

A kvantuminformatika elemi építőkövei

Kvantuminformatikai eszközfejlesztések a BME TTK-n

Dr. Zaránd Gergely
BME Fizikai Intézete

A kvantuminternet eszközei

- Összefonódott fotonpár források
- Foton-szilárdtest interfészek
- Nagy érzékenységű detektorok
- Kvantum-bit architektúrák

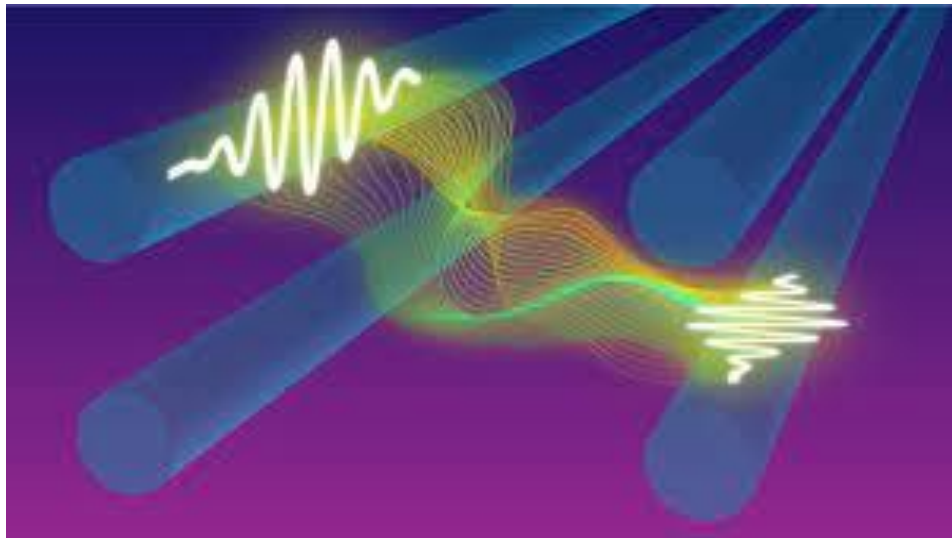


A kvantuminternet eszközei

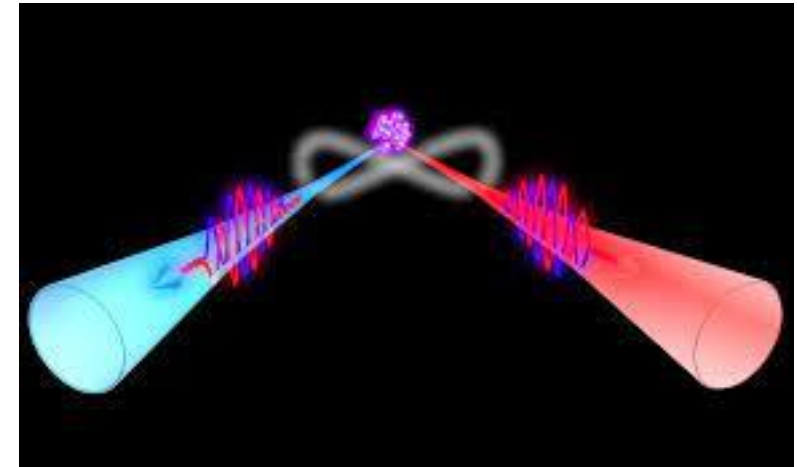
- **Összefonódott fotonpár források**
- Foton-szilárdtest interfészek
- Nagy érzékenységű detektorok
- Kvantum-bit architektúrák



Összefonódott fotonpárok

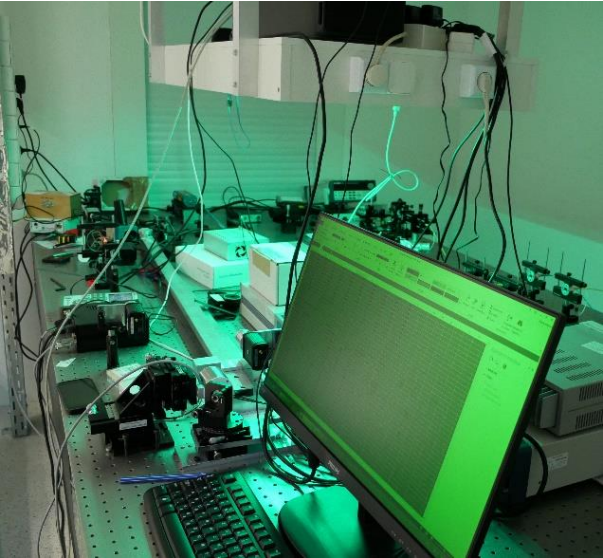


APS/ Alan Stonebraker



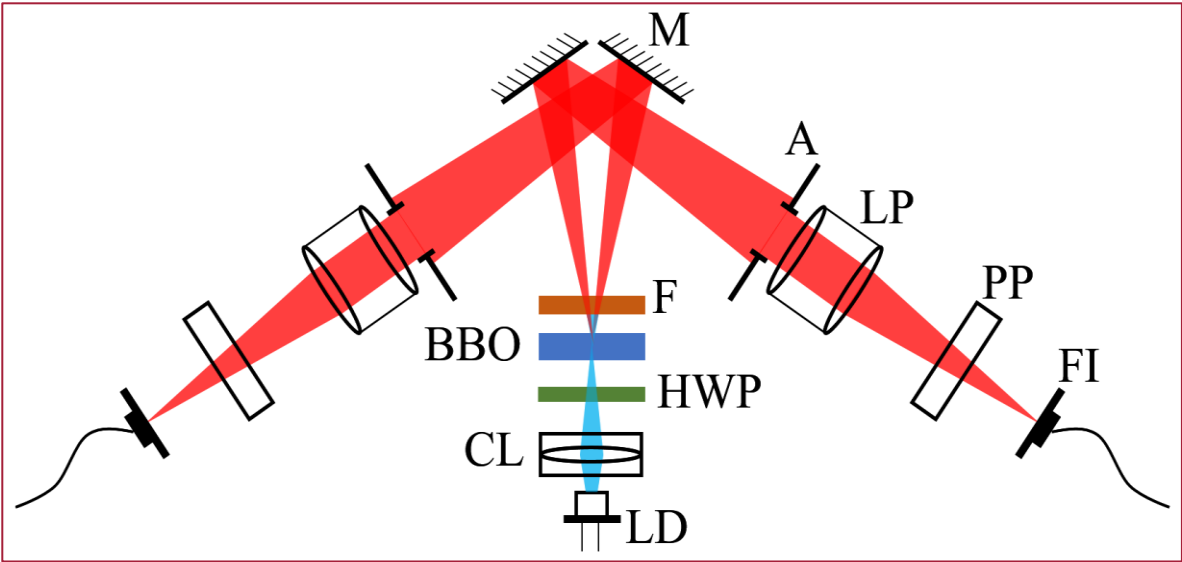
$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|V\rangle_1 |H\rangle_2 + |H\rangle_1 |V\rangle_2)$$

