

QQ教辅

QQJIAOFU

根据新课标编写 适合各种版本教材



新课标

高中

主编：潘 玲

JIETIFANGFA

解题方法

化

学

题题精彩★道道无忧

例题详解◎方法多样

延边大学出版社

QQ教辅

QQJIAOFU

根据新课标编写 (适合各种版本教材)



新课标

高中

JIETIFANGFA

解题方法

化学

主编：潘玲
编委：厉延杰 李艳
王志华 宋春玲

延边大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中化学解题方法/潘玲编著. —延吉:延边大学出版社,2009.2

ISBN 978-7-5634-2525-9

I. 高… II. 潘… III. 化学课-高中-解题 IV. G634.85

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第169521号

解题方法·高中化学

主编:潘玲

责任编辑:秀豪

出版发行:延边大学出版社

社址:吉林省延吉市公园路977号

网址:<http://www.ydcbs.com>

E-mail:ydcbs@ydcbs.com

电话:0433-2732435

传真:0433-2732434

发行部电话:0433-2133001

传真:0433-2733266

印刷:北京中创彩色印刷有限公司

开本:787×1092 1/16

印张:37.5

字数:536千字

印数:1—10000

版次:2009年2月第1版

印次:2009年6月第2次印刷

ISBN 978-7-5634-2525-9

定价:38.00元



前言

如何快速掌握考点知识以及运用科学有效的学习方法,一直是高考复习的焦点,也是能否在高考中胜出的关键。为了帮助广大学生在高中的学习阶段把握方向,理清思路,突出重点,解决疑惑,我们邀请了一批多年奋战在教育第一线的全国特、高级教师,用他们多年的教学经验辅以最新《教学大纲》、《考试大纲》,为大家奉上《高中化学解题方法》丛书。在编写过程中,我们紧扣以夯实基础为中心,以提高能力为准则,融知识分类与详解为一身,细致而全面地对高中化学知识进行了一次由浅入深的串连,此书必将成为广大学生必备的复习资料,是迈向成功的好帮手。

将学生从题海中拯救出来,使其掌握有效的方法,做到由点及面,一通百通,这一直是我们的追求。《高中化学解题方法》丛书正是从此处着手,由基础知识的讲解配以经典的例题详解,从而使学生掌握一类题的解题方法。只要掌握方法,就能事半功倍;只要掌握方法,就能拨开云雾,看到事物的本质;只要掌握方法,就能遨游于题海波涛;只要掌握方法,就能微笑走向成功。

《高中化学解题方法》全书共分三个板块:

一、知识梳理

将章节讲述的化学基础知识和规律进行总结和归纳,使学生在在学习过程中更简炼、更有效地掌握章节内容。

二、典型例题

精挑细选历年高考中的特色考题,详细加以解析,拓宽相关知识及解题方法,做到举一反三。

三、高考链接

对应考点及重点知识命题,精选 2008 年高考试题,练习巩固所讲方法及自我测验,做到融会贯通。

限于编者水平,不足之处恳请各位读者多多指正,以期修订完善。



目 录

第一章 化学反应及能量变化	1
第一节 氧化还原反应	1
第二节 离子反应、离子方程式	10
第三节 化学反应中的能量变化、燃烧热、中和热	18
第二章 物质的量	30
第一节 物质的量	30
第二节 气体摩尔体积	37
第三节 物质的量浓度	44
第三章 物质结构、元素周期律	54
第一节 原子结构	54
第二节 元素周期律、元素周期表	62
第三节 化学键与分子结构	69
第四节 晶体结构	79
第四章 化学平衡	96
第一节 化学反应速率	97
第二节 化学平衡及影响化学平衡的条件	103
第三节 合成氨条件的选择	112
第五章 水溶液中的离子平衡	127
第一节 电离平衡	127
第二节 水的电离和溶液的 pH	134
第三节 盐类的水解	141
第六章 金属及其化合物	151
第一节 钠	151
第二节 碱金属元素	164
第三节 几种重要的金属	173
第四节 铁及其重要化合物	185
第五节 无机推断	196
第七章 非金属及其化合物	211
第一节 无机非金属材料的主角——硅	211
第二节 富集在海中的元素——氯	225
第三节 硫和氮的氧化物	239
第四节 氨 硝酸 硫酸	257
非金属元素小结	276

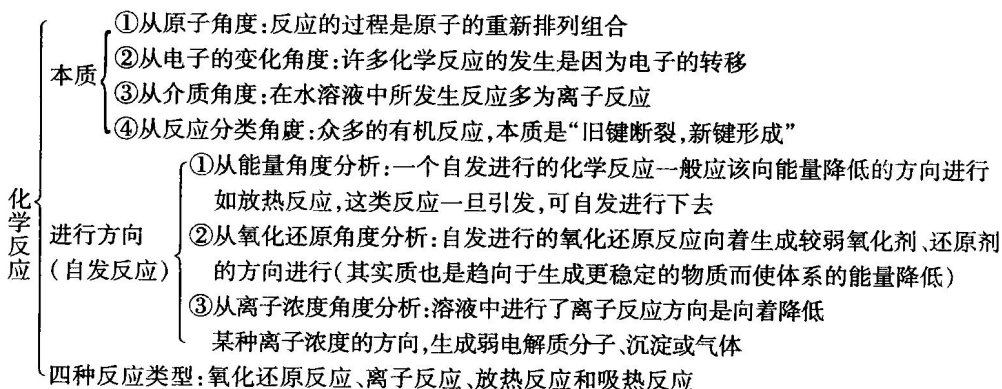


第八章 烃	285
第一节 甲烷 烷烃	285
第二节 乙烯 烯烃	294
第三节 乙炔 炔烃	303
第四节 苯 芳香烃	310
第五节 石油和煤	320
第九章 烃的衍生物	330
第一节 溴乙烷 卤代烃	331
第二节 乙醇 醇类	341
第三节 有机物分子式和结构式的确定	350
第四节 苯酚 酚类	360
第五节 乙醛 醛类	368
第六节 乙酸 酯 羧酸	379
第十章 糖类、油脂、蛋白质、合成材料	399
第一节 糖 类	399
第二节 油脂 蛋白质 合成高分子化合物	406
第十一章 从实验学化学	419
第一节 化学实验基础知识	419
第二节 物质的检验	442
第三节 物质的分离 提纯	458
第四节 常见气体制备	468
第五节 重要的有机化学实验	483
第六节 重要的定量化学实验	502
第七节 化学实验方案的设计与评价	517
第十二章 电化学基础	538
第十三章 化学计算	562



第一章 化学反应及能量变化

知识网络



第一节 氧化还原反应

知识梳理

1. 氧化还原反应

(1) 氧化反应:物质失去电子或电子对偏离(元素化合价升高)的反应.

还原反应:物质得到电子或电子对偏向(元素化合价降低)的反应.

(2) 氧化剂:是指得到电子,所含元素的化合价降低发生还原反应的物质.

还原剂:是指失去电子,所含元素的化合价升高发生氧化反应的物质.

(3) 氧化还原反应的本质及特征

①本质:电子得失(或共用电子对的偏移).

②特征:反应前后化合价发生了变化.

(4) 氧化还原反应的判断

凡是有元素化合价改变的化学反应就是氧化还原反应,元素化合价均没有改变的化学反应就是非氧化还原反应.

2. 四种基本反应类型与氧化还原反应的关系

置换反应一定是氧化还原反应;复分解反应一定是非氧化还原反应;化合反应和分解反应可能是氧化还原反应,有单质参加的化合反应和有单质生成的分解反应是氧化还原反应.

3. 常见氧化剂和还原剂

(1) 常见氧化剂

①活泼非金属单质,如 Cl_2 、 Br_2 等.



②含高价态元素的化合物,如 HNO_3 、 KMnO_4 等.

③某些金属性较弱的高价金属阳离子,如 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 等.

④过氧化物,如 Na_2O_2 、 H_2O_2 等.

(2) 常见的还原剂

①活泼金属单质,如 K 、 Al 、 Zn 、 Fe 等.

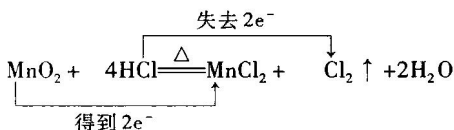
②含有低价态元素的化合物,如 HI 、 KI 、 H_2S 、 K_2S 等.

③一些容易使电子偏离的物质,如 H_2 、 CO 等.

(3) 具有中间价态元素的化合物和大多数非金属单质既可做氧化剂又可做还原剂,如 MnO_2 、 SO_2 、 Fe^{2+} 、 H_2O_2 、 S 等.

4. 电子转移表示法

(1) 双线桥法:用箭头表示氧化还原反应中同一元素的原子或离子得到或失去电子的结果.在线上标出“失去”或“得到”电子的数目,一条箭头线由氧化剂指向还原产物,另一条由还原剂指向氧化产物.如



氧化剂 还原剂 还原产物 氧化产物

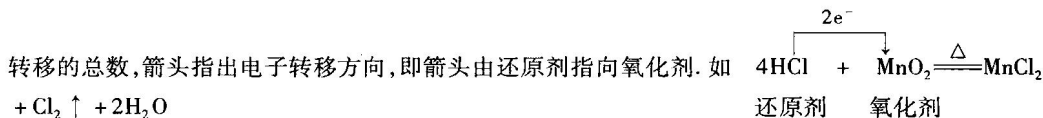
要点:

①箭头由反应物指向生成物,两端对准同种元素;

②标明电子的“得”与“失”,得失电子总数相等;

③箭头方向表示电子转移的前后变化,不表示电子转移方向.

(2) 单线桥法:用箭头表示反应物中不同(或相同)原子或离子间的电子转移.在线上标出电子

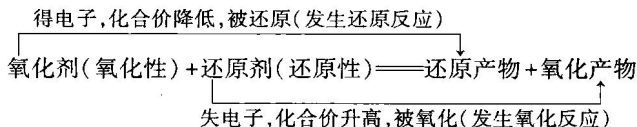


要点:①单线桥法表示转移总数前不得写“得”“失”等字;

②以上两种表示方法都必须注意箭头和箭尾要对准化合价发生变化的元素,且还原剂失去了电子总数与氧化剂得到电子总数相等.

