



21 世纪高等院校经典教材同步辅导
ERSHIYISHIJIGAODENGYUANXIAOJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

普通化学

浙大五版

全程导学及习题全解

陆榆萍 冯利利 编
郭 红 主审

- ◆知识归纳 梳理主线重点难点
- ◆习题详解 精确解答教材习题
- ◆提高练习 巩固知识迈向更高



中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House



21 世纪高等院校经典教材同步辅导
ERSHIYISHIJIGAODENGYUANXIAOJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

出版发行：中国时代经济出版社（北京） 国际标准书号：ISBN 7-80212-118-7

（中国时代经济出版社）

普通化学

浙大五版

全程导学及习题全解

陆榆萍 冯利利 编

郭红 主审

- ◆知识归纳 梳理主线重点难点
- ◆习题详解 精确解答教材习题
- ◆提高练习 巩固知识迈向更高



中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House

图书在版编目 (CIP) 数据

普通化学全程导学及习题全解/陆榆萍、冯利利编. —北京: 中国时代经济出版社, 2007. 2

(21 世纪高等院校经典教材同步辅导)

ISBN 978-7-80221-247-3

I. 普… II. ①陆…②冯… III. 普通化学—高等学校—教学参考资料
IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 148873 号

普通化学全程导学及习题全解

陆榆萍 冯利利 编

出版者	中国时代经济出版社
地 址	北京东城区东四十条 24 号 青蓝大厦东办公区 11 层
邮政编码	100007
电 话	(010)68320825(发行部) (010)88361317(邮购)
传 真	(010)68320634
发 行	各地新华书店
印 刷	北京市白帆印务有限公司
开 本	787×1092 1/16
版 次	2007 年 2 月第 1 版
印 次	2007 年 2 月第 1 次印刷
印 张	8.625
字 数	145 千字
印 数	1~5000 册
定 价	10.00 元
书 号	ISBN 978-7-80221-247-3

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书是与高等教育出版社出版的、浙江大学普通化学教研组编写、王明华老师等修订的《普通化学》第五版教材相配套的辅助教材。内容按照教材章节顺序进行编写。本书分为八章,内容包括热化学与能源、化学反应的基本原理与大气污染、水化学与水污染、电化学与金属腐蚀、物质结构基础、元素化学与无机材料、高分子化合物与材料、生命物质与人体健康。每章节包括:本章重点内容、典型例题讲解、复习思考题解答和习题全解四部分。本章重点内容部分集中了普通化学的基本概念和公式;典型例题讲解部分对常见典型题目的解题思路进行了分析;复习思考题解答和习题全解部分对教材中各章相应的习题作了详细的解答。

本书可作为高等院校普通化学课程的教学参考书,以及考研者应试复习。

前 言

“普通化学”是现代化学相关专业的一门导论课程,也是很多高校工科非化学化工专业的重要理论课程和研究生入学考试的科目。

“普通化学”这门课程理论性强,有大量的概念、定理和公式,同时要求学生注重与工程实践的联系,这给学生带来了很大的困难。为了帮助学生更好地掌握这门课程的学习,理清解题的思路,规范解题步骤,我们编写了这本参考书。

本书是与高等教育出版社出版的、浙江大学普通化学教研组编写、王明华老师等修订的《普通化学》第五版教材相配套的辅助教材。内容按照教材章节顺序进行编写。本书分为八章,内容包括热化学与能源、化学反应的基本原理与大气污染、水化学与水污染、电化学与金属腐蚀、物质结构基础、元素化学与无机材料、高分子化合物与材料、生命物质与人体健康。每章节包括:本章重点内容、典型例题讲解、复习思考题解答和习题全解四部分。本章重点内容部分对基本的概念和公式进行了集中整理;典型讲解部分对解题思路 and 技巧进行了点拨,以使读者能举一反三,触类旁通;复习思考题解答和习题全解部分对教材章节的每道习题都作了详细的解答,以利于读者自学。

全书由陆榆萍、冯利利等编写,郭红老师主审全书。本书编写过程中得到胡学寅、赵晖等同志的大力帮助,并得到中国时代经济出版社的领导和编辑们的支持和帮助,在此表示衷心的感谢!对《普通化学》第五版教材的作者浙江大学普通化学教研组和王明华、徐瑞钧、周永秋、张殊佳等老师们表示衷心的感谢!

