

郑州大学 2019 年硕士生入学考试初试自命题科目考试大纲

学院名称	科目代码	科目名称	考试单元	说明
河南省资源与材料工业技术研究院	968	冶金原理		968 冶金原理 可携带无编程功能的计算器、三角板、直尺和铅笔。

说明栏: 各单位自命题考试科目如需带计算器、绘图工具等特殊要求的, 请在说明栏里加备注。

郑州大学硕士研究生入学考试

《冶金原理》考试大纲

命题学院 (盖章): 河南省资源与材料工业技术研究院
考试科目代码及名称: 968 冶金原理



郑大考研网
www.zzuedu.com

一、考试基本要求及适用范围概述

本《冶金原理》考试大纲适用于郑州大学冶金工程相关专业的硕士研究生入学考试。冶金原理是冶金工程的重要组成部分, 是钢铁冶金学、有色金属冶金学及冶金物理化学学科的基础理论课程, 主要内容: 重点从冶金熔体、冶金热力学、冶金动力学三个方面介绍冶金过程的原理, 通过讲解冶金熔体、溶液的物理化学性质, 对冶金过程的化学反应模式具有宏观概念; 应用化学热力学的理论研究冶金反应的可能性、反应限度以及各参数对反应的影响; 运用宏观动力学理论研究冶金反应进行的机理。要求考生掌握冶金熔体的基本概念、多元相图的绘制与分析, 掌握热力学计算方法、热力学平衡图的绘制方法以及热力学平衡图在冶金过程中的应用, 熟悉电势-pH 图、浓度对数-pH 图在湿法冶金中的应用。冶金过程的气 (液) / 固相反应动力学基础理论, 掌握气-液-固多相冶金反应的动力学计算方法, 以及根据动力学计算结果分析能够提高冶金过程反应速率的控制因素,

