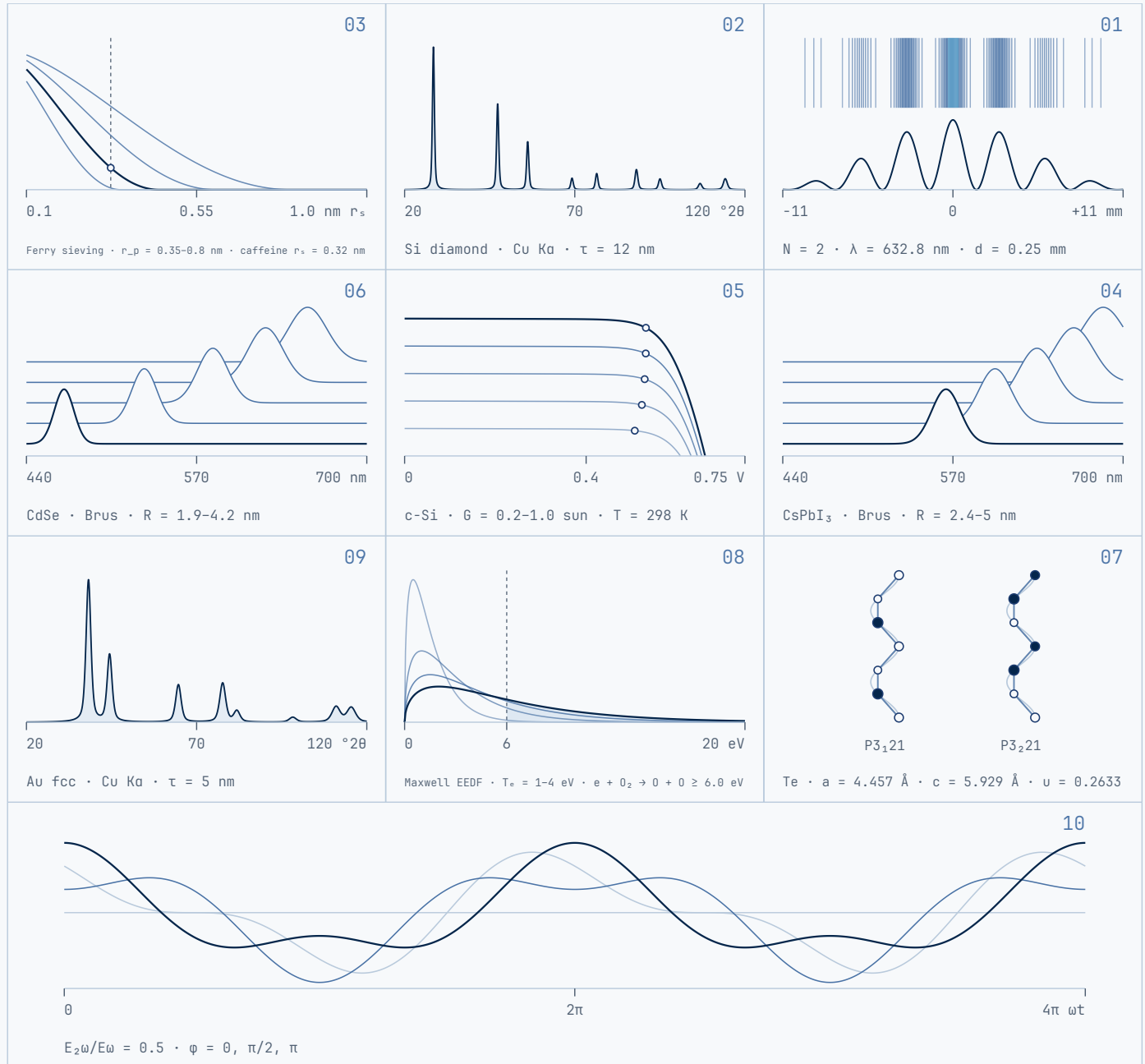




العدد 01

رادار الفيزياء

من المساعد الرقمي إلى مختبرات العالم: نانو، كم، بلازما، وطاقة

الإصدار
2026 / 10

التصنيف
رادار الفيزياء

المقالات
10

العدد 01

00 في هذا العدد

TEM₀₀ • $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ • $w = 1.00 \text{ mm}$ • no aperture

p. 03	تعرف على "المساعد الرقمي"	01
	رادار الفيزياء	
p. 04	طريقة نقش مبتكرة للسيليكون: دقة أعلى عبر طبقة بينية	02
	رادار الفيزياء	
p. 05	ترشيح القهوة على مقياس النانو: غشاء أكسيد الجرافين يعزل الكافيين على المستوى الجزيئي	03
	رادار الفيزياء	
p. 06	التعديل المزدوج يمنح النقاط الكمومية استقرارًا حراريًا فائقًا في درجات الحرارة المرتفعة	04
	رادار الفيزياء	
p. 08	شحن الخلايا الشمسية فائق القوة: الحالات الهجينة بين النقاط الكمومية والجزيئات تفتح آفاق الكفاءة القصوى	05
	رادار الفيزياء	
p. 09	تقنية التصدع المتحكم به: قفزة فيزيائية نحو شاشات الجيل القادم فائقة الدقة	06
	رادار الفيزياء	
p. 10	رصد ظاهرة كهروحرارية غير خطية في التيلوريوم "الكيرالي": تأكيد لتوقعات نظرية وآفاق تقنية واعدة	07
	رادار الفيزياء	
p. 12	مناطق البلازما المظلمة تكشف عن مصدر مُغْفَل للأكسجين الذري النشط: ثورة في تطبيقات المعالجة السطحية	08
	رادار الفيزياء	
p. 13	منح الأشعة السينية "حاسة الاتجاه": آفاق جديدة في استكشاف الهياكل النانوية	09
	رادار الفيزياء	
p. 14	آفاق جديدة في الكهروضوئيات: توجيه تيارات الإلكترونات بالليزر ثنائي اللون دون الحاجة لمجال كهربائي	10
	رادار الفيزياء	

رادار الفيزياء

01 تعرف على "المساعد الرقمي"

$$N = 1 \cdot \lambda = 632.8 \text{ nm} \cdot a = 0.06 \text{ mm} \cdot L = 1.20 \text{ m} \cdot \pm 11 \text{ mm}$$

04/17/2026

رادار الفيزياء

في إطار سعي منصة Phy-Lab لمواكبة التطور التقني المتسارع، قمنا بدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة لتكون جسراً ينقل أحدث المعارف الفيزيائية من المختبرات العالمية إلى القارئ العربي بدقة وسرعة.

