

Szép és hasznos kvantummechanika

Gesztai Tamás

ELTE Komplex Rendszerek Fizikája
Tanszék

Az elektron nem golyócska, hanem hullám

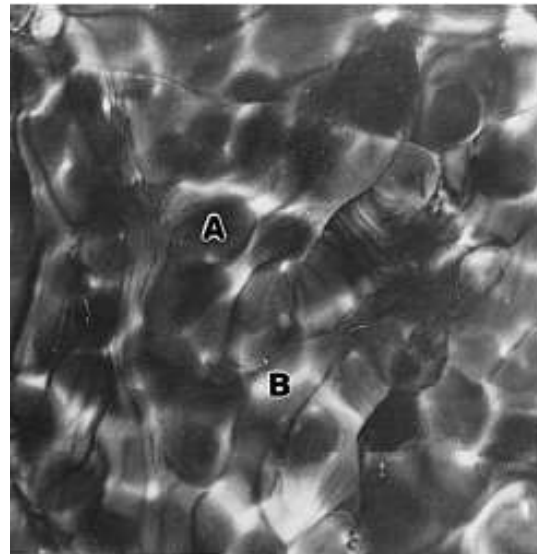
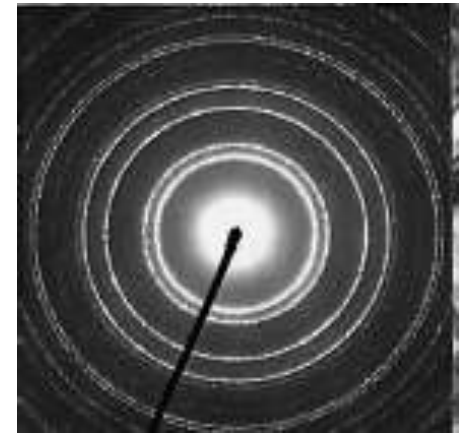
interferencia: Davisson-Germer 1927

ma: elektronmikroszkópban egy gomb



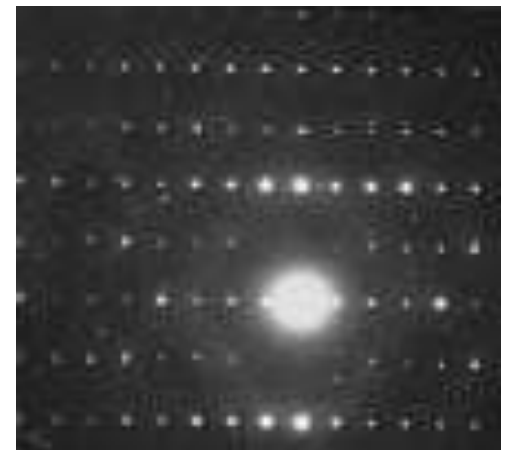
ezüst vékonyréteg

(polikristály)

