

职业技能鉴定培训读本（技师）

化 学 基 础

吉化集团公司 组织编写

潘成喜 王玉萍 编

化 学 工 业 出 版 社

工业装备与信息工程出版中心

• 北 京 •

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化学基础/潘成喜, 王玉萍编. —北京: 化学工业出版社, 2003. 12
职业技能鉴定培训读本 (技师)
ISBN 7-5025-5119-0

I. 化… II. ①潘…②王… III. 化学-职业技能
鉴定-教材 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 124716 号

职业技能鉴定培训读本 (技师)
化学基础

吉化集团公司 组织编写

潘成喜 王玉萍 编

责任编辑: 周国庆 刘 哲 辛 田

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 郑小红

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 12 $\frac{3}{4}$ 插页 1 字数 340 千字

2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5119-0/G · 1364

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

当今世界已步入到知识经济和市场经济时代，企业生存与发展要依靠先进的生产力和高素质复合型人才。在技术密集型企业中将新技术、新工艺、新设备广泛应用并迅速转化为优质产品，需要大批高智能技术工人的有效劳动。因此在企业中高素质的技术工人、技师、高级技师是不可缺少的人才。目前，企业中身怀绝技的技师、高级技师奇缺，所以培训技师、高级技师是企业的当务之急。

吉化集团公司组织几十名工程技术人员和高级技师编写了一套《职业技能鉴定培训读本（技师）》（以下简称《读本》），共 20 本，其中包括 7 本基础读本，分别为《化学基础》、《化工基础》、《电工电子基础》、《机械基础》、《机械制图》、《工程材料》、《检测与计量》；13 本专业技术读本，分别为《检修钳工》、《检修焊工》、《检修铆工》、《检修管工》、《热处理工》、《防腐蚀工》、《分析化验工》、《电机修理工》、《维修电工》、《仪表维修工》、《在线分析仪表维修工》、《制冷工》、《污水处理工》。参加编写的同志都长期在生产一线从事工艺设计、开发、生产技术管理、设备维护检修等专业技术工作，具有较强的理论基础知识和丰富的实践经验。

这套《读本》以技师为主要读者对象，适当兼顾高级工和高级技师的需要。在编写过程中，参考了国家及有关行业高级工、技师和高级技师的职业标准和职业技能鉴定规范，比较全面地介绍了企业中现行使用的新标准、新技术、新设备、新工艺等方面的内容及应用。这套《读本》的特点如下：①知识面较宽，起点较高，尤其注意理论联系实际；②比较全面地介绍了企业，特别是化工企业中主要专业工种的检修技术；③系统阐述了各专业工种的工艺要求和操作技能；④列举了工作或生产案例，突出了实际生产操作中高、

难技艺的论述。

本书是《职业技能鉴定培训读本（技师）》之一。本书是根据化工高级技师所应掌握的化学内容编写而成。全书共分三篇十六章。上篇为化学基本理论篇，主要包括化学反应速度理论，平衡理论（化学平衡、离子平衡、沉淀平衡），氧化-还原反应理论，物质结构理论；中篇为重要元素及无机化合物篇，重点介绍了主族元素的通性及重要化合物，重要副族元素及其化合物；下篇为重要有机化合物篇，详细介绍了有机化合物的分类，主要有机化合物的性质、用途和制法。在本书中，对于较难的章节或选学内容注有“*”，以便读者在学习中参考。为了便于读者学习和理解，在需要重点掌握和理解的地方加入了习题，每章后面还附有思考题。对于较难的、思考性较强的题目前面注有“*”，作为读者的选作内容。

本书的上篇、中篇由吉化集团公司教育培训中心潘成喜编写，下篇由吉化集团公司教育培训中心王玉萍编写。全书由刘金霞、许长江、刘勃安审核。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2003 年 9 月

