



高等学校教材经典同步辅导丛书化学类(二)

配高教社《普通化学》第五版 浙江大学普通化学教研组 编

普通化学

浙大五版

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 苑慧萍

本书主编 清华大学 张荣俊

- ◆ 紧扣教材
- ◆ 知识精讲
- ◆ 习题全解
- ◆ 应试必备
- ◆ 联系考研
- ◆ 网络增值

76.05+2

中国矿业大学出版社

高等学校教材经典同步辅导丛书

普通化学

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

张荣俊 主编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是高等教育出版社出版,浙江大学普通化学教研组编的《普通化学》(第五版)教材的配套辅导书。全书由考试要点、知识精要、复习与思考题解答及课后习题全解等部分组成,旨在帮助读者掌握知识要点,学会分析问题和解决问题的方法技巧,并且提高学习能力及应试能力。

本书可供高等院校普通化学课程的同步辅导使用,同时也可供相关专业教师及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

普通化学同步辅导及习题全解 / 张荣俊主编. — 徐州:

中国矿业大学出版社, 2008. 1

(高等学校教材经典同步辅导丛书)

ISBN 978 - 7 - 81107 - 911 - 1

I. 普… II. 张… III. 普通化学—高等学校—教学参考资料 IV. O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 003093 号

书 名 普通化学同步辅导及习题全解

主 编 张荣俊

责任编辑 罗 浩

选题策划 孙怀东

特约编辑 时虎平

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮政编码 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> **E-mail:** cumtpvip@cumtp.com

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

经 销 新华书店

开 本 720×960 1/16 **本册印张** 10.5 **本册字数** 230 千字

印 次 2008 年 7 月第 1 版第 2 次印刷

总 定 价 173.00 元

高等学校教材

经典同步辅导丛书编委会

主任：王 飞

副主任：夏应龙 倪铭辰 李瑞华

编 委 (按姓氏笔画排序):

于志慧	王海军	王 焯	韦爱荣
甘 露	丛 维	师文玉	吕现杰
朱凤琴	朵庆春	刘胜志	刘淑红
严奇荣	李 丰	李凤军	李 冰
李 波	李炳颖	李 娜	李晓光
李晓炜	李雅平	李燕平	何联毅
邹绍荣	宋 波	张旭东	张守臣
张鹏林	张 慧	陈晓东	陈瑞琴
范亮宇	孟庆芬	高 锐	

普通化学是理工科非化学专业重要的基础课,浙江大学普通化学教研组编,王明华、徐端钧等修订的《普通化学》(第五版)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点成为这门课程的经典教材,被全国许多院校采用。

当今生命科学、环境科学、能源科学、材料科学、信息科学、生物工程、航天工程等新兴科学及高新技术领域的发展无不与化学息息相关。学好化学基础理论知识能提高学生在把化学规律、知识、技术、方法应用到工作中去的能力和素养。

为了帮助读者更好地学习这门课程,掌握更多的知识,我们根据多年的教学经验编写了这本与此教材配套的《普通化学同步辅导及习题全解》(第五版)。本书旨在使广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本解题方法与解题技巧,进而提高应试能力。本书作为一种辅助性的教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性。

考虑到普通化学这门课程的特点,我们在内容上作了以下安排:

- 1. 考试要点** 根据教学大纲要求,总结各章重要知识点。
- 2. 知识精要** 串讲概念,总结性质和定理,使知识全面系统,便于掌握。
- 3. 复习与思考题解答** 对每章的复习思考题做了详细的解答,以加深学生对基本概念及公式的理解。
- 4. 课后习题全解** 给出了浙江大学普通化学教研组编,王明华、徐端钧等修订的《普通化学》(第五版)各章习题的答案。我们不仅给出了详细的解题过程,而且对有难度或综合性较强的习题做了分析和小结,从而更好地帮助学生理解掌握每一知识点。

