

考点 11 常见金属元素单质及其重要化合物 2——铝

一、选择题

1. 下列关于金属铝的叙述中，不正确的是

- A. Al 是地壳中含量最多的金属元素，但铝是使用较晚的金属
- B. Al 是比较活泼的金属，在化学反应中容易失去电子，表现还原性
- C. Al 箔在空气中受热可以熔化，且发生剧烈燃烧
- D. Al 箔在空气中受热可以熔化，由于氧化膜的存在，熔化的 Al 并不滴落

【答案】C

【解析】A. Al 是地壳中含量最多的金属元素，Al 的金属性较强，需采用电解法冶炼，因而铝是使用较晚的金属，A 正确；B. Al 为活泼金属，易失去电子，表现出还原性，B 正确；C. Al 氧化生成氧化铝，氧化铝的熔点高，包裹在 Al 的表面，则 Al 在空气中不能燃烧，C 错误；D. 氧化铝的熔点高，包裹在 Al 的表面，使熔化的 Al 不滴落，故 D 正确。故选 C。

2. 下列关于铝的性质和用途描述不正确的是

- A. 铝有很好的延展性且是良导体，所以常用作导线
- B. 用酒精灯外焰加热铝箔，可以看到少量液滴悬而不落，说明铝的熔点较高
- C. 铝合金质轻，强度大，耐腐蚀，可以用作门窗
- D. 铝有较强的抗腐蚀性，是因为铝的表面能形成致密的氧化膜

【答案】B

【解析】A 项、铝是金属单质，具有金属的通性，具有很好的延展性且是良导体，常用作导线，故 A 正确；B 项、铝的熔点低于，而氧化铝的熔点高，当用酒精灯外焰加热铝箔，可以看到少量液滴悬而不落，故 B 错误；C 项、铝合金密度小、硬度大、耐腐蚀，常用作门窗，故 C 正确；D 项、铝在空气中放置会形成致密的氧化层薄膜，使铝有较强的抗腐蚀性，故 D 正确；故选 B。

3. 质量比为 2 : 3 的金属铝分别跟足量稀硫酸和氢氧化钠溶液反应，则产生氢气体积比是

- A. 1 : 2
- B. 1 : 3
- C. 2 : 3
- D. 3 : 2

【答案】C

【解析】等量的铝和充足的酸、强碱反应产生的氢气的量相同，故 Al 的质量比等于生成的氢气的量之比，氢气的量之比为 2:3，故产生氢气体积比为 2:3，故选 C。

4. 将 0.46g 钠用铝箔包好并刺一些小孔，放入足量水中充分反应后生成标准状况下 896mL H_2 ，此时溶液体

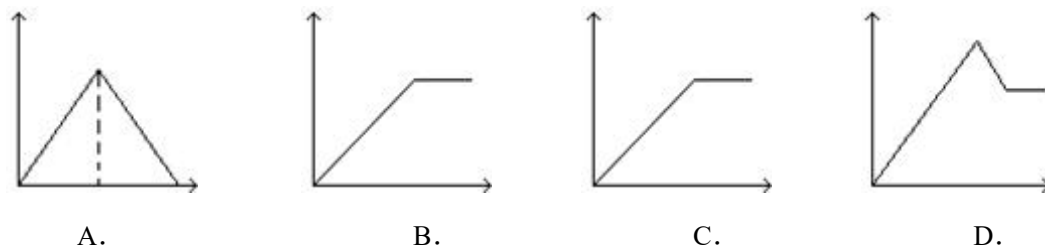
积为 100mL，则下列说法正确的是

- A. 该实验中仅发生了一个氧化还原反应
- B. 反应后溶液中有两种溶质
- C. 反应后溶液中 NaOH 的浓度为 0.2mol/L
- D. 反应后溶液中 NaAlO₂ 的浓度为 0.2mol/L

【答案】D

【解析】0.46gNa 的物质的量是 $n(\text{Na})=0.46\text{g}\div 23\text{g/mol}=0.02\text{mol}$ ，Na 与水反应 $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{NaOH}+\text{H}_2\uparrow$ ，根据方程式中物质反应关系产生 0.02molNaOH，同时得到 0.01molH₂，反应共放出氢气的物质的量是 $n(\text{H}_2)=0.896\text{L}\div 22.4\text{L/mol}=0.04\text{mol}$ ，说明发生反应 $2\text{Al}+2\text{NaOH}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{NaAlO}_2+3\text{H}_2\uparrow$ ，放出 H₂ 0.03mol，消耗 NaOH0.02mol，反应后溶液为 NaAlO₂ 溶液。A.用铝箔包裹金属钠，并刺一些小孔，放入足量水中发生的反应为： $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{NaOH}+\text{H}_2\uparrow$ ， $2\text{Al}+2\text{NaOH}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{NaAlO}_2+3\text{H}_2\uparrow$ ，这两个反应中都有元素化合价的变化，因此都属于氧化还原反应，A 错误；B.Na 与水反应产生 NaOH 和 H₂，反应产生的 NaOH 与 Al 及水恰好反应产生 NaAlO₂，所以反应后溶液中只有 NaAlO₂ 一种溶质，B 错误；C.反应后溶液中溶质只有 NaAlO₂，没有 NaOH，C 错误；D.根据上述分析可知 0.46gNa 发生两个反应后得到溶液的溶质为 NaAlO₂，由于溶液的体积是 0.1L，根据 Na 元素守恒，可知反应后溶液中 NaAlO₂ 的浓度 $c(\text{NaAlO}_2)=0.02\text{mol}\div 0.1\text{L}=0.2\text{mol/L}$ ，D 正确；故选 D。

5. 向 MgSO₄ 和 Al₂(SO₄)₃ 的混合溶液中，逐滴加入 NaOH 溶液。下列图象中，能正确表示上述反应的是（横坐标表示加入 NaOH 溶液的体积，纵坐标表示反应生成沉淀的质量）



【答案】D

【解析】混合溶液中加入氢氧化钠，先生成氢氧化镁和氢氧化铝沉淀，然后氢氧化铝沉淀溶解，最后只剩余氢氧化镁沉淀；故选 D。

6. mg 某金属 M 与足量盐酸完全反应，生成 MCl₂ 和 nmol 氢气，则该金属的相对原子质量为
- A. $\frac{2m}{n}$
 - B. $\frac{2n}{m}$
 - C. $\frac{n}{2m}$
 - D. $\frac{m}{n}$

【答案】D

【解析】令 M 的相对原子质量为 a，则：



1 1

$$\frac{mg}{ag/mol} = n$$

即 $\frac{mg}{ag/mol} = n$, 解得 $a = \frac{m}{n}$, 故选 D。

7. 现有 $AlCl_3$ 和 $MgCl_2$ 的混合液 200mL, 其中 Mg^{2+} 的浓度为 0.2mol/L, Cl^- 的浓度为 1.0mol/L, 若把溶液中的 Mg^{2+} 和 Al^{3+} 分离, 所需氢氧化钠的物质的量为
- A. 0.24mol B. 0.2mol C. 0.12mol D. 0.08mol

【答案】A

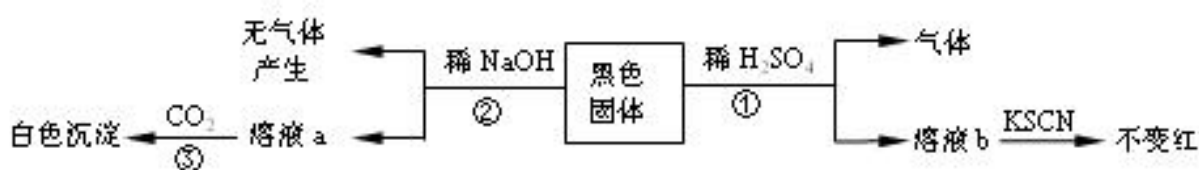
【解析】根据质量守恒可得: $2n(Mg^{2+})+3n(Al^{3+})=n(Cl^-)=0.2L \times 1mol/L=0.2mol$, 因 $n(Mg^{2+})=0.2mol/L \times 0.2L=0.04mol$, 可知 $n(Al^{3+})=(0.2mol-0.04mol \times 2) \div 3=0.04mol$, 欲使 Mg^{2+} 全部沉淀分离出来, 根据发生反应: $Mg^{2+}+2OH^-=Mg(OH)_2\downarrow$, $Al^{3+}+4OH^-=AlO_2^-+2H_2O$, 可知发生反应消耗 NaOH 的物质的量为 $n(NaOH)=2n(Mg^{2+})+4n(Al^{3+})=2 \times 0.04mol+4 \times 0.04mol=0.24mol$, 故合理选项是 A。

8. 向 $KAl(SO_4)_2$ 溶液中逐滴滴入 $Ba(OH)_2$ 溶液的过程中, 下列说法正确的是
- A. 有可能产生两种沉淀 B. 不可能立即出现沉淀
- C. 不可能只有一种沉淀 D. 有可能变为澄清溶液

【答案】A

【解析】向 $KAl(SO_4)_2$ 中逐滴滴加 $Ba(OH)_2$: 先生成 $BaSO_4$ 和 $Al(OH)_3$, 当铝离子完全沉淀, 溶液中还存在没有沉淀的硫酸根离子, 再加入 $Ba(OH)_2$ 生成 $BaSO_4$ 的同时 $Al(OH)_3$ 溶解, 最后 $Al(OH)_3$ 溶解完, 只剩余 $BaSO_4$ 沉淀。反应的方程式为 $2Al^{3+}+3SO_4^{2-}+3Ba^{2+}+6OH^-=3BaSO_4\downarrow+2Al(OH)_3\downarrow$, $2Al(OH)_3+SO_4^{2-}+Ba^{2+}+2OH^-=BaSO_4\downarrow+2AlO_2^-+4H_2O$, 因此向明矾溶液中逐滴滴入氢氧化钡溶液至过量的过程中可能产生两种沉淀氢氧化铝和硫酸钡沉淀, 也可能生成一种沉淀, 故选 A。

9. 铝热反应常用于冶炼高熔点金属, 某小组探究 Al 粉与 Fe_3O_4 发生反应所得黑色固体的成分, 实验过程及现象如下:



下列说法不正确的是

A. 反应①产生的气体是 H_2

B. 反应②为: $Al_2O_3 + 2OH^- = 2AlO_2^- + H_2O$

C. 反应③的白色沉淀是 $Al(OH)_3$

D. 黑色固体中不含 Al 和 Fe_3O_4

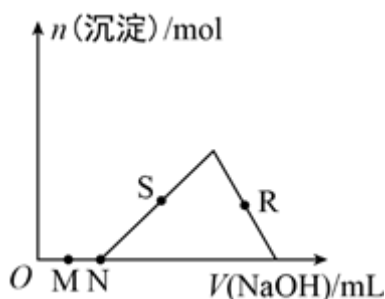
【答案】D

【解析】由上述分析可知,黑色固体一定含氧化铝、 Fe ,一定不含 Al ,可能含 Fe_3O_4 , A. 反应①产生的气体是 H_2 ,为金属与稀硫酸反应生成,故 A 正确; B. 固体含氧化铝,则反应②为

$Al_2O_3 + 2OH^- = 2AlO_2^- + H_2O$,故 B 正确; C. 反应③中 AlO_2^- 与二氧化碳反应,可知白色沉淀是 $Al(OH)_3$,

故 C 正确; D. 黑色固体中不含 Al ,可能含 Fe_3O_4 ,故 D 错误;故选 D。

10. 向 HCl 、 $AlCl_3$ 混合溶液中逐滴加入 $NaOH$ 溶液,生成沉淀的量随 $NaOH$ 溶液加入量的变化关系如图所示,则下列离子组在对应的溶液中一定能大量共存的是



A. M 点对应的溶液中: K^+ 、 Fe^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-

B. N 点对应的溶液中: K^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}

C. S 点对应的溶液中: Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 NO_3^-

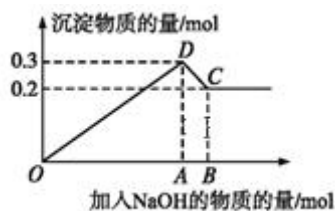
D. R 点对应的溶液中: Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^-

【答案】D

【解析】A、M 点时酸未反应完,故溶液显酸性, Fe^{2+} 、 NO_3^- 在酸性发生氧化还原反应,A 错误; B、N 点时酸与氢氧化钠恰好完全反应,溶液含有大量 Al^{3+} ,会与 CO_3^{2-} 发生双水解,B 错误; C、S 点 Al^{3+} 与 OH^- 未完全反应,与 HCO_3^- 发生双水解,C 错误; D、R 点时氢氧化铝与 OH^- 未完全反应,与 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 均不反应,D 正确;故选 D。

二、非选择题

11. 在 $MgCl_2$ 和 $AlCl_3$ 的混合溶液中,逐滴加入 $NaOH$ 溶液直至过量。经测定,加入的 $NaOH$ 的物质的量(mol)和所得沉淀的物质的量(mol)的关系如下图所示。



(1) 写出下列线段内发生反应的离子方程式:

OD 段_____，

CD 段_____。

(2) 原溶液中 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 的物质的量浓度之比为_____。

(3) 图中 C 点表示当加入_____ mol NaOH 时, Al^{3+} 已经_____, Mg^{2+} 已经_____。

(4) 图中线段 OA : AB = _____。

【答案】 (1) $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$ 、 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 2 : 1 (3) 0.8 全部生成 NaAlO_2 完全生成沉淀 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (4) 7 : 1

【解析】 (1) OD 段是镁离子和铝离子沉淀的阶段, 离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$ 、 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$, 故答案为: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$ 、 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$ 。

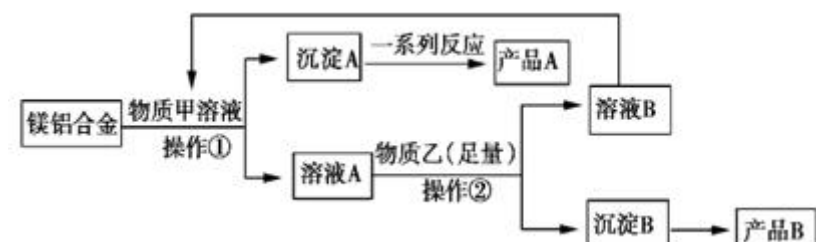
CD 段是氢氧化铝溶解在氢氧化钠溶液中, 离子方程式为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$, 故答案为: $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 通过图像分析, $n[\text{Al}(\text{OH})_3] : n[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 1 : 2$, 根据元素守恒, 原溶液中 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 的物质的量浓度之比为 2:1, 故答案为: 2:1。

(3) 根据图像分析得出图中 C 点氢氧化铝全部溶解, Al^{3+} 全部生成 NaAlO_2 , Mg^{2+} 完全生成沉淀 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, C 点加入 NaOH 的物质的量为 $n(\text{NaOH}) = 4n(\text{Al}^{3+}) + 2n(\text{Mg}^{2+}) = 4 \times 0.1 \text{ mol} + 2 \times 0.2 \text{ mol} = 0.8 \text{ mol}$, 故答案为: 0.8; 全部生成 NaAlO_2 ; 完全生成沉淀 $\text{Mg}(\text{OH})_2$;

(4) 根据上题分析得出 AB 阶段消耗 0.8 mol NaOH, OA 阶段消耗氢氧化钠物质的量 $n(\text{NaOH}) = 3n(\text{Al}^{3+}) + 2n(\text{Mg}^{2+}) = 3 \times 0.1 \text{ mol} + 2 \times 0.2 \text{ mol} = 0.7 \text{ mol}$, 图中线段 OA : AB = 7:8, 故答案为: 7:8。

12. MgO 、 Al_2O_3 都是常用的耐火材料, 某研究小组取 100 kg 含 60% Al 的报废汽车的镁合金材料来制备 MgO 、 Al_2O_3 , 其中物质甲可由溶液 B 转化再生, 其工艺流程如图所示。



请回答下列问题：

(1) 下列说法正确的是_____ (填字母)。

- A. 合金是金属与金属熔合而成的混合物
- B. 合金的熔点比成分金属更高
- C. 合金的硬度等机械性能优于成分金属
- D. 氧化铝熔点高，故可以用氧化铝坩埚熔融氢氧化钠

(2) 物质甲是_____，产品 A 是_____。

(3) 操作②为_____。

(4) 足量物质乙与溶液 A 发生反应的离子方程式为_____。

(5) 假设不计损耗，可得产品 B 的质量为_____ kg。(保留一位小数)

【答案】(1) C (2) NaOH MgO (3) 过滤

(4) $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{HCO}_3^-$ (5) 113.3

【解析】(1) A.合金不一定是金属和金属的混合物，错误；B.合金的熔点比成分金属的熔点低，错误；C.合金的硬度等机械性能一般优于成分金属，正确；D.氧化铝的熔点高，可作为坩埚，但氧化铝能与强碱反应，不能用于熔融氢氧化钠，错误；

(2) Al 与 NaOH 溶液反应，而 Mg 不与 NaOH 溶液反应，将镁铝合金投入 NaOH 溶液中，完全反应后过滤得到固体 Mg 和 NaAlO₂ 溶液，沉淀 A 为 Mg，Mg 与酸反应得 Mg²⁺，Mg²⁺ 与碱溶液反应生成 Mg(OH)₂，加热 Mg(OH)₂ 得产品 A(MgO)。沉淀 B 为 Al(OH)₃，加热 Al(OH)₃ 得到产品 B(Al₂O₃)；

(3) 操作②为固液不相溶分离，故该操作为过滤；

(4) 向 NaAlO₂ 溶液中通入过量的 CO₂，得到 Al(OH)₃ 沉淀和 NaHCO₃，其反应的离子方程式为 $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{HCO}_3^-$ ；

(5) 100 kg 合金中含有 60 kg Al，根据铝元素守恒，最终可得 Al₂O₃ 的质量 = $(60\text{kg} \times 102\text{g/mol}) \div (2 \times 27\text{g/mol}) \approx 113.3\text{kg}$ 。