■ من هو هذا المستخدم (physics_Bot)؟

نموذج تكاملي يدمج بين قوة الحوسبة السحابية وذكاء النماذج اللغوية الضخمة (LLMs). يعتمد النظام في محركه الأساسي على تقنية Gemini 1.5 Flash من Google، مدعوماً بيئة أتمتة عبر GitHub Actions. لا يقتصر عمل النظام على "الترجمة" فحسب، بل يقوم بـ "التوطين العلمي"، حيث يحلل الأوراق البحثية والمستجدات من مصادر موثوقة مثل ScienceDaily و Phys.org، ويقوم بإعادة صياغتها بأسلوب أكاديمي رصين يراعي دقة المصطلحات الفيزيائية.

■ الآلية العملية (كيف يعمل النظام؟)

المواصفات التقنية للنظام	الإصدار 2.1 - مستقر
المحرك الذكي:	Gemini 1.5 Flash (Google AI)
بيئة الأتمتة:	GitHub Actions (Schedules)
لغة التطوير:	Python 3.10
نطاق الرصد:	24/7 Global RSS Sync

يعتمد النظام في جوهره على هندسة برمجية متطورة تضمن الاستدامة والدقة دون تدخل بشري مستمر، وذلك عبر ثلاث مراحل رئيسية:

01 الرصد السحابي (Cloud Monitoring): يقوم النظام بمسح آلي (Scanning) لكبرى قواعد البيانات العلمية والدوريات المتخصصة عبر تقنيات RSS المتقدمة، مع التركيز على الكلمات المفتاحية التخصصية في علوم المواد والفيزياء.

02 **المعالجة بذكاء Flash 1.5 Gemini:** يتم تمرير النصوص المختارة إلى محرك Flash 1.5 Gemini، حيث يقوم النموذج بتحليل المحتوى واستخراج النتائج العلمية والمقارنات التقنية، وصياغتها بلغة عربية فصلى تتوافق مع "قاموس المعامل الأكاديمية".

03 **الأتمة عبر GitHub Actions:** تتم إدارة كامل دورة العمل من خلال بيئة GitHub **السحابية**، مما يضمن تشغيل "الرادار" في مواعيد دقيقة (كل يوم فجراً) ونشر النتائج مباشرة كمسودات احترافية في بوابة phy-lab.com.

■ مجالات الرصد والتخصص

يُركز المساعد الرقمي في راداره اليومي على نطاقات فيزيائية دقيقة تخدم الباحثين والطلاب، مع اهتمام خاص بـ:

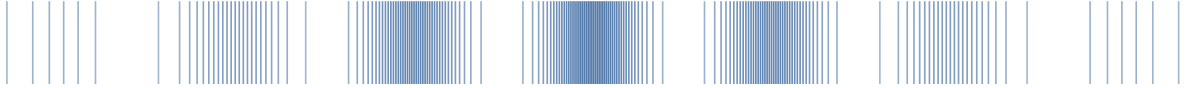
- **تقنيات النانو (Nanotechnology):** رصد المواد المبتكرة وهياكلها الذرية.
- **أشباه الموصلات (Semiconductors):** تتبع ثورة الإلكترونيات والدوائر المتكاملة.
- **الطاقة المتجددة والخلايا الشمسية:** تحليل الابتكارات في كفاءة الخلايا الضوئية (مثل البيروفسكايت).
- **فيزياء الكم والقياسات الدقيقة:** تبسيط المفاهيم المعقدة في الحساسات الكمومية والمجاهر الإلكترونية.

■ هدفنا من هذه الأتمة:

نحن نؤمن بأن المعرفة الفيزيائية لا يجب أن تقف خلف حاجز اللغة. هدفنا هو جعل القارئ العربي أول من يعلم بآخر الاكتشافات في فيزياء الكم، الجسيمات، والطاقة المتجددة، بنفس اللحظة التي يُنشر فيها الخبر عالمياً.

رادار الفيزياء

طريقة نقش مبتكرة للسيليكون: دقة أعلى عبر طبقة بينية 02



$$N = 2 \cdot \lambda = 632.8 \text{ nm} \cdot d = 0.25 \text{ mm} \cdot a = 0.06 \text{ mm} \cdot L = 1.20 \text{ m} \cdot \pm 11 \text{ mm}$$

09/02/2026

رادار الفيزياء

في مجالات تقنية الميكرو والنانو، تحظى المكونات عالية الدقة ذات الهياكل الطويلة والضيقة (ذات نسب الأبعاد العالية) المصنوعة من مواد أشباه الموصلات، مثل السيليكون، بأهمية بالغة في تطبيقات متعددة. وتُعد طريقة 'النقش الكيميائي بمساعدة المعدن في الطور الغازي' (MacEtch) إحدى تقنيات التصنيع الواعدة لتلبية هذه المتطلبات.

تتميز هذه العملية بكونها خالية من البلازما، حيث تُستخدم طبقة معدنية رقيقة لتحديد النمط الهندسي المطلوب على ركيزة السيليكون. وتجري مرحلة النقش داخل بيئة كيميائية محددة، بحيث يقتصر التفاعل الكيميائي حصرياً

على السطح البيني الفاصل بين المعدن والسيليكون، ومع استمرار التفاعل، يغوص المحفز المعدني تدريجيًا داخل ركيزة السيليكون، موجهًا مسار النقش نحو أعماق في المادة.

تكمُن الأهمية العلمية لهذه التقنية في توفير آلية تحكم عالية الدقة لتشكيل بنيات السيليكون دون الحاجة لتقنيات البلازما التقليدية التي قد تسبب تلفًا سطحيًا، مما يسهم في تحسين جودة المكونات الدقيقة المستخدمة في الأجهزة الإلكترونية والبصرية ذات الأبعاد النانوية والميكروية.

رادار الفيزياء: تحليل آلي متخصص، المصدر الأصلي: phys.org

رادار الفيزياء

03 ترشيح القهوة على مقياس النانو: غشاء أكسيد الجرافين يعزل الكافيين على المستوى الجزيئي



$N = 3 \cdot \lambda = 632.8 \text{ nm} \cdot d = 0.25 \text{ mm} \cdot a = 0.06 \text{ mm} \cdot L = 1.20 \text{ m} \cdot \pm 11 \text{ mm}$

منذ أسبوعين

رادار الفيزياء

تعتمد الفلاتر التقليدية للقهوة على فكرة ميكانيكية بسيطة تمكنها من إمرار السائل وحجز الرواسب والمطحون الصلب، ولكن من منظور علم المواد والفيزياء التطبيقية، فإن الفصل على المستوى الجزيئي يمثل تحديًا أكثر تعقيدًا بكثير يتطلب التحكم في المسام على المقياس النانوي.

في هذا السياق، يقود باحثون من مركز التميز التابع لمجلس البحوث الأسترالي لعلوم وابتكارات الكربون (ARC) أبحاثًا حديثة لاختبار مدى قدرة الأغشية المصنوعة من أكسيد الجرافين (Graphene Oxide Membrane) على العمل كمخلل جزيئي دقيق جدًا على المقياس النانوي. تهدف هذه التقنية إلى إجراء عملية فصل اختياري للمركبات الكيميائية المذابة في القهوة، بحيث يتم التمييز بين جزيئات الكافيين والمركبات الأخرى التي تمنح القهوة نكهتها وخصائصها المميزة.

وتعتمد أغشية أكسيد الجرافين في الفيزياء المادية على ظواهر النفاذية الاختيارية عبر القنوات النانوية المتشكلة بين طبقات الجرافين. وأظهرت النتائج الأولية لهذه الأبحاث إمكانية إزالة نصف كمية الكافيين تقريبًا من القهوة، مع الحفاظ على المركبات المفتاحية الأخرى داخل المشروب.

يفتح هذا الإنجاز آفاقًا جديدة لاستخدام المواد الكربونية نانوية التركيب في عمليات الترشيح والفصل الكيميائي الدقيق، مما يمهد الطريق لتطبيقات واسعة في تكنولوجيا الأغذية والصناعات الدوائية التي تتطلب فصل جزيئات محددة دون التأثير على المكونات المذابة الأخرى.

رادار الفيزياء: تحليل آلي متخصص، المصدر الأصلي: phys.org

رادار الفيزياء

04 التعديل المزدوج يمنح النقاط الكمومية استقرارًا حراريًا فائقًا في درجات الحرارة المرتفعة



$$N = 4 \cdot \lambda = 632.8 \text{ nm} \cdot d = 0.25 \text{ mm} \cdot a = 0.06 \text{ mm} \cdot L = 1.20 \text{ m} \cdot \pm 11 \text{ mm}$$

09/02/2026

رادار الفيزياء

تُعد النقاط الكمومية (Quantum dots) بلورات شبه موصلة متناهية الصغر لا يتجاوز حجمها بضعة نانومترات، وتتميز بقدرتها على إصدار ألوان فائقة السطوع ودقيقة التناغم. هذه الخصائص الفريدة جعلتها مواد واحدة لتطبيقات الثنائيات الباعثة للضوء (LEDs)، والشاشات، والخلايا الشمسية، وغيرها من التقنيات الكهروضوئية (Optoelectronic technologies). غير أن التأثير بالحرارة يظل عائقًا رئيسيًا أمام استخدامها العملي وتطبيقاتها التجارية.

في هذا السياق، كشفت دراسة حديثة نُشرت في مجلة 'نانوسكيل' (Nanoscale) وأجرها الباحثون پوريا نظيري، وصبا سباهان شاهغولي، وهادي جهانغيري، برئاسة البروفيسور أوموت أيديمير من جامعة كوتش (Koç University)، عن استراتيجية مزدوجة لتعزيز الاستقرار الحراري لنقاط البيروفسكايت الكمومية المكونة من يوديد الرصاص والسيزيوم (CsPbI_3). تُعرف هذه النانو-بلورات بخصائصها البصرية والإلكترونية الجذابة، لا سيما في تطبيقات الضوء الأحمر والأشعة تحت الحمراء القريبة، لكن بنيتها البلورية تتسم بالاضطراب وعدم الاستقرار عند تعرضها للحرارة أو الضوء أو العوامل البيئية.

تتسبب الحرارة في تشوه الشبكة البلورية وانفصال الجزيئات السطحية المقوية للبلورة، مما يؤدي إلى تشكل عيوب بنوية على السطح وفي الداخل. وتخلق هذه العيوب مسارات ضياع للطاقة الممتصة على شكل حرارة بدلاً من انبعاثها على شكل ضوء، وهي الظاهرة الفيزيائية المعروفة بـ 'إعادة التجميع غير المشع' (Nonradiative recombination).

ولمعالجة هذه المشكلة المتشابكة، دمج الفريق البحثي بين حلين متكاملين:

01 التطعيم الشبكي (Lattice doping): استبدال نسبة صغيرة من ذرات الرصاص في الشبكة البلورية بعناصر الكوبالت أو الفضة.

02 التخميد السطحي (Surface passivation): تغطية وتثبيت سطح النقاط الكمومية بمزيج من أيونات الكلوريد واليوديد.

قام الباحثون بتخليق عينات مرجعية نقية من نقاط CsPbI_3 الكمومية، إلى جانب عينات مطعمة بالكوبالت وأخرى بالفضة، ثم تم فحص الاستجابة الحرارية للنظام في مدى حراري يمتد من 20 درجة مئوية إلى 80 درجة مئوية (68 إلى 176 درجة فهرنهايت). واعتمدت الدراسة على مصفوفة متكاملة من التقنيات الطيفية والمجهريّة، شملت: حيود الأشعة السينية (XRD)، والمجهر الإلكتروني النافذ (TEM)، ومطيافية التلألؤ الضوئي (PL)، والتلألؤ الضوئي المحلول بالزمن (TRPL)، ومطيافية الامتصاص في الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis)، ومطيافية تحويل فورييه للأشعة تحت الحمراء (FTIR).

أظهرت النتائج أن النقاط الكمومية غير المعدلة بدأت في فقدان سلامة بنيتها البلورية وانبعاثها الضوئي عند حوالي 60 درجة مئوية (140 درجة فهرنهايت)، نتيجة تليين الشبكة البلورية وفقدان الروابط السطحية. في المقابل، احتفظت العينات المعدلة بالكوبالت والفضة بمورفولوجيتها المكعبة (Cubic structure)، وأبدت تكتلاً أقل بين الجسيمات، وحافظت على انبعاث ضوئي قوي ومحدد حتى درجة حرارة 80 درجة مئوية (176 درجة فهرنهايت)، مما يوسّع نطاق الاستقرار الحراري للمادة بمقدار 20 درجة مئوية تقريباً.

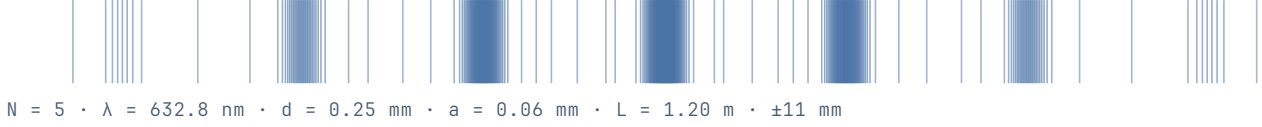
وأكدت قياسات عمر الحالة المثارة (Excited-state lifetime) أن معدل زيادة 'إعادة التجميع غير المشع' المحفز حراريًا انخفض بنسبة تتجاوز 60% في المواد المعدلة مقارنة بالعينات غير المعالجة. كما أظهرت النقاط الكمومية المطعمة بالفضة الاستقرار البنيوي الأعلى؛ حيث تمددت شبكتها البلورية بنسبة 0.6% فقط أثناء التسخين، مقارنة بنحو 1.5% للعينات غير المعالجة والمطعمة بالكوبالت، فضلاً عن تسجيلها لأقل ضيق في فجوة النطاق الإلكتروني (Electronic bandgap) ناتج عن الحرارة.

تُثبت هذه النتائج التكامل الوظيفي للتعديل المزدوج: فاستبدال ذرات الرصاص بالفضة أو الكوبالت يُعزز الشبكة البلورية من الداخل ويحد من التمدد الحراري، بينما يعمل التخميد الهاليدى على حماية السطح ومنع تشكل شغورات اليود والعيوب الأخرى. ورغم أن الدراسة ركزت على فحص المادة في مستواها الأساسي دون دمجها في أجهزة كاملة — مما يتطلب أبحاثاً مستقبلية للتحقق من العمر التشغيلي الأطول في التطبيقات الفعلية كالألواح الشمسية ووسائط الإضاءة — إلا أنها تضع مبدأً تصميميًا عمليًا يعتمد على تقوية شبكة النانو-بلورات من الداخل وحماية سطحها من العيوب.

رادار الفيزياء: تحليل آلي متخصص. المصدر الأصلي: phys.org

رادار الفيزياء

شحن الخلايا الشمسية فائق القوة: الحالات الهجينة بين النقاط الكمومية والجزيئات تفتح آفاق الكفاءة القصوى 05



$$N = 5 \cdot \lambda = 632.8 \text{ nm} \cdot d = 0.25 \text{ mm} \cdot a = 0.06 \text{ mm} \cdot L = 1.20 \text{ m} \cdot \pm 11 \text{ mm}$$

05/29/2026

رادار الفيزياء

تعد الطاقة الشمسية الركيزة الأساسية في التحول العالمي نحو الطاقة المستدامة، وعلى الرغم من القفزات النوعية التي حققتها تكنولوجيا الخلايا الكهروضوئية في العقود الأخيرة، إلا أننا لا نزال نصطدم بحاجز فيزيائي يعرف بـ "حد شوكلي-كويسر" (Shockley-Queisser limit). هذا الحد يضع سقفاً نظرياً لكفاءة الخلايا الشمسية التقليدية أحادية الوصلة عند حوالي 33.7%، حيث تضيع معظم الطاقة الممتصة على شكل حرارة نتيجة لعملية "التبريد الحراري" (Thermalization) للإلكترونات عالية الطاقة.

بصفتنا فيزيائيين، يكمن التحدي الأكبر في كيفية استغلال "الفوتونات الزرقاء" عالية الطاقة التي تفقد طاقتها الزائدة كحرارة قبل أن تتمكن من استخراجها كتيار كهربائي. وهنا يأتي دور الابتكار الثوري المتمثل في الحالات الهجينة بين النقاط الكمومية والجزيئات (Quantum Dot-Molecule Hybrid States).

■ ميكانيكا الحالات الهجينة

تعتبر النقاط الكمومية أشباه موصلات نانوية الحجم، تمتاز بخصائص بصرية وكهربائية يمكن ضبطها بدقة عبر تغيير حجمها (تأثير الحبس الكمومي). عندما نقوم بدمج هذه النقاط مع جزيئات عضوية محددة، فإننا نخلق "واجهة بينية" تسمح بظهور حالات طاقة مهجنة.

