

电极反应式的书写规则需规范

重庆市黔江新华中学 409099 黄娟 刘敏 吴军

一、与离子方程式书写规则不统一

1. 不遵循离子方程式书写规则的例子

电解饱和食盐水苏教版教科书上给出的电极反应式阴极为： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ ，这种写法有可能是为了简便，也有可能是为了强调放电的粒子是 H^+ ；但是，阳极为： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ，如果按教材提供的电极反应式把阴极和阳极相加，得不到总反应式：



由于阴极反应的实质是水电离出的 H^+ 参与到反应中，水是弱电解质，把水分子拆分成离子符号的形式不符合离子方程式的书写规则。如果是把电极反应式的书写规则与离子方程式的书写规则严格统一起来，电解饱和食盐水的阴极的电极反应式应写为： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ 。

2. 遵循离子方程式书写规则的例子

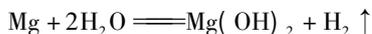
苏教版教科书中关于铅蓄电池所给出的电极反应式负极为： $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4$ ，正极为： $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

由于 PbSO_4 难溶于水，按照离子方程式的写法不可以拆分成离子，所以书写时在正负极都有 SO_4^{2-} 参与，符合学生的认知基础，易于被学生接受和掌握。

教科书上电极反应式的书写标准不统一，个别电极反应式的书写不遵守离子方程式的书写规则。作为检验学生学习情况、指导教学方向的高考试题对此也是相当重视，如例1和例2。

例1（2016年普通高等学校招生全国统一考试卷Ⅱ第11题） $\text{Mg} - \text{AgCl}$ 电池是一种以海水为电解质溶液的水激活电池。下列叙述错误的是（ ）。

- A. 负极反应式为 $\text{Mg} - 2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$
- B. 正极反应式为 $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$
- C. 电池放电时 Cl^- 由正极向负极迁移
- D. 负极会发生副反应



分析 根据题意，电池总反应式为：



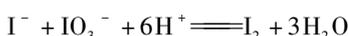
正极反应为： $2\text{AgCl} + 2\text{e}^- = 2\text{Cl}^- + 2\text{Ag}$ ，负极反应为： $\text{Mg} - 2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$ ，A项正确，B项错误。电极反应式通常情况下都是以离子方程式的形式出现，离子方程式在写法上强调“易溶易电离的物质”在水溶液中才可以拆分成离子的形式，此题B选项显然强调电极反应式在书写时严格遵循“易溶易电离的物质”在水溶液中才可以拆分成离子的形式。

例2（2016年普通高等学校招生全国统一考试江苏卷第7题）下列指定反应的离子方程式正确的是（ ）。

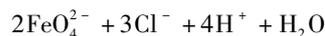
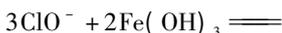
A. 饱和 Na_2CO_3 溶液与 CaSO_4 固体反应：



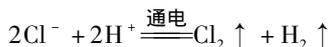
B. 酸化 NaIO_3 和 NaI 的混合溶液：



C. KClO 碱性溶液与 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 反应：



D. 电解饱和食盐水：



分析 此题参考答案是A。此题虽然是考查离子方程式，D答案不正确，说明电解饱和食盐水的总反应为



按教材提供的电极反应式把阴极和阳极相加，得到的总反应式



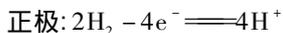
是不正确的。

二、最终产物的书写不统一

1. 写氧化还原产物与介质反应的最终产物的例子

写氧化还原产物与介质反应的最终产物，最主要的是要判断在这种介质的环境中，最终反应的产物是什么，用这种方法可以写出绝大多数电池的电极反应式。例如王祖浩老师主编的《学习

与评价课课练》对氢氧燃料电池电极反应式书写是这样分析的: ①电解质溶液为硫酸溶液时, 正极上 O_2 得电子变为 O^{2-} , O^{2-} 在溶液中不能单独存在, 酸性条件下与 H^+ 结合生成 H_2O 。负极上 H_2 失去电子变为 H^+ , H^+ 进入电解质溶液。电池总反应为 H_2 与 O_2 的反应。所以电极反应式为:



负极: $O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightleftharpoons 2H_2O$ (最终产物不是 O^{2-} 而是与介质反应后的 H_2O)

②电解质溶液为氢氧化钠溶液时, 正极上 O_2 得电子变为 O^{2-} , O^{2-} 在溶液中不能单独存在, 碱性条件下 O^{2-} 与 H_2O 结合生成 OH^- 。负极上 H_2 失去电子变为 H^+ , 碱性条件下 H^+ 不能大量存在, 与 OH^- 结合生成水。电池总反应为 H_2 与 O_2 的反应。所以电极反应式为:

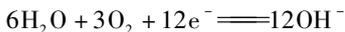
正极: $2H_2 - 4e^- + 4OH^- \rightleftharpoons 4H_2O$ (最终产物不是 H^+ 而是与介质反应后的 H_2O)

负极: $O_2 + 4e^- + 2H_2O \rightleftharpoons 4OH^-$ (最终产物不是 O^{2-} 而是与介质反应后的 OH^-)

又如苏教版教材对于甲醇燃料电池, 若介质为 KOH 溶液, 总反应式为:



依据教材上的总反应式正极反应为:



负极为 CH_3OH 氧化成的 CO_2 和 H_2O , 由于介质为 KOH 溶液, CO_2 会继续反应:



最终产物为 CO_3^{2-} , 而不是 CO_2 。因此, 负极必是 CH_3OH 氧化产物与介质溶液反应的叠加反应式:

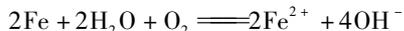


只有这样把正负极电极反应相加才能得到教材上的总反应式。使用这种方法需要考虑反应的环境, 电极反应式写氧化还原产物与介质反应的最终产物, 符合绝大多数电池的电极反应式的书写。

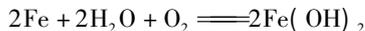
2. 不写氧化还原产物与介质反应的最终产物的例子

王祖浩老师主编的《化学反应原理(选修)》中, 铁在中性或碱性环境下的吸氧腐蚀却不符合这种规则, 其正极反应: $2H_2O + O_2 + 4e^- \rightleftharpoons$

$4OH^-$ 符合学生的认知, 但对负极反应: $Fe - 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$, 教科书上的解释为“铁原子变成 Fe^{2+} 进入溶液, 与溶液中的 OH^- 结合生成 $Fe(OH)_2$ ”将教科书上所给的正负极反应相加得出的总反应为:



而不是教科书上所给出的



对此反应笔者产生了疑惑: 既然最终生成了弱电解质 $Fe(OH)_2$, 为何负极不写成 $2Fe + 2OH^- - 4e^- \rightleftharpoons 2Fe(OH)_2$ 。

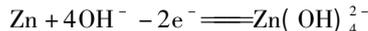
电极反应式书写要不要考虑氧化还原产物与介质的反应, 同样受到高考重视。如例 3 和例 4。

例 3 (2016 年普通高等学校招生全国统一考试 III 卷第 11 题) 锌-空气燃料电池可用作电动车动力电源, 电池的电解质溶液为 KOH 溶液, 反应为



下列说法正确的是()。

- A. 充电时, 电解溶液中 K^+ 向阳极移动
- B. 充电时, 电解溶液中 $c(OH^-)$ 逐渐减小
- C. 放电时, 负极反应为



D. 放电时, 电路中通过 2 mol 电子, 消耗氧气 22.4 L (标准状况)

分析 此题参考答案是 C。C 答案显然是强调的还原产物最终与介质反应, 而不是写成 $Zn - 2e^- \rightleftharpoons Zn^{2+}$ 。

