**《化学工程导论》课程教学大纲**

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | |  | | --- | | Introduction to Chemical Engineering | | **课程代码** | CHET2033 |
| **课程性质** | 大类基础课 | **授课对象** | 化学工程与工艺专业 |
| **学 分** | 2 | **学 时** | 36 |
| **主讲教师** | 陈晓东 | **修订日期** | 2022.8 |
| **参考教材** | 1. 清华大学化工学科简介，编辑：金涌院士（2010）  2. 传热学，第四版，作者：杨世铭，陶文铨（2006）  3. Incropera, F.P., DeWitt, D.P. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. John Willey & Sons, Inc., New York (1990) | | |

**二、课程目标：**

（一）**总体目标：**

《化学工程导论》是一门重要的引导型课程。重要目的之一是摸底新班学生的“来源”与选择化工课程的驱动力。引导学生逐渐通过此课程尽快的从高中学习模式转到大学独立学习的模式。与学生分享“读书”的意义，对学科的独立思考能力。分析问题，解释现象和公众表达能力。了解化工的应用前景以及发展趋势，将来就业前景等。以物料与能量的平衡概念导入，将三传一反的基本构思作为解释工业发展的“哲学基础”和“感性基础”。了解化工传统领域及新兴领域的最基本的关键词、了解化工产业的现状和化工学科的发展历史和发展趋势。它是化工及相近专业的专业基础课。通过本门课程的学习，学生能初步掌握物料平衡，能量平衡的概念（以及与技术经济的关系）。特别是以传热过程内涵和特点，演绎化工原理的基本概念，为后续课程的学习奠定感性基础和初步定量方法的基础。

**（二）课程目标：**

课程的主要作用及目的：初步掌握自学、团队协作、公众表达与产品设计等基本能力。学习并培养对化工工程原理的兴趣，培养学生掌握产品开发的具体技术过程，包括初步的市场分析。通过解析、自学、讨论式教学等方式使学生初步了解化工的专业背景及其应用前景。

**课程目标1：**了解化工传统领域及新兴领域的最基本的关键词、了解化工产业的现状和化工学科的发展历史和发展趋势。培养学生对化工专业的兴趣、拓宽学生对未来就业方向的了解、加深学生对化工学科的认知。

**课程目标2：**能够增强学生的自学能力，分析问题、解释现象和公众表达能力。

**课程目标3：**初步了解化工原理，以物料与能量的平衡概念导入，将三传一反的基本构思作为解释工业发展的“哲学基础”和“感性基础”，初步计算传热问题。

**课程目标4：**提高学生对学科的独立思考能力，学习产品开发基本概念，了解市场导向的研发。

**课程目标5：**通过团队产品设计，培养学生掌握从应用和市场出发产生产品概念的方法。初步掌握产品技术开发的路径、价值的预测方法和“迅速”学习相关知识的方法。同时培养团队合作意识和产品宣传的方法。

**（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系**

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 课程目标1：了解化工传统领域及新兴领域的最基本的关键词、了解化工产业的现状和化工学科的发展历史和发展趋势。培养学生对化工专业的兴趣、拓宽学生对未来就业方向的了解、加深学生对化工学科的认知。 | 第1章 | 10-3具备一定的国际视野，并具有一定的外语应用能力，能够在跨文化背景下进行沟通和交流 |
| 课程目标2：能够增强学生的自学能力，分析问题、解释现象和公众表达能力。 | 第2章、第3章 | 1-2熟悉化工系统的传递过程、分离技术及动态控制，并能够应用于复杂工程问题的解决 |
| 课程目标3：初步了解化工原理，以物料与能量的平衡概念导入，将三传一反的基本构思作为解释工业发展的“哲学基础”和“感性基础”，初步计算传热问题。 | 第4章、第5章、第6章 | 2-3能够正确表述一个工程问题的解决方案并分析其合理性 |
| 课程目标4：提高学生对学科的独立思考能力，学习产品开发基本概念，了解市场导向的研发。 | 第7章、第8章 | 12-1对于自我探索和终身学习的必要性有正确的认识 |
| 课程目标5：通过团队产品设计，培养学生掌握从应用和市场出发产生产品概念的方法。初步掌握产品技术开发的路径、价值的预测方法和“迅速”学习相关知识的方法。同时培养团队合作意识和产品宣传的方法。 | 第9章 | 3-1能够分析化学工程应用的特定需求，为复杂工程问题确定具体的研发目标和技术路线，体现创新意识 |

**三、教学内容**

引导学生逐渐通过此课程尽快的从高中学习模式转到大学独立学习的模式。与学生分享“读书”的意义，对学科的独立思考能力。分析问题，解释现象和公众表达能力。了解化工的应用前景以及发展趋势，将来就业前景等。以物料与能量的平衡概念导入，将三传一反的基本构思作为解释工业发展的“哲学基础”和“感性基础”。了解化工传统领域及新兴领域的最基本的关键词、了解化工产业的现状和化工学科的发展历史和发展趋势。

**第一章 化学工程师是做什么的？**

1.1 为什么选择化工专业？

1.2 化工学科特殊发展历史

1.3 化工产业发展历史

1.4 化工学科与其他学科的关系

1.5对化工班毕业生的要求

1.6化工班毕业生的职业选择

1.7化工学科重要性和普适性

1.8 化工与污染：讨论pm2.5的性质、来源与控制

本章主要了解化工的应用前景以及发展趋势，了解化工导论的课程设置。

**第二章 工程分析计算**

2.1 基本单位和单位换算：主要是回顾高中的学习内容

2.2 误差分析：定义、概念、计算方式

2.3 工程科学与技术/艺术的区别：定量设计与设计原理

本章主要了解工程学的性质和具体的数字概念。

**第三章 主要过程和过程参数**

3.1 化工的基本流程：强调过程的概念

3.2 化工的规模：量级和跨尺度概念

3.3 质量、能量守恒基本定律：也联系到技术经济的概念

本章主要了解化工作为过程科学的基本理念。

**第四章 物料衡算**

4.1 质量守恒定律：最基本计算方式

4.2 流程与质量平衡的演算：最基本的1-2个单元的操作

本章主要掌握物料平衡定律的概念与使用。

**第五章 能量衡算**

5.1 能量平衡定律：最基本计算方式

5.2 能量的几种形式：基本概念

5.3 能量的传递形式：平衡与非平衡概念

本章主要掌握能量平衡的概念与使用。

**第六章 过程衡算**

6.1 无反应热效应

6.2 伴随反应热效应

6.3 非定常过程

本章主要掌握“源项”的意义、不同反应过程的基本计算，学会估算

**第七章 传递现象**

7.1 传热现象

7.2 三种最重要传热方式的计算方式

7.3 传质

7.4 静态过程

7.5 动态过程

本章主要采用案例教学与学生自主学习、老师与学生互动等方式相结合，使学生对于动态过程有一个初步认识。对传递现象的“驱动力”原理有所掌握。掌握传递的基本方式及其特点，并学会基本计算

**第八章 传递现象的延伸**

8.1 均匀温度的假设在瞬态计算中的应用

8.2 家庭个人作业：设计慢煮锅

8.3 估算液滴蒸发时间

本章主要了解化学工程原理实际中的应用。

**第九章 团队项目/产品设计**

9.1 产品设计的基本概念

9.2 市场价值的概念

9.3 团队行动的指南

通过互动式学习，培养学生掌握产品概念的产生的方法。初步掌握产品技术开发的路径、价值的预测的方法和“迅速”学习相关知识的方法。学习从应用与市场出发，开展创新。同时培养学生团队合作意识，培养产品宣传的基本方法。

**四、学时分配**

**表 2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **章节** | **章内容** | **学时数** |
| 第一章 | 化学工程师是做什么的 | 2 |
| 第二章 | 工程分析计算 | 4 |
| 第三章 | 主要过程和过程参数 | 4 |
| 第四章 | 物料衡算 | 4 |
| 第五章 | 能量衡算 | 4 |
|  | 期中考试 | 2 |
| 第六章 | 过程衡算 | 4 |
| 第七章 | 动态过程 | 4 |
| 第八章 | 传递过程 | 2 |
| 第九章 | 团队项目/产品设计 | 4 |
|  | 期末考试 | 2 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **周次** | **教学内容** | **教时分配** | **目的要求** |
| 1 | 第一章：化学工程师是做什么的？ | 2 | 了解化工的应用前景以及发展趋势，了解化工导论课的课程设置。初步了解三传一反的基本构思。 |
| 2 | 2.1 基本单位和单位换算  2.2 误差分析 | 2 | 了解化工传统领域及一些新兴领域的最基本的信息 |
| 3 | 2.3 定量设计与设计原理 | 2 | 了解化工的统领域及一些新兴领域的基本所含的关键词以及工程学的性质和具体的数字概念 |
| 4 | 3.1 化工的基本流程  3.2 化工的规模 | 2 | 了解化工产业的现状、化工学科的发展历史及发展趋势 |
| 5 | 3.3 质量、能量守恒基本定律 | 2 | 主要了解化工作为过程科学的基本理念 |
| 6 | 4.1 质量守恒定律 | 2 | 了解平衡的概念 |
| 7 | 4.2 流程与质量平衡的演算 | 2 | 掌握物料平衡，能量平衡的出发点，学会理顺上下游的关系 |
| 8 | 5.1 能量平衡定律  5.2 能量的几种形式 | 2 | 了解能量的基本概念以及最基本的计算方式 |
| 9 | 5.3 能量的传递形式 | 2 | 掌握能量平衡的概念与使用。 |
| 10 | 期中考试 | 2 |  |
| 11 | 6.1 无反应热效应  6.2 伴随反应热效应 | 2 | 掌握不同反应过程的基本计算 |
| 12 | 6.3 非定常过程 | 2 | 掌握“源项”的意义，学会估算速率。 |
| 13 | 7.1 传热现象  7.2 三种最重要传热方式的计算方式 | 2 | 对传递现象的“驱动力”原理有所掌握。掌握传递的基本方式及其特点，并学会基本计算。 |
| 14 | 7.3 传质  7.4 静态过程  7.5 动态过程 | 2 | 采用案例教学与学生自主学习、老师与学生互动等方式相结合，使学生对于动态过程有一个初步认识。 |
| 15 | 8.1 均匀温度的假设在瞬态计算中的应用  8.3 估算液滴蒸发时间 | 2 | 了解化学工程原理实际中的应用。 |
| 16 | 第九章 团队项目/产品设计 | 6 | 通过互动式学习，培养学生掌握产品概念的产生的方法。初步掌握产品技术开发的路径、价值的预测的方法和“迅速”学习相关知识的方法。学习从应用与市场出发，开展创新。同时培养学生团队合作意识，培养产品宣传的基本方法。 |
| 17 |
| 18 | 期末考试 | 2 |  |

