



# 四川轻化工大学课程实施大纲

课程名称：化工热力学

授课班级：能化20201，能化20202

任课教师：田海洋

工作部门：化学工程学院

联系方式：18280190068（短号67115）

四川轻化工大学 制

2022 年 8 月

# 《化工热力学基础》课程实施大纲

## 基本信息

课程代码：16151003

课程名称：化工热力学

学 分：3

总 学 时：48

学 期：2022-2023-1

上课时间地点：

班级	能化20201，能化20202
上课时间地点	星期一（11，12节）
	1-12周N1-315
	星期五（9，10节）
	1-12周N1-322

答疑时间和方式：课前，课间和课后，考前集中

答疑地点：上课教室，第二实验楼 5090

授课班级：能化 20201，能化 20202

任课教师：田海洋

学 院：化学工程学院

邮 箱：279827759@qq.com

联系电话：18280190068（短号 67115）

---

# 目录

目录.....	3
1 教学理念.....	10
2 课程介绍.....	11
2.1 课程的性质.....	11
2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用.....	11
2.3 课程的前沿及发展趋势.....	11
2.4 课程内容可能涉及到的伦理与道德问题.....	12
2.5 学习本课程的必要性.....	12
3 教师简介.....	13
3.1 教师的职称、学历.....	13
3.2 教育背景.....	13
3.3 研究方向、项目、论文.....	13
4 先修课程.....	14
5 课程目标.....	15
6 课程内容.....	16
6.1 课程的主要内容.....	16
6.2 教学重点、难点.....	17
6.3 学时安排.....	18
7 课程实施.....	20
7.1 教学单元一.....	20
7.1.1 教学日期.....	20
7.1.2 教学目标.....	20
7.1.3 教学内容.....	20
7.1.4 教学过程.....	20
7.1.5 教学方法.....	21

---

7.1.6 作业安排及课后思考.....	21
7.2 教学单元二.....	21
7.2.1 教学日期.....	21
7.2.2 教学目标.....	21
7.2.3 教学内容.....	22
7.2.4 教学过程.....	22
7.2.5 教学方法.....	22
7.2.6 作业安排及课后思考.....	22
7.3 教学单元三.....	23
7.3.1 教学日期.....	23
7.3.2 教学目标.....	23
7.3.3 教学内容.....	23
7.3.4 教学过程.....	23
7.3.5 教学方法.....	24
7.3.6 作业安排及课后思考.....	24
7.4 教学单元四.....	24
7.4.1 教学日期.....	24
7.4.2 教学目标.....	24
7.4.3 教学内容.....	24
7.4.4 教学过程.....	25
7.4.5 教学方法.....	25
7.4.6 作业安排及课后思考.....	25
7.5 教学单元五.....	25
7.5.1 教学日期.....	25
7.5.2 教学目标.....	25
7.5.3 教学内容.....	26
7.5.4 教学过程.....	26
7.5.5 教学方法.....	26
7.5.6 作业安排及课后思考.....	26

---

7.6 教学单元六.....	27
7.6.1 教学日期.....	27
7.6.2 教学目标.....	27
7.6.3 教学内容.....	27
7.6.4 教学过程.....	27
7.6.5 教学方法.....	28
7.6.6 作业安排及课后思考.....	28
7.7 教学单元七.....	28
7.7.1 教学日期.....	28
7.7.3 教学内容.....	28
7.7.4 教学过程.....	28
7.7.5 教学方法.....	29
7.7.6 作业安排及课后思考.....	29
7.8 教学单元八.....	29
7.8.1 教学日期.....	29
7.8.2 教学目标.....	29
7.8.3 教学内容.....	29
7.8.4 教学过程.....	29
7.8.5 教学方法.....	30
7.8.6 作业安排及课后思考.....	30
7.9 教学单元九.....	30
7.9.1 教学日期.....	30
7.9.2 教学目标.....	30
7.9.3 教学内容.....	30
7.9.4 教学过程.....	31
7.9.5 教学方法.....	31
7.9.6 作业安排及课后思考.....	31
7.10 教学单元十.....	31
7.10.1 教学日期.....	31

---

7.10.2 教学目标.....	31
7.10.3 教学内容.....	32
7.10.4 教学过程.....	32
7.10.5 教学方法.....	32
7.10.6 作业安排及课后思考.....	32
7.11 教学单元十一.....	32
7.11.1 教学日期.....	32
7.11.2 教学目标.....	33
7.11.3 教学内容.....	33
7.11.4 教学过程.....	33
7.11.5 教学方法.....	33
7.11.6 作业安排及课后思考.....	33
7.12 教学单元十二.....	33
7.12.1 教学日期.....	33
7.12.2 教学目标.....	34
7.12.3 教学内容.....	34
7.12.4 教学过程.....	34
7.12.5 教学方法.....	34
7.12.6 作业安排及课后思考.....	34
7.13 教学单元十三.....	35
7.13.1 教学日期.....	35
7.13.2 教学目标.....	35
7.13.3 教学内容.....	35
7.13.4 教学过程.....	35
7.13.5 教学方法.....	36
7.13.6 作业安排及课后思考.....	36
7.14 教学单元十四.....	36
7.14.1 教学日期.....	36
7.14.2 教学目标.....	36

---

7.14.3 教学内容.....	36
7.14.4 教学过程.....	36
7.14.5 教学方法.....	37
7.14.6 作业安排及课后思考.....	37
7.15 教学单元十五.....	37
7.15.1 教学日期.....	37
7.15.2 教学目标.....	37
7.15.3 教学内容.....	37
7.15.4 教学过程.....	38
7.15.5 教学方法.....	38
7.15.6 作业安排及课后思考.....	38
7.16 教学单元十六.....	38
7.16.1 教学日期.....	38
7.16.2 教学目标.....	39
7.16.3 教学内容.....	39
7.16.4 教学过程.....	39
7.16.5 教学方法.....	39
7.16.6 作业安排及课后思考.....	40
7.17 教学单元十七.....	40
7.17.1 教学日期.....	40
7.17.2 教学目标.....	40
7.17.3 教学内容.....	40
7.17.4 教学过程.....	40
7.17.5 教学方法.....	41
7.17.6 作业安排及课后思考.....	41
7.18 教学单元十八.....	41
7.18.1 教学日期.....	41
7.18.2 教学目标.....	41
7.18.3 教学内容.....	42

---

7.18.4 教学过程.....	42
7.18.5 教学方法.....	42
7.18.6 作业安排及课后思考.....	42
7.19 教学单元十九.....	43
7.19.1 教学日期.....	43
7.19.2 教学目标.....	43
7.19.3 教学内容.....	43
7.19.4 教学过程.....	43
7.19.5 教学方法.....	44
7.19.6 作业安排及课后思考.....	44
7.20 期中考试单元.....	44
7.16.1 教学日期.....	44
7.16.2 教学目标.....	44
7.16.3 教学过程.....	45
7.16.4 教学方法.....	45
8 课程要求.....	46
8.1 学生自学要求.....	46
8.2 课外阅读要求.....	46
8.3 课堂讨论的要求.....	46
9 课程考核.....	47
9.1 出勤（迟到、早退等）、作业等的要求.....	47
9.2 成绩的构成与评分规则说明.....	47
9.3 考试形式及说明（含补考）.....	48
10 学术诚信规定.....	49
10.1 考试违规与作弊.....	49
10.2 其它诚信规定.....	49
11 课堂规范.....	50
11.1 课堂纪律.....	50
11.2 课堂礼仪.....	50



---

12 课程资源.....	52
12.1 教材与参考书.....	52
12.2 专业刊物.....	52
12.3 网络课程资源.....	53
12.4 课外阅读资源.....	53
13 教学合约.....	54
13.1 阅读课程实施大纲，理解其内容.....	54
13.2 同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望.....	54
14 其他说明.....	54

---

# 1 教学理念

本课程实施大纲结合能源化学工程专业建设以及工程教育专业认证标准，针对能源化学工程专业的培养目标，以能源化学工程专业普通高等学校本科工程教育认证为指导，按照“宽口径、重理论、强能力”的总体思路，培养和训练学生的工程意识、创新意识和逻辑演绎能力来制定课程实施大纲，培养能在化工、炼油、冶金、能源、轻工、医药、环保和军工等部门从事工程设计、技术开发、生产技术管理和科学研究等方面工作的应用型工程技术人才。

