Rozwój fizyki ciała stałego

Od kryształów objętościowych do nano- i biomateriałów

Zakład Fizyki Ciała Stałego

Instytut Fizyki im. A. Chełkowskiego Uniwersytet Śląski

październik 2014

Kadra naukowa zakładu

Samodzielni pracownicy naukowo dydaktyczni (9 osób)

Alicja Ratuszna, prof. dr hab. – kierownik zakładu
Andrzej Ślebarski, prof. dr hab.
Grażyna Chełkowska, prof. dr hab.
Jacek Szade, prof. dr hab.
Władysław Borgieł, prof. dr hab.
Artur Chrobak, dr hab.
Jerzy Goraus, dr hab.
Maria Jastrzębska, dr hab. prof. UŚ
Krystyna Mateja – Kaczmarska, dr hab.

Danuta Skrzypek, dr hab. (emeryt)

Kadra naukowa zakładu

Młodsi pracownicy naukowo dydaktyczni (6 osób)

Dr Anna Bajorek,
Dr Katarzyna Balin,
Dr Anna Mrozek – Wilczkiewicz,
Dr Jerzy Peszke,
Dr Marzena Rams – Baron,
Dr Agnieszka Szurko,

Dr Antoni Winiarski (emeryt),

Pracownicy naukowo – techniczni (7 osób)

Dr Joanna Klimontko
Dr Jerzy Kubacki,
Dr Marek Kulpa,
Dr Maria Nowak,
Dr Jacek Nowak,
Mgr Witold Rak
Marek Pawlik

Doktoranci

1. Mgr Grzegorz Ziółkowski – promotor A. Chrobak (A. Bajorek)
2. Mgr Kamil Baliński - promotor A. Chrobak,
3. Mgr Krzysztof Ociepka – promotor G. Chełkowska
4. Mgr Lech Kalinowski – promotor A. Ślebarski
5. Mgr Piotr Witas – promotor A. Ślebarski
6. Mgr Marcin Fijałkowski – promotor A. Ślebarski,
7. Mgr Anna Nowak – promotor J. Szade
8. Mgr Katarzyna Bilewska - promotor J. Szade
9. Mgr Rafał Rapacz – promotor J. Szade
10. Mgr Przemysław Zackiewicz - promotor J. Szade (IMN)
11. Mgr Anna Majtyka – promotor A. Ratuszna (prof. R. Nowak – Helsinki)
12. Mgr Marlena Michałowska – promotor A. Ratuszna
13. Mgr Bożena Boroń – promotor A. Ratuszna (prof. L. Fiedor – UJ)
14. Mgr Marta Kempa - promotor A. Ratuszna (A. Szurko)
15. Mgr Patrycja Kozub - promotor A. Ratuszna (A. Szurko)

Główne tematy badawcze

Badania własności magnetycznych, elektrycznych, transportowych, krystalograficznych i struktury pasmowej

- **TECHNOLOGIA I WŁASNOŚCI FIZYCZNE STOPÓW MIĘDZYMETALICZNYCH NA BAZIE METALI ZIEM RZADKICH – G. Chełkowska, J. Szade, A. Ślebarski, D. Skrzypek, K. Kaczmarska – Mateja, A. Bajorek, A. Chrobak, J. Goraus, A. Winiarski**
- **STRUKTURA KRYSTALICZNA, STRUKTURALNE PRZEJŚCIA FAZOWE I DYNAMIKA SIECI W KRYSZTAŁACH TYPU PEROWSKITU - A. Ratuszna,**
- **KWANTOWE SYSTEMY Z SILNIE SKORELOWANYMI ELEKTRONAMI – A. Ślebarski, J. Goraus**

Główne tematy badawcze

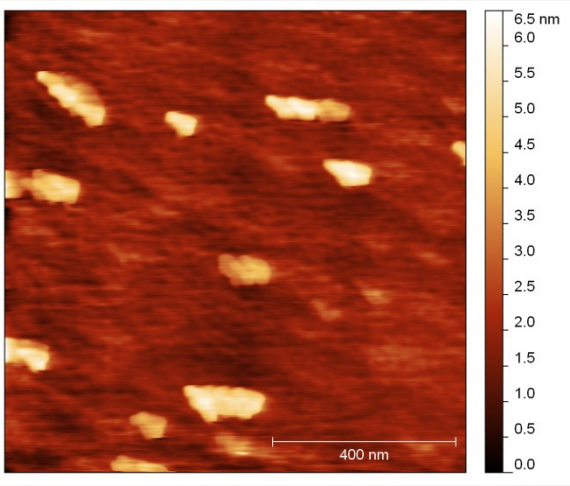
Nanomateriały, biofizyka leków,

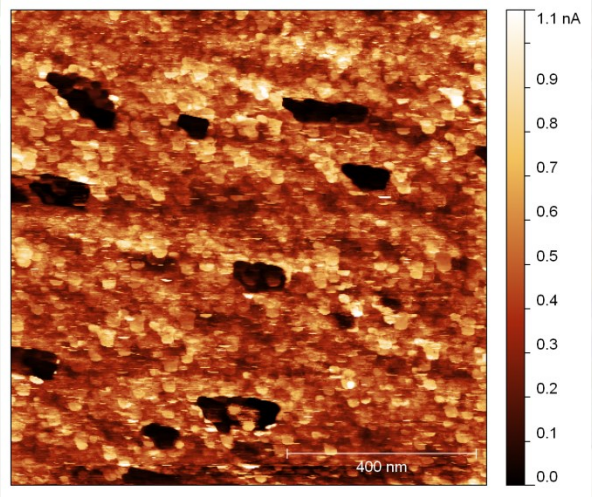
- **PDT – POSZUKIWANIA SKUTECZNYCH FOTOUCZULACZY Z GRUPY CHLORYN I PORFIRYN – A. Ratuszna, A. Szurko, M. Rams – Baron, M. Kempa, P. Kozub, P. Kuś & F. Montforts**
- **ZASTOSOWANIE POCHODNYCH TIOSEMIKARBAZONU W TERAPII ANTYNOWOTWOROWEJ – A. Ratuszna, A. Mrozek – Wilczkiewicz, J. Polański & R. Musioł**
- **BADANIA NANONOŚNIKÓW (NANOCZĄSTKI I LIPOSOMY) LEKÓW DO KOMÓREK NOWOTWOROWYCH** – A. **Ratuszna, A. Szurko, J. Peszke, P. Kozub**
- **SPEKTROSKOPIA RAMANOWSKA - OBRAZOWANIE POBRANYCH TKANEK OD PACJENTÓW – A. Ratuszna, R. Wrzalik, A. Szurko, D. Zygadło, & W. Spychałowicz**
- **BADANIA STOŻKA ROGÓWKI METODAMI FIZYCZNYMI (SPEKTROSKOPIA RAMANA, AFM) – M. Jastrzębska, R. Wrzalik & D. Tarnawska**

Główne tematy badawcze

Nanomateriały

- **Cienkie warstwy na bazie związków o strukturze perowskitu (zespół Jacka Szadego – współpraca z University of Colorado i z Institut of Festkoeperforschung, Forschungszentrum – Julich, Germany)**
- **Magnetyczne nanocząstki w matrycy SiC (zespół Grażyny Chełkowskiej - projekt Polonium z University du Maine, Le Mans)**
- **NANOPARTICLES Au, Ag – nanośniki leków przeciwnowotworowych (zespół Alicji Ratusznej - współpraca z firmą SMART, DYNAMAX)**





PROJEKTY NAUKOWE

- **No: R05 043 03, kierownik prof. dr hab. Alicja Ratuszna (1.400 000 zł)**

  ***Opracowanie technologii syntezy oraz postaci farmaceutycznej nowych, potencjalnych leków fotouczulających o szczególnych walorach terapeutycznych i społecznych*, (2008– 2011)**

  N N405 068440 kierownik prof. dr hab. Alicja Ratuszna (*66 600 zł)*

  Poszukiwanie nowych chelatorów żelaza dla terapii przeciwnowotworowych (2011 – 2013)

  MNiSW NN202 032137 (PW-0309-035) kierownik prof. dr hab. Andrzej Ślebarski (350.000 zł)
  ***Kwantowe zjawiska krytyczne w układach silnie skorelowanych elektronów* (2009 – 2012)**

  No PW-0313-008 kierownik: prof. dr hab. Andrzej Ślebarski (1.075.880 zł)
  Nowe materiały termoelektryczne o strukturze klatkowej; badania podstawowe (2012-2016)

PROJEKTY NAUKOWE

NCBiR PB-N-03-002-00-09 kierownik prof. dr hab. Jacek Szade (428 400 zł)
Materiały funkcjonalne dla pamięci bazujących na efekcie przełączenia rezystywnego, ERA – NET MATERA (2009 – 2012)

DEC-2011/01/N/ST3/03476 (PP-0311-005) kierownik Marcin Fijałkowski (230.952 zł),
"*Związki Ce z silnie skorelowanymi elektronami; badania struktury elektronowej i własności termodynamicznych„* (2011-2014)

NCN, nr. N N202 200039, kierownik prof. dr hab. Grażyna Chełkowska (326 695 zł)
***Zbadanie własności elektronowych oraz magnetycznych w związkach międzymetalicznych typu RT_3 zawierających ziemie rzadkie (R) oraz pierwiastki 3d lub 4d (T)* (2010-2013)**

No: NN 507 317336, kierownik dr hab. Artur Chrobak (360 000 zł)
***Magnetyzm i właściwości mechaniczne nanokompozytowych warstw magnetycznych*", (2010 – 2013)**

DOROBEK PUBLIKACYJNY

Publikacje wydane w latach 2010 - 2014

2010	2011	2012	2013	2014	razem
34	46	44	39	30	193

- **Liczba publikacji wg punktów MNiSW**

20 pktów	25 pktów	30 pktów	35 pktów	40 pktów
18	23	48	45	3

KWANTOWE SYSTEMY Z SILNIE SKORELOWANYMI ELEKTRONAMI

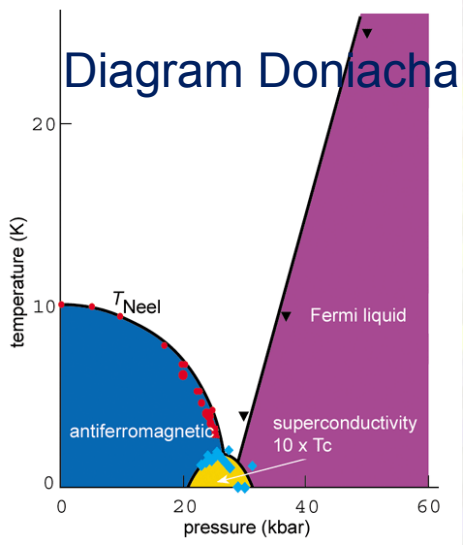
Skład zespołu:

prof. dr hab. Andrzej Ślebarski
dr hab. Jerzy Goraus
mgr Marcin Fijałkowski
doktoranci:
mgr Lech Kalinowski
mgr Piotr Witas

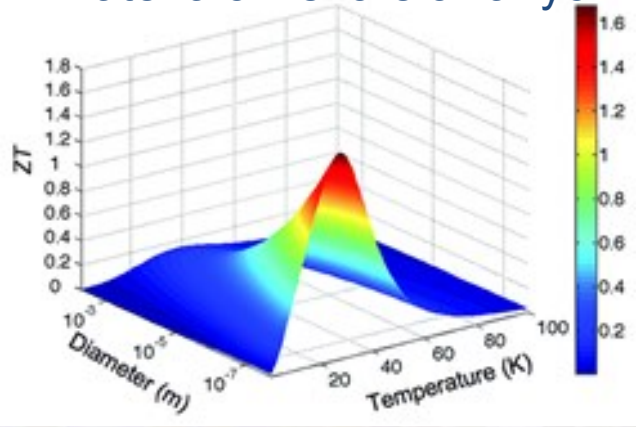
Kwantowe zjawiska krytyczne w materiałach z silnie skorelowanymi elektronami: otrzymanie, badania podstawowe

Badamy:

Ciecze kwantowe: ciecze fermionowe (ciężkie fermiony), nielandauowskie ciecze Fermiego, kwantowe zjawiska krytyczne, kwantowy punkt krytyczny, izolatory Kondo, materiały topologiczne, nadprzewodnictwo (też niekonwencjonalne)



Dobra termoelektryczność materiałów skorelowanych



Metody badawcze:

- **Wyznaczanie struktury elektronowej: eksperyment (XPS), obliczenia DFT**
- **Badania strukturalne**
- **Pomiary wielkości termodynamicznych: ciepło właściwe, termosiła, badania magnetyczne**
- **Badania przewodnictwa elektronowego i cieplnego, termosiła**

WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA

- UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SAN DIEGO, prof. M.B. Maple (20 wspólnych prac)
- UNIVERSITY KARLSRUHE, prof. Hilbert von Löhneisen (1 praca)
- MAX PLANCK INSTITUTE, DREZDEN, prof. Yu. Grin (10 wspólnych prac)
- UNIVERSITY OF OSNABRUECK, prof. M. Neumann (20 wspólnych prac)
- FZ JÜLICH, prof. K. Szot (2 prace)

WSPÓŁPRACA KRAJOWA

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI, prof. J. Spałek (25 wspólnych prac)
INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR I BADAŃ STRUKTURALNYCH PAN, prof. D. Kaczorowski (15 wspólnych prac)

LICZBA PUBLIKACJI od 2000:

ok. 130 (w tym 40 w Phys. Rev. B)

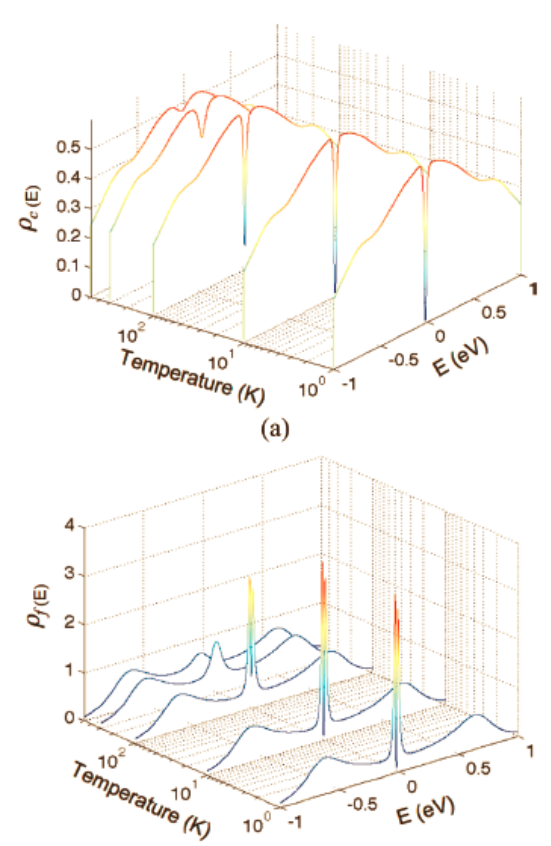
GRANTY MNiSW / NCN

13 Grantów na kwotę 4.630.000 zł

Najważniejsze rezultaty (2000-2014)

IZOLATORY KONDO -charakterystyki eksperymentalne

(A.Ślebarski, J.Spałek, Phys. Rev. Lett. 2005);



1. **Uzasadniono wpływ efektu hybrydyzacji na efekt przerwy energetycznej na poziomie Fermiego**

2. **Eksperymentalnie wykazano że, domieszki likwidują przerwę energetyczną,**

4. **Podatność magnetyczna χ(T) silnie zależy od T oraz $\chi \rightarrow 0$ dla T→0 w obszarze temperaturowym przerwy.**

5. **Wykazano uniwersalne skalowanie dla izolatorów Kondo:**

   $\chi\,\rho$ = const (skalowanie: Ślebarskiego-Spałka)

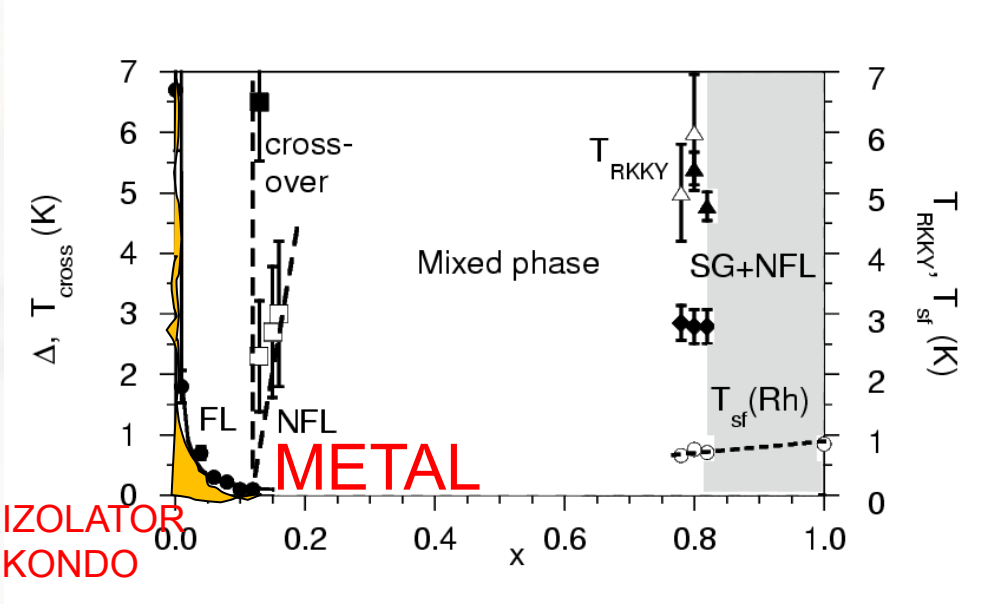
Prace referowane jako wykłady proszone (invited) na 30 konferencjach międzynarodowych

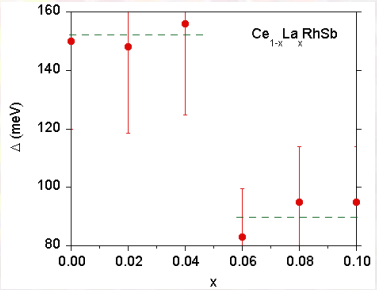
Najważniejsze rezultaty (2000-2014), izolatory Kondo domieszkowane, c.d.

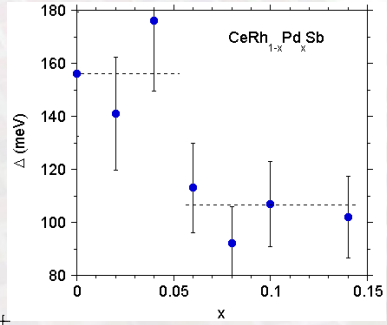
Krytyczność kwantowa $CeRhSb_{1-x}Sn_x$ na progu metalizacji

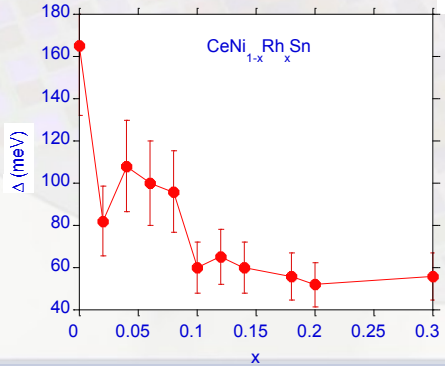
Na progu metalizacji zaobserwowano nowy kwantowy punkt krytyczny, któremu zawsze towarzyszy gwałtowna zmiana energii hybrydyzacji (Δ) w przemianie izolator Kondo – metal.

Metody obliczeniowe DFT dają tu b. dobrą zgodność z eksperymentem
(J. Goraus, A. Ślebarski, Phys. Lett. A, 2011)

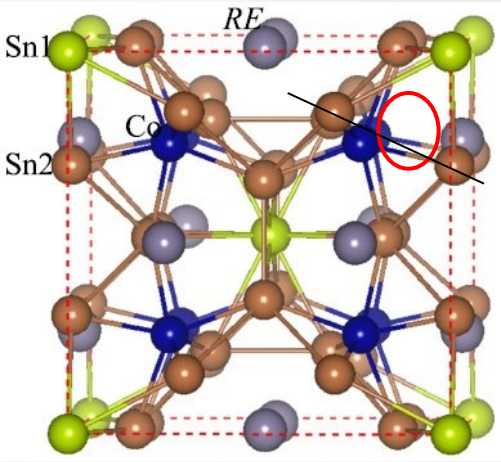


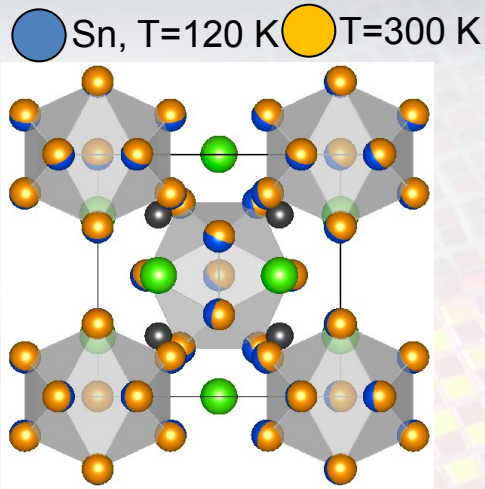




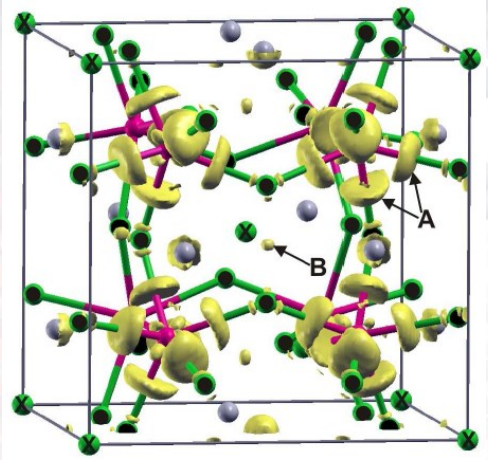


NOWE MATERIAŁY TERMOELEKTRYCZNE: $Ce_3M_4Sn_{13}$
M=Co, Ru, Rh; badania podstawowe





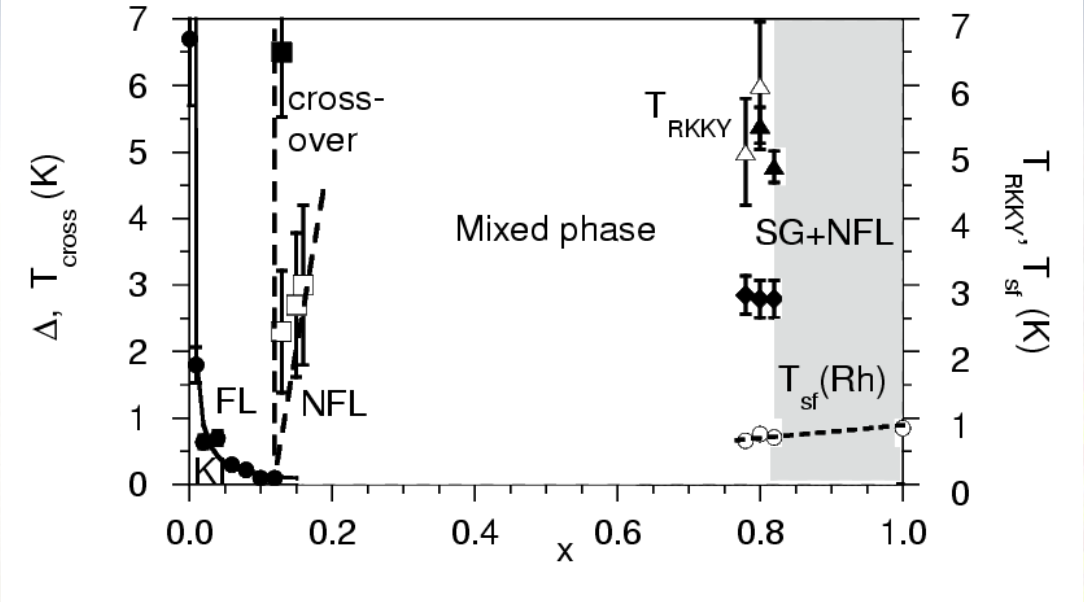
A.Ślebarski at al. PRB, 2012
PRB 2013, PRB 214



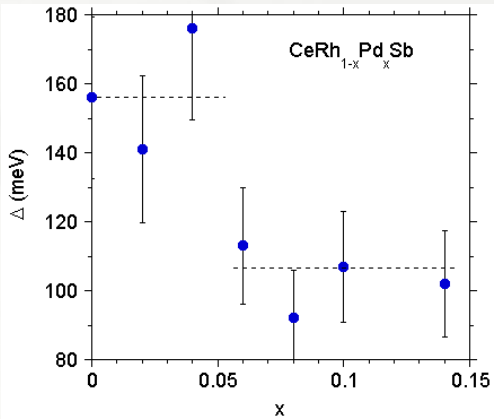
M. Gamża, A. Ślebarski et al.,
J. Phys. Cond. Mat. 20 (2008) 395208

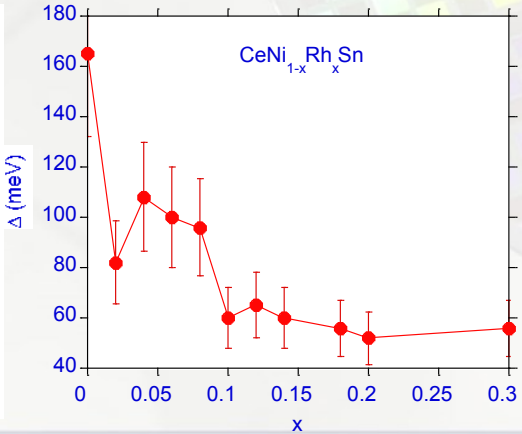
Stwierdzono silną kumulację ładunku w „klatce” atomów Sn12 pomiędzy atomem M (Co, Rh, lub Ru) i Sn, co generuje silne wiązanie kowalencyjne, a w konsekwencji efekt dystorsji i nowe zachowania krytyczne

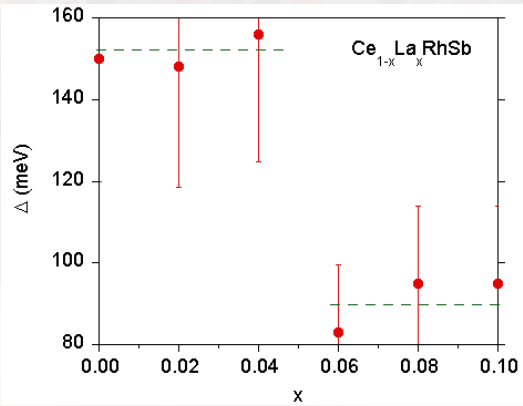
Nowy kwantowy punkt krytyczny



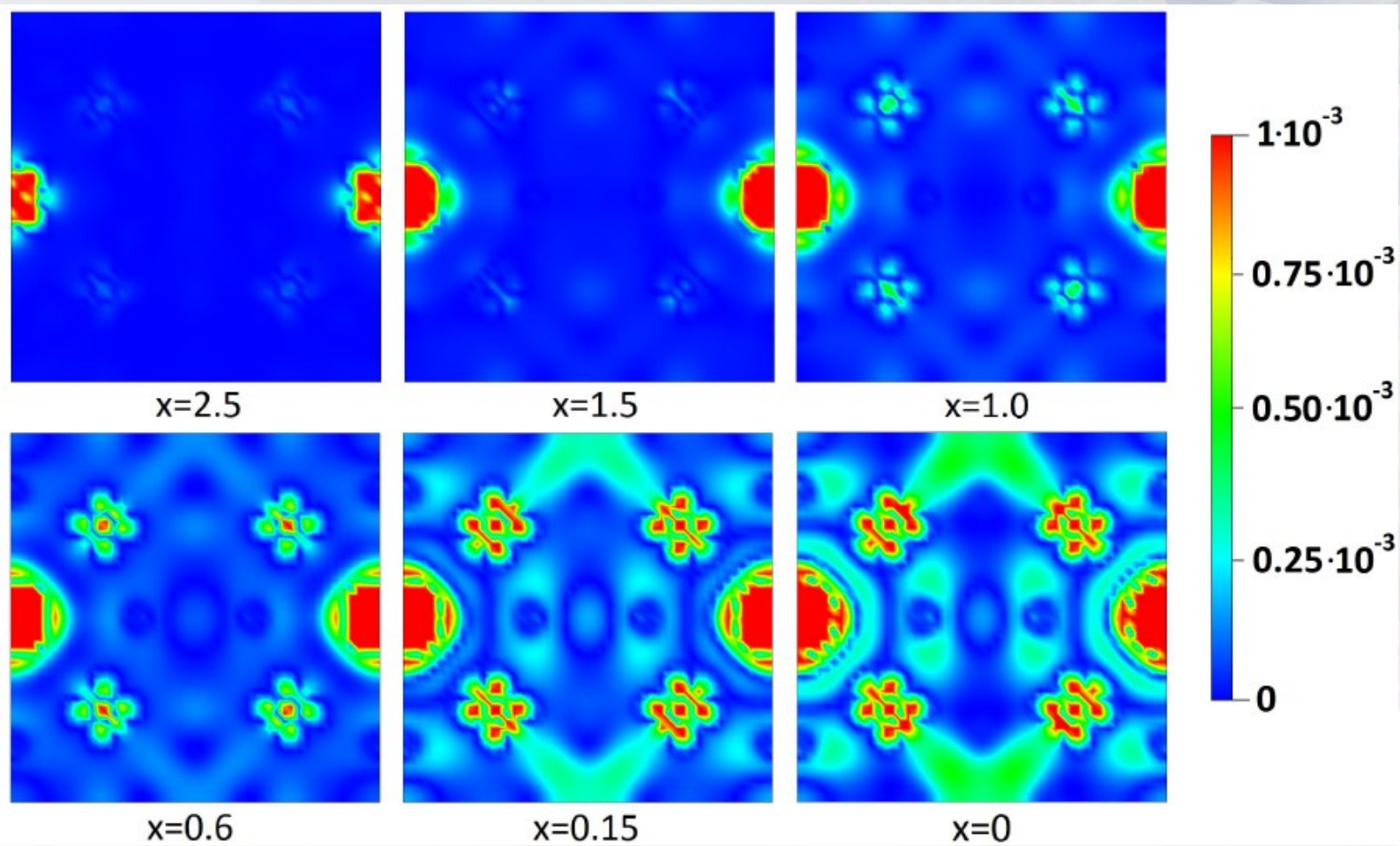
Na progu metalizacji QCP zawsze towarzyszy gwałtowna zmiana energii hybrydyzacji Δ w przemianie izolator Kondo - metal





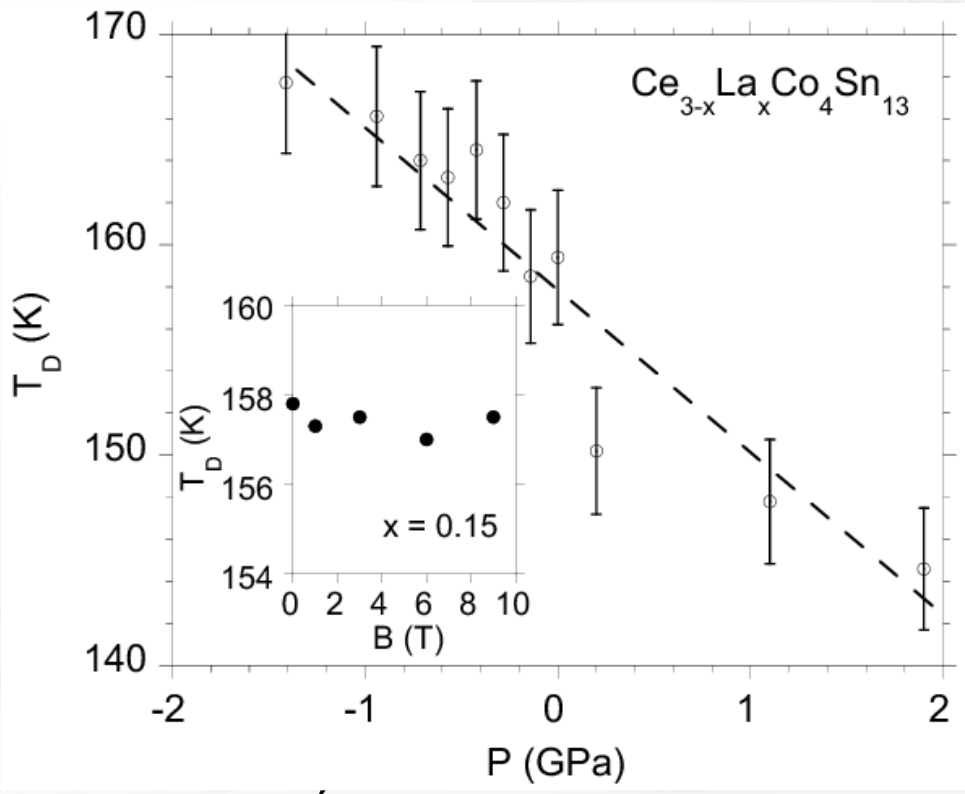


Rozkład ładunku na płaszczyźnie (001/4) w $Ce_{3-x}La_xRh_4Sb_{13}$ kumulacja ładunku pomiędzy Rh i Sn

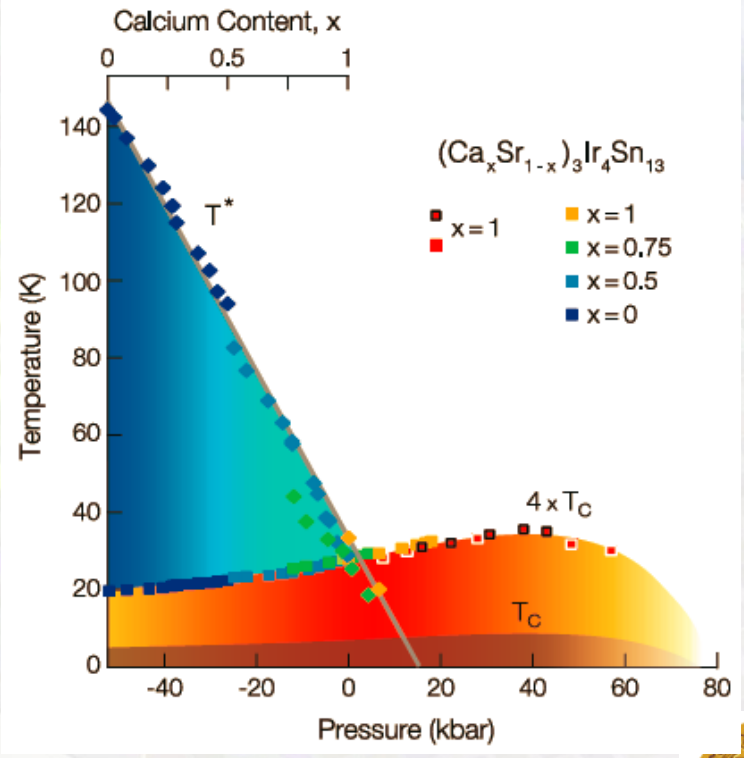


A. Ślebarski, P. Witas, J. Goraus, L. Kalinowski, M. Fijałkowski, PRB 2014

Nowy kwantowy punkt krytyczny dla $Ce_{3-x}La_xRh_4Sb_{13}$ przy ciśnieniu ok. 20 GPa?? (jak w przyp. $(Ca\text{-}Sr)_3Ir_4Sn_{13}$) jako efekt kumulacji ładunku w klatce i dystorsji.



