



Estudo do Comportamento do Plasma Gerado Por Laser em Atmosferas de Gás Nobre (Ar e H)

Ícaro Ruan Peixoto Rodrigues¹; Dr. Eliel Eleuterio Farias²; Cristian Erik Costa de Souza³; Wagner Augusto Pinho Barbosa⁴; Dr. Roberto Ferreira dos Santos⁵;

¹Voluntário do grupo PET-Física da UFRR, e bolsista do PIC da UFRR (irprodrigues26@gmail.com); ²Orientador do PIC e Docente do departamento de Física da UFRR; ³Bolsista do PET- Física UFRR; ⁴Bolsista do PET- Física UFRR; Tutor do grupo PET-Física, docente do Departamento de Física da UFRR (roberto.ferreira@gmail.com).

Ciências Exatas e Da Terra; Grupo PET-Física; Universidade Federal de Roraima- UFRR; Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação- FNDE.

RESUMO: O trabalho apresentado aqui é parte do meu projeto de Iniciação Científica que vem sendo desenvolvido no laboratório de plasma da Universidade Federal de Roraima, e relacionado com minha atividade voluntária junto ao PET-Física. Ele consiste do estudo do comportamento do plasma gerado por laser em uma amostra de Rutênio (Ru) imerso em ar atmosférico e em Argônio (Ar), em diferentes meios a intensidade e temperatura do plasma se alteram, devido a densidade eletrônica.

PALAVRAS-CHAVE: Plasma, intensidade do plasma, comportamento em meios diferentes, densidade eletrônica.

INTRODUÇÃO

O plasma é um estado da matéria com alta temperatura, é um gás ionizado, ou seja, é um gás que possui grande quantidade de elétrons livres e isso se dá, no caso do experimento, pelo fato do laser induzir uma grande quantidade de energia sobre a amostra, os elétrons dos átomos da amostra são energizados e com isso saltam para outras camadas ao realizar o salto essa energia é transformada na forma de luz, pelo fato de acontecer esses saltos uma pequena parte da amostra torna-se plasma.

O espectrômetro é a ferramenta no arranjo experimental que capta essa luz

emitida pelo plasma e resulta em um gráfico de intensidade por comprimento de onda. Com isso decorre a análise dos dados para compreender o comportamento do plasma, ver seu decaimento exponencial e estudar como o plasma se caracteriza em diferentes meios.

DESCRIÇÃO DO CASO

O arranjo experimental é formado por um laser pulsante um espectrômetro, e uma amostra de Ru no ponto de incidência do laser. O espectrômetro é o responsável por medir e quantificar a luz emitida pelo plasma em um gráfico no computador de intensidade por comprimento de onda.

Iniciando o experimento em ar atmosférico o laser incide sobre a amostra e pelo fato da alta energia cedida pelo laser uma pequena parte da amostra torna-se plasma, com isso foi utilizada a base de dados NIST Atomic Spectra Database Lines Form, onde nela possui dados cruciais para a análise, como por exemplo a energia superior e os comprimentos de onda do Ru, já que o gráfico resultante desse processo é de intensidade por comprimento de onda.

Os experimentos são medidos em janelas de tempo específicas escolhidas pelos autores, com os gráficos pode notar que ao passar do tempo a intensidade do plasma diminui, já que o plasma decai exponencialmente. O experimento com argônio (Ar), segue o mesmo procedimento, mas com a diferença que no arranjo experimental possui o acréscimo de um pequeno tubo onde o Ar é solto no ponto de incidência do Laser.

Para uma posterior medição da temperatura do plasma pelo método de Saha Boltzmann e da densidade eletrônica do experimento foi necessário uma busca de referências sobre a probabilidade de transição e alargamento Stark da amostra e do meio em que ela está inserido já que no gráfico resultante os comprimentos de onda de ambos serão vistos.

DISCUSSÃO

Com os dados obtidos no experimento faz-se a análise, onde resulta em gráficos dentro do esperado. O experimento em ar atmosférico tem uma configuração em questão de intensidade e densidade eletrônica menor que a obtida em Ar, isso resulta do fato de que em Ar a taxa de recombinação é maior que em ar atmosférico.

