

# 中考化学气体的制取复习策略\*

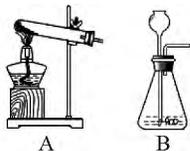
浙江省宁波市镇海区仁爱中学 315200 董其能

初中化学中 O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub> 等气体的实验室制法既是元素化合物知识的重点内容,又是科学探究的重要组成部分,它能全面地考查学生分析问题及解决问题的能力,几乎成为全国各省、市中考命题的必选内容。中考命题一般以 O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub> 等气体的制取实验及迁移应用其原理为主线,将许多仪器有序组装成完整的装置,再依据实验要求进行相关实验。下面结合 2015 年试题谈谈实验室制取气体的复习策略。

## 一、制取气体的发生装置

### 1. 装置类型

实验室制取气体的发生装置主要有两种类型:(1)固~固加热型(如图 A);(2)固~液常温型(如图 B)。



### 2. 选择依据

制取气体发生装置的选择应根据反应物的状态和反应条件来决定。如果反应物都是固体且需要加热,发生装置可选择固~固加热型;如果反应物是固体和液体且不需要加热,发生装置可选择固~液常温型。

### 3. 注意事项

(1) 固~固加热型: 试管口应向下倾斜,以防止产生的水蒸气在试管口冷凝后倒流到试管底部引起试管破裂;试管中的导管伸入试管内不宜过长,否

则会妨碍气体的导出;铁夹应夹在距试管口 1/3 处。

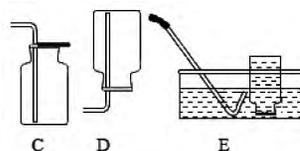
(2) 固~液常温型: 长颈漏斗的下端应伸入液面以下,以防止产生的气体从长颈漏斗中逸出;锥形瓶中的导管伸入瓶内不宜过长,否则会妨碍气体的导出;可用试管、烧瓶、广口瓶等仪器来替代锥形瓶。

## 二、制取气体的收集装置

### 1. 装置类型

实验室收集气体的装置主要有三种类型:(1)向上排空气法

(如图 C);(2)向下排空气法(如图 D);(3)排水法(如图 E)。



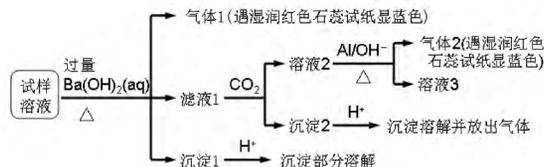
### 2. 选择依据

气体收集方法的选择主要根据气体的密度和气体的溶解性来决定。如果气体的密度比空气大,可采用向上排空气法收集;如果气体的密度比空气小,可采用向下排空气法收集;如果气体难溶于水或微溶于水,且不与水反应,可采用排水法收集。

### 3. 注意事项

(1) 用排水法收集时,集气瓶要装满水,且导管要伸入集气瓶口,以便于操作和观察集气的情况。

(2) 无论是向上排空气法,还是向下排空气法,导管一定要伸入到集气瓶的底部,以便于排尽集气瓶内的空气。



根据以上的实验操作与现象,该同学得出的结论不正确的是( )。

- A. 试样中肯定存在 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 和 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- B. 试样中一定不含 Al<sup>3+</sup>
- C. 试样中可能存在 Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>
- D. 该雾霾中可能存在 NaNO<sub>3</sub>、NH<sub>4</sub>Cl 和 MgSO<sub>4</sub>

解析 加入过量氢氧化钡,生成气体遇湿润

红色石蕊试纸变蓝,说明有铵根;沉淀 1 加入氢离子,沉淀部分溶解说明含有镁离子和硫酸根,通入二氧化碳生成沉淀 2,加入氢离子沉淀溶解并放出气体,说明沉淀有碳酸钡沉淀,也可能有氢氧化铝沉淀。根据  $3NO_3^- + 8Al + 5OH^- + 2H_2O \xrightarrow{\Delta} 3NH_3 + 8AlO_2^-$ ,说明溶液中一定含有硝酸根, A 正确;溶液中可能含有铝离子,铝离子与过量氢氧化钡反应生成偏铝酸根,通二氧化碳生成氢氧化铝沉淀进入 2 中,加入氢离子溶解, B 错误;试样中可能存在 Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>, C 正确;该雾霾中可能存在 NaNO<sub>3</sub>、NH<sub>4</sub>Cl 和 MgSO<sub>4</sub>, D 正确。答案: B。

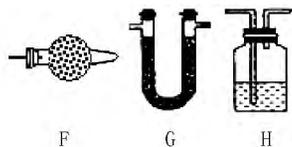
(收稿日期: 2016-01-10)

### 三、气体的干燥与净化

在实验室制取的各种气体中,常含有少量的水蒸气、酸雾和其他杂质气体,因此须经过干燥与净化才能得到实验所需的纯净气体。

#### 1. 气体的干燥

气体的干燥主要通过干燥剂来实现,干燥剂的选择应根据气体的性质来决定,具体原则是干燥剂不能和被干燥的气体发生反应。



(1) 干燥装置。干燥装置由干燥剂的状态来确定,固体干燥剂可选用球形干燥管(如图F)和U形干燥管(如图G),液体干燥剂可选用洗气瓶(如图H)。

(2) 干燥方法。①碱性干燥剂(如固体NaOH、生石灰、碱石灰等)可用于干燥中性气体(如O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CO、CH<sub>4</sub>等)和碱性气体(如NH<sub>3</sub>等);②酸性干燥剂(如浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)可用于干燥中性气体(如O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CO、CH<sub>4</sub>等)和酸性气体(CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、HCl、Cl<sub>2</sub>等);③中性干燥剂(如CaCl<sub>2</sub>和无水CuSO<sub>4</sub>)一般可用于干燥除NH<sub>3</sub>以外的绝大多数气体。

#### 2. 气体的净化

(1) 净化原则。被净化的气体不能参加化学反应,不能引进新的杂质。

(2) 净化方法。①易溶于水的杂质可用水来吸收,如HCl、NH<sub>3</sub>等;②酸性杂质可用碱性试剂来吸收,如用NaOH溶液可除去CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、HCl、Cl<sub>2</sub>等;③碱性杂质可用酸性试剂来吸收,如用稀H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>可除去NH<sub>3</sub>等;④灼热的CuO粉末可用于除去CO、H<sub>2</sub>等还原性气体;⑤灼热的铜网可用于除去O<sub>2</sub>;⑥多种杂质共存时,应先除杂后干燥,一般先除去活泼性强的杂质,后除去活泼性弱的杂质,最后再除去水蒸气。

#### 3. 气体的验证

(1) 水蒸气可用无水CuSO<sub>4</sub>来验证,CO<sub>2</sub>可用澄清的石灰水来验证。

(2) 要验证H<sub>2</sub>和CO等还原性气体时,可先将气体通过灼热的氧化铜,再依据用无水CuSO<sub>4</sub>和澄清的石灰水来检验其还原产物(或点燃后,检验燃烧产物)。

(3) 若CO<sub>2</sub>和水蒸气共存时,应先检验水蒸气,再验证CO<sub>2</sub>。

### 4. 注意事项

(1) 干燥装置的连接方法:球形干燥管要“粗进细出”,洗气瓶要“长进短出”。

(2) 为了保证除杂彻底,选用试剂时要注意反应进行的程度。如除去CO<sub>2</sub>气体时,一般选用NaOH溶液而不选用澄清的石灰水,因为Ca(OH)<sub>2</sub>是微溶物质,澄清石灰水中Ca(OH)<sub>2</sub>的含量很少,不可能使CO<sub>2</sub>完全吸收。

### 四、中考热点题型例析

#### 1. 考查制取气体的实验操作

例1 (2015年贵阳) 实验室用如图1所示装置制取氧气,下列有关说法不正确的是( )。

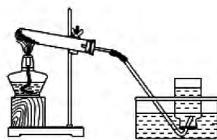


图1

A. 试管中加入的药品是MnO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

B. 实验前应检查装置的气密性

C. 待导管口产生连续均匀的气泡时才开始收集氧气

D. 实验结束时应先在水槽中取出导管,再停止加热

解析 本题主要考查实验室制取氧气的实验操作。该装置制取氧气的反应物是固体,反应条件是加热,A错误;检查装置气密性是实验必做的一步操作,B正确;开始产生的氧气不纯,当气泡连续且均匀冒出时氧气纯净,C正确;收集完成后,先把导管移出水面,再熄灭酒精灯,可以防止水倒流而炸裂试管,D正确。答案A。

#### 2. 考查对实验装置的选择

例2 (2015年沈阳) 如图2是实验室制取气体的常用装置,请回答下列问题:

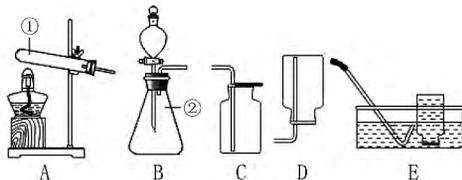


图2

(1) 写出图中标号仪器的名称:①\_\_\_\_;②\_\_\_\_。

(2) 实验室可加热KClO<sub>3</sub>和MnO<sub>2</sub>的固体混合物制取氧气,请写出该反应的化学方程式\_\_\_\_,应选择的气体发生装置是\_\_\_\_(填字母,下同)。若用向上排

空气法收集氧气 验满的方法是:将\_\_\_\_\_放在集气瓶口 若复燃 则证明氧气已满。(3)实验室可用 Zn 粒和稀硫酸制取氢气,请写出该反应的化学方程式\_\_\_\_\_ 应选择的气体发生装置是\_\_\_\_\_。(4)常温下,乙烯(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)是一种无色气体 密度与空气相近 难溶于水 不与空气和水发生反应。实验室收集乙烯时,应选择的装置是\_\_\_\_\_。

解析 本题主要考查实验室制取气体的发生装置和收集装置的选择。(1)由图可知,仪器①是试管,仪器②的是锥形瓶。(2)实验室用加热氯酸钾和二氧化锰的混合物制取氧气的化学方程式为  $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$ ;由于反应物是固体,且反应需要加热,故应选择 A 装置作为发生装置;用向上排空气法收集氧气,验满的方法是把带火星的木条放在集气瓶口,若木条复燃,证明氧气已收集满。(3)实验室用锌粒和稀硫酸反应制取氢气,反应的化学方程式是  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ ;制取氢气是用锌粒和稀硫酸在常温下反应,不需要加热,故应选择 B 装置作为发生装置。(4)根据气体的溶解性、密度及其是否与水或者空气发生反应等来判断选用的收集装置。由于乙烯的密度与空气相近,不适合用排空气法收集;它难溶于水,且不与水发生反应,则可以用排水法收集,即选择装置 E 进行收集。

答案:(1)试管 锥形瓶 (2)  $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$  A 带火星的木条(其他合理答案均可) (3)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$  B (4) E

### 3. 考查实验装置的补充

例3 (2015年哈尔滨)实验室现有氯酸钾、稀盐酸、二氧化锰、大理石、火柴、药匙、镊子及如图3所列仪器:(1)若补充仪器\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_(填名称),并利用上述部分仪器和药品可制取一种气体,则发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。制取该

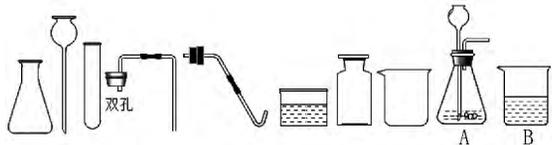


图3

气体时,需先检查装置的气密性;连接好仪器,将导管一端浸入水中,用手紧握容器外壁,使容器内

温度\_\_\_\_,压强变\_\_\_\_,观察到水中导管口有\_\_\_\_时,说明装置不漏气。(2)若要制备并检验二氧化碳,需补充一种溶液,该溶液中溶质的俗称有\_\_\_\_。①请连接 A、B,并将装置图补充完整。②B 中可观察到的实验现象是\_\_\_\_\_。

解析 (1)根据题中提供的药品可制取的气体有氧气和二氧化碳。若制取氧气,药品就用氯酸钾,但氯酸钾制取氧气要加热,图中仪器没有酒精灯,且大试管需要固定,图中仪器没有铁架台;在二氧化锰做催化剂和加热的条件下,氯酸钾分解生成氯化钾和氧气;检查装置气密性的方法是把导管的一端浸没在水里,双手紧贴容器外壁,容器内温度升高,压强变大,导管口有气泡冒出,说明装置气密性良好。(2)二氧化碳能使澄清石灰水变浑浊,故常用澄清石灰水检验二氧化碳,澄清石灰水是氢氧化钙的水溶液,其溶质氢氧化钙俗称熟石灰、消石灰。①制取二氧化碳用大理石和稀盐酸,生成的二氧化碳需要通入石灰水中。②当二氧化碳通入到澄清石灰水中时,可观察到导管口有气泡冒出且澄清石灰水变浑浊。

答案:(1)铁架台 酒精灯  $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$  升高 大 气泡冒出 (2)熟石灰(或消石灰) ①如图4所示(画图要求:A装置中用实线画液面;用虚线画液体;A中液体不超过A容积的二分之一;长颈漏斗末端要伸入液面以下;A中画气泡;画直角导管,一端与胶管相连;导管末端要伸入烧杯中液面以下;B中画气泡) ②导管口有气泡冒出,澄清石灰水变浑浊

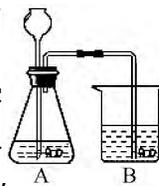


图4

### 4. 考查实验装置的组合

例4 (2015年济南)如图5所示为实验室中常见气体制备、净化、干燥、收集和性质实验的部分仪器(组装实验装置时,可重复选择仪器),某化学小组的同学欲利用其进行下列各探究实验。

(1)以石灰石和稀盐酸为原料,在实验室中制备并收集干燥、纯净的二氧化碳气体,按照要求设计实验装置、连接仪器,并检验装置的气密性。①所选仪器的连接顺序为\_\_\_\_\_(从左到右填写仪器序号字母)(提示:挥发出少量 HCl 气体可用饱

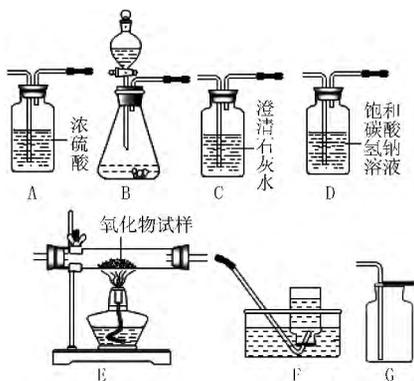


图5

和碳酸氢钠溶液吸收)。②用石灰石和稀盐酸制取二氧化碳的化学方程式为\_\_\_\_\_。③若将二氧化碳气体通入酚酞试液中,试液显\_\_\_\_\_色。

(2)用一氧化碳气体(含少量水蒸气)测定某铁的氧化物( $Fe_xO_y$ )的元素组成比例,并验证反应中气体生成物的性质,所选仪器按 $A_1 \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A_2$ 顺序连接( $A_1$ 、 $A_2$ 为浓硫酸洗气瓶),并检验装置的气密性,所设计的实验装置中气体流向是从左向右。①反应前大玻璃管中加入铁的粉末状氧化物( $Fe_xO_y$ )试样的质量为 $a\text{ g}$ ,实验结束后,继续通入一氧化碳气体,直至大玻璃管冷却。这时测量到E处大玻璃管中粉末状固体的质量减少了 $b\text{ g}$ ,试推算该铁的氧化物的化学式中 $x$ 、 $y$ 的比值: $x/y =$ \_\_\_\_\_(用含 $a$ 和 $b$ 的代数式表示)。(设所发生的反应均完全进行)②将少量二氧化碳通入大量澄清石灰水中,出现白色浑浊,且溶液质量减少。试解释溶液质量减小的原因:\_\_\_\_\_。③对于该实验方案设计还存在不完善之处,你的具体改进方案是\_\_\_\_\_。

