

第三讲 化学实验设计与评价

[考纲展示]

1. 能设计、评价或改良实验方案。 2. 了解控制实验条件的方法。 3. 能分析或处理实验数据, 得出合理结论。 4. 能绘制和识别典型的实验仪器装置图。

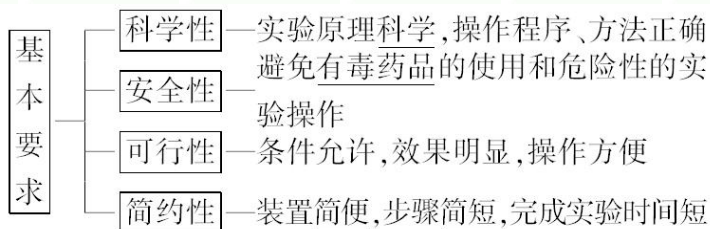
考点突破·精讲精练

讲练互动 题组突破

考点一 化学实验方案的设计

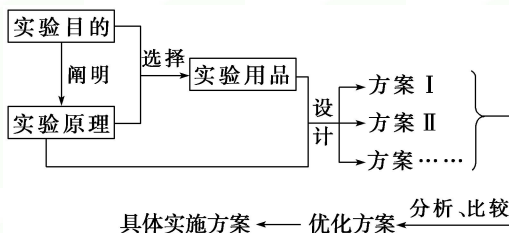
教材梳理

一、实验方案设计的基本要求



二、实验方案设计的基本思路

根据实验目的和原理及所选用的药品和仪器, 设计合理的实验方案, 并且从几种方案中分析选择出最正确方案。



三、实验设计例如

设计实验证明氯酸钾中含有氯元素。

1. 实验原理(用化学或离子方程式表示): $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$, $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ 。

2. 实验试剂: 氯酸钾固体、 MnO_2 、 AgNO_3 溶液、稀硝酸。

3. 操作步骤

(1) 将氯酸钾和 MnO_2 混合共热。

(2) 冷却至室温, 加水充分溶解后, 过滤。

(3) 取少量滤液于洁净试管中, 参加几滴硝酸酸化的 AgNO_3 溶液, 观察到有白色沉淀生成, 证明氯酸钾中含有氯元素。

四、实验方案设计中的安全问题

1. 防爆炸: 点燃可燃性气体(如 H_2 、 CO 、 CH_4 、 C_2H_4)或用 CO 、 H_2 复原 Fe_2O_3 、 CuO 之前, 要检验气体的纯度。

2. 防暴沸: 配制硫酸的水溶液或硫酸的酒精溶液时, 要将密度大的浓硫酸缓慢倒入水中或酒精中; 加热液体混合物时要加沸石或碎瓷片。

3. 防中毒: 制取有毒气体(如 Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 H_2S 、 NO_2 、 NO)时, 应在通

风橱中进行，且进行尾气处理。

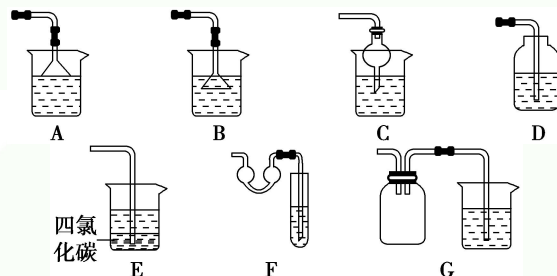
4. **防倒吸**：加热法制取并用排水法收集气体或吸收溶解度较大的气体(如 NH_3 、 HCl)时，要注意熄灯顺序或加装安全瓶。

五、实验方案创新设计的几个方面

1. 尾气处理装置的设计

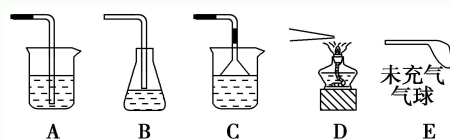
在设计尾气处理装置时，要充分考虑装置是否符合以下几点：能充分吸收气体、不能倒吸、尾气处理装置应与大气相通。

例如：以下吸收氨气的装置(未标出的液体为水)A、C、E、F、G均能防止倒吸，B、D均不能。



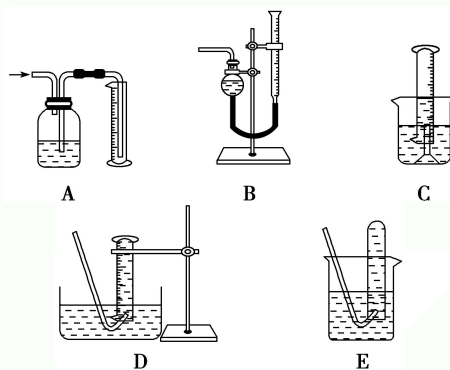
2. 防污染安全装置的设计

例如：以下尾气处理装置中，A可吸收有毒的尾气(如 Cl_2 、 SO_2 等)，B和C装置可吸收易溶的尾气(如 HCl 、 NH_3 等)，D可用于除去 CO 等可燃性气体，E可用于收集所有气体。

