

高等院校“十二五”规划教材
GAODENG YUANXIAO SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

物理化学

PHYSICAL
CHEMISTRY

主编◎张雄飞 王少芬



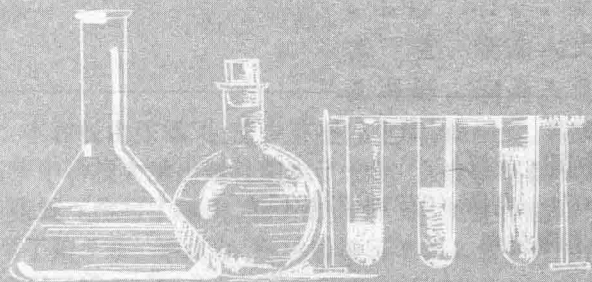
华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

高等院校“十二五”规划教材
GAODENG YUANXIAO SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

[illegible]

物理化学

PHYSICAL CHEMISTRY



華中科技大學出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉


 本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换
 全国免费服务热线: 400-6679-118, 竭诚为您服务
 版权所有 侵权必究

物理化学常用符号

编委会

主 编	张雄飞	长沙理工大学
	王少芬	长沙理工大学
副主编	谭年元	湖南工程学院
	杨风霞	河南科技学院
	邓 斌	湘南学院
	彭 荣	湖北文理学院
	吴显明	吉首大学
编 委	童海霞	长沙理工大学
	喻林萍	长沙理工大学
	肖忠良	长沙理工大学
	曾巨澜	长沙理工大学
	彭三军	长沙理工大学
	文 瑾	湖南人文科技学院
	王书媚	湖南人文科技学院
	李家元	湘南学院

本教材由张雄飞、王少芬担任主编，谭年元、杨风霞、邓斌、彭荣、吴显明担任副主编，华中科技大学出版社组织了全国 10 余位有教学经验的老师共同编写，具体分工如下：张雄飞编写了绪论、第 2 章、第 9 章；王少芬编写了第 1 章、第 7 章；童海霞、谭年元编写了第 5 章；喻林萍、杨风霞编写了第 6 章；肖忠良、邓斌编写了第 8 章；曾巨澜、彭荣编写了第 10 章；彭三军、吴显明编写了第 3 章；文瑾、王书媚、李家元编写了第 4 章。全书由张雄飞、王少芬统稿。

张雄飞，男，博士，副教授，物理化学/应用化学专业硕士研究生导师。主要研究方向为能源交通材料物理化学、生物纳米功能材料。发表学术论文 40 余篇，其中被三大检索收录 12 篇；主持完成国家及省部项目 8 项，在研 2 项。

王少芬，女，博士，副教授，物理化学专业硕士研究生导师。主要研究方向为应用电化学与热化学。发表学术论文 30 余篇，其中被三大检索收录十余篇次，主持完成科研项目 1 项。

内容提要

前言

进入本世纪以来,国内陆续出版了众多《物理化学》教材,但是大部分是面向多学时教学对象的,导致教材的广度和深度与少学时的教学不相适应。

本教材是按照教育部高教司制定的本科物理化学教学基本要求,量与单位采用国家标准(GB3100-3102-93)编写的。教材的编写旨在提供以“必需”和“够用”为前提(少数超出此范围的内容以“*”标出),难度适宜的少学时的《物理化学》教学用书。本教材适用于化学、化工、轻工、食品、环保等不同专业的全日制本科、专科以及继续教育的《物理化学》教学。

本书在编写过程中得到长沙理工大学化学与生物工程学院、江西农业大学、陇东学院、湘南学院等院校和华中科技大学出版社的悉心指导与大力支持,编者在此表示诚挚的谢意。

由于水平所限,本书与读者的期望尚有不少差距,书中谬误之处在所难免,欢迎读者批评指正。

——编者

物理化学常用符号

1. 物理量的符号和名称(拉丁文)

