

高中化学

龙门题考

非金属及其化合物

王后雄 主编



(修订版)



龍門書局



非金属及其化合物

(修订版)

主 编 王后雄

本册主编 李玉华



龍門書局

版权所有 翻印必究

本书封面贴有科学出版社、龙门书局激光防伪标志，
凡无此标志者均为非法出版物。

举报电话：(010)64033640 13501151303 (打假办)

邮购电话：(010)64000246



(修订版)

非金属及其化合物

王后雄 主编

责任编辑 王 敏 袁勇芳

龙门书局 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

中国人民解放军第1201工厂印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2002年1月修订版 开本：880×1230 A5

2002年7月第五次印刷 印张：10

印数：90 001—120 000 字数：370 000

ISBN 7-80160-208-0/G·197

定 价：10.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

前 言

参考书几乎是每一位学生在学习过程中必不可少的。如何发挥一本参考书的长效作用,使学生阅读后,能更透彻、迅速地明晰重点、难点,在掌握基本的解题思路和方法的基础上,举一反三、触类旁通,这是教参编者和读者共同关心的问题。这套《龙门专题》,就是龙门书局本着以上原则组织编写的。它包括数学、物理、化学、生物四个学科共计 55 种,其中初中数学 12 种,高中数学 12 种,初中物理 5 种,高中物理 7 种,初中化学 4 种,高中化学 10 种,高中生物 5 种。

本套书在栏目设置上,主要体现了循序渐进的特点。每本书内容分为两篇——“基础篇”和“综合应用篇”(高中为“3+X”综合应用篇)。“基础篇”中的每节又分为“知识点精析与应用”、“视野拓展”两个栏目。其中“知识点精析与应用”着眼于把基础知识讲透、讲细,帮助学生捋清知识脉络,牢固掌握知识点,为将成绩提高到一个新的层次奠定扎实的基础。“视野拓展”则是在牢固掌握基础知识的前提下,为使学生成绩“更上一层楼”而准备的。需要强调的是,这部分虽然名为“拓展”,但仍然立足于教材本身,主要针对教材中因受篇幅所限言之不详,但却是高(中)考必考内容的知识点(这类知识点,虽然不一定都很难,但却一直是学生在考试中最易丢分的内容),另外还包括了一些不易掌握、失分率较高的内容。纵观近年来高(中)考形势,综合题与应用题越来越多,试行“3+X”高考模式以后,这一趋势更加明显。“综合应用篇”正是为顺应这种形势而设,旨在提高学生的综合能力与应用能力,使学生面对纷繁多样的试题,能够随机应变,胸有成竹。

古人云:授人以鱼,只供一饭之需;授人以渔,则一生受用无穷。这也是我们编写这套书的宗旨。作为龙门书局最新推出的《龙门专题》,有以下几个特点:

1. 以“专”为先 本套书共计 55 种,你尽可以根据自己的需要从

中选择最实用、最可获益的几种。因为每一种都是对某一个专题由浅入深、由表及里的诠释,读过一本后,可以说对这个专题的知识就能够完全把握了。

2. 讲解细致完备 由于本套书是就某一专题进行集中、全面的剖析,对知识点的讲解自然更细致。一些问题及例题、习题后的特殊点评标识,能使学生对本专题的知识掌握起来难度更小,更易于理解和记忆。

3. 省时增效 由于“专题”内容集中,每一本书字数相对较少,学生可以有针对性地选择,以实现在较短时间里对某一整块知识学透、练透的愿望。

4. 局限性小 与教材“同步”与“不同步”相结合。“同步”是指教材中涉及的知识点本套书都涉及,并分别自成一册;“不同步”是指本套书不一定完全按教材的章节顺序编排,而是把一个知识块作为一个体系来加以归纳。如归纳高中立体几何中的知识为四个方面、六个问题,即“点、线、面、体”和“平行、垂直、成角、距离、面积、体积”。让学生真正掌握各个知识点间的相互联系,从而自然地连点成线,从“专题”中体味“万变不离其宗”的含义,以减小其随教材变动的局限性。

