

ATRAPAMIENTO ÓPTICO DE PARTÍCULAS

ANDEADE MORALES LUIS AMILKA
JAUREGUI SÁNCHEZ YESSÉNIA
VENTURA VELÁZQUEZ CHRISTIAS
VILLEGAS MARTÍNEZ BRAULIO MISAEEL

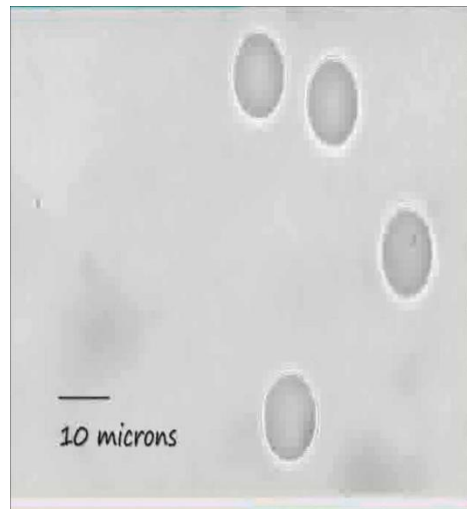
Santa María Tonantzintla, 30 de abril de 2014

PINZAS ÓPTICAS

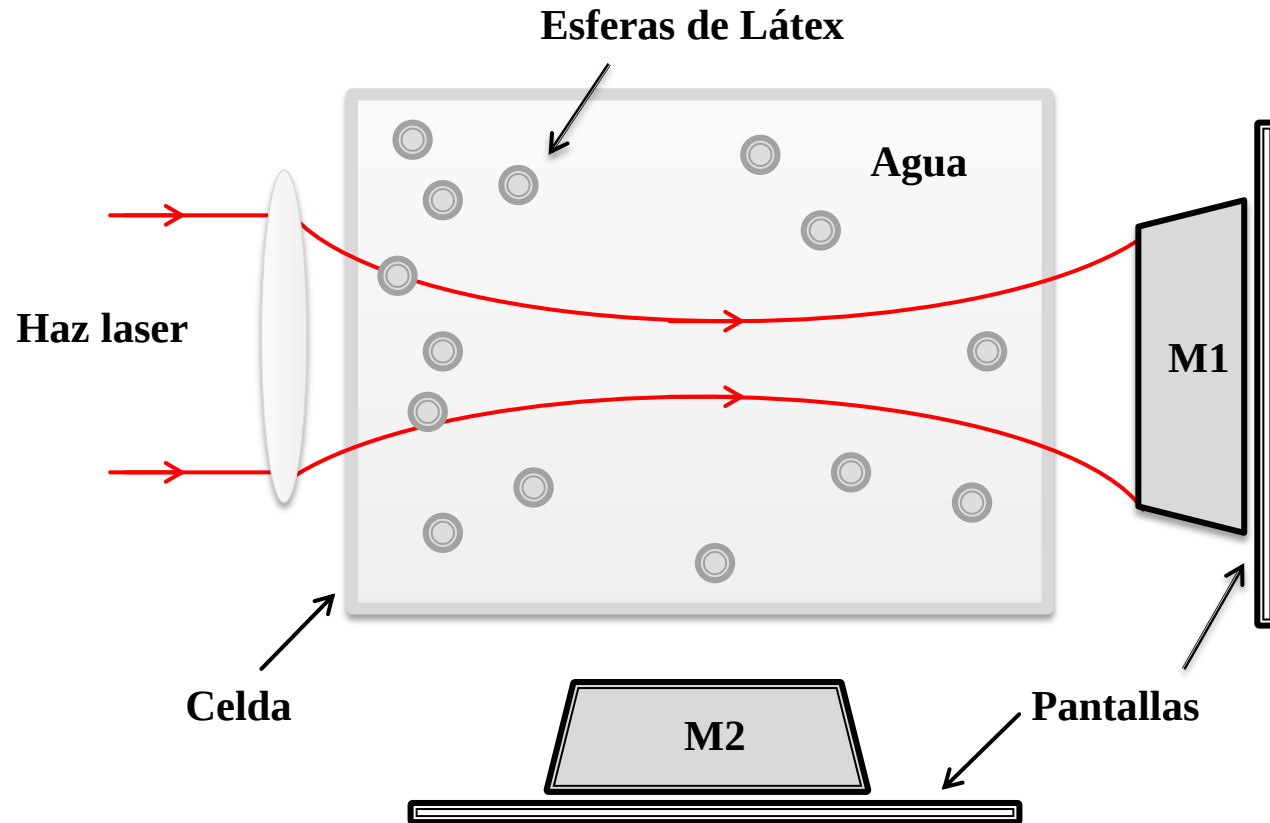
- Las pinzas ópticas son una herramienta capaz de capturar y manipular partículas dieléctricas del orden de micro/nanometros.

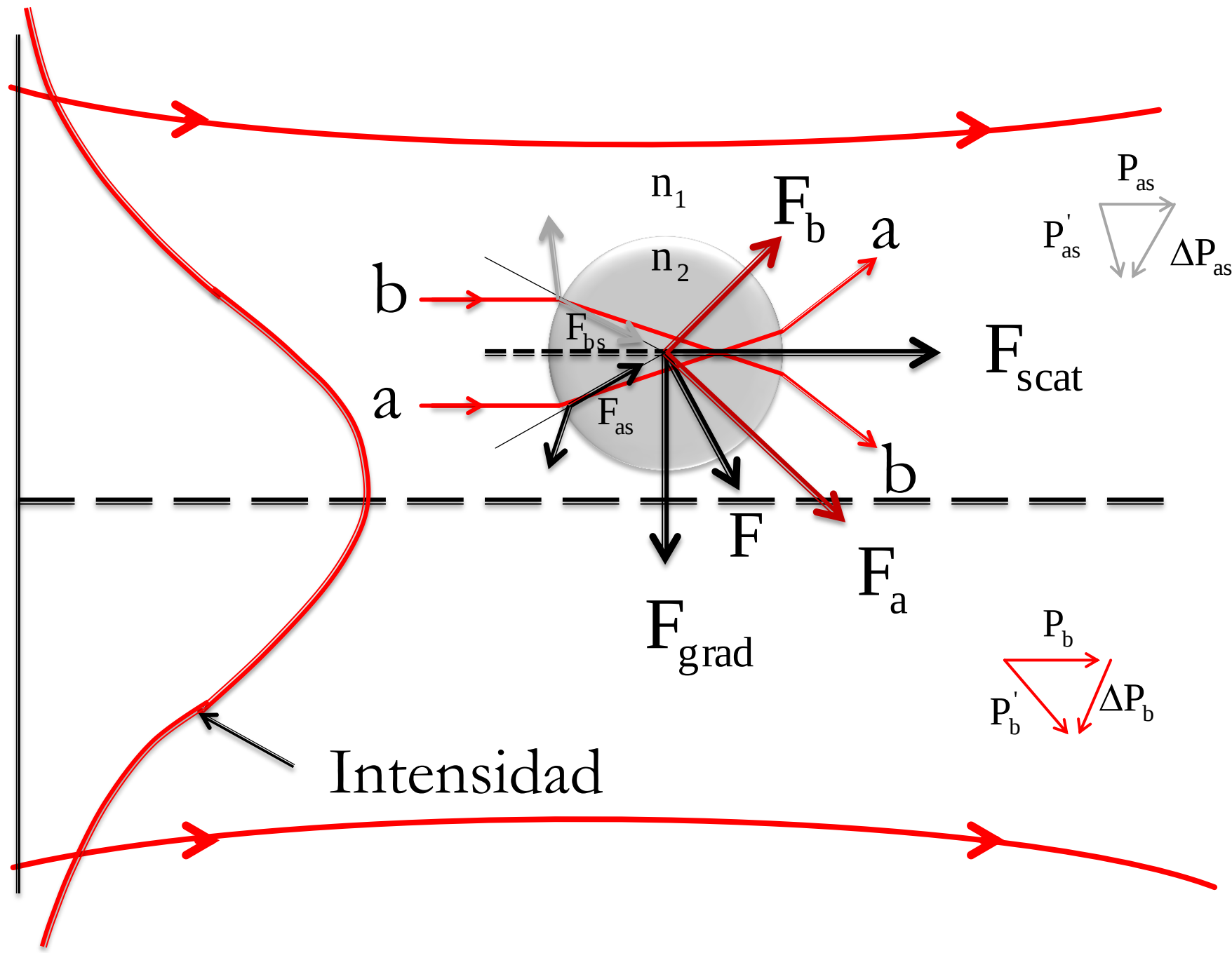
VENTAJAS

- Método no invasivo.
- Manipular las partículas a distancias de varios centímetros.



La primera observación sobre captura óptica fue llevada a cabo por Arthur Ashkin en los laboratorios Bell [1].





DESVENTAJAS DE LAS PINZAS ÓPTICAS

- El numero de partículas atrapadas son limitadas.
- Requieren gran intensidad de luz.

DESVENTAJAS DE LAS PINZAS ÓPTICAS

- El numero de partículas atrapadas son limitadas.
- Requieren gran intensidad de luz.

