

Testi del Syllabus

Resp. Did. **PITARI GIOVANNI** **Matricola: 000686**

Docenti **CURCI GABRIELE, 3 CFU**
PITARI GIOVANNI, 3 CFU

Anno offerta: **2020/2021**

Insegnamento: **DF0102 - ATMOSPHERIC CHEMISTRY**

Corso di studio: **F4T - ATMOSPHERIC SCIENCE AND TECHNOLOGY**

Anno regolamento: **2019**

CFU: **6**

Settore: **CHIM/02**

Tipo Attività: **C - Affine/Integrativa**

Anno corso: **2**

Periodo: **Primo Semestre**



Testi in italiano

Lingua insegnamento

Inglese.

Obiettivi

Introduzione ai principali meccanismi di trasformazione chimica di specie traccianti in troposfera e stratosfera. Introduzione al trasferimento atmosferico della radiazione UV e reazioni di fotodissociazione. Calcolo semplificato della cinetica di reazioni chimiche atmosferiche in fase eterogenea.

Prerequisiti

Fisica dell'Atmosfera; programmazione in ambiente Matlab, o equivalente.

Contenuti

- Modelli numerici per il trasferimento della radiazione solare ultravioletta.

Flusso solare al top dell'atmosfera e sua variabilità temporale. Struttura atmosferica piano-parallela e pseudo-sferica. Calcolo della massa ottica relativa. Calcolo dei diversi contributi allo spessore ottico atmosferico (gas, aerosol, nubi, scattering molecolare). Approssimazione di singolo strato. Modelli numerici multi-strato con approssimazione delta-Eddington. Applicazioni numeriche.

- Fotolisi di composti atmosferici.

Definizione e calcolo dei coefficienti di fotodissociazione in atmosfera. Sezioni d'urto di assorbimento. Metodi semplificati di calcolo per la sola radiazione solare diretta. Utilizzo di un modello accurato multi-strato per il contributo della radiazione diffusa. Valori istantanei e media giornaliera. Applicazioni numeriche al calcolo della fotolisi di O₂, O₃, NO₂.

- Modelli semplificati per la fotochimica dell'ozono e il ruolo degli ossidi di azoto.

Ciclo di Chapman per l'ozono stratosferico. Principali cicli catalitici legati alla chimica dell'ozono stratosferico e troposferico. Meccanismi

fotochimici responsabili della formazione del buco di ozono in Antartide. Ozono troposferico allo stato foto-stazionario. Sorgenti naturali e antropiche degli ossidi di azoto (NO_x). Bilancio dei meccanismi di produzione e distruzione chimica di O₃ dal ciclo catalitico del NO_x.

- La catena di ossidazione del metano.

Sorgenti naturali e antropiche del metano. Degradazione chimica dovuta a reazioni con OH, O(1D), Cl e formazione di formaldeide e CO. Tempo di vita chimico del metano e capacità ossidativa dell'atmosfera.

- La chimica del CO e principali VOC.

Sorgenti naturali e antropiche di CO e VOC. Metodi semplificati per la chimica di idrocarburi complessi. Gli idrocarburi di origine biogenica e loro importanza nella formazione di aerosol organici secondari.

- La chimica dello zolfo.

Il ciclo biogeochimico e le sorgenti antropiche di zolfo. Meccanismi di ossidazione di DMS, H₂S, CS₂ e SO₂. Formazione di solfato e MSA: gli aerosol solforici troposferici. Sorgenti di OCS e sua degradazione fotochimica. Tempo di vita del solfuro di carbonile. Gli aerosol stratosferici e loro importanza nelle reazioni chimiche del NO_x in fase eterogenea. Cenni sulle perturbazioni degli aerosol stratosferici causate da eruzioni vulcaniche esplosive.

Metodi didattici

Lezioni teoriche introduttive sugli argomenti del corso. Esercitazioni in classe e a casa su programmi numerici al PC forniti inizialmente dal docente e poi sviluppati e completati dallo studente, tipicamente su piattaforma Matlab o equivalente.

Verifica dell'apprendimento

Report scritti periodici durante il corso; esame orale finale su uno specifico argomento di chimica dell'atmosfera.

Testi

- Brasseur, G. P., and S. Solomon: Aeronomy of the Middle Atmosphere, Springer, 2005.
- Climate change 2001: The scientific basis. Cambridge University Press, 2001.
- Jacob, D. J.: Introducton to Atmospheric Chemistry, Princeton University Press, 1999.
- Jacobson, M.Z.: Atmospheric pollution, Cambridge University Press, 2002.
- Articoli scientifici del settore, forniti dal docente.

