

考点 04 离子反应

一、选择题

1. 下列物质中，属于弱电解质的是

- A. SO_2 B. HClO C. Cl_2 D. CaCO_3

【答案】B

【解析】A. SO_2 溶于水后，能和水反应生成亚硫酸，亚硫酸能电离出自由移动的阴阳离子，但电离出阴阳离子的是亚硫酸，不是 SO_2 ，所以 SO_2 是非电解质，A 项错误；B. HClO 属于弱酸，在水溶液里只能部分电离，所以是弱电解质，B 项正确；C. Cl_2 是单质，既不是电解质，也不是非电解质，C 项错误；D. CaCO_3 虽然难溶，但溶解的部分在水溶液里能完全电离，所以是强电解质，D 项错误；故选 B。

2. 下列反应的离子方程式书写正确的是

- A. 碳酸钙溶液跟稀硝酸反应： $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
B. 澄清石灰水跟稀硝酸反应： $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
C. 向氯化铜溶液中加入铁粉： $3\text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+}$
D. 向硫酸铜溶液中加入氢氧化钠溶液： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$

【答案】D

【解析】A. 碳酸钙是沉淀，不能拆，其离子反应方程式： $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ，A 错误；B. 澄清石灰水可以拆写，其离子反应方程式： $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ，B 错误；C. 氯化铜溶液与铁反应生成 Fe^{2+} ： $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$ ，C 错误；D. 向硫酸铜溶液中加入氢氧化钠溶液： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ ，D 正确。故选 D。

3. 下列可以大量共存且溶液是无色的离子组是

- A. H^+ 、 K^+ 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} B. Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 、 OH^- 、 CO_3^{2-}
C. H^+ 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 Cu^{2+} D. NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 K^+ 、 Mg^{2+}

【答案】D

【解析】A. Fe^{3+} 在溶液中是黄色的，题目要求是无色溶液，故 A 错误；B. Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 、 CO_3^{2-} 离子之间反应生成 BaCO_3 、 CaCO_3 沉淀，不能大量共存，故 B 错误；C. Cu^{2+} 在溶液中是蓝色的，题目要求是无色溶液，故 C 错误；D. 该组离子之间不反应，可大量共存，且溶液中的各种离子都是无色的，故 D 正确；故选 D。

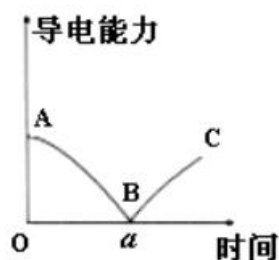
4. 能用 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 来表示的化学反应是

- A. 氢氧化镁和盐酸反应
B. 氢氧化铁与硫酸反应
C. 氢氧化钾和稀硝酸反应
D. 氢氧化钡溶液与稀硫酸反应

【答案】C

【解析】A. 氢氧化镁难溶于水，主要以固体存在，不能拆写为 OH^- 离子形式，A 错误；B. 氢氧化铁难溶于水，主要以固体存在，不能拆写为 OH^- 离子形式，B 错误；C. 氢氧化钾溶液和稀硝酸反应产生可溶性的强电解质 KNO_3 和 H_2O ，离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ，C 正确；D. 氢氧化钡溶液与稀硫酸反应，除产生水外，还形成了 BaSO_4 沉淀，D 错误；故选 C。

5. 某兴趣小组的同学向一定体积的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中逐渐加入稀硫酸，并测得混合溶液的导电能力随时间变化的曲线如图所示。该小组的同学关于如图的下列说法中，不正确的是



- A. AB 段溶液的导电能力不断减弱，说明生成的 BaSO_4 不是电解质
B. B 处溶液的导电能力约为 0，说明溶液中几乎没有自由移动的离子
C. BC 段溶液的导电能力不断增大，主要是由于过量的 H_2SO_4 电离出的离子导电
D. a 时刻 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与稀硫酸恰好完全中和

【答案】A

【解析】A. AB 段溶液的导电能力不断减弱，是由于生成的 BaSO_4 是电解质，但溶解度较低，电离出的离子很少，导电能力较低，A 项错误；B. B 处溶液的导电能力约为 0，此时 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与硫酸反应恰好完全反应，溶液中几乎没有自由移动的离子，B 项正确；C. BC 段加入的稀硫酸逐渐过量，溶液的导电能力不断增大，C 项正确；D. a 时刻 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与稀硫酸恰好完全反应生成硫酸钡和水，D 项正确；故选 A。

