اجتماع نادر بين فيزياء البلازما والنسبية الخاصة ونظرية الحقل الكمي لدراسة البلازما

www.nasainarabic.net
@NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic

تعتبر بولزارات ـالنجوم النابضةـ الأشعة السينية (X-ray pulsars) واحدة من المسائل المثيرة للاهتمام في فيزياء البلازما، وهذه النجوم عبارة عن نجوم منهارة تدور حول مرافق كوني وتُصدر الضوء بفتراتٍ منتظمة لتكوّن منارات في السماء. يُريد علماء الفيزياء معرفة شدة الحقل المغناطيسي وكثافة البلازما المحيطة بتلك البولزارات، حيث يُمكن لكثافة تلك البلازما أن تكون أكبر بملايين المرات من البلازما الموجودة في نجم كالشمس.

طوّر باحثون من مختبر فيزياء البلازما التابع لوزارة الطاقة في الولايات المتحدة والموجود في جامعة برينستون (**PPPL**) نظرية تختص بأمواج البلازما وتشرح تلك الخواص بتفصيل كبير مقارنةً بالطرق التقليدية. ويُحلل البحث الجديد البلازما المحيطة ببولزار عبر ربط نظرية النسبية الخاصة لأينشتاين بميكانيكا الكم التي تدرس حركة الجسيمات دون الذرية مثل نوى الذرات ـأو الأيوناتـ والإلكترونات

الموجودة في البلازما، ودُعم هذا البحث من قبل وزارة الطاقة.

نظرية الحقل الكمي Quantum field theory

تأتي الفكرة الرئيسية من نظرية الحقل الكمي التي تصف الجسيمات المشحونة النسبوية ـأي تلك التي تتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء. ويقول يوان شي **Yuan Shi**، وهو طالب متخرج من برنامج برينستون لفيزياء البلازما والمؤلف الرئيسي للدراسة المنشورة في دورية **journal Physical Review A**:"يُمكن لنظرية الكم أن تصف تفاصيل محددة ومتعلقة بانتشار الأمواج في البلازما". وبالتالي باستطاعتنا الكشف عن تكوين البلازما عبر فهم التفاعلات الكامنة وراء انتشار الأمواج.

طور شي الورقة العلمية بمساعدة نات فيش **Nat Fisch** مدير برنامج فيزياء البلازما والأستاذ في علوم الفيزياء الفلكية في جامعة برينستون، وهونغ كين **Hong Qin** وهو فيزيائي في **PPPL** والمدير التنفيذي للعلوم النووية والتكنولوجيا في جامعة العلوم والتكنولوجيا في الصين. يقول شي: "عندما أجريت الحسابات الرياضية، قاموا بتعليمي كيف أطبقها".

تقوم الجسيمات النسبوية الموجودة في الغلاف المغناطيسي (**magnetosphere**) للنجوم النابضة بامتصاص الأمواج الضوئية، ويظهر هذا الامتصاص على شكل ذروات في إشعاع الخلفية. ويتساءل شي قائلاً: "السؤال الآن هو: ما الذي تعنيه تلك الذروات؟". بعد تحليل تلك الذروات باستخدام معادلات النسبية الخاصة ونظرية الحقل الكمي، وجد شي أنه بالإمكان تحديد شدة الحقل والكثافة في الغلاف المغناطيسي.

جمع التقنيات الفيزيائية معاً

تجمع هذه العملية تقنيات فيزياء الطاقة العالية، وفيزياء المادة الكثيفة، وفيزياء البلازما معاً. ففي فيزياء الطاقة العالية، يستخدم الباحثون نظرية الحقل الكمي لوصف تفاعل عدد قليل من الجسيمات. أما في فيزياء المادة الكثيفة، يستخدم الناس ميكانيكا الكم لوصف حالات مجموعة كبيرة من الجسيمات. وفي فيزياء البلازما تُستخدم معادلات قياسية لتفسير الحركة الجمعية لملايين الجسيمات. وتستفيد الطريقة الجديدة من جوانب موجودة في التقنيات الثلاث لتحليل أمواج البلازما في النجوم النابضة.

يُمكن استخدام التقنية نفسها لاستخلاص كثافة البلازما وشدة الحقل المغناطيسي الناجم في تجارب الاندماج النووي بالحصر العطالي (**inertial confinement fusion experiments**). إذ تستفيد مثل هذه التجارب من الليزرات لتبخر هدفاً يحتوي على وقود البلازما. ويتسبب هذا التبخر بعد ذلك في انفجار يؤدي إلى انضغاط الوقود داخل البلازما وإنتاج تفاعلات الاندماج النووي.

صيغ قياسية تُعطي أجوبة غير متناسقة

ووفقاً لشي، يُريد الباحثون معرفة القيم الدقيقة لكل من الكثافة ودرجة الحرارة وشدة الحقل الخاصة بالبلازما والناتجة عن هذه العملية. تُعطي الصيغ الرياضية التقليدية أجوبة غير متوافقة مع بعضها عندما يُستخدم ليزرات بألوان مختلفة لقياس بارامترات البلازما. وينتج ذلك عن تسبب الكثافة الشديدة للبلازما بظهور التأثيرات الكمية (**quantum effects**)، في حين تقود كثافة الطاقة المرتفعة للحقول المغناطيسية إلى تأثيرات نسبية (**relativistic effects**). ولذلك، فإن الصياغة التي تصف تلك الحقول يجب أن تتطابق مع النتائج.

بالنسبة لشي، تُوضح التقنية الجديدة الفوائد الناجمة عن الجمع بين اختصاصات في الفيزياء لا تتفاعل مع بعضها عادةً؛ ويُضيف: "يُعطي هذا الجمع بين حقول مختلفة معاً قوة هائلة لتفسير أشياء لم نفهمها سابقاً".

- التاريخ: 2016-08-05
- التصنيف: فيزياء

#البلازما #البولزارات #النجوم النابضة #نظرية الحقل الكمي #النسبية الخاصة

المصطلحات

- **الغلاف المغناطيسي (Magnetosphere)**: هي المنطقة من الفضاء التي تكون قريبة من جسم فلكي ما ويتم داخلها التحكم بالجسيمات المشحونة من قبل الحقل المغناطيسي للجسم.

المصادر

- phys.org
- الورقة العلمية
- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- مُراجعة
  - شهامة شقفة
- تصميم
  - نادر النوري
- نشر
  - مي الشاهد