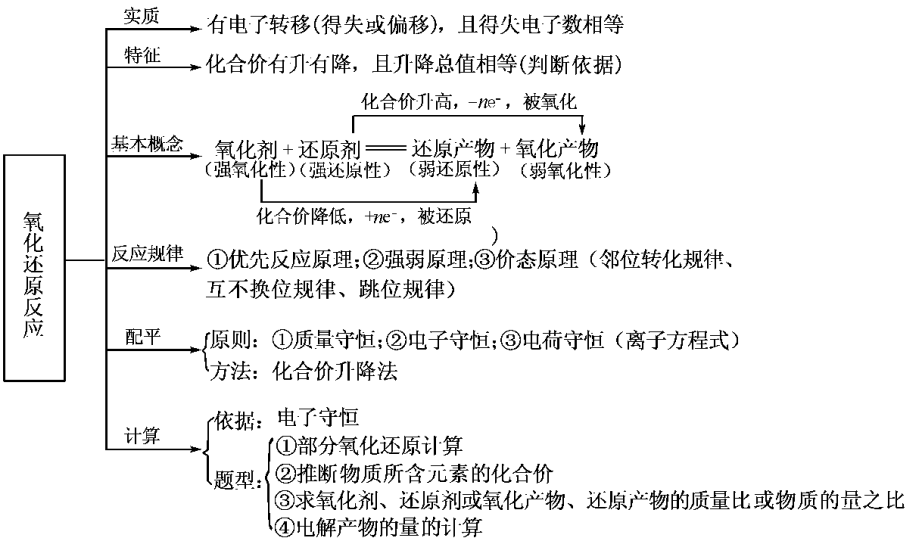
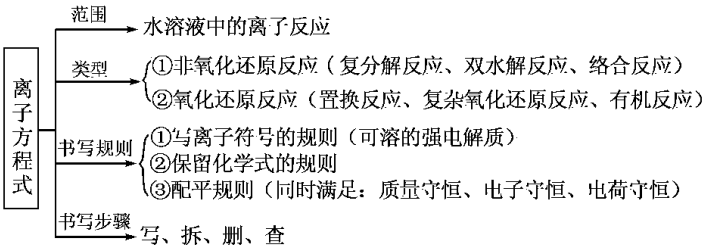
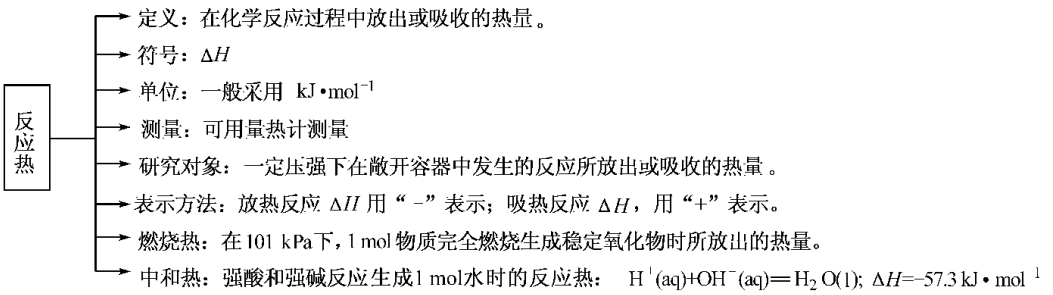
第一单元 化学反应及其能量变化

知识框架







需要全本请访问 www.ertongbook.com

复习策略

1. 重梳理、抓实质，突破概念关

本讲最显著的特点就是概念性强，而且概念集中，可抓住这些概念的实质，按一定线索梳理，如：氧化剂→得电子→化合价降低→被还原→发生还原反应，可梳理为降得还（借得还）；还原剂→失电子→化合价升高→被氧化→发生氧化反应，可梳理为升失氧（声嘶哑）。

2. 巧用守恒原理突破难点

合理运用电荷守恒和物料守恒两个关系来处理问题，往往会使解题过程大大地简化。

第1讲

氧化还原反应的概念

课前热身

1. 下列物质间的反应①$Na+H_2O$；②Na_2O+H_2O；③NO_2+H_2O；④Cl_2+H_2O；⑤F_2+H_2O；⑥SO_2+H_2O 中，属于氧化还原反应，但水既不是氧化剂，又不是还原剂的是（　　）

A. ①③　　B. ②⑥　　C. ④⑤　　D. ③④

2. 根据下列反应判断有关物质还原性由强到弱的顺序正确的是（　　）

①$H_2SO_3+I_2+H_2O=2HI+H_2SO_4$

②$2FeCl_3+2HI=2FeCl_2+2HCl+I_2$

③$3FeCl_2+4HNO_3=2FeCl_3+NO\uparrow+2H_2O+Fe(NO_3)_3$

A. $H_2SO_3>I^->Fe^{2+}>NO$

B. $I^->H_2SO_3>Fe^{2+}>NO$

C. $Fe^{2+}>I^->H_2SO_3>NO$

D. $NO>Fe^{2+}>H_2SO_3>I^-$

3. 下列反应只有加入还原剂才能发生转化的是（　　）

A. $NaHCO_3\rightarrow CO_2$　　B. $HNO_3\rightarrow NO$

C. $KI\rightarrow I_2$　　D. $SO_2\rightarrow Na_2SO_3$

E. $KMnO_4\rightarrow MnO_2$　　F. $Cl_2\rightarrow Cl^-$

G. $KClO_3\rightarrow KCl$　　H. $HNO_3\rightarrow NO_2$

4. 在 Fe^{3+}、Fe^{2+}、Al^{3+}、H^+、S、C、S^{2-}、Cl^- 等离子或原子中。

(1)只有氧化性的是_____；

(2)只有还原性的是_____；

(3)既有氧化性又有还原性的是_____。

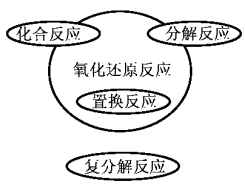
5. 在反应 $K_2Cr_2O_7+14HCl=2KCl+2CrCl_3+3Cl_2\uparrow+7H_2O$ 中，_____是氧化剂；_____是还原剂；_____元素被氧化；_____元素被还原；_____是氧化产物；_____是还原产物；6个 Cl 原子被氧化时，电子转移的总数为_____。

考点整合

一、化学反应的分类

1. 从物质的组成形式：_____、_____、_____、_____

2. 氧化还原反应与四种基本反应类型的关系可用图示表示为：



【说明】有单质参加或生成的化合反应或分解反应一定是氧化还原反应；置换反应一定是氧化还原反应；复分解反应一定不是氧化还原反应。

3. 从有无电子转移：_____反应或_____反应

4. 从反应的粒子：_____反应或分子反应

5. 从反应进行的程度和方向：_____反应或_____反应

6. 从反应的热效应：_____反应或_____反应

二、氧化还原反应

1. 氧化还原反应定义：有_____转移（得失或偏移）的反应。

2. 氧化还原反应的实质：有_____（得失或偏移）。

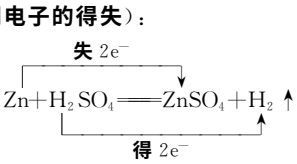
3. 氧化还原反应特征：_____。

4. 氧化还原反应的有关概念

氧化剂：得电子，化合价降低，被还原，发生还原反应。

还原剂：失电子，化合价升高，被氧化，发生氧化反应。

5. 氧化还原反应中电子转移方向和数目的表示方法——双线桥法（从氧化剂指向还原产物，还原剂指向氧化产物，必须标明电子的得失）：



备忘

6. 常见的氧化剂和还原剂：

(1)常见的氧化剂：易得电子或化合价易降低的物质。

①活泼的非金属单质：_____等；

②高价态的金属阳离子：_____等；

③其他高价态的物质：_____等；

④过氧化物：_____等。

(2)常见的还原剂：易失电子或化合价易升高的物质。

①活泼的金属；

②不十分活泼的非金属：C、P、S、Si 等；

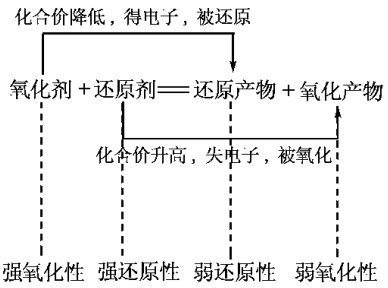
③低价态的金属阳离子：_____等；

④部分阴离子：_____等；

⑤低价态的物质：_____等。

[!]易淆点

7. 有关氧化还原反应各个概念间的联系可表示如下：



氧化剂→得电子→化合价降低→被还原→发生还原反应→具有氧化性→变成还原产物；还原剂→失电子→化合价升高→被氧化→发生氧化反应→具有还原性→变成氧化产物。

[!]易淆点

8. 氧化性、还原性强弱的比较

可以根据①原子结构、②反应方向、③反应条件、④反应剧烈程度、⑤原电池和电解池中的电极反应等作为依据进行判断，但要注意每种判断依据都只能是作出粗略的定性判断。

热点探究

▶ 探究点一　氧化还原反应有关概念之间的相互联系

概念之间本身就存在着固有的联系，而我们同步学习时人为的将其割裂了。所以复习时要将它们恢复本来面目。知识只有结构化、网络化、系统化之后，才便于记忆、检索、提取、应用。反之便会成为一盘散沙，彼此分离，很难记忆，更何谈应用！

氧化还原反应各概念之间的关系如下所示：

还原剂→还原性→氧化反应→失去 e^-→价升高→被氧化→氧化产物（弱氧化性）

↑　↑　↑　↑　↑　↑　↑

反应物　性质　反应　本质　特征　过程　生成物

↓　↓　↓　↓　↓　↓　↓

氧化剂→氧化性→还原反应→得到 e^-→价降低→被还原→还原产物（弱还原性）

其中，物质所含元素化合价的升降关系是氧化还原反应的特征，抓住这一特征可判定一个反应是否是氧化还原反应。

例1 【2005 年·江苏化学卷】在下列生成二氧化硫的反应中，反应物中的含硫物质被氧化的是（　　）

A. 硫在空气中燃烧

B. 铜片与浓硫酸共热

C. 红热的木炭与浓硫酸反应

D. 亚硫酸钠与稀硫酸反应

变式题　某一反应体系有反应物和生成物共五种物质：O_2、H_2CrO_4、$Cr(OH)_3$、H_2O、H_2O_2。

已知该反应中 H_2O_2 只发生如下过程：$H_2O_2 \longrightarrow O_2$

(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_____→_____。

(3)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_____。

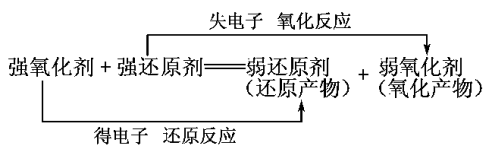
▶ 探究点二　氧化还原反应的一般规律

1. 元素价态表现性质规律

同种元素具有多种价态时，最高价态的只有氧化性，最低价态的只有还原性，处于中间价态的既有氧化性又有还原性。

相邻价态的同种元素间不发生氧化还原反应，例如浓 H_2SO_4 可干燥 SO_2；不同价态的同种元素间“向中看齐”，最多只能达到相同的价态，而绝不能出现高价变低价，低价变高价的交叉现象，也不会出现价态互变的。忽略同种元素“互不交叉”是指，若反应后生成多种中间价态的产物，则遵从邻近变价，互不交叉的原则。如 $KClO_3$ 与盐酸反应，最终 $KClO_3$ 中 +5 价的 Cl 变为 0 价，盐酸 −1 价 Cl 也变为 0 价，绝不会 +5 价的 Cl 变为 −1 价。

