

以 X 的简单氢化物的热稳定性强于 W, 选项 A 正确, B. X、Y 的简单离子都具有与氖原子相同的电子层结构, 选项 B 正确; Y、Z 的化合物  $\text{Na}_2\text{S}$  属于强碱弱酸盐水解显碱性, 不可使蓝色石蕊试纸变红, 选项 C 不正确; D. O、S 同为 VI A, S、Na 属于第三周期, 选项 D

正确.

答案 C

利用“数、形、义”结合思想, 将元素纳入元素周期表, 形成直观简洁的图像, 达到“一图顶千言”、到事半功倍的效果, 使学生的抽象思维能力得到升华.

## 探析污水问题的解题策略

甘肃省高台县第一中学 734300 赵光海

**摘要:**水是生命之源, 水污染问题已经是牵动全社会神经的敏感问题, 污水治理也就自然变成高考的热点. 本文通过例题详析探讨, 总结分析污水处理常见的三种方法, 以期得到解决这类的问题的一般策略分析.

**关键词:**污水问题; 三种方法; 策略分析

### 一、氧化还原法处理废水

**例 1** 某氮肥厂氨氮废水中的氮元素多以  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的形式存在, 该废水的处理流程如图 1:

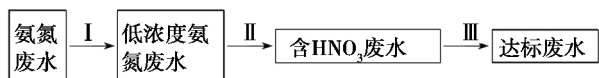


图1

(1) 过程 I: 加 NaOH 溶液, 调节 pH 至 9 后, 升温至  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , 通空气将氨赶出并回收.

①用离子方程式表示加 NaOH 溶液的作用:

\_\_\_\_\_.

②用化学平衡原理解释通空气的目的:

\_\_\_\_\_.

(2) 过程 II: 在微生物作用的条件下,  $\text{NH}_4^+$  经过两步反应被氧化成  $\text{NO}_3^-$ . 两步反应的能量变化示意图如图 2:

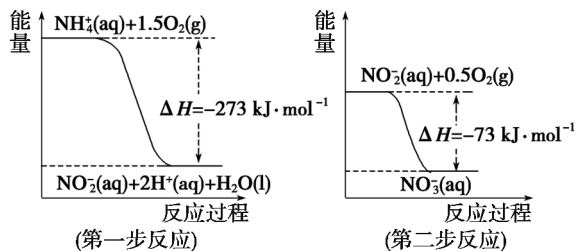


图2

①第一步反应是\_\_\_\_\_反应(选填“放热”或“吸热”), 判断依据是\_\_\_\_\_.

②1 mol  $\text{NH}_4^+(\text{aq})$  全部氧化成  $\text{NO}_3^-(\text{aq})$  的热化学方程式是\_\_\_\_\_.

(3) 过程 III: 一定条件下, 向废水中加入  $\text{CH}_3\text{OH}$ , 将  $\text{HNO}_3$  还原成  $\text{N}_2$ . 若该反应消耗 32g  $\text{CH}_3\text{OH}$  转移 6 mol 电子, 则参加反应的还原剂和氧化剂的物质的量之比是\_\_\_\_\_.

**解析** (1)  $\text{NH}_4^+$  与  $\text{OH}^-$  反应:  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 且  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  受热易分解, 故升温时,  $\text{NH}_3$  逸出. 废水中的  $\text{NH}_3$  能被空气带出, 使  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  的平衡正向移动.

(2) 根据第一步反应的能量变化示意图可知反应物  $[\text{NH}_4^+(\text{aq}) + 1.5\text{O}_2(\text{g})]$  总能量高于生成物  $[\text{NO}_2^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})]$  总能量, 故该反应为放热反应. 根据盖斯定律知:  $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{NO}_3^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -(273 + 73)\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -346\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

(3) 根据得失电子守恒可得  $n(\text{CH}_3\text{OH})$ :

$$n(\text{HNO}_3) = 1 : \frac{6}{5} = 5 : 6.$$

**答案** (1) ①  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

②废水中的  $\text{NH}_3$  被空气带走, 使  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  的平衡向正反应方向移动, 利于除氨

(2) ①放热  $\Delta H = -273\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} < 0$  (或反应物的总能量大于生成物的总能量)

②  $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -346\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

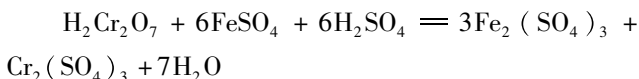
(3) 5:6

**点评** 废水中呈溶解状态的有机和无机污染物,

在投加氧化剂或还原剂后,由于电子的转移而发生氧化或还原反应,使其转化为无害物质.在工业处理污水时,可用到的氧化剂有: $O_2$ 、 $Cl_2$ 、 $O_3$ 、 $Ca(ClO)_2$ 、 $H_2O_2$ 等,氧化还原法在污水处理中的实例有氧化发酵处理含有机物废水、空气氧化法处理含硫废水、碱性氯化法处理含氰污水、臭氧化法除臭、脱色、杀菌及除酚、氰、铁、锰,降低污水BOD与COD等均有显著效果.目前,还原法主要用于含氮废水的处理.

## 二、沉淀法处理废水

**例2** 六价铬对人体有害,含铬废水要经化学处理后才能排放,方法是用绿矾( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ )把废水中的六价铬还原为三价铬离子,再加入过量的石灰水,使铬离子转变为氢氧化铬 $[Cr(OH)_3]$ 沉淀.其主要反应的化学方程式如下:



现用上述方法处理 $1 \times 10^4$  L含铬(+6价)78 mg·L<sup>-1</sup>的废水(Cr的相对原子质量为52),试回答:

(1)处理后,沉淀物中除 $Cr(OH)_3$ 外,还有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ (用化学式表示).

(2)需用绿矾多少千克?

**解析** (1)加入石灰水后, $Cr^{3+}$ 、 $Fe^{3+}$ 分别生成难溶于水的 $Cr(OH)_3$ 和 $Fe(OH)_3$ 沉淀, $SO_4^{2-}$ 生成微溶于水的 $CaSO_4$ 沉淀.

(2) $1 \times 10^4$  L废水中含Cr的质量为

$$1 \times 10^4 \text{ L} \times 7.8 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1} = 7.8 \times 10^{-1} \text{ kg}$$

由 $H_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 6H_2SO_4 = 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O$ 和绿矾的化学式 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 可知,Cr与 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 之间的关系为 $Cr \sim 3FeSO_4 \cdot 7H_2O$ .

设所需绿矾的质量为 $x$ .



$$52 \qquad \qquad \qquad 834$$

$$7.8 \times 10^{-1} \text{ kg} \quad x$$

$$x = \frac{7.8 \times 10^{-1} \text{ kg} \times 834}{52} = 12.51 \text{ kg}$$

**答案** (1) $Fe(OH)_3$   $CaSO_4$  (2)12.51 kg

**点评** 沉淀法处理废水是污水处理的一种重要方法,主要是通过氧化还原反应或电解使易溶于水的含有重金属元素的离子转化为沉淀而除去,目前此法主要用于含+6价Cr废水的处理.此外,对于 $Hg^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$ 等重金属离子的污染,可直接加入沉淀剂(如

$Na_2S$ )使之转化为沉淀而除去.

## 三、中和法处理废水

**例3** 某造纸厂排放的废烧碱水(内含 $Na_2CO_3$ )流量是 $100 \text{ mL} \cdot \text{s}^{-1}$ ,为了测定废水中烧碱的浓度,某环保小组取样250 mL废烧碱水,稀释10倍后再取50 mL,平均分成2份,分别用 $0.1200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸滴定.第一份采用甲基橙作指示剂,耗去盐酸24.20 mL;第二份用酚酞作指示剂,耗去盐酸17.40 mL.试计算:(1)废烧碱水中NaOH和 $Na_2CO_3$ 的物质的量浓度各是多少?(保留四位小数)(2)该环保小组想用 $1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的废盐酸来中和上述废烧碱液,理论上盐酸的注入流量应为多少?(保留1位小数)

**解析** 设稀释后每份溶液中(25 mL)含NaOH的物质的量为 $x$ 、 $Na_2CO_3$ 的物质的量为 $y$ .当用甲基橙作指示剂时有 $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$ ;  $Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2 \uparrow + H_2O$ ,则 $x + 2y = 24.20 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ①

当用酚酞作指示剂时有 $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$ ;  $Na_2CO_3 + HCl = NaHCO_3 + NaCl$

$$\text{则: } x + y = 17.40 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$
②

联立方程①、②可得:

$$x = 1.272 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad y = 8.160 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

原废烧碱溶液中:

$$c(\text{NaOH}) = \frac{1.272 \times 10^{-3} \text{ mol}}{25 \times 10^{-3} \text{ L}} \times 10 = 0.5088 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{8.160 \times 10^{-4}}{25 \times 10^{-3} \text{ L}} \times 10 = 0.3264 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(2)盐酸流量应为

$$\frac{0.5088 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100 \text{ mL} \cdot \text{s}^{-1} + 2 \times 0.3264 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100 \text{ mL} \cdot \text{s}^{-1}}{1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 96.8 \text{ mL} \cdot \text{s}^{-1}$$

**答案** (1)NaOH的物质的量浓度为 $0.5088 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , $Na_2CO_3$ 的物质的量浓度为 $0.3264 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
(2) $96.8 \text{ mL} \cdot \text{s}^{-1}$

**点评** “中和法”用于处理酸性废水及碱性废水.向酸性废水中投加碱性物质如石灰、氢氧化钠等进行中和,向碱性废水中吹入含 $CO_2$ 的烟道气或其它酸性物质进行中和.

**参考文献:**

[1]毕华林,元英丽.化学教学任务与实践[M].北京:北京师范大学出版社,2013:207-237.

[2]胡久华,王磊.中学化学教学策略[M].北京:北京师范大学出版社,2010:39-102.