

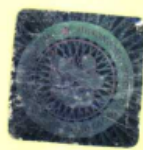
GAO KAO QING ZHOU



【新课程版】

◆ 2005年高考总复习

长风破浪会有时，
我驾轻舟济沧海。



高考轻舟

化学

学生用书

丛书主编：肖 鹏 本册编著：张溪岑
依据国家教育部2004年最新《考试大纲》学科标准编写
人大附中 启东中学 黄冈中学 福州一中 广大附中一线特高级教师联袂编著审定

内蒙古大学出版社

名

校之约

轻舟我行

GAO KAO QING ZHOU



【新课程版】

◆ 2005 年高考总复习

长风破浪会有时，
我驾轻舟济沧海。



高考轻舟

名

校之约

轻舟我行

化学

学生用书

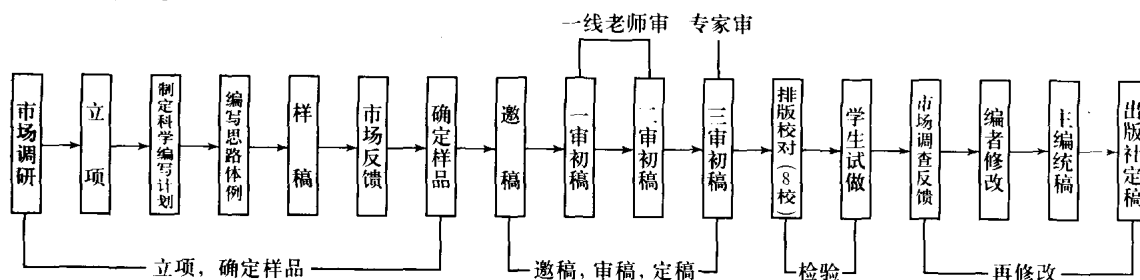
本册编著 张溪岑 吴卫丰 李佩之

丛书主编：肖 鹏

依据国家教育部2004年最新《考试大纲》学科标准编写
人大附中 启东中学 黄冈中学 福州一中 广大附中一线特高级教师联袂编著审定

内蒙古大学出版社

编写流程图:



内蒙古大学出版社编辑室

图书在版编目(CIP)数据

2004年高考轻舟/肖鹏主编.

-呼和浩特: 内蒙古大学出版社2004.3

ISBN7-81074-627-8

I.2... II.肖... III.课程—高中—习题—升学参

考资料 IV.G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第006892号

责任编辑 呼 和
主 编 肖 鹏 许建华
总 策 划 沈 平 邓保沧

封面设计 许 锁
责任印制 马利杰

书 名 高考轻舟
出版发行 内蒙古大学出版社
地 址 呼和浩特市昭乌达路88号
邮政编码 133002
电 话 0471-4992915

网 址 WWW.yucaibooks.com
E-mail sales@yucaibooks.com
service@yucaibooks.com

排 版 河北省排版校对中心
印 刷 河北沧县二印

开 本 850×1168 1/16
印 张 292
字 数 680, 000
书 号 ISBN7-81074-627-8/G·91

版 次 2004年3月第1版
印 次 2004年3月第1次
印 数 1-20000
总 定 价 380.00元 本册定价 33.00元

凡购买内蒙古大学出版社图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请在所购图书销售部门联系调换。封面上无高考轻舟系列丛书防伪标志的产品不得销售。

版权所有 侵权必究

《高考轻舟》丛书简介

经典选择：让你品味名师的教学结晶，体验名师的备考精髓，理解学科考试的特点差异。为助莘莘学子及早做好2005年的高考复习，为使本丛书具有特色，我们特寻遍全国大江南北，走访众多名校名师，认真调查学子高考备考情况，把握高三学子的实际水平，并力邀全国南北多年从事高三教学有丰富经验的名校名师、对高考命题有研究的专家和具有多年指导高考经验的教师加盟，共同编写这套丛书《高考轻舟》。

我们坚信：长风破浪会有时，直挂云帆济沧海，翘首回望高考路，轻舟已过万重山。

构思精巧：每年高考莘莘学子埋头伏案、勤奋耕耘，苦于没有名师点拨，尤其是解题思维的点拨。因此我们策划这套书的主旨就是：着重提高学生思维、知识迁移、归纳演绎和拓展解题能力的综合素质。各学科教师针对学科特征进行精巧构思，运用多年的教学经验编写这套丛书，从全方位强化学生的基础知识，锤炼学生的解题能力，全套丛书语言简洁明了、练习循序渐进、基础考点有机结合、题型设计层层递进、全面提升综合素质。

整体意识：《高考轻舟》为各科名师领衔，全套丛书编写统一思想，并根据学科特色内容进行编排，架构新颖，讲究内化外联，重在提升素质。本丛书涵盖语文、数学、英语、物理、化学、生物、政治、历史、地理等高考学科，在追寻本丛书总体编写思想的指导下，各科根据各自学科特色编写，以保持学科知识的系统性、科学性和复习讲解的合理性。全套丛书关注习题考点结合，立足于学科渗透，点、层、面三结合，侧重学、思、考的互动，旨在演练、归纳、提升的内化。以立体式架构，构建学生的知识多维体系。真正做到难点、重点与考点的有机结合，真正达到知识、能力与综合的能力融合。

本套丛书主旨：体现以学生为本，提升能力为上，循序渐进为主，侧重点面结合，构建知识网络，立体思维渗透，强化综合素质。简言之，一切从学生实际出发，提升解决高考难题为宗旨。

丛书编委会

轻舟载你跨过高考山。

回望青山已藏云间。

十年寒窗换来金榜闪。

轻舟彼岸高考如云。

莘莘学子凯旋喜洋洋。

心旷神怡轻舟荡漾。

精心打造高考精英郎。

轻舟侧旁万众尽欢。

编写说明

化 学

本书包含了中学化学新课程的全部内容,科学地、巧妙地将高三选修的内容,渗透到了各个部分,使得学科体系更加完善,内容更加系统,更便于对整个中学化学知识体系的复习巩固,适合高考第一轮复习。本书较好地体现了最新考试大纲的精神,反映了考试命题的重点、热点、注意到考试的冷点及发展趋势。题目容量大、题型新,启发性强,解题精巧、解法多样。既重视了基础知识、基本方法和基本技能的落实,又照顾到优等生拓宽提高的特殊需要。这对帮助学生掌握系统的基础知识,训练有效的学习方法,培养思维能力、应用能力和创新能力,全面提高学生综合素质起着不可估量的作用,对帮助教师备课,选题上起着导向作用。

本书有如下特点:

1. 学案式编排,分教师用书和学生用书,便于进行课堂教学,减少板书,提高课堂教学效率,也可供教师备课之需,学生预习、听课、作业之需。

2. 全面体现高考以能力立意为主的命题思想,强调综合能力的考查,注重实用性与科学性的统一,体现创新精神与创新能力的培养。

3. 题目具有新颖性,总结新颖的规律方法,选择新鲜,有创造性的习题,增加了信息题,开放题、探索题、讨论题。

本书题型既考虑到实用性和适用性,由浅入深,以点带面,由一般到特殊,讲解深刻,知识点既博且约,覆盖面大,有利于学生举一反三;选题难易适当,适应所有的学生,循序渐进,既不增加学生的负担,又在思维和解题能力上适当的拓宽;既保证了内容的基础性,又兼顾到学生解决综合问题的能力。

本书的主要栏目:

考纲要求:紧紧按照最新考试大纲,并在具体梳理、总结该考点近几年高考试题内容的基础上,结合当前的改革精神,明确复习的内容范围、深度要求、能力层次。

知识梳理:按照考纲要求,以学案形式,对重点难点知识进行精要讲解,重点帮助学生理清知识脉络,掌握基础知识。

典型例题:以培养学生创新能力,瞄准高考为目的,精选最能体现多方面能力考查要求,包括一些情景较新的应用型试题。例题具有极强的示范性、典型性、实践性、启发性、直观性和新颖性。

跟踪训练:主要从近几来自全国各地的考前模拟试题中精选或改编设计出新颖、内涵中进行互动操作。参加本书编写的是全国名校的特、高级的老师,充分展示了全国名校的最新教学成果。

张溪岑

2004 年于启东中学

个人简介

张溪岑 国家级示范高中,江苏省启东中学化学高级教师,江苏省化学学会会员,化学奥林匹克竞赛教练,具有丰富高考经验,培养了一大批化学拔尖人才,多次在化学奥赛中获奖的班级化学高考成绩稳居江苏省前列。从事化学教学理论的研究,发表教学论文十多篇,曾参予《化学名师导练》等十多种教辅资料编写工作。

目 录

CONTENTS



目 录

第 1 讲 氧化还原反应的概念····· 7	第 26 讲 环境保护····· 119
第 2 讲 氧化还原反应方程式的配平··· 11	氧族元素综合训练题····· 123
第 3 讲 电子守恒在氧化还原反应方程式计 算中的应用····· 15	第 27 讲 碳族元素····· 127
第 4 讲 离子反应和离子方程式····· 18	第 28 讲 碳及其氧化物····· 130
第 5 讲 离子共存问题····· 22	第 29 讲 硅及其重要化合物····· 133
第 6 讲 化学反应中的能量变化····· 26	第 30 讲 硅酸盐工业简介、新型无机非金属 材料····· 137
化学反应及其能量变化综合训练题····· 30	碳族元素综合训练题····· 141
第 7 讲 钠及其化合物····· 34	第 31 讲 氮族元素····· 144
第 8 讲 碱金属元素····· 38	第 32 讲 氮和磷····· 148
碱金属综合训练题····· 42	第 33 讲 氨和铵盐····· 152
第 9 讲 物质的量····· 46	第 34 讲 硝酸····· 156
第 10 讲 气体摩尔体积····· 49	第 35 讲 有关化学方程式的计算(过量计算 和多步反应计算)····· 160
第 11 讲 物质的量浓度····· 53	氮族元素综合训练题····· 165
第 12 讲 有关溶液组成的计算····· 57	第 36 讲 化学反应速率····· 169
物质的量综合训练题····· 60	第 37 讲 化学平衡····· 173
第 13 讲 氯气····· 63	第 38 讲 影响化学平衡的条件····· 177
第 14 讲 含氯化合物····· 67	第 39 讲 合成氨条件的选择····· 181
第 15 讲 卤族元素····· 70	化学平衡综合训练题····· 185
第 16 讲 物质的量应用于化学方程式的计 算····· 74	第 40 讲 电离平衡····· 189
卤族元素综合训练题····· 78	第 41 讲 水的电离和溶液的 pH····· 193
第 17 讲 原子结构····· 81	第 42 讲 盐类的水解····· 197
第 18 讲 元素周期律和元素周期表····· 85	第 43 讲 电荷守恒原理及溶液中微粒浓度 的比较····· 202
第 19 讲 离子键和离子化合物····· 89	第 44 讲 酸碱中和滴定····· 205
第 20 讲 共价键和共价化合物····· 93	第 45 讲 胶体的性质及其应用····· 209
第 21 讲 晶体的类型和性质····· 97	电离平衡综合训练题····· 213
物质结构和元素周期律综合训练题····· 101	第 46 讲 镁及其化合物····· 216
第 22 讲 氧族元素····· 104	第 47 讲 铝及其化合物····· 220
第 23 讲 二氧化硫····· 107	第 48 讲 铁及其化合物····· 224
第 24 讲 硫酸和硫酸盐····· 111	第 49 讲 金属概述及金属的冶炼····· 228
第 25 讲 硫酸工业····· 115	

目 录

CONTENTS

第 50 讲 原电池及其应用	232	合成材料综合训练题	310
第 51 讲 电解原理及其应用	236	第 68 讲 新型有机高分子材料	313
几种重要的金属综合训练题	240	第 69 讲 有机物的结构和同分异构现象	317
第 52 讲 甲烷和烷烃	244	第 70 讲 各类有机物的化学性质及其相互关系	321
第 53 讲 乙烯和烯烃	248	第 71 讲 有机物的推断和鉴别	326
第 54 讲 乙炔和炔烃	251	第 72 讲 有机物的合成	331
第 55 讲 苯和芳香烃	255	有机化学综合训练题	334
第 56 讲 石油的分馏	258	第 73 讲 常用化学仪器及其使用	337
烃综合训练题	262	第 74 讲 化学试剂的保存与选用	340
第 57 讲 溴乙烷和卤代烃	265	第 75 讲 化学实验基本操作	343
第 58 讲 乙醇和醇类	269	第 76 讲 气体的制备与净化	346
第 59 讲 有机物分子式和结构式的确定	272	第 77 讲 重要无机化合物的制备	349
第 60 讲 苯酚和酚类	276	第 78 讲 重要有机化合物的制备	353
第 61 讲 乙醛和醛类	280	第 79 讲 物质的检验、鉴定和推断	357
第 62 讲 乙酸和酸类	283	第 80 讲 混合物的分离与提纯	360
烃的衍生物综合训练题	287	第 81 讲 化学定量实验与数据处理	363
第 63 讲 糖类	289	第 82 讲 化学实验方案的设计与评价	366
第 64 讲 油脂	292	化学实验综合训练题	370
第 65 讲 蛋白质	295	参考答案	373
糖类 油脂 蛋白质综合训练题	299		
第 66 讲 有机高分子化合物	302		
第 67 讲 合成材料	306		



第1讲 氧化还原反应的概念



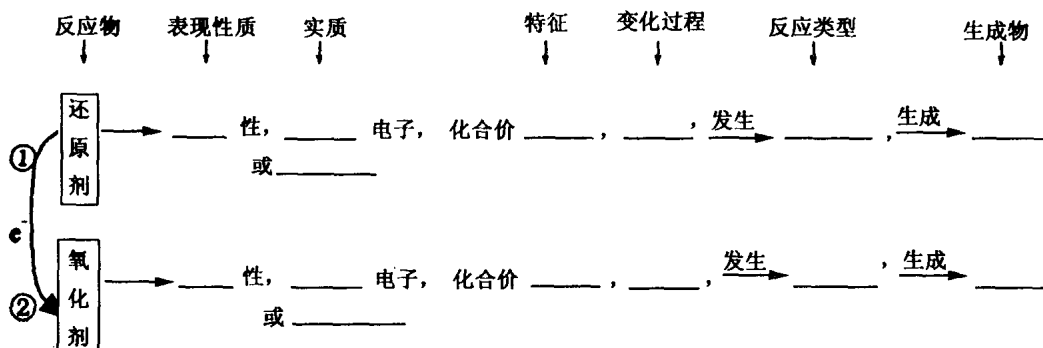
考纲要求

1. 掌握氧化还原反应的有关规律。
2. 了解重要的氧化剂和还原剂。
3. 物质氧化性、还原性强弱的比较。



知识梳理

一、氧化还原反应的有关概念及其相互联系



二、重要的氧化剂和还原剂

氧化剂和还原剂是性质相反的一对物质,在反应中是作氧化剂还是作还原剂主要取决于元素的化合价。一般说来,元素处于最高化合价时,它的原子只能_____电子(填“得到”或“失去”),因此,该元素只能作_____剂;元素处于最低化合价时,它的原子只能_____电子,因此,该元素只能作_____剂(如:金属单质只具有还原性);元素处于中间化合价时,它的原子随反应条件不同,既能_____电子,又能_____电子,因此,该元素既能作_____剂,又能作_____剂(如: $\overset{0}{\text{C}}$ 、 $\overset{0}{\text{S}}$ 、 $\overset{+2}{\text{Fe}}$ 、 $\overset{+4}{\text{S}}$ 等)。多数非金属单质既具有氧化性又具有还原性,少数只具有氧化性(如 F_2)。

1. 重要的氧化剂

- ① 活泼的非金属单质,如 _____ 等;
- ② 金属阳离子,如 _____ 等;
- ③ 高价或较高价含氧化合物(氧化物、盐、含氧酸),如: _____

_____ 等。

- ④ 过氧化物,如 _____ 等。

2. 重要的还原剂

1. 氧化还原反应定义:凡有 _____ 或 _____ 的反应叫氧化还原反应;实质: _____ (微观);特征: _____ (宏观)。
2. 相互联系

- ① 活泼或较活泼的金属单质,如 _____ 等;
- ② 某些非金属单质,如 _____ 等;
- ③ 低价金属阳离子,如 _____ 等;
- ④ 非金属阴离子,如 _____ 等;
- ⑤ 较低价的化合物,如 _____ 等。

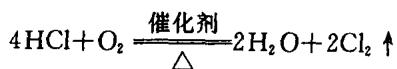
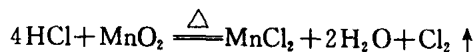
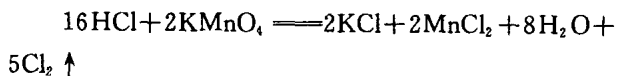
三、氧化还原反应的规律及其应用

1. 物质氧化性、还原性强弱的比较

① 在氧化还原反应中,氧化剂+还原剂——还原产物+氧化产物

如果反应能正向进行,则氧化性:氧化剂 _____ 氧化产物;还原性:还原剂 _____ 还原产物。

② 根据反应进行的难易程度不同进行判断。当不同的氧化剂作用于同一还原剂时,如氧化产物价态相同,可根据反应条件的高、低来进行判断。例如:



根据上述反应情况可推知氧化性强弱为 _____。



③根据氧化产物的价态高低判断氧化性、还原性的强弱。当变价的还原剂在相似的条件下作用于不同的氧化剂时,可根据氧化产物价态的高低来判断氧化剂氧化性的强弱。

例如: $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$ $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$, 可判断氧化性强弱为_____。

④根据元素周期表中的位置进行判断。

在周期表中,位置越左、下,其单质的还原性越_____,对应金属离子的氧化性越_____;位置越右、上,其单质的氧化性越_____(惰性气体除下),气态氢化物的还原性越_____。

⑤根据金属活动性顺序表判断氧化性、还原性的强弱

还原性逐渐()													
K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Sn	Pb	(H)	Cu	(Fe ²⁺)	Hg	Ag
K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	H ⁺	Cu ²⁺	Fe ³⁺	Hg ²⁺	Ag ⁺
氧化性逐渐()													

⑥根据非金属活动性顺序:一般来说,非金属单质的活动性顺序是: $\text{F}_2 > \text{O}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{S}$, 它们对应阴离子的还原性的强弱顺序是_____。

⑦根据原电池或电解池中电极的放电顺序来判断。如:A和B两种金属构成原电池时,若A为负极,则还原性_____;电解池中,一般来说,阴极优先放电的离子,_____性强,阳极优先放电的离子_____性强。

2. 氧化还原反应的一些规律

①一种氧化剂与多种还原剂或一种还原剂与多种氧化剂相遇时,一般依还原性或氧化性强弱顺序先后进行反应。如:在含1 mol FeBr_2 的溶液中通入1 mol Cl_2 , 先发生_____,后发生_____,总反应式为_____;如果将1 mol Cl_2 通入含1 mol FeI_2 的溶液中,则只发生_____。

②同一元素不同价态原子间发生氧化还原反应,生成产物的化合价只能相靠,不能相交。写出浓硫酸与 H_2S 气体发生反应的反应式_____。

③含同种元素相邻价态的两种物质之间不发生氧化还原反应,如浓硫酸和 SO_2 之间不反应。



典型例题

【例1】(1997·全国高考)下列叙述中正确的是 ()

A. 含金属元素的离子不一定是阳离子

B. 在氧化还原反应中,非金属单质一定是氧化剂

C. 某元素从化合态变为游离态时,该元素一定被还原

D. 金属阳离子被还原不一定得到金属单质

【解析】本题考查了氧化还原反应的概念。A项正确,因有的金属可以出现在阴离子中,例: MnO_4^- 、 AlO_2^- 等;B项错误,因非金属元素的化合价可以显正价,也可以显负价,例在 $\text{S} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{S}$ 中硫作氧化剂,而在 $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ 时,硫作还原剂;C项也错误,元素的化合态可能显正价,可能显负价,例 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$, 该反应中,氢元素被还原,而氧元素被氧化;D项正确,应考虑到变价金属,例 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \xrightarrow{\quad} 3\text{Fe}^{2+}$ 。故本题答案选A、D。

【例2】(2002·广东高考)R、X、Y和Z是四种元素,其常见化合价为+2价,且 X^{2+} 与单质R不反应: $\text{X}^{2+} + \text{Z} = \text{X} + \text{Z}^{2+}$; $\text{Y} + \text{Z}^{2+} = \text{Y}^{2+} + \text{Z}$, 这四种离子被还原成0价时表现的氧化性大小符合 ()

A. $\text{R}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{Y}^{2+}$

B. $\text{X}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{Y}^{2+} > \text{Z}^{2+}$

C. $\text{Y}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{X}^{2+}$

D. $\text{Z}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{Y}^{2+}$

【解析】可根据氧化性强弱的规律:氧化剂>氧化产物来比较四种离子被还原成0价时表现的氧化性大小。已知 X^{2+} 与单质R不反应,则氧化性: $\text{R}^{2+} > \text{X}^{2+}$, 再由两个反应式可知: $\text{X}^{2+} > \text{Z}^{2+}$, $\text{Z}^{2+} > \text{Y}^{2+}$, 故本题答案选A。

【例3】在含n mol FeBr_2 的溶液中,通入 Cl_2 , 有x mol Cl_2 发生反应。

(1)当 $x \leq \frac{n}{2}$ 时,反应的离子方程式为_____。

(2)当反应的离子方程式为: $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- = 2\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^-$ 时,x与n的关系为_____。

(3)当 Fe^{2+} 和 Br^- 同时被氧化时,x与n的关系是_____。

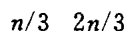
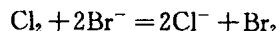
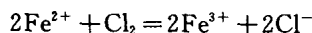
(4)当 $x = n$ 时,反应后氧化产物的物质的量为_____。

(5)往50.0 mL FeBr_2 溶液中缓慢通入1120 mL Cl_2 (标准状况),溶液中还原性离子只有 $\frac{2}{3}$ 溴离子未被氧化。求原 FeBr_2 溶液的物质的量浓度。

【解析】因还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, 故 Cl_2 先氧化 Fe^{2+} 后氧化 Br^- , 其离子方程式分别为:



$2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ 。故(1)至(4)的答案为:(1) $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$; (2) $x \geq \frac{3n}{2}$; (3) $x > \frac{n}{2}$ (4) $\frac{3n}{2}$ mol 或 $\frac{3x}{2}$ mol。(5)依题意 Br^- 部分被氧化,则 Fe^{2+} 必已全部被氧化。原溶液中 FeBr_2 的物质的量为 n ,则 Fe^{2+} 物质的量为 n , Br^- 物质的量为 $2n$,被氧化的 Br^- 物质的量为 $2n/3$ 。



则氯气物质的量为: $\frac{n}{2} + \frac{n}{3} = \frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}}$, 得 $n = 0.06 \text{ mol}$,

则 $c(\text{FeBr}_2) = \frac{0.06 \text{ mol}}{0.05 \text{ L}} = 1.2 \text{ mol/L}$



跟踪训练

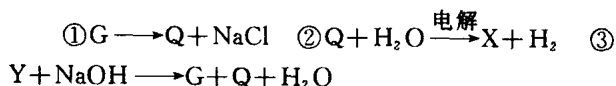
1. (1993·上海高考)下列反应中,属于非氧化还原反应的是 ()

- A. $3\text{CuS} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 3\text{S} \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 B. $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 C. $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KCrO}_4 + 2\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
 D. $3\text{CCl}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 2\text{CrO}_2\text{Cl}_2 + 3\text{COCl}_2 + 2\text{KCl}$

2. 下列有关氧化还原反应的叙述正确的是 ()

- A. 肯定有一种元素被氧化,另一种元素被还原
 B. 在反应中不一定所有元素的化合价都发生变化
 C. 置换反应一定属于氧化还原反应
 D. 化合反应和复分解反应不可能有氧化还原反应

3. (1996·上海高考)G、Q、X、Y、Z均为氯的含氧化合物。我们不了解它们的化学式,但知道它们在一定条件下具有如下的转换关系(未配平):



④ $\text{Z} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Q} + \text{X} + \text{H}_2\text{O}$ 。这五种化合物中氯的化合价由低到高的顺序为

- A. QGZYX B. GYQZX

C. GYZQX

D. ZXGYQ

4. 下面有关氧化还原的叙述正确的是 ()

- A. 金属单质在反应中只能作为还原剂
 B. 非金属单质在反应中只能作为氧化剂
 C. 金属原子失电子越多,其还原性越强
 D. Cu^{2+} 比 Fe^{2+} 氧化性强,Fe比Cu还原性强

5. 氯气跟碘在加热条件下以等物质的量反应,可得红棕色液体 ICl ,它的性质类似于卤素,有很强的化学活性: $2\text{Zn} + 2\text{ICl} = \text{ZnI}_2 + \text{ZnCl}_2$, $\text{ICl} + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HIO}$ 。下列叙述正确的是 ()

A. 在 Zn 与 ICl 的反应中, ZnI_2 既是氧化产物,又是还原产物

B. 在 Zn 与 ICl 的反应中, ZnCl_2 既是氧化产物,又是还原产物

C. 在 H_2O 与 ICl 的反应中, ICl 是氧化剂, H_2O 是还原剂

D. 在 H_2O 与 ICl 的反应中, ICl 既是氧化剂,又是还原剂

6. 在 $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2 \uparrow$ 里,下列叙述正确的是 ()

- ① H_2 是氧化产物; ② H_2 是还原产物; ③ H_2O 是氧化剂; ④ CaH_2 中的氢既被氧化也被还原; ⑤ 反应中氧化产物与还原产物的质量比为 1:1。

A. ①④⑤

B. ②④

C. ③⑤

D. ①④

7. (1996·上海高考)下列离子中最易给出电子的是 ()

A. Cl^-

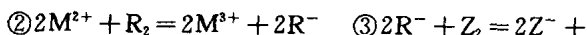
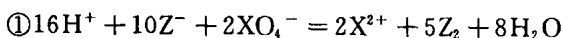
B. Cu^{2+}

C. Fe^{2+}

D. F^-

8. 已知在常温下,溶液中能发生如下反应:

()



R_2

由此推断,下列说法错误的是 ()

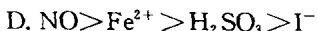
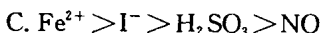
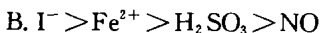
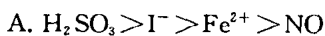
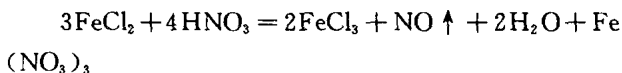
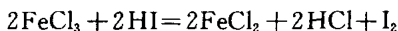
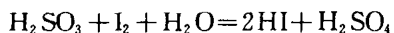
A. $2\text{M}^{2+} + \text{Z}_2 = 2\text{M}^{3+} + 2\text{Z}^-$ 可以进行

B. Z元素在①、③反应中发生还原反应

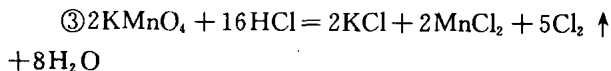
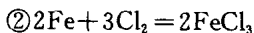
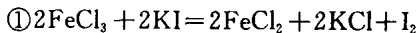
C. 各微粒氧化性由强到弱的顺序是: $\text{XO}_4^- > \text{Z}_2 > \text{R}_2 > \text{M}^{3+}$

D. 各微粒还原性由强到弱的顺序是: $\text{X}^{2+} > \text{Z}^- > \text{R}^- > \text{M}^{2+}$

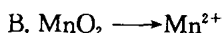
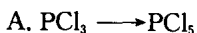
9. (1998·上海高考)根据下列反应判断有关物质还原性由强到弱的顺序是 ()



10. 今有下列三个氧化还原反应:

若某溶液中有 Fe^{2+} 、 I^- 、 Cl^- 共存,要氧化除去 I^- 而不影响 Fe^{2+} 和 Cl^- ,可加入的试剂是 ()

11. 需加入适当氧化剂才能实现的反应是 ()



12. 某单质 X 能从盐的溶液中置换出单质 Y,由此可知 ()

A. 当 X、Y 都是金属时, X 一定比 Y 活泼

B. 当 X、Y 都是非金属时, Y 一定比 X 活泼

C. 当 X 是金属时, Y 可能是金属,也可能是非金属

D. 当 X 是非金属时, Y 可能是金属,也可能是非金属

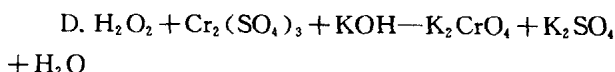
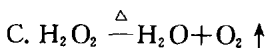
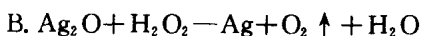
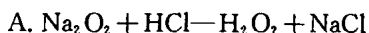
13. 在 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 的反应中,还原剂是_____,氧化剂是_____,还原产物是_____,氧化产物是_____,4 mol HNO_3 参加反应,其中被还原的是_____mol.14. (2002·广东高考)已知硫酸锰(MnSO_4)和过硫酸钾($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$)两种盐溶液在银离子催化下可发生氧化还原反应,生成高锰酸钾、硫酸钾和硫酸。

(1)请写出并配平上述反应的化学方程式_____。

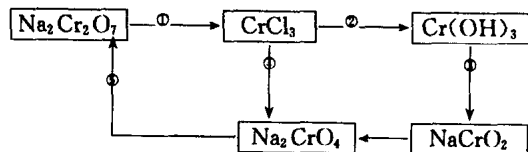
(2)此反应的还原剂是_____,它的氧化产物是_____。

(3)此反应的离子反应方程式可表示为_____。

(4)若该反应所用的硫酸锰改为氯化锰,当它跟过量的过硫酸钾反应时,除有高锰酸钾、硫酸钾、硫酸生成外,其它的生成物还有_____。

15. (1999·广东高考)针对以下 A~D 四个涉及 H_2O_2 的反应(未配平),填写空白:(1) H_2O_2 仅体现氧化性的反应是(填代号)_____。(2) H_2O_2 既体现氧化性又体现还原性的反应是(填代号)_____。(3) H_2O_2 体现弱酸性的反应是(填代号)_____,其理由是_____。16. 在酸性条件下,将 MnO_4^- 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 I^- 四种离子的溶液混在一起,充分反应后,若:(1)溶液中有 I^- 剩余,则溶液中可能还有_____,一定没有_____。(2)溶液中有 Fe^{3+} 剩余,则溶液中可能还有_____,一定没有_____。(3)溶液中有 Fe^{2+} 剩余,则溶液中可能还有_____,一定没有_____。(4)溶液中有 MnO_4^- 剩余,则溶液中可能还有_____,一定没有_____。

17. (2001·上海高考)化学实验中,如使某步中的有害产物作为另一步的反应物,形成一个循环,就可不再向环境排放该种有害物质。例如图:



(1)在上述有编号的步骤中,需用还原剂的是_____,需用氧化剂的是_____ (填编号)。

(2)在上述循环中,既能与强酸反应又能与强碱反应的两性物质是_____ (填化学式)。

(3)完成并配平步骤①的化学方程式,标出电子转移的方向和数目: () $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + () \text{KI} + () \text{HCl} \longrightarrow () \text{CrCl}_3 + () \text{NaCl} + () \text{KCl} + () \text{I}_2 + () ()$



第2讲 氧化还原反应方程式的配平



考纲要求

1. 氧化还原反应方程式配平的原理与方法。
2. 氧化还原反应方程式配平的类型。



知识梳理

一、氧化还原反应方程式配平的原理

在氧化还原反应中,从现象看_____,相等及_____,从本质看是_____及_____。对离子方程式进行配平时,除满足上述要求外,还应注意_____相等。

二、氧化还原反应方程式配平的方法和类型

1. 配平步骤

①“标价态”即先写出反应物和生成物的化学式,并列出发生氧化还原反应的元素的正负化合价。

②“列变化”即列出元素的化合价的变化

③“求总数”即使化合价升高和降低的总数相等

④用观察的方法配平其他物质的化学计量数。

2. 配平类型

①分子间不同元素的氧化还原反应。(a)当氧化剂、还原剂中某元素化合价全变时,一般从反应物开始配平。例: $\text{KMnO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ 中,化合价变化情况是:Mn _____,降_____价;S _____,升_____价,求出最小公倍数是_____。所以, KMnO_4 的化学计量数为_____, SO_2 的化学计量数为_____。然后利用元素守恒结合观察法依次求出 K_2SO_4 、 MnSO_4 、 H_2SO_4 、 H_2O 的化学计量数分别为_____。

(b)对反应物中某一物质部分被氧化(或部分被还原)的氧化还原反应,一般从生成物开始配平。例: $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, HNO_3 中 N 元素的化合价只有部分发生变化:_____,每生成 1 mol N_2O ,化合价降低_____;而 Zn 元素化合价发生的变化是_____,每生成 1 mol Zn $(\text{NO}_3)_2$ 化合价升高_____,故最小公倍数为_____。

_____,可先配出 Zn 和 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 的化学计量数分别为_____, N_2O 的化学计量数为_____,进而通过观察法配出 HNO_3 、 H_2O 的化学计量数分别为_____。

②分子间不同价态的同种元素间的氧化还原反应,一般从反应物开始配平。

练习:_____ $\text{KI} +$ _____ $\text{KIO}_3 +$ _____ $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ _____ $\text{I}_2 +$ _____ $\text{K}_2\text{SO}_4 +$ _____ H_2O

③分子内不同元素间的氧化还原反应,一般从生成物开始配平。

练习:_____ $\text{HNO}_3 \rightarrow$ _____ $\text{NO}_2 \uparrow +$ _____ $\text{O}_2 \uparrow +$ _____ H_2O

④分子内同种价态的同种元素的原子间的氧化还原反应,一般先从生成物开始配平。

练习:_____ $\text{Na}_2\text{O}_2 +$ _____ $\text{CO}_2 \rightarrow$ _____ $\text{Na}_2\text{CO}_3 +$ _____ O_2

3. 配平的技巧

①缺项氧化还原反应的配平

一般先确定氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的化学计量数,再通过比较反应物与生成物,确定缺项(一般为 H_2O 、 H^+ 或 OH^-),最后观察配平。

②无法用常规方法确定化合价的物质,可用零价配平法,即认为此物质中各元素的化合价均为零价。如: $\overset{0}{\text{Fe}}_3\overset{0}{\text{C}} + \text{H}\overset{+5}{\text{N}}\overset{0}{\text{O}}_3 \rightarrow \overset{+3}{\text{Fe}}(\overset{+3}{\text{N}}\overset{0}{\text{O}}_3)_3 + \overset{+4}{\text{N}}\overset{0}{\text{O}}_2 + \overset{+4}{\text{C}}\overset{0}{\text{O}}_2 + \text{H}_2\text{O}$,不难确定各物质的计量数为:1,22—3,13,1,11

③对于较复杂的氧化还原反应,根据“电子守恒”难以确定氧化剂和还原剂、氧化产物和还原产物之间物质的量的关系,需要综合分析。如黑火药爆炸的反应:

$\text{S} + \text{C} + \text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow$,生成 1 mol N_2 化合价共降低_____,生成 1 mol K_2S 化合价共降低_____,由于 KNO_3 中 K、N 元素的原子数相等, K_2S 和 N_2 物质的量之比为_____,故生成 1 mol K_2S 和 N_2 化合价共降低_____;又 1 mol C 反应时,化合价升高_____,则最小公倍数为_____,配平后的化学计量数为_____。



典型例题

【例1】(2001·全国高考)将 $\text{NO}_3^- + \text{Zn} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 配平后,离子方程式中 H_2O 的化学计量数是 ()

- A. 2
B. 4
C. 6
D. 8

【解析】此题考查的是氧化还原反应离子方程式的配平方法。分析元素价态变化: N由+5 $\longrightarrow$ -3; Zn由0 $\longrightarrow$ +2,再由得失电子数目守恒可配平 NO_3^- 、Zn、 NH_3 、 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 的化学计量数分别为1、4、1、4,再由电荷守恒可知 OH^- 化学计量数为7,最后由原子守恒得 H_2O 的化学计量数为6。故本题答案选C。

【例2】配方程式: $\text{Zn} + \text{H}^+ + \text{NO}_3^- \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$

【解析】缺项配平中所缺项一般是化合价未发生变化的。若反应物中有 H^+ 或 OH^- ,则生成物中一般是 H_2O ;若反应物中有 H_2O ,则生成物中一般有 H^+ 或 OH^- 。该反应中生成物所缺项肯定含O元素,只可能有两种形式即 OH^- 或 H_2O ,若要能和 Zn^{2+} 共存,则所缺项为 H_2O 。

【答案】4 10 1 4 1 3 H_2O

【例3】配方程式: $\text{Fe}_3\text{P} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

【解析】对较复杂、元素化合价不容易确定的化合物,可将所有元素的化合价都标为零价。该反应中可将 Fe_3P 中所有元素的化合价都看成零价(或设Fe为+3价,则根据化合物中化合价代数和为零的原则,P为-9价;或设P为-3价,则Fe为+1价),1 mol Fe_3P 共失去14 mol电子,生成1 mol NO需得到3 mol电子,最小公倍数为42。

【答案】3 41 9 3 14 16

【例4】配方程式: $\text{Na}_2\text{S}_x + \text{NaClO} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

【解析】反应物中S元素的化合价不容易确定,可以将x个S原子作为一个整体标为-2价,产物中

x个S原子化合价总和为6x,1 mol Na_2S_x 失去(6x+2)mol电子,1 mol NaClO 得到2 mol电子,最小公倍数为(6x+2)。

【答案】1 3x+1 2x-2 x 3x+1 x-1

【例5】(2001·上海高考)在氰氧化法处理含 CN^- 的废水过程中,液氯在碱性条件下可以将氰化物氧化成氰酸盐(其毒性仅为氰化物的千分之一),氰酸盐进一步被氧化为无毒物质。

(1)某厂废水中含KCN,其浓度为650 mg/L。现用氰氧化法处理,发生如下反应(其中N均为-3价); $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 = \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。被氧化的元素是_____。

(2)投入过量液氯,可将氰酸盐进一步氧化为氮气。请配平下列化学方程式,并标出电子转移的方向和数目: $\text{KOCN} + \text{KOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

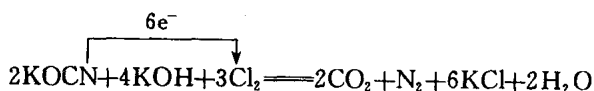
(3)若处理上述废水20L,使KCN完全转化为无毒物质,至少需液氯_____g。

【解析】此题以污水处理为知识背景,考查了氧化还原反应的概念、氧化还原反应方程式的配平及氧化还原反应的计算。(1)在 $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 = \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ 反应中,氯元素价态降低,H、N、O、K四种元素的价态没变,只有碳元素的价态升高,故被氧化的为碳元素。

(2)氧化还原反应方程式的配平,首先要找准变价元素,再利用化合价升降法(得失电子数相等)配平,反应物KOCN中N的价态由-3 $\longrightarrow$ 0,生成1 mol N_2 共失去6 mol电子,而Cl的价态由0 $\longrightarrow$ -1,1 mol Cl_2 共得到2 mol电子,可见最小公倍数为6,KOCN的化学计量数为2, Cl_2 的化学计量数为3。再根据原子个数守恒配出其他物质的化学计量数。

(3)20 L废水中含KCN的物质的量为 $\frac{650 \text{ mg/L} \times 20 \text{ L}}{1000 \text{ mg/g} \times 65 \text{ g/mol}} = 0.2 \text{ mol}$,由两步反应的化学方程式得出关系式: $2\text{KCN} \sim 5\text{Cl}_2$,所以需氯气: $0.2 \text{ mol} \times 5/2 = 0.5 \text{ mol}$ 即35.5 g。

【答案】(1)碳(或C)。(2)



(3)35.5 g



跟踪训练

1. (2003·江苏高考)在一定条件下, RO_3^{n-} 和氟气可发生如下反应:

$\text{RO}_3^{n-} + \text{F}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{RO}_4^{n-} + 2\text{F}^- + \text{H}_2\text{O}$, 从而可知在 RO_3^{n-} 中, 元素 R 的化合价是 ()

- A. +4 B. +5
C. +6 D. +7

2. 下列氧化还原反应方程式正确的是 ()

- A. $2\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
B. $2\text{MnO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{O}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$
C. $2\text{MnO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
D. $2\text{MnO}_4^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}_2 + 10\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 12\text{H}_2\text{O}$

3. $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ 晶体受热完全分解, 生成氮气、氯化氢气体、氯化铵和金属铂。在此分解反应中, 氧化产物与还原产物的物质的量之比是 ()

- A. 1:2 B. 1:3
C. 2:3 D. 3:2

4. 在离子方程式 $x\text{R}^{2+} + y\text{H}^+ + \text{O}_2 \longrightarrow m\text{R}^{3+} + n\text{H}_2\text{O}$ 中, 化学计量数 m 应为 ()

- A. 1 B. 2
C. 3 D. 4

5. 已知 2.1 g KOH 和 1.6 g 硫粉混合后加热, 恰好完全反应: $a\text{KOH} + b\text{S} \longrightarrow c\text{K}_2\text{S}_x + d\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + e\text{H}_2\text{O}$, 则 x 的值为 ()

- A. 1 B. 2
C. 3 D. 4

6. 锌与稀硝酸反应时, 反应方程式可表示如下: $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 \longrightarrow a\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + b\text{M} + c\text{H}_2\text{O}$, 则 a 、 b 、 c 、 M 可能是 ()

- A. 4, 2, 4, NO_2
B. 4, 3, 5, NO
C. 4, 1, 5, N_2O
D. 4, 1, 3, NH_4NO_3

7. 现有化学方程式: $a\text{FeCl}_2 + b\text{KNO}_3 + c\text{HCl} \longrightarrow d\text{FeCl}_3 + e\text{KCl} + f\text{X} + g\text{H}_2\text{O}$, 若 $a=3$, $b=3$, X 为

还原产物, 其化学式为 ()

- A. NO_2 B. NO
C. N_2O D. NH_4^+

8. 在强酸性溶液中可发生如下反应: $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{R}_2\text{O}_8^{x-} + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Ag}^+, \Delta} 16\text{H}^+ + 10\text{RO}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^-$ 这个反应可定性地检验 Mn^{2+} 的存在。在反应中充当氧化剂的 $\text{R}_2\text{O}_8^{x-}$ 中 x 的值为 ()

- A. 0 B. 1
C. 2 D. 3

9. 在反应 $\text{S} + \text{C} + \text{KNO}_3 \longrightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{CO}_2 + \text{N}_2$ (未配平) 中, C 部分被 S 氧化, 部分被 KNO_3 氧化, 若有 1 mol KNO_3 被还原, 则被 KNO_3 氧化的 C 的物质的量为 ()

- A. 1.25 mol B. 1.5 mol
C. 2 mol D. 3 mol

10. 不同的卤素原子之间能形成卤素互化物, 其通式可表示为 XX'_n ($n=1, 3, 5, 7$)。这种互化物大多数不稳定, 易发生水解反应。如果 BrF_n 跟水反应时物质的量之比为 3:5, 生成溴酸、氢氟酸、溴单质和氧气, 则下列叙述正确的是 ()

- A. 此卤素互化物的分子式为 BrF_3
B. 此卤素互化物的分子式为 BrF_5
C. 每摩尔 BrF_n 跟水完全反应可生成等物质的量的 Br_2 和 O_2
D. BrF_n 的许多性质类似于卤素单质, 有强的还原性

11. (1998·全国高考) KMnO_4 和氢溴酸溶液可以发生下列反应:

$\text{KMnO}_4 + \text{HBr} \longrightarrow \text{Br}_2 + \text{MnBr}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$, 其中还原剂是 _____, 若消耗 0.1 mol 氧化剂, 则被氧化的还原剂的物质的量是 _____ mol。

12. 已知: $\text{AgF} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{AgCl} + \text{AgClO}_3 + \text{HF} + \text{O}_2$ (未配平)。

(1) 若 Cl_2 的化学计量数为 a , 则 AgF 的化学计量数为 _____, 判断依据是 _____;

