

高校经典教材同步辅导丛书

配套高教版·浙江大学普通化学教研组编

教你用更多的自信面对未来!

一书两用

同步辅导+考研复习

普通化学

(第六版)

同步辅导及习题全解

主 编 陈洪明

新版

习题超全解

名师一线经验大汇集, 解题步骤超详细, 方法技巧最实用



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高校经典教材同步辅导丛书

普通化学（第六版）同步辅导 及习题全解

主 编 陈洪明

ISBN 978-7-302-41000-1 定价：48.00元	北京正合伟业印刷技术有限公司 170mm×227mm 16开本 R:22印张 302千字 2014年9月第1版 2014年9月第1次印刷 0001-3000册	北京 发行 全 京 北 正 合 伟 业 印 刷 有 限 公 司
全国各新华书店均有代售或向各出版社订购 电话：(010) 88289944, 63205647, 68294274 北京科图书店营销中心（零售） 电话：(010) 88289928（总行部） 63262819（水大） H-mail: mechano@163.net (小本) 地址: wu@163.net 100086 北京科图书店营销中心（零售） 电话：(010) 88289928（总行部） 63262819（水大） H-mail: mechano@163.net (小本) 地址: wu@163.net 100086	北京 正 合 伟 业 印 刷 有 限 公 司	发 行 所

北京正合伟业印刷技术有限公司



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是与高等教育出版社出版、浙江大学普通化学教研组编写的《普通化学》(第六版)一书配套的同步辅导及习题全解辅导书。

《普通化学》(第六版)共有9章,分别介绍热化学与能源、化学反应的基本原理与大气污染控制、水溶液化学、电化学与金属腐蚀、物质结构基础、无机化合物、高分子化合物、生物大分子基础、仪器分析基础。本书按教材内容安排全书结构,各章均包括考试要点、知识精要、复习思考题解析、课后习题全解四部分内容。全书按教材内容,针对各章节习题给出详细解答,思路清晰,逻辑性强,循序渐进地帮助读者分析并解决问题,内容详尽,简明易懂。

本书可作为高等院校学生学习《普通化学》(第六版)教材的辅导用书,也可作为考研人员复习备考的参考教材,同时可供教师备课命题。

图书在版编目(CIP)数据

普通化学(第六版)同步辅导及习题全解 / 陈洪明
主编. — 北京:中国水利水电出版社, 2014.9
(高校经典教材同步辅导丛书)
ISBN 978-7-5170-2554-2

I. ①普… II. ①陈… III. ①普通化学—高等学校—
教学参考资料 IV. ①O6

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第226467号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:陈洁 封面设计:李佳

书 名	高校经典教材同步辅导丛书 普通化学(第六版)同步辅导及习题全解
作 者	主 编 陈洪明
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658(发行部)、82562819(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京正合鼎业印刷技术有限公司
规 格	170mm×227mm 16开本 9.25印张 205千字
版 次	2014年9月第1版 2014年9月第1次印刷
印 数	0001—5000册
定 价	16.80元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

浙江大学普通化学教研组编写的《普通化学》(第六版)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。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(第六版)同步辅导及习题全解》。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“普通化学”这门课程的特点,我们在本书内容上做了以下安排:

1. **考试要求。**根据教学大纲要求,总结学习的重点以及需要掌握的知识点。
2. **知识精要。**对每章知识点做了简练概括,梳理了各知识点之间的脉络联系,突出各章主要定理及重要公式,使读者在各章学习过程中目标明确、有的放矢。
3. **复习思考题解析。**解答教材中各章节的复习与思考题,帮助学生指明解题方向,加深对基本概念和公式的理解。
4. **课后习题全解。**教材中课后习题丰富、层次多样,许多基础性问题从多个角度帮助学生理解基本概念和基本理论,促其掌握基本解题方法。我们针对教材的课后习题给出详细的解答。

由于时间较仓促,编者水平有限,难免书中有疏漏之处,敬请各位同行和读者给予批评、指正。

编者

2014年8月

目录

contents

第1章 热化学与能源	1
考试要点	1
知识精要	1
复习思考题解析	4
课后习题全解	9
第2章 化学反应的基本原理与大气污染控制	18
考试要点	18
知识精要	18
复习思考题解析	23
课后习题全解	27
第3章 水溶液化学	40
考试要点	40
知识精要	40
复习思考题解析	45
课后习题全解	51
第4章 电化学与金属腐蚀	61
考试要点	61
知识精要	61
复习思考题解析	65
课后习题全解	71
第5章 物质结构基础	83
考试要点	83
知识精要	83

目录

contents

复习思考题解析	88
课后习题全解	93
第6章 无机化合物	100
考试要点	100
知识精要	100
复习思考题解析	103
课后习题全解	105
第7章 高分子化合物	111
考试要点	111
知识精要	111
复习思考题解析	114
课后习题全解	118
第8章 生物大分子基础	126
考试要点	126
知识精要	126
复习思考题解析	128
课后习题全解	131
第9章 仪器分析基础	134
考试要点	134
知识精要	134
复习思考题解析	137
课后习题全解	138

第1章

热化学与能源

考试要点

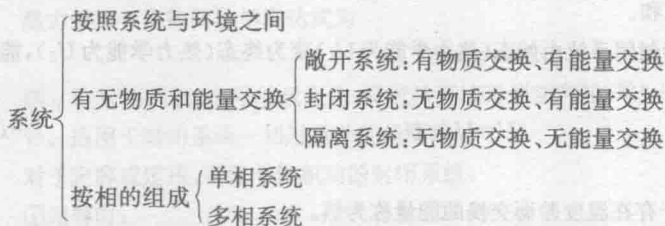
1. 热力学第一定律及有关计算。
2. $\Delta_r H_m^\ominus$, $\Delta_c H_m^\ominus$, $\Delta_f H_m^\ominus$ 的定义及应用和计算。
3. 理想气体反应中 $\Delta_r H_m$ 和 $\Delta_r U_m$ 的关系。
4. 反应进度。
5. 化学反应热效应的计算。

知识精要

一、重要的基本概念

1. 系统与环境 and 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: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、熵、焓和热力学等均是广度性质。

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征。

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 $0 = \sum_B \nu_B$ 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: 对于一般反应有

$$d\xi = \nu_B^{-1} dn_B \quad (1.1)$$

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

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

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, 在做体积功条件下, 反应过程的热效应, 称为定压热效应。

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, 称为定容热效应。

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能量都称为功。

9. 能的量与质

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

在任意温度 T 、标准压力 p^\ominus 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 $\Delta_f H_m^\ominus$ 与反应物的标准摩尔焓变 $\Delta_r H_m^\ominus$

物质的标准摩尔生成焓 $\Delta_f H_m^\ominus$: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该物质时反应的焓变称为该物质的标准摩尔生成焓。

反应物的标准摩尔焓变 $\Delta_r H_m^\ominus$: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:系统从环境得到功和热,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:

①定容时: $\Delta U = q_V$

②定压时: $\Delta H = q_p$

③气体为理想气体时: $q_p - q_V = p\Delta V$ (1.5)

$$q_{p,m} - q_{V,m} = \sum_B \nu(B)g \cdot RT \quad (1.6)$$

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

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

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

(2) 反应的标准摩尔焓变

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

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

复习思考题解析

1 区别下列概念:

- (1) 系统与环境;
- (2) 比热容与热容;
- (3) 等容反应热与等压反应热;
- (4) 反应热效应与焓变;
- (5) 标准摩尔生成焓与标准摩尔焓变;
- (6) 有序能与无序能。

解题过程 (1) 人为划分出来的被研究对象称为系统。系统以外, 与系统密切有关, 影响所涉及的那部分物质或空间称为环境。

(2) 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 $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

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 $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

(3) 定容反应热: 在恒容、不做非体积功条件下 $\Delta V = 0, w' = 0$ 时, 反应过程的热效应称为定容反应热, 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, 反应过程的热效应称为定压反应热, 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。

焓变是指在反应过程中系统的焓的变化。

(5) 标准摩尔生成焓是指在标准状态下,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;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

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

(6) 无序能是指物质内部分子杂乱无章的热运动;而有序能是指电能、化学能、机械能等。

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?

解题过程 根据一般化学反应方程式的定义: $0 = \sum_B \nu_B \text{B}$, 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: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ 时, $\nu(\text{N}_2) = -1$, $\nu(\text{H}_2) = -3$, $\nu(\text{NH}_3) = 2$; 若写成 $2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 4\text{NH}_3(\text{g})$ 时, $\nu(\text{N}_2) = -2$, $\nu(\text{H}_2) = -6$, $\nu(\text{NH}_3) = 4$, 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 反应进度如何定义? 说明引入反应进度的意义。

解题过程 反应进度: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 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, $\Delta\xi = \Delta n_B / \nu_B$ 。

对于化学反应来说一般选尚未反应时, $\xi = 0$, 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,为 $\xi = \xi$ 时 B 的物质的量。

意义:优点是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 用弹式热量计测量反应热效应的原理? 用弹式热量计所测得的热量是否就等于反应的热效应? 为什么?

解题过程 要测定反应的热效应,常用的装置称为弹式热量计,如图 1-1 所示。

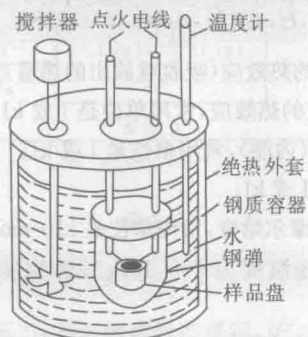


图 1-1 弹式热量计示意图

测量反应时,将已知精确质量的反应物全部装入钢弹中,密封后将钢弹安放在绝热反应槽内,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 $q(\text{H}_2\text{O})$ 表示,即

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

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

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

用此方法可以测定许多常见燃烧反应的热效应。

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,所以对于一般反应来说,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应注意哪些问题?

解题过程 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外,还表示化学反应与热效应的关系。

书写热化学方程式应注意:由于反应热与系统的状态有关,所以书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 状态函数有什么特点? q 、 w 、 H 是否是状态函数? 为什么?

解题过程 状态函数是用来描述系统状态或性质的物理量。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。 q 、 w 、 H 中只有 H 是状态函数,而 q 、 w 则不是状态函数,因为它们与途径有关,是过程函数。

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

解题过程 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;

U ——系统的热力学能(内能),常用单位是 J 或 kJ;

H ——焓,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 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

$\Delta_f H_m^\ominus$ (298.15K)——在温度为 298.15K 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。

解题过程 一定条件下, $q_p = \Delta H$, $H = U + pV$, $q_v = \Delta U$ 。

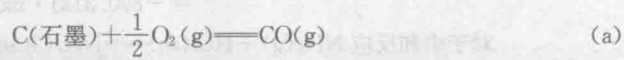
9 如何利用精确测定的 q_V 来求得 q_p 和 ΔH ? 试用公式表示。

解题过程 因为 $q_p - q_V = \sum_B \Delta n(Bg) \cdot RT$
 所以 $q_p = q_V + \sum_B \Delta n(Bg) \cdot RT$
 又因为 $q_p = \Delta H_p, q_V = \Delta U_V$
 所以 $\Delta H_p = \Delta U_V + \sum_B \Delta n(Bg) \cdot RT$

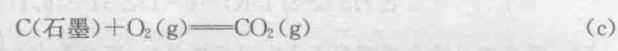
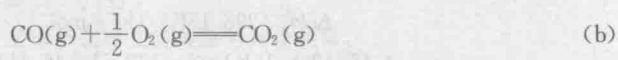
10 如何理解盖斯定律是热力学第一定律的必然推论? 举例说明盖斯定律的应用价值。

解题过程 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,在转化的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,如下两个燃烧反应



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种不同途径达到 $\text{CO}_2(\text{g})$, 如图 1-2 所示。

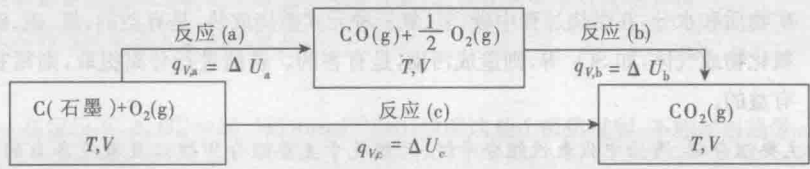


图 1-2

11 如何规定热力学标准态? 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?

解题过程 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 $c^\ominus = 1\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$; 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

时反应的焓变称为该物质的标准摩尔生成焓;

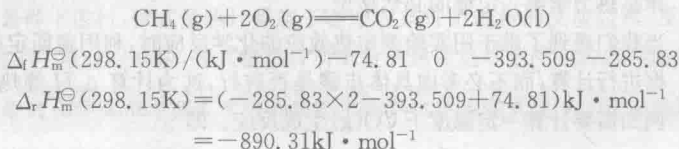
水合离子中规定水合氢离子的标准摩尔生成焓为零,然后获得其他水合离子的标准摩尔生成焓。

12 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定为零。

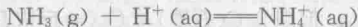
解题过程 在标准状态下,规定由指定单质生成单位物质的量的纯物质时反应的焓变叫标准摩尔生成焓。实际上也就是把在此条件下指定单质的相对焓作为零。如 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta_f H_m^\ominus(298.15\text{K}) = -285.83\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 而水的标准摩尔生成焓 $\Delta_f H_m^\ominus(\text{H}_2\text{O}, \text{l}, 298.15\text{K}) = -285.83\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

13 如何利用物质的 $\Delta_f H_m^\ominus(298.15\text{K})$ 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。

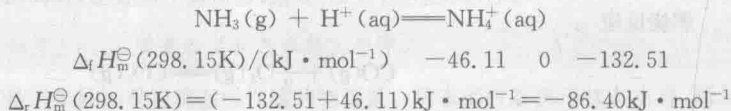
解题过程 对于燃烧反应



对于中和反应 $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$, 写成离子式为



查教材附录表,得数据为

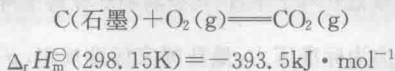


14 煤炭中通常含有哪些元素? 用做燃料时,哪些是有益的? 哪些是有害的? 为什么?

解题过程 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,还会有泥沙矿物质和水分,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。

15 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气各自的热值可如何计算? 并比较它们的相对大小。

解题过程 煤的热值计算:碳(以石墨计)在 298.15K 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:



$$\Delta_r H_m^\ominus(298.15\text{K}) = -5440\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

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:



$$\Delta_r H_m^\ominus(298.15\text{K}) = -890\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

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

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。

- 16 在液体燃料油中掺水(掺水 20% 左右)制成“乳化燃料”,可节油增效并减少污染,试通过查阅资料解释其中的原理。

解题过程 “乳化燃料”中水增大了油的面积,使其能够更好的燃烧,起到节油的作用,“乳化燃料”燃烧产生的 SO_2 等有毒气体溶于水,减少了对环境的污染。

课后习题全解

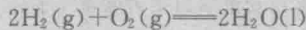
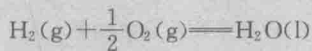
- 1 是非题(对的在括号内填“+”号,错的填“-”号)。

(1) 已知下列过程的热化学方程式为



则此温度时蒸发 $1\text{mol UF}_6(\text{l})$, 会放出热 30.1kJ 。 ()

(2) 在恒温恒压条件下, 下列两个生成水的化学反应放出的热量相同。 ()



(3) 功和热是系统和环境之间的能量传递方式, 在系统内部不讨论功和热。 ()

(4) 反应的 ΔH 就是反应的热效应。 ()

解 (1) -。

分析 在定压下, $\Delta_r H_m^\ominus = 30.1\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} > 0$, 说明这是个吸热过程, 不能放出热量。

(2) -。

分析 定压摩尔反应热与反应进度有关, 而反应进度与反应方程式的写法即化学计量数的选配有关系, 即第一个反应是生成 1mol 液态水的热效应, 第二个反应生成两倍水量的热量。

(3) +。

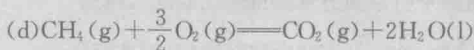
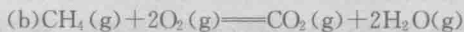
分析 热力学中做功 w 与吸热 q 都是系统与外界之间, 通过界面所传递的那部分能量。在界面以内, 系统的各部分之间所进行的能量传递不计入 w 和 q 中。