Fotonpár források



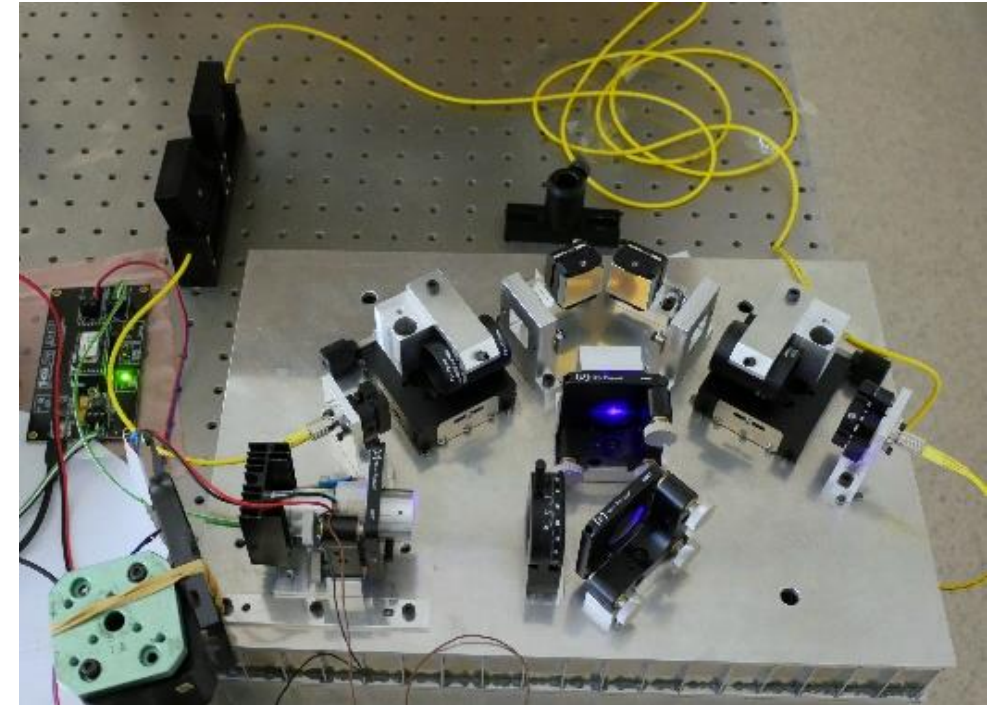
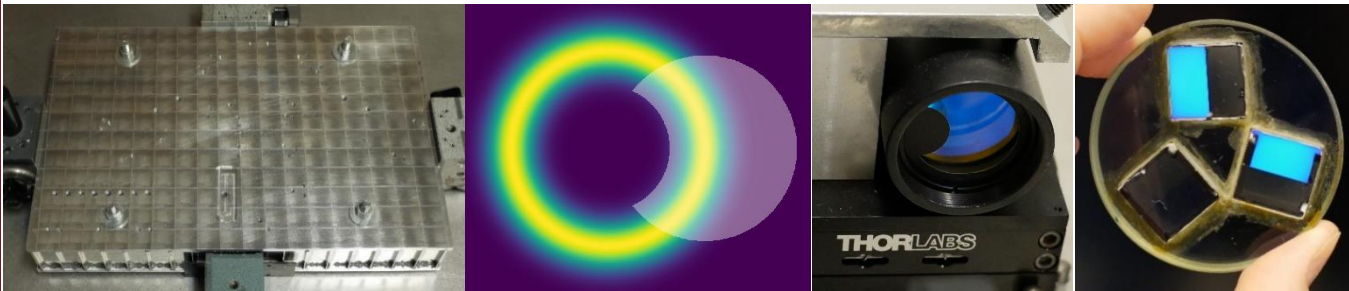
Kvantumfotonika Labor
(HunQTech projekt)

Cél : kompakt, szállítható, stabil, kis zajú, szálba csatolt foton-pár forrás



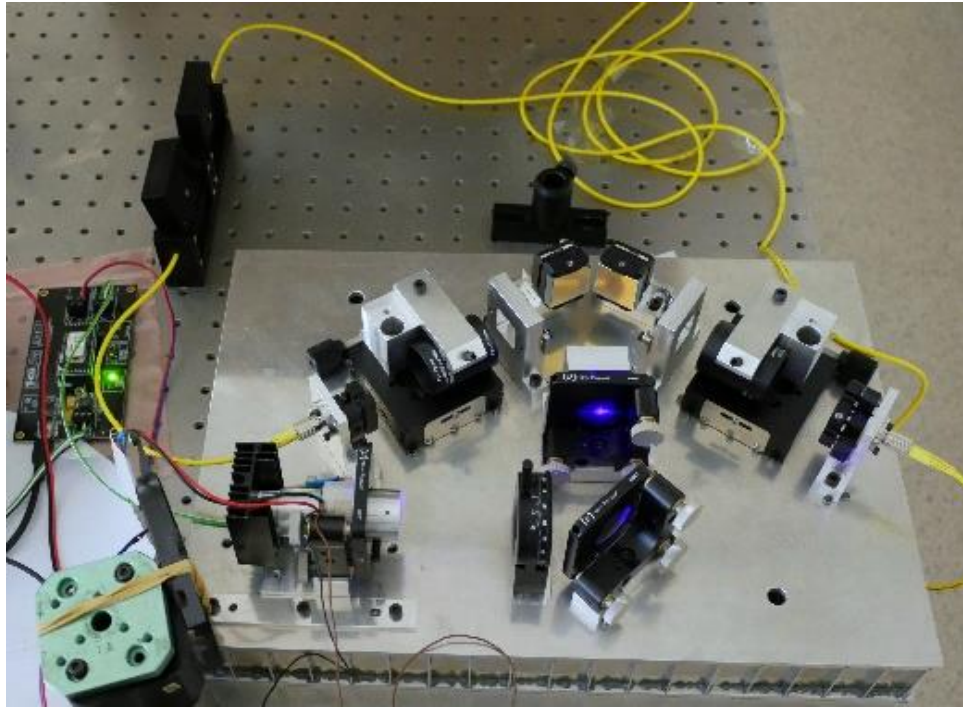
Technológiai fejlesztések

- Rezgésmentes platform
- Lézerdióda T (és λ) stabilizálás
- SNR növelés: speciális apertúra
- Polarizációs összefonódás hullámfront-osztással

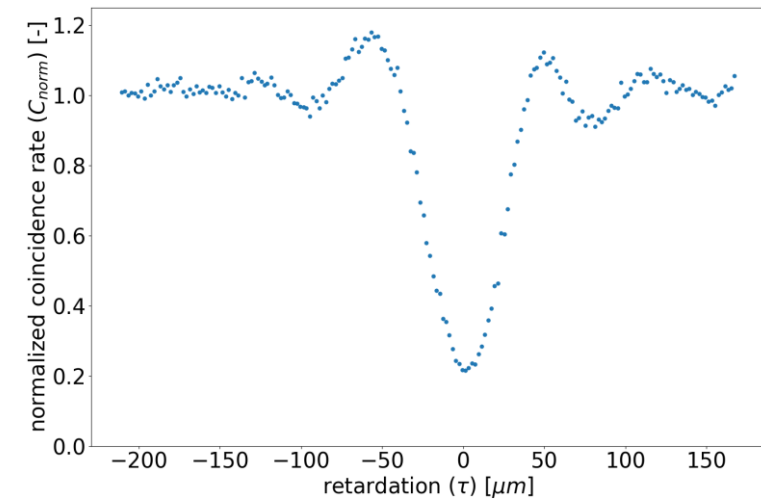
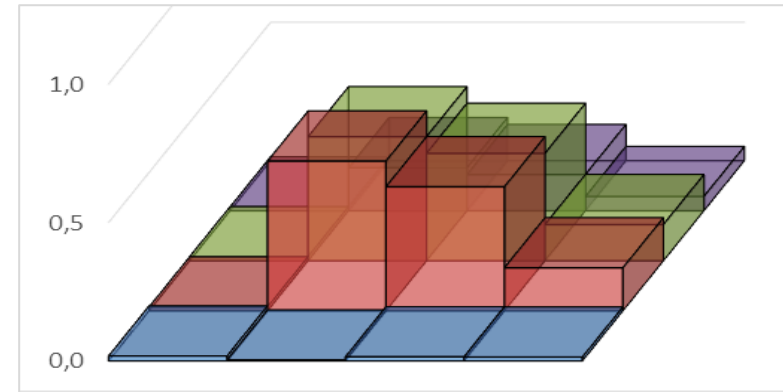


BBO(I)-összefonódott fotonpár
forrás

Fotonpár forrás tesztek



BBO(I)-összefonódott fotonpár
forrás



A kvantuminternet eszközei

- Összefonódott fotonpár források
- Foton-szilárdtest interfészek
- Nagy érzékenységű detektorok
- **Kvantum-bit architektúrák**

Kvantum-bit architektúrák

Szupravezető
kvantumbitek

Hibrid
architektúrák ?

Elektronspin
mesterséges atomok

Topologikus
kvantumszámítás?

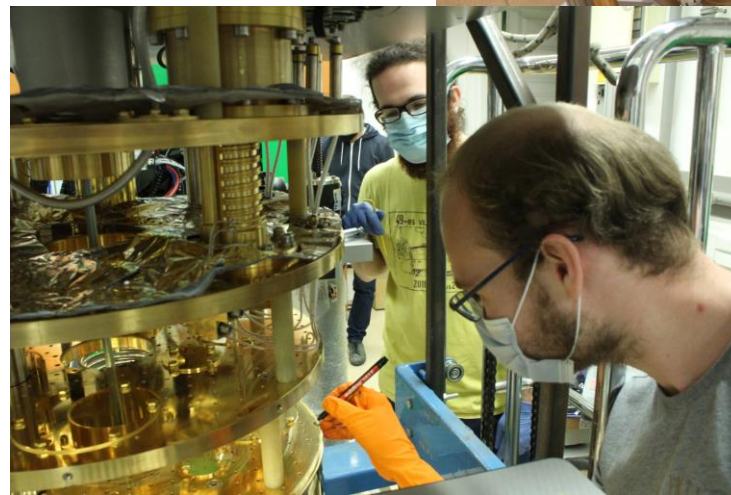
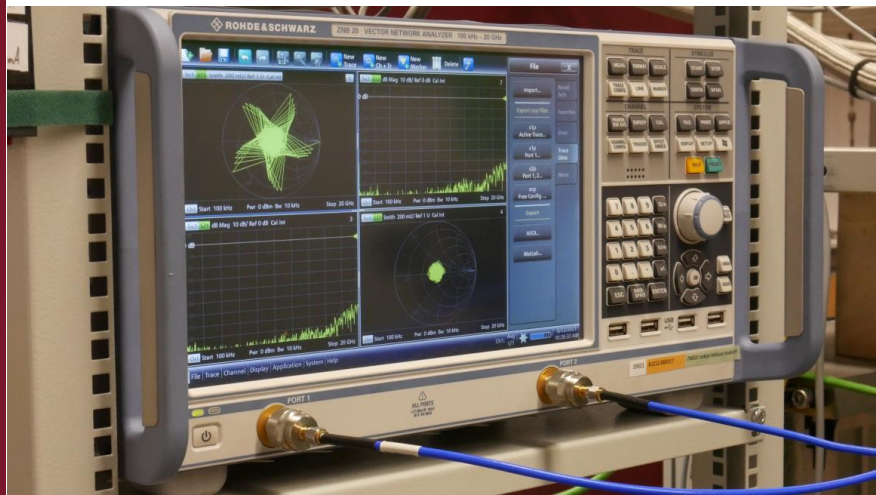
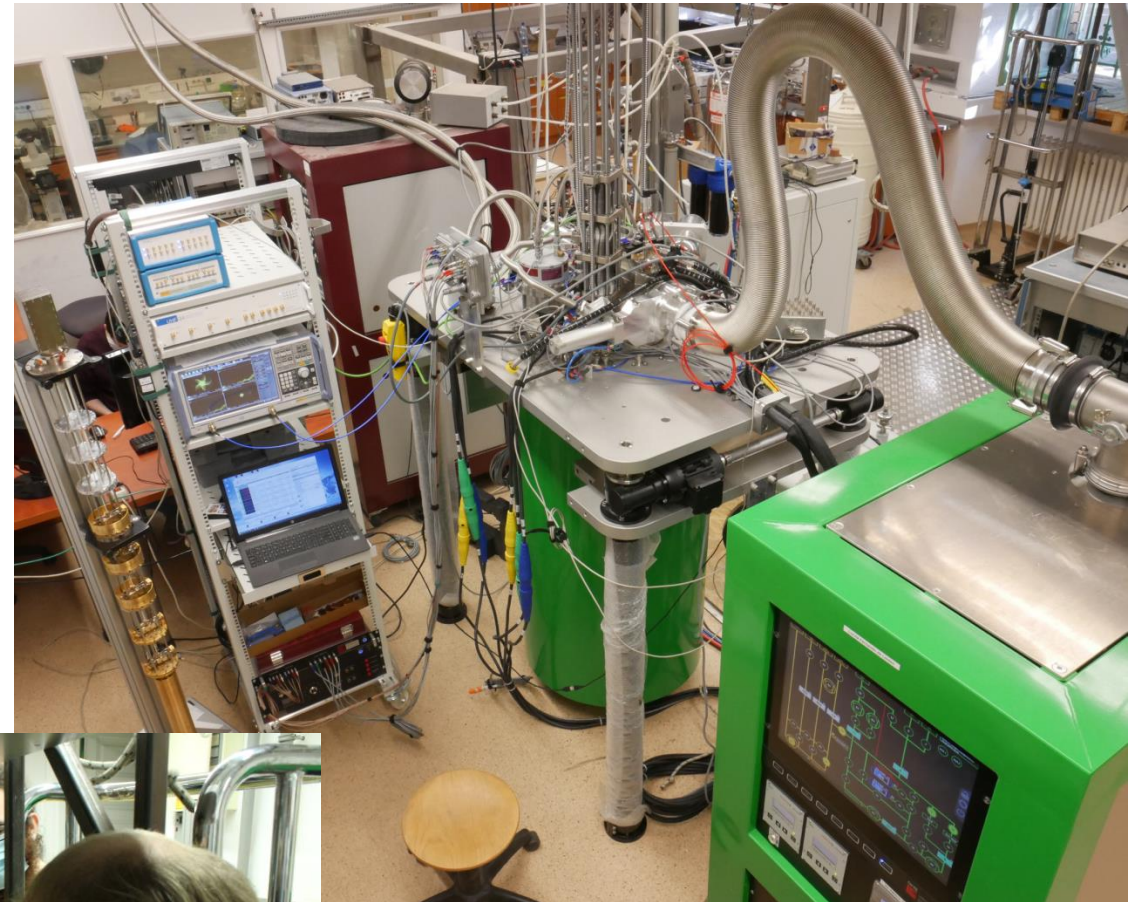
Ultrahideg atomok
(hiperfinom állapotok)