Captura electrocinética

- Las técnicas de manipulación de partículas que emplean fuerzas electrocinéticas son las más comunes en la manipulación de partículas.
- No requiere de intensidad de luz
- Mediante dos procesos:
 1. Electrofóresis
 2. Dielectrofóresis

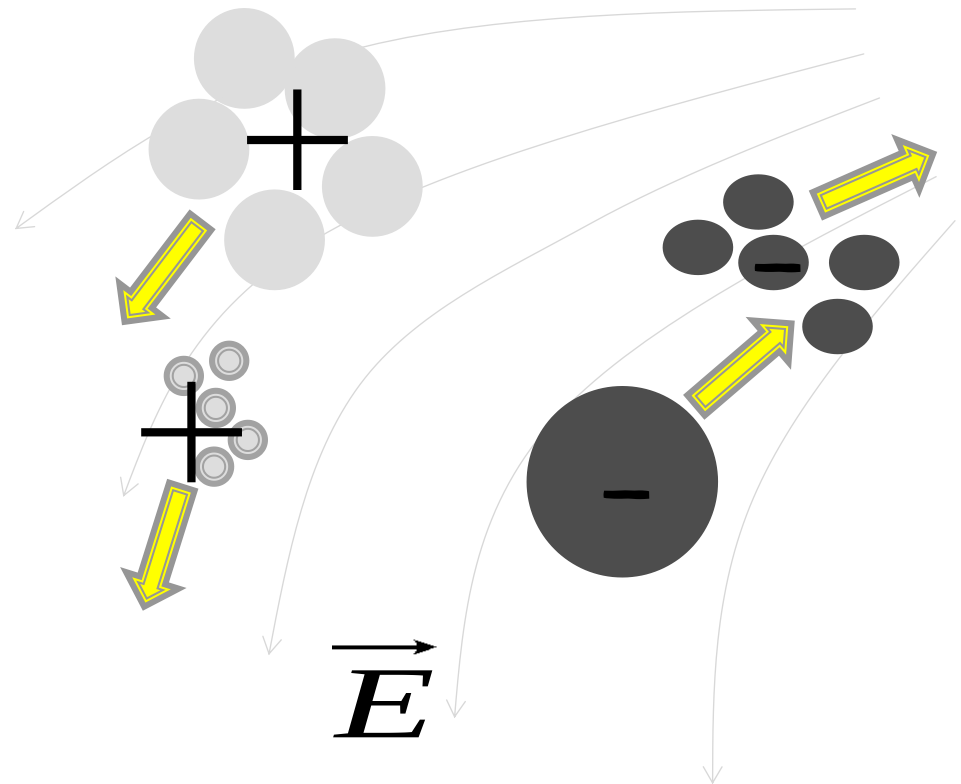
1. ELECTROFORESIS

Electroforesis

- 1) Método de “atrapamiento” para partículas cargadas mediante el uso de un campo eléctrico.
- 2) Efecto electrocinético
- 3) Técnica para la separación de partículas o moléculas en un campo eléctrico.
- 4) Química, bioquímica, biología, biología molecular, farmacología, investigaciones clínicas, etc.

Principio del funcionamiento

- 1) Cuando partículas o moléculas cargadas se encuentran inmersas en un campo eléctrico, se desplazan según la carga de éstas.
- 2) La velocidad del desplazamiento dependerá de la masa y carga de cada ente, por lo cual se formarán conjuntos de entes con características similares.

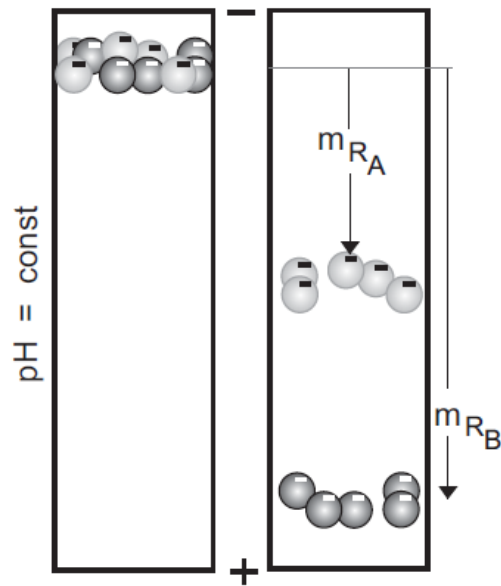


*lapso de tiempo fijo
 *distancias diferentes

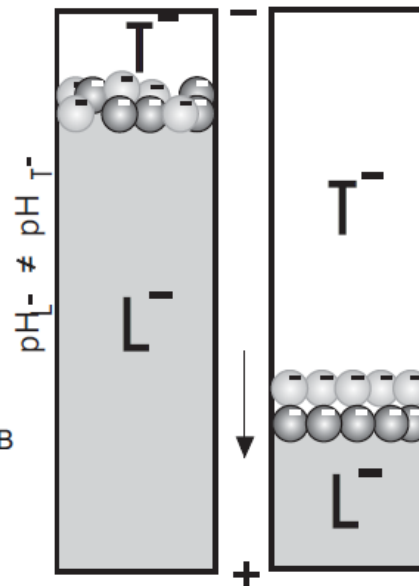
*medio inhomogéneo
 *misma distancia

*medio con gradiente
 *distancias donde la carga neta es nula

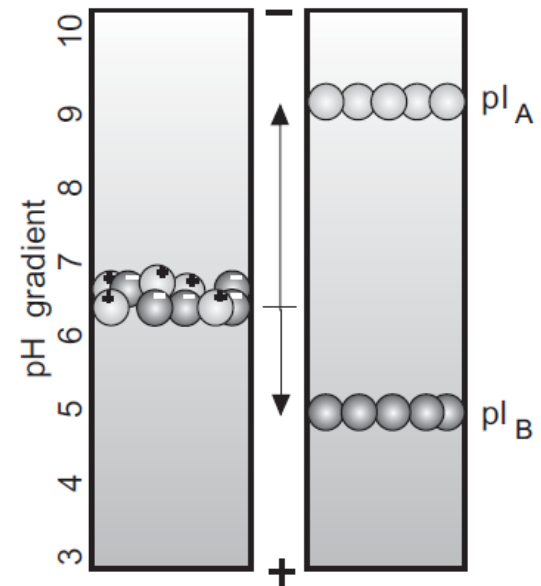
zone electrophoresis



isotachopheresis



isoelectric focusing



Combinación de efectos ópticos y electrocinéticos:

- 1) Iluminación inhomogénea excita y redistribuye la carga en cristales fotorefractivos para formar un campo eléctrico.
- 2) La redistribución de carga en el cristal provoca “fuerzas” que son capaces de “manipular” pequeñas partículas cargadas

$$\vec{F}_{elec} = q\vec{E} + (\vec{m} \cdot \nabla)\vec{E} + \frac{1}{6}\nabla(\vec{Q} : \nabla\vec{E}) + \dots$$

Jingjun Xu et al, Optical trapping and manipulation of metallic micro/ nanoparticles via photorefractive crystals, OPTICS EXPRESS, Vol. 17, No. 12, 8 June 2009

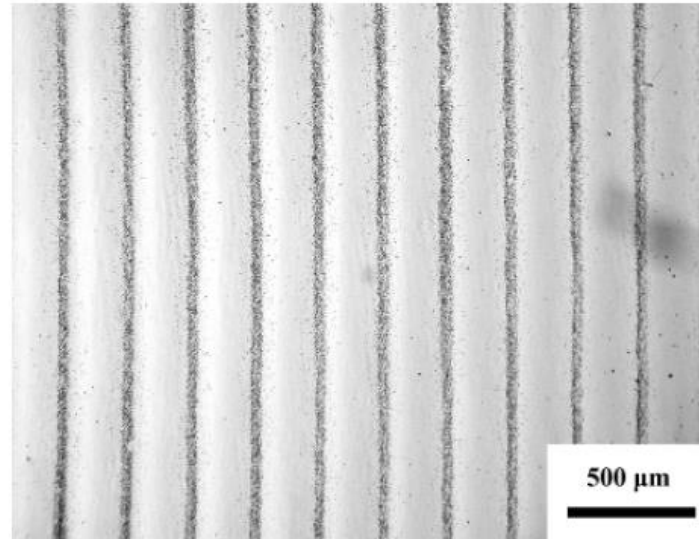


Fig. 1. Charged aluminum particles were trapped by electrophoretic forces. The period of particle grating was 250 μm, which was the same as that of light pattern.

2. DIELECTROPHORESIS

DIELECTROFÓRESIS

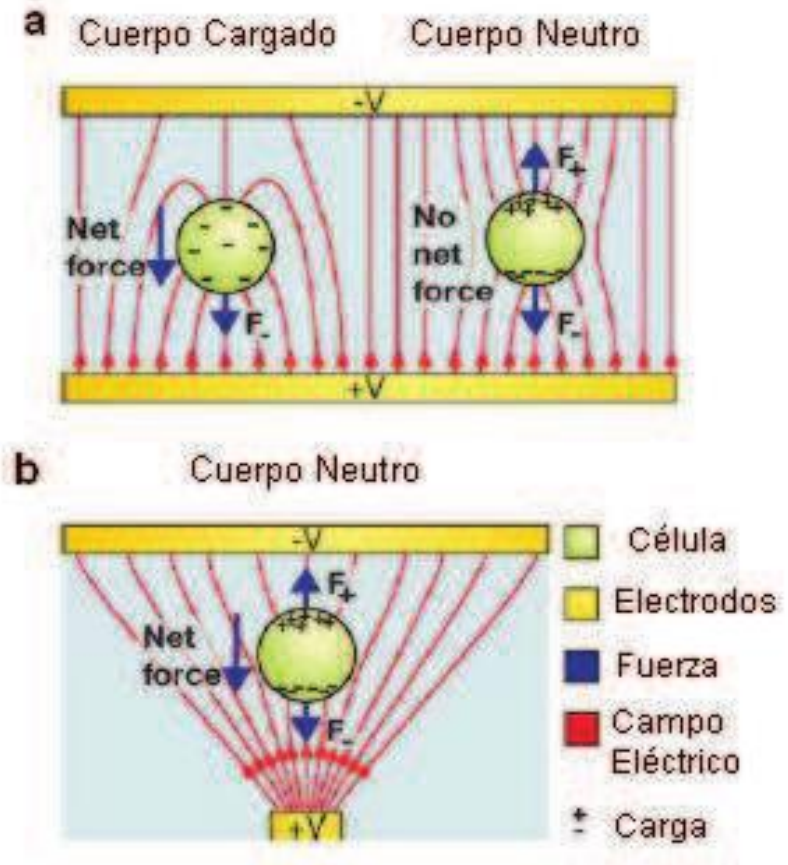
El fenómeno de dielectroforesis, es el movimiento de partículas causado por efectos de polarización en un campo eléctrico no uniforme. Existe un gran interés en utilizar dielectroforesis para manipular, separar y concentrar microorganismos y biomoléculas.

El término dielectroforesis fue acuñado por Herber A. Pohl (1951) quien llevo a cabo importantes experimentos con pequeñas partículas de plástico suspendidas en un líquido dieléctrico y encontró que las partículas se movían en respuesta a la aplicación de un campo eléctrico no uniformé [2].

[2] H. A. Pohl, "The Motion and Precipitation of Suspensoids in Divergent Electric Fields," *J. Appl. Phys.*, vol. 22, no. 7, pp. 869-871, 1951.

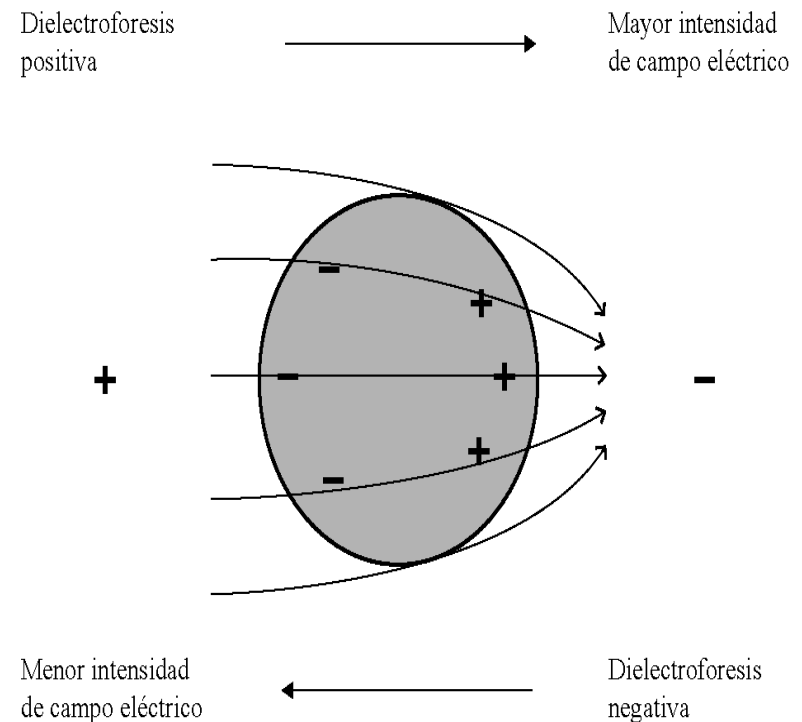
Teoria Basica

- Considérese una partícula polarizable expuesta a un campo eléctrico, el cual provoca la formación de un dipolo dentro del material y una acumulación de carga en la superficie, como muestra la Figura 1.
- Si el campo eléctrico es uniforme, entonces las fuerzas de Coulomb sobre las cargas en ambos lados de la partícula son iguales y opuestas. Como las fuerzas actúan en ambos lados, se anulan y no hay fuerza neta sobre la partícula (Figura 2).
- Sin embargo, si el campo no es uniforme, es decir, varía en magnitud y en fase a través de la región ocupada por la partícula, entonces las fuerzas de Coulomb a cada lado no serán iguales y habrá una fuerza neta sobre la partícula (Figura 3). Esto se llama la **fuerza dielectroforética**; la acción de movimiento es lo que se conoce **dielectroforesis**.

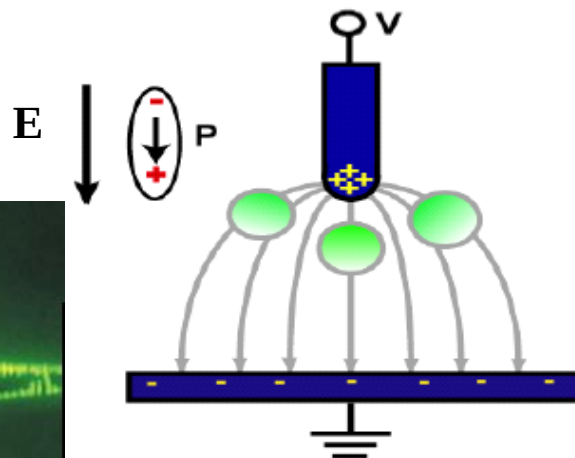


Dielectroforesis Positiva y Negativa

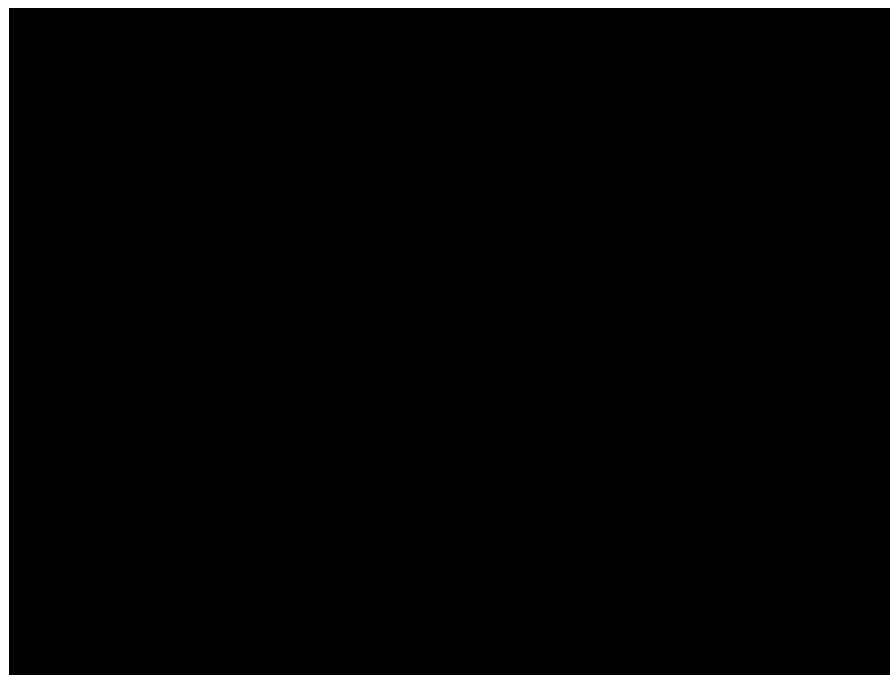
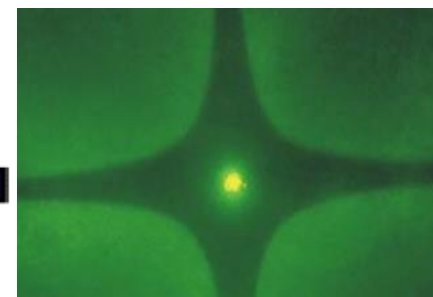
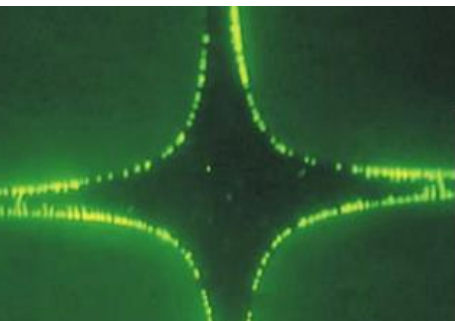
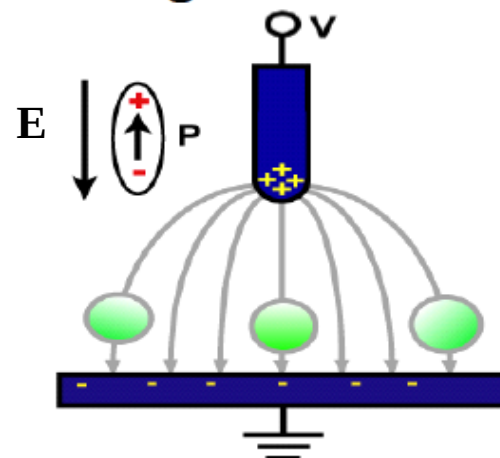
- Cuando una partícula (neutra o cargada eléctricamente) está suspendida en un líquido y se aplica un campo eléctrico no uniforme experimenta un desequilibrio en sus fuerzas elec trostáticas internas; se genera una fuerza neta que producirá su movimiento.
- En los trabajos de Pohl se demuestra que las fuerzas de polarización son suficientes para movilizar micropartículas hacia regiones de alto o bajo campo eléctrico. Estos fenómenos se denominaron dielectroforesis positiva (pDEP) y dielectroforesis negativa (nDEP).
- La dielectroforesis **positiva** ocurre cuando la partícula se polarice en mayor medida que el líquido de suspensión, siendo atraída a las regiones de mayor intensidad de campo eléctrico; en caso contrario, **negativa** y la partícula será repelida.



Positive DEP

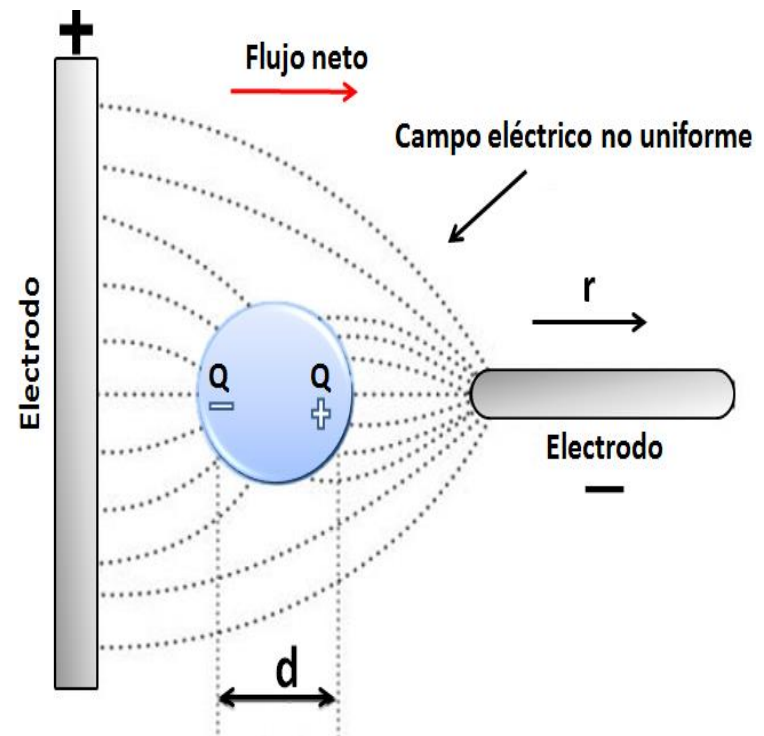


Negative DEP



Electrodos

- Para poder realizar la manipulación y separación de las biopartículas por medio de fuerzas dielectroforéticas es necesario fabricar electrodos a través de los cuales se podrá aplicar una diferencia de potencial cambiante con el tiempo con la finalidad de generar campos eléctricos alternos.
- Estos sistemas pueden tener diferentes configuraciones. Desde los inicios de la dielectroforesis (DEP), los electrodos generadores del campo eléctrico no uniforme, han pasado desde láminas, alambres, bastones o puntas metálicas en sus diversas configuraciones y combinaciones hasta llegar a incorporar la tecnología de microfabricación para diversas configuraciones de electrodos.



