浙江大学

**物 理 实 验 报 告**

**实验名称：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_密里根油滴实验\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**指导教师：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**班 级 号：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_电科2100\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

专业：\_\_\_\_\_电子科学与技术\_\_\_\_\_\_\_

班级：\_\_\_\_\_\_电科2100\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

姓名：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_szx\_\_\_\_\_\_\_\_\_

学号：\_\_\_\_\_\_3210000000\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

实验日期:\_\_12\_\_月\_\_19\_\_日 星期\_\_一\_下午

**预习部分 认真书写**

|  |
| --- |
| 【实验目的】   1. 测定电子的基本电荷量e的大小 2. 验证电荷的不连续性 |
| 【实验原理】（电学、光学画出原理图）  根据油滴在电场中作直线运动或静止两种运动方式分类，油滴法测电子电荷分为动态测量法和平衡测量法。  1. 动态测量法  考虑重力场中一个足够小油滴的运动，设此油滴半径为r，质量为m1，空气是粘滞流体，故此运动油滴除受重力和浮力作用外还受粘滞阻力的作用。由斯托克斯定律，粘滞阻力与物体运动速度成正比。设油滴以匀速下落，则有http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image001.png。此处*m*2为与油滴同体积空气的质量，*K*为比例常数，*g*为重力加速度。油滴在空气及重力场中的受力情况如图示。http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image002.jpg若此油滴带电荷为q，并处在场强为E的均匀电场中，设电场力qE方向与重力方向相反，如图2所示，如果油滴以匀速vr上升，则有http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image003.png，可解出*q*为：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image004.png，由喷雾器喷出的小油滴半径r是微米量级，直接测量其质量m1也是困难的，为此希望消去m1，而带之以容易测量的量。设油与空气的密度分别为r1，r2。于是半径为r的油滴的视重为: http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image005.png。由斯托克斯定律，粘滞流体对球形运动物体的阻力与物体速度成正比，其比例系数*K*为6*phr*，此处*h*为粘度，*r*为物体半径，于是可将公式(4)带入式(1)有：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image006.png，因此，http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image007.png。以此带入前一公式并整理可以得到：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image008.png。实验中常常固定油滴运动的距离，通过测量它通过此距离*s*所需的时间来求得其运动速度，且电场强度*E=U/d*，*d*为平行板间的距离，*U*为所加的电压，因此，式(10)可写成：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image012.png  2. 平衡测量法：  平衡测量法的出发点是，使油滴在均匀电场中静止在某一位置，或在重力场中作匀速运动。  当油滴在电场中平衡时，油滴在两极板间受到的电场力qE，重力m1g和浮力m2g达到平衡，从而静止在某一位置，即http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image015.png。油滴在重力场中作匀速运动时，情形同动态测量法：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image009.png，并注意到：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image016.png。则有：http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image017.png。  3. 元电荷的测量方法：  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。  实验中采用紫外线，X射线或放射源等改变同一油滴所带的电荷，测量油滴上所带电荷的改变值Dqi，而Dqi值应是元电荷的整数倍。  http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%8E%9F%E7%90%86.files/image018.png  也可以用作图法求*e*的值，根据(17)式，*e*为直线方程的斜率，通过测量大量油滴的电量，拟合直线，即可求得*e*值。 |

**预习部分 认真书写**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 【实验内容】（重点说明）  **1. 选择适当的油滴并测量油滴上所带电荷**  要做好油滴实验，所选的油滴体积要适中，大的油滴虽然比较亮，但下降速度快，不容易测准确；太小则受布朗运动的影响明显，测量结果涨落很大，也不容易测准确。因此应该选择质量适中，而带电不多的油滴。  **2. 调整油滴实验装置**  油滴实验装置是油滴盒，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，喷雾器等组成的，其实验装置如下图所示。其中油滴盒是由两块经过精磨的金属平板，中间垫以胶木圆环，构成的平行板电容器。在上板中心处有落油孔，使微小油滴可以进入电容器中间的电场空间，胶木圆环上有进光孔，观察孔。进入电场空间内的油滴由照明装置照明，油滴盒可通过调平螺旋调整水平，用水准仪检查。油滴盒防风罩前装有测量显微镜，用来观察油滴。  电容器极板上所加电压由直流平衡电压和直流升降电压两部分组成。其中平衡电压大小连续可调，并可从显示屏上直接读数，其极性由换向开关控制，以满足对不同极性电压的需要。升降电压的大小可连续调节，并可通过换向开关叠加在平衡电压上，以控制油滴在电容器内上下的位置。  油滴实验是一个操作技巧要求较高的实验，为了得到满意的实验结果，必须仔细认真调整油滴仪。  (1). 首先要调节调平螺丝，将平行电极板调到水平，使平衡电场方向与重力方向平行以免引起实验误差。  (2). 调节显微镜焦点，使油滴清晰显示在显示屏上。  (3). 喷雾器是用来快速向油滴仪内喷油雾的，在喷射过程中，由于摩擦作用可使油滴带电。  当油雾从喷雾口喷入油滴室内后，视场中将出现大量清晰的油滴，有如夜空繁星。试加上平衡电压，改变其大小和极性，驱散不需要的油滴，练习控制其中一颗油滴的运动，并记录油滴经过两条横丝间距所用的时间。  **3. 正式测量**  (1). 取平衡电压约200V、匀速下降时间约20s—35s的油滴，测量油滴匀速运动2mm所用的时间。如果油滴过大，下降速度会过快，油滴过小，则布朗运动明显。  数据处理时所需要的参数值如下：  以上各式中的有关参考数据为：   |  |  | | --- | --- | | 油密度 | http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%86%85%E5%AE%B9.files/image002.png | | 空气密度 | http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%86%85%E5%AE%B9.files/image003.png | | 重力加速度 | 查当地值 | | 空气粘滞系数 | http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%86%85%E5%AE%B9.files/image004.png | | 平行板间距 | http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%86%85%E5%AE%B9.files/image005.png | | 修正系数 | http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%86%85%E5%AE%B9.files/image006.png |   (2). 计算每个油滴的带电量，然后计算电子电荷。这里我们采用倒过来验证的方法，即用公认的电子电量值去除每个油滴的电量，取一个最接近的整数，再用这个整数除油滴的电量，从而得到电子电荷的测量值。  (3). 将电子电荷的测量值与理论值进行比较，计算相对百分误差。  为了提高测量结果的精确度，每个油滴上下往返次数不宜少于8次。  **4. 读取实验给定的其他有用常数**  计算电荷的基本单位（数据处理方法不限），并选取一个油滴计算所带电荷的标准偏差*Dq*/*q*。 |
| 【实验器材及注意事项】 一、 实验仪器1. 密立根油滴仪 http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E4%BB%AA%E5%99%A8.files/image001.jpg 2. 显示屏 http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E4%BB%AA%E5%99%A8.files/image002.jpg 3. 油滴管 http://aryun.ustcori.com:8572/Upload/LabSource/202268152546%E5%AF%86%E7%AB%8B%E6%A0%B9%E6%B2%B9%E6%BB%B4%E5%AE%9E%E9%AA%8C-3D/%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E4%BB%AA%E5%99%A8.files/image003.png  二、 注意事项  1. 要使显示屏上只有一个或者少数几个油滴的点  2. 油滴的匀速运动要反复测量，保证数据的准确性 |

