

超级备考

高考系统复习

(学生用书)

新课标

与人教实验版配套

化学

全国重点中学一线骨干教师编写

本册主编 李镇丰
冯宝贵





恒谦教育
www.hengqian.com

北京教育出版社恒谦教育研究院研究成果

使用说明

S H I Y O N G S H U O M I N G

《超级备考高考系统复习》丛书由全国百位一线备考名师执笔，在最新《考试大纲》的指导下，以服务备考师生为理念，科学预测高考命题趋势，将复习备考内容熔于一书，系统、详尽、新颖、实用，是广大备考师生艰辛备考路上的指向标、加油站。本丛书创新编写思路，以信息备考为主线；完善备考功能，以资源备考为平台；突出使用价值，以拔高成绩为目标。针对2007年高考的新形势、新特点，既编写了全国版和自主命题省区地方专用版，又编写了广东、山东、宁夏和海南的高考新课标版。

本丛书按学科分为10个分册，为便于师生使用同时编写了教师用书和学生用书（两者在内容侧重、题量、包装形式上均有较大区别），并配备了《高考备考试卷库》系列光盘，使教师用书、学生用书、备考光盘完美匹配，更添助考动力。



按教材章节顺序完整梳理知识，适当整合内容，同步系统复习；
对每节内容以考点为线索，逐一精讲、例析、归纳和总结；
题量充分，解答详尽，分析、答案、点评等紧随题后，便于备课、讲解、查阅；
教师在复习教学时可完全以本书为蓝本，按照回顾、讲解、练测、总结的顺序指导复习。



与教师用书完全匹配，操作性极强；
栏目设置科学、实用，既可随教师一起复习，也可根据需要自己复习，使复习能落到实处；
练测题后留有适当的答题空，便于使用；
参考答案活页装订，便于对照验证。



精心汇编了2001~2005年全国及自主命题省份的高考真题近500套，再现高考历程，让考生触摸高考考场。对照真题您会发现，本书的编写紧扣高考命题脉搏，让您准确把握高考方向；搜集整理了清华附中、北大附中、

人大附中、黄冈中学等全国近百所名校2005~2006年各科高考模拟题近千套，全方位紧追高考命题热点，使考生觅到高考的题感和卷感。本光盘主要供高三备课选材或查询资料使用，亦可供学有余力的学生自我检测使用。教师用书、学生用书、备考光盘三者配套使用，犹如从海、陆、空向高考发起进攻，定能起到事半功倍的作用。





恒道教育
www.hengdao.com

北京教育出版社恒道教育研究院研究成果

超级备考

高考系统复习

名师精心设计 / 科学系统复习 / 把握高考脉搏 / 金榜题名在即

(学生用书)

新课标

与人教实验版配套

化学

本册主编	李镇丰	冯宝贵	
撰稿人	冯宝贵	饶萍	逯亚男
	张艳武	陈文初	



北京出版社出版集团



北京教育出版社

HUAXUE



恒 谦 教 育
www.hengqian.com

北京教育出版社恒谦教育研究院研究成果

超级备考

高考系统复习

超级备考 高考系统复习

新课标

化 学

与人教实验版配套
(学生用书)

本册主编 李镇丰 冯宝贵

•

北京出版社出版集团 出版

北 京 教 育 出 版 社

(北京北三环中路6号)

邮政编码: 100011

网 址: www.bph.com.cn

北京出版社出版集团总发行

新 华 书 店 经 销

陕西宏业印务有限公司印刷

•

880×1230 16开本 21.5印张 727 000字

2006年6月第1版 2006年6月第1次印刷

印数: 1—10 000

ISBN 7-5303-5029-3

G·4945 定价: 37.00元

(质量监督电话: 020-82027917 010-58572245 010-58572393)



前言

会当凌绝顶 一览众山小

登山的动力，来源于对自然风光的憧憬，目标直指山巅！

登山的魅力，是临风而立，将山踩在自己的脚下！于是便有了孔子登东山而小齐鲁，登泰山而小天下之感慨。

恒谦人就是登山者。八年的积淀，八年的追求，八年的攀登，最终获得了“恒谦教育”备考用书编写的全面成功！正是基于在高考备考复习方面的成功经验，并依托北京教育出版社恒谦教育研究院的强大教育资源，我们组织了全国数十所名校的百位名师编写了《超级备考高考系统复习》丛书。

《超级备考高考系统复习》作为高三师生的系统复习用书，与其他此类教辅在选题立意上有根本的区别：第一，编写理念创新。我们在认真研究目前高三师生复习现状和分析市场备考类用书优劣的基础上，理清了备考类用书的一种全新编写理念：系统复习+系统训练+信息追补，即《考试大纲》出台前侧重对教材知识的系统梳理和解题能力的综合训练，解决历年考纲中不变的考试内容；《考试大纲》出台后，侧重对高考信息的追补和考题预测，全真模拟最新款式要求的高考试卷，让考生零距离触摸高考考场。第二，备考思路转变。针对2007年高考的命题趋势，本丛书完全从师生备考的实际需要出发，依据教材或知识系统的先后顺序划分章节，纵向对教材进行复习，注重学科内综合的提炼与复习引导，突出对学科知识延展性和联系性的探究，体现了由“深挖洞”向“广积粮”备考思路的转变。第三，理清两大关系。本丛书严格依据《考试大纲》的最新精神和“新课标”的意图，结合地方自主命题的发展趋势，充分体现中央《考试大纲》对全国高考的统一要求和自主命题省区《考试说明》的地方特色（差异性）。

因为具有差异性，所以才具备存在性。《超级备考高考系统复习》特为备战2007年高考系统复习设计，专供高三师生系统复习时课堂同步使用（也可作为高三学生系统复习的自读类教辅）。丛书在编写上凸现了五大特点：

一、版本完整，备考无忧。考虑到2007年广东、山东、宁夏和海南将迎来新课标的首次高考，我们专门为它们编写了《超级备考高考系统复习》的新课标版；为使丛书能更好地指导自主命题省区2007年高考的备考复习，我们还特地编写了各省专用版，书稿由自主命题省区的备考名师主笔撰写或审定，以确保内容与各省高考自主命题的地方特色完全匹配。

二、模式创新，功能齐备。丛书采用教师用书+学生用书的“1+1”模式编写，体现了人性化设计的理念；并且“教师用书”配有备考光盘，容量大、信息全，为教师提供了信息查询和教学资源共享的平台。

三、关注教改，选题权威。集百位全国名师的智慧和心血打造的这套精品教辅，紧跟高考走向，全方位锁定所有考点，从最新考题、模拟题和名师预测题中精选题目，讲解、例题、练测三位一体，具备很高的权威性。



四、细梳知识，整合拔高。本丛书以教材为蓝本，对显性的基本知识及隐性的教材延伸知识进行多角度、深层次的归纳、整合，再辅之以例举、练习，使考生能整体把握知识，灵活地迁移、转化、运用，最终找出提高分数的最佳方法，在现有基础之上把成绩拔高一个档次。

五、注重普遍，照顾特殊。2006年教育部又核准了四川和陕西两省高考自主命题，自主命题的省区已达16个。自主命题试卷在题型、题量、赋分上会有一些的差别，但不会有根本的区别，无论是全国的统一试卷，还是有关省市的自主试卷，都必须根据全国统一的《考试大纲》的要求来命题，即万变不离其宗。《超级备考高考系统复习》一方面根据考纲来编写，注重选题的普遍性；另一方面本丛书的编者还潜心研究了近年的统考卷、有关省市自主卷，对这些试卷的“个性”（即特殊性）有了较好的把握，并把对这些“个性”比较研究的成果都体现在了书中。

会当凌绝顶，一览众山小。恒谦人历时数载，全程跟踪高考自主命题的深化改革，充分关注高中新课标的推广进程，启用百位名师合力打造的力作已经新鲜出炉，她将给支持她的广大读者带来最大的使用价值和预期效果，我们有理由相信如此大手笔的备考用书势必会点亮2006年的教辅市场！

最后建议读者在使用本丛书时注意：合理、科学地安排复习进度，区别对待重点内容与一般内容；加强复习的针对性，就自身的薄弱环节进行查漏补缺；认真研读“学法点窍”、“解题指导”以及例题或考题后的“点评”、“说明”、“思考”，吸纳名师多年的高考辅导经验与解题智慧。

