



依据国家教育部最新考试大纲编写

XINSILU

# 新思路

精品书伴您  
十年寒窗  
新思路唱响  
辉煌前程

## 高考总复习

随书赠2007年高考真题精粹

江中根 主编

## 化学

学生用书



北京邮电大学出版社  
<http://www.buptpress.com>



# 新思路

## 高考总复习

随书赠2007年高考真题精粹

江中根 主编

# 化学

学生用书



北京邮电大学出版社  
<http://www.buptpress.com>

图书在版编目(CIP)数据

新思路. 化学/江中根主编. —北京:北京邮电大学出版社, 2004

ISBN 978-7-5635-0902-7

I. 新... II. 江... III. 化学课—高中—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 042492 号

## 新思路, 伴您苦读寒窗!

主 编 江中根  
副主编 李廷建  
编 委 陈庆军 徐新华 陈 晓  
何春荣 孔令杰



书 名 新思路·化学  
主 编 江中根  
责任编辑 周 堃 李 欣  
出版发行 北京邮电大学出版社  
社 址 北京市海淀区西土城路 10 号 邮编 100876  
经 销 各地新华书店  
印 刷 北京市彩虹印刷有限责任公司  
开 本 880 mm × 1 230 mm 1/16  
印 张 19.75  
字 数 652 千字  
版 次 2004 年第 1 版 2007 年 3 月修订 2007 年 3 月第 4 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5635-0902-7/O · 82  
定 价 37.80 元

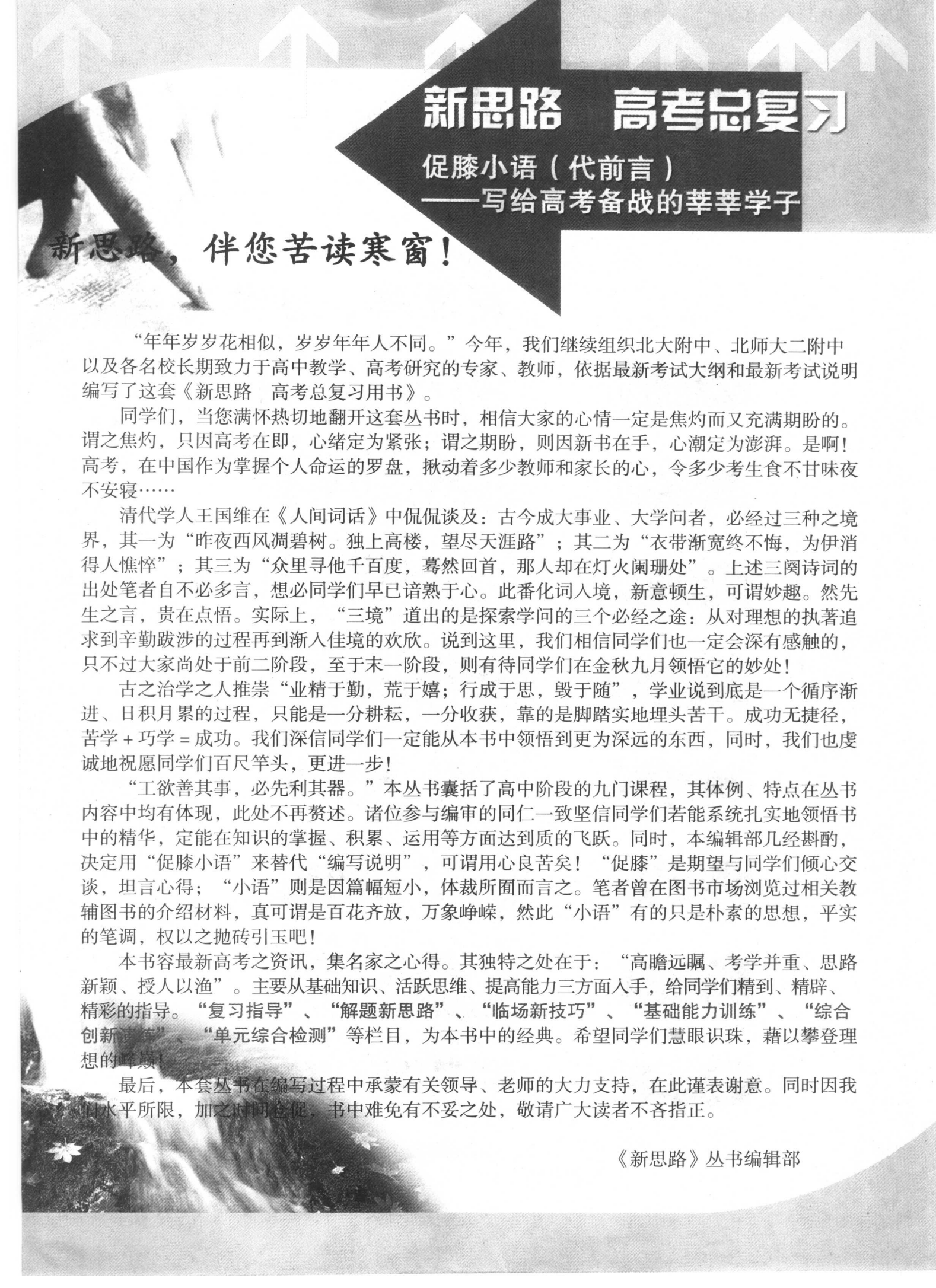
如有印刷问题请与北京邮电大学出版社联系

电话:(010)62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

Http://www.buptpress.com

版权所有 翻版必究



# 新思路 高考总复习

促膝小语（代前言）

——写给高考备战的莘莘学子

## 新思路，伴您苦读寒窗！

“年年岁岁花相似，岁岁年年人不同。”今年，我们继续组织北大附中、北师大二附中以及各名校长期致力于高中教学、高考研究的专家、教师，依据最新考试大纲和最新考试说明编写了这套《新思路 高考总复习用书》。

同学们，当您满怀热切地翻开这套丛书时，相信大家的心情一定是焦灼而又充满期盼的。谓之焦灼，只因高考在即，心绪定为紧张；谓之期盼，则因新书在手，心潮定为澎湃。是啊！高考，在中国作为掌握个人命运的罗盘，揪动着多少教师和家长的心，令多少考生食不甘味夜不安寝……

清代学人王国维在《人间词话》中侃侃谈及：古今成大事业、大学问者，必经过三种之境界，其一为“昨夜西风凋碧树。独上高楼，望尽天涯路”；其二为“衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴”；其三为“众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在灯火阑珊处”。上述三阙诗词的出处笔者自不必多言，想必同学们早已谙熟于心。此番化词入境，新意顿生，可谓妙趣。然先生之言，贵在点悟。实际上，“三境”道出的是探索学问的三个必经之途：从对理想的执著追求到辛勤跋涉的过程再到渐入佳境的欢欣。说到这里，我们相信同学们也一定会深有感触的，只不过大家尚处于前二阶段，至于末一阶段，则有待同学们在金秋九月领悟它的妙处！

古之治学之人推崇“业精于勤，荒于嬉；行成于思，毁于随”，学业说到底是一个循序渐进、日积月累的过程，只能是一分耕耘，一分收获，靠的是脚踏实地埋头苦干。成功无捷径，苦学+巧学=成功。我们深信同学们一定能从本书中领悟到更为深远的东西，同时，我们也虔诚地祝愿同学们百尺竿头，更进一步！

“工欲善其事，必先利其器。”本丛书囊括了高中阶段的九门课程，其体例、特点在丛书内容中均有体现，此处不再赘述。诸位参与编审的同仁一致坚信同学们若能系统扎实地领悟书中的精华，定能在知识的掌握、积累、运用等方面达到质的飞跃。同时，本编辑部几经斟酌，决定用“促膝小语”来替代“编写说明”，可谓用心良苦矣！“促膝”是期望与同学们倾心交谈，坦言心得；“小语”则是因篇幅短小，体裁所囿而言之。笔者曾在图书市场浏览过相关教辅图书的介绍材料，真可谓是百花齐放，万象峥嵘，然此“小语”有的只是朴素的思想，平实的笔调，权以之抛砖引玉吧！

