

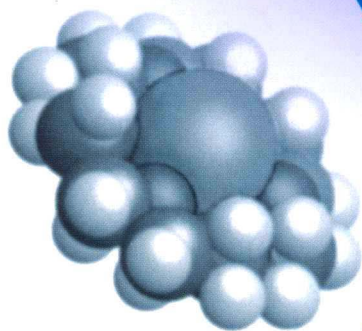
普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套教材

基础化学教程

习题解析

(第二版)

解从霞 傅 洵 许泳吉 编



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套教材

基础化学教程习题解析

(第二版)

解从霞 傅 洵 许泳吉 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材《基础化学教程(无机与分析化学)》(傅洵等,科学出版社,2012年第二版)的配套参考书。本书安排与《基础化学教程(无机与分析化学)》一致,每章包括内容提要、思考题与习题解答、综合提高与考研真题、参考答案与解析四部分内容。

本书除了将《基础化学教程(无机与分析化学)》中的思考题及习题全部列出,并对大部分思考题和全部习题予以解答外,还精选了典型习题和一些重点院校2003年以来的考研真题,并提供了参考答案,对稍有难度的题目提供了详细解题步骤和思路点拨。

本书知识全面、习题难度适中,可供普通高等院校化学、应用化学、化工、生命科学、材料科学、高分子材料与工程、海洋科学、环境科学、药学及生物工程等相关专业的本科生日常学习使用,也可作为研究生入学考试复习用书,以及供高校教师教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学教程习题解析/解从霞,傅洵,许泳吉编. —2版. —北京:科学出版社,2012.8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套教材

ISBN 978-7-03-035405-1

I. 基… II. ①解… ②傅… ③许… III. 化学-高等学校-题解
IV. O6-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 199586 号

责任编辑:陈雅娴 杨向萍 / 责任校对:钟 洋

责任印制:闫 磊 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年7月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012年8月第 二 版 印张:19 1/2

2012年8月第五次印刷 字数:486 000

定价:39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

本书第一版作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材《基础化学教程(无机与分析化学)》(傅洵等,科学出版社,2007年)的配套教材,自2008年7月出版以来,得到了同行专家及读者的好评,受到了科学出版社的关爱、支持与推介,被国内多所院校选为本科生基础化学课程教材的配套教材。

《基础化学教程(无机与分析化学)》(第二版)已于2012年5月出版,本书也进行了相应的修订。

本书保持了第一版的基本结构和基本内容,各章序号及内容均与《基础化学教程(无机与分析化学)》(第二版)一致,每章包括内容提要、思考题与习题解答、综合提高与考研真题、参考答案与解析四部分内容。随《基础化学教程(无机与分析化学)》调整了部分章节的内容,本书对内容提要部分做了相应改写,对思考题与习题进行了少量添加或删改,以保证概念正确、叙述准确、条理清楚、结构严谨,并力图通过课后思考题和习题真正帮助学生巩固和加深对所学知识的理解。除此之外,本着与时俱进的原则,在各章的综合提高与考研真题、参考答案与解析部分又增添了2007年以来部分重点院校的考研真题,力求再现本章知识在一些重点院校近年考研中出现的考察类型、角度和深度,帮助读者了解题型、综合提高并拓展视野。

本书各章的编写仍由原编写者负责,全书由解从霞统稿。

本次修订过程中参考了已出版的相关教材、学习指导、习题解答等书,并引用了一些院校的考研真题,在此说明并致谢。本书得到了科学出版社、青岛科技大学化学与分子工程学院和基础化学教研室的大力支持和帮助,编者深表谢意。

限于学识和水平,书中还会有不当乃至错误之处,敬请读者随时提出宝贵意见,编者将不胜感激。

编 者

2012年5月

第一版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材《基础化学教程(无机与分析化学)》(傅洵等,科学出版社,2007年)的配套参考书。本书安排与《基础化学教程(无机与分析化学)》一致,每章包括如下四部分内容:

【内容提要】 对每章的内容进行系统地整理归纳,突出重点、解疑难点。内容综述提纲挈领,对易错之处进行深度分析,便于读者全面、系统地掌握和记忆,以夯实读者的基础知识。

