

归纳梳理《活泼金属及其化合物》考点

江苏省泰兴市第四高级中学 225411 李麟

常见活泼的金属是钠、镁、铝。其中钠和铝是《课程标准》要求掌握的两种金属元素，镁则穿插在部分章节中。本文归纳梳理钠、镁、铝及其化合物的复习要点。

【知识要点归纳梳理】

一、钠与酸、碱、盐反应的规律

1. 钠与含 -OH 物质的反应

当钠与含有 -OH 的物质发生反应时，反应的剧烈程度取决于 -OH 上氢原子的活泼性，即 -OH 上氢原子电离的难易，越容易电离的越活泼。例如，将钠加入到下列物质中：①水；②乙醇；

► 例3 铅及其化合物应用十分广泛，可用于耐酸设备、蓄电池及 X 射线防护材料等工业领域。根据你所学知识内容，回答如下几个问题：

(1) 铅是碳的同族元素，比碳多 4 个电子层。请分析在元素周期表中，铅的位置为第____周期，第____族；将 PbO_2 与 CO_2 的酸性进行比较，是____(填“ PbO_2 ”或“ CO_2 ”)的强。

(2) PbO_2 与浓盐酸共热有黄绿色的气体生成，写出该反应的化学方程式为_____。

(3) 将 PbO 与次氯酸钠溶液反应可以得到 PbO_2 ，写出该反应的离子方程式为_____；工业上也可以电解制取 PbO_2 ，电极为石墨，电解液为 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的混合溶液。写出阳极发生的电极反应式为_____，在阴极上可以观察到的现象为_____；如果仅仅以 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 作为电解液，写出阴极发生的电极反应式为_____，将其与加入 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 进行比较，不加的主要缺点是_____。

(4) PbO_2 在加热过程发生分解的失重曲线如图(略)所示，已知失重曲线上的 a 点为样品失重 4.0% (即样品起始质量 - a 点固体质量 / 样品起始质量 \times 100%) 的残留固体。若 a 点固体组成表示为 PbO_x 或 $m\text{PbO}_2 \cdot n\text{PbO}$ 列式计算 x 值和 m:n 值_____。

设计意图：通过综合题的呈现，引导学生提高分析信息、发现方法的能力，对于例3 这道高考题

③乙酸，其反应的剧烈程度为③ > ① > ②。

2. 钠与碱溶液反应

钠与碱溶液反应的实质是与水反应。

3. 钠与酸溶液的反应

分两种情况考虑：(1) 若酸过量，则只考虑钠与酸的反应；(2) 若钠过量，则过量的钠还要与水反应，不能认为钠先与水反应生成 NaOH ， NaOH 再与酸发生复分解反应。不论哪种情况，都是钠先与酸反应。

4. 钠与盐溶液的反应

钠与盐溶液反应时，不能置换出盐中的金属，

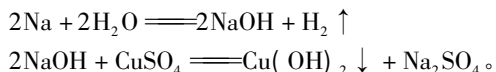
有诸多陌生的信息又应该如何突破呢？下面以其中几问的解答为例分析如何发现解题的方法。

方法1：从已知物质入手进行推测，如从题干给出的信息来看，元素周期律是从已知物质“碳位于第二周期ⅣA族”进行分析，学生不难推测出铅的位置为第六周期ⅣA族，再根据递变规律可以推测出 PbO_2 的酸性比 CO_2 的酸性要弱。

方法2：从题目自身提供的信息入手进行推断，如“ PbO_2 与浓盐酸共热有黄绿色的气体生成”这实际上就给出了重要的信息，思考“黄绿色的气体”是什么？继而与“实验室制氯气”联系起来，完成问题的解答： $\text{PbO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

方法3：刨根问题、追根溯源找到问题的突破口，如“如果仅仅以 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 作为电解液，写出阴极发生的电极反应式为_____，将其与加入 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 进行比较，不加的主要缺点是_____。”学生的思考点被迁移到如果仅仅以 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 不加入 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ，那么，阴极发生的则是 Pb^{2+} 得电子变为 Pb ，而原来的出发点是什么？两者相联系，发现不加入 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 就不能有效利用 Pb^{2+} ，在找到问题解决方法的同时，也感悟到化学知识的工业价值和学科智慧。(收稿日期：2015-11-30)

这是因为金属阳离子在水中一般是以水合离子形式存在,即金属阳离子周围有一定数目的水分子包围着,不能与钠直接接触,而是先与水反应,再考虑生成的碱与盐的反应。例如,钠与硫酸铜溶液反应:



