

化学：基本原理与新兴学科

(Chemistry: Essential Principles and Hottest Science)

(中国科学技术大学少年班学院大一学生试用)

罗渝然 <http://staff.ustc.edu.cn/~luo971>

目次

第一篇 化学基本原理 (学时安排: 50 + 2 hrs)

第 1 章 化学 — 认识和创造新物质的科学 (1hr)

1.1 化学, 一门中心科学

1.2 学习化学的方法

第 2 章 形态万千的物质世界 (1hr)

2.1 常见的物质世界

2.2 物质世界, 形态万千

第 3 章 气态物质 (2 hrs)

3.1 理想气体模型

3.2 理想气体状态方程式

3.3 理想气体状态方程式的应用

3.4 实际气体和 van der Waals 方程

3.5 Dalton 分压定律

3.6 Graham 扩散定律

第 4 章 液体、固体和软物质 (4 hrs)

4.1 液体的性质

4.3.1 液体的蒸汽压

4.3.2 液体的沸点

4.3.3 液体的凝固点

4.3.4 三相图和超临界流体

4.2 溶液

4.2.1 溶液的类型

4.2.2 溶液的浓度

4.2.3 某些无机盐在液体中的溶解

4.2.4 气体在液体中的溶解

4.3 理想溶液和稀溶液的依数性

4.3.1 溶液的蒸气压下降

4.4.2 溶液的渗透压

4.4 固体和晶体

4.4.1 晶体

4.4.2 非晶体

4.5 软物质

4.5.1 什么是软物质

4.5.2 胶体和悬浮液

4.5.3 液晶

4.6 离子液体

第 5 章 原子、元素性质的周期性和元素起源 (4 hrs)

5.1 原子结构

5.1.1 从 Dalton 原子论到现代原子学说

5.1.2 亚原子粒子的发现

-
- 5.1.3 量子论的诞生
 - 5.2 原子核外电子的运动状态
 - 5.3 元素基本性质的周期性
 - 5.3.1 核外多电子原子的能级
 - 5.3.2 电子排布的周期性
 - 5.3.3 原子核的组成与同位素
 - 5.3.4 元素周期表
 - 5.3.5 元素基本性质的周期性
 - 5.4 化学元素的起源和演化
 - 第 6 章 化学键和分子结构 (6 hrs)
 - 6.1 化学键的性质与类型
 - 6.1.1 键长
 - 6.1.2 键的极性
 - 6.1.3 键能
 - 6.1.4 键参数
 - 6.1.5 化学键的类型, van Arkel 三角与 Laing 四面体
 - 6.2 共价键与共价化合物
 - 6.2.1 经典共价键理论
 - 6.2.2 近代价键理论
 - 6.2.3 杂化轨道理论
 - 6.2.4 价电子对互斥理论
 - 6.2.5 分子极性
 - 6.2.6 分子轨道理论
 - 6.2.7 计算化学与分子性质
 - 6.3 离子键与离子晶体
 - 6.3.1 离子键的特征
 - 6.3.2 离子键的键能
 - 6.3.3 离子晶体
 - 6.3.4 Laing 四面锥表征的离子键晶体材料
 - 6.4 金属键与金属晶体
 - 6.4.1 金属键
 - 6.4.2 金属晶体
 - 6.4.3 Laing 四面锥表征的金属键晶体材料
 - 6.5 配位键与配位化合物
 - 6.5.1 配位化合物的组成
 - 6.5.2 配合物的种类
 - 6.5.3 配合物的化学键理论
 - 6.5.4 配合物的应用
 - 第 7 章 分子之间的相互作用、簇合物和超分子 (2hrs)
 - 7.1 分子之间的作用力与分子晶体
 - 7.1.1 van der Waals 力的来源
 - 7.1.2 van der Waals 力对物质性质的影响
 - 7.1.3 分子晶体
 - 7.1.4 Laing 四面锥表征的分子晶体材料
 - 7.2 氢键与氢键合物
 - 7.2.1 氢键的本质
 - 7.2.2 氢键合物
 - 7.3 簇合物
 - 7.4 超分子化合物
 - 第 8 章 热力学第一定律和热化学 (2 hrs)
 - 8.1 热力学的体系与状态

