

2014年第八届全国高等学校物理实验教学研讨会

数字化密立根油滴实验仪

同济大学

物理实验中心

何雨华

Millikan Oil Drop Experiment

实验目的

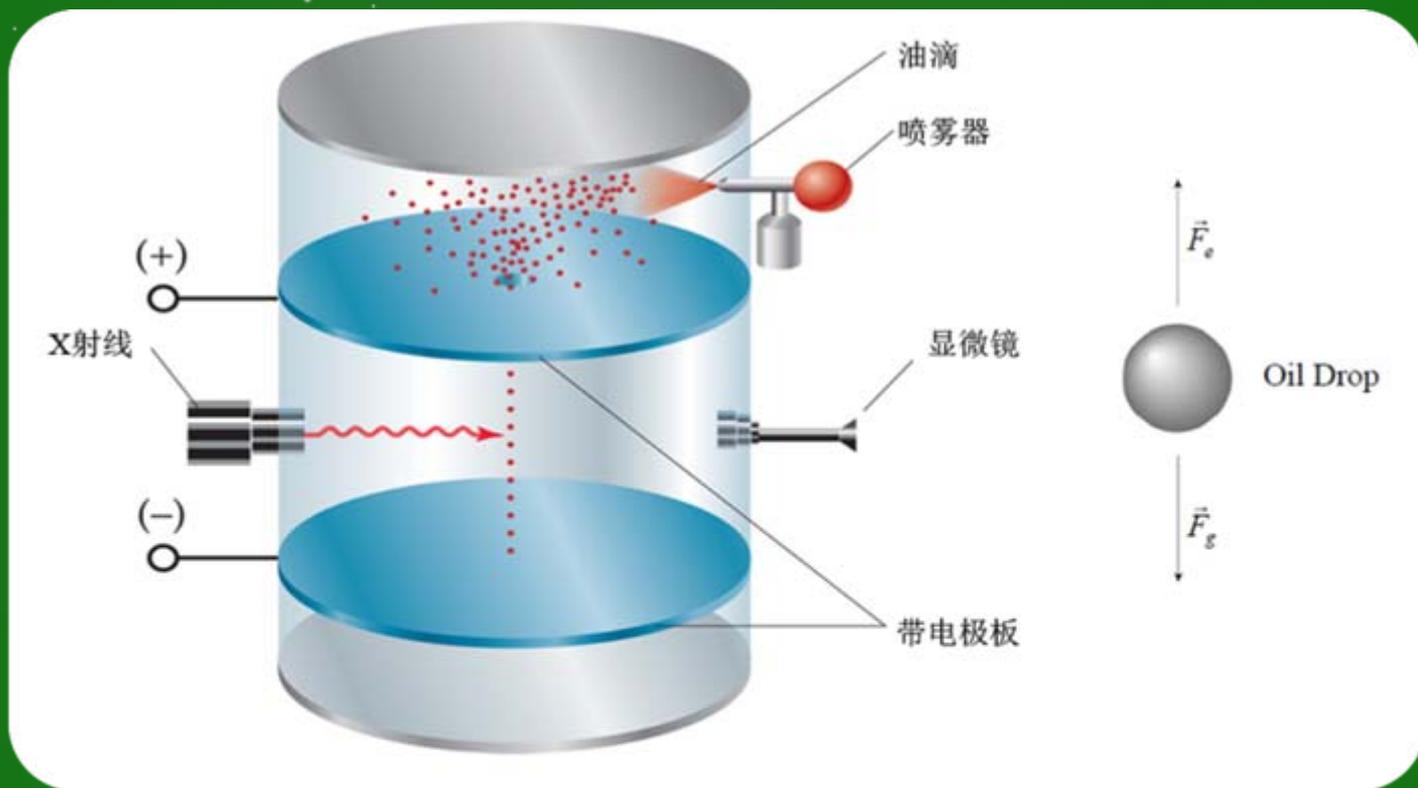
✓ 学习密立根油滴实验的设计思想。

✓ 通过对带电油滴在重力场和静电场中运动的测量，验证电荷的“量子化”，且为基本电荷的整数倍。

✓ 测定电子电荷量 e 。

✓ 培养学生严谨的科学态度。

密立根油滴实验思想



实验名称

存在问题

在此实验中，捕捉油滴是学生在实验重点训练的技巧之一。

在过去的实验教学中，通过显微镜目镜来观察油滴，但是由于学生长时间会造成用眼疲劳；而当观察者眼睛稍作休息调整时，油滴非常容易丢失。

由于仪器操作使用不当或由于静电的作用等原因，也会造成油滴丢失。

特别是当需要对同一油滴进行多次测量时，往往测量几个数据后就难以跟踪油滴，造成实验测量的困难。

进展

90年后期，随着光电耦合技术的发展与普及，国内高校大都采用CCD和显示屏来替代原来的肉眼直接观察。

这是这一实验装置的一个飞跃。把原来比较困难的跟踪油滴过程变得简单，所以该装置得以非常迅速而广泛地推广。

目前仍然存在的问题

实验中如果学生操作不当，比如平衡电压调节不适当；油滴下降时间与距离选择不合适；就容易产生较大测量误差，甚至对验证电荷的量子化的结论有疑意。

另一方面，现在一个教师同时要指导数十名学生，而对学生的实验情况无法也不可能精力及时去逐一计算更正。

在有限的课时内，学生想要尽可能多测量数据，在匆忙之中学生对实验中的问题可能也无法及时发现。在课后处理数据时才发现存在问题，个别同学为了得到好的实验结果会对实验数据作人为修正。不利于培养学生严谨的科学态度。