温馨提示:(1)通常钠不能从溶液中置换出金属,但若盐为熔融状态,钠可以置换出较不活泼的金属,例如: $4\text{Na} + \text{TiCl}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{NaCl} + \text{Ti}$ 。(2)分析钠与酸、碱、盐溶液反应的计算题时,生成氢气的物质的量均按钠计算,使问题更简洁。

二、过氧化钠的性质及有关计算

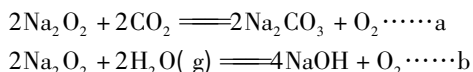
1. 过氧化钠的强氧化性、漂白性

过氧化钠中O为-1价,既有氧化性又有还原性,但以氧化性为主。过氧化钠表现出强氧化性的反应有:

- ① $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \text{====} \text{Na}_2\text{SO}_4$;
- ② 与 FeCl_2 溶液反应:生成红褐色沉淀;
- ③ $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \text{====} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH}$;
- ④ 与氢硫酸反应:生成淡黄色沉淀;
- ⑤ 与品红溶液反应:品红溶液褪色;
- ⑥ 与酚酞溶液反应:溶液先变红,后褪色,同时产生气泡,等等。

提示:过氧化钠与具有还原性的盐溶液反应时,可以认为过氧化钠先与盐溶液中的水反应生成NaOH和O₂,然后O₂与还原性盐发生氧化还原反应,将上述两方程式合并,即得总反应的化学方程式。

2. 过氧化钠与CO₂、H₂O反应的重要关系



(1) 物质的量或气体体积关系

无论是CO₂、H₂O还是二者的混合物,通过足量的过氧化钠时,CO₂或H₂O与放出的O₂的物质的量之比均为2:1。如果是气态水,则气体体积比亦符合上述比值关系。

(2) 反应的先后关系

当CO₂和H₂O同时通过足量的Na₂O₂固体时,如果认为H₂O先与Na₂O₂发生反应,则CO₂

就会与其产生的NaOH反应,重新生成与上述反应等量的H₂O,其结果相当于H₂O未参加反应。因而可以认为CO₂先与Na₂O₂反应。

(3) 固体质量变化关系

由反应a可知:若有2 mol CO₂与足量Na₂O₂反应,固体质量增加56 g,这恰好相当于“吸收”了2 mol CO的质量;由反应b可知,若有2 mol H₂O与足量Na₂O₂反应,固体质量增加4 g,这恰好相当于“吸收”了2 mol H₂的质量。因此,若某物质的组成可变形为xCO·yH₂,则其完全燃烧后的产物通过足量的Na₂O₂时,固体增加的质量恰好为该物质的质量。例如CH₄O、CH₂O、C₆H₁₂O₆等。

三、碳酸钠与碳酸氢钠

	碳酸钠(Na ₂ CO ₃)	碳酸氢钠(NaHCO ₃)
俗名	纯碱、苏打	小苏打
水溶性	均易溶,但温度相同时碳酸钠溶解度更大	
溶液的酸碱性	碱性(酚酞试液红色较深)	碱性(酚酞试液变浅红色)
热稳定性	不分解	$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
与盐酸反应	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \text{====} 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \text{====} \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
与CaCl ₂ 溶液	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \text{====} \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$	不反应
相互转化	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \text{====} 2\text{NaHCO}_3$	$\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} \text{====} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 或 $2\text{NaHCO}_3 \text{====} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
主要用途	广泛用于玻璃、造纸、纺织等工业及生活中的洗涤剂	发酵粉;医疗上治疗胃酸过多

四、镁、铝的氧化物与氢氧化物

镁和铝的氧化物、氢氧化物在性质上既有相同点,也有不同点。

1. 相同点

(1) MgO和Al₂O₃都是高熔点的氧化物,它们都难溶于水。

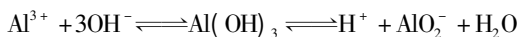
(2) MgO和Al₂O₃、Mg(OH)₂和Al(OH)₃都能与H⁺反应。

(3) Mg(OH)₂和Al(OH)₃受热都能发生分

解,生成相应的氧化物。

2. 不同点

MgO、Mg(OH)₂ 都不与强碱溶液反应,而 Al₂O₃、Al(OH)₃ 都能与强碱溶液反应。Al(OH)₃ 既能与强酸反应,也能与强碱反应,是因为 Al(OH)₃ 在水溶液中存在下列电离平衡:



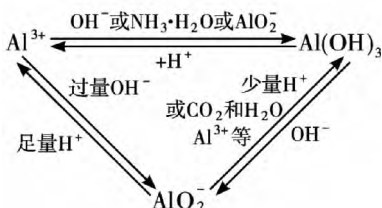
碱式电离

酸式电离

由上述电离方程式可知,Al(OH)₃ 与酸反应时相当于三元碱,与碱反应时相当于一元酸。

五、铝的重要化合物

铝及其化合物的性质尤其是 Al(OH)₃ 与 Al³⁺、AlO₂⁻ 的相互转化十分复杂,可将其内容归纳为“铝三角”:

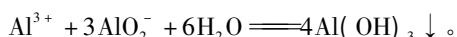


铝的各种化合物之间的相互转化关系尽在该“铝三角”中,给记忆带来极大方便。

温馨提示:有关离子共存问题

Al³⁺ 与 OH⁻、CO₃²⁻、HCO₃⁻、S²⁻、HS⁻、AlO₂⁻ 等因生成沉淀或双水解反应而不能大量共存; AlO₂⁻ 与 H⁺、NH₄⁺、Al³⁺、Fe³⁺ 等发生双水解反应而不能大量共存; AlO₂⁻ 与 HCO₃⁻ 因发生复分解反应而不能大量共存。

Al³⁺ 和 AlO₂⁻ 双水解反应的方程式如下:



六、铝及其化合物的常见图象

1. 向 AlCl₃ 溶液中逐滴加入氨水,见图 1。图中 OA 的长度取决于 AlCl₃ 的物质的量大小。

2. 向 AlCl₃ 溶液中逐滴加入氢氧化钠溶液,见图 2。图中 OA:AB = 3:1。

3. 向 NaOH 溶液中逐滴加入 AlCl₃ 溶液,见图 3。图中 OA:AB = 3:1。

4. 向 NaAlO₂ 溶液中逐渐通入二氧化碳,见图 4。图中 OA 的长度取决于 NaAlO₂ 的物质的量大小。

5. 向偏铝酸钠溶液中逐滴加入稀盐酸,见图 5。图中 OA:AC = 1:3。

6. 向稀盐酸中逐滴滴入偏铝酸钠溶液,见图 6。图中 OA:AB = 1:3。

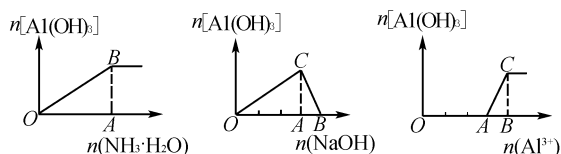


图 1

图 2

图 3

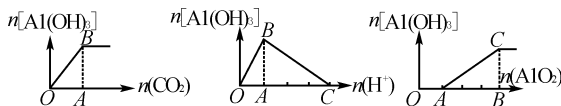


图 4

图 5

图 6

【高考题型归纳剖析】

题型一、考查物质的用途

例 1 (2014 年福建) 下列有关物质应用的说法正确的是()。

- A. 生石灰用作食品抗氧化剂
- B. 盐类都可作调味品
- C. 铝罐可久盛食醋
- D. 小苏打是面包发酵粉的主要成分

解析 A,生石灰做干燥剂,错误; B,食盐可做调味品,其它盐类如 BaCl₂ 有毒; C,铝能与醋酸反应,不可久盛食醋; D,小苏打发酵时能产生 CO₂,是面包发酵的原因。答案: D。

题型二、结合实验考查有关性质

例 2 (2015 年新课标 I 卷理综化学) 下列实验中,对应的现象以及结论都正确且两者具有因果关系的是()。

选项	实验	现象	结论
A.	将稀硝酸加入过量铁粉中,充分反应后滴加 KSCN 溶液	有气体生成,溶液呈血红色	稀硝酸将 Fe 氧化为 Fe ³⁺
B.	将铜粉加 1.0 mol·L ⁻¹ Fe ₂ (SO ₄) ₃ 溶液中	溶液变蓝、有黑色固体出现	金属铁比铜活泼
C.	用坩埚钳夹住一小块用砂纸仔细打磨过的铝箔在酒精灯上加热	熔化后的液态铝滴落下来	金属铝的熔点较低
D.	将 0.1 mol·L ⁻¹ MgSO ₄ 溶液滴入 NaOH 溶液至不再有沉淀产生,再滴加 0.1 mol·L ⁻¹ CuSO ₄ 溶液	先有白色沉淀生成后变为浅蓝色沉淀	Cu(OH) ₂ 的溶度积比 Mg(OH) ₂ 的小

