



名师手把手

依据教育部最新《考试说明》学科标准 编写

2005 高考版

丛书主编 辛勤之

本册主编 马戎戎

名师手把手
苦心追求
心系考生
笔耕忙
名师手把手
天长地久
名师手把手
应有尽有
名师手把手
全面发展
名师手把手
金榜题名

化学

高考总复习

北京工业大学出版社

前言

“等闲识得东风面，万紫千红总是春”。沐浴着和煦的春风，《名师手把手》系列丛书编委会，依据教育部最新颁布的《课程标准》和最新《考试说明》的要求，对新版《名师手把手》系列丛书及其配套图书进行了全面而系统的修订。

本丛书以2004年全国高考《考试说明》为依据，以最新高考试题为蓝本进行了精编。本书备考理念新，考点扣得紧，试题容量大，前沿信息多，知识发掘深，思维方式活，模拟高考真，练习设计巧，训练有效度高，可操作性强，富有时代气息。

本丛书化学分册按《教材》的顺序安排章节，每节分别设计了“考纲定位”“知能梳理”“例题点析”“题型解读”“命题走向”“误区点窍”“临场技巧”“仿真题演练”“前沿题精练”“前瞻题巧练”“猜题练兵场”等栏目；每章后设有“实验考点聚焦”“单元限时检测”，栏目开设齐全，题型模拟高考，备考采点科学。

“考纲定位”通过对《考试说明》的阐释，从宏观上解决“考什么”的问题。与该栏目为友，可以使你明确方向，有的放矢，少走弯路，提高备考的针对性。

“知能梳理”是对该章知识点和能力点的梳理与整合，知能归类恰当，梳理脉络清晰。与该栏目为友，可以使你系统地把握该章的基本知识，快速实现能力转化，消除备考死角。

“例题点析”以近年的高考试题为对象，条分缕析，妙语点悟。阅读该栏目，你可以号准高考脉搏，对“怎样考”做到心中有数。

“题型解读”透过试题表面，破译出本节内容在高考试题中可能的考查方式，使您可以直接透视高考题型，找到备考捷径。

“命题走向”纵观近年高考，把握命题动向，预测未来试题的趋向。与该栏目为友，可以使你高屋建瓴，搞好备考心理定位，做到未雨绸缪。

“误区点窍”针对考生在应试中出现的思维误区及时疏导。与该栏目为友，可以使你穿云破雾，走出迷阵，驶向坦途。

“临场技巧”立足考场实际，突破传统程式，找到最佳答题门径。与该栏目为友，可以帮你减少临场失误，提高应试技能。

“仿真题演练”模拟高考样式，把该章的基本知识和运用能力编撰成难度适中的习题。与该栏目为友，可以使你紧扣考题，夯实基础，悟出真谛，为完善素质奠定坚实基础。

“前沿题精练”精编前沿性习题进行训练，训练有效度高。与该栏目为友，可以使你站在备考前沿，减少盲目性。

“前瞻题巧练”着眼于试题未来的发展动向精编习题。与该栏目为友，可以使你走在高考的最前列。

“猜题练兵场”突出“猜”字精编习题，对该章的学习内容做实战练习。与该栏目为友，你可以对该章的复习有着正确的评价。

“实验考点聚焦”对每章所涉及的考点进行归纳分析，增强了针对性。与该栏目为友，可以使你将知识化整为零，各个击破，提高复习效率。

“单元限时检测”从全局战略目标出发，精编习题，对本章节的学习情况进行限时检查验收。评估试题层级分明。与该栏目为友，你可以对本章节的复习有着正确的评价，以便及时查漏补缺。

收获是甜蜜的，但收获前的耕耘却是苦涩的；风雨是狂暴的，但风雨后的彩虹却是绚丽的；理想是完美的，但追求完美理想的过程却是曲折的；金榜题名固然灿烂，但金榜题名前却凝结了十年寒窗的艰辛与挫折。愿神州大地万千学子在《名师手把手》系列丛书的悉心呵护下，走过挫折，走出泥污，陶醉在美丽的春天里，陶醉在灿烂的人生里。

编者

2004年5月于北京

目 录

第一章 化学反应及其能量变化			
第一节 氧化还原反应	1	第二节 化学平衡及其移动	133
第二节 离子反应	6	第三节 合成氨条件的选择	
第三节 化学反应中的能量变化	10	化学平衡的计算	137
实验考点聚焦	15	实验考点聚焦	141
单元限时检测	17	单元限时检测	143
第二章 碱金属		第十章 电离平衡 胶体	
第一节 钠及其化合物	19	第一节 电离平衡	145
第二节 碱金属元素	23	第二节 水的电离和溶液的 pH	149
实验考点聚焦	27	第三节 盐类的水解 酸碱中和滴定	153
单元限时检测	28	第四节 胶体的性质及应用	158
第三章 物质的量		实验考点聚焦	161
第一节 物质的量	29	单元限时检测	163
第二节 气体摩尔体积	32	第十一章 几种重要的金属	
第三节 物质的量浓度	36	第一节 镁和铝	165
实验考点聚焦	39	第二节 铁和铁的化合物 金属的冶炼	170
单元限时检测	41	第三节 电化学知识	175
第四章 卤素		实验考点聚焦	180
第一节 氯气	43	单元限时检测	181
第二节 卤族元素	47	第十二章 烃	
第三节 物质的量应用于化学方程式的计算	51	第一节 甲烷 烷烃	183
实验考点聚焦	55	第二节 烯烃 炔烃	187
单元限时检测	58	第三节 苯 芳香烃	192
第五章 物质结构 元素周期律		第四节 石油 煤	197
第一节 原子结构	59	实验考点聚焦	200
第二节 元素周期律 元素周期表	62	单元限时检测	203
第三节 化学键	66	第十三章 烃的衍生物	
第四节 非极性分子和极性分子	69	第一节 溴乙烷 卤代烃	205
第五节 晶体的类型与性质	72	第二节 醇和酚	209
实验考点聚焦	75	第三节 乙醛 醛类	213
单元限时检测	77	第四节 乙酸 羧酸	217
第六章 硫和硫的化合物 硫酸工业及环境保护		实验考点聚焦	222
第一节 氧族元素	79	单元限时检测	225
第二节 二氧化硫	83	第十四章 糖类 油脂 蛋白质	
第三节 硫酸	87	第一节 糖类	227
第四节 硫酸的工业制法 环境保护	91	第二节 油脂	231
实验考点聚焦	96	第三节 蛋白质	234
单元限时检测	99	实验考点聚焦	238
第七章 碳族元素		单元限时检测	239
第一节 碳族元素 硅及其化合物	101	第十五章 合成材料	
第二节 新型无机非金属材料	106	第一节 有机高分子化合物简介	241
实验考点聚焦	109	第二节 合成材料 新型有机高分子材料	246
单元限时检测	111	实验考点聚焦	250
第八章 氮族元素		单元限时检测	251
第一节 氮和磷	113	第十六章 化学实验方案的设计	
第二节 氨和铵盐	117	第一节 制备实验方案的设计	253
第三节 硝酸	122	第二节 性质实验方案的设计	258
实验考点聚焦	125	第三节 物质检验实验方案的设计	262
单元限时检测	127	单元限时检测	265
第九章 化学平衡		2005 年高考综合模拟题	267
第一节 化学反应速率	129	参考答案	271

第一章 化学反应及其能量变化

本章是高中化学的重点章节,它包括氧化还原反应、离子反应和能量变化三方面的内容。纵观近年来的高考情况,氧化还原反应和离子反应都是必考的热点知识。从高考试题的变化趋势看,氧化还原反应知识点的考查在对有关概念的理解、物质的氧化性和还原性强弱比较、方程式配平考查的基础上,还常与物质的分析推断、化学计算结合在一起。如:通过计算确定氧化产物或还原产物等。此外,运用氧化还原知识解释和解决一些生活、生产、环保和能源方面的问题,也是今后命题的

方向。关于离子反应和离子方程式的考查,一是判断离子方程式的正误和离子是否大量共存,考查方式多为选择题型,此类型的题目仍将保留;二是越来越注重有关知识的迁移应用的考查,如信息给予题和综合应用计算题。化学反应中的能量变化与能源问题紧密相关,由于能源问题成为社会热点,有关能源问题会成为试题的热点。预计今后考查化学反应的能量变化的内容将不断拓宽,题型会有新的变化,也可能成为学科间综合命题的热点。

第一节 氧化还原反应

考纲定位

1. 了解化学反应的分类方法,掌握化学反应的四种基本类型。
2. 理解氧化还原的特征,并以此判定氧化还原反应。
3. 理解氧化还原反应的相关概念及相互关系,学会判定氧化剂、还原剂相对强弱的方法。掌握氧化还原方程式配平的基本方法。
4. 理解氧化还原的本质,并能应用于相关计算。

知能梳理

1. 氧化还原反应的基本概念

(1) 氧化还原反应的本质和特征

- ① 本质:有电子转移(得失或偏移)。
- ② 特征:反应前后元素的化合价有变化。

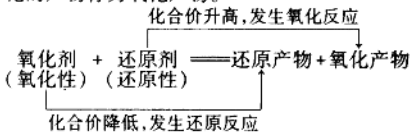
(2) 有关概念

① 氧化与还原:失去电子(或共用电子对偏离)的变化称为氧化;得到电子(或共用电子对偏向)的变化称为还原。

② 氧化剂与还原剂:在化学反应中,得到电子的物质称为氧化剂;失去电子的物质称为还原剂。

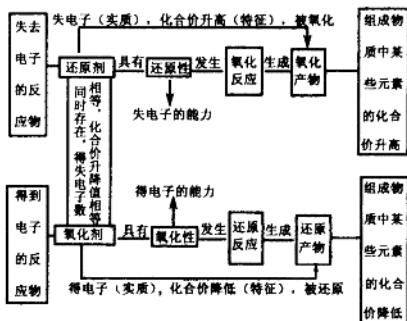
③ 氧化性与还原性:氧化剂具有氧化性;还原剂具有还原性。

④ 氧化产物和还原产物:氧化剂在反应中得到电子被还原的产物称为还原产物;还原剂在反应中失去电子被氧化的产物称为氧化产物。



(3) 氧化还原反应的联系和区别

氧化还原反应有关概念的联系和区别可用如下框图表示:

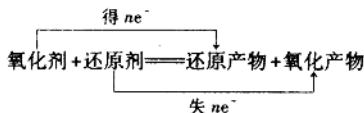


2. 氧化还原反应的判断

凡是有元素化合价升降的化学反应就是氧化还原反应。元素化合价均没有改变的化学反应就是非氧化还原反应。

3. 氧化还原反应的表示方法

(1) 双线桥(双箭头)



注意事项:①箭头必须由反应物指向生成物,且两端对准同种元素。

②在“桥”上标明电子的“得”与“失”,且电子总数相等。

③箭头方向不代表电子转移方向,仅表示电子转移的前后变化。

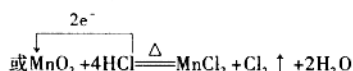
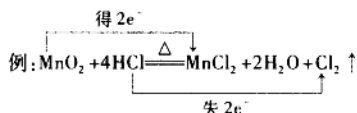
(2) 单线桥(单箭头)



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

②箭头方向表明电子转移的方向,因此无需注明电子的“得”与“失”。

③电子数目只写成总数形式。



4. 氧化还原反应方程式的配平

①一标:正确标出反应前后价态变化元素的化合价。

②二等:求最小公倍数以使化合价升降总值相等。

③三定:确定氧化剂与还原剂、氧化产物与还原产物的系数。

④四平:根据原子守恒规律,用观察法配平其他物质的系数。

⑤五查:检查是否符合原子守恒和电子守恒。

5. 常见的氧化剂和还原剂

常见的氧化剂有:①非金属单质 X_2 、 O_2 、 S 等;②高价金属阳离子 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 等;③高价或较高价含氧化合物 MnO_2 、 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 H_2SO_4 (浓)、 HClO_4 、 HClO_3 、 HClO 等。

常见的还原剂有:①活泼或较活泼的金属 K 、 Na 、 Mg 、 Al 、 Zn 、 Fe 等;②低价金属阳离子 Fe^{2+} 等;③非金属阴离子 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 S^{2-} 等;④较低价的化合物 CO 、 H_2S 、 SO_2 、 H_2SO_3 、 Na_2SO_3 、 NH_3 等。

在含可变价元素的化合物中,具有中间价态元素的物质(单质或化合物)既可做氧化剂,又可做还原剂。例如 Cl_2 、 H_2O_2 、 Fe^{2+} 、 SO_2 、 H_2SO_3 等既具有氧化性,又具有还原性。

6. 氧化性、还原性强弱的判断

(1)氧化性是指得电子的性质(或能力)。

还原性是指失电子的性质(或能力)。

(2)氧化性、还原性的强弱取决于得、失电子的难易程度,与得、失电子数目的多少无关。如: $\text{Na} - e^- \longrightarrow \text{Na}^+$, $\text{Al} - 3e^- \longrightarrow \text{Al}^{3+}$, 但根据金属活动性顺序表, Na 比 Al 活泼,更易失去电子,所以 Na 比 Al 的还原性强。

从元素的价态考虑:最高价态——只有氧化性,如 Fe^{3+} 、 H_2SO_4 、 KMnO_4 等;最低价态——只有还原性,如金属单质、 Cl^- 、 S^{2-} 等;中间价态——既有氧化性又有还原性,如 Fe^{2+} 、 S 、 Cl_2 等。

(3) 常用的判断方法

①根据金属的活泼性判断

金属性越强,单质的还原性越强,其对应离子的氧化性越弱。

单质还原性:按金属活动性表的顺序依次减弱。

离子氧化性:按金属活动性表的顺序依次增强(铁指 Fe^{2+})。

如氧化性: $\text{Ag}^+ > \text{Hg}^{2+} > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Fe}^{2+}$ 。

②根据非金属的活泼性判断

非金属性越强,单质的氧化性越强,其对应离子的还原性越弱。

单质氧化性: $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{S}$

离子还原性: $\text{S}^{2-} > \text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{F}^-$

③通过化学反应比较

(1)氧化剂 + 还原剂 $\longrightarrow$ 氧化产物 + 还原产物

氧化性:氧化剂 > 氧化产物,还原性:还原剂 > 还原产物

简记为:左 > 右。

④通过相近的反应比较

如: $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{FeCl}_3$, $\text{Fe} + \text{S} \longrightarrow \text{FeS}$, 可得出氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。

⑤由反应条件的难易比较

不同氧化剂与同一还原剂反应,反应条件越容易,氧化性越强;

不同的还原剂与同一氧化剂反应,反应条件越容易,还原性越强。

如:卤素单质与 H_2 的反应,按 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 的顺序反应越来越难,反应条件要求越来越高,则可得出氧化性: $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ 。

⑥通过价态比较对同一元素而言,价态越高,氧化性越强,如 $\text{Fe} < \text{Fe}^{2+} < \text{Fe}^{3+}$ 。价态越低,氧化性越弱,如 $\text{S}^{2-} < \text{S} < \text{SO}_2$ 。

(特例:氧化性 $\text{HClO} > \text{HClO}_2 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_4$)

⑦其他某些氧化剂的氧化性和还原剂的还原性与下列因素有关:

温度:如浓硫酸具有强氧化性,热浓硫酸比冷浓硫酸的氧化性要强。

浓度:如硝酸具有强氧化性,硝酸越浓其氧化性越强。

酸碱性:如 KMnO_4 的氧化性随溶液酸性的增强而增强(一般地,在酸性环境中, KMnO_4 的还原产物为 Mn^{2+} ,在中性环境中, KMnO_4 的还原产物为 MnO_2 ,在碱性环境中, KMnO_4 的还原产物为 K_2MnO_4)。

例题点析

1. (2003 年全国, 11) 在一定条件下, PbO_2 与 Cr^{3+} 反应, 产物是 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 Pb^{2+} , 则与 1 mol Cr^{3+} 反应所需 PbO_2 的物

质的量为

A. 3.0 mol

B. 1.5 mol

C. 1.0 mol

D. 0.75 mol

【答案】B

【解析】由题给条件知,反应前后元素化合价变化为

$\overset{+4}{\text{Pb}} \longrightarrow \overset{+2}{\text{Pb}}, \overset{+3}{\text{Cr}} \longrightarrow \overset{+6}{\text{Cr}}$, 根据氧化还原反应中得失电子守恒可得 $1 \text{ mol} \times 3 = n(\text{PbO}_2) \times 2, n(\text{PbO}_2) = 1.5 \text{ mol}$. 故答案选 B.

【评析】此题是氧化还原反应中概念与实质相结合的试题,加强知识的运用是解此类题的关键。

2. (2002, 江苏理综, 25) 在 100 mL 含等物质的量的 HBr 和 H_2SO_3 的溶液里通入 0.01 mol Cl_2 , 有一半 Br^- 变为 Br_2 (已知 Br_2 能氧化 H_2SO_3)。原溶液中 HBr 和 H_2SO_3 的浓度都等于 ()

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

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

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

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

【答案】D

【解析】解此题时首先要明确: H_2SO_3 的还原性比 Br^- 强, Cl_2 先氧化 H_2SO_3 , 再氧化 Br^- , 当一半的 Br^- 被氧化时, H_2SO_3 已被全部氧化。设原溶液中 HBr 和 H_2SO_3 的浓度都为 x , 由得失电子数目守恒可得下列等式:

$$0.1 \text{ L} \times x \times \frac{1}{2} + 0.1 \text{ L} \times x \times 2 = 0.01 \text{ mol} \times 2 \quad x = 0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}. \text{ 故答案为 D.}$$

【评析】本题的解题关键是搞清 Br^- 和 H_2SO_3 的还原性的强弱, 从而确定被氧化的先后顺序。然后利用电子守恒解题。

3. (1998 年全国高考题) 高锰酸钾和氢溴酸溶液可发生下列反应: $\text{KMnO}_4 + \text{HBr} \longrightarrow \text{Br}_2 + \text{MnBr}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$, 其中还原剂是_____。若消耗 0.1 mol 氧化剂, 则被氧化的还原剂的物质的量是_____ mol。

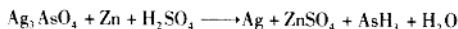
【答案】HBr; 0.5

【解析】从化学方程式看, +7 价锰元素变成 +2 价锰元素, -1 价溴变成零价溴, 因此, HBr 被氧化做还原剂。若消耗 0.1 mol 氧化剂, 设被氧化的还原剂物质的量为 X 。依据得失电子数守恒得: $0.1 \times (7-2) = (1-0) \times X, X = 0.5 \text{ mol}$ 。

【评析】掌握氧化还原相关概念, 总结氧化还原反应规律是学习氧化还原反应的重要方法。而运用得失电子数守恒法(也称摩尔电子法)求解物质的化合价、分子式、物质的量等是常用方法。本题也可将方程式配平: $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HBr} \longrightarrow 2\text{MnBr}_2 + 2\text{KBr} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{Br}_2$, 运用化学方程式求解:

$$2 : 10 = 0.1 : X, X = 0.5 \text{ mol}.$$

4. 配平下列氧化还原反应方程式

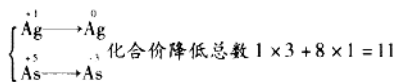
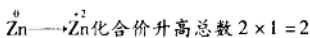


【解析】①列出价态变化



H_2O

②由两剂(氧化剂、还原剂)分子式确定升降总数

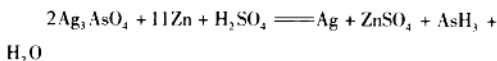


③求最小公倍数, 得出两剂系数

2 和 11 的最小公倍数为 22

$22 \div 2 = 11$ 还原剂 Zn 的系数为 11

$22 \div 11 = 2$ 氧化剂 Ag_3AsO_4 的系数为 2



④用观察法配平其他物质的系数

由观察法可知: 还原产物 Ag 和 AsH_3 的系数分别为 6 和 2, 氧化产物 ZnSO_4 的系数为 11, 因生成物中有 11 个 SO_4^{2-} , 则反应物中 H_2SO_4 系数为 11, 为使反应前后 H、O 原子个数相等, 则水的系数为 8。即: $2\text{Ag}_3\text{AsO}_4 + 11\text{Zn} + 11\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 6\text{Ag} + 11\text{ZnSO}_4 + 2\text{AsH}_3 + 8\text{H}_2\text{O}$

题型解读

高考对本部分内容的考查题型主要是选择题和填空题。氧化还原反应常与元素化合物的知识综合在一起, 在这方面会有推陈出新的综合性题出现。

命题走向

氧化还原反应是历年高考的重点和难点, 一般占化学高考分值的 8% 左右。高考命题的意图是考查对概念的理解, 从近几年试题来看, 主要是考查氧化还原反应的概念, 并涉及物质结构、元素及其化合物的性质。氧化还原反应是基本的化学反应形式, 它必然还要出现在今后的试题中。内容多以提供反应物或生成物的某些信息来考查书写反应方程式的能力, 同时兼顾考查氧化还原反应的基础知识, 这些都是今后命题的指向。

误区点窍

1. 下列对于盐酸性质的叙述中, 正确的是 ()

- A. 具有氧化性和酸性
- B. 具有还原性和酸性
- C. 具有酸性、氧化性和还原性
- D. 只有酸性, 而无氧化性和还原性

【误答原因】误选 A 或 B 或 D, 主要原因是不会全面分析盐酸的组成, 只从局部考虑问题, 选出不正确答案。

【正确分析】因为盐酸中既有 H^+ (具有酸性和氧化性) 又有 Cl^- (具有还原性)。

故本题的正确答案应为 C。

2. 下列变化,应加入还原剂才能实现的是 ()

- A. $\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NH}_3$ B. $\text{C} \longrightarrow \text{CO}$
C. $\text{SO}_2 \longrightarrow \text{S}$ D. $\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Cl}^-$

【误答原因】(1) 误答 A 选项。原因是不会判断元素的化合价。

(2) 误答 B。原因是思维混乱,或将关系记反了。

(3) 误答 D。原因是没有掌握在 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 反应中, Cl_2 既是氧化剂又是还原剂。

【正确分析】本题正确选项为 C。因为 SO_2 中的硫元素由 +4 价降到了 S 中的零价,化合价降低,被还原剂还原了。

而 A 项中各元素的化合价未变化,不是氧化还原反应;B 项中碳元素从零价升高到 CO 中的 +2 价,属于化合价升高的变化,被氧化了,需加入氧化剂,与题意不符;D 在 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 反应中,水既不是氧化剂,又不是还原剂;故 A、B、D 均为无效选项。

临 场 技 巧

1. 解题过程中,要注意理清化合价变化与电子得失、氧化剂、还原剂及其产物之间的关系。

2. 对于氧化还原方程式的配平,要注意一些技巧方法的应用。

3. 要注意电子守恒规律在解题中的应用。

仿 真 题 演 练

1. P 单质在下列反应 $4\text{P} + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3$ 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

2. 下列变化过程中,需加入氧化剂的是 ()

- A. $\text{HCl} \longrightarrow \text{H}_2$ B. $\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2$
C. $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \longrightarrow \text{SO}_2$ D. $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$

3. 在反应 $3\text{Cl}_2 + 8\text{NH}_3 \rightleftharpoons 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$ 中,还原性最强的物质是 ()

- A. Cl_2 B. NH_3 C. NH_4Cl D. N_2

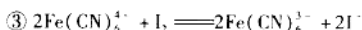
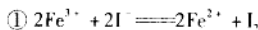
4. 下列化工生产过程所发生的反应不属于氧化还原反应的是 ()

- A. 用油脂制肥皂
B. 用铝土矿制金属铝
C. 用氯气和消石灰制漂白粉
D. 用氢气和氮气合成氨

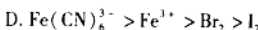
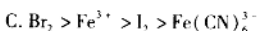
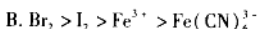
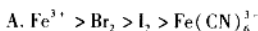
5. 已知 $a\text{M}^{2+} + b\text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons c\text{M}^{3+} + d\text{H}_2\text{O}$, 则系数 c 的值是 ()

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

6. 已知下列反应均能发生:



下列物质的氧化性强弱顺序判断正确的是 ()



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

(1) 写出反应的化学方程式,并标明电子转移的方向和数目。

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

前 沿 题 精 练

8. 多硫化钠 Na_2S_x ($x \geq 2$) 在结构上与 Na_2O_2 、 FeS_2 、 CaC_2 等有相似之处。 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 , 反应中 Na_2S_x 与 NaClO 的物质的量之比为 1 : 16, 则 x 值是 ()

- A. 5 B. 4 C. 3 D. 2

9. 氯、溴、碘同属于元素周期表中 VII A 族。在上个世纪,人们很早就得到高氯酸和高碘酸及其盐,但无论用什么方法都得不到 +7 价溴的化合物。因此在很长一个历史时期,人们认为溴不会表现 +7 价。1968 年,有个名叫 Appelman 的化学家用发现不久的 XeF_2 和 HBrO_3 反应,首次检验出 BrO_4^- 离子。随后在 1971 年用 XeF_2 和含 KOH 、 KBrO_3 的水溶液反应,得到了很纯的 KBrO_4 晶体。

(1) 已知 XeF_2 跟水反应放出氧气和氟气,氟则以化合态留在水溶液里,试写出配平的化学方程式:

_____, 该反应的氧化剂是 _____, 被氧化的元素是 _____。

(2) 写出 XeF_2 和含 KOH 、 KBrO_3 的水溶液反应得到 KBrO_4 晶体的化学方程式 _____。

- (3) 试根据上面的信息指出高溴酸根的稳定性和溶液 pH 的关系_____。

前 瞻 题 巧 练

10. 有一种碘和氧的化合物可以称为碘酸碘, 其中碘元素呈 +3、+5 两种价态, 则这个化合物的化学式是 ()
 A. I_2O_4 B. I_3O_5
 C. I_4O_7 D. I_4O_9
11. 据报道, APOLLO 被送上太空的燃料是肼 (N_2H_4), 氧化剂是 N_2O_4 , 燃烧产物只有 N_2 和 H_2O , 试写出反应的化学方程式, 说明选用 N_2H_4 和 N_2O_4 做燃料和氧化剂的优越性。
12. 希尔将分离出的叶绿体加入到草酸高铁钾盐溶液中, 经过光照以后放出氧气, 同时草酸高铁被还原成草酸低铁, 这一反应称为“希尔反应”。
 (1) 写出希尔反应的化学方程式: _____ 并指出希尔实验中每生成 1 mol O_2 , 电子转移数约为 _____ 个。
 (2) 希尔反应是 _____ 反应。
 ①水解反应 ②光反应 ③氧化还原反应 ④以上都不是
 (3) 水解反应证明了光合作用中氧气来源于 _____。
13. 已知下列变化过程中, 0.2 mol $R_2O_4^{2-}$ 参加反应时, 共转移 0.4 mol 电子。
 $R_2O_4^{2-} + MnO_4^- + H^+ \longrightarrow RO_2 + Mn^{2+} + H_2O$
 (1) x 值为 _____。
 (2) 参加反应的 H^+ 的物质的量为 _____ mol。

猜 题 练 兵 场

14. 将 $NO_3^- + Zn + OH^- + H_2O \longrightarrow NH_3 + Zn(OH)_4^{2-}$ 配平后, 离子方程式中 H_2O 的化学计量数是 ()
 A. 2 B. 4 C. 6 D. 8
15. 人体血红蛋白中含有 Fe^{2+} 离子, 如果误食亚硝酸盐, 会使人中毒, 因为亚硝酸盐会使 Fe^{2+} 离子转变为 Fe^{3+} 离子, 生成高铁血红蛋白而丧失与 O_2 结合的能力。服用维生素 C 可缓解亚硝酸盐的中毒, 这说明维生素 C 具有 ()
 A. 酸性 B. 碱性 C. 氧化性 D. 还原性
16. 将 8.7 g MnO_2 与含 HCl 14.6 g 的浓盐酸共热制取氯气, 可制得 Cl_2 的质量是 ()
 A. 等于 7.1 g
 B. 小于 7.1 g
 C. 大于 7.1 g, 小于 14.2 g
 D. 大于 14.2 g
17. 已知 Cu_2S 与某浓度的 HNO_3 反应时, 生成 $Cu(NO_3)_2$ 和 H_2SO_4 , 若反应中 Cu_2S 与 HNO_3 的质量比为 320 : 819, 则该反应的还原产物为 _____。
18. 绿矾在强热条件下分解, 生成 H_2SO_4 、 SO_2 、 Fe_2O_3 和 H_2O , 每生成 1 mol H_2SO_4 时, 分解的绿矾的物质的量是 _____。
19. 在热的稀硫酸溶液中溶解了 11.4 g $FeSO_4$ 。当加入 50 mL 0.5 mol $\cdot$ L $^{-1}$ KNO_3 溶液后, 使其中的 Fe^{2+} 全部转化为 Fe^{3+} , KNO_3 也反应完全, 并有 N_2O 氮氧化物逸出。
 $\square FeSO_4 + \square KNO_3 + \square H_2SO_4 \longrightarrow \square K_2SO_4 + \square Fe_2(SO_4)_3 + \square N_2O \uparrow + \square H_2O$
 (1) 推算出 x = _____, y = _____。
 (2) 配平该化学方程式 (化学计量数填写在上式方框内)。
 (3) 反应中的氧化剂为 _____。

第二节 离子反应

考纲定位

1. 正确理解电解质与非电解质, 强电解质与弱电解质的概念。
2. 掌握离子反应发生的条件, 了解离子反应的本质。
3. 正确书写离子方程式。
4. 掌握离子共存的判断方法。

知能梳理

1. 强电解质和弱电解质

(1) 电解质和非电解质

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

② 电解质导电的原因: 阴、阳离子的定向移动。

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

(2) 电解质溶液的导电性

① 导电的实质

内因: 电解质在一定条件(水或加热)下离解出自由移动的离子。

外因: 电解质溶液与电源构成闭合回路。

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

② 导电性的强弱

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

2. 离子反应和离子方程式

(1) 离子反应

化合物在溶液里或熔化状态下, 有离子参加或离子生成的反应叫离子反应。

(2) 离子方程式

用实际参加反应的离子的符号来表示离子反应的式子, 叫离子方程式。

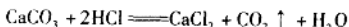
(3) 离子反应发生的条件

- ① 生成难溶物质;
- ② 生成难电离的物质;
- ③ 生成易挥发性物质。

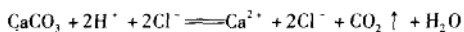
(4) 离子反应方程式的书写步骤

以碳酸钙和盐酸的反应为例, 说明离子反应方程式的书写步骤。一般为:

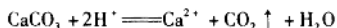
① 写: 写出正确的化学方程式, 并配平。如:



② 改: 把在溶液中完全电离的物质写成离子形式。如:



③ 删: 删去方程式的两边不参加反应的离子。如:



④ 查: 检查方程式两边是否遵守质量守恒、电荷守恒和电子守恒。

书写熟练时可一步完成。

(5) 离子方程式书写的正误判断

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

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

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

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

b. 微溶物的写法。一般来说, 微溶物的澄清溶液写成离子形式; 浑浊或沉淀时写成化学式。

c. 可溶性多元弱酸的酸式盐的酸式根一律保留酸式根的形式。

d. 不在溶液中进行任何反应, 通常都不用离子方程式表示。

③ 符号使用是否正确。“=”应用于不可逆反应或进行程度大的反应, 如强烈的双水解, 其生成物中出现的不溶物和气体要用“↓”、“↑”标示。例如:



“ $\rightleftharpoons$ ”应用于可逆反应, 如水解程度不大的反应。



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

⑤ 是否符合反应物的用量。

3. 离子不能大量共存的规律

离子反应发生的条件, 也就是离子不能大量共存的原因。

(1) 结合生成难溶或微溶物质的离子不能大量共存, 如: Fe^{2+} 与 S^{2-} , Ca^{2+} 与 PO_4^{3-} , Ag^+ 与 I^- , Ca^{2+} 与 SO_4^{2-} 等。

(2) 结合生成气体物质的离子不能大量共存, 如: S^{2-} 与 H^+ , H^+ 与 CO_3^{2-} , NH_4^+ 与 OH^- 等。

(3) 结合生成难电离物质的离子不能大量共存, 如: H^+ 与 OH^- , H^+ 与 CH_3COO^- , H^+ 与 F^- , Fe^{3+} 与 SCN^- 等。

(4) 发生氧化还原反应的离子不能大量共存, 如: Fe^{3+} 与 S^{2-} , Fe^{3+} 与 I^- , $\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$ 与 Fe^{2+} , ClO^- 与 S^{2-} 等。

(5) 发生双水解反应的离子不能大量共存,如: Al^{3+} 、 Fe^{3+} 分别与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 AlO_2^- ; Al^{3+} 与 S^{2-} 等。

(6) 弱酸酸式酸根离子不能与 H^+ 、 OH^- 共存,如: HCO_3^- 与 H^+ , HCO_3^- 与 OH^- , H_2PO_4^- 与 H^+ , H_2PO_4^- 与 OH^- 等。

(7) 若题目中提示酸性溶液 ($\text{pH} < 7$) 或碱性溶液 ($\text{pH} > 7$) 应在各待选答案中均加入 H^+ 或 OH^- 考虑。

