



(省级赛区)

林肃浩 主编

冲刺全国高中 化学竞赛

CHONGCI

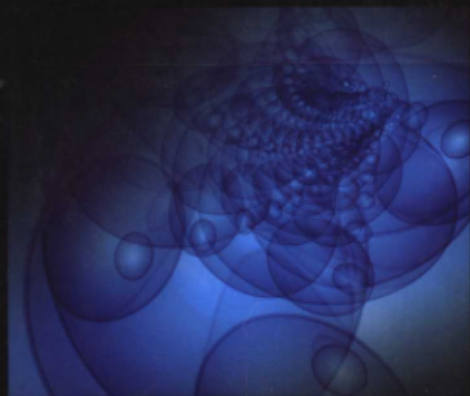
QUANGUO GAOZHONG

HUAXUE JINGSAI



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大學出版社



- ★ 冲刺全国高中数学联赛
- ★ 冲刺全国高中物理联赛
- ★ 冲刺全国高中化学联赛
- ★ 高中数学竞赛 2000 题
- ★ 高中数学竞赛方法
- ★ 高中物理竞赛方法
- ★ 高中化学竞赛方法
- ★ 高中生物竞赛方法
- ★ 国内高中数学竞赛真题库
- ★ 国外高中数学竞赛真题库
- ★ 全国高中化学竞赛真题库
- ★ 全国高中物理竞赛真题库

ISBN 7-308-04790-3



9 787308 047906 >

ISBN 7-308-04790-3 / G · 1092

定价：18.00 元

冲刺全国

高中化学竞赛

(省级赛区)

林肃浩 主编



浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

冲刺全国高中化学竞赛 / 林肃浩主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2006. 7
ISBN 7-308-04790-3

I. 冲... II. 林... III. 化学课—高中—解题
IV. G634.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 065517 号

冲刺全国高中化学竞赛(省级赛区)

林肃浩 主编

责任编辑 徐素君

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 杭州富阳育才印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14.5

字 数 400 千

版 印 次 2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

印 数 0001~6 000

书 号 ISBN 7-308-04790-3/G·1092

定 价 18.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88072522

主编 林肃浩

编委 林肃浩(特级教练) 金建忠(高级教练)
谢曙初(高级教练) 汪纪苗(特级教练)
丁成云(特级教练) 陈建荣(高级教练)
陈贵新(特级教练) 陈育德(高级教练)
金备生(高级教练)



前 言

全国高中化学竞赛(省级赛区)于每年9月的第二个星期天举行,其目的是提高学生学习化学的兴趣,发现和培养人才,并为国际化学奥林匹克竞赛选拔选手。

许多读者在参加全国高中化学竞赛前夕,都会碰到这样的问题:如何进行赛前复习,选择什么书来看,找一些什么样的题目来做,哪些知识是高中化学竞赛中重点考查的,哪些化学思想方法是竞赛命题者比较青睐的,等等。

为了更有效地提高读者的赛前复习效果,解决读者的这些疑惑,我们组织了在化学竞赛辅导一线的特级、高级教练员编写了本书。

全书按照全国高中化学竞赛(省级赛区)考查情况和考纲要求分三部分来编写,第一部分:专题探究;第二部分:冲刺模拟;第三部分:真题测试。

在“专题探究”部分里,设有下列栏目:

【考情报告】对近十年的全国高中化学竞赛(省级赛区)的赛题按相关内容进行归类,从中可以看出该知识点在竞赛中的地位。

【考情预测】站在化学竞赛的高度,追踪化学竞赛动态,对当今与未来竞赛的命题要求、内容、形式和趋势,进行针对性的归纳、分析和预测,以便学生在最后冲刺全国高中化学竞赛(省级赛区)的准备阶段能有的放矢、事半功倍。

【经典考题】精选例题,在例题的过程探究中,分析“到位”,重在思想方法、解题策略、解题技巧和重要知识点的点拨,使学生从中获得解题方法。

【探索规律】总结规律,画龙点睛,以便学生举一反三。

【针对训练】精选了部分省、市的化学竞赛、全国化学竞赛试题以及自编习题。试题体现了典型性、新颖性和前瞻性,为参赛学生强化知识,开阔视野,培养综合运用知识能力。

在“冲刺模拟”部分中,仿真全国高中化学竞赛(省级赛区)试题形式,设计了六份模拟试题。这些模拟试题中有的选自各竞赛,更多的来源于作者自己编制的试题,通过模拟训练,使学生身临其境,冲刺更高,更有效。

在“真题测试”部分中,呈现了2005年全国高中学生化学竞赛(省级赛区)的试题和备用试题,以利于学生自我检测竞赛水平。

在编写过程中,得到许多同行的关心和支持,在此表示谢忱。欢迎读者在使用过程中提出宝贵意见。我们将综合大家的建议,再版时作出修订,力求使本书更适合化学竞赛实际,更有冲刺辅导的针对性。

编者

2006年6月





目 录

第一部分 专题探究

专题一	化学反应及其能量变化	(1)
专题二	物质结构	(17)
专题三	电解质溶液	(35)
专题四	电化学	(46)
专题五	元素化合物	(61)
专题六	配合物	(81)
专题七	有机化学	(98)
专题八	化学实验	(114)

第二部分 冲刺模拟

全国高中学生化学竞赛(省级赛区)模拟试卷一	(128)
全国高中学生化学竞赛(省级赛区)模拟试卷二	(133)
全国高中学生化学竞赛(省级赛区)模拟试卷三	(136)
全国高中学生化学竞赛(省级赛区)模拟试卷四	(140)
全国高中学生化学竞赛(省级赛区)模拟试卷五	(144)
全国高中学生化学竞赛(省级赛区)模拟试卷六	(147)

第三部分 真题测试

2005年全国高中学生化学竞赛(省级赛区)试题	(151)
2005年全国高中学生化学竞赛(省级赛区)备用试题	(156)
参考答案	(160)





第一部分 专题探究

专题一 化学反应及其能量变化

【考情报告】

题号	考查情况
1997.一	氧化还原反应问题,考查氧化产物、还原产物的判断及氧化还原反应方程式的书写
1997.三	氧化还原反应问题,考查氧化还原反应方程式的书写及配平
1997.六 1,2,3	氧化还原反应问题,考查氧化还原反应方程式的书写
1997.七 1	氧化还原反应问题,考查氧化还原反应概念及知识应用
1997.七 3	能量变化问题,考查热化学方程式的书写
1998.二	能量变化问题,考查电能转化及计算
1998.三	氧化还原反应问题,考查氧化数及核反应
1998.四	氧化还原反应问题,考查氧化还原反应概念及计算
1999.三 2	氧化还原反应问题,考查氧化数计算
1999.三 3	氧化还原反应问题,考查氧化性、还原性判断
1999.三 4	氧化还原反应问题,考查氧化还原方程式书写
1999.四	氧化还原反应问题,考查氧化还原反应方程式的书写
1999.五 1	氧化还原反应问题,考查氧化还原方程式书写
1999.五 5	氧化还原反应问题,考查物质具有氧化性还原性判断
2000.七 1	氧化还原反应问题,考查氧化还原反应方程式的书写
2000.七 2	氧化还原反应问题,考查歧化反应知识
2000.八	氧化还原反应问题,考查歧化反应知识
2000.十二 1	非氧化还原反应问题,考查水解反应
2000.十五	非氧化还原反应问题,考查化合反应及分解反应的计算
2001.一	氧化还原反应及离子反应问题,考查离子方程式书写及氧化还原反应知识应用
2001.四 3.4	氧化还原反应问题,考查氟氯化合物有关的化学方程式书写
2001.六	氧化还原反应问题,考查氧化还原反应知识的应用
2001.七	氧化还原反应及计算问题,考查氧化还原反应知识的应用及计算
2001.十一	非氧化还原反应问题,考查化合反应
2001.十二	电化学与能量问题,考查电极反应、电化学方程式的书写和能量计算
2001.十三	氧化还原反应及计算问题,考查氧化还原反应知识的应用及计算
2002.三 2	核反应问题,考查核反应方程式的书写
2002.四 1,2	氧化还原反应问题,考查氧化还原反应方程式书写





题号	考查情况
2002. 六 2	氧化还原反应问题, 考查涉及有机化合物氧化还原反应方程式的书写
2002. 九 2, 3	化学反应与能量问题, 考查物质能量的高低, 确定化学反应
2002. 十	能量变化问题, 考查电能转化及计算
2002. 十一	氧化还原反应问题, 考查电极电势知识
2003. 一 2, 3	非氧化还原反应问题, 考查氧化还原反应方程式书写
2003. 四 1	氧化还原反应问题, 考查氧化还原反应知识应用及分子式确定
2003. 五	电化学问题, 考查电极反应、电化学方程式的书写
2003. 六 3	氧化还原反应问题, 考查氧化还原反应方程式的书写
2003. 八 1	氧化还原反应问题, 考查氧化还原反应方程式的书写
2004. 一	核反应问题, 考查核反应方程式的书写
2004. 四	氧化还原反应及能量问题, 考查氧化还原反应及能量变化知识
2004. 五	氧化还原反应问题, 考查氧化数问题
2004. 七	氧化还原反应及计算问题, 考查氧化还原反应知识的应用及计算
2004. 九 2, 4	氧化还原反应问题, 考查氧化还原反应概念
2004. 十一 1	电化学问题, 考查有机物电解方程式的书写
2005. 一 1	核反应问题, 考查核反应方程式的书写
2005. 一 4	氧化还原反应问题, 考查氧化还原反应知识应用及方程式书写
2005. 三 2	氧化还原反应问题, 考查氧化还原反应方程式的书写
2005. 三 3	能量变化问题, 考查熵变化知识
2005. 四	配合反应问题, 考查配合反应的书写
2005. 十 1	氧化还原反应问题, 考查氧化还原反应知识应用



【考情预测】

全国化学竞赛(省级赛区)的要求是, 正确书写离子方程式, 理解和掌握并应用氧化还原反应概念, 正确书写和配平氧化还原反应方程式。因此化学方程式的书写是化学竞赛的基本考查知识点。其中非氧化还原反应的方程式比较简单, 竞赛涉及不多; 而氧化还原反应方程式可从多个方面考查学生思维能力。从近十年的试题来看, 氧化还原反应是每年必考的知识点, 其题型变化多端, 显得非常灵活。全国竞赛(省级赛区)的要求是: 了解化学反应与能量关系, 掌握几种重要热效应及有关计算, 理解热化学循环。因此, 化学反应能量变化也是竞赛的基本考查知识点。