**数据结果 不得涂改**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 【实验数据与结果】   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 试验次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | U/V | 159 | 157 | 203 | 213 | 184 | 174 | 183 | 247 | 194 | 251 | | l/mm | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | | t/s | 11.83 | 12.78 | 11.64 | 11.37 | 13.95 | 13.07 | 10.62 | 11.55 | 13.37 | 12.89 | | q/10^-19C | 17.06 | 15.78 | 13.99 | 13.87 | 11.31 | 13.02 | 17.42 | 11.38 | 11.43 | 9.50 |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 | q/10^-19C | dq=(qi+1-qi) | n | | e/10^-19C | | 计算值 | 取整数 | | 1 | 17.06 | 1.28 | 10.65 | 11 | 1.55 | | 2 | 15.78 | 1.79 | 9.85 | 10 | 1.57 | | 3 | 13.99 | 0.12 | 8.73 | 9 | 1.55 | | 4 | 13.87 | 2.56 | 8.65 | 9 | 1.54 | | 5 | 11.31 | 1.71 | 7.05 | 7 | 1.62 | | 6 | 13.02 | 4.4 | 8.13 | 8 | 1.63 | | 7 | 17.42 | 6.04 | 10.87 | 11 | 1.59 | | 8 | 11.38 | 0.05 | 7.10 | 7 | 1.63 | | 9 | 11.43 | 1.93 | 7.13 | 7 | 1.63 | | 10 | 9.5 |  | 5.93 | 6 | 1.58 |   求其平均数可得：    其不确定度为：    因此，可得e的表达式为：    e相对于标准值的相对误差为： |

**分析合理 善于思考**

|  |
| --- |
| 【误差分析】   1. 油滴上升和下降的可观测的距离较短，难以调节使油滴在测量距离内匀速上升或下降 2. 油滴在上升或下降过程中因为温度、空气流动等原因挥发,质量稍有改变 3. 油滴的运动距离统一的认为是1.6mm，但实际油滴的运算运动的距离并不是1.6mm，只能说是近似相等 4. 油滴选取代表性不足，最小公约数计算困难，也只能采取近似的措施 |
| 【实验心得及思考题】  思考题：   1. 应保证油滴匀速运动的一段l合适，故应该选择小球运动了一段时间，但又依旧处于面板的中央部位的位置，防止场强不均匀或者油滴丢失的情况发生。 2. 质量合适，带电量相对较少，如果质量太大，带电量大，则下落时间短，难以测量；若体积过小，则布朗运动明显。 3. 可能因为目镜不清晰，或者是平行极板未水平，电场与重力不在一条直线上，导致油滴靠近或远离目镜；可以在下落过程中微调目镜，或者选取运动速度较慢的油滴，防止油滴丢失。   心得体会：  本次实验使我亲历了电荷大小测量的过程，对这一经典的实验有了更进一步的认识；同时，调节电压使面板上只有少数油滴的过程是非常需要耐心的，也使得我的实验操作更加的细致。通过逐次相减的方法求得最大公约数是一个新的方法，这次实验使我又成功学习到一种新的实验数据处理方法。 |

**仔细读数 认真记录**

|  |
| --- |
| 【数据记录及草表】  C:\Users\DELL\AppData\Local\Temp\WeChat Files\c20f4271776ada79998acc3c9c26971.png  C:\Users\DELL\AppData\Local\Temp\WeChat Files\156cdf1bcaafd56b0bdaa2ec6bd5a38.png  C:\Users\DELL\AppData\Local\Temp\WeChat Files\a2e8c1a56fae955177fee4dc04f1966.png  教师签字： |