Hibrid szupravezető kvantumbitek

BME FI Kvantumtranszport
Laboratórium

+

EK-MFA Mikroelektronikai Laboratórium

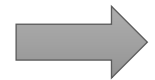


Hibrid szupravezető kvantumbitek

Célok

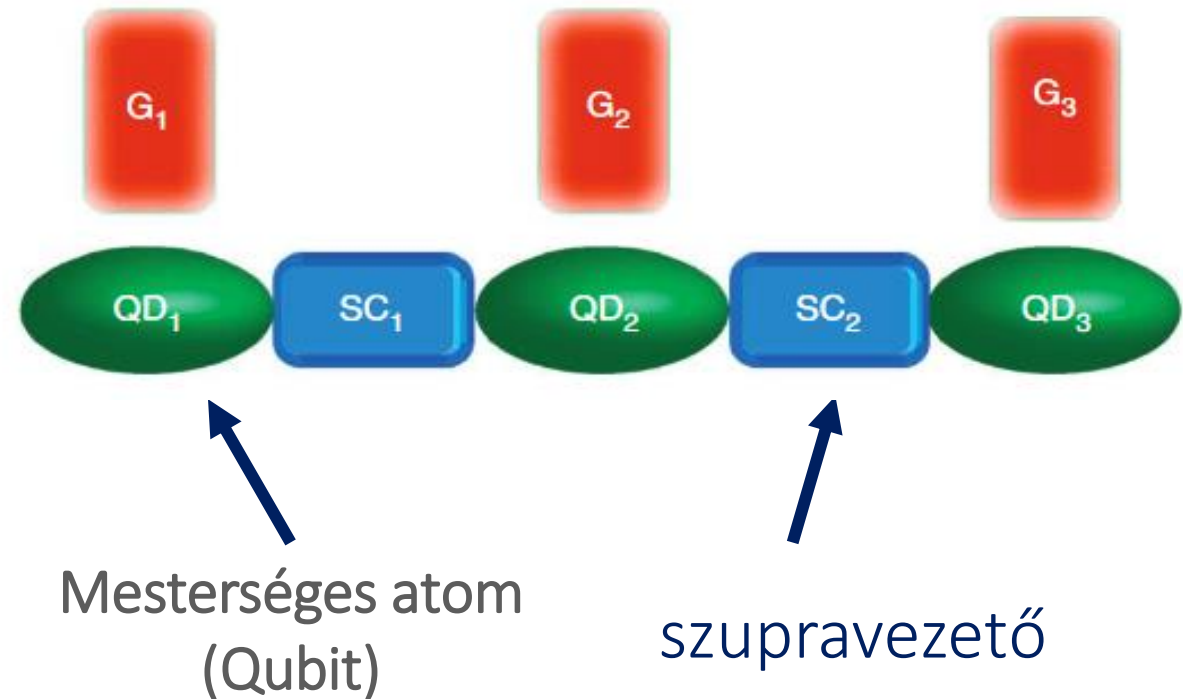
Új generációs Qubitek fejlesztése

Szupravezetők + mesterséges atomok
Topológikus szerkezetek

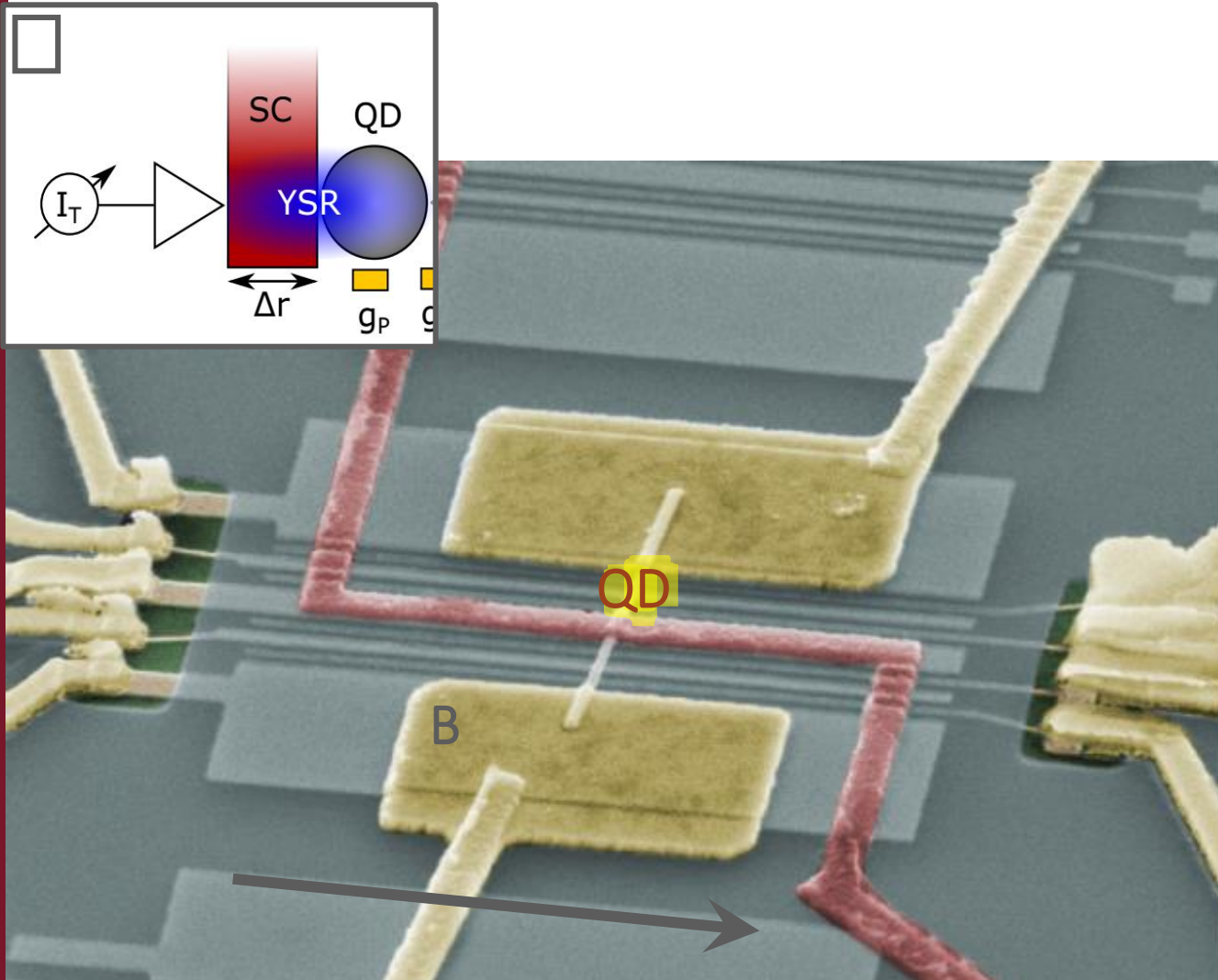


Andreev qubit
topologikus qubitek