根据历年考查的情况分析, 预计今后的竞赛中对化学反应及其能量变化问题考查将呈现以下特点:

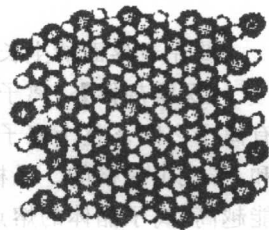
1. 结合实验具体数据(有直接数据、图表数据等)分析、书写化学方程式;
2. 结合相关物质的物理性质(如颜色、状态、气味、熔沸点、晶体结构)、化学性质(氧化还原性、稳定性等)和反应环境(如酸碱性、温度等)推出未知物质的组成, 从而书写化学方程式;
3. 分析反应物组成元素的原子结构特点, 通过与已知物质的类比、迁移或假设等方法, 书写化学方程式;
4. 能正确书写热化学方程式;
5. 能根据已知标准摩尔生成焓、键焓、燃烧焓等进行反应焓变的计算;
6. 盖斯定律的灵活应用;
7. 分析化学能与其他形式能量(如热能、电能、光能等)的相互转化(如电解、光合作用等)及掌握有关计算。



【经典考题】

例1 (2004年江苏省奥赛预赛试题) 固体化学是化学研究中的重要领域。

(1) 从 NaCl 晶体中可以抽取出不同形状的晶体小碎片, 这些晶体小碎片可以称为 NaCl 离子团簇。离子晶体或离子团簇表面存在悬挂键(即表面的离子有一种没有抓住相邻原子的化学键), 右图是立方体形状的 NaCl 离子团簇, 其中大球代表 Cl^- , 小球代表 Na^+ 。

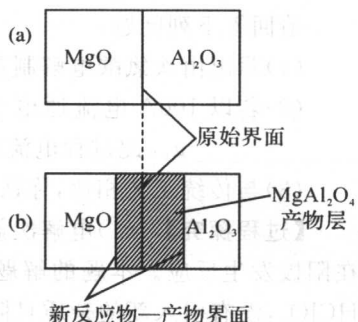


NaCl离子团簇

请回答下列问题:

- ①与等质量的 NaCl 离子晶体比, NaCl 离子团簇具有_____ (填“较多”或“较少”)的悬挂键;
- ②NaCl 离子团簇的熔点比 NaCl 大块晶体的熔点要_____ (填“高”、“低”或“一样”);
- ③如果团簇中离子对数相同, 则团簇的总能量与团簇的外形是否有关? _____

(2) 固体原料混合物以固态形式直接反应是制备固体粉末最为广泛应用的方法。由于固体中原子或离子扩散较慢, 固态反应常在高温下才能发生。如图(a)所示, MgO 和 Al_2O_3 两种晶体开始反应时相互紧密接触, 共享一个公用面, 加热后在接触面上局部发生反应生成一层 MgAl_2O_4 , 如图(b)所示。在极高温度时, 离子具有足够的热能, 能从正常格位上跳出并通过晶体扩散。为使反应进一步进行和产物 MgAl_2O_4 层的厚度增加, Mg^{2+} 和 Al^{3+} 离子必须通过已存在的 MgAl_2O_4 产物层发生相互扩散到达新的反应界面。在此阶段有 MgO 和 MgAl_2O_4 之间以及 MgAl_2O_4 和 Al_2O_3 之间的两个反应界面。



- ①分别写出界面 $\text{MgO}/\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 和界面 $\text{MgAl}_2\text{O}_4/\text{Al}_2\text{O}_3$ 上发生反应的化学方程式:

- ②左右界面的生长或移动速度之比为_____。

【过程探究】 本题运用新情境考查学生离子晶体结构与能量以及化学方程式书写的相关知识, 强调知识迁移能力和分析能力。

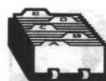
对于第(1)题, 引入了一个新的概念“悬挂键”, 根据题意可知, 悬挂键存在于离子晶体或离子团簇表面, 表面积越大悬挂键越多。等质量的 NaCl 晶体与 NaCl 离子团簇相比, NaCl 晶体的表面积小, 因此它的悬挂键较少。悬挂键多时, 总能量会较高, 故 NaCl 离子团簇的熔点会比 NaCl 大块晶体低。团簇的总能量和团簇的外形有关。

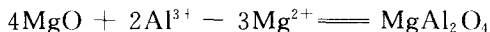
对于第(2)题, 理解题意、挖掘题目的隐含信息是解答本小题的关键。本小题的难点是弄清楚 Mg^{2+} 和 Al^{3+} 从何而来。如果仔细审题不难发现 Mg^{2+} 来自于 $\text{MgO}/\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 界面, Al^{3+} 来自于 $\text{MgAl}_2\text{O}_4/\text{Al}_2\text{O}_3$ 界面。根据电荷守恒来书写化学方程式。

答案

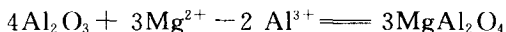
- (1) ①填“较多”; ②填“低”; ③填“有关”

