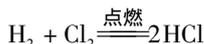


H₂ 在 Cl₂ 中燃烧及 HCl 喷泉实验的绿色化设计

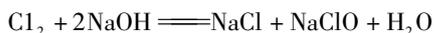
江苏省江阴市山观高级中学 214437 钱刚 李娜

一、实验原理

稳定的氢气流可以在纯净的氯气中安静地燃烧,生成极易溶于水的 HCl 气体。



实验中反应后剩余的氯气可以被氢氧化钠溶液吸收。



二、实验试剂

锌粒、3 mol · L⁻¹ 硫酸、氯气、蒸馏水、紫色石蕊溶液、2% 氢氧化钠溶液。

250 mL 圆底烧瓶、气球、玻璃尖嘴导气管、止水夹、铁架台、铁圈。

三、实验步骤

1. 利用向上排空气法在圆底烧瓶中收集满氯气并用橡胶塞塞紧,然后倒置在铁架台的铁圈上。

2. 在盛有蒸馏水的烧杯中,滴入紫色石蕊溶液,观察到水的颜色变为紫色为宜。

3. 现将橡胶塞上打两个孔,其中一个孔插入短玻璃导管,另一个孔插入尖嘴玻璃导管,并安装在烧瓶上,短导管伸出橡胶塞半厘米左右,尖嘴导管伸进烧瓶至其容积的 1/3 处。使用胶头滴管向导管所连气球中滴入 2 mL 左右的水,同时用橡皮筋将气球固定在短玻璃导管上。最后用乳胶管

将尖嘴导管与制氢气的简易装置相连接在一起(如图 1 所示)。

4. 利用锌与稀硫酸反应制取氢气,验纯氢气以后点燃。用左手迅速取下装氯气烧瓶的橡胶塞,再用右手迅速将点燃的氢气的尖嘴导管伸入充满氯气的烧瓶内,同时塞紧双孔橡胶塞,以防漏气。此时可以看到氢气在氯气中安静地燃烧,燃烧火焰的颜色与氢气在空气中的燃烧火焰颜色明显不同,为苍白色。待燃烧持续一段时间后,由于燃烧是放热的,产生的热会使烧瓶内气体膨胀,气球逐渐胀大。待烧瓶内氯气的黄绿色逐渐变淡乃至消失后,再用止水夹夹住乳胶管,停止通氢气使燃烧反应停止。

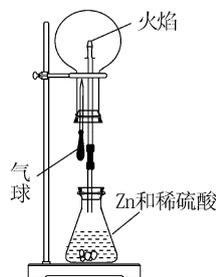


图 1

5. 撤去制氢气的发生装置,取下烧瓶,并将烧瓶倒转,使气球内少量的水进入烧瓶中,由于氯化氢极易溶于水,此时可以看到烧瓶内产生大量白雾(产生的白雾就是盐酸小液滴)。

6. 将烧瓶倒放在铁圈上进行固定,并将尖嘴导管与导气管用胶管紧密连接起来,再将导气管下口伸入烧杯液面以下接近烧杯底部,以有利于▷

▶ “吸热”或“放热”) ,若在 500℃ 时进行,设起始时 CO 和 H₂O 的浓度均为 0.020 mol · L⁻¹,在该条件下 CO 的平衡转化率为_____。

试题剖析 (1) 考查化学平衡常数表达式书写,根据定义可写出 $K = \frac{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{CO})}$ 。

(2) 由题中表示信息可知温度升高,平衡常数 K 减小,可推断平衡逆向移动,根据化学平衡移动原理:温度升高,平衡向吸热方向移动,因此逆反应为吸热反应,则正反应为放热反应;500℃ 时 K=9,则设 CO 的浓度变化量为 x,则

	$\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$			
起始量 (mol/L):	0.02	0.02	0	0
变化量 (mol/L):	x	x	x	x
平衡量 (mol/L):	0.02 - x	0.02 - x	x	x

由 $\frac{x \times x}{(0.02 - x) \times (0.02 - x)} = 9$, 解得 $x = 0.015$, 故 CO 的转化率为 $0.015 / 0.02 \times 100\% = 75\%$ 。

(收稿日期:2017-05-18)