本书在编写时参考了大量的优秀教材和权威考题。在此,谨向有关作者和所选考试、考研试题的命题人以及对本书的出版给予帮助和指导的所有老师、同仁表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,本书难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

联系我们

华腾教育网:

<http://www.huatengedu.com.cn>

电子邮件:

huateng@huatengedu.com

华腾教育教学与研究中心

第一章 热化学与能源	1
考试要点	1
知识精要	1
复习思考题解答	4
课后习题全解	10
第二章 化学反应的基本原理与大气污染	20
考试要点	20
知识精要	20
复习思考题解答	25
课后习题全解	32
第三章 水化学与水污染	45
考试要点	45
知识精要	45
复习思考题解答	50
课后习题全解	56
第四章 电化学与金属腐蚀	67
考试要点	67
知识精要	67
复习思考题解答	71
课后习题全解	76
第五章 物质结构基础	88
考试要点	88
知识精要	88

复习思考题解答	93
课后习题全解	97
第六章 元素化学与无机材料	104
考试要点	104
知识精要	104
复习思考题解答	107
课后习题全解	114
第七章 高分子化合物与材料	125
考试要点	125
知识精要	125
复习思考题解答	128
课后习题全解	132
第八章 生命物质与人体健康	142
考试要点	142
知识精要	142
复习思考题解答	144
课后习题全解	148

第一章

热化学与能源

III 考试要点

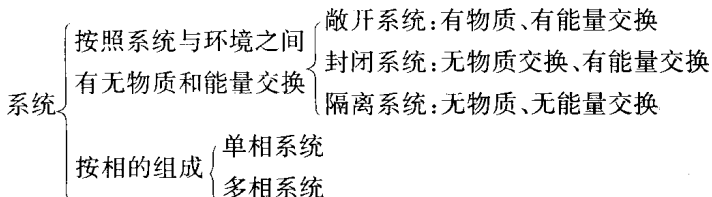
1. 热力学第一定律及有关计算。
2. $\Delta_r H_m^\ominus$, $\Delta_c H_m^\ominus$, $\Delta_f H_m^\ominus$ 的定义及应用和计算。
3. 理想气体反应中 $\Delta_r H_m$ 和 $\Delta_r U_m$ 的关系。
4. 反应进度。
5. 化学反应热效应的计算。

III 知识精要

一、重要的基本概念

1. 系统与相

(1) 系统:人为地将一部分物质与其余物质分开(可以是实际的,也可以是假想的),被划定的研究对象称为系统;系统之外,与系统密切相关、影响所能及的部分称为环境。



(2) 相:系统中具有相同的物理性质和化学性质的均匀部分称为相。

2. 状态与状态函数

(1) 状态:指用来描述系统内压力 p , 体积 V , 温度 T , 质量 m 和组成等各种宏观性质的综合表现。

(2) 状态函数:用来描述系统状态的物理量。

① 广度性质(又称容量性质) 当将系统分割成若干部分时,系统的某一性质等于各部分该性质之和,即广度性质的量值与系统中物质的量成正比,具有加和性。体积、热容、质量、焓、熵和热力学能等均是广度性质。

② 强度性质 此类性质不具有加和性,其量值与系统中物质的量多少无关,仅决定于系统本身的特性。

3. 过程与可逆过程

过程:系统状态发生的任何变化称为过程。

可逆过程:系统经过某过程由状态 I 变到状态 II 之后,当系统沿该过程的逆过程回到原来状态时,若原来过程对环境产生的一切影响同时被消除(即环境也同时复原),这种理想化的过程称为热力学可逆过程。

4. 化学计量数和反应进度

化学计量数:对于一般化学反应过程式 $0 = \sum_{\text{B}} \nu_{\text{B}} \text{B}$ 中, ν_{B} 就是 B 的化学计量数,是量纲为 1 的量,对反应物取负值,对产物取正值。