鉴于本丛书立意新颖，编写难度较大，书中难免存有纰漏，敬请不吝指正。

北京教育出版社恒谦教育研究院
《超级备考高考系统复习》丛书编委会



目 录

第1章 化学反应及其能量变化

- 1.1 氧化还原反应 (1)
- 1.2 离子反应 (5)
- 1.3 化学反应中的能量变化 (9)
- 1.4 全章综合应用与高考 (13)

自测试题 (15)

能力测评 (16)

第2章 物质的量

- 2.1 物质的量 (19)
- 2.2 气体摩尔体积 (21)
- 2.3 物质的量浓度 (23)
- 2.4 全章综合应用与高考 (26)

自测试题 (28)

能力测评 (30)

第3章 物质结构 元素周期律

- 3.1 原子结构 (33)
- 3.2 元素周期律 元素周期表 (36)
- 3.3 化学键 (40)
- 3.4 分子立体结构 (42)
- 3.5 分子的性质 (44)
- 3.6 全章综合应用与高考 (46)

自测试题 (49)

能力测评 (51)

第4章 晶体的类型与性质

- 4.1 晶体的常识 分子晶体和原子晶体
..... (53)
- 4.2 金属晶体和离子晶体 (57)
- 4.3 全章综合应用与高考 (60)

自测试题 (61)

能力测评 (62)

第5章 金属及其化合物

- 5.1 碱金属及其化合物 (65)
- 5.2 铝及其化合物 (69)
- 5.3 铁及其化合物 (72)
- 5.4 全章综合应用与高考 (75)

自测试题 (78)

能力测评 (80)

第6章 非金属及其化合物

- 6.1 硅 碳族元素 (84)
- 6.2 氯 卤族元素 (88)
- 6.3 硫的氧化物、硫酸 (91)
- 6.4 氮的化合物 (94)
- 6.5 全章综合应用与高考 (99)

自测试题 (101)

能力测评 (104)

第7章 化学平衡

- 7.1 化学反应速率 (107)
- 7.2 化学平衡 (110)
- 7.3 合成氨工业 (114)
- 7.4 全章综合应用与高考 (117)

自测试题 (118)

能力测评 (121)

第8章 水溶液中的离子平衡

- 8.1 弱电解质的电离 (124)
- 8.2 水的电离和溶液的酸碱性 (127)
- 8.3 盐类的水解 (129)
- 8.4 难溶电解质的溶解平衡 (132)
- 8.5 酸碱中和滴定 (135)
- 8.6 全章综合应用与高考 (138)

自测试题 (139)

能力测评 (142)



Contents

第9章 脂肪烃和芳香烃

9.1 甲烷 烷烃 (145)

9.2 乙烯 烯烃 (149)

9.3 乙炔 炔烃 (152)

9.4 苯 芳香烃 (155)

9.5 全章综合应用与高考 (159)

自测试题 (161)

能力测评 (164)

第10章 烃的衍生物

10.1 卤代烃 (167)

10.2 醇 (170)

10.3 酚 (173)

10.4 醛 (177)

10.5 羧酸 酯 (181)

10.6 有机合成 (186)

10.7 全章综合应用与高考 (189)

自测试题 (192)

能力测评 (195)

第11章 生命中的基础有机化学物质

11.1 糖 类 (199)

11.2 油 脂 (202)

11.3 蛋白质 (205)

11.4 全章综合应用与高考 (208)

自测试题 (211)

能力测评 (213)

第12章 有机高分子合成

12.1 合成高分子化合物的基本方法
..... (216)

12.2 高分子材料 (220)

12.3 全章综合应用与高考 (223)

自测试题 (226)

能力测评 (230)

第13章 电化学

13.1 原电池原理及应用 (232)

13.2 电解原理及应用 (235)

13.3 全章综合应用与高考 (240)

自测试题 (242)

能力测评 (244)

第14章 化学资源和环境保护

14.1 金属矿物和海水资源 (247)

14.2 资源综合利用和环境保护
..... (251)

14.3 全章综合应用与高考 (254)

自测试题 (255)

能力测评 (256)

第15章 化学实验

15.1 研究有机化合物的一般步骤和方法
..... (258)

15.2 制备实验方案的设计 (261)

15.3 性质实验方案的设计 (266)

15.4 物质检验方案的设计 (270)

15.5 化学实验方案设计的基本要求
..... (274)

15.6 全章综合应用与高考 (279)

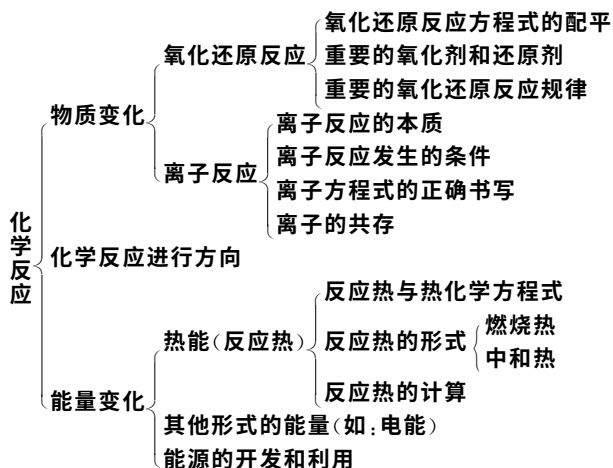
自测试题 (282)

能力测评 (283)

(参考答案活页装订,随书赠送)



本章包含三部分内容,分别是:氧化还原反应、离子反应、化学反应中的能量变化,其中前两部分内容贯穿化学学习始终,第三部分内容与化学平衡等内容有密切联系,其重要性显而易见。该章命题热点为氧化还原反应的规律、配平、计算;离子方程式的书写;离子共存问题。在本章学习中,应重视对化学基础理论的深刻理解和适应高考中对能力的要求。



1.1 氧化还原反应



1. 复习目标

(1)掌握氧化还原反应的特征、实质;(2)掌握被氧化、被还原;氧化剂、还原剂;氧化性、还原性等基本概念;(3)掌握氧化性、还原性强弱的判断与应用;(4)能正确用双线桥法表示氧化还原反应中的电子转移方向和数目。

2. 注意事项

(1)指明氧化剂或还原剂时,必须是具体的物质,而不是某一元素;

(2)指明被氧化或被还原时,必须指明还原剂或氧化剂中具体价态的元素;

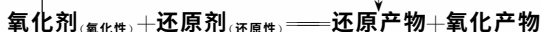
(3)有些氧化还原反应,某元素可能只有部分原子(或离子)被氧化(或被还原),另一部分未发生氧化还原反应。



氧化性、还原性强弱的判断方法

(1)根据化学方程式判断氧化性、还原性的强弱

得电子,化合价降低,被还原(发生还原反应)



失电子,化合价升高,被氧化(发生氧化反应)

氧化性:氧化剂>氧化产物;还原性:还原剂>还原产物。

(2)根据物质活动性顺序判断氧化性、还原性的强弱

①金属活动性顺序(常见元素)



原子还原性逐渐减弱,对应阳离子氧化性逐渐增强

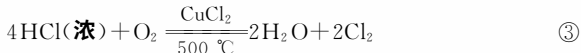
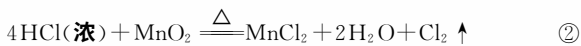
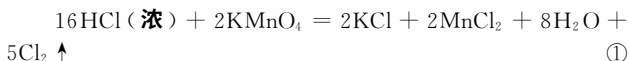
②非金属活动性顺序(常见元素)



原子(或单质)氧化性逐渐减弱,对应阴离子还原性逐渐增强

(3)根据反应条件判断氧化性、还原性的强弱

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:



上述三个反应中,还原剂都是浓盐酸,氧化产物都是 Cl_2 ,而氧化剂分别是 KMnO_4 、 MnO_2 、 O_2 ,①式中 KMnO_4 常温时就可以把浓盐酸中的氯离子氧化成氯原子,②式中 MnO_2 需要在加热条件下才能完成,③式中 O_2 不仅需要加热,而且还需要 CuCl_2 作催化剂才能完成,由此我们可以得出氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$ 。

