

# 第一章 绪论

## Chapter 1 Introduction

第一节 化学与医学

第二节 分析结果的误差和计算规则

第三节 溶液组成的量度

## 课程基本情况:

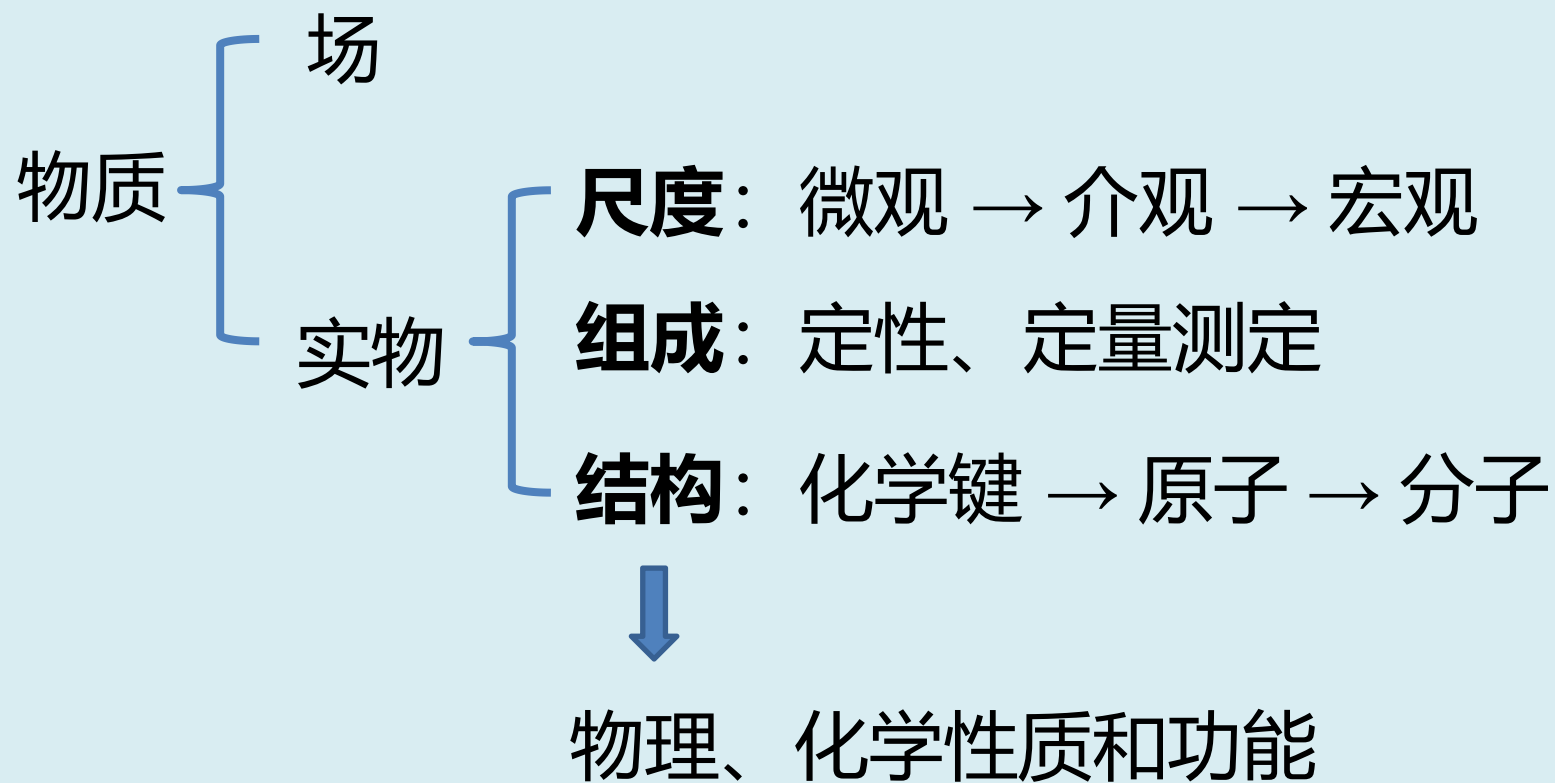
理论课: 38学时;