- Mikrohullámú kiolvasás és manipuláció



Hibrid szupravezető kvantumbitek: egy QD rendszer

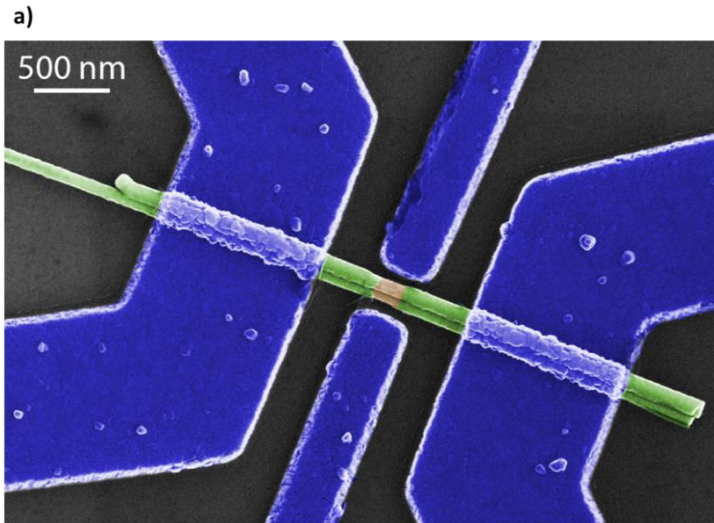


Transzport spektroszkópia

- Qubit távolságra kiterjed
- Erős Qubit csatolást tesz lehetővé

(Scherübl et al., Nature Communications, 2020)

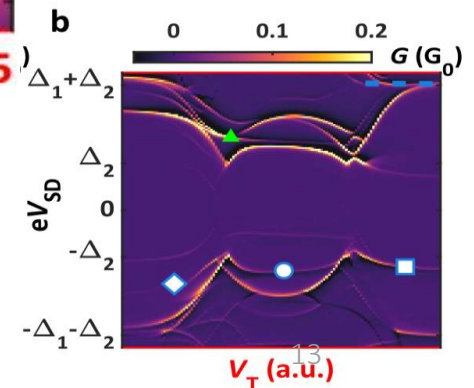
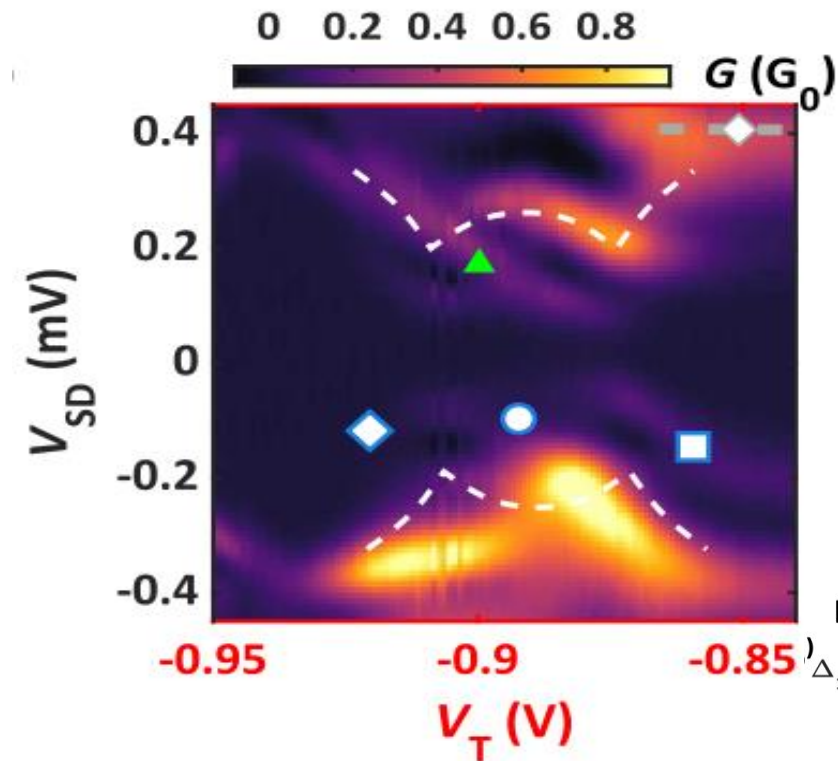
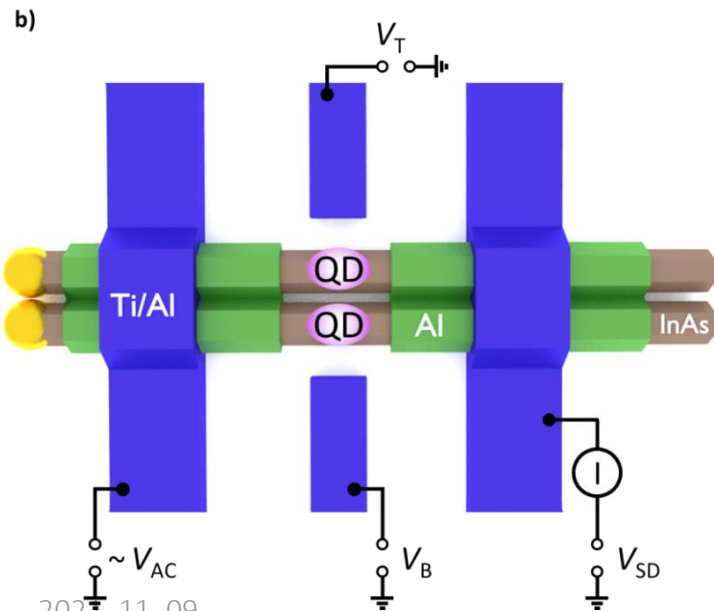
Hibrid szupravezető kvantumbitek: 2-QD rendszer



