

高等学校教学参考书

# 基础化学例题与习题

[美] Jr., H. O. 戴 莱 著  
R. F. 奥马莱  
杜 尧 国 译

吉林人民出版社

# 基础化学例题与习题

〔美〕Jr., H.O. 戴 莱 著  
R. F. 奥 马 莱

杜尧国 译

吉林人民出版社

高等学校教学参考书  
基础化学例题与习题

〔美〕Jr., H. O. 戴 莱 著  
R. F. 奥马莱  
杜 尧 国 译

☆

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行  
长春新华印刷厂印刷

★

787×1092毫米32开本 12 $\frac{3}{4}$ 印张 3插页 280,000字

1983年6月第1版 1983年6月第1次印刷

印数：1—25,070册

书号：13091·134 定价：1.30元

# 基础化学例题与习题

## 译者序

本书原名《Problems in Chemistry》，系J. J. Lagowski所主编的成套教科书《大学生化学》中的第三卷，卷一和卷二分别是《近代无机化学》和《近代化学分析和仪器分析》。为使本书译名更合乎内容实际，将书名译成《基础化学例题与习题》。

本书共分十九章，前十八章都是化学原理部分，共列举有例题225道和习题830道，第十九章是按周期表分族安排的元素化学方面内容的习题200道，因此例题和习题在一起共有1250道之多。书后附有习题答案，可供核对。

本书有着许多为同类其它书籍所没有的特点。首先就是本书习题大多数直接取材于文献（直到1972年），使学生通过做题后除达到习题的一般目的的要求外，还能了解到无机化学的发展动态和研究方法，一举两得。其次是本书作者特别重视量纲和有效数字的处理，在书中反复示例以引起重视，而这方面往往是容易忽视的。全书内容起点较低，但循序渐进，最后达到一定高度，并在各章中写有提纲式重点内容以帮助学生复习基本概念。在单位制上，本书介绍并兼用了国际单位制（SI制）以便学生了解这方面的动态。

本书适用于学习无机化学或普通化学的理工科大学生自学和参考。还可作为大学教师在教学中选材和中学教师自修参考之用。

在翻译过程中，译者就个别问题如摩尔，络合物命名方

法等处加了注或作了改写，使之符合现今国内外情况。译者已就原书中出现的一些明显错误给以订正，不再在正文中逐处指出。

限于译者的水平，译文定有不够妥当和错误之处，希读者批评指正。

译 者

1981年9月于 吉林大学

# 目 录

<b>第一章 性质及其测量</b> .....	1
1—1 性质 .....	1
1—2 外延的和内涵的性质 .....	1
1—3 密度和比重 .....	1
1—4 测量单位 .....	2
1—5 米制 .....	2
1—6 准确度和精密度 .....	4
1—7 有效数字 .....	4
1—8 计算中的有效数字 .....	6
1—9 加法和减法 .....	6
1—10 乘法和除法 .....	7
1—11 计算单位 .....	7
1—12 单位变换 .....	9
1—13 温度 .....	11
1—14 温度变换 .....	11
1—15 比热 .....	12
习题 .....	14
补充习题 .....	17
<b>第二章 原子、克原子和符号</b> .....	20
2—1 定比定律 .....	20
2—2 化合量 .....	22
2—3 克当量 .....	23
2—4 原子 .....	23
2—5 原子量 .....	24
2—6 克原子 .....	24
2—7 符号 .....	26

2—8	原子量的测定 .....	27
2—9	杜隆和柏蒂定律 .....	28
	习题 .....	30
	补充习题 .....	32
<b>第三章</b>	<b>分子、摩尔和化学式 .....</b>	<b>35</b>
3—1	分子量 .....	35
3—2	摩尔 .....	35
3—3	化学式 .....	37
3—4	化学式的确定 .....	39
3—5	从化学式求组成 .....	39
3—6	从组成定化学式 .....	40
	习题 .....	45
	补充习题 .....	48
<b>第四章</b>	<b>化学方程式 .....</b>	<b>55</b>
4—1	方程式 .....	55
4—2	配平方程式 .....	57
4—3	化学方程式的类型 .....	57
4—4	简单方程式的配平规则 .....	58
4—5	氧化还原方程式的配平 .....	60
4—6	氧化数法 .....	60
4—7	理论产量或计算产量 .....	62
4—8	实际产量、百分产量 .....	68
	习题 .....	69
	补充习题 .....	76
<b>第五章</b>	<b>气体 .....</b>	<b>82</b>
5—1	波义耳定律 .....	82
5—2	盖·吕萨克定律或查理定律 .....	83
5—3	状态方程式 .....	85
5—4	气体的量 .....	86

