

1. Analiza danych satelitarnych dotyczących koncentracji aerozoli w rejonie Obserwatorium Pierre Auger

Analysis of satellite data concerning the concentration of aerosols in the area of the Pierre Auger Observatory

W Obserwatorium Pierre Auger badamy wielkie pęki atmosferyczne: kaskady cząstek inicjowane przez promienie kosmiczne o najwyższych znanych energiach, czyli rzędu 10^{20} eV. To wiele milionów razy więcej niż energie możliwe do uzyskania w ziemskich akceleratorach. Natura tych cząstek wciąż nie jest znana - pomóż nam rozwikłać zagadkę czekającą na rozwiązanie od ponad 50-ciu lat. Twoja praca przyczyni się do lepszego zrozumienia wpływu aerozoli obecnych w atmosferze ziemskiej na interpretację danych.

In the Pierre Auger Observatory we investigate on extensive air showers: cascades of secondary particles induced by cosmic rays of the highest energies known: 10^{20} eV. This is many millions more than the energies achievable in the man-made accelerators. The nature of these extremely energetic particles is unknown – help us to solve the puzzle waiting for an answer since more than 50 years. Your work will help to understand the impact of aerosols present in the Earth atmosphere on the interpretation of the extensive air shower data.

2. Badanie wpływu niejednorodności w rozkładzie aerozoli w rejonie Obserwatorium Pierre Auger na rekonstrukcję parametrów wielkich pęków atmosferycznych w kontekście poszukiwań efektów Nowej Fizyki.

Influence of the inhomogeneities in the aerosol concentration over the Pierre Auger Observatory on reconstruction of extensive air showers as a way to explore exotic physics effects

W Obserwatorium Pierre Auger badamy wielkie pęki atmosferyczne: kaskady cząstek inicjowane przez promienie kosmiczne o najwyższych znanych energiach, czyli rzędu 10^{20} eV. To wiele milionów razy więcej niż energie możliwe do uzyskania w ziemskich akceleratorach. Twoja praca przyczyni się do lepszego zrozumienia wpływu aerozoli obecnych w atmosferze ziemskiej na interpretację danych i być może do wskazania obserwowalnych śladów Nowej Fizyki.

In the Pierre Auger Observatory we investigate on extensive air showers: cascades of secondary particles induced by cosmic rays of the highest energies known: 10^{20} eV. This is many millions more than the energies achievable in the man-made accelerators. Your work will help to understand the impact of aerosols present in the Earth atmosphere on the interpretation of the extensive air shower data, with a particular stress on identifying observable signatures of the New Physics.

3. Testowanie modeli Nowej Fizyki poprzez obserwację (lub jej brak) wielkich pęków atmosferycznych inicjowanych przez duże kaskady fotonów

Probing New Physics through (non)observation of extensive air showers induced by large cascades of photons

W Obserwatorium Pierre Auger badamy wielkie pęki atmosferyczne: kaskady cząstek inicjowane przez promienie kosmiczne o najwyższych znanych energiach, czyli rzędu 10^{20} eV. To wiele milionów razy więcej niż energie możliwe do uzyskania w ziemskich akceleratorach. Wielkie pęki mogą być inicjowane również przez kaskady fotonów i elektronów powstałe ponad atmosferą w wyniku niestandardowych procesów elektromagnetycznych. Identyfikacja przynajmniej niektórych typów takich kaskad powinna być możliwa poprzez analizę własności niestandardowych wielkich pęków. Rozejrzyj się ponad paradygmatem i działaj.

In the Pierre Auger Observatory we investigate on extensive air showers: cascades of secondary particles induced by cosmic rays of the highest energies known: 10^{20} eV. This is many millions more than the energies achievable in the man-made accelerators. Extensive air showers could be initiated also by ensembles of particles: cascades of photons and electrons originated above the atmosphere, possibly due to non-standard electromagnetic processes. Identification of such cascades might be possible with the analysis of non-standard air shower properties. Look beyond the paradigm and visit the scientific terra incognita.

4. Wpływ pola geomagnetycznego na własności wielkich pęków atmosferycznych inicjowanych przez duże kaskady elektromagnetyczne

Influence of the geomagnetic field on the properties of extensive air showers initiated by super-preshowers.

W Obserwatorium Pierre Auger badamy wielkie pęki atmosferyczne: kaskady cząstek inicjowane przez promienie kosmiczne o najwyższych znanych energiach, czyli rzędu 10^{20} eV. To wiele milionów razy więcej niż energie możliwe do uzyskania w ziemskich akceleratorach. Wielkie pęki mogą być inicjowane również przez kaskady fotonów i elektronów powstałe ponad atmosferą w wyniku niestandardowych procesów elektromagnetycznych. Identyfikacja przynajmniej niektórych typów takich kaskad powinna być możliwa poprzez analizę zależności własności wielkich pęków od pola geomagnetycznego. Pracując w tym kierunku bedziesz miał/miała więc szansę na pośrednią obserwację przejawów zmodyfikowanej elektrodynamiki kwantowej - czyli na udział w dokonaniu długo oczekiwanego przełomu w nauce.

