**Povzetki dosežkov sodelavcev**

**Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani,**

**Instituta Jožef Stefan in**

**Centra odličnosti Vesolje-SI**

**Astrofizika** – V treh delih s področja astrofizike [1, 2, 3] so doc. dr. Andreja Gomboc (Fakulteta za matematiko in fiziko ter Center odličnosti Vesolje-SI), dr. Drejc Kopač in Jure Japelj (Fakulteta za matematiko in fiziko) skupaj s sodelavci iz Velike Britanije in Italije z robotskim teleskopom Liverpool na Kanarskem otočju analizirali vidno svetlobo, ki nastane ob izbruhih sevanja gama. Izbruhi sevanja gama so **najmočnejše eksplozije v vesolju** po velikem poku, ki jih povzroča nastanek črnih lukenj v oddaljenih galaksijah. Visokoenergijske procese, ki sodelujejo pri tem, poskušajo astrofiziki razvozlati preko opazovanja svetlobe, ki ob tem nastane.

V januarja objavljenem članku v reviji Science [1] so analizirali izbruh sevanja gama GRB 130427A, ki se je zgodil v relativno bližnjem vesolju, a je kljub temu zelo podoben tistim, ki se dogajajo na večjih razdaljah. To priča, da je isti mehanizem odgovoren za nedavne izbruhe in za tiste, ki so se zgodili v zgodnjih fazah razvoja vesolja.

Omenjena skupina je razvila in uporablja poseben instrument RINGO2 za merjenje linearne polarizacije svetlobe. Decembra so v reviji Nature [2] poročali o detekciji visoko polarizirane vidne svetlobe, ki je sledila izbruhu sevanja gama GRB 120308A, kar kaže, da je v teh silovitih eksplozijah prisotno močno in urejeno magnetno polje. Mednarodni strokovnjaki menijo, da gre za "*enega najpomembnejših rezultatov v celotni 40-letni zgodovini raziskav izbruhov sevanja gama – in enega redkih, ki daje neposredno interpretacijo glede fizike teh objektov.*"

Doc. dr. Andreja Gomboc je tudi soavtorica nedavno sprejetega članka v reviji Nature [3], v katerem poročajo o meritvah cirkularno – polarizirane svetlobe, ki je sledila izbruhu GRB 121024A, z Zelo velikim teleskopom (Very Large Telescope) Evropskega južnega observatorija v Čilu. Izmerjene vrednosti so trenutno velik izziv za obstoječe teoretične modele.

**Fizika osnovnih delcev** – Članek, katerega soavtorja sta kot člana kolaboracije PDVIS dr. Miha Mihovilovič (Institut Jožef Stefan) in prof. dr. Simon Širca (Fakulteta za matematiko in fiziko ter Institut Jožef Stefan), obravnava **sile med osnovnimi gradniki snovi** [4]. Fizikalni procesi pod vplivom treh osnovnih sil — elektromagnetne, gravitacijske in jedrske — se ne spremenijo, če jih pogledamo v zrcalu. Pri procesih, za katere je odgovorna četrta (šibka) osnovna sila, pa med njihovimi zrcalnimi slikami opazimo malenkostno razliko. To razliko so izmerili pri trkih elektronov s kvarki v jedrih težkega vodika. Učinek zrcaljenja so ustvarili tako, da so jedra izmenoma obstreljevali z elektroni z nasprotno vijačnostjo, to je smerjo spina glede na smer njihovega gibanja. Števili izmerjenih elektronov v obeh stanjih se razlikujeta zaradi šibke sile med elektroni in kvarki, ki ima dva dela: prvi ima vzporednico v električnem naboju in je bolje znan, drugi pa je povezan s spinom kvarkov in smo ga z našo meritvijo prvič natančno določili.

**Fizika kondenzirane snovi** – V nadaljnjih štirih delih, ki sodijo na področje fizike mehke kondenzirane snovi, so sodelavci Fakultete za matematiko in fiziko ter Instituta Jožef Stefan obravnavali obnašanje tekočih kristalov [4, 5, 6]. Doc. dr. Alenka Mertelj, dr. Darja Lisjak, dr. Miha Drofenik in prof. dr. Martin Čopič so [5] odkrili **magnetni tekoči kristal**. Delo je nastalo s sodelovanjem kemikov, ki so sintetizirali ploščate magnetne nanodelce, in fizikov, ki so razvili metodo priprave stabilne mešanice teh delcev s tekočim kristalom in z mertivami optičnih in magnetnih lastnosti pokazali, da se obnaša kot feromagnet. Tak magnetni tekoči kristal odpira možnosti novih uporab, na primer optičnih naprav, ki jih krmilimo s šibkimi magnetnimi polji in ne z električno napetostjo.

