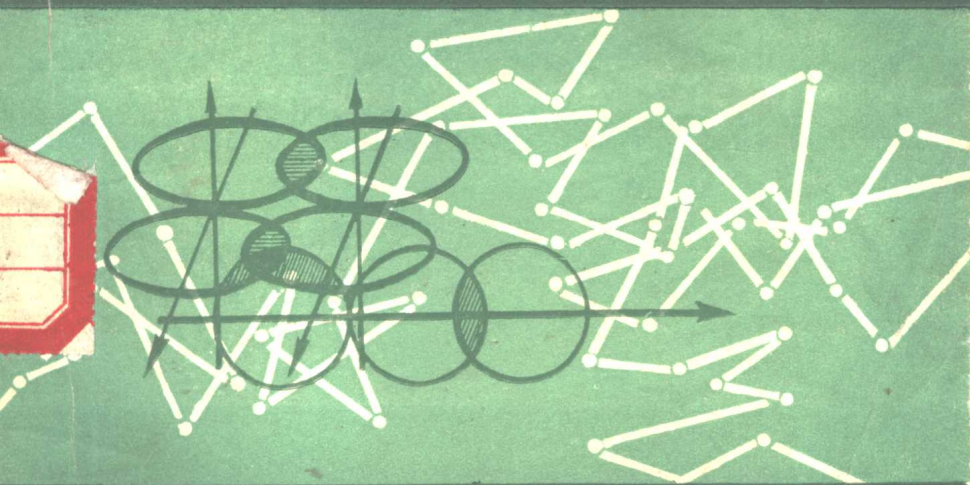


成人高等教育用书

普通化学指导

郭丽明 编著



四川科学技术出版社

普通化学指导

成人高等教育用书

郭 丽 明

高 华 寿

景 漪

四川科学技术出版社

一九八六年·成都

责任编辑：李世勋

封面设计：黄永久

普通化学指导

郭丽明编著

四川科学技术出版社出版 (成都盐道街三号)

四川省新华书店发行 成都军区军医学校印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 $1/32$ 印张8-375 字数190千

1986年8月第1版 1986年8月第1次印刷

印数：1—5000册

统一书号：7298·218

定价1.65元

前 言

本书是为了帮助各类成人高等院校(包括电大、职大、夜大、函大、农大及教育学院、干部管理学院等)的理工科学生及自学青年在学习《普通化学》过程中,便于理解和消化教材中的重、难点,结合历届电视大学辅导经验和体会而编写的。内容以中央电大《普通化学》教学大纲和教材为依据,并参考了工科化学教材编审委员会审订的《普通化学》教学大纲以及浙江大学的《普通化学》自学指导书、成都电大王安中、唐希宁、王建业等人编著的《普通化学》学习指导书。本书也可供中等专业学校、中学化学教师教学参考。

成都科技大学高华寿教授对本书有关化学平衡的章节(一、二、三、四等章)进行了审阅,提出了宝贵的修改意见。并由西南民族学院景漪副教授通审定稿,金福云同志对有机部分提出了一些建设性意见。在成书过程中,得到西南民族学院科研处、成都军区军医学校印刷厂的大力支持,四川省电视大学也提供了一些帮助,在此一并致谢。

由于编者水平有限、时间短促,不可避免地会出现缺点、甚至错误,请读者批评指正。

编 者

一九八六年四月于成都

绪 论

一、本指导书的内容和体系

本书按教材的章次（共九章），各分成五或四部分。第一部分教材简析，概述了各章的基本内容、教材的地位、作用和研究角度（或方法）。第二部分重、难点指导、编者结合历届电视大学教学辅导经验和体会，对各章重、难点列出问题，深入浅出地回答；对基本概念和必须掌握的定义，公式和内容作了扼要的概述，并对容易产生混淆的问题及计算上易发生错误的地方作了阐述，以弥补远距离教学（或面授时数少）的不足，便于学生自学和复习。第三部分计算题类型及解题思路，通过对类型题的逐一分析，培养学生分析和解决问题的能力。第四部分补充习题及答案和第五部分知识检查题及参考答案，增加了提示和说明，以启发思路，指出易混淆的问题。有些题目附有一题多解，以培养学生的思维和解题能力。增加的第十章为历届中央电大统考题及答案（以中央电大提供答案为准，未作任何修改）。