实践课: 18学时

理论课内容	学时
第一章 绪论 (线上1/线下1) 1	2
第二章 稀溶液的依数性 2	3
第三章 电解质溶液 4	5
第五章 缓冲溶液	3
第六章 胶体 (线上1/线下2) 3	3
第九章 氧化还原反应与原电池	5
第十章 原子结构和元素周期律	4
第十一章 共价键与分子力	4
第十二章 配位化合物	3
第十三章 滴定分析	4
第十四章 现代仪器分析基础	2

课内实践课内容	类型	学时
一、食盐的精制	综合性	4
二、缓冲溶液的性质和醋酸解离常数的测定	验证性	5
三、NaOH标准溶液的配制、标定和食醋中总酸度的测定	综合性	5
四、补铁口服液中铁含量的测定	综合性	4

化学是在原子、离子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学。



# 化学学科的历史发展及地位

## 化学的历史发展大致分为3个时期：

1. 17世纪中叶以前，实用工艺过程。如炼金术、炼丹术、酿酒、冶金等；
2. 17世纪后半叶到19世纪末的近代化学。

化学元素论、原子 - 分子论、元素周期表 → **无机化学**、化学理论体系

饱和碳 四面体结构、苯的六元环结构 → **有机化学**

物理学的发展 → **物理化学**

原子量的测定和物质成分的分析 → **分析化学**

3. 20世纪初，现代化学飞速发展。理论、研究方法、实验技术和应用。

# 第一节 化学与医学

## Section 1 Chemistry and Medicine

- 一、现代医学早期化学药剂的发现与应用
- 二、抗生素的发现和应用
- 三、现代医学与现代化学
- 四、基础化学课程的主要内容和作用

# 一、现代医学早期化学药剂的发现与应用

## (一) 麻醉剂的应用

1846年10月，美国牙医William T.G. Morton，乙醚。

乙醚，挥发性液体，通过阻断神经传导、抑制中枢神经系统活动和扩张血管来产生昏迷作用。

## (二) 早期外科手术消毒剂的发现和应用

1865年，英国外科医生Joseph Lister，石碳酸（苯酚）。

石碳酸通过化学作用破坏细胞膜的结构和功能，渗透到菌体内部，和通过生物作用杀死微生物。

## 二、抗生素的发现和应用

### (一) 最早的抗生素——磺胺

**抗生素：**由某些微生物在生活过程中产生的、对某些其他病原微生物具有抑制或杀灭作用的一类化学物质。

1932年，德国内科医生、生物化学家Gerhard Domagk，磺胺。

磺胺通过“细菌有而人（或其他动植物）没有”的机制进行杀伤，包含四大作用机理，即：抑制细菌细胞壁合成，增强细菌细胞膜通透性，干扰细菌蛋白质合成以及抑制细菌核酸复制转录。

## 二、抗生素的发现和应用

### (二) 现代医学史上重要的里程碑 —— 青霉素

1928年，英国微生物学家、生物化学家Alexander Fleming，青霉素；

1938年，德国化学家Ernst Chain、病理学家Howard Florey和生物化学家Norman Heatley对青霉素进行分离提纯，1942年工业化生产。

**化学家的贡献：**药物的提取纯化，结构与性质的研究，药物结构修饰、工业化生产等。



### 三、现代医学与现代化学

医学的主要任务是研究人体中生理、心理和病理现象的规律，从而寻求诊断、治疗和预防疾病的有效方法，这要求研究人员对物质的内部结构及纷繁复杂的化学变化有基本的认识，而现代化学研究已进入分子水平，成为医学学科研究发展的保障手段之一。

