

833 《化学综合》考试大纲

概述：生物与医药专业硕士点（精细化工方向）研究生考试专业课《化学综合》科目包含《无机化学》、《有机化学》、《分析化学》（包含仪器分析部分）三门课程，每个科目内容各占 50 分。

考试形式：闭卷考试。

主要参考书：《无机化学》（第五版）天津大学无机化学教研室编 高等教育出版社；

《有机化学》天津大学有机化学教研室，张文勤主编，高等教育出版社；《基础有机化学》邢其毅主编，人民教育出版社；

华东理工大学、四川大学主编，《分析化学》（第六版），高等教育出版社；天津大学分析化学教研组等编，《仪器分析》（第 2 版），高等教育出版社。

考试内容及具体范围要求如下：

《无机化学》部分

一、物质结构部分

1、原子结构

了解原子能级、波粒二象性、原子轨道(波函数)和电子云等概念。了解四个量子数的物理意义和取值，并熟悉四个量子数对核外电子运动状态的描述。了解元素在周期表中的位置。掌握原子核外电子排布的一般规律和主族元素、过渡元素原子的结构特征。能够从原子的电子层结构了解元素的性质。了解原子半径、电离能；电子亲和能和电负性的周期性变化。

2、化学键与分子结构

理解离子键的基本含义（概念，离子的电荷、构型、离子半径），理解晶格

能的含义。了解几种常见离子晶体 (CsCl , NaCl , 闪锌矿, 萤石, 金红石等) 的结构类型。理解价键理论, 掌握 σ 键、 π 键以及杂化轨道的概念。熟悉杂化轨道类型(sp , sp^2 , sp^3 , dsp^2 , d^2sp^3 , sp^3d^2)与分子构型的关系。理解影响共价分子键参数的主要因素。会用杂化轨道理论和价层电子对互斥理论说明 AB_n 型共价分子和原子团的空间构型。了解分子轨道理论, 能够写出第二周期同核双原子分子的分子轨道并判断分子的稳定性及磁性。理解关于金属键的改性共价键理论和能带理论, 掌握金属晶体的堆积方式。掌握分子间作用力和氢键的特点, 并用以解释有些物质的某些物理性质。

二、无机化学原理部分

1、化学反应中的质量关系和能量关系

熟悉体系与环境、状态函数、热、功、热力学能的概念和标准摩尔生成焓的意义; 理解化学计量数和反应进度的含义, 熟悉热力学方程式的书写, 掌握赫斯定律的应用, 理解等压反应热与焓变的关系; 会应用热化学反应方程式和标准摩尔生成焓计算标准摩尔反应焓变。

2、化学反应的方向、速率和限度

掌握热力学第一定律及热化学四个最重要的状态函数——热力学能 U 、焓 H 、熵 S 、吉布斯自由能 G , 以及 $\Delta_f H_m^\theta$ 、 $\Delta_r H_m^\theta$ 、 $\Delta_f G_m^\theta$ 、 $\Delta_r G_m^\theta$ 、 S_m^θ 、 $\Delta_r S_m^\theta$ 等概念。初步学会讨论和判断化学反应的方向和限度; 掌握热化学方程式、盖斯定律计算、吉布斯-亥姆霍兹方程及等温方程等。理解和利用这些化学热力学方程等初步掌握 $\Delta_r H_m^\theta$ 、 $\Delta_r G_m^\theta$ 、 $\Delta_r S_m^\theta$ 的计算, 包括热力学分解温度和反应自发进行转化温度的计算; 掌握影响化学反应速率的因素。

3、电解质溶液

了解酸碱质子理论的基本概念。掌握电离平衡、盐类水解、缓冲溶液等有关计算。利用溶度积规则判断沉淀的生成与溶解并进行有关计算。计算配体过量时配位平衡的组成。掌握溶液浓度的表示方法和溶解度; 掌握非电解质稀溶液的通性; 了解电解质溶液的一般理论。掌握酸碱质子理论; 能应用化学平衡原理分析水、弱酸、弱碱的电离平衡; 掌握同离子效应、盐效应等影响电离平衡移动的因素; 熟练掌握有关离子浓度的计算; 掌握 K_{sp} 的意义及溶度积规则; 掌握沉淀生成、溶解或转换的条件; 熟悉有关溶度积常数的计算。

