

2023 年硕士研究生复试考试大纲

考试科目名称： 无机及分析化学

一、考试要求：

1. 化学热力学的初步概念与化学平衡

(1) 化学热力学的初步概念

化学反应的热效应，焓和焓变，赫斯(G. H. Hess)定律，化合物的标准摩尔生成焓，化学反应焓变的计算，燃烧焓与键焓。物质的绝对熵，化学变化过程中的熵变及计算。化学反应的吉布斯自由能变化及计算，利用化学反应的自由能变化判断化学反应的方向。

(2) 化学平衡

化学平衡状态和标准平衡常数，多重平衡原理，平衡常数与吉布斯 (J. W. Gibbs) 自由能变化的关系，化学平衡的移动和有关计算。

2. 化学反应速率

(1) 化学反应速率的定义和表示方法。

(2) 化学反应速率理论

碰撞理论，过渡状态理论。

(3) 化学反应速率与活化能

影响化学反应速率的因素(温度、浓度、催化剂)，阿累尼乌斯 (S. A. Arrhenius) 公式，活化能。

(4) 化学反应动力学初步

反应分子数和反应级数，速率常数。反应级数的确定方法，反应机理的研究方法。

3. 原子结构

(1) 氢原子结构的玻尔 (N. Bohr) 理论。

(2) 原子结构的近代概念

波粒二象性，波函数与原子轨道，描述电子运动状态的量子数，电子云，原子轨道的角度分布草图。

(3) 原子核外电子的分布

鲍林 (L. Pauling) 近似能级图，徐光宪近似构造原理，科顿 (F. A. Cotton) 原子轨道能级图*，屏蔽效应和钻穿效应*，基态原子的核外电子排布。

