

第二课时 氯气的实验室制法 氯离子的检验

【课程标准要求】

1. 能利用氯气的性质和反应，设计氯气制备、净化、干燥等简单任务的方案，能从物质类别和元素价态变化的视角说明物质的转化路径。
2. 结合氯气的制备认识物质及其转化在促进文明进步、自然资源综合利用和环境保护中的重要价值。

新知自主预习

夯基固本

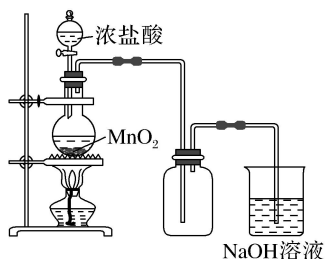
一、氯气的实验室制法

1. 反应原理

(1) 实验室里，通常用浓盐酸和 MnO_2 混合加热来制取 Cl_2 ，反应的化学方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 离子方程式为： $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

2. 实验装置



(1) 收集方法：向上排空气法。

(2) NaOH 溶液的作用：吸收多余的 Cl_2 ，防止污染环境。

【微自测】

1. 判断下列描述的正误（正确的打“√”，错误的打“×”）。

- (1) 实验室制取 Cl_2 ，可用排水法或向上排空气法收集 Cl_2 (×)
- (2) 实验室制得的 Cl_2 中混有 HCl 气体，可通过盛有碱石灰的干燥管除去 (×)
- (3) 在实验室制取 Cl_2 的反应中， HCl 只作还原剂 (×)
- (4) 加热条件下，浓盐酸与足量 MnO_2 固体反应， HCl 能完全反应 (×)

二、氯离子的检验

1. 检验试剂： AgNO_3 溶液、稀 HNO_3 。

2. 实验现象：产生不溶于稀 HNO_3 的白色沉淀。
3. 检验原理：反应的离子方程式为 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$ 。

【微自测】

2. 下列检验 Cl^- 的方法正确的是 ()
- A. 在某溶液中滴加 AgNO_3 溶液，若产生白色沉淀说明该溶液中有 Cl^-
- B. 在某溶液中先滴加盐酸，再滴加 AgNO_3 溶液，若产生白色沉淀，说明溶液中有 Cl^-
- C. 在某溶液中先滴加 AgNO_3 溶液，产生白色沉淀，再滴加盐酸，沉淀不消失，说明溶液中有 Cl^-
- D. 在某溶液中滴加用 HNO_3 酸化的 AgNO_3 溶液，若产生白色沉淀，说明溶液中有 Cl^-

答案 D

解析 可能有 CO_3^{2-} 等的干扰，A 错误；加入盐酸，引入 Cl^- ，B、C 错误；硝酸酸化排除干扰，加硝酸银溶液得到不溶于稀硝酸的白色沉淀即为 AgCl ，由此说明原溶液中有 Cl^- ，D 正确。

课堂互动探究

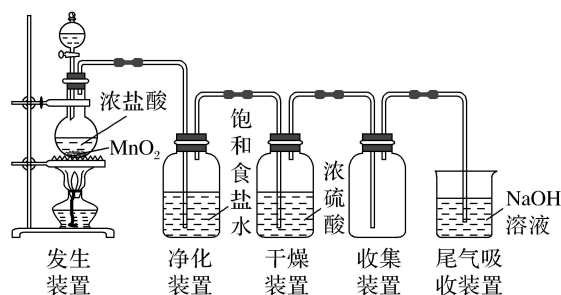
启迪思维

一、氯气的实验室制法

【活动探究】

实验素材

实验室制取干燥、纯净的 Cl_2 的实验装置如下图所示：



问题探究

1. 上述实验装置中，饱和食盐水和浓硫酸的作用分别是什么？盛放浓 H_2SO_4 和饱和食盐水的洗气瓶，能否颠倒位置？

提示：饱和食盐水的作用是除去 Cl_2 中的 HCl 气体；浓 H_2SO_4 的作用是干燥 Cl_2 。不能；若颠倒位置，浓 H_2SO_4 将水蒸气吸收后，气体通过饱和食盐水时又会混入水蒸气。

2. 某同学认为可以用澄清石灰水代替 NaOH 溶液进行尾气处理，同时还可以制得漂白粉，你认为该同学的想法是否合理？依据是什么？

提示：不合理；澄清石灰水的浓度小，不能确保 Cl_2 被完全吸收，制取漂白粉应该是 Cl_2 与石灰乳反应。

3. 加热条件下，将含有 36.5 g HCl 的浓溶液与足量二氧化锰反应制备氯气，发现生成氯气的质量少于理论值，其原因是什么（操作和收集都规范正确）？

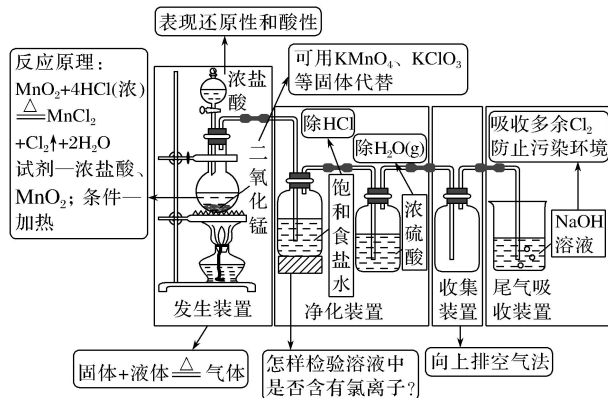
提示：随着反应的进行，浓盐酸变成稀盐酸，而稀盐酸与 MnO_2 不反应，所以生成 Cl_2 的质量小于理论值。

