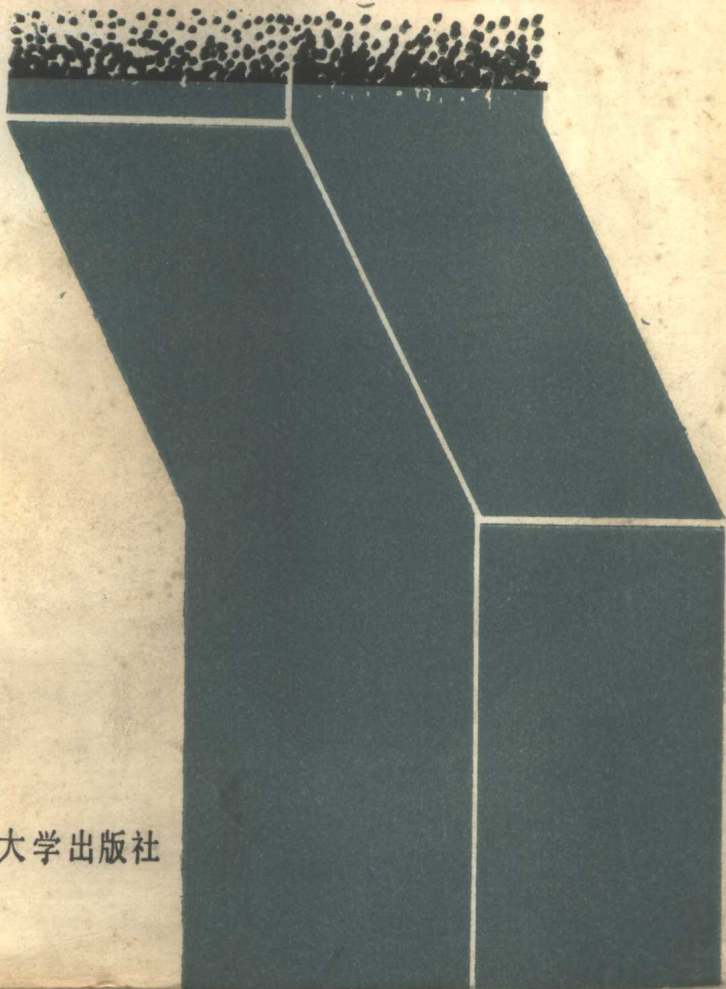


史俊孝 胡满成 编著

- 908113

无机化学

复习指导与习题选解



陕西师范大学出版社

341

502A

高等学校教学参考书

无机化学

复习指导与习题选解

史俊孝 胡满成 编

1 次

陕西师范大学出版社

高等学校教学参考书
无机化学复习指导与习题选解

史俊孝 胡满成 编

●
陕西师范大学出版社出版

(西安市陕西师大120信箱)

陕西省新华书店经销

陕西省南郑县税务印刷厂印刷

●
开本787×1092毫米 32/1 印张15 字数317千

1989年2月第1版

1989年2月第1次印刷

印数：1—3000

ISBN 7-5613-0181-2

0.5 定价：2.95元

序

化学正在迅速发展成为一门中心科学，其中无机化学经历一段沉寂之后，近年来也正在复兴中有新的崛起。

目前，我国教育正在实行全面改革，在教学上最活跃的因素是学生，应该给大学生充分的自学时间，并给他们提供丰富的教学参考书籍。让大学生广泛地读些书，以扩大他们的知识面。

在上述形势下，由两位年轻教师写的这本书，我读后觉得有一定特色，编者参照流行教材，收集大量试题和习题，将无机化学内容组织为十章，各章均先做一些内容介绍，然后列出许多问题并作解答，问题类型齐全，解答准确简明，既是化学专业大学生的良师益友，也可作其它有志学习化学青年的课外读物。这本书既可补充教材的不足，也有助于学生思维能力的培养。

在教材的百花园中，百花盛开，一片春意盎然，祝愿这朵小花，能给百花园增添一抹新绿。

刘翊纶

1988年5月26日

前 言

为了帮助无机化学专业的本、专科生，电大、函大学生能全面、系统地学习和复习无机化学，并对所学的无机化学基本理论和基本知识加深理解，灵活运用、提高分析问题和解决问题的能力，以适应当前大专学生报考研究生，各类过关、资格考试的需要。我们以北京师范大学等三院校编《无机化学》（高等教育出版社第二版、1986年）及武汉、吉林大学编《无机化学》（高等教育出版社第二版，1984年）为主要参考编写了这本复习指导。

本书共分10章。为了使读者复习时能抓住要领，每章前都对主要的内容进行了归纳叙述，然后对有关习题作了详细解答。全书共收集习题800多个，这些习题主要选自近几年国内外研究生入学试题及高师无机化学教材上的习题，此外还收集了《化学原理》、《基础化学》、《络合物化学》等参考书的部分习题及近年来部分院校试题。

习题分为选择题、填空题、问答题及计算题四种类型。书后还附有近几年部分重点院校硕士研究生入学考试试题供读者习作。另有附表3个，以供学习查阅。

本书收集习题广泛，解答详细，因而除供化学专业的本、专科学生使用外，还可供成人高校、函授大学、电大、夜大等各类学生学习无机化学时参考。

本书在编写过程中西北大学化学系刘翊纶教授曾给予了热情的帮助和指导，并在初稿完成后进行了详细审阅；陕西

师范大学化学系张渔夫教授对本书也提出了许多宝贵的修改意见，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者业务水平有限，本书错误和不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1987年12月

目 录

第一章	一些化学基本概念和定律·····	(1)
第二章	化学热力学初步·····	(21)
第三章	化学反应速度与化学平衡·····	(49)
第四章	电解质溶液·····	(84)
第五章	原子结构和元素周期律·····	(121)
第六章	化学键与分子结构·····	(150)
第七章	配位化合物·····	(190)
第八章	氧化还原与电化学·····	(230)
第九章	主族元素·····	(267)
第十章	副族元素·····	(356)
附录 I	部分高等学校硕士研究生入学考试试题 (无机化学)·····	(427)
附录 II	一些物质的热力学性质·····	(449)
附录 III	标准电极电势·····	(457)
附录 VI	一些常见配离子的稳定常数·····	(468)

第一章 一些化学基本概念和定律

提 要

一、分子、原子、基本粒子

	分 子	原 子	基 本 粒 子
定 义	分子是保持物质化学性质的最小微粒	原子是物质进行化学反应的基本微粒	比原子更小的微粒通称为基本粒子
相同点	它们都是构成物质的微粒，它们都在不断地运动着。		
不 同 点	能独立存在； 能保持原物质的化学性质； 化学反应中一种分子能变成另外一种或几种分子	一般不能独立存在 不一定保持原物质的化学性质； 化学反应中一种原子不会变成另外的原子。	不能独立存在 它们之间存在着较复杂的相互作用， 在一定条件下可以互相转化

二、元素、核素、同位素

(一) 元素 元素是原子核中质子数相同的一类原子的总称。元素是以核电荷数为标准对原子进行分类的，因此，原子的核电荷数是决定元素性质的关键。

(二) 核素 具有一定数目的质子和一定数目的中子的

一种原子称为核素。例如原子核里有6个质子和6个中子的碳原子它们的质量数是12,称碳—12核素,或写为 ^{12}C 核素。原子核里有6个质子和7个中子的碳原子,质量数为13,称 ^{13}C 核素。氧元素有三个稳定核素: ^{16}O 、 ^{17}O 和 ^{18}O 核素。具有多种稳定核素的元素称多核素元素。如碳元素、氧元素等都是多核素元素。只有一种稳定核素的元素称单一核素元素。如钠元素只有 ^{23}Na 一种稳定核素。即钠为单一核素元素。

(三) 同位素 质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称同位素。也可以定义为:多核素元素中的不同核素互称同位素。同种元素的不同核素质子数相同,在周期表中占同一位置,这就是同位素的原意。同位素有的是稳定的称稳定同位素,有的具有放射性称放射性同位素。氢有三种同位素,在自然界有两种稳定核素: ^1_1H (氕)和 ^2_1H (氘),另外一种 ^3_1H (氚)为氢的放射性核素。碳有三种天然同位素: $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{13}_6\text{C}$ 为稳定同位素, $^{14}_6\text{C}$ 为放射性同位素。同一元素的各种同位素的原子核虽有差别,但它们的核外电子数相同,因此它们的化学性质相同。

三、物质的量及其单位——摩尔

1971年10月有41个国家参加的第14届国际计量大会正式通过有关“物质的量”的单位——摩尔。其定义为:摩尔是——系统的物质的量,该系统中所包含的基本单元数与 $0.012\text{kg } ^{12}\text{C}$ 的原子数目相等时,该数量就叫做1摩尔。这里所说的基本单元是指原子、分子、离子、电子及其它粒子、或是这些粒子的特定组合。据实验测得, $0.012\text{kg } ^{12}\text{C}$ 中含有 6.022×10^{23} 个碳原子。这个数字就是阿佛加德罗常

数。因此摩尔的定义又可表述为：摩尔是物质的量的单位，若某物系中所含有的基本单元数等于阿佛加德罗常数时，则该物系中所含物质的量即为1摩尔。用 mol 表示。1摩尔物质的质量称为摩尔质量，单位为 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，数值上等于该物质的式量。

四、原子量与原子质量

	原 子 量	原 子 量 · 质
定 义	一种元素的原子量是指该元素1摩尔质量对核素 ^{12}C 的1摩尔质量 $\frac{1}{12}$ 的比值	某核素一个原子的质量称为该核素的原子质量。
区 别	一种元素只有一个原子量； 无单位； 与核素的丰度有关；	除单一核素元素外，同种元素各核素原子质量不同； 有单位(单位为 U) 与核素的丰度无关；

五、气态物质分子量的测定

(一) 相对密度法测气态物质的分子量

根据阿佛加德罗定律，同温同压下，同体积的气体含有相同数目的分子。因此，当温度、压力相同时，体积相同的两种气体质量之比等于它们的分子量之比。

$$\text{即} \quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{M_2}{M_1}$$

$$\text{或} \quad M_2 = DM_1$$

式中 M_1 、 M_2 分别代表两种气体的分子量， m_1 、 m_2 代表相

同体积的两种气体的质量： $D = \frac{m_2}{m_1}$ 叫做第二种气体对第一种气体的相对密度。

(二) 标准摩尔体积法求气态物质的分子量

气体的摩尔质量 = 某气体标准状况下
密度($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) $\times 22.4 (\text{L} \cdot \text{mol}^{-1})$

(三) 根据气体扩散定律求气态物质分子量

$$\frac{U_1}{U_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

式中 U_1 、 d_1 、 M_1 分别表示第一种气体的扩散速度、密度和分子量。 U_2 、 d_2 、 M_2 分别表示第二种气体的扩散速度、密度和分子量。

(四) 利用理想气体状态方程求气体物质的分子量。

$$M = \frac{mRT}{PV}$$

式中 P 、 V 、 T 分别代表气体的压力、体积和热力学温度； M 、 m 、 R 分别代表气体的分子量、质量和气体常数。

六、混合气体分压定律

1807年，道尔顿在总结大量实验事实的基础上，提出了混合气体分压定律：混合气体的总压力等于组分气体分压之和；某组分气体分压的大小和它在气体混合物中的体积分数（或摩尔分数）成正比。其数学表达式为：

$$P_{\text{总}} = P_1 + P_2 + P_3 + \cdots P_i$$

$$P_i = P_{\text{总}} \frac{V_i}{V_{\text{总}}} = P_{\text{总}} \frac{n_i}{n_{\text{总}}}$$

式中 $P_{\text{总}}$ 为混合气体的总压， P_1 、 P_2 、 P_3 、 $\cdots$ 、 P_i 为各组分气体

的分压, $V_{\text{总}}$ 为总体积, V_i 为分体积, $n_{\text{总}}$ 为混合气体总摩尔数, n_i 为组分气体摩尔数。

据道尔顿分压定律, 可以计算混合气体的总压力, 也可以根据总压力和体积分数计算组分气体的分压, 在进行计算时必须弄清分体积分压力的概念。

所谓分体积是指在相同温度下, 组分气体具有和混合气体相同压力时所占的体积。在恒温时, 某组分气体占据与混合气体相同体积时对容器产生的压力, 即为该组分气体的分压力。

