



全国高等师范专科学校教材

物理化学

杨晓驰 主编

陕西师范大学出版社

物 理 化 学



编 杨晓驰

者 杨晓驰 黄希俊

杨振秀 翁珍慧

主 审 胡秋芳

陕西师范大学出版社

物 理 化 学

杨晓驰 主编

*

陕西师范大学出版社 出版

(西安市陕西师大 120 信箱)

陕西省新华书店发行 西安电子科技大学印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 14.5 插页 2 字数 323 千

1991 年 3 月第 1 版 1993 年 6 月第 2 次印刷

印数: 2501—5500

ISBN 7-5613-0366-1

O·16 定价: 5.90 元

064

Y291

出版说明

党的十一届三中全会以来,师范专科教育有了很大的发展,但是,作为师专教学三大基本建设之一的师专教材建设,却始终没有得到很好的解决。近几年来,有的地区和学校为了改变这种状况,也零星地编写了一些师专教材,可是,不成套,有的学科甚至编写了几种,质量参差不齐。虽对师专无教材的局面有了部分改变,但终因没有一套全国统一的、高质量的教材而影响了师专的教学质量。

为了进一步发挥师专的办学效益,彻底改变师专没有适合自己特色的教材局面,国家教委师范司在1987年制订了《二年制师范专科学校八个专业教学计划》;继之又约请了全国有教学经验的专家、教授编写了这八个专业的《教学大纲》;1988年7月在长春又召开了全国二年制师专教材编写出版规划会议,会上研究制订了《1988~1990年二年制师专八个专业教材编写出版规划》。八个专业是:中文、历史、政治教育、数学、物理、化学、生物和地理。

在国家教委师范司的统一部署、各省市自治区教委、高教局的大力帮助和出版社的积极组织下,这套教材聘请了一些长期从事师专教学工作,具有丰富的教学实践经验和较高学术水平的教授或副教授担任各科主编。各科教材由学术造诣比较深,熟悉师专教学情况的专家负责主审。各位主编根据国家教委师范司拟定的《关于编写二年制师专教材指导思想和基本原则》及各科《教学

大纲》的精神，组织编者收集资料，综合研究，争取编出一套具有师专自身特色的教材，以适应师专教育的迫切要求。

现在，在各方面的大力支持下，经过主编、主审和各位编写人员的努力和辛勤劳动，这套教材将陆续面世。我们热忱地欢迎师专的广大师生使用它，并在使用过程中，多提宝贵意见，使之不断完善，不断提高，以保持与当代科学和师专教育实践的同步发展。

1990年12月

前 言

本书是根据国家教委 1988 年 7 月在长春市召开的全国师专教材编写出版规划会议的决定, 及两年制师专化学专业用《物理化学》新编教学大纲的要求编写的。

师专培养目标是初中教师, 重点是为九年制义务教育培养农村初中教师, 所以师专教材既不能与师范大学或综合性大学攀比, 也不能是本科教材的简单压缩, 而应从“师范”、“两年制”和“农村合格初中教师”三个特点上来考虑。

基于以上考虑, 本书在内容上力求作到突出重点, 强调基本理论、基础知识和基本技能。更好地体现思想性、科学性、启发性、实践性和学以致用, 使教材在文字上“少”, 内容上“精”, 时间上“新”, 程度上符合二年制师专的需求。

为了便于自学, 本书在叙述方法上尽量使用浅显易懂的语言, 避免不必要的数学处理; 同时增加了一定数量的例题。

本书全一册, 分为绪论、热力学第一定律、热力学第二定律、化学平衡、相平衡、电化学、表面现象和胶体分散系统、化学动力学等 8 个部分。

参加编写本书的人员及分工如下:

主编杨晓驰(舟山师专): 绪论、热力学第一定律、热力学第二定律;

翁珍慧(杭州师范学院): 表面现象与胶体分散系统、化学动力学;