在教学过程中坚持以“学生为中心”的教育理念，尊重学生的个性，包容学生的缺点和不足，营造民主、和谐的课堂气氛，特别注重激发学生的学习兴趣 and 求知欲，让学生能够主动学习、快乐学习，体会到化工热力学课程严密的逻辑推理魅力。课堂上多与学生互动，提问和讨论，并鼓励学生参加与课程相关的各种竞赛，提高学生的工程运用能力和创新能力等。本课程教学灵活，使用讲授、自学、预习、课堂讨论、答疑、课后练习等多种方式，根据各教学单元内容的特点采用不同的教学方式，在课程的学习中留给学生思考的时间，有意识让学生自己思考、主动问问题，加深印象，真正掌握课程知识。教师在教学过程中突出重点、分散难点，采用启发式教学和讨论式教学使学生对于主要的内容有清晰、深刻的印象，牢固掌握所学知识。由于本课程具有实践性较强，概念多而抽象、公式繁而复杂、理论性强且难以理解的特点，采用多媒体的教学方式，丰富教学手段，加大授课信息量，通过图片、过程示意等方式分解热力学过程，使得学生对知识掌握得更加透彻，更加形象，更加容易理解与记忆。化工热力学可以说是一门为“节能减排”而生的课程，课程中补充工厂实际案例，培养学生创新意识、工程观点以及节能降耗意识，提高学生综合应用所学知识的能力和创新能力。

---

## 2 课程介绍

### 2.1 课程的性质

《化工热力学》是能源化学工程专业学生的专业核心必修，课程学时 48，学分 3，考核形式为考试。

### 2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用

化工热力学是由化学热力学与工程热力学派生的一门学科，是化工及相近专业的重要专业基础课程，是化工过程开发、设计和生产的重要理论依据。化工热力学与前修课程高等数学和物理化学有着十分密切的关系。牢固掌握本课程的内容不仅对学生顺利完成分离工程等其他专业课的学习起到关键作用，而且为毕业后从事化工研究、产品开发、过程设计工作打下扎实的基础。热力学原理在解决化工实际问题中起着非常重要的作用。该课程的基本任务就是根据经典热力学的基本原理，利用热力学模型，解决相平衡和化学平衡的计算、能量的相互转化和有效利用等问题，使学生学会运用热力学基本原理去分析和处理化学工程中的实际问题。

### 2.3 课程的前沿及发展趋势

1939 年，美国麻省理工学院教授 H.C.韦伯写出了《化学工程师用热力学》一书。1944 年，美国耶鲁大学教授 B.F.道奇写出了名为《化工热力学》的教科书。这样，化工热力学就逐步形成为一门学科。随着化学工业规模的扩大，新过程的开发，以及大型电子计算机的应用，化工热力学的研究有了较大的发展。世界各国化工热力学专家在 1977 年举行了首届流体性质和相平衡的国际会议，1980 和 1983 年分别举行了第二届和第三届会议，还出版了期刊《流体相平衡》。化工热力学已列为大学化学工程专业的必修课程。经过不断的发展，热力学已从宏观向微观分子热力学发展，近年来化工热力学领域获国家自然科学基金项目近百项。这些均表明我国化工热力学领域正在蓬勃发展。化工热力学课程最大的特点是严谨，能培养学生推理、演绎能力。

---

## 2.4 课程内容可能涉及到的伦理与道德问题

化工热力学不仅让学生掌握相应的专业知识，同时培养学生高度的社会责任感、社会担当、创新意识；培养学生严谨的工作作风，良好的职业道德，较强的工程技术与节能减排意识；学会利用所学科学知识解决实际生产中的工程问题。

## 2.5 学习本课程的必要性

《化工热力学》已成为化学工程及相近学科的分支学科之一，是一门应用性强的学科，因此对该课程的充分掌握和具体运用是对化工类学生的必然要求。通过本课程的学习，从理论上掌握化工热力学的原理、模型和应用，“知其然并知其所以然”，使学生能系统地应用化工热力学的基本知识、基本方法和原理对化工过程进行热力学分析，为化工过程开发与设计提供流体的热力学数据，实现对能量和物质的有效利用。培养学生分析问题、解决问题的能力，使学生学会运用热力学基本原理去分析和处理化学工程中的实际问题。

---

## 3 教师简介

### 3.1 教师的职称、学历

田海洋，男，讲师，工学博士，硕士生导师。

### 3.2 教育背景

2014 年 9 月---2019 年 12 月 西南石油大学 化学工程与技术研究生 工学博士

2010 年 9 月---2014 年 6 月 四川理工学院 化学工程与工艺 大学本科 工学学士

### 3.3 研究方向、项目、论文

主要从事油气田化学品和工作液的开发和应用等方面的研究。发表 SCI 论文 4 篇，授权发明专利 2 项。作为主要研究人员参与国家自然科学基金青年基金研究 1 项，参与四川省科技计划项目 1 项。

---

## 4 先修课程

高等数学、无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、化工原理（上）。

---

## 5 课程目标

1.通过本课程的学习，使学生能系统地应用化工热力学的基本知识和基本方法对化工过程进行热力学分析。

2.为化工过程的分析、化学反应器、分离装置和过程控制的设计研究提供流体的热力学性质和平衡数据。

3.培养学生分析问题、解决问题的能力。特别是学会对化工过程进行热力学分析和能量的综合利用分析。

4.通过本课程学习，培养学生的自学能力和演绎能力，例如，学会阅读有关手册、参考书、文献资料并理解其内容，能够对基本的公式进行推导。

---

## 6 课程内容

### 6.1 课程的主要内容

本课程与先修课程高等数学和物理化学关联密切,是化工及相近专业的重要基础课程,学时 48。课程主要章节如下:

#### 第 1 章 绪论

通过热力学的概念,热力学发展,化工热力学的对象和范畴,化工热力学在过程开发中的作用等内容的讲解,使学生了解课程的重要性和在过程开发中的作用。

#### 第 2 章 流体的压力, 体积, 温度关系: 状态方程

通过纯物质 PVT 行为,流体的状态方程式, PVT 关系的普遍化计算,真实气体混合物的状态方程式,混合规则,阿玛格定律,液体的容积性质等内容的讲解,让学生理解和掌握 PVT 关系和普遍化计算。

#### 第 3 章 纯流体的热力学性质

通过纯流体的热力学基本关系式,剩余性质,真实气体焓和熵的计算,两相系统等内容的讲解,培养学生通过热力学函数表和计算等手段获取相关热力学数据的能力,能够计算剩余性质,真实气体焓和熵等。

#### 第 4 章 热力学第一定律及其应用

通过闭系非流动过程的能量平衡,开系流动过程的能量平衡,稳流过程的能量平衡,开系稳流过程的热力学第一定律及其应用,可逆轴功的概念和计算式,热量衡算,等温、绝热、多变气体压缩过程功的计算等内容的讲解,让学生理解和掌握热力学第一定律的具体应用以及稳流过程的能量平衡。

#### 第 5 章 热力循环-热力学第二定律及其应用

通过热力学第二定律的三种表述,熵的概念,三种体系(开系、闭系、孤立体系)的熵平衡式,三种热力学图表及应用,蒸汽动力循环(卡诺循环,朗肯循环),制冷,热泵等内容的讲解,让学生掌握和理解熵的概念,热力学图表及其应用,蒸汽动力循环、制冷循环过程的计算,开系熵平衡计算,培养学生分析问题和解决问题的能力。



---

## 第 6 章 化工过程热力学分析

通过能量的级别,理想功、损耗功、热力学效率的概念和计算,化工单元过程(流体流动过程、传热过程、分离过程、化学反应过程)热力学分析,焓(有效能)和㶲(无效能)的概念,焓(有效能)的组成和计算,两种效率(第一定律效率和第二定律效率),热力学分析的三种方法(能量衡算法、熵分析法、火用分析法),合理用能原则等内容的讲解,使学生理解和掌握热力学分析的方法,理想功、损耗功和各种效率的计算,使学生能系统地应用化工热力学的基本知识和基本方法对化工过程进行热力学分析。

## 第 7 章 溶液热力学基础

通过变组成体系的热力学性质,开系热力学关系式,化学位,偏摩尔性质,纯组分的逸度和逸度系数的定义式和计算,混合物中组分的逸度和逸度系数的定义和计算,理想溶液和标准态,混合性质的定义,均相液体混合体积变化和混合焓变,过量热力学性质,活度和活度系数的定义,吉布斯-杜亥姆方程、活度系数模型等内容的讲解,使得学生掌握和理解偏摩尔量、逸度和活度、混合性质、过量热力学性质的计算以及理想溶液的性质。

## 6.2 教学重点、难点

### 第 1 章 绪论

重点:热力学的分类及研究方法,化工热力学在过程开发中的作用。

难点:热力学的研究方法。

### 第 2 章 流体的压力, 体积, 温度关系: 状态方程

重点:状态方程应用,PVT 关系普遍化计算,混合规则,真实气体混合物 PVT 关系计算。

难点:真实气体混合物 PVT 关系计算。

### 第 3 章 纯流体的热力学性质计算

重点:剩余性质,真实气体焓和熵的计算。

难点:真实气体焓和熵的计算。

### 第 4 章 热力学第一定律及其应用

重点:热力学第一定律的具体应用。

难点:稳流过程的能量平衡。

---

## 第 5 章 热力循环-热力学第二定律及其应用

重点: 熵的概念, 热力学图表及其应用, 蒸汽动力循环、制冷循环过程的计算。

难点: 熵的概念、熵平衡和蒸汽动力循环、蒸汽压缩制冷循环过程。

## 第 6 章 化工过程热力学分析

重点: 热力学分析的方法, 理想功、损耗功和各种效率的计算。

难点: 焓(有效能)的概念、组成和平衡计算。

## 第 7 章 溶液热力学基础

重点: 偏摩尔量、逸度、逸度系数和活度、活度系数的定义, 过量热力学性质、混合性质的计算, 理想溶液的性质, 吉布斯-杜亥姆方程的应用, 活度系数模型。

难点: 偏摩尔量和标准态。

## 6.3 学时安排

### 第 1 章 绪论 (2 学时)

### 第 2 章 流体的压力, 体积, 温度关系: 状态方程 (8 学时)

#### § 2.1 纯物质 PVT 行为 (1 学时)

#### § 2.2 流体的状态方程式 (2 学时)

#### § 2.3 对应态原理的应用 (2 学时+自学)

#### § 2.4 液体的 PVT 关系 (1 学时+自学)

#### § 2.5 真实气体混合物 (2 学时)

#### § 2.6 立方型方程的剖析 (自学)

### 第 3 章 纯流体的热力学性质 (6 学时)

#### § 3.1 热力学关系式 (1 学时)

#### § 3.2 焓变和熵变的计算 (1 学时)

#### § 3.3 剩余性质 (1 学时)

#### § 3.4 用剩余性质计算气体热力学性质 (1 学时)

#### § 3.5 液体的热力学性质 (1 学时)

#### § 3.6 两相系统 (1 学时+自学)

### 第 4 章 热力学第一定律及其应用 (6 学时)

- 
- § 4.1 闭系非流动过程的能量平衡 (1 学时)
  - § 4.2 开系流动过程的能量平衡 (1 学时)
  - § 4.3 流动过程的能量平衡 (2 学时)
  - § 4.4 气体压缩过程 (2 学时)
  - 第 5 章 热力循环-热力学第二定律及其应用 (8 学时)
  - § 5.1 热力学第二定律 (1 学时)
  - § 5.2 熵 (1 学时)
  - § 5.3 热力学图表及其应用 (2 学时)
  - § 5.4 水蒸气动力循环 (2 学时)
  - § 5.5 制冷 (1.5 学时)
  - § 5.6 热泵 (0.5 学时)
  - 第 6 章 化工过程热力学分析 (10 学时)
  - § 6.1 基本理论 (3 学时)
  - § 6.2 化工单元过程热力学分析 (2 学时)
  - § 6.3 三种常规的过程热力学分析法 (4 学时)
  - § 6.4 节能理论进展和合理用能 (1 学时+自学)
  - 第 7 章 溶液热力学基础 (8 学时)
  - § 7.1 溶液的热力学性质 (1 学时)
  - § 7.2 逸度和逸度系数 (1 学时)
  - § 7.3 理想溶液和标准态 (2 学时)
  - § 7.4 流体均相混合时的性质变化 (1 学时)
  - § 7.5 活度和活度系数 (1 学时)
  - § 7.6 吉布斯-杜亥姆方程 (1 学时)
  - § 7.7 活度系数模型 (1 学时)
  - § 7.8 电解质溶液热力学简介 (自学)

---

## 7 课程实施

### 7.1 教学单元一

#### 7.1.1 教学日期

教学单元	1单元	授课教师	田海洋	授课题目	绪论
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第1章

#### 7.1.2 教学目标

本教学单元内容为课程的绪论，包括第 1 章 1、2、3 节的内容，属于综述性内容。通过教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.熟悉课程实施大纲；
- 2.了解化工热力学在过程开发中的地位和作用；
- 3.掌握热力学的研究方法；
- 4.了解化工热力学的发展和研究范畴、方法、特点；

#### 7.1.3 教学内容

1. 课程实施大纲
2. 介绍热力学的分类及发展
3. 化工热力学在过程开发中的作用
4. 化工热力学的研究范畴、方法及特点
5. 学习化工热力学的意义

重点：

1. 热力学的分类及研究方法；
2. 化工热力学在过程开发中的作用。

#### 7.1.4 教学过程

- 1.教师自我介绍。

2.组织学生学习 and 了解课程实施大纲；了解课程的性质和地位，要求每个学生要在课前预习和课后阅读课程实施大纲的相关内容，并同意遵守课程实施大纲

---

当中所确定的责任与义务。

2.介绍绪论的学习内容，让同学们了解热力学的发展和研究方法，明确课程教学目标和学习本课程的方法，掌握化工热力学的三要素（原理-模型-应用）。

3.本单元结束前简要介绍第 2 教学单元的主要内容，提出预习的相关要求。

### 7.1.5 教学方法

讲授法、提问法和案例分析。

### 7.1.6 作业安排及课后思考

作业安排：熟悉教学实施大纲，预习下一节课内容

课后思考：

1、怎么才能学好本课程？

2、课程在化学工业过程中处于什么环节，对以后的学习和职业生涯有何帮助？

## 7.2 教学单元二

### 7.2.1 教学日期

教学单元	2单元	授课教师	田海洋	授课题目	纯流体的PVT行为和状态方程式
授课时数	3学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第2章

### 7.2.2 教学目标

本教学单元 3 学时，包括第 2 章 1、2 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.熟悉纯物质 PVT 关系的几种表达方式（图、表、状态方程式）；
- 2.掌握纯物质的 P-T 图、P-V 图的构成及各点、线、面的意义；
- 3.了解纯流体状态方程式（EOS 法）的 3 种类型（理想气体方程、立方型方程、多参数方程）以及各方程的适用范围和参数物理意义；
- 4.能够熟练运用 RK 方程和维里方程进行真实气体 PVT 关系计算。

---

### 7.2.3 教学内容

1. 纯物质 PVT 行为

PVT 图、P-T 图、P-V 图。

2. 纯流体状态方程式 (EOS)

理想气体状态方程，范德瓦尔斯方程、R-K 方程，SRK 方程、PR 方程，维里方程、BWR 方程、M-H 方程等。

重点：

1. P-V 图的构成和各点线面的意义；

2. 各状态方程的适用范围和参数的物理意义；

3. RK 方程和维里方程的计算 PVT 关系。

难点：

RK 方程计算流体的体积  $V$  的迭代方法。

### 7.2.4 教学过程

1. 讲解纯物质 PVT 行为的几种表达方式；

2. 分析 PVT 关系图的构成及各点线面的意义，让学生对 P-T 图、P-V 图有深刻认识，并掌握其用途；

3. 直接提出各种状态方程式数学模型，重点讲解其适用范围和参数的物理意义，要求学生熟练掌握 RK 方程和维里方程的计算，同时熟悉 RK 方程迭代计算过程；

4. 本单元结束时简要介绍第 3 教学单元的主要内容，提出预习和自学的相关要求。

### 7.2.5 教学方法

本单元采用教师讲解+学生预习+课堂提问的形式完成。

### 7.2.6 作业安排及课后思考

作业安排：第 2 章习题 2-1 (1) (2)，2-2，2-4 (1) (教材第 58 页)