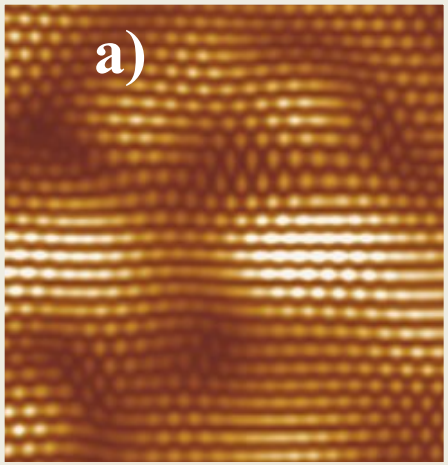
A.Ślebarski *et al*. 2014

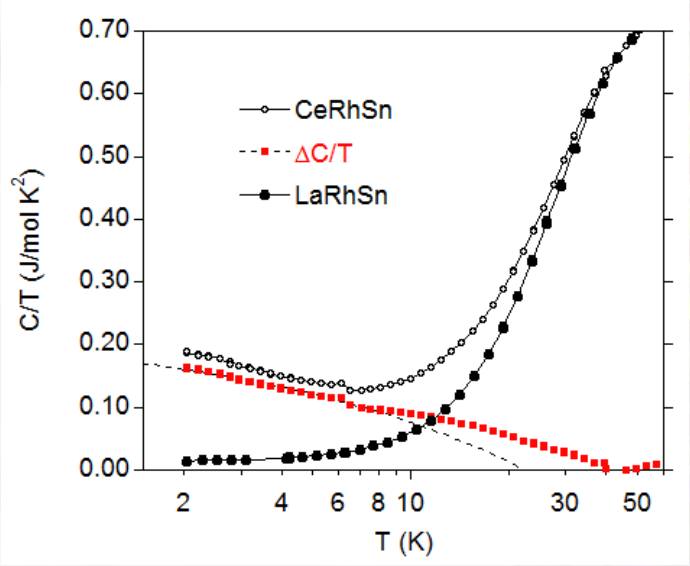


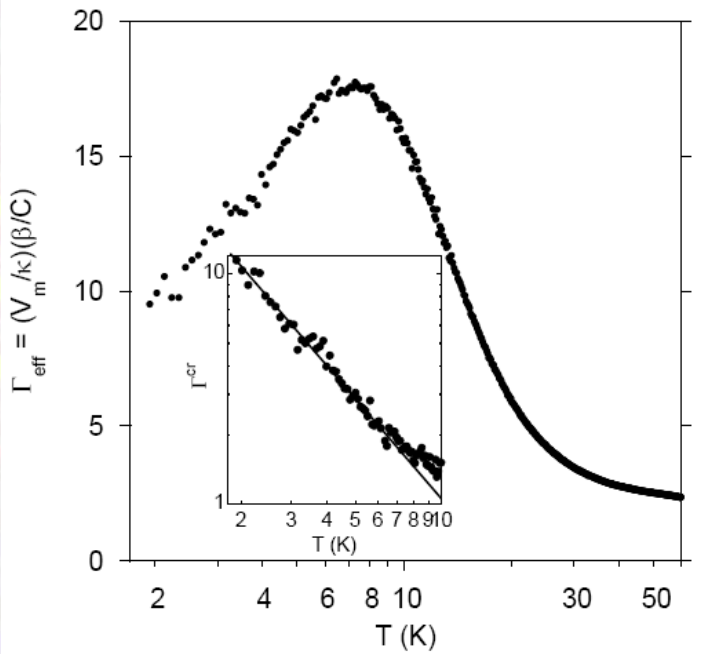
L.E. Klintberg, et al., PRL 2013

CeRhSn – nielandauowska ciecz Fermiego typu fazy Griffithsa; nasze spektakularne odkrycie

Charakterystyka fazy Griffithsa: dla T→0; C/T ~ χ ~ T^{-n} ☺





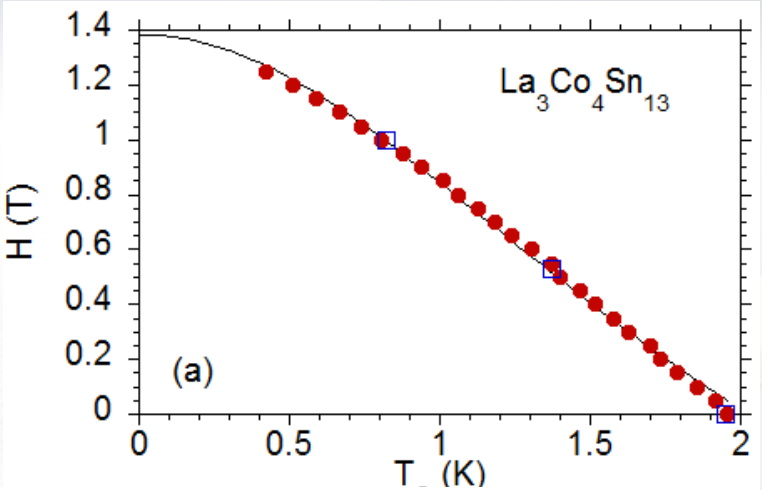


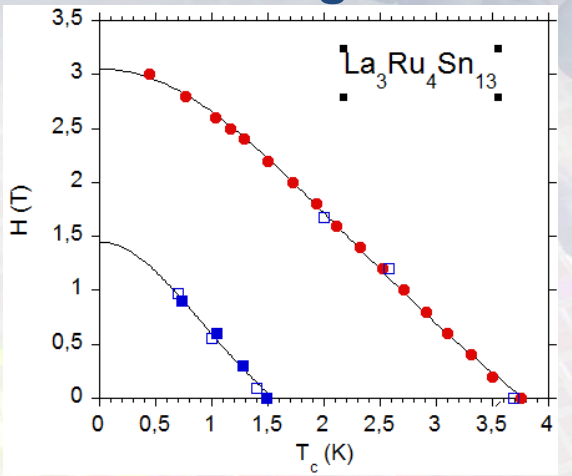
Kwantowa krytyczność: parametr Grüneisena

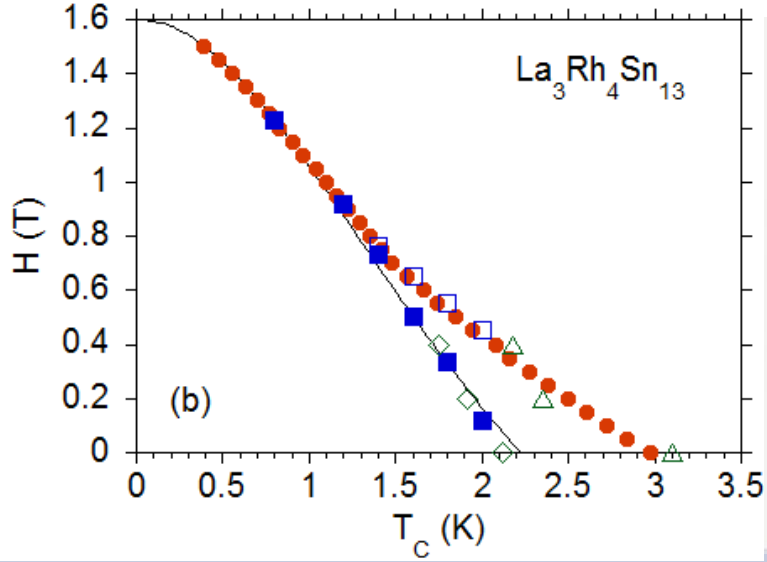
$\Gamma^{cr}(T) \propto \beta^{cr}/\Delta C^{cr} \propto T^{-\epsilon}$ świadczy o obecności kwantowego punktu krytycznego

NADPRZEWODNICTWO $La_3M_4Sn_{13}$ TYPU BCS

widoczna faza „bulk” i faza niehomogeniczna







Teoria Ginzburga-Landaua dobrze opisuje diagram H – T dla $La_3Co_4Sn_{13}$, $La_3Ru_4Sn_{13}$ i $La_3Rh_4Sn_{13}$

$H_{c2}(T) = H_{c2}(0)\,(1 - t^2)/(1 + t^2)$; $t = T/T_c$

dla $La_3Rh_4Sn_{13}$ i $La_3Ru_4Sn_{13}$ nadprzewodnictwo „bulk” w $T < T_c$ a w T_c^*- stan nieuporządkowany

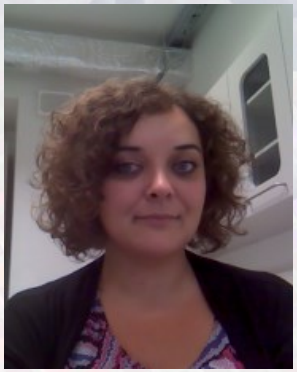
Modelowanie własności ciał stałych na podstawie obliczeń opartych o teorię funkcjonału gęstości (DFT)

dr hab. Jerzy Goraus

Tematyka: przewidywanie własności materiałów krystalicznych na bazie obliczeń z pierwszych zasad.

- **Badane materiały: związki metali ziem rzadkich oraz metali przejściowych, materiały wykazujące własności magnetokaloryczne (aplikacja w nowoczesnych chłodziarkach magnetycznych, projekt NCBiR PBS2/A5/36/2013) oraz termoelektryczne (NCN, DEC-2012/07/B/ST3/03027). Badania układów silnie skorelowanych oraz izolatorów topologicznych.**
- **Współpraca: Instytut Metali Nieżelaznych (Gliwice), Max Planck Institute for Chemical Physics of Solids (Dresden), Leibniz Institute for Solid State and Materials Research (Dresden)**
- **Główne osiągnięcia naukowe: nowy sposób przewidywania kwantowych przejść krytycznych w układach izolatorów Kondo (w funkcji koncentracji lub ciśnienia), wyjaśnienie przejść metamagnetycznych w układach ze skomplikowaną strukturą magnetyczną. Wskazanie wpływu korelacji d-elektronowych w związkach zawierających srebro. Wkład w rozwój pakietu do obliczeń struktury elektronowej ELK FP-LAPW. Praca dotycząca izolatora topologicznego CePdBi opublikowana w Journal of Physics/Condensed Matter została wyróżniona w 2013 roku statusem IOP Select przez edytorów.**

Laboratorium Fizyki Powierzchni



Załoga:
Dr Marek Kulpa Dr Jerzy Kubacki Dr Katarzyna Balin

Prof. dr hab. Jacek Szade

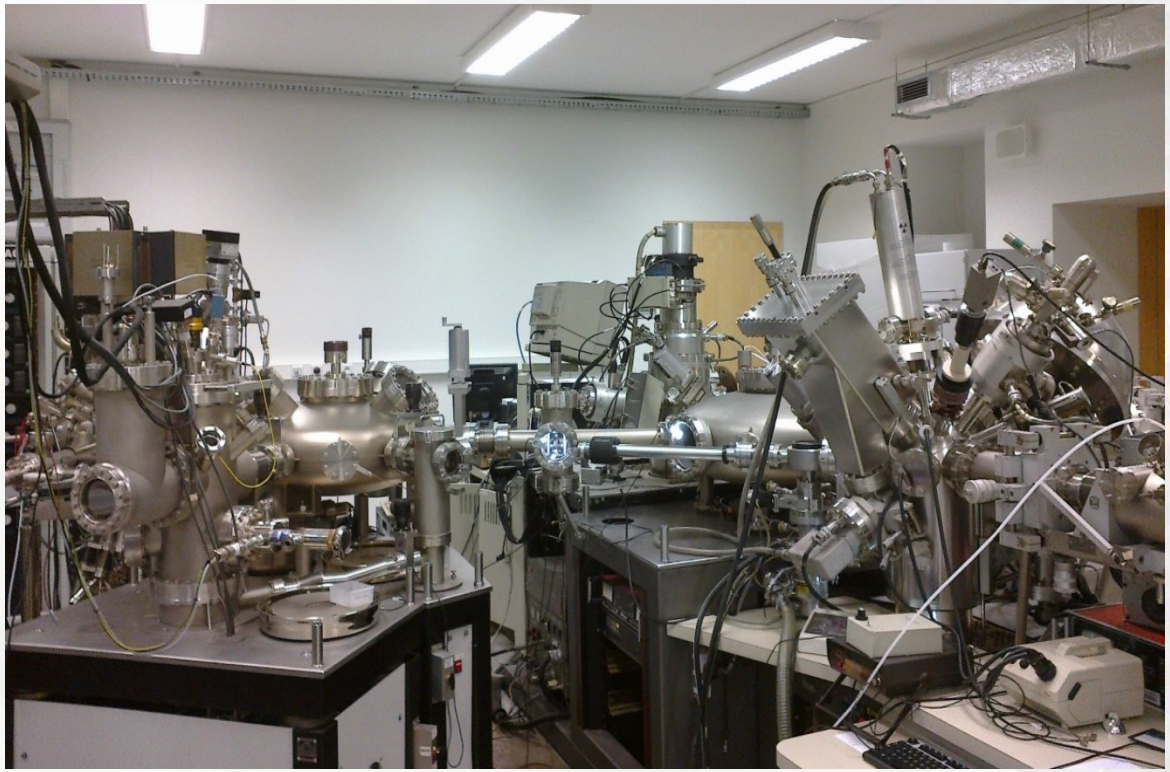
Dr Antoni Winiarski

Doktoranci:

Katarzyna Bilewska
Anna Nowak
Rafał Rapacz
Przemysław Zackiewicz (IMN)

Laboratorium fizyki powierzchni

W skład Laboratorium wchodzą: ultra-wysoko próżniowy klaster oraz laboratorium L112 – spektroskopii elektronowej w ramach projektu Śląska Biofarma.



