

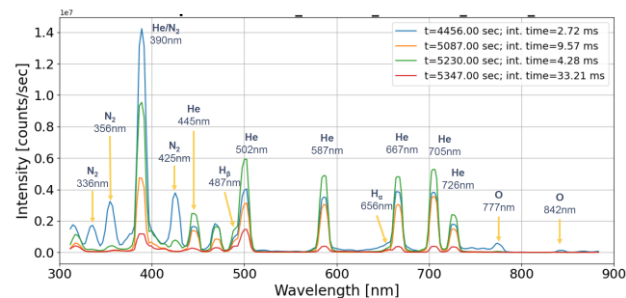
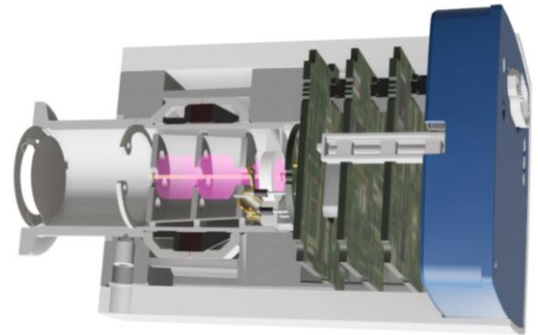


Characterization measurements of an Optical Emission Spectroscopy Device

Bachelor's project at IAP-TLK

Background

In a variety of technical processes, the composition of gases is an important factor in process monitoring and control to ensure proper operation and avoid contamination. Measuring gas composition can be achieved with a wide spectrum of methods suited for different target compositions and pressure regimes. One such measurement method is optical emission spectroscopy (OES), which looks at characteristic emission lines of ionized atoms and molecules in a plasma. A compact OES measurement device is realized in the Inficon Augent® by combining an ionization gauge for absolute pressure measurement and creation of a plasma with a small optical spectrometer. A property of such an OES system is a high degree of non-linearity in the relation of measured light intensity of the characteristic lines to the gas composition. In order to improve the understanding of the gas composition determination, measurements of a wide range of gas mixtures at different absolute pressures are desirable.



Inficon Augent® and optical emission spectrum measured with it

Tasks

The focus of this work is the measurement of optical emission spectra for a variety of gas mixtures at different concentrations and absolute pressures in the range of $\sim 10^{-3}$ to ~ 1 mbar. Gases of interest in the context of this work and the activities occurring at the Tritium Laboratory Karlsruhe (TLK) are the hydrogen isotopologues (H_2 , HD, D_2), several noble gases (helium, argon, neon), air (N_2 , O_2), water (H_2O) as well methane (CH_4) and carbon dioxide (CO_2). After acquiring a sufficiently large number of datasets with different (binary, ternary, tertiary,...) concentrations and pressures, the next task in this Bachelor's project is investigating the interactions between different gases, potentially leading to the development of a model for accurately determining the gas composition from OES spectra produced with the Augent® gauge. Investigating potential isotopic effects between the different hydrogen isotopologues is also of interest in consideration of future applications as a monitoring tool in processes containing tritium.



Organisation of the bachelor's project

Training phase: Basics on vacuum technology, OES literature review, data analysis

Afterwards, an introductory presentation will be given.

Experimental phase:

- Perform measurements with the Augent® and separate optical spectrometers
 - of different gas compositions, and
 - At different absolute pressures
- Gas species to be investigated are
 - Essential:
 - hydrogen, helium, nitrogen, oxygen, methane
 - Optional:
 - argon, neon, deuterium, water, carbon dioxide

Writing phase: Writing up the bachelor's thesis

Final presentation: After submission of the thesis

Relevant Topics

- Optical emission spectroscopy
- Atomic and molecular physics, in particular emission lines
- Data analysis, e.g. with Python
- Scientific research and communication of the results

What will be helpful

- Aiming to acquire experience in a lab environment
- Diligence and patience or ingenuity in performing measurements over a large parameter space
- Interest in building data-driven models

Supervision:

Dr. Robin Größle

robin.groessle@kit.edu

Dr. Alexander Marsteller

alexander.marsteller@kit.edu

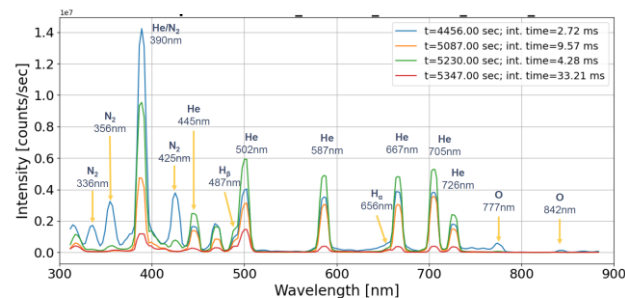
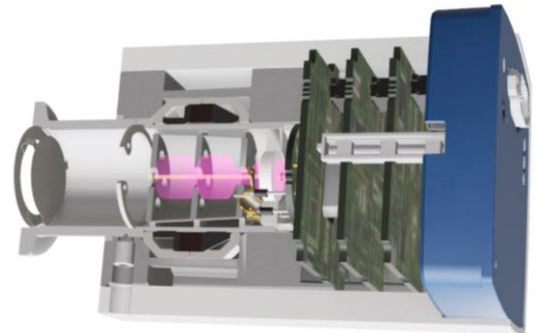
**The bachelor's project will take place
at IAP-TLK at KIT Campus North.**

