衔接点 11 离子反应

📖知识精讲

一、离子反应及其发生条件

（一）定义：有离子参加的反应叫做离子反应。

（二）表达方法：用实际参加反应的离子符号表示离子反应的式子叫离子方程式。

（三）实质：离子浓度发生变化（反应物中某些离子浓度的减少或生成物中某些离子浓度的增加）

（四）离子方程式的意义：

1．揭示反应的实质；

2．不仅表示一定物质间的某一个反应，而且表示所有同一类型的反应。如 $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$，仅表示 $BaCl_2$ 溶液与 Na_2SO_4 溶液之间的反应，还表示所有可溶性钡盐与可溶性硫酸盐溶液的反应。

（五）离子反应发生的条件：

1．生成难溶物
- 易溶→难溶（微溶）
- 微溶→难溶
- 难溶→更难溶

2．生成难电离物质
- 弱酸：除强酸（H_2SO_4、HCl、HNO_3、$HClO_4$、HBr、HI）外
- 弱碱：$NH_3•H_2O$
- 水：H_2O
- 弱酸氢根离子：HS^- 、HCO_3^- 、HSO_3^- 、HPO_4^{2-} 、$H_2PO_4^-$

3．生成易挥发物质
- 本身是易挥发物（气体）：H_2S 、HCl 、NH_3
- 本身易分解成气体：H_2CO_3、H_2SO_3

二、离子反应方程式

1.定义：用实际参加反应的离子符号表示离子反应的式子叫离子方程式。

2.书写步骤：

写（书写完整的化学方程式）

改（易溶的强电解质才拆，即**自由移动的离子**）

删（**没有参加反应——没有浓度变化的离子**）

查（**电荷守恒，质量守恒**）

例：（1）写出正确的化学方程式

$$CuCl_2 + AgNO_3 = 2AgCl\downarrow + Cu(NO_3)_2$$

（2）把易溶且易电离的物质改写成离子形式，难溶、难电离、气体、单质、氧化物等仍写成化学式。

$Cu^{2+} + 2Cl^- + Ag^+ + 2NO_3^- = 2AgCl\downarrow + Cu^{2+} + 2NO_3^-$

（3）去方程式两边不参加反应的离子，将系数化成最简整数比

$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$

（4）检查离子方程式两边各元素的原子个数和电荷数是否相等。若均相等，离子方程式书写正确。

注意事项：

（1）对于微溶物的处理，按以下要求：

①当反应物中有微溶物并且处于澄清状态时，应将微溶物写成离子形式。如在澄清石灰水中通入适量 CO_2，其离子方程式为：$Ca^{2+} + 2OH^- + CO_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$

②当反应物中有微溶物，且处于悬浊液或固态时，应将微溶物写成分子式。如在石灰乳中加入 Na_2CO_3 浓溶液，其离子方程式为：$Ca(OH)_2 + CO_3^{2-} = CaCO_3\downarrow + 2OH^-$

③在生成物中有微溶物析出时，应用分子式表示。向澄清石灰水中加入稀硫酸，其离子方程式为：$Ca^{2+} + 2OH^- + 2H^+ + SO_4^{2-} = CaSO_4\downarrow + 2H_2O$

（2）注意反应是否在溶液中进行。离子方程式只能用来表示电解质在溶液中进行的反应，不是在溶液中进行的反应，一般不用离子方程式表示。

例如，氯化铵固体与熟石灰固体之间经加热生成氨气的反应，尽管是复分解反应，但不是以自由移动的离子形式参与反应的，就不能用离子反应表示，只能用化学反应方程式表示：$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$