**解析** 本题通过对实验装置的组合,综合考查了 $CO_2$ 气体的制取、收集、检验及净化。(1)①装置B是固体和液体不加热制取气体的装置,用稀盐酸和石灰石在常温下反应可制取二氧化碳,因此发生装置是B,制得的二氧化碳气体中含有水及盐酸挥发出来的氯化氢,除去二氧化碳中的氯化氢气体可选择只与氯化氢反应而不与二氧化碳反应的饱和的碳酸氢钠溶液,除去二氧化碳中的水蒸气可用浓硫酸,应先除去氯化氢后除去水,防止在除去氯化氢时又带出水,收集干燥的二氧化碳应选择向上排空气法,因此仪器的连接顺序为BDAG。②石灰石的主要成分是碳酸钙,与稀盐酸反应生成氯化钙、水和二氧化

碳。③二氧化碳与水反应生成碳酸,碳酸不能使无色酚酞试液变色。(2)①一氧化碳还原铁的氧化物,生成铁和二氧化碳,E中减少的质量即为铁的氧化物中氧元素的质量 $b\text{ g}$ ,则其中铁元素的质量为 $(a - b)\text{ g}$ ,则: $\frac{56x}{16y} = \frac{(a - b)\text{ g}}{b\text{ g}}$ ,解得: $\frac{x}{y} = \frac{2(a - b)}{7b}$ 。②二氧化碳能和澄清石灰水中的溶质氢氧化钙发生反应,生成的碳酸钙沉淀的质量大于通入二氧化碳的质量,因此溶液质量减少。③由于一氧化碳有毒,是大气污染物,因此不能把一氧化碳直接排放到空气中,要加一个尾气处理装置,即在装置 $A_2$ 后面放一个点燃的酒精灯或系一个气球。

**答案:** (1) ①BDAG ② $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$  ③无 (2) ① $\frac{2(a - b)}{7b}$  ②生成碳酸钙沉淀的质量大于通入二氧化碳的质量 ③在 $A_2$ 装置后面添加一个点燃的酒精灯或系一个气球。

### 5. 考查陌生气体的制取

例5 (2015年河南)如图6是实验室制取气体的常用装置。

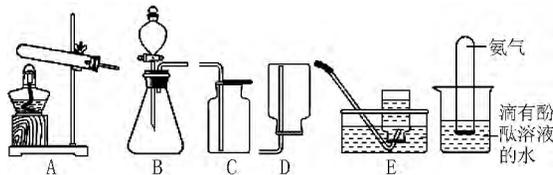


图6

(1)写出一个用A装置或B装置制取气体的化学方程式。(2)加热氯化铵和熟石灰的固体混合物可制取氨气( $NH_3$ )。①制取氨气应选用的一套装置是\_\_\_\_\_(填字母代号)。②氨气极易溶于水,氨水显碱性。则在实验中可观察到什么现象?③氨气与酸反应生成铵盐。将蘸有浓盐酸的玻璃棒靠近集满氨气的瓶口时,有大量白烟产生,而改用浓硫酸时却无此现象。试解释白烟产生的原因。

**解析** 本题主要考查氨气的实验室制法。(1)A装置适用于固体加热来制取气体,如加热高锰酸钾或氯酸钾与二氧化锰的混合物来制取氧气;B装置适用于固液常温下来制取气体,如锌粒与稀硫酸反应制取氢气、石灰石或大理石与稀盐酸反应来制取二氧化碳、用二氧化锰作催化剂分解过氧化氢来制取氧气等。(2)①加热氯化铵和熟石灰的固体

混合物可制取氨气,发生装置应选择 A 装置;氨气极易溶于水且密度比空气小,应用向下排空气法收集,收集装置选择 D 装置;②因为氨气极易溶解于水,所以能看到试管内的液面上升,氨气与水反应生成氨水,氨水显碱性,导致溶液显示为红色。③浓盐酸、氨气具有挥发性,浓盐酸挥发出来的氯化氢分子和浓氨水挥发出来的氨气分子不断的运动相互接触,发生化学反应,生成氯化铵白色固体,所以有白烟产生,而浓硫酸没有挥发性,不会出现白烟。

答案:(1)  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$  (合理即可);(2) ①AD ②试管内液面上升,溶液变成红色 ③浓盐酸挥发出来的氯化氢气体与氨气反应,生成了白色固体颗粒。

### 6. 考查综合性实验

例6 (2015年南京)小明在做铁与硫酸溶液反应的实验时,发现生成的气体有刺激性气味,于是进行了探究。

【提出问题】铁与硫酸溶液反应生成的气体为什么有刺激性气味?

