

## 氯气与碱的反应

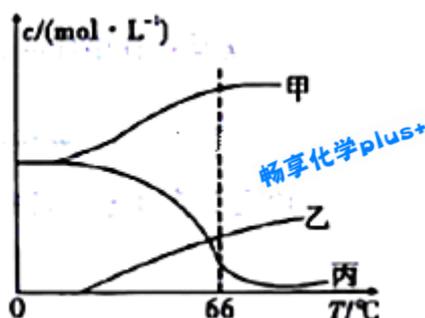
## 一、与氢氧化钠

1. 不同温度下, 将一定量的  $\text{Cl}_2$  通入苛性钾溶液中, 溶液中主要离子的浓度随温度的变化如图所示:

(1) 则得到离子丙涉及的化学方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ;

(2) 升高温度, 则得到离子乙涉及的化学方程式为  $3\text{Cl}_2 + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 5\text{Cl}^- + \text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$ ;

(3) 图中甲、乙、丙依次表示的离子是  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{ClO}_3^-$ 、 $\text{ClO}^-$ 。



(4) 若测定  $\text{ClO}^-$  与  $\text{ClO}_3^-$  离子的物质的量之比是 1 : 2 :

①该反应的离子方程式  $7\text{Cl}_2 + 14\text{OH}^- = 11\text{Cl}^- + \text{ClO}^- + 2\text{ClO}_3^- + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

②如果没有对该化学方程式中的某些化学计量作限定, 可能的配平化学计量数有许多组, 原因是 该反应中含有两种氧化产物 ( $\text{ClO}^-$  和  $\text{ClO}_3^-$ ),  $\text{ClO}^-$  和  $\text{ClO}_3^-$  的化学计量数决定了失去电子的总数, 若两者的化学计量数不同, 则  $\text{Cl}^-$  的化学计量数就不同。

2. 将  $\text{Cl}_2$  通入适量  $\text{KOH}$  溶液, 产物中可能有  $\text{KCl}$ 、 $\text{KClO}$ 、 $\text{KClO}_3$ , 且  $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{ClO}^-)}$  的值与温度高低有

关。当  $n(\text{KOH}) = a \text{ mol}$  时, 下列有关说法错误的是( )

A. 若某温度下, 反应后  $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{ClO}^-)} = 11$ , 则溶液中  $\frac{c(\text{ClO}^-)}{c(\text{ClO}_3^-)} = \frac{1}{2}$

B. 参加反应的氯气的物质的量等于  $\frac{1}{2}a \text{ mol}$

C. 改变温度, 反应中转移电子的物质的量  $n_e$  的范围:  $\frac{1}{2}a \text{ mol} \leq n_e \leq \frac{5}{6}a \text{ mol}$

D. 改变温度, 产物中  $\text{KClO}_3$  的最大理论产量为  $\frac{1}{7}a \text{ mol}$

【答案】D

【解析】A 项, 若某温度下反应后  $\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{ClO}^-)} = 11$ , 令  $c(\text{Cl}^-) = 11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{ClO}^-) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,

根据电子守恒可求得  $c(\text{ClO}_3^-) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $\frac{c(\text{ClO}^-)}{c(\text{ClO}_3^-)} = \frac{1}{2}$ , 正确;

B 项, 由反应产物  $\text{KCl}$ 、 $\text{KClO}$  和  $\text{KClO}_3$  的化学式看出钾元素与氯元素物质的量之比均为 1 : 1,

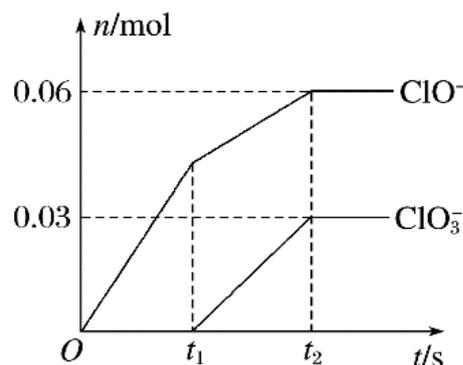
$n(\text{Cl}_2) = \frac{1}{2}n(\text{Cl}) = \frac{1}{2}n(\text{KOH}) = \frac{1}{2}a \text{ mol}$ ，正确；

C 项，改变温度，若反应中只生成  $\text{KCl}$  和  $\text{KClO}$ ，转移电子  $\frac{1}{2}a \text{ mol}$ ，若反应中只生成  $\text{KCl}$  和  $\text{KClO}_3$ ，则转移电子  $\frac{5}{6}a \text{ mol}$ ，故反应中转移电子的物质的量范围为  $\frac{1}{2}a \text{ mol} \leq n_e \leq \frac{5}{6}a \text{ mol}$ ，正确；

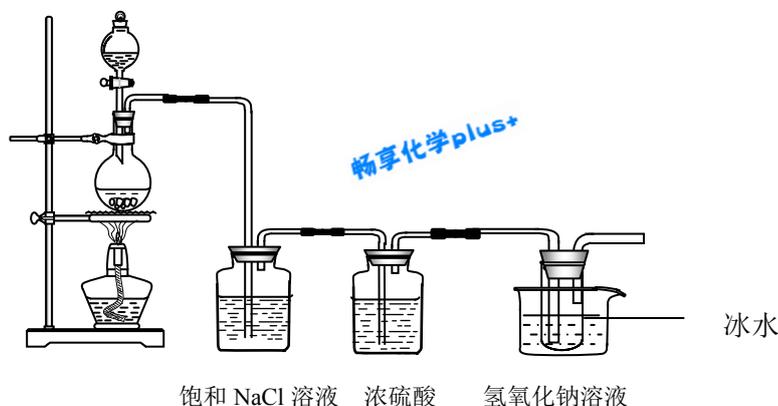
D 项，若只生成  $\text{KCl}$  和  $\text{KClO}_3$ ，根据电子守恒，产生  $\text{KClO}_3$ (最大理论产量)  $\frac{1}{6}a \text{ mol}$ ，错误。

3、某温度下，将一定量的  $\text{Cl}_2$  通入一定浓度的苛性钾溶液中，两者恰好完全反应(已知反应过程放热)，生成物中有三种含氯元素的离子，其中  $\text{ClO}^-$  和  $\text{ClO}_3^-$  两种离子的物质的量 ( $n$ ) 与反应时间 ( $t$ ) 的变化示意图如右图所示，回答下列问题：

- (1) 反应后溶液中  $\text{Cl}^-$  的物质的量为 0.21 mol；
- (2) 反应中转移电子的物质的量是 0.21 mol；
- (3) 氧化性  $\text{ClO}^- > \text{ClO}_3^-$ ；
- (4) 原苛性钾溶液中  $\text{KOH}$  的物质的量 0.3 mol；
- (5) 被还原的氯元素与被氧化的氯元素的物质的量之比为 0.21:0.09。



4、某研究小组为制备消毒液(主要成分是  $\text{NaClO}$ ) 设计了下列装置，并查阅下列资料：在温度较高情况下卤素单质和碱溶液能发生如下反应： $3\text{X}_2 + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 5\text{X}^- + \text{XO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$



回答下列问题：

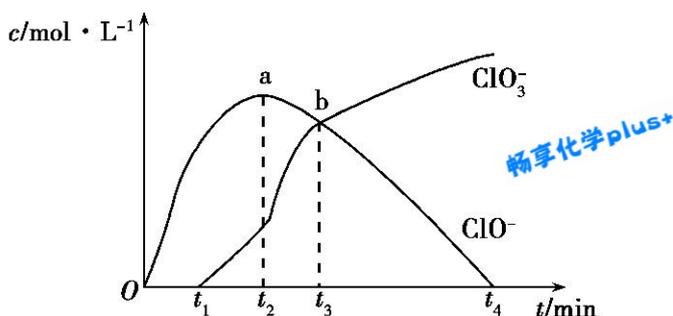
- (1) 烧瓶中反应的离子方程式为  $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；  
试管中反应的离子方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ；
- (2) 饱和  $\text{NaCl}$  溶液的作用是 吸收挥发出来的  $\text{HCl}$ ，省去该装置的影响是 氯化氢消耗氢氧化钠，消毒液中  $\text{NaCl}$  含量增大；
- (3) 能否省去盛有浓硫酸的洗气瓶？ 能，理由是 水的存在不影响氯气和氢氧化钠的反应；
- (4) 能否省去冰水冷却？ 不能，理由是 加热条件下，氯气和碱发生副反应，  
可能发生的反应是  $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。



(5) 消毒液与洁厕灵(主要成分为 HCl)混用会产生  $\text{Cl}_2$ , 相应的离子方程式  $\text{Cl}^- + \text{ClO}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  ;

(6) 消毒液加白醋可增强漂白作用, 相应的离子方程式  $\text{ClO}^- + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{HClO}$  。

5、(2019 5-3 原创冲刺卷二, 11)室温下, 用滴定管量取一定体积的浓氯水置于锥形瓶中, 用 NaOH 溶液以恒定速度(NaOH 溶液的滴加速度恒定)来滴定该浓氯水, 使用离子浓度测定仪测量有关离子浓度的变化。根据测定结果绘制出的  $\text{ClO}^-$ 、 $\text{ClO}_3^-$  的物质的量浓度与时间的关系曲线如下。下列说法正确的是 ( )



A. NaOH 溶液和浓氯水可以使用同种滴定管盛装

B. a 点时溶液中离子浓度存在如下关系:  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{ClO}^-) + c(\text{ClO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$

C. b 点时溶液中各离子浓度:  $c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{ClO}_3^-) = c(\text{ClO}^-)$

D.  $t_2 \sim t_4$ ,  $\text{ClO}^-$  的物质的量浓度下降的原因可能是  $\text{ClO}^-$  自身歧化:  $2\text{ClO}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}_3^-$

【答案】 C

【解析】 A 项, NaOH 溶液腐蚀玻璃活塞的磨砂部分( $\text{SiO}_2$ ), 只能用碱式滴定管盛装, 氯水可氧化橡胶, 只能用酸式滴定管盛装, 错误;

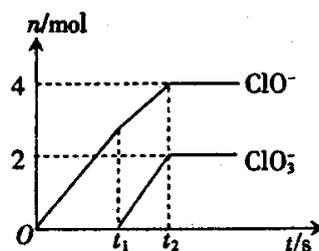
B 项, 根据式子特点, 应该是电荷守恒, 溶液中还有  $\text{Cl}^-$ , 电荷守恒关系式应为  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{ClO}^-) + c(\text{Cl}_3^-) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$ , 错误;

C 项, 由图可知, b 点时  $c(\text{ClO}_3^-) = c(\text{ClO}^-)$ , 根据方程式可知, 各离子浓度大小关系为  $c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{ClO}_3^-) = c(\text{ClO}^-)$ , 正确;

D 项,  $\text{ClO}^-$  自身歧化的方程式两边氧原子个数不相等, 应为  $3\text{ClO}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{ClO}_3^-$ , 错误。

## 二、与氢氧化钙

6. 一定量的石灰乳中通入一定量的氯气(该反应为放热反应), 两者恰好完全反应, 生成物中有三种含氯元素的离子, 其中两种离子的物质的量( $n$ )与反应时间( $t$ )的曲线图如图所示。试回答:



- (1)  $t_2$  时  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  与  $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$  的物质的量之和为\_\_\_\_\_ mol ,  
该石灰乳中  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  的质量是\_\_\_\_\_ g。
- (2) 据分析, 生成  $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$  的反应是由温度升高引起的, 通气速率不同,  $\text{ClO}^-$  和  $\text{ClO}_3^-$  的比例也不同, 若在原石灰乳中通入氯气的速率加快, 则反应后  $\frac{n(\text{ClO}^-)}{n(\text{ClO}_3^-)}$  将\_\_\_\_\_ 2 ( 填 “>”、“<” 或 “=” ), 若  $\frac{n(\text{ClO}^-)}{n(\text{ClO}_3^-)} = a$ , 则  $n(\text{Cl}^-) =$ \_\_\_\_\_ mol (用 a 的代数式表示)。

【答案】(1) 3 740 (2) <  $10(a+5)/(a+3)$

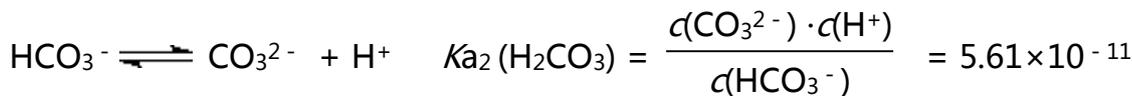
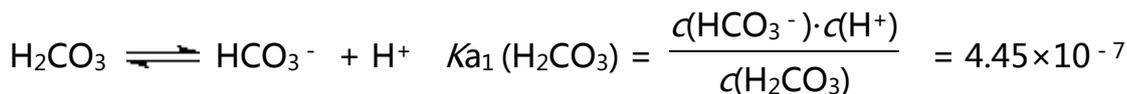
【解析】(1) 由题  $t_2$  时,  $n(\text{ClO}_3^-) = 2\text{mol}$ ,  $n(\text{ClO}^-) = 4\text{mol}$ , 则  $n[\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2] = 1\text{mol}$ ,  $n[\text{Ca}(\text{ClO})_2] = 2\text{mol}$ 。则  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  与  $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$  的物质的量之和为 3mol。溶液中还有  $\text{Cl}^-$ , 由电子守恒可知  $n(\text{Cl}^-) = 1 \times 4 + 5 \times 2 = 14\text{mol}$ , 则  $n(\text{CaCl}_2) = 7\text{mol}$ , 由钙元素守恒,  $n[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 10\text{mol}$ ,  $m[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 740\text{g}$ 。

(2) 通入  $\text{Cl}_2$  速率加快, 反应速率过快, 单位时间内放出的热量多, 则有利于  $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$  的生成。则  $\frac{n(\text{ClO}^-)}{n(\text{ClO}_3^-)} < 2$ 。设  $n(\text{ClO}_3^-) = x\text{mol}$  则  $n(\text{ClO}^-) = ax\text{mol}$ , 由电子守恒有  $n(\text{Cl}^-) = (5x + ax)\text{mol}$ , 由  $\text{Ca}^{2+} \sim 2\text{Cl}^-$ , 得  $ax + x + (5x + ax) = 20$ , 得  $x = \frac{10}{3+a}$ ,  $n(\text{Cl}^-) = \frac{10}{3+a}(a+5)$ 。

畅享化学 plus+

### 三、与碳酸钠

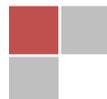
7、平衡常数表明了封闭体系的可逆反应在给定的温度下进行的程度, 对于同一个类型的反应, 平衡常数越大, 表明反应进行的程度越大。



请依据以上碳酸和次氯酸的电离平衡常数, 写出在下列条件下所发生反应的离子方程式:

- ①将少量的氯气通入到过量的碳酸钠溶液中\_\_\_\_\_;
- ②氯气和碳酸钠按照 1:1 的比例恰好反应\_\_\_\_\_;
- ③将过量的氯气通入到少量的碳酸钠溶液\_\_\_\_\_。

【答案】①  $\text{Cl}_2 + 2\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$   
②  $\text{Cl}_2 + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{HCO}_3^- + \text{Cl}^- + \text{HClO}$   
③  $2\text{Cl}_2 + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Cl}^- + 2\text{HClO}$



**【熟能生巧】**将一定量的氯气通入 30 mL 浓度为  $10.00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的氢氧化钠浓溶液中，加热少许时间后溶液中形成  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaClO}$ 、 $\text{NaClO}_3$  共存体系。下列判断正确的是( )

- A . 与  $\text{NaOH}$  反应的氯气一定为 0.3 mol  
 B .  $n(\text{Na}^+) : n(\text{Cl}^-)$  可能为 7 : 3  
 C . 若反应中转移的电子为  $n \text{ mol}$  , 则  $0.15 < n < 0.25$   
 D .  $n(\text{NaCl}) : n(\text{NaClO}) : n(\text{NaClO}_3)$  可能为 11 : 2 : 1

畅享化学 plus+

**【答案】** C

**【解析】**A 项，根据原子守恒， $n(\text{Na}) = n(\text{Cl}) = 0.3 \text{ mol}$ ，参加反应的氯气  $n(\text{Cl}_2) = 0.15 \text{ mol}$ ，错误；  
 B 项，根据方程式  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} = 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  可知，氧化产物只有  $\text{NaClO}$ ， $n(\text{Na}^+) : n(\text{Cl}^-)$  最大为 2 : 1，当氧化产物为  $\text{NaClO}_3$ ， $n(\text{Na}^+) : n(\text{Cl}^-)$  最小为 6 : 5，故  $6 : 5 < n(\text{Na}^+) : n(\text{Cl}^-) < 2 : 1$ ， $7 : 3 > 2 : 1$ ，错误；  
 C 项，根据方程式  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} = 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  可知，氧化产物只有  $\text{NaClO}$ ，转移电子数最少，为  $0.3 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 1 = 0.15 \text{ mol}$ ，氧化产物只有  $\text{NaClO}_3$ ，转移电子数最多，为  $0.3 \text{ mol} \times \frac{5}{6} \times 1 = 0.25 \text{ mol}$ ，则  $0.15 < n < 0.25$ ，正确；  
 D 项，令  $n(\text{NaCl}) = 11 \text{ mol}$ ， $n(\text{NaClO}) = 2 \text{ mol}$ ， $n(\text{NaClO}_3) = 1 \text{ mol}$ ，生成  $\text{NaCl}$  获得的电子为  $11 \text{ mol} \times 1 = 11 \text{ mol}$ ，生成  $\text{NaClO}$ 、 $\text{NaClO}_3$  失去的电子为  $2 \text{ mol} \times 1 + 1 \text{ mol} \times 5 = 7 \text{ mol}$ ，得失电子不相等，错误。

