UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

Secretaria General de Ciencia y Técnica

XXVI Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE

CE – 018
Orden de Póster

Generación de Vórtices Ópticos con Fuertes Campos Magnéticos para el Control de Nanopartículas

Área del Conocimiento: Ciencias Exactas y Naturales

Becario/a: ROFFÉ, Federico

Director/a: QUINTEIRO ROSEN, Guillermo Federico

Facultad: Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura - UNNE

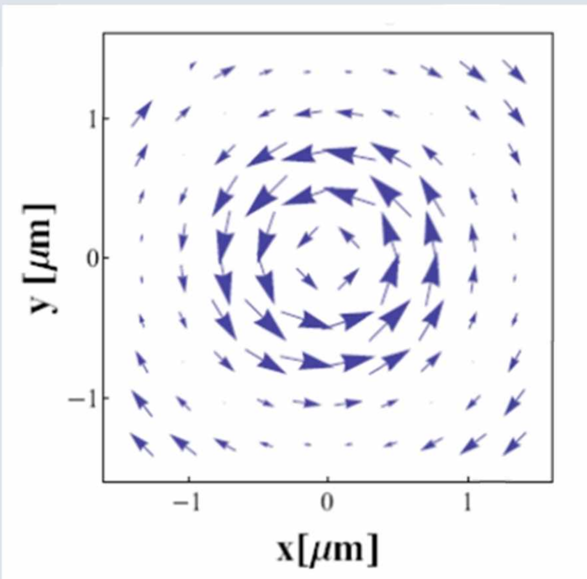
E-mail: roffefederico@gmail.com

Mostramos cómo generar a partir de una superposición de ondas planas vórtices ópticos de tipo Bessel generalizados, y ejemplificamos a vórtices ópticos con un campo magnético constante y un campo eléctrico que desaparece en el eje óptico.

Vórtices Ópticos (OVs)

Características Distintivas:

Singularidad de fase en r = 0.
Transporta momento angular orbital $\hbar\ell$.
Transporta momento angular de giro $\hbar\sigma$ (polarización circular: σ = ± 1).
Frente de onda helicoidal.
Perfil radial: Laguerre-Gauss o Bessel.



Componente transversal del vector de campo eléctrico en un OV.

Recientemente identificamos un gran grupo de OVs que contienen campos con diferentes grados de fuerza relativa de campos eléctricos (E) a magnéticos (B), parametrizados por un número real γ. Cuando γ = 0, el campo en el eje óptico (r = 0) tiene un campo E constante y un campo B que desaparece. Por el contrario, para γ = 1, el campo B en r = 0 es constante y no hay campo E.

Campo Eléctrico

$$\tilde{E}^{(\gamma)}(\bar r) = iE_0\left\{J_\ell(q_r r)e^{i\ell\varphi}\hat e_\sigma - \frac{(1-\gamma)}{2}\left(\frac{q_r}{k}\right)^2\left[J_\ell(q_r r)e^{i\ell\varphi}\hat e_\sigma - J_{\ell+2\sigma}(q_r r)e^{i(\ell+2\sigma)\varphi}\hat e_{-\sigma}\right]\right.$$

$$\left. -i\sigma\frac{q_r(q_z^2+\gamma q_r^2)}{\sqrt{2}q_z k^2}J_{\ell+\sigma}(q_r r)e^{i(\ell+\sigma)\varphi}\hat e_z\right.$$

Un campo γ = 1 exhibe una interacción magnética dominante con una partícula colocada en r = 0. Esto es magnetismo en frecuencias ópticas y abre el camino a un control más versátil de partículas.

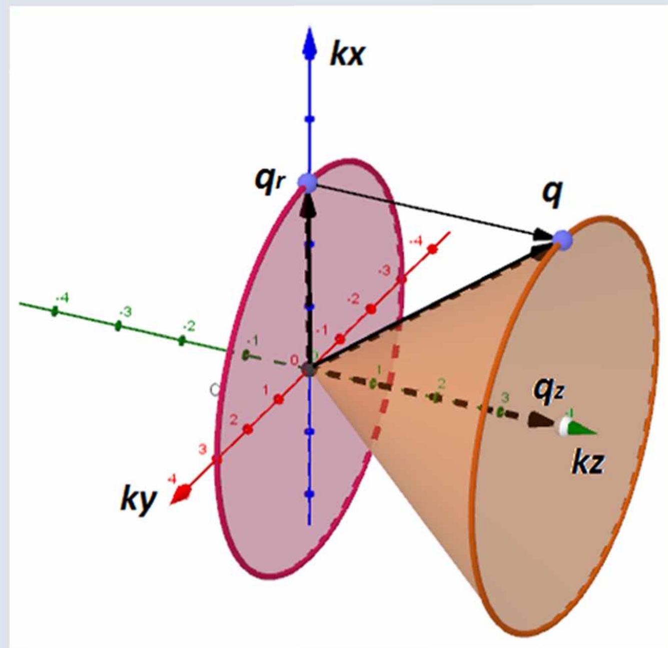
Análisis: Descomposición en Ondas Planas

Un haz de luz de estructura compleja, como un OV, se puede descomponer en una superposición de ondas planas. Indicamos el caso que nos interesa con un superíndice.

Vector Polarización

$$\tilde{E}^{(1)}(\bar r) = \frac{1}{(2\pi)^2}\int E_\ell(\bar q_\perp)\hat e^{(1)}_{q\sigma}e^{i\bar q.\bar r}dq_\perp$$

Función de Amplitud



$$E_\ell(\bar q_\perp) = \frac{2\pi}{q_r}(-i)^\ell E_0\delta(q_r - q_\perp)e^{i\ell\varphi_q}$$

La integral describe un cono alrededor del eje z.

La composición se realiza proponiendo un vector de polarización expresado en coordenadas cilíndricas y parametrizado en el coeficiente γ. Por ejemplo, para γ = 1 es

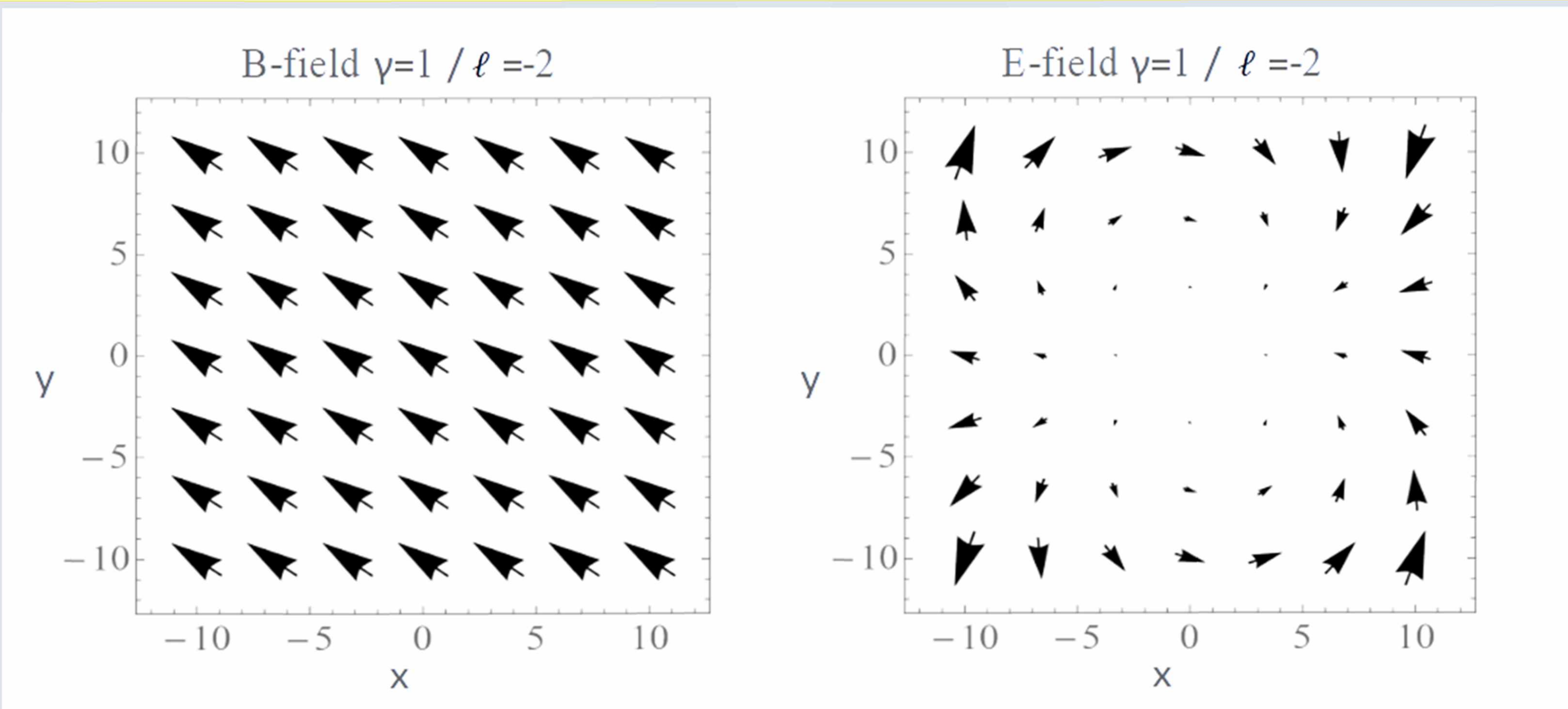
$$\hat e^{(1)}_{q\sigma} = \left(1+\frac{q_r^2}{2q_z^2}\right)^{-\frac{1}{2}}\left(\hat e_\sigma - \frac{q_r}{2\sqrt{q_z}}e^{i\sigma\varphi_q}\hat e_z\right)$$

Simulación Numérica

Para verificar el resultado, la suma de las ondas planas con los pesos relativos y la polarización se realiza numéricamente.

Pesos relativos $\Rightarrow$ $E_\ell(\bar q_\perp)$

Polarización $\Rightarrow$ $\hat e^{(1)}_{q\sigma}$



Para $\sigma = +1$ y $\ell = -2$ el campo magnético es constante y el campo eléctrico tiende a cero cerca de $r = 0$. (Caso γ = 1, suma de tres ondas planas).

Resumen

- **La composición nos permite explicar cómo se puede generar el haz en el laboratorio.**
- **La descomposición modal es una caja de herramientas que ayuda a resolver problemas en OVs, en los que la solución en términos de ondas planas se entiende conceptualmente, por ejemplo, en la resolución de la reflexión/refracción de OVs mediante leyes de Fresnel.**
- **La realización experimental de campos con fuertes campos magnéticos en el rango óptico nos permitirá explorar nuevos regímenes de interacción luz-materia en nanoestructuras semiconductoras.**