

Publikacja zespołu HADES w Nature Physics

Eksperyment HADES (www.hades.gsi.de) opublikował w Nature Physics (DOI: 10.1038/s41567-019-0583-8) intrygujące wyniki badań własności egzotycznej formy materii jądrowej wytwarzanej w zderzeniach jonów złota, przyspieszanych do blisko 89% prędkości światła w GSI/FAIR w Darmstadt (k. Frankfurtu n.d. Menem). Eksperyment przeprowadzany jest przez blisko 150 naukowców, w tym naukowców z Zakładu Fizyki Jądrowej Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego. W latach 2003-2014 przewodniczącym zespołu był prof. Piotr Salabura, obecnie tę funkcję pełni prof. Joachim Stroh z Uniwersytetu we Frankfurcie.

W czasie zderzeń ciężkich jonów wytwarzana jest na bardzo krótki czas, rzędu 10^{-22} s, gęsta i gorąca materia jądrowa o rozmiarach

podobnych do jądra atomowego ale o własnościach przypominających materię wytwarzaną w czasie kolizji gwiazd neutronowych. W pomiarze przeprowadzonym przez detektor HADES udało się zmierzyć rozkład wirtualnych fotonów, których widmo pozwala, na podobnej zasadzie jak widno promieniowania słoneca, oszacować temperaturę wnętrza takiej skompresowanej materii jądrowej na około 70 MeV, co przekłada się na około 10^9 K!

Wirtualne fotony w czasie takiej kolizji emitowane są bardzo rzadko (około 10^6 na zderzenie) i w odróżnieniu od fotonów rzeczywistych posiadają masę. Jest to możliwe w bardzo krótkim czasie, dzięki zasadzie nieoznaczoności Heisenberga. Wirtualne fotony konwertują na długożyciowe pary pozyton-elektron które są mie-

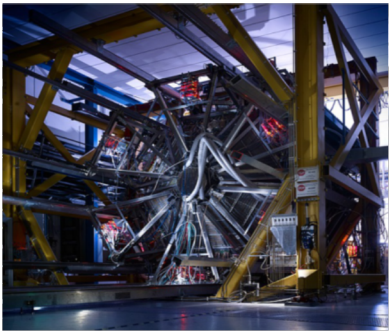
rzne w detektorze i pozwalają na obliczenie tej masy. Rozkład fotonów pochodzących z anihilacji par pozyton-elektron został zmierzony i porównany z rozkładem teoretycznym, obliczonym przy założeniu gorącego źródła składającego się głównie z zagęszczonych nukleonów (blisko 3-4 razy w porównaniu do jądra atomowego) o takiej właśnie średniej temperaturze.

Okazuje się iż promieniowanie jest emitowane poprzez rozpad krótkożyciowej cząstki (czas około 10^{-10} s), zwanej mezonem rho, która jest stanem pośredniczącym pomiędzy fotonem a rozrganą materią jądrową. Pozwoliło to na wyznaczenie rozkładu masy tego mezonu i stwierdzenie iż jest on znacząco inny od rozkładu znanego fizykom w próżni!

Mówiąc obrazowo rozkład masy mezonu rho ulega znacznemu poszerzeniu w gęstej i gorącej materii ulegającej częściowej dysocjacji. Jest to potwierdzenie obserwacji

przeprowadzonych w eksperymentach badających takie promieniowane przy znacznie większych energiach w CERN i RHIC (USA).

Fakt ten jest interpretowany zgodnie z hipotezą w której masy lekkich kwarów budujących nukleony i mezony (rho) posiadają masę generowaną przez oddziaływania silne, w szczególności oddziaływujące wzajemnie gluony czyli bozony pośredniczące w oddziaływaniu. W ramach tej interpretacji masa zależy od otoczenia, a w szczególności od temperatury i gęstości gorącej materii jądrowej – co potwierdzają obliczenia teoretyczne do których porównano wyniki pomiaru.



