

用数字化实验演示浓硫酸的吸水性

唐增富

(华东师范大学附属东昌中学 200120)

摘要 浓硫酸的吸水性实验,尤其是浓硫酸对气体的干燥实验,难以用传统的实验手段演示。利用相对湿度传感器进行对比实验,分别测定有浓硫酸和没有浓硫酸的密闭容器中空气湿度的变化,可以非常明显地看到空气的湿度在浓硫酸作用下急剧减小,说明浓硫酸将空气中大部分水吸收了,从而得出浓硫酸具有吸水性,浓硫酸可以作为气体干燥剂。

关键词 浓硫酸 吸水性 干燥剂 相对湿度 传感器 数字实验

浓硫酸吸水性较常见的实验方法中,比较典型的主要有:

(1)电子天平称重法:将浓硫酸倒入小烧杯中,敞口放在电子天平上,观察随时间的推移,电子天平示数的变化。预计的结果是,电子天平示数不断增加,但通过实验发现效果很不理想。主要存在的不足:一是电子天平示数变化不明显,示数的变化在电子天平的误差范围内;二是实验效果与空气湿度还有关,若空气湿度较小时,实验效果更不明显,实验的重现性较差。

(2)胆矾晶体变白法:往浓硫酸中加入胆矾晶体,一段时间后胆矾慢慢会由蓝色逐渐变白。但本实验消耗的时间过长,教学中很难用作演示实验。另外,本实验是对固体操作,用来说明对气体干燥还是不够直观。

笔者通过现代数字化实验,利用相对湿度传感器进行对比实验,分别测定有浓硫酸和没有浓硫酸的密闭容器中空气湿度的变化来演示浓硫酸对气体的干燥作用,说明浓硫酸的吸水性,效果非常好。

1 实验方法

第1步:取2只锥形瓶,将相对湿度传感器(本实验使用威尼爾空气相对湿度传感器及其应用程序)通过合适大小的橡皮塞,配备成一个相对密闭的容器,见图1。



图1 相对湿度传感器通过橡皮塞与锥形瓶连接

第2步:接通威尼爾数据采集器电源,将2只相对湿度传感器通过威尼爾数据采集器和电脑连接

(为了进行对比,同时使用了2只相对湿度传感器。威尼爾的数据采集器和应用程序,可以同时使用6个传感器),见图2。

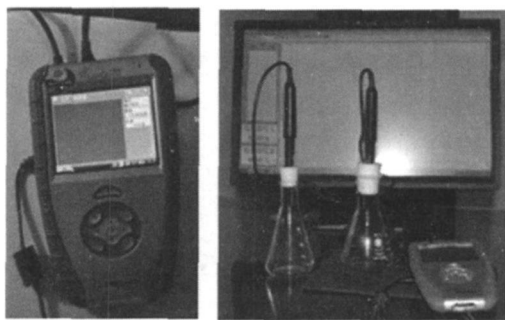


图2 数据采集器和相对湿度传感器与电脑连接

启动电脑中威尼爾应用程序,将相对湿度传感器通过数据采集器与电脑连接后,电脑程序会自动识别传感器。单击应用程序主菜单上的设置按钮进行相关设置。根据实验情况,设置每秒采集2个数据,共设置采集数据的时间为180秒(实验时间60秒即可)。

第3步:将2只锥形瓶瓶塞打开,往其中一只锥形瓶中注入约60 mL 98%的浓硫酸,用带相对湿度传感器的橡皮塞塞好,见图3。

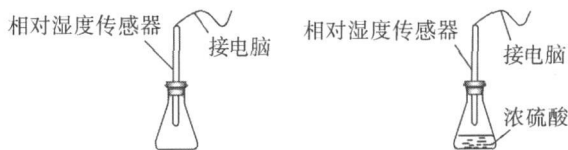


图3 装有浓硫酸和没有浓硫酸的对比实验

通过这种方法,现场得到了有浓硫酸和没有浓硫酸的2个相对密闭体系。

第4步:单击应用程序主菜单上的采集按钮,开始采集数据。

第5步:一边采集数据,一边轻轻摇动装有浓硫酸的锥形瓶,直至出现明显效果或设置的时间用完后,单击应用程序主菜单上的停止按钮,结束实验。

(下转第71页)

