

ECTS – Arkusz przedmiotu

<b>Kod</b>	AGH- STC- 1KC- 641-s	<b>Nazwa Przedmiotu</b>	Fizykochemia Nowych Materiałów Physical Chemistry of New Materials				
<b>Prowadzący przedmiot</b>	prof. dr hab. Jerzy F. Janik						
<b>Osoby prowadzące zajęcia</b>	prof. dr hab. Jerzy F. Janik dr inż. Wiesław A. Żmuda						
<b>Klasa przedmiotu</b>	kierunkowy	<b>Rodzaj przedmiotu</b>	obowiązkowy				
<b>Wydział</b>	Energetyki i Paliw						
<b>Kierunek</b>							
<b>Rodzaj studiów</b>	S	<b>Stopień studiów</b>	pierwszy	<b>Semestr</b>	VI		
<b>Rodzaje zajęć</b>	<b>Suma</b>	<b>Wykłady</b>	<b>Ćwiczenia</b>	<b>Laboratoria</b>	<b>Seminaria</b>	<b>Projekty</b>	<b>ECTS</b>
<b>Liczba godzin</b>	75	30	-	15	30	-	3
<b>WWW</b>	<a href="http://home.agh.edu.pl/~zamawin/f_n_m.html">http://home.agh.edu.pl/~zamawin/f_n_m.html</a> (jęz. polski) <a href="http://home.agh.edu.pl/~zamawin/pro_JFJ_en.html">http://home.agh.edu.pl/~zamawin/pro_JFJ_en.html</a> (jęz. angielski)						
<b>Uwagi</b>	Oczekuje się niezłej znajomości języka angielskiego (konieczne tłumaczenie artykułu naukowego). Sound command of English is anticipated (translation of a scientific paper is required).						
<b>Cel przedmiotu - zdobyte umiejętności</b>							
<p>Przedstawienie współczesnych trendów w metodach syntezy nowych materiałów z prekursorów chemicznych. Synteza w skali laboratoryjnej kompozytów nanoproszkowych C/SiC oraz ich podstawowa charakteryzacja. Poznanie logiki artykułu naukowego. Pogłębienie umiejętności wygłaszania referatu oraz przełamywania barier w dyskusji naukowej.</p> <p>Presentation of current trends in synthesis methods of new materials from chemical precursors. Laboratory-scale preparation of composite nanopowders of C/SiC and basic characterization of new materials. Learning the logics of a scientific paper. Strengthening the skills of oral presentation and breaking barriers for active participation in scientific discussions.</p>							
<b>Streszczenie przedmiotu</b>							

**Wykład – Materiały III-V.** Tradycyjne a niekonwencjonalne wytwarzanie materiałów. Materiały nanometrowe w ceramice i elektronice. Procesy CVD, PVD i MBE. Pojęcia podstawowe z chemii prekursorów (rodzaje i trwałość wiązań chemicznych, reakcje eliminacji-kondensacji, prekursorzy cząsteczkowe i polimerowe). Synteza prekursorów III-V: addukty Lewisa, eliminacja wodoru, eliminacja węglowodoru, rozkład beta, dehalohydrogenacja, dehalosilylacja, dehydrosilylacja, wytrącanie się soli i reakcje podwójnej wymiany, transaminacja/deaminacja. Doświadczalne warunki konwersji prekursorów na przykładzie azotków pierwiastków grupy III i innych związków III-V (temperatura, rodzaj atmosfery gazowej, stopień przemiany i rodzaje zanieczyszczeń). Problemy i przyszłość konwersji prekursorów chemicznych.

**Materiały węglowe.** Pozycja pierwiastka węgla w przyrodzie. Diamenty naturalne i syntetyczne, ich właściwości i metody pozyskiwania oraz wytwarzania. Grafit naturalny i jego uszlachetnianie. Grafity przemysłowe. Grafity czyste i specjalne. Włókna węglowe: surowce oraz metody ich wytwarzania. Materiały kompozytowe na bazie pierwiastka węgla, ich właściwości i zastosowanie. Fullereny: otrzymywanie, właściwości i zastosowanie. Nanorurki węglowe.

**Lecture – Group III-V materials.** Classical vs. non-conventional preparation of materials. Nanomaterials in ceramics and electronics. CVD, PVD, and MBE processes. Basic definitions in precursor chemistry (types and strength of chemical bonds, Lewis adducts, elimination-condensation reactions, molecular and polymeric precursors). Synthesis of Group III-V single source precursors: Lewis adduct formation, H<sub>2</sub>-elimination, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>-elimination, β-elimination, dehalohydrogenation, dehalosilylation, dehydrosilylation, metathesis, transamination/deamination, miscellaneous routes. Experimental conditions of precursor conversion to bulk Group III nitrides and other Group III-V compounds (temperature/pressure, gas atmosphere, degree of conversion, contaminants). Future outlooks for materials manufacturing from chemical precursors.

**Carbon-based materials.** Carbon in nature. Natural and synthetic diamonds, their properties and manufacturing. Processing and utilization of natural graphites. Industrial graphite materials. Pure and special quality graphites and carbons. Carbon fibers: raw materials and their processing. Properties and utilization of carbon based composites, especially, C/SiC. Fullerenes: manufacturing, properties, and emerging utilization. Carbon nanotubes.