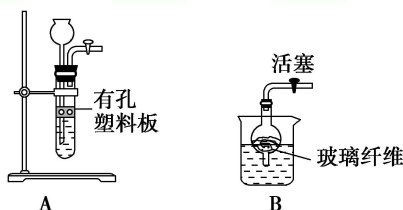


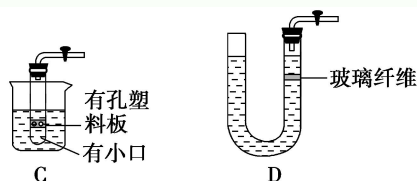
3. 量气装置的设计

例如：以下装置中，A是常规的量气装置，B、C、D是改良后的装置，而装置E则不能测量气体体积。



4. 启普发生器具有随开随用、随关随停的特点，是气体制备的常用装置。实验室中没有启普发生器时，可以根据启普发生器的原理设计出简易制气装置，如以下图所示的装置。





名师点拨

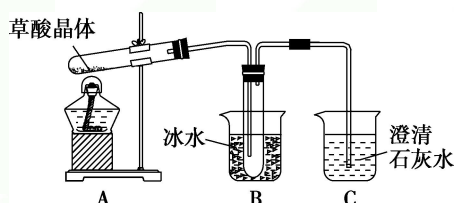
(1)实验方案的设计对细节要求较高，往往在细节上失分，如实验原理、仪器选择、操作步骤、实验现象的描述、实验安全等方面，不全面、不准确是失分的重要方面。

(2)实验设计不完整，也是实验题失分的重要原因。例如：制备一些在空气中易变质的物质时，在制备装置后还要连接一个防变质装置。

(3)补画装置图的题目中，装置图画得不准确、不标准也会失分。

典例剖析

例 1 (2015·高考全国卷 I)草酸(乙二酸)存在于自然界的植物中，其 $K_1=5.4 \times 10^{-2}$ ， $K_2=5.4 \times 10^{-5}$ 。草酸的钠盐和钾盐易溶于水，而其钙盐难溶于水。草酸晶体($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)无色，熔点为 101°C ，易溶于水，受热脱水、升华， 170°C 以上分解。

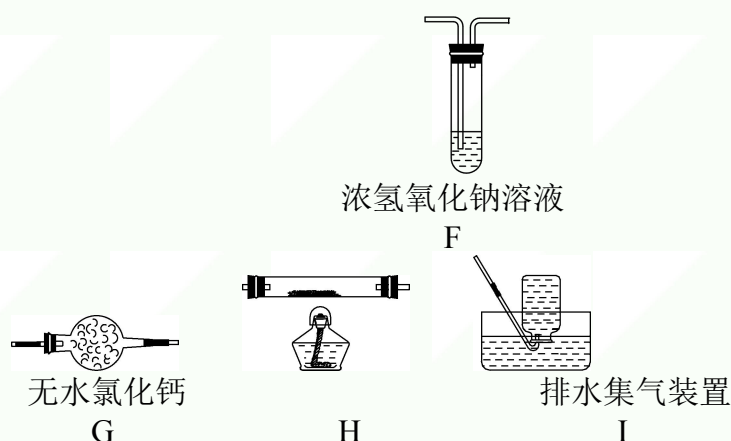


答复以下问题：

(1)甲组同学按照如下图的装置，通过实验检验草酸晶体的分解产物。装置 C 中可观察到的现象是_____，由此可知草酸晶体分解的产物中有_____。装置 B 的主要作用是_____。

(2)乙组同学认为草酸晶体分解产物中还有 CO ，为进行验证，选用甲组实验中的装置 A、B 和以下图所示的局部装置(可以重复选用)进行实验。





① 乙组同学的实验装置中，依次连接的合理顺序为 A、B、
_____。装置 H 反应管中盛有的物质是_____。

② 能证明草酸晶体分解产物中有 CO 的现象是

(3)设计实验证明：

① 草 酸 的 酸 性 比 碳 酸 的 强

② 草 酸 为 二 元 酸

[解析] (1)结合草酸晶体($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)的组成可知，澄清石灰水应是用来检验其分解产物 CO_2 的存在。因草酸晶体易升华，且草酸钙难溶于水，若草酸进入 C 装置，会干扰 CO_2 的检验，故装置 B 中冰水的主要作用是冷凝挥发出来的草酸。

(2)①要验证草酸晶体分解产物中还有 CO，只能通过检验 CO 与 CuO 反应的产物 CO_2 的存在来达到这一目的。因为草酸晶体的分解产物本身含有 CO_2 ，会对 CO 的检验造成干扰，所以在检验 CO 前应将分解产物中的 CO_2 除尽，可选用 F 装置来除去 CO_2 ，D 装置用来检验 CO_2 是否除尽。将除去 CO_2 的气体通过盛有无水氯化钙的装置 G 干燥，然后通过盛有 CuO 的装置 H，CuO 将 CO 氧化为 CO_2 ，再将气体通过盛有澄清石灰水的 D 装置，用来检验 CO_2 的存在。因 CO 有毒，最后可将尾气通过排水法收集。

