

湖南省高等教育自学考试
课程考试大纲

化工热力学
(课程代码: 02485)

湖南省教育考试院组编
2016年12月

高等教育自学考试课程考试大纲

课程名称：化工热力学

课程代码：02485

第一部分 课程性质与目标

一、课程性质与特点

化工热力学是高等教育自学考试化学工程（本科）专业的专业核心课程。它是化学工程的一个重要分支，也是化工过程研究、开发与设计的理论基础。本课程系统介绍了将热力学原理应用于化学工程技术领域的研究方法。它以热力学第一、第二定律为基础，研究化工过程中各种能量的相互转化及其有效利用，深刻阐述了各种物理和化学变化过程达到平衡的理论极限、条件和状态。它是一门理论性与应用性均较强的课程。

二、课程目标与基本要求

设置本课程，考生应掌握化工热力学的基本概念、理论和专业知识；利用化工热力学的原理和模型对化工中涉及到的化学反应平衡原理、相平衡原理等进行分析和研究；利用化工热力学的方法对化工中涉及的物系的热力学性质和其它化工物性进行关联和推算；并学会利用化工热力学的基本理论对化工中能量进行分析等。

通过本课程学习，要求考生：

1. 正确理解化工热力学的有关基本概念和理论；
2. 理解各个概念之间的联系和应用；
3. 掌握化工热力学的基本计算方法；
4. 能理论联系实际，灵活分析和解决实际化工生产和设计中的有关问题。

三、与本专业其它课程的关系

化工热力学是化工类专业必修的专业基础课程，它与化学工程专业的许多其它课程有着十分密切的关系。物理化学是本课程的基础，同时本课程又是化工原理、化工设计、反应工程、化工分离过程等课程的基础和指导。

第二部分 考核内容与考核目标

第一章 绪论

一、学习目的与要求

通过本章学习，正确认识“热”的概念及人们对于“热”的认识发展过程；了解化工热力学的主要内容及研究方法。

二、考核知识点与考核目标

（一）什么是“热”（一般）

识记：人们对于“热”的几种认识；“热”概念的发展过程

- (二) 化工热力学的主要内容 (次重点)
 - 识记: 化工热力学的主要内容
 - 理解: “化工热力学”与“物理化学”的主要区别
- (三) 化工热力学的研究方法 (一般)
 - 识记: 化工热力学的研究方法有经典热力学方法和分子热力学方法。

第二章 $p-V-T$ 关系和状态方程

一、学习目的与要求

通过本章的学习,能熟练掌握流体(特别是气体)的各种类型的 p 、 V 、 T 关系(包括状态方程法和对应状态法)及其应用、优缺点和应用范围。

二、考核知识点与考核目标

- (一) 二维 $p-V$ 相图、 $p-T$ 相图 (重点)
 - 识记: 纯物质临界点的数学特征
 - 理解: 相图上重要的概念: 三相点、临界点、泡点、露点、汽化曲线、熔化曲线、升华曲线、等温线、等压线、等容线、泡点线、露点线、过热蒸汽区、过冷液体区、两相共存区、超临界流体等
 - 应用: 在二维 $p-V$ 相图、 $p-T$ 相图上定性表达给定的状态与过程
- (二) 维里方程 (重点)
 - 理解: 维里方程的几种形式
 - 维里系数的物理意义
 - 应用: 两项维里方程截断式
- (三) 立方型状态方程 (重点)
 - 识记: 立方型状态方程的普遍特点
 - 范德华状态方程
 - 理解: RK 方程中参数意义和求法
 - RKS 方程
 - 应用: RK 方程
 - RK 方程的迭代形式
- (四) 多常数状态方程 (一般)
 - 识记: 多参数状态方程
 - 理解: Boyle 温度的概念及其与第二维里系数之间的关系
- (五) 混合规则 (次重点)
 - 识记: 状态方程的混合规则、相互作用参数的物理意义
 - 应用: 多元系统混合法则的展开形式

第三章 均相封闭系统热力学原理及其应用

一、学习目的和要求

通过本章学习，掌握各热力学性质间的关系，进而学会计算一个实际过程的热力学性质，并学会一些热力学性质图表的应用。

二、考核知识点与考核目标

(一) 热力学基本方程（重点）

识记：热力学定律与热力学基本关系式

(二) Maxwell 关系式（重点）

理解：基于均相封闭系统热力学基本关系，借助 Green 定律、微积分等数学手段推导物性之间的普遍化关系

应用：用 Maxwell 关系得到状态函数之间的相互关系

(三) 偏离函数（重点）

理解：偏离函数的概念

应用：基于偏离函数的物性计算方法

对于一个实际过程，设计热力学性质的计算途径

(四) 逸度与逸度系数（重点）

识记：均相封闭系统逸度与逸度系数的定义

理解：逸度与逸度系数与偏离性质之间的关系

逸度与逸度系数与温度、压力之间的关系

应用：状态方程计算逸度、逸度系数以及其它偏离性质

(五) 均相热力学性质计算（次重点）

理解：状态方程计算纯物质相平衡与饱和性质的原理

应用：状态方程计算纯物质相平衡与饱和性质的方法

(六) 热力学性质图、表（次重点）

识记：纯物质 $T-S$ 图、 $\ln p-H$ 图的特征和构成

理解： $T-S$ 图、 $\ln p-H$ 图的制作原理

应用：运用热力学图表进行均相封闭系统热力学性质的计算

第四章 均相敞开系统热力学及相平衡准则

一、学习目的与要求

通过本章学习，能理解均相敞开系统的热力学基本关系式，为相平衡的计算打下基础，掌握均相混合物性质的计算方法。

二、考核知识点与考核目标

(一) 均相敞开系统热力学（重点）

理解：均相敞开系统的热力学基本关系式

(二) 相平衡准则（次重点）

识记：化学位 μ_i 定义式（各种形式）

多相多元系统的相平衡判据及其最常用形式

应用：非均相平衡系统的相律及其应用

(三) 偏摩尔性质与摩尔性质 (重点)

识记：偏摩尔性质 \bar{M}_i 定义和物理意义

理解： M_i 、 \bar{M}_i 与 M 的关系

\bar{M}_i 与 μ_i 关系

Gibbs-Duhem 方程的常用形式

应用：解析法和作图法计算偏摩尔量

应用 Gibbs-Duhem 方程判断热力学关系是否正确

(四) 混合物中组分的逸度 (重点)

识记：混合物中组分逸度与逸度系数的定义

理解：混合物的逸度与混合物中组分逸度的关系

混合物的逸度系数与混合物中组分逸度系数的关系

应用：由组分逸度表示的相平衡准则

混合物中组分逸度的计算

(五) 理想溶液与理想稀溶液 (一般)

识记：理想溶液的定义与特征

理想稀溶液的定义与特征

理解：理想溶液中组分 i 的逸度与 i 纯组分逸度的关系

Lewis-Randall 规则、Henry 规则

应用：理想溶液混合物的性质

(六) 活度系数定义及其归一化 (重点)

理解：对称归一化的活度系数与不对称归一化的活度系数的定义、物理意义

应用：两种不同归一化的活度系数的关系

(七) 超额性质 (重点)

识记：超额性质与混合性质的关系

超额性质与活度系数的关系

理解：超额性质的定义

偏摩尔超额性质

应用：偏摩尔超额吉布斯自由能

(八) 活度系数模型 (一般)

理解：Margulas、Van Laar、Wilson、NRTL 等活度系数模型的适用条件

应用：用活度系数计算混合物组分逸度的方法

第五章 非均相系统的热力学性质计算

一、学习目的与要求

通过本章学习，能学会应用化工热力学的知识处理汽液平衡计算（主要是泡、露点的计算），并能处理一些简单的液液平衡问题。

二、考核知识点与考核要求

(一) 汽-液平衡相图 (次重点)

