

高考一举三

丛书主编 吴万用 王永珊
本册主编 郎伟岸

历年高考好题分类解读与命题衍变预测

化学



云南教育出版社

北京大学	中国人民大学	清华大学	北京交通大学
北京工业大学	北京航空航天大学	北京理工大学	北京科技大学
北京化工大学	北京邮电大学	中国农业大学	北京林业大学
北京中医药大学	北京师范大学	北京外国语大学	
北京广播学院	对外经济贸易大学	中央民族大学	
中央音乐学院	南开大学	天津大学	
天津医科大学	河北工业大学	太原理工大学	
内蒙古大学	辽宁大学	大连理工大学	
东北大学	大连海事大学	吉林大学	
	延边大学	东北师范大学	
	哈尔滨工业大学	哈尔滨工程大学	
	东北农业大学	复旦大学	
		同济大学	
		上海交通大学	
		华东理工大学	东华大学
		上海第二医科大学	
		华东师范大学	上海外国语大学
		上海财经大学	上海大学
	南京大学	苏州大学	东南大学
	南京航空航天大学		南京理工大学
	中国矿业大学	河海大学	江南大学
	南京农业大学	中国药科大学	南京师范大学
浙江大学	安徽大学	中国科学技术大学	
厦门大学	福州大学	南昌大学	山东大学
中国海洋大学	石油大学	郑州大学	武汉大学
华中科技大学	中国地质大学	武汉理工大学	
湖南大学	中南大学	湖南师范大学	中山大学
暨南大学	华南理工大学	华南师范大学	广西大学
四川大学	重庆大学	西南交通大学	电子科技大学
四川农业大学	西南财经大学	云南大学	西北大学
西安交通大学	西北工业大学	西安电子科技大学	
长安大学	兰州大学	新疆大学	
第二军医大学	第四军医大学	国防科学技术大学	

高考一举三

历年高考好题分类解读与命题衍变预测

化学

本册主编
编者

郎伟岸
郎伟岸
商红军

高明威
单智侠

孙 畅



图书在版编目(CIP)数据

历年高考好题分类解读与命题衍变预测.化学 / 郎伟岸主编. — 昆明: 云南教育出版社, 2004.5
(高考一举三)

I. 历… II. 郎… III. 化学课—高中—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 032614 号

高考一举三

——历年高考好题分类解读与命题衍变预测·化学

责任编辑: 何 醒 崔 明

策 划: 何 醒 王永珊

装帧设计: 五明设计 杨会慧

出版发行: 云南教育出版社

社 址: 昆明市环城西路 609 号

经 销: 全国新华书店

印 刷: 沈阳新华印刷厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 14.75

字 数: 401 千字

版 次: 2004 年 7 月第 1 版

印 次: 2004 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1—20 000 册

书 号: ISBN7-5415-2571-5/G·2074

定 价: 19.00 元

版权所有, 侵权必究

凡购本社图书, 如有质量问题, 请直接与印刷厂联系退换。服务热线: 024—25872814—2034

★ 编委会 ★

丛书主编 吴万用 王永珊

编 委 (按拼音顺序)

陈华航	陈昕若	陈 阳	甘桂荣
高明威	黄艳辉	黄艳丽	蒋绍绂
康英茂	郎伟岸	刘大韬	刘东奎
马乾凯	商红军	单智侠	孙 畅
孙 丹	孙岩雪	王丽华	王 雁
萧 珞	徐莉娅	于 濯	张 钧
张 立	朱玉才	左 利	

前言

这是一套专为准备考大学的高三毕业生设计的高考丛书。

针对高考的书已有不少，但基本上是复习指导、模拟试题、高考试题汇集等。然而，我们通过对历年高考试题进行研究、分析后发现，每年的高考试题中都有不少好题，这些好题对学生把握科学方向、启迪思路、开拓眼界都有借鉴意义，尤其是一些试题在命题立意、技巧及思路方面，对培养学生的综合素质、科学的思维方法、分析与解决问题的能力等具有积极的作用。我们认为，“好题”就是指那些或涵盖学科重点知识，或突出能力考查，或测试思维多向性，或密切联系实际，或存在易错易混知识，或题型新颖别致的优秀试题。因此，我们投入相当大的力量，从历年高考试题中精选出好题，对好题进行规范的解读，并对好题进行衍变及由此预测未来考题。我们深感这项工作的难度之大，但对我们的考生是非常有参考价值的，我们就尝试去做了，这就是我们写作这套丛书的初衷。

这套丛书有如下特点：

1. 所选的好题是从历年高考试题中特别是1999年以来的试题中精心筛选的，包含了各种题型。丛书按照考点将好题分类，用题覆盖全部知识点，以题带知识，达到知识与题互动。