本书容最新高考之资讯，集名家之心得。其独特之处在于：“高瞻远瞩、考学并重、思路新颖、授人以渔”。主要从基础知识、活跃思维、提高能力三方面入手，给同学们精到、精辟、精彩的指导。“复习指导”、“解题新思路”、“临场新技巧”、“基础能力训练”、“综合创新训练”、“单元综合检测”等栏目，为本书中的经典。希望同学们慧眼识珠，藉以攀登理想的峰巅！

最后，本套丛书在编写过程中承蒙有关领导、老师的大力支持，在此谨表谢意。同时因我们水平所限，加之时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请广大读者不吝指正。

《新思路》丛书编辑部

# 新思路 高考总复习

## 阅读向导

新思路，伴您苦读寒窗

复习指导

“明确目标，重点复习”，指出高考考点，重点复习。

知识精要

“考点讲析，融会贯通”，具体知识点的讲述，全国覆盖知识点。

解题新思路

“引领思路，点拨方法”，例题的讲析注重前所未有，开辟一条最独特的解题思路。

热点透视

“名师讲析，关注时政”，政治生活中的重点热点问题，为你开阔视野，联系社会实际。

基础能力训练

“源于教材，夯实基础”，以教材为基础，扎实掌握最基本的知识点。

综合创新演练

“知识迁移，巩固提升”，在教材的基础上，对知识进行整合提升，使其达到能力的综合考查的效果。

单元综合检测

本套试卷均涵盖高考中的题型，分别包括：易、难、综合三个级别。

参考答案

参考答案准确无误，并有解析和解答过程，以便进行对照和检测。



# 目 录

## 第一篇 知识篇

### 第一章 化学反应及其能量变化

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一节 氧化还原反应 .....     | 2  |
| 第二节 离子反应 .....       | 6  |
| 第三节 化学反应中的能量变化 ..... | 11 |
| 单元综合测试 .....         | 14 |

### 第二章 碱金属

|                  |    |
|------------------|----|
| 第一节 钠及其化合物 ..... | 17 |
| 第二节 碱金属元素 .....  | 23 |
| 单元综合测试 .....     | 26 |

### 第三章 物质的量

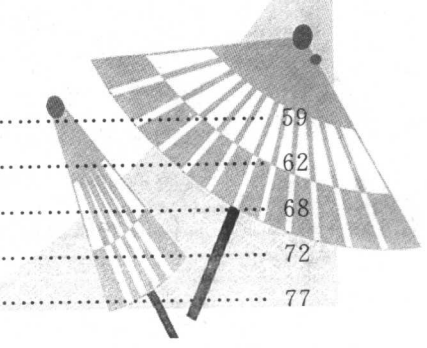
|                  |    |
|------------------|----|
| 第一节 物质的量 .....   | 29 |
| 第二节 气体摩尔体积 ..... | 32 |
| 第三节 物质的量浓度 ..... | 35 |
| 单元综合测试 .....     | 39 |

### 第四章 卤 素

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一节 氯气 .....              | 42 |
| 第二节 卤族元素 .....            | 46 |
| 第三节 物质的量应用于化学方程式的计算 ..... | 51 |
| 单元综合测试 .....              | 55 |

### 第五章 物质结构 元素周期律

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第一节 原子结构 .....        | 59 |
| 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 .....    | 68 |
| 第四节 晶体的类型与性质 .....    | 72 |
| 单元综合测试 .....          | 77 |



# 目 录

## 第六章 硫和硫的化合物 硫酸工业及环境保护

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一节 氧族元素 .....         | 79 |
| 第二节 二氧化硫 .....         | 83 |
| 第三节 硫酸 .....           | 86 |
| 第四节 硫酸的工业制法 环境保护 ..... | 89 |
| 单元综合测试 .....           | 94 |

## 第七章 硅和硅酸盐工业

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一节 碳族元素 碳及其化合物 .....    | 96  |
| 第二节 硅及其重要化合物 硅酸盐工业 ..... | 101 |
| 第三节 新型无机非金属材料 .....      | 105 |
| 单元综合测试 .....             | 107 |

## 第八章 氮族元素

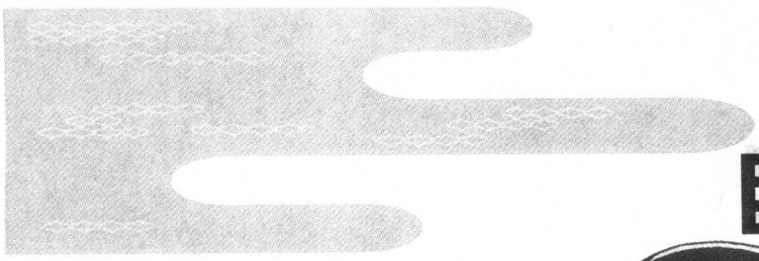
|                |     |
|----------------|-----|
| 第一节 氮和磷 .....  | 111 |
| 第二节 氨 铵盐 ..... | 115 |
| 第三节 硝酸 .....   | 119 |
| 单元综合测试 .....   | 122 |

## 第九章 化学平衡

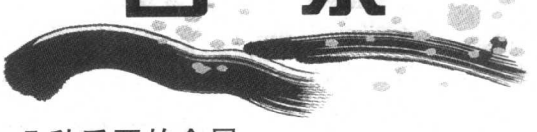
|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第一节 化学反应速率 .....          | 125 |
| 第二节 化学平衡 .....            | 129 |
| 第三节 合成氨条件的选择、化学平衡计算 ..... | 133 |
| 单元综合测试 .....              | 137 |

## 第十章 电离平衡 胶体的性质及应用

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第一节 电离平衡 .....          | 141 |
| 第二节 水的电离和溶液的 pH 值 ..... | 145 |
| 第三节 盐类的水解 酸碱中和滴定 .....  | 149 |
| 第四节 胶体的性质及应用 .....      | 156 |
| 单元综合测试 .....            | 159 |



# 目 录



## 第十一章 几种重要的金属

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第一节 镁和铝 .....     | 162 |
| 第二节 铁和铁的化合物 ..... | 168 |
| 第三节 金属的冶炼 .....   | 173 |
| 第四节 电化学知识 .....   | 178 |
| 单元综合测试 .....      | 185 |

## 第十二章 烃

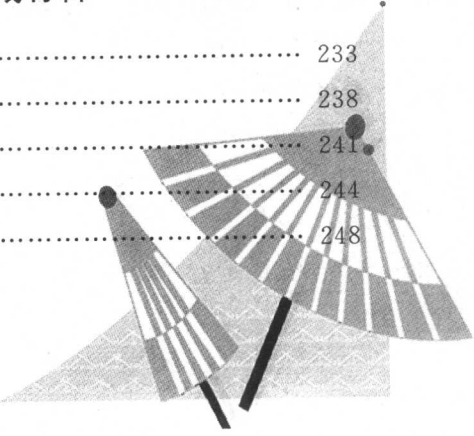
|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第一节 甲烷和烷烃 ..... | 189 |
| 第二节 烯烃、炔烃 ..... | 193 |
| 第三节 苯、芳香烃 ..... | 199 |
| 第四节 石油、煤 .....  | 203 |
| 单元综合测试 .....    | 205 |

## 第十三章 烃的衍生物

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第一节 溴乙烷 卤代烃 .....       | 209 |
| 第二节 醇和酚 .....           | 212 |
| 第三节 有机物分子式和结构式的确定 ..... | 217 |
| 第四节 乙醛 醛类 .....         | 220 |
| 第五节 乙酸、羧酸和酯类 .....      | 224 |
| 单元综合测试 .....            | 229 |

## 第十四章 糖类、油脂、蛋白质、合成材料

|                |     |
|----------------|-----|
| 第一节 糖类 .....   | 233 |
| 第二节 油脂 .....   | 238 |
| 第三节 蛋白质 .....  | 241 |
| 第四节 合成材料 ..... | 244 |
| 单元综合测试 .....   | 248 |



# 目 录

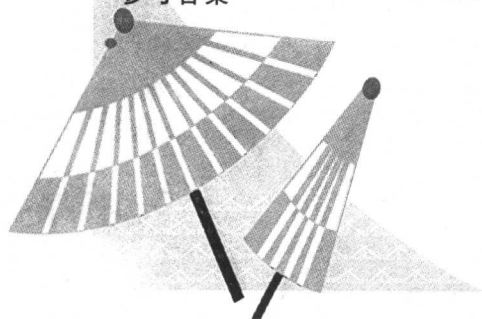
## 第二篇 实验篇

### 第一章 实验考点聚集

|        |                                                                                                                  |     |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 第一节    | 中和热的测定 .....                                                                                                     | 251 |
| 第二节    | 药品的存放、物质的鉴别、焰色反应 .....                                                                                           | 252 |
| 第三节    | 常见的计量仪器、物质的量浓度溶液的配制 .....                                                                                        | 253 |
| 第四节    | 实验室制备气体 .....                                                                                                    | 255 |
| 第五节    | 硫酸铜晶体里结晶水含量的测定 .....                                                                                             | 257 |
| 第六节    | 能用 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 制取的气体 不能用 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 制取的气体<br>硫酸干燥气体 浓 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 的稀释 ..... | 258 |
| 第七节    | 化学试剂的存放 .....                                                                                                    | 260 |
| 第八节    | 氨气作喷泉实验原因、实验结束后溶液的分析 .....                                                                                       | 261 |
| 第九节    | 浓度、温度、催化剂对反应速率及化学平衡的影响 .....                                                                                     | 262 |
| 第十节    | pH 试纸的使用、中和滴定 .....                                                                                              | 263 |
| 第十一节   | $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的制取实验 .....                                                  | 264 |
| 第十二节   | 实验仪器的清洗和温度计的使用 .....                                                                                             | 265 |
| 第十三节   | 物质的分离与提纯实验 .....                                                                                                 | 266 |
| 单元综合测试 | .....                                                                                                            | 268 |

### 第二章 化学实验方案的设计

|        |                   |     |
|--------|-------------------|-----|
| 第一节    | 制备实验方案的设计 .....   | 273 |
| 第二节    | 性质实验方案的设计 .....   | 276 |
| 第三节    | 物质检验实验方案的设计 ..... | 279 |
| 单元综合测试 | .....             | 282 |
| 参考答案   | .....             | 286 |





## 第一篇 知识篇

## 第一章

## 化学反应及其能量变化

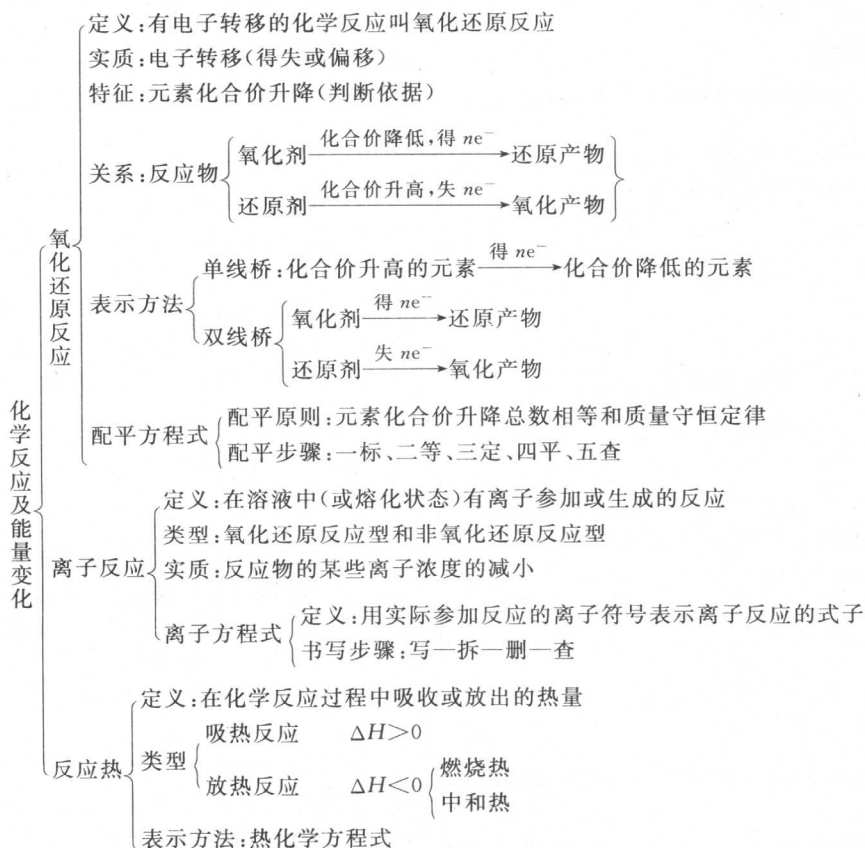


## 第一篇

## ◆ 考纲扫描

1. 掌握化学反应的四种基本类型:化合、分解、置换、复分解.
2. 理解氧化还原反应的实质,了解氧化剂和还原剂等概念.掌握重要的氧化剂、还原剂及它们之间的常见反应.能正确判断氧化还原反应中电子的转移方向和数目,并能配平反应方程式.
3. 理解离子反应的本质,掌握离子反应的条件及判定离子共存.能正确书写离子反应方程式.
4. 了解化学反应中的能量变化,吸热和放热反应,反应热、燃烧热和中和热等概念,及新能源的开发,掌握热化学方程式的含义.

## ◆ 知识网络





## 第一节 氧化还原反应



明确目标

### 复习指导

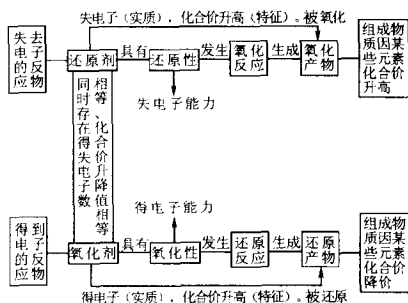
1. 掌握化学反应的4种基本类型：化合、分解、置换、复分解。
2. 理解氧化和还原、氧化性和还原性、氧化剂和还原剂等概念，能判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目，并能配平反应方程式。
3. 根据有关反应方程式，比较物质或离子的氧化性或还原性强弱，即具有运用信息的能力。
4. 根据氧化还原反应的规律（电子得失守恒）进行计算的能力。
5. 根据氧化还原反应的规律（化合价有升就有降）进行推理判断的能力。



考点讲练

### 知识精要

1. 氧化还原反应有关概念的联系和区别用如下框图表示：

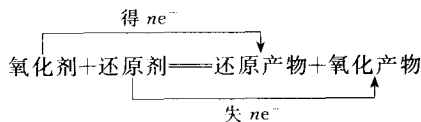


2. 氧化还原反应的判断

凡是有元素化合价升降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。

3. 氧化还原反应的表示方法

- (1) 双线桥(双箭头)



注意事项：①箭头必须由反应物指向生成物，且两端对准同种元素。

- ②在“桥”上标明电子的“得”与“失”，且电子总数相等。

③箭头方向不代表电子转移方向，仅表示电子转移的前后变化。

- (2) 单线桥(单箭头)



注意事项：①箭头必须由还原剂(失电子)指向氧化剂(得电子)，箭头两端对准得失电子的元素。

- ②箭头方向表明电子转移的方向，因此无需注明电子的

“得”与“失”。

- ③电子数目只写成总数形式。

4. 氧化还原反应方程式的配平

- ①一标：正确标出反应前后价态变化元素的化合价。

- ②二等：求最小公倍数以使化合价升降总值相等。

- ③三定：确定氧化剂与还原剂，氧化产物与还原产物的系数。

- ④四平：根据原子守恒用观察法配平其他物质的系数。

- ⑤五查：检查是否符合原子守恒和电子守恒。

5. 常见的氧化剂和还原剂

常见的氧化剂有：①非金属单质  $X_2$ 、 $O_2$ 、S等；②高价金属阳离子  $Cu^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ 等；③高价或较高价含氧化合物  $MnO_2$ 、 $KMnO_4$ 、 $K_2Cr_2O_7$ 、 $H_2SO_4$ (浓)、 $HClO_4$ 、 $HClO_3$ 、 $HClO$ 等。

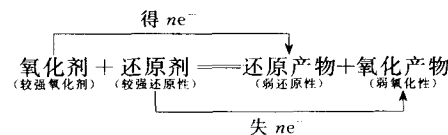
常见的还原剂有：①活泼或较活泼的金属 K、Na、Mg、Al、Zn、Fe等；②低价金属阳离子  $Fe^{2+}$ 等；③非金属阴离子  $Cl^-$ 、 $Br^-$ 、 $I^-$ 、 $S^{2-}$ 等；④较低价的化合物  $CO$ 、 $H_2S$ 、 $SO_2$ 、 $H_2SO_3$ 、 $Na_2SO_3$ 、 $NH_3$ 等。在含可变价元素的化合物中，具有中间价态元素的物质(单质或化合物)既可作氧化剂，又可作还原剂。例如  $Cl_2$ 、 $H_2O_2$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $SO_2$ 、 $H_2SO_3$ 等既具有氧化性，又具有还原性。

