

高中数理化基础知识
思维方法专题讲座丛书

高中化学基础知识专题讲座 思维方法专题讲座

杨祖元 吴同传 主编



珠海出版社

高中数理化基础知识
思维方法专题讲座丛书

高中化学基础知识专题讲座 思维方法

杨祖元 吴同传 主编

珠海出版社

《高中数理化基础知识思维方法专题讲座》丛书

编 委 会

主 编:吴永沛
编 委:张耀华 吴同传
牛德胜 郭晓光

(粤)新登字 17 号

图书在版编目(CIP)数据

高中化学基础知识思维方法专题讲座

ISBN 7-80607-340-X ¥ 18.00 元

I. 高...

II. ①杨... ②吴...

III. 高中-化学-讲座

IV. G633.8

高中化学基础知识思维方法专题讲座

©杨祖元 吴同传主编

策 划:郭晓光 詹家宜

终 审:成 平

责任编辑:雷良波

装帧设计:张勤学 郑建新

出版发行:珠海出版社

电 话:3331403 邮政编码:519015

印 刷:中科院开封印刷厂

开 本:787×1092mm 1/16

印 张:18.25 字数:442千字

版 次:1997年10月第1版

1997年10月第1次印刷

印 数:1-20000

ISBN 7-80607-340-X/G·79

定 价:18.00 元

前 言

《高中数理化^{基础知识}思维方法^{专题讲座}》丛书,是中学生学习报社最新创意并组织编写的。共有数学、物理、化学三科。

为了帮助高中学生切实理解高中化学的基础知识和基本概念,掌握化学的基本思维方法,提高分析和解决化学问题的能力,同时也为高中毕业班学生进行化学系统复习提供具有实用价值的辅导材料,我们依据国家教委颁布的最新教学大纲,参考人民教育出版社最新教材,认真研究国家教委考试中心的“高考指导意见”精神及《考试说明》,全面分析了近几年的各省、市会考和高考试题及其发展趋势,精心编写了《高中化学^{基础知识}思维方法^{专题讲座}》一书。

本书按高中化学现行教材的章节顺序编写,每节内容均包括基础知识、思维方法、同步训练三个部分。各部分的特色是:

“基础知识”将教材中的知识重点和难点进行纵横分析与点拨,个别突出的问题进行深入浅出地分析,对一些热点问题则统摄成规律,以便实用。

“思维方法”以精选例题引路,讲解化学解题的基本思维方法,目前化学解题中无论是常规的还是创新的解题技巧也尽在其中。深刻的思路分析,将会帮助学生领悟化学思维的特有魅力。

“同步训练”选择“新、精、活”题的精华,使其源于教材,高于教材,深化知识,开拓视野,因而具有很强的针对性和实用性。

本书由中学生化学报总编彭鸣凯担任顾问,由全国高考状元市——湖北省天门市高级教师杨祖元和中学生学习报社吴同传担任主编。参加编写的还有李向烈、余云会、喻国华、张爱保、郑明超、付乾坤、刘中明、王立平、赵辉昌等。

编 者

目 录

前言

第一章 卤素	(1)
第二章 摩尔 反应热	(18)
第三章 硫 硫酸	(29)
第四章 碱金属	(54)
第五章 物质结构 元素周期律	(65)
第六章 氮和磷	(83)
第七章 硅	(98)
第八章 镁 铝	(107)
第九章 铁	(123)
第十章 烃	(132)
第十一章 烃的衍生物	(149)
第十二章 化学反应速率和化学平衡	(170)
第十三章 电解质溶液 胶体	(183)
第十四章 糖类 蛋白质	(207)
综合测试题(一)	(221)
综合测试题(二)	(226)
综合测试题(三)	(231)
综合测试题(四)	(238)
综合测试题(五)	(245)
综合测试题(六)	(251)
参考答案	(257)

第一章 卤素

第一节 氯气

【基础知识】

一、卤素

氟、氯、溴、碘、砷这五种元素称为卤素。“卤”是成盐的意思，因为氟、氯、溴、碘、砷这些元素能直接与金属化合生成典型的盐，如 NaCl 、 KCl 、 KBr 、 NaI 等，所以把这五种元素称为卤素。另外，这五种元素原子的最外电子层都有 7 个电子，它们具有相似的化学性质，在元素周期表中形成一族，称为卤族元素，简称卤素。

二、氯气的物理性质

(1) 黄绿色、有刺激性气味的气体；(2) 在水中溶解度较小(常温下 1 : 2)，其水溶液叫氯水，呈浅黄色；(3) 易液化；(4) 有毒；(5) 密度比空气大(Cl_2 的式量 > 29)。

三、氯气的化学性质

(1) 能氧化几乎所有的金属，对于有变价的金属，如 Fe 、 Cu 均可被氧化到高价态，同时产生有颜色的烟： $\text{Cu} \xrightarrow{0} \text{CuCl}_2^{+2}$ (棕黄色烟)， $\text{Fe} \xrightarrow{0} \text{FeCl}_3^{+3}$ (棕褐色烟)。

(2) 能与大多数非金属直接化合，非金属有变价时，则由不同的反应条件决定生成何种价态的化合物。如 $3\text{Cl}_2 + 2\text{P} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}^{+3}\text{Cl}_3$ (Cl_2 不足量)； $5\text{Cl}_2 + 2\text{P} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}^{+5}\text{Cl}_5$ (Cl_2 充足)