A	亥姆霍兹函数(自由能), 指前因子, 面积
a_s	比表面
a	范德华参量, 相对活度
b	范德华参量, 碰撞参数
b_B	物质 B 的质量摩尔浓度, (亦有用 m_B)
B	任意物质, 溶质
C	热容, 独立组分数
c	物质的量浓度, 光速
D	解离能, 扩散系数, 介电常数
d	直径
d	微分
E	能量, 电动势
e	电子电荷
F	法拉第常数, 力, 自由度
f	自由度, 逸度因子(亦有用 ϕ), 力
G	吉布斯函数(自由能), 电导
g	重力加速度, 渗透因子
H	焓
h	高度, 普朗克常量
I	电流强度, 离子强度, 光强度
j	电流密度(亦有用 i)
K	平衡常数
k	玻耳兹曼常数(或 k_B), 反应速率常数
L	阿伏加德罗常数(或 N_A)

l	长度, 距离
M	摩尔质量
M_r	物质的相对摩尔质量
m	质量
N	系统中的分子数
n	物质的量, 反应级数
P	相数(亦有用 Φ), 概率因子
p	压力
$\bar{p}$	逸度(亦有用 f)
Q	热量, 电荷量
q	吸附量
R	标准摩尔气体常量, 电阻, 半径, 独立的化学反应数
R'	其它组成限制条件数
r	速率, 距离, 半径
S	熵, 物种数, 表面积
T	热力学温度
t	时间, 摄氏温度
u	离子电迁移率
V	体积
$V_m(B)$	物质 B 的摩尔体积
V_B	物质 B 的偏摩尔体积
v	速度
W	功
w_B	物质 B 的质量分数
x_B	物质 B 的摩尔分数
y_B	物质 B 在气相中的摩尔分数
Z	配位数, 碰撞频率, 逸度因子
z	离子价数, 电荷数

2. 物理量的符号和名称(希腊文)

α	热膨胀系数, 转化率, 解离度
α	相态
β	冷冻系数
β	相态
γ	热容比(亦称绝热指数), 活度因子, 表面张力(亦有用 σ)
ϵ	能量, 介电常数
ζ	电动电势
η	热机效率, 超电势, 黏度
θ	覆盖率, 接触角
κ	电导率
λ	波长
Λ_m	摩尔电导率
μ	化学势, 折合质量
σ	波数
Θ	特征温度
Γ	表面吸附超量, 吸附量
δ	距离, 厚度
δ	非状态函数的微变
Δ	状态函数的变化量
μ_J	焦耳系数
μ_{J-T}	焦耳—汤姆逊系数
ν	频率
ν_B	物质 B 的化学计量数
ξ	反应进度
Π	渗透压, 表面压
ρ	电阻率, 密度, 体积质量
τ	弛豫时间, 时间间隔
ψ	波函数
φ	电势, 渗透因子

3. 其他符号和上下标(正体)

g	气态(gas)
---	---------

l	液态(liquid)
s	固态(solid), 秒(second)
mol	摩尔(molar)
r	转动(rotation), 反应(reaction), 可逆(reversible)
ir	不可逆(irreversible)
sat	饱和(saturation)
sln	溶液(solution)
sol	溶解(solution)
sub	升华(sublimation)
trs	晶型转变(transformation)
vap	蒸发(vaporization)
mix	混合(mixture)
dil	稀释(dilution)
aq	水溶液(aqueous)
e	外部(external)
su	环境(surroundings)
eq	平衡(equilibrium)
id	理想(ideal)
re	实际(real)
$\pm$	离子平均
$\neq$	活化络合物或过渡状态
Π	连乘号
Σ	加和号
exp	指数函数(exponential)
def	定义(definition)
const	常数(constant)
$\ominus$	标准态
∞	无限稀释, 饱和吸附
$\dot{\xi}$	进度对时间的微分(速率)
*	纯物质状态
pg	纯态理想气体
[B]	物质 B 的浓度

目 录

绪 论	1
第1章 气体的 pVT 性质	7
1.1 物质的聚集状态	7
1.2 理想气体状态方程	8
1.2.1 理想气体状态方程	8
1.2.2 摩尔气体常数	9
1.2.3 理想气体微观模型	10
1.3 理想气体混合物	11
1.3.1 道尔顿分压定律	11
1.3.2 阿玛格分体积定律	12
1.3.3 气体混合物的平均摩尔质量	14
1.4 真实气体与真实气体状态方程	15
1.4.1 真实气体对理想气体的偏差	15
1.4.2 真实气体状态方程	16
1.5 真实气体的液化	19
第2章 热力学第一定律	25
2.1 热力学概论	25
2.1.1 热力学的理论基础	25
2.1.2 热力学的研究方法	26
2.2 热力学基本概念	27
2.2.1 系统和环境	27
2.2.2 系统的宏观性质	27
2.2.3 物质的聚集状态和相态	28
2.2.4 系统的状态和状态函数	28
2.2.5 热力学平衡态	30
2.2.6 过程与途径	30
2.2.7 状态函数法	32
2.3 热力学第一定律	33
2.3.1 热和功	33
2.3.2 热力学能	34
2.3.3 热力学第一定律	35
2.4 热力学可逆过程	36
2.4.1 准静态过程	36
2.4.2 可逆过程	38
2.5 焓	39
2.5.1 恒容热	39

2.5.2 恒压热和焓	40
2.5.3 理想气体的热力学能和焓	41
2.6 热容	42
2.6.1 热容、比热容和摩尔热容	42
2.6.2 摩尔恒容热容和摩尔恒压热容	43
2.6.3 理想气体的热容	44
2.6.4 摩尔热容与温度的关系	44
2.7 热力学第一定律的应用	45
2.7.1 理想气体的简单变化过程	45
2.7.2 相变化过程	52
2.7.3 化学变化过程	53
2.7.4 * 节流膨胀	64
第3章 热力学第二定律	73
3.1 热力学第二定律	73
3.1.1 自发过程的共同特征	74
3.1.2 热力学第二定律	75
3.2 卡诺循环和卡诺定理	76
3.2.1 热机效率	76
3.2.2 卡诺循环	77
3.2.3 卡诺定理及其推论	79
3.3 熵函数	80
3.3.1 熵函数的定义	80
3.3.2 热力学第二定律数学表达式	83
3.3.3 熵增加原理及熵判据	83
3.3.4 环境熵变的计算	84
3.3.5 系统熵变的计算	85
3.4 热力学第三定律	90
3.4.1 热力学第三定律	90
3.4.2 规定摩尔熵和标准摩尔熵	91
3.4.3 化学反应熵变的计算	91
3.4.4 熵的物理意义	93
3.5 亥姆霍兹函数	94
3.5.1 亥姆霍兹函数的导出	94
3.5.2 亥姆霍兹函数判据	95
3.5.3 亥姆霍兹函数变的计算	95
3.6 吉布斯函数	96
3.6.1 吉布斯函数的导出	96
3.6.2 吉布斯函数判据	97
3.6.3 吉布斯函数变的计算	97

3.7	热力学函数基本关系	101
3.7.1	热力学基本方程	101
3.7.2	对应系数关系式	103
3.7.3	麦克斯韦关系式	105
3.7.4	吉布斯—亥姆霍兹方程	106
第4章	多组分系统热力学	114
4.1	多组分系统的概念	114
4.1.1	多组分系统和单组分系统	114
4.1.2	混合物与溶液	115
4.2	偏摩尔量	118
4.2.1	偏摩尔量的定义	118
4.2.2	偏摩尔量集合公式	119
4.2.3	吉布斯—杜亥姆方程	120
4.2.4	同一组分不同偏摩尔量之间的关系	120
4.3	化学势	121
4.3.1	化学势的定义	121
4.3.2	多组分组成可变系统的热力学基本方程	121
4.3.3	化学势判据	123
4.4	气体组分的化学势	125
4.4.1	理想气体的化学势	125
4.4.2	真实气体的化学势及逸度	126
4.5	拉乌尔定律和亨利定律	127
4.5.1	拉乌尔定律	128
4.5.2	亨利定律	128
4.6	理想液态混合物	130
4.6.1	理想液态混合物的定义和特征	130
4.6.2	理想液态混合物中任意组分的化学势	132
4.6.3	理想液态混合物的液气平衡	133
4.7	理想稀薄溶液	136
4.7.1	理想稀薄溶液的概念	136
4.7.2	理想稀薄溶液中各组分的化学势	137
4.8	理想稀薄溶液的依数性	142
4.8.1	蒸气压下降	142
4.8.2	凝固点降低	142
4.8.3	沸点升高	144
4.8.4	渗透压	145
4.9	分配定律	146
4.9.1	能斯特分配定律	146
4.9.2	萃取	147

4.10	真实液态混合物及溶液	147
4.10.1	真实液态混合物对理想液态混合物的偏差	147
4.10.2	真实液态混合物中任意组分的化学势及活度	148
4.10.3	真实溶液中溶剂和溶质的化学势及活度	149
	第5章 多相平衡	154
5.1	相律和相图	154
5.1.1	基本概念及定义	154
5.1.2	相律的推导	156
5.1.3	几点说明	159
5.2	单组分系统的两相平衡热力学方程	160
5.2.1	克拉贝龙方程	160
5.2.2	克劳修斯-克拉贝龙方程	161
5.3	单组分系统的相图	162
5.3.1	水的相平衡实验	163
5.3.2	水的相图分析	163
5.3.3	二氧化碳的相图	165
5.3.4	硫的相图	165
5.4	双组分理想液态混合物的相图	166
5.4.1	理想液态混合物的蒸汽压-组成图	166
5.4.2	理想液态混合物的沸点-组成图(等压 $T-x$ 图)	168
5.4.3	两相平衡时物质数量间的关系——杠杆规则	168
5.4.4	精馏原理	170
5.5	双组分真实液态混合物的相图	171
5.5.1	具有一般正偏差(或负偏差)的液态化合物的相图	171
5.5.2	具有最大正偏差的液态混合物的相图	172
5.5.3	具有极大负偏差的液态混合物的相图	173
5.6	双组分部分互溶系统的相图	174
5.7	双组分完全不互溶系统的相图	177
5.7.1	完全不互溶系统的特点	177
5.7.2	完全不互溶系统的温度-组成图	178
5.7.3	水蒸汽蒸馏	179
5.8	双组分固-液系统的相图	180
5.8.1	生成简单低共熔混合物系统的相图	180
5.8.2	生成化合物系统的相图	186
5.9	三组分系统的相图	190
	第6章 化学平衡	202
6.1	化学反应的方向和限度	202
6.1.1	化学反应概述	202
6.1.2	化学反应的方向和限度	202

