

化学超人：高中化学 必修课真题精刷

主 编 化学超人

副主编 施 松 张 睿 刘 伟 黄晓斌 代万立

参 编 韩 悦 杨 震 徐俊龙 张劲辉 刘倩倩

齐晨阳 潘常亮 武圣涛 高 静 万娇娇

王 璠 张树平 刘 坤 于晓云 赖 熿

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内容提要

本书紧贴“高中化学必修一和必修二”的教学内容,归纳提炼出从“物质及其变化”到“化学与可持续发展”共八章内容。每节课开篇按知识点对基本概念和重难点知识进行系统梳理、归纳和讲解,易错点还给出了“易错警示”,可用于课前预习、课后复习和考前查漏补缺;同时配有精选经典习题,供同学们高效练习,及时巩固所学知识。本书还配有全程视频讲解课,每个知识点、每道题都附有详细的视频讲解,视频课会放到封面二维码链接的网站上以及B站“化学超人”账号里,供同学们随时免费观看学习。同学们可以先看视频讲解课,再跟着视频课一起刷题,及时查漏补缺,最终实现知识的融会贯通。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

化学超人:高中化学必修课真题精刷/化学超人主编. —北京:电子工业出版社,2022.11

ISBN 978-7-121-44510-1

I. ①化… II. ①化… III. ①中学化学课—高中—升学参考资料 IV. ①G634.83

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第208916号

责任编辑:崔汝泉 文字编辑:张毅

印刷:

装订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开本:880×1230 1/16 印张:15.5 字数:580千字 插页:32

版次:2022年11月第1版

印次:2022年11月第1次印刷

定价:99.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010)88254407。

Preface

同学们好：

应电子工业出版社的邀请，在 B 站和知乎广大粉丝的支持下，我最终下定决心，结合多年来高考教学和教研的经验，精心编写了这本《化学超人：高中化学必修课真题精刷》。在本书的编写期间，数次易稿，历经多次审校，反复细致地打磨了每道题的答案与解析，最终完成了这本紧贴实战、高效实用的高中化学学习用书。

本书紧贴“高中化学必修一和必修二”的教学内容，归纳提炼出从“物质及其变化”到“化学与可持续发展”共八章内容。每节课开篇按知识点对基本概念和重难点知识进行系统梳理、归纳和讲解，易错点还给出了“易错警示”，可用于课前预习、课后复习和考前查漏补缺；同时配有精选经典习题，供同学们高效练习，及时巩固所学知识。本书还配有全程视频讲解课，每个知识点、每道题都附有详细的视频讲解，视频课会放到封面二维码链接的网站上以及 B 站“化学超人”账号里，供同学们随时免费观看学习。同学们可以先看视频讲解课，再跟着视频课一起刷题，及时查漏补缺，最终实现知识的融会贯通。

同学们在学习本书时，一定要注意标注好错题，并不时地去复盘重做，直至完全掌握，要知道错题反映了知识的漏洞，只有反复学习、刻苦钻研才能补上漏洞，才会让自己的化学学习更上一层楼！

祝君在高中化学学习的道路上执自信之笔，流成功之汗，打胜利之战。高中三年黄金般的时光稍纵即逝，让我们只争朝夕，跟随这本书和视频课一起努力学习，翻过这山，跨过那海，更美的天地在不远处等着你们！加油，少年！

编者



编者微信公众号

Contents

目录

第一章 物质及其变化	1	4.2 元素周期律	112
1.1 物质的分类及转化	1	4.3 化学键及电子式	120
1.2 分散系及其分类	7	第五章 化工生产中的重要非金属元素	126
1.3 电解质与非电解质	16	5.1 硫及其化合物	126
1.4 离子反应和离子方程式	22	5.2 氮及其氧化物	133
1.5 离子方程式中的少量和过量问题	27	5.3 氨和铵盐	138
1.6 离子共存	29	5.4 硫酸和硝酸	144
1.7 氧化还原反应	33	5.5 无机非金属材料	151
1.8 常见的氧化剂和还原剂,以及 氧化还原反应的规律	39	5.6 化学实验基础	157
1.9 氧化还原反应的分类和配平	44	第六章 化学反应与能量	170
第二章 海水中的重要元素钠和氯	47	6.1 化学反应与热能	170
2.1 活泼的金属单质——钠	47	6.2 原电池	176
2.2 钠的化合物	52	6.3 发展中的化学电源	183
2.3 氯气的性质	59	6.4 化学反应的速率和限度	189
2.4 物质的量	69	第七章 基础有机化学	198
2.5 气体摩尔体积	73	7.1 认识有机化合物	198
2.6 物质的量浓度	78	7.2 乙烯与有机高分子材料	208
第三章 金属材料	86	7.3 苯	213
3.1 铁元素	86	7.4 燃烧规律	219
3.2 金属材料	95	7.5 乙醇与乙酸	222
第四章 物质结构 元素周期律	105	7.6 基本营养物质	230
4.1 原子结构与元素周期表	105	第八章 化学与可持续发展	236

第一章 物质及其变化



1.1 物质的分类及转化

一、物质的分类

1. 元素与物质的关系

(1) 元素是物质的基本组成成分,物质都是由元素组成的。

(2) 每一种元素都可以形成单质,有的单质有多种形态,例如,碳元素形成的单质有金刚石、石墨和足球烯 C_{60} 等,像这样由同一种元素形成的几种性质不同的单质,叫作这种元素的同素异形体,再如氧气和臭氧(O_3)是氧元素的同素异形体。

【注意】①同素异形体是不同的物质,它们之间的转化是化学变化;②同素异形体之间由于结构不同,物理性质有差异,但由于是同种元素组成的,所以化学性质相似或略有差异;③由一种元素组成的物质不一定是纯净物。例如,氧气和臭氧的混合气体。④同素异形体是指单质,不是指化合物。例如,水(H_2O)和过氧化氢(H_2O_2)不是同素异形体。

2. 物质与微粒的关系

物质都是由微粒构成的,构成物质的微粒有分子、原子和离子,例如,水和酒精是由分子构成的,铜、金刚石和石墨是由原子构成的,氯化钠和硫酸铜是由离子构成的。

3. 分类方法

(1) 物质分类标准

对物质进行分类,首先要确定分类的标准,然后按标准进行分类。

对下列化合物进行分类:①NaCl ②HCl ③CaCl₂ ④CuO ⑤H₂O ⑥Fe₂O₃

(1) 依据通常状况下物质的存在状态为标准,可分为固体:①③④⑥、液体:⑤、气体:②。

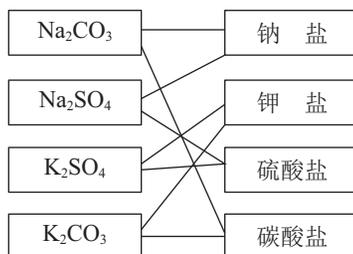
(2) 依据物质的元素组成为标准,可分为氯化物:①②③、氧化物:④⑤⑥。

(3) 依据物质的组成和性质为标准,可分为酸:②、盐:①③、氧化物:④⑤⑥

(2) 交叉分类法

从不同的角度对物质进行分类。

例如, Na_2CO_3 从其组成的阳离子来看,属于钠盐,从其组成的阴离子来看,则属于碳酸盐。



(3) 树状分类法

根据物质的组成对物质进行分类的一种方法。

① 酸的分类:依据电离出 H^+ 的个数,将酸分为一元酸、二元酸、多元酸。也可按照酸分子中是否含 **氧元素**,将酸分为含氧酸和无氧酸。



② 碱的分类:依据电离出 OH^- 的个数,将碱分为一元碱、二元碱、多元碱。也可按照溶解性,将碱分为可溶性碱、难溶性碱。



③ 盐的分类

a. 概念:电离时生成的阳离子是金属离子或铵根离子(NH_4^+),阴离子是酸根离子的化合物。

b. 分类:可分为单盐和合盐。

单盐可分正盐、酸式盐、碱式盐,合盐可分为复盐、络盐。

正盐:电离时生成的阳离子是金属离子或铵根离子(NH_4^+),阴离子是酸根离子的盐。例如, Na_2SO_4 、 NH_4NO_3 。

酸式盐:电离时生成的阳离子除金属离子或铵根离子(NH_4^+)外还有 H^+ ,阴离子是酸根离子的盐。例如, NaHSO_4 、 NaHCO_3 。

碱式盐:电离时生成的阳离子是金属离子或铵根离子(NH_4^+),阴离子除酸根离子外还有 OH^- 的盐。例如, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ (碱式碳酸铜)。

复盐[电离时有一种酸根离子和两种或两种以上的金属阳离子或铵根离子(NH_4^+)的盐]:光卤石($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)、明矾[$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$]。

络盐[电离时有络离子(现多称配离子)生成的盐]: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 、 Na_3AlF_6 。

④ 氧化物的分类:依据氧化物的性质,可将氧化物分为酸性氧化物、碱性氧化物、两性氧化物,以及不成盐氧化物。

酸性氧化物:与碱反应只生成一种盐和水。例如, CO_2 、 SO_2 、 SiO_2 等。

碱性氧化物:与酸反应只生成一种盐和水。例如, Fe_2O_3 、 CaO 等。

两性氧化物:既能与酸反应,又能与碱反应。例如, Al_2O_3 等。

不成盐氧化物:既不与酸反应也不与碱反应。例如, NO 、 CO 等。

【易错警示】① NO_2 不属于酸性氧化物,属不成盐氧化物;② Na_2O_2 、 Fe_3O_4 不属于碱性氧化物。 Na_2O_2 属于过氧化物, Fe_3O_4 属于复杂氧化物。

二、物质的转化

1. 金属、氧化物、酸、碱和盐的化学通性(配合视频复习哦)

(1) 金属的化学通性(以 Fe 为例)

化学性质 \ 反应方程式	反应实例(写出化学反应方程式)	反应类型
① 金属 + 氧气 \rightarrow 金属氧化物		
② 金属 + 酸 \rightarrow 盐 + 氢气		
③ 金属 + 盐 \rightarrow 盐 + 金属		

(2) 氧化物的化学通性

化学性质 \ 反应方程式	反应实例(写出化学反应方程式)	反应类型
① 酸性氧化物 + 水 \rightarrow 含氧酸		
② 酸性氧化物 + 碱 \rightarrow 盐 + 水		
③ 酸性氧化物 + 碱性氧化物 \rightarrow 盐		
④ 碱性氧化物 + 水 \rightarrow 碱		
⑤ 碱性氧化物 + 酸 \rightarrow 盐 + 水		

(3) 酸的化学通性

化学性质 \ 反应方程式	反应实例(写出化学反应方程式)	反应类型
① 遇酸碱指示剂发生显色反应		
② 酸 + 活泼金属 \rightarrow 盐 + 氢气		
③ 酸 + 碱 \rightarrow 盐 + 水		
④ 酸 + 碱性氧化物 \rightarrow 盐 + 水		
⑤ 酸 + 盐 \rightarrow 新酸 + 新盐		

(4) 碱的化学通性

化学性质 \ 反应方程式	反应实例(写出化学反应方程式)	反应类型
① 碱遇酸碱指示剂发生显色反应		
② 碱 + 酸性氧化物 \rightarrow 盐 + 水		
③ 碱 + 酸 \rightarrow 盐 + 水		
④ 碱 + 盐 \rightarrow 新碱 + 新盐		

(5) 盐的化学通性

化学性质 \ 反应方程式	反应实例(写出化学反应方程式)	反应类型
① 盐 + 酸 → 新酸 + 新盐		
② 盐 + 碱 → 新碱 + 新盐		
③ 盐 + 盐 → 新盐 + 新盐		
④ 盐 + 金属 → 盐 + 金属		

高效练习

1. 清晨,松树林中的空气特别清新,是因为有极少量的氧气变成了臭氧,反应的方程式为



下列说法中正确的是 ()

- A. 这是一个化合反应
- B. 由氧元素构成的物质都是纯净物
- C. 产生的臭氧与氧气是氧元素的同素异形体
- D. 这个变化属于物理变化

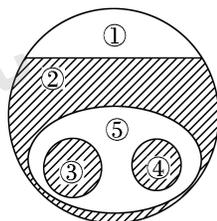
2. 科学家们最近发现一种新分子,具有空心类似足球状的结构,其化学式为 C_{70} 。下列说法中不正确的是 ()

- A. C_{70} 是一种化合物
- B. 它的相对分子质量为 840
- C. 它的化学性质和金刚石相似
- D. C_{70} 和金刚石、石墨一样,都是碳元素组成的单质

3. 分类方法在化学发展中起到了重大的作用。以下分类正确的是 ()

	单质	氧化物	酸	碱	盐
A	金刚石	水	硫酸	烧碱	胆矾
B	黄铜	NO_2	盐酸	石灰水	FeSO_4
C	碘酒	一氧化碳	磷酸	熟石灰	食盐
D	H_2	Fe_3O_4	HNO_3	纯碱	小苏打

4. 如图所示,纯净物、单质、化合物、含氧化合物、氧化物、碱之间的包含、不包含关系,若整个大圆圈代表纯净物,则下列选项中,能正确指出①②③④⑤所属物质类别的是 ()