（3）多元强酸酸式酸根离子在离子方程中拆开写，多元弱酸酸式酸根离子不拆开写。

例如，$NaHSO_4$ 与 NaOH 的反应，离子方程式为：$H^+ + OH^- = H_2O$

$NaHCO_3$ 与 NaOH 的反应，离子方程式为：$HCO_3^- + OH^- = H_2O + CO_3^{2-}$

（4）单质、氧化物、沉淀、气体在离子方程式一律写成化学式

（5）注意浓酸中水的含量

①浓 H_2SO_4 的浓度一般为 98%，水的含量很少时，其溶质基本上以硫酸分子的形式存在，所以有浓硫酸参加的一些反应，可以认为不是在溶液中进行的反应。如 NaCl 固体与浓硫酸、Cu 与浓硫酸的反应，一般不用离子方程式表示，只能用化学方程式表示：

$2NaCl（固） + H_2SO_4（浓） \xlongequal{\Delta} Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$

$Cu + 2H_2SO_4（浓） \xlongequal{\Delta} CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$

②浓盐酸的浓度一般为 36%、浓硝酸的浓度一般为 69%，它们溶液中的溶质几乎完全以离子形式存在，所以在离子方程式中，浓 HCl 与浓 HNO_3 都应写成离子形式。如：

MnO_2 与浓盐酸共热制取 Cl_2 的离子方程式为：$MnO_2 + 4H^+ + 2Cl^- \xlongequal{\Delta} Mn^{2+} + Cl_2 + 2H_2O$

Cu 与浓硝酸反应的离子方程式为：$Cu + 4H^+ + 2NO = Cu^{2+} + 2NO_2 + 2H_2O$

Cu 与稀硝酸反应的离子方程式为：$3Cu + 8H^+ + 2NO = 3Cu^{2+} + 2NO + 4H_2O$

三、判断离子方程式正误判断

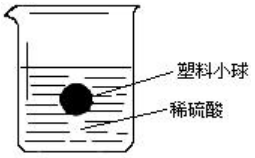
1．看该反应是否符合科学性原则（能否发生、符合用量要求和符合微粒配比关系）；

2．看该反应是否符合规范性原则（微粒符号表达规范，可溶于水的强电解质要拆成离子形式，沉淀、气体用“↓”、“↑”符号）；

3．看该反应是否符合守恒性原则（质量守恒、电荷守恒）。

实验探究

例．在一烧杯中盛有稀硫酸，同时有一塑料小球（与酸、碱均不发生反应）悬浮于溶液中（如图所示）。



（1）向烧杯中慢慢加入与稀硫酸密度相同（均大于 $1g\cdot cm^{-3}$）的 $Ba(OH)_2$ 溶液至恰好反应完全，在实验中可观察到的现象有：

①_____；②_____。烧杯中所发生反应的化学方程式为_____。

（2）若改向烧杯中放入锌粒，在实验中可观察到的现象有：①_____；②_____。烧杯中所发生反应的化学方程式为_____。

实验探究

答案：（1）①溶液中有白色沉淀析出；　②塑料小球逐渐下沉；$Ba(OH)_2+H_2SO_4=BaSO_4\downarrow+2H_2O$。

（2）①有较多气泡从溶液中逸出；②塑料小球上浮；　$Zn+H_2SO_4=ZnSO_4+H_2\uparrow$。

训练

准确性训练

1．和下列离子反应方程式相对应的化学方程式正确的是　（　　）

A．$Cu^{2+}+2OH^-=Cu(OH)_2\downarrow$　　$CuCO_3+2NaOH=Cu(OH)_2\downarrow+Na_2CO_3$

B．$Ba^{2+}+SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow$　　$Ba(OH)_2+H_2SO_4=BaSO_4\downarrow+2H_2O$

C．$Ag^++Cl^-=AgCl\downarrow$　　$AgNO_3+NaCl=AgCl\downarrow+NaNO_3$

D．$Cu + 2Ag^+ = Cu^{2+} + 2Ag$　　$Cu + 2AgCl = 2Ag + CuCl_2$

【答案】C

【解析】A 选项 $CuCO_3$ 不能拆分成离子；B 选项 $Ba(OH)_2+H_2SO_4=BaSO_4\downarrow+2H_2O$，两组离子同时发生反应，$OH^- + H^+ = H_2O$ 左边的式子未体现出来；D 选项 AgCl 不能拆分成离子。