②若前一个装置 D 中澄清石灰水不变浑浊，说明草酸晶体分解的产物 CO_2 已除尽；H 中黑色 CuO 变红，同时其后的装置 D 中澄清石灰水变浑浊，说明草酸晶体分解产物中含有 CO。

(3)①根据强酸制弱酸的反响原理，可选择 NaHCO_3 参加草酸溶液的实验方法来证明草酸的酸性比碳酸的强。

②根据酸碱中和反响原理，可采用中和滴定的方法用 NaOH 标准溶液来滴定

一定物质的量浓度的草酸溶液，根据反应的草酸与 NaOH 的物质的量的比值为 1:2，证明草酸是二元酸。

[答案] (1)有气泡逸出、澄清石灰水变浑浊 CO_2 冷凝(水蒸气、草酸等)，防止草酸进入装置 C 反应生成沉淀，干扰 CO_2 的检验

(2)①F、D、G、H、D、I CuO ②H 中黑色粉末变为红色，其后的 D 中澄清石灰水变浑浊

(3)①向盛有少量 NaHCO_3 的试管里滴加草酸溶液，有气泡产生 ②用 NaOH 标准溶液滴定草酸溶液，消耗 NaOH 的物质的量为草酸的 2 倍

[思维建模]—综合实验设计题的解题思路

(1)巧审题，明确实验的目的和原理。实验原理是解答实验题的核心，是实验设计的依据和起点。实验原理可从题给的化学情景(或题首所给实验目的)并结合元素化合物等有关知识获取。在此基础上，遵循可靠性、简捷性、安全性的原则，确定符合实验目的、要求的方案。

(2)想过程，理清实验操作的先后顺序。根据实验原理所确定的实验方案中的实验过程，确定实验操作的方法步骤，把握各步实验操作的要点，理清实验操作的先后顺序。

(3)看准图，分析各项实验装置的作用。有许多综合实验题图文结合，思考容量大。在分析解答过程中，要认真细致地分析图中所示的各项装置，并结合实验目的和原理，确定它们在该实验中的作用。

(4)细分析，得出正确的实验结论。实验现象(或数据)是化学原理的外在表现。在分析实验现象(或数据)的过程中，要善于找出影响实验成败的关键以及产生误差的原因，或从有关数据中归纳出定量公式，绘制变化曲线等。

变式训练 1. (2015·最新试题调研)工业上从废铅蓄电池的铅膏回收铅的过程中，可用碳酸盐溶液与处理后的铅膏(主要成分为 PbSO_4)发生反应： $\text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 。某课题组用 PbSO_4 为原料模拟该过程，探究上述反应的实验条件及固体产物的成分。

(1)上述反应的平衡常数表达式： $K =$ _____。

(2)室温时，向两份相同的 PbSO_4 样品中分别参加同体积、同浓度的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 溶液均可实现上述转化，在 _____ 溶液中 PbSO_4 转化率较大，理由是 _____。

(3)查阅文献：上述反应还可能生成碱式碳酸铅 $[2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2]$ ，它和 PbCO_3 受热都易分解生成 PbO 。该课题组对固体产物(不考虑 PbSO_4)的成分提出如下假设，请你完成假设二和假设三：

假设一：全部为 PbCO_3 ；

假设二：_____；

假设三：_____。

(4)为验证假设一是否成立，课题组进行如下研究。

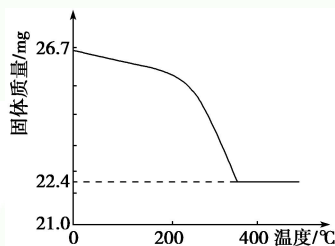
①定性研究：请你完成下表中内容。

实验步骤(不要求写出具体的操作过	预期的实验
------------------	-------

程)	现象和结论
取一定量样品充分枯燥, ……	

②定量研究: 取 26.7 mg 的枯燥样品, 加热, 测得固体质量随温度的变化关系如以下图。某同学由图中信息得出结论: 假设一不成立。你是否同意该同学的结论, 并简述理由:

_____。



解析: 突破此题的难点在于溶解平衡的应用和对数据的处理。

(1)反应的平衡常数是用各反响物和生成物的浓度来表示的, 固体和纯液体的浓度是一定值, 不出现在表达式中, 故 $K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})}$ 。

(2)在溶液中 Na_2CO_3 能完全电离生成 CO_3^{2-} , 而 NaHCO_3 是弱酸的酸式盐, 溶液中的 HCO_3^- 微弱电离生成 CO_3^{2-} , 故两者同浓度时 Na_2CO_3 溶液中 CO_3^{2-} 浓度大, PbSO_4 转化率较大。

