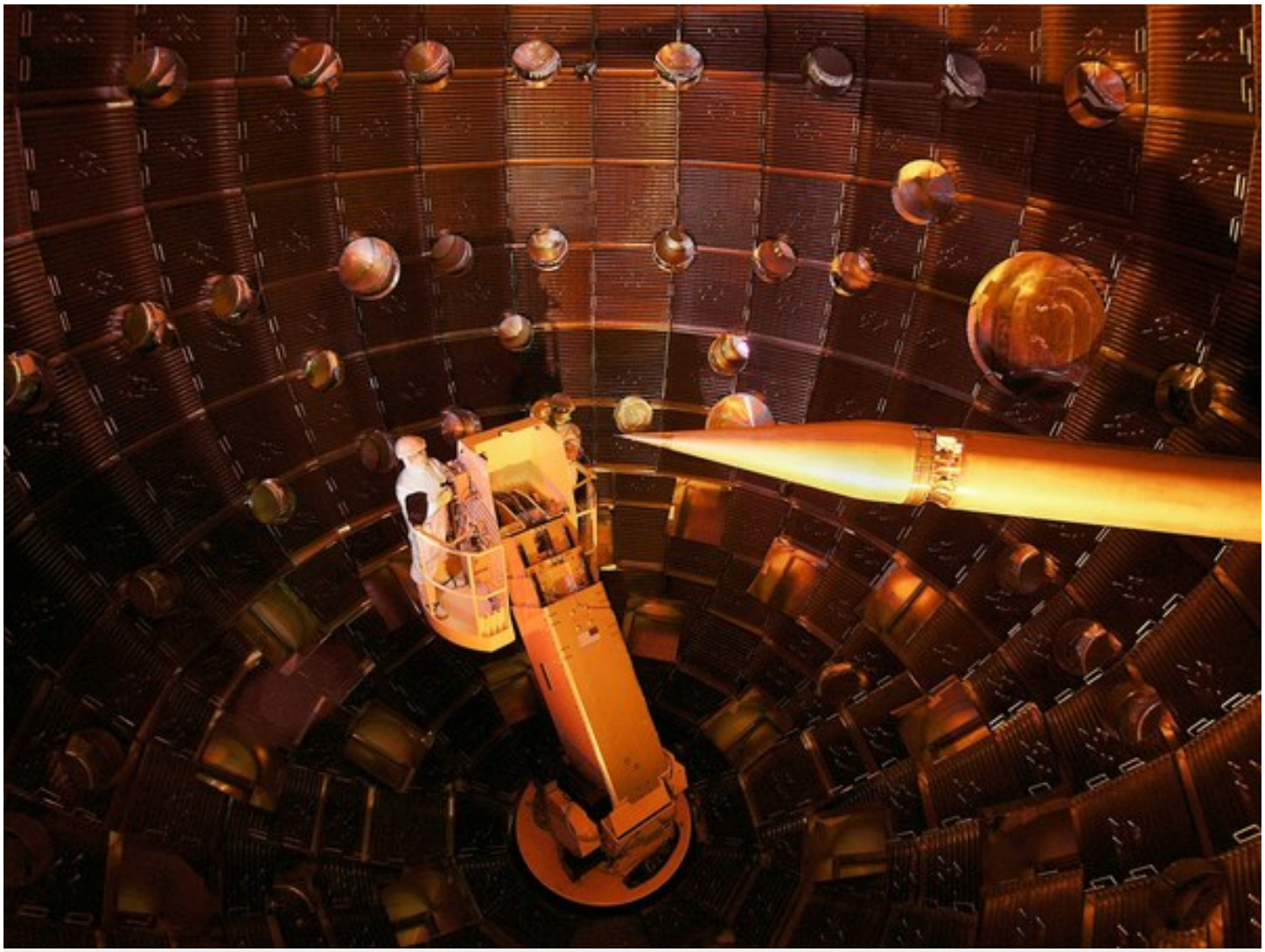
علماء يحاولون صناعة اندماج نووي بواسطة الليزر

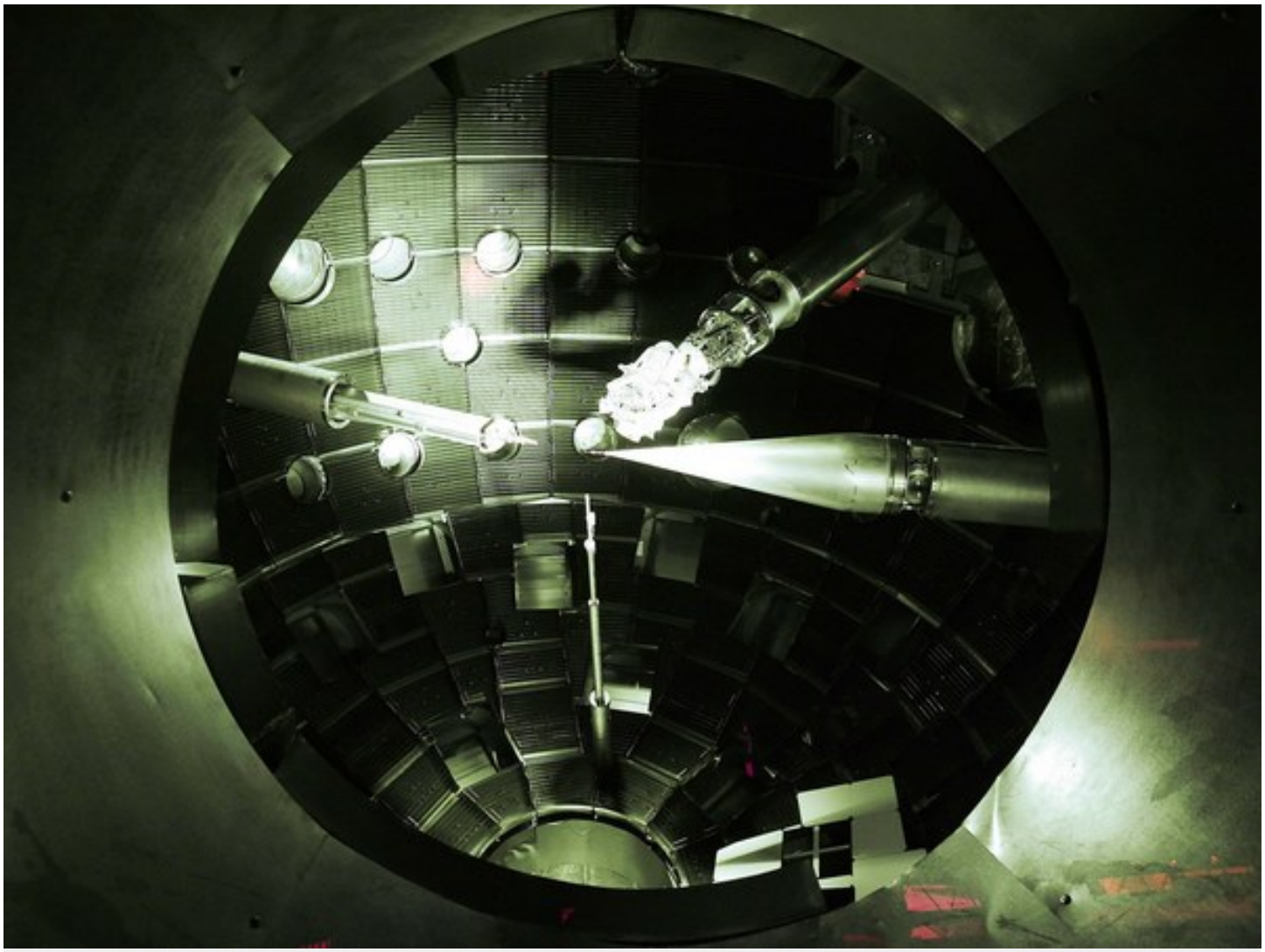
www.nasainarabic.net
@NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic

العلم الضخم صغيرٌ فعلاً. في أوروبا الوسطى، حلقة طولها 17 ميلاً تبحث عن الجسيمات دون الذرية. في واشنطن ولويزيانا، كاشف فائق على شكل حرف L يكتشف اضطرابات الثقالة غير المرئية. والمختبر الوطني في كاليفورنيا هو موطنٌ لبناء من 10 طوابق حيث يستخدم العلماء أشعة الليزر لمحاولة تشكيل اندماج نووي.