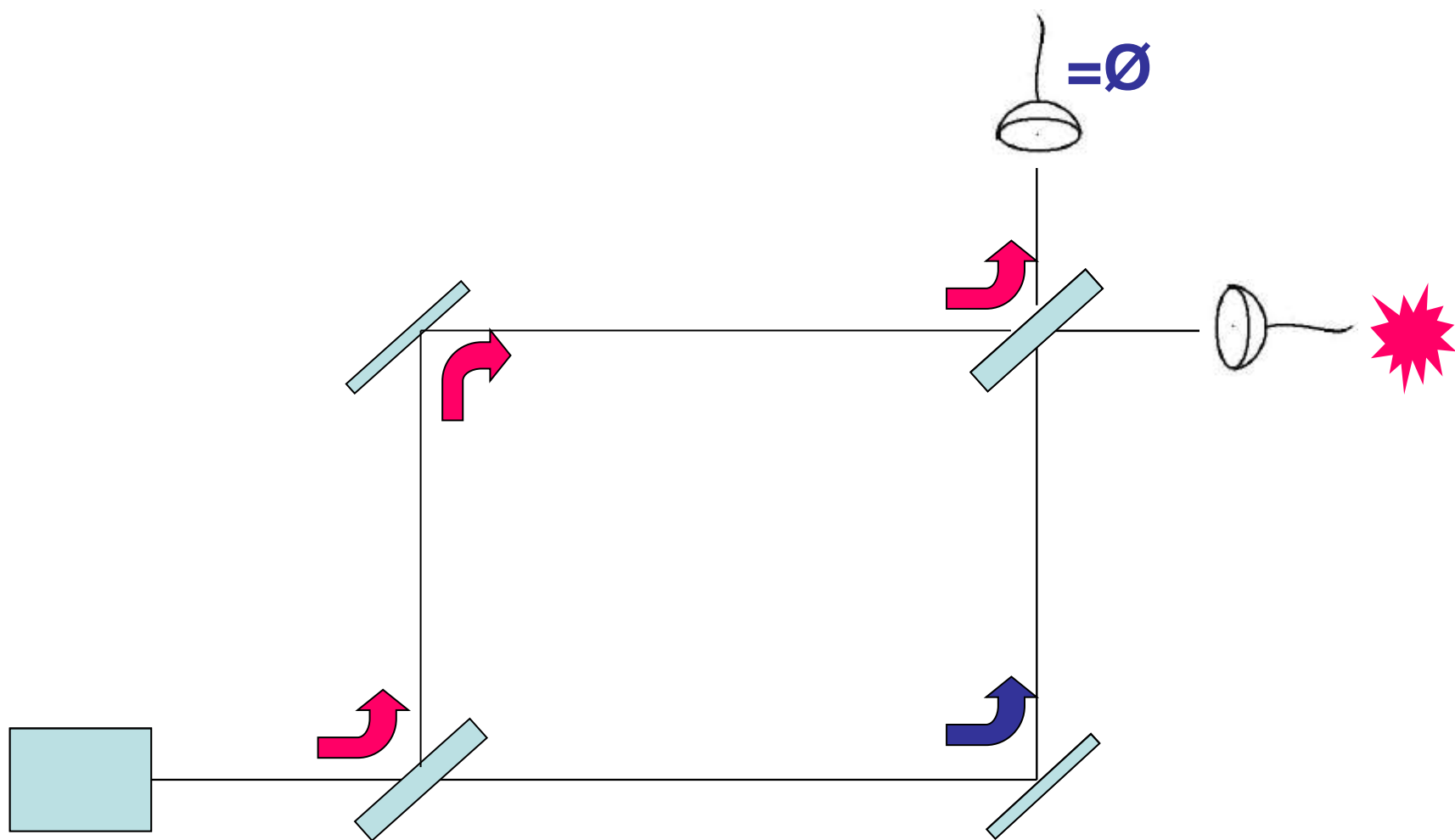


ugyanaz,
rápárolgatott
szelénréteggel

(az is polikristály??)



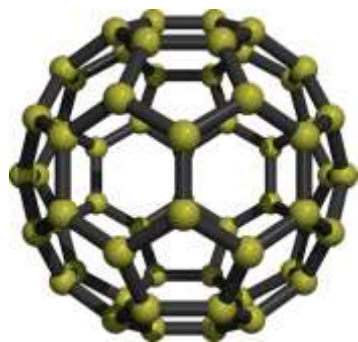
A neutron nem golyócska, hanem hullám *interferencia: Rauch 1974*



Az atom nem golyócska, hanem hullám

*interferencia: a nehézség a detektálás;
a jó hír: meg lehet oldani*

A C_{60} molekula nem golyócska, hanem hullám



interferencia: Zeilinger-Arndt 1999

A ribizliszem nem golyócska, hanem hullám

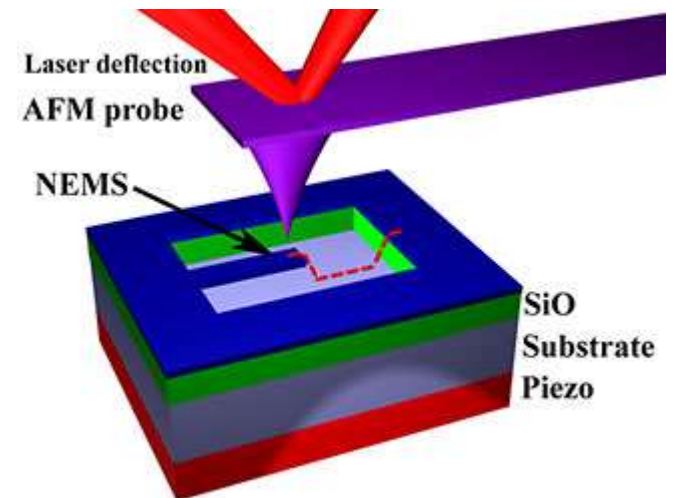
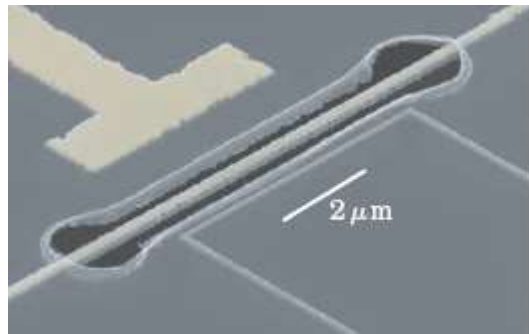
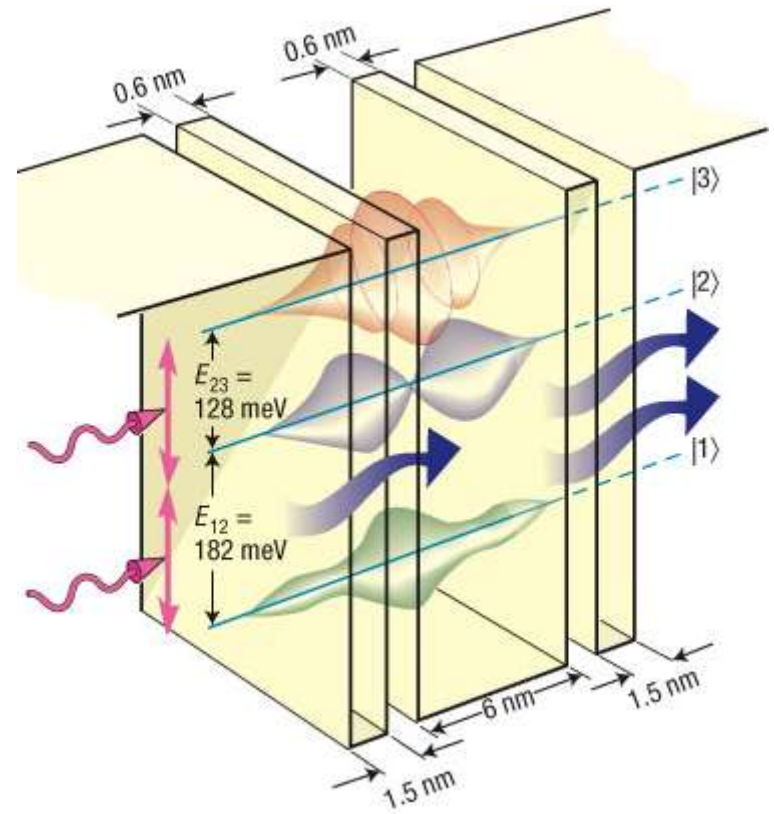
????????????