- A. ①单质,③化合物
- B. ②碱,⑤氧化物
- C. ④碱,⑤含氧化合物
- D. ④含氧化合物,③氧化物

5. 下列关于氧化物分类的说法中不正确的组合为 ()

- ① 金属氧化物也可以是酸性氧化物。
- ② 非金属氧化物一定是酸性氧化物。
- ③ 碱性氧化物一定是金属氧化物。
- ④ 能与酸反应生成盐和水的氧化物一定是碱性氧化物。
- ⑤ 能与碱反应生成盐和水的氧化物一定是酸性氧化物。

- A. ③④⑤
- B. ①②③
- C. ②④⑤
- D. ①②③④⑤

6. 从铁、盐酸、氧气、水、硝酸银溶液五种物质中选出一种或两种作为反应物,按下列反应类型各写一个化学方程式:

- (1) 化合反应 _____。
- (2) 分解反应 _____。
- (3) 置换反应 _____。
- (4) 复分解反应 _____。

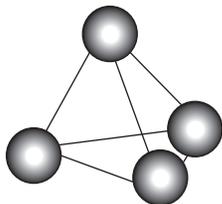
7. 从 H、O、S、K 四种元素中选择合适的元素,组成属于表中第一栏类型的物质,将其化学式填在表中相应的空格内(举一例即可)。

类型	酸性氧化物	碱性氧化物	含氧酸	碱	含氧酸盐
化学式					

用你在上表中所填的物质写出符合要求的化学方程式:

- (1) 酸性氧化物 + 碱性氧化物: _____。
- (2) 酸性氧化物 + 足量的碱: _____。
- (3) 碱性氧化物 + 足量的酸: _____。

8. 意大利罗马大学的 Fulvio Cacace 等人发现了极具理论研究意义的 N_4 分子。 N_4 分子结构如图所示,下列说法正确的是 ()



- A. N_4 属于一种新型化合物
- B. N_4 转化为 N_2 属于物理变化
- C. N_4 的相对分子质量为 28
- D. N_4 与 N_2 互为同素异形体

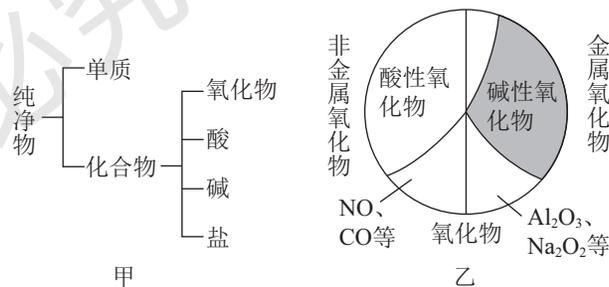
9. 某气体经过检验只含有一种元素,则该气体是 ()

- A. 一种单质
- B. 一种化合物
- C. 单质与化合物的混合物
- D. 可能是一种单质,也可能是几种单质的混合物

10. 下列各项描述的判断中正确的是 ()

选项	描述	结论
A	由同种元素组成的物质一定是纯净物	正确
B	科学家最近合成了一种新型的化合物 S_8	正确
C	红磷转化为白磷是物理变化	错误
D	纳米泡沫碳和金刚石是同素异形体	错误

11. 根据如图所示的物质分类判断。下列说法中不正确的是 ()



- A. 甲图所示的分类方法属于树状分类法
- B. 乙图所示的分类方法属于交叉分类法
- C. 碱性氧化物一定是金属氧化物
- D. 非金属氧化物一定是酸性氧化物

12. 下列物质的分类方法采用树状分类法的是 ()

- A. 铁是单质,又是导体
- B. 氧化物可分为金属氧化物和非金属氧化物
- C. 氯化钠是钠的化合物,又是氯化物
- D. 氢氧化钙是纯净物、化合物,又是碱

13. 国家质检部门检出人们端午节包粽子的“返青粽叶”多以胆矾 ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 为

添加剂，长期食用有害健康，那么胆矾是一种 ()

- A. 氧化物 B. 盐
C. 碱 D. 酸

14. 下列物质一定是由三种元素组成的是 ()

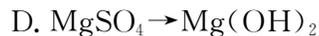
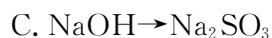
- A. 氧化物 B. 碱
C. 酸 D. 盐

15. 将下列各组物质，按单质、氧化物、酸、碱、盐分类顺序排列正确的是 ()

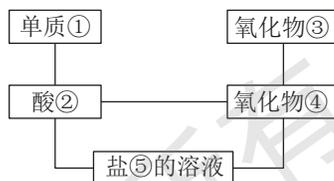
- A. 银、二氧化硫、硫酸、烧碱、食盐
B. 碘酒、冰、硫酸氢钠、烧碱、碳酸钙
C. 氢气、干冰、硝酸、烧碱、硝酸钾
D. 铜、氧化铜、醋酸、石灰水、碳酸氢钠

16. 下列变化中不能通过一步化学反应实现的是 ()

- A. $\text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4$
B. $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$



17. 给图中①~⑤选择适当的物质，使连线的两物质能发生反应。供选择的试剂有稀硫酸、二氧化碳、铜片、食盐、生石灰、一氧化碳、纯碱、铁片和木炭粉。



(1) ①~⑤化学式分别为：① _____；
② _____；③ _____；④ _____；
⑤ _____。

(2) 写出下列反应的化学方程式：

①和②：_____。

②和④：_____。

②和⑤：_____。

③和④：_____。

1.2 分散系及其分类

一、分散系及其分类

1. 分散系的概念与组成

(1) 概念: 将一种(或多种)物质以粒子形式分散到另一种(或多种)物质中所形成的混合物, 叫作分散系。

(2) 组成: 分散系中被分散成粒子的物质叫作分散质, 起容纳分散质作用的物质叫作分散剂。

(3) 常见分散系及其组成。

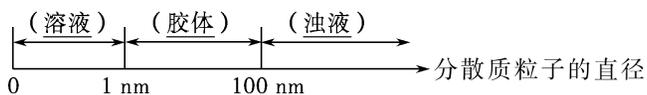
分散系	分散质	分散剂
食盐水	<u>食盐(固)</u>	<u>水(液)</u>
烟	<u>微小尘埃(固)</u>	<u>空气(气)</u>
雾	<u>微小水滴(液)</u>	<u>空气(气)</u>
碘酒	<u>碘(固)</u>	<u>酒精(液)</u>
有色玻璃	<u>金属氧化物(固)</u>	<u>玻璃(固)</u>

2. 分散系的分类及其依据

(1) 按分散质或分散剂的聚集状态(气态、液态、固态)来分, 分散系可以分成9种。

	分散质	分散剂	实例
	气	气	空气
	液	气	云、雾
	固	气	烟、灰尘
	气	液	泡沫
	液	液	牛奶、酒精的水溶液
	固	液	油漆、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体
	气	固	泡沫塑料
	液	固	珍珠(包藏着水的碳酸钙)
固	固	有色玻璃、合金	

(2) 当分散剂是水或其他液体时, 根据分散质粒子直径的大小, 分散系可分为三类。



分散系	溶液	胶体	浊液
分散质粒子的直径	<u><1 nm</u>	<u>1~100 nm</u>	<u>>100 nm</u>
外观	均一、透明	较均一、透明或半透明	不均一、不透明
稳定性	稳定	介稳性	不稳定
能否透过滤纸	<u>能</u>	<u>能</u>	<u>不能</u>
实例	NaCl 溶液	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	泥水

【注意】①溶液、浊液、胶体三种分散系本质的区别是分散质粒子的直径大小不同。

②分散系都是混合物而不是纯净物。

③胶体较稳定的主要原因是胶体粒子可以通过吸附带电粒子而带有电荷,且同种电荷相互排斥,不易聚集成较大的颗粒(胶体不带电,胶粒可能带电)。

二、胶体的概念、分类、制备和提纯

1. 概念:分散质粒子的直径为 $1 \sim 100 \text{ nm}$ 的分散系是 胶体。

【注意】胶体的本质特征:分散质粒子的直径在 $1 \sim 100 \text{ nm}$ 之间是胶体区别于其他分散系的依据。

2. 胶体的分类

(1) 根据分散剂的状态分类

① 气溶胶:烟、云、雾,分散剂为气体。

② 液溶胶:豆浆、稀牛奶、墨水、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,分散剂为液体。

③ 固溶胶:有色玻璃、烟水晶,分散剂为固体。

(2) 根据胶体粒子的组成分类

① 离子胶体: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体。

② 分子胶体:淀粉胶体、蛋白质胶体。

3. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备

实验步骤	试剂:蒸馏水、饱和 FeCl_3 溶液。 过程:向沸水中逐滴滴加饱和 FeCl_3 溶液,加热直到溶液变为红褐色时,停止加热,即得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体
实验装置	
实验现象	烧杯中溶液呈红褐色
反应的化学方程式	$\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3 (\text{胶体}) + 3\text{HCl}$

【注意】①实验操作中,必须选用饱和 FeCl_3 溶液而不能用稀 FeCl_3 溶液。若 FeCl_3 溶液浓度过低,则不利于 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的形成。

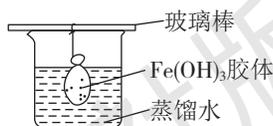
②向沸水中滴加饱和 FeCl_3 溶液,而不是直接加热煮沸饱和 FeCl_3 溶液,否则会因溶液浓度过大直接生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而无法得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体。

③实验中必须用蒸馏水,不能用自来水。原因是自来水中的电解质、杂质较多,易使制备的胶体发生聚沉。

④往沸水中滴加饱和 FeCl_3 溶液后,可稍微加热煮沸,但不宜长时间加热。原因是长时间加热将导致 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体聚沉。

⑤要边加热边摇动烧杯,但不能用玻璃棒搅拌,否则会使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒碰撞成大颗粒形成沉淀。

4. 胶体的提纯:渗析法(半透膜:只允许小分子、小离子透过,而胶体不能透过)



半透膜实验证明:胶体粒子的直径 $>$ 溶液粒子的直径。

三、胶体的性质

1. 胶体的丁达尔效应

概念	一束光通过胶体时会产生一条光亮的“通路”,这种现象叫丁达尔效应	
形成原因	胶体粒子对光线的散射作用(光波偏离原来方向而分散传播)	
应用	鉴别溶液与胶体	

【注意】①丁达尔效应是由于胶体粒子对光线散射形成的,是一种物理现象。

②丁达尔效应是胶体特有的性质,可用来鉴别胶体与其他分散系。

③丁达尔效应证明了胶体粒子的直径范围。

④液溶胶、气溶胶能发生丁达尔效应,大多数固溶胶不能发生丁达尔效应。

2. 胶体粒子的布朗运动

(1)布朗运动是指悬浮在液体或气体中的微粒所做的永不停息的无规则运动。

(2)胶体粒子在做不停的、无秩序的运动。

3. 介稳性

胶体的稳定性介于溶液和浊液之间,在一定条件下能稳定存在,属于介稳体系。胶体粒子可以通过吸附作用而带有电荷,同种胶体粒子带有同种电荷,在通常情况下,同种电荷会相互

排斥,使它们不易聚集。此外胶体粒子在不停地做布朗运动,使得它们不易聚成较大的颗粒而发生沉降。所以,胶体具有介稳性。

4. 胶体粒子的电泳现象

概念:胶体粒子可以通过吸附而带有电荷,在电场的作用下,胶体粒子在分散剂里做定向移动,这种现象叫作胶体的电泳。

<p>$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体电泳实验</p>	 <p>$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的电泳</p>
<p>实验现象</p>	<p>$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子带正电荷,在电流作用下,向阴极移动,因此阴极附近的颜色变深,阳极附近的颜色变浅</p>

【注意】①电泳现象表明胶体粒子带电荷,同种胶体粒子带同种电荷,但胶体是电中性的(胶体不带电)。

②胶体粒子表面积大,具有很强的吸附作用,可吸附阴离子或阳离子而使胶体粒子带电荷。

③ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体的胶体粒子带正电荷,硅酸胶体的胶体粒子带负电荷。

④金属氢氧化物、金属氧化物的胶体粒子吸附阳离子,胶体粒子带正电荷。

⑤非金属氧化物、金属硫化物、硅酸、土壤的胶体粒子吸附阴离子,胶体粒子带负电荷。

⑥固溶胶、蛋白质胶体、淀粉胶体的胶体粒子不吸附离子,不带电荷。

5. 胶体的聚沉

(1) 概念

当向胶体中加入电解质(主要是盐)溶液时,加入的阳离子(或阴离子)能中和胶体粒子所带的电荷,从而使胶体粒子聚集成较大颗粒,在重力的作用下形成沉淀从分散系里析出,这个过程叫作胶体的聚沉。

(2) 胶体聚沉的方法

①加入可溶性电解质(或电解质溶液):加入的电解质在分散剂中电离,产生的与胶体粒子带有相反电荷的离子中和了胶体粒子所带的电荷,消除了胶体粒子之间的斥力,从而使胶粒聚集成较大的颗粒而聚沉。