2. 所选的好题非常精典，不论从涉及的知识点还是试题形式上，都有其典型性。这些典型试题的集合，使得考生读了心中有数，还可以达到触类旁通、举一反三的效果。

3. 丛书不论是对好题的解读，还是对衍变预测题的解

前言

读，都完全遵照高考评分标准，非常规范，给学生以示范，避免因不规范解题造成失分。

4. 通过对历年高考试题的研究我们还发现，今年的试题往往都是前几年试题的衍变。将历年好题进行衍变而拟出新题，这些题很可能就是新一年的考题。这种衍变预测是十分有价值的。试题的衍变还给我们以启示，使我们在学习过程中所遇到的好题都会自行给予衍变，这种开拓性的学习将带给我们无限的乐趣和收获。

5. 这套丛书的作者都是多年从事高三毕业班教学的一线特、高级教师，该书是他们教学与研究的结晶，因此它有一定的权威性。

在编写与出版过程中，我们得到了许多专家、老师以及有关人士的积极支持，在此深表谢意。我们真诚希望这套丛书能在指导中学教学与考试实践中有所作用，对读者有所帮助。由于时间较紧，可能仍有不足之处，恳请同行指教。

目 录

第 1 章 基本概念与基本理论

1

氧化还原反应	1
离子反应	8
元素周期律和元素周期表	16
物质结构和化学键	26
阿伏加德罗定律	33
化学平衡	37
电离平衡	49
电化学及其应用	62

第 2 章 元素及其化合物

70

卤族元素	70
氧族元素	80
氮族元素	91
碳族元素	100
碱金属元素	111
镁和铝	122
铁	131

第 3 章 有机化学基础

139

有机物结构和性质	139
同分异构现象	145
有机化学反应类型	149
有机推断	153

目 录

分子式和结构式的确定	159
有机计算	162
有机化学综合	166

第 4 章 化学实验 172

化学实验的基本操作	172
药品的存放和仪器的使用	175
物质的分离、提纯和鉴制	178
物质的制备和检验	182
有机化学实验	189
实验方案设计	194

第 5 章 化学计算 201

有关溶解度质量分数及物质的量浓度的计算	201
守恒法	206
关系式法	208
差量法	211
过量计算	214
讨论法	216
有机物计算	221

第 1 章

基本概念与基本理论

氧化还原反应

高考原题 1

KClO_3 和浓盐酸在一定温度下反应会生成绿黄色的易爆物二氧化氯。其变化可表述为：
 $\square \text{KClO}_3 + \square \text{HCl}(\text{浓}) \longrightarrow \square \text{KCl} + \square \text{ClO}_2 \uparrow + \square \text{Cl}_2 \uparrow + \square \text{_____}$

【2000·上海】

(1) 请完成该化学方程式并配平(未知物化学式和系数填入相应位置)。

(2) 浓盐酸在反应中显示出来的性质是_____。(填写编号, 多选倒扣)

① 只有还原性

② 还原性和酸性

③ 只有氧化性

④ 氧化性和酸性

(3) 产生 0.1 mol Cl_2 , 则转移的电子的物质的量为_____ mol。

(4) ClO_2 具有很强的氧化性。因此, 常被用作消毒剂, 其消毒的效率(以单位质量得到的电子数表示)是 Cl_2 的_____倍。



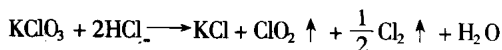
解读

知识与能力解读

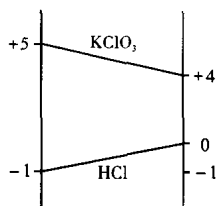
这是一道氧化还原知识体系的综合试题, 考查学生的多方面知识点的掌握情况及分析和综合解决问题的能力。在本试题中涉及到: ① 同元素氧化还原反应方程式的配平; ② 氧化剂还原剂的选择及对应氧化性和还原性的判断; ③ 氧化还原反应的本质——电子转移数目的确定; ④ 不同种氧化剂氧化能力的比较。

解法解读

解析 同元素发生氧化还原反应, 注意的关键问题是“高价态降低, 低价态升高, 不应出现价态交叉”。就本题来讲: $\text{KClO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + \text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 价态变化应如下:



可以看出, 浓 HCl 在反应中有部分被氧化, 有部分做介质。其中被氧化的盐酸和做介质的盐酸物质的量之比为 1:1, 如上。将化学计量数扩大 2 倍后便将方程式配平。其中盐酸既有还原性又有酸性, 根据反应式, 可知



转移 1 mol 电子得到 0.5 mol 氯气, 因此产生 0.1 mol 氯气, 转移的电子数目应为 0.2 mol 。无论是 ClO_2 还是 Cl_2 发生还原反应生成的还原产物均为 Cl^- , 67.5 g (1 mol) ClO_2 可以转移 5 mol 电子, 而 67.5 g Cl_2 转移电子为 1.90 mol (35.5 g Cl_2 转移电子 1 mol), $5 \div 1.90 = 2.63$ 。

答案 (1) 2, 4, 2, 2, 1, 2, H_2O (2) ② (3) 0.2 (4) 2.63

易错易混点解读

(1) 同种元素发生氧化还原反应价态的变化规律。

(2) ClO_2 和 Cl_2 消毒效率的比较可利用电子转移来衡量, 前提必须要注意还原产物相同。

衍变·预测

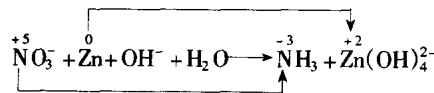
改变已知条件

1. 将 $\text{NO}_3^- + \text{Zn} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 配平后, 离子方程式中 H_2O 的系数是()

