

例谈气体的实验室制取和净化

杭州市明珠实验学校 310015 高霞

摘要: 采撷例题二三例,例谈气体的实验室制取所需的装置与净化方法,分析对比其优缺点,力争做到以点带面,促使学生掌握一类问题的解题方法,提升学生实验设计与探究能力,培养学生的创新精神与化学学科素养。

关键词: 气体;制取;净化

实验类试题是各省市中考命题的热点。纵观各地近几年中考试题,不难发现,有关气体的制取与净化是高频考点,其能有效地考查学生的设计能力,培养学生的创新精神和化学学科素养。因此,探讨气体的实验室制取与净化具有重要的现实意义。

一、气体的制取

(一) 反应原理

实验室制取气体应选择合适的化学反应,即反应速率要适中,原料要经济易获得,能够在一般实验室条件下(如常温、加热、加催化剂)进行。

(二) 装置选择

1. 发生装置:选择的依据是药品的状态和反应条件(是否需要加热)。详见表1。

表1

类型	固固加热型		固液常温型		
装置					
注意事项	试管口略向下倾斜(高锰酸钾制氧气时试管口放棉花)	导管伸入试管内稍露出橡胶塞即可	长颈漏斗下端伸入液面以下	分液漏斗下端不需要伸入液面以下	适用于块状固体与液体反应
优缺点		装置简单	便于添加液体药品	能控制反应的速率	能控制反应的发生和停止
制取气体	氯酸钾制氧气;高锰酸钾制氧气	块状石灰石(或大理石)与稀盐酸制二氧化碳;锌粒与稀硫酸制氢气	块状石灰石(或大理石)与稀盐酸制二氧化碳;锌粒与稀硫酸制氢气	块状石灰石(或大理石)与稀盐酸制二氧化碳;锌粒与稀硫酸制氢气	块状石灰石(或大理石)与稀盐酸制二氧化碳;锌粒与稀硫酸制氢气

检查装置气密性的方法:

(1)如图1,将导管的一段浸入水里,用手紧贴容器外壁。若导管口有气泡冒出,松开手后,导管口有一段水注,证明装置不漏气。

(2)如图2所示装置用弹簧夹夹住胶皮管,向长颈漏斗中注入水。若长颈漏斗下端形成一段稳定的水柱,则装置不漏气。

2. 收集装置:选择的依据是气体的物理性质(密

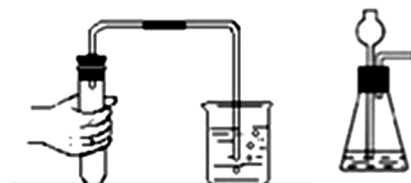


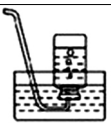
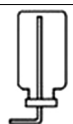
图1



图2

度、溶解性)以及是否与空气中的成分发生反应、是否与水反应、是否有毒性等。见表2。

表 2

类型	排水法	向上排空气法	向下排空气法
装置			
适用范围	不易溶于水的 气体	密度比空气大 的气体	密度比空气小 的气体
注意事项	气泡连续均匀 时开始收集	导管伸入集气 瓶底部	导管伸入集气 瓶底部
优缺点	收集的气体纯 净不干燥	收集的气体干 燥不纯净	收集气体干燥 不纯净
收集气体	O ₂ 、H ₂ 、CO、 CH ₄ 等	O ₂ 、CO ₂ 等	H ₂

收集气体的特殊装置:

(1) 用图 3 所示装置可以采用排空气法收集气体. ①若收集密度比空气大的气体(如 O₂、CO₂ 等), 气体从 a 端管口进入; ②若收集密度比空气小的气体(如 H₂), 气体从 b 端管口进入.

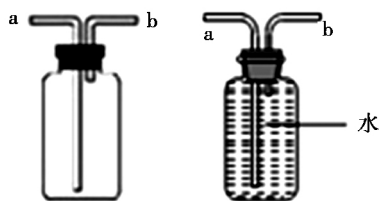


图3

图4

(2) 用图 4 所示装置可以用排水法收集不易溶于水的气体. 气体从 b 导管进入, 瓶内的水从 a 导管排出.

(三) 气体的检验和验满

(1) 氧气: 检验方法是将带火星的木条伸入集气瓶中, 若木条复燃, 证明是氧气. 验满方法是把带火星的木条放在集气瓶口, 若木条复燃, 证明氧气已集满.

(2) 二氧化碳: 检验方法是将气体通入澄清石灰水中, 如果石灰水变混浊, 证明是二氧化碳. 验满方法是将燃烧的木条放在集气瓶口, 如果木条熄灭, 证明二氧化碳已收集满.

例 1 某化学学习小组利用下列装置进行有关气体制取的实验, 请回答下列问题.



A

B

C

D

E

F

(1) 图中仪器 a、b 的名称分别是: _____、_____.

(2) 实验室制取 CO₂ 的发生装置应选择 _____, 收集装置选择 _____.

(3) 实验室加热氯酸钾和二氧化锰制取 O₂ 的化学方程式是 _____, 发生装置应选择 _____, 若用盛满水的 F 装置收集氧气, 应从导管 _____ (填①或②) 通入.

(4) 甲烷是一种无色、无味的气体, 且难溶于水, 实验室常用加热无水醋酸钠和碱石灰的固体混合物来制取甲烷, 你认为制取并收集甲烷选择的装置组合是 _____.

分析 此题是一道实验室制取气体的综合性实验题. (1) 仪器 a 是试管, b 是集气瓶. (2) 实验室用大理石或石灰石与稀盐酸反应制取二氧化碳, 化学方程式为 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 发生装置采用固液常温型(图 B), 收集方法是向上排空气法(图 D). (3) 实验室加热氯酸钾和二氧化锰制取氧气的化学方程式是 $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$, 发生装置选择固体加热型(图 A), 若用盛满水的 F 装置收集氧气, 氧气应从导管②进入, 瓶内的水便从导管①排出. (4) 实验室用加热无水醋酸钠和碱石灰的固体混合物的方法制取甲烷, 应选择固体加热型发生装置(图 A), 根据甲烷是无色、无味、难溶于水的气体, 且密度比空气小, 可用排水法或向下排空气法收集, 装置为 C 或 E.

答案: (1) 长颈漏斗 集气瓶 (2) B D

(3) $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$ A ②

(4) AC 或 AE

点评 解答这类问题的关键是熟悉实验室制取氧气、二氧化碳、氢气的反应原理及各气体的物理性质, 同时, 要明确实验室制取气体发生装置和收集装置的选择依据. 结合题目给出的初中未学过的某种气体的性质及实验室制取的反应原理, 选择发生装置和收集装置等将是未来中考命题的趋势.

二、气体的净化

在实验室制备的各种气体中, 常含有少量的酸雾、水蒸气和其他气体杂质, 要得到纯净的气体, 需经过干燥与净化处理.

(一) 常用的装置(如图 5)

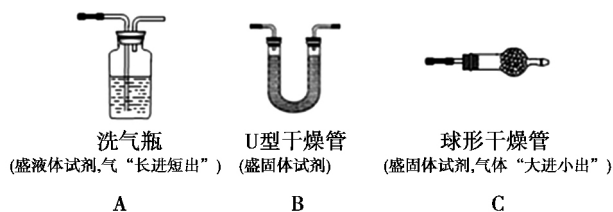


图5

(二) 气体的干燥

选择的气体干燥剂不能让干燥剂与被干燥的气体发生反应。

(1) 碱性干燥剂(生石灰、碱石灰、固体 NaOH): 可干燥 NH_3 、 H_2 、 O_2 、 N_2 、 CO 、 CH_4 等气体, 不能干燥 CO_2 、 HCl 等酸性气体, 干燥装置选择 B 或 C。(2) 酸性干燥剂(浓硫酸): 可干燥 CO_2 、 HCl 、 H_2 、 O_2 、 CO 、 CH_4 等气体, 不能干燥 NH_3 等碱性气体, 干燥装置选择 A。(3) 中性干燥剂(无水氯化钙): 可干燥 H_2 、 O_2 、 CO_2 、 HCl 等大多数气体, 不能干燥 NH_3 , 干燥装置选择 B 或 C。

(三) 气体的吸收:

选择的吸收剂只吸收气体中的杂质, 而不与被提纯的物质反应。

(1) 水可吸收 NH_3 、 HCl 等可溶性气体。

(2) NaOH 溶液可吸收 CO_2 、 SO_2 、 HCl 等酸性气体。

(3) 碱石灰(CaO 、 NaOH 的固体混合物)可吸收 CO_2 、水蒸汽等。

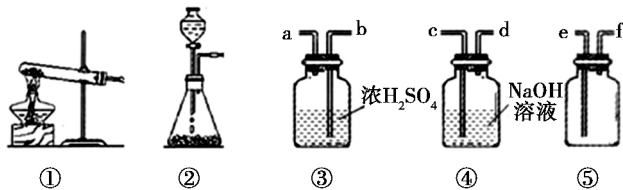
(4) 灼热的 CuO 可吸收 H_2 、 CO 等还原性气体。

(5) 灼热的铜网可吸收 O_2 。

(6) 浓硫酸可吸收水蒸气。

例2 下面是小明同学在实验室制取氢气的过程, 请根据要求回答以下问题。

(1) 如果小明用锌粒和浓盐酸来制取氢气, 你认为可以选择_____ (填序号) 做发生装置; 装置②中的主要仪器有分液漏斗、带导管的双孔橡胶塞和_____ (填仪器名称)。



(2) 小明制得的氢气中含有少量水蒸气和氯化氢气体, 若要得到干燥、纯净的氢气, 需要通过装置③和装置④, 则选择的装置按照导管口字母连接的顺序

是: 发生装置 → _____ → _____ → _____ → _____
→ 收集装置(填字母)。

(3) 如果要验证氢气中混有杂质氯化氢气体, 把装置④中的试剂换成_____ (填化学式) 溶液即可达到目的, 实验中观察到的现象是_____, 有关反应的化学方程式为_____。

(4) 装置⑤是排空气法收集氢气的装置, 你认为气体应该由_____ 进 _____ 出(填字母)。

分析: 此题涉及发生装置的选择、仪器的识别、装置的连接、杂质的检验等知识, 综合性较强。(1) 锌粒与盐酸反应制取氢气属于固液常温型制取气体, 因此, 应选择②做发生装置, 装置②的主要仪器除分液漏斗、带导管的双孔胶塞外, 还有锥形瓶。(2) 装置③是用浓硫酸除去水蒸气, 装置④是用 NaOH 溶液除去 HCl 气体, 由于除 HCl 气体过程中能产生水蒸气, 因此, 应先用装置④除 HCl 气体, 然后用装置③除水蒸气, 除气体时应遵循“长进短出”原则, 所以各装置及导管的连接顺序是 $c \rightarrow d \rightarrow b \rightarrow a$ 。(3) 检验 HCl 气体应该用 AgNO_3 溶液。(4) 由于氢气的密度比空气小, 因此, 氢气应从 f 导管口进入, 瓶内的空气便从 e 导管排出。

答案: (1) ②; 锥形瓶 (2) c d b a
(3) AgNO_3 出现白色沉淀 $\text{AgNO}_3 + 2\text{HCl} = \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$ (4) f e。

点评 解答这类问题要注意以下两点: (1) 洗气瓶的进、出气口的顺序是长进短出。(2) 除去多种气体的先后顺序是先除其它气体, 最后除水蒸气。

有关气体的制取和净化往往出现在组合实验中, 组合装置虽然复杂, 但一般顺序为: 制取→除杂质→干燥→验纯→收集→尾气处理等, 如果用制取的气体进行性质实验, 则仪器的连接顺序一般为: 制取→除杂质→干燥→性质验证→尾气处理等。

参考文献:

[1] 徐德明. 初中化学中气体的制取、净化与干燥[J]. 中学化学 2017(05): 20-21.

[2] 杨东升. 例谈如何提高初中化学复习课的艺术性、系统性和有效性——“气体的制取、性质和检验”教学思考[J]. 中学化学教学参考 2016(24): 18-20.

[3] 徐浩. 中考中的气体、干燥和净化例析[J]. 中学化学 2016(07): 54-55.