5—5	气体常数的求值 .....	87
5—6	气体的分子量 .....	88
5—7	气体密度和理想气体方程式 .....	90
5—8	道尔顿分压定律 .....	91
5—9	盖·吕萨克化合物体积定律 .....	92
5—10	克分子体积 .....	92
5—11	格拉罕姆扩散定律 .....	93
5—12	实际气体的行为 .....	94
5—13	极限密度 .....	94
5—14	实际气体状态方程式 .....	96
	习题 .....	98
	补充习题 .....	103
<b>第六章</b>	<b>化学键</b> .....	<b>108</b>
6—1	化合物的分类 .....	108
6—2	离子键 .....	108
6—3	共价键 .....	109
6—4	路易斯结构 .....	109
6—5	书写路易斯结构的规则 .....	109
6—6	多重键 .....	111
6—7	配位共价键 .....	112
6—8	对八隅体规则的偏离 .....	113
6—9	共振 .....	114
6—10	分子形状 .....	115
6—11	电子对互斥理论 .....	115
6—12	对等边几何形状的位移 .....	116
6—13	含多重键的分子 .....	122
	习题 .....	122
<b>第七章</b>	<b>溶液</b> .....	<b>127</b>
7—1	溶液浓度的表示方法 .....	127
7—2	体积克分子溶液 .....	129



7—3	溶质量的计算 .....	130
7—4	稀释 .....	133
7—5	重量克分子溶液 .....	134
7—6	摩尔分数 .....	135
	习题 .....	137
	补充习题 .....	139
<b>第八章</b>	<b>依数性 .....</b>	<b>142</b>
8—1	依数性 .....	142
8—2	蒸气压下降 .....	142
8—3	沸点升高 .....	143
8—4	凝固点下降 .....	145
8—5	渗透压 .....	146
8—6	分子量测定 .....	147
8—7	理想溶液 .....	150
	习题 .....	150
	补充习题 .....	153
<b>第九章</b>	<b>热化学 .....</b>	<b>157</b>
9—1	热容 .....	157
9—2	热含量或焓 .....	159
9—3	伴随着状态改变的热量变化 .....	159
9—4	反应热 .....	161
9—5	燃烧热 .....	161
9—6	标准生成焓 .....	161
9—7	盖斯定律 .....	161
9—8	量热法 .....	164
9—9	键能 .....	166
	习题 .....	169
	补充习题 .....	173
<b>第十章</b>	<b>电解质溶液 .....</b>	<b>178</b>

10—1	依数性 .....	178
10—2	离子的浓度 .....	180
10—3	分析浓度 .....	182
10—4	pH和pOH .....	182
	习题 .....	185
<b>第十一章</b>	<b>化学平衡, I</b> .....	<b>188</b>
11—1	可逆反应-平衡 .....	188
11—2	平衡常数 .....	188
11—3	化学平衡的动力学本质 .....	189
11—4	单相和多相平衡 .....	190
11—5	$K_c$ 和 $K_p$ .....	190
11—6	平衡常数计算 .....	191
11—7	从平衡常数计算浓度 .....	193
	习题 .....	196
	补充习题 .....	201
<b>第十二章</b>	<b>化学平衡, II</b> .....	<b>206</b>
12—1	弱酸和弱碱 .....	206
12—2	离解常数的计算 .....	207
12—3	从离解常数计算浓度 .....	207
12—4	水的离子积 .....	211
12—5	$pK_w$ .....	212
12—6	同离子效应 .....	212
12—7	缓冲溶液 .....	213
12—8	亨德逊-哈塞巴尔赫方程式 .....	214
12—9	多质子酸 .....	215
12—10	有关离解常数的另一类计算 .....	216
	习题 .....	218
	补充习题 .....	220
<b>第十三章</b>	<b>化学平衡, III</b> .....	<b>223</b>

