

# 《化学综合》考试大纲

## I. 考查目标

考核学生是否掌握有机化学和分析化学基础知识和基本理论, 是否具备正确运用这些知识和理论解决相关化学问题的基本能力。具体包括:

1. 理解和掌握各类有机化合物的系统命名、常见理化性质和反应原理, 具备解决一般有机化学问题的基本能力。

2. 理解和掌握分析化学中的基本和重要的概念、基础知识和基本理论; 掌握色谱、光谱和质谱分析仪器的的工作原理和基本构造; 掌握化学分析和仪器分析的基本分析方法、数据处理、计算和谱图解析技能; 能够正确应用分析化学知识解决化学分析和仪器分析中的基本问题。

## II. 考试形式和试卷结构

### 一、考试形式

本部分考试为闭卷笔试, 考试时间为 90 分钟, 试卷分数 80 分。

### 二、试卷结构

试卷结构如下;

#### (一) 有机化学 (40 分)

1. 有机化合物结构式与命名 (10 分)

2. 有机化学反应与结构推测 (20 分)

3. 简答题 (10 分)

#### (二) 分析化学 (40 分)

- 1.简答题（共 16 分，其中化学分析 8 分，仪器分析 8 分）
- 2.计算题（共 16 分，其中化学分析 8 分，仪器分析 8 分）
- 3.图谱解析题（8 分，包括质谱、红外光谱解析）

### III.考查内容

#### 一、有机化学

##### （一）饱和烃

- 1.烷烃的沸点、熔点与结构的关系；
- 2.自由基的结构和相对稳定性；
- 3.小环环烷烃的性质；
- 4.环己烷各种构象转变的能量关系；
- 5.同系列、同分异构、构造和构象等基本概念；
- 6.环烷烃的结构与稳定性；
- 7.烷烃和环烷烃的命名法、常见基的名称和写法、烷烃的自由基卤代反应和机理。

##### （二）不饱和烃

- 1.烯烃的同分异构现象；
- 2.原子或基团的次序规则、烯烃和炔烃的命名规则、顺反异构体的结构特征及 Z/E 标记法；
- 3.烷烃、烯烃和炔烃的定性鉴定；
- 4.诱导效应、碳正离子的结构及相对稳定性、烯烃、炔烃的一般氧化反应；
- 5.双键和叁键的结构特点及反应、烯烃的亲电加成反应机理、溴

化氢的过氧化物效应、炔烃的结构和加成反应、末端炔烃的特性；

6.共轭二烯烃的结构和反应性分析、共轭体系与共轭效应、共轭二烯烃的化学性质。

### (三) 芳烃

1.苯的结构和芳香性；

2.定位基与定位效应、稠环化合物萘、蒽的芳香性及亲电取代反应；

3.苯及同系物命名、芳香族化合物亲电取代反应、芳香性判据——Hückel 规则。

### (四) 对映异构

1.偏振光、旋光性和有机化合物的比旋光度；

2.相对构型与绝对构型；

3.手性碳原子、对映异构体的命名和表示方法 (R/S 标记法)；

4.对称因素与手性分子判断；

5. Fischer 投影式的立体概念。

### (五) 卤代烃

1. SN1、SN2、E1、E2 反应机理；

2.烃基、离去基团、亲核试剂、溶剂等对取代、消除的影响；

3.卤代烃的分类和命名、卤代烃的性质、格氏试剂的制备及其应用。

### (六) 醇、酚和醚

1.醇、酚和醚制备方法；

2.醇、酚和醚的命名、分类；

3.醇、酚和醚的共性与个性。

#### (七) 醛和酮

1. 醛、酮制备方法；

2.亲核加成反应机理、含活泼氢化合物的缩合反应及机理；

3.醛酮的命名、醛酮的亲核加成反应、羰基 $\alpha$ -氢的反应、缩醛(酮)的形成和羟基保护、无 $\alpha$ -氢的醛的反应。

#### (八) 羧酸及其衍生物

1.羧酸及其衍生物的制备方法、物理性质；

2.羧酸及其衍生物的命名；

3.羧酸的结构和化学性质、酰基上的亲核取代反应及机理、羧酸衍生物的相对活性及相互转化。

#### (九) 含氮化合物

1.硝基化合物的结构、制备；

2.脂肪族硝基化合物的化学性质；

3.胺的结构、碱性和亲核性；

4.掌握胺和磺酰氯及亚硝酸的反应；

5.芳香族含氮化合物的芳环上的取代反应(亲电、亲核)、重氮盐的生成及在有机合成中的应用。

#### (十) 杂环化合物

1.杂环化合物的分类和命名；

2.重要的五元杂环化合物的化学性质，重点是亲电取代反应；

3. 重要的六元杂环化合物的化学性质、亲电取代反应特点；
4. 常见生物碱种类，生物碱的性质。

#### (十一) 糖类化合物

1. 糖类化合物的分类、性质；
2. 糖的结构，单糖的哈沃斯式；
3. 二糖、多糖的连接方式、糖的还原性与非还原性。

## 二、分析化学

### (一) 化学分析

#### 1. 误差及分析数据的统计处理

- (1) 定量分析中的误差
- (2) 分析结果的数据处理
- (3) 误差的传递
- (4) 有效数字及运算规则

#### 2. 滴定分析

- (1) 滴定分析概述
- (2) 酸碱滴定法
- (3) 重量分析法和沉淀滴定法

### (二) 仪器分析

#### 1. 色谱分析

##### (1) 色谱分析基本理论

a. 色谱分析概述：色谱分析的概念和分类，色谱流出曲线（色谱图）有关术语等。

b.色谱分离原理：色谱分配系数，保留方程，色谱柱效、分离度等。

c.色谱定性、定量分析方法：色谱保留值定性，定量校正因子和定量方法（归一化法、外标法和内标法）。

## (2) 气相色谱分析

a.气相色谱分析概述：气相色谱法的概念、分类，气相色谱仪的基本结构等。

b.气相色谱固定相

c.气相色谱检测器

d.毛细管气相色谱法

e.气相色谱分析的特点及应用范围

## (3) 高效液相色谱分析

a.高效液相色谱法的主要类型及其分离原理

b.高效液相色谱固定相

c.高效液相色谱流动相

d.高效液相色谱仪

e.高效液相色谱分析的特点及应用范围

## 2.分子光谱分析

### (1) 分子光谱分析概述

### (2) 紫外-可见吸收光谱分析

a.有机化合物的紫外-可见吸收光谱

b.无机化合物的紫外-可见吸收光谱

- c.影响紫外-可见吸收光谱的因素
- d.紫外-可见分光光度计
- e.紫外-可见吸收光谱定性、定量分析方法
- f.紫外-可见吸收光谱分析的特点及应用

### (3) 红外吸收光谱分析

- a.红外吸收光谱分析概述
- b.红外吸收光谱分析的基本原理和基本理论

红外吸收光谱的产生条件、分子振动方程、分子振动形式、红外光谱的强度、特征性、基团频率及影响基团频率位移的因素。

- c.红外吸收光谱定性和定量分析方法
- d.红外分光光度计

## 3.质谱分析

- (1) 质谱分析概述
- (2) 质谱仪及其工作原理
- (3) 有机质谱中的离子类型
- (4) 有机质谱定性分析与质谱图解析
- (5) 气相色谱-质谱联用分析技术

包括：气相色谱-质谱联用分析仪器、特点及应用

## IV.参考书目

1. 张生勇，何炜. 有机化学(第四版)[M]. 科学出版社，2016。
2. 王云，胡先文. 无机及分析化学（第四版）[M]. 科学出版社，2016。

3.朱明华, 胡坪. 仪器分析(第四版)[M].高等教育出版社, 2008。

### V.参考试题(非完整试题, 仅为样式与分值说明)

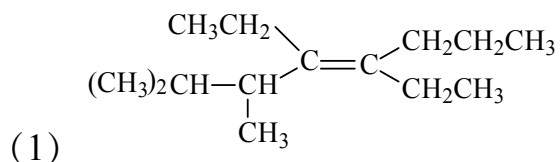
#### 一、有机化学

(一) 有机化合物结构式与命名(共 10 分)

1.写出化合物的结构式(每题 1 分, 共 5 分)

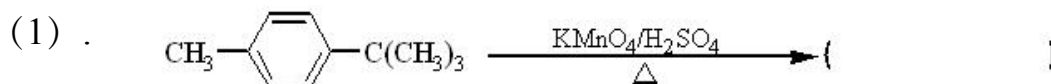
(1) 异丁烯

2.命名下列化合物(涉及构型须予以标记)(每题 1 分, 共 5 分)



(二) 有机化学反应与结构推测(共 20 分)

1.完成下列反应方程式(每空 2 分, 共 10 分)



2.推测化合物结构(10 分)

某碱性化合物 A ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{N}$ ) 经臭氧氧化再水解, 得到的产物中有一种是甲醛。A 经催化加氢得 B ( $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ )。B 也可由戊酰胺和溴的氢氧化钠溶液反应得到。A 和过量的碘甲烷作用, 能生成盐 C ( $\text{C}_7\text{H}_{16}\text{IN}$ )。该盐和湿的氧化银反应并加热分解得到 D ( $\text{C}_4\text{H}_6$ )。D 和丁炔二酸二甲酯加热反应得到 E ( $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_4$ )。E 在钯存在下脱氢生成邻苯二甲酸二甲酯。试推测 A、B、C、D、E 的结构, 并写出各步反应式。

(三) 简答题(10 分)



比较苯酚、环己醇、苯乙酸、对甲基苯乙酸、对溴苯乙酸、 $\alpha$ -溴代苯乙酸的酸性，并简要说明理由。

## 二、分析化学

### (一) 简答题 (共 16 分, 每题 8 分)

1. 某公安局化实验室需采用分析被投放了除草剂的稻田水中的 3,4-二氯苯胺, 其过程是将水样用缓冲溶液调至碱性后, 用环己烷萃取, 然后将环己烷萃取物进行气相色谱(5%苯基聚硅氧烷色谱柱)、气相色谱-质谱联用和高效液相色谱(ODS 色谱柱、甲醇-水流动相)分析。试简要回答:

(1) 气相色谱法分析时能否采用 NPD 检测器, 为什么?

(2) 高效液相色谱外标法定量分析时测得数据如下表所示, 稻田水中 3,4-二氯苯胺的含量是多少。

水样	3,4-二氯苯胺浓度 (mg/L)	色谱峰面积
稻田水	未知	150
标准样	1.0	600

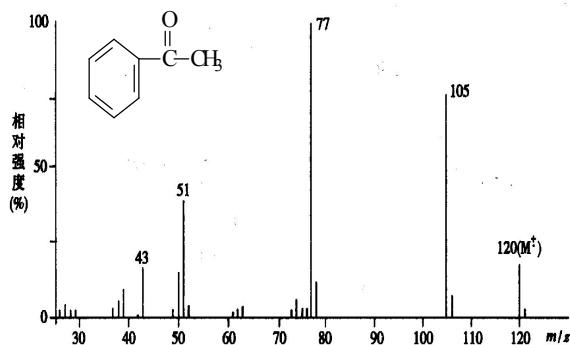
(本题 8 分)

### (二) 计算题 (共 16 分, 每题 8 分)

1. 称取碱试样 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaOH}$  或它们的混合物) 1.200g, 溶于水, 用  $0.5000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$  标准溶液滴定至酚酞变色, 用去 30.00mL。然后加入甲基橙, 继续滴加  $\text{HCl}$  至变橙色, 又用去 5.00mL。问: 试样中含有何种组分? 其百分含量为多少? ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{NaOH}$  的分子量分别为 106.0、84.01、40.01) (本题 8 分)。

(三) 图谱解析题 (共 8 分, 每题 4 分)

1. 化合物的结构及质谱如下图所示, 试通过质谱解析, 写出  $m/z$ 105、 $m/z$ 77、 $m/z$ 51 和  $m/z$ 43 离子的形成过程。(本题 4 分)

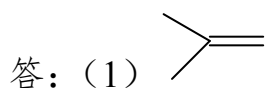


## VI. 参考答案

### 一、有机化学 (40 分)

(一) 有机化合物结构式与命名 (共 10 分)

1. 写出化合物的结构式(每题 1 分, 共 5 分)



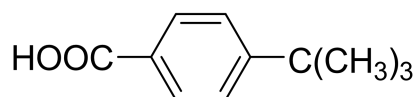
2. 命名下列化合物 (涉及构型须予以标记) (每题 1 分, 共 5 分)

答: (1) (E)-2,3-二甲基-4,5-二乙基-4-辛烯

(二) 有机化学反应与结构推测 (共 20 分)

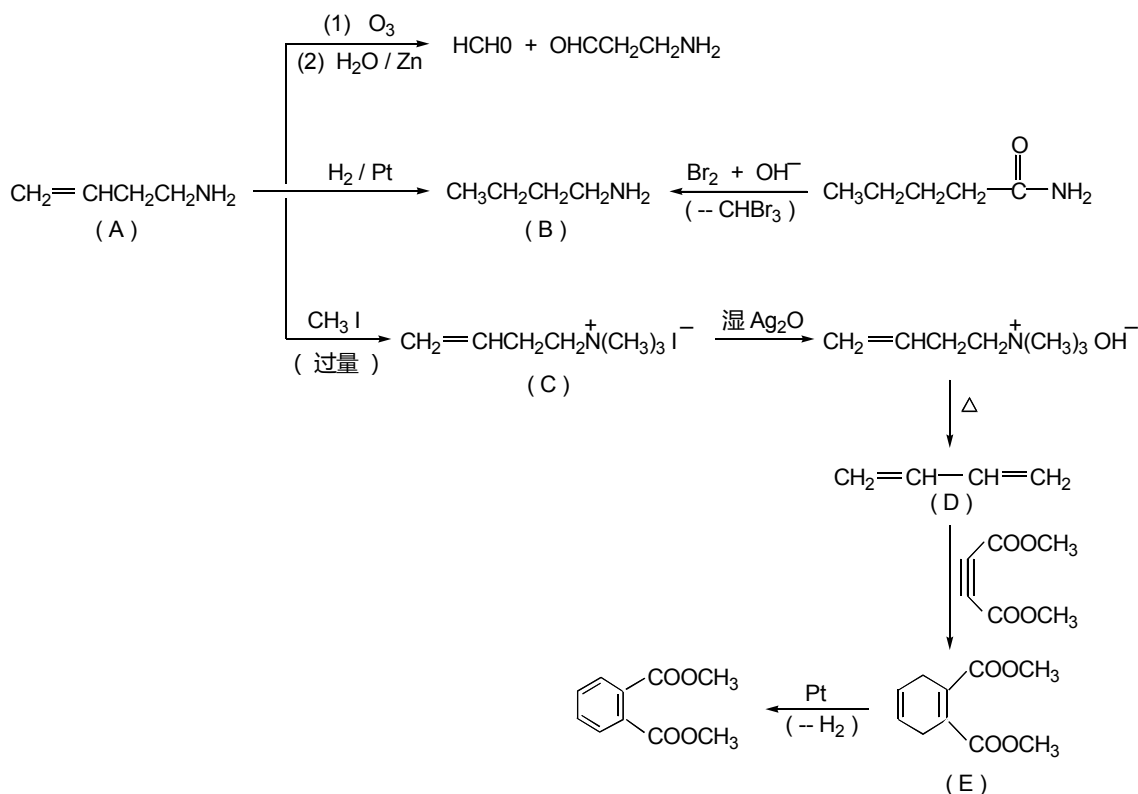
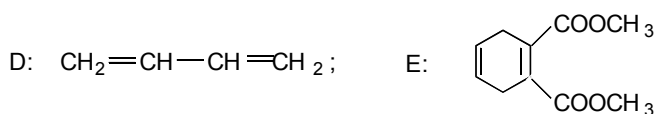
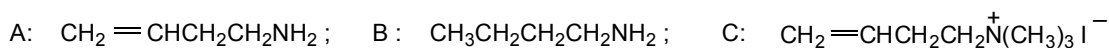
1. 完成下列反应方程式 (每空 2 分, 共 10 分)

(1)



2. 推测化合物结构(10 分)

答:



### (三) 简答题 (10 分)

答: 酸性:  $\alpha$ -溴代苯乙酸 > 对溴苯乙酸 > 苯乙酸 > 对甲基苯乙酸 > 苯酚 > 环己醇。

简要理由: 羧基的酸性大于羟基。因而苯乙酸类化合物酸性 > 苯酚、环己醇; 溴为吸电子基团, 其诱导作用使酸性增强, 且随与羧基距离增加其诱导效应减小; 对甲基为推电子基, 使酸性减弱; 因此,  $\alpha$ -溴代苯乙酸 > 对溴苯乙酸 > 苯乙酸 > 对甲基苯乙酸; 苯酚中苯环共轭作用使其酸性强于环己醇。

### 二、分析化学 (40 分)

(一) 简答题 (共 16 分, 每题 8 分)

1. (8 分) 答: (1) 气相色谱 NPD 检测器对含氮和磷元素的有机物有较灵敏的响应, 本题中的分析物 3,4-二氯苯胺分子中有 1 个 N 原子, 气相色谱 NPD 检测器响应, 因此可采用 NPD 检测器。

(2) 设稻田水中 3,4-二氯苯胺的含量为  $C_x$ , 则有:

$$C_x/C_{\text{标准样}} = \text{稻田水样色谱峰面积} / \text{标准样色谱峰面积}。$$

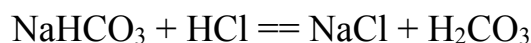
$$C_x = C_{\text{标准样}} \times (\text{稻田水样色谱峰面积} / \text{标准样色谱峰面积}) \\ = 1.0 \times (150/600) = 0.25 \text{mg/L}。$$

(二) 计算题 (共 16 分, 每题 8 分)

1 (8 分) 解: 滴定到酚酞变色时, 反应为:



当继续滴加 HCl 到甲基橙变色时, 反应为:



酚酞变色时, 消耗 HCl 体积为  $V_1=30.00\text{mL}$ , 甲基橙变色时, 消耗 HCl 体积为  $V_2=5.00\text{mL}$ , 则试样中含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaOH}$  两种组分。

滴定 NaOH 消耗 HCl 的量应为:  $V_1 - V_2 = 30.00 - 5.00 = 25.00(\text{mL})$

设 NaOH 的质量分数为  $w_{\text{NaOH}}$ ,

$$\text{则: } 0.5000 \times 25.00 \times 10^{-3} = \frac{1.200 \cdot w_{\text{NaOH}}}{40.01} ; w_{\text{NaOH}} = 0.4168 = 41.68\%$$

与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  作用的 HCl 的量为  $V = 2V_2 = 2 \times 5.00 = 10.00(\text{mL})$ ;

设  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的质量分数为  $w_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$

$$\text{则: } 0.5000 \times 10.00 \times 10^{-3} = 2 \times \frac{1.200 \cdot w_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{106.0} ;$$

$$w_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0.2208 = 22.08\%$$

此试样中含 NaOH 41.68%, 含  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  22.08%

(三) 图谱解析题 (共 8 分, 每题 4 分)

1.(4分)答:

