

对一道高考实验题的探究与分析

陈灵芝*, 许利闽

(福建师范大学化学与材料学院, 福建 福州 350007)

摘要:以浓硝酸与纯 Cu 片反应产生的 NO 为媒介探究浓、稀硝酸的氧化性, 并探讨使浓硝酸与纯 Cu 片反应溶液颜色呈绿色的原因. 实验结果表明: 浓硝酸可以把 NO 氧化为 NO₂, 具有强氧化性, 而稀硝酸不能把 NO 氧化为 NO₂, 其氧化性弱于浓硝酸; 浓硝酸与纯 Cu 片反应溶液颜色呈绿色是由于溶解了 NO₂ 气体, 可以通过加热或通入氮气等将 NO₂ 气体赶走使溶液由绿色变为蓝色.

关键词:硝酸; 氧化性; 二氧化氮; 一氧化氮; 硝酸铜溶液; 绿色溶液

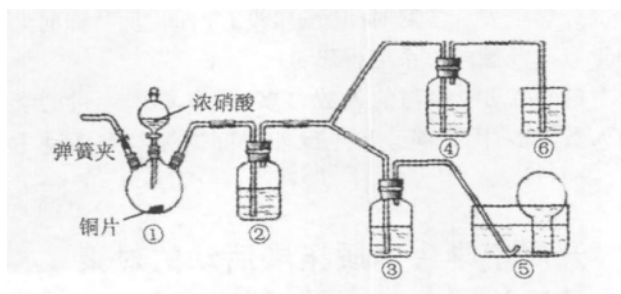
中图分类号:G 424.31

文献标志码:B

文章编号:0438-0479(2011)S-0178-03

浓、稀硝酸氧化性是高中化学中重要的一个知识点, 在中学化学考试中经常考查到. 2007 年福建省普通高中毕业班质量检查以及 2009 年北京理综卷化学高考就考查到该知识点.

2009 年北京高考理综卷 27(6)^[1] 某学习小组探究浓、稀硝酸氧化性的相对强弱, 按下图装置进行试验(夹持仪器已略去). 实验表明浓硝酸能将 NO 氧化成 NO₂, 而稀硝酸不能氧化 NO. 由此得出的结论是浓硝酸的氧化性强于稀硝酸.



可选药品:浓硝酸、3mol/L 稀硝酸、蒸馏水、浓硫酸、氢氧化钠溶液及二氧化碳

已知:氢氧化钠溶液不与 NO 反应, 能与 NO₂ 反应

(1) 实验应避免有害气体排放到空气中. 装置③、④、⑥中盛放的药品依次是_____

(2) 滴加浓硝酸之前的操作是检验装置的气密性, 加入药品, 打开弹簧夹后_____

(3) 装置①中发生反应的化学方程式是_____

(4) 装置②的作用是_____, 发生反应的化学方程式是_____

(5) 该小组得出的结论所依据的实验现象是_____

(6) 实验结束后, 同学们发现装置①中溶液呈绿色, 而不显蓝色. 甲同学认为是该溶液中硝酸铜的质量分数较高所致, 而乙同学认为是该溶液中溶解了生成的气体. 同学们分别设计了以下 4 个实验来判断两种看法是否正确. 这些方案中可行的是(选填序号字母)

- 加热该绿色溶液, 观察颜色变化
- 加水稀释绿色溶液, 观察颜色变化
- 向该绿色溶液中通入氮气, 观察颜色变化
- 向饱和硝酸铜溶液中通入浓硝酸与铜反应产生的气体, 观察颜色变化

该北京高考题第(6)小题答案是: a c d. 一些老师对此有异议. 有的老师认为 a 答案似乎不妥, 因为硝酸可能过量, 加热该绿色溶液时, 剩余的硝酸也可能分解产生 NO₂ 气体, 干扰实验目的. 而 b 答案似乎合理, 加水稀释绿色溶液, 使 NO₂ 气体溶解. 而有的老师认为原答案是正确的, 要通过证明溶液呈绿色是 Cu(NO₃)₂ 浓度过高或是溶解了 NO₂ 气体所致, 采用加水稀释的方法显然是不合适的. 因为加水虽然可以使溶液从绿色变为蓝色, 但可以有两种解释: (1) 加水使 NO₂ 气体溶解了, 所以溶液变蓝了; (2) 加水使铜离子浓度变小了, 所以溶液变蓝了, 所以 b 答案不合理. 因此本文针对这些异议进行了实验探讨.