(8) 若题目中告知是无色溶液,应在各待选答案中排除具有颜色的 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 MnO_4^- 等离子。

(9) 能发生络合反应的离子不能大量共存。如: Fe^{3+} 与 SCN^- 反应等。

例题点析

1. (2003 年北京, 10) 下列反应的离子方程式正确的是

- ()
- A. 铝片跟氢氧化钠溶液反应: $\text{Al} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + \text{H}_2 \uparrow$
- B. 硫酸镁溶液跟氢氧化钡溶液反应: $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$
- C. 碳酸钙跟醋酸反应: $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- D. 铜片跟稀硝酸反应: $\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

【答案】C

【解析】A. 方程式书写错误(漏掉水), 正确书写为: $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ B. 漏掉参与反应的离子, 正确书写为: $\text{SO}_4^{2-} + \text{Mg}^{2+} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ D. 电荷不守恒, 正确书写为: $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

故正确答案为 C。

【评析】判断离子方程式的正误, 不仅要从书写离子方程式的规则角度分析, 还应注意电荷守恒和质量守恒。

2. 下列离子方程式中错误的是 ()

- A. 铁跟稀硫酸反应 $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$
- B. 碳酸氢钙溶液跟盐酸反应 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow$
- C. 醋酸跟氢氧化钾溶液反应 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
- D. 碳酸镁跟硫酸反应 $\text{MgCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

【答案】A、B

【解析】解本题时当然采用正向思维, 对每一个离子方程式进行分析。每一个离子方程式都应与其化学方程式及实际情况相吻合, 不能随意臆造。稀硫酸与铁生成 2 价铁, 故 A 选项不正确; $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 是可溶于水的盐, 应写成离子, 反应前后 Ca^{2+} 的数目并没有变, 因此离子方程式中不应出现 Ca^{2+} , 故 B 选项也不正确; 醋酸是弱酸, 在离子方程式中应写成分子, MgCO_3 难溶于水, 不能

写成离子, 故 C、D 选项正确。

3. 在 $\text{pH} = 1$ 的含有 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 3 种阳离子的溶液中, 可能存在阴离子是 ()

- ① Cl^- ② NO_3^- ③ SO_4^{2-} ④ S^{2-}
- A. ①②③ B. ②③ C. ③④ D. ①③

【答案】D

【解析】 $\text{pH} = 1$ 的溶液, 即强酸性溶液, 溶液中含有较多的 H^+ , 所以不能存在 NO_3^- , 因为 H^+ 、 Fe^{2+} 和 NO_3^- 会发生氧化还原反应。 S^{2-} 和 H^+ 发生复分解反应, 也不能存在。

【评析】离子能否大量共存, 应从两方面分析: ①同组的离子是否发生反应: 复分解反应或氧化还原反应。②是否符合题干要求: 溶液的颜色、酸碱性等。

4. 在强酸性溶液中能大量共存并且溶液为无色透明的一组离子是 ()

- A. NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- B. H^+ 、 Na^+ 、 AlO_2^- 、 NO_3^-
- C. K^+ 、 NH_4^+ 、 MnO_4^- 、 SO_4^{2-}
- D. Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 S^{2-} 、 Cl^-

【答案】A

【解析】解答离子共存问题, 主要应从如下几方面入手, 以迅速确定正确答案。①各组中离子间有无反应发生(包括离子反应、氧化还原反应、水解反应等)。②注意题中所给的限制条件, 如“酸性”或“碱性”溶液中, “无色透明溶液中等”。

据此, A 组离子间能共存; B 组中 AlO_2^- 在强酸性条件下不能共存, 是因为: $\text{H}^+ + \text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ 及 $3\text{H}^+ + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$; C 组中 MnO_4^- 为紫色; D 组中 S^{2-} 在强酸性条件下生成的 H_2S 从溶液中逸出。

题型解读

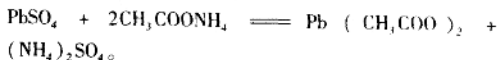
离子方程式是用于表示离子反应的最常见、最重要的方法, 离子方程式和离子共存是高考的热点, 常以中等难度的选择题形式出现, 有时以填空题和判断题形式出现。

命题走向

离子共存问题是高考题中的常见题型, 也是今后命题的趋势; 离子方程式的书写正误判断, 也是历年高考必出的试题, 所考查的内容均为中学化学教材的基本反应; 错因大都属于对化学式能否拆分, 处理不当、电荷未配平、产物不合理和漏掉部分反应等, 预计今后的考题中还会保留。离子检验将会与实验设计一起综合考查。

误区点窍

已知 PbSO_4 难溶于水, 也难溶于 HNO_3 , 却可溶于 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液, 其化学方程式为:



当向 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 溶液中通入 H_2S 时,有黑色 PbS 沉淀生成。表示这个反应的有关方程式中正确的是 ()

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

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

②缺乏对题给信息进行分析、加工,并运用于解决题目中的问题的能力。

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

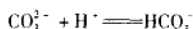
$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 溶液中通入 H_2S 的化学方程式为: $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$ 。在离子方程式中 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 不能写成离子式, H_2S 水溶液为弱酸, CH_3COOH 为弱酸,都不能写成离子形式,所以 B、C、D 三个选项均不正确,只有 A 正确。

临场技巧

解答离子共存问题时要注意:在分析判断过程中,除要熟悉常见离子发生的离子反应外,还要注意题目的要求、限制条件和多种离子间的相互影响。书写离子方程式或判断离子方程式正误时,要分析反应物或产物的种类、溶解性和电离程度,分析反应的进行程度,分析反应物间量的关系等。

仿真题演练

- 下列物质的水溶液能导电,但属于非电解质的是 ()
 A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ B. Cl_2
 C. NH_4HCO_3 D. SO_2
- 把 2 g 纯净的烧碱固体分别加入到 100 mL 的下列溶液中,溶液的导电能力有强烈变化的是 ()
 A. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸
 B. $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸
 C. $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的醋酸
 D. $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸铜
- 下列离子方程式正确的是 ()
 A. 磷酸二氢钙溶液中加入足量澄清石灰水
 $3\text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{PO}_4^- + 4\text{OH}^- = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 B. 碳酸氢镁溶液与足量石灰水混合
 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} = \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 C. 0.1 mol/L Na_2CO_3 溶液与同浓度等体积的硝酸反应



D. 亚硫酸钡与盐酸反应



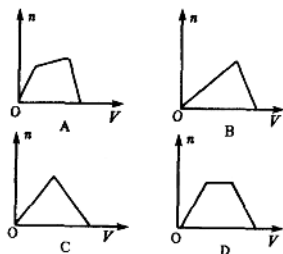
- 已知 $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$, $\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Zn}^{2+}$ 。现把等物质的量的 CuSO_4 、 FeCl_3 和 Zn 置于水中充分反应,反应容器中所得离子除 SO_4^{2-} 和 Cl^- 外还含有 ()
 A. Zn^{2+} 、 Cu 、 Fe^{3+} B. Zn 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+}
 C. Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe 、 Fe^{2+} D. Zn^{2+} 、 Cu 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+}
- 下列各组中的离子能在 $\text{pH} = 1$ 的无色溶液中大量共存的是 ()
 A. Ba^{2+} 、 Na^+ 、 I^- 、 ClO^-
 B. Mg^{2+} 、 Cl^- 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-}
 C. K^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 NO_3^-
 D. Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Fe^{3+} 、 Br^-
- 在一定浓度的 FeBr_2 溶液中通入 Cl_2 ,当 $c(\text{Br}^-) = c(\text{Cl}^-)$ 时,通入 Cl_2 体积为 3.36 L (标准状况),求原溶液中 FeBr_2 的物质的量,并根据计算结果,写出该反应的离子方程式。

- (1) 向明矾溶液中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至 Al^{3+} 刚好沉淀完全时,溶液的 pH _____ 7 (填“大于”“小于”“等于”,下同) 离子反应方程式为: _____。

- (2) 向明矾溶液中滴入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至 SO_4^{2-} 刚好沉淀完全时,溶液的 pH _____ 7, 离子反应方程式为: _____。

前沿题精练

- 将足量 CO_2 通入 KOH 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的混合稀溶液中,生成沉淀的物质的量 (n) 和通入 CO_2 体积 (V) 的关系正确的是 ()



- 下面离子方程式书写正确的是 ()
 A. 亚硫酸钡与盐酸反应
 $\text{BaSO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 B. 二氧化硫使碘水褪色
 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^-$
 C. 四氧化三铁溶于稀硫酸
 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