2. 性质强弱规律



氧化性：氧化剂强于氧化产物；还原性：还原剂强于还原产物。例如：$2FeCl_3 + Cu = 2FeCl_2 + CuCl_2$，氧化性：$Fe^{3+} > Cu^{2+}$，还原性：$Cu > Fe^{2+}$。

这种强弱规律的判断还有以下几个依据：

(1)根据原子结构：原子半径大，最外层电子少，其单质易失电子，还原性强；原子半径小，最外层电子多，其单质易得电子，氧化性强。氧化性还原性的强弱并不取决于得失电子的数目而取决于得失电子的难易程度。

金属单质的还原性强弱看金属活动性顺序表：

K、Ba、Ca、Na、Mg、Al、Mn、Zn、Fe、Sn、Pb、(H)、Cu、Hg、Ag、Pt、Au

失电子能力逐渐减弱，还原性逐渐减弱

非金属离子的还原性强弱看非金属活动性顺序表倒过来的顺序：

$S^{2-} > I^- > Br^- > O^{2-} > Cl^- > F^-$

非金属单质的氧化性看非金属活动顺序：

$F_2 > Cl_2 > O_2 > Br_2 > I_2 > S$

金属离子的氧化性看金属活动性顺序表倒过来的顺序。例如下列几种阳离子氧化性由强到弱的顺序是：$Ag^+ > Cu^{2+} > Fe^{2+} > Al^{3+} > K^+$（注：$Fe^{3+} > Cu^{2+}$）

(2)根据反应条件：是否加热、温度高低、有无催化剂等，如：由 $2H_2SO_3 + O_2 = 2H_2SO_4$（快），$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$（慢），$2SO_2 + O_2 \overset{\text{催化剂}}{=\!=\!=} 2SO_3$，可知还原性：$H_2SO_3 > Na_2SO_3 > SO_2$

(3)根据反应剧烈程度：如 Cu 与浓 HNO_3 反应剧烈，Cu 与稀 HNO_3 反应微弱，故氧化性浓 HNO_3 > 稀 HNO_3。

此外，某些物质的氧化性、还原性与溶液的浓度、温度、酸碱度也有关。浓度：如 MnO_2 只与浓盐酸反应生成 Cl_2，不与稀盐酸反应。温度：如浓 H_2SO_4 与 Cu 常温不反应，加热则反应。酸碱度：如 $KClO_3$ 能氧化盐酸中的 $Cl^-\longrightarrow Cl_2$，而不能氧化 NaCl 中的 Cl^-；在中性溶液中 Fe^{2+} 与 NO_3^- 可共存，但在 H^+ 存在的条件下 Fe^{2+} 与 NO_3^- 不能共存等。

例2 【2007届·江西吉安一中月考题】$K^{35}ClO_3$ 晶体和含有 $H^{37}Cl$ 的浓盐酸反应生成氯气，已知反应方程式为 $KClO_3+6HCl(浓)=\!=\!=KCl+3Cl_2\uparrow+3H_2O$，此反应生成氯气的摩尔质量为（　　）

A. 74 g·mol^{-1}　　B. 73.3 g·mol^{-1}

C. 72 g·mol^{-1}　　D. 70.6 g·mol^{-1}

例3 某稀溶液中含有 $Fe(NO_3)_3$、$Cu(NO_3)_2$、HNO_3，若向其中逐渐加入铁粉，溶液中 Fe^{2+} 浓度和加入铁粉的物质的量之间的关系如图 1－1－1 所示。则稀溶液中 $Fe(NO_3)_3$、$Cu(NO_3)_2$、HNO_3 物质的量浓度之比为（　　）

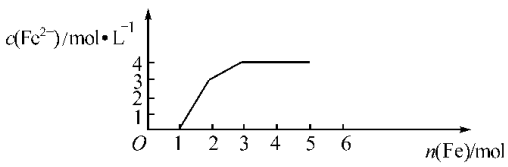


图 1－1－1

A. 1∶1∶1　　B. 1∶3∶1

C. 3∶3∶8　　D. 1∶1∶4

反思 感悟

2 第2讲 氧化还原反应方程式的配平和有关计算

课前热身

1. 反应 $5KCl+KClO_3+3H_2SO_4=\!=\!=3Cl_2\uparrow+3K_2SO_4+3H_2O$ 氧化生成的氯分子数和还原生成的氯分子数之比是（　　）

A. 1∶1　　B. 5∶1　　C. 1∶5　　D. 3∶1

2. 配平下列反应的化学方程式。

(1)＿＿＿＿$KMnO_4$＋＿＿＿＿HCl ＝＝＝ ＿＿＿＿KCl＋＿＿＿＿$MnCl_2$＋＿＿＿＿Cl_2＋＿＿＿＿H_2O

(2)＿＿＿＿$KMnO_4$＋＿＿＿＿$H_2C_2O_4$＋＿＿＿＿H_2SO_4 ＝＝＝ ＿＿＿＿CO_2＋＿＿＿＿$MnSO_4$＋＿＿＿＿K_2SO_4＋＿＿＿＿H_2O

(3)＿＿＿＿$Fe(OH)_3$＋＿＿＿＿$NaOH$＋＿＿＿＿Cl_2 ＝＝＝ ＿＿＿＿Na_2FeO_4＋＿＿＿＿$NaCl$＋＿＿＿＿H_2O

(4)＿＿＿＿MnO_2＋＿＿＿＿I^-＋＿＿＿＿H^+ ＝＝＝ ＿＿＿＿Mn^{2+}＋＿＿＿＿I_2＋＿＿＿＿H_2O

3. 根据反应 $S_2O_x^{2-}+Mn^{2+}+H_2O\rightarrow SO_4^{2-}+MnO_4^-+H^+$。解答下列问题：

(1)配平上述离子方程式＿＿。

(2)该反应中＿＿＿＿元素被还原。

(3)若电子转移仅在两种元素之间发生，已知 1 mol $S_2O_x^{2-}$ 共转移 2 mol 电子，则 x＝＿＿＿＿。

4. 溴酸钾与溴化钾在酸性溶液中反应，溴元素完全转化为溴单质。写出反应的离子方程式：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。该反应中＿＿＿＿mol 溴酸钾中含有 m g 溴元素，它能＿＿＿＿（填“氧化”或“还原”）＿＿＿＿mol 的＿＿＿＿（填写离子或物质名称）。

考点整合

!备忘

1. 氧化还原反应方程式的配平依据

(1)化合价升降规律：氧化剂得电子总数跟还原剂失电子总数必相等，表现在化合价上就有：被氧化元素化合价升高的总价数和被还原元素化合价降低的总价数必定相等。

(2)质量守恒定律：任何化学反应前后，各元素原子个数必定守恒。

!易错点

2. 配平的一般步骤

(1)标价态：找出反应前后化合价发生变化的元素。

(2)列变化：分析各变价元素的化合价升、降的价数。

(3)求总数：以化学式为单位，求出化合价升、降价数的最小公倍数，使有关元素的化合价升、降总价数相等。

(4)配计数：用观察法配平其他物质的化学计量数。

(5)细检查：检查各元素原子个数前后是否相等。若是氧化还原反应的离子方程式还须检查电荷数是否守恒。

热点探究

▶ 探究点一　缺项配平问题

缺项配平题型，是氧化还原反应配平常见的呈现形式，现举例如下：

例1 完成并配平下列化学方程式：

$KMnO_4+KNO_2+(\quad\quad)$——$MnSO_4+K_2SO_4+KNO_3+H_2O$

例2 【2007届·青岛调研题】$FeSO_4$可用作治疗某些贫血症的药物，容易发生如下反应：

_____ $FeSO_4$ + _____ O_2 + _____ H_2O ⟶ _____ $Fe_2(SO_4)_3$ + _____ _____

①完成并配平上述反应；

②根据上述反应，你认为应如何保存此药物_____。

▶ 探究点二　用待定系数法配平较复杂的氧化还原反应方程式

这种题型在上海高考题中多次出现，一方面考查了氧化还原反应的强弱规律和基本概念，另一方面考查了配平。是今后高考氧化还原反应命题的一个方向。

例3 【2007届·湖南长郡中学月考题】配平：$P_4O + Cl_2$——$POCl_3 + P_2Cl_5$。

例4 【2006年·上海化学卷】(1)请将5种物质：N_2O、$FeSO_4$、$Fe(NO_3)_3$、HNO_3和$Fe_2(SO_4)_3$分别填入下面对应的横线上，组成一个未配平的化学方程式。

_____ + _____ ⟶ _____ + _____ + _____ + H_2O

(2)反应物中发生氧化反应的物质_____，被还原的元素是_____。

(3)反应中1 mol氧化剂_____(填"得到"或"失去")_____mol电子。

(4)请将反应物的化学式及配平后的计量数填入下列相应的位置中：

□ _____ + □ _____ ⟶

▶ 探究点三　用电子得失守恒法处理氧化还原反应的有关计算

在氧化还原反应中得失电子总数相等，根据这一原则可以简化有关氧化还原反应的计算。

例5 【2007届·海南中学月考题】ClO_2是一种广谱型的消毒剂，根据世界环保联盟的要求，ClO_2将逐渐取代Cl_2成为生产自来水的消毒剂。工业上ClO_2常用$NaClO_3$和Na_2SO_3溶液混合并加H_2SO_4酸化后反应制得，在以上反应中$NaClO_3$和Na_2SO_3的物质的量之比为　(　)

A. 1∶1　　B. 2∶1　　C. 1∶2　　D. 2∶3

反思 感悟

_____

_____

_____

_____

3 第3讲 离子反应

课前热身

1. 下列物质是非电解质的是　(　)

A. Cl_2　　B. NH_3

C. NaCl溶液　　D. CH_3COOH

2. 下列各组物质反应时，可用离子方程式$H^+ + OH^- = H_2O$表示的是　(　)

A. HF + NaOH　　B. $HNO_3 + Mg(OH)_2$

C. HCl + $Ba(OH)_2$　　D. $H_2SO_4 + Ba(OH)_2$

3. 下列离子方程式正确的是　(　)

A. $Ba(OH)_2$溶液与稀H_2SO_4发生中和反应：$Ba^{2+} + OH^- + H^+ + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow + H_2O$

B. H_2S通入$FeCl_3$溶液中：$2Fe^{3+} + S^{2-} = 2Fe^{2+} + S\downarrow$

C. 碳酸氢钠溶液与硫酸氢钠溶液反应：$HCO_3^- + H^+ = CO_2\uparrow + H_2O$

D. 向漂白粉溶液中通入SO_2：$Ca^{2+} + 2ClO^- + SO_2 + H_2O = CaSO_3\downarrow + 2HClO$

4. 在pH=1且含Ba^{2+}离子的溶液中，还能大量存在的离子是　(　)

A. AlO_2^-　　B. ClO^-　　C. Cl^-　　D. SO_4^{2-}

考点整合

一、离子反应

1. 离子反应的定义：有离子_____或_____的反应。电解质在水溶液中的反应属于离子反应。

2. 离子反应发生的条件

(1)在溶液中进行的离子互换形式的复分解反应发生的条件：溶液中_____数目由多变少。表现在以下几个方面：

①生成_____物(如$BaSO_4$、$CaCO_3$、CuS等)；

②生成_____物质(如弱酸、弱碱、水等)；

③生成易_____性物质(如CO_2、H_2S等)。

凡具备上述条件之一的均可发生离子反应。

(2)氧化还原型离子反应的发生条件：氧化性和还原性_____或_____的物质相遇，转变为还原性和氧化性_____或_____的物质。即强氧化剂转变为弱还原剂，强还原剂转变为弱氧化剂。

二、离子方程式

1. 定义：用_____叫做离子方程式。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

2. 意义：离子方程式表示_____反应，如 $Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3\downarrow$ 表示可溶性的钙盐和可溶性的碳酸盐在溶液中生成碳酸钙沉淀的反应。

3. 书写：可按“_____”四个步骤进行书写。要注意如下问题：

(1)难溶物质、难电离物质、易挥发物质、单质、非电解质和氧化物均保留_____式。

(2)微溶物作为反应物，若是澄清溶液，写离子符号；若是悬浊液，写化学式。微溶物作为生成物，一般均写化学式(标“↓”号)。

(3)氨水作为反应物写 $NH_3 \cdot H_2O$；作为生成物，若有加热条件或浓度很大，可写 NH_3(标“↑”)，否则一般写成 $NH_3 \cdot H_2O$。

(4)固体与固体间(以及纯液体之间)的反应不能写离子方程式；浓 H_2SO_4、浓 H_3PO_4 与固体之间的反应也不能写离子方程式。

(5)离子方程式要做到两守恒：即_____和_____。

三、离子共存

在同一溶液中，能相互发生反应的离子不能_____共存。

1. 看离子间能否发生_____反应

(1)离子间能否生成难溶物。如：$Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3\downarrow$，所以 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 在溶液中不能大量共存。(要熟悉物质溶解性)

(2)离子间能否反应生成挥发性物质(气体)。如：$2H^+ + CO_3^{2-} = CO_2\uparrow + H_2O$、$H^+ + HCO_3^- = CO_2\uparrow + H_2O$、$2H^+ + SO_3^{2-} = SO_2\uparrow + H_2O$，所以 H^+ 和 CO_3^{2-}、H^+ 和 HCO_3^-、H^+ 和 CO_3^{2-} 等在水溶液中不能大量共存。

(3)离子间能否反应生成难电离的物质(弱酸、弱碱、水等)。如：$H^+ + OH^- = H_2O$；$H^+ + F^- = HF$；$H^+ + ClO^- = HClO$；$OH^- + NH_4^+ = NH_3 \cdot H_2O$，故 H^+ 和 OH^-、H^+ 和 F^-、H^+ 和 ClO^-、OH^- 和 NH_4^+ 等在水溶液中不能大量共存(要熟悉常见弱酸、弱碱)。

2. 看离子间能否发生_____反应

一般地说，强氧化性离子(如 Fe^{3+}、MnO_4^-、$Cr_2O_7^{2-}$、ClO^- 等)和强的还原性离子(如 Fe^{2+}、S^{2-}、I^-、SO_3^{2-} 等)因在同一溶液中发生氧化还原反应而不能大量共存。

3. 看清题目，审准题意，挖掘出隐蔽条件

有的离子虽不在离子组中存在，但有时在条件中隐蔽出现，如某强酸性(或强碱性)溶液中，说明溶液中除离子组内各离子外，还应有 H^+(或 OH^-)。

此外还要注意溶液是否有颜色。如 Cu^{2+}(_____色)、Fe^{3+}(_____色)、Fe^{2+}(_____色)、MnO_4^-(_____色)等都有颜色，若为无色溶液，则说明这些离子不存在。

热点探究

▶ 探究点一　强、弱电解质

在溶液中(或熔化状态)本身能发生电离的化合物叫电解质，不能发生电离的化合物叫非电解质。在溶液中能全部电离成离子的电解质叫强电解质，它包括大多数的盐类、强酸和强碱；在溶液中只有部分电离为离子的电解质叫弱电解质，它包括弱酸(H_2SO_3、HF、HClO)以及弱碱($NH_3 \cdot H_2O$)等。

例1 【2007届·长沙调研题】下列物质的导电性能最差的是(　　)

A. 熔融氢氧化钠　　B. 石墨棒

C. 盐酸　　D. 固体氯化钾

▶ 探究点二　离子方程式的正误判断

书写离子方程式时常见的错误有：

1. 违背客观事实，反应产物错；

2. 违背守恒原则，如原子个数、离子电荷不配平；

3. 违背拆分规则，该拆写成离子形式的未拆写，不该拆的却拆成了离子形式；

4. 违背定组成法则，若化合物中阴阳两种离子都参与了离子反应，则在离子方程式中其离子计量数之比应符合原化合物相应离子的组成之比；

5. 反应物间的计量数之比不符合题意要求。

例2 【2007届·湖南百校联考题】下列离子方程式正确的是(　　)

A. 澄清的石灰水与稀盐酸反应：$Ca(OH)_2 + 2H^+ = Ca^{2+} + 2H_2O$

B. 钠与水的反应：$Na + 2H_2O = Na^+ + 2OH^- + H_2\uparrow$

C. 铜片插入硝酸银溶液中：$Cu + Ag^+ = Cu^{2+} + Ag$

D. 大理石溶于醋酸的反应：$CaCO_3 + 2CH_3COOH = Ca^{2+} + 2CH_3COO^- + CO_2\uparrow + H_2O$

▶ 探究点三　离子共存问题的判断

离子共存问题的判断可通过“五看”来加以甄别：

1. 看是否发生复分解反应。即离子间是否能直接结合，生成难溶物质、气体、弱电解质等。

2. 看是否发生氧化还原反应。强氧化性离子[如 MnO_4^-、Fe^{3+}、NO_3^-(H^+)、ClO^-]与较强还原性离子(如 S^{2-}、I^-、Fe^{2+}、SO_3^{2-})在溶液中会发生氧化还原反应而不能大量共存。

3. 看是否发生双水解反应。常见的双水解反应有 Al^{3+} 与 CO_3^{2-}、Al^{3+} 与 HCO_3^-、Al^{3+} 与 AlO_2^-、Fe^{3+} 与 CO_3^{2-} 等

4. 看是否生成络离子。如 Fe^{3+} 与 SCN^- 易结合成络离子而不能大量共存。

5. 看题干中的酸、碱性条件以及溶液颜色。

注意：这里的“共存”不是指完全不能大量共存，而是不能大量共存。

例3 【2006年·黄冈月考题】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. H^+　I^-　Cl^-　NO_3^-

B. K^+　AlO_2^-　NO_3^-　OH^-

C. H^+　NH_4^+　Al^{3+}　SO_4^{2-}

D. H^+　Cl^-　CH_3COO^-　NO_3^-

▶ 探究点四　离子反应与数学图象相结合

化学中的数形结合题型在每年的高考命题中常有体现，请看下面的例题：

例4 【2006年·湖南长郡中学月考题】向盛有$NaHSO_4$溶液的烧杯中不断滴加$Ba(OH)_2$溶液，随着$Ba(OH)_2$的不断滴入，溶液中产生的沉淀量与溶液的pH变化情况的关系正确的是（　　）

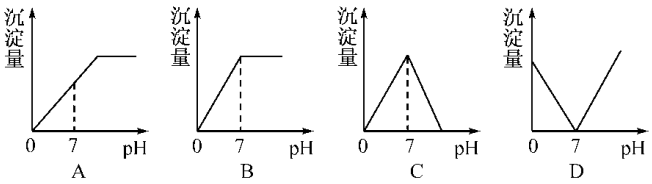


图1－3－1

▶ **探究点五　在实验、推断等题型中书写离子方程式**

离子方程式的书写作为重要的基本技能的考查常出现在实验、推断等题型中。

例5 【2006年·上海化学卷】某课外兴趣小组为了探究铁与硫在隔绝空气的条件下反应所得固体M的成分，设计了如图1－3－2所示装置。

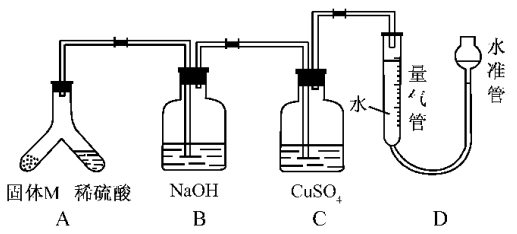


图1－3－2

倾斜A使稀硫酸（足量）与固体M充分反应，待反应停止后，B装置增重，C装置中溶液无变化，反应后进入量气管的气体的体积为V mL（已折算成标准状况）。由上述实验事实可知：

（1）①固体M中一定有的物质是_____（填化学式），理由是_____。

②其中一种物质的质量可以确定为_____g（用代数式表示）。

（2）B装置的名称是_____，写出B装置中反应的离子方程式_____。

（3）C装置的作用是_____，如果实验中没有B装置，则C装置中产生的现象是_____。

（4）稀硫酸和固体M反应后溶液中还残留淡黄色固体，该固体是_____，要分离出该固体，在实验操作中，除烧杯外还需要用到的玻璃仪器是_____。

（5）通过进一步实验，测得固体M中各种成分的质量之和小于反应前铁粉和硫粉的质量之和，产生这种现象的原因可能是_____。

a. M中有未反应的铁和硫

b. 测定气体体积时水准管的水面高于量气管的水面

c. A中留有反应生成的气体

d. 气体进入D装置前未用浓硫酸干燥

反思 感悟

4 第4讲 化学反应中的能量变化

课前热身

1. 【2007届·湖南师大附中模拟题】“摇摇冰”是一种即用即冷的饮料。吸食时将饮料罐隔离层中的化学物质和水混合后摇动即能制冷。该化学物质是（　　）

A. 氯化钠　　B. 生石灰　　C. 氢氧化钠　　D. 硝酸铵

2. 【2007届·湖州模拟题】图1－4－1中，表示正反应是吸热反应的是（　　）

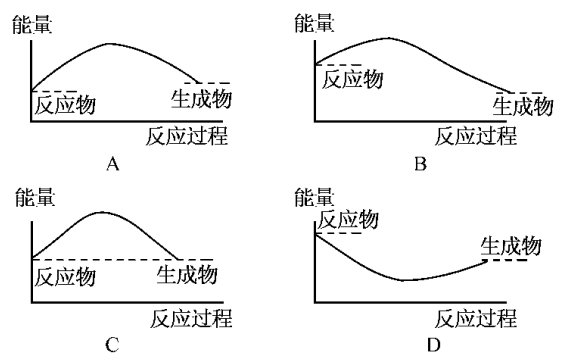


图1－4－1

3. 1 g $H_2(g)$燃烧生成液态水放出142.9 kJ的热量，表示该反应的热化学方程式正确的是（　　）

A. $2H_2(g)+O_2(g)=2H_2O(l)$；$\Delta H=-142.9$ kJ/mol

B. $2H_2(g)+O_2(g)=2H_2O(l)$；$\Delta H=-571.6$ kJ/mol

C. $2H_2+O_2=2H_2O$；$\Delta H=-571.6$ kJ/mol

D. $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)=H_2O(g)$；$\Delta H=-285.8$ kJ/mol

4. 【2006年·天津理综卷】已知：$H^+(aq)+OH^-(aq)=H_2O$；$\Delta H_1=-57.3$ kJ·mol^{-1}，$\frac{1}{2}H_2SO_4$（浓）$+NaOH(aq)=\frac{1}{2}Na_2SO_4(aq)+H_2O(l)$；$\Delta H_2=m$，下列说法正确的是（　　）

