

Caracterización de plasmas inducidos por láser

En este trabajo se pretende que el estudiante se familiarice con algunas propiedades básicas de la física de plasmas producidos con láseres de alta potencia. Estos plasmas tienen diversas aplicaciones incluyendo: determinación de la composición elemental de una muestra (sólida, líquida o gaseosa), para la limpieza de materiales como obras de arte, la detección de explosivos o patógenos, etc.

Básicamente, la emisión de un láser pulsado se concentra en una muestra, removiendo parte de la misma y produciendo un plasma. La luz emitida puede ser utilizada para el análisis elemental de la muestra investigada. Para ello, es necesario que el plasma producido satisfaga algunas condiciones específicas: que el plasma sea ópticamente delgado y que este se encuentre en Equilibrio Termodinámico Local. Esto es, que la luz absorbida por el propio plasma sea despreciable y que el plasma se encuentre dominado por colisiones a fin de que pueda definirse una temperatura en cada región del espacio.

En el proyecto a desarrollar, los estudiantes deberán encontrar para una aleación, las condiciones óptimas experimentales, a fin de maximizar la relación señal a ruido de la emisión espectral. Luego se determinará la evolución de la temperatura y densidad electrónica del plasma, se caracterizará la dinámica de este y finalmente se aplicará realizará una curva de calibración para cuantificar la composición de una muestra.

Cronograma

1. Introducción a la física de plasmas inducidos por láser: Interacción láser-materia; determinación de la temperatura de un plasma y su densidad electrónica por medios espectroscópicos (Gráficas de Boltzmann y Saha-Boltzmann); concepto de equilibrio termodinámico local.
2. Conceptos fundamentales del funcionamiento de los equipos utilizados en el laboratorio: láser pulsado de nanosegundos de duración y alta potencia; generador de pulsos con retraso variable; espectrógrafo tipo Echelle y Czerny Turner; cámara CCD intensificada.
3. Conceptos básicos sobre seguridad en el laboratorio, preparación de los equipos, focalización óptima sobre el blanco y alineación del sistema recolector de luz.
4. Se brindará a los estudiantes espectros típicos para que aprendan a identificar las líneas espectrales de una muestra. Uso de las bases de datos del NIST. Se discutirá el proceso para identificar correctamente las transiciones observadas verificando las interferencias espectrales.
5. Encontrarán las condiciones óptimas experimentales a partir de los datos brindados incluyendo: energía del láser, retraso de adquisición, tiempo de obturación de la cámara ICCD.
6. Análisis de los espectros adquiridos: Los estudiantes deberán elegir las transiciones idóneas para la construcción de las gráficas a fin de determinar la temperatura electrónica y densidad electrónica en función del tiempo. Verificación de la condición de equilibrio termodinámico local.

El punto 6 puede reemplazarse por un trabajo de análisis de plasmas basados en fotografías de sombras. Así podrán determinar la velocidad de expansión de una onda de choque de un plasma o del gas caliente y compararlo con el modelo de Sedov para explosiones fuertes.

Otra posibilidad es el de identificar diferentes muestras de cerámicas, muestras biológicas como tejidos o de troncos de árboles a partir de los espectros obtenidos.

Bibliografía complementaria

1. Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS): Fundamental and Applications, A. W. Miziolek, V. Palleschi, I. Schechter (Eds), Cambridge University Press, UK, 2006.
2. R. Noll, Laser-Induced Breakdown Spectroscopy, Fundamentals and applications, Springer-Verlag, Berlin, 2012.
3. H. R. Griem, *Plasma Spectroscopy*, McGraw-Hill, N. York, 1964.
4. A. Kramida, Y. Ralchenko, J. Reader and NIST ASD Team (2020). NIST Atomic Spectra Database (version 5.8). Available: <https://physics.nist.gov/asd>