理解: 二元汽-液相图, 如 $T-x-y$ 图、 $p-x-y$ 图、 $x-y$ 图、一般正偏差、一般负偏差、具有共沸点的汽-液相图

汽-液相图上的重要的概念: 泡点线、露点线、三相线、双结点曲线、结点、共溶温度、临界溶解温度等

应用: 液-液相分裂的热力学条件及其应用

(二) 汽-液平衡准则和计算方法

识记: 多相多元系统的相平衡判据及其最常用形式:

理解: 状态方程法、活度系数法、平衡常数法汽-液平衡的原理与方法

应用: 相律及其应用

(三) 汽-液平衡计算

识记: 工程上常见汽液平衡问题的五种类型: 泡点温度计算、泡点压力计算、露点温度计算、露点压力计算和闪蒸计算。

理解: 用平衡准则处理气体在液体中的溶解度问题

用 Henry 常数推算气体在低压下的溶解度

从共沸点汽-液平衡数据、无限稀释活度系数等估算活度系数模型常数的方法

应用: 掌握常压或低压下汽液平衡计算方法: 完全理想系和部分理想系汽液平衡计算法

(四) 汽液平衡数据的热力学一致性检验

理解: 热力学一致性检验的基本方程 Gibbs-Duhem 方程及其活度系数形式

应用: 用面积法检验恒温 VLE 数据和恒压 VLE 数据。

第六章 流动系统的热力学原理及应用

一、学习目的与要求

通过本章的学习, 正确理解热力学第一定律和热力学第二定律, 并能熟练掌握这两个基本定律的应用。掌握理想功、损失功、有效能等基本概念及其分析。

二、考核知识点与考核目标

(一) 热力学第一定律 (重点)

理解: 封闭系统的热力学第一定律

应用: 稳定流动过程的热力学第一定律

(二) 热力学第二定律和熵平衡 (重点)

识记: 热力学第二定律的的几种表达方式

熵的概念及意义

熵增原理的数学表达式

理解: 熵产生

熵平衡

- 应用：封闭系统的熵平衡
稳定流动系统的熵平衡
- (三) 有效能与过程的热力学分析（重点）
识记：理想功、损失功、有效能的概念和物理意义
理解：物理有效能
化学有效能
有效能与理想功的关系
损失功与过程不可逆性关系
应用：化工过程的物理有效能分析计算
稳流过程的理想功和损失功的计算
- (四) 蒸汽动力循环的原理（次重点）
理解：Rankine 循环的原理和过程（结合 $T-S$ 图）
Rankine 循环中的参数对于热效率的影响
- (五) 制冷循环的原理（重点）
理解：制冷循环的原理（结合热力学第二定律）
- (六) 逆卡诺循环制冷（次重点）
识记：逆卡诺循环制冷的循环过程
理解：制冷能力、制冷系数等概念
- (七) 蒸汽压缩制冷循环（重点）
识记：蒸汽压缩制冷循环的途径与实现制冷的原理
应用：应用热力学性质图表计算制冷问题
- (八) 吸收式制冷循环（次重点）
识记：吸收式制冷的循环途径与实现制冷的原理
- (九) 制冷工质的选择（次重点）
识记：对于制冷工质的几点要求

第七章 常用热力学基础数据

本章内容不做考核要求

第三部分 有关说明与实施要求

一、考核目标的能力层次表达

本课程的考核目标共分为三个能力层次：识记、理解、应用，它们之间是递进等级的关系，后者必须建立在前者基础上。其具体含义为：

识记：能知道有关的名词、概念、知识的含义，并能正确认识和表述，是低层次的要求。

理解：在识记的基础上，能全面把握基本概念、基本原理、基本方法，能掌握有关概念、原理、方法的区别与联系，是较高层次的要求。

应用：在理解的基础上，能运用基本概念、基本原理、基本方法分析和解决有关的理论问题和实际问题。

二、教材

指定教材：化工热力学，陈志新、蔡振云、钱超，北京：化学工业出版社，2015年第四版

三、自学方法指导

1. 考生自学时，应先阅读本大纲所列各章中的考核知识点和考核要求，以便突出重点，有的放矢地掌握课程内容。
2. 在了解考试大纲内容的基础上，根据考核知识点和考核要求，认真阅读指定教材，把握各章节的具体内容，并融会贯通，把握各概念之间的联系，在头脑中形成完整的内容体系。
3. 在自学每一章节内容时，能够在理解的基础上加以记忆，避免没有理解情况下的死记硬背；同时在对一些知识内容进行把握时，善于联系实际思考问题，从而达到深层次的认识水平。
4. 为了提高自学效果，可以结合自学内容，动手做一些练习，这也是达到理解、记忆、应知应会的好方法。

