

## 003 化学化工学院

### 目录

初试考试大纲.....	2
619 分析化学.....	2
815 物理化学 A.....	9
971 化工原理.....	12
复试考试大纲.....	15
F0301 综合化学.....	15
F0302 物理化学.....	22

# 初试考试大纲

## 619 分析化学

### 一、考试性质

全国硕士研究生入学考试是为高等学校招收硕士研究生而设置的。其中，分析化学是化学专业、分析专业与海洋化学专业的专业基础课程，属我校命题的考试。它的评价标准是高等学校优秀毕业生能达到及格或及格以上水平，以保证录取者具有较扎实的分析化学的基础知识。

考试对象为报考中国海洋大学硕士研究生入学考试的准考考生。

### 二、考查目标

分析化学可分为定量分析化学和仪器分析两部分。要求考生了解分析化学在科研及生产实际中的重要意义；能系统理解分析化学的基本概念和基本原理，提高定量处理水溶液中离子平衡关系的能力，准确树立“量”的概念；掌握常用仪器分析方法的基本原理、仪器构造和分析应用；能够根据具体问题选择合适的仪器分析方法。正确掌握分析化学的基本操作，并初步具有解决某些实际分析化学问题的能力。

### 三、考试形式

本考试为闭卷考试，满分为 150 分，考试时间为 180 分钟。

试卷结构：选择 20-30%，填空 20-30%，简答 20-30%，计算 20-30%。

### 四、考试内容

#### 《分析化学》部分：（40%）

#### 第一章 概论

1. 分析化学的定义、任务、作用和分析方法的分类；分析化学发展简史和现代分析化学学科发展趋势及特点；
2. 定量分析过程和分析方法；
3. 滴定分析的方法；滴定分析对化学反应的要求和滴定方式及分类；基准物质和标准溶液；
4. 掌握滴定分析的基本计算，浓度换算。

## 第二章 分析试样的采集与制备

1. 定量分析的基本过程及各步操作的主要目标；
2. 试样采集、制备、分解及预处理的基本操作。

## 第三章 分析化学中的误差与数据处理

1. 总体和样本的统计学计算；
2. 随机误差的正态分布的特点及区间概率的概念；
3.  $t$  分布曲线，置信度和平均值的置信区间；显著性检验： $t$  检验和  $F$  检验；异常值的取舍方法；
4. 系统误差和随机误差的传递计算；
5. 提高分析结果准确度的方法。

## 第五章 酸碱滴定法

1. 活度的概念及计算，酸碱质子理论；
2. 酸碱的离解平衡，酸碱水溶液酸度、质子平衡方程；
3. 酸碱平衡体系中各型体的分布分数的计算和用质子理论即 PBE 方程式处理酸碱平衡的基本方法；
4. 酸碱平衡中溶液酸碱度的计算方法，包括强酸（碱）溶液、一元和多元弱酸（碱）；酸混合溶液；两性物质溶液；酸碱缓冲溶液的 pH 计算；
5. 缓冲溶液的作用原理及种类，缓冲容量的计算；有效缓冲范围；几种常用的缓冲溶液的配制和应用；
6. 指示剂的变色原理及选择原则；常用指示剂的变色范围及终点变化情况；
7. 酸碱滴定过程中氢离子浓度的变化规律，化学计量点、滴定突跃、滴定终点的含义、指示剂的选择；酸碱直接准确滴定、多元酸分步滴定的判别式；酸碱滴定中二氧化碳的影响；酸碱滴定的终点误差；
8. 酸碱滴定分析结果的计算及酸碱滴定法的应用。

## 第六章 络合滴定法

1. 分析化学中的络合物：简单络合物与螯合物；EDTA 及其络合物；络合物溶液中的离解平衡。络合物的稳定常数：络合物的逐级平衡常数和积累稳定常数；溶液中各级络合物的分布；平均配位数；

2. 络合平衡中的副反应系数和条件稳定常数的计算；
3. 络合滴定基本原理：滴定曲线讨论；化学计量点  $pM$  计算；影响滴定突跃大小的因素；终点误差；准确滴定与分步滴定判别式；金属离子指示剂的作用原理及选择原则；常用的指示剂；指示剂的封闭与僵化；
4. 络合滴定中的酸度控制：单一离子滴定的适宜酸度范围；分别滴定的酸度控制；
5. 提高络合滴定的选择性的方法；选择滴定的可能性；酸度控制；掩蔽与解蔽；络合滴定终点误差的计算；
6. 掌握络合滴定的方式及其应用和结果的计算；EDTA 标准溶液的配制与标定。

## 第七章 氧化还原滴定法

1. 氧化还原平衡：能斯特方程；氧化还原反应的平衡常数；条件电位；氧化还原反应的方向、次序和程度；氧化还原反应的速度及其影响因素；催化反应和诱导反应；
2. 氧化还原滴定法的基本原理：可逆对称氧化还原滴定曲线；不可逆体系的滴定曲线；等当点电位的计算；氧化还原滴定指示剂；氧化还原滴定结果的计算；用物质的量的关系处理比较复杂的氧化还原测定的计算问题，包括多组分体系和有机物的测定计算；终点误差；
3. 氧化还原常用的预处理方法；
4. 氧化还原滴定法的应用：高锰酸钾法、重铬酸钾法、碘量法、溴酸钾法和铈量法的原理和应用；不同氧化还原滴定法标准溶液在配制、标定及滴定过程中应注意的问题。

## 第八 / 九章 重量分析法与沉淀滴定法

1. 重量分析的基本概念；沉淀的溶解度的计算及影响沉淀溶解度的因素；
2. 沉淀滴定法：莫尔法，佛尔哈德法和法扬司法；各种方法的基本原理、滴定条件、指示剂及其应用；
3. 沉淀的类型、形成过程及影响沉淀纯度的因素；沉淀条件的选择；均匀沉淀法；
4. 掌握重量分析结果计算；掌握沉淀滴定法。

## 第十章 吸光光度法

1. 光吸收的基本定律：光的基本性质；吸收光谱的产生；朗伯-比耳定律及其偏离的原因；吸光度的加和性；比色法和吸光光度法及其仪器；
2. 光度分析法的设计：对显色反应的要求；显色条件的选择；测量波长和吸光度范围的选择；参比溶液的选择；
3. 光度分析法的误差：吸光度测量的误差；仪器测量误差，测量条件的选择；
4. 其它吸光光度法和光度分析法的应用：示差光度法；双波长分光光度法；多组分分析；弱酸弱碱条件常数的测定；络合物的组成测定；稳定常数的测定；光度滴定法。

## 第十一章 分析化学中常用的分离和富集方法

1. 分析化学中常用的富集分离方法：沉淀分离与共沉淀分离、溶剂萃取分离、离子交换分离、液相色谱分离的基本原理；
2. 萃取条件的选择及主要的萃取体系，掌握液液萃取分离的基本参数及有关计算。

### 《仪器分析》部分（60%）

#### 第一章 绪论

1. 仪器分析与化学分析的区别、关系；
2. 仪器分析方法概述及分类；
3. 仪器分析的特点及发展趋势；
4. 仪器性能及其表征参数。

#### 第二章 光分析法导论

1. 光的波动性；
2. 光的粒子性：普朗克公式；
3. 电磁辐射；
4. 光谱仪器的构造：光源、波长选择器（类型、棱镜和光栅的分光原理和光学特性）、检测器。

#### 第三章 原子光谱法导论

1. 原子光谱：产生和分类；
2. 谱线轮廓及变宽；
3. 温度对原子光谱的影响；
4. 试样原子化和导入方法。

#### 第四章 原子吸收光谱法 (AAS)

1. AAS 基本原理：原子吸收测量方法；
2. AAS 仪器：基本结构、各部分的作用。空心阴极灯；原子化器：火焰、无火焰原子化器的原理、特点、比较；分光系统：光谱通带；
3. AAS 干扰及消除：光谱干扰：谱线干扰、背景干扰；非光谱干扰：物理干扰、化学干扰、电离干扰；
4. 背景吸收及校正方法；
5. AAS 定量分析：分析方法、灵敏度、检测限；应用；
6. 原子荧光 (AFS)：AFS 产生、仪器基本结构及特点；应用。

#### 第五章 原子发射光谱法 (AES)

1. AES 的产生；
2. AES 仪器：基本结构、各部分的作用；常用的激发光源的原理和特点；
3. 光谱定性分析：基本原理、常用方法；
4. 光谱定量分析：赛伯·罗马金公式、内标法的原理、常用光谱定量分析方法。

#### 第六章 紫外-可见分光光谱法

1. 分子吸收光谱概述：分子光谱的产生、有机分子中的电子跃迁类型、常见有机化合物的紫外-可见吸收光谱；
2. 紫外-可见分光光度计：基本结构及各部分作用；
3. 紫外-可见分光光度法的分析应用：定量分析、溶剂效应、紫外光谱的解析及应用。

#### 第七章 分子发光光谱法

1. 荧光及磷光光谱法：荧光及磷光的产生过程、能量传递方式；激发光谱和发射光谱；影响  $I_f$ 、 $I_p$  的因素；仪器构造及其特点；分析应用；

2. 化学发光光谱法：化学发光产生的原理；仪器：流动注射式、流动注射分析法（FIA）。

## 第八章 红外吸收光谱法

1. 红外吸收光谱法基本原理、红外光谱仪；
2. 有机化合物的红外吸收光谱；
3. 影响红外光谱吸收的因素；
4. 红外光谱的解析及应用

## 第九章 核磁共振波谱法

1. 核磁共振波谱法的基本原理
2. 核磁共振波谱仪
3. 化学位移和核磁共振谱、简单自旋偶合和自旋分裂、复杂图谱的简化方法
4. 核磁共振谱的解析及应用

## 第十章 电位分析法

1. 电分析化学基本概念；
2. 离子选择电极的作用原理：离子选择性电极膜电位的产生、电位表达式；
3. 离子选择电极的类型、结构、原理和特点：晶体膜电极、pH 玻璃电极；
4. 离子选择电极的性能参数；
5. 电位分析法的分析应用：电位选择性系数及其应用；pA 的测定原理、测定方法；电位法误差的计算；应用。

## 第十一章 电解和库仑分析法

1. 基本原理：分解电压、析出电位；极化现象、过电位；电解时离子的析出次序及完全程度；法拉第定律；
2. 电解分析：控制电位电解、恒电流电解、汞阴极电解分离法的特点及应用；
3. 库仑分析法：恒电位库仑分析法、库仑滴定法的特点及应用。

