

与面向21世纪教材《多媒体CAI物理化学》配套

硕士生入学考试 物理化学 重点热点导引与解题训练

傅玉普 / 主编

WULI HUAXUE



大连理工大学出版社
Dalian University of Technology Press



硕士生入学考试

物 理 化 学

重点热点导引与解题训练

傅玉普 主编

郝 策 纪 敏 管宪文
田福平 任素贞 蒋 山 编

大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理化学重点热点导引与解题训练/傅玉普主编. —大连:大连理工大学出版社, 2001. 7

ISBN 7-5611-0970-9

I. 物 … II. 傅 … III. 物理化学-研究生-入学考试-习题 IV. O64-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第22379号

大连理工大学出版社出版发行

大连市凌水河 邮政编码 116024

电话:0411-4708842 传真:0411-4701466

E-mail: dulp@mail. dlptt. ln. cn

URL: <http://www.dulp.com.cn>

大连理工大学印刷厂印刷

开本: 787毫米×960毫米 1/16 字数: 544千字 印张: 28.75

印数: 1—4000册

2001年7月第1版

2001年7月第1次印刷

责任编辑: 张 凤

责任校对: 张香平

封面设计: 孙宝福

定价: 38.00元

内容简介

本书是一本独具特色的考研参考书,它可引导你抓住本课程考研试题的重点及热点。采用本书备考可取得事半功倍的效果。

本书包括:化学热力学基础、相平衡热力学、相平衡状态图、化学平衡热力学、统计热力学基础、化学动力学基础、界面层的热力学及动力学、胶体分散系统及粗分散系统、电解质溶液的性质、电化学系统的热力学及动力学、物理化学实验共十一章。其中前十章各章均包括:基本原理及公式、考试重点及热点、典型例题、真题剖析、综合练习题及综合练习题答案六部分。物理化学实验一章包括100余道模拟试题及答案。附录部分收录15所院、校、所最近几年硕士生入学考试试卷29份。

本书也可作为与面向21世纪课程教材《多媒体 CAI 物理化学》(第二版,傅玉普主编)的配套教学参考书,供高等理工科、师范院校的化学、化工、石油、轻工、冶金等专业正在学习物理化学课程的大学生学习参考。

本书另有与之配套的电子版(光盘,另行出版),它可以在校园网上运行。该光盘可供各校图书馆及各省、市图书馆购买,供读者在校园网或馆网上阅读。

前 言

随着经济迅速全球化,知识经济已成为时代特征,它标志着世界各国经济发展的竞争,实质上已成为人才总量和人才素质的竞争。面对21世纪我国经济的发展,除了需要大量的具有本、专科学历的人才外,更需要大量的具有研究生学历的高层次和高素质的人才。近两年开始,国家对大学生及研究生每年的招生数量均以较高的递增速率实行扩招,报考研究生的人数越来越多。为了备考,考生们需要各考试科目的备考参考书,其中政治、外语、高等数学公共课已有不少参考书出版,但专业考试科目的备考参考书却十分缺乏。为了满足备考物理化学的考生的需要,我们编写了本书,在21世纪伊始之际,把它奉献给报考有关专业研究生的考生,我们感到万分喜悦和欣慰。

本书各章分成如下六部分:

基本原理及公式——简要地介绍了本章的基本原理及公式。这部分内容的编写主要依据高等学校工科本科的教学基本要求,并注意到基本原理及公式和有关概念的更新;同时努力全面、准确贯彻国家标准,力争内容处理上的标准化、规范化。

考试重点及热点——在收集研究了国内15所高等院校及科研院所最近几年硕士生入学物理化学试题的基础上,结合编者历年拟定本校硕士生入学试题的体会和多年的本科生物理化学课程教学经验,归纳出若干条考试重点及热点,供考生备考时参考。

典型例题——选编了具有一定代表性、综合性、启发性的例题,这些例题是考研中常见的以计算题、推导(或证明)题、读(或作)图题为主的题型,相当于模拟试题。全书选编典型例题约150道。除给出[题解]外,还给出[导引],帮助考生通过解题掌握如何概括解题要点、解题关键、解题思路及解题方法,以达到举一反三、触类旁通的目的。

