

SÍNTESIS DEL PROYECTO

1.- Se propone estudiar teórica y experimentalmente la interacción de un plasma en el régimen de resplandor, con pulsos de luz láser con duración de nanosegundos y longitud de onda variable. En particular, se propone estudiar el efecto optogalvánico rápido que ocurre en la región del plasma, conocida como la región oscura de Crookes, que se caracteriza por la presencia de campo eléctrico intenso. El estudio que se propone tiene como objetivo realizar espectroscopia de alta resolución en elementos metálicos, tierras raras y especies refractarias que se producirán cerca del cátodo de la descarga, y que no son sencillos de producir y estudiar con otras técnicas. En particular se propone estudiar las propiedades de excitación-ionización de estas especies y comparar estas mediciones con modelos teóricos existentes. Esto se hará con objeto de extraer información sobre la estructura atómica y la dinámica de ionización de estas especies al interactuar con la luz láser.

El efecto optogalvánico rápido consiste en la variación temporal, en la escala de nanosegundos, de las propiedades de conducción del plasma, debida a la ionización ó la transferencia resonante de energía del láser al plasma. Estas variaciones ocurren cuando la frecuencia del láser coincide con la frecuencia de excitación o ionización de la los átomos presentes en la descarga. Haciendo un registro de estas variaciones de corriente como función de la longitud de onda del láser, se puede obtener un espectro que indica las transiciones particulares de la muestra bajo estudio. La importancia de realizar estudios de espectroscopia en metales tiene una importante vertiente práctica y fundamental que se explican con más detalle en el cuerpo de esta solicitud.

2.- El estudio de las propiedades de excitación e ionización en metales se llevan a cabo tradicionalmente en fuentes de radiación sincrotrón, que producen la luz en el rango del ultravioleta de vacío (VUV), y haciendo uso de complejos hornos para producir en fase gaseosa las muestras de los metales a estudiar. Debido a que nuestro país no cuenta con ellas, el uso de fuentes de radiación sincrotrón impone limitaciones de tiempo y económicas para realizar estos estudios. Además, aún teniendo acceso a estas fuentes de luz, los sistemas de producción de vapores metálicos necesarios para estudiar propiedades de ionización de éstos en fuentes de luz sincrotrón son típicamente complejos y costosos. En el caso del método optogalvánico rápido que se propone, las muestras metálicas están presentes en la región de Crookes debido a que el impacto de iones en el cátodo libera los átomos de los que éste este esta compuesto (ion sputtering). Para excitar o ionizar a los metales en la descarga solamente hace falta contar con láseres de tinte, en el rango espectral del visible así como láseres de estado sólido en el rango del infrarrojo, para realizar de manera selectiva esta ionización. Esto es posible debido a que las muestras atómicas y moleculares presentes en la descarga se producen en estados excitados de larga vida, denominados estados meta-estables, y que son producidos por impacto de electrones energéticos presentes en el plasma. Esto simplifica la técnica y permite realizar estudios de ionización aún sin contar con luz sincrotrónica. Adicionalmente, la técnica experimental es relativamente sencilla y novedosa y permitirá realizar estudios espectroscópicos de alta resolución, en nuestro laboratorio.

3.- Se propone complementar las mediciones experimentales producidas por espectroscopia optogalvánica con estudios teóricos. Específicamente se propone modelar numéricamente la variación de de las propiedades de conducción del plasma como función de la frecuencia de la luz láser empleada. Los espectros obtenidos se analizarán con cálculos teóricos basados en la teoría de Defecto cuántico de varios canales (Multichannel Quantum Defect theory). Esto permitirá asignar correctamente las transiciones observadas en los espectros y extraer información de la estructura atómica de las especies y de la dinámica del proceso de fotoionización. Se tiene como objetivo desarrollar la infraestructura experimental que inicie esta línea de investigación en la UNAM, y de involucrar a 4 estudiantes de licenciatura al proyecto. Se espera producir por lo menos 3 publicaciones en revistas internacionales con arbitraje internacional, relacionadas al tema de espectroscopia optogalvánica rápida y de difundir los resultados en al menos una conferencia internacional y una nacional.

ANTECEDENTES

En el centro de Ciencias Físicas de la UNAM, el grupo de Física Atómica, Molecular y óptica, cuenta con una larga tradición en el estudio de plasmas de baja temperatura. El grupo ha llevado a cabo experimentos en plasmas de baja temperatura, en particular en descargas de Townsend así como estudios de movilidad iónica en los últimos 15 años. En los últimos 5 años se han producido más de 20 artículos de investigación relacionados con este tema. Por otra parte, el autor del presente proyecto ha colaborado en los últimos 5 años en estudios de fotoionización utilizando luz de radiación sincrotrón, principalmente, y se han producido 7 artículos en el área de fotoionización. El proyecto que se propone permitirá utilizar de manera conjunta la experiencia en plasmas y en estudios de fotoionización, con el fin de desarrollar una nueva área en la que se combinen estudios de alto nivel en espectroscopía atómica y molecular, con una combinación ventajosa de las dos técnicas, que concurren en la espectroscopía optogalvánica.

Con respecto al campo de espectroscopia optogalvánica rápida, los antecedentes del efecto y sus usos se resumen a continuación. El efecto optogalvánico fue reportado por primera vez en 1928 por Penning, al observar variaciones en la impedancia de una descarga de neón que se encontraba en la proximidad de otra descarga del mismo elemento (Penning, 1928). Penning infirió, correctamente, que las variaciones mencionadas en las propiedades de conducción de una de las descargas se debían a la luz emitida por la otra descarga. Sin embargo, no fue sino hasta el desarrollo de láseres de frecuencia variable que el efecto optogalvánico tuvo un impacto importante (Green, 1976). Los estudios iniciales que emplearon láseres de frecuencia variable, (usualmente láseres de tinte), estaban basados en una forma especial del efecto optogalvánico, denominada lenta, porque se manifiesta típicamente algunos microsegundos después de que el pulso láser se hace incidir en el plasma. En el efecto optogalvánico lento las variaciones de corriente en el plasma se deben a la conversión de energía luminosa, proveniente del láser, en energía térmica. La transferencia luz-calor se lleva a cabo dentro del plasma debido a colisiones súper-elásticas entre los átomos excitados por la luz con los demás átomos que componen al plasma. Desarrollos posteriores de electrónica rápida y de láseres de mayor potencia han permitido en tiempos relativamente recientes (Broglia, 1987), (Widigger, 1994) (Lavesque, 1997) el uso de plasmas de baja temperatura para realizar estudios de fotoionización de materiales refractarios, en plasmas en configuración de cátodo hueco. En estos nuevos estudios, se emplea el efecto optogalvánico rápido que, en contraste con el efecto lento, ocurre en escalas de tiempo de nanosegundos, con respecto al pulso inicial del láser. La diferencia de escalas entre el efecto rápido y el lento se debe a que la variación de la corriente en el plasma en el primer caso es originada por la ionización de los átomos que se encuentran cerca del cátodo. La rapidez con la que ocurre el fenómeno se debe a que en la región cercana al cátodo se localiza un campo eléctrico muy intenso (Barbieri, 1990), del orden de 1 a 2 kV/cm. en la vecindad del cátodo. Este campo acelera rápidamente a los electrones que sean producidos por ionización inducida por el láser y, dado que la región es pequeña, del orden de 0.5 mm, la corriente transitoria generada es del orden de algunos nanosegundos.

La espectroscopia optogalvánica rápida permite obtener información análoga a la que se obtiene realizando espectroscopia de fotoionización con fuentes de luz ultravioleta de frecuencia variable, en particular con luz sincrotrón. Existen varios antecedentes de mediciones de fotoionización en metales usando luz UV en sincrotrones (Scrocco M, 1983), (Sladeczek, 1995), (Attard, 2001). Para realizar estudios en sincrotrones se requiere contar con muestras en fase gaseosa. Esto implica contar con un arreglo experimental complejo y de costo alto, tanto para producir los elementos en fase gaseosa, como para coleccionar los iones o fotoelectrones producidos en el proceso de fotoionización. La espectroscopia optogalvánica representa una alternativa sencilla a estas técnicas convencionales debido a que, al usar un plasma de baja temperatura, la descarga sirve tanto para generar las especies neutras en estado excitado, como para detectarlas, como variación de corriente en el plasma, una vez que son ionizadas por el láser.

En base a estos antecedentes, y debido a que la espectroscopia optogalvánica es más simple que los estudios con luz ultravioleta, así como por la relevancia de los estudios que se proponen es que se presenta a su consideración el presente proyecto. De ser aprobado, permitirá iniciar esta línea de investigación en el Centro de Ciencias Físicas de nuestra Universidad.

BIBLIOGRAFÍA

Amoruso S., Armenante M., Berardi V., Bruzzese R., Spinelli N., (1997), Applied Physics A: Materials Science & Processing, 65, 265.

Arnold A. S., Wilson J. S. and Boshier M. G. (1998), Rev.. Sci Inst. 69, 1236.

Attard G. A. Watson D. Seddon E.A. and Cornelius S.M. (2001) Phys. Rev. B 64, 115408

Barbieri B. Beverini N. Sasso (1990) A. Rev. Mod. Phys. 62, 603.

Brogia M., Catoni F. Montone A., Zampetti P. (1987) Phys. Rev. A. 36, 705.