## 第十二章 极谱和伏安分析法

1. 普通极谱法基本原理；
2. 极谱定量分析及应用：扩散电流方程式；干扰电流及其消除：充电电流、迁

移电流、极谱极大电流、氧波；

3. 极谱波方程式：简单金属离子、络合物的极谱波方程式；

4. 极谱分析新技术的原理、特点及应用：单扫描极谱法、循环伏安法、脉冲极谱法、溶出伏安法、催化极谱波。

### 第十三章 色谱法导论

1. 色谱法概述：色谱法常用术语；

2. 色谱分类方法；

3. 色谱法基本理论：塔板理论、速率理论；

4. 色谱分离度及色谱分离方程；

5. 定性、定量方法：校正因子；常用定量方法：归一化法、内标法、外标法。

### 第十四章 气相色谱法

1. 气相色谱仪：基本构造、各部分作用；常用检测器的原理、应用范围、性能参数、特点；

2. 色谱分离条件的选择；

3. 气相色谱法固定相及其选择；

4. 气相色谱定性、定量分析：利用保留值、保留指数、经验规律定性；应用；

5. 毛细管色谱法。

### 第十五章 高效液相色谱法（HPLC）

1. 概述：HPLC 特点、分类、原理及应用；

2. 高效液相色谱仪：基本结构、各部分作用；

3. 分配色谱法、吸附色谱法、离子交换色谱法和离子色谱法、尺寸排阻色谱法；原理；特点；应用。

### 第十六章 质谱法

1. 质谱的基本原理；

2. 质谱仪简介；

3. 质谱的离子类型、裂解规律的基本概念、开裂类型及规律；

4. 各类有机物的质谱；

5. 质谱的解析及应用



**仪器分析实验：**各种仪器的基本操作；定性、定量分析方法及其应用。

## 五、是否需使用计算器

允许携带无存储功能的计算器。

## 815 物理化学 A

### 一、考试性质

物理化学是理、工科化学、化工等专业硕士研究生入学考试的专业基础课程。

### 二、考查目标

要求考生能系统理解物理化学中的基本概念，牢固掌握物理化学中基本原理，熟练掌握物理化学中的计算技能和实验操作技能，具备应用物理化学的理论和实验技能解释及解决实际问题的能力。

### 三、考试形式

本考试为闭卷考试，满分为 150 分，考试时间为 180 分钟。

试卷结构：

基础知识题（填空、选择、判断等）：40%~50%；

基本技能题（计算、证明、实验等）：50%~60%。

### 四、考试内容

#### 0、绪论

物理化学的发展史、研究对象和研究方法，物理量的表示及运算。

#### 1、气体

气体分子动理论、速率分布、能量分布、碰撞频率与平均自由程；理想气体状态方程、摩尔气体常数；实际气体的范德华方程；对比状态原理、压缩因子图。

#### 2、热力学第一定律

基本概念（系统与环境、强度性质与容量性质、状态、状态函数、状态方程、过程、途径、过程量、热、功、内能、焓、热容、反应进度、热效应、标准生热、标准燃烧热、可逆过程和不可逆过程、过程方向与限度等）；热力学第一定律；卡诺循环与热机效率的计算；Hess 定律与基尔霍夫定律；化学反应焓的计算；

简单状态变化过程、相变过程和化学变化过程中  $Q$ 、 $W$ 、 $\Delta U$ 、 $\Delta H$  等热力学量的计算；节流膨胀和焦耳—汤姆逊效应。

### 3、热力学第二定律

热力学第二定律；卡诺定理、克劳修斯不等式、熵增加原理、热温商和熵的概念；熵变的计算；热力学第三定律；Helmholtz 自由能和 Gibbs 自由能（Helmholtz 函数和 Gibbs 函数）的概念和计算；热力学基本方程、麦克斯韦方程、热力学函数间的关系；克拉佩龙方程、克—克方程。

### 4、多组分系统热力学

偏摩尔量与化学势；Gibbs-Duhem 方程；理想气体和理想稀溶液中组分的化学势；实际气体中和实际溶液中组分的化学势；Raoult 定律和 Henry 定律；稀溶液的依数性及计算；理想液态混合物的定义和性质；化学势的应用。

### 5、相平衡

相律；单组分体系的相图；二组分体系的相图；杠杆规则；三组分体系的液—液相图；蒸馏和精馏的原理、相图分析、二元相图的绘制及其应用。

### 6、化学平衡

化学反应的方向和平衡条件；化学反应的平衡常数和等温方程式； $\Delta_r G_m^\ominus$  和  $K^\ominus$  的计算；温度、压力和其他因素对化学平衡的影响和范特霍夫公式；平衡组成和平衡产率的计算；同时反应化学平衡和复相反应化学平衡。

### 7、统计热力学基础

基本概念：定位、非定位粒子系统、独立、相依粒子系统、统计热力学的基本假定、系统的微观状态数  $\Omega$ 、最概然分布和平衡分布、熵的统计意义等；玻尔兹曼分布律、粒子配分函数与热力学函数的关系、平动、转动、振动配分函数的计算；用配分函数计算理想气体反应的平衡常数。

### 8、电解质溶液

Faraday 定律应用；电导、电导率、摩尔电导率、离子淌度、离子迁移数、离子摩尔电导率、电解质活度、离子平均活度、平均质量摩尔浓度、平均活度因子和离子强度的概念及其求算；电导的测定及应用；Debye-Hückel 离子互吸理论和离子氛模型。

### 9、可逆电池的电动势及其应用

可逆电池和可逆电极；电动势的测定；可逆电池的书写方法及电动势的取号；

根据化学反应设计电池，电极电势和电池电动势的计算；可逆电池热力学和能斯特方程；热力函数和平衡常数的计算；电动势产生的机理；电极电势和电池的电动势；电动势测定的其它应用如 pH 测定、活度因子测定、难溶盐溶度积测定等。

#### 10、电解与极化作用

分解电压和电极的极化；极化曲线和超电势；超电势测定方法、电化学极化塔菲尔公式、实际析出电势的计算及由电极反应析出物质先后顺序的判断，金属腐蚀的原因和各种防腐的方法。

#### 11、化学动力学基础（一）

化学动力学的任务和目的；化学反应速率表示方法；化学反应速率方程；具有简单级数的反应；几种典型的复杂反应；温度对反应速率的影响；链反应；拟定反应历程的一般方法。

#### 12、化学动力学基础（二）

碰撞理论；过渡态理论；单分子反应理论；在溶液中进行的反应；光化学反应；催化反应动力学。

#### 13、表面物理化学

表面张力及表面吉布斯自由能；弯曲液面的附加压力、Young-Laplace 公式和 Kelvin 公式；溶液表面吸附和吉布斯吸附等温式；固体表面吸附、弗兰德里希吸附等温式、朗格缪尔吸附理论、BET 多分子层吸附理论；固-液界面吸附、接触角与杨氏方程、粘湿、润湿、铺展；表面活性剂。

#### 14、胶体分散系统和大分子溶液

分散系统的分类；溶胶的制备与净化；溶胶的基本特征与胶团结构；溶胶的动力学性质、布朗运动、扩散和沉降；溶胶的光学性质、丁铎尔效应和瑞利公式；溶胶的电学性质、电动现象、扩散双电层理论和电动电位；胶体的稳定性与聚沉规律；乳状液；悬浮液；凝胶；泡沫；大分子溶液。

#### 15、物化实验部分

##### （一）基础知识

实验数据的测量和处理；物理化学实验安全知识；

##### （二）常用仪器的知识与操作

测温系统、真空系统；压力系统；酸度计、分光光度计等；

##### （三）重要的物理化学实验

燃烧热和溶解热的测定；液体饱和蒸汽压的测定；液相反应平衡常数的测定；双液系的平衡相图；离子迁移数的测定；电导的测定及应用、电动势的测定及应用；极化曲线的测定及应用；蔗糖的转化、乙酸乙酯皂化反应、溶液表面张力的测定；固液吸附法测定比表面；粘度的测定及应用；差热分析等。

## 五、是否需使用计算器

允许携带无存储功能的计算器。

# 971 化工原理

## 一、考试性质

化工原理课程是化学工程、化工工艺类及相近专业的技术基础课，它在基础课和专业课之间起着承前启后、由理及工的桥梁作用，是化工类及相关专业的主干课程。

## 二、考查目标

要求考生能系统理解各单元操作的基本概念和基本内容，掌握各单元操作设备的特点和工艺计算方法，提高分析和解决工程问题的能力；熟悉单元操作的研究方法，包括数学解析方法、量纲分析理论指导下的实验研究方法和数学模型法；学会从传递过程的实质上理解单元操作过程。

## 三、考试形式

本考试为闭卷考试，满分为 150 分，考试时间为 180 分钟。

试卷结构：填空、选择 30%，简答及分析 20%，计算 50%

## 四、考试内容

### 1、流体流动

流体流动的两种考察方法；牛顿粘性定律。流体静力学；压强和势能的分布；静力学原理的工程应用。质量守恒；流动流体的机械能守恒（柏努利方程）；机械能守恒原理的应用。层流和湍流的基本特征；沿程阻力损失；局部阻力损失；管路计算（常用流速）；阻力损失对流动的影响。毕托管、孔板流量计、转子流量计的原理和计算方法。

## 2、流体输送机械

管路特性方程；离心泵的输液原理；影响离心泵压头的主要因素（流量、密度及气缚现象等）；泵的功率、效率和实际压头；离心泵的工作点和流量调节方法；离心泵的并联和串联；离心泵的安装高度，汽蚀余量；离心泵的选用。容积式泵的工作原理、特点和流量调节方法（以往复泵为主）。气体输送的特点及全风压的概念；气体输送机械的主要特性。

## 3、机械分离与固体流态化

颗粒和床层的基本特性；影响压降的主要因素。表面曳力和形体曳力；球形颗粒的曳力系数及斯托克斯定律。自由沉降速度及其计算；降尘室的流量、沉降面积和粒径的关系；旋风分离器的工作原理及影响性能的主要因素，粒级效率的概念。过滤过程数学描述（物料衡算和过滤速率方程），过滤速率、推动力和阻力的概念；过滤速率方程的积分应用；洗涤时间；过滤机的生产能力；加快过滤速率的途径。流化床的主要特性；流化床的操作范围（起始流化速度和带出速度）。

## 4、传热

传热的三种基本方式及机理、傅利叶定律；一维导热的计算。牛顿冷却定律；自然对流的起因和影响因素；管内强制对流（湍流）给热系数经验式；沸腾给热和沸腾曲线；蒸汽冷凝给热。热量衡算和传热速率式；传热平均温度差，热阻和传热系数；垢层热阻，壁温计算。传热设计型问题的参数选择和计算方法；传热操作型问题的讨论和计算方法。单个物体的辐射和吸收特性（Stefan Boltzmann 定律，Kirchhoff 定律）；黑体和灰体。常用换热器的结构；换热设备的强化和其它类型。

## 5、气体吸收

气体吸收的目的、原理及实施方法；吸收过程的经济性与吸收剂的选择原则。亨利定律，温度、总压对平衡的影响；相平衡与吸收过程的关系。对流传质与传质分系数；对流传质与有效膜模型（双膜理论）。相际传质速率方程，传质分系数和总系数的关系；传质推动力与传质系数的关系溶解度对两相传质阻力分配的影响。低浓度气体吸收的假定；物料衡算、传质速率；HOG,NOG 的分解；计算 NOG 的对数平均推动力法和吸收因数法；物料衡算及操作线的含义。吸收过程设计中参数的选择，指定分离要求下的最小液气比；返混及其对过程的影响。影响吸收结果的操作因素分析。

## 6、精馏

蒸馏操作的目的、原理及实施方法，蒸馏操作的经济性。理想溶液的汽液相平衡及泡、露点计算；相对挥发度；平衡蒸馏与简单蒸馏。精馏原理；恒摩尔流的简化假设，理论板和板效率；加料板上的过程分析；控制体物料衡算和操作线方程。理论板数的逐板算法；用图解法分析精馏过程的方法；全回流和最少理论板数，最小回流比；加料热状态和回流比的选择。精馏操作型问题的命题；分离能力和物料衡算对精馏操作的制约和调节；灵敏板的概念。间歇精馏过程的特点及应用场合。恒沸精馏与萃取精馏的基本概念。

## 7、气液传质设备

气液传质过程对塔设备的要求。板式塔板上的气液接触状态；塔内非理想流动及其改善；漏液、液泛及有效操作范围(负荷性能图)；常用塔板型式及其主要特性；板式塔的效率。常用填料及其特性(比表面、空隙率、填料因子等)；气液两相在填料塔内的流动、压降、最小喷淋密度和液泛现象；HETP。

## 8、干燥

干燥的目的、原理及实施方法。热、质同时传递过程的主要特点；湿空气的状态参数及其计算；H-I图及其应用；水分在气固两相间的平衡。恒定气流条件下物料的干燥速率及临界含水量。间歇干燥过程的干燥时间；连续干燥过程的特点，物料衡算，热量衡算及热效率。常用干燥设备的主要组成部分及特性。

## 9、其他传质分离方法

结晶原理；溶解度曲线；物料衡算和热量衡算；结晶设备。反渗透原理及工业应用；超滤原理及工业应用；电渗析原理及工业应用；气体膜分离原理；膜分离设备。

## 五、是否需使用计算器

允许携带无存储功能的计算器。

# 复试考试大纲

## F0301 综合化学

### 一、考试性质

综合化学考试是中国海洋大学化学一级学科硕士研究生入学考试的专业基础课程，由“无机化学”与“有机化学”两部分组成。

## 二、考查目标

要求考生能系统理解近代无机化学基本知识、基本理论及其新兴领域；牢固掌握有机化学的基本概念、基本规律、基本反应及其应用。重点掌握元素周期律、原子和分子结构理论、四大化学平衡、化学热力学和化学动力学基本原理、重要元素化合物的性质；认识有机物结构和性质的关系，熟悉各类化合物的相互转化及其规律。要求考生对有机化学、无机化学内容应有比较系统全面的了解，考察考生分析问题和解决问题的能力。

## 三、考试形式

本考试为闭卷考试，满分为 100 分，考试时间为 120 分钟。

无机部分：选择 20%；填空 20%；问答 30%；计算 30%。

有机部分：基础知识题（命名、综合、机理、简答、完成反应等题型）60-70%  
基本技能题（合成、推断、实验等题型）30-40%

## 四、考试内容

### 无机化学部分：

#### 1、化学基础知识

气体定律及其应用；溶液浓度的表示方法及其相互关系；稀溶液依数性的定量关系及其应用。

#### 2、化学热力学初步

各种状态函数的定义，热力学第一定律；化学反应热效应、标准摩尔吉布斯自由能变、熵变的计算，化学反应的方向的判断及温度影响；反应热的测量。

#### 3、化学反应速度

反应速率定义及表示方法；影响化学反应速度的因素，质量作用定律，反应级数，阿仑尼乌斯经验公式。

#### 4、化学平衡

可逆化学反应的特性；标准态，经验和标准平衡常数表示方法，平衡移动原理和计算。

## 5、酸碱解离平衡

一元弱酸、弱碱的解离平衡、水的解离平衡和溶液的 pH、多元弱酸的解离平衡、缓冲溶液；盐的水解平衡常数、水解度和水解平衡的计算；酸碱质子理论、酸碱溶剂体系理论、酸碱电子理论。

## 6、沉淀溶解平衡

沉淀溶解平衡定义、溶度积原理、盐效应对溶解度的影响、溶度积对溶解度的影响、同离子效应对溶解度的影响；沉淀生成、溶解和转化。

## 7、氧化还原平衡

基本概念，氧化还原方程式的配平；原电池，标准电极电势，能斯特方程，电极电势的应用；原电池

## 8、原子结构与元素周期律

量子数的意义和取值规则；多电子原子的能级，核外电子的排布原则；核外电子的排布与周期性，元素基本性质的周期性。

## 9、分子结构和化学键理论

离子键的形成，特点；现代价键理论，杂化轨道理论，价层电子对互斥理论，分子轨道理论，键参数；分子的极性，分子间作用力 氢键。

## 10、配位化合物

配位化合物命名，类型，空间结构；配合物的价键理论，配合物的晶体场理论；配位平衡常数，影响配位平衡的因素，配位平衡的移动及有关计算。

## 11、碱金属和碱土金属

金属单质的化学性质和制备；氧化物的种类和性质；盐的溶解性、含氧酸盐的热稳定性、重要盐类、锂的特殊性。

## 12、硼族元素

硼族元素的通性；硼族元素的单质及其化合物；惰性电子对效应和周期表中的斜线关系。

## 13、氧族元素

氧族元素的通性；氧，臭氧，水，过氧化氢；硫及其化合物；无机酸强度的变化规律。

## 14、卤素

卤素单质、卤化氢和氢卤酸的化学性质及制备；卤素的含氧酸及其盐的性质。



## 15、ds 区元素

铜、锌副族单质及重要化合物的性质和用途，Cu ( I ) 和 Cu ( II )、Hg ( I ) 和 Hg ( II ) 的相互转化，贵金属的提取； I A 族与 I B 族， II A 族与 II B 族金属性质之比较。

## 16、d 区元素

d 区元素的电子构型； V, Cr, Mn, Fe, Ni, Co 等元素单质和重要化合物的性质。

## 有机化学部分：

### 一、绪论

有机化合物与有机化学，有机化合物的特性。化学键与杂化轨道理论，化学键与分子性质的关系。分子间作用力。Bronsted 酸碱理论与 Lewis 酸碱理论。电子效应：诱导效应、共轭效应及超共轭效应。

### 二、有机化合物的同分异构现象

同分异构体的分类。构象异构、构型异构、顺反异构、旋光异构。偏振光、比旋光度、旋光异构体、对映体、非对映体、内消旋体、外消旋体与外消旋化、差向异构体。分子的对称因素。含一个手性碳原子的化合物的旋光异构，含两个手性碳原子的化合物的旋光异构。构型的确定、标记和表示方法。外消旋体的拆分。非对映体过量、对映体过量。

### 三、烷烃

结构与命名，构造异构，碳原子和氢原子类型，乙烷与丁烷的构象，透视式，Newman 投影式，烷烃的物理性质，烷烃的来源。化学性质：

- (一) 卤化反应及其自由基取代反应历程、自由基稳定性和自由基的结构；
- (二) 氧化反应。

### 四、烯烃

烯烃的结构 (SP<sup>2</sup> 杂化和  $\pi$  键)，命名，构造异构，顺反异构与表示方法。物理性质。化学性质：

#### (一) 加成反应：

1、亲电加成：加卤素 (亲电试剂、亲电加成、亲电加成反应历程)，加卤化氢 (加成反应规则，诱导效应，碳正离子结构、稳定性和碳正离子的重排)，加次卤酸，

加硫酸，加水，硼氢化反应（选择性）；

2、催化氢化及烯烃的稳定性；

3、自由基加成：HBr 过氧化物效应，自由基加成反应历程；

（二）双键的氧化反应；

（三） $\alpha$ -氢原子的反应：卤代（烯丙基自由基及 p- $\pi$  共轭效应）、氧化。烯烃的来源、制法和鉴别。

## 五、炔烃和二烯烃

（一）炔烃：SP 杂化，命名，物理性质。化学性质：

1、加成反应：加氢、亲电加成(加卤素、加卤化素，加水)亲核加成(加氰化氢，加醇)；

2、氧化反应；

3、末端炔烃的酸性及活泼氢反应。炔烃的制备与鉴别。

（二）二烯烃：分类和命名，键的离域，1,3-丁二烯的分子轨道与共轭效应( $\pi$ - $\pi$ 、P- $\pi$ 、 $\sigma$ - $\pi$ )，共振论。共轭二烯烃的性质：

1、加成反应(1,4 加成和 1,2 加成)

2、双烯合成(Diels-Alder 反应)。共轭二烯的制备。

## 六、脂环烃

脂环烃的分类、命名。环烷烃的结构与稳定性。环己烷及其衍生物的构象(椅式，船式，a 键，e 键，一元及多元取代环己烷的稳定构象)。环烷烃的化学性质：取代反应，加成反应，氧化反应，环烯烃和环二烯烃的反应。

## 七、芳香烃

苯的结构、命名，芳烃物理性质。化学性质：

（一）亲电取代反应：卤代、硝化、磺化、烷基化和酰基化、氯甲基化；

（二）加成反应：加氢、加氯；

（三）氧化反应：侧链氧化、苯环氧化；

（四）侧链取代；

（五）亲电取代反应历程，定位规则及活化作用，理论解释(电子效应空间效应共振论与分子轨道理论)，双取代基定位规则及理论解释，定位规则的应用。联苯、稠环芳烃。萘的结构及化学性质。芳烃的来源、制法、鉴别。芳香结构(休克尔规则、非苯芳烃、富勒烯)。常见亲电试剂的分类。

## 八、卤代烃

卤代烃的分类和命名、物理性质、卤代烷的化学性质：

(一) 亲核取代反应(水解、氰解、氨解、醇解、和硝酸银作用等)，亲核取代反应历程( $S_N1$  和  $S_N2$ ) 及特点；

(二) 消除反应： $\beta$ -消除反应历程(E1 和 E2)，消除方向及其立体化学特点，取代与消除的竞争；

(三) 卤代烷与金属作用(与镁、锂、钠、铝作用)格氏试剂、烷基锂等金属有机化合物与卤代烃的反应、武慈反应等。卤代烯的分类及双键位置对卤素原子活泼性的影响。卤代芳烃的反应。卤代烃的制备与鉴别。常见亲核试剂的分类，亲核试剂的亲核性和碱性。

## 九、醇、酚、醚

(一) 醇：结构、分类和命名。物理性质。氢键。化学性质：

1、与活泼金属的反应；

2、羟基的反应：卤烃的生成、与无机酸的反应、脱水反应(分子内脱水和分子间脱水)；

3、氧化与脱氢。醇的制备与鉴别。

(二) 酚：结构、分类和命名。物理性质(分子内氢键与分子间氢键)。化学性质：

1、酚羟基的反应：酸性、成酯、成醚；

2、芳环上的反应：卤代、硝化、磺化、烷基化；

3、与三氯化铁的显色反应；

4、氧化与还原、酚的制备与鉴别。

(三) 醚与环氧化合物：结构和命名。物理性质。化学性质：伴盐的生成和醚键的断裂，过氧化物的生成，环醚的开环反应与反应机理(与水、醇、氨、格氏试剂等作用)。醚的制备与鉴别。

## 十、醛和酮

结构、分类和命名，物理性质。化学性质：

(一) 亲核加成反应：加氢氰酸及亲核加成反应历程、加亚硫酸氢钠、加醇、加格氏试剂、与氨衍生物缩合；

(二)  $\alpha$ -氢原子的反应：卤代反应、羟醛缩合反应；

(三) 氧化反应: 弱氧化剂(Fehling 试剂、Tollens 试剂)、强氧化剂;

(四) 还原反应: 催化加氢、用氢化铝锂还原、用硼氢化钠还原、异丙醇铝还原、 $C=O$  还原成  $CH_2$ 、金属还原;

(五) 歧化反应;

(六)  $\alpha$ ,  $\beta$ -不饱和醛酮的化学性质; 醛酮的制备与鉴别。

## 十一、波谱分析

(一) 红外光谱: 基本原理。官能团的特征吸收。谱图分析。

(二) 核磁共振: 基本原理。屏蔽效应和化学位移及影响因素, 自旋偶合-裂分。<sup>1</sup>H NMR 图谱分析。

## 十二、羧酸及其衍生物

(一) 羧酸: 结构和命名。物理性质。化学性质:

1、酸性;

2、羧酸衍生物的生成, 亲核加成-消除反应机理;

3、还原反应;

4、脱羧反应;

5、 $\alpha$ -氢原子的取代反应。二元羧酸及  $\alpha$ -羟基酸。羧酸的制备与鉴别。

(二) 羧酸衍生物: 结构和命名。物理性质。化学性质:

1、羧酸衍生物的相互转化;

2、与有机金属的反应;

3、还原;

4. Claisen 酯缩合反应

5、酰胺的 Hofmann 降级反应。

(三) 碳负离子的反应及在合成上的应用:

1、碳负离子: 结构、形成、稳定性和反应;

2、乙酰乙酸乙酯、丙二酸二乙酯及类似化合物的  $\alpha$ -氢反应在合成中的应用:

与卤代烃的亲核取代、与羧酸衍生物的亲核加成-消除、与羰基的亲核加成。

## 十三、含氮化合物

(一) 硝基化合物: 分类、结构和命名。物理性质。化学性质:

1、与碱作用;

2、还原反应;

3、硝基对苯环上其它取代基的影响。制备与鉴别。

(二) 胺：分类、结构和命名。物理性质。

化学性质：

1、碱性；

2、烃基化；

3、酰基化；

4、兴斯堡反应

5、与亚硝酸反应；

6、与醛酮反应；

7、芳胺的特殊反应(与亚硝酸作用、氧化、芳环上的取代反应)。季铵盐、季铵碱及霍夫曼消除。胺的制备与鉴别。

(三) 重氮和偶氮化合物：重氮化反应，重氮盐的化学性质及其在合成中的应用。偶合反应。

#### 十四、杂环化合物

分类、命名、结构和芳香性。五元单杂环化合物(呋喃、噻吩、吡咯)：物理性质、化学性质(亲电取代、加成、特殊反应)。六元单杂环化合物(吡啶)：物性、化性(取代、弱碱性、氧化与还原)。

#### 十五、碳水化合物

糖类化合物的分类。单糖：葡萄糖、果糖、核糖的结构和化学性质。二糖：蔗糖、麦芽糖的结构和化学性质多糖、淀粉和纤维素及其衍生物简介

#### 十六、氨基酸、蛋白质、核酸

(一) 氨基酸：分类和命名。两性、等电点。反应、合成。

(二) 多肽、蛋白质、核酸简介。

### 五、是否需使用计算器

允许携带无存储功能的计算器。

## F0302 物理化学

### 一、考试性质

物理化学是理、工科化学、化工等专业硕士研究生入学考试的专业基础课

程。

## 二、考查目标

要求考生能系统理解物理化学中的基本概念，牢固掌握物理化学中基本原理，熟练掌握物理化学中的计算技能和实验操作技能，具备应用物理化学的理论和实验技能解释及解决实际问题的能力。

## 三、考试形式

本考试为闭卷考试，满分为 100 分，考试时间为 120 分钟。

试卷结构：

基础知识题（填空、选择、判断等）：40%~50%；

基本技能题（计算、证明、实验等）：50%~60%。

## 四、考试内容

### 0、绪论

物理化学的发展史、研究对象和研究方法，物理量的表示及运算。

### 1、气体的 pVT 关系

气体分子动理论、速率分布、能量分布、碰撞频率与平均自由程；理想气体状态方程、摩尔气体常数；实际气体的范德华方程；对比状态原理、压缩因子图。

### 2、热力学第一定律

基本概念（系统与环境、强度性质与容量性质、状态、状态函数、状态方程、过程、途径、过程量、热、功、内能、焓、热容、反应进度、热效应、标准生热、标准燃烧热、可逆过程和不可逆过程、过程方向与限度等）；热力学第一定律；卡诺循环与热机效率的计算；Hess 定律与基尔霍夫定律；化学反应焓的计算；简单状态变化过程、相变过程和化学变化过程中  $Q$ 、 $W$ 、 $\Delta U$ 、 $\Delta H$  等热力学量的计算；节流膨胀和焦耳-汤姆逊效应。

### 3、热力学第二定律

热力学第二定律；卡诺定理、克劳修斯不等式、熵增加原理、热温商和熵的概念；熵变的计算；热力学第三定律；Helmholtz 自由能和 Gibbs 自由能（Helmholtz 函数和 Gibbs 函数）的概念和计算；热力学基本方程、麦克斯韦方程、热力学函数间的关系；克拉佩龙方程、克-克方程。

#### 4、多组分系统热力学

偏摩尔量与化学势；Gibbs-Duhem 方程；理想气体和理想稀溶液中组分的化学势；实际气体中和实际溶液中组分的化学势；Raoult 定律和 Henry 定律；稀溶液的依数性及计算；理想液态混合物的定义和性质；化学势的应用。

#### 5、化学平衡

化学反应的方向和平衡条件；化学反应的平衡常数和等温方程式； $\Delta_r G_m^\ominus$  和  $K^\ominus$  的计算；温度、压力和其他因素对化学平衡的影响和范特霍夫公式；平衡组成和平衡产率的计算；同时反应化学平衡和复相反应化学平衡。

#### 6、相平衡

相律；单组分体系的相图；二组分体系的相图；杠杆规则；三组分体系的液-液相图；蒸馏和精馏的原理、相图分析、二元相图的绘制及其应用。

#### 7、电化学

Faraday 定律应用；电导、电导率、摩尔电导率、离子淌度、离子迁移数、离子摩尔电导率、电解质活度、离子平均活度、平均质量摩尔浓度、平均活度因子和离子强度的概念及其求算；电导的测定及应用；Debye-Hückel 离子互吸理论和离子氛模型。电池符号的书写；根据化学反应设计电池，电极电势和电池电动势的计算；可逆电池热力学和能斯特方程；热力函数和平衡常数的计算，电动势测定的其它应用如 pH 测定、活度因子测定、难溶盐溶度积测定等。分解电压和电极的极化；极化曲线和超电势；超电势测定方法、电化学极化塔菲尔公式、实际析出电势的计算及由电极反应析出物质先后顺序的判断，金属腐蚀的原因和各种防腐的方法。

#### 8、统计热力学初步

基本概念：定位、非定位粒子系统、独立、相依粒子系统、统计热力学的基本假定、系统的微观状态数  $\Omega$ 、最概然分布和平衡分布、熵的统计意义等；玻尔兹曼分布律、粒子配分函数与热力学函数的关系、平动、转动、振动配分函数的计算；用配分函数计算理想气体反应的平衡常数。

#### 9、界面现象

表面张力及表面吉布斯自由能；弯曲液面的附加压力、Young-Laplace 公式和 Kelvin 公式；溶液表面吸附和吉布斯吸附等温式；固体表面吸附、弗兰德里希吸附等温式、朗格缪尔吸附理论、BET 多分子层吸附理论；固-液界面吸附、

接触角与杨氏方程、粘湿、润湿、铺展；表面活性剂。

## 10、化学动力学

化学反应的反应速率和速率方程；基元反应、质量作用定律、反应级数和反应分子数；具有简单级数反应的速率方程的积分形式；反应速率方程的确定；温度对总反应速率的影响、活化能和阿伦尼乌斯方程；各类典型复杂反应和复杂反应速率的近似处理法；链反应、溶液中的反应；光化学反应；催化反应；气体反应简单碰撞理论要点及基本公式，过渡态理论要点及基本公式。

## 11、胶体化学

分散系统的分类；溶胶的制备与净化；溶胶的基本特征与胶团结构；溶胶的动力学性质、布朗运动、扩散和沉降；溶胶的光学性质、丁铎尔效应和瑞利公式；溶胶的电学性质、电动现象、扩散双电层理论和电动电位；胶体的稳定性与聚沉规律；乳状液；悬浮液；凝胶；泡沫；大分子溶液。

## 12、物化实验部分

### （一）基础知识

实验数据的测量和处理；物理化学实验安全知识；

### （二）常用仪器的知识与操作

测温系统、真空系统；压力系统；酸度计、分光光度计等；

### （三）重要的物理化学实验

燃烧热和溶解热的测定；液体饱和蒸汽压的测定；液相反应平衡常数的测定；双液系的平衡相图；离子迁移数的测定；电导的测定及应用、电动势的测定及应用；极化曲线的测定及应用；蔗糖的转化、乙酸乙酯皂化反应、溶液表面张力的测定；固液吸附法测定比表面；粘度的测定及应用；差热分析等。

## 五、是否需使用计算器

允许携带无存储功能的计算器。