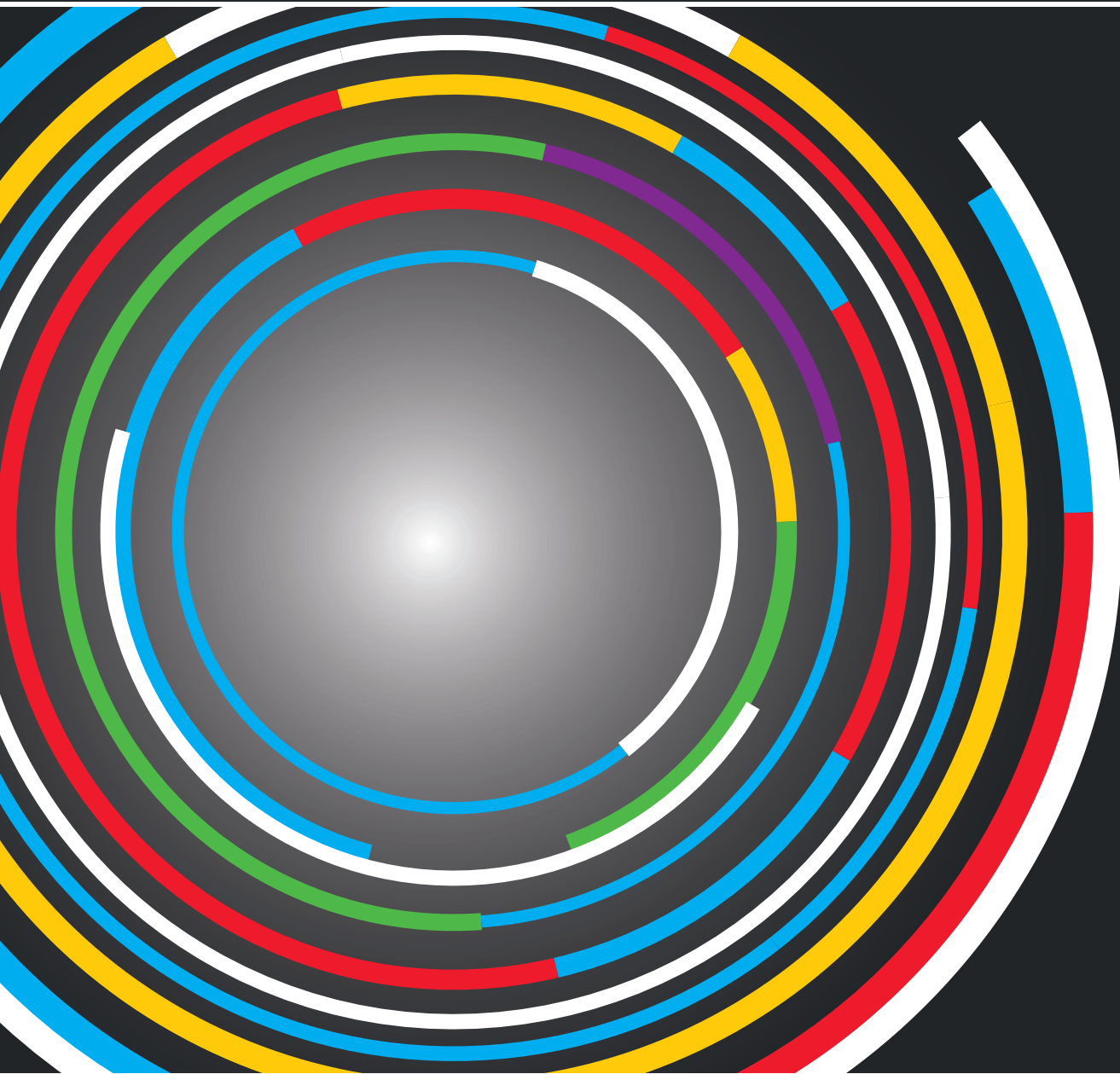


Centrum SOLARIS



Autorzy

Dagmara Chylewska-Olech, Piotr Ciochoń, Agnieszka Cudek, Przemysław Grudnik, Marcin Jaciuk, Wiktor Kotlarz, Paweł Korecki, Maciej Kozak, Danuta Liberda-Matyja, Krzysztof Matlak, Alexey Maximenko, Natalia Olszowska, Ewa Partyka-Jankowska, Piotr Piwowarczyk, Marcin Rosmus, Joanna Sławek, Tomasz Sobol, Katarzyna Sowa, Jakub Szlachetko, Tomasz Wróbel, Marcin Zając, Krzysztof Zieliński, Magdalena Żychowska

Projekt graficzny

Joanna Kowalik

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS

Uniwersytet Jagielloński

ul. Czerwone Maki 98, 30-392 Kraków

tel. 12 664 40 00

e-mail: synchrotron@uj.edu.pl

www.synchrotron.pl

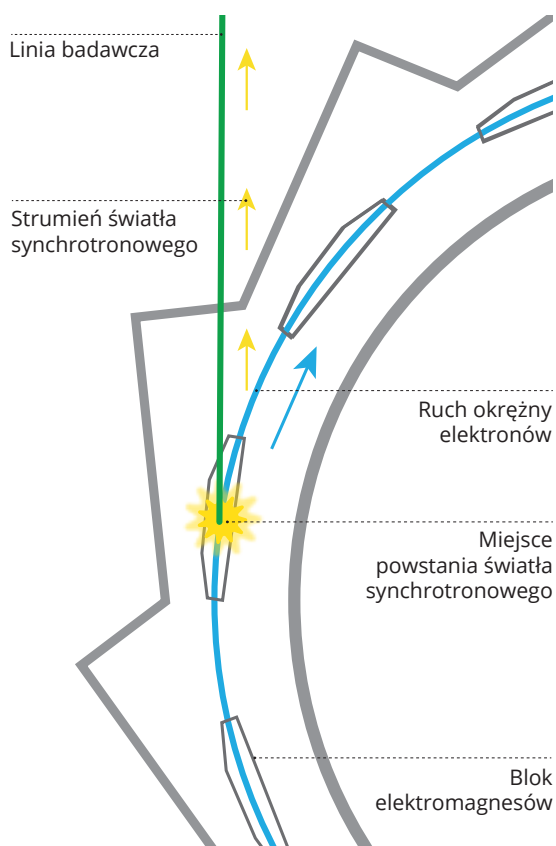
Kraków 2025



Co to jest synchrotron?

Synchrotron to rodzaj akceleratora kołowego, czyli urządzenia, w którym przyspiesza się cząstki. Cząstki te poruszają się po torze zamkniętym – w przeciwieństwie do akceleratorów liniowych, w których przyspieszone cząstki poruszają się po linii prostej.

W synchrotronie SOLARIS krążą elektrony. Są one produkowane w dziale elektronowym, skąd trafiają do akceleratora liniowego. Tu przyspiesza się je do prędkości bliskiej prędkości światła w próżni. Następnie elektrony wstrzykiwane są do pierścienia akumulacyjnego, gdzie w ciągu jednej sekundy wykonują ponad trzy miliony okrążeń!



Aby elektrony poruszały się po torze zamkniętym, ich tor ruchu jest zakrzywiany przez dwanaście bloków elektromagnesów. W miejscach zakrzywienia powstaje promieniowanie elektromagnetyczne, zwane światłem synchrotronowym.

Światło synchrotronowe wyprowadzane na zewnątrz synchrotronu trafia do tak zwanych linii badawczych, a następnie kierowane jest na stanowiska pomiarowe, gdzie jest profilowane do odpowiednich parametrów.

Synchrotron to urządzenie, które produkuje światło synchrotronowe wykorzystywane do prowadzenia badań naukowych.

Światło synchrotronowe jest niezwykle.

Jego unikalne właściwości to m.in. ogromna intensywność – jest ono miliony razy jaśniejsze od światła, które dociera do Ziemi ze Słońca. Ponadto promieniowanie synchrotronowe rozciąga się w szerokim zakresie spektralnym, od podczerwieni, przez światło widzialne i ultrafiolet, aż do światła rentgenowskiego. Dzięki temu naukowcy mogą na bardzo wiele sposobów badać zarówno powierzchnie, jak i wnętrza różnych materiałów i w ten sposób odkrywać z jakich atomów są one zbudowane, jaki mają skład chemiczny oraz właściwości elektryczne czy magnetyczne. Badania wykonywane mogą być również reakcji i przemian chemicznych, w otoczeniu pola magnetycznego czy elektrycznego, lub w różnych temperaturach.

Synchrotrony na świecie

Światło synchrotronowe wykorzystywane jest przez wiele dziedzin nauki, takich jak biologia, chemia, fizyka, inżynieria materiałowa, nanotechnologia, medycyna, farmakologia, geologia czy krytalografia.