课后思考：

1. 总结各状态方程的适用条件。

## 7.3 教学单元三

### 7.3.1 教学日期

教学单元	3单元	授课教师	田海洋	授课题目	对应态原理和液体PVT关系
授课时数	3学时	授课日期		授课方式	教师讲解+提问+自学+辅导答疑
授课地点				章节	第2章

### 7.3.2 教学目标

本教学单元 3 学时，包括第 2 章 3、4 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.掌握对应态原理的应用；
- 2.熟悉 PVT 关系的普遍化计算方法；
- 3.熟练掌握两参数、三参数压缩因子图的应用和查阅方法；
- 4.了解液体的 PVT 关系。

### 7.3.3 教学内容

#### 1.对应态原理的应用

普遍化状态方程式，两参数、三参数普遍化压缩因子图以及偏心因子，普遍化第二维里系数关联式。

#### 2.液体的 PVT 关系

重点：

- 1.两参数、三参数普遍化压缩因子图及应用。
- 2.普遍化第二维里系数法。

难点：

普遍化状态方程迭代计算。

### 7.3.4 教学过程

- 1.简单回顾上一节课内容；
- 2.以板书+PPT 形式，介绍 RK 方程和 SRK 方程普遍化迭代计算过程；
- 3.详细讲解对应态原理的应用，引出两参数、三参数普遍化压缩因子法、普遍化第二维里系数法；

4.简要讲解液体的 PVT 关系；

5.本单元结束前简要介绍第 4 教学单元的主要内容,提醒学生做好预习功课。

### 7.3.5 教学方法

本单元采用教师讲解+学生预习+课堂提问+学生自学+教师答疑辅导的形式完成。

### 7.3.6 作业安排及课后思考

作业安排：第 2 章习题 2-1（4），2-4（4）（教材第 58 页）

课后思考：

- 1.纯物质的压缩因子可以采用哪些方法计算？各有何优缺点？
- 2.如何准确查阅压缩因子图，获取热力学数据？

## 7.4 教学单元四

### 7.4.1 教学日期

教学单元	4单元	授课教师	田海洋	授课题目	真实气体混合物+立方型方程的剖析
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+提问+自学+辅导答疑
授课地点				章节	第2章

### 7.4.2 教学目标

本教学单元 2 学时，包括第 2 章 5、6 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.掌握混合规则；
- 2.熟悉真实气体混合物 PVT 关系的计算方法；
- 3.了解临界参数和偏心因子的估算方法、基团贡献法等。

### 7.4.3 教学内容

#### 1.真实气体混合物

混合规则、阿玛格定律，真实气体混合物的状态方程式。

2.临界参数和偏心因子的估算、基团贡献法、立方型状态方程的剖析（学生自学）



重点：

混合规则，真实气体混合物 PVT 关系的计算方法。

难点：

真实气体混合物 PVT 关系的计算和混合规则。

#### 7.4.4 教学过程

1.以板书+PPT 形式，详细讲解几种混合规则和真实气体混合物状态方程，让学生掌握混合规则，并能够计算真实气体混合物 PVT 关系，掌握计算方法和过程思路；

2.本单元结束前对第 2 章要点进行归纳，并简要介绍第 5 教学单元的主要内容，提出预习的相关要求。

#### 7.4.5 教学方法

本单元采用教师讲解+学生预习+课堂提问+学生自学+教师答疑辅导的形式完成。

#### 7.4.6 作业安排及课后思考

作业安排：第 2 章习题 2-11 (1) (2) (3)，2-12 (教材第 58 页)

课后思考：

1.真实气体混合物 PVT 关系有哪些表达方式？

### 7.5 教学单元五

#### 7.5.1 教学日期

教学单元	5单元	授课教师	田海洋	授课题目	热力学关系式、焓熵计算、剩余性质
授课时数	4学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第3章

#### 7.5.2 教学目标

本教学单元 4 学时，包括第 3 章 1、2、3、4 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

1.掌握纯流体的热力学基本关系式

---

2.掌握以  $T$ 、 $P$  为变量的焓变和熵变的计算

3.熟练掌握剩余性质的概念和计算

4.掌握真实气体焓和熵的计算

### 7.5.3 教学内容

1.热力学关系式

四个热力学基本方程式，四个 Maxwell 关系式

2.以  $T$ 、 $P$  为变量的焓变和熵变的计算

3.剩余性质概念及计算

4.用剩余性质计算气体热力学性质

重点：

1.剩余性质的计算；

2.以  $T$ 、 $P$  为变量的真实气体焓变和熵变的计算。

难点：

热力学关系式及  $dH$ 、 $dS$  方程的推导。

### 7.5.4 教学过程

1.以板书+PPT 形式讲解，四个热力学基本方程式，详细介绍  $dH$ 、 $dS$  方程的推导过程；

2.详细讲解剩余性质及真实气体焓变和熵变的计算方法，让学生掌握引入剩余性质的作用，并通过例题分析讲解，进一步让学生熟悉利用剩余性质计算真实气体焓变和熵变的思路；

3.本单元课程结束前简要介绍第 6 教学单元的主要内容，提出预习和自学的相关要求。

### 7.5.5 教学方法

本单元采用教师讲解+学生预习+课堂提问的形式完成。

### 7.5.6 作业安排及课后思考

作业安排：第 3 章习题 3-4（教材第 92 页）

课后思考：

1.引入剩余性质的作用？剩余性质可以采用哪些方法计算？

---

2.思考焓变、熵变计算的作用，归纳有哪些计算方法？与后续课程的关联？

## 7.6 教学单元六

### 7.6.1 教学日期

教学单元	6单元	授课教师	田海洋	授课题目	液体热力学性质、 两相系统
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+学生自 学+辅导答疑
授课地点				章节	第3章

### 7.6.2 教学目标

本教学单元 2 学时，包括第 3 章 5、6 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.理解液体的热力学性质及计算；
- 2.理解两相系统；
- 3.了解蒸汽压和汽化焓估算方法。

### 7.6.3 教学内容

- 1.液体的热力学性质

以  $T$ 、 $P$  为变量表达焓变和熵变，以  $T$ 、 $V$  为变量表达内能和熵变。

- 2.两相系统

Clapeyron 方程式，蒸汽压和汽化焓的估算。

- 3.第 2、3 章作业（习题）点评

### 7.6.4 教学过程

- 1.结合多媒体课件，引入液体的体积膨胀系数、等温压缩率等特征参数，推导以  $T$ 、 $P$  为变量表达的焓变和熵变，以  $T$ 、 $V$  为变量表达的内能和熵变，得出液体的  $dH$ 、 $dS$ 、 $dU$  方程；

- 2.从物理化学两相系统相平衡判据出发，推导得出 Clapeyron 方程式，从而引入蒸汽压和汽化焓的估算方法，同时安排学生课后进一步自学此部分内容，让学生熟悉蒸汽压和汽化焓的估算思路；

- 3.本单元课程结束前对第 3 章知识进行归纳总结，同时简要介绍第 7 教学单元的主要内容，提出预习的相关要求；

### 7.6.5 教学方法

本单元采用教师讲解+学生预习+学生自学+教师辅导答疑的形式完成。

### 7.6.6 作业安排及课后思考

课后思考：

- 1.通过自学思考蒸汽压和汽化焓估算的计算过程和思路。

## 7.7 教学单元七

### 7.7.1 教学日期

教学单元	7单元	授课教师	田海洋	授课题目	闭系、开系、稳流过程能量平衡
授课时数	4学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第4章

#### 7.7.2 教学目标

本教学单元 4 学时，包括第 4 章 1、2、3 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.掌握闭系非流动过程的能量平衡；
- 2.熟练掌握开系、稳流过程的能量平衡及应用。

