

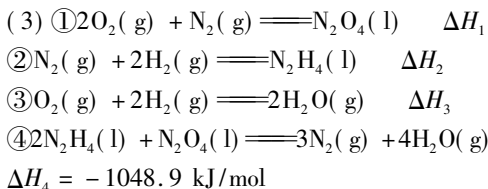
备课札记

## 例析氮及其化合物的考查

江苏省如东高级中学 226400 康燕红

氮元素是中学化学中的重要非金属元素之一,其单质及化合物用途广泛,可作实验药品、燃料、工农业生产的原料等,其氧化物是大气污染物,故常用作考试题材,主要考查物质的结构与性质、环保社会热点问题、化学原理和定律的应用、综合实验和化工流程制备与应用等知识,综合性较强,能力要求较高,下面进行例析说明。

**例1** (2016年新课标卷II) 联氨(又称肼,  $N_2H_4$ , 无色液体)是一种应用广泛的化工原料,可用作火箭燃料,回答下列问题:(1) 联氨分子的电子式为\_\_\_\_,其中氮的化合价为\_\_\_\_。(2) 实验室可用次氯酸钠溶液与氨反应制备联氨,反应的化学方程式为\_\_\_\_。

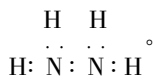


上述反应热效应之间的关系式为  $\Delta H_4 =$  \_\_\_\_\_, 联氨和  $N_2O_4$  可作为火箭推进剂的主要原因为\_\_\_\_\_。

(4) 联氨为二元弱碱,在水中的电离方程式与氨相似,联氨第一步电离反应的平衡常数值为\_\_\_\_\_(已知:  $N_2H_4 + H^+ \rightleftharpoons N_2H_5^+$  的  $K = 8.7 \times 10^7$ ;  $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ )。联氨与硫酸形成的酸式盐的化学式为\_\_\_\_\_。

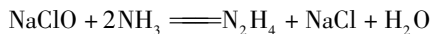
(5) 联氨是一种常用的还原剂。向装有少量  $AgBr$  的试管中加入联氨溶液,观察到的现象是\_\_\_\_\_。联氨可用于处理高压锅炉水中的氧,防止锅炉被腐蚀。理论上1kg的联氨可除去水中溶解的  $O_2$  \_\_\_\_\_ kg; 与使用  $Na_2SO_3$  处理水中溶解的  $O_2$  相比,联氨的优点是\_\_\_\_\_。

**解题分析** 问题(1) 联氨的分子式为  $N_2H_4$ , 是由 N、H 组成的共价化合物,由化合价代数和为零的原则,可判断 N 的化合价为 -2 价,则可写出联氨的电子式为:



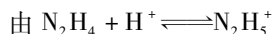
问题(2) 根据氧化还原反应原理,氮元素由

+1 价降低到 -1 价,氮元素由 -3 价升高到 -2 价,则由得失电子守恒、原子守恒配平可写出该反应的化学方程式为:



问题(3) 由盖斯定律进行转化,④式由③  $\times 2 -$  ① - ②  $\times 2$  可得,则  $\Delta H_4 = 2\Delta H_3 - \Delta H_1 - 2\Delta H_2$ ; 火箭推进的动力是利用反应产生大量的热和大量的气体作为推动力,联氨具有较强的还原性,  $N_2O_4$  具有较强的氧化性,两者发生氧化还原反应,放出大量的热和产生大量的气体,故可作为火箭推进剂。

问题(4) 由题中信息可知联氨为二元弱碱,在水中的电离方程式与氨相似,所以联氨第一步电离方程式为:



的  $K = 8.7 \times 10^7$  及  $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ , 可得联氨  $K_1 = 8.7 \times 10^7 \times 1.0 \times 10^{-14} = 8.7 \times 10^{-7}$ ; 联氨为二元弱碱,则与硫酸反应生成的酸式盐的化学式为  $N_2H_6(HSO_4)_2$ 。

问题(5) 由题意可知联氨具有还原性,  $AgBr$  具有氧化性,两者发生氧化还原反应生成黑色固体银,联氨被氧化为稳定物质  $N_2$ ,则可观察到的现象是固体逐渐变黑,并有气泡产生;联氨可用于处理高压锅炉水中的氧,发生的反应为:

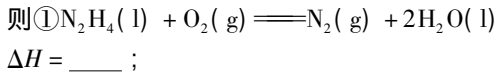
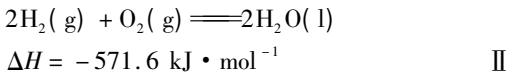
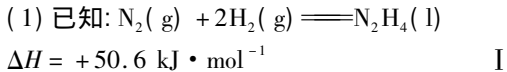


因除去高压锅炉水中的氧气达到防止锅炉被氧气氧化而腐蚀的目的,则可计算出理论上1kg的联氨可除去水中溶解的氧气质量为  $1000g \div 32 \text{ g/mol} \times 32 \text{ g/mol} = 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg}$ ; 与使用  $Na_2SO_3$  处理水中溶解的  $O_2$  相比,联氨的优点是  $N_2H_4$  的用量少,不产生其他杂质,而  $Na_2SO_3$  的氧化产物为  $Na_2SO_4$  使水溶液中又产生新的杂质。

本题以氮的一种化合物联氨为题材,以多知识点综合题形式进行考查,主要考查化学用语,涉及电子式和化合价、氧化还原反应类化学方程式的书写、盖斯定律、电离平衡及应用、化学计算等知识,考查了学生知识迁移和应用能力。