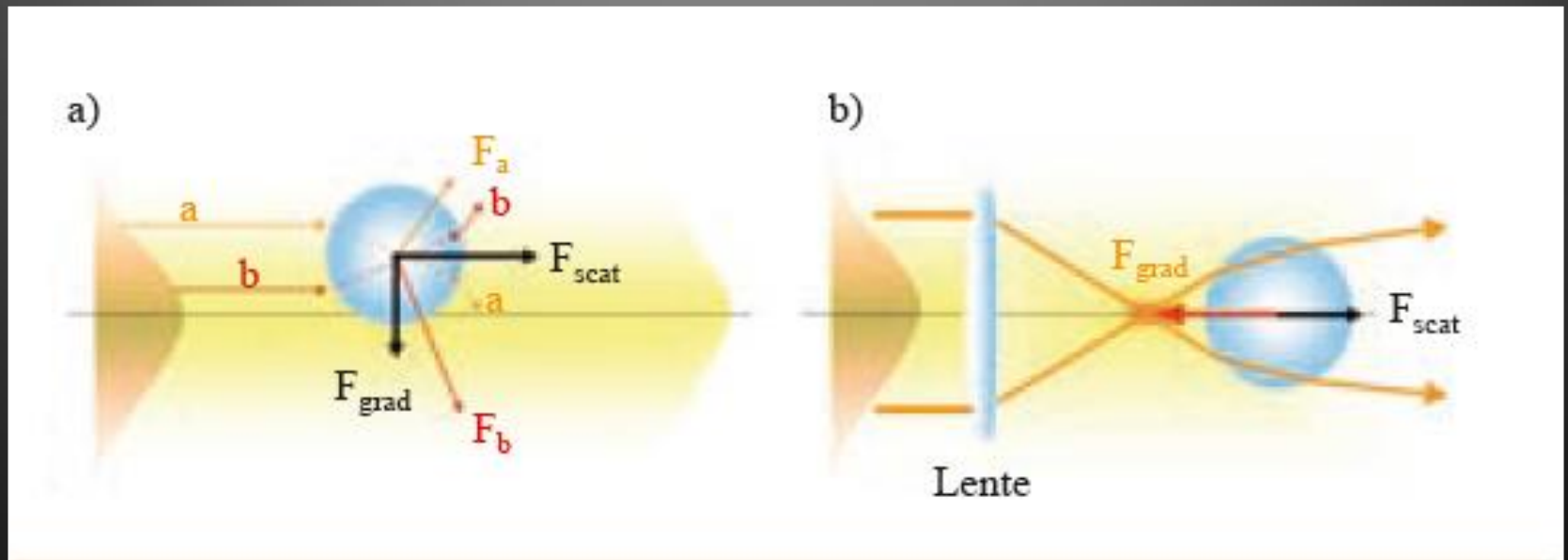
Comentarios

- Las partículas experimentan fuerza DEP sólo si el campo eléctrico es no uniforme.
- La fuerza DEP no depende de la polaridad del campo, así que se observa tanto en corriente alterna (AC) como en corriente continua (CC).
- Las partículas son atraídas hacia las regiones de mayor campo eléctrico cuando sus permitividades son mayores que la del medio donde se encuentran suspendidas. De allí que una mezcla de partículas con diferentes permitividades puedan ser separadas entre sí.
- La DEP puede observarse más fácilmente en partículas cuyos diámetros estén entre 1 y 1000 μm .
- Es un fenómeno que permite emplearse para la manipulación y separación de biopartículas.

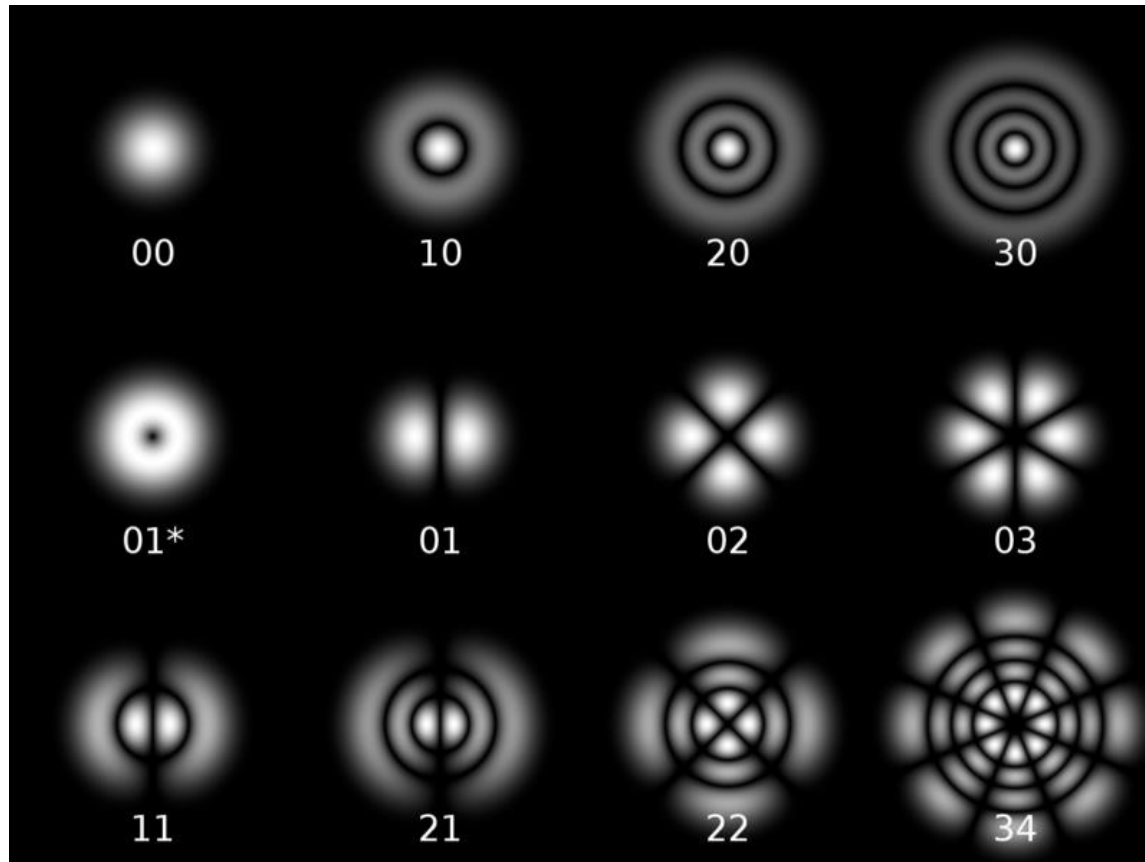
3. PLASMONES

PINZAS ÓPTICAS

RECAPITULACIÓN



PINZAS ÓPTICAS



DEFINICIÓN DE PLASMONES

Los plasmones son fotones que al llegar a la superficie de un material quedan atraídos y atrapados por electrones libres, que los transportan por el interior del sólido. Son utilizados para transportar luz de una lámina.

PLASMONES

ANTESCEDENTES

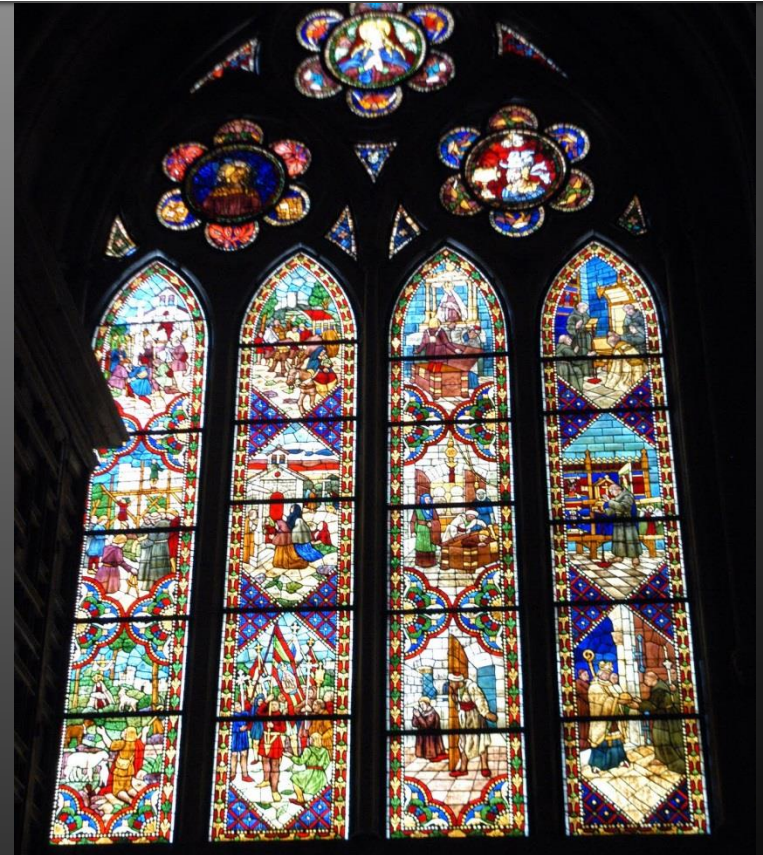
La copa Lycurgus, es de origen romano y tiene una edad de unos 1600 años. Es de un color verde suave, pero cuando se la ilumina desde atrás o desde adentro, la luz emerge dándole un color rojo intenso.



PLASMONES

ANTESCEDENTES

Un vitral o vidriera policromada es una composición elaborada con vidrios de colores, pintados o recubiertos con esmaltes, que se ensamblan mediante varillas de plomo.



PLASMONES

ANTECEDENTES

Pintura Maya

Pintura mural.
Clásico Temprano. Calakmul, Campeche.
Foto: Jorge Pérez de Lara/Raíces

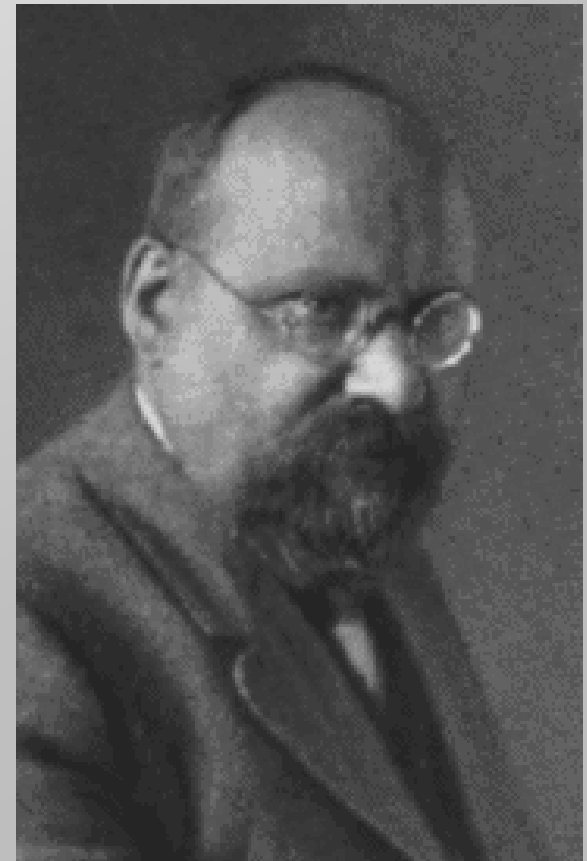


PLASMONES

ANTECEDENTES

**Gustav Adolf Feodor Wilhelm
Ludwig Mie (1869 -1957)**

*“Contributions to the optics of turbid media,
particularly of colloidal metal solutions”, Ann
Phys. (Leipzig) 25, 376-445, 1908.*



PLASMONES

ANTECEDENTES

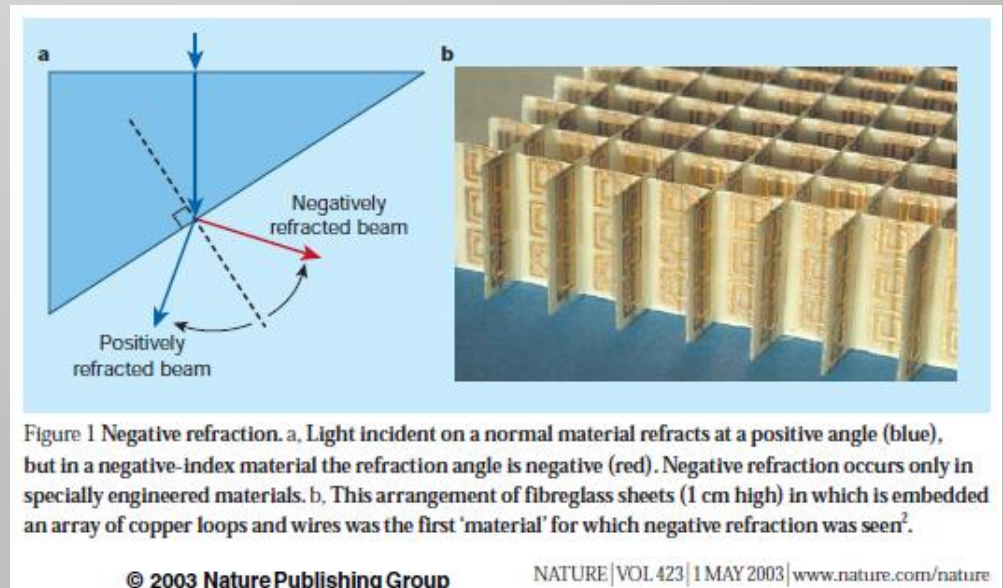
METAMATERIALES

Características:

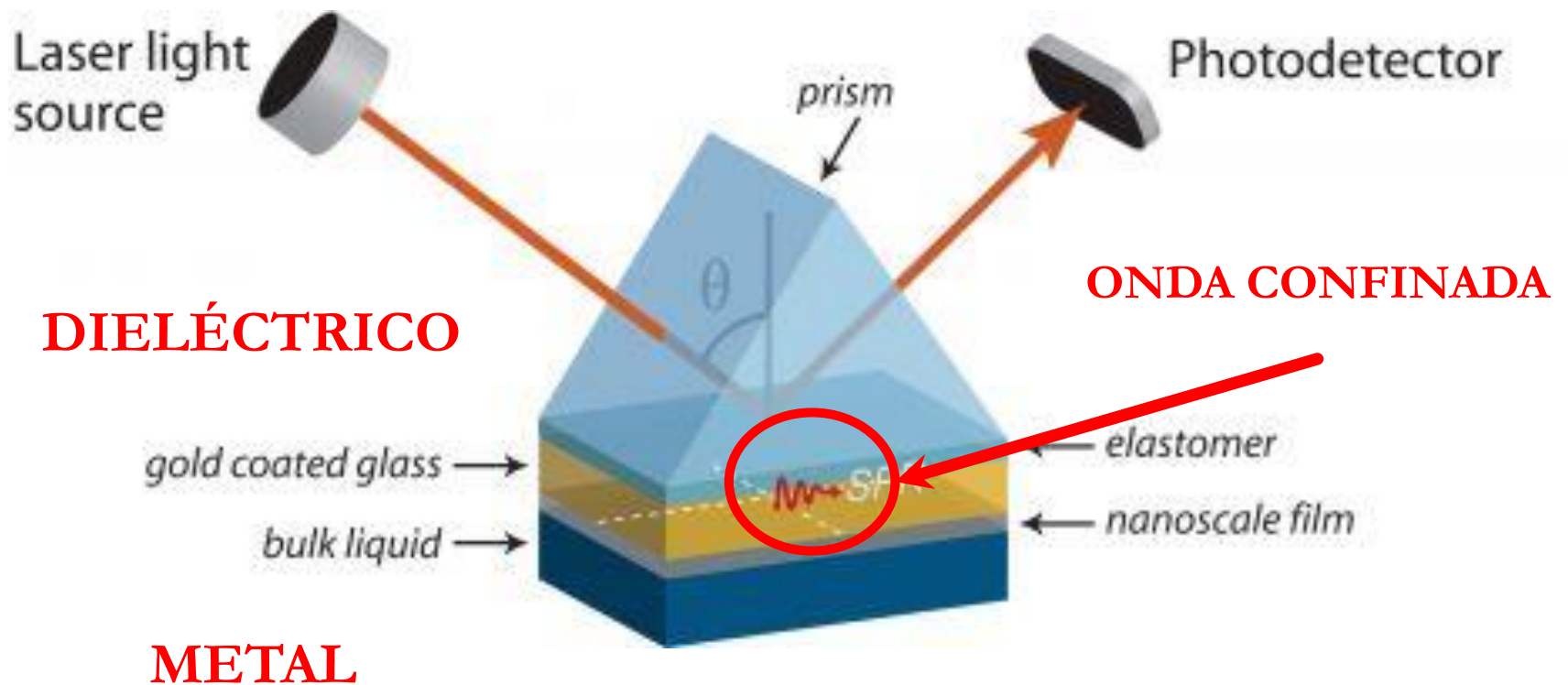
1. Índice de Refracción Negativo
2. Campo Magnético Activo