In the Pierre Auger Observatory we investigate on extensive air showers: cascades of secondary particles induced by cosmic rays of the highest energies known: 10^{20} eV. This is many millions more than the energies achievable in the man-made accelerators. Extensive air showers could be initiated also by ensembles of particles: cascades of photons and electrons originated above the atmosphere, possibly due to non-standard electromagnetic processes. Identification of such cascades might be possible with the analysis of the dependence of air shower properties on the geomagnetic field. Working in this direction you will have an opportunity for an indirect observation of a manifestation of modified quantum electrodynamics. It would be a long-awaited breakthrough in science.

5. Symulacje kaskadowania elektromagnetycznego fotonów o energiach rzędu 10^{20} eV podczas propagacji w przestrzeni międzyplanetarnej

Simulation of electromagnetic cascading of 10^{20} eV photons during their propagation through the Solar System

W Obserwatorium Pierre Auger badamy wielkie pęki atmosferyczne: kaskady cząstek inicjowane przez promienie kosmiczne o najwyższych znanych energiach, czyli rzędu 10^{20} eV. To wiele milionów razy więcej niż energie możliwe do uzyskania w ziemskich akceleratorach. Wielkie pęki mogą być inicjowane również przez kaskady fotonów i elektronów powstałe ponad atmosferą w wyniku oddziaływań zachodzących w niezbyt dokładnie znanych obszarach Układu Słonecznego. Jeżeli okazałoby się, że te kaskady występują powszechnie, należałoby gruntownie zweryfikować naszą wiedzę o promieniach kosmicznych skrajnie wysokich energii. Możesz w tym uczestniczyć.

In the Pierre Auger Observatory we investigate on extensive air showers: cascades of secondary particles induced by cosmic rays of the highest energies known: 10^{20} eV. This is many millions more than the energies achievable in the man-made accelerators. Extensive air showers could be initiated also by ensembles of particles: cascades of photons and electrons originated above the

atmosphere, possibly due to the interactions occurring in the not-so-well known regions of the Solar System. If it turns out that such cascades emerge frequently, we would need a fundamental revision of our knowledge about ultra-high energy cosmic rays. You might contribute to such a breakthrough.

6. Numeryczna analiza równań elektrodynamiki kwantowej opisujących rozszczepienie fotonu o bardzo dużej energii na fotony wtórne

Numerical analysis of QED equations describing the photon splitting effect in the regime of ultra-high energies

W Obserwatorium Pierre Auger badamy wielkie pęki atmosferyczne: kaskady cząstek inicjowane przez promienie kosmiczne o najwyższych znanych energiach, czyli rzędu 10^{20} eV. To wiele milionów razy więcej niż energie możliwe do uzyskania w ziemskich akceleratorach. Wielkie pęki mogą być inicjowane również przez kaskady fotonów i elektronów powstałe ponad atmosferą w wyniku rozszczepienia fotonu pierwotnego na fotony wtórne (ang. photon splitting). Zjawisko rozszczepienia fotonu nie zostało dotąd potwierdzone eksperymentalnie a wydaje się, że mogłoby być obserwowalne pośrednio w naszym Obserwatorium. Potrzebujemy jednak dokładnych obliczeń dotyczących przewidywań obserwacyjnych dla różnych założeń. Okazuje się, że numeryczne opracowanie istniejących równań jest wysoce nietrywialne. Potrzebujemy Twojej pomocy.

In the Pierre Auger Observatory we investigate on extensive air showers: cascades of secondary particles induced by cosmic rays of the highest energies known: 10^{20} eV. This is many millions more than the energies achievable in the man-made accelerators. Extensive air showers could be initiated also by ensembles of particles: cascades of photons and electrons originated above the atmosphere, possibly due to the splitting of a primary photon of extremely high energy into the secondary photons. The photon splitting effect, although allowed by the standard theories, has not yet been observed in experiments. It seems that it would be possible indirectly in our Observatory. To understand correctly the observations we need precise modelling of the electromagnetic processes at the highest energies, with different theoretical assumptions. It turns out, that numerical processing of the existing equations is highly non-trivial. We need your help.

