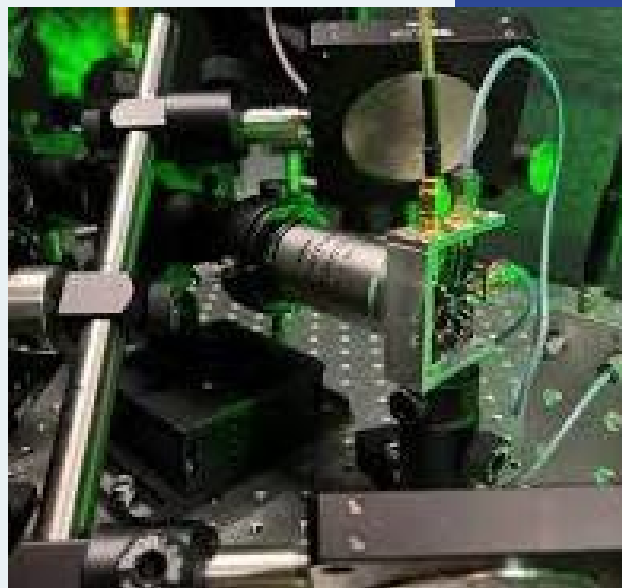
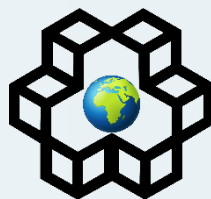




حس گرهای کوانتومی

مهران میرشمس
آزمایشگاه تحقیقات فضایی
پاییز ۱۴۰۳



www.spacerl.com

دانشمندان ناسا با استفاده از «آزمایشگاه اتمی سرد»^۱ در ایستگاه فضایی بین‌المللی^۲، برای اولین بار، اندازه‌گیری‌هایی فوق دقیق را امکان‌پذیر ساختند. برای این منظور از حس گر کوانتومی که بر اساس اتم‌های فوق‌العاده سردشده عنصر روبیدیم^۳ کار می‌کند، استفاده شده است.

حس گر کوانتومی میزان حساسیت و دقت اندازه‌گیری در تکنولوژی‌های آینده را متحول خواهد ساخت. اصول کارکرد حس گر کوانتومی از تداخل‌سنج اپتیکی^۴ اقتباس شده است. در نمونه اپتیکی دو پرتو نور از دو مسیر اپتیکی (عدسی) مختلف عبور داده شده و در انتها با هم ترکیب می‌شوند. هرگونه اختلاف بین دو پرتو نور که از دو مسیر مختلف عبور کرده‌اند، مبنای اندازه‌گیری تغییرات در محیط حس گر خواهند بود.

در حس گر کوانتومی به جای تداخل پرتوهای نوری از تداخل مسیر اتمی استفاده می‌گردد. اتم‌ها تا درجه حرارت نزدیک به صفر مطلق (۲۷۳- درجه سلسیوس) سرد شده‌اند. بر اساس نظریه کوانتوم، اتم‌ها توانایی حضور و حرکت در جاهای مختلف و در مسیرهای متفاوت در یک زمان را دارا می‌باشند. مکان و مسیر اتم‌ها در درجه حرارت نزدیک به صفر مطلق رؤیت‌پذیری بالاتری دارند. وقتی اتم‌ها در داخل تداخل‌سنج حرکت می‌کنند، الگوهای را ایجاد می‌کنند که «حاشیه»^۵ نام‌گذاری شده‌اند. حاشیه‌ها اطلاعات دقیق در ارتباط با نیروهای مثل جاذبه و یا سایر عوامل محیطی در اختیار ما قرار می‌دهند. در حس گرهای کوانتومی چون اتم‌ها با سرعت به مراتب کم‌تری از پرتوهای نور حرکت می‌کنند، مدت زمان بیش‌تری تحت تأثیر نیروها و عوامل محیطی بوده و امکان اندازه‌گیری‌های بسیار دقیق‌تری را فراهم می‌آورند.

بر روی زمین «تداخل‌سنج‌های اتمی»^۶ امکانات بسیار زیادی را برای دانشمندان و مهندسين فراهم آورده‌اند. اندازه‌گیری تغییرات به وجود آمده در ثابت‌های فیزیکی و یا مقدار جاذبه مطلق در آسمان‌خراش‌ها از آن جمله می‌باشند. با حذف اثر جاذبه در فضا، بکارگیری تداخل‌سنج‌های اتمی، زمان بیش‌تری را برای اندازه‌گیری‌ها در اختیار دانشمندان قرار می‌دهد و در نتیجه حساسیت تجهیزات را هم به مراتب بالاتر خواهد برد.

حس گرهای کوانتومی، دقت مجموعه‌های ناوبری فضایی را چند رتبه بهبود خواهد بخشید. به دانشمندان امکان شناسایی دقیق ترکیب عناصر سیارات و ستاره‌ها را خواهد داد (عناصر مختلف دارای جرم حجمی متفاوت بوده و به همین دلیل اثرشان بر روی جاذبه متفاوت خواهد بود) و امکان شناسایی ماده تاریک^۷، صحت‌سنجی نظریه نسبیت عام، درک بهتر مفاهیم کوانتوم و تصحیح ارتقای مدل استاندارد ذرات در فیزیک را در آینده فراهم خواهد ساخت.

مرجع

- Victoria Corless, "How a quantum sensor on the ISS could revolutionize space exploration, 2024, space.com

¹ Cold Atom Lab (CAL)

² International Space Station (ISS)

³ Rubidium

⁴ Optical Interferometry

⁵ Fringes

⁶ Atom Interferometers

⁷ Dark Matter