

例析高中化学实验试题

浙江诸暨牌头中学 311025 寿开
浙江师范大学化学系 321004 尤冰心

本文以浙江省 2015 年选考部分化学实验试题为例, 浅谈此类试题的教学策略和解题方法。

一、真题解析

例 1 (题 24) 下列说法不正确的是()。

- A. 定容时, 因不慎使液面高于容量瓶的刻度线, 可用滴管将多余液体吸出
- B. 焰色反应时, 先用稀盐酸洗涤铂丝并在酒精灯火焰上灼烧, 然后再进行实验
- C. 将新制氯水滴入紫色石蕊溶液中, 可以看到石蕊溶液先变红后褪色

► (2) $n(\text{NaOH}) = 0.4 \text{ L} \times 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.2 \text{ mol}$ (即 8 g)

$2\text{NaOH} \sim \text{Na}_2\text{S}$ (NaOH 过量时)

80 g 78 g

8 g $x = 7.8 \text{ g}$

$\text{NaOH} \sim \text{NaHS}$ (H_2S 过量时)

40 g 56 g

8 g $y = 11.2 \text{ g}$

8 g NaOH 完全转变 Na_2S 为 7.8 g, 小于 7.92 g;

8 g NaOH 若完全转变 NaHS 为 11.2 g, 大于 7.92 g,

所以 A 由 Na_2S 和 NaHS 组成。

设 A 中含 Na_2S $x \text{ g}$ NaHS $y \text{ g}$ 则:

$$\begin{cases} x + y = 7.92 \\ \frac{80x}{78} + \frac{40y}{56} = 8 \end{cases}$$

解得 $x = 7.527 \text{ g}$ $y = 0.392 \text{ g}$

由于 NaOH 转化 Na_2S 是减重过程, 所以 A 也可能由 NaOH 和 Na_2S 组成。

$2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 固体减重

80 g 78 g 2 g

$z = 3.12 \text{ g}$ 0.08 g

所以 A 由 3.12 g Na_2S 和 4.8 g ($7.92 - 3.12$) NaOH 组成。

答案: 略

D. 取少量晶体放入试管中, 再加入适量 NaOH 溶液, 加热, 在试管口用湿润的红色石蕊试纸检验, 若试纸变蓝, 则可证明该晶体中含有 NH_4^+

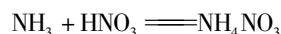
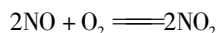
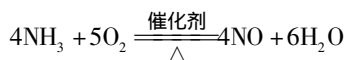
解析 此题考查操作过程, 根据实验现象判断物质的组成。A 选项由于吸出部分液体中也含电解质, 故使浓度偏小, 需重新配置。B 选项考查了焰色反应的操作。C 选项考查了新制氯水的成分, HCl 可使紫色石蕊变红色, HClO 由于强氧化性而使红色退去。D 选项考查了 NH_4^+ 与 OH^- 在加热条件下反应产生 NH_3 , NH_3 遇水生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,

四、关系式守恒法

例 5 今用 100t 氨制硝酸铵, 经测定氨转化为一氧化氮的转化率为 95%, 二氧化氮吸收率为 98%, 氨被硝酸吸收率为 98%, 求生成硝酸铵多少吨?

分析 根据有关化学方程式, 找出物质的转化关系及量的关系, 再根据 $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$, 列出关系式, 求出结果。

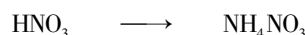
解 合成 NH_4NO_3 的有关反应为:



据此可得出下列转化关系(设用于合成 HNO_3 的氨为 $x \text{ t}$, 被 HNO_3 吸收的氨为 $(100 - x) \times 98\% \text{ t}$)

则有 $x \times 95\% \times 98\% = (100 - x) \times 98\%$

$x = 51.3 \text{ t}$



63 80

$51.3\text{t} \times 95\% \times 98\%$ m 解得 $m = 60.65\text{t}$

总之, 利用化学方程式的计算贵在把握其定量关系, 在此基础上熟练利用已知条件, 看清物质间的定量反应关系, 定会准确而快速的解决问题。

(收稿日期: 2015 - 07 - 15)

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 电离出 OH^- 使红色石蕊试纸变蓝。

答案: A。

例 2 (题 27) 某酸性废液中含有 Fe^{2+} 、

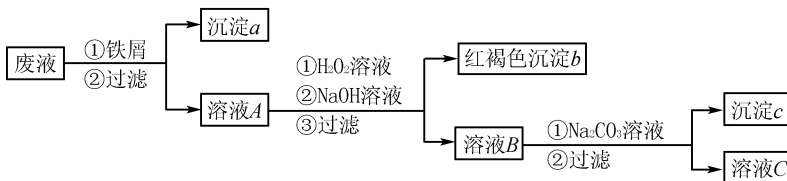


图 1

请回答: (1) 沉淀 a 中含有的单质是 _____。

(2) 沉淀 c 的化学式是 _____。(3) 溶液 A 与 H_2O_2 溶液在酸性条件下反应的离子方程式是 _____。

解析 此题考查实验现象、物质的分离、掌握化学变化的规律。考查了 Fe 与 Cu^{2+} 的置换反应生成 Cu 单质, Fe^{2+} 被 H_2O_2 氧化成 Fe^{3+} , Fe^{3+} 与 OH^- 产生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, Ba^{2+} 与 CO_3^{2-} 产生白色的 BaCO_3 沉淀, 突破口为红褐色沉淀。

答案: (1) Cu、Fe (2) BaCO_3

(3) $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

例 3 (题 28) 图 2 为实验室制取乙酸乙酯的装置。

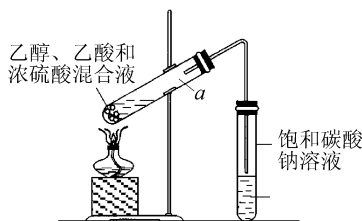


图 2

请回答: (1) 检验该装置气密性的方法是 _____。

(2) 浓硫酸的作用是 _____。

(3) 下列有关该实验的说法中, 正确的是 _____。

A. 向 a 试管中加入沸石, 其作用是防止加热

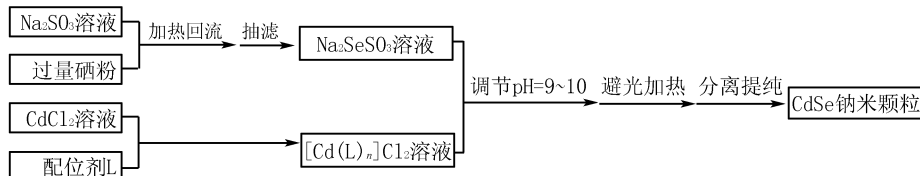


图 3

注: ① CdCl_2 能与配位剂 L 形成配合物 $[\text{Cd}(\text{L})_n]\text{Cl}_2$; $[\text{Cd}(\text{L})_n]\text{Cl}_2 = [\text{Cd}(\text{L})_n]^{2+} + 2\text{Cl}^-$; $[\text{Cd}(\text{L})_n]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + n\text{L}$ 。② 纳米颗粒通常指平均粒径为 1 nm ~ 100 nm 的粒子

Cu^{2+} 、 Ba^{2+} 三种金属离子, 有同学设计了图 1 所示方案对废液进行处理(所加试剂均稍过量), 以回收金属, 保护环境。

时液体爆沸

B. 饱和碳酸钠溶液可以除去产物中混有的乙酸

C. 乙酸乙酯是一种无色透明、密度比水大的油状液体

D. 若原料为 CH_3COOH 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH}$, 则乙酸乙酯中不含 ^{18}O

解析 此题考查有机物质的制备、分离、提纯。实验室利用乙酸与乙醇在浓硫酸、加热条件下制备乙酸乙酯是书本的典型例题实验, 考生对本知识点的掌握较好, 但要注意文字题的答题规范、简洁、明了。(3) B 选项利用碳酸钠溶液的碱性与乙酸反应, 故可除去乙酸乙酯中的乙酸。D 选项中考查了取代反应的机理, 乙酸脱羟基而乙醇脱氢, 故乙酸乙酯中应含有 ^{18}O 。

答案: (1) 连接好装置, 将导管末端插入水中, 用手捂住试管 a, 若导管口出现气泡, 片刻后松开手, 导管末端形成一段水柱, 则气密性良好。(2) 催化剂 吸水剂。(3) AB。

