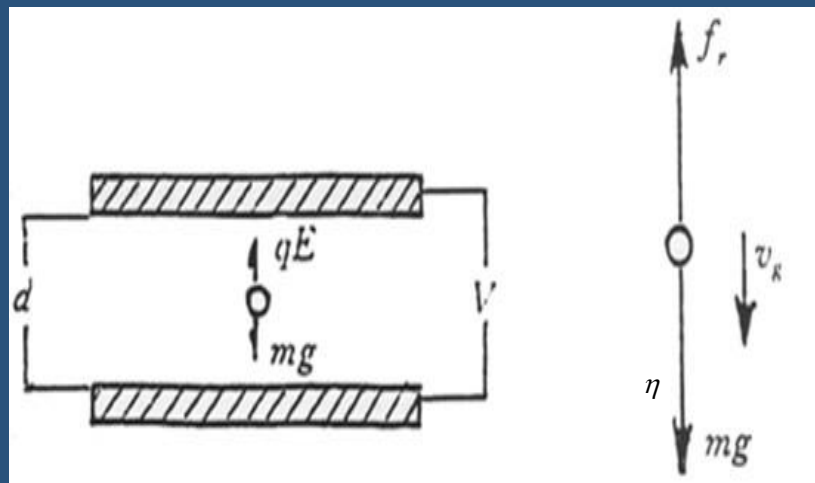
【实验目的】

1. 学习微观量的宏观测量方法；
2. 测量基本电荷电量(平衡法或动态法)，验证电荷的不连续性；
3. 通过对实验仪器的调整、油滴的选择、耐心的观察与测量以及数据的处理等，培养科学实验的素质；
4. 了解CCD光学成像的应用。

【实验原理】



平衡法



油在喷射成油滴时，一般都是带电的

$$mg = qE = q \frac{U}{d}$$

斯托克斯定律

$$\left. \begin{aligned} f_r &= 6\pi r \eta v_f = mg \\ m &= \frac{4}{3} \pi r^3 \rho \end{aligned} \right\} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{9\eta v_f}{2\rho g}}$$

对于半径小到 10^{-6} 米的小球，空气的粘滞系数应作如下修正

$$\eta' = \frac{\eta}{1 + \frac{b}{pr}} \Rightarrow$$

$$r = \sqrt{\frac{9\eta v_f}{2\rho g} \frac{1}{1 + \frac{b}{pr}}}$$

$$\rightarrow m = \frac{4}{3} \pi \left[\frac{9\eta v_f}{2\rho g} \frac{1}{1 + \frac{b}{pr}} \right]^{\frac{3}{2}} \rho$$

油滴匀速下降的速度 v_f : $v_f = \frac{l}{t_f}$

$$mg = qE = q \frac{U}{d}$$

实验公式

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

此式中近似用 $r = \sqrt{\frac{9\eta l}{2\rho g t_f}}$

【数据表格】

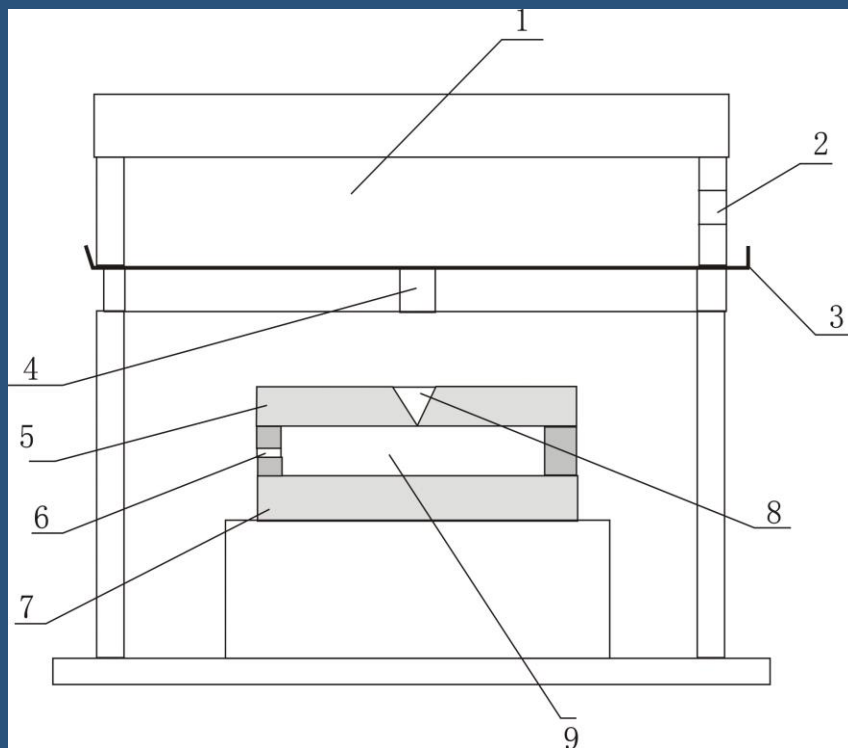
测量值 \ 油滴序号	1	2	3	4	5
平衡电压 V					
下落时间 t					
带电量 Q (*10 ⁻¹⁹)					
n					
e					
基本电荷量 \bar{e} (*10 ⁻¹⁹)					