Drogoff B.L., Margot J, Vidal F, Laville S, (2004) Plasma Sources Sci. Technol. 13 (2004) 223

Green R.B., Keller R.A., Luther G.C., Scheck P.K. and Travis J.C.,(1976), Appl. Phys. Lett. 29,727.

Jung E. C., Kim T.S, Song K, and Kim C.J., (2003) Spectroscopy Lett. 36, 167.

Kazuhiro H. (2002) Optics Communications 206 (2002)401 409

Levesque S., Gagne J.M. and Babin F. (1997) J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 30 1331.

Miecznik G. and Greene Ch. (1995). Phys. Rev. A 51, 513527.

Nakamura S. and. Fasol G, (1997) The Blue Laser Diode ,first ed., Springer,Heidelberg.

O'Mahony P.F (1985) Phys. Rev. A 32, 908.

Penning F.M., (1928) Physica 8, 137.

Scrocco M. (1983) Phys. Rev. B 27, 34063411

Sladeczek P., Feist H., Feldt M., Martins M., and Zimmermann P. (1995) Phys. Rev. Lett. 75, 1483.

Widiger G., Willke B. and Kock M. (1994) J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 27 899.

CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO

Las contribuciones en el área de conocimiento que el proyecto que se propone realizar pueden separarse entre fundamentales y aplicadas. Entre las primeras se considera el estudio sistemático y extensivo de los estados autoionizantes que ocurren cerca del umbral de ionización de especies atómicas y moleculares metálicas y refractarias que se propone estudiar, y que no han sido estudiadas con métodos convencionales usando luz sincrotrón. En particular se espera contribuir al estudio de propiedades de ionización de metales tales como aluminio, cobre, y hierro, inicialmente y de Calcio, Bario, Molibdeno, en etapas avanzadas. El estudio de estos últimos elementos será posible, una vez que se cuente con el arreglo experimental completo, simplemente construyendo electrodos cilíndricos hechos de esos elementos. El estudio de las propiedades de fotoionización de estos metales es relevante, debido a que la sección eficaz de ionización a bajas energías refleja efectos muy interesantes de correlaciones electrónicas que han sido estudiadas teóricamente (O'Mahony, 1985) pero no han sido medidas de manera completa experimentalmente. Además de estos efectos, se ha predicho de manera teórica que estas especies presentan estados autoionizantes que están prohibidos en esquemas de acoplamiento de momento angular tipo L-S, pero que están permitidas si se consideran interacciones relativistas, del tipo espín-órbita (Miecznik, 1995). Dado que la técnica que se propone usar proporcionará espectros de muy alta resolución, se espera que estos estudios experimentales validen los estudios teóricos existentes y ayuden a ampliarlos en caso que existan discrepancias importantes entre lo que predicen y lo que se observe experimentalmente. Los estudios experimentales de este tipo son escasos, y consideramos que la técnica que se propone podría contribuir a remediar en parte esta situación. Por otro lado, existe un interés creciente sobre las propiedades espectroscópicas de plasmas de metales producidos por ablación láser (Amoruso, 1997). Estos plasmas generan luz ultravioleta útil que puede ser utilizada en técnicas litográficas, o como fuentes pulsadas de luz ultravioleta (Drogoff, 2004). A pesar de la relevancia de este tipo de plasmas, se desconocen aspectos importantes con respecto a las propiedades espectroscópicas de los iones atómicos, tales como las líneas de emisión del ión atómico y los estados autoionizantes de las especies neutras de origen metálico, que participan en el plasma inducido por ablación y que determinan las características espectrales del pulso de luz producido. Se espera que los estudios que se proponen contribuyan a ampliar el conocimiento fundamental de especies metálicas, para subsanar en parte esta falta de información.

Una extensión valiosa y reciente de la técnica de espectroscopia optogalvánica rápida ha sido la implementación de esquemas de bombeo-prueba con láseres en el infrarrojo y el visible (Jung, 2003). En este esquema, se parte de los estados excitados presentes en la descarga y, usando diodos láser en el infrarrojo, se puede conseguir selectividad del estado excitado a partir del cual se fotoioniza utilizando para esto efectos de saturación. Una vez realizado el bombeo, se emplea otro láser en el visible con el cual se lleva a cabo la ionización propiamente. La ventaja y oportunidad que presenta este esquema se debe a que los láseres en el infrarrojo son de fácil construcción, de bajo costo y de uso simple (Arnold, 1998). El desarrollo reciente (Nakamura, 1997), de diodos láser en el visible hacen que la técnica de espectroscopia optogalvánica en esquema de bombeo-prueba tenga prospectos muy interesantes para el futuro inmediato (Kazuhiro H. 2002). No se tienen antecedentes en México de este tipo de estudios y consideramos que el proyecto que se propone contribuirá a iniciar esta importante rama de estudio en nuestro país. En particular, el uso del esquema de bombeo permitirá contribuir a la identificación de niveles autoionizantes que no son accesibles usando un solo láser, debido a las reglas de selección de fotoionización con un sólo fotón establecen restricciones en cuanto a los niveles accesibles. Las reglas de selección para transiciones inducidas con más de un fotón son más relajadas. Adicionalmente a esto, existe evidencia de que la razón señal a ruido es mejorada de manera sustancial en esquemas de bombeo (Gagne, 1997) por lo que los estudios que se plantean contribuirán en el campo con espectros de buena calidad y alta resolución, que podrán compararse de manera precisa con los cálculos teóricos. Finalmente, y en la vertiente tecnológica, la espectroscopia optogalvánica proporciona herramientas para estabilizar, con gran precisión, la frecuencia de un láser de diodo, o cualquier otro láser cuya constancia del valor en frecuencia sea importante. La necesidad de fuentes de luz láser de alta estabilidad es un problema tecnológico que es importante tanto en investigación fundamental, como en la construcción de trampas magnetoópticas, como en aplicaciones prácticas, como la metrología, la detección de contaminantes y el establecimiento de estándares de tiempo y frecuencia. Las contribuciones que se han mencionado no son exhaustivas, pero sí representativas de las contribuciones que permitirá el proyecto solicitado.

OBJETIVOS

a) Implementar la infraestructura necesaria para producir una descarga en el régimen de resplandor, estable y bien caracterizada y que sirva como base para llevar a cabo los estudios de espectroscopia optogalvánica que se proponen. En particular, un objetivo importante consiste en diseñar los electrodos que produzcan el plasma en geometría de cátodo hueco. La necesidad de realizar esto se debe a que esta geometría permite utilizar corrientes relativamente elevadas en la descarga y, por lo tanto, producir vapores metálicos por sputtering, debido a que el área total que impactan los iones es mayor que en otras geometrías.

b) Acondicionar un láser de tintes, con el que ya se cuenta en el laboratorio, para usarlo como fuente de luz variable que inducirá el efecto optogalvánico en la descarga. Asimismo, otro objetivo importante será el de implementar la óptica de enfoque, expansión de haz, diodos ópticos y enfoque de luz a fin de dirigir la luz de manera correcta hacia la descarga. Asociado a este objetivo, se contempla implementar los sistemas de detección de potencia de la luz láser, y el desarrollo de interfaces analógico digitales de control, que permitan controlar la longitud de onda del láser y adquirir los datos de la descarga.

c) Construir láseres sintonizables, de cavidad externa, basados en diodos que emiten en el infrarrojo y visible. Este objetivo se cumplirá con la ayuda del Dr. Edgar Méndez, que ha construido exitosamente este tipo de sistemas. Los láseres que se construirán son de diseño relativamente sencillo, son económicos y producen luz con espectro bien caracterizado, sintonizables y que producen la potencia necesaria para bombardear los estados excitados por la descarga. Estos láseres serán empleados en el esquema de bombeo-prueba, en conjunto con el láser de tintes mencionado en el objetivo (b). Estos láseres también se utilizarán para reducir el número de estados iniciales participantes en el proceso de ionización, inducida por el láser de tinte, utilizando técnicas de saturación.

d) Desarrollar programas computacionales, basados en la técnica de elemento finito, que permitan calcular las variaciones de la corriente en el plasma, inducidas por la interacción de la luz láser, basados en análisis teóricos ya existentes en la literatura. Asimismo se tiene el objetivo de realizar programas que permitan calcular la posición e intensidad de los espectros de fotoionización en el contexto del formalismo de multichannel quantum defect, MCQD, basados en literatura ya existente y con el auxilio del Dr. Remigio Cabrera, que es un especialista en cálculos de propiedades atómicas y en uso de métodos computacionales. En particular se tiene el objetivo de utilizar los espectros obtenidos para extraer de ellos, usando el formalismo mencionado, la variación de los defectos cuánticos como función de la energía. Estos valores permiten inferir, entre otras cantidades de interés físico, los momentos multipolares, los valores de polarizabilidad y, en general, el grado de anisotropía del potencial atómico de la especie estudiada.

f) Incorporar estudiantes al campo de espectroscopia e instrumentación optogalvánica. Fomentar que los alumnos divulguen el resultado de sus mediciones en congresos nacionales. Además de esto se tiene el objetivo de producir al menos 3 artículos en revistas de reconocido prestigio internacional y divulgar los resultados en los foros apropiados, sean estos nacionales o internacionales.