6. 氧化还原反应的基本规律及作用

(1) 守恒律——化合价有升必有降，电子有得必有失。对于一个完整的氧化还原反应，化合价升高总数与降低总数相等，失电子总数与得电子总数相等。

作用：有关氧化还原反应的计算及配平氧化还原方程式。

(2) 强弱律——较强氧化性的氧化剂跟较强还原性的还原剂反应，生成弱还原性的还原产物和弱氧化性的氧化产物。



作用：在适宜条件下，用氧化性较强的物质制备氧化性较弱的物质或用还原性较强的物质制备还原性较弱的物质，亦可用于比较物质间氧化性或还原性的强弱。

(3) 价态律——元素处于最高价，只有氧化性；元素处于最低价，只有还原性；元素处于中间价态，既有氧化性又有还原性，但主要呈现一种性质。

注意：最高价只有氧化性，但不意味着有强氧化性，最低价只有还原性，也不意味着有强还原性，物质氧化性、还原性的强弱只与得失电子的能力有关，而与得失电子的数目无关。物质若含有多种元素，其性质是这些元素性质的综合体现。

作用：判断元素或物质氧化性或还原性的有无。

(4) 转化律——氧化还原反应中，以元素相邻价态间的转化最易；同种元素不同价态之间若发生反应，元素的化合价只靠近而不交叉；同种元素，相邻价态间不发生氧化还原反应。

作用：分析判断氧化还原反应中的物质变化及推测变化产物。

(5) 难易律——越易失电子的物质，失电子后就越难得电子，越易得电子的物质，得电子后就越难失去电子；一种氧化剂



同时和几种还原剂相遇时,优先与还原性强的还原剂发生反应.同理,一种还原剂遇多种氧化剂时,氧化性最强的氧化剂优先反应.

作用:判断物质的稳定性及反应顺序.

(6)氧化性、还原性强弱的判定

①依据元素周期表.

②依据金属活动顺序表:

K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn

还原性逐渐减弱

Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au

还原性逐渐减弱

$K^+, Ca^{2+}, Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}, Zn^{2+}, Fe^{2+},$

氧化性逐渐增强

$Sn^{2+}, Pb^{2+}, H^+, Cu^{2+}, Hg^{2+}, Ag^+$

氧化性逐渐增强

③依据反应原理

氧化剂+还原剂——还原产物+氧化产物

氧化性:氧化剂>氧化产物

还原性:还原剂>还原产物

如: $Cl_2 + H_2S = 2HCl + S$

氧化性: $Cl_2 > S$ ,还原性: $H_2S > HCl$

④依据反应条件:是否加热、有无催化剂及反应温度高低和反应物浓度.

如: $MnO_2 + 4HCl(浓) \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + Cl_2 \uparrow + 2H_2O(浓,加热)$

$KClO_3 + 6HCl(浓) = KCl + 3Cl_2 \uparrow + 3H_2O(浓,不加热)$

$2KMnO_4 + 16HCl = 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$   
(不加热)

氧化性: $KMnO_4 > KClO_3 > MnO_2 > Cl_2$

⑤依据反应剧烈程度

如 Na、Mg、Al 分别与水反应:Na(剧烈)、Mg(加热才明显)、Al(加热不明显),所以还原性: $Na > Mg > Al$

⑥依据同一还原剂与不同氧化剂反应后,还原剂中元素化合价变化越大,则对应氧化剂氧化性越强.如:

$Cu + Cl_2 = \overset{+2}{Cu}Cl_2$   
 $Cu + S = \overset{+1}{Cu_2}S$  } 氧化性: $Cl_2 > S$

⑦根据电化学原理(原电池、电解池)

I还原性:负极>正极

负极活泼于正极,先失电子.如 Cu—Zn 原电池中,Zn 比 Cu 活泼,所以 Zn 为负极,即  $Zn > Cu$ (还原性)

II电解池:(以惰性电极电解为例)

阳极:易失电子的先放电: $S^{2-} > I^- > Br^- > Cl^- > OH^-$ (还原性)

阴极:易得电子的先放电: $Au^{3+} > Ag^+ > Fe^{3+} > Hg^{2+} > Cu^{2+} > H^+$ (氧化性)

7.判断能否发生氧化还原反应的原理

原理I:“两强”相遇要反应.即强氧化剂强还原剂相遇时一定能反应(除原理II中的反应).

原理II:无中间价不反应.发生在同种元素之间的氧化还原反应,该元素在生成物中的价态必须介于反应物中的价态之间.例如: $SO_2$  与浓  $H_2SO_4$  不反应,在+4价S与+6价S之间已不存在S的其它价态,所以尽管  $SO_2$  是强还原剂,浓  $H_2SO_4$  是强

氧化剂,两者仍不会发生反应,事实上  $SO_2$  气体可以用浓  $H_2SO_4$  来干燥.

### ◆备考应对

掌握氧化还原反应,应从原子核外电子的排布入手,分析化合价变化与电子得失的关系,由化合价和电子转移的角度对比如下概念:氧化还原反应和非氧化还原反应,氧化反应和还原反应,氧化剂和还原剂,氧化性和还原性,氧化产物和还原产物.了解这些概念,是理解氧化还原反应的前提和基础.

复习中还应注意以下几点:

1.有单质参加的反应不一定是氧化还原反应;如同素异形体的相互转化.没有价态改变和电子转移.

2.在判定氧化性、还原性强弱时还可根据反应条件或反应现象进行分析比较.如同一种还原剂与不同氧化剂作用时,条件越低,则说明氧化剂的氧化性越强;反之亦然.

3.在分析还原剂、氧化剂得失电子的关系时,应依据电子得失守恒规律.



引领思路, 突破方法

### 解题新思路

#### ◆经典例题精析

【例1】 $ClO_2$  是一种消毒杀菌效率高、二次污染小的水处理剂.实验室可通过以下反应制得  $ClO_2$ :  $2KClO_3 + H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} 2ClO_2 \uparrow + K_2SO_4 + 2CO_2 \uparrow + 2H_2O$

下列说法正确的是 ( )

A.  $KClO_3$  在反应中得到电子

B.  $ClO_2$  是氧化产物

C.  $H_2C_2O_4$  在反应中被氧化

D. 1 mol  $KClO_3$  参加反应有 2 mol 电子转移

【解析】本题考查氧化还原反应中基本概念的掌握情况和综合分析能力.由所给反应可知  $KClO_3$  中氯元素化合价从+5降低为+4,每 1 mol  $KClO_3$  得到 1 mol 电子,而被还原成为  $ClO_2$ ,  $ClO_2$  是还原产物; $H_2C_2O_4$  中碳元素化合价从+3升高到+4,  $H_2C_2O_4$  作还原剂被氧化.

【答案】A C

【评析】考查氧化还原反应的基本概念是历年高考的热点.

【例2】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有关.下列各组物质:

①Cu 与  $HNO_3$  溶液

②Cu 与  $FeCl_3$  溶液

③Zn 与  $H_2SO_4$  溶液

④Fe 与  $HCl$  溶液

由于浓度不同而发生不同氧化还原反应的是 ( )

A. ①③ B. ③④ C. ①② D. ①③④

【解析】①中 Cu 与浓  $HNO_3$  反应:

$Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 \uparrow + 2H_2O$

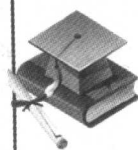
Cu 与稀  $HNO_3$  反应:

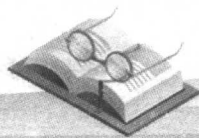
$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO \uparrow + 4H_2O$

③中 Zn 与浓  $H_2SO_4$  反应:

$Zn + 2H_2SO_4(浓) = ZnSO_4 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$

Zn 与稀  $H_2SO_4$  反应: $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2 \uparrow$





②中 Cu 与  $\text{FeCl}_3$  溶液反应:  $\text{Cu} + \text{FeCl}_3 \longrightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$

④中 Fe 与 HCl 溶液反应:  $\text{Fe} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

【答案】A

【评析】在化学学科中,许多知识规律是存在共同性的.如一些重要结论:“强酸制弱酸”、“多种离子共存时,蒸发溶剂,溶解度小的物质先析出”以及“强氧化剂+强还原剂——弱还原剂+弱氧化剂”其实质都是相通的.即:容易进行的反应或过程优先发生(“强酸制弱酸”——容易结合  $\text{H}^+$  的离子先与  $\text{H}^+$  结合;“多种离子共存时,蒸发溶剂,溶解度小的物质先析出”——容易结合的离子先结合;“强氧化剂+强还原剂——弱还原剂+弱氧化剂”——容易得电子的物质先得电子,容易失电子的物质先失电子).