目 录

上篇 化学基本理论

第 1 章 化学基本知识	1
1 国际单位制	1
1.1 国际单位制中主要基本单位	1
1.2 国际单位制中具有专门名称的导出单位	2
1.3 国际单位制词冠	3
2 理想气体状态方程、分压定律和分体积定律	3
2.1 气体基本定律	3
2.2 理想气体状态方程	4
2.3 混合气体的分压定律和分体积定律	5
3 质量守恒定律及化学方程式	7
3.1 质量守恒定律	7
3.2 化学方程式	8
3.3 化学计算	8
4 能量守恒定律及热力学基础	10
4.1 基本概念	10
4.2 能量守恒定律	11
4.3 焓及热化学	12
4.4 自由焓的概念	18
思考题	19
第 2 章 化学反应速度和化学平衡	23
1 化学反应速度	23
1.1 化学反应速度的定义和表示方法	23
1.2 反应机理	25
1.3 化学反应速度理论	26
2 浓度对反应速度的影响——质量作用定律	28

3	温度对反应速度的影响——阿累尼乌斯公式	29
4	催化剂对反应速度的影响	30
5	化学平衡	33
5.1	可逆反应和平衡状态	33
5.2	化学平衡常数	33
6	化学平衡常数的测定和计算	38
6.1	化学平衡的测定	38
6.2	平衡转化率	39
* 7	化学平衡移动原理	40
7.1	浓度对化学平衡的影响	41
7.2	压强和惰性气体对化学平衡的影响	43
7.3	温度对化学平衡的影响	45
	思考题	46
	第3章 电解质溶液和电离平衡	49
1	强电解质和弱电解质	49
1.1	电解质的分类	49
1.2	弱电解质的电离度	49
1.3	强电解质溶液	50
2	弱电解质的电离平衡	51
2.1	一元弱电解质的电离平衡	51
2.2	电离常数和电离度的关系——稀释定律	53
2.3	水的离子积和溶液的 pH 值	54
3	同离子效应和缓冲溶液	57
3.1	同离子效应	57
3.2	缓冲溶液	58
3.3	盐效应	60
* 4	多元弱酸的电离	60
* 5	盐的水解	62
5.1	强酸弱碱盐的水解	62
5.2	弱酸强碱盐的水解	63
5.3	弱酸弱碱盐的水解	65
5.4	多元弱酸盐的水解	66
* 6	酸碱理论	67

6.1	酸碱质子理论	67
6.2	酸碱电子理论	68
	思考题	69
第4章 沉淀与溶解平衡		71
1	溶度积	71
1.1	沉淀及溶解平衡	71
1.2	溶度积常数	71
1.3	溶解度和溶度积之间的换算	72
1.4	溶度积规则	74
2	沉淀溶解平衡的移动	75
2.1	同离子效应	75
2.2	沉淀的生成	76
2.3	溶液 pH 值的控制	78
* 3	分步沉淀和沉淀转化	79
3.1	分步沉淀	79
3.2	沉淀的转化	81
* 4	沉淀的溶解	82
	思考题	84
第5章 氧化还原反应		86
1	氧化还原反应及其方程式的配平	86
1.1	氧化数	86
1.2	氧化还原反应的基本概念	87
1.3	氧化还原反应方程式的配平	87
2	原电池	89
2.1	原电池的概念	89
2.2	原电池的表示方法	90
3	氧化还原反应的电极电势	91
3.1	电极电势的产生	91
3.2	电极电势的表示法	92
3.3	标准电极电势	92
3.4	标准电势表	93
4	标准电极电势的应用	95
4.1	判断氧化剂和还原剂的强弱	95

