**密立根油滴实验**

(相关教材:第一册第8章,实验8.1.1)

**一、实验目的**

1. 验证电荷的不连续性，并测定元电荷的值。
2. 学习和理解密立根利用宏观量测量微观量的巧妙设想。

**二、实验原理**

用喷雾器将油滴喷入两块相距为d的平行极板之间。油在喷射撕裂成油滴时，一般都是带电的。设油滴的质量为m，所带的电量为q，两极板间的电压为U ，则油滴在平行极板之间同时受两个力的作用，一个是重力mg，一个是静电力。如果调节两极板之间的电压U，可使两力相互抵消而达到平衡，如图1所示。这种测量电量的方法叫静态平衡法。

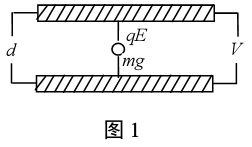


图 1 带电油滴受力图

这时：

 (1)

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，油滴受重力作用而加速下降，由于空气阻力的作用，下降一段距离达到某一速度后，阻力与重力mg平衡，如图 2 所示（空气浮力忽略不计），油滴将匀速下降。

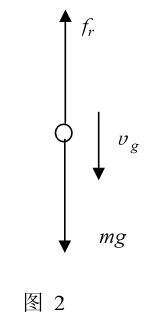


图 2 油滴受力图

根据斯托克斯定律，阻力，重力与阻力平衡时：

 (2)

其中是空气的粘滞系数，是*r*油滴的半径。设油滴的密度为ρ，油滴的质量m又可以用下式表示

 （3）

由（2）式和（3）式得到油滴的半径

 （4）

斯托克斯定律是以连续介质为前提的，对于半径小到10-6m的微小油滴，已不能将空气看作连续介质，空气的粘滞系数应作如下修正

 (5)

其中b是修正常数，p为大气压强。

至于油滴匀速下降的速度，可用下法测出：当两极板间的电压U为零时，设油滴匀速下降的距离为，时间为*t*g ，则

 (6)

最后得到理论公式：

 (7)

上式就是用平衡法测定油滴所带电荷的计算公式。该式中还包含油滴的半径r，但因为它处于修正项中，不需要十分精确，故它仍可以用（4）式计算。因此

 (8)

已知参数：*b*=0.00823N/m, *ρ*=981kg/m3，*g*=9.80m/s2，*η*=1.83×10-5kg/m， *p*=1.013×105Pa，*d*=5 mm，*l*=1.5mm。待测参数为平衡电压U及下落时间。

**三、实验仪器**

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，其实验装置如图3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，并连接CCD。

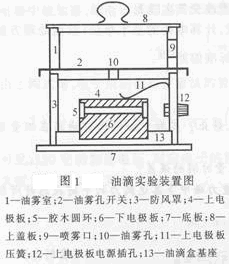


图3 油滴实验装置图 1—油雾室；2—油雾孔开关；3—防风罩；4—上电极板；5—胶木圆环；6—下电极板；7—底板；8—上盖板；9—喷雾口；10—油雾孔；11—上电极板压簧；12—上电极板点源插孔；13—油滴盒基座

**四、实验内容**

1．**仪器调整**

打开仪器和显示开关，使其正常工作；调节仪器底座上的三只平衡手轮，将平行电极板调到水平；将显微镜筒前端和底座前端对齐，喷油后再前后微调；使用中，前后调焦范围不要过大，取前后调焦1mm内为好。

2．**测量前的练习**

（1）喷雾练习：喷雾器是用来快速向油滴仪内喷油雾的，在喷射过程中，由于摩擦作用使油滴带电。喷雾器的喷雾出口不必伸入油雾杯内。

（2）练习控制油滴平衡：练习控制油滴在电场作用下静止在某一位置，练习将油滴移至某条刻度线上。仔细调节“平衡电压”旋钮，使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。

（3）练习使用“联动”开关：开关2的“平衡”、“0V”档与“计时/停”联动。油滴运动前，按下“计时/停”开关，让计时器停止计时，开关2由“平衡”打向“0V”，油滴开始匀速下落的同时开始计时，油滴下落到预定位置时，迅速将开关2有“0V”档打向“平衡”档，油滴停止下落的同时停止计时，屏幕上显示运动时间。

3．**正式测量**

油滴的选取要求:目视直径在1mm左右，平衡电压为**100～300V**，匀速下落1.5mm（6格）的时间为**10～30s**。此时,油滴电量q和测量误差均较小.将平衡电压调至200V左右，向油雾口喷油，调节显微镜旋钮，寻找移动缓慢的油滴，细调“平衡电压”，使油滴处于静止状态。记录此时的平衡电压U；按“提升”按钮，使油滴上升至第2条线，迅速按下“平衡”；然后按“0V”，油滴匀速下降，当下降到第8条显示，迅速按下“平衡”按钮，使油滴静止，记下油滴匀速下降的时间*tg*。

测量完一次后，再拨向“提升”，使油滴回到原来高度，对同一颗油滴应进行3 次测量，对*tg*取它们的平均值。要求选取5个不同的油滴。

**4.计算元电荷**

a)根据公式(7)和(8)计算油滴所带电荷。

b) 计算油滴所带元电荷个数*ni*。得到每个油滴电量qi后，用e的公认值1.60×10-19C去除，四舍五入取整得到每个油滴带基本电荷个数ni. 油滴的元电荷*ei*=*/ni*, 对*ei*取平均,求得元电荷值。

**注意事项**

1、测量前要调整仪器底处于水平状态。

2、使用喷雾器往油雾室喷油时，不要连续喷多次，一般喷一下即可。以防堵塞极板上的小孔。喷雾器内的油不可装得太满，否则会喷出很多“油”而不是“油雾”，会堵塞上电极的落油孔。

**思考题**

1、如何判断油滴盒内平行极板是否水平？不水平对实验结果有何影响？

2、通过什么方法证明电荷的不连续性？

表1 不同油滴的数据表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | *U/V* | *tg1*/*s* | *tg2*/*s* | *tg3*/*s* | 平均*tg*/*s* | *q*(×10-19*C*) | *n=*[*q/e*] | *ei*(×10-19*C*) |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |