



Une antenne monopôle magnétique

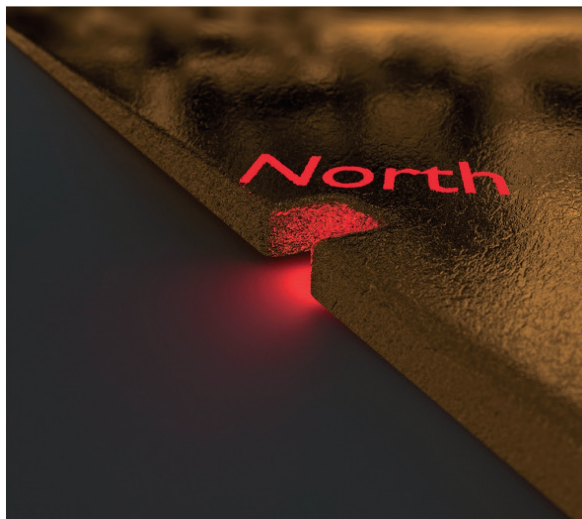
Les monopôles magnétiques sont des particules hypothétiques qui portent un seul pôle magnétique, contrairement à tous les autres objets magnétiques qui se présentent sous la forme de paires de pôles magnétiques. Le concept de monopôle magnétique a été proposé pour la première fois par Paul Dirac dans les années 1930 et a fait l'objet de nombreuses recherches théoriques et expérimentales au cours des décennies suivantes. Pour autant, malgré de nombreuses recherches expérimentales, les monopôles magnétiques n'ont pas encore été observés dans l'univers de façon certaine.

C'est pour cette raison que ces dernières années, plusieurs méthodes ont été proposées pour étudier les monopôles magnétiques, notamment l'utilisation d'accélérateurs de particules à haute énergie, de détecteurs de rayons cosmiques, ou encore la recherche de « traces » de monopôles magnétiques dans certains matériaux.

Pour contribuer à cet effort, des chercheurs de l'INSPI, avec des collègues de l'institut Langevin, ont proposé un nouveau type d'antenne électromagnétique se comportant comme un monopôle magnétique.

En effet, 135 ans après la première antenne radio de Heinrich Hertz, ils ont démontré qu'une structure aussi simple qu'une fente dans une couche métallique semi-infinie pouvait exalter localement le champ magnétique. Cette densité d'énergie renforcée du champ magnétique optique est par ailleurs constituée d'une seule orientation, constituant un seul pôle, contrairement aux dipôles portant deux pôles opposés. Ils décrivent également comment ce monopôle oscille dans le temps alternant les orientations nord-sud, ce qui permet à cette antenne de rayonner sa lumière efficacement à partir de ce pôle unique, de la même manière que le font les antennes électriques monopolaires couramment utilisées dans les télécommunications.

En outre, les chercheurs ont confirmé que ce comportement s'applique à l'ensemble du spectre électromagnétique, couvrant des gammes allant de l'ultraviolet aux fréquences GHz. Enfin, en appliquant le théorème de Gauss au champ magnétique optique, ils ont clairement identifié la présence d'une charge magnétique unique au cœur de cette antenne, démontrant sans ambiguïté le caractère monopolaire magnétique de cette structure. La présence de cette charge a des implications significatives, notamment sur la possibilité de manipuler localement la perméabilité magnétique du matériau, ouvrant ainsi des opportunités pour la manipulation de l'indice optique à l'échelle nanométrique.

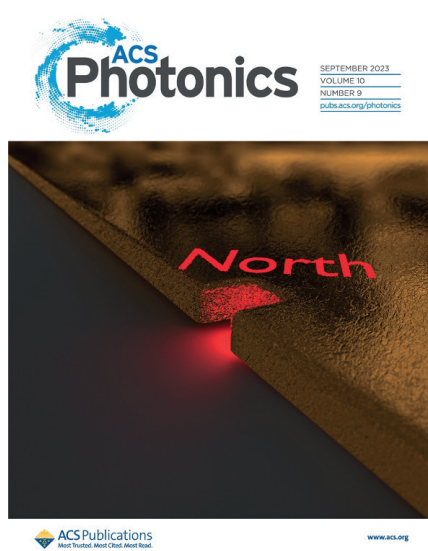


Figure

Une nanostructure photonique créée dans une couche d'or semi-infinie présente le comportement d'un monopôle magnétique, ayant un unique pôle de champ magnétique orienté dans une seule direction et contenant une charge magnétique unique en son sein.

Ces résultats offrent donc un nouveau modèle pour l'étude fondamentale des particules monopôles magnétiques. Ils fournissent également un nouvel outil aux applications variées dans de nombreux domaines de recherche et de l'industrie, aussi bien à l'échelle nanométrique que macroscopique. Parmi ces applications, on peut mentionner l'étude des interactions entre la lumière et la matière, la réalisation d'expériences de résonance magnétique nucléaire à l'échelle nanométrique, la conception de métamatériaux à indice négatif, ainsi que la création de nouveaux systèmes de radiofréquences pour les télécommunications et l'imagerie médicale.

Cet article a été choisi comme couverture du journal ACS Photonics.



Référence

"A Magnetic Monopole Antenna"

Benoît Reynier, Xingyu Yang, Bruno Gallas, Sébastien Bidault, and **Mathieu Mivelle**

ACS Photonics 2023

<https://doi.org/10.1021/acsp Photonics.3c00423>

Contact

Mathieu Mivelle : [mathieu.mivelle\(at\)sorbonne-universite.fr](mailto:mathieu.mivelle(at)sorbonne-universite.fr)