中国海洋大学 《热力学与统计物理》 课程大纲（理论课程）

英文名称（Thermal Dynamics and Statistical Physics）

【开课单位】信息学院物理系 【课程模块】 专业知识

【课程编号】071302101223 【课程类别】 必修

【学时数 】64 （理论 64 实践 0 ） 【学分数 】 4

备注：课程模块为公共基础、通识教育、学科基础、或工作技能；课程类别为或选修。

一、课程描述

本课程大纲根据 2011 年本科人才培养方案进行修订或制定。

（一）教学对象

物理系物理学专业三年级本科生必修，光信息科学与技术专业选修。

（二）教学目标及修读要求

1、教学目标： 《热力学·统计物理》是物理学专业学生的专业必修基础课，与《理论力

学》、《量子力学》、《电动力学》共同构成物理专业重要的四门必修课，通常称为 “四大力

学” 。 它是本科生在普通物理学的基础上，为了进一步把感性认识提高到理性认识而

必须学习的基础理论课程, 在物理系本科生的基础课教学中占有核心地位。要求学生

能够从宏观和微观两个角度认识、掌握热现象的基本规律和研究系统热力学性质的基本方

法，能熟练地将理论用于简单的热力学体系，并初步了解热力学和统计物理学的当代进展。

2、修读要求：具备高等数学、普通物理（包括力、热、电、光及原子物理）的知

识。

（三）先修课程： 《高等数学》、 《力学》、《热学》、《电磁学》、《光学》及《原子物理》。

二、教学内容

（一）总论（或绪论、概论等）

1、主要内容：课程的目的及意义；研究内容与研究方法；系统的分类。

2、教学要求：了解课程的目的及意义；了解宏观方法与微观方法的区别与联系。

（二）第一章 热力学的基本规律

1、主要内容：热平衡定律，温度和物态方程；功、内能、热及热力学第一定律；热力

学第二定律;卡诺定理、热力学温标；克劳修斯不等式; 熵和热力学基本方程; 热力学第二定

律的普遍表述；熵增原理及其简单应用；自由能和吉布斯函数。

2、教学要求：要求掌握热力学的基本概念、基本热力学函数和热力学三个基本定律，

以及热力学基本定律在实际工作中的指导意义。

3、重点：热力学的基本规律，热力学的三个定律，了解与掌握热力学函数内能、焓、

熵、自由能、吉布斯函数的物理意义。

4、难点：卡诺定理、克劳修斯不等式、热力学温标、熵、熵增加原理之间的内在逻辑

关系。

5、其它教学环节：习题课一节。

（三）第二章 均匀物质的热力学性质

1、主要内容：热力学函数及全微分; 麦克斯韦关系；热力学中的偏导数、偏导数变换

及简单应用；气体的节流过程和绝热膨胀过程; 基本热力学函数的确定；特性函数；平衡辐

射的热力学; 磁介质的热力学; 低温的获得简介。

2、教学要求：要求掌握均匀物质系统的热力学基本规律，掌握研究均匀物质系统与热

现象有关的物理效应的基本方法。

3、重点：自由能，吉布斯函数，理想气体的自由能与吉布斯函数, 麦氏关系，特性函

数，几种均匀物质的热力学性质。

4、难点：特性函数及偏导数变换，均匀物质的热力学性质的推导。

（四）第三章 单元系的相变

1、主要内容：热动平衡判据及热平衡条件, 平衡稳定条件；开系的热力学函数与热力

学基本方程；单元系的复相平衡条件; 单元复相系的平衡性质; 临界点和气液两相的转变;

相变的分类; 临界现象和临界指数，朗道的连续相变理论简介。

2、教学要求：要求理解热动平衡判据及热平衡条件、平衡稳定条件；掌握单元系在相

变情况下的热力学性质；掌握克拉伯龙方程及艾伦菲斯特方程；了解相变的分类，理解一级

相变与连续相变的特征。

3、重点：平衡判据，相平衡条件，开系的热力学性质，相图。

4、难点：平衡判据及其应用。

（五）第四章 多元系的复相平衡

1、主要内容： 多元系的热力学函数和热力学方程； 多元系的复相平衡条件； 吉布斯相

律；二元系相图举例；化学平衡条件；混合理想气体的性质；热力学第三定律。

2、教学要求：掌握复杂系统如多元多相系在有相变情况下的热力学性质。

3、重点：吉布斯相律，多元系的复相平衡条件，热力学第三定律。

4、难点：吉布斯相律，多元系的复相平衡条件。

（六）第五章 不可逆过程热力学简介

1、主要内容：局部平衡、熵流密度与熵产生率; 线性与非线性过程；昂色格关系;

\*最小熵产生定理。

2、教学要求：理解熵流密度与熵产生率，昂色格关系;了解最小熵产生定理。

3、重点：熵流密度与熵产生率，昂色格关系。

4、难点：熵流密度与熵产生率，昂色格关系。

（七）第六章 近独立粒子系统最概然分布

1、主要内容：粒子运动状态的经典描述; 粒子运动状态的量子描述; 系统微观状态的

描述；等概率原理；分布与微观状态; 玻尔兹曼分布、玻色分布与费米分布及相互关系。

2、 教学要求： 掌握用统计物理描述热力学系统宏观和微观状态的方法；统计物理的基

本假设；宏观系统按粒子运动状态的分类及各典型系统间的关系；掌握由适用于处理近独立

粒子系统的最概然统计法所给出的各典型系统的统计分布函数。

3、重点、相空间，系统微观状态的经典描述和量子描述，等概率原理（统计物理的基

本假设） ，系统微观运动状态数目的计算，三个最概然分布函数的推导，三种热力学系统的

微观运动状态数目及最该然分布之间的关系，非简并性条件。

4、难点：系统微观运动状态数目的计算，三个最概然分布函数，非简并性条件

5、其它教学环节：习题课一节

（八）第七章 玻耳兹曼统计

1、主要内容：M-B 系统热力学量统计的表达式；理想气体物态方程和熵；麦克斯韦

速度及速率分布；能量均分定律; 理想气体的内能及热容量; 固体热容量的爱因斯坦理论;

顺磁性固体；负温度状态（简介）；

2、教学要求：要求掌握运用玻耳兹曼统计处理问题的方法、适用范围及其局限性；

3、重点：单粒子配分函数，热力学量的统计表达式，能均分定理，理想气体的热力

学量的计算，固体爱因斯坦模型及其热容量。

4、难点：单粒子配分函数的经典、半经典及量子表达式，应用经典、半经典及量子

统计方法解决一些实际问题（气体，固体）。

5 其他教学手段：习题课一节

（九）第八章 玻色统计与费米统计

1、主要内容：热力学量的统计表达式；弱简并量子气体；光子气体; 玻色-爱因斯坦

凝聚；金属中的自由电子气体。

2、教学要求：掌握运用量子统计方法处理不满足非简并性条件的费米系统和玻色系

统的宏观热力学性质。

3、重点：玻色和费米统计的配分函数，热力学量的统计表达式，应用量子统计的粒

子模型。

4、难点：玻色和费米统计的配分函数及其应用。

5、其他教学手段：习题课一节。

（十）第九章 系综理论

1、主要内容：系综理论的基本概念；微正则系综及热力学公式；正则系综及热力学

公式; 实际气体物态方程; 固体热容量的德拜理论；巨正则系综及其热力学公式; 巨正则分

布的简单应用系综理论

2、教学要求：使学生掌握平衡态统计物理的普遍理论－系综理论，它可用于有相互

作用的粒子系统。要求掌握系综理论描述粒子运动状态的基本方法及满足不同宏观条件系统

的统计分布及由其求解系统热力学函数的方法。

3、重点：伽马空间，系综，统计系综分布函数，决定分布函数的宏观条件；固体热

容量的德拜理论。

4、难点：伽马空间，系综，统计系综分布函数及应用，固体热容量的德拜理论。

5 其他教学手段：习题课一节

三、教学环节及学时分配

本课程总学时 64 学时，其学时分配见下表。

热力学与统计物理课程教学学时分配表

章 节 教学内容 总学时 课堂教学学时 备注

理论授课 学时

绪 论 概 论 0.5 讲授 0.5

第一章 热力学的基本规律 9.5 讲授 9.5

第二章 均匀物质的热力学性质 6 讲授 6

第三章 单元系的相变 6 讲授 6

第四章 多元系的复相平衡 6 讲授 6

第五章 不可逆过程热力学简介 2 讲授 2

第六章 近独立粒子系统最概然分布 8 讲授 8

第七章 玻耳兹曼统计 9 讲授 9

第八章 玻色统计和费米统计 8 讲授 8

第九章 系综理论 9 讲授 9

四、考核方式及评价体系（考核方式及成绩评价体系由老师根据课程自己设定）

1、考核方式：闭卷考试；为减轻学生负担，同时根据本课程内容特点，将热力学部分

与统计物理部分在期中与期末分别考试。

2、评价体系：平时成绩： 20-30 % 期末考试： 80-70 %

五、选用教材及必读参考书（注明作者、出版社、出版时间及版次）

1、选用教材：汪志成著，热力学与统计物理（高教出版社）

2、主要参考书：

王竹溪， 热力学简程 高等教育出版社 1964 年 9 月第 2 版

王竹溪， 统计物理学导论 高等教育出版社 1965 年 8 月第 2 版

龚昌德， 热力学统计物理学 高等教育出版社 1982 年 4 月第 1 版

马本堃等 热力学与统计物理学 高等教育出版社 1995 年 9 月第 2 版

熊吟涛， 热力学 高等教育出版社 1993 年 5 月第 2 版

熊吟涛， 统计物理学 高等教育出版社 1991 年 3 月第 2 版

钟云霄， 热力学与统计物理 科学出版社 1988 年 4 月第 1 版

陈光旨， 热力学统计物理基础 广西师范大学出版社 1989 年 3 月第 1 版

高执棣，郭国霖，统计热力学导论 北京大学出版社 2004 年 6 月第 1 版

曹烈兆，周子舫. R 热力学与统计物理（上，下）, 科学出版社，2008，第一版

Landau, L., D. and Lifshitz E. M., Statistical Physics, Pergamon Press, 1958

K. S. Huang Statistical Machanics, 1963

Zemansky, M. W. and Dittman R. H., Heat and Thermodynamics, 1981

六、撰写小组成员： 杨爱玲

撰写时间：2012 年 4 月 20 日

七、审核人：

八、院（系）学术委员会签章