

# 清华大学材料学院 2020 年硕士研究生招生统考自命题

## 838 材料科学基础-物理化学考试大纲

### 材料科学基础部分

#### 一、课程考核总体要求

《材料科学基础》是材料科学领域学生的重要专业基础课，总体要求是考核学生对基本概念、基本理论的掌握，以及综合运用这些基础知识分析材料结构与性能的能力。

#### 二、考核内容

- 第 1 部分 晶体学基础
- 第 2 部分 固体材料的结构
- 第 3 部分 具体的范性形变
- 第 4 部分 晶体中的缺陷
- 第 5 部分 材料热力学（相图与相变）
- 第 6 部分 材料中的界面
- 第 7 部分 固体中的扩散
- 第 8 部分 凝固与结晶
- 第 9 部分 回复与再结晶
- 第 10 部分 固态相变

#### 三、考试题型

考试题型可包含以下类型：

- 1、基本概念题（单项选择题、多项选择题、填空题、判断题、名词解释）
- 2、作图分析题
- 3、问答题（简答、分析论述等）
- 4、计算分析题

#### 四、参考教材、参考书

- 1、《材料科学基础》2011 年修订版，潘金生、仝健民、田民波著，清华大学出版社。
- 2、《材料科学基础学习辅导》范群成、田民波著，机械工业出版社。

# 物理化学部分

## 一、考核内容

### 1 热力学第一定律

#### 1.1 热力学方法、特点及化学热力学

#### 1.2 热力学的基本概念

系统和环境；热力学平衡状态；状态函数；过程和途径

#### 1.3 热力学第一定律

表述；热和功；内能；封闭系统的热力学第一定律数学表达式

#### 1.4 可逆过程与体积功

#### 1.5 热的计算

等容热效应；等压热效应和焓；热容及简单变温过程热的计算

#### 1.6 对理想气体的应用

理想气体的内能；焓和热容；理想气体绝热过程

#### 1.7 热力学第一定律对相变过程的应用

#### 1.8 热化学基本概念

反应进度；反应摩尔焓变和摩尔内能变

#### 1.9 反应热的计算

Hess 定律；生成焓与化学反应标准摩尔焓变；燃烧焓与化学反应的标准摩尔焓变；摩尔溶解焓与摩尔稀释焓；反应热与温度的关系

### 2 热力学第二定律

#### 2.1 热力学第二定律及其数学表达式

自然界过程的方向性和限度；热力学第二定律的表述；熵函数和热力学第二定律的数学表达式

#### 2.2 熵增加原理和熵判据

#### 2.3 熵变的计算

简单物理过程；相变过程；混合过程的熵变

## 2.4 热力学第三定律和规定熵

热力学第三定律的表述；规定熵的计算；化学反应的熵变

## 2.5 Helmholtz 函数判据和 Gibbs 函数判据

Helmholtz 函数及其减少原理；Gibbs 函数及其减少原理；热和功在特定条件下与状态函数变的关系

## 2.6 各热力学函数间的关系

封闭系统的热力学基本关系式；对应系数关系式；Maxwell 关系式；基本关系式应用

## 2.7 $\Delta G$ 和 $\Delta A$ 的计算

简单物理过程、相变过程的 $\Delta G$  和 $\Delta A$ ；混合过程的 $\Delta G$ ； $\Delta G$  与温度的关系

## 3 液体混合物与溶液

### 3.1 偏摩尔量

概念；集合公式

### 3.2 化学势

表述与应用；化学势与压力、温度的关系

### 3.3 气体的化学势

纯理想气体、理想气体混合物的化学势；逸度

### 3.4 液体混合物和溶液的组成表示法

### 3.5 拉乌尔定律和亨利定律

### 3.6 理想液体混合物

定义、化学势与混合性质

### 3.7 理想稀薄溶液

化学势与依数性

### 3.8 非理想液体混合物及实际溶液的化学势

活度与活度系数；实际溶液的化学势

## 4 相平衡

### 4.1 基本概念

相数；独立组分数；自由度和自由度；相律

## 4.2 纯物质的相平衡

克拉伯龙方程；纯物质的相图

## 4.3 两组分系统的气-液平衡

理想溶液和非理想溶液的压力-组分相图和温度-组分相图

## 4.4 两组分部分互溶系统的液-液平衡

## 4.5 两组分系统的固-液平衡

形成低共熔混合物的相图；形成化合物的相图；形成固溶体的相图