②加入与胶体粒子带有相反电荷的胶体粒子:胶体中的分散质粒子吸附离子而带有电荷是胶体具有介稳性的主要原因。由于同种分散质粒子带同种电荷,在一般情况下,它们之间相互排斥,不容易聚集成直径大于 100 nm 的大颗粒,故可以稳定地存在较长时间。加入与胶体粒子带相反电荷的胶体,中和了胶体粒子的电荷,使得胶体粒子之间的斥力减小,聚集成较大的颗粒而聚沉。

③加热或搅拌:加热或搅拌可以加快胶体粒子的运动速率,增大了胶体粒子的碰撞机会,从而易使胶体粒子聚集成较大的颗粒而聚沉。

④利用“电泳现象”,也可使胶体聚沉。

四、溶液、胶体、浊液三类分散系的比较

分散系	溶液	胶体	浊液
分散质粒子的种类	分子、离子	较多分子集合体或大分子	大量分子集合体(固体小颗粒或小液滴)
分散质粒子的直径	$d < 1 \text{ nm}$	$1 \text{ nm} < d < 100 \text{ nm}$	$d > 100 \text{ nm}$
外部特征	均一、透明	较均一、透明或半透明	不均一、不透明
稳定性	稳定	介稳性	不稳定
能否透过滤纸	能	能	不能
能否透过半透膜	能	不能	不能
鉴别方法	无丁达尔效应	有丁达尔效应	静置分层
实例	碘酒、蔗糖溶液、 盐酸、酒精溶液	豆浆、云、雾、烟、淀粉胶体、 蛋白质胶体、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	泥浆、油水混合物、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的悬浊液

五、胶体的应用

(1)农业生产:土壤的保肥作用。土壤中的胶体粒子带负电荷能吸附 NH_4^+ ,可防止铵盐随雨水流失。

(2)医疗卫生:血液透析(渗析);血清上的电泳实验;利用电泳分离氨基酸和蛋白质;特制的胶体还能黏合伤口,有效止血;不同血型的人不能相互输血(胶体聚沉)。

(3)日常生活中胶体聚沉的应用:制作豆腐;明矾净水;两种型号的墨水不能混用。

(4)自然地理:江河入海口处形成三角洲。其形成原理是海水中的电解质使江河泥沙所形成的胶体发生聚沉。

(5)工业生产:制有色玻璃;工业制皂的盐析(胶体聚沉);冶金厂、水泥厂、硫酸厂等工厂除尘(胶体电泳)。

(6)科技领域:由于纳米粒子的直径与胶体粒子的直径大致相当,故胶体化学与高科技联系紧密。

高效练习

1. 下列关于 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体制备的说法正确的是 ()

A. 将稀氯化铁溶液慢慢滴入沸腾的自来水中,继续加热煮沸

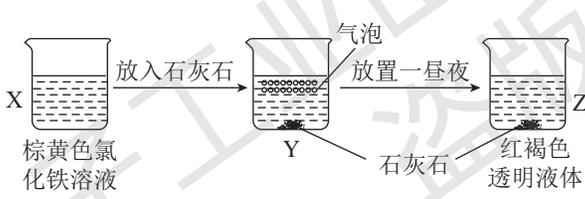
B. 将饱和氯化铁溶液慢慢滴入沸腾的蒸馏

水中,并用玻璃棒搅拌

C. 将氢氧化钠溶液慢慢滴入饱和氯化铁溶液中

D. 在沸腾的蒸馏水中慢慢滴入饱和氯化铁溶液,继续煮沸至溶液呈红褐色

2. 下列说法中正确的是 ()
- A. 用 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体做电泳实验, 阴极附近颜色变深, 说明 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体带正电荷
- B. 将饱和 FeCl_3 溶液直接加热至沸腾可制得 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体
- C. 可以用滤纸分离胶体和悬浊液
- D. 胶体与溶液的本质区别为是否具有丁达尔效应
3. 下列说法中正确的是 ()
- A. 盐卤可用于制作豆腐
- B. 葡萄糖注射液能产生丁达尔效应, 属于胶体
- C. 向饱和 FeCl_3 溶液中滴加过量氨水, 可制取 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体
- D. AgI 胶体在电场中自由运动
4. 下列事实与胶体性质无关的是 ()
- A. 水泥厂和冶金厂常用高压直流电除去大量烟尘, 减少对空气的污染
- B. 向饱和氯化铁溶液中加入氢氧化钠溶液, 会出现红褐色沉淀
- C. 一束平行光线射入 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体里, 从侧面可以看到一条光亮的通路
- D. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中滴入稀硫酸, 先看到有红褐色沉淀生成而后溶解
5. 判断正误(正确的打“√”, 错误的打“×”)
- (1) 蔗糖溶液、淀粉溶液属于溶液, 云、雾、烟属于胶体 ()
- (2) 直径介于 $1\sim 100\text{ nm}$ 之间的粒子称为胶体 ()
- (3) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体为无色透明的液体, 能产生丁达尔效应 ()
- (4) 丁达尔效应可用来区分溶液与胶体 ()
- (5) 可用过滤的方法除去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中的氯化钠 ()
- (6) 胶体久置会聚沉产生沉淀, 属于化学变化 ()
- (7) 胶体都带电, 通电时可以做定向移动 ()
- (8) 用石膏或盐卤点制豆腐与胶体的性质无关 ()
- (9) 水泥厂、冶金厂等常用高压直流电除去烟尘, 是因为烟尘微粒带电荷 ()
- (10) 清晨的阳光穿过茂密的树木枝叶时会发生丁达尔效应 ()
6. “纳米技术”广泛应用于催化, 以及军事科学中, “纳米材料”是粒子直径为 $1\sim 100\text{ nm}$ (纳米) 的材料, 纳米碳就是其中的一种。若将纳米碳均匀地分散到蒸馏水中, 所形成的物质 ()
- ①是溶液 ②是胶体 ③是浊液 ④不能透过滤纸 ⑤能透过滤纸 ⑥能产生丁达尔效应 ⑦静置后, 会析出黑色沉淀
- A. ②⑤⑥ B. ②⑥⑦
- C. ①⑤ D. ③④⑦
7. 下列现象或新技术应用中, 不涉及胶体性质的是 ()
- A. 在饱和氯化铁溶液中逐滴加入 NaOH 溶液, 产生红褐色沉淀
- B. 使用微波手术刀进行外科手术, 可使开刀处的血液迅速凝固而减少失血
- C. 清晨, 在茂密的森林中, 常常可以看到从枝叶间透过的一道道光柱
- D. 肾衰竭等疾病引起的血液中毒, 可利用血液透析进行治疗
8. 空气中的灰尘、硫酸、硝酸等颗粒物组成的气溶胶系统造成视觉障碍的叫霾。当水汽凝结加剧、空气湿度增大时, 霾就会转化为雾。二氧化硫、氮氧化物和可吸入颗粒物这三项是雾霾的主要组成。以下说法不正确的是 ()

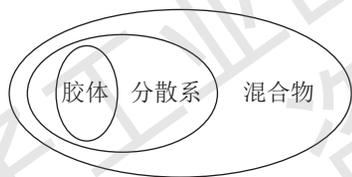
- A. 雾霾天, 汽车车灯照出“通路”的现象属于丁达尔效应
- B. 燃煤中加入生石灰可减少二氧化硫的排放
- C. 防雾霾口罩的原理与过滤类似, 防雾霾效果好的口罩往往呼吸阻力较大
- D. PM_{2.5} 是直径小于或等于 2.5 μm 的污染物颗粒, 完全属于胶体粒子的直径范围
9. 下列分散系最不稳定的是 ()
- A. 向硫酸铜溶液中加入氢氧化钠溶液得到的分散系
- B. 向水中加入食盐得到的分散系
- C. 向沸水中滴入饱和的氯化铁溶液得到的红褐色液体
- D. 向氢氧化钠溶液中通入二氧化碳得到的无色溶液
10. 某同学在实验室进行了如图所示的实验, 下列说法中错误的是 ()
- 
- A. X、Z 烧杯中分散质相同
- B. 利用过滤的方法, 可将 Z 烧杯中的固体与液体分离
- C. Y 烧杯中产生的气体为 CO₂
- D. Z 烧杯中的分散系能产生丁达尔效应
11. 若将饱和氯化铁溶液分别滴入下列物质中, 能形成胶体的是 ()
- A. 冷水 B. 沸水
- C. 氢氧化钠浓溶液 D. 氯化钠浓溶液
12. 下列关于 Fe(OH)₃ 胶体的叙述不正确的是 ()
- A. 鉴别 Fe(OH)₃ 胶体和氯化钠溶液用丁达尔效应
- B. 向 Fe(OH)₃ 胶体中加入硫酸溶液现象是先形成沉淀后沉淀消失
- C. Fe(OH)₃ 胶体电泳实验中其胶体粒子移向阴极
- D. 制备 Fe(OH)₃ 胶体用氯化铁溶液和氢氧化钠溶液混合制取
13. 下列有关胶体的性质说法中正确的是 ()
- A. 溶液澄清透明, 胶体浑浊不透明
- B. 加热和搅拌不可能引起胶体聚沉
- C. 将一束强光通过淀粉胶体时, 能产生丁达尔效应
- D. 大气中 PM_{2.5} (直径 ≤ 2.5 × 10⁻⁶ m 的可吸入颗粒), 一定属于胶体
14. 有种一胶体, 在电泳实验中其胶粒向阴极移动, 对这种胶体进行下列处理, 不发生聚沉的是 ()
- A. 加硫酸钠溶液
- B. 加热
- C. 加硅酸胶体
- D. 加 Fe(OH)₃ 胶体
15. 将饱和氯化铁溶液滴入沸水并煮沸一段时间, 可得到红褐色液体, 关于此液体的说法中不正确的是 ()
- A. 光束通过该液体时形成光亮的“通路”
- B. 插入石墨电极通直流电后, 有一极附近液体颜色加深
- C. 向该液体中加入硝酸银溶液, 无沉淀产生
- D. 将该溶液加热、蒸干、灼烧后, 有氧化物生成
16. 磁流体是电子材料的新秀, 它既具有磁性, 又具有液体的流动性。制备时将含等物质的量的硫酸亚铁和硫酸铁的溶液混合, 再滴入稍过量的氢氧化钠溶液, 随后加入油酸钠溶液, 即可生成黑色的、分散质粒子的

直径在 $5.5 \sim 36 \text{ nm}$ 的磁流体。下列说法中正确的是 ()

- A. 所得的分散系属于悬浊液
- B. 该分散系能产生丁达尔效应
- C. 所得的分散系中分散质为红棕色的氧化铁
- D. 向分散系中加入氯化钠固体, 无明显变化

17. 下列叙述中正确的是 ()

- A. FeCl_3 溶液、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体与 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀的本质区别是有没有丁达尔效应
- B. 根据分散系的稳定性大小将混合物分为胶体、溶液和浊液
- C. 将几滴汽油加入装有 10 mL 水的试管中, 用力振荡形成胶体
- D. 胶体、分散系、混合物概念间的从属关系可用下图表示



18. 从下列选项中选择适当的字母填入下列横线上:

- A. 过滤
- B. 聚沉
- C. 凝胶
- D. 布朗运动
- E. 电泳
- F. 丁达尔效应

(1) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体呈红褐色, 插入两个惰性电极, 通直流电一段时间, 阴极附近的颜色逐渐变深, 这种现象叫_____。

(2) 光束通过 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体, 可看到光亮的“通路”, 这种现象叫_____。

(3) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中加入硅酸胶体(胶体粒子带负电), 胶体变得浑浊, 这是发生了_____。

(4) 鉴别 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体和盐酸的方法是_____。

19. 某课外活动小组进行 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备实验并检验其性质。

(1) 若将 FeCl_3 饱和溶液分别滴入下列物质中, 能形成胶体的是_____。

- A. 冷水
- B. 沸水
- C. 浓 NaOH 溶液
- D. 浓 NaCl 溶液

(2) 写出制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的化学方程式:_____。

(3) 怎样检验制得的物质是胶体? _____。

(4) 取少量制得的胶体加入试管中, 然后加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液, 现象是_____, 这种现象称为胶体的_____。

(5) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体区别于 FeCl_3 溶液的本质特征是_____。

- A. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体粒子的直径在 $1 \sim 100 \text{ nm}$ 之间
- B. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体可产生丁达尔效应
- C. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体是均一的分散系
- D. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的分散质能通过滤纸

20. 取少量红棕色的氧化铁粉末溶于适量盐酸中, 得到棕黄色的氯化铁溶液。用此溶液进行以下实验:

(1) 取少量溶液置于试管中, 滴入氢氧化钠溶液, 可观察到有红褐色沉淀生成, 反应的化学方程式为_____, 此反应属于_____反应。

(2) 在小烧杯中加入 20 mL 蒸馏水, 加热至沸腾后, 向沸水中滴入几滴氯化铁溶液, 继续煮沸至溶液呈_____色, 停止加热,

制得的分散系为_____。

(3)向第(2)题烧杯中的分散系逐滴滴入过量盐酸,出现一系列变化:

①先出现红褐色沉淀,原因是_____。

②随后沉淀逐渐溶解,溶液呈棕黄色,反应的化学方程式为_____。

21. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备与其性质检验实验如下,请回答下列问题。

(1)写出制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的化学方程式:_____。

(2)制备实验操作:取一小烧杯加入 25 mL 蒸馏水加热至沸腾,向沸水中逐滴加入

1~2 mL _____,继续煮沸至 _____,停止加热。

(3)证明有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体生成的实验操作是_____。

(4) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体稳定存在的主要原因是_____。

(5) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体区别于氯化铁溶液最本质的特征是_____。

_____。

(6)若取少量制得的胶体加入试管中,加入硫酸铵溶液,现象是_____。

_____ ,这种现象称为胶体的 _____。

1.3 电解质与非电解质

一、电解质与非电解质

1. 概念

	定义	异同点	实例
电解质	在水溶液里或熔融状态下能导电的化合物	化合物,能电离、能导电	盐(NaCl) 酸(H_2SO_4) 碱(NaOH)
非电解质	在水溶液里和熔融状态下都不导电的化合物	化合物,不能电离、不能导电	蔗糖、乙醇
概念辨析	①电解质和非电解质都属于化合物,单质、混合物既不是电解质,也不是非电解质。 ② SO_2 、 CO_2 、 SO_3 、 NH_3 ,因溶于水分别生成的 H_2SO_3 、 H_2CO_3 、 H_2SO_4 、 $NH_3 \cdot H_2O$ 能电离出自由移动的离子而导电,故 SO_2 、 CO_2 、 SO_3 、 NH_3 为非电解质		

【注意】①共同点:电解质、非电解质均为化合物(判断的前提)。例如,NaOH溶液、盐酸、铜均能导电,它们都不是化合物,所以既不是电解质,也不是非电解质。

②电解质的导电是有条件的(必须发生电离),电解质必须在水溶液中或熔化状态下才能导电,而且是本身电离而导电的化合物。例如, SO_2 、 SO_3 、 CO_2 、 NH_3 都是非电解质。

③AgCl、 $BaSO_4$ 等难溶盐在水中的溶解度极小,不能导电,但这些物质在熔融状态下可以导电,故属于电解质。

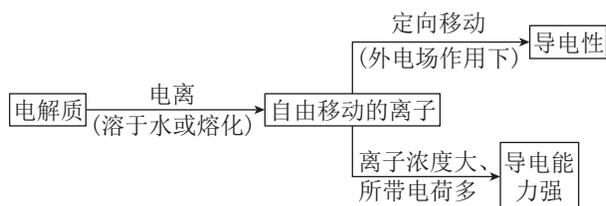
④金属氧化物(例如,CuO)等物质在水中不溶,但因其熔融状态下能够导电,故这类金属氧化物也属于电解质。

2. 常见物质类别

常见的电解质	①酸: H_2SO_4 、HCl、 HNO_3 、 H_2SO_3 、 H_2CO_3
	②碱:NaOH、 $NH_3 \cdot H_2O$ 、 $Ca(OH)_2$
	③盐:NaCl、 KNO_3 、 $BaSO_4$ 、AgCl
	④金属氧化物:CuO、CaO、MgO、 Na_2O
	⑤金属氢化物:NaH、 CaH_2
	⑥水: H_2O
常见的非电解质	①非金属氧化物: SO_2 、 SO_3 、 CO_2
	②部分非金属氢化物: NH_3 、 PH_3 、 AsH_3
	③大部分有机物:蔗糖、酒精、 CH_4

电解质归纳:酸碱盐水金属氧化物(金属氢化物)!

3. 导电性比较



二、强电解质和弱电解质

	强电解质	弱电解质
定义	在水溶液中能完全电离的电解质	在水溶液中只能部分电离的电解质
电离平衡	不存在	存在
溶液中存在微粒种类	离子、水分子	离子、水分子、弱电解质分子
举例	①强酸: HCl、H ₂ SO ₄ 、HI、HNO ₃ 、HClO ₄ 、HBr。 ②强碱: KOH、NaOH、Ba(OH) ₂ 、Ca(OH) ₂ 。 ③绝大部分盐: BaSO ₄ 、BaCl ₂	①弱酸: CH ₃ COOH、HF、H ₂ S、H ₂ CO ₃ 等。 ②弱碱: NH ₃ ·H ₂ O、Cu(OH) ₂ 等。 ③水(H ₂ O)
易错点点拨	①电解质强弱与物质的溶解度无关,溶解度小的物质易被误认为是弱电解质。例如, BaSO ₄ 、AgCl、CaCO ₃ 等电解质在水溶液中的溶解度很小,但溶解部分是完全电离的,因此属于强电解质。 ②溶液导电性强弱与自由离子的浓度及离子所带的电荷数有关,与电解质强弱无直接关系	

三、电解质的电离及表示方法

1. 电离的概念

电解质溶于水或受热熔化时,形成自由移动的离子的过程叫作电离。

例如,氯化钠的电离:将氯化钠加入水中,在水分子的作用下,Na⁺和Cl⁻脱离NaCl固体的表面,进入水中,形成了能够自由移动的水合钠离子和水合氯离子。

2. 电离条件

水溶液中或熔融状态下。酸的电离条件是溶于水;碱和盐的电离条件是溶于水或熔融。

3. 电离方程式

电离方程式是用化学式和离子符号表示电解质的电离过程的式子。

强电解质	全部电离,用“=”连接。 例如,Na ₂ SO ₄ 的电离方程式:Na ₂ SO ₄ = 2Na ⁺ + SO ₄ ²⁻
弱电解质 (部分电离,用“ \rightleftharpoons ”表示)	多元弱酸分步电离,且电离程度逐步减弱,以第一步电离为主。 例如,H ₂ S的电离方程式:H ₂ S \rightleftharpoons H ⁺ + HS ⁻ 、HS ⁻ \rightleftharpoons H ⁺ + S ²⁻
	多元弱碱分步电离,但一步写出。 例如,Cu(OH) ₂ 的电离方程式:Cu(OH) ₂ \rightleftharpoons Cu ²⁺ + 2OH ⁻
	两性氢氧化物双向电离。 例如,Al(OH) ₃ 的电离方程式:H ⁺ + AlO ₂ ⁻ + H ₂ O \rightleftharpoons Al(OH) ₃ \rightleftharpoons Al ³⁺ + 3OH ⁻ (有教材写为[Al(OH) ₄] ⁻ + H ⁺ \rightleftharpoons Al(OH) ₃ ↓ + H ₂ O)
酸式盐	强酸酸式盐完全电离,一步写出。 例如,NaHSO ₄ 在水溶液中的电离方程式 NaHSO ₄ = Na ⁺ + H ⁺ + SO ₄ ²⁻ ; 在熔融状态下的电离方程式: NaHSO ₄ = Na ⁺ + HSO ₄ ⁻
	多元弱酸酸式盐,第一步完全电离,其余的是部分电离。 例如,NaHCO ₃ 的电离方程式:NaHCO ₃ = Na ⁺ + HCO ₃ ⁻ 、HCO ₃ ⁻ \rightleftharpoons H ⁺ + CO ₃ ²⁻

4. 从电离的角度认识酸、碱、盐

类别	实质	实例
酸	电离时生成的阳离子全部是氢离子(H ⁺)的化合物	HCl、H ₂ SO ₄
碱	电离时生成的阴离子全部是氢氧根离子(OH ⁻)的化合物	NaOH、Ba(OH) ₂
盐	电离时能生成金属阳离子(或NH ₄ ⁺)和酸根阴离子的化合物	NaCl、Na ₂ CO ₃ 、NH ₄ Cl

高效练习

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)

- 电解质是自身可电离出离子的化合物。()
- 单质和混合物既不是电解质,也不是非电解质。()
- 在水中能导电的化合物一定是电解质。()
- 纯水的导电性很差,但水是电解质。()
- 氯化氢是电解质,但液态氯化氢不导电。()
- 电解质是化合物,电解质溶液是混合物。()
- 溶于水能电离产生H⁺的电解质一定属于酸。()
- 盐中一定能电离出金属阳离子。()

(9)氨的水溶液可电离产生OH⁻,所以氨是碱。()

(10)氯化钠晶体不能导电,是由于其中不含离子。()

(11)NaHSO₄在水中能电离出H⁺,故NaHSO₄属于酸。()

2. 电解质不仅在工农业生产中占有重要地位,而且在各种生命活动中也起着重要作用,下列有关电解质的叙述正确的是 ()

- 化合物都是电解质
- 电解质一定是化合物
- SO₂溶于水形成的溶液能导电,所以SO₂是电解质
- NaNO₃固体不导电,所以NaNO₃不是电解质

3. 下列物质的水溶液能导电,但属于非电解质的是 ()

- A. CH_3COOH B. Cl_2
C. NH_4HCO_3 D. SO_2

4. 下列电离方程式错误的是 ()

- A. $\text{NaHCO}_3 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
B. $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
C. $\text{MgCl}_2 = \text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^-$
D. $\text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$

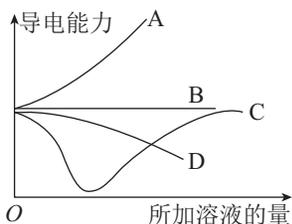
5. 在溶液导电性实验中,向氢氧化钡溶液中滴加硫酸至过量,灯泡的明亮度变化是:明→暗→明,下列说法中正确的是 ()

- A. 溶液的导电性与溶液中离子的浓度有关
B. 溶液的导电性与溶液中离子数目的多少有关
C. 灯泡最暗时溶液中无自由移动的离子
D. 向氢氧化钡溶液中滴加盐酸与滴加硫酸时现象相同

6. 下列物质中,既能导电又属于电解质的一组物质是 ()

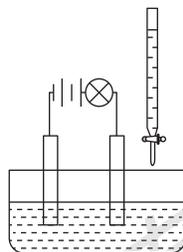
- A. 石墨、食醋
B. 泥水、石灰水
C. 熔融 NaCl 、熔融 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
D. 稀硫酸、四氯化碳

7. 如图所示,纵轴表示导电能力,横轴表示所加溶液的量,下列说法正确的是 ()



- A. 曲线 A 表示 NaOH 溶液中滴加稀盐酸
B. 曲线 B 表示 CH_3COOH 溶液中滴加 KOH 溶液
C. 曲线 C 表示 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中滴加稀硫酸
D. 曲线 D 表示 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液中滴加 HNO_3 溶液

8. 在研究电解质溶液导电能力的装置(如图所示)中,向一种电解质溶液中逐滴加入另一种溶液时,灯泡由亮变暗,至熄灭后又逐渐变亮的是 ()



- A. 将稀盐酸逐滴加入 NaCl 溶液中
B. 将稀硫酸逐滴加入 NaOH 溶液中
C. 将稀硫酸逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中
D. 将稀硝酸逐滴加入 KOH 溶液中

9. 下列说法中正确的是 ()

- A. 液态 HCl 、固体 NaCl 均不导电,所以 HCl 、 NaCl 均不是电解质
B. NH_3 、 CO_2 的水溶液均能导电,所以 NH_3 、 CO_2 均是电解质
C. 蔗糖、酒精在水溶液里和熔融状态时均不导电,所以它们不是电解质
D. BaSO_4 在水中不导电,所以 BaSO_4 是非电解质

10. 下列说法中正确的是 ()

- A. 水导电性很差,所以水是非电解质
B. 电解质与非电解质的本质区别是在一定条件下能否电离
C. 酸、碱和盐类都属于电解质,其他化合物都是非电解质
D. NaCl 和 HCl 都是电解质,所以它们熔融状态下都能导电

11. 下列有关电解质的说法正确的是 ()

- ① NaOH 固体溶于水能导电,所以 NaOH 是电解质。
② CO_2 的水溶液能够导电,所以 CO_2 是电解质。
③ 液态铜的导电能力很强,所以铜是电解质。
④ FeCl_3 溶液能够导电,所以 FeCl_3 是电解质。

22. 下列物质中: A. NaCl 晶体; B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (酒精); C. H_2SO_4 溶液; D. 单质铜; E. HNO_3 溶液; F. 熔融氯化钾; G. SO_2 气体; H. 液态氯化氢

- (1) 能够直接导电的是_____。
 (2) 虽溶于水后能导电, 但不是电解质的是_____。
 (3) 溶于水也不能导电的是_____。
 (4) 需溶于水才能导电的是_____。
 (5) 虽直接能导电, 但不是电解质的是_____。
 (6) 虽不能直接导电, 但也是电解质的是_____。

23. 下列常见物质中: ① H_2O ② NaCl 晶体 ③ 冰醋酸 ④ SO_2 ⑤ CaCO_3 ⑥ 酒精 ⑦ NaOH 晶体 ⑧ 石墨

属于电解质的是_____; 属于非电解质的是_____; 属于强电解质的是_____; 属于弱电解质的是_____。

24. 下列物质中: ① 铁片 ② 液态 HCl ③ NH_3 ④ 酒精 ⑤ 盐酸 ⑥ H_2SO_4 ⑦ KOH ⑧ 熔融状态的 KNO_3 ⑨ HF ⑩ BaSO_4 固体