-
- 8.1.1 化学热力学的特点和范围
 - 8.1.2 体系和环境
 - 8.1.3 状态和状态函数
 - 8.1.4 常见的热力学过程
 - 8.2 热力学第一定律
 - 8.2.1 热力学“第零”定律
 - 8.2.2 体系内能变化、热和功
 - 8.2.3 热力学第一定律
 - 8.2.4 热力学函数-焓
 - 8.3 热化学和 Hess 定律
 - 8.3.1 量热法
 - 8.3.2 单质与化合物的生成热
 - 8.3.3 Hess 定律
 - 8.3.4 能量转换因子
 - 第 9 章 化学反应的方向和化学平衡 (6 hrs)
 - 9.1 自然界变化有方向性
 - 9.1.1 能量与自然界变化的方向性
 - 9.1.2 多粒子体系的混乱度与变化的方向性
 - 9.1.3 多粒子体系的混乱度和熵
 - 9.2 热力学第二定律
 - 9.3 热力学第三定律与绝对熵
 - 9.4 Gibbs 自由能变化与化学平衡
 - 9.4.1 Gibbs 自由能变化
 - 9.4.2 ΔG 数值和反应的自发性
 - 9.5 影响化学平衡常数的因素
 - 9.5.1 化学平衡的类型
 - 9.5.2 平衡常数
 - 9.5.3 标准平衡常数
 - 9.5.4 温度对平衡常数的影响
 - 9.5.5 影响化学平衡的因素
 - 第 10 章 酸碱理论、电离平衡和沉淀反应 (3 hrs)
 - 10.1 三种酸碱理论
 - 10.1.1 Arrhenius 酸碱电离学说
 - 10.1.2 Bronsted-Lowry 酸碱质子论
 - 10.1.3 Lewis 酸碱电子论
 - 10.2 弱酸弱碱的电离平衡
 - 10.2.1 水溶液中的酸碱标度
 - 10.2.2 一元弱酸和一元弱碱的电离平衡
 - 10.2.3 同离子效应
 - 10.2.4 酸碱缓冲作用
 - 10.3 沉淀反应
 - 10.3.1 沉淀和溶解平衡
 - 10.3.2 溶度积与溶解度的关系
 - 10.3.3 溶度积规则
 - 10.3.4 沉淀与溶解平衡的移动
 - 第 11 章 氧化-还原反应和电化学 (4 hrs)
 - 11.1 氧化-还原反应
 - 11.2 Faraday 电解定律
 - 11.3 电极电势
 - 11.3.1 原电池
 - 11.3.2 电极电势

-
- 11.3.3 Nernst 方程
 - 11.3.4 浓差电池
 - 11.3.5 神经细胞与电流
 - 11.4 电极电势的应用
 - 11.5 电子转移反应
 - 11.6 新型电池
 - 第 12 章 化学反应速率和反应机理 (8 hrs)
 - 12.1 化学反应的复杂性
 - 12.1.1 碱金属与水的反应
 - 12.1.2 氢氧气相爆炸反应
 - 12.1.3 总(包)反应和基元反应
 - 12.1.4 基元反应的分子数
 - 12.1.5 化学动力学知识的重要性
 - 12.2 基元化学反应的速率
 - 12.2.1 总(包)化学反应的速率方程
 - 12.2.2 气相基元反应的速率方程
 - 12.2.3 反应级数和反应分子数的区别
 - 12.3 影响化学反应速率的重要因素
 - 12.3.1 化学第零定律
 - 12.3.2 反应物分散状态的影响
 - 12.3.3 反应物浓度的影响-质量作用定律
 - 12.3.4 基元反应中分子碰撞方位的影响
 - 12.3.5 温度对基元反应速率的影响-Arrhenius 定律
 - 12.3.6 基元反应 Arrhenius 活化能的准确理解
 - 12.4 宏观化学反应机理
 - 12.4.1. 燃烧反应机理的复杂性
 - 12.4.2 自由基链反应
 - 12.4.3 有机物氧化反应
 - 12.4.4 化学振荡反应
 - 12.5 飞秒化学与微观化学反应
 - 12.5.1 从微秒到飞秒级的化学反应
 - 12.5.2 飞秒化学
 - 12.5.3 微观化学反应
 - 12.5.4 化学反应的三层次
 - 第 13 章 光化学反应 (2 hrs)
 - 13.1 光化学反应入门
 - 13.2 大气平流层中的臭氧层
 - 13.3 臭氧层被卤素原子的破坏
 - 13.4 地表层的臭氧
 - 13.5 视觉化学
 - 13.6 光合作用
 - 第 14 章 表面化学 (2 hrs)
 - 14.1 金属表面的结构
 - 14.2 金属表面的原子和原子簇
 - 14.3 气-固反应的动力学
 - 14.4 物理吸附和化学吸附
 - 14.5 储氢材料
 - 第 15 章 催化反应和绿色化学 (3 hrs)
 - 15.1 催化反应的基本原理
 - 15.1.1 通过改变反应途径以缩短达到平衡的时间
 - 15.1.2 没改变反应体系的热力学性质