4. 如何检验集气瓶收集的气体是 Cl_2 ？

提示：把湿润的淀粉-KI 试纸放入瓶口，试纸变蓝，证明该气体为 Cl_2 。

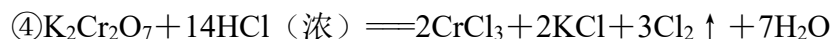
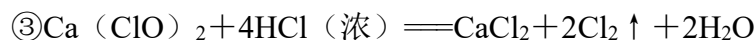
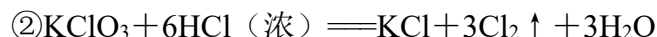
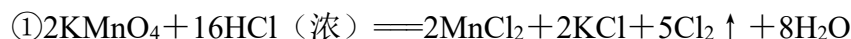
【核心归纳】

1. 实验室制取 Cl_2 的装置图解



2. 其他用于实验室制取氯气的化学试剂及反应

用 KMnO_4 、 KClO_3 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 等氧化剂代替 MnO_2 制取氯气，反应不需加热且反应速率较快，如：



【实践应用】

1. 下列关于实验室制 Cl_2 的认识正确的是 ()
- A. 还原剂是 MnO_2
- B. 发生氧化反应的是 HCl
- C. 浓盐酸中加入足量 MnO_2 并加热, HCl 完全反应
- D. 收集 Cl_2 宜采用排水法收集

答案 B

解析 A. Mn 元素的化合价降低, MnO_2 是氧化剂, 故 A 错误; B. Cl 失去电子被氧化, 则 HCl 发生氧化反应, 故 B 正确; C. 随反应进行, 浓盐酸变为稀盐酸, 稀盐酸与二氧化锰不反应, 则反应停止, 故 C 错误; D. 氯气可选排饱和食盐水的方法收集, 故 D 错误。

2. 某化学小组用如图所示装置制取氯气。下列说法不正确的是 ()



- A. 该装置图中存在三处明显错误
- B. 该实验中收集氯气的方法不正确
- C. 为了防止氯气污染空气, 必须进行尾气处理
- D. 在集气瓶的导管口处放一片湿润的淀粉碘化钾试纸可以证明是否有 Cl_2 逸出

答案 B

解析 装置中未用酒精灯加热, 应该用分液漏斗, 没有尾气吸收装置, 共 3 处明显错误。

3. 实验室制取氯气时, 如图所示操作正确的是 ()

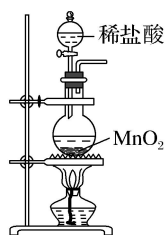


图1



图2

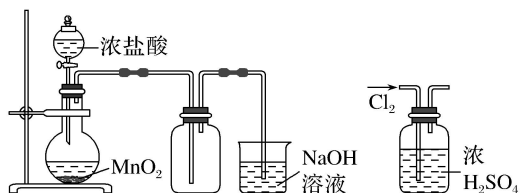


图3

图4

- A. 用图1装置制取少量氯气
- B. 用图2装置除去氯气中混有的少量氯化氢
- C. 用图3装置制取氯气
- D. 用图4装置干燥氯气

答案 D

解析 A. 稀盐酸与二氧化锰不反应，则不能制备氯气，故 A 错误；B. 二者均与碳酸氢钠溶液反应，且除杂时导管长进短出，故 B 错误；C. 浓盐酸与二氧化锰反应需要加热，图中未加热，不能制备氯气，故 C 错误；D. 浓硫酸可用干燥氯气，导管长进短出可干燥氯气，故 D 正确。

二、氯离子的检验方法

【活动探究】

实验素材

在 I ~ IV 四支试管中分别加入 2~3 mL 稀盐酸、NaCl 溶液、Na₂CO₃ 溶液、蒸馏水，然后各滴入几滴 AgNO₃ 溶液，观察现象，再分别加入少量稀硝酸，观察现象。

试管	试剂	实验现象	
		加入 AgNO ₃ 溶液	加入稀硝酸

I	稀盐酸	白色沉淀	沉淀不溶解
II	NaCl 溶液	白色沉淀	沉淀不溶解
III	Na ₂ CO ₃ 溶液	白色沉淀	沉淀溶解
IV	蒸馏水	无明显现象	无明显现象

■ 问题探究

1. 试管 I、II 中均产生不溶于稀硝酸的白色沉淀是什么？写出该反应的离子方程式。

提示： AgCl ； $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ 。

2. 实验 III 中产生的能溶于稀硝酸的白色沉淀是什么？写出沉淀溶解的化学方程式。

提示： Ag_2CO_3 ； $\text{Ag}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

3. 检验 Cl^- 时，加入稀硝酸的目的是什么？

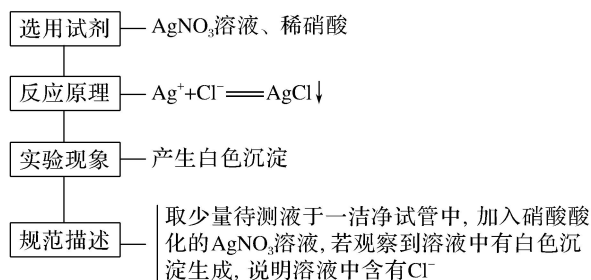
提示：排除 CO_3^{2-} 等造成的干扰，如因 Ag_2CO_3 是一种不溶于水的白色沉淀，但 Ag_2CO_3 能溶于稀硝酸，故可以用稀 HNO_3 排除 CO_3^{2-} 造成的干扰。