13—1	溶度积 .....	223
13—2	从溶解度计算 $K_s$ 值 .....	225
13—3	从 $K_s$ 计算溶解度 .....	227
13—4	同离子效应在溶解度中的应用 .....	229
13—5	络离子 .....	230
13—6	络离子的离解常数 .....	231
13—7	水解 .....	233
13—8	醋酸钠 .....	233
13—9	氯化铵 .....	234
13—10	醋酸铵 .....	236
	习题 .....	237
	补充习题 .....	239
<b>第十四章</b>	<b>氧化-还原</b> .....	<b>243</b>
14—1	氧化数 .....	243
14—2	氧化数的规定 .....	243
14—3	溶液中的氧化-还原反应 .....	245
14—4	用离子-电子法配平氧化-还原反应 .....	245
14—5	氧化-还原反应的化学计量 .....	249
	习题 .....	251
<b>第十五章</b>	<b>电化学</b> .....	<b>255</b>
15—1	电解 .....	255
15—2	法拉第电解定律 .....	255
15—3	法拉第常数的测定 .....	256
15—4	原电池 .....	257
15—5	标准电极电势: 测量 .....	258
15—6	标准电极电势: 表 .....	259
15—7	标准电极电势的应用 .....	262
15—8	浓度对原电池 emf 值的影响 .....	264
15—9	平衡常数的计算 .....	266

	习题 .....	267
	补充习题 .....	270
<b>第十六章</b>	<b>熵和自由能 .....</b>	<b>273</b>
16—1	熵 .....	273
16—2	伴随着状态改变的熵变 .....	273
16—3	恒温条件下的熵变 .....	274
16—4	不可逆变化 .....	275
16—5	宇宙的熵 .....	275
16—6	波尔茨曼方程式 .....	276
16—7	绝对熵 .....	277
16—8	吉布斯自由能 .....	279
16—9	标准生成自由能 .....	279
16—10	自由能和平衡常数 .....	281
16—11	自由能与自发反应 .....	282
16—12	从原电池emf 值计算自由能变化 .....	283
	习题 .....	284
	补充习题 .....	287
<b>第十七章</b>	<b>化学动力学 .....</b>	<b>291</b>
17—1	引言 .....	291
17—2	反应速度 .....	291
17—3	速度方程式 .....	291
17—4	$n$ 和 $k$ 的测定 .....	294
17—5	半衰期 .....	296
17—6	一级反应的其它积分方程式 .....	297
17—7	高级数反应 .....	298
17—8	二级反应 .....	299
17—9	二级反应的半衰期 .....	301
	习题 .....	302
	补充习题 .....	308

<b>第十八章</b>	<b>配位化合物</b>	312
18—1	引言	312
18—2	配位化合物的命名	312
18—3	螯合物	315
18—4	几何学与络合物	316
18—5	几何异构现象	316
18—6	价键理论	318
18—7	晶体场理论和配位场理论	319
	习题	320
	补充习题	324
<b>第十九章</b>	<b>元素的化学</b>	327
19—1	氢	327
19—2	氧	328
19—3	碱金属	330
19—4	碱土金属	331
19—5	硼、铝	332
19—6	碳、硅	334
19—7	氮、磷、砷、锑	337
19—8	硫、硒、碲	340
19—9	卤素	343
19—10	稀有气体	345
19—11	铜、银、金	348
19—12	锌、镉、汞	349
19—13	过渡元素	351
<b>附录一</b>	<b>本书所用符号</b>	356
<b>附录二</b>	<b>本书所引文献译名</b>	358
<b>附录三</b>	<b>习题答案</b>	360
<b>附录四</b>	<b>数据表</b>	396
	<b>元素周期表</b>	

# 第一章 性质及其测量

## 1-1 性质

在 105 种元素和大量的已知化合物中，性质是互不相同的，这些特性被化学家用来区分那些不同的元素和化合物。化学性质是指物质转变成完全不同的物质时所观察到的那些性质。物理性质则指不发生化学反应时所观察到的性质。

## 1-2 外延的和内涵的性质

物质的外延的性质例如体积，重量，面积等，它们依赖于物质所存在的个别试样的情况。而内涵的性质如颜色，嗅味，熔点和蒸气压力等则与物质所存在的个别试样情况无关。密度是任何物质的一种十分重要的内涵性质。

## 1-3 密度和比重

密度被定义为单位体积中的质量，可表示为：

$$d = \frac{m}{v} \quad \text{式中 } d \text{ 为密度， } m \text{ 为质量和 } v \text{ 为体积。}$$

比重是一种与密度紧密有关的体系性质。比重被定义为物质的密度与水的密度的比值。在许多情况下，采用 4℃ 时

表1-1 所选物料的密度

物 料	密度, g/cc	物 料	密度, g/cc
Al	2.70	Pb	11.3
Au	19.3	Pt	21.4
B	2.50	U	18.9
Br	3.12	CCl <sub>4</sub>	1.60
Ga	6.09	SiCl <sub>4</sub>	1.48
Hg	13.5	SnCl <sub>4</sub>	2.23
Na	0.971	玻璃	2.23