杨振秀(唐山师专): 相平衡、电化学, 并协助主编做了一定

的统稿工作，绘制了全书的插图；

黄希俊(台州师专)：化学平衡、附录。

全书由陕西师范大学胡秋芳副教授主审。

在本书的编写过程中，南京大学傅献彩教授、南京师范学院赵善成教授、上海师范大学许海涵教授、河北师范大学金世勋教授等分别对部分章节进行了认真细致的审阅，并对全书的编写工作给予了热情的帮助，尤其是许海涵教授从本人主编二年制师专《物理化学》新教学大纲开始，就一直给予支持和鼓励，在此向他们一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限、时间较紧、书中不妥之处恐难避免，恳请大家批评指正

杨 晓 驰

1989年10月于浙江舟山

目 录

绪论	(1)
§ 0-1 物理化学的研究对象和基本内容	(1)
§ 0-2 研究和学习物理化学的目的	(4)
§ 0-3 学习物理化学的方法	(6)
第一章 热力学第一定律	(8)
§ 1-1 热力学概论	(8)
一、热力学研究的内容和方法	(8)
二、几个基本概念	(9)
三、状态函数及其特点	(12)
思考题及练习题	(16)
§ 1-2 热力学第一定律	(16)
一、热和功	(16)
二、内能	(19)
三、热力学第一定律的表述与数学表达式	(20)
思考题及练习题	(23)
§ 1-3 体积功与可逆过程	(24)
一、等温过程的体积功	(24)
二、可逆过程与最大功	(27)
思考题及练习题	(29)
§ 1-1 焓 H	(30)
一、焓的定义	(30)
二、 ΔH 与 Q_p 的关系	(31)

思考题及练习题	(32)
§ 1-5 热容量	(33)
一、热容量的定义	(33)
二、 C_p 与温度的经验关系式	(34)
思考题及练习题	(37)
§ 1-6 热力学第一定律对理想气体的应用	(38)
一、理想气体的内能和焓	(38)
二、理想气体的 C_p 和 C_v 之差	(39)
三、理想气体的绝热过程	(41)
思考题及练习题	(47)
§ 1-7 化学反应热效应	(49)
一、反应进度的概念	(50)
二、热化学方程式的写法	(52)
三、 Q_p 与 Q_v 的关系	(53)
思考题及练习题	(54)
§ 1-8 盖斯定律与常温下反应热效应的计算	(54)
一、盖斯定律及其实质	(54)
二、标准摩尔生成焓 $\Delta H_f^\circ, m$ 和标准摩尔燃烧 焓 $\Delta H_c^\circ, m$	(55)
思考题及练习题	(60)
§ 1-9 标准摩尔反应焓变与温度的关系—基尔霍夫 定律	(61)
思考题及练习题	(66)
本章小结	(67)
第二章 热力学第二定律	(69)
§ 2-1 自发过程的共同特征	(70)

一、自发过程都是单方向进行的不可逆过程	… (70)
二、自发过程都有对外做功的能力	… (70)
三、自发过程的方向和限度都有一定的判据	… (71)
思考题及练习题	… (72)
§ 2-2 热力学第二定律的几种经典表述	… (72)
思考题及练习题	… (73)
§ 2-3 卡诺循环和卡诺定理	… (74)
一、卡诺循环	… (74)
二、卡诺定理	… (77)
思考题	… (78)
§ 2-4 过程的热温商与熵函数	… (79)
一、可逆循环过程的热温商	… (79)
二、可逆过程的热温商与熵函数的引出	… (80)
三、不可逆过程的热温商与系统的熵变	… (81)
思考题及练习题	… (83)
§ 2-5 过程方向和限度的判据	… (83)
一、克劳修斯不等式	… (83)
二、熵增加原理	… (84)
思考题及练习题	… (86)
§ 2-6 熵的统计意义	… (86)
一、微观状态数、热力学几率与混乱度	… (86)
二、熵与混乱度的关系	… (90)
思考题	… (91)
§ 2-7 熵变 ΔS 的计算和熵判据的应用	… (91)
一、简单状态变化过程的 ΔS	… (91)
二、相变过程的 ΔS	… (96)