5. 主次分明 每种书的前面都列出了本部分内容近几年在高考中所占分数的比例,使学生能够根据自己的情况,权衡轻重,提高效率。

本套书的另一特点是充分体现“减负”的精神。“减负”的根本目的在于培养新一代有知识又有能力的复合型人才,它是实施素质教育的重要环节。就各科教学而言,只有提高教学质量,提高效率,才能真正达到减轻学生负担的目的。而本套书中每本书重点突出,讲、练到位,对于提高学生对某一专题学习的相对效率,大有裨益。这也是本书刻意追求的重点。

鉴于本书立意的新颖,编写难度很大,又受作者水平所限,书中难免有疏漏之处,敬请不吝指正。

编 者

2001年11月1日

编委会

(高中化学)

(修订版)

执行编委

王敏

孙校生

陈天庆

陈长东

李玉华

编主总
委编划

易世家

张敏

王后雄

龙门书局



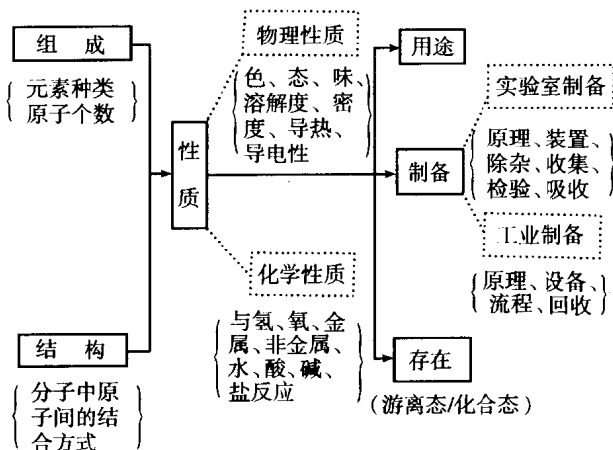
目 录

第一篇 基础篇	(1)
第一讲 卤素	(2)
1.1 氯气	(2)
1.2 氯化氢	(17)
1.3 卤素	(32)
高考热点题型评析与探索	(45)
本讲测试题	(53)
第二讲 硫 硫酸	(61)
2.1 硫	(61)
2.2 硫的氢化物 and 氧化物	(68)
2.3 硫酸的工业制法——接触法	(84)
2.4 硫酸 硫酸盐	(93)
2.5 离子反应 离子方程式	(106)
2.6 氧族元素	(119)
高考热点题型评析与探索	(130)
本讲测试题	(139)
第三讲 氮 磷	(147)
3.1 氮族元素	(147)
3.2 氮气	(155)
3.3 氨 铵盐	(166)

3.4	硝酸	(178)
3.5	磷 磷酸	(191)
	高考热点题型评析与探索	(201)
	本讲测试题	(212)
第四讲	碳 硅	(220)
4.1	碳族元素	(221)
4.2	碳及其重要化合物	(229)
4.3	硅及其重要化合物	(243)
4.4	硅酸盐工业简述	(255)
	高考热点题型评析与探索	(265)
	本讲测试题	(270)
第二篇	3 + X 综合应用篇	(278)
	学科内综合与应用	(278)
	学科内综合应用训练题	(285)
	跨学科综合与应用	(298)
	跨学科综合应用训练题	(304)

第一篇 基础篇

本书知识结构



说明 此关系图表明了掌握非金属元素及化合物知识的基本角度，对学习每讲知识有很好的指导作用。

近几年本专题的知识在高考中所占分数的比例

年 份	比 例	年 份	比 例
1997	30%	1999	21%
1998	22%	2000	35%

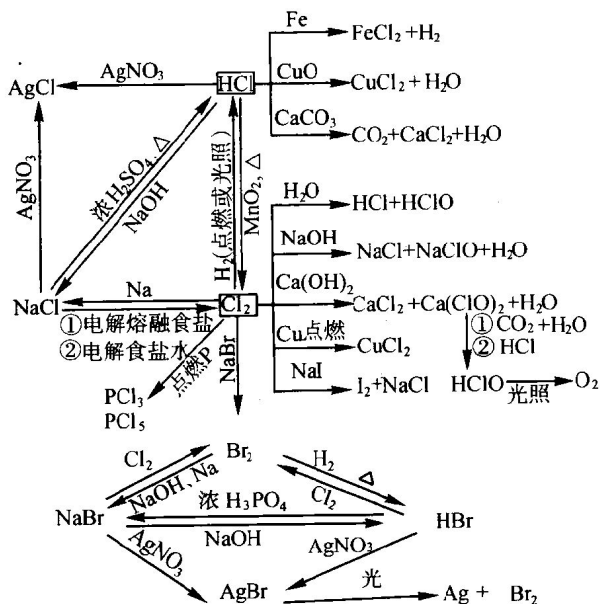
说明 本表统计的是高考题中有关本书的考查内容和以本书知识为载体的考查内容，如实验题、信息题、计算题等。