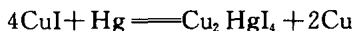
(2) 若 AgClO_3 化学计量数为 b , O_2 的化学计量数为 c , 则 AgCl 的化学计量数为 _____, 判断依据是 _____。

(3) 配平: $\text{AgF} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{AgCl} + \text{AgClO}_3 + \text{HF} + \text{O}_2$, 此反应中 1 mol 水还原 Cl_2 物质的量为 _____



mol。

13. (2003·启东模拟)实验室为监测空气中汞蒸气的含量,往往悬挂涂有 CuI 的滤纸,根据滤纸是否变色或颜色发生变化所用去的时间来判断空气中的含汞量,其反应式为:



(1) 上述反应产物 Cu_2HgI_4 中, Cu 元素显 _____ 价。

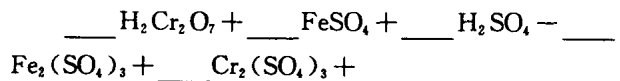
(2) 以上反应中的氧化剂为 _____, 当有 1 mol CuI 参与反应时, 转移电子 _____ mol。

(3) CuI 可由 Cu^{2+} 与 I^- 直接反应制得, 请配平下列反应的离子方程式:



14. 电镀厂的废水中, 常含有 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 离子, 直接排放会造成水质的严重污染, 因此排放前必须经化学处理。处理的方法之一是用绿矾 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 把废水中的六价铬还原为三价铬离子, 再加入过量的石灰水, 使铬离子转化为氢氧化铬 [$\text{Cr}(\text{OH})_3$] 沉淀, 从而使废水中六价铬的含量低于排放标准。

(1) 配平下述主要的化学反应方程式:



(2) 上述反应中, _____ 元素被氧化, 1 mol Fe^{2+} 可与 _____ mol Cr^{+6} 反应。

(3) 使 Cr^{3+} 转化为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀的过程中, 加过量的石灰水而不用苛性钠溶液, 其主要原因是 _____ (填编号)。

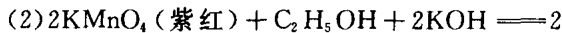
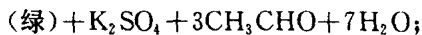
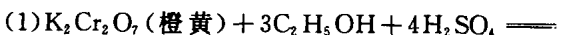
A. 考虑反应的快慢

B. 沉淀是否完全

C. 成本高低

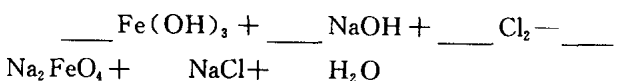
D. 消耗 OH^- 的物质的量的多少

15. 下面是两个不完整的化学方程式:



请将这两个反应缺少的物质的化学式填上, 根据这两个化学方程式判断这两个反应有什么实用价值?

16. (1993·上海高考) 配平下列氧化还原反应方程式:

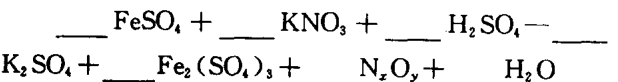


17. (1996·上海高考) (1) 1986 年, 化学上第一次用非电解法制得氟气, 试配平该反应的化学方程式: $\text{K}_2\text{MnF}_6 + \text{SbF}_5 \longrightarrow \text{KSbF}_6 + \text{MnF}_3 + \text{F}_2$ 。反应中 _____ 元素被还原。

(2) 氰 (CN)₂、硫氰 (SCN)₂ 的化学性质和卤素 (X_2) 很相似, 化学上称为拟卤素 [如: $(\text{SCN})_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSCN} + \text{HSCNO}$]。它们阴离子的还原性强弱为: $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{CN}^- < \text{SCN}^- < \text{I}^-$ 。试写出: ① (CN)₂ 与 KOH 溶液反应的化学方程式 _____

② NaBr 和 KSCN 的混合溶液中加入 (CN)₂, 反应的离子方程式 _____。

18. (1999·上海高考) 在热的稀硫酸溶液中溶解了 11.4 g FeSO_4 。当加入 50 mL 0.5 mol/L KNO_3 溶液后, 使其中的 Fe^{2+} 全部转化为 Fe^{3+} , KNO_3 也反应完全, 并有 N_2O 、氮氧化物气体逸出。



(1) 推算出 $x = \text{_____}$, $y = \text{_____}$ 。

(2) 配平该化学方程式 (系数填写在上式短线上)。

(3) 反应中氧化剂为 _____。

(4) 用短线和箭头标出电子转移的方向和总数。



第3讲 电子守恒在氧化还原反应方程式计算中的应用



考纲要求

1. 明确在氧化还原反应中,得到的电子总数和失去的电子总数相等。
2. 能判断氧化还原反应中氧化产物和还原产物。
3. 原电池与电解池中的电子得失守恒的应用。



知识梳理

一、氧化还原反应中的电子守恒

根据氧化剂或还原剂的物质的量,算出得到或失去电子的总数,然后根据电子得失守恒,判断被氧化(或被还原)的还原剂(或氧化剂)的量。例如:0.3 mol Zn与足量的硝酸溶液反应,还原产物是 N_2 ,则____元素全部变价,失去电子____mol, N元素化合价降低____,有____mol HNO_3 被还原。

二、电化学中的电子守恒

1. 在原电池或电解池中发生的也是氧化还原反应,根据电子得失守恒,____极或____极失去的电子总数与____极或____极得到电子的总数相等。

2. 若电子转移的物质的量为 $n(e^-)$,则电子数(N)为____;若电子的电量为 q ,通电时间为 t (单位:s),电流(I)为____,也可通过电流的数据结合其他物理量计算在电极发生反应的物质的质量或实验测定阿佛加德罗常数。



典型例题

【例1】(2001·全国高考)已知在酸性溶液中下列物质氧化KI时,自身发生如下变化:

$Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$, $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$, $Cl_2 \rightarrow 2Cl^-$, $HNO_2 \rightarrow NO$ 。如果分别用等物质的量的这些物质氧化足量的KI,得到 I_2 最多的是 ()

- A. Fe^{3+} B. MnO_4^-
C. Cl_2 D. HNO_2

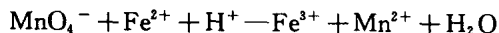
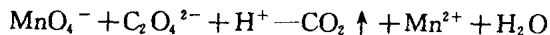
【解析】 $Fe^{3+} \xrightarrow{+e^-} Fe^{2+}$, $MnO_4^- \xrightarrow{+5e^-} Mn^{2+}$, $Cl_2 \xrightarrow{+2e^-} 2Cl^-$, $HNO_2 \xrightarrow{+e^-} NO$, 分别用等物质的量的这些物质氧化足量的KI,得到 I_2 最多者,结合 $2KI \xrightarrow{-2e^-} I_2$, 根据氧化还原反应中得失电子相等的

原则,可得以下关系: $10Fe^{3+} \sim 5I_2$, $2MnO_4^- \sim 5I_2$, $5Cl_2 \sim 5I_2$, $10HNO_2 \sim 5I_2$, 显然是 MnO_4^- 符合。故本题答案选B。

【例2】某强氧化剂 $XO(OH)_2^+$ 被亚硫酸钠还原到较低价态,如果还原24个 $XO(OH)_2^+$ 离子到较低价态,需用含60个 SO_3^{2-} 离子的溶液,那么X元素的最终价态为_____。

【解析】用 Na_2SO_3 作还原剂时,只能由 SO_3^{2-} 转化为 SO_4^{2-} , 每个 SO_3^{2-} 应失去2个电子,60个 SO_3^{2-} 共失去120个电子,则24个 $XO(OH)_2^+$ 应共得到120个电子。设X元素的最终价态为 n 价,可列式: $24 \times (5-n) = 120$, $n=0$ 。解题时应抓住得失电子相等的规律。故X元素的最终价态为0价。

