

Z 各个击破

**ZHUANTI
DIANJI**

专题 点击

高中化学

· 元素及其化合物 ·

主 编 刘 杰



东北师范大学出版社



以专题为编写线索

针对性、渗透性强

体例新颖、注重能力培养

适用区域广泛

20

Z 各个击破

ZHUANTI
DIANJI



以专题为编写线索

针对性、渗透性强

体例新颖、注重能力培养

适用区域广泛

专题 点击

高中化学

元素及其化合物

主 编 刘 杰

东北师范大学出版社·长春

20

图书在版编目 (CIP) 数据

专题点击. 高中化学元素及化合物·无机部分/刘杰
主编. 长春: 东北师范大学出版社, 2003.5

ISBN 7 - 5602 - 3332 - 5

I. 专... II. 刘... III. 化学课—高中—教学参考
资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 026505 号

ZHUANTI DIANJI

☐ 策划创意: 一编室

☐ 责任编辑: 孟繁波 ☐ 责任校对: 李敬东

☐ 封面设计: 张 然 ☐ 责任印制: 张文霞

东北师范大学出版社出版发行

长春市人民大街 5268 号 邮政编码: 130024

电话: 0431—5695744 5688470 传真: 0431—5695734

网址: www.nnup.com 电子函件: sdcbs@mail.jl.cn

东北师范大学出版社激光照排中心制版

沈阳新华印刷厂印装

沈阳市铁西区建设中路 30 号 (110021)

2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 148 mm × 210 mm 印张: 9 字数: 321 千

印数: 00 001 — 10 000 册

定价: 11.00 元

CHUBANZHE DE HUA

出版者的话

《专题点击》丛书的创意始于教材改革的进行，教材的不稳定使教辅图书市场异彩纷呈，新旧图书杂糅，读者即使有一双火眼金睛，也难以取舍。但无论各版别的教材如何更新，变革，万变不离其宗的是，删改陈旧与缺乏新意的内容，增加信息含量，增强人文意识，培养创新精神，增添科技内涵，活跃思维，开发学生的创新、理解、综合分析及独立解决问题等诸多能力，而这些目标的实现均是以众多不断调整的知识版块、考查要点串连在一起的。不管教材如何更改，无论教改的步子迈得多大，这些以丰富学生头脑，开拓学生视野，提高其综合素养为宗旨的知识链条始终紧密地联系在一起，不曾有丝毫的断裂，而我们则充分关注形成这一链条的每一环节，这也是“专题”之切入点。

《专题点击》丛书的出版正是基于此种理念，涵盖初高中两个重点学习阶段所学语文、英语、数学、物理、化学等五个学科，各科以可资选取的知识版块作为专题，进行精讲，精解，精练。该丛书主要具有以下特点：

一、以专题为编写线索

语文、英语、数学、物理、化学五主科依据初高中各年级段整体内容及各学科的自身特点，科学、系统地加以归纳、分类及整理，选取各科具有代表性的知识专题独立编写成册，并以透彻的讲解，精辟的分析，科学的练习，准确的答案为编写思路，再度与一线名师携手合作，以名师的教学理念为图书的精髓，以专题为轴心，抓住学科重点、知识要点，以点带面，使学生对所学知识能融会贯通。

二、针对性、渗透性强

“专题”，即专门研究和讨论的题目，这就使其针对性较明显。其中语文、英语两科依据学科试题题型特点分类，数学、物理、化学各科则以知识板块为分类依据，各科分别撷取可供分析讨论的不同板块，紧抓重点难点，参照国家

课程标准及考试说明，于潜移默化中渗透知识技能，以收“润物细无声”之功效。

三、体例新颖，注重能力培养

《专题点击》丛书体例的设计，充分遵循了学生学习的思维规律，环环相扣，逻辑性强。基础知识的讲解，注重精练，循序渐进，以至升华；典型例题，以实例引航，达到举一反三，触类旁通；把知识点融入习题，鼓励实战演练，做到学以致用。本丛书一以贯之、自始至终遵循的是对学生能力的培养。

