



50年磨一剑

中少社隆重推出首套本版教辅图书

皇冠 优化名题

高中化学

丛书主编 ● 陈效师 马利荣

高考全攻略，名校名师详解经典名题



中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社



CROWN
CLASSIC

皇冠 优化名题

高中化学

丛书主编 ● 陈效师 马利荣
编写 ● 穆振永 王 伟



中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社



高中化学

图书在版编目(CIP)数据

皇冠优化名题. 高中化学/陈效师, 马利荣主编; 穆振永等编写. —北京: 中国少年儿童出版社, 2006. 2

ISBN 7-5007-7999-2

I. 皇... II. ①陈... ②马... ③穆... III. 化学课—高中—习题 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 011030 号

HUANG GUAN YOU HUA MING TI

(高中化学)

出版发行: 中国少年儿童新闻出版总社
中国少年儿童出版社

出版人: 海 飞
执行出版人: 赵恒峰

策 划: 徐寒梅 缪 惟 胡 光
责任编辑: 缪 惟 董 慧

装帧设计: 缪 惟
美术编辑: 缪 惟
责任印务: 李书森

社 址: 北京市东四十二条 21 号
总 编 室: 010-64035735 传 真: 010-64012262
发 行 部: 010-84037667 010-64032266-8269

邮政编码: 100708
真: 010-64012262

http://www.ccppg.com.cn

E-mail: zbs@ccppg.com.cn

印刷: 山东新华印刷厂德州厂

经销: 新华书店

开本: 880×1230 1/16
2006 年 2 月第 1 版

印张: 20
2006 年 2 月山东第 1 次印刷

字数: 550 千字

印数: 1—15000 册

ISBN 7-5007-7999-2/G · 6001

定价: 24.00 元

图书若有印装问题, 请随时向印务部退换。

前言

随着除夕烟花爆竹的逝去,2006年的春天到来了!迎接高考的莘莘学子经过短暂的休整,开始了新一轮的“备战”。今年的高考试卷分别由17个省市自主命题,由此进一步拓宽了高考试卷的多元化。这使我们看到,高考正以越来越灵活的形式,越来越鲜活的命题体现着考核思想。全新的高考模式,呼唤全新的辅导读本,为了适应新形势的要求,《皇冠优化名题》应运而生。

据教学专家分析,2005年全国各地高考均以《考试大纲》为纲,差异性表现在对试题的具体设置,而不是难易程度的不同,各地试题分别从不同角度,用不同方式对同一考点提出考核,这就要求学生对新角度、新形式的考题要有一定的应对能力。为了提高应试能力,选择题库类读本进行训练是非常重要的,而在浩瀚纷纭的题库类读本中,《皇冠优化名题》将会亮人眼目,独树一帜。

《皇冠优化名题》以《考试大纲》为纲,全书严格遵循考纲、考点、考题三点一线的原则编排设置。全书精选了14省市试卷和全国统一试卷中具有典范意义的试题进行讲析,凸显题型特点并注重解题的方法和技巧,兼顾各地方版的风格特点,对高考真题和模拟题进行了有机的联系,使两类试题实现了在训练上的互补。《皇冠优化名题》的编写体例是:

知识网络:按《考试大纲》要求,归纳专题知识,揭示专题知识的内在联系。

考点完全剖析:按《考试大纲》要求,用精要的语言解读考点,结合例题对考点剖析,剖析该考点当前怎么考以及应考趋势。

高考基础题典:包括【**高考真题精华**】和【**模拟试题启示**】两个子栏目,本栏目按照《考试大纲》的要求,从2005年和2004年的高考试题和模拟试题中精选出较基础、典型的试题,对考点进行多角度演示。

高考综合拓展:包括【**高考真题精华**】和【**模拟试题启示**】两个子栏目,本栏目结合《考试大纲》的要求,从2005年和2004年的高考真题和模拟试题中精选出中高难度的试题,从更高的要求解读考点,并对明年的考试题型作出预测。

方法规律总结:总结本单元的知识点及解题技巧,并在备考方法上作出指导。

新型精品题、历届经典题、名卷压轴题:三个栏目各有特点,从不同层面表现了高考试卷中的核心内容,各栏依序以精品题束的形式,安排在单元之后,通过对该板块的专项练习,可事半功倍地提高学生的应考能力,进行综合考查。

2006年模拟试卷:这是全书画龙点睛之笔。各试卷分别模仿全国、江苏、湖北、山东等卷的特点,带有对新一年高考趋势预测的特点。

本书编者身处教学第一线,潜心研究,精心设计,希望《皇冠优化名题》能给高中师生架起一座金桥,祝今年的考生能有更多的人登上中华名校的殿堂。

限于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误在所难免,我们真诚希望得到您的热心支持,欢迎您真心的指教,以便我们进一步改进工作,使之更臻完善。

2006年2月
北京

目 录

第一单元 化学反应及其能量变化

考点 1 氧化还原反应	1
考点完全剖析	1
高考基础题典	4
高考综合拓展	5
考点 2 离子反应	6
考点完全剖析	6
高考基础题典	8
高考综合拓展	9
考点 3 化学反应中的能量变化	10
考点完全剖析	10
高考基础题典	13
高考综合拓展	14
方法规律总结	15

第二单元 碱金属元素

考点 1 钠及其化合物	18
考点完全剖析	19
高考基础题典	20
高考综合拓展	21
考点 2 碱金属元素	22
考点完全剖析	23
高考基础题典	25
高考综合拓展	26
方法规律总结	27

第三单元 物质的量

考点 1 物质的量	30
考点完全剖析	30
高考基础题典	32
高考综合拓展	33
考点 2 气体的摩尔体积	34
考点完全剖析	34
高考基础题典	36
高考综合拓展	36
考点 3 溶液的浓度	37
考点完全剖析	37
高考基础题典	39
高考综合拓展	40
方法规律总结	41

第四单元 卤 素

考点 1 氯气	43
考点完全剖析	43
高考基础题典	45
高考综合拓展	46
考点 2 卤族元素	48
考点完全剖析	48
高考基础题典	50
高考综合拓展	51
方法规律总结	52

第五单元 物质结构 元素周期律

考点 1 原子结构	55
考点完全剖析	56
高考基础题典	57
高考综合拓展	58
考点 2 元素周期律和元素周期表	58
考点完全剖析	59
高考基础题典	61

高考综合拓展	63
考点 3 化学键与分子结构	65
考点完全剖析	65
高考基础题典	68
高考综合拓展	69
考点 4 晶体的类型和性质	70
考点完全剖析	70
高考基础题典	73
高考综合拓展	74
方法规律总结	75

第六单元 硫及其化合物

考点 1 氧族元素	78
考点完全剖析	78
高考基础题典	80
高考综合拓展	81
考点 2 二氧化硫	82
考点完全剖析	82
高考基础题典	84
高考综合拓展	84
考点 3 硫酸及其盐	85
考点完全剖析	86
高考基础题典	87
高考综合拓展	88
考点 4 硫酸工业及环境保护	90
考点完全剖析	90
高考基础题典	92
高考综合拓展	93
方法规律总结	94

第七单元 碳族元素 无机非金属材料

考点 1 碳族元素	97
考点完全剖析	97
高考基础题典	99
高考综合拓展	101
考点 2 硅酸盐工业 无机非金属材料	101
考点完全剖析	102
高考基础题典	103
高考综合拓展	103
方法规律总结	104

第八单元 氮族元素

考点 1 氮和磷	106
考点完全剖析	106
高考基础题典	108
高考综合拓展	109
考点 2 氨和铵盐	111
考点完全剖析	111
高考基础题典	113
高考综合拓展	113
考点 3 硝酸	115
考点完全剖析	115
高考基础题典	117
高考综合拓展	118
方法规律总结	119

第九单元 化学平衡

考点 1 化学反应速率	122
考点完全剖析	122
高考基础题典	125
高考综合拓展	126

考点 2 化学平衡	127
考点完全剖析	127
高考基础题典	131
高考综合拓展	132
考点 3 合成氨工业	134
考点完全剖析	134
高考基础题典	135
高考综合拓展	136
方法规律总结	137

第十单元 电离平衡

考点 1 电离平衡	140
考点完全剖析	140
高考基础题典	142
高考综合拓展	142
考点 2 水的电离和溶液的 pH	143
考点完全剖析	143
高考基础题典	146
高考综合拓展	146
考点 3 盐类水解	147
考点完全剖析	148
高考基础题典	149
高考综合拓展	150
考点 4 酸碱中和滴定	151
考点完全剖析	151
高考基础题典	153
高考综合拓展	154
方法规律总结	154

第十一单元 几种重要的金属

考点 1 镁和铝	158
考点完全剖析	158
高考基础题典	161
高考综合拓展	161
考点 2 铁及其化合物	163
考点完全剖析	163
高考基础题典	166
高考综合拓展	167
考点 3 金属的冶炼	168
考点完全剖析	168
高考基础题典	169
高考综合拓展	170
方法规律总结	170

第十二单元 电化学 胶体

考点 1 原电池原理及其应用	174
考点完全剖析	174
高考基础题典	176
高考综合拓展	177
考点 2 电解原理及其应用	178
考点完全剖析	178
高考基础题典	180
考点 3 胶体性质及其应用	182
考点完全剖析	183
高考基础题典	184
方法规律总结	184

第十三单元 烃

考点 1 甲烷 烷烃	187
考点完全剖析	188
高考基础题典	190
高考综合拓展	191
考点 2 烯烃 炔烃	192
考点完全剖析	193

高考基础题典	196
高考综合拓展	196
考点 3 苯 芳香烃 煤和石油	199
考点完全剖析	199
高考基础题典	202
高考综合拓展	202
方法规律总结	204

第十四单元 烃的衍生物

考点 1 溴乙烷 卤代烃	208
考点完全剖析	208
高考基础题典	210
高考综合拓展	211
考点 2 醇和酚	214
考点完全剖析	214
高考基础题典	218
高考综合拓展	219
考点 3 醛类 有机物分子式和结构式的确定	220
考点完全剖析	221
高考基础题典	223
高考综合拓展	224
考点 4 羧酸 酯	226
考点完全剖析	226
高考基础题典	228
高考综合拓展	229
方法规律总结	231

第十五单元 糖类 油脂 蛋白质 合成材料

考点 1 糖类	235
考点完全剖析	235
高考基础题典	237
高考综合拓展	238
考点 2 油脂 蛋白质	238
考点完全剖析	238
高考基础题典	241
高考综合拓展	242
考点 3 合成材料	243
考点完全剖析	244
高考基础题典	246
高考综合拓展	247
方法规律总结	248

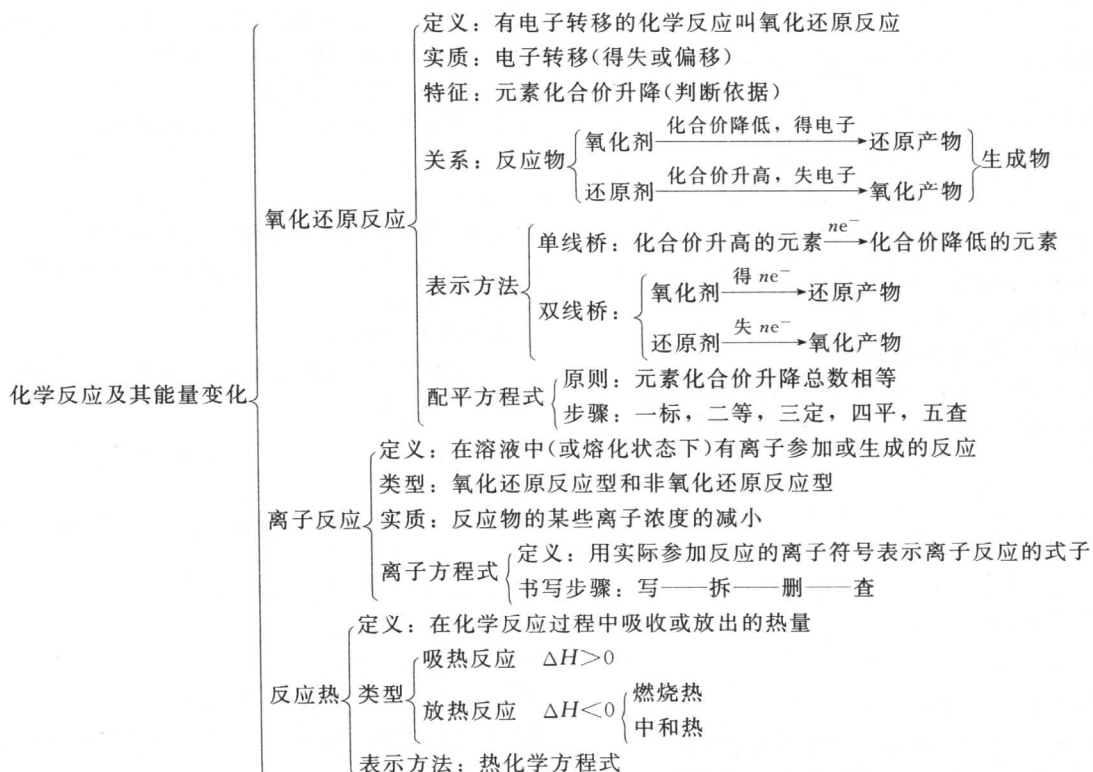
第十六单元 化学实验方案的设计

考点 1 制备实验方案的设计	251
考点完全剖析	251
高考基础题典	255
高考综合拓展	256
考点 2 性质实验方案的设计	258
考点完全剖析	258
高考基础题典	260
高考综合拓展	260
考点 3 物质检验实验方案的设计	263
考点完全剖析	263
高考基础题典	266
高考综合拓展	267
方法规律总结	269

2006 年仿真模拟试卷 A (模拟全国卷)	272
2006 年仿真模拟试卷 B (模拟山东卷)	275
2006 年仿真模拟试卷 C (模拟江苏卷)	278
2006 年仿真模拟试卷 D (模拟广东卷)	281
2006 年仿真模拟试卷 E (模拟湖北卷)	284
参考答案	287

第一单元 化学反应及其能量变化

知识网络



考点 1 氧化还原反应

《考试大纲》要求

1. 掌握化学反应的四种基本类型：化合、分解、置换、复分解。

2. 理解氧化还原反应，了解氧化剂、还原剂等概念，掌握重要的氧化剂、还原剂之间的常见反应，能判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目，并能配平反应方程式。

2005年全国理综(Ⅲ)11题(6分)，广东化学13题(4分)，江苏化学3题(4分)、7题(4分)、17题(5分)等都对本考点进行了考查。

氧化还原反应在生产实践中应用极为广泛，它贯穿于中学化学的全过程，是高考命题的热点之一。在命题中经常涉及的知识及题型有：①从氧化还原反应的角度来分析反应类型；②判断化学反应中的氧化剂和还原剂、电子转移方向数目；③比较氧化性或还原性的强弱，判断氧化还原反应的可能性及反应产物；④配平氧化还原反应方程式；⑤氧化还原反应的有关计算。

近几年高考命题除注重基本概念考查外，还出现了将氧化还原反应方程式配平与物质的分析推断结合在一起，或已知参加反应的氧化剂与还原剂的物质的量(或质量)之比，计算后确定氧化产物与还原产物等新题型。

今后高考命题仍将继续从上述方面进行综合考查，可能

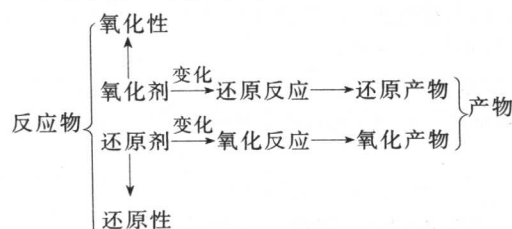
推出新的题型和新的设问方式，特别是与工农业生产、日常生活、科学实验等实际紧密结合。

考点完全剖析

一、氧化还原反应的本质、特征、判断方法

1. 本质：电子转移(得失或偏移)。
2. 特征：反应前后元素的化合价升降。
3. 判断方法：标元素的化合价，分析元素的化合价是否升降。

二、有关概念及转化关系



三、氧化还原反应和四种基本类型的关系

1. 它们是从不同的角度对化学反应进行分类的。四种基本类型注重反应物和生成物的类别以及反应前后物质种类

的变化(外在表现), 氧化还原反应注重化学反应的本质(内在原因)。

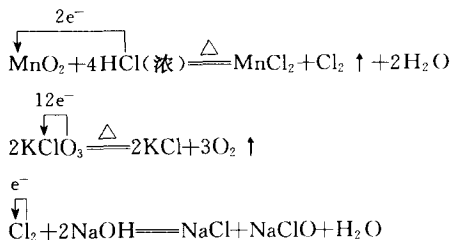
2.

基本类型	是否氧化还原	举例
置换	一定是氧化还原	$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$ $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$
化合	有单质参加的是氧化还原	$2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
分解	有单质生成的是氧化还原	$2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$ $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$
复分解	一定不是氧化还原	$\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$

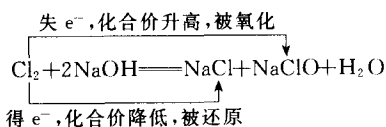
3. 在有机化学中, 凡是有得氧或去氢的反应叫氧化反应; 凡是有得氢或去氧的反应都叫还原反应。

四、氧化还原反应中电子转移的表示方法

1. 单线桥表示法: 自失电子的原子开始, 箭头指向得到电子的原子。此法能明了地表示电子转移的方向和数目。如



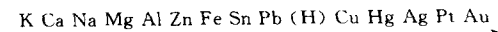
2. 双线桥表示法: 自反应物中有关元素的原子开始, 箭头指向发生化合价变化后生成物中对应的原子, 此法不仅能表示出电子转移的方向和数目, 同时还能表示出元素化合价升降和氧化还原的关系。如



五、氧化性和还原性相对强弱的判断

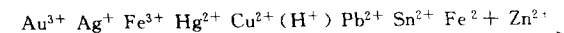
1. 依金属活动顺序

金属单质还原性强弱看金属活动顺序表:

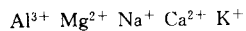


失电子的能力逐渐减弱

金属离子氧化性强弱看金属活动顺序表倒过来的顺序:

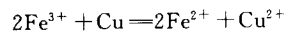


得电子能力逐渐减弱(即氧化性逐渐减弱)



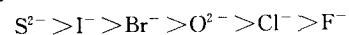
得电子能力逐渐减弱(即氧化性逐渐减弱)

注: Fe^{3+} 氧化性 $>$ Cu^{2+} 氧化性, 如

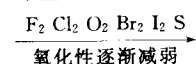


2. 按非金属在水溶液中活动顺序

非金属离子的还原性强弱看非金属活动顺序表倒过来的顺序:



非金属单质氧化性强弱看非金属活动顺序表:



3. 依据元素的化合价

(1) 不同价态的同种元素的氧化性, 一般为高价态的强于低价态的, 如 $\text{K} \overset{+7}{\text{MnO}_4} > \overset{+4}{\text{MnO}_2} > \text{Mn}^{2+}$

(2) 同种元素不同价态: 处于最高价态只有氧化性, 处于最低价态只有还原性, 如 H_2S 为强还原剂, 浓 H_2SO_4 为强氧化剂, 单质 S 和 SO_2 既有氧化性, 又有还原性, 可归纳为“高价氧化低价还, 中间价态两边转”。如果某种物质中既含有高价元素, 又含有低价元素, 则一般既有氧化性, 又有还原性(如盐酸, 再如被加热的 KMnO_4)。

4. 依据氧化还原反应的方向

同一反应中, 还原性: 还原剂 $>$ 还原产物; 氧化性: 氧化剂 $>$ 氧化产物。

5. 依据元素周期表

同主族元素从上到下, 同周期元素从右到左, 元素单质的氧化性渐弱, 还原性渐强, 对应的阳离子的氧化性渐弱, 阴离子还原性渐强。

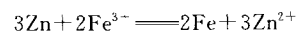
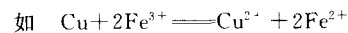
6. 依据氧化还原的程度

在相同条件下, 不同氧化剂使同一种还原剂氧化程度大的, 其氧化性强。如



氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$

不同还原剂使用同一种氧化剂, 还原程度大的, 其还原性强。



还原性: $\text{Zn} > \text{Cu}$

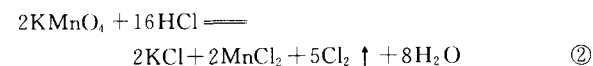
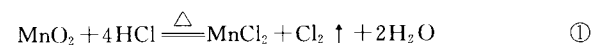
7. 依据原电池和电解池中的放电顺序

电极参加反应的电池中, 负极物质的还原性强于正极物质。

在电解池中, 先放电的阳离子的氧化性强, 先放电的阴离子的还原性强。

8. 依据反应条件的差异

反应对条件的要求越低, 物质的氧化性或还原性就越强, 如



反应①要加热, 反应②不加热, 两反应都是把 -1 价的 Cl 氧化为 Cl_2 , 所以氧化性 $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2$ 。

9. 依据得电子时放出能量或失电子时吸收能量的多少

(1) 非金属原子结合电子时放出能量多, 形成的阴离子自身能量越低越稳定, 该非金属原子越易得电子, 该非金属氧化性越强; (2) 金属原子失电子时吸收的能量越少, 形成的阴离子自身能量越低越稳定, 该金属原子越易失电子, 该金属还原性越强。

六、常见氧化剂和还原剂

1. 氧化剂

(1) 非金属性较强的单质: F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 、 O_2 、 O_3 ;

(2) 变价元素中高价态化合物: KClO_3 、 KMnO_4 、 Fe^{3+} 盐、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、浓 H_2SO_4 、浓 HNO_3 、稀 HNO_3 、固体硝酸盐;

(3) 能电离出 H^+ 的物质: 稀 H_2SO_4 、稀 HCl ;

(4) 其他: HClO 、漂白粉、 MnO_2 、 Na_2O_2 、 NO_2 、 H_2O_2 、 NaHSO_4 、银氨溶液、新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 。

2. 还原剂

(1) 金属性较强的单质: K、Na、Mg、Al、Fe、Zn;

(2) 某些非金属单质: H_2 、C、Si 等;

(3) 变价元素中某些低价态化合物: CO、 H_2S 及硫化物、 Fe^{2+} 盐、 $Fe(OH)_2$ 、HBr、HI 及其盐、 SO_2 及亚硫酸盐;

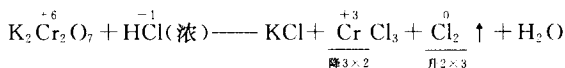
(4) 其他: 单质 S、 Sn^{2+} 盐、浓 HCl、 NH_3 气。

七、氧化还原反应方程式的配平

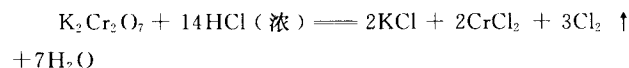
1. 掌握两个原则: ① 质量守恒——反应前后各元素的原子(离子)个数相等。② 电荷守恒——反应前后得失电子总数相等, 因而各带电微粒所带电荷总数(代数和)相等; 化合价升降总数相等。

2. 抓住一个关键: 准确判断变价元素化合价升降数及其最小公倍数, 从而求得氧化剂、还原剂的基准计量数。

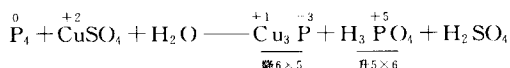
3. 运用技巧: 在掌握一般配平方法步骤的基础上, 根据反应的不同类型和特点, 选择和运用一些不同的配平方法和技巧, 以提高配平的速度和准确度。如部分氧化还原反应、自身氧化还原反应、歧化反应等宜选用逆向配平法, 即选择氧化产物、还原产物为基准物。如



首先确定 $CrCl_3$ 和 Cl_2 的计量数分别是 2 和 3, 然后用观察法配平得:



若某些反应物或生成物分子内有两种或两种以上元素的化合价发生了变化, 可将该分子看作一个整体作为基准物进行配平, 可称为整体归一法。如:



首先确定 Cu_3P 和 H_3PO_4 的计量数分别是 5 和 6, 其次确定 P_4 和 $CuSO_4$ 的计量数分别是 $\frac{11}{4}$ 和 15, 用观察法配平后将两边各计量数都乘以 4, 得 $11P_4 + 60CuSO_4 + 96H_2O \longrightarrow 20Cu_3P + 24H_3PO_4 + 60H_2SO_4$

此外还有零价法、拆分法等, 可灵活进行选择。

八、氧化还原反应有关计算

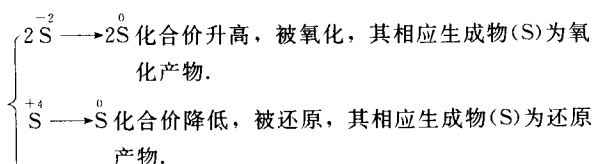
计算规律是: 依据氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数, 列出守恒关系求解。

例 1 在反应 $2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S + 2H_2O$ 中, 氧化产物和还原产物的质量之比为 ()

- A. 2:1 B. 8:3 C. 1:2 D. 3:8

答案 A

解析



例 2 用 MnO_2 和浓 HCl 共热制 Cl_2 时, 当生成 7.1 g Cl_2 时, 则被氧化的 HCl 的质量是 ()

- A. 3.65 g B. 14.6 g C. 7.3 g D. 10.95 g

答案 C

解析 由方程式: $MnO_2 + 4HCl \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + Cl_2 \uparrow + 2H_2O$ 可知, 被氧化的盐酸中的氯全部转化为 Cl_2 。

$$\text{即: } 2HCl \longrightarrow Cl_2 \quad \frac{73g}{x} = \frac{71g}{7.1g}, x = 7.3g$$

$$\begin{array}{cc} 73g & 71g \\ x & 7.1g \end{array}$$

例 3 已知在酸性溶液中, 下列物质氧化 KI 时, 自身发生如下变化:



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

答案 B

解析 根据电子得失守恒原理判断产物量的多少。在等物质的量 Fe^{3+} 、 MnO_4^- 、 Cl_2 和 HNO_2 中, 得电子数最多的是 MnO_4^- , 所以氧化足量的 KI 时, 得时 I_2 的量也最多。

例 4 在反应 $3BrF_3 + 5H_2O \longrightarrow HBrO_3 + Br_2 + O_2 \uparrow + 9HF$ 中, 若有 5 mol 水参加反应, 则被水还原的 BrF_3 物质的量为 ()

- A. 3 mol B. 2 mol C. $\frac{4}{3}$ mol D. $\frac{10}{3}$ mol

答案 C

解析 设参加反应的 5 mol 水能还原 BrF_3 的物质的量为 x , 则由 $\overset{+3}{Br}F_3 \longrightarrow \overset{0}{Br_2}$ 、 $\overset{-2}{H_2}O \longrightarrow \overset{0}{O_2}$, 由电子得失守恒得: $3x = 5 \times \frac{2}{5} \text{ mol} \times 2$, $x = \frac{4}{3} \text{ mol}$, 应选 C。

例 5 $R_2O_8^{n-}$ 离子在一定条件下可以把 Mn^{2+} 氧化为 MnO_4^- , 若反应后 $R_2O_8^{n-}$ 变为 RO_4^{2-} , 又知反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比 5:2, 则 n 值为 ()

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

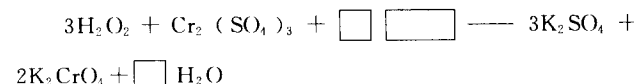
答案 C

解析 因为一种元素的最高正价只能为 +7 价, 即 $R_2O_8^{n-}$ 中的 R 只能为 +7 价, 所以 $n=2$, 快速选出答案 C。

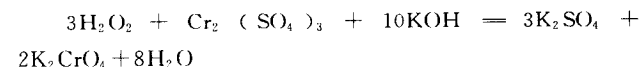
例 6 配平 $\square H_2O_2 + \square Cr_2(SO_4)_3 + \square \square \square \longrightarrow \square K_2SO_4 + \square K_2CrO_4 + \square H_2O$

答案 略

解析 先配平含变价元素物质的化学计量数:



观察: 左边也应有 10 mol K^+ , 两边元素不变, 含 K^+ 的物质不是 H_2O 也非酸, 故为 KOH, 且化学计量数为 10, 故最后配平方程式为



例 7 配平方程式: $Na_2S_x + NaClO + NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + NaCl + H_2O$



答案 $\text{Na}_2\text{S}_x + (3x+1)\text{NaClO} + 2(x-1)\text{NaOH} \longrightarrow$

$x\text{Na}_2\text{SO}_4 + (3x+1)\text{NaCl} + (x-1)\text{H}_2\text{O}$

解析 多硫化物可用整体标价法配平。把 Na_2S_x 中的“ S_x ”中的“ S_x ”看成一个整体，共为-2价。发生反应后，每个S都变成 SO_4^{2-} ，因此在配系数前首先在“ SO_4^{2-} ”前加系数 x 。在 SO_4^{2-} 中每个S的化合价为+6价， x 个S共升高价为 $(6x+2)$ ， $\text{S}_x \longrightarrow x\text{SO}_4^{2-}$ 化合价升高 $(6x+2) \times 1$ ，

$\text{Cl} \longrightarrow \text{Cl}^{-1}$ 化合价降低为 $2(3x+1)$

配平“Cl”的系数：

$\text{Na}_2\text{S}_x + (3x+1)\text{NaClO} + \text{NaOH} \longrightarrow x\text{Na}_2\text{SO}_4 + (3x+1)\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

用观察法配平其他物质的计量数。

例8 对于司机酒后驾车，可对其呼出的气体进行检测而查出，所利用的化学反应如下：

$2\text{CrO}_3(\text{红色}) + 3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3(\text{绿色}) + 3\text{CH}_3\text{CHO} + 6\text{H}_2\text{O}$

被检测的气体成分是_____，上述反应中的氧化剂是_____，还原剂是_____。

答案 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 CrO_3 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

解析 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 中C元素的化合价为-2， CH_3CHO 中C元素的化合价为-1，显然 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 是还原剂；则 CrO_3 是氧化剂。

例9 在氯氧化法处理含 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 $0.650 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。现用氯氧化法处理，发生如下反应（其中N均为-3价）：

$\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

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 20 L，使 KCN 完全转化为无毒物质，至少需液氯_____g。

答案 (1)碳(或C) (2)2、4、3、2、1、6、2

(3)35.5

解析 (1)在反应 $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ 中，碳元素的化合价从+2上升到+4，失电子被氧化。

(2)N元素化合价从-3升至0，Cl元素化合价从0降至-1，根据氧化还原反应中元素化合价升降数相等的规律，即可配得 $2\text{KOCN} + 4\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 6\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

(3)从反应 $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ 和反应 $2\text{KOCN} + 4\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 6\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知， $2\text{KCN} + 8\text{KOH} + 5\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 10\text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$ ，即 $2\text{KCN} \longrightarrow 5\text{Cl}_2$ ，处理上述 20 L 废水，使 KCN 完全转化为无毒物质，至少需液氯：

$\frac{20 \text{ L} \times 0.650 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{5}{2} \times 71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 35.5 \text{ g}$

高考基础题典

高考真题精华

1. (2005 年全国理综Ⅲ) 已知 KH 和 H_2O 反应生成 H_2 和 KOH ，反应中 1 mol KH ()

- A. 失去 1 mol 电子 B. 得到 1 mol 电子
C. 失去 2 mol 电子 D. 没有电子得失

答案 A

解析 根据题干信息， KH 和 H_2O 反应生成 H_2 和 KOH ，可写出该反应的方程式 $\text{KH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow$ (利用观察法即可配平)。本反应为氧化还原反应，化合价发生变化的只有 H 元素， KH 中 H 为-1价变为 H_2 中的 0 价，而 H_2O 中为+1价反应后变为 H_2 中 0 价，因此该反应中每有 1 mol KH 参加反应，氢元素就会失去 1 mol e^- 。

点拨 本题考察了氧化还原反应的有关知识，考生要正确解答此题需先根据反应物和生成物写出方程式再准确判断出化合价的变化，只要方程式配平了，问题也就基本解决了，需要注意的是 KH 中 H 的化合价要分析准确(金属无负价)。

2. (2005 年江苏化学) 已知 Co_2O_3 在酸性溶液中易被还原成 Co^{2+} ， Co_2O_3 、 Cl_2 、 FeCl_3 、 I_2 的氧化性依次减弱。下列反应在水溶液中，不可能发生的是 ()

- A. $3\text{Cl}_2 + 6\text{FeI}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeI}_3$
B. $\text{Cl}_2 + \text{FeI}_2 \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{I}_2$
C. $\text{Co}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \longrightarrow 2\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
D. $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

答案 A

解析 氧化还原反应发生的条件是强氧化剂+强还原剂=弱还原剂+弱氧化剂。A 中 I^- 的还原性 $> \text{Fe}^{2+}$ 的还原性，故 Cl_2 先氧化强还原剂 I^- 而不是 Fe^{2+} ，故 A 选项错误。

3. (2004 年春招理综) 已知常温下在溶液中可发生如下两个离子反应：

$\text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$ ； $\text{Sn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$

由此可以确定 Fe^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Sn^{2+} 三种离子的还原性由强到弱的顺序是 ()

- A. Sn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ce^{3+} B. Sn^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Fe^{2+}
C. Ce^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Sn^{2+} D. Fe^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Ce^{3+}

答案 A

解析 据两个离子反应方程式知，还原性： $\text{Fe}^{2+} > \text{Ce}^{3+}$ ， $\text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$ ，从而得出正确答案。

点拨 口诀记忆：氧生还，还生氧，强强生弱弱。

4. (2003 年上海化学) ClO_2 是一种广谱型消毒剂，根据世界环保联盟的要求 ClO_2 逐渐取代 Cl_2 成为生产自来水的消毒剂。工业上 ClO_2 常用 NaClO_3 和 Na_2SO_3 溶液混合并加 H_2SO_4 酸化后反应制得，在以上反应中 NaClO_3 和 Na_2SO_3 的物质的量之比为 ()

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

答案 B

解析 两者反应生成 ClO_2 时， NaClO_3 中+5价的Cl

降到+4价,而 Na_2SO_3 中+4价的S上升为+6价,由电子得失守恒,有 $n(\text{NaClO}_3):n(\text{Na}_2\text{SO}_3)=2:1$ 。

5. (2005年海淀一模)单质Ti的机械强度高,抗蚀能力强,有“未来金属”之称。工业上常用硫酸分解钛铁矿(FeTiO_3)的方法来制取 TiO_2 ,再由 TiO_2 制金属Ti。由 TiO_2 制金属Ti的反应为

① $\text{TiO}_2 + 2\text{C} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$ ② $\text{TiCl}_4 + 2\text{Mg} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{MgCl}_2 + \text{Ti}$, 则下列叙述正确的是 ()

- A. 由反应①可知, Cl_2 是氧化剂, TiCl_4 是氧化产物
B. 由反应①可知, 可用CO在高温下把 TiO_2 还原成Ti
C. 由反应②可知, 若有24 g Mg参加反应, 就可生成1 mol Ti
D. 由反应②可知, 金属Mg的还原性比金属Ti的还原性强

答案 D

解析 由氧化还原反应关系知反应①中 TiCl_4 是还原产物, CO与 TiCl_4 也不反应, 故A、B两选项错误; 由反应②知, 每有24 g Mg参加反应, 就可生成0.5 mol Ti, C项错误, D项正确。

6. (2005年东城目标检测)化合物 BrF_x 与水按物质的量之比3:5发生反应, 其产物为溴酸、氢氟酸、单质溴和氧气。

- (1) BrF_x 中, $x=$ _____
(2)该反应的化学方程式是_____
(3)此反应中的氧化剂和还原剂各是什么?

