

研究生入学考试复习指导丛书

yanjiushengruxuekao

shifuxizhidaocongshu

化学

安徽科学技术出版社

研究生入学考试
复习指导丛书

化 学

张懋森 王 弘 编
尹香莲 朱霄远
苏洪钊 李俊清



安徽科学技术出版社

责任编辑：刘海山

封面设计：李 服

〔研究生入学考试复习指导丛书〕

化 学

张懋森 王 弘 尹香莲 朱育远 苏洪舒 李俊清 编

*

安徽科学技术出版社出版

（合肥市跃进路1号）

新华书店经销 六安新华印刷厂印刷

*

开本：850×1168 1/32 印张：15.125 字数：390,000

印数：00,001—8,800

1986年10月第1版 1986年10月第1次印刷

统一书号：7200·12 定价：3.70元

编 者 的 话

自1978年我国实行招考研究生制度以来，招生名额和报考人数逐年增加。可以预料，这种形势还将持续发展。校内外广大报考人员都希望在复习迎考过程中，得到有的放矢的指导。有鉴于此，我们接受了安徽科学技术出版社的委托，组织编写了《研究生入学考试复习指导丛书》。

我校在帮助先后五届报考研究生的同学复习迎考中，做了一些工作，取得了一定的成绩。这套《丛书》是我校有关任课教师在总结历年经验的基础上，根据部颁教学大纲和招考研究生的要求编写的。《丛书》包括政治、英语、数学、物理、综合化学五种；内容紧密联系教材，着重介绍基本原理和概念；各分册均注意精选有代表性的例题，分析解题思路，以期提高读者的应试能力。《丛书》将对报考研究生的同学和指导复习的教师提供帮助，并可引导本科生加深对有关课程内容的理解。

《丛书》编写委员会由尹鸿钧、孙显元、严镇军、张玉民、张懋森、陈克衡、朱滨、张安民等同志组成。《丛书》各分册由编者署名。

中国科学技术大学《研究生入学考试
复习指导丛书》编写委员会

1985年8月于中国科学技术大学

FBP8/16

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 综合部分	(4)
第三章 无机化学	(7)
§ 3-1 无机化学基本理论	(7)
§ 3-2 元素和化合物	(16)
§ 3-3 综合应用和基本实验技能	(17)
习题	(18)
答案与解释	(54)
第四章 分析化学	(78)
§ 4-1 分析化学实验基本技能	(78)
§ 4-2 误差与数据处理	(86)
§ 4-3 定量分析计算	(91)
§ 4-4 酸碱滴定法	(98)
§ 4-5 络合滴定法	(106)
§ 4-6 氧化还原滴定法	(111)
§ 4-7 重量分析与沉淀滴定法	(119)
§ 4-8 定量分离	(127)
§ 4-9 吸光光度法	(131)
习题	(135)
习题答案	(180)
第五章 有机化学	(184)
§ 5-1 有机化合物系统命名法	(184)

§ 5-2	异构现象和立体化学	(189)
§ 5-3	结构特征与重要特性	(198)
§ 5-4	有机反应历程	(211)
§ 5-5	各类有机物的检定鉴别	(249)
§ 5-6	有机实验的基本知识及基本操作	(261)
	习题	(266)
	习题答案	(298)
第六章	物理化学	(307)
§ 6-1	化学热力学基础	(307)
§ 6-2	电化学与胶体化学	(320)
§ 6-3	化学动力学及物化实验	(324)
	习题	(329)
	习题答案	(359)
第七章	结构化学	(362)
§ 7-1	量子力学基础与原子结构	(362)
§ 7-2	分子结构	(374)
§ 7-3	分子光谱和分子的电磁性质	(396)
§ 7-4	晶体结构	(409)
	习题	(420)
	习题答案	(431)
附录	中国科学技术大学1983~1985年硕士学位 研究生入学考试《综合化学》试题	(433)

第一章 概 述

一、综合考试的目的

综合考试是硕士研究生入学考试的重要组成部分。它的目的是：考查考生在该门学科的大学阶段应掌握的基础理论、基本知识和基本技能，考查考生综合运用所学知识分析问题，初步解决问题的能力以及知识面的广度。

但是，高等学校化学类各专业，并没有“综合化学”这样一门课程，综合化学考试的特点、内容和范围，有必要在这里作一介绍。

二、综合化学考试的特点

自从1983年部分单位试点，1984~1985年普遍推行综合化学考试以来，各单位的试题一般具有下列特点：

(1) 量多 多数试卷有100道题，有的还更多些，命题方式以选择、填空为主，少数有是非、问答、计算等形式。

(2) 面广 从学科看，一般以四大化学（无机、分析、有机、物化与结构）为核心，有时还涉及化工、高分子、数学、物理、专业英语等。从类型看，着重“三基”，并考核了考生的思维能力、反映速度和知识面等。

(3) 有综合性 有些题目需要综合运用“三基”，化学各分支学科，以及化学与其它学科相交叉的知识，书本上没有现成的答案。

(4) 内容不深 多数题目依靠平时积累的知识和概念来回

答，一般没有偏题怪题。

在进行综合化学考试的同时，可能同时又考一两门“四大化学”单科，但综合考试与单科考试的性质不同，单科考试的题目数量少，内容较深，但涉及面不广，由于考生在大学阶段早已开始准备研究生考试，如果各门课都只考单科，就会出现偏学偏废的现象，不利于全面培养人材。另一方面，综合考试可用少数题目来考核知识面，其中有的内容可能在课本上未出现过，而是在近期的报纸、期刊上报道过，或在日常生活中必须了解的化学知识。

当然，“知识面”的考核只能使用一些重大题材，应该是化学工作者最起码的知识，如果要求过高过多，就会出现偏题怪题，这是应该避免的。

三、综合化学考试的内容

(1) 基础理论方面，考查考生对基础理论的掌握、理解和运用。例如，对重要概念的准确理解，重要定义和名词的正确解释，基本定律、定理的正确了解和应用，基本公式的含义、计算以及使用的条件，基本反应式的正确书写和使用等。

(2) 基本知识方面，考查考生对基本知识的了解和掌握。例如，元素周期表，重要元素和化合物的制备、性质和用途，各种浓度表示方法的关系，无机和有机化合物命名，常用试剂、溶剂的特性，国际单位制及某些换算等。

(3) 基本技能方面，主要是考查动手能力，包括实验技能、计算技能等，例如，实验室安全知识和基本常识，实验原理，实验方法的选择和设计，实验仪器的选用和组装，试剂的等级和正确使用，实验操作规程，实验结果的归纳、分析和数据处理，作图，工具书的应用等。

(4) 综合能力方面，书本知识常是分类叙述的，但是有的问题同时涉及“三基”的三个方面，有的问题涉及两门以上化学课（如有机试剂，涉及有机化学、分析化学），有的问题涉及化学

和其它学科（如环境科学），这些问题在书本上不一定有答案，但在综合考试中可以出题，以考查考生的综合能力和知识广度。

（5）延伸知识面问题，考核考生作为化学工作者必须具备的一些起码知识，但这些知识不一定出现在已学过的教材中。

四、实行综合考试的影响

实行综合考试除了达到上述目的外，还有其深远影响。因为研究生考试主要希望考核考生分析问题、解决问题的能力，并不需要死记硬背的能力。但是，不少单科考试仍然助长死记硬背，这是需要改革的。综合考试的内容无边无际，不可能用死记硬背的方法来准备，这就促使学生注意在平时搞清概念，积累知识，加强动手能力，还要对与本专业有关的信息、报道、科普材料有广泛兴趣，养成学生在青年时代就密切注意科技信息的习惯，这对于培养下一代科学家和各种专门人材将产生重要影响。

第二章 综合部分

综合部分要求考核的内容,包括综合能力和延伸知识面,以及不便划入其它各章的一些基本常识。本章仅就其中几个问题作以介绍,并对一部分曾经用过的试题作简要说明。

一、化学文献

人们获取课本以外知识的能力,是构成工作能力和科学研究能力的重要方面。在大学本科阶段,通过毕业论文工作,一般能初步学会利用文献获取知识的方法。即使在毕业论文之前,也应对几种影响较大、与本专业密切有关的国内外期刊有所了解。例如,