A. 上述热化学方程式中的计量数表示分子个数

B. $\Delta H_1>\Delta H_2$

C. $\Delta H_2=-57.3$ kJ·mol^{-1}

D. $|\Delta H_1|>|\Delta H_2|$

考点整合

一、反应热

1. 化学反应通常伴有热量的变化 { 放热反应：放出热量的化学反应；吸热反应：吸收热量的化学反应

2. 反应热

(1)定义：反应过程中放出或吸收的热量，叫做反应热。任何化学反应都有反应热。

(2)表示方法：常用符号“ΔH”表示

(3)单位：kJ/mol

(4)测量仪器：量热计

(5)微观解释

反应物：化学键断裂 —克服原子间的相互作用→ 吸收热量

生成物：化学键形成 —原子重新组合→ 释放能量

二者的差值即为反应热

当 ΔH 为“____”或 ΔH ____0 时，表示_____热，即为_____反应，此时反应物总能量＞生成物总能量。

当 ΔH 为“____”或 ΔH ____0 时，表示_____热，即为_____反应，此时反应物总能量＜生成物总能量。

二、热化学方程式

1. 定义：表明反应所放出或吸收的热量的化学方程式。

2. 表示方法

$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)=\!=\!=H_2O(g)$；$\Delta H=-241.8\ kJ\cdot mol^{-1}$

$2H_2(g)+O_2(g)=\!=\!=2H_2O(g)$；$\Delta H=-483.6\ kJ\cdot mol^{-1}$

注：在此 mol^{-1} 已不是指 1 mol H_2 或 1 mol O_2，而是指“1 mol 反应”。所谓“1 mol 反应”可以是 1 mol H_2 和 $\frac{1}{2}$ mol O_2 起反应，也可以是 2 mol H_2 和 1 mol O_2 起反应，前者放热 241.8 kJ，后者放热 483.6 kJ。这种单位表示方法是 1977 年国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)物理化学分会所推荐的。所以 ΔH 的值应和化学方程式相对应，以使“1 mol 反应”有明确的含义，笼统地说反应热是多少 $kJ\cdot mol^{-1}$ 容易引起误解。

3. 与化学方程式的比较

(1)热化学方程式中的计量数，只表示各物质的_____，可以用整数或分数(一般不用小数)表示。

(2)必须注明各反应物和生成物的_____，同一化学反应，由于物质所处的_____不同，反应热的数值也不同。同素异形体间的转化还需注明物质名称。

(3)必须写出这个化学反应的热效应的数值，以 ΔH 表示，“＋”表示_____，以“－”表示_____。

4. 书写热化学方程式应注意的问题

(1)方程式要配平，热量放右边，吸热用“＋”，放热用“－”。

(2)注明反应物，生成物的聚集状态。

(3)物质的量相同，聚集状态不同，热效应不同。

(4)反应热的数值要跟反应物的物质的量相对应

$2H_2(g)+O_2(g)=\!=\!=2H_2O(1)$；$\Delta H=-571.6\ kJ\cdot mol^{-1}$

$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)=\!=\!=H_2O(1)$；$\Delta H=-285.8\ kJ\cdot mol^{-1}$

(5)反应热的数值与反应条件有关，未指明条件的是指：在_____℃、_____Pa 条件下。

三、燃烧热和中和热

1. 燃烧热：在 101 kPa 时，_____，叫做该物质的燃烧热。

如：$C(s)+O_2(g)=\!=\!=CO_2(g)$；$\Delta H=-393.5\ kJ/mol$

2. 中和热：在稀溶液中，酸与碱发生中和反应_____，这时的反应热叫做中和热。(中学范围只讨论强酸与强碱反应的中和热)

如：$KOH(aq)+HNO_3(aq)=\!=\!=KNO_3(aq)+H_2O(1)$；$\Delta H=-57.3\ kJ/mol$ 或 $H^+(aq)+OH^-(aq)=\!=\!=H_2O(1)$；$\Delta H=-57.3\ kJ/mol$。

注：中和热与燃烧热不同，燃烧热是以 1 mol 物质完全燃烧所放出的热量来定义的，而中和热是以生成 1 mol H_2O 所放出的热量来定义的，因此书写它们的热化学方程式时，应以燃烧 1 mol 物质或生成 1 mol $H_2O(1)$ 为标准来配平其余物质的化学计量数，故计量数可能会出现分数。

如：$CO(g)+\frac{1}{2}O_2(g)=\!=\!=CO_2(g)$；

$\Delta H=-283.0\ kJ/mol$

$KOH(aq)+\frac{1}{2}H_2SO_4(aq)=\!=\!=\frac{1}{2}K_2SO_4(aq)+H_2O(1)$；

$\Delta H=-57.3\ kJ/mol$

四、盖斯定律(1836 年，俄国化学家 G. H. Hess 提出)

在化学反应中，放出或吸收的热量，仅取决于反应物初始状态和生成物的最终状态，而与反应的途径无关。(或叙述为：若是一个反应可以分几步进行，则各步反应的反应热总和与这个反应一次发生时的反应热相同。)如：

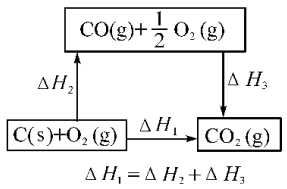


图 1－4－2

热点探究

▶ 探究点一　反应热及其表示法

化学反应中所释放的能量是当今世界上最重要的能源。化学反应中的能量变化，通常表现为热量的变化。探讨化学反应放热、吸热本质时，要注意三点：

1. 化学反应的特点是有新物质生成，新物质的总能量和反应物的总能量不同，这是由于各种物质所具有的能量是不同的；

2. 反应过程中能量守恒；

3. 如果反应物所具有的总能量高于生成物所具有的总能量，那么在发生化学反应时，有一部分能量就会转变成热能的形式释放出来，这就是放热反应；反之则是吸热反应。

例 1 【2007 年·重庆理综卷】下列热化学方程式中的 ΔH 能表示物质燃烧热的是 (　　)

A. $2CO(g)+O_2(g)=\!=\!=2CO_2(g)$；$\Delta H=-566\ kJ\cdot mol^{-1}$

B. $CH_4(g)+2O_2(g)=\!=\!=CO_2(g)+2H_2O(1)$；$\Delta H=-890\ kJ\cdot mol^{-1}$

C. $2H_2(g)+O_2(g)=\!=\!=2H_2O(1)$；$\Delta H=-571.6\ kJ\cdot mol^{-1}$

D. $H_2(g)+Cl_2(g)=\!=\!=2HCl(g)$；$\Delta H=-184.6\ kJ\cdot mol^{-1}$

▶ 探究点二　热化学方程式及其书写

热化学方程式不仅表示化学反应中物质的变化，同时也表示化学反应中能量的变化。

例2　2.3 g某液态有机物和一定量的氧气混合点燃，恰好完全燃烧，生成2.7 g水和2.24 L CO_2（标况）并放出68.35 kJ热量，则该反应的热化学方程式为_____。

▶ 探究点三　燃料及新能源的开发和利用

燃料及新能源的开发是当今的社会热点，更是高考命题的方向之一。

例3　【2007届·淮阴模拟题】据《参考消息》报道，有科学家提出硅是“21世纪的能源”、“未来的石油”的观点。假如硅作为一种普遍使用的新型能源被开发利用，关于其有利因素的下列说法中，你认为不妥当的是（　　）

A. 硅便于运输、贮存，从安全角度考虑，硅是最佳的燃料

B. 硅的来源丰富，易于开采，且可再生

C. 硅燃烧放出的热量大，且燃烧产物对环境污染程度低，容易有效控制

D. 寻找高效新型催化剂，使硅的生产耗能很低，是硅能源开发利用的关键技术

▶ 探究点四　中和热及其测定实验

在稀溶液中，酸跟碱反应生成1 mol H_2O，这时的反应热叫做中和热。强酸和强碱反应的中和热为：$H^+(aq)+OH^-(aq)=H_2O(l)$；$\Delta H=-57.3\ kJ\cdot mol^{-1}$。弱酸弱碱反应生成1 mol水时放出的热量少于57.3 kJ·mol^{-1}，因为弱酸弱碱电离时还要吸收能量。

例4　【2007届·湖南师大附中模拟题】试回答下列中和热测定的有关问题：

(1)实验桌上备有烧杯（大、小两个烧杯）、泡沫塑料、泡沫塑料板、环形玻璃搅拌棒、0.50 mol·L^{-1}盐酸、0.55 mol·L^{-1} NaOH溶液，尚缺少的实验用品是_____。

(2)实验中能否用环形铜丝搅拌棒代替环形玻璃搅拌棒？为什么？

(3)实验时所用盐酸及NaOH溶液的体积均为50 mL，各溶液密度均为1 g/cm^3，生成溶液的比热容$c=4.18\ J/(g\cdot℃)$，实验起始温度为t_1℃，终止温度为t_2℃。试推断中和热的计算式：$\Delta H=$_____。

▶ 探究点五　有关反应热的简单计算

反应热的简单计算，常立足于根据热化学方程式，对反应热的大小、方向作判断性考查。

例5　【2007届·南开中学模拟题】已知31 g白磷变成红磷时放出18.39 kJ热量，下列两反应中：

$P_4(s)+5O_2(g)=2P_2O_5(s)$，$\Delta H=Q_1\ kJ\cdot mol^{-1}$

$4P(红,s)+5O_2(g)=2P_2O_5(s)$，$\Delta H=Q_2\ kJ\cdot mol^{-1}$

则下列说法中正确的是（　　）

A. $Q_1>Q_2$，白磷比红磷稳定

B. $Q_1>Q_2$，红磷比白磷稳定

C. $Q_1<Q_2$，白磷比红磷稳定

D. $Q_1<Q_2$，红磷比白磷稳定

反思 感悟

_____

_____

_____

_____

单元总结提升

要点知识浓缩

本章可概括为“四概念”：即氧化还原反应、离子反应、反应热、燃烧热等的概念；“三书写”：即氧化还原反应方程式的书写（包括表示方法及配平）、离子方程式的书写、热化学方程式的书写；“两技巧”：即氧化还原反应及反应热的有关计算技巧。

突破方法指津

1. 熟练掌握物质的氧化还原、化合价的升降与电子的得失关系，解决氧化还原的有关问题就很容易。合理运用电荷守恒和物料守恒两个关系来处理问题，往往会使解题过程大大地简化。

2. 氧化剂及还原剂的氧化性和还原性相对强弱的本质，就是它们分别得电子和失电子的能力的大小（注意与得电子的多少是不同的概念），具体判断时可根据能自发发生的氧化还原反应中，氧化剂的氧化性比氧化产物的氧化性强，还原剂的还原性比还原产物的还原性要强来进行判断，有时根据元素周期表中元素及其化合物性质的递变规律来判断也会很方便。

3. 在解决氧化还原反应的配平以及计算时一定要紧紧抓住几个守恒规律。

(1)原子个数守恒：反应前后同种元素的原子个数相等，这也是所有化学反应必须遵循的。

(2)电子守恒：失电子总数等于得电子总数。

(3)电荷守恒：反应前后离子所带正负电荷总数相等，离子方程式必须遵守。

4. 理解离子反应的概念，掌握离子反应发生的条件，特别是熟悉电解质的强弱和物质的溶解性。要牢固掌握离子反应和离子方程式概念的内涵和规律性，注重灵活运用，对复杂问题可以分层次解决，各个击破。比较离子浓度大小时，不要忽略水的电离，绝大多数盐的电离是完全的，多元弱酸的电离、多元弱酸根的水解是分步的，并且是部分进行的。用物料守恒和电荷守恒两个守恒来帮助判断、比较离子浓度的大小，往往会起到事半功倍的效果。离子共存问题，主要从是否发生复分解反应、氧化还原反应、完全双水解反应和络合反应四个方面进行分析，务必注意题目的限定条件。