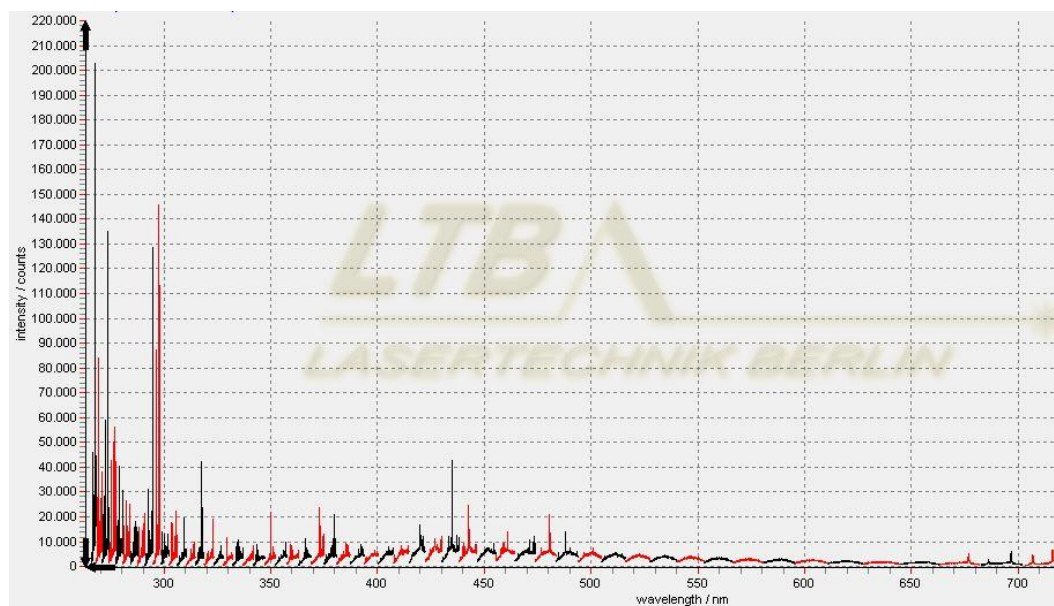


Figura 1: Gráfico intensidade por comprimento de onda, experimento com Ar. Fonte: SOPHI. Versão 7.6.5 Win32. [S. I.]: LTB Lasertechnik Berlin. 1 CD.



Figura 2: Gráfico intensidade por comprimento de onda, experimento sem Ar. Fonte: SOPHI. Versão 7.6.5 Win32. [S. I.]: LTB Lasertechnik Berlin. 1 CD.

Com base nas figuras 1 e 2 pode-se constatar que com Ar a taxa de recombinação aumenta em relação a sem Ar, resultando em uma intensidade maior do plasma.

Foi analisado também que a intensidade do plasma cai durante o tempo, para exemplificar observou-se o comportamento da intensidade de um comprimento de onda pelo gráfico a seguir:

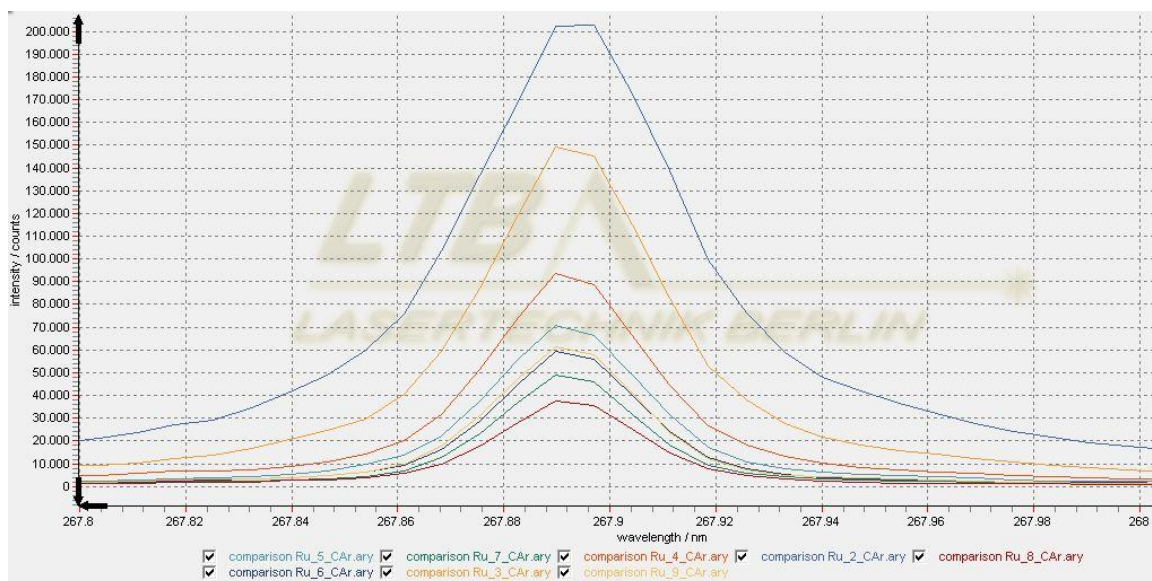


Figura 3: Evolução do plasma no tempo. Fonte: SOPHI. Versão 7.6.5 Win32. [S. I.]: LTB Lasertechnik Berlin. 1 CD.

Esse gráfico de intensidade por comprimento de onda, mostra em várias janelas de tempo como o plasma se comporta em um determinado comprimento de onda, mas isso acontece em todos, e mostra a evolução temporal do plasma, provando que sua intensidade, e então sua temperatura e densidade eletrônica, caem com o passar do tempo.

Para verificar a queda da densidade eletrônica, foi utilizado um comprimento de onda de Ar e de Hidrogênio com parâmetros Stark conhecidos, que é uma constante da largura a meia altura dessas intensidades de plasma. Tendo como exemplo o experimento com Ar resultou no seguinte gráfico:

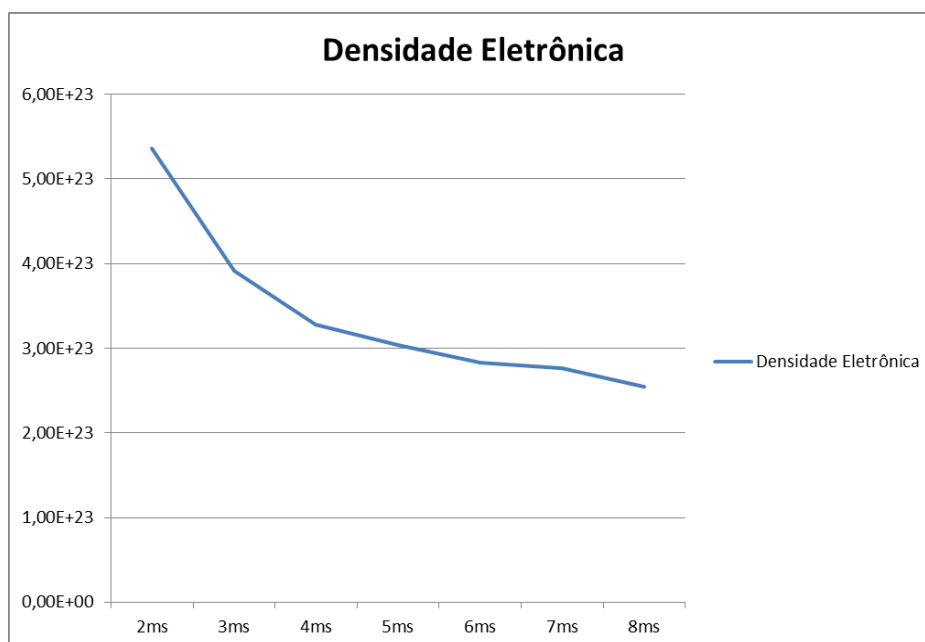


Figura 4: Gráfico da densidade eletrônica no experimento com Ar. Fonte:

MICROSOFT Project for Windows 7. Versão 4.1. [S. l.]: Microsoft Corporation, 2006. 1 CD.

Com base no gráfico fica evidente o comportamento do plasma, ele inicia com alta intensidade, e densidade eletrônica e vai diminuindo até acabar. Chegando aos resultados esperados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No fim foi comprovado que o comportamento do plasma é realmente um decaimento exponencial, e constatado como o meio em que ele está imerso altera suas características físicas. As dificuldades encontradas foram achar os Parâmetros Stark de Ru, com isso teve que se usar comprimentos de Ar e H que apareciam nos experimentos. Esse arranjo experimental pode ser usado para estudo de composição química como, por exemplo, estudo de solo, essa ferramenta chama-se LIBS.

REFERÊNCIAS

NIST. Atomic Spectra Database. *In*: **NIST Atomic Spectra Database Lines Data Ru I-II**. Disponível em: https://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html. Acesso em: 15 mar. 2022.

NIST Atomic Spectra Database Ionization Energies Form. [S. l.], 15 jul. 2022. Disponível em: <https://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/ionEnergy.html>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SANSONETTI, J. E.; MARTIN, W. C. Handbook of Basic Atomic Spectroscopic Data. **American Institute of Physics**, [S. l.], p. 1560 - 2259, 28 set. 2005.

KONJEVIC, N.; LESAGE, A.; FUHR, J. R.; WIESE, W. L. Experimental Stark Widths and Shifts for Spectral Lines of Neutral and Ionized Atoms, A Critical Review of Selected Data for the Period 1989 Through 2000. **Journal of Physical and Chemical Reference**, [S. l.], v. 31, p. 820 - 927, 12 set. 2002.

SOPHI. Versão 7.6.5 Win32. [S. l.]: LTB Lasertechnik Berlin. 1 CD.

MICROSOFT Project for Windows 7. Versão 4.1. [S. l.]: Microsoft Corporation, 2006. 1 CD.

ORIGIN. 6.0. [S. l.], 22 jul. 2009. 1 CD.