Hol a határ?

méret?

félvezető nanostruktúrák

tömeg?



nanomechanikai oszcillátorok

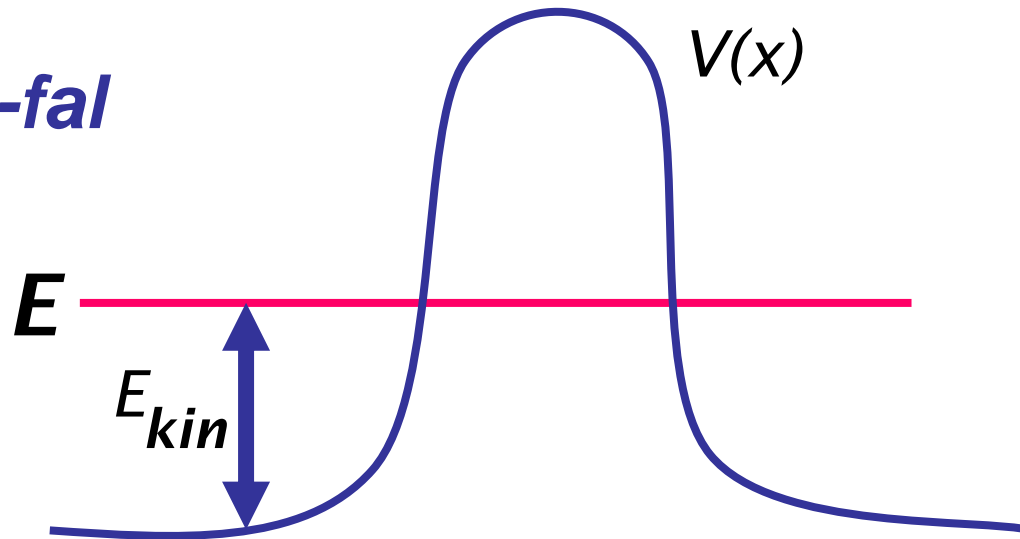
alagút-effektus

Át lehet menni a falon?

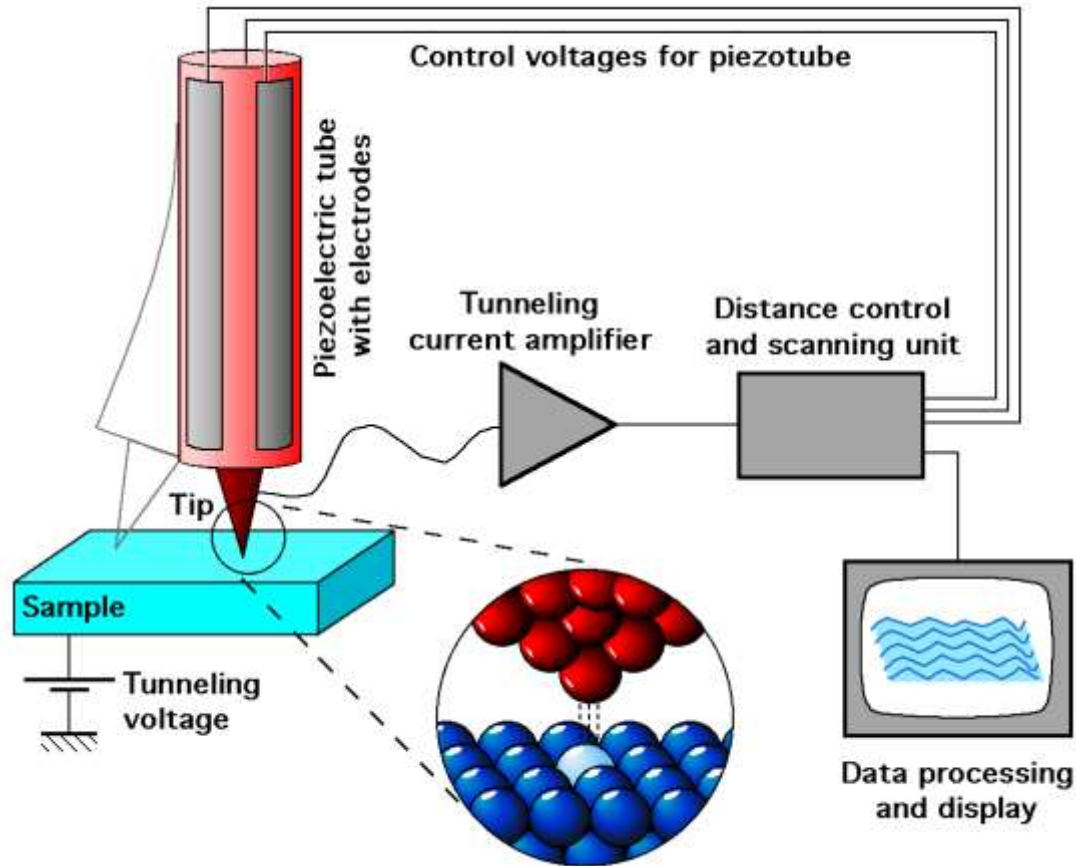
Harry Potter video:

<http://www.youtube.com/watch?v=yhFI5a33Xkw>

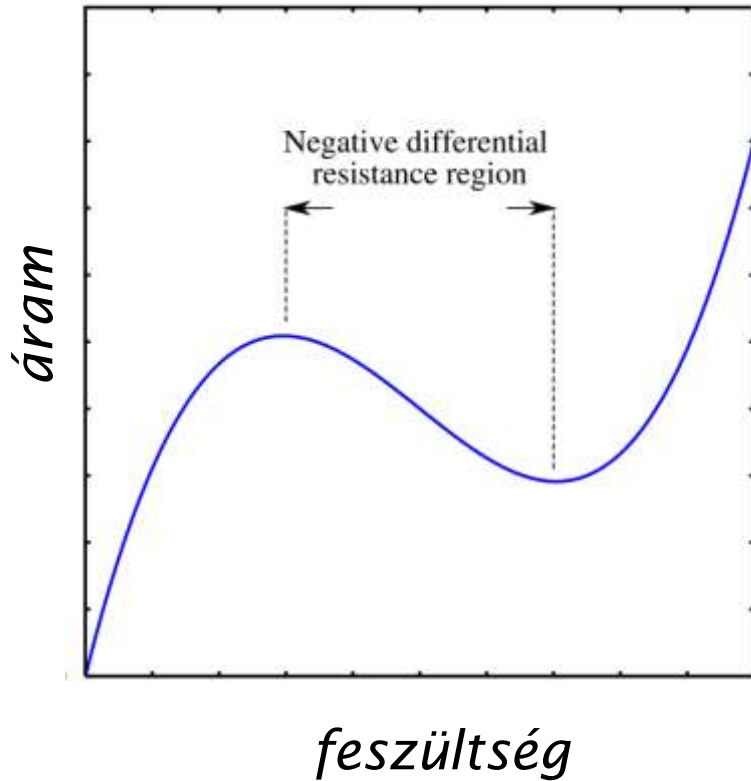
potenciál-fal



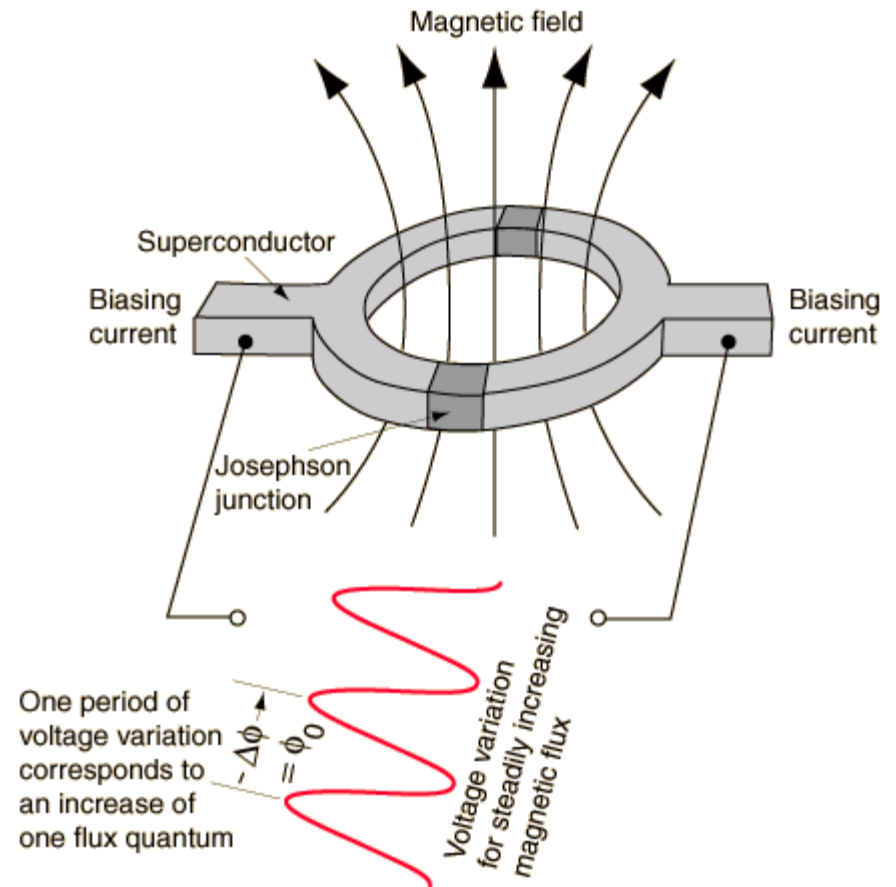
egy hullám át tud menni a falon!