(1) 对期刊名称,中、外文表示方法,缩写符号的了解 有人查阅国外文献,在一个关键问题上,文献引用了Huaxue Tongbao的文章,他迫切要求了解此刊物是哪国出版的,本地图书馆是否有此资料,经过许多波折,才知道它就是我国的著名刊物《化学通报》。

(2) 对某些文献的用途、特点的了解 高水平的科研工作,必须查遍有关领域全世界近期的进展情况,然后在前人尚未解决的问题上,集中力量进行研究,这样,即使解决一个极小的问题,也将属于国际水平。但是,我们不可能懂许多门外语,也不能查遍各国的杂志,这就需要利用文摘。

例如,美国化学文摘(Chemical Abstracts,简写为Chem. Abstr.或C.A.)用英语摘录了全世界化学领域的重要文献,只懂一门英语的人,使用这个文摘就能了解全世界的情况。

(3) 对查阅方法的了解 当你听专家的学术报告时,有时提到与你工作十分对口的学术信息,但限于时间,交代不甚细致。如果你善于利用文献,就能很快地追查到你所要的材料。例如,利用C.A.的索引:

(a) 提到某人曾做过某方面的工作,从作者索引(Author Index)可以查到。

(b) 提到某方面的工作近期已有人解决了,从题目索引(Subject Index)或关键词索引(Keyword Index)可以查到。

为了考核学生掌握化学文献知识情况,中国科学技术大学综合化学试题1983年第1, 2题,1984年第121, 122题,1985年第1, 96, 97题,都与化学文献有关,参看附录。

二、化学家与化学史

这方面的知识有时不受人重视,但其中确有一些基本常识。例如,不少理论、技术问题常常以发明、发现者的名字来命名,化学家的名字可能与他的主要贡献、时代背景联成不可分割的整体,另外,化学界的某些重大事件,即使未写进教材,也可作为常识,测验考生对这些事情关心的程度。

例如,我校1984年第21题:中国化学学会成立于公元哪一年?(A)1976年,(B)1932年,(C)1949年,(D)1919年(选择题)。

人们知道,中国化学学会1982年在其诞生地南京市举行过成立50周年庆祝大会,并在各化学期刊上大量报道过,只要你有印象上述大会是在近几年内召开的,必能选择“中国化学学会成立于1932年”,这并不需要背诵数据。

我校1983年第73题,1984年第71, 72,,106题,1985年第83题等,都与化学家或化学史有关。

不过,这类问题不能涉及范围太宽,也不能把并非常识性的

问题纳入试题。

三、延伸知识面的问题

某些新出现的交叉学科，教科书上不一定提到，而是散见于报纸、杂志及其它科技信息中，这是化学工作者必须关心的，知道一个名词，一项用途，也比毫无所知要好。我校1985年第84，98，99，100题涉及这些情况。

阅卷中发现这类问题的答卷情况有两种极端，一大批考生答的很好，得到或接近满分；但也有一批考生未答或答非所问，说明只要是关心形势发展，注意科技信息的人，回答这类问题是十分有把握的。

“延伸知识面”还表现在对已有知识的进一步运用，进一步推导等，这在单科考试中也是常见的。

四、综合性问题

这类问题或涉及两门以上的化学分支学科，或涉及化学与其它学科的关系，应是“综合化学”中的典型试题形式之一，但目前具有较好典型性的题目尚不多。一般来说，在旧的学科和教材中，局限于单科的知识居多，近10年来，学科之间交叉渗透的程度越来越高，例如，用仪器分析方法，研究有机化学反应的化学动力学机理；用计算机研究有机试剂规律性，来处理分析化学中的提高选择性问题的等等，随着形势的发展，综合性、多学科性的例子逐渐会增多，学生在平时加强“三基”训练，关心形势发展，注意科技信息，是对这类问题复习迎考的最好方法。

第三章 无机化学

在综合化学考试中,与无机化学有关的内容约占整个试题的25%;从考试内容上看,基本上涉及到无机化学的各个部分,即考查考生对无机化学的基础理论(如原子分子结构、化学的基本定律、化学平衡、电离平衡、氧化还原平衡、络合平衡等)及周期律等基本概念的理解和掌握情况;对元素及其化合物性质的掌握,并用所学的理论解释其性质变化的规律。同时通过基础课实验和有关专业课实验,应该了解、掌握实验室操作的一些基本技术要求和有关知识。