真题剖析——从所收集的各校、院、所的考研试题中选出70余道具有普遍性、出现概率较大的题型的题目,给出[题解]的同时又加以[剖析],帮助考生总结考试的知识点所在,合理借鉴,用以指导考生备考,会使考生受到很大裨益。

综合练习题——借鉴各校、院、所历年考研试题的题型模式,模拟了600余道

各类题型的试题,其中包括是非题、选择题、填空题、计算题、问答题、推导(或证明)题、读(或作)图题等。这类题型特点是对物理化学课程教学基本要求具有较高的覆盖率。能够帮助考生点面结合,全面备考。

综合练习题答案——给出全部综合练习题的答案(对其中的计算题还给出简要解题过程)。

此外,考虑到某些学校考研试题中还包括实验内容,故单列一章物理化学实验,模拟了100余道实验试题(其中包括某些学校以往的试题),并给出答案。

鉴于目前大多数高等工科院校硕士生入学物理化学试题中均未包括量子力学和结构化学内容,故本书对该两部分内容暂不列入。

附录中有:

物理化学的量及单位——帮助考生熟悉国家标准(GB3100~3102-93)对物理化学中常用的物理量和单位的标准化及规范化的要求。

硕士研究生入学考试物理化学试题选登——收集了15所院、校、所最近几年的硕士生入学试题(卷)共29份,将原文选登在附录中。供考生研究各校不同专业考研试题的内容范围、深广度要求、题型模式、分数分布等加以借鉴,以利备考。

推荐的备考参考书目——常用的物理化学教材、物理化学解题指导及物理化学实验教材。

大连理工大学硕士生入学考试物理化学课程考试大纲——供报考大连理工大学的考生参考。

本书还有配套的可以在网上运行的光盘(2001年底另行出版),欢迎各校图书馆购买;该光盘可在校园网上运行。

本书还可供高等理、工科、师范院校的化学、化工、轻工、石油、冶金等专业正在学习物理化学课程的大学生学习参考。

参加本书编写工作的有:

田福平(第一、四章),管宪文(第二、三、四章),郝策(第五章),任素贞(第六章),纪敏(第七、八章),蒋山(第九、十章),傅玉普(全书各章基本原理及公式、考试重点及热点、第十一章、附录)。由傅玉普主编。

感谢各校提供考研试题的老师们!

全书疏漏难免,望广大读者赐教。

编者 于大连理工大学

2001年1月

本书所用符号

一、主要物理量符号

拉丁文字母

A	亥姆霍兹函数, 截面面积, 接触面面积, 界面面积
A	化学亲和势
A_r	相对原子质量
a	活度, 范德华参量
B	维里系数
b	质量摩尔浓度, 范德华参量, 吸附平衡常数
C	热容, 组分数, 分子浓度
c_B	物质 B 的量浓度或 B 的浓度
D	扩散系数, 切变速度
d	直径
E	能量, 活化能, 电极电势
E_{MF}	电池电动势
e	电子电荷
F	自由度, 法拉第常量
f	自由度, 活度因子
G	吉布斯函数, 电导
g	统计权重(简并度), 重力加速度
H	焓
h	普朗克常量, 高度
I	电流, 离子强度, 光强度, 转动惯量
J	转动量子数, 分压商
j	电流密度
K	平衡常数, 电导池常数
$K^\ominus$	标准平衡常数

k_f	凝固点下降系数
k_b	沸点升高系数
k	玻尔兹曼常量, 反应速率系数, 亨利系数, 吸附速率系数
k_0	指[数]前参量
L	阿伏加德罗常量, 长度
l	长度, 距离
M	摩尔质量
M_r	相对摩尔质量
m	质量
N	系统数目
N	粒子数
n	物质的量, 反应级数, 量子数, 折光指数, 体积粒子数
P	概率因子, 概率
p	压力
$p^\ominus$	标准状态压力, $p^\ominus = 100 \text{ kPa}$
$\tilde{p}$	逸度
Q	热量, 电量
q	粒子配分函数
R	摩尔气体常量, 电阻, 半径
r	半径, 距离, 摩尔比
S	熵, 物种数
s	铺展系数
T	热力学温度
$t_{1/2}$	半衰期
t	摄氏温度, 时间, 迁移数
U	热力学能, 能量
u	离子电迁移率