HIPÓTESIS

La hipótesis principal en la que se fundamenta este trabajo consiste en suponer que es posible fotoionizar átomos y moléculas en un plasma utilizando luz en el visible. Esta hipótesis se sustenta en el hecho de que en la descarga de resplandor las especies moleculares y atómicas presentes son producidas en estados excitados (Barbieri, 1990). Esto contrasta con las especies en fase gaseosa, que se encuentran normalmente en el estado electrónico base. De esta manera, en el caso de las muestras producidas en plasmas, la energía necesaria para promoverlos a un estado autoionizante es menor que la que se requiere para ionizar la muestra a partir del estado base (Levesque, 1997). Se parte también de la importante hipótesis de que la intensidad de los vapores presentes en la región de Crookes tiene una densidad volumétrica suficiente para alcanzar niveles de señal a ruido adecuadas. Asimismo, se supone que la señal transitoria producida cuando se ionizan los átomos es detectable. La validez de esta última hipótesis está fundamentada en cálculos numéricos en los cuales se estima el número de portadores de carga producidos con láseres de intensidad comparable al láser de tinte que se planea usar (Broglia, 1987) y por el tipo de sistema de detección que se planea utilizar, que es un integrador boxcar. Este tipo de sistemas permite extraer señales pequeñas, producidas en intervalos cortos de tiempo, e inmersas en una señal de mayor intensidad, que en el caso presente es la descarga continua del plasma.

Otra hipótesis importante consiste en suponer que los efectos del campo eléctrico presentes en la región de Crookes no altera de manera importante la posición de los estados bajo estudio, o que si lo hace, es posible calcular en que medida ocurre esta alteración, lo cual es relativamente sencillo con técnicas básicas de teoría de perturbaciones independiente del tiempo.

Finalmente, se tiene la hipótesis de que el esquema de bombeo que se planea implementar, proporciona una manera controlada de reducir la razón señal a ruido en una descarga (Levesque, 1997) y, en algunos casos, aislar el estado inicial a partir del cual se promueve el sistema a un estado autoionizante. La validez de esta última hipótesis ha sido probada en los trabajos pioneros en el área de detección optogalvánica rápida, (Jung, 2003) en esquema de bombeo-prueba.

METAS POR AÑO

En el primer año. Se diseñarán y construirán los electrodos huecos que serán la base de la descarga de resplandor y se montarán en una cámara de vidrio Pyrex. Se acoplará esta cámara a un sistema de alto vacío. Asimismo se implementará una interfase computacional que sirva para controlar las distintas variables del experimento de manera automatizada, tales como la longitud de onda del laser, el registro de la potencia de éste, la señal producida por el integrador boxcar. La interfase servirá, asimismo, para realizar el control de elementos de diagnóstico, tales como sondas de Langmuir y monocromadores para caracterización óptica. Se realizaran las primeras pruebas preliminares de descarga y, en base a ellas, se depuraran los diseños de tal suerte que al final del año se cuente con un sistema de descarga confiable, que asegure la pureza de las muestras estudiadas y se encuentre en condiciones de realizar medidas preliminares de efecto optogalvánico lento y rápido. Se iniciará la el diseño de un láser de cavidad externa y se adquirirán los elementos ópticos necesarios para su construcción. Para realizar esto se contará con el apoyo del Dr. Edgar Méndez, de la facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México. Se planea incorporar al menos un estudiante de licenciatura en esta etapa del proyecto. Se planea escribir al menos un artículo arbitrado donde se reporte el diseño preliminar y las características de la descarga hasta este momento, y divulgar los resultados en la XXVIII International Conference on Phenomena in Ionized Gases (ICPIG).

En el segundo año. Se acondicionará el sistema de láseres de tinte que se planea emplear y que ya existe. El láser requiere ser alineado para hacer eficiente la emisión de luz láser y también necesita calibrarse en frecuencia. Igualmente se construirá el láseres de diodo de cavidad externa, y que se usarán en el esquema bombeo-prueba. Se construirá el arreglo óptico de separadores de haz, diodos ópticos, medidores de potencia y de frecuencia, así como la óptica que nos permitirán dirigir los haces de luz láser a la descarga, y caracterizar las propiedades de frecuencia y potencia de éstos. Se llevaran a cabo las primeras pruebas del efecto optogalvánico, usando la descarga, los láseres y el integrador Boxcar para determinar las variaciones temporales de corriente como función de la longitud de onda en sistemas metálicos cuyas propiedades de autoionización sean conocidas. Estos sistemas pueden ser gases nobles tales como Argón, y Xenón, que han sido ampliamente estudiados. El objeto de estas pruebas será el de validar y calibrar nuestro sistema. Se iniciarán los programas que permitan calcular la corriente inducida por ionización en la región de Crookes. En particular se desarrollarán programas que empleen elemento finito para simular efectos de carga sobre un plasma de resplandor. Se espera publicar un artículo arbitrado en el que se muestren los avances obtenidos en esta segunda etapa del proyecto y asistir a una conferencia internacional a exponer los trabajos realizados. Se planea, asimismo, concluir la tesis de licenciatura del alumno incorporado en el primer año, e involucrar a dos alumnos de licenciatura en el segundo año.

En el tercer año. Se planea utilizar el sistema experimental construido y calibrado para realizar mediciones novedosos en elementos metálicos, tales como aluminio, cobre, e hierro entre otros. Se planea realizar calculos basados en la teoría de defecto cuántico de varios canales (MCQD) utilizando las posiciones de transiciones obtenidas de los espectros obtenidos. El objetivo de esto será el de extraer valores calculados de propiedades atómicas de las especies estudiadas. Planeamos revisar, en particular, los casos que presenten estados autoionizantes que pongan de manifiesto correlaciones electrónicas, como en aluminio, para inferir parámetros de correlación electrónica. Asimismo, planeamos estudiar especies en las cuales existen discrepancias teóricas sobre el tipo de transiciones autoionizantes permitidas, y que el experimento permitiría definir cuáles de estas son las que aparecen en la realidad. Se planea en esta última etapa implementar las primeras mediciones en el esquema de bombeo-prueba usando el láser de cavidad externa construido en el primer año, usando en conjunto con el láser de diodo. Se planea producir el tercer artículo en este periodo, concluir las tesis de licenciatura de los alumnos incorporados al proyecto en el segundo año e incorporar a un nuevo alumno en el último año del proyecto.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- 1.- Para acondicionar el alto vacío se instalará una bomba de difusión ya existente, de 60 litros/s de capacidad. La bomba será conectada a la cámara de vidrio donde se contendrá el plasma con una cruz de acero inoxidable. Se conectarán medidores de vacío del tipo baratrón y Bayer Alpert, y se instalará un sistema de distribución de gases. La infraestructura de agua para enfriar la bomba difusora, aire a presión para activar válvulas neumáticas de seguridad y la bomba mecánica ya se tienen.
- 2.- Para llevar a cabo la descarga de resplandor. Se contempla realizar descargas preliminares en configuración de cátodo plano. Los electrodos se conectarán a una fuente de alto voltaje y de corriente de 10mA para iniciar las primeras descargas. Se instalará una resistencia de balastro para limitar la corriente máxima que circule por la descarga. Se probará el efecto optogalvánico lento en esta descarga utilizando un osciloscopio de 40 MHz de frecuencia. Una vez caracterizada la descarga, y probados los sistemas de seguridad y control de voltaje de la fuente, pasaremos a la segunda etapa, en la que se instalarán electrodos en configuración de cátodo hueco (geometría cilíndrica). Esta geometría permite mantener corrientes mayores en el régimen de resplandor y, por ende, una densidad mayor de muestra vaporizada por ion sputtering.
- 3.- Para detectar los transitorios de corriente inducidos en el plasma por efecto optogalvánico se instalarán capacitores que desacoplen la componente de corriente directa de los transitorios. El transitorio que se detecte por el capacitor de desacoplo se amplificará utilizando un amplificador de voltaje de banda ancha,. La señal amplificada se alimentará a un osciloscopio, para monitorear las variaciones debidas al efecto optogalvánico lento, o a un integrador Boxcar para monitorear las variaciones rápidas de voltaje inducidas por el efecto optogalvánico rápido. Es conveniente monitorear ambas puesto que el efecto optogalvánico lento puede servir de estándar de calibración de la longitud de onda. La salida analógica del integrador Boxcar se alimentará a una computadora utilizando una tarjeta DAC digital-analógica.
- 4.- Para dirigir el haz del pulso láser a la descarga, se utilizará un arreglo de prismas fijos en monturas móviles, con precisión micrométrica, para dirigir el haz de manera controlada hacia la descarga. El láser de tinte se controlará con un motor a pasos, que a su vez estará conectado a la interfase de una computadora personal. Se instalará un etalón Fabry-Perot, para monitorear que la variación de longitud de onda del láser sea a pasos homogéneos, o para corregir la escala de longitud de onda relativa en caso que los pasos del motor del láser no sean homogéneos. Esto es importante para asegurar que la escala con la que se mide la longitud de onda sea lineal. La frecuencia absoluta del láser se medirá con un wavemeter optimizado para pulsos rápidos, o con un monocromador de 0.01 nm de resolución. La potencia y sus variaciones con respecto a la longitud de onda se medirán con un medidor de potencia de luz láser pulsada.
- 5.- Para construir el láser de cavidad externa se requerirá montar un láser de diodo frente a una rejilla de difracción de 1200 l/mm. La rejilla se montará a su vez en sobre un cristal piezoeléctrico que permitirá variar la longitud de onda del láser, al variar de manera controlada la longitud de la cavidad. Para operar el láser de diodo se requerirá adquirir fuentes de corriente estabilizada. El láser de diodo tendrá que mantenerse a temperatura constante, por lo que se colocará en un contenedor estabilizado en temperatura usando una bomba Peltier.
- 6.- Para calcular las variaciones de corriente como función de la longitud de onda del láser, se resolverán ecuaciones de continuidad, de conservación de energía y de Poisson, utilizando métodos de elemento finito,
- 7.- Para evaluar de manera teórica las posiciones de las transiciones autoionizantes se empleará el formalismo de multichannel quantum defect (MCQD). Este formalismo permite inferir, a partir de la posición de las distintas transiciones autoionizantes, la dependencia del valor de los defectos cuánticos como función de la energía del láser. Existe abundante literatura sobre la implementación de este tipo de cálculos, y en ella se exponen los pasos necesarios para realizar cálculos teóricos, utilizando como variables de entrada las posiciones en las que aparecen las transiciones autoionizantes.

INFRAESTRUCTURA

Además del apoyo administrativo, legal, espacio para laboratorios, y gastos de mantenimiento (electricidad, mantenimiento general) el Centro de Ciencias Físicas de la UNAM cuenta con el siguiente equipo, disponible para el proyecto:

Láseres de alta potencia:

- a) 1 láser pulsado de Nitrógeno marca PTI de 1 Hz de repetición, pulsado a 7 nanosegundos.
- b) 1 sistema Láser Dye marca PTI en configuración de Littmann. El láser cuenta con una cubeta que contiene rodaminas disueltas en solventes y que permiten cambiar el rango espectral del láser, cambiando la rodamina. La Salida en el rango de frecuencias de 450 a 690 nm y con posibilidad de expandir este rango cambiando de rodamina. Este láser es bombeado por el láser pulsado de nitrógeno. El láser de tintes esta completamente automatizado vía el puerto serial de una P.C. y utiliza una interfase Labview.
- c) Integrador Boxcar con resolución de 1 nanosegundo, con opciones de eliminación offset DC, y posibilidad de retraso controlado por señales analógicas, salida analógica y control del ancho de la ventana de premediación.
- d) 1 Osciloscopio digital de 100 MHz, Tektronics, con interfase GPIB, dos canales y opciones de promedio, análisis de Fourier y mediciones automatizadas de frecuencia.
- e) 1 Sistema de vacío consistente en una bomba difusora de 60l-s, una cámara de vacío acondicionada para practicar vacío diferencial en ella, y un sistema de electrodos móviles en vacío
- f) Una bomba rotatoria para realizar vacío de apoyo a la difusora.
- g) Un baratron en rango de 0 a 10 Torr, con salida analógica y precision de .0001 Torr.
- h) Un monocromador óptico de 0.5m de distancia focal, automatizado con interfase labview, y con una rendija de difracción de 2400 líneas por mm.

En el Taller de electrónica del grupo de Física atómica y molecular.

En este taller se cuenta con:

- a) Software para diseñar circuitos impresos.
- b) Sistema de tratamiento químico para la manufactura de circuitos Impresos.
- c) La colaboración de 1 técnico académico con al menos 8 años de experiencia en la construcción de fuentes de poder, sistemas de control y manufactura de equipo electrónico en general (Ingeniero Armando Bustos) y un asistente (Ricardo Bustos)
- d) Herramientas de soldadura, taladros de precisión, herramientas de ensamble para de la instrumentación.
- e) Sistemas de etiquetado de el equipo, para paneles frontales, y un archivo indexado de proyectos realizados (que permitirá la transferencia eficiente de diseños y circuitos realizados con otros grupos interesados).

En el taller de mecánica.

- a) Este taller esta atendido por dos técnicos académicos, con experiencia mínima de 10 años cada uno.
- b) Se cuenta 2 tornos de precisión.

-
- c) 2 maquinas fresadoras de precisión.
 - d) Taladros de precisión y de uso rudo, esmeriles, limas, y herramienta en general.
 - e) Cortadora de metal automatizada, y dobladora de láminas.
 - f) Sistema de soldadura autógena.

ACADÉMICOS UNAM

Nombre	GUILLERMO GUADALUPE HINOJOSA AGUIRRE
RFC	HIAG630808PH2
Nivel máximo de estudios	Doctorado
Nombramiento académico	INV TIT A T C
Entidad académica de adscripción	Centro de Ciencias Físicas

TRAYECTORIA ACADÉMICA (últimos cinco años)

Dr. Guillermo Hinojosa Aguirre, Investigador Titular A, PRIDE C,
SNI Nivel I.
Pagina web: www.fis.unam.mx/~gh

Licenciatura en Ciencias Físicas, Universidad de Guadalajara.
Maestría y Doctorado, UNAM - Con exámenes generales y tesis titulada:
"Generación de los haces de H³⁺ y D³ en estado base y estudio
de su disociación polar".

- Artículos publicados en revistas internacionales con arbitraje: 21
Por enviar 1.
- Un capítulo en libro de memorias
- 21 memorias in extenso

Tesis dirigidas: Tres de licenciatura, terminadas.

- Cursos impartidos:
3 en Escuelas de Verano
1 propedéutico
16 de licenciatura (uno en EEUU)
1 de maestría

- Arbitro de proyectos del Consejo Nacional para Ciencias Básicas de Colombia
- Arbitro de la revista "European journal of physics"
- Arbitro de la revista Mexicana de física.

- Jurado en 4 exámenes profesionales.

- Infraestructura: Modificaciones en un acelerador, analizador de energía para
electrones, interfaces de control para experimentos, software SuperGluer

- Cursos y seminarios invitados: 5 nacionales, 2 internacionales.

- Distinciones: Mejor promedio de la Generación (1987) Univ. de Guadalajara.
Ayudantías del SNI
Beneficiario del programa de reincorporación de exbecarios de DGAPA.
Beneficiario del programa de repatriación CONACyT
Investigador Nacional Nivel I SNI

- Proyectos científicos:
PADEP -UNAM 1995 responsable
PADEP -UNAM 1996 responsable
CONACyT I39350-E (2001-2002) Responsable
DGAPA IN104501 (2001-2004) Corresponsable
DGAPA IX1052004 Responsable.
DGAPA IN115405 Responsable (vigente).

- Participación en congresos: 4 nacionales, internacionales 13.
- Otras actividades: Participación en programas de radio (divulgación) 3.
Un alumno de educación especial en EEUU (The Nat. Program for the Genius and the Gifted).

Últimos cinco artículos:

1. Threshold truncation of a 'giant' dipole resonance in photoionization of Ti^{3+} Schippers S., Muller A., Phaneuf R. A., van Zoest T., Alvarez I., Cisneros C., Emmons E. D., Gharaibeh M. F., Hinojosa G., Schlachter A.S., Scully S. W. J. *Journal of Physics B*, 37 L209, (2004)
2. Photoionization of ions of the nitrogen isoelectronic sequence: experiment and theory for F^{2+} and Ne^{3+} . Aguilar A., Emmons E. D., Gharaibeh M. F., Covington A. M., Bozek J. D., Ackerman G., Canton S., Rude B., Schlachter A.S., Hinojosa G., Alvarez I., Cisneros C., McLaughlin B. M., and Phaneuf R. A. *Journal of Physics B*, 38 343, (2005)
3. Measured and calculated SF_6 collision and swarm ion transport data in SF_6 -Ar and SF_6 -Xe mixtures. Benhenmi M., de Urquijo J., Yousfi M., Hernández-Avila J. L., Merbahi N., Hinojosa G. and Eichwald O. *Physical Review E*, 71 036405 (2005).
4. Photoionization and Electron Impact Ionization of Xe^{3+} . Emmons E. D., Aguilar A., Gharaibeh M. F., Scully S. W. J. Phaneuf R. A., A.L.D. Kilkoine, Schlachter A.S., Alvarez I., Cisneros C. and Hinojosa G. *Physical Review A*, 71 042704 (2005).
5. Photofragmentation of Ionic Carbon Monoxide. Hinojosa G., Sant'Anna M. M., Covington A. M., Phaneuf R. A., Covington I. R., Dominguez I., Schlachter A. S., Alvarez I. and Cisneros C. *Journal of Physics B*, 38 2701 (2005)

ACADÉMICOS UNAM

Nombre	JAIME DE URQUIJO CARMONA
RFC	UUCJ500817RSA
Nivel máximo de estudios	Doctorado
Nombramiento académico	INV TIT C T C
Entidad académica de adscripción	Centro de Ciencias Físicas

TRAYECTORIA ACADÉMICA (últimos cinco años)

Investigador Titular "C", Tiempo completo
Programa de primas al desempeño académico (PRIDE) Nivel D
SNI Nivel III
Antigüedad en la UNAM 24 años

Citas bibliográficas independientes: 252

FORMACION ACADEMICA**LICENCIATURA**

Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, IPN (1968-1972)
Ingeniería de Comunicaciones y Electrónica

DOCTORADO

University of Manchester, Inglaterra (1977-1981)
Física Electrónica, Doctor of Philosophy

DISTINCIONES

Investigador Nacional, Nivel 1 de junio de 1984 a Junio de 1990
Investigador Nacional, Nivel 2, desde julio de 1990.
Investigador Nacional, Nivel 3, desde agosto de 2005

Programa de Reconocimiento a la Investigación y el Desempeño Académico (PRIDE), Nivel D, desde 1996

Academia Mexicana de Ciencias, Miembro regular, desde Octubre de 1994
Academia de Ciencias de Morelos, Miembro fundador, en 1997

EXPERIENCIA PROFESIONAL**Instituto Nacional de Energía Nuclear**

Actividades: Investigación en Física de Plasmas y desarrollo de instrumentación
Becario (agosto 1972 a marzo 1974)
Profesionista A a D (1974-1977, 1981-1983)

Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Física (1982-1998)
Centro de Ciencias Físicas (desde 1998)

Actividades:

Investigación en Plasmas de baja temperatura
Física Atómica, Molecular y Óptica
Desarrollo de aparatos de investigación e instrumentación científica
Docencia y formación de recursos humanos en licenciatura y posgrado.