TEORIE I STATYSTYKI

dr hab. Bartłomiej Dybiec

Zakład Fizyki Statystycznej, Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego WFAIS UJ

Fizycy z UJ zajmują się także

fizyką teoretyczną. Szczególne osiągnięcia ma w tej dziedzinie Zakład Fizyki Statystycznej. Fizyka statystyczna zajmuje się badaniem układów składających się z bardzo wielu elementów, których dokładne opisanie jest bardzo trudne lub niemożliwe. Krakowscy uczeni z sukcesem stosują i rozwijają metody statystyczne, które mogą być z powodzeniem używane w opisie wielu układów. Jak wyjaśnia dr hab. Bartłomiej Dybiec: *paradoksalnie wysoka skuteczność takiego podejścia opiera się na strukturze rzeczywistych układów - składają*

się one z bardzo wielu elementów, których ilość pozwala z powodzeniem stosować metody statystyczne i twierdzenia graniczne.

Modele sieciowe, którymi także zajmują się teoretycy z ZPS IF UJ, odgrywają coraz większą rolę w badaniu układów złożonych, których przykładami mogą być układy społeczne lub epidemiologiczne. Dr hab. Bartłomiej Dybiec wskazuje, że *trudność w ich opisie determinują nie tylko liczne istniejące powiązania między jednostkami z których złożone są wspomniane układy, ale także ich niestanna ewolucja.*

Poza typowymi obiektami badań podejście krakowskich naukowców znajduje zastosowanie w opisie i badaniu modeli epidemiologicznych i socjofizycznych. Pomimo tego, że składają się one z bardzo wielu różnych się między sobą jednostek, układy te charakteryzuje wiele wspólnych, często przewidywalnych makroskopowych własności i zachowań. Dr Dybiec, oprócz prac poświęconych tym zagadnieniom, wspólnie z kolegami z Niemiec, Danii, Anglii i Szkocji zajmuje się także nierównowagową fizyką statystyczną, badaniem dyfuzji anormalnej i zjawisk indukowanych szumami.



dr Eryk Czerwiński

Zakład Fizyki Jądrowej, Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego WFAIS UJ

Zrozumieć Wszechświat

O atrakcyjności fizyki jako nauki podstawowej świadczą też badania prowadzone przez grupę kierowaną przez dr. Eryka Czerwińskiego, które skupiają się na badaniu i testowaniu symetrii dyskretnych oraz mechaniki kwantowej, która według aktualnego stanu wiedzy razem z teorią grawitacji pozwala opisać otaczający nas Wszechświat. Od wszystkich współczesnych teorii fizycznych wymaga się, aby były zachowane po zastosowaniu symetrii CPT, czyli jednoczesnego złożenia: symetrii ładunkowej (C) - zamiany cząstki na antycząstkę, symetrii parzystości (P) - zamiany wszystkich współrzędnych na przeciwne (Wszechświat widziany w lustrze) oraz symetrii odwrócenia w czasie (T) - rozumianej np. jako porównanie prawdopodobieństwa zajścia odpowiednich procesów i procesów do nich przeciwnych, nie mylić z odwróceniem czasu, które na dzień dzisiejszy nie wydaje się możliwe. Wspomniane badania prowadzimy z wykorzystaniem spleatanych kwantowo mezonów K, czyli najlżejszych cząstek elementarnych zawierających kwark dżinyony - wyjaśnia dr Czerwiński. Mezony te mają

m.in. właściwość, która pozwala im na natychmiastową znajomość stanu swojego kwantowo spleatanego partnera nawet w przypadku oddzielenia na dystans, dla którego przesłanie informacji nawet z prędkością światła trwałoby dłużej - kontynuuje naukowiec. Swoje badania grupa krakowska prowadzi we współpracy z Narodowym Laboratorium Fizyki Jądrowej we Włoszech, w którym głównym instrumentem badawczym dostarczającym danych jest detektor KLOE-2. W tym unikalnym na skalę światową eksperymencie dotyczącym spleatanych kaonów Polacy są obecnie wszystkich współrzędnych na przeciwne (Wszechświat widziany w lustrze) oraz symetrii odwrócenia w czasie (T) - rozumianej np. jako porównanie prawdopodobieństwa zajścia odpowiednich procesów i procesów do nich przeciwnych, nie mylić z odwróceniem czasu, które na dzień dzisiejszy nie wydaje się możliwe. Wspomniane badania prowadzimy z wykorzystaniem spleatanych kwantowo mezonów K, czyli najlżejszych cząstek elementarnych zawierających kwark dżinyony - wyjaśnia dr Czerwiński. Mezony te mają



prof. dr hab. Ewa Gudowska-Nowak
Dziekan Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ

Od 2015 roku Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego (WFAIS UJ) funkcjonuje w oparciu o nowe budynki i bogatą infrastrukturę badawczą na Kampusie 600 Lecia Odnowienia UJ. Zastrzyk finansowy związany z pozyskaniem unijnych funduszy

Krakowscy fizycy z UJ podbijają rankingi natureINDEX

strukturalnych oraz realizacją około 130 grantów finansowanych z budżetu państwa zaowocował innowacyjnymi badaniami w zakresie nanostruktur, biomateriałów, informacji kwantowej, astrofizyki i spektroskopii molekularnej. Filarem działalności WFAIS w najbliższych latach będzie zatem dbałość o wewnętrzną samodyscyplinę, utrzymanie wysokiej jakości kształcenia i prowadzonych prac badawczych. W planach mamy otwarcie „akademickiego programu studiów”, opartego na ofercie dydaktycznej wybranych przedmiotów w języku angielskim, z możliwością zatrudnienia profesorów wybitujących z zagranicy. Umieźny narodowienie projektów dydaktycznych nie tylko wzmocni jakość kształcenia na Wydziale skutkując tworzeniem wyspecjali-

zowanych kadr i edukacją elit, ale też ułatwi współpracę z wieloma partnerskimi uczelniami Europy i świata. Jednocześnie zacieśniać będziemy strategiczną współpracę naszego Wydziału z najlepszymi analogicznymi wydziałami w Polsce. Wymiana wielostronnych poglądów i budowanie wspólnej wizji rozwoju centrów naukowych w Polsce powinny posłużyć potwierdzeniu potencjału rozwoju społecznego tkwiącego w nauce.

Znaczący dla tworzenia uniwersyteckiej społeczności naukowej jest odpowiedni system zarządzania. Przyjeży na Wydziale system akademicki, w którym przyjęliśmy zasadę delegowania wszystkich pracowników do czasowego pełnienia różnych funkcji, przynosi wymierne efekty

w postaci usamodzielniania się młodych naukowców i wzrostu ich przedsiębiorczości. Integracja Wydziału i Uczelni ze środowiskiem wymaga także intensyfikacji naszych kontaktów z przedsiębiorcami i lokalnymi pracodawcami.

Z uwagą wsłuchujemy się w opinie społeczności akademickiej, która oczekuje od nas wsparcia w budowaniu kompetencji miękkich. Lokalizacja na nowym kampusie, w bezpośrednim sąsiedztwie Wydziału Zarządzania i Komunikacji Społecznej z pewnością pozwoli na szybkie nawiązanie współpracy w zakresie wspólnej organizacji zajęć o charakterze szkoleniowym dedykowanych grupie studentów mających ambicje poznania psychologicznych technik zarządzania.

Wiodącym nurtem obecnie prowadzonych na WFAIS prac teoretycznych i eksperymentalnych są zarówno projekty z zakresu badań podstawowych, jak i zaga-

dnienia multidyscyplinarne, wykorzystujące nasze doświadczenie i wiedzę do współpracy z biologami, kognitywistami czy lekarzami, np. w analizie sieci dynamicznych lub przetwarzaniu danych pochodzących z sygnałów neuronalnych. Takie otwarcie z pewnością miało wpływ na pozycję Uniwersytetu Jagiellońskiego w ostatnich rankingach czasopism z grupy "Nature" - w odniesieniu do ubiegłych 4 lat UJ aż o 34 % podniósł swój indeks klasyfikujący „wschodzące gwiazdy nauki”. Jesteśmy liderem wśród innych europejskich uczelni, przy czym w kategorii tej, nauką kreującą wskaźniki nowych technologii jest właśnie fizyka reprezentowana na naszym Wydziale. Wyprzedziliśmy tym samym wiele renomowanych instytucji, co jest dla nas olbrzymim powodem do dumy.



