

中国人民公安大学硕士研究生招生考试 《化学》考试大纲

(本大纲适用于公安技术一级学科刑事科学技术专业招生
初试)

2021年7月修订

目 录

I. 考 查 目 标.....	3
II. 考试形式和试卷结构.....	3
III. 考 查 内 容.....	4
第一部分 有机化学.....	4
第二部分 仪器分析.....	8
IV. 参 考 试 题.....	14
V. 参 考 答 案.....	16
VI. 参 考 书 目.....	18

I. 考查目标

化学科目包括有机化学和仪器分析两部分内容。要求考生具有扎实的化学基础，具备开展科学研究的分析、判断和解决问题的能力。具体包括：

1. 有机化学主要考查学生的有机化学基本知识以及运用有机化学知识分析问题和解决问题的能力。要求学生比较系统地掌握有机化学基础知识，熟悉有机化学的基本理论，理解和掌握有机化合物的结构、性质及其相互转化的规律，能够应用有机化学知识解决法庭科学中的有关问题。

2. 仪器分析主要考查学生对法庭科学常用的现代分析仪器的掌握程度以及运用现代分析技术分析问题和解决问题的能力。要求学生能够比较系统地掌握法庭科学中常用的仪器，如光谱、色谱、质谱等分析技术的基本原理、仪器基本构造、适用范围及定性定量分析方法，能够应用现代分析技术解决法庭科学中的有关问题。

II. 考试形式和试卷结构

一、试卷满分及考试时间

本试卷满分为 150 分，考试时间为 180 分钟。

二、答题方式

答题方式为闭卷、笔试。

三、试卷内容结构

有机化学 75 分

仪器分析 75 分

四、试卷题型结构

单项选择题 15 小题，每小题 2 分，共 30 分

完成反应方程式 10 小题，每小题 2 分，共 20 分

问答题 10 小题，每小题 5 分，共 50 分

合成题 2 小题，每小题 10 分，共 20 分

论述题 2 小题，每小题 15 分，共 30 分

III. 考查内容

第一部分 有机化学

一、绪论

(一) 有机化合物和有机化学

1. 有机化学发展史
2. 有机化合物的特点

(二) 有机化合物中的共价键

1. 共价键的形成
2. 共价键的属性
3. 共价键的断裂和有机反应的类型

(三) 有机化合物的分类

1. 有机化合物分子中的官能团
2. 有机化合物的分类

二、饱和烃(烷烃)

(一) 同系列和构造异构

(二) 烷烃的命名

(三) 烷烃的结构和构象

(四) 烷烃的物理性质

(五) 烷烃的化学性质

1. 卤代反应
2. 氧化和燃烧反应

(六) 烷烃的主要来源

三、不饱和烃

(一) 烯烃

1. 烯烃的结构、异构和命名
2. 烯烃的物理性质
3. 烯烃的化学性质

- ① 催化加氢
- ② 亲电加成
- ③ 氧化反应
- ④ 聚合反应
- ⑤ α -氢的卤代反应

(二) 炔烃

1. 炔烃的结构、异构和命名
2. 炔烃的化学性质

- ① 催化加氢
- ② 亲电加成
- ③ 亲核加成
- ④ 氧化反应
- ⑤ 聚合反应

⑥炔氢的反应

(三) 二烯烃

1. 二烯烃的分类和命名
2. 共轭二烯烃的结构和共轭效应
3. 共轭二烯烃的化学性质
 - ①1, 4-加成作用
 - ②双烯合成反应
 - ③聚合反应与合成橡胶

四、环烃

(一) 脂环烃

1. 脂环烃的分类、异构和命名
2. 环烷烃的结构和环己烷的构象
3. 环烷烃的化学性质

(二) 芳香烃

1. 芳香烃的分类、异构和命名
2. 苯的结构
3. 芳香烃的物理性质
4. 单环芳香烃的化学性质
5. 苯环上亲电取代反应的定位规律 (定位效应)
6. 稠环芳香烃