u_r	相对速率
V	体积
v	振动量子数, 速度
W	功, 分布的微态数
w	质量分数
x	物质的量分数, 转化率
z	离子价数, 电荷数
y	物质的量分数(气相)
Z	系统配分函数, 碰撞数
希腊文字母	
α	反应级数, 电离度
β	反应级数
Γ	表面过剩物质的量, 吸附量
γ	活度因子
δ	距离, 厚度
ϵ	能量, 介电常数
ζ	动电电势
η	粘度, 超电势
Θ	特征温度
θ	覆盖度, 接触角, 散射角, 角度
κ	电导率, 德拜参量
Λ_m	摩尔电导率
λ	波长
μ	化学势, 折合质量, 焦-汤系数
ν	化学计量数, 频率
ξ	反应进度
$\dot{\xi}$	化学反应转化速率
Π	渗透压, 表面压力
ρ	体积质量, 电阻率
σ	表面张力, 面积, 碰撞截面, 波数
τ	时间
ν	反应速率
φ	体积分数, 逸度因子, 渗透因子, 角度, 电势
ϕ	量子效率, 相数
ϕ	分子波函数
Ψ	波函数

ψ	波函数
Ω	系统总微态数

二、符号的上标

*	纯物质, 吸附位
$\ominus$	标准态
$\ddagger$	活化态, 过渡态, 激发态

三、符号的下标

A	物质 A
aq	水溶液
B	物质 B, 偏摩尔
b	沸腾
c	燃烧, 临界态
d	分解, 扩散, 解吸
e	电子
ex	外
eq	平衡
f	生成
fus	熔化
g	气态
H	定焓
i	$i = 1, 2, 3, \dots$
j	$j = 1, 2, 3, \dots$
l	液态
m	质量
m	摩尔
n	核
p	定压
r	转动, 反应, 可逆, 对比, 相对, 半径
S	定熵
su	环境
s	固态
sln	溶液
sub	升华
T	定温

t	平动
trs	晶型转化
U	定热力学能
V	定容
v	振动
vap	蒸发
x	物质的量分数
Y	物质 Y
Z	物质 Z

四、符号的侧标

(A)	物质 A
(B)	物质 B
(c)	物质的量浓度
(g)	气体
(l)	液体
(s)	固体
(cr)	晶体
(gm)	气体混合物
(pgm)	完全(理想)气体混合物
(STP)	标准状况(标准温度压力即 0 ℃, 101 325 Pa)
(T)	热力学温度
(x)	物质的量分数
(Y)	物质 Y
(Z)	物质 Z
(α)	相态
(β)	相态

五、数学符号

def 定义, 如 $a \overset{\text{def}}{=} b$, a 以 b 为定义

$\langle \rangle$	平均值
d	微分
∂	偏微分
Δ	有限增量
$\int$	积分
$\approx$	约等于
$\propto$	正比于
$\rightarrow$	趋近于
$\sum_{i=1}^n a_i$	$\equiv a_1 + a_2 + \cdots + a_n$
$\prod_{i=1}^n a_i$	$\equiv a_1 \cdot a_2 \cdot \cdots \cdot a_n$
Δx	x 的有限增量
δf	f 的无限小量
ln	自然对数
lg	以 10 为底对数
$\exp(x)$	$= e^x$
lim	极限
$\Rightarrow$	推断
$\neq$	不等于
$\leq$	小于或等于(不用 $\leq$)
$\geq$	大于或等于(不用 $\geq$)
$\gg$	远大于
$\ll$	远小于
max	最大
min	最小
$ a $	a 的绝对值或 a 的模
∞	无穷[大]或无限[稀]
$n!$	n 的阶乘

目 录

前 言	1
本书所用符号	1
第一章 化学热力学基础	1
基本原理及公式	1
考试重点及热点	16
典型例题	17
真题剖析	33
综合练习题	40
综合练习题答案	44
第二章 相平衡热力学	51
基本原理及公式	51
考试重点及热点	62
典型例题	63
真题剖析	73
综合练习题	77
综合练习题答案	84
第三章 相平衡状态图	88
基本原理及公式	88
考试重点及热点	93
典型例题	93
真题剖析	106
综合练习题	118
综合练习题答案	131
第四章 化学平衡热力学	143
基本原理及公式	143

