

# **W poszukiwaniu stanów związanych Majorany w nanostrukturach hybrydowych**

dr Michał Nowak

Akademickie Centrum Materiałów i Nanotechnologii  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Fermiony Majorany, bezspinowe i bezładunkowe cząstki będące swoimi własnymi antycząstkami są od dekad bezskutecznie poszukiwane jako cząstki elementarne. Zaledwie kilka lat temu zademonstrowano [1], że w bezspinowych układach nadprzewodzących fermiony Majorany mogą być zrealizowane jako wzbudzenia kwazicząstkowe. Pomimo egzotycznej nazwy, taki materiał może być wykonany z połączenia konwencjonalnych elementów: półprzewodnika, w którym występuje silne sprzężenie spin-orbita i efekt Zeemana z nadprzewodnikiem typu s. W trakcie seminarium przedstawię wyniki badań nad kluczowymi elementami niezbędnymi do wytwarzania i wiarygodnych pomiarów stanów Majorany. Zademonstruję, jak odbicia Andreeva modyfikują konduktancję nanodrutów kwantowych [2] i dwuwymiarowego gazu elektronowego skontaktowanego z nadprzewodnikiem [3] pozwalając eksperymentalnie określić naturę transportu elektronowego. Opiszę proces realizacji stanu helikalnego z wykorzystaniem sprzężenia spin-orbita oraz przybliżę szczegóły jego pierwszej eksperymentalnej obserwacji [4]. Finalnie, wyjaśnię, jak towarzyszące sprzężeniu zeemanowskiemu efekty orbitalne pola magnetycznego pomagają realizować topologiczne stany o zerowej energii [5] oraz badać kwazicząstkową długość koherencji w hybrydach nadprzewodzących [6].

[1] V. Mourik, K. Zuo, S. M. Frolov, S. R. Plissard, E. P. A. M. Bakkers, L. P. Kouwenhoven, *Science* 336, 1003 (2012).

[2] H. Zhang, Ö. Gül, S. Conesa-Boj, M. P. Nowak, M. Wimmer, K. Zuo, V. Mourik, F. K. de Vries, J. van Veen, M. W. A. de Moor, J. D. S. Bommer, D. J. van Woerkom, D. Car, S. R. Plissard, E.P.A.M. Bakkers, M. Quintero-Pérez, M. C. Cassidy, S. Koelling, S. Goswami, K. Watanabe, T. Taniguchi, L. P. Kouwenhoven, *Nat. Commun.* 8, 16025 (2017).

[3] M. Kjaergaard, H. J. Suominen, M. P. Nowak, A. R. Akhmerov, J. Shabani, C. J. Palmstrøm, F. Nichele, C. M. Marcus, *Phys. Rev. Applied* 7, 034029 (2017).

[4] J. Kammhuber, M. C. Cassidy, F. Pei, M. P. Nowak, A. Vuik, Ö. Gül, D. Car, S. R. Plissard, E. P. A. M. Bakkers, M. Wimmer, L. P. Kouwenhoven, *Nat. Commun.* 8, 478 (2017).

[5] M. P. Nowak, P. Wójcik, *Phys. Rev. B* 97, 045419 (2018).

[6] M. P. Nowak, P. Wójcik, *Appl. Phys. Lett.* 114, 043104 (2019).