1 实验部分

收稿日期: 2011-05-15

* 通信作者: a_zhi109@163.com 或 526026390@qq.com

1.1 实验药品及仪器

浓 HNO_3 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 固体、 3mol/L HNO_3 、蒸馏水、 NaOH 溶液、 N_2 、三颈烧瓶、集气瓶(3 个)、圆底烧瓶 1 个,导管若干、三通管 1 个、烧杯、分液漏斗等

1.2 实验装置

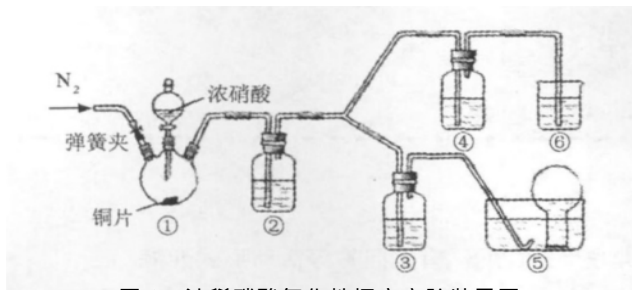


图1 浓稀硝酸氧化性探究实验装置图

(①铜片、浓硝酸 ②蒸馏水 ③ 3mol/L HNO_3 ④浓 HNO_3 ⑤蒸馏水 ⑥饱和 NaOH 溶液)

1.3 实验步骤

1.3.1 浓硝酸、稀硝酸氧化性强弱探究实验

1、按实验装置图组装好仪器;

2、检查实验装置气密性良好后,往三颈烧瓶中加入 2 片约 2.5cm 长的铜片,并往分液漏斗中加入约 20ml 的浓 HNO_3 ;

3、往实验装置②③④⑤⑥中分别加入约 2/3 体积的蒸馏水(使①中产生的 NO_2 气体转化成 NO 气体)、 3mol/L HNO_3 、浓 HNO_3 、蒸馏水、饱和 NaOH 溶液(吸收 NO_2 气体防止污染空气);

4、打开弹簧夹,往实验体系中通入 N_2 (赶走实验装置中的空气,防止 NO 被空气中的氧气氧化而干扰实验结果),观察到⑤⑥导管中有大量气泡冒出,通一段时间后约 5min(使实验装置中的空气赶走),再关闭弹簧夹,同时将⑤中的导管末端伸入到倒置的装满水的圆底烧瓶中;

5、往①中滴加浓 HNO_3 ,观察到①中有大量的红棕色气体产生,且溶液呈绿色,②③导管有气泡冒出,溶液颜色及集气瓶上方均无明显变化(无色),装置④中溶液变为黄色,上方有红棕色气体,装置⑤集气瓶中有无色气体,该无色气体遇到空气变为红棕色。

1.3.2 浓 HNO_3 与 Cu 片反应溶液呈绿色探究实验

1、分别向饱和硝酸铜溶液,稀硝酸铜溶液中通入浓硝酸与铜反应产生的气体,观察颜色变化,观察到饱和硝酸铜溶液和稀硝酸铜溶液颜色均由蓝色变为绿色,再加热该绿色溶液,又都变为蓝色;

2、将浓硝酸与纯 Cu 片反应产生的绿色溶液分为三份,取其中一份绿色溶液加热,观察颜色变化,发现有红棕色气体逸出,溶液变为蓝色;

3、加水稀释其中一份绿色溶液,观察颜色变化,开始溶液绿色变浅,随着稀释的倍数增加溶液颜色越来越浅,并未看到明显的蓝色;

