

PROYECTO JUNIOR PIJ-16-03

"Características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización en diferentes medios cristalinos"

En la ciudad de Quito D.M., a los diez días del mes de febrero del año dos mil veinte, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Junior **PIJ-16-03 "Características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización en diferentes medios cristalinos"**, por una parte, la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **Dr. Esteban Felipe Iribarra Cazar** en calidad de **Director del Proyecto Junior PIJ-16-03**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) El 09 de mayo de 2016, el Consejo de Investigación y Proyección Social mediante Resolución 036/16, aprueba el Cronograma para el lanzamiento de la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación Internos, Semilla, Junior y Multi e Interdisciplinarios 2016.
- a) El 09 de febrero de 2017, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución 012/17, se aprobaron los proyectos Junior 2016, entre ellos el denominado: *"Características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización en diferentes medios cristalinos"*, presentado por el Dr. Esteban Felipe Iribarra Cazar.
- b) Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0747-M del 10 de abril del 2017, se informa a los Directores de los proyectos Junior 2016 que la fecha de inicio de los proyectos es el 17 de abril del 2017.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Código de Proyecto	PIJ-16-03
Nombre del Proyecto	Características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización en diferentes medios cristalinos
Director del Proyecto	Esteban Felipe Iribarra Cazar
Colaboradores del Proyecto	Cesar Augusto Costa Vera Cristian Patricio Santacruz Terán
Departamento	Departamento de Física
Líneas de Investigación	Interacción Radiación - Materia
Objetivo	Investigar las características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización
Duración del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Inicio: 17 de abril del 2017 • Fin planificado: 16 de abril de 2019 • Fin de prórroga ordinaria: 16 de octubre del 2019 • Duración total: 30 meses
Entrega del Informe Final	12 de noviembre del 2019
Presupuesto asignado	\$ 89.305,77 USD
Presupuesto ejecutado	\$ 88.677,40 USD

Recibido 4/03/2020

 Página 1 de 4

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-PIJ-16-03-2019-0020-M del 12 de noviembre de 2019 el Dr. Esteban Felipe Irribarra Cazar, Director del Proyecto PIJ-16-03, presenta el Informe Final del Proyecto Junior, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación, y que se anexa y forma parte integrante de la presente Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- En un primer momento, se buscó verificar las predicciones teóricas realizadas por N.N. Nosonov de 1998 y 2007 con láminas metálicas. Lastimosamente, la presencia de textura en las muestras causaba una desviación considerable entre las mediciones y la teoría. Es por esto, que en la segunda parte del proyecto se decidió trabajar con polvos policristalinos. Este cambio permitió alcanzar una validación cualitativa y cuantitativa de la teoría. El resultado es importante porque de ahora en adelante, las desviaciones entre la teoría y el experimento pueden ser utilizadas para medir ciertos parámetros de la muestra como la textura o el tamaño del grano.
- En la parte final del proyecto se evaluó la textura de láminas policristalinas de níquel y tungsteno. Si bien es cierto los resultados concuerdan con mediciones realizadas con métodos convencionales, se evidenciaron ciertas desventajas en el uso de PXR para la determinación de la textura.
- Se intentó determinar la anchura a media altura del pico relacionado a la PXR. Para esto fue desarrollado un monocromador. Sin embargo, la intensidad de la señal no era lo suficientemente alta para ser detectada después de su interacción con el monocromador. Los intentos de incrementar la corriente del haz de electrones para que se incremente la señal de la PXR conllevaron a un aumento en la radiación de fondo que impedía de todas maneras la detección.
- Se registraron experimentalmente dos nuevos efectos en el mecanismo de la PXR en láminas metálicas.
 - El primero está relacionado con la observación del efecto predicho de la transformación anómala del pico de espectros de PXR cuando el ángulo de observación se aproxima a 180 grados. Fueron analizados los ángulos de 90, 120, 150 y 180 grado. Este efecto coincide cualitativamente con la teoría presentada en 2007 por N.N. Nasonov: la densidad espectral de la PXR aumenta porque la amplitud de los picos aumenta mientras su anchura espectral disminuye.
 - El segundo resultado consiste en la observación de la influencia de la textura en el ancho de dependencia de la orientación PXR.
- La radiación de Rayos X Paramétrica producida en polvos fue observada por primera vez. Se utilizaron polvos de diamante y tungsteno. Se estableció que los polvos de diamante estaban compuestos por demasiados elementos que entregaban una contribución de Radiación Característica que impedía una clara observación de los picos de la PXR. Por esto solo se continuó el trabajo con polvos de tungsteno.
- Se registraron todos los picos de la PXR predichos teóricamente en la región energética estudiada.

- Las mediciones absolutas realizadas se compararon con la teoría cinemática de la PXR y se observó una buena concordancia con respecto a la amplitud, forma y posición de los picos PXR para los ángulos de observación de 150 y 180 grados. No fueron analizados otros ángulos.
- Se realizó la validación experimental de la teoría presentada por N.N. Nasonov.
- También se utilizó la señal de la PXR para determinar las curvas oscilantes de textura en láminas metálicas. Las conclusiones son:
 - Los resultados limitan la posibilidad de aplicar la PXR producida por electrones de 7 MeV para determinar la oscilación de textura en láminas policristalinas texturizadas.
 - La distribución inicial del campo coulombiano de partículas cargadas introduce una constante al valor de la anchura a media altura FWHM de la curva de oscilación que puede ser comparable con su valor intrínseco.

PRODUCTOS:

- Artículo publicado: *Parametric X-ray radiation from powders*; Alekseev V., Eliseyev N., Irribarra E., Kishin I., Klyuev A., Kubankin A., Nazhmudinov R., Trofymenko S., Zhukova P.; *Physics Letters A* (Q2); noviembre 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2018.11.044>.
- Artículo publicado: *Evolution of the characteristics of Parametric X-ray radiation from textured polycrystals under different observation angles*; Alekseev V., Eliseyev A., Irribarra E., Kishin I., Klyuev A., Kubankin A., Nazhmudinov R., Zhukovab P.; *Physics Letters A* (Q2); diciembre 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2017.12.038>.
- Artículo publicado: *Parametric X-ray radiation in the backward geometry*; Alekseev V., Eliseyev N., Irribarra E., Kishin I., Kubankin A., Nazhmudinov R.; *Problems of Atomic Science and Technology* (Q3); 2019.
- Artículo publicado: *Parametric X-ray radiation in polycrystals*; Alekseev V., Eliseyev N., Irribarra E., Kishin I., Kubankin A., Nazhmudinov R.; *Problems of Atomic Science and Technology* (Q3); Agosto 2019.
- Artículo publicado: *Parametric X-ray radiation and texture of polycrystalline foils*; Alekseev V., Eliseyev N., Irribarra E., Kishin I., Kubankin A., Nazhmudinov R.; *Resource Efficient Technologies*; 2018. DOI: <https://doi.org/10.18799/24056537/2018/2/190>.
- Presentación de la ponencia: *Diffraction of real and virtual photons in crystalline powders*; Irribarra E., Nazhmudinov R.; *RREPS-2019: Radiation from Relativistic Electrons in periodic Structures*; Belgorod, Rusia; septiembre 2019.
- Presentación de la ponencia: *Parametric X- radiation from powders*; E. Irribarra; *RREPS-17: Radiation from relativistic electrons in periodic structures*; Hamburgo, Alemania; septiembre 2017.
- Presentación a la comunidad politécnica – Conferencia: *Interacción de Partículas Cargadas de Materia*; Esteban Irribarra; Encuentro de Investigación y Políticas Científicas; abril 2018.
- Presentación a la comunidad politécnica – Conferencia: *La radiación paramétrica de rayos X*; Esteban Irribarra; XVI Encuentro de Física; noviembre 2019.

- Proyecto de mayor alcance: Interacción de electrones rápidos con materiales dieléctricos y bidimensionales para el estudio del efecto "Guiding" y creación de defectos; presentado en la convocatoria de proyectos 2019 (PIGR-03).
- Proyecto de titulación finalizado: *Diseño y simulación de una cámara de vacío para el estudio de la interacción de partículas cargadas con materia*; Ricardo Esteban López Aguirre; diciembre 2019. URL: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20606>.

LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:


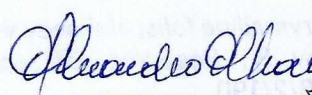
El monto asignado al Proyecto Junior PIJ-16-03 fue de \$ 89.305,77 USD (ochenta y nueve mil trescientos cinco con 77/100), y se ejecutaron \$ 88.677,40 USD (ochenta y ocho mil seiscientos setenta y siete con 40/100), conforme al detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, que se adjunta a la presente Acta y forma parte integrante de la misma.

4. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Junior PIJ-16-03: "*Características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización en diferentes medios cristalinos*".

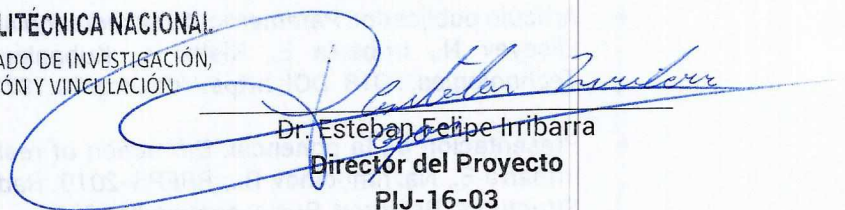
Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los diez días del mes de febrero del año dos mil veinte.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN

Dra. Alexandra Alvarado
Vicerrectora de Investigación,
Innovación y Vinculación



Dr. Esteban Felipe Iribarra
Director del Proyecto
PIJ-16-03

bp/cr