

4-1 高压强电离真空计的校准

实验的目的要求:

1. 了解电离真空计的工作原理,学习用膨胀法校准电离真空计。
2. 了解电离真空计压强测量上限附近电规的离子流特性,以及 DL-8 型高压强电离真空计采取了那些措施使其压强测量的上限延伸至 1 托。
3. 学习真空的获得、测量和充气技术。

教学内容:

1. 利用机械泵和扩散泵机组获得低于 2×10^{-5} 托的系统真空度。
2. 用膨胀法在 1×10^{-3} -1 托的压强范围内校准 DL-8 型高压强电离真空计。
3. 由灯丝 K 与阳极 A 的间隔大小,估计随压强升高离子流出现非线性的气压范围,观察上述非线性现象。
4. 分析 DL-8 型高压强电离真空计使其压强测量的上限延伸至 1 托的原因。

实验过程中可能涉及的问题: (有的可用于检查预习的情况,有的可放在实验室说明牌上作提示,有的可在实验过程中予以引导,有的可安排为报告中要回答的问题,不同的学生可有不同的要求)

1. 实验中,充气校准之前,系统的真空度要求是多高?用机械泵能抽到的真空度是多少?扩散泵的起动压强是多少?为了达到所要求的本底压强,应如何操作机械泵,扩散泵联合机组?
2. 如何避免机械泵的返油现象?
3. 如何避免扩散泵油的氧化?
4. 扩散泵刚工作时,系统的压强会上升,原因何在?
5. 引导学生注意器壁上气体的脱附对系统真空度的影响。
6. 用膨胀法校准前应记录规管各电极工作电压的大小。
7. 为了在 1×10^{-3} -1 托三个量程的范围内校准 DL-8 型高压强电离真空计,系统的本底压强应达到多低?(提示:一般电离真空计允许的测量误差为 $\pm 20\%$)
8. 根据实验室给出的标准小体积 V_0 、 V_0' 和与待校准的真空规相联体积 V_1 的大小,对于电离真空计不同的量程, P_0 的大小应如何选定?(提示:每一个量程至少应有 5-6 个校准点。)
9. 在往系统充气时,为什么要充干燥的空气?(提示:在本系统中,器壁最易吸附的气体是水汽)
10. 充气时,一方面应缓慢开启漏阀 H,同时注意观察 U 型管液面高度的变化,以免所充气体的压强超过 U 型管的待测量程,而导致系统真空度的严重破坏。为避免由此造成的扩散泵油的氧化,活塞 D 应处于何种状态?
11. 充气过程中, P_0 的数值偏高,抽空时,该如何操作以避免扩散泵油的氧化?
12. 如何正确使用双对数坐标纸,并正确标出 $\pm 20\%$ 的允许误差范围。
13. 由于 U 型管的量程远小于 1 个大气压,为避免系统真空破坏时硅油溢出 U 型管外,实验结束前应使 U 型管两端保持联通。
14. 规管的结构中,是如何克服灯丝加热伸长变形会使灯丝与阳极间距发生改变这一困难的?

难点:

1. DL-8 型高压强电离真空计使其压强测量的上限延伸至 1 托的原因。
答案:(1)减小灯丝与阳极间距至 1.3mm。(2)提高灯丝的电位至 60V,减小了加速电场的强度。(3)离子收集极相对灯丝低了 60V,对由灯丝发射的电子有很大的减速和排斥作用。减小了灯丝附近的电场强度,提高了阳极附近的电场强度。使灯丝发射的电子,只有在阳极附近才能将气体电离。(4)辅助极的作用使灯丝发射的电子聚焦地由灯丝往阳极移动。

可进一步探索的问题:

1. 气压较高时,气体热导导致的漏热会使灯丝温度发生改变,从而使灯丝的发射电流发生变化,在电路中是采取何种措施使灯丝发射电流保持稳定的?

2. 有的规管在 10^{-2} —1 托范围，灯丝亮度会有闪动，离子流的大小也会有较大的起伏，原因何在？答案：在 10^{-2} —1 托范围，灯丝发射电流的取样电阻为 $15\text{M}\Omega$ 。图 4-1-7 中 V_F 处受到的电磁干扰很大，导致灯丝电流有较大的起伏。
3. 有的规管在 10^{-2} 托量程时有漏电，（1 小格左右）原因何在？答案：引导分析为什么只在 10^{-2} 托量程看到。因为由表 4-1-1 可知，这一档的离子流放大器的灵敏度最高。漏电是由于规管温度升高，玻壳的漏电所致。（当灯丝停止工作 5 分钟，玻壳的温度下降，漏电随即消失。）