7. Projektowanie i konstrukcja ekonomicznego detektora wielkich pęków atmosferycznych

Design and construction of an economical detector of extensive air showers

Niektóre egzotyczne procesy fizyczne mogą skutkować powstawaniem skorelowanych w czasie lecz znacznie odległych przestrzennie wielkich pęków atmosferycznych. Rejestracja takich zdarzeń może okazać się możliwa jedynie przy pomocy unikalnej infrastruktury detekcyjnej: światowej sieci niewielkich i tanich detektorów z dobrze zsynchronizowanymi zegarami. Projekt dopiero startuje, możesz być jednym z pionierów.

Some exotic physical processes might result in emerging of correlated in time but highly spatially spread air showers. Observation of such phenomena might be possible only with a unique infrastructure: a worldwide network of small and economic detectors with well synchronized clocks. The project has just started, you might be one of the pioneers.

8. Projektowanie i konstrukcja rozproszonej i zdywersyfikowanej sieci ekonomicznych detektorów promieniowania kosmicznego

Design and construction of a distributed and diversified network of economical cosmic-ray detectors

Niektóre egzotyczne procesy fizyczne mogą skutkować powstawaniem skorelowanych w czasie lecz znacznie odległych przestrzennie wielkich pęków atmosferycznych. Rejestracja takich zdarzeń może okazać się możliwa jedynie przy pomocy unikalnej infrastruktury detekcyjnej: światowej sieci niewielkich i tanich detektorów z dobrze zsynchronizowanymi zegarami. Projekt dopiero startuje, możesz być jednym z pionierów.

Some exotic physical processes might result in emerging of correlated in time but highly spatially spread air showers. Observation of such phenomena might be possible only with a unique infrastructure: a worldwide network of small and economic detectors with well synchronized clocks. The project has just started, you might be one of the pioneers.

9. Studium efektywności detekcji wielkich pęków atmosferycznych w rozproszonej i zdywersyfikowanej sieci małych detektorów promieniowania kosmicznego o różnych konfiguracjach

A study of an air shower detection efficiency in a distributed and diversified network of economical cosmic-ray detectors

Niektóre egzotyczne procesy fizyczne mogą skutkować powstawaniem skorelowanych w czasie lecz znacznie odległych przestrzennie wielkich pęków atmosferycznych. Rejestracja takich zdarzeń może okazać się możliwa jedynie przy pomocy unikalnej infrastruktury detekcyjnej: światowej sieci niewielkich i tanich detektorów z dobrze zsynchronizowanymi zegarami. Projekt dopiero startuje, możesz być jednym z pionierów.

Some exotic physical processes might result in emerging of correlated in time but highly spatially spread air showers. Observation of such phenomena might be possible only with a unique infrastructure: a worldwide network of small and economic detectors with well synchronized clocks. The project has just started, you might be one of the pioneers.

10. Poszukiwanie wielkich pęków atmosferycznych skorelowanych w czasie jako potencjalnej sygnatury procesów Nowej Fizyki

Search for cosmic-ray events clustered in time as a potential signature of New Physics

Niektóre egzotyczne procesy fizyczne mogą skutkować powstawaniem skorelowanych w czasie lecz znacznie odległych przestrzennie wielkich pęków atmosferycznych. Rejestracja takich zdarzeń może okazać się możliwa w Obserwatorium Pierre Auger, największym istniejącym detektorze promieni kosmicznych. Pomóż nam to sprawdzić.

Some exotic physical processes might result in emerging of correlated in time but highly spatially spread air showers. Observation of such phenomena might be possible in the Pierre Auger Observatory, the largest cosmic-ray detector in operation. Help us checking this.

11. Projektowanie i wykonanie układu elektronicznego do rejestracji cząstek egzotycznych w eksperymencie Baikal-GVD

Design and construction of the electronic system to detect exotic particles in the Baikal-GVD experiment

Jeziro Bajkał to nie tylko wspaniały obiekt przyrodniczy. To może być również gigantyczny detektor neutrin oraz, być może, egzotycznych - choć oczekiwanych przez niektórych fizyków -

cząstek. A konkretnie - nasz zespół poszukuje monopoli magnetycznych, które wpadną do Baikału, i mamy na to grant. Dołączysz?

Lake Baikal is not only a wonderful natural site. It is also going to be a giant underwater instrument to observe astrophysical neutrinos and, possibly, also exotic – but expected by some physicists – particles. To be more specific: our team is looking for magnetic monopoles diving in Baikal, and we have a grant for this research. Will you join us?

12. Propagacja monopoli magnetycznych w wodzie

Propagation of magnetic monopoles in water

Jezioro Bajkał to nie tylko wspaniały obiekt przyrodniczy. To może być również gigantyczny detektor neutrin oraz, być może, egzotycznych - choć oczekiwanych przez niektórych fizyków - cząstek. A konkretnie - nasz zespół poszukuje monopoli magnetycznych, które wpadną do Baikału, i mamy na to grant. Dołączysz?