【例 3】(1)请将 5 种物质:  $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{HNO}_3$  和  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  分别填入下面对应的横线上,组成一个未配平的化学方程式.

\_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_  $\longrightarrow$  \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ +  $\text{H}_2\text{O}$

(2)反应物中发生氧化反应的物质是\_\_\_\_\_,被还原的元素是\_\_\_\_\_.

(3)反应中 1 mol 氧化剂\_\_\_\_\_ (填“得到”或“失去”) \_\_\_\_\_ mol 电子.

(4)请将反应物的化学式及配平后的系数填入下列相应的位置中:

$\longrightarrow$

【解析】所给物质中有  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,很明显是  $\text{HNO}_3$  将  $\text{Fe}^{+2}$  氧化成  $\text{Fe}^{+3}$ ,同时生成  $\text{N}_2\text{O}$ ,所以  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{FeSO}_4$  是反应物,其余是产物,配平方程式:2 个 N 原子由 +5 价变成 +1 价,降低 8 价,而产物中有 3 个 +3 价 Fe,升高 3 价,所以最小公倍数为 24,所以  $\text{FeSO}_4$  的系数是 24,其余物质的系数可通过原子守恒确定,24 mol  $\text{FeSO}_4$  与 30 mol  $\text{HNO}_3$  反应,转移 24 mol 电子,其中作为氧化剂的  $\text{HNO}_3$  为 6 mol,所以当 1 mol 氧化剂反应时,得到 4 mol 电子.

【答案】(1)  $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{N}_2\text{O} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2)  $\text{FeSO}_4$  +5 价 N

(3) 得到 4

(4)  $24\text{FeSO}_4 + 30\text{HNO}_3$

### ◆高考命题走向

氧化还原反应可交叉、渗透、综合的知识很多,在高考中往往与元素化合物知识一同出题.本节氧化还原反应涉及了电子的转移,与物理中电学密切相关,故可通过电子的移动和定向流动将两学科知识有机的联系起来,这将体现高考“综合知识”考查的方向.

在实际化工生产中,大多数无机反应涉及氧化还原问题,如硫酸和硝酸的工业制备,金属的冶炼,农药的生产等等,应用非常广泛.结合实际生产涉及到的内容进行考查也是高考出题的新方向.

### ◆误区点拨

【例 4】在 100 mL 含等物质的量 HBr 和  $\text{H}_2\text{SO}_3$  的溶液里通入 0.01 mol  $\text{Cl}_2$ ,有一半  $\text{Br}^-$  变为  $\text{Br}_2$  (已知  $\text{Br}_2$  能氧化  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ),原溶液中 HBr 和  $\text{H}_2\text{SO}_3$  的浓度都等于 ( )

A. 0.0075 mol  $\cdot$  L $^{-1}$

B. 0.0018 mol  $\cdot$  L $^{-1}$

C. 0.075 mol  $\cdot$  L $^{-1}$

D. 0.08 mol  $\cdot$  L $^{-1}$

【解析】解此题首先要明确:  $\text{H}_2\text{SO}_3$  的还原性比  $\text{Br}^-$  强,  $\text{Cl}_2$  先氧化  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,再氧化  $\text{Br}^-$ ,设原溶液中 HBr 和  $\text{H}_2\text{SO}_3$  的浓度都为  $x$ ,由电子得失守恒:  $0.1 \text{ L} \cdot x \cdot \frac{1}{2} + 0.1 \text{ L} \cdot x \cdot 2 = 0.01 \text{ mol} \times 2$ ,解得  $x = 0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【答案】D

【评析】电子得失守恒法是解答有关氧化还原反应计算的重要方法.

【例 5】已知反应  $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) \longrightarrow \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ,下列叙述正确的是 ( )

A. KCl 是还原产物,  $\text{Cl}_2$  是氧化产物

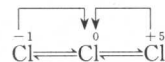
B. 1 mol  $\text{KClO}_3$  参加反应有 6 mol  $\text{e}^-$  发生转移

C. 氧化产物和还原产物的物质的量之比为 3:1

D. 每转移 5 mol  $\text{e}^-$  可产生标准状况下  $\text{Cl}_2$  的体积 67.2 L

【误答原因】误选 A 或 B 或 C,主要原因是反应中同种元素不同价态间的氧化还原反应,其价态变化“只靠近,不相交”不清楚而造成错选.

【正确分析】反应物中  $\text{KClO}_3$  中 +5 价 Cl 为高价,是氧化剂;  $\text{HCl}$  中 -1 价 Cl 为低价,是还原剂.产物中既有 -1 价 Cl ( $\text{KCl}$  中),又有 0 价 Cl ( $\text{Cl}_2$ ),根据不相交原则:



该反应氧化产物和还原产物都是  $\text{Cl}_2$ ,即为归中反应.参加反应的  $\text{KClO}_3$  中 Cl 从 +5 价变为 0 价,得  $5\text{e}^-$ ,  $\text{HCl}$  中 Cl 从 -1 价变到 0 价,失  $\text{e}^-$ ;为了使失电子总数与得电子总数相等,每个  $\text{KClO}_3$  “分子”必氧化 5 个  $\text{HCl}$  分子,生成的 3 个  $\text{Cl}_2$  分子中,有 1/6 来自于  $\text{KClO}_3$ ,5/6 来自于  $\text{HCl}$ ,所以氧化产物与还原产物的物质的量之比为 5:1,1 mol  $\text{KClO}_3$  参加反应共有 5 mol  $\text{e}^-$  发生转移,在标况下生成的  $\text{Cl}_2$  为 67.2 L.

【答案】D

### ◆临场新技巧

【例 6】G、Q、X、Y、Z 均为氯的含氧化合物,我们不了解它们的分子式(或化学式),但知道它们在一定条件下具有如下的转换关系(未配平): (1)  $\text{G} \longrightarrow \text{Q} + \text{NaCl}$ , (2)  $\text{Q} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{X} + \text{H}_2 \uparrow$ , (3)  $\text{Y} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{G} + \text{Q} + \text{H}_2\text{O}$ , (4)  $\text{Z} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Q} + \text{X} + \text{H}_2\text{O}$ ,这五种化合物中氯的化合价由低到高的顺序为 ( )

A. Q、G、Z、Y、X

B. G、Y、Q、Z、X

C. G、Y、Z、Q、X

D. Z、X、G、Y、Q

【解析】要确立 5 种氯的含氧化合物中氯的化合价的高低,可根据“在氧化还原反应中,有化合价降低的元素,必有化合价升高的元素”这一原则来判断.反应(1)中有  $\text{NaCl}$  生成,  $\text{NaCl}$  中 Cl 为 -1 价,是氯的最低价, G 中氯的化合价肯定高于 -1 价.在变化中 G 中的化合价有部分降为 -1 价,则必定有部分



氯的化合价升高,所以,Q中氯的化合价高于G中氯的化合价( $Q > G$ ),依此类推,反应(2)中化合物中氯的化合价  $Q < X$ ,反应(3)中氯的化合价  $G < Y < Q$ ;反应(4)中  $Q < Z < X$ ,故  $G < Y < Q < Z < X$ 。

【答案】B



源于教材

### 基础能力训练

- 某金属氧化物在光照下可生成具有很强氧化能力的物质,能用来消除空气或水体中的污染物.下列有关该金属氧化物应用的叙述不正确的是 ( )
  - 将形成酸雨的  $\text{SO}_2$  氧化为  $\text{SO}_3$
  - 将家居装修挥发出的甲醛氧化为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$
  - 将医药废水中的苯酚氧化成  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$
  - 将电镀废水中的氰根离子  $\text{CN}^-$  氧化成  $\text{CO}_2$  和  $\text{N}_2$
- 吸入人体内的  $\text{O}_2$  有 2% 转化为氧化性极强的活性氧副产物,如  $\cdot\text{O}\cdot$  等,这些活性氧能加速人体衰老,被称为“夺命杀手”.我国科学家尝试用含硒化合物  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  来消除人体内的活性氧,在消除活性氧时,  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  的作用是 ( )
  - 还原剂
  - 氧化剂
  - 既是氧化剂,又是还原剂
  - 以上均不是
- 下列反应中,氧化剂与还原剂物质的量的关系为 1:2 的是 ( )
  - $\text{O}_3 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HOH} + \text{I}_2 + \text{O}_2$
  - $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca}(\text{ClO})_2 \longrightarrow 2\text{HClO} + \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
  - $\text{I}_2 + 2\text{NaClO}_3 \longrightarrow 2\text{NaIO}_3 + \text{Cl}_2$
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- 下列反应中,氧化剂与还原剂物质的量的关系为 1:2 的是 ( )
  - $\text{O}_3 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KOH} + \text{I}_2 + \text{O}_2$
  - $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca}(\text{ClO})_2 \longrightarrow 2\text{HClO} + \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
  - $\text{I}_2 + 2\text{NaClO}_3 \longrightarrow 2\text{NaIO}_3 + \text{Cl}_2$
  - $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- 已知:①  $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$   
 ②  $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$   
 ③  $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \longrightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{Cl}_2 \uparrow$   
 某溶液中有  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{I}^-$  和  $\text{Cl}^-$  共存,要氧化除去  $\text{I}^-$  而不影响  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Cl}^-$ ,应选择的试剂是 ( )
  - $\text{HCl}$
  - $\text{Cl}_2$
  - $\text{KMnO}_4$
  - $\text{FeCl}_3$
- 类推思维方法在化学学习与研究中有时会产生错误的结论,因此类推的结论最终要经过实践的检验才能决定其正确与否.下列几种类推结论中正确的是 ( )
  - 金属  $\text{Mg}$  失火不能用  $\text{CO}_2$  灭火;金属  $\text{Na}$  失火也不能用  $\text{CO}_2$  灭火
  - 实验室常用固体  $\text{NaCl}$  与浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应制取  $\text{HCl}$  气体;也可用固体  $\text{KI}$  与浓硫酸反应制取  $\text{HI}$  气体
  - $\text{Fe}$  与  $\text{S}$  直接化合可得  $\text{FeS}$ ;  $\text{Cu}$  与  $\text{S}$  也可直接化合得  $\text{CuS}$
  - $\text{Fe}(\text{OH})_3$  与盐酸反应生成  $\text{FeCl}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,则  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  与  $\text{HI}$  反应生成  $\text{FeI}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$
- 与铁相似,金属锡能溶于盐酸生成氯化亚锡,氯化亚锡又能

被氯化铁氧化为氯化锡.则下列有关微粒氧化、还原能力的比较中,正确的是 ( )

- 氧化能力:  $\text{Sn}^{4+} < \text{Sn}^{2+}$
  - 氧化能力:  $\text{Fe}^{3+} < \text{Sn}^{4+}$
  - 还原能力:  $\text{Fe}^{2+} < \text{Sn}^{2+}$
  - 还原能力:  $\text{Fe} < \text{Sn}$
- 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值,下列叙述中正确的是 ( )
    - 1 mol  $\text{CH}_3^+$  中含有的电子数为  $10N_A$
    - 101 kPa  $0^\circ\text{C}$  11.2 L  $\text{CO}_2$  气体和  $4^\circ\text{C}$  9 mL  $\text{H}_2\text{O}$  所含有的原子数均为  $1.5N_A$
    - 1 mol 金刚石中含碳碳单键为  $4N_A$
    - 工业上精炼粗铜,电解池中每转移 1 mol 电子时,阳极上溶解的铜原子为  $0.5N_A$
  - 某温度下,将  $\text{Cl}_2$  通入  $\text{NaOH}$  溶液中,反应得到  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaClO}$ 、 $\text{NaClO}_3$  的混合液,经测定  $\text{ClO}^-$  与  $\text{ClO}_3^-$  的浓度之比为 1:3,则  $\text{Cl}_2$  与  $\text{NaOH}$  溶液反应时,被还原的氯元素与被氧化的氯元素的物质的量之比为 ( )
    - 21:5
    - 11:3
    - 3:1
    - 4:1
  - 将  $a$  mol 纯铁粉投入含  $\text{HNO}_3$   $b$  mol 的稀溶液里,恰好完全反应并放出  $\text{NO}$  气体,则  $a$  和  $b$  的关系是 ( )
    - $a/b = 1/4$
    - $a/b = 3/8$
    - $1/4 \leq a/b \leq 3/8$
    - $a/b$  的值无法确定
  - 等量镁铝合金粉末分别与下列 4 种过量的溶液充分反应,放出氢气最多的是 ( )
    - $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$  溶液
    - $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$  溶液
    - $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KOH}$  溶液
    - $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$  溶液
  - 羟氨 ( $\text{NH}_2\text{OH}$ ) 是一种还原剂,将  $25.00 \text{ mL}$ 、 $0.049 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的羟氨酸溶液与足量硫酸铁在煮沸条件下反应,生成的  $\text{Fe}^{2+}$  又恰好被  $24.50 \text{ mL}$ 、 $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液氧化.在上述的反应中,羟氨的氧化产物为 ( )
    - $\text{NO}_2$
    - $\text{NO}$
    - $\text{N}_2\text{O}$
    - $\text{N}_2$
  - 某一反应体系有反应物和生成物共五种物质:  $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{CrO}_4$ 、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$   
 已知该反应中  $\text{H}_2\text{O}_2$  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\_\_\_\_\_→\_\_\_\_\_.  
 (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  $0.3 \text{ mol}$  电子,则产生的气体在标准状况下体积为\_\_\_\_\_.
  - 反应  $3\text{BrF}_3 + 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HBrO}_3 + \text{Br}_2 + 9\text{HF} + \text{O}_2 \uparrow$  中,氧化剂是\_\_\_\_\_,氧化产物是\_\_\_\_\_,每生成标准状况下  $11.2 \text{ L}$   $\text{O}_2$ ,则整个反应中转移电子的物质的量是\_\_\_\_\_mol
  - 已知下列变化的过程中,有  $0.2 \text{ mol R}_x\text{O}_4^{n-}$  参加反应,转移  $0.4 \text{ mol e}^-$ .  

$$\square \text{R}_x\text{O}_4^{n-} + \square \text{MnO}_4^- + \square \text{H}^+ \longrightarrow \square \text{RO}_2 + \square \text{Mn}^{2+} + \square \text{H}_2\text{O}$$
 (1)推算出  $x$  值为\_\_\_\_\_.  
 (2)配平该化学方程式.





(3)在上述变化过程中,参加反应的  $H^+$  的物质的量为 \_\_\_\_\_ mol.

16. 2005 年 10 月 12 日“神舟”六号飞船成功发射. 运送火箭的材料是一种液体氮氢化合物, 液态过氧化氢是助燃剂; 已知该氮氢化合物中氢元素的质量分数为 12.5%, 相对分子质量为 32, 经分析该分子结构中只存在单键.

- (1)该氮氢化合物的结构式为 \_\_\_\_\_.
- (2)在通常状况下, 64g 该物质与液态过氧化氢恰好完全反应, 产生两种无毒又不污染环境的物质, 同时放出

3000kJ 的热量. 写出该反应的热化学方程式: \_\_\_\_\_.

(3)写出与该氮氢化合物具有相同电子数的三种不同类型的粒子的符号:

① \_\_\_\_\_; ② \_\_\_\_\_; ③ \_\_\_\_\_.

(4)在宇宙飞船上航天员的面具里常有一些  $Na_2O_2$ , 其作用是 \_\_\_\_\_.  
化学反应方程式是 \_\_\_\_\_.

## 第二节 离子反应



明确目标

### 复习指导

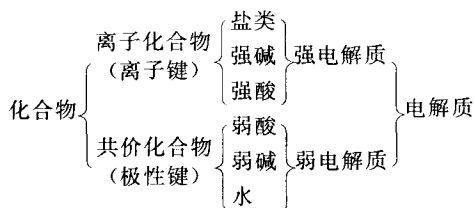
1. 了解电解质和非电解质、强电解质和弱电解质的概念.
2. 理解离子反应的概念, 掌握离子反应发生的条件, 了解离子反应的本质.
3. 正确书写电离方程式和离子反应方程式.
4. 掌握离子共存的判定方法.



考点讲析

### 知识精要

#### 1. 概念联系



#### 2. 强电解质和弱电解质

##### (1) 电解质和非电解质

① 电解质的概念: 在水溶液里或熔化状态下能够导电的化合物叫做电解质. 无论是在水溶液里或熔化状态下都不导电, 这种化合物叫做非电解质.

② 电解质的导电原理: 阴、阳离子的定向移动.

③ 电解质溶液的导电能力: 离子浓度越大, 离子的电荷数越多, 导电能力越强.

电解质和非电解质的几点说明:

① 电解质和非电解质都是化合物, 单质既不属于电解质, 也不属于非电解质.

② 电离是电解质溶液导电的前提.

③ 能导电的物质不一定是电解质, 如石墨等; 电解质本身不一定能导电, 如食盐晶体.

④ 有些化合物的水溶液能导电, 但因为这些化合物在水中或熔化状态下本身不能电离, 故也不是电解质. 如  $SO_2$ 、 $SO_3$ 、 $NH_3$ 、 $CO_2$  等, 它们的水溶液都能导电, 是因为跟水反应生成了电解质, 它们本身都不是电解质.

⑤ 电解质溶液中, 阳离子所带正电荷总数与阴离子所带负

电荷总数是相等的, 故显电中性, 称电荷守恒.

##### (2) 强电解质和弱电解质

|              | 强电解质                                                                                                                                      |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概念           | 在水溶液里或熔化状态下, 能全部电离, 导电能力强的电解质称强电解质.                                                                                                       |
| 化合物类型        | 有典型离子键的化合物, 某些共价化合物, 通常是绝大多数盐、强酸、强碱等.                                                                                                     |
| 电离状况与存在形式    | 完全电离, 不可逆, 不存在电离平衡, 电解质全部以阴、阳离子或水合离子形式存在, 离子可自由移动.                                                                                        |
| 电离表示方式<br>举例 | $Na_2CO_3 \rightleftharpoons 2Na^+ + CO_3^{2-}$<br>$Ba(OH)_2 \rightleftharpoons Ba^{2+} + 2OH^-$<br>$HI \rightleftharpoons H^+ + I^-$     |
|              | 弱电解质                                                                                                                                      |
| 概念           | 在水溶液里或熔化状态下, 仅部分电离, 导电能力弱的电解质称弱电解质.                                                                                                       |
| 化合物类型        | 某些共价化合物, 通常是弱酸、弱碱等.                                                                                                                       |
| 电离状况与存在形式    | 不完全电离, 可逆, 存在电离平衡, 电解质主要以分子形式存在, 同时有少量的阴、阳离子或水合离子可以自由移动.                                                                                  |
| 电离表示方式<br>举例 | $NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$<br>$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$<br>$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$ 分步电离 |

##### (3) 电解质溶液的导电性

###### ① 导电的实质

内因: 电解质在一定条件(水或加热)下离解出自由移动的离子.

外因: 电解质溶液与电源构成闭合回路.

结果: 阴阳离子定向移动, 分别在阳极(与电源的正极相连)和阴极(与电源的负极相连)失去和得到电子而被氧化和还原.

###### ② 导电性的强弱

电解质溶液导电能力的强弱只取决于在相同条件下溶液中自由离子的浓度及其所带电荷的多少.

说明: i. 难溶性盐(如  $CaCO_3$ 、 $BaSO_4$  等)在水中的溶解度极小, 导电能力很小, 但由于它们是离子化合物, 在水溶液中溶解的那部分能完全电离, 故它们属于强电解质.

ii. 溶液导电性的强弱与电解质的强弱没有必然的联系. 导电能力强的溶液不一定是强电解质的溶液, 强电解质的溶液不一定导电能力强.



## 3. 离子反应和离子方程式

(1) 离子反应: 化合物在溶液里或熔化状态下, 有离子参加或离子生成的反应叫离子反应。

(2) 离子方程式: 用实际参加反应的离子的符号来表示离子反应的式子叫离子方程式。

(3) 离子之间发生复分解反应的条件: ①生成难溶物质; ②生成难电离物质; ③生成易挥发性物质。

(4) 离子反应方程式的书写步骤

- 步骤(四个步骤) {
- 写: (写化学方程式)
  - 拆: (主要以自由离子存在的电解质)
  - 删: (删去未参加反应的离子)
  - 查: (查质量、电荷是否守恒)

(5) 离子方程式的意义和离子反应的实质

① 离子反应的实质:

物质在溶液中电离出离子, 离子之间发生反应, 生成沉淀、难电离的物质、挥发性气体, 或发生氧化还原反应等。使溶液中的离子浓度减小, 在反应中不断向离子浓度减小(生成物)方向进行。

② 离子方程式的意义:

离子方程式是表示同一类型的所有的离子反应。

## 4. 离子反应方程式的正误判断

有关离子方程式的正误判断, 每年的考题中都有出现。大致可从以下几个方面来判断, 这也是正确书写离子方程式的要求。

(1) 是否符合反应客观事实, 即反应能否发生; 是否符合物质的性质, 是否符合反应物的用量及离子配比关系等因素。

如: 将  $\text{FeCl}_3$  溶液加入到  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中:

$2\text{Fe}^{3+} + 3\text{S}^{2-} \longrightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3 \downarrow$  错误, 应发生氧化还原反应, 即  $2\text{Fe}^{3+} + \text{S}^{2-} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow$

(2) 化学式拆写是否正确。这是书写离子方程式步骤中最关键的一步, 拆写应注意以下几点:

① 易溶于水的强电解质均拆成离子形式, 如强酸、强碱, 大多数可溶性的盐。其他物质均用化学式, 如单质、氧化物、弱电解质(弱酸、弱碱、水), 非电解质及难溶性盐均用化学式表示。

② 微溶物的写法。一般来说, 微溶物的澄清溶液写成离子形式; 浑浊或沉淀时写成化学式。如澄清石灰水表示为“ $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ ”, 而石灰乳则表示为“ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ”。

③ 可溶性多元弱酸酸式盐的酸式根一律保留酸式根的形式。如  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  溶液应拆成“ $\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ ”, 而不能拆成“ $\text{Na}^+ + 2\text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$ ”或“ $\text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$ ”(  $\text{NaHSO}_4$  溶液离子应表示为“ $\text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ” )。

④ 不用离子方程式表示的离子反应类型: 不在溶液中进行的所有反应通常都不用离子方程式表示。

(3) 符号使用是否正确。“ $\longrightarrow$ ”应用于不可逆反应或进行程度大的反应, 如强烈的双水解, 故其生成物中出现的不溶物和气体要用“ $\downarrow$ ”、“ $\uparrow$ ”表示。  $2\text{Al}^{3+} + 3\text{S}^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。“ $\rightleftharpoons$ ”应用于可逆反应, 如水解程度不大的反应。  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

(4) 是否遵循三大守恒, 即质量守恒, 电荷守恒和电子守恒, 如“ $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ”是错误的, 其中电荷不守恒, 应改为“ $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ ”。

(5) 是否符合反应物的用量。如:

向  $\text{FeBr}_2$  溶液中通入过量  $\text{Cl}_2$ , “ $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \longrightarrow$

$2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$ ”错误, 在  $\text{Cl}_2$  过量时  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{Br}^-$  应按  $\text{FeBr}_2$  形式以 1:2 的物质的量之比进行反应, 即  $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$ 。

## 5. 离子不能大量共存的原因

一般从下面几个方面考虑。首先注意题干中的条件, 如溶液无色则排除  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  等有色离子; 溶液显酸性或碱性, 说明溶液存在大量的  $\text{H}^+$  或  $\text{OH}^-$ , 则应排除在酸性或碱性环境中不能共存的离子。其次, 注意以下几方面会使离子不能大量共存:

(1) 结合生成难溶或微溶物质的离子不能大量共存, 如  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  与  $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{Ag}^+$  与  $\text{I}^-$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  与  $\text{SO}_4^{2-}$  等。

(2) 结合生成气体物质的离子不能大量共存, 如  $\text{S}^{2-}$  与  $\text{H}^+$ 、 $\text{H}^+$  与  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$  与  $\text{OH}^-$  等。

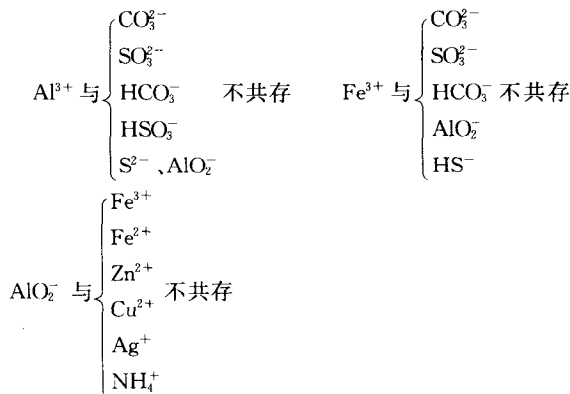
(3) 结合生成难电离物质的离子不能大量共存, 如:  $\text{H}^+$  与  $\text{OH}^-$ 、 $\text{H}^+$  与  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{H}^+$  与  $\text{F}^-$  等。

(4) 弱酸的酸式根离子与  $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{AlO}_2^-$  均不共存, 如  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{HS}^-$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$  与  $\text{OH}^-$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{AlO}_2^-$  不共存;  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  与  $\text{PO}_4^{3-}$  不共存;

(5) 发生氧化还原反应

①  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{I}^-$  不共存; ②  $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  ( $\text{H}^+$ ) 与  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  不共存;

(6) 发生双水解反应



(7) 发生络合反应:  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SCN}^-$  不共存。

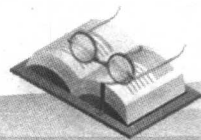
## ◆ 备考应对

1. 通常所说的离子反应, 主要是指酸、碱、盐在溶液中发生离子互换的复分解反应。当有难溶物、难电离物质(弱酸、弱碱、水等)或难挥发的物质生成时, 离子反应就可发生; 故必须熟知酸、碱、盐的相互反应关系, 部分酸、碱、盐的溶解性, 常见的弱酸和弱碱。

2. 其它的离子反应如氧化还原反应, 如置换反应, 应掌握金属活动顺序表的应用, 掌握涉及常见的氧化剂, 还原剂的相互反应及所学各主族元素所对应物质的性质, 理解并掌握常见完全双水解的反应。

要掌握离子方程式的书写技能, 并能判断正误。





## 解题新思路

### ◆经典例题精析

【例1】下列离子方程式正确的是 ( )

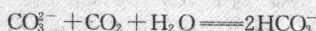
A.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液反应:



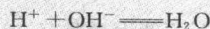
B.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  与过量  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液反应:



C.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中通入少量  $\text{CO}_2$ :



D.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液与  $\text{NaOH}$  溶液反应:



【解析】B 中反应为:  $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ; D 中反应为:  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COO}^-$ .

【答案】AC

【例2】为了确定某溶液的离子组成,进行如下实验:

①测定溶液的 pH, 溶液显强碱性.

②取少量溶液加入稀盐酸至溶液呈酸性, 产生刺激性、能使澄清石灰水变浑浊的气体

③在上述溶液中再滴加  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液, 产生白色沉淀

④取上层清液继续滴加  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液至无沉淀时, 再滴加  $\text{AgNO}_3$  溶液, 产生白色沉淀

根据实验以下推测正确的是 ( )

A. 一定有  $\text{SO}_4^{2-}$  离子

B. 一定有  $\text{CO}_3^{2-}$  离子

C. 不能确定  $\text{Cl}^-$  离子是否存在

D. 不能确定  $\text{HCO}_3^-$  离子是否存在

【解析】由①可知溶液中存在大量  $\text{OH}^-$ , 因此  $\text{HCO}_3^-$  不能大量共存, 所以 D 错; 由②可知溶液中有  $\text{CO}_3^{2-}$  而没有  $\text{SO}_4^{2-}$ , 所以 B 对 A 错; 而②中因为加入盐酸, 因此无法确定溶液中是否存在  $\text{Cl}^-$ , 所以 C 对.

【答案】BC

【例3】下列各组试剂在溶液中反应, 当两种试剂的量发生改变时, 不能用同一离子方程式表示的是 ( )

A. 氯化镁、氢氧化钠

B. 二氧化碳、澄清石灰水

C. 氯化铝、氨水

D. 溴化亚铁、氯水

【解析】A、C 两个选项所发生的反应均与试剂的用量无关. B 选项中, 若  $\text{CO}_2$  的量不足, 离子方程式为:  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ; 当  $\text{CO}_2$  过量时, 离子方程式为:  $\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{HCO}_3^-$ ; D 选项中, 由于  $\text{Fe}^{2+}$  的还原性比  $\text{Br}^-$  的还原性强, 当氯水不足时只发生反应:  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ; 当氯水过量时,  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$  都被氯水氧化, 离子方程式为  $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 \uparrow + 6\text{Cl}^-$ .

【答案】BD

### ◆高考命题走向

从高考题型来看, 离子反应的考查主要集中在离子方程式和离子共存.

离子方程式的正确书写是判断离子方程式正误的基本要求. 可按“写、拆、删、查”四个步骤进行, 应注意“原理、改写、守

恒、配平、符号及量的多少”. 常出现以下的错误: ①化学式或离子符号不正确; ②原理不正确或不符合实际; ③是否遵循电荷守恒或质量守恒; ④反应物相对量的影响.

离子共存主要以选择题为主, 是近年来各省及全国高考的必考题. 主要分以下两类: 有限制条件型和无限制条件型. 无限制条件型只需考虑离子组内的共存即可, 即考虑四种反应类型: 复分解反应、氧化还原反应、双水解反应、络合反应. 而限制条件型除了考虑组内离子能否共存, 还需注意限制条件的影响因素, 如酸碱性及溶液的颜色.

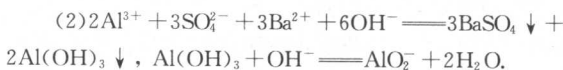
### ◆误区点拨

【例4】A、B、C、D 是四种可溶性化合物, 分别由阳离子  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  和阴离子  $\text{OH}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  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.

(1) 写出它们的化学式 A \_\_\_\_\_、B \_\_\_\_\_、C \_\_\_\_\_、D \_\_\_\_\_.

(2) 写出①的有关离子方程式 \_\_\_\_\_.

【答案】(1) A:  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  B:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  C:  $\text{K}_2\text{CO}_3$  D:  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$



【解析】本题以元素化合物知识为载体考查离子共存的问题. 先由四种阳离子和四种阴离子两两组合成可溶性化合物可知:  $\text{CO}_3^{2-}$  不能与  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  共存, 故只能与  $\text{K}^+$  结合成  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , 而  $\text{OH}^-$  又不能与  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  共存, 只能与  $\text{Ba}^{2+}$  形成  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ; 由“A 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”可知 A 中含  $\text{OH}^-$ , 则 A 为  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ; B 中含  $\text{Al}^{3+}$ , 且最后沉淀量减少但不会消失可推知 B 中含  $\text{SO}_4^{2-}$ , B 为  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ; 由“B 与 C 反应生成白色沉淀”可推出 C 为  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ; “C 与 D 反应生成有色沉淀”, 则 D 为  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ .

【误答原因】错因: ①对离子方程式中什么物质用离子符号, 什么物质用化学式表示没有掌握.

②缺乏对题给信息进行分析、加工, 并运用于解决题目中的问题的能力.

【例5】某无色溶液可能含有下列钠盐中的几种:

(A)氯化钠 (B)硫化钠 (C)亚硫酸钠

(D)硫代硫酸钠 (E)硫酸钠 (F)碳酸钠

向此溶液中加入适量稀硫酸, 有浅黄色的沉淀析出, 同时有气体产生. 此气体有臭鸡蛋气味, 可使澄清的石灰水变浑浊, 不能使品红试液褪色. 根据上述现象回答下列问题.

(1) 不能使品红试液褪色, 说明该气体中不含 \_\_\_\_\_ (填化学式).

(2) 此无色溶液中至少存在哪几种钠盐? 请写出全部可能的情况 (填写相应的字母).

第一种情况是 \_\_\_\_\_, 第二种情况是 \_\_\_\_\_, 第三种情况是 \_\_\_\_\_, 第四种情况是 \_\_\_\_\_ (可不填满, 也可补充)

【解析】与本题有关的离子反应为