【实验仪器】



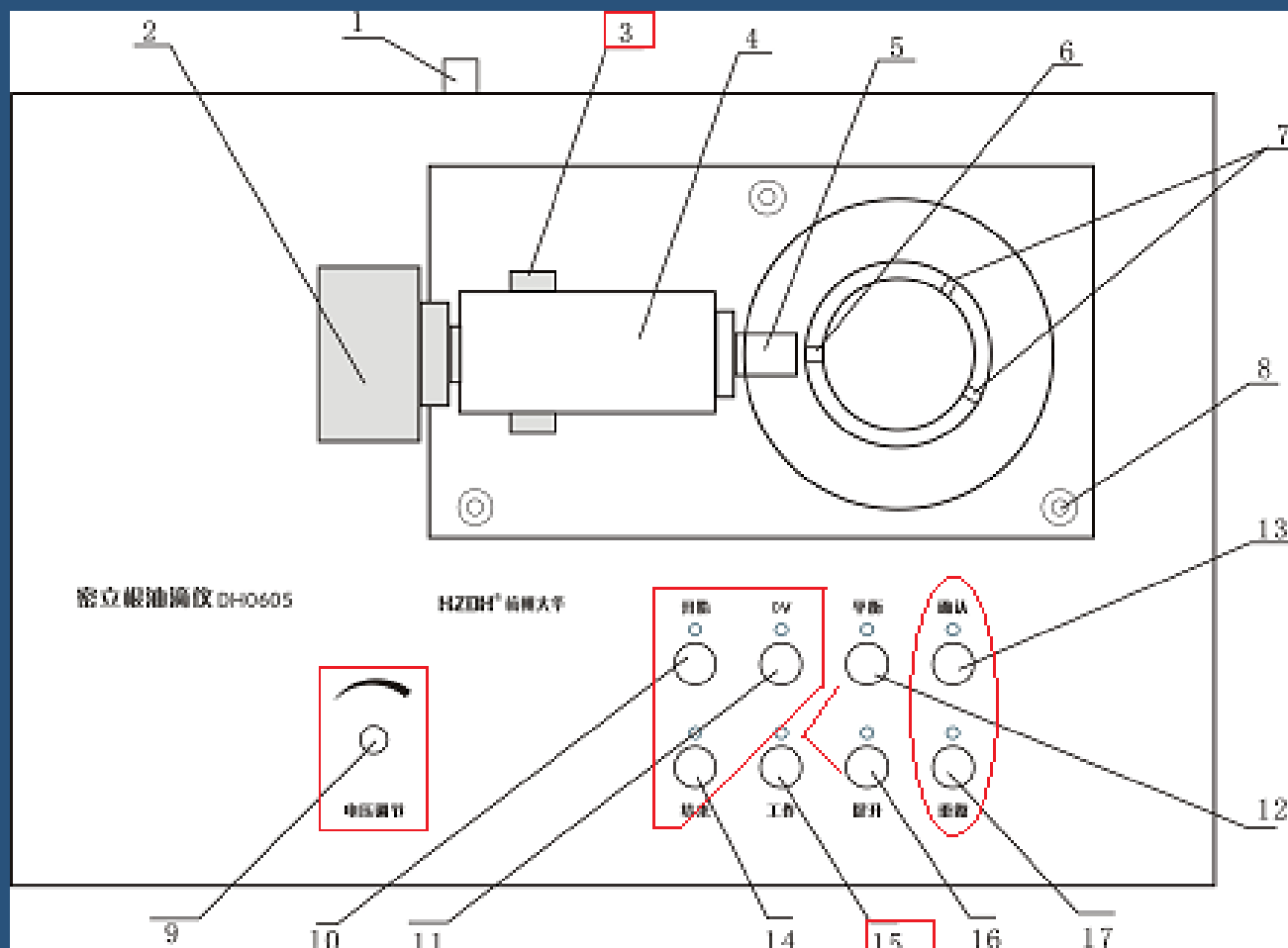
密立根油滴仪，由主机，CCD成像系统，油滴盒，监视器等组成。



1. 喷雾室 2. 喷雾口
3. 进油控制开关
4. 进油孔 5. 上极板
6. 观察孔 7. 下极板
8. 落油孔 9. 油滴室

◆ 油滴盒示意图

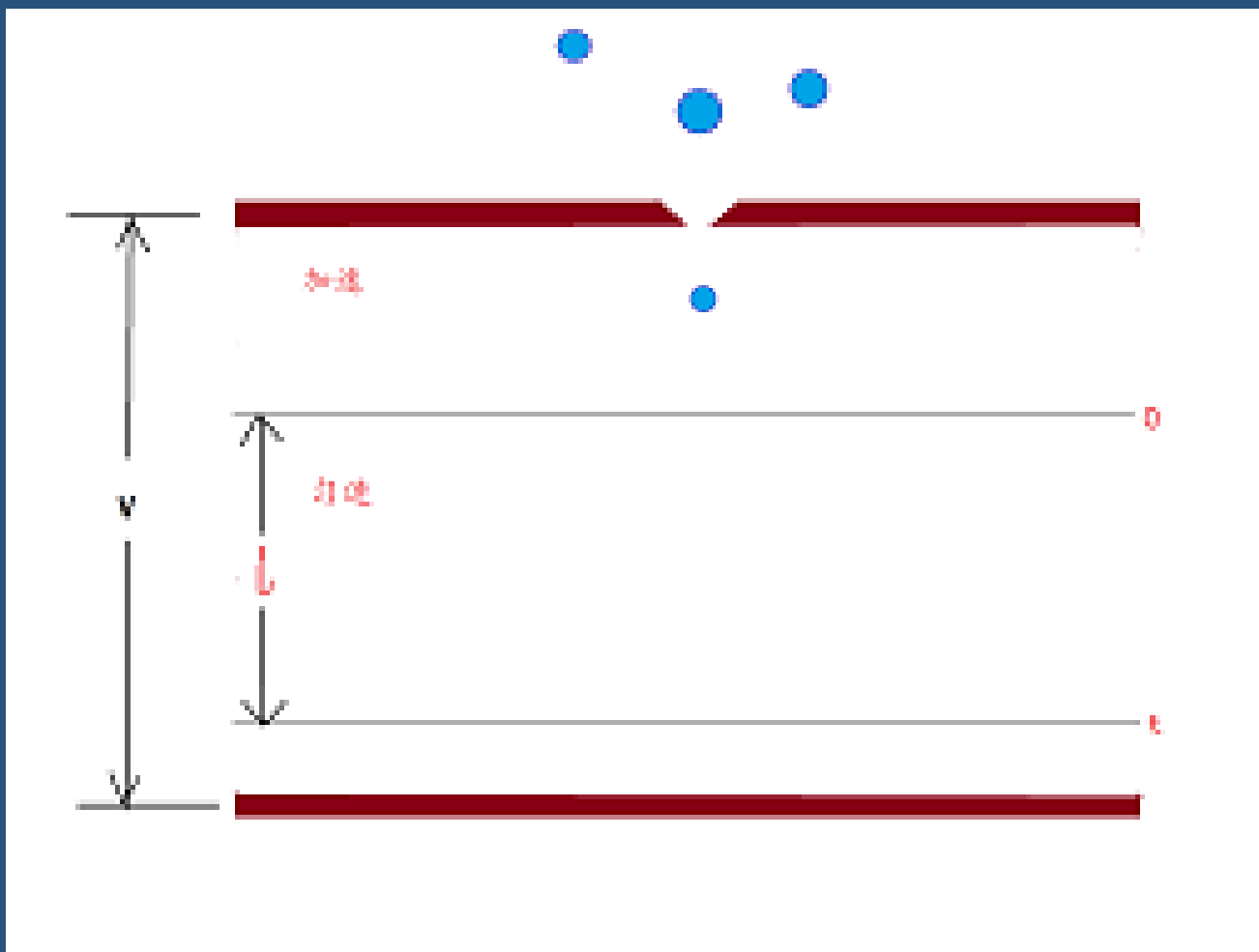
◆ DH0605密立根油滴仪示意图



调水平?

- | | | | |
|------------------|----------|----------------|-----------|
| 1. 视频输出接口，与监视器相连 | 2. CCD相机 | 3. 调焦旋钮 | 4. 光学系统 |
| 5. 物镜镜头 | 6. 观察孔 | 7. LED光源 | 8. 水平调节螺钉 |
| 9. 电压调节旋钮 | 10. 开始键 | 11. 0V键（极板不加电） | 12. 平衡键 |
| 13. 确认键 | 14. 结束键 | 15. 工作键 | 16. 提升键 |
| 17. 重做键 | | | |

实验现象简图



注意事项：电极板水平；油滴大小合适；记全实验参数；避免堵塞落油孔



操作要点

- 开机,按0V或任一键,参数界面下,再按确认键
- 电压调节旋钮预设100-300V电压
- 喷油雾选运动相对缓慢的,调平衡电压使之静止,练习控油操作
- 实验测试, 完成五组数据记录后, 按确认键, 记录测试结果 Q , V , t , 若需删除某组数据, 可按重做键
- 按表格记录数据, 并与理论值比较求相对不确定度