



Recepción de resúmenes CCG

Título / Autores / Institución

TÍTULO DE LA PONENCIA

Gravimetría Cuántica: Fundamentos y Aplicaciones

AUTORES

Julian Francisco Pinchao Ortiz , Gloria Alexandra Moncayo Gamez

INSTITUCIÓN

Universidad de Antioquia

CORREO ELECTRÓNICO

jfrancisco.pinchao@udea.edu.co , gloria.moncayo@udea.edu.co

Estilo preferido

ESTILO DE PRESENTACIÓN

- Poster

Categoría del resumen

ÁREA TEMÁTICA

Geodinámica y geofísica

LINEAS TEMÁTICAS GG

Geofísica

Resumen

PALABRAS CLAVE

Gravimetría cuántica, interferometría Mach-Zehnder, aceleración gravitatoria

CONTENIDO DEL RESUMEN

En este trabajo se expone el estado del arte de la gravimetría cuántica, en particular sus fundamentos y aplicaciones. Se trata de una técnica innovadora para medir la aceleración gravitatoria utilizando átomos ultrafríos. Se describe el modelo teórico que sustenta la interacción entre un electrón y un campo electromagnético.

Inicialmente, se expone el Hamiltoniano de un electrón en un átomo, donde se considera que el electrón se encuentra en un estado estacionario (denotado como $|g\rangle$) y que, al recibir suficiente energía externa, puede transitar a un estado excitado ($|e\rangle$). Continuando con un análisis de las ecuaciones de movimiento en el espacio de momentum para un sistema de dos niveles. Se



utiliza la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo, en la cual la función de onda se expande como una combinación lineal de los estados base $|g, p\rangle$ y $|e, p'\rangle$, siendo p y p' los momentos asociados a cada estado.

La técnica para la gravimetría cuántica se basa en átomos ultrafríos, enfriados a temperaturas cercanas a $1 \mu\text{K}$; una vez alcanzada esta temperatura, los átomos son liberados en caída libre hacia un interferómetro de Mach-Zehnder (M-Z). Mediante la configuración de este interferómetro M-Z, se analiza el patrón de interferencia resultante, lo que permite calcular con alta precisión la aceleración gravitatoria.

Las aplicaciones de la gravimetría cuántica están presentes en campos tan diversos como la metrología, la geofísica, la geodesia y la geodinámica. Estas técnicas mejoran significativamente la precisión en la medición de g y ofrecen nuevas perspectivas para el estudio de la estructura interna de la Tierra, la detección de recursos naturales y el monitoreo de actividad volcánica y sísmica. Además, tienen el potencial de revolucionar la exploración geodésica en misiones espaciales, facilitar la cartografía de cuerpos celestes y poner a prueba teorías gravitatorias fundamentales, como la relatividad general.

Con el continuo perfeccionamiento de estos dispositivos, se prevé alcanzar resoluciones inferiores a $10^{-9}g$. Asimismo, ya se están desarrollando gravímetros cuánticos comerciales, lo que facilitará su implementación en estudios de campo y aplicaciones industriales.

Se espera para un futuro próximo profundizar en este tipo de tecnologías y en lo posible poder hacer una contribución en el desarrollo de estas técnicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sansò, F., & Migliaccio, F. (2020). Quantum Measurement of Gravity for Geodesists and Geophysicists. Springer Nature Switzerland AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-42838-9>

Kasevich, M., & Chu, S. (1992). Measurement of the gravitational acceleration of an atom with a light-pulse atom interferometer. *Applied Physics B*, 54(5), 321-332. <https://doi.org/10.1007/BF00325375>

Zhong, J., Tang, B., Chen, X., & Zhou, L. (2022). Quantum gravimetry going toward real applications. *The Innovation*, 3, 100230. <https://doi.org/10.1016/j.tin.2022.100230>

de Angelis, M., Bertoldi, A., Cacciapuoti, L., Giorgini, A., Lamporesi, G., Prevedelli, M., Saccorotti, G., Sorren, F., & Tino, G. M. (2008). Precision gravimetry with atomic sensors. *Measurement Science and Technology*, 20(2), 022001. <https://doi.org/10.1088/0957-0233/20/2/022001>

Peters, A., Chung, K. Y., & Chu, S. (2001). High-precision gravity measurements using atom interferometry. *Metrologia*, 38(1), 25-61. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/38/1/304>

Cronin, A., & Pritchard, D. (2009). Optics and interferometry with atoms and molecules. *Review of Modern Physics*, 81(4), 1051-1063. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.81.1051>