【例3】已知高锰酸钾在酸性溶液中可以氧化亚铁离子和草酸根离子(未配平)

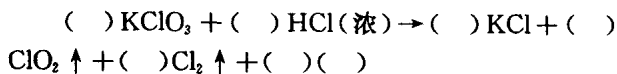


称取草酸亚铁晶体($FeC_2O_4 \cdot xH_2O$) 0.200 g,溶于稀硫酸,用0.0200 mol/L高锰酸钾溶液滴定到终点,消耗33.4 mL,求 x 的值。

【解析】元素化合价变化情况是: $Fe^{+2} \rightarrow +3$, $C^{+3} \rightarrow +4$, 1 mol FeC_2O_4 化合价共升高3; $Mn^{+7} \rightarrow +2$, 1 mol $KMnO_4$ 化合价降低5。由电子守恒得关系式: $5FeC_2O_4 \cdot xH_2O \sim 3KMnO_4$ (或直接根据 MnO_4^- 得到电子的物质的量等于 Fe^{2+} 、 $C_2O_4^{2-}$ 失去电子的总物质的量),从而可列式:

$$\frac{0.2}{144+18x} \times 3 = 0.02 \times 33.4 \times 10^{-3} \times 5, \text{求得 } x=2.$$

【例4】(2000·上海高考) $KClO_3$ 和浓盐酸在一定温度下反应会生成绿黄色的易爆物质二氧化氯。其变化可表述为:



(1) 请完成该化学方程式并配平(未知物化学式和系数填入括号内)。

(2) 浓盐酸在反应中显示出来的性质是_____(填写编号,多选倒扣)。

①只有还原性; ②还原性和酸性; ③只有氧化性; ④氧化性和酸性。

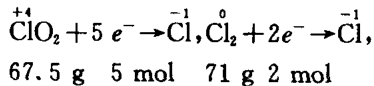
(3) 产生0.1 mol Cl_2 , 则转移的电子的物质的量为_____mol。

(4) ClO_2 具有很强的氧化性。因此,常被用作消



毒剂,其消毒的效率(以单位质量得到的电子数表示)是 Cl_2 的 _____ 倍。

【解析】本题综合了氧化还原反应中的多层次的知识。(1)根据规律:在氧化还原反应中,以元素相邻价态间的转化最容易;同种元素不同价态之间若发生反应,元素的化合价只靠近而不交叉,可判断该反应中元素化合价的有关变化为: $\overset{+5}{\text{Cl}} \rightarrow \overset{+4}{\text{Cl}}$,降 $(5-4) \times 2$ 价, $\overset{-1}{\text{Cl}} \rightarrow \overset{0}{\text{Cl}}$,升 $[0 - (-1)] \times 2$ ①价,而 KCl 中的氯元素化合价未变。再根据质量守恒定律可推知缺项为 H_2O ,最后再配平各项系数。(2)因浓盐酸中氯元素化合价部分升高,部分不变,故既显示还原性又显示酸性。(3)由化合价变化数可知,产生 $0.1 \text{ mol } \text{Cl}_2$,转移的电子的物质的量为 0.2 mol 。(4)信息提供:消毒效率是指单位质量得到的电子数。



所以消毒效率 $\text{ClO}_2 : \text{Cl}_2 = \frac{1}{67.5} \times 5 : \frac{1}{71} \times 2 = 2.63(\text{倍})$

故本题【答案】(1)2 4 2 2 1 2 H_2O
(2)② (3)0.2 (4)2.63



跟踪训练

- $\text{M}_2\text{O}_7^{2-}$ 离子与 S^{2-} 在酸性溶液中发生如下反应: $\text{M}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{S}^{2-} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{M}^{3+} + 3\text{S} \downarrow + 7\text{H}_2\text{O}$, 则 $\text{M}_2\text{O}_7^{2-}$ 离子中 M 的化合价是 ()
A. +2 价 B. +3 价
C. +4 价 D. +6 价
- (2000 · 全国高考)硫代硫酸钠可作为脱氯剂,已知 $25.00 \text{ mL } 0.100 \text{ mol/L}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液恰好把 224 mL (标准状况下) Cl_2 完全转化为 Cl^- 离子,则 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 将转化为 ()
A. S^{2-} B. S
C. SO_3^{2-} D. SO_4^{2-}
- (1994 · 上海高考)在氧化还原反应 $3\text{S} + 6\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{K}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$ 中,被氧化与被还原的硫原子数之比为 ()
A. 1 : 2 B. 2 : 1
C. 1 : 1 D. 3 : 2
- (1993 · 全国高考)硫酸铵在强热条件下分解,生成氨、二氧化硫、氮气和水。反应中生成的氧化产物和还原产物的物质的量之比是 ()
A. 1 : 3 B. 2 : 3
C. 1 : 1 D. 4 : 3

5. (1995 · 全国高考) 24 mL 浓度为 0.05 mol/L 的 Na_2SO_3 溶液,恰好与 20 mL 浓度为 0.02 mol/L 的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液完全反应,则元素 Cr 在被还原的产物中的化合价是 ()

- A. +6 价 B. +3 价
C. +2 价 D. 0 价

6. (1997 · 全国高考)某金属单质跟一定浓度的硝酸反应,假定只产生单一的还原产物。当参加反应的单质与被还原硝酸物质的量之比为 $2 : 1$ 时,还原产物是 ()

- A. NO_2 B. NO
C. N_2O D. N_2

7. (1999 · 全国高考)一定条件下硝酸铵受热分解的未配平化学方程式为:

$\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 在反应中被氧化与被还原的氮原子数之比为 ()

- A. 5 : 3 B. 5 : 4
C. 1 : 1 D. 3 : 5

8. (1999 · 上海高考)某浓度下,将 Cl_2 通入 NaOH 溶液中,反应得到 NaCl 、 NaClO 、 NaClO_3 的混合液,经测定 ClO^- 与 ClO_3^- 的浓度之比为 $1 : 3$, 则 Cl_2 与 NaOH 溶液反应时,被还原的氯元素与被氧化的氯元素的物质的量之比为 ()

- A. 21 : 5 B. 11 : 3
C. 3 : 1 D. 4 : 1

9. 已知 Cu_2S 与某浓度的 HNO_3 溶液反应时,生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 H_2SO_4 以及另一产物。若反应中 Cu_2S 与 HNO_3 的质量比为 $320 : 819$, 该反应的还原产物为 ()

- A. N_2 B. N_2O
C. NO D. NO_2

10. 有一种生产碘的工业方法是用亚硫酸氢钠还原碘酸盐,每还原出 1 mol 碘分子,理论上需用去的亚硫酸氢钠为 ()

- A. 1 mol B. 2 mol
C. 2.5 mol D. 5 mol

11. 实验室将 NaClO_3 和 Na_2SO_3 按物质的量之比为 $2 : 1$ 倒入烧瓶中,滴入少量 H_2SO_4 并用水浴加热,产生棕黄色气体 X。反应后测得 NaClO_3 和 Na_2SO_3 恰好完全反应,则 X 为 ()

- A. Cl_2 B. Cl_2O
C. ClO_2 D. Cl_2O_3

12. FeS_2 与硝酸反应的产物有 Fe^{3+} 和 H_2SO_4 , 若反应中 FeS_2 和稀硝酸的物质的量之比是 $1 : 8$, 则硝酸的还原产物是 ()

- A. NO_2 B. NO