5. 氧化性、还原性的判断方法

(1) 根据反应式判断



氧化性:氧化剂 > 氧化产物;

还原性:还原剂 > 还原产物.

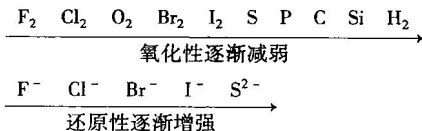
(2) 根据物质活动性顺序比较

①金属活动顺序表

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



②非金属活动顺序



(3) 根据反应条件判断

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.

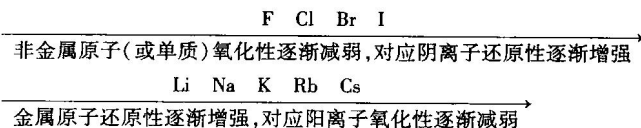
(4) 根据氧化产物的价态高低判断

当变价的还原剂在相似的条件作用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.

如: $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$, $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$. 可以判断氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$.

(5) 根据元素周期表判断

I. 同主族元素(从上到下)



II. 同周期主族元素(从左到右)

如: $\begin{array}{ccccccc} \text{Na} & \text{Mg} & \text{Al} & \text{Si} & \text{P} & \text{S} & \text{Cl} \\ \hline & & & \text{单质还原性逐渐减弱,氧化性逐渐增强} & & & \end{array}$

阳离子氧化性逐渐增强,阴离子还原性逐渐减弱.

(6) 根据原电池、电解池的电极反应比较

I. 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.

II. 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.

(7) 根据物质的浓度大小比较

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: $\text{HNO}_3(\text{浓}) > \text{HNO}_3(\text{稀})$; 还原性: $\text{HCl}(\text{浓}) > \text{HCl}(\text{稀})$.

(8) 与某些氧化剂的氧化性或还原剂的还原性有关的因素

温度: 如热的浓硫酸的氧化性比冷的浓硫酸的氧化性强.

酸性: 如 KMnO_4 溶液的氧化性随溶液酸性的增强而增强.

6. 氧化还原反应的计算

类型: ①求氧化剂与还原剂或氧化产物与还原产物的质量比或物质的量之比

②判断产物价态

计算关键: 依据电子守恒法解题

公式: 氧化剂物质的量 $\times$ 变价元素原子的个数 $\times$ 化合价的变化值 = 还原剂的物质的量 $\times$ 变价元素的原子的个数 $\times$ 化合价的变化值

7. 氧化还原方程式的配平

(1) 依据原则

①电子得失守恒——反应前后氧化剂和还原剂得失电子总数相等.

②质量守恒——反应前后各元素的原子(离子)个数相等.

③离子电荷守恒——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.



(2) 配平步骤

看反应方程式,找出价态变化,确定升降数值,求最小公倍数,定好两剂系数,观察配平其他。

(3) 方法与技巧: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。

① 常规配平:先从氧化剂或还原剂开始配平. 适用范围:

I. 分子间的氧化还原反应;

II. 所有元素参与的氧化还原反应;

III. 生成物中物质既是氧化产物,又是还原产物。

② 逆向配平:先从氧化还原反应产物开始配平. 适用范围:

I. 自身氧化还原反应(含歧化反应);

II. 反应物中某一部分被氧化或还原。

③ 几类反应配平的技巧

I. 缺项类:

a. 可能缺的项:一般是反应介质,通常是酸、碱或水,它们参与反应,但元素化合价不变;

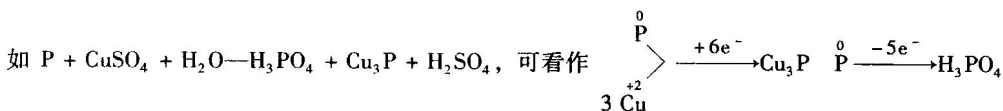
b. 确定方法:先配平出氧化还原化学计量数,后根据离子电荷守恒和质量守恒(原子个数守恒)确定。

II 多变类:

a. 有两种以上元素价态改变;

b. 存在一种物质,其中两种元素价态均同时升高或降低。

配平技巧:整体归一法(即把有多种元素、价态改变的分子作为整体或把整体中各元素、化合价视为0),



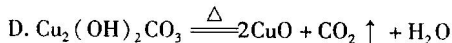
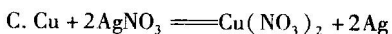
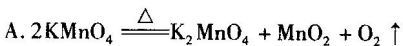
根据电子得失相等,分别乘以化学计量数5和6,合并得P原子总数,即可配平: $11\text{P} + 15\text{CuSO}_4 + 24\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{Cu}_3\text{P} + 15\text{H}_2\text{SO}_4$ 。