题 解

一、选择正确的答案填入空格

1. 一种物质可定义为一种元素, 则它的所有原子具有相同的(b)。

(a) 原子量; (b) 原子序数; (c) 放射性; (d) 中子数; (e) 正电子数。

注解: 一种元素的所有原子具有相同的化学性质, 这种性质只决定于轨道电子的数目和排列, 在中性原子中, 轨道电子数等于核中的质子数, 也就等于原子序数, 所以一种元素的所有原子具有相同的原子序数。

2. $^{12}_6\text{C}$ 和 $^{13}_6\text{C}$ 两者互为下列哪一类概念的例子?
(c)。

(a) 同量素; (b) 核素; (c) 同位素; (d) 同中子异荷素。

3. $^{40}_{20}\text{Ca}$ 和 $^{40}_{18}\text{Ar}$ 两者互为下列哪一类概念的例子?
(C)。

(a) 同位素; (b) 同质异能素; (c) 同量素; (d) 镧系元素; (e) 同质子异荷数。

4. 下列哪个同位素是非放射性的? (C)。

(a) ^{60}Co ; (b) ^{131}I ; (c) ^{40}Ca ; (d) ^{90}Sr ; (e) ^{132}I 。

5. 国际原子量标准是(a)。

(a) $^{12}_6\text{C} = 12$; (b) $\text{C} = 12$; (c) $^{16}_8\text{O} = 16$; (d) $\text{O} = 16$ 。

6. 原子核失去一个中子(e)。

(a) 原子的化学性质发生变化; (b) 使核中质子数增加1; (c) 接着放出一个电子; (d) 使原子序数减小; (e) 原子的一种物理性质发生变化。

注解: 原子的化学性质只决定于它的电子结构, 原子序数只决定于核中质子的数目, 失去一个中子使原子量减少1, 而原子序数并不发生变化, 原子量产生的变化将表现在诸如质谱、扩散速率、熔、沸点以及红外振动频率等物理量上。

7. 可用于测定原子量的仪器是(d)。

(a) 电子显微镜; (b) 核磁共振仪; (c) 色谱仪; (d) 质谱仪。

8. Rb有85和87两种同位素, 其相对丰度分别为75%和25%, 所以Rb的原子量是(b)。

(a) 75.5; (b) 85.5; (c) 86.5; (d) 87.5。

9. 有一元素x, 它与氧化合形成一个分子式为 x_2O_3 的化合物, 如果8.4克的x与6.50克的氧化合, 该元素的原子

量是多少? (b)。

(a) 24.0; (b) 31.0; (c) 50.4; (d) 118.7; (e) 70.3。

注解: 因为氧的原子质量为16, 设x的原子量为“x”, 则x同氧化合生成 x_4O_6 , 它们的量比为: $\frac{4x}{6 \times 16}$ 因此得:

$$\frac{4x}{6 \times 16} = \frac{8.40}{6.50}$$

由此式可求得x的原子量为31。

10. 27克铝加到1升1 M $CuSO_4$ 溶液中, 置换出Cu的克数为(原子量Al=27, Cu=64) (d)。

(a) 16; (b) 32; (c) 64; (d) 96; (e) 128。

11. 下列说法哪个是正确的? (b)。

(a) 1 mol 氢气和1 mol 氧气所含分子数相同, 因而它们的质量也相同;

(b) 4.4克 CO_2 与3.2克 O_2 它们所含的分子数相同;

(c) 12克C和12克S, 它们的质量相同, 所以含有的原子数也相同;

(d) 1 千摩尔液氮重1 kg。

注解: 因为 CO_2 的物质的量 = $\frac{4.4}{44} = 0.1 \text{ mol}$, O_2 的物质的量 = $\frac{3.2}{32} = 0.1 \text{ mol}$, 物质的量相同, 分子数也相同。

12. 扩散速率三倍于水蒸气的气体是(b)。

(a) He; (b) H_2 ; (c) CO_2 ; (d) CH_4 。

13. 某碳氢化合物的分子量是44, 它含氢2/11, 问在它的分子式中含有几个氢原子? (d)