4.2	判断氧化还原反应的方向	96
4.3	判断氧化还原反应的程度	97
5	影响电极电势的因素	99
5.1	能斯特方程	99
5.2	能斯特方程的应用	100
* 6	电解池	104
* 7	氧化还原反应的应用	105
7.1	化学电源	105
7.2	电镀	106
7.3	金属的腐蚀	106
7.4	金属腐蚀的防止	108
思考题		109
第 6 章	原子结构与分子结构	111
1	原子的组成	111
1.1	原子结构	111
1.2	原子核	111
1.3	同位素和同量素	112
1.4	丰度	113
2	原子核外电子的运动状态	113
2.1	电子云	113
2.2	核外电子的运动状态	115
3	原子核外电子的排布规律	118
3.1	保里不相容原理	118
3.2	能量最低原理	119
3.3	洪特规则	121
3.4	原子核外电子的排布	121
4	元素周期律	125
4.1	核外电子排布的周期性	125
4.2	元素的分区	125
4.3	元素某些性质的周期性	128
5	化学键与分子结构	132
5.1	离子键	132
5.2	共价键	133

5.3 配位键和金属键	149
5.4 分子间作用力和氢键	150
6 晶体结构	153
7 配位化合物简介	155
思考题	156

中篇 重要元素及无机化合物

第7章 主族元素及其重要化合物	158
1 第ⅦA族元素	158
1.1 卤原子的成键特征	159
1.2 单质	159
1.3 卤素的氢化物	163
1.4 卤化物 卤素互化物 多卤化物	166
1.5 卤素含氧酸及其盐	167
1.6 氟和氟化物特性及拟卤素	170
2 第ⅥA族元素	172
2.1 氧和氧化物	172
2.2 硫及其化合物	176
2.3 硫的含氧化合物	179
2.4 硒和碲	183
3 第ⅤA族元素	183
3.1 氮及其氮的化合物	184
3.2 磷及其化合物	187
3.3 砷、锑、铋	190
4 第ⅣA族元素	192
4.1 碳	192
4.2 硅	196
4.3 锗、锡、铅	197
5 第ⅢA族元素	198
5.1 硼	199
5.2 铝	200
5.3 镓、铟、铊	201
6 第ⅠA族元素	202

6.1	单质	203
6.2	化合物	205
7	第ⅡA族元素	208
7.1	单质的性质	209
7.2	碱土金属的氢氧化物	211
7.3	碱土金属的盐类	211
8	稀有气体	212
	思考题	213
第8章	副族元素及其重要化合物	215
1	第ⅠB~ⅡB族元素(铜族和锌族)	215
1.1	铜族元素	215
1.2	锌族元素	218
2	第ⅢB~ⅧB族元素	221
2.1	第ⅢB~ⅧB族元素通性	221
2.2	重要元素及其化合物	223
2.3	第ⅧB族元素(铁系)	225
2.4	铂系元素	228
3	镧系元素和锕系元素	229
	思考题	230

下篇 重要有机化合物

第9章	脂肪族饱和烃	231
1	烷烃的通式、同系列和同系物	231
2	烷烃的同分异构和烷基	231
2.1	烷烃的同分异构	231
2.2	烷基	233
3	烷烃的结构	234
3.1	甲烷的结构	234
3.2	其他烷烃的结构	235
4	烷烃的命名	236
5	烷烃的物理性质	239
6	烷烃的化学性质	240
7	烷烃的来源	242

思考题	243
第 10 章 脂肪族不饱和烃	245
1 烯烃	245
1.1 烯烃的通式、同分异构和命名	245
1.2 烯烃的结构和顺反异构	247
1.3 烯烃的物理性质	250
1.4 烯烃的化学性质	251
1.5 重要的烯烃	258
2 二烯烃	259
2.1 二烯烃的通式、分类和命名	259
2.2 1,3-丁二烯的结构与共轭效应	260
2.3 共轭二烯烃的性质	261
2.4 1,3-丁二烯的制法	264
3 炔烃	265
3.1 炔烃的通式、同分异构和命名	265
3.2 乙炔的结构	266
3.3 炔烃的物理性质	267
3.4 炔烃的化学性质	268
3.5 乙炔的制法和用途	271
思考题	272
第 11 章 卤代烃	274
1 卤代烷烃	274
1.1 卤代烷烃的分类和命名	274
1.2 卤代烷的物理性质	275
1.3 卤代烷的化学性质	276
2 卤代烯烃	281
3 重要的卤烃	282
思考题	283
第 12 章 醇和醚	285
1 醇	285
1.1 饱和一元醇的分类和命名	285
1.2 饱和一元醇的物理性质	286
1.3 饱和一元醇的化学性质	288