例 4 (2018 年 4 月浙江省普通高校招生选考科目考试: 化学第 17 题) 锂(Li)-空气电池的工作原理如图 1 所示, 下列说法不正确的是()。

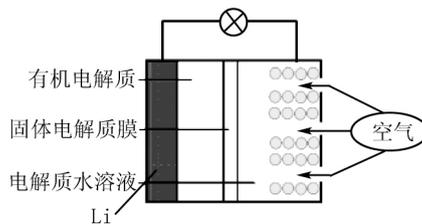


图 1

- A. 金属锂作负极, 发生氧化反应
- B. Li^+ 通过有机电解质向水溶液处移动
- C. 正极的电极反应: $O_2 + 4e^- \rightleftharpoons 2O^{2-}$

离子方程式的常见设错方式例析

江苏省盐城中学 224001 谢兆贵

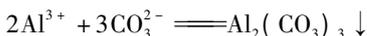
一、利用产物违背事实设错

例 1 下列反应的离子方程式正确的是 ()。

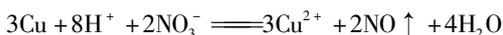
A. 硫化亚铁与浓硫酸混合加热:



B. 向硫酸铝溶液中滴加碳酸钠溶液:



C. 铜与浓硝酸反应:



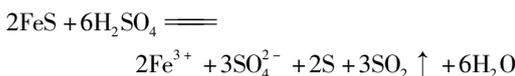
D. 氯化铝溶液中加入过量氨水:



E. 向 FeBr_2 溶液中通入足量氯气:



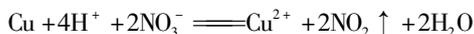
解析 A、B、C、D 项均错在产物违背客观事实; 对于 A 项 浓硫酸具有强氧化性 能把 H_2S 氧化成 S 把 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 浓硫酸的还原产物为 SO_2 其正确的离子方程式为



对于 B 项 Al^{3+} 与 CO_3^{2-} 发生双水解反应 其正确的离子方程式为



对于 C 项 浓硝酸的还原产物为 NO_2 其正确的离子方程式为



对于 D 项 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不能溶于氨水 其正确的离子方程式为



而 E 项符合离子方程式的书写原则。答案为 E。

二、利用电荷设错

例 2 下列离子方程式正确的是 ()。

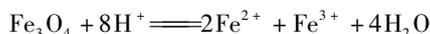
A. 钠与水反应:



分析 此题参考答案是 C。C 答案显然是强调的还原产物最终与介质反应。正极 O_2 得到了电子后在 H_2O 溶液中形成 OH^- , 电极方程式为



B. 将磁性氧化铁溶于盐酸:



C. FeCl_3 溶液腐蚀铜线路板:



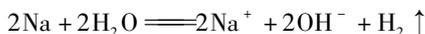
D. 向偏铝酸钠溶液中加入碳酸氢钠:



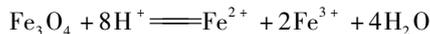
E. 用过氧化氢从酸化的海带灰浸出液中提取碘:



解析 A、B、C 项均错在电荷不守恒, D 项的产物为氢氧化铝和 CO_3^{2-} ; 对于 A 项 其正确的离子方程式为



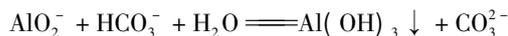
对于 B 项 其正确的离子方程式为



对于 C 项 其正确的离子方程式为



对于 D 项 其正确的离子方程式为

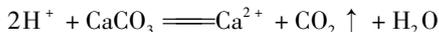


而 E 项符合离子方程式的书写原则。答案为 E。

三、利用物质书写设错

例 3 下列离子方程式正确的是 ()。

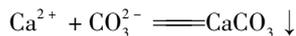
A. 用醋酸除去水垢:



B. 向 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 中加入稀硝酸:



C. Na_2CO_3 溶液除去锅炉中的水垢 (CaSO_4):



D. 向 Na_2SiO_3 溶液中滴加稀盐酸:



E. 金属铝加入到 NaOH 溶液中:



电极反应最终产物应该考虑介质参与反应, 这样才符合绝大多数电池的电极反应式书写。

(收稿日期: 2018-08-20)