ليزر الأشعة السينية الأقوى في العالم أصبح الآن أكثر قوة!

www.nasainarabic.net
@NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic

بفضل التحديث الجديد الذي أدخله العلماء على جهاز ليزر الأشعة السينية المعروف باسم مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطّي الثاني ـLinac Coherent Light Source-II، أو اختصاراً (LCLS)، سيتمكّن العلماء من تحقيق اكتشافاتٍ لم يسبق لها مثيل حول كيفية عمل الطبيعة من حولنا.

مينلو بارك، كاليفورنيا – بدأ العمل اليوم (بتاريخ 4 نيسان/أبريل) على إدخال تحديثاتٍ وتطويراتٍ جديدة على ليزر الأشعة السينية الفريد من نوعه وذلك في مقر مختبر المُسرّع الوطني **"SLAC" National Accelerator Laboratory "SLAC"** التابع لوزارة الطاقة الأمريكية **Department of Energy**. ضمن هذا المشروع، سيقوم العلماء بإضافة شُعاع ليزر أشعة سينية آخر يتميّز بأنه أشد سُطوعاً من الليزر الأول بنحو 10,000 مرة، وبإمكانه إطلاق الأشعة أسرع من الليزر الأول بحوالي 8,000 مرة، أيّ بمُعدّل مليون نبضة في الثانية

الواحدة.

سيعمل هذا المشروع، والذي أُطلق عليه اسم مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطّي الثاني **Linac Coherent Light Source-II- او اختصاراً (LCLS)**، على زيادة قوة وقدرة جهاز مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطّي الأول التابع لـ **SLAC** بشكلٍ كبير، وسوف يُستخدم في التجارب العلمية الهادفة إلى تحسين فهمنا لكيفية عمل الظواهر الطبيعية على المستوى الذرّي وضِمن نطاقات زمنية فائقة السرعة.

وتعليقاً على هذا الموضوع يقول مايك دون **Mike Dunne**، مدير مشروع مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطّي: "سوف يُساهم مشروع مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطّي الثاني في تطوير علم الأشعة السينية بشكل كبير، وسيفتح المجال لتنفيذ العديد من الدراسات الجديدة حول المواد فائقة السرعة متناهية الصِغر". وأضاف: "سوف يؤدي هذا إلى تعزيز قدرتنا على تطوير تكنولوجيا تحويلية مستقبلية بشكل هائل، بما في ذلك أجهزة إلكترونية جديدة، وأدوية قادرة على إنقاذ حياة الناس، وحلول طاقة ابتكارية".

من جانبه قال مدير مختبر المُسرّع الوطني **SLAC** السيد تشي- تشانغ كاو **Chi-Chang Kao**: "لمُختبرنا هذا تاريخ طويل في مجال بناء وتشغيل مصادر الأشعة السينية الرئيسية والتي تُساعد المستخدمين حول العالم في تنفيذ بحوثٍ متقدمة جداً في مجالات الكيمياء وعلم المواد والأحياء والطاقة. وسوف يضمن مشروع مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطّي الثاني بقاء الولايات المتحدة الأمريكية في موقعها الريادي في مجال علم الأشعة السينية".

يُقدّم هذا الفيلم معلوماتٍ حول مشروع مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطّي الثاني، وهو عبارة عن مصدر ضوء مستقبليّ تابعٍ لمختبر المُسرّع الوطني SLAC. سيعمل هذا الجهاز على توليد نبضاتٍ ضوئية في الثانية الواحدة تفوق في قوتها أقوى ليزر أشعة سينية حاليّ (ليزر مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطي الأول) بأكثر من 8,000 ضِعف، وسيُنتج أشعة سينية مُتواصلة ستكون أشد سُطوعاً من الليزر القديم بحوالي 10,000 مرة. سوف تُساعد هذه القدرات الفريدة الباحثين على التعامل مع العديد من التحديات الكبيرة في مجال العلوم من خلال التقاط صورٍ مُفصّلة للعمليات فائقة السرعة التي لا تستطيع مصادر الضوء التي نمتلكها حالياً التقاطها.