www.fais.uj.edu.pl

Migracje komórek

Zastosowaniem fizyki na potrzeby medycyny zajmują się także naukowcy z grupy dr hab. Zenona Rajfura z Zakładu Fizyki Materiałów Organicznych (ZFMO) na Wydziale FAIS UJ. Uczeni zajmują się obecnie poznawaniem mechanizmów molekularnych regulujących proces szeroko rozumianej migracji komórkowej, której zaburzenie skutkuje powstawaniem stanów chorobowych. Jak wyjaśnia dr Rajfur: *migracja komórek jest jednym z fundamentalnych i niezwykle złożonych procesów biologicznych, z którym związanych jest wiele ważnych zjawisk biologicznych: rozwój morfogenetyczny zarodka, gojenie ran, procesy immunologiczne czy rozwój systemu nerwowego. Zaburzenia w mechanizmach regulacyjnych migracji komórek, które obecnie badamy, przyczyniają się do powstawania stanów patologicznych, w tym m.in. chorób układu krążenia, osteoporozy, artretyzmu, chronicznych stanów zapalnych czy procesów nowotworowych, a w szczególności metastazy (przerzutowania) nowotworów.* Wyniki prac naukowych wykonywanych w grupie dr hab. Zenona Rajfura mogą prowadzić do opracowania nowych, bardziej efektywnych leków i terapii przeciwnowotworowych, czy antymetastatycznych. Naukowcy udowodnili już wpływ mechanicznych czynników środowiskowych otoczenia na proces migracji. Proces mechanotransdukcji polega na przetwarzaniu bodźców sygnałów mechanicznych z otoczenia komórki, takich jak elastyczność/szytywość otoczenia, wymia-



dr hab. Zenon Rajfur - Zakład Fizyki Materiałów Organicznych, Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego WFAIS UJ

rowość podłoża, czy dostępność molekuł sygnalizacyjnych na biochemiczną regulację stanu żywych komórek, bądź tkanki. Dotychczas prowadzono badania na podłożach sztywnych (szkło, polimer), jednak gdy odeszliśmy od utartej ścieżki dowiedliśmy, że migracja komórek kenatynocytowych silnie zależy od elastyczności podłoża. To duży przełom w badaniach, który może znacznie przyspieszyć prace nad opracowaniem skutecznych leków przeciwnowotworowych - tłumaczy krakowski biofizyk.

Ważnym aspektem prowadzonych w ZMFO UJ prac jest łączenie zaawansowanych metod optycznych - wysokorozdzielczej mikroskopii konfokalnej, trakcji komórkowych i szczypiec optycznych - z metodami bioinformatycznymi oraz wielopozomowej korelacji otrzymanymi danych eksperymentalnych. Prowadzenie takich wieloparametrowych badań przynosi grupie krakowskiej pionierskie wyniki naukowe pozwalające na znaczny postęp w badaniach biofizycznych procesów życiowych.

i praktyków z różnych środowisk – humanistów, psychologów, neuropsychologów, a także lekarzy. Zakład Technologii Gier rozszerza współpracę w środowisku międzynarodowym i pozostaje w ścisłej współpracy z pracownikami naukowymi Collegium Medicum UJ, Wydziału Zarządzania i Komunikacji Społecznej UJ, Wydziału Polonistyki UJ i Wydziału Filozofii UJ. Współpracuje także z wieloma firmami.



dr Jeremi Ochab

Zakład Teorii Układów Złożonych, Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego WFAIS UJ

Fizycy z Zakładu Teorii Układów Złożonych Instytutu Fizyki WFAIS UJ włączają się w nurt badań neuropsychologicznych od ponad dwóch lat prowadząc wspólne badania z Instytutem Psychologii Stosowa-nej UJ i Małopolskiego Centrum Biotechnologii. Ich celem jest opracowanie nowych metod matematycznych i informatycznych pozwalających wytypować i odczytywać z zapisu aktywności mózgu istotne informacje.