4. 某溶液中含有 SO_4^{2-} 和 Cl^- ，请设计实验检验 Cl^- 的存在。

提示：先加入足量的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，过滤后取滤液（或静置后取上层清液）的稀硝酸酸化的 AgNO_3 溶液，若生成白色沉淀，说明含有 Cl^- 。

【核心归纳】

氯离子的检验及答题规范



■ 名师点拨 ■

(1) 检验时要先加稀硝酸，以排除 CO_3^{2-} 等离子的干扰，不能用稀硫酸，因为 Ag_2SO_4 微溶，会干扰实验，更不能用盐酸，因为盐酸中含有 Cl^- 。

(2) 若被检液中含有 SO_4^{2-} ，需先用 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液除去 SO_4^{2-} ，然后再加入稀硝酸酸化的 AgNO_3 溶液，检验 Cl^- 的存在。

【实践应用】

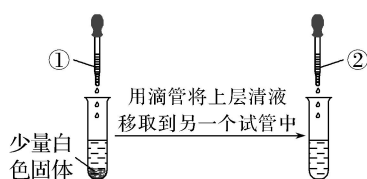
4. 海水淡化后，为检验所得的淡水中是否含有氯离子，通常采用的试剂是（ ）

- A. AgNO_3 溶液
B. AgNO_3 溶液和稀盐酸
C. AgNO_3 溶液和稀硝酸
D. 以上试剂均可

答案 C

解析 A. 只有硝酸银溶液，碳酸根离子、硫酸根离子都会结合银离子生成白色沉淀，故 A 错误；B. 盐酸溶液中含有氯离子，用盐酸不能检验出是否含有氯离子，故 B 错误；C. 硝酸银溶液中的银离子结合氯离子生成不溶于硝酸的白色沉淀氯化银是氯离子的特征性质，可以用 AgNO_3 溶液和稀硝酸检验所得的淡水中是否含有氯离子，故 C 正确、D 错误。

5. 用如图所示方法，检验某固体中是否含有 Cl^- ，下列说法正确的是 ()



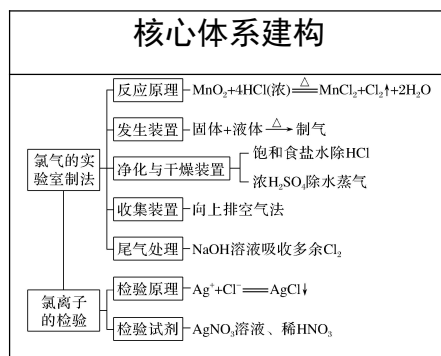
- A. ①是 BaCl_2 溶液，②是稀盐酸
B. ①是稀盐酸，②是稀 BaCl_2 溶液
C. ①是稀硝酸，②是 AgNO_3 溶液
D. ①是稀硫酸，②是 AgNO_3 溶液

答案 C

解析 氯离子的特征离子反应是可以和银离子反应生成不溶于硝酸的白色沉淀，氯离子的检验方法是：向待测液中滴加硝酸酸化，再加入硝酸银溶液，如果出现白色不溶于水的沉淀，则含有银离子，①是 BaCl_2 溶液、或①是稀盐酸，引入氯离子，①是稀硫酸，②是 AgNO_3 溶液，无氯离子，硫酸银微溶干扰检验，所以 C 方法正确。

课堂小结 · 即时达标

建体系 · 固双基



■ 即时达标

1. 下列关于实验室制氯气的说法中错误的是 ()

A. 该反应是一个氧化还原反应, 其中二氧化锰是氧化剂

B. HCl 表现还原性和酸性

C. 该反应的离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$

D. 该方法是瑞典化学家舍勒最先发现的

答案 C

解析 由 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 可知, 二氧化锰是氧化剂, 盐酸部分作还原剂, 部分起酸的作用; HCl 中氯元素部分化合价升高, HCl 既表现还原性, 又表现酸性; 氯化锰是可溶于水的强电解质, 在离子方程式中应写成离子符号。

2. 向稀硝酸酸化的某溶液滴加 AgNO_3 溶液后, 有白色沉淀生成, 则该溶液一定含有 ()

A. Na^+

B. Cl^-

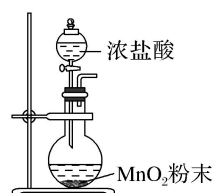
C. Al^{3+}

D. CO_3^{2-}

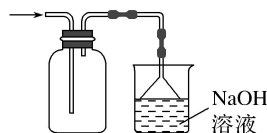
答案 B

解析 A. 检验钠离子需要焰色试验, 故 A 不选; B. 由操作和现象可知白色沉淀为 AgCl , 则溶液中含氯离子, 故 B 选; C. 硝酸、硝酸银均与铝离子不反应, 故 C 不选; D. 硝酸与碳酸根离子反应生成 CO_2 , 白色沉淀一定不是碳酸银, 故 D 不选。

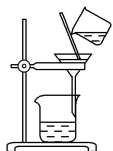
3. 实验室用 MnO_2 和浓盐酸制取 Cl_2 并回收 MnCl_2 , 下列装置不能达到实验目的的是 ()



