

无机化学 疑难问题解答

田荷珍 王恩波 黄炳荣 编
北京师范大学出版社



06-1

无机化学疑难问题解答

田荷珍 王恩波 黄炳荣

北京师范大学出版社

内 容 提 要

本书通过一问一答的形式,力求全面和系统地提供有关基础无机化学方面的问题,并作简要解答。书中共收集了二百多道题,分为八章,大多数题是教学中的重点和难点,答题贴切,具有一定针对性,并注意科学性,力图帮助学生理解教材,解疑答难,提高学生的运算与自学的能力。

本书可供化学、化工专业学生和电大、业大、函授大学相应水平的学生自学参考,也可作为大、中学化学教师教学参考书。

无机化学疑难问题解答

田荷珍 王恩波 黄炳荣

*

北京师范大学出版社出版
新华书店北京发行所发行
煤炭工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 11.75 字数: 254 千

1987年6月第1版 1987年6月第1次印刷

印数: 1—15,000

统一书号: 13243·114 定价: 1.95元

写在前面

在基础无机化学的教学中，每年学生都会反复地提出一些疑难问题，而教师往往苦于没有合适的参考书以供学生课外阅读。鉴于此，我们将多年积累的第一手的教学资料和切身的教学体会，汇编成这本小册子，献给千千万万渴望知识的读者。

本书通过一问一答的形式，比较全面和系统地提供了有关基础无机化学方面的问题，并作了简要的解答。这些命题源自于大一化学，但个别题又高出于大一的水平，可以说大多数题是教学中的重点和难点，答题贴切，具有一定的针对性，并注意科学性。力图帮助学生理解教材，解疑答难，提高学生的运算技能，以及启发学生的聪明才智和有利于培养学生自学的能力。

书中总共收集了二百多道题，分成八个部分：一、基础知识；二、原子结构；三、分子结构；四、热力学；五、动力学；六、化学平衡；七、电化学；八、配合物。每道题的答案均有它自身的体系，绝不是简单地重复教科书。这有利于培养学生具有开拓性的思维。本书可供化学、化工专业学生及电大、函授大学相应水平的学生自学参考，也可作为大中学化学教师教学参考书。

为了便于读者自学，注意到了前后问题的合理顺序，循序渐进。在阐明问题的过程中十分注意思维的逻辑性和准确性。并教会学生掌握合理的解题思路。

限于作者的水平，有不当之处恳请老师们和同学们

斧正。

尹敬执教授在百忙中进行了认真负责的审阅，并提出了不少宝贵的意见。在此致以衷心的感谢，对帮助和鼓励作者的北师大出版社的领导和编辑同志也一一致谢。

田荷珍 王恩波 黄炳荣
于1984.12.

目 录

第一章 基础知识	(1)
1-1 什么是国际单位制 (SI)? 使用时有哪些注意 事项?	(1)
1-2 何谓摩尔? 在自然科学中为什么要使用摩尔?	(4)
1-3 阿佛加德罗常数是如何测得的?	(6)
1-4 试举例说明如何由分子式直接估算构造式中 π (电子) 对数?	(7)
1-5 什么叫做形式电荷? 试举例说明根据分子式书写构造 式的逻辑顺序。	(10)
1-6 什么叫做基团参数法? 试举例说明。	(12)
1-7 如何理解“原子量”一词?	(14)
1-8 分子的概念是如何变迁的?	(16)
1-9 试述化合价概念的发展过程。	(19)
1-10 什么叫做模型方法? 它和化学学科有什么 关系?	(23)
1-11 什么叫做理想气体? 如何由气体分子运动论推导出 理想气体状态方程? 试述理想气体状态方程的 物理意义。	(24)
1-12 什么叫做总压 (P_{Σ}) 和分压 (P_i)? 总体积 (V_{Σ}) 和分体积 (V_i)? 试述理想气体状态方程、导出公式 和解题关键。	(26)
1-13 什么是热力学温度? 为什么把热力学温度的零度定为 -273.15°C ?	(29)
1-14 什么是临界温度? 临界压强? 为什么温度高于临界 温度, 不管加多少压强都不能使气体液化?	(29)

- 1-15 什么叫做真实气体？试述范德华 (Van Der Waals) 1873年提出的真实气体状态方程。……(31)
- 1-16 什么叫做理想溶液？试述理想溶液的依数性关系式，举例说明。……(32)
- 1-17 什么叫做活度？有何重要用途？……(33)
- 1-18 试述无机物溶解性的一般规律，如何由酸根的化学式判断含氧酸的粗略强度？……(35)
- 1-19 关于酸碱理论的演变概况如何？……(36)
- 1-20 未来的周期表的结构如何？……(38)
- 1-21 试述长周期表的异常现象。……(41)
- 1-22 试总结制备无机化合物的方法。……(42)
- 1-23 试总结制备元素的几种方法。……(43)
- 第二章 原子结构** ……(45)
- 2-1 什么叫做氢原子光谱？玻尔理论如何解释氢原子光谱？它的主要成就和基本困难是什么？……(45)
- 2-2 在(氢)原子光谱中每个谱系谱线的分布为什么越来越密？这些谱线是一个(氢)原子产生的吗？……(49)
- 2-3 什么叫做微观粒子？何谓波粒两象性？什么现象可以说明电子的波动性？描述两象性可用哪个公式？…(49)
- ✓ 2-4 试述薛定谔方程和波函数。试述四个量子数的含义及其取值规则。……(51)
- ✓ 2-5 试述 ψ_{1s} 、 ψ_{2s} 、 ψ_{2p_z} 、 ψ_{2p_x} 、 ψ_{2p_y} 的径向波函数和角向波函数的图象。……(55)
- 2-6 试述玻恩假设并画出 $|\psi_{1s}|^2$ 、 $|\psi_{2s}|^2$ 、 $|\psi_{2p_x}|^2$ 、 $|\psi_{2p_y}|^2$ 、 $|\psi_{2p_z}|^2$ 的径向部分 $R^2(r)$ 和角向部分 $Y^2(\theta, \phi)$ 的图象。电子云黑点图是怎样画出来的？……(57)
- 2-7 什么叫做组态符号？如何表征核外电子运动状态？……(59)
- 2-8 什么叫做径向分布函数 $D(r)$ (radial distribution function)？径向密度分布函数 $|R_{n,l}(r)|^2$ (radial

- density function)? 两者有否矛盾?(62)
- 2-9 什么叫做节面? 节面数如何确定? 电子是怎样从一块电子云跑到另一块电子云去的?(64)
- 2-10 什么叫做徐光宪第一规则? 伊葆芳氏排列和哈卡拉氏排列? 这些规则在应用时有何局限性?(66)
- 2-11 什么叫做中心势场模型? 屏蔽效应和穿透效应?(68)
- 2-12 什么叫做能级交错现象? 试用屏蔽效应和穿透效应进行解释。(70)
- 2-13 原子的失电子次序和核外电子的填充次序是否一致?(71)
- 2-14 什么叫做有效核电荷 Z^* ? 如何求得屏蔽常数 σ 的值?(72)
- 2-15 为什么稳定的电子层结构的最外层和次外层会出现电子数不饱和的情况? 为什么常见元素的最外层电子数不超过8, 次外层电子数常常是8或18?(74)
- 2-16 什么叫做外围电子构型? 原子实? 核外电子排布可用哪几种方法表示? 试以 $_{24}\text{Cr}$ 为例加以说明。(76)
- 2-17 试述核外电子排布三原则。第1—6周期共有哪几种元素的核外电子排布得用洪特规则特例(全满 d^{10} , f^{14} ; 半满 d^5 , f^7 ; 全空 d^0 , f^0 稳定结构原则)进行解释?(76)
- 2-18 试述(外围)电子构型与长周期表分区的关系。如何由已知原子序数写出元素的电子构型? 如何由已知电子构型写出原子序数, 周期数, 族数和元素名称?(77)
- 2-19 为什么某些书本所列的元素原子半径的值(或图示的原子半径的大小)的规律性, 却不易从原子的电子层结构去解释?(79)
- 2-20 什么叫做过渡元素? 在周期表中过渡元素原子半径

的递变有何特点？	(81)
2-21 什么叫做电离能？电子亲合能和电负性？试述其在 元素周期表中的递变规律。	(82)
第三章 分子结构	(85)
3-1 什么叫做化学键？键参数？试述重要的键参数(键能、 键长、键角、键矩和键级)的涵义。	(85)
3-2 什么叫做离子电荷？离子半径和离子的电子构型？如 何按离子的电子构型将离子进行分类？	(87)
3-3 试述离子键理论(柯塞尔W.W. Kossel, 1888~1956) 的大意(形成条件, 本质和特点)?	(89)
3-4 有人说,“没有100%的离子键”这是什么意思? 如 何计算单键离子性百分数?	(90)
3-5 试述离子型化合物的通性。如何按晶型将离子晶体分 类? 离子晶体的晶型是由什么决定的?	(90)
3-6 试述价键理论(海特勒W. Heitler, 1904~ 和伦敦 F. London, 1900~1954)大意(形成条件, 本质和 特点)。这种理论有何缺点?	(92)
3-7 试述杂化轨道理论的大意。	(93)
3-8 原子轨道为什么必须杂化?	(95)
3-9 试述共价型分子几何构型(分子构型)和杂化轨道 类型之间的关系。	(96)
3-10 什么叫做等性杂化和不等性杂化? 试举例 说明。	(97)
3-11 什么叫做 σ -键和 π -键? 两者有何区别? 试以 N_2 和 $CH_2=CH_2$ 为例, 分析何者是 σ -键? 何者是 π -键?	(99)
3-12 什么叫做大 π -键? 共轭分子和共轭效应? 生成大 π - 键需要满足哪三个条件? 试举例说明。	(102)
3-13 什么叫做 $d-p\pi$ 配键? 试举例说明。	(103)
3-14 试述共振论的大意。	(105)

- 3-15 如何书写共振构造 (resonance structure)? 应注意哪些规则?(107)
- 3-16 如何评价共振论?(110)
- 3-17 试叙述按杂化轨道理论推断构造式的步骤, 并举例说明。(111)
- ✓ 3-18 如何正确书写无机含氧酸的构造式?(117)
- ✓ 3-19 试述价层电子对互斥理论大意。(119)
- ✓ 3-20 如何评价VSEPR理论?(122)
- 3-21 试述分子轨道理论大意。试写出氮和氧的分子轨道表示式, 并计算其键级, 写出其结构式。(124)
- 3-22 试根据分子轨道表示式写出 F_2 , B_2 , O_2^- (超氧基)、 O_2^{2-} (过氧基)、 NO 、 CO 、 HCl 、 He_2 的构造式。(127)
- 3-23 如何表征共价分子极性的大小? 离子键成分如何计算? 分子的极性由哪些因素决定的?(128)
- ✓ 3-24 试述离子极化理论大意。(131)
- 3-25 如何用离子极化理论解释离子晶体晶型的反常现象?(133)
- 3-26 如何用离子极化理论解释离子晶体熔点沸点的反常现象?(134)
- 3-27 如何用离子极化理论解释化合物的颜色?(134)
- 3-28 如何用离子极化理论解释物质的溶解性?(135)
- 3-29 如何用离子极化理论解释二元化合物的热稳定性?(135)
- 3-30 如何用离子极化理论解释盐的水解度?(136)
- 3-31 如何评价离子极化理论?(137)
- 3-32 什么叫做金属键的 (1) 自由电子理论 (改性共价键理论) 和 (2) 能带理论 (分子轨道理论)? 它们能解释金属的哪些性质?(139)
- 3-33 什么叫做范德华力 (分子间力)? 范德华力有几种?

在一般情况下,哪一种分子间力是主要的?分子间力用于解释哪些现象?反常现象大多由哪一种分子间力起作用?(140)

3-34 什么叫做晶体?晶体为什么具有有规则的几何外形?试述晶体的类别和组成这些晶体的结构微粒以及结构微粒间作用力的类别,晶体的硬度和熔沸点有何规律可循?(141)

3-35 试以 FeCl_3 为例阐述无机晶体的结构特点。(142)

第四章 热力学(144)

4-1 什么叫做体系和环境?敞开体系、封闭体系、孤立体系和自稳体系?容量性质和强度性质?过程和途径?试举例说明。(144)

4-2 什么叫做体系的状态?体系的状态变数和状态函数?热力学中有哪几个重要的状态函数?哪些不是状态函数?状态函数有哪些特征?试举例说明。(145)

4-3 什么叫做(化学反应的)热效应?测量热效应有哪两种方法?(146)

4-4 什么叫做焓 H 和焓变值 ΔH ?焓变值 ΔH 的正负号表示什么意思?化学手册中查到的焓变值 ΔH 为什么是 Q_p 而不是 Q_v ?(149)

4-5 什么叫做物质的标准(状)态?什么叫做反应进度?标准摩尔状态函数增量和标准摩尔生成状态函数增量?(150)

4-6 什么叫做热化学方程式?书写热化学方程式应注意哪些事项?试举例说明。(152)

4-7 无机化学中常用的反应热(焓变值 ΔH)有哪几种?试述其定义和常用符号(当然也可以用 ΔH 表示),并以热化学方程式加以说明。(153)

4-8 如何根据平衡常数 K 求算化学反应的焓变值 ΔH ?(155)

- 4-9 什么叫做内能 (U) 和内能变值 (或内能增量) ΔU ? 如何由热力学第一定律确定体系的内能增量 ΔU ? (156)
- 4-10 什么叫做吉布斯自由能 G 和吉布斯自由能变值 ΔG ? 如何由热力学第二定律确定体系的自由能增量? ... (158)
- 4-11 为什么可由 ΔG 值的符号判断反应方向? (159)
- 4-12 按 ΔH 和 ΔS 的符号的不同, 可将化学反应分为几种类型? 试讨论其反应的自发性, 并举例说明。 (160)
- 4-13 可否由范特霍夫 (Van't Hoff) 方程得出: “无论在什么条件下, 只要是吸热反应, 升温总有利于反应正向进行; 只要是放热反应, 升温总不利于反应正向进行” 的结论? (162)
- 4-14 如何由已知标准吉布斯自由能变值 ΔG° 计算化学反应的平衡常数? (163)
- 4-15 如何根据溶解过程的标准吉布斯自由能变值 ΔG° 近似地估计盐的溶解性和直接计算难溶盐的溶度积 K_{sp} ? (164)
- 4-16 什么叫做熵 (S) 和熵变值 (或熵增量 ΔS)? 熵 (S) 和熵变值 (ΔS) 有何关系? (166)
- 4-17 什么叫做亥姆霍兹自由能 F 和亥姆霍兹自由能变值 ΔF ? 在什么条件下, 可以利用亥姆霍兹自由能变值 ΔF 判断化学反应的方向? 试述五个重要的热力学状态函数: 焓 H 、内能 U 、熵 S 、吉布斯自由能 G 和亥姆霍兹自由能 F 之间的关系。 (167)
- 4-18 什么叫做热化学定律 (盖斯定律, G. H. Hess, 1802~1850)? 玻恩-哈伯循环与热化学定律有何关系? (169)
- 4-19 离子型化合物是否都易溶于水? 如何根据离子半径和离子电荷近似地估计盐的溶解性? (172)
- 4-20 试用玻恩-哈伯循环解释化学反应的焓变值 (或反应

热) ΔH 为化学反应的键焓 (键能) 差值的

负值: $\Delta H = -\Delta BE = -(\sum BE_{\text{生}} - \sum BE_{\text{反}})$ 或 $\Delta H = -\sum BE_{\text{生}} + \sum BE_{\text{反}}$

为什么根据这一公式计算得到的 ΔH 值与真实值有
偏离? (174)

4-21 什么叫做凝聚能? 计算凝聚相反应的状态函数增量
时, 在什么情况下必须考虑反应物和生成物的凝
聚能? (175)

4-22 试用玻恩-哈伯循环解释体系 (化学反应) 的若干状态
函数增量 (除熵变值 ΔS 外) 为生成物生成状态函数
增量总和与反应物生成状态函数增量总和
之差。 (178)

4-23 如何根据玻恩-哈伯循环, 由组分焓变值 ΔH_f° 求 $\Delta H_{\text{H}^+}^\circ$,
并由 $T\Delta S$ 求算氢卤酸的 pK_a ? (179)

4-24 如何根据玻恩-哈伯循环求算标准电极电位
 E° 值? (180)

4-25 如何根据玻恩-哈伯循环计算 H^+ 的水化热 ΔH_{H^+} , H^+ ?
试述 ΔH_{H^+} 与氢的离解能 D_{H_2} 和电离能 I_{H}
之关系。 (181)

4-26 如何根据玻恩-哈伯循环计算镧系电极反应
($\text{Ln}^{3+}_{(\text{aq})} + e \longrightarrow \text{Ln}^{2+}_{(\text{aq})}$) 的 ΔH° 值?
可否由此而得出结论: 镧系的 $E^\circ_{\text{Ln}^{3+}/\text{Ln}^{2+}}$ 值主要是
由第三电离势 I_3 所决定的? (182)

4-27 如何由坐标法导出热力学中 (Gibbs-Helmholtz)
吉布斯-亥姆霍兹方程? 试问温度、压强对体系的
 ΔG 、 ΔH 和 ΔS 有何影响? (184)

4-28 如何根据玻恩-哈伯循环由已知 ΔG_f° 求算同一体系
的 ΔG_f° 值? (186)

4-29 如何根据玻恩-哈伯循环由已知 ΔG_f° 值求算同一体系
的 ΔG_f° 值? (187)

第五章 动力学	(189)
5-1 什么叫做反应速率？有哪两种表示法？应该注意哪些问题？	(189)
5-2 什么叫做基元反应？复合反应？基元反应和平时我们书写的化学方程式（计量方程式）有何关系？	(190)
5-3 质量作用定律是讲化学反应速率的重要规律，但是为什么叫它为质量作用定律？	(191)
5-4 什么叫做速率方程和反应级数？如何建立速率方程？	(192)
5-5 什么叫做反应机理（反应历程）？如何用速率方程验证反应机理？举例说明。	(194)
5-6 试举例说明如何根据实验速率方程写出一个总反应的反应机理。	(195)
5-7 如何由坐标法确定反应的级数？什么叫做反应物的半衰期？如何计算一级反应反应物的半衰期？	(197)
5-8 学习化学反应速率（动力学），在书写化学反应机理时应注意些什么？	(199)
5-9 为什么反应速率方程中的浓度方次（幂数）必须考虑反应进行的机理？而化学平衡常数的表达式，却可以从化学反应方程式的系数直接写出呢？	(200)
5-10 试述阿累尼乌斯反应速率常数经验式，并推导出由反应速率常数求活化能的公式。	(201)
5-11 如何测定阿累尼乌斯活化能？	(203)
5-12 试述反应速率碰撞理论的要点（无效碰撞、有效碰撞、活化分子和临界能），并以分子能量分布曲线表示活化能的大小。	(204)
5-13 如何根据反应速率的碰撞理论推导出反应速率常数方程？阐明反应速率与温度、反应物浓度和催化剂的关系。	(205)
5-14 如何根据反应速率的过渡态理论推导出反应速率常	

数方程?	(206)
5-15 试用图示法描述反应速率过渡状态理论。	(208)
5-16 活化能 E_a 的本质是什么?	(210)
5-17 什么叫做催化剂? 它有何特性?	(212)
5-18 为什么催化剂同样程度地催化正反应和逆 反应?	(213)
5-19 增加反应物浓度、升高温度和使用催化剂都能加快 反应速率, 原因是否相同? 为什么?	(213)
第六章 化学平衡	(215)
6-1 什么叫做可逆反应? 化学平衡? 什么叫做初始浓度 $c_{\text{始}}$? 变化浓度 $c_{\text{变}}$ 和平衡浓度 $c_{\text{平}}$? 试述 $c_{\text{始}}$ 、 $c_{\text{变}}$ 和 $c_{\text{平}}$ 三 者的关系。什么叫做转化率? 请举例说明。	(215)
6-2 什么叫做初始量商 Q 和平衡量商(平衡常数) K ? 试 举例说明。	(216)
6-3 试举例说明浓度(平衡)常数 K_c , 分压(平衡)常 数 K_p 和“物质的量”分数(平衡)常数 K_x 三者的 关系。	(217)
6-4 化学平衡计算的正确思路如何?	(218)
6-5 平衡常数 K 和转化率 α 之间如何相互换算? 试举例 说明。	(220)
6-6 为什么升高温度时, 可逆放热反应的反应速率先增大 后下降?	(221)
6-7 如何求算可逆反应的最适温度?	(222)
6-8 接触法制硫酸用的转化器中的催化剂为什么四段(层) 要比三段高(厚), 三段又比一、二段高?	(225)
6-9 什么叫做平衡移动? 什么叫平衡向右(左)移动? 简 述吕·查德里原理(平衡移动原理)。	(226)
6-10 如何利用初始量商 Q 与平衡量商(平衡常数) K 判断 反应进行的方向? 请举例说明。	(227)
6-11 为什么增加反应物浓度, 能使化学平衡向右移动?	