五、旋光异构

(一) 物质的旋光性

1. 偏振光和旋光性
2. 旋光度和比旋光度
- (二) 旋光性与分子结构的关系

1. 手性和分子的对称性
2. 分子的手性中心

(三) 含手性碳原子化合物的光学异构现象

1. 含一个手性碳原子化合物的光学异构现象
2. 对映体构型的表示与标记
3. 含多个手性碳原子化合物的光学异构现象
4. 环状化合物的旋光异构现象

(四) 不含手性碳原子化合物的光学异构现象

1. 丙二烯型化合物
2. 联苯型化合物

六、卤代烃

(一) 卤代烃的命名和分类

(二) 卤代烃的结构和物理性质

(三) 卤代烃的化学性质

1. 亲核取代反应
2. 消除反应

3. 与金属的反应
4. 还原反应
- (四) 亲核取代反应和消除反应机理
1. 亲核取代反应机理
2. 亲核取代反应影响因素
3. 消除反应机理
4. 消除反应和取代反应的竞争

七、醇、酚、醚

(一) 醇

1. 醇的命名和分类
2. 醇的结构
3. 醇的物理性质
4. 醇的化学性质

(二) 酚

1. 酚的命名和分类
2. 酚的结构
3. 酚的物理性质
4. 酚的化学性质

(三) 醚

1. 醚的命名和分类
2. 醚的结构
3. 醚的物理性质
4. 醚的化学性质
5. 环氧乙烷的结构和反应

八、醛和酮

(一) 醛和酮的命名和分类

(二) 醛和酮的结构

(三) 醛和酮的物理性质

(四) 醛和酮的化学性质

1. 羰基上的亲核加成反应
2. 醛和酮的氧化和还原
3. α -氢的反应

九、羧酸及其衍生物

(一) 羧酸的命名和分类

(二) 羧酸的结构

(三) 羧酸的物理性质

(四) 羧酸的化学性质

1. 羧酸的酸性和解离平衡
2. 羧基中羟基的取代反应
3. 还原反应
4. 脱羧反应和二元羧酸的受热反应

5. α -H 的卤代反应
 - (六) 羧酸衍生物的命名
 - (七) 羧酸衍生物的物理性质
 - (八) 羧酸衍生物的化学性质
 1. 酰基上的亲核取代反应
 2. 酯缩合反应
 3. 酰胺的酸碱性
 4. 羧酸衍生物的还原
 5. 羧酸衍生物与格氏试剂的反应

十、含氮有机化合物

- (一) 硝基化合物的分类、命名和结构
- (二) 硝基化合物的物理性质
- (三) 硝基化合物的化学性质
- (四) 胺的命名和分类
- (五) 胺的结构
- (六) 胺的物理性质
- (七) 胺的化学性质
 1. 碱性和成盐
 2. 烷基化反应
 3. 酰基化反应
 4. 磺酰化反应
 5. 与亚硝酸的反应
 6. 芳香胺的亲电取代反应
 7. 氧化反应
- (八) 胺的重要代表物
 1. 甲胺、二甲胺、三甲胺
 2. 己二胺
 3. 胆碱
 4. 苯胺
 5. 苯丙胺、甲基苯丙胺、MDA、MDMA
- (九) 重氮和偶氮化合物
 1. 重氮和偶氮化合物的分类与命名
 2. 重氮盐的制备和反应
 3. 偶氮化合物及染料

十一、杂环化合物及生物碱

- (一) 杂环化合物的分类、命名和结构
 1. 杂环化合物的分类
 2. 杂环化合物的命名
 3. 杂环化合物的结构和芳香性
- (二) 杂环化合物的性质
 1. 呋喃、噻吩、吡咯的性质
 2. 吡啶的性质

3. 喹啉和异喹啉的性质
 - (三) 重要的杂环衍生物
 1. α -呋喃甲醛
 2. 吡啶和 β -甲基吡啶
 3. 叶绿素、血红素、维生素 B12
 4. 维生素 PP
 - (四) 生物碱的定义和提取方法
 - (五) 生物碱的一般性质
 - (六) 生物碱的代表化合物
 1. 麻黄碱
 2. 烟碱
 3. 颠茄碱
 4. 金鸡纳碱
 5. 吗啡碱
 6. 咖啡因

第二部分 仪器分析

一、光分析法基础

- (一) 概述
 1. 光分析法及其基本特征
 2. 电磁辐射的基本性质
 3. 光分析法分类
 4. 各种光分析法简介
- (二) 原子光谱与分子光谱
 1. 原子光谱
 2. 分子光谱
- (三) 光分析仪器与光学器件
 1. 光分析仪器的基本流程
 2. 光分析仪器的基本单元与器件
- (四) 光分析法进展简介

二、原子光谱分析法

- (一) 原子发射光谱分析法
 1. 原子发射光谱分析法的基本原理
 2. 原子发射光谱仪器类型与结构流程
 3. 原子发射光谱分析法的应用
- (二) 原子吸收光谱分析法
 1. 原子吸收光谱分析法的基本原理
 2. 原子吸收光谱仪器类型与结构流程
 3. 干扰及其抑制
 4. 原子吸收光谱分析法的应用
- (三) 原子荧光光谱分析法
 1. 原子荧光光谱分析法的基本原理

2. 原子荧光光谱仪器类型与结构流程
3. 原子荧光光谱分析法的应用

三、紫外-可见吸收光谱法

- (一) 概述
- (二) 紫外-可见吸收光谱的产生
 1. 分子结构与紫外-可见吸收光谱
 - ①分子的电子光谱
 - ②电子能级和跃迁
 2. 影响紫外-可见吸收光谱的因素
 - ①共轭效应的影响
 - ②取代基的影响
 - ③溶剂的影响
- (三) 吸收定律
 1. 吸收定律
 2. 吸收定律的适用性
- (四) 紫外-可见分光光度计
 1. 紫外-可见分光光度计的基本结构
 - ①光源
 - ②单色器
 - ③吸收池
 - ④检测器
 2. 紫外-可见分光光度计的工作原理
 - ①双光束紫外-可见分光光度计
 - ②双波长紫外-可见分光光度计
 3. 分光光度计的校正
- (五) 分光光度测定方法
 1. 单组分定量测定
 - ①分析条件的选择
 - ②定量分析方法
 2. 多组分混合物中各组分的同时测定
 3. 分光光度滴定
 4. 差示分光光度法
 5. 导数分光光度法
 6. 双波长分光光度法
- (六) 紫外-可见分光光度法的应用
 1. 定性分析
 2. 定量分析
 3. 在公安工作中的应用

四、红外光谱法

- (一) 概述
 1. 红外光谱法概述
 2. 红外光谱区域及其应用

（二）红外吸收的基本原理

1. 产生红外吸收的条件
2. 双原子分子振动的机械模型——谐振子振动
3. 振动的量子力学处理
4. 分子振动方式和振动数
5. 振动耦合

（三）红外光谱仪

1. 红外光谱仪的组成
2. 色散型红外光谱仪
3. 傅里叶变换红外光谱仪
4. 红外光谱测定中的样品处理技术
 - ①液体样品
 - ②固体样品
 - ③气体样品
 - ④特殊红外测定技术

（四）红外光谱与分子结构的关系

1. 官能团的特征吸收频率
2. 影响官能团吸收频率的因素

（五）红外光谱法的应用

1. 定性分析
2. 定量分析
3. 在公安工作中的应用

五、气相色谱法

（一）概述

（二）气相色谱的基本理论

1. 气相色谱常用术语
 - ①基线、峰高、峰宽
 - ②保留值
 - ③分配系数和容量因子
 - ④分离度
2. 塔板理论
3. 速率理论
 - ①涡流扩散项 A
 - ②分子扩散项 B/u
 - ③传质阻力项 C_u
4. 分离条件的选择
 - ①色谱分离的基本方程
 - ②载气及其流速的选择
 - ③柱温的选择