二、学习方法的一般指导

1. 对各章指导教材的使用方法

读者使用本书时，先看各章的教材简析，以搞清各章主要内容及前后知识的内在联系；然后按章节顺序阅读教材（或回忆电大教学内容），对照本书的重、难点指导，边阅读、边思考，联系自己的难点和不清楚的地方，深入理解基

本概念，理论要点、重要规律，使自己头脑中建立起各章核心内容的脉络，进而研讨计算题类型及解题思路，注意力重点应放在解题方法的理论根据和物理意义上。为了加深对理论知识的理解，有必要练习补充习题和知识检查题，要求独立思考，不要先看答案和提示，以培养分析、解决问题和运算的能力。作补充习题时可不计时间；完成检查题时，力求一气呵成，以考查自己掌握知识，运用理论解决问题的能力。

本书带※号的内容和习题，仅作参考，供有余力的读者选用，以扩大知识面或加深对某些内容的理解。

2. 学完无机部分的复习方法

按照教材章节顺序，讨论全书的主线和纲是学完“普化”无机部分应注意的问题。这样作有利于把握全书系统，了解章节间的内在联系，更好地掌握重点，从而使1—8章丰富的内容和庞杂的知识成为可以理解和记忆的东西。

(1) 用化学平衡的主线，统帅一、二、三、四及八章

第二章揭示了化学平衡的一般规律；第一章的状态方程和分压定律为化学平衡的定量研究奠定了重要基础，平衡规律的具体运用分散在三、四及八章，这就是教材对电离平衡、水解平衡、溶解平衡、氧化还原平衡及络合平衡的阐述。按教学大纲要求，这部分内容可从定性和定量两个方面来掌握。

定性掌握的三点：①化学反应速度及化学平衡中的重要概念、理论、规则；②关于水解平衡和络合平衡，电大重点是掌握温度、酸度对水解平衡移动的影响及其应用；对络合平衡，重点理解命名、内外界、中心离子电荷（及杂化

类型)，配体、配位数、空间构型等。根据结构（内轨和外轨型）及 $K_{\text{稳}}$ 值比较络合物的稳定性，从而确定络合平衡移动方向。其它高等成人教育系统，可根据专业要求，侧重掌握有关水解和络合平衡的简单计算；③掌握离子互换反应方程式。除第三章介绍的内容外，还可把第七章的氯化物水解，硫化物溶解性的反应等联系起来共同考虑。

定量掌握三类运算：①一般平衡的运算， K_c 、 K_p 、 α 的运算公式见本教材第二章；②三大平衡（电离平衡、溶解平衡、氧化还原平衡）的运算公式和注意事项，见本教材三、四章。注意各平衡的特点，在理解研究各平衡的目的基础上，自然而牢固地记忆计算公式，有利于灵活运用；③重要的热力学函数公式及其有关计算。见第二章重、难点指导。

注意有关反应方向和程度的判据的内在联系，防止孤立片面地看问题：

1) 任何过程或反应（指理想情况、不考虑其它条件）， $\Delta G < 0$ 自发， $\Delta G = 0$ 平衡， $\Delta G > 0$ 不自发，逆向自发。

2) 标准状态（1atm）下的化学反应， $\Delta G^\circ < 0$ 自发， $0 < \Delta G^\circ < 40\text{kJ}$ 具体分析， $\Delta G^\circ > 40\text{kJ}$ ，反应的可能性极小或非自发。

$\therefore \Delta G^\circ_T = -2.303RT \lg K_p$ ， $\therefore K_p > 1$ ，则 $\Delta G^\circ < 0$ 正反应占优势； $K_p < 1$ ，则 $\Delta G^\circ > 0$ 逆反应占优势。

3) 水溶液中的氧化还原反应：

$\therefore \Delta G = -nFE$ （非标准状态）

$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$ （标准状态）

$\lg K = \frac{nE^\circ}{0.059}$ （1atm, 25°C）

∴ $E > 0$ ，则 $\Delta G < 0$ 自发； $E^\circ > 0$ $K > 1$ $\Delta G^\circ < 0$ 自发。

(2) 以物质结构为纲，解决下面四个问题(五、六、七章内容)

1) 原子和离子的核外电子分布式、外层电子分布式(五章)；2) 周期律与元素及其单质性质的关系(五、六章)；3) 根据物质微粒间的作用力种类和大小，辨别晶体类型，推知物质的物理性质(六章)；4) 用离子极化理论，理解离子极化带来的一系列键型递变，晶型递变及物理化学性质的变化(七章)，如氯化物的水解度，氢氧化物的酸、碱度，含氧酸盐的热分解，硫化物的溶解性等的递变规律。