(3)根据原题的描述可知, PbSO_4 在转化时能生成 PbCO_3 , 也能生成碱式碳酸铅, 故所得产物有三种可能情况: 一是全部为碳酸铅, 二是全部为碱式碳酸铅, 三是两者都有。

(4)①因为 PbCO_3 分解生成 PbO 和 CO_2 , 碱式碳酸铅分解生成 PbO 、 CO_2 和 H_2O , 故只要分析产物中是否有 H_2O 生成就可以判断假设一是否成立。

②同意, 若全部为 PbCO_3 时, 26.7 mg 样品完全分解后最终固体质量应为 22.3 mg(或: 不同意, 实验最终得到固体的质量与全部为 PbCO_3 分解所得固体质量相差不大, 可能是实验过程中产生的误差引起的)。

答案: (1) $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})}$

(2) Na_2CO_3 Na_2CO_3 溶液中的 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 大

(3)全部为 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$
为 PbCO_3 和 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ 的混合物

(4)①

实验步骤(不要求写出具体操作过程)	预期的实验现象和结论
充分加热样品, 将产生的气体通入盛有无水硫酸铜的枯燥管	若无水硫酸铜不变蓝, 则假设一成立; 若无水硫酸铜变蓝, 则假设一不成立

②同意, 若全部为 PbCO_3 时, 26.7 mg 样品完全分解后最终固体质量应为 22.3 mg(或: 不同意, 实验最终得到固体的质量与全部为 PbCO_3 分解所得固体质量不同, 但相差不大, 两者质量不同可能是实验过程中产生的误差引起的)(合理答案均可)

题组训练

题组一 对未知产物的探究实验设计

1. 硫代硫酸钠是一种常见的化工原料。将 SO_2 通入按一定比例配成的 Na_2S 和 Na_2CO_3 混合溶液中, 便可得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 该反应的化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 4\text{SO}_2 = 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$ 。

(1) 在配制混合溶液前先将蒸馏水加热煮沸一段时间后待用, 其目的是

_____。

(2) 用该方法获得的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体中常混有一定量的杂质。某兴趣小组欲对其中所含杂质的成分进行探究(不考虑副反应和杂质所带的结晶水)。

[提出假设]

假设 1: 晶体中只含 Na_2CO_3 杂质;

假设 2: 晶体中只含 Na_2S 杂质;

假设 3:

_____。

[查阅资料]

① $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$;

② $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 在中性、碱性溶液中较稳定, 而在酸性溶液中能迅速发生反应:
 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

[判断与思考]

某同学取少量制得的晶体溶于足量稀 H_2SO_4 中, 并将产生的气体通入 CuSO_4 溶液中, 未见黑色沉淀, 据此认为假设 2 不成立。你认为其结论是否合理?

_____ (填“合理”或“不合理”) 中, 请说明理由:

_____。

[设计方案进行实验]

基于假设 1, 完成下表中的实验方案、现象及结论(仪器自选)。

限选实验试剂: $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液、 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液、酸性 KMnO_4 溶液、饱和 NaHCO_3 溶液、品红溶液、澄清石灰水。

实验方案	现象及结论

(3) 已知: $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ 。为测定所制得晶体的纯度, 该小组以淀粉作指示剂, 用 $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的碘水进行屡次取样滴定, 测得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的含量约为 102%。若所用试剂及操作均无不当, 产生该结果最可能的原因是

_____。

解析: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与稀 H_2SO_4 反应生成的 SO_2 对 H_2S 和 CO_2 的检验都有干扰。在检验时应充分考虑到: 晶体中可能含有的杂质(Na_2S) 在滴定时参与反应或晶体局部失去结晶水, 是解答第(3)小题的关键。

答案: (1) 赶走水中的溶解氧(或空气)

(2)晶体中含 Na_2S 和 Na_2CO_3 两种杂质 不合理 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与稀 H_2SO_4 反响生成的 SO_2 与 H_2S 发生反响,可能无 H_2S 逸出

实验方案	现象及结论
取适量晶体于烧瓶中,参加足量 $3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液,塞上带导气管的橡胶塞,将产生的气体导出并依次通过盛有酸性 KMnO_4 溶液、品红溶液、澄清石灰水的洗气瓶	若品红溶液不褪色、澄清石灰水变浑浊,说明晶体中含 Na_2CO_3 杂质

(其他合理答案也可)

(3)晶体中含有的杂质(如 Na_2S 等)在滴定时参与反响或晶体局部失去结晶水(其他合理答案也可)

题组二 对物质性质的探究实验设计

2. (2015·山东济南质检) MnO_2 是中学化学中常见的一种试剂,可作氧化剂和催化剂。某兴趣小组通过实验对 MnO_2 的性质进行了一系列的研究。

(1)欲探究 MnO_2 的催化效果,需要用 30%的 H_2O_2 溶液(密度近似为 $1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$)配制浓度为 3%的 H_2O_2 溶液(密度近似为 $1\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$)100 mL。简述其配制方法:

_____。

(2)该小组设计了如下 4 个方案以验证 MnO_2 的氧化性,可行的是_____。

A. 把 MnO_2 固体参加到 FeSO_4 溶液中,再参加 KSCN 溶液,观察溶液是否变红

B. 把 MnO_2 固体参加到 FeCl_3 溶液中,再参加 KSCN 溶液,观察溶液是否变红

C. 把 MnO_2 固体参加到 Na_2SO_3 溶液中,再参加 BaCl_2 溶液,观察是否有白色沉淀生成

D. 把 MnO_2 固体参加到稀盐酸中,观察是否有黄绿色气体生成

(3)该小组为研究在不同酸碱性的溶液中 MnO_2 的氧化能力,他们控制 KI 溶液的浓度和 MnO_2 固体的质量相同,恒定实验温度在 298 K,设计如下比照实验:

实验	酸或碱	现象
A	1 滴 $0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液	不变色
B	1 滴水	缓慢变为浅棕褐色
C	1 滴 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 硫酸	迅速变为棕褐色

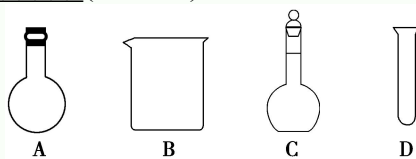
从上述比照实验中,可以得出的结论是

_____。

写出在酸性条件下, MnO_2 氧化 I^- 的离子方程式:

_____。

(4)利用二氧化锰的氧化性，让其与浓盐酸反响制取氯气，以下仪器可作为该反响的反响容器的是_____ (填序号)。



解析：(1)需 30%的 H_2O_2 溶液的体积为 $100\text{ mL} \times 3\% \div 30\% = 10\text{ mL}$ ，质量为 10 g ，则需水 90 g ，即 90 mL 。

(2)B 项 MnO_2 固体不可能将 FeCl_3 氧化，参加 KSCN 溶液也无实际意义；C 项无论 Na_2SO_3 是否被氧化，都能生成白色沉淀；D 项常温下 MnO_2 不能将稀盐酸氧化。

(3)根据信息，棕褐色应该是 I_2 溶液的颜色，因而 MnO_2 将 I^- 氧化为单质，本身被复原为 Mn^{2+} ，据此可写出相应的离子方程式。

(4)C 为容量瓶，不能加热；B 为烧杯，无法将制得的氯气导入集气瓶。

答案：(1)用量筒量取 10 mL 30%的 H_2O_2 溶液放入烧杯中，再参加 90 mL 水，搅拌均匀

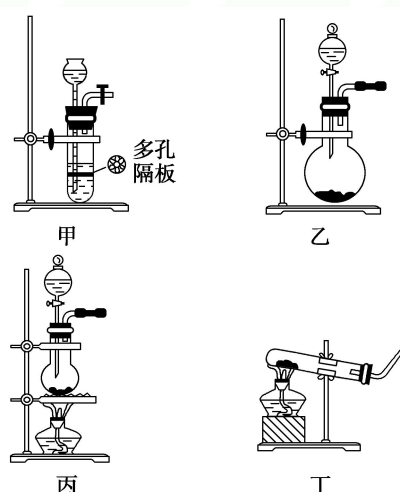
(2)A (3)酸性越强， MnO_2 的氧化性越强 $\text{MnO}_2 + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (4)AD

3. (2015·广西南宁高三测试)某实验小组开展自主实验活动，学校实验室提供如下实验试剂和实验装置：

实验试剂：

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| A. 浓盐酸 | B. 稀盐酸 |
| C. 浓硫酸 | D. 稀硫酸 |
| E. MnO_2 粉末 | F. Na_2SO_3 晶体 |
| G. Na_2SO_3 稀溶液 | H. NaOH 稀溶液 |
| I. 品红溶液 | |

实验装置：



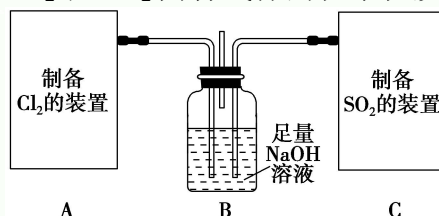
I. 该小组拟制备 Cl_2 和 SO_2 两种气体，请为其选择适当的试剂(用字母表示)和装置并填入下表：

气体	试剂	装置
Cl_2		

SO ₂		
-----------------	--	--

上述制备 Cl₂ 的反响的离子方程式是

II.该小组进一步探究 Cl₂ 和 SO₂ 两种气体的化学性质，设计如图装置。



首先将 C 中少量 SO₂ 通入 B 中，请书写 SO₂ 与过量 NaOH 溶液反响的化学式：方 程 式

_____；
为验证此时溶液中大量存在的阴离子，该小组又设计了若干实验方案，其实 验 简 要 操 作 及 结 论 是

_____。

待 SO₂ 与过量 NaOH 溶液反响完全后再将过量 Cl₂ 通入 B 中充分反响，此时溶液中一定大量存在的阴离子是_____ (不考虑空气中的 CO₂ 影响)。