解析 A,稀硝酸与过量 Fe 粉反应,无 Fe^{3+} 生成,与少量 Fe 粉可以生成三价铁离子,错误; B,Cu 与 Fe^{3+} 可生成 Cu^{2+} 和 Fe^{2+} 不会有黑色固体生成,错误; C,铝受热后生成高熔点的氧化铝,阻碍了内部的铝融化滴落,现象错误; D,根据溶度积的应用原理,沉淀向溶度积小的物质转化,正确。

答案: D。

题型三、考查对实验方案的设计与评价

例 3 (2011 年北京理综,11) 下列实验方案中,不能测定 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 混合物中 Na_2CO_3 的质量分数的是()。

- A. 取 a g 混合物充分加热,减重 b g
- B. 取 a g 混合物与足量稀盐酸充分反应,加热、蒸干、灼烧,得 b g 固体
- C. 取 a g 混合物与足量稀硫酸充分反应,逸出气体用碱石灰吸收,增重 b g
- D. 取 a g 混合物与足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液充分反应,过滤、洗涤、烘干,得 b g 固体

解析 NaHCO_3 受热分解而 Na_2CO_3 受热不分解,因而根据加热后固体质量减少可求出 NaHCO_3 的质量,进而求得 Na_2CO_3 的质量分数, A 项正确; 方案 B 最后所得 b g 固体为氯化钠,含有 $\frac{b}{58.5} \text{mol Na}^+$ 根据 Na^+ 守恒,可得

$$n(\text{NaHCO}_3) + 2n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{b}{58.5} \text{mol} \quad \text{①}$$

根据混合物质量可得

$$84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times n(\text{NaHCO}_3) + 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = a \text{ g} \quad \text{②}$$

①②联立可得二者的质量,从而求得质量分数, B 项正确; 碱石灰的成分为 NaOH 、 CaO , 会吸收二氧化碳和水蒸气, b g 为 CO_2 和 H_2O 的总质量, 无法计算混合物的总物质的量, 应将所得气体先通过浓硫酸再用碱石灰吸收方可, C 项错误; 方案 D 最后所得 b g 固体为 BaCO_3 , 为 $\frac{b}{197} \text{mol}$, 根据碳元素守恒可知 Na_2CO_3 与 NaHCO_3 的物质的量之和为 $\frac{b}{197} \text{mol}$, 又知两物质的质量之和为 a g, 故可求得碳酸钠质量分数, D 项正确。

答案: C。

题型四、考查元素周期律与基本概念

例 4 (2015 年江苏) 在 CO_2 中, Mg 燃烧生成 MgO 和 C 。下列说法正确的是()。

- A. 元素 C 的单质只存在金刚石和石墨两种同素异形体
- B. Mg 、 MgO 中镁元素微粒的半径: $r(\text{Mg}^{2+}) > r(\text{Mg})$
- C. 在该反应条件下, Mg 的还原性强于 C 的还原性
- D. 该反应中化学能全部转化为热能

解析 A,碳元素还存在 C_{60} 、 C_{70} 等同素异形体, A 错误; B,根据半径大小比较的方法,先看层数,镁原子层数多于镁离子,镁原子半径大, B 错误; C,根据氧化还原反应中,还原剂的还原能力大于还原产物的还原能力, Mg 是还原剂, C 是还原产物,故 C 正确; D,除去热能外,还会有光能, D 错误。

答案: C。

题型五、金属的制备原理与方法

例 5 (2013 年高考试题改编) 金属冶炼和处理常涉及氧化还原反应。

(1) 由下列物质冶炼相应金属时采用电解法的是()。

- a. Fe_2O_3 b. NaCl c. Cu_2S d. Al_2O_3

(2) 用铝和金属氧化物反应制备金属单质是工业上较常用的方法。如:



常温下 Al 的金属性比 Ba 的金属性 ____ (选填“强”“弱”)。利用上述方法可制取 Ba 的主要原因是 ____。

- a. 高温时 Al 的活泼性大于 Ba
- b. 高温有利于 BaO 分解
- c. 高温时 $\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 比 Al_2O_3 稳定
- d. Ba 的沸点比 Al 的低

解析 (1) 金属活动性表 Al 以前的金属属于活泼金属, 一般采用电解法, 故此, 选 b、d。

(2) 该反应利用 Ba 的沸点低, 首先挥发出来, 导致平衡右移, 从而制得 Ba。

答案: (1) b d (2) 弱; d。

(收稿日期: 2016-02-15)