



铝和铝的化合物

日期: _____ 时间: _____ 姓名: _____
Date: _____ Time: _____ Name: _____



初露锋芒

元素名称	
密度 / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	2.702
熔点 / $^{\circ}\text{C}$	660.37
沸点 / $^{\circ}\text{C}$	2467
原子序数	13
英文名称	Aluminium
原子半径 / pm	143.1
发现年代	1825年
发现者	奥斯特
	面心立方
	[Ne]3s ² 3p ¹
	26.98
	1.5
	577
	3,1
	潜在的生命必需元素 (尚未确证)

铝 Al

学习目标 & 重难点	1、了解铝的物理性质和结构。 2、熟练掌握铝的化学性质，了解金属铝与氢氧化钠反应的本质问题。 3、掌握氧化铝与氢氧化铝的两性。
	1、铝与碱溶液的反应。 2、氧化铝与氢氧化铝的两性。 3、金属铝与酸和碱反应产生氢气的量的问题。



根深蒂固

一、铝的结构和存在

1. 铝原子的结构示意图

铝原子核外有三个电子，在化学反应中，容易失去最外层的三个电子，显+3价。

2. 铝的存在

铝元素在地壳中含量丰富，仅次于_____。自然界中的铝全部以_____态存在。

二、铝单质的性质

（一）物理性质

_____色有金属光泽的固体，有良好的_____、_____和传热性等，密度较小，质地柔软。

（二）化学性质

1. 与非金属单质反应

A. $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow$ _____

B. 铝在空气中缓慢氧化，在氧气中点燃剧烈燃烧。

$4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow$ _____

*铝与空气中的氧气反应生成_____并牢固地覆盖在铝表面，阻止了内部的铝与空气接触。

2. 与盐溶液反应

$2\text{Al} + 3\text{CuSO}_4 \rightarrow$ _____

3. 与某些氧化物反应——铝热反应



注意：

(1) 铝粉和氧化铁的混合物叫做_____。当加热反应时，反应中会放出大量的热，使混合物达到很高的温度，生成氧化铝与液态铁，这个反应叫做铝热反应。

(2) 还有一些金属氧化物和氧化铁相似也能发生铝热反应，这些氧化物有_____。

(3) 工业上常利用铝热反应冶炼某些难熔的金属(如钒、铬、锰)。

4. 与沸水微弱反应

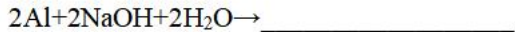


5. 与酸反应



注意：铝在冷的浓硫酸、浓硝酸中_____。某些金属在常温下遇_____酸如浓硫酸、浓硝酸时在表面生成致密的氧化膜，从而阻止内部金属进一步发生反应，这种现象称为_____。

6. 与碱反应



【思考】请标出 Al 和 NaOH 反应时的电子转移方向和数目。

在该反应中，还原剂是_____，氧化剂为_____，还原剂与氧化剂的物质的量之比为_____。

【练一练】

1. 下列关于铝的叙述中正确的是 ()

- A. 铝还原性强，所以可通过铝热反应冶炼高熔点金属
- B. 铝在空气中极易锈蚀，所以铝制品的使用时间很短
- C. 铝能耐稀硫酸腐蚀，所以运送稀硫酸可用铝制槽车
- D. 铝的导电性比铜、银更强，所以常用以制造电线、电缆

2. 现有一块已知质量的铝镁合金，欲测定其中镁的质量分数，几位同学设计了以下三种不同的实验方案：

实验设计 1: 铝镁合金 $\xrightarrow{\text{盐酸}}$ 测定生成的气体在标准状况下的体积

实验设计 2: 铝镁合金 $\xrightarrow{\text{NaOH 溶液}}$ 测定生成的气体在标准状况下的体积

实验设计 3: 铝镁合金 $\xrightarrow{\text{盐酸}}$ 溶液 $\xrightarrow{\text{过量 NaOH 溶液}}$ 过滤、洗涤、干燥后测定得到沉淀的质量则能测定出镁的质量分数的是 ()

- A. 都能
B. 都不能
C. ①不能, 其它都能
D. ②③不能, ①能

二、铝的重要化合物

1. 氧化铝 (Al_2O_3)

