

GAOZHONG HUAXUE JIAOXUE
YI'NAN WENTI YANJIU

中小学教师
继续教育用书

高中化学教学疑难问题研究

邹太和 主编



东北师范大学出版社

中小学教师继续教育用书

GAOZHONG HUAXUE JIAOXUE

YI'NAN WENTI YANJIU

■ 东北师范大学出版社

长 春

高中化学 教学疑难问题研究

■ 主编 邹太和

赠入

(吉)新登字 12 号

□出 版 人：贾国祥

□策划编辑：杨 华 唐东梅

□责任编辑：谢冰玉

□封面设计：未 名

□责任校对：吴晓颖

□责任印制：张允豪 栾喜湖

中小学教师继续教育用书
高中化学教学疑难问题研究
邹太和 主 编

东北师范大学出版社出版发行

长春市人民大街 138 号

邮政编码：130024

电话：0431—5695744 5688470

传真：0431—5695744 5695734

网址：<http://www.nenu.edu.cn>

电子函件：Chubs@ivy.nenu.edu.cn

东北师范大学出版社激光照排中心制版

吉林工学院印刷厂印刷

开本：850×1168 1/32

2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷

印张：6.375 字数：148 千 印数：0 001 — 5 000 册

ISBN 7 - 5602 - 2412 - 1/G · 1346 定价：7.00 元

出版说明

历史将翻开新的一页，人类即将跨入 21 世纪。21 世纪是充满机遇和挑战的世纪，是一个科学技术更加发达，竞争更加激烈，社会对人的素质要求更高的世纪。提高人的素质的关键在教育，振兴教育的关键在教师，只有造就一支高素质的教师队伍，才能满足 21 世纪教育发展的要求。而建立和完善适应 21 世纪需要的中小学教师继续教育制度，则是造就高素质中小学教师队伍的根本措施。

1998 年 6 月，国家教育部师范教育司制定并印发了《中小学教师继续教育课程开发指南》（以下简称《指南》）。《指南》对中小学教师继续教育的教学内容和课程体系作了原则规定，对现阶段中小学教师继续教育提出了基本要求，这标志着我国中小学教师继续教育教学内容和课程体系的确立。

我们组织编写的这套教材是以《指南》为指导，按《指南》所规定的课程和内容要求而编写的。我们目前出版的这些教材，大部分都是《指南》中规定的必修课。根据中小学教师继续教育开展的情况，我们还将陆续组织编写出版《指南》中规定的其他教材。

在教材编写过程中，我们认真汲取了“八五”期间全国各地

开展中小学教师继续教育的宝贵经验，坚持从中小学教师队伍建设需要和中小学的实际出发，力求反映先进的教育思想、教育理论，反映最新的学科知识发展动态、教育教学改革实践和研究成果，反映现代教育技术和先进教学方法，在确保科学性的前提下，进一步突出了教材内容的针对性、实效性、先进性和时代性，体现了中小学教师继续教育的特点和要求。

由于时间仓促，加之中小学教师继续教育教材建设尚处在起步阶段，缺乏足够的经验，缺憾之处在所难免，恳请广大读者不吝赐教，并在研究和探讨方面与我们进行更多的合作。

希望本教材能对广大中小学教师完善自我，提高自身素质，顺利地跨入 21 世纪，助一臂之力。

东北师范大学出版社

1999 年 7 月

目 录

第一章 基本概念 / 1

- 1 如何理解“物质的量”和“摩尔”等概念? / 1
- 2 气态方程及其推论 / 3
- 3 氧化还原反应具有哪些规律? / 4
- 4 如何快速配平氧化还原反应方程式? / 7
- 5 高分子溶液与溶胶有哪些异同点? / 10
- 思考与练习 / 12

第二章 基本理论 / 13

- 1 “原子轨道”和“电子云”有何区别? / 13
- 2 氢原子核外只有 $1s$ 轨道吗? / 13
- 3 为什么多电子原子的电子能级产生了“能级交错”现象? / 14
- 4 为什么原子核外电子最外层不超过 8 个, 次外层不超过 18 个? / 14
- 5 稳定结构一定是 8 电子结构吗? / 15
- 6 什么是对角线规则? / 15

- 7 离子键具有哪些特征? /17
- 8 共价键为什么具有方向性和饱和性? /17
- 9 什么叫氢键? 它的形成对物质的性质有何影响? /19
- 10 什么叫晶体、晶格、晶胞? /20
- 11 冰和玻璃都是晶体吗? /21
- 12 元素氧化物的水化物的酸碱性与其结构有什么关系? /22
- 13 氢酸的强度有何规律? 如何解释? /23
- 14 化学反应速率/25
- 15 影响化学反应速率的外因/26
- 16 化学平衡的特征/28
- 17 如何判断可逆反应是否处于平衡状态? /28
- 18 如何判断化学平衡移动的方向? /29
- 19 加入惰性气体对化学平衡移动有何影响? /32
- 20 多重平衡/33
- 21 等效平衡/34
- 22 平衡移动后反应物转化率及各物质分数的变化/36
- 23 平衡移动后体系颜色的变化/37
- 24 平衡移动后压强的变化/37
- 25 平衡移动后气体平均相对分子质量的变化/37
- 26 电解质与非电解质概念辨析/39
- 27 强电解质有无“强”、“弱”之分? /40
- 28 共价键极性强弱与电解质强弱是否一致? /40
- 29 怎样正确书写离子反应方程式? /41
- 30 电离度的概念和应用/43
- 31 电离平衡常数的概念和应用/45
- 32 总酸度、有效酸度和潜在酸度/49
- 33 关于溶液 pH 值的计算/50

- 34 缓冲溶液/53
- 35 盐的水解/54
- 36 如何判断弱酸酸式盐溶液的酸碱性? /56
- 37 盐与盐反应的有关问题/56
- 38 哪些问题要考虑盐的水解? /57
- 39 溶度积与溶度积规则/58
- 40 沉淀的溶解/59
- 41 电解质溶液的平衡关系及其应用/60
- 42 使用酸碱指示剂应注意哪些问题? /61
- 43 滴定突跃与指示剂的选择/63
- 44 双指示剂法与混合碱的滴定/65
- 45 构成原电池的条件及电极反应式的书写/67
- 46 电动势与反应速度/68
- 47 原电池与电解池的电极名称是怎样确定的? /69
- 48 电解定律/70
- 思考与练习/71

第三章 元素及其化合物/75

- 1 为什么 Cl_2 和 H_2 在光照下能发生爆炸反应? /75
- 2 为什么次氯酸具有漂白和消毒作用? /77
- 3 在不同条件下, 氯气与碱反应生成的产物有何不同? /77
- 4 怎样理解卤素间的置换反应? /78
- 5 怎样解释几种氟化物的反常性质? /79
- 6 为什么 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 单质的颜色逐渐加深? /80
- 7 怎样理解淀粉遇到碘时所呈现的颜色变化? /81
- 8 怎样理解卤素含氧酸的酸性递变规律? /82
- 9 为什么溴和碘在不同溶剂里呈现不同的颜色? /84

- 10 怎样制备单质氟? /84
- 11 氟里昂 (Freon) 的成分是什么? 有哪些主要用途? /85
- 12 臭氧具有哪些主要性质和用途? /86
- 13 O_2 、 O_3 具有怎样的结构? /86
- 14 怎样理解单质硫在不同温度下的不同变化? /87
- 15 为什么硫化氢、硫化钠和亚硫酸钠溶液不可久置? /88
- 16 浓硫酸具有氧化性, 二氧化硫具有还原性, 为什么二氧化硫却可以用浓硫酸来干燥? /89
- 17 三氧化硫具有怎样的结构与状态? /89
- 18 如何理解金属硫化物在溶解性上的差异? /90
- 19 硫代硫酸钠为什么可以做定影剂和除氯剂? /91
- 20 怎样理解浓硫酸与稀硫酸氧化能力上的差异? /92
- 21 为什么铜与浓硫酸反应时往往会产生黑色物质? /92
- 22 为什么锌与稀硫酸反应时, 锌粒表面常会出现黑色? /93
- 23 石膏、烧石膏、过烧石膏有何差异? /94
- 24 为什么氧不能形成 -(O)_n $n > 2$ 的化合物, 而硫可以形成 -(S)_n n 可达 6 的化合物? /94
- 25 硫、硒、碲的化合物有哪些异同? /95
- 26 怎样理解氧元素无 +6 价, 而硫元素却有 +6 价? /96
- 27 为什么氮和氯的电负性相同, 而氮气和氯气的性质却有很大差异? /97
- 28 同为叁键, 如何理解氮气和乙炔性质上的差异? /98
- 29 硝酸与金属反应有哪些规律? /99
- 30 怎样理解浓硝酸与稀硝酸氧化能力上的差异? /101
- 31 硝酸盐受热分解有哪些规律? 为什么? /102
- 32 磷的主要含氧酸都具有哪些重要特征? /104
- 33 怎样理解二氧化碳所参与的某些反应? /108
- 34 甲烷能否还原氧化铜呢? /110

