

有关“硫酸”的总结与归纳

四川大学化工学院 610044 徐同飞

一、硫酸的物理性质

纯硫酸是一种无色、黏稠的油状液体。 H_2SO_4 的质量分数为98.3%的浓硫酸的沸点为338℃,密度为1.84 g/cm³。任何浓度硫酸溶液的密度均大于1 g/cm³,且浓度越大,密度越大。硫酸是一种难挥发的强酸,易溶于水,能以任意比与水混溶。浓硫酸溶解时放出大量的热。因此,在稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢地注入水里,并不断搅拌。绝对不能将水倒进浓硫酸里,以免混合时放出的热量使水沸腾,飞溅伤人。

二、硫酸的化学性质

硫酸不仅具有酸性,而且浓硫酸具有吸水性、脱水性和强氧化性三大特性。

1. 硫酸的酸性

硫酸是二元强酸,稀硫酸具有酸的通性,在水溶液中硫酸能全部电离($\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$)。

(1) 与指示剂作用:稀硫酸能使酸碱指示剂变色(使石蕊变红色)。

(2) 与活泼金属的置换反应:稀硫酸与活泼金属(H前的金属)反应的通式为:活泼金属 + H_2SO_4 (稀) → 硫酸盐 + $\text{H}_2 \uparrow$ 。

如: $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (稀) \rightleftharpoons $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$

(3) 与碱反应:硫酸能与碱发生中和反应。如: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) 与碱性氧化物反应:硫酸能与碱性氧化物反应。如: $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

(5) 与某些盐反应:硫酸能与某些盐(弱酸盐、钡盐、钙盐等)发生复分解反应。如:

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

$2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons$

$\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$

$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{CaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$

2. 浓硫酸的吸水性

浓硫酸的吸水性是指浓硫酸中的 H_2SO_4 分子吸收水分子(H_2O),生成 H_2SO_4 的水合物。故在

实验室常用浓硫酸干燥酸性或中性且常温下不能还原浓硫酸的气体。

3. 浓硫酸的脱水性

浓硫酸的脱水性是指浓硫酸将有机物分子中的H、O元素按2:1的比例以 H_2O 的形式脱去。因此,浓硫酸在一些有机反应中常用作脱水剂。

如: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (蔗糖) $\xrightarrow{\text{浓硫酸}}$ $12\text{C} + 11\text{H}_2\text{O}$

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{浓硫酸}}$ $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

$\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{浓硫酸}}$ $\text{CO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

4. 浓硫酸的强氧化性

浓硫酸的强氧化性是指硫酸分子中+6价的硫容易得到电子的性质。浓硫酸的还原产物一般为二氧化硫。

(1) 常温下冷的浓 H_2SO_4 能使Fe、Al等金属钝化。

(2) 浓 H_2SO_4 不但能氧化活泼金属,而且还能氧化一些不活泼金属(如铜、汞、银等)。在加热时除Pt、Au外,绝大多数金属都能被浓 H_2SO_4 氧化。如:

$2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4$ (浓) $\xrightarrow{\Delta}$ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

$\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ (浓) $\xrightarrow{\Delta}$ $\text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

注意:在金属与浓硫酸的反应中,既有还原产物 SO_2 又有硫酸盐生成,所以,浓硫酸既表现氧化性又表现酸性。

(3) 加热条件下,浓 H_2SO_4 能将一些非金属单质(如C、S、P等)氧化。如:

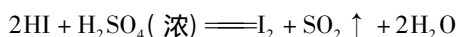
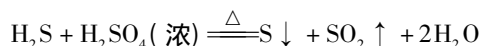
$\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ (浓) $\xrightarrow{\Delta}$ $\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ (浓) $\xrightarrow{\Delta}$ $3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

注意:在非金属与浓硫酸的反应中,只有还原产物 SO_2 (无硫酸盐)生成,所以,浓硫酸只表现氧化性。

(4) 浓 H_2SO_4 能将一些还原性化合物(如 H_2S 、HI、HBr等)氧化。因此,浓 H_2SO_4 不能干燥

常温下具有还原性的气体(SO₂除外)。如:



注意: 尽管浓硫酸具有氧化性, SO₂具有还原

性, 但浓硫酸与 SO₂ 不反应(因硫元素的 +6 价与 +4 价之间无中间价, 浓硫酸不能将 SO₂ 氧化); 所以, 可用浓硫酸干燥 SO₂ 气体。

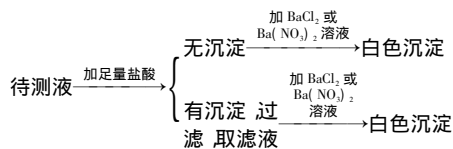
三、浓硫酸与稀硫酸的比较(表 1)