四、适用区域广泛

《专题点击》丛书采用“专题”这一编写模式，以人教版教材为主，兼顾国内沪版、苏版等地教材，汲取多种版本教材的精华，选取专题，使得本套书在使用上适用于全国的不同区域，可活学活用，不受教材版本的限制。

作为出版者，我们力求以由浅入深、切中肯綮的讲解过程，化解一些枯燥的课堂教学，以重点、典型的例题使学生从盲目的训练中得以解脱，以实用、适量的练习减少学生课下如小山般的试卷。

我们的努力是真诚的，我们的探索是不间断的，希望我们的努力使学生有更多的收获。成功并不属于某一个人，它需要我们共同创造，需要我们携手前行。

东北师范大学出版社
第一编辑室

ZHUANTI DIANJI

目录

考

题

点

击

✓ 第一章 卤族元素	1
第一节 氯 气	1
第二节 卤族元素	11
✓ 第二章 硫和硫的化合物 环境保护	30
第一节 氧族元素	30
第二节 二氧化硫	36
第三节 硫 酸	46
第四节 硫酸的工业制法 环境保护	55
第三章 氮族元素	72
第一节 氮和磷	72
第二节 氨 铵盐	90
第三节 硝 酸	108
✓ 第四章 硅和硅酸盐工业	126
第一节 碳族元素	126
第二节 碳酸盐工业简介及新型无机非金属材料 ...	143
综合能力检测 (一)	153
第五章 金属的概述	175

ZHUANTI DIANJI

✓第六章 碱金属 188

第一节 钠 188

第二节 钠的化合物 196

第三节 碱金属元素 210

第七章 镁和铝 227

第一节 镁和铝的性质 227

第二节 铝的重要化合物 234

第八章 铁和铁的化合物 255

综合能力检测 (二) 272

考

题

点

击

第一章

卤族元素

自 1774 年舍勒发现氯气到 1886 年莫瓦桑制得氟为止,氟、氯、溴、碘四个元素的发现历时达 112 年。

1811 年的某一天,法国科学家库图瓦在用硫酸处理海藻灰母液来除去硫化物时,由于用酸过多,从溶液中突然产生一种紫色蒸气。这种蒸气接触到凉的物体并未凝结成液体,而是凝结成大片暗黑色的结晶体,光泽与金属一样。后来经英国化学家戴维证实,这就是碘。1826 年,法国一位叫波拉德的青年发现海藻提取碘之后的母液底部,总沉着一层深褐色液体。这种液体具有刺鼻的臭味。他经过详细的研究,终于证明这种深褐色的液体是一种人们还未发现的新元素,后来由巴黎科学院命名为“溴”。氟的发现可谓历经磨难,自 1768 年马格拉夫发现氢氟酸以来,到 1886 年法国科学家莫瓦桑制得单质氟,历时达 118 年之久,其中不少科学家为此辛勤地工作,很多人由此而中毒,有的甚至献出了宝贵的生命。

在这一章里,我们主要学习氯,并在学习氯的基础上,学习氟、溴、碘(碘在自然界的含量很少)。

第一节 氯 气

1

知识点击



循序渐进

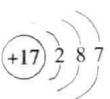
氯原子最外电子层有 7 个电子,容易获得一个电子达到氩原子的稳定结构,显负 1 价,故氯为活泼的非金属元素。主要表现在氯气跟金属、非金属、水、碱均发生反应,所以氯在自然界只以氯化物形态存在。相反,从氯化物里制取氯气,需要

强氧化剂才能使 $2\text{Cl} \rightarrow \text{Cl}_2$ 。氯气的性质决定了它的广泛用途。因此,学习氯气的思路是:结构 $\rightarrow$ 性质 $\rightarrow$ 制法 $\rightarrow$ 用途。

