

真实问题解决 1——以 Cl 元素为主题的概念原理元素化合物融合（教学案）

人大附中朝阳学校 张青杨

一、设计意图及学习目标

氯元素是典型的非金属元素之一，其单质和化合物都是中学常见物质，在工业生产和日常生活中也有重要作用和价值；氯化物、氯气、次氯酸盐都是高考重要考点，氯酸盐及溴、碘单质及化合物在高考中也时常出现。学习目标如下：

（1）会描述氯气及重要氯化物（ NaCl 、 FeCl_3 、 CuCl_2 ）/ NaClO / $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 的物理性质（颜色、气味、气体密度、溶解性等）。

（2）熟知以上各物质的化学性质（氧化性、水溶液酸碱性及特性）并能准确书写相关化学方程式和离子方程式。

（3）通过了解卤素相关制备、应用等化学原理题或工业流程题的命题规律及解题思路，发展“宏观辨识与微观探析”、“变化观念与平衡思想”、“证据推理与模型认知”等核心素养。

二、近年卤素相关的北京高考真题回顾及特点**1. 考点回顾**

年份	题号	考点（知识点）
2019	7/10/26	NaCl 电离及 CuCl_2 电解方程式/ Cl_2 与水反应/ Br_2 与苯酚反应定量计算
2018	9	Cl_2 与水反应产物性质
	27/28	Cl_2 、 I_2 的氧化性及 I^- 、 Cl^- 的还原性（陌生氧化还原方程式书写）
2017	8	Cl_2 与 NaBr 反应/ Br_2 与乙烯反应现象。
	26	HCl 和 Cl_2 混合气体吸收（ HCl 物性、 Cl_2 氧化性）。
2016	28	CuI 溶解度小，使得 I^- 和 Cu^{2+} 氧化还原反应容易发生
2015	11/26/28	NaClO 制备及性质/ I_2 的物理性质/ I^- 的还原性
2014	6/28	HCl 的腐蚀性/ Cl^- 的还原性（电解池中放电难易探究）
2013	8/12/28	HCl 与氨气反应/ Br_2 与乙烯反应/ $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 性质

2. 高考试题命题规律及设问特点

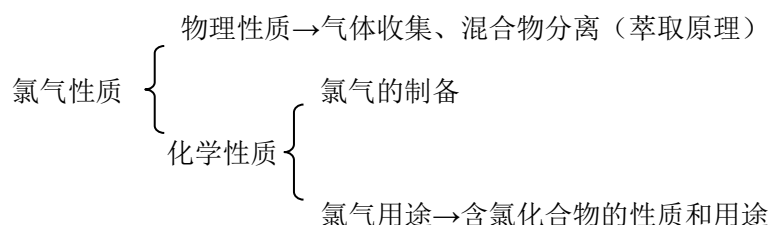
（1）紧扣教材内容（但会与其它知识联合/综合考查）：比如 2019 年第 7 题 NaCl 电离及 CuCl_2 电解考点来自课本插图； Cl_2 与 NaBr 反应、 Br_2 与乙烯反应、 Cl_2 与水反应都来自教材实验。

（2） ClO^- 和氯气的氧化性、 I^- 的还原性是最常见的高考考点，但可能会结合电化学或实验

探究等知识或题型对反应原理进行深度考查。

(3) 卤化亚铜在水中溶解度小的性质能够促进其与 Cu^{2+} 的氧化还原反应，加强对此反应角度的理解有助于深刻领会氧化还原反应的反应规律和离子反应本质。

三、相关知识梳理



1、氯气的制备：

(1) 氯气的实验室制法（化学方程式）：_____；

如何除去氯气中混有的 HCl _____；

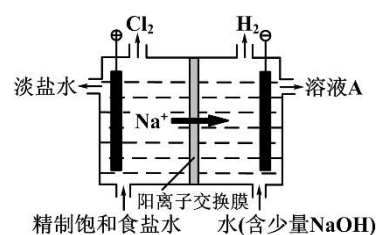
氯气的收集方法是_____；氯气的检验方法_____。

(2) 氯气的工业制法（氯碱工业离子方程式）：_____。

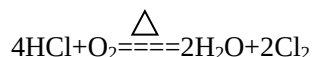
电极材料是：_____；溶液 A 的溶质是_____。

电解时用盐酸控制阳极区溶液的 pH 在 2~3。

用化学平衡移动原理解释盐酸的作用：_____



(3) 历史上曾用“地康法”制 Cl_2 ，反应原理是：

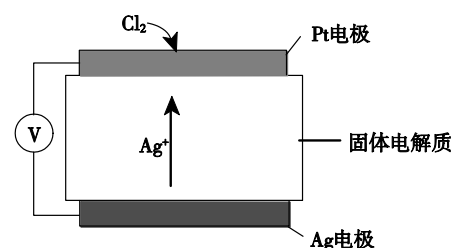


比较 Cl_2 和 O_2 中氧化能力更强的是_____，能够提高该

反应速率的方法有_____。

氯气含量检测仪工作原理示意图如图：

Cl_2 在 Pt 电极放电的电极反应式是_____。



2、氯气的用途：

(1) Cl_2 用于自来水的杀菌消毒，请用化学方程式和简要的文字说明理由：_____

_____。

(2) Cl_2 溶于 NaOH 制得漂白液，25℃时， Cl_2 与 H_2O 、 NaOH 的反应如下：

反应 I	$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{H}^+ + \text{HClO}$	$k = 4.5 \times 10^{-4}$
反应 II	$\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$	$k = 7.5 \times 10^{15}$

解释不直接使用氯水而使用漂白液做消毒剂的原因_____

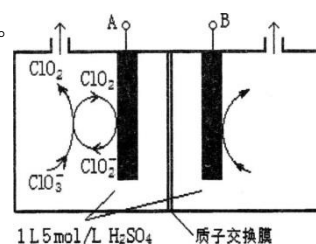
_____（尽可能多的说出理由）

(3) ClO_2 是比 Cl_2 更好的自来水消毒剂, 电解法是目前最热门的生产 ClO_2 的方法之一。

右图所示为直接电解氯酸钠、自动催化循环制备高纯 ClO_2 的实验。

①电源负极为_____极(填 A 或 B)

②写出阴极室发生反应依次为: _____、
_____。

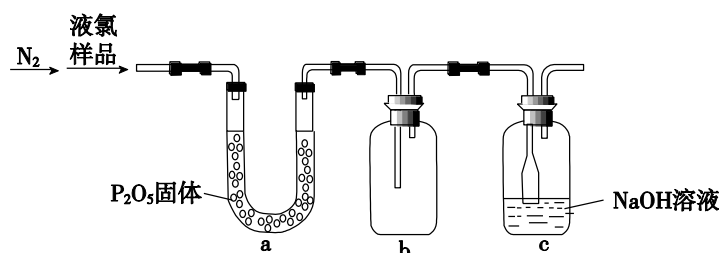


3、氯气的存储:

(1) 为便于储存, 要将氯气液化[$\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Cl}_2(\text{l})$], 应采取的措施是_____ (写出一条即可)。存储液氯的钢瓶上应有_____标志。



(2) 质量标准要求液氯含水量(以 1 g 氯气含水的质量计) $< 0.4 \text{ mg}$, 含水量超标会严重腐蚀钢瓶。液氯含水量的测定装置如下图所示:



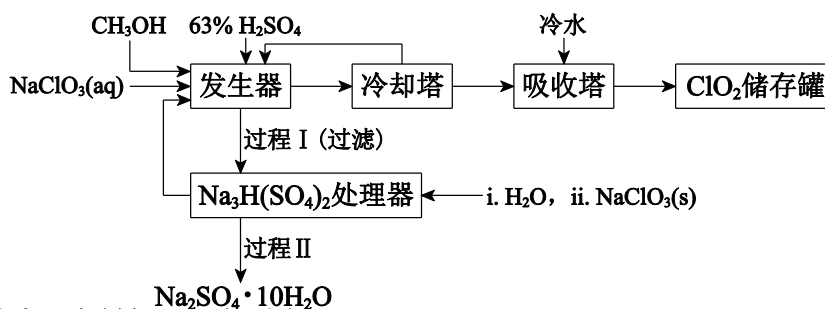
(已知: $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$; Cl_2 与 P_2O_5 不反应。)

① 用离子方程式说明 c 装置的作用_____。

② 检测液氯的含水量, 根据上图, 需要测定的数据是_____。

四、典型例题解析

1. (2020 西城期末) 二氧化氯 (ClO_2) 广泛应用于纸浆漂白、杀菌消毒和水净化处理等领域。工业上利用甲醇还原 NaClO_3 的方法制备 ClO_2 , 工艺流程如下:



已知: a. 发生器中制备 ClO_2 的反应:



b. 相关物质的熔沸点:

物质	CH ₃ OH	HCOOH	ClO ₂
熔点/℃	-97	9	-59
沸点/℃	65	101	11

(1) ClO₂ 可用于纸浆漂白、杀菌消毒是因其具有_____性。

(2) 冷却塔用于分离 ClO₂ 并回收 CH₃OH, 应控制的最佳温度为_____ (填字母)。

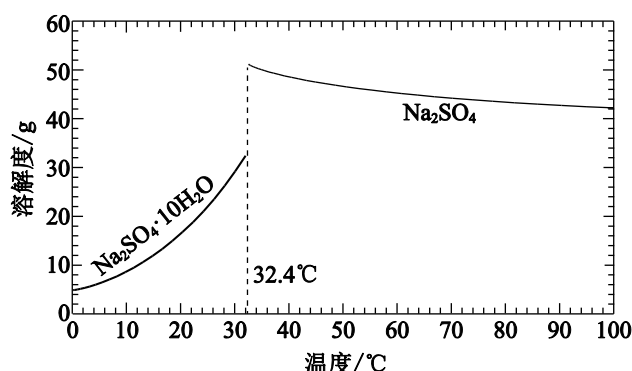
A. 0~10℃

B. 20~30℃

C. 60~70℃

(3) 经过程 I 和过程 II 可以获得芒硝 (Na₂SO₄·10H₂O) 并使部分原料循环利用。

已知: Na₂SO₄·10H₂O 和 Na₂SO₄ 的溶解度曲线如下图:



①Na₃H(SO₄)₂ 处理器中获得芒硝时需加入 NaClO₃ 固体, 从芒硝溶解平衡的角度解释其原因:

_____。

②结合 Na₂SO₄·10H₂O 和 Na₂SO₄ 的溶解度曲线, 过程 II 的操作是: 在 32.4℃ 恒温蒸发, _____。

③Na₃H(SO₄)₂ 处理器的滤液中可以循环利用的原料是 NaClO₃ 和_____。

【解析】本题中 ClO₂、NaClO₃ 都不是中学熟知物质, 但结合流程图及图下的 2 条已知信息,

本题本质无非是以工业流程题的方式考查陌生氧化还原反应而已。

(1) ClO₂ 的漂白、杀菌消毒作用是在影射教材中学过的 HClO, 故答案是强氧化性。

(2) 固体混合物分离常用溶解—结晶的方法, 而液体混合物分离常用分液或蒸馏的方法,

既然题目已知中给出了 3 种关键物质的熔沸点, 用蒸馏的思路可知合理温度应在 11~65℃ 之间, 答案为 B。

(3) 此问为本题难点所在: 根据流程图、已知信息及我们教材知识综合思考, 依然不能推断 Na₃H(SO₄)₂ 和 NaClO₃ 到底发生了什么反应。考场上遇到这种情况不能知难而退, 因“题目设问”也是给出“解题信息”的方式之一!

①明确指出了“溶解平衡”的角度, 那么就可以通过“平衡----变量----移动----结论”的固定模式进行答题。

②结合溶解度曲线的物质分离一定是结晶角度,这种问题只有蒸发结晶和降温结晶两种方法,此题已给出“在 32.4℃恒温蒸发,”的信息,那么后续只需根据 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 的溶解度曲线补充后续降温结晶的方法即可,当然“冷却结晶,过滤,洗涤,干燥”的标答是完整的工业过程,这种答案熟记----默写是最好的学习方法。

在①思路的基础上,过程 II 完成后溶液中会残留较大量的 NaHSO_4 、 NaClO_3 等物质(除水外),作为中学生我们不知道 HClO_3 属于强酸还是弱酸,故 NaHSO_4 、 NaClO_3 能否发生离子反应我们不能断定,但题目既然指出 NaClO_3 可以循环利用就是在引导我们回避这个问题,不必再去纠结;因在溶液中 NaHSO_4 会全部电离,与 Na_2SO_4 和 H_2SO_4 混合溶液无异,再根据流程图中“发生器”中硫酸是所用原料之一,可佐证答案为 H_2SO_4 。

五、学法指导及相关建议

- 1、阅读教材《必修 1》第四章第 2 节、《必修 2》第一章第 1 节、《选修 5》烯烃及卤代烃等内容,梳理并牢记重要物质性质及相关实验、方程式等。
- 2、浏览相关本文二(1)表格所列高考题,了解常见的高考命题方法规律。
熟记“用平衡移动原理解释**”题型的答题规范。