

# 夯实基础实验 提升实验能力

## ——探究 2023 年高考化学实验基础题的考查

宁夏固原市第一中学

(756000)

李晓峰

化学实验基础题一直都是每年高考化学选择题中必须考查的题型,本文以 2023 年高考化学选择题中化学实验基础题的考查为例,整理此类试题主要考查类型.

### 题型 1 实验基本操作与仪器的使用

**常考知识点** ①常用化学仪器的合理使用(蒸馏烧瓶、分液漏斗、天平、坩埚、温度计、滴定管、容量瓶、酒精灯、冷凝管、烧杯、玻璃棒、胶头滴管、吸滤瓶、恒压漏斗、恒压滴液漏斗等).

②化学实验基础的科学操作(包括仪器使用的科学操作及仪器连接先后顺序的科学操作等).

③实验室安全与突发情况应急处理(酸液、碱液溅上皮肤;酸液、碱液溅进眼睛;浓酸液的稀释及

混合顺序;药品燃烧起火、电器起火等,其灭火试剂的选择; $K$ 、 $Na$ 、 $P_4$  等试剂的保存及取用后多余试剂的回归保存等).

**例题 1** (2023·全国甲卷第 9 题)实验室将粗盐提纯并配制  $0.1000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NaCl}$  溶液.下列仪器中,本实验必须用到的有( ).

- ①天平 ②温度计 ③坩埚 ④分液漏斗  
⑤容量瓶 ⑥烧杯 ⑦滴定管 ⑧酒精灯  
A. ①②④⑥ B. ①④⑤⑥  
C. ②③⑦⑧ D. ①⑤⑥⑧

**解析** 本题涉及:粗盐提纯、溶液的配制实验,粗盐提纯过程中涉及过滤、蒸发结晶等操作,要用到的仪器有:烧杯、漏斗、玻璃棒、蒸发皿和酒精灯;所

►  $(\text{NH}_4)_2\text{Ni}(\text{SO}_4)_2\cdot 10\text{H}_2\text{O}$

### 3. 热重曲线计算

**例题 7** 将  $8.84\text{ mg Nd}(\text{OH})\text{CO}_3$  (摩尔质量为  $221\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) 在氮气氛围中焙烧,剩余固体质量随温度变化曲线如图 1 所示.  $550\sim 600^\circ\text{C}$  时,所得固体产物可表示为  $\text{Nd}_a\text{O}_b(\text{CO}_3)_c$ ,通过以上实验数据确定该产物中  $n(\text{Nd}^{3+}):n(\text{CO}_3^{2-})$  的比值\_\_\_\_(写出计算过程, $\text{Nd}$  相对原子质量为 144).

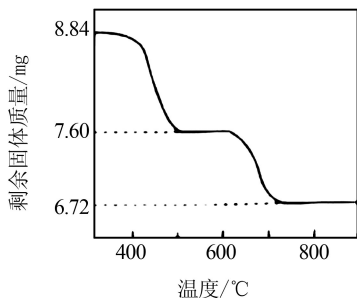


图 1

**解析**  $n[\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3] = \frac{0.00884}{221} = 4\times 10^{-5}\text{ mol}$

其中:  $n(\text{Nd}^{3+}) = 4\times 10^{-5}\text{ mol}$ ,

$n(\text{OH}^-) = 4\times 10^{-5}\text{ mol}$ ,

$n(\text{CO}_3^{2-}) = 4\times 10^{-5}\text{ mol}$

$550\sim 600^\circ\text{C}$ :

$\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3 \rightarrow \text{Nd}_a\text{O}_b(\text{CO}_3)_c + \text{H}_2\text{O}\uparrow + \text{CO}_2\uparrow$

损失的质量为  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$  的质量.