抓住了全书的纲和主线，在自己头脑中就有了关于《普通化学》无机部分的轮廓和骨架。然后再去掌握具体的内容和例证，就好像在骨架上生了血和肉。反之，如果不先弄清问题的来龙去脉，不是站在高处看到全局，就容易迷失在繁杂的内容之中，即使一步步跟了下去，也只能是知其然而不知其所以然，好像没有骨架，使血肉无所依附，达不到掌握和应用化学知识的目的。

目 录

绪 论

- 一、本指导书的内容和体系…………… (I)
- 二、学习方法的一般指导…………… (I)

第一章 物质的聚集状态和溶液

- 一、教材简析…………… (1)
- 二、重、难点指导…………… (1)
- 三、计算题类型及解题思路…………… (7)
- 四、补充习题及答案…………… (13)
- 五、知识检查题及参考答案…………… (17)

第二章 化学反应速度及化学平衡

- 一、教材简析…………… (19)
- 二、重、难点指导…………… (21)
- 三、计算题类型及解题思路…………… (42)
- 四、补充习题及答案…………… (49)
- 五、知识检查题及参考答案…………… (55)

第三章 电解质溶液

- 一、教材简析…………… (58)
- 二、重、难点指导…………… (59)
- 三、计算题类型及解题思路…………… (73)
- 四、补充习题及答案…………… (82)
- 五、知识检查题及参考答案…………… (89)

第四章 氧化还原与电化学

- 一、教材简析…………… (94)
- 二、重、难点指导…………… (95)

三、计算题类型及解题思路·····	(114)
四、补充习题及答案·····	(119)
五、知识检查题及参考答案·····	(124)
第五章 原子结构与周期系	
一、教材简析·····	(129)
二、重、难点指导·····	(130)
三、计算题类型及解题思路·····	(140)
四、补充习题及答案·····	(142)
五、知识检查题及参考答案·····	(148)
第六章 化学键与晶体结构	
一、教材简析·····	(152)
二、重、难点指导·····	(153)
三、补充习题及答案·····	(164)
四、知识检查题及参考答案·····	(170)
第七章 单质与无机化合物	
一、教材简析·····	(174)
二、重、难点指导·····	(175)
三、补充习题及答案·····	(189)
四、知识检查题及参考答案·····	(192)
第八章 络合物	
一、教材简析·····	(196)
二、重、难点指导·····	(196)
三、计算题类型及解题思路·····	(203)
四、补充习题及答案·····	(204)
五、知识检查题及参考答案·····	(207)
第九章 有机化合物	
一、教材简析·····	(209)

二、重、难点指导·····	(209)
三、补充习题及答案·····	(224)
四、知识检查题及参考答案·····	(230)
第十章 中央广播电视大学历届《无机化学》(选)与《普通化学》期末试题及答案	
一九七九级无机化学期末试题及答案·····	(233)
一九八〇级无机化学期末试题及答案·····	(238)
一九八二级第一学期普通化学期末试题及答 案·····	(241)
一九八二级第二学期无机化学期末试题及答 案·····	(247)
一九八四级第一学期普通化学期末试题及答 案·····	(250)
一九八四级第二学期无机化学期末试题及答 案·····	(256)

第一章 物质的聚集状态和溶液

一、教材简析

本章包括了物质的聚集状态、气体和溶液三方面的内容，大多属于以后章节的学前基础。这些学前基础是中学已有知识的必要重复和化学基本知识的加深。

既然化学是一门研究物质的组成、结构、性质、变化及其能量转化的科学，所以学习化学时首先应明确物质的聚集状态和相的概念，这将为第二章化学平衡的讲解奠定相变化和相平衡概念的基础；气体中常遇到的是气体混和物。本章的气体定律又将在第二章中具体应用并得到深化；常见的液体溶液，其浓度的相互换算也将三、四、八章中进一步巩固和应用。

学习时务必注意新概念与旧概念的区别与联系。

二、重、难点指导

1. 物质的聚集状态

物质的聚集状态，主要分为固态、液态和气态，*另外还有第四态“等离子态”，第五态“超固态”，第六态“反物质态”，第七态“辐射场态”。

理解这部分内容的关键是明确聚集状态和相这两个概念的区别与联系。

(1) 区别

聚集状态是物质在特定条件下的存在形式。它是由构成

物质的微粒间作用力的差异所决定的。常见的有气、液、固三态。

相则是指体系中任何具有相同的物理性质和化学性质的均匀部分。相与相之间有明显的界面。

(2) 联系

相与聚集状态在特定条件下都是可以转化的。例如，水蒸气 $\rightleftharpoons$ 水 $\rightleftharpoons$ 冰。当三态共存时，就构成了有明显界面的三相。这里的相变反映了聚集状态的变化。