المصدر: (مختبر المُسرّع الوطني SLAC).

مجهر أشعة سينية مُتفوّق

عندما افتُتِح مشروع مصدر الضوء المُترابط للمُسرّع الخطي الأول قبل حوالي ست سنوات كواحد من مكاتب مرافِق مُستخدمي العلوم **Office of Science User Facility** التابعة لوزارة الطاقة الأمريكية، كان هذا الجهاز أول مصدر ضوءٍ من نوعه، وقد كان عبارة عن مجهر أشعة سينية فريد يستخدم أسرع نبضات الأشعة السينية وأشدها سُطوعاً على الإطلاق بهدف الحصول على تفاصيل لم يسبق لها مثيل لعالم الذرة.

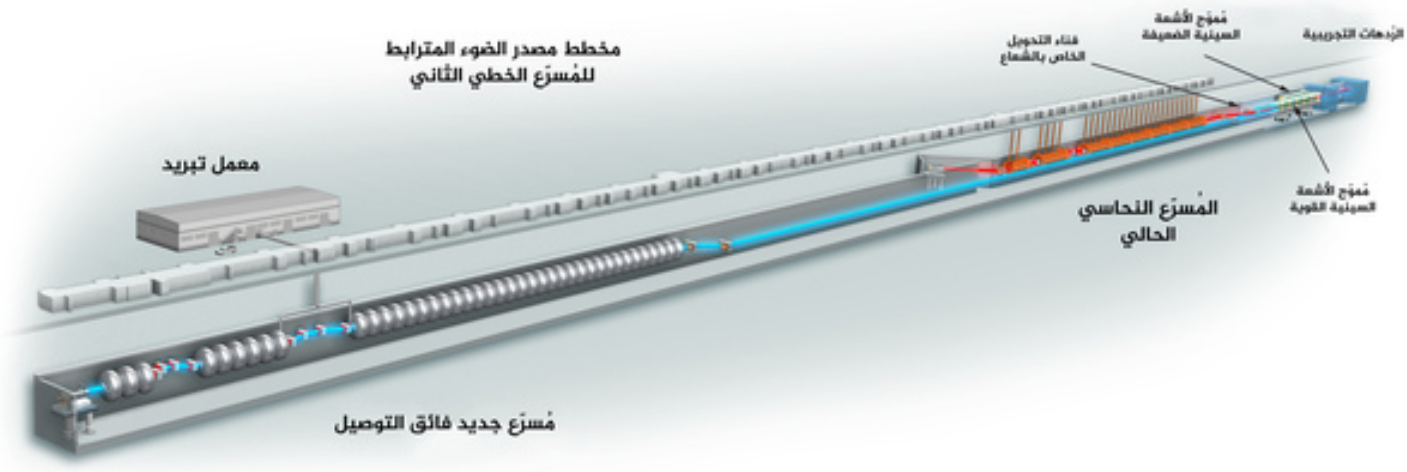
يستخدم مئات العلماء جهاز مصدر الضوء المُترابط للمُسرّع الخطي الأول كل عام للحصول على لقطات للعمليات الأساسية التي تحدث في الطبيعة وبتفاصيل لم يسبق لها مثيل. وتُظهر مقاطع الفيديو التي التُقطت لعالم الجزيئات (**molecule**) كيف تتشكّل الروابط

الكيميائية بين هذه الجزيئات وتتحطم.

كما تمكّنت تقنيات التصوير فائقة السرعة التي يتمتع بها هذا الجهاز من تصوير الشحنات الكهربائية وهي تُعيد ترتيب نفسها بسرعة كبيرة داخل المواد وأظهرت كيف تُغيّر خصائصها. إضافة إلى هذا، تمكّن العلماء بفضل هذا الاختراع من التقاط صورٍ نقية ثلاثية الأبعاد للبروتينات المرتبطة بالأمراض وحصلوا على تفاصيل متعلقة بها على المستوى الذري يمكن أن تُساهم في اكتشاف علاجات محتملة لهذه الأمراض.

سوف يعمل ليزر الأشعة السينية الجديد جنباً إلى جنب مع الليزر الحالي، وسيحتلّ كلّ منهما ثُلث مساحة نفق المُسرّع الخطي البالغ طوله ميلين والتابع لمختبر **SLAC**. من خلال تعاون هذين الجهازين سيتمكّن الباحثون من تنفيذ عمليات رصد ومراقبة عبر مجال طاقة أوسع من ذي قبل، ما يعني أنهم سيتمكنون من التقاط صورٍ مُفصّلة للعمليات السريعة التي تحدث حولنا وسبر أغوار العينات الدقيقة التي لا تستطيع مصادر الضوء الأخرى الوصول إليها. نتيجة لذلك سيكون بالإمكان جمع المزيد من المعلومات والبيانات في فترة زمنية أقل، وسيزداد عدد التجارب العلمية التي يمكن تنفيذها في هذه المُنشأة الرائدة.

"سوف يُفيد هذا التحديث تجارب الأشعة السينية في مختلف النواحي، وأنا مُتشوّق جداً لتجربة قدرات الليزر الجديدة في بحثي الخاص". يقول بيتر ويبير **Peter Weber**، أستاذ في جامعة براون، والذي شارك في تنفيذ دراسةٍ في مشروع مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطي الأول استخدم فيها طريقة تشتيت الأشعة السينية بهدف تتبّع التغيرات البُنيوية فائقة السرعة أثناء انفجار جزيئات الغاز ذات الشكل الحلقي في تفاعل كيميائي هو جزء أساسي في العديد من العمليات في الطبيعة. وأضاف البروفسور بيتر: "بمساعدة مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطي الثاني سيكون بإمكاننا تسليط الضوء على حركة الذرات بشكل أفضل من ذي قبل، وسيُساعدنا هذا الأمر على فهم ديناميكيات التفاعلات الكيميائية الحيوية بشكل أفضل".



يظهر في هذه الصورة ليزر الأشعة السينية التابع لمشروع مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطي الثاني المستقبلي (باللون الأزرق يساراً) بجوار مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطي الأول (باللون الأحمر يميناً). يستخدم مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطي الثلث الأخير من مساحة نفق المُسرّع الخطي البالغ طوله ميلين والتابع لمختبر SLAC. نفق المُسرّع الخطي هذا هو عبارة عن بناءٍ أجوف مصنوع من النحاس تتساوى درجة الحرارة داخله مع درجة حرارة الغرفة العادية ويستطيع توليد 120 نبضة من نبضات الأشعة السينية في الثانية الواحدة. أما بالنسبة لمصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطي الثاني فسيتم استبدال الثلث الأول من المُسرّع النحاسي بمُسرّع آخر فائق التوصيل قادرٍ على إنتاج ما لا يقل عن مليون ومضة أشعة سينية في الثانية الواحدة. (مختبر المُسرّع الوطني SLAC).

قفزة هائلة في أداء ليزر الأشعة السينية

كما هو الحال في المُنشأة الحالية، سيستخدم مصدر الضوء المترابط للمُسرّع الخطي الثاني إلكتروناتٍ يتم تسريعها لتصل إلى سرعةٍ قريبةٍ من سرعة الضوء من أجل توليد أشعة ضوء ليزر سينية شديدة السطوع. خلال هذه التجربة، ستطير الإلكترونات عبر سلسلة من المغانط التي تُدعى "**المموجات المغناطيسية**" والتي تُجبرُ الإلكترونات على السير بطريقة مُتموجة ومُتعرجة ما يدفعها لإطلاق الطاقة على شكل أشعة سينية.

لكن الطريقة التي سيتم من خلالها تسريع تلك الإلكترونات ستكون مختلفة بشكل كبير، ما يمنح جهاز مصدر الضوء المترابط للمسرع الخطي الثاني قدرات مختلفة.