(3) 在水或碱溶液中发生自身氧化-还原反应，其实质都是 Cl_2 在水中发生如下反应：

$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$ 如遇碱则有：

$\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{HClO} + \text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$

(4) 与某些还原性化合物反应。如：

$\text{Na}_2\text{S} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{S} \downarrow$ $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + \text{S}$

$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$

四、氯水的性质

新制的氯水中， Cl_2 部分与水反应生成盐酸和次氯酸，盐酸和次氯酸又发生电离： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ $\text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ 因此，在新制的氯水中存在下列微粒： Cl_2 、 H_2O 、 HClO 、 H^+ 、 Cl^- 和少量的 OH^- ，其中水是大量的，由于 Cl_2 分子还未大量与水反应，所以溶液中存在大量 Cl_2 分子。氯水久置后，随着 HClO 不断分解，使平衡 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 向右移动，最终几乎为盐酸溶液。

因此，新制的氯水的性质主要是 Cl_2 、 HClO 、 H^+ 、 Cl^- 及水的性质，久置的氯水主要是 H^+ 、 Cl^- 及 H_2O 的性质。

五、有关氯水的化学反应

氯水中有多种成分，在具体的化学反应中，究竟哪种成分发挥作用，一般应从以下几方

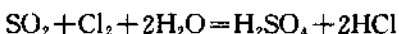
面考虑:

(1)新制氯水起漂白作用时,是由于 HClO 将色素氧化,所以只考虑 HClO 参与反应。

(2)氯水和某些非金属阴离子作用时,只考虑 Cl_2 参与反应。如向 KI、NaBr 或 H_2S 溶液中加入适量氯水,其反应分别为: $2\text{KI} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{I}_2$, $\text{Na}_2\text{S} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{S} \downarrow$, $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + \text{S} \downarrow$

(3)氯水和某些还原性阳离子作用时,只考虑 Cl_2 参与反应。如: $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$

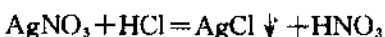
(4) SO_2 通入新制氯水中,考虑 Cl_2 和 H_2O 同时参与反应:



(5)新制的氯水跟 NaOH 溶液作用,要考虑 HCl 和 HClO 同时参与反应:



(6)向 AgNO_3 溶液中加入适量氯水,只考虑 Cl^- 参与反应:



(7)向氯水中加入 Na_2CO_3 ,只考虑 HCl 的作用:

$2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,因 HClO 比碳酸酸性弱,不会跟 Na_2CO_3 反应。

(8)新制的氯水中滴加石蕊试液时,要考虑 HCl 和 HClO 同时作用。因有盐酸试液变红色,因有 HClO 红色又消退。

(9)过量氯水与 KI 溶液会发生反应: $5\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{HIO}_3 + 10\text{HCl}$,故无 I_2 生成。

(10)向 H_2S 溶液中滴入过量氯水时,先产生浑浊后变澄清,因为: $4\text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{S} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{HCl}$

六、氯气的漂白作用

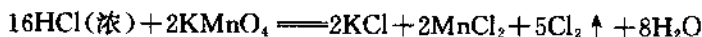
潮湿的氯气能漂白,干燥的氯气不能漂白,这说明氯气的漂白作用是由于 Cl_2 与 H_2O 反应生成 HClO, HClO 是一种强氧化剂,能氧化许多有机色素所致。

七、氯气的消毒原理

氯气本身有毒,当人吸入氯气后,氯气就会与呼吸器官中的水接触而产生次氯酸和盐酸,引起肺水肿,以至窒息死亡。次氯酸也能破坏细菌的酶分子中的结构,导致细菌死亡,故氯气溶于水也有消毒作用。

八、氯气的制取

制取氯气的实质是用强氧化剂把 -1 价的氯离子从它的化合物中氧化成 Cl 原子,两个 Cl 原子结合成一个 Cl_2 分子,所以只要用比氯更强的氧化剂就可以与浓盐酸反应制得氯气。常用的氧化剂有 MnO_2 、 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 KClO_3 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 。其化学方程式分别为:

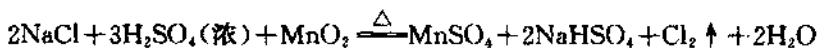


注意:化学方程式中的盐酸都是浓盐酸,说明稀盐酸不能制得 Cl_2 ,除 MnO_2 与浓 HCl 反应要加热外,其余的都不加热。

收集氯气最好用排饱和食盐水,其优点是既能除去 HCl 气体,又能减少氯气的损失,因为 Cl_2 与水存在下列平衡: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ 在饱和食盐水中 NaCl 完全电

离,溶液中必然含有大量的 Cl^- , 会使平衡向逆反应方向移动,使 Cl_2 在饱和食盐水里的溶解度大大小于水中的溶解度。

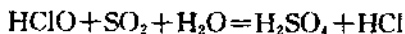
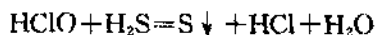
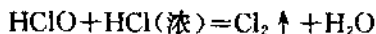
实验室制 Cl_2 如没有浓盐酸可用 NaCl 固体和浓硫酸代替,化学方程式如下:



九、漂白粉的制取及使用

(1)漂白粉的制取:工业上制漂白粉,不是把氯气通入石灰水或石灰乳中,而是把氯气通入冷的熟石灰粉中,这是因为石灰粉表面积大,既便于与氯气反应,又可直接得到固态漂白粉。其化学方程式是: $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{Cl}_2 = \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

(2)漂白粉的使用:漂白粉是次氯酸钙和碱性氯化钙的混合物,其有效成分是次氯酸钙。其中实际上没有 CaCl_2 。在使用漂白粉时要在酸性条件下进行,由于次氯酸是极弱的酸,当漂白粉遇其它酸或 CO_2 都能生成次氯酸而发挥漂白作用,但不能使用还原性较强的酸,这是因为次氯酸氧化性很强,会发生反应使漂白粉失效。如:



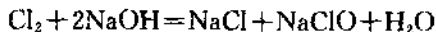
【思维方法】

例 1. 在标准状况下, H_2 和 Cl_2 的混合气体 $a\text{L}$, 经光照反应后, 所得气体恰好使 $b\text{mol}$ NaOH 完全转化为盐, 那么 a 与 b 的关系不可能是()。

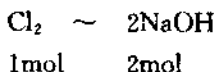
(A) $b = a/22.4$ (B) $b < a/22.4$ (C) $b > a/22.4$ (D) $b \geq a/22.4$

解析: 由题意知 H_2 和 Cl_2 的总体积为 $a\text{L}$, 即不管 H_2 和 Cl_2 的体积怎样变化, 总是受 $V(\text{H}_2) + V(\text{Cl}_2) = a\text{L}$ 制约。因此, 当 $V(\text{Cl}_2) \rightarrow a$ 时, $V(\text{H}_2) \rightarrow 0$ (箭头表示趋向的意思); 当 $V(\text{H}_2) \rightarrow a$ 时, $V(\text{Cl}_2) \rightarrow 0$ 。接下来, 分别按上述两种情况进行讨论:

(1) 由 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 = 2\text{HCl}$, $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$



可知: 无论是 H_2 过量, 还是 Cl_2 过量, Cl_2 总是全部直接或间接地与 NaOH 作用完, 且必有:



$$V(\text{Cl}_2)/22.4 \quad b = V(\text{Cl}_2)/11.2$$

当 $V(\text{Cl}_2) \rightarrow a$ 时, $b \rightarrow a/11.2$, 即 b 始终 $< a/11.2$ 。

(2) 当 $V(\text{H}_2) \rightarrow a$, $V(\text{Cl}_2) \rightarrow 0$, 则有:

$$b = \frac{V(\text{Cl}_2)}{11.2} \rightarrow 0, \text{即 } b \text{ 始终 } > 0.$$

综上所述可得: $0 < b < a/11.2$, 答案为(D)。

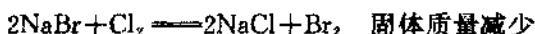
评注: 此题的传统解法是分别按 H_2 过量或 Cl_2 过量两种情况讨论求解, 步骤繁琐。现在, 从“极限”出发, 抓住关键的关系式 $\text{Cl}_2 \sim 2\text{NaOH}$, 迅速破题, 体现了化学思维的敏捷性。这也说明解题有法, 但无定法。

例 2. 将 5.000NaCl 、 NaBr 和 CaCl_2 的混合物溶于水, 通入 Cl_2 充分反应, 然后把溶液蒸干灼烧, 灼烧后的残留物的质量是 4.914g , 若将残留物再溶于水并加入足量 Na_2CO_3 溶

液,所得沉淀干燥后质量为 0.27g,求原混合物中各化合物的质量。

解析:本题的特征是固态混合物变为残留物质量减少:(5.000-4.914)g,即出现了“差量”,这种“差量”的形成是受整个反应体系严格控制的,具体到本题中就是“Cl”置换“Br”时,由于 Br 的原子量比 Cl 的原子量大,从而产生了质量“亏损”。因此,可以把“差量”看成是一种特殊的“生成物”,纳入化学方程式计算,这就是所谓“差量法”。下面,用“差量法”来解本题。

设原有 $x\text{gNaBr}$, $y\text{gCaCl}_2$



206g

89g

$x\text{g}$

$$5.000 - 4.914 = 0.086\text{g}$$

$$x = 206 \times \frac{0.086}{89} = 0.2(\text{g})$$



111g

100g

$y\text{g}$

0.27g

$$y = 111 \times \frac{0.27}{100} = 0.3(\text{g})$$

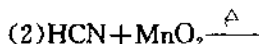
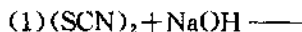
原混合物中 NaCl 的质量 = $5.000 - (0.3 + 0.2) = 4.50(\text{g})$ 答:略。

例3. NaBr, MnO_2 混合物与浓 H_2SO_4 共热所发生的主要反应的化学方程式是_____。

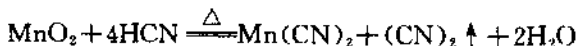
解析:比较 Cl 和 Br 的非金属性活泼性,知 $\text{Cl} > \text{Br}$,反过来还原性 $\text{Br}^- > \text{Cl}^-$ 。比较 MnO_2 能氧化 HCl,而浓 H_2SO_4 不能氧化 HCl,知氧化性 $\text{MnO}_2 > \text{浓 H}_2\text{SO}_4$,故主要反应为: $2\text{NaBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{Br}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,而不是:



例4. 有些物质如氰 $(\text{CN})_2$ 、硫氰 $(\text{SCN})_2$ 与卤素分子的性质相似,请写出下列反应式:



解析:题目给出 $(\text{CN})_2$ 和 $(\text{SCN})_2$ 与卤素分子相似的信息,提示类比 Cl_2 写出反应式:



【同步训练】

1. 下列说法正确的是()。

- (A) Cl^- 和 Cl_2 都是氯元素 (B) Cl_2 有毒, Cl^- 也有毒
(C) Cl^- 离子半径比 Cl 原子半径大 (D) Cl_2 和 Cl 原子都呈黄色

2. 下列物质中含有 Cl^- 的是()。

- (A) 液氯 (B) KClO_3 溶液 (C) HCl 气体 (D) NaCl 晶体

3. Cl_2 通入石灰乳得漂白粉,其主要成分是: $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。现有一种漂白粉的“有效氯”(过量 HCl 和漂白粉作用生成 Cl_2 的质量和漂白粉质量之比)为 35.5%。若该漂白粉的组成和上述化学式相符,则式中 n 值是()。

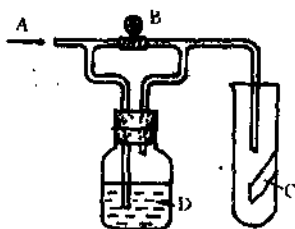
- (A) 10 (B) 8.5 (C) 8 (D) 6.5

4. 下列叙述正确的是()。

- (A) 使用漂白粉时若加少许氢硫酸可增强其漂白性
(B) 液氯有酸性, 而氯水也有酸性
(C) Cl_2 能氧化有色物质而具漂白性
(D) Cl^- 没有 Cl 原子活泼

5. 右图中 A 处通入 Cl_2 , 关闭 B 阀时, C 处红色布条无变化; 打开 B 阀时, C 处红色布条褪色, 则 D 中的溶液是()。

- (A) 浓 H_2SO_4 (B) H_2O
(C) NaOH 溶液 (D) 饱和食盐水



6. 要确认集气瓶中是否集满 Cl_2 , 正确的操作是()。

- (A) 将 AgNO_3 溶液滴入集气瓶中, 观察是否生成白色沉淀。
(B) 用手将湿润的淀粉碘化钾试纸放在集气瓶上方, 观察是否变蓝。
(C) 将湿润的淀粉碘化钾试纸粘在玻棒一端, 伸到瓶口附近, 观察是否变蓝。
(D) 将湿润的品红试纸粘在玻棒一端, 伸到瓶口附近, 观察是否褪色。

7. 漂白粉在空气中容易变质的原因是()。

- (A) CaCl_2 易吸收空气中的水分 (B) $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 易与盐酸反应
(C) $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 见光易分解 (D) $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 易与空气中的 CO_2 和水作用

8. 密闭容器中 $m\text{L}$ H_2 和 Cl_2 的混合气体, 用电火花引爆后恢复到原状况, 体积不变, 用足量 NaOH 溶液吸收后无气体剩余, 则原混合气体中 Cl_2 与 H_2 的体积比可能是()。

- (A) >1 (B) $=1$ (C) <1 (D) 无法确定

9. 1mol 两种卤素单质的混合物与 H_2 在一定条件下完全反应后, 生成的卤化氢的平均分子量为 38.5, 则这两种卤素单质可能是()。

- (A) Br_2, I_2 (B) Br_2, Cl_2 (C) Cl_2, F_2 (D) F_2, Br_2

10. 要得到干燥的氯气, 应使氯气通过()。

- (A) 浓 H_2SO_4 (B) 固体烧碱
(C) 生石灰 (D) 饱和食盐水

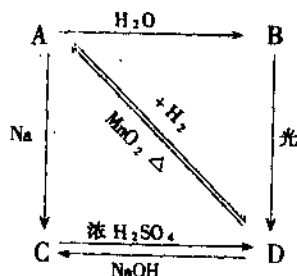
11. 往某溶液中通入过量氯气, 再滴入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 和 HNO_3 溶液, 溶液中有白色沉淀, 原溶液可能是()。

- (A) AgNO_3 (B) Na_2SO_3 (C) Na_2CO_3 (D) CaCl_2

12. 要除去液溴中溶解的少量 Cl_2 , 可采用的方法是()

- (A) 加入 NaCl (B) 加入适量的 NaBr
(C) 加入适量的 Cl_2 (D) 加入适量的 Br_2

13. 常温下, A 是双原子分子气态单质, 其密度为 3.17g/L (标准状况), B、C、D 都是含 A 元素的化合物, 转化关系如右图所示。



(A) 分别写出 A、B、C、D 的化学式: A _____、B _____、C _____、D _____。

(B) 写出 $\text{D} \rightarrow \text{C}$ 的化学反应方程式_____。

14. 将 Cl_2 通入浓 NaOH 溶液中, 反应的化学方程式是_____, 若向反应后的溶液中滴加稀 H_2SO_4 少许, 反应的化学方程式是_____。

