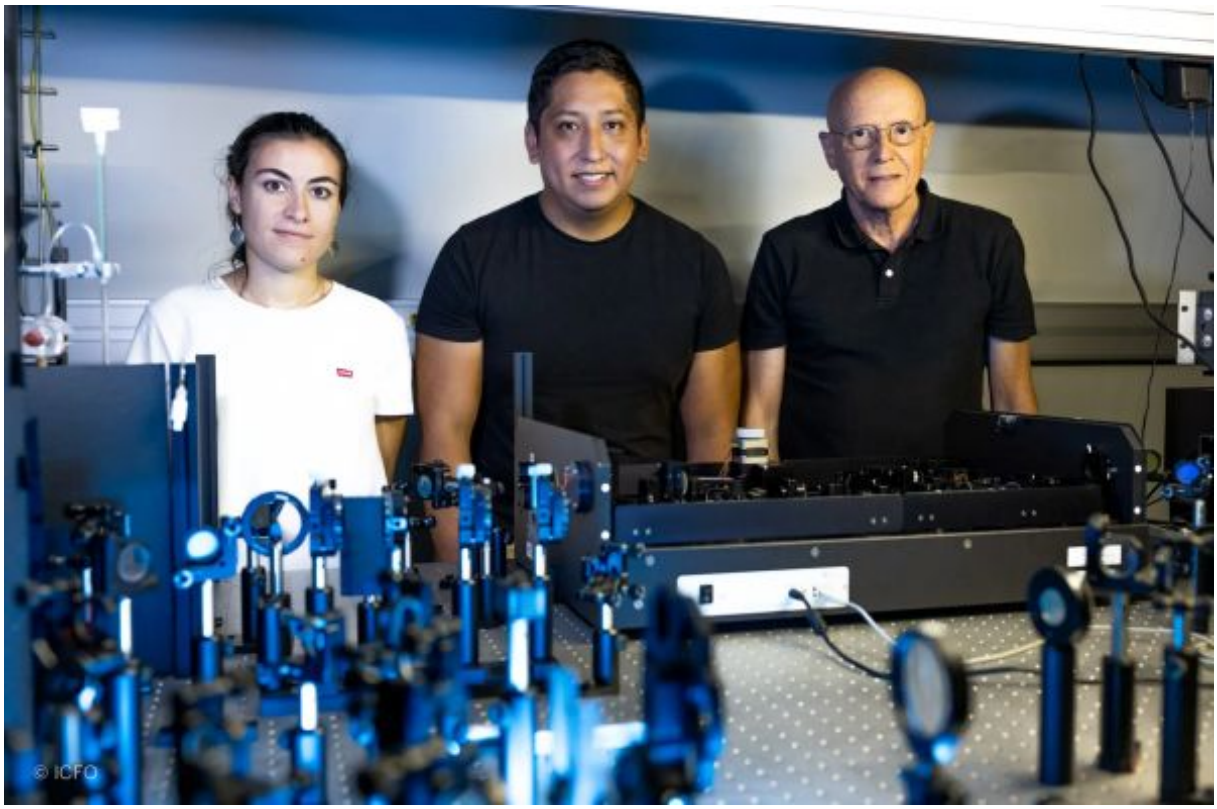


Las celdas solares ganan eficiencia al emitir luz en menos direcciones

Investigadores del ICFO han aumentado la eficiencia de las celulas solares organicas a la hora de convertir energia restringiendo los angulos en los que emiten luz. La estrategia, presentada en Energy & Environmental Science, ofrece una via prometedora para superar el limite teorico de eficiencia de las celulas solares de union simple.

October 05, 2026

Las celulas solares absorben la luz del sol y la convierten en electricidad. Sin embargo, este proceso no es perfecto, por lo que gran parte de la energia solar se pierde por el camino. Una parte se disipa en forma de calor, mientras que los fotones sin energia suficiente atraviesan la celula sin generar electricidad. Estas son las fuentes de perdida que la mayoria de los cientificos del campo intentan minimizar, pero existe otra fuente importante, conocida como la **perdida de Boltzmann**.

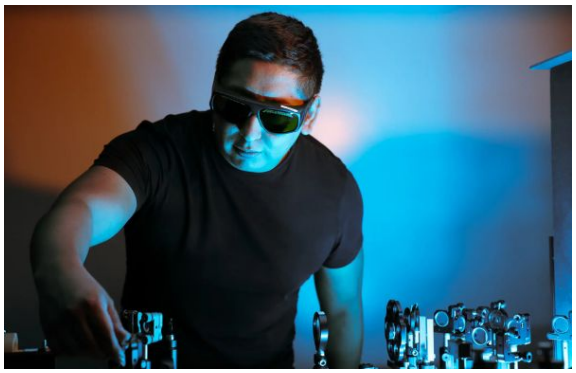
Las perdidas de Boltzmann se producen porque los materiales que absorben luz tambien pueden emitirla. En una celula solar, esta emision es una parte inevitable del proceso de

conversion de energia; el problema, sin embargo, reside en como eso ocurre. Dado que el Sol se ve muy pequeno en el cielo, la luz llega a la celula en unas direcciones muy concretas, dentro de un cono estrecho. La celda solar, en cambio, emite en todas direcciones, en un cono amplio que practicamente cubre todo el hemisferio que tiene encima. Esta discrepancia entre el cono estrecho de la luz incidente y el cono amplio de la luz emitida se traduce en una reduccion del trabajo util que puede extraerse del dispositivo.
Investigadores del ICFO, el **Dr. Francisco Bernal Texca**, **Chiara Cortese**, la **Dra. Mariia Kramarenko**, y el **Dr. Quan Liu**, dirigidos por el **Profesor del ICFO y la UPC Jordi Martorell**, han encontrado ahora una manera de reducir experimentalmente las perdidas de Boltzmann. En el estudio, publicado recientemente en Energy & Environmental Science, el equipo utilizo una celula solar organica invertida basada en la mezcla PM6:Y6 y, al convertir la celula en una **cavidad optica**, **inhibio la emision de fotones a angulos grandes**, haciendo asi el cono de emision mas estrecho.
i¿½Nuestro estudio supone un avance significativo en el campo de la conversion de energ a solar, ya que abre una via completamente inexplorada para superar el limite e Shockley-Queisseri¿½, afirma el Dr. Francisco Bernal Texca, primer autor del articulo. ste limite de eficiencia, que tiene en cuenta todos los mecanismos de perdida intrins cos contemplados en el modelo de Shockley-Queisser, se situa teoricamente en el 33,16 %. i ?½Si reducimos el cono de emision para que se ajuste mejor al cono de absorcion de la luz solar incidente, que es precisamente lo que nuestro trabajo demuestra experimentalmente, las **celulas solares podran, en principio, alcanzar eficiencias cercanas al 43 %**i¿½. El profes r Jordi Martorell, investigador principal del estudio, anade que i¿½aunque aqui se demues ran mejoras en una celula solar organica, el principio subyacente no es exclusivo de los materiales organicos y, en principio, es aplicable a todas las tecnologias fotovoltaicas ¿½. La clave para hacer el cono de emision mas estrecho es el uso de un metal como ele trodo frontal, lo que permite que la luz emitida en angulos amplios se refleje fuertement . Una estructura multicapa rodea este electrodo de plata para formar, junto con el electr do de plata situado en la parte posterior de la celula, una cavidad optica. Esto permite co binar una reflectividad en un amplio rango de angulos con una alta transmision en la direcc on de la luz solar incidente, lo cual estrecha eficazmente el cono de emision. Ademas, i¿½la sencillez del diseno de la celula con cavidad no anade ninguna complejidad adicio al a la fabricacion, a diferencia de muchas de las estrategias que se estan explorando act almente para superar el limite de Shockley-Queisseri¿½, explica Ber al Txeca. En conjunto, este marco deja una **via general para mejorar la eficiencia fotovoltaica** y acercarla a sus limites teoricos. Segun el Prof. Martorell: i¿½Lograr mayores eficiencias s fundamental, porque se traducen directamente en un menor coste por vatio y en un uso m s eficiente del suelo y de los materiales necesarios para el despliegue de la energia solari?

Referencia:

Francisco Bernal-Texca, Chiara Cortese, Mariia Kramarenko, Quan Liu, Jordi Martorell; Inhibited photon emission to overcome Boltzmann losses in an organic solar cell with a cavity configuration. Energy Environ. Sci. 2026.
DOI: https://doi.org/10.1039/d6ee03772k

Agradecimientos:
The authors acknowledge the ?nancial support by the European Commission through the SOREC2 project (101084326). Additionally, the authors acknowledge the financial support from the Ministerio de Ciencia, Innovacion y Universidades through the CROPS project (grant no. PID2024-161397OB-I00). Also, the work was partially funded by Ministerio de Ciencia e Innovacion (grants nos. CEX2019-000910-S and PID2020-112650RB-I00), Fundacio Cellex, Fundacio Mir-Puig, and Generalitat de Catalunya through Centres de Recerca de Catalunya.



Francisco Bernal Texca en el laboratorio. Credito: ICFO.

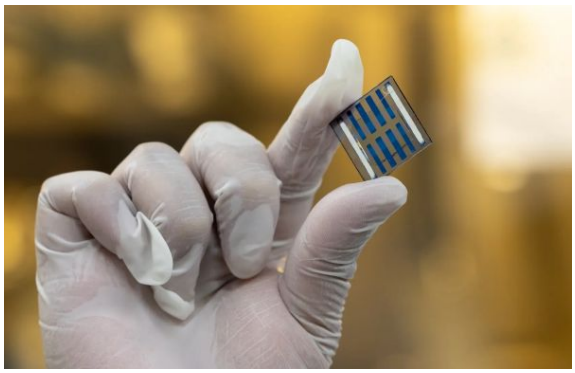


Imagen del dispositivo. Credito: ICFO.