

热学

第00讲 课程简介

黄志琦

教材：《热学》第二版，赵凯华，罗蔚茵，高等教育出版社
课件下载 https://github.com/zqhuang/SYSU_TD

评分方案

- ▶ 作业20% (三个班不同)
- ▶ 期中考试20% (三个班相同)
- ▶ 期末考试60% (三个班相同)

期中考试时间：4月13日（第8周）；覆盖内容：第一章和第二章

期末考试时间：待定（学校统一安排）；覆盖内容：全部

作业计分方式（仅限1班）

- ▶ 如发现抄袭作业，全部作业分记为零分。
- ▶ 每周留若干作业题。第3周课间交第1，2周留的作业；第5周交3，4周留的作业，以此类推直至第17周，总计八次作业。
- ▶ 如不能按时完成请和助教协商补交，但不得迟于发作业或者公布答案时间。
- ▶ 每道作业题评分范围为0-5星。
- ▶ 举手抢答课堂问题也可以计入评分（0-5星）。
- ▶ 期末统计总星数 N_{\star} ，换算为作业分

$$\min \left(\frac{1}{2} \text{ceil} \left(\frac{N_{\star}}{5} \right), 20 \right) .$$

作业计分方式（仅限1班）

上述作业计分公式

$$\min \left(\frac{1}{2} \text{ceil} \left(\frac{N_{\star}}{5} \right), 20 \right),$$

其中 $\text{ceil}(x)$ 指不小于 x 的最小整数, $\min(x, y)$ 指 x, y 中的较小者。

请举手抢答：要不低于20分至少要答多少道题？

知识细则符号约定

- ▶ 黑色：要求定量地掌握，理解概念，会定量计算
- ▶ 蓝色：要求定性地掌握，理解概念，会数量级估计
- ▶ 青色：因没有学习相应的基础知识（如量子力学），只要求大致了解课本中的唯象描述或结论（这类知识点会在括号里更细致地说明需了解的内容）
- ▶ 绿色：课外阅读内容，旨在拓宽视野，不要求掌握

第一章 热学基本概念和物质聚集态

§1 温度

1.1 温度计和温标

1.2 热力学第零定律

1.3 理想气体状态方程和理想气体温标

1.4 温度大观

§2 热量及其本质

2.1 量热学 热质说与热动说

2.2 原子论

2.3 分子力与分子运动

§3 物质聚集态随状态参量的转化与共存

3.1 闭合系的 p - V - T 曲面

3.2 等温线 多相共存

3.3 p - T 三相图

第一章 热学基本概念和物质聚集态

§4 气体

4.1 气体的微观模型和温度的微观意义

4.2 理想气体压强公式

4.3 理想气体定律的推导

4.4 实际气体

§5 固体

5.1 晶体结构

5.2 非晶态(短程有序长程无序)与准晶态

5.3 固体中分子的热运动

第一章 热学基本概念和物质聚集态

§6 化学键

6.1 离子键

6.2 共价键(两个原子共享价电子)

6.3 金属键(外层电子被所有原子共有化并可在晶体内自由移动)

6.4 范德瓦尔斯键

6.5 氢键

§7 液体

7.1 液体——稠密的实际气体(分子力和分子运动势均力敌)

7.2 液体——濒临瓦解的晶格(短程有序长程无序)

7.3 表面张力的由来

第二章 热平衡态的统计分布律

§1 麦克斯韦速度分布律

1.1 麦克斯韦速度分布律

1.2 速度空间与速度分布函数

1.3 麦克斯韦分布律的导出

1.4 方均根速率

1.5 平均速率

1.6 泄流速率

§2 玻尔兹曼密度分布

2.1 等温气压公式

2.2 玻尔兹曼密度分布律

2.3 麦克斯韦-玻尔兹曼密度分布律

第二章 热平衡态的统计分布律

§3 能均分定理与热容量

3.1 自由度

3.2 能量按自由度均分定理

3.3 理想气体的热容量

3.4 固体的热容量

§4 量子气体中粒子按能级的分布

4.1 能级与量子态(能量只能取一系列离散值)

4.2 麦克斯韦-玻尔兹曼分布(细致平衡条件2.49式和MB分布2.52式。推导过程不要求掌握)

4.3 H定理(只讲经典粒子版本, H函数非平衡态时单调下降, 达到细致平衡不再变化; 推导过程不要求掌握)

4.4 能级的离散性对热容量的影响(能级离散 \Rightarrow 低温下某些自由度不被激发)

4.5 玻色-爱因斯坦分布和费米-狄拉克分布

第二章 热平衡态的统计分布律

§5 费米气体

§6 玻色气体

§7 宏观的概率和熵

7.1 宏观态的概率(热平衡态是包含微观态数目最多, 即出现概率最大的宏观态)

7.2 玻尔兹曼熵关系式(了解 $S = \ln \Omega = -kH$, 不要求掌握推导)

7.3 信息熵与遗传密码

第三章 热力学第一定律

§1 从能量守恒到热力学第一定律

1.1 能量守恒定律的建立

1.2 广义功

1.3 内能是个态函数

1.4 热力学第一定律的数学描述

1.5 准静态过程

§2 气体的热容量 内能和焓

2.1 热容量 焓

2.2 焦耳实验及其改进

2.3 焦耳-汤姆孙效应

2.4 节流膨胀液化气体

2.5 化学反应热和生成焓

第三章 热力学第一定律

§3 热力学第一定律对理想气体的应用

3.1 等温过程

3.2 绝热过程

3.3 大气的垂直温度梯度

3.4 多方过程

§4 循环过程和卡诺循环

4.1 循环过程

4.2 理想气体卡诺循环及其效率

第四章 热力学第二定律

§1 热力学第二定律的表述和卡诺定理

1.1 自然现象的不可逆性

1.2 热力学第二定律的语言表述

1.3 卡诺定理

1.4 热力学温标

1.5 历史性回顾

§2 卡诺定理的应用

2.1 内能和状态方程的关系

2.2 克拉珀龙方程及其在相变问题上的应用

第四章 热力学第二定律

§3 克劳修斯不等式与熵定理

3.1 热力学第二定律的数学表述——克劳修斯不等式

3.2 熵是态函数

3.3 熵的计算

3.4 熵增加原理

3.5 热力学熵与玻尔兹曼熵的统一(克劳修斯熵和玻尔兹曼熵都正比于宏观状态概率的对数)

§4 关于热力学第二定律的若干诘难和佯谬

第四章 热力学第二定律

§5 热平衡与自由能

5.1 孤立系的热平衡判据

5.2 定温定体条件下的热平衡判据 亥姆霍兹自由能

5.3 定温定压条件下的热平衡判据 吉布斯自由能

5.4 物体系内各部分之间的平衡条件

5.5 范德瓦尔斯气液相平衡

5.6 混合气体的化学平衡

§6 连续相变 超流

第五章 非平衡过程

- §1 近平衡态弛豫和输运过程
- §2 涨落 关联 布朗运动
- §3 分形
- §4 线性不可逆过程热力学
- §5 耗散结构
- §6 生命与生态环境
- §7 热宇宙模型