



铝及氢氧化铝的考点例析

■河北 王志荣

铝是典型的金属元素,考查时主要以铝的知识网络为核心,围绕“铝”元素的两性,及铝单质的性质、冶炼和其化合物在工农业生产和日常生活中的广泛应用等问题进行命题.本文对铝及其化合物的常见考点例析如下:

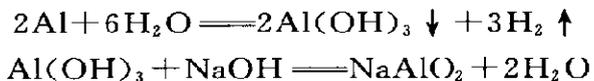
中学生
数理化

一、铝单质的性质及有关计算的考查

例1 有关 Al 与 NaOH 溶液反应的说法正确的是().

- A. Al 是还原剂,NaOH 及水均为氧化剂
- B. 还原产物是 H_2 , 分别由 H_2O 和 NaOH 还原所得的 H_2 的物质的量之比为 2 : 1
- C. 此反应说明铝具有两性
- D. 此反应中只有水是氧化剂,NaOH 既不是氧化剂,也不是还原剂

解析: 铝既能与强酸起反应又能与强碱起反应,尤其是铝与强碱 NaOH 溶液的反应是一个特殊的氧化还原反应,是考试的一个热点,该反应的实质是:



两式相加得: $2Al + 2H_2O + 2NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + 3H_2 \uparrow$

由以上反应可知,铝并不是直接与 NaOH 溶液反应,所以说铝并不是两性物质.在铝跟强碱的反应中,氧化剂是 H_2O . 电子转移是 Al 的电子转移给水中的氢,总数为 $6e^-$.

例2 将 5.4 g Al 投入到 200.0 mL $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的某溶液中,有氢气产生,充分反应后有金属剩余.该溶液可能为().

75

高三版

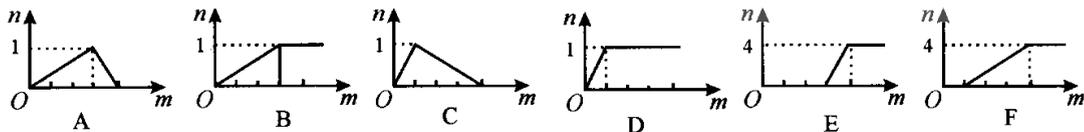


- A. HNO₃ 溶液 B. Ba(OH)₂ 溶液
C. H₂SO₄ 溶液 D. HCl 溶液

解析:本题从定量的角度考查了 Al 与酸、碱的反应,首先排除 A 选项,Al 与 HNO₃ 反应不生成氢气;再利用反应关系,Al 与碱:Al~OH⁻; Al 与酸:Al~3H⁺. 显然等物质的量的 Ba(OH)₂、H₂SO₄、HCl 所消耗的 Al 的量依次减小,故有金属剩余时,作为单选题只能为 D 项.

二、识别氢氧化铝沉淀图象的考查

例 3 将物质 X 逐滴加入到 Y 溶液中,生成沉淀的物质的量 n 与所加的 X 的物质的量 m 的关系如下图 A—F 所示,那么将能正确反映反应过程的图象填在下表中:



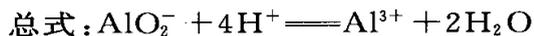
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
X	NaOH	AlCl ₃	AlCl ₃	NH ₃ · H ₂ O	HCl	NaAlO ₂
Y	AlCl ₃	NaOH	NH ₃ · H ₂ O	AlCl ₃	NaAlO ₂	HCl
图象						

解析:完成图象分析题的一般思路是要明确反应的原理,弄清图象中横、纵坐标的含义,原点、交点、转折点等关键点所表达的意义,注意曲线的变化趋势.

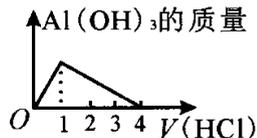
例如向一定量的 NaAlO₂ 溶液中滴加 HCl 的过程:

随 HCl 的滴入,发生反应:AlO₂⁻ + H⁺ + H₂O = Al(OH)₃ ↓ (沉淀量由 0 增至最大)

强酸过量时,沉淀溶解:Al(OH)₃ + 3H⁺ = Al³⁺ + 3H₂O (沉淀量由最大降至 0)



反应过程的量的分配比例是:AlO₂⁻ 转化成最大沉淀消耗的盐酸的量与沉淀全部溶解消耗的盐酸的量之



比为 1 : 3,其过程如图所示.

图象中的 C 选项符合表中第(5)组的变化过程.

再如一定量 AlCl₃ 溶液中加入氨水的过程:

随氨水的加入,发生反应:Al³⁺ + 3NH₃ · H₂O = Al(OH)₃ ↓ + 3NH₄⁺ (沉淀量由 0 增至最大)

继续滴加氨水,由于 Al(OH)₃ 不溶于氨水,所以沉淀量不再改变.氨水与可溶性铝盐溶液反应,与两者滴加顺序无关,图象 B 符合第(4)组的





变化过程. 工业上利用这一点常用氨水与可溶性铝盐反应制取 $\text{Al}(\text{OH})_3$. 用同样的方法分析其他过程对应的图象分别为:(1)A,(2)E,(3)D,(6)F.

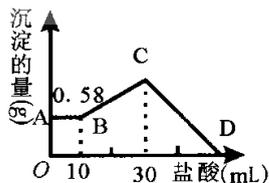
三、氢氧化铝的两性及过量计算的考查

例4 在四种化合物① $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 、② $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、③ NaAlO_2 、④ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 中,跟盐酸和氢氧化钠溶液都反应的是().