- (1) 以上物质中能导电的是_____。
 (2) 以上物质中属于电解质的是_____。
 (3) 以上物质中属于非电解质的是_____。
 (4) 以上物质中属于强电解质的是_____。
 (5) 以上物质中属于弱电解质的是_____。

25. 以下 10 种为中学化学中常见的物质:

- ① Cu ② NaCl ③ NaHSO_4 ④ SO_3 ⑤ H_2SO_4 ⑥ 酒精 ⑦ CaCO_3 ⑧ BaSO_4 ⑨ NaOH ⑩ $\text{Cu}(\text{OH})_2$

请按下列分类标准回答问题:

- (1) 属于电解质的是_____。
 (2) 能电离出 H^+ 的是_____, 属于酸的是_____。
 (3) 属于碱的是_____。
 (4) 属于难溶盐的是_____。

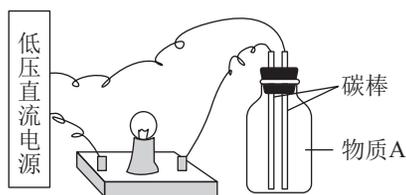
26. 有以下几种物质: ① 干燥的食盐晶体 ② 液态氯化氢 ③ 水银 ④ 蔗糖 ⑤ 冰醋酸 ⑥ KNO_3 溶液 ⑦ SO_3

填空回答:

- (1) 以上物质中属于电解质的是_____。
 (2) 以上物质中属于非电解质的是_____。
 (3) 以上物质中加入水中与水充分混合后, 水溶液能导电的是_____。

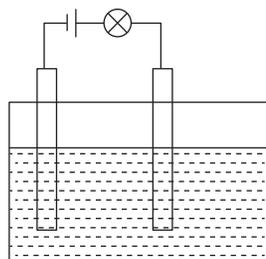
27. 导电性实验可以作为研究电解质电离本质及反应机理的有效方法。

(1) 在如图所示的装置里, 若灯泡亮, 广口瓶内的物质 A 可以是_____。



- ① 干燥的氯化钠晶体 ② 干燥的氢氧化钠晶体 ③ 蔗糖晶体 ④ 酒精 ⑤ 氯化钠溶液 ⑥ 氢氧化钠溶液 ⑦ 稀盐酸 ⑧ 硫酸铜溶液

(2) 在电解质溶液的导电性装置(如图所示)中, 若向某一电解质溶液中逐滴加入另一溶液时, 则灯泡由亮变暗, 至熄灭后又逐渐变亮的是_____。



- A. 盐酸中逐滴加入食盐溶液
 B. 硫酸中逐滴加入氢氧化钠溶液
 C. 硫酸中逐滴加入氢氧化钡溶液

1.4 离子反应和离子方程式

一、离子反应与离子方程式

1. 离子反应

(1) 概念

电解质在溶液中的反应实质上是离子之间的反应,这样的反应属于离子反应。

(2) 实质

溶液中某些离子浓度发生变化。

(3) 类型

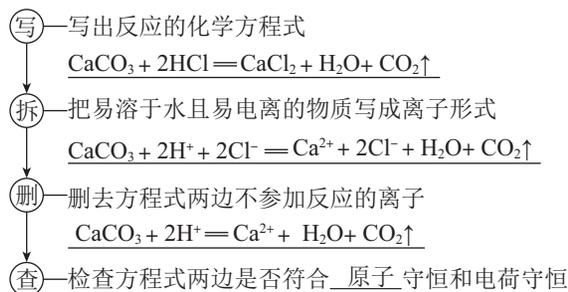
复分解反应	生成 <u>难溶</u> 的物质,例如, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 BaSO_4 等
	生成 <u>难电离</u> 的物质,例如,弱酸、弱碱、水等
	生成 <u>气态</u> 的物质,例如, CO_2 、 SO_2 、 NH_3 等
氧化还原反应	溶液中进行的氧化还原反应,例如, FeCl_3 溶液与 Cu 反应的离子方程式: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$

2. 离子方程式

(1) 概念及意义

用实际参加反应的离子符号来表示反应的式子。离子方程式不仅可以表示某个具体的化学反应,还可以表示同一类型的离子反应。例如,强酸与强碱发生中和反应,可用 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 表示。

(2) 离子方程式的书写(以 CaCO_3 与盐酸的反应为例)



【注意】强拆弱不拆,清拆浊不拆。

书写要求	物质类型
需拆成离子的物质 (写离子符号)	①强酸: HCl 、 H_2SO_4 、 HNO_3 等
	②强碱: KOH 、 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等
	③可溶性盐: NaCl 、 K_2SO_4 、 NaNO_3 等

(续)

书写要求	物质类型
不能拆成离子的物质 (写化学式)	①单质;②气体;③氧化物
	④难溶物:Cu(OH) ₂ 、BaSO ₄ 、AgCl等
	⑤难电离的物质:CH ₃ COOH、NH ₃ ·H ₂ O、H ₂ O等
	⑥非电解质:乙醇等
	⑦浓硫酸

二、离子方程式正误判断——“五看”

1. 看是否符合反应的客观事实

向稀盐酸溶液中加入铁:



2. 看反应是否符合拆写原则

碳酸氢钙溶液与盐酸反应:



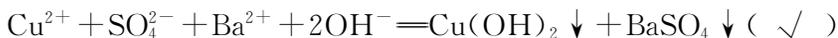
3. 看是否符合原子守恒和电荷守恒

少量氯气通入溴化亚铁溶液:



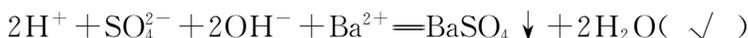
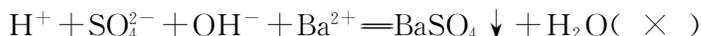
4. 看是否漏写离子反应

CuSO₄溶液和Ba(OH)₂溶液反应:



5. 看阴、阳离子配比是否正确

稀硫酸和Ba(OH)₂溶液反应:



三、在溶液中离子不能大量共存的条件

1. 离子间反应生成沉淀:例如,“Ca²⁺与CO₃²⁻”“Ag⁺与Cl⁻”“Mg²⁺与OH⁻”等。

2. 离子间反应生成气体:例如,“H⁺与CO₃²⁻”“H⁺与HCO₃⁻”等。

3. 离子间反应生成难电离的物质：例如，“ H^+ 与 OH^- ”“ H^+ 与 CH_3COO^- ”“ OH^- 与 NH_4^+ ”等。

【溶液中离子能否大量共存的判断】

(1) 先看题目是否有隐含的限制条件，例如，碱性(含 OH^-)、酸性(含 H^+)、无色(不含 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 MnO_4^-)等。

(2) 再看离子间能否反应，即有无沉淀、气体或难电离物质(例如，醋酸、碳酸、氨水、水等)生成。

高效练习

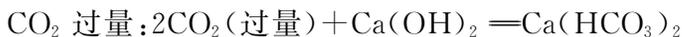
- 下列反应的离子方程式书写正确的是 ()
 - 稀硫酸滴在铜片上： $Cu + 2H^+ = Cu^{2+} + H_2 \uparrow$
 - 稀硫酸与氢氧化钡溶液混合： $SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4 \downarrow$
 - 稀硝酸滴在大理石上： $CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2CO_3$
 - 氧化铁与稀盐酸混合： $Fe_2O_3 + 6H^+ = 2Fe^{3+} + 3H_2O$
- 下列化学方程式中，不可以用 $H^+ + OH^- = H_2O$ 表示的是 ()
 - $2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$
 - $Ba(OH)_2 + 2HCl = BaCl_2 + 2H_2O$
 - $Cu(OH)_2 + 2HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2H_2O$
 - $KOH + HCl = KCl + H_2O$
- 下列各组中的离子，不能在碱性溶液中大量共存的是 ()
 - Ba^{2+} 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 Cl^-
 - K^+ 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 S^{2-}
 - K^+ 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}
 - NH_4^+ 、 Cu^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-
- 离子方程式 $CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2 \uparrow + H_2O$ 表示 ()
 - 碳酸盐与盐酸之间的反应
 - 一切碳酸盐与一切酸之间的反应
 - 可溶性碳酸盐与强酸之间的反应
 - 可溶性碳酸盐与一切酸之间的反应
- 下列各组反应，前者与后者均可用同一离子方程式表示的是 ()
 - $HCl + Na_2CO_3$ ， $HCl + NaHCO_3$
 - $HCl + Na_2CO_3$ ， $HNO_3 + K_2CO_3$
 - $H_2SO_4 + Ba(OH)_2$ ， $H_2SO_4 + KOH$
 - $BaCl_2 + Na_2SO_4$ ， $BaCO_3 + HCl$
- 与下列离子方程式相对应的化学方程式书写不正确的是 ()
 - $Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2 \downarrow$ ，
 $CuSO_4 + 2KOH = Cu(OH)_2 \downarrow + K_2SO_4$
 - $CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2 \uparrow + H_2O$ ，
 $BaCO_3 + 2HCl = BaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$
 - $Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3 \downarrow$ ，
 $CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 \downarrow + 2NaCl$
 - $H^+ + OH^- = H_2O$ ，
 $2KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2H_2O$
- 判断正误(正确的打“√”，错误的打“×”)
 - 硫酸铜溶液与氯化钡溶液反应的实质是 SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 结合生成了 $BaSO_4$ 沉淀 ()
 - 碳酸钙与盐酸反应的离子方程式为 $CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2 \uparrow$ ()

- (3) 稀硫酸与氢氧化钡溶液反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ ()
- (4) 浓盐酸与铁屑反应的离子方程式为 $2\text{Fe} + 3\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$ ()
- (5) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ 只能表示硝酸银溶液与氯化钠溶液的反应 ()
- (6) 碳酸盐与硝酸溶液的反应都可用 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 表示 ()
- (7) 在溶液中与 Ag^+ 能共存的常见阴离子只有 NO_3^- ()
- (8) 无色透明溶液中, 一定不存在 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 MnO_4^- 等 ()
- (9) 强酸性溶液中, 一定不能大量存在 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 S^{2-} 、 OH^- 等 ()
- (10) 滴入酚酞溶液显红色的溶液中 K^+ 、 Na^+ 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 不能大量共存 ()
8. 下列叙述中正确的是 ()
- A. $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 表示所有强酸和强碱的反应
- B. 所有的离子方程式都可以表示一类反应
- C. 单质和氧化物在离子方程式中不能用离子符号表示
- D. 凡是易溶于水的化合物都可以写成离子形式
9. 下列叙述中正确的是 ()
- A. 凡是强电解质, 在离子方程式中都要以离子形式表示
- B. 复分解反应用离子方程式表示时总是向着溶液中反应物离子浓度减少的方向进行
- C. 酸碱中和反应的离子方程式都是 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
- D. 凡是酸都可以在离子方程式中用 H^+ 表示
10. 下列溶液混合后, 不会发生离子反应的是 ()
- A. 硝酸钡溶液和硫酸钠溶液
- B. 醋酸钠溶液和稀硫酸
- C. 碳酸钾溶液和硫酸氢钠溶液
- D. 硝酸钾溶液和氯化铜溶液
11. 下列各组物质间的反应中, 不属于离子反应的是 ()
- A. 锌和稀硫酸反应
- B. 氯化钠溶液和硝酸银溶液反应
- C. 木炭和氧气反应
- D. 烧碱溶液和氯化铁溶液反应
12. 下列对于离子反应的表述正确的是 ()
- A. 离子反应中一定有沉淀生成
- B. 反应中有气体生成的反应一定是离子反应
- C. 复分解离子反应发生的条件之一是有难电离物质生成
- D. 非电解质二氧化碳与足量烧碱溶液的反应不属于离子反应
13. 下列各组中的离子, 能在溶液中大量共存的是 ()
- A. H^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}
- B. Na^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 OH^-
- C. K^+ 、 Na^+ 、 OH^- 、 Cl^-
- D. Cu^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
14. 能正确表示下列化学反应离子方程式的是 ()
- A. 澄清的石灰水与盐酸的反应: $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$
- B. 氧化镁与稀硝酸反应: $\text{O}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$
- C. 硫酸镁溶液与氢氧化钡溶液混合: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
- D. 碳酸钙溶于稀盐酸中: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

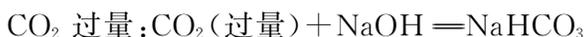
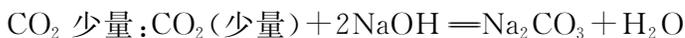
1.5 离子方程式中的少量和过量问题

一、常见和量有关的离子方程式的原反应方程式的书写

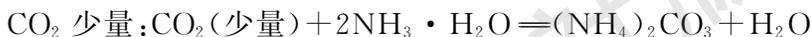
1. 向澄清石灰水中通入二氧化碳(少量、过量)



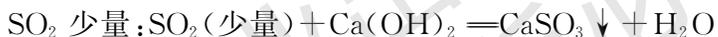
2. 向氢氧化钠或氢氧化钾溶液中通入二氧化碳(少量、过量)