1.4	重要的醇	292
2	醚	294
2.1	醚的分类和命名	295
2.2	乙醚的性质	295
2.3	环氧乙烷	296
2.4	硫醇和硫醚	298
	思考题	300
第 13 章	醛和酮	301
1	饱和一元醛和酮	302
1.1	饱和一元醛和酮的同分异构和命名	302
1.2	饱和一元醛和酮的物理性质	302
1.3	饱和一元醛和酮的化学性质	303
1.4	重要的醛、酮	311
	思考题	315
第 14 章	羧酸及其衍生物	317
1	饱和一元羧酸	317
1.1	羧酸的结构和命名	317
1.2	饱和一元羧酸的物理性质	318
1.3	羧酸的化学性质	319
1.4	重要的羧酸	322
2	羧酸衍生物	325
2.1	酰卤	325
2.2	酸酐	326
2.3	酯	327
2.4	酰胺	329
* 3	取代酸	331
3.1	羟基酸	332
3.2	羧基酸	333
3.3	氨基酸、蛋白质、核酸	333
	思考题	335
第 15 章	芳香烃	336
1	苯的结构	337
2	单环芳烃的同分异构和命名	338

2.1	单环芳烃的同分异构	338
2.2	单环芳烃的命名	339
3	单环芳烃的物理性质	341
4	单环芳烃的化学性质	342
4.1	取代反应	342
4.2	加成反应	346
4.3	氧化反应	346
4.4	侧链上的反应	347
5	苯环上取代反应的定位规律	348
5.1	两类定位基	348
5.2	定位规律的解释	350
5.3	二取代苯的定位规律	353
5.4	定位规律的应用	354
* 6	稠环芳烃	355
6.1	萘的结构和性质	355
6.2	蒽和菲	356
6.3	其他稠环芳烃	356
7	重要的芳烃	357
* 8	芳香族含氧化合物	358
8.1	酚类	358
8.2	芳香醛	360
8.3	芳香酮	362
8.4	芳香酸	363
* 9	芳香族含氮化合物	366
9.1	芳香族硝基化合物	366
9.2	芳香族胺	370
9.3	重氮化合物和偶氮化合物	371
	思考题	372
	第 16 章 高分子化合物	374
1	高分子化合物的基本概念	374
1.1	高分子化合物	374
1.2	高分子化合物的命名和分类	375
2	高分子化合物的特性及影响高分子化合物性能的主要因素	377

2.1	高分子化合物的特性	377
2.2	影响高分子化合物性能的主要因素	377
3	高分子化合物的合成反应	379
3.1	加聚反应	379
3.2	缩聚反应	380
4	重要的合成高分子材料	380
4.1	合成塑料	380
4.2	合成纤维	384
4.3	合成橡胶	386
5	离子交换树脂	388
	思考题	389
	参考文献	391
	元素周期表	

上篇 化学基本理论

第 1 章 化学基本知识

1 国际单位制

国际单位制 (SI 制) 是国际计量大会通过的, 它包括国际制基本单位、国际制词冠和国际单位的十进倍数单位三部分, 共有 7 个基本单位、2 个辅助单位、18 个带专门名称的符号及导出单位。下面列出几种常用的基本单位、导出单位和词冠。

1.1 国际单位制中主要基本单位

(1) 长度 单位是米 (m), 英文 meter, 等于氪-86 原子在真空中, $2p_{10}$ 和 $3d_5$ 能级之间跃迁所对应的辐射波长的 1650763.73 倍。用符号 l 表示。

(2) 质量 单位是千克 (kg), 英文 kilogram, 等于国际千克原子的质量。用符号 m 表示。

(3) 时间 单位是秒 (s), 英文 second。秒是铯-133 原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应辐射的 9192631770 个周期所持续的时间。用符号 τ 表示。

(4) 热力学温度 单位是开尔文 (K), 英文 kelvin。热力学温度 (也叫绝对温度) 是在常压 (101.325kPa) 下水的冰点规定为 273.16K, 纯水的沸点规定为 373.16K, 其间的温度间隔为 100K。热力学温度是以绝对零度为起点计的温度, 用符号 T 表示。如果以水的冰点为起点计的温度称为摄氏温度, 单位是 $^{\circ}\text{C}$, 用符号 t 表示。一般测定的是摄氏温度, 从而来计算绝对温度。热力学温度和摄氏温度之间的关系为:

$$T(K) = 273.16 + t(^{\circ}\text{C}) \quad (1-1)$$

习题 1-1 已知室温为 20°C ，求绝对温度。

(5) 物质的量 单位是摩尔 (mol)，英文是 (mole)。摩尔是一系统物质的量。该系统中所包含的结构粒子数与 0.012 千克 ^{12}C 的原子数目相同 (这个数目称为阿伏加德罗常数，它的数目是 6.022×10^{23} 个粒子，用符号 N_A 表示)。也可以说：某系统所含粒子数目为 6.022×10^{23} 个时，该物质的量就是 1 摩尔^①。

根据以上规定可知：1mol 物质的质量在数值上正好等于该物质的原子量 (或分子量)。我们把 1mol 物质的质量叫做该物质的摩尔质量，用符号 M 表示，单位是 g/mol ，从而得出：

$$n = \frac{m}{M} \quad (1-2)$$

式中 n ——物质的量，mol (称为摩尔数)；

m ——物质的质量，g；

M ——物质的摩尔质量， g/mol 。

习题 1-2 已知硫酸的摩尔质量是 98g/mol ， 392g 硫酸是多少摩尔？

1.2 国际单位制中具有专门名称的导出单位

(1) 力 力是物体间的相互作用，单位是牛顿 (N)。

根据牛顿第二定律： $F = ma$

单位： $\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$

(2) 压强 压强是作用于单位面积上的力，单位是帕斯卡 (Pa)。

根据压强的定义： $p = \frac{F}{S}$

式中 S ——表示力所作用的面积， m^2 。

单位： $\text{Pa} = \text{N/m}^2 = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$

① 在使用摩尔时，结构粒子应予以指明，可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子，或这些粒子的特定组合。

(3) 热、功、能 由于环境温度和体系温度不同引起的能量交换称为热，其值称为热量，用 Q 表示。除热之外其他所有形式的能量交换称为功，用 A 表示。体系可对外做功的能力称为能，用 E 表示。它们的单位是焦耳 (J)。

根据功的定义：
$$A = Fl$$

单位：
$$J = N \cdot m = kg \cdot m^2 / s^2$$

(4) 功率 单位时间内所做的功，单位是瓦 (W)。

根据功率的定义：
$$N = \frac{A}{\tau}$$

单位：
$$W = J/s$$

1.3 国际单位制词冠

国际单位制词冠如表 1-1 所示。

表 1-1 主要国际单位制词冠

倍 数	名 称	符 号	倍 数	名 称	符 号
10^9	吉	G	10^{-1}	分	d
10^6	兆	M	10^{-2}	厘	c
10^3	千	k	10^{-3}	毫	m
10^2	百	h	10^{-9}	纳	n
10	十	da	10^{-12}	皮	p

2 理想气体状态方程、分压定律和分体积定律

2.1 气体基本定律

理想气体：分子本身体积与气体的体积相比可以忽略不计，分子之间不存在作用力，这样的气体称为理想气体。理想气体实际上是不存在的，但在高温、低压下气体的性质接近理想气体。

(1) 波义耳 (R. Boyle) 定律 在一定温度下，一定质量的气体，其体积和压强成反比：

$$pV = k_1 \quad (1-3)$$

式中 p ——压强，Pa (或 kPa)；