1 氯的原子结构、分子结构

(1) 原子结构

氯原子核外电子数为 17, 原子核外有三个电子层, 其原子

结构示意图为 , 最外层有 7 个电子, 氯原子的电子

式为: $\text{Cl} \cdot$

(2) 分子结构

氯气(Cl_2)的分子是由两个氯原子组成的双原子分子。氯分子也像氢分子一样, 分子里共用电子对处在两个原子核的中间。氯分子电子式可表示为

$:\text{Cl}:\text{Cl}:$

氯原子很小, 它的原子半径, 即氯分子中两个原子核间距离的一半是 $0.99 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。

2 氯气的性质

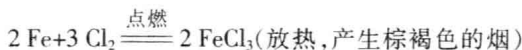
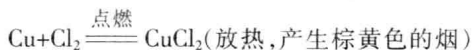
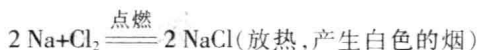
(1) 物理性质

- ① 氯气呈黄绿色, 有刺激性气味。
- ② 有毒(闻有毒气体应怎样操作)。
- ③ 密度比空气大(怎样收集氯气)。
- ④ 易液化, 能溶于水。

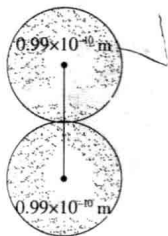
(2) 化学性质

我们已经知道氯原子的最外电子层上有 7 个电子, 因而在化学反应中容易结合 1 个电子, 使最外电子层达到 8 个电子的稳定结构。氯气的化学性质很活泼, 它是一种活泼的非金属, 几乎跟所有金属、大多数非金属以及众多的化合物发生化学反应。

- ① 氯气跟金属反应, 在一定条件下, 氯气能跟绝大多数金属反应生成盐。



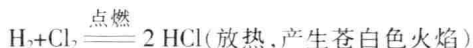
CuCl_2 溶于少量水中形成的浓溶液呈绿色, CuCl_2 溶于较多水中形成的稀溶液



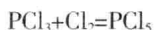
呈蓝色。

注意:干燥的氯气在常温下不与铁反应,因此可用钢瓶贮存液氯。

② 氯气跟非金属反应,在一定条件下能与 H_2 、P 等非金属反应,但不能与 O_2 、C 等直接化合。



氯化氢是无色有刺激性气味的气体,比空气重,极易溶于水, 0°C 时 1 体积水可溶解大约 500 体积的氯化氢气体。打开充满氯化氢气体的集气瓶瓶盖时,瓶口有白雾出现,这是因为逸出瓶口的氯化氢气体遇到空气中的水蒸气,生成盐酸小液滴的缘故。



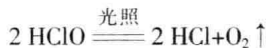
出现的白色烟雾是三氯化磷和五氯化磷的混合物。

③ 氯气和水反应,生成次氯酸。



次氯酸

次氯酸是弱酸,不稳定,见光易分解。

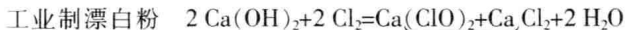


它还是一种强氧化剂,既能杀死水里的细菌,也可用来漂白有机色素。

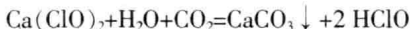
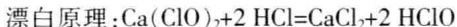
④ 氯气跟氢氧化钠等碱类都能较快地发生反应,所以制氯气时可以用碱液吸收多余的氯气。



次氯酸钠



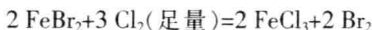
漂白粉成分,有效成分是 $Ca(ClO)_2$



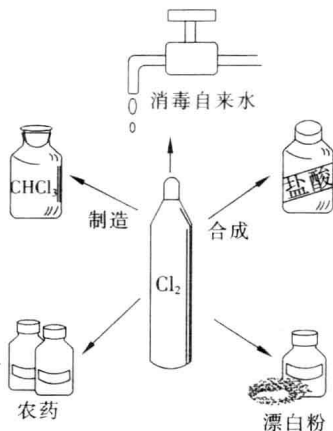
因此,漂白粉保存时要密封,防止与空气接触而变质。

⑤ 氯气跟某些化合物反应,如:



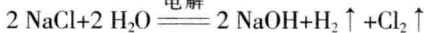
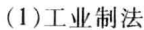