السر يكمن في عملية تسمى "انشطار السنغلت" (Singlet Fission) أو "توليد الإكسيتونات المتعددة" (Multiple Exciton Generation). في الخلايا التقليدية، يولد الفوتون الواحد إلكترونًا واحدًا. أما في هذه الأنظمة الهجينة، فإن الفوتون عالي الطاقة الذي يمتصه النانو-بلور (النقطة الكمومية) يمكنه نقل طاقته إلى الجزيئات المرتبطة به بطريقة تؤدي إلى توليد "إكسيتونين" (زوجين من الإلكترون والثقب) بدلاً من واحد.

■ كسر حاجز الكفاءة

من خلال هندسة التفاعل بين الحالة الكمومية للنقطة والحالة الجزيئية، تمكن العلماء من تقليل الفقد الحراري بشكل كبير. هذه الحالات الهجينة تعمل كـ "محولات طاقة" مجهرية؛ فهي تلتقط الطاقة التي كانت ستبتد كحرارة وتحولها إلى حاملات شحنة إضافية. هذا يعني أن كل شعاع شمس يسقط على الخلية يتم استغلاله بأقصى قدر ممكن، مما يقربنا من الكفاءة القصوى التي تتجاوز الحدود التقليدية للسيليكون.

■ الآفاق المستقبلية

إن دمج هذه التقنية لا يتوقف عند حد تحسين الكفاءة فحسب، بل يفتح الباب لإنتاج خلايا شمسية مرققة ومرنة ومنخفضة التكلفة. نحن نتحدث عن جيل جديد من الألواح الشمسية التي لا تكتفي بامتصاص الضوء، بل "تتلاعب" بفيزياء الفوتونات لضمان عدم ضياع أي جزء من طاقة الشمس.

في الختام، يمثل هذا الهجين بين النانوتكنولوجيا والكيمياء الجزيئية قمة الهندسة الفيزيائية الحديثة، وهو المفتاح الحقيقي لتحويل الطاقة الشمسية من مصدر مكمل إلى المصدر المهيمن والكامل للطاقة على كوكبنا.

رادار الفيزياء: تحليل آلي، المصدر الأصلي: phys.org

رادار الفيزياء

06 تقنية التصنع المتحكم به: قفزة فيزيائية نحو شاشات الجيل القادم فائقة الدقة



$N = 6 \cdot \lambda = 632.8 \text{ nm} \cdot d = 0.25 \text{ mm} \cdot a = 0.06 \text{ mm} \cdot L = 1.20 \text{ m} \cdot \pm 11 \text{ mm}$

08/17/2026

رادار الفيزياء

تعد شاشات العرض الحديثة الركيزة الأساسية للتفاعل بين الإنسان والآلة، ومع تزايد الطلب على دقة وضوح استثنائية (PPI) في تطبيقات الواقع الافتراضي (VR) والواقع المعزز (AR)، باتت تقنيات التصنيع التقليدية تواجه تحديات بنيوية في تقليص حجم البكسلات. وفي هذا السياق، تبرز تقنية "التصنع المتحكم به" (Controlled Cracking Technique) كابتكار فيزيائي ثوري يدمج بين ميكانيكا المواد وفيزياء الكم لطباعة النقاط الكمومية (Quantum Dots) بدقة غير مسبوقة.

تعتمد الشاشات الحديثة بشكل أساسي على الثنائيات الباعثة للضوء (LEDs)، وهي مكونات تعتمد على أشباه الموصلات التي تطلق الفوتونات عند مرور تيار كهربائي. ولتحسين كفاءة ونقاء الألوان، يتم دمج النقاط الكمومية، وهي بلورات نانوية شبه موصلة تمتاز بخصائص بصرية تعتمد على حجمها (Quantum Confinement Effect). التحدي الأكبر كان دائماً يكمن في كيفية وضع هذه النقاط في أنماط متناهية الصغر وبكثافة عالية دون تدخل أو فقدان للكفاءة.

تعتمد التقنية الجديدة على مبدأ فيزيائي كان يُعتبر سابقاً "عيباً صناعياً"، وهو التصنع. من خلال تسليط إجهاد ميكانيكي دقيق (Controlled Mechanical Stress) على طبقات رقيقة من المواد، يتم خلق شقوق نانوية موجهة بدقة متناهية. هذه الشقوق تعمل كقوالب أو قنوات مجهرية يتم فيها ترسيب النقاط الكمومية وتجميعها لتكوين بكسلات أصغر بكثير مما يمكن تحقيقه عبر الطباعة بالحبر التقليدية أو الليثوغرافيا الضوئية.

من المنظور الفيزيائي، تتيح هذه الطريقة التحكم في عرض القنوات النانوية لتصل إلى مستويات تحت الميكرون، مما يسمح بإنتاج شاشات ذات كثافة بكسلات هائلة تتجاوز حدود الإدراك البشري، مما يقضي على ظاهرة "تأثير باب

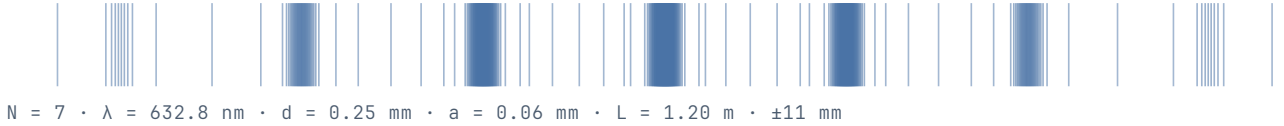
الشاشة" في الأجهزة القريبة من العين، بالإضافة إلى ذلك، تساهم هذه التقنية في تقليل هدر المواد وتحسين استهلاك الطاقة، حيث توفر النقاط الكمومية نقاءً لونياً فائقاً بأقل جهد كهربائي ممكن.

إن دمج ميكانيكا التصدع مع الخصائص الكهرومغناطيسية للنقاط الكمومية يفتح آفاقاً جديدة ليس فقط في صناعة الشاشات، بل في تطوير المستشعرات الضوئية والأجهزة الفوتونية المتقدمة، مما يمثل انتصاراً جديداً للهندسة الفيزيائية في تطوير قوانين الطبيعة لخدمة التكنولوجيا الرقمية.

رادار الفيزياء: تحليل آلي، المصدر الأصلي: phys.org

رادار الفيزياء

رصد ظاهرة كهروحرارية غير خطية في التيلوريوم "الكيرالي": تأكيد لتوقعات نظرية وآفاق تقنية واعدة 07



05/24/2026

رادار الفيزياء

في إنجاز علمي يعيد صياغة فهمنا للتفاعلات بين الحرارة والكهرباء في المواد الصلبة، تمكن فريق من الفيزيائيين في معهد "ريكن" (RIKEN) الياباني من رصد تأثير كهروحراري غير خطي وغير معتاد في مادة التيلوريوم (Tellurium) شبه الموصلة. يمثل هذا الاكتشاف التجريبي الأول من نوعه تأكيداً لنبوءات نظرية ظلت قيد البحث، ويفتح الباب أمام جيل جديد من تقنيات تحويل الطاقة.

■ التيلوريوم والخاصية الكيرالية (Chirality)

يتميز عنصر التيلوريوم ببنية بلورية فريدة توصف بأنها "كيرالية" أو "حلزونية"، حيث تترتب ذراته في سلاسل تشبه اللولب الذي يفتقر إلى التناظر المرآتي (Inversion Symmetry). هذه الخاصية الهندسية تجعل الإلكترونات داخل المادة تسلك سلوكاً فيزيائياً متميزاً عند تعرضها لمجالات خارجية أو تدرجات حرارية.

■ كسر النمط التقليدي: التأثير غير الخطي

في التأثير الكهروحراري التقليدي (تأثير سيبك)، ينشأ جهد كهربائي يتناسب طردياً وبشكل "خطي" مع فرق درجات الحرارة. ومع ذلك، لاحظ فيزيائيو "ريكن" ظهور استجابة غير خطية، حيث يعتمد الجهد الناتج على مربع التدرج الحراري. هذا التأثير ينشأ بشكل أساسي من التفاعل المعقد بين البنية الكيرالية للمادة وميكانيكا الكم، وتحديدًا ما يعرف بـ "تقوس بيرري" (Berry curvature) في نطاقات الطاقة، مما يسمح بتوليد تيار كهربائي في اتجاهات لم تكن ممكنة في المواد التقليدية.

■ الأهمية العلمية والتطبيقية

إن تأكيد هذا التأثير تجريبياً لا يثبت صحة النماذج الرياضية المتقدمة في فيزياء المادة المكثفة فحسب، بل يقدم حلاً عملياً في مجالين حيويين:

01 حصاد الطاقة (Energy Harvesting): القدرة على تحويل الحرارة المفقودة (Waste Heat) إلى طاقة كهربائية بكفاءة أعلى ومن خلال مواد ذات خصائص بنيوية محددة، مما يعزز من كفاءة الأجهزة الإلكترونية والمحركات.

02 الإدارة الحرارية المتقدمة: يوفر الاكتشاف وسيلة جديدة للتحكم في التدفق الحراري في الأنظمة الدقيقة والنانوية، وهو أمر بالغ الأهمية لتبريد المعالجات والدوائر المتكاملة المستقبلية.

يُعد هذا العمل خطوة محورية نحو استغلال الخصائص الطوبولوجية والهندسية للمواد لتطوير تقنيات مستدامة، مما يضع التيلوريوم والمواد المشابهة له في طليعة المواد الذكية التي ستشكل مستقبل تكنولوجيا الطاقة الحرارية.

رادار الفيزياء: تحليل آلي، المصدر الأصلي: phys.org

رادار الفيزياء

مناطق البلازما المظلمة تكشف عن مصدر مُغفل للأكسجين الذري النشط: ثورة في تطبيقات المعالجة السطحية

08



$$N = 8 \cdot \lambda = 632.8 \text{ nm} \cdot d = 0.25 \text{ mm} \cdot a = 0.06 \text{ mm} \cdot L = 1.20 \text{ m} \cdot \pm 11 \text{ mm}$$

منذ 3 أسابيع

رادار الفيزياء

تعد البلازما، التي يُشار إليها غالباً بالحالة الرابعة للمادة، حجر الزاوية في التقنيات الصناعية والطبية المعاصرة. ومن بين مكوناتها الأكثر حيوية، يبرز "الأكسجين الذري" (Atomic Oxygen) كعنصر كيميائي شديد التفاعل، يلعب دوراً جوهرياً في عمليات التعقيم الميكروبي، وتعديل الأسطح في صناعة أشباه الموصلات، وتصنيع المواد المتقدمة. وفي كشف علمي جديد، نجح فريق بحثي من جامعة "طوكيو متروبوليتان" (Tokyo Metropolitan University) في تسليط الضوء على جانب كان مغفلاً في فيزياء البلازما، وهو الدور المحوري الذي تلعبه "المناطق المظلمة" في إنتاج هذا الأكسجين النشط.