【思考题与习题解答】 将《基础化学教程(无机与分析化学)》中的思考题及习题全部列出,并对大部分思考题及全部习题予以解答。在编写《基础化学教程(无机与分析化学)》时,我们特别注意准确把握“如何讲解”和“讲解到什么程度”。编写本书的过程中,我们也尽量给出解题的完整思路和详细步骤,以求进一步利于读者理解基础化学的基本内容,并使读者养成良好规范的答题习惯。

【综合提高与考研真题】 精选了典型习题和一些重点院校 2003 年以来的考研真题。典型习题为本章重点、难点以及新旧知识融会贯通的题目,是提高能力的“阶梯”;考研真题再现本章知识在一些重点院校考研中曾经出现过的考察类型、角度和深度,帮助读者了解题型、综合提高并拓展视野,是通向考研的“桥梁”。

【参考答案与解析】 将综合提高与考研真题及其解析分成两部分,可以起到自检自测的作用。对所有选用题提供了答案,对稍有难度的题目提供了详细解题步骤和思路点拨。对超纲和教材中未涉及的知识内容,在解答中通过提示的方式予以补充,以期拓宽读者的知识面,使读者不但知其然,而且知其所以然。

因此,本书不仅是一本配套学习参考书和教学参考书,而且还是一本知识内容较全面、习题难度适中、可独立使用的习题课用书。本书的编写人员有:傅洵(第 1、2、10、11、14、15、16、17、18 章),解从霞(第 3、4、5、7、12、13 章),许泳吉(第 6、8、9、19、20、21 章)。在本书编写过程中,我们参考了已出版的相关教材、指导书、习题解答等书,并引用了一些院校的考研真题,在此说明并致谢。在编写过程中,青岛科技大学化学与分子工程学院基础化学教研室全体教师、基础化学实验中心的张振英老师及科学出版社给予了大力支持和帮助,对此谨表衷心的感谢。

《基础化学教程(无机与分析化学)》出版后,许多读者通过不同的方式向我们表示了对配套习题解答的关心和需求之意,这在很大程度上坚定了我们编写本书的信心,在这里对关心和支持我们工作的兄弟院校和广大读者致以诚挚的谢意。

由于编写水平和教学经验有限,书中不妥与错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2008 年 3 月于青岛

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 化学热力学基础	1
1.1 内容提要	1
1.2 思考题与习题解答	2
1.2.1 思考题	2
1.2.2 习题	4
1.3 综合提高与考研真题	8
1.3.1 选择题	8
1.3.2 填空题	9
1.4 参考答案与解析	9
1.4.1 选择题	9
1.4.2 填空题	9
第 2 章 化学反应的方向、速率和限度	10
2.1 内容提要	10
2.2 思考题与习题解答	14
2.2.1 思考题	14
2.2.2 习题	16
2.3 综合提高与考研真题	27
2.3.1 选择题	27
2.3.2 计算题	30
2.4 参考答案与解析	30
2.4.1 选择题	30
2.4.2 计算题	31
第 3 章 误差与数据处理	32
3.1 内容提要	32
3.2 思考题与习题解答	35
3.2.1 思考题	35
3.2.2 习题	36
3.3 综合提高与考研真题	39
3.3.1 选择题	39
3.3.2 填空题	42
3.3.3 计算题	43
3.4 参考答案与解析	43
3.4.1 选择题	43

3.4.2 填空题	43
3.4.3 计算题	44
第4章 酸碱平衡	45
4.1 内容提要	45
4.2 思考题与习题解答	48
4.2.1 思考题	48
4.2.2 习题	50
4.3 综合提高与考研真题	56
4.3.1 选择题	56
4.3.2 填空题	58
4.3.3 计算题	59
4.4 参考答案与解析	59
4.4.1 选择题	59
4.4.2 填空题	60
4.4.3 计算题	60
第5章 酸碱滴定法	62
5.1 内容提要	62
5.2 思考题与习题解答	66
5.2.1 思考题	66
5.2.2 习题	69
5.3 综合提高与考研真题	76
5.3.1 选择题	76
5.3.2 填空题	79
5.3.3 计算题	80
5.4 参考答案与解析	81
5.4.1 选择题	81
5.4.2 填空题	81
5.4.3 计算题	82
第6章 沉淀溶解平衡	83
6.1 内容提要	83
6.2 思考题与习题解答	85
6.2.1 思考题	85
6.2.2 习题	86
6.3 综合提高与考研真题	92
6.3.1 选择题	92
6.3.2 填空题	93
6.3.3 计算题	94
6.4 参考答案与解析	94
6.4.1 选择题	94
6.4.2 填空题	94

6.4.3 计算题	95
第7章 重量分析法和沉淀滴定法	96
7.1 内容提要	96
7.2 思考题与习题解答	98
7.2.1 思考题	98
7.2.2 习题	100
7.3 综合提高与考研真题	102
7.3.1 选择题	102
7.3.2 填空题	105
7.3.3 计算题	106
7.4 参考答案与解析	106
7.4.1 选择题	106
7.4.2 填空题	106
7.4.3 计算题	107
第8章 氧化还原平衡	108
8.1 内容提要	108
8.2 思考题与习题解答	110
8.2.1 思考题	110
8.2.2 习题	112
8.3 综合提高与考研真题	120
8.3.1 选择题	120
8.3.2 填空题	122
8.3.3 计算题	122
8.4 参考答案与解析	123
8.4.1 选择题	123
8.4.2 填空题	123
8.4.3 计算题	124
第9章 氧化还原滴定法	125
9.1 内容提要	125
9.2 思考题与习题解答	128
9.2.1 思考题	128
9.2.2 习题	129
9.3 综合提高与考研真题	134
9.3.1 选择题	134
9.3.2 填空题	135
9.3.3 计算题	136
9.4 参考答案与解析	136
9.4.1 选择题	136
9.4.2 填空题	137
9.4.3 计算题	137

第 10 章 原子结构与元素周期律	138
10.1 内容提要	138
10.2 思考题与习题解答	140
10.2.1 思考题	140
10.2.2 习题	142
10.3 综合提高与考研真题	146
10.3.1 选择题	146
10.3.2 填空与问答题	147
10.4 参考答案与解析	148
10.4.1 选择题	148
10.4.2 填空与问答题	149
第 11 章 化学键与分子结构	150
11.1 内容提要	150
11.2 思考题与习题解答	152
11.2.1 思考题	152
11.2.2 习题	154
11.3 综合提高与考研真题	160
11.3.1 选择题	160
11.3.2 填空与问答题	161
11.4 参考答案与解析	162
11.4.1 选择题	162
11.4.2 填空与问答题	163
第 12 章 配位化合物与配位平衡	164
12.1 内容提要	164
12.2 思考题与习题解答	167
12.2.1 思考题	167
12.2.2 习题	171
12.3 综合提高与考研真题	178
12.3.1 选择题	178
12.3.2 填空题	181
12.4 参考答案与解析	182
12.4.1 选择题	182
12.4.2 填空题	183
第 13 章 配位滴定法	184
13.1 内容提要	184
13.2 思考题与习题解答	188
13.2.1 思考题	188
13.2.2 习题	190
13.3 综合提高与考研真题	197
13.3.1 选择题	197

13.3.2 填空题	200
13.3.3 计算题	201
13.3.4 设计题	201
13.4 参考答案与解析	201
13.4.1 选择题	201
13.4.2 填空题	202
13.4.3 计算题	203
13.4.4 设计题	204
第 14 章 非金属元素(一)	205
14.1 内容提要	205
14.2 习题解答	207
14.3 综合提高与考研真题	212
14.3.1 选择题	212
14.3.2 填空题	213
14.3.3 其他题	214
14.4 参考答案与解析	214
14.4.1 选择题	214
14.4.2 填空题	214
14.4.3 其他题	214
第 15 章 非金属元素(二)	216
15.1 内容提要	216
15.2 习题解答	218
15.3 综合提高与考研真题	222
15.3.1 选择题	222
15.3.2 填空题	223
15.3.3 问答与其他题	224
15.4 参考答案与解析	224
15.4.1 选择题	224
15.4.2 填空题	224
15.4.3 问答与其他题	224
第 16 章 主族金属元素	227
16.1 内容提要	227
16.2 习题解答	228
16.3 综合提高与考研真题	232
16.3.1 选择题	232
16.3.2 填空题	232
16.3.3 问答与其他题	233
16.4 参考答案与解析	234
16.4.1 选择题	234
16.4.2 填空题	234
16.4.3 问答与其他题	234