3

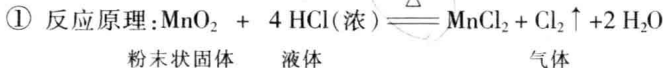


4

气时一般是把 Cl^- 氧化成 Cl_2 。



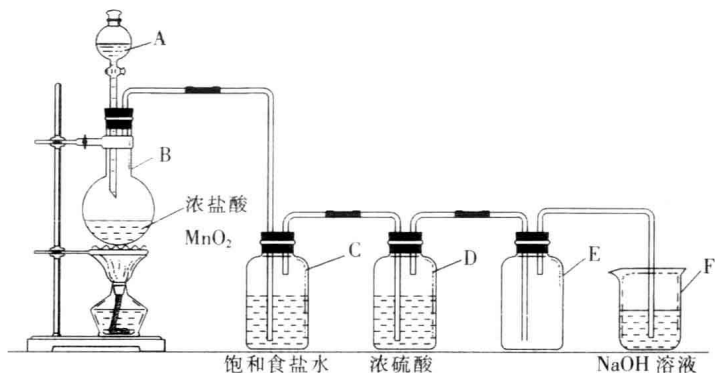
(2) 实验室制法



② 装置设计:

- A. 发生装置:由圆底烧瓶、分液漏斗、酒精灯构成(见教材)。
B. 净化装置:由该反应制得 Cl_2 中主要含 HCl 和 H_2O 。
除去 $\text{Cl}_2(\text{HCl})$ 用饱和 NaCl 溶液, $\text{Cl}_2(\text{H}_2\text{O})$ 用浓 H_2SO_4 , 装置使用洗气瓶。
C. 收集方法:瓶口向上排空气取气法。
D. 尾气吸收:用盛 NaOH 溶液的烧杯即可。

③ 实验室制取氯气的装置图:



注意:在实验室吸收多余的氯气时用大浓度的 NaOH 溶液效果好。收集时也可以用排饱和食盐水的方法收集氯气,因为饱和食盐水中含有大量 Cl^- ,从而抑制了氯气和水的反应,降低了氯气的溶解度。

2

知识精析

指点迷津

1 实验室制 Cl_2 试剂的选择

其原理为 $\text{Cl}^- \xrightarrow[\text{氧化剂}]{-\text{e}^-} \text{Cl}_2^0$ 。

(1)盐酸:反应要用浓盐酸而不能用稀盐酸,因盐酸中 Cl^- 浓度越大,还原能力越强,若无浓盐酸可用 NaCl 和浓 H_2SO_4 代替,反应式可写为 $4\text{NaCl}(\text{固}) + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 4\text{NaHSO}_4 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

注意:此反应中的钠盐必须写成酸式盐,若写成正盐意味着加强热而不适于制 Cl_2 ,收集到的气体会含有大量的 HCl(气)。

(2) MnO_2 可用 KMnO_4 , KClO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 或 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 固体代替,由于这些代用品氧化性比 MnO_2 更强,制取时不加热,但用 MnO_2 制 Cl_2 时必须加热。

注意:浓盐酸与 MnO_2 反应,开始时不加热也较剧烈,但随着 Cl_2 的产生,盐酸浓度变小,反应速率减慢,为了加快反应速率,须要加热,但加热的温度不宜过高。

2 实验室制取气体的装置

一般为:发生装置→净化装置→收集装置→尾气吸收装置。

实验室制取气体的发生装置可根据反应物状态和反应条件进行选择。

- (1)发生装置
- ①“固+固”加热型制气体。用这种装置可以制取 O_2 , CH_4 , NH_3 等。
 - ②“(块状)固+液”不加热型制气体。用这种装置可制取 CO_2 , H_2 , H_2S 等。
 - ③“(液)固+液”加热型制气体。用这种装置可制取 Cl_2 , HCl , C_2H_2 等。

