

文章编号:1674-2869(2011)07-0029-02

利用液膜扩散微型实验探究钒酸盐的变化规律

杨 兴, 杨佐志, 王晓忠

(河北民族师范学院化学系, 河北 承德 067000)

摘要:用液膜扩散微型实验探究钒酸盐的变化,比传统的方法简单、用药量少、现象明显,体现绿色化学的理念;在实验科研过程中可以用显微镜观察,也有利于直接观察;如果拍摄成照片或录像,则可作为科学的研究资料;同时提高鉴定钒的精准度,是钒及钒酸盐科学生产及应用的依据。

关键词:点滴皿;液膜自然扩散;微型实验;钒酸盐的变化规律

中图分类号:O611.65

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2011.07.008

0 引言

钒酸盐是钒的重要化合物,它可分为偏钒酸盐 M^1VO_3 、正钒酸盐 $M^1_3VO_4$ 和多钒酸盐 $M^1_4V_2O_7$ (常称为焦钒酸盐)、 $M^1_3V_3O_9$ 等^[1]。钒酸盐(总浓度高于 10^{-4} mol/L 时)随溶液的 pH 值变化而相互转化,但采用常用的化学实验方法^[2],有的试剂用量偏多;有的几种物质混合在一起,分不清变化过程的现象规律;有的只能看到物质变化过程中某个瞬间,缺少前后连续的对比现象;有的只注意结果,忽视了反应过程中的现象变化。为了解决以上问题,在实践中逐渐探索出用液膜自然扩散微型实验探究钒酸盐类的变化过程,并用于鉴定钒酸盐。首先减少了试剂的用量;其次,采用了点滴皿^[3]代替不适合滴量试剂自然扩散过程的反应器(底部是凹面的试管或点滴板),增大反应面,扩大观察范围。

1 仪器及试剂

仪器:点滴皿,专为液膜扩散微型实验设计,获国家专利权的新玻璃器皿,此实验用自制代用品;点滴皿的代用品的裁制,即选取 2~3 mm 厚的表面平整无划痕的普通玻璃,用玻璃刀裁成 10 cm×10 cm 的正方形,再用纱布磨去四边的锋刃即可。酸度计或精密 pH 试纸。

试剂: $NaVO_3$ (0.1 mol/L、0.3 mol/L)、 H_2SO_4 (1 mol/L、2 mol/L)、 $NaOH$ (0.1 mol/L、1 mol/L)、 H_2O_2 (质量分数为 3%、10%),均为分

析纯。

2 偏钒酸钠($NaVO_3$)溶液随 pH 值降低的变化过程

2.1 实验步骤

分别取 2~3 滴 0.3 mol/L 的 $NaVO_3$ 和 1 mol/L H_2SO_4 于点滴皿上相距约 1 cm 处,用玻璃棒摊平使其形成溶液膜,并使其逐渐接近,当两种溶液膜相互接触后,停止外力作用,让溶液中的物质自然扩散反应。点滴皿上呈现有序的物色区域:无色、黄色、红棕色晶体、黄色、无色,并小心测试各区域的 pH 值。

2.2 $NaVO_3$ 溶液随 pH 值降低过程的实验现象

照片 1 为 $NaVO_3$ 溶液与稀 H_2SO_4 的自然扩散反应。

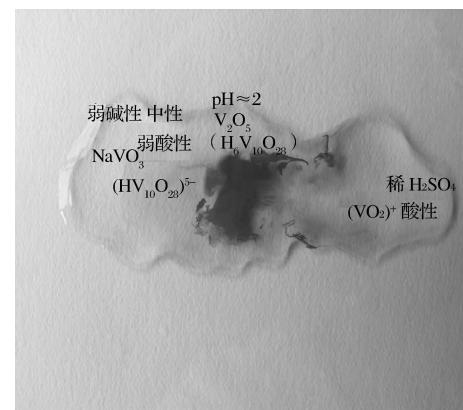


图 1 $NaVO_3$ 溶液与稀 H_2SO_4 自然扩散变化

Fig. 1 Effect of $NaVO_3$ solution with its pH change

2.3 NaVO₃ 溶液随 pH 值变化的分析示意图

图 2 为 NaVO₃ 溶液随 pH 值变化的分析示意
图。

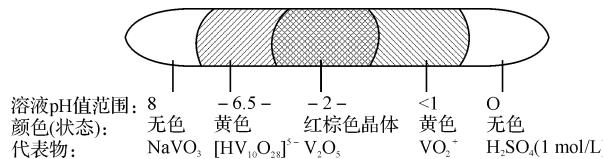
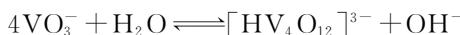
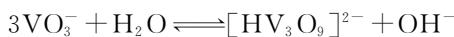
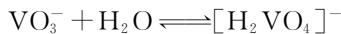