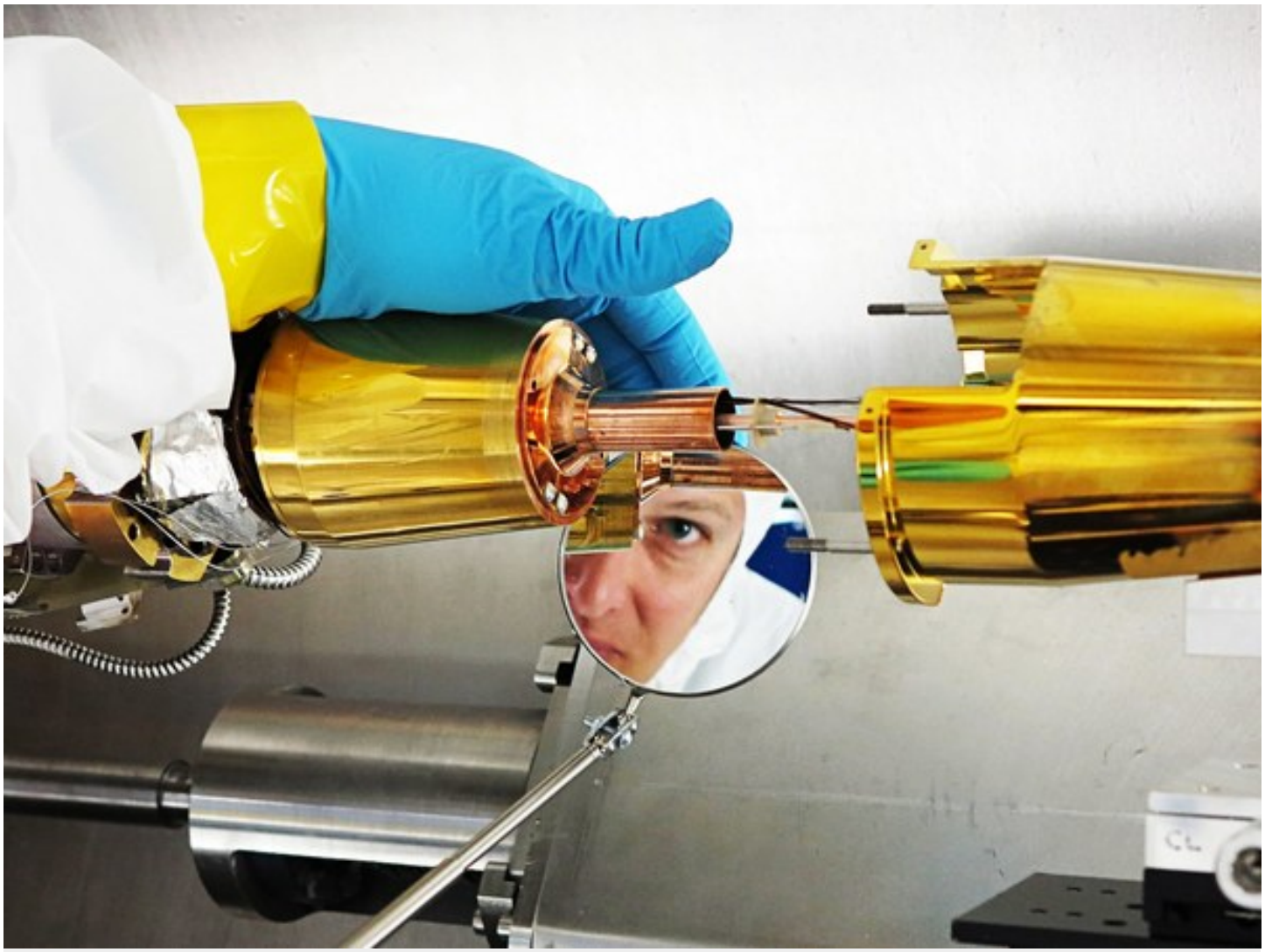
وحدة فنية ترفع التقنيين باتجاه مناور الهدف.