15. 将 agH_2 和 $bgCl_2$ 混合点燃反应后, 将反应后所得的气体通入足量 $NaOH$ 溶液中。求
(1) 通过 $NaOH$ 溶液后, 可能剩余的气体的质量。(2) 溶液中可能生成的 $NaCl$ 的质量。

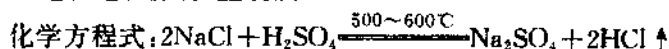
第二节 氯化氢

【基础知识】

一、氯化氢与盐酸的区别

	氯化氢	盐 酸
物理性质	无色、有刺激性气味的气体, 密度比空气大, 气态、液态的 HCl 不导电。	无色液体, 通常浓盐酸含 37% 的 HCl , 密度为 1.19, 能导电。
化学性质	干燥的氯化氢和液态氯化氢均不能使酸、碱指示剂变色。常温下, 干燥的 HCl 不与金属、碱性氧化物和碱反应, 液态 HCl 不与金属反应。	具有强酸性、氧化性和还原性, 能使酸、碱指示剂变色, 能跟许多活泼金属反应放出 H_2 , 能和碱、盐、碱性氧化物发生复分解反应。

二、氯化氢的实验室制法



原理: 挥发性酸的盐 + 难挥发性酸 $\rightarrow$ 挥发性酸

注意: 不能用稀硫酸制取 HCl , 因 HCl 极易溶于水, 反应体系中水分多, HCl 难逸出, 得不到 HCl 气体。

产物: 当 $NaCl$ 过量时, 微热时生成 $NaHSO_4$, 灼烧时生成 Na_2SO_4 ; 当浓 H_2SO_4 过量时, 无论微热还是灼烧都是生成 $NaHSO_4$, 因过量的 H_2SO_4 会与 Na_2SO_4 反应: $Na_2SO_4 + H_2SO_4 = 2NaHSO_4$ 。

【思维方法】

例1. 在密闭容器中充有 H_2 、 O_2 、 Cl_2 三种气体, 点燃后刚好完全反应, 再冷却得到液态产物的质量分数为 33.6%, 则原容器中三种气体的体积比为()。

(A) 9:4:1 (B) 9:4:2 (C) 2:1:1 (D) 2:1:2

分析: 本题从浓度入手很麻烦, 如果从体积关系入手, 则很简单。三种气体发生的反应为: $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ $H_2 + Cl_2 = 2HCl$

当这三种气体恰好完全反应时, 必满足:

$V(H_2) = 2V(O_2) + V(Cl_2)$ 四个选项中只有(A)符合, 故本题答案为(A)。

例2. 容积为 1L 的干燥容器中充入 HCl 气体后, 测得容器内气体对氧气的相对密度为 1.082。用此气体进行喷泉实验, 当喷泉停止后, 进入容器中液体的体积是()。

(A) 0.5L (B) 0.25L (C) 0.75L (D) 1L

分析: 容器内混合气体的平均分子量为:

$$M(O_2) \times 1.082 = 32 \times 1.082 = 34.6$$

由 $V(\text{HCl}) + V(\text{空气}) = 1(\text{L})$ 可得:

$$\{36.5V(\text{HCl}) + 29[1 - V(\text{HCl})]\} / 1 = 34.6$$

解得 $V(\text{HCl}) = 0.75(\text{L})$, 应选(C)。

例3. 含 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 148g 的石灰水中通入 110gCO_2 能得到多少克沉淀?

分析: 凡两种反应物的量都为已知时, 都要判断是否存在过量问题。一般用交叉相乘法进行判断, 以不过量的反应物计算生成物的量。

解答: 由 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

$$\begin{array}{ccc} 74 & 44 & 100 \\ 148 & 110 & 200 \end{array}$$

因为 $74 \times 110 > 148 \times 44$, 所以 CO_2 过量, 以不过量的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 进行计算得 CaCO_3 为 200g。

剩余的 CO_2 为 $110 - 88 = 22(\text{g})$, 又会与 CaCO_3 反应:



$$\begin{array}{cc} 100 & 44 \\ 50 & 22 \end{array}$$

故剩下的 CaCO_3 只有 $200 - 50 = 150(\text{g})$ 答: 略。

例4. 除去 CO_2 气体中混有的少量氯化氢, 应选用的试剂是()。

- (A) 饱和 Na_2CO_3 溶液 (B) 饱和 NaHCO_3 溶液
(C) 碱石灰 (D) 苛性钠溶液

分析: 因 CO_2 和 HCl 均可与试剂 A、C 和 D 作用, 故可排除, 应该选(B)。

【同步训练】

1. 要除去 HCl 气体中的 Cl_2 应选用下列溶液中的()。

- (A) 饱和食盐水 (B) KI 溶液
(C) 纯水 (D) 碘化钾—浓盐酸混合液

2. 区别氯气和氯化氢应选用()。

- (A) AgNO_3 溶液 (B) 湿润的淀粉 KI 试纸
(C) 淀粉溶液 (D) 石蕊试液

3. 下列氯化物不能用金属与盐酸制得的是()。

- (A) NaCl (B) MgCl_2 (C) CuCl_2 (D) FeCl_3

4. 在一密闭容器中盛 $m\text{LCl}_2$ 和 H_2 的混合气体, 用电火花引燃后, 恢复到原状态, 发现混合气体仍为 $m\text{L}$, 用足量的 NaOH 溶液吸收引燃后的气体, 结果被完全吸收。由此可知, 原混合气体中, Cl_2 和 H_2 的物质的量之比可能是()。