2．下列说法中正确的是　　（　　）

A．离子反应必须在溶液中进行，非溶液中不能发生离子反应

B．在离子反应中，所有离子的农度都是减小的

C．在离子反应方程式中，等号左右的原子种类和数目以及电荷数必须相等

D．反应物和生成物中都必须有大量离子存在的化学反应才能发生离子反应

【答案】C

【解析】A．A 选项中学所学的离子反应一般是指在溶液中进行的某些化学反应，但有些化学反应在熔化状态下进行，也发生离子反应，A 错误；B 选项在离子反应中，有的离子的浓度减小，有的离子的浓度增大，有的离子浓度是不变的，如 CO_2 通入到过量 NaOH 溶液中，OH^-浓度减小，CO_3^{2-}离子浓度增大，Na^+浓度不变，B 错误；C 选项离子反应必须遵循质登守恒定律和电荷守恒定律，C 正确；D 选项有的离子反应，反应物中有大量离子存在，但生成物中几乎没有离子存在，如硫酸溶液跟氢氧化钡溶液恰好完全反应，也有的离子反应，反应物中离子浓度较小，但生成物中离子浓度更大，如醋酸与氨水的反应，D 错误。

3．下列反应的离子方程式书写正确的是　　（　　）

A．铁与盐酸反应：$2Fe + 6H^+ = 2Fe^{3+} + 3H_2\uparrow$

B．稀氨水中加入盐酸：$OH^- + H^+ = H_2O$

C．碳酸钙溶于醋酸中：$CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2\uparrow$

D．硫酸铜溶液中加入氢氧化钠溶液：$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow$

【答案】D

【解析】A 选项铁与盐酸反应生成氯化亚铁和氢气，正确的离子方程式应为：$Fe+2H^+=Fe^{2+}+H_2\uparrow$；B 选项氨水是弱碱，在离子方程式中写化学式，正确的离子方程式应为：$NH_3\cdot H_2O+H^+=NH_4^++H_2O$；C 选项醋酸是弱酸，在离子方程式中写化学式，正确的离子方程式应为：$CaCO_3+2CH_3COOH=Ca^{2+}+CH_3COO^-+H_2O+CO_2\uparrow$。

4．下列反应属于离子反应的是　　（　　）

A．H_2O 和 CO_2 气体的反应　　B．NH_3 溶于水的反应

C．硝酸与 $Ca(OH)_2$ 溶液的反应　　D．　H_2 在 O_2 中燃烧

【答案】C

【解析】A 选项 $H_2O+CO_2=H_2CO_3$（无离子参加，不是离子反应）；B 选项 $NH_3+H_2O=NH_3\cdot H_2O$（无离子参加，

不是离子反应）；C 选项 $Ca（OH）_2+2HNO_3=Ca(NO_3)_2+2H_2O$；$H^++OH^-=H_2O$；D 选项 $2H_2+O_2=2H_2O$（无离子参加，不是离子反应）。

5．对于离子方程式书写的下列说法中正确的是 （　　）

A．把易溶于水的物质都改写成离子的形式

B．把易电离的物质都改写成离子的形式

C．把难溶性物质、难电离的物质及气体等写成化学式

D．没有难溶性、难电离或挥发性物质之一生成时，就一定不能发生离子反应

【答案】C

【解析】书写离子方程式时，把易溶于水、易电离的物质都改写成离子的形式，把难溶性物质、难电离的物质及气体等仍写化学式。但易溶于水、难电离的物质仍写化学式；难溶于水、易电离的物质仍写化学式。发生离子反应的条件除生成难溶性、难电离的物质或挥发性的物质之外，还有其他条件。

敏捷性训练

6．下列各组物质相互混合后，不会发生离子反应的是 （　　）

A．Na_2SO_4 溶液和 $MgCl_2$ 溶液　　B．Na_2CO_3 溶液和稀硫酸

C．NaOH 溶液和 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液　　D．$Ca(OH)_2$ 和盐酸

【答案】A

【解析】A 选项 Na_2SO_4 溶液和 $MgCl_2$ 溶液没有沉淀、气体、难电离的物质生成；B 选项有二氧化碳气体生成，能发生离子反应；C 选项有氢氧化铁沉淀生成，能发生离子反应；D 选项有水生成，能发生离子反应。

7．下列反应的离子方程式错误的是 （　　）

A．铁跟稀硫酸反应：$2Fe + 6H^+ = 2Fe^{3+} + 3H_2\uparrow$

B．碳酸氢钙溶液跟盐酸反应：$HCO_3^- + H^+ = H_2O + CO_2\uparrow$

C．盐酸跟氢氧化钾溶液反应：$H^+ + OH^- = H_2O$

D．碳酸镁跟硫酸反应：$MgCO_3 + 2H^+ = Mg^{2+} + H_2O + CO_2\uparrow$

【答案】A

【解析】浓硫酸与铁作用生成 Fe^{3+}，而稀硫酸与铁作用则生成 Fe^{2+}，即 $Fe+2H^+=Fe^{2+}+H_2\uparrow$

8．下列离子方程式中不正确的是 （　　）

A．亚硫酸钠与盐酸反应：$Na_2SO_3+2H^+ = 2Na^+ + SO_2\uparrow + H_2O$

B．碳酸钙跟稀硝酸反应：$CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + CO_2\uparrow + H_2O$

C．澄清的石灰水跟盐酸反应：$H^+ + OH^- = H_2O$

D．硫酸氢钠溶液与 NaOH 溶液反应：$H^+ + OH^- = H_2O$

【答案】A

【解析】判断离子方程式正误应注意：①是否符合客观实际，②物质的状态是否正确，该删除的离子是否删除，③是否配平，电子转移是否合理。据此 B、C、D 正确，A 错误，因为亚硫酸钠是易溶性盐，要拆开。

9．把反应 $2FeCl_3+H_2S=2FeCl_2+S\downarrow+2HCl$ 改写成离子方程式，其中正确的是 （　　）

A．$2FeCl_3+S^{2-}=2FeCl_2+S\downarrow+2Cl^-$　　B．$Fe^{3+}+H_2S=Fe^{2+}+S\downarrow+2H^+$

C．$2Fe^{3+}+S^{2-}=2Fe+S\downarrow$　　D．$2Fe^{3+}+H_2S=2Fe^{2+}+S\downarrow+2H^+$

【答案】D

【解析】反应 $2FeCl_3+H_2S=2FeCl_2+S\downarrow+2HCl$ 中，H_2S 是气体，要写化学式，$FeCl_3$、$FeCl_2$、HCl 是盐和强酸，都是强电解质，要写成离子，所以，改写如下：$2Fe^{3+}+6Cl^-+H_2S=2Fe^{2+}+6Cl^-+S\downarrow+2H^+$．

10．下列离子方程式正确的是 （　　）

A．澄清的石灰水与稀盐酸反应：$Ca(OH)_2+2H^+=Ca^{2+}+2H_2O$

B．铝与盐酸的反应：$Al+3H^+=Al^{3+}+H_2\uparrow$

C．铜片插入硝酸银溶液中：$Cu+Ag^+=Cu^{2+}+Ag$

D．大理石溶于盐酸的反应：$CaCO_3+2H^+=Ca^{2+}+CO_2\uparrow+H_2O$

【答案】D

【解析】A 选项澄清的石灰水应写成离子形式；B 选项铝与盐酸反应的离子方程式没有配平；C 选项离子方程式没有配平。

广阔性训练

1．下列离子方程式正确的是 （　　）

A．石灰水与过量碳酸氢钠溶液反应：$HCO_3^-+Ca^{2+}+OH^-=CaCO_3\downarrow+H_2O$

B．硫酸氢钠溶液中加入氢氧化钡溶液至中性：$H^++SO_4^{2-}+Ba^{2+}+OH^-=BaSO_4\downarrow+H_2O$

C．氧化铜与稀硫酸反应：$2H^++O^{2-}=H_2O$

D．碳酸氢钠溶液中加入盐酸：$CO_3^{2-}+2H^+=CO_2\uparrow+H_2O$

【答案】B

【解析】A 选项 $2HCO_3^-+Ca^{2+}+2OH^-=CaCO_3\downarrow+H_2O+CO_3^{2-}$；C 选项 $2H^++CuO=H_2O+Cu^{2+}$；D 选项 $HCO_3^-+OH^-=H_2O+CO_3^{2-}$。

2．下列离子方程式中错误的是 （　　）

A．$Ba(OH)_2$ 溶液中滴入足量 H_2SO_4：$Ba^{2+}+2OH^-+2H^++SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow+2H_2O$

B．$Ba(OH)_2$ 溶液中滴入少量 H_2SO_4：$Ba^{2+}+OH^-+H^++SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow+H_2O$

C．$Ba(OH)_2$ 溶液中滴入足量 $NaHSO_4$ 溶液：$Ba^{2+}+2OH^-+2H^++SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow+2H_2O$

D．$Ba(OH)_2$ 溶液中滴入少量 $NaHSO_4$ 溶液：$Ba^{2+}+OH^-+H^++SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow+H_2O$

【答案】B

【解析】B 选项 $Ba(OH)_2$ 溶液中滴入少量 H_2SO_4，因为是 H_2SO_4 少量，必须完全反应，所以 1mol 的 H_2SO_4 需要 1mol $Ba(OH)_2$，则正确的离子方程式为 $Ba^{2+}+2OH^-+2H^++SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow+2H_2O$

3．下列反应的离子方程式正确的是 （　　）

A．碳酸钠溶液跟稀硫酸反应：$CO_3^{2-}+2H^+=CO_2\uparrow+H_2O$

B．饱和石灰水跟稀硝酸反应：$Ca(OH)_2+2H^+=Ca^{2+}+2H_2O$

C．澄清的石灰水跟盐酸反应：$2H^++2OH^-=2H_2O$

D．碳酸钙溶于盐酸中：$CO_3^{2-}+2H^+=CO_2\uparrow+H_2O$

【答案】A

【解析】B 选项澄清石灰水中，$Ca(OH)_2$ 应拆写成离子形式；C 选项化学计量数没有化简，错误；D 选项碳酸钙不溶解，应写化学式。

4．下列离子方程式中，正确的是 （　　）

A．稀硫酸滴在铜片上：$Cu+2H^+=Cu^{2+}+H_2\uparrow$

B．硫酸钠溶液与氯化钡溶液混合：$Ba^{2+}+SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow$

C．盐酸滴在石灰石上：$CaCO_3+2H^+=Ca^{2+}+H_2CO_3$

D．氧化铜与硫酸混合：$Cu^{2+}+SO_4^{2-}=CuSO_4$

【答案】B

【解析】A 选项稀硫酸滴在铜片上不反应；C 选项 H_2CO_3 易分解，应写成 $CO_2\uparrow+H_2O$ 的形式；D 选项氧化铜应写分子式。

5．下列各组物质不能发生离子反应的是 （　　）

A．硫酸与 $CuCl_2$ 溶液　　B．氢氧化钠溶液与氯化亚铁溶液

C．碳酸钠溶液与稀硝酸　　D．澄清石灰水与稀盐酸

【答案】A

【解析】离子反应发生的条件：①有难溶物质产生；②有挥发性物质（气体）产生；③有难电离的物质产生。B 选项生成 $Fe(OH)_2$ 沉淀，C 选项生成 CO_2 气体，D 选项生成 H_2O，而 A 不满足上述三个条件，不发生反应。

灵活性训练

1．下列化学方程式中，不可以用 $H^++OH^-=H_2O$ 表示的是 （　　）

A．$2NaOH+H_2SO_4=Na_2SO_4+2H_2O$　　B．$Ba(OH)_2+2HCl=BaCl_2+2H_2O$

C．$Cu(OH)_2+2HNO_3=Cu(NO_3)_2+2H_2O$　　D．$KOH+HCl=KCl+H_2O$

【答案】C

【解析】$H^++OH^-=H_2O$ 代表强酸和强碱反应生成可溶性盐和 H_2O 的反应，A、B、D 均符合，而 C 项中 $Cu(OH)_2$

为难溶性弱碱，应写成 $Cu(OH)_2$ 形式，故选 C。

2．下列各组物质混合后，不能发生离子反应的是 (　　)

A．二氧化碳气体通入硝酸钙溶液中　　B．碳酸钠溶液与稀盐酸混合

C．醋酸钡溶液与稀硫酸溶液混合　　D．氢氧化钠溶液中加入稀盐酸

【答案】A

【解析】A 选项二氧化碳与水反应生成的碳酸是弱酸，硝酸是强酸，弱酸一般不能制取强酸，A 中的反应不能发生；B 选项的离子反应是：$CO_3^{2-}+2H^+=CO_2\uparrow+H_2O$；C 选项中的离子反应是：$2CH_3COO^-+Ba^{2+}+2H^++SO_4^{2-}=2CH_3COOH+BaSO_4\downarrow$；D 选项中的离子反应是：$OH^-+H^+=H_2O$。

3．下列离子方程式正确的是 (　　)

A．铜与硝酸银溶液反应：$Cu+Ag^+=Cu^{2+}+Ag$

B．硫酸铜溶液与氢氧化钡溶液反应：$Ba^{2+}+SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow$

C．石灰乳与盐酸反应：$H^++OH^-=H_2O$

D．碳酸镁与稀硫酸反应：$MgCO_3+2H^+=Mg^{2+}+CO_2\uparrow+H_2O$

【答案】D

【解析】A 选项电荷不守恒；B 选项同时有 $Cu(OH)_2$ 生成；C 选项石灰乳不能改写成离子形式。

4．下列离子方程式书写错误的是 (　　)

A．铁片溶于硫酸铜溶液中：$Cu^{2+}+Fe=Cu+Fe^{2+}$

B．氢氧化钡溶液与稀硫酸混合：$Ba^{2+}+OH^-+H^++SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow+H_2O$

C．硫酸氢钠溶液与 NaOH 溶液混合：$H^++OH^-=H_2O$

D．向硫酸铜溶液中加入 Na_2S 溶液：$Cu^{2+}+S^{2-}=CuS\downarrow$

【答案】B

【解析】B 项，离子方程式应为 $2H^++SO_4^{2-}+Ba^{2+}+2OH^-=BaSO_4\downarrow+2H_2O$

5．下列离子方程式的书写正确的是 (　　)

A．铝与盐酸反应：$Al+6H^+=Al^{3+}+3H_2\uparrow$

B．CO_2 通入 NaOH 溶液中：$CO_2+OH^-=CO_3^{2-}+H_2O$

C．澄清石灰水与盐酸反应：$Ca(OH)_2+2H^+=Ca^{2+}+2H_2O$

D．碳酸钠与氯化钙混合：　$CO_3^{2-}+Ca^{2+}=CaCO_3\downarrow$

【答案】D

【解析】A 选项电荷不守恒；B 选项离子方程式没有配平；C 选项澄清的石灰水应写离子形式。