水的密度值。由于比重是一种比值，所以它是一种无量纲的数量。对日常工作来说，4℃时水的密度近似等于1g/cc，所以物质的比重和密度是同一数值。

#### 1-4 测量单位

长期以来，科学知识很不完备，仅仅处于描述或定性的阶段。以测量结果来表示的定量知识一直是科学研究的直接目标。在任一种度量制的基本单位中，长度，质量和时间的单位总是最基本的。在科技工作中，这些量是用米制单位来表示的。

#### 1-5 米制

长度，质量和时间的基本单位分别是米，千克和秒。它们便于使用，因为每一基本单位间倍数大小是10的幂次关系。

在1960年发展了一种新的米制，被称之为国际单位制(SI)。关于米制的简史和在英国的应用情况可参阅文献——美国国家标准局特种出版物，序号304A，(1970)。给基本单位所规定的数值已为国家标准局采用〔见美国国家标准局Tech News Bull., 47, (10)(1963)或J.Chem. Educ., 48, 569 (1971)〕。经过国际协议这一米制已被肯定下来，它适用于科学、工业和贸易等任一方面。

米被定义为Kr86光谱中橙-红谱线波长的1,650,763.73倍。所用符号为m。米制中的其它长度单位是：

$$\text{千米 (km)} = 1000\text{m} = 10^3\text{m}$$

$$\text{厘米 (cm)} = 0.01\text{m} = 10^{-2}\text{m}$$

$$\text{毫米 (mm)} = 0.001\text{m} = 10^{-3}\text{m}$$

$$\text{微米 } (\mu\text{m}) = 0.000001\text{m} = 10^{-6}\text{m}$$

$$\text{毫微米 (nm)} = 0.000000001\text{m} = 10^{-9}\text{m}$$

$$\text{埃 } (\text{\AA}) = 0.0000000001\text{m} = 10^{-10}\text{m}$$

质量的单位是千克(kg)，国际千克质量的标准是放在法国西佛雷斯(Sevres)的一个铂-铱圆柱体。较小的一些单位连同它们的符号列于下面。

$$\text{克 (g)} = 10^{-3}\text{kg}$$

$$\text{毫克 (mg)} = 10^{-6}\text{kg}$$

$$\text{微克 } (\mu\text{g}) = 10^{-9}\text{kg}$$

微克也叫做伽马( $\gamma$ )。例如化学家们常提及的每升溶液中含1 $\gamma$ 溶质的溶液。

时间的基本单位是秒(sec)。它被定义为铯原子的某种跃迁所伴有的辐射9,192,631,770周。

体积的基本单位是立方米( $\text{m}^3$ )。液体的体积是用由此派生出来的另一单位——升(l)来度量的。一升被定义为



$0.001\text{m}^3$  或  $1000\text{cm}^3$  (常写作cc)。毫升 (ml) 常在实验室里用来度量液体的体积。一升等于1000ml。

## 1-6 准确度和精密度

测量的准确度被定义为测量值对精确值的符合程度。精密度是指测量值的重现性。测量值一方面决定于测量仪器的可靠性, 另一方面也与测量人员的判断力有关。如用直尺测量物体的长度时, 准确度首先在于对直尺上的刻度的保护。当要确定哪一刻度最接近所测量的长度时, 使用者的判断力在这时就开始起作用。假如长度在两个刻度之间, 必须估量好长度值的末位数字。长度值若是  $28.6\text{mm}$ , 那末最后一位数字 6 是一个不精确的估计数。该长度值具有三位有效数字。

测量记录为  $28.62\text{mm}$  时, 此值有两方面含义, 一方面指出不精确的末位数字 2, 另一方面指出测量技术较前更为精确。此值具有四位有效数字。

甚至在使用十分精密的仪器时, 化学家的判断力也是不可缺少的。用天平, 滴定管, pH 计或者红外分光光度计以及其它许多仪器所进行的测量都离不开化学家所作出的估量。

## 1-7 有效数字

在一测定量中, 有效数字的位数等于已知精确值数字的位数加上不精确值的第一个数字。小数点的位置是无关紧要的。除了“0”被用来指出小数点的位置以外, “0”属于有效数字。假如只在“0”的右边有数字, 即“0”用来指出小数点的位置, 那末“0”不是有效的。当“0”位于两个数字之间,