Klaster UHV

- **XPS**
- **UPS**
- **AES**
- **SEM**
- **UHV VT SPM**
- **MBE**
- **RHEED**
- **LEED**

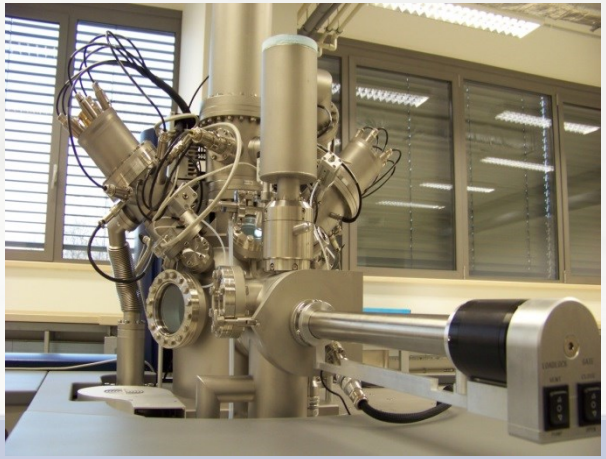
Klaster ultra-wysoko próżniowy:

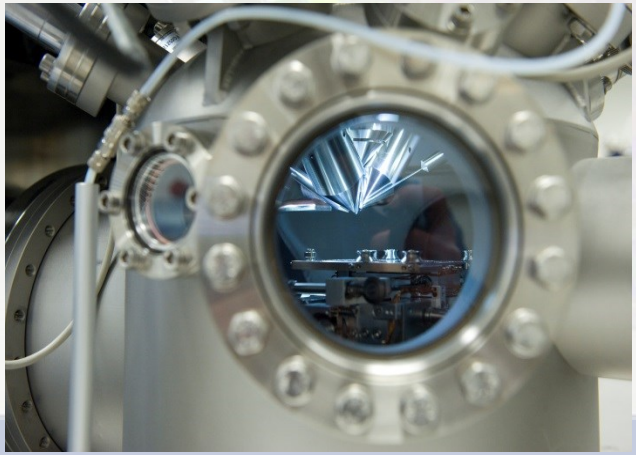
- XPS – X-ray photoelectron spectoscopy
- UPS - UV photoelectron spectoscopy
- AES – Auger electron spectroscopy
- SEM - Scanning electron microscopy
- SPM – Scanning probe microscopy (AFM, STM, MFM, LC AFM - lokalne przewodnictwo AFM,….)
- MBE - Molecular beam epitaxy – epitaksja z wiązek molekularnych (4 komórki efuzyjne, 2 elektronowe)
- Dyfrakcja elektronów (RHEED and LEED)
- Systemy przygotowania próbek w UHV – łamacz, działa jonowe, chłodzenie, grzanie in-situ

Laboratorium L112 - Biofarma

- ToF SIMS – spektrometr ToFSIMS5 firmy IONTOF
  - Wiązka pierwotna
    - Bi LMIG (30kV, 60kV)
    - Bi^{+}, Bi_3^{+}, Bi_3^{++}
  - Działa jonowe : Cs, O, Ar
  - Rozmiar wiązki: 60nm
  - Rozdzielczość w głębokości przy profilowaniu < 1nm

- Spektrometr XPS firmy Prevac/VG Scienta





Pozostałe techniki używane w badaniach grupy:

Badania przy użyciu **promieniowania synchrotronowego** (Max-lab, Elletra, SLS):

- rezonansowa spektroskopia fotoelektronów
- spektroskopia absorpcyjna promieniowania rentgenowskiego
- mikroskopia fotoelektronów – XPEEM

Magnetometria SQUID
Dyfrakcja rentgenowska
Reflektometria rentgenowska XRR
Rentgenowska spektroskopia fluorescencyjna XRF

Ważniejsze tematy badawcze:

- **Cienkie warstwy izolatorów topologicznych – głównie Bi_2Te_3, wzrost metodą MBE, charakteryzacja struktury atomowej i elektronowej, przewodnictwo powierzchniowe, magnetyzm**
- **Cienkie warstwy materiałów tlenkowych:**

  Efekt przełączania rezystywnego i przejścia izolator-metal :

  $SrTiO_3$ domieszkowane metalami przejściowymi,

  Tlenki niobu i tantalu
- **Warstwy typu $RNiO_3$ – indukowane temperaturą przejście metal-izolator**
- **Badanie struktury elektronowej materiałów dla chłodzenia magnetokalorycznego - projekt MATCOOL w programie PBS2**
- **Nanocząsteczki – biobójcze, katalityczne**
- **Implanty – efekt pasywacji powierzchni metalicznych materiałów na implanty – głównie stopów tytanu, w celu uzyskania właściwej reakcji biologicznej**
- **Warstwy polimerowe dla hodowli komórkowych**
- **Tkanki nowotworowe**
- **Materiały paleobiologiczne**
- **Badanie monokryształów i warstw półprzewodnikowych poddanych procesom pasywacji**

Współpraca:

- ***Centrum Badawcze Jülich, Niemcy***
- ***Uniwersytet Colorado, Colorado Springs, USA***
- ***Uniwersytet du Maine w le Mans, Francja***
- ***Uniwersytet Kansas, USA***
- ***Uniwersytet Osnabrück, Niemcy***
- ***Instytut Metalurgii Żelaza w Gliwicach***
- ***Politechnika Śląska w Gliwicach***
- ***Instytut Technologii Elektronowej w Warszawie***
- ***Instytut Szkła i Ceramiki w Gliwicach***
- ***Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach***
- ***Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego***
- ***Instytut Fizyki PAN w Warszawie***
- ***AGH w Krakowie***
- ***Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN, Zabrze***
- ***Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS w Krakowie…***

i wiele innych

Publikacje 2013

K. Balin, A. Nowak, J. Szade, M. Wojtyniak, D.Wilgocka-Ślęzak, M. Ślęzak, T. Giela, J. Korecki, Z. Celiński, *Magnetic properties of Eu-Fe thin films*, Journal of Applied Physics 113 (2013) 17E143, 3 strony, (35 pkt.)

J. Kubacki, D. Kajewski, A. Koehl, M. Wojtyniak, R. Dittmann, J. Szade, *X-ray absorption and resonant photoemission studies of Mn doped $SrTiO_3$ epitaxial films*, Radiation Physics and Chemistry 93 (2013) 123 – 128 (25 pkt.)

R. Trzcinska, P. Suder, A. Bodzon-Kulakowska, M. Skalska, A. Marcinkowski, J. Kubacki, R. Pedrys, J. Silberring, A. Dworak, B.Trzebicka, *Synthesis and characterization of PEG-peptide surfaces for proteolytic enzyme detection*, Analytical and Bioanalytical Chemistry 405 (2013) 9049 – 9059, (40 pktów)

A. Koehl, D. Kajewski, J. Kubacki, Ch. Lenser, R. Dittmann, P. Meuffels, K. Szot, R. Waser, J. Szade, *Detection of Fe2+ valence states in Fe doped SrTiO3 epitaxial thin films grown by pulsed laser deposition*, Phys. Chem. Chem. Phys. 15 (2013) 8311 – 8317, (35 pktów)

W. Simka, A. Krząkała, M. Masełbas, G. Dercz, J. Szade, A. Winiarski, J. Michalska, *Formation of bioactive coatings on Ti-13Nb-13Zr alloy for hard tissue implants*, RSC Advances 3 (2013) 11195-11204, (30 pktów)

Publikacje 2013

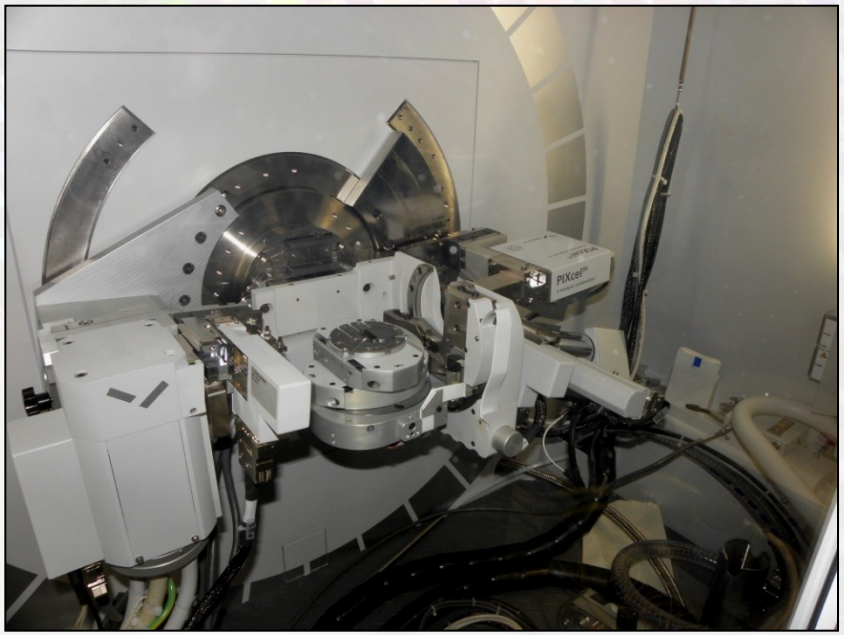
Ł. Hawelek, A. Kolano-Burian, J. Szade, W. Maziarz, N. Woźnica, A. Burian, *The atomic scale structure of nanographene platelets studied by X-ray diffraction, high-resolution transmission electron microscopy and molecular dynamics*, Diamond and Related Materials 35 (2013) 40-46, (30 pktów)

A. Krzakał, K. Służalska, M. Widziołek, J. Szade, A. Winiarski, G. Dercz, A. Kazek, G. Tylko, J. Michalska, A. Iwaniak, A. M. Osyczka, W. Simka, *Formation of bioactive coatings on a Ti-6Al-7Nb alloy by plasma electrolytic oxidation*, Electrochimica Acta 104 (2013) 407- 424, (35 pktów)

A. Krzakał, K. Słuzalska, G. Dercz, A. Maciej, A. Kazek, J. Szade, A. Winiarski, M. Dudek, M. Michalska, G. Tylko, A. M. Osyczka, W. Simka, *Characterisation of bioactive films on Ti-6Al-4V alloy,* Electrochimica Acta 104 (2013) 425 – 438, (35 pktów)

Rentgenowski spektrometr fluorescencyjny ZSX Primus II z Rigaku

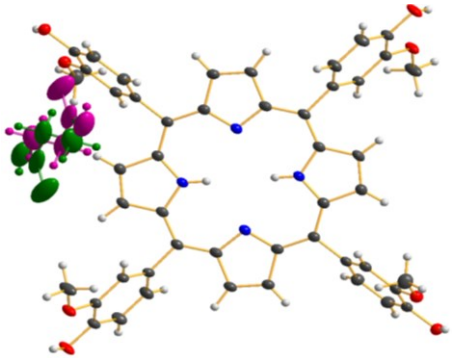
Dyfraktometr rentgenowski Empyrean z PANalytical



Dyfraktometr monokrystaliczny SuperNova

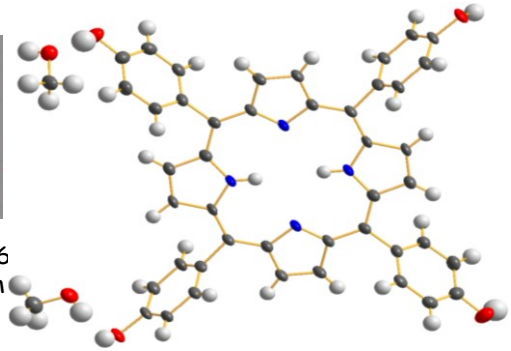
meso-5,10,15,20-tetra(4-hydroksy-3-metoksyfenylo)porfiryna · kwas propionowy

0.02 x 0.03 x 0.1 mm



5,10,15,20-tetrakis(4-hydroksy-fenylo)porfiryna · metanol

0.06 x 0.06 x 0.08 mm



Laboratorium badań magnetycznych.

