

# 西北师范大学

硕士研究生入学统一考试

## 《物理化学》科目大纲

(科目代码: 622)

学院名称 (盖章): 化学化工学院

学院负责人 (签字): \_\_\_\_\_

编 制 时 间: 2012 年 8 月 20 日

# 《物理化学 I》科目大纲

(科目代码: 622)

## 一、考核要求

物理化学主要内容包括气体、化学热力学(统计热力学)、化学动力学、电化学、界面化学与胶体化学等。要求考生熟练掌握物理化学的基本概念、基本原理及计算方法。

## 二、考核目标

物理化学考试在考查基本知识、基本理论的基础上,注重考查考生灵活运用这些基础知识观察和解决实际问题的能力。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,以保证被录取者具有较扎实的物理化学基础知识。

## 三、考核内容

### 第一章 气体

- § 1.1 气体分子运动论
- § 1.2 摩尔气体常数
- § 1.3 理想气体的状态图
- § 1.4 气体运动的速率分布
- § 1.5 气体平动能分布
- § 1.6 气体分子在重力场中的分布
- § 1.7 分子的碰撞频率与平均自由程
- § 1.8 实际气体
- § 1.9 气液间的转变
- § 1.10 压缩因子图

掌握理想气体状态方程和混合气体的性质(组成的表示、分压定律、分容定律)。了解分子碰撞频率、平均自由程和实际气体概念,特别要了解实际气体的状态方程(范德华方程)以及实际气体的液化、临界性质、应状态原理与压缩因子图等。

### 第二章 热力学第一定律及其应用

- § 2.1 热力学概论
- § 2.2 热平衡与热力学第零定律—温度的概念
- § 2.3 热力学的一些基本概念
- § 2.4 热力学第一定律
- § 2.5 准静态过程和可逆过程
- § 2.6 焓
- § 2.7 热容
- § 2.8 热力学第一定律对理想气体的应用
- § 2.9 Carnot 循环
- § 2.10 实际气体
- § 2.11 热化学
- § 2.12 赫斯定律

### § 2.13 几种热效应

### § 2.14 反应热与温度的关系—基尔霍夫定律

### § 2.15 绝热反应—非等温反应

### § 2.16 热力学第一定律的微观说明

明确热力学的一些基本概念和功和热正负号的取号惯例。明确准静态过程与可逆过程的意义。掌握  $U$  及  $H$  都是状态函数以及状态函数的特性。了解摩尔定压、定容热容的概念。熟练应用热力学第一定律计算理想气体和实际气体在等温、等压、绝热等过程中的  $Q$ 、 $W$ 、 $\Delta U$  和  $\Delta H$ 。熟练应用标准摩尔生成焓、标准摩尔燃烧焓计算不同温度下的化学反应热。了解节流过程的特点及焦耳-汤姆逊系数的定义与实际应用。从微观角度了解热力学第一定律的本质。

## 第三章 热力学第二定律

### § 3.1 自发过程的共同特征—不可逆性

### § 3.2 热力学第二定律

### § 3.3 Carnot 定理

### § 3.4 熵的概念

### § 3.5 Clausius 不等式与熵增加原理

### § 3.6 热力学基本方程与 $T-S$ 图

### § 3.7 熵变的计算

### § 3.8 熵和能量退降

### § 3.9 热力学第二定律的本质和熵的统计意义

### § 3.10 亥姆霍兹自由能和吉布斯自由能

### § 3.11 变化的方向和平衡条件

### § 3.12 $\Delta G$ 的计算实例

### § 3.13 热力学函数之间的关系

### § 3.14 热力学第三定律和规定熵

熟悉自发过程的共同特征，热力学第二定律的表述，卡诺循环及卡诺定律，克劳修斯不等式，熵和熵增原理，热力学第三定律，规定熵，亥姆霍兹函数和吉布斯函数，热力学基本方程、麦克斯韦关系式，系统平衡的判据等基本知识。明确热力学第二定律的意义。理解克劳修斯不等式的重要性。熟记热力学函数  $U$ 、 $H$ 、 $S$ 、 $F$ 、 $G$  的定义。明确  $\Delta G$  在特殊条件下的物理意义，熟练掌握理想气体单纯 PVT 变化、相变及化学变化过程中  $\Delta S$ 、 $\Delta F$  和  $\Delta G$  的原理和方法并用于判断变化的方向和限度。了解热力学第三定律的内容，明确规定熵及标准熵值的意义。初步了解不可逆过程热力学关于熵流和熵产生等基本内容。

## 第四章 多组分系统热力学在溶液中的应用

### § 4.1 引言

### § 4.2 多组分系统组成的表示方法

### § 4.3 偏摩尔量

### § 4.4 化学势

### § 4.5 气体混合物中各组分的化学势

### § 4.6 稀溶液中的两个经验定律

### § 4.7 理想液态混合物

### § 4.8 理想稀溶液中各组分的化学势

### § 4.9 稀溶液的依数性

### § 4.10 吉布斯-杜亥姆公式和杜亥姆-马居耳公式

## § 4.11 活度与活度因子

## § 4.12 渗透因子和超额函数

## § 4.13 分配定律—溶质在两互不相溶液相中的分配

熟悉溶液浓度的各种表示法及其相互关系。明确偏摩尔量和化学势的意义。理解理想液态混合物、稀溶液与实际溶液三者的区别和联系。掌握拉乌尔定律和亨利定律以及它们的应用。理解理想体系（理想气体、理想液态混合物、理想稀溶液）中各组分化学势的表达式及其应用。了解逸度和活度的概念及逸度系数、活度系数的简单计算。了解从微观角度讨论溶液形成时一些热力学函数的变化。了解稀溶液依数性的概念及公式的推导，以及分配定律公式的推导，了解热力学处理溶液的一般方法。掌握稀溶液依数性的基本应用。

## 第五章 相平衡

## § 5.1 引言

## § 5.2 多相系统平衡的一般条件

## § 5.3 相律

## § 5.4 单组分系统

## § 5.5 二组分系统相图及应用

## § 5.6 三组分系统相图及应用

理解相律并掌握其简单应用。熟练应用克拉贝龙方程式和克劳修斯-克拉贝龙方程式。掌握杠杆规则在相图中的应用。掌握单组分系统和二组分系统典型相图的特点。在双液系中以完全互溶的双液系为重点了解其  $p-x$  图和  $T-x$  图，了解蒸馏和精馏的基本原理。在二组分液-固体系中，以简单低共溶物的相图为重点，了解热分析法和溶解度法绘制相图及其应用。

## 第六章 化学平衡

## § 6.1 化学反应的平衡条件和化学反应的亲势

## § 6.2 化学反应的平衡常数和等温方程式

## § 6.3 平衡常数的表示式

## § 6.4 复相化学平衡

## § 6.5 标准摩尔生成吉布斯自由能

## § 6.6 温度、压力及惰性气体对化学平衡的影响

## § 6.7 同时化学平衡

## § 6.8 反应的耦合

## § 6.9 近似计算

## § 6.10 生物能力学简介

能够从化学势的角度理解化学平衡的意义，理解并掌握化学反应等温式的意义并用以判断反应发生的方向。熟悉各种平衡常数的表达及相互间的关系。能根据标准热力学函数的表值计算各平衡常数。了解平衡常数与温度、压力的关系和惰性气体对平衡组成的影响，并掌握其计算方法。掌握反应物平衡转化率及体系平衡组成的计算。了解对同时平衡、反应耦合、近似计算等的处理方法。初步了解生物能力学的基本内容。

## 第七章 统计热力学基础

## § 7.1 概论

## § 7.2 Boltzmann 统计

## § 7.3 Bose-Einstein 统计和 Fermi-Dirac 统计



#### § 7.4 配分函数

#### § 7.5 配分函数的求法及其对热力学函数的贡献

#### § 7.6 晶体的热容问题

#### § 7.7 分子的全配分函数

#### § 7.8 用配分函数计算 和反应的平衡常数

了解统计热力学的基本假定。掌握统计热力学的基本术语。理解玻尔兹曼分布的意义并会用玻尔兹曼公式于有关计算。明确配分函数的意义及配分函数的析因子性质。掌握粒子配分函数的计算方法。理解热力学函数与粒子配分函数的关系。掌握用吉布斯自由能函数及焓函数计算理想气体反应的标准平衡常数的方法。

### 第八章 电解质溶液

#### § 8.1 电化学的基本概念和电解定律

#### § 8.2 离子的电迁移和迁移数

#### § 8.3 电解质溶液的电导

#### § 8.4 电解质的平均活度和平均活度因子

#### § 8.5 强电解质溶液理论简介

明确电导率、摩尔电导率的意义及计算。熟悉离子独立移动定律及电导测定的一些应用。了解迁移数与摩尔电导率、离子迁移率之间的关系。明确电解质的离子平均活度系数的概念，并掌握其计算方法。了解强电解质溶液理论（主要是离子氛的概念），并会使用德拜-休克尔极限公式。

### 第九章 可逆电池的电动势及其应用

#### § 9.1 可逆电池和可逆电极

#### § 9.2 电动势的测定

#### § 9.3 可逆电池的书写方法与电动势的取号

#### § 9.4 可逆电池的热力学

#### § 9.5 电极电势产生的机理

#### § 9.6 电极电势和电池的电动势

#### § 9.7 电动势测定的应用

#### § 9.8 内电位、外电位和电化势

熟悉电化学惯用的电极电势名称和符号。熟悉标准电极电势表的应用。对于所给的电池，能熟练、正确地写出电极反应和电池反应。能根据简单的化学反应来设计电池。掌握电极电势及电动势的计算和温度对电动势的影响。掌握由电化学数据计算热力学函数和  $\Delta H$ 、 $\Delta S$ 、和  $\Delta G$  等。了解电动势产生的机理及电动势测定法的一些应用。

### 第十章 电解与极化作用

#### § 10.1 分解电压

#### § 10.2 极化作用

#### § 10.3 电解时电极上的竞争反应

#### § 10.4 金属的电化学腐蚀、防腐与金属的钝化

#### § 10.5 化学电源

明确极化现象产生的原因、极化的分类、极化的机理。理解超电势、分解电压等概念。了解超电势在电解中的作用。能计算一些简单的电解分离问题。了解金属腐蚀的机理和各种防腐方法。了解化学电源的类型及应用。

### 第十一章 化学动力学基础（一）

- § 11.1 化学动力学的任务和目的
- § 11.2 化学反应速率的表示法
- § 11.3 化学反应的速率方程
- § 11.4 具有简单级数反应的速率方程
- § 11.5 几种典型的复杂反应
- § 11.6 基元反应的微观可逆性原理
- § 11.7 温度对反应速率的影响
- § 11.8 关于活化能
- § 11.9 链反应
- § 11.10 拟定反应历程的一般方法

掌握等容反应速率的表示方法和基元反应、反应级数、速率常数等概念。掌握有简单级数的反应如零级、一级、二级反应的各种特征并能够由实验数据确定简单反应的级数。对三种复杂的典型反应（对峙反应、平行反应和连续反应）要掌握其各自的特点，并对其中比较简单的反应能进行运算。明确温度、活化能对反应速率的影响，理解阿累尼乌斯经验式中各项的含意，会计算  $E_a$ 、 $A$ 、 $k$  等物理量。掌握链反应的特点及其速率方程的建立，会应用稳态近似、平衡假设等近似处理方法。

## 第十二章 化学动力学基础（二）

- § 12.1 碰撞理论
- § 12.2 过渡状态理论
- § 12.3 单分子反应理论
- § 12.4 分子反应动态学简介
- § 12.5 在溶液中进行的反应
- § 12.6 快速反应的几种测试方法
- § 12.7 光化学反应
- § 12.8 化学激光简介
- § 12.9 催化反应动力学

了解化学反应动力学的碰撞理论、过渡态理论和单分子反应理论的基本内容。初步了解分子反应动力学的常用实验方法和该研究在理论上的意义。了解溶液中反应的特点和溶剂对反应的影响。了解快速反应所常用的测试方法及弛豫时间。理解光化学反应的基本定律（光化当量定律、量子产率）及量子产率的计算。了解催化反应的特点，明确催化作用的基本原理和常见的催化反应的类型。

## 第十三章 表面物理化学

- § 13.1 表面张力和表面吉布斯自由能
- § 13.2 弯曲液面下的附加压力和蒸气压
- § 13.3 溶液的表面吸附
- § 13.4 液-液界面的性质
- § 13.5 膜
- § 13.6 液-固界面—润湿作用
- § 13.7 表面活性剂及其应用
- § 13.8 固体表面的吸附
- § 13.9 气-固相表面催化反应

明确表面吉布斯自由能、表面张力、接触角的概念，了解表面张力与温度的关系。明确弯曲表面的附加压力产生的原因及与曲率半径的关系。能运用杨-拉普拉斯公式进行计算。了解弯曲表面上的蒸气压与平面相比有何不同，熟练掌握开尔文公式的具体应用，并会用这个基本原理解释常见

的表面现象。理解吉布斯吸附等温式的表示形式并能应用及作简单计算。了解液-液、液-固界面的铺展与润湿情况。理解气-固表面的吸附本质及吸附等温线的主要类型。掌握朗缪尔吸附理论要点。对弗伦德利希等温式、BET 多分子层吸附等温式有初步了解。了解表面活性剂的特点、作用及大致分类。

## 第十四章 胶体化学

§ 14.1 胶体和胶体的基本特征

§ 14.2 胶体的制备和净化

§ 14.3 胶体的动力性质

§ 14.4 胶体的光学性质

§ 14.5 胶体的电学性质

§ 14.6 双电层理论和  $\zeta$  电势

§ 14.4 溶胶的稳定性和聚沉作用

§ 14.8 乳状液

§ 14.9 凝胶

§ 14.10 大分子溶液

§ 14.11 Donnan 平衡和聚电解质的渗透压

§ 14.12 流变学简介

§ 14.13 纳米化学

了解胶体分散体系的基本特性。掌握胶体分散体系在动力性质、光学性质及电学性质等方面的特点以及如何利用这些特点对胶体进行粒度大小、带电情况等方面的研究并应用于实践。了解溶胶在稳定性方面的特点及电解质对溶胶稳定性的影响，会判断电解质聚沉能力的大小。了解乳状液的种类、乳化剂的作用以及在工业和日常生活中的应用。了解大分子溶液与溶胶的异同点。了解什么是唐南平衡，如何较准确地用渗透压法测定电离大分子物质的相对分子质量。了解聚合物相对分子质量的种类及其测定方法。对天然大分子、凝胶的特点等有一个初步的概念。

## 教材及主要参考资料

### (一) 建议教材

傅献彩，沈文霞，姚天扬 侯文华编，《物理化学》(第五版)，北京：高等教育出版社，2006.

### (二) 主要参考资料

1. 刘冠昆，车冠全，陈六平，童叶翔编著，《物理化学》，广州：中山大学出版社，2000.
2. 胡英主编，吕瑞东，刘国杰，叶汝强等编，《物理化学》(上、中、下，第四版)，北京：高等教育出版社，1999.
3. 邓景发，范康年编著，《物理化学》，北京：高等教育出版社，1993.
4. 姚允斌等编，《物理化学教程》(修订本)，长沙：湖南教育出版社，1991.
5. 朱文涛编，《物理化学》，北京：清华大学出版社，1995.
6. 傅献彩，沈文霞，姚天扬编著，《物理化学》(第四版)，北京：高等教育出版社，1990.
7. P. W. Atkins. Physical Chemistry. 7th ed., Oxford University Press, 1994.
8. IRA. N. Levine. Physical Chemistry. 4th ed., McGraw-Hill, 1995.
9. G. M. Barrow. Physical Chemistry. 6th ed., McGraw-Hill, 1996.