



《走进衡中》系列丛书

[中国十大名牌中学]
[中国百强中学]



衡水中学 高效学习方略

主编 衡水中学校长 张文茂

内部学案·化学

(高三总复习一轮)

河北教育出版社

目录

Contents

第一章 化学反应及其能量变化	
第 1 课时 氧化还原反应概念及规律	1
第 2 课时 离子反应和离子方程式	6
第 3 课时 化学反应中的能量变化	10
第二章 物质的量	
第 4 课时 物质的量与气体摩尔体积	18
第 5 课时 物质的量浓度与溶液的配制	24
第 6 课时 胶体与分散系	28
第三章 物质结构 元素周期律	
第 7 课时 原子结构	33
第 8 课时 元素周期律和元素周期表	37
第 9 课时 化学键与分子结构	43
第 10 课时 晶体的类型与性质	48
第四章 化学平衡	
第 11 课时 化学反应速率	55
第 12 课时 化学平衡状态及影响因素	60
第 13 课时 合成氨工业	67
第五章 电离平衡	
第 14 课时 电离平衡	72
第 15 课时 水的电离和溶液的 pH	76
第 16 课时 盐类的水解	79
第 17 课时 酸碱中和滴定	83
第六章 电化学	
第 18 课时 原电池原理及应用	89
第 19 课时 电解的原理及应用	93
第七章 卤族元素	
第 20 课时 氯及其重要化合物	100
第 21 课时 卤族元素	105
第 22 课时 物质的量在化学方程式计算中的应用	110

第八章	硫和硫的化合物 环境保护	
第 23 课时	氧族元素	115
第 24 课时	硫及其重要化合物	120
第 25 课时	硫酸工业与环境保护	128
第九章	氮族元素	
第 26 课时	氮族元素	134
第 27 课时	氨和铵盐	139
第 28 课时	硝酸	146
第十章	碳族元素 无机非金属材料	
第 29 课时	碳族元素和碳的化合物	153
第 30 课时	硅及其化合物 无机非金属材料	158
第十一章	碱金属	
第 31 课时	钠和钠的化合物	165
第 32 课时	碱金属元素	170
第十二章	几种重要的金属	
第 33 课时	镁和铝	176
第 34 课时	铁及其化合物	182
第十三章	烃	
第 35 课时	甲烷和烷烃	190
第 36 课时	烯烃和炔烃	198
第 37 课时	苯 芳香烃和石油	205
第十四章	烃的衍生物	
第 38 课时	溴乙烷 卤代烃	212
第 39 课时	醇类和苯酚	217
第 40 课时	醛 羧酸和酯	224
第 41 课时	有机物分子式、结构式的确定 有机合成	233
第十五章	糖类 油脂 蛋白质 合成材料	
第 42 课时	糖类	243
第 43 课时	油脂	248
第 44 课时	蛋白质和合成材料	252
第十六章	化学实验	
第 45 课时	化学实验的基本方法	263
第 46 课时	混合物的分离和提纯 物质的检验	271
第 47 课时	常见气体的制备	278
第 48 课时	化学实验的设计与评价	284
	参考答案	292



第一章 化学反应及其能量变化

第1课时 氧化还原反应概念及规律

最新考纲解读

1. 掌握化学反应的四种基本类型：化合、分解、置换、复分解。

2. 理解氧化还原反应，了解氧化剂和还原剂等概念。

3. 掌握重要氧化剂、还原剂之间的常见反应。能判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目，并能配平反应方程式。

核心知识讲解

考点一 氧化还原反应的有关概念



知识再现

1. 化学反应的类型

(1) 根据反应物和生成物的类别以及反应前后物质种类的多少，可以把化学反应划分为四种基本类型：化合反应、分解反应、置换反应和复分解反应。

(2) 根据反应中物质得失电子或元素化合价发生升降，可以把化学反应划分为氧化还原反应和非氧化还原反应。

(3) 从氧化还原反应的角度来认识四种基本反应类型

凡有单质参加的①_____反应、有单质生成的②_____反应和所有的③_____反应都是氧化还原反应；所有④_____反应都不是氧化还原反应。

2. 氧化还原反应概念

(1) 氧化还原反应的本质是⑤_____；特征是：反应前后某些元素⑥_____发生了变化。

(2) 氧化反应：物质所含元素化合价⑦_____（⑧_____电子或电子对⑨_____）的反应。

还原反应：物质所含元素化合价⑩_____（⑪_____电子或电子对⑫_____）的反应。

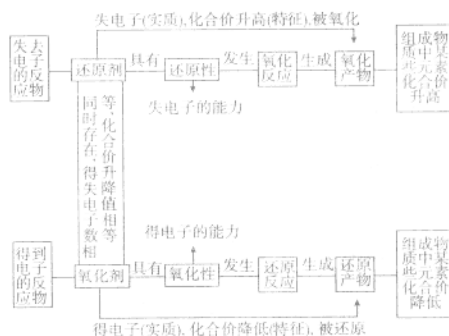
氧化剂是指⑬_____电子（或所含元素化合价⑭_____）的物质。

还原剂是指⑮_____电子（或所含元素化合价⑯_____）的物质。

氧化产物：还原剂⑰_____电子得到的产物或含化合价升高元素的产物。

还原产物：氧化剂⑱_____电子得到的产物或含化合价降低元素的产物。

(3) 氧化还原反应的有关概念是互相对立，又互相依存的。从元素原子得失电子观点，可将氧化还原反应有关概念的联系和区别用如下框图表示：



3. 常见氧化剂和还原剂

(1) 常见氧化剂：

- ① 活泼非金属单质，如 Cl_2 、 Br_2 等。
- ② 含高价态元素的化合物，如 HNO_3 、 KMnO_4 等。
- ③ 某些金属性较弱的高价金属阳离子，如 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 等。
- ④ 过氧化物，如 Na_2O_2 、 H_2O_2 等。

(2) 常见的还原剂：

- ① 活泼金属单质，如 K 、 Al 、 Zn 、 Fe 等。
- ② 含有低价态元素的化合物，如 HI 、 KI 、 H_2S 、 K_2S 等。
- ③ 一些容易使电子偏离的物质，如 H_2 、 CO 等。

(3) 具有中间价态元素的化合物和大多数非金属单质既可做氧化剂又可做还原剂，如 MnO_2 、 SO_2 、 Fe^{2+} 、 H_2O_2 、 S 。



精题细讲

【例1】(2007 全国Ⅱ) 下列氧化还原反应中，水作为氧化剂的是 ()



【精析】氧化剂是得到电子的物质，在反应时化合价降低。A 项氢元素从 +1 价降为 0 价，水作氧化剂。B、C 两项中，



分别是氮元素和 Na_2O_2 中氧元素自身发生氧化还原反应,水既不作氧化剂,也不作还原剂。D项中氧元素从-2价升为0价,水作还原剂。

【答案】A

【例2】(衡中精题)下列叙述中正确的是()

- A. 有单质生成的反应一定是氧化还原反应
B. 非金属的最高价含氧酸都具有强氧化性
C. 两种不同的阴离子在溶液中一定能大量共存
D. 同种物质中的同种元素在反应中可能既被氧化又被还原

【精析】同素异形体之间的转化有单质生成,但并不是氧化还原反应,如 $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$, A项错;非金属的最高价含氧酸并不都具有强氧化性,如 H_2CO_3 、 H_3PO_4 等并无强氧化性, B项错;两种不同的阴离子在溶液中也不一定大量共存,如 HCO_3^- 与 OH^- 、 ClO^- 与 S^{2-} 等, C项错;同种物质中的同种元素在反应中可能既被氧化又被还原,如歧化反应, $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 等, D项对。

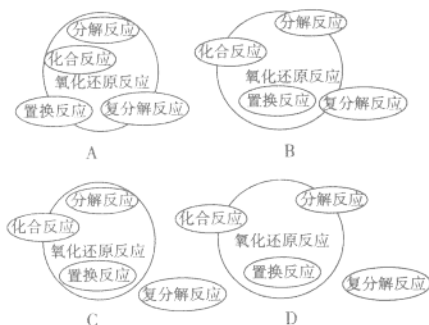
【答案】D

【思路点拨】应用概念解决问题时,要着重理解概念的内涵和外延,注意特殊的事例。如有单质参加的反应中,不一定是氧化还原反应;氧化还原反应中,不一定是一种元素被氧化,另一种元素被还原,阳离子不一定只能得电子作氧化剂等。



考点专练

1. 能正确表示四种基本反应类型与氧化还原反应关系的示意图是 ()

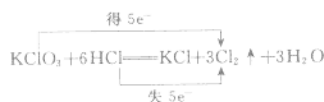


考点二 电子转移的表示方法

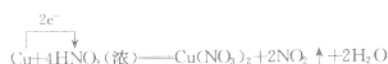


知识再现

1. 双线桥法:



2. 单线桥法:



【总结升华】双线桥法和单线桥法都可以表示电子转移的方向和数目,二者的不同在于桥桥是否跨越,是否标出“得”、“失”等。



精题细讲

【例3】(衡中精题)某一反应体系有反应物和生成物共五种物质: O_2 、 H_2CrO_4 、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 、 H_2O 、 H_2O_2 。已知该反应中 H_2O_2 只发生如下过程: $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$

- (1) 该反应中的还原剂是_____。
(2) 该反应中,发生还原反应的过程是_____ $\rightarrow$ _____。

(3) 写出该反应的化学方程式,并标出电子转移的方向和数目_____。

(4) 如反应转移了 0.3 mol 电子,则产生的气体在标准状况下体积为_____。

【精析】本题考查氧化还原反应中氧化剂、还原剂的判断、电子转移的方向和数目等知识点。因为反应中 H_2O_2 只发生 $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$, 根据变价元素价态变化情况可判断出 H_2CrO_4 作氧化剂, H_2O_2 作还原剂;氧化剂发生还原反应即 $\text{H}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$, 依据第(3)问的化学方程式可知转移 6 mol e^- 时,生成 3 mol O_2 , 当转移 0.3 mol 电子时,生成 0.15 mol O_2 , 即标准状况下 O_2 体积为 3.36 L。

【答案】(1) H_2O_2 (2) H_2CrO_4 ; $\text{Cr}(\text{OH})_3$



(4) 3.36 L

【思路点拨】单线桥法标电子转移时,箭头应从反应物中失电子、化合价升高的元素指向反应物中得电子、化合价降低的元素,箭头上只写转移的电子数,不标“得”、“失”,箭头的方向即表明了电子转移的方向。



考点专练

1. 用单线桥法标出电子转移:



用双线桥法标出电子转移:



考点三 氧化性、还原性强弱判断



知识再现

1. 根据方程式判断

氧化剂+还原剂 $\longrightarrow$ 还原产物+氧化产物

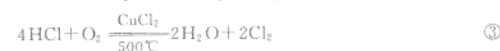
氧化性:氧化剂>氧化产物

还原性:还原剂>还原产物

2. 根据物质活动性顺序(常见元素)

金属性越强的元素,金属单质的还原性越强,对应阳离子氧化性越弱;非金属性越强的元素,单质的氧化性越强,而对应的阴离子的还原性就越弱。

3. 根据反应条件判断:当不同的氧化剂作用同一还原剂时,如氧化产物价态相同,可根据反应条件的高、低来进行判断。例如:





由此我们可以得出结论：

氧化性： $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$ 。

4. 根据氧化产物的价态高低判断

当变价的还原剂在相似的条件作用下于不同的氧化剂时，可根据氧化产物价态的高低来判断氧化剂氧化性的强弱。

如： $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$ $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ 可以判断氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。

5. 根据原电池、电解池的电极反应比较

(1) 两种不同的金属构成原电池的两极。负极金属是电子流出的电极，正极金属是电子流入的电极。其还原性负极 $>$ 正极。

(2) 用惰性电极电解混合溶液时，在阴极先放电的阳离子的氧化性较强，在阳极先放电的阴离子的还原性较强。

6. 根据物质的浓度大小比较

具有氧化性(或还原性)的物质浓度越大，其氧化性(或还原性)越强，反之，其氧化性(或还原性)越弱。如：氧化性： $\text{HNO}_3(\text{浓}) > \text{HNO}_3(\text{稀})$ ； MnO_2 能与浓盐酸反应，而不能被稀盐酸还原。

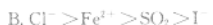


精题细讲

【例4】已知下列反应：



判断下列物质的还原能力由强到弱的顺序是()



【精析】根据氧化还原反应的规律：氧化剂得到电子后的还原产物，具有一定的还原性，但其还原性小于反应物中的还原剂。由此可知，根据反应方程式可以判断还原能力强弱：由反应①可知 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$ ，由反应②可知 $\text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$ ，由反应③可知 $\text{SO}_2 > \text{I}^-$ 。综合可得物质的还原能力： $\text{SO}_2 > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$ 。

【答案】D

【思路点拨】比较氧化性和还原性的强弱，要注意走出一些误区。如氧化性和还原性的强弱与元素原子得失电子的数目多少没有关系，只与得失电子的难易程度有关。



考点专练

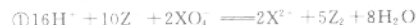
1. 已知在某温度时发生如下一个反应：



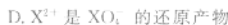
由此可判断，在该温度下， C 、 CO 、 H_2 的还原性由强到弱的顺序是()



2. 在常温下，发生下列几种反应：



根据上述反应，判断下列结论错误的是()



考点四 氧化还原反应方程式的配平



知识再现

1. 氧化还原反应方程式的配平方法

“一标、二等、三定、四平、五查”是氧化还原方程式配平的一般方法。

(1) 一标：正确标出①_____的化合价。

(2) 二等：求最小公倍数以使②_____相等。

(3) 三定：确定③_____的系数。

(4) 四平：根据④_____用观察法配平其他物质的系数。

(5) 五查：检查是否符合⑤_____守恒和⑥_____守恒。若为离子反应，还要符合⑦_____守恒。

2. 配平氧化还原反应方程式的几种特殊方法

① 奇数配偶法：此法适用于简单的氧化还原反应方程式的配平，其要点是：找出一种元素，它在一边的原子个数是奇数而在另一边的原子个数为偶数；把含有该元素奇数个原子的化学式配上适当化学计量数使奇数变成偶数；再在这个基础上推算其他物质化学式的化学计量数，将化学方程式配平。

② 逆向配平法：对于歧化反应方程式的配平可用化合价升降法在反应式右边进行配平。

③ 合一配平法：当三种物质参与氧化还原反应或分解反应的氧化和还原产物有三种时，应将其中两种合并作为一种来看，这样配平就显得简单了，如： $\text{KNO}_3 + \text{S} + \text{C} \longrightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + \text{CO}_2$

因为右边的 K_2S 中， K 与 S 分别来自左边的 KNO_3 和 S ，故左边 KNO_3 与 S 的化学计量数比必须满足 $2:1$ ，所以先在 KNO_3 前添上化学计量数 2，然后将 2KNO_3 和 S 看做一个整体来配平： $2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C} \longrightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 + 3\text{CO}_2 \uparrow$

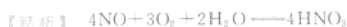


精题细讲

【例5】(能力挑战) 反应 $\text{NO} + \text{O}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$

HNO_3 (未配平) 是多组化学计量数的化学方程式，当氧气有 $\frac{1}{3}$

被 NO 还原时，此反应各物质化学计量数之比是()



由于 O_2 有 $\frac{1}{3}$ 被 NO 还原，所以 ① + ② $\times 6$ 得符合题意的

反应方程式：



【答案】A

【思路点拨】氧化还原反应方程式配平的基本依据是得失电子总数相等，化合价升降总数相等。



考点专练



看化学书的程序：(1)全面看；(2)抓关键；(3)理思路。



平后,离子方程式中 H_2O 的系数(化学计量数)是 ()

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

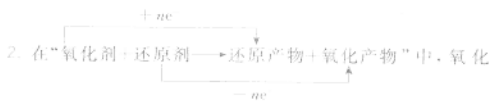
考点五 氧化还原反应的规律小结



知识再现

1. 表现性质的规律

同种元素具有多种价态时,处于最低价时只具有还原性,处于最高价时只具有氧化性,处于中间可变价时既具有氧化性又具有还原性。



性强弱顺序是:氧化剂>氧化产物;还原性强弱顺序是:还原剂>还原产物。

3. 反应先后的规律

在浓度相差不大的溶液中,同时含有几种还原剂时,若加入氧化剂,则它首先与溶液中还原性最强的还原剂作用;同理,同时含有几种氧化剂时,若加入还原剂,则它首先与溶液中氧化性最强的氧化剂作用。

4. 价态归中的规律

含同种元素不同价态的物质间发生氧化还原反应时,该元素价态的变化一定遵循“高价+低价→中间价”的规律。这里的中间价可以相同(谓之“靠拢”),也可以不同——但此时必是高价转变成较高中间价,低价转变成较低中间价(谓之“不相错”)。