第 17 章 过渡金属元素	237
17.1 内容提要	237
17.2 习题解答	241
17.3 综合提高与考研真题	251
17.3.1 选择题	251
17.3.2 填空题	253
17.3.3 问答及其他题	253
17.4 参考答案与解析	254
17.4.1 选择题	254
17.4.2 填空题	254
17.4.3 问答及其他题	254
第 18 章 镧系元素	256
18.1 内容提要	256
18.2 习题解答	256
18.3 综合提高与考研真题	258
18.4 参考答案与解析	258
第 19 章 电位分析法	259
19.1 内容提要	259
19.2 思考题与习题解答	262
19.2.1 思考题	262
19.2.2 习题	262
19.3 综合提高与考研真题	268
19.3.1 选择题	268
19.3.2 填空题	269
19.4 参考答案与解析	269
19.4.1 选择题	269
19.4.2 填空题	270
第 20 章 吸光光度法	271
20.1 内容提要	271
20.2 思考题与习题解答	273
20.2.1 思考题	273
20.2.2 习题	274
20.3 综合提高与考研真题	281
20.3.1 选择题	281
20.3.2 填空题	282
20.4 参考答案与解析	283
20.4.1 选择题	283
20.4.2 填空题	283
第 21 章 气相色谱分析法	285
21.1 内容提要	285

21.2 思考题与习题解答.....	289
21.2.1 思考题.....	289
21.2.2 习题	290
21.3 综合提高与考研真题.....	294
21.3.1 选择题.....	294
21.3.2 填空题.....	295
21.4 参考答案与解析.....	296
21.4.1 选择题.....	296
21.4.2 填空题.....	296

第 1 章 化学热力学基础

1.1 内 容 提 要

本章在中学化学教学内容的基础上,将学生引入系统讲述化学热力学基础理论的轨道,重点是建立正确的基本概念,正确使用该领域的基本术语,牢记基本公式的使用条件,并逐渐形成合理的解题思路。

1. 几个热力学常用术语

体系,环境,过程,途径,封闭体系;状态,状态函数;热,功,热力学能,焓,热化学;反应进度。

2. 热力学第一定律

热力学第一定律的数学表达式为 $\Delta U = Q + W$ 。其中 ΔU 是体系热力学能改变量, Q 与 W 的正、负号代表能量传递的方向; $Q > 0$,表示体系从环境中吸热; $W > 0$,表示环境对体系做功。反之亦然。

3. 热化学

1) 恒容热效应($Q_v = \Delta U$)

应用条件:封闭体系,体系对环境不做非体积功,体积恒定。

2) 恒压热效应($Q_p = \Delta H$)

应用条件:封闭体系,体系对环境不做非体积功,压力恒定。

对于反应前后气体计量数发生变化的反应, $p\Delta V$ 不能忽略,此时

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V = \Delta U + \Delta nRT$$

其中 $\Delta n = \sum n(\text{气体生成物}) - \sum n(\text{气体反应物})$ 。该式两边的量纲均为 J 或 kJ。

应用于化学反应体系:当反应进度 $\xi = 1 \text{ mol}$ 时

$$\Delta_r H_m = \Delta_r U_m + p\Delta V = \Delta_r U_m + \Delta_\nu RT$$

该式两边的量纲均为 $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$ 或 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

若反应在标准压强(近似标准 100 kPa,精确标准 101.325 kPa,一般不加区分)和指定温度下进行,则表示为 $\Delta_r H_m^\ominus$,称为反应的标准摩尔焓变。

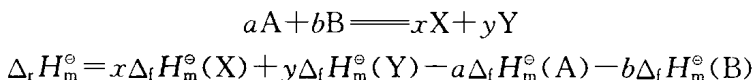
对于反应物和产物都是固体或液体物质的反应,反应前后体积变化很小,式 $\Delta H = \Delta U + p\Delta V$ 中, $p\Delta V$ 与 ΔU 和 ΔH 相比可忽略不计,则 $\Delta H = \Delta U, Q_p = Q_v$ 。

3) 反应焓变的几种计算方法

方法 1 用盖斯定律计算:一个化学反应若满足恒容无非体积功或恒压无非体积功的条件,则反应无论经过怎样不同的具体步骤,其总反应热效应数值相同。

方法 2 用标准摩尔生成焓 $\Delta_f H_m^\ominus$ 计算:

对任一化学反应



或

$$\Delta_r H_m^\ominus = \sum \nu_B \Delta_f H_m^\ominus(B)$$

定义规定,在指定温度下,指定单质的标准摩尔生成焓为零。指定单质多为常温下最稳定的单质,但指定单质有时不是最稳定单质,如 Sn 的指定单质是白锡而不是最稳定的灰锡,磷的指定单质是白磷而不是黑磷。 $\Delta_f H_m^\ominus(\text{白锡})=0$,而 $\Delta_f H_m^\ominus(\text{灰锡})=-2.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,说明灰锡比白锡稳定。