- (2) ① $\text{MgO}/\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 界面





$\text{MgAl}_2\text{O}_4/\text{Al}_2\text{O}_3$ 界面



②左右界面的生长速率之比即为生成 MgAl_2O_4 的速率之比,从以上两方程式看为1:3。

【探索规律】 离子晶体中离子间的化学作用力并不限于一对正、负离子之间,而是遍及所有离子之间。整个离子晶体中离子之间的静电作用是所有这些离子的静电吸引和排斥力的总和,形成了晶格能。晶格能的大小与离子晶体中离子电荷、离子核间距离有关。一般地,晶格能越高,离子晶体的熔点越高。离子团簇实为离子晶体的小碎片,无论是表面积还是核间距离都有所改变。

例 2 (2004 年江苏省奥赛预赛试题)高氯酸铵(AP)作为一种优良的固体推进剂被用于导弹和火箭发射上。传统制备高纯 AP 的方法是电解氯酸钠水溶液得到高氯酸钠,再与氯化铵进行复分解反应,经重结晶得到粗 AP 产品后,经过多步精制、提纯得到高纯 AP。

Olin 公司最近研究了一种制备高纯 AP 的新工艺,其基本方法是电解高纯次氯酸得到高纯高氯酸,再与高纯氨进行喷雾反应制成高氯酸铵。

请回答下列问题:

(1)写出由次氯酸电解制备高氯酸的电极反应和电池反应方程式。

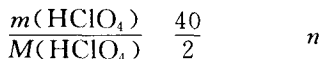
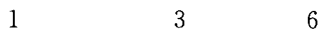
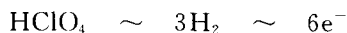
(2)若以 100A 电流通电于次氯酸溶液 20.0 h,阴极放出 H_2 40.0 g,阳极可得高氯酸 _____ g。此过程电流效率是 _____。

(3)与传统工艺相比,你认为新工艺有哪些优点? _____。

【过程探究】 (1)电解次氯酸制备高氯酸,从 $\text{HClO} \rightarrow \text{HClO}_4$,发生的是氧化反应,因此它在阳极发生反应。本题的解题关键在于找出阴极发生的反应。由题意可知,此种方法制备 HClO_4 ,没有引入新的杂质且阴极发生的是还原反应,由此推断,是水电离出的 H^+ 在阴极放电。

(2)根据电池反应方程式,可求得 HClO_4 的质量。根据电池中电子的转移,找到电子、电量以及电池反应之间的关系,可求电流效率。

根据电池反应: $\text{HClO} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{HClO}_4 + 3\text{H}_2 \uparrow$, 有



$$\text{故 } m(\text{HClO}_4) = \frac{20}{3} \times M(\text{HClO}_4) = \frac{20}{3} \times 100.5 = 670(\text{g})$$

上述反应中转移的电子的物质的量为:

$$n = \frac{\frac{40}{2} \times 6}{3} = 40(\text{mol})$$

一个电子所带的电量为 $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$,因此 40mol 电子所带的电量为:

$$40 \times N_A \times 1.6 \times 10^{-19} = 40 \times 6.02 \times 10^{23} \times 1.6 \times 10^{-19} = 3.85 \times 10^6 (\text{C})$$

此过程电流效率为:

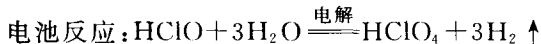
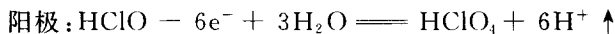
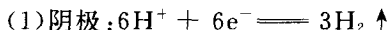
$$\frac{3.85 \times 10^6}{Q(\text{总})} \times 100\% = \frac{3.85 \times 10^6}{100 \times 20.0 \times 3600} \times 100\% = 53.5\%$$





(3)根据题意可知,与传统的工艺相比,新工艺产品的纯度高,精制步骤少,生产的成本低。

答案

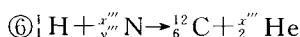
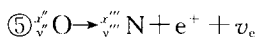
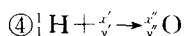
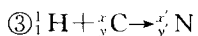
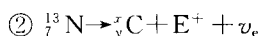
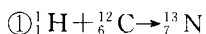


(2)670;53.5%

(3)新工艺产品的纯度高,精制步骤少,生产的成本低。

【探索规律】 本题以化学知识为载体,涉及到物理学中有关电子、电量计算等知识点。根据电荷守恒原理,无论是原电池还是电解池,通过各个电极的电荷数必定相等,所以可根据某一电极上的化学反应产物计算出反应过程中通过的电子数;也可以运用电学计算公式计算反应过程中通过的电子数,常用到 $Q = It = n(\text{e}^-)F = n(\text{e}^-)N_A e^-$ 公式进行计算。其中 Q 为电量, I 为电流强度, t 为时间, $n(\text{e}^-)$ 为电子的物质的量, F 为法拉第常数, N_A 为阿伏加德罗常数。