6. 甲、乙、丙、丁四种易溶于水的物质，分别由 NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 Mg^{2+} 、 H^+ 、 OH^- 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 中的不同阳离子和阴离子各一种组成。已知：①将甲溶液分别与其他三种物质的溶液混合，均有白色沉淀生成；② $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙溶液中 $c(\text{H}^+) > 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ；③向丙溶液中滴入 AgNO_3 溶液有不溶于稀硝酸的白色沉淀生成。下列结论不正确的是

- A. 甲溶液含有 Ba^{2+} B. 乙溶液含有 SO_4^{2-}
C. 丙溶液含有 Cl^- D. 丁溶液含有 Mg^{2+}

【答案】D

【解析】 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙溶液中 $c(\text{H}^+) > 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则乙应该是硫酸；向丙溶液中滴入 AgNO_3 溶液，有不溶于稀硝酸的白色沉淀生成，说明丙中含有 Cl^- ；将甲溶液分别与其他三种物质的溶液混合，均有白色沉淀生成，则这三种白色沉淀分别是硫酸钡、氢氧化镁、碳酸钡，所以甲中含有 Ba^{2+} 和 OH^- ，则甲应该是氢氧化钡，丙是氯化镁，丁是碳酸氢铵，所以 D 项不正确。故选 D。

7. 下列离子方程式正确的是

- A. 碳酸钡溶于稀硝酸： $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
B. 向碳酸氢铵溶液中加入足量氢氧化钡溶液： $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{BaCO}_3 \downarrow$
C. 向硫酸氢钠溶液中加入足量氢氧化钡溶液： $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
D. 氯化铁溶液中插入铜片： $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cu} = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}$

【答案】C

【解析】A. 碳酸钡为难溶物，书写离子方程式时不能拆成离子形式，A 项错误；B. 向碳酸氢铵溶液中加入足量氢氧化钡溶液，反应方程式为： $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{NH}_3 \uparrow$ ，离子方程式为： $\text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{NH}_3 \uparrow$ ，B 项错误；C. 向硫酸氢钠溶液中加入足量氢氧化钡溶液，反应生成氢氧化钠、硫酸钡和水，离子方程式为： $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，C 项正确；D. 氯化铁溶液中插入铜片，反应生成氯化亚铁和氯化铜，离子方程式为： $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ ，D 项错误；故选 C。

8. 下列评价及离子方程式书写正确的是

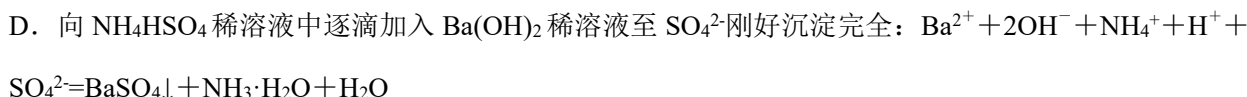
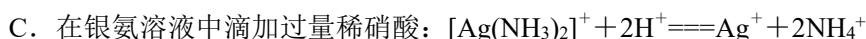
选项	离子组	不能大量共存于同一溶液中的原因
A	H^+ 、 Fe^{2+} 、 NO_3^- 、 Cl^-	发生了氧化还原反应： $4\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 6\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{NO} \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
B	Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 Al^{3+}	发生了互促水解反应： $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$
C	Fe^{3+} 、 K^+ 、 SCN^- 、 Br^-	有红色沉淀生成： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3 \downarrow$
D	HCO_3^- 、 OH^- 、 Na^+ 、 Ca^{2+}	发生如下反应： $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

【答案】B

【解析】离子方程式中得失电子数不相等、元素不守恒，A 错误； Al^{3+} 与 CO_3^{2-} 发生互促水解反应，离子

方程式正确，B 正确； Fe^{3+} 与 SCN^- 反应生成络合物，不是沉淀，C 错误；生成的 CO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 结合生成碳酸钙沉淀： $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，D 错误。故选 B。

9. 下列离子方程式错误的是



【答案】 C

【解析】阴极生成 Cu，阳极生成 Cl_2 ，A 项离子方程式正确；硝酸具有强氧化性，能将亚硫酸钡氧化成硫酸钡，同时本身被还原成 NO 气体，B 项离子方程式正确；银氨溶液的溶质为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ，加入过量稀硝酸，发生反应的离子方程式为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{OH}^- + 3\text{H}^+ = \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ ，C 项离子方程式错误；若使 SO_4^{2-} 恰好沉淀，则 NH_4HSO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等物质的量反应，D 项离子方程式正确。

