



XUEHAIDAOHANG

主编 ● 林加明

学海导航高中总复习系列丛书

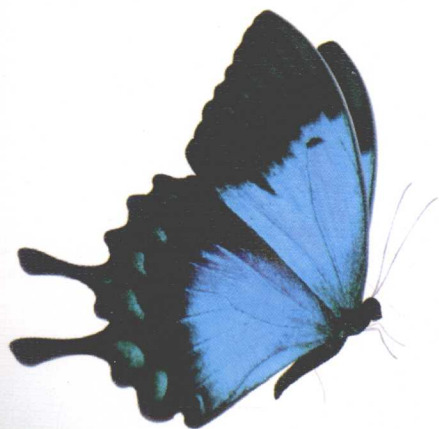
学生用书

学海导航

新课标高中总复习

A

XINKEBIAO GAOZHONG ZONGFUXI ● XINKEBIAO GAOZHONG ZONGFUXI



接力出版社
Publishing House

全国优秀出版社
SPLENDID PUBLISHING HOUSE IN CHINA



XUEHAIDAOHANG

学海导航

新课标高中总复习 **A**

化学 [®]_{RJ}

学生用书

主 编 林加明
编 委 王怀文 左 英
张锦春
本书策划 穆 丹



接力出版社
Publishing House

全国优秀出版社
SPLENDID PUBLISHING HOUSE IN CHINA



图书在版编目(CIP)数据

学海导航·新课标高中总复习.第1轮.A.化学/林加明
主编. —南宁:接力出版社, 2010.3

ISBN 978-7-5448-1276-4

I. 学… II. 林… 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(2010)第 050646 号

学海导航·新课标高中总复习(第1轮)A
化 学 · 学生用书

主 编: 林加明
责任编辑: 余 人 吴春雄
助理编辑: 曹冬雁

社长: 黄 俭 总编辑: 白 冰
出版发行: 接力出版社

社址: 广西南宁市园湖南路9号 邮编: 530022
电话: 0771-5863339(发行部) 010-82994975(发行部)
传真: 0771-5863291(发行部) 010-82994707(发行部)

印制: 湘潭市风帆印务有限公司印刷

开本: 880 毫米 × 1230 毫米 1/16

印张: 22 字数: 880 千字

版次: 2010 年 3 月第 1 版 印次: 2010 年 3 月第 1 次印刷

印数: 00 001—30 000 册

定价: 53.00 元

版权所有 侵权必究

质量服务承诺: 如发现缺页、错页、倒装等印装质量问题, 可直接向承印厂调换。

服务电话: 010-82994975



目录

CONTENTS

第1轮复习

学生用书

第一单元 化学反应基础 1

第1讲 氧化还原反应 3

第2讲 离子反应与分散系 5

第二单元 物质结构 元素周期律 9

第3讲 元素周期表和元素周期律 10

第4讲 化学键 12

第三单元 金属及其化合物 15

第5讲 碱金属 17

第6讲 镁、铝及其化合物 19

第7讲 铁及金属材料 25

第四单元 非金属及其化合物 30

第8讲 卤素及其化合物 34

第9讲 氧族元素及其化合物 41

第10讲 氮族元素及其化合物 45

第11讲 碳族元素及其化合物 49

第五单元 化学反应原理 53

第12讲 化学能与热能 56

第13讲 化学能与电能 59

第14讲 化学反应速率与化学平衡 64

第15讲 化学平衡移动与计算 69

第16讲 化学平衡图象 73

第六单元 溶液中的离子平衡 76

第17讲 弱电解质的电离 77

第18讲 水的电离、pH与中和滴定 79

第19讲 盐类水解与难溶电解质的溶解平衡 82

第七单元 有机化学 84

第20讲 烃 87

第21讲 卤代烃、醇和酚 96

第22讲 醛、羧酸和酯 101

第23讲 基本营养物质 高分子材料 ... 106

第24讲 有机结构与同分异构体 111

第25讲 有机推断与合成 115

第八单元 化学计算 121

第26讲 化学计量 122

第27讲 化学基础计算 124

第九单元 化学实验 128

第28讲 化学实验基础 130

第29讲 物质检验、分离、提纯 138

第30讲 实验设计与评价 142

第31讲 综合实验探究 146

第十单元 生活与技术 153

第32讲 化学与生活素材及应用 155

第33讲 化学与技术素材及应用 161



第一单元

化学反应基础



考情点睛

氧化还原反应、离子反应是中学化学的核心内容,是高考命题的热点。氧化还原反应的考查一般以社会实际问题或典型实例为载体,考查对氧化还原反应有关概念的理解和应用。在复习时要注意理清概念之间的关系,提高运用氧化还原反应中的规律分析新问题的能力。离子反应的主要考查点有离子方程式的书写和离子共存的判断问题,题型一般是选择题。在复习中一是要强化训练,促进对基础知识的理解和应用,二是要通过总结归纳,掌握解题的方法和技巧。



感受高考

例1 (2009·广东) 常温下,往 H_2O_2 溶液中滴加少量 FeSO_4 溶液,可发生如下两个反应: $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$ 。下列说法正确的是 ()

- A. H_2O_2 的氧化性比 Fe^{3+} 强,其还原性比 Fe^{2+} 弱
- B. 在 H_2O_2 分解过程中,溶液的 pH 逐渐下降
- C. 在 H_2O_2 分解过程中, Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的总量保持不变
- D. H_2O_2 生产过程要严格避免混入 Fe^{2+}

解析 由氧化还原反应的氧化性、还原性强弱规律可知,氧化性是氧化剂大于氧化产物,还原性是还原剂大于还原产物,由第一个反应方程式可知,氧化剂 H_2O_2 的氧化性比氧化产物 Fe^{3+} 强,由第二个方程式可知,还原剂 H_2O_2 的还原性比还原产物 Fe^{2+} 强,所以 A 错误;第一个反应方程式和第二个反应方程式相加,即 H_2O_2 分解生成 H_2O 和 O_2 , H_2O_2 呈弱酸性,所以随着反应进行, pH 升高, B 错误; Fe^{3+} 或 Fe^{2+} 作催化剂,所以总量不变, C 正确;因为 Fe^{2+} 可导致 H_2O_2 分解,所以 H_2O_2 生产过程要避免混入 Fe^{2+} , D 正确。

答案: CD

例2 (2009·广东) 下列离子方程式正确的是 ()

- A. 向盐酸中滴加氨水: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$
- B. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶于氢碘酸: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- C. 铜溶于稀硝酸: $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \longrightarrow 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- D. 向 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液中通入足量氯气: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{SO}_3^{2-} + 4\text{Cl}^- + 6\text{H}^+$

解析 A 项中的氨水不能拆成离子; B 项应发生氧化还原反应; D 项氯气具有强氧化性将 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 氧化成 SO_4^{2-} , 正确的离子方程式应为 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + 8\text{Cl}^- + 10\text{H}^+$ 。

答案: C

例3 (2009·江苏) 在下列各溶液中, 离子一定能大量共存的是 ()

- A. 强碱性溶液中: K^+ 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
- B. 含有 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Fe}^{3+}$ 的溶液中: K^+ 、 Mg^{2+} 、 I^- 、 NO_3^-
- C. 含有 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Ca}^{2+}$ 的溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^-
- D. 室温下, pH=1 的溶液中: Na^+ 、 Fe^{3+} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}

解析 A 项, 强碱性溶液即存在大量的 OH^- , 所以 Al^{3+} 不能共存: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$; B 项, Fe^{3+} 和 I^- 因发生氧化还原反应而不能共存 ($2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$); C 项, Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 因发生复分解反应而不能共存。

