

WNIOSEK

o finansowanie projektu badawczego

własnego	habilitacyjnego	promotorskiego	1)
----------	----------------------------	---------------------------	----

A. DANE WNIOSKODAWCY

<p>1. Kierownik projektu (imię, nazwisko, tytuł lub stopień naukowy, adres do korespondencji, tel. e-mail) Wojciech Paszkowicz, dr hab. ul. Małej Łąki 78 m.15 02-793 Warszawa, tel. 0226499428 e-mail: paszk@ifpan.edu.pl</p> <p>2. Nazwa i adres jednostki naukowej, telefon, fax. e-mail, www */ Instytut Fizyki PAN, 02-668 Warszawa, Al. Lotników 32/46 tel. 0228436601 wew. 3301, e-mail: director@ifpan.edu.pl</p> <p>3. Kierownik jednostki Prof. dr hab. Jacek Kossut</p> <p>4. NIP, REGON NIP: 525-000-92-75, REGON: 000326061</p> <p>5. Nazwa banku, nr rachunku</p> <p>6. BPH PBK SA O/Warszawa, 83 1060 0076 0000 4010 5000 1218</p>	<p>Wypełnia Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższegoⁱ</p> <p>Nr rejestracyjny wniosku</p> <p>Data wpłynięcia wniosku</p>
---	--

* / Szkoły wyższe podają informacje określone w pkt. 1 w odniesieniu do całej szkoły oraz jednostki podstawowej (zgodnie ze statutem szkoły) planowanej jako miejsce realizacji projektu

B. INFORMACJE OGÓLNE

Tytuł projektu (tytuł powinien w pełni charakteryzować zawartość wniosku – maks. liczba znaków ze spacjami – 250)		Wpływ wysokiego ciśnienia na strukturalne własności wieloskładnikowych wanadanów zawierających metal przejściowy 3d lub 4f	
Dyscyplina naukowa (zgodnie z wykazem dziedzin i dyscyplin)			
Planowany okres realizacji projektu (w miesiącach)	1 X 2007 - 30 IX 2010	Liczba wykonawców projektu	12
Słowa kluczowe: dyfrakcja, wanadan, wysokie ciśnienie, analiza rentgenowska, własności elastyczne, moduł ściśliwości, rozszerzalność termiczna			
Planowane nakłady w zł :	Ogółem	Pierwszy rok realizacji projektu	
	250 000		

Streszczenie projektu

Na odrębnej stronie, maks. 1 strona A 4, w nagłówku streszczenia należy podać tytuł projektu i nazwę jednostki naukowej. Streszczenie może być upowszechnione przez Ministerstwo Nauki i Informatyzacji po zakwalifikowaniu projektu do finansowania

Wpływ wysokiego ciśnienia na strukturalne własności wieloskładnikowych wanadanów zawierających metal przejściowy 3d lub 4f

Jednostka naukowa: Instytut Fizyki PAN

Streszczenie projektu

Tlenki zawierające w składzie wanad mają potencjalne zastosowania z powodu ich **właściwości** elektrycznych i chemicznych. Wykorzystywane są m.in. jako aktywne i selektywne katalizatory w **reakcjach utleniania lekkich węglowodorów**, niektóre z nich stosuje się jako matryce laserowe (YVO_4) lub matryce dogodne do wprowadzenia litu - materiały wykorzystywane na dodatnie elektrody w bateriach litowych ($FeVO_4$). Właściwości strukturalne badane w funkcji ciśnienia i temperatury pozwalają lepiej zrozumieć naturę danego związku i jego **właściwości** fizyczne. Ich znajomość jest pomocna w projektowaniu modyfikacji chemicznych danego związku lub poszukiwaniu nie znanych jeszcze związków pokrewnych. **Wanadany występują często, w zależności od warunków otrzymywania (temperatura, ciśnienie), w różnych strukturach krystalograficznych, np. $CrVO_4$ występuje w strukturze: ortorombowej, monoklinicznej (gdy zostaną otrzymane z roztworu stałego w wysokiej temperaturze) i tetragonalnej (gdy do otrzymania wykorzystana zostanie synteza mechanochemiczna).** Temat niniejszego PROJEKTU obejmuje poznanie zmienności struktury krystalicznej wybranych wieloskładnikowych tlenków wanadu w funkcji parametrów takich jak ciśnienie, temperatura czy odchyłka od stechiometrii.

W ramach PROJEKTU zbadane zostaną metodami dyfrakcji rentgenowskiej oraz luminescencji/Ramana **właściwości** strukturalne wybranych wanadanów w funkcji ciśnienia. Dla uzyskania pełnego obrazu **właściwości** elastycznych w badanych rodzinach związków, określone zostaną również **właściwości** strukturalne w funkcji temperatury, w zakresie stanowiącym rozszerzenie dotychczasowej wiedzy na ten temat. Badania komplementarne, z pomocą technik takich jak rentgenowska spektroskopia fotoelektronowa (XPS), elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR) pozwolą lepiej zrozumieć **właściwości** fizyczne badanych materiałów.

Projekt badawczy obejmuje syntezę polikryształów i wykonanie monokryształów związków, określenie **właściwości** fizykochemicznych związków MVO_4 (M =lantanowiec, itr, skand, Fe i Cr) i $A_2BV_3O_{11}$ ($A, B = Mg, Zn, Cr, Fe$), struktury i struktury defektowej, poprzez badania **w warunkach podwyższonego ciśnienia** i temperatury, określenie parametrów przejść fazowych i stabilności związków w wysokim ciśnieniu i wysokiej temperaturze oraz wyznaczenie **właściwości** elastycznych i ich anizotropii - modułu ścisłości, współczynnika rozszerzalności termicznej.

Celem niniejszego PROJEKTU jest zbadanie przebiegu przejść fazowych (głównie ciśnieniowych) oraz **właściwości** elastycznych wybranych wanadanów. Przedmiotem badań będą dwie wyżej wymienione rodziny materiałów. Wyznaczone zostaną:

- eksperymentalne punkty przejść fazowych występujących w dostępnych zakresach ciśnień i temperatur,
- wartości modułu ścisłości i współczynników rozszerzalności.

Przeprowadzone eksperymenty dadzą podstawy wiedzy o ścisłości i o rozszerzalności termicznej materiałów, dla których te **właściwości** nie były dotąd określone lub dla których dane o **właściwościach** elastycznych wymagają istotnego uzupełnienia.

Podstawowymi technikami badawczymi będą: dla określenia **właściwości** strukturalnych - dyfrakcja rentgenowska na materiałach polikrystalicznych (XRD), zaś dla określenia **właściwości** fizycznych - metody spektroskopii fotoelektronowej (XPS), elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR), spektroskopii ramanowskiej i luminescencji. Badania struktury i badania luminescencji zostaną wykonane **win sity** w warunkach wysokich ciśnień i temperatur.

Połączenie technik rentgenowskich i luminescencyjnych stanowi o szczególnej wartości PROJEKTU - oczekuje się, że niezależne pomiary w tych dwóch dziedzinach doprowadzą do **poznania i zbadania** przejść fazowych istotnie głębiej, niż w wypadku gdyby stosowano tylko jedną z tych technik: dzięki zbadaniu kryształów różnymi technikami możliwe będzie otrzymanie całościowego obrazu mechanizmów ścisłości i przejść fazowych, w tym przejścia fazowego cyrkon-scheelit w fazach MVO_4 . Na podstawie wymienionych badań określone zostaną moduły ścisłości, histereza przejścia fazowego, anizotropia ścisłości i rozszerzalności. Fakt występowania silnej anizotropii dla związków MVO_4 jest znany na kilku przykładach publikowanych w literaturze, nie ma jednak szczegółowych danych dla tej licznej grupy związków. Związki $A_2BV_3O_{11}$ są nowymi materiałami i ich zachowanie w **warunkach**

podwyższonego ciśnienia i temperatury (w tym stopień anizotropii właściwości elastycznych) nie jest znane. Zbadanie właściwości elastycznych dla związków z tej ostatniej grupy będzie miało charakter pionierski.

C. INFORMACJA O WYKONAWCACH

Ankieta dorobku naukowego kierownika projektu i najważniejszych wykonawców projektu

1) Imię i nazwisko

WOJCIECH PASZKOWICZ,

2) adres zamieszkania, adres do korespondencji: **ul. Małej Łąki 78 m.15, 02-793 Warszawa, tel. prywatny 6499428, tel. służbowy 8436034, e-mail: paszk@ifpan.edu.pl, fax - 0228430926, PESEL 51012204993**

3) Miejsce zatrudnienia i zajmowane stanowiska

Instytut Fizyki PAN, adiunkt

4) Charakter udziału w realizacji projektu

Kierownik

5) Przebieg pracy naukowej: nazwa szkoły wyższej, instytutu lub innej jednostki organizacyjnej specjalność

data uzyskania tytułu zawodowego, stopnia naukowego lub tytułu naukowego

magister **Uniwersytet Warszawski, fizyka doświadczalna, 1974**

doktor **Instytut Fizyki PAN, fizyka ciała stałego, 1992**

doktor habilitowany **Instytut Fizyki PAN, fizyka, 2006**

profesor **-**

6) Informacje o pracach wykonanych w okresie ostatnich 4 lat przed zgłoszeniem wniosku

(wykaz najważniejszych publikacji - maksimum 10 pozycji, podać miejsce i datę publikacji; opracowane nowe technologie; najważniejsze osiągnięcia poznawcze, i zastosowania praktyczne).

Wykaz najważniejszych publikacji:

1. Paszkowicz W.

Properties of a genetic algorithm extended by a random self-learning operator and asymmetric mutations: a convergence study for a task of powder-pattern indexing
Analytica Chimica Acta 566 (2006): 81-98

2. Suchocki A, Paszkowicz W., Kamińska A., Durygin A., Saxena S.K., Arizmendi L., Bermudez V.
Influence of stoichiometry on phase transition pressure of LiNbO_3
Applied Physics Letters 89 (2006) 261908

3. Pełka J.B., Brust M., Gierłowski P., Paszkowicz W., Schell N.
Structure and conductivity of self-assembled films of gold nanoparticles
Applied Physics Letters 89 (2006) 063110

4. Wójcik A., Kopalko K., Godlewski M., Guziejewicz E., Jakiela R., Minikayev R., Paszkowicz W.,
Magnetic properties of ZnMnO films grown at low temperature by atomic layer deposition
Applied Physics Letters 89 (2006) 051907

5. Liu Y.T., Sitarek P, Huang YS, Firszt F, Legowski S, Meczynska H, Marasek A, Paszkowicz W, Tiong KK
Temperature dependence of the edge excitonic transitions of the wurtzite $\text{Cd}_{1-x}\text{Be}_x\text{Zn}_y\text{Se}$ crystals
Journal of Applied Physics 98 (8) 2005: art. no. 083519

6. Przyslupski P, Komissarov I, Paszkowicz W, Dłużewski P, Minikayev R, Sawicki M
Magnetic properties of $\text{La}_{0.67}\text{Sr}_{0.33}\text{MnO}_3/\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ superlattices
Physical Review B 69 (13) (2004) 134428-1-7

7. Przyslupski P, Komissarov I, Paszkowicz W, Dłużewski P, Minikayev R, Sawicki M
Structure and magnetic characterization of $\text{La}_{0.67}\text{Sr}_{0.33}\text{MnO}_3/\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ superlattices
Journal of Applied Physics 95 (2004) 2906-2911

8. Paszkowicz W., Minikayev R., Piszora P., Knapp M., Bächtz C., Recio J.M., Marqués M., Mori-Sánchez P., Gerward L., Jiang J.Z.
Thermal expansion of spinel-type Si_3N_4
Physical Review B 69 no.5, (2004) 52103-1-4

9. Paszkowicz W., Podsiadło S., Minikayev R.
Rietveld-refinement study of aluminium and gallium nitrides
Journal of Alloys and Compounds 382 (2004) 100-106

10. Paszkowicz W., Knapp M., Bächtz C., Minikayev R., Piszora P., Jiang J.Z., Bacewicz R.
Synchrotron X-ray wavelength calibration using a diamond internal standard: application to low-temperature thermal-expansion studies
Journal of Alloys and Compounds 382 (2004) 107-111

7) Wykonane i aktualnie wykonywane projekty badawcze i celowe finansowane ze środków finansowych na naukę - numery projektów, miejsce realizacji oraz charakter udziału przy realizacji projektu.

- grant KBN N° 7-T08A 7T08A 053 19 (1 X 2000 - 30 IX 2003).

Tytuł "Określenie temperaturowych i ciśnieniowych zależności własności strukturalnych dla wybranych półprzewodników związków i roztworów stałych typu II-VI i III-V z szeroką przerwą energetyczną"
Instytut Fizyki PAN,
kierownik grantu

- Centrum Doskonałości Cepheus 2002-2005:- pakiet WP3 - Symposium on Application of Linear and Area Detectors for X-Ray and Neutron Diffraction and Spectroscopy

- Instytut Fizyki PAN,
- kierownik pakietu WP3

8) Doświadczenia naukowe zdobyte w kraju i za granicą (kraj, instytucja, rodzaj pobytu, okres pobytu, jednostka delegująca).

a/ kraj	b/ instytucja	c/ rodzaj pobytu	d/ czas pobytu	jednostka delegująca
Dania	Politechnika Duńska, Lyngby	współpraca	4 dni 2003	Instytut Fizyki PAN
Finlandia	Uniwersytet, Turku	praca badawcza	3 tyg., 1991, 1992	Instytut Fizyki PAN
Francja	Centre d'Etudes Nucleaires Saclay/ Fontenay-aux-Roses	staż naukowy	14 mies. w 1977/78 r. oraz 6 mies. w 1979/80 r.	Instytut Badań Jądrowych
Francja	European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble	praca badawcza	1 tydz., 1995 1 tydz., 1996 2 x 5 dni, 2006	Instytut Fizyki PAN
Francja	Uniwersytet, Metz	współpraca	10 dni, 2003	Instytut Fizyki PAN
Korea Pd.	Postech University, Pohang	współpraca	2 tyg., 2002	Instytut Fizyki PAN
Niemcy	Uniwersytet Humboldta, Berlin	praca badawcza	1 tydz., 1994	Instytut Fizyki PAN
Niemcy	Uniwersytet, Konstanz	praca badawcza	4 dni, 1994	Instytut Fizyki PAN
Niemcy	DESY - HASYLAB, Hamburg	praca badawcza	4 dni, 1995 1.5 tyg. 1996,1997	Instytut Fizyki PAN

			4 tyg. 1998 6 tyg. 1999 ok. 4 tyg. corocznie 2000,...,2005	
Szwecja	Uniwersytet, Lund	praca badawcza	3-8 dni corocznie 2002-2006	Instytut Fizyki PAN
NRD	Uniwersytet F. Schillera, Jena	praca badawcza	2x1 tydzień, 1988,1989	Instytut Fizyki PAN
Rep. Włoska	Sincrotrone Trieste (Elettra), Triest	praca badawcza	4 dni, 2005	Instytut Fizyki PAN

W latach 1980-2006 wielokrotny udział w międzynarodowych konferencjach naukowych obejmujących krystalografię, półprzewodniki, materiałoznawstwo, wykorzystanie promieniowania synchrotronowego w badaniach ciała stałego i dziedziny pokrewne.

9) Najważniejsze międzynarodowe i krajowe wyróżnienia wynikające z prowadzenia badań naukowych lub prac rozwojowych (rodzaj wyróżnienia, miejsce i data).

a/ rodzaj wyróżnienia	b/ miejsce i data
Nagroda Sekretarza Naukowego PAN: za udział w pracy nad wykryciem wpływu koncentracji elektronów i ich dystrybucji w paśmie przewodnictwa kryształów GaAs typu n na przebieg temperaturowej zależności stałej sieci w zakresie temperatur 300-700 K	Warszawa, 1989
Srebrny Krzyż Zasługi za zasługi dla rozwoju nauki i osiągnięcia w pracy zawodowej	Warszawa, X 2003

Oświadczenie

Przyjmuję warunki udziału w konkursie projektów badawczych, określone w przepisach w sprawie kryteriów i trybu przyznawania i rozliczania środków finansowych na naukę oraz wyrażam zgodę na zamieszczenie moich danych osobowych, zawartych we wniosku, w zbiorze danych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz na przetwarzanie tych danych zgodnie z przepisami ustawy z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. z 2002 r. Nr 101, poz. 926 z późn. zm.)

Warszawa, 26.01.2007

Miejscowość i data

Podpis osoby, której dotyczy ankieta

Ankieta dorobku naukowego kierownika projektu i najważniejszych wykonawców projektu

1) Imię i nazwisko: **dr hab.inż. Sławomir Maksymilian Kaczmarek Prof. PS**

Politechnika Szczecińska

Instytut Fizyki

70-311 Szczecin, Al. Piastów 48

tel/fax (91) 449 4887

2) **Przebieg pracy naukowej: nazwa szkoły wyższej, instytutu lub innej jednostki organizacyjnej**

specjalność: optoelektronika, fizyka materiałów;

data uzyskania tytułu zawodowego, tytułu lub stopnia naukowego:

magistra: Wojskowa Akademia Techniczna, 1974 r.

doktora: Wojskowa Akademia Techniczna, 1984 r.

doktora habilitowanego: Politechnika Szczecińska, 2003 r.

profesora nadzwyczajnego PS: Politechnika Szczecińska, 2004 r.

3) **Informacje o pracach wykonanych w okresie ostatnich 4 lat przed zgłoszeniem wniosku**

(wykaz najważniejszych publikacji ; opracowane nowe technologie; najważniejsze osiągnięcia poznawcze, aplikacyjne).

1. H. Fuks, S.M. Kaczmarek, M. Berkowski, "Site symmetries of vanadium ions in $\text{La}_3\text{Ga}_{5.5}\text{Ta}_{0.5}\text{O}_{14}$ single crystals", *Phys. Stat. Sol. A*, **203** (15) (2006) 3640-3650
2. S.M. Kaczmarek, A. Bensalah, G. Boulon, "G-ray induced color centers in pure and Yb doped LiYF_4 and LiLuF_4 single crystals", *Optical Materials*, **28**/1-2 (2006) 123-128
3. S.M. Kaczmarek, W. Chen, G. Boulon, "Recharging processes of Cr ions in Mg_2SiO_4 and $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ crystals under influence of annealing and γ -irradiation", *Cryst. Res. & Tech.*, **41** (1) (2006) 41-47
4. D. Piwowarska, S.M. Kaczmarek, M. Berkowski, I. Stefaniuk, "Growth and EPR and optical properties of $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ single crystals doped with Co^{2+} ions", *J. Cryst. Growth*, **291** (2006) 123-129
5. G. Leniec, S.M. Kaczmarek, J. Typek, B. Kołodziej, E. Grech, W. Schilf, "Spectroscopic and magnetic properties of gadolinium macrobicyclic cryptate complex", *J. Phys.: Cond. Matter*, **18** (2006) 9871-9880
6. S.M. Kaczmarek, T. Tsuboi, M. Ito, G. Boulon, G. Leniec, "Optical study of $\text{Yb}^{3+}/\text{Yb}^{2+}$ conversion in CaF_2 crystals", *J. Phys.: Cond. Matter*, **17** (2005) 3771-3786
7. A. Worsztynowicz, S.M. Kaczmarek, M. Kurzawa, M. Bosacka, "Magnetic study of Cr^{3+} ion in $\text{M}_2\text{CrV}_3\text{O}_{11-x}$ ($\text{M}=\text{Zn}, \text{Mg}$) compounds", *Journal of Solid State Chemistry*, **178**/7 (2005) 2231-2236
8. T. Tsuboi, S.M. Kaczmarek, G. Boulon, "Spectral properties of Yb^{3+} ions in LiNbO_3 single crystals co-doped with rare-earth ions", *Journal of Alloys & Compounds*, **380** (1-2) (2004) 196-201
9. S.M. Kaczmarek, T. Tsuboi, G. Boulon, "Valency states of Yb, Eu, Dy and Ti ions in $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ glasses", *Optical Materials*, **22**, No. 4, June 2003, pp. 303-310
10. S.M. Kaczmarek, G. Boulon, "The presence of different oxidation states of cations in optical hosts on the base of $\text{Co: SrLaGa}_3\text{O}_7$ ", *Optical Materials*, **24** (2003) 151-162

W okresie ostatnich czterech lat uczestniczyłem w opracowaniu technologii wzrostu następujących monokryształów dla zastosowań scyntylacyjnych i laserowych:

- LGT:Co^{2+} , V [1]
- $\text{LiYF}_4:\text{Yb}^{3+}$, $\text{LiLuF}_4:\text{Yb}^{3+}$ [2]
- $\text{Mg}_2\text{SiO}_4:\text{Cr}^{3+}$ [3]
- $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Co}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Eu}$, Mn, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Yb}$ [4]
- $\text{CaF}_2:\text{Yb}$ [6]
- LiNbO_3 domieszkowanego: Yb^{3+} [8];

- $\text{SrLaGa}_3\text{O}_7$: Co^{2+} [10]; $\text{SrLaGa}_3\text{O}_7$: Co^{2+} , V^{3+} , V^{4+} [10]
- szkieł $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ domieszkowanych: Co^{2+} , Ti^{3+} , Cr^{3+} , Cr^{6+} oraz Dy^{3+} , Eu^{3+} [9]
- $\text{Sr}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Nb}_2\text{O}_6$: Cr^{3+} , $\text{Sr}_x\text{Ba}_{1-x}\text{Nb}_2\text{O}_6$: Cr^{3+} , Yb^{3+} .

Ponadto badałem właściwości strukturalne i magnetyczne związków:

- kryptaty makrobicykliczne (zasady Schaffa) [5]
- wanadany chromu [7]
- molibdenianowanadany
- wolframiany niklu, kobaltu i miedzi

4) Wykonane i aktualnie wykonywane projekty badawcze finansowane ze środków budżetowych

"Monokryształy YAP:Pr oraz YAP:Ce dla celów scyntylacyjnych", Nr. [8T11B02917](#), (1999-2001). Wykonawcy:

dr Gałązka, prof. dr hab. A. Wojtowicz, dr S.M. Kaczmarek, dr hab. T. Łukasiewicz

Nie wykonuje

5) Doświadczenia naukowe zdobyte w kraju i za granicą (kraj, instytucja, rodzaj pobytu, okres pobytu).

Krótkie wizyty w krajach byłego ZSRR, Francji (2002-2003) i w USA (Huston 2005)

6) Najważniejsze międzynarodowe i krajowe wyróżnienia wynikające z prowadzenia badań naukowych lub prac rozwojowych (rodzaj wyróżnienia, miejsce i data).

Nagroda Rektorska za opis laserowego nagrzewania plazmy	Warszawa, 1974
Nagroda Rektorska za opracowanie metod analiz struktur i składu chemicznego monokryształów związków $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{VI}}$	Warszawa, 1980
Nagroda Rektorska za opracowanie technologii monokryształizacji molibdenianu ołowiu	Warszawa, 1984
Nagroda dziekańska za opracowanie technologii wykonania dzielnika wiązki światła i metody określenia jakości prętów laserowych	Warszawa, 1985
Nagroda Rektorska za opis oddziaływania promieniowania laserowego z materią	Warszawa, 1995
Nagroda Dziekańska za opracowanie stanowiska do pomiaru oddziaływania promieniowania jonizującego z materią	Warszawa, 1996
Nagroda Rektora Politechniki Szczecińskiej za prace nad wpływem protonów na właściwości optyczne monokryształów tlenkowych	Szczecin 2004
Nagroda Rektora Politechniki Szczecińskiej za prace nad wpływem kwantów gamma na właściwości fluorków	Szczecin 2005
Nagroda Rektora Politechniki Szczecińskiej za prace nad domieszkowaniem czteroboranu litu kobaltem i manganem	Szczecin 2006

Oświadczenie

Przyjmuję warunki udziału w konkursie projektów badawczych, określone w przepisach w sprawie kryteriów i trybu przyznawania i rozliczania środków finansowych na naukę oraz wyrażam zgodę na zamieszczenie moich danych osobowych zawartych we wniosku w zbiorze danych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji oraz na przetwarzanie tych danych zgodnie z przepisami ustawy z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. Z 2002 r. Nr 101, poz. 926, z późn. zm.)

Miejscowość i data

Szczecin, 09-01-2007

Podpisy osób wypełniających ankietę

Ankieta dorobku naukowego kierownika projektu i najważniejszych wykonawców projektu

1) Imię i nazwisko

Roman Minikayev

2) adres zamieszkania, adres do korespondencji: **al. Lotników 32/46 m.4, 02-668 Warszawa,**
e-mail: minik@ifpan.edu.pl, fax - 0228430926

3) Miejsce zatrudnienia i zajmowane stanowiska

Instytut Fizyki PAN, doktorant

4) Charakter udziału w realizacji projektu

Wykonawca

5) Przebieg pracy naukowej: nazwa szkoły wyższej, instytutu lub innej jednostki organizacyjnej specjalność
data uzyskania tytułu zawodowego, stopnia naukowego lub tytułu naukowego

magistra **Doniecki Krajowy Uniwersytet (Ukraina), fizyka ciała stałego, 2001**

doktora -

doktora habilitowanego -

profesora -

3) Informacje o pracach wykonanych w okresie ostatnich 4 lat przed zgłoszeniem wniosku

(wykaz najważniejszych publikacji - maksimum 10 pozycji, podać miejsce i datę publikacji; opracowane nowe technologie; najważniejsze osiągnięcia poznawcze, aplikacyjne).

Wykaz najważniejszych publikacji:

1. Minikayev R., Paszkowicz W., Firszt F., Męczyńska H., Marasek A.

Rietveld analysis of polytypic $Zn_{1-x}Mg_xSe$ and $Zn_{1-x-y}Mg_xBe_ySe$ solid solutions
Zeitschrift für Kristallographie: 511-516 Part 2 Suppl. 23 (2006) 511-516

2. Kuchuk A.V., Kladko V.P., Lytvyn O.S., Piotrowska A., Minikayev R.A., Ratajczak R.

Relationship between condition of deposition and properties of W-Ti-N thin films prepared by reactive magnetron sputtering
Advanced Engineering Materials 8 (3): 209-212, 2006

3. Wójcik A., Kopalko K., Godlewski M., Guzewicz E., Jakiela R., Minikayev R., Paszkowicz W.,

Magnetic properties of ZnMnO films grown at low temperature by atomic layer deposition
Applied Physics Letters 89 (2006) 051907

4. Przyszlupski P, Komissarov I, Paszkowicz W, Dłużewski P, Minikayev R, Sawicki M

Magnetic properties of $La_{0.67}Sr_{0.33}MnO_3/YBa_2Cu_3O_7$ superlattices
Physical Review B 69 (13) (2004) 134428-1-7

5. Przyszlupski P, Komissarov I, Paszkowicz W, Dłużewski P, Minikayev R, Sawicki M

Structure and magnetic characterization of $La_{0.67}Sr_{0.33}MnO_3/YBa_2Cu_3O_7$ superlattices
J. of Applied Physics 95 (2004) 2906-2911

6. Paszkowicz W., Minikayev R., Piszora P., Knapp M., Bächtz C., Recio J.M., Marqués M., Mori-Sánchez P., Gerward L., Jiang J.Z.

Thermal expansion of spinel-type Si_3N_4
Physical Review B 69 no.5, (2004) 52103-1-4

7. Paszkowicz W., Podsiadło S., Minikayev R.
Rietveld-refinement study of aluminium and gallium nitrides
J. of Alloys and Compounds 382 (2004) 100-106

8. Paszkowicz W., Knapp M., Bächtz C., Minikayev R., Piszora P., Jiang J.Z., Bacewicz R.
Synchrotron X-ray wavelength calibration using a diamond internal standard: application to low-temperature thermal-expansion studies
J. of Alloys and Compounds 382 (2004) 107-111

4) Wykonane i aktualnie wykonywane projekty badawcze finansowane ze środków budżetowych na naukę - numery projektów, miejsce realizacji, charakter udziału przy realizacji projektu.

5) Doświadczenia naukowe zdobyte w kraju i za granicą (kraj, instytucja, rodzaj pobytu, okres pobytu).

a/ kraj	b/ instytucja	c/ rodzaj pobytu	d/ czas pobytu	Instytut Fizyki PAN
Francja	European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble	praca badawcza	5 dni, 2006	Instytut Fizyki PAN
Niemcy	DESY - HASYLAB, Hamburg	praca badawcza	ok. 1-4 tyg. corocznie 2003, ..., 2006	Instytut Fizyki PAN
Szwecja	Uniwersytet, Lund	praca badawcza	3-8 dni corocznie 2002-2006	Instytut Fizyki PAN
Rep. Włoska	Sincrotrone Trieste (Elettra), Triest	praca badawcza	4 dni, 2005	Instytut Fizyki PAN
Czechy	Charles University of Prague	staż naukowy	30 dni 2005	Instytut Fizyki PAN
Dania	Politechnika Duńska, Lyngby	współpraca	4 dni 2003	Instytut Fizyki PAN

W latach 2001-2006 udział w międzynarodowych konferencjach naukowych obejmujących krystalografię, półprzewodniki, materiałoznawstwo, wykorzystanie promieniowania synchrotronowego w badaniach ciała stałego i dziedziny pokrewne.

6) Najważniejsze międzynarodowe i krajowe wyróżnienia wynikające z prowadzenia badań naukowych lub prac rozwojowych (rodzaj wyróżnienia, miejsce i data).

Oświadczenie

Przyjmuję warunki udziału w konkursie projektów badawczych, określone w przepisach w sprawie kryteriów i trybu przyznawania i rozliczania środków finansowych na naukę oraz wyrażam zgodę na zamieszczenie moich danych osobowych zawartych we wniosku w zbiorze danych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji oraz na przetwarzanie tych danych zgodnie z przepisami ustawy z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. Z 2002 r. Nr 101, poz. 926, z późn. zm.)

Warszawa, 26.01.2007

Miejscowość i data

Podpis osoby, której dotyczy ankieta

Ankieta dorobku naukowego kierownika projektu i najważniejszych wykonawców projektu

1) Imię i nazwisko: **Adam Worsztynowicz**

2) Przebieg pracy naukowej:

1999-2000 - asystent stażysta, Instytut Fizyki, Politechnika Szczecińska

2000 - obecnie - asystent, Instytut Fizyki, Politechnika Szczecińska

data uzyskania tytułu zawodowego, tytułu lub stopnia naukowego

magistra – **2000**, Politechnika Szczecińska, Fizyka Techniczna, Optoelektronika i Fizyka materiałów

3) Informacje o pracach wykonanych w okresie ostatnich 4 lat przed zgłoszeniem wniosku

(wykaz najważniejszych publikacji - maksimum 10 pozycji, podać miejsce i datę publikacji;

opracowane nowe technologie; najważniejsze osiągnięcia poznawcze, aplikacyjne).

1. E. Tomaszewicz, A. Worsztynowicz, S.M. Kaczmarek, "Subsolidus phase relations in $\text{CuWO}_4\text{-Gd}_2\text{WO}_6$ system", *Solid State Science*, DOI:10.1016/j.solidstatesciences.2006.11.010
2. A. Worsztynowicz, S.M. Kaczmarek, M. Kurzawa, M. Bosacka, "Magnetic study of Cr^{3+} ion in $\text{M}_2\text{CrV}_3\text{O}_{11-x}$ (M=Zn, Mg) compounds", *J. Solid State Chem.*, *J. Solid State Chem*, 178 (2005) 2231
3. D. Podgórska, S.M. Kaczmarek, W. Drozdowski, M. Berkowski, A. Worsztynowicz, "Growth and optical properties of $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ single crystals pure and doped with Yb, Co and Mn ions for nonlinear applications", *Acta Phys. Pol. A*, **107** (2005) 507-518
4. A. Worsztynowicz, L. Wabia, J. Typek, H. Fuks, S. Kaczmarek, M. Kurzawa, M. Bosacka, I. Rychłowska-Himmel, R. Szymczak, M. Baran; „Anomalous behaviour of the EPR spectra of $\text{Zn}_2\text{CrV}_3\text{O}_{11-x}$ compound”; *Mol. Phys. Rep.* **39** (2004) 251-254
5. H. Fuks, M. Wabia, J. Typek, A. Worsztynowicz, N. Guskos, M. Kurzawa, M. Bosacka, R. Szymczak, M. Baran, I. Rychłowska-Himmel; „Temperature evolution of the EPR spectra in $\text{Mg}_2\text{CrV}_3\text{O}_{11-x}$ compound”; *Mol. Phys. Rep.* **39** (2004) 43-49
6. H. Fuks, L. Wabia, J. Typek, A. Worsztynowicz, N. Guskos, M. Kurzawa, M. Bosacka, R. Szymczak, M. Baran, I. Rychłowska-Himmel; „EPR study of $\text{Ni}_2\text{CrV}_3\text{O}_{11-x}$ compound”; *Mol. Phys. Rep.* **39** (2004) 50-57

4) Wykonane i aktualnie wykonywane projekty badawcze finansowane ze środków budżetowych na

naukę - numery projektów - charakter udziału przy realizacji projektu oraz czy uzyskał lub uzyskuje z tego tytułu wynagrodzenie (tak, nie).

Nie wykonywano dotąd projektu badawczego finansowanego ze środków budżetowych na naukę.

5) Doświadczenia naukowe zdobyte w kraju i za granicą (kraj, instytucja, rodzaj pobytu, okres pobytu).

6) Najważniejsze międzynarodowe i krajowe wyróżnienia wynikające z prowadzenia badań naukowych lub prac rozwojowych (rodzaj wyróżnienia, miejsce i data).

Oświadczenie

Przyjmuję warunki udziału w konkursie projektów badawczych, określone w przepisach w sprawie kryteriów i trybu przyznawania i rozliczania środków finansowych na naukę oraz wyrażam zgodę na zamieszczenie moich danych osobowych zawartych we wniosku w zbiorze danych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji oraz na przetwarzanie tych danych zgodnie z przepisami ustawy z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. Z 2002 r. Nr 101, poz. 926, z późn. zm.)

Miejscowość i data

Podpisy osób wypełniających ankietę

D. OPIS PROJEKTU BADAWCZEGO, METODYKA BADAŃ ORAZ CHARAKTERYSTYKA OCZEKIWANYCH WYNIKÓW

(maks. do 10 stron standardowego maszynopisu)

1. Cel naukowy projektu (jaki problem naukowy wnioskodawca podejmuje się rozwiązać, co jest jego istotą, dokładna charakterystyka efektu końcowego)

Problem naukowy projektu

Wieloskładnikowe tlenki często wykazują interesujące **właściwości** fizyczne, takie jak nadprzewodnictwo, **magnetyzm, w szczególności** kolosalny magnetoopór czy właściwości katalityczne. Zrozumienie natury związku i jego **właściwości** fizycznych wymaga, w pierwszym etapie, poznania jego struktury krystalicznej i poznania zmienności tej struktury w funkcji parametrów takich jak ciśnienie, temperatura czy odchyłka od stechiometrii lub częściowe podstawienie jednych składników innymi. Materiały te stanowią istotny element współczesnej techniki - swoje **masowe** zastosowania znalazły np. tlenkowe nadprzewodniki wysokotemperaturowe, materiały perowskitowe wykazujące kolosalny magnetoopór czy przewodniki jonowe jako element ogniw.

Cel naukowy projektu i charakterystyka efektu końcowego

Celem niniejszego PROJEKTU jest zbadanie przebiegu przejść fazowych (głównie ciśnieniowych) oraz **właściwości** elastycznych wybranych wanadanów. Przedmiotem badań będą następujące dwie rodziny materiałów: wieloskładnikowych tlenków wanadu o formule MVO_4 (M =lantanowiec, itr, skand, Fe i Cr) i $A_2BV_3O_{11}$ (A = Mg, Zn, Cr, Fe; B =Cr, Fe), Wyznaczone zostaną

- eksperymentalne punkty przejść fazowych występujących w dostępnych zakresach ciśnień i temperatur,
- wartości modułu ściśliwości i współczynników rozszerzalności.

Przeprowadzone eksperymenty dadzą podstawy wiedzy o ściśliwości i o rozszerzalności termicznej materiałów, dla których te **właściwości** nie były dotąd określone lub dla których dane o **właściwościach** elastycznych wymagają istotnego uzupełnienia.

Podstawowymi technikami badawczymi będą:

- dla określenia **właściwości** strukturalnych - dyfrakcja rentgenowska na materiałach polikrystalicznych (XRD), z zastosowaniem komór z kowadłami metalowymi (zakres ciśnień do ok. 10 GPa) lub diamentowymi (zakres do przynajmniej 15-30 GPa)

- dla określenia **właściwości** fizycznych - metody spektroskopii fotoelektronowej (XPS), elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR), spektroskopii ramanowskiej i luminescencji. Te dwie ostatnie techniki będą stosowane w funkcji ciśnienia, w komorach z kowadłami diamentowymi, co pozwoli na niezależne od dyfrakcji rentgenowskiej określenie przejść fazowych w badanych materiałach.

Wyniki badań opracowane zostaną w formie artykułów naukowych w czasopismach o międzynarodowej cyrkulacji oraz będą prezentowane na konferencjach krajowych i zagranicznych.

2. Znaczenie projektu (co uzasadnia podjęcie tego problemu w kraju, jakie przesłanki skłaniają wnioskodawcę do podjęcia proponowanego tematu, dlaczego projekt zdaniem autora powinien być finansowany, znaczenie wyników projektu dla rozwoju danej dziedziny i dyscypliny naukowej oraz rozwoju cywilizacyjnego, czy w przypadku pozytywnych wyników będą one mogły znaleźć praktyczne zastosowanie)

Podjęcie badań nad proponowanym tematem jest uzasadnione przedmiotem badań, tzn. związkami, które mają nietypowe **właściwości** i dają możliwość praktycznych zastosowań. O istnieniu przejścia fazowego cyrkon-scheelit wiadomo z badań ex-situ dla kilku takich materiałów. Autorzy PROJEKTU wykonali badania próbne in-situ dla dwóch związków, które po opracowaniu pozwolą wstępnie zlokalizować punkt przejścia fazowego. Realizacja projektu będzie krokiem na drodze do poznania i systematyzacji właściwości i struktury wieloskładnikowych wanadanów.

DOŚWIADCZENIE WYKONAWCÓW

Grupa składająca PROJEKT ma duże, zdobyte w kraju jak i za granicą, udokumentowane licznymi publikacjami doświadczenie w badaniu właściwości elastycznych metodami dyfrakcji rentgenowskiej. Kierownik PROJEKTU ma w swoim dorobku szereg publikacji z tej dziedziny:

Wybrane publikacje kierownika PROJEKTU

powiązane z tematyką własności elastycznych (cisnieniowe i temperaturowe badania dyfrakcyjne)

- L1. Bąk-Misiuk J, Bruhl HG, Paszkowicz W, Pietsch U, Temperature dependence of the lattice constant in doped and nonstoichiometric GaAs, GaAs_{1-x}P_x, and GaP, *Physica Status Solidi A*106 (1988) 451-457
- L2. Bąk-Misiuk J, Paszkowicz W, Strupiński W, Possible connection of thermal expansion and luminescence of GaP:N,S epilayers with sulphur diffusion to dislocations, *Diffusion & Defect Data* 66-69 (1989) 1491-1496
- L3. Bąk-Misiuk J, Paszkowicz W, Misiuk A, Influence of the point defects on thermal expansion of semiconductors, *Nukleonika* 39 (1994) 237-241
- L4. Paszkowicz W., On the lattice parameter and thermal expansion coefficient of silicon, *Powder Diffraction* 10 (1995) 223-224
- L5. Paszkowicz W, Dynowska E, Peun T, High pressure-high temperature diffraction study of MnTe using synchrotron radiation, *Acta Physica Polonica A*91 (1997) 939-944
- L6. Paszkowicz W., Dynowska E, Zytewicz ZR, Dobosz D, Otto JW, High-pressure diffraction study of Ga_{1-x}Al_xAs, *Acta Physica Polonica A*91 (1997) 993-996
- L7. Paszkowicz W, Dynowska E, Peun T, Investigation of compression and thermal expansion of α-MnTe using a cubic-anvil X-ray diffraction press, *Advances in X-Ray Analysis* 40 (1998) 698-703
- L8. Paszkowicz W, Adamczyk J, Krukowski S, Leszczyński M, Porowski S, Sokołowski JA, Michalec M, Łasocha W., Lattice parameters, density and thermal expansion of InN microcrystals grown by the reaction of nitrogen plasma with liquid indium, *Philosophical Magazine A*79 (1999) 1145-1154
- L9. Paszkowicz W, Szuszkiewicz W, Dynowska E, Domagała J, Witkowska B, Marczak M, Zinn P, High-pressure-high-temperature study of Hg_{1-x}Mn_xS, *J. of Alloys and Compounds* 286 (1999) 208-212
- L10. Paszkowicz W, Szuszkiewicz W, Domagała J, Dynowska E, Witkowska B, Marczak M, Zinn P, Sphalerite-cinnabar phase transition in Hg_{1-x}Fe_xS, *Materials Science Forum* 321-324 (1999) 893-897
- L11. Paszkowicz W, Szuszkiewicz W, Dynowska E, Domagała J, Witkowska B, Marczak M, Zinn P, High-pressure-high-temperature study of Hg_{1-x}Mn_xS, *J. of Alloys and Compounds* 286 (1999) 208-212
- L12. Paszkowicz W., Szuszkiewicz W., Dynowska E., Domagała J.Z., Truckenbrodt J., Skierbiszewski C., High-pressure study of Hg_{1-x}TM_xS (TM = Mn, Fe, Co), in: "Synchrotron Radiation Studies of Materials", Proc. 5th National Symposium of Synchrotron Users, Warsaw, 31.05.-1.06.1999, Eds.: M. Lefeld-Sosnowska and J. Gronkowski, (Institute of Experimental Physics, Warsaw Univ., 1999), pp. 191-198
- L13. Paszkowicz W, Domagała JZ, Sokołowski JA, Kamler G, Podsiadło S, Knapp M, Thermal expansion of GaN in the temperature range 11 K - 296 K, in: "Synchrotron Radiation Studies of Materials", Proc. 5th National Symposium of Synchrotron Users, Warsaw, 31.05.-1.06.1999, Eds.: M. Lefeld-Sosnowska and J. Gronkowski, (Institute of Experimental Physics, Warsaw University, 1999), pp. 183-189
- L14. Paszkowicz W., Knapp M., Domagała J.Z., Kamler G., Podsiadło S., Low-temperature thermal expansion of Mg₃N₂, *J. of Alloys and Compounds* 328 (2001) 272-275
- L15. Paszkowicz W., High-pressure powder X-ray diffraction at the turn of the century, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*198 (2002) 142-182
- L16. Paszkowicz W, Knapp M, Podsiadło S, Kamler G, Pelka JB., Lattice parameters of aluminium nitride in the range 10-291 K, *Acta Physica Polonica A*101 (2002) 781-785
- L17. Paszkowicz W., Pelka J.B., Knapp M., Szyszko T., Podsiadło S., Lattice parameters and anisotropic thermal expansion of hexagonal boron nitride in the 10-297.5 K temperature range, *Applied Physics A*75 (2002) 431-435
- L18. Szuszkiewicz W, Dynowska E, Dłużewski P, Paszkowicz W, Szczepańska A, Witkowska B., Growth and structural characterization of zinc blende HgS, *Physica Status Solidi B*229 (2002) 73-77
- L19. Paszkowicz W., Cerny R., Krukowski S., Rietveld refinement for indium nitride in the 105–295 K range, *Powder Diffraction* 18 (2003) 114-121
- L20. Paszkowicz W., Knapp M., Bächt C., Minikayev R., Piszora P., Jiang J.Z., Bacewicz R, Synchrotron X-ray wavelength calibration using a diamond internal standard: application to low-temperature thermal-expansion studies, *J. of Alloys and Compounds* 382 (2004) 107-111
- L21. Paszkowicz W., Minikayev R., Piszora P., Knapp M., Bächt C., Recio J.M., Marqués M., Mori-Sánchez P., Gerward L., Jiang J.Z., Thermal expansion of spinel-type Si₃N₄, *Physical Review B*69 (2004) 52103-1-4
- L22. Paszkowicz W, Szuszkiewicz W, Dynowska E, Domagała JZ, Firszt F, Męczyńska H, Łęgowski S, Lathe C, High-pressure structural and optical properties of wurtzite-type Zn_{1-x}Mg_xSe, *J. of Alloys and Compounds* 371 (2004) 168-171
- L23. Paszkowicz W., Szuszkiewicz W., Dynowska E., Domagała J.Z., Lathe C., Pressure distribution in a large-anvil pressure cell, *J. of Alloys and Compounds* 362 (2004) 96-98
- L25. Suchocki A, Paszkowicz W., Kamińska A., Durygin A., Saxena S.K., Arizmendi L., Bermudez V., Influence of stoichiometry on phase transition pressure of LiNbO₃, *Applied Physics Letters* 89 (2006) 261908

APARATURA

Proponowany zespół wykonawców jest odpowiednio dobrze wyposażony technicznie i przygotowany merytorycznie do wykonania proponowanego zadania.

Otrzymywanie i charakteryzacja wymaga niezwykle wyspecjalizowanej aparatury badawczej. Na zdjęciu poniżej przedstawiono wyniki pierwszych uwieńczonych sukcesem prób. Wyniki tych badań, mających charakter wstępny, nie zostały jeszcze opublikowane .

Udoskonalenie procesu technologicznego, którego rozwój jest proponowany w obecnym projekcie oraz zdobyta wiedza o zachodzących w heterostrukturach procesach fizycznych będą **mógły być w przyszłości w naturalny sposób rozszerzone na obiekty o mniejszej wymiarowości jakimi są nanodruły i kropki kwantowe.**

3. Istniejący stan wiedzy w zakresie tematu badań (jaki oryginalny wkład wniesie rozwiązanie postawionego problemu do dorobku danej dyscypliny naukowej w kraju i na świecie, czy w kraju i na świecie jest to problem nowy czy kontynuowany i w jakim zakresie weryfikuje utarte poglądy i dotychczasowy stan wiedzy)

Informacje ogólne

W projektowaniu zastosowań materiału istotnymi parametrami są **właściwości** elastyczne (ściśliwość, rozszerzalność termiczna), gdyż:

- 1) wpływają one na zachowanie się kryształu w różnych warunkach zewnętrznych, w szczególności, w przypadku układów warstwowych określają one naprężenia i odkształcenia sieciowe i strukturę defektową wyhodowanych warstw
- 2) są silnie powiązane z **właściwościami** fizycznymi materiału.

Właściwości elastyczne są dobrze poznane dla podstawowych materiałów tlenkowych. Jednak dla istotnej części związków będących przedmiotem niniejszego PROJEKTU dane o współczynnikach rozszerzalności termicznej i module ściśliwości albo nie istnieją, albo wymagają istotnych uzupełnień.

Właściwości elastyczne materiałów krystalicznych wyznacza się głównie metodami dyfrakcji rentgenowskiej. Możliwości tej metody są znacznie szersze niż metod alternatywnych (dylatometria, interferometria) - pozwala ona na niezależne wyznaczenie stałych sieciowych, a w przypadku analizy pełnych dyfraktogramów - na określenie zmian pozycji atomowych. Wartości modułu ściśliwości jak i współczynników rozszerzalności termicznej otrzymuje się na podstawie analizy zmienności wymiarów komórki elementarnej z ciśnieniem lub temperaturą.

Istotną rolę odgrywają w tych badaniach pomiarowe linie synchrotronowe, które umożliwiają prowadzenie dyfrakcyjnych badań rentgenowskich w **warunkach zmiennego** ciśnienia (potrzebna jest wiązka rentgenowska o średnicy porównywalnej z wielkością próbki, czyli rzędu 100 μm) i w temperatury. Poprzez stosowanie promieniowania synchrotronowego w geometrii pomiaru Debye-Scherrera można:

- i) uzyskać istotną poprawę rozdzielczości (w stos. do badań laboratoryjnych) i wielokrotnie lepszą statystykę zliczeń pozwalającą na analizę słabych refleksów,
- ii) dobrać długość fali odpowiednią dla danego rodzaju pomiaru lub typu materiału. Szczególnie ostre są wymagania dla pomiarów ciśnieniowych, gdyż objętość próbki jest niezwykle mała - duży stopień kolimacji wiązki synchrotronowej jest w tych badaniach niezwykle korzystny.

W każdym z dwóch przypadków - badania w funkcji ciśnienia i w funkcji temperatury - występują specyficzne wymagania pomiarowe. Dla pomiarów ciśnieniowych jest to mały rozmiar próbki, a jeżeli badania prowadzone są metodą energodispersyjną (korzystną z punktu widzenia statystyki zliczeń), występują też ograniczenia interpretacyjne związane z niską rozdzielczością metody i silnym wpływem absorpcji na natężenia refleksów. Jeżeli badania temperaturowe lub ciśnieniowe wykonywane są metodą kątowodispersyjną, to istotna dla wyniku jest stabilność długości fali promieniowania. Promieniowanie synchrotronowe zapewnia kolimację (lub ogniskowanie) wiązki, dobrą statystykę zliczeń, a długość fali może być skutecznie monitorowana z pomocą prostego wzorca wewnętrznego.

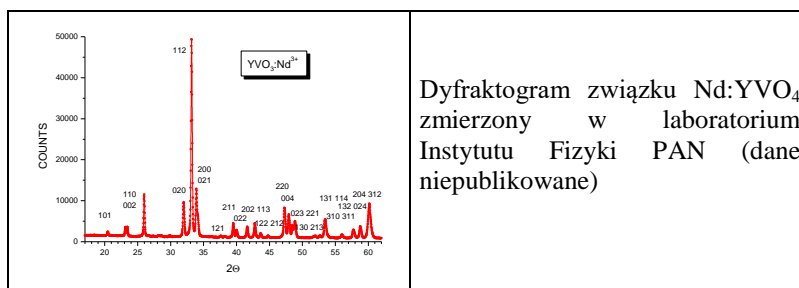
Struktura krystaliczna i jej zmienność z ciśnieniem i temperaturą określają **właściwości** fizyczne kryształu. Przejścia fazowe oraz **właściwości** elastyczne (rozszerzalność termiczna, moduł ściśliwości) wymagają czasochłonnych badań eksperymentalnych i z tego powodu **właściwości** takie nie dla wszystkich materiałów są dobrze znane.

Związki MVO₄

Grupa związków o strukturze ZrSiO₄ (inaczej: struktura minerału cyrkonu) jest stosunkowo liczna i zawiera m. in. związki MVO₄, MPO₄ i MAsO₄ (M= Fe, Cr, In, Al, Sc, Y lub lantanowiec), Cr lub Fe. Przedmiotem grantu w zakresie związku o strukturze ZrSiO₄ są wanadany MVO₄, gdzie M = metal ziem rzadkich (Sc, Y lub lantanowiec), Cr lub Fe. Dla związków z tej grupy pokazano różne możliwe zastosowania, np. w katalizie (reakcja odwodornienia propanu) [FANG1999, BAR2003, LUO2005]. Obserwuje się wzmocnienie aktywności katalitycznej takich związków na bazie lantanowców poprzez dodanie jonów Fe lub Mn [AR2003, VAR2004]. Związek LaVO₄ jest katalizatorem dla reakcji siarkowodoru --> siarka +woda [LI2006]; dodanie antymonu - zwiększa wydajność tej reakcji. Można znaleźć też doniesienia o aktywności fotokatalitycznej związków tego rodzaju [YE2003]. Niektóre materiały o strukturze cyrkonu (MVO₄ dla M = In, Fe) mogą być używane jako katody w nowoczesnych ogniwach [DEN97]. Szerokie możliwości istnieją zastosowania tych związków w charakterze luminoforów, polaryzatorów, aktywnych optycznie materiałów dla laserów i diód świecących [MAT66, CHAI94, TAI91]. Liczne dane można znaleźć w literaturze na temat związku Nd:YVO₄ znajdującego zastosowanie w laserach [ERM99], np. YVO₄ domieszkowany europem lub neodymem wykazuje interesujące właściwości w tej dziedzinie.

Istnieje ugruntowana wiedza w dziedzinie struktury i właściwości fizycznych kryształów MVO₄. Jednak istotną barierą w systematycznych badaniach, a szczególnie w zastosowaniach, jest wysoka temperatura topnienia, przekraczająca 1800°C. Temperatura ta powoduje istotne trudności przy syntezie a zwłaszcza przy hodowli kryształów wysokiej jakości. Wcześniej różnymi metodami syntetyzowano materiał polikrystaliczny, np.: stosując odpowiednie reakcje chemiczne LnVO₄ (Ln=Y, Ce-Yb, [FANG1999, FANG1998], CeVO₄ (metodą hydrotermalną) [LUO2005]. Syntetyzowano nanokryształy i wiskery LaVO₄ [FAN2006]. Syntetyzowano też materiał amorficzny o składzie MVO₄, M = In, Cr, Fe, Al, Y) - metodą rozpuszczania i wytrącania z roztworu [DEN77]. Hodowano różnymi technikami monokryształy: metodą powolnego chłodzenia (flux growth) [DAB8, JAS86, ERM99], metodą Czochralskiego (Nd:YVO₄ [XIA2000][ZHANG99]). Metodą topienia strefowego [OKA2006] wykonano LnVO₄ (R = Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb i Lu), metodą grzania laserowego LHPG (Laser Heated Pedestal Growth) wykonano Nd:YVO₄ [ERM99], a metodą EFG (Edge-defined Feed Growth) wyhodowano wolne od makroskopowych defektów, zorientowane w wybranych kierunkach krystalograficznych kryształy YVO₄, LuVO₄, [KOC2006, EPE1999].

Kryształy wanadanów MVO₄ mają strukturę typu ZrSiO₄ (grupa symetrii *I41/amd*, Z=4, 3 atomy w komórce asymetrycznej, atom M ma ośmiu sąsiadów tlenowych [FUSS72, CHAK94]). Struktura ta występuje dla R=Pr-Lu. Dla R = La ten typ struktury jest niestabilny (obserwuje się polimorfizm (struktura jednoskośna), przy czym strukturę typu ZrSiO₄ opisywano dla nanokryształów i wiskerów [FAN2006]. Obserwuje się systematyczne skrócenie odległości V-O w funkcji malejącego promienia atomu R [CHAK94]. Inne właściwości strukturalne również systematycznie zmieniają się z promieniem atomu R, przy czym zmiany te nie są zgodne z wczesnym modelem teoretycznym struktury [CHAK94]. Otrzymano następujące zależności eksperymentalne dla stałych sieci i pozycji tlenowych: $a = 2.6809 + 6.3244r - 1.9221r^2$, $c = 6.2173 - 1.3048r + 1.3548r^2$, $x = 0.4864 - 0.05126r$, $z = 0.1577 + 0.04269r$. Odległości V-O wskazują na częściowo kowalencyjny charakter wiązania V-O [Fuess72].



Zmiany strukturalne w funkcji ciśnienia

Zmiany strukturalne w funkcji ciśnienia są słabo znane. Dla YVO₄ zbadano przejście fazowe cyrkon (ZrSiO₄) -scheelit w trybie in situ. Dla kilku innych zbadano je ex situ. Wyniki te pozwalają stwierdzić, że w zbadanych przypadkach przejście fazowe cyrkon-scheelit następuje w obszarze kilku GPa. Oprócz wymienionych wyżej badań przy pomocy metody dyfrakcji rentgenowskiej, dla jednego związku zbadano przejście fazowe metodą rozpraszania ramanowskiego. Nieliczne istniejące dane można znaleźć w monografiach Tonkova [TON96,TON98,TON04]

Zmiany strukturalne w funkcji temperatury

Dla niektórych związków RVO₄ (R= lantanowiec) znane jest przejście fazowe Jahn'a Tellera (stosunkowo rzadkie w związkach lantanowców) w temperaturach w zakresie 2-33 K opisane w pracy [Bleaney 1988]. Struktura defektowa monokryształów związków z tej rodziny jest mało znana - opisano wektory Burgersa dyslokacji [EAKINS2004]. Zjawisko rozszerzalności termicznej było zbadane dla większości związków RVO₄ (R= lantanowiec) w pracach [SUB1990, NIP1997, KAZ1998, ZHANG99, VAR2003 OKA2006]. W zależnościach temperaturowych stałych sieci niektórych związków RVO₄ widoczny jest wpływ efektów magnetoelastycznych [KAZ1998, KAZ2006]. Właściwości magnetyczne czystych faz i roztworów stałych zostały opisane w [GER71]. W niektórych fazach obserwuje się uporządkowanie antyferromagnetyczne w temperaturach kilku kelwinów.

Struktura elektronowa: badana była metodą XES [JAS86] XPS, głównie dla CeVO₄, GdVO₄ i SmVO₄ (np ZHONG06)].

Związki $M_2CrV_3O_{11}$ (M=Zn, Mg, Ni)

Tlenki metali przejściowych i ich wieloskładnikowe układy są od wielu lat przedmiotem licznych badań. Istnieje bardzo bogata literatura na temat tlenków V_2O_5 , Cr_2O_5 , ZnO , NiO , jak również układów dwuskładnikowych: $V_2O_5-Cr_2O_3$, V_2O_5-NiO , V_2O_5-ZnO , Cr_2O_3-NiO , Cr_2O_3-ZnO . Natomiast znacznie skromniejsze piśmiennictwo dotyczy układów trójskładnikowych: $Cr_2O_3-V_2O_5-MO$, gdzie $M=Zn, Ni, Mg$ [X7, X8]. W takich trójskładnikowych układach powstają $A_2BV_3O_{11}$, gdzie $A=Zn, Mg, Ni$, $B=Fe, Cr$. Rodzina związków o formule $A_2BV_3O_{11}$ krystalizuje w układzie trójskośnym (typ $Mg_{1.7}Zn_{0.3}GaV_3O_{11}$, grupa przestrzenna $P\bar{1}$) [X2-X11]. Ogólna nazwa tej rodziny to wanadany trójwartościowego metalu ($B=Cr, Fe$) z dwuwartościowymi metalami: $A=Zn, Mg$ lub Ni . Wszystkie związki z tej rodziny zostały zsyntetyzowane na Politechnice Szczecińskiej i zbadane pod względem właściwości strukturalnych i fizycznych przez niektórych członków zespołu niniejszego PROJEKTU [X0, X1, X2, X6, X7, X8, X9, X10, X11].

Jednym z tematów wcześniejszych prac były właściwości magnetyczne związków $M_2CrV_3O_{11}$ ($M=Zn, Mg$) [X4, X9]. Wstępne wyniki pomiarów elektronowego rezonansu paramagnetycznego tych związków pozwoliły zaobserwować silne oddziaływania wymienne między jonami Cr^{3+} , które można interpretować jako oddziaływania parowe. Antyferromagnetyczna natura tych oddziaływań ma znaczący wpływ na wyniki temperaturowej zależności podatności magnetycznej, która wykazuje odstępstwa od prawa Curie-Weissa [X9]. W związku $Ni_2CrV_3O_{11}$, w przeciwieństwie do poprzednich dwóch ($A=Mg, Zn$) stwierdzono obecność oddziaływania parowego jonów $Ni^{2+}-Cr^{3+}$ [X3]. Wkład do podatności magnetycznej badanych materiałów w całym zakresie temperatur pochodzi również od jonów wanadu V^{4+} obecnych w strukturze w związku ze stwierdzonym deficytem tlenowym. Mimo, że wszystkie trzy w/w związki wydają się być izostrukтурalnymi, jednak z przeprowadzonej analizy Rietvelda wynika, że wanadan niklowy ($M=Ni$) wyraźnie odbiega właściwościami strukturalnymi od pozostałych związków. Podobną rozbieżność zauważono we wcześniej odkrytych i zbadanych związkach wanadanów, gdzie $B=Fe$ [X10, X11]. Poznanie przyczyny tego stanu rzeczy będzie możliwe z wykorzystaniem proponowanych w PROJEKCIE technik pomiarowych.

Za wysoką selektywność tych związków odpowiedzialna jest prawdopodobnie obecność w ich strukturze izolowanych tetraedrów VO_4 i jednowymiarowych łańcuchów oktaedrów metali. Upewnienie się co do prawdziwości tej tezy będzie również możliwe dzięki proponowanym w PROJEKCIE technikom pomiarowym.

4. **Metodyka badań** (co stanowi podstawę naukowego warsztatu wnioskodawcy i jak zamierza rozwiązać postawiony problem, na czym będzie polegać analiza i opracowanie wyników badań, jakie urządzenia [aparatura] zostaną wykorzystane w badaniach, czy wnioskodawca ma do nich bezpośredni dostęp i umiejętność obsługi)

ZAKRES PRAC

W ramach PROJEKTU zbadane zostaną własności elastyczne wybranych materiałów w oparciu o rentgenowskie badania strukturalne na synchrotronowych liniach pomiarowych. Określone zostaną wartości współczynników rozszerzalności i modułu ścisłości badanych materiałów. Otrzymane w wyniku realizacji PROJEKTU wyniki będą miały istotne znaczenie dla postępu prac nad praktycznymi zastosowaniami wanadanów.

Planowane badania stanowią uzupełnienie i rozszerzenie wcześniejszych prac .

Projekt badawczy obejmuje:

1. Syntezę polikryształów i/lub wykonanie monokryształów (laboratoria Politechniki Szczecińskiej, McMaster University, w Hamilton, Kanada)
2. Zbadanie podstawowych właściwości fizykochemicznych związków MVO_4 (M=lantanowiec, itr, skand, Fe i Cr) i $A_2BV_3O_{11}$ (A, B = Mg, Zn, Cr, Fe):

- badania wstępne

- wykonanie badań strukturalnych w warunkach temperatury pokojowej i ciśnienia atmosferycznego
- dla faz otrzymanych w formie monokryształów - opis struktury defektowej z wykorzystaniem techniki dyfrakcji wysokorozdzielczej

- badania główne w ciśnieniu i temperaturze

- określenie parametrów przejść fazowych i stabilności badanych związków (w ustalonym wysokim ciśnieniu) poprzez wykonanie a) badań strukturalnych w warunkach wysokiego ciśnienia (dla wybranych materiałów - w wysokim ciśnieniu i wysokiej temperaturze), b) wykonanie badań luminescencji i ramanowskich
- wykonanie, w ograniczonym zakresie, badań strukturalnych w ciśnieniu atmosferycznym w warunkach niskich i/lub wysokich temperatur; zakres tych badań obejmie wybrane związki (takie, dla których dotąd badań takich nie wykonano),
- wyznaczenie własności elastycznych podstawowych parametrów krystalograficznych.

- badania uzupełniające

- określenie natury wiązania oraz walencyjności wanadu i metali 3*d* i 4*f* wchodzących w skład związków (metody XPS, EPR)

BADANE MATERIAŁY

W obecnej pracy: monokryształy MVO_4 wykonywane będą metodą powolnego chłodzenia (flux growth), stosowaną już wcześniej dla tych materiałów [DAB8, JAS86, ERM99] na McMaster University (Hamilton Kanada).

Polikryształy wanadanów wieloskładnikowych zostaną wykonane na Politechnice Szczecińskiej poprzez reakcje składników w piecach sylitowych i metodą współstrącania z roztworów z wykorzystaniem dobrze rozpuszczalnych w wodzie soli takich jak metawanadan(V) amonu.

5. Wykaz najważniejszej literatury dotyczącej problematyki wniosku (maks. 25 pozycji).

[CHAK94]	B. Chakoumakos, MM Abraham, LA Boatner,	"Crystal structure refinements of zircon-type MVO_4 ($M = Sc, Y, Ce, Pr, Nd, Tb, Ho, Er, Tm, Yb, Lu$ ",	J. Solid State Chem 109 (1994) 197-202.
[MAT66]	D.G. Matthews, J.R. Boon, R.S. Conroy, B.D. Sinclair,	A comparative study of diode pumped microchip laser materials: Nd-doped YVO_4 , YOS, SFAP and SVAP",	J. Modern Optics 43 (1996) 1079
[CHAI94]	B.H.T. Chai, G. Loutts, J. Lefaucheur, X.X. Zhang, P. Hong, M. Bass, I.A. Shesherbakov, A.I. Zagumennyi,	"Comparison of laser performance of Nd-doped YVO_4 , $GdVO_4$, $Ca_5(PO_4)_3F$, FAP, $Sr_5(PO_4)_3$ ",	OSA Proceedings on Advanced Solid-State Lasers 20 (1994) 41
[GER71]	K. A. Gehring,		Proc. AIP Conf. IO (1973) 1648.
[TAI91]	T. Taira, A. Mukai, Y. Nozava, T. Kobayashi,	"Single-mode oscillation of laser-diode pumped Nd:YVO4 microchip lasers",	Opt. Letters 16 (1991) 1955
[ZHONG06]	F Zhong, J Zhu, X Lin, J Chen N Zhuang,	"Growth and Raman spectroscopic investigation of $Ca_xGd_{1-x}VO_4$ single crystals for potential Raman laser media",	Journal of Crystal Growth 293 (2006) 233-558
[JAS86]	G Jasiolek, HA Dabkowska,	XES characterization of rare earth vanadates,	J. Crystal Growth 1986; 79 (1-3): 534-541
[DAB85]	A. Dąbkowski; H. Dabkowska; G. Jasiolek,	"Single crystal growth conditions and characterization of some rare-earth vanadates",	Journal of the Less Common Metals. 110 (1985): 255-257
[DEN97]	Denis S, Baudrin E, Touboul M, Tarascon JM	JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY 144: (12) 4099-4109 DEC 1997	Synthesis and electrochemical properties of amorphous vanadates of general formula RVO_4 ($R = In, Cr, Fe, Al, Y$) vs. Li
[XIA2000]	Xia HR, Meng XL, Guo M, Zhu L, Zhang HJ, Wang JY	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 88: (9) 5134-5137 NOV 1 2000	Spectral parameters of Nd-doped yttrium orthovanadate crystals
[XIA98]	Xia HR, Hu LJ, Zou JH, Li LX, Yu H, Meng XL, Zhu L, Yu WT	CRYSTAL RESEARCH AND TECHNOLOGY 33: (5) 807-816 1998	Lattice vibration and transmissivity in Nd-doped yttrium orthovanadate crystals
[GUI99]	Guillot-Noel O, Simons D, Gourier D	JOURNAL OF PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLIDS 60: (4) 555-565 APR 1999	EPR study of the multisite character of Nd^{3+} ions in zircon-type matrices YMO_4 ($M = V, P, As$)
[ZHANG99]	Zhang HJ, Zhu L, Meng XL, Yang ZH, Wang CQ, Yu WT, Chow YT, Lu MK	CRYSTAL RESEARCH AND TECHNOLOGY 34: (8) 1011-1016 1999	Thermal and laser properties of Nd : YVO_4 crystal
[ERM99]	Ermeneux FS, Goutaudier C, Moncorge R, Cohen-Adad MT, Bettinelli M, Cavalli E	OPTICAL MATERIALS 13: (2) 193-204 NOV 1999	Comparative optical characterization of various Nd^{3+} : YVO_4 single crystals
[MEH2000]	Mehta V, Guillot-Noel O, Gourier D, Ichalalene Z, Castonguay M, Jandl S	JOURNAL OF PHYSICS-CONDENSED MATTER 12: (31) 7149-7160 AUG 7 2000	Optical Zeeman effect measurements on isolated and ferromagnetically coupled Nd^{3+} ions in weakly doped YVO_4 crystals: evidence for lack of crystal field perturbations in ion pair interactions
[GUI2000]	Guillot-Noel O, Mehta V, Viana B, Gourier D, Boukhris M, Jandl S	PHYSICAL REVIEW B 61: (22) 15338-15346 JUN 1 2000	Evidence of ferromagnetically coupled Nd^{3+} ion pairs in weakly doped Nd : $LiYF_4$ and Nd : YVO_4 crystals as revealed by high-resolution optical and EPR spectroscopies
[TON96]	E. Yu. Tonkov,	High-pressure phase transformations, a handbook, vol. 1-3	(Gordon and Breach, Philadelphia 1992-1996)
[TON98]	E. Yu. Tonkov,Ch. Holland,	Compounds and Alloys Under High Pressure: A Handbook	(Gordon and Breach, Philadelphia, 1998)

[TON04]	E. Yu. Tonkov, G. Ponyatovsky,	Phase transformations of elements under pressure	(Gordon and Breach, Philadelphia, 2004)
[KAZ2006]	Kazei ZA, Chanieva RI	Magnetoelastic effects in rare-earth vanadates YbVO ₄ and HoVO ₄	JOURNAL OF EXPERIMENTAL AND THEORETICAL PHYSICS 102 (2): 266-276 FEB 2006
[KOC2006]	Kochurikhin VV, Klassen AV, Kvyat EV, Ivanov MA	The edge-defined film-fed growth of rare-earth vanadate single crystals	JOURNAL CRYSTAL GROWTH 292: 248-251 2006
[OKA2006]	Oka K, Unoki H, Shibata H, Eisaki H	Crystal growth of rare-earth orthovanadate (RVO₄) by the floating-zone method	JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH 286 (2): 288-293 JAN 15 2006
[YE2003]	Ye J, Zou Z, Oshikiri M, Shishido T	New visible light driven semiconductor photocatalysts and their applications as functional eco-materials	MATERIALS SCIENCE FORUM 423-4: 825-829 2003
[GUE2001]	Guedes I, Hirano Y, Grimsditch M, Wakabayashi N, Loong CK, Boatner LA	Raman study of phonon modes in ErVO₄ single crystals	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 90 (4): 1843-1846 AUG 15 2001
[BYR1999]	Byrappa K, Nirmala B, Yoshimura M	Crystal growth of Nd : RVO₄ (where R=Y, Gd) under mild hydrothermal conditions	MATERIALS SCIENCE FORUM 315-3: 506-513 1999
[FANG1999]	Fang ZM, Hong Q, Zhou ZH, Dai SJ, Weng WZ, Wan HL	Oxidative dehydrogenation of propane over a series of low-temperature rare earth orthovanadate catalysts prepared by the nitrate method	CATALYSIS LETTERS 61 (1-2): 39-44 1999
[EPE1999]	Epelbaum BM, Shimamura K, Inaba K, Uda S, Kochurikhin VV, Machida H, Terada Y, Fukuda T	Edge-defined film-fed (EFG) growth of rare-earth orthovanadates REVO₄ (RE = Y, Gd): Approaches to attain high-quality shaped growth	CRYSTAL RESEARCH AND TECHNOLOGY 34 (3): 301-309 1999
[FANG1999]	Fang ZM, Zou J, Weng WZ, Wan HL	Propane oxidative dehydrogenation over low temperature rare earth orthovanadate catalysts prepared by peroxy method	STUDIES IN SURFACE SCIENCE AND CATALYSIS 119: 629-634 1998
[KAZ1998]	Kazei ZA, Kolmakova NP, Shishkina OA	Magnetoelastic contribution to thermal expansion of rare-earth zircons	PHYSICA B 245 (2): 164-172 FEB 1998
[DEN1997]	Denis S, Baudrin E, Touboul M, Tarascon JM	Synthesis and electrochemical properties of amorphous vanadates of general formula RVO₄ (R = In, Cr, Fe, Al, Y) vs. Li	JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY 144 (12): 4099-4109 DEC 1997
[NIP1997]	Nipko JC, Loong CK, Kern S, Abraham MM, Boatner LA	Crystal field splitting and anomalous thermal expansion in YbVO₄	JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS 250 (1-2): 569-572 MAR 20 1997

- [HAG2001] Hagrman PJ, Finn RC, Zubieta J **Molecular manipulation of solid state structure: influences of organic components on vanadium oxide architectures** **SOLID STATE SCIENCES** 3 (7): 745-774 OCT-NOV 2001
- [KUNG1997] Kung HH, Kung MC **Oxidative dehydrogenation of alkanes over vanadium-magnesium-oxides** **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL** 157 (1-2): 105-116 SEP 11 1997
- [BETT1996] Bettahar MM, Costentin G, Savary L, Lavalley JC **On the partial oxidation of propane and propylene on mixed metal oxide catalysts** **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL** 145 (1-2): 1-48 OCT 8 1996
- [FAN2006] Fan WL, Song XY, Bu YX, Sun SX, Zhao X **Selected-control hydrothermal synthesis and formation mechanism of monazite- and zircon-type LaVO_4 nanocrystals** **JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B** 110 (46): 23247-23254 NOV 23 2006
- [LI2006] Li KT, Huang CH **Selective oxidation of hydrogen sulfide to sulfur over LaVO_4 catalyst: Promotional effect of antimony oxide addition** **INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH** 45 (21): 7096-7100 OCT 11 2006
- [LUO2005] Luo F, Jia CJ, Song W, You LP, Yan CH **Chelating ligand-mediated crystal growth of cerium orthovanadate** **CRYSTAL GROWTH & DESIGN** 5 (1): 137-142 JAN-FEB 2005
- [VAR2004] Varma S, Wani BN, Sathyamoorthy A, Gupta NM **On the role of lattice distortion in the catalytic properties of substituted orthovanadates $\text{La}_{1-x}\text{Fe}_x\text{VO}_4$** **JOURNAL OF PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLIDS** 65 (7): 1291-1296 JUL 2004
- [VID2004] Vidal-Michel R, Hohn KL **Effect of crystal size on the oxidative dehydrogenation of butane on V/MgO catalysts** **JOURNAL OF CATALYSIS** 221 (1): 127-136 JAN 1 2004
- [VAR2003] Varma S, Ambekar BR, Wani BN, Gupta NM **The effect of substitution on the thermo-physical properties of $\text{LaMn}_x\text{V}_{1-x}\text{O}_4$ -delta** **THERMOCHIMICA ACTA** 405 (2): 279-285 NOV 6 2003
- [BAR2003] Barbero BP, Cadus LE **Molybdenum role: Mo-Sm-V-O catalytic system for** **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL** 252 (1): 133-147 OCT 8 2003
- [X0] A Worsztynowicz, SM Kaczmarek, W Paszkowicz, R Minikayev, **Crystal structure of magnesium chromium vanadate $\text{Mg}_2\text{CrV}_3\text{O}_{11}$, a member of $\text{A}_2\text{BV}_3\text{O}_{11}$ vanadate family,** in preparation
- [X1] P. Rybarczyk, H. Berndt, J. Radnik, M. Pohl, O. Buyevskaya, M. Baerns, A. Bruckner, **The Structure of Active Sites in Me-V-O Catalysts (Me = Mg, Zn, Pb) and Its Influence on the Catalytic Performance in the Oxidative Dehydrogenation (ODH) of Propane** *J. Catal.* 202 (2001) 45
Rybarczyk P., Berndt H., Radnik J., Pohl M.-M., Buyevskaya O., Baerns M., Bruckner A.
- [X2] I.Rychlowska-Himmel and A.Blonska-Tabero: J. **Studies on the System $\text{ZnO-V}_2\text{O}_5\text{-Fe}_2\text{O}_3$ Reactivity of ZnFe_2O_4 Towards ZnV_2O_6** *Therm. Anal. Cal.* 56 (1999) p. 205
- [X3] A. Worsztynowicz, S.M. Kaczmarek, M. Bosacka, V. Mody, R. S. Czernuszewicz **Structural and magnetic characterization of the Cr^{3+} and Ni^{2+} ion species in $\text{Ni}_2\text{CrV}_3\text{O}_{11}$** *Rev. Adv. Mat. Sci., in the print*
- [X4] A. Worsztynowicz, S.M. Kaczmarek, V. Mody, R.S. Czernuszewicz **Vanadochromates with divalent metals; structural and magnetic characterization** *Rev. Adv. Mat. Sci., in the print*

- [X5] A. Worsztynowicz, L. Wabia, J. Typek, H. Fuks, S.M. Kaczmarek, M. Kurzawa, M. Bosacka, I. Rychlowska-Himmel, R. Szymczak, M. Baran Anomalous behavior of the EPR spectra of $Zn_2CrV_3O_{11-x}$ compound *Molecular Physics Reports*, 39 (2004) 251-254
- [X6] M. Kurzawa, A. Blonska-Tabero, I. Rychlowska-Himmel and P. Tabero: Reactivity of $FeVO_4$ towards oxides and pyrovanadates(V) of Co and Ni *Mater. Res. Bull.* 36 (2001) p. 1379
- [X7] M. Kurzawa, I. Rychlowska-Himmel, A. Blonska-Tabero, M. Bosacka and G. Dabrowska, A New Compound $Mg_2CrV_3O_{11}$ and Phase Relations in the $MgV_2O_6 - MgCr_2O_4$ System in the Solid State, *Solid State Phenom.*, 90-91(2003) 353
- [X8] M. Kurzawa, M. Bosacka, Synthesis and Characterization of New Compounds $Ni_2CrV_3O_{11}$ and $Zn_2CrV_3O_{11}$, *Solid State Phenom.*, 90-91 (2003) 347
- [X9] A. Worsztynowicz, S.M. Kaczmarek, M. Kurzawa, M. Bosacka, "Magnetic study of Cr^{3+} ion in $M_2CrV_3O_{11-x}$ (M=Zn, Mg) compounds", *J. Solid State Chem*, 178 (2005) 2231
- [X10] N. Guskos, J. Typek, A. Beskrovnyj, M. Wabia, M. Kurzawa, E.A. Anagnostakis, G. Gasiorek Neutron studies of cation disorder in $Zn_2FeV_3O_{11-\delta}$ *Journal of Alloys Compd.* (2004), **377**, 42-52
- [X11] N. Guskos, M. Wabia, M. Kurzawa, A. Beskrovnyj, V. Likodimos, J. Typek, I. Rychlowska-Himmel, A. Blonska-Tabero Neutron diffraction study of $Mg_2FeV_3O_{11-\delta}$ *Radiation Effects & Defects in Solids* (2003), **158**, 369-374
- [X12] H. Fuks, M. Wabia, J. Typek, A. Worsztynowicz, N. Guskos, M. Kurzawa, M. Bosacka, R. Szymczak, M. Baran, I. Rychlowska-Himmel EPR study on $Ni_2CrV_3O_{11-x}$ compound *Molecular Physics Reports*, 39 (2004) 50-57
- [X13] J. Rodriguez-Carvajal, Physica B. 55 (1993), 192
[X14] J.-F. Bézar, P. Lelann, J. Appl. Cryst. 24, (1991). 1-5
[X15] http://www.geocities.jp/kmo_mma/crystal/en/vics.html
- [X16] R.D. Shannon, Revised Effective Ionic Radii and Systematic Studies of Interatomic Distances in Chalcogenides and Chalcogenides *Acta Cryst.* A32 (1976), 751-767
- [X17] A. Weiss, H. Witte, Kristallstrukture und chemische Bindung, Verlag Chemie, Weinheim 1983.
- [SUB1990] E.C. Subbarao, D.K. Agrawal, H.A. McKinstry, C.W. Salles, R. Roy Thermal Expansion of Compounds of Zircon Structure *Journal of the American Ceramic Society* 73 (5) (1990) 1246-1252.