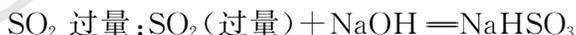
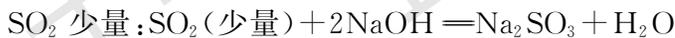
3. 向氨水中通入二氧化碳(少量、过量)



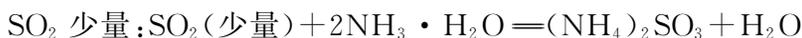
4. 向澄清石灰水中通入二氧化硫(少量、过量)



5. 向烧碱溶液中通入二氧化硫(少量、过量)



6. 向氨水中通入二氧化硫(少量、过量)



二、酸式盐复杂和“量”有关的离子方程式的原反应方程式的书写

【书写核心】少定多变

1. 氢氧化钡溶液中滴入碳酸氢钠溶液(少量、过量)

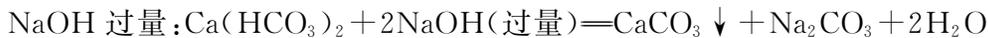
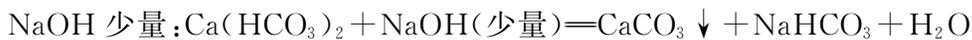


2. 澄清石灰水中逐渐滴入碳酸氢钠溶液(少量、过量)

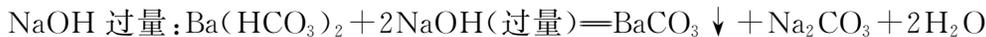
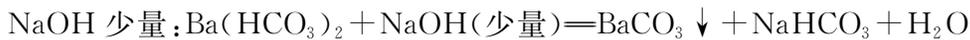




3. 碳酸氢钙溶液滴入氢氧化钠溶液(少量、过量)



4. 碳酸氢钡溶液与氢氧化钠溶液反应(少量、过量)

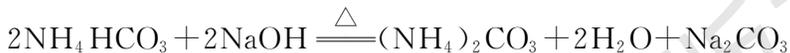


5. 碳酸氢钡溶液中滴入硫酸氢钠溶液(少量、过量)



6. 向碳酸氢铵溶液中加入氢氧化钠溶液并加热

向足量的 NH_4HCO_3 溶液中逐渐滴入 NaOH 溶液:



向 NH_4HCO_3 溶液中加入过量 NaOH 溶液并加热:



7. 氢氧化钡溶液滴入硫酸氢钠溶液(少量、过量)



高效练习

写出下列离子方程式

(1) 石灰水与过量碳酸氢钠溶液反应:

(2) 硫酸氢钠溶液中加入氢氧化钡溶液至中性:

(3) NH_4HCO_3 溶于过量的浓 KOH 溶液中:

(4) 用过量氨水吸收工业尾气中的 SO_2 :

(5) 向 NaHCO_3 溶液中加入过量的澄清石灰水, 出现白色沉淀:

(6) 向 NH_4HCO_3 溶液中加入过量 NaOH 溶液并加热:

(7) 将过量二氧化硫气体通入冷氨水中:

(8) 在稀氨水中通入过量 CO_2 :

(9) NH_4HCO_3 溶于过量的 NaOH 溶液中:

(10) NH_4HSO_3 溶液与足量 NaOH 溶液混合加热:

(11) 向 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中加入少量 NaHSO_3 溶液:

(12) 向 Na_2CO_3 溶液中加入过量 CH_3COOH 溶液:

1.6 离子共存

1. 离子共存

(1) 几种离子在溶液中能否大量共存, 取决于它们之间是否发生反应。

(2) 在溶液中, 若离子之间不发生反应, 则能大量共存; 否则不能大量共存。例如,

① 离子间反应生成沉淀: 例如, “ Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} ” “ Ag^+ 与 Cl^- ” “ Mg^{2+} 与 OH^- ” 等。

② 离子间反应生成气体: 例如, “ H^+ 与 CO_3^{2-} ” “ H^+ 与 HCO_3^- ” 等。

③ 离子间反应生成弱电解质: 例如, “ H^+ 与 OH^- ” “ H^+ 与 CH_3COO^- ” “ OH^- 与 NH_4^+ ” 等。

2. 常见的离子不共存归纳

(1) 在“无色透明”溶液中, 即不能存在有色离子, 例如, MnO_4^- (紫红色)、 Fe^{3+} (棕黄色)、 Fe^{2+} (浅绿色)、 Cu^{2+} (蓝色)。注意正确理解“透明溶液”, 例如, NaCl 溶液、 KOH 溶液为无色透明溶液, CuSO_4 溶液、 FeCl_3 溶液为有色透明溶液, 不能认为“有色”就不透明。

(2) 在酸性(H^+)溶液中(使紫色石蕊溶液变红的溶液中)不能共存的离子有:

① 氢氧根离子: OH^- 。

② 弱酸根离子: CO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 ClO^- 、 F^- 、 CH_3COO^- 、 PO_4^{3-} 。

③ 弱酸的酸式酸根离子: HCO_3^- 、 HS^- 、 HPO_4^{2-} 、 HSO_3^- 、 H_2PO_4^- 。

(3) 在碱性(OH^-)溶液中(使紫色石蕊溶液变蓝、酚酞溶液变红的溶液中)不能共存的离子有:

① 氢离子: H^+ 。

② 弱碱阳离子: NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 。

③ 弱酸的酸式酸根离子: HCO_3^- 、 HS^- 、 HSO_3^- 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 。

(4) 离子间反应生成沉淀, 则不能大量共存。

碳酸根只溶“钾钠氨”、硫酸根只沉“钡和铅”、氯离子沉“银”、氢氧根只溶“钾钠钙钡氨”、硝酸根全溶。

(5) 离子间反应生成微溶物, 则不能大量共存, 例如, AgSO_4 、 CaSO_4 、 MgCO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

高效练习

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)

(1) 在溶液中与 Ag^+ 能共存的常见阴离子只有 NO_3^- ()

(2) 无色透明溶液中,一定不存在 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 MnO_4^- 等 ()

(3) 强酸性溶液中,一定不能大量存在 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 S^{2-} 、 OH^- 等 ()

(4) 滴入酚酞溶液显红色的溶液中, K^+ 、 Na^+ 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 不能大量共存 ()

2. 在强酸性溶液中能大量共存并且溶液为无色透明的离子组是 ()

A. Ba^{2+} 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}

B. Mg^{2+} 、 Cl^- 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-}

C. K^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^-

D. Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Fe^{3+} 、 NO_3^-

3. 下列各组离子在溶液中可大量共存的是 ()

A. Ba^{2+} 、 NO_3^- 、 H^+ 、 SO_4^{2-}

B. K^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+

C. H^+ 、 NO_3^- 、 Na^+ 、 CO_3^{2-}

D. NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 K^+ 、 OH^-

4. 下列各组中的离子,能在溶液中大量共存的是 ()

A. H^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}

B. Na^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 OH^-

C. K^+ 、 Na^+ 、 OH^- 、 Cl^-

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

5. 在水溶液中能大量共存,且加入过量稀硫酸时,有气体生成的是 ()

A. Na^+ 、 Ag^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^-

B. K^+ 、 Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

C. Na^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^-

D. Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}

6. 在强碱性溶液中不能大量共存的离子组是 ()

A. Ba^{2+} 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 Cl^-

B. K^+ 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 S^{2-}

C. K^+ 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}

D. NH_4^+ 、 Cu^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-

7. 下列各组离子能在溶液中大量共存的是 ()

A. Ag^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-

B. Ba^{2+} 、 Cl^- 、 H^+ 、 SO_4^{2-}

C. H^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 Na^+

D. Na^+ 、 Ba^{2+} 、 OH^- 、 NO_3^-

8. 下列离子在水溶液中可与 CO_3^{2-} 大量共存的是 ()

A. Ca^{2+}

B. Ba^{2+}

C. Na^+

D. H^+

9. 在强酸性无色透明溶液中,能大量共存的离子组是 ()

A. NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

B. K^+ 、 OH^- 、 NO_3^- 、 Fe^{3+}

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

D. Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}

10. 重金属离子有毒性。实验室有甲、乙两种废液,均有一定毒性。甲废液经化验呈碱性,主要的重金属离子为 Ba^{2+} ,若将甲、乙两种废液按一定比例混合,毒性明显降低。乙废液中可能含有的离子是 ()

A. Cu^{2+} 和 SO_4^{2-} B. Cu^{2+} 和 Cl^- C. K^+ 和 SO_4^{2-} D. Ag^+ 和 NO_3^-

11. 在无色透明的强酸性溶液中, 下列各组离子能大量共存的是 ()

A. Cu^{2+} 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- B. Ag^+ 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 Cl^- C. Mg^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- D. Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}

12. 某地甲、乙两厂排放的污水中各含有下列 8 种离子中的 4 种(两厂废水所含离子不同): Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 OH^- 。两厂单独排放污水都会造成严重的水污染, 若将两厂的污水按一定比例混合, 处理后污水便能变得无色澄清, 溶质主要为硝酸钠, 污染程度大大降低。根据所给信息有以下几种说法, 你认为正确的是 ()

A. Na^+ 和 NO_3^- 来自同一工厂B. Cl^- 和 NO_3^- 一定来自同一工厂C. Ag^+ 和 Na^+ 可能来自同一工厂D. SO_4^{2-} 和 OH^- 一定来自同一工厂

13. 有一固体混合物, 可能由 Na_2CO_3 、 Na_2SO_4 、 CuSO_4 、 CaCl_2 、 NaCl 等混合而成, 为检验它们, 做了以下实验:

①将固体混合物溶于水中, 搅拌后得无色透明溶液。

②往此溶液中滴加硝酸钡溶液, 有白色沉淀产生。

③过滤, 将沉淀物置于稀硝酸中, 发现沉淀全部溶解。

根据上述实验事实, 回答下列问题:

(1) 原固体混合物中一定含有的物质是 _____, 一定不含有的物质是 _____, 可能含有的物质是 _____ (以上空格均填写化学式)。对可能含有的物质, 可采用向滤液中滴加 _____ 溶液的方法来检验。

(2) 写出步骤③中的离子方程式: _____。

14. 溶液中可能有下列阴离子中的一种或几种: SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 。

(1) 当溶液中有大量 H^+ 存在时, 则不可能有 _____ 存在。

(2) 当溶液中有大量 Ba^{2+} 存在时, 溶液中不可能有 _____ 存在。

(3) 当溶液中有 _____ 和 _____ 两种阳离子存在时, 上述所有阴离子都不可能存在。

15. 某无色透明溶液中可能大量存在 Ag^+ 、 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Na^+ 中的几种。请回答下列问题:

(1) 不做任何实验就可以肯定原溶液中不存在的离子是 _____。

(2) 取少量原溶液, 加入过量稀盐酸, 有白色沉淀生成; 再加入过量的稀硝酸, 沉淀不消失。说明原溶液中肯定存在的离子是 _____。

(3) 取(2)中的滤液, 加入过量的氢氧化钠溶液, 出现白色沉淀, 说明原溶液中肯定有 _____, 有关的离子方程式为 _____。

(4)原溶液可能大量共存的阴离子是_____。

- A. Cl^- B. NO_3^-
C. CO_3^{2-} D. OH^-

16. 某河道两旁有甲、乙两厂。它们排放的工业废水中, 共含 K^+ 、 Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 OH^- 、 NO_3^- 六种离子。

(1)甲厂的废水明显呈碱性, 故甲厂废水中所含的三种离子是_____。

(2)乙厂的废水中含有另外三种离子。如果加一定量_____ (填“活性炭”或“铁粉”), 可以回收其中的_____ (填写金属元素符号)。

(3)另一种设想是将甲厂和乙厂的废水按适当的比例混合, 可以使废水中的_____ (填写离子符号) 转化为沉淀。

经过滤后的废水主要含_____, 可用来浇灌农田。

1.7 氧化还原反应

一、多角度认识氧化还原反应

1. 从得失氧的角度认识氧化还原反应

回顾初中:物质得到氧的反应是氧化反应(得氧元素、失去电子、化合价升高)。

氧化反应:失去电子、化合价升高的反应。

回顾初中:还原反应出现在还原金属氧化物中,金属氧化物被还原为单质,发生还原反应。

(本质是金属元素得到电子化合价降低)

还原反应:得到电子、化合价降低的反应。

对于反应 $2\text{CuO} + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$:

(1)氧化铜失去氧,发生还原反应,被碳还原。

(2)碳得到氧,发生氧化反应,被氧化铜氧化。

(3)结论:电子是守恒的,有得即有失。在一个反应中,某元素得到电子、化合价降低,发生还原反应,一定伴随着另一种元素失去电子、化合价升高,发生氧化反应,我们发现,当氧化反应发生时,必定同时伴随着还原反应发生,故把这种反应叫作氧化还原反应。

2. 从元素化合价升降的角度认识氧化还原反应

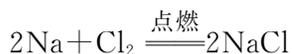
(1)对于有氧元素参加的反应



①Fe 元素化合价降低,发生还原反应。

②C 元素化合价升高,发生氧化反应。

(2)对于无氧元素参加的反应



①氯元素化合价降低,发生还原反应。

②钠元素化合价升高,发生氧化反应。

【注意】钠与氯气发生的反应也是氧化还原反应,但是并没有氧元素参与反应。

(3)结论

凡是有元素化合价升降的反应,都是氧化还原反应。

氧化还原反应的定义:凡是有电子转移(得失或偏移)的反应都是氧化还原反应。元素的原子失去电子(或电子对偏离),发生氧化反应;元素的原子得到电子(或电子对偏向),发生还原反应。