الاندماج: طاقة المستقبل. من حيث المبدأ، إذا سخنت مجموعة من الذرات بشكل كافٍ، وضغطها معاً بقوة كافية، ستنسحق نواتها معاً، وتطلق جسيمات ذات طاقة عالية جداً. مع بدء سلسلة التفاعلات تخلق المزيد والمزيد من الطاقة، قد يبدو الأمر سهلاً لكنه في الواقع صعب! هنا من ارتفاع عالٍ يمتلأ مختبر لورانس ليفرمور الوطني بالليزرات العملاقة. ومن هنا صدر تقرير في مايو/أيار (ظهر مؤخراً في **Physics Today**) يتساءل فيما إذا كانت منشأة الإشعال الوطني **NIF** ستحقق هدفها.



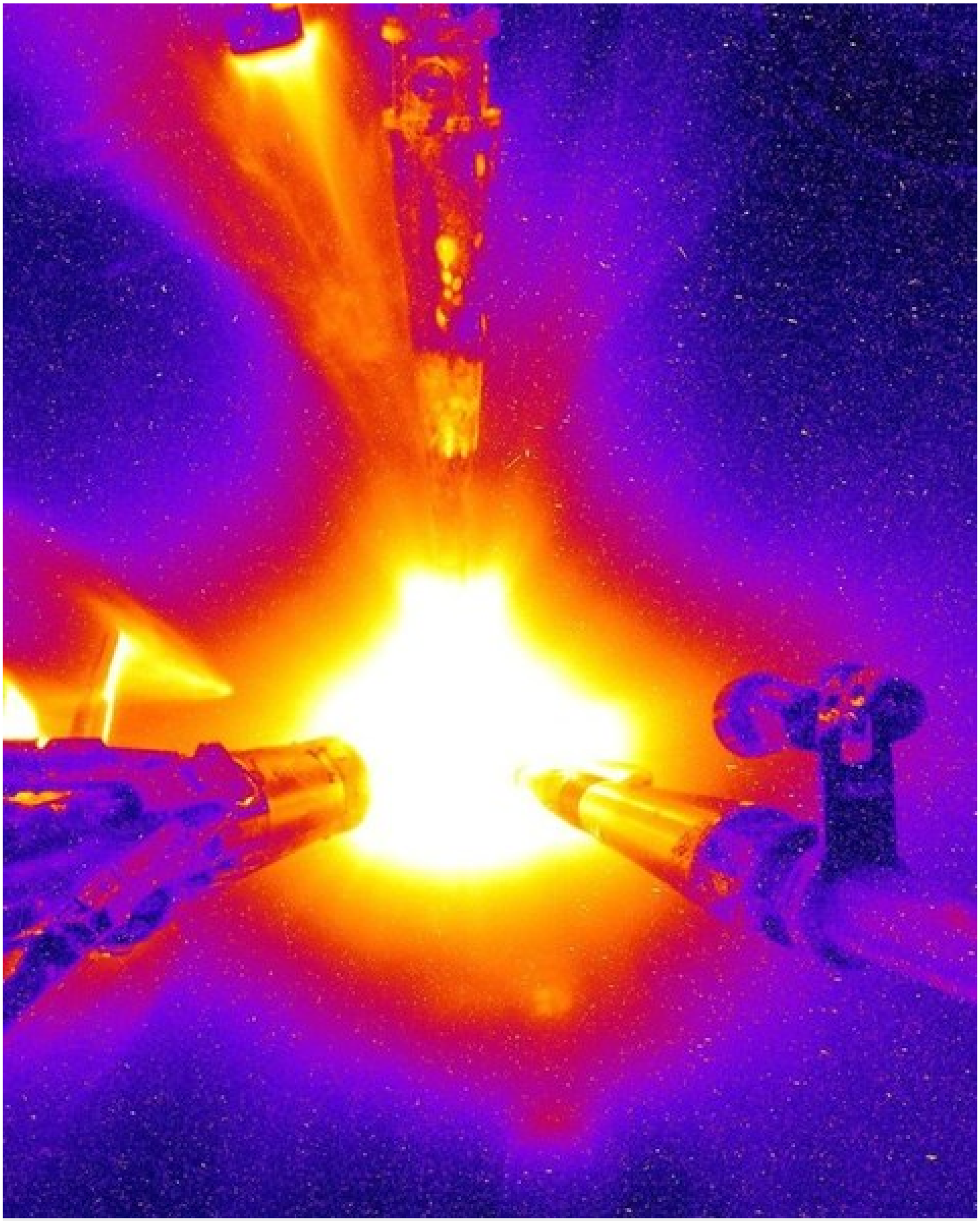
يمكن مشاهدة الأدوات من داخل حجرة الهدف في منشأة الإشعال الوطني NIF.

"الإشعال" **Ignition** هو الاسم المتواضع الذي أطلقه الفيزيائيون على الاندماج النووي الناجح. يقول مارك هيرمان **Mark Herrmann** مدير **NIF**: "إنه هدف طموح حقاً، ولطالما علمنا أنه سيكون صعب التحقيق".



جيمس برايتيل/ في مختبر لورنس ليفرمور الوطني

إليك مدى الصعوبة؛ تبدأ بحزمة من الطاقة ـ من النوع الكهربائي (الشيء نفسه الذي حمص كعكتك هذا الصباح) باستثناء أنه أكبر بكثير. يقول جون إدواردز **John Edwards** المدير المساعد في **NIF**: "نحن بحاجة إلى سحب الطاقة من الشبكة لإشعال هذه التجربة". تضخ المنشأة المواد في مخازن مكثفها (المكثفات هي بشكل أساسي بطاريات قصيرة الأمد)، قبل تفريغها في مخازن الفلاش التي تحول الكهرباء إلى ضوء.

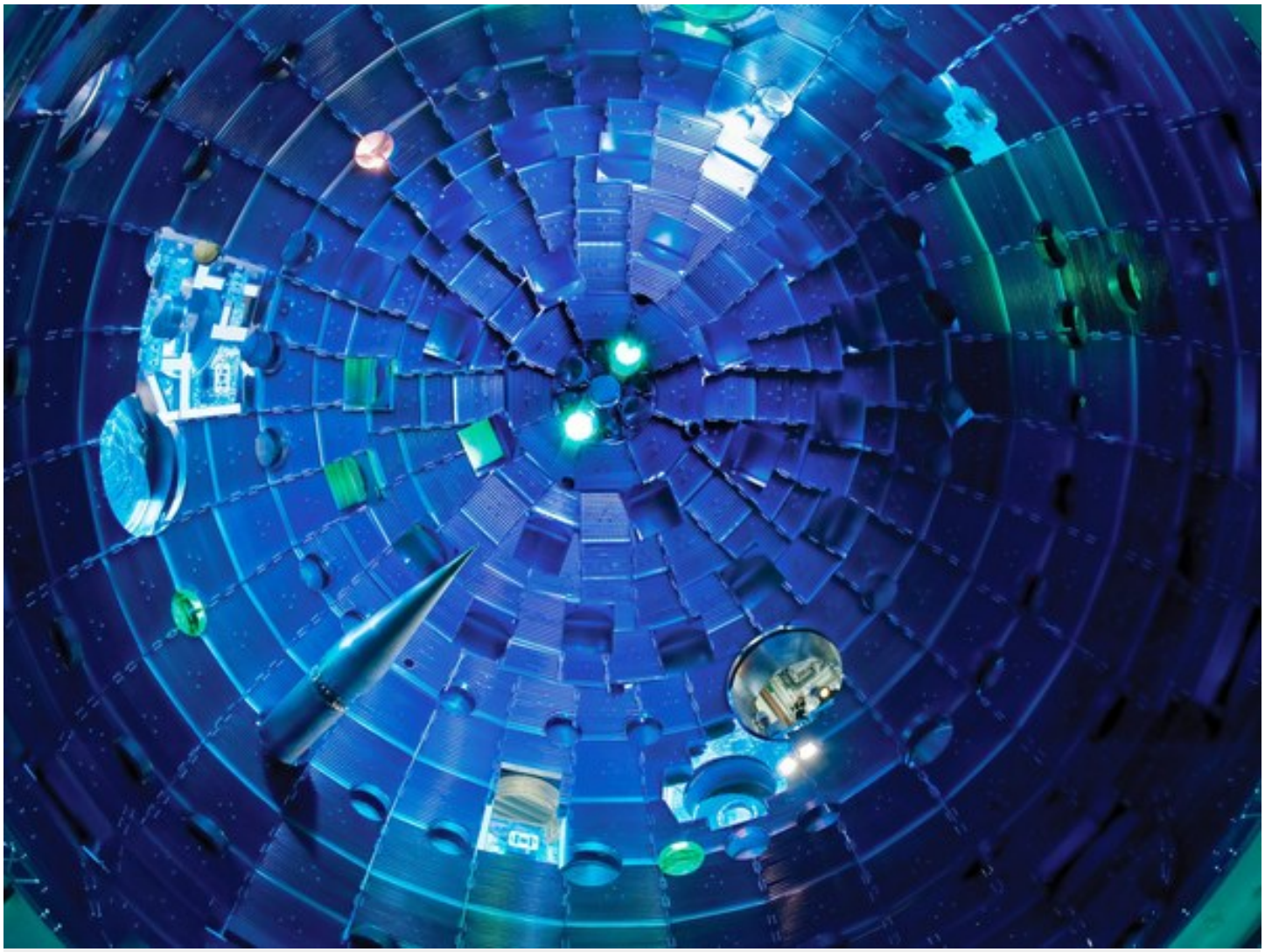


صورة من NIF لانهيار الديتريوم–تريتيوم في 7 فبراير/شباط 2016

ينقسم الضوء، ويتضخم، وينقسم مرة أخرى ويحقن في 192 من مضخمات الليزر العملاقة، كل واحد منها بطول ملعب كرة القدم. هذه لتنقية وتضخيم الضوء ومن ثم يتوجه إلى الحجرة الهدف بعرض 30 قدم. الهدف بحد ذاته عبارة عن أسطوانة صغيرة، بطول 1 سم، ونصف سم عرضاً، تُدعى "**hohlraum**"، وهي كلمة ألمانية تعني تجويف.

موظف يتفقد حجرة الهدف في NIF

تمر أشعة الليزر عبر فتحات في أعلى وأسفل التجويف، وتضرب جدرانه الداخلية. يركز الليزر حرارة حزمه بشكل كثيف على الوجه الداخلي للتجويف لنحو 50 مليون درجة كلفن، أي أسخن من نواة الشمس. هذا يحرر مجموعة من أشعة إكس، التي تضغط كبسولة صغيرة متجمدة من الوقود النووي معلقة إلى اليمين في منتصف التجويف. كل هذا يستغرق 20 جزء من المليار من الثانية، لكن في هذا الوقت تنهار كبسولة الوقود. تنسحق جزيئات الديتيريوم والتريتيوم معاً بشدة لتشكل جسيمات تُدعى جسيمات ألفا **alpha particles**.

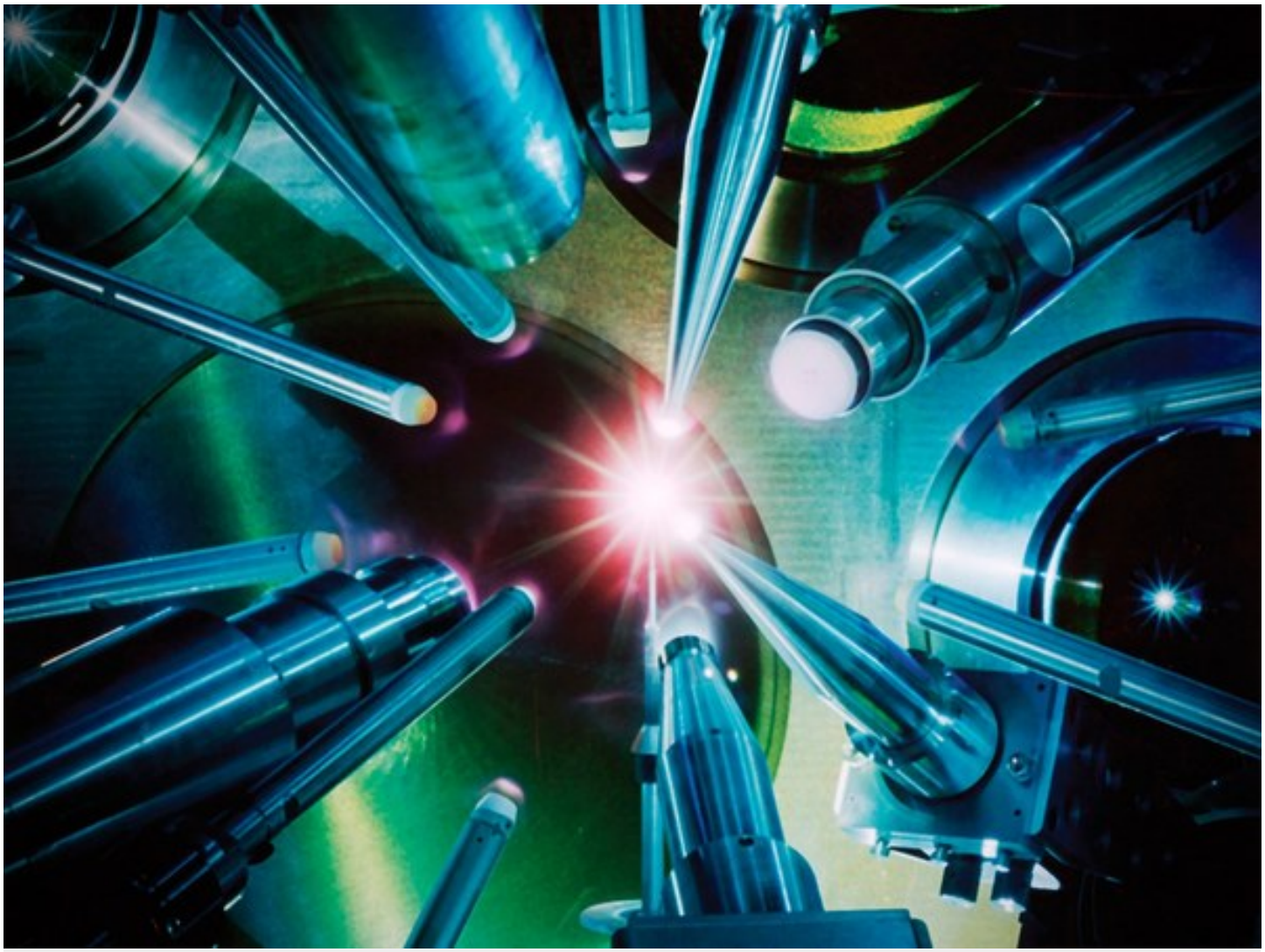


ـ صورة من الأسفل لداخل حجرة الهدف

تضيف جسيمات ألفا المزيد من الحرارة والضغط، يبدأ ما يكفي منها (حرارة وضغط) سلسلة تفاعلات: المزيد من الحرارة والمزيد من الضغط والمزيد من جسيمات ألفا والمزيد والمزيد حتى الإشعال. تهانينا، لقد حللت واحداً من مشاكل الطاقة الأكثر إرباكاً في كل العصور.

إلا أنك لم تحقق ذلك!

لا تزال **NIF** تفتقر للاندماج، ليست المشكلة بدرجة الحرارة، إنما بالضغط. قال كريغ سانغستر **Craig Sangster** مدير قسم التجريب في مختبر علم الطاقة الليزري في جامعة روتشستر في نيويورك: "الذي يحدث إذا كان الضغط على الكبسولة غير موحد أنها لن تتجمع في بلازما كروية جميلة تحول الطاقة الحركية إلى طاقة حرارية".



الليزر الذي يستخدمه اندماج الاحتباس الداخلي من أجل تجريب واختبار تصميم وتوصيف الهدف

ويضيف: "تظاهر أنّ لديك بالون مياه، وحين تضغطه يبدأ البالون بالانتفاخ بين أصابعك، يحتاج الضغط من كبسولة الوقود المنهارة إلى أن يكون موحداً كي لا يحدث تكتل في الطاقة كحالة البالون الذي تضغطه".

إن لم تكن كتلة الطاقة المنتشرة بسبب انهيار كبسولة الوقود كروية تماماً، لن تكون كثيفة كفاية من أجل الاندماج. الآن، ليزرات **NIF** فقط تحصل على كبسولات الوقود لنحو 50 غراماً في السنتمتر المكعب (للإشارة، ضغط الماء في كأس يساوي نحو 1 غرام لكل سنتمتر مكعب)، يجب أن يكون ضعف هذا على الأقل.

صورة لحجرة الهدف يتم رفعها ونقلها إلى خليج الهدف في يونيو/حزيران 1999

يتضمن أسلوب **NIF** خللاً لأن الانهيار مضطرب جداً ـ ما ندعوه بالانصهار الداخلي المقيدـ مشكلة بالون المياه. هذا السبب في انضمام مجموعة من العلماء إلى **NIF** مؤخراً في ميتسانتافي، نيومكسيكو لمناقشة إمكانية تسميته.

التعديل لأجل الإشعال

أسلوب **NIF** ليس الطريقة الوحيدة لإنجاز الاندماج، اشتكى نقّاد هذه المنشأة بأنه يجب وجود طريقة أفضل لتركيز موارده في طرق إشعال أخرى، من مثل استخدام المغانط الكهربائية لزيادة الضغط والحرارة. استثمرت **NIF** حتى الآن 3.5 مليار دولار في ما يدعى محرك الإشعال غير المباشر، وبدلاً من ذلك ستعدل عملياته لتناسب الأداة الحالية.

قال إدوارد المدير المساعد للمنشأة: "شيء واحد سنقوم به، وهو تغيير تصميم التجويف لإزالة عدم الاستقرار". هذا يعني جعل الاسطوانة أكبر قليلاً، وبالتالي تجعل عملية التسخين أكثر قابلية للتحكم. سيستهلك المزيد من الطاقة، لكن يأمل إدوارد أنه سيحل مشكلة الشكل الكروي. السؤال الآن هو هل يمكننا جعل التجويف أكبر وفي ظروف مناسبة للاشتعال.

ثم تُنزل الحجرة إلى الخليج الهدف

هذا يشكل مشكلة الفيزياء، لا شيء سهل، الكثير من الصعوبة تأتي من كيفية سلوك الأشياء الصغيرة جداً كالذرات عندما تسخن وتكثف بشكل كبير. قال سانغستر: "هذا هو السبب في الاجتماع لمناقشة أنواع التجارب بشكل أساسي التي تحل هذه المشاكل". في تقرير شهر مايو/أيار، الإدارة الوطنية للأمن النووي (ذراع قسم الطاقة التي تتحكم بـ **NIF**) أعطت **NIF** مهلة حتى 2020 لفهم اندماج الاحتباس الداخلي **internal confinement fusion**.

هنالك الكثير من الأذكياء الذين يعملون على المشروع، لكن يمكن أن تفشل **NIF** وشركاؤها الوطنيون تماماً. هل هذه يعني أنه بحلول 2021 سيختفي الليزر العملاق المستخدم بعد البيع. لا أعرف حول هذا، لكني استثمرت مدخرات أحفادي في الليزر العملاق، لذلك ستكون كارثة شخصية.

هنالك جزء جيد من التجارب في **NIF** ليس لديه شيء ليفعله حيال انهيار كبسولات الوقود. قال سانغستر: "السبب في بناء هذا الليزر بالدرجة الأولى هو تقديم البيانات للبرنامج الوطني للأسلحة النووية للمساعدة في الحفاظ وضمان المخزون الحالي. تملك الولايات المتحدة أسلحة اندماج نووية، لكنها لا تعرف كل شيء عن كيفية عمل الاندماج.

صورة خارجية لمنشأة الإشعال الوطني

تحتاج هذه الصواريخ ترقيات دورية، وأجزاء جديدة ووقود جديد. لكن من دون الفهم الكامل لكيفية عمل الاندماج، لن تكون مضيفات الصواريخ متأكدة تماماً من أنها ستنفجر. قال سانغستر: "نحن نريد أن نفهم كل الفيزياء المفقودة لكيفية عمل هذه الأشياء والحصول عليها في شيفرات تصميم الأسلحة". في بعض الأحيان يمكن أن يكون لأصغر الأشياء في العلم الأثر الأكبر.

- التاريخ: 2017-03-02
- التصنيف: فيزياء

#الاندماج #الفيزياء النووية #الاندماج النووي #الطاقة النووية #الاشعاع

المصادر

- wired

- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - فارس دعبول
- مُراجعة
  - ريم المير أبو عجيب
- تحرير
  - ليلاس قزيز
- تصميم
  - هادي أبو حسون
- نشر
  - مي الشاهد