本书的特点是概念准确、解题思路清晰详细,适合于高等院校普通化学课程的教学参考书,广大考研者的应试复习书和考试用书。

本书虽经努力编著而成,但由于作者水平有限,且时间紧迫,疏漏在所难免。恳请广大读者批评指正。

编 者

2007年1月

目 录

第一章	热化学与能源	1
	重点内容	1
	典型例题讲解	1
	复习思考题解答	3
	习题全解	8
第二章	化学反应的基本原理与大气污染	17
	重点内容	17
	典型例题讲解	18
	复习思考题解答	19
	习题全解	26
第三章	水化学与水污染	41
	重点内容	41
	典型例题讲解	42
	复习思考题解答	44
	习题全解	49
第四章	电化学与金属腐蚀	60
	重点内容	60
	典型例题讲解	61
	复习思考题解答	64
	习题全解	68
第五章	物质结构基础	80
	重点内容	80
	复习思考题解答	81
	习题全解	85

第六章	元素化学与无机材料	91
	重点内容	91
	复习思考题解答	93
	习题全解	98
第七章	高分子化合物与材料	109
	重点内容	109
	复习思考题解答	110
	习题全解	114
第八章	生命物质与人体健康	123
	重点内容	123
	复习思考题解答	124
	习题全解	127

第一章 热化学与能源

重点内容

1. 反应进度 ξ

对于一般的化学反应 $0 = \sum_B \nu_B B$

反应进度 ξ 定义为: $d\xi = \nu_B^{-1} dn_B$ 或 $\xi = [n_B(\xi) - n_B(0)]/\nu_B$

其中, ν_B 是物质 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。

2. 定容热效应、摩尔反应热、热化学方程式

定容热效应: $q_V = -\{C(H_2O)\Delta T + C_b \cdot \Delta T\} = -\sum C \cdot \Delta T$

摩尔反应热: $q_m = q/\xi$ (负号表示放热, 正号表示吸热)

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。

3. 封闭系统热力学第一定律

$$\Delta U = q + w$$

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: $q_p - q_V = p\Delta V$

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

$$\Delta_r H_m - \Delta_r U_m = \sum_B \nu(B, g) \cdot RT$$

4. 反应的标准摩尔焓变

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

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

典型例题讲解

【例1】 恒定压力下, 2mol 50℃ 的液态水变作 150℃ 的水蒸气, 求过程的热。已知: 水和水蒸气的平均定压摩尔热容分别为 75.31 及 33.47 J · K⁻¹ · mol⁻¹; 水在 100℃ 及标准压力下蒸

发成水蒸气的摩尔气压热 $\Delta_{\text{vap}} H_{\text{m}}^{\ominus}$ 为 $40.67 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

解 50°C 的水变作 100°C 的水

$$\begin{aligned} Q_{p_1} &= nC_{p,m_1}(T_b - T_1) \\ &= [2 \times 75.31 \times (373 - 323)] \text{ J} \\ &= 7531 \text{ J} = 7.531 \text{ kJ} \end{aligned}$$

100°C 的水变作 100°C 的气

$$Q_{p_2} = n \cdot \Delta_{\text{vap}} H_{\text{m}}^{\ominus} = (2 \times 40.67) \text{ kJ} = 81.34 \text{ kJ}$$

100°C 的气变作 152°C 的气

$$\begin{aligned} Q_{p_3} &= nC_{p,m}(T_2 - T_b) \\ &= [2 \times 33.47 \times (423 - 373)] \text{ J} \\ &= 3347 \text{ J} = 3.347 \text{ kJ} \end{aligned}$$