第一讲 卤素

本讲知识网络图

氯、溴及其化合物相互转化关系



1.1 氯 气



重点难点归纳

重点 ①氯气的性质。②氯气的制法。

难点 ①氯水的成份和性质。②实验室制备氯气的基本原理和方法。

本节需掌握的知识点 ①氯气的结构和物理性质。②氯气与金属、非金属和水等反应的反应原理。③实验室制备氯气的基本原理和方法。

知识点精析与应用

【知识点精析】

1. 氯的原子结构、分子结构

(1) 原子结构

①氯原子核外电子数为 17，原子结构示意图为 ，原子核外有三个电子层，最外层有 7 个电子。

②氯原子用电子式表示为： $\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot$

(2) 分子结构

氯分子是由两个氯原子间共用一对电子而构成的双原子分子，分子式为 Cl_2 ，氯分子电子式可表示为： $\cdot\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{Cl}}\cdot$

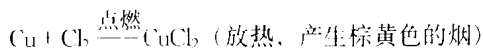
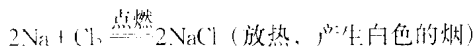
2. 物理性质

- (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。

3. 化学性质

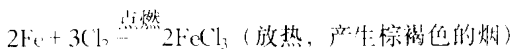
氯原子最外电子层上有 7 个电子，在化学反应中容易结合 1 个电子达到 8 个电子的稳定结构，因此，氯气的化学性质很活泼

(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。



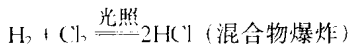
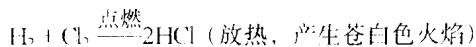
CuCl_2 溶于少量水中形成的浓溶液呈绿色， CuCl_2 溶于较多水中形成的稀溶液呈蓝色。

颜色变化要记住



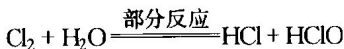
注意 干燥的氯气在常温下不与铁反应，因此可用钢瓶贮存液氯

(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。





(3) 氯气跟水反应



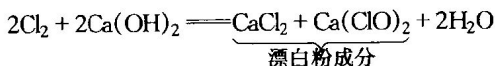
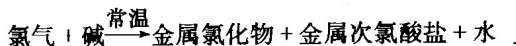
HClO (次氯酸) 是弱酸, 不稳定, 见光易分解。



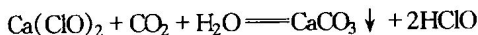
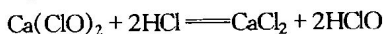
HClO 是一种强氧化剂, 可以漂白有机色素。它又是一种消毒剂。

(4) 氯气跟碱反应

总结反应规律益于学习

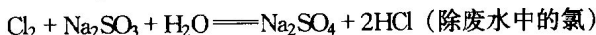
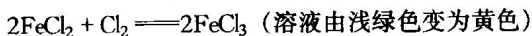
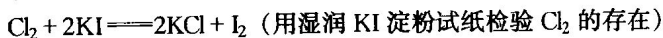


漂白原理: $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \xrightarrow{\text{酸}} \text{HClO}$, 实际起漂白、杀菌作用的是 HClO。



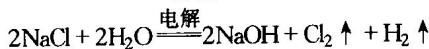
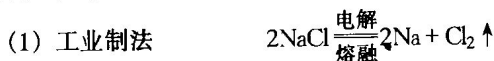
漂白粉保存时要密封, 防止与空气接触而变质。

(5) 氯气跟某些化合物反应:



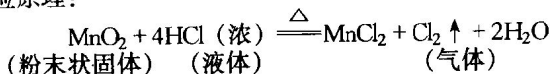
4. 氯气的制法

由于氯气非常活泼, 在自然界中只能以游离态的形式存在, 因此制取氯气时都是把 Cl^- 氧化成 Cl_2 。但在工业上, 要考虑生产成本和生产规模等因素, 而在实验室制取气体时则要考虑反应条件 (易达到)、反应原理 (简单)、反应现象 (明显) 等因素。

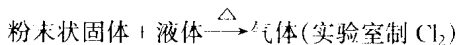
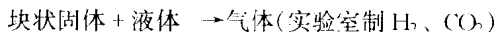
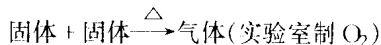


(2) 实验室制法

① 反应原理:



②装置设计:



怎样选择装置

③净化: 由所制气体化学性质及杂质气体化学性质而选择除杂试剂, 通常用洗气方法。

④收集: 由所制气体的物理性质, 如密度和水溶性来决定。

⑤尾气吸收: 有毒气体必须加以吸收, 防止污染空气。

(3) 实验室制取氯气的装置: 可设计为如图 1-1 所示:

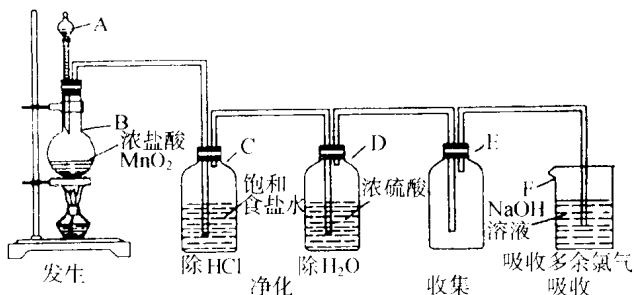


图 1-1

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。因饱和食盐水中含有大量的 Cl^- , 从而抑制了氯气和水的作用, 降低了氯气的溶解度。

5. 氯气的用途

性质决定用途: 消毒、用于制盐酸、漂白粉、农药、氯仿等有机溶剂。

【解题方法指导】

[例 1] 下列关于氯水的叙述, 正确的是 ()

- A. 新制氯水中只含 Cl_2 和 H_2O 分子
- B. 新制氯水可使蓝色石蕊试纸先变红后褪色
- C. 光照氯水有气泡逸出, 该气体是 Cl_2
- D. 氯水放置数天后 pH 将变小

要熟悉氯水中各成分的性质

解析 新制的氯水中含有 H_2O 、 Cl_2 、 HClO 、 H^+ 、 Cl^- 等, 光照氯水产生的气体是 O_2 ($2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$), 故 A、C 选项不符合要求。

氯水中的 H^+ 可使石蕊变红, HClO 具有漂白性可使石蕊褪色, 前者反应速

率较快,后者反应速率较慢,故先变红后褪色;氯水放置数天后,因 HClO 不稳定且为弱酸,慢慢分解生成 O_2 和盐酸,溶液酸性增强, pH 减小。因此 B、D 选项符合题意。

点评 氯是典型的非金属,氯气中含有多种分子和离子,它们的化学性质是高考的热点知识,要求熟练掌握。

【例 2】 用自来水养金鱼时,通常先将自来水经日晒一段时间后,再注入鱼缸,其目的是 ()

- A. 利用紫外线杀死水中的细菌
- B. 提高水温,有利金鱼生长
- C. 增加水中氧气的含量
- D. 促使水中的次氯酸分解

解析 自来水常用 Cl_2 做消毒剂, Cl_2 溶于水会与水反应生成 HClO , HClO 是强氧化剂,它的存在对金鱼的生长有害,而 HClO 见光易分解,故选 D。

点评 这是一道将化学知识与生活相联系的一道题。此类题目要求能熟练运用化学知识解答生活中的有关问题。

【例 3】 两种金属组成的合金 65g,与氯气完全反应,消耗氯气 71g,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 71g 氯气反应消耗 Cu64g, Zn65g, Na46g, Hg201g, Fe37.3g, Ca40g。

故 A 中 71g Cl_2 消耗的混和金属小于 65g, B 中 Na (46) < 65 < Hg (201), 介于“两者之间”可行, C 和 D 中均不满足“两者之间”。