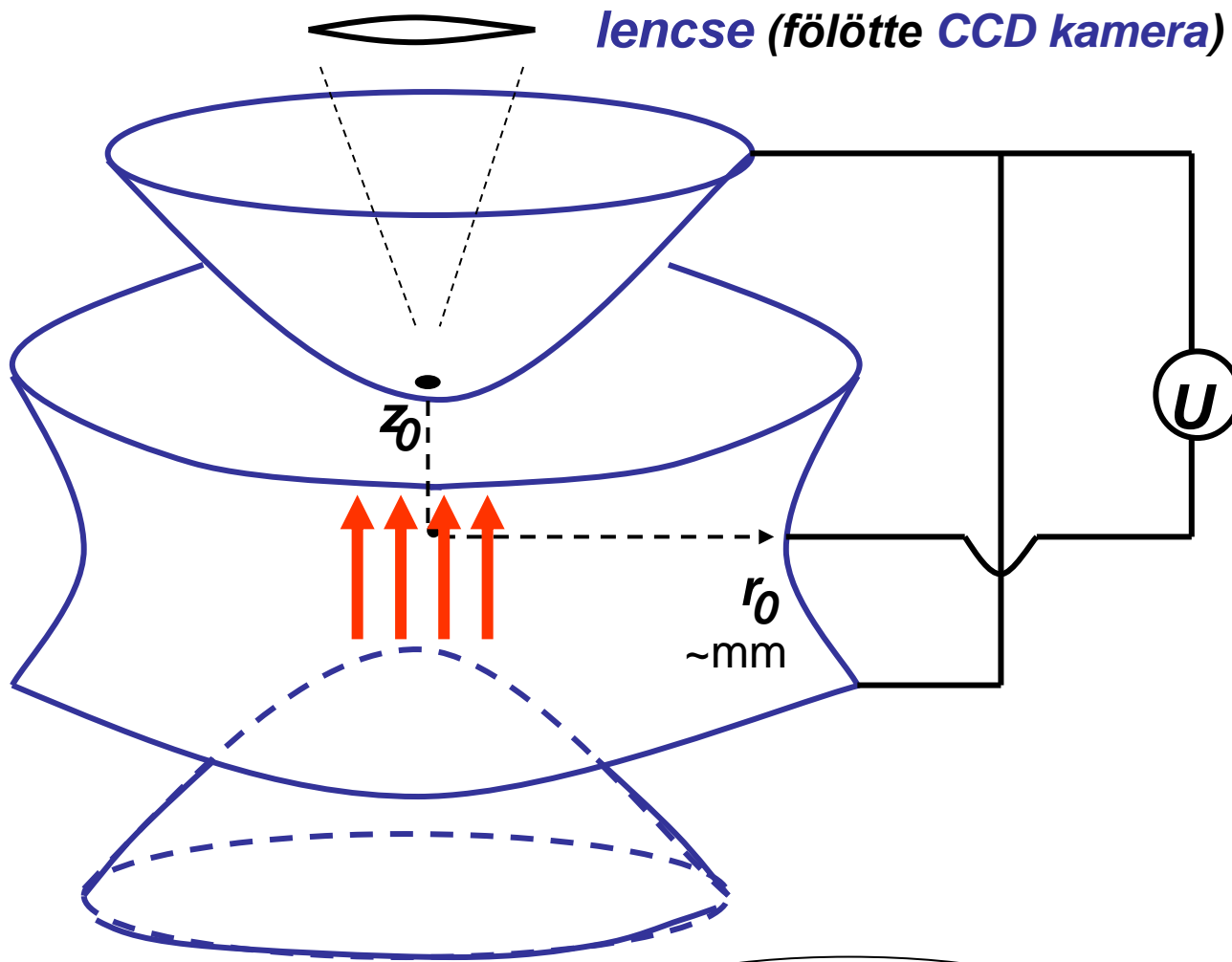
- Esaki dióda: mikrohullámú oszcillátor



- Josephson dióda: magnetométer



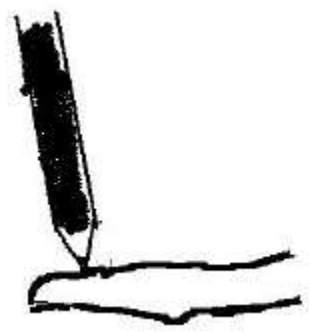
IONCSAPDA



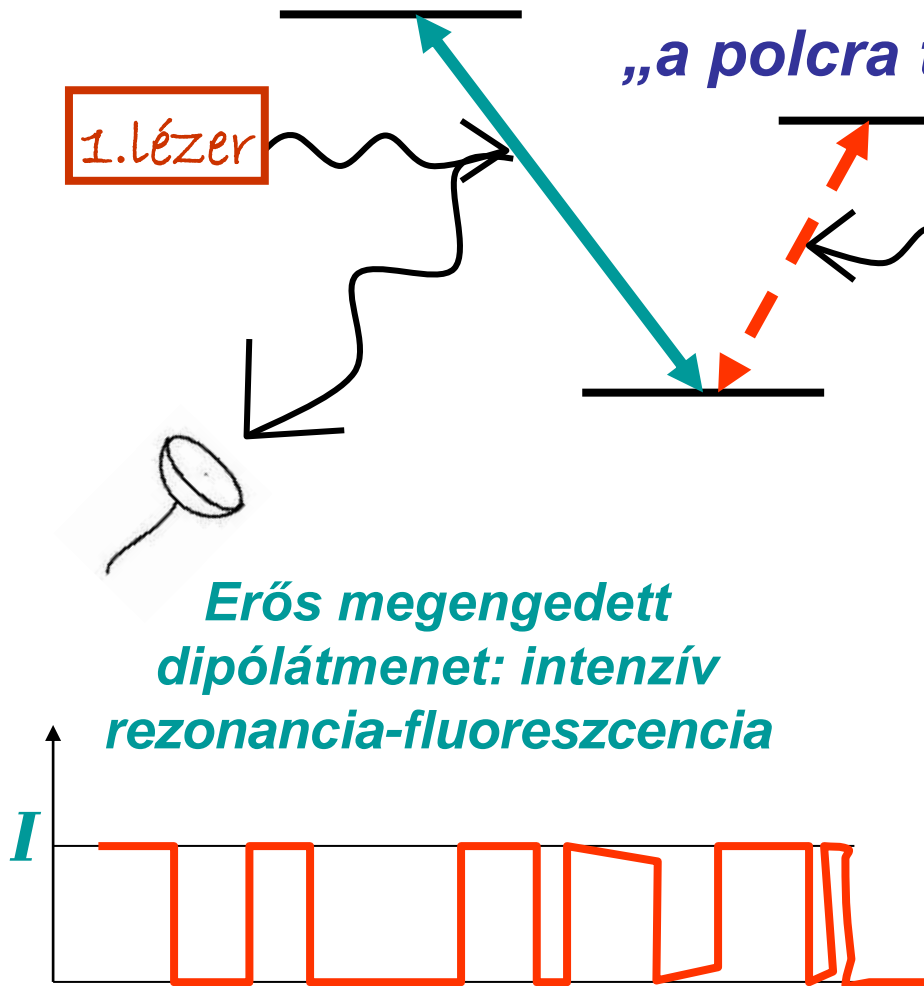
+ stabilizálás:

Penning ~ 1930:
 B (~1 Tesla):
Lorentz-erő

Paul ~ 1955:
 $U = U_0 + V_0 \cos(\Omega t)$



Egy híres (Nobel-díjas) alkalmazás:
KVANTUM-UGRÁSOK (Dehmelt)
háromszintű csapdázott-hűtött ionon



*Erős megengedett
dipólátmenet: intenzív
rezonancia-fluoreszcencia*

„a polcra tett elektron”

*gyenge tiltott átmenet, de
néha ez következik be!
Ilyenkor a rezonancia-
fluoreszcencia
MEGSZAKAD,*

*de csak ha a 2. lézer pontosan
eltalálta a tiltott nívót:
**EZ A LEGPONTOSABB
SPEKTROSKÓPIA,
mert a tiltott nívók a
LEGÉLESEBBEK!***