高考题型归类

一、对氧化还原反应和离子反应的概念作判断性考查

例1 【2005年·广东化学卷】从海水中可以提取溴，主要反应为：$2Br^- + Cl_2 = 2Cl^- + Br_2$，下列说法正确的是（　　）

A. 溴离子具有氧化性　　B. 氯气是还原剂

C. 该反应属于复分解反应　　D. 氯气的氧化性比溴单质强

【解析】本题以海水提取溴为线索，考查考生对氧化还原反应的基本概念的掌握情况及卤素单质的氧化性强弱的判断。

【答案】D

二、判断氧化性或还原性的强弱

例2 【2006年·北京理综卷】已知：①向 $KMnO_4$ 晶体滴加浓盐酸，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：$MnO_4^- > Cl_2 > Fe^{3+} > I_2$

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

【解析】氧化还原反应概念及其氧化性、还原性强弱比较在生产实践中应用极为广泛，它贯穿于中学化学的全过程，是高考命题的热点之一。我们在高考复习时要充分重视这一部分，熟练掌握氧化还原反应的有关概念和规律。

【答案】A

三、用守恒法处理氧化还原的计算问题

例3 【2002年·河南文理大综合卷】在一定条件下，分别以高锰酸钾、氯酸钾、过氧化氢（H_2O_2）为原料制取氧气，当制得同温、同压下相同体积的 O_2 时，三个反应中转移的电子数之比为（　　）

A. 1∶1∶1　B. 2∶2∶1　C. 2∶3∶1　D. 4∶3∶2

【解析】$KMnO_4$ 和 $KClO_3$ 中的氧都为 -2 价，生成 O_2 时价态升高2，H_2O_2 中的氧为 -1 价，生成 O_2 时价态升高1，故生成1 mol O_2，前两者转移4 mol电子，而后者转移2 mol电子。故三反应中转移电子数之比为2∶2∶1。显然，解答本题的关键是必须抓住制得相同体积的氧气时转移的电子数相等这一关键点。

【答案】B

四、关于离子方程式书写正误的判断

例4 【2006年·全国理综Ⅱ卷】下列反应的离子方程式书写正确的是（　　）

A. 氯化铝溶液中加入过量氨水：$Al^{3+} + 4NH_3 \cdot H_2O = AlO_2^- + 4NH_4^+ + 2H_2O$

B. 澄清石灰水与少量苏打溶液混合：$Ca^{2+} + OH^- + HCO_3^- = CaCO_3\downarrow + H_2O$

C. 碳酸钙溶于醋酸 $CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + CO_2\uparrow + H_2O$

D. 氯化亚铁溶液中通入氯气：$2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$

【解析】熟练书写离子方程式和准确判定离子方程式的正误，是化学学习重要的基本技能之一。而常见物质的溶解性、强弱电解质的判定以及结合元素化合物知识掌握常见离子的性质和离子方程式的书写规则，又是实现上述基本技能的基石。本题正是为了考查考生综合运用上述基础知识，对有关离子方程式书写正误进行快捷和准确判断的能力。

【答案】D

五、书写热化学方程式

例5 【2006年·四川理综卷】四川有丰富的天然气资源。以天然气为原料合成尿素的主要步骤如图1－1所示（图中某些转化步骤及生成物未列出）：

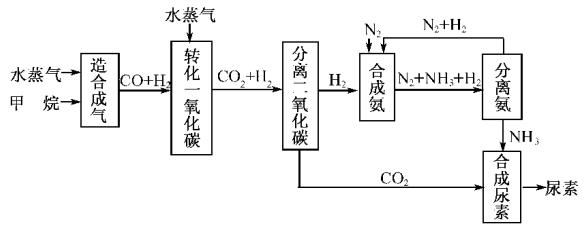


图1－1

请填写下列空白：

（1）已知0.5 mol甲烷与0.5 mol水蒸气在 t ℃、p kPa时，完全反应生成一氧化碳和氢气（合成气），吸收了 a kJ热量，该反应的热化学方程式是：_____。

（2）在合成氨的实际生产过程中，常采取的措施之一是：将生成的氨从混合气体中及时分离出来，并将分离出氨后的氮气和氢气循环利用，同时补充氮气和氢气。请运用化学反应速率和化学平衡的观点说明采取该措施的理由：_____。

（3）当甲烷合成氨气的转化率为75%时，以 5.60×10^7 L甲烷为原料能够合成_____L氨气。（假设体积均在标准状况下测定）

（4）已知尿素的结构简式为 $H_2N-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$，请写出两种含有碳氧双键的尿素的同分异构体的结构简式：

①_____；②_____。

【解析】（1）0.5 mol甲烷与0.5 mol水蒸气恰好完全反应吸收 a kJ热量，所以1 mol甲烷完全反应时吸收 $2a$ kJ热量，然后写出正确的化学方程式，并注明物质的聚集状态，在方程式的后面注明反应热的数值、符号、单位等。熟练书写热化学方程式，是近年高考考试大纲中新增加的一项基本技能。

【答案】（1）$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{t\text{ ℃},p\text{kPa}} CO(g) + 3H_2(g)$；$\Delta H = 2a$ kJ/mol

（2）增大氮气和氢气的浓度有利于增大反应速率；减小氨气的浓度，增大氮气和氢气的浓度均有利于平衡向正反应方向移动

（3）1.12×10^8

（4）① $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH-NH_2$　② $NH_4N=C=O$

课标高考链接

例 【2007届·广东高考样题】大气中的臭氧层可使人类和其他生物免受紫外线的危害，人为因素可能使臭氧层受到破坏。下列因素可破坏臭氧层的是（　　）

A. SO_2 的排放

B. 制冷剂氟氯烃（商品名氟利昂）的泄漏

C. CO_2 的排放

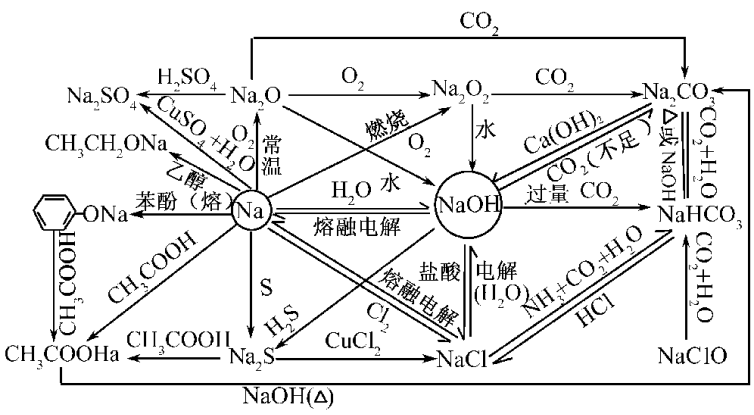
D. 燃料的不完全燃烧

【解析】本题以燃料的燃烧与否、环保问题等为线索，引导考生在学习化学的过程中，关注自然与社会，这也正是新课标所要追求的境界。

【答案】B

第二单元 碱金属

知识框架



复习策略

1. 通过钠的化学性质的学习，能正确分析钠长久露置于空气中发生的一系列变化的现象和原理；通过钠与水反应的现象及实质的学习，能正确分析钠与酸溶液、盐溶液、碱溶液反应时的现象及实质；通过 Na_2O_2 的结构和性质的学习，能正确分析 Na_2O_2 在化学反应中的电子得失及所起的作用；通过 Na_2O_2、$NaHCO_3$、NaOH 的性质的学习，掌握有关 Na_2O_2 与 $NaHCO_3$ 混合加热、NaOH 与 $NaHCO_3$ 混合加热类型习题的计算。

2. 巧用守恒原理突破难点：合理运用电荷守恒和物料守恒两个关系来处理问题，往往会使解题过程大大地简化。

5 第5讲 钠和钠的化合物

课前热身

1. 下列灭火剂能用于扑灭金属钠着火的是 （　　）
   A. 干冰
   B. 黄沙
   C. 干粉（含 $NaHCO_3$）灭火剂
   D. 泡沫灭火剂

2. 【2007届·长沙一中月考题】将一小块金属钠放置在潮湿的空气中足够长的时间后，最终将转变为 （　　）
   A. Na_2O　　B. Na_2O_2
   C. Na_2CO_3　　D. NaOH

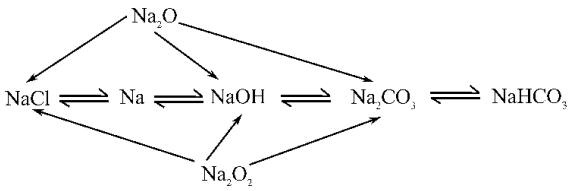
3. 下列各组物质中的两物质作用时，反应条件或反应物用量改变时，对生成物不产生影响的是 （　　）
   A. NaOH 与 CO_2　　B. Na 与 O_2
   C. Na_2O_2 与 CO_2　　D. Na_2CO_3 与盐酸

4. 在甲、乙、丙、丁四个烧杯内分别放入 0.1 mol 的钠、氧化钠、过氧化钠和氢氧化钠，然后各加入 100 mL 水，搅拌，使固体完全溶解，则甲、乙、丙、丁的溶液的质量分数的大小顺序是 （　　）
   A. 甲＜乙＜丙＜丁
   B. 丁＜甲＜乙＝丙
   C. 甲＝丁＜乙＝丙
   D. 丁＜甲＜乙＜丙

需要全本请访问 www.ertongbook.com

考点整合

一、钠——抓住一条知识链



二、钠的氧化物和氢氧化物的性质和制法

名称和化学式	氧化钠（Na_2O）	过氧化钠（Na_2O_2）	氢氧化钠（NaOH）
颜色和状态	白色固体	淡黄色固体	无色固体
电子式	$Na^+[\ddot{O}\ddot{}]^{2-}Na^+$		$Na^+[\ddot{O}H]^-$
氧元素化合价	−2	−1	−2
化学键	离子键		离子键　极性键
稳定性	不稳定	比 Na_2O 稳定	较稳定
与水反应			不反应
与酸反应	$Na_2O+2HCl=2NaCl+H_2O$	$2Na_2O_2+4HCl=4NaCl+O_2\uparrow+2H_2O$	$NaOH+HCl=NaCl+H_2O$
与酸酐反应	$Na_2O+CO_2=Na_2CO_3$		
与盐溶液反应	$Na_2O+2NaHSO_4=2Na_2SO_4+H_2O$ $Na_2O+H_2O+CuSO_4=Cu(OH)_2\downarrow+Na_2SO_4$	$2Na_2O_2+4NaHSO_4=4Na_2SO_4+O_2\uparrow+2H_2O$ $2Na_2O_2+H_2O+CuSO_4=Cu(OH)_2\downarrow+2Na_2SO_4+O_2\uparrow$	$NaOH+NaHSO_4=Na_2SO_4+H_2O$ $2NaOH+CuSO_4=Cu(OH)_2\downarrow+Na_2SO_4$
制法	$2Na+Na_2O_2\xrightarrow{\triangle}2Na_2O$ $6Na+2NaNO_2=N_2+4Na_2O$	$2Na+O_2\xrightarrow{\triangle}Na_2O_2$	$Na_2O+H_2O=2NaOH$ $2NaCl+2H_2O\xrightarrow{电解}2NaOH+Cl_2\uparrow+H_2\uparrow$
用途	制氢氧化钠	漂白剂、供氧剂、氧化剂	化工原料、制纸浆、肥皂