正确选项为 B。

点评 “两者之间”原理是用来定性确定混和物组成的基本方法。

【例 4】 实验室里用图 1-2 所示的实验装置制取纯净的无水 CuCl_2 。回答下列问题:

- (1) 实验前检查整套装置的气密性的方法是_____。
- (2) 装置 (A) 中发生反应的化学方程式是_____。
- (3) 装置 (B) 的广口瓶中盛_____ (写名称),其作用是_____。

装置 (C) 的广口瓶中盛_____ (写名称),其作用是_____。

装置 (E) 的烧杯中盛_____ (写名称),其作用是_____,发生反应的化学方程式是_____。

要正确理解“两者之间”原理的本质

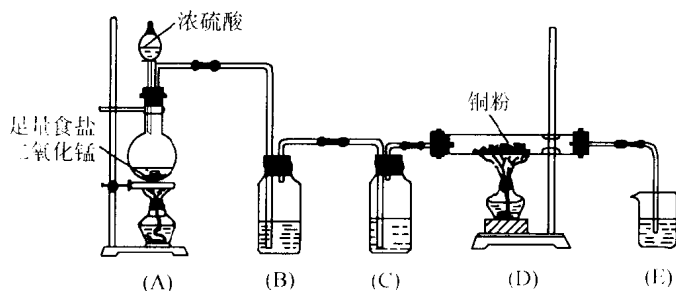


图 1-2

(4) 待充分反应后, 装置 (D) 的玻璃管中剩余物呈_____色。冷却后, 将制得的产物配成饱和溶液, 溶液呈_____色。

解析 (1) 装置气密性的检查是在装置连接好后而尚未放药品之前进行的。装置气密性的检查在初中实验中已涉及, 在本题整套装置的气密性检查中, 为使现象明显, 可用酒精灯对烧瓶微热, 以产生较大的压强差。

检查装置气密性时装置应处于密封状态

(2) 装置 (A) 中发生的反应为: $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$, $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} (\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 这样 (A) 中产生的 Cl_2 中会混有 HCl 气体。根据 HCl 气体在水中溶解度比 Cl_2 大得多, 通过饱和食盐水 (或水) 可除去 HCl 气体, 最后考虑除去 Cl_2 中的水蒸气。

答案 (1) 按图示装配好, 在烧杯中盛半杯水, 然后在烧瓶底部稍加热, 若在烧杯中的导管口有气泡冒出, 停止加热, 导管口形成一段水柱, 表明整套装置不漏气。(2) $\text{MnO}_2 + 2\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(3) 饱和食盐水 (或水), 除去 Cl_2 中混有的 HCl 气体杂质; 浓硫酸, 除去 Cl_2 中混有的水蒸气; 氢氧化钠溶液, 防止多余的 Cl_2 污染空气, $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 。(4) 棕黄 (或棕褐); 绿。

点评 题目中涉及除去 Cl_2 中的杂质 HCl 和 H_2O 。去杂剂应满足: ①去杂完全; ②不引入新的杂质; ③不损失应保留的物质; ④除杂剂廉价、易得、不污染环境。

除 Cl_2 中的 H_2O 应选用干燥剂。选择气体干燥剂必须具备: ①本身具有很强的吸水性, 如浓 H_2SO_4 、碱石灰 ($\text{CaO} + \text{NaOH}$ 的混合物)、 P_2O_5 、 CaCl_2 、固体 NaOH 等; ②不与被干燥的气体发生化学反应, 如 Cl_2 不能用碱石灰、固体 NaOH 干燥。