Charakterisierung eines Geräts für optische Emissionsspektroskopie

Bachelor Projekt am IAP-TLK

Hintergrund

Bei einer Vielzahl technischer Prozesse ist die Zusammensetzung von Gasen ein wichtiger Faktor bei der Prozessüberwachung und -steuerung, um einen ordnungsgemäßen Betrieb sicherzustellen und Verunreinigungen zu vermeiden. Eine Messmethode zur Bestimmung von Gaszusammensetzungen ist die optische Emissionsspektroskopie (OES), bei der charakteristische Emissionslinien ionisierter Atome und Moleküle in einem Plasma untersucht werden. Ein kompaktes OES-Messgerät wird im Inficon Augent® realisiert, in welchem eine Ionisationsmessröhre, welche durch Erzeugung eines Plasmas den absoluten Druck misst, mit einem kleinen optischen Spektrometer kombiniert wird. Eine Eigenschaft eines solchen OES-Systems ist ein hoher Grad an Nichtlinearität in der Beziehung zwischen der gemessenen Lichtintensität der charakteristischen Linien und der Gaszusammensetzung. Um das Verständnis der Bestimmung der Gaszusammensetzung zu verbessern, sind Messungen einer breiten Palette von Gasgemischen bei unterschiedlichen absoluten Drücken wünschenswert.



Inficon Augent® und damit gemessenes optisches Emissionsspektrum

Tasks

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der Messung optischer Emissionsspektren für eine Vielzahl von Gasgemischen bei unterschiedlichen Konzentrationen und absoluten Drücken im Bereich von $\sim 10^{-3}$ bis ~ 1 mbar. Gase, die im Rahmen dieser Arbeit und der Aktivitäten am Tritiumlabor Karlsruhe (TLK) von Interesse sind, sind die Wasserstoffisotopologen (H₂, HD, D₂), verschiedene Edelgase (Helium, Argon, Neon), Luft (N₂, O₂), Wasser (H₂O) sowie Methan (CH₄) und Kohlendioxid (CO₂). Nach der Erfassung einer ausreichend großen Anzahl von Datensätzen mit unterschiedlichen (binären, ternären, tertiären, ...) Konzentrationen und Drücken besteht die nächste Aufgabe in diesem Bachelorprojekt darin, die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Gasen zu untersuchen, was möglicherweise zur Entwicklung eines Modells zur genauen Bestimmung der Gaszusammensetzung aus OES-Spektren führt, die mit dem Augent®-Messgerät erzeugt wurden. Die Untersuchung potenzieller Isotopeneffekte zwischen den verschiedenen Wasserstoffisotopologen ist auch im Hinblick auf zukünftige Anwendungen als Überwachungsinstrument in Tritium enthaltenden Prozessen von Interesse.



Aufbau des Bachelor Projekts

Trainingsphase: Grundlagen der Vakuumtechnik, OES-Literaturübersicht, Datenanalyse

Anschließend wird ein Einführungsvortrag gehalten.

Experimentierphase:

- Durchführung von Messungen mit dem Augent® und separaten optischen Spektrometern
 - mit unterschiedlichen Gaszusammensetzungen und
 - und bei unterschiedlichen absoluten Drücken
- Zu untersuchende Gasarten sind:
 - Notwendig:
 - Wasserstoff, Helium, Stickstoff, Sauerstoff, Methan
 - Optional:
 - Argon, Neon, Deuterium, Wasser, Kohlendioxid

Schreibphase: Anfertigen der Bachelorarbeit

Abschlusspräsentation: Nach Abgabe der Bachelorarbeit

Relevante Themen

- Optische Emissionsspektroskopie
- Atom- und Molekülphysik, Emissionslinien im speziellen
- Datenanalyse, z.B. mit Python
- Wissenschaftliches Arbeiten und Kommunikation der Ergebnisse

Hilfreich dabei sind

- Der Wunsch Erfahrung im Laborumfeld zu gewinnen
- Gewissenhaftigkeit und Ausdauer, oder Einfallsreichtum beim Vermessen eines großen Parameterraums
- Ein Interesse am Entwickeln von Datenbasierten Modellen

Betreuung:

Dr. Robin Größle

robin.groessle@kit.edu

Dr. Alexander Marsteller

alexander.marsteller@kit.edu

Dieses Bachelor Projekt wird am IAP-TLK am KIT Campus Nord stattfinden.