(4)还原剂和氧化剂

①还原剂:在反应时,所含元素的化合价升高的物质。

②氧化剂:在反应时,所含元素的化合价降低的物质。

(5)氧化产物和还原产物

①氧化产物:还原剂经化合价升高发生氧化反应而得到的产物(化合价升高的生成物)。

②还原产物:氧化剂经化合价降低发生还原反应而得到的产物(化合价降低的生成物)。

(6)氧化性和还原性

①氧化性:氧化剂所表现出得电子的性质。②还原性:还原剂所表现出失电子的性质。

③在氧化还原反应中:同一元素的最高价态只能得到电子,具有氧化性;最低价态只能失去电子,具有还原性;中间价态既有氧化性又有还原性。(例如,氯原子最外层有7个电子,所以最高价态为+7,最低价态为-1)

【总结】升失还原剂,一还对三氧;降得氧化剂,一氧对三还(升价、失电子的物质作还原剂,发生氧化反应,被氧化,对应氧化产物,具有还原性)。

二、氧化还原反应与四种基本反应类型的关系

【思考】请指出下列各反应属于哪种基本反应类型,并判断是否是氧化还原反应。

	反应类型	是否是氧化还原反应
① $\text{CO}_2 + \text{CaO} = \text{CaCO}_3$		
② $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$		
③ $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$		
④ $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$		
⑤ $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$		
⑥ $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$		
⑦ $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$		
⑧ $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$		

【结论】①有单质参加的化合反应或者分解反应是氧化还原反应。

②置换反应都是氧化还原反应。

③复分解反应一定不是氧化还原反应。

④有单质参加或者生成的反应不一定是氧化还原反应,例如,同素异形体之间的转化:



三、氧化还原反应中电子转移的表示方法

1. 双线桥法:表示反应前后元素由反应物转化为生成物时电子转移的情况。

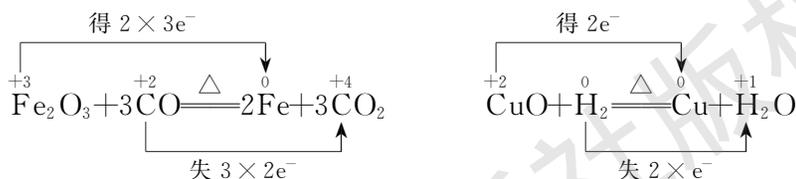
(1) 基本步骤

① 标价态:标出反应前后有化合价变化的元素的化合价,明确变价元素的化合价升降关系。

② 连双线:在反应物到生成物之间画一个线桥,箭头出发和指向的是有化合价变化的同一种元素,一条线始于被氧化的物质中的升价元素止于产物中相应的元素,另一条线始于被还原的物质中的降价元素止于产物中相应的元素。

③ 注得失:标出“失去”或“得到”的电子总数。

得失电子的总数(发生价态变化的原子个数 \times 有价态变化的元素的一个原子转移的电子数)。例如,



(2) 注意事项

① 箭头必须由反应物指向生成物,且两端对准同一种元素。

② 在“桥”上标明电子“得(到)”与“失(去)”,且得到与失去的电子总数必须对应相等。

③ 得失电子数目的正确表述是 $a \times b e^-$, a 表示得或失电子的原子的数目, b 表示每个原子失去或得到的电子数(即化合价升高或降低的数目),当 a 或 b 为 1 时,可以省略(有些地区要求 a 为 1 不可以省略,具体看学校要求)。

2. 单线桥法:用一条线表示反应过程中原子间的电子转移情况。

(1) 基本步骤

① 标价态:标出反应前后有化合价变化的元素的化合价,明确变价元素的化合价升降关系。(可省略)

② 连单线:用线桥将反应物中失电子的元素和得电子的元素连接起来,箭尾指向失电子的元素,箭头指向得电子的元素(即升价元素指向降价元素)。

【注意】线桥只在反应物中,不跨越“=”与生成物相连。

③ 注数目:在线桥上注明电子转移的数目。

【注意】只写数目,不标“得”或“失”。



(2) 注意事项

① 箭头必须由还原剂中失电子的元素指向氧化剂中得电子的元素。

②箭头方向表明电子转移的方向，“桥”上只标出转移电子的总数，无须注明电子的“得”与“失”。

【结论】在氧化还原反应中，氧化剂得到电子的总数等于还原剂失去电子的总数，即化合价升降总数相等。

在氧化还原反应中，转移的电子数=氧化剂得到电子的总数(氧化剂变价原子数×单个原子变价数)=还原剂失去电子的总数(还原剂变价原子数×单个原子变价数)。

高效练习

1. 下列化学反应中，不属于氧化还原反应的是

()

- A. $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
 B. $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$
 C. $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
 D. $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$

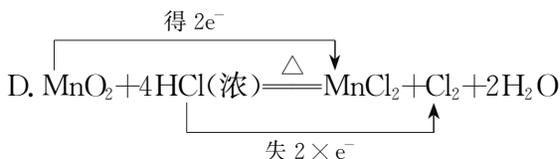
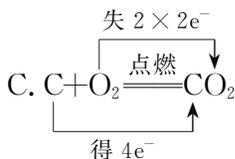
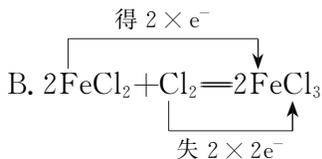
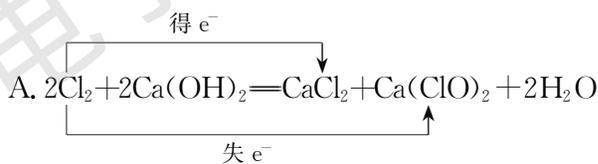
2. 下列反应中，水作还原剂的是

()

- A. $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$
 B. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$
 C. $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2$
 D. $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$

3. 下列反应中，电子转移方向和数目都正确的是

()



4. 从元素化合价变化的角度分析，下列反应中，画线的物质发生氧化反应的是

()

- A. $\underline{\text{SO}_2} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 B. $2 \underline{\text{CuO}} + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$
 C. $2\text{FeCl}_3 + \underline{\text{Fe}} = 3\text{FeCl}_2$
 D. $\text{Zn} + 2 \underline{\text{HCl}} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

5. 指出下列氧化还原反应的氧化剂、还原剂、氧化产物和还原产物

(1) $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$	(2) $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$
还原剂：_____， 氧化剂：_____	还原剂：_____， 氧化剂：_____
氧化产物：_____， 还原产物：_____	氧化产物：_____， 还原产物：_____
(3) $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$	(4) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
还原剂：_____， 氧化剂：_____	还原剂：_____， 氧化剂：_____
氧化产物：_____， 还原产物：_____	氧化产物：_____， 还原产物：_____

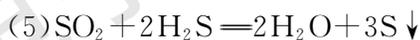
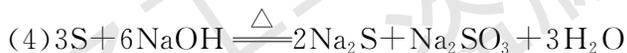
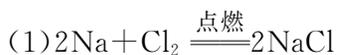
6. 氧化还原反应的实质是

()

- A. 元素化合价发生变化
 B. 反应中有氧原子的得失
 C. 反应中有电子得失或电子偏移
 D. 反应后生成新物质

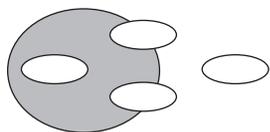
7. 钛(Ti)被称为铁、铝之后的第三金属,以下是由 TiO_2 制 Ti 的主要反应:
- ① $\text{TiO}_2 + 2\text{Cl}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$ 。
- ② $\text{TiCl}_4 + 2\text{Mg} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{MgCl}_2 + \text{Ti}$ 。
- 下列说法中正确的是 ()
- A. 反应①是置换反应
B. 反应②是复分解反应
C. 反应①中 TiO_2 被氧化
D. 反应②中金属镁被氧化
8. 下列关于氧化还原反应的说法中错误的是 ()
- A. 在反应中失去电子的物质被氧化,得到电子的物质被还原
B. 在氧化还原反应中氧化产物和还原产物可以是同一物质
C. 氧化还原反应是一种物质首先被氧化,另一种物质再被还原的反应
D. 只有氧化没有还原的反应是不存在的

9. 用双线桥和单线桥法分别标出下列反应中电子转移方向和数目



10. 下列反应既是离子反应,又是氧化还原反应的是 ()
- A. 氯化钠溶液中滴入硝酸银溶液
B. 铁片置于硫酸铜溶液中
C. 铁在氧气中燃烧
D. 二氧化碳通入澄清石灰水中
11. 下列反应中属于氧化还原反应,但不属于四种基本反应类型的是 ()
- A. $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
B. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
C. $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$
D. $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

12. 化学上常用下图表示基本反应类型与氧化还原反应关系,其中阴影部分可以表示 ()



- A. 置换反应
 B. 复分解反应
 C. 所有的分解反应
 D. 氧化还原反应
13. 下列说法中正确的是 ()
- A. 有单质参加的化学反应都是氧化还原反应
 B. 只有所有元素化合价都发生变化的化学反应才是氧化还原反应
 C. 氧化还原反应中金属元素的化合价一定升高
 D. 某些氧化还原反应中,仅有一种元素的化合价发生了变化
14. 下列有关氧化还原反应的说法中正确的是 ()
- A. 氧化还原反应一定有氧元素参加
 B. 氧化还原反应中不能只有一种元素化合价变化
 C. 有单质参加的反应一定是氧化还原反应
 D. 氧化还原反应中一定有元素化合价变化
15. 下列关于氧化还原反应的说法中正确的是 ()
- A. 氧化还原反应前后元素化合价有升降
 B. 氧化还原反应前后一定有氧的得失

- C. 实现 $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ 的变化过程一定是氧化反应
 D. 元素化合价升高的反应是还原反应

16. 下列反应中属于氧化还原反应的是 ()
- A. $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
 B. $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$
 C. $2\text{KI} + \text{Br}_2 = 2\text{KBr} + \text{I}_2$
 D. $\text{MgO} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
17. 在反应 $3\text{S} + 6\text{KOH} \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{K}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$ 中,被氧化和被还原的硫原子个数比为 ()
- A. 1 : 2
 B. 2 : 1
 C. 1 : 1
 D. 3 : 2
18. 下列变化过程需要加入氧化剂的是 ()
- A. $\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2$
 B. $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$
 C. $\text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$
 D. $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$
19. 我国“四大发明”在人类发展史上起到了非常重要的作用,其中黑火药的爆炸反应为 $2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 \uparrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 。该反应中被氧化的元素是 ()
- A. C
 B. N
 C. N 和 S
 D. N 和 C
20. 磷单质在反应 $4\text{P} + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3$ 中的变化是 ()
- A. 被氧化
 B. 被还原
 C. 既被氧化又被还原
 D. 既未被氧化又未被还原

1.8 常见的氧化剂和还原剂，以及氧化还原反应的规律

一、中学化学中常见的氧化剂和还原剂

1. 常见的氧化剂

- (1) 活泼性较强的非金属单质，例如， Cl_2 、 O_2 。
- (2) 变价元素的高价态化合物，例如， KMnO_4 、 FeCl_3 、 HNO_3 、 K_2CrO_4 。
- (3) 过氧化物，例如， Na_2O_2 、 H_2O_2 。
- (4) 其他，例如， HClO 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 MnO_2 。

2. 常见的还原剂

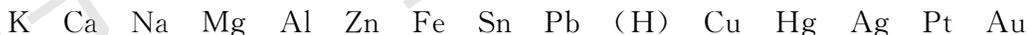
- (1) 活泼性较强的金属单质，例如， Al 、 Fe 、 Zn 、 Mg 。
- (2) 某些非金属单质，例如， H_2 、 S 、 C 等。
- (3) 含有较低价态元素的化合物，例如， CO 、 SO_2 。
- (4) 其他，例如，浓盐酸、 NH_3 。

二、氧化性、还原性强弱的判断方法

1. 根据金属活动性顺序判断

从左到右单质的还原性逐渐减弱，但其对应阳离子的氧化性逐渐增强。

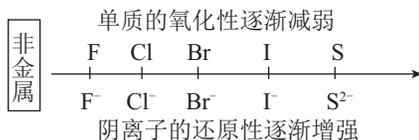
金属单质还原性依次减弱：



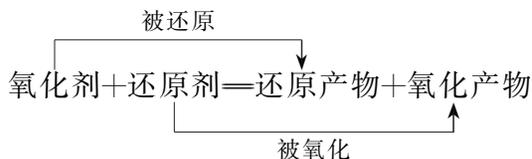
金属阳离子氧化性依次增强：



【补充】



2. 根据氧化还原反应方程式进行判断



氧化性：氧化剂 > 氧化产物

还原性:还原剂>还原产物

【注意】在同一反应中,氧化性最强的物质是氧化剂(氧化剂氧化性>还原剂氧化性),还原性最强的物质是还原剂(还原剂还原性>氧化剂还原性)。这一考点在考试中时常出现,要活学活用,不能只会比氧化剂和氧化产物的氧化性大小。