-
- 35 影响碳酸盐热稳定性的因素有哪些? /111
 - 36 硅与强碱溶液作用的实质是什么? /114
 - 37 怎样理解硅与酸、碱、卤素等的作用? /115
 - 38 CO_3^{2-} 离子与金属离子 M^{n+} 反应的产物 /117
 - 39 为什么纯金属(如纯锌)反而不易与酸反应? /118
 - 40 如何解释金属的“钝化”? /119
 - 41 为什么锂在空气中燃烧生成氧化锂, 而钠则生成过氧化钠? /121
 - 42 为什么合金的熔点一般低于组成合金各组分的熔点? /123
 - 43 食盐为什么能防腐? /124
 - 44 碳酸钠与碳酸氢钠的性质有何不同? 如何加以分离和鉴别? /125
 - 45 镁带在空气中燃烧为什么会发出耀眼的强光? 生成哪些产物? /128
 - 46 在铝与氢氧化钠溶液的反应中, 电子是如何转移的? /130
 - 47 为什么在 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被氧化的过程中, 出现灰绿色? 在 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 中, Fe^{3+} 离子与哪个原子配位? /131
 - 48 如何理解 Fe^{2+} 离子和 Fe^{3+} 的稳定性及其相互转化? /133
 - 49 为什么不锈钢具有化学稳定性? /135
 - 50 铁比铜活动性强, 为什么三氯化铁却能腐蚀铜? /136
 - 51 水合铁离子是棕黄色的吗? /138
 - 52 如何判断 Fe^{3+} 与 S^{2-} 的反应产物? /140
 - 53 氧气与铜的反应产物是什么? /140
 - 54 Cu 为什么不如 K、Zn 活泼? /141
 - 55 为什么铜通常呈 +2 价? $\text{Cu}(\text{II})$ 与 $\text{Cu}(\text{I})$ 如何相互转

化? /143

思考与练习/145

第四章 有机化学/148

- 1 有机化学发展简述/148
- 2 有机化合物的分类与特点/150
- 3 求有机物分子式的一般步骤和烃的分类/152
- 4 游离基取代机理/153
- 5 甲烷的实验室制备/154
- 6 用数学归纳法证明烷烃同系物通式/155
- 7 烷烃的化学性质和制法小结/156
- 8 不饱和烃和不饱和度/157
- 9 乙炔的实验室制备/158
- 10 烯烃的几何异构体和氢化热/159
- 11 单烯烃的化学性质小结/160
- 12 二烯烃/163
- 13 为什么用乙炔作氧炔焰燃料? /164
- 14 乙炔的实验室制备/164
- 15 炔烃的化学性质小结/165
- 16 怎样理解芳香性概念? /166
- 17 为什么苯的同系物的侧链易被氧化? 规律如何? /167
- 18 芳香族化合物的取代规律和机理/168
- 19 在卤代烃的水解中, 碱产生的 OH^- 的作用是什么? /172
- 20 乙醇制取乙烯原理所体现的消去规律/172
- 21 乙醛的氧化反应实验说明/173
- 22 羧基的结构、羧酸的酯化历程和浓硫酸的作用如何? /175

23 葡萄糖的化学性质、淀粉与纤维素结构的异同及纤维素的化学性质小结/177

24 氨基酸的结构与酸碱性质/179
思考与练习/182

参考文献/188

第 一 章

基 本 概 念

1. 如何理解“物质的量”、“摩尔”等概念?

1971 年,第十四届国际计量大会上通过将物质的量定为 SI 的七个基本物理量之一。1978 年,物质的量进入我国国家标准。

(1) 物质的量及其单位

IUPAC 所属符号和术语委员会主席(1967~1969) M. L. 麦克格莱山(M. L. McGlashan)指出:“一系统中某种基本单元 B 的物质的量 n_B 定义为与这系统所含基本单元 B 的数量成正比的量。”(B 表示指定基本单元的化学式)即 $N_B \propto n_B, N_B = L \cdot n_B \cdots \textcircled{1}$ 。