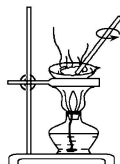
A. 制备氯气



B. 收集氯气



C. 过滤除 MnO_2



D. 浓缩滤液

答案 A

解析 A. 浓盐酸与二氧化锰反应需要加热，图中缺少酒精灯，故 A 错误；B. 收集氯气时，因氯气的密度比空气大，所以导管长进短出，又因氯气有毒尾气再进行处理，用氢氧化钠吸收，故 B 正确；C. 二氧化锰不溶于水，图中过滤可分离，故 C 正确；D. 浓缩滤液时用酒精灯加热，同时用玻璃棒进行搅拌，故 D 正确。

4. 在制氯气时有如下操作，正确的操作顺序是 ()

①连接好装置，检查气密性 ②缓缓加热，加快反应，使气体均匀逸出 ③在圆底烧瓶中加入二氧化锰粉末 ④从盛有浓盐酸的分液漏斗中将浓盐酸缓缓滴入烧瓶中 ⑤将多余的 Cl_2 用 NaOH 溶液吸收 ⑥用向上排空气法收集氯气

A. ①②③④⑤⑥

B. ③④②①⑥⑤

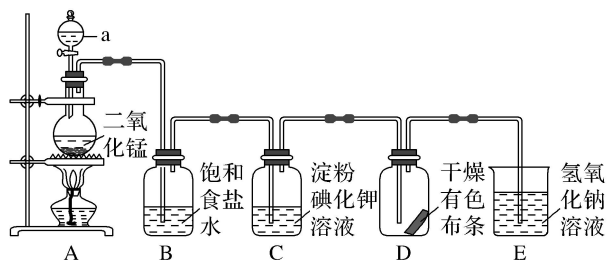
C. ①④③②⑥⑤

D. ①③④②⑥⑤

答案 D

解析 确定实验室制取气体的操作顺序要注意：①连接好装置后，要先检查气密性，后装药品；②装药品的顺序是先加固体，后加液体；③对于有毒的气体，一定要有尾气处理装置。

5. 如图是一套制取并验证氯气部分化学性质的实验装置。已知： $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{KCl}$ ， I_2 遇淀粉变蓝色。



回答下列问题：

(1) 装置 A 中，仪器 a 的名称_____，该仪器中盛放的试剂为_____，写出 A 装置发生反应的离子方程式：_____。

_____。

- (2) 当有少量 Cl_2 通过后, 观察到装置 C 中溶液变成_____色。
- (3) 当 Cl_2 持续通过时, 装置 D 中干燥的有色布条能否褪色? _____。
- (4) 若要证明 Cl_2 无漂白性, 则必须在装置_____ (用装置字母序号填写) 之前增加一个_____的装置。
- (5) 装置 E 的作用是_____, 该反应的离子方程式为_____。

答案 (1) 分液漏斗 浓盐酸 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 蓝 (3) 能 (4) D 干燥 Cl_2

(5) 吸收多余的氯气, 防止污染空气 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

解析 (1) 根据仪器结构可知, a 为分液漏斗, 该仪器中盛放的试剂为浓盐酸, 装置 A 为 MnO_2 与浓盐酸在加热条件下制取 Cl_2 , 发生的反应方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; (2) Cl_2 通入碘化钾淀粉溶液中, 可以发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{KCl}$, 碘单质可以使淀粉溶液变蓝, 故装置 C 中的溶液会变成蓝色; (3) 由于 Cl_2 中混有水, Cl_2 与水反应生成次氯酸, 次氯酸具有漂白性, 可以使得装置 D 中干燥的有色布条褪色; (4) 要证明氯气无漂白性, 需要除去氯气中混有的水蒸气, 故可以在装置 D 之前增加一个装有浓硫酸的洗气瓶的装置用于干燥 Cl_2 ; (5) 装置 E 为尾气处理装置, 可以吸收多余的氯气, 防止污染空气, 氯气与氢氧化钠反应生成氯化钠、次氯酸钠和水, 反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

课时训练

检测效果

一、选择题 (本题包括 12 小题, 每小题只有一个选项符合题意)

1. 下列关于实验室用二氧化锰制取氯气的叙述不正确的是 ()
- A. 二氧化锰与浓盐酸共热
- B. 缓慢加热反应
- C. 用向下排空气法收集氯气
- D. 多余氯气常用较浓的碱液吸收

答案 C

解析 氯气的密度比空气大, 应选择向上排空气法收集。

2. 在实验室利用浓盐酸和二氧化锰制氯气，制备装置中应使用分液漏斗而不能使用长颈漏斗，下列有关理由叙述错误的是（ ）

- A. 防止氯气扩散到空气中造成污染
- B. 便于控制加入盐酸的量
- C. 长颈漏斗便于添加液体
- D. 尽量避免氯化氢挥发到空气中

答案 C

解析 用分液漏斗既可防止氯化氢气体和氯气挥发，污染环境，同时又可控制滴加盐酸的量和快慢，从而控制反应速率，提高盐酸的利用率。

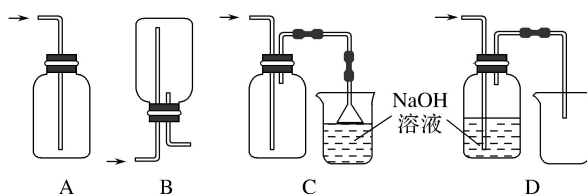
3. 能证明某溶液中含有 NaCl 的是（ ）

- A. 焰色试验是黄色
- B. 溶液有咸味
- C. 取少量溶液于试管中，滴加稀硝酸酸化的硝酸银溶液，出现白色沉淀
- D. 焰色试验是黄色，同时又能与硝酸酸化的硝酸银溶液反应生成白色沉淀