3. 根据产物的价态判断

不同种的氧化剂将同种还原剂中的同种元素氧化后的价态越高,其氧化性越强。

例如,由 $2\text{Fe}+3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$, $\text{Fe}+\text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ 可知,氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。

4. 根据反应条件判断

与同一种还原剂(或氧化剂)发生反应,反应越困难(即反应条件越高),其还原性(或氧化性)越弱。一般从反应是否需要加热、反应温度的高低、有无催化剂等方面进行判断。例如,



同样作为还原剂的氯化氢发生氧化还原反应生成氯气,高锰酸钾作氧化剂反应时不需要加热,而二氧化锰需要加热,说明氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2$ 。

5. 根据反应剧烈程度判断

例如,铜与浓硝酸反应较剧烈,与稀硝酸反应较缓慢,说明氧化性:浓硝酸>稀硝酸。

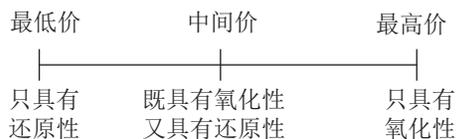
【总结】常见离子的还原性由强到弱的顺序: $\text{S}^{2-} > \text{SO}_3^{2-} > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$ 。

氧化性由强到弱的顺序: $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2 > \text{Cu}^{2+}$ 。

三、氧化还原反应的重要规律及其应用

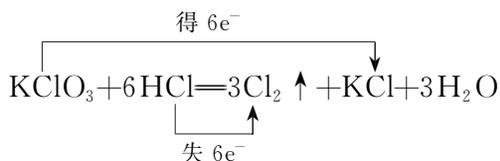
1. 价态规律

物质中元素具有最高价,此时该元素只具有氧化性;物质中元素具有最低价,此时该元素只具有还原性;物质中元素具有中间价,此时该元素既具有氧化性又具有还原性(例如, Fe^{2+})。



2. 价态归中规律(不交叉规律)

同一种元素不同价态之间发生氧化还原反应时,元素的化合价“只靠近而不交叉”。高价要降低,低价要升高,它们最多变为同一价态,不可能发生交叉现象。例如,



3. 邻位不反应

同种元素,相邻价态之间不发生氧化还原反应。

例如,S与 SO_2 、 SO_2 与 H_2SO_4 、 H_2S 与S之间均不发生氧化还原反应。

4. 强者先行

同一种还原剂遇到氧化性不同的几种物质时,若均能反应,则按氧化性由强到弱的顺序依次反应;同理,同一种氧化剂遇到还原性不同的几种物质时,若均能反应,则按还原性由强到弱的顺序依次反应。

例如,在 FeBr_2 溶液中(还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$)通入 Cl_2 时, Fe^{2+} 先与 Cl_2 反应, Fe^{2+} 反应完全后才轮到 Br^- 和 Cl_2 反应;在含有 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 H^+ 的溶液中加入Fe粉,Fe先与 Fe^{3+} 反应,然后依次为 Cu^{2+} 、 H^+ 。

5. 得失电子守恒规律

氧化还原反应中,氧化剂得到的电子总数等于还原剂失去的电子总数,表现为元素化合价升高的总数等于元素化合价降低的总数,即

在氧化还原反应中,转移的电子数=氧化剂得到电子的总数(氧化剂变价原子数 \times 单个原子变价数)=还原剂失去电子的总数(还原剂变价原子数 \times 单个原子变价数)

高效练习

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)

- (1) 氧化剂得电子被氧化为还原产物()
- (2) 非金属单质在反应中只作氧化剂()
- (3) 在氧化还原反应中,金属单质作反应物时一定是还原剂()
- (4) 还原剂失去电子具有氧化性()
- (5) 碘化氢中碘为最低价,碘化氢只具有还原性()
- (6) 阳离子只能得电子被还原,阴离子只能失电子被氧化()

2. 根据下列几个离子方程式,进行有关性质的比较,其中正确的是()

- ① $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{Cl}^- = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$ 。
- ② $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。
- ③ $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 。

- A. 氧化性: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-}$
- B. 氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}_2 > \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
- C. 还原性: $\text{SO}_2 < \text{Fe}^{2+} < \text{Cl}^- < \text{Cr}^{3+}$
- D. 还原性: $\text{Cl}^- > \text{Cr}^{3+} > \text{Fe}^{2+} > \text{SO}_2$

3. 根据离子方程式:① $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$,② $\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Br}^- + 2\text{Fe}^{3+}$,可判断离子的还原性从强到弱的顺序是()

- A. Br^- 、 Fe^{2+} 、 I^-
- B. I^- 、 Fe^{2+} 、 Br^-
- C. Br^- 、 I^- 、 Fe^{2+}
- D. Fe^{2+} 、 I^- 、 Br^-

4. 已知反应:

- ① $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$ 。
- ② $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$ 。
- ③ $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ 。

下列物质氧化性由强到弱的顺序正确的是

- ()
- A. $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$

- B. $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2 > \text{SO}_4^{2-}$
 C. $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$
 D. $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{I}_2$
5. 下列对于反应 $2\text{KClO}_3 + \text{I}_2 = 2\text{KIO}_3 + \text{Cl}_2 \uparrow$ 的叙述中正确的是 ()
- A. 该反应属于置换反应
 B. 氧化性： $\text{I}_2 > \text{KClO}_3$
 C. 还原性： $\text{KClO}_3 > \text{I}_2$
 D. 还原剂为 KIO_3 ，氧化剂为 I_2
6. 已知在相同条件下，下列几种微粒的还原性强弱顺序为 $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{I}^- < \text{SO}_2$ ，由此判断下列反应不能发生的是 ()
- A. $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+}$
 B. $2\text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 C. $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$
 D. $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$
7. 在 S^{2-} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 S 、 I^- 、 H^+ 中，只有氧化性的是_____，只有还原性的是_____，既有氧化性又有还原性的是_____。
8. 下列微粒：① Al^{3+} ② Cl^- ③ N_2 ④ S^{2-} ⑤ Cu ⑥ H_2O_2 ⑦ Fe^{2+} ⑧ MnO_4^{2-} 既具有氧化性又具有还原性的是 ()
- A. ①④⑤⑦ B. ③⑥⑦⑧
 C. ④⑤⑥⑧ D. ①②③⑥
9. 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. $3\text{Cl}_2 + 6\text{FeI}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeI}_3$
 B. $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KCl} + \text{I}_2$
 C. $\text{Co}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
 D. $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$
10. 在含有 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 AgNO_3 的溶液中加入适量锌粉，首先置换出的是 ()
- A. Mg B. Cu
 C. Ag D. H_2
11. 已知下列反应：
 ① $\text{Cl}_2 + 2\text{KBr} = 2\text{KCl} + \text{Br}_2$ 。
 ② $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = 3\text{Cl}_2 \uparrow + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。
 ③ $2\text{KBrO}_3 + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{KClO}_3$ 。
 下列说法正确的是 ()
- A. 氧化性由强到弱的顺序为 $\text{KBrO}_3 > \text{KClO}_3 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2$
 B. ①中 KCl 是氧化产物， KBr 发生还原反应
 C. ③中 1 个氧化剂参加反应得到电子 2 个
 D. 反应②中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1 : 6
12. 在一定条件下， RO_3^{n-} 和 F_2 可发生如下反应： $\text{RO}_3^{n-} + \text{F}_2 + 2\text{OH}^- = \text{RO}_4^- + 2\text{F}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，从而可知在 RO_3^{n-} 中，元素 R 的化合价是 ()
- A. +4 B. +5
 C. +6 D. +7
13. 在 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 反应中氧化剂与还原剂个数之比为 ()
- A. 1 : 8 B. 8 : 1
 C. 1 : 5 D. 5 : 1

14. 实验室制取少量的氮气,常利用的反应是
- $$\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$
- 关于该反应说法正确的是 ()
- A. NaNO_2 是还原剂
B. N_2 只是氧化产物
C. NH_4Cl 中的氮元素被氧化
D. N_2 既是氧化剂又是还原剂
15. 在水溶液中 N_2H_5^+ 离子可以将 Fe^{3+} 还原成 Fe^{2+} , 本身被氧化成 Y, 反应可简单表示为 $\text{N}_2\text{H}_5^+ + 4\text{Fe}^{3+} \longrightarrow 4\text{Fe}^{2+} + \text{Y} + \dots$ 据此可知 Y 为 ()
- A. NH_4^+ B. N_2
C. N_2O D. N_2H_4
16. 研究指出:多种海产品如虾、蟹、牡蛎等体内含有+5价的砷(As)元素,它对人体是无毒的,吃饭时不要同时大量食用海鲜和青菜,否则容易中毒,并给出了一个公式:“大量海鲜+大量维生素C=砒霜(As_2O_3)”,这说明维生素C具有 ()
- A. 氧化性 B. 还原性
C. 酸性 D. 碱性
17. 现有 Na_2SO_3 恰好与 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 按照 3:1 完全反应。已知 Na_2SO_3 可被 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 氧化为 Na_2SO_4 , 则元素 Cr 在还原产物中的化合价为 ()
- A. +2 B. +3
C. +4 D. +5
18. Na_2S_x 在碱性溶液中可被 NaClO 氧化为 Na_2SO_4 , 而 NaClO 被还原为 NaCl , 若反应中 Na_2S_x 与 NaClO 的个数之比为 1:16, 则 x 的值为 ()
- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5
19. 根据反应 $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$ 回答下列问题。
- (1) 氧化剂是 _____, 还原剂是 _____。
- (2) 氧化剂与氧化产物的质量比为 _____。
- (3) 当生成 28 g 氮气时, 被氧化物质的质量为 _____。
- (4) 该反应中发生还原反应的过程表示为 $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Cl}^-$, 则发生氧化反应的过程可表示为 _____。
20. 有下列反应:
- ① $2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ 。
② $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。
- 根据上述两个反应回答:
- (1) 氧化性强弱顺序为 _____, 还原性强弱顺序为 _____。
- (2) 反应①中氧化产物和还原产物的质量之比为 _____。
- (3) 反应②中浓盐酸表现出的性质是 _____ (填字母)。
- A. 还原性 B. 酸性 C. 氧化性

1.9 氧化还原反应的分类和配平

一、歧化和归中反应

1. 歧化反应

氧化剂和还原剂为同种物质,一种元素变价为多种价态,这样的氧化还原反应称为歧化反应。



2. 归中反应

同种元素由不同价态(高价态和低价态)转变为中间价态的氧化还原反应,称为归中反应。

例如, $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S} \downarrow$ $5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

二、氧化还原方程式的配平

1. 配平依据

电子得失相等,即化合价升降总和相等。

2. 配平原则

(1)质量(原子)守恒;(2)得失电子守恒;(3)离子方程式中电荷守恒。

3. 配平步骤

(1)标变价——标明变价元素前后化合价。

(2)列得失——列出元素化合价变化值。

(3)求总数——求出化合价升降的最小公倍数,使化合价升高和降低的数目相等。

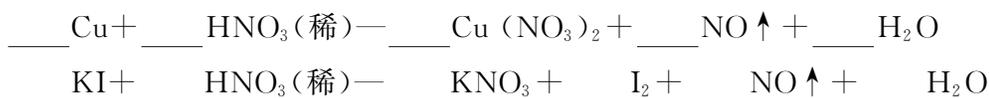
(4)配系数——配出氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的系数,观察法配平其他物质的系数。

(5)查守恒——查原子是否守恒、电荷是否守恒,画上等号。

4. 配平方法讲与练

(1)一般氧化还原反应的配平





(2) 缺项配平

先配平含有变价元素的物质的化学计量数, 然后由元素守恒确定未知物, 再根据原子守恒和电荷守恒进行配平。其补项原则如下表所示。

条件	补项原则
缺氢氧元素	补水
缺酸根	补对应酸
缺金属阳离子	补对应碱
酸性条件缺电荷	补 H^+
碱性条件缺电荷	补 OH^-

例如,



(3) 常见氧化剂和还原剂, 以及对应产物(背诵!)

氧化剂	对应还原产物	还原剂	对应氧化产物
Cl_2 、 ClO^- 、 KClO_3	Cl^-	Fe^{2+}	Fe^{3+}
O_2	O^{2-}	SO_2 、 SO_3^{2-} 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	SO_4^{2-}
Fe^{3+}	Fe^{2+}	H_2O_2	O_2
$\text{KMnO}_4 (\text{H}^+)$ 、 MnO_2	Mn^{2+} (紫色褪去)	S^{2-} 、 HS^- 、 H_2S	S
H_2O_2 (绿色氧化剂)	H_2O	I^-	I_2
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 (\text{H}^+)$	Cr^{3+}	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	CO_2
H_2SO_4 (浓)	SO_2	CO 、 C	CO_2
HNO_3 (浓)	NO_2	NH_3	N_2 、 NO
HNO_3 (稀)	NO	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	CO_2

高效练习

