

UM4MEE21 – Combustion et impact environnemental (Combustion and environmental impact)

Matynia Alexis

2025-06-16 14:01:57 +0200

Informations générales

Title (EN)	Combustion and environmental impact
Titre (FR)	Combustion et impact environnemental
Nom du ou de la responsable de l'UE	Matynia Alexis
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	20
Volume h TD / Amount of exercise hours	18
Volume h TP / Amount of practical work hours	18
Volume h Projet / Amount of project hours	0
ECTS	6
Semestre	Printemps (S2)
Semester	Jan-May (S2)
Langue	Français
Language	Français
Localisation	Campus PMC
Code de l'UE	UM4MEE21

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

Présentation pédagogique

L'objectif de cette UE est l'introduction à la modélisation de la combustion. Cette dernière est définie comme une réaction chimique globalement exothermique, permettant la conversion d'une énergie chimique en énergie thermique. Largement exploitée à l'échelle industrielle, la combustion s'accompagne cependant généralement d'émissions polluantes, qu'il convient de maîtriser et d'appréhender dans le contexte plus général de la problématique climat/énergie. Le cours a pour ambition de décrire les écoulements de type déflagratif permettant l'établissement des flammes laminaires prémélangées et non-prémélangées. Il s'attache ainsi à introduire

les modèles courants décrivant les phénomènes de transport, les transferts thermiques et les réactions chimiques qui permettent l'entretien de telles flammes.

Contenu de l'Unité d'Enseignement

Cours

- cinétique chimique: avancement de réaction, lois de vitesses de réactions globales / élémentaires, mécanismes réactionnels
- thermochimie: conversion énergie chimique / énergie thermique, équilibre chimique, teneur énergétique de combustibles conventionnels et alternatifs
- équations de conservation de l'aérothermochimie: phénomènes de transport, transferts thermiques, structures de flamme, vitesse de flamme
- chimie de la combustion: introduction aux principaux mécanismes de décomposition des hydrocarbures, processus de formation des polluants ##### TD
- cinétique chimique: application aux réactions élémentaires et aux réactions globales
- cinétique chimique: application aux mécanismes réactionnels
- thermochimie: enthalpie de combustion, température adiabatique de flamme
- thermochimie: équilibre chimique au sein des produits de combustion
- équations de conservation de l'aérothermochimie: résolution analytique de l'enveloppe d'une flamme laminaire non-prémélangée
- chimie de la combustion: voies réactionnelles de décomposition des hydrocarbures et influence de la cinétique chimique
- chimie de la combustion: voies de formation des polluants et procédés de réduction

Travaux pratiques expérimentaux

- étude expérimentale de la propagation d'une flamme sur lit de combustible
- analyse des émissions polluantes d'une chambre de combustion de chaudière

Travaux pratiques numériques Un travail pratique numérique sous environnement Matlab permet d'aborder la modélisation numérique de la combustion en proposant la résolution de la structure de flamme laminaire prémélangée mono-dimensionnelle et stationnaire.

Content (EN)

Objectives of the unit

The target of this course is the introduction to combustion modeling. Combustion is defined as a chemical reaction that is globally exothermic and allows chemical energy to be converted into thermal one. Widely deployed at industrial scales, combustion however leads to pollutant emission, what is to be understood and controlled within the larger context of the climate/energy issue. The ambition of the course is to outline the flows of deflagrative kind allowing laminar premixed and non-premixed flames to be established. Thus, the course intends to introduce the regular models describing the heat and mass transfer phenomena together with the chemical ones that enable to sustain such flames.

Detailed content of the unit

Lectures

- chemical kinetics: reaction progress, laws for global/elementary reaction rates, chemical mechanisms
- thermochemistry: chemical energy / thermal energy conversion, chemical equilibrium, energetic content of conventional and alternative fuels
- conservation equations of aerothermochemistry: transport phenomena, heat transfer, flame structure, flame speed
- combustion chemistry: introduction to main pathways of hydrocarbons degradation, processes of pollutant formation

Tutorials

- chemical kinetics: application to elementary and global reactions
- chemical kinetics: application to chemical mechanisms
- thermochemistry: chemical equilibrium among combustion products
- thermochemistry: heat of combustion, adiabatic flame temperature
- aerothermochemical conservation equations: analytical resolution of the envelope of an unpremixed laminar flame
- combustion chemistry: chemical pathways of hydrocarbons degradation and influence of chemical kinetics
- combustion chemistry: chemical pathways of pollutant formation and reduction processes

Experimental lab work

- experimental study of a laminar non-premixed flame established over an academic burner
- study of IC engine design: disassembling and re-assembling of a spark-ignition engine and a compression-ignition one

Computer-based lab work A project under the Matlab environment is conducted as an initiation to the numerical simulation of combustion. It consists in the resolution of the steady 1D laminar premixed H₂/air flame.

Mots clés (FR)

Combustion ; Cinétique chimique ; Thermochimie ; Aérothermochimie ; Formation des polluants

Keywords (EN)

Combustion; Chemical kinetics; Thermochemistry; Aerothermochemistry; Pollutant formation

Prérequis (FR)

Thermodynamique avancée / notions de thermochimie Cours de mécanique des milieux continus de Licence Cours d'aérodynamique et de mécanique des fluides de Licence Outils mathématiques pour la physique Notions de programmation (Matlab)

Pre-requisites (EN)

Advanced thermodynamics (B.Sc. in Mech. Eng.) Introduction to continuum mechanics (B.Sc. in Mech. Eng.) Introduction to fluid mechanics (B.Sc. in Mech. Eng.) Mathematical tools for physics (B.Sc. in Mech. Eng.) Introduction to numerical methods (B.Sc. in Mech. Eng.)

Modalité d'évaluation

20% examen écrit 1 + 15% examen écrit 2 + 10% TP exp + 20% TP num + 30% examen écrit 3

Assessment

20% written exam1 + 15% written exam2 + 10% experimental lab work + 20% computer-based lab work + 30% written exam3

Acquis d'Apprentissage Visés

- Comprendre les principes fondamentaux de la combustion
- Modéliser des phénomènes physiques et chimiques de la combustion avec des approches analytiques et numériques
- Appliquer les lois de la cinétique chimique et de la thermochimie pour identifier les voies de formation des polluants et calculer des températures de flammes
- Expliquer/anticiper les mécanismes dominants de formation des polluants dans une combustion

Learning outcomes

- Understand the fundamental principles of combustion
- Model the physical and chemical phenomena of combustion using analytical and numerical approaches
- Apply the laws of chemical kinetics and thermochemistry to identify pollutant formation pathways and compute flame temperatures
- Explain and anticipate the dominant mechanisms of pollutant formation in combustion

Bibliographie

Glassman I, Yetter RA. Combustion. Amsterdam; Boston: Academic Press; 2008.

Law CK. Combustion Physics. Cambridge University Press. 2006.

Poinsot T, Veynante D. Theoretical and Numerical Combustion. CNRS. 2011.

Version PDF