L 是比例常数。 $\textcircled{1}$ 式表明物质的量 n_B 是系统中指定的基本单元 B 的数目多少的衡量。国际计量大会对“物质的量”的单位摩尔定义为:摩尔是一系统的物质的量,该系统中所包含的基本单元数与 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 原子数目(即阿伏加德罗常数 N_A)相等。 N_A 是可以由实验测定的,最新测定的数据是 $N_A = 6.0220943 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。 N_A 不是纯数,其单位为 mol^{-1} 。采用摩尔作为物质的量的单位后, $\textcircled{1}$ 式中的 $L = N_A$,于是 $N_B = N_A \cdot n_B$ 或 $n_B = N_B / N_A \cdots \textcircled{2}$ 。由 $\textcircled{2}$ 式可知,物质的量(n)是分子或其他基本单元数(N)与阿伏加德罗常数(N_A)的商,这也可以作为物质的量的定义。

讲述物质的量和摩尔时要注意以下几点:

① 在 SI 制中“物质的量”是一个专有名词，是衡量物质所含的基本单元多少的量的名称。“物质的量”四个字是一个整体，不得简化或增添任何字。

② 对于质量一定的物质，其物质的量是随指定的基本单元的不同而异的。例如：472 g Hg_2Cl_2 含有 1 mol Hg_2Cl_2 或 2 mol HgCl 或 2 mol Hg^+ 或 $2 \text{ mol } \frac{1}{2} \text{Hg}_2^{2+}$ ，197 mol e（电子）等。因此，在具体谈到物质的量和使用摩尔时要注明所指的单元。对于具体的基本单元，可用化学式来指明。例如： O_2 的物质的量可以表示为 $n(\text{O}_2)$ ，但不能说成或写成是氧的物质的量，因为这样说或这样写不明确，不知是指 $n(\text{O})$ 、 $n(^{18}\text{O})$ ，还是指 $n(\text{O}_2)$ 等。

③ 不能把物质的量的单位名称“摩尔”与“物质的量”混淆，因此，不能将物质的量称为“摩尔数”。

④ “摩尔是物质数量的单位”、“物质的量是以 N_A 为计算单位的”等说法都没有体现出“物质的量”和“摩尔”的基本含义，不符合国际上有关概念的规定，但这都是不少教师常用的说法，不应继续使用。

物质的量和其他的物理量一样是物质的某种客观属性的量度。物理量的定义和符号都不包含特定单位的选择。一定数目的基本单元 B——B 的物质的量 (n_B) 确定了——这是客观存在，它不因单位的不同而变化。采用摩尔或者别的单位（事先定义）去计量它，测得的数值不一样，但每个数值与单位的乘积却都表示同一量值的物质的量。所以，任何测定得到的数值都是一个纯数，它只有与单位联系在一起才有意义，而物理量本身是独立于单位的，不能把 N_A 作计数单位作为定义物质的量的条件。另外，称 N_A 为计数单位，摩尔是物质数量的单位也是欠妥的。在 SI 制中物质的量只有一个 SI 单位——摩尔，而摩尔也只能是物质的量的单位，而不是物质数量单位。 N_A 是定义摩尔，复现摩尔这一单位的

基准，不能把 N_A 说成另一单位。

(2) 与物质的量有关的导出量

物理量本身是独立于单位的，即物理量的定义不应包含或暗含特定单位的选择。因此诸如“1 摩物质的质量叫物质的摩尔质量”等说法不妥。按此原则对与物质的量有关的导出量定义如下：

① 摩尔质量。质量除以物质的量， $M = \frac{m}{n}$ 。或说单位物质的量的物质所具有的质量。SI 单位为 kg/mol ，中学用其分数单位 g/mol 。

② 摩尔体积。体积除以物质的量， $V_m = V/n$ 。在 273.15 K 和 101.325 kPa 时，理想气体的摩尔体积为 V_m ， $V_m = (0.2241410 \pm 0.00000019) \text{ m}^3/\text{mol}$ ，中学一般采用约等于 22.4 L/mol 。也可以说“在标准状况下，单位物质的量气体所占有的体积叫做摩尔体积”，中学采用 L/mol 为单位。

③ B 的浓度或 B 的物质的量浓度 (c_B)。B 的物质的量除以混合物体积。在中学采用“用单位体积溶液中所含溶质 B 的物质的量来表示溶液组成的物理量，叫做溶质 B 的物质的量浓度”这一说法，中学采用的单位为 mol/L 。