Obecnie na świecie działa około 30 ośrodków synchrotronowych. Najwięcej z nich znajdziemy w Europie, Azji Wschodniej oraz Stanach Zjednoczonych, czyli w regionach wysoko rozwiniętych, których postęp gospodarczy opiera się na wiedzy i innowacjach.

Wiele pomiarów można przeprowadzić wyłącznie w ośrodkach synchrotronowych. Synchrotrony pozwalają również zdobyć w krótszym czasie więcej lepszych jakościowo informacji, niż przy użyciu tradycyjnych źródeł światła. Unikatowość promieniowania synchrotronowego i olbrzymie zainteresowanie naukowców powoduje, że **synchrotrony działają 7 dni w tygodniu, 24 godziny na dobę. Ponadto naukowcy mogą prowadzić w nich badania na wielu stanowiskach badawczych jednocześnie.**

Źródła światła na świecie



 synchrotron

 laser na swobodnych elektronach

 synchrotron i laser na swobodnych elektronach

Do czego potrzebujemy badań synchrotronowych?

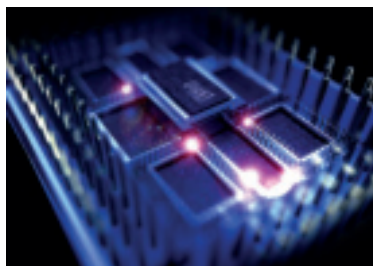
Większość badań prowadzonych w synchrotronach to badania podstawowe, czyli takie, które pozwalają zajrzeć w głąb materii i dokonać precyzyjnej analizy elektronowej, atomowej i strukturalnej. Ta wiedza leży u podstaw nowych odkryć i znajduje praktyczne zastosowanie. Dla przykładu, badania podstawowe dały początek żarówkom LED, ekranom nowoczesnych telewizorów i telefonów, a także umożliwiły zastosowanie dużo tańszych ogniw sodowo-jonowych w komputerach, smartfonach oraz samochodach elektrycznych.

Promieniowanie synchrotronowe przyczynia się również do badań, które są istotne dla nowoczesnej gospodarki, ekologicznego środowiska oraz na rzecz zdrowego społeczeństwa. Pomiary synchrotronowe pozwalają na odkrycie nowych materiałów kwantowych, które umożliwiają szybsze metody zapisu informacji na nośnikach danych.

Dzięki badaniom na synchrotronach dowiadujemy się również, że mikrostruktura kryształów lodu i pęcherzyków powietrza ma kluczowe znaczenie

dla jakości i właściwości sensorycznych lodów. Materiały wykorzystywane do produkcji ogniw słonecznych od lat bada się pod kątem zwiększenia wydajności przetwarzania energii słonecznej w elektryczną. Z kolei badania nad budową białek i cząsteczek biologicznych prowadzą do poznania procesów życiowych oraz pomagają opracowywać nowe leki. Można powiedzieć, że w ośrodkach synchrotronowych prowadzi się badania, które są istotne dla nowoczesnej gospodarki, ekologicznego środowiska oraz na rzecz zdrowego społeczeństwa.

**Synchrotron
to akcelerator
nowoczesnej
gospodarki.**



O synchrotronie SOLARIS

Synchrotron SOLARIS jest obecnie największym w Polsce urządzeniem pracującym w trybie otwartego dostępu i umożliwiającym prowadzenie badań naukowych. Jest to również pierwsze i jedyne synchrotronowe źródło światła w Europie Środkowo-Wschodniej. Układ akceleratorów w Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego został wybudowany według innowacyjnego projektu specjalistów ze szwedzkiego ośrodka MAX IV Laboratory, przy wykorzystaniu najnowocześniejszych technologii. Dzięki temu krążąca w nim wiązka elektronów ma znakomite parametry przy stosunkowo niewielkich rozmiarach urządzenia. **To z kolei stawia polski synchrotron w czołówce urządzeń tego typu na świecie.**

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS działa przy Uniwersytecie Jagiellońskim. Zlokalizowane jest na terenie Kampusu 600-lecia Odnowienia UJ. Centrum zostało wybudowane w latach 2011–2014. Inwestycję dofinansowała Unia Europejska ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, w ramach

Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2013. Pod koniec 2023 roku zakończyła się rozbudowa nowej części hali eksperymentalnej Centrum SOLARIS, konieczna dla dalszej rozbudowy infrastruktury badawczej.

Centrum SOLARIS zatrudnia obecnie ponad 140 osób. Rdzeniem zespołu jest wysoko wykwalifikowana kadra naukowa i inżynierska, złożona z absolwentów najlepszych polskich uczelni (takich jak Uniwersytet Jagielloński, Akademia Górniczo-Hutnicza, Uniwersytet Śląski czy Uniwersytet im. Adama Mickiewicza). Wiele pracowników SOLARIS odbyło stypendia i szkolenia na czołowych uczelniach i w wiodących ośrodkach naukowych Europy i Stanów Zjednoczonych. Funkcjonowanie Centrum wspierają także wyspecjalizowane sekcje administracyjne, projektowe i odpowiadające za rozpowszechnianie badań synchrotronowych.

Wybrane parametry synchrotronu SOLARIS



obwód synchrotronu	96 m
energia elektronów	1,5 GeV
maksymalny prąd elektronów	500 mA
naturalna emitancja (bez urządzeń wstawkowych)	6 nm rad
całkowity czas życia elektronów	13 h

Dostępne techniki badawcze

Obecnie naukowcy przyjeżdżający do Centrum SOLARIS mogą prowadzić badania na siedmiu liniach badawczych: URANOS, PIRX, DEMETER, PHELIX, ASTRA, CIRI i POLYX. Kolejne są w fazie budowy - ARYA, SMAUG, Nano-X oraz XAS&XRD - zakłada się, że będą gotowe po 2027 r. Po zakończeniu inwestycji, na hali eksperymentalnej równolegle będzie pracować kilkanaście linii badawczych, z około dwudziestoma stanowiskami pomiarowymi.

Naukowcy prowadzący badania w Narodowym Centrum SOLARIS skupiają się na kilku obszarach istotnych dla dzisiejszych wyznań stawianych przed naszym społeczeństwem. Jednym z nich są te związane z wytwarzaniem energii ze źródeł odnawialnych, konstruowanie wydajnych magazynów energii, czy zwiększanie wydajności procesów chemicznych. Do tych badań używana jest linia PIRX, wykorzystująca promieniowanie synchrotronowe emitowane przez magnes zakrzywiający, dedykowana do pomiarów spektroskopowych w zakresie miękkiego promieniowania synchrotronowego, oraz linia ASTRA pracująca w zakresie twardego promieniowania synchrotronowego.

Kolejnym ważnym obszarem, nad którym pracują naukowcy, są nowoczesne materiały 0-wymiarowe, materiały topologiczne czy nanostruktury, które mają potencjał wprowadzić nowy standard w rozwiązaniach cyfrowych i komputerowych. W takich rozwiązaniach wykorzystywany jest olbrzymi potencjał linii badawczych PHELIX oraz URANOS, które oferują technikę kątowo-rozdzielczej spektroskopii fotoelektronów. Te linie pracują w warunkach ultra wysokiej próżni, pozwalając na wykorzystanie promieniowania synchrotronowego w zakresie od ultrafioletu do miękkiego promieniowania rentgenowskiego. Bardzo ważnym uzupełnieniem są badania prowadzone z użyciem zaawansowanych metod mikroskopii rentgenowskiej na liniach takich

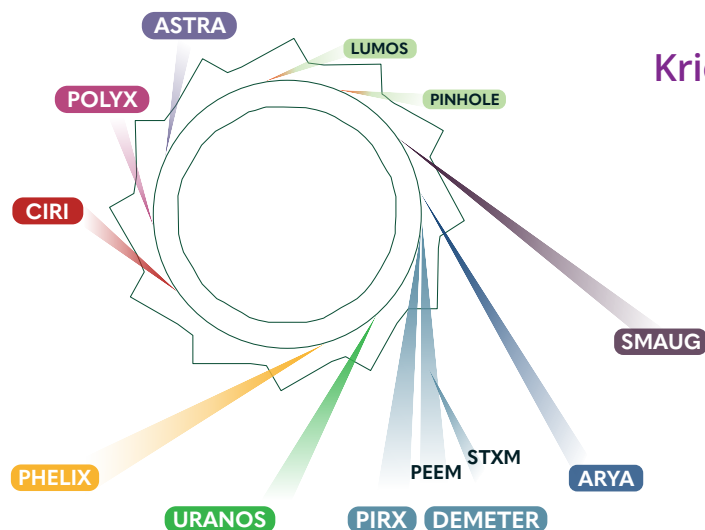
jak DEMETER oraz POLYX, oferujących komplementarne zakresy energetyczne i z różnym wachlarzem metod badawczych. Ważnym obszarem dla społeczeństwa, nad którym pracują naukowcy, jest również spektrum badań biomedycznych, w którym szczególny nacisk kładzie się na wprowadzenie nowych rozwiązań dla inteligentnych szczepionek, nowych leków czy nowoczesnych terapii diagnostycznych. W tych badaniach często wykorzystywana jest linia badawcza CIRI, która pozwala na przykład na obserwację oddziaływań międzymolekularnych.

Prowadzone inwestycje infrastrukturalne skupione są na budowie nowych linii badawczych, które uzupełnią portfolio metod strukturalnych z wykorzystaniem linii ARYA i SMAUG, metod mikroskopowych (linia Nano-X) oraz badań stosowanych spektroskopowych i dyfrakcyjnych na linii badawczej XAS & XRD.

Centrum SOLARIS to jednak nie tylko synchrotron. **Pod dachem ośrodka znajdują się także dwa najnowszej generacji kriomikroskopy elektronowe: Titan Krios oraz Glacios.** Wykorzystywana przez nie technika Cryo-EM (cryogenic electron microscopy) jest metodą obrazowania, opartą o elastyczne rozpraszanie wiązki elektronów przechodzących przez cienkie warstwy badanych materiałów lub molekuł. Metoda badawcza jest uniikatowym uzupełnieniem do możliwości badawczych oferowanych przez linie synchrotronowe.

Narodowe Centrum SOLARIS to ośrodek badań prowadzonych z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego i kriomikroskopii elektronowej.

Linie badawcze w SOLARIS



Kriomikroskopia SOLARIS

KRIOS

GLACIOS

Parametry linii badawczych i kriomikroskopów

nazwa linii	źródło	zakres energii fotonów/elektronów	metoda badawcza	zakres fali elektromagnetycznej
ASTRA	magnes zakrzywiający	1 - 15 keV	spektroskopia absorpcyjna	miękkie i twarde promieniowanie rentgenowskie
POLYX	magnes zakrzywiający	5 - 15 keV	mikrospektroskopia absorpcyjna, mikroobrazowanie	twarde promieniowanie rentgenowskie
CIRI	magnes zakrzywiający	12,5 - 500 meV	spektroskopia absorpcyjna	podczerwień
PHELIX	undulator	50 - 2000 eV	spektroskopia absorpcyjna, spektroskopia fotoelektronów	miękkie promieniowanie rentgenowskie
URANOS	undulator	8 - 150 eV	spektroskopia fotoelektronów	miękkie promieniowanie rentgenowskie i ultrafiolet
PIRX	magnes zakrzywiający	100 - 2000 eV	spektroskopia absorpcyjna	miękkie promieniowanie rentgenowskie
DEMETER	undulator	100 - 2000 eV	spektroskopia absorpcyjna, spektroskopia fotoelektronów	miękkie promieniowanie rentgenowskie
ARYA	wiggler 3T	5 - 15 keV	krystalografia	twarde promieniowanie rentgenowskie
SMAUG	magnes zakrzywiający	6 - 14 keV	rozpraszanie małych kątów	twarde promieniowanie rentgenowskie
KRIOS	dziło elektronowe	300kV	analiza pojedynczych cząstek (SPA), kriotomografia elektronowa (cET), dyfrakcja elektronowa na mikrokryształach (MicroED)	monochromatyczne fale materii z zakresu twardych promieni rentgenowskich
GLACIOS		200kV		

ASTRA

Absorption Spectroscopy beamline for Tender energy Range and Above - linia działająca

Linia ASTRA służy do badań o charakterze podstawowym i aplikacyjnym. Linia ta została specjalnie zaprojektowana do pomiarów techniką spektroskopii absorpcyjnej (XAS) w pośrednim zakresie promieniowania rentgenowskiego (ang. „tender energy range”), tj. na krawędziach absorpcji K takich pierwiastków jak: P, S, Si oraz innych lekkich pierwiastków. Poza tym zakres energii linii ASTRA obejmuje krawędzie K cięższych pierwiastków - do Se, krawędzie L do Bi i krawędzie M niektórych pierwiastków, w tym U. Taki zakres pozwala na badanie wielu bardzo istotnych materiałów. Dane XANES oraz EXAFS pozwalają analizować lokalną strukturę wybranych pierwiastków chemicznych w materiałach stałych (zarówno krystalicznych jak i amorficznych) i próbkach w fazie ciekłej lub gazowej. W niedalekiej przyszłości na linii będą dostępne pomiary XAS – Raman, gdzie jednocześnie będą zbierane widma XAS oraz widma spektroskopii Ramana.

Rodzaje badań:

struktura widma XANES zależy od środowiska koordynacyjnego atomów absorbera (np. stopień utlenienia oraz symetria koordynacyjna T_d vs. O_h).

Dane EXAFS dostarczają informacji o średniej liczbie koordynacyjnej wokół atomów absorbera i o długościach wiązań.

Dziedziny nauki najczęściej reprezentowane w aplikacjach:

fizyka, chemia, inżynieria materiałowa, nauki o Ziemi i ochronie środowiska, biomedycyna, energetyka.

Źródło: magnes zakrzywiający

Zakres energii fotonów: 1–15 keV

Rozmiar plamki w miejscu próbki (poz. x pion.):

max 10 mm × 1 mm

Polaryzacja promieniowania: liniowa

Techniki badawcze: spektroskopia absorpcyjna promieniowania rentgenowskiego, XANES, EXAFS

Techniki pomocnicze: Spektroskopia Ramana (będzie dostępna w niedalekiej przyszłości)

Tryby detekcji: transmisja, fluorescencja oraz całkowita wydajność elektronowa (będzie dostępna w niedalekiej przyszłości)

Nośnik próbek: indywidualne podejście do każdego użytkownika

POLYX

mikroobrazowanie i mikrospektroskopia rentgenowska - linia działająca

POLYX jest kompaktową linią służącą do mikroobrazowania i mikrospektroskopii rentgenowskiej w zakresie 5-15 keV. Nazwa POLYX wywodzi się od optyki polikapilarnej i polichromatycznego promieniowania. Linia pozwala na obrazowanie struktury (2D i 3D), składu pierwiastkowego oraz faz chemicznych w badanych próbkach.

Geometria eksperymentów na POLYX może być łatwo rekonfigurowana. Linia posiada dedykowaną przestrzeń na układy eksperymentalne użytkowników pozwalającą na niestandardowe eksperymenty oraz testy.

Rodzaje badań:

badania trójwymiarowej struktury obiektów, mapowanie składu pierwiastkowego w próbkach, specjacja i obrazowanie lokalnej struktury atomowej.

Dziedziny nauki najczęściej reprezentowane w aplikacjach:

nauki biomedyczne, badania materiałów, fizyka, chemia, nauki o Ziemi i środowisku, badania dziedzictwa kulturowego.

Źródło: magnes zakrzywiający

Zakres energii fotonów: 5–15 keV

Rozmiar plamki w miejscu próbki (poz. x pion.):

wiązka niezogniskowana (rozmiar maksymalny): 20mm × 4mm
wiązka zogniskowana: optyka polikapilarna 8μm - 200μm, monokapilara <5μm

Polaryzacja promieniowania: liniowa

Rodzaj wiązki: biała, monochromatyczna

Techniki badawcze: μCT & radiografia, multimodalne obrazowanie rentgenowskie, μXRF, μXAS

Detektory na stanowisku pomiarowym: Mikroskop rentgenowski Optique Peter z kamerą PCO Edge 5.5 SCMOS, 1M detektor z hybrydowymi pikselami (Dectris Eiger 2S 1M), dwa detektory SDD 80mm² Vortex (25μm Be i ML3.3 Extreme), komory jonizacyjne, diody PIN

CIRI

Chemical InfraRed Imaging - linia działająca

Prowadzenie badań w podczerwieni pozwala podejmować prace badawcze, rozwojowe i aplikacyjne m.in. w biomedycynie, nanotechnologii, nowych materiałach, archeologii, ochronie dzieł sztuki oraz naukach o środowisku. Linia umożliwia obrazowanie chemiczne w skali od makro do nano, dostarczając informacji o składzie i strukturze molekularnej próbek.

Rodzaje badań:

analiza składu chemicznego, badanie konformacji i struktury makromolekularnej, badania biomateriałów, badania nanomateriałów, badanie procesów chemicznych, kontrola jakości produktów przemysłowych.

Dziedziny nauki najczęściej reprezentowane w aplikacjach:

chemia, nauki o życiu i biotechnologia, nauki o Ziemi i środowisku, nauki o materiałach.

Źródło: magnes zakrzywiający

Zakres energii fotonów: 12,5 meV – 500 meV

Rozmiar plamki w miejscu próbki (poz. x pion.):

(średnica) około 10 μm (zależny od długości fali)

Polaryzacja promieniowania: liniowa, kołowa

Techniki badawcze: spektroskopia i obrazowanie IR

Rodzaj wiązki: podczerwień o szerokim zakresie (obejmująca bliską, średnią i daleką podczerwień)

Tryby detekcji:

Stacja FT-IR: detektor punktowy (MCT), detektor matrycowy (FPA)

Stacja O-PTIR: laser zielony (ang. Probe beame)

Stacja s-SNOM/AFM-IR: igła skanująca (ang. probe tip)/detektor punktowy (MCT)

Parametry stacji końcowej:

Stacja FT-IR: rozdzielczość 4 – 12 μm

Stacja O-PTIR: rozdzielczość 50 – 800 nm

Stacja s-SNOM/AFM-IR: ~20 nm

Nośnik próbek:

Stacja FT-IR: BaF₂, CaF₂, Low-e, dowolny (tryb ATR)

Stacja O-PTIR: Szkło mikroskopowe, BaF₂, CaF₂

Stacja s-SNOM/AFM-IR: krzem, złoto, mika

PHELIX

PH - photoelectrons; *HELI* - possibility of light polarizations change; *X* - energy which is within the X-ray range - linia działająca

PHELIX to złożona infrastruktura badawcza spektroskopii fotoemisyjnej i absorpcyjnej. Bardzo intensywne światło w zakresie miękkiego promieniowania rentgenowskiego wytwarzane przez undulator, może być wykorzystywane do różnych celów naukowych, takich jak materiałoznawstwo, chemia, fizyka, energetyka, nauki o Ziemi i środowisku lub archeologia i dziedzictwo kulturowe.

Rodzaje badań:

analiza składu chemicznego powierzchni, charakteryzacja materiałów półprzewodnikowych, pomiary struktury pasmowej, w tym badania stanów powierzchniowych materiałów takich jak Izolatory Topologiczne czy dichalogenki metali przejściowych (TMDs), powierzchniowa charakteryzacja katalizatorów np. tlenki metali, perowskity czy zeolity, badania nanomateriałów i nanostruktur.

Dziedziny nauki najczęściej reprezentowane w aplikacjach:

fizyka, chemia, materiałoznawstwo, nanomateriały, kataliza.

Źródło: undulator APPLE II o zmiennej polaryzacji

Zakres energii fotonów: 50–1800 eV

Rozmiar plamki w miejscu próbki (poz. x pion.):

150 μm x 70 μm

Polaryzacja promieniowania: liniowa w dowolnym kierunku, kołowa i eliptyczna

Rodzaj wiązki: biała, monochromatyczna

Techniki badawcze: spektroskopia fotoemisyjna PES oraz spektroskopia absorpcyjna XAS

Tryby detekcji: PES (XPS, SX-ARPES, SR-ARPES, CD-ARPES, ResPES, PEY), XAS (TFY, TEY)

Parametry stacji końcowej: 6-osiowy manipulator, chłodzenie ciekłym helem, komora MBE

Nośnik próbek: PREVAC PTS, OMICRON flag style holder

URANOS

Ultra Resolved Angular phOtoelectron Spectroscopy - linia działająca

Linia URANOS dostarcza fotony w zakresie próżniowego ultrafioletu, które są wykorzystywane do prowadzenia badań za pomocą techniki kątowo-rozdzielczej spektroskopii fotoelektronów (ARPES). Dzięki tej metodzie, możliwe jest wykonywanie szybkich i dokładnych analiz struktury pasmowej w czterowymiarowej przestrzeni liczb kwantowych (k_x , k_y , k_z , E). Badania te uwzględniają efekty oddziaływań elektron-elektron, elektron-domieszka oraz elektron-fonon. Innymi słowy, ta technika umożliwia bezpośredni pomiar rzeczywistej wielowymiarowej relacji dyspersji $E(k)$ dla elektronów w ciałach stałych.

Linia może być wykorzystywana w badaniach nowych materiałów opto-, spin-, magneto-, elektronicznych, nanostruktur, nadprzewodników, półprzewodników, semimetali, materii topologicznej.

Rodzaje badań:

badania objętościowej i powierzchniowej struktury elektronowej, analiza składu chemicznego.

Dziedziny nauki najczęściej reprezentowane w aplikacjach:

nauki przyrodnicze, nauki chemiczne i fizyczne, w szczególności fizyka ciała stałego.

Źródło: eliptycznie polaryzujący undulator (EPU) typu APPLE II, quasi-periodyczny

Zakres energii fotonów: 8–150 eV (ARPES), < 500 eV (XPS)

Rozmiar plamki w miejscu próbki (poz. x pion.):

60 μm x 150 μm

Polaryzacja promieniowania: liniowa pozioma, liniowa pionowa, kołowa, eliptyczna, liniowa skośna

Techniki badawcze: ARPES, spin-ARPES, CD-ARPES, RES-ARPES, XPS, Soft-XPS

Techniki pomocnicze: LEED, RGA

Tryby detekcji: kątowo i spinowo rozdzielcza detekcja fotoelektronów

Parametry stacji końcowej: Detektor Scienta DA30L, 3D VLEED, zakres temperatur 6.5 – 500 K

Nośnik próbek: nośnik typu Omicron

PIRX

Premiere Instrument for Xas - linia działająca

Linia służy do badań właściwości chemicznych, elektronowych, strukturalnych i magnetycznych przy pomocy zjawiska absorpcji promieniowania rentgenowskiego oraz z wykorzystaniem zmiennej polaryzacji dla zjawisk XNLD, XMCD i XMLD. Metody te są odpowiednie do próbkowania charakterystycznych dla danego pierwiastka właściwości objętościowych, powierzchni, warstw granicznych, cienkich warstw i nanomateriałów. Dostępne są trzy tory detekcji dla eksperymentów absorpcji promieniowania: całkowity upływ prądu próbki (TEY), częściowa fluorescencja (PFY) wykorzystując detektor typu SDD oraz sygnał intensywności mierzony w transmisji z użyciem fotodiody AXUV. Linia udostępnia możliwość prowadzenia zdalnych pomiarów.

Rodzaje badań:

badania materiałów stosowanych w energetyce konwencjonalnej i odnawialnej, reakcje chemiczne zachodzące na powierzchni, badania modelowych katalizatorów, powierzchniowy magnetyzm, badania materiałów wykorzystywanych w spintronice i magneto-elektronice, badania powłok i cienkich warstw, badania biomateriałów.

Dziedziny nauki najczęściej reprezentowane w aplikacjach:

fizyka, chemia, nauki o życiu, biologia, nauki o Ziemi i środowisku, inżynieria i technologia oraz materiałoznawstwo.

Źródło: magnes zakrzywiający

Zakres energii fotonów: 100–2000 eV

Rozmiar plamki w miejscu próbki (poz. x pion.):

250 μm x 40 μm

Polaryzacja promieniowania: wiązka niespolaryzowana, polaryzacja liniowa (pozioma) i eliptyczna

Techniki badawcze: XAS, XMCD, XMLD, XNLD

Tryby detekcji: pomiar prądu próbki (TEY), detekcja częściowej fluorescencji (PFY), pomiar sygnału w transmisji

Parametry stacji końcowej: zakres temperatur pomiaru: 20–670 K, elektromagnes 140 mT, manipulator 4-osiowy

Nośnik próbek: płytki typu Omicron/flag style

DEMETER

Dual Microscopy and ElecTron spEctRoscopy beamline
- linia działająca

Linia mikroskopowa, wyposażona w dwa mikroskopy rentgenowskie: fotoemisyjny i niskoenergetyczny mikroskop elektronowy PEEM/LEEM oraz skaningowy transmisyjny mikroskop rentgenowski STXM. Mikroskop STXM umożliwia prowadzenie analiz chemicznych w nanoskali w zmiennym środowisku. Mikroskop PEEM umożliwia obrazowanie właściwości chemicznych, elektronowych oraz magnetycznych powierzchni i nanostruktur.

Rodzaje badań:

STXM: mapowanie składu pierwiastkowego, analiza stanu chemicznego, obrazowanie stanu magnetycznego materiałów.

PEEM/LEEM: badanie składu chemicznego, struktury elektronowej i magnetycznej materiałów, badania topografii, morfologii i struktury krystalograficznej nanostruktur powierzchniowych.

Dziedziny nauki najczęściej reprezentowane w aplikacjach:

fizyka, chemia, nauki o Ziemi i środowisku, biologia i medycyna, inżynieria biomedyczna i materiałowa.

Źródło: undulator o zmiennej polaryzacji

Zakres energii fotonów: 100–2000 eV

Polaryzacja promieniowania: liniowa H,V; kołowa i/lub eliptyczna

Rozmiar plamki w miejscu próbki (poz. x pion.):

STXM: 30 nm – 300 nm (średnica); **PEEM:** 40 μm x 200 μm

Techniki badawcze: STXM, μXAS , NEXAFS, X-PEEM, XMCD/XMLD-PEEM, μXPS , $\mu\text{-XPD}$, MEM/LEEM, μLEED

Tryb detekcji:

STXM: pomiary w transmisji - fotopowielacz (PMT) lub dioda lawinowa (APD); **PEEM:** detekcja fotoelektronów - powielacz wielokanałowy (MCP) + kamera CCD

Parametry stacji końcowej:

STXM: zakres ciśnienia: od $1\text{e-}7$ do 1100 mbar, w atmosferze He, Ar, O_2 , N_2 , CO_2 ; pomiary w RT; obszar skanowania (FoV) $50\text{x}50\text{ }\mu\text{m}^2$; rozdzielczość skanowania od 120 nm do 20 nm; wymagana grubość próbek 50-1000 nm

PEEM: warunki UHV, max $1\text{e-}7$ mbar. Zakres temperatur 100 – 1200 K. Zakres pola widzenia (FoV): 5-100 μm . Rozdzielczość przestrzenna w trybie X-PEEM 50 nm, w trybie LEEM 8 nm

Nośnik próbek:

STXM: standardowy trapezowy nośnik, na komercyjne siatki lub membrany TEM; **PEEM:** standardowy nośnik firmy Elmitec

ARYA

mAcromolecular x-RaY crystAllography - linia budowana

Krystalografia makromolekularna (MX) to dziedzina nauki wykorzystująca krystalografię rentgenowską do określenia trójwymiarowej struktury dużych cząsteczek biologicznych z rozdzielczością atomową.

Badania prowadzone na linii znajdą zastosowanie m.in. w naukach biologicznych, medycynie (projektowanie leków), chemii i naukach materiałowych. Stacja końcowa umożliwi m.in. analizy struktury białek, wirusów, kwasów nukleinowych i polimerów. Badania te dostarczają wiedzy o molekularnych podstawach funkcjonowania organizmów żywych oraz o architekturze makrocząsteczek.

Rodzaje badań:

badania struktury białek, badania struktury białek i kwasów nukleinowych, badania kompleksów białko/DNA/RNA, screening ligandów, krystalograficzny fragment screening, badania w temperaturze kriogenicznej, badania ciśnieniowe.

Dziedziny nauki najczęściej reprezentowane w aplikacjach:

chemia, nauki biologiczne, medycyna, inżynieria materiałowa.

Źródło: wiggler 3T

Zakres energii fotonów: 5–15 keV

Rozmiar poprzeczny wiązki promieniowania:

50 μm x 50 μm

Stanowiska badawcze: MX - krystalografia białek

Techniki badawcze: badania strukturalne biomakromolekuł w kryształach (MX)

SMAUG

Small Angle X-ray Scattering - linia budowana

Linia SMAUG będzie wykorzystywać twarde promieniowanie rentgenowskie z magnezu zakrzywiającego do badań strukturalnych układów niekryształicznych, w szczególności białek i ich kompleksów, kwasów nukleinowych, lipidów, a także polimerów i kopolimerów, układów kompozytowych, różnego typu nanostruktur oraz szerokiej gamy nowych materiałów.

Rodzaje badań:

badania struktury niskorozdzielczej białek i kwasów nukleinowych w roztworach, monitorowanie zmian konformacyjnych cząsteczek białek oraz stabilności kompleksów białkowych lub białkowo-nukleinowych w wysokich ciśnieniach, analiza struktury i stabilności wirusów w roztworze, badania strukturalne polimerowych, lipidowych czy peptydowych nośników leków i nośników kwasów nukleinowych do terapii genowej, analiza wpływu parametrów chemicznych i fizycznych na stabilność kompleksów białkowych, analiza mikrostruktury polimerów.

Dziedziny nauki najczęściej reprezentowane w aplikacjach:

biologia, chemia, fizyka.

Źródło: magnes zakrzywiający

Zakres energii fotonów: 6–14 keV

Energetyczna zdolność rozdzielcza $\Delta E/E$: $\sim 1.5 \times 10^{-4}$ (DCM)

Rozmiar wiązki padającej na próbkę (poz. x pion.):

200 x 200 μm

Intensywność promieniowania na próbce: $5\text{--}6 \times 10^{10}$ ph/s (DCM), 1×10^{12} ph/s (DMM)

Stacja końcowa: SAXS

Techniki badawcze: bioSAXS, SEC-SAXS, reo-SAXS, GI-SAXS, pomiary statyczne SAXS (w tym testy w niskich i wysokich temperaturach, polu magnetycznym lub elektrycznym) oraz pomiary SAXS cieczy przy wysokich ciśnieniach (do 600 MPa).

Kriomikroskopia SOLARIS (Cryo-EM)

Zapewnia dostęp do dwóch wysokiej klasy transmisyjnych kriomikroskopów elektronowych: Krios G3i oraz Glacios (oba produkcji ThermoFisher Scientific). Kriomikroskopy są w pełni przeznaczone do pomiarów w zakresie temperatur ciekłego azotu. Dzięki nim możliwe jest zobrazowanie struktury przestrzennej badanych próbek z niemal atomową rozdzielczością pomiaru.

Rodzaje badań:

określenie struktury przestrzennej: białek i ich kompleksów, kompleksów białko-ligand, nanocząsteczek białkowych, DNA i RNA; obrazowanie: komórek i ich fragmentów, wirusów i bakteriofagów, miceli i liposomów; charakterystyka i morfologia: polimerów, włókien i nanomateriałów, orientacji i interakcji molekuł ciekłych kryształów.

Dziedziny nauki najczęściej reprezentowane w aplikacjach:

nauki o życiu, biologia, biotechnologia, chemia, nauki materiałowe.

Techniki badawcze: analiza pojedynczych cząstek (SPA), kriotomografia elektronowa (cryoET), dyfrakcja elektronowa na mikrokryształach (MicroED)

Źródło elektronów: działło elektronowe z emisją polową X-FEG

Kriomikroskop elektronowy Krios G3i:

napięcie przyspieszające 300kV, Bezpośrednie detektory elektronów: Gatan K3 BioQuantum, TFS Falcon 3EC, Kamera: TFS Ceta 16M, Filtr energii Gatan BioQuantum.

Kriomikroskop elektronowy Glacios:

napięcie przyspieszające 200kV, bezpośredni detektor elektronów: TFS Falcon 4, Kamera: CetaD.

Przykładowe badania

Linia badawcza ASTRA

Nowa generacja baterii litowych, bardziej przyjaznych dla środowiska

Badanie zostało przeprowadzone przez grupę z Uniwersytetu w Koszycach na Słowacji i dotyczyło wytworzenia nowej generacji baterii litowych, w których oprócz litu wykorzystuje się siarkę. Tego rodzaju akumulatory mają 10-razy wyższą pojemność niż inne dostępne na rynku akumulatory litowo-jonowe. Stworzenie dobrze działającego litowo-siarkowego akumulatora jest sporym wyzwaniem ze względu na rozpuszczanie pośrednich form polisiarczku litu w elektrolicie, co skutkuje szybkim zanikiem pojemności. Naukowcy znaleźli bardzo innowacyjne rozwiązanie tego problemu. Pomiary na linii ASTRA pomogły dowiedzieć się jakie związki siarki powstają w baterii podczas pracy oraz jakie procesy chemiczne zachodzą i jak reagują ze sobą elementy baterii. Dla tych badań ważne było ilościowe oznaczenie polisiarczków, siarki

i siarczanów. Dzięki tej wiedzy naukowcy mogą skuteczniej dobierać elementy katodowe i projektować akumulatory o zwiększonej wydajności.

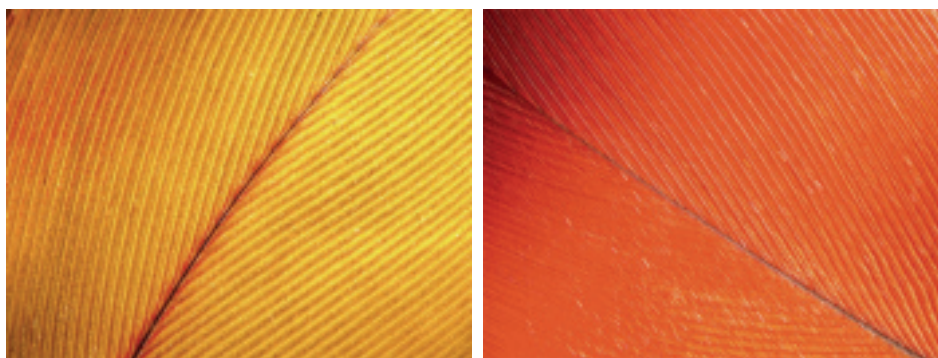
nauka o materiałach, inżynieria chemiczna, magazynowanie energii

Linia badawcza CIRI

Co sprawia, że papugi mają kolorowe pióra?