（三）气相色谱仪

1. 载气系统
2. 进样系统
3. 检测系统

- ①检测器的性能指标
- ②热导检测器
- ③氢火焰离子化检测器
- ④电子捕获检测器
- ⑤火焰光度检测器
- 4. 记录和数据处理系统
 - (四) 气相色谱柱
 - 1. 气固色谱填充柱
 - 2. 气液色谱填充柱
 - 3. 毛细管柱
 - (五) 定性定量分析
 - 1. 样品制备
 - 2. 定性分析
 - ①用已知物对照定性
 - ②用保留指数定性
 - ③用保留值经验规律定性
 - ④与其他方法结合的定性方法
 - 3. 定量分析
 - ①峰面积的测量
 - ②定量校正因子
 - ③定量计算方法
 - (六) 毛细管气相色谱
 - 1. 毛细管气相色谱的特点
 - 2. 毛细管气相色谱进样系统
 - 3. 毛细管气相色谱的一些特殊检测器
 - (七) 气相色谱应用及进展
 - 1. 衍生化技术
 - 2. 裂解色谱技术
 - 3. 顶空进样技术
 - 4. 二维气相色谱

六、液相色谱法

- (一) 概述
- (二) 高效液相色谱的理论基础
 - 1. 液相色谱的速率方程
 - 2. 峰展宽的柱外效应
- (三) 高效液相色谱法的主要类型及分离原理
 - 1. 液液分配色谱法
 - 2. 液固吸附色谱法
 - 3. 离子交换色谱法
 - 4. 离子对色谱法
 - 5. 离子色谱法
 - 6. 空间排阻色谱法
 - 7. 高效液相色谱分离类型的选择

（四）高效液相色谱仪

1. 高压泵
2. 梯度洗脱装置
3. 进样装置
4. 色谱柱
5. 检测器
 - ①紫外光度检测器
 - ②荧光检测器
 - ③示差折光检测器
 - ④电化学检测器
 - ⑤化学发光检测器
 - ⑥蒸发光散射检测器

（五）高效液相色谱固定相

1. 液液分配色谱法及离子对色谱法固定相
2. 液固吸附色谱法固定相
3. 离子交换色谱法固定相
4. 排阻色谱法固定相
5. 手性固定相

（六）高效液相色谱流动相

1. 流动相选择的一般方法
 - ①流动相的一般要求
 - ②流动相对分离度的影响
2. 液液分配色谱流动相
 - ①溶剂的极性（强度）
 - ②溶剂的选择性
 - ③正相色谱流动相的选择
 - ④反相色谱流动相的选择
3. 液固吸附色谱流动相
 - ①溶剂强度
 - ②溶剂的选择性
4. 离子交换色谱流动相
5. 空间排阻色谱流动相

（七）制备液相色谱

1. 制备液相色谱和分析型液相色谱的差异
2. 液相色谱制备方法

（八）毛细管电泳

1. 毛细管电泳的基本原理
2. 毛细管电泳的特点
3. 毛细管电泳的分离模式
 - ①毛细管区带电泳
 - ②毛细管胶束电动色谱
 - ③毛细管凝胶电泳
 - ④毛细管等电聚焦
 - ⑤毛细管等速电泳

- ⑥毛细管电色谱
- 4. 毛细管柱技术
- 5. 毛细管电泳检测器
- (九) 液相色谱的应用及进展
- 1. 高效液相色谱分离条件的优化
- 2. 二维色谱及联用技术
- 3. 毛细管电泳和微流控芯片的最新进展

七、质谱分析法

- (一) 概述
- (二) 有机质谱仪
- 1. 有机质谱仪的结构与工作原理
- ①离子源
- ②质量分析器
- ③检测器
- ④真空系统
- 2. 气相色谱-质谱联用仪
- ①GC-MS 的组成
- ②GC-MS 的进样方式和离子化方式
- ③GC-MS 的质谱扫描方式
- ④GC-MS 的主要信息
- 3. 液相色谱-质谱联用仪
- ①LC-MS 接口装置
- ②LC-MS 联用仪得到的信息
- ③LC-MS 中的串联质谱法
- 4. 其他类型的质谱仪
- ①基质辅助激光解吸飞行时间质谱仪
- ②傅里叶变换质谱仪
- 5. 质谱仪的性能指标
- ①灵敏度
- ②分辨率
- ③质量范围
- ④质量稳定性和质量精度
- (三) 质谱解析的基础知识
- 1. EI 质谱中的各种离子
- ①分子离子
- ②碎片离子
- ③同位素离子
- 2. 常见有机化合物的质谱
- 3. EI 质谱的解释
- 4. 软电离源质谱的解释
- (四) 质谱分析方法
- 1. GC-MS 分析方法
- ①分析条件的选择