(4)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(或含变价元素)的还原剂在相似的条件作用下于不同的氧化剂时,可根据氧化产物价态的高低来判断氧化剂氧化性的强弱。如:



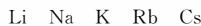
可以判断氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。

(5)根据元素周期表判断氧化性、还原性的强弱

①同主族元素(从上到下)



非金属原子(或单质)氧化性逐渐减弱,对应阴离子还原性逐渐增强



金属原子还原性逐渐增强,对应阳离子氧化性逐渐减弱

②同周期主族元素(从左到右)



单质还原性逐渐减弱,氧化性逐渐增强

阳离子氧化性逐渐增强,阴离子还原性逐渐减弱

(6)根据元素最高价氧化物对应水化物酸碱性的强弱判断氧化性、还原性的强弱

例如,酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{CO}_3$,可判断氧化性: $\text{Cl} > \text{S} > \text{P} > \text{C}$ 。

(7)根据原电池、电解池的电极反应判断氧化性、还原性的强弱

①两种不同的金属构成原电池的两极,负极金属是电子流出的极,正极金属是电子流入的极,其还原性:负极>正极。

②用惰性电极电解混合溶液时,在阴极先放电的阳离子的氧化性较强,在阳极先放电的阴离子的还原性较强。

(8)根据物质浓度的大小判断氧化性、还原性的强弱

具有氧化性(或还原性)的物质的浓度越大,其氧化性(或还原性)越强,反之,其氧化性(或还原性)越弱。如氧化性: $\text{HNO}_3(\text{浓}) > \text{HNO}_3(\text{稀})$ 。

学法点窍

1. 重要的氧化剂和还原剂

常见的氧化剂和还原剂

常见的氧化剂有:①活泼非金属单质,如 X_2 (卤素)、 O_2 、 S 等;②高价金属阳离子,如 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 等,或 H^+ ;③高价或较高价含氧化合物,如 MnO_2 、 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 HNO_3 、 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$ 、 HClO_4 、 HClO_3 、 HClO 等;④过氧化物,如 Na_2O_2 、 H_2O_2 等。

常见的还原剂有:①活泼或较活泼的金属,如 K 、 Na 、 Mg 、 Al 、 Zn 、 Fe 等;②低价金属阳离子,如 Fe^{2+} 、 Sn^{2+} 等;③非金属阴离子,如 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 S^{2-} 等;④较低价的化合物,如 CO 、 SO_2 、 H_2SO_3 、 Na_2SO_3 、 NH_3 等;⑤某些非金属单质,如 H_2 、 C 、 Si 等。

在含可变化价元素的化合物中,具有中间价态元素的物质(单质或化合物)既可作氧化剂,又可作还原剂。例如 Cl_2 、 H_2O_2 、 Fe^{2+} 、 SO_2 、 H_2SO_3 等既具有氧化性,又具有还原性。

2. 物质氧化性和还原性相对强弱的判断方法

(1)金属单质的还原性强弱可通过金属活动顺序表判断

$\text{K} \text{ Ca} \text{ Na} \text{ Mg} \text{ Al} \text{ Zn} \text{ Fe} \text{ Sn} \text{ Pb} (\text{H}) \text{ Cu} \text{ Hg} \text{ Ag} \text{ Pt} \text{ Au}$

失电子能力(还原性)逐渐减弱

$\text{Zn}^{2+} \text{ Fe}^{2+} \text{ Sn}^{2+} \text{ Pb}^{2+} (\text{H}^+) \text{ Cu}^{2+} \text{ Ag}^+$

金属阳离子的氧化性逐渐增强

(2)非金属单质的还原性强弱可通过非金属活动顺序表判断

$\text{F}_2 \text{ Cl}_2 \text{ O}_2 \text{ Br}_2 \text{ I}_2 \text{ S}$

氧化性逐渐减弱

$\text{S}^{2-} \text{ I}^- \text{ Br}^- \text{ O}^{2-} \text{ Cl}^- \text{ F}^-$

阴离子的还原性逐渐减弱

(3)根据氧化还原反应判断

失电子

氧化剂+还原剂=还原产物+氧化产物

得电子

氧化性:氧化剂>氧化产物

还原性:还原剂>还原产物

(4)根据元素周期表判断

①同主族元素(由上到下)

$\text{Li} \text{ Na} \text{ K} \text{ Rb} \text{ Cs}$

还原性逐渐增强

$\text{Li}^+ \text{ Na}^+ \text{ K}^+ \text{ Rb}^+ \text{ Cs}^+$

对应离子氧化性逐渐减弱

$\text{F}_2 \text{ Cl}_2 \text{ Br}_2 \text{ I}_2$

氧化性逐渐减弱

$\text{F}^- \text{ Cl}^- \text{ Br}^- \text{ I}^-$

对应离子还原性逐渐增强

②同周期元素(从左到右)

$\text{Na} \text{ Mg} \text{ Al} \text{ Si} \text{ P} \text{ S} \text{ Cl}$

还原性逐渐减弱,氧化性逐渐增强

(5)根据被氧化或被还原的程度的不同判断

$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

$2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$

氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{HCl}$

(6)根据氧化还原反应进行的难易程度判断

$2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

$4\text{HCl} + \text{O}_2 \xrightarrow[500^\circ\text{C}]{\text{催化剂}} 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$

(7)根据同一元素的不同价态判断

氧化性: $\text{Fe}^{+3} > \text{Fe}^{+2} > \text{Fe}^{+6} > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_3$

$\text{HClO} > \text{HClO}_2 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_4$ (例外)

(8)根据原电池的正负极和电解池中离子放电难易判断

1. 氧化还原方程式的书写、配平

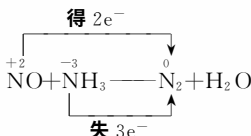
例1 NO是大气污染物之一。

目前,有一种治理方法是在 400°C 左右,在催化剂存在的情况下,用 NH_3 把NO还原为 N_2 和 H_2O 。请写出该反应的化学方程式

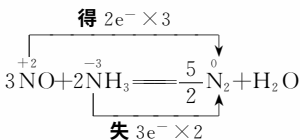
并指出氧化产物和还原产物的物质的量之比为

分析 按照氧化还原反应方程式配平的步骤进行配平:

(1)写出反应物、生成物化学式,标出得、失电子数



(2)使得、失电子数相等,确定有关物质化学计量数



(3)将 N_2 的化学计量数化为整数,其他物质的化学计量数相应扩大倍数,完成配平。

(4)反应中的氧化产物与还原产物都是 N_2 ,氧化产物与还原产物的物质的量之比可以由还原剂与氧化剂的化学计量数来判断。



评注 本题的关键在于氧化产物还原产物为同一物质时,如何判断其有多少,应依据得失电子守恒关系进行计算。

2. 氧化剂、还原剂强弱的判断

例2 (1)在淀粉碘化钾溶液中滴加少量次氯酸钠溶液,立即会看到溶液变蓝色,这是因为,反应的离子方程式是。

(2)在碘和淀粉形成的蓝色溶液中滴加亚硫酸钠溶液,发现蓝色逐渐消失,这是因为,反应的离子方程式是。

(3)对(1)和(2)实验所得的结果,将 I_2 、 ClO^- 、 SO_3^{2-} 按氧化性由强到弱顺序的排列,为。

分析 淀粉溶液变蓝的原因是溶液中存在 I_2 ,可由题目

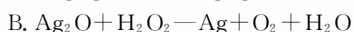
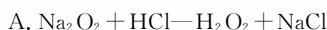
提供的反应物及产物中是否有 I_2 , 推断出反应的离子方程式, 进一步确定 I_2 、 ClO^- 、 SO_3^{2-} 氧化性的强弱。

解 (1) I^- 被氧化成 I_2 , I_2 遇淀粉变蓝色; $2I^- + ClO^- + H_2O = I_2 + Cl^- + 2OH^-$ (2) I_2 被 SO_3^{2-} 还原成 I^- ; $I_2 + SO_3^{2-} + H_2O = SO_4^{2-} + 2H^+ + 2I^-$ (3) $ClO^- > I_2 > SO_3^{2-}$

评注 本题涉及的氧化还原反应在教材中尚未出现, 解题时需根据实验现象判断其生成物, 再依据氧化还原反应规律书写离子方程式。

3. 物质在反应中的作用

例 3 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(填序号) _____, 该反应配平的化学方程式是 _____。

(2) H_2O_2 既体现氧化性又体现还原性的反应是(填序号) _____。

(3) H_2O_2 体现弱酸性的反应是(填序号) _____, 其理由是 _____。

分析 本题提供了四个涉及 H_2O_2 的反应。由于 H_2O_2 分子中氧为 -1 价(以原子团“—O—O—”的形式存在), 属于氧的中间价态, 在化学反应中既可以升高化合价, 表现为还原性; 又可以降低化合价, 表现为氧化性。若 H_2O_2 在反应中表现为氧的化合价只降低不升高, 则 H_2O_2 仅体现氧化性; 反之, 则只体现还原性; 若 H_2O_2 在反应中表现为化合价既有升高又有降低, 则 H_2O_2 既体现氧化性, 又体现还原性。

按以上原则分析, 在反应 B 中, H_2O_2 仅体现还原性; 在反应 C 中, H_2O_2 既体现氧化性又体现还原性; 在反应 D 中, H_2O_2 仅体现氧化性。反应 A 不是氧化还原反应。我们可以把 Na_2O_2 看作一种“盐”, 它与盐酸反应可以看作是强酸与弱酸盐反应生成弱酸与强酸盐的反应。

解 (1) D; $3H_2O_2 + Cr_2(SO_4)_3 + 10KOH = 2K_2CrO_4 + 3K_2SO_4 + 8H_2O$ (2) C

(3) A; 这一反应可以看成是由强酸制弱酸的反应

评注 本小题全面考查了学生对氧化还原反应方程式中物质的作用的了解程度, 解题时应注意从氧化还原的外观特征——化合价升降角度去分析。

4. 关于氧化还原反应中的守恒

例 4 已知反应 $AgF + Cl_2 + H_2O \rightarrow AgCl \downarrow + AgClO_3 + O_2 + HF$ 配平后,

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

分析 看到一个氧化还原反应涉及化学计量数时, 可以从两个方面来考虑: 一是质量守恒定律, 反应前后各元素原子个数相等; 二是电子得失守恒。因为 Cl 元素守恒, 则 $AgCl$ 和 $AgClO_3$ 化学计量数之和为 $2a$, 因为同一氧化还原反应中得失电子守恒, 生成 $AgClO_3$ 和 O_2 失电子数为 $5b + 4c$, 则 $AgCl$ 得电子数也应为 $5b + 4c$ 。

解 (1) $2a$; Cl 元素守恒 (2) $5b + 4c$; 得失电子守恒

评注 类似这样的问题应抓住氧化还原反应中的守恒规律: ①电子守恒, ②质量守恒, 这样能比较简便地得到正确答案。

5. 关于氧化还原反应的基本规律

例 5 在 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 、 C 、 Cl^- 、 S^{2-} 、 H^+ 等离子或原子中, 只具有氧化性的是 _____, 只具有还原性的是 _____, 既有氧化性又有还原性的是 _____。

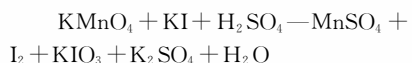
分析 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 H^+ 都是最高价态的离子, 只可能得到电子, 化合价降低, 所以只具有氧化性; Cl^- 、 S^{2-} 都是元素的最低价态的离子, 只可能失去电子, 化合价升高, 所以只具有还原性; 而 Fe^{2+} 、 C 为元素的中间价态, 既可得到电子, 也可失去电子, 化合价既可降低也可升高, 所以既有氧化性又有还原性。

解 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 H^+ ; Cl^- 、 S^{2-} ; Fe^{2+} 、 C

评注 具有最高价态的元素, 在反应中只能得到电子, 因而只有氧化性; 具有最低价态的元素在反应中只能失去电子, 因而只有还原性; 具有中间价态的元素在反应中既可得到电子, 又可失去电子, 因而既有氧化性又有还原性。

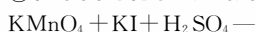


题 (2004·上海) 某化学反应的反应物和产物如下:



(1) 该反应的氧化剂是 _____。
(2) 如果该反应方程式中 I_2 和 KIO_3 的化学计量数都是 5, 则

① $KMnO_4$ 的化学计量数是 _____。
② 在下面的化学式上标出电子转移的方向和数目



(3) 如果没有对该方程式中的某些化学计量数作限定, 可能的配平化学计量数有许多组, 原因是 _____。

分析 (1) 该反应中 Mn 元素化合价降低, 故含有 Mn^{+7} , 共转移 $40e^-$ 。

(3) 由于氧化产物为 I_2 和 KIO_3 , 若两者比例改变, 只要改变氧化剂用量, 使还原剂失去电子总数与氧化剂得到电子总数相等, 则所配化学计量数就合理, 也就是说, 如果没有对该方程式中某些化学计量数作限定, 可能的配平化学计量数有许多组。

解 (1) $KMnO_4$ (2) ① 8 ② $KMnO_4 + KI + H_2SO_4 \rightarrow$

(3) 该反应式含有两种氧化产物, 两者的比例和氧化剂的质量都可发生变化

考点扫描 氧化还原反应方程式的配平是历年高考必考的内容之一, 解此类题的方法是正确判断化合价的变化, 运用电子守恒解题。



1. 下列反应中, 不属于氧化还原反应的是()。

- $3CuS + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO \uparrow + 3S \downarrow + 4H_2O$
- $3Cl_2 + 6KOH = 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$
- $3H_2O_2 + Cr_2(SO_4)_3 + 10KOH = 2K_2CrO_4 + 3K_2SO_4 + 8H_2O$
- $3CCl_4 + K_2Cr_2O_7 = 2CrO_2Cl_2 + 3COCl_2 + 2KCl$

2. 下列反应中, 通入的气体物质只作为氧化剂的是()。

- A. 二氧化硫通入氢硫酸中
B. 氯气通入氢氧化钠溶液中
C. 少量氯气通入酸性氯化亚铁溶液中
D. 硫化氢通入溴水中

3. 在下列所发生的反应中, 画线的物质作还原剂的是()。

- A. 使加热的水蒸气与镁作用
B. 硫化亚铁跟稀硫酸反应
C. 硫化氢通入氢氧化钠溶液中
D. 银氨溶液跟甲醛溶液反应

4. 已知: ① $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$ ② $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$, 判断下列物质的氧化能力由强到弱的顺序, 正确的是()。

- 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. $\text{Cl}_2 > \text{I}_2 > \text{Fe}^{3+}$

5. 下列四个有水参加的化学反应中, 水只作为还原剂的是()。

- A. 电解水
B. 铁与水蒸气反应生成四氧化三铁和氢气
C. 氟气跟水反应
D. 氯气跟水反应

6. 某元素在化学反应中, 由化合态变成游离态, 则下列说法正确的是()。

①该元素一定被氧化; ②该元素一定被还原; ③该元素可能被氧化, 也可能被还原; ④元素化合价降为 0; ⑤生成的单质为氧化产物; ⑥生成的单质为还原产物; ⑦生成的单质既可能为氧化产物也可能为还原产物; ⑧该过程不一定非得加氧化剂或还原剂才能实现; ⑨该反应不一定是吸热或放热反应; ⑩该反应一定不是复分解反应

- A. ③⑦⑧⑨⑩ B. ①⑤⑩
C. ②④⑥⑩ D. ①②④⑤⑥

7. 下列叙述正确的是()。

- A. 元素的单质可由氧化或还原含该元素的化合物来制得
B. 得电子越多的氧化剂, 其氧化性越强
C. 阳离子只能得到电子被还原, 只能作氧化剂
D. 含有最高价元素的化合物不一定具有强氧化性

8. 已知氧化性 $\text{BrO}_3^- > \text{ClO}_3^- > \text{Cl}_2 > \text{IO}_3^- > \text{I}_2$ 。现将饱和氯水逐滴滴入 KI 淀粉溶液中至过量。

(1) 可观察到的现象是: ① _____; ② _____。

(2) 写出有关的离子方程式: ① _____;

② _____。

9. 在反应 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 中, 被还原的硫元素与被氧化的硫元素的质量比为()。

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



1. 根据下列三个反应的化学方程式, 判断有关物质的还原性的强弱顺序正确的是()。

- $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$
 $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$
 $2\text{FeCl}_3 + 2\text{HI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{I}_2$
A. $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{SO}_2$

B. $\text{Cl}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{SO}_2 > \text{I}^-$

C. $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_2$

D. $\text{SO}_2 > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$

2. 在 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 反应中, 氧化剂与还原剂的物质的量之比为()。

- A. 1 : 6 B. 1 : 5 C. 6 : 1 D. 5 : 1

3. 已知某氧化还原反应的离子方程式为: $a\text{M}^{2+} + b\text{O}_2 + 4\text{H}^+ = c\text{M}^{3+} + d\text{H}_2\text{O}$, 则化学计量数 c 的值为()。

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

4. $\text{R}_2\text{O}_8^{2-}$ 在一定条件下, 可以把 Mn^{2+} 氧化为 MnO_4^- , 若反应后 $\text{R}_2\text{O}_8^{2-}$ 变成 RO_4^{2-} , 又知反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 5 : 2, 则 $\text{R}_2\text{O}_8^{2-}$ 中, R 元素的化合价为()。

- A. +3 B. +5 C. +6 D. +7

5. 一定条件下硝酸铵受热分解的未配平化学方程式为:

$\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{HNO}_3 + \text{N}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 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

6. 下列过程中, 在常温下加入还原剂就能实现的是()。

- 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. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow \text{CrO}_4^{2-}$

7. (2002 · 江苏) 在 100 mL 含等物质的量 HBr 和 H_2SO_3 的溶液里通入 0.01 mol Cl_2 , 有一半 Br^- 变为 Br_2 (已知 Br_2 能氧化 H_2SO_3)。原溶液中 HBr 和 H_2SO_3 的浓度都等于()。

- A. 0.007 5 mol · L⁻¹ B. 0.008 5 mol · L⁻¹
C. 0.075 mol · L⁻¹ D. 0.08 mol · L⁻¹

8. 铁酸钠 (Na_2FeO_4) 是水处理过程中的一种新型净水剂, 它的氧化性比 KMnO_4 更强, 本身在反应中被还原为 Fe^{3+} 达到净水的目的。它是由 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、NaOH 和 Cl_2 在一定条件下制得的, 同时还有 NaNO_3 、NaCl 等生成, 写出其反应的化学方程式 _____, 制 Na_2FeO_4 的反应中 _____ 元素被氧化, 转移电子总数是 _____, Na_2FeO_4 之所以有净水作用除了杀菌外, 另一个原因是 _____。



将 10 g 铁置于 40 mL 硝酸溶液中, 再微热, 反应过程随着硝酸浓度的降低, 生成气体的颜色由红棕色逐渐变为无色。充分反应后共收集到 1 792 mL 混合气体 (NO 、 NO_2 均为标准状况), 溶液里还残留 4.4 g 固体。

(1) 求该反应中被还原的硝酸和未被还原的硝酸的质量比。

(2) 求原 HNO_3 溶液的物质的量浓度。

(3) 求混合气体中 NO 和 NO_2 的体积比。

(4) 写出反应过程总的化学方程式。



小结

1.2 离子反应



1. 复习目标

(1)掌握两对概念:电解质与非电解质、弱电解质与强电解质;(2)理解离子反应、离子方程式的概念;(3)掌握书写离子方程式的一般方法,并能判断其正误;(4)能正确判断溶液的导电能力的强弱。

2. 注意事项

书写离子方程式应注意的问题。

(1)未处于自由移动离子状态的反应不能写离子方程式,如铜和浓硫酸、NaCl固体和浓硫酸、氯化铵固体和氢氧化钙固体的反应等。

(2)微溶物处理:生成物中有微溶物析出时,应写化学式。反应物里微溶物处于溶液状态时应写离子,反应物里微溶物处于浊液或固体时,应写化学式。

(3)注意反应物之间量的关系,如 $KAl(SO_4)_2$ 与 $Ba(OH)_2$ 按 1:2 或 2:3 的物质的量之比反应。



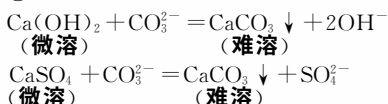
1. 离子反应发生的条件

(1)生成难溶的物质

- ① 常见的难溶物
- a. 一些金属、非金属:Fe、Cu、S、Si等。
 - b. 某些氧化物: Al_2O_3 、CuO、 SiO_2 等。
 - c. 难溶的酸: H_2SiO_3 。
 - d. 难溶的碱: $Mg(OH)_2$ 、 $Al(OH)_3$ 、 $Cu(OH)_2$ 、 $Fe(OH)_3$ 等。
 - e. 难溶的盐: $AgCl$ 、 $AgBr$ 、 AgI 、 $CaCO_3$ 、 $BaCO_3$ 、 $BaSO_4$ 、 $Ca_3(PO_4)_2$ 等。

②当有关离子浓度足够大时,生成微溶物的反应也能发生。常见的微溶物有 $CaSO_4$ 、 Ag_2SO_4 、 $MgCO_3$ 、 $Ca(OH)_2$ 等。例如: $Ca^{2+} + SO_4^{2-} = CaSO_4 \downarrow$ 。

③由微溶物生成难溶物的反应也能发生。例如:

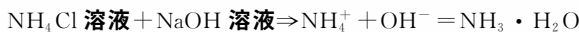
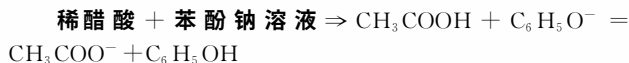
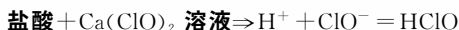


(2)生成难电离的物质

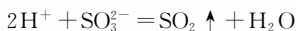
- ①常见的难电离的物质
- 弱酸: HF 、 H_2CO_3 、 $HClO$ 、 CH_3COOH 等。
 - 弱碱: $NH_3 \cdot H_2O$ 。
 - 其他: H_2O 、 C_6H_5OH 等。

②反应规律:由强酸可制取弱酸,由强碱可制取弱碱。

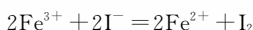
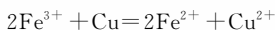
例如:



(3)生成挥发性的物质(常见挥发性物质有 CO_2 、 SO_2 、 NH_3 等)



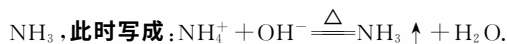
(4)发生氧化还原反应



2. 离子方程式正误的判断

(1)看离子反应是否符合客观事实,不可主观臆造产物及反应。如 $2Fe + 6H^+ = 2Fe^{3+} + 3H_2 \uparrow$ 就不符合客观事实,应写成 $Fe + 2H^+ = Fe^{2+} + H_2 \uparrow$ 。

(2)看“=”、“ $\rightleftharpoons$ ”、“ $\uparrow$ ”、“ $\downarrow$ ”等是否正确。如 $NaHCO_3$ 的水解,不能写成 $HCO_3^- + H_2O = H_2CO_3 + OH^-$,应写成 $HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$; NH_4Cl 溶液与稀 $NaOH$ 溶液反应,因稀溶液 NH_3 浓度小而不会逸出,应写成: $NH_4^+ + OH^- \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O$,而浓溶液或加热就应逸出



(3)看表示各物质的化学式是否正确。如 HCO_3^- 不能写成 $CO_3^{2-} + H^+$, HSO_4^- 通常应写成 $SO_4^{2-} + H^+$, $HCOO^-$ 不可写成 $COOH^-$ 等。

(4)看是否漏掉离子反应。如 $Ba(OH)_2$ 溶液与硫酸铜溶液反应,既要写 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 的离子反应,又要写 Cu^{2+} 与 OH^- 的离子反应。

(5)看电荷是否守恒。如 $FeCl_2$ 溶液与 Cl_2 反应,不能写成 $Fe^{2+} + Cl_2 = Fe^{3+} + 2Cl^-$,而应写成 $2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$,同时两边各原子数也应相等。

(6)看反应物或产物的配比是否正确。如稀 H_2SO_4 与 $Ba(OH)_2$ 溶液反应不能写成 $H^+ + OH^- + SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4 \downarrow + H_2O$,应写成 $2H^+ + 2OH^- + SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4 \downarrow + 2H_2O$ 。

(7)看是否符合题设条件及要求。如“过量”、“少量”、“等物质的量”、“适量”、“任意量”以及滴加顺序等对反应方程式的影响。如:往 $FeBr_2$ 溶液中通入少量 Cl_2 的离子方程式为: $2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$;往 $FeBr_2$ 溶液中通入过量 Cl_2 的离子方程式为: $2Fe^{2+} + 4Br^- + 3Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Br_2 + 6Cl^-$ 。

学法点窍

1. 判断溶液中离子能否大量共存的规律

(1)同一溶液中若离子间符合下列任意一个条件就会发生离子反应,离子之间便不能在溶液中大量共存:

- ①生成难溶物或微溶物;
- ②生成气体或挥发性物质;
- ③生成难电离的物质;
- ④发生氧化还原反应;
- ⑤形成配合物。

(2)附加隐含条件的应用规律:

- ①溶液无色透明时,则溶液中肯定没有有色离子;
- ②强碱性溶液中肯定不存在与 OH^- 起反应的离子;
- ③强酸性溶液中肯定不存在与 H^+ 起反应的离子。

2. 离子反应的实质: 反应物的某些离子浓度减小

概念: 在溶液中(或熔融状态)有离子参加或生成的反应

- 类型
- 离子非氧化还原反应
 - 复分解反应(即生成沉淀、气体、弱电解质的离子互换反应)
 - 水解反应(含单离子水解和两种离子相互促进水解)
 - 络合反应
 - 离子氧化还原反应
 - 置换反应(金属单质或非金属单质的相对活泼性)
 - 一般离子氧化还原反应(生成氧化性或还原性更弱的物质)

化学方程式: 用参加反应的有关物质的化学式表示离子反应的式子

表示方法

- 离子方程式
- 用实际参加反应的离子符号表示化学反应的式子
 - 写: 写出反应的化学方程式
 - 拆: 把易溶于水、易电离的物质拆写成离子形式
 - 删: 将不参加反应的离子从方程式两端删去
 - 查: 检查方程式两端各元素的原子个数和电荷数是否相等
 - 意义: 不仅表示一定物质间的某个反应, 而且还能表示同一类的反应

3. 离子方程式的书写原则

(1) 强酸、强碱和易溶于水的盐改写成离子形式, 难溶物质、难电离物质、易挥发物质、单质、氧化物、非电解质等均写化学式(在水溶液中); H_3PO_4 为中强酸, 作为反应物划为弱酸范围内, 写成化学式。

(2) 微溶物作为反应物, 若是澄清溶液写离子符号, 若是悬浊液写化学式。微溶物作为生成物, 一般写化学式(标↓号)。

(3) 一些特殊的反应(如有酸式盐参加或生成的反应, 两种或两种以上的离子被一种物质氧化或还原, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 按不同比的反应等)要考虑并满足反应物物质的量的比值。

(4) 多元弱酸酸式酸根离子, 在离子方程式中不能拆开写。

4. 书写离子方程式的技巧与规律

(1) 量不同, 离子反应不同

① 生成的产物可与过量的物质继续反应的离子反应。这类离子反应, 只需注意题给条件, 判断产物是否与过量物质继续反应, 正确确定产物形式即可。如 NaOH 与 AlCl_3 溶液(足量或不足量), NaAlO_2 溶液中通过 CO_2 (足量与少量), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液通 CO_2 (少量或足量), NaAlO_2 溶液加盐酸(少量或过量), 有关离子方程式都有所区别。

② 酸式盐与量有关的离子反应。一般书写时, 量不足的物质与参加反应的离子的物质的量之比一定要与它的化学式相符合, 而足量的物质与参加反应的离子的物质的量之比不一定与化学式相符。如果没有明确哪种反应物用足量, 用任一反应物作为足量写出的离子反应方程式均属正确, 如 NaHSO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ (足量或少量), $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与 NaOH (少量或足量), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液与 NaHCO_3 (不限定量), NaH_2PO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (不限定量)等, 均应明确量的影响。

③ 较特殊且与量有关的离子反应。这类反应要求量与其他因素统筹兼顾。如 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与过量 NaOH 反应, 不可忽视 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 比 MgCO_3 更难溶、更稳定, 明矾与足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应, 不可忽视 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的两性; NH_4HSO_4 溶液与足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应, 不可忽视 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 也是弱电解质; 新制氯水与少量 FeBr_2 溶液反应, 不可忽视 Fe^{2+} 、 Br^- 都能被 Cl_2 氧化等。

(2) 混合顺序不同, 离子反应不同

如 AlCl_3 与 NaOH 、 Na_2CO_3 与 HCl 、 Na_2S 与 FeCl_3 、氯水与 FeBr_2 、氨水与 AgNO_3 等。这些情况归根到底还是与量的多少有关。

(3) 书写“十不忽视”

反应条件(如加热、不加热); 溶液浓度(浓、稀); 物质聚集状态(气、液、固); 电荷守恒; 方程式计量数正确化简; 电解质的强弱; 电解质的溶解性; 电离平衡和水解平衡; 难溶物的溶解度大小[如 CuSO_4 溶液与 Na_2S 生成 $\text{CuS} \downarrow$ 而不是 $\text{Cu}(\text{OH})_2$; 水解相互促进等]。



1. 离子共存

例1 不论在酸性还是在碱性溶液中, 都能大量共存的离子组是()。

- A. K^+ 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 SO_4^{2-}
- B. Na^+ 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
- C. Br^- 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 K^+
- D. Ca^{2+} 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^-

分析 按题目要求必须符合以下条件(1)本身能大量共存, A、B、C 符合, 而 D 中 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 生成沉淀。(2)在酸性条件下仍能大量共存, B、C 符合, 而 A 中 H^+ 和 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 生成弱电解质。(3)在碱性条件下仍能大量共存, C 符合, 而 B 中 Cu^{2+} 和 OH^- 生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀。

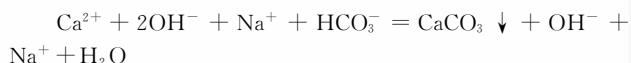
解 选 C。

评注 能大量共存的离子组要满足同组离子不反应, 同时还应符合题目所附加的条件。

2. 与量有关的离子方程式的书写

例2 写出在 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中逐滴加入 NaHCO_3 至过量的有关离子方程式

分析 当加入 NaHCO_3 少量时, HCO_3^- 不能完全中和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 中的 OH^- , 所以:



删除两边没有参加反应的离子, 即: $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

当加入 NaHCO_3 过量时, HCO_3^- 能完全中和掉 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 中的 OH^- , 所以: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{Na}^+ + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

删除两边没参加反应的离子, 即: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

最后检查离子方程式是否符合质量守恒和电荷守恒定律。

解 (1) $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

思维误区点拨: 只写出第二个离子方程式, 漏写第一个离子方程式, 易忽略 NaHCO_3 的量。

评注 与量有关的离子方程式的书写是一个难点。主要是分析清楚反应的实质, 即哪些离子之间能发生反应。同时还要注意题目要求, 如“少量”“过量”“滴入至溶液呈中性”等。

3. 联系生产、生活的实际问题

例3 有甲、乙两相邻的工厂, 排放的污水经初步处理后只溶有 Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 OH^- 中的各不相同的四种离子。若单独排放仍会造成环境污染, 如将两厂的污水按适当比例混合, 沉淀后, 污水转变成无色澄清的硝酸钠溶液排出, 则污染程度大为降低。现又测得甲厂的污水 $\text{pH} > 7$, 试推断:

(1) 甲厂污水中含有的四种离子是_____;

(2) 乙厂污水中含有的四种离子是_____。

分析 环境保护是目前考试的热点内容. 本题实质考查的是离子共存问题, 甲厂的污水中含 OH^- , 则一定不含 Ag^+ 和 Fe^{3+} , 即乙厂污水中含 Ag^+ 和 Fe^{3+} , 不可能含 Cl^- 和 SO_4^{2-} , 由此进而推得:

甲厂污水中的离子是 OH^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ ;

乙厂污水中的离子是 Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Ba^{2+} 、 NO_3^- .

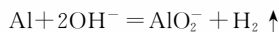
解 (1) OH^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+

(2) Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Ba^{2+} 、 NO_3^-

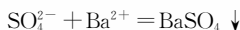


题1 (2003·全国理综) 下列反应的离子方程式正确的是().

A. 铝片跟氢氧化钠溶液反应:



B. 硫酸镁溶液与氢氧化钡溶液反应:



C. CaCO_3 跟醋酸反应: $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

D. 铜片跟稀硝酸反应: $\text{Cu} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

分析 一个正确的离子方程式必须遵守质量守恒和电荷守恒原理, A、D 两个选项中电荷均不守恒; 同时离子方程式的书写必须遵守客观事实. B 中除了 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 生成 BaSO_4 沉淀外, Mg^{2+} 与 OH^- 也易生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, 所以答案为 C.

解 选 C.

考点扫描 离子方程式的书写与判断是高考中的经典题. 对这类题的解答可以从下面几个方面考虑: ① 哪些物质可以拆, 怎么拆, 如 NaHSO_4 与 NaHCO_3 . ② 是否遵循质量守恒定律和电荷守恒定律. ③ 有些反应量不同, 生成物不同, 如酸式盐与碱的反应, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的反应及 FeBr_2 溶液中通入 Cl_2 等等, 此时要看清楚是“少量”还是“大量”或其他的一些条件.

题2 (2003·江苏) 若溶液中由水电离产生的 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 满足此条件的溶液中一定可以大量共存的离子组是().

A. Al^{3+} 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 Cl^-

B. K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-

C. K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 AlO_2^-

D. K^+ 、 NH_4^+ 、 SO_3^{2-} 、 NO_3^-

分析 该溶液中由水电离产生的 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则该溶液的 $\text{pH} = 0$ 或 $\text{pH} = 14$.

提供的离子组必须在酸性和碱性条件下都可以共存.

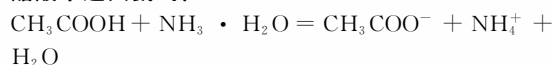
解 选 B.

考点扫描 判断离子共存主要看离子间能否发生反应, 同时要注意附加的条件, 如: “无色溶液”“酸性”或“碱性”及 pH 等.



1. 下列反应的离子方程式不正确的是().

A. 醋酸中通入氨气:

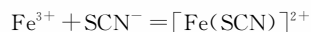


B. 铜片插入硝酸银溶液中: $\text{Cu} + \text{Ag}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Ag} \downarrow$

C. 将碳酸钙加入醋酸溶液中:



D. 将硫氰化钾溶液加入氯化铁溶液中:



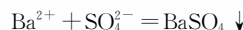
2. 能正确表示下列反应的离子方程式的是().

A. 硫化亚铁跟盐酸反应: $\text{FeS} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$

B. 氯气跟水反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$

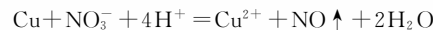
C. 钾跟水反应: $\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

D. 硫酸铜溶液跟氢氧化钡溶液反应:

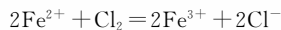


3. 下列反应的离子方程式正确的是().

A. 铜片跟稀硝酸反应:



B. 将氯气通入氯化亚铁溶液中:



C. 氢氧化亚铁在空气中被氧化:



D. 碘化钾溶液跟适量溴水反应: $\text{I}^- + \text{Br}_2 = 2\text{Br}^- + \text{I}$

4. 下列各组离子, 在水溶液中不能大量共存的是().

A. H^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-

B. K^+ 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 AlO_2^-

C. Na^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^-

D. Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

5. 在某无色透明的酸性溶液中, 能大量共存的离子组是().

A. NH_4^+ 、 NO_3^- 、 Al^{3+} 、 Cl^-

B. Na^+ 、 AlO_2^- 、 K^+ 、 NO_3^-

C. MnO_4^- 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 Na^+

D. K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^-

6. 下列各组离子, 在强碱性溶液中可以大量共存的是().

A. Br^- 、 S^{2-} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}

B. K^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 Ba^{2+}

C. Na^+ 、 K^+ 、 HSO_3^- 、 Cl^-

D. K^+ 、 Na^+ 、 ClO^- 、 Cl^-

7. 在加入铝粉能放出氢气的溶液中, 可能大量共存的离子组是().

A. NH_4^+ 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-}

B. Na^+ 、 Ba^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^-

C. Na^+ 、 Ca^{2+} 、 NO_3^- 、 Cl^-

D. Ba^{2+} 、 K^+ 、 AlO_2^- 、 Cl^-

8. 下列各离子中, 在碱性溶液中共存, 加入盐酸过程中会产生沉淀和气体的是().

A. Na^+ 、 K^+ 、 AlO_2^- 、 SO_4^{2-}

B. K^+ 、 Na^+ 、 SiO_3^{2-} 、 CO_3^{2-}

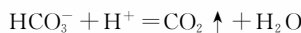
C. K^+ 、 NH_4^+ 、 S^{2-} 、 SO_4^{2-}

D. Na^+ 、 K^+ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 Cl^-

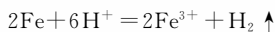


1. 能正确表示下列反应的离子方程式的是().

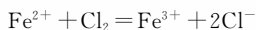
(1) 碳酸氢钙溶液中加入盐酸:



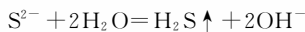
(2) 把金属铁放入稀硫酸中:



(3) 向氯化亚铁溶液中通入氯气:



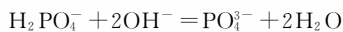
(4)硫化钠水解:



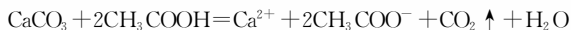
(5)氯气通入水中:



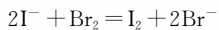
(6)磷酸二氢钙溶液与氢氧化钠溶液反应:



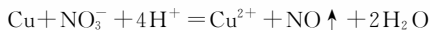
(7)碳酸钙与醋酸反应:



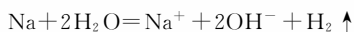
(8)碘化钾与适量溴水反应:



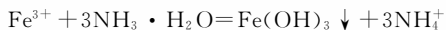
(9)铜片与稀硝酸反应:



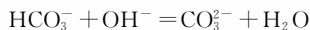
(10)将金属钠放入水中:



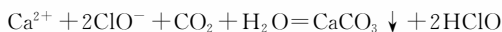
(11)三氯化铁溶液跟过量氨水反应:



(12)小苏打溶液与烧碱溶液反应:



(13)次氯酸钙溶液中通入过量二氧化碳:



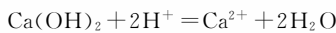
(14)硫酸亚铁溶液中加入过氧化氢溶液:



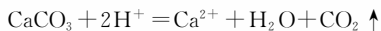
(15)用氨水吸收少量二氧化硫:



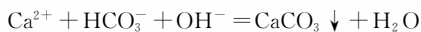
(16)饱和石灰水跟稀硝酸反应:



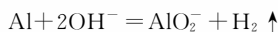
(17)碳酸钙溶于醋酸:



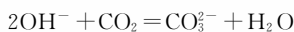
(18)向碳酸氢钙饱和溶液中加入饱和氢氧化钙溶液:



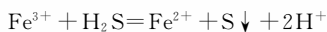
(19)金属铝溶于氢氧化钠溶液:



(20)用氢氧化钠溶液吸收少量二氧化碳:



(21) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的酸性溶液中通入足量硫化氢:



2. 对某酸性溶液(可能含有 Br^- 、 SO_4^{2-} 、 H_2SO_3 、 NH_4^+)分别进行如下实验:

①加热时放出的气体可以使品红溶液褪色;

②加碱调至碱性后,加热时放出的气体可以使湿润的红色石蕊试纸变蓝;

③加入氯水时,溶液略显黄色,再加入 BaCl_2 溶液,产生的白色沉淀不溶于稀硝酸。

对于下列物质不能确认其在原溶液中是否存在的是()。

A. Br^- B. SO_4^{2-} C. H_2SO_3 D. NH_4^+

3. 若溶液中由水电离产生的 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 满足此条件的溶液中一定可以大量共存的离子组是()。

A. Al^{3+} 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 Cl^-

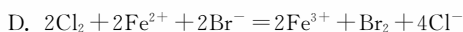
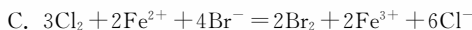
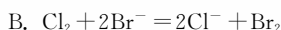
B. K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-

C. K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 AlO_2^-

D. K^+ 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-

4. 将 0.5 mol Cl_2 通入含 1 mol FeBr_2 的溶液中,所发生的离子方程式为()。

A. $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$



5. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KHCO_3 溶液的 pH 约为 8, 同浓度的 NaAlO_2 溶液的 pH 约为 11. 将两种溶液等体积混合, 结果产生沉淀. 请用一个离子方程式表示反应: _____。

6. 溶液中可能有下列阴离子中的一种或几种



(1)当溶液中有大量 H^+ 存在时,则不可能存在 _____;

(2)当溶液中有大量 Ba^{2+} 存在时,则不可能存在 _____;

(3)当溶液中有 _____ 和 _____ 阳离子存在时,上述所有离子都不可能存在;

(4)向溶液中加入足量的氯气时, _____ 离子在溶液中不能存在。

7. 无土栽培技术研究需要配制一种营养液, 它的 1 L 溶液应含 $0.5 \text{ mol NH}_4\text{Cl}$ 、 0.16 mol KCl 和 $0.24 \text{ mol K}_2\text{SO}_4$, 若用 KCl 、 NH_4Cl 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 三种固体配制, 每升溶液要三种固体的物质的量依次是 _____。



1. 如图 1-2-1 所示, 在一烧杯中盛有 $100 \text{ mL } 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液, 同时有一表面光滑的塑料小球悬浮于溶液中央, 向该烧杯里缓缓注入 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至恰好完全反应, 在此过程中:

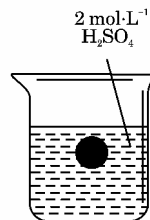


图 1-2-1

(1)烧杯里观察到的实验现象有:

① _____; ② _____。

(2)写出实验中的离子方程式 _____。

2. 有一瓶澄清的溶液, 其中可能含有 NH_4^+ 、 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 I^- 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 等离子, 取该溶液进行以下实验:

(1)取 pH 试纸检验, 表明溶液呈强酸性, 可排除 _____ 离子的存在。

(2)取出部分溶液, 加入少量 CCl_4 及数滴新制氯水, 经振荡后 CCl_4 层呈紫红色, 排除 _____ 离子的存在。

(3)另取部分溶液逐渐加入 NaOH 溶液, 使溶液从酸性逐渐变为碱性, 在滴加过程中和滴定完毕后, 溶液均无沉淀产生, 则可排除 _____ 离子的存在; 取部分碱性溶液加热, 有气体放出, 该气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝。

(4)另取部分上述碱性溶液加入 Na_2CO_3 溶液, 有白色沉淀生成, 证明 _____ 离子存在, 排除 _____ 存在。

(5)根据上述事实确定: ①该溶液中肯定存在的离子是 _____; ②肯定不存在的离子是 _____; ③还不能确定是否存在的离子是 _____。



小结

1.3 化学反应中的能量变化



1. 复习目标

- (1) 热化学方程式的书写.
- (2) 化学反应的热效应与键能的关系.

- (3) 盖斯定律的原理及应用.
 - (4) 化学反应进行方向的判断.
- ### 2. 注意事项

(1) 对热化学方程式的含义的理解, 尤其是其化学方程式计量数与一般化学方程式计量数的区别.

(2) 热化学方程式的书写较难, 书写时对反应物、生成物的状态易忽视, 对化学方程式计量数与反应物的关系不够注意.

(3) 理解化学反应方向的判断依据, 了解自发反应及熵的含义.



1. 反应热

(1) 概念: 在化学反应过程中放出或吸收的热量, 通常叫做反应热.

反应热用符号 ΔH 表示, 单位一般采用 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

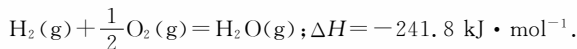
(2) 放热反应和吸热反应(见下表)

	放热反应	吸热反应
表现形式	$\Delta H < 0$ 或 ΔH 为“-”	$\Delta H > 0$ 或 ΔH 为“+”
能量变化	生成物释放的总能量大于反应物吸收的总能量	生成物释放的总能量小于反应物吸收的总能量
键能变化	生成物总键能大于反应物总键能	生成物总键能小于反应物总键能
联系	$\Delta H = E_{\text{生成物}} - E_{\text{反应物}}$ 键能越大, 物质能量越低, 越稳定, 反之键能越小, 物质能量越高, 越不稳定.	
实例	$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l});$ $\Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g});$ $\Delta H = +131.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. 热化学方程式

(1) 概念: 表明反应所放出或吸收的热量的化学方程式, 叫做热化学方程式.

(2) 表示意义: 不仅表明了化学反应中的物质变化, 也表明了化学反应中的能量变化. 例如:



表示 1 mol 气态 H_2 与 $\frac{1}{2}$ mol 气态 O_2 反应生成 1 mol 水蒸气, 放出 241.8 kJ 的热量.

3. 书写热化学方程式

与普通化学方程式相比, 书写热化学方程式除了要遵循书写化学方程式的要求外, 还应注意以下五点:

(1) ΔH 只能写在标有反应物和生成物状态的化学方程式的右边, 并用“;”隔开. 若为放热反应, ΔH 为“-”; 若为吸热反应, ΔH 为“+”. ΔH 的单位一般为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

(2) 注明反应热 ΔH 与测定条件(温度、压强等)有关. 因此书写热化学方程式时应注明 ΔH 的测定条件. 绝大多数 ΔH 是在 25 °C、101 325 Pa 下测定的, 可不注明温度和压强.

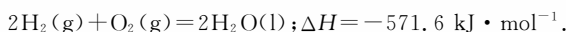
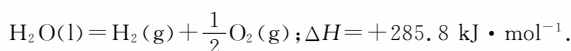
(3) 注意热化学方程式中各物质化学式前面的化学计量数仅表示该物质的物质的量, 并不表示物质的分子或原子数. 因此化学计量数可以是整数、也可以是分数.

(4) 注意反应物和产物的聚集状态不同, 反应热 ΔH 不同. 因此, 必须注明物质的聚集状态才能完整地体现出热化学方程式的意义. 气体用“g”, 液体用“l”, 固体用“s”, 溶液用“aq”. 热化学方程式中不用“↑”和“↓”.

(5) 注意热化学方程式是表示反应已完成的数量. 由于 ΔH 与反应完成的物质的量有关, 所以方程式中化学式前面的化学计量数必须与 ΔH 相对应, 如果化学计量数加倍, 则 ΔH 也要加倍. 当反应向逆向进行时, 其反应热与正反应的反应热数值相等, 符号相反.

例如: 已知 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l});$

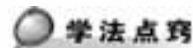
$\Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则:



4. 自发过程

(1) 概念: 一定条件下, 不用外力维持就可以自动进行的过程.

(2) 判据: 科学家根据体系有力图使自身能量趋于最低和由有序变为无序的自然规律, 对化学反应的方向提出了相互关联的能量判据和熵判据, 但对于一个具体的反应, 需用两个判据综合的复合判据进行分析, 不要片面.



1. 建立化学反应中能量变化的观点, 了解吸热反应和放热反应.

化学反应中所释放的能量是当今世界上最重要的能源. 化学反应中的能量变化, 通常表现为热量的变化. 探讨化学反应放热、吸热本质时, 要注意三点:

(1) 化学反应的特点是有新物质生成. 新物质和反应物总能量不同, 这是由于各种物质所具有的能量是不同的;

(2) 反应中能量守恒;

(3) 如果反应物所具有的总能量高于生成物的总能量, 那么在发生化学反应时, 有一部分能量就会转变成热能的形式释放出来, 这就是放热反应; 反之则是吸热反应.