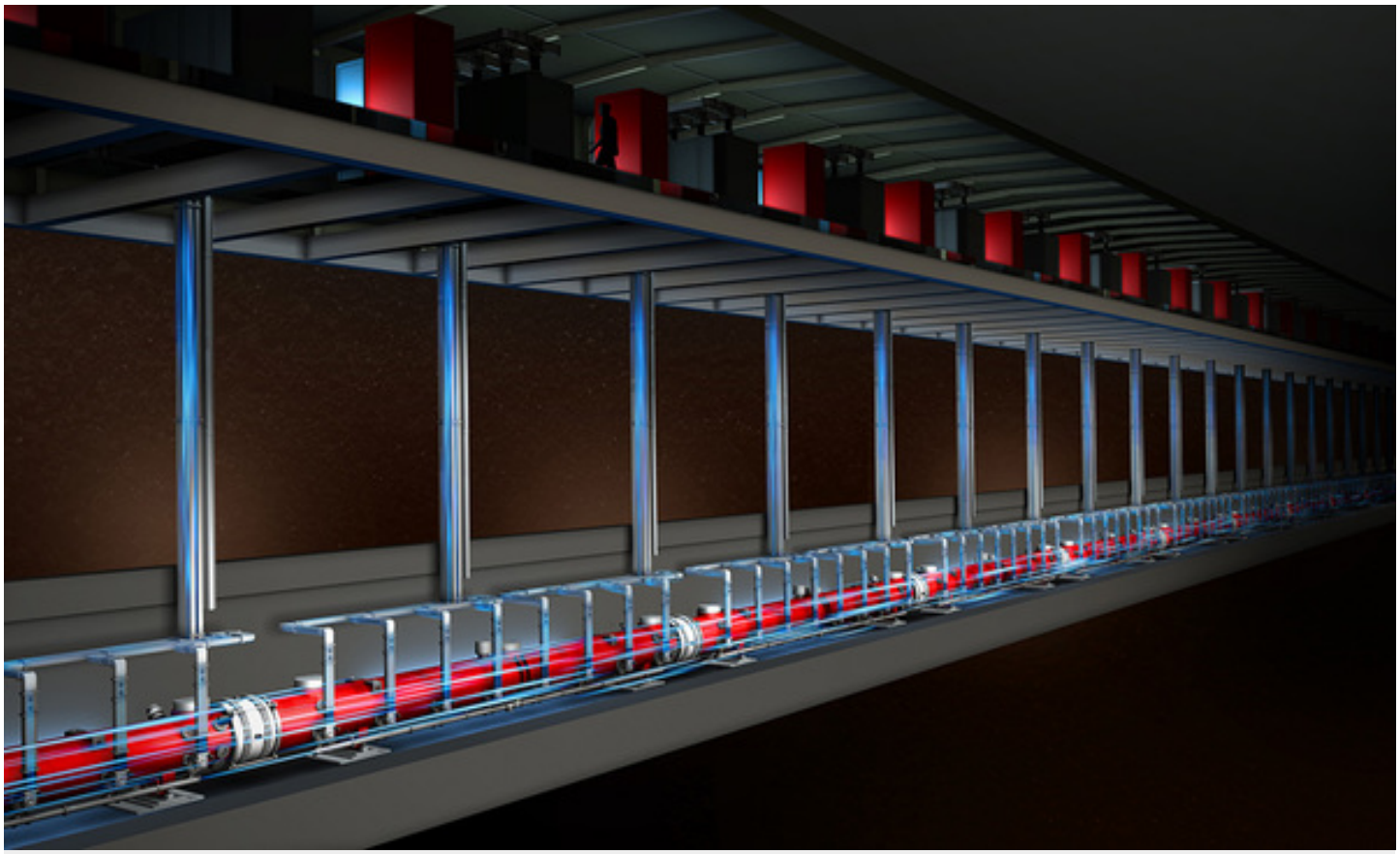
في الوقت الحالي، يتم تسريع الإلكترونات عبر أنبوب نحاسي تعادل درجة حرارته درجة حرارة الغرفة ويسمح بتوليد 120 نبضة من نبضات ليزر الأشعة السينية في الثانية الواحدة.

