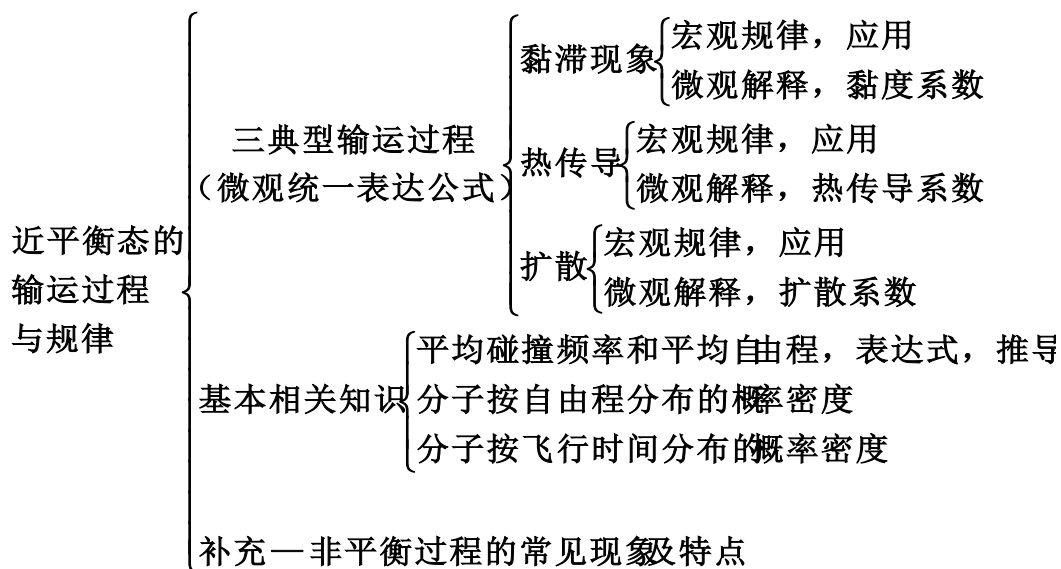


## 《近平衡态中的输运过程\*》内容概要

理论内容总结：



## 习题总结

本章习题可分为三大类

**第一类：**近平衡态中的输运过程的宏观规律

- 1、黏性现象
- 2、热传导现象
- 3、扩散现象

输运过程的 宏观规律	}	知识点	$\left\{ \begin{array}{l} \text{牛顿黏性定律: } f = \frac{\Delta p}{\Delta t} = -\eta \frac{du}{dz} \Delta S \\ \text{傅立叶热传导定律: } \Phi = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = -\kappa \frac{dT}{dz} \Delta S \\ \text{菲克扩散定律: } J = \frac{\Delta M}{\Delta t} = -D \frac{d\rho}{dz} \Delta S \end{array} \right.$
		习题 3.1 ~ 3.6	
		作业 3.1, 3.3, 3.5	
		例题 3个, 建议习题课上讲 2, 3.6	

**第二类：**气体分子的平均碰撞频率和平均自由程

- 1、平均碰撞频率和平均自由程
- 2、分子按自由程分布的概率
- 3、分子按飞行时间分布的概率

平均碰撞频率 平均自由程	基本知识 $\begin{aligned} \text{平均碰撞频率: } \bar{Z} &= n\sigma\bar{u} = n \cdot \pi d^2 \cdot \sqrt{2}\bar{u} = 4d^2 p \sqrt{\frac{\pi}{mkT}} \quad (\text{同种分子}) \\ \text{平均自由程 } \bar{\lambda} &= \frac{\bar{v}}{\bar{Z}} = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi d^2} = \frac{kT}{\sqrt{2}\pi d^2 p} \\ \text{分子按自由程分布的概率: } P(\lambda) &= \frac{1}{\bar{\lambda}} e^{-\frac{\lambda}{\bar{\lambda}}} \\ \text{分子按飞行时间分布的概率: } P(\tau) &= \frac{1}{\bar{\tau}} e^{-\frac{\tau}{\bar{\tau}}} \end{aligned}$
	习题:3.7 ~ 3.10 作业:3.10 例题:2个, 建议习题课上讲3.9

### 第三类: 气体中输运现象的微观解释

- 1、一般形式
- 2、具体形式

气体输运现象 的微观解释	关系式: $\begin{aligned} \text{一般公式: } J_P &= \frac{\Delta Q}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \left[ \frac{d(nQ)}{dz} \right]_{z_0} \bar{\lambda} \bar{v} \Delta S \\ \text{黏度: } \eta &= \frac{\rho \bar{\lambda} \bar{v}}{3} = \frac{2}{3\pi d^2} \sqrt{\frac{mkT}{\pi}} \propto \sqrt{T}, \quad \sqrt{m} \\ \text{热导率: } \kappa &= \eta c_v = \frac{c_v \rho \bar{\lambda} \bar{v}}{3} = \frac{ik^{3/2}}{3\pi d^2} \sqrt{\frac{T}{m\pi}} \propto \sqrt{T}, \quad 1/\sqrt{m} \\ \text{自扩散系数: } D &= \frac{\eta}{\rho} = \frac{\bar{\lambda} \bar{v}}{3} = \frac{2}{3d^2 p} \left( \frac{kT}{\pi} \right)^{3/2} \sqrt{\frac{1}{m}} \propto T^{3/2}, \quad 1/\sqrt{m}, \quad 1/p \end{aligned}$
	习题:3.11-17 作业:3.11, 3.15 ~ 16 例题: 无

### 第四类: 布朗运动及其引起的扩散

布朗运动的特点

布朗运动运动	关系式: $\overline{x_i^2} = \frac{k_B T}{3\pi a \eta} t = 2Dt, \quad D = \frac{k_B T}{6\pi a \eta}$
	习题:3.18 作业:3.18 例题: 无

## 习题课

建议讲述下列习题:

3.2, 3.6

3.9

## 补充题

(05-06-1)

一. 选择题(每题 1 分, 共 15 分)

**\*\*15.** 理想气体绝热地向真空自由膨胀, 体积增大为原来的两倍,

则始、末两态的温度  $T_1$  与  $T_2$  和始、末两态气体分子的

平均自由程  $\bar{\lambda}_1$  与  $\bar{\lambda}_2$  的关系为 [D]

(A)  $T_1 = 2T_2$ ,  $\bar{\lambda}_1 = \bar{\lambda}_2$  .      (B)  $T_1 = 2T_2$ ,  $\bar{\lambda}_1 = \bar{\lambda}_2$  .

(C)  $T_1 = T_2$ ,  $\bar{\lambda}_1 = \bar{\lambda}_2$  .      (D)  $T_1 = T_2$ ,  $\bar{\lambda}_1 = \frac{1}{2}\bar{\lambda}_2$

二. 填空题(每题 1 分, 共 15 分)

**\*6.** 按照分子运动论的观点, 气体中的扩散现象是由于分子热运动所引起的 质量 输运; 热传导现象是由于分子热运动所引起的 动能 输运; 粘滞现象是由于分子热运动所引起的 定向动量 输运.

**\*\*\*7.** 一定量的某种理想气体, 先经过等体过程使其热力学温度升高为原来的 4 倍; 再经过等温过程使其体积膨胀为原来的 2 倍, 则分子的平均碰撞频率变为原来的 1 倍.

(06-07-1)

无

(08-09-1)

无