

# NARAVOSLOVJE

Področje: npr. 1.02 – Fizika

Dosežek 1

## Precizijske meritve v fiziki mezonov B in D: meritev kota $\gamma$ in priprava eksperimenta Belle II

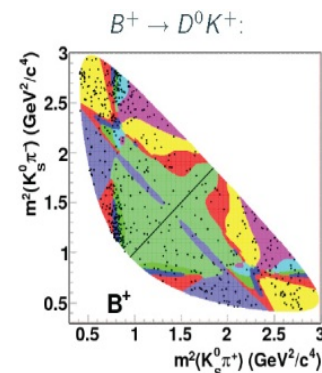
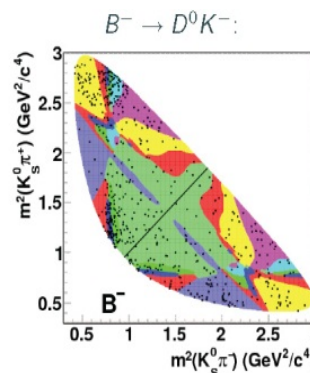
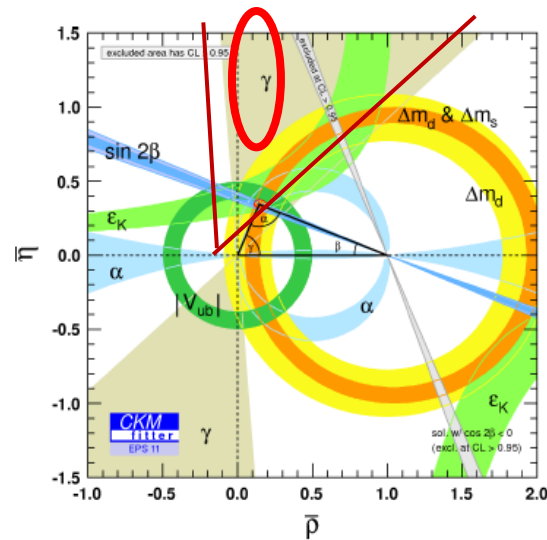
Nadaljevanje raziskav skupine Belle, ki so leta 2008 prinesle Nobelovo nagrado M. Kobayashiju in T. Maskawi.

V letu 2011 smo med drugim izvedli meritev kota  $g$ , najslabše poznanega parametra unitarnega trikotnika, geometrijske predstavitve prehodov med različnimi vrstami kvarkov (stranice) in kršitve simetrije CP med delci in anti-delci (koti).

Za meritev kota  $g$  smo odkrili dve novi metodi, ki bosta postali še bolj pomembni, ko bomo z novo generacijo pospeševalnika (SuperKEKB) in detektorja (Belle II) za faktor 50 povečali vzorec zaznanih razpadov mezonov B.

Novembra 2011 je bil v Tsukubi slovesen uradni začetek priprave pospeševalnika SuperKEKB in detektorja Belle II.

Pri načrtovanju in pripravi spektrometra Belle II sodeluje več kot štiristo raziskovalcev iz Japonske, ZDA, Nemčije, Rusije, Avstralije, Avstrije, Češke, Poljske, Kitajske, Južne Koreje in Slovenije. Slovenska raziskovalna skupina je med nosilci tega projekta, pri pripravi je prevzela celo ključne odgovornosti: vodja mednarodne raziskovalne skupine je prof. P. Križan (UL FMF & IJS), koordinator fizikalnega programa prof. B. Golob (UL FMF & IJS), koordinator enega od detektorskih sistemov prof. S. Korpar (UMB & IJS), prof. M. Starič (UNG & IJS) pa je eden od ključnih raziskovalcev na področju fizike mezonov D.



Evidence for the Suppressed Decay  $B \rightarrow DK, D \rightarrow K^+ n$ , objavljeno v Phys. Rev. Lett.

First Measurement of  $g$  with a Model-independent Dalitz Plot Analysis of  $B \rightarrow DK, D \rightarrow Ksnn$  Decay, objavljeno v Phys. Rev. D

# NARAVOSLOVJE

Področje: npr. 1.02 – Fizika

Dosežek 2:

## Vozli in spleti v kiralnih nematiki

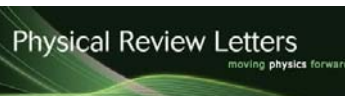
Nezadostnost običajnega topološkega opisa, ki sledi iz temeljne grupe nematskega parametra urejenosti za opis nematskih pletenic je pripeljala do uvedbe nove topološke invariante, samo-ovojnega števila, ki omogoča celovito razvrstitev prepletenih linijskih defektov v koloidnem nematiku. Vpeljana je tudi preprosta prevezavna shema za par pravokotnih  $-1/2$  linijskih defektov, ki temelji na tetraedričnih rotacijah. S tem je pojasnjena možnost pletenja defektnih linij v kiralnih nematskih tekočih kristalih v poljubno kompleksne vozle in splete z uporabo optične pincete kot orodjem za mikro-manipuliranje. Predstavljeni so vsi vozli in spleti s 6 ali manj križanji, vključno z Hopfovim spletom, Davidovo zvezdo in Borromejevimi obroči. Vozli stabilizirajo koloidne delce v nenavadno topološko mehko snov.



U. Tkalec, M. Ravnik, S. Čopar, S. Žumer and I. Muševič, *Reconfigurable Knots and Links in Chiral Nematic Colloids*, Science 333, 62 (2011)



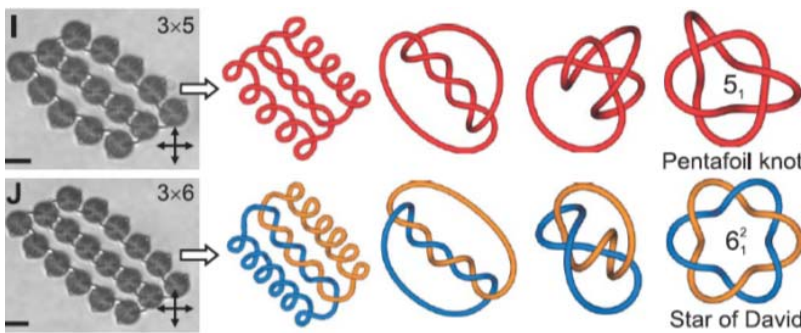
I. Muševič and S. Žumer, *Liquid crystals: Maximizing memory*, Nature Materials 10, 266 (2011)



S. Čopar and S. Žumer, *Nematic Braids: Topological Invariants and Rewiring of Disclinations*, Phys. Rev. Lett. 106, 177801 (2011)

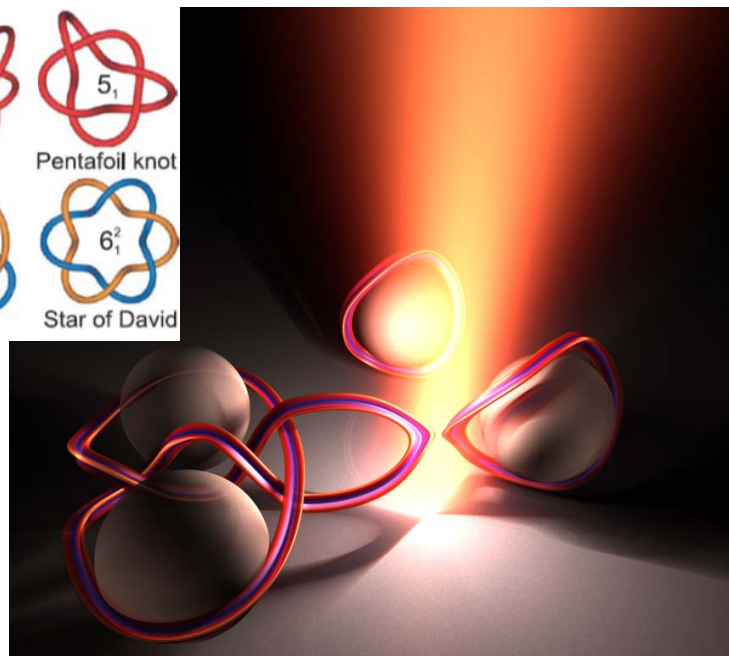
UL FMF

IJS

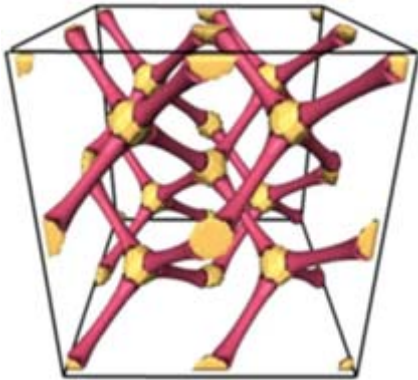


↑  
Realizacija dveh znanih vozlov s spletanjem planarnih koloidnih sestavov z disclinacijami

Prikaz spletanja koloidnih delcev v nematiku z optično pinceto



# Ograjene in koloidne modre faze ter skirmioni



Koloidna modra faza

Z računalniškim modeliranjem je pokazano, da se v modrih fazah tekočih kristalov lahko koloidni delci samouredijo v stabilne 3D in 2D periodične strukture. Te faze karakterizira 3D periodična razporeditev mest, kamor se lahko ujamejo koloidni delci. Za tipične premere delcev (~100nm) efektivna vezavna energija lahko znaša do nekaj 100 kT, kar kaže na robustnost teh struktur na mehanske napetosti in termične fluktuacije. Koloidni delci tudi bistveno povečajo temperaturno območje obstoja modrih faz v TK. To teoretično delo je spodbudilo in tudi dopolnilo eksperimentalno delo več eksperimentalnih skupin po svetu (Ljubljana, Manchester, Atene, Osaka, Kyushu).

PNAS

M. Ravnik, G. P. Alexander, J. M. Yeomans, and S. Žumer,  
*Three-dimensional colloidal crystals in liquid crystalline blue phases*,  
PNAS 108, 5188 (2011)

Soft Matter

M. Ravnik, J. Fukuda, J. M. Yeomans, and S. Žumer,  
*Confining blue phase colloids to thin layers*,  
Soft Matter 7, 10144 (2011)

nature COMMUNICATIONS

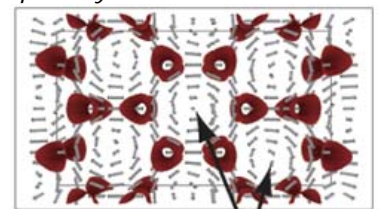
J. Fukuda and S. Žumer,  
*Quasi-two-dimensional Skyrmion lattices in a chiral nematic liquid crystal*,  
Nature Communications 2, 246 (2011)

Physical Review Letters

J. Fukuda and S. Žumer,  
*Ring Defects in a Strongly Confined Chiral Liquid Crystal*,  
Phys. Rev. Lett. 106, 097801 (2011)

Večina raziskav je tekla na UL FMF ob udeležbi IJS in CO NAMASTE  
Ter v sodelovanju z gosti in raziskovalci iz AIST in Uni. Oxford

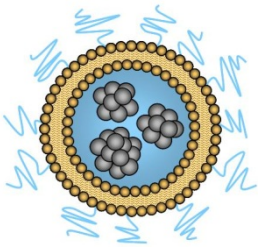
“Skyrmioni” so kvazidelčne topološke tvorbe v zveznem polju, ki imajo pomembno vlogo v različnih sistemih kondenzirane snovi, kot na primer v 2D elektronskem plinu, kiralnih feromagnetih in Bose-Einsteinovem kondenzatu. Z numeričnim eksperimentom je pokazano, da kiralni nematski tekoči kristali oblikujejo kvazi dvodimenzionalno “Skyrmionsko” mrežo kot termodinamsko stabilno stanje, kadar je modra faza ograjena v zelo tanko plast.



Skyrmions

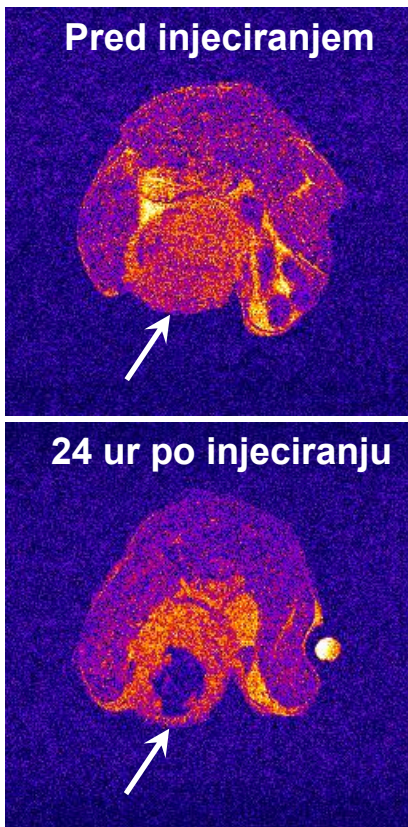


# Feri-liposomi kot MRI-vidni dostavni sistem za ciljano dostavo zdravilne učinkovine



*Feriliposomes as an MRI-visible drug-delivery system for targeting tumours and their microenvironment*

Mikhaylov G., Mikac U., Magaeva AA., Itin VI., Naiden EP., Psakhye I., Babes L., Reinheckel T., Peters C., Zeiser R., Bogyo M., Turk V., Psakhye SG., Turk B., Vasiljeva O.,  
Nature nanotechnology 6, 594-602 (2011)



Večina meritev, analiz in razlag v tej publikaciji je rezultat dela slovenskih avtorjev iz Instituta Jožef Stefan, Odseka za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo, Odseka za fiziko trdne snovi, ter Centrov odličnosti Nanoznanost in nanotehnologija, CIPKEBIB in EN-FIST.

Delo je nastalo v sodelovanju s skupinami iz Rusije, Nemčije in ZDA.