全过程的热

$$\begin{aligned} Q_p &= Q_{p_1} + Q_{p_2} + Q_{p_3} = 92.218 \text{ kJ} \\ &= (7.53 + 81.34 + 3.35) \text{ kJ} = 92.22 \text{ kJ} \end{aligned}$$

【例 2】正庚烷的燃烧反应为 $\text{C}_7\text{H}_{16}(\text{l}) + 11\text{O}_2(\text{g}) = 7\text{CO}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, 25°C 时,在弹式量热计中 1.2500 g 正庚烷充分燃烧所放出的热为 60.089 kJ 。试求该反应在标准压力及 25°C 进行时的定压反应热效应 $q_{p,m}$ 。

解 正庚烷的摩尔质量 $M = 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应前的物质的量为

$$n_0 = \left(\frac{1.2500}{100} \right) \text{ mol} = 0.0125 \text{ mol}$$

由于充分燃烧,反应后其物质的量 $n = 0$, 所以反应进度

$$\xi = \frac{n - n_0}{\nu} = \left(\frac{0 - 0.0125}{-1} \right) \text{ mol} = 0.0125 \text{ mol}$$

在弹式量热计中为定容反应,故 $\Delta U = -60.089 \text{ kJ}$

$$\Delta_r U_{\text{m}}^{\ominus} = \frac{\Delta U}{\xi} = \left(\frac{-60.089}{0.0125} \right) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -4807 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

由反应方程式可知,反应前后气体物质计量数之差为

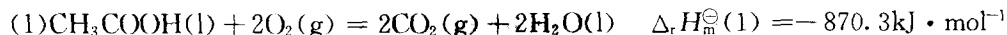
$$\Delta \nu = 7 - 11 = -4$$

将式 $\Delta H = \Delta U + RT\Delta n$ 用于 1 mol 反应时,式中 Δn 的数值等于 $\Delta \nu$,

$$\begin{aligned} \text{即得 } \Delta_r H_{\text{m}}^{\ominus} &= \Delta_r U_{\text{m}}^{\ominus} + \Delta \nu RT = (-4807 - 4 \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \\ &= -4817 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

$$q_{p,m} = \Delta_r H_{\text{m}}^{\ominus} = -4817 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

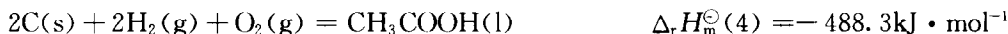
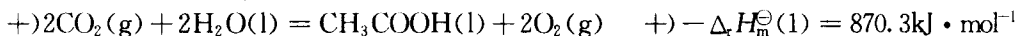
【例 3】已知下列反应在 298 K 的反应热为



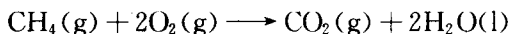
试计算反应

(4) $2\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{COOH}(\text{l})$ 在 298K 的定压反应热 $\Delta_r H_m^\ominus(4)$

解 (2) $\times 2 + (3) \times 2 - (1) = (4)$



【例 4】根据生成热数据, 计算下面反应的 $\Delta_r H_m^\ominus(298\text{K})$



解 查得: $\Delta_f H_m^\ominus(\text{CH}_4, \text{g}, 298\text{K}) = -74.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\Delta_f H_m^\ominus(\text{CO}_2, \text{g}, 298\text{K}) = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_f H_m^\ominus(\text{H}_2\text{O}, \text{l}, 298\text{K}) = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{因此 } \Delta_r H_m^\ominus(298\text{K}) &= [-393.5 - 2 \times 285.8 - (-74.8) - 0] \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \\ &= -889.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

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) 系统: 人为地将一部分物质与其余物质分开, 被划定的研究对象称为系统。系统以外并与系统有相互作用的部分称为“环境”。

(2) 热容的定义是系统吸收的微小热量 δQ 除以温度升高 dT , 即 $C = \delta Q/dT$, 其 SI 单位为 $J \cdot K^{-1}$; 比热容的定义是热容 C 除以质量, 即 $c = C/m$, SI 单位为 $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ 。

(3) 定容反应热: 在恒容、不做非体积功条件下的化学反应热。而定压反应热: 顾名思义, 恒压不做非体积功条件下的反应热。

(4) 化学反应时放出或吸收的热叫做反应热效应, 简称反应热。焓 $H = U + pV$, ΔH 即焓的增量称为焓变。只有在恒压, 只做体积功条件下, 反应热 q 等于焓变 ΔH 。

(5) 标准摩尔生成焓是指在恒温标准状态下, 由指定单质生成单位物质的量的纯物质时的反应焓变, 记作 $\Delta_f H_m^\ominus$ 。反应的标准摩尔焓变 ($\Delta_r H_m^\ominus$) 是指在标准状态时反应的摩尔焓变, 它等于同温度下各参加反应物质的标准生成焓与其化学计量数乘积的代数和。

(6) 根据能源消费后是否造成环境污染,能源可分为污染型能源和清洁型能源。如煤和石油类能源是污染型能源;水力、电能等是清洁型能源。

(7) 常规能源指已广泛应用的能源,现阶段是指煤、石油、天然气和水能等;新能源是目前尚未大规模利用而有待进一步研究、开发和利用的能源。

(8) 无序能指物质内部分子杂乱无章的热运动能;有序能指物质内部分子按一定的顺序有规律的运动能,如电能、化学能等。

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?

答 对于一般化学反应方程式 $0 = \sum_B \nu_B B$ 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。

对于同一个化学反应,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,有 $\Delta\xi = \Delta n_B / \nu_B$ 。

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,可用任一反应物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如何?对于一般反应来说,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?

答 ①原理:在定容、绝热的情况下,某个热化学过程所放出的热量等于水吸收的热量和钢弹组件吸收的热量的总和,即:

$$\begin{aligned} q &= -\{q(H_2O) + q_b\} = -\{C(H_2O)\Delta T + C_b \cdot \Delta T\} \\ &= -\sum C \cdot \Delta T \end{aligned}$$

②不等于。弹式热量计测量的是定容反应热,若反应在定压条件下进行,反应热则可能不同。

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之处: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 什么叫做状态函数? q, w, H 是否是状态函数? 为什么?

答 用来描述系统状态的物理量称为状态函数。 q, w 不是状态函数, 与反应的过程有关; H 是状态函数, 其变化量只决定于系统的始态和终态, 而与变化的途径无关。

7 说明下列符号的意义:

$$q, q_p, U, H, \Delta_r H_m^\ominus, \Delta_f H_m^\ominus (298.15\text{K})$$

答 q : 表示一定量反应物在给定条件下的反应热。

q_p : 表示在恒压下的反应热。

U : 热力学所指系统内分子的平动能、转动能、振动能等能量的总和。

$$H: H \equiv U + pV$$

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

$\Delta_f H_m^\ominus (298.15\text{K})$: 在 298.15K 下物质的标准摩尔生成焓。

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

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。

$$\text{答 } \because q_p - q_v = \sum_B \Delta n(B, g) \cdot RT$$

$$\therefore q_p = q_v + \sum_B \Delta n(B, g) \cdot RT$$

$$\text{又 } \because q_p = \Delta H_p \quad q_v = \Delta U_v$$

$$\therefore \Delta H_p = \Delta U_v + \sum_B \Delta n(B, g) \cdot RT$$

10 理想气体方程式中 R 的数值是多少? SI 单位是什么?