(1) 物理性质: _____

刚玉的主要成分是_____。

(2) 化学性质:

①电解熔融的氧化铝制备单质铝但由于氧化铝的熔点很高, 故在氧化铝中添加冰晶石 (Na_3AlF_6) 降低其熔点。



②与酸反应: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow \underline{\hspace{2cm}}$

③与碱反应: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow \underline{\hspace{2cm}}$

*既能与酸反应又能与碱反应生成盐和水的氧化物叫_____氧化物

2. 氢氧化铝 ($\text{Al}(\text{OH})_3$)

(1) 物理性质: 氢氧化铝是_____色胶状物质, _____溶于水, 有强的吸附性, 可以吸附水中的悬浮物和各种色素。

(2) 化学性质:

①不稳定性: 氢氧化铝不稳定, 受热易分解。



这是工业上制取纯净氧化铝的方法。

②与酸反应_____

③与碱反应_____

$\text{Al}(\text{OH})_3$ 具有两性的原因: _____

注意: ①氢氧化铝作为碱时是三元碱; 作为酸时是_____酸 (HAlO_3)。

②氢氧化铝与酸碱反应时, 弱酸弱碱是不能把氢氧化铝溶解的。

(3) $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的制备

氢氧化铝既能溶于强酸，又能溶于强碱，故在制取过程中不宜使用强酸（如 NaOH ）或强碱（如 HCl ）。

①向铝盐中加入氨水，离子方程式为：

② NaAlO_2 溶液中通入 CO_2 ，离子方程式为：

CO_2 少量：_____

CO_2 足量：_____

③ NaAlO_2 溶液与 AlCl_3 溶液混合：

3. 明矾（_____）

复盐的概念：由两种不同的金属离子和一种酸根离子组成的盐叫复盐。

明矾是_____色晶体，_____溶于水，水溶液 pH_____7（填“<”、“>”或“=”）。

明矾可以净水，其净水原理是：_____。

【练一练】

1. 实验室需要使 AlCl_3 溶液中的 Al^{3+} 离子全部沉淀出来，适宜用的试剂是（_____）

A. NaOH 溶液

B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液

C. 盐酸

D. 氨水

2. 将一定量的氧化钠和铝的混合物放入水中，完全反应后，溶液中尚有固体沉淀，则溶液中的溶质主要是（_____）

A. 氢氧化钠

B. 偏铝酸钠

C. 氢氧化钠和偏铝酸钠

D. 无法确定

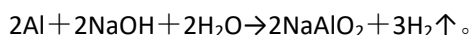
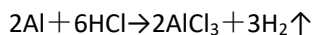


枝繁叶茂

知识点 1：铝的两性

(1) 铝与酸、碱反应生成 H_2 的量的关系

铝与酸、碱反应的化学方程式分别为：



从化学方程式可以看出 Al 与酸、碱反应时生成 H_2 的实质都是 Al 失去三个 e^- 变成 Al^{3+} 所以无论与酸还是与碱反应， Al 与 H_2 的关系都是 $2Al \sim 3H_2$ 。

①等量铝分别与足量盐酸和氢氧化钠溶液反应，产生氢气体积比 $V_{HCl} : V_{NaOH} = 1 : 1$ 。

②足量的铝分别与等物质的量的盐酸和氢氧化钠溶液反应，产生氢气的体积比 $V_{HCl} : V_{NaOH} = 1 : 3$ 。

③一定量的铝分别与一定量的盐酸和氢氧化钠溶液反应，产生氢气的体积比 $1 : 3 < V_{HCl} : V_{NaOH} < 1 : 1$

则必定是： a、铝与盐酸反应时，铝过量而盐酸不足；

b、铝与氢氧化钠反应时，铝不足而氢氧化钠过量。解题时应充分利用上述过量关系。

(2) 铝的这种既能与酸(非氧化性酸)又能与强碱反应产生 H_2 的性质常作为推断题的“题眼”。

【例 1】将等物质的量的镁和铝混合，取等质量该混合物四份，分别加到足量的下列溶液中，充分反应后，放出氢气最多的是 ()