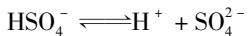
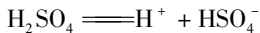
**例2** (2016年扬州) 氮可以形成多种化合

物如  $\text{NH}_3$ 、 $\text{N}_2\text{H}_4$ 、 $\text{HCN}$ 、 $\text{NH}_4\text{NO}_3$  等。



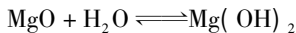
② $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_4(\text{l})$  不能自发进行的原因是 \_\_\_\_\_。

(2) 采矿废液中的  $\text{CN}^-$  可用  $\text{H}_2\text{O}_2$  处理。已知:



用铂电极电解硫酸氢钾溶液,在阳极上生成  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 。  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  水解可以得到  $\text{H}_2\text{O}_2$ 。写出阳极上的电极反应式 \_\_\_\_\_。

(3) 氧化镁处理含  $\text{NH}_4^+$  的废水会发生如下反应:



① 温度对氮处理率的影响如图 1 所示。在  $25^\circ\text{C}$  前,升高温度氮去除率增大的原因是 \_\_\_\_\_。

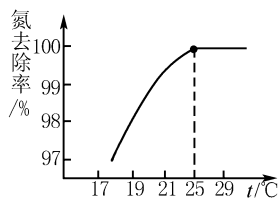


图 1

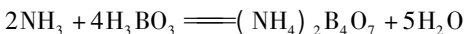
② 剩余的氧化镁,不会对废水形成二次污染,理由是 \_\_\_\_\_。

(4) 滴定法测废水中的氨氮含量(氨氮以游离氨或铵盐形式存在于水中)步骤如下:

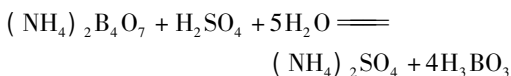
① 取 10mL 废水水样于蒸馏烧瓶中,再加蒸馏水至总体积为 175mL;

② 先将水样调至中性,再加入氧化镁使水样呈微碱性,加热;

③ 用 25mL 硼酸吸收蒸馏出的氨:



④ 将吸收液移至锥形瓶中,加入 2 滴指示剂,用  $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的硫酸滴定至终点:

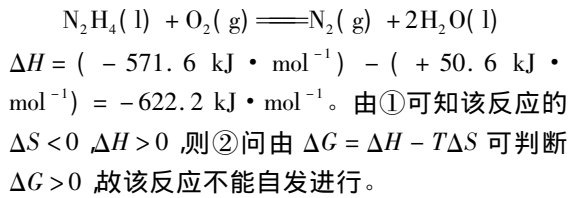


记录消耗的体积  $V \text{ mL}$ 。

则水样中氮的含量是 \_\_\_\_\_  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  (用含  $c$ 、

$V$  的表达式表示)。(请写出计算过程)

解题分析 问题(1) ①问根据盖斯定律由 II - I 可得



问题(2) 是用铂电极电解硫酸氢钾溶液,在阳极上生成  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ , 得出  $\text{HSO}_4^-$  在阳极失电子生成  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ , 则阳极的电极方程式为:  $2\text{HSO}_4^- - 2e^- \rightleftharpoons \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{H}^+$ 。

问题(3) 由题示和图示信息可知在  $25^\circ\text{C}$  前,升高温度氮的去除率增大是因为  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  在温度升高时分解速率增大,  $\text{NH}_3$  的溶解度减小,有利于  $\text{NH}_3$  从溶液中逸出,从而使两个平衡都向右移动,增大氮的去除率。剩余的氧化镁是难溶于水的物质以沉淀析出,不会形成污染,所以也不会对废水形成二次污染。

问题(4) 是用滴定法原理来测废水中的氨氮含量,题中已给出氨氮以游离氨或铵盐形式存在于水中,则实质上是加氧化镁使水样呈微碱性,加热使溶液中氨氮以  $\text{NH}_3$  放出被硼酸吸收生成  $(\text{NH}_4)_2\text{B}_4\text{O}_7$ , 再用  $\text{H}_2\text{SO}_4$  滴定生成  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 由原子守恒得出关系式:  $2\text{NH}_3 \sim (\text{NH}_4)_2\text{B}_4\text{O}_7 \sim \text{H}_2\text{SO}_4$ , 可得原溶液中氨氮物质的量为  $n(\text{N}) = 2 \times cV \times 10^{-3} \text{ mol}$ , 则水样中氮的含量:  $[(2 \times cV \times 10^{-3} \text{ mol} \times 14 \text{ g/mol}) \div (10 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L/mL})] \times 10^{-3} \text{ mg/g} = 2800cV \text{ mg/L}$ 。

本题以陌生氮的化合物为知识载体进行命题,新信息、新情境、图示信息考查盖斯定律的运用与计算、自发性判断、新情境的化学方程式、电极方程式的书写、化学平衡及移动的影响因素、探究物质的组成并测量物质的含量等综合性知识,考查了学生信息加工处理能力、图形分析判断能力及计算能力等,综合性强,有较好的区分度。

氮及其化合物较多,化合价态也多,更多的发生氧化还原反应,故与氧化还原反应、反应热和电化学的能量转化关系、化工生产和社会环保问题相联系,体现了化学学科与社会、环境相结合的特点。