Przykładem badań przeprowadzonych na linii CIRI jest analiza pigmentów odpowiedzialnych za kolor papuzich piór przez Dr. Peter Mojzeša z Instytutu Fizyki oraz dr Jindřich Brejcha z Katedry Filozofii i Historii Nauki Uniwersytetu Karola w Pradze. Badania zostały wykonane na stacji O-PTIR, która pozwala na jednoczesne pomiary próbek z użyciem spektroskopii ramanowskiej (standardowo wykorzystywanej w tego typu badaniach) oraz fototermicznej spektroskopii w podczerwieni. Przy pomocy tej metody zachowana zostaje bardzo dobra – submikronowa rozdzielczość przestrzenna, a widma w podczerwieni dostarczają komplementarną informację do spektroskopii ramanowskiej. Może to pozwolić na analizę pasm związanych z drganiami grup funkcyjnych odpowiedzialnych za kolor papuzich piór, niezauważalnych na widmach ramanowskich, z zachowaniem wysokiej rozdzielczości przestrzennej.

nauki biologiczne i chemiczne



Rys. Szczegółowy widok piór papugi Ary. Autor rysunków: dr Jindřich Brejcha.

Przykładowe badania

Linia badawcza PHELIX

Postęp w dziedzinie ogniw perowskitowych

Perowskitowe ogniwa słoneczne (PSCs) to nowoczesny rodzaj ogniw wykorzystujących perowskit jako materiał fotoaktywny. Perowskity o ogólnym wzorze ABX₃ (A i B to kationy, gdzie A to głównie litowce lub berylłowce, B to np. mangan lub tytan, a X to anion - zazwyczaj tlen) mają wysoką efektywność konwersji zaabsorbowanego światła słonecznego w energię elektryczną. W ostatniej dekadzie nastąpił ogromny postęp w zwiększeniu wydajności PSC dzięki, m.in. optymalizacji jakości interfejsów między materiałem aktywnym, a materiałem transportującym. Spektroskopia fotoelektronów oraz spektroskopia absorpcyjna pozwalają na badania właściwości chemicznych oraz elektrycznych tych złączy. Linia PHELIX pozwala na kompleksowe badania tego typu materiałów co pokazano w [1], gdzie analizowano złącze między cienką warstwą perowskitu i tlenku tytanu, TiO₂. W przeprowadzonym doświadczeniu pokazano zamianę właściwości chemicznych i elektrycznych w zależności od grubości warstwy perowskitu naniesionego na TiO₂ oraz określono wydajność takiego ogniwa na poziomie 18%.

nowoczesne technologie, nauka o materiałach

Kriomikroskopia SOLARIS

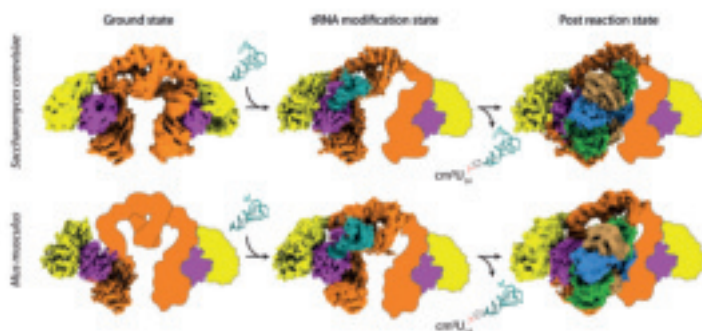
Struktura białkowego kompleksu Elongator

Po latach intensywnych badań, naukowcy z grupy Maxa Plancka z Małopolskiego Centrum Biotechnologii UJ rozwiązali struktury drożdżowego i mysiego Elongatora. Odkrycia te wpisują się

w szerszy kontekst badań nad kwasami nukleinowymi, otwierając nowe obszary pozwalające na naprawę defektów proteomu.

Elongator przyłącza grupę karboksymetylową do chwiejnych urydyn w eukariotycznych tRNA. Modyfikacja ta ma kluczowe znaczenie dla prawidłowej syntezy białek, poprawności proteomów oraz zapobieganiu chorobom neurodegeneracyjnym i nowotworom. Elongator zbudowany jest z dwóch odrębnych jednostek: większego katalitycznego podkompleksu Elp123 oraz niejszego podkompleksu Elp456, wspomagającego uwalnianie zmodyfikowanego tRNA. Uzyskane struktury Elongatora pokazują, że ulega on znacznym zmianom konformacyjnym w trakcie modyfikacji tRNA, wysokie ewolucyjne zachowanie architektury Elongatora od drożdży po ssaki oraz umożliwiły opracowanie schematu reakcji. Uzyskanie powyższych wyników było możliwe dzięki wsparciu Kriomikroskopii SOLARIS. Badanie zostało opublikowane z wyróżnieniem w prestiżowym czasopiśmie Oxford University Press Nucleic Acids Research.

nauki biologiczne



Rys. Podkompleks Elp123 Elongatora rozpoznaje, wiąże i modyfikuje substraty tRNA, podczas gdy Elp456 pomaga w uwolnieniu zmodyfikowanych tRNA. Z porównania drożdżowych i mysich struktur widać wysokie zachowanie struktury kompleksu wśród organizmów wyższych.

Nucleic Acids Research, Volume 51, Issue 5, 21 March 2023, Pages 2011–2032.

Jak skorzystać z infrastruktury badawczej SOLARIS?

Korzystanie z infrastruktury badawczej Centrum SOLARIS jest całkowicie bezpłatne.

Z linii badawczych synchrotronu oraz kriomikroskopu elektronowego w SOLARIS może skorzystać każdy naukowiec (zarówno z Polski, jak i zagranicy), którego wniosek o czas badawczy zostanie zaakceptowany przez międzynarodową komisję oceniającą. Co ważne: **dostęp do SOLARIS jest bezpłatny dla wszystkich, którzy prowadzą badania niekomercyjne.** Od momentu, gdy w październiku 2018 roku, próg Centrum przekroczyli pierwsi użytkownicy, do końca 2024 r. ośrodek odwiedziło blisko 1700 naukowców. W latach 2023-2024 przełożyło się to na blisko 30 000 godzin eksperymentów. W efekcie

istnienia NCPS SOLARIS powstało 348 publikacji w znakomitych czasopismach naukowych takich, jak Nature, Advanced Materials czy Nature Catalysis. Zaakceptowane wnioski zostały złożone przez naukowców ze 169 uczelni i instytutów badawczych, w tym 63 polskich i 103 zagranicznych. Użytkownicy Centrum SOLARIS prowadzili najczęściej badania z dziedzin takich jak fizyka, inżynieria materiałowa oraz chemia i biologia.

Nabory wniosków organizowane są dwa razy do roku: wiosną i jesienią. Wnioski składane są za pośrednictwem formularza internetowego, dostępnego w serwisie internetowym **Solaris User Network (SUN)**. Aplikacja musi być napisana w języku angielskim. W każdym naborze można złożyć dowolną liczbę wniosków.

Wniosek o przyznanie czasu badawczego w Centrum SOLARIS

Informacje ogólne

- tytuł wniosku
- autorzy
- wskazanie linii badawczej i stacji końcowej
- określenie parametrów infrastruktury, niezbędnej do przeprowadzenia eksperymentu

Część naukowa

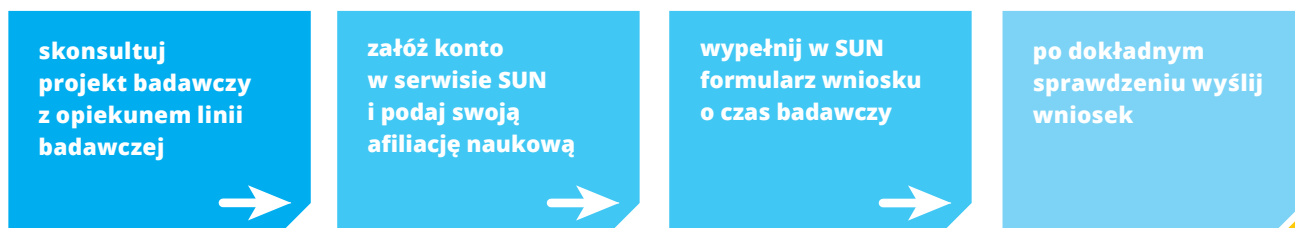
- abstrakt
- kontekst naukowy
- metody badawcze
- wskazanie linii badawczej i długości eksperymentu
- oczekiwane rezultaty i ich znaczenie dla danej dziedziny naukowej
- odwołania do innych badań

Próbki

- szczegółowy opis próbek, które zostaną poddane badaniom

Jak złożyć wniosek o czas badawczy?

Dostęp do SOLARIS w kilku krokach:



Złożone w SUN wnioski podlegają ocenie:

- technicznej, która określa, czy eksperyment może być prowadzony na dostępnej infrastrukturze badawczej,
- bezpieczeństwa (próbki),
- merytorycznej, skupiającej się na wartości naukowej planowanego eksperymentu.

Najwyższe noty otrzymują aplikacje przewidujące badania z nowatorskiego zakresu oraz ze sprecyzowa-

nymi hipotezami naukowymi, metodologią i spodziewanymi wynikami. Brane są również pod uwagę dotychczasowe osiągnięcia naukowe wnioskujących.

W przygotowaniu wniosków pomagają zainteresowanym naukowcom opiekunowie poszczególnych linii badawczych, a także pracownicy Biura Użytkownika, którzy służą wsparciem i doradztwem na każdym etapie procesu aplikacyjnego.

Naukowcom zapewniamy:

- promieniowanie synchrotronowe o wyjątkowych właściwościach i znakomitych parametrach,
- merytoryczne i techniczne wsparcie opiekunów linii badawczych od przygotowania wniosku po publikację wyników,
- profesjonalną obsługę IT w trakcie pomiarów,
- pomoc przy organizacji przyjazdu do Krakowa i pobytu w mieście w czasie pomiarów.

Biuro Użytkownika SOLARIS

tel.: 571 445 045, 12 664 41 85

e-mail: user.solaris@uj.edu.pl

Solaris User Network

www.sun.synchrotron.pl

Projekty międzynarodowe - RIANA



RIANA (Research Infrastructure Access in NANoscience & nanotechnology) to projekt finansowany w ramach programu Horyzont Europa, który wspiera badania w dziedzinie nanonauki oparte na ciekawości tzw. curiosity-driven research o długotrwałych efektach oraz badania w dziedzinie nanotechnologii oparte na wyzwaniach tkw. challenge driven projects z ukierunkowanymi pytaniami badawczymi o krótko- i średnio okresowych efektach.

Koordynowany przez DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg, Niemcy) projekt RIANA zrzesza 7 największych europejskich sieci badawczych tworzonych przez światowej klasy infrastruktury badawcze (RI).

Zbudowanie tak unikatowego konsorcjum daje możliwość kompleksowego dostępu do zaawansowanych technik badawczych w zakresie nanofabrykacji, przetwarzania/syntezy, charakteryzacji, analizy i symulacji.

RIANA, poprzez tzw. singel-entry point będący scentralizowanym biurem użytkownika, oferuje kompleksowy dostęp do 69 infrastruktur badawczych (56 partnerów włącznie z SOLARIS) wraz ze wsparciem w zakresie aplikowania o czas badawczy do tych infrastruktur.

Projekt RIANA oferuje:

- 35 748 godzin czasu badawczego dedykowanego użytkownikom akademickim na najbardziej zaawansowanych infrastrukturach badawczych (tzw. **TNAccess**). Centrum SOLARIS zadeklarowało 1200 godzin czasu badawczego na wszystkich swoich liniach.
- Serwis naukowy (tzw. **Science service**) zapewniający wsparcie dla lepszego wykorzystania potencjału infrastruktur badawczych dostępnych w ramach projektu. 21 młodych naukowców (jeden z nich jest członkiem zespołu SOLARIS) będzie wspierać zespoły użytkowników podczas realizacji eksperymentów. Wsparcie obejmuje pomoc w wyborze technik oferowanych w infrastrukturach badawczych, przeprowadzenie eksperymentów, analizę danych, a także pomoc w przygotowywaniu raportów i publikacji.
- Serwis wspierający rozwój technologii (tzw. **Innovation Service**), dedykowany jest małym, średnim przedsiębiorstwom i obejmuje dostęp do infrastruktur badawczych, opracowanie metodologii i zakresu prowadzonych usług. Podjęte w ramach Innovation Service działania mają na celu rozwój technologii, a tym samym osiągnięcie coraz to wyższych zakresów gotowości technologicznej (TRL – eng. Technology Readiness Levels).

RIANA

www.riana-project.eu

e-mail: info@riana-project.eu



**Funded by
the European Union**

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Research Executive Agency. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Projekty międzynarodowe SOLARIS - NEPHEWS

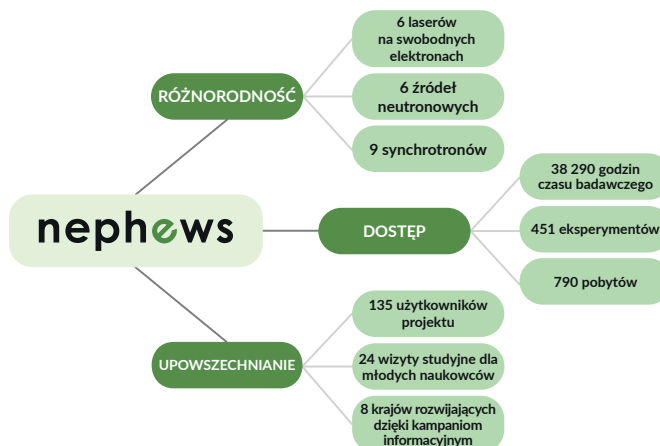
NEPHEWS (NEutrons and PHotons Elevating Worldwide Science), którego liderem jest Centrum SOLARIS, to projekt, który zapewni naukowcom dostęp do światowej klasy europejskich infrastruktur badawczych.

Projekt łączy fotonowe (LEAPS - League of European Accelerator-based Photon Sources) i neutronowe (LENS- League of advanced European Neutron Sources) jednostki, tworząc pionierski krajobraz zintegrowanych infrastruktur badawczych. Natomiast dzięki zawiązaniu ścisłej współpracy z organizacjami reprezentującymi środowiska użytkowników źródeł fotonowych (ESUO-European Synchrotron and Free Electron Laser User Organisation) oraz neutronowych (ENSA-European Neutron Scattering Association), integruje europejskie społeczności użytkowników, skupiające razem ponad 40 tysięcy naukowców z różnych dyscyplin.



nepheWS

Neutrons and Photons
Elevating Worldwide Science



Oferta projektu NEPHEWS:

- 38 290 godzin czasu badawczego dla doświadczonych użytkowników (**TNA Program**);
- Nowi użytkownicy dołączą do doświadczonych grup, realizując wspólne eksperymenty (**Twinning Program**);
- Młodzi naukowcy odbędą tygodniowe staże w partnerskich ośrodkach oraz szkolenia na temat badań synchrotronowych, neutronowych i laserowych (**ESR Program**);
- Szkolenia obejmują także procedury dostępu do infrastruktury i przygotowanie wniosków;
- **Naukowcy z Afryki** wezmą udział w szkoleniach i szkole HERCULES.

Ponad to, projekt zakłada współpracę z ministerstwami i agencjami finansującymi badania w krajach rozwijających się, aby zwiększyć świadomość znaczenia finansowania nauki i budować współpracę z użytkownikami.



Co-funded by
the European Union

Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Research Executive Agency. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

NEPHEWS

www.beamtime.eu

e-mail: nepheWS@uj.edu.pl

Centrum SOLARIS w ramach międzynarodowych sieci

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS prowadzi wielopłaszczyznową współpracę z wieloma podmiotami o charakterze międzynarodowym. Wśród nich znajdują się konsorcja zrzeszające europejskie ośrodki synchrotronowe (**LEAPS**), wyspecjalizowane laboratoria (**CERIC**), a także międzykontynentalne platformy internetowe (**LIGHTSOURCES.ORG** oraz **WAYFORLIGHT.EU**). W ramach realizowanych działań Centrum reprezentuje polską naukę na forum największych organizacji zrzeszających infrastruktury badawcze.

• LEAPS - The League of European Accelerator-based Photon Sources

To partnerstwo europejskich ośrodków synchrotronowych oraz jednostek badawczych dysponujących laserami na swobodnych elektronach. Konsorcjum obejmuje swoim zasięgiem wszystkie 16 europejskich źródeł światła trzeciej i czwartej generacji. Obiekty te służą bardzo szerokiej społeczności naukowej liczącej ponad 30 000 badaczy w Europie, w tym kilkaset uniwersytetów i przyciągają jedno z najwybitniejszych umysłów na całym świecie. LEAPS ułatwia współpracę międzynarodową i wspiera spektrum dyscyplin z zakresu nauk

podstawowych i stosowanych oraz innowacyjnych zastosowań przemysłowych. Jednostki zrzeszone w LEAPS zapewniają odpowiedzi na kluczowe wyzwania społeczne w obszarach takich jak zdrowie, środowisko i energia. Kształcą kolejne pokolenia naukowców, inżynierów oraz kierowników i administratorów obiektów, a także w znacznym stopniu przyczyniają się do konkuren-



cyjności europejskiego przemysłu, tworząc w ten sposób miejsca pracy.