1) 气体：任何混和气体都为单相体系。如水煤气、空气等。

2) 液体：需视互溶情况而定。通常有单相和多相（二相、三相）体系之分。例如，第四章实验，KI溶液为单相系，因为溶质、溶剂均匀分散而无界面，当加入少量FeCl₃溶液时，生成的I₂与过量KI形成I₃⁻进入溶液，体系仍为单相系，再滴入CCl₄，立即出现两个互不相溶的液相（上层为水相，下层为紫红色的I₂——CCl₄溶液的有机相）。若再滴加赤血盐，则有滕氏兰沉淀产生，体系出现三个相：两个分层的液相，一个固相。

3) 固体：有单相系和多相系两种，单相系指一种纯固体或固溶体（合金）。多相系指固体混和物，且为一物一相。例如，铝粉和氧化铁组成的铝热剂就为两相。

(3) 注意

1) 聚集状态相同的物质在一起，不一定为单相系。例如油和水同是液态，其混和物为两相。

2) 不能将体系包含的成分数与相数等同起来看，要根据相的特征具体分析。例如，多种成分混和的气体总为单相系 这是因为各部分均匀，物理和化学性质相同，无界面。

而固体混和物则为一物一相。

3) 液体的多相系通常不超过三个液相。

2. 理想气体定律

这是人们研究气体物理性质，得出的重要成果之一。

(1) 理想气体状态方程

表达式 $PV=nRT$ 表示了某一状态下，理想气体四个基本性质 (P 、 V 、 n 、 T) 之间的相互制约关系。

变换式 $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{常数}$ 表示了当 n 一定时，

某理想气体由状态 I 变化为状态 II 时所遵循的关系式。

应用式 因为 $n = \frac{W}{M_G}$ ，得 $PV = \frac{W}{M_G} RT$ ，则可用于：

1) 求气体质量 $W = \frac{M_G \cdot P \cdot V}{RT}$

2) 求气体分子量 $M_G = \frac{M \cdot R \cdot T}{PV}$ M_G 数值上与分子量相当。

3) 求气体密度 $\rho = \frac{W}{V} = \frac{P \cdot M_G}{RT}$

应用状态方程的关键是熟记并根据题意灵活运用表达式，变换式和应用式。

(2) 分压定律

表达式 $P_{\text{总}} = p_A + p_B + p_C + \dots$

$$p_i = P_{\text{总}} \cdot \frac{n_i}{n_{\text{总}}} = P_{\text{总}} \cdot \frac{V_i}{V_{\text{总}}} = P_{\text{总}} \cdot V\%$$

$n_i/n_{\text{总}}$ 为摩尔分数、 $V_i/V_{\text{总}}$ 为体积分数、 $V\%$ 为体积百分

数。

理解分压定律的关键是明确分压力(p_i)、总压力($P_{\text{总}}$)、分体积(V_i)、总体积($V_{\text{总}}$)的概念及相互关系。这是历届电大学生遇到的难点。

1) 分压力 指温度恒定时,某组分气体单独占有与混和气体相同体积时所产生的压力。其数学表达式如下。

已知:混和气体(若含A、B)处于恒温下,当 $V_A = V_B = V_{\text{总}}$ 时,则产生分压力,其关系式为 $p_A + p_B = P_{\text{总}}$ 。

结论:此组分气体状态为 p_i (A或B)、 $V_{\text{总}}$ 。按状态方程式有下式成立。

$$p_i V_{\text{总}} = n_i RT \dots\dots ①$$

2) 分体积 指温度恒定时,某组分气体单独以与总压力相同的压力存在时所占有的体积。其数学表达式如下。

已知:混和气体(若含A、B)处于恒温下,当 $p_A = p_B = P_{\text{总}}$ 时,则产生分体积,其关系式为 $V_A + V_B = V_{\text{总}}$ 。

结论:此时组分气体状态为 $P_{\text{总}}$ 、 V_i (A或B)。按状态方程式有下式成立。

$$P_{\text{总}} V_i = n_i \cdot RT \dots\dots ②$$

综观式①与②,可得: $p_i V_{\text{总}}$ (状态I) = $P_{\text{总}} \cdot V_i$ (状态II)