答案 D

解析 要证明含有 Na^+ ，则焰色试验为黄色；要证明含有 Cl^- ，则加入稀硝酸酸化的 AgNO_3 溶液后生成白色沉淀。

4. 在实验室中用浓盐酸与 MnO_2 共热制取 Cl_2 并进行相关实验。下列收集 Cl_2 的正确装置是（ ）



答案 C

解析 集气瓶中使用单孔橡胶塞塞紧，只能进气，不能排气，则瓶内压强增大到一定程度，可能将橡胶塞压出，A 项错误；因为 Cl_2 比空气的密度大， Cl_2 应短管进，B 项错误；该装置既能收集 Cl_2 ，又能进行尾气处理且防倒吸，C 项正确；由于 Cl_2 和 NaOH 反应，所以不能收集到 Cl_2 ，D 项错误。

5. 下列关于实验室制取氯气的说法正确的是（ ）

- A. 浓盐酸可用稀盐酸代替

- B. 为了便于学生观察氯气的制备实验，可在讲台上直接做氯气的制备实验
- C. 可用饱和食盐水吸收尾气
- D. 可在集气瓶口放一张湿润的淀粉碘化钾试纸，观察氯气是否收集满

答案 D

解析 稀盐酸与 MnO_2 不反应，A 错误；在讲台上直接做氯气的制备实验，没有在通风橱中进行，容易造成中毒事件，B 错误；饱和食盐水不能与氯气反应，不能用于吸收尾气，C 错误；可在集气瓶口放一张湿润的淀粉碘化钾试纸，若试纸变蓝，则氯气集满，D 正确。

6. 下列描述正确的是 ()

- A. 将 Cl_2 与 HCl 混合气体通过饱和食盐水可得到纯净干燥的 Cl_2
- B. 将浓盐酸与 MnO_2 共热产生的气体先通过浓 H_2SO_4 ，后通过饱和食盐水来制备纯净干燥的 Cl_2
- C. 过量浓盐酸与一定量二氧化锰反应， MnO_2 能完全反应

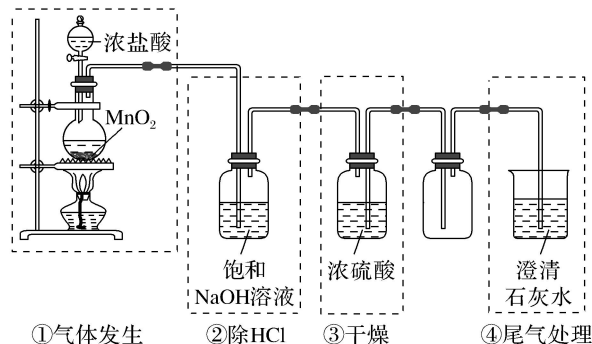


D. 除去氯气中的 HCl 气体，装置如图

答案 C

解析 A. HCl 极易溶于水，食盐水抑制氯气的溶解，还需浓硫酸干燥氯气，故 A 错误；B. 浓盐酸易挥发，应先通过饱和食盐水除去 HCl ，后经过浓硫酸干燥，故 B 错误；C. 浓盐酸与二氧化锰反应，浓盐酸需过量，能使 MnO_2 完全反应，故 C 正确；D. 二者均与碳酸氢钠溶液反应，不能除杂，故 D 错误。

7. 实验室利用如图所示装置制备氯气，图中涉及气体发生、除杂、干燥、收集、尾气处理装置，其中错误的是 ()



A. ①②③

B. ①②④

C. ②③④

D. ①③④

答案 C

解析 应选饱和食盐水除去氯化氢，不能用氢氧化钠，因为氢氧化钠可以与氯气反应，故②错误；干燥装置应长导管进气，否则浓硫酸会被压入其右侧装置中，故③错误；澄清石灰水浓度较低，无法完全吸收氯气；应用氢氧化钠溶液吸收氯气，故④错误；图中只有①合理。

8. 证明某白色固体中含有 Cl^- 的正确操作方法是 ()

A. 加入 AgNO_3 溶液和稀硝酸，看是否有白色沉淀生成

B. 溶于水后加入 AgNO_3 溶液，看是否有白色沉淀生成

C. 加入 AgNO_3 溶液，看是否有白色沉淀生成

D. 溶于水后先加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，再加入 AgNO_3 溶液和稀硝酸，看是否有白色沉淀生成

答案 D

解析 常见和 AgNO_3 溶液反应生成白色沉淀的离子：硫酸根离子、氯离子、碳酸根离子，在检验中，要排除硫酸根离子、碳酸根离子的干扰，所以溶于水后先加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，不会出现白色沉淀，再加入 AgNO_3 溶液和稀硝酸，出现白色沉淀即可证明含氯离子。

9. 用下列两种方法制取氯气：

①用含氯化氢 146 g 的浓盐酸与足量的二氧化锰反应；②用 87 g 二氧化锰与足量的浓盐酸反应。则所得氯气 ()

A. ②比①多

B. ①比②多

C. 一样多

D. 无法比较

答案 A

解析 浓盐酸与 MnO_2 反应的化学方程式为 $4\text{HCl}(\text{浓}) + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，随着反应进行，盐酸浓度逐渐减小，变为稀盐酸后不再与 MnO_2 反应。①中 HCl 不能完全反应，产生的 Cl_2 少，②中能完全反应，制得 Cl_2 多。故产生 Cl_2 ② > ①。

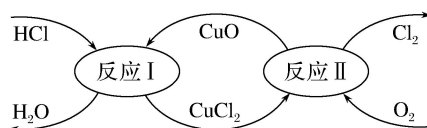
10. 实验室制备氯气的化学方程式是 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。下列关于实验室制氯气的说法中错误的是 ()

- A. 还原剂是 HCl, 氧化剂是 MnO₂
- B. 每生成 1 个 Cl₂, 转移 2 个电子
- C. 每消耗 87 g MnO₂, 起还原作用的 HCl 为 146 g
- D. 生成的氯气中含有水蒸气和 HCl

答案 C

解析 在 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 中, MnO₂ 是氧化剂, HCl 是还原剂, 每生成 1 个 Cl₂ 转移 2 个电子; 但在参加反应的 146 g HCl 中, 只有 73 g HCl 被氧化, 即起还原作用的 HCl 为 73 g; 由于浓盐酸易挥发且反应加热, 因此生成的氯气中含有水蒸气和 HCl 气体。

11. 历史上曾有化学家用以下方法制取氯气, 反应原理如图所示。下列推断不正确的是 ()



- A. 反应 I 属于复分解反应
- B. 反应 II 的化学方程式为 $2\text{CuCl}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{Cl}_2 + 2\text{CuO}$
- C. CuCl₂ 是整个过程的催化剂
- D. 该方法制氯气主要原料是盐酸和氧气

答案 C

解析 A. 反应 I 中 CuO 与 HCl 反应, 生成氯化铜和水, 为复分解反应, 故 A 正确; B. 反应 II 中氧气与氯化铜反应, 化学方程式为 $2\text{CuCl}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{Cl}_2 + 2\text{CuO}$, 故 B 正确; C. CuCl₂ 为中间产物, CuO 为催化剂, 故 C 错误; D. 由 I、II 可知, 总反应为 HCl 与氧气反应生成氯气和水, 则该方法制氯气主要原料是盐酸和氧气, 故 D 正确。

12. NaClO₂ 具有强氧化性, 是较好的消毒剂。实验室可以用 NaClO₂ 与浓盐酸反应制取 Cl₂, 制取装置如图所示, 下列叙述一定正确的是 ()

(2) 乙同学认为图甲装置制备的氯气不纯净，其中混有 HCl 气体和水蒸气，对装置进行了如图乙改进。你认为合理吗？（合理则填入“合理”二字，如不合理用文字说明理由）

_____。

(3) 最后均将气体通入氢氧化钠溶液中，这样做的目的是（用离子方程式表示）

_____。

(4) 实验结束后，取少量 (3) 所得溶液于烧杯中，加入足量浓盐酸后会产生一种黄绿色气体，写出生成该气体的离子方程式_____。

答案 (1) $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

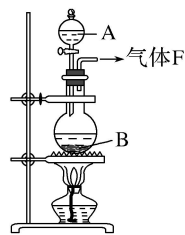
(2) 碱石灰与氯气反应，无法收集氯气，则图乙不合理

(3) $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

(4) $\text{Cl}^- + \text{ClO}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

解析 (1) 制备氯气发生 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，其离子反应为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；(2) 需饱和食盐水除去 HCl，浓硫酸吸收水，而碱石灰与氯气反应，无法收集氯气，则图乙不合理；(3) 氯气有毒，可选 NaOH 溶液吸收尾气，则离子反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ；(4) NaCl、NaClO 与盐酸发生氧化还原反应生成氯气，则生成气体的离子反应为 $\text{Cl}^- + \text{ClO}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

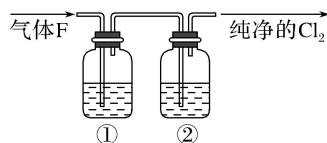
14. 某校化学实验兴趣小组欲采用如图所示的实验装置制备 Cl_2 ，同时进行与氯气有关的某些实验，按要求回答问题。



(1) A 是浓盐酸，B 是二氧化锰，将 A 滴入 B 中时发生反应的离子方程式为_____。

(2) 甲同学用含有 146 g HCl 的浓盐酸与足量的 MnO_2 反应制 Cl_2 ，结果制得的 Cl_2 小于 71 g，这是由于反应过程中盐酸浓度变小造成的。请列举导致盐酸浓度变小的原因：_____。

(3) 在实验室中，乙同学欲用下图中的装置净化氯气，则瓶①②中应盛放的试剂分别是①_____，②_____（填试剂名称）。



(4) 丙同学将纯净的 Cl_2 通入一定量石灰乳中来制取漂白粉，若通入 x 个 Cl_2 完全反应，则反应过程中转移电子_____个。

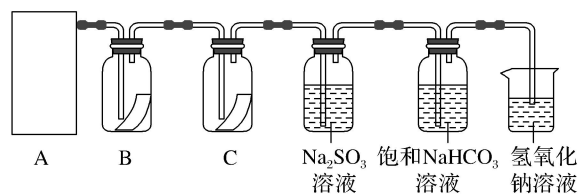
答案 (1) $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) ①氯化氢挥发；②反应生成水；③反应消耗 HCl