Skład zespołu:

Prof. dr hab. Grażyna Chełkowska

Dr Anna Bajorek

Dr hab. inż. Artur Chrobak

Doktoranci:

Mgr Krzysztof Ociepka

Mgr Grzegorz Ziółkowski

Magnetometr SQUID

Tematyka badawcza:

- ***Związki międzymetaliczne zawierające pierwiastki ziem rzadkich (RE) i metali przejściowych (T) (spintronika, materiały magnetokaloryczne I magnetostrykcyjne)***

- ***Wpływ efektów rozmiarowych na właściwości magnetyczne, strukturalne i elektronowe związków typu RE-T (nanoproszki magnetyczne)***

- ***Amorficzne i nanokrystaliczne stopy na bazie żelaza:***
  - ***szkła metaliczne wytwarzane metodą melt-spiningu, Fe-Nb-B (materiały magnetycznie miękkie),***
  - ***nanokrystaliczne lite stopy wytwarzane metodą odsysania próżniowego, Fe-Nb-B-RE (materiały twarde magnetycznie)***

- ***Nanokompozyty magnetyczne (układy faz magnetycznie twardych i miękkich typu "spring-magnets")***

- ***Analizy numeryczne i symulacje procesów magnesowania nanostruktur magnetycznych***

Zaplecze badawcze:

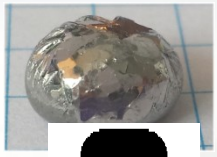
Technologia wytwarzania próbek:

- ***Piece łukowe (arc-melting).***
- ***Piece oporowe do obróbki cieplnej.***
- ***Układ do odlewania próbek metodą odsysania próżniowego.***
- ***Wysokoenergetyczny młyn kulowy do rozdrabniania materiałów litych.***

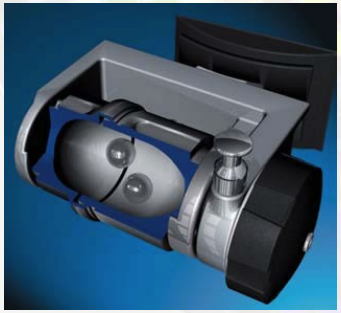
Magnetometr SQUID MPMS XL-7 Quantum Design:

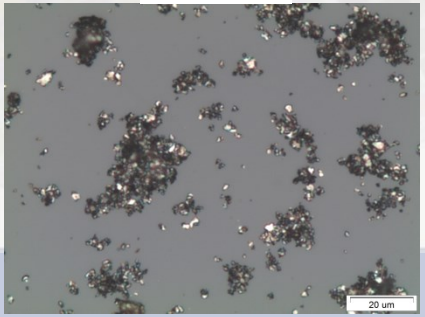
- ***Zakres pola magnetycznego do 7 T.***
- ***Zakres temperatur 2 K - 400 K, opcjonalnie 300 K – 800 K.***
- ***Czułość 10^{-7} emu.***
- ***Układ skraplarki helu.***
- ***Pomiary namagnesowania i podatności magnetycznej w trybie stało i zmiennopolowym.***
- ***Postać próbek: lite, proszkowe, cienkie warstwy, ciecze.***

Pracownia technologiczna – otrzymywanie nanomateriałów magnetycznych metodą ball - milling

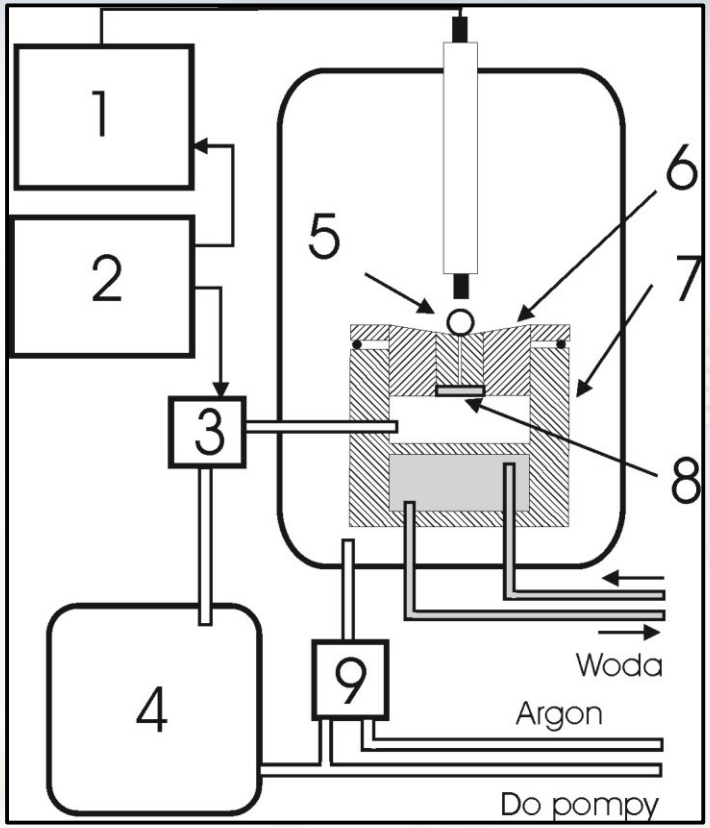


Mixer Mill 400 (Retsch)

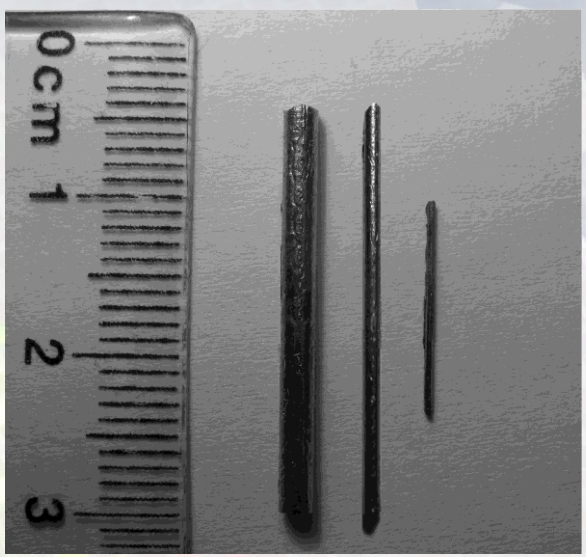




Pracownia technologiczna – metoda odsysania próżniowego



Schemat aparatury do odlewania próbek metodą odsysania prózniowego



Przykłady próbek otrzymanych metodą odsysania próżniowego

Współpraca naukowa zespołu:

- Uniwersytet w Le Mans (Francja)
- Uniwersytet w Osnabrueck (Niemcy)
- Politechnika w Ostrawie (Czechy)
- Uniwersytet Lwowski (Ukraina)
- Instytut Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu
- Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu
- Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach
- Instytut Fizyki PAN Kraków
- Instytut Fizyki UW, Warszawa
- Politechnika Śląska w Gliwicach
- Centralny Ośrodek Badawczo – Rozwojowy Przemysłu Izolacji Budowlanej w Katowicach

Ważniejsze publikacje naukowe (średnio 10 publikacji rocznie):

1) A. Chrobak, A. Slebarski, G. Haneczok and B. Kotur, *Spin-glass-like behavior and related properties of aluminum-based Al-Y-RE-Ni (RE=Gd, Dy) amorphous alloys*, **Journal of Applied Physics** 110, 113908 (2011) (35 pkt.)

2) A.Chrobak, G.Haneczok, G. Chełkowska, A. Kassiba, G. Ziółkowski, „*Numerical analysis of superparamagnetic clusters*" **Phys. Stat. Sol.(a)** 208, No. 11, 2692–2698 (2011), DOI 10.1002/pssa.201127016 (cover page) (25 pkt.)

3) A.Chrobak, V.Nosenko, G.Haneczok, L.Boichyshyn, B.Kotur, A. Bajorek, O. Zivotsky, A. Hendrych, *Effect of rare earth additions on magnetic properties of* $Fe_{82}Nb_2B_{14}RE_2$ *(RE = Y, Gd, Tb and Dy) amorphous alloys,* **Materials Chemistry and Physics**, 130 (2011) 603– 608.

4) A. Chrobak, G. Haneczok, *Determination of 2D distribution of magnetic nanoparticles derived from magnetization curves,* **Phys. Status Solidi A** 210, No. 8, 1584–1592 (2013) / DOI 10.1002/pssa.201228827 (25 pkt.)

5) A. Chrobak, G. Ziółkowski, N. Randrianantoandro, *Magnetic hardening of Fe–Nb–B–Tb type of bulk nanocrystalline alloys,* **Journal of Alloys and Compounds** 583 (2014) 48–54 (35 pkt.)

6) A. Bajorek **,** G. Chełkowska , B. Andrzejewski, *Magnetic properties, crystal and electronic structure of* $GdNi_{5-x}Cu_x$ *series,* **J. Alloys and Compd.** 509 (2011) 578–584 (35 pkt.)

7) A. Bajorek, G. Chełkowska , A. Chrobak, B. Sterkowicz, *Magnetism of selected ternary Sm compounds,* **J. Alloys and Compd** 509 (2011) 2667–2671 (35 pkt.)

8) A. Bajorek**,** G. Chełkowska, A. Chrobak, M. Kwiecień – Grudziecka*, Magnetism and electronic structure of selected* $Gd_{1-x}Sm_xIn_3$ *compounds,* **Intermetalllics** 26 (2012) 142 – 149 (30 pkt.)

9) A. Bajorek**,** G. Chełkowska, A.Chrobak, *Magnetic and transport properties of selected* $Yb_xGd_{1-x}Ni_5$ *intermetallics,* **Intermetallics 32** (2013) 384 – 393 (30 pkt.)

10) A. Bajorek**,** A. Chrobak, K. Ociepka, G. Chełkowska, *The analysis of the magnetic properties and the electronic structure in the* $Tb_xGd_{1-x}Fe_3$ *intermetallics*, **Intermetallics** 43 (2013) 110 – 120 (30 pkt.)

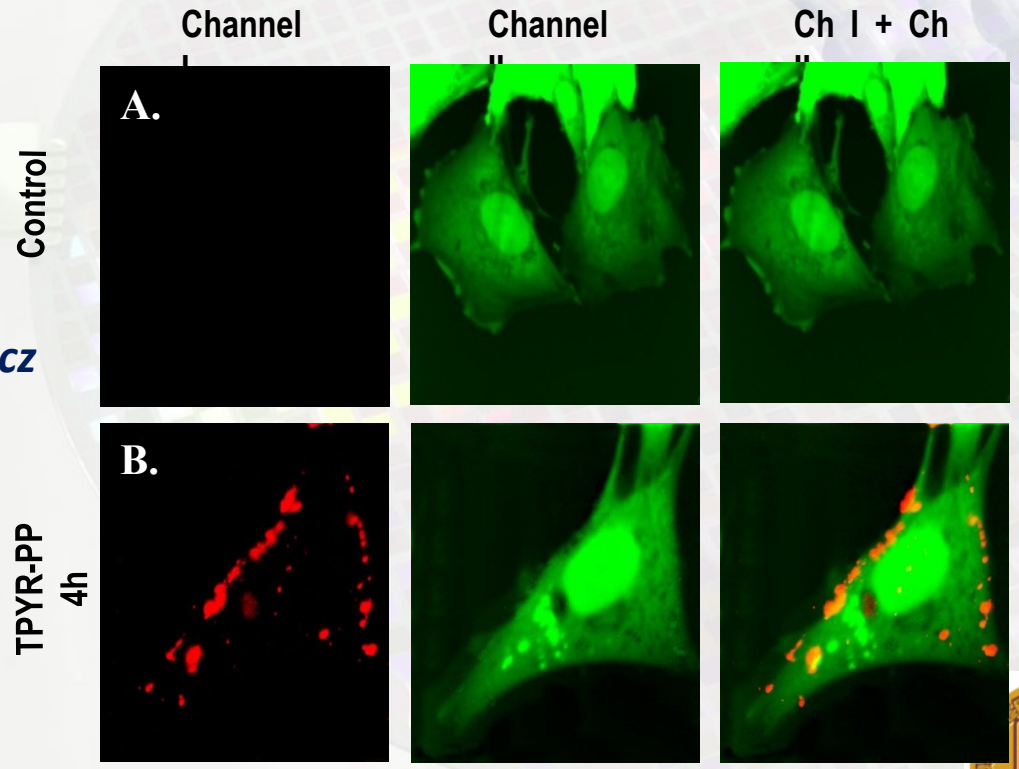
Pracownie biologiczne i biofizyczne

Zespół badawczy:

Prof. dr hab. Alicja Ratuszna
Dr Agnieszka Szurko
Dr Marzena Rams-Baron
Dr Anna Mrozek - Wilczkiewicz

Doktoranci:

Mgr Marta Kempa
Mgr Patrycja Kozub
Mgr Dorota Zygadło



• Pracownia hodowli komórek *in vitro*

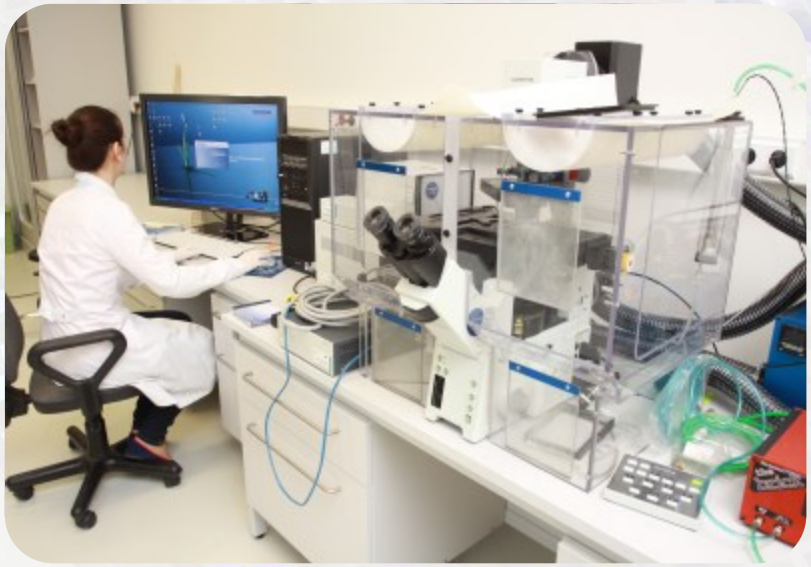
Wyposażenie:
Komory laminarne
Inkubatory CO_2
Inkubator hipoksyjny
Inkubator z wytrząsaniem
Wirówki
Mikroskopy świetlne
Lampa halogenowa, laser

• Pracownia hodowli komórek *in vitro*

Tematyka badawcza:

- **Ocena efektów terapii fotodynamicznej z zastosowaniem fotouczulaczy z grupy chloryn oraz porfiryn.** ***Współpraca z prof. dr hab. Franzem Montfortsem z Uniwersytetu w Bremen oraz dr hab. Piotrem Kusiem z Instytutu Chemii UŚ***
- **Badania toksyczności potencjalnych leków w stosunku do wybranych linii komórek prawidłowych i nowotworowych. Wśród przebadanych ponad 100 substancji wyselekcjonowano pochodną tiosemikarbazonu o najwyższej kiedykolwiek opisanej aktywności przeciwnowotworowej.** ***Współpraca z prof. dr hab. Jarosławem Polańskim oraz dr hab. Robertem Musiołem z Instytutu Chemii UŚ.***
- **Poszukiwanie nowych strategii terapeutycznych opartych na wspólnym działaniu fotouczulaczy oraz związków chelatujących żelazo.**
- **Badania biokompatybilności materiałów o potencjalnym zastosowaniu w biologii i medycynie.**
- **Pozyskiwanie hodowli komórkowych z tkanek pobranych od pacjentów onkologicznych.**
- **Ocena linii komórkowej agresywnych chłoniaków węzłowych i pozawęzłowych z dużego limfocyta B pod kątem odmienności wybranych czynników biologii komórkowej oraz parametrów biofizycznych.** ***Współpraca z prof. dr hab. Aleksandrem Sieroniem oraz dr Wojciechem Spychałowiczem ze Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach.***

- Laboratorium mikroskopii fluorescencyjnej i obrazowania żywych komórek

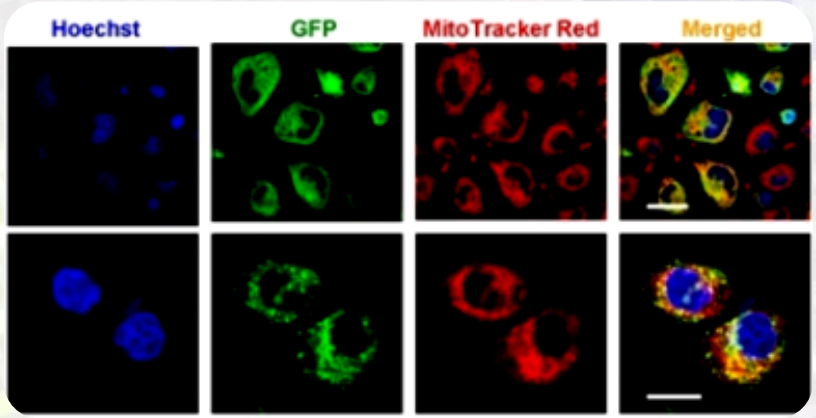


Wyposażenie:
Stacja badawcza zbudowana z:
Odwróconego, w pełni zmotoryzowanego mikroskopu fluorescencyjnego,
Systemu do akwizycji i analizy obrazu,
Komory inkubacyjnej z możliwością regulacji temperatury i poziomów gazów

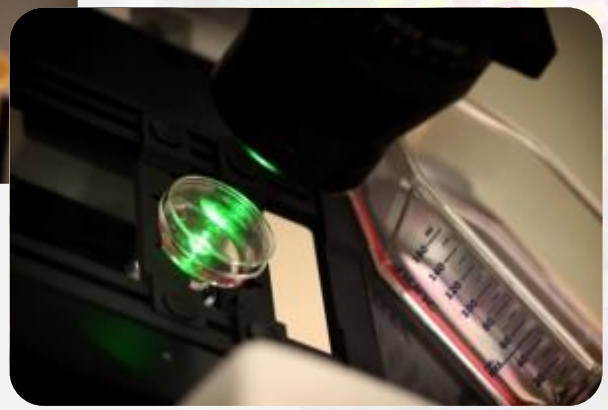
• Laboratorium mikroskopii fluorescencyjnej i obrazowania żywych komórek

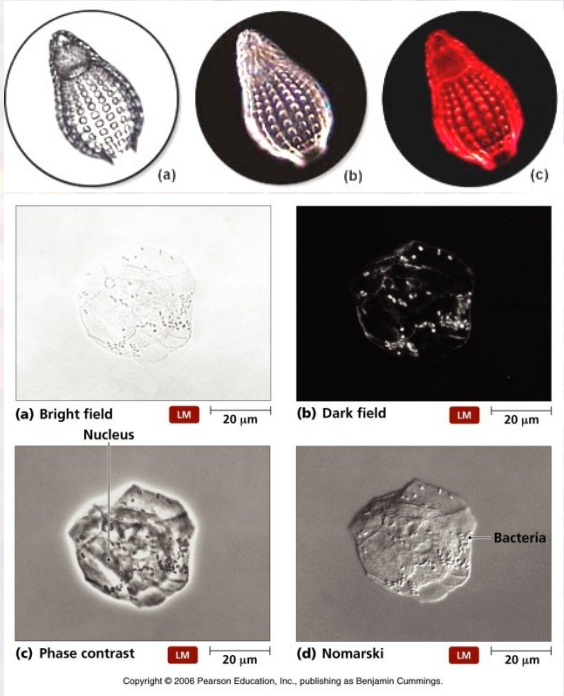
Tematyka badawcza:

- Badania lokalizacji wewnątrzkomórkowej nowych potencjalnych leków
- Badania toksyczności związków na podstawie zmian w morfologii komórek
- Badania biokompatybilności podłóż modyfikowanych w celu sprawdzenia ich przydatności jako materiałów implantowanych



• Pracownia mikroskopii optycznej





Wyposażenie:

9 mikroskopów optycznych

2 mikroskopy fluorescencyjne (kontrast Nomarskiego / kontrast fazowy)

Mikroskopy do obrazowania w jasnym i ciemnym polu

• Pracownia biofizyki białek i kwasów nukleinowych

Wyposażenie:
Spektrometr wielopłytkowy SYNERGY4
Nanodrop - spektrometer do pomiarów w mikroobjętościach (ok.0,5 µl)
Termocykler (PCR)
Aparaty do elektroforezy
Aparaty do Western blottingu
Aparat do analizy uszkodzeń DNA (metoda kometowa)
System do analizy żeli (UV, chemiluminescencja)

Tematyka badawcza:
- Badania mechanizmów działania potencjalnych leków

• Pracownia syntez i nanotechnologii

Wyposażenie:
Liofilizator
Kalibrator liposomowy
Ewaporator z pułapką mrożącą
Homogenizator (sonikator)
Analizator wielkości cząstek
i potencjału zeta (Zetasizer, Malvern)
System do produkcji ultra-czystej wody
Autoklaw
Drobny sprzęt - ThermoMixery, thermobloki, pH-mety, vorteksy, mieszadła magnetyczne, łaźnie wodne i ultradźwiękowe

Tematyka badawcza:

- Badania nad mechanizmem wnikania potencjalnych leków do komórek – liposomy jako nośniki leków.

• Pracownia spektroskopii optycznej

Wyposażenie:

Spektrometr UV/Vis

Spektrofluorymetr

Spektrometr do laserowej fotolizy

Tematyka badawcza:

- Charakterystyka własności absorpcyjnych i emisyjnych fotouczulaczy przy pomocy spektroskopii elektronowej UV-VIS
- Badanie fotostabilności związków
- Badanie kwantowej wydajności fluorescencji związków światłoczułych
- Badanie absorpcji przejściowej tryplet-tryplet oraz charakterystyka cząsteczek fotouczulacza w stanie trypletowym (wyznaczenie czasu życia stanu trypletowego)
- Pomiary wydajności kwantowej generowania tlenu singletowego w badaniach związków z grupy fotouczulaczy
- Spektrofotometryczne badanie kinetyki wnikania fotouczulaczy do komórek w celu wyznaczenia optymalnego czasu inkubacji komórek z lekiem

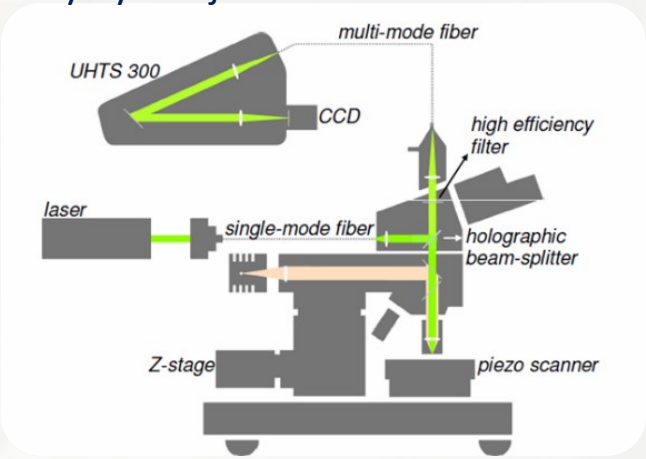
• Pracownia spektroskopii optycznej

Tematyka badawcza:

- Badania związków opartych na strukturze chinoliny i chinazoliny pod kątem potencjalnych zastosowań związanych z obrazowaniem struktur biologicznych. *Współpraca z dr hab. Robertem Musiołem z Instytutu Chemii UŚ*
- Badanie kinetyki reakcji tautomeryzacji leków amorficznych. *Współpraca z prof. dr. hab. Marianem Paluchem*
- Monitorowanie kinetyki kiełkowania przetrwalników *Bacillus subtilis* poddanych działaniu różnych ciśnień. *Współpraca z prof. dr. hab. Marianem Paluchem oraz prof. dr hab. Michałem Obuchowskim z Uniwersytetu Gdańskiego*

• Laboratorium Spektroskopii Ramanowskiej

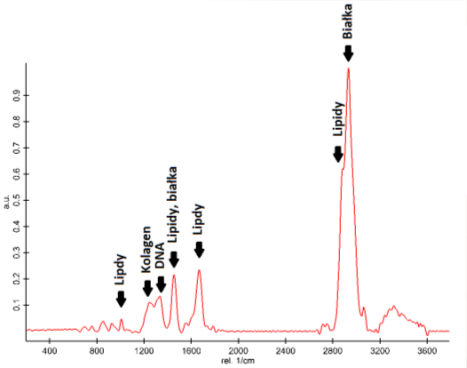
Wyposażenie:
Mikroskop konfokalny rozproszenia Ramana (Witek Alfa 300 R) wyposażony w:
• Linię laserowa λ=532 nm,
• Obiektywy o powiększeniu 10x, 20x, 50x, 100x, (Maksymalna zdolność rozdzielcza: powierzchniowa 360 nm, głebokościowa 920 nm),
• Obiektyw o imersji wodnej (63x, NA=1,0),
• Automatyczny stolik do mapowania,
• Oprogramowanie Witek PLUS do wielowymiarowej analizy statystycznej.

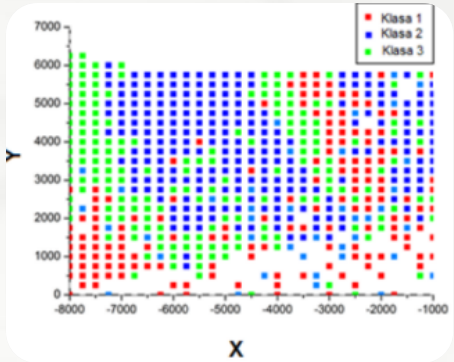


Prowadzone badania:
1. Pomiary punktowe oraz mapowanie zmian biochemicznych na powierzchni tkanek i komórek zmienionych chorobowo oraz prawidłowych.
2. Badania materiałów węglowych mających potencjalne zastosowanie medyczne.

Badania biologiczne w laboratorium Spektroskopii Rozpraszania Ramana

Biologiczny materiał badawczy:
Tkanki ludzkie z bloczków parafinowych, mrożeniowe oraz wyizolowane żywe komórki. Badania we współpracy ze Śląskim Uniwersytetem Medycznym w Katowicach.