Walne Zgromadzenie LEAPS powołało Dyrektora Centrum SOLARIS do członkostwa w zarządzie, w latach 2024-2026. W roku 2025 to dr hab. Jakub Szlachetko, prof. UJ będzie nadawał kierunek rozwoju konsorcjum LEAPS.

• CERIC – ERIC The Central European Research Infrastructure Consortium

To konsorcjum skupiające wyspecjalizowane laboratoria i ośrodki badawcze z Europy Środkowej i Włoch. W jednostkach tych prowadzone są badania materiałów technikami wykorzystującymi fotony, elektrony, neutrony lub jony. Naukowcy mogą korzystać z infrastruktury CERIC-ERIC bezpłatnie. Nabór wniosków odbywa się dwa razy do roku. 1 marca 2016 r. Polska oddelegowując SOLARIS do konsorcjum, została pełnoprawnym członkiem CERIC-ERIC, tym samym stając obok takich państw jak Austria, Chorwacja, Czechy, Rumunia, Serbia, Słowenia, Węgry i Włochy. Każdy kraj udostępnia na potrzeby konsorcjum jeden ośrodek infrastruktury badawczej. Wszystkie wytypowane laboratoria oraz ośrodki badawcze są cyklicznie sprawdzane i oceniane przez międzynarodowy i niezależny zespół ekspertów.

LEAPS
www.leaps-initiative.eu

CERIC
www.ceric-eric.eu

SOLARIS dla przemysłu

Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS oferuje partnerom przemysłowym szeroką gamę usług badawczo – rozwojowych, wykorzystujących techniki pomiarowe oparte o promieniowanie synchrotronowe, kriomikroskopię elektronową i inne metody laboratoryjne.

Zespół specjalistów zatrudnionych w SOLARIS udziela wsparcia na każdym etapie realizacji projektu B+R, od planowania i analizy problemu pod kątem naukowym, technologicznym i patentowym, przez wykonanie prac eksperymentalnych, po analizę danych i formułowanie końcowych wniosków.

Bezpieczeństwo danych jest potwierdzone certyfikatem ISO27001, co zapewnia pełną poufność informacji. SOLARIS gwarantuje elastyczne opcje współpracy, od udostępnienia zaawansowanej infrastruktury badawczej i urządzeń pomiarowych zewnętrznym zespołom naukowym, po całościową realizację projektu.

Centrum SOLARIS umożliwia dostęp do zaawansowanych technik pomiarowych, w pełni wykorzystujących wyjątkowe właściwości promieniowania synchrotronowego: szeroki zakres spektralny, od promieniowania podczerwonego po twarde promieniowanie rentgenowskie oraz wyjątkową jasność, rzędy wielkości wyższą niż standardowych źródeł laboratoryjnych.

Techniki badawcze dostępne dla przemysłu to między innymi: spektroskopia absorpcyjna promieniowania rentgenowskiego (XAS), nanospektroskopia promieniowania podczerwonego (nanoIR), spektroskopia fotoelektronów w różnych modach (PS), skaningowa transmisyjna mikroskopia rentgenowska (STXM), mikroskopia fotoelektronów (PEEM), dichroizm magnetyczny, mikrotomografia rentgenowska (μ CT) i kriomikroskopia elektronowa (CryoEM).

Wybrane obszary badawcze:



Zaawansowane materiały i nanotechnologia:

- skład chemiczny ciał stałych, cieczy i gazów
- czułość na otoczenie chemiczne i lokalną strukturę materiału
- struktura elektronowa, magnetyczna i spinowa

Biotechnologia:

- rozwiązywanie struktury biomolekuł bez krystalizacji
- obrazowanie chemiczne tkanek
- klasyfikacja biochemiczna z wykorzystaniem uczenia maszynowego

Chemia i kataliza:

- określanie stopnia utlenienia pierwiastków
- badania *in-situ* / *operando* reakcji chemicznych
- lokalna struktura centrów katalitycznych

Kontakt dla przemysłu

tel.: 506 006 774, 12 664 41 93

e-mail: industry.solaris@uj.edu.pl

Zwiedzanie SOLARIS i popularyzacja nauki

SOLARIS będąc największym centrum badawczym w kraju, ma ogromny potencjał w zakresie popularyzacji nauki. Dzięki zaawansowanym technologiom i możliwościom badawczym, Centrum może przyciągać uwagę społeczeństwa i prezentować odkrycia naukowe w przystępny sposób.

Atuty SOLARIS na płaszczyźnie popularyzacji nauki:

- możliwość obserwacji zaawansowanych eksperymentów,
- pokazanie praktycznych zastosowań badań synchrotronowych,
- interakcja z naukowcami i efektami ich pracy,
- edukacja wizualna.

SOLARIS umożliwia zorganizowanym grupom szkolnym, akademickim, a także osobom indywidualnym bezpłatne zwiedzanie Centrum SOLARIS przez cały rok, przy czym wymagane jest wcześniejsze ustalenie terminu.

Rezerwacja wycieczek akademickich

tel.: 12 664 41 85

e-mail: user.solaris@uj.edu.pl

Rezerwacja wycieczek szkolnych

tel.: 12 664 41 38

e-mail: zwiedzanie.solaris@uj.edu.pl

Obserwuj nas na:



@synchrotron.solaris.badania



@Centrum SOLARIS



@SOLARIS_science



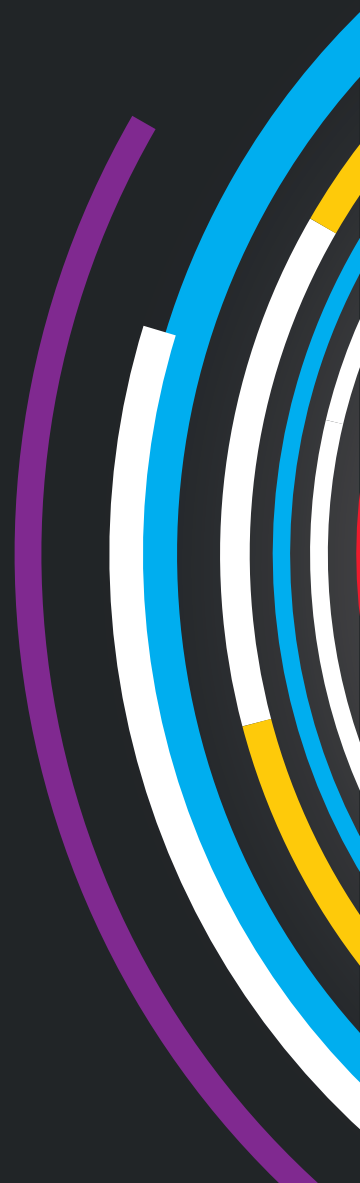
@synchrotronsolaris



Zwiedzający w SOLARIS z audioprzewodnikami.
Zdjęcie: Joanna Kowalik.

Oprowadzanie po SOLARIS oparte jest na profesjonalnym scenariuszu wykorzystującym szereg różnorodnych (w tym multimedialnych) narzędzi. Umożliwia dostęp zwiedzających do zaawansowanych technologii, kształci w zakresie nauk ścisłych, inspirować przyszłych i obecnych naukowców, łączy dziedziny nauk teoretycznych z rzeczywistością, a także rozbudza ciekawość i zainteresowanie badaniami naukowymi. Zwiedzanie Centrum umożliwia zapoznanie się z przedmiotem działania ośrodka, wyjaśnienie kluczowych dla jego istnienia zjawisk fizycznych oraz najważniejszych wyników badań, a także zakorzenienie postawy cechującej nadrzędną rolę nauki w procesie globalnego rozwoju cywilizacyjnego. Celem jest wyzwolenie potencjału wynikającego z obserwacji największego narzędzia badawczego w kraju.

Centrum SOLARIS organizuje również coroczne dni otwarte, a także cyklicznie odbywające się wydarzenia miejskie (np. Noc Naukowców). Ich uczestnicy mogą nie tylko zwiedzić halę eksperymentalną synchrotronu, ale także wziąć udział w licznych atrakcjach, które zespół ośrodka przygotowuje z tej okazji (m.in. warsztaty dla dzieci, rodzinne konkursy związane z nauką i techniką oraz pokazy filmowe).



Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS
Uniwersytet Jagielloński

ul. Czerwone Maki 98, 30-392 Kraków
tel. 12 664 40 00
e-mail: synchrotron@uj.edu.pl



www.synchrotron.pl