三、碳酸钠和碳酸氢钠的性质和制法

名称和化学式	碳酸钠（Na_2CO_3）	碳酸氢钠（$NaHCO_3$）
俗名	纯碱、苏打	
颜色和状态	白色晶体	白色粉末
水中溶解性	易溶	易溶（比 Na_2CO_3 小）
热稳定性	稳定	不稳定 $2NaHCO_3\xrightarrow{\triangle}Na_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O$

续表

名称和化学式	碳酸钠（Na_2CO_3）	碳酸氢钠（$NaHCO_3$）
与酸反应	$CO_3^{2-}+H^+=HCO_3^-$ $HCO_3^-+H^+=H_2O+CO_2\uparrow$	$HCO_3^-+H^+=CO_2\uparrow+H_2O$
与某些碱反应	$Ca(OH)_2+Na_2CO_3=CaCO_3\downarrow+2NaOH$	$NaHCO_3+Ca(OH)_2=CaCO_3\downarrow+NaOH+H_2O$ $2NaHCO_3+Ca(OH)_2=CaCO_3\downarrow+Na_2CO_3+2H_2O$
与某些盐反应	$BaCl_2+Na_2CO_3=BaCO_3\downarrow+2NaCl$	$NaHCO_3+NaHSO_4=Na_2SO_4+H_2O+CO_2\uparrow$
与 CO_2 反应		不反应
相互转化	$Na_2CO_3\underset{\triangle或\ NaOH}{\overset{CO_2+H_2O}{\rightleftharpoons}}NaHCO_3$	
制法	$NaOH+CO_2=NaHCO_3$ $2NaHCO_3\xrightarrow{\triangle}Na_2CO_3+H_2O+CO_2\uparrow$	$NaOH+CO_2=NaHCO_3$
鉴别	加酸产生 CO_2；加热难分解	加酸产生 CO_2 较 Na_2CO_3 快；加热分解出 CO_2
用途	制玻璃、肥皂、造纸、纺织	发酵粉、治胃酸过多

热点探究

▶ 探究点一　钠与水、酸、盐溶液反应

一般认为，钠与酸溶液反应时，先与酸反应；与盐反应时，先与溶剂水反应。其他活泼性强的金属（如 K、Ca）也与此类似，只有在熔融状态下才发生金属间置换。

例1　在烧杯中加入水和苯（密度：0.88 g/cm³）各 50 mL。将一小粒金属钠（密度：0.97 g/cm³）投入烧杯中。观察到的现象可能是（　　）

A. 钠在水层中反应并四处游动

B. 钠停留在苯层中不发生反应

C. 钠在苯的液面上反应并四处游动

D. 钠在苯与水的界面处反应并可能作上、下跳动

▶ 探究点二　Na_2O_2 与 H_2O 及 CO_2 反应的实质

解题精要：Na_2O_2 与 H_2O 的反应实际上分两步进行

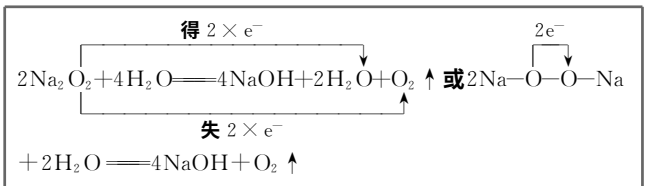
$Na_2O_2+2H_2O=2NaOH+H_2O_2$　①

$2H_2O_2=2H_2O+O_2\uparrow$　②

①×2+②（消去中间产物 H_2O_2）：

$2Na_2O_2+4H_2O=4NaOH+2H_2O+O_2\uparrow$

可知此反应中生成的 −2 价的 O 进入 H_2O 中，而不是进入 NaOH 中，在标电子转移时，若用线桥表示，则左右两边的水不能消，若用单线桥表示，则左右两边的水可以消，此反应的电子转移可用下式表示：



$+2H_2O═══4NaOH+O_2\uparrow$

在上述反应中 Na_2O_2 既是氧化剂，又是还原剂，氧化产物是 O_2，还原产物是 H_2O。

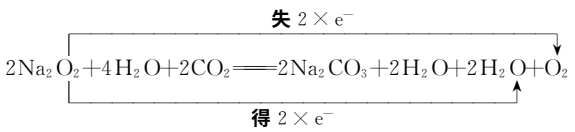
同理 Na_2O_2 与 CO_2 的反应为：

$Na_2O_2+2H_2O═══2NaOH+H_2O_2$　①

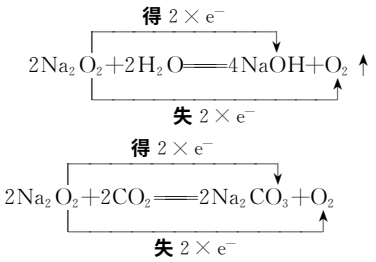
$2H_2O_2═══2H_2O+O_2\uparrow$　②

$2NaOH+CO_2═══Na_2CO_3+H_2O$　③

①×2+②+③×2（消去中间产物 $NaOH$，H_2O_2）



在实际教学中我们发现许多教师用双线桥表示，Na_2O_2 与 H_2O、CO_2 反应为：



这种表示方式从化学方程式表面来看是正确的，但从反应的历程来看这反应是完全错误的。

例2　铁路提速为鲜活水产品、新鲜水果和蔬菜的运输提供了有利条件。不管怎样在鲜活鱼的长途运输中，必须得考虑以下几点：水中需要保持适量的 O_2；及时除去鱼呼出的 CO_2；防止细菌的大量繁殖。现有两种在水中能起供氧灭菌作用的物质，其性能如下：

过氧化钠（Na_2O_2）：易溶于水，与水反应生成 $NaOH$ 和 O_2；

过氧化钙（CaO_2）：微溶于水，与水反应生成 $Ca(OH)_2$（微溶）和 O_2。

根据以上介绍，你认为运输鲜活水产品时应选择_____加入水中。原因是_____。

在不通风场所，苹果会散发_____的气味，时间久了会腐烂；马铃薯块茎通过_____呼吸产生乳酸。铁路提速可减少鲜果和蔬菜在运输中的损耗。

例3　【2007届·山东泰安高三质量检测题】下列四种物质①CH_2O_2　②CO　③CH_4　④酒精（C_2H_6O）各取 m g，分别在过量的纯氧中燃烧，充分反应后，将所得的混合物全部与足量的 Na_2O_2 固体充分反应，试回答下列问题：

（1）固体质量恰好增加 m g 的是：_____；

（2）固体质量增加值不足 m g 的是：_____；

（3）固体质量增加值大于 m g 的是：_____。

▶ 探究点三　碳酸盐的水溶性规律及与酸作用

1. 碳酸盐的水溶性规律

大部分碳酸盐难溶，但酸式盐易溶，即酸式盐的溶解性大于相应的正盐。不过也有例外情况，钾、钠、铵盐的酸式碳酸盐的溶解性小于相应的正盐。故向饱和碳酸钠溶液中通入足量二氧化碳有无色晶体析出。

2. 碳酸钠溶液与盐酸互滴

碳酸钠溶液与盐酸作用时，由于滴加顺序不同，会导致实验现象和结果均不同。

（1）向碳酸钠溶液中逐滴滴入盐酸，发生两步反应：

①$CO_3^{2-}+H^+═══HCO_3^-$

②$HCO_3^-+H^+═══H_2O+CO_2\uparrow$

即反应开始时无气体产生，一段时间后才有气体产生。

（2）向盐酸中逐滴滴加碳酸钠溶液，由于盐酸一开始相对过量，立即发生反应 $CO_3^{2-}+2H^+═══H_2O+CO_2\uparrow$，即一开始反应就有气体放出。

例4　区别固体 Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 最好的方法是（　　）

A. 加热

B. 两者分别与同浓度的稀盐酸反应

C. 溶于水，比较其溶解性

D. 两者分别加入 $NaOH$ 溶液或石灰水

反思 感悟

_____

_____

_____

6 第6讲　碱金属元素

课前热身

1. 下列叙述错误的是（　　）

A. 随着电子层数增多，碱金属的原子半径逐渐增大

B. 碱金属具有强还原性，它们的离子具有强氧化性

C. 碱金属单质的熔沸点随着核电荷数的增大而降低

D. 碱金属元素在自然界中都是以化合态存在的

2. Li 不可能具有的性质是（　　）

A. Li 在空气中燃烧可生成 Li_2O_2

B. 金属 Li 比金属铯的熔点高

C. 金属 Li 很软，用小刀可以切割

D. 金属 Li 可以保存在煤油中

3. 某学生将一小块金属钾投入滴有酚酞的水中，这种操作能证明下述四点性质中的：（　　）

①钾比水轻

②钾的熔点较低

③钾与水反应时要放出热量

④钾与水反应后溶液显碱性

A. 仅①④　　B. 仅④　　C. 除②外　　D. 全部

考点整合

一、碱金属元素原子结构、单质性质和制法

名称和符号		锂(Li)	钠(Na)	钾(K)	铷(Rb)	铯(Cs)
结构	原子序数	3	11	19	37	55
	原子结构简图					
	电子式	Li×	Na×	K×	Rb×	Cs×
	主要化合价	+1	+1	+1	+1	+1
	相同点	最外层电子数相同，都是1个电子				
	不同点	原子核外电子层数不同，依次增多				
	原子半径					
	离子半径	依次递增				
	金属活动性					
	单质还原性	依次递增				
	阳离子氧化性	依次递减				
物理性质	颜色和状态	银白色固体				
	密度	0.534 g/cm³	1.97 g/cm³	0.86 g/cm³	1.532 g/cm³	1.879 g/cm³
	熔点					
	沸点					
化学性质	跟氧气反应	$2Li+O_2\xlongequal{}2Li_2O$	$4Na+O_2\xlongequal{}2Na_2O$ $2Na+O_2\xlongequal{\triangle}Na_2O_2$	$2K+O_2\xlongequal{\triangle}K_2O_2$ $K+O_2\xlongequal{\triangle}KO_2$	$Rb+O_2\xlongequal{\triangle}RbO_2$	$Cs+O_2\xlongequal{\triangle}CsO_2$
	跟卤素反应	$2M+X_2\xlongequal{}2MX$(M、X_2分别表示碱金属和卤素)				
	跟硫反应	$2M+S\xlongequal{}M_2S$				
	与水反应	$2M+2H_2O\xlongequal{}2MOH+H_2\uparrow$ 反应剧烈程度：Li＜Na＜K＜Rb＜Cs				
	与酸反应	$2M+2H^+\xlongequal{}2M^++H_2\uparrow$				
	与盐溶液反应如($CuSO_4$)	$2M+2H_2O+CuSO_4\xlongequal{}M_2SO_4+Cu(OH)_2\downarrow+H_2\uparrow$				
	制法	$2MCl\xrightarrow{电解}2M+Cl_2\uparrow$(K：$Na+KCl\xrightarrow[850℃]{\triangle}K+NaCl$)				

二、注意有关特殊性

1. 同一元素的原子和离子焰色相同(钾：紫；钠：黄)