根据关系式(H守恒):

$2\text{OH}^- \sim \text{H}_2\text{O}$

$4\times 10^{-5}\text{ mol} \quad 2\times 10^{-5}\text{ mol}$

生成的  $\text{H}_2\text{O}$ :

$m(\text{H}_2\text{O}) = 2\times 10^{-5}\text{ mol}\times 18\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$= 3.6\times 10^{-4}\text{ g} = 0.36\text{ mg}$

生成的  $\text{CO}_2$ :

$m(\text{CO}_2) = 8.84 - 7.60 - 0.36 = 0.88\text{ mg}$

$n(\text{CO}_2) = \frac{0.00088}{44} = 2\times 10^{-5}\text{ mol}$

根据 C 守恒:

$n(\text{CO}_3^{2-})_{\text{剩余}} = 4\times 10^{-5}\text{ mol} - 2\times 10^{-5}\text{ mol}$

$= 2\times 10^{-5}\text{ mol}$

产物中

$n(\text{Nd}^{3+}):n(\text{CO}_3^{2-}) = 4\times 10^{-5}\text{ mol}:2\times 10^{-5}\text{ mol}$

$= 2:1$

化学计算是高考热频考点,其重在考查学生的审题能力、解题能力以及运算能力.要想提高其得分率,首先要有克服困难的决心和信心,其次要多练,练审题,练方法,练计算的准确性!

基金项目:本文编号为 2023tyyb25 泰州市教研课题《优化学子“思维表达”的高中化学教学实践研究》的研究成果. (收稿日期:2024-09-22)

得精盐配制溶液的基本步骤有称量、溶解、移液、洗涤、定容、摇匀等操作,所需主要仪器有:天平、容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管等。本实验必须用到的有①天平、⑤容量瓶、⑥烧杯、⑧酒精灯。答案为D。

**例题2** (2023·山东卷第4题)实验室安全至关重要,下列实验室事故处理方法错误的是( )。

A. 眼睛溅进酸液,先用大量水冲洗,再用饱和碳酸钠溶液冲洗

B. 皮肤溅上碱液,先用大量水冲洗,再用2%的硼酸溶液冲洗

C. 电器起火,先切断电源,再用二氧化碳灭火器灭火

D. 活泼金属燃烧起火,用灭火毯(石棉布)灭火

**解析** 本题主要考查实验安全知识。眼睛溅进酸液,应先用大量水冲洗,边洗边眨眼睛,再用3%~5%的碳酸氢钠溶液冲洗,A错误;立即用大量水冲洗,再用20%的硼酸中和残余的碱,B正确;当电器起火,应先切断电源,再用二氧化碳灭火器灭火,C正确;由于活泼金属会与水反应,所以燃烧起火,用灭火毯(石棉布)灭火,D正确。答案选A。

**题型2 物质的分离、提纯及检验中仪器、试剂的选择与使用**

**常考知识点** ①常见物质的分离、提纯 ②物质检验、鉴别实验方法和步骤;物质的检验主要有有机物的检验、常见阳离子的检验、常见阴离子的检验。③基础简单实验方案的设计与评价。

**例题3** (2023·山东卷第6题)鉴别浓度均为0.1 mol/L的NaClO、Ba(OH)<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>3种溶液,仅用下列一种方法不可行的是( )。

A. 测定溶液pH

B. 滴加酚酞试剂

C. 滴加0.1 mol/L KI溶液

D. 滴加饱和Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液

**解析** 本题为物质鉴别题,意在强化主干知识,筑牢学科基础。NaClO溶液显弱碱性,Ba(OH)<sub>2</sub>溶液显强碱性,Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>溶液显酸性,故测定溶液pH是可以鉴别的,A不符合题意;NaClO、Ba(OH)<sub>2</sub>的碱性强弱不同,当分别滴入酚酞溶液,两溶液颜色变色深浅不同,Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>溶液滴入酚酞不变色,所以滴加酚酞试剂是可以鉴别出来,B不符合题意;因Ba(OH)<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>溶液滴入碘化钾溶液后,无明显现象,只有NaClO与碘化钾溶液发生氧化还原反应,所以仅用滴加KI溶液无法鉴别,C符合题意;饱和Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液与Ba(OH)<sub>2</sub>反应生成碳酸钡沉淀,与Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>溶液发生双水解反应生成沉淀和气体,与

NaClO溶液不反应,所以滴入饱和Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液是可以鉴别出来的,D不符合题意。答案为C。