■ تجاوز المفهوم التقليدي: ما وراء التوهج

من الناحية الفيزيائية، يرتبط إنتاج البلازما عادةً بتوهج مرئي ناتج عن إثارة الذرات وانبعاث الفوتونات. ومع ذلك، ركزت الدراسة الجديدة على تخطيط إنتاج الأكسجين الذري أثناء تطبيق جهد كهربائي عالٍ عبر غاز الأكسجين. واكتشف الباحثون أن إنتاج الأكسجين الذري لا يقتصر فقط على المناطق المتوهجة الساطعة، بل يمتد بكثافة إلى مناطق "البلازما المظلمة". هذه المناطق، التي كانت تُعتبر سابقاً أقل كفاءة أو مجرد هوامش للتفاعل، تبين أنها تحتوي على آليات فيزيائية وكيميائية غنية تُنتج كميات كبيرة من الذرات النشطة نتيجة تصادمات الإلكترونات عالية الطاقة مع جزيئات الأكسجين.

■ الأهمية التقنية والصناعية

إن هذا الاكتشاف يغير قواعد اللعبة في تصميم المفاعلات البلازمية. من خلال رسم خرائط دقيقة لمواقع وكيفية تشكل الأكسجين الذري، يمكن للعلماء الآن:

- 01 تحسين كفاءة صناعة أشباه الموصلات: حيث يتطلب تنظيف الأسطح وتهجينها دقة متناهية على مستوى النانو، وفهم توزيع الأكسجين الذري يضمن تجانساً أكبر في المعالجة.
- 02 تعزيز التطبيقات الطبية والميكروبية: يفتح هذا الفهم الباب لتطوير أجهزة تعقيم بلازمية أكثر فاعلية وأقل استهلاكاً للطاقة، عبر استغلال المناطق المظلمة لتوليد دفقات قوية من الأكسجين المؤكسد القادر على تحطيم الأغشية الخلوية للميكروبات.

■ رؤية فيزيائية للمستقبل

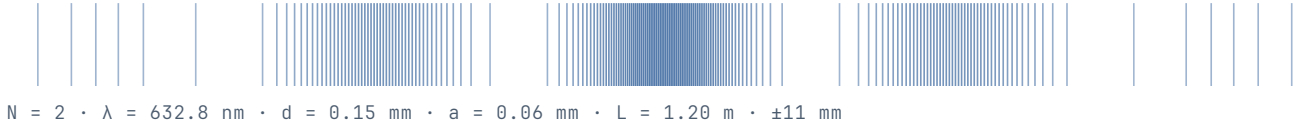
تثبت نتائج باحثي جامعة طوكيو متروبوليتان أن الرصد الدقيق للعمليات غير المرئية في البلازما لا يقل أهمية عن دراسة الظواهر المرئية. إن القدرة على التحكم في توزيع الأكسجين الذري عبر فهم ديناميكيات الغاز تحت تأثير الجهد العالي ستتمكننا من الانتقال من مرحلة "التشغيل التجريبي" للبلازما إلى مرحلة "الهندسة الدقيقة"، مما يقلل الهدر ويزيد من إنتاجية العمليات الكيميائية السطحية.

في الختام، يمثل هذا البحث قفزة في فهمنا للظواهر الانتقالية داخل الغازات المتأينة، ويعد بفتح آفاق جديدة في هندسة الأسطح والتقنيات الحيوية، مما يجعل من "البلازما المظلمة" جبهة جديدة في علم الفيزياء التطبيقية.

رادار الفيزياء: تحليل آلي، المصدر الأصلي: phys.org

رادار الفيزياء

09 منح الأشعة السينية "حاسة الاتجاه": آفاق جديدة في استكشاف الهياكل النانوية



05/14/2026

رادار الفيزياء

في عالم فيزياء المواد، لا تتحدد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة بناءً على تركيبها الذري فحسب، بل تلعب "الاتجاهية" (Orientation) للهياكل الداخلية الدقيقة دوراً محورياً في تحديد كفاءتها وصلابتها. وسواء كنا نتحدث عن مينا الأسنان البشرية أو المواد النانوية المصنوعة من السيليكون، فإن ترتيب هذه الهياكل المتناهية الصغر هو ما يمنح المادة قدرتها الفريدة على أداء وظائفها.

اليوم، نشهد قفزة تقنية نوعية في مجال التصوير الإشعاعي، حيث نجح فريق دولي بقيادة "مركز هيلمهولتز هيرون" (Helmholtz Center Hereon) في تطوير منهجية مبتكرة للأشعة السينية تمنحها ما يمكن وصفه بـ "حاسة الاتجاه". تكمن عبقرية هذا الأسلوب الجديد في قدرته على جعل "النظام النانوي" (Nano-order) مرئياً وقابلًا للقياس، حتى عندما تكون تلك الهياكل أصغر بكثير من أن يتم تصويرها بشكل مباشر باستخدام الطرق التقليدية.

تعتمد هذه التقنية على تحليل الكيفية التي تتفاعل بها الأشعة السينية مع المادة على المستوى النانوي، مما يسمح للعلماء باستنتاج اتجاه وترتيب الهياكل الداخلية من خلال أنماط التشتت والحيود بدقة غير مسبوقة. هذا الابتكار يحل معضلة كبرى في علم المواد؛ حيث كان الباحثون يواجهون صعوبة في فهم العلاقة بين البنية النانوية والخصائص العيانية (Macro properties) للمواد المعقدة.

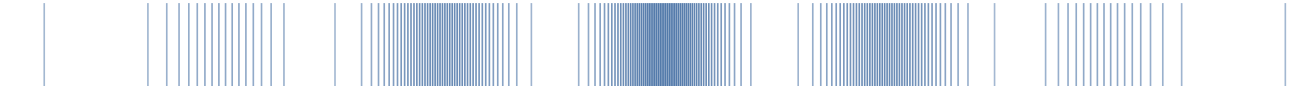
إن نتائج هذا البحث، الذي نُشر في الدورية المرموقة "Applications & Science: Light"، تفتح أبواباً واسعة في مجالات متعددة. فعلى الصعيد الحيوي، ستساهم في فهم أعمق للأنسجة البيولوجية وتطورها، أما في قطاع

التكنولوجيا، فستشهد الطريق لتطوير مواد نانوية أكثر كفاءة في صناعة أشباه الموصلات والإلكترونيات المتقدمة. يمثل هذا العمل خطوة رائدة نحو "رؤية" ما كان غير مرئي، وفهم لغة الترتيب التي تحكم عالمنا الصغير.

رادار الفيزياء: تحليل آلي، المصدر الأصلي: phys.org

رادار الفيزياء

10 آفاق جديدة في الكهروضوئيات: توجيه تيارات الإلكترونات بالليزر ثنائي اللون دون الحاجة لمجال كهربائي



$$N = 2 \cdot \lambda = 632.8 \text{ nm} \cdot d = 0.20 \text{ mm} \cdot a = 0.06 \text{ mm} \cdot L = 1.20 \text{ m} \cdot \pm 11 \text{ mm}$$

07/22/2026

رادار الفيزياء

في تطور نوعي يدمج بين فيزياء الكم وعلم البصريات الحديث، نجح فريق بحثي من جامعة ميشيغان في ابتكار تقنية تسمح بالتحكم الدقيق في تدفق الإلكترونات داخل أشباه الموصلات باستخدام حزم الليزر فقط، متجاوزين بذلك المبدأ التقليدي الذي يتطلب وجود مصدر طاقة كهربائي أو مجال كهربائي خارجي (Bias voltage) لتحريك الشحنات.

■ الأساس الفيزيائي: التحكم المتماسك (Coherent Control)

تعتمد هذه الظاهرة على مفهوم "التحكم المتماسك" في ميكانيكا الكم. تقليدياً، نحتاج إلى فرق جهد لدفع الإلكترونات في اتجاه معين، ولكن باستخدام ليزر "ثنائي اللون" (Two-color laser) — وهو نظام يجمع بين تردد أساسي وتوافقه الثاني (أي ضعف التردد) — أمكن للباحثين خلق تداخل كمي بين مسارات الامتصاص المختلفة للإلكترونات.

من خلال الضبط الدقيق للمرحلة النسبية (Relative Phase) بين شعاعي الليزر، يمكن "توجيه" الإلكترونات لاتخاذ اتجاه محدد داخل المادة شبه الموصلة. هذا التداخل يكسر التماثل المكاني، مما يؤدي إلى نشوء تيار كهربائي صافي ناتج عن الضوء وحده، وهو ما يعرف بـ "التيار الضوئي المحقون" (Injected Photocurrent).

■ نتائج التجربة وأهميتها العلمية

أثبتت الدراسة أن هذه الطريقة لا تكفي بتوليد التيار فحسب، بل تمنح الباحثين قدرة فائقة على تشغيله وإيقافه وتغيير اتجاهه بسرعات مذهلة، وهي سرعات تفوق بكثير ما يمكن تحقيقه عبر الدوائر الكهربائية التقليدية المحكومة بالقيود الحرارية والمقاومة.

هذا الإنجاز ليس مجرد استعراض لفيزياء الحالة الصلبة، بل هو تجسيد لسلوك فيزيائي كان يصعب رصده بدقة في السابق. إن غياب المجال الكهربائي الخارجي يعني تقليل الضوضاء الإلكترونية وتقليل الفقد الحراري، مما يفتح الباب أمام دراسة الخصائص الجوهرية للإلكترونات في بيئة "نقية" طاقياً.

■ التطبيقات المستقبلية: جسر بين البصريات والإلكترونيات

تمتلك هذه التقنية إمكانات واعدة لإحداث ثورة في عدة مجالات تقنية:

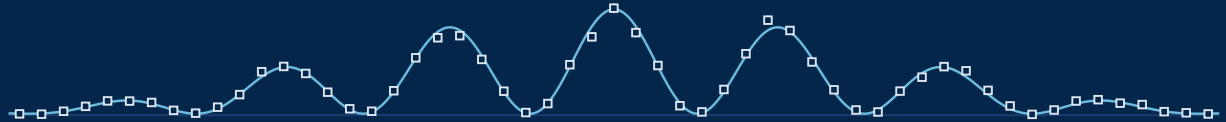
- 01 الاتصالات فائقة السرعة: معالجة الإشارات بسرعات التيراهيرتز، مما يتجاوز حدود أشباه الموصلات الحالية.
- 02 الحوسبة الضوئية: تطوير مفاتيح منطقية تعمل بالضوء بدلاً من الكهرباء، مما يزيد الكفاءة ويقلل استهلاك الطاقة.
- 03 الاستشعار والتصوير: ابتكار مستشعرات ضوئية متطورة قادرة على كشف التغيرات الطيفية بدقة متناهية دون الحاجة لدوائر تغذية معقدة.

ختاماً، يمثل هذا البحث خطوة رائدة نحو عصر "الإلكترونيات المدفوعة بالضوء"، حيث تصبح الفوتونات هي المحرك المباشر والوحيد للمعلومات داخل الرقائق، مما يلغي الخطوط الفاصلة بين علم البصريات والفيزياء الإلكترونية التقليدية.

رأى الفيزياء: تحليل آلي، المصدر الأصلي: phys.org

phy-lab.com

مصادر العدد



- 02 <https://phys.org/news/2026-08-etching-method-silicon-higher-precision.html>
- 03 <https://phys.org/news/2026-09-coffee-nanoscale-graphene-oxide-membrane.html>
- 04 <https://phys.org/news/2026-08-quantum-dots-dual-modification.html>
- 05 <https://phys.org/news/2026-05-supercharging-solar-cells-quantum-dot.html>
- 06 <https://phys.org/news/2026-08-technique-quantum-dots-tiny-pixels.html>
- 07 <https://phys.org/news/2026-05-unusual-nonlinear-thermoelectric-effect-chiral.html>
- 08 <https://phys.org/news/2026-09-dark-plasma-regions-reveal-overlooked.html>
- 09 <https://phys.org/news/2026-05-ray-vision.html>
- 10 <https://phys.org/news/2026-07-lasers-aim-electron-currents-semiconductor.html>