对 Cl^- 检验过程中 SO_4^{2-} 是否干扰的实验探究

浙江省台州市台州一中 318000 王琛

一、发现问题

在教学中普遍认为 CO_3^{2-} 会干扰 Cl^- 的检验,但滴加稀硝酸即可排除干扰。但有 SO_4^{2-} 存在时,应先加过量的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 除去 SO_4^{2-} 后,再用 AgNO_3 溶液和稀硝酸检验 Cl^- 。

但是让笔者感到困惑问题是:①为什么教材上在 Cl^- 的检验中回避了 SO_4^{2-} 可能产生的干扰及如何排除干扰的说明。②在大量的习题中也是只要出现加 AgNO_3 生成白色沉淀,再加稀硝酸沉淀不溶解,即可得出有 Cl^- 存在。这样处理是不是不够严谨呢?

二、探究过程

为了搞清楚问题,做了如下实验:

实验 1: 用实验室配好的用来检验 Cl^- 的硝酸银稀溶液(浓度未知),滴加到 0.1 mol/L 的

Na_2SO_4 溶液中,在不断的滴加硝酸银溶液的过程中始终没有出现 Ag_2SO_4 白色沉淀。

对本实验的预计,是会产生沉淀的,但是自始至终都没有沉淀出现。难道是 0.1 mol/L 的 Na_2SO_4 溶液的 SO_4^{2-} 浓度太小了?接着做了实验 2。

实验 2: 用实验室配好的检验 Cl^- 的硝酸银稀溶液(浓度未知),滴加到饱和的 Na_2SO_4 溶液中,在不断的滴加硝酸银溶液的过程中也没有出现明显的沉淀现象。

这是什么原因?后来用光束照射,发现有丁达尔效应,原来生成了胶体。但是为什么没有产生明显的沉淀呢?查阅资料后,得到 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1.2 \times 10^{-5}$, $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.56 \times 10^{-10}$,既然 SO_4^{2-} 浓度已经足够大,那么难道是实验室用来检

验 Cl^- 的硝酸银稀溶液(浓度未知),滴加到 0.1 mol/L 的

► 喷泉的长久观察,如图 2 所示。迅速打开止水夹,可看到烧瓶内形成美丽的喷泉,逐渐上升的液面上白雾茫茫(盐酸小液滴),烧杯中紫色的水到达烧瓶后变为红色,为红色喷泉。过一段时间后烧瓶内的水又变成了无色(这是由于未完全燃烧的氯气溶于水产生的次氯酸具有漂白作用,使溶液的红色被氧化漂白的缘故)。当烧瓶中液面上升到烧瓶容积的一半左右,关闭导气管的止水夹,停止实验,反应停止。再将导气管插入盛有 2% NaOH 溶液的烧杯中(烧杯内事先滴入 1 滴~2 滴酚酞溶液),打开止水夹,可以继续形成喷泉实验,气体溶解,喷泉不再产生。

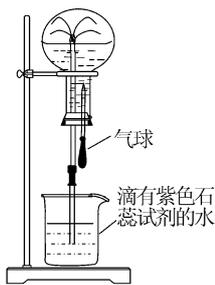


图 2

四、注意事项

1. 装置的气密性要好,将燃着的尖嘴插入氯气中时动作要快,否则不仅达不到环保和绿色的要求,还影响喷泉实验的效果。

2. 产生的氢气气流要平稳,点燃时火焰高度以 1 cm~1.5 cm 为宜。

3. 在氢气燃烧的过程中要特别注意,当火焰快要熄灭时应立即停止通入氢气,确保氯气过量。

4. 连接烧瓶和制氢气装置的乳胶管的长度,以点燃氢气伸进烧瓶时乳胶管弯曲后不堵为宜。

五、实验分析

1. 本实验方案可以引导学生对氯气的主要性质进行一系列的探究,涉及氯气的氧化性、与氢氧化钠的反应以及氯化氢的溶解性等。

2. 通常做氢气在氯气中的燃烧实验是用带尖嘴的弯导管通入氢气点燃,再将弯导管伸入到盛有氯气的敞口集气瓶中观察,操作简单,现象明显,但在燃烧过程中有大量的氯气和氯化氢气体外逸,容易造成环境污染。

3. 本实验在密闭的条件下进行,大大减少了氯气和氯化氢气体的逸出。缺点是操作比较复杂,对教师的操作能力有较高的要求。

(收稿日期:2017-04-10)