Doc. dr. Miha Ravnik in prof. dr. Slobodan Žumer sta se v sodelovanju z raziskovalci Univerze v Koloradu ukvarjala z **mikrodelci, zavozlanimi s tekočino** [6]. Vozli so znan primer zapletenih – t.i. topoloških – objektov, ki jih vsak dan ustvarimo npr. z zavezovanjem fizične vrvice, v moderni znanosti pa v vozle lahko zavežemo tudi svetlobo, tok vode ali pa smeri molekul v tekočini, kar imenujemo vozli polja. Kot prvi so uspeli medsebojno splesti fizične vozle in vozle polja in tako zavozlati tekočekristalno tekočino z mikroskopskim delci, ki so sami vozlaste oblike. Opisane raziskave odkrivajo nov material z možno uporabo za krmiljenje toka svetlobe in kot testni sistem za druge kompleksne materiale.

Članek dr. Simona Čoparja v prestižni reviji Physics Reports [7] obravnava **matematični opis tekočih kristalov**, zasnovan na topologiji in geometriji. Avtor obravnava predvsem defekte, to je mesta, kjer je razporeditev molekul neurejena. Tekoči kristali omogočajo enostavno ustvarjanje stabilnih defektov z ograjevanjem v mikroskopske votline ali dodajanjem kroglic, manjših od prašnih delcev. Defekte lahko sklenemo v zanke, prepletamo ali vozlamo. Topološki pristop, ki so ga v veliki meri razvili tudi raziskovalci iz Fakultete za matematiko in fiziko ter Instituta Jožef Stefan, je privedel do boljšega razumevanja, napovedovanja in sistematičnega načrtovanja novih optičnih materialov.

Tema članka, ki ga je skupaj s kolegoma z Japonske pripravil prof. dr. Primož Ziherl, so **kvazikristali** [8]. Delo obravnava preprost model teh nenavadnih snovi z urejeno, a neperiodično strukturo. Ta model napoveduje šestčlansko družino kvazikristalov, od katerih sta dve vrsti že poznali, štiri pa so povsem nove. Presenetljivost njihovega dognanja je ugotovitev, da je to družino kvazikristalov moč ustvariti z delci, ki drug na drugega delujejo z dokaj preprosto silo. S tem so napravili velik korak v razumevanju zgradbe snovi, katerih zgradba je nekoliko sorodna dekorativnim vzorcem v islamski arhitekturi in znanemu Penrosovemu tlakovanju.

1. C. G. Mundell, **D. Kopač**, D. M. Arnold, I. A. Steele, **A. Gomboc**, S. Kobayashi, R. M. Harrison, R. J. Smith, C. Guidorzi, F. J. Virgili, A. Melandri in **J. Japelj**,[*Highly polarized light from stable ordered magnetic fields in GRB 120308A*](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=V2xyDvLLHBF4p8kvEUv&page=1&doc=2), Nature **504**, 7478 (2013).

<http://www.nature.com/nature/journal/v504/n7478/full/nature12814.html>

<http://www.nature.com/nature/journal/v504/n7478/full/504092a.html>

<http://www.nasa.gov/content/goddard/glimpsing-the-infrastructure-of-a-gamma-ray-burst-jet/#.Up-f76WYXSG>

<http://www.ljmu.ac.uk/NewsUpdate/viewarticle/1196/>

<http://www.uni-lj.si/aktualno/novice/2013121312561173/>

<http://www.portalvvesolje.si/index.php?option=com_content&view=article&id=938:prve-minute-izbruhov-sevanja-gama&catid=1:novice&Itemid=11>

1. A. [Maselli](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Maselli_A/0/1/0/all/0/1), [A. Melandri](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Melandri_A/0/1/0/all/0/1), [L. Nava](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Nava_L/0/1/0/all/0/1), [C. G. Mundell](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Mundell_C/0/1/0/all/0/1), [N. Kawai](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Kawai_N/0/1/0/all/0/1), [S. Campana](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Campana_S/0/1/0/all/0/1), [S. Covino](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Covino_S/0/1/0/all/0/1), [J. R. Cummings](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Cummings_J/0/1/0/all/0/1), [G. Cusumano](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Cusumano_G/0/1/0/all/0/1), [P. A. Evans](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Evans_P/0/1/0/all/0/1), [G. Ghirlanda](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Ghirlanda_G/0/1/0/all/0/1), [G. Ghisellini](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Ghisellini_G/0/1/0/all/0/1), [C. Guidorzi](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Guidorzi_C/0/1/0/all/0/1), [S. Kobayashi](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Kobayashi_S/0/1/0/all/0/1), [P. Kuin](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Kuin_P/0/1/0/all/0/1), [V. La Parola](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Parola_V/0/1/0/all/0/1), [V. Mangano](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Mangano_V/0/1/0/all/0/1), [S. Oates](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Oates_S/0/1/0/all/0/1), [T. Sakamoto](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Sakamoto_T/0/1/0/all/0/1), [M. Serino](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Serino_M/0/1/0/all/0/1), [F. Virgili](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Virgili_F/0/1/0/all/0/1), [B.-B. Zhang](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Zhang_B/0/1/0/all/0/1), [S. Barthelmy](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Barthelmy_S/0/1/0/all/0/1), [A. Beardmore](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Beardmore_A/0/1/0/all/0/1), [M. G. Bernardini](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Bernardini_M/0/1/0/all/0/1), [D. Bersier](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Bersier_D/0/1/0/all/0/1), [D. Burrows](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Burrows_D/0/1/0/all/0/1), [G. Calderone](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Calderone_G/0/1/0/all/0/1), [M. Capalbi](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Capalbi_M/0/1/0/all/0/1), [J. Chiang](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Chiang_J/0/1/0/all/0/1), [P. D'Avanzo](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+DAvanzo_P/0/1/0/all/0/1), [V. D'Elia](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+DElia_V/0/1/0/all/0/1), [M. De Pasquale](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Pasquale_M/0/1/0/all/0/1), [D. Fugazza](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Fugazza_D/0/1/0/all/0/1), [N. Gehrels](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Gehrels_N/0/1/0/all/0/1), [**A. Gomboc**](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Gomboc_A/0/1/0/all/0/1), [R. Harrison](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Harrison_R/0/1/0/all/0/1), [H. Hanayama](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Hanayama_H/0/1/0/all/0/1), [**J. Japelj**](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Japelj_J/0/1/0/all/0/1), [J. Kennea](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Kennea_J/0/1/0/all/0/1), **D. Kopač**, [C. Kouveliotou](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Kouveliotou_C/0/1/0/all/0/1), [D. Kuroda](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Kuroda_D/0/1/0/all/0/1), [A. Levan](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Levan_A/0/1/0/all/0/1), [D. Malesani](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Malesani_D/0/1/0/all/0/1), [F. Marshall](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Marshall_F/0/1/0/all/0/1), [J. Nousek](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Nousek_J/0/1/0/all/0/1), [P. O'Brien](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+OBrien_P/0/1/0/all/0/1), [J. P. Osborne](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Osborne_J/0/1/0/all/0/1), [C. Pagani](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Pagani_C/0/1/0/all/0/1), [K. L. Page](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Page_K/0/1/0/all/0/1), [M. Page](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Page_M/0/1/0/all/0/1), [M. Perri](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Perri_M/0/1/0/all/0/1), [T. Pritchard](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Pritchard_T/0/1/0/all/0/1), [P. Romano](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Romano_P/0/1/0/all/0/1), [Y. Saito](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Saito_Y/0/1/0/all/0/1), [B. Sbarufatti](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Sbarufatti_B/0/1/0/all/0/1), [R. Salvaterra](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Salvaterra_R/0/1/0/all/0/1), [I. Steele](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Steele_I/0/1/0/all/0/1), [N. Tanvir](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Tanvir_N/0/1/0/all/0/1), [G. Vianello](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Vianello_G/0/1/0/all/0/1), [B. Wiegand](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Wiegand_B/0/1/0/all/0/1), [K. Wiersema](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Wiersema_K/0/1/0/all/0/1), [Y. Yatsu](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Yatsu_Y/0/1/0/all/0/1), [T. Yoshii](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Yoshii_T/0/1/0/all/0/1) in [G. Tagliaferri](http://arxiv.org/find/astro-ph/1/au:+Tagliaferri_G/0/1/0/all/0/1), *GRB  130427A: A nearby ordinary monster*, Science **343**, 48 (2014).

<http://www.sciencemag.org/content/343/6166/48.abstract?sid=03f285b4-d072-412b-b10f-1ebf46d5162b>

<http://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a010000/a011400/a011407/>

<http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-25041335>

<http://arstechnica.com/science/2013/12/polarized-light-reveals-hidden-jets-of-a-gamma-ray-burst/>

<http://www.portalvvesolje.si/index.php?option=com_content&view=article&id=927:isto-obiajna-poast-grb-130427a&catid=1:novice&Itemid=11>

1. K. Wiersema, S. Covino, K. Toma, A. J. van der Horst, K. Varela, M. Min, J. Greiner, R. L. C. Starling, N. R. Tanvir, R. A. M. J. Wijers, S. Campana, P. A. Curran, Y. Fan, J. P. U. Fynbo, J. Gorosabel, **A. Gomboc**, D. Götz, J. Hjorth, Z. P. Jin, S. Kobayashi, C. Kouveliotou, C. Mundell, P. T. O’Brien, E. Pian, A. Rowlinson, D. M. Russell, R. Salvaterra, S. di Serego Alighieri, G. Tagliaferri, S. D. Vergani, J. Elliott, C. Fariña, O. E. Hartoog, R. Karjalainen, S. Klose, F. Knust, A. J. Levan, P. Schady, V. Sudilovsky in R. Willingale, *Circular polarisation in the optical afterglow of GRB121024A*, sprejeto v objavo v Nature.
2. D. Wang, K. Pan, R. Subedi, X. Deng, Z. Ahmed, K. Allada, K. A. Aniol, D. S. Armstrong, J. Arrington, V. Bellini, R. Beminiwattha, J. Benesch, F. Benmokhtar, W. Bertozzi, A. Camsonne, M. Canan, G. D. Cates, J.-P. Chen, E. Chudakov, E. Cisbani, M. M. Dalton, C. W. de Jager, R. De Leo, W. Deconinck, A. Deur, C. Dutta, L. El Fassi, J. Erler, D. Flay, G. B. Franklin, M. Friend, S. Frullani, F. Garibaldi, S. Gilad, A. Giusa, A. Glamazdin, S. Golge, K. Grimm, K. Hafidi, J.-O. Hansen, D. W. Higinbotham, R. Holmes, T. Holmstrom, R. J. Holt, J. Huang, C. E. Hyde, C. M. Jen, D. Jones, Hoyoung Kang, P. M. King, S. Kowalski, K. S. Kumar, J. H. Lee, J. J. LeRose, N. Liyanage, E. Long, D. McNulty, D. J. Margaziotis, F. Meddi, D. G. Meekins, L. Mercado, Z.-E. Meziani, R. Michaels, M. Mihovilovič, N. Muangma, K. E. Myers, S. Nanda, A. Narayan, V. Nelyubin, Nuruzzaman, Y. Oh, D. Parno, K. D. Paschke, S. K. Phillips, X. Qian, Y. Qiang, B. Quinn, A. Rakhman, P. E. Reimer, K. Rider, S. Riordan, J. Roche, J. Rubin, G. Russo, K. Saenboonruang, A. Saha, B. Sawatzky, A. Shahinyan, R. Silwal, **S. Širca**, P. A. Souder, R. Suleiman, V. Sulkosky, C. M. Sutera, W. A. Tobias, G. M. Urciuoli, B. Waidyawansa, B. Wojtsekhowski, L. Ye, B. Zhao in X. Zheng, *Measurement of parity violation in electron–quark scattering*, Nature **506**, 67 (2014).

<http://www.nature.com/nature/journal/v506/n7486/full/nature12964.html>

<http://www.jlab.org/news/releases/quarks-looking-glass>

<http://www.fnal.gov/pub/today/archive/archive_2014/today14-02-17.html>

<http://www.sciencedaily.com/releases/2014/02/140205133250.htm>

<http://www.nsf.gov/mobile/news/news_summ.jsp?cntn_id=130416&org=NSF&from=news>

<http://article.wn.com/view/2014/02/07/UVaLed_Study_Puts_Quarks_in_the_Looking_Glass_University_of_/>

1. A. Mertelj, D. Lisjak, M. Drofenik in **M. Čopič**, [*Ferromagnetism in suspensions of magnetic platelets in liquid crystal*](http://www.fmf.uni-lj.si/si/obvestila/28732/www.nature.com/nature/journal/v504/n7479/full/nature12863.html), Nature **504**, 237 (2013).

<http://www.nature.com/nature/journal/v504/n7479/full/nature12863.html>

<http://www.uni-lj.si/aktualno/novice/2013121313000200/>

1. A. Martinez, **M. Ravnik**, B. Lucero, R. Visvanathan, **S. Žumer** in I. I. Smalyukh, *Mutually tangled colloidal knots and induced defect loops in nematic fields*, Nat. Mater. **13**, 258 (2014).

<http://www.nature.com/nmat/journal/v13/n3/full/nmat3840.html>

<http://www.nature.com/nmat/journal/v13/n3/full/nmat3896.html>

<http://www.nature.com/nmat/journal/v13/n3/covers/index.html>

<http://www.uni-lj.si/aktualno/novice/2014012916132980/>

1. **S. Čopar**, *Topology and geometry of nematic braids*, Physics Reports, objavljeno na spletu (2014) doi:10.1016/j.physrep.2014.01.001;

http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157314000027

1. T. Dotera. T. Oshiro in **P. Ziherl**, *Mosaic two-lengthscale quasicrystals*, Nature **506**, 208 (2014).

<http://www.nature.com/nature/journal/v506/n7487/full/nature12938.html>

<http://www.nature.com/nphys/journal/v10/n3/full/nphys2903.html>

<http://www.uni-lj.si/aktualno/novice/2014022415455082/>