D. 亚硫酸氢钠溶液与 NaOH 溶液反应



10. 某无色透明溶液中,由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。则该溶液中一定能大量共存的离子组是 ()

A. K^+ 、 Na^+ 、 MnO_4^- 、 NO_3^-
 B. K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-
 C. NH_4^+ 、 AlO_2^- 、 Na^+ 、 CH_3COO^-
 D. Fe^{3+} 、 S^{2-} 、 Al^{3+} 、 HCO_3^-

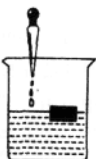
前瞻题巧练

11. (1999 年全国)下列各组离子在溶液中可以大量共存,且加入氨水后也不产生沉淀的是 ()

A. Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
 B. K^+ 、 AlO_2^- 、 NO_3^- 、 OH^-
 C. H^+ 、 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-}
 D. H^+ 、 Cl^- 、 CH_3COO^- 、 NO_3^-

12. 如右图所示,在一个盛有氢氧化钡溶液的烧杯中漂浮着一小木块,小心地向烧杯中滴加与氢氧化钡溶液密度相同的稀硫酸,静置后,小木块浸入水中的体积比开始时 ()

A. 增大
 B. 不变
 C. 减小
 D. 无法判断



13. NaBH_4 作为还原剂,在有机化学中有极为广泛的用途。据此,请完成下列填空:

- (1) NaBH_4 极易溶于水并与水作用产生 H_2 , 反应后硼元素以 BO_2^- 形式存在于溶液中,此反应的离子方程式为 _____。
 (2) 该反应与溶液酸碱度有关, pH 越小,反应速度越 _____, 其原因是 _____。
 (3) NaBH_4 可将许多金属离子还原为金属单质,例如: 它可以使含有金离子 (Au^{3+}) 的废液中的 Au^{3+} 还原 (碱性条件,此时硼仍以 BO_2^- 形式存在), 离子方程式为 _____。

猜题练兵场

14. 在 KHSO_4 的稀溶液中和熔融状态下都存在的离子是 ()

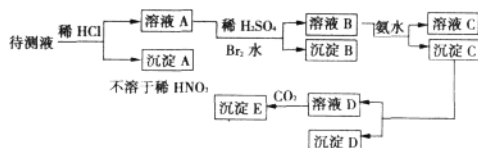
A. H^+ B. HSO_4^- C. SO_4^{2-} D. K^+

15. 等体积、等物质的量浓度的 NaHCO_3 溶液和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合,下列离子方程式正确的是 ()

A. $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
 B. $2\text{HCO}_3^- + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
 C. $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{BaCO}_3 \downarrow$
 D. $2\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

16. 将 Al^{3+} 、 Na^+ 、 K^+ 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 AlO_2^- 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 按可以在溶液中大量共存的情况分为 A、B 二组,每组 4 种离子,且其中两种阳离子两种阴离子不能重复,则 A 组为 _____, B 组为 _____。

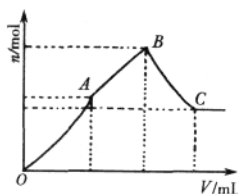
17. 某待测液中,可能含有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Ag^+ 、 Al^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 、 NH_4^+ 等离子。进行下述实验(所加试剂均是过量的):



- (1) 判断待测液中是否有 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 离子,并写出理由: _____。
 (2) 沉淀 D 的分子式是: _____。
 (3) 写出由溶液 D 生成沉淀 E 的反应的离子方程式: _____。

18. 向 100 mL $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸铝铵 $[\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2]$ 溶液中逐滴加入 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,试回答:

- (1) 写出当刚好出现沉淀的总物质的量为最大值时的离子方程式(用一个式子表示): _____。
 (2) 随着 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液体积 V 的变化,沉淀总物质的量 n 的变化如下图所示。写出 B 点和 C 点所对应的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积:
 B _____, C _____。



第三节 化学反应中的能量变化

考纲定位

1. 了解化学反应中的能量变化,吸热反应和放热反应。
2. 理解反应热的概念,理解化学反应过程中能量变化与放热、吸热的关系。
3. 掌握热化学方程式的概念,能正确书写热化学方程式。
4. 理解燃烧热、中和热的概念,掌握有关燃烧热、中和热的简单计算。
5. 了解使用化石燃料的利弊和新能源的开发情况,以及燃料充分燃烧的条件。

知识梳理

1. 反应热

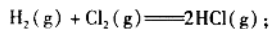
(1) 概念

在化学反应过程中放出或吸收的热量,通常叫做反应热。反应热用符号 ΔH 表示,单位一般采用 kJ/mol 。

(2) 化学反应过程中能量的变化

用 $E_{\text{反}}$ 表示反应物所具有的总能量, $E_{\text{生}}$ 表示生成物所具有的总能量。

①若 $E_{\text{反}} > E_{\text{生}}$, ΔH 为“-”或 $\Delta H < 0$, 为放热反应。如:



$$\Delta H = -184.6 \text{ kJ/mol}。$$

②若 $E_{\text{反}} < E_{\text{生}}$, ΔH 为“+”或 $\Delta H > 0$, 为吸热反应。如:



$$\Delta H = +131.5 \text{ kJ/mol}。$$

(3) 化学反应的热效应和键能的关系

$\Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和}$ 。

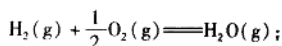
2. 热化学方程式

(1) 概念

表明反应放出或吸收热量的化学方程式,叫做热化学方程式。

(2) 表示意义

不仅表明了化学反应中的物质变化,也表明了化学反应中的能量变化。例如:



$$\Delta H = -241.8 \text{ kJ/mol}。$$

表示 1 mol 气态 H_2 与 $\frac{1}{2}$ mol 气态 O_2 反应生成 1 mol 水蒸气,放出 241.8 kJ 的热量。

3. 书写热化学方程式

与普通化学方程式相比,书写热化学方程式除了遵循书写化学方程式要求外还应注意以下五点:

① ΔH 只能写在标有反应物和生成物状态的化学方程式的右边,并用“;”隔开。若为放热反应, ΔH 为“-”;若为吸热反应, ΔH 为“+”。 ΔH 的单位一般为 kJ/mol 。

②注意反应热 ΔH 与测定条件(温度、压强等)有关。因此书写热化学方程式时应注明 ΔH 的测定条件。绝大多数 ΔH 是在 25℃、101 325 Pa 下测定的,这时可不注明温度和压强。

③注意热化学方程式中各物质化学式前面的化学计量数仅表示该物质的物质的量,并不表示物质的分子或原子数。因此化学计量数可以是整数,也可以是分数。

④注意反应物和产物的聚集状态不同,反应热数值以及符号都可能不同。因此,必须注明物质的聚集状态(s、l、g)才能完整地体现出热化学方程式的意义。热化学方程式中不用“↑”和“↓”。

⑤由于 ΔH 与反应完成的物质的量有关,所以方程式中化学式前面的化学计量数必须与 ΔH 相对应,如果化学计量数加倍,则 ΔH 也要加倍。当反应向逆向进行时,其反应热与正反应的反应热数值相等,符号相反。

注意:关于 ΔH 的单位“ kJ/mol ”并不是指每摩尔具体物质反应时伴随的能量变化是多少千焦,而是指给定形式的具体反应,以各物质的化学计量数来计量其物质的量时,伴随的能量变化。

4. 燃烧热

(1) 概念

在 101 kPa 时,1 mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量,叫做该物质的燃烧热。燃烧热的单位一般用 kJ/mol 表示。

注意:完全燃烧是指物质中下列元素完全转变成对应的物质: $\text{C} \longrightarrow \text{CO}_2$, $\text{H} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$, $\text{S} \longrightarrow \text{SO}_2$ 等。

(2) 表示的意义

例如,C 的燃烧热为 393.5 kJ/mol ,表示在 101 kPa 时,1 mol C 完全燃烧时放出 393.5 kJ 的热量。

(3) 书写热化学方程式

燃烧热是以 1 mol 物质完全燃烧放出的热量来定义的,因此在书写它的热化学方程式时,应以燃烧 1 mol 物质为标准来配平其余物质的化学计量数。例如:



$\Delta H = 5\,518 \text{ kJ/mol}$,即 C_8H_{18} 的燃烧热为 5 518 kJ/mol 。

(4) 燃烧热的计算

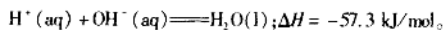
$Q_{\text{放}} = n(\text{可燃物}) \times \Delta H_c$, n 为可燃物的物质的量; ΔH_c 为可燃物的燃烧热。

5. 中和热

(1) 概念

在稀溶液中, 酸跟碱发生中和反应而生成 1 mol H_2O , 这时的反应热叫中和热。

(2) 中和热的表示



(3) 中和热测定实验的注意事项

① 为了保证 0.50 mol/L 的盐酸完全被 NaOH 中和, 采用 0.55 mol/L 的 NaOH 溶液, 使碱稍稍过量。

② 实验中若用弱酸代替强酸或用弱碱代替强碱, 因中和过程中电离吸热, 会使测得的中和热的数值偏低。

6. 热化学方程式的书写及题型总结

表示反应热效应的化学方程式叫做热化学方程式。书写热化学方程式时应注意以下几点:

① 必须标明各物质的聚集状态。即各物质是气态(g), 液态(l) 还是固体(s) 的, 物质处于不同的状态时, 反应热的数值不同。

② 必须用“ $\Delta H = +Q$ ”或“ $\Delta H = -Q$ ”来表明反应是吸收还是放出热量; 可粗略的将 H 理解为物质本身含有的能量, 而 ΔH 则表示反应后与反应前物质含有的能量的差值, 当差值大于 0 时(即 $\Delta H > 0$), 物质本身能量升高, 这部分能量是从外界获得的, 表现为反应体系从外界吸收热量, 是吸热反应; 同理, $\Delta H < 0$, 代表放热反应。

③ 方程式的配平系数只表示计量系数, 不表示分子数, 因此必要时可以写成分数。但计量数不同时, 同一反应的反应热数值也不同。

④ 反应热 ΔH 的单位是 kJ/mol, 其中每 mol 不是指每 mol 某反应物, 也不是每 mol 某生成物, 其值随方程式的写法而改变。对每 mol 的含义较为贴切的理解为: 每种反应物都反应了与所写方程式系数相同的物质的量, 生成物的物质的量也与方程式系数相同。

在高考中有关热化学方程式的试题类型主要有 3 种:

① 已知一定量的物质参加反应的吸、放热量, 写出其热化学方程式或判断所给的热化学方程式的正误。在判断热化学方程式的正误时, 一要注意是否标明反应中各物质的状态; 二是要注意在热化学方程式右端是否注明热量的变化, ΔH 的“+”或“-”号是否正确; 三是热化学方程式中各物质前面的系数如果同后面的热量值相对应, 则无论系数为整数、分数还是小数, 都应该是正确的。

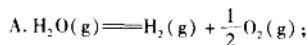
② 已知相关的热化学方程式, 要求写出新的热化学方程式。这种类型题的解题思路是: 先比较要写的热化学方程式与已知的相关热化学方程式的主要不同, 找出无关的

物质并变换系数使其相同, 再通过对已知热化学方程式加减消去, 然后算出新方程式的热量。

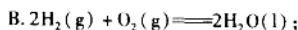
③ 依据热化学方程式进行有关计算。这类题目是求一定量物质燃烧放出的热量, 求混合气体的成分或含量, 在进行计算时, 应把反应热看成一种产物, 按一般化学方程式的计算要求进行计算。

例题点析

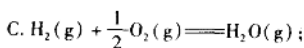
1. (2003 年全国, 13) 已知在 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$, 298 K 条件下, 2 mol 氢气燃烧生成水蒸气放出 484 kJ 热量, 下列热化学方程式正确的是 ()



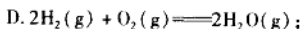
$$\Delta H = +242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -484 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = +242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



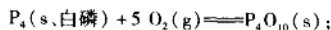
$$\Delta H = +484 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

【答案】A

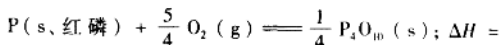
【解析】B 选项方程式中 H_2O 的存在状态不对。C、D 选项 ΔH 的“+”、“-”应用错误。故正确答案为 A。

【评析】要明确热化学方程式的书写规则, 物质的状态变化伴随着热效应变化, H_2 和 O_2 反应生成气态水比生成液态水放出的热量少。

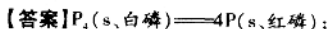
2. 同素异形体相互转化的反应热相当小而且转化速率较慢, 有时还很不完全, 测定反应热很困难。现在可根据盖斯提出的观点“不管化学过程是一步完成或分几步完成, 这个总过程的热效应是相同的”来研究。已知:



$$\Delta H = -2983.2 \text{ kJ/mol}$$



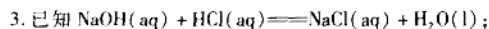
$$-738.5 \text{ kJ/mol, 试写出白磷转化为红磷的热化学方程式}$$



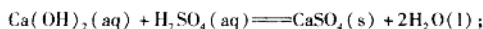
$$\Delta H = -29.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

【解析】根据盖斯定律, 将两个热反应方程式做如下处理: ① - ② $\times 4$, 得: $\text{P}_4(\text{s, 白磷}) = 4\text{P}(\text{s, 红磷}); \Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 \times 4$ 。

【评析】同种元素形成不同的单质(称为同素异形体), 具有不同的能量, 因此在书写该类单质的热化学方程式时, 不仅要注明单质的聚集状态, 还要注明同素异形体的名称。



$$\Delta H = -57.32 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -130.20 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

导致 $130.20 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \neq 2 \times 57.32 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 的因素是: _____

【答案】因为生成 CaSO_4 沉淀有热效应,又 HSO_4^- 不是强酸,中和过程中电离有热效应, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 不是强碱,中和过程中电离为 Ca^{2+} 和 OH^- 时也有热效应。

【解析】 CaSO_4 沉淀有热效应, HSO_4^- 不是强酸,即不是独立的 H^+ 和 OH^- 。

题型解读

本部分考查内容包括:①书写热化学方程式或判断热化学方程式的正误;②有关反应热的计算;③比较反应热的大小。考查方式以选择、填空题为主,也可能以综合题的形式出现。

命题走向

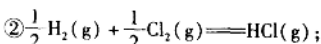
反应热在教材中的篇幅虽少,但高考中几乎每年都有一道这方面的试题。由于能源问题已成为社会热点,有关能源的试题也将成为今后命题的重点。预计考查反应热的内容将不断拓宽,难度有所提高,题型也会有新的变化。由于反应热与物理学中的“热”、生物学生态系统中的“能量传递”又有密切联系,有关能量的学科间的综合将会成为“3+X”理科综合命题的热点。

误区点窍

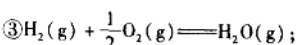
已知下列三个热化学方程式:



$$\Delta H = +131.45 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -92.3 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -241.9 \text{ kJ/mol}$$

则上述三个反应的反应热大小关系正确的是 ()

A. ① > ② > ③ B. ③ > ② > ①

C. ③ > ① > ② D. ① > ③ > ②

【误答原因】错选 A, 解此类题最容易犯的错误的是把反应热的“+”或“-”与反应热的数值看作一个整体进行比较,而忽视反应热是指反应过程中所放出或吸收的热量这一说法。

【正确分析】比较不同反应的反应热大小时应比较其数值的大小,不要受反应热的“+”或“-”的干扰,反

应热的“+”与“-”只说明是吸热还是放热。故答案选 C。

临场技巧

1. 掌握热化学方程式的书写规则,明确物质聚集状态的不同,反应的热效应不同,解题时往往由于漏写物质状态而出错。

2. 明确燃烧热、中和热的确定标准。

3. 注意“+”“-”仅表示吸热、放热,不代表数值的大小,这也是解题中最容易犯的错误。

仿真题演练

1. 新的替代能源主要包括 ()

①核能 ②柴草 ③焦炭 ④太阳能 ⑤氢能 ⑥液化石油气 ⑦水煤气 ⑧天然气

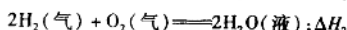
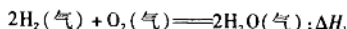
A. ②③⑥⑦ B. ①④⑤

C. ③⑥⑦⑧ D. ①②④

2. 下列反应既是氧化还原反应,又是吸热反应的是 ()

- A. 铝片与稀 H_2SO_4 反应
B. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 的反应
C. 灼热的炭与 CO_2 的反应
D. 甲烷在 O_2 中的燃烧反应

3. 在相同条件下,下列两个反应放出的热量分别以 ΔH_1 和 ΔH_2 表示:



则 ΔH_1 和 ΔH_2 的关系为 ()