A. $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$

B. $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$

C. $8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$

D. $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$

变式 1：足量的两份铝分别投入到等体积、等物质的量浓度的盐酸、氢氧化钠溶液中，产生 H_2 的体积之比是_____。

变式 2：足量的两份铝分别投入到等体积、一定物质的量浓度的 HCl 、 NaOH 溶液中，二者产生的 H_2 相等，则 HCl 和 NaOH 的物质的量浓度之比是_____。

知识点 2: 两性物质 (Al_2O_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$) 性质的考查

【例 2】下列物质中既能跟稀硫酸反应, 又能跟氢氧化钠溶液反应的是 ()

- ① NaHCO_3 ② $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ ③ Al_2O_3 ④ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ⑤ Al

- A. 全部
B. 只有①③④⑤
C. 只有③④⑤
D. 只有②③④⑤

变式 1: 某溶液既能溶解 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 又能溶解 Al , 但不能溶解 Fe , 在该溶液中可以大量共存的离子组是 ()

- A. K^+ 、 Na^+ 、 HCO_3^- 、 NO_3^-
B. SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 S^{2-}
C. NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
D. H^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 Na^+

变式 2: 为了除去氯化铁溶液中的少量杂质氯化铝, 可选用的试剂和方法是 ()

- A. 加足量 Na_2CO_3 溶液后过滤, 取滤液即可
B. 先加足量氨水, 过滤, 再取沉淀用适量盐酸溶解即得
C. 先加过量 NaOH 溶液, 过滤, 再取沉淀用适量盐酸溶解即可
D. 先加适量 NaOH 溶液, 过滤, 再取沉淀用适量盐酸溶解即可

变式 3: (双选) 既能和明矾溶液反应, 又能和适量的 NH_4HSO_4 溶液反应, 生成白色沉淀的是 ()

- A. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液
B. FeCl_3 溶液
C. KAlO_2 溶液
D. NaHCO_3 溶液

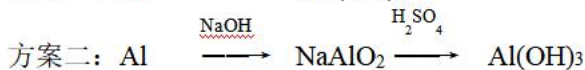
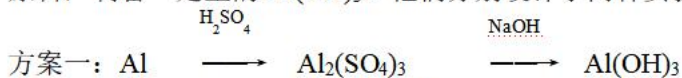
【方法提炼】

两性物质: 指既能与酸反应又能与碱反应生成盐和水的化合物, 包括 Al_2O_3 、 ZnO 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、氨基酸、蛋白质等。

多元弱酸的酸式盐(如 NaHCO_3 、 KHS 、 KHSO_3 、 NaH_2PO_4 等)及弱碱弱酸盐(如 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 等)也既能与强酸反应又能与强碱反应, 但不能将它们称为两性物质。

知识点 3: 氢氧化铝的制备

【例 1】 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是治疗胃酸过多的药物胃舒平的主要成分。某课外兴趣小组用铝、稀硫酸、烧碱为原料，制备一定量的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。他们分别设计了两种实验方案：



(1) 从节约药品的角度思考，你认为哪一种方案较好？_____，方案一和方案二共同存在的问题是_____。

(2) 请用相同的原料设计一个更为节约药品的方案，并写出有关反应的化学方程式：

_____。

变式 1：若甲、乙、丙三位同学用规定的药品制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。规定必用的药品如下：350 g 70% H_2SO_4 溶液， NaOH 固体 240 g，足量铝屑、水(不能用其他药品)。

甲、乙、丙用各自设计的方案制得 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的质量分别是 W_1 、 W_2 、 W_3 。三种实验方案如下：

甲：铝 \rightarrow 加 NaOH 溶液 \rightarrow 加 H_2SO_4 溶液 $\rightarrow W_1 \text{ g Al}(\text{OH})_3$

乙：铝 \rightarrow 加 H_2SO_4 溶液 \rightarrow 加 NaOH 溶液 $\rightarrow W_2 \text{ g Al}(\text{OH})_3$

丙：	铝 \rightarrow 加 H_2SO_4 溶液
	$\rightarrow W_3 \text{ g Al}(\text{OH})_3$
	铝 \rightarrow 加 NaOH 溶液

试回答：

(1) 从充分利用原料、降低成本和提高产率等因素分析，实验方案最合理的是_____。

(2) 三位学生制得的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ， W_1 、 W_2 、 W_3 其质量由大到小的顺序是_____。

