课程编号 1800450030

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 大学物理实验（二）**

**实验名称： 密立根油滴实验**

**学 院： 电子信息与工程学院**

**指导教师： 王佳琦**

**报告人： 蔡蔚仪 组号： 15**

**学号 2022280375 实验地点 204B**

**实验时间： 2023 年 10 月 9 日**

**提交时间： 2023年10月16日**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  1.验证电荷的不连续性，证实电荷量具有量子性  2.测定电子的电荷值  3.掌握油滴法测电子电量的原理和方法 |
| **二、实验原理**  **（一）静态（平渐）测量法**  用喷雾器将油喷入两块相距为d的水平放置的平行极板之间。油在喷射撕裂成油滴时，一般都带电的。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和静电力qE的作用，如图3-18-1所示。如果调节两极板间的电压U可使该两力达到平衡，这时有    为了测出油滴所带的电量q，除了需测定平衡电压U和极板间距离d外，还需要测量油滴的质量m。因m很小，需用如下特殊方法测定：平行极板不加电压时，油滴受到重力而加速下降，由于空气阻力的作用，下降一段距离达到某一速度v后，阻力∫与重力mg平衡（空气浮力忽略不计），油滴将匀速下降。根据斯托克斯定律，油滴匀速下降时有    其中η为空气的粘滞系数；a为油滴的半径（由于表面张力的原因，油滴总是呈小球状）。  设油的密度为p，油滴的质量m，则有    得到油滴的半径为    对于半径小到m的小球，空气的粘滞系数n应作如下修正    这时斯托克斯定律应改为    式中b为修正常数，b=6.17×m·cmHg,P为大气压强（单位cmHg），得    上式根号中还包含油滴的半径a，但因它处于修正中，可以不十分精确,可用修正后的斯托克斯公式并带入半径a的式子得：    至于油滴匀速下降的速度v可用下法测出。  当两极板的电压U为零时，设油滴匀速下降的距离为l，时间为，则    带入之前的式子可得：油滴电量的计算公式    空气粘滞系数：n=1.83kg.·  大气压强：P=76.0cmHg  重力加速度：g=9.8m·  油滴半径：a=  斯托克斯公式修正常数：b=6.17×m·cmHg  平行板的距离：d=5.00×m  实验用油的密度随温度的变化如下所示：    通常可取t=20℃时油的密度p=981kg/计算，引起的最大相对误差（t=0℃或40℃时）为    由此可见，静态测量法需要测量两个变量：一个是平衡电压U，另一个是油滴匀速下降一段距离l所需的时间ta。一般取l=0.200厘米比较合适。  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Un，研究这些电压变化的规律，可发现，它们都满足下列方程    式中n=±1，士2，…而e则是一个不变的值，可见所有带电油滴所带电量q都是最小电量e的整数倍，这就证明了电荷的不连续性，且最小电量e就是电子的电荷值：    **（二）动态（非平衡）测量法**  非平衡测量法是在平行极板上加以适当的电压U，但并不调节U使静电力和重力达到平衡，而是使油滴受到静电力作用加速上升。由于空气阻力的作用，上升一段距离达到某一速度α后，空气阻力、重力与静电力达到平衡（空气浮力忽略不计），油滴将匀速上升，这时    当去掉平行极板上加的电压U后，油滴受到重力作用而加速下降。当空气阻力和重力平衡时，油滴将以匀速v下降，这时    上两式相除并化简得    实验时取油滴匀速下降和匀速上升的距离相等，设都为l。测出油滴匀速下降的时间为，匀速上升的时间为t，则    将前面的式子带入：    令    则：    从上述讨论可见  （1）用平衡法测量，原理简单直观，且油滴有平衡不动的时候，实验操作的节奏可以进行得较慢，但需仔细调整平衡电压；用非平衡法测量，在原理和数据处理方面较平衡法要繁琐一些，且油滴没有平衡不动的时候，实验操作略一疏忽，油滴容易丢失，但它不需要调整平衡电压。  （2）比较式（3-18-8）和式（3-18-13），当调节电压U使油滴受力达到平衡时，油滴匀速上升的时间t→∝，两式相一致，可见平衡测量法是非平衡测量法的一个特殊情况 |
| 三、实验仪器：  1.OM99S密里根油滴仪  2.图像采集软件10Moons SDK-2000视频捕捉2000  3.数据处理Exel软件 |
| 四、实验内容：  **用静态测量法测量油滴的电量：**  (1) 用平衡测量法实验时要测量两个量。一个是平衡电压U，另一个是油滴匀速下降  一段距离l所需要的时间 。测量平衡电压必须经过仔细的调节，并将油滴置于分  划板上某条横线附近，以便准确判断出这颗油滴是否平衡了。  (2) 测量油滴匀速下降一段距离l所需要的时间时，为了在按动计时器时有思想准  备，应先让它下降一段距离后再测量时间，选定测量的一段距离l应该在平行极板之间  的 中央部分，即视场中分划板的中央部分 若太靠近上电极板，小孔附近有气流，电场  也不均匀，会影响测量结果。太靠近下电极板，测量完时间后，油滴容易丢失，也  会影响测量。一般取l=2cm比较合适.   1. 对同一颗油滴应进行6～lO次测量，测量结束后可直接将功能切换开关切换至"升   降"挡，油滴便可升至原始位置。如果实验中油滴逐渐变得模糊，要微调测量显微镜跟踪  油滴，勿使油滴丢失。  用同样方法分别为4-5颗油滴进行测量，求得电子电荷e。 | |