Aplicaciones

- a. Invisibilidad
- b. Superlentes

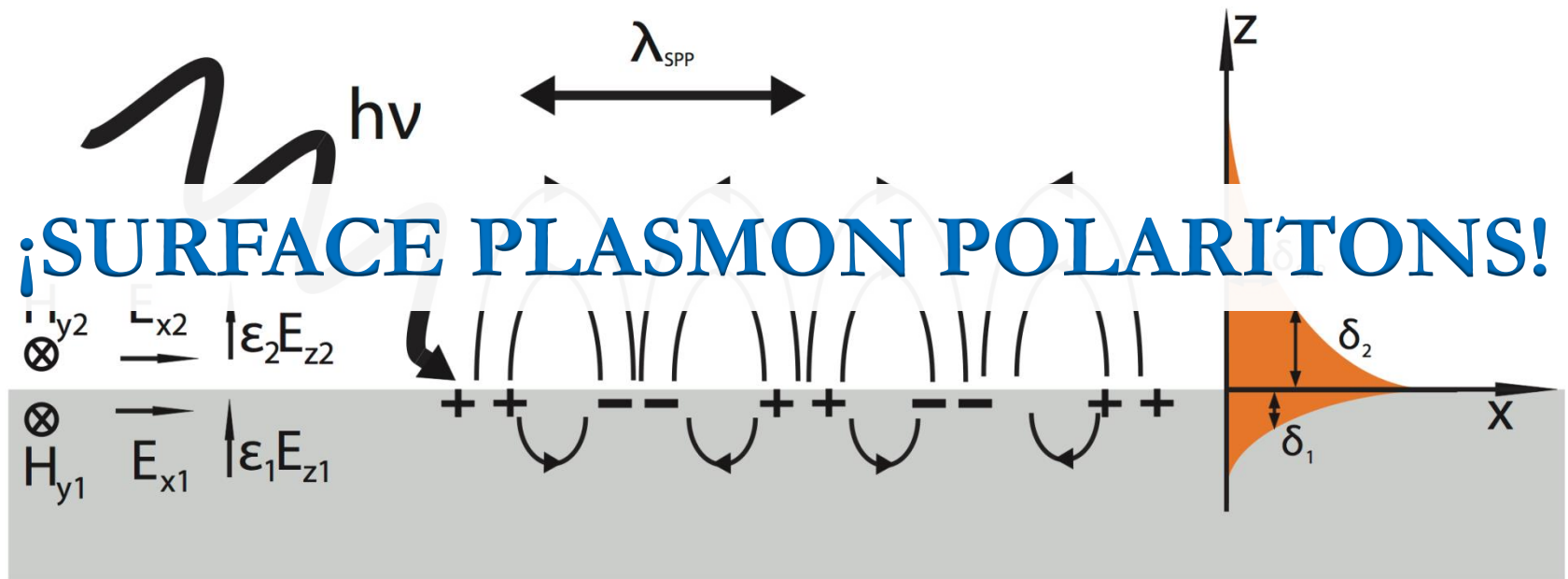


TIPOS DE LOS PLASMONES

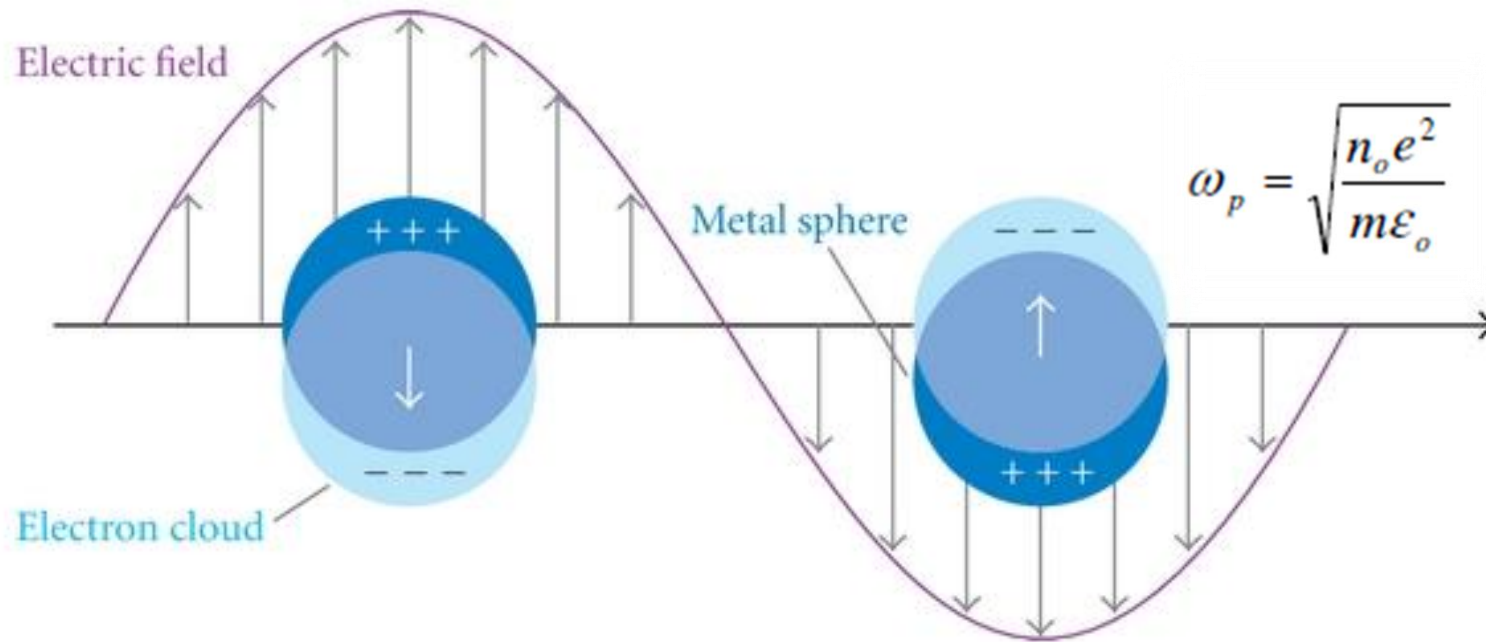


TIPOS DE LOS PLASMONES

Representación de ondas electromagnéticas de superficie cuyo máximo de intensidad se da en la superficie, con un decaimiento exponencial perpendicular a la superficie.

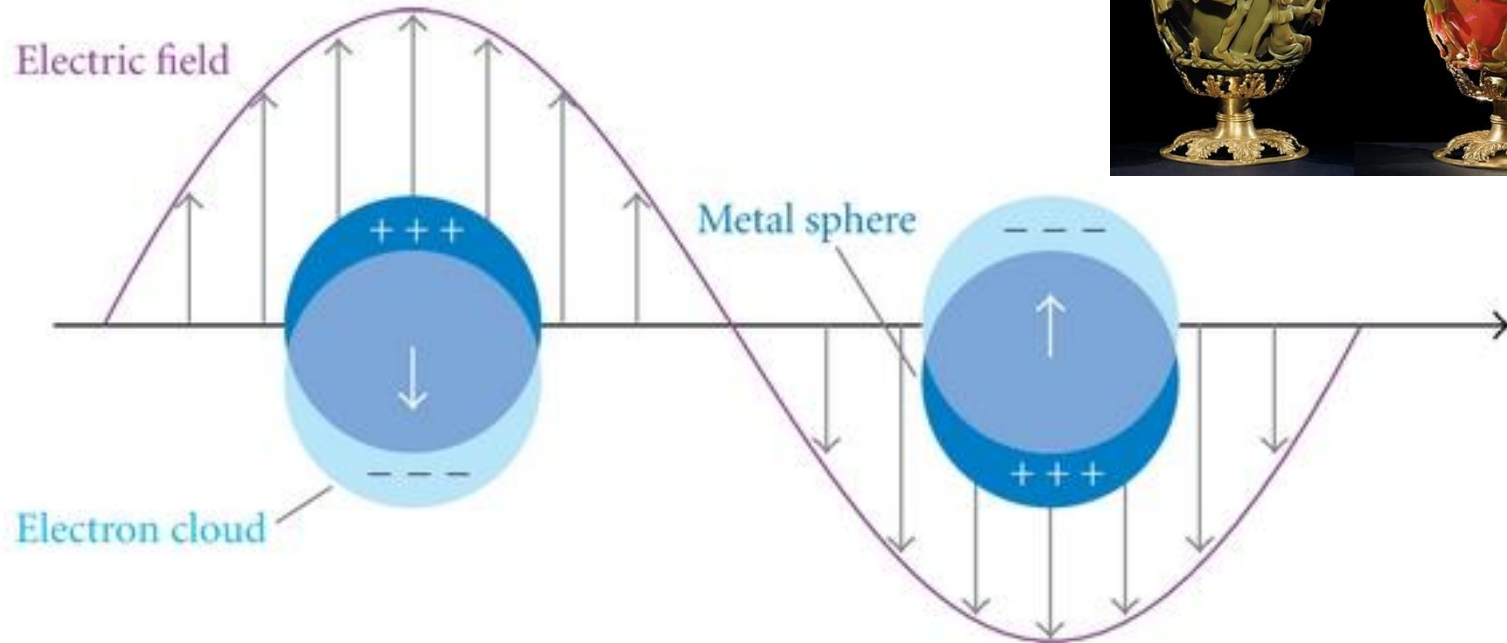


TIPOS DE LOS PLASMONES



SISTEMA MASA-RESORTE

TIPOS DE LOS PLASMONES



¡LOCALIZED SURFACE PLASMON!

SURFACE PLASMON

APLICACIONES EN LÁSERES

Vol 461 | 1 October 2009 | doi:10.1038/nature08364

Plasmon lasers at deep s

Rupert F. Oulton^{1*}, Volker J. Sorger^{1*}, Thomas Zentgraf¹,
Guy Bartal¹ & Xiang Zhang^{1,2}

Laser science has been successful in producing increasingly high-powered, faster and smaller coherent light sources¹⁻⁹. Examples of recent advances are microscopic lasers that can reach the diffraction limit, based on photonic crystals³, metal-clad cavities⁴ and nanowires⁵⁻⁷. However, such lasers are restricted, both in optical mode size and physical device dimension, to being larger than half the wavelength of the optical field, and it remains a key fundamental challenge to realize ultracompact lasers that can directly generate coherent optical fields at the nanometre scale, far beyond the diffraction limit^{10,11}. A way of addressing this issue is to make use of surface plasmons^{12,13}, which are capable of tightly localizing light, but so far ohmic losses at optical frequencies have inhibited the realization of truly nanometre-scale lasers based on such approaches^{14,15}. A recent theoretical work predicted that such losses could be significantly reduced while maintaining ultrasmall modes in a hybrid plasmonic waveguide¹⁶. Here we report the experimental demonstration of nanometre-scale plasmonic lasers, generating optical modes a hundred times smaller than the diffraction limit. We realize such lasers using a hybrid plasmonic waveguide consisting of a high-gain cadmium sulphide semiconductor nanowire, separated from a silver surface by a 5-nm-thick insulating gap. Direct measurements of the emission lifetime

SURFACE PLASMON

APLICACIONES EN LÁSERES

nature
photonics

ARTICLES

PUBLISHED ONLINE: 28 MARCH 2010 | DOI: 10.1038/NPHOTON.2010.37

Amplification of long-range surface plasmons by a dipolar gain medium

Israel De Leon¹ and Pierre Berini^{1,2,3*}

Surface plasmon-polaritons, collective electron oscillations coupled to light waves at the surface of a metal, show unique properties that are valuable in a broad range of scientific fields. However, the intrinsic propagation loss of these waves poses a fundamental problem to many potential applications. To overcome this drawback, researchers have explored the possibility of loss compensation by means of surface plasmon-polariton amplification. Here we provide the first direct measurement of gain in propagating plasmons using the long-range surface plasmon-polariton supported by a symmetric metal stripe waveguide that incorporates optically pumped dye molecules in solution as the gain medium. The measured mode power gain is 8.55 dB mm^{-1} . Furthermore, it is shown that this new class of amplifier benefits from reduced spontaneous emission into the amplified mode, potentially leading to low-noise optical amplification.

SURFACE PLASMON

APLICACIONES EN LÁSERES

nature
photonics

REVIEW ARTICLE

PUBLISHED ONLINE: 4 DECEMBER 2011 | DOI: 10.1038/NPHOTON.2011.285

Surface plasmon-polariton amplifiers and lasers

Pierre Berini* and Israel De Leon

Amplifiers and lasers based on surface plasmon-polaritons (SPPs) have been studied for around three decades. Research in this area has experienced particularly significant growth over the past decade, resulting in the achievement of several important milestones. Convincing demonstrations of SPP amplification and lasing have been reported for various systems involving single-interface, long-range, short-range and resonant SPPs. Diverse metallic structures such as planes, films, stripes, wires and particles (some on the nanoscale) have been integrated with gain materials. Although the prospects for SPP amplifiers and lasers are bright, the field is embryonic, and much remains to be explored and improved. This Review discusses this rapidly progressing area and summarizes the most important progress achieved so far. Research directions that warrant further investigation are also suggested.

SURFACE PLASMON

APLICACIONES EN LÁSERES

Surface plasmon lasers: sources of nanoscopic light

The use of metals for light localization in lasers is a new way of reducing their size and addresses the key issues of electrical contacting and heat sinking. Such lasers can also be reduced in size almost indefinitely by accessing light that couples to collective electron oscillations of the metal, known as surface plasmons. The sizes of these optical excitations are now tantalizing close to those of solid state electronic wave-functions. Surface plasmon lasers have the potential to generate intense optical fields and accelerate light-matter interactions for extremely sensitive nanoscale spectroscopies. This review outlines the science of surface plasmon confinement and the techniques necessary to integrate semiconductors with metal nanostructures for surface plasmon amplification.

