Kvantumbitek szén nanostruktúrákban

Pályi András

ELTE Anyagfizikai Tanszék Universität Konstanz, Németország





Spin-qubitek szilárdtestben

1

 $|0\rangle$

 $|1\rangle$

• qubit
$$\Psi = lpha |0
angle + eta |1
angle = \left(egin{array}{c} lpha \\ eta \end{array}
ight)$$

 $P_{x,y,z} = \langle \Psi | s_{x,y,z} | \Psi
angle$



$$|0\rangle = |1\rangle = -$$

kvantum dot: elektroncsapda, kicserélődési kcsh

kvantum dot elektródák 2D elektrongáz (2DEG) ۷_{g1} ر Ý_{g2} , kicserélődési kölcsönhatás Loss & DiVincenzo, Phys. Rev. A (1998).



























































Kvantumbitek szén nanostruktúrákban: Motiváció





Kvantumbitek szén nanostruktúrákban: Motiváció



Kvantumbitek szén nanostruktúrákban: Motiváció



Kvantumdotok szén nanostruktúrákban

szén nanocső



Tans et al., Nature 1997

formára szabott grafén lap



Stampfer et al., Nano Lett. 2008



A valley (= izospin) szabadsági fok grafénben



ábrák: Beenakker RMP 2009

A valley (= izospin) szabadsági fok grafénben



ábrák: Beenakker RMP 2009

Az izospin szén nanocsövekben

periodikus határfeltétel => momentum-kvantálás



izospin = perdület izospin + töltés = **mágneses momentum**

ábra: Kuemmeth et al., Mat. Today 2010





ábrák: Kuemmeth et al., Mat. Today 2010, Churchill et al. Nat. Phys. 2009





Kísérlet: Basel, Delft, Harvard, Cornell, Koppenhága, ...



ábrák: Kuemmeth et al., Mat. Today 2010, Churchill et al. Nat. Phys. 2009





Kísérlet: Basel, Delft, Harvard, Cornell, Koppenhága, ...



ábrák: Kuemmeth et al., Mat. Today 2010, Churchill et al. Nat. Phys. 2009











Izospin-dinamika?

(atomi rendezetlenség a 2x2-es izospin-Hamiltoniban?)



Izospin-dinamika?

(atomi rendezetlenség a 2x2-es izospin-Hamiltoniban?)

Fenomenológia:

 $H_{\rm dis} = \delta \left(|K\rangle \langle K| - |K'\rangle \langle K'| \right) + \left(b|K\rangle \langle K'| + {\rm h.c.} \right)$



Izospin-dinamika?

(atomi rendezetlenség a 2x2-es izospin-Hamiltoniban?)

Fenomenológia:

$$H_{\rm dis} = \frac{\delta(|K\rangle\langle K| + K'\rangle\langle K'|)}{\mathsf{id} \delta \mathsf{t} \mathsf{u} \mathsf{k} \mathsf{r} \mathsf{o} \mathsf{z} \mathsf{e} \mathsf{s}} + (b|K\rangle\langle K'| + \mathrm{h.c.})$$



Izospin-dinamika? (atomi rendezetlenség a 2x2-es izospin-Hamiltoniban?)

Fenomenológia:

 $H_{\rm dis} = \frac{\delta(|K\rangle\langle K| + K'\rangle\langle K'|)}{\mathsf{id} \delta \mathsf{t} \mathsf{u} \mathsf{k} \mathsf{r} \mathsf{o} \mathsf{z} \mathsf{e} \mathsf{s}} + (b|K\rangle\langle K'| + \mathrm{h.c.})$

Szoros kötésű modell:

$$b = \sum_{i \in \text{sites}} \psi_i^{(K)*} U_i \psi_i^{(K')}$$

- hullámfüggvény
- szennyezők on-site energiája











Teljes izospin-Hamiltoni
$$H_{izo} = \mu_{izo}B_{\parallel} (|K\rangle\langle K| - |K'\rangle\langle K'|) + (b + b_{ac}\sin\omega t)|K\rangle\langle K'| + h.c.$$



Összefoglalás

Köszönet:

Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG























Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG



















