

# WP2 KVANTUMINTERFÉSZEK

GALI ÁDÁM, WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT



AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# WP2 KVANTUMINTERFÉSZEK

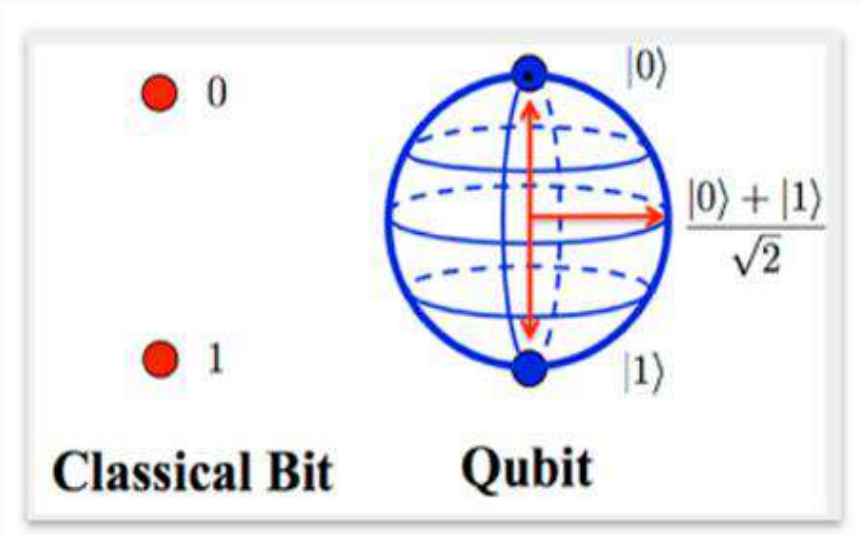
- TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK
- LABORATÓRIUMI FEJLESZTÉSEK
- NEMZETKÖZI KÖZÖS PROJEKTEK
- IPARI EGYÜTTMŰKÖDÉSEK ÉS FEJLESZTÉSEK



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# WP2 KVANTUMINTERFÉSZEK













- Egyedi kvantumrendszerek izolációja és manipulációja
- Szuperpozíciós állapot
- A legegyszerűbb megvalósítás: egyedi spin rendszerek



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# WP2 KVANTUMINTERFÉSZEK

Material System	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$
Ion traps		
Defects in solids		
Semiconductor quantum dot		
Superconducting		
Topological nanowire		

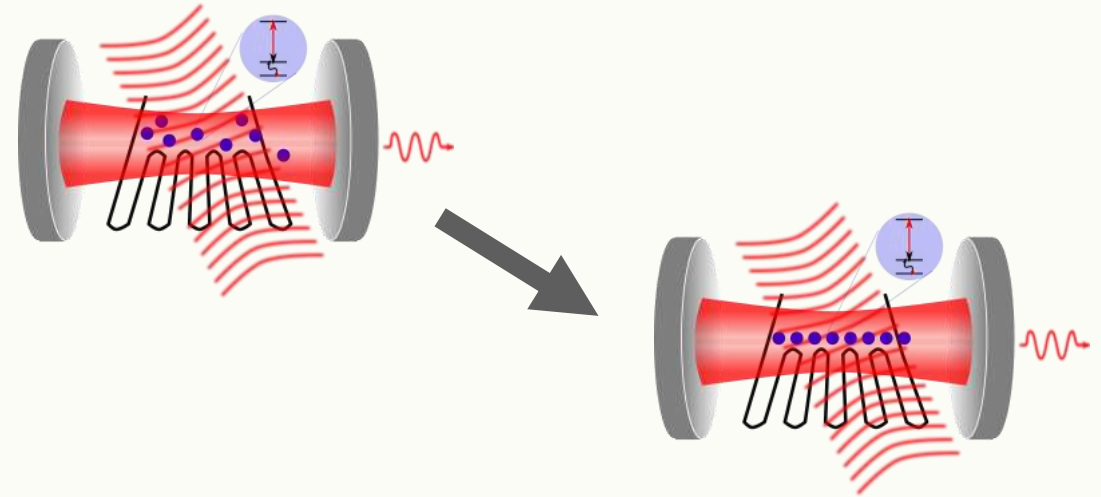
- ion és atomcsapdák: atom-foton interfész
- ponthibák szilárdtestekben: spin-foton interfész
- félvezető kvantumpöttyök
- szupravezetők
- topologikus állapotú nanohuzalok

*James N. Eckstein and Jeremy Levy, MRS Bulletin 38, 783, (October 2013)*

# ATOM-FOTON INTERFÉSZ



Feladat: az atomok rendezése optikai rácsba



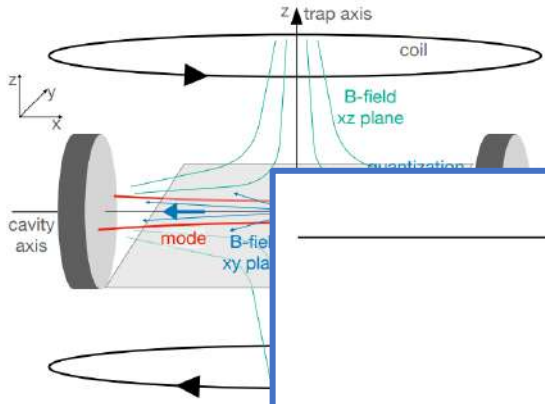
Cél: mikrohullámú és optikai fotonokban hordozott kvantuminformáció koherens átadása

Lézerrel hűtött Rb atomok optikai rezonátorban:  
legmodernebb UHV és mikrohullámú technika,  
ultraprecíz lézerek, mágneses mezők

  
NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# Alapállapotú bistabilitás hideg atomokkal optikai rezonátorban

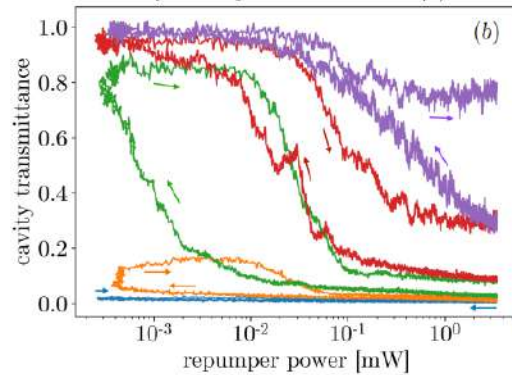
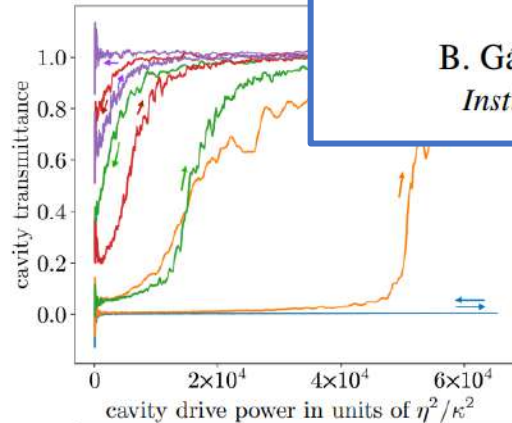
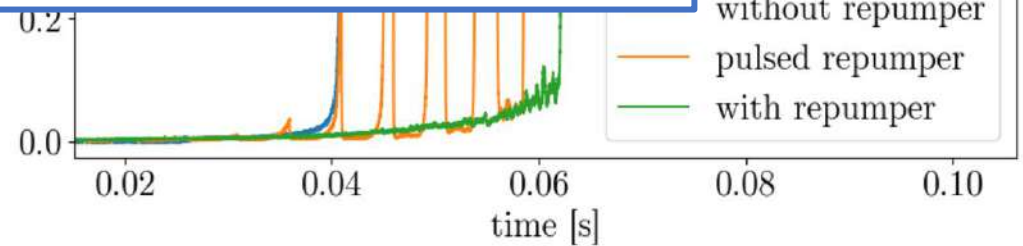
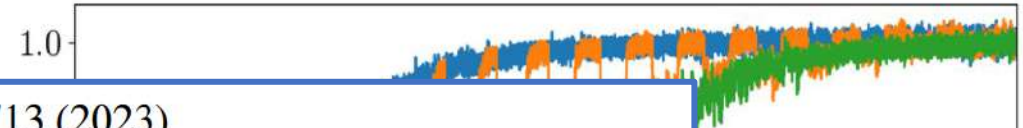


$$\begin{array}{c}
 \frac{3,1}{2,1} \quad \frac{3,2}{2,2} \quad \frac{3,3 \downarrow}{\uparrow \Lambda_1} |e\rangle \\
 5^2 P_{3/2}
 \end{array}$$

PHYSICAL REVIEW A **107**, 023713 (2023)

## Ground-state bistability of cold atoms in a cavity

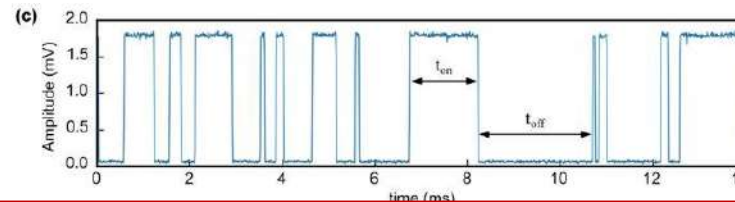
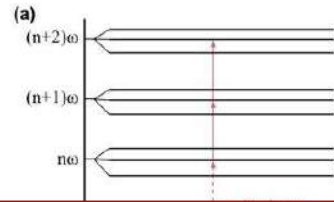
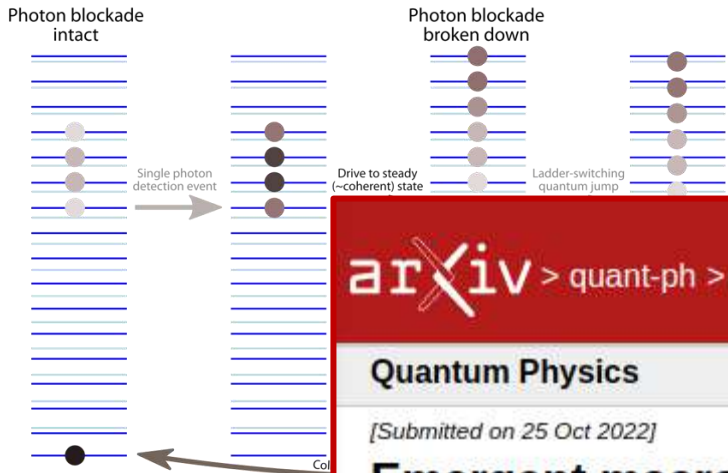
B. Gábor , D. Nagy, A. Dombi , T. W. Clark, F. I. B. Williams, K. V. Adwaith , A. Vukics , and P. Domokos  
*Institute for Solid State Physics and Optics, Wigner Research Centre for Physics, H-1525 Budapest P.O. Box 49, Hungary*



két hiperfinom alapállapot között

- a rezonátor állapota a diszperzív kölcsönhatás miatt érzékeny az atomok alapállapotára
- a nemlineáris csatolt dinamika termodinamikai határesetben fázisátalakuláshoz vezet

# A fotonblokádtörés mint elsőrendű disszipatív fázisátalakulás



- bistabilitás egy mikroszkopikus rendszer kvantumos spektrumának két része

arXiv > quant-ph > arXiv:2210.14182

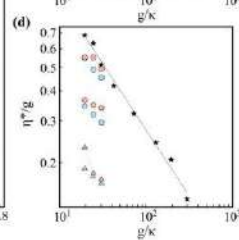
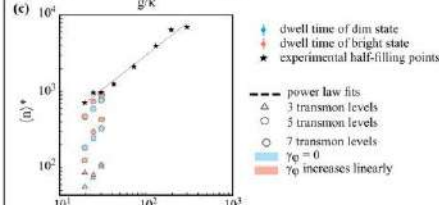
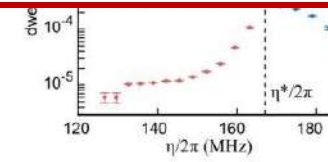
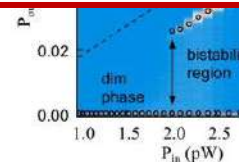
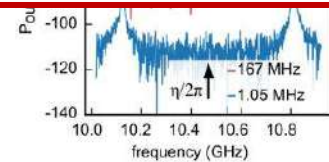
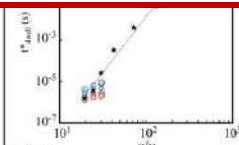
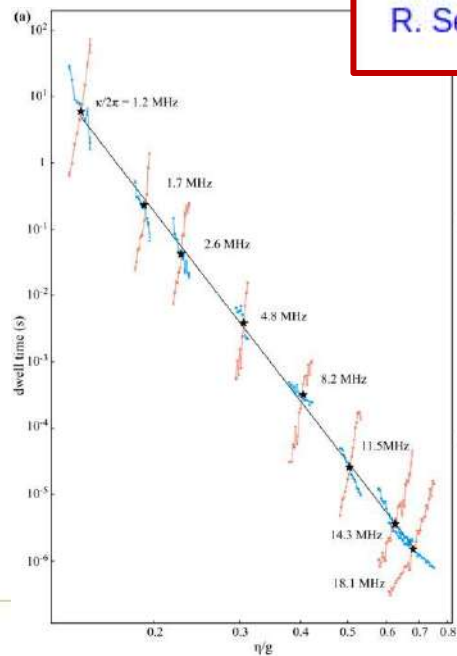
Quantum Physics

[Submitted on 25 Oct 2022]

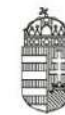
**Emergent macroscopic bistability induced by a single superconducting qubit**

R. Sett, F. Hassani, D. Phan, S. Barzanjeh, A. Vukics, J. M. Fink

amikai határeset  
csatolás-limesz –  
er ugyanaz a  
kopikus  
rendszer



- megvalósítás szupravezető áramkör-kvantumelektrodinamikai rendszerben



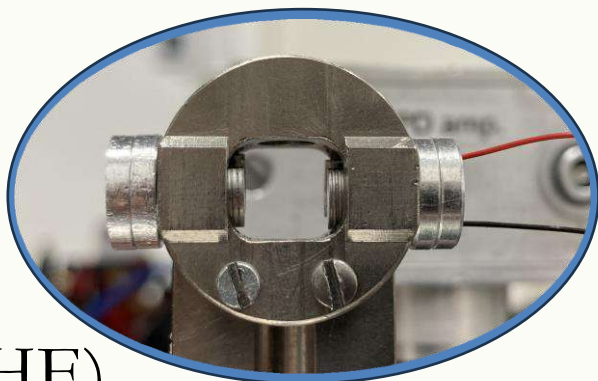
NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# Fejlesztések - Nemzetközi együttműködések

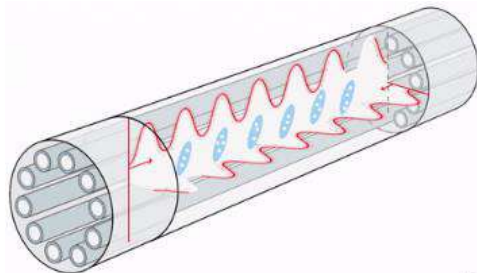
- Atomi galvanométer

- ultrapontos, alacsony zajú áramforrások fejlesztése kvantumtechnológiai alkalmazásokhoz – HighFinesse GmbH



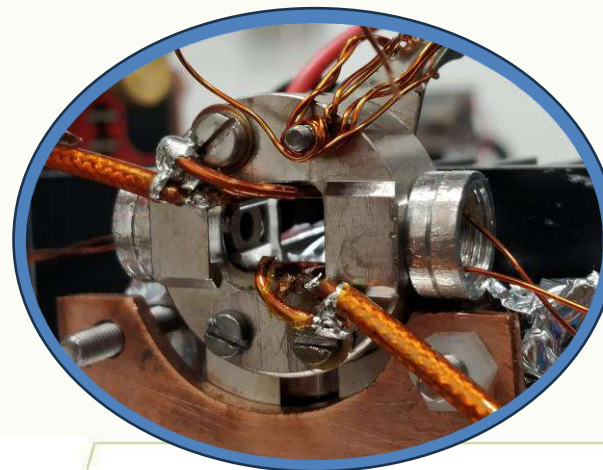
- Cryst<sup>3</sup> (EU HE)

- innovatív prototípusfejlesztés atomok hűtésére és csapdázására üreges magú optikai szálakban
- teljes konzorcium támogatása ~ € 3 600 000



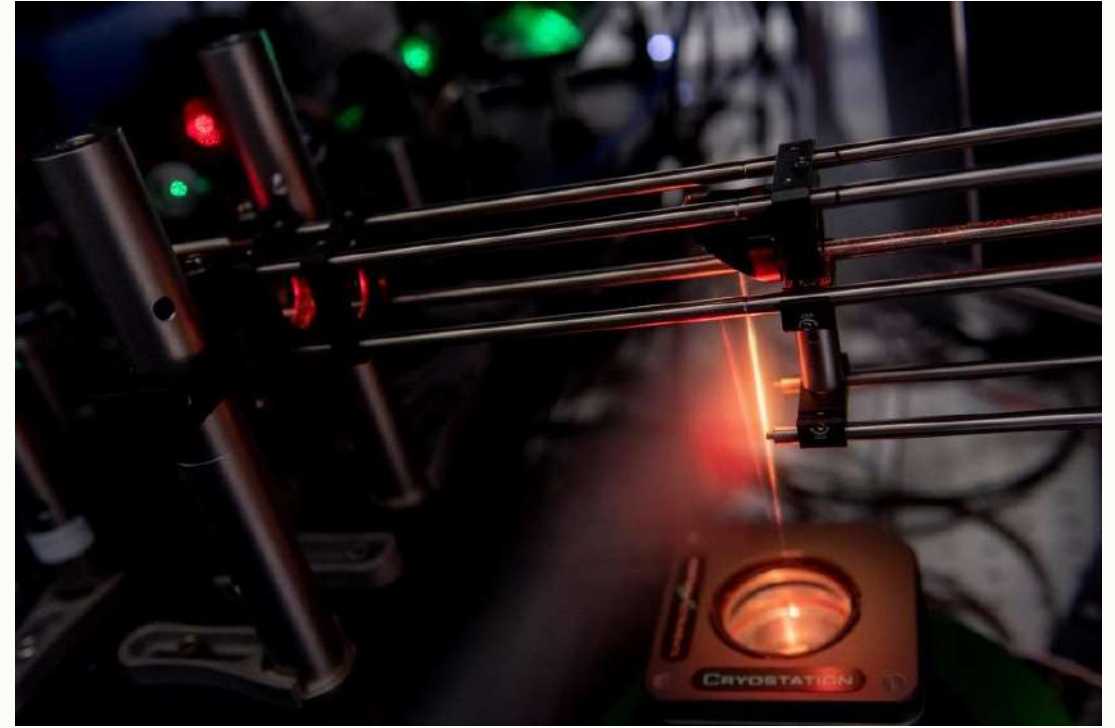
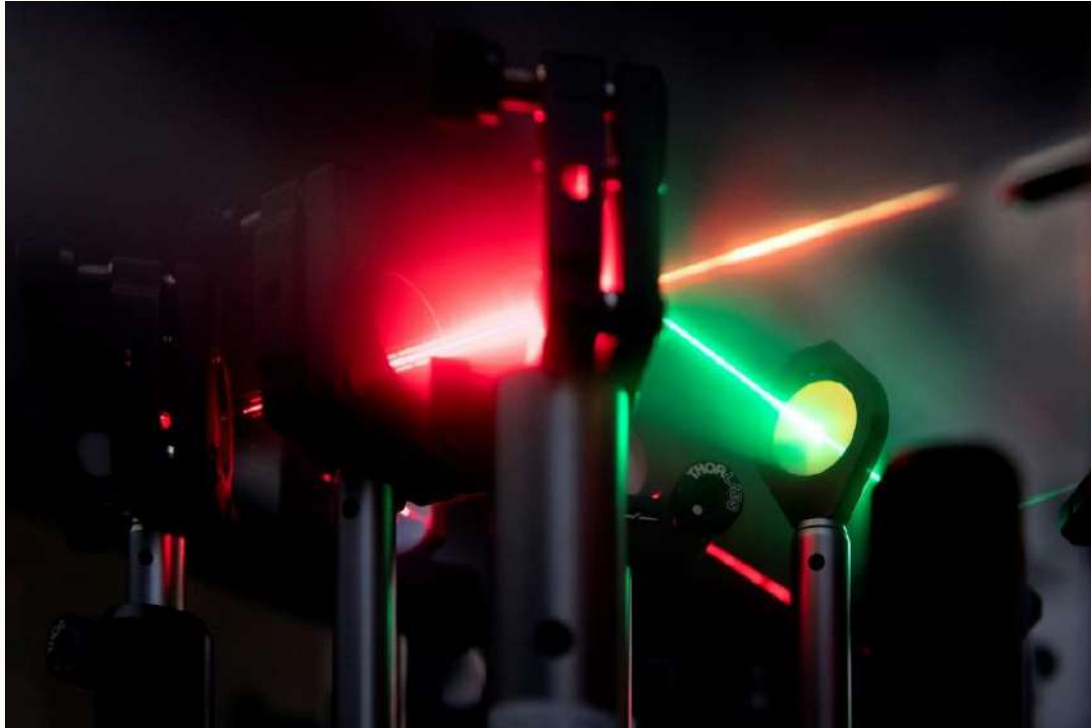
- Mikrohullámú - Optikai konverter

- ultranagy vákuumban lebegtetett hideg atomokon alapuló tesztrendszer a mikrohullámú-optikai konverziós protokolloknak – EU QuantERA MOCA
- teljes konzorcium támogatása: ~ € 870 000





