

普通高级中学新教材（试验修订本）同步立体训练

北京九所名校



高一化学 第一册（上）

本书主编 张绶珠 北京石景山区中学化学教研室主任 高级教师

北京大学附中
清华大学附中
北京师范大学附中
北京四中
北京师范大学实验中学
中国人民大学附中

教
师
编
写
组

团结出版社 ● 知识出版社

普通高级中学新教材（试验修订本）同步立体训练

北京九所名校金牌解题

高一化学

（第一册·上）

主 编 向佐初
副主编 鲁 月

本书主编：

张绛珠：北京市石景山区教育局中学化学教研室主任、高级教师

团结出版社
知识出版社

图书在版编目(CIP)数据

北京九所名校金牌解题.高中化学:试验修订本.一年级.上册/向佐初主编;张绛珠分主编.-北京:团结出版社,知识出版社,2000.6

ISBN 7-80130-399-7

I.北... II.①向... ②张... III.化学课-高中-教学参考资料 IV.G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 34718 号

北京九所名校金牌解题丛书编委

胡国燕	刘德齐	戴凤春	张燕华	阮国杰	陈伟聪	刘晓昭
冀幼华	李建华	郝铁英	范仲平	张绛珠	郑妍	李意如
刘锡非	羿阳	鲁月	李妍华	余传隆	马玉森	吴建新
张美莉	杨春明	陈杰勋	陈鸿征	陈家骏	容建新	范雅妍

本书撰稿者

张绛珠	张景富	张淑琴	尹鲜芝	魏潭	杜素英	张春侠
张莉	周亚宏	魏伟	赵研	檀猛	徐元	薛艳梅
张卫	魏云波	张季				

出版:团结出版社 知识出版社(北京市东皇城根南街 84 号)

[电话(010)8205.9220 6513.3603(发行部)6524.4792(编辑部)]

http:www.tuanjiechs.com E-mail:unitypub@263.net.

经销:全国新华书店

印刷:长沙鸿发印务实业有限公司

开本:787×1092 毫米 16 开

印张:6.75 字数:166 千字

版次:2001 年 6 月 第二版

印次:2002 年 7 月(长沙)第二次印刷

书号:ISBN 7-80130-399-7/G·88

定价:7.00 元(平)(如有印装差错,请与本社联系)

目 录

教材解析

第一章 化学反应及其能量变化	(1)
第一节 氧化还原反应	(1)
第二节 离子反应	(5)
第三节 化学反应中的能量变化	(11)
第二章 碱金属	(14)
第一节 钠	(14)
第二节 钠的化合物	(21)
第三节 碱金属元素	(29)
第三章 物质的量	(34)
第一节 物质的量	(34)
第二节 气体摩尔体积	(38)
第三节 物质的量浓度	(45)
第四章 卤素	(53)
第一节 氯气	(53)
第二节 卤族元素	(57)
第三节 物质的量应用于化学方程式的计算	(61)

测试卷

第一章 化学反应及其能量变化 测试卷	(65)
第二章 碱金属 测试卷	(69)
第三章 物质的量 测试卷	(72)
第四章 卤素 测试卷	(78)
期中考试卷	(83)
期末考试卷	(87)
测试卷参考答案	(94)
期中考试卷参考答案	(99)
期末考试卷参考答案	(100)

第一章 化学反应及其能量变化

教材解析

第一节 氧化还原反应

一、重点难点分析

1. 氧化还原概念的理解、应用,氧化还原反应中电子转移的表示方法.氧化还原反应是一类重要的化学反应,在中学化学里,所学习的元素及其化合物的知识涉及很多氧化还原反应,只有掌握了氧化还原反应基本概念,才能认清氧化还原反应的实质.在氧化还原反应中,物质所含元素化合价升高了,实质是电子对偏离或失去了电子;物质所含元素化合价下降了,实质是电子对偏向或得到了电子.一种物质中的元素化合价升高必有其它元素化合价下降,化合价升降总数一定是相等的.因此氧化还原反应是同时发生并互相依存的.经过本节的学习,能较快速准确地判别氧化还原反应与非氧化还原;能够区分还原反应、氧化反应,还原剂、氧化剂;能明确在反应中哪种物质具有还原性、哪种物质具有氧化性;能判别还原产物、氧化产物.学会用单、双线桥表示氧化还原反应(见表1-1-1).

表1-1-1

	电子得失法(双线桥)	电子转移法(单线桥)
表示式 (实例)	$\begin{array}{c} \xrightarrow{\text{得 } 2e \times 1} \\ \text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \\ \xleftarrow{\text{失 } e \times 2} \end{array}$	$\begin{array}{c} \xrightarrow{2e} \\ \text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \end{array}$
分析	1. 同一元素在反应中得失电子情况 2. 同一元素电子得失前后化合价变化的因果关系	1. 元素间电子转移方向和总数 2. 氧化还原反应中元素间变化的相互依存关系
书写 要领	1. 长箭号从方程式的反应物指向生成物,且在同一元素参加反应的始末价态上 2. 长箭号数目为712的偶数 3. 电子数前要注明得失(或+、-) 4. 得失电子数目必相等	1. 长箭号只在方程式左边,即只在反应物中表示 2. 箭号数目一般为1个,少数为2或3个 3. 电子数前不必注明得、失(或+、-)
长箭号 含义	1. 箭尾在反应物某元素处,箭头指向同一元素形成的生成物处 2. 表示每一种元素得失电子的情况	1. 箭尾在反应物中失去(或偏离)电子的元素一方,箭头指向反应物中得到(或偏向)电子的元素一方 2. 表明元素间电子转移的情况(方向和数目)

2. 判断物质是氧化剂还是还原剂. 由于物质发生氧化反应表现出来的是化合价升高, 实质是失去电子或电子对偏离, 具有这样的性质又是还原剂具备的, 反之, 是氧化剂.

3. 物质具有氧化性还是还原性. 对于一种物质是具有氧化性还是有还原性. 一般来说元素处于高价态时, 只能往价降变化, 所以只有氧化性, 处于最低价态时只有还原性, 处于中间价态时, 既有氧化性, 又有还原性.

4. 物质氧化性弱强或还原性强弱看其失电子或得电子难易, 与得失电子数目无关. 为了帮助大家理解记忆, 可以概括为升—失—氧—还—还

降—得—还—氧—氧

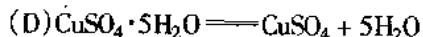
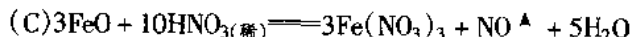
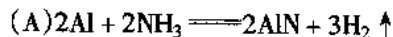
5. 初中学习过的四种基本反应类型, 其中复分解反应属于非氧化还原反应; 部分化合反应及部分分解反应属于氧化还原反应. 在分解反应和化合反应中, 有单质参加反应或有单质生成的, 属于氧化还原反应; 置换反应属于氧化还原反应.

6. 在氧化还原反应中, 氧化剂 + 还原剂 = 还原产物(新还原剂) + 氧化产物(新氧化剂) 它们的氧化性比较: 氧化剂 > 氧化产物(新氧化剂), 还原性比较: 还原剂 > 还原产物(新还原剂)

7. 强氧化剂与强还原剂容易发生反应, 常见的强氧化剂有: Cl_2 O_2 MnO_4^- ClO^- ClO_3^- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 浓 H_2SO_4 HNO_3 Fe^{3+} ; 常见的强还原剂有 S^{2-} I^- Fe^{2+} C CO H_2 等. 需要注意 CO H_2 不与浓 H_2SO_4 HNO_3 Fe^{3+} 等发生反应.

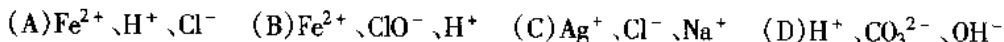
二、典型例题分析

例1 下列反应属于氧化还原反应的是()



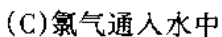
分析: 可根据反应前后元素化合价是否发生变化进行判断, 对于不熟悉的反应, 也可从四种基本类型中联想, 凡有单质参与的化合、分解、置换反应, 必为氧化还原反应, 复分解反应为非氧化还原反应. 由于 A 属于置换反应, 所以肯定为氧化还原反应. C 中铁元素, 氮元素价态发生变化, 所以肯定是氧化还原反应, 答案: A、C.

例2 下列各组离子可以共存的是()



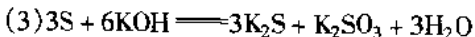
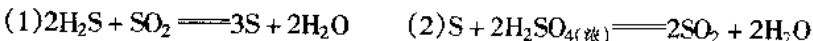
分析: 离子间若发生反应, 生成沉淀、气体、水, 或能发生氧化还原反应时, 则离子不能共存. A 中三种离子间互相不反应, B 中因 ClO^- 有强氧化性, Fe^{2+} 有还原性, 肯定发生氧化还原反应. C 中可生成白色沉淀. D 选项中 H^+ 与 CO_3^{2-} 可生成 HCO_3^- , H^+ 和 OH^- 反应生成水, 不能共存. 答案选 A.

例3 下列反应中通入的气体只做氧化剂的是()



分析: 通入的气体只做氧化剂, 意味着气体在反应中元素化合价只是下降, 根据反应方程式, 可以判断出, 氯气分别与氢硫酸、氯化亚铁反应时, 化合价下降. 答案: B、D.

例4 有关下列三种化学反应的叙述正确的是()



(A)反应(1)说明二氧化硫能与酸反应,具有碱性氧化物的性质

(B)反应(2)改用稀硫酸则能放出氢气

(C)反应(2)和(3)说明硫具有两性元素的性质

(D)反应(3)说明硫既有氧化性又有还原性

分析:碱性氧化物指能与酸反应生成盐与水的金属氧化物,所以 A 说法不对.稀硫酸与金属反应才能生成氢气,所以 B 不对.两性物质指既能与酸反应又能与碱生成盐和水的物质,所以 C 的说法不对.由于在(3)的反应中硫的化合价既升高又下降,所以硫既有氧化性又有还原性.

答案:D.

例 5 氯气与二氧化硫都可做漂白剂,若同时用于漂白一种物质,其漂白效果会()

(A)增强 (B)不变 (C)减弱 (D)难确定

分析:氯气的漂白性是因与水反应生成了强氧化性的酸,当二者同时作用于一种物质时,它们之间发生了如下反应, $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 生成的稀盐酸、稀硫酸没有漂白性.

答案:C.

例 6 下列各组溶液不用其它试剂就可以将它们区别开的是()

(A)HCl KOH K_2SO_4 K_2CO_3 (B) NaNO_3 HCl NH_4Cl KOH

(C) BaCl_2 CaCl_2 Na_2SO_4 KNO_3 (D) NaOH Na_2CO_3 MgSO_4 NaHSO_4

分析:不用其它试剂区分,其意是要求除本组试剂外,不得另取其它试剂,但被区别的本组试剂可用.鉴别的方法可用两两相混,寻找有沉淀、气体等现象.在 D 中, NaHSO_4 具有强酸性,遇 Na_2CO_3 可生成气体, Na_2CO_3 遇 MgSO_4 可生成沉淀.答案:D.