Rendszer:
Két InAs rúd
Al héjjal

Transzport spektroszkópia

Kürtössy et al., Nano Letters (2021)

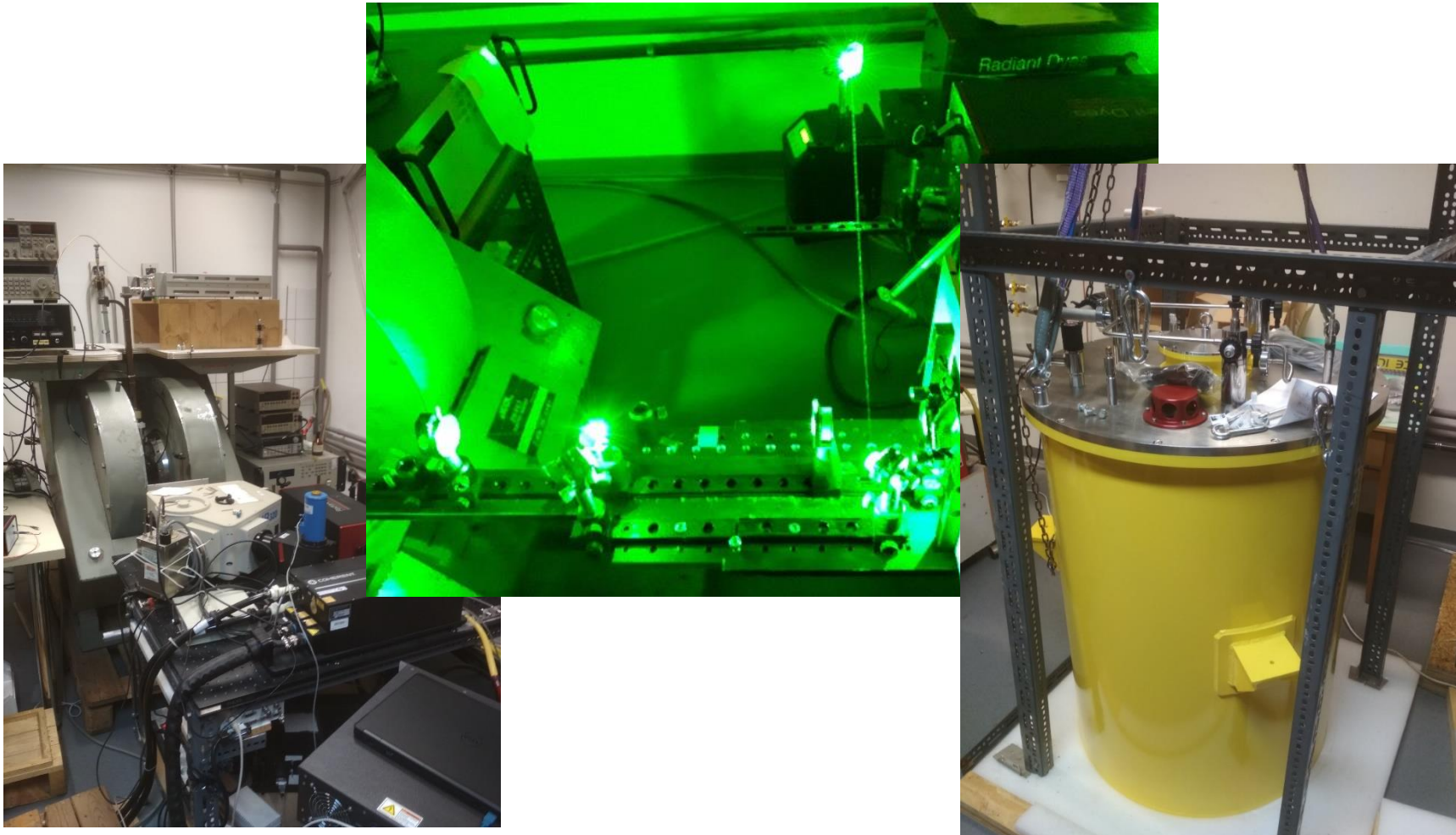


A kvantuminternet eszközei

- Összefonódott fotonpár források
- **Foton-szilárdtest interfészek**
- Nagy érzékenységű detektorok
- Kvantum-bit architektúrák