Altre informazioni

Al completamento positivo di questo corso, lo studente dovrebbe essere in grado di:

- conoscere le principali reazioni fotochimiche rilevanti per la composizione atmosferica ed il budget radiativo;
- applicare questa conoscenza a modelli numerici usati per lo studio della composizione atmosferica ed il budget di specie traccianti;
- comunicare i risultati degli studi mediante reports scritti;
- avere capacità di continuo aggiornamento nel campo della chimica atmosferica.



Testi in inglese

Language

English.

Objectives	Introduction to the main chemical interactions of atmospheric trace species in the troposphere and stratosphere. Introduction to the radiative transfer of the solar ultraviolet radiation, responsible for photolysis of many atmospheric compounds. Simplified calculation of heterogeneous chemical reactions on atmospheric aerosols and water/ice.
Prerequisites	Atmospheric physics; programming skills in Matlab environment or equivalent platform.
Contents	<ul style="list-style-type: none"> • Numerical models for the radiative transfer of the solar ultraviolet radiation. Top of atmosphere solar flux and its time variability. Plane-parallel and pseudo-spherical atmospheric structure. Relative optical mass. Different contributions to the atmospheric optical depth (gases, aerosols, clouds, Rayleigh scattering). Single layer approximation. Multi-layer numerical models with delta-Eddington approximation. Numerical examples. • Photolysis of atmospheric compounds. Definition and calculation of photodissociation coefficients in the atmosphere. Absorption cross sections. Simplified methods for the direct solar flux alone. Use of an accurate multi-layer model for the diffuse radiation contribution. Instantaneous values and diurnal average. Numerical case studies for the photolysis of O₂, O₃, NO₂. • Simplified models for the ozone photochemistry and role of the nitrogen oxides. The Chapman cycle for stratospheric ozone. Catalytic cycles for the chemistry of stratospheric and tropospheric ozone. Photochemical mechanisms responsible for the formation of the Antarctic ozone hole. Tropospheric ozone at the photo-stationary state. Natural and anthropogenic sources of the nitrogen oxides (NO_x). Balance of O₃ production and destruction from NO_x catalytic cycles. • The methane oxidation chain. Natural and anthropogenic sources of methane. Chemical degradation due to reactions with OH, O(1D), Cl and formation of formaldehyde and CO. The methane lifetime and oxidation capacity of the atmosphere. • The chemistry of CO and the most important atmospheric VOCs. Natural and anthropogenic sources of CO and VOC. Simplified methods for the chemistry of complex VOCs. Biogenic VOCs and their importance for the formation of secondary organic aerosols. • The sulfur chemistry. The sulfur biogeochemical cycle. Anthropogenic sources of sulfur. Oxidation mechanisms for DMS, H₂S, CS₂ and SO₂. Formation of sulfate and MSA: the tropospheric sulfate aerosols. Sources of OCS and its photochemical degradation. The lifetime of carbonyl sulfide. Stratospheric aerosols and their importance in the heterogeneous chemical reactions of NO_x. Stratospheric aerosols from explosive volcanic eruptions.
Teaching methods	Introductory lectures on the various parts of the course. Use and development of PC programs provided initially by the teacher and then completed by the student, typically on Matlab platform or equivalent.
Assessment methods	Periodic written reports during the course; final oral exam based on a specific selected argument of atmospheric chemistry.

Texts

- Brasseur, G. P., and S. Solomon: Aeronomy of the Middle Atmosphere, Springer, 2005.
- Climate change 2001: The scientific basis. Cambridge University Press, 2001.
- Jacob. D. J.: Introducton to Atmospheric Chemistry, Princeton University Press, 1999.
- Jacobson, M.Z.: Atmospheric pollution, Cambridge University Press, 2002.
- Specific scientific articles provided by the teacher.

Additional information

After the successful completion of this module, the student should be able to:

- acquire knowledge and understanding of the main chemical interactions of trace species in the Earth atmosphere, including processes related to the absorption and scattering of the incoming solar UV radiation;
- apply knowledge and understanding on numerical tools used to study the atmospheric composition and budget of trace species;
- communicate study results with written reports;
- have capacity to continue learning in the field of atmospheric chemistry.