例3 (2003年江苏省奥赛初赛试题)世界各国科学家,从关注人类生存质量角度出发,将保护地球自然生态环境研究作为重大任务之一,并对与之相关的宇宙空间的复杂体系如太阳系进行了初步研究,结果发现太阳是一个巨大的能源,它时刻都在向太空发射大量能量,其能量来源就是太阳时刻不停地进行着链式聚变反应。在那里,氢原子核在极高温下发生聚变反应。这种反应发出的能量,一方面用以维持反应必需的高温,另一方面则向太空辐射出能量。其中一种重要的聚变过程是碳-氮循环。这一循环是由一系列由碳-氮作媒介的反应组成的,并按下列步骤进行:



上述过程,放出的净能量为 25.7MeV。每消耗 1 kg 1H 约产生 6.2×10^{14} J 的能量。核聚变反应是太阳能够在几十亿年内稳定地发光释能的主要原因。

(1)在上述过程中, $x =$ _____, $y =$ _____; $x' =$ _____, $y' =$ _____; $x'' =$ _____, $y'' =$ _____ (均填数值)。

(2)写出净能量产生对应的反应方程式: _____。

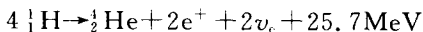
(3)在反应中碳原子的作用是 _____。

【过程探究】 本题的问题情境是目前人们普遍关注的能源问题。只要根据反应前后质子数、质量数守恒,就可解答此题。

(1) e^+ 的电荷数为 1,质量数为 0; ν_e 的电荷数、质量数都为 0。根据反应前后电荷数、质量数守恒,就可求得 $x = 13, y = 6; x' = 14, y' = 7; x'' = 15, y'' = 7$ 。

(2)本小题就是要写出 1H 聚变,释放出 ${}_2^4\text{He}, \text{e}^+, \nu_e$ 以及能量的反应方程式。

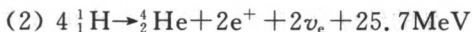
把①、②、③、④、⑤、⑥相加可得:



(3)根据题设中写出的反应方程式可知,碳原子在反应前后的质量、性质没有改变,因此在反应中的碳原子的作用是催化剂。

答案 (1) 13, 6 ; 14, 7 ; 15, 7



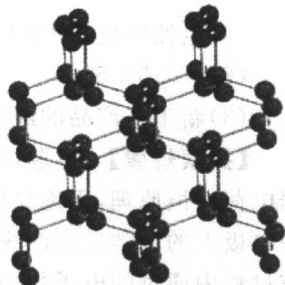


(3) 催化剂

【探索规律】 根据反应前后质子数、中子数、质量数、电子数守恒来确定核反应式。

例 4 (2004 年全国高中化学竞赛题)

2004 年 7 月, 德俄两国化学家共同宣布, 在高压下氮气会发生聚合得到高聚氮, 这种高聚氮的 N—N 键的键能为 160 kJ/mol (N₂ 的键能为 942 kJ/mol), 晶体结构如右图所示。



在这种晶体中, 每个氮原子的配位数为_____; 按键型分类属于_____晶体。这种固体的可能潜在作用是_____, 因为_____。

【过程探究】 本题考查了化合物结构和能量之间的相互关系。

首先, 观察图形和从题给信息——“高聚氮”可知, 高聚氮中氮原子间以共价键相连, 该晶体为原子晶体。由每个 N 与另外三个 N 成键, 可知 N 原子配位数为 3。

其次, 比较高聚氮与氮气中 N—N 键能的巨大差别, 显然高聚氮变为氮气将释放巨大能量, 故用来作高能材料或者炸弹比较合适。

答案 3 原子 炸药(或高能材料) 高聚氮分解成 N₂ 释放大量能量

【探索规律】 解答这类试题的方法是通过观察和阅读获取信息, 结合已有的知识解决问题。

化学反应的过程就是破坏反应物中的化学键, 形成产物中的化学键的过程。断裂旧键形成新键都将有能量的变化。如果反应物的总能量大于生成物的总能量, 该反应就表现出放热反应。如果生成物越稳定, 则放出的能量就越多。

例 5 (2002 年全国高中化学竞赛题)

(1) 汞与次氯酸(摩尔比为 1 : 1) 发生反应, 得到两种反应产物, 其一是水, 该反应的方程式为_____; 反应得到的含汞化合物的中文名称为_____。

(2) N₂H₄ 在一定条件下热分解, 产生 NH₃、N₂ 和 H₂, 后两者的物质的量之比为 3 : 2, 其反应方程式为_____。

(3) 第 2 周期元素 A 与氢形成的如下化合物中的 A—A 键的键能(kJ/mol) 为:



试问: 它们的键能为什么依次下降?

【过程探究】 本题通过元素和无机化学的基础知识, 考查基本化学反应和化学键的基础知识。

(1) 从汞和次氯酸钾(物质的量之比为 1 : 1) 发生反应, 可以得出 1 : 1 的产物为 HgHOCl。由于要去掉一个水, 必须为 Hg₂H₂O₂Cl₂, 去掉水后得到 Hg₂OCl₂, 中文名称为碱式氯化汞(或氯氧化汞)(注: Hg₂OCl₂ 也可写成 HgO · HgCl₂ 或 HgCl₂ · HgO)。

故反应方程式为:



(2) 本小题考查的是化学方程式的配平, 由于已经指出了后两者物质的量之比为 3 : 2, 所以不难得到答案。(注: 如果不指定 3 : 2, 则反应方程式有多种解法。)

故反应方程式为:





(3)考虑到C、N、O原子在周期表中的位置,可以看出,从左到右,实际上A—A键能逐渐减少,因此,应考虑原子构型的影响。由于乙烷中的碳原子没有孤对电子,肼中的氮原子有1对孤对电子,过氧化氢中的氧有2对孤对电子,这必然是产生键能变化的原因。同理,F—F键能为154.8kJ/mol,也是由于同样的原因。

答案 (1) $2\text{Hg} + 2\text{HClO} = \text{H}_2\text{O} + \text{Hg}_2\text{OCl}_2$ (2) $7\text{N}_2\text{H}_4 = 8\text{NH}_3 + 3\text{N}_2 + 2\text{H}_2$

(3)乙烷中的碳原子没有孤对电子,肼中的氮原子有1对孤对电子,过氧化氢中的氧有2对孤对电子,使A—A键能逐渐减少。

【探索规律】 根据试题信息书写化学方程式是各类化学竞赛试卷中的一种常见题型,试题提供的信息和要书写的化学方程式是教材中没有学过的。因此,该类题目重点考查竞赛选手接受、处理新信息的能力以及根据试题信息,结合已有的知识解决问题的能力。解题的方法是:依据题给数据、现象、物质性质及反应条件等信息,结合已学基础知识,通过分析、计算、联想、推理及类比等思维过程,把题给信息加工成可以直接解答问题的信息,从而达到解决问题的目的。

例6 “药金”外观和金(Au)相似,常被误认为黄金。不法分子用炉甘石(ZnCO_3)、赤铜矿(主要成分为 Cu_2O)和木炭粉混合加热至 800°C 左右,制得金光闪闪的假黄金(“药金”)以牟取暴利。试回答下列问题:

(1)用上述方法制得的“药金”不可能是黄金,理由是_____。

(2)“药金”的主要成分是_____,有关化学方程式是_____。

(3)试写出一种鉴别该假黄金的方法:_____。

【过程探究】 解答本题思路可由旧知识类比运用于新知识,解题时用到的类比对象是学过的旧知识,把旧知识迁移运用到新知识,实现旧知识的迁移。表示如下:

旧知识:



新知识:



答案

(1)反应物中不含金元素,化学反应不能得到新的元素。

(2)铜、锌合金,化学方程式参考解题思路。

(3)取少许合金加入少量盐酸,若气泡产生,则可证明是假黄金。

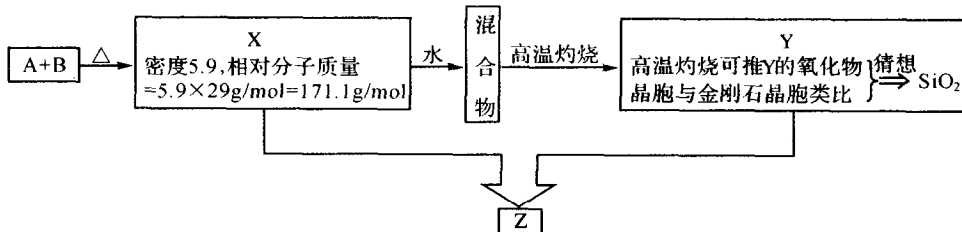
【探索规律】 类比迁移法的基本思路是:首先比较两个不同对象在某些方面(如特征、属性、关系等)的类同之处,然后推测这两个对象在其他方面也可能有类同之处,并由一种对象迁移到另一种对象中去。

例7 (2000年全国化学决赛试题改编)A的单质和B的单质在常温下激烈反应,得到化合物X。X的蒸气密度是同温度下的空气密度的5.9倍。X遇过量水激烈反应,反应完全后的混合物加热蒸干,得一难溶物,后者在空气中经 1000°C 以上高温灼烧,得到化合物Y。Y在高温高压下的一种晶体的晶胞可与金刚石晶胞类比,A原子的位置相当于碳原子在金刚石晶胞中的位置,但Y晶胞中A原子并不直接相连,而是通过E原子相连。X与过量氨反应完全后得到含A的化合物Z。Z经高温灼烧得化合物G。G是一种新型固体材料。

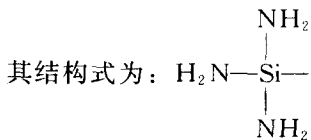


(1)写出 X 的化学式。(2)写出 Y 的化学式。(3)写出 X 与过量氨反应得到 Z 的化学方程式。(4)写出 Z 生成 G 的化学方程式。(5)你预计 G 有什么用途? 用一两句话说明理由。

【过程探究】 本题属于性质、结构的推断题,考查学生的类比迁移能力。解题时将有关信息关系制作关系图,然后进行分析推断。

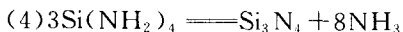
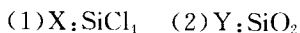


由题意知 Y 的晶胞可与金刚石类比及 Y 是在空气中经高温灼烧得到的,可猜测 Y 是 IV A 族元素的氧化物,又由 X 遇过量水激烈反应可猜测该物质为 Al_4 ,再结合 X 的摩尔质量: $5.9 \times 29 \text{ g/mol} = 171.1 \text{ g/mol}$, $M(L) < 171.1/4 = 42.78 \text{ (g/mol)}$ 。若 L 为 Cl, $M(A) = 171.1 - 4 \times 35.45 = 29.3 \text{ (g/mol)}$,与 Si 的相对原子质量相近,所以 X 可以是 $SiCl_4$,其他情况不合要求。由 $SiCl_4 \xrightarrow{H_2O} H_4SiO_4 \xrightarrow{\Delta} SiO_2$,所以 Y 为 SiO_2 。化合物 Z 和 G 的推理要具有很强的迁移能力。由 $SiCl_4 \xrightarrow{NH_3} Z \xrightarrow{\Delta} G$, NH_3 可与 H_2O 类比: $H-NH_2$ 、 $H-OH$,所以大胆设想 Z 为 $Si(NH_2)_4$ 。



硅原子和氮原子的成键特点,可以预计 Si_3N_4 是原子晶体,再根据 Si—N 键能推断 Si_3N_4 的物理特性。

答案



(5) 耐磨、耐高温材料。因为 Si_3N_4 为原子晶体,且 Si—N 的键能大,键长短,故晶体的熔点高、硬度大。

【探索规律】 运用类比法解题应注意以下两点:

(1) 找准类比对象,解题时用到的类比对象可能是学过的旧知识,也可能是题给的新信息;可能是直观的,也可能是隐含的。这就要求解题时准确地把握题意,找准类比对象。

(2) 紧扣类比前题。有的试题中,往往把一些可类比因素与不可类比因素结合在一起,增加了解题难度,这就要求解题时应紧扣类比前题,以防误入圈套。

例 8 $FeSO_4$ 溶液在 $pH=2$ 时暴露在空气中是比较稳定的。如在该溶液中加入氧化亚铁硫杆菌后,大部分 Fe^{2+} 离子可迅速转化成 Fe^{3+} (Fe^{3+} 是浸出硫化矿物的良好的溶出剂)。这一反应是细菌浸出矿物的重要反应之一,该反应方程式为:_____。

【过程探究】 运用氧化还原反应原理,抓住哪种元素化合价升高,哪种元素化合价降低即可。由题给的信息可知:反应物中 $FeSO_4$ 作为还原剂,Fe 的化合价从 +2 升高到 +3,最终





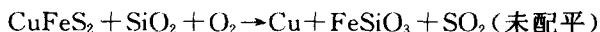
以 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 存在。因此,关键在于寻找氧化剂和反应介质。由题给的信息“ FeSO_4 溶液在 $\text{pH}=2$ 时暴露在空气中是比较稳定的”可以认为介质为稀 H_2SO_4 。虽然题中未指明氧化剂,但根据题意可判断氧化剂是空气中的氧气,而氧化亚铁硫杆菌只是作为催化剂。则该反应为 FeSO_4 、 O_2 、 H_2SO_4 在氧化亚铁硫杆菌的作用下生成 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 H_2O 。



【探索规律】 本题采用分析推理法确定化学方程式。分析推理法的基本思路是:通过为题给信息的阅读理解,运用已学的有关知识(如氧化还原反应知识、物质的性质等)进行分析,推断出反应产物,进而写出化学方程式。

例 9 书写下列反应的方程式:

- (1) 含有 Cu^+ 的人体酶的活化中心,使 NO_2^- 转化为 NO 。
- (2) 叠氮离子 N_3^- 由 NH_2^- 与 NO_3^- 离子在一定温度下合成。
- (3) 黄铜矿炼铜的总反应可写成



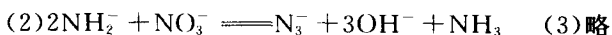
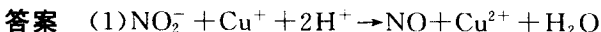
事实上冶炼是分步进行的。①黄铜矿在氧气作用下生成 Cu_2S 和 FeS ;② FeS 在氧气作用下生成 FeO ,并进一步与矿物反应生成矿渣;③硫化亚铜与氧气反应生成氧化亚铜;④硫化亚铜与氧化亚铜反应生成铜。写出分步反应式。

【过程探究】 本题采用整体思维方法确定化学方程式。

(1) NO_2^- 中 N 的氧化数为 +3, NO 中 N 的氧化数为 +2,因此主要反应为 NO_2^- 氧化 Cu^+ ,反应式可写成 $\text{NO}_2^- + \text{Cu}^+ \rightarrow \text{NO} + \text{Cu}^{2+}$ 。必然要求考虑反应发生的介质。在中性环境下则反应物有水参与,可写成 $\text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2^- + \text{Cu}^+ \rightarrow \text{NO} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^-$,但这种写法中产物 Cu^{2+} 和 OH^- 不能共存,似乎应该写成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀形式,在人体组织中显然不会出现这种情况。因而反应式写成 $\text{NO}_2^- + \text{Cu}^+ + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{NO} + \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ 即考虑到“反应在人体组织中进行”这一隐含条件的写法更趋合理。

(2) NH_2^- 和 NO_3^- 发生反应生成 N_3^- ,实质上是归中反应,即 $\text{NH}_2^- + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_3^-$ 。那么反应物中氢原子和氧原子在产物中以什么形式存在,需要从整体出发考虑到反应物应在何种介质中存在,肯定为非水溶剂,故产物不宜有水。如果产物有水,那么水肯定会与反应物 NH_2^- 反应生成 NH_3 和 OH^- 。所以方程式应写成 $3\text{NH}_2^- + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{N}_3^- + 3\text{OH}^- + \text{NH}_3$ 。

(3) 书写分步反应式应紧扣题中整个冶炼过程的总反应方程式。① $\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{FeS}$,单纯从 Cu、Fe 与 S 原子比例关系可知产物中还有一种含硫元素的产物,考虑到 O_2 参与,以及总反应式中产物有 SO_2 ,因此该过程发生的反应的方程式应写成 $2\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{FeS} + \text{SO}_2$ 。② FeS 氧化成 FeO 的另一产物也只能为 SO_2 ,不能出现 S 和 SO_3 的形式。此外矿渣是什么?从总反应式中可判断是 FeSiO_3 ,故 FeO 转为矿渣的反应方程式宜写作 $\text{FeO} + \text{SiO}_2 \rightleftharpoons \text{FeSiO}_3$ 。③ 类似于②,反应方程式写成 $2\text{Cu}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$ 。④ Cu_2S 和 Cu_2O 反应生成 Cu,另一种产物从总反应式中可判断只能是 SO_2 ,反应方程式写成 $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Cu}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{Cu} + \text{SO}_2$ 。配平总反应方程式: $2\text{CuFeS}_2 + 2\text{SiO}_2 + 5\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cu} + 2\text{FeSiO}_3 + 4\text{SO}_2$ 。



【探索规律】 运用整体思维解题要树立系统观念,注意题给信息的全面分析、挖掘和发现整体中的关键条件和隐含条件,通盘考虑。从以上三个书写反应方程式的例子可以看出运用整体思维在解题时做到了全面考虑各个条件,从宏观、整体上指明了解题方向或途径,避免了因纠缠于局部特征或细枝末节而产生的错误。

【针对训练】

1. 请写出下列反应的化学方程式:

(1) 将 KMnO_4 溶液滴入 NaOH 溶液,微热,得到透明的绿色溶液;

(2) 向 KI 和 H_2SO_4 的混合溶液中加入过氧化氢,放出大量不溶于水的无色气体,同时溶液呈棕黄色,可使淀粉变蓝。

2. (1) 重铬酸钾是一种强氧化剂,用它可以装配检验司机是否违章酒后开车的装置。请简述检测方法的设想和现象。写出反应的化学方程式。

(2) NaBiO_3 是强氧化剂,在硝酸溶液中,可将 Mn^{2+} 氧化为 Mn(VII) ,请写出离子方程式。介质可否用盐酸?为什么?

(3) 白磷(以 P_4 表示)在 CuSO_4 溶液中能发生歧化反应,主要产物有 Cu_3P 、 H_3PO_4 等,请写出反应的化学方程式。

(4) 三氧化铀是一种两性氧化物,它在溶液中可以 UO_2^{2+} 和 $\text{U}_2\text{O}_7^{2-}$ 形式存在,按要求写出 UO_3 与强酸、强碱反应的离子方程式:

① UO_3 表现酸性: _____;

② UO_3 表现碱性: _____。

3. (1) 在新生代的海水里有一种铁细菌,它们摄取海水中的亚铁离子,把它转变成它们的皮鞘(可以用 Fe_2O_3 来表示其中的铁),后来便沉积下来形成铁矿;这个用酶为催化剂的另一个反应物是 CO_2 ,它在反应后转成有机物,可用甲醛表示。试写出配平的离子方程式。

(2) 化学家用实验证实,金矿常与磁铁矿共生的原因是:在高温、高压的水溶液(即所谓“热液”)里,金的存在形式是 $[\text{AuS}]^-$ 络离子。在溶液接近中性时,它遇到 Fe^{2+} 会发生反应,同时沉积出磁铁矿和金矿。试写出配平的化学方程式。

4. 被称为“魔棒”的荧光棒已成为节日之夜青少年的喜爱之物,其发光原理是利用过氧化氢氧化草酸酯产生能量,该能量被传递给荧光物质后便发出荧光。回答下列问题:

(1) 有人说,发光的魔棒不能凑近石油气之类的可燃性气体,否则会导致爆炸,是否正确?说明理由。

(2) 通过挤压,使过氧化氢与草酸酯混合反应,导致魔棒发光,一段时间后,光的亮度降低,此时把魔棒往手心上敲打几下,亮度会重新增大,原因是什么?(提示:草酸酯是一种有较高粘度的有机化合物)

(3) 在设计魔棒时,其连续发光的能力在 8~12h,如果在发光中途,把它放入冰箱的冷冻室中,发光便会停止或基本停止。把魔棒从冷冻室中取出静止一会儿,它又会连续发光,原因是什么?

5. 写出下列有关化学反应方程式:

(1) 在 H_2O_2 作用下可实现 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ 与 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 之间的相互转化,在酸性溶液中 H_2O_2 可使 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 转化为 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$;在碱性溶液里 H_2O_2 可使 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ 转化为 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 。写出以上相互转化的离子方程式。