## 4.6 三组分系统的分配平衡

# 5 化学平衡

## 5.1 化学反应的方向和限度

平衡条件；标准平衡常数；化学反应等温式

## 5.2 标准平衡常数及平衡组成的计算

各类反应的标准平衡常数；平衡组成的计算

## 5.3 化学反应的标准摩尔吉布斯函数变

## 5.4 平衡移动

温度、压力/惰性气体、浓度对化学平衡的影响

## 5.5 同时平衡

# 6 电化学

## 6.1 电解质溶液的导电机理与法拉第电解定律

## 6.2 离子的电迁移和电解质溶液的导电能力

离子的电迁移率和迁移数；电解质溶液的电导、电导率和摩尔电导率

## 6.3 离子独立迁移定律及离子的摩尔电导率

## 6.4 电导法的应用

水质检验；弱电解质电离常数的测定；难溶盐溶度积的测定；电导滴定

## 6.5 电解质溶液热力学

强电解质溶液的活度和活度系数；电解质溶液中离子的热力学性质；电化学势判据

## 6.6 可逆电池

化学能与电能的相互转换；电池的习惯表示方法；可逆电池的必备条件与分类

#### 6.7 可逆电池与化学反应的互译

电极反应和电池反应；根据反应设计电池

#### 6.8 电极的相间电位差与电池的电动势

#### 6.9 可逆电池电动势的测量与计算

电动势的测量；能斯特公式；由电极电势计算电动势

#### 6.10 液接电势及其消除

#### 6.11 电化学传感器及离子选择性电极

#### 6.12 电动势法的应用

#### 6.13 电极过程动力学

#### 6.14 化学电源

### 7 表面与胶体化学基础

#### 7.1 比表面能与表面张力

#### 7.2 表面弯曲现象

弯曲液面的附加压力和杨-拉普拉斯方程；饱和蒸气压和开尔文方程

#### 7.3 溶液的表面吸附

溶液表面吸附现象和吉布斯吸附公式；表面活性剂及其应用

#### 7.4 固体表面的吸附

吸附作用；物理吸附和化学吸附；吸附曲线和吸附方程；固液界面的吸附

#### 7.5 胶体分散系统概述

分散系统的种类；胶体的制备与净化

#### 7.6 溶胶的动力性质和光学性质

布朗运动；扩散现象；沉降和沉降平衡；溶胶的光学性质

#### 7.7 溶胶的电学性质

#### 7.8 纳米技术与胶体化学

### 8 化学动力学基础

#### 8.1 基本概念

化学反应速率；元反应和反应分子数；简单反应和复合反应

## 8.2 物质浓度对反应速率的影响

速率方程；质量作用定律；反应级数与速率系数

## 8.3 具有简单级数的化学反应

零级/一级/二级反应

## 8.4 反应级数的测定

## 8.5 温度对反应速率的影响

阿伦尼乌斯公式；活化能及其对反应速率的影响

## 8.6 元反应速率理论

碰撞理论；过渡状态理论

## 8.7 反应机理

对峙反应；平行反应；连续反应；链反应；根据反应机理推导速率方程；反应机理的推测

## 8.8 快速反应研究技术简介

## 8.9 催化剂对反应速率的影响

催化剂和催化作用；催化剂的一般知识

## 8.10 均相催化反应和酶催化反应

## 8.11 复相催化反应

## 8.12 溶剂对反应速率的影响

## 8.13 光化学反应

# 9 统计热力学基础

## 9.1 统计热力学概论

统计热力学的研究方法和目的；统计系统分类；统计热力学的基本假定

## 9.2 玻尔兹曼统计

定位系统的最概然分布； $\alpha/\beta$  值的推导；非定位系统的最概然分布；公式的其他形式

## 9.3 玻色-爱因斯坦统计和费米-狄拉克统计

## 9.4 配分函数

配分函数定义；配分函数与热力学函数的关系；配分函数的分离

### 9.5 配分函数的求法及其对热力学函数的贡献

原子核配分函数；电子配分函数；平动配分函数；单原子理想气体的热力学函数；转动配分函数；振动配分函数

### 9.6 晶体热容问题

### 9.7 分子的全配分函数

### 9.8 用配分函数计算 $\Delta_r G_m^\ominus$ 和反应的平衡常数

## 二、参考书目：

1. 《简明物理化学》，朱文涛等编著，清华大学出版社
2. 《物理化学》，天津大学物理化学教研室刘俊吉等编，高等教育出版社
3. 《物理化学》，南京大学化学化工学院傅献彩等编，高等教育出版社