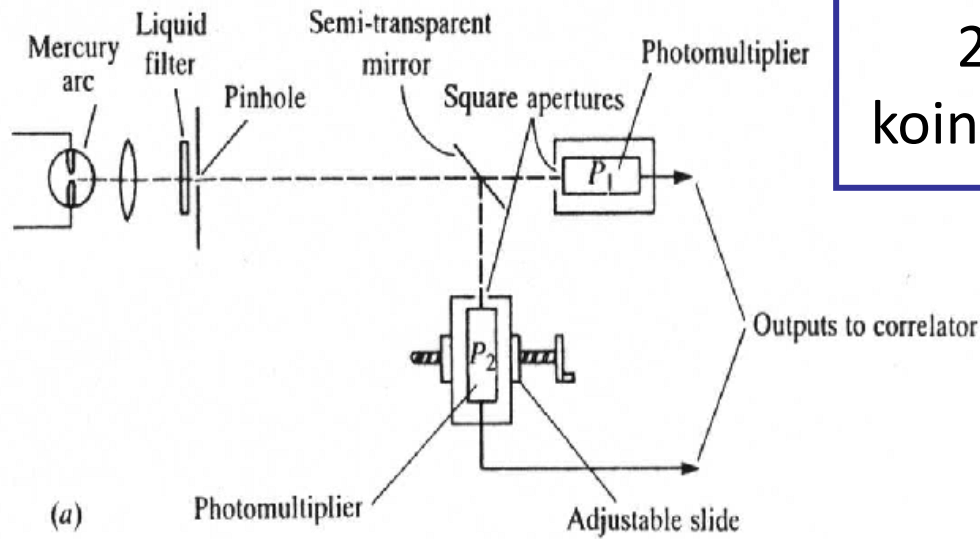
- Összefonódás (entanglement):

nem ahány részecske annyi hullám,

hanem az egész egyetlen hullám,
egyetlen sors

Einstein 1905: a fény $h\nu$ energiájú **fotonokból** áll,
de a fotonok sokszor együtt járnak, **összefonódva**.

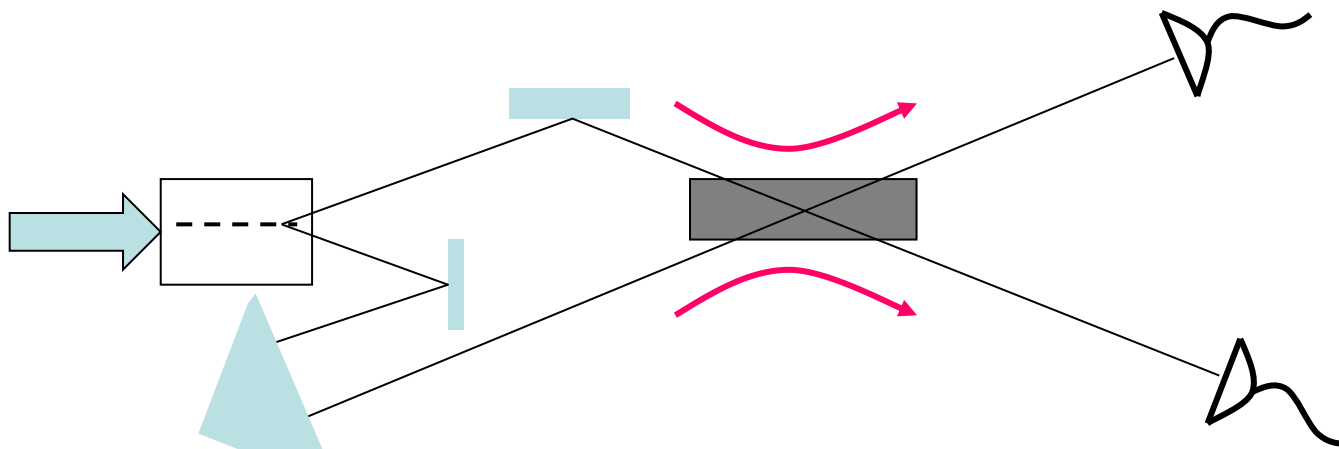
2 foton megfigyeléséhez
2 detektor kell, meg egy
koincidencia – számláló áramkör