2. Cs略带金黄色光泽

3. 钾、钠合金室温下呈液态，可做原子反应堆的导热剂

4. 碱金属中，从Li到Cs，密度呈增大趋势，但钾的密度比钠的密度小

5. 钠、钾的单质须保存在煤油中，但Li的密度比煤油还小，所以Li须封存在石蜡中

6. 过氧化物均有颜色，有氧化性和漂白性

7. 一般活泼金属能从盐溶液中置换出不活泼金属，但非常活泼的碱金属除外。如：

$2Na+CuSO_4+2H_2O\xlongequal{}Cu(OH)_2\downarrow+H_2\uparrow+Na_2SO_4$

8. 从Li到K，其单质与O_2反应的产物不同。如：

$4Li+O_2\xlongequal{}2Li_2O$　　$4Li+O_2\xlongequal{燃烧}2Li_2O$

$4Na+O_2\xlongequal{}2Na_2O$　　$2Na+O_2\xlongequal{燃烧}Na_2O_2$

$4K+O_2\xlongequal{}2K_2O$　　$K+O_2\xlongequal{燃烧}KO_2$

9. 碱金属普遍氧化物是碱性氧化物，过氧化物不是碱性氧化物

【辨析】碱金属的盐类小结

(1)溶解性

均易溶于水，且在水中完全电离。

特殊性：$NaHCO_3$的溶解度不大(室温下，溶解度小于10 g)，NaCl的溶解度随温度变化不大。钠盐比钾盐易潮解。

(2)晶体类型

绝大多数碱金属盐是离子晶体，但锂的某些盐(如LiI)属共价化合物。

(3)热稳定性

一般碱金属盐具有较高的热稳定性。其中：

卤化物在高温时挥发而难分解；硫酸盐在高温时既难挥发又难分解；碳酸盐除Li_2CO_3在1 543 K以上分解为Li_2O和CO_2外，其余都难分解；硝酸盐热稳定性较低，加热到一定温度就可分解。

【辨析】焰色反应

(1)实验步骤：干烧、蘸烧、洗烧。

干烧：实验前将铂丝烧至无色。

蘸烧：蘸取待测物灼烧看颜色。

洗烧：每次做完实验都必须用稀盐酸洗净铂丝，烧至无色。

(2)注意：

①焰色反应为物理变化，不是化学变化，是元素的性质，无论是金属单质还是离子都可以发生焰色反应；

②观察K的焰色是要透过蓝色钴玻璃，以避免Na的干扰，因为K中往往含有Na杂质；

③焰色反应实验不一定用铂丝，只要灼烧时无特征颜色的金属丝都可，如无锈的铁丝。

3. 焰色反应的应用：鉴别物质，如焰色为黄色，则含有Na元素，焰色为紫色则含有K元素等；碱金属可用作节日礼花等。

热点探究

▶ 探究点一　同主族元素性质递变的理解

认真理解第五单元元素周期律的知识，抓好对递变两个字的理解。

例1 【2007届·山东泰安高三质量检测题】最近，德国科学家实现了铯原子气体超流体态与绝缘态的可逆转换，该成果将在量子计算机研究方面产生重大突破。已知铯是37号元素，质量数是85。根据材料回答下列问题：

(1)铯$_{37}$Rb位于周期表的第_____周期_____族。

(2)关于铯的结构和性质判断正确的是_____。

①与水反应比钠剧烈　②它的原子半径比钠小　③它的氧化物暴露在空气中易吸收CO_2　④它的阳离子最外层电子数和镁相同　⑤它是还原剂

A. ①③④　　B. ②③⑤　　C. ②④　　D. ①③⑤

(3)氢化铯与水反应可放出氢气，则下列叙述正确的是_____。

A. 氢化铯溶于水显酸性

B. 氢化铯中氢离子被还原为氢气

C. 氢化铯与水反应时，水是还原剂

D. 氢化铷中氢离子最外层有两个电子

(4)现有铷和另一种碱金属形成的合金 50 g，当它与足量水反应时，放出标准状况下的氢气 22.4 L，这种碱金属可能是_____。

A. Li　　B. Na　　C. K　　D. Cs

▶ 探究点二　碱金属元素化合物的综合计算

弄清几个问题

1. 钠露置于空气中会发生一系列怎样的变化

变化过程归纳如下：

$Na \rightarrow Na_2O \rightarrow NaOH \rightarrow NaOH$ 溶液 $\rightarrow Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

2. 钠的金属活动性很强，但对于钠与盐酸和与硫酸铜等盐溶液的反应，必须有不同的考虑。与盐酸反应时，Na 先与 HCl 反应，过量的钠再与水反应，因为单位体积的盐酸电离出的 H^+ 比水电离出的离子数大得多；而钠与硫酸铜等盐溶液反应时，钠先与水反应，再考虑生成的强碱 NaOH 能否与盐反应。

3. 为什么 Na_2CO_3 溶液与盐酸作用时，滴加顺序不同，现象不同，产生二氧化碳的量也不一定相等。

把 Na_2CO_3 溶液逐滴加到盐酸中，开始时盐酸相对过量，发生反应：$Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$，即开始就有二氧化碳气体放出；而把盐酸逐滴加入到 Na_2CO_3 溶液中，开始时 Na_2CO_3 溶液相对过量，发生反应：$Na_2CO_3 + HCl = NaCl + NaHCO_3$。随着盐酸的不断加入，进一步才有：$NaHCO_3 + HCl = NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$，即开始时无明显现象，最后才有气体产生。这一试验常用于不需要外加试剂区别 Na_2CO_3 溶液和盐酸。

例 2　某天然碱(纯净物)可看作由 CO_2 和 NaOH 反应后的产物组成。称取天然碱样品四份，溶于水后，分别逐滴加入相同浓度的盐酸溶液 30 mL，产生 CO_2 的体积(标准状况)如下表：

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
盐酸溶液的体积(mL)	30	30	30	30
样品(g)	3.32	4.15	5.81	7.47
二氧化碳的体积(mL)	672	840	896	672

(1)由第Ⅰ组数据中的 CO_2 体积与样品质量之比，可以推测用 2.49 g 样品进行同样的实验时，产生 CO_2 _____mL(标准状况)。

(2)另取 3.32 g 天然碱样品于 300℃ 加热至完全分解(300℃时 Na_2CO_3 不分解)，产生 CO_2 112 mL(标准状况)和水 0.45 g，计算并确定该天然碱的化学式。

(3)已知 Na_2CO_3 和 HCl(aq)的反应分下列两步进行：

$Na_2CO_3 + HCl = NaCl + NaHCO_3$

$NaHCO_3 + HCl = NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$

由上表中第Ⅳ组数据可以确定所用的 HCl(aq)的浓度为_____$mol \cdot L^{-1}$。

(4)依据上表所列数据以及天然碱的化学式，讨论并确定上述实验中 CO_2(标准状况)的体积 V(mL)与样品质量 W g 之间的关系式_____。

▶ 探究点三　把握规律与特例应变信息题

1. 碱金属单质在空气或氧气中燃烧时，能生成过氧化物或甚至比过氧化物更复杂的氧化物，而 Li 只生成 Li_2O。

2. 碱金属单质一般跟水剧烈反应，但 Li 跟水反应缓慢(LiOH 溶解度小)。

3. 碱金属的盐一般都易溶于水，但 Li_2CO_3 却微溶。

4. 钾的化合物大多可作肥料，但 K_2O、KOH 却不可作肥料。

5. 碱金属的氢化物

碱金属跟氢气发生反应，就生成碱金属氢化物，它们都是离子化合物，其中氢以 H^- 形式存在，显 −1 价，电子式为$[:H]^-$。

碱金属的氢化物是强还原剂。在较高的温度下，它们能从其他金属的熔融盐中将金属还原出来。例如在 400 ℃时，NaH 能够把 $TiCl_4$ 还原成 Ti；NaH 可用于铁制品的除锈；碱金属氢化物常用来还原某些有机物，如将醛、酮、羧酸还原为醇，将硝基还原为氨基。

碱金属氢化物与水反应放出氢气。

$MH + H_2O = MOH + H_2\uparrow$

1 kg 氢化锂与水作用，可以放出 2 800 L 氢气。

因此，氢化锂可以看作是储藏氢气的“仓库”，常用于军事上和其他需要氢气的地方，比如在航空航天上可以作为燃料电池的原料。

若想将氢作为常规能源必须首先解决氢的贮存和输送问题。传统上氢采用气态或液态贮存，前者在高压下把氢气压入钢瓶，后者在 −253℃的低温下将氢气液化，然后灌入钢瓶，但运送笨重的钢瓶很不方便。

贮氢合金是利用金属或合金与氢形成氢化物而把氢贮存起来。例如，LiH 就是一种氢气发生剂，用于军事上或其他需要氢气的场合。

$LiH + H_2O = LiOH + H_2\uparrow$

在贮氢合金中，氢显 −1 价。贮氢合金在与水反应或在加热条件下就分解，释放出氢气。

具有实用价值的贮氢材料要求贮氢量大，金属氢化物较容易形成，轻微加热又容易分解，室温下吸、放氢的速率快，使用寿命长，且成本低。目前正在研究开发的贮氢合金有三大系列：镁系贮氢合金如 MgH_2、$MgNiH_4$；稀土系贮氢合金如 $LaNi_5H_6$；钛系贮氢合金如 TiH_2。

例 3　(1)分别写出由氧在一定条件下生成下列物质的化学方程式(必须注明反应条件)。

①O_3：_____；②Na_2O_2：_____；③Na_2O：_____。

(2)指出氧在下列各物质中的化合价：

O_3 _____；Na_2O_2 _____；Na_2O _____。

(3)KO_2 能吸收 CO_2 生成 K_2CO_3 和 O_2，故可用作特殊情况下的氧气源，试写出该反应的化学方程式_____。

(4)人体内 O_2^- 对健康有害，使人过早衰老，但在催化剂 SOD 存在下可以发生如下反应，请完成该反应的离子方程式：

□ O_2^- + □ H_2O = H_2O_2 + □ O_2 + □□

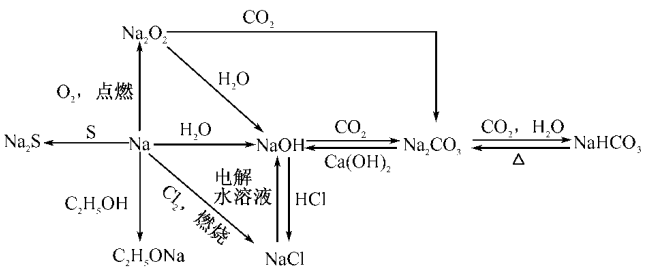
反思 感悟

单元总结提升

要点知识浓缩

一、重视基础　形成知识规律

1. 钠及其化合物间的转化关系



(1)单质钠的化学性质

钠原子最外层只有一个电子，在反应中极易失去这个电子，所以单质钠具有强还原性，可与非金属单质(O_2、X_2、S等)反应，也可与水、酸、盐溶液和熔融的盐等反应。在复习这些反应时注意以下几点：

①不同条件下钠与氧气(或空气)反应的现象、反应物的用量、产物的结构和稳定性不同；

②钠与水反应现象的原因解释；

③钠与水、酸、盐溶液的反应，实质上是钠原子与水或酸电离出的H^+的反应，所以H^+浓度不同，反应剧烈程度不同；

④金属活动顺序表中氢后面的金属阳离子的氧化性虽然强于H^+，但其反应速率远小于钠原子与H^+的反应速率，故金属钠投入盐溶液中首先是与水的反应；然后再分析NaOH是否与盐发生复分解反应。如果是铝盐溶液，还要考虑钠与铝盐的量的问题，因过量的NaOH能溶解$Al(OH)_3$；

⑤工业上利用钠作还原剂把钛、锆、铌、钽等金属从它们的熔融卤化物中还原出来，不能有水的参与如：$4Na+TiCl_4 \xrightarrow{\text{熔融}} 4NaCl+Ti$；

(2)过氧化物与一般普通氧化物的不同

		普通氧化物	过氧化物
结构		存在O^{2-}离子	存在O_2^{2-}离子
属类		碱性氧化物	盐(不属于碱性氧化物)过氧化物
性质	与H_2O反应	$Na_2O+H_2O=2NaOH$	$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$
	与H^+反应	$Na_2O+H_2SO_4=Na_2SO_4+H_2O$	$2Na_2O_2+2H_2SO_4=2H_2O+O_2\uparrow+2Na_2SO_4$
	与CO_2反应	$Na_2O+CO_2=Na_2CO_3$	$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$

2. 碱金属元素

(1)碱金属单质都是银白色固体，其熔沸点随原子序数增大而降低。

(2)碱金属单质具有强还原性，常温下极易与水发生置换反应。

(3)碱金属单质常保存在煤油中(锂则需要保存在石蜡中)。

(4)碱金属能发生焰色反应(钾呈紫色，钠呈黄色)。

(5)碱金属氧化物(M_2O)都是可溶性碱性氧化物，具有碱性氧化物的通性。

(6)碱金属过氧化物(M_2O_2)都具有漂白性。

二、分析热点把握命题趋向

钠及其化合物(Na_2O、Na_2O_2、NaOH、Na_2CO_3、$NaHCO_3$)的性质是高考考查的核心内容。其重点是：①钠与水(盐溶液)的反应原理和现象。②Na_2O_2与H_2O、CO_2反应的原理，会从电子转移角度来解释，注意反应前后的气体体积差和固体质量差在计算中的应用。③NaOH为中学阶段最常用的碱性试剂，常跟酸、酸性氧化物、酸式盐反应，跟两性单质、两性氧化物、两性氢氧化物的反应，跟盐的反应和在有机反应(卤代烃、酯类水解)中的应用。④Na_2CO_3和$NaHCO_3$在与酸反应时的原理、快慢及消耗酸的量(或生成CO_2的量)的大小比较。特别是Na_2CO_3溶液与盐酸反应时，混合顺序不同，反应原理也不同。高考题除在选择题中对这些知识直接考查外，还利用这些知识结合其他元素及化合物知识，编制推断题、简答题和计算题。以Na_2O_2与H_2O(或CO_2)反应，产生氧气设计综合实验，也是高考的热点。

碱金属是典型的活泼金属，其化合物一般为离子化合物，既要注意碱金属元素与卤素化合的典型性，与氧族元素化合的复杂性(能形成过氧化物、超氧化物、多硫化物等)，又要注意还能与氢、氮等元素形成离子化合物，并且注意这些化合物的性质(如易水解)，这也是无机信息题的一个很好的出题知识点，也是今后的一个命题方向。

本章知识与科学技术联系较多。如碱金属元素在电光源、光电管、核技术和贵重金属冶炼方面的应用常常涉及到物理、生物等学科知识，是理科综合命题的内容载体；Na_2CO_3、NaOH、Na_2O_2等在日常生活和工农业生产中的应用等。复习时要注意应用原理的分析，以提高学以致用的能力，从而提高学生的思维素质。

高考题型归类

一、碱金属性质考查

例1 【2005年·上海化学卷】含8.0 gNaOH的溶液中通入一定量H_2S后，将得到的溶液小心蒸干，称得无水物质7.9 g，则该无水物中一定含有的物质是　(　　)

A. Na_2S　　B. NaHS

C. Na_2S和NaHS　　D. NaOH和NaHS

【解析】在NaOH溶液中通入H_2S，因H_2S的量不同，其蒸干所得固体物质有以下几种可能：①NaOH和Na_2S；②Na_2S；③Na_2S和NaHS；④NaHS。首先可排除D选项，因NaOH和NaHS不能共存。8.0 g NaOH为0.2 mol，由Na守恒可以计算得出：当NaOH完全变为Na_2S时，生成0.1 mol Na_2S，即7.8 g；当NaOH完全变为NaHS时，生成0.2 mol NaHS，即11.2 g。由$7.8<7.9<8.0$和$7.8<7.9<11.2$可知，7.9 g无水物可能为Na_2S和NaOH的混合物，也可能为Na_2S和NaHS的混合物，所以其中一定含有Na_2S。

【答案】A

例2 【2004年·上海化学卷】等物质的量的 N_2、O_2、CO_2 混合气体通过 Na_2O_2 后，体积变为原体积的 $\frac{8}{9}$（同温同压），这时混合气体中 N_2、O_2、CO_2 的物质的量之比为　　（　　）

A. 3∶4∶1　　B. 3∶3∶2

C. 6∶7∶3　　D. 6∶9∶0

【解析】设原混合气体的总体积为 V，则 $V(N_2)=V(O_2)=V(CO_2)=\frac{V}{3}$。

通过 Na_2O_2 后，体积变为 $\frac{8V}{9}$。

$$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2 \qquad \Delta V$$
$$2 \qquad\qquad 1 \qquad\qquad 1$$
$$\frac{2V}{9} \qquad\qquad \frac{V}{9} \qquad\qquad (V-\frac{8V}{9})$$

这时　$V_{总}(N_2)=V(N_2)=\frac{V}{3}$　$V_{总}(O_2)=V(O_2)+\frac{V}{9}=\frac{4V}{9}$

$V_{总}(CO_2)=V(CO_2)-\frac{2V}{9}=\frac{V}{9}$。

依据阿伏加德罗定律，同温同压时气体的物质的量之比等于其体积之比。

$n(N_2)∶n(O_2)∶n(CO_2)=V_{总}(N_2)∶V_{总}(O_2)∶V_{总}(CO_2)=\frac{V}{3}∶\frac{4V}{9}∶\frac{V}{9}=3∶4∶1$。

【答案】A

例3 【2004年·河南化学卷】取 a g 某物质在氧气中完全燃烧，将其产物跟足量的过氧化钠固体完全反应，反应后固体的质量恰好也增加了 a g。下列物质中不能满足上述结果的是　　（　　）

A. H_2　　B. CO

C. $C_6H_{12}O_6$　　D. $C_{12}H_{22}O_{11}$

【解析】采用巧解巧算方法解题：分析题意要满足题给条件，必须是物质燃烧消耗氧气的量，等于与 CO_2、H_2O、过氧化钠反应生成的氧气的量。

$$2H_2+O_2 \xrightarrow{点燃} 2H_2O$$
$$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$$
$$H_2+Na_2O_2=2NaOH$$

$$2CO+O_2 \xrightarrow{点燃} 2CO_2$$
$$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$$
$$CO+Na_2O_2=Na_2CO_3$$

所以：A、B 满足上述结果。C 项可以改写为 $(CO)_6\cdot(H_2)_6$ 的形式，故 C 正确。而 D 项 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 可改写为 $(CO)_{11}\cdot(H_2)_{11}\cdot C$ 的形式，故 D 项不能满足上述结果，选 D。

【答案】D

二、碱金属综合实验题

例4 【2005年·上海化学卷】我国化学家侯德榜（图 2－1）改革国外的纯碱生产工艺，生产流程可简要表示如下：

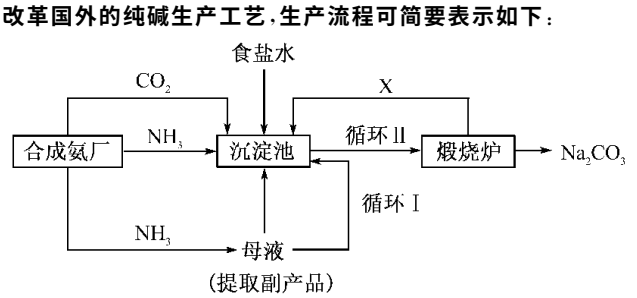




图 2－1

(1)上述生产纯碱的方法称＿＿＿＿＿＿＿＿，副产品的一种用途为＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

(2)沉淀池中发生的化学反应方程式是＿＿＿＿＿＿＿＿。

(3)写出上述流程中 X 物质的分子式＿＿＿＿＿＿＿＿。

(4)使原料氯化钠的利用率从 70%提高到 90%以上，主要是设计了＿＿＿＿＿＿（填上述流程中的编号）的循环。从沉淀池中取出沉淀的操作是＿＿＿＿＿＿＿＿。

(5)为检验产品碳酸钠中是否含有氯化钠，可取少量试样溶于水后，再滴加＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

(6)向母液中通氨气，加入细小食盐颗粒，冷却析出副产品，通氨气的作用有＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

(a)增大 NH_4^+ 的浓度，使 NH_4Cl 更多地析出

(b)使 $NaHCO_3$ 更多地析出

(c)使 $NaHCO_3$ 转化为 Na_2CO_3，提高析出的 NH_4Cl 纯度

【解析】侯德榜制碱法又称联合制碱法，是我国化学家侯德榜首先提出的。以食盐、氨和二氧化碳为原料，将氨和二氧化碳先后通入饱和食盐水中，生成碳酸氢钠沉淀，经过滤、煅烧而得到纯碱。方程式如下：$NH_3+CO_2+H_2O+NaCl=NH_4Cl+NaHCO_3\downarrow$；$2NaHCO_3 \xrightarrow{煅烧} Na_2CO_3+H_2O\uparrow+CO_2\uparrow$。在母液中，再通入氨并加食盐造成 NH_4^+ 浓度增大，$NaHCO_3$ 转变为 Na_2CO_3，使 NH_4Cl 析出，并提高其纯度。所得滤液再通入 NH_3 和二氧化碳循环使用，原料氯化钠的利用率很高，可达 90%以上。产品碳酸钠中是否含氯化钠，可用稀硝酸和硝酸银溶液检验，若生成白色沉淀证明有 NaCl，否则没有。

【答案】(1)联合制碱法或侯德榜制碱法　化肥或电解液或焊药等（其他合理答案均给分）

(2)$NH_3+CO_2+H_2O+NaCl=NH_4Cl+NaHCO_3\downarrow$

或 $NH_3+CO_2+H_2O=NH_4HCO_3$　$NH_4HCO_3+NaCl=NaHCO_3\downarrow+NH_4Cl$

(3)CO_2　(4)I　过滤　(5)稀硝酸和硝酸银溶液　(6)a、c

例5 【2006年·北京理综卷】X、Y、Z、W 四种化合物均由短周期元素组成，其中 X 含有四种元素，X、Y、Z 的焰色反应均为黄色，W 为无色无味气体。这四种化合物具有图 2－2 所示转化关系（部分反应物、产物及反应条件已略去）。请回答：

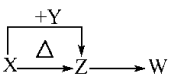


图 2－2

(1)W 的电子式是＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

(2)X 与 Y 在溶液中反应的离子方程式是＿＿＿＿＿＿。

(3)X 含有的四种元素之间（两种、三种或四种）可组成多种化合物，选用其中某些化合物，利用图 2－3 装置（夹持固定装置已略去）进行实验，装置Ⅲ中产生白色沉淀，装置Ⅴ中可收集到一种无色气体。

需要全本请访问 www.ertongbook.com