وبالنسبة لمصدر الضوء المترابط للمسرع الخطي الثاني، سيقوم طاقم العمل في المشروع بتركيب مُسرّع فائق التوصيل، ويُوصف هذا المُسرّع بأنه فائق التوصيل لأن تجاويفه المعدنية المكونة من النيوبيوم تتميز بقدرةٍ كبيرة على توصيل الكهرباء دون خسارة أي طاقة أبداً عند تبريدها بدرجة حرارة 456 درجة فهرنهايت تحت الصفر. ويسمح تسريع الإلكترونات عبر سلسلة من هذه التجاويف بتوليد شهاع ليزر أشعة سينية متواصلٍ تقريباً تصاحبه نبضاتٌ أشد سطوعاً من تلك التي يولدها مصدر الضوء المترابط للمسرع الخطي الأول بحوالي 10,000 مرة، وتنبض بمعدل مليون مرة في الثانية الواحدة.

إضافة إلى المُسرّع الجديد، يحتاج مصدر الضوء المترابط للمسرع الخطي الثاني عدداً من المكوّنات المُتطورة الأخرى بما فيها مصدر إلكترون جديد، ومعمليْ تبريد قويين من أجل إنتاج المواد المُبرّدة اللازمة لتبريد تجاويف النيوبيوم، إضافة إلى اثنين من المموجات المغناطيسية الجديدة لتوليد الأشعة السينية.

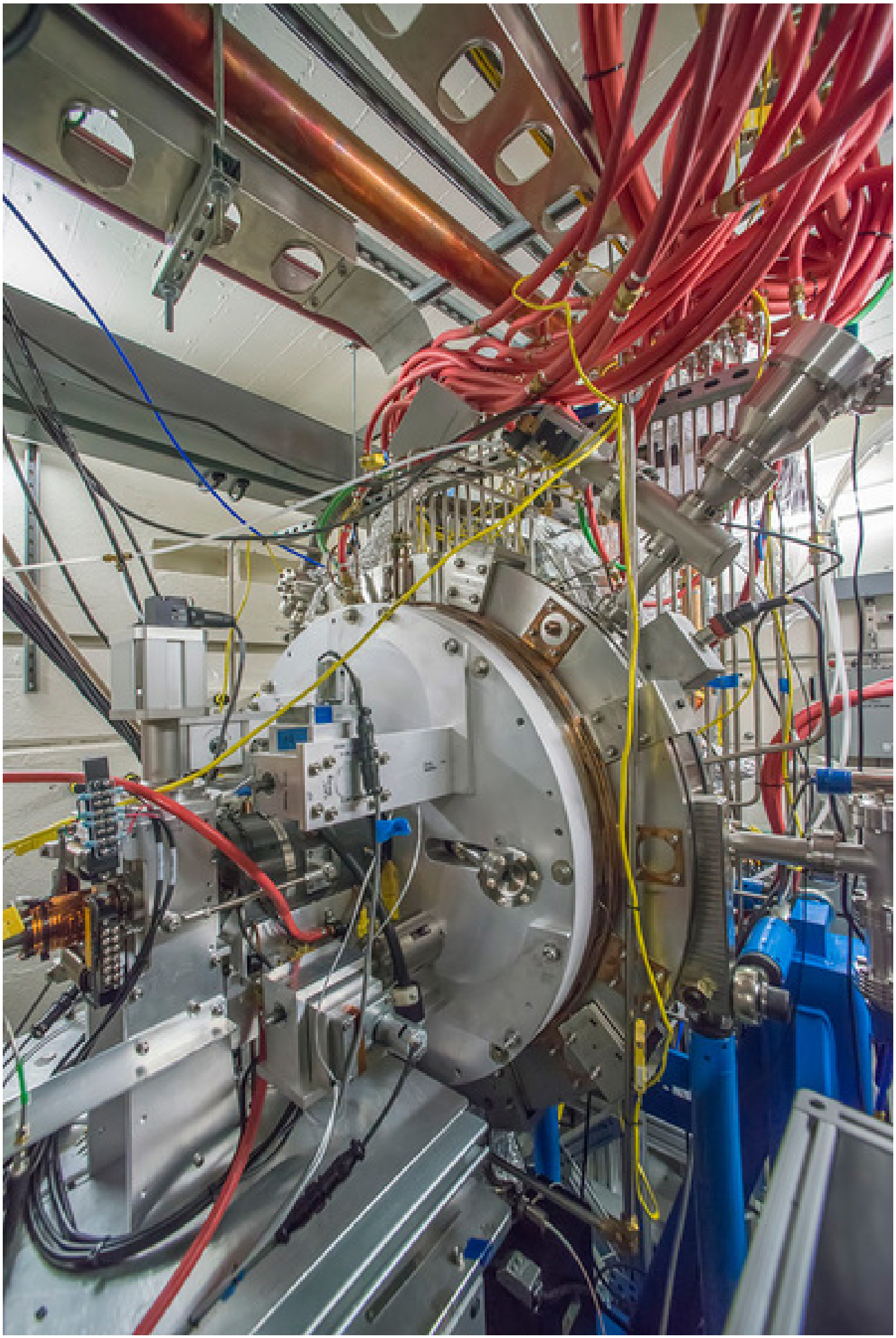
عرض صور

يظهر عرض الشرائح هذا المكونات المختلفة لمنشأة ليزر الأشعة السينية المستقبلية التابعة لمختبر **SLAC**. يمكنكم الاطلاع على ألبومنا الخاص على موقع فليكر بعنوان "مصدر الضوء المترابط للمسرع الخطي الثاني: الخطوة التالية في علم الأشعة السينية" حيث يمكنكم مشاهدة صور عالية الدقة مع وصفٍ كامل أسفلها.



رسم توضيحي لمسرع الإلكترونات في جهاز الليزر المخصص لإطلاق الأشعة السينية والمستخدم في مصدر الضوء المترابط للمسرع الخطي الثاني التابع لمختبر SLAC.

نرى في هذه الصورة قطعة من المموج المغناطيسي. المصدر: Berkeley Lab



صورة للنموذج الأولي من مصدر الإلكترونات الجديد المستخدم في مصدر الضوء المترابط للمسرع الخطي الثاني. المصدر: Berkeley Lab

ستحصل حزم الإلكترونات على الطاقة من تجاويف النيوبيوم الشبيهة بتلك التي نراها في الصورة. المصدر: Fermilab

سلسلة التجاويف المستخدمة في مصدر الضوء المترابط للمسرع الخطي الثاني. المصدر: Fermilab

شراكات قوية لتحقيق إنجازات مستقبلية هائلة في علم الأشعة السينية

من أجل جعل هذا التحديث الكبير الذي أُدخِل على المشروع حقيقة على أرض الواقع، تعاون مختبر **SLAC** مع أربعة مختبرات وطنية أخرى هي: أرغون، ومختبر بيركيلي، وفيرميلاب، ومختبر جيفيرسون – وجامعة كورنيل، حيث يُقدّم كل شريكٍ منها مساهمات رئيسية فيما يتعلق بالتخطيط للمشروع وتصميم المكونات والاستحواذ والبناء.

"ما كان بإمكاننا تنفيذ هذا الأمر لولا جهود الجهات المتعاونة معنا" يقول جون غالايدا **John Galayda** من مختبر **SLAC** ورئيس فريق مشروع مصدر الضوء المترابط للمسرع الخطي الثاني. ويضيف: "من أجل تجميع كل المكونات معاً وإنجاح المشروع فإننا بحاجة إلى الخبرات التي يمتلكها جميع شركائنا، وكذلك بُناهم التحتية الحيوية والتزام العاملين فيها بتقديم أفضل ما لديهم".

وبناءً على "القرارات الحاسمة رقم 2 و3 (**CD -2/3**)" فقد وافقت وزارة الطاقة بشكلٍ رسمي على البدء بأعمال التشييد في المشروع الذي تبلغ تكلفته مليار دولار أمريكي. تتولى وزارة الطاقة أيضاً تمويل المشروع من خلال مكتب العلوم التابع لها. (ملاحظة: القرارات الحاسمة **Critical Decisions** هي عبارة عن سلسلة من القرارات المهمة ذات المستوى العالي والتي يجب اتخاذها قبل السماح لأي مشروعٍ بالبدء).

من جانبه بدأ مختبر **SLAC** بالفعل بإزالة الثلث الأول من المُسرّع الخطي من أجل إفساح المجال لتركيب المُسرّع فائق التوصيل. هذا ومن المُقرر أن يبدأ تشغيل المُسرّع في أوائل العشرينيات من القرن الحالي. في هذه الأثناء، سوف يستمر مصدر الضوء المترابط للمُسرع الخطي الأول في خدمة مجتمع علم الأشعة السينية كالمُعتاد باستثناء فترة الأشهر الستة خلال عام 2017 والتي سيتم فيها إيقاف هذا المصدر عن العمل مؤقتاً لأسباب تتعلق بأعمال التشييد على المُسرّع فائق التوصيل، وكذلك فترة الـ 12 شهراً (من عام 2018 وحتى 2019) والتي سيتم خلالها إيقاف المصدر عن العمل مرة أخرى.

ويقول دون بأنه وبفضل التحديثات التي سيتم إدخالها على المشروع، سوف تسمح منشأة ليزر الأشعة السينية الجديدة التابعة لمختبر **SLAC** بتنفيذ بحوثٍ رائدة على مدار السنوات القادمة.

من أجل تنفيذ مشروع مصدر الضوء المترابط للمسرع الخطي الثاني، تعاون مختبر SLAC مع أربعة مختبرات وطنية أخرى هي: أرغون، ومختبر بيركيلي، وفيرميلاب، ومختبر جيفيرسون – وجامعة كورنيل، حيث يقدم كل شريك منها مساهمات رئيسية فيما يتعلق بالتخطيط للمشروع، وتصميم المكونات والاستحواذ والبناء. المصدر: (مختبر المسرع الوطني SLAC).

مختبر **SLAC** هو مختبر متعدد البرامج يعمل على سبر أغوار علم الفوتونات، والفيزياء الفلكية، وفيزياء الجسيمات، وبحوث المُسرّعات.

يقع المختبر في مينلو بارك، كاليفورنيا. وتتولى جامعة ستانفورد تشغيله لصالح مكتب العلوم التابع لوزارة الطاقة الأمريكية. لمعرفة المزيد حول الموضوع يمكنكم زيارة موقع المختبر

يتلقى مختبر المُسرّع الوطني **SLAC** الدعم من مكتب العلوم التابع لوزارة الطاقة الأمريكية. ويُعتبر مكتب العلوم أكبر داعمٍ للبحوث الأساسية في مجال العلوم الفيزيائية في الولايات المتحدة الأمريكية، ويعمل على تناول بعض أكبر التحديات التي نواجهها في عصرنا الحالي. للمزيد من المعلومات يمكنكم زيارة: http://science.energy.gov/

- التاريخ: 2016-04-19
- التصنيف: فيزياء

#الاشعة السينية #ليزر الأشعة السينية #مختبر SLAC

المصطلحات

- **الأيونات أو الشوارد (Ions)**: الأيون أو الشاردة هو عبارة عن ذرة تم تجريدها من الكترون أو أكثر، مما يُعطيها شحنة موجبة.وتسمى أيوناً موجباً، وقد تكون ذرة اكتسبت الكتروناً أو أكثر فتصبح ذات شحنة سالبة وتسمى أيوناً سالباً

المصادر

- slac
- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - طارق شعار
- مُراجعة
  - سومر عادلة
- تحرير
  - أنس الهود
  - منير بندوزان
- تصميم
  - علي كاظم
- نشر
  - مي الشاهد