

# Chimica della Combustione

*Corso di Laurea in Ingegneria Energetica*

*Università degli Studi di Roma*

*“La Sapienza”*

*Prof. M Pasquali e Fabio Zaza*

## **Contatti**

E-mail: [mauro.pasquali@uniroma1.it](mailto:mauro.pasquali@uniroma1.it) e [fabio.zaza@enea.it](mailto:fabio.zaza@enea.it)

Cell: +39.349.2903837

Sito Web: <http://w3.uniroma1.it/pasquali/>

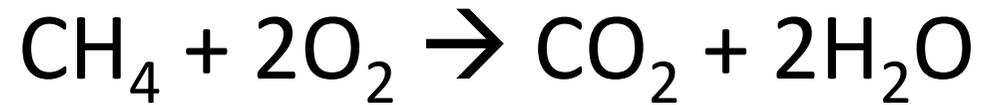
## Finalità del corso:

*Fornire le basi della combustione chimica, elettrochimica e nucleare* tramite uno studio interdisciplinare. In particolare si effettuerà un'analisi della termodinamica, della cinetica chimica, della meccanica dei fluidi e dei fenomeni di trasporto che governano il meccanismo della combustione.

### Referimenti Bibliografici:

<b>Libro di Testo:</b>	Combustione Fuel Cell Handbook	Aut. C.Ortolani DOE
<b>Testi consigliati:</b>	Combustion Combustion Physics	Aut. I.Glassman e R.A.Yetter Aut. C.K.Law
<b>Richiami:</b>	Combustion Fondamenti di Chimica Chimica Fisica Chimica Fisica Articoli vari	Aut. J.Warnatz ed al. Aut. P.Silvestroni Aut. P.Atkins Aut. M.Simonetta

# Combustione chimica



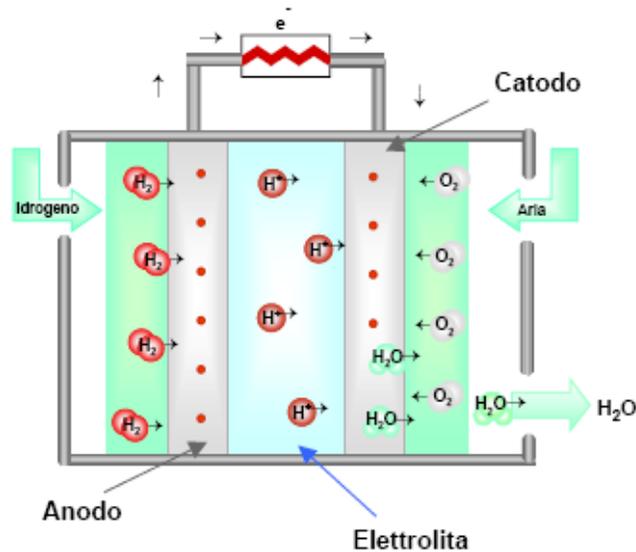
Reazione di ossidazione fortemente esotermica



Necessita di ignizione

# Combustione elettrochimica

Reazione di combustione chimica in cui l'ossidazione del combustibile ( $H_2$ ) e la riduzione del comburente ( $O_2$ ) avvengono in due comparti separati (comparto anodico e comparto catodico).



# Combustione nucleare



Reazione con caratteristiche analoghe alla combustione chimica in quanto necessita di ignizione e si autosostiene (la reazione è a catena ed è fortemente esotermica).



NOTA

${}^1\text{H}$  nuclei di idrogeno

${}^2\text{H}$  deuterio

$e^+$  positrone

$\nu_e$  neutrino

$\gamma$  raggi gamma

${}^3\text{He}$  isotopo leggero dell'elio

${}^4\text{He}$  isotopo dell'elio

# PROGRAMMA DETTAGLIATO DEL CORSO

## Primo Modulo COMBUSTIONE CHIMICA

**Introduzione:** Aree di interesse della Combustione; combustione come scienza interdisciplinare; classificazione dei fenomeni di combustione.

**Termodinamica:** Principi della termodinamica; funzioni di stato (energia Interna, entalpia, entropia); gas ideali.

**Termochimica:** Energia libera di Gibbs; stato standard; costanti di equilibrio; stechiometria di reazione; calore di combustione; temperatura di fiamma;

**Cinetica di reazione:** velocità di reazione; costante cinetica; ordine di reazione e moleolarità; reazioni semplici; reazioni opposte; reazioni consecutive; reazioni a catena; reazioni collaterali.

**Meccanismo di reazione:** sistema  $\text{H}_2\text{-O}_2$ ; sistema  $\text{CO-O}_2$ ; sistema  $\text{CH}_4\text{-O}_2$ ; sistema idrocarburi- $\text{O}_2$ .

**Ignizione:** ignizione spontanea secondo il modello di Semenov ed il modello di Franck-Kamenetskii; ignizione forzata secondo il modello di Zeldovich ed il modello di Franck-Kamenetskii.

**Propagazione della fiamma laminare premiscelata:** Modello di Mallard e Le Chatelier; modello di Zeldovich, Franck-Kamenetskii e Semenov; modelli computazionali.

**Struttura della fiamma laminare premiscelata.**

**Estinzione e limiti di stabilità della fiamma laminare premiscelata:** limiti di infiammabilità; diametro di estinzione; flashback; blowoff.

**Detonazione e deflagrazione:** Curva di Hugoniot.

**Altri tipi di fiamma:** fiamma non-premiscelata; fiamma in condizioni di flusso turbolento.

**Combustione in condizioni particolari:** Combustione di liquidi; combustione di solidi; mild combustion.

## **Secondo Modulo**

### **COMBUSTIONE ELETTROCHIMICA**

**Introduzione:** storia delle celle a combustibile; combustione fredda.

**Potenziale elettrochimico:** Conduttori elettronici; conduttori ionici; interfase elettrodo/elettrolita; equazione di Nernst.

**Cinetica elettrochimica:** sovratensione ohmica; sovratensione di concentrazione, sovratensione di trasferimento di carica;

**Pile ed accumulatori:** Pila Leclanchè; pila alcalino-manganese; pila al mercurio; pila a litio; accumulatore al piombo; accumulatore al nichel-cadmio; accumulatori al nichel-idruri metallici; accumulatori al litio; accumulatori al litio-ione.

**Celle a combustibile:** Celle a combustibile ad elettrolita polimerico; celle a combustibile alcaline; celle a combustibile ad acido fosforico; celle a combustibile a carbonati fusi; celle a combustibile ad ossidi solidi.

**Produzione di idrogeno:** Elettrolisi; reforming; cracking.

**Stoccaggio dell'idrogeno:**

**Efficienza energetica.**

## **Terzo Modulo**

# **COMBUSTIONE NUCLEARE**

**Introduzione:** Analogia tra le reazioni nucleari e le reazioni di combustione chimica

**Fusione nucleare.**

**Fissione nucleare.**