

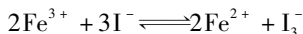
Fe³⁺ 与 I⁻ 反应限度实验的探究

扬州大学化学化工学院 225002 吴 星 张丹丹 吴频庆 吕琳

《普通高中化学课程标准》在内容标准部分要求“通过实验认识化学反应的速率和化学反应的限度,了解控制反应条件在生产和科学研究中的作用”。根据课程标准要求,人教版和苏教版高中化学必修教材(化学2)中都安排了相应的实验,但教学中发现实验效果均不理想。本文从理论和实验两个方面探讨了“证明氯化铁溶液与碘化钾溶液反应是可逆反应”的条件。

一、理论分析

在 KI 过量的条件下 FeCl₃ 与 KI 溶液反应的离子方程式为



该反应的标准电动势为:

$$E^{\ominus} = \varphi^{\ominus}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) - \varphi^{\ominus}(\text{I}_3^{-}/\text{I}^{-}) \\ = 0.77\text{V} - 0.53\text{V} = 0.24\text{V}$$

根据标准电动势可计算出上述反应在 298K 时的平衡常数为:

$$\lg K = \frac{nE^{\ominus}}{0.0592} = \frac{2 \times 0.24\text{V}}{0.0592} = 8.108$$

$$K = 1.283 \times 10^8$$

反应的平衡常数较大,说明反应进行的程度比较完全。也就是说,在 KI 过量的条件下,FeCl₃ 与 KI 溶液的反应达到平衡后,溶液中 c(Fe³⁺) 很小,若要证明 FeCl₃ 与 KI 溶液的反应是可逆反应,就需要采用很灵敏的检验 Fe³⁺ 的方法。

有文献报道, [Fe(SCN)_n³⁻ⁿ] (n = 1 ~ 6) 在 480nm 左右处有最大吸收,摩尔消光系数约为 1 × 10⁴。假设 [Fe(SCN)_n³⁻ⁿ] 显色体系吸光度达到 0.1 以上,其颜色肉眼可见,则要求体系中 c(Fe³⁺) ≥ 1 × 10⁻⁵ mol/L。

若实验中起始时离子的物质的量浓度分别为 c(Fe³⁺) = a mol/L、c(I⁻) = na mol/L,若反应达到平衡后 c(Fe³⁺) ≥ 2 × 10⁻⁵ mol/L,则 c(Fe²⁺)

$$= a \text{ mol/L}、c(\text{I}^{-}) = (na - \frac{3}{2}a) \text{ mol/L}、c(\text{I}_3^{-}) = \frac{a}{2} \text{ mol/L}$$

通过计算可得 n ≤ 4.89(可近似认为小

于 5)。根据上述理论分析可知,若实验中 FeCl₃ 与 KI 溶液的浓度均为 0.1 mol/L,应控制加入 KI 溶液的体积最多为 FeCl₃ 溶液体积的 5 倍。

二、实验探究

1. FeCl₃ 溶液与 KI 溶液反应的最佳条件

为探究 FeCl₃ 溶液与 KI 溶液反应的最佳条件,我们进行如下实验:分别取 5 滴 ~ 6 滴、0.5 mL、1.0 mL、2.0 mL FeCl₃ 与 5 mL KI 在试管中反应,反应后分别用 2 mL 苯和四氯化碳萃取 2 次 ~ 3 次,在未分离最后一次萃取液的试管中滴加 5 次 ~ 6 滴 KSCN,观察实验现象。结果见表 1。

表 1

编 号	实验条件				实验现象
	V(KI)	V(FeCl ₃)	萃取剂	V(KSCN)	
1	5 mL	6 滴	C ₆ H ₆	5~6 滴	溶液不显红色,放置 1 天后无明显变化
2	5 mL	6 滴	CCl ₄	5~6 滴	溶液呈淡黄色,放置 1 天后颜色加深
3	5 mL	8 滴	C ₆ H ₆	5~6 滴	溶液呈微红色,放置 1 天后无明显变化
4	5 mL	8 滴	CCl ₄	5~6 滴	溶液呈微红色,放置 1 天后颜色加深
5	5 mL	0.5 mL	C ₆ H ₆	5~6 滴	溶液呈淡红色,放置 1 天后无明显变化
6	5 mL	0.5 mL	CCl ₄	5~6 滴	溶液呈淡红色,放置 1 天后颜色加深
7	5 mL	1.0 mL	C ₆ H ₆	5~6 滴	溶液呈血红色,放置 1 天后无明显变化
8	5 mL	1.0 mL	CCl ₄	5~6 滴	溶液呈血红色,放置 1 天后颜色加深
9	5 mL	2.0 mL	C ₆ H ₆	5~6 滴	溶液呈血红色,放置 1 天后无明显变化
10	5 mL	2.0 mL	CCl ₄	5~6 滴	溶液呈血红色,放置 1 天后颜色加深

说明: KI 和 FeCl₃ 溶液的浓度均为 0.1 mol · L⁻¹, FeCl₃ 溶液是将 FeCl₃ 固体溶解于 0.2 mol · L⁻¹ 盐酸配制而成, KSCN 溶液的质量分数为 20%。

实验中发现,用 0.1 mol/L FeCl₃ 与 0.1 mol/L KI 溶液反应时,当控制加入 KI 溶液的体积大于 FeCl₃ 溶液体积 10 倍时,加入 KSCN 溶液后观察不到特征的血红色出现。这是由于体系 Fe³⁺ 中的含量太少,以致用 KSCN 检测不出来;当控制加入 KI 溶液的体积小于 FeCl₃ 溶液体积 5 倍时,均能观察到预期的明显的实验现象。

因为实验中生成的 I₃⁻ 本身的颜色会干扰 Fe³⁺ 的检验,我们必须通过萃取将其从反应后的溶液中除去。实验发现,同样萃取 3 次后,用 C₆H₆ 萃取后的溶液近乎无色到微黄色,而用 CCl₄ 萃取过的溶液呈淡黄色,以 C₆H₆ 作萃取剂的 ▶

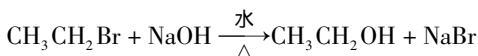
溴乙烷水解实验产物的验证

湖北省襄阳市东风中学 441004 但世辉 陈莉莉

一、实验目的

检验反应产物中 Br^- 的存在,进而证明溴乙烷在 NaOH 水溶液中发生了取代反应。

二、实验原理



三、实验用品

铁架台、试管 3 支、具支试管 1 支、胶头滴管、酒精灯、导管、橡胶管、溴乙烷、 NaOH 溶液、稀硝酸、硝酸银溶液。

四、实验过程

如图 1 所示将溴乙烷和 NaOH 的水溶液混合于具支试管中,用力振荡,用铁架台固定好,右侧用橡胶管与试管 A 相连,点燃酒精灯,小火加热,防止溴乙烷的挥发,继续加热,溴乙烷挥发至试管 A 中,

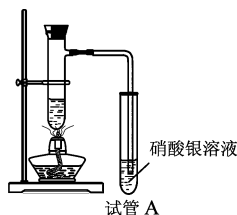


图 1

停止加热。待具支试管冷却后,用胶头滴管吸取上层清液于试管 B 中,加入过量硝酸,再加入硝酸银溶液。另取 NaOH 溶液于试管 C 中,滴加硝酸银溶液。

实验现象:试管 A 中无沉淀,试管 B 中出现淡黄色沉淀,试管 C 中出现褐色沉淀。

实验结论:溴乙烷水解反应中有 Br^- 的生成,属于取代反应。

五、实验说明

1. 试管 A 和 C 中实验为对照实验,由于溴乙烷水解产物中有少量挥发出来的溴乙烷、 NaOH 溶液和 NaBr 溶液,直接加硝酸银溶液进行检验无法排除溴乙烷、 NaOH 溶液对实验的干扰,通过对照实验验证溴乙烷、 NaOH 溶液不能与硝酸银溶液产生淡黄色沉淀进而说明淡黄色沉淀只能是 Br^- 与 Ag^+ 作用的结果,实验更严谨。

2. 由于溴乙烷沸点为 38.4°C 且有毒,因此加热具支试管时应注意:试管开始分层时应停止加热,防止溴乙烷的逸出。

(收稿日期:2013-11-12)

►效果更好,这是因为 I_2 在苯中具有更大的溶解度。此外,以 C_6H_6 作萃取剂还能起到液封的作用,防止溶液中的 Fe^{2+} 被空气中氧气氧化。

2. KSCN 溶液浓度的探究

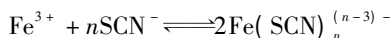
取 50 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KI 溶液,加入 10 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeCl_3 溶液,振荡使其充分反应,静置。取分别用 20 mL 苯萃取 3 次,取萃取后的溶液 2 mL 分别置于试管中。分别滴加 5%、15%、20% 的 KSCN 溶液,观察现象,结果见表 2。

表 2

实验编号	1	2	3
KSCN 浓度	5%	15%	20%
V(KSCN)	5 滴~6 滴	5 滴~6 滴	5 滴~6 滴
实验现象	溶液为微红色,放置后颜色无明显变化	溶液为浅红色,放置后颜色无明显变化	溶液为血红色,放置后颜色无明显变化

实验研究发现, KSCN 溶液的溶度影响 KI 与

FeCl_3 溶液反应检验效果,这是因为 SCN^- 与 Fe^{3+} 的反应存在下列平衡:



较大浓度的 SCN^- ,有利于 $\text{Fe}(\text{SCN})_n^{(n-3)-}$ 的形成。当 KSCN 的溶液质量分数达到 20% 时,就能达到理想的效果。

三、实验结论与启迪

通过对“证明 KI 与 FeCl_3 溶液的反应是可逆反应”的实验探究,我们发现,获得明显实验效果的条件为:

(1) 取 5 mL 0.1 mol/L KI 溶液与 1 mL 0.1 mol/L FeCl_3 溶液反应。

(2) 取 2 mL 苯萃取 3 次。

(3) 加 20% KSCN 溶液于萃取后溶液中显色。

(收稿日期:2014-02-10)