5. 电子得失的规律

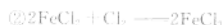
在任何氧化还原反应中,氧化剂得电子(或共用电子对偏向)总数与还原剂失电子(或共用电子对偏离)总数一定相等。

【总结升华】同种元素间的氧化还原反应,除“价态归中”的反应外,还有从中间价态变为高价和低价的“歧化反应”,如 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$ 。



精题细讲

【例6】今有下列三个氧化还原反应:



若某溶液中有 Fe^{2+} 、 Cl^- 和 I^- 共存,要氧化除去 I^- 而不影响 Fe^{2+} 和 Cl^- ,可加入的试剂是 ()

- A. Cl_2 B. KMnO_4
C. FeCl_3 D. HCl

【精析】据反应①知,氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$,还原性 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$;

据反应②知,氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$,还原性 $\text{Fe}^{3+} > \text{Cl}^-$;

据反应③知,氧化性 $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2$,还原性 $\text{Cl}^- > \text{Mn}^{2+}$ 。

综上可知,氧化性 $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$;

还原性 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{Mn}^{2+}$ 。

所以要氧化除去 I^- ,而不影响 Fe^{2+} 和 Cl^- ,可加入 FeCl_3 。

【答案】C



考点专练

6. 向 NaBr 、 NaI 、 Na_2SO_3 混合液中,通入一定量氯气后,溶液蒸发并充分灼烧,得到固体剩余物质的组成可能是 ()

- A. NaCl 、 Na_2SO_4
B. NaCl 、 NaBr 、 Na_2SO_4
C. NaCl 、 Na_2SO_4 、 I_2
D. NaCl 、 NaI 、 Na_2SO_4

破 解 命 题 热 点

高考热点1 氧化还原反应有关

概念的考查

记住“升失氧、降得还”口诀,即化合价升高,失电子,被氧化;化合价降低,得电子,被还原。

【专题1】(2007江苏化学)三聚氰酸 $[\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3]$ 可用于消除汽车尾气中的 NO_2 。其反应原理为: $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{HNCO}$; $8\text{HNCO} + 6\text{NO}_2 \xrightarrow{\Delta} 7\text{N}_2 + 8\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 下列说法正确的是 ()

- A. $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3$ 与 HNCO 为同一物质
B. HNCO 是一种很强的氧化剂
C. 1 mol NO_2 在反应中转移的电子为 4 mol
D. 反应中 NO_2 是还原剂

【精析】A项,二者是不同的物质;从方程式 $8\text{HNCO} + 6\text{NO}_2 \xrightarrow{\Delta} 7\text{N}_2 + 8\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 知, HNCO 中 N 的化合价升高,是还原剂, NO_2 中 N 的化合价降低,是氧化剂, B、D 都错。

【答案】C

【思路点拨】依据电子的得失或化合价的升降来进行有关概念的判断

高考热点2 氧化还原反应方程

式的配平和有关计算

依据化合价升降总数相等或得失电子总数相等来进行氧化还原反应方程式的配平和有关计算。

【专题2】(2007全国I理综)已知氧化还原反应:



其中 1 mol 氧化剂在反应中得到的电子为 ()

- A. 10 mol B. 11 mol C. 12 mol D. 13 mol

【精析】由题目中给出的化学方程式可以看出, $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$

为氧化剂,两种元素化合价发生了变化, $\text{Cu} \xrightarrow{+2} \text{Cu} \xrightarrow{+1}$, $\text{I} \xrightarrow{-1} \text{I} \xrightarrow{0}$, 1 mol $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 得到电子为 $1 \text{ mol} \times 2 \times 5 \text{ mol} = 11 \text{ mol}$ 。

【答案】B

【思路点拨】氧化剂中元素化合价降低,要注意一种物质中可能有两种或多种元素化合价发生变化。



【专题3】(2007上海化学)氧化还原反应中实际上包含氧化和还原两个过程。下面是一个还原过程的反应式： $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$ ； KMnO_4 、 Na_2CO_3 、 Cu_2O 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 四种物质中的一种物质(甲)能使上述还原过程发生。

(1)写出并配平该氧化还原反应的方程式

(2)反应中硝酸体现了_____、_____性质。

(3)反应中若产生0.2 mol气体，则转移电子的物质的量是_____mol。

(4)若1 mol甲与某浓度硝酸反应时，被还原硝酸的物质的量增加，原因是

【精析】要使还原过程发生，必须使用还原剂，提供的四种物质，只有 Cu_2O 具有还原性，从而得出甲为 Cu_2O ，这是解决本题的关键。

【答案】(1) $14\text{HNO}_3 + 3\text{Cu}_2\text{O} \longrightarrow 6\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$

(2)酸性 氧化性

(3)0.6 mol

(4)使用了较浓的硝酸，产物中有部分二氧化氮生成

【思路点拨】氧化还原反应方程式的配平和计算，均依据

化合价升降总数相等这一原则。

高考热点3 氧化还原反应与生产、生活实际

氧化还原反应在生产生活实际中有广泛的应用，考查的方式多为以具体事例为依托，考查对概念的理解。

【专题4】(2007广东化学)氯气是一种重要的工业原料。工业上利用反应 $3\text{Cl}_2 + 2\text{NH}_3 \longrightarrow \text{N}_2 + 6\text{HCl}$ 检查氯气管道是否漏气。下列说法错误的是_____。

- A. 若管道漏气遇氨就会产生白烟
- B. 该反应利用了 Cl_2 的强氧化性
- C. 该反应属于复分解反应
- D. 生成1 mol N_2 有6 mol电子转移

【精析】由反应 $3\text{Cl}_2 + 2\text{NH}_3 \longrightarrow \text{N}_2 + 6\text{HCl}$ 可以看出生成1 mol N_2 有6 mol电子转移，此反应 Cl_2 是氧化剂， NH_3 是还原剂，生成的 HCl 遇 NH_3 冒白烟。

【答案】C

【思路点拨】利用氧化还原反应的概念和原理，结合元素化合物的性质解题。

● ● ● ● ● 中 随 堂 练 习 ● ● ● ● ●

1. (2007全国I理综)等物质的量的下列化合物在相应条件下完全分解后得到氧气最多的是_____。

- A. KClO_3 (加 MnO_2 催化剂，加热)
- B. KMnO_4 (加热)
- C. H_2O_2 (水溶液，加 MnO_2 催化剂)
- D. HgO (加热)

2. (海南模拟)已知

①向 KMnO_4 晶体中滴加浓盐酸，产生黄绿色气体；

②向 FeCl_2 溶液中通入少量实验①产生的气体，溶液变黄色；

③取实验②生成的溶液滴在淀粉KI试纸上，试纸变蓝色。下列判断正确的是_____。

- A. 上述实验证明氧化性： $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
- B. 上述实验中，共有两个氧化还原反应
- C. 实验①生成的气体不能使湿润的淀粉KI试纸变蓝
- D. 实验②证明 Fe^{2+} 既有氧化性又有还原性

3. 下列反应 Na_2O_2 既不作氧化剂又不作还原剂的是_____。

- A. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
- B. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$
- C. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$

D. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{Na}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + \text{Na}_2\text{O}$

4. (2007武汉)需要加入还原剂才能实现的变化是_____。

- A. $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnO}$
- B. $\text{AlO}_2^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$
- C. $\text{AsO}_4^{3-} \rightarrow \text{AsO}_3^{3-}$
- D. $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$

5. (2007北京)已知常温下在溶液中可发生如下两个离子反应



由此可以确定 Fe^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Sn^{2+} 三种离子的还原性由强到弱的顺序是_____。

- A. Sn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ce^{3+}
- B. Sn^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Fe^{2+}
- C. Ce^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Sn^{2+}
- D. Fe^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Ce^{3+}

6. 有下列几种方法制备 O_2 ：

- ① KClO_3 和 MnO_2 共热
- ② Na_2O_2 加水
- ③ H_2O_2 中加 MnO_2
- ④ KMnO_4 受热分解

若要制得相同质量的 O_2 ，则上述反应中相关物质转移的电子数之比为_____。

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

7. (2007吉林)(1)在淀粉碘化钾溶液中滴加少量次氯酸钠溶液，立即会看到溶液变蓝色，这是因为_____，反应的离子方程式是_____。

(2)在碘和淀粉形成的蓝色溶液中，滴加亚硫酸钠溶液，发现蓝色逐渐消失，这是因为_____，反应的离子方程式是_____。

(3)对比(1)和(2)实验所得的结果，将 I_2 、 ClO^- 、 SO_3^{2-} 按氧化性由强到弱顺序排列为_____。

8. (2007成都)铁酸钠(NaFeO_4)是水处理过程中使用的一种新型净水剂，它的氧化性比高锰酸钾更强，本身在反应中被还原为 Fe^{3+} 。

(1)配平制取铁酸钠的化学方程式： $\square \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \square \text{NaOH} + \square \text{Cl}_2 \longrightarrow \square \text{Na}_2\text{FeO}_4 + \square \text{NaNO}_3 + \square \text{NaCl} + \square \text{H}_2\text{O}$ 反应中_____元素被氧化，转移电子总数为_____。