能综合运用所学的知识分析问题和解决问题。

二、考试形式

硕士研究生入学生物化学考试为闭卷, 笔试, 考试时间为 180 分钟, 本试卷满分为 150 分。

试卷结构 (题型): 名词解释、简答题、问答题、计算题。

三、考试内容

1. 冶金熔体概述及相平衡图

考试内容

冶金熔体概念、分类及作用

浓度三角形性质

三元系相图类型

三元系相图分析方法

熔体冷却过程分析

CaO-SiO₂-Al₂O₃相图分析

考试要求

了解冶金熔体概念、分类及在冶金过程中的各自作用

掌握浓度三角形的性质

掌握各类型三元系相图的含义

掌握三元系相图分析方法

掌握三元系相图中任一组分点的冷却过程分析

理解CaO-SiO₂-Al₂O₃相图分析



郑大考研网
www.zzuedu.com

2. 冶金熔体的结构和物理性质

考试内容

金属熔体和熔盐的结构

熔渣的结构

冶金熔体的物理化学性质

考试要求

了解金属熔体和熔盐的结构

掌握熔渣的结构、氧化物分类方法、熔渣热力学模型-分子理论、离子溶液模型

了解冶金熔体的熔化温度、密度、黏度及导电性等物理化学性质对熔体在冶金中作用的影响

3. 冶金熔体的化学性质与热力学性质

考试内容

熔渣的碱度与酸度

熔渣的氧化性

冶金熔体中组元的活度

考试要求

掌握熔渣酸碱度表示法及计算方式

理解熔渣氧化性渣、还原性渣的表示方法

掌握熔体中组元活度的计算方法

4. 化合物的生成-分解反应

考试内容

标准吉布斯自由能及其与温度的关系

氧化物氧势及氧势图

氯化物及硫化物的稳定性

考试要求

了解生成与分解反应的基本概念

掌握标准吉布斯自由能计算方法

理解标准吉布斯自由能与温度关系表示方法

掌握氧化物氧势图的绘制、分析方法

理解氯化物及硫化物稳定性的分析方法



郑大考研网
www.zzuedu.com

5. 热力学平衡图在冶金中的应用

考试内容

热力学平衡图概念和用途

二组元热力学平衡图

电势-pH图及其在湿法冶金中的应用

考试要求

了解热力学平衡图的概念及用途

掌握二组元热力学平衡图的绘制方法, Fe-O系二组元平衡图的分析方法

掌握电势-pH图的绘制方法

掌握以Zn、Cu水系为代表的电势-pH图的分析方法

掌握电势-pH图在湿法冶金中的应用分析方法

6. 还原过程

考试内容

还原过程的基本概念

还原剂选择原则

FeO碳还原过程分析

考试要求

- 掌握还原过程的基本概念
- 掌握还原剂的选择原则
- 理解FeO碳还原过程的分析方法
- 了解金属热还原、真空还原过程

7. 高温分离提纯过程及湿法分离提纯过程

考试内容

- 氧化精炼
- 硫化精炼
- 熔析精炼
- 区域精炼
- 蒸馏精炼
- 离子交换
- 有机萃取

考试要求

- 了解氧化精炼、硫化精炼、熔析精炼等过程的基本概念和原理
- 掌握熔析精炼和区域精炼的区别
- 了解离子交换过程再冶金精炼中的应用
- 理解有机溶剂法在冶金精炼中的应用



郑大考研网
www.zzuedu.com

8. 冶金过程多相反应动力学

考试内容

- 气（液）/固相反应的动力学基础
- 动力学控制步骤
- 影响反应速率的因素
- 反应过程强化
- 结晶过程

考试要求

- 掌握气（液）/固相反应的动力学基础概念
- 掌握气（液）/固相反应模型-收缩核模型
- 掌握反应动力学方程式推导过程
- 掌握反应动力学控制步骤分析方法
- 掌握影响反应速率的因素分析
- 理解气（液）/固相反应过程的强化方式

了解结晶过程的基本概念及理论

9. 电极过程动力学

考试内容

扩散动力学

电化学过程动力学

全极化

阴极过程、阳极过程

考试要求

掌握扩散相关概念及浓度极差方程

理解电化学过程动力学相关公式的推导过程

了解全极化概念

理解相关电化学的阴极、阳极过程

四、考试要求

硕士研究生入学考试科目《生物化学》为闭卷，笔试，考试时间为180分钟，本试卷满分为150分。试卷务必书写清楚、符号和西文字母运用得当。答案必须写在答题纸上，写在试题纸上无效。

五、主要参考教材（参考书目）

《冶金原理》（2012年），李桂洪等编著，北京：科技出版社

《钢铁冶金原理》（2013年）黄希祜等编著，北京：冶金工业出版社

《有色冶金原理》（1997修订版），傅崇说等编著，北京：冶金工业出版社



郑大考研网
www.zzuedu.com

编制单位：郑州大学

编制日期：2018年7月03日

附件 6:

郑州大学 2019 年硕士生入学考试初试自命题科目考试大纲

学院名称	科目代码	科目名称	考试单元	说明
化工与能源学院		化工原理		需带计算器、绘图工具

说明栏: 各单位自命题考试科目如需带计算器、绘图工具等特殊要求的, 请在说明栏里加备注。

郑州大学硕士研究生入学考试

《化工原理》 考试大纲

命题学院 (盖章): 化工与能源学院 考试科目代码及名称: 化工原理



郑大考研网
www.zzuedu.com

一、考试基本要求及适用范围概述

本《化工原理》考试大纲适用于郑州大学**化学工程、化学工艺及其他相近专业**的硕士研究生入学考试。化工原理是化工制药类及其他相关专业最重要的专业基础课, 在基础课和专业课之间起着承前启后、由理及工的桥梁作用, 是化工类及相近专业的主干课程。主要内容是以化工生产中的物理加工过程为背景, 按其操作原理的共性归纳成的若干“单元操作”。通过化工原理课程的学习, 要求学生掌握各单元操作的基本概念和基本内容, 掌握各单元操作设备的特点和工艺计算方法, 提高分析和解决工程问题的能力。

二、考试形式

硕士研究生入学生物化学考试为闭卷, 笔试, 考试时间为 180 分钟, 本试卷满分为 150 分。

试卷结构 (题型): **单项选择题、填空题、绘图题、计算题**

三、考试内容

1. 绪论

考试内容:

《化工原理》课程的性质、地位和作用

单元操作与“三传”过程

量纲与量纲一致性

考试要求:

了解《化工原理》课程的性质、地位和作用

掌握单元操作类型与“三传”过程

了解量纲分析法的特点与作用

2. 流体流动

考试内容:

流体静力学: 静压强与静力学基本方程式及其应用

流体流动中的守恒定律:

(1) 连续性方程

(2) 柏努利方程: 应用条件、单位及物理意义、应用

流体流动的类型及其基本特征、边界层的概念

流体阻力损失的计算:

(1) 直管阻力与局部阻力

(2) 摩擦系数(层流、光滑管湍流和完全湍流)

(3) 范宁方程的应用

管路计算: 简单管路(设计、校合)

复杂管路(并联管路、分支管路)的计算

流量计: 毕托管、孔板流量计和转子流量计的工作原理、计算公式和特点

考试要求:

掌握流体静力学基本方程式及其应用

掌握流体流动中的守恒定律: 连续性方程和柏努利方程的应用条件、单位及物理意义、应用

了解流体流动的类型及其基本特征、边界层的概念

掌握流体阻力损失的相关计算: 包括直管阻力与局部阻力、摩擦系数(层流、光滑管湍流和完全湍流)及范宁方程的应用

掌握简单管路的设计计算以及校核

掌握复杂管路(并联管路、分支管路)的计算

掌握孔板流量计工作原理、计算公式和使用条件

了解毕托管和转子流量计的工作原理和特点

3. 流体输送机械

考试内容:

输送机械的类型与特点

(1) 泵: 以离心泵为主



郑大考研网
www.zzuedu.com

(2) 风机：以往复压缩机为主

离心泵的性能参数：

(1) 压头、流量

(2) 功率、效率（泵的各种损失）

离心泵的特性曲线：

(1) 特性曲线的测定

(2) 表示

(3) 物性及转速、叶轮直径的影响

离心泵的流量调节与工作点

离心泵的气蚀现象、气蚀余量与安装高度

往复泵的作用原理与流量调节

离心风机的风压

考试要求：

了解泵和风机的类型与特点

(3) 泵：以离心泵为主

(4) 风机：以往复压缩机为主

掌握离心泵的性能参数：包括压头、流量、功率、效率（泵的各种损失）

掌握管路特性曲线的推导

了解离心泵的特性曲线：包括测定、表示以及物性及转速、叶轮直径的影响

掌握离心泵的流量调节与工作点

了解离心泵的气蚀现象、气蚀余量与安装高度

了解离心泵的并联与串联

了解离心风机的风压

了解往复压缩机的工作原理与流量调节

了解各种流体输送机械的适用条件



郑大考研网
www.zzuedu.com

4. 流体通过颗粒层的流动

考试内容：

颗粒床层的特性

过滤原理及设备

过滤过程的计算：

(1) 过滤速率与过滤时间

(2) 洗涤速率与洗涤时间

(3) 过滤过程的计算

流体通过固定床的压降

考试要求：

了解颗粒、颗粒群和颗粒床层的特性

了解流体通过固定床的压降

掌握过滤原理及设备

掌握过滤过程的计算：包括过滤速率与过滤时间、洗涤速率与洗涤时间以及

过滤过程的计算

5. 沉降和流态化

考试内容：

颗粒的沉降运动

沉降分离设备：

(1) 重力沉降设备：降尘室

(2) 离心沉降设备：旋风分离器

固体流态化技术

气力输送

考试要求：

掌握颗粒的沉降运动

掌握颗粒沉降速度的计算及校验

掌握重力沉降分离——降尘室特点及工艺计算

了解离心沉降设备——旋风分离器

6. 传热

考试内容：

传热的基本概念：

(1) 传热速率与热流密度

(2) 定常与非定常传热

(3) 三种传热方式：热传导、对流传热与热辐射

热传导：

(1) 傅立叶定律

(2) 导热系数

(3) 平壁热传导

(4) 圆筒壁热传导（单层与多层）

对流给热：

(1) 对流给热的过程特征

(2) 牛顿冷却定律

(3) 强制对流给热系数沸腾与冷凝的给热系数

传热过程的计算：

(1) 传热过程的热量衡算

(2) 传热过程基本方程式（传热速率方程）

(3) 换热器的设计型计算

(4) 换热器的操作型计算

管壳式换热器的设计与选型，强化换热的措施

了解的内容：

对流给热系数关联式的使用范围与条件

热辐射的计算



郑大考研网
www.zzuedu.com

传热单元法

其他换热器的结构特点

考试要求:

掌握传热的基本概念: 包括传热速率与热流密度、定常与非定常传热、三种传热方式: 热传导、对流传热与热辐射

掌握热传导: 包括傅立叶定律、导热系数、平壁热传导和圆筒壁热传导(单层与多层)

了解对流给热系数关联式的使用范围与条件

了解对流给热的规律和工程分析方法: 包括对流给热的过程特征、牛顿冷却定律以及强制对流给热系数沸腾与冷凝的给热系数

掌握传热过程的计算: 包括传热过程的热量衡算、传热过程基本方程式(传热速率方程)、换热器的设计型计算、换热器的操作型计算

了解管壳式换热器的设计与选型, 强化换热的措施

了解热辐射的规律、特点和计算

了解其他换热器的结构特点

7. 气体吸收

考试内容:

气体吸收的气液相平衡

传质理论:

(1) 扩散系数

(2) 分子扩散(费克定律)与对流传质

(3) 对流传质理论

相际传质速率及传质控制步骤

低含量气体吸收(吸收塔的计算):

(1) 物料衡算: 全塔物料衡算、操作线方程与最小液气比

(2) 填料层高度的计算: 平均传质推动力法、吸收因数法与传质单元法

(3) 吸收塔的操作型计算

考试要求:

掌握气体吸收的气液相平衡、亨利定律、相平衡常数等概念

了解传质理论: 包括扩散系数、分子扩散(费克定律)与对流传质以及对流传质理论

掌握相际传质速率及传质控制步骤

掌握低含量气体吸收(吸收塔的计算): 包括:

(1) 物料衡算: 全塔物料衡算、操作线方程与最小液气比

(2) 填料层高度的计算: 平均传质推动力法、吸收因数法与传质单元法

(3) 吸收塔的操作型计算

8. 液体精馏

考试内容:

二元理想物系的相平衡:

(1) 理想溶液

(2) 拉乌尔定律及相平衡基本方程



郑大考研网
www.zzuedu.com

(3) 相图

平衡蒸馏与简单蒸馏

精馏:

(1) 精馏原理

(2) 精馏过程的数学描述与解法

双组分精馏的设计型计算:

(1) 全塔物料衡算

(2) 精馏塔的操作线方程

(3) 理论板数的计算: 逐板算法 (解析法与图解法)

(4) 回流比及进料热状态参数的选择

(5) 捷算法求理论板数

(6) 双组分精馏的其他类型

双组分精馏的操作型计算

恒沸精馏与萃取精馏

考试要求:

掌握二元理想物系的相平衡: 包括理想溶液、拉乌尔定律及相平衡基本方程及相图的概念

了解平衡蒸馏与简单蒸馏的特点和计算

了解精馏原理以及精馏过程的数学描述与解法

掌握双组分精馏的设计型计算: 包括:

(1) 全塔物料衡算

(2) 精馏塔的操作线方程

(3) 理论板数的计算: 逐板算法 (解析法与图解法)

(4) 回流比及进料热状态参数的选择

(5) 捷算法求理论板数

(6) 双组分精馏的其他类型

了解双组分精馏的操作型计算特点和定性分析

了解恒沸精馏与萃取精馏



郑大考研网
www.zzuedu.com

9. 气液传质设备

考试内容:

板式塔:

(1) 板式塔上气液接触状态与不正常操作

(2) 塔板效率的各种表示形式提高塔板效率的措施

(3) 常用塔板形式及其主要特性

(4) 筛板塔的计算方法及结构参数的调整有效操作范围 (负荷性能图)

填料塔:

常用填料及其特性 (比表面、空隙率、填料因子等)

气液两相在填料塔内的流动、压降、最小喷淋密度和液泛现象

塔径计算方法

填料塔内的传质 (传质系数和 HETP)

考试要求:

掌握板式塔的结构、性能和操作状况: 包括:

(1) 板式塔上气液接触状态与不正常操作

- (2) 塔板效率的各种表示形式提高塔板效率的措施
 - (3) 常用塔板形式及其主要特性
 - (4) 筛板塔的计算方法及结构参数的调整有效操作范围 (负荷性能图)
- 了解常用填料及其特性 (比表面、空隙率、填料因子等)
- 了解气液两相在填料塔内的流动、压降、最小喷淋密度和液泛现象

10. 固体干燥

考试内容:

干燥静力学:

- (1) 湿空气的状态参数及其计算
- (2) 湿球温度和绝热饱和温度
- (3) I-H 图及其应用, 湿空气状态的变化过程
- (4) 水分在气-固之间的平衡

干燥速率与干燥过程计算

- (1) 恒定气流条件下物料的干燥速率及临界含水量
- (2) 间歇干燥过程的计算
- (3) 连续干燥过程的特点连续干燥过程的热量衡算与物料衡算、热效率
- (4) 理想干燥过程的特点与计算

考试要求:

掌握干燥静力学的概念和相关计算: 包括:

- (1) 湿空气的状态参数及其计算
- (2) 湿球温度和绝热饱和温度
- (3) 焓湿图图及其应用: 湿空气状态的变化过程
- (4) 水分在气-固之间的平衡

掌握干燥速率与干燥过程的计算: 包括:

- (1) 恒定气流条件下物料的干燥速率及临界含水量
- (2) 间歇干燥过程的计算
- (3) 连续干燥过程的特点、热量衡算与物料衡算、热效率
- (4) 理想干燥过程的特点与计算



郑大考研网
www.zzuedu.com

四、考试要求

硕士研究生入学考试科目《化工原理》为闭卷, 笔试, 考试时间为180分钟, 本试卷满分为150分。试卷务必书写清楚、符号和西文字母运用得当。答案必须写在答题纸上, 写在试题纸上无效。

五、主要参考教材 (参考书目)

《化工原理》(2015年6月第四版), 上、下册 陈敏恒、丛德滋、方图南、齐鸣斋、潘鹤林编著, 化学工业出版社

编制单位：郑州大学

编制日期：2019年9月15日



郑大考研网
www.zzuedu.com

附件 6:

郑州大学 2019 年硕士生入学考试初试自命题科目考试大纲

学院名称	科目代码	科目名称	考试单元	说明
化工与能源学院	996	物理化学(二)		需带计算器

说明栏: 各单位自命题考试科目如需带计算器、绘图工具等特殊要求的, 请在说明栏里加备注。

郑州大学硕士研究生入学考试 《物理化学(二)》考试大纲

命题学院(盖章): 化工与能源学院

考试科目代码及名称: 996, 物理化学(二)



郑大考研网
www.zzuedu.com

一、考试基本要求及适用范围概述

本《物理化学(二)》考试大纲适用于郑州大学化工与能源学院化学工程与工艺、制药工程、应用化学等相关专业的硕士研究生入学考试。物理化学是化学学科中的一个重要分支和化工类专业核心基础理论课程。它借助数学、物理学等基础科学的理论及其提供的实验手段, 研究化学科学中的原理和方法, 研究化学体系行为最一般的宏观、微观规律和理论。

要求考生系统掌握物理化学的基本概念和基本理论含义及适用范围; 掌握物理化学公式应用及公式应用条件; 计算题要求思路正确、步骤简明。掌握热力学归纳演绎中状态函数法、极值法、偏离理想的模型法(如为研究实际气体 pVT 行为提出理想气体的模型, 引出压缩因子的概念, 为研究实际液态混合物气-液平衡规律, 而提出理想液态混合物的模型, 引出活度的概念等)。化学动力学中有研究简单级数反应的线性方法, 研究复合反应动力学的稳态近似法和平衡近似等。了解物理化学的最新研究进展, 能综合运用所学知识分析问题和解决问题。

二、考试形式

硕士研究生入学物理化学(二)考试为闭卷, 笔试, 考试时间为180分钟, 本试卷满分为150分。

试卷结构(题型): 单项选择填空题、是非判断题、简答题、计算与推导题、证明题

三、考试内容

要求掌握物理化学基本概念及计算方法, 主要包括: 组成恒定系统和组成可变系统的热力学、化学平衡、相平衡、电化学、界面现象、胶体化学、统计热力学基础、化学动力学。

1、气体、热力学基础及组成恒定系统的热力学(~20%)

理想气体状态方程、范德华方程及其类似形式、压缩因子定义。热力学第一、第二、第三定律及其数学表达式; 平衡状态, 状态函数, 可逆过程, 热力学标准态等热力学基本概念; 热力学能、焓、熵、Helmholtz 函数 A 和 Gibbs 函数 G 等热力学函数以及标准摩尔生成焓(燃烧焓)、标准摩尔熵和标准摩尔生成 Gibbs 函数等概念。