### 7.7.3 教学内容

闭系非流动过程的能量平衡，开系流动过程的能量平衡，稳流过程的能量平衡，开系稳流过程的热力学第一定律各种简化形式及其应用，可逆轴功的概念和计算式，热量衡算。

重点：开系稳流过程的热力学第一定律及其应用。

### 7.7.4 教学过程

1.用 5 分钟左右提问，内容为与本教学单元有关的物理化学知识（封闭体系能量平衡），让学生进一步巩固相关内容，同时掌握与本节内容的关系，从而引入第 4 章学习的目的；

2.以 PPT 形式讲解，重点讲分析思路和方法，数学推导过程不作要求，只要求掌握推导结果及其工程应用。推导得出开系稳流过程的热力学第一定律的数学表达式，详细讲解开系稳流过程的热力学第一定律各种简化形式及其应用；推导

---

可逆轴功的公式；讲解热量衡算的计算步骤，并通过图示、实例分析开系稳流过程能量衡算，让学生掌握计算思路和方法，为化工设计和化工原理课程设计等课程的能量衡算打下基础。

### 7.7.5 教学方法

本单元采用教师讲解+学生预习+课堂提问的形式完成。

### 7.7.6 作业安排及课后思考

作业安排：第4章习题4-1，4-2，4-8（教材第117页）

课后思考：

- 1.能量衡算的基本思路和注意事项？

## 7.8 教学单元八

### 7.8.1 教学日期

教学单元	8单元	授课教师	田海洋	授课题目	气体压缩过程
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问+课堂练习
授课地点				章节	第4章

### 7.8.2 教学目标

本教学单元2学时，包括第4章4节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.掌握压缩过程热力学分析；
- 2.熟悉可逆等温压缩、绝热压缩、多变压缩过程轴功的计算；
- 3.了解压缩机类型。

### 7.8.3 教学内容

气体压缩过程：压缩过程热力学分析；等温压缩、绝热压缩、多变压缩过程可逆轴功的计算；多级压缩功的计算；气体压缩实际功耗。

重点：压缩过程热力学分析。

### 7.8.4 教学过程

- 1.重点进行压缩过程热力学分析，要求掌握几种压缩过程可逆轴功的计算及能耗比较分析。为化工工艺设计过程流体输送的能耗分析打下基础。

2.课堂练习 15 分钟：选择课本外的热力学第一定律应用的习题做随堂练习，考察学生对热力学第一定律的掌握情况。

3.本单元课程结束前归纳第 4 章要点，简要介绍第 9 教学单元的主要内容，提出预习的相关要求。

### 7.8.5 教学方法

本单元采用教师讲解+ 课堂提问+课堂练习的形式完成。

### 7.8.6 作业安排及课后思考

课堂作业：补充课本外的习题，课堂练习

课后思考：

1.何种方式输送气体（气体压缩）最节能（即功耗最低）？

## 7.9 教学单元九

### 7.9.1 教学日期

教学单元	9单元	授课教师	田海洋	授课题目	热力学第二定律，熵
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第5章

### 7.9.2 教学目标

本教学单元 2 学时，包括第 5 章 1、2 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.掌握热力学第二定律的三种表达；
- 2.理解熵的概念及物理意义；
- 3.熟练掌握三种体系的熵平衡式。

### 7.9.3 教学内容

1.热力学第二定律的三种表述

有关热流方向的表述(克劳修斯说法)；有关循环过程的表述(开尔文说法)；有关熵的表述（熵增原理）。

2.熵的概念

熵的物理意义，可逆热机效率的提出；熵流、熵产和熵变的概念；闭系、开系、孤立体系热力学第二定律表达式和熵平衡式。

重点：熵的概念，三种体系熵平衡式。

难点：熵的概念。

#### 7.9.4 教学过程

- 1.介绍热源、功源、热机、热机效率的概念，同时引入第 5 章学习的目的；
- 2.以 PPT+板书形式讲解，通过例题讲解和分析推导提出可逆热机效率的表达式，同时引出三种体系热力学第二定律表达式及熵平衡应用。

#### 7.9.5 教学方法

本单元采用教师讲解+学生预习+课堂提问的形式完成。

#### 7.9.6 作业安排及课后思考

作业安排：第 5 章习题 5-1，5-2，5-4，5-5，5-6（教材第 146 页）

课后思考：

- 1.热力学第二定律的三种不同表达方式所阐明的客观规律是否相同，是否等效？
- 2.熵流、熵产和熵变是否为同一概念？

### 7.10 教学单元十

#### 7.10.1 教学日期

教学单元	10单元	授课教师	田海洋	授课题目	热力学图表及应用
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+图表查阅训练
授课地点				章节	第5章

#### 7.10.2 教学目标

本教学单元 2 学时，包括第 5 章第 3 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.掌握热力学性质图（T-S 图、h-S 图、p-h 图）的构成和各点线面的物理意义；
- 2.能够熟练应用 T-S 图描述物系状态变化过程；

3.能够熟练查阅氨的 T-S 图 5-6 (b)、水蒸气的 h-S 图 5-12(b)以及热力学性质表（水蒸汽性质表附表 3），获得热力学数据；

4.能够利用杠杆规则计算干度和相关热力学变量（h 和 S）。

### 7.10.3 教学内容

热力学图表及其应用：T-S 图、h-S 图、p-h 图；水蒸气性质表。

重点：T-S 图的应用。

难点：T-S 图的应用。

### 7.10.4 教学过程

1. 以 PPT+板书形式讲解，通过图示讲解热力学性质图（T-S 图、h-S 图、p-h 图）的构成，分析各点线面的物理意义，并介绍杠杆规则、连线规则的应用，以及干度的概念和计算；

2. 利用多媒体动画在 T-S 图上演示等压加热、等压冷却、节流膨胀、等熵膨胀或压缩等化工过程，并分析相关过程的功和热计算方法；

3. 让学生查阅热力学图、表获取相关热力学数据，让学生掌握内插和外推法查阅图、表的方法；

### 7.10.5 教学方法

本单元采用教师讲解+学生预习+图表查阅训练的形式完成。

### 7.10.6 作业安排及课后思考

作业安排：第 5 章习题 5-8（教材第 146 页）

课后思考：

1.热力学数据的获得方式有哪些？比较其方便性、准确性？

## 7.11 教学单元十一

### 7.11.1 教学日期

教学单元	11单元	授课教师	田海洋	授课题目	水蒸汽动力循环
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第5章



---

### 7.11.2 教学目标

本教学单元 2 学时，包括第 5 章 4 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.掌握水蒸气动力循环（朗肯循环）原理、过程及其 T-S 图的表示、热效率的计算。
- 2.朗肯循环的改进（提高热效率的办法）。

### 7.11.3 教学内容

#### 1.水蒸气动力循环

卡诺循环，朗肯循环及改进，热效率。

重点：朗肯循环过程原理和相关计算，提高热效率的办法。

难点：水蒸气动力循环原理。

### 7.11.4 教学过程

- 1.用 10 分钟左右提问，内容为卡诺循环包括的几个过程及目的意义，实际应用存在的问题，从而引出朗肯循环过程。
- 2.通过例题分析，阐明热力学第一、第二定律的应用及循环过程各步骤热和功的计算。
- 3.通过影响热效率因素的分析，提出提高朗肯循环热效率的措施和具体应用。

### 7.11.5 教学方法

本单元的教学方法是预习+教师讲解+提问等形式。

### 7.11.6 作业安排及课后思考

作业安排：第 5 章习题 5-11，5-12（教材第 147 页）

课后思考：

- 1.卡诺循环不能够实现的原因？
- 2.提高热效率的关键是什么？朗肯循环如何提高热效率？

## 7.12 教学单元十二

### 7.12.1 教学日期

教学单元	12单元	授课教师	田海洋	授课题目	制冷、热泵
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第5章

### 7.12.2 教学目标

本教学单元 2 学时，包括第 5 章 5、6 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.掌握制冷原理、蒸汽压缩制冷循环；
- 2.掌握热泵的应用。