- 而增加生成物的浓度却又能使化学平衡向左移动? (227)
- 6-12 为什么增加压强 ($P_{\text{总}}$), 能使化学平衡向气体缩小体积方向 (即气体分子数少的方向) 移动? 反之, 则向气体增大体积方向移动? (228)
- 6-13 为什么升高温度, 平衡向吸热反应方向移动? 反之, 则平衡向放热反应方向移动? (229)
- 6-14 什么叫做均相平衡? 非均相平衡 (多相平衡)? 多重平衡? (229)
- 6-15 什么叫做强电解质和弱电解质? 电离平衡常数和电离度? 试简述电解质电离和导电的机理以及两者之关系。 (230)
- 6-16 试推导由一元酸 (或碱) 的电离平衡常数 K_i 和体积“物质的量”浓度 c , 求 $[\text{H}^+]$ 的公式。试述近似计算的必要条件: $\frac{c}{K_i} > 380$ 的理论依据。什么叫做近似计算的逐步逼近法? (232)
- 6-17 什么叫做水的离子积 K_w ? 什么叫做溶液的 pH 值? pOH 值? 两者有何关系? 如何求算一元强酸的 pH 值? 测定 pH 值常用哪些方法? (233)
- 6-18 试简述酸碱指示剂变色的机理。为什么大多数酸碱指示剂的变色范围为 $\text{p}K_a \pm 1$ (但是甲基橙则不符合此范围) 使用酸碱指示剂应注意哪些事项? (234)
- 6-19 多元弱酸的分步电离有何规律? 如何求算饱和 ($0.1M$) H_2S 溶液中 $[\text{H}^+]$ 、 $[\text{HS}^-]$ 和 $[\text{S}^{2-}]$ 的值? 试求 H_2S 水溶液的 $K_{\text{总}}$ 。 (235)
- 6-20 什么叫做同离子效应和盐效应 (异离子效应)? 何者对弱电解质电离平衡影响较大? (236)
- 6-21 什么叫做缓冲溶液? 试述缓冲溶液的 pH 值 pOH 值公式和缓冲范围 (容量)。如何选择缓冲溶液? 举例

说明。	(237)
6-22 什么叫做盐的水解? 如何由多重平衡得出盐水解的离子反应方程式和水解常数 (K_h) 表达式? 迅速地书写盐水解的离子方程式的关键是什么? 计算盐溶液的 $[H^+]$ 要用哪些公式?	(239)
6-23 多元弱酸盐水解有何特点? 从影响盐的水解的因素看, 实验室配制盐溶液时应注意什么问题?	(240)
6-24 什么叫做溶度积? 它有何指导意义? 试列举溶度积和溶解度的换算公式。	(241)
6-25 什么叫做沉淀完全? 分步沉淀? 什么叫做沉淀溶解平衡的同离子效应和盐效应? 试各举例说明。	(242)
6-26 如何由电解质的离解常数求非氧化-还原反应多重平衡的 K_a 的近似值?	(243)
6-27 如何判断多重平衡的反应趋势?	(245)
6-28 试举例说明多重平衡计算在沉淀溶解和沉淀转化中的应用。	(245)
第七章 电化学	(248)
7-1 什么叫做氧化数? 确定氧化数经验的方法应记住哪几条原则? 如何确定化学式中元素的氧化数? 请举例说明。	(248)
7-2 为什么说化合价和氧化数是两个不同的概念?	(249)
7-3 什么叫做氧化-还原反应? 氧化剂和还原剂?	(251)
7-4 如何用氧化数法配平氧化-还原反应方程式?	(252)
7-5 如何配平有机氧化-还原反应方程式? 请举例说明。	(254)
7-6 在配平氧化-还原方程式中, 有哪些经验可供借鉴?	(256)
7-7 什么叫做电极 (半电池)? 电极符号、电极反应、电极电位和标准电极电位是什么? 使用或计算电极电位时应注意哪些事项?	(258)