答案 (1)3 (2) $3\text{BrF}_3 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{HBrO}_3 + 9\text{HF} + \text{Br}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ (3)氧化剂是 BrF_3 ; 还原剂是 BrF_3 、 H_2O

解析 设 HBrO_3 的化学计量数为 m , 则 $3\text{BrF}_x + 5\text{H}_2\text{O} = m\text{HBrO}_3 + 3x\text{HF} + \frac{3-m}{2}\text{Br}_2 + \frac{1}{2}(5-3m)\text{O}_2$, 根据H元素守恒有 $3x+m=10$, 由于 x 、 m 皆为正整数且 $m<3$, 所以 $m=1$, $x=3$, 反应中, BrF_3 中溴元素一部分从+3价升到+5价, 另一部分从+3价降到0价, 既作氧化剂又作还原剂, H_2O 中氧元素化合价从-2升到0作还原剂。

7. (2005年南京一模)书籍常温下, 在酸性环境中能发生下列反应:

- ① $2\text{BrO}_3^- + \text{Cl}_2 = 2\text{ClO}_3^- + \text{Br}_2$
② $2\text{ClO}_3^- + \text{I}_2 = 2\text{IO}_3^- + \text{Cl}_2$
③ $2\text{BrO}_3^- + \text{I}_2 = 2\text{IO}_3^- + \text{Br}_2$

则在该环境中, 下列结论正确的是 ()

- A. 氧化性: $\text{ClO}_3^- > \text{BrO}_3^- + \text{Cl}_2$
B. 氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{ClO}_3^- > \text{BrO}_3^- > \text{IO}_3^-$
C. 还原性: $\text{I}_2 > \text{Br}_2 > \text{Cl}_2$
D. 还原性: $\text{I}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2$

答案 D

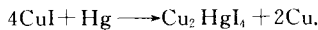
解析 由①知氧化性: $\text{BrO}_3^- > \text{Cl}_2$, $\text{BrO}_3^- > \text{ClO}_3^-$, A错, 还原性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$; 由②知氧化性: $\text{ClO}_3^- > \text{Cl}_2$, B错; 由③知: 还原性: $\text{I}_2 > \text{Br}_2$, 综上所述C项又不正确。

点拨 我们知道, 通常情况下, 氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$, 还原性: $\text{I}_2 > \text{Br}_2 > \text{Cl}_2$, 但本题反应是在酸性环境中进行的, 因此不要只看选项而不看题示条件。

高考综合拓展

高考真题精华

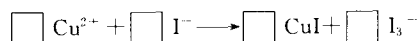
8. (2003年上海)实验室为监测空气中汞蒸气的含量, 往往悬挂涂有CuI的滤纸, 根据滤纸是否变色或颜色发生变化所用去的时间来判断空气中的含汞量, 其反应为



(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:



答案 (1)+1 (2)CuI 0.5 (3)2 5 2 1

9. (2004年试测)某钠盐A, 易溶于水, 向A溶液中加入稀盐酸, 有刺激性气体B产生, 同时有黄色沉淀C析出, 气体B能使 KMnO_4 溶液褪色, 若向A溶液中通入氯气, 氯气立即消失, 并得到溶液D, D跟氯化钡溶液作用即产生白色沉淀E, E不能溶于稀硝酸, 试回答:

(1)A是_____, B是_____, C是_____, E是_____;

(2)B跟 KMnO_4 溶液反应的化学方程式是_____。

答案 (1) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ SO_2 S BaSO_4

(2) $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

解析 黄色沉淀是硫, B气体具有还原性且被 Cl_2 氧化后再与 BaCl_2 溶液生成不溶于稀硝酸的白色沉淀, 知E是 BaSO_4 , B是 SO_2 。由 KMnO_4 与 SO_2 反应现象及所学知识知反应产物, 然后据氧化还原反应得失电子守恒进行配平。

点拨 解答推断题时, 要根据实验现象大胆进行假设, 然后再验证你的假设, 这是解答推断题常用的方法之一。

模拟试题启示

10. (2005年盐城一模)在淀粉-碘化钾溶液中加入少量次氯酸钠溶液, 并加入少量的稀硫酸, 溶液立即变蓝。有关反应的离子方程式是_____; 在上述溶液中加入足量的亚硫酸钠溶液, 蓝色逐渐消失, 有关反应的离子方程式是_____; 从以上事实可知, ClO^- 、 I_2 、 SO_3^{2-} 的氧化性由弱到强的顺序是_____。

答案 $\text{ClO}^- + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

$\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^-$

SO_3^{2-} I_2 ClO^-

解析 ClO^- 具有强氧化性, 能将 I^- 氧化成 I_2 , 从而出现题中现象; I_2 与 Na_2SO_3 发生氧化还原反应, I_2 被还原, 因此蓝色消失, 然后根据两反应方程式推断氧化性: $\text{ClO}^- > \text{I}_2 > \text{SO}_3^{2-}$ 。

考点 2 离子反应

《考试大纲》要求

1. 掌握离子反应发生的条件, 了解离子反应的本质。
2. 正确书写离子方程式。
3. 正确判断离子共存问题。

2005 年各省市的考题有: 全国理综(I)10 题(6 分), 理综(III)13 题(6 分), 天津理综 8 题(6 分), 广东化学题(3 分)16 题(4 分), 上海化学题(4 分), 江苏化学 9 题(3 分), 广东综合 22 题(3 分), 北京理综 10 题(6 分)等。

1. 离子共存问题是高考中的常见题型, 是每年必考的题型。今后命题的发展趋势是:

(1)增加限制条件, 如强酸性、无色透明、碱性、 $\text{pH}=1$ 、甲基橙呈红色、发生氧化还原反应等;

(2)定性中有定量, 如“由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中……”

2. 离子方程式的书写正误也是历年高考必出的试题。从命题的内容看, 存在着三个特点:

(1)所考查的化学反应均为中学化学教材中的基本反应, 错因大都属于化学式拆分处理不当, 电荷未配平, 产物不合

理或漏掉部分反应等;

(2)所涉及的化学反应类型以复分解反应为主, 而溶液中的氧化还原反应约占 15%;

(3)一些重要的离子反应方程式, 在历年考卷中多次重复。如碳酸盐与酸的反应、 Na 与 H_2O 的反应、金属 Al 或 Fe 与盐酸或稀 H_2SO_4 的反应, 自 1995 年以来分别考过多次。

考查离子方程式的目的主要是了解学生使用化学用语的准确程度和熟练程度, 具有一定的综合性, 预计今后的考题还会保留。离子反应的问题除保持传统题型外, 关于离子方程式的书写、离子反应的简单计算、析出沉淀或微溶物的计算也会出现。随着环境污染已成为社会问题, 污水中的离子反应担负着变废为宝的重担, 必将在综合考试中担任重要角色。

考点完全剖析

一、离子反应类型及其发生条件

离子反应类型	发生的条件	实 例
离子互换反应 (向离子数目减少的方向)	气体	$\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
	沉淀	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow$
	弱电解质	$\text{H}^+ + \text{F}^- \longrightarrow \text{HF}$
氧化还原反应 (越强, 离子反应越完全)	氧化性: 氧化剂 > 氧化产物 还原性: 还原剂 > 还原产物	$2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$
络合反应	比简单离子更稳定的络离子生成	$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \longrightarrow [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$
水解反应	单水解: 有弱电解质生成 双水解: 有沉淀、气体生成	$\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \longrightarrow 3\text{CO}_2 \uparrow + \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ (注意正确使用“ $\downarrow$ ”“ $\uparrow$ ”“ $\rightleftharpoons$ ”“ $\longrightarrow$ ”)
电解	外加直流电源	$2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$

二、书写离子方程式的关键及注意事项

1. 关键

两易: 易电离的物质(可溶性的强电解质包括强酸、强碱、大多数可溶性盐)以实际参加反应的离子符号表示; 非电解质、弱电解质、难溶物、气体等用化学式表示。

两等: 离子方程式两边的原子个数, 电荷总数均应相等。

两查: 检查各项是否都有公约数, 是否漏写必要的反应条件。

2. 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、氯化钠固体和浓硫酸、氯化铵固体和氢氧化钙固体反应等。

(2)有离子生成的反应可以写离子方程式, 如钠和水、铜和浓硝酸、 SO_2 通入溴水里、碳酸钙溶于乙酸等。

(3)单质、氧化物一律写化学式。

(4)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。

(5)多元弱酸酸式酸根离子, 在离子方程式中不能拆开写。

(6)注意反应物之间量的关系, 如硫酸铝钾和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 按 1:2 或 2:3 的物质的量比反应。

三、离子方程式正误判断

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 $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2$ 就不符合客观事实。

2. 看“ $\longrightarrow$ ”“ $\rightleftharpoons$ ”“ $\uparrow$ ”“ $\downarrow$ ”等是否正确。

3. 看表示各物质的化学式是否正确。如 HCO_3^- 不能写成 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$, HSO_4^- 通常应写成 $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$, HCOO^- 不可写成 COOH^- 等。

4. 看是否漏掉离子反应。如 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 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 $\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, 而应写成 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, 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 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应不能写成 $\text{H}^+ + \text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+}$

$\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 应写成 $2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$.