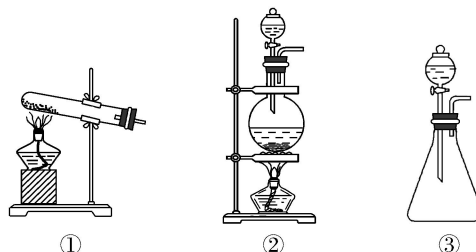
(3) 饱和食盐水 浓硫酸 (4) x

解析 (2) 浓盐酸浓度变小是因为二氧化锰和浓盐酸反应过程中消耗 HCl ，加热时氯化氢挥发，生成的水稀释浓盐酸。(3) 制取的氯气中含有氯化氢和水蒸气，净化时应先通过饱和食盐水吸收氯化氢，后通过浓硫酸吸收水蒸气。(4) 反应 $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{Cl}_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 中，1 个 Cl_2 参加反应转移 1 个电子，故通入 x 个 Cl_2 完全反应，反应过程中转移电子 x 个。

15. “84”消毒液是生活中常用的消毒剂，可与硫酸溶液反应制取氯气，反应原理为 $\text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ；为探究氯气的性质，某同学利用此原理制氯气并设计了如下所示的实验装置。



(1) 从①、②、③装置中选择合适的制氯气装置 (A 处) _____ (填序号)。



(2) 装置 B、C 中依次放的是干燥的红色布条和湿润的红色布条，实验过程中该同学发现装置 B 中的布条也褪色，其原因可能是_____；

说明该装置存在明显的缺陷, 请提出合理的改进的方法:

(3) 氯气通入饱和 NaHCO_3 溶液能产生无色气体, 已知酸性: 盐酸>碳酸>次氯酸, 该实验证明氯气与水反应的生成物中含有_____ (填“盐酸”或“次氯酸”)。

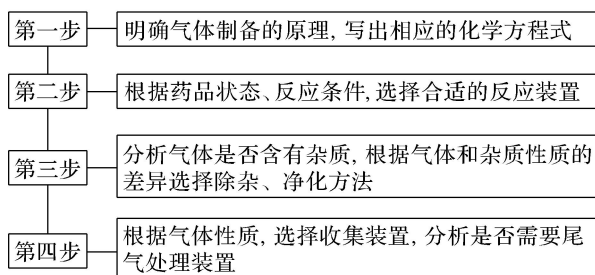
答案 (1) ② (2) 产生的氯气中含有水蒸气, 会反应生成次氯酸 在装置 A、B 之间增加盛有浓硫酸的洗气瓶 (或干燥装置) (3) 盐酸

解析 (1) 由 $\text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 可知, 反应有液体参加, 需要在加热条件下进行, 故选装置②。(2) 装置 B 中干燥的有色布条褪色, 说明氯气中可能混有少量的水蒸气, 氯气与水反应生成次氯酸而漂白, 因此应在 A 和 B 之间增加盛有浓 H_2SO_4 的洗气瓶, 除去 Cl_2 中的水蒸气。(3) 氯气通入水溶液会反应生成盐酸和次氯酸, 酸性: 盐酸>碳酸>次氯酸, 氯气通入饱和 NaHCO_3 溶液能产生无色气体, 证明氯气与水反应的生成物中含有盐酸。

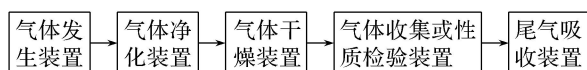
微专题 5 实验室中制取气体装置的设计——知识技能型

【核心归纳】

1. 设计气体制备装置的基本思路



2. 气体制备装置的连接顺序



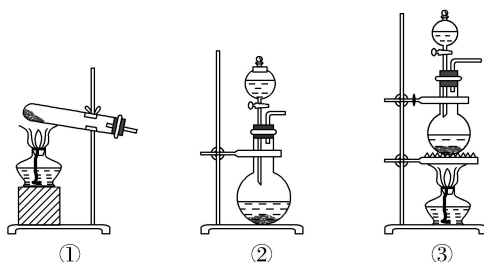
3. 各种装置的选择

(1) 实验室制备气体的发生装置的选择

①选择依据

反应原理、反应物的状态、反应条件等。

②装置的基本类型



a. 固体+固体 $\xrightarrow{\Delta}$ 气体。 b. 固体+液体 \rightarrow 气体。

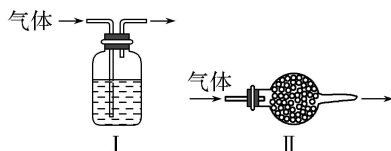
c. 固体+液体 $\xrightarrow{\Delta}$ 气体。

(2) 实验室制备气体的净化装置的选择

①净化原则

不减少被净化气体的量；不引入新杂质；操作简便，易于分离。

②净化装置



装置 I (洗气瓶): 盛液体除杂试剂, 气流方向是长管进, 短管出。

装置 II (干燥管): 盛固体除杂试剂, 气流方向是粗口进, 细口出。

4. 常用气体收集方法

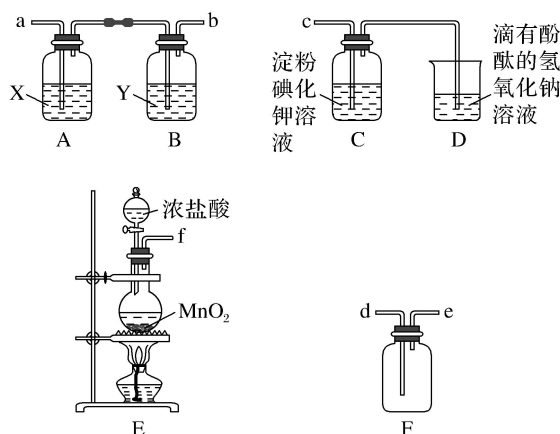
方法	排水法	向上排空气法	向下排空气法
装置			
典型气体	O ₂ 、H ₂ 等	O ₂ 、Cl ₂ 、CO ₂ 等	H ₂ 、NH ₃ 等

5. 常用气体尾气处理方法

方法	燃烧法	吸收法	收集法
装置			
典型气体	CO 等	Cl ₂ 、SO ₂ 等	CO 等

【典例】 某研究性学习小组为了制取、收集纯净干燥的氯气并探究氯气的性质，

设计了如下图所示的实验装置（提示： $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KCl} + \text{I}_2$ ）。



请回答下列问题：

(1) 整套实验装置的连接顺序是 f 接 _____，_____ 接 _____，_____ 接 _____（填各接口处的字母序号）。

(2) E 装置中制取氯气反应的离子方程式是 _____。

(3) B 装置的作用是 _____；
A 装置中的试剂 X 是 _____。

(4) C 装置中可观察到的现象是 _____；
D 装置中可观察到的现象是 _____。

答案 (1) a b d e c (2) $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

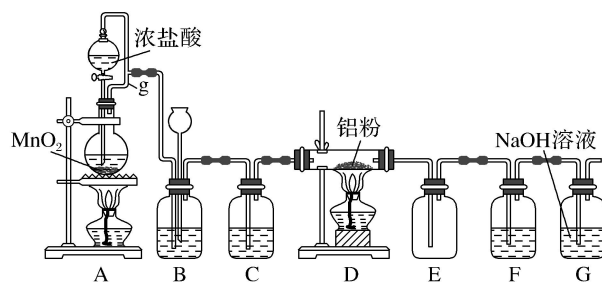
(3) 干燥 Cl_2 饱和食盐水

(4) 溶液变蓝色 溶液颜色逐渐变浅或褪去

解析 (1) 本实验为氯气的制取及性质探究实验，制得的 Cl_2 中含有杂质 HCl 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，先通过饱和食盐水、浓硫酸除去杂质，再利用向上排空气法收集，最后通过淀粉碘化钾溶液探究其性质，因此实验装置的连接顺序为 $f \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow c$ 。(4) Cl_2 可将淀粉碘化钾溶液中的 I^- 氧化生成 I_2 ，使溶液变成蓝色； Cl_2 通入滴加酚酞的 NaOH 溶液中，发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ，溶液的碱性减弱，红色逐渐变浅或褪去。

【实践应用】

1. (2020·长春高一检测) 实验室可用如图装置制得氯气并与铝粉反应制备无水 AlCl_3 。已知 AlCl_3 在 $183\text{ }^\circ\text{C}$ 升华，遇潮湿空气即反应产生大量白雾。请回答问题：



(1) A 中反应的化学方程式为 _____ ;
HCl 在反应中表现出的性质为 _____

(填“酸性”“氧化性”或“还原性”)。

(2) A 中 g 管的作用是 _____。

(3) B 中盛放饱和食盐水的作用是 _____ ;

若 D 中生成的 AlCl_3 凝华堵塞导管, B 中可观察到的现象为 _____。

(4) C 和 F 所装试剂相同, 其中 F 的作用是 _____。

答案 (1) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 酸性、还原性

(2) 平衡气压, 使盐酸顺利流下, 并防止漏气

(3) 除去混有的 HCl 气体 长颈漏斗中液面上升或瓶中液面下降

(4) 防止 G 中水分扩散到 E 中与产品反应

解析 (1) 根据所给的装置图可知, A 装置制取氯气: 二氧化锰和浓盐酸反应生成氯化锰和氯气以及水, A 中反应的化学方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; HCl 在反应中一部分氯化合价不变 (生成 MnCl_2), 一部分氯化合价升高, 表现出的性质为酸性、还原性。(2) A 中 g 管的作用是平衡气压, 使盐酸顺利流下, 并防止漏气。(3) A 装置制取氯气, 氯化氢易挥发, 制取的氯气中含有氯化氢, 氯气在饱和食盐水中溶解度小, B 中的饱和食盐水是为了除去混有的 HCl 气体; 若 D 中生成的 AlCl_3 凝华堵塞导管, B 中可观察到的现象为长颈漏斗中液面上升或瓶中液面下降。(4) C 和 F 所装试剂相同, 其中 F 的作用是防止 G 中水分扩散到 E 中与产品反应。

取氯气时，首先要制取氯气，然后通过饱和食盐水除去挥发出来的氯化氢气体，再通过浓硫酸除去混入的水蒸气，这时得到了干燥、纯净的氯气，要用向上排空气法收集氯气，最后要吸收多余的氯气，注意防止倒吸，仪器连接为 H→B→A→C→D→E；（3）氯气和石灰乳反应生成氯化钙、次氯酸钙和水，反应的方程式为 $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；（4）漂白粉的主要成分为 CaCl_2 和 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ，变质生成 CaCO_3 ，则漂白粉未变质，只含 CaCl_2 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ，漂白粉全部变质，只含 CaCl_2 、 CaCO_3 ，漂白粉部分变质，则含有 CaCl_2 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 CaCO_3 。