方法 3 用标准摩尔燃烧焓 $\Delta_c H_m^\ominus$ 计算:在标准压强下,1 mol 物质完全燃烧生成指定产物的焓变,称为该物质的标准摩尔燃烧焓,记为 $\Delta_c H_m^\ominus$ 。热力学规定,燃烧生成指定产物是指:碳 $\rightarrow\text{CO}_2(\text{g})$,氢 $\rightarrow\text{H}_2\text{O}(\text{l})$,氮 $\rightarrow\text{N}_2(\text{g})$,硫 $\rightarrow\text{SO}_2(\text{g})$ 。

$$\Delta_r H_m^\ominus = a\Delta_c H_m^\ominus(A) + b\Delta_c H_m^\ominus(B) - x\Delta_c H_m^\ominus(X) - y\Delta_c H_m^\ominus(Y)$$

或

$$\Delta_r H_m^\ominus = - \sum \nu_B \Delta_c H_m^\ominus(B)$$

强调指出:在书写热化学方程式时要注意 $\Delta_r H_m^\ominus$ 的正、负号,注意反应物和生成物的计量系数及物态。

1.2 思考题与习题解答

1.2.1 思考题

1. 区别下列概念。

(1) 标准状况与标准状态。

(2) 化学反应方程式中各物质的系数与化学计量数。

解:(1) 标准状况是指气体在 273.15 K 和 101.325 kPa 下的理想气体状态。

气体的标准状态(简称标准态)是在指定温度和标准压力 101.325 kPa($p^\ominus$)下的纯气体的状态;液体、固体物质的标准态是标准压力下的纯液体、纯固体状态。对溶液中各溶质组分标准态,规定为标准压力下各溶质组分浓度均为 $c^\ominus = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (标准浓度)的理想溶液,并规定 $\Delta_f H_m^\ominus(\text{H}^+, \text{aq}) = 0$ 。溶剂的标准态则规定为标准压力下的纯溶剂。

(2) 对某一化学方程式,式中各物质的系数(n ,量纲为 mol)与化学计量数(ν ,量纲为 1)的绝对值相同,但化学反应方程式中各物质的系数均为正值,而反应物的化学计量数为负值,生成物的化学计量数为正值。

2. 判断下列各说法是否正确。

(1) 热的物体比冷的物体含有更多的热量。

(2) 甲物体的温度比乙物体高,表明甲物体的热力学能比乙物体大。

(3) 热是一种传递中的能量。

(4) 同一体系:a. 同一状态可能有多个热力学能值。

b. 不同状态可能有相同的热力学能值。

(5) 体系从始态到终态,若恒温变化,则表示体系与环境之间无热量交换。

(6) Q 和 W 都不是状态函数,故 $Q+W$ 也与途径有关。

解:(1) 错。(2) 错。(3) 对。(4) a 错;b 对。(5) 错。(6) 错。

3. 指出下列公式成立的条件。

(1) $\Delta H=Q_p$ (2) $\Delta H=\Delta U$ (3) $\Delta U=Q_v$

解:(1) 封闭体系只做膨胀功时,恒压反应热等于体系的焓变: $\Delta H=Q_p$ 。

(2) 由定义式 $\Delta H=\Delta U+\Delta(pV)$,当 $\Delta(pV)$ 可忽略不计时(如固相或液相反应), $\Delta H=\Delta U$ 。

(3) 恒容反应($p\Delta V=0$),其反应热等于体系热力学能的变化: $\Delta U=Q_v$ 。

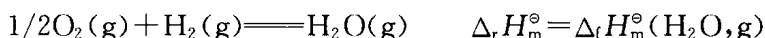
4. 下列各热化学方程式的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 是否符合产物标准摩尔生成焓 $\Delta_f H_m^\ominus$ 的定义? 如何写才符合?

