

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0132-11**
Nekonvenčné kvantové stavy v nanoskopických magnetických systémoch

Zodpovedný riešiteľ **Prof. RNDr. Alexander Feher, DrSc.**
Príjemca **Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Prírodovedecká fakulta, Univerzita P.J. Šafárika v Košiciach, Košice
2. Ústav experimentálnej fyziky SAV, Košice
3. Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Bratislava
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. University of Florida, Gainesville, FL., USA
2. Dresden High Magnetic Field Laboratory, HZDR, Dresden, Nemecko
3. Hasylab Hamburg, Nemecko

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. V. Tkáč, A. Orendáčová, E. Čižmár, M. Orendáč, A. Feher, A.G. Anders, Giant reversible rotating cryomagnetic effect in $\text{KEr}(\text{MoO}_4)_2$ induced by a crystal-field anisotropy, Phys. Rev. B 92 (2015) 024406.
2. A. Zeleňáková, V. Zeleňák, S. Michalík, J. Kováč, M.W. Meisel, Structural and magnetic properties of CoO-Pt core-shell nanoparticles, Phys. Rev. B 89 (2014) 104417.
3. S. Gabáni, I. Takáčová, G. Pristáš, E. Gažo, K. Flachbart, T. Mori, D. Braithwaite, M. Míšek, K.V. Kamenev, M. Hanfland, P. Samuely, High-pressure effect on the superconductivity of YB6, Phys. Rev. B 90 (2014) 045136.
4. J. Čisárová, F. Michaud, F. Mila, J. Strečka: Intermediate magnetization plateaus in the spin-1/2 Ising-Heisenberg and Heisenberg models on two-dimensional triangulated lattices,

Uplatnenie výsledkov projektu

Nanočasticové systémy FeCr₂O₄ vďaka veľkému povrchu a hodnote konštanty anizotropie, vyplývajúcej z tvaru nanodrôtov v kombinácii s vysokou biokompatibilitou a nízkou toxicitou sú vhodnými kandidátmi pre použitie ako kontrastné T₂ látky pri diagnostike pomocou MRI.

Vzhľadom na nízke hodnoty koercivity pri izbovej teplote a vďaka prítomnosti elektricky izolačnej vrstvy SiO₂, systémy obsahujúce nanočastice Fe obalené vrstvou SiO₂ predstavujú magnetické kompozity vhodné pre mikroelektronické aplikácie.

Systém KEr(MoO₄)₂ sa javí vhodným na využitie ako pracovný kryorefrigerant v rotačnom refrigerátore, čo by mohlo poslúžiť ako náhrada vzácneho izotopu hélia pri nízkoteplotných experimentoch.

Teoretické výsledky umožnili pochopiť mikroskopický rozdiel v povahe magnetizačných platô frustrovaných Isingových a Heisenbergových spinových klastrov, ako aj vymedziť vhodných kandidátov frustrovaných spinových klastrov so značným chladiacim potenciálom vzhľadom k zvýšenému magneto kalorickému efektu.

Vysokospinové triméry [(Fe(MeCN))₃(μ₃-O)LH₅][OTf]₄ a Fe₃Br₃L a Mn₃Br₃L (kde (H₃L=beta-diketiminát)) sú zaujímavé aj z hľadiska biochémie ako selektívne aniónové receptory.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Geometricky frustrované Isingove spinové klastre (oktaéder a dodekaéder) predstavujú najefektívnejšie geometricky frustrované magnetické klastre s obrovským magnetokalorickým efektom (MKJ) naznačujúcim významný chladiaci potenciál.

V súlade so stanovenými cieľmi boli pripravené a skúmané magnetické a termodynamické vlastností nových koordinačných polymérov obsahujúcich ióny Ni(II), Cu(II), Co(II), Fe(II), Mn(II) a lantanoidov. Na základe analýzy výsledkov boli vytipované systémy s tzv. zvýšeným MKJ vhodné pre magnetické chladenie.

Štúdium nanočasticových systémov (Fe obalené SiO₂, Co obalený vrstvou Au, Fe₂O₃ a FeCr₂O₄ v tvare nanodrôtov, La_{1-x}Ag_xMnO₃ a NdMn_{1-x}FexO_{3+δ}) umožnilo v nich pochopiť magnetické procesy a viedlo k výberu systémov vhodných pre rôzne aplikácie.

Komplexne štúdium SmB₆ a príbuzných systémov vyústilo v záver, že v tejto zlúčenine pravdepodobne nejde o silnekorelovaný topologický Kondo izolátor, ako sa predpokladalo.

Štúdium spinovej dynamiky v monokryštáli CsGd(MoO₄)₂ odhalilo prítomnosť pomalej polom indukovanej spin-mriežkovej relaxácie v teplotnej oblasti 2 K až 10 K, ktorá je výsledkom viacerých ko-existujúcich relaxačných procesov v rôznych časových škálach. Štúdium MKJ odhalilo prítomnosť obrovského rotačného kryomagnetického efektu v KEr(MoO₄)₂.

Boli pripravené 200 nm vrstvy zlata deponované na zafírovom substráte, pomocou EPR bola overená neprítomnosť magnetických prímiesí, ktoré by mohli ovplyvniť magnetické vlastnosti deponovaných nanomagnetov. Boli syntetizované tri typy tiolovaných cyklodextrínov s rozličnou veľkosťou tieto molekuly boli úspešne deponované na zlaté povrchy.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

Geometrically frustrated Ising spin clusters (octahedron and dodecahedron) represent the most effective magnetic clusters with giant magnetocaloric effect (MCE) for magnetic cooling.

Novel coordination polymers containing Ni(II), Cu(II), Co(II), Fe(II), Mn(II) and lanthanoid cations were synthesized. Based on the analysis of magnetic and thermodynamic properties systems with high MCE suitable for the magnetic cooling were proposed.

The study of nanoparticle systems (SiO₂ coated Fe, Au coated Co, nanowire-shaped Fe₂O₃ and FeCr₂O, La_{1-x}Ag_xMnO₃ and NdMn_{1-x}Fe_xO_{3+δ}) allowed us to understand magnetic behaviour with aim to propose systems suitable with application potential.

Comprehensive study of SmB₆ and related systems showed that compound probably does not represent strongly correlated topological Kondo isolator as has been proposed in several new studies.

The investigation of spin-dynamics in single-crystal CsGd(MoO₄)₂ revealed existence of slow field-induced spin-lattice relaxation between 2 and 10 K resulting from co-existence of several relaxation processes with different time scales. MCE study of KEr(MoO₄)₂ showed a giant rotating cryomagnetic effect, which can be used in refrigeration applications.

Thin layers (200 nm) of gold were deposited on sapphire substrate, EPR study showed no magnetic impurities, which could affect following magnetic properties of deposited nanomagnets. Three types of thiolated cyclodextrines were synthesized with different molecule size and successfully deposited on gold surface.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

Prof. RNDr. Alexander Feher, DrSc.

V Košiciach 21. 01. 2016

Štatutárny zástupca príjemcu

Doc. RNDr. Gabriel Semanišin, PhD.

V Košiciach 22. 01. 2016

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu