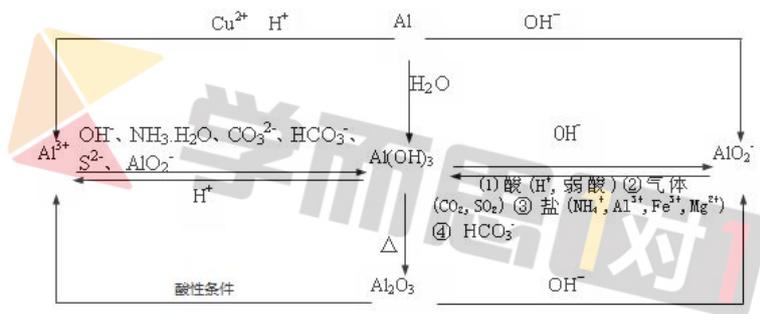




铝、镁及其化合物

◎ 高考怎么考

铝单质	$\left\{ \begin{array}{l} \text{物理性质, 周期表中的位置} \\ \text{制备方法: 电解法} \\ \text{用途} \\ \text{化学性质: 与氧气的反应; 铝热反应; 与酸、碱的反应; 钝化} \end{array} \right.$
氧化铝	$\left\{ \begin{array}{l} \text{俗名, 物理性质} \\ \text{制备方法: 分解法} \\ \text{两性} \end{array} \right.$
氢氧化铝	$\left\{ \begin{array}{l} \text{制备: } \text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+ \\ \text{用途} \\ \text{两性电离} \\ \text{AlO}_2^- \text{ 与 } \text{Al}^{3+} \text{ :“铝线学习法”} \end{array} \right.$
Mg	$\left\{ \begin{array}{l} \text{物理性质} \\ \text{常见的化学反应: 水、空气、CO}_2 \\ \text{制备及用途: 电解或热还原} \end{array} \right.$



📌 自检自查必考点

地壳中含量最多的金属—铝

1、单质铝的物理性质：银白色金属、密度小（属轻金属）、硬度小、熔沸点低。

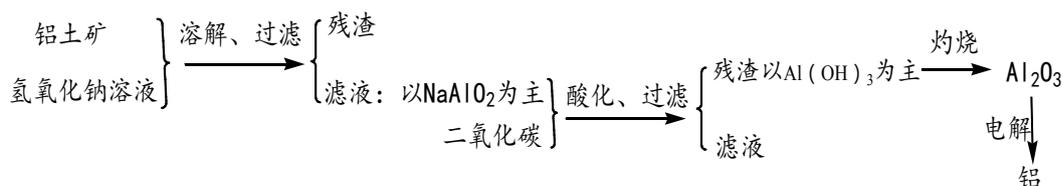
2、制备：工业上采用电解熔融 Al_2O_3 的方法制备金属铝： $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$

【注】a、冰晶石， Na_3AlF_6 ，主要用作铝电解的助熔剂，降低氧化铝的熔解温度；

b、 AlCl_3 为共价化合物，熔点虽低，但无法电解制铝。

从铝土矿——铝单质

铝土矿的主要成分： Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 等。



涉及到的反应式：

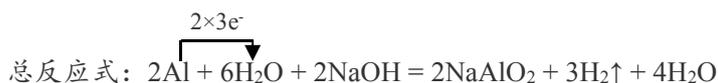




3、用途：铝可以用来冶炼稀有金属；其合金质轻而坚韧，是制造飞机、火箭、汽车的结构材料；纯铝可做超高电压的电缆。

4、化学性质：

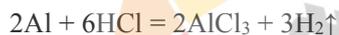
a、铝与强碱溶液反应的实质，反应过程如下：



在此反应中，Al 是还原剂，H₂O 是氧化剂，而不是 NaOH。NaOH 起的作用只是使生成的 Al(OH)₃ 溶解，促进 Al 和 H₂O 的氧化还原反应。由于弱碱如氨水无法使 Al(OH)₃ 溶解，故 Al 不能在弱碱中发生反应。可简写为：2Al + 2NaOH + 2H₂O = 2NaAlO₂ + 3H₂↑。

b、铝与酸的反应

钝化：常温下，Al 在浓 H₂SO₄，浓 HNO₃ 中其表层会形成一层致密的氧化膜，从而保护里面的 Al 单质不被腐蚀。



【注】足量等物质的量的铝单质与强酸、强碱溶液反应时，消耗酸的量多于碱；因此限制氢气的产生量有两大因素：金属的量，酸、碱的量。

c、铝热反应

铝与某些金属氧化物的反应（如 V、Cr、Mn、Fe 的氧化物）叫做铝热反应。



Al 和 Fe₂O₃ 的混合物叫做铝热剂，利用铝热反应焊接钢轨和冶炼金属。

例题讲解

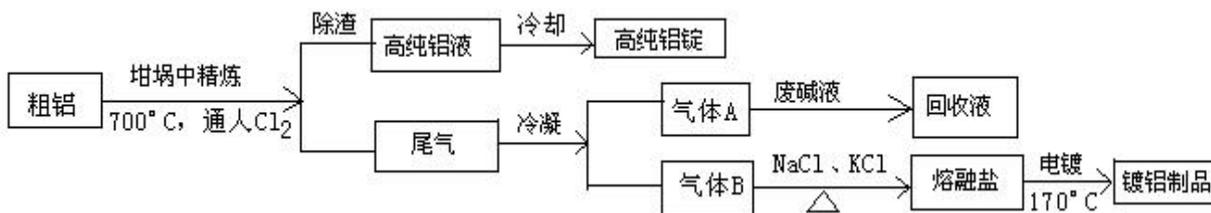
【例 1】实验室将 9g 铝粉跟一定量的金属氧化物粉末混合形成铝热剂。发生铝热反应之后，所得固体中含金属单质为 18g，则该氧化物粉末可能是

A. Fe₂O₃ 和 MnO₂ B. MnO₂ 和 V₂O₅ C. Cr₂O₃ 和 V₂O₅ D. Fe₃O₄ 和 FeO

【解析】9g 铝粉可以提供 1 mol 电子，则氧化物中的金属元素每得到 1 mol 电子对应的质量就应该是 18g，Fe³⁺ 得到 1 mol 电子对应的质量为 18.7g，Mn⁴⁺ 得到 1 mol 电子对应的质量为 13.8g，故 A 项正确。V⁵⁺ 得到 1 mol 电子对应的质量为 10.2g，Cr³⁺ 得到 1 mol 电子对应的质量为 17.3g，B、C 项即使 9g 铝粉全反应，所得金属单质的质量也不到 18g，故错误。Fe₃O₄ 中的铁元素得到 1 mol 电子对应的质量为 21g，Fe²⁺ 得到 1 mol 电子对应的质量为 28g，当铝粉有剩余时，D 项正确。

【答案】AD

【例 2】 由熔盐电解法获得的粗铝含有一定量的金属钠和氢气，这些杂质可采用吹气精炼法除去，产生的尾气经处理后可用钢材镀铝。工艺流程如下：



(注：NaCl 熔点为 801℃；AlCl₃ 在 181℃ 升华)

- 精炼前，需清除坩埚表面的氧化铁和石英砂，防止精炼时它们分别与铝发生置换反应产生新的杂质，相关的化学方程式为①_____和②_____
- 将 Cl₂ 连续通入坩埚中的粗铝熔体，杂质随气泡上浮除去。气泡的主要成分除 Cl₂ 外还含有_____；固态杂质粘附于气泡上，在熔体表面形成浮渣，浮渣中肯定存在_____
- 在用废碱液处理 A 的过程中，所发生反应的离子方程式为_____
- 镀铝电解池中，金属铝为_____极，熔融盐电镀中铝元素和氯元素主要以 AlCl₄⁻ 和 Al₂Cl₇⁻ 形式存在，铝电极的主要电极反应式为_____
- 钢材镀铝后，表面形成的致密氧化铝膜能防止钢材腐蚀，其原因是_____

【来源】 2011 年广东

【答案】 (1) ① $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ ② $4\text{Al} + 3\text{SiO}_2 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Si} + 2\text{Al}_2\text{O}_3$

(2) HCl、AlCl₃；NaCl。

(3) $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$, $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

(4) 阳极；阳极： $\text{Al} - 3\text{e}^- + 7\text{AlCl}_4^- = 4\text{Al}_2\text{Cl}_7^-$ (5) 铝在空气中易形成一层极薄的致密而坚固的氧化膜，它能阻止氧化深入内部，起到防腐保护作用

自检自查必考点

氧化铝：

俗名：人造刚玉，是红宝石，蓝宝石的主要成分。

用途：氧化铝是一种白色难溶物，其熔点很高，可用来制造耐火材料如坩埚、耐火管、耐高温的实验仪器等。

Al₂O₃ 是两性氧化物：既能与强酸反应，又能与强碱反应同时生成盐和水。

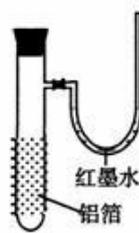


【注】 若用表面生锈的铝与强碱溶液反应，不需要去除表层的 Al₂O₃

例题讲解

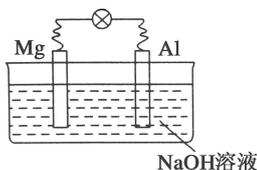
【例 3】 用一张已除去表面氧化膜的铝箔紧紧包裹在试管外壁（如下图），将试管浸入硝酸汞溶液中，片刻取出，然后置于空气中，不久铝箔表面生出“白毛”，红墨水柱右端上升。根据实验现象判断下列说法错误的是

- A 实验中发生的反应都是氧化还原反应
- B 铝是一种较活泼的金属
- C 铝与氧气反应放出大量的热量
- D 铝片上生成的白毛是氧化铝和氧化汞的混合物



【答案】 D

【例 4】 将镁片、铝片平行插入到一定浓度的 NaOH 溶液中，用导线连接成闭合回路，该装置在工作时，下列叙述正确的是 ()



- A. 镁比铝活泼，镁失去电子被氧化成 Mg^{2+}
- B. 铝是电池的负极，开始工作时溶液中会立即有白色沉淀生成
- C. 该装置的内、外电路中，均是电子的定向移动形成电流
- D. 该装置开始工作时，铝片表面的氧化膜可不必处理

【解析】 对 NaOH 溶液而言 Al 比 Mg 活泼，故 Al 为负极，Mg 为正极，负极电极反应式为： $Al + 4OH^- - 3e^- = AlO_2^- + 2H_2O$ ，故 A、B 两项均不正确；内电路是阴、阳离子定向移动形成电流，故 C 项不正确；Al 表面氧化膜不必另外处理，溶液中 NaOH 即可使其溶解，故 D 项正确。

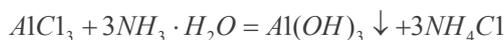
【答案】 D



自检自查必考点

氢氧化铝：

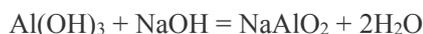
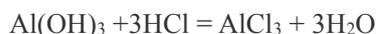
制备：氢氧化铝是几乎不溶于水的白色胶状物质，可以通过铝盐溶液与氨水反应制得。



用途： $Al(OH)_3$ 胶状沉淀有较大的表面积，具有吸附作用，可以吸附悬浮在水中的固体颗粒，所以可以用来净水； $Al(OH)_3$ 碱性不强，却可以中和胃酸，可作医药；

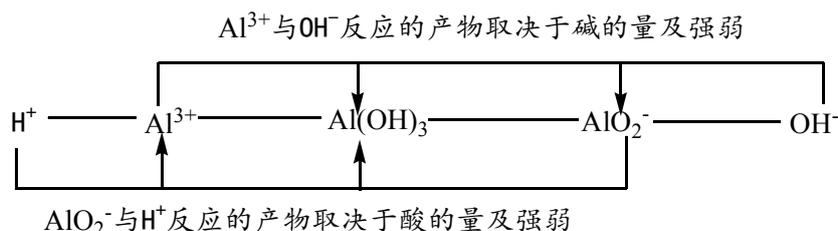
$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 俗名明矾，无色晶体，可溶于水，在天然水中生成 $Al(OH)_3$ 胶体可以和悬浮于水中的泥沙形成絮状不溶物沉降下来，使水澄清，所以明矾可用作净水剂。

两性： 在溶液中同时发生酸式电离和碱式电离： $Al^{3+} + 3OH^- \rightleftharpoons Al(OH)_3 \rightleftharpoons AlO_2^- + H^+ + H_2O$



热稳定性： $Al(OH)_3$ 受热易分解成 Al_2O_3 ： $2Al(OH)_3 \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 3H_2O$ （规律：不溶性碱受热均会分解）

铝线学习法—— AlO_2^- 与 Al^{3+}



- 图示理解：**
- 1、相邻两微粒之间不反应；
 - 2、产物为两微粒间的物质，且能反映出相应的产物所需反应物的量及强弱；
 - 3、相隔越远的两微粒越优先反应；
 - 4、配平方程式时电荷守恒最便捷。

在上面这个图示中，还可以发现其它反应式，这样能方便大家理解 Al 元素中的反应方程式。

离子共存问题：

Al^{3+} 与下列离子不能大量共存： OH^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 AlO_2^- ，其中 OH^- 是因为直接反应，其余均是“双水解”。

AlO_2^- 与下列离子不能大量共存： H^+ 、 HCO_3^- 、 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 。

($\text{AlO}_2^- + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{CO}_3^{2-}$)，其余也是“双水解”。

【注意】通常将 AlO_2^- 转变为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是向溶液中通入 CO_2 ：



例题讲解

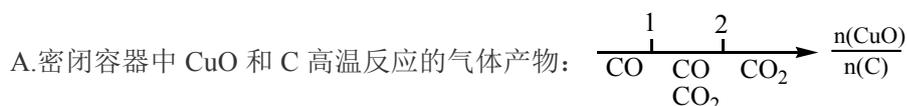
【例 5】甲、乙两烧杯中分别装有相同体积、相同 pH 的氨水和 NaOH 溶液，各加入 10mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ AlCl}_3$ 溶液，两烧杯中都有沉淀生成。下列判断正确的是

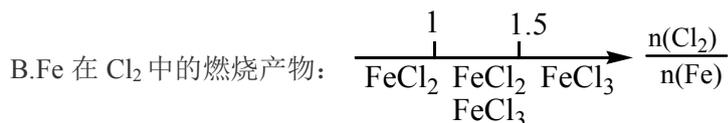
- A. 甲中沉淀一定比乙中的多 B. 甲中沉淀可能比乙中的多
C. 甲中沉淀一定比乙中的少 D. 甲中和乙中的沉淀可能一样多

【解析】此题考查了元素化合物知识。根据氢氧化铝的性质，其能溶于氢氧化钠但不溶于氨水，故此加入时，两烧杯中生成的都是氢氧化铝沉淀；相同体积相同 pH 的两溶液中的溶质氨水大于氢氧化钠，当两者均不足量时，生成的沉淀氨水多；氨水过量，氢氧化钠不足量时，生成的沉淀氨水多；氨水过量，氢氧化钠恰好时，生成的沉淀一样多；氨水和氢氧化钠都过量时，生成的沉淀氨水多；可知 BD 正确。

【答案】BD

【例 6】研究反应物的化学计量数与产物之间的关系时，使用类似数轴的方法可以收到直观形象的效果。下列表达不正确的是





【答案】B

【例 7】向 10 mL 0.1 mol·L⁻¹ NH₄Al(SO₄)₂ 溶液中,滴加等浓度 Ba(OH)₂ 溶液 x mL。下列叙述正确的是()

- A. x=10 时,溶液中有 NH₄⁺、Al³⁺、SO₄²⁻,且 c(NH₄⁺)>c(Al³⁺)
- B. x=10 时,溶液中有 NH₄⁺、AlO₂⁻、SO₄²⁻,且 c(NH₄⁺)>c(SO₄²⁻)
- C. x=30 时,溶液中有 Ba²⁺、AlO₂⁻、OH⁻,且 c(OH⁻)<c(AlO₂⁻)
- D. x=30 时,溶液中有 Ba²⁺、Al³⁺、OH⁻,且 c(OH⁻)=c(Ba²⁺)

【来源】2012 年重庆

【解析】当 x=10 时, NH₄Al(SO₄)₂ 与 Ba(OH)₂ 等物质的量反应,此时 OH⁻量不足,OH⁻首先与 Al³⁺反应,与 NH₄⁺不反应,所以溶液中有未参加反应的 NH₄⁺和部分剩余的 Al³⁺存在,同时 SO₄²⁻也有剩余,但此时不会有 AlO₂⁻生成,故 A 项正确, B 项不正确;当 x=30 时, 0.001 mol 的 NH₄Al(SO₄)₂ 与 0.003 mol Ba(OH)₂ 反应,生成 0.002 mol BaSO₄、0.001 mol NaAlO₂、0.001 mol NH₃·H₂O,且剩余 0.001 mol Ba²⁺和 0.001 mol OH⁻,由于 NH₃·H₂O 也是一种碱,存在电离平衡: NH₃·H₂O ⇌ NH₄⁺ + OH⁻,使得溶液中 c(OH⁻)大于 0.001 mol,故 c(OH⁻)>c(AlO₂⁻), c(OH⁻)>c(Ba²⁺),故 C、D 两项不正确。

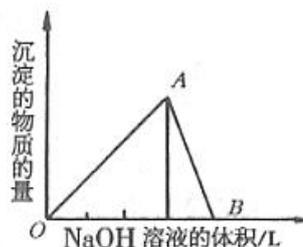
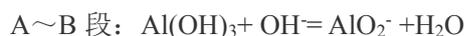
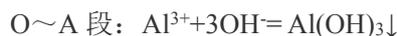
【答案】A



自检自查必考点

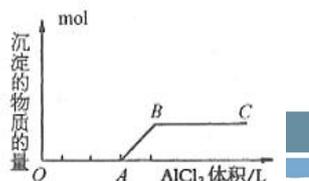
镁铝沉淀图像解读:

一、向 AlCl₃ 溶液中滴加 NaOH 溶液至过量



二、向强碱溶液中滴入铝盐溶液,先无沉淀,当 Al³⁺全部转化为 AlO₂⁻时,再加入铝盐溶液,则偏铝酸盐与铝盐溶液发生了相互促进水解的反应,产物都是 Al(OH)₃。如下图所示:

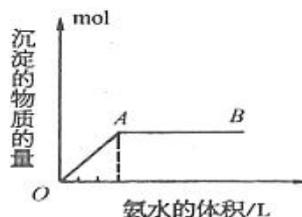
发生反应的离子方程式为:



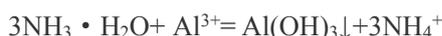


三、向铝盐溶液中滴入氨水或向氨水中滴加铝盐溶液

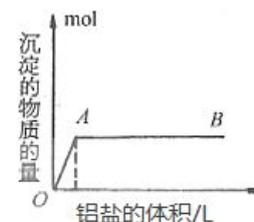
(I) 向铝盐中滴加氨水时, 当氨水增加到 $n(\text{Al}^{3+}):n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})=1:3$ 时, 产生最大沉淀量右图所示。



(II) 向氨水中滴加铝盐溶液时, 开始时氨水过量, 右图所示, 离子反应方程式为:

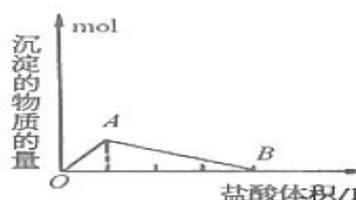


由上面 2 个图不难看出, 氢氧化铝沉淀是不溶于弱碱氨水中的。



四、I: 向偏铝酸盐溶液中滴入强酸

当 $n(\text{AlO}_2^-):n(\text{H}^+)=1:1$ 时, 产生最大沉淀量, 继续滴强酸, 沉淀逐渐溶解。右图所示。



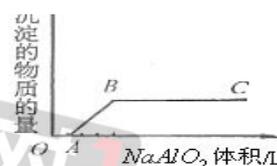
II: 向盐酸中滴加偏铝酸盐溶液至过量

先与过量盐酸反应, 方程式为: $4\text{H}^+ + \text{AlO}_2^- = \text{Al}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

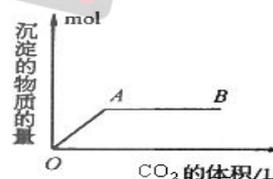
继续滴加 NaAlO_2 的则与 Al^{3+} 发生水解反应, 离子方程式为:



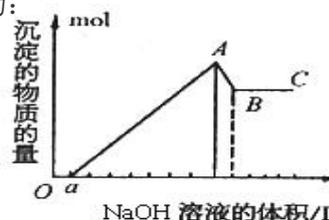
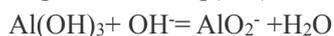
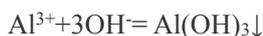
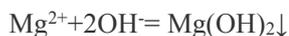
沉淀量的变化可用右图表示。



五、向 NaAlO_2 溶液中通入 CO_2 由于产生的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀不溶解在碳酸中, 产生的沉淀不消失, 右图所示。

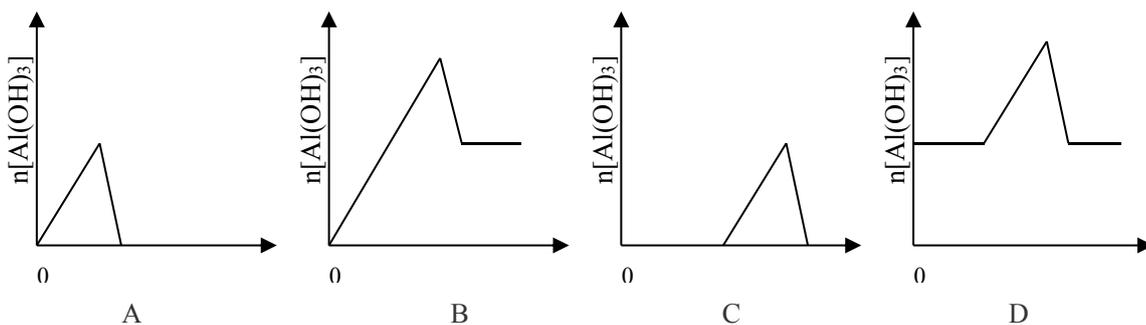


六、向 HCl 、 AlCl_3 、 MgCl_2 溶液溶液中滴加 NaOH 溶液现象是先无明显现象, 继而产生沉淀, 继续滴加盐酸沉淀部分溶解, 其离子反应方程式为:



例题讲解

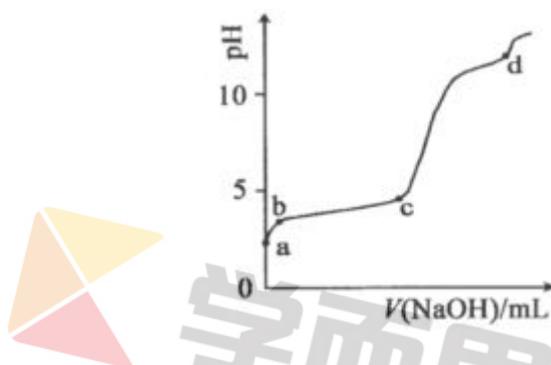
【例 8】 已知室温下, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的 K_{sp} 或溶解度远大于 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。向浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 和 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 混合溶液中, 逐滴加入 NaOH 溶液。下列示意图表示生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的物质的量与加入 NaOH 溶液的体积的关系, 合理的是



【来源】2011年安徽

【答案】C

【例9】室温下，在 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Al}_3(\text{SO}_4)_2$ 溶液中，逐滴加入 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液，实验测得溶液 pH 随 NaOH 溶液体积变化曲线如下图，下列有关说法正确的是



- A. a 点时，溶液呈酸性的原因是 Al^{3+} 水解，离子方程式为： $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3$
- B. a-b 段，溶液 pH 增大， Al^{3+} 浓度不变
- C. b-c 段，加入的 OH^- 主要用于生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀
- D. d 点时， $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀开始溶解

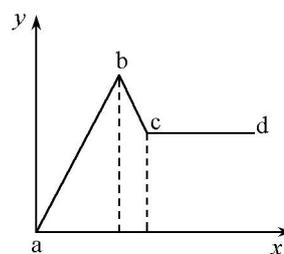
【来源】2014 安徽卷

【答案】C

【解析】A、水解方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，错误；B、该段生成氢氧化铝沉淀，错误；C、正确；D、bc 段 Al^{3+} 与 OH^- 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀，cd 段 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 溶解生成 NaAlO_2 ，d 点溶解结束。

【例10】已知 $\text{Ba}(\text{AlO}_2)_2$ 可溶于水。如图表示的是向 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液时，生成沉淀的物质的量 y 与加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的物质的量 x 的关系。下列有关叙述正确的是

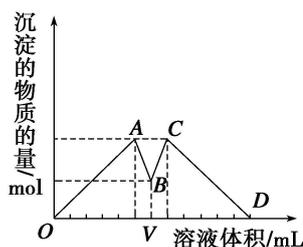
- A. a~b 时沉淀的物质的量： $\text{Al}(\text{OH})_3$ 比 BaSO_4 多
- B. b~c 时溶液中离子的物质的量： AlO_2^- 比 Ba^{2+} 多
- C. a~d 时沉淀的物质的量： BaSO_4 可能小于 $\text{Al}(\text{OH})_3$
- D. c~d 时溶液中离子的物质的量： Ba^{2+} 可能等于 OH^-



【来源】四中期末

【答案】BD

【例 11】 下图是向 $MgCl_2$ 、 $AlCl_3$ 混合液中依次加入 M 和 N 时生成沉淀的物质的量与加入的 M 和 N 的体积关系图（M、N 各表示盐酸或 NaOH 溶液中的一种），以下结论不正确的是



- A. 混合溶液中 $c(MgCl_2) : c(AlCl_3) = 1:1$
- B. 混合液中 $c(MgCl_2) : c(AlCl_3) = 1:3$
- C. V 之前加 NaOH 溶液，V 之后加盐酸
- D. 这种盐酸与 NaOH 溶液中溶质的物质的量浓度相同

【答案】 B

【例 12】 已知： $2[NaAl(OH)_4] + CO_2 \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + Na_2CO_3 + H_2O$ 。向含 $2mol NaOH$ 、 $1mol Ba(OH)_2$ 、 $2mol [NaAl(OH)_4]$ 的混合液中慢慢通入 CO_2 ，则通入 CO_2 的量和生成沉淀的量的关系正确的是

选项	A	B	C	D
$n(CO_2)(mol)$	2	3	4	6
$n(沉淀)(mol)$	1	2	3	3

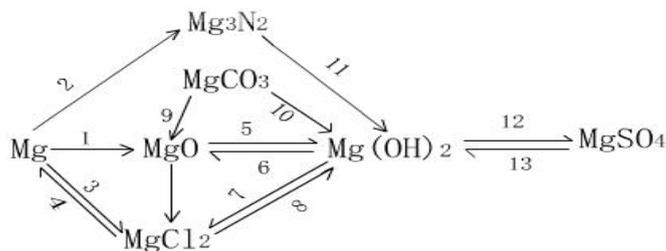
【来源】 2014 上海卷

【答案】 AC

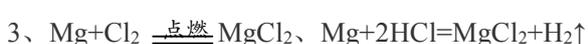
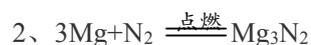
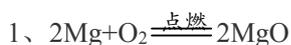


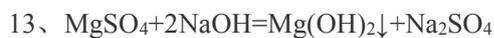
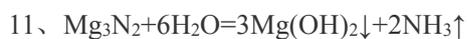
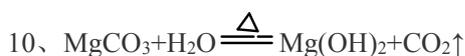
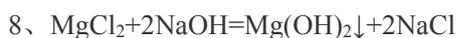
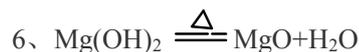
自检自查必考点

镁及其化合物



上图的 1~13 中的有关化学方程式如下：





$\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶解度小于 MgCO_3 。所以在碱性溶液中 Mg^{2+} 总是转化为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀，产生的 MgCO_3 也会在加热的条件下逐渐转化为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。

例题讲解

【例 13】 研究表明 ^{26}Al 可以衰变为 ^{26}Mg ，可比较这两种元素金属性强弱的方法是

- 比较这两种元素的单质的硬度和熔点
- 在氯化铝和氯化镁的溶液中分别滴加过量的氢氧化钠溶液
- 将打磨过的镁带和铝片分别和热水作用，并滴入酚酞溶液
- 将空气中放置已久的这两种元素的单质分别和热水作用

【来源】 2012年上海

【答案】 bc

【例 14】 锌和铝都是活泼金属，其氢氧化物既能溶于强酸，又能溶于强碱。但是氢氧化铝不溶于氨水，而氢氧化锌能溶于氨水，生成 $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 。回答下列问题：

- 单质铝溶于氢氧化钠溶液后，溶液中铝元素的存在形式为_____（用化学式表示）。
- 写出锌和氢氧化钠溶液反应的化学方程式_____。
- 下列各组中的两种溶液，用相互滴加的实验方法即可鉴别的是_____。
 - 硫酸铝和氢氧化钠
 - 硫酸铝和氨水
 - 硫酸锌和氢氧化钠
 - 硫酸锌和氨水
- 写出可溶性铝盐与氨水反应的离子方程式_____。试解释在实验室不适宜用可溶性锌盐与氨水反应制备氢氧化锌的原因_____。

【答案】 (1) AlO_2^- （或 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ ）

(2) $\text{Zn}+2\text{NaOH}=\text{Na}_2\text{ZnO}_2+\text{H}_2\uparrow$ （或 $\text{Zn}+2\text{NaOH}+2\text{H}_2\text{O}=\text{Na}_2\text{Zn}(\text{OH})_4+\text{H}_2\uparrow$ ）

(3) ①③④ (4) $\text{Al}^{3+}+3\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}=\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow+3\text{NH}_4^+$

可溶性锌盐与氨水反应产生的 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 可溶于过量氨水中，生成 $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ ，氨水的用量不易控制