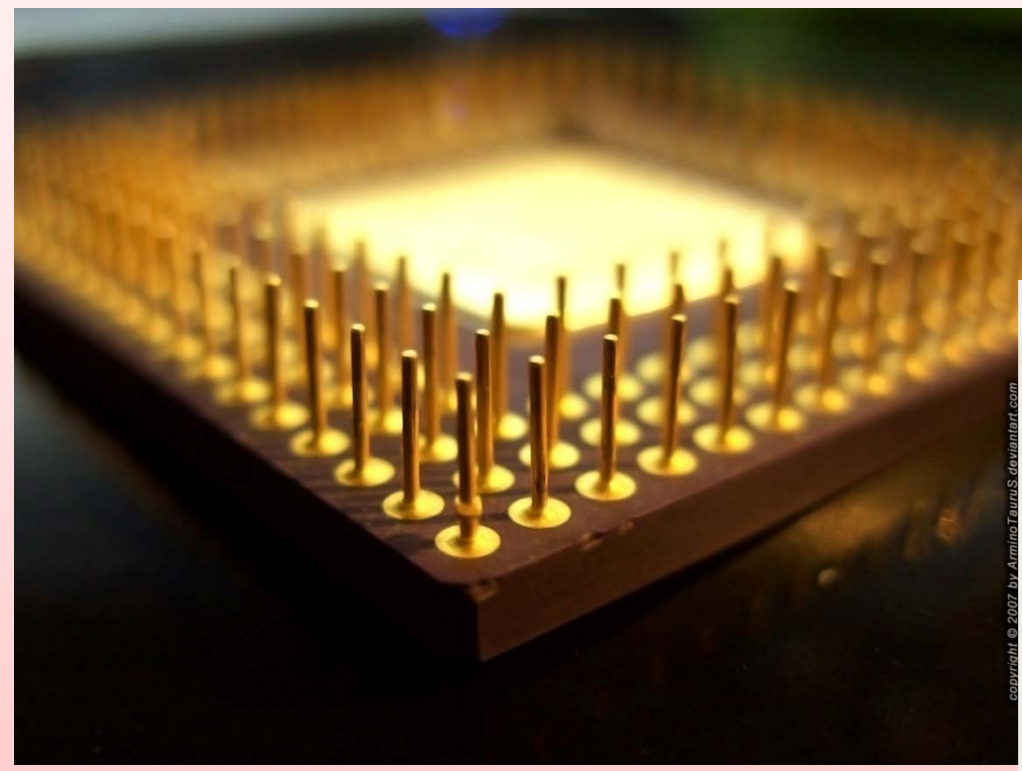
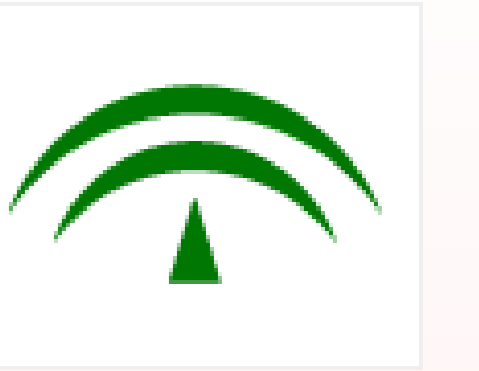


El color en los nanomateriales: Metales

LA IMPORTANCIA DEL TAMAÑO



Conectores de oro de un procesador



El oro, ese viejo conocido

- Metal noble conocido desde la antigüedad
- Uno de los mejores conductores de electricidad, resistente a la oxidación y gran conductor del calor. Esto hace del oro un material con multitud de aplicaciones en el campo de la electrónica e industria aeroespacial.
- Asimismo de gran valor histórico dada su simbología de pureza, nobleza, exclusividad. Empleado en la elaboración de joyas y como patrón monetario.



Tesoro del Carambolo

Claramente, el oro es amarillo brillante...



Lingotes de oro

- El oro refleja la luz visible de ese color (amarillo)
- Este comportamiento es común a todos los metales, que en general presentan un color "plateado"

... ¿o no?

- Cuando disminuimos el tamaño de los metales hasta obtener nanopartículas la luz ya no puede reflejarse y, en principio, deberían ser negras...
- Sin embargo, en función del tamaño, los electrones de las nanopartículas se mueven de manera colectiva. Este movimiento se llama **plasmón** y se activa con la luz dando lugar a una serie de colores que dependen del tamaño.



Nanopartículas de oro de diferentes tamaños

Aunque de forma empírica, el efecto del tamaño en el color ya se observó en la antigüedad



Copa de Licurgo: reflexión

La copa de Licurgo: nanotecnología en el Imperio Romano

- Esta copa tallada en vidrio contiene nanopartículas de Plata y Oro de unos 50-70 nm.
- Iluminada desde el exterior la copa es verde: refleja la luz verde.
- Iluminada desde el interior la copa es roja: transmite la luz roja.
- Este es un efecto producido por las nanopartículas existentes en la copa.
- El uso decorativo de este fenómeno se desarrolló en las vidrieras de muchas catedrales.
- Sin embargo, no se conocían las leyes físicas que regían estos fenómenos.



Copa de Licurgo: transmisión

Resonancia de plasmón y color

- Cuando la luz incide en pequeñas partículas (nanopartículas) de un metal puede excitar electrones de forma colectiva. Típicamente estas excitaciones consisten en oscilaciones dipolares que decaen en una escala de tiempos de 10-100 femto-segundos
- Las nanopartículas de oro y plata excitan sus resonancias con luz del visible y por tanto presentan colores intensos.