不写错任何一个符号，不遗漏任何一个步骤。



(2) 铁酸钠之所以能净水,除了能消毒杀菌外,另一个原因是_____。

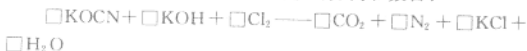
9. 在氯氧化法处理含 CN^- 的废水的过程中,液氯在碱性条件下可以将氰化物氧化成氰酸盐(其毒性仅为氰化物的千分之一),氰酸盐进一步被氧化为无毒物质。

(1) 某厂废水中含 KCN ,其浓度为 $650\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。现用氯氧化法处理,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,并标出电子转移的方向和数目:



(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。

第2课时 离子反应和离子方程式

最新考纲解读

1. 了解电解质和非电解质、强电解质和弱电解质的概念。
2. 理解离子反应的概念,掌握离子反应的类型和条件。
3. 能判断离子是否大量共存。

4. 能正确书写电离方程式、离子方程式,判断离子方程式书写的正误。

核心知识讲解

考点一 两组概念

知识再现

1. 电解质和非电解质

(1) 电解质是在①_____或②_____下能导电的③_____,而非电解质是在上述情况下不能导电的④_____。

(2) 电解质是化合物。化合物含有⑤_____或能生成⑥_____,这是电解质导电的内因。⑦_____或⑧_____是导电的外因。通电后⑨_____定向移动,在电极上发生⑩_____是导电的过程和实质,即电解质的导电是⑪_____导电。

(3) 化合物在熔化或溶解于水时能否导电,是判断其⑫_____的依据,只要具备其中一个条件即可。对于一些难溶的物质(如 BaSO_4 固体),由于溶解度太小,很难测出溶液的⑬_____,但将 BaSO_4 熔化成液态时,能电离出自由移动的⑭_____(Ba^{2+} 、 SO_4^{2-}),所以能导电,它们是难溶的⑮_____。

(4) 其水溶液能导电的化合物不一定是⑯_____,例如: SO_2 、 SO_3 、 CO_2 、 NH_3 属非电解质,水溶液导电不是自身电离所致。

2. 强电解质和弱电解质

强电解质是在⑰_____中⑱_____电离成离子的电解质。部分⑲_____化合物和全部的⑳_____化合物都属于强电解质。强酸、㉑_____和大部分㉒_____都属于强电解质。

弱电解质是在㉓_____中㉔_____电离成离子的电解质。弱酸、㉕_____和少部分㉖_____ (如:㉗_____)都是弱电解质。

【总结升华】① 电离是电解质溶液导电的前提

② 电解质和非电解质都是化合物,单质既不属于电解质,也不属于非电解质。

③ 电解质溶液中阳离子所带正电荷总数与阴离子所带负电荷总数相等,溶液呈电中性。

精题细讲

【例1】下列叙述中正确的是()

- A. 水是一种极弱电解质
- B. HCl 在水溶液中的电离情况表明,其分子中存在 H^+ 和 Cl^-

C. 强电解质溶液的导电能力强于弱电解质

D. CO_2 的水溶液导电能力较弱, CO_2 是弱电解质

【精析】 HCl 是共价化合物,其分子中不存在 H^+ 和 Cl^- ; 电解质溶液的导电性强弱取决于离子浓度及离子所带电荷数,强电解质(如 BaSO_4)溶液中离子浓度不一定就大,所以导电能力不一定强; CO_2 溶于水生成碳酸;碳酸可发生电离,所以 H_2CO_3 是弱电解质,但 CO_2 为非电解质。

【答案】 A

【思路点拨】 电解质的强弱与电解质的溶解性、溶液的导电性、键的极性没有必然的联系。

考点专练

1. 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

2. 下列物质中,属于强电解质的是_____ (均填序号); 属于弱电解质的是_____; 属于非电解质的是_____。

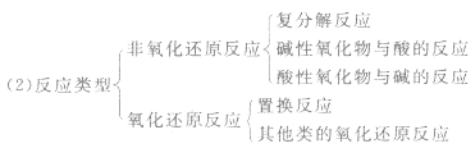
① 氨气 ② 一水合氨 ③ 硫酸 ④ 醋酸 ⑤ 硫酸钡 ⑥ 氯化钠 ⑦ 二氧化碳 ⑧ 氢气 ⑨ 水

考点二 离子反应和离子方程式

知识再现

1. 离子反应

(1) 概念:有_____参加或_____生成的反应统称为离子反应。



(3) 离子反应的条件

① 离子间的交换反应发生的条件就是_____反应发生的条件, 即有_____或_____或_____生成, 这类反应就能发生。

该类反应的特点就是向着降低某些离子的浓度或数目的方向进行。

② 离子参加的氧化还原反应, 遵循氧化还原反应的基本规律, 即强氧化性离子跟强还原性离子间易发生反应。

2. 离子方程式

(1) 定义: 用_____表示离子反应的式子。

(2) 表示的意义: 不仅可以表示物质间的某个反应, 而且还可以表示_____。

(3) 离子方程式的书写步骤

一写: 写出反应的化学方程式。

二拆: 易_____易_____的物质(可溶性的强电解质包括强酸、强碱和大多数的可溶盐)以实际参加反应的_____来表示; 非电解质、弱电解质、难溶物、气体、单质等用_____来表示。

三删: 删去方程式两边不参加反应的离子。

四查: 查离子方程式两边_____数及_____数守恒。

3. 与量有关的离子方程式的书写

(1) 试剂的滴加顺序涉及到的“量”

例如: AlCl_3 与 NaOH 、 NaAlO_2 与盐酸、 Na_2CO_3 与盐酸、氨水与 AgNO_3 、氯水与 FeBr_2 、氯水与 FeI_2 、 CO_2 和石灰水等。

向 AlCl_3 溶液中滴入几滴 NaOH 溶液(碱不足), 反应的离子方程式为: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

向 NaOH 溶液中滴入几滴 AlCl_3 溶液(碱过量), 反应的离子方程式: $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 酸式盐与碱反应涉及到的“量”

例如, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与少量 NaOH 溶液反应:



$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与足量 NaOH 溶液反应: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

此外, NaHSO_4 与 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与 NaHCO_3 、 NaH_2PO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等反应均与“量”有关。

(3) 氧化还原反应中涉及到的“量”

氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$

还原性: $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{I}^-$

所以向 FeBr_2 溶液中通入少量 Cl_2 , 反应的离子方程式为: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

向 FeBr_2 溶液中通入过量 Cl_2 , 反应的离子方程式为:



(4) 较特殊的反应涉及到的“量”

如 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与过量的 NaOH 反应, 不可忽视 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 比 MgCO_3 更难溶、更稳定; 明矾与足量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应, 不可忽视 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的两性; NH_4HSO_4 溶液与足量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应, 不可忽视 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 也是弱电解质。

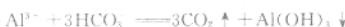


精题细讲

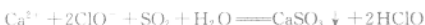
【例2】(难度精题) 下列反应的离子方程式正确的是

()

A. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液和 NaHCO_3 溶液混合:



B. 向 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中通入 SO_2 :



C. FeS 中加入盐酸: $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} \uparrow$

D. Na 和冷水反应: $\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$

【解析】 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 是强酸弱碱盐, NaHCO_3 是强碱弱酸盐, 两种盐在水溶液中发生双水解反应, 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 CO_2 , A 为正确选项。

B 项反应应为氧化还原反应, 因 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 有氧化性, SO_2 有还原性, CaSO_3 与 HClO 不能共存, 产物应为 CaSO_4 和 HCl , 正确的离子方程式为(浓度较大时):



C 项中 FeS 是不溶于水的, 应写化学式:



D 项反应为氧化还原反应, 除元素质量守恒外, 得失电子及电荷也要守恒, 正确的离子方程式为:

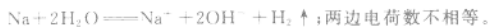


【答案】A

【思路点拨】离子方程式正误判断类型的试题在高考中出现频率很高, 这类试题中, 往往从以下几个方面设置选项, 考查学生对离子方程式配平的情况。

1. 方程式是否配平、电荷是否相等

如钠与水的反应写成:



两边电荷数不相等。

2. 该改写的物质是否改写

在离子方程式中, 有的物质需要写离子就不能写化学式,

有的物质需要写分子式就不能写离子。如碳酸钙与盐酸反应写成 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 其中 CaCO_3 是难溶物, 不能写成 CO_3^{2-} 。

3. 是否符合事实, 是否遵循反应规律

化学反应中, 什么物质之间发生反应生成什么物质, 必须按照一定的反应规律, 该生成什么物质就写什么物质。如铁片与稀盐酸反应, 应该生成 Fe^{2+} , 如写成 Fe^{3+} 就违背客观事实。

4. 参加反应的离子是否有遗漏

有的离子反应, 不仅是两种离子间的反应, 可能有多种物质参加, 写方程式时分析要全面。如 CuSO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合, 应该写成 $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$, 如果只写一半忽视了另一半, 则不正确。

5. 是否符合各物质间的量的关系

如 H_2SO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合时, 如写成 $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 虽然物质都没漏掉, 也配平了。但是反应中 SO_4^{2-} 与 H^+ 的物质的量比是按 1:2 参加的, 生成的 BaSO_4 和 H_2O 也是按 1:2 生成的。这种写法就不正确。应该写成 $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。



考点专练

3. 下列离子方程式中, 正确的是()

A. 向氯化亚铁溶液中通入氯气



B. 三氯化铁溶液跟过量氨水反应



C. 碳酸氢钙溶液跟稀硝酸反应



D. 氯气通入冷的氢氧化钠溶液中



4. 下列反应的离子方程式正确的是()

A. 向沸水中滴加 FeCl_3 溶液制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体:



B. 用小苏打治疗胃酸过多:



C. 实验室用浓盐酸与 MnO_2 反应制 Cl_2 :



D. 用 FeCl_3 溶液腐蚀印刷电路板:



考点三 离子共存



知识再现

1. 因发生反应而不能大量共存的有

(1) 离子之间相互反应有沉淀析出不能大量共存。

如生成 AgCl 、 BaSO_4 、 CaSO_4 、 Ag_2SO_4 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 CaCO_3 、 H_2SiO_3 、 MgCO_3 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等。

(2) 离子之间相互反应有气体逸出不能大量共存。如: H^+ 与 S^{2-} 、 HS^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 、 OH^- 与 NH_4^+ 等, 由于生成 H_2S 、 CO_2 、 SO_2 、 NH_3 等气体而不能大量共存。

(3) 离子之间因相互反应生成弱电解质时不能大量共存。如: H^+ 与 CH_3COO^- 、 OH^- 、 PO_4^{3-} 、 CO_3^{2-} 变成 CH_3COOH 、 H_2O 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 H_3PO_4 、 HCO_3^- 、 H_2CO_3 而不能大量共存。

(4) 离子之间因发生互促双水解不能大量共存。如: Al^{3+} 与 AlO_2^- 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 HS^- 、 Fe^{3+} 与 CO_3^{2-} 等均不能大量共存。

(5) 离子之间因发生氧化还原反应不能大量共存。如: Fe^{2+} 与 S^{2-} 或 I^- 、 Fe^{2+} 与 H^+ 、 NO_3^- 、 I^- 与 H^+ 、 NO_3^- 、 Fe^{2+} 与

H^+ 、 MnO_4^- 等均不能大量共存。

2. 因题目的附加条件而不能大量共存的有

(1) 某酸性(或 $\text{pH}=0$) 溶液中: 弱酸根离子、弱酸的酸式酸根离子、 OH^- 离子不共存。如: CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 OH^- 不能大量共存。

(2) 某碱性(或 $\text{pH}=14$) 溶液中: 弱酸的酸式酸根离子、弱碱的阳离子如 NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 HCO_3^- 、 HS^- 等不能大量共存。

(3) 某无色透明溶液中不能大量共存的。如: MnO_4^- 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 等, 因均有颜色而不能大量共存。

(4) 由水电离的氢离子浓度为 $1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液(既可能为酸性溶液也可能为碱性溶液)一定不能大量共存的如: 弱酸的酸式酸根离子、 S^{2-} 与 ClO^- 等。

此外还会出现其他的附加条件, 应引起注意。

【总结升华】判断离子能否大量共存, 即判断离子间能否发生反应。常见的离子反应类型主要有复分解反应、氧化还原反应、水解相互促进反应、络合反应等。



精题细讲

【例3】(衡水精题)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()

A. AP^{4+} 、 CH_3COO^- 、 Cl^- B. Na^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^-

C. Mg^{2+} 、 Cl^- 、 Fe^{2+} D. Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Br^-

【精析】A 项中 CH_3COO^- 与 H^+ 不能共存。C 项中 H^+ 、 Fe^{2+} 、 NO_3^- 一起会发生氧化还原反应。D 项中 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 会形成 BaSO_4 沉淀。

【答案】B

【思路点拨】 NO_3^- 在有 H^+ 存在的条件下具有强氧化性, 可以与常见的还原性离子如 Fe^{2+} 、 I^- 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 等发生氧化还原反应, 因而不能大量共存。



考点专练

5. 室温下, 在强酸性和强碱性溶液中都不能大量共存的离子组是()

A. NH_4^+ 、 Cu^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- B. K^+ 、 Na^+ 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-}

C. K^+ 、 Na^+ 、 AlO_2^- 、 SO_3^{2-} D. Ba^{2+} 、 Fe^{2+} 、 NO_3^- 、 Br^-

6. 下列各组离子中因发生氧化还原反应而不能大量共存的是()

A. Na^+ 、 K^+ 、 NO_3^- 、 I^- B. Mg^{2+} 、 H^+ 、 MnO_4^- 、 SO_3^{2-}

C. H^+ 、 Na^+ 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} D. Cu^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 S^{2-}

破 解 命 题 热 点

高考热点1 离子方程式的书写

离子方程式的书写多以判断正误的选择题形式出现, II 卷综合填空空中也可以出现。

【专题1】(2007 重庆理综)对于反应① KHCO_3 溶液与石灰水反应、② Na_2SO_3 溶液与稀盐酸反应、③ Si 与烧碱溶液反应、④ Fe 与稀硝酸反应, 改变反应物用量, 不能用同一个离子方程式表示的是()

A. ①②③ B. ①②④ C. ①③④ D. ②③④

【精析】 KHCO_3 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应, KHCO_3 不足时发生反应: $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, KHCO_3 过量时发生反应: $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ 。 Na_2SO_3 与稀 HCl 反应, 稀 HCl 不足时发生反应: $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HSO}_3^-$, 稀 HCl 过量时发生反应: $2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-} = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。铁与稀硝酸反应, 铁不足时发生反应: $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 铁过量时发生反应: $3\text{Fe} +$



$8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。而硅与烧碱溶液反应只有： $\text{Si} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}_2 \uparrow$ ，故 B 正确。

【答案】 B

【思路点拨】 用量不同反应不同，这类反应主要涉及变价金属，多元酸的盐、含铝化合物等物质参与的反应。

【专题 2】(2007 四川理综)下列反应的离子方程式正确的是 ()

- A. 浓烧碱溶液中加入铝片： $\text{Al} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + \text{H}_2 \uparrow$
 B. 以石墨作电极电解氯化铝溶液： $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
 C. 硫酸亚铁溶液与稀硫酸、双氧水混合： $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
 D. 硫酸氢钠溶液与足量氢氧化钡溶液混合： $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

【精析】 A 项，离子方程式电荷不守恒；B 项，在阴极 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow$ ，使阴极附近碱性增强，故有反应： $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ 发生，不会出现大量 OH^- ；D 项，由于是足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液，因而参加反应的 H^+ 和 SO_4^{2-} 比例为 1:1，故正确方程式是 $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

【答案】 C

【思路点拨】 氧化还原反应的离子方程式，除注意原子守恒和电荷守恒外，还要注意得失电子总数相等。

高考热点 2 离子共存的考查

离子共存的考查，除了考查四类离子反应外，还常常在题中增加限制条件。

【专题 3】(2007 江苏化学)向存在大量 Na^+ 、 Cl^- 的溶液中加入足量的 NH_3 后，该溶液中还可能大量存在的离子组是 ()

- A. K^+ 、 Br^- 、 CO_3^{2-} B. Al^{3+} 、 H^+ 、 MnO_4^-
 C. NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} D. Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 NO_3^-

【精析】 溶液中加入足量 NH_3 后，溶液呈碱性， H^+ 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 等不能大量共存于其中。

【答案】 A

【思路点拨】 注意题中限制条件。

高考热点 3 离子反应与实验的结合

依据离子间反应的现象，推断溶液中离子存在的可能性，是实际问题，也是常考的题型。

【专题 4】(2007 上海化学)今有一混合物的水溶液，只可能含有以下离子中的若干种： K^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} ，现取三份 100 mL 溶液进行如下实验：

- (1) 第一份加入 AgNO_3 溶液有沉淀产生
 (2) 第二份加入足量 NaOH 溶液加热后，收集到气体 0.04 mol

(3) 第三份加入足量 BaCl_2 溶液后，得干燥沉淀 6.27 g，经足量盐酸洗涤、干燥后，沉淀质量为 2.33 g。根据上述实验，以下推测正确的是 ()

- A. K^+ 一定存在
 B. 100 mL 溶液中含 0.01 mol CO_3^{2-}
 C. Cl^- 可能存在
 D. Ba^{2+} 一定不存在， Mg^{2+} 可能存在

【精析】 本题在解答时要充分利用题目所给信息，将定性分析和定量计算相结合得出结论。(1) Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 均可与 AgNO_3 溶液反应产生沉淀；(2) 说明溶液中含有 NH_4^+ ；(3) 说明溶液中含有 CO_3^{2-} 和 SO_4^{2-} ，从而确定原溶液中一定没有 Mg^{2+} 和 Ba^{2+} 。利用所给数据可知每份溶液中 $n(\text{NH}_4^+) = 0.04 \text{ mol}$ ， $n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.02 \text{ mol}$ ， $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.01 \text{ mol}$ ，根据溶液中电荷守恒关系，可知 K^+ 必然存在。

【答案】 AC

【思路点拨】 要注意该实验是同时取几份做平行实验，还是只取一份，做连续的实验。

【专题 5】(2007 全国 II 理综)现有五种离子化合物，A、B、C、D 和 E，都是由下表中离子构成的。

阳离子	Ag^+	Ba^{2+}	Al^{3+}
阴离子	OH^-	Cl^-	SO_4^{2-}

为鉴别它们，分别完成以下实验，其结果是

- ① B 和 D 都不溶于水，也不溶于酸；
 ② A 溶于水后，与上述某阳离子反应可生成 B，且 A 溶液与过量氨水反应生成白色沉淀；
 ③ C 溶于水后，与上述某阳离子反应可生成 D，且 C 溶液与过量氨水反应生成白色沉淀；
 ④ E 溶于水后，与上述某阴离子反应可生成 B；
 ⑤ A 溶液与适量 E 溶液反应生成沉淀，再加入过量 E 溶液，沉淀量减少，但不消失。

请根据上述实验结果，填空：

- (1) 写出化合物的化学式 A _____，C _____，D _____，E _____。
 (2) A 溶液与过量的 E 溶液反应后，最终得到的沉淀的化学式是 _____。

【精析】 解答本题应把局部小规律推断与整体综合判断相结合。① 不溶于水，也不溶于酸的物质为 BaSO_4 和 AgCl ；②、③ 中可与氨水生成白色沉淀的 A 和 C 应在 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 AlCl_3 中选出；④ E 中必含有 Ba^{2+} ；⑤ 能满足题述条件的只有 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 之间的反应。A 为 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ，E 为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 。当 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 适量时，发生反应 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$ ；而一旦 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 过量，前面生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀就会发生溶解，而 BaSO_4 不受影响，反应可表示为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。结合前面所做推断可确定出 B 为 BaSO_4 ，C 为 AlCl_3 ，D 为 AgCl 。

【答案】 (1) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ AlCl_3 AgCl $\text{Ba}(\text{OH})_2$

(2) BaSO_4

【思路点拨】 注意每一步实验要得出实验的结论，既要想到有什么，也要想到没有什么。



衡中随堂练习

1. (2007 江苏化学) 下列离子方程式书写正确的是()

A. 过量的 SO_2 通入 NaOH 溶液中: $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中加入过量的 HI 溶液: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ C. NaNO_3 溶液中加入酸性 KMnO_4 溶液: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{NO}_2^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{NO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$ D. NaHCO_3 溶液中加入过量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液: $2\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$

2. (2007 上海化学) 下列反应的离子方程式书写正确的是()

A. 氢氧化钠溶液中通入少量二氧化硫: $\text{SO}_2 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{HSO}_3^-$

B. 碳酸氢钠溶液与足量氢氧化钡溶液混合:

 $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ C. 盐酸滴入氨水中: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ D. 碳酸钙溶解于稀硝酸中: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

3. (2007 广东化学) 下列化学反应的离子方程式正确的是()

A. 用小苏打治疗胃酸过多: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ B. 往碳酸镁中滴加稀盐酸: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ C. 往氨水中滴加氯化铝溶液: $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ D. 氢氧化钡溶液与稀硫酸反应: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

4. (衡中精题) 加入铝粉能放出氢气的溶液中一定大量共存的离子组是()

A. NH_4^+ 、 NO_3^- 、 AlO_2^- 、 Na^+ B. Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- C. NO_3^- 、 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- D. Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}

5. (2007 海淀) 分别写出下列各组物质按物质的量比 1:1 或 2:1 混合时, 有关反应的离子方程式。

① NaHCO_3 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液② NaOH 溶液与 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液③ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液④ NaOH 溶液中通入 CO_2 6. (2007 长春) 有 A、B、C、D、E、F 六瓶失去标签的溶液, 已知它们是 Na_2CO_3 、 BaCl_2 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 、 KI 、稀 H_2SO_4 、 AgNO_3 溶液。现将瓶内溶液各取少许进行部分两两混合实验, 实验现象记录于右表中(“↓”表示生成沉淀, “↑”表示生成气体, “—”表示无明显变化或生成微溶物, 空格为未做实验)。

A					
	B				
—		C			
↓			D		
—	—	—	↑	E	
—	—	↓		↓	F

由表中实验现象判断各瓶溶液分别为:

A _____, B _____, C _____, D _____,

E _____, F _____。

第3课时 化学反应中的能量变化

最新考纲解读

1. 了解化学反应中的能量变化与吸热反应、放热反应的关系。
2. 了解反应热、燃烧热、中和热等概念, 掌握简单的计算。

3. 掌握热化学方程式的概念, 能正确书写热化学方程式。
4. 初步了解新能源的开发, 燃料的充分燃烧。

核心知识讲解

考点一 化学反应中的能量变化

知识再现

1. 化学反应中的能量变化

化学反应都有新物质的生成, 同时伴有能量的变化, 能量的变化通常表现为热量的变化, 按反应过程中热量的变化, 把反应分为:

(1) 放热反应: ① _____。
放热反应是由于反应物的总能量② _____ 生成物的总能量。

(2) 吸热反应: ③ _____。
吸热反应是由于反应物的总能量④ _____ 生成物的总能量。

2. 燃料充分燃烧的条件及意义

(1) 化石燃烧包括⑤ _____ 等, 属非再生能源。



(2)充分燃烧的必要条件：一是⑤_____，二是⑦_____。

(3)不充分燃烧的危害，一是⑧_____；二是⑨_____。

【总结升华】 1. 同一个反应向正反两个方向进行时，一个释放能量，另一个必然吸收能量，但能量的绝对值相等。

2. 化学反应中的能量变化，主要表现为热量变化，但并不完全是热量变化，还有化学能转化为热能、电能或光能等释放出来，或者是热能、电能或光能等转化为物质内部的能量（化学能）被“储存”起来的过程。

3. 在探讨化学反应放热、吸热本质时，要强调三点：(1)化学反应的特点是有新物质生成，新物质和反应物总能量不同；(2)反应中能量守恒；(3)反应物与生成物的能量差若以热能形式表现即为放热或吸热，如果两者能量比较接近，则放热或吸热不明显。

4. 需要加热的反应不一定为吸热反应。



精题细讲

【例1】 下列说法正确的是

- A. 需要加热才能发生的反应一定是吸热反应
- B. 任何放热反应在常温条件下一定能发生反应
- C. 反应物和生成物所具有的总能量决定了反应放热还是吸热
- D. 吸热反应在一定条件下（如常温、加热等）也能发生反应

【精析】 化学反应的能量变化主要表现为吸热或放热，反应是吸热还是放热主要取决于反应物和生成物所具有的总能量的相对大小。放热反应和吸热反应在一定条件下均可发生，反应开始时需加热才能发生的反应可能是吸热反应，也可能是放热反应，如煤的燃烧是放热反应，但开始时需将煤加热至达到着火点，煤才能燃烧。

【答案】 CD



考点专练

1. 下列说法不正确的是（ ）

①化石燃料在任何条件下都充分燃烧 ②化石燃烧过程中能产生污染环境的 CO 、 SO_2 等有害气体 ③直接燃烧煤不如将煤进行深加工后再燃烧效果好 ④固体煤变为气体燃烧后，燃烧效率更低

- A. ①④
- B. ②③④
- C. ②③
- D. ①③④

2. 氢气是未来理想的能源，水是自然界广泛分布的物质，用水生产大量的氢气是人类梦寐以求的愿望，但这一转化过程需大量的能源。请你为这一过程提供既经济又不污染环境的理想的三种能源（或方法）。

考点二 反应热



知识再现

1. 反应热

(1)概念：在化学反应过程中_____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_____。

(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“—”， $\Delta H < 0$ ，为放热反应。如： $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$ ； $\Delta H = -184.6 \text{ kJ/mol}$

典型的放热反应有：



燃料的燃烧反应；中和反应等。

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



典型的吸热反应有： $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CO}$ ；



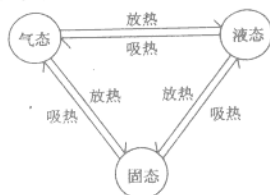
(3)化学反应的热效应和键能的关系

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

2. 有关反应热的比较

(1) ΔH 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。

(2)物质的气、液、固三态的变化与反应热的关系



3. 燃烧热和中和热的比较

	燃烧热	中和热
定义	在 101 kPa 时，1 mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物所放出的热量	在稀溶液中，酸跟碱发生中和反应而生成 1 mol H_2O 所放出的热量
标准	1 mol 可燃物	1 mol 水
热化学方程式的书写	以燃烧 1 mol 可燃物为标准来配平其余物质的化学计量数，化学计量数常用分数表示	以生成 1 mol 水为标准来配平其余物质的化学计量数，化学计量数常用分数表示
备注	必须生成稳定的氧化物，如碳燃烧应生成二氧化碳而不是一氧化碳，氢气燃烧应生成液态水而非气态水	强酸和强碱在稀溶液中发生中和反应时 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



精题细讲

【例2】 强酸与强碱的稀溶液发生中和反应的热化学方程式为： $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ； $\Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$ 分别向 1 L 0.5 mol/L 的 NaOH 溶液中加入：

①稀醋酸 ②浓 H_2SO_4 ③稀硝酸

恰好完全反应时的热效应分别为 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 ，它们的关系正确的是（ ）



- A. $\Delta H_1 > \Delta H_2 > \Delta H_3$
 B. $\Delta H_1 > \Delta H_3 > \Delta H_2$
 C. $\Delta H_1 = \Delta H_2 = \Delta H_3$
 D. $\Delta H_1 > \Delta H_3 > \Delta H_2$

【精析】等物质的量的 NaOH 与稀 CH_3COOH 、浓 H_2SO_4 、稀 HNO_3 恰好反应生成等物质的量的水，若不考虑物质的溶解热和弱电解质电离吸热，应放出相同的热量。但在实际反应中，浓 H_2SO_4 溶于水时放热，使其放出的总热量增多； CH_3COOH 是弱酸，只是少部分电离，电离过程中要吸热，故中和时放出热量减少。

【答案】D

【思路点拨】比较 ΔH 时应带着“+”、“-”号比较，即放热越多， ΔH 越小；如果比较放出热量的多少，即比较 $|\Delta H|$ 的大小。



考点专练

3. 已知： $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ； $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，计算下列中和反应里放出的热量

(1) 用 20g NaOH 配成的稀溶液跟足量的稀盐酸反应，能放出 kJ 的热量。

(2) 用 0.1 mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 配成的稀溶液跟足量的稀硝酸反应，能放出 kJ 的热量。

(3) 用含 1 mol 醋酸的稀溶液和足量 NaOH 稀溶液反应，放出的热量 (大小、小于或等于) 57.3 kJ，理由是 。

4. 在下列说法中，正确的是()

- A. $\Delta H > 0$ 表示放热反应， $\Delta H < 0$ 表示吸热反应
 B. 热化学方程式中的化学计量数只表示物质的量，可以是分数
 C. 1 mol H_2SO_4 与 1 mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应生成 BaSO_4 沉淀时放出的热叫做中和热
 D. 1 mol H_2 与 0.5 mol O_2 反应放出的热量就是 H_2 的燃烧热

5. 已知：1g H_2 在 101 kPa 时完全燃烧放热 142.9 kJ，则表示 H_2 燃烧热的热化学方程式为 。

已知 1 mol 盐酸和 1 mol $\text{NaOH}(\text{aq})$ 反应放热 57.3 kJ，则表示 $\text{KOH}(\text{aq})$ 与 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 反应中和热的热化学方程式为 。

考点三 热化学方程式的书写与计算



知识再现

1. 热化学方程式

- (1) 定义：表明反应所① 的热量的化学方程式。
 (2) 意义：①表明化学反应中② 的变化；②表明化学反应中的③ 变化。

2. 热化学方程式的书写

与书写化学方程式相比，书写热化学方程式时，除了尊重反应事实和遵循质量守恒定律还应注意如下五点：

(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 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 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，可不注明温度和压强。

(3) 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数或原子数。因此化学计量数可以是整数，也可以是分数。

(4) 反应物和生成物的聚集状态不同，反应热的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) 热化学方程式是表示反应已完成的数量。由于 ΔH 与反应完成物质的量有关，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。

3. 有关热化学方程式的计算

(1) ΔH 的单位 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 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。

(2) 热化学方程式具有加合性

盖斯定律，化学反应不管是一步完成还是分步完成，其反应热是相同的。也就是说，化学反应的反应热只与反应的始态和终态有关，而与具体反应进行的途径无关。因此热化学方程式具有加合性。

【总结升华】反应物、生成物的状态不同，测定反应热实验时的温度和压强不同，都会导致反应热的改变。



精题细讲

【例 3】(衡中精题) 已知在 25℃、101 kPa 下，1g C_8H_{18} (辛烷) 燃烧生成二氧化碳和液态水时放出 48.40 kJ 热量。表示上述反应的热化学方程式正确的是 ()

- A. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2} \text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{g})$;
 $\Delta H = -48.40 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2} \text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l})$;
 $\Delta H = -5518 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2} \text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l})$;
 $\Delta H = +5518 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 D. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2} \text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l})$;
 $\Delta H = -48.40 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【精析】1g C_8H_{18} 燃烧放出 48.40 kJ 热量，则 1 mol C_8H_{18} 燃烧生成 CO_2 和液态水时放出热量：

$$\frac{48.40 \text{ kJ}}{1 \text{ g}} \times 114 \text{ g} \approx 5518 \text{ kJ}$$

但需注意生成物水为液态(l)，反应放热， ΔH 为“-”。

【答案】B

【思路点拨】判断热化学方程式的正误，一要看反应物、生成物的状态是否正确，二要看 ΔH 的符号和单位是否正确，三要看 ΔH 的数值是否与化学计量数相对应。



考点专练

6. 25℃、101 kPa 时，1 g 甲醇完全燃烧生成 CO_2 和液态水，同时放出 22.68 kJ 热量。下列表示该反应的热化学方程式中



正确的是

()



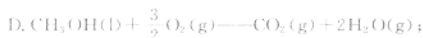
$$\Delta H = -725.8 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -1451.6 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -22.68 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -725.8 \text{ kJ/mol}$$

7. 化工生产中用烷烃和水蒸气反应得到以 CO 和 H_2 为主的混合气体, 这种混合气体可用于生产甲醇或合成氨。对甲烷而言, 有如下两个主要反应:



$$\Delta H_1 = -36 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H_2 = +21 \text{ kJ/mol}$$

由反应①、②推出总反应热为零的总反应方程式③, 并求进料气中空气(O_2 的体积分数为 21%)与水蒸气的体积比。

考点四 中和热的测定



知识再现

1. 实验目的

了解中和热测定的基本原理和测定方法, 加深理解中和反应是放热反应。

2. 实验原理

中和热是指在稀溶液中, 酸和碱发生中和反应而生成 1 mol H_2O 时的反应热。实验时, 先测出盐酸和氢氧化钠的起始温度, 求其平均温度 t_1 , 两溶液混合充分反应后, 读取混合液温度 t_2 , 为了使计算简便, 可以近似地认为:

(1) 0.5 mol/L 盐酸和 0.55 mol/L 氢氧化钠的密度都是 1 g/mL, 则: 盐酸质量 $M_1 = 50$ 克, 氢氧化钠质量 $M_2 = 50$ 克。近似认为混合溶液的比热容 $C = 4.18 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$, 所以中和反应放出的热量是:

$$Q = (m_1 + m_2) \cdot C \cdot (t_2 - t_1) = 0.418(t_2 - t_1) \text{ kJ}$$

(2) 又因 50 毫升 0.5 mol/L 盐酸中含有 $25/1000 = 0.025$ mol 的 H^+ , 所以跟 0.025 mol 的 OH^- 发生中和反应, 生成 0.025 mol 的水, 放出热量为 Q , 所以:

$$\text{中和热} = -Q/0.025 = -0.418(t_2 - t_1)/0.025 \text{ kJ/mol}$$

3. 实验步骤

(1) 组装量热器: 保温隔热效果一定要好, 大、小烧杯口要相平, 以减少热量损失。烧杯间要填加隔热材料, 提高保温隔热效果。

(2) 量取定量盐酸倒入小烧杯中, 测定并记录盐酸温度。

(3) 量取定量氢氧化钠溶液, 测定并记录氢氧化钠溶液温度

a. 碱液要稍过量, 以确保盐酸被完全中和。

b. 碱液浓度宜小不宜大。

(4) 将氢氧化钠溶液倒入小烧杯中, 搅拌, 充分反应后, 测定并记录混合液的最高温度

a. 氢氧化钠溶液要一次性快速倒入小烧杯中, 且不能洒在外面。

b. 要用环形玻璃棒轻轻搅动溶液, 使酸碱充分反应。

c. 实验操作时动作要快, 尽量减少热量散失。

(5) 计算: 重复实验两次。

4. 注意事项

(1) 酸碱溶液应当用稀溶液 (0.1~0.5 mol/L)。因浓度过大, 溶液中阴阳离子间的相互牵制作用就大, 电离程度就不能达到 100%, 这样使酸碱中和时产生的热量势必要用去一部分补偿电离时所需的热量, 造成较大的误差。

(2) 要使用同一支温度计。分别先后测量酸、碱及混合液的温度时, 测定一种溶液后必须用水冲洗干净并用滤纸擦干。温度计的水银球部分要完全浸入溶液中, 且要稳定一段时间再记下读数。

(3) 实验中所用的盐酸和氢氧化钠溶液配好后要充分冷却至室温, 才能使用。

(4) 操作时动作要快, 尽量减少热量的散失。

(5) 实验时亦可选用浓度体积都不相同的酸碱溶液进行中和热的测定, 但在计算时, 应取二者中量小的一种, 因为过量的酸碱并不参加中和反应。

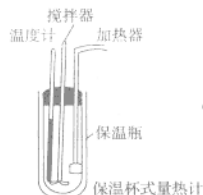
5. 误差分析

实验中造成误差的因素主要有: 实验过程中热量损失 (保温效果不好, 操作太慢等); 酸碱未完全反应 (酸碱液溅失, 不搅拌等); 所用酸碱液浓度过大; 用弱酸或弱碱代替强酸强碱进行实验。这些做法都会导致测定结果偏低。



精题细讲

【例 1】在量热计中 (如图) 将 100 cm^3 、 $0.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CH_3COOH 溶液与 100 cm^3 、 $0.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液混合, 温度从 289.16 K 升高到 300.71 K 。已知量热计的热容常数 (量热计各部件每升高 1 K 所需的热量) 是 $150.5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, $0.250 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CH_3COONa 溶液的比热容为 $4.03 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 溶液的密度为 $0.963 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。



(1) 试求 CH_3COOH 与 NaOH 的中和热。(2) CH_3COOH 与 NaOH 的中和热的文献值为 $56.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 你认为 (1) 中测得的实验偏差可能是由什么原因造成的?

【精析】(1) CH_3COOH 与 NaOH 溶液反应放出的总热量: $Q = 4.03 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 200 \text{ cm}^3 \times 0.963 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times (300.71 \text{ K} - 289.16 \text{ K}) + 150.5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \times (300.71 \text{ K} - 289.16 \text{ K}) = 2363 \text{ J} = 2.36 \text{ kJ}$

CH_3COOH 与 NaOH 的中和热: $\Delta H =$

$$-\frac{2.36 \text{ kJ}}{0.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100 \times 10^{-3} \text{ L}} = -47.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(2) 本实验方法测得的 CH_3COOH 与 NaOH 的中和热的实验值比文献值小, 出现这种偏差的原因可能是量热计的保温瓶绝热效果不好, 使部分热量散失, 也可能是温度计测温不够精确导致的。

【答案】(1) $47.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2) 见精析

解答开放式试题的关键是结合课本知识联系题干进行深入思考, 勇于说出自己的想法, 还要有创新精神。

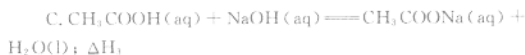


考点专练

8. 下列化学反应中, ΔH 的数值最大的是 ()

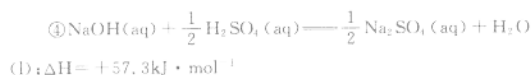
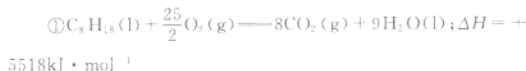


(l); ΔH_2



(l); ΔH_4

9. 已知: 101 kPa 时辛烷的燃烧热为 $5518 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 强酸与强碱在稀溶液中发生反应时的中和热为 $57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则下列热化学方程式书写正确的是 ()



A. ①③

B. ②③

C. ②④

D. 只有②

考点五 使用化石燃料的利弊及

新能源的开发利用



知识再现

1. 重要的化石燃料: 煤、石油和天然气

2. 煤作燃料的利弊问题

(1) 煤是重要的化工原料, 把煤作燃料简单烧掉太可惜, 应该综合利用。

(2) 煤直接燃烧时产生 SO_2 等有毒气体和烟尘, 对环境造成严重污染。

(3) 煤作为固体燃料, 燃烧反应速率小, 热利用效率低, 且运输不方便。

(4) 可以通过清洁煤技术, 如煤的液化和气化以及实行烟气净化脱硫等, 大大减少燃煤对环境的污染, 提高燃烧的热利用率。

3. 燃料充分燃烧的条件

(1) 要有足够的空气。

(2) 跟空气有足够大的接触面。

4. 新能源的开发

(1) 调整和优化能源结构, 降低化石燃料在能源结构中的比率。

(2) 最有希望的新能源是太阳能、燃料电池、风能和氢能等。这些新能源的特点是资源丰富, 有些为再生能源, 对环境污染少或没有污染。



精题细讲

【例 5】“可燃冰”又称“天然气水合物”, 它是在海底的高压、低温条件下形成的, 外观像冰。1 体积“可燃冰”可贮藏 100~200 体积的天然气。下面关于“可燃冰”的叙述不正确的是 ()

A. “可燃冰”有可能成为人类未来的重要能源

B. “可燃冰”是一种比较洁净的能源

C. “可燃冰”提供了水可能变成油的例证

D. “可燃冰”的主要可燃成分是甲烷

【精析】由题意可知, “可燃冰”是甲烷的结晶水合物, 其主要可燃成分是甲烷, 完全燃烧时生成二氧化碳和水, 污染少, 目前全球能源紧缺, 因此有可能成为人类未来的重要能源。另外, 水可能变成油违背了科学原理。综上所述, 选项 C 符合题意。

【答案】C



考点专练

10. 天然气、液化石油气燃烧的化学方程式分别为:



现有一套以天然气为燃料的灶具, 欲改为燃烧液化石油气, 应采取的正确措施是 ()

A. 减小空气进入量, 增大石油气进入量

B. 增大空气进入量, 减小石油气进入量

C. 增大空气进入量, 也增大石油气进入量

D. 减小空气进入量, 也减小石油气进入量

11. 我国三峡工程所提供的清洁、廉价、强劲、可再生的水电, 相当于每年燃烧 3000 万吨原煤的火力发电厂产生的电能, 因此, 三峡工程有助于控制 ()

① 温室效应 ② 二氧化硫的排放

③ 白色污染 ④ 碳氢化合物的排放

A. ①②

B. ①②③

C. ①②④

D. ①②③④

● ● ● ● ● 破 解 命 题 热 点 ● ● ● ● ●

高考热点 1: 热化学方程式的应用

热化学方程式反映出化学反应的物质变化和能量变化, 其本质是反应物断键吸热, 形成键放热。

【专题 1】2007 江苏化学: 甲醇质子交换膜燃料电池中将甲醇蒸气转化为氢气的两种反应原理是