Feriliposomi (magnetni nanodelci vgrajeni v liposome), ki smo jih razvili, imajo izjemne kontrastne lastnosti in so zato uporabni kot zelo učinkovito  $T_2$ kontrastno sredstvo pri slikanju z magnetno resonanco. To omogoča *in vivo* spremljanje dostave zdravilne učinkovine z magnetnoresonančnim slikanjem. Pokazali smo, da lahko feriliposome uspešno uporabljamo za ciljano dostavo zdravilne učinkovine na specifično mesto v telesu z zunanjim magnetnim poljem, kar omogoča učinkovito zdravljenje različnih obolenj. Učinkovitost feriliposomov smo dokazali *in vivo* na mišjem modelu raka dojke.

#### Contributions

G.M., U.M., I.P., S.G.P., B.T. and O.V. conceived and designed the experiments. G.M., U.M., L.B. and O.V. performed the experiments. G.M., U.M., S.G.P., B.T. and O.V. analysed the data. T.R., C.P. and R.Z. contributed transgenic mouse models and animal imaging. M.B. contributed JPM-565 inhibitor. A.A.M., V.I.I., E.P.N. and S.G.P. supplied the magnetic nanoparticles. S.G.P., V.T., B.T. and O.V. supervised the project. G.M., S.G.P., B.T. and O.V. wrote the manuscript. All authors discussed the results and commented on the manuscript.

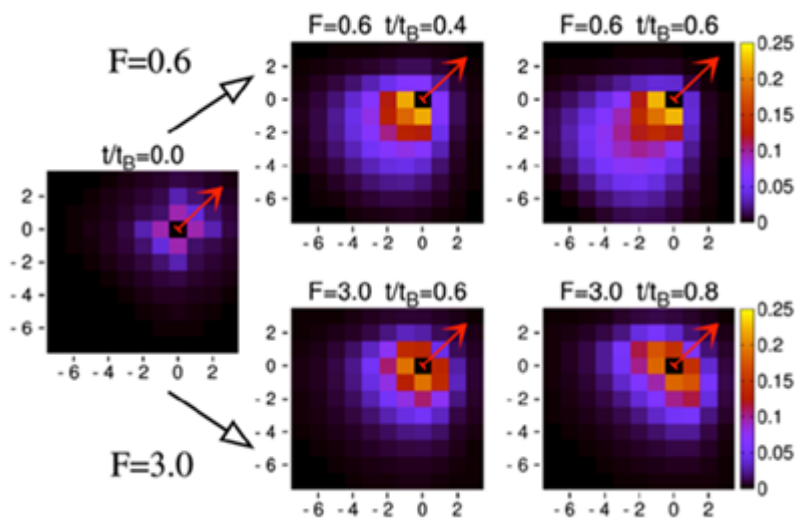
# Neravnovesna dinamika in transport v koreliranih sistemih daleč izven ravnovesja

7 objav v *Physical Review Letters*

V programski skupini smo na področju izjemno aktualnega raziskovalnega področja neravnovesne dinamike ter transporta v koreliranih sistemih daleč izven ravnovesja v letu 2011 objavili 7 del v elitni reviji *Physical Review Letters*. Skupina prof. Prelovška (UL-FMF & IJS), prof. Bonče (UL-FMF & IJS) in dr. Vidmarja (IJS) v omenjeni reviji objavila tri dela s področja dinamike nosilca naboja v antiferomagnetni spinski okolici, ki se giblje pod vplivom močnega zunanjskega električnega polja [1].

[1] MIERZEJEWSKI, Marcin, VIDMAR, Lev, BONČA, Janez, PRELOVŠEK, Peter. Nonequilibrium quantum dynamics of a charge carrier doped into a Mott insulator. *Phys. Rev. Lett.*, 106, 196401, (2011).

Slika prikazuje spinsko motnjo, ki nastaja za gibajočim se nosilcem naboja skozi antiferomagnetno spinsko oklico ob različnih časih od vklopa električnega polja  $F$ . Puščica nakazuje smer  $F$ . Zgornji desni sliki prikazujeta primer, ko je hitrost naboja večja od hitrosti spinskih valov, spodnji desni sliki pa primer, ko je manjša. Leva slika prikazuje osnovno stanje dopiranega nosilca naboja v antiferomagnetnem ozadju.



Programski skupini je v letu 2011 uspel tudi preboj na področju razumevanja spinskega transporta v eni dimenziji [2]. Prof. Prosen (UL-FMF) ter dr. Žnidarič (UL-FMF) sta skupno objavila štiri dela v že omenjeni reviji *Physical Review Letters* z omenjenega področja.

[2] PROSEN, Tomaž, Open XXZ Spin Chain: Nonequilibrium Steady State and a Strict Bound on Ballistic Transport, *Phys. Rev. Lett.* 106, 217206 (2011).