TKANKI

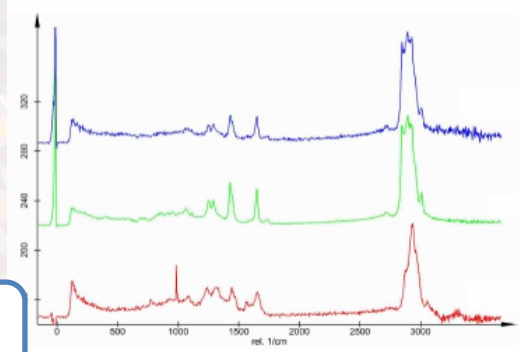
Pomiary punktowe dla tkanek zmienionych i kontrolnych różnicujące zmiany nowotworowe oraz inne patologie

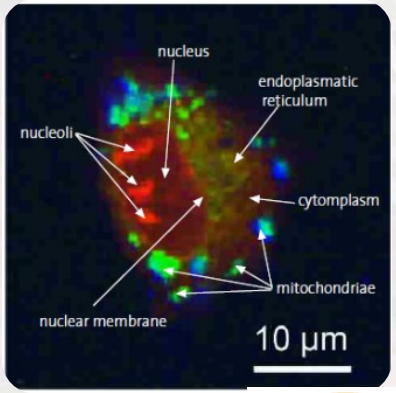
Mapowanie zmian biochemicznych na powierzchni tkanki np. obrazowanie H&E, mapowanie komponentów na powierzchni tkanki

KOMÓRKI

Pomiary punktowe dla poszczególnych organelli komórkowych komórek zdrowych i nowotworowych bądź zakumulowanych wewnątrz leków lub nanocząstek

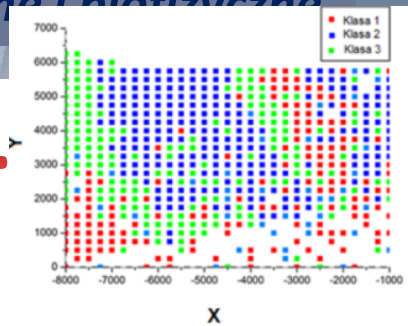
Mapowanie morfologii organelli komórkowych pojedynczych komórek. Możliwość obserwacji akumulacji leków, nanocząstek wewnątrz komórki itp.





Mapowar

Adn.4.



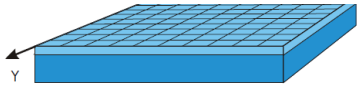
1. Automatyczny pomiar widm dla ustalonej sieci punktów pomiarowych

2. Wstępna obróbka danych pomiarowych dla mapy np. odjęcia tła pomiarowego, pików wstecznego rozpraszania, wygładzenie itp.

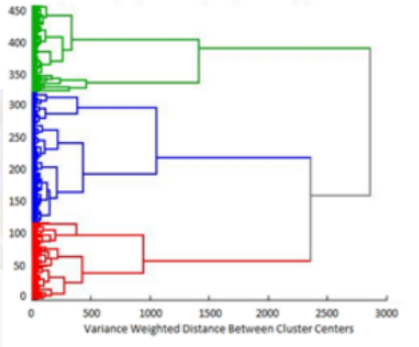
3. Wielowymiarowa analiza statystyczna danych po wstępnej obróbce np.: PCA, HCA, SVM.

4. Mapy rozkładu zmian biochemicznych otrzymanych metodami wielowymiarowej analizy statystycznej

Adn.1



Adn.3.



Dla mapy 500x500 µm z krokiem pomiarowych co 1 µm otrzymamy 250 000 punktów = widm

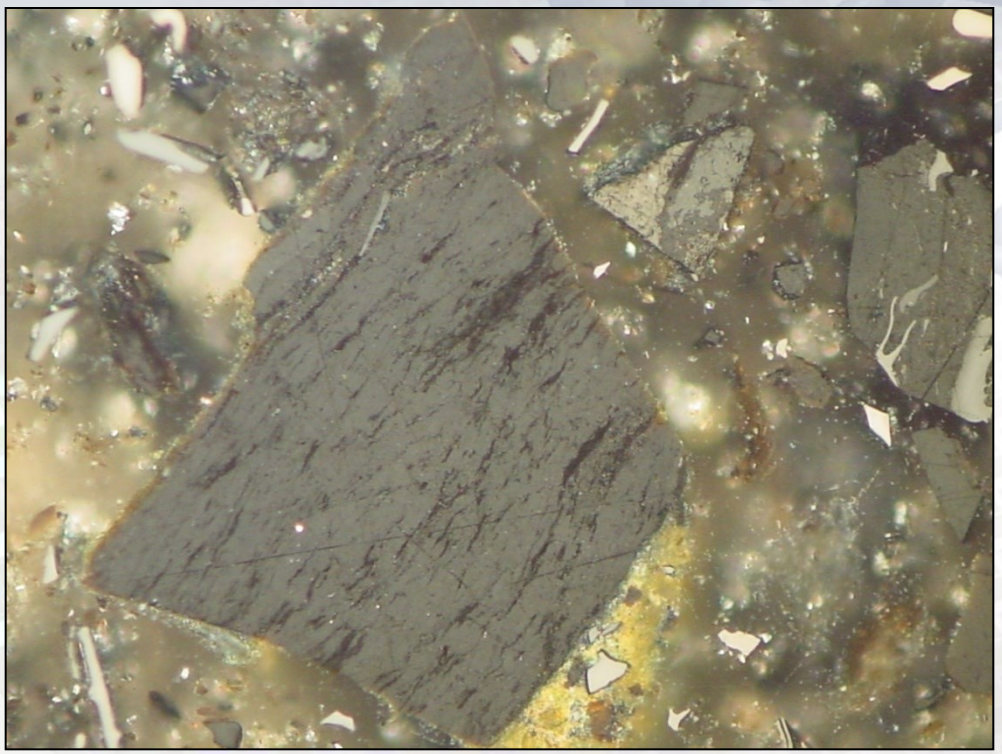
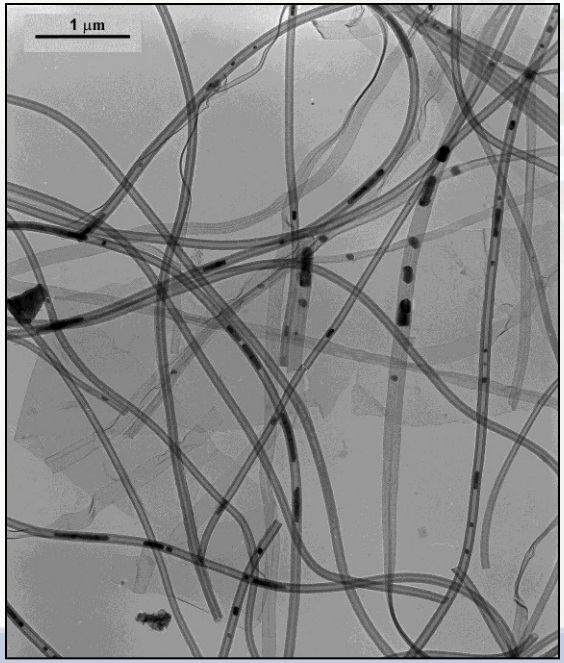
Ważniejsze publikacje naukowe zespołu:

1. A. Mrozek-Wilczkiewicz, D. Kalinowski, R. Musiol, J. Finster, A. Szurko, K. Serafin, S. Kamalapuram, Z. Kovacevic, , J. Jampilek, A. Ratuszna, J. Rzeszowska-Wolny, D. Richardson, J. Polanski, Bioorg. Med. Chem., **2010**, 18, 2664-2671 (30 pkt.)
2. A. Zięba, A. Sochanik, A. Szurko, M. Rams, A. Mrozek, P. Cmoch, Eur. J. Med. Chem., **2010**, 45(11), 4733-4739 (25 pkt.)
3. M. Serda, D. Kalinowski, A. Mrozek-Wilczkiewicz, R. Musiol, A. Szurko, A. Ratuszna, N. Pantarat, Z. Kovacevic, A. Merlot, D. Richardson, J. Polanski, Bioorg. Med. Chem., **2012**, 22, 5527-5531 (30 pkt.)
4. M. Serda, A. Mrozek-Wilczkiewicz, J. Jampilek, M. Pesko, K. Kralova, M. Vejsova, R. Musiol, A. Ratuszna, J. Polanski, Molecules, **2012**, 17, 13483-13502 (25 pkt.)
5. M. Serda, J.G. Małecki, A. Mrozek-Wilczkiewicz, R. Musioł, J. Polański, J. Mol. Struct., **2013**, 1037, 63-72 (20 pkt.)
6. M. Rojkiewicz, P. Kuś, P. Kozub, M. Kempa, Dyes and Pigments, **2013**, 99, 627-635 (40 pkt.)
7. M. Dulski, M. Kempa, P. Kozub, J. Wójcik, M. Rojkiewicz, P. Kuś, A. Szurko, A. Ratuszna, R. Wrzalik, Spectrochim. Act A, **2013**, 104C, 315-327 (20 pkt.)
8. R. Musiol, A. Mrozek-Wilczkiewicz, J. Polanski, Curr. Med. Chem. **2014**, 21,(7), 870-93 (40 pkt.)
9. A. Mrozek-Wilczkiewicz, M. Serda, R. Musiol, G. Malecki, A. Szurko, A. Muchowicz, J. Golab, A. Ratuszna, J. Polanski, ACS Med. Chem. Lett, **2014**, 5, 336−339 (35 pkt.)
10. M. Serda, D.S. Kalinowski, N. Rasko, E. Potůčková, A. Mrozek-Wilczkiewicz, R. Musiol, J. Małecki, M. Sajewicz, A. Ratuszna, A. Muchowicz, J. Gołąb, T. Šimůnek, D. Richardson, J. Polanski, PLoS One, **2014**, 9(10), e110291 (40 pkt.)

Zgłoszenia patentowe i patenty

1. R. Musioł, A. Mrozek, J. Finster, D. Tabak, A. Szurko, J. Polański, A. Ratuszna, „Pochodne chinazoliny i ich zastosowanie”, **PATENT**
2. M. Serda, A. Mrozek-Wilczkiewicz, R. Musiol, J. Polański, „Sposób otrzymywania pochodnych chinolinotiosemikarbazonu oraz ich zastosowanie”, P – 391681.
3. M. Serda, R. Musioł, A. Mrozek-Wilczkiewicz, A. Szurko, M. Rams-Baron, J. Gołąb, A. Muchowicz, A. Ratuszna, J. Polański, ”Pochodne chinoliny zawierające układ tiosemikarbazonu oraz ich zastosowanie”, P – 396353.
4. G. Pastuch-Gawołek, M. Serda, R. Musioł, A. Mrozek-Wilczkiewicz, W. Kowalczyk, A. Ratuszna, J. Polański, „Glikokoniugaty kwasów chinolinowych, sposób ich otrzymywania oraz ich zastosowanie”, P – 398517
5. J. Polański, M. Serda, A. Mrozek-Wilczkiewicz, R. Musioł, A. Ratuszna, M. Grzesiczak, J. Gołąb, A. Muchowicz, ”Nowe pochodne tiosemikarbazonów, ich kompozycje farmaceutyczne oraz ich zastosowanie”, P - 402030.
6. R. Musioł, A. Mrozek-Wilczkiewicz, E. Spaczyńska, M. Rams-Baron, W. Cieślik, A. Szurko, M. Korzec „Sposób obrazowania struktur biologicznych” P – 406315
7. A. Mrozek-Wilczkiewicz, R. Musiol, J. Polanski, A. Ratuszna "Zastosowanie mieszaniny tiosemikarbazonu 2-karbaldehydu-3-aminopirydyny z fotouczulaczem do wytwarzania kompozycji farmaceutycznej przeznaczonej do stosowania w przeciwnowotworowej terapii fotodynamicznej", P – 406970
8. R. Musioł, A. Mrozek-Wilczkiewicz, E. Spaczyńska, K. Malarz, M. Rams-Baron, W. Cieślik, A. Szurko, „Zastosowanie pochodnych styrylochinoliny do wytwarzania leku przeznaczonego do leczenia nowotworów jelita grubego” P – 407379

Grant R 05 043 03 „*Opracowanie technologii syntezy oraz postaci farmaceutycznej nowych, potencjalnych leków fotouczulających o szczególnych walorach terapeutycznych i społecznych*”
Grant promotorski N N405 068440 „*Poszukiwanie nowych chelatorów żelaza dla terapii przeciwnowotworowych*”

Nowe kierunki studiów związane z tematyką badawczą zakładu

- ***Biofizyka studia I i II stopnia***
- ***Fizyka, studia II stopnia specjalność: nanofizyka i materiały mezoskopowe – modelowanie i zastosowania*** *(studia polsko – francuskie)*