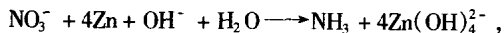
- A. 2 B. 4 C. 6 D. 8

解析 这是一道出现在 2001 年全国考题中氧化还原反应方程式的配平题。反应方程式的配平是中学化学学习中的基本技能。此类题在上海试题中几乎年年都有。自主命题的省份在逐年增多, 这项化学技能的考查不会被遗忘。现应该注意的是: 高考试题评分标准明确指出, 反应方程式不配平或配平错误都不能得分。

应采用“电子得失法”来完成本题的配平。



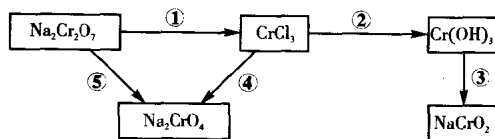
由上可看出: 氧化剂 NO_3^- 被还原成 NH_3 , 1molNO_3^- 得到 8mol 电子才能生成 NH_3 。还原剂 Zn 被氧化成 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$, 1molZn 失去 2mol 电子才能生成 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$, 根据电子转移相等, 可确定 Zn 的序数为 4, NO_3^- 的序数为 1, 根据原子守恒, 反应式可变成



根据离子反应方程式中电荷守恒的原理, 可确定 OH^- 的序数是 7, 最后根据氢原子(或氧原子)守恒可确定 H_2O 的序数是 6。

答案 C

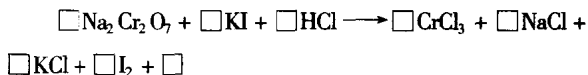
2. 化学实验中, 如使某步中的有害产物作为另一步的反应物, 形成一个循环, 就可不再向环境排放该种有害物质。例如:



(1) 在上述编号的步骤中, 需用还原剂的是_____, 需用氧化剂的是_____。(填编号)

(2) 在上述循环中, 既能与强酸反应又能与强碱反应的两性物质是_____ (填化学式)。

(3) 完成并配平步骤①的化学方程式, 标出电子转移的方向和数目:



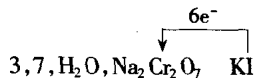
解析 本题属学科内综合试题, 知识点选定主要是氧化还原, 此试题结构是目前理科综合或文理综合考试中一种常见形式。

(1) 铬元素在题目中出现化合物的价态分别为:

$\text{Na}_2\overset{+6}{\text{Cr}}_2\text{O}_7$, $\overset{+3}{\text{Cr}}\text{Cl}_3$, $\overset{+3}{\text{Cr}}(\text{OH})_3$, $\text{Na}\overset{+3}{\text{Cr}}\text{O}_2$, $\text{Na}_2\overset{+6}{\text{Cr}}\text{O}_4$ 。铬元素在化合物 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中显 +6 价, CrCl_3 中显 +3 价, Na_2CrO_4 显 +6 价, 因此图示①~⑤变化可知, ① $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \longrightarrow \text{CrCl}_3$, Cr 的化合价降低, $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 作氧化剂, 故需用还原剂; 同理, 需用氧化剂的为④。

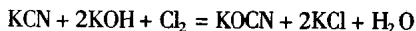
(2) 由 $\text{Cr}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{NaCrO}_2$ 及 $\text{Cr}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{CrCl}_3$ 可推知 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 既能与碱反应, 又能与酸反应, 属两性物质。

答案 (1) ①; ④ (2) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (3) 1, 6, 14, 2, 2, 6,



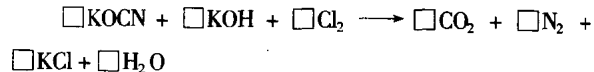
3. (2002·上海) 在氯化法处理含 CN^- 的废水过程中, 液氯在碱性条件下可以将氰化物氧化成氰酸盐(其毒性仅为氰化物的千分之一), 氰酸盐进一步被氧化为无毒物质。

(1) 某厂废水中含 KCN , 其密度为 $650\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。现用氯化法处理, 发生如下反应(其中 N 均为 -3 价):



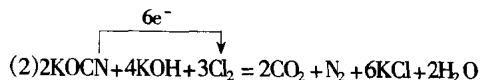
被氧化的元素是_____。

(2) 投入过量液氯, 可将氰酸盐进一步氧化为氮气。请配平下列化学方程式, 并标出电子转移方向和数目:



(3) 若处理上述废水 20L, 使 KCN 完全转化为无毒物质, 至少需液氯_____g。

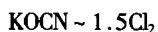
解析 (1) C 元素的化合价从 +2 价上升到 +4 价, $\overset{+2}{\text{C}}$ 被氧化。