解析：I. 根据提供的实验试剂和装置，制 Cl₂ 只能用 MnO₂ 和浓盐酸，该反响需要加热，应选用丙装置；制 SO₂ 用浓硫酸和 Na₂SO₃ 晶体，应选用乙装置。

II. SO₂ 与过量 NaOH 反响生成 Na₂SO₃ 和 H₂O，要证明溶液中存在 SO₃²⁻，利用已提供的试剂只能选用稀 H₂SO₄ 和品红溶液，在反响后的溶液中逐滴参加足量的稀 H₂SO₄，开始无现象，后产生气体，并将产生的气体通入品红溶液中，若品红溶液褪色，证明产生气体是 SO₂，即证明含有 SO₃²⁻；上述反响完全后再通入过量 Cl₂ 即发生反响：Na₂SO₃ + Cl₂ + 2NaOH = Na₂SO₄ + 2NaCl + H₂O，故反响后的溶液中一定大量存在的阴离子是 SO₄²⁻ 和 Cl⁻。

答案：I.

气体	试剂	装置
Cl ₂	A、E	丙
SO ₂	C、F	乙



II. SO₂ + 2NaOH = Na₂SO₃ + H₂O 取少量 B 中溶液于试管中，逐滴参加过量稀硫酸，开始无现象，后有气泡产生，将产生的气体通入品红溶液中，能使品红溶液由红色变成无色，则证明存在 SO₃²⁻、Cl⁻ 和 SO₄²⁻

反思归纳

实验方案设计中几个易无视的问题

(1)净化、吸收气体及熄灭酒精灯时要防止液体倒吸。

(2)进行某些易燃、易爆实验时,要防止爆炸。例如: H_2 还原 CuO 实验中应先通入 H_2 , 气体点燃前要先验纯。

(3)防止氧化。例如: H_2 还原 CuO 要“先灭灯再停氢”, 白磷切割要在水中等进行等。

(4)防止吸水。例如:实验、取用、制取易吸水、潮解、水解的物质要采取必要措施,以保证到达实验目的。

(5)易挥发液体产物(导出时可为蒸气)的及时冷却。

(6)仪器拆卸的科学性与安全性。例如:防污染、防氧化、防倒吸、防爆炸、防泄漏等。

考点二 化学实验方案的评价

教材梳理

一、实验方案的评价解题要点

1. 理论上要科学。
2. 操作上要简单可行。
3. 原料用量要节约。
4. 要环保,符合绿色化学原则。

二、实验评价题的常见考查角度

1. 可行性方面

- (1)分析实验方案是否科学可行;
- (2)实验操作是否安全合理;
- (3)实验步骤是否简单方便;
- (4)实验效果是否明显。

2. 绿色化学方面

- (1)实验过程中是否造成环境污染;
- (2)原料是否无毒、安全、易得;
- (3)原料利用率是否较高;
- (4)反响速率是否较快。

3. 安全性方面

化学实验从安全角度常考虑的主要因素如下:

- (1)净化、吸收气体及熄灭酒精灯时要防止液体倒吸;
- (2)进行某些易燃易爆实验时要防爆炸;
- (3)防氧化;
- (4)污染性的气体要进行尾气处理;有粉末状态物质参加的反响,要注意防止导气管堵塞;
- (5)防吸水。

4. 标准性方面

- (1)冷凝回流(有些反响中,为减少易挥发液体反响物的损耗和充分利用原料,需在反响装置上加装冷凝回流装置,如长玻璃管、竖装的枯燥管及冷凝管等);
- (2)易挥发液体产物(导出时可为蒸气)的及时冷却;
- (3)仪器拆卸与组装顺序相反,按照从右向左,从高到低的顺序;
- (4)其他(如实验操作顺序、试剂参加顺序、实验方法使用顺序等)。

5. 最正确方案的选择

几个实验方案都能到达目的，选出一个最正确方案。所谓最正确，就是装置最简单，药品容易取得、价格低廉，现象明显，干扰小，无污染。

名师点拨

化学实验方案主要在以下几个方面容易出现失误：

- (1)标准方面，如操作、观察、读数等。
- (2)安全方面，如安全瓶、气体点燃、防暴沸、防倒吸、防污染等。
- (3)量化方面，如仪器规格的选择、数据记录与处理、误差分析等。
- (4)创新方面，如装置的改良、方案的优化等。

典例剖析

例 2 (2015·高考福建卷)以下实验操作正确且能达到相应实验目的的是 ()