DOCENCIA Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

DIRECCIÓN DE TESIS

16 Tesis de licenciatura

1 Tesis de maestría

1 Tesis de doctorado

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

64 Artículos publicados en revistas internacionales indexadas (262 citas independientes)

39 Memorias arbitradas in extenso

1 Libro editado

5 Trabajos de enseñanza

1 Patente

CONFERENCIAS INVITADAS

Conferencias invitadas en eventos internacionales 17

Conferencias invitadas en eventos nacionales 18

DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA

En el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Aparato para la determinación de la densidad y temperatura de un plasma, sistema para la producción de arcos eléctricos pulsados en gases (600A, 10 ms), diseño, construcción y utilización de un transformador de inducción para calentamiento óhmico del plasma en un Tokamak.

Diseño de un Tokamak pequeño para investigación.

En la Universidad de Manchester, Inglaterra:

Integración de un sistema para el estudio de la evolución temporal de una descarga gaseosa en el régimen de Townsend; desarrollo de un detector de luz UV

En la UNAM

Construcción de un laboratorio de electrónica en el que se han desarrollado:

Amplificadores de video, DC 40 MHz, escaladores y ratemeters, contadores, disparador de láseres controles de operación de sistemas de vacío, controles remotos por señal electroóptica, , detector de coincidencias, generadores de retardo, contador multicanal, fuentes de alimentación reguladas, fuentes operacionales bipolares, controles de posición y de analizadores de energía, software especializado para adquisición de señales y análisis.

Integración de sistemas

Cámara de Townsend, para el estudio de la ionización y el arrastre electrónico.

Tubo de deriva iónica, para el estudio del arrastre y reacciones de iones en la fase gaseosa. 5.4.20

Acelerador de alta energía (70 keV)

Espectrómetro de masas por tiempo de vuelo y sistema de ionización por láser

En la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Cámara de ionización y transporte de carga. Este aparato es similar a la cámara de Townsend del CCF de la UNAM, con variaciones en lo que se refiere a su volumen, permitiendo operar a presiones mayores a la atmosférica, muy apto para el estudio del efecto optogalvánico, la espectroscopía óptica, y la interacción de la radiación láser con los iones negativos.

En la Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco

Se ha construido, en colaboración con los Dres. Eduardo Basurto y José Luis Hernández.Ávila, una cámara de ionización y arrastre electrónico, como parte de nuestro proyecto de investigación conjunta. A la fecha, la cámara se encuentra en la fase de operación total preliminar.

COORDINACION DE PROYECTOS CIENTIFICOS

2 proyectos CONACyT como responsable.

5 proyectos PAPIIT como responsable.

Árbitro de revistas: Journal of Physics B, Journal of Physics D, Journal of Physical and Chemical Reference Data, Revista Mexicana de Física

5 PUBLICACIONES RECIENTES

1. Hernandez-Avila JL, de Urquijo J

Measurement of electron transport and effective ionization in SF₆-air and SF₆-O₂ mixtures

JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS 39 (4): 647-651 FEB 21 2006

2. Benhenni M, de Urquijo J, Yousfi M, et al.

Measured and calculated SF₆- collision and swarm ion transport data in SF₆-Ar and SF₆-Xe mixtures

PHYSICAL REVIEW E 71 (3): Art. No. 036405 Part 2 MAR

3. Sasic O, Jovanovic J, Petrovic ZL, de Urquijo J. et al.

Electron drift velocities in mixtures of helium and xenon and experimental verification of corrections to Blanc's law

PHYSICAL REVIEW E 71 (4): Art. No. 046408 Part 2 APR 2005

Times Cited: 1

4. Hernandez-Avila JL, Basurto E, de Urquijo J Electron transport and ionization in CHF₃-Ar and CHF₃-N₂ gas mixtures JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS 37 (22): 3088-3092 NOV 21 2004

5. de Urquijo J, Castrejon-Pita AA, Hernandez-Avila JL, et al.

Electron transport and effective ionization coefficients in C₂F₆, C₂F₆-Ar and C₂F₆-N₂ mixtures JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS 37 (13): 1774-1779 JUL 7 2004

ACADÉMICOS EXTERNOS

Nombre REMIGIO CABRERA TRUJILLO**Género** M**Institución en la que labora** CENTRO DE CIENCIAS FÍSICAS, UNAM, NUEVO INGRESO.**País** México**Nacionalidad** Mexicana**Actividades que realizará en el proyecto**

El doctor Remigio Cabrera llevará a cabo los cálculos de defecto cuántico de varios canales, a partir de las energías medidas de estados autoionizantes, obtenidos por medio de la técnica de espectroscopía optogalvánica. El Dr. Trujillo es un especialista en cálculos de física atómica y molecular, ha diseñado clusters de computadoras de gran capacidad numérica y es un experto en métodos numéricos, analíticos y en el cálculo de secciones eficaces. Su colaboración será de primordial importancia en el análisis e interpretación de los espectros que se obtengan usando la técnica de espectroscopía optogalvánica.

TRAYECTORIA ACADÉMICA (últimos cinco años)

Niveles y Grados Académicos

1994-1998 Doctorado en Ciencias (Física): Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Física, Ciudad de México, Abril 29th, 1998;

1991-1994 Maestría en Física, Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Física, Ciudad de México, 17 de Junio.

1987-199 Licenciatura en Física, Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Física, México.

Posiciones Académicas y Profesionales

7/2006-Presente Profesor Investigador, Titular "B", Centro de Ciencias Físicas, UNAM, Cuernavaca, México

1/2006-6/2006 Adjunt Assistant Professor, Department of Physics, University of Florida

11/2004-12/2005 Research Associate, Department of Physics, Kansas State University.

2002-2004 Adjoint Research Scientist, Department of Physics, University of Florida.

1999-2002 Postdoctoral Fellow, Department of Physics, University of Florida.

Proyectos

- Co-investigador en el proyecto de investigación "Estudio teórico del efecto del enlace químico en el poder de frenamiento de iones pesados incidentes en polímeros". En 1998-1999 por CONACYT. Proyecto No. 0494-E9108.

Numero total de publicaciones refereadas: 37

Lista de la ultimas 5 publicaciones

1. Fatima Anis, V. Roudnev, R. Cabrera-Trujillo, and B. D. Esry, "Laser assisted charge transfer in He²⁺/H collisions",

- Phys. Rev. A 73, 043414 (2006).
2. A. M. Saylor, M. Leonard, K. D. Carnes, R. Cabrera-Trujillo, B. D. Esry, and I. Ben-Itzhak "Preference for breaking the O - H bond over the O - D bond following HDO ionization by fast ions", J. Phys. B. 39, 1701 (2006).
 3. J. Oddershede, J. R. Sabin, and R. Cabrera-Trujillo, "Comparison of shell corrections in the Bohr and Bethe formulations of stopping power", Nucl. Instr. and Meth. B 241, 144 (2005).
 4. R. Cabrera-Trujillo, J. R. Sabin, E. Deumens, and Y. "Ohrn, "Prediction of the Energy Dependence of Molecular Fragmentation Cross Sections for Collisions of Swift Protons with Ethane and Acetylene", Phys. Rev. A71, 044702 (2005)
 5. R. Cabrera-Trujillo, J. R. Sabin, Y. Ohrn, E. Deumens, "Stopping at swift antiprotons by hydrogen atoms and the Barkas correction", Phys. Rev. A71, 012901 (2005).

ACADÉMICOS EXTERNOS

Nombre EDGAR FRANCISCO MÉNDEZ MARTÍNEZ**Género** M**Institución en la que labora** FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**País** México**Nacionalidad** Mexicana**Actividades que realizará en el proyecto**

El Dr. Méndez es experto en el diseño construcción de láseres de cavidad externa. Ha participado en la construcción de estos instrumentos en el Instituto de Ciencias Nucleares. Su contribución al proyecto consistirá, precisamente, en asesorar y auxiliar en la construcción de un láser de cavidad externa. Asimismo, el Dr. Méndez colaborará en el proceso de estabilización, y en las mediciones de bombeo prueba, dado que ha tenido experiencia de primera mano en técnicas de estabilización de láseres de cavidad externa.

TRAYECTORIA ACADÉMICA (últimos cinco años)

FORMACIÓN ACADEMICA

Licenciatura en Física y Matemáticas, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, 1994.

Cédula Profesional 2890523.