配平该化学方程式首先要判断出化合价变化的元

素,氯元素化合价下降,得电子;N元素化合价从-3价上升到0价,失电子。而C元素的化合价在上一步就已经被氧化到最高价+4价,所以在该步反应中没有变化。

(3)KCN完全转化为无毒物质,分别发生二步反应,它们有以下关系:



所以1molKCN完全氧化成无毒的 CO_2 和 N_2 需要氯气2.5mol。

液氯的质量 = $20\text{L} \times 0.65\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \div 65\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2.5 \times 71\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 35.5\text{g}$ 。

也可以从元素化合价的变化来分析,1mol $\overset{+2}{\text{C}}$ 氧化到 $\overset{+4}{\text{C}}$ 失去了2mol电子,1mol $\overset{-3}{\text{N}}$ 氧化为 $\overset{0}{\text{N}}$ 失去3mol电子,总共失去电子5mol,1mol Cl_2 被还原得到2mol电子,也可以得出同上的结果。

答案 (1)碳 (2)2,4,3,2,1,6,2 (3)35.5

改变题的问法

1.(2003·春季)生物脱氮工艺需经1,2,3级反应池。

(1)2级反应池中,发生“生物硝化过程”,如果不考虑过程中硝化细菌的增殖,其净反应如下所示:

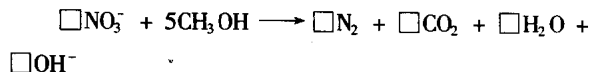


①配平上面化学方程式,将化学计量数填入方框中。

②将铵态氮中的1mg氮转化成硝酸根中的氮,需氧气多少毫克?

③为什么在反应中需要不断添加碱?

(2)3级反应池中发生的“生物反硝化过程”,通常需外加甲醇,净反应如下所示:



配平上面反应方程式,将化学计量数填入方框中。

解析 此题综合考查了氧化还原方程式的配平及化学平衡的移动问题。氧化还原方程式的配平原则在前面几个问题中已阐明。但要注意在离子方程式的配平中既要遵守得失电子守恒,同时还要注意电荷守恒。

答案 (1)①1,2,1,2,1

②4.57mg

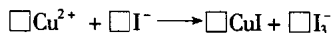
③反应时产生 H^+ ,而本反应要求溶液保持碱性
(2)6,3,5,7,6

2.(2003·上海)实验室为监测空气中汞蒸气中的含量,往往悬挂涂有 CuI 的滤纸,根据滤纸是否变色或颜色发生变化所用去的时间来判断空气中的含汞量,其反应为: $4\text{CuI} + \text{Hg} = \text{Cu}_2\text{HgI}_4 + 2\text{Cu}$

(1)上述反应产物 Cu_2HgI_4 中,Cu元素显_____价。

(2)以上反应中的氧化剂为_____,当有1mol CuI 参与反应时,转移电子_____mol。

(3) CuI 可由 Cu^{2+} 与 I^- 直接反应制得,请配平下列反应的离子方程式。



解析 这是一道非常实际的问题,理论在实践中应用的具体体现。

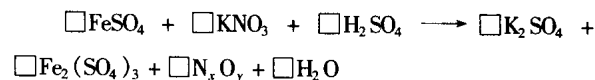
(1) Cu_2HgI_4 中Hg元素+2价,I元素-1价,所以Cu元素为+1价。

(2) CuI 中Cu元素由+1价降为0价,故 CuI 为氧化剂;每4mol CuI 反应转移电子数为2mol,故1mol CuI 反应转移电子数为0.5mol。

(3)由电子转移相等确定系数。

答案 (1)+1 (2) CuI ,0.5 (3)2,5,2,1

3.(上海市高考题)在热的稀硫酸中溶解了11.4g FeSO_4 ,当加入50ml0.5mol $\cdot\text{L}^{-1}$ KNO_3 溶液后,使其中的 Fe^{2+} 全部转化成 Fe^{3+} , KNO_3 也完全反应,并有 N_xO_y 氮氧化物气体逸出。



(1)推算出 $x = \underline{\hspace{1cm}}$, $y = \underline{\hspace{1cm}}$ 。

(2)配平该化学方程式。

(3)反应中氧化剂为_____。

(4)用短线和箭头标出电子转移的方向和总数。

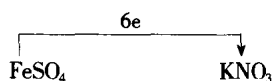
解析 根据氧化剂和还原剂得失电子守恒

$$\frac{11.4\text{g}}{152\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 = 0.050\text{L} \times 0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times n$$

(n为 NO_3^- 与 N_xO_y 中N元素的化合价差),

解之 $n = 3$,即 N_xO_y 中N元素的化合价为+2, N_xO_y 为 NO 。

答案 (1)1,1 (2)6,2,4,1,3,2,4 (3) KNO_3 (4)



4. (2002·全国) 已知硫酸锰(MnSO_4)和过硫酸钾($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$)两种盐溶液在银离子催化下可发生氧化还原反应,生成高锰酸钾、硫酸钾和硫酸。

(1) 请写出并配平上述反应的化学方程式。

(2) 此反应的还原剂是_____,它的氧化产物是_____。

(3) 此反应的离子反应方程式可表示为:

(4) 若该反应所用的硫酸锰改为氯化锰,当它跟过量的过硫酸钾反应时,除有高锰酸钾、硫酸钾、硫酸生成外,其他的生成物还有_____。

解析 反应过程中 MnSO_4 中 Mn 元素由 +2 价被氧化为 +7 价生成 MnO_4^- , 故 MnSO_4 为还原剂, 其氧化产物为 KMnO_4 。如把 MnSO_4 改为 MnCl_2 , 因 Mn^{2+} 的还原性比 Cl^- 弱, $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 首先氧化 Cl^- 生成 Cl_2 , 过量的 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 再氧化 Mn^{2+} 生成 KMnO_4 。

答案 (1) $2\text{MnSO}_4 + 5\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Ag}^+} 2\text{KMnO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4$

(2) MnSO_4 ; KMnO_4

(3) $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Ag}^+} 2\text{MnO}_4^- + 10\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$

(4) Cl_2 (HClO 、 HClO_2 也可)

高考原题

在一定条件下, RO_3^- 和氟气可发生如下反应: $\text{RO}_3^- + \text{F}_2 + 2\text{OH}^- = \text{RO}_4^- + 2\text{F}^- + \text{H}_2\text{O}$ 从而可知在 RO_3^- 中, 元素 R 的化合价是()

A. +4

B. +5

C. +6

D. +7

【2003·江苏】

解读

知识与能力解读

本题考查考生利用电荷守恒, 电子得失守恒判断元素化合价。是对学生氧化还原本质的掌握情况及电荷守恒解题能力的综合检验。

解法解读

在题示反应中, F_2 做氧化剂, 共得 2 个电子, 故还原剂 RO_3^- 的 R 元素应失去 2 个电子而变为 RO_4^- , 故 RO_3^- 中 R 的化合价为 +5 价 (+5 $\rightarrow$ +7, 失去 $2e^-$)。

还可以从反应前后的电荷守恒求解。据离子方程式得: $(-n) + 2 \times (-1) = (-1) + 2 \times (-1)$, 求得 $n = 1$, 故 RO_3^- 中 R 元素的化合价为 +5 价 [(+5) + 3 $\times$ (-2) = -1]。

答案 B

衍变·预测

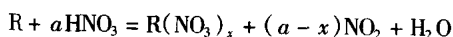
改变条件

某单质能与足量的浓硝酸反应, 放出 NO_2 气体。若参加反应的单质和浓硝酸的物质的量之比为 1:a, 则下列各项可能是该元素在反应后所显示的化合价的是()

A. +2a B. +a C. + $\frac{a}{2}$ D. + $\frac{a}{4}$

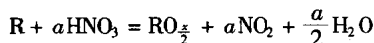
解析 设该元素为 R, 其化合价为 +x, 由于 R 为金属单质或是非金属单质时, 其反应方程式不同, 故 R 的价态也不同。

①当 R 为金属时:



据电子守恒, 则 $(a-x) \times 1 = x \Rightarrow x = +\frac{a}{2}$ 。

②当 R 为非金属时:



据电子守恒: $a \times 1 = +x \Rightarrow x = +a$ 。

答案 B、C

改变题的问法

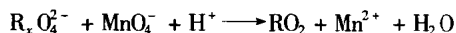
1. (2003·新课程)在一定条件下, PbO_2 与 Cr^{3+} 反应, 产物是 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 Pb^{2+} , 则与 1molCr^{3+} 反应所需 PbO_2 的物质的量为()

- A. 3.0mol B. 1.5mol
C. 1.0mol D. 0.75mol

解析 已知 $\text{PbO}_2 + \text{Cr}^{3+} \longrightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 中, Pb 由 +4 价变为 +2 价, Cr 由 +3 价变为 +6 价, 设所需 PbO_2 的物质的量为 $x\text{mol}$, 则有 $(6-3) \times 1 = (4-2) \times x \Rightarrow x = 1.5$ 。

答案 B

2. 已知下列变化过程中, $0.2\text{molR}_x\text{O}_4^{2-}$ 参加反应时, 共转移 0.4mol 电子。



(1) x 值为_____。

(2) 参加反应的 H^+ 的物质的量为_____ mol。

解析 本题为电子守恒和电荷守恒的综合应用。

(1) 由得失电子守恒可知:

$$0.2\text{mol}x \times \left(4 - \frac{6}{x}\right) = 0.4\text{mol} \Rightarrow x = 2$$

$$n(\text{MnO}_4^-) \times 5 = 0.4\text{mol} \Rightarrow n(\text{MnO}_4^-) = 0.08\text{mol}$$

(2) 由电荷守恒可知:

$$n(\text{H}^+) \times 1 - 0.8\text{mol} \times 1 - 0.2\text{mol} \times 2 = 0.08\text{mol} \times 2$$

$$n(\text{H}^+) = 0.64\text{mol}$$

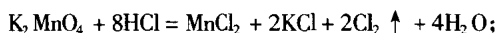
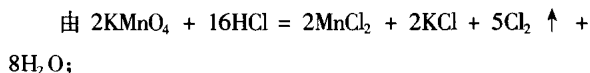
3. 加热 0.04molKMnO_4 固体, 一段时间后, 收集到 $a\text{mol}$ 单质气体, 此时 KMnO_4 的分解率为 x , 在反应后的残留固体中加入过量的浓 HCl 并加热, 充分反应后又收集到 $b\text{mol}$ 单质气体。设 Mn 元素全部以 Mn^{2+} 存在于反应后的溶液中。

(1) $a + b =$ _____ (用 x 表示)。

(2) 当 $x =$ _____ 时, $(a + b)$ 取最小值, 且最小值为_____。

(3) 当 $a + b = 0.09$ 时, 0.04molKMnO_4 加热后所生成残留固体质量为_____。

解析 由 $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ 求得 $a = 0.02x\text{mol}$ 。



可求得 $n(\text{Cl}_2)$ 。

$$b = 0.04(1-x) \times 5/2 + 0.04x + 0.04x/2 \\ = (0.1 - 0.04x)\text{mol}。$$

$$(1) n(\text{O}_2) + n(\text{Cl}_2) = a + b = 0.02x + 0.1 - 0.04x \\ = (0.1 - 0.02x)\text{mol}。$$

(2) 在上述推得的数学关系式 $a + b = 0.1 - 0.02x$ 中, x 为分解率。由 $0 < x < 100\%$ 和数学极值原理可求得: $0.08 < a + b < 0.1$, 即 KMnO_4 完全分解 ($x = 100\%$) 时, $a + b$ 值最小为 0.08。

(3) 当 $a + b = 0.09$ 时, 求得 $x = 50\%$, 由高锰酸钾分解反应式得: $n(\text{O}_2) = 0.01\text{mol}$, 则由质量守恒定律知: 加热后剩余固体的质量等于原 KMnO_4 质量与放出 O_2 质量的差。

$$m(\text{剩}) = 0.04\text{mol} \times 158\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} - 0.01\text{mol} \times 32\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6\text{g}。$$

另解: 反应中 Mn 元素由 +7 价降低到 +2 价, 氧元素由 -2 价升高到 0 价, Cl 元素由 -1 价升高到 0 价, 根据电子得失守恒有: $0.04 \times (7-2) = 4a + 2b$ 又因 $\frac{2a}{0.04} = x$, 所以 $4a + 2b = 2a + 2a + 2b = 0.04x + 2(a + b) = 0.2$

故 $a + b = 0.1 - 0.02x$ 。后面解法同上。

高考原题

NaH 是一种离子化合物, 它跟水反应的方程式为: $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, 它也能跟液氨、乙醇等发生类似的反应, 并都产生氢气。下列有关 NaH 的叙述错误的是()

A. 跟水反应时, 水作氧化剂

B. NaH 中 H^- 半径比 Li^+ 半径小

C. 跟液氨反应时,有 NaNH_2 生成

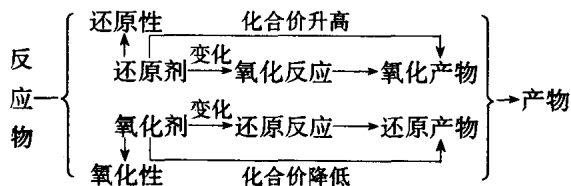
D. 跟乙醇反应时,NaH 被氧化

解读

知识与能力解读

这是一道氧化还原基本概念类试题,考查范围涉及:
实质:有电子转移(得失与偏移)

特征:反应前后元素的化合价有变化



电子转移 { 单箭号表示法 } 表示意义
表示法 { 双箭号表示法 } 二者的主要区别 { 箭号起止
电子数目

是对学生综合掌握基本内容程度的检测。

解法解读

反应时,水中的氢元素化合价下降,故水为氧化剂,
A 项正确; Li^+ 与 H^- 电子层结构相同, $r(\text{H}^-) > r(\text{Li}^+)$,
B 项错误; 依信息可得反应: $\text{NaH} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{NaNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow$,
 $\text{NaH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$, C、D 项正确,
故答案为 B。

衍变·预测

改变设问角度

1. 1962 年,英国青年化学家以巴特莱特将 PtF_6 和 Xe 按等物质的量在室温下混合后,首次得到含有化学键的稀有气体化合物六氟铂酸氙: $\text{Xe} + \text{PtF}_6 = \text{XePtF}_6$ 。
有关此反应的叙述中,正确的是()

- A. Xe 是氧化剂
- B. PtF_6 是氧化剂
- C. PtF_6 是氧化剂又是还原剂
- D. 该反应不属于氧化还原反应

【2003·上海】

解析 关键确定 XePtF_6 中各元素的价态,须破除 Xe 只有 0 价的思维定势,由于 F 元素是最活泼的非金属元素,故为 -1 价,但 F 不会表现出氧化性。而 Pt 在 PtF_6 中处于较高价态具备氧化性,故 Xe 表现还原性,失去电子。选 B。