图 2 NaVO₃ 溶液随 pH 值变化示意图

Fig. 2 Effect of NaVO₃ solution with its pH changes

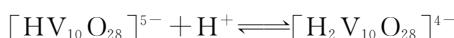
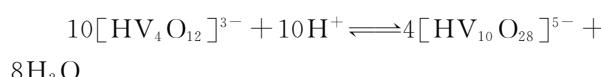
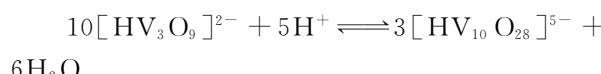
2.4 对 NaVO₃ 与稀 H₂SO₄ 两溶液膜之间自然扩散过程的理论分析

由于 NaVO₃ 溶于水发生水解-聚合反应：



.....

测得 0.3 mol/L NaVO₃ 溶液的 pH≈8(偏碱性), 它与 1 mol/L 的 H₂SO₄(pH=0) 溶液膜接触后互相稀释, 溶液的 pH 值从左至右逐渐减小, 当钒酸盐溶液的 pH 趋于 6.5 时逐渐变黄色:



钒酸盐溶液的 pH 值趋于 2 时, 析出红棕色晶体五氧化二钒水合物.



当溶液的 pH < 1 时红棕色晶体又溶解为含 VO₂⁺ 的黄色溶液^[4].



在点滴皿上的溶液膜中, 钒酸盐从左(pH≈8)逐渐扩散至右(pH=0)的变化, 形成五个综合对比的物区. 如图 1, 出现了鲜明的对比现象, 反映了钒酸盐溶液随 pH 值的变化规律.

3 钒酸盐与双氧水反应随溶液酸碱性的变化

3.1 实验过程

分别取 2~3 滴质量分数为 10% 的 H₂O₂ 和 0.3 mol/L NaVO₃ 于点滴皿上形成溶液膜, 并在 1 位加 1 滴 0.1 mol/L NaOH, 3 位加 1 滴 1 mol/L

H₂SO₄, 用玻璃棒把 1、2、3 溶液膜分别相连(每次用玻璃棒要清洗).

3.2 实验现象

1、2 位溶液变黄色, 3 位溶液开始变黄色, 随着反应进入强酸性而变红棕色.

照片 2 为钒酸盐与双氧水反应随溶液酸碱性的变化.

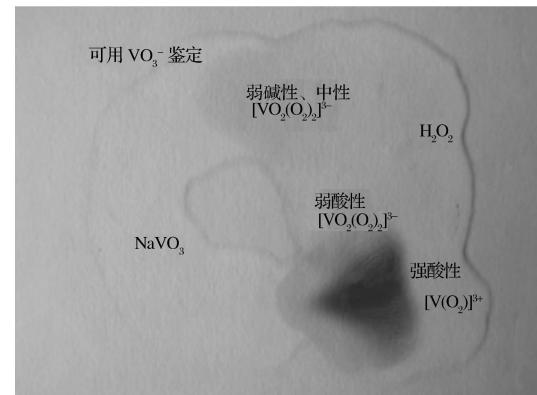
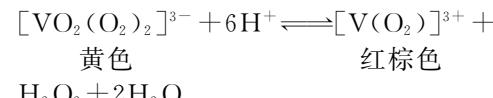


图 3 钒酸盐与双氧水反应随溶液酸碱性变化图

Fig. 3 Reaction of vanadate with hydrogen peroxide solution pH changes

3.3 现象及分析

参考图 3, 在点滴皿上偏钒酸钠与过氧化氢两种溶液膜之间, 从弱碱性到弱酸性环境中得到二过氧钒酸离子 [VO₂(O₂)₂]³⁻ 黄色; 强酸性环境中得到红棕色的过氧钒阳离子 [V(O₂)³⁺]³⁺, 两者之间存在下列平衡:



由反应物与生成物形成鲜明对比, 可利用此变化规律鉴定钒酸盐.

4 结语

通过大量实验证明, 此研究方法所用试液是滴量, 仪器和操作步骤都比较简单, 能清晰观察到物质自然变化过程中的规律性, 提高了综合研究的效果.

参考文献:

- [1] 北京师范大学无机教研室. 无机化学[M]. 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2008: 750~753.
- [2] 北京师范大学无机教研室. 无机化学实验[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2008: 180.
- [3] 杨兴. 微型化学反应器[CN, 201441917 U[P]. 2010-04-28.
- [4] 天津大学无机化学教研室. 无机化学[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2008: 408.

(下转第 33 页)