(a) 4; (b) 5; (c) 6; (d) 8; (e) 10。

14. 在国际单位制中, 理想气体常数R的数值和单位为(d)。

(a) $0.08206 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

(b) $8314.3 \text{ Pa} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

(c) $62363 \text{ mmHg} \cdot \text{ml} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

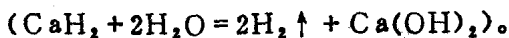
(d) $8.3143 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

二、填空题

15. 某原子质量数为51, 中子数为28, 此原子的原子序数为(23), 名称(符号)为[钒, (V)], 核外电子数为(23), 基态未成对电子数为(3)。

16. 同位素是(质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称同位素)如($^{12}_6\text{C}$)和($^{13}_6\text{C}$)。

17. 氢有(^1_1H 、 ^2_1H 和 ^3_1H)三种同位素, 其中(^1_1H)是氢弹的原料; CaH_2 是(离子型)氢化物, 它与水的反应式是



18. 在同一温度和压力下, 相同体积的各种气体所含的分子数目相同的假设首先是(阿佛加德罗)提出来的。

19. 1mol电子是由(6.022×10^{23})个电子组成; 1mol电子的电量为(96484)库仑。

20. 1标准大气压相当于(1.01325×10^5)Pa, 相当于10.34米水柱。

21. 无机化学最新的发展动向是(列举2项)(提示: ①

从定性科学向定量科学发展,从宏观结构向微观理论深入,一个比较完整的,理论化的和微观化的无机化学新体系正在迅速建立。②与其它学科进行渗透交叉,如向生物学渗透形成生物无机化学,和有机化学交叉形成有机金属化学。)

三、问答题

22. 指出下列人物在化学上的主要成就,并简述其内容。

(1) 盖吕萨克: 发现气体体积简比定律。气体物质反应时体积间成简单整数比。

(2) 门捷列夫: 发现元素周期律。元素的性质与原子量间有周期性关系。

(3) 摩斯莱: 从元素的 x 射线谱指出元素性质是原子序数的周期性函数。

(4) 路易斯: 提出共价键的电子对理论和电子结构式, 提出路易斯广义酸碱概念。凡是可以接受电子对的物质称为酸, 凡是可以给出电子对的物质称为碱; 提出活度和逸度的概念和理论。

(5) 侯德榜: 提出联氨法制碱和氯化铵。

23. 说明下列各对概念的区别

(1) 原子和分子; (2) 原子和元素;

(3) 核素和同位素; (4) 原子量和原子质量。

答 (1) 原子是物质进行化学反应的基本微粒。原子一般不能独立存在, 不一定保持原物质的化学性质, 在化学反应中一种原子不会变成另外的原子。

分子是保持物质化学性质的最小微粒, 分子能独立存在, 能保持原物质的化学性质, 在化学反应中一种分子能变

成另外一种或几种分子。分子和原子是构成物质的不同层次。

(2) 原子是物质进行化学反应的基本微粒，它是一微观的概念，有量的含义，可以论个数也可以论质量。

元素是原子核里质子数（即核电荷数）相同的一类原子的总称，是一宏观的概念，它无量的含义，不能论个数，亦不能论质量。

例如：水是由氢、氧两种元素组成的，水分子中含有两个氢原子和一个氧原子，而不能说成水分子中含有两个氢元素和一个氧元素。

(3) 核素是具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子。如原子核中有6个质子和6个中子的碳原子，其质量数为12，称碳-12核素，原子核中有6个质子和6个中子的碳原子，质量数为13，称碳-13核素。氧元素有三种核素，即 ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O 核素，这种具有多种核素的元素称为多核素元素，天然存在的钠元素只有一种钠原子 ^{23}Na ，称为单核素元素。

质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称同位素。同位素是对多核素元素来说的，对单核素元素，同位素失去意义。如我们可以说天然存在的钠元素只有一种核素，称 ^{23}Na 核素，而决不能说天然存在的钠元素只有一种同位素。

(4) 一种元素的原子量是该元素1 mol质量对核素 ^{12}C 1摩尔质量 $\frac{1}{12}$ 的比值。它是一个相对值。一种元素只有一个原子量，原子量无单位，它与核素的丰度有关。