考试重点及热点·····	146
典型例题·····	147
真题剖析·····	158
综合练习题·····	167
综合练习题答案·····	173
第五章 统计热力学初步·····	179
基本原理及公式·····	179
考试重点及热点·····	187
典型例题·····	188
真题剖析·····	191
综合练习题·····	193
综合练习题答案·····	198
第六章 化学动力学基础·····	201
基本原理及公式·····	201
考试重点及热点·····	213
典型例题·····	214
真题剖析·····	233
综合练习题·····	241
综合练习题答案·····	248
第七章 界面层的热力学及动力学·····	257
基本原理及公式·····	257
考试重点及热点·····	266
典型例题·····	267
真题剖析·····	272
综合练习题·····	276
综合练习题答案·····	279
第八章 胶体分散系统及粗分散系统·····	282
基本原理及公式·····	282
考试重点及热点·····	289
典型例题·····	290
真题剖析·····	292
综合练习题·····	294

综合练习题答案	296
第九章 电解质溶液	297
基本原理及公式	297
考试重点及热点	300
典型例题	300
真题剖析	306
综合练习题	307
综合练习题答案	311
第十章 电化学系统的热力学及动力学	314
基本原理及公式	314
考试重点及热点	319
典型例题	320
真题剖析	328
综合练习题	335
综合练习题答案	339
第十一章 物理化学实验	344
模拟试题及真题选登	344
模拟试题及真题选登答案	352
附录	358
物理化学的量及单位	358
硕士研究生入学考试物理化学试题选登	364
浙江大学一九九八年攻读硕士学位研究生入学考试试题	365
浙江大学一九九八年攻读硕士学位研究生入学考试试题	367
浙江大学一九九九年攻读硕士学位研究生入学考试试题	368
浙江大学一九九九年攻读硕士学位研究生入学考试试题	370
浙江大学一九九九年攻读硕士学位研究生入学考试试题	371
华南理工大学1999年研究生入学考试《物理化学》试题	373
华南理工大学2000年攻读硕士学位研究生入学考试《物理化学》试题	376
哈尔滨工业大学一九九九年研究生考试试题	378
哈尔滨工业大学二〇〇〇年研究生考试试题	381
东北大学一九九九年攻读硕士学位研究生物化试题	384

中国科学技术大学一九九九年招收硕士学位研究生入学考 试试卷·····	386
中国科学院-中国科学技术大学2000年招收攻读硕士学位 研究生入学考试试卷·····	389
南京化工大学2000年硕士研究生入学考试试卷·····	392
天津大学研究生院一九九九年招收硕士生入学试题·····	394
天津大学研究生院2000年招收硕士生入学试题·····	397
四川大学2000年工程硕士研究生入学考试试题·····	399
四川大学2000年攻读硕士学位研究生入学考试试题·····	401
南开大学一九九九年研究生入学考试试题·····	403
南开大学2000年研究生入学考试试题·····	405
吉林大学二〇〇〇年攻读硕士学位研究生入学考试试题·····	407
一九九七年清华大学(硕)士生入学考试试题·····	408
一九九八年清华大学(硕)士生入学考试试题·····	410
一九九九年清华大学硕士生入学考试试题·····	412
厦门大学1999年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题 (单、统考同卷)·····	416
厦门大学2000年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题 (单、统考同卷)·····	418
沈阳化工研究院一九九七年硕士生入学考试物理化学及物理化 学实验试题·····	420
中国科学院大连化学物理研究所一九九八年硕士生入学考试物 理化学及物理化学实验试题·····	425
大连理工大学一九九九年硕士生入学考试物理化学及物理化学 实验试题·····	429
大连理工大学二〇〇〇年硕士生入学考试物理化学及物理化学 实验试题·····	433
大连理工大学二〇〇一年硕士生入学考试物理化学及物理化学 实验试题·····	437
大连理工大学二〇〇一年硕士生入学考试物理化学及物理化学实验 试题答案·····	441
推荐的备考参考书书目·····	443
大连理工大学硕士生入学考试物理化学课程考试大纲(供参考)·····	444

第一章 化学热力学基础

● 基本原理及公式

1. 热力学基本概念

(1) 系统和环境

系统——热力学研究的对象(是大量分子、原子、离子等物质微粒组成的宏观集合体)。系统与系统之外的周围部分存在边界。

环境——与系统通过物理界面(或假想的界面)相隔开并与系统密切相关的周围部分。

系统分为三类:

(i) 敞开系统——系统与环境之间通过界面既有物质的质量传递也有能量(以热和功的形式)的传递。

(ii) 封闭系统——系统与环境之间通过界面只有能量的传递,而无物质的质量传递。因此封闭系统中物质的质量是守恒的。

(iii) 隔离系统——系统与环境之间既无物质的质量传递亦无能量的传递。因此隔离系统中物质的质量是守恒的,能量也是守恒的。

(2) 系统的宏观性质

热力学系统是大量分子、原子、离子等微观粒子组成的宏观集合体。这个集合体所表现出来的集体行为,如 p 、 V 、 T 、 U 、 H 、 S 、 A 、 G 等叫热力学系统的宏观性质(或简称热力学性质)。

宏观性质分为两类:强度性质——与系统中所含物质的量无关,无加和性(如 p 、 T 等);广度性质——与系统中所含物质的量有关,有加和性(如 V 、 U 、 H ... 等),而

$$\frac{\text{一种广度性质}}{\text{另一种广度性质}} = \text{强度性质}, \quad \text{如 } V_m = \frac{V}{n}, \rho = \frac{m}{V} \text{ 等。}$$

(3) 相的定义

相的定义是:系统中物理性质及化学性质均匀的部分。

系统中根据其中所含相的数目,可分为均相系统(或叫单相系统)——系统

中只含一个相;非均相系统(或叫多相系统)——系统中含有一个以上的相。

(4) 系统的状态和状态函数

系统的状态是指系统所处的样子。热力学中采用系统的宏观性质来描述系统的状态,所以系统的宏观性质也称为系统的状态函数。

(i) 对于一定量的组成不变的均相流体系统,系统的任意一个宏观性质是另外两个独立的宏观性质的函数。这一结论是由实验结果得到的,可以表示为

$$Z = f(x, y)$$

即系统的两个宏观性质 x 、 y 值确定了,系统的状态就确定了,则系统的任一宏观性质(状态函数) Z 均有确定的值。

(ii) 当系统的状态变化时,状态函数的改变量只决定于系统的始态和终态,而与变化的过程或途径无关。即

系统变化时其状态函数的改变量 = 系统终态的函数值 - 系统始态的函数值

(5) 热力学平衡态

系统在一定环境条件下,经过足够长的时间,其各部分可观测到的宏观性质都不随时间而变;此后将系统隔离,系统的宏观性质仍不改变,此时系统所处的状态叫热力学平衡态。

热力学系统,必须同时实现以下几个方面的平衡,才能建立热力学平衡态:

(i) 热平衡——系统各部分的温度 T 相等;若系统不是绝热的,则系统与环境的温度也要相等。

(ii) 力平衡——系统各部分的压力 p 相等;系统与环境的边界不发生相对位移。

(iii) 相平衡——系统中的各个相可以长时间共存,即各相的组成和数量不随时间而变。

(iv) 化学平衡——若系统各物质间可以发生化学反应,则达到平衡后,系统的组成不随时间改变。

(6) 系统的变化过程与途径

① 过程与途径

过程——在一定环境条件下,系统由始态变化到终态的经过。

途径——系统由始态变化到终态所经历的过程的总和。

系统的变化过程分为 p 、 V 、 T 变化过程,相变化过程,化学变化过程。

可逆过程——设系统按照过程 L 由始态 A 变到终态 B ,环境由始态 I 变到终态 I' ,假始能够设想一过程 L' ,使系统和环境都恢复到原来的状态,则原来过程 L 称为可逆过程。反之,如不可能使系统和环境都完全复原,则原过程 L 称为