Rupert F. Oulton
Imperial College London, South Kensington Campus, London SW7 2AZ, UK
E-mail: r.oulton@imperial.ac.uk

materials today JAN/FEB 2012 | VOLUME 15 | NUMBER 1-2

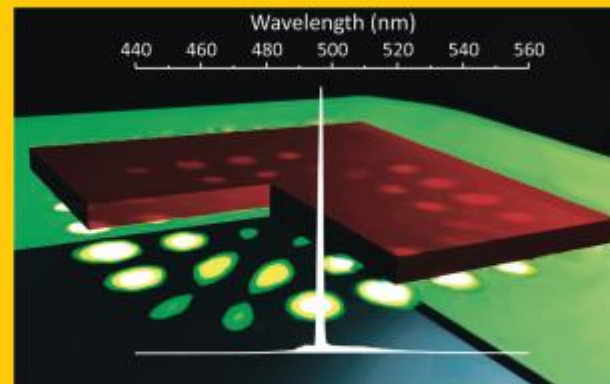
SURFACE PLASMON

APLICACIONES EN LÁSERES

Laser Photonics Rev. 7, No. 1, 1–21 (2013) / DOI 10.1002/lpor.201100040

**LASER & PHOTONICS
REVIEWS**

Abstract Plasmon lasers are a new class of coherent optical frequency electromagnetic wave amplifiers that deliver intense, coherent and directional surface plasmons well below the diffraction barrier. The strongly confined electric fields in plasmon lasers can enhance significantly light-matter interactions and bring fundamentally new capabilities to bio-sensing, data storage, photolithography and optical communications.



REVIEW
ARTICLE

Plasmon lasers: coherent light source at molecular scales

Ren-Min Ma¹, Rupert F. Oulton^{1,3}, Volker J. Sorger¹, and Xiang Zhang^{1,2,*}

SURFACE PLASMON

APLICACIONES EN LÁSERES

Wavelength Tunable Single Nanowire Lasers Based on Surface Plasmon Polariton Enhanced Burstein-Moss Effect.

06:34 EDT 30th April 2014 | BioPortfolio

[Recomenda](#) [g+1](#) [Tweet](#)

[Home](#) » [Citations](#) » [Nano letters](#) » Wavelength Tunable Single Nanowire Lasers Based on Surface Plasmon Polariton Enhanced Burstein-Moss Effect

Wavelength tunable semiconductor nanowire (NW) lasers are promising for multifunctional applications ranging from optical communication to spectroscopy analysis. Here, we present a demonstration of utilizing the surface plasmon polariton (SPP) enhanced Burstein-Moss (BM) effect to tune the lasing wavelength of a single semiconductor NW. The photonic lasing mode of

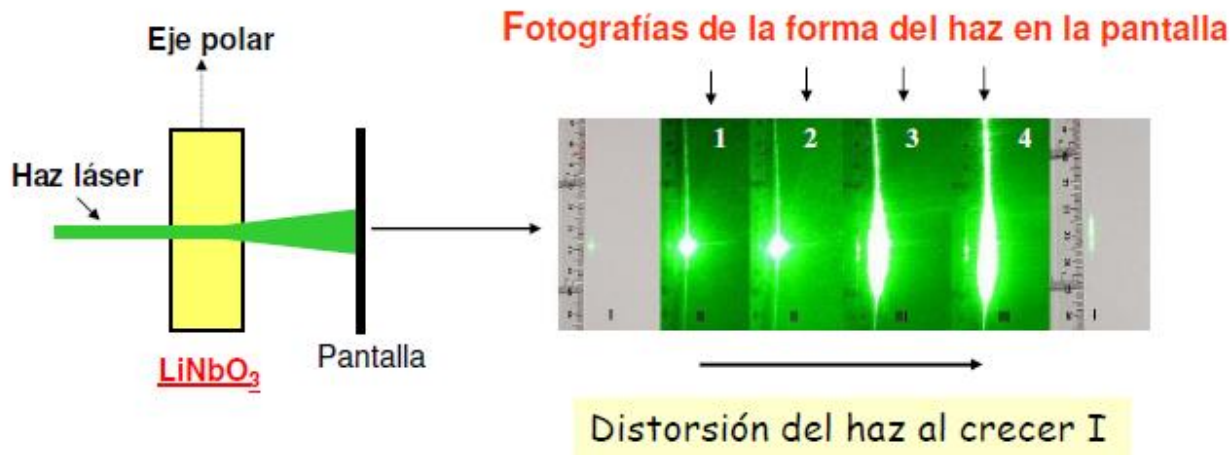
communication to spectroscopy analysis. Here, we present a demonstration of utilizing the surface plasmon polariton (SPP) enhanced Burstein-Moss (BM) effect to tune the lasing wavelength of a single semiconductor NW. The photonic lasing mode of the CdS NW (with length $\sim 10 \mu\text{m}$ and diameter $\sim 220 \text{ nm}$) significantly blue shifts from 504 to 483 nm at room temperature when the NW is in close proximity to the Au film. Systematic steady state power dependent photoluminescence (PL) and time-resolved PL studies validate that the BM effect in the hybrid CdS NW devices is greatly enhanced as a consequence of the strong coupling between the SPP and CdS excitons. With decreasing dielectric layer thickness h from 100 to 5 nm, the enhancement of the BM effect becomes stronger, leading to a larger blue-shift of the lasing wavelength. Measurements of enhanced exciton emission intensities and recombination rates in the presence of Au film further support the strong interaction between SPP and excitons - consistent with the simulation results.

Name: Nano letters
ISSN: 1530-6992

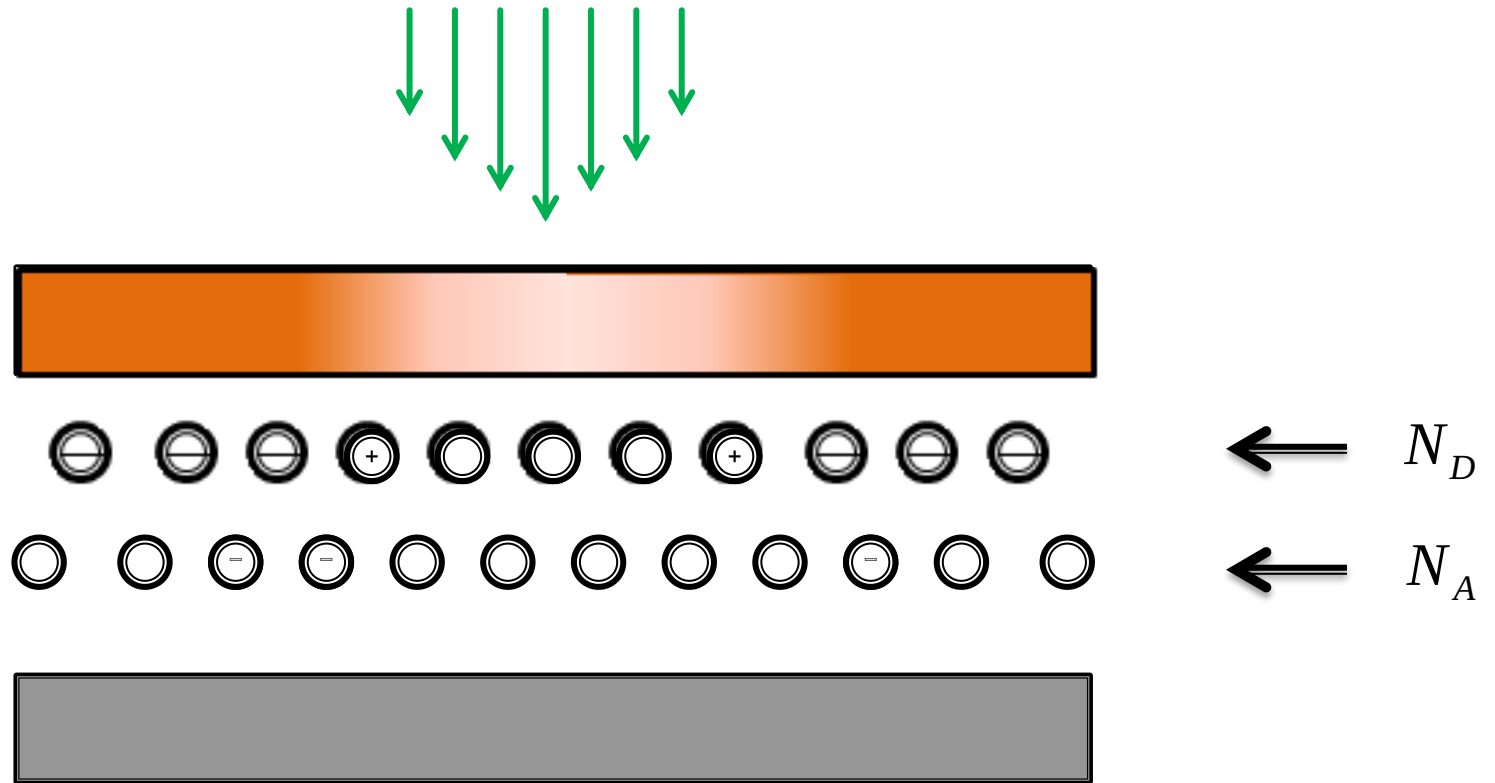
4. EFECTO FOTORREFLECTIVO

EFEECTO FOTORREFLECTIVO

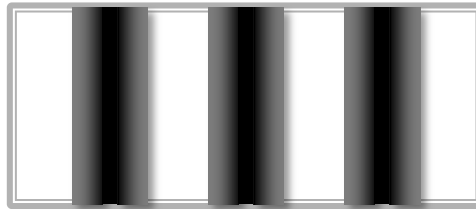
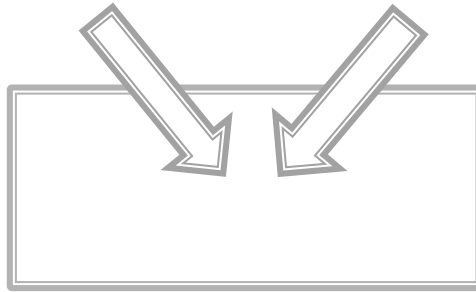
- El efecto fotorrefractivo es un fenómeno óptico no lineal donde el índice de refracción de un material cambia en respuesta a una iluminación no homogénea [3].



[3] L. Solymar, D. J. Webb, A. Grunnet, The Physics and Applications of Photorefractive Materials, Clarendon Press, 1996.



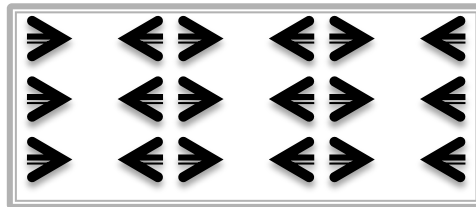
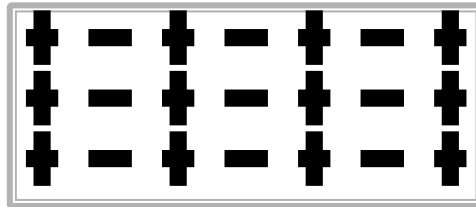
Iluminación en cristal
fotorrefractivo



Patrón de interferencia.
Excitación y transporte de
electrones



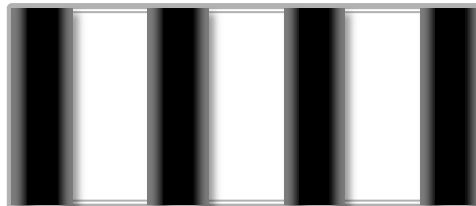
Generación de una
distribución de carga



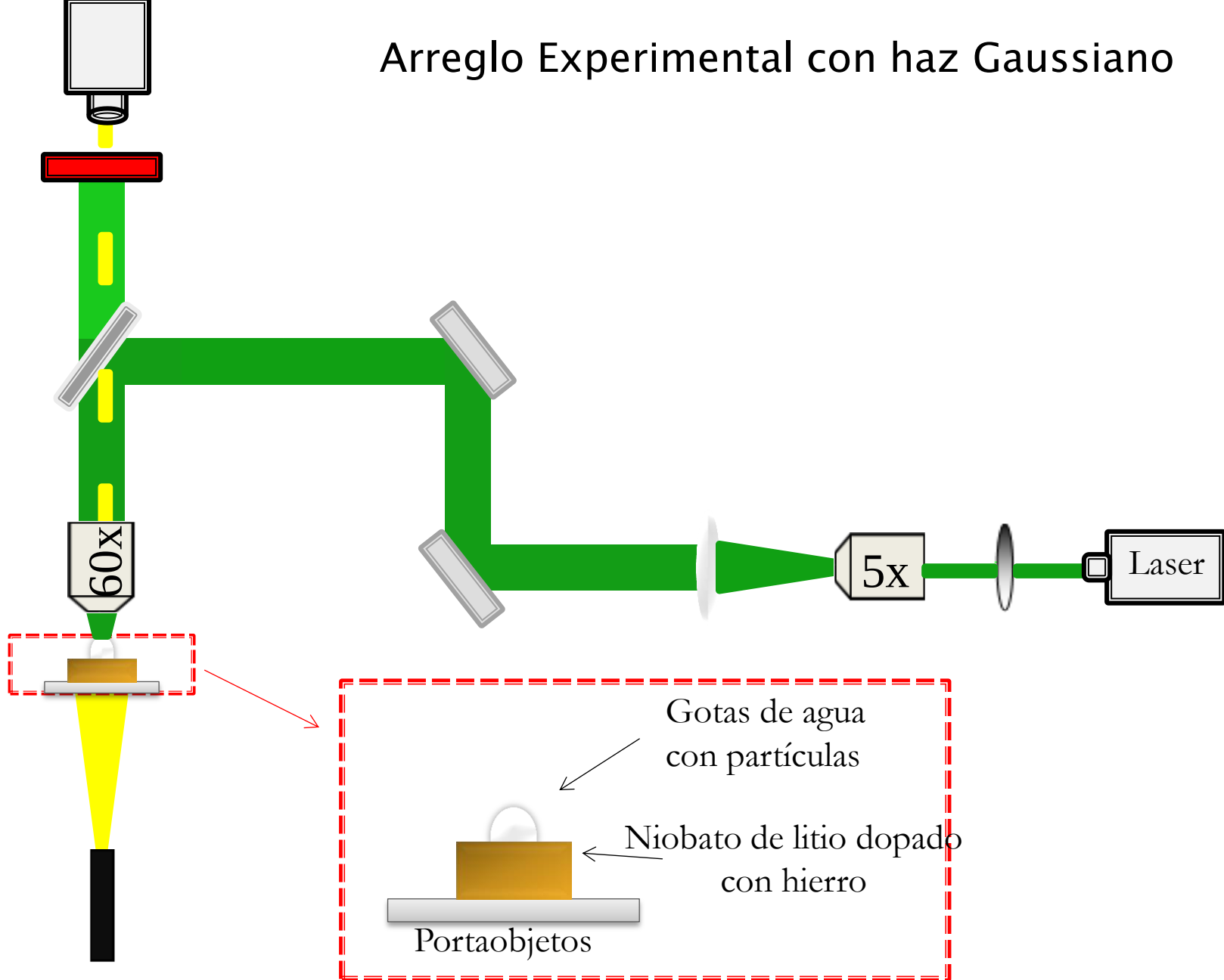
Formación del campo de
carga espacial



Cambia la constante
dieléctrica y varia el índice
de refracción

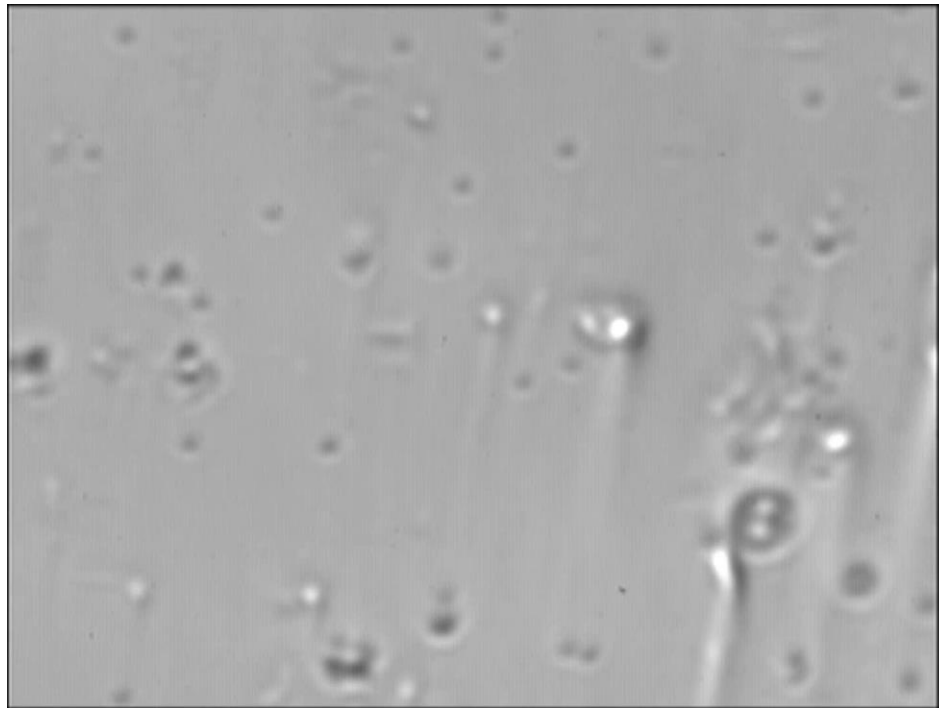


Arreglo Experimental con haz Gaussiano



Captura de Micropartículas

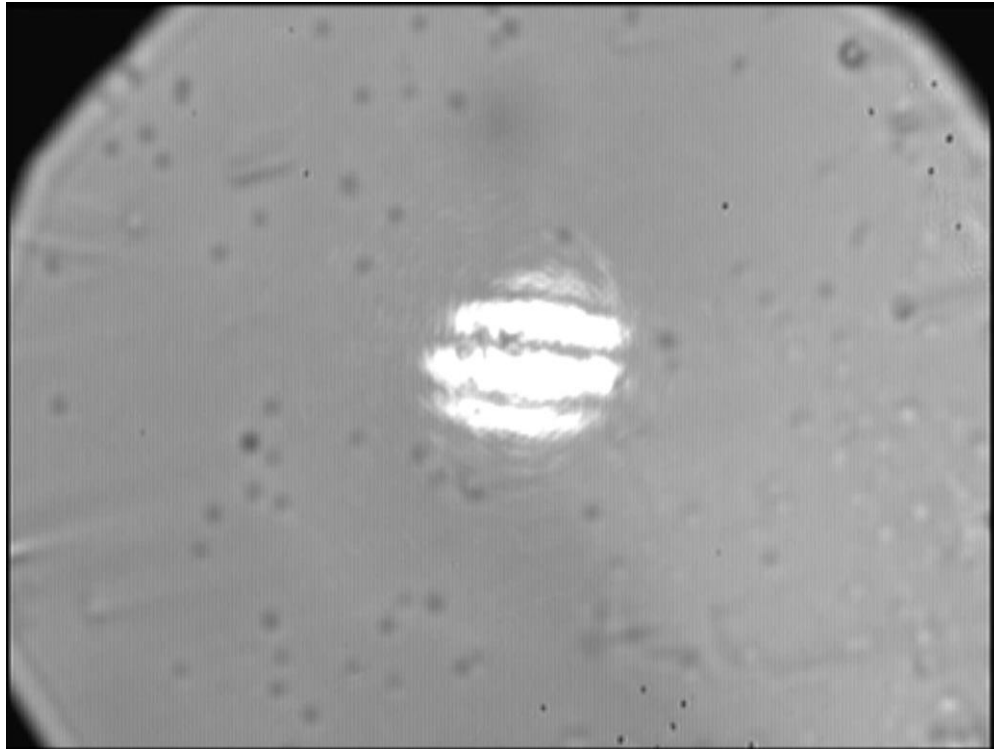
Se logró atrapar partículas con un haz enfocado de 14 micras a la salida del objetivo de 60X. Las mediciones que se hicieron fueron con potencias de 52.2, 51.22, 47.7, 39.15 y 31.5 mW.



.....

Captura de micro-partículas

Se manejaron potencias de 32.25, 29.48, 23.93, 21.6 y 11.1 mW para la captura de las micro-partículas.



....

¡GRACIAS!