典型例题

例1 下列反应中属于氧化还原反应的是

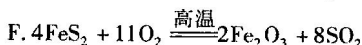
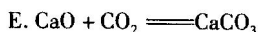
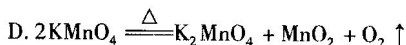
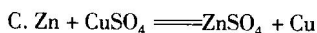
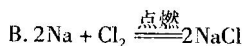
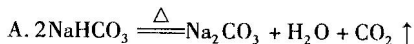
()



分析:判断一个反应是不是氧化还原反应,首先要分析该反应中元素的化合价是否变化。若元素的化合价有变化,说明有电子发生转移,发生的是氧化还原反应;若元素的化合价没有变化,说明反应中没有电子转移,即为非氧化还原反应。A和C的反应中, A. $2\overset{+7}{\text{K}}\overset{-2}{\text{Mn}}\overset{-2}{\text{O}_4} \xrightarrow{\Delta} \overset{+6}{\text{K}_2}\overset{-2}{\text{Mn}}\overset{-2}{\text{O}_4} + \overset{0}{\text{O}_2} \uparrow + \overset{+4}{\text{Mn}}\text{O}_2$ C. $\overset{0}{\text{Cu}} + 2\overset{+1}{\text{Ag}}\overset{-2}{\text{NO}_3} \rightarrow \overset{+2}{\text{Cu}}(\overset{-2}{\text{NO}_3})_2 + 2\overset{0}{\text{Ag}}$ 有元素价态的变化,是氧化还原反应;B、D反应中各元素都没有价态的变化,均为非氧化还原反应。

答案:AC

例2 请把符合要求的化学反应方程式的编号填入直线上。





- (1)既属于分解反应,又是氧化还原反应的是_____。
 (2)属于化合反应,但不是氧化还原反应的是_____。
 (3)既属于化合反应,又是氧化还原反应的是_____。
 (4)属于分解反应,但不是氧化还原反应的是_____。
 (5)不属于四种基本反应类型的氧化还原反应的是_____。

分析:A、D属于分解反应,其中只有D中有元素的化合价改变,B、E属于化合反应,其中只有B中有元素的化合价改变,C属于置换反应,置换反应中元素的化合价有改变;F不属于四种基本反应类型中任何一种,但元素的化合价有改变。

答案:(1)D (2)E (3)B (4)A (5)F

例3 下列说法中,正确的是

()

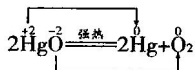
- A. 还原剂在反应中被还原,氧化剂在反应中被氧化
 B. 某元素由化合态变为游离态,此元素可能被还原,也可能被氧化
 C. 在反应中,失去电子多的还原剂,还原性就强
 D. 氧化汞加强热的分解反应中,氧化汞既是氧化剂又是还原剂

分析:还原剂是失去电子的物质,在反应时所含元素的化合价升高,还原剂本身被氧化,所以A说法不正确。B正确,例如, $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{+1} \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$,其中化合态的 $\text{H}^{+1} \rightarrow$ 游离态的 H^0 ,H元素被还原。又如 $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$,其中化合态的 $\text{O}^{-2} \rightarrow$ 游离态的 O^0 ,O元素被氧化。根据金

属活动性顺序 $\text{K} \text{ Ca} \text{ Na} \text{ Mg} \text{ Al} \text{ Zn} \text{ Fe} \text{ Sn} \text{ Pb} \text{ H} \text{ Cu} \text{ Hg} \text{ Ag} \text{ Pt} \text{ Au}$, 单质的还原性逐渐减弱,Na的还原性强于Al,

但1个Na原子失去1个电子,而1个Al原子失去3个电子,可见不是失去电子多的还原剂还原性就强。越容易失去电子的还原剂还原性越强,还原性的强弱与失去电子的数目无关,所以C不正确。根据反应式判断。

得到 $2 \times 2e^-$,化合价降低,被还原



失去 $2 \times 2e^-$,化合价升高,被氧化

所以,HgO既是氧化剂(Hg^{+2} 得到电子)又是还原剂(O^{-2} 失去电子),D正确。

答案:BD

例4 相等物质的量的 KClO_3 分别发生下述反应:

- ①有 MnO_2 催化剂存在时,受热分解得到氧气;
 ②若不使用催化剂,加热至 470°C 左右,得到 KClO_4 (高氯酸钾)和 KCl 。

下列关于①和②的说法不正确的是

()

- A. 都属于氧化还原反应
 B. 发生还原反应的元素相同
 C. 发生氧化反应的元素不同
 D. 生成 KCl 的物质的量相同

分析:有催化剂时发生反应: $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$,发生氧化反应的元素为氧,发生还原

反应的元素为氯;若不用催化剂时发生的反应: $4\text{KClO}_3 \xrightarrow{470^\circ\text{C}} 3\text{KClO}_4 + \text{KCl}$,被氧化还原的元素皆为氯元素。由两种条件下反应的化学方程式可推知等物质的量的 KClO_3 参加反应时,生成的 KCl 的物质的量不同。

答案:D





例 5 在氧化还原反应 $3S + 6KOH \xrightarrow{\quad} K_2SO_3 + 2K_2S + 3H_2O$ 中氧化剂和还原剂个数之比

()

A. 1:2

B. 2:1

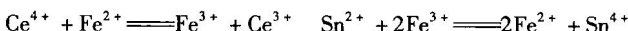
C. 1:1

D. 3:2

解: 标出反应前后 S 的化合价的变化: $3\overset{0}{S} + 6KOH \xrightarrow{\quad} K_2\overset{+4}{S}O_3 + 2K_2\overset{-2}{S} + 3H_2O$. 从 S 的化合价变化可知: $\overset{0}{S} \rightarrow \overset{+4}{S}$, S 失电子, 化合价升高, 被氧化, 一个 S 作还原剂. $2\overset{0}{S} \rightarrow 2\overset{-2}{S}$, 2 个 S 得电子, 化合价降低, 被还原, 2 个 S 作氧化剂, 所以选项 B 正确.

答案: B

例 6 已知常温下在溶液中可发生如下两个离子反应:



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+}

分析: 根据氧化还原反应, 还原剂的还原性 > 还原产物的还原性, 结合 $Ce^{4+} + Fe^{2+} \xrightarrow{\quad} Fe^{3+} + Ce^{3+}$ 知, 还原性 $Fe^{2+} > Ce^{3+}$, 又由 $Sn^{2+} + 2Fe^{3+} \xrightarrow{\quad} 2Fe^{2+} + Sn^{4+}$ 知, 还原性 $Sn^{2+} > Fe^{2+}$, 所以 Fe^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Sn^{2+} 的还原性由强到弱的顺序为 $Sn^{2+} > Fe^{2+} > Ce^{3+}$.

答案: A

例 7 物质氧化性、还原性的强弱, 不仅与物质的结构有关, 还与物质的浓度和反应温度等有关. 下列各组物质:

① Cu 与 HNO_3 溶液② Cu 与 $FeCl_3$ 溶液③ Zn 与 H_2SO_4 溶液

④ Fe 与 HCl 溶液

由于浓度不同而能发生不同氧化还原反应的是

()

A. ①③

B. ③④

C. ①②

D. ①③④

分析: 本题主要考查考生对物质的浓度不同氧化性不同、反应产物不同的掌握. Cu 与浓 HNO_3 反应产生 NO_2 而与稀 HNO_3 反应产生 NO, Zn 与稀 H_2SO_4 溶液反应产生 H_2 而与浓 H_2SO_4 反应产生 SO_2 , 产物不同, 故选 A.

答案: A

例 8 已知三个反应方程式: ① $MnO_2 + 4HCl(浓) \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + Cl_2 \uparrow + 2H_2O$; ② $2KMnO_4 + 16HCl \xrightarrow{CuCl_2, 450^\circ C} 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$; ③ $4HCl + O_2 \xrightarrow{450^\circ C} 2Cl_2 + 2H_2O$. 分析上述三个反应方程式可推断: $KMnO_4$ 、 MnO_2 、 O_2 的氧化能力的大小顺序排列正确的是 ()

A. $O_2 > MnO_2 > KMnO_4$ B. $MnO_2 > O_2 > KMnO_4$ C. $KMnO_4 > MnO_2 > O_2$ D. $MnO_2 > KMnO_4 > O_2$

分析: 分析反应条件: ① 式中盐酸必须是浓的而且需要加热, ② 式反应条件要求较低, ③ 式反应条件高, 不但需要加热而且是在催化剂存在的条件下进行. 所以从这三个反应的条件看: ② 式最容易反应, ① 式反应次之, ③ 式反应困难, 所以正确选项为 C.

答案: C

例 9 配平以下氧化还原反应方程式

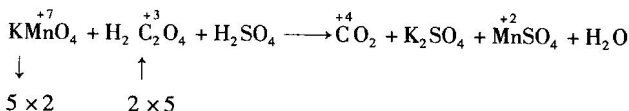


当 $KMnO_4$ 消耗 0.05 mol 时, 产生的 CO_2 的体积为 _____ L (标准状况).

分析: 有机氧化还原反应方程式的配平与无机氧化还原反应方程式相似, 关键是正确标出有机物中碳的化合价. 为了方便地标出碳的化合价, 在遇到有机物用结构简式表示时, 一定要把它写成



分子式.



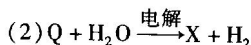
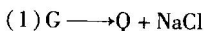
根据最小公倍数,可得 KMnO_4 和 MnSO_4 前的系数为 2, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 和 CO_2 前的系数为 5 和 10, 其他使用观察法配平. 配平后的反应式可得关系式 $2\text{KMnO}_4 \sim 10\text{CO}_2$, 设产生 CO_2 的体积为 x , 由 $\frac{2 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol}} = \frac{22.4 \times 10 \text{ L}}{x}$, 解得 $x = 5.6 \text{ L}$.

答案: 2 5 3 10 1 2 8

点评

氧化还原反应方程式配平的基本方法是化合价升降法(或电子得失法), 根据化合价升高总数与降低总数相等(即电子得失总数相等)进行配平. 具体解题时一般从如下几个方面着手: 部分氧化还原两边配; 完全氧化还原左边配; 自身氧化还原右边配; 多种元素变价整体配; 价态难定零价配. 如果是缺项配平, 则需先确定所缺的是什么物质. 一般来讲, 主要是从反应前后总体元素种类或原子个数或相关特性去确定. 所缺的主要是不参加氧化还原反应的物质, 最常见的是 H_2O 、 H^+ 、 OH^- 或对应的酸、碱, 也有的缺氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物.

例 10 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)



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

()

分析: 根据氧化还原反应的特征, 对于反应(1), $\text{G} \longrightarrow \text{NaCl}$ 变化中, Cl 的化合价降低, 则 $\text{G} \longrightarrow \text{Q}$ 变化中 Cl 的化合价必然升高, 亦即氯化合价: $\text{Q} > \text{G}$; 同理, 由(2)可判断氯的化合价: $\text{X} > \text{Q}$; 由(3)并结合 $\text{Q} > \text{G}$ 可判断氯的化合价: $\text{Q} > \text{Y} > \text{G}$; 由(4)并结合 $\text{X} > \text{Q}$ 可判断氯的化合价: $\text{X} > \text{Z} > \text{Q}$, 综合知 B 项正确.

答案: B

例 11 已知下列变化过程中, $0.2 \text{ mol R}_x\text{O}_4^{2-}$ 参加反应时, 共转移 0.4 mol 电子. $\text{R}_x\text{O}_4^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{RO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$

(1) x 值为_____.

(2) 参加反应的 H^+ 的物质的量为_____ mol.

分析: (1) 反应中 $\overset{+\frac{6}{x}}{\text{R}_x\text{O}_4^{2-}} \xrightarrow{\text{失电子}} \overset{+4}{\text{RO}_2}$, 根据电子守恒有: $0.2 \text{ mol} \times (4 - \frac{6}{x}) \times x = 0.4 \text{ mol}$, 解得 $x = 2$.

(2) 将 $x = 2$ 代入 $\text{R}_x\text{O}_4^{2-}$, 经过配平得离子方程式为 $5\text{R}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \longrightarrow 10\text{RO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$, 当 $0.2 \text{ mol R}_2\text{O}_4^{2-}$ 参加反应时, 消耗 H^+ 的物质的量为 $n(\text{H}^+) = 0.2 \text{ mol} \times \frac{16}{5} = 0.64 \text{ mol}$.

答案: (1) 2 (2) 0.64





点评

对于有关氧化还原反应的计算,要根据反应中氧化剂得电子的总数等于还原剂失电子的总数,即得失电子数守恒计算.其解题的一般步骤为:

1. 找出氧化剂、还原剂及相应的还原产物和氧化产物;
2. 找准一个原子得失电子数(注意化学式中变价元素的原子个数);
3. 根据题中物质的物质的量和电子数守恒列出等式;

$n(\text{氧化剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值(高价} - \text{低价)} = n(\text{还原剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值(高价} - \text{低价)}$.

例 12 人体血红蛋白中含有 Fe^{2+} , 如果误食亚硝酸盐, 会使人中毒, 因为亚硝酸盐会使 Fe^{2+} 转变为 Fe^{3+} , 生成高铁血红蛋白而丧失与 O_2 结合的能力. 服用维生素 C 可缓解亚硝酸盐的中毒, 这说明维生素 C 具有 ()

- A. 酸性 B. 碱性 C. 氧化性 D. 还原性

分析: 由于亚硝酸盐会使 Fe^{2+} 转变为 Fe^{3+} , 生成高铁血红蛋白而丧失与 O_2 结合的能力. 服用维生素 C 可缓解亚硝酸盐的中毒, 是将 Fe^{3+} 重新转变为 Fe^{2+} , 这说明维生素 C 具有还原性.

答案: D

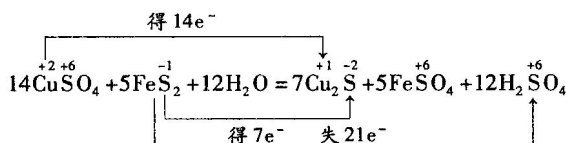
点评

结合日常生活中服用维生素 C 可缓解人们误食亚硝酸盐的中毒这一典型实例, 综合考查氧化还原反应的知识, 体现“学以致用”的现代教学理念.

例 13 从矿物学资料查得, 一定条件下自然界存在如下反应: $14\text{CuSO}_4 + 5\text{FeS}_2 + 12\text{H}_2\text{O} = 7\text{Cu}_2\text{S} + 5\text{FeSO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4$, 下列说法正确的是 ()

- A. Cu_2S 既是氧化产物又是还原产物 B. 5 mol FeS_2 发生反应, 有 10 mol 电子转移
C. 产物中的 SO_4^{2-} 离子有一部分是氧化产物 D. FeS_2 只作还原剂

分析: 本题解题的关键是搞清楚反应中化合价的变化. 该化学方程式中各元素的化合价变化情况如下: Cu 由 +2 价降到 +1 价, FeS_2 中的 S 由 -1 价部分降到 -2 价 (Cu_2S), 一部分升到 +6 价 (部分 SO_4^{2-}). 其电子转移情况表示如下:



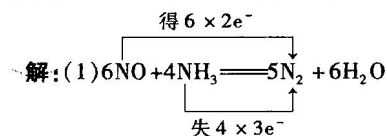
由此可知, Cu_2S 是还原产物而不是氧化产物; 5 mol FeS_2 发生反应时有 21 mol 电子发生转移; FeS_2 既是氧化剂又是还原剂; SO_4^{2-} 离子有一部分来源于 FeS_2 而另一部分来源于 CuSO_4 , 故 C 对.

答案: C

例 14 在一定条件下, NO 跟 NH_3 发生反应生成 N_2 和 H_2O . 现有 NO 和 NH_3 的混合物 1 mol, 充分反应后所得产物中, 经还原得到的 N_2 比经氧化得到的 N_2 多 1.4 g.

(1) 写出反应的化学方程式, 并标明电子转移的方向和数目.

(2) 若以上反应完全进行, 试计算原混合物中 NO 与 NH_3 的物质的量可能各是多少?





(2) 6 mol NO 被还原得到 3 mol N_2 , 4 mol NH_3 被氧化得到 2 mol N_2 , 两者相差 1 mol N_2 . 现相差 1.4 g, $1.4 g \div 28 g \cdot mol^{-1} = 0.05 mol$, 相当于 0.3 mol NO 和 0.2 mol NH_3 反应.

依题意 NO 和 NH_3 的总物质的量为 1 mol, 其中必有一种为过量, 所以有两种情况: 0.3 mol NO 和 0.7 mol NH_3 或 0.2 mol NH_3 和 0.8 mol NO.

点评

在任何一个氧化还原反应中, 得失电子总数等于化合价升降总数, 本题第(1)问即是根据此规律来确定电子转移总数的.

例 15 (2005 · 海淀模拟) 下列叙述正确的是

()

- 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
- E. 失去电子越多的物质其还原性越强

分析: 含金属元素的离子不一定是金属阳离子, 如高锰酸根 MnO_4^- , 故 A 选项正确. 非金属单质在氧化还原反应中既可以作氧化剂, 又可以作还原剂, 如 $Fe + S \xrightarrow{\Delta} FeS$ 中 S 作氧化剂, 但 $S + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} SO_2$ 中 S 作还原剂, 故 B 选项错误. 某元素从化合态变为游离态时, 该元素不一定被还原, 关键是看变化时元素的化合价是升高了还是降低了, 如 $KClO_3 \xrightarrow{\quad} O_2$ 变化中, 氧元素被氧化, $CuSO_4 \xrightarrow{\quad} Cu$ 变化中, 铜元素被还原, 故正确的说法是: 从化合态变为游离态, 该元素可能被氧化, 也可能被还原, C 选项错误. 金属阳离子被还原不一定得到金属单质, 特别是变价金属, 如 Fe 当它处在最高价 Fe^{3+} 时, 可能被还原成 Fe^{2+} , 所以 D 选项正确. 还原性强弱与失电子能力有关, 而与失电子数目无关, 所以 E 选项错误.

答案: AD

例 16 (2005 · 江苏) 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

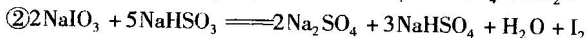
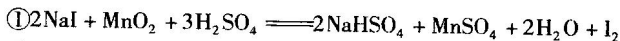
()

- A. $3Cl_2 + 6FeI_2 = 2FeCl_3 + 4FeI_3$
- B. $Cl_2 + FeI_2 = FeCl_2 + I_2$
- C. $Co_2O_3 + 6HCl = 2CoCl_2 + Cl_2 \uparrow + 3H_2O$
- D. $2Fe^{3+} + 2I^- = 2Fe^{2+} + I_2$

分析: 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 中反应物 I^- 的还原性 > Fe^{2+} 的还原性, 故 Cl_2 应首先氧化强还原性的 I^- 而不是 Fe^{2+} , 故 A 反应错误. B、C、D 中反应符合氧化还原反应规律, 所以可以发生. 例如当 $n(Cl_2):n(FeI_2) = 1:1$ 时即发生 B 项的反应.

答案: A

例 17 (2007 · 黄冈) 反应①是自海藻灰中提取碘的主要反应, 反应②是从智利硝石中提取碘的主要反应:



下列有关说法正确的是

()

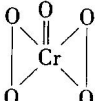
- A. NaI 和 $NaIO_3$ 在一定条件下反应能生成 I_2
- B. I_2 在反应①中是还原产物, 在反应②中是氧化产物
- C. 两个反应中生成等量的 I_2 时转移的电子数相等
- D. 氧化性: $MnO_2 > I_2 > IO_3^-$