10. 类推思维是化学解题中常用的一种思维方法，下列有关离子方程式的类推正确的是

选项	已知	类推
A	将 Fe 加入 CuSO_4 溶液中： $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$	将 Na 加入 CuSO_4 溶液中： $2\text{Na} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + 2\text{Na}^+$
B	向 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中通入少量 CO_2 ： $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{HClO}$	向 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中通入少量 SO_2 ： $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_3\downarrow + 2\text{HClO}$
C	用惰性电极电解 NaCl 溶液： $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{OH}^- + \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$	用惰性电极电解 MgBr_2 溶液： $2\text{Br}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{OH}^- + \text{H}_2\uparrow + \text{Br}_2$
D	稀盐酸与 NaOH 溶液反应至中性： $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$	稀 HNO_3 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应至中性： $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

【答案】 D

【解析】金属钠有很强的还原性，钠遇水剧烈反应生成氢氧化钠和氢气，钠与硫酸铜溶液反应不能得到铜，A 项错误；向 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中通入少量 SO_2 ，发生反应的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + 3\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4\downarrow + \text{Cl}^- + 2\text{HClO}$ ，B 项错误；因 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 难溶于水，所以电解产物是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 H_2 、 Br_2 ，C 项错误；氯化钠、硝酸钡均为易溶于水的强酸强碱盐，D 项正确。故选 D。

二、非选择题

11. I. NaHSO_4 可用作清洁剂、防腐剂等。

(1) 下列关于 NaHSO_4 的说法正确的是_____。

A. NaHSO_4 固体不能导电

B. NaHSO_4 溶液的导电性一定强于 CH_3COOH 溶液

C. NaHSO_4 属于电解质

D. NaHSO_4 溶液显中性

(2) NaHSO_4 溶液与 NaHCO_3 溶液反应的离子方程式为_____。

(3) 将 $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHSO}_4$ 与 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液等体积混合, 发生反应的离子方程式为_____;
若在反应后的溶液中继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 反应的离子方程式为_____。

II. 有 A、B、C、D 四种可溶性盐, 它们的阳离子分别是 Ba^{2+} 、 Ag^+ 、 Na^+ 、 Cu^{2+} 中的某一种, 阴离子分别是 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 中的一种(离子在物质中不重复出现)。

①若把四种盐分别溶于盛有蒸馏水的四支试管中, 只有 C 盐的溶液呈蓝色;

②若向四支试管中分别加入盐酸, B 盐的溶液有沉淀生成, D 盐的溶液有无色无味的气体逸出。

请回答下列问题:

(4) A 的化学式为_____, B 的化学式为_____。

(5) 写出 D 与足量 CH_3COOH 溶液反应的离子方程式_____。

(6) 写出 A 溶液中阴离子的检验方法_____。

【答案】 (1) AC (2) $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$

(3) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4\downarrow$

(4) BaCl_2 AgNO_3 (5) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$

(6) 取少量 A 溶液于试管中, 向其中加入 AgNO_3 溶液和稀硝酸, 若产生白色沉淀, 则含有 Cl^-

【解析】 I (1) A. NaHSO_4 在水溶液或熔融状态下有自由移动的离子可导电, NaHSO_4 固体中无自由移动的离子或电子, 所以不能导电, 故 A 项正确; B. 溶液的导电性与可自由移动的离子浓度有关, 与溶质是否为强电解质无直接关系, 因此 NaHSO_4 溶液的导电性不一定强于 CH_3COOH 溶液, 故 B 项错误; C. NaHSO_4 在水溶液可全部电离成 Na^+ 、 H^+ 和 SO_4^{2-} , 因此其属于强电解质, 故 C 项正确; D. NaHSO_4 在水溶液可全部电离成 Na^+ 、 H^+ 和 SO_4^{2-} , 因此, NaHSO_4 溶液显酸性, 故 D 项错误; 故选 AC;

(2) NaHSO_4 和 NaHCO_3 均为强电解质, 书写离子方程式时仅保留参加反应的离子, 故二者反应的离子方程式为: $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$;

(3) 将 $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHSO}_4$ 与 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Ba}(\text{OH})_2$ 液等体积混合, 反应生成 BaSO_4 沉淀、 Na_2SO_4 和水, 反应中 H^+ 和 OH^- 恰好完全反应, 反应后的溶液中继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 其会继续与 Na_2SO_4 反应生成

BaSO₄沉淀；故前后两次反应的离子方程式分别为： $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4\downarrow$ ；

II (4) 由分析可知，A 盐为 BaCl₂，即 A 的化学式为 BaCl₂，B 的化学式为 AgNO₃。

(5) 由上述分析可知，D 为 Na₂CO₃，其为强电解质，书写离子方程式时只保留参加反应的离子，而 CH₃COOH 为弱电解质，离子方程式中保留分子式，因此，D 与足量 CH₃COOH 溶液反应的离子方程式为： $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ ；

(6) A 盐为 BaCl₂，阴离子 Cl⁻的检验方法为：取少量 A 溶液于试管中，向其中加入 AgNO₃ 溶液和稀硝酸，若产生白色沉淀，则含有 Cl⁻。

12. 某工业废水中仅含下表离子中的 5 种(不考虑水的电离及离子的水解)，且各种离子的物质的量浓度相等，均为 0.1 mol·L⁻¹。

阳离子	K ⁺ 、Mg ²⁺ 、Fe ³⁺ 、Al ³⁺ 、Fe ²⁺
阴离子	Cl ⁻ 、CO ₃ ²⁻ 、NO ₃ ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、SiO ₃ ²⁻

某同学欲探究废水的组成，进行了如下实验：

- ①用铂丝蘸取少量溶液，在火焰上灼烧，无紫色火焰(透过蓝色钴玻璃观察)。
- ②取少量溶液，加入 KSCN 溶液无明显变化。
- ③另取溶液加入少量盐酸，有无色气体生成，该无色气体遇空气变成红棕色，此时溶液依然澄清，且溶液中阴离子种类不变。
- ④向③中所得的溶液中加入 BaCl₂ 溶液，有白色沉淀生成。

请推断：

- (1) 由①、②、③判断，溶液中一定不含有的阳离子是_____，一定不含有的阴离子是_____ (写离子符号)。
- (2) ③中加入少量盐酸生成无色气体的离子方程式是_____，④中生成白色沉淀的离子方程式是_____。
- (3) 将③中所得红棕色气体通入水中，气体变无色，所发生反应的化学方程式为_____。
- (4) 该同学最终确定原溶液中所含阳离子是_____，阴离子是_____ (写离子符号)。

【答案】(1) K⁺、Fe³⁺ CO₃²⁻、SiO₃²⁻

(2) $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$

(3) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

(4) Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}

【解析】①用铂丝蘸取少量溶液，在火焰上灼烧，无紫色火焰(透过蓝色钴玻璃观察)，说明溶液中没有 K^+ ；②取少量溶液，加入 KSCN 溶液无明显变化，说明溶液中没有 Fe^{3+} ；③另取溶液加入少量盐酸，有无色气体生成，该无色气体遇空气变成红棕色，说明 Fe^{2+} 与 NO_3^- 、 H^+ 反应生成 NO ，即溶液中有 Fe^{2+} 、 NO_3^- ，则没有 CO_3^{2-} ，加盐酸后溶液中阴离子种类不变，说明原溶液中有 Cl^- ，加盐酸后溶液依然澄清说明溶液中没有 SiO_3^{2-} ；④向③中所得的溶液中加入 BaCl_2 溶液，有白色沉淀生成，说明原溶液中有 SO_4^{2-} 。

(1) 根据上述分析，由①、②、③判断，溶液中一定不含有的阳离子是 K^+ 、 Fe^{3+} ，一定不含有的阴离子是 CO_3^{2-} 、 SiO_3^{2-} 。

(2) ③中加入少量盐酸生成无色气体，是 Fe^{2+} 与 NO_3^- 、 H^+ 反应生成 NO ，其离子方程式为 $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；④中生成的白色沉淀为硫酸钡，反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

(3) ③中所得红棕色气体为 NO_2 ，将 NO_2 通入水中，与水反应生成 NO ，气体变无色，反应的化学方程式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 。

(4) 由以上推断可知溶液中阴离子为 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} ，且各为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ；已经推断出存在的阳离子是 Fe^{2+} ，其浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，由电荷守恒可知溶液中还有一种+2价阳离子，所以还有 Mg^{2+} ，故该同学最终确定原溶液中所含阳离子是 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} ，阴离子是 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 。