6.2	化学反应恒温方程式	203
6.2.1	理想气体混合物反应系统	204
6.2.2	有理想液态物质参加的混合物反应系统	207
6.3	化学反应的标准平衡常数	208
6.3.1	化学反应标准平衡常数	208
6.3.2	气相反应的标准平衡常数	208
6.3.3	液相反应的平衡常数	209
6.3.4	复相反应的平衡常数	211
6.4	标准平衡常数的测定和求算	212
6.4.1	标准平衡常数的测定	212
6.4.2	标准平衡常数的求算	212
6.4.3	平衡转化率和平衡组成的计算	214
6.5	影响化学平衡的因素	214
6.5.1	温度对化学平衡的影响—化学反应恒压方程式	214
6.5.2	压力对化学平衡的影响	216
6.5.3	惰性气体对化学平衡的影响	217
6.6	同时平衡	218
6.6.1	反应耦合	218
6.6.2	同时平衡	218
第7章	电化学	223
7.1	电化学基本概念	223
7.1.1	导体分类	223
7.1.2	原电池与电解池	224
7.1.3	法拉第定律	224
7.1.4	离子的电迁移率和迁移数	226
7.2	电导率和摩尔电导率	228
7.2.1	电导、电导率、摩尔电导率的定义	228
7.2.2	电导和电导率的测定	230
7.2.3	电导率和摩尔电导率与浓度的关系	231
7.2.4	离子独立运动定律	233
7.2.5	电导测定的应用	234
7.3	强电解质溶液的活度	237
7.3.1	离子的平均活度和平均活度因子	237
7.3.2	离子互吸理论简介	240
7.3.3	离子强度和德拜-休克尔极限公式	241
7.4	可逆电池和电池电动势	243
7.4.1	电池反应和电池图示法	244
7.4.2	可逆电池	245
7.4.3	电池电动势及其测定方法	245

7.4.4 韦斯登标准电池	246
7.5 原电池热力学	247
7.5.1 电池反应的吉布斯函数变与电池电动势的关系	248
7.5.2 电池电动势与各组分活度的关系—能斯特方程	248
7.5.3 原电池电动势与一些热力学量的关系	249
7.6 电极电势和电极种类	251
7.6.1 电极电势	251
7.6.2 标准电极电势	252
7.6.3 电极种类	254
7.6.4 电池电动势的计算	257
7.7 原电池的设计	259
7.7.1 原电池设计方法	259
7.7.2 浓差电池和液接电势	261
7.7.3 电池电动势的应用	265
7.8 不可逆电极过程	268
7.8.1 分解电压	268
7.8.2 电极极化和超电势	269
7.8.3 电解过程的电极反应	273
7.8.4 电解的应用	274
7.9 电化学腐蚀和金属防护	275
7.9.1 金属电化学腐蚀	275
7.9.2 金属防护	276
第8章 化学动力学基础	282
8.1 化学动力学基本概念	283
8.1.1 化学反应速率	283
8.1.2 化学反应机理	284
8.1.3 质量作用定律	285
8.1.4 化学反应速率方程和反应级数	286
8.1.5 用气体组分的分压表示的速率方程	286
8.2 简单级数反应	287
8.2.1 零级反应	287
8.2.2 一级反应	287
8.2.3 二级反应	289
8.2.4 n 级反应	291
8.3 反应级数确定方法	292
8.3.1 微分法	292
8.3.2 积分法	293
8.3.3 半衰期法	293
8.3.4 隔离法	294

8.4	温度对反应速率的影响	294
8.4.1	范特霍夫经验规则	294
8.4.2	阿仑尼乌斯方程	295
8.4.3	实验活化能	295
8.5	典型的复合反应	298
8.5.1	对行反应	299
8.5.2	平行反应	300
8.5.3	连串反应	302
8.6	复合反应的速率方程	303
8.6.1	复合反应速率方程的近似处理法	304
8.6.2	稳态近似法	305
8.6.3	非基元反应的表观活化能与基元反应活化能之间的关系	306
8.6.4	链反应	307
8.6.5	爆炸与支链反应	309
8.7	光化学反应	310
8.7.1	光化学反应基本定律	311
8.7.2	光化学反应动力学	312
8.8	催化反应	314
8.8.1	催化反应的基本概念	314
8.8.2	催化反应的基本特征	314
8.8.3	均相催化反应	316
8.8.4	多相催化反应	317
第9章	界面现象	327
9.1	表面张力和表面吉布斯函数	327
9.1.1	比表面和表面功	327
9.1.2	表面热力学基本方程	329
9.1.3	影响表面张力的因素	330
9.2	液体的表面性质	331
9.2.1	弯曲液面的附加压力	331
9.2.2	弯曲液面的饱和蒸气压	332
9.2.3	铺展和润湿	334
9.2.4	毛细管现象	336
9.2.5	溶液的表面吸附	338
9.3	固体的表面性质	345
9.3.1	固体的表面吸附	346
9.3.2	吸附热力学	350
9.3.3	固体自溶液中的吸附	350
9.4	亚稳态和新相生成	352
9.4.1	亚稳态	352