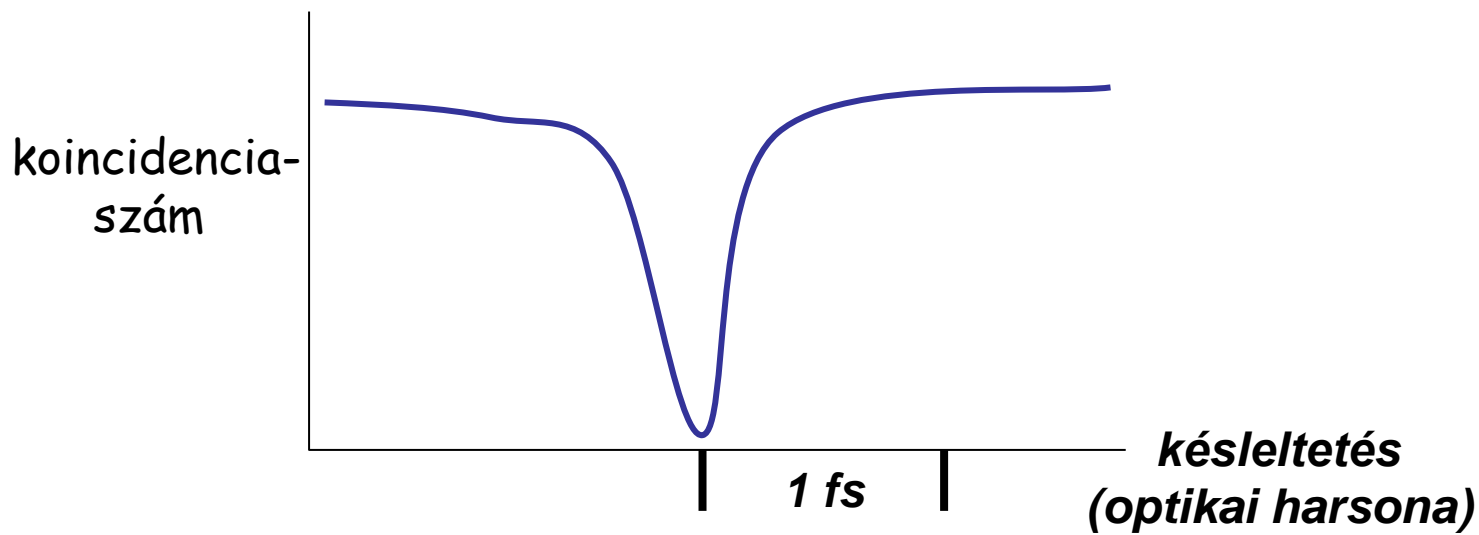
**Hanbury-Brown és Twiss,
1956**

Sirius: 8,6 fényévyire
 $\text{Ø} = 2,5$ millió km
(3 cm / 1000 km)





*optikai harsona:
késleltető, 0.1 fs
pontossággal*





Schrödinger macskája:

élő és halott szuperpozíciója

„mezoszkopikus” méretekben
megvalósítható:

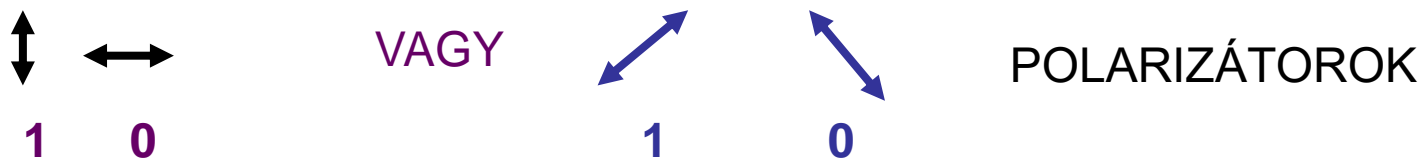
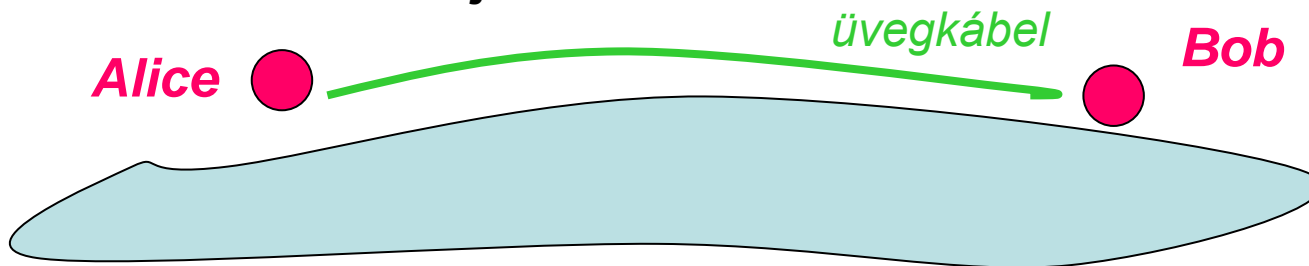
INFORMÁCIÓTÁROLÁS

igen – nem: 1 bit

igen és nem szuperpozíciói: 1 QUBIT

*Fizikai hordozói: töltés, áram, fénypolarizáció, spin stb.
kicsiny szerkezetekben,
a koherencia megőrzésével*

Egy titkos kulcs, pl. 01110100110... megosztása a partnerrel:
 kódoljuk bele **egyes fotonok** polarizációjába,
 az egyes fotonok megfigyelése **kvantummérés**, amely nyomot hagy
 a fotonok statisztikáján