掌握计算系统的单纯 p 、 V 、 T 变化、相变化和化学变化过程中热、功和各种状态函数 U 、 H 、 S 、 A 与 G 变化值的方法; 掌握熵增原理及三种平衡判据。掌握热力学基本方程及其适用条件和 Maxwell 关系式的简单应用。掌握 Clapeyron 方程及 Clapeyron-Clausius 方程并能应用这些方程于有关计算。

2、组成可变系统(多组分系统)热力学及相平衡(~18%)

理解偏摩尔量和化学势的概念; 理想系统(理想液态混合物、理想稀溶液)中各组分化学势的表达式、逸度、活度的概念以及活度的计算。Raoult 定律和 Henry 定律以及应用; 理想液态混合物的模型、性质, 稀溶液的依数性的热力学原理及相关计算。

重点掌握单组分系统和二组分系统的气-液及凝聚系统典型相图的特点和应用。掌握相图中点、线、面的意义, 并能用相律分析相图。掌握热分析法。能用杠杆规则进行计算。一般了解精馏的原理和结果。

3、化学平衡(~12%)

掌握用等温方程判断化学反应方向与限度的方法。掌握标准平衡常数的定义

和特性以及以逸度、分压、浓度、活度、摩尔分数表示的平衡常数及其特征, 并了解它们与标准平衡常数的关系, 会用热力学数据计算标准平衡常数。

标准摩尔反应 Gibbs 函数、标准平衡常数与平衡组成的计算; 温度、压力和惰性气体对平衡的影响; 了解了解同时平衡的原则和反应偶合的知识。

4、电化学 (~16%)

电解质溶液中电导率、摩尔电导率、活度与活度系数的定义及计算; 电导测定的应用, 离子独立运动定律及其应用; 会书写各类电极反应及电池反应;

应用 Nernst 方程计算电池的电动势、电极电势、 a_{\pm} 、 γ_{\pm} 、pH。原电池电动势与热力学函数的关系并会计算电化学反应的 $\Delta_r G_m$ 、 $\Delta_r S_m$ 、 $\Delta_r H_m$ 、 K^θ 等。电解反应、电极的极化及规律、超电势的概念。

5、统计热力学 (~6%)

统计热力学的基本假设; 独立子系统的能量及微观状态, 能量分布和宏观状态间的关系。

粒子配分函数的定义、物理意义、析因子性质及其与热力学函数的关系。Boltzmann 分布及其适用条件; 双原子分子平动、转动、振动配分函数的计算。Boltzmann 熵定理。

6、界面现象及胶体化学 (~10%)

界面张力的概念。弯曲液面的附加压力与 Laplace 方程; Kelvin 方程与四种亚稳态; 润湿与铺展现象及 Young 方程, 并能应用上述方程分析和解释液体产生的一些界面现象; 化学吸附与物理吸附; Langmuir 单分子层吸附理论及其在多相催化中的应用。应用 Gibbs 吸附等温式分析解释溶液界面吸附现象。表面活性剂的性质及结构。

分散系统的分类, 胶体分散系统的粒子大小范围。溶胶的光学性质、动力性质及电学性质; 胶团的结构、胶体的稳定性, 电解质对溶胶的聚沉作用; 了解乳状液的稳定与破坏。

7、化学动力学 (~18%)

反应速率、基元反应、反应分子数、反应级数的概念。

零、一、二级反应的动力学特征及速率方程积分式的应用; 会用隔离法、半衰期法、尝试法等确立反应速率方程。Arrhenius 方程的各种形式及其应用,

反应活化能的计算。对行、平行反应速率方程积分式的应用 (主要为 1-1 级); 复杂反应的近似处理法 (稳态近似法、平衡态近似法) 及其应用于推导或证明机理速率方程、表观活化能与基元反应活化能关系。链反应及爆炸机理。

催化作用的基本特征; 光化反应的特征及光化学第一、第二定律。

碰撞理论、过渡状态理论要点。

四、考试要求

硕士研究生入学考试科目《物理化学(二)》为闭卷, 笔试, 考试时间为180分钟, 本试卷满分为150分。试卷务必书写清楚、符号和西文字母运用得当。答案必须写在答题纸上, 写在试题纸上无效。

五、主要参考教材 (参考书目)

《物理化学》(上、下册) (第五版, 2009), 天津大学物理化学教研室编著, 高等教育出版社出版。



郑大考研网

编制单位: 郑州大学

www.zzuedu.com

编制日期: 2019年9月15日