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: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$; 往 FeBr_2 溶液中通入过量 Cl_2 的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$.

四、离子共存

离子在溶液中能大量共存的条件是离子之间不能发生离子反应. 其题目类型多以选择题为主, 其次是推断题, 它们都是依据离子性质与离子间的反应编制而成的, 在下列情况下离子均不能大量共存:

1. 发生双水解反应(如 Fe^{3+} 与 CO_3^{2-} 、 Al^{3+} 与 S^{2-} 等).
2. 发生氧化还原反应(如 Fe^{3+} 与 I^- ; MnO_4^- 与 Fe^{2+} ; NO_3^- 、 H^+ 与 Fe^{2+} 等).
3. 发生络合反应(如 Fe^{3+} 与 SCN^- 等).
4. 发生复分解反应(如 H^+ 与弱酸的酸根阴离子; OH^- 与弱碱的阳离子; SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} ; CO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Ag^+ ; Cl^- 与 Ag^+ 等).
5. 若题目中提示酸性溶液($\text{pH} < 7$)或碱性溶液($\text{pH} > 7$)应在各待选答案中均加入 H^+ 或 OH^- 考虑.
6. 若题目中告知是无色溶液, 应在各待选答案中排除具有颜色的 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 MnO_4^- 等离子.

五、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, 只需注意所给条件, 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 溶液通 CO_2 (少量或足量), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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, 如果没有明确的用量, 用任一反应作为足量写出的离子反应方程式均属正确, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与 NaOH (少量或足量), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液与 NaHCO_3 (不限制量), NaH_2PO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (不限制量)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; 方程式系数的正确化

简; 电解质的强弱; 电解质的溶解性; 电离平衡与水解平衡; 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.

例 1 已知 PbSO_4 难溶于水, 也难溶于 HNO_3 , 却可溶于 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液, 其化学方程式为 $\text{PbSO}_4 + 2\text{CH}_3\text{COONH}_4 \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. 当在 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 溶液中通入 H_2S 时, 有黑色 PbS 沉淀生成. 表示这个反应的有关方程式中, 正确的是 ()

- A. $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$
- B. $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{PbS} \downarrow + 2\text{H}^+$
- C. $\text{Pb}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$
- D. $\text{Pb}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$

答案 A

解析 题中给出的化学方程式表示两种盐之间的复分解反应能够完成. 一个复分解反应必须符合一定条件才能完成, 此反应的生成物都是盐, 不会是挥发性物质. 又从题意中可知两种生成物都是可溶性的, 且已知 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 是易电离的. 由此可知, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 一定是难电离的物质, 否则, 这个复分解反应是不能完成的.

$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 溶液中通入 H_2S 的化学方程式为 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 不能写成离子, H_2S 水溶液为弱酸, CH_3COOH 为弱酸, 都不能写成离子, 所以 B、C、D 三个选项均不正确, 只有 A 正确.

例 2 (1) 在 $\text{pH}=1$ 的无色溶液中, 能大量共存的离子组是 ()

- A. NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
- B. Ba^{2+} 、 K^+ 、 OH^- 、 NO_3^-
- C. Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
- D. Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 AlO_2^-

(2) 某无色透明溶液, 跟金属铝反应放出 H_2 , 试判断下列离子: Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ba^{2+} 、 H^+ 、 Ag^+ 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 OH^- 、 NO_3^- 何者能大量共存.

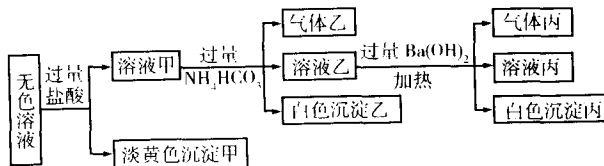
(1) 当生成 Al^{3+} 时, 可能存在: _____;

(2) 当生成 AlO_2^- 时, 可能存在: _____.

答案 (1) A

(2) ① H^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} ② OH^- 、 NO_3^- 、 Ba^{2+}

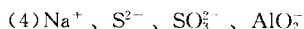
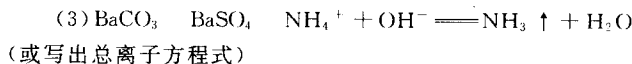
例 3 某无色溶液, 其中可能存在 Na^+ 、 Ba^{2+} 、 AlO_2^- 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} ; 取该溶液进行有关实验, 实验结果如图所示: (已知 Al^{3+} 与 HCO_3^- 能发生双水解反应)



请回答下列问题:

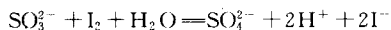
- (1) 沉淀甲的化学式为 _____;
- (2) 由溶液甲生成沉淀乙的离子方程式为 _____;
- (3) 沉淀丙中一定含有 _____, 可能含有 _____; 写出生成气体丙的离子方程式 _____.
- (4) 综合上述信息, 该溶液中肯定存在的离子有 _____.

答案 (1) S



解析 (1)由无色溶液的可能组成及 HCl 反应可得到淡黄色沉淀甲可知,甲为 S。(2)由溶液甲可与 NH_4HCO_3 反应得气体、沉淀及溶液和题给信息知甲中含 Al^{3+} 。(3)因溶液乙中一定含有 NH_4HCO_3 ,可能含有 SO_3^{2-} ,加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 后,一定有 BaCO_3 生成,可能有 BaSO_4 生成,因 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 而有气体生成。(4)根据题意,单质 S 只能来源于 S^{2-} 与 SO_3^{2-} 在酸性溶液中的反应, SO_3^{2-} 与 Ba^{2+} 不能大量共存,故原溶液中一定无 Ba^{2+} ,一定含有 Na^+ 。由以上分析可知,溶液中肯定存在的离子为 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Na^+ 和 AlO_2^- 。

例 4 化学分析实验时,鉴定 SO_3^{2-} 离子的方法之一是利用 SO_3^{2-} 的还原性。将 SO_3^{2-} 在稀酸中加入适量的碘与淀粉蓝色溶液,会使蓝色褪去,反应为



(1)若待测液中有 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$,会不会对实验有干扰?其原因是什么?

(2)若待测液中有 S^{2-} 和 SO_3^{2-} 时,除去 S^{2-} 的常用方法是检验 SO_3^{2-} 之前先加入固体难溶物 CdCO_3 (碳酸镉),不久沉淀由浅色转化为黄色的硫化镉(CdS),而溶液中 SO_3^{2-} 却无损失,其原因是什么?写出有关离子方程式。

答案 (1)会有干扰;原因是 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 酸化会生成 S 和 SO_2 , SO_2 因发生反应 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{I}^-$,而使碘的淀粉蓝色褪去。

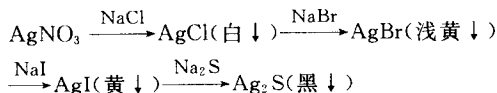
(2) CdCO_3 转化为更难溶的 CdS (或 CdS 的溶解度比 CdCO_3 小)。

离子方程式为:

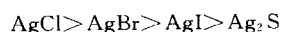


解析 本题实验的目的是要鉴定 SO_3^{2-} ,而用到的试剂为稀酸中加入碘的淀粉溶液,依据溶液颜色的变化判断。杂质离子 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 是弱酸根,遇 H^+ 会生成 SO_2 而与 I_2 反应,使溶液蓝色褪色,从而干扰 SO_3^{2-} 的检验。(2)问考查物质的溶解性,顺着题意较易作出解答,不过在写离子方程式时一定要注意物质的改写,切莫把 CdSO_3 (难溶)写成离子形式。

点拨 本题为无机信息题,答题时要认真分析离子可能有的性质和可能发生的反应,牢记实验目的,针对问题作答,(1)问也就迎刃而解了。(2)问涉及的是物质的溶解性,反映出一个规律:生成难溶物的复分解反应总是向着溶解度减小的方向进行。再如下列实验:



证明这几种难溶盐的溶解度的大小顺序为:



高考基础题典

高考真题精华

1.(2005 年上海化学)下列离子方程式,正确的是

()

- A. 碳酸氢钠溶液中加入盐酸 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 B. 硫化亚铁与盐酸反应 $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{S} \uparrow$
 C. 苯酚钠溶于醋酸溶液 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{COO}^-$
 D. 氯化亚铁溶液中通入少量氯气 $\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