绪 论

一、物理化学的基本内容

化学属于自然科学中极为重要的一大门类,是研究物质的组成、结构、性质和变化的科学。它是从原子、分子水平上研究物质(原子和分子的组合)运动的性质、变化规律以及影响因素的一门学科。无机化学研究无机物的性质及其变化规律,有机化学研究有机物的性质及其变化规律,分析化学研究物质的组成及其鉴定方法。这些学科研究不同类型物质的性质和变化规律及物质组成鉴定方法,并不具有普遍性意义。然而,物质发生化学变化时必然伴随着物理变化,如压力、体积、温度的变化等;而物理变化反过来又会影响化学反应的进行,如温度的改变可以改变反应速率乃至方向等,即物理变化与化学变化有着强烈的相互影响。物理化学就是从研究物理变化和化学变化相互之间的联系入手,从而探索寻找化学变化中最具普遍性的基本规律的一门学科。换言之,它主要是用物理方法研究化学反应的一般变化规律,所以物理化学又称为理论化学。无机化学、分析化学、有机化学、物理化学构成传统化学学科的四大分支学科。

物理学有热力学、动力学、电学、光学、统计力学、物质结构等分支学科,应用于化学便形成化学热力学、化学动力学、电化学、光化学、统计热力学、结构化学等物理化学分支学科;另外,分子聚集成的胶体、分散系统及巨大相界面会影响物质的性质,亦属物理化学的研究内容,称为胶体化学和界面化学。

物理化学主要研究内容如下:

(1) 化学反应的方向与限度——化学热力学研究的范畴。在给定的条件下一个化学反应能否自动进行,向什么方向进行,进行到什么程度(限度)为止,反应进行时的能量变化究竟有多少,怎样通过外界条件的改变对反应的方向和限度(即平衡的位置)产生积极的影响等等。

(2) 化学反应的速率和机理——化学动力学研究的范畴。在给定的条件下一个化学反应的速率有多快,外界条件(如压力、浓度、温度、催化剂、溶剂、光、电、反应容器等)对反应速率有何影响,反应究竟是如何进行的(即反应的机理),怎样控制反应进行达到最佳速率。

(3) 物质的性质与其结构的关系——结构化学研究的范畴。物质的性质决定于物质的组成和结构。现代高科技的发展,不断提出对高性能新材料的需求,而大自然往往不能直接提供这些材料,如何能根据物质结构的知识,在合成人们所需性能的新材料方面提供精确的方向和线索;另外要了解化学热力学和化学动力学的本质问题,也必须了解物质内部的结构。

研究物理化学的目的主要是掌控化学反应过程的方向、限度和快慢;计算反应过程的能量变化和降低生产成本,提高经济效益。

二、物理化学的研究方法

物理化学作为一门自然科学,一般的科学研究方法对物理化学也是适用的。实践——认识——再实践,这一认识论的法则是普适规则。以数学和逻辑学为工具,通过推理由特殊到一般的归纳法和由一般到特殊的演绎法,对复杂事物进行简化,建立抽象的理想化模型,上升为理论后,再回到实践中加以检验,这种科学模型的方法,在物理化学的研究中被普遍应用。

此外,由于学科本身的特殊性,物理化学还有自己学科特征的理论研究方法,这就是热力学方法、量子力学方法、统计热力学方法。换一个角度,我们又可以把它们归纳为以下3种方法:

1. 宏观方法

热力学方法属于宏观方法。热力学是以由大量粒子组成的宏观系统作为研究对象,从经验总结出的热力学第一定律和热力学第二定律为理论基础,引出或定义了热力学能 U 、焓 H 、熵 S 、亥姆霍兹函数 A 、吉布斯函数 G ,再加上压力(实际为压强) p ,体积 V ,温度 T ,这些可由实验直接测定的宏观物理量作为系统的宏观性质,利用这些宏观性质,经过归纳与演绎推理,得到一系列热力学公式或结论,用以解决物质变化过程的能量平衡、相平衡和化学平衡等问题。因为不涉及物质系统内部粒子的微观结构和特性,只涉及物质系统变化前后状态的宏观性质,因而其结论具有高度的可靠性和极大的普遍性。

2. 微观方法

量子力学方法属于微观方法。量子力学是以个别电子、原子核组成的微观系统作为研究对象,考察的是个别微观粒子的运动状态,即微观粒子在空间某体积微元中出现的概率和所允许的运动能级。将量子力学方法应用于化学领域,得到了物质的宏观性质与其微观结构关系的清晰图像。

3. 统计方法

统计热力学方法属于从微观到宏观的方法。它补充了热力学方法的不足,填平了

从微观到宏观之间难以逾越的鸿沟,量子力学方法在热力学方法即微观方法与宏观方法之间架起的一座桥梁,把二者有机地联系在一起。

三、物理化学中的物理量及其运算

物理化学是一门严格定量的科学,它通常用定量的公式来描述相关物理量之间的关系,于是对于物理量的正确理解、正确表示及正确运算就构成了本课程极为重要的组成部分。正确掌握物理量的表示方法及相关运算规则是学好物理化学课程的必要条件,也是培养严谨科学作风的基本要求。本书严格执行国家标准(GB)及国际标准(ISO)关于物理量的表示方法及运算规则的规定;采用我国规定的法定计量单位,包括7个国际单位制的基本单位、22个SI导出单位、16个我国补充规定的法定计量单位以及由以上单位构成的组合形式和以上单位的倍数单位。

1. 量、量制和量纲

物理量简称量。物质世界存在的状态和运动形式是多种多样的,既有大小的增减,也有性质、属性的变化。量就是反映这种运动和变化规律的一个最重要的基本概念。国际标准化组织(ISO)、国际法制计量组织(OIML)等联合制定的《国际通用计量学基本名词》一书中,把量定义为:“现象、物体或物质的可以定性区别和定量确定的一种属性。”由此定义可知,量既反映了属性的大小、多少、轻重、强弱、快慢等概念,又反映了现象、物体和物质在性质上的区别。

在科学技术领域中,约定选取彼此存在确定关系的一组量称为量制,量制有时也称量系。这里的量是一般意义上的量,不是特定的量。彼此存在确定关系:通过一系列的物理方程式联系起来。任何两个量之间都可以直接或者间接地存在函数关系。每个学科在伴随着自己学科的建立、发展的同时,也在形成自己的量制,比如力学量、热力学量、化学量、电磁学量、声学量等。

由于物理量之间有着规律性的联系,因此,当一个单位制中的基本量选定后,其他物理量都可通过既定的物理关系与基本量联系起来。为了定性地描述物理量,特别是定性地给出导出量与基本量间的关系,我们引入量纲的概念。在不考虑数字因数时,表示一个量是由哪些基本量导出的及如何导出的式子,称为此量的量纲。国际单位制(SI)的7个基本量:长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量、发光强度的量纲分用L、M、T、I、 Θ 、N、J表示。我国国家标准规定,在量制中以基本量的幂的乘积表示该量制中一个量的表达式,这个表达式就是该量的量纲。物理量Q的量纲记为 $\dim Q$,国际物理学界沿用的习惯记为 $[Q]$ 。SI中,量Q的量纲一般表示为:

$$\dim Q = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} \Theta^{\epsilon} N^{\zeta} J^{\eta}$$

例如力F的量纲等于质量M、长度L以及时间T的幂的乘积,其具体表达式为 $\dim F = MLT^{-2}$ 。量纲是物理学中的一个重要问题。它可以定性地表示出物理量与基