(4) 原子性质的周期性

原子半径，元素的电离能，电子亲和能，电负性。

4. 化学键与分子结构

(1) 离子键理论

离子键及特点，离子的特征，离子晶体，影响晶格能的因素。

(2) 共价键理论

共价键的本质，共价键的特征，杂化轨道理论，杂化轨道与共价键分子的空间构型，价层电子对互斥理论与共价化合物的空间结构，大 π 键理论。

(3) 分子轨道理论

分子轨道理论基本论点，原子轨道线性组合的一些规则，同核双原子分子的分子轨道能级图，部分简单异核双原子分子的分子轨道能级图。

(4) 分子间作用力

分子间作用力类型，氢键的特点与类型。

(5) 离子极化理论

极化力，变形性，相互离子极化作用

5. 酸碱反应和酸碱滴定法

(1) 强电解质溶液理论。

离子强度，离子氛，活度系数与活度

(2) 弱电解质的解离平衡

弱酸弱碱的解离平衡及影响因素。同离子效应和盐效应。水的离子积和溶液的 pH 值。缓冲溶液。各种盐的水解及影响水解的因素。

(3) 酸碱理论

酸碱质子理论和酸碱电子理论，共轭酸碱对；拉平效应与区分效应。

(4) 水溶液中的平衡与溶液的酸碱性

水溶液中各种形体的分布系数，分布曲线。水溶液中的物料平衡，电荷平衡，质子平衡。

(5) 酸碱溶液 pH 的计算

质子条件，弱酸（碱）溶液 pH 的计算，两性物质溶液 pH 的计算，其它代表性酸碱溶液 pH 的计算。

(6) 酸碱滴定终点的指示方法（指示剂法、电位滴定法）

(7) 一元酸碱的滴定及应用

强碱滴定强酸，强碱滴定弱酸，强酸滴定弱碱。

(8) 多元酸、混合酸、多元碱的滴定及应用（双指示剂法）。

(9) 酸碱标准溶液的配制与标定（盐酸、氢氧化钠）。

基准物，滴定与标定。

(10) 酸碱滴定法结果计算。

6. 误差与数据处理

(1) 定量分析中的误差

误差与准确度，偏差与精密度，准确度与精密度的关系，系统误差和随机误差，误差产

生的原因及减免的办法，随机误差的正态分布，有限次测定中随机误差的正态分布。

(2) 分析结果的数据处理

平均偏差，标准偏差，置信度与平均值的置信区间，可疑数据的取舍（Q 检验法）

(3) 有效数字及其运算规则

有效数字的概念，有效数字的修约规则及运算规则

7. 沉淀-溶解平衡与沉淀滴定法

(1) 难溶性强电解质的沉淀-溶解平衡。

溶度积常数和溶解度，离子积和溶度积规则，沉淀-溶解平衡的移动。沉淀的生成和溶解，分步沉淀，沉淀的转化，沉淀的化学溶解方法。

(2) 沉淀滴定法

莫尔(Mohr)法，佛尔哈德(Volhard)法，法扬斯(Fajans)法。

(3) 重量分析法

影响沉淀溶解度的其他因素，影响沉淀粒度大小的因素，影响沉淀纯度的因素，分析结果计算。

8. 氧化还原反应与氧化还原滴定法

(1) 氧化还原反应

氧化还原反应的基本概念。

(2) 电极电势

氧化还原反应与原电池。电极电势的产生*，电极电势的类型和电池符号。能斯特(W. H. Nernst)方程，电极电势的应用。

(3) 氧化还原反应的方向和限度

原电池的电动势与氧化还原反应自由能的关系，氧化还原反应的方向和限度。

(4) 图表的应用

元素电势图及应用，氧化态图及应用*，电势-pH 图及应用。

(5) 氧化还原反应滴定曲线及终点的确定

氧化还原反应滴定曲线及指示剂。

(6) 氧化还原滴定法中的预处理

预氧化与预还原，有机物的除去。

(7) 氧化还原滴定法应用及计算

高锰酸钾法，重铬酸钾法，碘量法。

9. 配位化合物与配位滴定法

(1) 基本概念

配位化合物的定义、组成及命名（系统命名），异构现象与立体化学。

(2) 配位化合物的化学键理论

价键理论，晶体场理论，晶体场稳定化能的计算（八面体场）。配位化合物的光谱。

(3) 配位平衡

配位化合物的稳定性与稳定常数，软硬酸碱理论。影响稳定性的因素，配位平衡的移动及有关计算。

(4) 配位滴定法

副反应系数和条件稳定常数，EDTA 的酸效应及酸效应系数，金属离子的水解效应、配位效应及其副反应系数。配位滴定中适宜 pH 条件的控制。

滴定曲线，金属指示剂确定滴定终点的方法（作用原理、金属指示剂应该具备的条件、常用的金属指示剂），林邦(Ringbom)公式的应用。

(5) 混合离子的分别滴定方法（控制酸度、掩蔽和解蔽、预先分离）

(6) 提高配位滴定的选择性的途径，配位滴定的方式及应用。

10. 元素化学

(1) 碱金属和碱土金属的单质、氧化物和氢氧化物。盐类化合物，配合物。

(2) 卤素

卤素的通性。卤素的成键特征和价键结构。卤化氢和氢卤酸，卤化物的水解，卤素的氧化物，卤素的含氧酸及其盐，卤素互化物。拟卤素和拟卤素化合物。

(3) 氧族元素

氧族元素的通性。氧元素的成键特征和价键结构。氧分子的结构，过氧化氢、其它无机过氧化物和臭氧。硫的成键特征和价键结构。单质硫的分子结构，硫化氢和硫化物，多硫化物，硫的氧化物，硫的含氧酸及其盐。

(4) 氮族元素

氮族元素的通性。氮元素的成键特征和价键结构，氮的氢化物及衍生物。氮的氧化物，亚硝酸及其盐，硝酸及其盐。磷元素的成键特征和价键结构，单质磷，磷的氢化物、卤化物和氧化物，磷的含氧酸、多磷酸、偏磷酸和它们的盐。砷、锑、铋的氧化物及其水合物的酸碱性和氧化还原性，砷^{*}、锑、铋的氢化物、硫化物，砷、锑的硫代酸盐。

(5) 碳族元素

碳族元素的通性。碳单质和它的结构、碳的氧化物、含氧酸及其盐。硅在自然界的存在形式，二氧化硅、硅酸和硅酸盐，分子筛。碳、硅的氢化物和卤化物。锡和铅的化合物。

(6) 硼族元素

硼族元素的通性。硼的原子特征，乙硼烷的结构，三中心两电子键（氢桥、硼桥），硼烷、硼氧化物、硼酸和硼酸盐，金属铝、氧化铝和氢氧化铝、卤化铝、无机聚合物。

(7) 过渡金属

过渡金属的通性。化合物的颜色和无机颜料，氧化态。钛^{*}、钒^{*}、铬、锰等的重要化合物。铁、钴、镍的氧化物和氢氧化物，铁、钴、镍的盐类和配合物。铁、钴、镍及其化合物

的氧化还原性。铜族元素的单质和重要化合物。锌族元素的单质和重要化合物。

11. 化学史及著名化学家的主要化学贡献等。

二、考试内容：

1. 化学热力学的初步概念与化学平衡

- (1) 化学热力学基本概念的理解。
- (2) 根据化学热力学原理进行化学反应过程的热力学数据计算，反应方向判断。
- (3) 化学平衡、多重平衡、平衡移动的有关计算。

2. 化学反应速率

化学反应速率与活化能、阿累尼乌斯(S. A. Arrhenius)公式及有关计算。

3. 原子结构

- (1) 原子结构的近代概念及原子核外电子的分布。
- (2) 原子性质的周期性。

4. 化学键与分子结构

(1) 利用价键理论、杂化轨道、价层电子对互斥理论对多原子分子的化学键及空间构型的判断。

- (2) 第二周期元素同核双原子分子和部分简单异核双原子分子的分子轨道式。
- (3) 用离子极化理论解释物质的熔沸点规律、溶解度规律和颜色变化。

5. 酸碱反应和酸碱滴定法

- (1) 电解质溶液中的物料平衡，电荷平衡，质子平衡。溶液中 pH 值的计算。
- (2) 酸碱质子理论和酸碱电子理论的应用。
- (3) 酸碱滴定的基本概念，滴定误差计算。酸碱滴定方法的应用。

6. 误差与数据处理

- (1) 误差、偏差等基本概念，误差产生的原因及减免的办法。
- (2) 分析结果的数据处理。
- (3) 有效数字及其运算规则。

7. 沉淀-溶解平衡与沉淀滴定法

- (1) 溶液中沉淀的生成和溶解的判断，沉淀的化学溶解方法。
- (2) 莫尔(Mohr)法，佛尔哈德(Volhard)法，法扬斯(Fajans)法的应用范围和条件。

8. 氧化还原反应与氧化还原滴定法

(1) 氧化还原反应的半反应式法配平，氧化还原反应与原电池的关联，原电池的电动势的计算，氧化还原反应平衡常数的计算。氧化还原反应的方向的判断。元素电势图及应用。

- (2) 氧化还原滴定法应用及计算。

高锰酸钾法，重铬酸钾法，碘量法的使用条件和特点、指示剂。

9. 配位化合物与配位滴定法

- (1) 配位化合物的相关定义、组成及命名。
- (2) 使用配位化合物的化学键理论解释配合物的颜色（简单的配位化合物光谱）、物质的显色机理、磁矩、稳定性。
- (3) 配位平衡的移动及有关计算（配位平衡对电极电势、沉淀平衡的影响）
- (4) 配位滴定结果的计算。常用的金属指示剂。配位滴定合适的酸度范围，分别滴定的条件，林邦公式的计算，配位滴定的方式及应用。

10. 元素化学

- (1) 常见元素的重要化合物的重要化学性质。
- (2) 常见元素的重要化合物制备反应、鉴定反应、特性反应。
- (3) 常见元素的重要化合物的结构和化学键，某些化合物的特殊结构。

11. 化学史及著名化学家的化学贡献

三、试卷结构：

1. 考试时间：120 分钟，满分：100 分

2. 题型结构

- (1) 判断（10 分）
- (2) 选择（20 分）
- (3) 填空（20 分）
- (4) 简答（20 分）
- (5) 计算（30 分）

四、参考书目

1. 《无机化学》（上、下册）（第四版），武汉大学、吉林大学等校编，高等教育出版社，2019 年 6 月（上册），2019 年 8 月（下册）。
2. 《分析化学》（上）（第六版），武汉大学编，高等教育出版社，2016 年 12 月。

注：带*为了解内容。