思考题及练习题	(98)
§ 2-8 热力学第三定律	(99)
一、热力学第三定律	(99)
二、标准熵($S_m^\ominus$)	(100)
三、化学变化过程的 $\Delta S^\ominus$	(101)
思考题及练习题	(102)
§ 2-9 亥姆霍兹自由能与吉布斯自由能	(103)
一、亥姆霍兹自由能(A)	(104)
二、吉布斯自由能(G)	(105)
思考题及练习题	(107)
§ 2-10 等温过程 ΔG 的计算与应用	(108)
一、理想气体的等温过程	(109)
二、纯物质相变过程	(110)
思考题及练习题	(112)
§ 2-11 热力学关系式	(113)
一、热力学函数间的关系式	(113)
二、热力学基本关系式	(114)
三、麦克斯韦关系式	(116)
思考题及练习题	(117)
§ 2-12 偏摩尔量和化学势	(118)
一、偏摩尔量及其集合公式	(118)
二、化学势的定义和应用	(121)
三、气体的化学势	(123)
四、非电解质溶液中物质的化学势	(125)
思考题和练习题	(133)
本章小结	(134)

第三章 化学平衡	(186)
§ 3-1 化学反应的方向与限度	(136)
一、反应系统吉布斯自由能和反应进度的关系	(136)
二、化学反应摩尔吉布斯自由能变 $\Delta G_m(\xi)$	(138)
三、标准平衡常数及其推导	(141)
四、化学反应等温方程式	(144)
思考题及练习题	(148)
§ 3-2 化学反应标准摩尔吉布斯自由能变的计算	(148)
一、化学反应标准摩尔吉布斯自由能变 ΔG_m° 的意义	(148)
二、标准摩尔生成吉布斯自由能 $\Delta G_{f,m}^\circ$	(149)
三、利用 $\Delta G_{f,m}^\circ$ 数据计算 ΔG_m°	(150)
四、由 ΔH_m° 及 ΔS_m° 的数据计算 ΔG_m°	(151)
思考题及练习题	(152)
§ 3-3 几种因素对化学平衡的影响	(153)
一、各类反应的标准平衡常数	(153)
二、反应物质浓度对化学平衡的影响	(160)
三、压力对理想气体化学平衡的影响	(161)
四、惰性气体对理想气体化学平衡的影响	(162)
思考题及练习题	(164)
§ 3-4 温度对化学平衡的影响	(166)
一、吉布斯自由能与温度的关系	(166)
二、标准平衡常数与温度的关系	(167)
三、不同温度下 K° 值的具体求法	(168)
思考题及练习题	(172)
本章小结	(172)

第四章 相平衡	(175)
§ 4-1 相律	(175)
一、相、组分数与自由度的概念	(175)
二、相律和相律的推导	(178)
思考题及练习题	(180)
§ 4-2 单组分系统	(181)
一、水的相图	(181)
二、克拉佩龙—克劳修斯方程式及其应用	(183)
思考题及练习题	(187)
§ 4-3 二组分双液系	(188)
一、完全互溶双液系	(188)
二、部分互溶双液系	(200)
三、完全不互溶双液系—水蒸气蒸馏	(202)
思考题及练习题	(204)
§ 4-4 二组分固—液系统	(205)
一、有简单低共熔物的系统	(205)
二、有化合物生成的系统	(212)
思考题及练习题	(215)
本章小结	(216)
第五章 电化学	(218)
I 电解质溶液	(218)
§ 5-1 电解质溶液的导电机理	(218)
一、化学能与电能相互转化的装置—原电池和 电解池	(218)
二、电解质溶液的导电机理与法拉第定律	(220)
思考题及练习题	(221)