最后提一下，中学化学中拟以“化学计量数”这个物理量代替化学方程式中“系数”的称谓，用符号 ν_i 表示。

2. 气态方程及其推论

气态方程（克拉珀龙方程）是我们比较熟悉的，公式为 $pV = nRT$ ，式中 p 代表气体的压强，1 标准大气压 101 kPa ； V 代表气体的体积， $1 \text{ L} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 1 \times 10^3 \text{ cm}^3$ ； n 代表气体物质的量， $n = \frac{m}{M}$ ； T 代表热力学温度 (K)， $T = 273 + t^\circ\text{C}$ ； R 为摩尔气体常数，其数值与上述各量的单位有关，中学阶段常用的是 $R = 0.082 \text{ 大气压} \cdot \text{升/摩} \cdot \text{开}$ 。

由气态方程可以导出气体摩尔体积和阿伏加德罗定律。

在标准状况下,单位物质的量气体所占的体积叫做气体的摩尔体积。将 $p=1$ 大气压, $T=273$ K, $n=n$ mol 代入气态方程得:

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{n \text{ mol} \times 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} \\ = 22.4 \text{ nL},$$

$$\text{所以摩尔体积 } V_m = \frac{V}{n} = \frac{22.4 \text{ nL}}{n \text{ mol}} = 22.4 \text{ L/mol}$$

对于两种气体,我们有 $p_1V_1/p_2V_2=n_1RT_1/n_2RT_2$,若 $p_1=p_2$, $T_1=T_2$ (相同状况),必有 $V_1/V_2=n_1/n_2$,若 $V_1=V_2$,则 $n_1=n_2$ 。这一关系表明,在同温同压下,同体积的任何气体的物质的量相同(分子数当然也相同),这就是阿伏加德罗定律。

由气态方程还可以得到下述重要推论:

(1) 同温同压下,任何气体体积比等于它们的物质的量之比。

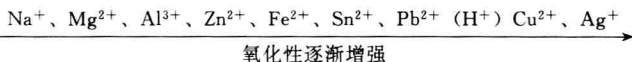
(2) 同温同体积时,任何气体的压强比等于它们的物质的量之比。

(3) 同温同压下,同体积的任何气体的质量之比等于它们的相对分子质量之比,也等于它们的密度之比。即 $m_1/m_2=Mr_1/Mr_2= \rho_1/\rho_2=D$,式中 D 为第一种气体与第二种气体的密度之比,称为第一种气体对第二种气体的相对密度。这是计算气体相对分子质量的重要途径。

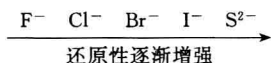
3. 氧化还原反应具有哪些规律?

(1) 氧化还原反应中,氧化还原并存且得失电子数相等。

(2) 活泼金属(如 Na)易失电子被氧化,是强还原剂,其氧化产物(Na^+)必然只具有弱氧化性。由此,可归纳出金属阳离子的氧化性的变化规律:



活泼的非金属(如 Cl_2) 易得电子被还原, 是强氧化剂, 其还原产物 (Cl^-) 必然只具有弱还原性。由此, 可归纳出阴离子的还原性的变化规律:



F^- 、 O^{2-} 一般不显还原性。

(3) 金属单质的还原性强弱可根据金属活动性顺序和元素周期表来判断。

(4) 比较物质氧化性或还原性的相对强弱, 可根据反应事实利用下述一般规律。

① 氧化性: 氧化剂强于氧化产物

还原性: 还原剂强于还原产物

例如: $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$

氧化性: Fe^{3+} 强于 Cu^{2+}

还原性: Cu 强于 Fe^{2+}

② 据反应条件: 是否加热, 温度高低, 有无催化剂等。

③ 据反应剧烈程度。如 Cu 分别与浓 HNO_3 、稀 HNO_3 的反应。

④ 据不同氧化剂(还原剂)与同一物质反应后, 还原剂(氧化剂)中相关元素的价态高低。如 $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$, $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$, $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$, 故有氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{O}_2 > \text{S}$ 。

判断氧化剂的氧化能力时, 不能简单地根据氧化剂被还原后相关元素的价态高低来判断, 应具体依据氧化剂氧化其他物质的能力。如硝酸越稀, 其氧化能力越弱, 但跟同一还原剂反应时化合价降得越多。

(5) 还原剂(或氧化剂)不可能把高价(或低价)的某种元素还原(或氧化)成和还原剂(或氧化剂)中该元素相同的价态; 相邻价态的同种元素不发生氧化还原反应(称之为不相交叉