4、氧化还原反应与电化学

牢固掌握氧化还原的基本概念；能熟练运用离子-电子法配平氧化还原反应方程式。了解原电池的组成和表示方法。了解电极反应、电池反应和电动势的计算。掌握电极电势和元素电势图的应用。熟练运用能斯特方程进行有关计算。理解标准电极电势的意义，能应用标准电极电势判断氧化剂和还原剂的强弱、氧化还原反应的方向和计算平衡常数；掌握用能斯特方程式讨论离子浓度变化时电极电势的改变和对氧化还原反应的影响。

5、配位化合物

掌握配合物的价键理论和晶体场理论。掌握配位平衡的稳定常数和不稳定常数的概念；掌握配位平衡的有关计算。了解影响配合物在水溶液中稳定性的因素。

《有机化学》部分

一、烷烃和环烷烃

熟练掌握烷烃和环烷烃的 IUPAC 命名法；掌握烷基及烷烃的习惯命名法；理解烷烃结构中碳的 sp^3 杂化特点；了解烷烃和环烷烃的构象、书写及相对稳定性的比较；掌握烷烃和环烷烃的卤代反应及历程。

二、烯烃和炔烃

掌握烯烃炔烃的系统命名法；掌握烯烃的顺反异构、Z/E 命名法和顺序规则；掌握烯烃炔烃的化学性质；理解马氏规则，其过氧化物效应及诱导效应；理解亲电加成反应历程、自由基加成反应历程。

三、二烯烃 共轭体系

掌握二烯烃的系统命名法，共轭二烯烃的结构特点；理解共轭效应及产生的原因；掌握二烯烃的化学性质及其应用。

四、芳烃

掌握芳烃的命名，苯的结构特征及其大 π 键的形成过程；掌握苯及其同系物的化学性质及亲电取代反应机理；熟练掌握苯的取代基的定位规则及其在合成上的应用。

五、立体化学

了解构造异构、立体异构，旋光性与旋光性物质，分子的对称因素，手性分子等概念；掌握 Fischer 投影式和对映异构的构型标记法；掌握手性化合物的判

断方法。

六、卤代烃

掌握卤代烃的命名方法；掌握卤代烃的化学性质及其制备方法；了解卤代烯烃与卤代芳烃的分类及卤代烃中卤原子活泼性的比较；掌握卤代烃的亲核取代反应机理（ $\text{S}_{\text{N}}1$ 、 $\text{S}_{\text{N}}2$ ），消除反应机理（ E_1 、 E_2 ）；掌握 Grignard 试剂的生成、性质和应用。

七、醇和酚

掌握醇、酚的命名法、结构、制备方法、鉴别方法；掌握醇、酚的化学性质；理解醇在酸催化下常发生的重排现象。

八、醚和环氧化合物

掌握烺盐的生成及醚键的断裂；掌握醚的化学性质及环氧乙烷与 Grignard 试剂的反应。

九、醛酮和醌

了解醛酮醌的结构及命名；掌握醛酮物质中羰基与各种亲核试剂的亲核加成反应及应用；掌握 α -氢原子的反应：羟醛缩合、碘仿反应，氧化与还原反应（如银镜反应、Clemmensen 还原法、Cannizzaro 歧化反应等）。