答案 C

解析 A 项中 NaHCO_3 在离子方程式中应写 HCO_3^- ; B 项中 FeS 应写化学式; D 项中电子得失不守恒,故 C 正确。

点拨 离子反应方程式的书写和正误判断,是一种“久考不衰”的题型,它能很好地考查考生的相关知识,也是一种“区分度”很好的题型。

2.(2005 年全国 III)能正确表示下列反应的离子方程式是

()

- A. 甲酸钠溶液和盐酸反应 $\text{HCOO}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCOOH}$
 B. 硫化钠的第一步水解 $\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^-$
 C. 醋酸钡溶液和硫酸反应 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$
 D. 氢氧化钙溶液和碳酸氢镁反应 $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

答案 A

解析 B 项中 Na_2S 第一步水解应为 $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$ 。C 项中醋酸钡溶液和硫酸反应为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$,因为醋酸为弱酸,只能写成化学式形式。D 项中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液和 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液反应,当 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 少量时,反应为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{MgCO}_3$;当 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 足量时,反应为 $2\text{Ca}^{2+} + 4\text{OH}^- + \text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CaCO}_3 \downarrow + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ 。

点拨 多元弱酸的盐水解分步,水解方程式分步写,不能一步写完。本题主要考查了离子方程式书写正误的判断,考生在解答本题时,不能只从表面判断,特别是 C、D 两选项根据要求动手写出化学方程式,才能做出准确判断。

3.(2005 年广东综合)下列反应的现象描述与离子方程式都正确的是

()

- A. 金属镁与稀盐酸反应:有氢气产生
 $\text{Mg} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
 B. 氯化钡溶液与硫酸反应:有白色沉淀生成
 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$
 C. 碳酸钠溶液与盐酸反应:有气泡逸出
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 D. 过量铁粉与氯化铁溶液反应:溶液变浅绿色
 $\text{Fe} + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+}$

答案 B

解析 A 中 MgCl_2 应改写成离子形式,且 Cl^- 不参加离子反应,应删去,错;C 中 Na_2CO_3 是易溶的强电解质,

应写离子形式,且 Na^+ 不参与离子反应,应删去,错;D项中电荷未配平,错。

(点拨) 做题时,应注意观察方程式中反应物和生成物的形式,可溶物且易电离物应写成离子形式并将不参加反应的离子删去,同时应注意反应前后的原子(离子)守恒和电荷守恒。本题侧重考查考生的观察能力和判断能力。

4. (2004年春招理综)下列离子方程式中,正确的是

()

A. 硫酸亚铁溶液与过氧化氢溶液混合 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

B. 小苏打溶液与稀硫酸混合 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 大理石溶解于醋酸 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

D. 明矾溶液加热水解生成沉淀 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}^+$

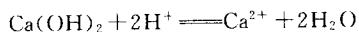
(答案) D

(解析) A项中电荷不守恒,B选项中应为 HCO_3^- ,C选项中醋酸为弱酸,应写分子式。

5. (2004年全国理综)下列离子方程式中,正确的是

()

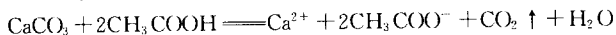
A. 澄清的石灰水与稀盐酸反应



B. 钠与水的反应 $\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

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

D. 大理石溶于醋酸的反应



(答案) D

(解析) A项中为澄清石灰水,应为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$;

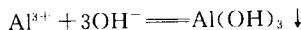
B、C项中电荷不守恒。

(点拨) 本题中D选项不熟悉,可用排除法,排除法也是一种解答选择题常用方法,明确了3个选项,最后一个选项不熟悉也无所谓,也不要再继续“浪费”时间钻研。

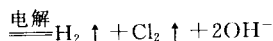
6. (2004年江苏化学)下列反应的离子方程式中,书写正确的是

()

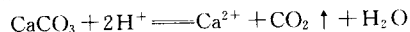
A. 硫酸铝溶液中加入过量氨水



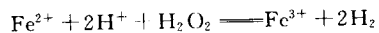
B. 电解饱和食盐水 $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$



C. 碳酸钙与盐酸反应



D. 硫酸亚铁溶液中加入用硫酸酸化的过氧化氢溶液



(答案) BC

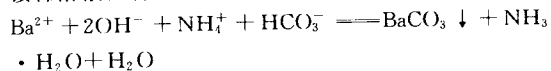
(答案) A项中氨水为弱碱,应写分子式;D项中未配平。

模拟试题启示

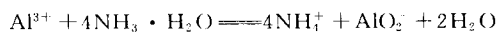
7. (2005年东城目标检测)下列离子方程式中,书写正确的是

()

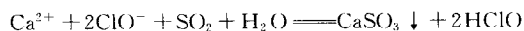
A. 等体积等物质的量浓度的氢氧化钡稀溶液与碳酸氢铵稀溶液混合



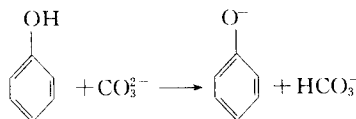
B. 氯化铝溶液中加入过量的氨水



C. 向次氯酸钙溶液中通入过量的二氧化硫



D. 碳酸钠溶液中加入过量的苯酚



(答案) AD

(解析) 由于A项中氢氧化钡与碳酸铵的物质的量相等,所以二者恰好完全反应产生 BaCO_3 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 H_2O ,即A项正确;由于B项中的氨水是弱碱,而 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不溶于弱碱氨水溶液,所以对应的离子方程式为: $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$;C项中由于 HClO 具有氧化性,而 SO_2 具有还原性,所以二者应发生氧化还原反应产生硫酸钙和盐酸,所以C项错误;由于酸性关系: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{HCO}_3^-$,所以碳酸钠溶液中加入苯酚时只能产生碳酸氢根离子,即D项正确。

(点拨) SO_2 与 CO_2 在某些方面性质相似,如通入澄清石灰水中现象完全相同(先测定后溶解),但 SO_2 有刺激性气味,有还原性,而 CO_2 气体则无。

高考综合拓展

高考真题精华

8. (2004年广东化学)A、B、C、D是四种可溶的化合物,分别由阳离子 K^+ 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 和阴离子 OH^- 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 两两组合而成,它们的溶液发生如下反应:

①A与B反应生成白色沉淀,再加过量A,沉淀量减少,但不会完全消失。

②C与D反应生成有色沉淀。

③B与C反应生成白色沉淀。

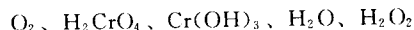
写出它们的化学式:

A: _____, B: _____, C: _____, D: _____。

(答案) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ K_2CO_3 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

(解析) 由①知A为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$,B为 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;由③④知C与B、D都生成沉淀,且其中为有色沉淀,即为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 则推之C为 K_2CO_3 ,D为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 。

9. (2005年上海化学)某一反应体系有反应物和生成物共五种物质:



已知该反应中 H_2O_2 只发生如下过程: $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2$

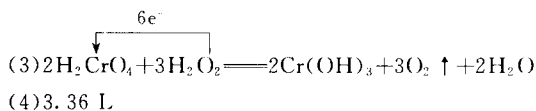
(1)该反应中的还原剂是 _____;

(2)该反应中,发生还原反应的过程是 _____ $\longrightarrow$ _____;

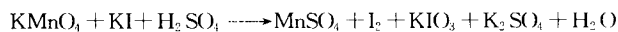
(3)写出该反应的化学方程式,并标出电子转移的方向和数目 _____;

(4)如反应转移了0.3 mol电子,则产生的气体在标准状况下体积为 _____;

(答案) (1) H_2O_2 (2) H_2CrO_4 $\text{Cr}(\text{OH})_3$



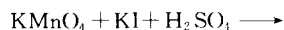
10. (2004 年上海化学) 某化学反应的反应物和产物如下:



(1) 该反应的氧化剂是 _____;

(2) 如果该反应方程中 I_2 和 KIO_3 的系数都是 5,

① KMnO_4 的系数是 _____; 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系数作限定, 可能的配平系数有许多组, 原因是 _____.

答案 (1) KMnO_4 (2) ① 8 ② KMnO_4 KI

(3) 该反应式含两种氧化产物, 两者的比例和氧化剂的用量都可以发生变化.

解析 由氧化剂得电子, 化合价降低知 KMnO_4 是氧化剂. KI 共失电子为 $5 \times 2 + 5 \times 6 = 40$, 则 KMnO_4 得电子也为 40, 即 $(7-2)x = 40$ $x = 8$, 即 KMnO_4 的系数是 8. 电子转移也易表示. 因 KI 的氧化产物有 2 种, 二者的比例不确定, 故可能的配平系数有许多组.

模拟试题启示

11. (2005 年东城目标检测) 对于某酸性溶液 (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使品红溶液褪色;

② 加入碱溶液使溶液呈碱性, 再加热时放出的气体可使湿润的红色石蕊试纸变蓝;

③ 加入氯水时, 溶液略呈橙红色, 再加入 BaCl_2 溶液, 产生不溶于稀硝酸的白色沉淀.