## 四、基础化学课程的主要内容和作用

第一章 绪论

第二章 稀溶液的依数性

第三章 胶体

第四章 电解质溶液

第五章 缓冲溶液

第七章 化学热力学基础和化学平衡

**热力学**：方向性、可能性、能量转换

第八章 化学反应速率

**动力学**：反应机制、速率

**溶液** — 化学、医学课程基础知识

## 四、基础化学课程的主要内容和作用

第十章 原子结构和元素周期律

第十一章 共价键与分子间力

第十二章 配位化合物

第十三章 滴定分析

第十四章 现代仪器分析基础

第九章 氧化还原反应与原电池

**微观** — 物质构成、基本性质

**物质组成** — 现代医药学研究

## 第二节 分析结果的误差和计算规则

### Section 2 The error and calculation rules of the analysis results

- 一、误差产生的原因和分类
- 二、分析结果的评价
- 三、提高分析结果准确度的方法
- 四、有效数字及运算规则

# 一、误差产生的原因和分类 Causes and classification of errors

## (一) 系统误差 (systematic error)

亦称可测误差，由确定原因引起的重复出现的误差。

**产生原因：**方法误差、仪器误差、试剂误差、操作误差；

**特点：**确定性、重现性、单向性、可测性，可校正；

## (二) 随机误差 (random error)

亦称偶然误差，是由某些难以控制的原因或不确定的原因造成的。

**产生原因：**环境条件微小变化引起测量数据的波动，估读数据微小差别；

**特点：**误差的大小、方向不定，不可校正；

## 二、分析结果的评价 Evaluation of analysis results

分析结果的好坏主要从**准确度** (accuracy) 和**精密度** (precision) 两个方面来衡量。

### (一) 准确度与误差

**准确度**：测量值与真实值的符合程度，用**误差**大小衡量。

1. 绝对误差( $E_a$ )：测量值与真实值之差，简称误差；

$$E_a = x - \mu \quad x: \text{测量值}, \quad \mu: \text{真实值};$$

2. 相对误差( $E_t$ )：绝对误差在真实值中所占比例；

$$E_t = \frac{E_a}{\mu} \times 100\% \quad x: \text{测量值}, \quad \mu: \text{真实值};$$

## 二、分析结果的评价 Evaluation of analysis results

### (二) 精密度与偏差

**精密度**：平行测量的各测量值之间的符合程度，用**偏差**衡量。

#### 1. 偏差与相对偏差

偏差：  $d = x_i - \bar{x}$                        $x_i$ ： 测量值         $\bar{x}$ ： 平均值；

相对偏差： 偏差在平均值中所占的比例；         $Rd = \frac{d}{\bar{x}} \times 100\%$

#### 2. 平均偏差与相对平均偏差

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$$

$$R \bar{d} = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \times 100 \%$$

## 二、分析结果的评价 Evaluation of analysis results

### 3. 标准偏差与相对标准偏差

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n-1}} \quad RSD = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \%$$

### (三) 准确度与精密度的关系

**准确度：**测量值与真实值的符合程度。

**精密度：**同一试样平行测量值之间的符合程度。



## 三、提高分析结果准确度的方法

Methods to improve the accuracy of analytical results

### (一) 减小和控制系统误差

**误差来源：**方法误差、仪器误差、试剂误差和操作误差。

**方法：**

1. 选择合适的分析方法；
2. 减小和控制仪器的测量误差；
3. 控制、减小溶剂、试剂等因素引起的误差；
4. 检查和控制人为因素造成的系统误差；
5. 检查系统误差的方法：（1）空白实验；（2）对照实验。

### 三、提高分析结果准确度的方法

Methods to improve the accuracy of analytical results

#### **(二) 增加平行测定次数，减小随机误差**

一般分析平行测定3~4次，精密分析可平行测定5~9次。

## 四、有效数字及运算规则 Significant figures and operation rules

### (一) 有效数字

指实际测量到的数字，表示大小和准确度，最后一位是估计值，误差为 $\pm 1$ 个单位，其余数字是确定的。

### (二) 有效数字的运算规则

1. 数字修约：处理分析数据时，应保留的有效数字位数确定后，其余尾数部分一律舍弃，规则为**四舍六入五留双**。

**例：**  $7.549 \rightarrow 7.5$ ,  $7.569 \rightarrow 7.6$ ,  $7.550 \rightarrow 7.6$ ,  $7.650 \rightarrow 7.6$ ,  $7.6501 \rightarrow 7.7$

## 四、有效数字及运算规则 Significant figures and operation rules

### 2. 有效数字的运算规则

- (1) 加减法：结果保留小数点后位数应与小数点后位数最少者相同；
- (2) 乘除法：结果保留小数点后位数应与小数点后位数最少者相同；
- (3) 乘方或开方：有效数字位数不变；
- (4) 对数计算：对数尾数的位数应与真数的有效数字位数相同。

## 第三节 溶液组成的量度

### Section 3 Measure of Composition of the Solution

一、物质的量

二、物质的量浓度和质量摩尔浓度

三、质量分数、体积分数和摩尔分数

四、质量浓度

## 一、物质的量 Amount of substance

**定义：**物质的数量，以**摩尔**（mol）为单位。

**摩尔：**系统含有的**基本单元**数是 $6.02214076 \times 10^{23}$ （阿伏伽德罗常数）时，其物质的量为1mol。

**基本单元：**分子、原子、离子、电子及其他粒子或它们的集合体。

## 二、物质的量浓度和质量摩尔浓度

### Amount-of-substance concentration and molality

#### 1. 物质的量浓度

**定义：**物质B的物质的量 $n_B$ 除以溶液的体积 $V$ ，用 $c_B$ 表示，简称浓度。

$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

SI单位为 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$ ，常用单位为 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，或 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

使用时注明基本单元。

## 二、物质的量浓度和质量摩尔浓度

### Amount-of-substance concentration and molality

#### 2. 质量摩尔浓度

**定义：** 物质B的物质的量 $n_B$ 除以溶剂A的质量 $m_A$ 。

$$b_B = \frac{n_B}{m_A}$$

SI单位为 $\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，使用时注明基本单元。



### 三、质量分数、体积分数和摩尔分数

#### Mass fraction, volume fraction and mole fraction

1. **质量分数**：物质B的质量 $m_B$ 除以溶液的质量 $m$ ；

$$\omega_B = \frac{m_B}{m} \quad \text{百分数表示, \%};$$

2. **体积分数**：物质B的体积 $V_B$ 除以溶液中各组分混合前的体积之和 $\sum V_i$ ；

$$\varphi_B = \frac{V_B}{\sum V_i} \quad \text{百分数表示, \%};$$

3. **摩尔分数**：物质B的物质的量 $n_B$ 除以混合物物质的量之和 $n$ ；

$$x_B = \frac{n_B}{n} \quad \sum_i x_i = 1$$

## 四、质量浓度 Mass concentration

**质量浓度：**物质B的质量 $m_B$ 除以溶液的体积 $V$ ；

$$\rho_B = \frac{m_B}{V}$$

SI单位为 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，医学常用单位为 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ；

**注意**与密度的区分，密度为单位体积某物质的质量。

## 练习题

在293K时，将350g  $\text{ZnCl}_2$ 晶体溶于650g 水中，溶液的体积为739.5 mL，试计算：

- (1)  $\text{ZnCl}_2$ 的物质的量浓度；
- (2)  $\text{ZnCl}_2$ 的质量摩尔浓度；
- (3)  $\text{ZnCl}_2$ 的摩尔分数；

## 第一节 化学与医学

- 一、现代医学早期化学药剂的发现与应用 **例：**麻醉剂、消毒剂
- 二、抗生素的发现和應用 **例：**磺胺、青霉素
- 三、现代医学与现代化学
- 四、基础化学课程的主要内容和作用

## 第二节 分析结果的误差和计算规则

### 一、误差产生的原因和分类

1. 系统误差
2. 随机误差

### 二、分析结果的评价

1. 准确度与误差
2. 精密度与偏差

### 三、提高分析结果准确度的方法

1. 减小和控制系统误差
2. 增加平行测定次数、减小随机误差

### 四、有效数字及运算规则

1. 有效数字
2. 有效数字的运算规则

## 第三节 溶液组成的量度

一、物质的量  $n, \text{mol}$

二、物质的量浓度和质量摩尔浓度  $c_B = \frac{n_B}{V}$  ,  $b_B = \frac{n_B}{m_A}$

三、质量分数、体积分数和摩尔分数  $\omega_B = \frac{m_B}{m}$  ,  $\varphi_B = \frac{V_B}{\sum V_i}$  ,  $x_B = \frac{n_B}{n}$

四、质量浓度  $\rho_B = \frac{m_B}{V}$