| 五、数据记录：  组号： 15 ；姓名 蔡蔚仪   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 油滴号 | **一** | | **二** | | **三** | | **四** | | **五** | | |  | |  | | **次数** | **U(V)** | **t（s）** | **U(V)** | **t（s）** | **U(V)** | **t（s）** | **U(V)** | **t（s）** | **U(V)** | **t（s）** | | **1** | 245 | 3.96 | 105 | 11.79 | 38 | 7.43 | 215 | 14.2 | 347 | 15.78 | | **2** | 243 | 4.09 | 106 | 11.94 | 36 | 7.19 | 213 | 14.32 | 352 | 17.02 | | **3** | 241 | 4.60 | 105 | 11.96 | 38 | 7.22 | 215 | 14.11 | 359 | 17.38 | | **4** | 242 | 4.32 | 104 | 11.67 | 37 | 7.8 | 212 | 14.41 | 343 | 16.77 | | **5** | 241 | 4.30 | 103 | 12.14 | 39 | 7.56 | 216 | 13.79 | 350 | 16.79 | |
| 1. **数据处理**   空气粘滞系数：n=1.83kg.·  大气压强：P=76.0cmHg  重力加速度：g=9.8m·  油滴半径：a=  斯托克斯公式修正常数：b=6.17×m·cmHg  平行板的距离：d=5.00×m  **实验数据表及记录**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 油滴号 | **一** | | **二** | | **三** | | **四** | | **五** | | |  | |  | | **次数** | **U(V)** | **t（s）** | **U(V)** | **t（s）** | **U(V)** | **t（s）** | **U(V)** | **t（s）** | **U(V)** | **t（s）** | | **1** | 245 | 3.96 | 105 | 11.79 | 38 | 7.43 | 215 | 14.2 | 347 | 15.78 | | **2** | 243 | 4.09 | 106 | 11.94 | 36 | 7.19 | 213 | 14.32 | 352 | 17.02 | | **3** | 241 | 4.60 | 105 | 11.96 | 38 | 7.22 | 215 | 14.11 | 359 | 17.38 | | **4** | 242 | 4.32 | 104 | 11.67 | 37 | 7.8 | 212 | 14.41 | 343 | 16.77 | | **5** | 241 | 4.30 | 103 | 12.14 | 39 | 7.56 | 216 | 13.79 | 350 | 16.79 | | **平均** | 242.4 | 4.254 | 104.6 | 11.9 | 37.6 | 7.44 | 214.2 | 14.166 | 350.2 | 16.748 |      |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **a(m)** | 1.41901 | 0.84842 | 1.073 | 0.777608 | 0.715159 |      |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **q×10-19** | 23.7337 | 11.7555 | 66.1526 | 4.41981 | 2.10297 |   **四舍五入：**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **n** | **15** | **7** | **41** | **2** | **1** |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **e×10-19** | 1.58225 | 1.67936 | 1.61348 | 2.2099 | 2.10297 |   **所以平均电子电量e=** 1.83759**×10-19**  相对误差：δ=（（1.83759-1.6）/1.6）\*100%= 14.85% |
| **七、结果陈述：**  **通过计算得到平均电子电量e≈**  **相对误差为14.85**% ，计算n。的过程中验证了电荷的不连续性。 |
| **八、实验总结与思考题**  **实验总结：**通过这次实验，让我对密里根油滴实验原理得到更加充分的了解和认识，同时也获得了更多关于密里根油滴实验的知识，受益匪浅。  **思考题：**  **1.油滴的大小应如何选择才合适？**  所选的油滴体积要适中.大的油滴虽然较亮,但一般所带的电量较多,下降速度较快,不易测准时间,太小的则受布朗运动的影响,测量结果误差大.因此应选择质量适中带电量不多的油滴.通常选择平衡电压U为200至300伏,匀速下落1.5mm所需的时间在10至20s之间的油滴为宜。  **2.实验如何保证油滴作均匀运动？**  实验中需要保证两容器极板平行,这样油滴才能作均匀运动，若极板不平行，则油滴在电场中运动的时候就会走斜线,或者受到的静电场力和重力不在一条直线上,这样移动的距离相比较理论值会偏大,使得误差增加。 |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **预习**  （20分） | **操作及记录**  （40分） | 数据处理与结果陈述30分 | 思考题  10分 | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  | |