分析: NaIO_3 中的 I 为 +5 价, NaI 中的 I 为 -1 价, 所以在一定条件下两者可以发生反应生成 I_2 , A 正确; I_2 在反应①中是氧化产物, 在反应②中是还原产物, B 错误; 同样生成 1 mol 的 I_2 , 反应①中转移的电子数为 2 mol, 反应②中转移的电子数为 10 mol, C 错误; 氧化性: 由反应①得 $\text{MnO}_2 > \text{I}_2$, 由 NaI 和 NaIO_3 在一定条件下能反应生成 I_2 , 得 $\text{IO}_3^- > \text{I}_2$, D 错误。

答案: A

例 18 在稀硫酸酸化的 H_2O_2 溶液中, 加乙醚后液体分层, 再加入少量 K_2CrO_7 溶液并振荡, 在

乙醚层中出现深蓝色. 这是因为反应生成的 CrO_5 溶于乙醚所致, CrO_5 的结构为  , 上述反

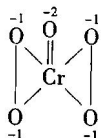
应为: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{CrO}_5 + 5\text{H}_2\text{O}$, 根据以上事实分析, 下列叙述中正确的是 ()

A. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被氧化为 CrO_5

B. 化合物 CrO_5 中 Cr 为 +10 价

C. 该反应为非氧化还原反应

D. CrO_5 中氧元素的化合价均为 -1 价

分析: 分析 CrO_5 的结构:  其中四个 O 为 -1 价, 另一个氧为 -2 价, 因此 Cr 仍为 +6

价. 分析化学反应知: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 中 Cr 的化合价也是 +6, 其他元素的化合价反应前后也没有变化, 因此该反应为非氧化还原反应。

答案: C

第二节 离子反应、离子方程式



知识梳理

1. 电解质的概念

		电解质		非电解质
		强电解质	弱电解质	
类别 依据	电离特点	完全电离、不可逆、不存在电离平衡	部分电离、可逆、存在电离平衡	熔融状态或水溶液中不能直接电离
	物质种类	强酸、强碱、多数盐、部分碱性氧化物	弱酸、弱碱、水	多数有机物、非金属氧化物
	溶液中溶质粒子种类	水合离子、无溶质分子	水合离子和溶质分子共存	溶质分子或反应产物的水合离子
结构特点		离子键 或强极性键结合的离子化合物或共价化合物	极性键结合的共价化合物	极性键或弱极性键结合的共价化合物

(1) 电解质和非电解质是指化合物, 单质、混合物肯定不是电解质和非电解质。

(2) SO_2 、 NH_3 等化合物不能称其为电解质. 电解质是化合物自身在水溶液中电离出离子而使得



溶液导电,像 SO_2 、 NH_3 ,其水溶液能够导电,但不能说二氧化硫、氨气是电解质,因为导电的离子不是它们电离出来的,而是由它们与水作用分别生成 H_2SO_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 两种电解质所致.所以只能说 H_2SO_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是电解质,而 SO_2 、 NH_3 却不能称为电解质.

(3) Na_2O 、 Al_2O_3 等化合物为电解质.因为在熔融状态时,它们能电离出自由移动的离子.

(4) 电解质的强弱与其溶解性无关.某些盐如 BaSO_4 、 CaCO_3 等虽难溶于水,但溶于水的部分却是完全电离,所以它们是强电解质.相反,能溶于水的盐未必是强电解质,如 HgCl_2 、 PbAc_2 等尽管能溶于水,但溶解时只有部分电离,故这些盐是弱电解质.

(5) 电解质的强弱与溶液导电性没有必然联系.导电性强弱与溶液中离子浓度大小有关,如果某强电解质溶液浓度小,那么它的导电性可以很弱,而某弱电解质虽然电离程度小,但如果离子浓度较大时,该溶液的导电能力也可以较强.因此,强电解质溶液的导电能力不一定强,弱电解质溶液的导电能力也不一定弱.

2. 离子反应

(1) 概念:在溶液中(或熔融状态)有离子参加或生成的反应.

(2) 本质:反应物的某些离子浓度减小.

(3) 条件

① 生成难溶的物质

- A. 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: $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等.
 - e. 难溶的盐: AgCl 、 AgBr 、 AgI 、 CaCO_3 、 BaCO_3 、 BaSO_4 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 等.

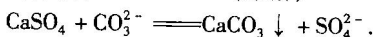
B. 当有关离子浓度足够大时,生成微溶物的反应也能发生.常见微溶物有 CaSO_4 、 Ag_2SO_4 、 MgCO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等.例如: $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{CaSO}_4 \downarrow$.

C. 由微溶物生成难溶物的反应也能发生.

例如:



(微溶) (难溶)



(微溶) (难溶)

② 生成难电离的物质

A. 常见的难电离的物质

- 弱酸: HF 、 H_2CO_3 、 CH_3COOH 等.
- 弱碱: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等.
- 其他: H_2O 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 等.

B. 反应规律:由强酸可制取弱酸,由强碱可制取弱碱.

例如:盐酸 + $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液 $\Rightarrow \text{H}^+ + \text{ClO}^- \rightleftharpoons \text{HClO}$

稀醋酸 + 苯酚钠溶液 $\Rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$

NH_4Cl 溶液 + NaOH 溶液 $\Rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

③ 生成挥发性的物质