§ 5-2	电解质溶液的电导	(222)
一、	离子迁移数的概念	(222)
二、	电导、电导率和摩尔电导率	(225)
三、	电导的测定	(227)
	思考题及练习题	(230)
§ 5-3	电导与离子浓度的关系	(230)
一、	电导率与浓度的关系	(230)
二、	摩尔电导率与浓度的关系	(232)
	思考题	(234)
§ 5-4	离子独立运动定律与离子摩尔电导率	(234)
	思考题及练习题	(237)
§ 5-5	电导测定的应用	(237)
一、	计算弱电解质的电离度 α 和电离常数 K_c	(237)
二、	测定难溶盐的溶解度	(239)
三、	电导滴定	(240)
	思考题及练习题	(241)
§ 5-6	强电解质的活度与离子平均活度系数	(242)
一、	电解质的平均活度和平均活度系数	(242)
二、	强电解质的离子平均活度系数与浓度的 关系	(244)
三、	强电解质溶液的离子互吸理论简介	(246)
	思考题及练习题	(248)
II	可逆电池	(248)
§ 5-7	原电池及其表示法	(249)
一、	化学反应与电池	(249)
二、	可逆电池与不可逆电池	(250)

思考题及练习题	(252)
§ 5-8 可逆电池电动势	(253)
一、可逆电池电动势的测定	(253)
二、可逆电池电动势与电池反应中各物质活度的关系—能斯特公式	(255)
三、可逆电池电动势与温度的关系	(257)
思考题及练习题	(260)
§ 5-9 电极电势	(260)
一、电极电势的产生	(261)
二、标准氢电极和标准电极电势	(262)
三、电极电势的能斯特公式	(264)
四、由电极电势计算电池电动势	(266)
思考题及练习题	(267)
§ 5-10 可逆电极的种类	(268)
一、第一类电极	(268)
二、第二类电极	(269)
三、第三类电极	(270)
§ 5-11 浓差电池与液体接界电势	(270)
一、单液浓差电池	(271)
二、双液浓差电池	(272)
三、液体接界电势与盐桥	(272)
思考题及练习题	(273)
§ 5-12 电极电势及电池电动势测定的应用	(274)
一、判断反应趋势	(274)
二、求氧化还原反应的平衡常数	(275)
三、求难溶盐的活度积	(276)

四、电解质平均活度系数的测定	(277)
五、pH 值的测定	(278)
六、电位滴定	(284)
思考题及练习题	(285)
Ⅲ 不可逆电极过程	(286)
§ 5-13 不可逆电极过程中电极的极化现象	(286)
一、理论分解电压与实际分解电压	(286)
二、极化现象	(290)
三、不可逆情况下电池的端电压与电解池的分 解电压	(290)
思考题	(291)
§ 5-14 极化作用的分类和超电势	(291)
一、极化作用的分类	(291)
二、超电势	(294)
三*、氢的超电势和塔菲尔公式	(294)
思考题	(295)
§ 5-15 电解时的电极过程与析出电势	(295)
一、阴极反应过程	(296)
二、阳极反应过程	(299)
思考题及练习题	(300)
§ 5-16 金属的电化学腐蚀和防腐	(301)
一、金属的电化学腐蚀与局部电池	(301)
二、金属的防腐	(303)
思考题	(304)
本章小结	(304)
第六章 表面现象与胶体分散系统	(307)

I 表面现象	(307)
§ 6-1 表面自由能和表面张力	(307)
一、表面自由能	(308)
二、表面张力	(311)
三、影响比表面自由能或表面张力的因素	(311)
四、表面现象的热力学	(313)
思考题及练习题	(313)
§ 6-2 弯曲表面的一些现象	(314)
一、弯曲液面下的附加压力	(314)
二、蒸气压与表面曲率的关系	(317)
思考题及练习题	(320)
§ 6-3 气体在固体表面上的吸附现象	(321)
一、物理吸附与化学吸附	(321)
二、朗格缪尔单分子层吸附等温式	(322)
思考题及练习题	(325)
§ 6-4 溶液表面的吸附现象	(326)
一、溶液表面的吸附现象	(326)
二、吉布斯吸附等温式	(327)
思考题及练习题	(328)
§ 6-5 表面活性剂的性质及其应用	(329)
一、表面活性剂的性质和分类	(329)
二、表面活性剂的几种重要作用	(332)
思考题及练习题	(339)
II 胶体分散系统	(340)
§ 6-6 分散系统的种类和性质	(340)
§ 6-7 溶胶的制备与净化	(342)