对于下列物质不能确定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^+

答案 B

解析 由实验①加热溶液时产生能使品红溶液褪色的气体, 所以原溶液中含有 H_2SO_3 ; 由实验②知原溶液中存在 NH_4^+ (产生能使红色石蕊试纸变蓝的气体); 由实验③加入氯水, 溶液略呈橙红色知原溶液中存在 Br^- , 但由于加入氯水的过程中 H_2SO_3 被氧化为 H_2SO_4 , 加入 BaCl_2 溶液时能够产生白色沉淀, 所以不能确定原溶液中是否含有 SO_4^{2-} .

12. (2005 年汕头二模) 某溶液由 Na^+ 、 Cu^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Fe^{3+} 、 AlO_2^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 中的若干种离子组成. 取适量该溶液进行如下实验:

① 向其中加入过量盐酸, 有气体生成, 并得到无色透明溶液;

② 向①所得的溶液中加入过量氨水, 产生白色沉淀, 过滤;

③ 向②所得的滤液中加入过量氢氧化钡溶液, 产生白色沉淀, 过滤;

④ 向③所得的滤液中加入过量稀硝酸, 再加入硝酸银溶液, 产生白色沉淀.

根据上述实验回答下列问题:

(1) 原溶液中一定不存在的离子是 _____;

(2) 原溶液中一定存在的离子是 _____.

答案 (1) Ba^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+}

(2) Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 AlO_2^-

解析 无色气体是 CO_2 , 则原溶液中有 CO_3^{2-} , 一定无 Ba^{2+} , 又因得无色透明溶液, 则原溶液中一定无 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} ; 由②知白色沉淀是 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 则原溶液中一定有 AlO_2^- ; 由③知原溶液中有 SO_4^{2-} ; 而 Cl^- 无法确定 (因为④步中加入了盐酸); 又因溶液呈电中性, 有阴离子, 必有阳离子, 只有 Na^+ .

考点 3

化学反应中的能量变化

《考试大纲》要求

1. 了解化学反应中的能量变化.
2. 了解吸热反应和放热反应.
3. 理解反应热、燃烧热和中和热.

2005 年中全国理综 (I) 13 题 (6 分), 全国理综 (III) 6 题 (6 分), 北京理综 29 题 (13 分), 天津理综 29 题 (14 分), 江苏化学 4 题 (4 分)、21 题 (8 分) 以及广东化学 22 题 (12 分) 等对本考点进行了考查.

化学反应中的能量变化在教材中的篇幅较少, 但在高考中经常涉及的内容有: 书写热化学方程式或判断热化学方程式的正误; 有关反应热的计算; 比较反应热的大小等. 最近又出现反应热与能源结合起来进行考查的试题. 能源问题是涉及人类生活和世界发展的社会热点, 随着社会的发展和人们生活水平的提高, 对能源的需求量越来越大, 而它对周围

的环境也产生越来越大的影响. 从能源问题切入, 可引出多学科的知识要点, 从不同的角度设问, 形成综合试题, 考查学生的基础知识和运用多学科知识分析问题的能力.

所以今后高考命题的趋向是:

考查反应热的内容将不断拓宽, 难度有所提高, 题型也会有新的变化. 由于反应热与物理学中的“热”、生物学生态系统中的“能量传递”有着密切的联系, 有关能量的学科间综合将成为“3+X”理科综合命题的热点. 如人体内消耗多少克葡萄糖才能提供进行某一运动所需要的能量? 燃烧一定量的可燃物能使一定量的水的温度升高多少度?

考点完全剖析

一、对吸热反应和放热反应的比较



类型比较	放热反应	吸热反应
定义	有热量放出的化学反应	吸收热量的化学反应
形成原因	反应物具有的总能量大于生成物具有的总能量	反应物具有的总能量小于生成物具有的总能量
与化学键强弱的关系	生成物分子成键时释放出的总能量大于反应物分子断裂时吸收的总能量	生成物分子成键时释放出的总能量小于反应物分子断裂时吸收的总能量
表示方法	$\Delta H < 0$	$\Delta H > 0$
图示		
实例	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g}); \Delta H = -184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}); \Delta H = +131.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

二、热化学方程式及书号

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。它不仅表示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。

书写热化学方程式应注意以下几点：

1. 要注明反应的温度和压强，若反应是 298 K 和 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 条件下进行，可不予注明， ΔH 写在右端并用“；”隔开。

2. 注明各物质的聚集状态：聚集状态之间的变化有能量变化，如 H_2 与 O_2 反应生成 1 mol 的气态水和 1 mol 的液态水放出的热量不同，即在 ΔH 的数值不同。常用状态符号 s、g、l、aq. 不再用“↑”“↓”。

3. 热化学方程式中的计量数仅表示该物质的物质的量，不表示微粒个数，故可以是整数也可以是分数。

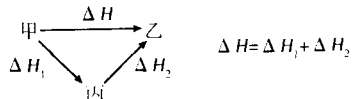
4. 热化学方程式是表示反应已完成的量，而 ΔH 的值与反应完成的量有关，故方程式中的计量数必须与 ΔH 相对应，成比例变化。

注意：无论热化学方程式中化学计量数为多少， ΔH 的单位总是 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，即热化学方程式中的“ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ”，“每摩”是指反应对应的方程式的特定组合。如 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g}); \Delta H = -184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 中“每摩”指每有 1 mol “ $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ ”完全反应生成 $\text{HCl}(\text{g})$ 或由 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 反应每生成 1 mol “ $2\text{HCl}(\text{g})$ ”时放出 184.6 kJ 热量。

5. 对于可逆反应的情况，正反应与逆反应的 ΔH 数值相等，符号相反，尤其注意第 4 条，如合成氨的反应： $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}); \Delta H = -92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，是指生成 2 mol NH_3 时放出 92.4 kJ 的热量，而不是 3 mol H_2 与 1 mol N_2 混合在一定条件下反应就可放出 92.4 kJ 的热量，实际放出的小于 92.4 kJ。

三、对盖斯定律的理解

化学反应的反应热只与反应的始态(各反应物)和终态(各生成物)有关，而与反应的途径无关。即如果一个反应可以分步进行，则各分步反应热之和与该反应一步完成时的反应热是相同的。如：



四、燃烧热与中和热的比较

	燃烧热	中和热
定义	在 101 kPa 时，1 mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物时放出的热量	在稀溶液中，酸跟碱发生中和反应而生成 1 mol H_2O 所放出的热量
标准	1 mol 可燃物	1 mol 水
热化学方程式的书写	以燃烧 1 mol 可燃物为标准来配平其余物质的化学计量数，化学计量数常出现分数	以生成 1 mol 水为标准来配平其余物质的化学计量数，化学计量数常出现分数
实例	$\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}); \Delta H = -395 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
相同点	均属反应热， ΔH 都小于 0	
备注	涉及的燃烧反应是指可燃物在氧气中充分燃烧的狭义燃烧，必须生成稳定的氧化物，如碳燃烧应生成二氧化碳而不是一氧化碳，氢气燃烧应生成液态水而非气态水	强酸和强碱在稀溶液中发生中和反应时， $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，如反应过程中有其他物质生成，这部分反应热不计算在内

注意：弱酸与弱碱、强碱与弱酸、强酸与弱碱反应的中和热均小于 57.3 kJ，因为弱酸、弱碱的电离是吸热的。如果是浓 H_2SO_4 与碱的反应，由于浓 H_2SO_4 溶解时放热，故它们的中和热要高。

五、燃料的充分燃烧和新能源的开发和利用

1. 燃料的充分燃烧

(1) 燃料充分燃烧的两个条件

- ① 燃烧时要有充足的空气；
- ② 燃料与空气要有足够大的接触面。

(2) 使燃料充分燃烧的方法

根据燃料充分燃烧的条件选择合适的方法，如：将固体燃料粉碎或将液体燃料以雾状喷出；将化石燃料煤进行气化或液化等。

2. 新能源的开发与利用

化石燃料的燃烧产生有毒气体和烟尘，造成环境严重污染，且化石燃料是不可再生能源，储量有限，所以必须开发具有资源丰富、可再生性、使用时对环境没有污染或很少污染的新能源，最具有希望的新能源有：太阳能、燃料电池、风能、氢能、海洋能、地热能等，同时人类在开发与利用新能源时，必须注意其科学性和合理性，注意保护生态环境，走可持续发展道路。

六、实验分析：中和热的测定

实验步骤：

1. 准备绝热装置——在大烧杯底部垫泡沫塑料(或纸条)使放入的小烧杯杯口与大烧杯杯口相平，然后再在大、小烧杯之间填满泡沫塑料。

2. 量取反应物的体积，测量其温度——先量取 50 mL 0.55 mol·L⁻¹ 盐酸，倒入小烧杯中，用温度计测量盐酸的温度，然后再量取 50 mL 0.50 mol·L⁻¹ NaOH 溶液，用温度计测量其温度。