答案 B

2. (2003·上海春季)苹果汁是人们喜欢的饮料。由于此饮料中含有 Fe^{2+} ,现榨的苹果汁在空气中会由淡绿色变为棕黄色。若榨汁时加入维生素 C,可有效防止这种现象发生。这说明维生素 C 具有()

- A. 氧化性 B. 还原性 C. 碱性 D. 酸性

解析 根据氧化还原反应本质来判断。苹果汁在空气中由淡绿色变为棕黄色,是由于 Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} 的缘故,可以加还原剂预防 Fe^{2+} 被氧化,说明维生素 C 具有还原性。选 B。

答案 B

3. (2002·全国)R、X、Y 和 Z 是四种元素,其常见化合价均为 +2 价,且 X^{2+} 与单质 R 不反应: $\text{X}^{2+} + \text{Z} = \text{X} + \text{Z}^{2+}$; $\text{Y} + \text{Z}^{2+} = \text{Y}^{2+} + \text{Z}$ 。这四种离子被还原成 0 价时表现的氧化性大小符合()

- A. $\text{R}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{Y}^{2+}$
- B. $\text{X}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{Y}^{2+} > \text{Z}^{2+}$
- C. $\text{Y}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{X}^{2+}$
- D. $\text{Z}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{Y}^{2+}$

解析 判断氧化性或还原性强弱有多种方法。本题属于由氧化还原反应方向比较氧化性、还原性强弱。

还原剂 A + 氧化剂 B = 氧化产物 a + 还原产物 b,则氧化性 $B > a$,还原性 $A > b$ 。

如:由反应

$\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$,可知氧化性 $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$,还原性 $\text{Fe} > \text{Cu}$ 。

答案 A

改变题干条件

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^- 。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氙气,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_____。

解析 本题应属于信息题,但载体为氧化还原基本内容。初看起来,全部是新信息。但仔细分析反应物和生成物均已给出,易完成答案。

答案 (1) $2\text{XeF}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{Xe} \uparrow + 4\text{HF}$;
 XeF_2 ; H_2O

(2) $\text{XeF}_2 + 2\text{KOH} + \text{KBrO}_3 = \text{KBrO}_4 + \text{Xe} \uparrow + 2\text{KF} + \text{H}_2\text{O}$

(3) BrO_4^- 的稳定性随 pH 增大而提高。

高考原题

某化学反应的反应物和产物如下:



(1)该反应的氧化剂是_____

(2)如果该反应方程式中 I_2 和 KIO_3 的系数都是 5。

① KMnO_4 的系数是_____

②在下面的化学式上标出电子转移的方向和数目



(3)如果没有对该方程式的某些系数作限定,可能的配平系数有许多组,原因是_____。

解 读

知识与能力解读

在高考的考纲中氧化还原、氧化性和还原性、氧化剂、还原剂等概念要求考生达到的程度为“理解”。这一知识点对中学生掌握化学知识、理解反应本质意义突出,是高中教学的重点和高考的热点,历年来频繁出现,推陈出新。此题以氧化反应基本概念和本质做为立意点,在考查学生氧化还原基础信息的同时,能充分考查出学生认识和理解及运用知识的能力。

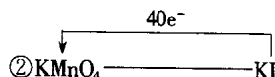
解法解读

题目设计明了,清晰,设问角度新颖,问题构思严谨。以单线桥表示电子转移的考查更能体现氧化还原反应的本质。这些年在上海考题中出现的氧化还原反应试题值得深入学习和研究思考。

【2004·上海】

答案 (1) KMnO_4

(2)①8



(3)该反应式含两种氧化产物,两者的比例和氧化剂的用量都可发生变化。

衍变·预测

改变原题设问形式

1.碘化钾与酸性 KMnO_4 溶液混合后, KMnO_4 溶液紫红色会褪去,在还原产物中,碘元素有 0 价及 +5 价两种价态。

(1)写出有关的化学方程式。(可不配平)

(2)若通过海藻灰提取碘,会生成少量的 ICl 和 IBr 在碘液中,可以加入下列_____试剂,使其中的碘完全游离出来。写出有关化学方程式。

A. CaO B. KMnO_4 C. KID. H_2O E. 酒精

解析 由高考例题可知:

(1) $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{MnSO}_4 + \text{I}_2 + \text{KIO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, 由于此方程式配平系数有多种, 故不配平。

(2) C. 可利用氧化还原将碘游离。

答案 (1) $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{MnSO}_4 + \text{I}_2 + \text{KIO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{C} + \text{KI} + \text{ICl} \longrightarrow \text{KCl} + \text{I}_2$

2. 已知氧化还原反应式:

$\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow$, 若得到 $m\text{mol}$ 的 N_2 , 则电子转移为 _____ 个, 此时氧化产物与还原产物的质量之比为 _____。