Maestría en Ciencias, Especialidad en Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, 1997.

Tesis: Procesos Irreversibles y Relaciones de Onsager.

Doctor en Ciencias, Especialidad en óptica.

10 de Septiembre del 2001.

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, México.

Tesis: Análisis de Estabilidad y Fase de Regiones Focales.

ESTANCIAS EN INSTITUCIONES O CENTROS DE INVESTIGACIÓN EXTRANJEROS:

Estancia Posdoctoral.

Photonics Group, Physics Department (Blackett Laboratory)

Imperial College, Londres, Inglaterra.

2002.

Estancia Posdoctoral

Grupo de Espectroscopia Láser

Departamento de Física de Plasmas y de Interacción de Radiación con Materia

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

Marzo 2003 - Diciembre 2005.

Estudios de espectrometría de fotoelectrones en el átomo de Berilio.

Synchrotron Radiation Center

Universidad de Wisconsin-Madison

23 Julio-11 Agosto 2003

International Workshop and Seminar on Rydberg Physics

Max Planck Institut Für Physik Komplexer Systeme, Dresden, Germany

19 Abril- 14 Mayo 2004

PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS

Convocatoria de Investigación Científica Básica 2003
Producción de Estados Rydberg para Átomos de Rubidio en Trampas
Magneto-Ópticas

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RECIENTE

1.- Description of phase singularities and their application to focusing design

Gabriel Martínez-Niconoff, Javier Muñoz-Lopez, Edgar Méndez-Martínez
JOSA A, Vol. 18 Issue 9 Page 2089 (2001).

2.- Fluorescence lifetime imaging of polymer LEDs

Daniel S. Elson, Mattijs Koeberg, Jan Siegel, Edgar Méndez, Stephen E. D. Webb, Donald D. C. Bradley,
and Paul M. W. French
Proceedings of the CLEO/Europe-EQEC 2003 Conference.

3.- Fluorescence lifetime imaging using a compact, low-cost, diode-based all-solid-state regenerative
amplifier

E. Mendez, D. S. Elson, M. Koeberg, C. Dunsby, D. D. C. Bradley, and P. M. W. French Rev. Sci. Instrum.
75, 1264 (2004)

4.- Adiabatical Features of Optical Fields Gabriel Martínez-Niconoff, Edgar Méndez M. Patricia Martínez
Vara, and Adrián Carvajal Domínguez. Optics Communications, Vol. 239, Page 259 (2004).

5.- Espectroscopia de Polarización en Átomos de Rubidio

Edgar Méndez Martínez, Alejandro Hernández y Hernández, José I. Jiménez Mier y Terán. Memorias en
Extenso de la XVIII Reunión Anual de Óptica,
XLVIII Congreso Nacional de Física.

ACADÉMICOS EXTERNOS

Nombre EDUARDO BASURTO URIBE**Género** M**Institución en la que labora** UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA- UNIDAD AZCAPOTZALCO**País** México**Nacionalidad** Mexicana**Actividades que realizará en el proyecto**

El Dr. Basurto es un especialista en plasmas de baja temperatura. Tiene amplia experiencia en el estudio de descargas en el régimen de Townsend así como en la instrumentación necesaria para adquirir las señales transitorias producidas en una descarga pulsada. El Dr Basurto apoyará en el diseño de programas de control y análisis asociados al proyecto que se propone. En particular auxiliará en el desarrollo de programas en visual basic, que nos permitan analizar los datos producidos en la descarga optogalvánica. Asimismo, colaborará en la interpretación de los espectros y en la escritura de artículos.

TRAYECTORIA ACADÉMICA (últimos cinco años)

Nombramiento:

Profesor Investigador, Titular C de tiempo completo, por tiempo indeterminado, Departamento de Ciencias Básicas UAM-A, a partir del 3 de septiembre de 2001.

Estudios:**Licenciatura:**

Escuela Superior de Física y Matemáticas IPN, Licenciatura en Física y Matemáticas, 1986-1992, Tesis Construcción y operación de un sistema de goteo, Promedio 7.9 (/10).

Maestría :

Escuela Superior de Física y Matemáticas IPN, Maestría en Ciencias. Especialidad Física, 1993-1995, Tesis Simulación de Espectros EPR de Compuestos Lantánidos, Promedio 9.5 (/10).

Doctorado:

Escuela Superior de Física y Matemáticas IPN, Doctorado en Ciencias. Especialidad Física, 1996-2000, Tesis: Propiedades de Transporte y de Reacción de Iones en Gases Puros y en Mezclas de Interés Atmosférico e Industrial, Promedio 10.0 (/10).

Distinciones Académicas:

Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, como Candidato a Investigador, de julio de 1998 a Junio de 2002.

Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, como Investigador Nacional Nivel I, de julio de 2002 a diciembre de 2009.

Perfil PROMEP de diciembre de 2003 a diciembre de 2006.

Dirección de Tesis:

Nivel: licenciatura 2 concluidas, 2 por terminar y 3 en proceso.

Nivel: Maestría 1 concluida y 1 en proceso.

Áreas de trabajo:

Mis actividades de investigación se han realizado en diferentes áreas durante mi desarrollo profesional en las siguientes áreas:

- a) Plasmas de Baja temperatura, transporte iónico y electrónico en gases.
- b) Física de procesos irreversibles.
- c) Instrumentación y automatización de experimentos en laboratorios de física.
- d) Interacciones plasma-superficies
- e) Espectroscopia de resonancia paramagnética electrónica.

Publicaciones recientes en Revistas Internacionales:

- 1) J de Urquijo, E Basurto and J. L. Hernández-Ávila, Measurement of electron drift, diffusion, and effective ionization coefficients in the SF₆CHF₃ and SF₆CF₄ gas mixtures, Journal of Physics. D: Applied Physics 36, 31323137, 2003.
- 2) D. Piscitelli, A. V. Phelps, J. de Urquijo, E. Basurto, and L. C. Pitchford, Ion mobilities in Xe/Ne and other rare-gas mixtures, Physical Review E, 68, 046408, 2003.
- 3) J de Urquijo, A A Castrejón-Pita, J L Hernández-Ávila and E Basurto Electron transport and effective ionization coefficients in C₂F₆, C₂F₆-Ar and C₂F₆-N₂ mixtures Journal of Physics D: Applied Physics, 37, 1774 -1779, 2004.
- 4) J L Hernández-Ávila¹, E Basurto and J de Urquijo, Electron transport and ionization in CHF₃Ar and CHF₃N₂ gas mixtures, J. Phys. D: Appl. Phys. 37, 30883092, 2004.
- 5) O. Sasic, J. Jovanovic, and Z. Lj. Petrovic, J. de Urquijo and J. R. Castrejón-Pita, J. L. Hernández-Ávila and E. Basurto, Electron drift velocities in mixtures of helium and xenon and experimental verification of corrections to Blancs law, Physical Review E, 71, 046408, 2005.

ACADÉMICOS EXTERNOS

Nombre JOSE LUIS HERNÁNDEZ ÁVILA**Género** M**Institución en la que labora** UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UAM-A**País** México**Nacionalidad** Mexicana**Actividades que realizará en el proyecto**

El Dr. Hernández ha colaborado con el grupo de plasmas de la UNAM durante los últimos 5 años. El Dr. Hernández es especialista en el estudio de plasmas de corona, y ha colaborado en el estudio de descargas pulsadas en el régimen de Townsend. El Dr. Hernández colaborará en el proyecto en la fase de diseño de la descarga optogalvánica y, posteriormente, en el análisis y escritura de artículos de investigación que se produzcan en el presente proyecto, en caso de ser favorablemente aceptado.

TRAYECTORIA ACADÉMICA (últimos cinco años)

Nombre José Luis Hernández Ávila.

Fecha de nacimiento 26 de Mayo de 1965.

Lugar de nacimiento México D.F., México.

Edad: 38 años.

Nacionalidad Mexicana.

RFC HEAL-650526-3C2

CURP HEAL650526HDFRVS01

Nombre José Luis Hernández Ávila.

Fecha de nacimiento 26 de Mayo de 1965.

Lugar de nacimiento México D.F., México.

Edad: 38 años.

Nacionalidad Mexicana.

RFC HEAL-650526-3C2

CURP HEAL650526HDFRVS01

Formación Académica

1992 - 1996 Doctor en Física, Université Joseph Fourier - Grenoble I, Grenoble, Francia.

1991 - 1992 Diplôme d'Etudes Approfondie "Genie Électrique". Ecole Nationale d'Ingénieurs Electriciens de Grenoble en el I.N.P.G, Grenoble, Francia.

1985 - 1990 Ingeniero Electricista, Universidad Autónoma Metropolitana México D.F., México.

Experiencia Laboral

25 de Noviembre de 1996 a la fecha:

Profesor-Investigador, Titular C de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.

Julio de 2000 a Julio de 2001:

Jefe del Área de Energía y Electromagnetismo en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.

Temas de investigación: Aplicaciones de las descargas eléctricas en gases, descargas en vacío, propiedades de transporte en mezclas gaseosas, en colaboración con: Dr. Arturo Robledo Martínez, Dr. Eduardo Basurto Uribe y Dr. Jaime de Urquijo Carmona (CCF, UNAM).

Distinciones

2002 Premio al Área de Investigación 2002, otorgado por la Universidad Autónoma Metropolitana.

2002-04 Proyectos de Investigación Básica. Modalidad: Individual, CONACYT 36645-A.

2003 Investigador Nacional Nivel I, 2004-2007 del Sistema Nacional de Investigadores (México).

2003-06 Reconocimiento a perfil deseable y estímulo, PROMEP, Secretaría de Educación Pública.

Publicaciones recientes

1. Hernandez-Avila JL, de Urquijo J Measurement of electron transport and effective ionization in SF6-air and SF6-O-2 mixtures
JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS 39 (4): 647-651 FEB 21 2006
2. Benhenni M, de Urquijo J, Yousfi M, Hernandez-Avila JL, Merbahi N, Hinojosa G, Eichwald O Measured and calculated SF6- collision and swarm ion transport data in SF6-Ar and SF6-Xe mixtures PHYSICAL REVIEW E 71 (3): Art. No. 036405 Part 2 MAR 2005
3. Sasic O, Jovanovic J, Petrovic ZL, de Urquijo J, Castrejon-Pita JR, Hernandez-Avila JL, Basurto E Electron drift velocities in mixtures of helium and xenon and experimental verification of corrections to Blanc's law
PHYSICAL REVIEW E 71 (4): Art. No. 046408 Part 2 APR 2005
4. Hernandez-Avila JL, Basurto E, de Urquijo J Electron transport and ionization in CHF3-Ar and CHF3-N-2 gas mixtures
JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS 37 (22): 3088-3092 NOV 21 2004
5. de Urquijo J, Castrejon-Pita AA, Hernandez-Avila JL, et al.
Electron transport and effective ionization coefficients in C2F6, C2F6-Ar and C2F6-N-2 mixtures JOURNAL OF PHYSICS D-APPLIED PHYSICS 37 (13): 1774-1779 JUL 7 2004

ALUMNOS UNAM

Nombre CRISTHIAN DE JESUS CASAS TEXTCUCANO
Género M
CURP CATC830923HMCSXR00 **RFC** CATC830923
Correo electrónico cridejecate@yahoo.com
Número de cuenta 401078181
Nivel máximo de estudios Licenciatura-En curso
Título de la tesis
Entidad académica de adscripción
Facultad de Ciencias
Semestre 9
Promedio 8.16
Porcentaje de avance de estudios 90.0 %
Solicita beca No

TRAYECTORIA ACADÉMICA (últimos cinco años)

El alumno Cristhian de Jesús Casas Texcucano ha concluido los créditos de la carrera de Física en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Sus datos personales son

Fecha de Nacimiento: 23/ Septiembre/1983
Número de cuenta UNAM
teléfono: (713)13-3-77-56
Email: cridejecate@yahoo.com.mx

Avance de la carrera: 89.80%

Promedio: 8.16

ALUMNOS EXTERNOS

Nombre JUANCARLOS RODRÍGUEZ LUNA**Género** M**CURP****RFC** ROLJ830226**Correo electrónico** rljc_luna@yahoo.com.mx**Nivel máximo de estudios** Licenciatura-En curso**Título de la tesis****Institución de procedencia**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

Porcentaje de avance de estudios 73.15 %**Solicita beca** Si**Duración** 12 mes(es)**TRAYECTORIA ACADÉMICA (últimos cinco años)**

El alumno Juan Carlos Rodríguez Luna estudia actualmente la carrera de física en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del estado de Morelos. Sus datos personales son

Fecha de Nacimiento: 26/febrero/1983

teléfono: No tiene

Email: rljc_luna@yahoo.com.mx

Avance de la carrera: 73.15%

Promedio: 9.1

ALUMNOS EXTERNOS

Nombre JORGE MARTÍNEZ CENOBIO**Género** M**CURP** **RFC** MACJ820106**Correo electrónico** chivito16@yahoo.com**Nivel máximo de estudios** Licenciatura-En curso**Título de la tesis****Institución de procedencia**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Porcentaje de avance de estudios 85.0 %**Solicita beca** No**TRAYECTORIA ACADÉMICA (últimos cinco años)**

El alumno Jorge Martínez Cenobio cursa actualmente la carrera de ingeniería eléctrica en la Universidad Autónoma Metropolitana. Sus datos personales son

Número de MATRICULA UAM-A: 96202603

Avance de la carrera: 85%%

Promedio: 8.6

ALUMNOS EXTERNOS

Nombre JOSÉ AMABILIS BRAVO**Género** M**CURP****RFC****Correo electrónico** j.amabilis@gmail.com**Nivel máximo de estudios** Licenciatura-En curso**Título de la tesis****Institución de procedencia**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Porcentaje de avance de estudios 75.0 %**Solicita beca** No**TRAYECTORIA ACADÉMICA (últimos cinco años)**

El alumno José Amabilis Bravo estudia actualmente la carrera de ingeniería eléctrica en la Universidad Autónoma Metropolitana.

Nombre: Amabilis Bravo José

Promedio 8.7

Avance 78%

Adscripción UAM-A

Email. j.amabilis@gmail.com

ENTIDADES ACADÉMICAS DE LA UNAM

Entidad académica Centro de Ciencias Físicas

Tipo de apoyo que brinda Infraestructura

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Nombre de la institución UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

Tipo de institución Pública Nacional

Tipo de apoyo que brinda Asesoría

Nombre de la institución UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Tipo de institución Pública Nacional

Tipo de apoyo que brinda Asesoría

INSTITUCIONES FINANCIADORAS

Nombre	CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
Tipo de institución	Pública Nacional
Monto	\$ 30,000
Vigencia	julio 14 2007

PARTICIPACIÓN EN ACTIVIDADES ACADÉMICAS

Tipo Conferencia

Nombre

XXVIII International Conference on Phenomena in Ionized Gases (ICPIG)

Lugar donde se realizará

Praga, República Checa

Difusión Internacional

Tipo Conferencia

Nombre

XIII Congreso de la División de Plasmas y Fluidos, SMF

Lugar donde se realizará

Se elegirá en octubre, en el congreso de la SMF

Difusión Nacional

REQUERIMIENTOS FINANCIEROS PARA EL PRIMER AÑO

Artículos, materiales, animales para rancho y trabajo de campo**411. Artículos, materiales y útiles diversos** \$ 62183.0

Libros, impresiones, documentos y servicios de información, revistas técnicas y científicas**521. Libros** \$ 3799.0

Becas**311. Becas** \$ 1.0

Servicios técnicos profesionales y mantenimiento de equipo de proyectos**231. Servicios externos y comerciales** \$ 20000.0

Equipo e instrumental de laboratorio y de cómputo**512. Equipo instrumental** \$ 63233.0**514. Equipo de cómputo** \$ 22234.0

Viáticos, pasajes de avión, cuotas de inscripción, gastos de intercambio y otros pasajes**211. Viáticos** \$ 11000.0**212. Pasajes aéreos** \$ 12000.0**256. Cuotas de inscripción** \$ 5500.0

T O T A L \$ 199,950

Firma del responsable

ANTONIO MARCELO JUAREZ REYES

DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN FINANCIERA**Artículos, materiales, animales para rancho y trabajo de campo****411. Artículos, materiales y útiles diversos****Descripción**

Material de óptica para manipulación de la luz láser	\$ 26,713
Materiales metálicos para electrodos y soporte	\$ 5,000
Material de electrónica para construcción de instrumentación auxiliar	\$ 10,000
Material para vacío	\$ 20,470
T O T A L	\$ 62183.0

Justificación**Material para vacío**

Se solicitan los siguientes materiales, que serán empleados para completar el sistema de vacío en el cual se montarán los electrodos con los cuales se llevará a cabo la descarga optogalvánica.

O-Rings QF25, Centrador de o-ring QF25 , abrazadera QF25, O-Rings QF10, Centrador de o-ring QF10, Abrazadera QF10, Rubber Tubing de diámetro 1 inch, 5 T con terminaciones QF25, 2 Nitrile Diaphragm Valves con terminación QF25, 2 Válvulas de flujo fino, para montar en panel, O-Ring de la turbo, con anillo centrador

Gaskets para conflat 2 ¾ , Gaskets para Conflat 6 inches

Los elementos arriba listados se emplearán para acoplar una bomba rotatoria y difusora, con la que ya se cuenta, a la cámara de vidrio en la que se montarán los electrodos huecos para realizar la descarga de resplandor que se empleará en el proyecto de espectroscopía optogalvánica.

Material de óptica para manipulación de la luz láser

Se solicitan recursos para adquirir monturas ópticas, lentes, los diodos láser, prismas para deflectar el haz de luz láser, diodos Faraday (que se emplean para evitar retroreflexión del haz de luz), etalones Fabry-Perot, 1 rendija de difracción de 1200 l/mm y algunos otros elementos ópticos que serán empleados para dirigir el haz de luz láser hacia la descarga de resplandor. Estos elementos son de crítica importancia, tanto para ensamblar el pequeño láser de cavidad externa, como para dirigir el haz proveniente del láser de tintes hacia la descarga, de manera controlada.