4、向其中一份绿色溶液中通入氮气,观察颜色变化,通入一段时间后,溶液颜色变为蓝色。

2 实验结果与讨论

2.1 浓 HNO_3 的氧化性比稀 HNO_3 的氧化性强

将二氧化氮通入蒸馏水后产生的气体分别通入浓 HNO_3 、 3mol/L HNO_3 中发现:装置②的无色 NO 气体通过装置④中的浓 HNO_3 后溶液变为黄色,上方有红棕色气体,说明浓 HNO_3 将 NO 气体氧化为了 NO_2 气体;装置②的无色 NO 气体通过装置③中的 3mol/L HNO_3 溶液后仍无明显现象,而装置⑤集气瓶中收集到无色气体,且该无色气体遇到空气变为红棕色,说明该无色气体仍为 NO 气体。综上说明浓硝酸的氧化性比稀硝酸的氧化性强,浓 HNO_3 可以把 NO 气体氧化为 NO_2 气体,而稀硝酸不能。

2.2 浓 HNO_3 与 Cu 片反应溶液呈绿色是

由于溶解了 NO_2 气体

将浓硝酸与纯 Cu 片反应产生的绿色溶液通过加热或通入 N_2 (将溶解在反应后的溶液中的二氧化氮气体赶走)后溶液由绿色变为蓝色,且有红棕色气体逸出,说明该反应产生的溶液可能是由于溶解了 NO_2 气体而呈绿色;往饱和硝酸铜溶液,稀硝酸铜溶液中通入浓硝酸与铜反应产生的 NO_2 气体,饱和硝酸铜溶液和稀硝酸铜溶液颜色均由蓝色变为绿色,再加热该绿色溶液,又都变为蓝色,进一步证实浓硝酸与纯 Cu 片反应产生绿色溶液是由于溶解了 NO_2 气体,红棕色的 NO_2 气体和蓝色的硝酸铜溶液的混合色为绿色^[2],而与硝酸铜的质量分数大小无关。

2.3 北京高考理综卷 27 题(6)题的答案是正确的

b 选项加水稀释绿色溶液,要稀释非常多倍才会观察到溶液绿色变浅,但同时蓝色也不明显,溶液近乎无色,因此此选项不合适。溶液颜色由绿色变浅直至几乎无色,可能原因是稀释过程中 NO_2 气体大部分溶解了导致溶液绿色变浅,而在这个过程中铜离子的浓度

也大大低了导致铜离子的特征蓝色也变浅,当稀释到一定倍数时,溶液近乎呈无色,无法判断甲、乙两位哪位同学看法是正确的.

参考文献:

[1] 2009 年普通高等学校招生全国统一考试理科综合能力测

试(北京卷)[EB/OL]. [2011-07-09]. <http://wenku.baidu.com/view/57808220af45b307e87197ef.html>.

[2] 徐祖明. 铜与浓 HNO_3 反应溶液呈蓝色吗[DB/OL]. [2010-04]. 淮北市实验高级中学校庆网; <http://xq.hbsz.cn/Articlejzg/ShowArticle.asp?ArticleID=90>.

(上接第 177 页)

(2) 活动的项目可以多采多姿,使学生都能参与到活动中去,同时老师应参与其中,增进师生之间的感情交流.

(3) 海报一定是引导学生编制,各班进行评比;有关环保意识的提高可以以有奖征文活动的方式进行,并从保护环境、美化环境中提高、增强学生的社会责任感,促进其文明习惯的形成,弘扬社会文明新风;多设兴趣实验的内容,安全性高的实验可以让学生动手完成;以小品的方式体现化学的幽默,把学生学习过的知识点结合起来;可增加智力、体力共同发展的项目,增

大难度,以竞赛、有奖问答等活动形式开展.

总之,活动形式的多样性、活动方式的丰富性、活动内容的知识性、活动的持之以恒性,可以使中学生的能力得到全面的提高、发散性思维得到开发,综合素质得到全面的提升.

参考文献:

[1] 朱美健,张天立. 现代中学生素质结构调查[J]. 广州师院学报:自然科学版,1998,19(7):1.

[2] 李雅丽. 设计与指导化学课外活动的基本原则[J]. 陕西省渭南教育学院学报,2000(2):42.