

例谈氯及其化合物的学习与考查

河北省唐山市开滦第二中学 063000 郑彦东

氯元素及其化合物是高中化学教学的重点内容,同时也是高考考查的重点内容。查阅近年来全国各地高考试卷,可以发现氯及其化合物在每套试卷中出现的概率为百分之百。本文结合 2016 年高考中出现的关于氯及其化合物的试题进行解读,以供复习之用。

一、基本概念

氯是一种非金属元素,属于卤族元素之一。原子序数为 17,相对原子质量为 35.45,常见的化合价为 -1、+1、+3、+5、+7。氯气在常温下为黄绿色气体,有强烈刺激性气味。氯原子的最外电子层有 7 个电子,在化学反应中容易结合一个电子,使最外电子层达到 8 个电子的稳定状态,因此氯气具有强氧化性,能与大多数金属和非金属发生化合反应。氯气遇水歧化为盐酸和次氯酸,次氯酸不稳定易分解放出游离氧,所以氯气具有漂白性(比 SO_2 强且加热不恢复原色)。氯气也能和很多有机物发生加成或取代反应,在生活中有广泛应用。

二、考试要求

在《高考大纲(化学)》中要求了解氯及其化合物的主要性质及应用,了解 Cl^- 等常见离子的检验方法。

三、真题解读

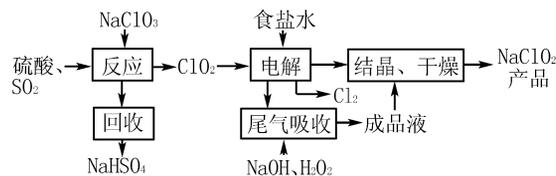
例 1 (2016 年新课标 I 理综,题 28) NaClO_2 是一种重要的杀菌消毒剂,也常用来漂白织物等,其一种生产工艺如下:

回答下列问题: (1) NaClO_2 中 Cl 的化合价为_____。(2) 写出“反应”步骤中生成 ClO_2 的化学方

►先观察压强和温度是否相等,再观察初始加入的反应物的物质的量。当判断各物的物质的量时,需用极值转换法,将初始加入的物质完全转换到化学反应方程式的一边,观察转换后的物质的量和题目中给定的物质的量的关系。

综上所述,化学平衡相关计算题是高中化学学习的新重点,也是历年高考的必考知识点。本文主

程式_____。(3) “电解”所用食盐水由粗盐水精制而成,精制时,为除去 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} ,要加入的试剂分别为_____、_____。“电解”中阴极反应的主要产物是_____。(4) “尾气吸收”是吸收“电解”过程排出的少量 ClO_2 。此吸收反应中,氧化剂与还原剂的物质的量之比为_____,该反应中氧化产物是_____。(5) “有效氯含量”可用来衡量含氯消毒剂的消毒能力,其定义是:每克含氯消毒剂的氧化能力相当于多少克 Cl_2 的氧化能力。 NaClO_2 的有效氯含量为_____。(计算结果保留两位小数)



答案: (1) +3 价; (2) $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{NaHSO}_4 + 2\text{ClO}_2 \uparrow$; (3) NaOH ; Na_2CO_3 ; H_2 ; (4) 2:1; 氧化产物为 O_2 ; (5) 1.57 g。

解析 (1) 在 NaClO_2 中 Na 为 +1 价, O 为 -2 价, 根据正负化合价的代数和为 0, 可得 Cl 的化合价为 +3 价。(2) NaClO_3 和 SO_2 在 H_2SO_4 酸化条件下生成 ClO_2 , 其中 NaClO_3 是氧化剂, 还原产物为 NaCl , 根据电子守恒和原子守恒, 此反应的化学方程式为 $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{NaHSO}_4 + 2\text{ClO}_2 \uparrow$ 。(3) 食盐溶液中混有 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} , 可以利用过量 NaOH 除去 Mg^{2+} , 利用过量 Na_2CO_3 溶液除去 Ca^{2+} , 电解 NaCl 溶液时, 阴极 H^+ 得电子发生还原反应生成 H_2 ;(4) 根据图

要从反应速率, 化学平衡常数, 转化率, 以及通过计算判断化学反应的平衡状态四个方面对化学平衡的计算考点做了具体分析, 学生在平时的学习中用三段式法解化学平衡计算题时要做到认真思考, 做到熟练应用。

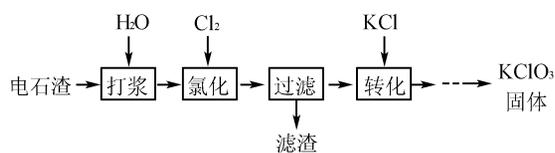
(收稿日期: 2017-03-15)

示可知:利用含有过氧化氢的 NaOH 溶液吸收 ClO₂ 气体,产物为 NaClO₂,则此吸收反应中,氧化剂为 ClO₂,还原产物为 NaClO₂,可知每摩尔 ClO₂ 得电子 1 mol,还原剂为 H₂O₂,氧化产物为 O₂,氯的化合价从 +4 价升高到 +3 价,根据电子守恒可知氧化剂和还原剂的物质的量之比为 2:1,该反应中还原产物 NaClO₂。(5) 每克 NaClO₂ 的物质的量为 $\frac{1 \text{ g}}{90.5 \text{ g/mol}} = \frac{1}{90.5} \text{ mol}$,根据电子转移数目相等,可知氯气的物质的量为 $\frac{1}{90.5} \text{ mol} \times 2 = \frac{2}{90.5} \text{ mol}$,

则氯气的质量为 $\frac{2}{90.5} \text{ mol} \times 71 \text{ g/mol} = 1.57 \text{ g}$ 。

点拨 考查混合物的分离与提纯、氧化还原反应的分析及电解原理的应用的知识。

例 2 (2016 年江苏化学,题 16) 以电石渣 [主要成分为 Ca(OH)₂ 和 CaCO₃] 为原料制备 KClO₃ 的流程如下:



(1) 氯化过程控制电石渣过量,在 75℃ 左右进行。氯化时存在 Cl₂ 与 Ca(OH)₂ 作用生成 Ca(ClO)₂ 的反应, Ca(ClO)₂ 进一步转化为 Ca(ClO₃)₂,少量 Ca(ClO)₂ 分解为 CaCl₂ 和 O₂。

①生成 Ca(ClO)₂ 的化学方程式为_____。

②提高 Cl₂ 转化为 Ca(ClO₃)₂ 的转化率的可行措施有____(填序号)。

- A. 适当减缓通入 Cl₂ 速率
- B. 充分搅拌浆料
- C. 加水使 Ca(OH)₂ 完全溶解

(2) 氯化过程中 Cl₂ 转化为 Ca(ClO₃)₂ 的总反应方程式为 $6\text{Ca}(\text{OH})_2 + 6\text{Cl}_2 = \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + 5\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。氯化完成后过滤。

①滤渣的主要成分为____(填化学式)。

②滤液中 Ca(ClO₃)₂ 与 CaCl₂ 的物质的量之比 $n[\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2] : n[\text{CaCl}_2]$ _____ 1:5(填“>”、“<”或“=”)。

(3) 向滤液中加入稍过量 KCl 固体可将 Ca(ClO₃)₂ 转化为 KClO₃,若溶液中 KClO₃ 的含量为 100g · L⁻¹,从该溶液中尽可能多地析出 KClO₃

固体的方法是_____。

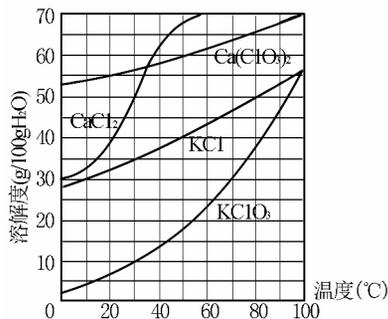


图 1

答案: (1) ① $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;

② AB (2) ① CaCO₃、Ca(OH)₂ ② <; (3) 蒸发浓缩、冷却结晶

解析 (1) ①氯气与氢氧化钙反应生成次氯酸钙、氯化钙和水,生成 Ca(ClO)₂ 的化学方程式为 $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

②A. 适当减缓通入 Cl₂ 速率可以使氯气被氢氧化钙充分吸收而反应,可以提高氯气的转化率,正确。B. 充分搅拌浆料可以增大反应物的接触面积,使氯气被氢氧化钙充分吸收而反应,可以提高氯气的转化率,正确。C. 加水使 Ca(OH)₂ 完全溶解,氢氧化钙浓度降低,不利于氯气的吸收,错误。

(2) ①碳酸钙不溶于水,与氯气不反应,氢氧化钙微溶,因此滤渣的主要成分为 CaCO₃、Ca(OH)₂。

②由于氯气还能与氢氧化钙反应生成次氯酸钙、氯化钙和水,因此滤液中 Ca(ClO₃)₂ 与 CaCl₂ 的物质的量之比 $n[\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2] : n[\text{CaCl}_2] < 1:5$ 。

(3) 根据图 1 可知氯酸钾的溶解度受温度影响最大,因此从该溶液中尽可能多地析出 KClO₃ 固体的方法是蒸发浓缩、冷却结晶。

点拨 解答这道题关键是要读懂制备 KClO₃ 的流程图,弄清楚每一步的目的,每一步发生的反应以及所对应的反应物和生成物。

以上两道题都是关于氯及其化合物的考查,主要考查的都是氯及其化合物的基本性质。考生在复习的时候,要以书本为基础,掌握好书本上的基本知识,可以将氯及其化合物做一个专题总结。同时可以将其与其他的非金属元素如 N、S、C 等放在一起比较学习,这样可以更好的掌握这些概念。

(收稿日期:2017-03-10)