### 7.12.3 教学内容

#### 1.制冷

制冷原理与逆卡诺循环、蒸汽压缩制冷循环、制冷系数、吸收式制冷循环、制冷工质的选择。

#### 2.热泵

制热原理，制热系数。

重点：蒸汽压缩制冷循环原理及相关计算，热泵原理及应用。

难点：实际蒸汽压缩制冷原理。

### 7.12.4 教学过程

1.介绍蒸汽压缩制冷循环过程，并分析影响制冷系数的因素，从而提出改进办法。

2.对于制冷工质的选择，阐明经济、实用、可靠性。

3.与制冷过程对比，提出另一个逆循环过程（热泵），通过工厂实例分析热泵技术的应用。

4.本单元课程结束前，归纳第 5 章要点，简要介绍第 13 教学单元的主要内容，提出预习的相关要求。

### 7.12.5 教学方法

本单元的教学方法是预习+教师讲解+提问等形式。

### 7.12.6 作业安排及课后思考

作业安排：第 5 章习题 5-14（教材第 147 页）

---

课后思考：

- 1.制冷与制热原理是否相同？
- 2.影响制冷系数的主要因素是什么？如何提高制冷系数？

## 7.13 教学单元十三

### 7.13.1 教学日期

教学单元	13单元	授课教师	田海洋	授课题目	基本理论
授课时数	3学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第6章

### 7.13.2 教学目标

本教学单元 3 学时，包括第 6 章 1 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.了解能量的级别和品位；
- 2.掌握理想功、损耗功、热力学效率的概念和计算。

### 7.13.3 教学内容

能量的级别与形式；稳流过程的理想功；稳定流动化学反应过程的理想功的计算；热力学效率；不可逆过程的损耗功。

重点：

理想功、损耗功、热力学效率的计算。

难点：

理想功、损耗功、热力学效率的概念。

### 7.13.4 教学过程

1.回顾第 4 章关于能量的分类，提出进行过程热力学分析的目的，从而引出节能降耗的经济观点以及国家重视节能降耗的迫切性，让学生有节能的工程意识，掌握化工节能分析的重要性。

2.以 PPT+板书形式，利用多媒体推出理想功的计算公式，并通过例子说明影响理想功的因素。提出热力学效率的公式，同时阐明过程的不可逆程度直接影响热力学效率的大小，进而引出不可逆过程的损耗功的概念与计算公式，通过例题分析讲解几种不同情况下损耗功的计算，阐明化工生产过程管道、设备保温的

---

重要性。

### 7.13.5 教学方法

本单元的教学方法是预习+教师讲解+提问等形式。

### 7.13.6 作业安排及课后思考

作业安排：第 6 章习题 6-1，6-2，6-4（教材第 194-195 页）

课后思考：

- 1.为什么要进行过程热力学分析？目的意义是什么？
- 2.理想功是状态函数还是过程函数？

## 7.14 教学单元十四

### 7.14.1 教学日期

教学单元	14单元	授课教师	田海洋	授课题目	化工单元过程热力学分析
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第6章

### 7.14.2 教学目标

本教学单元 2 学时，包括第 6 章 2 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.掌握化工单元过程产生损耗功的原因及影响因素；
- 2.掌握化工单元过程降低能耗、提高热力学效率可以采用的办法。

### 7.14.3 教学内容

流体流动过程、传热过程、分离过程、化学反应过程的热力学分析。

重点：流体流动过程、传热过程热力学分析。

难点：化工单元过程影响能耗的因素分析。

### 7.14.4 教学过程

1.回顾化工原理课程讲述了哪些单元过程？为什么化工单元过程存在能耗问题？产生原因是什么？提出单元过程热力学分析的目的；

2.以 PPT+板书形式，利用多媒体推出各单元过程损耗功的具体表达式，并

---

分析影响因素，提出改进措施。通过例题分析讲解传热过程几种不同情况下理想功、损耗功、热力学效率的计算，精馏过程如何利用低温位能量（热泵技术的利用），化学反应过程如何利用反应热。

#### 7.14.5 教学方法

本单元采用教师讲解+学生预习+课堂提问等形式完成。

#### 7.14.6 作业安排及课后思考

作业安排：第 6 章习题 6-7，6-8（教材第 195 页）

课后思考：

1.流体流动过程降低与哪些因素有关？是否管径越大越好？如何选择合适的管径和流速？

2.传热过程设备为什么要保温处理？如何提高热力学效率？

### 7.15 教学单元十五

#### 7.15.1 教学日期

教学单元	15单元	授课教师	田海洋	授课题目	三种热力学分析方法、合理用能
授课时数	5学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第6章

#### 7.15.2 教学目标

本教学单元 5 学时，包括第 6 章 3、4 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.理解焓（有效能）的概念、组成；
- 2.掌握焓（有效能）的计算；
- 3.熟悉热力学分析的三种方法，并灵活应用；
- 4.掌握化工过程用能的基本原则。

#### 7.15.3 教学内容

1.热力学分析的三种方法

焓（有效能）和焓（无效能）的概念，焓（有效能）和焓（无效能）的组成

---

和计算，两种效率（第一定律效率和第二定律效率），热力学分析的三种方法（能量衡算法、熵分析法、焓分析法）。

## 2.节能理论进展与合理用能

重点：热力学分析的三种方法。

难点：焓（有效能）的概念、组成和计算。

### 7.15.4 教学过程

1.以 PPT+板书形式，利用多媒体从能量品质及其利用程度的角度出发，引出焓（有效能）和熵（无效能）的概念，以及焓（有效能）的组成和计算，阐明理想功与焓的关系；

2.结合各种能量利用率不同，提出两种损失和两种效率，同时归纳前面课程内容所学的有关效率或性能参数分别属于哪种效率范畴，让学生理解和掌握其应用；

3.通过例题分析阐明三种热力学分析方法的基本思路、要点以及不同之处，并说明合理用能的基本原则；

4.本单元课程结束前，对第 6 章要点进行归纳

### 7.15.5 教学方法

本单元采用教师讲解+学生预习+课堂提问等形式完成。

### 7.15.6 作业安排及课后思考

作业安排：第 6 章习题 6-11（教材第 195 页）

课后思考：

1.比较三种热力学分析方法的异同？

2.合理用能的基本原则是什么？

## 7.16 教学单元十六

### 7.16.1 教学日期

教学单元	16单元	授课教师	田海洋	授课题目	溶液热力学性质、逸度和逸度系数
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第7章

---

### 7.16.2 教学目标

本教学单元 2 学时，包括第 7 章 1、2 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

1. 了解变组成体系的热力学性质，熟练掌握偏摩尔量的概念；
2. 掌握逸度和逸度系数的定义和计算方法。

### 7.16.3 教学内容

1. 变组成体系的热力学性质

开系热力学关系式；化学位；偏摩尔性质。

2. 逸度和逸度系数

纯组分的逸度和逸度系数的定义式和计算；混合物中组分的逸度和逸度系数的定义和计算。

**重点：**偏摩尔性质，逸度和逸度系数的定义。

**难点：**偏摩尔性质。

### 7.16.4 教学过程

1. 用 10 分钟左右提问，回顾物理化学中与本单元有关的概念，以及第 3 章封闭体系定组成热力学关系式，从而引出本单元开系变组成热力学关系式，由此提出化学位和偏摩尔性质的概念，以及第 7 章学习的目的。

2. 以 PPT + 板书形式，推导截距法计算偏摩尔性质的公式，例题分析计算过程。

3. 本单元公式较多，利用多媒体方式结合热力学基本关系式和流体的 PVT 关系，从理想气体性质推出真实气体性质（逸度和逸度系数的定义）及计算方法。

4. 本单元课程结束前，简要介绍第 17 教学单元的主要内容，提出预习的相关要求。

### 7.16.5 教学方法

本单元内容偏理论，概念、定义、符号繁多，有大量公式，推导过程多，通过课

---

前认真组织制作 PPT 课件，利用现代多媒体教学技术进行演示，结合课堂板书分析讲解，使学生理解和掌握重点和难点。本单元采用教师讲解+学生预习+课堂提问等形式完成。

#### 7.16.6 作业安排及课后思考

**作业安排：**第7章习题 7-3（教材第 241 页）

**课后思考：**

1. 化学位与偏摩尔量的关系？
2. 计算纯物质逸度或逸度系数的方法有哪些？
3. 用下列截项的维里方程公式

### 7.17 教学单元十七

#### 7.17.1 教学日期

教学单元	17单元	授课教师	田海洋	授课题目	理想溶液和标准态
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第7章

#### 7.17.2 教学目标

本教学单元 2 学时，包括第 7 章3 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

1. 掌握理想溶液性质和两种标准态。

#### 7.17.3 教学内容

1. 理想溶液和标准态

理想溶液的定义、性质，两种标准态的确定。

**重点：**理想溶液的性质。

**难点：**两种标准态。

#### 7.17.4 教学过程

1. 用5分钟左右提问，回顾物理化学中与本单元有关的概念；
2. 对于复杂对象，可先研究其理想模型，然后将其加以适当修正，就可以得出某



些特征和规律，为此引入理想溶液的性质，以及以理想溶液和理想稀溶液为基础的两种标准态。讲解理想溶液的定义、化学位、偏摩尔性质、摩尔性质、混合性质。

3. 用30分钟左右点评第4、5、6章作业存在的共性问题，并分析提出参考答案。

4. 本单元课程结束前，简要介绍第19教学单元的主要内容，提出预习的相关要求。

### 7.17.5 教学方法

本单元内容偏理论，概念、定义、符号繁多，有大量公式，推导过程多，通过课前认真组织制作 PPT 课件，利用现代多媒体教学技术进行演示，结合课堂板书分析讲解，使学生理解和掌握重点和难点。本单元采用教师讲解+学生预习+课堂提问等形式完成。

### 7.17.6 作业安排及课后思考

作业安排：第7章习题 7-17(1)、(2)、(3)（教材第 242 页）

课后思考：

1. 理想溶液有哪些特征？哪些性质等于零，哪些不等于零？
2. 两种标准态有什么不同？

## 7.18 教学单元十八

### 7.18.1 教学日期

教学单元	18单元	授课教师	田海洋	授课题目	混合性质，活度和活度系数
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问
授课地点				章节	第7章

### 7.18.2 教学目标

本教学单元 2 学时，包括第 7 章4、5 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

1. 掌握均相液体混合时的性质变化；
2. 掌握活度和活度系数的定义和计算。

---

### 7.18.3 教学内容

#### 1. 液体均相混合时的性质变化

混合性质的定义，混合体积变化和混合焓变，过量热力学性质。

#### 2. 活度和活度系数

活度和活度系数的定义，两种归一化。

**重点：**活度和活度系数的定义，混合性质和过量热力学性质的

定义与计算。**难点：**归一化。

### 7.18.4 教学过程

1. 用 5 分钟左右提问，回顾物理化学中与本单元有关的概念活度，以及第 17 单元关于理想溶液的性质。

2. 提出真实溶液混合性质和过量热力学性质定义，以及不同标准态下混合体积变化和混合焓变的表达式。

3. 提出活度和活度系数的定义。

4. 通过例题讲解和分析计算思路。

5. 本单元课程结束前，提出第 19 教学单元预习要求。

### 7.18.5 教学方法

本单元内容偏理论，概念、定义、符号繁多，有大量公式，通过课前认真组织制作PPT 课件，利用现代多媒体教学技术进行演示，结合课堂板书和例题分析讲解，使学生理解和掌握重点和难点。本单元采用**教师讲解+课堂提问**等形式完成。

### 7.18.6 作业安排及课后思考

**作业安排：**课外作业第 7 章习题 7-16，7-17（4）（教材第 242 页）

**课后思考：**

1. 二元系的混合体积有哪些表达方式？

2.  $\ln \gamma_i$  是不是偏摩尔量？

3. 活度系数的表达式与标准态（基准）的选择是否有关？

---

## 7.19 教学单元十九

### 7.19.1 教学日期

教学单元	19单元	授课教师	田海洋	授课题目	吉布斯—杜亥姆方程，活度系数模型
授课时数	2学时	授课日期		授课方式	教师讲解+课堂提问 学生自学+课堂练习
授课地点				章节	第7章

### 7.19.2 教学目标

本教学单元 2 学时，包括第 7 章6、7、8 节的内容。通过此教学单元的学习，应达到以下教学目标：

1. 熟练应用吉布斯—杜亥姆方程；
2. 熟悉活度系数模型。

### 7.19.3 教学内容

1. 吉布斯—杜亥姆方程
2. 活度系数模型

过量自由焓与活度系数模型，正规溶液，无热溶液，Wohl 型方程，似晶格理论，局部组成型方程。

3. 电解质溶液热力学简介（学生自学）

**重点：**吉布斯—杜亥姆方程的应用，正规溶液和无热溶液的特征。

**难点：**活度系数模型。

### 7.19.4 教学过程

1. 用 5 分钟左右提问，回顾物理化学中与本单元有关的概念，结合物理化学有关知识，提出吉布斯—杜亥姆方程，例题分析其应用过程。

2. 活度系数模型部分公式繁而多，用多媒体方式演示讲解，不推导过程，目的是让学生了解模型的用途。

3. 电解质溶液热力学简介部分安排学生自学，然后辅导答疑。

4. 课堂练习 15 分钟：安排学生随堂独立完成课本第 243 页习题 7-19，此题属于综合性题，有一定难度，考查学生对本章知识点的掌握程度。

5. 本单元课程结束前，归纳总结第 7 章要点，并提出期末课程总复习的相关要求和考试注意事项、考前答疑安排等。

### 7.19.5 教学方法

本单元内容偏理论，概念、定义、符号繁多，有大量公式，通过课前认真组织制作PPT 课件，利用现代多媒体教学技术进行演示，结合课堂板书和例题分析讲解，使学生理解和掌握重点和难点，部分内容安排学生自学，通过教师辅导答疑方式解决问题。本单元采用**教师讲解+课堂提问+学生自学+课堂练习**等形式完成。

### 7.19.6 作业安排及课后思考

**作业安排：**课外作业第 7 章习题 7-4，7-17（5）（6）（教材第 241-242 页）课堂作业第 7 章习题 7-19（教材第 243 页）

**课后思考：**

1. 吉布斯—杜亥姆方程的主要用途？
2. 活度系数模型的用途？
3. 正规溶液、无热溶液有哪些特征？
4. 如何利用活度系数与组成的函数表达式求过量自由焓的表达式？

## 7.20 期中考试单元

### 7.16.1 教学日期

教学单元	13单元	授课教师	田海洋	授课题目	化工热力学期中考试
授课时数	2学时	授课日期	机动	授课方式	开卷考试
授课地点	机动（课外安排）			章节	第 1-45章内容

### 7.16.2 教学目标

此教学单元安排 2 学时，是课程的综合训练内容。通过教学单元的学习，应达到以下教学目标：

- 1.考察学生对前 5 章内容的学习情况；
- 2.考察学生对教学方法的适应情况；
- 3.考察学生的自学情况；
- 4.巩固知识。

---

### **7.16.3 教学过程**

1.教师准备考卷，题型有填空题、判断题、选择题、简答题、计算题等，考核内容和题量符合开卷考试形式；

2.以课外单独找时间和地点的形式进行。

### **7.16.4 教学方法**

本单元教学方法是学生独立完成。

---

## 8 课程要求

### 8.1 学生自学要求

采用预习+学习+复习的自学模式，掌握化工热力学处理问题的方法之特点。着重于基本概念和理论的理解，对重要的公式加以推导。注意计算正确。作业独立完成，思路明确，步骤清晰，计算基准、单位要妥当。

### 8.2 课外阅读要求

能够阅读相关课外文献资料，拓宽视野，激发对热力学的兴趣，会查阅相关热力学数据手册，有问题应及时找老师辅导答疑，共同解决问题。

### 8.3 课堂讨论的要求

当老师提出课堂讨论时，同学们要充分发挥自己的主观能动性，积极参与讨论，主动的去探究并获取知识，这个讨论学习的过程将给同学们留下深刻印象，加深对问题的理解度。回答问题起立回答，尊重老师和同学。

---

## 9 课程考核

### 9.1 出勤（迟到、早退等）、作业等的要求

按照每章的基本要求和重点布置，教师至少批改所有学生作业的三分之一。学生应遵守课堂纪律，不得迟到、早退、旷课等，老师将进行不定期点名，出勤情况将计入平时成绩，如请假需按学校或学院相关规定办理书面手续。学生应按照任课教师的要求，独立完成作业，不得有篡改或抄袭他人作业等行为。

### 9.2 成绩的构成与评分规则说明

#### A、成绩评定依据

1) 平时成绩以 100 分计算，由以下内容构成：

(作业情况+期中考试)的平均分 — (出勤扣分+缺作业扣分)

a) 出勤情况：

旷课一次扣 5 分，迟到、早退一次扣 2 分，累计超过总课时的 1/3 者，取消考核资格。

b) 作业完成情况：单次作业评分标准：

分为 A<sup>+</sup>, A, A<sup>-</sup>, B<sup>+</sup>, B, B<sup>-</sup>, C<sup>+</sup>, C, C<sup>-</sup>, D<sup>+</sup>, D, D<sup>-</sup>, E<sup>+</sup>, E, E<sup>-</sup>等级；  
(分别对应百分制中 100, 95, 90, 88, 85, 80, 78, 75, 70, 68, 65, 60, 58, 55, 50)

作业完成情况评分标准：作业得分，应为各次作业得分数之和除以作业的相应次数。缺作业一次扣 5 分。

c) 期中考试：

满分为 100 分，开卷，独立完成。

2) 期末考试成绩：

满分为 100 分。闭卷考试，重点测试学生的基础知识、实际应用知识和解决实际问题的能力。

#### B、成绩评定

总成绩计算公式：最终成绩=平时成绩×40%+期末考试成绩×60%

---

### 9.3 考试形式及说明（含补考）

本门课程为考试，重点测试学生的基础知识和实际应用能力。主要题型为判断题、选择题、填空题、简答题和计算题。其中三基型（基础知识，基本理论，基本技能）70%；综合运用型 20%，提高扩展型 10%。



---

## 10 学术诚信规定

### 10.1 考试违规与作弊

学生必须遵守考试纪律，严禁考试违纪或考试作弊，考试违规与作弊按照四川轻化工大学学生考试违纪和作弊处理办法处理。

### 10.2 其它诚信规定

学生在作业环节中应按照任课教师的要求完成作业；学生作业的不诚信行为包括：

- 1.篡改或抄袭他人作业；
- 2.由他人代替或代替他人完成作业；
- 3.违反上述规定者，本次作业记为 0 分。

---

## 11 课堂规范

### 11.1 课堂纪律

教师要求：

- 1.教师不得在上课时间接听私人电话或是做与课堂教学无关之行为；
- 2.按计划完成授课内容，不得早退或是拖延；
- 3.配合学校进行的教学效果评估及调查等工作；
- 4.不断提升自我的教学技能，以适应现代化教学模式。

学生要求：

- 1.上课时不得随意走动、大声喧哗、嬉笑打闹、聊天、打瞌睡、玩手机等行为。
- 2.上课时不得接听和拨打电话，须自觉将手机关闭或设置为静音状态。
- 3.上课时禁止离开教室（上洗手间、喝水、及特殊情况除外）。

### 11.2 课堂礼仪

师生共同遵守：

- 1.每次上课铃响后，由学生干部喊“起立”，学生起立后喊“老师好”，老师还礼，并说“同学们好，请坐下”。
- 2.学生回答问题起立回答，教师应仔细倾听，必要时可靠近回答问题的学生。

教师要求：

- 1.教师应做好课前的所有准备工作，课堂教学仪表要端庄大方；
- 2.教师应注意检查学生的课前准备，稳定学生情绪，调整好课堂纪律；
- 3.教师要设法调动学生的学习积极性和学习兴趣，增加课堂互动性；
- 4.教师组织课堂要严密，按时上、下课；
- 5.不得在上课时间接听私人电话或是做与课堂教学无关之行为；
- 6.教师应在课堂教学中不断试行改革，不断提升自我的教学技能，在某一方面形成自己的特色，做到精益求精。

学生要求：

---

1.上课时不得随意走动、大声喧哗、嬉笑打闹、聊天、打瞌睡、玩手机等行为；

2.上课时不得接听和拨打电话，须自觉将手机关闭或设置为静音状态；

3.服从老师调整学生座位的安排。

---

## 12 课程资源

### 12.1 教材与参考书

- 1.建议教材：朱自强主编，化工热力学（第三版），北京：化学工业出版社。
- 2.主要参考书：
  - [1] 陈钟秀、顾飞燕.化工热力学.北京：化学工业出版社，2006。
  - [2] 陈钟秀、顾飞燕.化工热力学例题与习题.北京：化学工业出版社,2002。
  - [3] 施云海.化工热力学学习指导及模拟试题集萃.上海：华东理工大学出版社，2006。
  - [4] J.M.Smith, H.C.Van Ness. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 7th Ed, 2006.
  - [5] 史密斯.化工热力学导论（中译本），第三版，北京：化学工业出版社，1982。
  - [6] 陈新志.化工热力学，北京：化学工业出版社, 2009。
  - [7] 陈新志，蔡振云，夏薇.化工热力学学习题精解，北京：科学出版社，2005。
  - [8] 张乃文.化工热力学.大连：大连理工大学出版社，2006。

### 12.2 专业刊物

- [1] 化学工程，中文核心期刊，主办：全国化工化学工程设计技术中心站。
- [2] 高校化学工程学报（Journal of Chemical Engineering of Chinese Universities），中文核心期刊，主办：浙江大学。
- [3] 化工学报（Journal of Chemical Industry and Engineering），中文核心期刊，主办：中国化工学会。
- [4] 化工进展(Chemical Industry and Engineering Progress)，中文核心期刊，主办：中国化工学会，化学工业出版社。
- [5] 化学工业与工程(Chemical Industry and Engineering),主办：天津大学和天津化工学会共同主办的化工类学术期刊。

---

## 12.3 网络课程资源

[1] 国家精品课程资源网: <http://www.jingpinke.com/>

[2] 超星学术视频: <http://ssvideo.chaoxing.com/>

[3] 中国大学 MOOC: <https://www.icourse163.org/>

[4] 四川理工学院质量工程网《化工热力学》精品课程网络资源, 各大化工院校(清华大学、南昌大学、华东理工、华南理工、浙江大学、石油大学等)《化工热力学》精品课程共享资源平台; 图书馆资源等。

## 12.4 课外阅读资源

[1] 高光华, 于养信. 化工热力学-基本内容、习题详解和计算程序. 北京: 清华大学出版社, 2000。

[2] 马沛生, 李永红. 化工热力学 通用型. 北京: 化学工业出版社, 2009。

[3] 骆赞椿, 徐汛. 化工节能热力学原理. 北京: 烃加工出版社, 1990。

[4] 王季陶, 现代热力学 基于扩展卡诺定理. 上海: 复旦大学出版社, 2010。

[5] 全苏热工研究所编, 刘纪聪译. 水及水蒸汽的热力学性质表. 北京: 水利电力出版社, 1959。

[6] 胡英. 近代化工热力学 应用研究的新进展. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1994。

[7] 刘长俊. 相律及相图热力学. 北京: 高等教育出版社, 1995。

[8] 张浩勤、章亚东、陈卫航. 化工过程开发与设计. 北京: 化学工业出版社, 2002。

[9] 李淑芬. 现代化工导论. 北京: 化学工业出版社, 2004。

---

## 13 教学合约

### 13.1 阅读课程实施大纲，理解其内容

本课程实施大纲是对课程的教学内容、教学实施方案、师资情况、教学方法等内容说明。请同学们认真阅读学习大纲，并做好相关准备。

### 13.2 同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望

教师对大纲中阐述的标准和期望能很好地理解和执行。同时，希望同学们也能按照大纲的要求完成学习。

## 14 其他说明

欢迎同学们对本课程实施大纲提出意见和建议，我会在今后的教学过程中不断完善课程实施大纲，以便进一步提高教学质量。另外，教学进度和安排可能会根据实际授课情况作适当调整。