四、对社会助学的要求

1. 熟知考试大纲对课程提出的总要求和各章的知识点。
2. 应掌握各知识点要求达到的能力层次，并深刻理解对各知识点的考核目标。
3. 辅导时，应以考试大纲为依据，指定的教材为基础。
4. 辅导时，应对学习方法进行指导，应提倡“认真阅读教材，主动争取帮助，依靠自己学通”等方法。
5. 辅导时，要注意突出重点，对考生提出的问题，要积极启发指导。
6. 注意对考生应试能力的培养，特别是自学能力的培养，要引导学生逐步学会独立学习，在自学过程中善于提出问题，分析问题，做出判断，解决问题。
7. 助学学时：本课程共4学分，建议总学时72学时，建议分配如下：

章次	内容	学时
1	绪论	2
2	流体的 $p-V-T$ 关系	10
3	均相封闭系统热力学原理及其应用	16
4	均相敞开系统热力学及相平衡准则	19
5	非均相系统的热力学性质计算	18
6	流动系统的热力学原理及应用	7
7	常用热力学基础数据	0
总计		72

五、关于命题考试的若干规定

1. 本大纲各章所提到的内容和考核目标都是考试内容。试题覆盖到章，适当突出重点。
2. 试卷中对不同能力层次的试题比例大致是：“识记”的内容约占考试总分数的 10%，“理解”的内容约占考试总分数的 30%，“应用”的内容约占总分数的 60%。
3. 试卷难易程度应合理：易、较易、较难、难比例为：2：3：3：2。
4. 每份试卷中，各类考核点所占比例约为：重点占 65%，次重点占 25%，一般占 10%。
5. 试题类型一般分为单项选择题、填空题、名词解释题、简答题、证明题和计算题。
6. 考试采用闭卷笔试，考试时间 150 分钟，采用百分制评分，60 分及格。

六、题型示例

一、单项选择题（本大题共 ■ 小题，每小题 ■ 分，共 ■ 分）

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，请将其选出并将“答题卡”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

1. 在温度为 T 、压力为 p 时，真实气体组成的理想混合物中组元 i 的逸度系数 $\hat{\phi}_i^{id}$ 等于
A. 1
B. 纯物质 i 在 T 、 p 下的逸度系数 ϕ_i^*
C. 0
D. 应进行混合物的计算

二、填空题（本大题共 ■ 小题，每小题 ■ 分，共 ■ 分）

1. 绝热可逆过程的熵变等于_____。

三、名词解释题（本大题共 ■ 小题，每小题 ■ 分，共 ■ 分）

1. 超额性质

四、简答题（本大题共 ■ 小题，每小题 ■ 分，共 ■ 分）

1. 请写出封闭系统和稳定流动系统的热力学第一定律。

五、证明题（本大题共 ■ 小题，每小题 ■ 分，共 ■ 分）

1. 求证：
$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$$

六、计算题（本大题共 ■ 小题，每小题 ■ 分，共 ■ 分）

1. 求某气体在 473K, 30×10^5 Pa 时, $H=?$
已知: $pV=RT+10^{-5}p$, 其中: p 单位 Pa, V 单位 $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$,
 $C_p^{\text{ig}} = 7.0 + 1.0 \times 10^{-3} T$ ($\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)。
设该饱和液体在 273K 时, $H=0$ ($\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$)。其中安托尼常数 $A=20.7, B=2219.2, C=-31.13$ 。
(安托尼方程中压力 p : Pa, T : K, 压力用自然对数表示) (设 $\Delta z=1$)