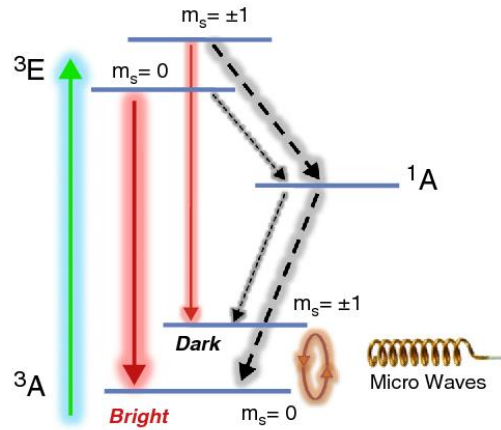
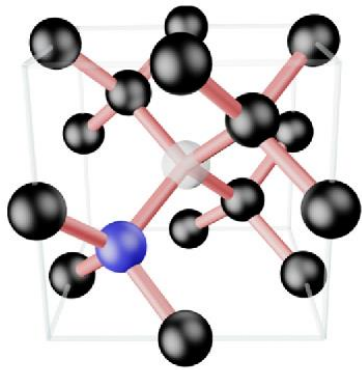
BME ODMR Laboratórium



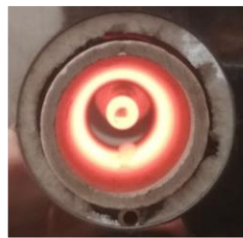
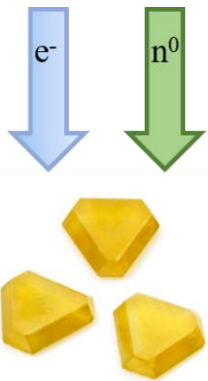
Egyedülálló
hangolható
lézeres gerjesztés

energiafelbontott
detektálás

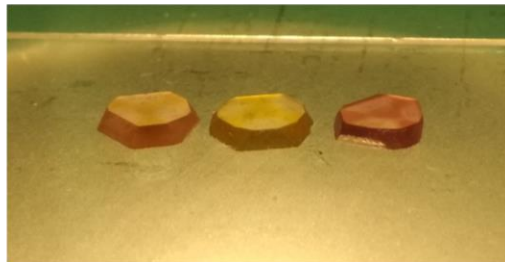
Nitrogén Vakancia centrumok előállításása



a gyémánt kristályokban nagy koncentrációban reaktoros besugárzással



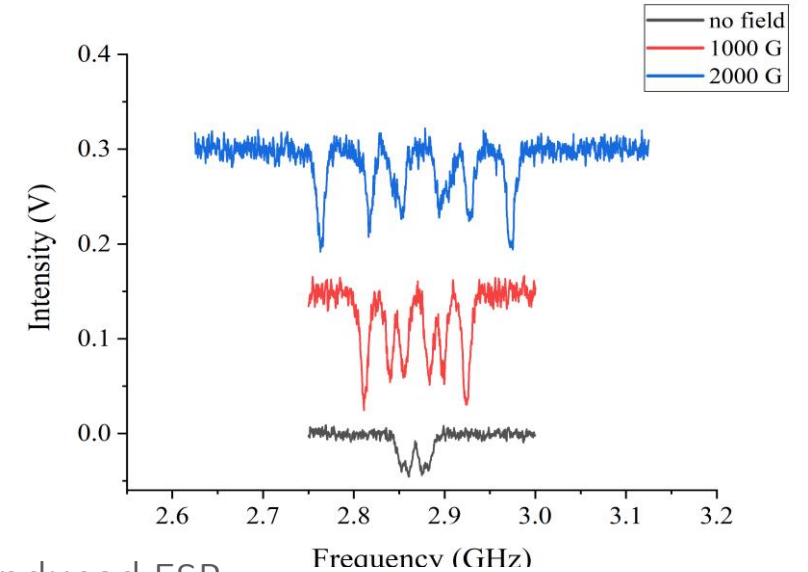
95% Ar+ 5% H₂
1000 °C; 2h



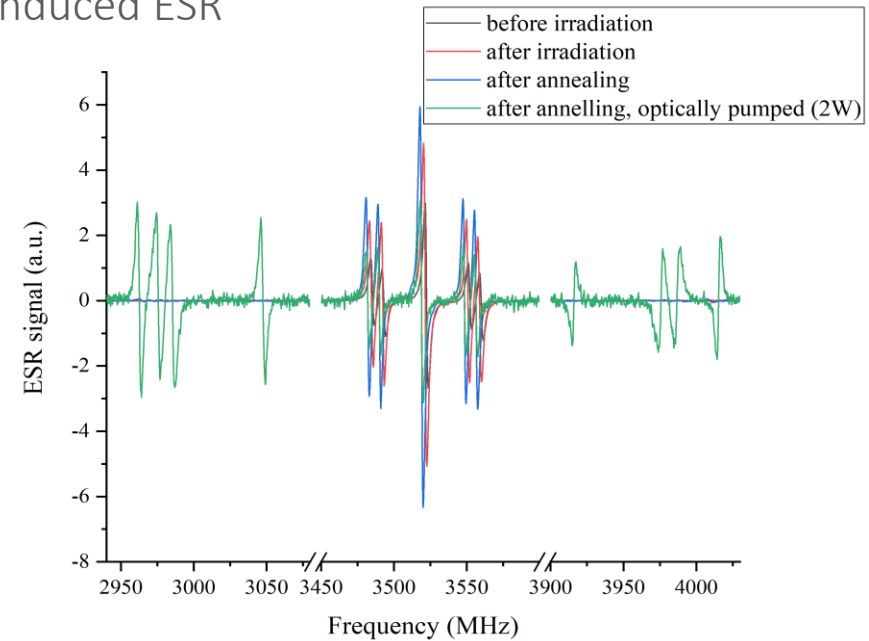
2021. 11. 09.

