

# 例析化学试题中对高锰酸钾强氧化性的考查

宁夏育才中学 (750021) 王开山

高锰酸钾( $\text{KMnO}_4$ )为红紫色斜方晶系,呈粒状或针状结晶,有金属光泽.具有强氧化性,在酸性介质中一般被还原成 $\text{Mn}^{2+}$ ,碱性或中性介质中一般被还原为 $\text{MnO}_2$ .与浓硫酸接触易发生爆炸,与有机物接触、摩擦、碰撞,因受热放出氧会引起燃烧.在中学化学中对其强氧化性的考查主要有以下四种方式.

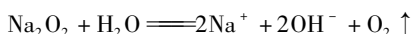
一、在离子共存或离子方程式正误判断中查考

例1 下列实验设计及其对应的离子方程式均正确的是( ).

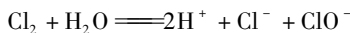
A. 用 $\text{FeCl}_3$ 溶液腐蚀铜线路板:



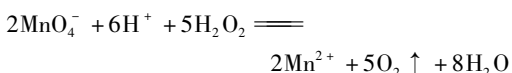
B.  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 与 $\text{H}_2\text{O}$ 反应制备 $\text{O}_2$ :



C. 将氯气溶于水制备次氯酸:



D. 用浓盐酸酸化的 $\text{KMnO}_4$ 溶液与 $\text{H}_2\text{O}_2$ 反应,证明 $\text{H}_2\text{O}_2$ 具有还原性:



解析 B中元素不守恒,正确的离子方程式为:

$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$ ; C中的 $\text{HClO}$ 是弱酸,不能拆成离子形式; D的离子方程式本身没有问题,但 $\text{KMnO}_4$ 的强氧化性能将浓盐酸氧化,不能实现证明 $\text{H}_2\text{O}_2$ 具有还原性的目的(还原性: $\text{HCl} > \text{H}_2\text{O}_2$ , $\text{HCl}$ 先反应),D错.

答案: A

例2 某强酸性溶液中,能大量共存的一组离子是( ).

A.  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  B.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

C.  $\text{I}^-$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{MnO}_4^-$  D.  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$

解析 A选项中 $\text{Ba}^{2+}$ 和 $\text{SO}_4^{2-}$ 会生成 $\text{BaSO}_4$ 沉淀; B选项中 $\text{AlO}_2^-$ 会与 $\text{H}^+$ 反应; C选项中 $\text{I}^-$ 与 $\text{MnO}_4^-$ 在酸性溶液中会发生氧化还原反应. 答案: D

二、在混合气体除杂问题中考查

可以利用高锰酸钾的强氧化性除去具有还原性的杂质气体.

例3 已知二氧化硫可使高锰酸钾溶液褪色,反应的化学方程式为:

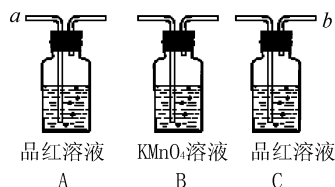
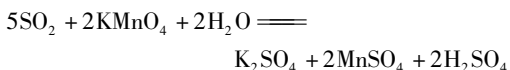


图1

用如图1所示装置来验证浓硫酸与木炭在加热条件下反应的产物中含有 $\text{SO}_2$ 和 $\text{CO}_2$

(1) 实验时,反应产生的气体应从\_\_\_\_端通入;从\_\_\_\_端连接盛有澄清石灰水的实验装置(用“a”或“b”填空).

(2) 可观察到A瓶的溶液的现象\_\_\_\_\_.

(3) B瓶溶液的作用是\_\_\_\_\_.

(4) C瓶溶液的作用是\_\_\_\_\_.

解析 由于 $\text{SO}_2$ 和 $\text{CO}_2$ 都能使澄清石灰水变浑浊,所以在检验 $\text{CO}_2$ 之前应先将 $\text{SO}_2$ 检验出来并除干净. A装置为检验 $\text{SO}_2$ 气体的装置, B装置为除去 $\text{SO}_2$ 的装置, C装置为检验 $\text{SO}_2$ 是否除尽的装置. 当C瓶品红不褪色,说明 $\text{SO}_2$ 已经除干净, b口连接澄清石灰水的装置,以检验 $\text{CO}_2$ .

答案: (1) a; b; (2) 品红溶液褪色; 除去 $\text{SO}_2$ ; 检验 $\text{SO}_2$ 是否除尽.

三、在有机物鉴别中考查

中学化学中,能使酸性高锰酸钾溶液褪色的有机物类别主要有:

1. 不饱和烃; 2. 苯的同系物; 3. 不饱和烃的衍生物; 4. 醇类有机物; 5. 含醛基的有机物: 醛、甲酸、甲酸酯、甲酸盐; 6. 石油产品(裂解气、裂化气、裂化石油); 7. 天然橡胶.

例4 下列鉴别方法可行的是( ).

A. 用氨水鉴别 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 和 $\text{Ag}^+$

B. 用 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液鉴别 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 和 $\text{CO}_3^{2-}$

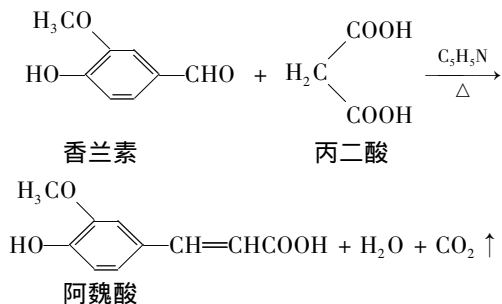
C. 用核磁共振氢谱鉴别1-溴丙烷和2-溴丙烷

D. 用 $\text{KMnO}_4$ 酸性溶液鉴别 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{OH}$ 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$

解析  $\text{Al}^{3+}$ 和 $\text{Mg}^{2+}$ 与氨水反应都只生成沉淀,不溶解,无法鉴别,故A错;  $\text{SO}_4^{2-}$ 和 $\text{CO}_3^{2-}$ 与 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 反应都生成白色沉淀,无法鉴别,故B错; 1-溴丙烷有三种等效氢,其核磁共振谱有三个峰,而2

- 溴丙烷有两种等效氢原子, 其核磁共振谱有两个峰, 故可鉴别 C 正确; 碳碳双键、醛基都能被酸性  $\text{KMnO}_4$  氧化,  $\text{KMnO}_4$  溶液都退色, 故无法鉴别. 答案: C

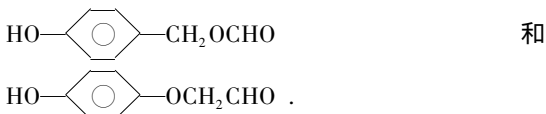
例 5 阿魏酸在食品、医药等方面有着广泛用途. 一种合成阿魏酸的反应可表示为:



下列说法正确的是( ).

- A. 可用酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液检测上述反应是否有阿魏酸生成
- B. 香兰素、阿魏酸均可与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaOH}$  溶液反应
- C. 通常条件下, 香兰素、阿魏酸都能发生取代、加成、消去反应
- D. 与香兰素互为同分异构体, 分子中有 4 种不同化学环境的氢, 且能发生银镜反应的酚类化合物共有 2 种

解析 本题主要考查的是有机物的结构与性质. A 项, 能使酸性高锰酸钾溶液褪色的不仅有碳碳双键, 酚羟基也能使其褪色; B 项, 酚羟基和羟基都可以与  $\text{NaOH}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  反应; C 项, 它们都不能进行消去反应; D 项, 根据条件, 其同分异构体为



答案: BD

#### 四、在氧化还原反应滴定中考查

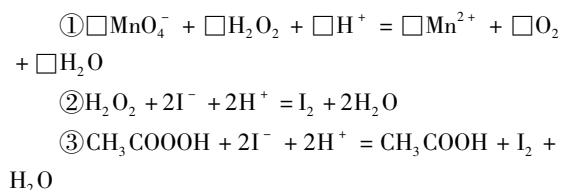
$\text{KMnO}_4$  法是以  $\text{KMnO}_4$  标准溶液为滴定剂的氧化还原滴定法.

由于  $\text{KMnO}_4$  在强酸性溶液中的氧化能力强, 且生成的  $\text{Mn}^{2+}$  接近无色, 便于终点的观察, 所以  $\text{KMnO}_4$  滴定多在强酸性溶液中进行, 所用的强酸是  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 不能用  $\text{HCl}$  和  $\text{HNO}_3$ .

高锰酸钾法的优点: 氧化能力强, 不需另加指示剂, 应用范围广.

例 6 抗击“非典”期间, 过氧乙酸 ( $\text{CH}_3\text{COOOH}$ ) 是广为使用的消毒剂. 它可由  $\text{H}_2\text{O}_2$  和冰醋酸反应制取, 所以在过氧乙酸中常含有残留的

$\text{H}_2\text{O}_2$ . 测定产品中过氧乙酸浓度  $c_0$ . 涉及下列反应:



请回答以下问题:

- (1) 配平反应①的离子方程式(配平系数填入以下方框内):  $\square \text{MnO}_4^- + \square \text{H}_2\text{O}_2 + \square \text{H}^+ = \square \text{Mn}^{2+} + \square \text{O}_2 + \square \text{H}_2\text{O}$
- (2) 用  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定  $\text{I}_2$  时(反应④)选用的指示剂是\_\_\_\_\_.
- (3) 取  $b_0$  mL 待测液, 用硫酸使溶液酸化, 再用浓度为  $a_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{KMnO}_4$  标准溶液滴定其中的  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 耗用的  $\text{KMnO}_4$  体积为  $b_1$  mL(反应①, 滴定过程中  $\text{KMnO}_4$  不与过氧乙酸反应).

另取  $b_0$  mL 待测液, 加入过量的  $\text{KI}$ , 并用硫酸使溶液酸化, 此时过氧乙酸和残留的  $\text{H}_2\text{O}_2$  都能跟  $\text{KI}$  反应生成  $\text{I}_2$ (反应②和③). 再用浓度为  $a_2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定生成的  $\text{I}_2$ , 耗用  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液体积为  $b_2$  mL.

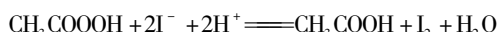
请根据上述实验数据计算过氧乙酸的浓度(用含  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$  的代数式表示).  $c_0 =$  \_\_\_\_\_.

- (4) 为计算待测液中过氧乙酸的浓度  $c_0$ , 加入的  $\text{KI}$  的质量已过量但没有准确称量, 是否影响测定结果\_\_\_\_\_(填是或否)

解析 (1) (2) (4) 略

(3) 根据  $2\text{MnO}_4^- \sim 5\text{H}_2\text{O}_2$ , 可得  $\text{H}_2\text{O}_2$  的物质的量为  $\frac{5a_1b_1}{2000} \text{ mol}$ , 会生成同量的  $\text{I}_2$ .

根据  $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \sim \text{I}_2$  关系式, 可得生成  $\text{I}_2$  的总的物质的量为  $\frac{a_2b_2}{2000} \text{ mol}$ , 那么根据方程式:



$\text{CH}_3\text{COOOH}$  的物质的量为  $(\frac{a_2b_2}{2000} - \frac{5a_1b_1}{2000}) \text{ mol}$

浓度为:

$$(\frac{a_2b_2}{2000} - \frac{5a_1b_1}{2000}) \text{ mol} / \frac{b_0}{1000} = \frac{a_2b_2 - 5a_1b_1}{2b_0} \text{ mol}.$$

答案: (1)  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

(2) 淀粉溶液 (3)  $\frac{a_2b_2 - 5a_1b_1}{2b_0}$  (4) 否

(收稿日期: 2015 - 10 - 13)