Lake Baikal is not only a wonderful natural site. It is also going to be a giant underwater instrument to observe astrophysical neutrinos and, possibly, also exotic – but expected by some physicists – particles. To be more specific: our team is looking for magnetic monopoles diving in Baikal, and we have a grant for this research. Will you join us?

13. Badanie własności wielkich pęków atmosferycznych inicjowanych przez monopole magnetyczne

A study on characteristics of extensive air showers initiated by magnetic monopoles

Jezioro Bajkał to nie tylko wspaniały obiekt przyrodniczy. To może być również gigantyczny detektor neutrin oraz, być może, egzotycznych - choć oczekiwanych przez niektórych fizyków - cząstek. A konkretnie - nasz zespół poszukuje monopoli magnetycznych, które wpadną do Baikału, i mamy na to grant. Dołączysz?

Lake Baikal is not only a wonderful natural site. It is also going to be a giant underwater instrument to observe astrophysical neutrinos and, possibly, also exotic – but expected by some physicists – particles. To be more specific: our team is looking for magnetic monopoles diving in Baikal, and we have a grant for this research. Will you join us?

14. Projekt i wykonanie prototypu internetowego systemu wymiany informacji w ramach dużej międzynarodowej współpracy naukowej

Design and construction of a prototype of an internet system for an exchange of information in a large scientific collaboration

Długo oczekiwany przełom w nauce może się dokonać w ramach rozległej współpracy naukowej. Aby taka współpraca była optymalnie efektywna potrzebny jest sprawny, wielofunkcyjny system komunikacyjny. Coś jak Facebook tylko do poważniejszych zastosowań. Popracuj z nami w tym kierunku.

The long-awaited breakthrough in science might happen within an exceptionally large collaboration, composed of even a million of contributors. An optimum efficiency of such a collaboration will require a complex, multi-function communication system. Something like Facebook but for professionals. Many of them. Work with us in this direction.

15. Poszukiwanie sygnatur procesów Nowej Fizyki w danych eksperymentów rejestrujących promieniowanie Czerenkowa indukowane przez cząstki o bardzo dużych energiach

Search for the New Physics signatures in the data of the experiments recording Cherenkov radiation induced by particles of extremely high energies

Promieniowanie Czerenkowa jest indukowane przez naładowane cząstki poruszające się w danym ośrodku szybciej niż światło w tym samym ośrodku. Fotony Czerenkowa są sygnałem dla astronomii gamma i tłem dla detektorów promieni kosmicznych o skrajnie wysokich energiach. Oczekujemy, że niektóre egzotyczne cząstki, na przykład monopole magnetyczne, mogą wywołać emisję światła Czerenkowa o niestandardowym natężeniu i rozkładzie kątowym. Takie "niepodobne do niczego" przypadki najczęściej nie są analizowane - odrzuca się je zgodnie z kryteriami doboru danych o odpowiednio "dobrej" jakości. Pomóż nam odszukać "dziwne" przypadki w danych z Obserwatorium Pierre Auger oraz z teleskopów gamma H.E.S.S. i MAGIC i sprawdź z nami czy przypadkiem nie są one przejawem Nowej Fizyki.

Cherenkov radiation is induced by charged particles moving in a medium at the speed larger than the speed of light in this medium. Cherenkov photons are the signal for gamma astronomers and a background for the cosmic-ray detectors. It is expected that some exotic particle, for instance magnetic monopoles, might induce an emission of Cherenkov light of a non-standard intensity and angular distribution. Such „strange” events are most often rejected in the standard analysis where only the data of a superior quality are taken into account. Help us to find „strange” events in the data taken by the Pierre Auger Observatory as well as in those collected by H.E.S.S. and MAGIC gamma ray telescopes. Let us check together whether they are the New Physics manifestations or not.

Praktyki studenckie / students practice:

1. Budowa podwodnego detektora neutrin Baikal-GVD (z wyjazdem do Rosji) / Construction of deep underwater neutrino detector Baikal-GVD (including a visit in Russia)
2. Testowanie wydajności detektorów cząstek używanych w Obserwatorium Pierre Auger / Testing the efficiency of the particle counters used in the Pierre Auger Observatory
3. Budowa prototypu ekonomicznego licznika mionów / Construction of an economic muon counter prototype
4. Projekt i wykonanie internetowego systemu wymiany informacji w ramach dużej, międzynarodowej współpracy naukowej / Design and coding of an internet platform to communicate and exchange information within a large, international scientific collaboration

Mini-jobs

1. Opracowanie założeń ćwiczenia „muon life time” / Scientific description of the lab exercise „muon life time”
2. Budowa prototypu ekonomicznego licznika mionów / Construction of an economic muon counter prototype