在综合化学考试中,要求考生对所学过的无机化学内容有比较全面的了解,同时还应放开眼界,用自己眼光观察我们周围的许多化学现象,并用所学观点去解释。因此,在复习时,不应局限于书本上或课堂上学到的东西,而要随时掌握一些新的信息,扩大知识面。

无机化学本身是一门内容十分丰富的学科,发展到今天,已出现许多分支学科,要在综合考试中全部反映出来是困难的。本章根据历年来考试情况以及编者的理解,将无机化学有关内容用题目的形式罗列出来,供读者复习时参考。

§3-1 无机化学基本理论

一、原子和分子结构

这部分内容主要是用结构的观点讨论无机化合物的性质和结

构之间的关系。在基础无机化学中，一般不涉及严格的量子力学处理，而是运用量子力学结论，解释各种类型分子的结构及原子结构，进而讨论固体、液体、气体的一般性质。在化学中，一般化学反应并不影响原子核，而仅仅是核外电子（价电子）发生了变化。因此了解和掌握核外电子的排布，尤其是价电子排布及各种化学键，是十分重要的。

周期律是贯穿整个无机化学的一条红线。全面地了解周期律是必要的，它对无机化学的学习有很大的作用。

【例1】下列哪一组数值是原子序数19的元素的价电子的四个量子数？

$$(A) n=1, l=0, m=0, m_s=+\frac{1}{2},$$

$$(B) n=2, l=1, m=0, m_s=+\frac{1}{2},$$

$$(C) n=3, l=2, m=1, m_s=+\frac{1}{2},$$

$$(D) n=4, l=0, m=0, m_s=+\frac{1}{2}.$$

答：应选择(D)。本题是指价电子的四个量子数，原子序数为19的元素，根据核外电子排布，应该是 $4s^1$ ，即第四层上的s电子。

【例2】已知 $^{12}_6\text{C}$ 原子质量为 1.993×10^{-23} 克，A原子质量为 9.296×10^{-23} 克。A原子中的质子数比中子数少4个，则A原子量是_____，元素A在周期表中位于_____周期，第_____族，元素符号是_____。

答：根据本题所给条件，首先求出A原子的原子量，原子量知道后，根据原子量与质子数和中子数的关系，就能够确定该元素。

原子量的求法是把 $^{12}_6\text{C}$ 的原子作为标准的参考原子，其它原子的质量同它相比而得到。因而，A原子的原子量为：

$$6.02 \times 10^{23} \times 9.296 \times 10^{-23} = 55.96.$$

又知，原子量 = 质子数 + 中子数，而质子数 = 核外电子数。据题意很容易推知A元素原子中有26个质子和30个中子，这个元素的原子序数（等于核外电子数）为26，即26号元素。它的电子排布是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ ，该元素是铁，位于周期表中第四周期第八族。

【例3】下列分子中，那种分子具有偶极矩？

(A) CS_2 ; (B) H_2S ; (C) SO_3 ; (D) CCl_4 .

答：应选(B)。分子的极性大小，通常用偶极矩来表示。分子是否有偶极矩，是和该分子的组成和它的空间结构加以判断。在上面4个分子中，组成分子的键都具有极性，但它们的空间构型却不同： CS_2 为线形分子，键的极性相互抵消，因而偶极矩为零； SO_3 分子为平面三角形，结构对称，偶极矩亦为零； CCl_4 分子结构为四面体，偶极矩亦为零，即上述3个分子都是非极性分子。 H_2S 分子结构为弯曲V型结构，键的极性不能抵消，因而有偶极矩，是极性分子。

二、反应速度和化学平衡

【例1】一化学反应： $2A + B \rightleftharpoons C$ ，是一步完成的。开始A的浓度是 2mol/L ，B的浓度是 4mol/L ，1s后，A的浓度下降为 1mol/L ，该反应的反应速度应为下列中的那一个？

(A) 1mol/L ; (B) 2mol/L ;
(C) -1mol/L ; (D) 4mol/L .

答：应为(A)。根据反应速度的定义：

$$v = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1-2}{1} = 1\text{mol/L} .$$

【例2】当下列反应：

$2H_2O(\text{气}) \rightleftharpoons 2H_2(\text{气}) + O_2(\text{气})$ 达到平衡后，若保

持体系的体积不变,加入一定量的稀有气体,平衡将向那边移动?

(A)平衡向左移动; (B)平衡向右移动;

(C)总压力不变,平衡不移动;

(D)总压力改变,平衡不移动。

答:应为(D),因为在上述平衡体系中,加入稀有气体,在体积不变的情况下,虽然总压力改变了,但加入的气体和平衡体系不起任何反应,体系中的 H_2O 、 H_2 和 O_2 的压力并未发生变化,因此平衡不移动。

三、电离平衡和沉淀平衡

无机化学反应很大一部分涉及到在溶液中的离子反应,这些反应包括生成弱电介质、难溶沉淀以及络离子的生成等。电离平衡和沉淀平衡就是化学平衡的一般原理在离子溶液中的具体运用,包括弱电解质和它离子之间的平衡,难溶盐和它溶解离子之间平衡等。在复习时,不仅要看到和化学平衡共同的地方,而且要看到它们的特殊性。

这部分基本概念较多,计算也多,但在综合考试中,主要要求针对一些概念的理解,能尽快做出对问题的回答和判断。

【例1】在下列物质中,哪一个属于强电解质?

(A)碳酸钙; (B)醋酸铅;

(C)蚁酸; (D)氢硫酸。

答:应为(A)。在所列出的四种物质中,碳酸钙和醋酸铅都是盐。虽然碳酸钙难溶于水,但溶于水的部分却全部电离成 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} ,而不是以 CaCO_3 分子形式存在,因而是强电解质。醋酸铅虽然是可溶性的,但在水溶液中主要以 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ 或其它形式存在,不是以简单的 Pb^{2+} 和 Ac^- 离子出现,应属于弱电解质。蚁酸和氢硫酸都是弱酸,显然是弱电解质。

【例2】在下列溶液中,哪一种溶液电离度最大和pH值最高?

- (A) 0.5 M CH_3COOH , (B) 0.1 M CH_3COOH ,
 0.05 M CH_3COOH , (D) 0.01 M CH_3COOH .

答: (D)。因为对同一弱酸来说, 溶液越稀, 电离度越大, 但 $[\text{H}^+]$ 浓度却减小, 因而pH值升高。

【例3】醋酸在下列哪种溶剂中, 电离常数最大?

- (A) 液氨; (B) 液HF;
 (C) H_2O ; (D) CCl_4 .

答: (A)。酸的强弱不仅与酸本身性质有关, 而且与溶剂性质有关。在上面四种溶剂中, 它们夺取质子的能力各不同, 其中以液氨作溶剂时, 夺取质子的能力最强, 因而醋酸在液氨中电离常数最大。

【例4】 Ag_2CrO_4 的溶解度是0.0216g/L, 下列哪一个值为其溶度积 K_{sp} ?

- (A) 0.0216; (B) $\frac{0.0216}{331.8} \times \frac{0.0216}{331.8}$;
 (C) $0.021^2 \times 0.021$; (D) $\left(2 \times \frac{0.0216}{331.8}\right)^2 \times \frac{0.0216}{331.8}$.

答: 应为(D)。一般在平衡计算中浓度用摩尔浓度, 故须将所给的数据换算成mol/L。又 Ag_2CrO_4 在水中完全电离, 其 $[\text{Ag}^+] = 2[\text{CrO}_4^{2-}]$, 所以,

$$\begin{aligned} K_{sp} &= [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = \left(2 \times \frac{0.0216}{331.8}\right)^2 \cdot \frac{0.0216}{331.8} \\ &= 1.15 \times 10^{-12} \end{aligned}$$

四、氧化还原电化学

氧化还原是无机化学学习中的一个重要内容。首先应牢固地掌握氧化、还原、氧化剂、还原剂、氧化还原当量等基本概念。在学习元素及化合物性质的基础上, 应熟练地掌握氧化还原反应方程式的配平。

把氧化还原反应的化学能变为电能的装置叫原电池。它的机