设计思想

- ✓ 在原有传统仪器操作模式基本不变的前提下，增加了实验数据采集功能。可实时记录下油滴的平衡电压，油滴下降时间等数据。
- ✓ 系统与仪器的计时装置相连接，当电子计时秒表按下停止时，数据自动采集完毕。
- ✓ 实时了解实验状况，并保留记录。

数字化密立根油滴实验仪

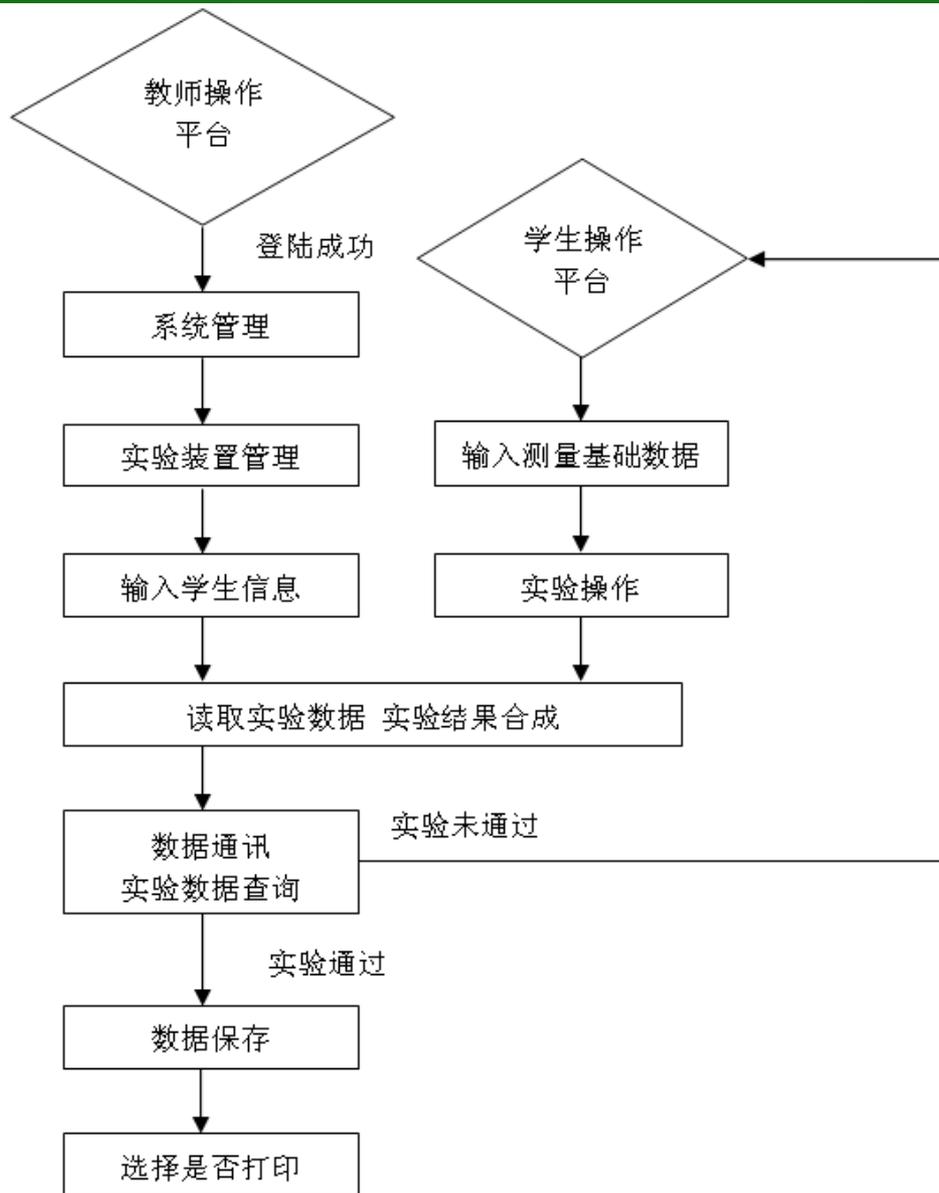
特点

- ◆ 仪器采用智能菜单形式，实验者可根据自身的实验条件和实验要求，进行适当的设置。
- ◆ 对某一个油滴测量完毕，在仪器上显示屏上，可显示出当前的油滴参数，如认为这个数据是正确，可按下仪器上的确认按键进行保存数据，同时该数据也上传至教师的电脑中。
- ◆ 同一个油滴进行多次测量后（测量次数可自行设定），仪器可对当前的油滴进行分析，计算出油滴所带的电量、电子数，以及误差等。
- ◆ 学生可根据该结果总结分析实验操作情况，及时做出调整，便于下一个油滴的测量。

