SZCZEGÓŁOWY PLAN ZADANIOWY INSTYTUTU FIZYKI JĄDROWEJ IM. HENRYKA NIEWODNICZAŃSKIEGO POLSKIEJ AKADEMII NAUK NA 2025 ROK

Zadania dla zakładu NZ 15

Niniejszy dokument zawiera tylko zadania dla zakładu NZ15,
pełny dokument z zadaniami dla całego instytutu można pobrać z:
https://www.ifj.edu.pl/dzialy/don/dzialalnosc-statutowa/2025/pdf/plan-zadaniowy-2025.pdf

Eksperymenty promieniowania kosmicznego: AUGER, CREDO i P-ONE (Dariusz Góra)

Cel główny zadania:

Celem eksperymentu Pierre Auger jest badanie promieni kosmicznych o skrajnie wysokich energiach, powyżej 10^{18} eV, wyznaczenie widma oraz ich składu masowego, a także rozkładu kierunków ich przylotu do Ziemi. Celem międzynarodowej Współpracy CREDO jest wykonanie zbiorczej analizy danych dotyczących promieniowania kosmicznego, rejestrowanych przez detektory działające dotąd niezależnie, a także potwierdzenie istnienia bądź wyznaczenie górnych ograniczeń na występowanie w przyrodzie wielkich kaskad cząstek o pochodzeniu poza atmosferycznym. Eksperyment Pacific Ocean Neutrino Experiment (P-ONE) ma z kolei na celu badanie strumieni neutrin o energiach w zakresie 100 TeV - 100 PeV, pochodzących ze źródeł astrofizycznych, takich jak aktywne jądra galaktyk czy rozbłyski promieniowania gamma.

Cele szczegółowe zadania:

2. Analiza procesu detekcji wielkich pęków atmosferycznych, akwizycja i analiza danych w Obserwatorium Pierre Auger. Szczegółowa analiza procesów rozwoju wielkiego pęku i jego rejestracji w detektorach oraz doprecyzowanie stosowanych przybliżeń. Dyżury w Obserwatorium, akwizycja danych eksperymentalnych oraz analiza danych **(Dariusz Góra).**
3. Globalna analiza danych dotyczących promieniowania kosmicznego w ramach projektu Cosmic-Ray Extremely Distributed Observatory (CREDO). Analiza wszelkich dostępnych danych dotyczących promieniowania kosmicznego w pełnym zakresie widma energii, pochodzących zarówno z dużych obserwatoriów (np. Obserwatorium Pierre Auger), jak i sieci detektorów edukacyjnych (np. HiSPARC, Showers of Knowledge) oraz sieci smartfonów wyposażonych w aplikacje umożliwiające rejestrację cząstek (np. CREDO Detector) **(Piotr Homola)**.
4. Eksperyment Pacific Ocean Neutrino Experiment (P-ONE) – budowa, kalibracja, symulacje i analizy. Budowa systemu laserowej kalibracji detektora, rozwój oprogramowania do symulacji detektora oraz analiza pierwszych danych z linii pilotażowych **(Paweł Malecki)**.

Badanie oddziaływań i oscylacji neutrin (Tomasz Wąchała)

Cel główny zadania:

Celem prowadzonych prac jest poznanie własności neutrin poprzez badanie ich oddziaływań i oscylacji, głównie w oparciu o eksperymenty z wiązkami neutrin akceleratorowych:

Eksperyment Tokai to Kamionka (T2K) dostarcza dokładnego pomiaru dwóch z sześciu parametrów oscylacji neutrin, różnicy kwadratów mas Δm^2_{23} i kąta mieszania θ_{23} oraz jako pierwszy ograniczył (z dokładnością trzech odchyleń standardowych) zakres wartości parametru δ_{CP}, związanego z fundamentalną symetrią CP, czyli symetrią przestrzenno-ładunkową, której ewentualne złamanie objawia się różnym prawdopodobieństwem oscylacji dla neutrin i antyneutrin. Priorytetem współpracy T2K na następne lata jest dokładniejszy pomiar parametru oscylacji neutrin δ_{CP} związanego z fundamentalną symetrią CP.

W ramach eksperymentu Hyper-Kamiokande (HK) zbudowany zostanie nowy daleki detektor, o nazwie Hyper-Kamiokande (5-krotnie większy od obecnego dalekiego detektora Super-Kamiokande) oraz pośredni detektor IWCD (Intermediate Water Cherenkov Detector). HK będzie korzystał z modernizowanych obecnie: wiązki neutrin i układu bliskich detektorów eksperymentu T2K. Uruchomienie eksperymentu HK planowane jest na 2027 rok.

Cele szczegółowe zadania:

1. Udział w akceleratorowym eksperymencie neutrinowym T2K prowadzonym w Japonii i przygotowania do drugiej fazy eksperymentu – T2K-II. Pomiary przekrojów czynnych dla oddziaływań neutrin mionowych w bliskim detektorze ND280, rozwój oprogramowania do rekonstrukcji i analizy danych oraz rozwój strony publicznej T2K. W ramach przygotowań do T2K-II: udział w modernizacji detektora ND280 (projekt i realizacja elementów nowych komór TPC), udział w testach komór TPC w CERN, uczestnictwo w pracach związanych z integracją nowych pod detektorów w ND280 oraz z bezpieczeństwem prac modernizacyjnych na terenie ośrodka akceleratorowego J-PARC w Japonii.
2. Udział w pracach tzw. Europejskiej Platformy Neutrinowej w CERN. Wsparcie fizyków uczestniczących w eksperymentach neutrinowych w USA (DUNE, SBN, ICARUS) i w Japonii (T2K, Hyper-Kamiokande).
3. Prace w projekcie Hyper-Kamiokande (HK) – następcy eksperymentu T2K. Promocja i popularyzacja projektu w ramach komitetu Hyper-Kamiokande Outreach.

Symulacje numeryczne dla przyszłego europejskiego detektora fal grawitacyjnych nowej generacji Teleskopu Einsteina (David Alvarez Castillo)

Cel główny zadania:

Teleskop Einsteina (ET) to europejski projekt podziemnego detektora fal grawitacyjnych (GW) trzeciej generacji, którego głównym celem jest wykrywanie źródeł fal grawitacyjnych. Detektory ET będą znacznie czulsze niż istniejące obecnie, o rząd wielkości, co pozwoli na badania zwartych układów podwójnych, takich jak podwójne czarne dziury (BBH), podwójne gwiazdy neutronowe (BNS), czy detekcję fal grawitacyjnych z wirujących gwiazd neutronowych. ET pozwoli także na testowanie ogólnej teorii względności, badania samego początku wszechświata, a także rozwiąże wiele innych istotnych problemów naukowych z zakresu astrofizyki, kosmologii i fizyki fundamentalnej.

Cele szczegółowe zadania:

1. Modelowanie przebiegów falowych dla zwartych układów podwójnych, ekstremalne efekty materii w gwiazdach neutronowych, modelowanie wyższych harmonicznych fal grawitacyjnych.
2. Symulacje równań niepewności stanu, opracowywanie modeli równania stanu dla egzotycznej materii (materii kwarkowej, materii bogatej w hiperony, kondensatów mezonowych), które będą stosowane do historii chłodzenia, szybkich konfiguracji rotacyjnych i fuzji układów podwójnych.
3. Przeprowadzanie symulacji fuzji binarnych, ewolucji pozostałości po fuzji i pól magnetycznych obejmujących symulacje magnetohydrodynamiczne.