- (A) $\text{Cl}_2:\text{H}_2 = 1:1$ (B) $\text{Cl}_2:\text{H}_2 < 1$ (C) $\text{Cl}_2:\text{H}_2 > 1$ (D) $\text{Cl}_2:\text{H}_2 \leq 1$

5. 在烧瓶中盛浓硫酸和一种固体化合物加热制备一种气体, 则该固体化合物可能是()。

- (A) KI (B) KCl (C) Na_2S (D) CaF_2

6. 用下列各组物质做喷泉实验, 能成功的是()。

- (A) CO_2 气体与浓 NaOH 溶液 (B) Cl_2 与饱和食盐水
(C) HCl 气体与 NaOH 溶液 (D) CO_2 气体与稀盐酸

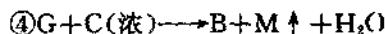
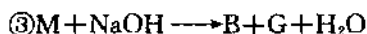
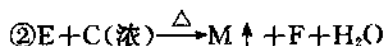
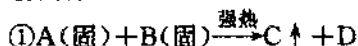
7. 下列方法可用于制备卤化氢气体的是()。

- (A) NaCl 跟浓 HNO_3 共热制 HCl (B) CaF_2 跟浓 H_2SO_4 共热制 HF
(C) NaBr 跟浓 H_3PO_4 共热制 HBr (D) KI 和浓 H_2SO_4 共热制 HI

8. 某金属氧化物为 M_xO_y , 那么该金属的氯化物应是()。

- (A) $\text{M}_{y/x}\text{Cl}$ (B) $\text{MCl}_{y/x}$ (C) M_xCl_y (D) MCl_x

9. 下列反应中, A、B 为含同种金属元素的盐, D 为硫酸盐, M 为常温下的气态单质, E 是黑色固体:

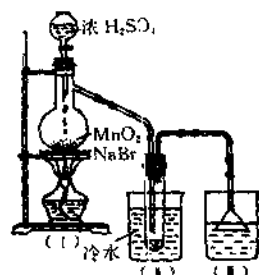


则 A 是____, B 是____, C 是____, D 是____, E 是____, F 是____, G 是____, M 是____。

10. 若 CO_2 中混有 HCl, 要得到纯净的 CO_2 , 其方法是____, 化学方程式为:_____。

11. 根据右图实验, 填空和回答问题:

(1) 烧杯中所发生的主要反应的化学方程式是____, 装置(I)的烧杯中冷水所起的作用是____, 装置(II)的烧杯中液体的作用是_____。



(2) 进行此实验时, 烧瓶内的橡皮塞最好用锡箔包住, 用橡皮管连接的两玻璃管口要相互紧靠, 这是因为_____。

(3) 装置(II)的烧杯中使用倒置漏斗可防止液体倒吸, 试简述其原理。

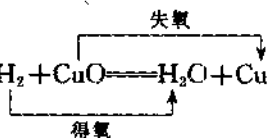
12. 将 11.7g NaCl 跟 20g 质量分数为 98% 的硫酸在强热条件下反应, 生成的氯化氢制成盐酸与过量的 MnO_2 作用, 在理论上可得到 Cl_2 多少克?

第三节 氧化-还原反应

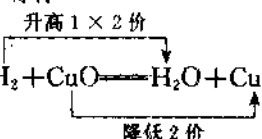
【基础知识】

一、氧化-还原反应的概念

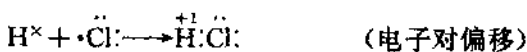
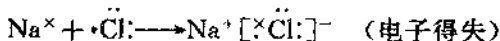
1. 从得氧失氧看: 有得失氧的反应都是氧化-还原反应。如 $\text{H}_2 + \text{CuO} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$



2. 从反应特征看: 有化合价改变的反应都是氧化-还原反应。如 $\text{H}_2 + \text{CuO} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$



3. 从反应本质看: 有电子得失或电子对偏移的反应都是氧化-还原反应。如:



二、几组概念的联系与区别

氧化剂(具有氧化性) $+ne \xrightarrow{\text{发生还原反应}}$ 还原产物
 还原剂(具有还原性) $-ne \xrightarrow{\text{发生氧化反应}}$ 氧化产物
 即升(化合价升高)失(失去电子)氧(发生氧化反应)
 降(化合价降低)得(得到电子)还(发生还原反应)

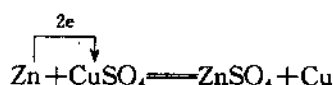
三、氧化-还原反应与四种基本反应类型的关系

基本反应类型	氧化-还原反应	非氧化-还原反应
化合反应	$2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
分解反应	$2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2$	$\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$
复分解反应	——	$\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
置换反应	$\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$	

小结:有单质参加的化合反应一定是氧化-还原反应;有单质生成的分解反应一定是氧化-还原反应;置换反应都是氧化-还原反应;复分解反应都不是氧化-还原反应。

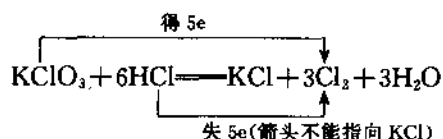
四、氧化-还原反应中电子转移的表示法

1. 单线桥法。如:



表示的是电子转移的方向和数目,箭头指向的物质必须是氧化剂,“2e”表示电子转移的数目,“2e”前不写“得”或“失”等字样。

2. 双线桥法。如:



箭头不是表明电子的直接转移关系,而是表明同一元素在反应前后的得失电子的情况。氧化剂箭头所指向的产物为还原产物,还原剂箭头所指向的产物为氧化产物。注意“5e”前应注明“失”或“得”字样。

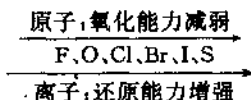
五、物质氧化性、还原性的强弱判断

1. 由金属活动顺序判断

左 $\xrightarrow{\text{原子: 还原能力渐弱}} \rightarrow$ 右
 离子: 氧化能力渐强

如: 还原性: $\text{Mg} > \text{Zn} > \text{Fe}$, 氧化性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$

2. 由非金属活动顺序判断



例如: 氧化性 $\text{F} > \text{O} > \text{Cl}$, 还原性 $\text{S}^{2-} > \text{I}^- > \text{Br}^-$ 。

3. 由氧化-还原反应方程式判断

对于反应: 氧化剂 + 还原剂 $\longrightarrow$ 还原产物 + 氧化产物, 氧化性: 氧化剂 $>$ 氧化产物, 还原性: 还原剂 $>$ 还原产物。

如已知 ① $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$, ② $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$, ①②中氧化剂分别为 Fe^{3+} 、 Cl_2 , 氧化产物分别为 I_2 、 Fe^{3+} , 故氧化能力 $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$, $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$, 则 $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ 。

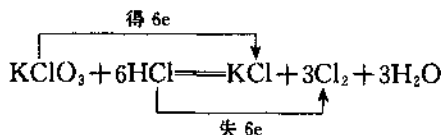
4. 由被氧化或被还原的程度判断

如 $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$, $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$ 氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{S}$

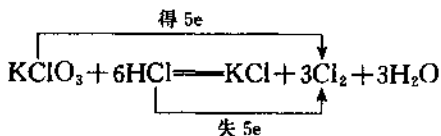
【思维方法】

例1. 标出反应 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 中电子转移的方向和数目。

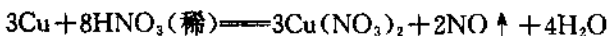
有些同学是这样标的:



这种标法是错误的, 因为它们是同一元素之间的氧化-还原反应, 其反应规律是“高价 + 低价 $\longrightarrow$ 中间价”, 即还原剂不可能把氧化剂中高价态的同种元素还原为与自身相同的价态。正确的标法是:

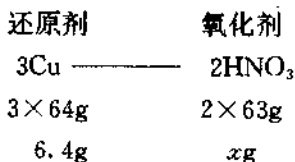


例2. 稀硝酸和铜粉可发生如下反应:



若有 6.4g 铜完全反应, 则被还原的 HNO_3 是多少克?

分析: 反应式中“ 8HNO_3 ”只有“ 2HNO_3 ”被还原, 因为生成物中有“ $3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ”, 即 6 个 NO_3^- 中 N 的化合价没有变化, 说明“ 6HNO_3 ”只起酸的作用。所以还原剂与氧化剂的关系式为 (设被还原的硝酸为 $x\text{g}$)



即 $3 \times 6.4 \times x = 2 \times 63 \times 6.4$ 解得 $x = 4.2(\text{g})$

【同步训练】

1. 下列叙述中正确的是()。

(A)含最高价元素的化合物,一定有强氧化性。

(B)阳离子只有氧化性,阴离子只有还原性。

(C)还原剂失电子越多,还原性越强。

(D)化学反应中,某元素由化合态变为游离态,此元素可能被氧化,也可能被还原。

2. 已知(1) $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$ (2) $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$, 判断下列物质的氧化性由强到弱的顺序是()。

(A) $\text{Fe}^{3+} > \text{Cl}_2 > \text{I}_2$ (B) $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$

(C) $\text{I}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$ (D) $\text{Cl}_2 > \text{I}_2 > \text{Fe}^{3+}$

3. 在 $3\text{BrF}_3 + 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HBrO}_3 + \text{Br}_2 + 9\text{HF} + \text{O}_2$ 的反应中,每3mol BrF_3 中被水还原的 BrF_3 的物质的量是()。

(A) 1.33mol (B) 3mol (C) 2mol (D) 1mol

4. $\text{M}_2\text{O}_7^{2-}$ 与 S^{2-} 在酸性溶液中发生如下反应: $\text{M}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{S}^{2-} + 14\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{M}^{3+} + 3\text{S} \downarrow + 7\text{H}_2\text{O}$, 则 $\text{M}_2\text{O}_7^{2-}$ 中 M 的化合价是()。

(A) +6 (B) +4 (C) +3 (D) +2

5. 下列反应一定属于氧化-还原反应的是()。

(A)复分解反应 (B)置换反应 (C)化合反应 (D)有单质生成的反应

6. 下列说法正确的是()。

(A) H^+ 的氧化性比 Cu^{2+} 强

(B) H_2O 既可作氧化剂又可作还原剂

(C) CO_2 既能作氧化剂又能做还原剂

(D) I^- 的氧化性比 Br^- 弱

7. 下列变化需要加入氧化剂才能完成的是()。

(A) $\text{S}^{2-} \longrightarrow \text{HS}^-$ (B) $\text{MnO}_4^- \longrightarrow \text{MnO}_4^{2-}$