例 4 (题 31) 纳米 CdSe (硒化镉) 可用作光学材料。在一定条件下, 由 Na_2SO_3 和 Se (硒, 与 S 为同族元素) 反应生成 Na_2SeSO_3 (硒代硫酸钠); 再由 CdCl_2 形成的配合物与 Na_2SeSO_3 反应制得 CdSe 纳米颗粒。流程图如图 3 所示:

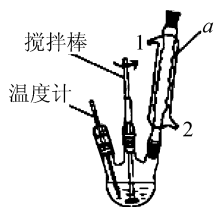


图4

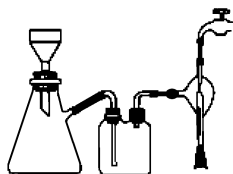


图5

请回答:

(1) 图4 加热回流装置中,仪器 a 的名称是 _____ 进水口为 _____ (填1 或2)

(2) ① 分离 CdSe 纳米颗粒不宜采用抽滤的方法 理由是 _____。

② 有关抽滤,下列说法正确的是 _____。

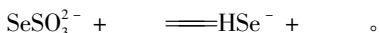
- A. 滤纸应比漏斗内径略小,且能盖住所有小孔
- B. 图5 抽滤装置中只有一处错误,即漏斗颈口斜面没有对着吸滤瓶的支管口
- C. 抽滤得到的滤液应从吸滤瓶的支管口倒出
- D. 抽滤完毕后,应先拆下连接抽气泵和吸滤瓶的橡皮管,再关水龙头,以防倒吸

(3) 研究表明,CdSe 的生成分两步:

① SeSO_3^{2-} 在碱性条件下生成 HSe^- ;

② HSe^- 与 Cd^{2+} 反应生成 CdSe。

完成第①步反应的离子方程式



写出第②步反应的离子方程式 _____。

(4) CdSe 纳米颗粒的大小影响其发光性质。

某研究小组在一定配位剂浓度下,探究了避光加热步骤中反应时间和温度对纳米颗粒平均粒径的影响,如图6 所示;同时探究了某温度下配位剂浓度对纳米颗粒平均粒径的影响,如图7 所示。

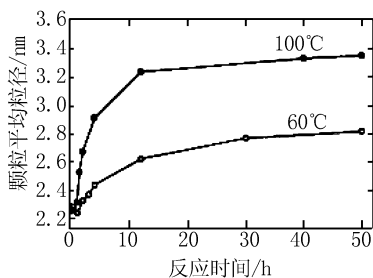


图6

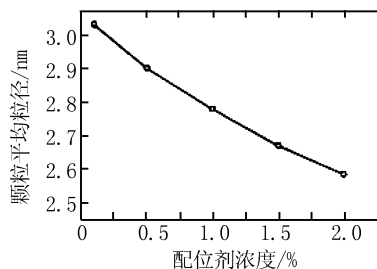


图7

下列说法正确的是 _____。

- A. 改变反应温度和反应时间,可以得到不同发光性质的 CdSe 纳米颗粒
- B. 在图5 所示的两种温度下,只有 60°C 反应条件下可得到 2.7 nm 的 CdSe 纳米颗粒
- C. 在其它条件不变时,若要得到较大的 CdSe 纳米颗粒,可采用降低温度的方法
- D. 若要在 60°C 得到 3.0 nm 的 CdSe 纳米颗粒,可尝试降低配位剂浓度的方法

解析 本题考查无机物质的制备、分离、提纯;并将所学的化学知识及原理应用到新情景中解决问题。

(1) 中考查的冷凝管为中学常见的实验仪器,冷凝水的下进上出也是中学基础的知识点,为较易得分的考点。

(2) 中抽滤时由于有较大压力差,某些较细小微粒也会穿过滤纸微孔,还有些胶体会堵塞滤纸上的微孔,造成该滤掉的微粒没被滤掉或过滤速度很慢。故细小颗粒和胶状沉淀不能用抽滤。B 选项中还有一处错误,安全瓶中两导管应为左高右低防止倒吸。C 选项中滤液应从吸滤瓶的上口倒出。

(3) 中题目已给出碱性条件这一明确信息,故①中反应物为 SeSO_3^{2-} 和 OH^- ,产物 HSe^- 已给出根据电荷守恒得出另一产物为负二价阴离子,又根据元素守恒得出为 SO_4^{2-} ,所以为 $\text{SeSO}_3^{2-} + \text{OH}^- = \text{HSe}^- + \text{SO}_4^{2-}$ 。②中已知 HSe^- 与 Cd^{2+} 在碱性条件下反应,故反应物为 HSe^- 、 Cd^{2+} 和 OH^- ,产物 CdSe,根据电荷守恒和元素守恒另一产物为 H_2O ,所以为 $\text{HSe}^- + \text{Cd}^{2+} + \text{OH}^- = \text{CdSe} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 中题干中已知 CdSe 纳米颗粒的大小影

响其发光性质 故 A 选项考查温度和反应时间对发光性质的影响实质为对颗粒直径的影响。在图 6 信息中可以得出不同的温度、不同的反应时间得到的颗粒大小不同,温度越高,颗粒越大,故 C 错。在 100℃ 反应条件下也可得到 2.7 nm 的 CdSe 纳米颗粒,故 B 错,图 7 信息中得出:浓度越低,颗粒越大,故 D 正确。

答案:

(1) 冷凝管 2

(2) ①抽滤不宜用于过滤胶状沉淀或颗粒太小的沉淀 ②AD

(3) $\text{SeSO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HSe}^- + \text{SO}_4^{2-}$

$\text{HSe}^- + \text{Cd}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CdSe}^- + \text{H}_2\text{O}$

(4) AD

综上,选考化学实验试题总体上呈现出重视基础、突出操作和能力培养的命题趋势。重点考核学生对常见实验仪器及其规范操作的熟悉程度,这是中学化学的基本要求;就能力而言,重点考察学生对实验现象的观察、分析、推断、思辨能力以及将所学的化学知识、原理应用到新情景中实现知识迁移和解决问题的能力。如果学生不亲自做化学实验,仅凭死记硬背实验原理及操作,是不可能获得好成绩的。

二、教学应对策略

1. 从必考题角度

教师在教学过程中应立足教材,回归课本,做好教材上的演示实验,培养学生的观察和思维能力,掌握实验基本原理,熟悉操作技能。在此基础上选择必要的装置和必要的试剂进行制备、除杂、干燥或检验等操作。如实验室制氯气这个典型的固液加热制备实验,教师在讲授时应该引导学生思考并组装气体的发生装置、除杂装置、干燥装置、收集装置和尾气处理装置,并要求学生根据装置图从下到上、从左到右的顺序来熟悉实验仪器的特点、用途、操作要点及使用注意事项,做到心中有图。

2. 从加试题角度

加试题 31 以纳米 CdSe(硒化镉) 的制备为背景,给出了制备条件对其颗粒尺寸影响等相关信息,并将实验的基本操作贯穿于制备过程中。该题将化学的新成果展现给中学生,给人耳目一新

的感觉,使试题呈现新物质、新反应、新流程的特点。这类试题能很好考查学生的信息提取能力和知识的迁移能力,其命题思路往往与《实验化学》模块中的实验知识相关联。

因此教师在教学过程中应立足教材,发散知识,巩固教材实验,培养学生的操作和分析能力。建立基本的实验原型,帮助学生找到曾经学过的实验原型,分析题给的信息,通过比较找到共同点,然后通过逻辑推理实现知识迁移,解决新情境中的新问题。

下面以硫酸亚铁铵(摩尔盐) 制备实验中晶体洗涤问题来讨论如何建立实验原型。

引导学生思考:为什么要洗涤?怎样洗涤?用什么洗涤?如何证明已经洗涤干净?其相关的知识点描述如下:

(1) 洗涤的目的

①若滤渣是所需的物质,则洗涤的目的是:除去晶体表面的可溶性杂质,得到更纯净的晶体。

②若滤液是所需的物质,则洗涤的目的是:洗涤过滤所得到的残渣,把有用的物质,如目标产物尽可能洗出来。

(2) 如何洗涤沉淀

沿玻璃棒向漏斗中加水至浸没沉淀,待水自然流下后,再重复 2 ~ 3 次(洗涤过程中不能搅拌)。

(3) 如何判断沉淀是否洗涤干净

取最后一次洗涤液少许于试管中,滴加...,若产生...,说明沉淀已洗净。

(4) 关于洗涤的试剂,对于用什么洗涤,我们经常可以用以下几种:

①蒸馏水;②冷水;

③有机溶剂,如酒精、丙酮等;

④该物质的饱和溶液。

根据被洗涤对象的性质选择合适的洗涤试剂。

例如,硫酸亚铁铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 晶体的制备实验中:

①用少量冰水洗涤 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体,其目的是____;____;

②用酒精洗涤 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的目的是____。 ▶

溶液的配制全景分析*

江苏省南京市溧水区第一初级中学 211200 毛 轩

溶液的配制是中考命题的重点,考查的角度也较多,主要有实验的基本操作、实验的步骤、实验仪器的选择、错误操作对实验结果的影响等。题型主要以选择题、填空题、实验探究题和计算题呈现。

一、配制溶液的实验步骤

1. 计算: 计算出配制该溶液所需的溶质质量(或浓溶液的体积)以及所需水的质量(按水的密度 1 g/cm^3 换算体积);

2. 称量: 按计算结果称取一定质量的固体(或量取一定体积的浓溶液),用量筒量取一定体积的水。

3. 溶解(或稀释): 将称量好的固体(或浓溶液)加入烧杯中,再将量筒内的水倒入,用玻璃棒搅拌使混合均匀。如果是用浓硫酸配制稀硫酸,则应先向烧杯中加入水,再缓慢倒入浓硫酸并不断搅拌。

4. 装瓶保存: 将配制好的溶液装到指定的瓶中,并贴上标签。

配制过程如图1所示(以配制溶质质量分数一定的NaCl溶液为例):

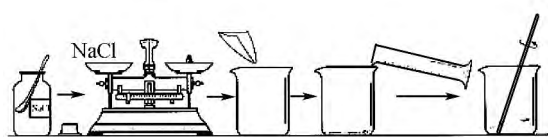


图1

二、配制溶质质量分数一定的溶液误差分析

1. 所配制溶液溶质质量分数偏小的原因有: 量取溶剂时仰视量筒刻度; 配制溶液的烧杯内壁有水; 向烧杯中转移固体溶质时,有一部分溶质撒落在烧杯外等。

2. 所配制溶液溶质质量分数偏大的原因有: 称量时,所用砝码生锈或沾有油污; 量取溶剂时俯视量筒刻度等。

三、中考真题解读

1. 考查配制溶液所需的仪器

例1 (2015年揭阳) 要配制 $100 \text{ g } 5\%$ 的NaCl溶液,除了需要托盘天平和量筒外,还需要用到的一组仪器是()。

- A. 烧杯、试管、玻璃棒
- B. 烧杯、胶头滴管、玻璃棒
- C. 烧杯、胶头滴管、漏斗
- D. 烧杯、酒精灯、玻璃棒

解析 用固体配制一定质量分数的溶液需要的仪器有: 托盘天平、量筒、烧杯、胶头滴管、玻璃棒,不需要进行过滤和加热,因此不需要漏斗和酒精灯。

答案 B。

点评 本题难度不大,明确配制一定溶质质量分数的溶液实验步骤、所需的仪器是正确解答本题的关键。

▶ 参考答案: ① 洗涤除去晶体表面附着的硫酸等杂质; 用冰水洗涤可降低洗涤过程中 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的损耗。冰水作为洗涤剂,应该从两方面来说明。首先它是水,可以将某些可溶性的杂质溶解而除去; 其次,要说明作为冰水温度低有什么好处。

② 酒精洗涤目的可以减少晶体溶解; 利用乙醇的挥发性除去晶体表面的水分。由于摩尔盐属于无机盐,在水中的溶解度大于在乙醇中,用乙醇

洗涤可以降低摩尔盐因为溶解而造成损失; 其次,由于水易溶于乙醇,用乙醇可以除去水,并可把晶体表面的杂质“冲走”; 另外,酒精易挥发,很容易使晶体保持干燥。

综上,教师在教学中要给学生建立实验原型,在洗涤问题中,要建立: 目标产物是什么,杂质是什么,目标产物的性质是什么,杂质的性质又是什么,根据目标产物和杂质的性质来选择所需的洗涤试剂。

(收稿日期: 2016-01-15)