	实验目的	实验操作
A	称取 2.0 g NaOH 固体	先在托盘上各放 1 张滤纸，然后在右盘上添加 2 g 砝码，左盘上添加 NaOH 固体
B	配制 FeCl ₃ 溶液	将 FeCl ₃ 固体溶于适量蒸馏水
C	检验溶液中是否含 NH ₄ ⁺	取少量试液于试管中，参加 NaOH 溶液并加热，用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体
D	验证铁的吸氧腐蚀	将铁钉放入试管中，用盐酸浸没

[解析] NaOH 具有强吸水性和腐蚀性，不能放在滤纸上称量，A 项错误；配制 FeCl₃ 溶液时，为防止水解，可将其先溶解在盐酸中，然后稀释至所需浓度，B 项错误；NH₄⁺ 能够与碱反响生成 NH₃·H₂O，受热分解产生 NH₃，C 项正确；在酸性条件下，铁发生的是析氢腐蚀，D 项错误。

[答案] C

[思维建模]—化学实验评价的五大视角

(1)可行性视角：只有合理且切实可行的实验方案才有意义。

可行性是方案的第一要素，评价方案时应注意从实验原理和操作两个方面分析：

- ①理论上要科学合理。
- ②操作上要简单可行。

(2)经济效益视角：评价一种实验方案，不仅要从科学性上判断是否可行，还要从经济效益上考虑是否切合实际。

(3)绿色化视角。

- ①分析实验药品是否有毒，是否会造成环境污染；
- ②仪器药品是否价格低廉、廉价易得；
- ③反响是否充分，原子经济性强。

(4)安全性视角。

①防止炸裂：受热不均匀、液体倒吸、气流不畅、易燃气体中混有助燃气体等。

②防污染：有毒尾气未经处理、剩余药品随意丢弃、实验产生的废液肆意倾倒等。

③防失火：点燃或熄灭酒精灯的方法不正确、易燃试剂与明火接触等。

④防吸水：极易水解、吸水性强(潮解)的物质未密封保存或与潮湿空气接触，

大量吸水导致液体溢出或反响变质等。

(5)标准性视角。

①仪器的安装与拆卸。

②试剂添加的顺序与用量。

③加热的方式方法和时机。

④仪器的查漏、气密性检验。

⑤温度计的标准使用、水银球的位置。

⑥实验数据的读取。

⑦冷却、冷凝的方法等。

变式训练

2.(2013·高考四川卷)为了探究 AgNO_3 的氧化性和热稳定性,某化学兴趣小组设计了如下实验。

I. AgNO_3 的氧化性

将光亮的铁丝伸入 AgNO_3 溶液中,一段时间后将铁丝取出。为检验溶液中 Fe 的氧化产物,将溶液中的 Ag^+ 除尽后,进行了如下实验。可选用的试剂: KSCN 溶液、 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液、氯水。

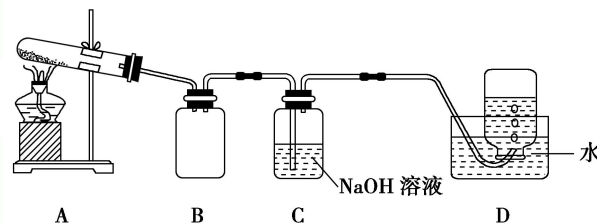
(1)请完成下表:

操作	现象	结论
取少量除尽 Ag^+ 后的溶液于试管中,参加 KSCN 溶液,振荡	①_____	存在 Fe^{3+}
取少量除尽 Ag^+ 后的溶液于试管中,参加 ②_____, 振荡	③_____	存在 Fe^{2+}

【实验结论】Fe 的氧化产物为 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 。

II. AgNO_3 的热稳定性

用下图所示的实验装置 A 加热 AgNO_3 固体,产生红棕色气体,在装置 D 中收集到无色气体。当反响结束后,试管中残留固体为黑色。



(2) 装置 B 的作用是

_____。

(3)经小组讨论并验证该无色气体为 O_2 , 其验证方法是

_____。

(4)【查阅资料】 Ag_2O 和粉末状的 Ag 均为黑色; Ag_2O 可溶于氨水。

【提出设想】试管中残留的黑色固体可能是 i. Ag; ii. Ag_2O ; iii. Ag 和 Ag_2O 。

【实验验证】该小组为验证上述设想,分别取少量黑色固体放入试管中,进行了如下实验。

实验编号	操作	现象
a	参加足量氨水, 振荡	黑色固体不溶解
b	参加足量稀硝酸, 振荡	黑色固体溶解, 并有气体产生

【实验评价】根据上述实验，不能确定固体产物成分实验是_____ (填实验编号)。

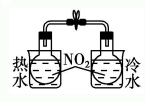
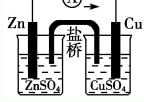
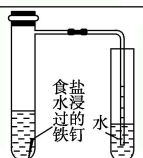
【实验结论】根据上述实验结果，该小组得出 AgNO_3 固体热分解的产物有_____。

解析：(1)能用来检验 Fe^{3+} 的试剂是 KSCN 溶液，参加后如果溶液变为红色，则其中含有 Fe^{3+} 。若溶液中含有 Fe^{2+} ，参加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液后，溶液中有蓝色沉淀生成。(2)装置 B 中的进气管和出气管的长度相等，故为安全瓶，防止 C 中的溶液倒吸入 A 装置中，引起试管炸裂。(3)检验 O_2 的方法：将带火星的木条伸入集气瓶内，若木条复燃则证明气体为氧气。(4)银不溶于氨水，实验 a 中，参加氨水后固体不溶解，说明黑色固体为 Ag；金属银与稀硝酸反应生成 NO，故实验 b 不能说明固体是 Ag 还是 Ag 与 Ag_2O 的混合物；根据上述分析可知只能采用实验 a 的结论，故 AgNO_3 固体分解的产物为 Ag、 NO_2 、 O_2 。

答案：(1)①溶液呈红色 ② $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液 ③产生蓝色沉淀 (2)防倒吸 (3)用带火星的木条伸入集气瓶内，木条复燃，证明无色气体为 O_2 (4)b Ag、 NO_2 、 O_2

题组训练

1. (2015·北京朝阳区模拟)以下实验装置不能到达实验目的的是()

选项	A	B	C	D
装置				
实验	综合秒表测量锌与硫酸的反应速率	验证温度对化学平衡的影响	验证化学能转化为电能	铁的析氢腐蚀实验

解析：选 D。A 项通过记录一定时间内产生 H_2 的体积可计算反应速率；B 项通过观察颜色变化判断温度对化学平衡的影响；C 项，通过电流计是否产生电流可判断化学能是否转化成电能；D 项，小试管内导管中水柱上升，说明大试管中压强减小，不能证明有 H_2 放出。

2. (2015·山东日照模拟)某化学小组为测定一定质量的某铜铝混合物中铜的质量分数，设计了如下实验方案：

足量溶液 A
方案 I：铜铝混合物 $\xrightarrow{\text{充分反应}}$ 测定生成气体的体积

足量溶液 B
方案 II：铜铝混合物 $\xrightarrow{\text{充分反应}}$ 测定剩余固体的质量

以下有关判断中不正确的选项是 ()

- A. 溶液 A 和 B 均可以是盐酸或 NaOH 溶液
- B. 实验室中方案 II 更便于实施
- C. 溶液 A 和 B 均可选用稀硝酸
- D. 若溶液 B 选用浓硝酸，则测得铜的质量分数偏小

解析：选 C。盐酸或 NaOH 溶液均可溶解铜铝混合物中的金属铝，因此可测定反应放出 H_2 的体积，也可测定剩余的金属铜的质量，A 说法正确。称量剩余固体的质量比测定气体的体积更容易实施，B 说法正确。溶液 B 若为稀硝酸，则 Cu、Al 均可溶解，没有固体剩余，C 说法错误。若溶液 B 选用浓硝酸，则 Cu 可完全溶解，但铝在浓硝酸中钝化导致剩余固体质量增加，则使测定的铜的质量

分数偏小，D 说法正确。

反思归纳

解答实验评价题的常见失误

- (1)思路狭窄，思维定势，缺少创新，经验主义严重。
- (2)恐惧心理严重，虽然题目涉及了许多新情境、新材料，但是问题落脚点并未超出中学教材和考纲要求。
- (3)答题不标准，词不达意，不讲逻辑，抓不住要点。

考点三 化学定量实验题解题策略

教材梳理

一、定量测定数据的方法和过程分析

1. 沉淀法

先将某种成分转化为沉淀，然后称量纯洁、枯燥的沉淀的质量，再进行相关计算。

2. 测气体体积法

对于产生气体的反响，可以通过测定气体体积的方法测定样品纯度。

3. 测气体质量法

将生成的气体通入足量的吸收剂中，通过称量实验前后吸收剂的质量，求得所吸收气体的质量，然后进行相关计算。

4. 滴定法

即利用滴定操作原理，通过酸碱中和滴定、沉淀滴定和氧化复原反响滴定等获得相应数据后再进行相关计算。

二、实验数据的处理分析

1. 数据的表格化

工程 实验编号					
	工程 1	工程 2	工程 3	工程 4	...
1					
2					
3					

- (1)根据实验原理确定应记录的工程：所测的物理量。
- (2)应注意数据的有效数字及单位和必要的注释。
- (3)设计的表格要便于数据的查找、比拟，便于数据的计算和进一步处理，便于反映数据间的联系。

2. 数据的图像化

图像化是用直线图或曲线图对化学实验结果加以处理的一种简明化形式。它适用于一个量的变化引起另一个量的变化的情况。图像化的最大特点是鲜明、直观、简单、明了。

名师点拨

数据的综合分析

如何用好、选好数据，是解决这类试题的关键所在。解决这类试题的一般方法为比拟数据、转变物质、分析利弊、确定方案。

- (1)对数据进行比拟是解决问题的突破口，注意比拟数据的交点与重合区。

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/776104033204010230>