- A. $\Delta H_2 > \Delta H_1$ B. $\Delta H_1 > \Delta H_2$
C. $\Delta H_1 = \Delta H_2$ D. 无法确定

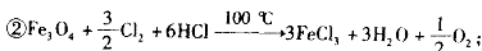
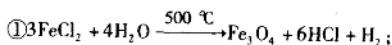
4. 欲使煤在煤炉内充分燃烧,下列措施可行的是 ()

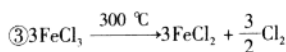
- A. 向炉内喷吹空气
B. 把块状煤碾成粉末状
C. 使用 MnO_2 做催化剂
D. 增加炉内燃烧温度

5. 已知方程式 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H_1 = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则关于方程式 $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H_2 = ?$ 的说法中正确的是 ()

- A. 方程式中化学计量数表示分子数
B. 该反应 ΔH_2 大于零
C. 该反应的 $\Delta H_2 = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. 该反应可表示 36 g 水分解时的热效应

6. 有下列 3 个反应:





这3个反应的联合与循环,主要用来生产能解决环境和能源问题的某种气体。该气体是 ()

- A. O_2 B. Cl_2 C. HCl D. H_2

7. 物质燃烧的条件是 ()

- A. 与大量空气接触
B. 与空气接触
C. 与空气的接触面要大
D. 温度要达到可燃物的着火点

前沿题精练

8. 天然气、石油、煤等在地球上的蕴藏量是有限的,因此:①可利用电解水的方法得到氢气做能源;②可用酒精做能源;③砍伐树木做能源;④应开发太阳能、核能等新的能源。上述说法正确的是 ()

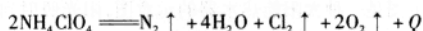
- A. 只有① B. ①和④
C. ②和③ D. 只有④

9. 下列选项中说明乙醇作为燃料的优点的是 ()

- ①燃烧时发生氧化反应
②充分燃烧的产物不污染环境
③乙醇是一种再生能源
④燃烧时放出大量热量

- A. ①②③ B. ①②④ C. ①③④ D. ②③④

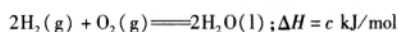
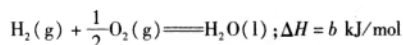
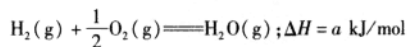
10. 航天飞机用的铝粉与高氯酸铵(NH_4ClO_4)的混合物为固体燃料,点燃时铝粉氧化放热引发高氯酸铵反应,其方程式可表示为:



对此反应的下列叙述中错误的是 ()

- A. 上述反应属于分解反应
B. 上述反应瞬间产生大量高温气体推动航天飞机飞行
C. 反应从能量变化上说,主要是化学能转变为热能和动能
D. 在反应中高氯酸铵只起氧化剂作用

11. 今有如下三个热化学方程式:



下列说法正确的是 ()

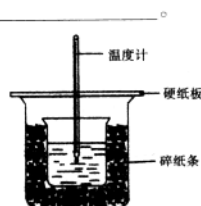
- A. 它们都是吸热反应 B. a 、 b 和 c 均为正值
C. $a = b$ D. $2b = c$

前瞻题巧练

12. 50 mL 0.5 mol · L⁻¹ 盐酸与 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ NaOH

溶液在如图所示的装置中进行中和反应。通过测定反应过程中所放出的热量可计算中和热。回答下列问题:

(1) 从实验装置上看,图中尚缺少的一种玻璃用品是 _____。



(2) 烧杯间填满碎纸条的作用是 _____。

(3) 大烧杯上如不盖硬纸板,求得的中和热数值 _____ (填“偏大”“偏小”“无影响”)。

(4) 实验中改用 60 mL 0.50 mol · L⁻¹ 盐酸跟 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ NaOH 溶液进行反应,与上述实验相比,所放出的热量 _____ (填“相等”“不相等”),所求中和热 _____ (填“相等”或“不相等”)。简述理由: _____。

(5) 用相同浓度和体积的氨水代替 NaOH 溶液进行上述实验,测得的中和热的数值会 _____; 用 50 mL 0.50 mol · L⁻¹ NaOH 溶液进行上述实验,测得的中和热的数值会 _____。(均填“偏大”“偏小”“无影响”)

13. 火箭推进器中盛有强还原剂液态肼(N_2H_4)和强氧化剂液态双氧水,当它们混合反应时,即产生大量氮气和水蒸气,并放出大量热,已知 0.4 mol 液态肼与足量液态双氧水反应,生成氮气和水蒸气,放出 256.652 kJ 的热量。

(1) 写出该反应的热化学方程式 _____。

(2) 又已知 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta H = 44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 由 16 g 液态肼与液态双氧水反应生成液态水时放出的热量是 _____ kJ。

(3) 此反应用于火箭推进,除释放大量热和快速产生大量气体外,还有一个很大的优点是 _____。

(4) 火箭的密封仪器舱内有一水银气压计,起飞前仪器舱内气温为 17 °C,气压计中水银柱高度为 76 cm Hg。当火箭以大小为 g 的加速度竖直向上发射时,气压计水银柱高度为 45.6 cm,问此时仪器舱内温度是多少?

猜题练兵场

14. 下列物质加入水中显著放热的是 ()

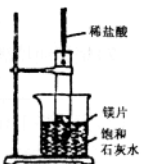
- A. 固体 NaOH B. 生石灰

C. 无水乙醇 D. 固体 NH_4NO_3

15. 最近,科学家用巨型计算机进行模拟后确认,由 60 个 N 原子可结合成 N_{60} 分子, N_{60} 变成 N_2 时放出巨大能量,下列说法中不正确的是 ()

A. N_{60} 与 N_2 都是氮的同素异形体
B. 1 个 N_{60} 分子中含 60 个 N 原子
C. N_{60} 的相对分子质量为 840,属高分子化合物
D. N_{60} 变为 N_2 的反应是放热反应,说明 N_{60} 比 N_2 更稳定

16. 如图所示,把试管放入盛有 25 °C 饱和石灰水的烧杯中,试管中开始放入几小块镁片,再用滴管滴 5 mL 盐酸于试管中。试回答下列问题:



- (1) 实验中观察到的现象是 _____。
(2) 产生上述现象的原因是 _____。
(3) 写出有关反应的离子方程式: _____。
(4) 由实验推知, MgCl_2 溶液和 H_2 的总能量 _____ (填“大于”、“小于”或“等于”) 镁片和盐酸的总能量。

17. 已知: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$, 计算下列中和反应中放出的热量。

- (1) 用 20 g NaOH 配成稀溶液跟足量的稀盐酸反应,能放出 _____ kJ 的热量。
(2) 用 0.1 mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 配成稀溶液跟足量的稀硝酸反应,能放出 _____ kJ 的热量。
(3) 用 1.00 L 1.00 mol/L 的醋酸溶液与 2.00 L 1.00 mol/L 的 NaOH 溶液反应,放出的热量 _____ (填“大于”、“小于”或“等于”) 57.3 kJ,理由是 _____。

18. 太阳能的开发和利用是 21 世纪的一个重要课题。

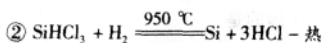
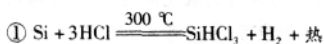
- (1) 利用储能介质储存太阳能的原理是:白天在太阳照射下,某种盐熔化,吸收热量,晚间熔盐释放出相应能量,从而使室温得以调节。已知下列数据:

盐	熔点/°C	熔化吸热/ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	参考价格/ 元 $\cdot \text{kg}^{-1}$
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	29.0	37.3	780 ~ 850
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	32.4	77.0	800 ~ 900
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	36.1	100.1	1600 ~ 2000
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	48.5	49.7	1400 ~ 1800

其中最适宜选用作储能介质的是下列的 ()

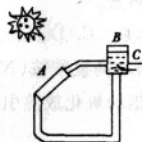
A. $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
B. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
C. $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
D. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

- (2) 制造太阳能电池需要高纯度的硅,工业上由粗硅制高纯度硅常通过以下反应实现:



关于上述条件下两个反应的叙述中不正确的是

()
A. 两个反应都是置换反应
B. 反应①是放热反应
C. 上述反应是可逆反应
D. 两个反应都是氧化还原反应



- (3) 上图是一种太阳能热水器的示意图,阳光照射到太阳能集热器上,将太阳能转化,图中 A 是集热器, B 是储水容器, C 是供阴天时加热的辅助电热器。根据你对水的密度的认识,你估计阳光照射下水将沿 _____ (填“顺”或“逆”) 时针方向流动。