反应进度 ξ 的定义式为:对于一般反应式有

$$d\xi = \nu_{\text{B}}^{-1} dn_{\text{B}} \quad (1.1)$$

式中, n_{B} 为物质 B 的物质的量, ν_{B} 为 B 的化学计量数,故反应进度 ξ 的 SI 单位为 mol。

5. 热容与比热容

热容(C)是系统吸收的微小热容 δq 除以温度升高 dT ,即 $C = \frac{\delta q}{dT}$,SI 的单位为 $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

比热容 c 是指热容 C 除以质量,即 $c = \frac{C}{m}$,SI 单位为 $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

6. 定压热效应 q_p 与定容热效应 q_v

定压热效应 q_p :在恒压,只做体积功条件下,反应过程的热效应,叫做定压热效应。

定容热效应 q_v :在恒容,不做非体积功条件下,反应过程的热效应叫做定容热效应。

7. 热力学能与热力学能变 ΔU

热力学能是指系统内分子的平动能、转动能、振动能,分子间势能,原子间键能,电子运动能,核内基本粒子间核能等能量的总和。

热力学能变 ΔU :狭义是指封闭系统由始态(热力学能为 U_1)变为终态(热力学能为 U_2),能量的变化,即

$$\Delta U = U_2 - U_1 \quad (1.2)$$

8. 热 q 与功 w

热 q :系统与环境之间由于存在温度差而交换的能量称为热。

功 w :系统与环境之间除热以外的其他形式传递的能量都叫做功。

9. 能的量和质

能的量:只涉及是否已利用,利用了多少的问题;能的质:涉及到是否按质用能的问题。

10. 有序能和无序能

物质内部分子杂乱无章的热运动能称为无序能;而电能、化学能、机械能等则是有序能。

11. 焓 H 和焓变 ΔH

在恒压、只做体积功条件下,定义焓和焓变 ΔH 分别为:

$$H = U + pV \quad (1.3)$$

$$H_2 - H_1 = \Delta H \quad (1.4)$$

12. 热化学方程式和热化学定律

热化学方程式:表示化学反应与热效应关系的方程式称为热化学方程式。

热化学定律:将一些定律应用于热力学中即称为热化学定律。

13. 热力学标准态

在任一温度 T 、标准压力 p^\ominus 下表现出理想气体性质的纯气体状态为气态物质的标准状态。液体、固体物质或溶液的标准状态为在任一温度 T 、标准压力 p^\ominus 下的纯液体、纯固体或标准浓度 c^\ominus 时的状态。

14. 物质的标准摩尔生成焓 $\Delta_f H_m^\ominus$ 与反应的标准摩尔焓变 $\Delta_r H_m^\ominus$

物质的标准摩尔生成焓:单质和化合物的相对焓值,规定在标准状态时由指定单质生成单位物质的量的物质时反应的焓变叫做该物质的标准摩尔生成焓。

反应的标准摩尔焓变 $\Delta_r H_m^\ominus$:在标准状态时反应的摩尔焓变。

15. 常规能源与新能源

常规能源与新能源是按能源的利用状况分类的。例如:煤炭、石油、水能等为常规能源;核能、太阳能、等为新能源。

16. 热值与辛烷值

热值又称发热量,指单位质量(或体积——对气体)的燃料完全燃烧所放出的热量。

辛烷值是表示汽油在汽油机中燃烧时的抗震性的指标。

二、主要基本定律

1. 热力学第一定律

热力学第一定律的数学表达式为

$$\Delta U = q + w$$

热 q 与功 w 的正、负号的规定为:系统从环境得到功或热,取“+”号;系统向环境做功或放热,取“-”号。适用于封闭系统一切过程的能量衡算。

对于定容或定压、不做非体积功的封闭系统:

$$\textcircled{1} \text{ 定容时:} \quad \Delta U = q_v$$

$$\textcircled{2} \text{ 定压时:} \quad \Delta H = q_p$$

$$\textcircled{3} \text{ 气体为理想气体时:} \quad q_p - q_v = p\Delta V \quad (1.5)$$

$$q_{p,m} - q_{v,m} = \sum_B \nu(Bg) \cdot RT \quad (1.6)$$

$$\Delta_r H_m - \Delta_r U_m = \sum_B \nu(Bg) \cdot RT \quad (1.7)$$

2. 盖斯定律

在恒容或恒压条件下,化学反应的反应热只与反应的始态和终态有关,而与变化的途径无关,它一般用于未知反应热的求算。

3. 主要的计算公式

(1) 用弹式量热计测定容热效应 q_V

$$\begin{aligned} q_V &= - [q(\text{H}_2\text{O}) + q_b] \\ &= - (C(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T + C_b \Delta T) \\ &= (- \sum C) \cdot \Delta T \end{aligned} \quad (1.8)$$

(2) 反应的标准摩尔焓变

$$\Delta_r H_m^\ominus(298.15 \text{ K}) = \sum_B \nu_B \Delta_f H_m^\ominus(B, 298.15 \text{ K})$$

反应的焓变基本不随温度而变, 即 $\Delta_r H^\ominus(T) \approx \Delta_r H^\ominus(298.15 \text{ K})$ 。

III 复习思考题解答

1. 区别下列概念:

(1) 系统与环境; (2) 比热容与热容; (3) 定容反应热与定压反应热; (4) 反应热效应与焓变; (5) 标准摩尔生成焓与反应的标准摩尔焓变; (6) 污染型能源与清洁型能源; (7) 常规能源与新能源; (8) 有序能与无序能。

答 (1) 人为划分出来的被研究对象叫做系统。系统以外, 与系统密切相关、影响所能及的那部分物质或空间称为环境。

(2) 热容: 系统吸收的微小热量 δq 除以温度升高 dT , 即 $C = \delta q/dT$, 单位是 $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

比热容: 用 c 表示, 定义为热容除以质量(单位质量的热容), 即 $c = C/m$, 单位是 $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

(3) 定容反应热: 在恒容、不做非体积功条件下, $\Delta V = 0, w' = 0$ 时, 反应过程的热效应叫定容反应热, 用 q_V 表示, 即 $\Delta U = q_V$, 或者说定容反应热在数值上等于系统热力学能的增量。

定压反应热: 在恒压($\Delta p = 0$)、只做体积功条件下, 反应过程的热效应叫定压反应热, 用 q_p 表示, 即 $\Delta H = q_p$ 。

(4) 反应热效应是指化学反应过程中放出或吸收的热, 简称反应热。

焓变是指在反应过程中系统的焓的变化。在恒压、不做非体积功条件下, 反应的焓变 ΔH 的数值上等于定压热效应 q_p 。

(5) 标准摩尔生成焓是: 在标准状态下, 由指定的(最稳定的)单质生成单位物质的量的纯物质时反应的焓变, 用 $\Delta_f H_m^\ominus$ 表示, 而反应的标准摩尔焓变是指: 在标准条件下, 反应过程的摩尔焓变, 用 $\Delta_r H_m^\ominus$ 表示, 二者的关系是

$$\Delta_r H_m^\ominus(298.15 \text{ K}) = \sum_B \nu_B \Delta_f H_m^\ominus(B, 298.15 \text{ K})$$

(6) 区分的依据是能源消耗后是否造成了对环境的污染。煤和石油是污染型能源; 水力、电力、太阳能、沼气、氢能和燃料电池等是清洁型能源。

(7) 如表 1-1 所示。

表 1-1 能源的分类

利用状况	形成条件	一次能源	二次能源
	使用性质		
常规能源	燃料能源	煤炭、石油、天然气、生物质能	煤气、焦炭、汽油、煤油、柴油、重油、液化气、甲醇、酒精
	非燃料能源	水能	电力、蒸汽、热水、余热
新能源	燃料能源	核能	人工沼气、氢能
	非燃料能源	太阳能、风能、地热能、海洋能	激光能

(8) 物质内部分子杂乱无章的热运动能称为无序能；而电能、化学能、机械能等是有序能。

2. 何为化学计量数，化学计量数与化学反应方程式的写法有何关系？

答 根据一般化学反应方程式的定义： $0 = \sum_B \nu_B B$ ，其中 B 表示反应中物质的化学式， ν_B 是 B 的化学计量数，它是量纲为 1 的量。 ν_B 对反应物取“—”号，对产物取“+”号。对于同一化学反应，化学计量数与化学反应方程式的写法有关。如，

合成氨反应写成： $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ 时， $\nu(N_2) = -1$ ， $\nu(H_2) = -3$ ， $\nu(NH_3) = 2$ ；若写成 $2N_2(g) + 6H_2(g) \rightleftharpoons 4NH_3(g)$ 时， $\nu(N_2) = -2$ ， $\nu(H_2) = -6$ ， $\nu(NH_3) = 4$ ，由此可知，化学计量数只表示按计量反应式反应时各物质转化的比例数。

3. 说明反应进度 ξ 的定义及引入反应进度的意义。

答 ① 对于一般反应式，反应进度 ξ 的定义式为： $d\xi = \nu_B^{-1} dn_B$ ，式中 n_B 为物质 B 的物质的量， ν_B 为 B 的化学计量数，故 ξ 的 SI 单位为 mol。

对于有限的变化， $\Delta\xi = \Delta n_B / \nu_B$ 。

对于化学反应来讲，一般选尚未反应时， $\xi = 0$ ，因此 $\xi = [n_B(\xi) - n_B(0)] / \nu_B$ 。

式中， $n_B(0)$ 为 $\xi = 0$ 时物质 B 的物质的量， $n_B(\xi)$ 为 $\xi = \xi$ 时 B 的物质的量。

② 意义：引入反应进度这个量的最大优点是在反应进行到任意时间，可用任一反应或产物来表示反应进行的程度，所得的值总是相等的。

4. 用弹式量热计测量反应的热效应的原理如何？对于一般反应来说，用弹式量热计所测量的热量是否就等于反应的热效应，为什么？

答 要测定反应的热效应，常用的装置叫做弹式量热计，如图 1-1 所示。

测量反应时，将已知精确质量的反应物全部装入钢弹内，密封后将钢弹安放在钢制容器（绝热反应槽）内，然后在此槽中加入足够的已知质量的水。精确测定系统的起始温度 T_1 后，用电火花引发反应，反应放出热量，使系统升温，温度计所示温度为 T_2 。

弹式量热计所吸收的全部热量要分为两部分：一是加入的水所吸收的热量，二是钢弹及内部物质和金属容器等（简称钢弹组件）所吸收的热量。对前一部分的热量，用 $q(H_2O)$ 表示，即

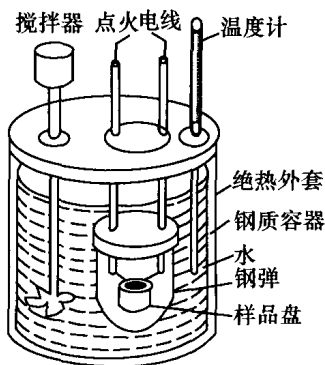


图 1-1 弹式热量计示意图

$$q(\text{H}_2\text{O}) = c(\text{H}_2\text{O}) \cdot m(\text{H}_2\text{O}) \cdot (T_2 - T_1) \\ = C(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T$$

对后一部分的热量,用 q_b 表示。若整个钢弹组件的总热容以 C_b 表示,则

$$q_b = C_b \cdot \Delta T$$

显然,反应所放出的热等于水和钢弹组件所吸收热的总和。从而可得

$$q = -[q(\text{H}_2\text{O}) + q_b] = -[C(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T + C_b \Delta T] = (\sum C) \cdot \Delta T$$

用这种方法可以测定很多常用燃料反应热效应。

由于化学反应的热效应与 T 、 p 、 V 、 n 及反应物和生成物的聚集状态都有关系,同一反应可以在不同的条件下进行,弹式量热计是属于在定容条件下进行的反应过程,反应热用 q_v 表示,所以对一般反应来说,弹式量热计所测量的热量是等于反应的定容热效应。

5. 热化学方程式与一般的化学反应方程式有何异同?书写热化学方程式时有哪些应注意之处?