表 1

类别	浓硫酸	稀硫酸
溶质的存在形式	H ₂ SO ₄ 分子	H ⁺ 和 SO ₄ ²⁻ (全部电离, 无 H ₂ SO ₄ 分子)
氧化性	硫酸分子中 +6 价的硫元素所表现出的氧化性; 具有强氧化性	硫酸分子电离出的 H ⁺ 所表现出的氧化性; 具有弱氧化性
还原产物	一般为 SO ₂	H ₂
与碱反应	均能与碱发生中和反应, 如: 2NaOH + H ₂ SO ₄ = Na ₂ SO ₄ + 2H ₂ O	
与碱性氧化物反应	均能与碱性氧化物反应, 如: Fe ₂ O ₃ + 3H ₂ SO ₄ = Fe ₂ (SO ₄) ₃ + 3H ₂ O	
与某些盐反应	均能与某些盐发生复分解反应, 如: Ba(NO ₃) ₂ + H ₂ SO ₄ = BaSO ₄ ↓ + 2HNO ₃	
与金属单质反应	常温下, 使铁、铝钝化; 在加热条件下, 能与绝大部分金属(Pt、Au 除外) 反应, 其反应通式为: 金属 + H ₂ SO ₄ (浓) → 硫酸盐 + SO ₂ ↑ + H ₂ O	能与金属活动性顺序表中氢之前的金属发生置换反应, 其反应通式为: 金属 + H ₂ SO ₄ (稀) → 硫酸盐 + H ₂ ↑ (注意: 变价金属铁与稀硫酸反应生成 FeSO ₄ 和 H ₂)
与非金属单质反应	在加热条件下, 能与一些非金属单质(如 C、S、P 等) 反应	不反应
与还原性化合物反应	能与一些还原性化合物(如 H ₂ S、HBr、HI、FeO 等) 反应	不反应
吸水性	有	无
脱水性	有	无

四、SO₄²⁻ 的检验

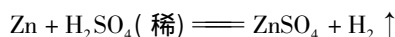
检验 SO₄²⁻ 的原理是根据 SO₄²⁻ 与 Ba²⁺ 反应生成 BaSO₄ 白色沉淀, 且 BaSO₄ 不溶于强酸。常用的含 Ba²⁺ 的试剂是 BaCl₂ 和 Ba(NO₃)₂ 溶液, 常用的酸化试剂是盐酸。在检验过程中, 应排除一些离子(如 Ag⁺、Hg₂²⁺、CO₃²⁻、SiO₃²⁻、SO₃²⁻ 等) 的干扰。其检验方法为:



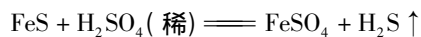
即可证明待测液中含有 SO₄²⁻。

五、硫酸在中学化学中的应用

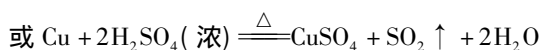
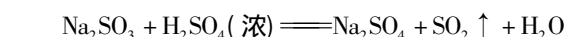
1. 制取气体, 如: (1) 制取 H₂:



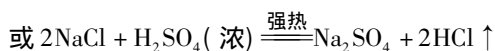
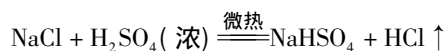
(2) 制取 H₂S:



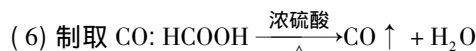
(3) 制取 SO₂:



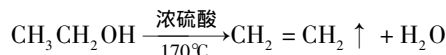
(4) 制取 HCl:



(5) 制取 Cl₂: MnO₂ + 2NaCl + 2H₂SO₄(浓)



(7) 制取 C₂H₄:



2. 作干燥剂: 利用浓硫酸的吸水性, 在实验室用浓硫酸干燥酸性或中性且常温下不能被浓硫酸氧化的气体。浓硫酸属于酸性和氧化性干燥剂, 不能用于干燥碱性气体(NH₃) 和常温下具有还原性的气体(如 H₂S、HI、HBr)。

聚焦原子结构六大考点

湖南省衡阳市第七中学 421000 张红灯

考点 1 原子的构成微粒

例 1 将两种元素的原子核相撞是获得新原子的一种前沿方法,铅和氟的原子核相撞,可得到一种中子数为 175、质子数为 118 的超重原子,该原子的中子数与核外电子数之和为()。