**六、教材及参考书目**

1. 清华大学化工学科简介，编辑：金涌院士（2010）

2. 传热学，第四版，作者：杨世铭，陶文铨（2006）

3. Incropera, F.P., DeWitt, D.P. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. John Willey & Sons, Inc., New York (1990)

**七、教学方法**

**授课方式：**基本课堂陈述、多个案例分析、多个独立课题加PPT演讲、课堂/课下师生互动、小组讨论、家庭作业、独立产品设计项目、关于化工领域的各种视频及观后讨论等。

**基本要求：**

1. 学生独立完成家庭作业、产品设计。产品设计包括分组（独立“公司”）实行经理制，3-7人一组（自愿组成），各公司自己提出产品概念，做市场分析，产品设计与表述。

2. 课堂提出题目，学生课后独立准备PPT等材料，在课堂上讲述和经历同学与老师的提问和评估。

3. 通过课后习题，巩固和加深对化工最基本的重点和难点的理解，融会贯通。

**八、考核方式及评定方法**

**（一）课程考核与课程目标的对应关系**

**表4：课程考核与课程目标的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 知识储备 | 课堂/课下师生互动+考勤+案例分析+PPT演讲、产品设计报告 |
| 课程目标2 | 知识储备、能力达成 | 问答题、产品设计报告 |
| 课程目标3 | 能力达成 | 平时作业、简述题、计算分析题 |
| 课程目标4 | 素质养成、能力达成 | 家庭个人作业：设计慢煮锅、产品设计报告 |
| 课程目标5 | 素质养成、能力达成 | 简述题、产品设计报告 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

本课程为考试课，考核成绩构成为：平时成绩20% + 期中考试15% + 期末考试成绩40%+实验25%。

（1）平时成绩由平时作业、考勤、个人课堂PPT讲解、课堂/课下师生讨论等组成。

（2）期中考试和期末考试以闭卷形式进行。试卷考核围绕课程目标考察学生专业基础知识、问题分析、解决问题的能力。

（3）实验考核以团队进行产品设计的形式进行。分为文字报告和口头报告两部分，主要考察学生掌握产品概念的产生的方法，同时培养学生团队合作意识、产品宣传的基本方法。

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

**表5：课程目标的考核占比与达成度分析表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核占比**  **课程目标** | **平时**  **（20%）** | **期中**  **（15%）** | **实验**  **（25%）** | **期末**  **（40%）** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 5% | 3% | 5% | 0% | 课程目标1达成度=【20%ｘ平时目标1成绩+15%ｘ期中目标1成绩+25%ｘ实验目标1成绩】/13 |
| 课程目标2 | 5% | 9% | 0% | 10% | 课程目标2达成度=【20%ｘ平时目标2成绩+15%ｘ期中目标2成绩+40%ｘ期末目标2成绩】/24 |
| 课程目标3 | 5% | 3% | 5% | 10% | 课程目标3达成度=【20%ｘ平时目标3成绩+15%ｘ期中目标3成绩+40%ｘ期末目标3成绩+25%ｘ实验目标3成绩】/23 |
| 课程目标4 | 5% | 0% | 5% | 10% | 课程目标4达成度=【20%ｘ平时目标4成绩+40%ｘ期末目标4成绩+25%ｘ实验目标4成绩】/20 |
| 课程目标5 | 0% | 0% | 10% | 10% | 课程目标5达成度=【40%ｘ期末目标5成绩+25%ｘ实验目标5成绩】/20 |