- ②质谱数据的采集
- ③质谱定性分析
- ④GC-MS 定量分析
- 2. LC-MS 分析方法
 - ①LC 分析条件的选择
 - ②LC-MS 定性分析
 - ③LC-MS 定量分析
- 质谱技术的应用
 - ①食品安全领域
 - ②环保领域
 - ③竞技体育
 - ④刑事技术

IV. 参 考 试 题

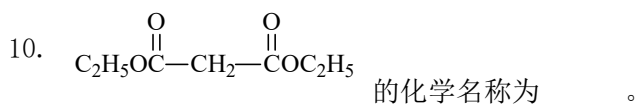
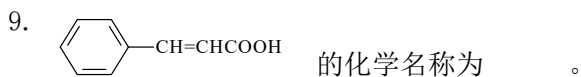
一、单项选择题（每小题 2 分，共 20 分）

1. 下列四种溶剂，相对密度大于 1 的是：
 - A. 乙酸乙酯 B. 环己烷 C. 1, 2-二氯乙烷 D. 乙醚
2. 在下列取代基中，能使苯环亲电取代反应活性增强的是：
 - A. $-\text{COOH}$ B. $-\text{NO}_2$ C. $-\text{CN}$ D. $-\text{NHCOCH}_3$
3. 麻黄碱有多少个旋光异构体？
 - A. 2 B. 3 C. 4 D. 6
4. 下列有机溶剂，具有最大火灾危险的是：
 - A. 乙醇 B. 乙醚 C. 四氯化碳 D. 煤油
5. 纯吡啶（苯并吡咯）的稀溶液很香，用于制造茉莉香精，从它的构造知道吡啶属于下列哪一种：
 - A. 强碱 B. 强酸 C. 弱碱 D. 弱酸
6. 原子吸收光谱法可测定：
 - A. 爆炸物中有机炸药种类 B. 爆炸物中有机炸药含量
 - C. 物证检材中的金属元素种类 D. 物证检材中的金属元素含量
7. 在符合朗伯-比尔定律的范围内，溶液的浓度、最大吸收波长、吸光度三者的关系是：
 - A. 增加、增加、增加 B. 减小、不变、减小
 - C. 减小、增加、减小 D. 增加、不变、减小
8. 一个含氧化合物的红外光谱图在 $3600-3200\text{cm}^{-1}$ 范围有吸收峰，下列化合物最可能的是：
 - A. CH_3CHO B. CH_3COCH_3
 - C. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
9. 毛细管区带电泳分析中，在正极进样的情况下，试样中各组分的出峰顺序是：
 - A. 正离子>中性分子>负离子 B. 负离子>正离子>中性分子
 - C. 正离子>负离子>中性分子 D. 中性分子>负离子>正离子
10. 试指出下述说法中哪一种是错误的：
 - A. 根据色谱峰的保留时间可以进行定性分析

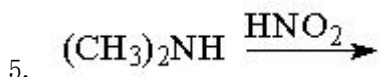
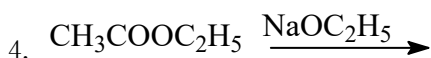
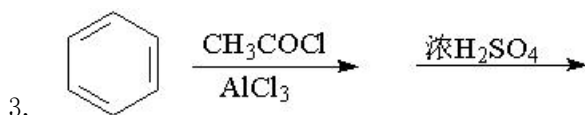
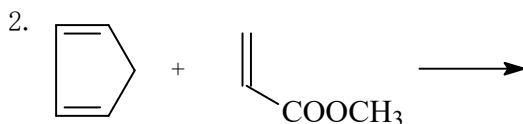
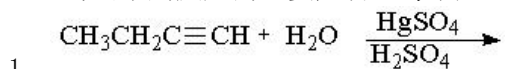
- B. 根据色谱峰的面积可以进行定量分析
 C. 色谱图上峰的个数一定等于样品中的组分数
 D. 色谱峰的区域宽度体现了组分在柱中的运动情况

二、填空题（每小题 2 分，共 20 分）

1. 一般有机化合物的熔点比较低，其主要原因是由于分子间的吸引力为_____。
2. 具有对映异构现象的烷烃，其最少碳原子数是_____。
3. 化合物氨(I)、二甲胺(II)、甲胺(III)、苯胺(IV)的碱性大小顺序是_____。
4. 将苯胺，N-甲基苯胺和N,N-二甲基苯胺分别在碱存在下与对甲苯磺酰氯反应，析出固体的是_____。
5. 与 FeCl_3 发生颜色反应，是检验_____化合物的主要方法。
6. 乙酰氯(I)、乙酸酐(II)、乙酸乙酯(III)、乙酰胺(IV)四种化合物发生亲核取代反应的活性顺序是_____。
7. 1-苯基-2-丙酮的结构式为_____。
8. 乙酰苯胺的结构式为_____。



三、写出下列反应的主要产物（每小题 2 分，共 10 分）



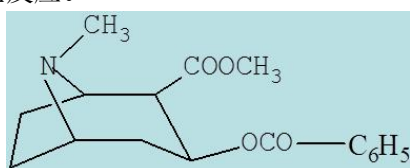
四、问答题（每小题 5 分，共 50 分）

1. 用简单的实验方法区别下列化合物：

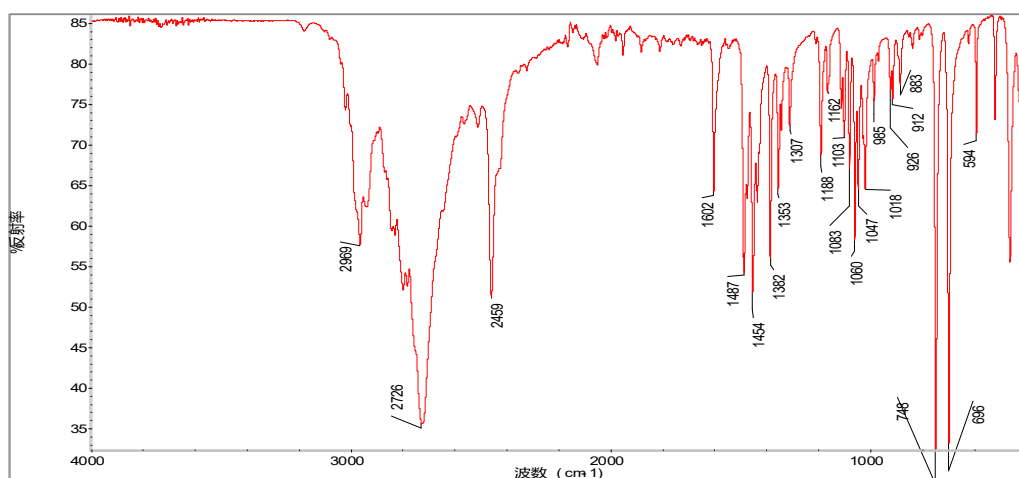
丙醛、丙酮、丙醇、异丙醇

2. 分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{N}$ 的 A，能溶于稀盐酸。A 与亚硝酸在室温下作用放出氮气，并得到几种有机物，其中一种 B 能进行碘仿反应。B 和浓硫酸共热得到 C (C_6H_{12})，C 能使高锰酸钾褪色，且反应后的产物是乙酸和 2-甲基丙酸。试推出 A、B、C 的结构式。

3. 可卡因是三大传统毒品之一，结构式如下图。试根据可卡因的结构式，推测其易发生哪些反应。



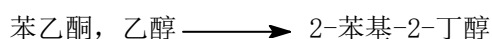
- 紫外-可见吸收光谱在有机化合物结构鉴定中的主要贡献是什么？
- 苯乙酮分子中有几种类型的价电子？说明其在紫外-可见光谱图中的吸收带。
- 分子的每一个振动自由度是否都能产生红外吸收？为什么？
- 试比较 C-C、C=C 和 C≡C 红外吸收频率的大小。
- 苯酚和环己醇的红外吸收光谱有何不同？
- 下面给出的是某物质的红外光谱图，该物质可能为盐酸氯胺酮或甲基苯丙胺盐酸盐，试分析应该是哪一种物质。



10. 检验火场检材中的汽油成分常采用气相色谱-质谱方法，请设置合适的色谱和质谱分析条件。

五、合成题（每小题 10 分，共 20 分）

1. 如何实现下列转变？



2. 如何实现下列转变？



六、论述题（每小题 15 分，共 30 分）

- 试比较 HPLC 与 GC 分离原理、仪器构造及应用的异同点。
- 说明有机质谱仪各个组成部分的主要作用及原理。

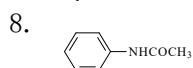
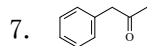
V. 参 考 答 案

一、单项选择题（每小题 2 分，共 30 分）

1C; 2D; 3C; 4B; 5D; 6D; 7B; 8C; 9A; 10C

二、填空题（每小题 2 分，共 20 分）

1. 范德华力; 2. 7; 3. II>III>I>IV; 4. N-甲基苯胺; 5. 烯醇式; 6. I>II>III>IV;

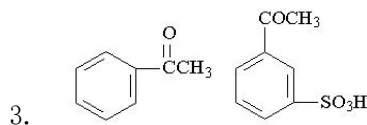
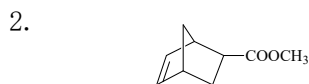


9. 3-苯基丙烯酸

10. 丙二酸二乙酯

三、写出下列反应的主要产物 (每小题 2 分, 共 10 分)

1. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$



4. $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$

5. $(\text{CH}_3)_2\text{NNO}$

四、问答题 (每小题 5 分, 共 50 分)

1. 加入 2, 4-二硝基苯肼, 发生反应产生黄色沉淀的是丙醛和丙酮; 加入托伦试剂, 有银镜反应的是丙醛 (3 分)。丙醇和异丙醇中加入 I_2 和 NaOH , 发生碘仿反应的是异丙醇 (2 分)。

2. (A) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_3$ (2 分)

(B) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ (2 分)

(C) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CHCH}_3$ (1 分)

3. 分子结构中有叔胺碱性基团, 可与酸反应成盐; 分子结构中有两个酯基, 易在酸或碱性条件下水解。(5 分)

4. 在有机化合物结构鉴定中, 紫外光谱在确定有机化合物的共轭体系、生色团和芳香性等方面有独到之处。(5 分)

5. 苯乙酮分子中价电子类型有 σ 电子、 π 电子、 n 电子。在紫外光辐射下可发生 $\sigma \rightarrow \sigma^*$ 、 $n \rightarrow \sigma^*$ 、 $\pi \rightarrow \pi^*$ 、 $n \rightarrow \pi^*$ 四种类型的电子跃迁。苯环可产生 B 吸收带和 E 吸收带, 羰基可产生 R 吸收带。羰基和苯环共轭, B 带、E 带和 R 带都发生红移, 同时吸收增强, 共轭后的 E 带称为 K 带。因此, 苯乙酮在近紫外光谱图中有 B 吸收带、K 吸收和 R 吸收带。(5 分)

6. 产生红外吸收光谱的条件: (1) 辐射应具有能满足物质产生振动跃迁所需的能量。(2) 辐射与物质间有相互偶合作用。此条件要求分子振动必须伴随偶极矩的变化。因此并非所有的分子振动都会产生红外吸收光谱, 分子在振动过程中只有伴随净的偶极矩变化的键才有红外活性。(5 分)

7. 由于化学键越强 (即键的力常数 k 越大), 原子折合质量越小, 化学键的振动频率越大, 吸收峰将出现在高波数区。因此, 红外吸收频率大小为 $\text{C}\equiv\text{C} > \text{C}=\text{C} > \text{C}-\text{C}$ 。(5 分)

8. (1) 苯酚在 $3300-3000\text{cm}^{-1}$ 有 $\text{C}-\text{H}$ 伸缩振动吸收峰, 环己醇在 $3000-2700\text{cm}^{-1}$ 有环状 CH_2 伸缩振动吸收峰; (2) 苯酚在 $1675-1500\text{cm}^{-1}$ 有苯环的 $\text{C}=\text{C}$ 骨架振动, 环己醇没有; (3)

苯酚在 $1000\text{--}650\text{cm}^{-1}$ 有苯 C-H 变形振动吸收峰, 环己醇在 $1475\text{--}1000\text{cm}^{-1}$ 有 C-H 变形振动吸收峰。(5 分)

9. 谱图应该是甲基苯丙胺盐酸盐的红外光谱图, 因为二者突出的差异是氯胺酮含有羰基 $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{O}$ 是一个强的极性基团, 其伸缩振动吸收峰在 1700cm^{-1} 附近, 是非常强的吸收峰, 但谱图中没有; 再有就是甲基苯丙胺为单取代苯, 氯胺酮为邻位二取代苯, 吸收峰有明显差异。(5 分)

10. 汽油的主要成分为苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、四甲苯、萘系物及烷烃和环烷烃化合物, 都是非极性或弱极性化合物。色谱柱选择非极性或弱极性毛细管柱, 采用程序升温, 载气为高纯氦气, 离子源为电子轰击源 (EI), 质量范围 $40\sim 400\text{amu}$ 。(5 分)

五、合成题 (每小题 10 分, 共 20 分)

- (1) 乙醇与 HBr 反应生成溴乙烷 (3 分)
 - 溴乙烷与 Mg 在无水乙醚中反应制得格氏试剂 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgBr}$ (3 分)
 - 苯乙酮与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgBr}$ 加成 (3 分)
 - H_3O^+ 水解得到产物 (1 分)
- (1) 苯在浓硝酸和浓硫酸作用下发生硝化反应得硝基苯 (2 分)
 - 硝基苯在镍催化下加氢还原得到苯胺 (2 分)
 - 苯胺与乙酸酐发生酰基化反应得到乙酰苯胺 (2 分)
 - 乙酰苯胺与硝酸加热发生硝化反应得到对位产物 (2 分)
 - 稀碱下水解得到对硝基苯胺 (2 分)。

六、论述题 (每小题 15 分, 共 30 分)

1. 分离原理: 气相色谱与高效液相色谱均属色谱分析, 其分离原理都是利用不同组分在两相中具有不同的分配系数, 当两相作相对运动时, 不同组分在两相中进行多次反复分配实现分离 (5 分)。

仪器构造: 气相色谱仪由载气系统、进样系统、分离系统 (色谱柱)、检测系统和记录数据处理系统组成。高效液相色谱仪由贮液器、高压泵、进样系统、分离系统 (色谱柱)、检测系统和记录数据处理系统组成 (5 分)。

应用: 气相色谱主要用于低沸点、易挥发、热稳定化合物的分离和分析, 高效液相色谱主要用于高沸点、难挥发、热不稳定化合物的分离和分析, 后者应用范围大于前者。(5 分)

2. (1) 真空系统 (3 分): 质谱仪的离子源、质量分析器、检测器必须处于高真空状态。

(2) 离子源 (5 分): 被分析的气体或蒸气进入离子源后通过电子轰击 (电子轰击离子源)、化学电离 (化学电离源)、场致电离 (场致电离源)、场解析电离 (场解吸电离源) 或快离子轰击电离 (快离子轰击电离源) 等转化为碎片离子, 然后进入质量分析器。

(3) 质量分析器 (5 分): 将离子源产生的离子按质荷比顺序分开并排列成谱, 有机质谱仪常用的质量分析器有磁式双聚焦分析器、四极杆分析器、离子阱分析器、飞行时间分析器和回旋共振分析器。

(4) 检测器 (2 分): 通常以电子倍增管检测离子流。

VI. 参考书目

一、汪小兰编.《有机化学》, 北京: 高等教育出版社, 2005 年第四版。

二、刘密新, 罗国安, 张新荣, 童爱军编著.《仪器分析》, 北京: 清华大学出版社, 2002 年第 2 版。