- 15.1.3 只在特定条件下才有催化活性
- 15.2 异相催化反应
- 15.3 光催化
- 15.4 酶催化
- 15.5 化学反应的“绿色化”

第二篇 化学催生新学科、新前沿、新热点 (20 + 2 hrs)

第 16 章 地球与化学 (3 hrs)

- 16.1 地球、太阳、银河系、宇宙及大爆炸假设
 - 16.1.1 地球与太阳
 - 16.1.2 从原始星云到太阳系
 - 16.1.3 太阳与银河系
 - 16.1.4 河外星系和宇宙
 - 16.1.5 宇宙大爆炸假设
 - 16.1.6 星际分子
- 16.2 地球的结构
 - 16.2.1 美丽的地球
 - 16.2.2 地球的演化史
 - 16.2.3 不平静地球
 - 16.2.4 地球的圈层结构
 - 16.2.5 地球板块学说
 - 16.2.6 全球火山与地震的分布
- 16.3 世界地球日

第 17 章 海洋与化学 (3 hrs)

- 17.1 海洋—世界最巨大的“聚宝盆”
 - 17.1.1 简论
 - 17.1.2 海洋的形成
 - 17.1.3 海洋—全球最丰富的水源
 - 17.1.4 世界大洋基本情况
 - 17.1.5 海水的化学成分
 - 17.1.6 海水的温度、pH 和盐度
- 17.2 大洋环流
- 17.3 海洋—我们最重要的财富
- 17.4 迈向大洋

第 18 章 大气与化学 (3 hrs)

- 18.1 大气层简介
- 18.2 大气层的演化史
- 18.3 大气层的层状结构
- 18.4 大气层物质循环
- 18.5 “圣婴”现象

第 19 章 环境与化学 (3 hrs)

- 19.1 全球十大环境问题
- 19.2 大气层温室效应与防治
 - 19.2.1 温室效应的原理
 - 19.2.2 全球变暖的巨大破坏性
 - 19.2.3 大气层温室效应的防治
- 19.3 臭氧层的耗损与防治
 - 19.3.1 大气层中臭氧层的作用
 - 19.3.2 臭氧层正在遭到破坏
 - 19.3.3 臭氧层被破坏的原因
 - 19.3.4 臭氧层的耗损的防治

- 19.4 酸雨及防治
- 19.4.1 什么是酸雨
- 19.4.2 酸雨的成因
- 19.4.3 酸雨的危害
- 19.4.4 酸雨的防治
- 19.5 世界环境日
- 19.6 世界水日
- 第 20 章 能源与化学 (3 hrs)
- 20.1 能源的分类和目前能源结构
- 20.1.1 能源的分类
- 20.1.2 目前能源结构
- 20.2 燃料能源
- 20.2.1 燃料能源分类
- 20.2.2 煤
- 20.2.3 石油
- 20.2.4 天然气
- 20.3 化学电源
- 20.3.1 原电池
- 20.3.2 蓄电池
- 20.3.3 燃料电池
- 20.4 新能源和再生能源
- 20.4.1 核能
- 20.4.2 太阳能
- 20.4.3 氢能
- 20.4.4 生物质能
- 20.4.5 其它新能源
- 第 21 章 材料与化学 (2 hrs)
- 21.1 材料科学也是交叉科学
- 21.2 材料的分类
- 21.3 纳米材料
- 21.4 超导材料
- 第 22 章 生命与化学 (2 hrs)
- 22.1 生命体的最基本单位
- 22.2 生物高分子
- 22.3 DNA 与遗传
- 22.4 生命的起源
- 22.5 生命多样化与食物链
- 22.6 我们从哪里来?
- 第 23 章 健康与化学 (2 hrs)
- 23.1 人体中的化学元素
- 23.2 我们的呼吸
- 23.3 我们的食物
- 23.4 我们的睡眠
- 23.5 运动, 疾病与药物

考核方式	成绩%
课外作业	40%
期中笔试(1 hrs, 开卷)	20%
期末笔试(2 hrs, 开卷)	40%

期末 Seminar (自选)	20% (加分)
总成绩	100% 和加分

传统的普通化学四大板块:

1. 物质和物质结构

物质世界, 包括气体, 液体和溶液, 固体, 软物质

物质结构与性质, 包括原子, 分子, 簇合物, 超分子, 种种化学键与理论 (Lewis、价键、杂化、分子轨道、电子对互斥、金属键、能带理论等), 分子间相互作用

2. 热力学四定律

3. 化学平衡, 包括种种平衡, 如相变, 酸碱理论, 沉淀, 氧化还原, 电化学等

4. 化学动力学与催化, 包括影响反应速率的种种因子, 皮秒与纳秒级反应, 表面化学, 光化学, 催化与酶, 绿色化学