答 相同点:它们都表示化学反应的方程式。

不同点:热化学方程式除了表示化学反应之外,还表示化学反应与热效应的关系。

书写热化学方程式时应注意:由于反应热与系统的状态有关,所以写热化学方程式时注明反应热的同时,还必须注明物态、温度、压力、组成等条件。

6. 什么叫状态函数? q 、 w 、 H 是否是状态函数,为什么?

答 用来描述系统状态或性质的物理量叫状态函数。状态函数取决于状态本身,而与变化的具体途径无关,即状态一定,其值一定;殊途同归,值变相等;周而复始,值变为零。 q 、 w 、 H 中只有 H 是状态函数,而 q 、 w 则不是状态函数,因为它们是与途径有关的,可以称为过程函数。

7. 说明下列符号的意义: q 、 q_p 、 H 、 U 、 $\Delta_r H_m^\ominus$ 、 $\Delta_f H_m^\ominus$ (298.15 K)。

答 q ——反应过程中产生的热效应(吸收或放出的热量),常用单位是 J 或 kJ;

q_p ——定压条件下反应的热效应,常用单位是 J 或 kJ;

H ——焓,常用单位是 J 或 kJ;

U ——系统的热力学能(内能),常用单位是 J 或 kJ;

$\Delta_r H_m^\ominus$ ——反应的标准摩尔焓变,常用单位是 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

$\Delta_f H_m^\ominus(298.15 \text{ K})$ ——在温标为 298.15 K 时的物质的标准摩尔生成焓,常用单位是 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

8. q, H, U 之间, p, V, U, H 之间存在哪些重要关系?试用公式表示之。

答 一定条件下, $q_p = \Delta H, H \equiv U + pV, q_v = \Delta U$ 。

9. 如何利用精确测定的 q_v 来求得 q_p 和 ΔH ?试用公式表示之。

答 因为
$$q_p - q_v = \sum_B \Delta n(\text{Bg}) \cdot RT$$

所以
$$q_p = q_v + \sum_B \Delta n(\text{Bg}) \cdot RT$$

又因为
$$q_p = \Delta H_p, q_v = \Delta U_v$$

所以
$$\Delta H_p = \Delta U_v + \sum_B \Delta n(\text{Bg}) \cdot RT$$

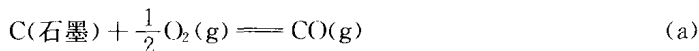
10. 理想气体状态方程中 R 的数值是多少?SI 制单位是多少?

答 R 在不同的单位制中数值是不同的,在各单位制之间的换算关系为

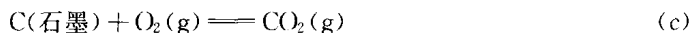
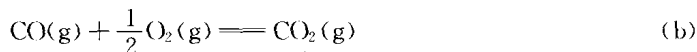
$$\begin{aligned} R &= 8.314510 \pm 0.00007 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \quad (\text{SI 制单位}) \\ &= 0.08206 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\ &= 62363 \text{ mmHg} \cdot \text{ml} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\ &= 1.98717 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}。 \end{aligned}$$

11. 如何理解盖斯定律是热力学第一定律的必然推论?盖斯定律的运算方法对 $\Delta_r H$ 等热力学函数有何重要价值?举例说明。

答 在任何过程中能量是不会自生自灭的,只能从一种形式转化为另一种形式,在转化过程中能量的总值不变,称为能量守恒与转化定律。把能量守恒与转化定律用于具体的热力学系统就得到了热力学第一定律,即在孤立系统中,能的形式可以转化,但能量的总值不变。盖斯定律为在恒容或恒压条件下,化学反应的反应热只与反应的始态与终态有关,而与变化途径无关,即总反应的热效应等于几个分步反应的热效应之和,所以盖斯定律是热力学第一定律的必然推论。当我们遇到了难于用实验测定热效应的化学反应时,利用盖斯定律可以用已知反应的数据进行计算,而不必考虑具体步骤是否进行,这为计算 $\Delta_r H$ 等热力学函数带来了方便,例如:需要计算一定温度下 $\text{CO}(\text{g})$ 生成反应。即



的恒容热为 $q_{v,a}$ 。但因为 $\text{C}(\text{石墨})$ 与 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应只生成 $\text{CO}(\text{g})$ 而不生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 是不可能的,故用量热计直接测定上述反应的恒容热 $q_{v,a}$ 难以实现。然而同一温度下,如下两燃烧反应



的恒容热分别为 $q_{v,b}$ 、 $q_{v,c}$,由于它们是完全反应的,因此能够用量热计直接测定。

从 $\text{C}(\text{石墨}) + \text{O}_2(\text{g})$ 出发,在同样温度下通过两不同途径达到 $\text{CO}_2(\text{g})$,如图 1-2 所示。

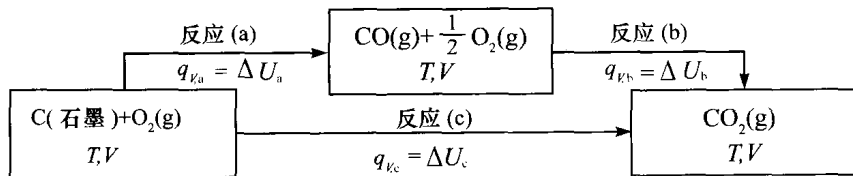


图 1-2

因为两条途径的每一个步骤均为恒容、非体积功为零,所以 $q_{V,a} = \Delta U_a, q_{V,b} = \Delta U_b, q_{V,c} = \Delta U_c$, 又因为

$$\Delta U_c = \Delta U_b + \Delta U_a$$

必然有

$$q_{V,a} = q_{V,c} - q_{V,b}$$

12. 化学热力学中所说的“标准状态”意指什么?对于单质、化合物和水合离子所规定的标准摩尔生成焓有何区别?

答 标准状态: 压力为标准压力, 最新国家标准规定, $p^\ominus = 100 \text{ kPa}$; 标准浓度为 $c = c^\ominus = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$; 标准压力下固态和液态均为纯物质;

规定单质的标准摩尔生成焓为 0, 在标准状态时由指定单质生成单位物质的量的纯物质时反应的焓变叫做该物质的标准摩尔生成焓;

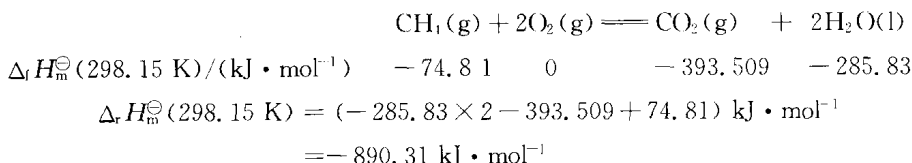
水合离子中规定以水合氢离子的标准摩尔生成焓为零, 然后获得其他水合离子的标准摩尔生成焓。

13. 试根据标准摩尔生成焓的定义, 说明在该条件下指定单质的标准摩尔生成焓必须为零。

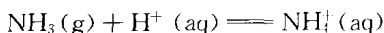
答 在标准状态下, 规定由指定单质生成单位物质的量的纯物质时的焓变叫标准摩尔生成焓。实际上也就是把在此条件下指定单质的相对焓作为零。如 $H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) = H_2O(l), \Delta_r H_m^\ominus(298.15 \text{ K}) = -285.83 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 而水的标准摩尔生成焓 $\Delta_f H_m^\ominus(H_2O, l, 298.15 \text{ K}) = -285.83 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

14. 如何利用物质的 $\Delta_f H_m^\ominus(298.15 \text{ K})$ 的数据, 计算燃烧反应及中和反应的 $\Delta_r H_m^\ominus(298.15 \text{ K})$? 举例说明。

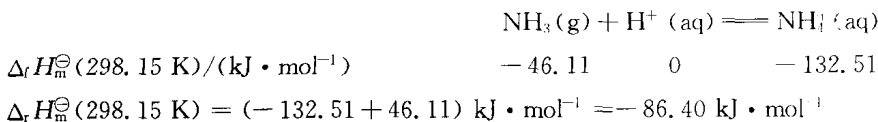
解 对于燃烧反应



对于中和反应 $NH_3(g) + HCl(aq) = NH_4Cl(aq)$, 写成离子式为



查教材附录表, 得数据为



15. 煤炭中通常含有哪些元素?用做燃料时,哪些是有益的,哪些是有害的,为什么?

答 煤的主要成分为碳、氢、氧三种元素,还有少量的氮、硫、磷和一些稀有元素,还会有泥砂矿物杂质和水分,在燃烧过程中碳、氢、氧三种元素燃烧放热,是有益的;氮、硫、磷可能形成氧化物或气体,如 SO_2 等,则造成污染,是有害的。若能进行分离提取,则稀有元素也是有益的。

16. 煤的洁净利用有何意义?试述洁净煤技术及其进展。

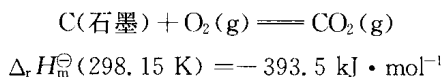
答 煤是固体燃料,其最大的缺点就是燃烧速率慢,效率低,并且在燃烧时会引起一些严重的环境问题。因此,从资源、经济与环境综合考虑,改进煤的开采和清洁燃烧对化石能源日益短缺及环境问题突出的今天尤为重要。

洁净煤技术是一项庞大复杂的系统工程,包含从煤炭开发到利用的所有技术领域,主要研究开发项目包括煤炭的加工、转化、燃烧和污染控制等。目前拥有汽化燃料、液化燃料和水煤浆燃料等。

17. 煤的主要组分碳、汽油中代表性组分辛烷、天然气中主要组分甲烷以及氢各自的热值如何进行计算。并进行比较?

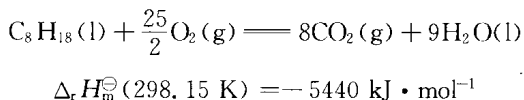
答 煤的热值计算:

碳(以石墨计)在 298.15 K 的标准状态时完全燃烧的化学方程式:



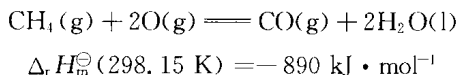
折合成热值为 $32.8 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

汽油的热值计算:



折合成辛烷的热值为 $47.7 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

天然气的热值计算:



折合成 CH_4 的热值为 $55.6 \text{ MJ} \cdot \text{kJ}^{-1}$ 。

由上述热值计算可以看出天然气的热值 $>$ 汽油的热值 $>$ 煤的热值。

18. 试述氢能、生物质能、太阳能等清洁能源的利用状况,及其与可持续发展战略的关系。

答 氢气是一种可燃气体,发热值高,燃烧后生成水,不污染环境,是一种较理想的、清洁的二次能源,符合可持续发展的这一战略,但因制氢的成本比较高,现在氢气还不能作为一般能源使用。

生物质能是一种废物利用,变废为宝,而且科技含量高。如人工制造沼气、垃圾发电等,不仅降低了环境污染,保护了环境,而且开辟了新能源。

太阳能的利用可分为三个方面:太阳能采暖和制冷,太阳热发电,太阳光发电。太阳能是一种可再生资源,可直接利用,不产生污染,是一种清洁、环保能源。