(4) -。

分析 只有在定压条件下,反应的 ΔH 才是反应的热效应。

2 选择题(将正确答案的标号填入括号内)。

(1)在下列反应中,进行反应进度为 1mol 的反应时放出热量最大的是()。



(2)通常,反应或过程的哪个物理量可通过弹式热量计直接测定而获得()。

(a) ΔH (b) $p\Delta V$ (c) q_p (d) q_v

(3)下列对于功和热的描述中,正确的是()。

(a)都是途径函数,无确定的变化途径就无确定的数值

(b)都是途径函数,对应于某一状态有一确定值

(c)都是状态函数,变化量与途径无关

(d)都是状态函数,始终态确定,其值也确定

(4)对于状态函数,下列叙述正确的是()。

(a)只要系统处于平衡态,某一状态函数的值就已经确定

(b)状态函数和途径函数一样,其变化值取决于具体的变化过程

(c) ΔH 和 ΔU 等都是状态函数

(d)任一状态函数的值都可以通过实验测得

(5)一只充满氢气的气球,飞到一定高度即会爆炸,这要取决于一定高度上的()。

(a)外压 (b)温度 (c)湿度 (d)外压和温度

(6)下述说法中,不正确的是()。

(a)焓只有在某种特定条件下,才与系统反应热相等

(b)焓是人为定义的一种具有能量量纲的热力学量

(c)焓是状态函数

(d)焓是系统能与环境进行热交换的能量

分析 (1)对(a)、(b)反应来说,因为 CH_4 由 $\text{l} \rightarrow \text{g}$ 或 H_2O 由 $\text{l} \rightarrow \text{g}$ 需额外吸收热量,而(d)反应不完全,故选(c)。

(2)通常利用弹式量热计测得(定容)反应热 q_v ,因为弹式量热计在定容条件下使用的,故选(d)。

(3)答案选(a)。

(4)状态函数特点是:状态一定,其值一定;其变化值只取决于系统的始态和终态,而与如何实现这一变化途径无关。 H 和 U 是状态函数,故答案选(a)。

(5)这是个生活中的实际问题,气球是否爆炸取决于氢气球壁对内外压力差的承受力,随着气球上升,大气压力和气温均逐渐下降,气温影响气球内压,大气压力即为气球的外压,因此

选(d)。

(6)只有定压过程 $q_V = \Delta H$, 因此选(d)。

- 3 在温度 T 的标准状态下, 若已知反应 $A \rightarrow 2B$ 的标准摩尔焓变 $\Delta_r H_{m,1}^\ominus = 40 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应 $2A \rightarrow C$ 的标准摩尔焓变 $\Delta_r H_{m,2}^\ominus = -60 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则反应 $C \rightarrow 4B$ 的标准摩尔焓变 $\Delta_r H_{m,3}^\ominus$ 为多少?

解 由题意 $A \rightarrow 2B, 2A \rightarrow C$, 可知

$$\begin{aligned} \Delta_r H_{m,3}^\ominus &= 2\Delta_r H_{m,1}^\ominus - \Delta_r H_{m,2}^\ominus \\ &= 2 \times 40 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-60 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = 140 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

即反应 $C \rightarrow 4B$ 的标准摩尔焓变 $\Delta_r H_{m,3}^\ominus$ 为 $140 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

- 4 钢弹的总热容 C_b 可利用一已知反应热数值试样求得。设将 0.500 g 苯甲酸 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) 在盛有 1209 g 水的弹式热量计的钢弹内 (通入氧气) 完全燃烧, 系统的温度由 296.35 K 上升到 298.59 K 。已知在此条件下苯甲酸完全燃烧的反应热效应为 $-3226 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 水的比热容为 $4.184 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。试计算该钢弹的总热容。

解 由题意知

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 122.12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, m_{\text{水}} = 1209 \text{ g}, m(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 0.500 \text{ g}$$

$$\Delta H = -3226 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, T_2 = 298.59 \text{ K}, T_1 = 296.35 \text{ K}$$

$$C_b(\text{H}_2\text{O}) = c(\text{水})m(\text{水})$$

$$= 4.184 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 1209 \text{ g}$$

$$= 5058.456 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

所以, 0.500 g 苯甲酸完全燃烧的反应热为

$$q = (-3226 \times 0.500 / 122.12) \text{ kJ} = -13.2 \text{ kJ} \quad \text{①}$$

又

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

$$= \{-[5058.456 + C_b](T_2 - T_1)\} \text{ J}$$

$$= \{-[5058.456 + C_b](298.59 - 296.35)\} \text{ J}$$

$$= \{-2.24[5058.456 + C_b]\} \text{ J} \quad \text{②}$$

①式-②式, 有

$$-13.2 \times 10^3 = -2.24(5058.456 + C_b)$$

$$C_b = 834 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

所以

即该钢弹的总热容为 $834 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

- 5 葡萄糖完全燃烧的热化学反应方程式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{g}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$; $q_p = -2820 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。当葡萄糖在人体内氧化时, 上述反应热约 30% 可用做肌肉的活动能量。试估算一食匙葡萄糖 (约 3.8 g) 在人体内氧化时可获得肌肉活动的能量。

解 因为葡萄糖摩尔质量 $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180.155 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 所以 3.8 g 葡萄糖可放热为

$$q = -2820 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3.8 / 180.155 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = -59.482 \text{ kJ}$$