【查阅资料】(1)  $6\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + 2\text{Fe} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_2 \uparrow$ 。(2)  $\text{SO}_2$  可使品红溶液的红色褪去。

【进行猜想】铁与不同浓度的硫酸溶液反应,生成的气体产物中可能有二氧化硫。

【实验探究】小明用图7甲所示的装置进行实验,并将E中收集到的气体进行如图7乙所示的爆鸣实验。

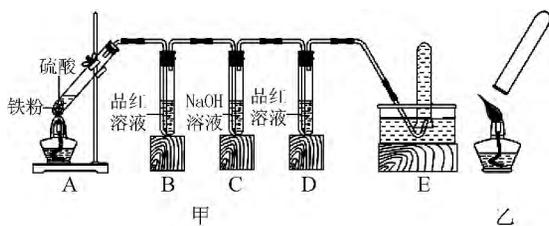


图6

请帮助小明完成下表:

	A 中硫酸浓度	实验现象		A 中生成气体成分
		B 中品红溶液	D 中品红溶液	
实验一	98%	_____	不褪色	只有 $\text{SO}_2$
实验二	45%	稍有褪色	不褪色	有爆鸣声 _____
实验三	25%	_____	不褪色	_____ 只有 $\text{H}_2$

【实验结论】铁与不同浓度的硫酸溶液反应,生成的气体产物可能不同,当硫酸浓度达到足够大时,生成的气体产物中有二氧化硫。

【交流反思】(1) 写出实验三中铁与硫酸反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。写出实验二中发生爆鸣反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(2) 实验一中 C 装置的作用是 \_\_\_\_\_。

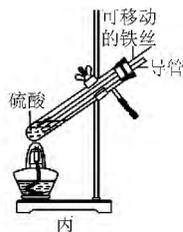


图8

【拓展延伸】小明又将 A 装置进行了如图8丙所示的改进。

试分析增加的导管伸入液面以下的原因是 \_\_\_\_\_。该导管所起的作用是 \_\_\_\_\_。

解析 本题考查学生的综合实验能力,以激发学生对化学实验的兴趣。【实验探究】根据实验现象可以判断实验结论,根据实验结论可以判断实验现象。实验一结论 A 中生成气体只有  $\text{SO}_2$ , 根据资料  $\text{SO}_2$  可使品红溶液的红色褪去,可知 B 中现象为褪色;实验二中根据实验现象 B 中品红溶液褪色,可知 A 中生成气体含有  $\text{SO}_2$ , 爆鸣实验中有爆鸣声,说明 A 中生成气体含有  $\text{H}_2$ ; 实验三中根据实验结论只有  $\text{H}_2$ , 可知 B 中品红溶液不能褪色,爆鸣实验中有爆鸣声。

【交流反思】(1) 实验三中铁与硫酸溶液反应生成硫酸亚铁和氢气,实验二中发生的爆鸣是氢气和氧气在点燃的条件下反应生成水。(2) 实验一中 C 装置的作用是吸收二氧化硫。

【拓展延伸】改进后的装置增加的导管伸入液面以下是为了形成液封,防止生成的气体逸出;该导管所起的作用是平衡试管内外的压强,防止停止加热时液体倒吸入试管。

答案【实验探究】(实验一) 褪色 (实验二) 有  $\text{SO}_2$  和  $\text{H}_2$  (实验三) 不褪色 有爆鸣声 (或声音很小)

【交流反思】(1)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe} \xrightarrow{\Delta} \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$   
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 除去二氧化硫

【拓展延伸】形成液封,防止生成的气体逸出,平衡试管内外的压强,防止停止加热时液体倒吸入 (其他合理答案均可)