答案: D

例4 (2008·山东) 黄铜矿 (CuFeS_2) 是制取铜及其化合物的主要原料之一, 还可以制备硫及铁的化合物。

(1) 冶炼铜的反应为 $8\text{CuFeS}_2 + 21\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 8\text{Cu} + 4\text{FeO} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 16\text{SO}_2$ 。若 CuFeS_2 中 Fe 的化合价为 +2, 反应中被还原的元素是 (填元素符号)。

(2) 上述冶炼过程中产生大量 SO_2 。下列处理方案合理的是 (填代号)。





- a. 高空排放
- b. 用于制备硫酸
- c. 用纯碱溶液吸收制 Na_2SO_3
- d. 用浓硫酸吸收

(3) 过二硫酸钾($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$)具有强氧化性, 可将 I^- 氧化为 I_2 :
 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$ 。通过改变反应途径, Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 均可催化上述反应。试用离子方程式表示 Fe^{3+} 对上述反应的催化过程: _____、_____
(不必配平)。

(4) 利用黄铜矿冶炼铜产生的炉渣(含 Fe_2O_3 、 FeO 、 SiO_2 、 Al_2O_3) 可制备 Fe_2O_3 。方法为

①用稀盐酸浸取炉渣, 过滤。

②滤液先氧化, 再加入过量 NaOH 溶液, 过滤, 将沉淀洗涤、干燥、煅烧得 Fe_2O_3 。

据以上信息回答下列问题:

- a. 除去 Al^{3+} 的离子方程式是 _____。
- b. 选用提供的试剂, 设计实验验证炉渣中含有 FeO 。

提供的试剂: 稀盐酸, 稀硫酸, KSCN 溶液, KMnO_4 溶液, NaOH 溶液, 碘水

所选试剂为 _____。证明炉渣中含有 FeO 的实验现象为 _____。

解析 (1) 若 CuFeS_2 中 Fe 的化合价为 +2, 则 Cu 化合价为 +2, S 化合价为 -2, 分析化学方程式两边元素化合价的变化可知, 化合价降低的元素被还原, 有 Cu 和 O 元素。

(2) 关于 SO_2 的吸收问题, 一是不能高空排放, 因为这样做没有从根本上解决污染问题; 二是不能用浓硫酸吸收, 因 SO_2 难

溶于浓硫酸。只有变废为宝, 才符合“绿色化学”的概念, 答案选 b、c。

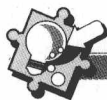
(3) 此题要从催化剂的本质出发, 作为催化剂的物质要参与有关反应, 但后来的反应必须又生成了催化剂。本题要求写出表示 Fe^{3+} 作催化剂的反应, 因此, 首先 Fe^{3+} 要参与反应, 即有反应 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$, 生成的 Fe^{2+} 又被 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 氧化生成了 Fe^{3+} 。此题若要求写出 Fe^{2+} 作催化剂的离子反应方程式, 就应写成如下方程式: $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} \longrightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{3+}$, $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$, 虽是两个相同反应方程式, 但由于二者前后顺序的颠倒, 却产生了本质的区别。

(4) 此题考查的是混合物的分离与提纯及常见离子的鉴别。因 Al_2O_3 溶于酸后生成了 Al^{3+} , Al^{3+} 又能与过量的 NaOH 反应生成可溶性的钠盐(NaAlO_2), 然后将溶液中的难溶物 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀过滤出来, 将沉淀洗涤、干燥、煅烧得 Fe_2O_3 。故除去 Al^{3+} 的离子方程式是 $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。要证明炉渣中含有 FeO 的方法, 最好是利用 Fe^{2+} 的还原性, 先将混合物溶于过量的稀硫酸中($\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$), 然后滴入 KMnO_4 溶液, 观察其是否褪色。注意所用酸不能是硝酸或盐酸, 因硝酸会将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ; 盐酸会还原 KMnO_4 溶液而使之褪色, 干扰了 Fe^{2+} 的检验。

答案: (1) Cu 、 O (2) b、c (3) $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$
 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} \longrightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{3+}$ (4) a. $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ b. 稀硫酸、 KMnO_4 溶液 稀硫酸浸取炉渣所得溶液能使 KMnO_4 溶液褪色



第1讲 氧化还原反应



知识与方法

1. 常温下常见的氧化剂和还原剂

强氧化剂: KMnO_4 , 浓 H_2SO_4 , HNO_3 , HClO , ClO^- , H_2O_2 , Na_2O_2 , Cl_2 , Br_2 , O_2 等。

强还原剂: 活泼金属如 Na , Mg , Al 等, H_2S , S^{2-} , SO_2 , SO_3^{2-} , I^- , Fe^{2+} 等。

有些含有中间价态元素的物质, 往往既具有氧化性, 又具有还原性。如 S , SO_2 , Fe^{2+} , I_2 , H_2O_2 等。

2. 一般来说, 氧化性: 氧化剂 > 氧化产物, 还原性: 还原剂 > 还原产物。



还原剂 氧化剂 还原产物 氧化产物

所以: 氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$, 还原性 $\text{I}^- > \text{Cl}^-$ 。

3. 酸碱性对氧化性的影响

(1) 影响氧化性强弱。如: 常温下, NO_3^- 在酸性条件下有氧化性, 在中性或碱性条件下无氧化性, 需要酸化才能表现出氧化性。又如: ClO^- 在酸性条件下比在碱性条件下氧化性更强。

(2) 影响还原产物。如 MnO_4^- 在酸性、中性、碱性条件下分别被还原成: Mn^{2+} 、 MnO_2 、 MnO_4^{2-} 。

4. 温度影响氧化性

如: 常温下, SO_4^{2-} 无氧化性, 加热时可以表现出氧化性。

在反应 $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3 \uparrow$ 中 SO_4^{2-} 作氧化剂。

5. 最高价元素未必有氧化性

如: 常温下, 稀硫酸、碳酸、硅酸、磷酸及相对应的盐中的 S 、 C 、 Si 、 P 元素无氧化性。

6. 氧化剂的氧化性越强, 其对应的还原产物还原性越弱

如: 最强的氧化剂 F_2 , 其还原产物 F^- 几乎无还原性。又如: 要比较 I^- 、 Fe^{2+} 的还原性谁强, 可以看 Fe^{3+} 、 I_2 的氧化性谁强。

7. 氧化还原反应产物的价态有时与反应物的量有关

如: 铁与过量稀硝酸反应, 生成 Fe^{3+} , 与少量稀硝酸反应, 生成 Fe^{2+} ; Zn 与氯化铁反应可生成铁或 Fe^{2+} ; 铜与浓硝酸反应, 还原产物为 NO_2 或 NO_2 与 NO 的混合物(浓变稀时); KI 溶液中滴加少量氯水, 生成 I_2 , 继续滴加至过量, I_2 进一步被氧化成 KIO_3 。

8. 注意歧化反应中转移电子数目的计算

如: Na_2O_2 与水反应中, 1 mol Na_2O_2 参加反应, 转移电子数不是 2 mol, 是 1 mol; 而有 1 mol 电子转移时, 作氧化剂的 Na_2O_2 不是 1 mol, 是 1/2 mol, 还有 1/2 mol 作还原剂。

9. 利用得失电子相等来列式是进行氧化还原反应有关计算的关键。



考点解剖

考点1 氧化性、还原性强弱比较

典型例题 铊(Tl)是某超导材料的组成元素之一, 与铝同族, 位于第6周期。 Tl^{3+} 与 Ag 在酸性介质中发生反应: $\text{Tl}^{3+} + 2\text{Ag} = \text{Tl}^+ + 2\text{Ag}^+$ 。下列推断正确的是 ()