**备注：课程目标考核占比会随着每学年课程的考核形式、试卷题型和内容等略有变化。**

**（三）评分标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **评分标准** | | | | | |
| **课程目标** | **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **＜60** |
| **优** | **良** | **中** | **合格** | **不合格** |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **F** |
| **课程目标1** | 理解并可熟练运用化工传统领域及新兴领域的最基本的关键词、熟识化工产业的现状和化工学科的发展历史和发展趋势。对化工专业有浓厚的学习兴趣、熟知未来的就业方向、对化工学科有深刻的认知。 | 理解化工传统领域及新兴领域的最基本的关键词、熟识化工产业的现状和化工学科的发展历史和发展趋势。对化工专业有足够的学习兴趣、熟知未来的就业方向、对化工学科有足够的认知。 | 熟悉化工传统领域及新兴领域的最基本的关键词、熟悉化工产业的现状和化工学科的发展历史和发展趋势。对化工专业有些许学习兴趣、熟悉未来的就业方向、对化工学科有一定的认知。 | 了解化工传统领域及新兴领域的最基本的关键词、了解化工产业的现状和化工学科的发展历史和发展趋势。对化工专业有学习兴趣、了解未来的就业方向、对化工学科有基本的认知。 | 不能对化工传统领域及新兴领域的最基本的关键词有基本的认知、不知道化工产业的现状和化工学科的发展历史和发展趋势。对化工专业没有兴趣、不了解未来的就业方向、没有对化工学科的基本认知。 |
| **课程目标2** | 有充分的自学能力，可以深刻分析问题、熟练运用所学知识解释现象，并且有优秀的公众表达能力。 | 有充分的自学能力，较为熟练的运用所学知识对问题进行一定程度的解析并解释相关现象，有一定的公众表达能力。 | 有足够的自学能力，可以运用所学知识对问题进行解析并解释部分现象，有一定的公众表达能力。 | 有一定的自学能力，分析问题、解释现象和公众表达能力。 | 没有一定的自学能力，分析问题、解释现象和公众表达能 |
| **课程目标3** | 对化工原理有深刻理解，可以熟练运用物料与能量的平衡概念，将三传一反的基本构思作为解释工业发展的“哲学基础”和“感性基础”，熟练运用所学知识计算传热问题。 | 对化工原理有较为深刻的了解，较为熟练应用物料与能量的平衡概念，将三传一反的基本构思作为解释工业发展的“哲学基础”和“感性基础”，较为熟练运用所学知识计算传热问题。 | 对化工原理有一定程度的了解，可以以物料与能量的平衡概念导入，将三传一反的基本构思作为解释工业发展的“哲学基础”和“感性基础”，较为熟练运用所学知识初步计算传热问题。 | 初步了解化工原理，以物料与能量的平衡概念导入，将三传一反的基本构思作为解释工业发展的“哲学基础”和“感性基础”，可以运用所学知识初步计算传热问题。 | 初步了解化工原理，不能以物料与能量的平衡概念导入，不能将三传一反的基本构思作为解释工业发展的“哲学基础”和“感性基础”，不能计算传热问题。 |
| **课程目标4** | 对学科有独立且相对深刻的思考以及理解，对产品开发有足够的认知，熟悉市场导向的研发。 | 对学科有足够的独立思考能力，对产品开发有一定的认知，熟悉市场导向的研发。 | 对学科有一定的独立思考能力，对产品开发有初步的认知，了解市场导向的研发。 | 对学科有初步的独立思考能力，对产品开发有基本概念，了解市场导向的研发。 | 对学科没有初步的独立思考能力，没有对产品开发的基本概念，不了解市场导向的研发。 |
| **课程目标5** | 熟练掌握从应用和市场出发产生产品概念的方法。熟练使用产品技术开发的路径、价值预测的方法和“迅速”学习相关知识的方法。可以高效的进行团队合作和进行产品宣传。 | 熟练掌握从应用和市场出发产生产品概念的方法。掌握一定的产品技术开发路径、价值预测方法和“迅速”学习相关知识的方法。可以很好的进行团队合作和进行产品宣传。 | 初步掌握从应用和市场出发产生产品概念的方法。掌握一定的产品技术开发路径、价值预测方法和“迅速”学习相关知识的方法。可以较好的进行团队合作和进行产品宣传。 | 有初步的从应用和市场出发产生产品概念的方法。初步掌握产品技术开发的路径、价值的预测方法和“迅速”学习相关知识的方法。可以较好的进行团队合作和进行产品宣传。 | 没有从应用和市场出发产生产品概念的方法。不能掌握产品技术开发的路径、价值的预测方法和“迅速”学习相关知识的方法。没有团队合作意识和产品宣传的方法。 |