(3) 制得 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的最大质量是_____。

变式 2：用含有少量 Mg 的 Al 片制取纯净的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，下列操作中最恰当的组合是 ()

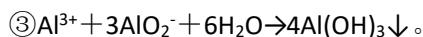
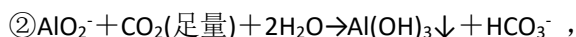
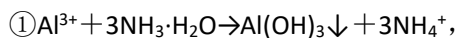
- ①加盐酸溶解 ②加 NaOH 溶液 ③过滤 ④通入过量 CO_2 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$
⑤加盐酸生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ⑥加过量氨水生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$

- A. ①⑥③ B. ①③⑥③ C. ②③④③ D. ②③⑤③

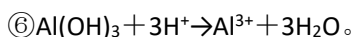
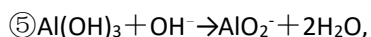
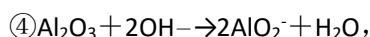
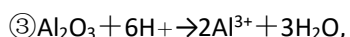
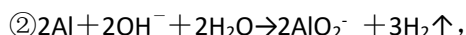
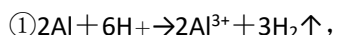
【方法提炼】

1. 熟记 2 种两性化合物： Al_2O_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

2. 掌握 3 种制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的方法：



3. 掌握 6 个化学方程式：



瓜熟蒂落

1. 某无色透明溶液能与铝作用放出氢气，此溶液中一定能大量共存的离子组（ ）

A. Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 K^+

B. K^+ 、 ClO^- 、 Na^+ 、 NO_3^-

C. HCO_3^- 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 K^+

D. NO_3^- 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 NH_4^+

2. 两份铝屑，第一份与过量的盐酸反应，第二份与过量的 NaOH 溶液反应，产生氢气的体积比为

1: 2，则第一份与第二份铝屑的质量比为（ ）

A. 1: 1

B. 1: 2

C. 1: 3

D. 1: 4

3. 能用铝为原料来冶炼难熔的金属主要是因为（ ）

A. 铝的密度小，熔点较低

B. 铝在空气中燃烧，放出大量的热

C. 铝在金属活动性顺序表排在较前面

D. 铝具有还原性，发生氧化还原反应时放出大量的热

4. 将表面已完全钝化的铝条，插入下列溶液中，不会发生反应的是（ ）

A. 稀硝酸

B. 稀盐酸

C. 硝酸铜

D. 氢氧化钠

5. 利用铝合金代替铝制钥匙是利用铝合金的（ ）

A. 熔点低

B. 不易锈蚀

C. 硬度大

D. 密度小

6. 有关 Al 与 NaOH 溶液的反应的说法中, 正确的是 ()
- A. 铝是还原剂, 其氧化产物是 $\text{Al}(\text{OH})_3$
 B. NaOH 是氧化剂, 其还原产物是 H_2
 C. 铝是还原剂, H_2O 和 NaOH 都是氧化剂
 D. H_2O 是氧化剂, Al 被氧化
7. 常温下把铝粉加入下列物质中, 能产生氢气的是 ()
- A. 硫酸钠溶液 B. 稀硝酸 C. 浓硫酸 D. 氯化铵溶液
8. (双选) 某强酸性溶液中, 可以大量共存的是 ()
- A. K^+ HCO_3^- Ca^{2+} Cl^- B. AlO_2^- CO_3^{2-} Na^+ K^+
 C. Na^+ Mg^{2+} NO_3^- SO_4^{2-} D. Ca^{2+} Na^+ Mg^{2+} NO_3^-
9. 下列离子在加入金属钠 (已知: $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}\rightarrow 2\text{NaOH}+\text{H}_2\uparrow$) 后的溶液中仍能大量存在的是 ()
- A. Al^{3+} B. AlO_2^- C. H^+ D. HCO_3^-
10. 将足量稀盐酸加到下列固体混合物中, 只能发生一种反应的是 ()
- A. Mg、 AlCl_3 、 NaAlO_2
 B. KNO_3 、NaCl、 CH_3COONa
 C. NaClO、 Na_2SO_3 、 BaCl_2
 D. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 FeSO_4 、 NH_4HCO_3
11. 某氧化物 X 难溶于水, 能与烧碱反应, 生成易溶于水的化合物 Y, 将少量 Y 溶液滴入盐酸中无沉淀生成, 则 X 是 ()
- A. SiO_2 B. Al_2O_3 C. MgO D. CuO
12. 既能跟稀盐酸反应, 又能跟氢氧化钠溶液反应的化合物是 ()
- ① NaHCO_3 ② Al_2O_3 ③ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ④ Al
- A. ①②③ B. ①④ C. ②③④ D. ①②③④
13. 某同学通过系统实验探究铝及其化合物的性质, 操作正确且能达到目的是 ()
- A. 向氯化铝溶液中滴加过量氨水, 最终得到澄清溶液
 B. 等质量的铝粉分别与足量的盐酸和氢氧化钠溶液反应制得等质量的氢气
 C. 常温下铝与浓硝酸反应制得大量的 NO_2
 D. AlCl_3 溶液加热蒸干得到无水氯化铝晶体

14. (双选) 下列各组物质能相互反应, 最终能生成氢氧化铝的是 ()
- 铝和氢氧化钠溶液共热
 - 氯化铝溶液中滴入过量氢氧化钾溶液
 - 明矾溶液中滴入过量氨水
 - 物质的量浓度相同的硝酸铝溶液和氢氧化钠溶液等体积混合
15. 双羟基铝碳酸钠是医疗上常用的一种抑酸剂, 其化学式是 $\text{NaAl}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 。关于该物质的说法正确的是 ()
- 该物质属于两性氢氧化物
 - 该物质是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 Na_2CO_3 的混合物
 - $1 \text{ mol NaAl}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 最多可消耗 3 mol H^+
 - 该药剂不适合于胃溃疡患者服用
16. 下列反应的离子方程式书写正确的是 ()
- 氯化铝溶液中加入过量氨水: $\text{Al}^{3+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{AlO}_2^- + 4\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 浓烧碱溶液中加入铝片: $\text{Al} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{AlO}_2^- + \text{H}_2 \uparrow$
 - 用浓 NaOH 溶液溶解 Al_2O_3 : $2\text{OH}^- + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{AlO}_2^-$
 - 往碳酸镁中滴加稀盐酸: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
17. 向浓的氢氧化钠溶液和盐酸溶液中分别投入铝粉, 充分反应后放出等量的氢气, 则两个溶液中参加反应的铝的质量之比为 ()
- 1: 3
 - 3: 1
 - 1: 1
 - 1: 2
18. 向 $20 \text{ ml } 0.05 \text{ mol/L}$ 的硫酸铝溶液中加入 $7.5 \text{ mol/L } 1.0 \text{ mol/L}$ 的氢氧化钠溶液, 充分反应后的情况是 ()
- 得到的碱性澄清溶液
 - 所有的 Al^{3+} 全部变成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀
 - 溶液中存在的 AlO_2^- , 还有 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀
 - 溶液中有较多的 Al^{3+} Na^+ SO_4^{2-}
19. 向明矾溶液中滴入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 当 SO_4^{2-} 沉淀完全时, 铝元素的存在形式是 ()
- $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 Al^{3+}
 - $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 AlO_2^-
 - 全部为 $\text{Al}(\text{OH})_3$
 - 全部为 AlO_2^-
20. 把铝粉和氧化亚铁粉配成铝热剂, 分成两等份。一份在高温下恰好完全反应后, 再与足量盐酸起反应; 另一份放入足量的烧碱溶液中充分反应。前后两种情况下生成的气体的质量比是 ()
- 1: 1
 - 2: 3
 - 3: 2
 - 28: 9

21. 某同学为进一步探究铝在空气中的氧化反应，设计下述试验（如右下图）：

（1）外管是中间留有空气的具支试管，连接一个 U 形管，管内有红色水柱。

（2）内管是一支试管，管内放有除去氧化膜的铝片，该铝片还用硝酸汞溶液处理过，并用滤纸吸干。该小试管连有一导管，导管内有红色水滴。整个装置不漏气。试回答：

（1）观察到现象：

①铝片：_____

②红色水滴_____（填“向左”或向右或不）移动。

③红色水柱将：_____

（2）解释原因：

①硝酸汞溶液处理铝片的作用

_____；

②红色水滴出现的变化，表明：

_____；

③红色水柱出现变化，表明_____。