A. 57 B. 118 C. 175 D. 293

解析 对于中性原子中,核内质子数 = 核外电子数,该原子的中子数与核外电子数之和为: $175 + 118 = 293$ 。答案: D。

考点 2 原子微粒间的相互关系

例 2 用 ${}^A_Z X$ 表示原子:

- (1) 中性原子的中子数: $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- (2) 阳离子的中子数: ${}^A X^{n+}$ 共有 x 个电子,则 $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- (3) 阴离子的中子数: ${}^A X^{n-}$ 共有 x 个电子,则 $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- (4) 中性分子或原子团的中子数: ${}^{12}C^{16}O_2$ 分

子中, $N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(5) A^{2-} 原子核内有 x 个中子,其质量数为 m ,则 $n \text{ g } A^{2-}$ 所含电子的物质的量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ mol。

解析 根据“质子数 + 中子数 = 质量数”的关系解题。(1) $N = A - Z$ 。(2) ${}^A X^{n+}$ 共有 x 个电子,中性原子 X 的电子数为 $x + n$,则 $N = A - x - n$ 。(3) ${}^A X^{n-}$ 共有 x 个电子,中性原子 X 的电子数为 $x - n$,则 $N = A - x + n$ 。(4) ${}^{12}C^{16}O_2$ 分子中, $N = 6 + 8 + 8 = 22$ 。(5) A^{2-} 所含电子数为 $m - x + 2$,则 $n \text{ g } A^{2-}$ 所含电子的物质的量为 $\frac{n(m-x+2)}{m}$ 。

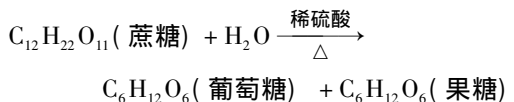
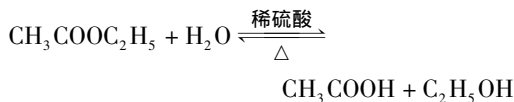
考点 3 元素、核素、同位素、同素异形体的区别与联系

例 3 稀土有工业“黄金”之称,下列有关稀土元素 ${}^{144}_{62}\text{Sm}$ 与 ${}^{150}_{62}\text{Sm}$ 的说法正确的是()

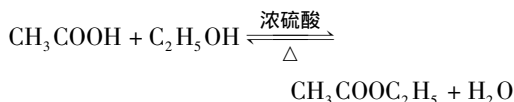
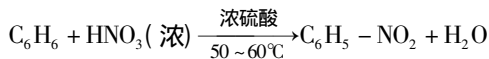
- ${}^{144}_{62}\text{Sm}$ 与 ${}^{150}_{62}\text{Sm}$ 互为同位素
- ${}^{144}_{62}\text{Sm}$ 与 ${}^{150}_{62}\text{Sm}$ 的质量数相同

► 注意 尽管 SO_2 、 CO 和 H_2 具有还原性(SO_2 在常温下即可表现氧化性, CO 和 H_2 一般在高温下才能表现氧化性),但常温下浓硫酸不能将它们氧化,所以可以用浓硫酸干燥 SO_2 、 CO 和 H_2 。

3. 作催化剂: 硫酸在酯(包括油脂)的水解、糖类的水解等许多有机反应中作催化剂。如:



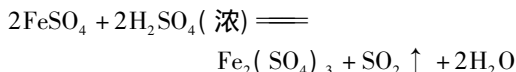
4. 作催化剂和吸水剂: 浓硫酸在许多有水生成的有机可逆反应中,既作催化剂又作吸水剂;浓硫酸吸收生成的水,使平衡向正反应方向移动。如:



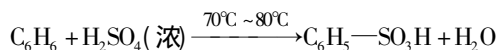
5. 作脱水剂: 浓硫酸在一些分子内有水脱去

的有机反应中常作脱水剂。如在上述蔗糖的碳化、乙醇脱水生成乙烯和甲酸脱水生成 CO 的反应中,浓硫酸均作脱水剂。

6. 作氧化剂: 浓硫酸具有强氧化性,在化学反应中常作氧化剂;在加热时,除 Pt 、 Au 外,绝大多数金属和一些非金属(如 C 、 S 、 P 等)都能被浓 H_2SO_4 氧化;在常温下,一些还原性化合物(如硫化物、碘化物、溴化物、二价铁的化合物等)就能被浓硫酸氧化。如:



7. 作磺化剂: 在加热条件下,苯与浓硫酸反应生成苯磺酸,浓硫酸作磺化剂。



8. 作酸化剂: 为增强 KMnO_4 溶液或 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液的氧化性,常在 KMnO_4 溶液或 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中加入稀硫酸进行酸化。

(收稿日期: 2016-10-15)