从图9和图10可见,在该实验条件下,实验1、实验2残留液中能检出的产物是同一种物质,但含量不同。

(4)残留液的MS图谱见图11。

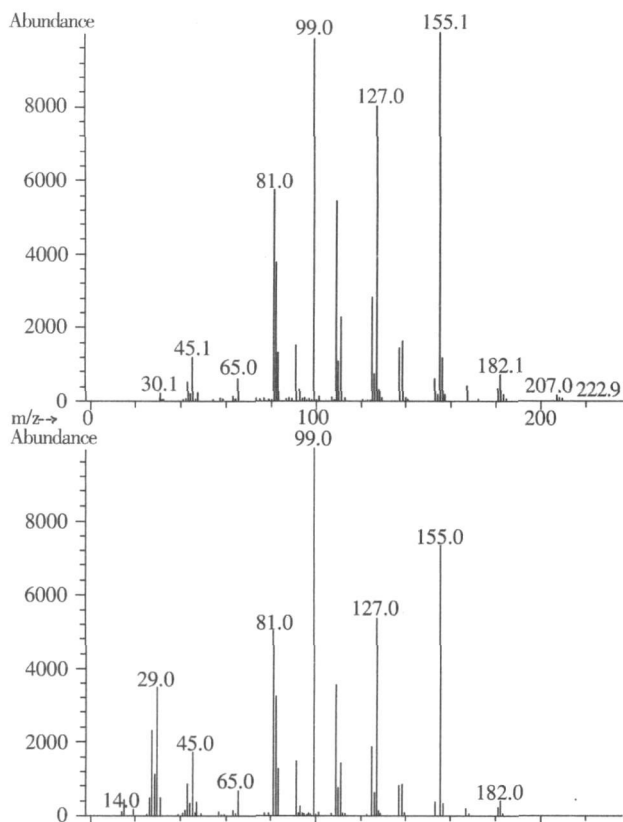


图11 实验2残留液样品的质谱图(上)
与磷酸三乙酯的标准质谱图(下)

5 实验检测的综合分析

综合上述实验现象和GC-MS检测结果,以及王金龙、鞠东胜的研究^[2],对乙醇与 P_2O_5 反应的实验综合分析如下:

(1)在酒精灯加热和高于 $200\text{ }^\circ\text{C}$ 的实验条件下,

(上接第62页)

2 实验结果

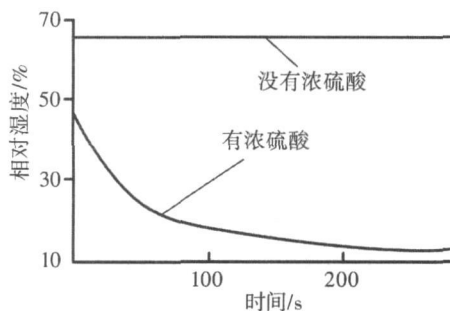


图4 浓硫酸吸水性实验效果图

乙醇与 P_2O_5 主要发生酯化反应,生成磷酸三乙酯,也同时发生消去反应,生成乙烯和水。

(2)在 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 水浴加热条件下乙醇与 P_2O_5 反应几乎不生成乙烯,而生成磷酸三乙酯。

(3)乙醇与 P_2O_5 在酒精灯加热条件下反应生成乙烯和水,水会与 P_2O_5 反应生成磷酸,磷酸进一步与乙醇反应生成磷酸酯。所以不能认为 P_2O_5 仅是反应的催化剂。

(4)在酒精灯加热或 $250\text{ }^\circ\text{C}$ 的实验温度下,几乎不会生成酸性气体(如果生成 CO_2 则GC图谱上也会出峰),乙烯气体中的杂质主要为空气、乙醇蒸气和水蒸气,除杂试剂不需用到KOH溶液,因此教材实验装置中的KOH溶液的作用是不明确的。

6 用乙醇制乙烯的工业催化剂

用乙醇为原料在一定条件和催化剂作用下生产乙烯已经实现产业化。目前工业应用最成熟的是活性氧化铝基催化剂,其中HZSM-5型是目前最有工业化应用前景的分子筛类催化剂,其改进型La/HZSM-5, Zn-Mn/HZSM-5等催化乙醇脱水生成乙烯都能达到较好的产率^[4]。

感谢南京工业大学黄和教授课题组为本研究提供所有实验条件和经费支持。

参 考 文 献

- [1] 王祖浩主编. 普通高中课程标准实验教科书. 有机化学基础. 南京: 江苏教育出版社, 2009
- [2] 王金龙、鞠东胜. 化学教育, 2010, 31(1): 69-71
- [3] 苏国东, 黄和, 成源海, 胡耀池, 胡焱. 化学反应工程与工艺, 2009, 25(1): 46-51
- [4] 胡焱, 李慧, 黄和, 胡耀池. 现代化工, 2009, 21(29): 6-9

通过对比,可以清晰地看到,相同条件下获取的空气,分别在有浓硫酸存在和没有浓硫酸存在条件下,相对湿度的变化情况,见图4。

从图4中可以非常直观地看到,没有浓硫酸存在的条件下,空气的湿度基本不变;有浓硫酸存在的条件下,摇动锥形瓶后空气的湿度急剧减小。实验表明,浓硫酸将空气中大部分水吸收了,从而得出浓硫酸具有吸水性。