除杂时还要注意除杂顺序。本题中浓 H_2SO_4 与饱和食盐水不能颠倒, 否则, 不能达到除水目的。

【基础训练题】

- 下列物质中含有 Cl_2 分子的是 ()
A. 氯水 B. 液氯 C. 盐酸 D. 食盐
- 饱和氯水久置后, 溶液中的各种微粒: ① Cl_2 ② H_2O ③ Cl^- ④ HClO ⑤ H^+ 会减少的是 ()
A. ①②④ B. ①②③ C. ①④ D. ②④
- 下列说法正确的是 ()
A. Cl^- 和 Cl_2 都为黄绿色 B. Cl^- 和 Cl_2 都有毒
C. Cl^- 和 Cl_2 都有氧化性 D. Cl^- 比 Cl 稳定
- 下列反应都是用盐酸制 Cl_2 , 为制得等量 Cl_2 , 消耗盐酸最少的是 ()
A. $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$
B. $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \longrightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
C. $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
D. $4\text{HCl} + \text{O}_2 \xrightarrow[450^\circ\text{C}]{\text{CuCl}_2} 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 \uparrow$
- 常温常压下, 下列溶液中含有大量氯离子的是 ()
A. NaCl 饱和溶液 B. AgCl 饱和溶液
C. 新制氯水 D. KClO_3 溶液
- 欲除去 Cl_2 中的少量 HCl 气体, 可选用 ()
A. NaOH 溶液 B. AgNO_3 溶液 C. 饱和食盐水 D. 石灰水
- 可证明次氯酸是弱酸的实验事实是 ()
A. 次氯酸可与碱反应 B. 次氯酸有漂白性
C. 次氯酸钙可与碳酸反应生成次氯酸 D. 次氯酸见光分解
- 浓盐酸和次氯酸钙能发生下列反应:
 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
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 HCl ② O_2 ③ CO_2 ④ H_2O (气)
A. ①②③ B. ②③④ C. ①③④ D. ②③
- Cl_2 是有毒的, 曾被法西斯制成毒气弹用于侵略战争。当这种毒气弹顺风爆炸时, 通常可用的防御办法是 ()
A. 人畜应躲到低洼的地方去

- B. 人畜应到较高的地方去
 C. 可用肥皂水或尿液浸湿软布蒙面
 D. 人畜应多饮水
10. 下列物质不能由单质直接反应制得的是 ()
 A. HCl B. Fe_3O_4 C. PCl_3 D. FeCl_2
11. 实验室用 MnO_2 和浓盐酸来制取氯气, 主要操作有: ()
 ①将蒸馏烧瓶固定在铁架台上;
 ②把酒精灯放在铁架台上, 根据酒精灯确定铁圈的高度、固定铁圈放好石棉网;
 ③用药匙向蒸馏烧瓶中加入 MnO_2 , 再向分液漏斗中加浓盐酸, 并将导管放入集气瓶中;
 ④检查装置的气密性;
 ⑤在蒸馏烧瓶上装好分液漏斗, 连结好导气管。最好的实验操作顺序是
 A. ②③④①⑤ B. ②①③⑤④
 C. ②①⑤④③ D. ②①③④⑤
12. 实验室制取下列气体时, 应选用哪种酸: (供选择的酸为 A. 浓盐酸、B. 稀盐酸、C. 稀硫酸、D. 浓硫酸)
 用大理石和_____制 CO_2 ; 用 MnO_2 和_____制 Cl_2 ; 用锌粒和_____制 H_2 。
13. 在光亮处的水槽内倒立盛满水的试管, 再向试管中慢慢通入 Cl_2 , 经过一段时间后, 某学生经检验发现试管中有氧气。他认为这是氯气和水发生了置换反应, 于是该生得出结论: 在某种条件下, 氯比氧活泼。请你对该生的结论作出评价。

14. 要制取 635g 漂白粉, 需多少克含杂质 4% 的生石灰?

【答案与提示】

1. A、B。 液氯是纯净物, 其成分为 Cl_2 。氯水是 Cl_2 溶于水形成的混合液, 所含分子有 Cl_2 、 H_2O 和 HClO 。盐酸是 HCl 的水溶液, 其成分为 H^+ 、 Cl^- 、 H_2O 。食盐是由 Na^+ 和 Cl^- 构成的。
2. A。 Cl_2 溶于水发生了如下反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{HCl} + \text{O}_2$, 氯水久置后, Cl_2 、 HClO 都减少了, 最终成为稀盐酸。
3. D。 Cl_2 为单质分子, 且有色并有毒; 而 Cl^- 则无色且无毒, 故 A、B 不正确。 Cl^- 的元素化合价为 -1 价, 为最低价, 在化学反应中, 其化合价只能升高不能降低, 所以 Cl^- 只有还原性。 Cl_2 中氯元素的化合价为零价, 既能升高也能降低, 所以 Cl_2 既有氧化性, 又有还