十、羧酸

了解羧酸及衍生物的系统命名及其俗名；掌握羧酸的化学性质；了解羧酸衍生物的生成；掌握二元羧酸的热分解规律。

十一、羧酸衍生物

了解羧酸衍生物的结构及命名；掌握羧酸衍生物的亲核取代反应及其反应机理，亲核取代反应活性次序；掌握羧酸衍生物的还原反应，以及与格氏试剂的反应。

十二、 β -二羰基化合物

了解多官能团化合物的命名；掌握 Claisen 酯缩合反应；理解酮-烯醇的互变异构现象；掌握乙酰乙酸乙酯及丙二酸二乙酯在合成上的应用。

十三、胺

了解芳香族硝基化合物，胺的分类结构命名；了解胺的制法；掌握脂肪胺和苯胺的化学性质（碱性，亲核取代反应，与亚硝酸的反应）；理解季铵盐、季胺

碱的生成，季铵碱的消除反应以及消除取向（Hofmann 规则）；掌握重氮化反应及在合成上的应用。

十四、含硫、含磷和含硅化合物

了解有机含硫化合物的分类；掌握硫醇、硫酚、硫醚、磺酸的命名；了解硫醇、硫酚、硫醚、磺酸的化学性质。

十五、杂环化合物

掌握杂环化合物呋喃、吡咯、噻吩、吡啶的构造与命名；理解五元、六元杂环的分子结构及芳香性；掌握五元、六元杂环化合物的亲电取代反应；理解含氮杂环的碱性。

十六、类脂类

了解油脂，磷脂，萜类化合物的结构、性质及应用。

十八、糖类

了解糖类的分类，碳水化合物的分类，单糖的结构：掌握葡萄糖的结构（Fischer 投影式、Haworth 式）及单糖的稳定构象；掌握单糖的化学性质：差向异构化，氧化，成脎，成酯，成苷反应。

十九、氨基酸、蛋白质和核酸

了解氨基酸的分类，蛋白质的组成和结构；掌握氨基酸的化学性质：两性 and 等电点， α -氨基酸的显色反应。

《分析化学》（包含仪器分析）部分

一、误差及分析数据的统计处理

掌握下列概念的含义，彼此间的相互关系及计算：算术平均值，绝对偏差与相对偏差，平均偏差与相对平均偏差，标准偏差与相对标准偏差，中位数，极差。应用 t 分布表计算平均值的置信区间。可疑值的取舍的意义与方法：4d 法、Q 检验法与格鲁布斯法。有效数字的意义，数字修约规则及有效数字的运算；理解系统误差和随机误差的性质和特点。准确度与误差，精密度与偏差的含义以及准确度与精密度的关系。误差产生的原因及提高分析结果准确度的方法。

二、滴定分析

了解滴定分析法、标准溶液、化学计量点、滴定终点、终点误差的概念。掌握滴定分析法的分类与滴定反应的条件。掌握标准溶液浓度的表示方法及滴定分

析结果的计算。

三、酸碱滴定法

掌握酸碱质子理论的酸碱定义，酸碱的强度及其表示方法 (K_a , K_b)。共轭酸碱对的 K_a 与 K_b 的关系。强酸，强碱，一元弱酸，一元弱碱被滴定时化学计量点与滴定突跃的 pH 值计算。滴定曲线的绘制以及影响滴定突跃大小的因素。弱酸，弱碱直接滴定的条件。多元酸碱和混合酸碱分步滴定和分别滴定的条件。酸碱指示剂变色原理。理论变色点，变色范围及指示剂的选择。常用指示剂及其变色范围。酸碱标准溶液的配制及标定。酸碱滴定法的应用。

四、配位滴定法

掌握配位平衡中有关各型体浓度的计算方法，配位反应中主副反应的概念，EDTA 滴定反应中副反应系数、酸效应系数的意义。配合物条件稳定常数的含义及计算。配位滴定化学计量点时 pM 的计算。单一金属离子直接配位滴定的条件，混合金属离子分别配位滴定条件。金属指示剂变色原理，理论变色点，变色范围的意义以及指示剂的选择。常用指示剂及其使用条件。配位掩蔽剂的意义及其作用。配位滴定法的应用。EDTA 标准溶液的配制和标定。

五、氧化还原滴定法

掌握标准电极电位、条件电位及能斯特方程的含义和应用，影响条件电位的因素及其计算。氧化还原指示剂指示终点的原理，理论变色点，变色范围的意义以及正确选用指示剂的依据。氧化还原滴定中化学计量点电位的计算与滴定曲线的绘制。高锰酸钾法，重铬酸钾法，碘量法的原理与应用条件。高锰酸钾法，重铬酸钾法，碘量法的特点以及有关标准溶液的配制和标定。氧化还原滴定法的应用及其测定原理、条件、步骤及测定结果的计算。氧化还原滴定分析结果的计算。

六、重量分析法和沉淀滴定法

掌握莫尔法与佛尔哈德法所用指示剂及其确定滴定终点的原理。莫尔法与佛尔哈德法的原理，测定对象与应用条件。沉淀滴定法常用标准溶液 (AgNO_3 , NH_4SCN) 的配制与标定。沉淀滴定曲线与影响沉淀滴定突跃的因素。法扬斯法所用指示剂及其确定终点的原理，测定对象与应用条件。

七、吸光光度法

掌握朗伯-比尔定律，摩尔吸光系数的物理意义。吸收曲线和标准曲线。影

响显色反应的因素与显色条件的选择。吸光度测量误差和测量条件的选择。入射光波长和参比溶液的选择。理解：朗伯-比尔定律的推导和偏离朗伯-比尔定律的原因。光的基本性质和物质对光的选择性吸收。了解：分光光度计的主要部件及其应用。

八、光谱分析法

1、紫外-可见吸收光谱法

掌握紫外可见吸收光谱法的基本原理，用紫外可见吸收光谱进行定性分析、结构分析和定量分析的方法及具体应用，紫外可见吸收光谱的产生与影响因素；了解紫外可见分光光度计的基本构造及仪器类型。

2、红外吸收光谱法

掌握红外吸收光谱法的基本原理和红外吸收光谱法的定性分析及未知物结构的确定，红外吸收光谱的振动形式、红外吸收光谱产生的条件和谱带强度；掌握基团频率与红外光谱区域及影响基团频率位移的因素；了解红外吸收光谱仪主要部件及类型；学会解析简单的红外光谱谱图——进行定性分析。

3、分子发光分析法

掌握分子荧光分析法的基本原理和定量分析，掌握荧光的产生、荧光效率及其影响因素；掌握溶液强度与溶液浓度的关系及定量分析方法；弄清荧光分析仪器的主要部件及与分子吸收仪器的主要区别。了解磷光分析法及化学发光分析法。

4、原子发射光谱法

掌握原子发射光谱法的基本原理。了解原子发射光谱仪器，记住激发光源的作用、要求及常用的光源；掌握光谱定性分析、半定量分析和定量分析的原理、方法及必要的公式；了解此方法的特点和应用。

5、原子吸收光谱法

掌握原子吸收光谱法的基本原理：包括吸收线的轮廓与变宽，玻耳兹曼方程，积分吸收，峰值吸收等；了解原子吸收光谱仪器的基本构造，掌握空心阴极灯；掌握原子吸收光谱法的干扰及其抑制；掌握原子吸收光谱定量分析方法及灵敏度和检出限。

九、电化学分析法

掌握电位分析法基本原理（基本原理包括指示电极、参比电极、测定原理）。

了解离子选择性电极的分类，掌握玻璃电极的响应原理、特性及 pH 的测定，掌握晶体膜电极（F 电极），了解液膜电极、气敏电极和酶电极；熟悉离子选择性电极的性能参数；掌握离子活度的测定方法；掌握电位滴定法。

十、色谱分析法

1、气相色谱法

了解气相色谱法的特点、固定相；掌握气相色谱检测器、操作条件的选择及气相色谱法的应用；了解气相色谱分析仪的基本构造。

2、液相色谱法

了解高效液相色谱法的特点，高效液相色谱仪及高效液相色谱法的几大类型；掌握其中的化学键合相色谱法和应用。

3、核磁共振波谱法

掌握 ^1H NMR 核磁共振基本原理，主要波谱参数及核磁共振分析法的应用。了解核磁共振仪器及 ^{13}C NMR。

4、质谱分析法

掌握质谱分析法的基本原理、质谱图，主要离子峰以及质谱分析法的应用。