# SPIN-FOTON INTERFÉSZ



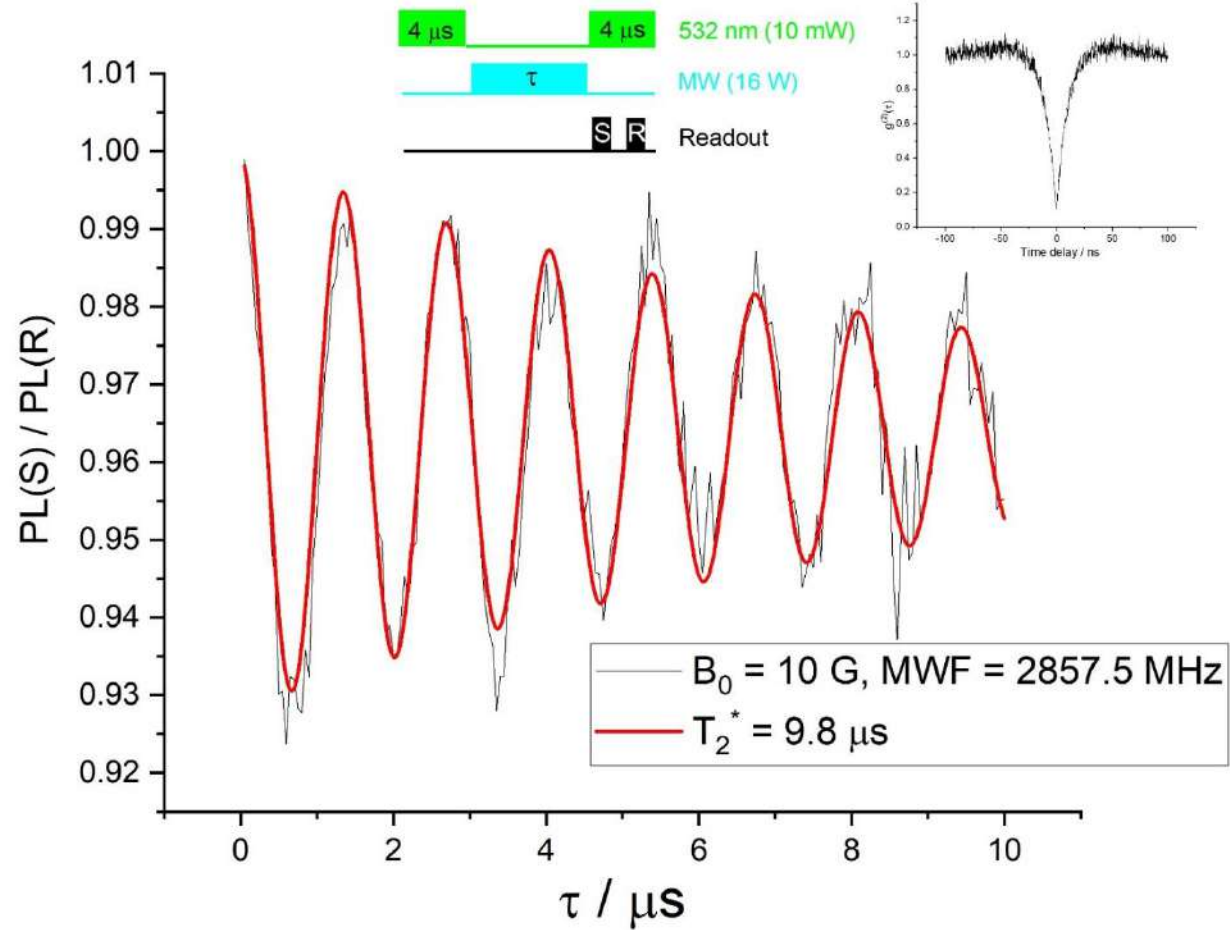
ODMR laboratórium @ Wigner FK



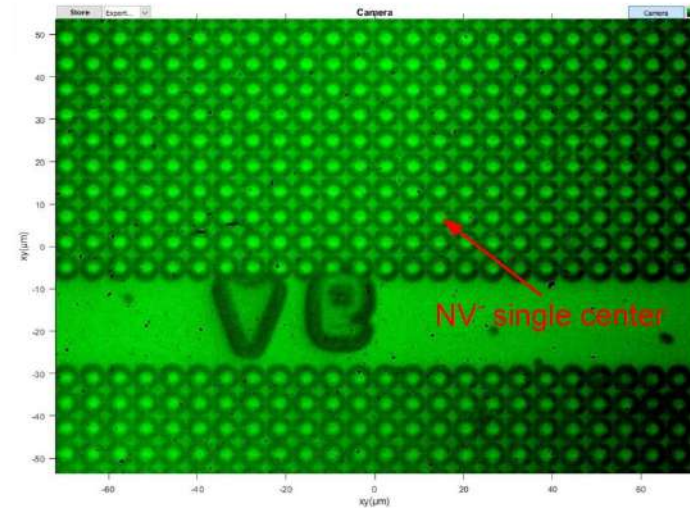
NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# OPTIKAILAG DETEKTÁLT MÁGNESES REZONANCIA



Rabi-oszcilláció egyedi spinre: az első kvantumbit kimérése Magyarországon



egyedi gyémánt NV centrum: 700,000 foton/s

# OPTIKAILAG DETEKTÁLT MÁGNESES REZONANCIA

nature communications



Article

<https://doi.org/10.1038/s41467-023-38672-6>

## Coherent control of an ultrabright single spin in hexagonal boron nitride at room temperature

Received: 13 September 2022

Accepted: 10 May 2023

Published online: 20 May 2023

Check for updates

Nai-Jie Guo<sup>1,2,3,7</sup>, Song Li<sup>4,7</sup>, Wei Liu<sup>1,2,3,7</sup>, Yuan-Ze Yang<sup>1,2,3,7</sup>, Xiao-Dong Zeng<sup>1,2,3,7</sup>, Shang Yu<sup>1,2,3</sup>, Yu Meng<sup>1,2,3</sup>, Zhi-Peng Li<sup>1,2,3</sup>, Zhao-An Wang<sup>1,2,3</sup>, Lin-Ke Xie<sup>1,2,3</sup>, Rong-Chun Ge<sup>5</sup>, Jun-Feng Wang<sup>1,2,3,5</sup>, Qiang Li<sup>1,2,3</sup>, Jin-Shi Xu<sup>1,2,3</sup>, Yi-Tao Wang<sup>1,2,3</sup>✉, Jian-Shun Tang<sup>1,2,3</sup>✉, Adam Gali<sup>4,6</sup>✉, Chuan-Feng Li<sup>1,2,3</sup>✉ & Guang-Can Guo<sup>1,2,3</sup>

nature communications



Article

<https://doi.org/10.1038/s41467-023-36090-2>

## The kinetics of carbon pair formation in silicon prohibits reaching thermal equilibrium

Received: 3 August 2022

Accepted: 13 January 2023

Peter Deák<sup>1</sup>, Péter Udvarhelyi<sup>1,2</sup>, Gergő Thiering<sup>1</sup> & Adam Gali<sup>1,2</sup>✉

ACS NANO

[www.acsnano.org](http://www.acsnano.org)

## The Role of Electrolytes in the Relaxation of Near-Surface Spin Defects in Diamond

Fabian A. Freire-Moschovitis, Roberto Rizzato, Anton Pershin, Moritz R. Schepp, Robin D. Allert, Lina M. Todenhagen, Martin S. Brandt, Adam Gali, and Dominik B. Bucher\*

Cite This: <https://doi.org/10.1021/acsnano.3c01298>

Read Online

NANO LETTERS



[pubs.acs.org/NanoLett](https://pubs.acs.org/NanoLett)

Letter

## Controlled Surface Modification to Revive Shallow NV<sup>-</sup> Centers

Jeffrey Neethi Neethirajan, Toni Hache, Domenico Paone, Dinesh Pinto, Andrej Denisenko, Rainer Stöhr, Péter Udvarhelyi, Anton Pershin, Adam Gali, Joerg Wrachtrup, Klaus Kern, and Aparajita Singha\*

Cite This: *Nano Lett.* 2023, 23, 2563–2569

Read Online



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# OPTIKAILAG DETEKTÁLT MÁGNESES REZONANCIA

EU Kvantumtechnológiai Zászlóshajóprogramhoz tartozó programok, illetve EU FETOPEN, EU EIC Pathfinder technológiai konzorciumi programok:

- **H2020 QuanTelCo:** szilícium-karbid centrumokon alapuló telekom hullámhosszon működő kvantumemitterek és memóriák az összefonódáson alapuló kvantumkommunikációhoz
- **HE QuMicro:** kvantumérzékelésen alapuló mikrohullámú tér érzékelő kifejlesztése az 5G és 6G technológiákkal kompatibilis paraméterekkel
- **QuantERA MAESTRO:** szobahőmérsékleten működő kvantumcsip fejlesztése
- **QuantERA Sensextreme:** alacsony hőmérsékleten és nagy nyomáson működő kvantumszenzorok fejlesztése