数字化密立根油滴实验仪

实验教学管理系统功能

- (1) 系统管理
- (2) 资料查阅
- (3) 数据传输
- (4) 实验数据处理





数字化密立根油滴实验教学管理系统

密立根油滴实验 (MLG-MET) 联网系统 - [控制台]					
系统管理 (S) 资料查阅 (R) 数据通讯 (D) 窗口管理 (W) 帮助信息 (H)					
仪器名称	仪器编号	姓名	班号	学号	说明
001号仪器	1				
002号仪器	2				
003号仪器	3				
004号仪器	4				
005号仪器	5				
006号仪器	6				
007号仪器	7				
008号仪器	8				
009号仪器	9				
010号仪器	10				
011号仪器	11				
012号仪器	12				
013号仪器	13				
014号仪器	14				
015号仪器	15				
016号仪器	16				
017号仪器	17				
018号仪器	18				
019号仪器	19				
020号仪器	20				
021号仪器	21				
022号仪器	22				
023号仪器	23				
024号仪器	24				
025号仪器	25				
026号仪器	26				
027号仪器	27				
028号仪器	28				
029号仪器	29				
030号仪器	30				

教学应用：

自2013年起，数字化密立根油滴实验教学系统已用于本科生实验课程教学。

密立根油滴实验 (MLG-NET) 联网系统 - [实验数据查询]

系统管理 (S) 资料查阅 (R) 数据通讯 (D) 窗口管理 (W) 帮助信息 (H)

原理 内容 资料 启动 停止 层叠 横排 竖排 退出

实验时间	仪器编号	仪器名称	学号	班号	学生姓名
2012-05-24 17:58:24	1	001号仪器			
2012-05-25 18:28:55	1	001号仪器	ccc		aaa
2012-05-25 18:30:18	1	001号仪器	0987		1234
2012-05-28 15:19:27	1	001号仪器	456		正确数据
2012-05-30 14:40:31	1	001号仪器	456		正确数据 (反生成)
2013-03-08 12:56:14	1	001号仪器			
2013-03-08 12:56:14	2	002号仪器			
2013-03-08 12:56:14	3	003号仪器			
2013-03-08 12:56:14	5	005号仪器			
2013-03-08 12:56:14	6	006号仪器			
2013-03-08 12:56:14	7	007号仪器			
2013-03-08 12:56:15	9	009号仪器			
2013-03-08 12:56:15	10	010号仪器			
2013-03-08 12:56:15	11	011号仪器			
2013-03-08 12:56:15	12	012号仪器			
2013-03-08 12:56:15	14	014号仪器			
2013-03-08 12:56:15	16	016号仪器			
2013-03-08 12:56:15	17	017号仪器			
2013-03-08 12:56:16	19	019号仪器			
2013-03-08 12:56:16	20	020号仪器			
2013-03-08 18:23:13	1	001号仪器			
2013-03-08 18:23:13	2	002号仪器			
2013-03-08 18:23:13	3	003号仪器			
2013-03-08 18:23:14	4	004号仪器			

查询类型

所有学生

- 按班号查询
- 按学号查询
- 按姓名查询
- 按仪器编号查询
- 按实验时间查询

查询 (Q) 关闭 (C)

共有 415 个学生实验数据

● 保存实验数据到临时表失败



ZKY 世纪中科 ZKY-MLG-密立根油滴实验联网系统 打印(P) 另存(S)

标准电子电量: (C)

空气粘滞系数 η : kg/m/s 下落距离 s : m 仪器号:

油滴密度 ρ_1 : kg · m⁻³ 空气密度 ρ_2 : kg · m⁻³ 班号:

重力加速度 g : m · s⁻² 修正常数 b : N/m 学号:

大气压强 p : cmHg 极板间距 d : m 实验者姓名:

圆周率 π : 机器常量 r_0 : 保存时间:

油滴01 | 油滴02 | 油滴03 | 油滴04 | 油滴05 | 油滴06 | 油滴07 | 油滴08 | 油滴09 | 油滴10

油滴10 的实验 序号	平衡法测量油滴电量					动态法测量油滴电量					
	平衡电 压 (V)	下落时 间 (s)	计算出的油 滴电量 (E-19C)	计算出 的电子 数	计算出 的电子 电量相对 误差 (%)	上升电 压 (V)	下落时 间 (s)	上升时 间 (s)	计算出的油 滴电量 (E-19C)	计算出 的电子 数	计算出 的电子 电量相对 误差 (%)
1	162.0	11.48	1.459E-018	9	1.2						
2	164.0	11.90	1.363E-018	9	-5						
3	167.0	11.31	1.449E-018	9	0.5						
4	182.0	11.50	1.295E-018	8	1.1						
5	169.0	11.28	1.437E-018	9	-0.32						
▶ 均值和 结果	168.8	11.49	1.398E-018	9	-3.1						

● 保存实验数据到临时表失败

谢谢!