Magyar Tudomány Ünnepe 2021

ODMR



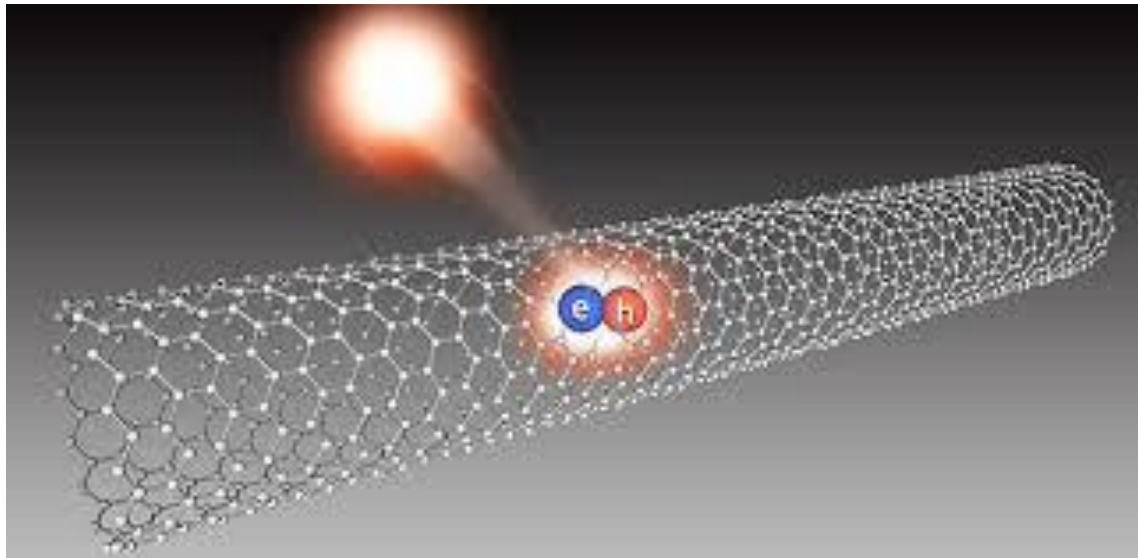
Light-induced ESR



Kollarics et al Carbon, 2021

Triplet excitonok nanocsövekben

Interfészek? Adattárolók?



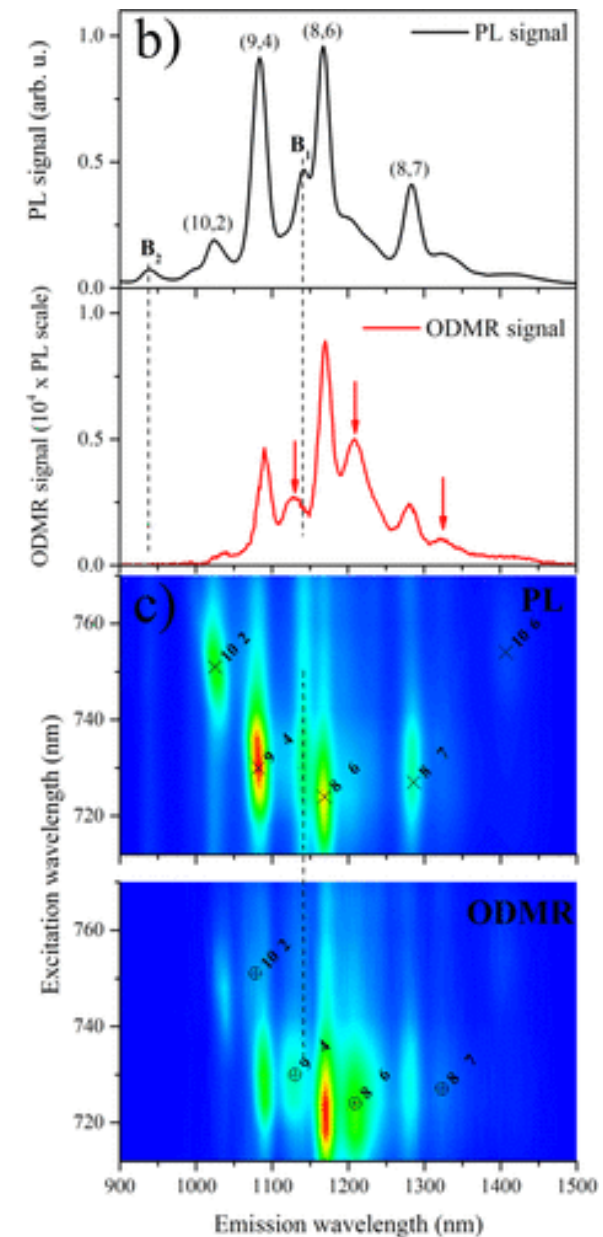
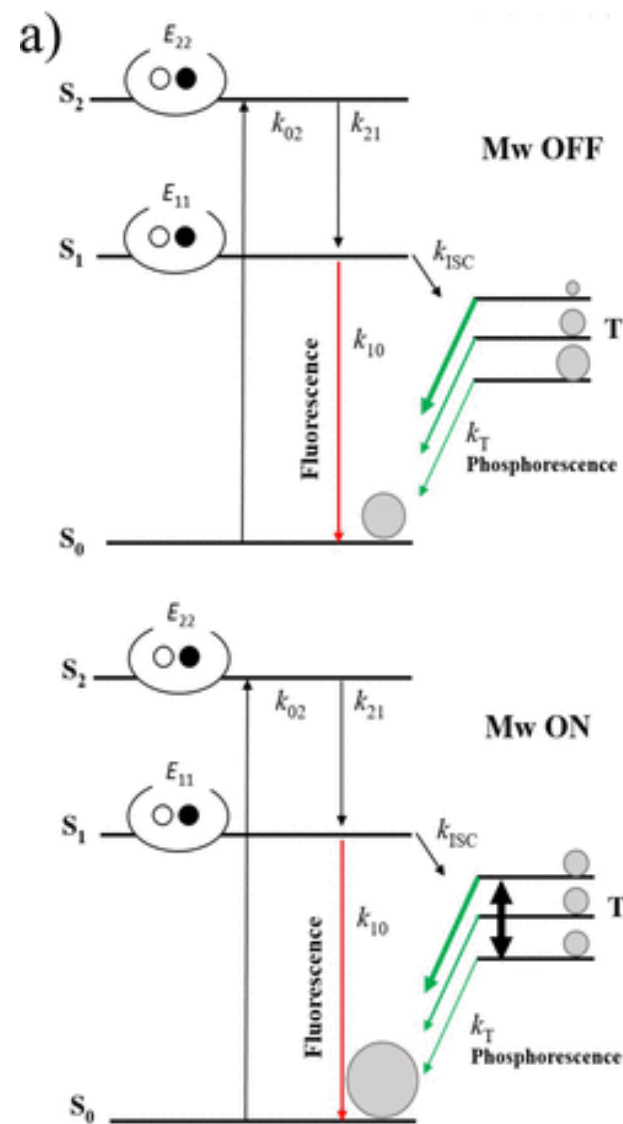
Palotás *et al.*, ACS Nano 2020.

Excitonok ODMR spektruma

Hangolható hullámhossz tartomány

Telekom O-band ?

Palotás *et al.*, ACS Nano 2020.



Köszönjük a figyelmet!



A kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatta a Kvantuminformatika Nemzeti Laboratórium keretében.

This research was supported by the Ministry of Innovation and Technology and the National Research, Development and Innovation Office within the Quantum Information National Laboratory of Hungary.