(2)净化装置:由所制气体化学性质及杂质气体化学性质来选择除杂试剂,通常用洗气装置。

(3)收集装置:实验室收集气体的装置可根据气体的性质来选择。

①不易溶于水、不与水反应的气体用排水法收集,如 H_2 , O_2 , CH_4 , CO , NO 等。

注意: Cl_2 , SO_2 , CO_2 , H_2S 均能溶于水,不能用排水法收集。 Cl_2 可用排饱和食盐水溶液、 CO_2 可用排饱和 $NaHCO_3$ 溶液收集。

②比空气密度大(相对分子质量大于 29)的气体,用向上排气法收集,如 Cl_2 , HCl , CO_2 等;比空气密度小的气体,用向下排气法收集,如 H_2 , CH_4 , NH_3 等。

注意:相对分子质量接近 29 的气体不能用排气法收集,如 N_2 , CO , NO 等。

(4)尾气吸收:有毒有味气体必须加以吸收,防止污染空气。

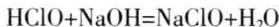
3 氯水的成分和性质

氯水系氯气的水溶液,呈黄绿色,有强烈的氯气味。实验表明,在常温常压下,1 L 水中所吸收的 2 L 氯气中大约有 $\frac{1}{3}$ 和水发生化学反应,生成了盐酸和次氯酸,

其余仍以氯分子的形式存在于溶液中。一般氯水可看做有 7 种成分:3 种分子(H_2O , Cl_2 , $HClO$),4 种离子(H^+ , Cl^- , ClO^- 和极少量的 OH^-),所以氯水具有多重性质。

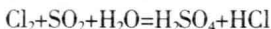
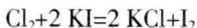
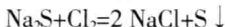
(1)由于含有 H^+ ,氯水表现出酸的性质:

因为: $HCl + NaOH = NaCl + H_2O$



所以往氯水中滴加氢氧化钠溶液,可使氯水的浅黄绿色褪去,反应的实质可表示为 $Cl_2 + 2 NaOH = NaCl + NaClO + H_2O$ 。

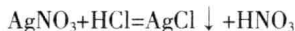
(2)由于含有 Cl_2 ,氯水表现出强氧化性:



(3)由于含有 $HClO$,氯水可表现出强氧化性:

向紫色的石蕊试纸上滴一滴氯水,现象是先变红后褪色。后褪色是因为 $HClO$ 有强氧化性而使有机色素褪色。氯水可消毒杀菌的原理也是这样的。

(4)由 Cl^- 表现出的性质:



注意:由于 HClO 见光易分解,长久放置的氯水最终可转化为盐酸。

3

实例引航



举一反三

例1 氯气能使湿润的蓝色石蕊试纸()。

- A. 变红 B. 先变红又变无色 C. 变白 D. 不变

解析 因为试纸是湿润的,所以 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$, 由于含有 H^+ , 使石蕊试纸变红, 含有 HClO , 可使有机色素褪色。前者反应较快, 后者反应较慢。

答案: B

说明: 本题考查的是氯水的成分和性质。

例2 两种金属组成的合金 65 g, 与氯气完全反应, 消耗氯气 71 g, 则合金的组成可能是()。

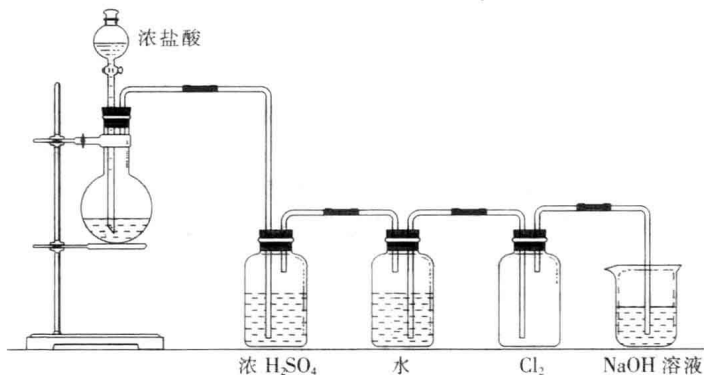
- A. Cu, Zn B. Na, Hg C. Fe, Ca D. Cu, Ca

解析 本题首先考查的是金属与氯气反应的化学方程式, 以及两者之间的有关问题。由反应式可知与 71 g 氯气反应消耗 Cu 64 g, Zn 65 g, Na 46 g, Hg 201 g, Fe 37.3 g, Ca 40 g。所以 A 中 71 g Cl_2 消耗的混合金属小于 65 g, B 中 $\text{Na}(46) < 65 < \text{Hg}(201)$, 介于“两者之间”可行, C 和 D 中均不满足“两者之间”。

答案: B

说明: “两者之间”原理是用来定性确定混合物组成的基本方法。

例3 某同学设计如下图所示的装置, 以便在实验室用 MnO_2 和浓盐酸制取干燥、纯净的氯气, 请指出该装置中的错误。



解析 首先由下而上地观察气体发生装置,发现:①烧瓶缺少加热用的酒精灯;②铁圈上缺石棉网,易使圆底烧瓶因受热不均而引起炸裂;③分液漏斗下端浸入反应液里,易使加热过程中 MnO_2 所泛起的泡沫堵塞漏斗颈部。再看净化装置有无错误。根据除杂在先、干燥在后的—般操作顺序,发现:④盛浓 H_2SO_4 的洗气瓶和盛水的盛气瓶(为减少 Cl_2 的损耗,最好用饱和食盐水)位置颠倒,起不到彻底除杂的目的,应予以对调,并且盛水的洗气瓶中进气导管没有浸入液体里,出气导管口反而浸入液体里(应靠近瓶塞),这样不但不能起到洗气的作用,反而会将水压进集气瓶中。

答案:略(参见分析部分画有横线的内容)。

说明:这是一道综合实验的改错题,整套装置由气体发生、净化、收集及尾气处理四部分组成,解此类题的关键是从有关原理出发,沿着装置连接顺序由近及远地发现其中的错误。

例 4 对某宇航员从某星球外层空间取回的气体样品进行如下实验:

- ①将气体样品溶于水,发现其主要成分气体 A 易溶于水;
- ②将 A 的浓溶液与 MnO_2 共热生成一种黄绿色气体单质 B, B 通入 NaOH 溶液中生成两种钠盐;
- ③A 的稀溶液与锌粒反应生成气体 C, C 与 B 组成的混合气体经光照发生爆炸,生成气体 A, 实验测得反应前后气体体积不变。

据此回答下列问题:

- (1)写出 A、B、C 的分子式;
- (2)写出 A 的浓溶液与 MnO_2 共热的化学反应方程式;
- (3)写出 B 通入 NaOH 溶液生成两种钠盐的反应方程式;
- (4)科研资料表明:如果该星球上有生物,那么这些生物可能从该星球上液态氨的海洋中产生,因为那里的液氨相当于地球上的水。据此推测:该星球上是否有生命活动? 简述理由(提示: $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$)。

解析 本题是将氯气、氯化氢等有关的基础知识置于新情境之中,只要紧紧抓住氯化氢易溶于水和浓盐酸与二氧化锰共热可制得氯气这两个要点,该题的(1)至(3)小题也就迎刃而解。(4)小题所给新信息是:“该星球上若有生物,则这些生物可能从该星球上液态氨的海洋中产生,因为那里的液氨相当于地球上的水。”该信息虽然目前课本上没有,但我们通过阅读新信息可产生如下联想:氨气和氯化氢不可能共存,进而得出正确的结论。

答案:(1)A: HCl B: Cl_2 C: H_2





(4)不可能有生命活动,因为该星球外层空间存在的氯化氢极易和氨发生如下反应: $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$,所以该星球上不可能形成液态氨的海洋,因而不可能有生命活动。

