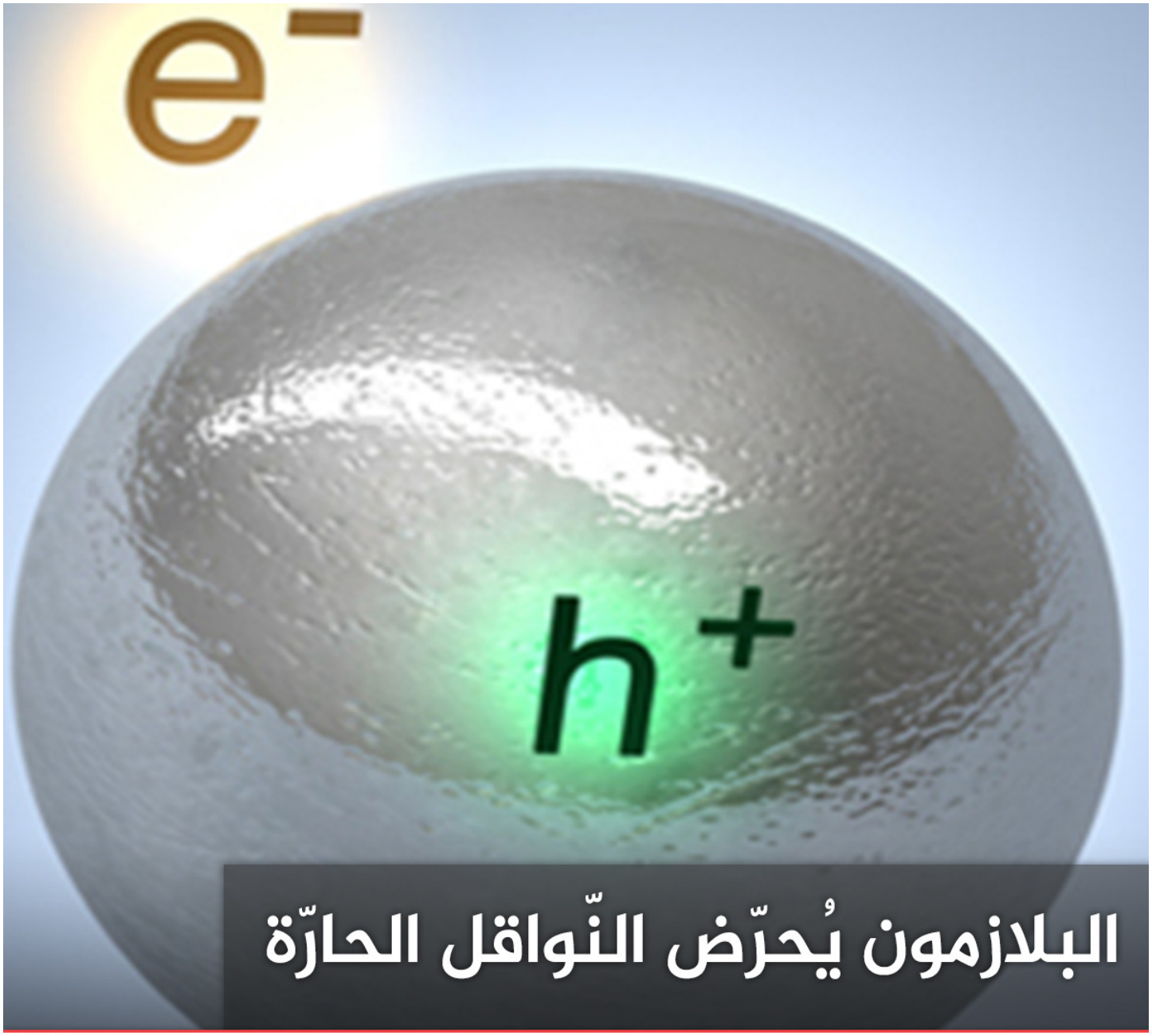
البلازمون يُحرّض النّواقل الحارّة



(البلازمون هو شبه جسيم ينتج عن تكميم تذبذب البلازما)
قام باحثون في الولايات النتحدة بتطوير أول نظريّة كاملة حول كيفية تأثير البلازمون على "النواقل الحارة".

هذا النموذجُ الجديدُ قادرٌ على المساعدةِ في إنتاج هذه النواقل بفاعليةٍ أكبر، مما يُفيد في تعزيز عملية تحويل الطاقة الشمسية في ألواح الضّوء الجُهديّة (الخلايا الشّمسية)، و يُحسّن بالتالي عمليةَ التّحفيز الضّوئي لبعض الاستعمالات، كفصل جزيئات الماء لإنتاج الهيدروجين، و الاستعمالات كثيرة و لا يسعنا ذكرها كلها هنا.

تُعدّ البلازموناتُ تجمعاً كميّا من التذبذبات الناتج عن تواصل الالكترونات على سطح معدني ذو بنية نانوية تؤمّن تفاعلا قويا مع الضوء. و

مثل هذا التفاعل المعزز يسمح للبلازمونات بتركيز الضوء في كتلٍ بطولِ موجات ثانويةٍ غيرِ محدودة الانحراف. قد يمكن استعمالُ هذه الظاهرة بشكل جيّدٍ في نطاق التكنولوجيا، ككشف الضوء و تعديله، و في عمليات التواصل البصري، و تحويل الطاقة الشمسية، و علم المطيافية (دراسة التآثر بين الإشعاع سواء كان كهرومغناطيسيا أو إشعاع جسيمات مع المادة التي تشمل الذرات و الجزيئات.)

تبقى البلازمونات السطحية لفترة وجيزة فقط بعد أن تضمحلّ بشكل إشعاعي بعد أن ينبعث عنها فوتون، أو بشكل غير إشعاعي بعد توليدِ ثقبٍ الكتروني زوجي (يشحن الناقل)، و هذا ما يشرحه رئيس الفريق بيتر نوردلاندر **Peter Nordlander** من جامعة رايس **Rice University**. ففي الحالة غير الإشعاعية، فإن الحرارة تشحن النواقل و تنتجها. و هذه النواقلُ، هي الكتروناتٌ وثقوبٌ تمّ تحريضها من قبل الفوتونات عالية الطاقة.

الاحتفاظ بطاقة النّواقل الحارة :

في معظم المواد، تبرد النّواقل الحارّة بسرعةٍ تحسب بأجزاءَ من الثّانية، مُطلِقةً الفونونات (اهتزازات الشبكة الكرستالية أو السخونة). و بالفعل فإن مثل هذه الحرارة الضائعة يُمكن اعتبار أنّها تعادل 50 % من الطاقة المفقودة من الخلايا الضوئية في الحاضر. و إن أمكنَ الاحتفاظُ بطاقةِ النّواقلِ الحارّة هذهِ قبل أنْ تتحول إلى حرارةٍ مبدّدة، فإنّ فعالية تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقةٍ الكترونيةٍ قد ترتفع بشكل كبير.
قد تسبب النّواقل الحارّة تفاعلاتٍ كيميائيةً – تتطلب طاقة أكبر بكثير في أحوال أخرى- في الجزيئاتِ قرب سطح الأجسام النانوية البلازمونية. هذه التفاعلات، قد تساعد في فصل جزيئات الماء مثلا. فهنا، ينقسم الماء إلى اوكسجين و هدروجين باستخدام ضوء الشمس الذي يعتبر مصدرا للطاقة النظيفة و المتجددة. و قد تستخدم النواقل لنقل الالكترونات إلى الجزيئات و البنى القريبة أيضا.

نموذج بسيط :

لإستثمار هذه النّواقل بشكل كاملٍ لمثل هذه التطبيقات، فإنّ الباحثين بحاجة لفهم العمليات الفيزيائية وراء عملية حث البلازمون لنواقل الحرارة. و قد طوّر فريق نوردلاندر نموذجا مبسطا يصف كيف أن البلازمونات تولد نواقل الحرارة في الجسيمات النانوية لكرة فضية و الجسيمات النانوية كروية الشكل. يوضح النموذج كيف توصل الالكترونات في المعدن كجسيمات حرة، و من ثم يشرح كيف أن البلازمونات تحرّض النّواقل الحارة باستخدام قانون فيرمي الذهبي. و يعد كطريقة لحساب كيف ينتقل نظام كمي من حالة معينة إلى أخرى باضطراب.
يسمح النموذج للباحثين حساب كيف تتولد النواقل الحارة كنتيجةٍ لتتواتر الضوء المستخدم لتحريض المعدن، و حساب معدل إنتاج هذه النواقل. كما حاز هذا العمل على اسم "المطياف البلازموني" .

حجم الجسيم و عمر الناقل الحار:

يقول نوردلاندر:" تحليلنا للمعلومات يكشف لنا أن حجم الجسيم و عمر الناقل الحار أمران أساسيان لتحديد كلٍّ من معدل الإنتاج و طاقة نواقل الحرارة"، و يضيف: " تولد جسيماتٌ أكبر بعمر أقصر نواقلَ أكثر بطاقاتٍ أصغر، بينما تولد جسيماتٌ أصغر نواقلَ أقل، لكن بطاقاتٍ أعلى".
يقول الفريق أنه قد نجح أيضا بتقييم كمِّ الفائدة النّاتج عن عملية توليد نواقل الحرارة، و يعود الفضل في ذلك لمعيار الاستحقاق الذي يبين كم من ناقل عالي الطاقة يَنتُج عن كل بلازمون.

يقول اليخاندرو مانيفاكاس **Alejandro Manjavacas** و هو عضو من الفريق :" قد تساعد نتائج عملنا على تأمين استراتيجيات لجعل

عملية إنتاج النواقل الحارة أكثر فاعلية، فنحن نعمل حاليا على تطوير نظرية أخرى لكيفية توليد النواقل الحارة بعملية انتقال جسيمات المعدن، و نظرية ثالثة تصف كيف تتطور النواقل الحارة مع الوقت ." كما يضيف أن معرفة الموازين الزمنية التي يتطلبها الناقل للاضمحلال ستكون عنصرا أساسيا آخر لفهم عملية توليد النواقل.

نشرت النتائج في **ACS Nano**

- التاريخ: 2015-03-22
- التصنيف: فيزياء

#Plasmon #البلازمون #hot carriers #النواقل الحارة

المصادر

- المصدر

المساهمون

- ترجمة
  - عاصم علي
- تحرير
  - زينب أوزيان
- تصميم
  - حسن بسيوني
- نشر
  - محمد جهاد المشكاوي