例 7 在 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 的反应中,有 6.4g 铜被氧化,被还原的硝酸的质量是()g.

(A)4.2 (B)8.4 (C)16.8 (D)20

分析:据反应式可知, $3\text{Cu} \longrightarrow 2\text{HNO}_3$ 被还原

$$\begin{array}{ccc} 3 \times 64 & 63 \times 2 & \\ 6.4 & y & y = 4.2 \end{array}$$

答案:A.

例 8 配平 $\text{HClO}_3 + \text{P}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$

分析: $\text{Cl}^{+5} \rightarrow \text{Cl}^{-1}$ 价降 6×10

$\text{P}_4^0 \rightarrow 4\text{P}^{+5}$ 价升 $5 \times 4 \times 3$

所以 $10\text{HClO}_3 + 3\text{P}_4 + 18\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 10\text{HCl} + 12\text{H}_3\text{PO}_4$

例 9 在方程式 $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 的反应中被氧化的元素是_____,被还原的元素是_____,氧化产物与还原产物质量比是_____.

分析:据化合价变化情况可知, S^0 被氧化, H_2SO_4 中 $\overset{+6}{\text{S}}$ 被还原,又据 $\text{S}^0 \rightarrow \text{SO}_2$ 被氧化, $2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{SO}_2$ 被还原,所以氧化产物与还原产物质量比 1:2.

例 10 已知含 37.8g 亚硫酸钠的水溶液恰好能将 0.2 mol XO_4^- 离子还原,则元素 X 在还原产物中的化合价是()

(A) +1 (B) +2 (C) +3 (D) +4

分析: $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$ 价升 2 $37.8/126 = 0.3(\text{mol})$ 价升共 $2 \times 0.3 = 0.6$

$\text{XO}_4^- \rightarrow \text{X}^y$ 价降 $(7-y) \times 0.2 = 0.6$ $y = 4$

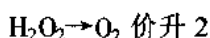
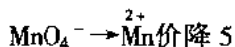
答案:D

例 11 下列氧化还原方程式正确的是()

- A. $2\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
B. $2\text{MnO}_4^- + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
C. $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
D. $2\text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O}_2 + 10\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$

错解:认为均可以.

分析:由于观察到两边原子个数均相等,没有考虑化合价的变化,因此认为都正确.实际上对于氧化还原反应是否配平了,最关键的是氧化剂得电子总数,与还原剂失电子总数是否相等,其次再看反应前后同种元素原子个数是否相等.根据化合价升降关系可知, MnO_4^- 是强氧化剂, H_2O_2 是以还原剂形式参加反应,又因为



所以, 2MnO_4^- 与 $5\text{H}_2\text{O}_2$ 刚好反应.答案:C.

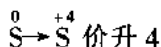
例 12 根据 $\text{S} + \text{KOH} = \text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 判断氧化剂与还原剂系数比.

- (A) 1:1 (B) 1:2 (C) 2:1 (D) 1:3

错解:B.

分析:根据观察法,可以把方程式配平,但氧化剂与还原剂系数找不准.

根据化合价变化情况, $\overset{0}{\text{S}} \rightarrow \overset{-2}{\text{S}}$ 价降 2



所以此时氧化剂与还原剂系数比为 2:1.答案:C.

例 13 在一定条件下, RO_3^- 与 I^- 发生反应, $\text{RO}_3^- + 6\text{I}^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow \text{R}^- + 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$. RO_3^- 中 R 元素的化合价是_____. R 元素原子最外层电子数是_____.

错解: +5, 5 个.

分析:只考虑了 RO_3^- 中 R 为 +5 价是最高价,误认为 R 最外层电子数为 5.依据原子的最外层电子数与最低负化合价的相互关系,可知 $\overset{+5}{\text{R}}$ 在反应中被还原成 R^- ,所以原子最外层电子数为 $8 - 1 = 7$.

答案: +5, 7 个.

例 14 ICl 化学性质与氯气相似,当与水反应时,最初生成物为()

- (A) HI HClO (B) HCl HIO (C) HClO_3 HIO (D) HClO HIO

错解:找不出答案.

分析:没有考虑到 ICl 中 I 为 +1 价, Cl 为 -1 价,当与水反应时,应该生成 HCl 与 HIO .因为在 ICl 中 I 与 Cl 争夺电子能力不同,形成化合物时,电子对肯定偏向 Cl,所以可以判断出 ICl 与水反应时, $\overset{+1}{\text{I}}$ 不可能把 Cl^- 氧化成 $\overset{+1}{\text{Cl}}$.

答案:B.

例 15 把含有某种氯化物杂质的氯化镁 95g 溶于水中,与足量硝酸银溶液反应,生成氯化银沉淀 300g,则氯化镁中的杂质可能是()

- (A) NaCl (B) AlCl_3 (C) KCl (D) CaCl_2

错解:A、C,或 B、D

分析:学生初次遇到这一类型题,不知如何考虑.其实,因为 MgCl_2 与 AgNO_3 反应生成 AgCl 的关系是: $\text{MgCl}_2 \longrightarrow 2\text{AgCl}$

95 287

现在 95g 含氯化物杂质的氯化镁生成的氯化银沉淀 $300\text{g} > 287\text{g}$,说明杂质的氯元素质量分数 $>$ 氯化镁的氯元素质量分数. MgCl_2 Cl% 74.7%; NaCl Cl% 60.2%; AlCl_3 Cl% 79.8%; CaCl_2 Cl% 64%. 只有 AlCl_3 符合题意.也可以从一个氯原子对应的金属元素质量角度考虑 MgCl_2

35.5 : 12 NaCl 35.5 : 23 AlCl_3 35.5 : 9 CaCl_2 35.5 : 20 只有

AlCl_3 中一个氯原子对应的金属质量少于 MgCl_2 符合题意.答案:B

第二节 离子反应

一、重点难点分析

1. 离子反应:在溶液中有离子参加或离子生成的反应,即凡是有电解质参加或生成的离子之间的反应.