Material de electrónica para construcción de instrumentación auxiliar

Se solicitan 10000 pesos para adquirir diversos materiales de electrónica tales como optoacopladores, resistencias de precisión, amplificadores operacionales (OPAM), cables BNC y conectores BNC para paneles, cable, Chips para conversión analógica digital, flip-flops y chips para contadores. Este tipo de materiales serán empleados para construir instrumentación auxiliar que será usada en el experimento. Típicamente esta instrumentación consistirá en fuentes para alimentar preamplificadores, rampas para controlar voltajes, instrumentación asociada a las bombas de vacío, instrumentación de protección para electrónica delicada, contra transitorios, y fuentes de voltaje para los transductores de vacío, entre otras cosas. El ahorro que se consigue al construir nuestros propios instrumentos auxiliares es enorme, por lo que esta modesta partida representará un ahorro importante para la UNAM

Materiales metálicos para electrodos y soporte

Se requieren recursos para adquirir metales que serán empleados en la construcción de los electrodos de aluminio, cobre e hierro, de las pruebas iniciales. Asimismo, se requieren recursos para adquirir ángulo de

aluminio y lámina, para construir los soportes del espectrómetro que se planea construir, así como los soportes para la instrumentación. Dado que el Centro de Ciencias Físicas cuenta con un taller de metal-mecánica, sólo se requiere adquirir los materiales, debido a que el taller construirá los electrodos y soportes.

Libros, impresiones, documentos y servicios de información, revistas técnicas y científicas

521. Libros

Descripción

3 Libros de consulta	\$ 3,799
T O T A L	\$ 3799.0

Justificación

Se solicita apoyo para adquirir los siguientes libros de texto

COHEN TANNODJQUANTUM MECHANICS / SET VOL. 1 Y 2Wiley0471569526
 DEMTRODER WOLFGANGLASER SPECTROSCOPY , 3ER EDSpringer3-540-65225-6
 BURDKERAtomic Physics: An Exploration Through Problems and SolutionsOUP0198509502

Los libros se emplearán para consulta.

Becas

311. Becas

Descripción

No se requieren recursos en este rubro	\$ 1
T O T A L	\$ 1.0

Justificación

No se requieren recursos en este rubro, debido a que los estudiantes que van a participar en el proyecto están o serán apoyados por proyectos CONACYT, o como ayudantes de investigador del SNI nivel III.

Servicios técnicos profesionales y mantenimiento de equipo de proyectos

231. Servicios externos y comerciales

Descripción

Servicios de fundición soldadura en vidrio y mantenimiento de bombas de vacío	\$ 20,000
T O T A L	\$ 20000.0

Justificación

Servicios de soldadura de vidrio.

La cámara de vacío en la que se construirá la descarga de resplandor, que es la base del proyecto optogalvánico, será hecha de vidrio PYREX. Esto se debe a que en la descarga de resplandor deberá evitarse que exista metal en la vecindad de los electrodos, debido a que la presencia de metal introduce condiciones de frontera que pueden ser distintas a las que uno de sea. Debido a esto se ha decidido hacer la cámara en Pyrex. Se solicita apoyo económico para contratar los servicios de un técnico experto en soldadura en vidrio, a fin de que nos auxilie en la construcción de la cámara de vidrio, y en la soldadura de

elementos compatibles con vacío, del tipo CONFLAT.

Mantenimiento de bombas de vacío

Se cuenta ya con bombas de vacío en el CCF que podrán ser dedicadas al proyecto optogalvánico. Sin embargo, se requiere contratar servicios de mantenimiento de estos sistemas, que consisten en el cambio de sellos, aceite y capacitores de arranque de la bomba mecánica, y en el cambio de aceite de baja presión de vapor que emplea la bomba difusora.

Equipo e instrumental de laboratorio y de cómputo

512. Equipo instrumental

Descripción

1 fuente de alto voltaje ORTEC	\$ 16,313
Amplificador Octal de alta velocidad (200 gain, non-inverting) ORTEC	\$ 17,220
1 fuente de corriente para laseres de diodo	\$ 16,500
1 Fuente de corriente para bomba Peltier	\$ 13,200
T O T A L	\$ 63233.0

Justificación

Fuente de alto voltaje ORTEC

Se requiere esta fuente de voltage, estable, de alta calidad, a fin de producir el voltaje de ruptura necesario para establecer la descarga de resplandor. La fuente tiene que ser de gran estabilidad, reproducibilidad y relativa alta corriente, por lo cual su precio es relativamente alto. Sin embargo, estas especificaciones son necesarias a fin de producir un plasma de resplandor estable y bien caracterizable, y a fin de que los transitorios que se induzcan en el plasma, debidos al efecto optogalvánico rápido, no se pierdan en el ruido de la descarga, que podría producirse si la fuente que se usa no fuera de tan buena calidad como la que se solicita.

Amplificador Octal ORTEC

Se requiere este amplificador que contiene 8 preamplificadores rápidos, debido a que la señal transitoria que se obtendrá al realizar el efecto optogalvánico rápido son muy bajas en intensidad. Además de esto, las señales que queremos analizar tendrán una duración típica de 8 a 10 nanosegundos. Para poder detectar este tipo de señales es necesario contar con amplificadores muy rápidos, que tengan un ancho de banda amplio a fin de que no distorsiones la señal que se quiere medir. Además de los transitorios optogalvánicos, se requerirá amplificar la señal de inicio del láser, para sincronizar la adquisición de datos, así como la señal de fluorescence que se produzca en la descarga, y que se requiere amplificar también. Dado que el amplificador tiene la capacidad de amplificar hasta 8 señales rápidas, es muy conveniente contar con él. Aunque su precio es relativamente alto, la funcionalidad que presenta justifica ampliamente su adquisición.

1 fuente de corriente para laseres de diodo

Se requiere una fuente de gran estabilidad, que produzca corrientes del orden de 30 mA, con un rizo menor a 10 microA. Este tipo de fuentes se emplearán para alimentar el láser de diodo, que constituye una de las piezas más importantes del láser de cavidad externa. La fuente es sofisticada, pues permite implementar control lineal, que es la base para implementar la estabilización de la frecuencia de emisión del diodo láser.

Fuente de corriente para bomba Peltier

Se requiere estabilizar el diodo láser en temperatura, en el orden de estabilidad de miliKelvins a temperatura ambiente. Para esto se requiere alimentar de corriente una bomba Peltier. La fuente que se

solicita permitirá realizar esto con bombas peliter de hasta 15 Watt. Las bombas Peltier permiten enfriar o calentar una cavidad, en este caso en la que se colocará al láser, usando el efecto Peltier. La fuente que se solicita es de muy alta calidad y permite también implementar esquemas de control lineal de la temperatura, del tipo PDI (proporcional, diferencial, integral) que permite alcanzar los niveles de estabilidad necesarios para mantener la frecuencia del láser estable.

514. Equipo de cómputo

Descripción

Computadora personal de alto rendimiento DELL	\$ 22,234
T O T A L	\$ 22234.0

Justificación

Se requiere adquirir una computadora de alto rendimiento, a fin de dedicarla para la automatización de el experimento optogalvánico. La computadora que se solicita es robusta, de gran capacidad de almacenamiento en memoria, y con un procesador Xenon, que permitirá no solamente realizar la automatización utilizando software moderno, tal como Labview, sino que permitirá, asimismo, realizar en ella los cálculos numéricos extensivos que se requerirán para llevar a cabo las simulaciones numéricas. En particular se pretende utilizar la computadora para implementar en ella los cálculos de elemento finito que nos permitan calcular la corriente de electrones que será producida en los eventos de ionización, dentro de la descarga. Otro uso de la computadora será el de implementar en ella los cálculos de Multichannel Quantum Defect, y el análisis de los datos que se obtengan. Debido al uso extensivo que se le dará al equipo de cómputo se ha decidido adquirir una computadora personal de alto rendimiento. Las especificaciones de la computadora que se planea adquirir se anexan en la cotización correspondiente.

Viáticos, pasajes de avión, cuotas de inscripción, gastos de intercambio y otros pasajes

211. Viáticos

Descripción

Viáticos para asistir a la conferencia ICPIG XXVIII en Praga.	\$ 11,000
T O T A L	\$ 11000.0

Justificación

Se solicitan viáticos para el responsable del proyecto, Dr. Antonio M. Juárez Reyes, para asistir a la XXVIII International Conference on Phenomena in Ionized Gases que tendrá lugar del 15 al 20 de Julio en la república Checa. Se solicita, de acuerdo al tabulador, 200 dólares por día, que a razón de 5 días, da el total solicitado, suponiendo un tipo de cambio de 11 pesos por dólar.

212. Pasajes aéreos

Descripción

Boleto de Avión a la república Checa	\$ 12,000
T O T A L	\$ 12000.0

Justificación

Se solicita apoyo para pasaje del responsable del proyecto, Dr. Antonio Marcelo Juárez Reyes, para asistir al XXVIII International Conference on Phenomena in Ionized Gases que tendrá verificativo del 15 al 20 de Julio del 2007 en Praga, en la república Checa.

256. Cuotas de inscripción

Descripción

Cuota de inscripción al XXVIII ICPIG conference en Praga**\$ 5,500****T O T A L****\$ 5500.0****Justificación**

Se solicita el monto arriba referido, a fin de cubrir el costo de inscripción de la XXVIII XXVIII International Conference on Phenomena in Ionized Gases que tendrá lugar en la ciudad de Praga, en la república Checa, del 15 al 20 de Julio del año 2007. El monto que se solicita corresponde al costo de inscripción que es de 500 dólares, considerando un tipo de cambio de 11 pesos por dólar.