4

实战演练

学以致用

一、选择题

- 久置的氯水比新制氯水的氧化能力(B)。
A. 大 B. 小 C. 相等 D. 不能确定
- 实验室制取下列气体,其气体发生装置相同的是(B)。
A. 氧气和氯化氢 B. 氯气和氯化氢
C. 氧气和氢气 D. 氧气和二氧化碳
- 下列各组物质在反应时生成白色烟雾的是()。
A. 红磷在氯气中燃烧 B. 氢气在氯气中燃烧
C. 金属钠在氯气中燃烧 D. 铜丝在氯气中燃烧
- 能使干燥的淀粉碘化钾试纸变蓝的物质是(D)。
A. 碘水 B. 氯气 C. 溴化钠溶液 D. 溴水
- 下列物质不能由单质直接反应制得的是(D)。
A. HCl B. Fe_3O_4 C. PCl_3 D. FeCl_2
- 实验室制氯气和氯气都用到 MnO_2 ,下列关于 MnO_2 在两个反应中所起的作用,说法正确的是(D)。
A. 都起催化剂作用
B. 都起反应物的作用
C. 在制氯气中 MnO_2 起催化作用
D. 在制氧气中 MnO_2 起催化作用
- 实验室用下列两种方法制氯气:①用含氯化氢 14.6 g 的浓盐酸与足量的二氧化锰反应,②用 8.7 g 二氧化锰与足量盐酸反应,那么所得氯气(B)。
A. ①,②相等 B. ②比①多
C. ①比②多 D. 无法比较
- 向下列溶液中分别加入 AgNO_3 溶液和稀 HNO_3 ,能产生不溶于稀 HNO_3 的白色沉淀的是(C)。
A. 氯水 B. 氯酸钾 C. 氯化钠 D. 四氯化碳
- 下列叙述正确的是(A)。

- A. 干燥的 Cl_2 通入红墨水中, 能使红墨水变白
 B. 液氯是液态的氯水
 C. 液氯能使干燥的红布条褪色
 D. 用排水取气法可以收集到纯净的氯气
10. 浓 HCl 和 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 能发生如下反应: $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) = \text{CaCl}_2 + 2\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 用贮存很久的漂白粉与浓盐酸反应制得的氯气中, 可能含有的杂质气体是 ()。

① CO_2 ② HCl ③ H_2O ④ O_2

A. ①②③

B. ②③④

C. ②③

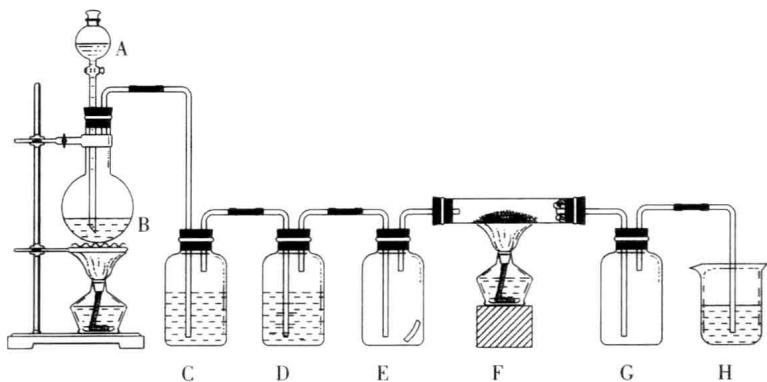
D. ①④

二、填空题

11. 已知硫氰(SCN)₂、氰(CN)₂与卤素 X_2 性质相似, 试完成下列反应:



12. 下图是制取氯气并检验氯气性质的实验装置:



装置中 C、D 均为洗气瓶; E 瓶中放有干燥的红布条; F 管中有铜丝, 右端管口处放有脱脂棉; G 为集气瓶; H 为吸收装置。

试回答:

(1) A 中装 HCl , B 中装 MnO_2 。

(2) C 中试剂是 饱和 NaCl , 作用是 除去 HCl 气体; D 中试剂是 $\text{浓 H}_2\text{SO}_4$, 作用是 干燥 Cl_2 。

(3) E 中的现象是 红布条褪色; F 中反应方程式是 $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CuCl}_2$, 现象是 铜丝变黑, 脱脂棉的作用是 防止 Cl_2 扩散; G 中现象是 收集到黄绿色气体。