Mocno zaangażowany w zgłębianie tej problematyki jest dr Jeremi Ochab, który w ramach konkursu

SONATA 9 realizuje projekt dotyczący „Zastosowania teorii układów złożonych do wielowymiarowej analizy fluktuacji sygnału EEG mózgu człowieka”.

Młody naukowiec poprzez swoje badania zamierza znaleźć zależności pomiędzy zapisami EEG, a zachowaniami człowieka. Jak informuje nas sam zainteresowany - *Dzięki finansowaniu z NCN, we współpracy z Zespołem Zakładów Fizyki Teoretycznej, Centrum Badań Systemów Złożonych oraz Zakładów Biofizyki tworząc na Wydziale Fizyki UJ nowe laboratorium EEG. W naszych badaniach chcemy skupić się na*

SERIOUS GAMES



dr hab. Paweł Węgrzyn
Zakład Technologii Gier (ZTG WFAIS UJ)

Równie ciekawie prezentuje się obszar zainteresowań Zakładu Technologii Gier (ZTG UJ) związany z informatyką stosowaną. Obecnie zespół pod kierownictwem dr hab. Pawła Węgrzyna zajmuje się symulacjami fizyki i sztucznej inteligencji oraz projektowaniem naturalnych interfejsów użytkownika i wykorzystaniem narzędzi informatyki afektywnej w grach oraz w aplikacjach poszerzonej i wirtualnej rzeczywistości. Grupa ZTG bada wskaźniki

identyfikacji emocji, aby w przyszłości móc je dobrze interpretować w celu zaplanowania nowych metod komunikacji człowieka z inteligentnymi maszynami za pomocą gestów, słów, mimiki twarzy, ruchów sylwetki, ścistywania sygnałów pochodzących z ciała i mózgu. Od kilku lat interesuje nas analiza sygnałów emocjonalnych w aplikacjach czasu rzeczywistego – mówi dr hab. Węgrzyn. Można wykorzystać je do profilowania użytkownika, jak i do sterowania systemów fi-

zycznych i sztucznej inteligencji oraz przeprowadzania szybkich obliczeń komputerowych z udziałem procesorów kart graficznych, ale poruszane w ZTG zagadnienia często wykraczają daleko poza kompetencje informatyków i fizyków - tworzenie gier poważnych oraz algorytmów do automatycznego rozpoznawania emocji wymaga współpracy interdyscyplinarnej angażującej środowiska naukowców

Zespół ZTG gromadzi specjalistów od modelowania systemów fi-



Garażowy sposób na urzeczywistnianie pomysłów

dr Jakub Mielczarek - Zakład Teorii

Układów Złożonych, Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego WFAIS UJ

Uważam, że żyjemy w świecie kry-

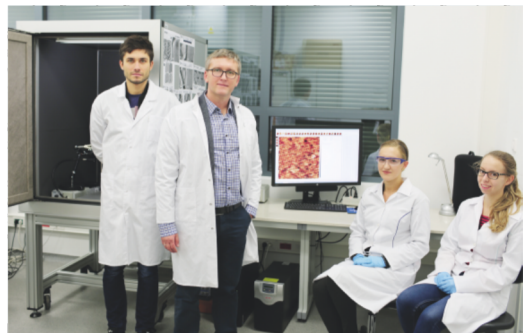
zysu znaczenia pomysłu – mówi dr Jakub Mielczarek, Adiunkt w Zakładzie Teorii Układów Złożonych, WFAIS, UJ. Wynika to z olbrzymiej różnorodności technologicznej i naukowej obserwowanej w dzisiejszym świecie. Każdy nowy dzień przynosi nam setki nowych publikacji i rozwiązań technologicznych. W trakcie półgodzinnej burzy mózgów można wygenerować przynajmniej kilka, jakby się wydawało, świetnych pomysłów. Wymyślenie czegoś nowego, przez skojarzenie dwóch nie łączonych wcześniej faktów nie jest trudne w czasach nadprodukcji informacji. W konsekwencji, generowanie fajnych pomysłów przestaje być wystarczającą pozynką dla ambicji, a prawdziwym wyzwaniem i zadaniem trudnym jest podjęcie się

realizacji ambitnego pomysłu. Garaż Złożoności to miejsce na WFAIS, dające możliwość rozpoczęcia swojej przygody w urzeczywistnianiu pomysłów. A jest to zadanie niełatwe, wymagające samozapa, dyscypliny i cierpliwości, czyli deficytowych w obecnym galopującym świecie wartości.

W ramach Garażu Złożoności, stawiamy sobie za cel wypracowanie ścieżki selekcji i realizacji wartościowych koncepcji, która prowadzi aż do osiągnięcia realnych korzyści społecznych pomysłu – mówi dr Mielczarek. Wspólnie ze studentem Grzegorzem Gązdowiczem opracowali pe3Dish. To rozszerzona wersja szalek Petriego przeznaczona do hodowli trójwymiarowych kolonii komórkowych. Układ wyposażony jest

w system mikropięprężnyowy, pozwalający na ciągłe doprowadzanie substancji odżywczych do komórek. Dzięki temu, mogą one tworzyć długotrwałe konfiguracje nie podlegające obumieraniu – wyjaśnia współautor wynalazku.

Poza badaniami na styku fizyki i biologii, aktywność w Garażu Złożoności kierowana jest, między innymi, ku kosmosowi. Zespół zaangażowany jest ostatnio m.in. w projekt badowy powstającej w Polsce analogicznej bazy kosmicznej M.A.R.S. (Modular Analog Research Station), której otwarcie planowane jest na wiosnę 2017 roku. W Garażu Złożoności przygotowywany jest również projekt astrobiologicznej misji z wykorzystaniem balonu stratosferycznego.



dr hab. Piotr Cyganik

Zakład Fizyki Nanostruktur i Nanotechnologii Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego WFAIS UJ

SIMS odkryta na nowo

Zasadność i atrakcyjność badań podstawowych udowodnili naukowcy z Zakładu Fizyki Nanostruktur i Nanotechnologii na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ. Adiunkt dr hab. Piotr Cyganik wraz ze swoją siedmioosobową grupą studentów realizuje obecnie dwa projekty badawcze NCN (SONATA-BIS oraz OPUS) poświęcone optymalizacji struktury, stabilności i przewodnictwa elektrycznego dla pojedynczych warstw molekularnych na powierzchni ciał stałych (Self-Assembled Monolayers - SAM). Struktury te, powstające na drodze samoorganizacji, stanowią podstawowy model połączenia materiałów organicznych z nieorganicznymi i są zasadniczym elementem rozwijającej się obecnie elektroniki organicznej i molekularnej jak również są wykorzystywane do tworzenia powierzchni biokompatybilnych w zastosowaniach medycyny implantacyjnej.

W swoich badaniach na poziomie molekularnym posługujemy się kompleksowym połączeniem technik mikroskopowych, spektroskopowych oraz spektrometrii masowej współpracując aktywnie z grupami badawczymi w USA (University of Harvard) i Niemczech (University of Heidelberg, University of Frankfurt) – mówi Piotr Cyganik. Najnowszym osiągnięciem grupy krakowskiej, które wyróżnia ją w środowisku międzynarodowym, jest wykorzystanie po powierzchni ciał stałych (Self-Assembled Monolayers - SAM). Struktury te, powstające na drodze samoorganizacji, stanowią podstawowy model połączenia materiałów organicznych z nieorganicznymi i są zasadniczym elementem rozwijającej się obecnie elektroniki organicznej i molekularnej jak również są wykorzystywane do tworzenia powierzchni biokompatybilnych w zastosowaniach medycyny implantacyjnej.

Liczba publikacji WFAIS UJ w latach 2009-2016 [średnia na podstawie Web of Science oraz Scopus]