A. ② B. ②③ C. ①②④ D. 全部

解析:既能跟盐酸又能跟氢氧化钠溶液起反应的物质主要有:(1)某些金属,如 Al 、 Zn ;(2)两性氧化物、氢氧化物,如②;(3)弱酸的酸式盐,如①;(4)弱酸的铵盐,如④. 所以本题答案为C.

例5 将 NaOH 、 MgCl_2 、 AlCl_3 的混合物溶于足量的水中,有 0.58 g 沉淀生成,在所得浊液中加入 $0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸,加入盐酸的体积与生成沉淀的关系如右图.



求混合物中 NaOH 、 MgCl_2 、 AlCl_3 的质量,D点时盐酸的体积.

解析:看A—B段,知 NaOH 过量,发生的反应为 $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$,可求 NaOH 剩余 $10\text{ mL} \times 0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 5 \times 10^{-3}\text{ mol}$,则 0.58 g 沉淀应为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,即 $0.01\text{ mol Mg}(\text{OH})_2$,溶解 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 需盐酸 0.02 mol (40 mL).

看B—C段,发生的反应为 $\text{AlO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$,C点为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的混合物.

根据 $\text{AlO}_2^- \sim \text{Al}(\text{OH})_3 \sim \text{HCl}$

$$x \quad 20\text{ mL} \times 0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$x = 0.01\text{ mol}$,溶解 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 需 HCl 60 mL .

则D点盐酸体积: $30\text{ mL} + 40\text{ mL} + 60\text{ mL} = 130\text{ mL}$.

$n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$,则 NaOH 的质量为: $130\text{ mL} \times 0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 40\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \times 10^{-3} = 2.6\text{ g}$.

同时可求 MgCl_2 的质量为: $0.01\text{ mol} \times 95\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0.95\text{ g}$.

AlCl_3 的质量为: $0.01\text{ mol} \times 133.5\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 1.335\text{ g}$.

例6 现有 $100\text{ mL } 3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液和 $100\text{ mL } 1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氯化铝溶液,(1)将 NaOH 溶液分多次加到 AlCl_3 溶液中;(2)将 AlCl_3 溶液分多次加到 NaOH 溶液中.比较两种操作的结果是().

A. 现象相同,沉淀质量不等 B. 现象相同,沉淀质量也相等
C. 现象不同,沉淀质量相等 D. 现象不同,沉淀质量不等

解析:本题从实验的角度考查氢氧化铝的两性,涉及铝盐与强碱溶液



反应的滴加顺序问题,虽然参加反应的物质的总量一定,但滴加顺序不同,在滴加过程中反应物的量不同,反应过程可能不同.当将 NaOH 溶液逐渐加到 AlCl₃ 溶液中时,碱不足,立即有沉淀产生;当将 AlCl₃ 溶液逐渐加到 NaOH 溶液时,碱开始过量,产生的沉淀立刻溶解,无沉淀,当加到一定量时才有沉淀,但反应物的物质的量相同,所以最终沉淀的总量相等.应选 C.

四、金属铝的冶炼及应用的考查

例 7 铝和氢氧化钾都是重要的工业产品.请回答:

(1)工业上冶炼铝的化学方程式为_____.

(2)铝与氢氧化钾溶液反应的离子方程式是_____.

解析:此两小问比较简单,工业上用电解熔融的氧化铝来冶炼铝,化学方程式为 $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{通电}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$;铝与氢氧化钾溶液反应生成 KAlO₂ 和 H₂,其离子方程式为 $2\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$.

例 8 铝在人体内积累较多会使人慢性中毒,所以世界卫生组织在 1989 年就已正式将铝确定为“食品污染源之一”加以控制.下面列举的都是有关铝及其化合物的应用,使用时须加以控制的是().

- ①糖果包装 ②电线电缆 ③制牙膏皮 ④内用氢氧化铝胶囊
⑤用明矾净水 ⑥明矾与小苏打混用作食品膨化剂 ⑦制餐具 ⑧制防锈漆

- A. ②③④⑤⑥ B. ①③④⑤⑥⑦ C. ②③⑤⑦⑧ D. 全部

解析:铝的单质及化合物在实际中应用很广泛,本题很贴近生活,这也是新课改下本着学以致用、注重实际的教学理念的要求.如利用铝单质的导电性制造电缆,氢氧化物的悬浊液可以治疗胃酸过多用于医药,铝盐 [Al₂(SO₄)₃] 可用来制泡沫灭火器,复盐明矾可以净水.但人体摄入铝元素过多容易引起老年痴呆,已被人们注意.了解了上述内容,本题答案也就一目了然,选 B.

(责任编辑 谢启刚)

封面院士简介

何泽慧 核物理学家,女,原籍山西灵石,生于江苏苏州.1936年毕业于清华大学.1940年获德国柏林高等工业大学工程博士学位.在德国海德堡皇家学院(K. W. D)核物理研究所期间,首先发现并研究了正负电子几乎全部交换能量的弹性碰撞现象;在法国巴黎法兰西学院核化学实验室工作期间,与合作者首先发现并研究了铀的三分裂和四分裂现象;建国初期,与合作者自立更生研制成功对粒子灵敏的原子核乳胶探测器;在领导建设实验室、高山宇宙线观察站、高空气球、开展高能天体物理等多领域研究方面,作出了重要贡献.1980年当选为中国科学院院士(学部委员).