不可逆过程。

可逆过程的特点：

(i) 在整个过程中系统内部无限接近于平衡；

(ii) 在整个过程中，系统与环境的相互作用无限接近于平衡，因此过程的进展无限缓慢；环境的温度、压力与系统的温度、压力相差甚微，可看做相等，即

$$T_{su} = T; \quad p_{su} = p$$

(iii) 系统和环境能够由终态沿着原来的途径从相反方向步步回复，直到都恢复到原来状态。

② 几种主要的 p 、 V 、 T 变化过程

(i) 定温过程

若过程的始态、终态的温度相等，且过程中的温度恒等于环境的温度，即 $T_1 = T_2 = T_{su}$ ，此过程叫定温过程。

角标“su”表示“环境”。

而定温变化，仅是 $T_1 = T_2$ ，过程中温度可不恒定。

(ii) 定压过程

若过程的始态、终态的压力相等，且过程中的压力恒等于环境的压力，即 $p_1 = p_2 = p_{su}$ ，此过程叫定压过程。

而定压变化，仅有 $p_1 = p_2$ ，过程中压力可不恒定。

(iii) 定容过程

系统状态变化过程中体积保持恒定， $V_1 = V_2$ ，此为定容过程。

(iv) 绝热过程

系统状态变化过程中，与环境间的能量传递仅可能有功的形式，而无热的形式，即 $Q = 0$ ，叫绝热过程。

(v) 循环过程

系统由始态经一连串过程又回复到始态的过程叫循环过程。

循环过程中，所有的状态函数的改变量均为零，如 $\Delta p = 0, \Delta T = 0, \Delta U = 0$ 等。

(vi) 对抗恒定外压过程

系统在体积膨胀的过程中所对抗的环境的压力 $p_{su} = \text{Const.}$

(vii) 自由膨胀过程(向真空膨胀)

③ 相变化过程与饱和蒸气压

(i) 相变化过程

在通常条件下，系统的稳定聚集态有气态、液态和固态。固态及液态统称为

凝聚相,以符号“cd”表示。气体及液体的共同点是有流动性,因此统称为流体相,以符号“fl”表示。通常用符号 g、l、s 及 cr 分别表示气态、液态、固态及晶态。例如 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 表示水蒸气。

相变化过程是指系统中发生的聚集态的变化过程。如液体的汽化、气体的液化、液体的凝固、固体的熔化、固体的升华、气体的凝华以及固体的不同晶型间的转化等。

(ii) 饱和蒸气压

在一定温度下,当液(或固)体与其蒸气达成液(或固)、气相平衡时,此时气相的压力则称为该液(或固)体在该温度下的饱和蒸气压,简称蒸气压。

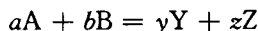
蒸气压等于外压时的温度称液体的沸点;100.325 kPa 下的沸点叫正常沸点;100 kPa 下的沸点叫标准沸点。例如水的正常沸点为 $100\text{ }^\circ\text{C}$,标准沸点为 $99.67\text{ }^\circ\text{C}$ 。按 GB3102.8-93 的规定,标准状态压力 $p^\ominus = 100\text{ kPa}$ 。

④ 实际气体的液化及临界性质

实际气体液化为液体是遵循着一定规律的。气体加压液化所允许的最高温度称为临界温度,以 T_c 表示,高于此温度的液体无论加多大压力均不能使该气体液化;气体在临界温度时发生液化所需的最小压力称为临界压力,以 p_c 表示;物质在临界温度、临界压力下的摩尔体积称为临界摩尔体积,以 $V_{m,c}$ 表示。 T_c 、 p_c 、 $V_{m,c}$ 称为物质的临界参数。它是物质固有的一种特性参数。物质处于临界温度、临界压力下的状态称为临界状态。处于临界状态的流体气、液不可区分,观测不到相界面的存在。温度、压力超出临界状态温度、压力的流体称为超临界流体。

⑤ 化学变化过程与反应进度

一个化学反应,如



可简写成

$$\sum_{\text{R}} (-\nu_{\text{R}}\text{R}) = \sum_{\text{P}} \nu_{\text{P}}\text{P}$$

式中, ν_{R} 、 ν_{P} 分别为反应物 R 及产物 P 的化学计量数。

上式还可写成更简单的形式:

$$0 = \sum_{\text{B}} \nu_{\text{B}}\text{B}$$

式中, B 为参与化学反应的物质(代表反应物 A、B 或产物 Y、Z,可以是分子、原子或离子); ν_{B} 称为 B 的化学计量数,它是一个量纲一的量。 ν_{B} 对反应物为负,对生成物为正,即 $\nu_{\text{A}} = -a$, $\nu_{\text{B}} = -b$, $\nu_{\text{Y}} = y$, $\nu_{\text{Z}} = z$ 。

若设 $n_{\text{B},0}$ 与 n_{B} 分别表示反应前($\xi = 0$)后($\xi = \xi$)B 的物质的量,则 $n_{\text{B}} = n_{\text{B},0}$