- Tl^+ 的最外层有 1 个电子
- Tl^{3+} 的氧化性比 Al^{3+} 弱
- Tl 能形成 +3 价和 +1 价的化合物
- Tl^+ 的还原性比 Ag 强

解题分析 本题通过 Tl^{3+} 与 Ag 在酸性介质中发生反应: $\text{Tl}^{3+} + 2\text{Ag} = \text{Tl}^+ + 2\text{Ag}^+$, 考查氧化性、还原性强弱的比较。

从 $\text{Tl}^{3+} + 2\text{Ag} = \text{Tl}^+ + 2\text{Ag}^+$ 反应中得知, Tl 元素存在 Tl^{3+} 、 Tl^+ 两种离子, 能得出 Tl 元素有 +3 价和 +1 价。铊与铝同族, Tl 原子最外层有 3 个电子, 则 Tl^+ 最外层应有 2 个电子。 Tl 位于第 6 周期, 在铝的下方, 虽金属性 Tl 比 Al 强, 但从上述反应式得知, Tl^{3+} 的氧化性比 Ag^+ 强, 而 Ag^+ 的氧化性比 Al^{3+} 强(因为 Al 的还原性强于 Ag), 即 Tl^{3+} 的氧化性比 Al^{3+} 强。同理, Tl^+ 是还原产物, Ag 是还原剂, 所以, Tl^+ 的还原性比 Ag 弱。因此, 只有 C 答案正确。

参考答案 C

迁移训练

- 已知常温下, 在酸性环境中能发生下列反应: $2\text{BrO}_3^- + \text{Cl}_2 = 2\text{ClO}_3^- + \text{Br}_2$, $2\text{ClO}_3^- + \text{I}_2 = 2\text{IO}_3^- + \text{Cl}_2$, $2\text{BrO}_3^- + \text{I}_2 = 2\text{IO}_3^- + \text{Br}_2$ 。则在该环境中下列结论正确的是 ()
 - 氧化性: $\text{ClO}_3^- > \text{BrO}_3^- > \text{IO}_3^- > \text{Cl}_2$
 - 氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{ClO}_3^- > \text{BrO}_3^- > \text{IO}_3^-$
 - 还原性: $\text{I}_2 > \text{Br}_2 > \text{Cl}_2$
 - 还原性: $\text{I}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2$
- 常温下, 下列三个反应都能自发的向右进行: $2\text{D}^- + \text{A}_2$



$\text{---}2\text{A}^- + \text{D}_2, 2\text{B}^- + \text{D}_2 \text{---} 2\text{D}^- + \text{B}_2, 2\text{A}^- + \text{C}_2 \text{---} 2\text{C}^- + \text{A}_2$ 。由此得出正确结论是 ()

- A. A^- 、 B^- 、 C^- 、 D^- 中 C^- 还原性最强
- B. A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 中 C_2 的氧化性最弱
- C. $2\text{C}^- + \text{B}_2 \text{---} 2\text{B}^- + \text{C}_2$ 不能自发向右进行
- D. 还原性 $\text{A}^- > \text{B}^-$

考点② 转移电子数目的判断

典型例题 氮化铝(AlN , Al 和 N 的相对原子质量分别为 27 和 14)广泛应用于电子、陶瓷等工业领域。在一定条件下, AlN 可通过反应 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 3\text{C} \text{---} 2\text{AlN} + 3\text{CO}$ 合成。下列叙述正确的是 ()

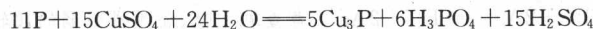
- A. 上述反应中, N_2 是还原剂, Al_2O_3 是氧化剂
- B. 上述反应中, 每生成 1 mol AlN 需转移 3 mol 电子
- C. AlN 中氮元素的化合价为 +3
- D. AlN 的摩尔质量为 41 g

解题分析 N 的化合价: $0 \rightarrow -3$, 化合价降低, N_2 作氧化剂, C 的化合价: $0 \rightarrow +2$, 化合价升高, C 作还原剂; Al 的化合价无改变, 所以既不是氧化剂也不是还原剂; 反应中, 每生成 1 mol AlN 需转移 3 mol 电子; AlN 的摩尔质量为 $41 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

参考答案 B

迁移训练

1. 对于白磷引起的中毒, 硫酸铜溶液是一种解毒剂, 有关反应如下:



下列关于该反应的说法正确的是 ()

- A. CuSO_4 发生了氧化反应
 - B. 生成 1 mol H_3PO_4 时, 有 10 mol 电子转移
 - C. 氧化产物和还原产物的物质的量之比为 6 : 5
 - D. 白磷只作还原剂
2. “神六”发射升空时推动上千吨的火箭和飞船的巨大能量是从哪里来的? 化学反应立下神功。火箭使用的燃料是偏二甲肼 $[(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2]$, 火箭升空时发生的化学反应为: $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2 + 2\text{N}_2\text{O}_4 \text{---} 2\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O} \uparrow$ 。下列有关该反应的说法正确的是 ()
- A. 该反应的氧化剂是偏二甲肼
 - B. 该反应进行时只有放热过程没有吸热过程
 - C. 该反应中氮元素的化合价升高
 - D. 该反应中每生成 1 mol CO_2 转移 8 mol 电子
3. 三氟化氮(NF_3)是无色无味气体, 它可由氨水和氟气反应制得: $4\text{NH}_3 + 3\text{F}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{NF}_3 + 3\text{NH}_4\text{F}$

下列有关 NF_3 的叙述正确的是 ()

- A. NF_3 的还原性比 NH_3 强

B. NF_3 的氧化性比 F_2 强

C. NF_3 既是氧化产物又是还原产物

D. 在反应中, 得到 1 mol NF_3 时转移 6 mol 电子

考点③ 运用电子守恒的计算

典型例题 锌与很稀的硝酸反应生成硝酸锌、硝酸铵和水。

当生成 1 mol 硝酸锌时, 被还原的硝酸的物质的量为 ()

- A. 2 mol
- B. 1 mol
- C. 0.5 mol
- D. 0.25 mol

解题分析 此题主要考查应用电子得失守恒来配平氧化还原反应: $\text{Zn} + \text{HNO}_3 (\text{稀}) \text{---} \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Zn}: 0 \rightarrow +2$, 化合价改变值为: $(2-0) \times 1 = 2$, $\text{N}: +5 \rightarrow -3$, 化合价的改变值为: $(5+3) \times 1 = 8$, 根据化合价升降总值相等得: 在 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 前配 4, NH_4NO_3 前配 1, 然后根据反应前后各元素的原子个数相等, 找出其他物质的化学计量数。配平后的化学方程式为 $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 (\text{稀}) \text{---} 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 当生成 1 mol 的 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 时, 被还原的 HNO_3 为 0.25 mol。本题也可直接根据电子得失守恒列式计算。

参考答案 D

迁移训练

1. 某 FeSO_4 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 H_2SO_4 的混合溶液 100 mL, 已知溶液中阳离子的浓度相同(不考虑水解), 且 SO_4^{2-} 的物质的量浓度为 6 mol/L, 则此溶液最多可溶解铁粉的质量为 ()
- A. 11.2 g
 - B. 16.8 g
 - C. 19.6 g
 - D. 22.4 g
2. 已知 $\text{M}_2\text{O}_n^{2-}$ 可与 R^{2-} 作用, R^{2-} 被氧化为 R 单质, $\text{M}_2\text{O}_n^{2-}$ 的还原产物中, M 为 +3 价; 又知 $c(\text{M}_2\text{O}_n^{2-}) = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液 100 mL 可与 $c(\text{R}^{2-}) = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液 150 mL 恰好完全反应, 则 n 值为 ()
- A. 4
 - B. 5
 - C. 6
 - D. 7
3. 某温度下, 将 Cl_2 通入 NaOH 溶液中, 反应得到 NaCl 、 NaClO 和 NaClO_3 的混合溶液, 经测定 ClO^- 与 ClO_3^- 的浓度之比为 1 : 3, 则 Cl_2 与 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 ()
- A. 21 : 5
 - B. 11 : 3
 - C. 3 : 1
 - D. 4 : 1