解析 从反应式可知 NaNO_2 中 +3 价氮被还原成零价, NH_4Cl 中 -3 价氮被氧化成零价, 所以很快可以配平, 即 $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} = \text{NaCl} + \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。当得到 $m\text{mol}$ N_2 时, 电子转移数目为 $3mN_A$ 。由上述分析知氧化产物与还原产物均为 N_2 , 物质的量之比为 1:1, 故其质量之比为 1:1。

答案 $3mN_A$; 1:1

离子反应

高考原题

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

【2000·上海】

解 读

知识与能力解读

电解质和非电解质概念的掌握是离子反应的基础。本题要求掌握电解质和非电解质概念的区分, 是对考生基础知识、基本概念的一项考查。

①电解质是指在水溶液里或熔融状态下能导电的化合物。非电解质是指在上述情况下都不能导电的化合物。

②水溶液能导电的化合物不一定是电解质。例如: CO_2 、 SO_2 、 SO_3 、 NH_3 等非电解质的水溶液导电不是自身电离所致。

③电解质根据其在水溶液里能否完全电离分为强电解质和弱电解质, 而与这种电解质在水中的溶解性无关。溶液的导电性强弱与电解质的强弱无关, 与离子浓度有关。

④非电解质不导电, 但不导电的物质不一定是非电

解质, 如金刚石、液态 HCl 、固态 NaCl 等。

⑤单质既不是电解质也不是非电解质。

解法解读

溶液导电的根本原因就是在溶液中存在自由移动的离子。上述四种物质的水溶液都能导电, 但导电原因是不同的。

① $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ② $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO} \quad \text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ ③ $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3 \quad \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ ④ $\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^-$

CH_3COOH 和 NH_4HCO_3 是自身电离产生自由移动离子。 Cl_2 和 SO_2 对应水溶液离子的生成是 Cl_2 与 SO_2 和水反应生成产物电离的结果。因此可知 NH_4HCO_3 和 CH_3COOH 是电解质, Cl_2 既不是电解质也不是非电解质, 故选 D。

答案 D

衍变 · 预测

改变题的问法

1. (1999·上海) 把 0.05 mol NaOH 固体分别加入到 100 mL 下列溶液中, 溶液的导电能力变化最小的是 ()

- A. 自来水
- B. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸
- C. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CH_3COOH 溶液
- D. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KCl 溶液

解析 溶液导电能力的大小取决于自由移动离子的浓度。

A. $\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ 导电性突然增大。

B. $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 离子浓度几乎不变。

C. $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ 通过反应, 弱电解质 CH_3COOH 生成强电解质 CH_3COONa 完全电离, 离子浓度增大, 导电能力增强。

D. $\text{KCl} + \text{NaOH}$ ——不反应。离子浓度增大。正确答案为 B。

答案 B

2. 仅能在水溶液状态下导电的电解质是 ()

- A. NaNO_2 B. 甘油 C. KOH D. NaHCO_3

解析 NaNO_2 和 KOH 无论在水溶液状态还是熔融状态均发生电离, 因此都能导电, 甘油为非电解质, 无论在水溶液状态还是熔融状态均不导电, 而 NaHCO_3 只能在水溶液状态下发生电离, 因而能导电, 但在加热时发生分解反应: $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 即使熔融时能导电是由于 Na_2CO_3 电离结果。故选 D。

答案 D

改变题干条件

1. 物质的量浓度相同的下列溶液: ① Na_2CO_3 ② NaHCO_3 ③ H_2CO_3 ④ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ⑤ NH_4HCO_3 , 按 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 由小到大的排列顺序是 ()

- A. ⑤ < ④ < ③ < ② < ①

B. ③ < ⑤ < ② < ④ < ①

C. ③ < ② < ⑤ < ④ < ①

D. ③ < ⑤ < ④ < ② < ①

解析 电解质电离程度是本题的解题基础, 但同时要考虑水解等其他因素的存在。

① $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$

② $\text{NaHCO}_3 = \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$

③ $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

④ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = 2\text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-}$

⑤ $\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^-$

五种溶液中大量存在 CO_3^{2-} 的是①和④, 由于少量 NH_4^+ 水解促进 CO_3^{2-} 的水解, 所以①中大于④, ②和⑤比较, ⑤中 NH_4^+ 水解显酸性可促进 HCO_3^- 水解, 使 $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ 趋势下降, 所以⑤ < ②, 正确答案为 B。

答案 B

2. 如图 1-1 所示, 纵坐标表示导电能力, 横坐标表示所加溶液的量, 以下各组反应, 符合该图的是 ()

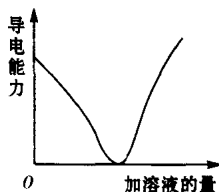


图 1-1

A. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中滴加稀 H_2SO_4

B. NaOH 溶液中滴加稀 HCl

C. CH_3COOH 溶液中滴加 KOH 溶液

D. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液中滴加 HNO_3 溶液

解析 由图可知随着加入物质质量的增多, 导电能力先逐渐减小接近零后逐渐又增大。

A. $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ } 先减小至 0, 后逐渐增加

B. $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 变化很小

C. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} = \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$ 弱电解质变强电解质

D. $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 弱电解质变强电解质

A 项符合题意。

答案 A