(1) $O_2(g)+2H_2(g)\longrightarrow 2H_2O(g)$

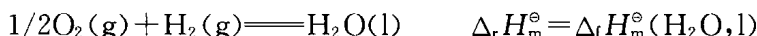
(2) $1/2H_2(g)+1/2I_2(g)\longrightarrow HI(g)$

(3) $C(s)+O_2(g)\longrightarrow CO_2(g)$

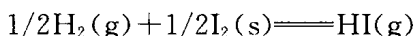
解:(1) 不符合,应改为



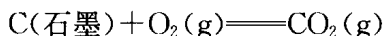
或



(2) 不符合,应改为



(3) 不符合,应改为



5. 已知 298.15 K、101.325 kPa 下,反应 $2H_2(g)+O_2(g)\longrightarrow 2H_2O(g)$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus = -483.64 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 $H_2O(g)$ 的 $\Delta_f H_m^\ominus =$ _____。

(1) $-483.64 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) $-214.82 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3) $214.82 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(4) $483.64 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

解:(2)。

6. 试验测得 583 K、100 kPa 时气态单质磷的密度是 $2.64 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。求单质磷的相对分子质量。

解:由公式 $M = \frac{\rho RT}{p}$ 得

$$M = \frac{2.64 \times 8.314 \times 583}{100} = 128 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

磷的相对分子质量 $M_r = 128$ 。

7. 某理想气体,经过恒压冷却、恒温膨胀、恒容升温后回到初始状态。过程中体系做功 15 kJ,求此过程的 Q 和 ΔU 。

解:理想气体经过三个过程后回到初始状态,即状态不变,状态函数具有确定值,故 $\Delta U=0$, $\Delta H=0$ 。

因体系做膨胀功,即 $W=-15 \text{ kJ}$,故必吸热 15 kJ,所以 $Q=15 \text{ kJ}$ 。

8. 在下列空格处填上表示相关物理量的恰当符号,以及这个物理量的单位。

某过程的焓变 _____、_____ ;某化学反应的焓变 _____、_____ ;某化学反应的

摩尔焓变____、____;某化学反应的标准摩尔焓变____、____;某物质的标准生成焓____、____;某物质的标准燃烧焓____、____。

解: ΔH , J 或 kJ; $\Delta_r H$, J 或 kJ; $\Delta_f H_m$, J · mol⁻¹ 或 kJ · mol⁻¹; $\Delta_r H_m^\ominus$, J · mol⁻¹ 或 kJ · mol⁻¹; $\Delta_f H_m^\ominus$, J · mol⁻¹ 或 kJ · mol⁻¹; $\Delta_c H_m^\ominus$, J · mol⁻¹ 或 kJ · mol⁻¹。

1.2.2 习题

1. 计算下列几种市售试剂的物质的量浓度。

(1) 浓盐酸, HCl 的质量分数为 37%, 密度为 1.18 g · cm⁻³。

(2) 浓硫酸, H₂SO₄ 的质量分数为 98%, 密度为 1.84 g · cm⁻³。

(3) 浓硝酸, HNO₃ 的质量分数为 69%, 密度为 1.42 g · cm⁻³。

(4) 浓氨水, NH₃ 的质量分数为 28%, 密度为 0.90 g · cm⁻³。

解: (1) $c_{\text{HCl}} = \frac{1.18 \times 10^3 \times 37\%}{36.5} = 12 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$

(2) $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 18 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$

(3) $c_{\text{HNO}_3} = 16 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$

(4) $c_{\text{NH}_3} = 15 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$

2. 一氧气瓶的容积是 32 L, 其中氧气的压强为 1.32 × 10⁴ kPa, 规定瓶内氧气的压强降至 1.01 × 10³ kPa 时就要充氧气, 以防混入别的气体。今有实验设备每天需要用 101.325 kPa 氧气 400 L。一瓶氧气能用几天?

解: 一瓶氧气含有可用氧气的物质的量

$$n_1 = \frac{(p - p_1)V_1}{RT}$$

每天需用氧气的物质的量

$$n_2 = \frac{p_2 V_2}{RT}$$

一瓶氧气可用天数

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{(p - p_1)V_1}{p_2 V_2} = \frac{(13.2 \times 10^3 - 1.01 \times 10^3) \times 32}{101.325 \times 400} = 9.6 (\text{d})$$

3. 在实验室中用排水集气法制取氢气, 在 23 °C、100 kPa 下收集了 1 L 气体。已知 23 °C 时水的饱和蒸气压为 2.8 kPa, 求制取氢气的物质的量。

解: 制得的气体为 H₂ 与水蒸气的混合物

$$p_{\text{H}_2} = 100 - 2.8 = 97.2 (\text{kPa})$$

$$n_{\text{H}_2} = \frac{p_{\text{H}_2} V}{RT} = \frac{97.2 \times 1.0}{8.314 \times (23 + 273.15)} = 0.0395 (\text{mol})$$

4. 在一个容积为 1.0 L 的容器中, O₂、N₂ 与 CO₂ 混合气体在 30 °C 下的总压力为 93.3 kPa, 其中 p_{O_2} 为 26.7 kPa, CO₂ 的含量为 0.50 g。试求:

(1) 容器中 CO₂ 的分压 (2) 容器中 N₂ 的分压 (3) O₂ 的摩尔分数

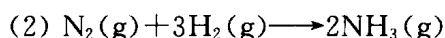
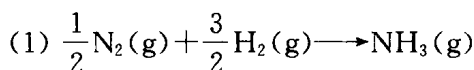
解: (1) $n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} = \frac{0.50}{44.01} = 0.0114 (\text{mol})$

$$p_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{V} RT = \frac{0.0114}{1.0 \times 10^{-3}} \times 8.314 \times 303.15 = 2.86 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

$$(2) p_{\text{N}_2} = p - p_{\text{O}_2} - p_{\text{CO}_2} = 9.33 \times 10^4 - 2.67 \times 10^4 - 2.86 \times 10^4 \\ = 3.80 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

$$(3) \frac{n_{\text{O}_2}}{n} = \frac{p_{\text{O}_2}}{p} = \frac{2.67 \times 10^4}{9.33 \times 10^4} = 0.286$$

5. 设有 280 g $\text{N}_2(\text{g})$ 和 40 g $\text{H}_2(\text{g})$ 在合成氨装置中混合, 反应后有 5.0 mol $\text{NH}_3(\text{g})$ 生成, 试分别按下列反应方程式中各物质的化学计量数(ν_{B})和物质的量的变化(Δn_{B})计算反应进度并得出结论。



反应前 n/mol	280/28=10	40/2=20	0
反应后 n/mol	10-2.5	20-7.5	5.0

$$\xi = \frac{1}{\nu_{\text{H}_2}} \Delta n_{\text{H}_2} = \frac{1}{\left(-\frac{3}{2}\right)} \times (-7.5) = 5.0 \text{ (mol)}$$

$$\xi = \frac{1}{\nu_{\text{N}_2}} \Delta n_{\text{N}_2} = \frac{1}{\left(-\frac{1}{2}\right)} \times (-2.5) = 5.0 \text{ (mol)}$$

$$\xi = \frac{1}{\nu_{\text{NH}_3}} \Delta n_{\text{NH}_3} = \frac{1}{1} \times 5.0 = 5.0 \text{ (mol)}$$

(2) 计算方法同上, 得 $\xi = 2.5 \text{ (mol)}$ 。

结论: 反应进度(ξ)的值与选用反应式中的哪个物质的量变化来进行计算无关, 但与反应式的写法有关。

6. 某汽缸中有气体 10.0 L, 从环境吸收了 1.00 kJ 热量后, 在恒压(101.3 kPa)下体积膨胀到 15.0 L, 试计算系统的热力学能变化(ΔU)。

$$\text{解: } \Delta U = Q_p - p \Delta V = 1.00 - 101.3 \times (15.0 - 10.0) \times 10^{-3} = 0.4935 \text{ (kJ)}$$

7. 2.00 mol 理想气体在 350 K 和 152 kPa 条件下, 经恒压冷却至体积为 35.0 L, 此过程放出了 1260 J 热量。试计算:

(1) 起始体积 (2) 终态温度 (3) 体系做功 (4) 热力学能变化 (5) 焓变

$$\text{解: (1)} V_1 = \frac{nRT_1}{p} = \frac{2.00 \times 8.314 \times 350}{152} = 38.3 \text{ (L)}$$

$$(2) T_2 = \frac{pV_2}{nR} = \frac{152 \times 35.0}{2.00 \times 8.314} = 320 \text{ (K)}$$

$$(3) W = -p \Delta V = -152 \times (35.0 - 38.3) = 502 \text{ (J)}$$

$$(4) \Delta U = Q + W = (-1260) + 502 = -758 \text{ (J)}$$

$$(5) \Delta H = Q_p = -1260 \text{ (J)}$$

8. 2 mol H_2 和 1 mol O_2 在 373 K、100 kPa 下反应, 生成 2 mol 水蒸气, 放出 483.7 kJ 热