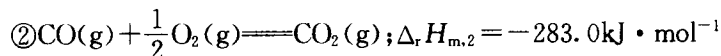
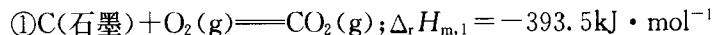
答 R 的数值为 8.314, SI 单位是 $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

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 $\Delta_r H$ 等热力学函数的计算有何重要价值? 举例说明。

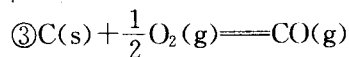
答 盖斯定律即反应热总值一定定律。盖斯定律是从大量热化学实验中总结出来的, 它为热力学第一定律的建立起了不可磨灭的作用, 热力学第一定律是能量守恒定律, 将能量守恒定律用于热化学问题, 即可推出盖斯定律。

盖斯定律使热化学方程式可以像普通代数方程那样进行加减运算, 利用已精确测定的反应热数据来求算难以测定的反应热。

例如, 已知在 298.15K 和标准条件下:



则反应① - 反应② = 反应③



所以, $\Delta_r H_{m,3} = \Delta_r H_{m,1} - \Delta_r H_{m,2}$

$$= [(-393.3) - (-283.0)] \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$=-110.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

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 ①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, $c^{\ominus}=1\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$;标准压力下固态和液态均为纯物质。

②规定指定单质的标准摩尔生成焓为0。规定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。

③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 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, $\Delta_f H_m^{\ominus}(298.15\text{K}) = -285.83\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 而水的标准摩尔生成焓 $\Delta_f H_m^{\ominus}(\text{H}_2\text{O}, \text{l}, 298.15\text{K}) = -285.83\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

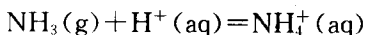
14 如何利用物质的 $\Delta_f H_m^{\ominus}(298.15\text{K})$ 的数据,计算燃烧反应及中和反应的 $\Delta_r H_m^{\ominus}(298.15\text{K})$? 举例说明。

答 对于燃烧反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$$\Delta_f H_m^{\ominus}(298.15\text{K})/(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) - 74.81 \quad 0 \quad -393.509 \quad -285.83$$

$$\Delta_r H_m^{\ominus}(298.15\text{K}) = (-285.83 \times 2 - 393.509 + 74.81)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = -890.31\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

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



$$\Delta_f H_m^{\ominus}(298.15\text{K})/(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}) - 46.11 \quad 0 \quad -132.51$$

$$\Delta_r H_m^{\ominus}(298.15\text{K}) = (-132.51 + 46.11)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = -86.40\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

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 煤的主要成分是碳、氢、氧三种元素,还有少量氮、硫、磷和一些稀有元素。用做燃料时,硫是有害的,生成 SO_2 造成环境污染;碳是有益的,含碳量高的煤其热值较高。

16 煤的洁净利用有何意义?试述洁净煤技术及其进展。

答 洁净煤技术现已成为解决能源与环境问题的主导技术之一,能够有效地解决美国和加拿大的越境酸雨问题。

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。目前拥有气化燃料、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气各自的热值可如何进行计算,并进行比较?

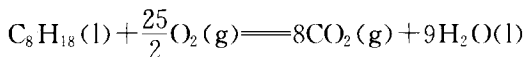
答 ①煤的热值计算:

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 $32.8\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

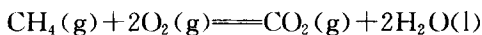
②汽油的热值计算:



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

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

③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①、②、③热值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, 符合可持续发展这一战略, 但因制氢的成本比较高, 现在氢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, 科技含量很高。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, 是一种清洁能源, 环保能源。

以上三种能源都充分体现了可持续发展的公平性、共同性、持续性三个原则, 使社会、经济、人口、资源和环境协调发展。

19 核能的能量来源与矿物燃料有何不同? 你如何理解发展核能是必由之路。

答 矿物燃料储量有限, 其中不但含有砷、铅等许多重金属及致癌物质, 且含有少量钍、镭等放射性物质, 污染环境, 损害人体健康。而核能储量大, 较清洁, 有利于保护环境。

发展核能是必由之路, 这是因为核能有其无法取代的优势。主要表现在以下几方面:

- ①核能是地球上储量最丰富的高密度能源;
- ②核电是较清洁的能源, 有利于保护环境;
- ③核电的经济性优于火电;
- ④以核燃料代替煤和石油, 有利于资源的合理利用;

总之, 核能是干净、安全、经济的能源, 它的利用是解决能源问题的必由之路。

20 你认为当前中国的能源问题主要是什么?