• Alice elküld egy bit-sorozatot, véletlenszerűen kiválasztott polarizátorain át



• Bob ezt leolvassa a maga véletlenszerűen kiválasztott polarizátoraival



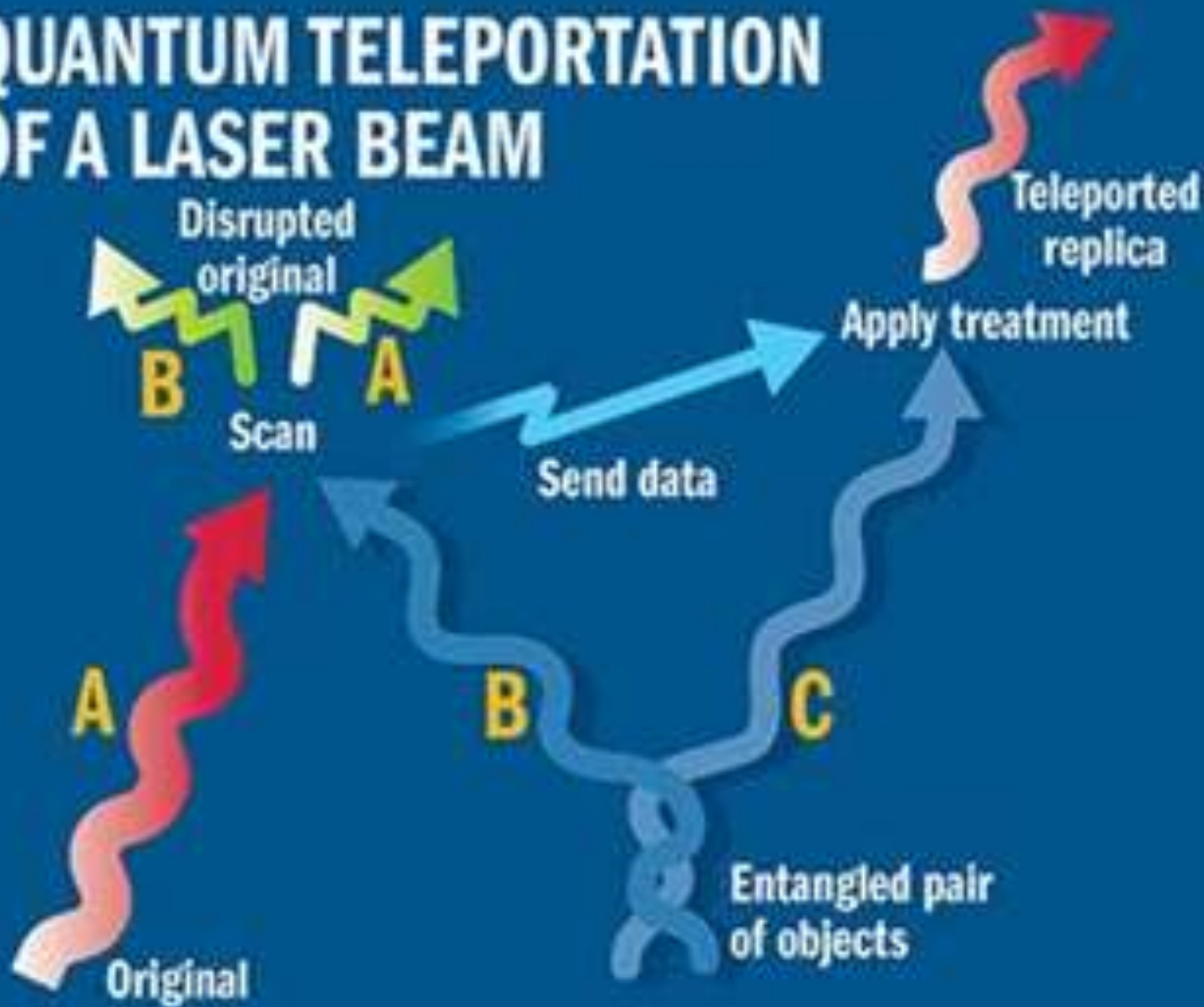
• Utólag nyilvános telefonon megbeszélik, mikor használtak azonos polarizátor-állást

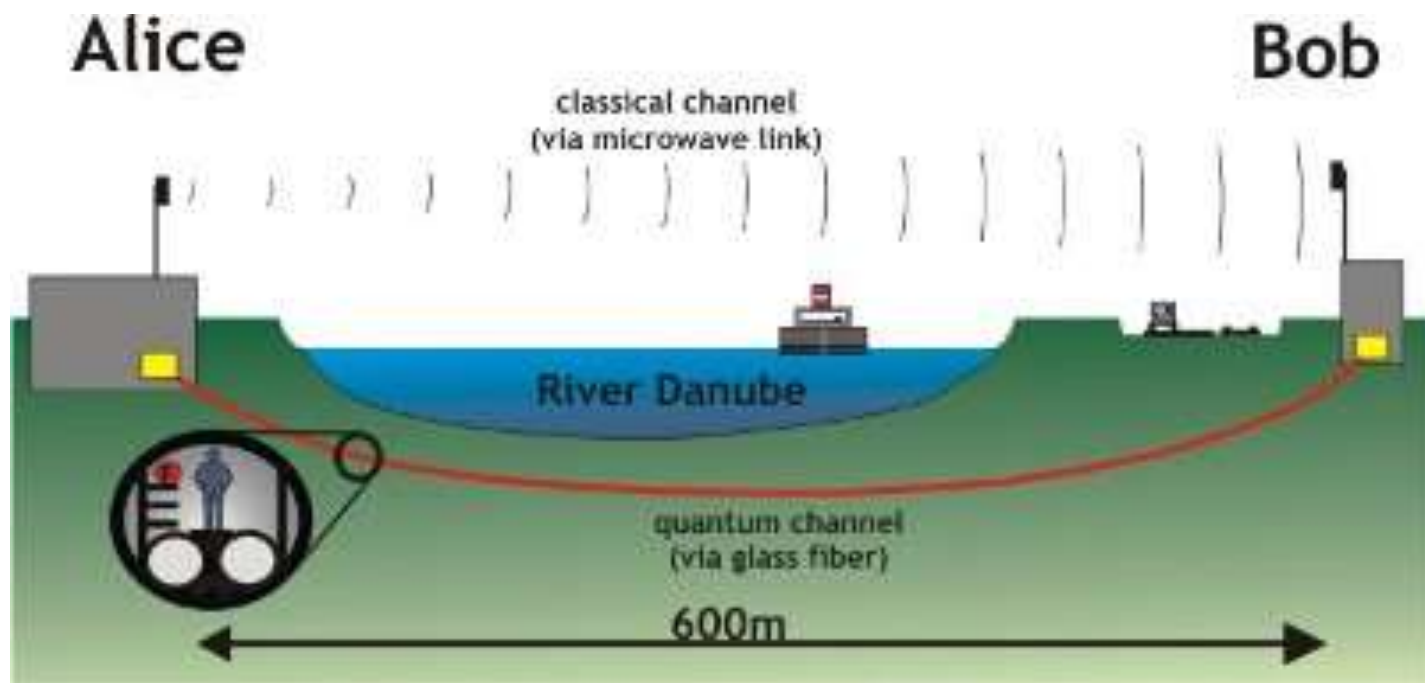
• Az ezeknek megfelelő biteket felírják, és titkos kódnak használják

1 1 1 0

• Feláldozzák a kód egy részét, hogy észrevegyék az esetleges **lehallgatást**

QUANTUM TELEPORTATION OF A LASER BEAM





- a kvantummechanika varázslatos fejezete a fizikának, nélküle nem értenénk a világot
- kvantumjelenségekkel tele van az életünk
- direkt alkalmazások: távközlés, mobiltelefon, digitális fényképezőgép
- fizikusoknak és barátaiknak való alkalmazások: finom és hatékony mérések
- a jövő alkalmazásai:
kvantum-információkezelés