

专题二十三 物质的检验、分别和提纯

挖命题

【考情探究】

考点	内容解读	5 年考情			预料热度
		考题示例	难度	关联考点	
物质的检验	驾驭重要物质的检验方法。	2024 天津理综, 4 2015 天津理综, 2 2014 天津理综, 9(3)	中	元素及其化合物	★★☆
物质的分别和提纯	综合运用各类物质的性质, 进行常见物质(包括离子)的分别和提纯。	2015 天津理综, 9(1)	中	元素及其化合物、离子反应	★★☆

分析解读 高考对本部分内容的考查以选择题和综合试验题为主。以元素化合物的性质为载体, 依托化学试验基本操作, 综合考查离子、气体、有机物等的检验、鉴别、分别和提纯, 以重要化工原料的制备或与环境污染有关的物质的处理为命题背景, 突出体现化学科学在生产、生活中的应用。

【真题典例】

(2017课标Ⅱ, 13, 6分) 由下列实验及现象不能推出相应结论的是 ()

	实验	现象	结论
A.	向2 mL 0.1 mol · L ⁻¹ 的FeCl ₃ 溶液中加入足量铁粉, 振荡, 加1滴KSCN溶液	黄色逐渐消失, 加KSCN溶液颜色不变	还原性: Fe > Fe ²⁺
B.	将金属钠在燃烧匙中点燃, 迅速伸入集满CO ₂ 的集气瓶	集气瓶中产生大量白烟, 瓶内有黑色颗粒产生	CO ₂ 具有氧化性
C.	加热盛有少量NH ₄ HCO ₃ 固体的试管, 并在试管口放置湿润的红色石蕊试纸	石蕊试纸变蓝	NH ₄ HCO ₃ 显碱性
D.	向2支盛有2 mL相同浓度银氨溶液的试管中分别加入2滴相同浓度的NaCl和NaI溶液	一支试管中产生黄色沉淀, 另一支中无明显现象	K _{sp} (AgI) < K _{sp} (AgCl)

在化学反应中, 还原剂的还原性强于还原产物的还原性。

证明Fe³⁺完全被消耗。

C元素化合价降低, CO₂体现氧化性。

推测白烟是碳酸钠, 黑色颗粒是C。

产生氨气, 证明NH₄HCO₃分解, 具有不稳定性。

黄色沉淀是AgI沉淀, 无AgCl生成, 说明AgI比AgCl更容易生成。

溶解平衡, 离子的检验。

能力要求

考查证据推理与模型认知、科学探究与创新意识的素养。

解题思路

本题应根据描述的现象, 理清反应过程中发生的反应, 尽量写出反应的方程式, 进而对产物和反应物进行性质比较, 比如还

1 命题思想

本题以元素化合物的性质为载体, 通过化学实验基本操作和现象, 综合考查离子检验和鉴别、氧化还原反应概念、难溶物的溶度积常数比较, 考查了学生推理判断、分析问题和解决问题的能力。

2 核心考点

元素及其化合物的性质, 难电解质的沉淀

溶解平衡, 离子的检验。

3 能力要求

考查证据推理与模型认知、科学探究与创新意识的素养。

4 解题思路

本题应根据描述的现象, 理清反应过程中发生的反应, 尽量写出反应的方程式, 进而对产物和反应物进行性质比较, 比如还

原性、氧化性、稳定性、溶解性的比较。

5 命题趋势

高考对本部分内容的考查以选择题和综合实验题为主。通常以元素化合物的性质为载体, 依托化学实验基本操作, 综合考查离子、气体、有机物等的检验、鉴别、分离和提纯。非选择题通常以化学工艺流程或实验装置探究为命题背景, 考查物质的分离和提纯方法, 考生应注意元素化合物的相关知识的在本专题中的应用。

破考点

【考点集训】

考点一 物质的检验

1. 对未知溶液, 下列试验事实陈述正确, 并且操作和结论有因果关系的是 ()

	操作	结论
A	滴加 BaCl ₂ 溶液生成白色沉淀	原溶液中有 SO ₄ ²⁻
B	用干净的铂丝蘸取溶液进行焰色反应, 火焰呈黄色	原溶液中有 Na ⁺ 无 K ⁺
C	滴加氯水和 CCl ₄ , 振荡, 静置, 下层溶液显紫色	原溶液中确定有 KI
D	向盐溶液中滴加几滴浓 NaOH 溶液, 微热, 再将潮湿红色石蕊试纸置于试管口, 试纸不变蓝	原溶液中无 NH ₄ ⁺

答案 D

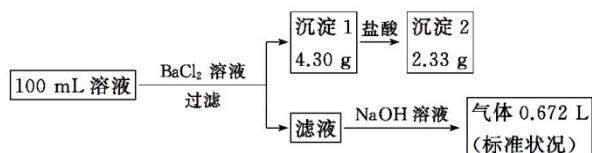
2. 下列检验方法, 利用该气体的氧化性的是 ()

A. Cl₂ 使潮湿的淀粉碘化钾试纸变蓝

- B. SO_2 使品红溶液褪色
- C. NH_3 使潮湿的红色石蕊试纸变蓝
- D. NO 遇到空气变为红棕色

答案 A

3. 某 100 mL 溶液可能含有 Na^+ 、 NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 中的若干种, 取该溶液进行连续试验, 试验过程如下图: (所加试剂均过量, 气体全部逸出)



下列说法不正确的是()

- A. 原溶液确定存在 CO_3^{2-} 和 SO_4^{2-} , 确定不存在 Fe^{3+}
- B. 是否存在 Na^+ 只有通过焰色反应才能确定
- C. 原溶液确定存在 Na^+ , 可能存在 Cl^-
- D. 若原溶液中不存在 Cl^- , 则 $c(\text{Na}^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

答案 B

考点二 物质的分别和提纯

1. 除去下列物质中的杂质选用的试剂和方法最合理的是()

	物质	杂质	试剂	方法
A	二氧化碳	二氧化硫	饱和碳酸钠溶液	洗气
B	二氧化硫	氯化氢	饱和亚硫酸 氢钠溶液	洗气
C	氯化钠溶液	碘化钠	氯水、酒精	萃取、分液
D	BaSO_4	BaCO_3	水	过滤

答案 B

2. 下列叙述正确的是()

- A. 向混有苯酚的苯中加入浓溴水, 过滤, 可除去其中的苯酚
- B. 向酸性 KMnO_4 溶液中滴加维生素 C 溶液, 酸性 KMnO_4 溶液褪色, 说明维生素 C 有还原性
- C. 向淀粉溶液中加入稀硫酸, 加热, 加新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液, 加热未见红色沉淀, 说明淀粉未水解
- D. 向 NaOH 溶液中加入溴乙烷, 加热, 再加入 AgNO_3 溶液, 产生沉淀, 说明溴乙烷水解

答案 B

炼技法

【方法集训】

方法 物质检验的一般方法

1. 欲检验 CO_2 气体中是否含有 SO_2 、 HCl ，进行如下试验：

①将气体通入酸化的 AgNO_3 溶液中，产生白色沉淀 a；

②滤去沉淀 a，向滤液中加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，产生白色沉淀 b。

下列说法正确的是()

A. 沉淀 a 为 AgCl B. 沉淀 b 为 BaCO_3 C. 气体中含有 SO_2 D. 气体中没有 HCl

答案 C

2. 下列有关物质检验的试验结论正确的是()

选项	试验操作及现象	试验结论
A	向某溶液中加入盐酸酸化的氯化钡溶液，有白色沉淀生成	该溶液中确定含有 SO_4^{2-}
B	向某溶液中加入几滴 KSCN 溶液，溶液不显红色。接着向溶液中加入几滴新制氯水，溶液变为红色	该溶液中确定含有 Fe^{2+}
C	将某气体通入品红溶液中，品红溶液褪色	该气体确定是 SO_2
D	将少量某物质的溶液滴加到新制的银氨溶液中，水浴加热后有银镜生成	该物质确定属于醛类

答案 B

3. 在某钠盐溶液中，除 Cl^- 之外可能还含有等物质的量的下列阴离子中的一种或多种： SO_3^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 SiO_3^{2-} 、 I^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 。在此溶液中加入过量盐酸，产生气泡，溶液颜色变深，但仍澄清，并且原溶液中的阴离子种类削减了 3 种。关于此溶液，下列说法中正确的是()

A. 原溶液中可能含有 SiO_3^{2-}
B. 生成的气体中确定有 NO ，可能含有 CO_2
C. 溶液中削减的离子是 SO_3^{2-} 、 I^- 、 NO_3^-
D. 原溶液中确定含有 SO_4^{2-}

答案 C

过专题

【五年高考】

考点一 物质的检验

A 组 自主命题·天津卷题组

1. (2015 天津理综, 2, 6 分) 下列关于物质或离子检验的叙述正确的是()

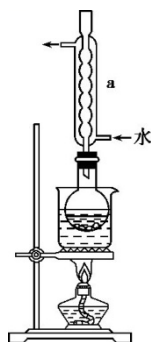
- A. 在溶液中加入 KSCN, 溶液显红色, 证明原溶液中有 Fe^{3+} , 无 Fe^{2+}
- B. 气体通过无水 CuSO_4 , 粉末变蓝, 证明原气体中含有水蒸气
- C. 灼烧白色粉末, 火焰呈黄色, 证明原粉末中有 Na^+ , 无 K^+
- D. 将气体通入澄清石灰水, 溶液变浑浊, 证明原气体是 CO_2

答案 B

2. (2014 天津理综, 9, 18 分) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 是重要的化工原料, 易溶于水, 在中性或碱性环境中稳定。

I. 制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

反应原理: $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{aq}) + \text{S}(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$



试验步骤:

- ①称取 15 g Na_2SO_3 加入圆底烧瓶中, 再加入 80 mL 蒸馏水。另取 5 g 研细的硫粉, 用 3 mL 乙醇润湿, 加入上述溶液中。
- ②安装试验装置 (如图所示, 部分夹持装置略去), 水浴加热, 微沸 60 分钟。
- ③趁热过滤, 将滤液水浴加热浓缩, 冷却析出 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 经过滤、洗涤、干燥, 得到产品。

回答问题:

- (1) 硫粉在反应前用乙醇润湿的目的是_____。
- (2) 仪器 a 的名称是_____, 其作用是_____。
- (3) 产品中除了有未反应的 Na_2SO_3 外, 最可能存在的无机杂质是_____。检验是否存在该杂质的方法是_____。

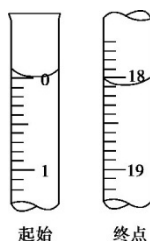
(4) 该试验一般限制在碱性环境下进行, 否则产品发黄, 用离子反应方程式表示其缘由: _____。

II. 测定产品纯度

精确称取 W g 产品, 用适量蒸馏水溶解, 以淀粉作指示剂, 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 碘的标准溶液滴定。

反应原理为: $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$

(5) 滴定至终点时, 溶液颜色的改变: _____。



(6) 滴定起始和终点的液面位置如图, 则消耗碘的标准溶液体积为 _____ mL。产品的纯度为 (设 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 相对分子质量为 M) _____。

III. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的应用

(7) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 还原性较强, 在溶液中易被 Cl_2 氧化成 SO_4^{2-} , 常用作脱氯剂, 该反应的离子方程式为 _____。

答案 (1) 使硫粉易于分散到溶液中

(2) 冷凝管 冷凝回流

(3) Na_2SO_4 取少量产品溶于过量稀盐酸, 过滤, 向滤液中加 BaCl_2 溶液, 若有白色沉淀, 则产品中含有 Na_2SO_4

(4) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(5) 由无色变蓝色

(6) $18.10 \frac{3.620 \times 10^{-3} M}{W} \times 100\%$

(7) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + 8\text{Cl}^- + 10\text{H}^+$

B 组 统一命题、省(区、市)卷题组

3. (2024 课标 II, 12, 6 分) 某白色粉末由两种物质组成, 为鉴别其成分进行如下试验:

①取少量样品加入足量水仍有部分固体未溶解; 再加入足量稀盐酸, 有气泡产生, 固体全部溶解;

②取少量样品加入足量稀硫酸有气泡产生,振荡后仍有固体存在。

该白色粉末可能为()

- A. NaHCO_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ B. AgCl 、 NaHCO_3 C. Na_2SO_3 、 BaCO_3 D. Na_2CO_3 、 CuSO_4

答案 C

4. (2015 浙江理综, 8, 6 分) 下列说法正确的是()

- A. 为测定新制氯水的 pH, 用玻璃棒蘸取液体滴在 pH 试纸上, 与标准比色卡比照即可
 B. 做蒸馏试验时, 在蒸馏烧瓶中应加入沸石, 以防暴沸。假如在沸腾前发觉遗忘加沸石, 应马上停止加热, 冷却后补加
 C. 在未知液中滴加 BaCl_2 溶液出现白色沉淀, 加稀硝酸, 沉淀不溶解, 说明该未知液中存在 SO_4^{2-} 或 SO_3^{2-}
 D. 提纯混有少量硝酸钾的氯化钠, 应采纳在较高温度下制得浓溶液再冷却结晶、过滤、干燥的方法

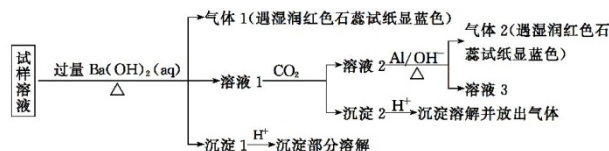
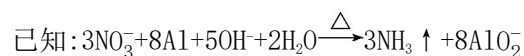
答案 B

5. (2014 广东理综, 9, 4 分) 下列叙述 I 和 II 均正确并有因果关系的是()

选项	叙述 I	叙述 II
A	KNO_3 的溶解度大	用重结晶法除去 KNO_3 中混有的 NaCl
B	BaSO_4 难溶于酸	用盐酸和 BaCl_2 溶液检验 SO_4^{2-}
C	NH_3 能使酚酞溶液变红	NH_3 可用于设计喷泉试验
D	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 能制成澄清石灰水	可配制 $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液

答案 B

6. (2014 浙江理综, 13, 6 分) 雾霾严峻影响人们的生活与健康。某地区的雾霾中可能含有如下可溶性无机离子: Na^+ 、 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 。某同学收集了该地区的雾霾, 经必要的预处理后得试样溶液, 设计并完成了如下试验:

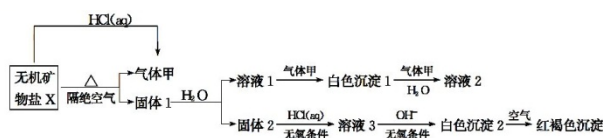


依据以上的试验操作与现象, 该同学得出的结论不正确的是()

- A. 试样中确定存在 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 和 NO_3^-
- B. 试样中确定不含 Al^{3+}
- C. 试样中可能存在 Na^+ 、 Cl^-
- D. 该雾霾中可能存在 NaNO_3 、 NH_4Cl 和 MgSO_4

答案 B

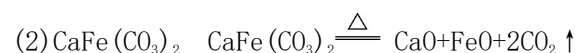
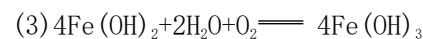
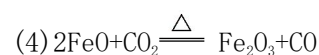
7. (2014 浙江理综, 26, 15 分) 某探讨小组为了探究一种无机矿物盐 X (仅含四种元素) 的组成和性质, 设计并完成了如下试验:



另取 10.80 g X 在惰性气流中加热至完全分解, 得到 6.40 g 固体 1。请回答如下问题:

- (1) 画出白色沉淀 1 中金属元素的原子结构示意图_____, 写出气体甲的电子式_____。
- (2) X 的化学式是_____, 在惰性气流中加热 X 至完全分解的化学反应方程式为_____。
- (3) 白色沉淀 2 在空气中变成红褐色沉淀的缘由是_____ (用化学反应方程式表示)。
- (4) 确定条件下, 气体甲与固体 1 中的某种成分可能发生氧化还原反应, 写出一个可能的化学反应方程式_____, 并设计试验方案验证该反应的产物_____。

答案 (1) $\times \times \overset{\times \times}{\underset{\times \times}{\text{O}}} \times \times \cdot \cdot \text{C} \cdot \cdot \times \times \overset{\times \times}{\underset{\times \times}{\text{O}}} \times \times$



检测 Fe_2O_3 : 将固体用稀盐酸溶解, 加入 KSCN 溶液若显红色, 表明产物中有 $\text{Fe}(\text{III})$; 检测 CO: 将气体通过灼热 CuO, 黑色固体变为红色

C 组 老师专用题组

8. (2014 上海单科, 18, 4 分) 某未知溶液可能含 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Al^{3+} 。将溶液滴在蓝色石蕊试纸上, 试纸变红。取少量试液, 滴加硝酸酸化的氯化钡溶液, 有白色沉淀生成; 在上层清液中滴加硝酸银溶液, 产生白色沉淀。下列推断合理的是()

- A. 确定有 Cl^- B. 确定有 SO_4^{2-} C. 确定没有 Al^{3+} D. 确定没有 CO_3^{2-}

答案 BD

9. (2014 北京理综, 28, 15 分) 用 FeCl_3 酸性溶液脱除 H_2S 后的废液, 通过限制电压电解得以再生。某同学运用石墨电极, 在不同电压(x) 下电解 pH=1 的 0.1 mol/L FeCl_2 溶液, 探讨废液再朝气理。记录如下(a、b、c 代表电压值):

序号	电压/V	阳极现象	检验阳极产物
I	$x \geq a$	电极旁边出现黄色, 有气泡产生	有 Fe^{3+} 、有 Cl_2
II	$a > x \geq b$	电极旁边出现黄色, 无气泡产生	有 Fe^{3+} 、无 Cl_2
III	$b > x > 0$	无明显改变	无 Fe^{3+} 、无 Cl_2

(1) 用 KSCN 溶液检验出 Fe^{3+} 的现象是_____。

(2) I 中, Fe^{3+} 产生的缘由可能是 Cl^- 在阳极放电, 生成的 Cl_2 将 Fe^{2+} 氧化。写出有关反应:_____。

(3) 由 II 推想, Fe^{3+} 产生的缘由还可能是 Fe^{2+} 在阳极放电, 缘由是 Fe^{2+} 具有_____性。

(4) II 中虽未检验出 Cl_2 , 但 Cl^- 在阳极是否放电仍需进一步验证。电解 pH=1 的 NaCl 溶液做比照试验, 记录如下:

序号	电压/V	阳极现象	检验阳极产物
IV	$a > x \geq c$	无明显改变	有 Cl_2
V	$c > x \geq b$	无明显改变	无 Cl_2

①NaCl 溶液的浓度是_____mol/L。

②IV 中检验 Cl_2 的试验方法:_____。

③与 II 对比, 得出的结论(写出两点):_____。

答案 (1) 溶液变红

(2) $2\text{Cl}^- - 2e^- \longrightarrow \text{Cl}_2$ 、 $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \longrightarrow 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$

(3) 还原

(4) ①0.2

②取少量阳极旁边的溶液, 滴在淀粉 KI 试纸上, 试纸变蓝

③通过限制电压,证明了产生 Fe^{3+} 的两种缘由都成立;通过限制电压,验证了 Fe^{2+} 先于 Cl^- 放电

考点二 物质的分别和提纯

统一命题、省(区、市)卷题组

1. (2024 课标 I, 8, 6 分)《本草衍义》中对精制砒霜过程有如下叙述:“取砒之法,将生砒就置火上,以器覆之,令砒烟上飞着覆器,遂凝聚累然下垂如乳,尖长者胜,平短者次之。”文中涉及的操作方法是()

A. 蒸馏 B. 升华 C. 干馏 D. 萃取

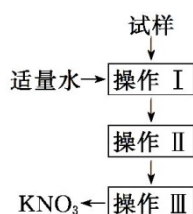
答案 B

2. (2024 北京理综, 7, 6 分)下列中草药煎制步骤中,属于过滤操作的是()

A. 冷水浸泡	B. 加热煎制	C. 算渣取液	D. 灌装保存
			

答案 C

3. (2024 上海单科, 16, 3 分)试验室提纯含少量氯化钠杂质的硝酸钾的过程如图所示。



下列分析正确的是()

- A. 操作 I 是过滤, 将固体分别除去
- B. 操作 II 是加热浓缩, 趁热过滤, 除去杂质氯化钠
- C. 操作 III 是过滤、洗涤, 将硝酸钾晶体从溶液中分别出来
- D. 操作 I ~ III 总共需两次过滤

答案 C

4. (2014 大纲全国, 10, 6 分)下列除杂方案错误的是()

选项	被提纯的物质	杂质	除杂试剂	除杂方法
----	--------	----	------	------

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/675042244121012043>