

酸度计

酸度计简称 pH 计，由电极和电计两部分组成，是一种常用的仪器设备，由参比电极、玻璃电极及电流计三部分组成。广泛应用于工业、农业、科研、环保等领域。

酸度计的适用

酸度计适用于笔型 BPHSCAN，便携式 BPH220、BPH221，实验室台式 BPH252、BPH303、BPH305 和在线式 BPH200A、BPH200B、BPH200D 等广泛应用于工业、电力、农业、医药、食品、科研和环保等领域。该仪器也是食品厂、饮用水厂办 QS、HACCP 认证中的必备检验设备。

简介

酸度计是一种常用的仪器设备,又名 PH 计。主要用来精密测量液体介质的酸碱度值,配上相应的离子选择电极也可以测量离子电极电位 MV 值, BPH-200A 系列 PH 计广泛应用于工业、农业、科研、环保等领域。该仪器也是食品厂、饮用水厂办 QS、HACCP 认证中的必备检验设备。酸度计是测定溶液 pH 值的仪器。酸度计的主体是精密的电位计。测定时把复合电极插在待测溶液中,由于被测溶液的酸度(氢离子浓度)不同而产生不同的电动势,将它通过直流放大器放大,最后由读数指示器(电压表)指出被测溶液的 pH 值。酸度计能在 0~14pH 值范围内使用。

原理

酸度计的主体是精密的电位计。测定时把复合电极插在待测溶液中,由于被测溶液的酸度(氢离子浓度)不同而产生不同的电动势,将它通过直流放大器放大,最后由读数指示器(电压表)指出被测溶液的 pH 值。用酸度计进行电位测量是测量 pH 最精密的方法。pH 计由三个部件构成:

(1)一个参比电极;

(2)一个玻璃电极,其电位取决于周围溶液的 pH;

(3)一个电流计,该电流计能在电阻极大的电路中测量出微小的电位差。由于采用最新的电极设计和固体电路技术,现在最好的 pH 可分辨出 0.005pH 单位。参比电极的基本功能是维持一个恒定的电位,作为测量各种偏离电位的对照。银-氧化银电极是目前 pH 中最常用的参比电极。玻璃电极的功能是建立一个对所测量溶液的氢离子活度发生变化作出反应的电位差。把对 pH 敏感的电极和参比电极放在同一溶液中,就组成一个原电池,该电池的电位是玻璃电极和参比电极电位的代数和。 $E_{\text{电池}} = E_{\text{参比}} + E_{\text{玻璃}}$,如果温度恒定,这个电池的电位随待测溶液的 pH 变化而变化,而测量酸度计中的电池产生的电位是困难的,因其电动势非常小,且电路的阻抗又非常大(1—100M Ω);因此,必须把信号放大,使其足以推动标准毫伏表或毫安表。电流计的功能就是将原电池的电位放大若干倍,放大了的信号通过电表显示出,电表指针偏转的程度表示其推动的信号强度,为了使用上的需要, pH 电流表的表盘刻有相应的 pH 数值;而数字式 pH 计则直接以数字显出 pH 值。

使用步骤

测定时把复合电极插在待测溶液中,由于被测溶液的酸度(氢离子浓度)不同而产生不同的电动势,将它通过直流放大器放大,最后由读数指示器(电压表)指出被测溶液的 pH 值。酸度计能在 0~14pH 值范围内使用。酸度计有台式、便携式、表型式等多种,读数指示器有数字式和指针式两种。

1、校正:先将仪器斜率调节器调节在 100%位置,再根据被测溶液的温度,调节温度调节器到该温度值。

2、定位:把复合电极插入仪器。选择一种最接近样品 pH 值的缓冲溶液,把电极放入这

一缓冲溶液里，摇动烧杯，使溶液均匀。待读数稳定后，该读数应是缓冲溶液的 pH 值，否则就要调节定位调节器。用于分析精度要求较高的测定时，要选择两种缓冲溶液（即被测样品的 pH 值在该两种缓冲溶液的 pH 值之间或接近）。待第种缓冲溶液的 pH 值读数稳定后，该读数应为此缓冲溶液的 pH 值，否则调节定位调节器。清洗电极，吸干电极球泡表面的余液。把电极放入第二种缓冲溶液中，摇动烧杯使溶液均匀，待读数稳定后，该读数应是第二种缓冲溶液的 pH 值，否则调节斜率调节器。

3、测量：经过 pH 标定的仪器，即可用来测定样品的 pH 值。这时温度调节器、定位调节器、斜率调节器都不能再动。用蒸馏水清洗电极，用滤纸吸干电极球部后，把电极插在盛有被测样品的烧杯内，轻轻摇动烧杯，待读数稳定后，就显示被测样品的 pH 值。复合电极的主要传感部分是电极的球泡，球泡极薄，千万不能跟硬物接触。测量完毕套上保护帽，帽内放少量补充液（3mol/L 的氯化钾溶液），保持电极球泡湿润。仪器采用 CMOS 集成电路，不用时插入短路插头。检修时电烙铁要有良好的接地，以保护仪器。

调试

实验室常用的酸度计有老式的国产雷磁 25 型酸度计(最小分度 0.1 单位)和 pHS-2 型酸度计(最小分度 0.02 单位)，这类酸度计的 pH 值是以电表指针显示。新式数字式 pH 计有国产的科立龙公司的 KL 系列，其设定温度和 pH 值都在屏幕上以数字的形式显示。无论哪种 pH 计在使用前均需用标准缓冲液进行二重点校对。首先阅读仪器使用说明书，接通电源，安装电极。在小烧杯中加入 pH 值为 7.0 的标准缓冲液，将电极浸入，轻轻摇动烧杯，使电极所接触的溶液均匀。按不同的 pH 计所附的说明书读取溶液的 pH 值，校对 pH 计，使其读数与标准缓冲液(pH7.0)的实际值相同并稳定；然后再将电极从溶液中取出并用蒸馏水充分淋洗，将小烧杯中换入 pH4.01 或 0.01 的标准缓冲液，把电极浸入，重复上述步骤使其读数稳定。这样就完成了二重点校正；校正完毕，用蒸馏水冲洗电极和烧杯。校正后切勿再旋转定位调节器，否则必须重新校正。

1.预热接通电源，按下 pH 键，指示灯亮。为使零点稳定，需预热 30min 以上。 2.安装电极玻璃电极插头插入插座，甘汞电极引线接在接线柱上。

3.温度补偿将温度补偿器旋到被测溶液的实际温度值出。

4.零点调节将分档开关指向“6”，转动零点调节器使指针指在刻度中心“1”。

5.校正将分档开关指向“校正”，转动校正调节器使指针指在满刻度“2.0” 6.重复操作步骤 4、5，至示值稳定为止。

7.定位在被标定液与标准缓冲溶液温度相同的情况下，查出该温度下标准缓冲溶液 pH 值。于小烧杯中加入标准缓冲溶液，放入搅拌子，浸入电极，开动搅拌器，将分档开关旋至与已知 pH 值相应的档，按下读数开关，旋转定位调节器使指针稳定指在该温度下标准缓冲溶液的 pH 值处。调好后，松开读数开关，撤去溶液，淋洗电极，在用滤纸吸干电极上附着的水分。

8.测量将电极浸入被测溶液中，按下读数开关，调节分档开关，至能读出指示值，分档开关的指示值加上指针的指示值，即为被测溶液的 pH 值。

校准方法

酸度计的一点校准

酸度计

任何一种 pH 计都必须经过 pH 标准溶液的校准后才可测量样品的 pH 值，对于测量精度在 0.1pH 以下的样品，可以采用一点校准方法调整仪器，一般选用 pH6.86 或 pH7.00 标准缓冲液。有些仪器本身精度只有 0.2pH 或 0.1pH，因此仪器只设有一个“定位”调节旋钮。

具体操作步骤如下：

(1) 测量标准缓冲液温度，查表确定该温度下的 pHs 值，将温度补偿旋钮调节到该温度下。

(2) 用纯水冲洗电极并甩干。
(3) 将电极浸入缓冲溶液晃动后静止放置，待读数稳定后，调节定位旋钮使仪器显示该标准溶液的 pH 值。

(4) 取出电极冲洗并甩干。

(5) 测量样品温度，并将 pH 计温度补偿旋钮调节至该温度值
酸度计的三点校准

酸度计

对于精密级的 pH 计，除了设有"定位"和"温度补偿"调节外，还设有电极"斜率"调节，它就需要用二种标准缓冲液进行校准。一般先以 pH6.86 或 pH7.00 进行"定位"校准，然后根据测试溶液的酸碱情况，选用 pH4.00（酸性）或 pH9.18 和 pH10.01（碱性）缓冲溶液进行"斜率"校正。

具体操作步骤为：

(1) 电极洗净并甩干，浸入 pH6.86 或 pH7.00 标准溶液中，仪器温度补偿旋钮置于溶液温度处。待示值稳定后，调节定位旋钮使仪器示值为标准溶液的 pHs 值。 (2) 取出电极洗净甩干，浸入第二种标准溶液中。待示值稳定后，调节仪器斜率旋钮，使仪器示值为第二种标准溶液的 pHs 值。

(3) 取出电极洗净并甩干，再浸入 pH6.86 或 pH7.00 缓冲溶液中。如果误差超过 0.02pH，则重复第 (1)、(2)步骤，直至在二种标准溶液中不需要调节旋钮都能显示正确 pHs 值。

(4) 取出电极并甩干，将 pH 温度补偿旋钮调节至样品溶液温度，将电极浸入样品溶液，晃动后静止放置，显示稳定后读数。

PH 计的第三点校准

不管是什么样的 pH 计，pH=7 这个点是必须校正的，而且在两点校正的时候要先校正 pH=7 这个点。做校正时从 7.0 开始，选择的标准液与要测定的溶液的 PH 值有关，使溶液的 PH 值能落在校正的 PH 范围内。一般采用两点就可以满足要求，如果对其要求很高，才考虑第三点的。有些仪器能校正三点，有模式可选，可直接用该模式。有些没有的，一般是采用两点两点校对，即校对两次。

校准标准

酸度计

标准 pH-----校准前误差（pH）-----校准后误差（pH）

13.000-----	00.0600-----	00.0000
12.000-----	00.0450-----	00.0005
11.000-----	00.0500-----	00.0010
10.000-----	00.0300-----	00.0000
9.000-----	00.0200-----	00.0005
8.000-----	00.010-----	00.0005
7.000-----	00.0015-----	00.0000
6.000-----	-00.0100-----	-00.0005
5.000-----	-00.0105-----	00.0005
4.000-----	00.0150-----	00.0000
3.000-----	-00.0300-----	00.0000
2.000-----	-00.0200-----	-00.0003
1.000-----	-00.0350-----	-00.0001

优势

酸度计可以把 PH 精确到小数点后一位，而 PH 试纸不能精确，只能按照比色卡读出大

概的读数，只能精确到个位。

按测量精度上 PH 计可分 0.2 级、0.1 级、0.01 级或更高精度。PH 值是离子浓度以 10 为底的对数的负数。PH 计是一种常用的仪器设备，主要用来精密测量液体介质的酸碱度值，配上相应的离子选择电极也可以测量离子电极电位 MV 值，广泛应用于工业、农业、科研、环保等领域。测量 PH 值的方法很多，主要有化学分析法、试纸法、电位法。现主要介绍电位法测得 PH 值。pH 值—电位—离子浓度之间的关系

01234567891011121314OH⁻ 离子

14131211109876543210H⁺ 离子

01234567891011121314pH

+414.4………+59.20-59.2………-414.4mv/25℃从以上对 PH 测量的原理进行了分析而得知只要用一台毫伏计即可把 PH 值显示出来。

电极保养

目前实验室使用的电极都是复合电极，其优点是使用方便，不受氧化性或还原性物质的影响，且平衡速度较快。使用时，将电极加液口上所套的橡胶套和下端的橡皮套全取下，以保持电极内氯化钾溶液的液压差。下面就把电极的使用与维护简单作一介绍：

- 1.复合电极不用时，可充分浸泡 3M 氯化钾溶液中。切忌用洗涤液或其他吸水性试剂浸洗。
- 2.使用前，检查玻璃电极前端的球泡。正常情况下，电极应该透明而无裂纹；球泡内要充满溶液，不能有气泡存在。
- 3.测量浓度较大的溶液时，尽量缩短测量时间，用后仔细清洗，防止被测液粘附在电极上而污染电极。
- 4.清洗电极后，不要用滤纸擦拭玻璃膜，而应用滤纸吸干，避免损坏玻璃薄膜、防止交叉污染，影响测量精度。
- 5.测量中注意电极的银—氯化银内参比电极应浸入到球泡内氯化物缓冲溶液中，避免电极显示部分出现数字乱跳现象。使用时，注意将电极轻轻甩几下。
- 6.电极不能用于强酸、强碱或其他腐蚀性溶液。
- 7.严禁在脱水性介质如无水乙醇、重铬酸钾等中使用。

注意事项

玻璃电极在初次使用前，必须在蒸馏水中浸泡一昼夜以上，平时也应浸泡在蒸馏水中以备随时使用。玻璃电极不要与强吸水溶剂接触太久，在强碱溶液中使用应尽快操作，用毕立即用水洗净，玻璃电极球泡膜很薄，不能与玻璃杯及硬物相碰；玻璃膜沾上油污时，应先用酒精，再用四氯化碳或乙醚，最后用酒精浸泡，再用蒸馏水洗净。如测定含蛋白质的溶液的 pH 时，电极表面被蛋白质污染，导致读数不可靠，也不稳定，出现误差，这时可将电极浸泡在稀 HCl (0.1mol/L) 中 4—6 分钟来矫正。电极清洗后只能用滤纸轻轻吸干，切勿用织物擦抹，这会使电极产生静电荷而导致读数错误。甘汞电极在使用时，注意电极内要充满氯化钾溶液，应无气泡，防止断路。应有少许氯化钾结晶存在，以使溶液保持饱和状态，使用时拨去电极上顶端的橡皮塞，从毛细管中流出少量的氯化钾溶液，使测定结果可靠。另外，pH 测定的准确性取决于标准缓冲液的准确性。酸度计用的标准缓冲液，要求有较大的稳定性，较小的温度依赖性。

标准缓冲液的配制及其保存

快速的配置 PH 计|酸度计保护液——3mol/L 的 KCl 溶液展开步骤说明：

- 1、计算：KCl 摩尔质量 74.5g/mol，则 KCl 质量=3mol×74.5g/mol=223.5g；
 - 2、称量：用分析天平称量 KCl 223.5g，注意分析天平的使用；
 - 3、溶解：在烧杯中用 100ml 蒸馏水使之完全溶解，并用玻璃棒搅拌；
 - 4、转移，洗涤：把溶解好的溶液移入 1000ml 容量瓶，用容量瓶瓶口较细的。
- 注

意：为了避免溶液洒出，同时不要让溶液在刻度线上面沿瓶壁流下，用玻璃棒引流。为保证溶质尽可能全部转移到容量瓶中，应该用蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒二、三次，并将每次洗涤后的溶液都注入到容量瓶中。轻轻振荡容量瓶，使溶液充分混合。（用玻璃棒引流）

5、定容：加水到接近刻度 2-3 厘米时，改用胶头滴管加蒸馏水到刻度，这个操作叫定容。定容时要注意溶液凹液面的最低处和刻度线相切，眼睛视线与刻度线呈水平，不能俯视或仰视，否则都会造成误差

6、摇匀：定容后的溶液浓度不均匀，要把容量瓶瓶塞塞紧，用食指顶住瓶塞，用另一只手的手指托住瓶底，把容量瓶倒转和摇动多次，使溶液混合均匀。这个操作叫做摇匀。

7、把定容后的 KCl 溶液摇匀。把配制好的溶液倒入试剂瓶中，盖上瓶塞，贴上标签。这样配出来的就是 3mol/L 的 KCl 溶液了。

酸度计的分类

酸度计的种类很多，主要有以下分类：

笔试酸度计、便携式酸度计、台式酸度计、在线式酸度计：

笔试酸度计是携带最为方便，也是最便宜的一种酸度计。由于其形状类似笔状，顾名为笔式酸度计。

便携式酸度计其携带也比较方便，相比笔试酸度计，便携式的精度优于笔试的，其寿命也是比笔试酸度计要长。

台式酸度计是主要应用于实验室较多，其精度最高，检测快。但不适合携带。在线式酸度计是监测水质用，即 24 小时在线监测。且通常可输出 4-20 信号，可接程控设备等。

特点

自动校正、自动识别缓冲液操作简单到只需按一个键；

自定义缓冲液和 3 点校正功能更加适合测量强酸强碱溶液；

自动温度补偿，测量高温样品时更精确；

电极状态显示，随时提醒电极使用情况；

回显校准数据。