**例题4** (2023·浙江卷第12题)苯甲酸是一种常用的食品防腐剂。某实验小组设计粗苯甲酸(含有少量NaCl和泥沙)的提纯方案如图1所示:

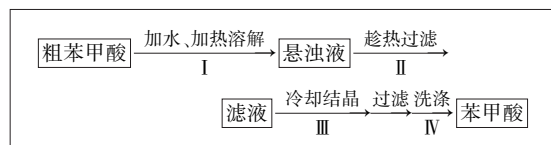


图1

下列说法不正确的是( )。

A. 操作I中依据苯甲酸的溶解度估算加水量

B. 操作II趁热过滤的目的是除去泥沙和NaCl

C. 操作III缓慢冷却结晶可减少杂质被包裹

D. 操作IV可用冷水洗涤晶体

**解析** 本题属于物质的分离提纯题。因为操作I为减少能耗、减少苯甲酸的溶解损失,溶解所用水的量则需加以控制,A正确;操作II趁热过滤的目的是除去泥沙,同时防止苯甲酸结晶析出,而NaCl含量少通常不结晶析出,B不正确;对于操作III缓慢冷却结晶,则可形成较大的苯甲酸晶体颗粒,同时可减少杂质被包裹在晶体颗粒内部,C正确;因为苯甲酸微溶于冷水,易溶于热水,所以操作IV可用冷水洗涤晶体,既能去除晶体表面吸附的杂质离子,又能减少溶解损失,D正确。答案为B。

**题型3 实验目的、实验装置、仪器及试剂使用等——对应的判断**

**常考知识点** ①制备装置类型与仪器组装的对应;②性质验证与仪器装置的对应;③分离提纯与仪器装置的对应;④除杂洗气与仪器的对应;⑤收集气体或量气与装置的对应等。

**例题5** (2023·北京卷第8题)完成下述实验,装置(图2所示)或试剂不正确的是( )。

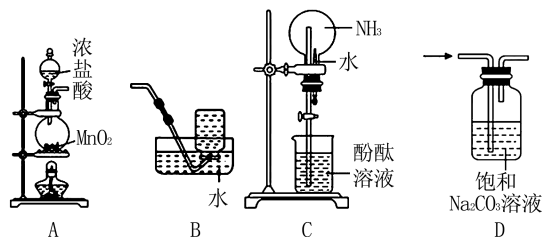


图2

A. 实验室制Cl<sub>2</sub>

B. 实验室收集C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

C. 验证NH<sub>3</sub>易溶于水且溶液呈碱性

D. 除去CO<sub>2</sub>中混有的少量HCl

**解析** 因为  $\text{MnO}_2$  固体加热条件下可将  $\text{HCl}$  氧化为  $\text{Cl}_2$ , 所以该固液加热装置可用于制备  $\text{Cl}_2$ , A 项正确; 因  $\text{C}_2\text{H}_4$  难溶于水, 可选择排水收集, B 项正确; 经挤压胶头滴管, 水进入烧瓶将  $\text{NH}_3$  溶解, 烧瓶中压强急剧降低, 打开活塞水迅速被压入烧瓶中形成红色喷泉, 红色喷泉证明  $\text{NH}_3$  与水反应形成碱性物质, C 项正确; 因  $\text{HCl}$ 、 $\text{CO}_2$  均与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  发生反应, 无法达到除杂的目的, 应该选用饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液, D 项错误. 答案为 D.

题型 4 实验方案的设计与实验操作、现象、结论的评价与判断

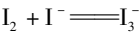
**常见考查导向** 通过实验设计、现象观察, 分析结论与目的、证据之间关系的考查, 注重考生的综合能力, 同时也体现新课标中证据推理与模型认知这一核心素养.

**例题 6** (2023 · 浙江卷第 16 题) 探究卤族元素单质及其化合物的性质, 表 1 所列方案设计、现象和结论都正确的是( ).

表 1

|   | 实验方案                                                                                                    | 现象                       | 结论                                                                    |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| A | 往碘的 $\text{CCl}_4$ 溶液中加入等体积浓 $\text{KI}$ 溶液, 振荡                                                         | 分层, 下层由紫红色变为浅粉红色, 上层呈棕黄色 | 碘在浓 $\text{KI}$ 溶液中的溶解能力大于在 $\text{CCl}_4$ 中的溶解能力                     |
| B | 用玻璃棒蘸取次氯酸钠溶液点在 pH 试纸上                                                                                   | 试纸变白                     | 次氯酸钠溶液呈中性                                                             |
| C | 向 2 mL 0.1 mol/L $\text{AgNO}_3$ 溶液中先滴加 4 滴 0.1 mol/L $\text{KCl}$ 溶液, 再滴加 4 滴 0.1 mol/L $\text{KI}$ 溶液 | 先产生白色沉淀, 再产生黄色沉淀         | $\text{AgCl}$ 转化为 $\text{AgI}$ , $\text{AgI}$ 溶解度小于 $\text{AgCl}$ 溶解度 |
| D | 取 2 份新制氯水, 分别滴加 $\text{AgNO}_3$ 溶液和淀粉 $\text{KI}$ 溶液                                                    | 前者有白色沉淀, 后者溶液变蓝色         | 氯气与水的反应存在限度                                                           |

**解析** 因向碘的四氯化碳溶液中加入等体积浓碘化钾溶液, 振荡, 静置, 溶液分层, 下层由紫红色变为浅粉红色, 上层呈棕黄色是因为发生反应:



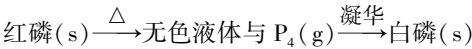
A 正确; 次氯酸钠溶液具有强氧化性, 能将有机色质漂白褪色, 即无法用 pH 试纸测定次氯酸钠溶液的 pH, B 错误; 由题意可知, 硝酸银溶液过量, 向硝酸银溶液中加入氯化钾溶液后再加入碘化钾溶液时, 只存在沉淀的生成, 不存在沉淀的转化, 所以无法比较氯化银和碘化银的溶度积大小, C 错误; 因为新制氯水中的氯气和次氯酸都能与碘化钾溶液反应可生成使淀粉变蓝色的碘, 溶液变蓝色不能说明溶液中存在氯气分子, 也无法证明氯气与水的反应存在限度, D 错误. 答案为 A.

题型 5 以基础实验为依托, 进行实验迁移、微型实验等的探究与问题分析

**常见考查导向** 为推进依标施考, 巧设情境, 常以课本基础实验为基点, 以较为简单且陌生实验的探究与问题分析为考查点, 其中微型实验探究也是常考命题形式, 综合性稍强, 通过这种题型能很好地考查考生对基础知识的掌握情况.

**例题 7** (2023 · 湖北卷第 13 题) 利用如图 3 所示的装置 (夹持及加热装置略) 制备高纯白磷的

流程如下:



下列操作错误的是( ).

- A. 红磷使用前洗涤以除去表面杂质
- B. 将红磷转入装置, 抽真空后加热外管以去除水和氧气
- C. 从 a 口通入冷凝水, 升温使红磷转化
- D. 冷凝管外壁出现白磷, 冷却后在氮气氛围下收集

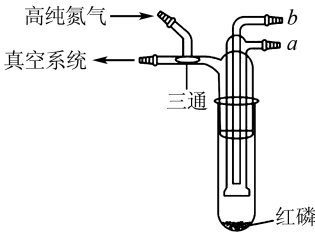


图 3

**解析** 本题以制备高纯白磷的流程为载体考查物质分离、提纯的常见物理方法, 磷元素及其化合物的性质, 注意实验过程中的基本操作和物质性质的理解应用. 以大量生活、生产和科技活动为背景, 考查学生基于真实情境解决问题的能力. 因为红磷表面有被氧化生成的五氧化二磷可以溶于水, 所以红

反应条件有不同

方程式大相径庭

安徽省灵璧黄湾中学

(234213) 华雪莹

在化学反应过程中,有些化学反应会受到反应物量的影响,导致反应的化学方程式迥异;有些化学反应则由于受到温度、浓度的影响,致使反应的化学方程式有别;有些化学反应还由于受到催化剂、反应速度、反应操作等因素的影响,使得化学方程式不同.下面举例说明,希望能够引起学生的高度重视,以防错误的发生.

一、因量的影响导致化学方程式迥异

1. 二元弱酸溶液与碱溶液反应(以  $\text{H}_2\text{SO}_3$  与  $\text{NaOH}$  溶液反应为例)

- (1) 碱过量时,生成正盐和水:  
$$\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- (2) 酸过量时,生成酸式盐和水:  
$$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

2. 二元弱酸所对应的酸酐与碱溶液反应(以  $\text{CO}_2$  与  $\text{NaOH}$  溶液反应为例)

- (1) 碱过量时,生成正盐和水:  
$$\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
- (2) 酸酐过量时,生成酸式盐:  
$$\text{CO}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaHCO}_3$$

3. 酸式盐溶液与碱溶液反应(以  $\text{NaHCO}_3$  溶液与澄清石灰水反应为例)

- (1) 碱过量时,生成正盐、水和碱:  
$$\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$$
- (2) 酸式盐过量时,生成正盐和水:  
$$2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

4. 铝盐溶液与强碱溶液反应(以  $\text{AlCl}_3$  溶液与  $\text{NaOH}$  溶液反应为例)

- (1) 铝盐过量时,生成氢氧化铝和盐:

►磷在使用前应洗涤,A 正确;因为红磷与氧气反应的温度须  $240^\circ\text{C}$  左右,而白磷可以在  $40^\circ\text{C}$  左右燃烧,所以在红磷装入装置后应先在氮气氛的保护下加热外管除去水蒸气和氧气后再抽真空进行转化反应,B 错误;因为对反应装置加热升温红磷可为转化白磷,从 a 口通入冷凝水后在冷凝管的下端白磷凝华,C 正确;白磷易被空气中的氧气氧化,应在氮气氛围下冷却收集,D 正确. 答案为 B.

$$\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$$

(2) 碱过量时,生成偏铝酸盐、盐和水:  
$$\text{AlCl}_3 + 4\text{NaOH} \longrightarrow \text{NaAlO}_2 + 3\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$$

5. 三价铁盐溶液与可溶性硫化物溶液反应(以  $\text{FeCl}_3$  溶液与  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液反应为例)

- (1)  $\text{FeCl}_3$  溶液过量时,生成  $\text{FeCl}_2$ 、S 和  $\text{NaCl}$ :  
$$2\text{FeCl}_3 + \text{Na}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{S} \downarrow + 2\text{NaCl}$$
- (2)  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液过量时,生成  $\text{FeS}$ 、S 和  $\text{NaCl}$ :  
$$2\text{FeCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{FeS} \downarrow + \text{S} \downarrow + 6\text{NaCl}$$

6. 氨与氯气反应

- (1) 氨过量时,生成氮气和氯化铵:  
$$8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$$
- (2) 氯气过量时,生成氮气和氯化氢:  
$$2\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 6\text{HCl}$$

7. 磷与氯气反应

- (1) 磷过量时,生成三氯化磷:  
$$2\text{P} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_3$$
- (2) 氯气过量时,生成五氯化磷:  
$$2\text{P} + 5\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_5$$

8. 铁与稀硝酸反应

- (1) 硝酸过量时,生成硝酸铁、一氧化氮和水:  
$$\text{Fe} + 4\text{HNO}_3(\text{稀}) \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO} \uparrow$$
- (2) 铁过量时,生成硝酸亚铁、一氧化氮和水:  
$$3\text{Fe} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \longrightarrow 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} \uparrow$$

9. 硫化氢在氧气中燃烧

- (1) 氧气过量时,生成二氧化硫和水:  
$$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- (2) 硫化氢过量时,生成硫和水:

总之,近年高考选择题中一直涉及的化学实验试题,其宗旨均在考查基础实验,尽管近两年有所变化,即涉及到信息迁移、微型实验探究、向创新方面发展,但归根到底还是遵循了“起点高,落点低”的试题命制原则,只要平时对基础实验进行认真分析对比归类归纳,夯实实验基础,该类试题还是有规律可循.

(收稿日期:2024-09-07)