Teljes költségvetés magyar része: ~ 1 millió euró

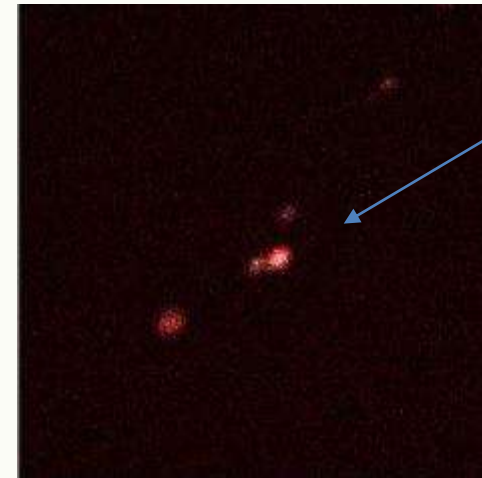


NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# Újgenerációs kvantummikroszkóp fejlesztése

- fluoreszcencia élettartam kiolvasásán alapuló mágneses rezonancia (angolul: FLMR) mérést végzünk, illetve a kétfoton-abszorpción alapuló fluoreszcencia képalkotási módszert implementáljuk
- Ipari fejlesztés és piacra juttatás (**EUREKA** program)
  - Qutools GmbH
  - R&D Ultrafast Lasers Kft.
  - Ulm Egyetem & Diatop GmbH
  - Wigner Fizika Kutatóközpont
- Poszteren több információ



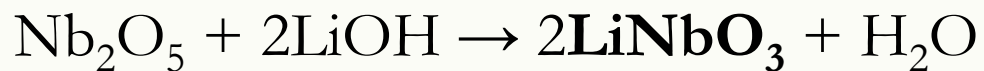
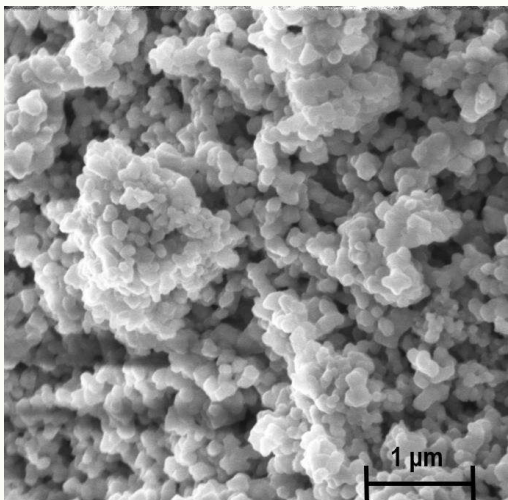
gyémánt NV  
centrumok



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

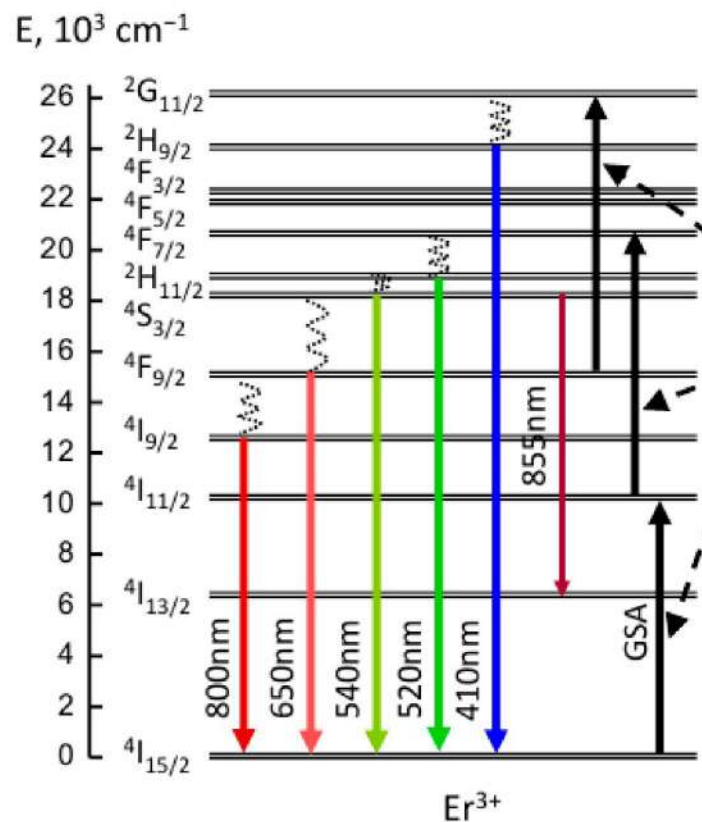
# Úton a telekom hullámhosszú kvantumemitterek felé



$\text{Er}^{3+}$  adalékolás lehetséges és örléssel nanokristályokat hozunk létre



fluoreszcencia 1550 nm-en



980 nm-es gerjesztés esetén több fotonos gerjesztés valósul meg



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT