|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 密立根油滴实验  创建人： 20180511085 苏海彦  实验目的  1、领会密立根油滴实验的设计思想；  2、学会模拟操作密立根油滴仪，测定电子的电荷值并体会电荷的不连续性；  3、培养学生进行物理实验时的坚韧精神和严谨的科学态度。  实验仪器  密立根油滴仪，显示器，喷雾器，钟油。 其中，密立根油滴仪包括油滴盒、油滴照明装置、调平系统、测量显微镜、供电电源以及电子停表、喷雾器等部分组成。  实验原理  密立根油滴实验测定电子电荷的基本设计思想是使带电油滴在测量范围内处于受力平衡的状态。按油滴作匀速运动或静止运动两种运动方式分类，  油滴法测电子电荷分动态测量法和平衡测量法。 平衡测量法（静态法） 平衡测量法的出发点是，改变电压大小，使油滴在均匀电场中静止不动。  用喷雾器将油喷入油滴盒，并通过平行板顶的上一个小孔落入两块相距为*d*水平放置的平行板之间。油在喷射撕裂成油滴时，  由于摩擦作用一般都会带电。设油滴的质量为*m*，所带的电荷为*q*，两极板间的电压为*U*，则油滴在平行极板间将同时受到  重力*mg，*浮力和静电力*qE*的作用，如图所示。    如果调节两极板间的电压，可使该三达到平衡，这时    即  (1)  当平行极板不加电压时，油滴受重力作用而加速下降，油滴的速度逐渐加大。由于很小，随着速度的加快油滴受到的空气粘滞力也逐渐加大。当空气的粘滞阻力*F*γ和力与重力平衡时，油滴作匀速下降，利用这个速度可换算出油滴所带的电量。设油滴下降一段距离后以速度*v*g匀速下降，由斯托克斯定律有：  （2）  式中，为空气的动力粘度，为油滴的半径，（油滴在表面张力作用下呈球状）。  设油的密度为，空气的密度为：  (3)  由式（2）和（3）式得，油滴半径    对于半径小于的小球，空气的动力粘度应作如下修正    式中，为修正常数，为大气压强（），则    可得  (4)  设油滴匀速下降的距离为，时间为，则，代入式（1）及式（4）得  = （5）  元电荷的测量法  测量油滴上带的电荷的目的是找出电荷的最小单位e。为此可以对不同的油滴，分别测出其所带的电荷值qi，它们应近似为某一最小单位的整数倍，即油滴电荷量的最大公约数，或油滴带电量之差的最大公约数，即为元电荷。  实验发现，对于某一颗油滴，如果我们改变它所带的电量*q*，则能够使油滴达到平衡的电压必须是某些特定值*V*n。研究这些电压变化的规律发现，它们都满足下列方程  （6）    实验内容  静态测量法 选择合适的油滴 合适的油滴即： （1）下落2mm时间在之间的油滴，因为下落太快时间测量误差较大，下落太慢则受布朗运动影响较明显。 （2）平衡电压合适，要求，这样的油滴带电量较小，为数据处理中寻找最大公约数即元电荷提供方便。 （3）用静态法记录合适油滴下落时间及平衡电压U。 用静态法处理数据，计算油滴的电荷值q，并求出元电荷。 计算涉及相关公式为公式（5）和公式（6）  数据记录及数据处理  已知数据 ◆ (1)标准大气压下,20摄氏度时,油的密度  ◆ (2)标准大气压下,20摄氏度时,空气的密度  ◆ (3)标准大气压下,20摄氏度时,空气粘滞系数  ◆ (4)重力加速度  ◆ (5)修正常数  ◆ (6)大气压强  ◆ (7)油滴匀速下降距离  ◆ (8)平行极板间距离  测量数据：以测量3粒油滴为例（我们每位同学测量5粒油滴，每一粒油滴匀速下落2mm时间反复测量5次）  ◆ 密立根油滴实验实验数据记录及数据处理   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 测量序号 | 平衡电压U1/V | 下落时间/S | 平衡电压U2/V | 下落时间/S | 平衡电压U3/V | 下落时间/S | 平衡电压U4/V | 下落时间/S | 平衡电压U5/V | 下落时间/S | | 第1次 | 207 | 24.98 | 180 | 22.54 | 182 | 22.89 | 201 | 20.79 | 184 | 22.31 | | 第2次 | 207 | 24.73 | 180 | 22.67 | 182 | 23.11 | 201 | 20.98 | 184 | 22.22 | | 第3次 | 207 | 24.58 | 180 | 22.47 | 182 | 22.53 | 201 | 20.65 | 184 | 22.24 | | 第4次 | 207 | 24.83 | 180 | 22.52 | 182 | 22.52 | 201 | 21.02 | 184 | 22.33 | | 第5次 | 207 | 25.10 | 180 | 22.60 | 182 | 23.02 | 201 | 20.77 | 184 | 22.28 | | 平均值 | 207 | 24.844 | 180 | 22.560 | 182 | 22.814 | 201 | 20.842 | 184 | 22.276 | | 电量平均值（c） | 4.83759e-019 | | 6.47049e-019 | | 6.28821e-019 | | 6.5586e-019 | | 6.45656e-019 | | | 电子个数（n/个） | 3.0194 | | 4.03858 | | 3.92481 | | 4.09357 | | 4.02989 | | | 电子个数取整 | 3 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | | 元电荷实验值（c） | 1.61253e-019 | | 1.61762e-019 | | 1.57205e-019 | | 1.63965e-019 | | 1.61414e-019 | | | 元电荷实验平均值（c） | 1.6112e-019 | | | | | | | | | | | 相对误差 | 0.563611(%) | | | | | | | | | |         思考题1   1. 怎样区别油滴上电荷的改变和测量时间的误差？   当油滴上的电荷发生变化的时候，油滴的平衡电压会发生变化，油滴将不会在原平衡电压静止不动，而测量时间变化较小；  如果是测量时间的误差，会发现测量时间变化较大而平衡电压变化较小。据此，可以区分二者。  思考题2   1. 若油滴室内两容器极板不平行，对实验结果有何影响？   电场将不会垂直于极板。 若油滴室内两容器极板不平行，则电场方向不是铅直的，原来的受力分析不适合；  当两容器极板不平行，则电压只有一部分对铅直方向有贡献，所以，算出的电量变大。  实验总结  本实验原为是[罗伯特·安德鲁·密立根](https://baike.baidu.com/item/%E7%BD%97%E4%BC%AF%E7%89%B9%C2%B7%E5%AE%89%E5%BE%B7%E9%B2%81%C2%B7%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9" \t "https://baike.baidu.com/item/%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C/_blank)与其学生哈维·福莱柴尔（Harvey Fletcher）于1909年在美国[芝加哥大学](https://baike.baidu.com/item/%E8%8A%9D%E5%8A%A0%E5%93%A5%E5%A4%A7%E5%AD%A6/514980" \t "https://baike.baidu.com/item/%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C/_blank)瑞尔森物理实验室（Ryerson Physical Laboratory）所进行的一项[物理学](https://baike.baidu.com/item/%E7%89%A9%E7%90%86%E5%AD%A6/313183" \t "https://baike.baidu.com/item/%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C/_blank)实验，该实验首次测量出了[电子](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E5%AD%90/143051" \t "https://baike.baidu.com/item/%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C/_blank)的[电荷量](https://baike.baidu.com/item/%E7%94%B5%E8%8D%B7%E9%87%8F/5728792" \t "https://baike.baidu.com/item/%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C/_blank)。  实验设计极为巧妙，利用一些利于测量的量直接测量出了元电荷的电荷值，具有里程碑使的意义。  但是实验误差仍然存在：①人眼无法准时把控油滴刚好下落2mm的时机。  ②油滴从静止到匀速下落仍存在加速过程，虽然极为短暂，但仍然造成误差。  ③随着实验中时间的变化，温度存在改变，导致空气的粘性系数的变化，对实验结果造成影响。  ④凭借人眼无法将密里根油滴实验仪调至绝对水平，造成误差。  在本次实验中测量油滴下落时间时，需要精确的时间，所以必须非常专注。我在测量实验的过程中测量出许多无用数据，他们离偏差值较大，属于操作失误，数据已经被舍弃，但是的确降低了实验效率，下次会尽量避免此类行为发生。  教师评语： |