考点④ 氧化还原反应方程式的书写

典型例题 实验室可由软锰矿(主要成分为 MnO_2) 制备 KMnO_4 , 方法如下: 软锰矿与过量固体 KOH 和 KClO_3 在高温下反应, 生成锰酸钾(K_2MnO_4) 和 KCl , 用水溶解, 滤去残渣, 滤液酸化后, K_2MnO_4 转化为 MnO_2 和 KMnO_4 ; 滤去 MnO_2 沉淀, 浓缩滤液, 结晶得到深紫色的针状 KMnO_4 。





请回答:

(1) 软锰矿制备 K_2MnO_4 的化学方程式是_____。

(2) K_2MnO_4 制备 KMnO_4 的离子方程式是_____。

(3) KMnO_4 能与热的经硫酸酸化的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 反应生成 Mn^{2+} 和 CO_2 该反应的化学方程式是_____。

解题分析 (1) 主要考查氧化还原反应方程式的配平, 先根据化合价的升降总数相等, 在 MnO_2 和 K_2MnO_4 前分别配 3, KClO_3 和 KCl 前分别配 1, 再根据 H 和 O 原子数确定生成物中还有水。配平后的化学方程式为: $3\text{MnO}_2 + 6\text{KOH} + \text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{KCl} + 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 主要考查离子方程式的书写和缺项配平。 $3\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ = \text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 溶液中的 Mn^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 与 SO_4^{2-} 分别组合成 MnSO_4 、 K_2SO_4 、 Na_2SO_4 , 配平后的化学方程式为: $2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

参考答案

(1) $3\text{MnO}_2 + 6\text{KOH} + \text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{KCl} + 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

(2) $3\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ = \text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) $2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

迁移训练

1. (1) 请将 5 种物质: N_2O 、 FeSO_4 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 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。

_____ + _____ $\rightarrow$ _____ + _____ + _____ $+\text{H}_2\text{O}$

(2) 反应物中发生氧化反应的物质_____, 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化学计量数填入下列相应的位置中:

+ $\rightarrow$ _____

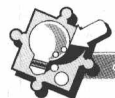
2. 写出下列反应的离子方程式:

(1) KI 溶液中加入过氧化钠: _____

(2) 硫化钠溶液在空气中久置, 变成浑浊: _____

(3) 乙醛使溴水褪色: _____

第 2 讲 离子反应与分散系



知识与方法

1. 书写离子方程式时不拆的有: 弱酸、弱碱、难溶物、金属氧化物和非金属氧化物、难电离的配合物 [如: $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 、 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 等]。

微溶物有时拆, 有时不拆。如: 反应物使用石灰水, 则拆; 使用固体或石灰乳则不拆; 生成氢氧化钙时, 一般出现沉淀, 则不拆。

2. 物质溶解性规律

CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 的盐的溶解性基本相同, 只有它们的钾钠铵盐可溶。

CH_3COO^- 、 HCO_3^- 、 H_2PO_4^- 的盐一般可溶。

3. 书写离子方程式的易错点

(1) 原理错。如 $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$, $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} = \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 \downarrow$ (应为双水解)。

(2) 拆与不拆错。如醋酸表示成 H^+ , 氨水表示成 OH^- 。

(3) 该用“ $\rightleftharpoons$ ”时用成“ $=$ ”。如水解、弱酸的电离, 双水解用“ $\rightleftharpoons$ ”。

(4) 忽略氧化还原反应, 当成复分解反应处理。如 $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{S}^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 与 HI 。

(5) 电荷或得失电子未配平。如 $\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(6) 多步反应合为一步。如 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$, $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$ 。

(7) 以偏概全。如 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

(8) 忽视反应物的量对反应产物的影响。如少量铁与稀硝酸: $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

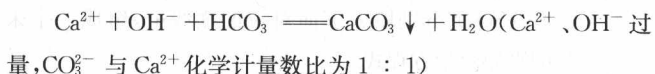
4. 与量有关的复杂的离子方程式

(1) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中加入过量 NaHCO_3 溶液

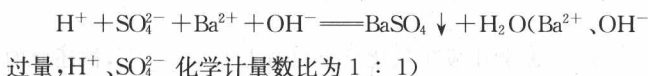


(HCO_3^- 过量, Ca^{2+} 、 OH^- 化学计量数比为 1 : 2)

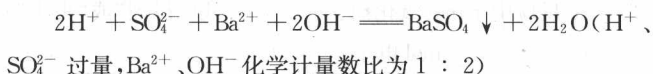
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中加入少量 NaHCO_3 溶液



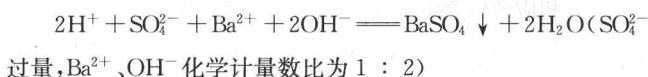
(2) NaHSO_4 溶液中加入过量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液



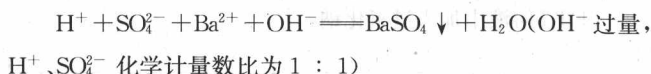
NaHSO_4 溶液中加入少量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液



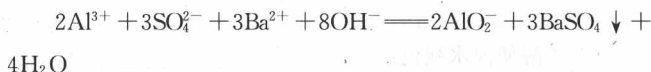
NaHSO_4 溶液中加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至溶液呈中性



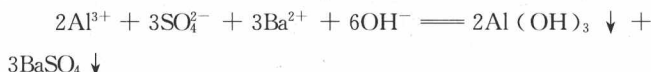
NaHSO_4 溶液中加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至沉淀最多



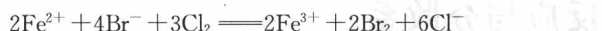
(3) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入过量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液



$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中逐滴滴入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至溶液呈中性



(4) FeBr_2 溶液通入过量氯水



FeBr_2 溶液通入少量氯水



FeBr_2 与 Cl_2 以物质的量之比 1 : 1 反应



5. 离子共存题易错点

(1) 忽视因发生氧化还原反应而不能共存

如: ClO^- 与 I^- 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 。

在酸性条件下 ClO^- 与 Cl^- ; 在酸性条件下 MnO_4^- 与 Cl^- ; 在酸性条件下 NO_3^- 与 Fe^{2+} ; 在酸性条件下 S^{2-} 与 SO_3^{2-} 。

在酸性条件下 SO_4^{2-} 无氧化性, 与还原性离子能共存; 在中性或碱性条件下 NO_3^- 无氧化性, 与还原性离子能共存; ClO^- 在任何条件下均有强氧化性。

(2) 辨析“可能”共存与“一定”可以共存的差别

如: 在由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol/L}$ 的溶液中, HCO_3^- 一定不能存在, 而 Mg^{2+} 可能存在(酸性溶液), 也可能不存在(碱性溶液)。

(3) 忽视因发生双水解而不能共存

如: Al^{3+} 与 S^{2-} ; Fe^{3+} 与 ClO^- ; NH_4^+ 与 AlO_2^- 。

6. 三种分散系的比较

分散系	溶液	胶体	悬(乳)浊液
分散系粒子的直径	$<1 \text{ nm}$	$1 \text{ nm} \sim 100 \text{ nm}$	$>100 \text{ nm}$
分散质粒子的组成	小分子或离子	大分子或分子集合体	许多分子的集合体
外观	均一、透明	均一、透明	不均一、不透明
能否透过滤纸	能	能	一般不能
能否透过半透膜	能	不能	不能
实例	食盐水、糖水	淀粉胶体、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	泥水

胶体的本质特征——分散质粒子的直径在 $1 \text{ nm} \sim 100 \text{ nm}$ 之间。

7. 胶体的性质

性质	定义	解释	应用
丁达尔现象	光束通过胶体时, 形成光亮的通路的现象	胶体分散质的粒子比溶液中溶质的粒子大, 使光波发生散射	区别溶液和胶体
布朗运动	在超显微镜下可观察到胶体粒子在不停地做无秩序的运动, 叫做布朗运动	水分子从各个方向撞击胶体粒子, 而每一瞬间胶体粒子在不同方向受的力是不相同的	——
电泳现象	在外加电场的作用下, 胶体粒子在分散剂里向电极做定向移动的现象	胶体粒子具有相对较大的表面积, 能吸附离子而带电荷	分离蛋白质、氨基酸; 血清电泳用于诊断疾病; 电泳电镀

8. 胶体稳定存在的原因、胶体所带电荷及胶体的聚沉



(1)胶体粒子具有相对较大的表面积,能吸附离子而带电荷,所以胶体粒子带电。同种胶体粒子带同种电荷,互相排斥而稳定存在。

(2)一般说来,金属的氢氧化物、金属氧化物的胶体粒子带正电荷;非金属氧化物、金属硫化物、硅酸胶体的胶体粒子带负电荷。

(3)中和胶体粒子所带的电荷,使胶体粒子聚集长大,形成颗粒较大的沉淀从分散剂里析出,这个过程叫做聚沉。加热,加电解质或带相反电荷的胶体,可使胶体发生聚沉。



考点解剖

考点1 判断离子能否共存

典型例题 在 $\text{pH}=13$ 的无色溶液中,可以大量共存的一组离子是 ()

- A. NH_4^+ 、 NO_3^- 、 K^+ 、 SO_4^{2-}
 B. CO_3^{2-} 、 NO_3^- 、 HCO_3^- 、 Na^+
 C. Na^+ 、 ClO^- 、 AlO_2^- 、 NO_3^-
 D. CrO_4^{2-} 、 K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-}

解题分析 $\text{pH}=13$,溶液中的 $c(\text{OH}^-)=0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,选项 A 中 NH_4^+ 与 OH^- 不能共存;选项 B 中 HCO_3^- 与 OH^- 不能共存;选项 D 中 CrO_4^{2-} 为黄色。

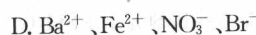
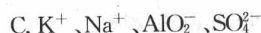
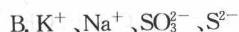
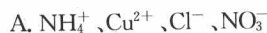
参考答案 C

迁移训练

- 下列各组离子一定能在指定环境中大量共存的是 ()
 - 在 $c(\text{HCO}_3^-)=0.1 \text{ mol/L}$ 的溶液中 Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-
 - pH 为 1 的溶液中 Fe^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
 - 水电离出来的 $c(\text{H}^+)=10^{-12} \text{ mol/L}$ 的溶液 K^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 ClO^-
 - pH 为 13 的溶液中 K^+ 、 SO_3^{2-} 、 Na^+ 、 S^{2-}
- 已知某溶液中存在较多的 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- ,则溶液中还可能大量存在的离子组是 ()
 - Al^{3+} 、 CH_3COO^- 、 Cl^-
 - Na^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^-
 - Mg^{2+} 、 Cl^- 、 Fe^{2+}
 - Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Br^-
- 下列各组离子在水溶液中能够大量共存,无论向溶液中加入哪种物质,只要由水电离产生的 $c(\text{OH}^-)=1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液中都会有沉淀生成。该组离子可能是 ()
 - Ba^{2+} 、 Na^+ 、 HSO_3^- 、 NO_3^-
 - K^+ 、 Na^+ 、 SiO_3^{2-} 、 AlO_2^-

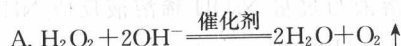


4. 室温下,强酸性和强碱性溶液中都不能共存的离子组是 ()



考点2 判断离子方程式是否正确

典型例题 下列离子方程式正确的是 ()



解题分析 选项 A 中方程式两边的电荷不守恒;选项 C 中得失电子数目不等。

参考答案 BD

迁移训练

- 下列离子方程式中正确的是 ()
 - H_2SO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与过量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液反应: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
 - Na_2CO_3 溶液中通入少量 CO_2 : $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HCO}_3^-$
 - CH_3COOH 溶液与 NaOH 溶液反应: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$
- 下列反应离子方程式正确的是 ()
 - 向氯化铝溶液中加入过量氢氧化钠溶液: $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 向苯酚钠溶液中通入二氧化碳: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- \longrightarrow 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_3^{2-}$
 - 向小苏打溶液中加入醋酸溶液: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 - 向溴化亚铁溶液中通入过量氯气: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$
- 下列反应的离子方程式正确的是 ()
 - 次氯酸钙溶液中通入过量二氧化碳: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$
 - 硫酸亚铁溶液中加入过氧化氢溶液: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

C. 用氨水吸收少量二氧化硫: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{HSO}_3^-$

D. 硝酸铁溶液中加入过量氨水: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$

4. 下列离子方程式正确的是 ()

A. 碳酸钠溶于水 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{OH}^-$

B. 少量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 NaHSO_4 溶液反应

$\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 氯化亚铁溶液中通入少量氯气 $\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

D. NH_4HCO_3 溶液与过量 NaOH 稀溶液反应 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

5. 下列反应的离子方程式正确的是 ()

A. 铜片插入氯化铁溶液中 $\text{Cu} + \text{Fe}^{3+} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^{2+}$

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

C. 向溴化亚铁溶液中通入过量的氯气 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

D. 向硫酸铝铵 $[\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2]$ 溶液中滴加足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 $\text{NH}_4^+ + \text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Ba}^{2+} + 5\text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$

考点 3 书写离子方程式

典型例题 已知高锰酸的氧化性大于硝酸, 在 Mn^{2+} 的溶液中加入 HNO_3 , 再加入 PbO_2 , 则反应体系显紫红色, 如果将硝酸改为盐酸则不显紫色, 写出两者的离子方程式: _____

解题分析 氧化还原离子方程式的书写一般按 3 步走: (1) 判断氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物, 据得失电子守恒配平 2 剂 2 产物的化学计量数; (2) 判断反应物中加“ H^+ ”或“ OH^- ”或“ H_2O ”, 及相应的生成物加什么, 判断的依据是题目条件和电荷守恒, 配平离子化学计量数; (3) 配平原子个数。

参考答案 $5\text{PbO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+ \longrightarrow 5\text{Pb}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

迁移训练

1. 观察如下反应, 总结规律, 然后完成下列问题:

① $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_4^- + \text{H}^+$

② $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

(1) 已知 $\text{B}(\text{OH})_3$ 是一元弱酸, 试写出其电离方程式

_____;

(2) 已知 N_2H_4 是二元弱碱, 试写出其两步电离方程式

2. 铝铵矾 $[\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ 是一种重要的工业原料, 将它溶于水配成溶液, 然后逐滴滴入 $\text{NaOH}(\text{aq})$, 已知: $\text{NH}_4^+ + \text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NH}_3 \uparrow$, 写出先后发生反应的离子方程式:

(1) _____;

(2) _____;

(3) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\text{OH}^-} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

(4) _____。

考点 4 胶体的概念和性质

典型例题 下列关于胶体和溶液的叙述正确的是 ()

A. 溶液呈电中性, 胶体带电荷

B. 溶液中溶质粒子一定不带电, 胶体中分散质粒子带有电荷

C. 通电后溶液中溶质粒子分别向两极移动, 胶体中分散质粒子向某一极移动

D. 胶体是一种比较稳定的分散系

解题分析 胶体和溶液一样是电中性的, 只是胶体粒子带电荷。溶液中溶质的粒子有的带电、有的不带电。由于非电解质溶液中溶质粒子不带电, 因此溶液中的粒子通电时也不一定向两极移动。

参考答案 D

迁移训练

1. 下列叙述正确的是 ()

A. 直径介于 $1\text{ nm} \sim 10\text{ nm}$ 之间的粒子称为胶体

B. 电泳现象可证明胶体属于电解质溶液

C. 利用丁达尔效应可以区别溶液与胶体

D. 胶体粒子很小, 可以透过半透膜

2. 下列事实与胶体性质无关的是 ()

A. 在豆浆里加入盐卤做豆腐

B. 河流入海处易形成沙洲

C. 一束平行光线照射蛋白质溶液时, 从侧面可看到光亮的通路

D. 在三氯化铁溶液中滴入氢氧化钠溶液出现红褐色沉淀



第二单元

物质结构 元素周期律



考情点睛

物质结构、元素周期律必修部分在高考题中一般以选择题出现,以考查周期律和化学键的基本知识为主,题目出现机会少,题目难度小。



感受高考

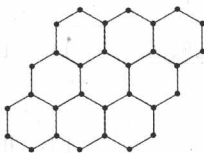
例 1 (2008·广东) 2007 年诺贝尔化学奖得主 Gerhard Ertl 对金属 Pt 表面催化 CO 氧化反应的模型进行了深入研究。下列关于 $^{202}_{78}\text{Pt}$ 的说法正确的是 ()

- A. $^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 $^{198}_{78}\text{Pt}$ 的质子数相同,互称为同位素
- B. $^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 $^{198}_{78}\text{Pt}$ 的中子数相同,互称为同位素
- C. $^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 $^{198}_{78}\text{Pt}$ 的核外电子数相同,是同一种核素
- D. $^{202}_{78}\text{Pt}$ 和 $^{198}_{78}\text{Pt}$ 的质量数不同,不能互称为同位素

解析 同位素定义:质子数相同,中子数不同的核素称为同位素。

答案:A

例 2 (2009·安徽) 石墨烯是由碳原子构成的单层片状结构的新材料(结构示意图如右),可由石墨剥离而成,具有极好的应用前景。下列说法正确的是 ()



- A. 石墨烯与石墨互为同位素
- B. 0.12 g 石墨烯中含有 6.02×10^{22} 个碳原子
- C. 石墨烯是一种有机物
- D. 石墨烯中的碳原子间以共价键结合

【解析】 同位素的研究对象是原子, A 选项错误; 0.12 g 石墨烯的物质的量为 0.01 mol, 所含碳原子个数为 $0.01N_A$, B 选项错误; 有机物一般含有碳、氢元素, C 选项错误; 由图示可知, 石墨烯中碳原子间均以共价键结合, D 选项正确。

答案:D

例 3 (2007·广东) C、Si、Ge、Sn 是同族元素, 该族元素单质及其化合物在材料、医药等方面有重要应用。请回答下列问题:

(1) C、Si、Sn 三种元素的单质中, 能够形成金属晶体的是

(2) 按要求指出下列氧化物的空间构型、成键方式或性质

① CO_2 分子的空间构型及碳氧之间的成键方式

② SiO_2 晶体的空间构型及硅氧之间的成键方式

③ 已知 SnO_2 是离子晶体, 写出其主要物理性质 (写出 2 条即可)。

(3) CO 可以和很多金属形成配合物, 如 $\text{Ni}(\text{CO})_4$, Ni 与 CO 之间的键型为

(4) 碳氧键的红外伸缩振动频率与键的强度成正比, 已知 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 中碳氧键的伸缩振动频率为 2060 cm^{-1} , CO 分子中碳氧键的伸缩振动频率为 2143 cm^{-1} , 则 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 中碳氧键的强度比 CO 分子中碳氧键的强度 (填字母)。

- A. 强
- B. 弱
- C. 相等
- D. 无法判断

解析 考查学生对原子结构和原子核外电子排布的了解, 对常见物质空间构型和化学键与物质性质的了解, 以及对原子晶体、金属晶体、简单配合物的结构的了解和对离子键形成的理解, 考查学生的归纳推理能力、信息迁移能力及其综合应用能力。

答案: (1) Sn (2) ① 直线形; 共价键 ② Si—O 通过共价键形成四面体结构, 四面体之间通过共价键形成空间网状结构; 共价键 ③ 熔融时能导电、较高的熔点 (3) 配位键 (4) B

例 4 (2009·天津) 下表为元素周期表的一部分, 请参照元素 ①~⑧ 在表中的位置, 用化学用语回答下列问题:

族 周期	I A							0
1	①	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	
2				②	③	④		
3	⑤		⑥	⑦			⑧	

(1)④、⑤、⑥的原子半径由大到小的顺序是_____。

(2)②、③、⑦的最高价含氧酸的酸性由强到弱的顺序是_____。

(3)①、④、⑤、⑧中的某些元素可形成既含离子键又含极性共价键的化合物,写出其中一种化合物的电子式:_____。

(4)由表中两种元素的原子按 1:1 组成的常见液态化合物的稀溶液易被催化分解,可使用的催化剂为(填序号)_____。

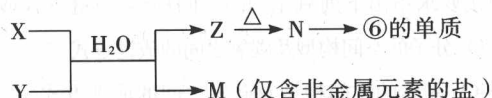
a. MnO_2

b. FeCl_3

c. Na_2SO_3

d. KMnO_4

(5)由表中元素形成的常见物质 X、Y、Z、M、N 可发生以下反应:



X 溶液与 Y 溶液反应的离子方程式为_____。

N→⑥的单质的化学方程式为_____。

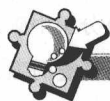
常温下,为使 0.1 mol/L M 溶液中由 M 电离的阴、阳离子浓度相等,应向溶液中加入一定量的 Y 溶液至_____。

解析 (5)本小题突破口在于 Z 加热分解得到 N, N 可以得到 Al, 说明 N 是 Al_2O_3 , Z 是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。M 是仅含非金属元素的盐可推知为铵盐。结合①~⑧的各元素,可知 X 和 Y 的水溶液反应,就是 AlCl_3 和 NH_3 的水溶液反应。最后一空,其实就是 NH_4Cl 溶液,呈酸性,要使 NH_4^+ 和 Cl^- 浓度相等,根据电荷守恒可得,只要通氨气使溶液呈中性即可。

答案: (1) $\text{Na} > \text{Al} > \text{O}$ (2) $\text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$ (3)

$\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:H}]^-$ 或 $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$ (4)ab (5) $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ $2\text{Al}_2\text{O}_3 (\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$ 溶液的 pH 等于 7

第 3 讲 元素周期表和元素周期律



知识与方法

1. 元素周期表结构

(1) 族与列关系

列数	1	2	3	4	5	6	7	8,9,10	11	12	13	14	15	16	17	18
主族	I A	II A									III A	IV A	V A	VI A	VII A	
副族			III B	IV B	V B	VI B	VII B		I B	II B						
其他族								VIII								零族

(2) 每周期排满时元素种类:

周期	一	二	三	四	五	六	七	八
元素种类	2	8	8	18	18	32	32	50



2. 元素周期律

(1) 同周期从左到右, 同主族从下到上:

递增的有: 非金属性、非金属单质的氧化性、非金属氢化物的稳定性、最高价含氧酸的酸性(F、O无正化合价)。

递减的有: 金属性、金属单质的还原性、非金属阴离子的还原性、碱的碱性。

(2) 同周期从左到右, 原子半径递减(稀有气体除外)。同主族从上到下, 原子半径递增。

(3) 同周期从左到右, 第一电离能递增(铍和氮、镁和磷反常)。同主族从上到下, 第一电离能递减。

(4) 同周期从左到右, 同主族从下到上元素电负性递增。

3. 简单粒子半径的比较方法

原子半径	1. 电子层数相同时, 随原子序数递增, 原子半径减小。例: $r(\text{Na}) > r(\text{Mg}) > r(\text{Al}) > r(\text{Si}) > r(\text{P}) > r(\text{S}) > r(\text{Cl})$ 2. 最外层电子数相同时, 随电子层数递增原子半径增大。例: $r(\text{Li}) < r(\text{Na}) < r(\text{K}) < r(\text{Rb}) < r(\text{Cs})$
离子半径	1. 同种元素的离子半径: 阴离子大于原子, 原子大于阳离子, 低价阳离子大于高价阳离子。例: $r(\text{Cl}^-) > r(\text{Cl}), r(\text{Fe}) > r(\text{Fe}^{2+}) > r(\text{Fe}^{3+})$ 2. 电子层结构相同的离子, 核电荷数越大, 半径越小。例: $r(\text{O}^{2-}) > r(\text{F}^-) > r(\text{Na}^+) > r(\text{Mg}^{2+}) > r(\text{Al}^{3+})$ 3. 带相同电荷的离子, 电子层越多, 半径越大。例: $r(\text{Li}^+) < r(\text{Na}^+) < r(\text{K}^+) < r(\text{Rb}^+) < r(\text{Cs}^+); r(\text{O}^{2-}) < r(\text{S}^{2-}) < r(\text{Se}^{2-}) < r(\text{Te}^{2-})$ 4. 带电荷、电子层均不同的离子可选一种离子参照比较。例: 比较 $r(\text{K}^+)$ 与 $r(\text{Mg}^{2+})$ 可选 $r(\text{Na}^+)$ 为参照可知 $r(\text{K}^+) > r(\text{Na}^+) > r(\text{Mg}^{2+})$



考点解剖

考点 1 元素周期表的结构

典型例题 下列叙述中正确的是 ()

- A. 除零族元素外, 短周期元素的最高化合价在数值上都等于该元素所属的族序数
- B. 除短周期外, 其他周期均有 18 种元素
- C. 副族元素中没有非金属元素
- D. 碱金属元素是指 I A 族的所有元素

解题分析 氧无+6价, 氟无+7价, 第六、七周期均多于 18 种元素, 碱金属不含 I A 族的氢。

参考答案 C

迁移训练

1. A 和 B 是短周期元素, A^{2-} 与 B^+ 的核外电子总数之差为 8, 则下列说法正确的是 ()

- A. A 和 B 的原子序数之差为 8
- B. A 和 B 原子的最外层电子数之和为 8
- C. A 和 B 原子的最外层电子数之差为 7
- D. A 和 B 原子的核外电子数总和可能为 11

2. 短周期元素 X 和 Y, X 原子的电子层数为 n , 最外层电子数为 $(2n+1)$, Y 原子最外层电子数是次外层电子数的 3 倍。下列说法一定正确的是 ()

- A. X 和 Y 都是非金属元素, 其中 X 的最高化合价为 +5 价
- B. X 与 Y 所能形成的氧化物都是酸性氧化物
- C. 元素 X 可形成化学式为 KXO_3 的盐
- D. X 的氢化物极易溶于水, 可以用来做喷泉实验

考点 2 元素性质的周期性

典型例题 下列说法正确的是 ()

- A. SiH_4 比 CH_4 稳定
- B. O^{2-} 半径比 F^- 的小
- C. Na 和 Cs 属于第 I A 族元素, Cs 失电子能力比 Na 的强
- D. P 和 As 属于第 VA 族元素, H_3PO_4 酸性比 H_3AsO_4 的弱

解题分析 SiH_4 比 CH_4 不稳定, O^{2-} 半径比 F^- 的大, H_3PO_4 酸性比 H_3AsO_4 的强。

参考答案 C

迁移训练

1. 下列排列顺序正确的是 ()

- ①热稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{HF} > \text{H}_2\text{S}$
- ②原子半径: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{O}$
- ③酸性: $\text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HClO}_4$
- ④结合质子能力: $\text{OH}^- > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{Cl}^-$
- A. ①③ B. ②④
- C. ①④ D. ②③

2. R、M、T、G、J 为原子序数依次递增的同一短周期主族元素, 下列说法一定正确的是 (m, n 均为正整数) ()

- A. 若 R、M 的最高价氧化物的水化物均为碱, 则 $\text{R}(\text{OH})_m$ 的碱性一定比 $\text{M}(\text{OH})_{n+1}$ 的碱性强
- B. H_nJO_m 为强酸, 则 G 是位于 V A 族以后的活泼非金属元素
- C. 若 T 的最低化合价为 -3, 则 J 的最高正化合价为 +6
- D. 若 M 的最高正化合价为 +4, 则五种元素都是非金属元素

第4讲 化学键



知识与方法

一、共价键

化学键有3种:离子键、共价键、金属键。由同种元素的两个原子形成的共价键叫非极性键,由不同种元素的两个原子形成的共价键叫极性键。非极性键可存在于离子化合物中,如: Na_2O_2 、 CaC_2 ;也可存在于共价化合物中,如乙烯中的 $\text{C}=\text{C}$, 肼中的 $\text{N}-\text{N}$ 键,双氧水中的 $\text{O}-\text{O}$ 键。 $\text{H}-\text{F}$ 键极性最大。

二、分子性质

1. 分子极性的判断方法

分子中正电中心和负电中心重合,这是判断非极性分子的最终依据。

一般含有对称中心的分子一定为非极性分子。

AB_n 型分子若 A 的化合价的绝对值等于族序数,则为非极性分子(如 CCl_4)。若不等,为极性分子(如 NF_3)。

AB_3 型分子若分子形状为三角锥形,则为极性分子,如: NH_3 、 NCl_3 、 PCl_3 ;若为平面三角形,则为非极性分子,如: BF_3 。

AB_2 型分子若呈直线形,则为非极性分子,如: BeCl_2 、 CO_2 、 CS_2 ;若为 V 形,则为极性分子,如: H_2O 、 SO_2 、 H_2S 、 NO_2 等。

AB_4 型分子不管是正四面体形或平面四边形,均为非极性分子。

2. 氢键及其对性质的影响

形成氢键的条件: $\text{X}-\text{H}\cdots\text{X}$, X 为 F、O、N 3 种元素。同种分子间能形成氢键的物质有 HF 、 NH_3 、 H_2O 、 N_2H_4 、 H_2O_2 、醇、酚、含氧酸、羧酸、胺、氨基酸、蛋白质、糖类、DNA 等含羟基或氨基的物质。还有醛、酮、醚可以与水分子形成氢键。

氢键有方向性和饱和性,但仍属于分子间作用力的一种。

分子间形成氢键使分子缔合,熔沸点升高,如 $(\text{HF})_2$ 、 $(\text{HCOOH})_2$ 是氢键作用的结果。

溶质分子与水分子形成氢键,彼此缔合,使溶解度增大。如 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

分子内形成氢键,削弱了分子间氢键,使沸点降低。如邻苯二甲酸(易形成分子内氢键)沸点低于对苯二甲酸。

3. 溶解性

相似相溶原理:溶质与溶剂分子的极性相近,溶解度大。

三、晶体结构

3 种原子晶体

金刚石:网状结构,每个碳原子连结 4 个碳,围成正四面体空隙,最小的环为立体的六边形。1 mol 金刚石含 2 mol $\text{C}-\text{C}$ 键。

石墨(实际上是混合型晶体):层状结构,每个碳原子连结 3 个碳,围成正三角形空隙,最小的环为平面的六边形。1 mol 石墨含 1.5 mol 碳碳键(不是单键)。石墨中碳碳键的键能大于金刚石中碳碳键的键能。

二氧化硅:在金刚石的基础上,每两个碳原子间加 1 个硅原子。1 mol 二氧化硅中含 4 mol $\text{Si}-\text{O}$ 。

四、影响晶体熔、沸点的因素

1. 熔、沸点一般规律:原子晶体 $>$ 离子晶体(金属晶体) $>$ 分子晶体,可能出现交叉和交错。

2. 半径小,共价键强,原子晶体熔点越高, $\text{C} > \text{SiO}_2 > \text{SiC} > \text{Si}$;半径小,金属键强,金属晶体熔点越高, $\text{Al} > \text{Mg} > \text{Na}$ 。

3. 离子键的强弱决定离子晶体的熔点的高低。

影响离子键强弱的因素有

①与正负离子的电荷成正比;

②与核间距成反比(与半径成反比)。

如:半径 $\text{Al}^{3+} < \text{Mg}^{2+} < \text{Na}^+$, 电荷数 $\text{Al}^{3+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$, 所以熔点 $\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{MgO} > \text{Na}_2\text{O}$ 。

4. 分子间作用力越大,分子晶体熔点、沸点也会越高。相同类型的分子晶体,分子间形成氢键熔点高;不形成氢键时,相对分子质量大,熔点高。 $\text{HF} > \text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$ 。 HF 、 H_2O 、 NH_3 的沸点在同主族元素的氢化物中反常(不是最低,而是最高)。

5. 金属键的强弱决定金属晶体的熔点和硬度。

金属原子半径越小,金属离子电荷数越高,金属键越强。

同主族金属单质从上到下,熔点越来越低。如:熔点: $\text{Li} > \text{Na} > \text{K} > \text{Rb}$ 。

同周期主族金属单质从左到右,熔点越来越高。如:熔点 $\text{Al} > \text{Mg} > \text{Na}$ 。



考点解剖

考点 1 化学键

典型例题 下列叙述正确的是 ()

A. 1 个甘氨酸分子 $[\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}]$ 中存在 9 对共用电子



B. PCl_3 和 BCl_3 分子中所有原子的最外层都达到 8 电子稳定结构

C. H_2S 和 CS_2 分子都是含极性键的极性分子

D. 熔点由高到低的顺序是: 金刚石 > 碳化硅 > 晶体硅

解题分析 甘氨酸的结构简式为 CH_2-COOH , 在分子每



个单键存在 1 对共用电子对, 每个双键存在 2 对共用电子对, 在甘氨酸分子中共存在 10 对共用电子对, 所以 A 错; B 原子最外层有 3 个电子, 所以在 BCl_3 分子中 B 原子周围没有达到 8 电子稳定结构, 故 B 错; CS_2 结构对称, 是含有极性键的非极性分子, 所以 C 错; 由于原子半径: $\text{C} < \text{Si}$, 所以键长: $\text{C}-\text{C} < \text{C}-\text{Si} < \text{Si}-\text{Si}$, 根据键长越短, 键能越大, 熔沸点越高, 所以金刚石 > 碳化硅 > 晶体硅, 故 D 对。

参考答案 D

迁移训练

1. 对于 IV A 族元素, 下列叙述中不正确的是 ()

A. SiO_2 和 CO_2 中, Si 和 O、C 和 O 之间都是共价键

B. Si、C、Ge 的最外层电子数都是 4, 次外层电子数都是 8

C. SiO_2 和 CO_2 都是酸性氧化物, 在一定条件下都能和氧化钙反应

D. 该族元素的主要化合价是 +4 和 +2

2. 研究表明: H_2O_2 具有立体结构, 两个氢原子像在半展开一本书的两页上, 两页纸面的夹角为 94° , 氧原子在书的夹缝上, O—H 键与 O—O 键之间的夹角为 97° 。下列说法错误的是 ()

A. H_2O_2 分子的结构式: $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$

B. H_2O_2 分子中既含有极性键又含有非极性键

C. H_2O_2 分子为非极性分子

D. H_2O_2 为极性分子

3. 下列分子中所有原子都满足最外层 8 电子结构的是 ()

A. 光气 (COCl_2)

B. 六氟化硫

C. 二氟化氙

D. 三氯化硼

4. 下列反应过程中, 同时有离子键、极性共价键和非极性共价键的断裂和形成的反应是 ()

A. $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$

B. $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3$

C. $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$

D. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$

考点 2 判断分子极性

典型例题 能说明 SO_3 分子的四个原子在同一平面的理由是 ()

A. S—O 键间键角为 $109^\circ 28'$

B. SO_3 分子是非极性分子

C. 三个 S—O 的键能相同

D. 三个 S—O 的键长相等

解题分析 区分 SO_3 分子是平面三角形还是三角锥形, 可以看键角, 也可以看分子的极性。

参考答案 B

迁移训练

1. 下列各组分子中, 都属于只含极性键的非极性分子的是 ()

A. CO_2 , BF_3

B. C_2H_4 , CH_4

C. N_2 , CO_2

D. NH_3 , C_2H_6

2. 在极性分子中, 正电荷重心与负电荷重心间的距离称偶极长, 通常用 d 表示。极性分子的极性强度同偶极长和正(或负)电荷重心的电量(q)有关, 一般用偶极矩(μ)来衡量。分子的偶极矩定义为偶极长和偶极上一端电荷电量的乘积, 即 $\mu = d \cdot q$ 。试回答以下问题:

(1) HCl 、 CS_2 、 H_2S 、 SO_2 4 种分子中 $\mu = 0$ 的是_____。

(2) 实验测得: $\mu(\text{PF}_3) = 1.03$ 德拜, $\mu(\text{BCl}_3) = 0$ 德拜。由此可知, PF_3 分子是_____构型, BCl_3 分子是_____构型。

(3) 抗癌药 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ 具有平面四边形结构, Pt 处在四边形中心, NH_3 和 Cl 分别处在四边形的 4 个角上。已知该化合物有两种异构体, 棕黄色者 $\mu > 0$, 淡黄色者 $\mu = 0$ 。试画出两种异构体的构型图, 并比较在水中的溶解度。

构型图: 淡黄色_____;

棕黄色_____;

在水中溶解度较大的是_____。

3. NH_3 、 H_2S 等是极性分子, CO_2 、 BF_3 、 CCl_4 等是极性键构成的非极性分子, 根据上述实例可推出 AB_n 型分子是非极性分子的经验规律是 ()

A. 分子中不能含有氢原子

B. 在 AB_n 分子中 A 的相对原子质量应小于 B 的相对原子质量

C. 在 AB_n 中 A 原子没有孤对电子

D. 分子中每个共价键的键长应相等

考点 3 判断等电子体

典型例题 下表中上、下两横行分别是含碳、含氮的物质。纵行, 如 CH_4 、 NH_4^+ 互为等电子体(原子数相同、电子数相同)。请在表中空格里填入 4 种相关物质的化学式。

CH_4	CO_3^{2-}		$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	
NH_4^+		NO_2^+		N_2