注意:此式与 T 、 n 恒定时的状态方程式 $P_1 V_1 = P_2 V_2$ 完全符合。千万不能写成 $p_i V_i = P_{\text{总}} V_{\text{总}}$,这是组分气体不可能实现的状态。

(3) 几点说明

1) 气体定律仅适合于压力不太大,温度不太低的所谓理想气体(假定本身没有体积和分子间没有引力)。一般,常温、常压下的实际气体可作为理想气体处理。对于高压、

低温下的实际气体，气体方程应予修正。*其修正公式之一为： $(P + \frac{n^2 \cdot a}{V^2})(V - nb) = nRT$ 、 a/V^2 为压力校正

因素， b 为体积校正因子。对各种气体来说， a 、 b 常数可查表获得。

2) 对混和气体而言，在温度恒定下，当产生分压力时，有关系式： $p_i/P_{\text{总}} = n_i/n_{\text{总}}$ ；当产生分体积时，有关系式： $V_i/V_{\text{总}} = n_i/n_{\text{总}}$ 。二者不能混淆。

3) 气体常数 R ，它随压力、体积选用的单位不同而数值各异，使用时务必注意。 R 值来源可参见表1—1。

表1—1 R 值随压力、体积单位变化表

$n(\text{mol})$	$T(\text{K})$	$P(\text{根据要求})$	$V(\text{根据要求})$	$R = PV/nT$
1	273	1atm	22.4l(dm ³)	0.08206atm·l. mol ⁻¹ ·K ⁻¹
1	273	1atm	22.4×10 ³ ml (cm ³)	82.06atm·ml mol ⁻¹ ·K ⁻¹
1	273	760mmHg	22.4l(dm ³)	62.4mmHg·l. mol ⁻¹ ·K ⁻¹
1	273	101.3×10 ³ Pa	22.4×10 ⁻³ m ³	8.31Pa·m ³ . mol ⁻¹ ·K ⁻¹
1	273	101.3×10 ³ Pa	22.4×10 ⁻³ m ³	8.31 J·mol ⁻¹ . K ⁻¹
1	273	101.3×10 ³ Pa	22.4×10 ⁻³ m ³	1.987cal·mol ⁻¹ . K ⁻¹

说明：因为1Pa=1N·m⁻²，且1J=1N×1m，代入下式。

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{101.3 \times 10^3 \text{ Pa} \times 22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ mol} \times 273 \text{ K}}$$

$$= 8.31 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$= 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} (\text{或 } \text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$$

$$= (8.31 \div 4.18) \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$=1.987\text{cal}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

3. 溶 液

(1) 注意五种浓度的计算公式和单位
回忆中学已学过的有关公式:

$$1) \text{ 摩尔数 } n = \frac{W(\text{g})}{M_G(\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})} = \frac{W}{M_G} \text{ mol}$$

(物质的量)

$$\text{或} = \frac{V(1)}{22.4(1\cdot\text{mol}^{-1})} = \frac{V}{22.4} \text{ mol (标准状态下的气体)}$$

$$\text{或} = \frac{\text{微粒数(个)}}{6.02 \times 10^{23}(\text{个}\cdot\text{mol}^{-1})} = \frac{\text{微粒数}}{6.02 \times 10^{23}} \text{ mol}$$

$$\text{克当量数} = \frac{W(\text{g})}{E(\text{g}\cdot\text{克当量}^{-1})} = \frac{M}{E} \text{ 克当量}$$

$$\text{或} = N(\text{克当量}\cdot\text{l}^{-1}) \times V(1) = NV \text{ 克当量}$$

2) 当量定律 物质相互作用时, 其克当量数总是相等的。

$$\text{表达式: } W_1/E_1 = W_2/E_2$$

$N_1V_1 = N_2V_2$ 此公式适用于两种物质相互作用(溶液中); 也适用于同种溶液稀释前后克当量数不变的情况。

$$3) \text{ 浓度关系式 } M = \frac{10^3 \rho \times A \%}{M_G} = \frac{10 A \cdot \rho}{M_G}$$

$$N = \frac{10^3 \rho \times A \%}{E} = \frac{10 A \cdot \rho}{E}$$

$$N = aM \quad (a \text{ 为正或负化合价总数})$$

在理解概念基础上掌握以下五种重要浓度计算公式:

$$\text{质量百分浓度: } A \% = \frac{\text{溶质 } W(\text{g})}{\text{溶液 } W(\text{g})} \times 100 \% (\text{无量纲})$$