(C) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \longrightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ (D) $\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2$

8. 下列过程,加入还原剂,在常温下就能实现的是()。

(A) $\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Ag}$ (B) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \longrightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

(C) $\text{CuO} \longrightarrow \text{Cu}$ (D) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow \text{CrO}_4^{2-}$

9. 废水中含有 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 时,对环境污染十分严重,所以要加入试剂,使之还原为 Cr^{3+} ,从环境保护角度看,宜于加入()。

(A) Na_2SO_3 和 H_2SO_4 (B) Fe^{3+} (C) 盐酸 (D) NaOH

10. 将12g 金属混合物放入稀盐酸中放出5.6L H_2 (标况),此金属混合物的可能组成为()。

(A) Ca 和 Fe (B) Zn 和 Fe (C) Cu 和 Fe (D) Mg 和 Al

11. 对于反应: $\text{H}^- + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{H}_2 + \text{NH}_2^-$, 正确的说法是()。

(A)是置换反应 (B) H^- 是氧化剂 (C) H^- 是还原剂

(D) H_2 既是氧化产物又是还原产物 (E) NH_3 是氧化剂又是还原剂

12. 用30mL 0.1mol/L 的 Na_2SO_3 溶液,恰好将 $2 \times 10^{-3}\text{mol}$ 的 XO_4^- 离子还原,则元素 X 在还原产物中的化合价是_____。

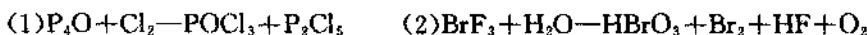
13. 在 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 反应中:

(1)氧化剂与还原剂的物质的量之比为_____;

(2)氧化产物与还原产物物质的量之比是_____;

(3)当有2molCl₂生成时,转移_____ mol 电子。

14. 试配平下列化学方程式



15. 在 $11P + 15CuSO_4 + 24H_2O = 5Cu_3P + 6H_3PO_4 + 15H_2SO_4$ 反应中,每1molCuSO₄可氧化磷的物质的量是_____。

16. 将氯气通入浓氨水中发生下列反应: $3Cl_2 + 8NH_3 \rightarrow 6NH_4Cl + N_2 \uparrow$, 若将1.12L 氯、氮混合气体(90%Cl₂, 10%N₂)通入浓氨水,实验测得逸出的气体(除去NH₃后)体积为0.672L(50%Cl₂和50%N₂)。问反应中有多少克氨被氧化?(本题中气体体积均已换算成标准状况下的体积)

第四节 卤族元素

【基础知识】

一、卤族的共性与特殊性

1. 卤素常见的化合价有-1、+1、+5、+7几种,但氟只有-1价,并无正价,因为氟是最活泼的非金属元素。

2. 卤素单质Cl₂、Br₂、I₂与H₂化合都需要一定条件,唯独F₂在黑暗处就可与H₂爆炸化合。

3. 卤素单质Cl₂、Br₂、I₂与水反应的通式为 $X_2 + H_2O \rightleftharpoons HX + HXO$ (I₂与水反应极弱),但F₂与H₂O反应却是: $2F_2 + 2H_2O \rightarrow 4HF + O_2 \uparrow$, 因此实验室不能制得氟水,却有氯水、碘水、溴水,这说明溶于水的Cl₂、Br₂、I₂只部分与水反应,而F₂与H₂O相遇就会很快全部反应。

4. 卤素单质中在常温下只有Cl₂与碱溶液反应的化学方程式为: $Cl_2 + 2OH^- \rightarrow Cl^- + ClO^- + H_2O$, Br₂与碱溶液反应生成溴酸盐: $3Br_2 + 6NaOH \rightarrow NaBrO_3 + 5NaBr + 3H_2O$, I₂与NaOH在任何温度下都生成NaIO₃: $3I_2 + 6NaOH \rightarrow NaIO_3 + 5NaI + 3H_2O$, F₂与NaOH溶液反应为: $2F_2 + 2NaOH \rightarrow 2NaF + OF_2 \uparrow + H_2O$

5. 由过量的F₂、Cl₂、Br₂分别与Fe反应都生成FeX₃,而I₂与Fe反应时只生成FeI₂。

6. 氯、溴、碘都有含氧酸,氟却没有含氧酸,这是因为氟在化合物中只能表现为负价,而不能显正价的缘故。

7. 卤化氢通常用相应的金属卤化物(CaF₂、NaCl、NaBr、NaI)跟浓硫酸反应制得,但制取HI和HBr只能用非氧化性的磷酸: $NaI + H_3PO_4 \xrightarrow{\Delta} NaH_2PO_4 + HI \uparrow$, 这是因为HI和HBr能被浓H₂SO₄氧化: $2HI + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$

8. 卤化氢中HCl、HBr、HI都是强酸,且按HF→HI的顺序依次增强,HF是一种弱酸。

9. 卤化氢沸点一般随分子量增加而升高,但HF比HI的沸点要高,这是一种反常现象。

二、有关卤素的几个常见问题

1. 氢氟酸的盛装通常用塑料瓶,这是因为氢氟酸能腐蚀玻璃: $4HF + SiO_2 \rightarrow SiF_4 \uparrow +$