离子反应的特点是反应速率快,反应向着减少某些离子的方向进行,其中大部分离子反应有明显的现象.

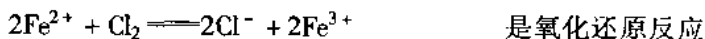
2. 离子反应的类型

离子反应根据有无电子转移可分为氧化还原反应和非氧化还原反应;根据参加反应的微粒可分为:离子跟离子的反应;离子跟分子的反应;离子跟原子的反应.例如:

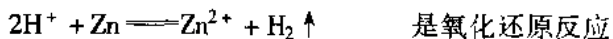
(1) 离子跟离子的反应



(2) 离子跟分子的反应



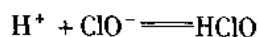
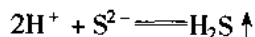
(3) 离子跟原子的反应



因此按有无电子的转移把离子反应分为氧化还原和非氧化还原两种类型.

第一类是酸、碱、盐之间的复分解型的离子反应,这类离子反应又称为离子互换反应.

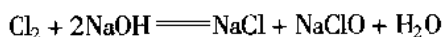
例如: $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \longrightarrow \text{CuS} \downarrow$



这些离子反应中一般生成难溶的物质、难电离的物质、易挥发的物质,使反应体系中某几种离子浓度减少.

第二类是金属单质与金属阳离子间、非金属单质与非金属阴离子间的置换反应,及其它有离子参加的氧化还原反应.

例如: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$



凡是具有强氧化性的离子与具有强还原性的离子之间,都可发生氧化还原型离子反应.这些离子反应发生时,同样能使反应体系中的某些离子的浓度减少.

3. 离子方程式

用实际参加反应的离子符号来表示化学反应的式子叫离子方程式.

(1)离子方程式的意义:

①表示化学反应的实质;

②表示所有同一类型的离子反应.

例: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$

其反应的实质是: H^+ 和 OH^- 反应生成水;同时还表示强酸与强碱中和生成易溶盐的一类反应,如 H_2SO_4 与 NaOH HCl 与 KOH 等.

(2)离子方程式的书写方法

书写离子方程式一般可分为四步:

①写出正确的化学方程式.

②把化学方程式中易溶于水的强电解质拆成离子符号,对于难溶物质、难电离物质、气体、单质、氧化物等,仍写化学式.

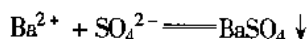
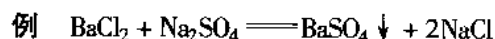
③把反应前后实际没有参加反应的离子删去.

④检查离子方程式两边离子或原子个数和电荷总数是否相等.

4. 离子反应发生的条件

在溶液中发生的复分解反应实质上是两种反应物在溶液中相互交换离子的反应.这些离子反应发生的条件是:

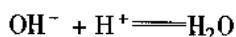
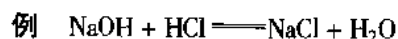
(1)生成难溶物质



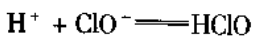
此反应之所以发生,就是由于氯化钡与硫酸钠混合后, Ba^{2+} 和 SO_4^{2-} 结合生成了白色沉淀硫酸钡,因此该离子反应发生了.

(2)生成难电离的物质

难电离的物质包括弱酸、弱碱等物质.如 H_2O 、 CH_3COOH 、 H_2CO_3 、 H_2SO_3 、 H_3PO_4 、 H_2S 、 HClO 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等.

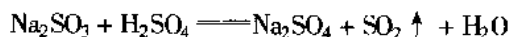
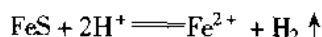
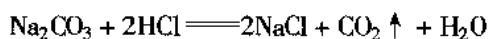


当盐酸和氢氧化钠溶液混合时,溶液中的 H^+ 与 OH^- 结合生成了难电离的水,因此该离子反应发生了.同样当盐酸与次氯酸钠溶液混合时,溶液中的 H^+ 与 ClO^- 结合生成了难电离的 HClO .



(3)生成易挥发物质

挥发性物质一般指气体。如碳酸钠与盐酸、硫化亚铁与盐酸、亚硫酸钠与硫酸的反应,就是因为 CO_3^{2-} 与 H^+ 、 FeS 与 H^+ 、 SO_3^{2-} 与 H^+ 分别作用生成了易挥发的 CO_2 、 H_2S 、 SO_2 气体,因此这些离子反应发生了。



以上离子反应发生的共同点是:离子反应之所以能够发生,是由于溶液中的某些离子间相互反应,生成沉淀、气体或难电离物质,从而使这些离子的数目减少或消除。即由易电离的物质生成难电离的物质,由易溶于水的物质生成难溶于水的物质,由不挥发性的物质生成易挥发的物质,从而使溶液中离子数目减少。如不具备这些条件,则离子反应不能发生。当氯化钠溶液和硝酸钾溶液混合,在混合前后 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- 的数目均没有变化,因为没有难溶物质、难电离物质、气体等生成,故不能发生反应。

5. 在书写离子方程式时,关键要把握好哪些物质用离子符号表示,哪些物质用化学式表示。

(1) 在离子方程式中用离子符号表示的物质:

①强酸: HCl H_2SO_4 HNO_3 HBr HI HClO_4 等

②强碱: NaOH KOH $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (石灰水)、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 。

③可溶性盐(在水溶液中) Na_2CO_3 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 等。

(2) 在离子方程式中用化学式表示的物质:

①弱酸: CH_3COOH 、 H_2CO_3 、 HClO 、 H_2S 、 H_2SO_3 、 H_3PO_4 等。

②弱碱: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 等不溶性碱

③难溶于水的盐: AgCl 、 BaCO_3 、 BaSO_4 、 CaCO_3 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 等

④全部单质: Na 、 Cl_2 、 S 等

⑤氧化物: CO_2 、 SO_2 、 H_2O 、 CuO 、 Fe_2O_3 、 MnO_2 、 Al_2O_3 等

总之,当物质溶于水后,此物质能全部电离成自由移动的离子的,就用离子符号表示;当物质难溶于水,或溶于水后不能全部电离成自由移动的离子的,就用化学式表示。

6. 正确书写离子方程式应注意的几个问题

(1) 没有自由移动离子参加的反应,不能写离子方程式。例如: Cu 与浓 H_2SO_4 的反应、固体 NaCl 与浓 H_2SO_4 的反应、 NH_4Cl 固体与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体制氨气的反应,均不能写离子方程式。因为它们不是溶液中的反应。

(2) 对于微溶物的处理有三种情况

有微溶物参加或生成的反应,在写离子方程式时,把微溶物质(如: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaSO_4 、 Ag_2SO_4 等)写成离子形式还是写成化学式,应根据具体情况而定。

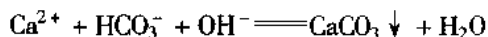
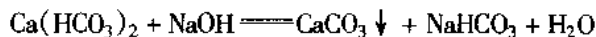
①当微溶物处在全溶解状态,即微溶物作为澄清的反应溶液时,写成离子形式。例如:澄清的石灰水中通入适量 CO_2 时,离子方程式为: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

②当微溶物处于悬浊液或固态时,不论是反应物,还是生成物均写化学式。例如:浓 CaCl_2 溶液和浓 NaOH 溶液混合,生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 沉淀,用化学式表示 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。 $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- = \text{Ca}(\text{OH})_2 \downarrow$ 。又

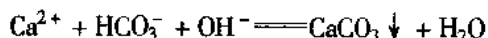
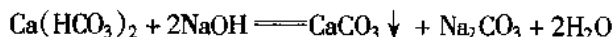
如:石灰乳中加入 Na_2CO_3 溶液,其离子方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$.

③在反应过程中有微溶物析出时,应用化学式表示.例如: Na_2SO_4 溶液与 CaCl_2 溶液的反应,离子方程式为: $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4 \downarrow$.

(3)离子方程式要符合反应物的物质的量之比.某些化学反应因反应物用量多少不同产物也会不同.如在 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中加入少量的 NaOH 溶液.由于加入的少量 OH^- 只能中和部分 HCO_3^- 生成 CO_3^{2-} 和 H_2O ,溶液中存在大量 Ca^{2+} ,则部分 Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} 结合生成 CaCO_3 沉淀,剩余的部分 HCO_3^- 与 Na^+ 留在溶液中,其反应为:



若在 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中加入过量的 NaOH ,由于 HCO_3^- 全部被 OH^- 中和生成 CO_3^{2-} ,溶液中 Ca^{2+} 只能与部分 CO_3^{2-} 结合生成 CaCO_3 沉淀,剩余 CO_3^{2-} 与 Na^+ 留在溶液中,其反应为:

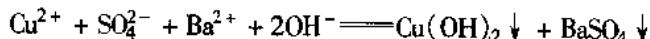


由此说明:离子反应以及离子反应的生成物受到反应物的物质的量之比的影响.上述反应 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与 NaOH 的物质的量之比大于 1:1 时跟 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与 NaOH 的物质的量之比小于 1:2 时反应的化学方程式、离子方程式及生成物是不同的.其它的物质间如: $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 H_3PO_4 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与 KHCO_3 、 CO_2 与 NaOH 等等都存在类似问题.

(4)在离子方程式中要注意溶液中溶质的阴离子与阳离子的配比数是否正确.有一些离子方程式中的离子数不能任意约简,要注意电解质电离时阴、阳离子的配比.同一物质的阴阳离子配比数一般应与该物质化学式中阴、阳离子配比数相同.例如 H_2SO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应的离子方程式应是: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 而不应写成 $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 因为它不符合 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 H_2SO_4 电离时阴、阳离子的配比. Ba^{2+} 与 OH^- 、 SO_4^{2-} 、 H^+ 的配比数不是 1:1,而都是 1:2.

如在 FeBr_2 溶液中通入足量氯气,其正确的离子方程式应为: $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^- + 2\text{Br}_2$ 若写成 $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^- + \text{Br}_2$,尽管其离子方程式两边离子和原子数,电荷总数都相等,但由于 Fe^{2+} 与 Br^- 的配比数不对,因此上述离子方程式不正确.

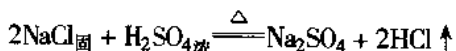
(5)在离子方程式中要注意是否有多种沉淀或沉淀与难电离物质同时生成.若有多种沉淀或难溶物质同时生成,在书写离子方程式时,要做到全面、正确.如 CuSO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应,由于同时生成 BaSO_4 沉淀和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀,因此正确的离子方程式应为:



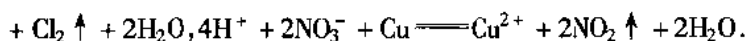
不能只考虑生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 而忘却 BaSO_4 ,也不能只考虑 BaSO_4 而忘却 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,更不能把上述离子方程式拆开写成二个离子方程式.

(6)要注意浓酸中水的含量.

浓 H_2SO_4 的浓度一般为 98%,水的含量较少,硫酸基本上以分子形式存在,所以在离子方程式中浓硫酸写成分子式.当浓 H_2SO_4 与固体物质反应时一般不用离子方程式表示.如



浓盐酸的浓度一般为 37%,浓硝酸的浓度一般为 69%,它们在溶液中的溶质几乎全部以离子形式存在,所以在离子方程式中,浓 HCl 、浓 HNO_3 写成离子形式.例如 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = \text{Mn}^{2+}$



(7) 注意有水参加的反应.

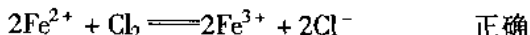
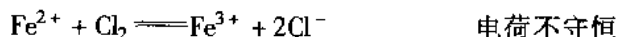
在许多离子反应中, 水是一种反应物, 书写离子方程式时要注意这一隐含条件. 如 CO_2 通入 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中的离子方程式为: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$

氯水中通入 SO_2 的离子方程式为:



(8) 注意检查离子方程式的电荷是否守恒.

一个正确的离子方程式, 不仅要遵循质量守恒, 还要遵循电荷守恒. 在检查离子方程式是否配平时, 不仅要检查反应前后各元素原子个数是否相等, 还要检查反应前后电荷总数是否守恒. 例如 FeCl_2 溶液中通入 Cl_2 的离子方程式:



(9) 离子方程式中物质的书写形式应是该物质在溶液中的主要存在形式. 如氢硫酸与 NaOH 溶液反应的离子方程式: $\text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

对于酸式盐: NaHSO_4 、 NaHCO_3 、 KH_2PO_4 、 NaHSO_3 、 NaHS 等, 在写离子方程式时, 酸式酸根只有 HSO_4^- 拆成 H^+ 和 SO_4^{2-} , 其余酸式酸根不能拆, 因为它们不是强酸的酸式酸根. 例如 NaHCO_3 和 NaOH 溶液的反应, 离子方程式为:

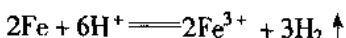


而 NaHSO_4 与 NaOH 溶液的反应, 离子方程式为: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$

二、典型例题分析

例1 下列各反应的离子方程式中书写正确的是()

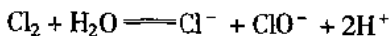
A. 把金属铁放入稀 H_2SO_4 中



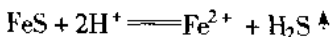
B. 向氯化亚铁溶液中通入氯气



C. 将氯气通入冷水中



D. 硫化亚铁跟盐酸反应



分析: 逐一判断离子方程式的正误

A 中稀 H_2SO_4 的氧化性体现在 H^+ , 而 H^+ 的氧化性较弱, 只能把铁氧化为 +2 价, 即铁与稀 H_2SO_4 反应中只能生成 Fe^{2+} , 不能生成 Fe^{3+} . 正确的离子方程式为: $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$

B 中反应物和生成物的书写虽然都正确, 但两边电荷不守恒, 即没有配平, 故错. 正确的离子方程式为: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

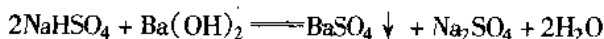
C 中 Cl_2 与 H_2O 反应生成物中 HClO 是弱酸, 是难电离的物质, 不能拆写成离子形式, 应写成分子式. 正确的离子方程式为: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$.

D 符合离子方程式的书写规则.

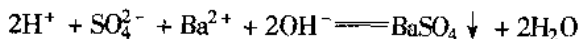
答案: D

例2 向 NaHSO_4 溶液中,逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至中性,请写出发生反应的离子方程式_____。在以上中性溶液中,继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,请写出此步反应的离子方程式_____。

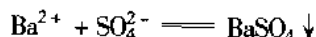
分析:根据题意,向 NaHSO_4 溶液中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至中性,即 H^+ 与 OH^- 完全中和时,反应的化学方程式为:



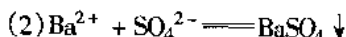
其离子方程式为:



由以上反应可知溶液中还剩余 SO_4^{2-} ,故继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液时,反应的离子方程式为:



答案:(1) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$



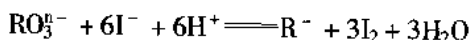
例3 下列各组中的离子能在溶液中大量共存,且向溶液中加入 NaOH 溶液时,产生沉淀,加入盐酸时放出气体的一组是()



分析:本题要求三点:一是在溶液中能大量共存,二是加入 NaOH 溶液时产生沉淀,三是加入盐酸时放出气体. A 中的离子能大量共存,加入 NaOH 溶液后 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow$ 因此有 BaCO_3 沉淀生成;加入盐酸时, $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 有 CO_2 气体放出,所以符合题意. C 中的离子能大量共存,但加入盐酸时无气体放出. D 组中的离子不能大量共存.

答案:B

例4 在一定条件下, RO_3^- 和 I^- 可以发生反应,离子方程式为:



(1) RO_3^- 中 R 元素的化合价为_____.

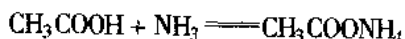
(2)R 元素的原子最外层电子有_____个.

分析:根据离子方程式反应前后电荷总数相等,即电荷守恒原理得: $(-n) + 6(-1) + 6 \times (+1) = -1$, 得 $n=1$ 因此在 RO_3^- 中 R 的化合价为 +5 价. 再根据生成物为 R^- , R 的化合价为 -1, 说明 R 元素的原子最外层有 7 个电子,是卤族元素.

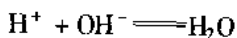
答案:(1)+5 (2)7

例5 下列反应的离子方程式正确的是()

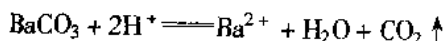
A. 氨气通入醋酸溶液中



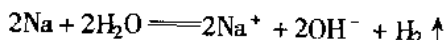
B. 澄清的石灰水跟盐酸反应



C. 碳酸钡溶于醋酸

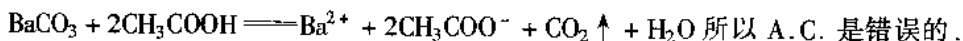


D. 金属钠跟水反应



错解:漏选 B.其原因一是认为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 微溶于水,是弱电解质,不应以离子的形式参与跟盐酸的反应.事实上氢氧化钙微溶于水,但在澄清的石灰水中,溶解的氢氧化钙是完全电离的,应该用离子符号表示.另一漏选原因是认为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是二元碱,在 OH^- 的计量系数应是“2”,因而造成判断错误.

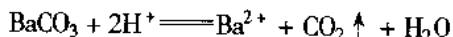
分析:醋酸铵是强电解质,在离子方程式中应写成“ $\text{NH}_4^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ ”的形式而绝不能写成“ $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ”,此盐溶于水全部电离成离子.而醋酸是弱电解质,在溶液中主要以分子形式存在,在离子方程式中应写成 CH_3COOH 而不能写成 H^+ .醋酸与碳酸钡反应的离子方程式应写作:



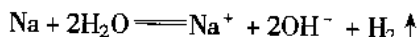
答案:BD

例 6 下列反应的离子方程式正确的是()

A. 碳酸钡和稀硫酸反应



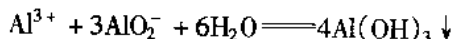
B. 钠跟水的反应



C. 氯气跟水的反应



D. 氯化铝溶液与偏铝酸钠溶液反应

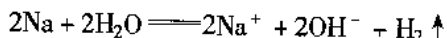


错解:选 A、B、C.

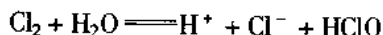
分析:A 中应生成不溶物 BaSO_4 ,因此碳酸钡与稀硫酸反应的离子方程式应为:



B 中 Na 与 Na^+ 前面的系数是 2,但都不能消去,如消去得失电子的数目不等,且离子方程式中前后的电荷数也不相等,所以钠与水反应的离子方程式应改写为:



C 中氯气跟水反应生成盐酸和次氯酸,其中次氯酸是弱酸,在离子方程式中应写分子式.正确的离子方程式为:



因此只有 D 是正确的.

第三节 化学反应中的能量变化

一、重点难点分析

1. 基本概念:(1)反应热:化学反应过程中放出或吸收的热量叫做反应热.单位是千焦(kJ).

理解上应注意:反应热是经过化学反应得到的,反应热的大小不仅与参加反应的物质多少有关,也与反应物或生成物的聚集状态有关.

(2)放热反应和吸热反应

放出热量的化学反应叫做放热反应

吸收热量的化学反应叫做吸热反应

(3)热化学方程式:表明反应放出或吸收的热量的化学方程式叫热化学方程式.

2. 热化学方程式的书写原则

(1)标明物质的聚集状态如:气、液、固.

(2)标明吸收或放出的热量值,“-”为吸热,“+”为放热.

(3)热化学方程式分子式前的系数可以用分数,它只表示物质的量,不代表分子个数.同一化学反应,因系数不同可有多热化学方程式,但分子式前面的系数必须与反应热相对应.若系数加倍,则反应热也要加倍.

(4)两个热化学方程式可以相加减而得到新的热化学方程式.

(5)要标明反应时的温度与压强(若为 25°C , $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 可不需标明).

(6)当反应逆向进行时,反应热数值相等,符号相反.

3. 热化学方程式与普通化学方程式的比较

$\text{C(固)} + \text{H}_2\text{O(气)} \xrightarrow{\Delta} \text{CO(气)} + \text{H}_2\text{(气)} - 131.4\text{kJ}$	$\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CO} + \text{H}_2$
(1)热化学方程式右端有热效应值	无热效应值
(2)必须标明反应物、生成物的聚集状态	不标明聚集状态
(3)化学式前的计量数可以是分数或小数,且与反应热对应,表示该物质的物质的量,单位是“mol”	计量数既可表示有多少摩,又可表示分子或原子个数,只能是整数
不标明条件时,是指通常状况,若注明条件,则热值与通常不同	不标明条件,指通常状况

4. 书写或判断热化学方程式

例:1g 氢气燃烧生成液态水放出 142.9kJ 热,表示该反应的热化学方程式正确的是 ()

(A) $2\text{H}_2\text{(气)} + \text{O}_2\text{(气)} \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2\text{O(液)} + 142.9\text{kJ}$

(B) $2\text{H}_2\text{(气)} + \text{O}_2\text{(气)} \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2\text{O(液)} + 571.6\text{kJ}$

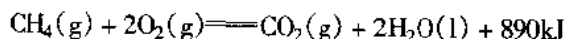
(C) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2\text{O} + 571.6\text{kJ}$

(D) $2\text{H}_2\text{(气)} + \text{O}_2\text{(气)} \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2\text{O(液)} - 571.6\text{kJ}$

解析:由于此反应为放热,应写“+”,据此淘汰(D),又热化学方程式应标明所有物质的聚集状态,所以淘汰(C).经计算 1g 氢气燃烧生成液态水放出 142.9kJ,那么 4g 氢气(即 2mol H_2)燃烧生成液态水放出 571.6kJ,显然(A)放出的热量与分子式前系数不相适应.故此题答案为(B)

二、典型例题分析

例 1 在一定条件下,CO 和 CH_4 燃烧的热化学方程式分别为



由 1mol CO 和 3mol CH_4 组成的混合气在上述条件下,充分燃烧时,释放的热量为 ()

(A)2912kJ (B)2953kJ (C)3236kJ (D)3867kJ (92 年全国高考题)

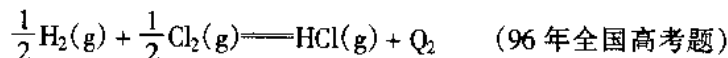
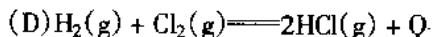
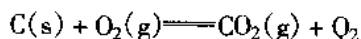
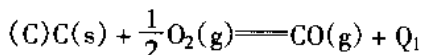
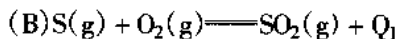
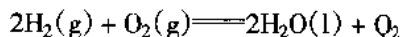
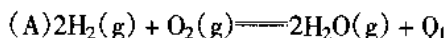
解析: $2\text{CO} \sim 566\text{kJ} \Rightarrow 1\text{mol CO} \sim 283\text{kJ}$, $1\text{mol CH}_4 \sim 890\text{kJ} \Rightarrow 3\text{mol CH}_4$ 燃烧放出 2670kJ,所以由 1mol CO 和 3mol CH_4 组成的混合气体燃烧共放出 2953kJ 的热量.

例 2 已知 $2\text{H}_2\text{O(l)} \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} - 517.6\text{kJ}$, $\text{CH}_4\text{(g)} + 2\text{O}_2\text{(g)} \xrightarrow{\quad} \text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} + 890.3\text{kJ}$, 1g 氢气和 1g 甲烷分别燃烧后,放出的热量之比约是 ()

(A)1:3.4 (B)1:1.7 (C)2.3:1 (D)4.6:1 (93 全国高考题)

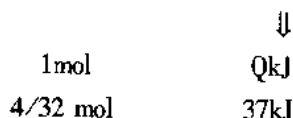
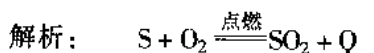
解析:据热化学方程式可知 1g 氢气燃烧放出的热量是 517.6/4kJ, 1g CH₄ 完全燃烧放出热量为 $\frac{890.3}{16}$ kJ, 故两者放出的热量之比为 $\frac{517.6}{4} : \frac{890.3}{16} = 2.3:1$

例 3 在同温同压下,下列各组热化学方程式中, $Q_2 > Q_1$ 的是 ()



解析:化学反应放出或吸收热量的多少,跟反应物和生成物的聚集状态有关,(A)由于从气态水 $\Rightarrow$ 液态水要放热,所以生成液态水比生成气态水放出的热量多,即 $Q_2 > Q_1$ 。(B)中固态硫与 O_2 反应时要由固态 $\rightarrow$ 气态,所以气态硫燃烧放出的热量比固态硫燃烧放出的热量多,即 $Q_1 > Q_2$ 。(C)C 与 O_2 反应生成 CO 放热,如果 O_2 过量可与 CO 继续反应放热,所以 $Q_2 > Q_1$ 。(D) $2Q_2 = Q_1$,故答案为 (A)(C)。

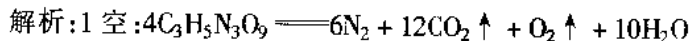
例 4 4g 硫粉完全燃烧时放出 37kJ 热量,该反应的热化学方程式是_____。(91 年全国高考题)



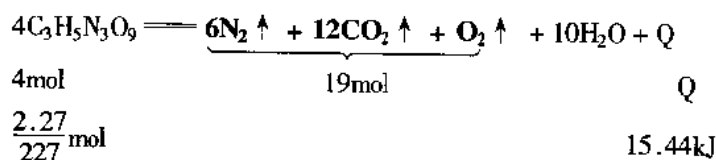
$$\frac{1}{4/32} = \frac{Q}{37} \quad Q = 296(\text{kJ})$$

故热化学方程式为: $S(\text{固}) + O_2(\text{气}) \xrightarrow{\text{点燃}} SO_2(\text{气}) + 296\text{kJ}$

例 5 硝化甘油($C_3H_5N_3O_9$)分解时产物为 N_2 、 CO_2 、 O_2 和 H_2O , 它的分解反应方程式为_____. 已知 20℃ 时, 2.27g 硝化甘油分解放出 15.4kJ 热量, 则每生成 1mol 气体伴随放出的热量为_____ kJ. (91 年上海市高考题)



2 空: 据方程式



$Q = 6160\text{kJ}$ (19mol 气体放出的热量)

则每生成 1mol 气体放热: $\frac{6160}{19} = 324.2(\text{kJ})$