答 我国当前能源的主要问题: 一是能源结构不合理, 优质能源比例太小。二是能源利用率低、能耗高。

21 在当前能源革命中, 你认为应如何借鉴发达国家经验和能源科学最新成就, 制定符合国情的中国能源可持续发展对策。(提示: 可参考彭士禄, 李盈安著. 寻找永恒的动力)

力——著名科学家谈能源科学. 南宁:广西师范大学出版社,1998)

答 我们在制定能源政策时,除了把发展新能源作为战略目标外,还必须考虑到近期的实际需要,更好地利用现有的能源,开发各种综合利用化石能源的节能新技术,对天然能源进行深加工进一步提高能源的热值和综合利用价值,延长现有能源的使用期限,同时减少和控制对环境的污染。

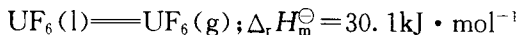
22 20 世纪 90 年代前后我国科学界批判的“水变油”伪科学事件,与现正在采用的燃料“油掺水”(如掺水 20%左右)可节油增效并减少污染,试解释这两件事有何本质不同。

答 “水变油”是化学变化,由 H_2O 变成含有 C 的物质是不可能实现的。“油掺水”是因为水增大了油的面积,使其能够更好的燃烧,起到节油的作用,油燃烧产生的 SO_2 等有毒气体溶于水减少了其污染环境。

习题全解

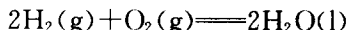
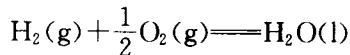
1 是非题

(1) 已知下列过程的热化学方程式为



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

(2) 在定温定压条件下, 下列两个生成液态水的化学方程式所表达的反应放出的热量是一相同的值。 ()



(3) 功和热是在系统和环境之间的两种能量传递方式, 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) 错。在定压下, $\Delta_r H_m^\ominus > 0$ 为吸热反应。

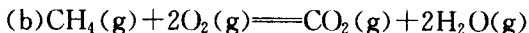
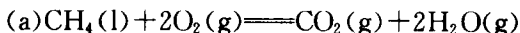
(2) 错。定压摩尔反应热与反应进度有关, 而反应进度与反应方程式的写法即反应式中化学计量数的选配有关。即第一个反应是生成 1 mol 液态水的热效应, 第二个反应生成两倍水量的热量。

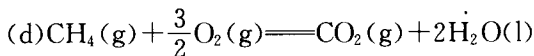
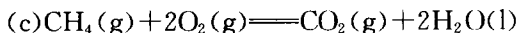
(3) 对。热力学中的做功 w 与吸热 q 都是指系统与环境之间, 通过界面所传递的那部分能量。在界面以内, 系统的各部分之间所进行的能量传递不计入 w 和 q 之中。

(4) 错。只有定压过程, 反应的 ΔH 才是反应的热效应。

2 选择题(将所有正确答案的标号填入空格内)

(1) 在下列反应中, 进行 1 mol 反应时放出热量最大的是 ()





(2) 通常, 反应热的精确的实验数据是通过测定反应或过程的哪个物理量而获得的。

()

(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) 在温度 T 的标准状态下, 若已知反应 $\text{A} \rightarrow 2\text{B}$ 的标准摩尔反应焓 $\Delta_r H_{\text{m},1}^\ominus$, 与反应 $2\text{A} \rightarrow \text{C}$ 的标准摩尔反应焓 $\Delta_r H_{\text{m},2}^\ominus$, 则反应 $\text{C} \rightarrow 4\text{B}$ 的标准摩尔反应焓 $\Delta_r H_{\text{m},3}^\ominus$ 与 $\Delta_r H_{\text{m},1}^\ominus$ 及 $\Delta_r H_{\text{m},2}^\ominus$ 的关系为 $\Delta_r H_{\text{m},3}^\ominus =$

()

(a) $2\Delta_r H_{\text{m},1}^\ominus + \Delta_r H_{\text{m},2}^\ominus$

(b) $\Delta_r H_{\text{m},1}^\ominus - 2\Delta_r H_{\text{m},2}^\ominus$

(c) $\Delta_r H_{\text{m},1}^\ominus + \Delta_r H_{\text{m},2}^\ominus$

(d) $2\Delta_r H_{\text{m},1}^\ominus - \Delta_r H_{\text{m},2}^\ominus$

(5) 对于热力学可逆过程, 下列叙述正确的是

()

(a) 变化速率无限小的过程

(b) 可做最大功的过程

(c) 循环过程

(d) 能使系统与环境都完全复原的过程

(6) 在一定条件下, 由乙二醇水溶液、冰、水蒸气、氮气和氧气组成的系统中含有 ()

(a) 三个相

(b) 四个相

(c) 三种组分

(d) 四种组分

(e) 五种组分

(7) 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

(8) 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

解 (1) 选(c)。因为 $\text{CH}_4(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g})$ 要吸热, $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 放热。

(2) 选(d)。通常利用弹式热量计精确测得(定容)反应热 q_v 。

(3) 选(a)。



$$\textcircled{3} = 2 \times \textcircled{1} - \textcircled{2}, \therefore \Delta_r H_{m,3}^\ominus = 2 \times \Delta_r H_{m,1}^\ominus - \Delta_r H_{m,2}^\ominus$$

(5)选(a)、(b)、(d)。

(6)选(a)、(d)。三个相:气、固、液;四种组分指:水、氮气、氧气、乙醇。

(7)选(d)。气球是否爆炸决定于氢气球壁对内外压力差的承受能力。随着气球垂直上升,大气压力和气温均逐渐有所下降,气温影响气球内压,大气压力即为气球的外压。

(8)选(d)。只有定压过程 $q_V = \Delta H$ 。

3 填空题

使可燃样品(质量为 1.000g)在弹式热量计内完全燃烧,以测定其反应热,必须知道:

(1) _____

(2) _____

(3) _____

解 (1)反应前后系统的温度。

(2)弹式热量计内吸热介质(通常为水)质量和比热容。

(3)钢弹组件的总热容 C_b 。

4 钢弹的总热容 C_b 可利用一已知反应热数值的样品而求得。设将 0.500g 苯甲酸(C_6H_5COOH)在盛有 1209g 水的弹式热量计的钢弹内(通入氧气)完全燃烧尽,系统的温度由 296.35K 上升到 298.59K。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 $4.18\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。试计算该钢弹的总热容。

解 已知 $M(C_6H_5COOH) = 122.12\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $m_{\text{水}} = 1209\text{g}$

$$m(C_6H_5COOH) = 0.500\text{g}$$

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

$$C_b(H_2O) = C_{(\text{水})} m_{\text{水}}$$

$$= 4.18\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 1209\text{g}$$

$$= 5053.62(\text{J} \cdot \text{K}^{-1})$$

所以,0.500g 苯甲酸完全燃烧的反应热为:

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

$$\text{又 } q = -[C(H_2O)\Delta T + C_b \cdot \Delta T]$$

$$= \{ -[5053.62 + C_b](T_2 - T_1) \} \text{J}$$

$$= \{ -(5053.62 + C_b)(298.59 - 296.35) \} \text{J}$$

$$= \{ -2.24(5053.62 + C_b) \} \text{J} \quad \textcircled{2}$$

所以①=②式, $-13.2 \times 10^3 = -2.24(5053.62 + C_b)$

$\therefore C_b = 839(\text{J} \cdot \text{K}^{-1})$ 即该钢弹的总热容为 $839\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

5 葡萄糖完全燃烧的热化学反应方程式为