**Laboratorium –** Studenci współuczestniczą we fragmentach syntezy aerozolowej kompozytów nanoprószkowych C/SiC. W czasie ćwiczeń pobierane są próbki ubocznych produktów gazowych syntezy, które następnie analizowane są metodą spektroskopii w podczerwieni FT-IR. Stały produkt końcowy badany jest metodą spektroskopową FT-IR jak i analizowany metodą spaleniową na zawartości wolnego węgla i substancji nieorganicznej.

**Laboratory –** Students participate in selected stages of the aerosol synthesis of powder nanocomposites C/SiC. Gas by-products evolved during synthesis are analysed by infra-red spectroscopy FT-IR. Final solid products are evaluated by FT-IR and checked for free carbon and mineral matter contents by combustion analysis.

**Seminarium –** Przetłumaczenie z języka angielskiego i ustna prezentacja przez studentów zadanych im do opracowania dwóch artykułów naukowych z zakresu chemii i inżynierii materiałowej, dotyczących problematyki omawianej na wykładzie j/w, połączona z dyskusją w grupie na temat jakości merytorycznej artykułu i samego sposobu prezentacji.

**Seminar –** Each student will be provided two research papers in English on the preparation of new materials (chemistry, materials science, ceramics, and semiconductors). Students are required to prepare and present the papers findings in short oral presentations in front of the group. The presentations will be followed by group discussion and summary.

<b>Warunki uczestnictwa w przedmiocie</b>	Uczestnictwo na ogólnie przyjętych zasadach. Wymagana jest realizacja wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych oraz wygłoszenie dwóch referatów na seminarium. Participation in the course on general terms. Completion of the laboratory and two oral presentations in the seminar are required.
<b>Forma zaliczenia przedmiotu</b>	Wykład – stopień końcowy przedmiotu <i>Lecture – final course grade</i> Laboratorium – stopień <i>Laboratory – grade</i> Seminarium – stopień <i>Seminar – grade</i>

<b>Zasady wystawiania oceny końcowej</b>	<b>Zaliczenie/ocena końcowa na podstawie pozytywnych stopni z seminarium i laboratorium oraz uczestnictwa w wykładach.</b> <i>Final course grade based on passing grades from the seminar and laboratory as well as on participation in the lecture.</i>
<b>Program wykładów</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tradycyjne a niekonwencjonalne wytwarzanie materiałów. <i>(Classical vs. non-conventional preparation of materials)</i></li> <li>2. Materiały nanometrowe w ceramice i elektronice. <i>(Nanocrystalline materials in ceramics and electronics)</i></li> <li>3. Procesy osadzania cienkich warstw nieorganicznych z fazy gazowej CVD, PVD i MBE. <i>(CVD, PVD, and MBE processes of thin inorganic film formation)</i></li> <li>4. Pojęcia podstawowe z chemii prekursorów: rodzaje i trwałość wiązań chemicznych, addukty Lewisa, reakcje eliminacji-kondensacji, prekursory cząsteczkowe i polimerowe. <i>(Basic definitions in precursor chemistry: types and strength of chemical bonds, Lewis adducts, elimination-condensation reactions, molecular and polymeric precursors)</i></li> <li>5. Synteza prekursorów III-V: addukty Lewisa, eliminacja wodoru, eliminacja węglowodoru, rozkład beta, dehalohydrogenacja, dehalosilylacja, dehydrosilylacja, wytrącanie się soli i reakcje podwójnej wymiany, transaminacja/deaminacja, inne ścieżki reakcyjne. <i>(Synthesis of Group III-V single source precursors: Lewis adduct formation, H<sub>2</sub>-elimination, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>-elimination, β-elimination, dehalohydrogenation, dehalosilylation, dehydrosilylation, metathesis, transamination/deamination, miscellaneous routes)</i></li> <li>6. Doświadczalne warunki konwersji prekursorów do nanomateriałów proszkowych na przykładzie azotków pierwiastków grupy III i innych związków III-V: temperatura/ciśnienie, rodzaj atmosfery gazowej, stopień przemiany i rodzaje zanieczyszczeń. <i>(Experimental conditions of precursor conversion to bulk Group III nitrides and other Group III-V compounds: temperature/pressure, gas atmosphere, degree of conversion, contaminants)</i></li> <li>7. Specyficzne formy materiałowe nanomateriałów III-V: nanorurki, nanopręciki/wiskersy, nanokulki, formy porowate. <i>(Specific materials forms of III-V's: nanotubes, nanorods/whiskers, nanospheres, porous materials)</i></li> <li>8. Pozycja pierwiastka węgla w przyrodzie. <i>(Carbon in nature)</i></li> <li>9. Diamenty naturalne i syntetyczne, ich właściwości i metody pozyskiwania oraz wytwarzania. <i>(Natural and synthetic diamonds, their properties, mining, and manufacturing)</i></li> <li>10. Grafit naturalny i jego uszlachetnianie. Grafity przemysłowe. Grafity i materiały węglowe czyste oraz specjalne. <i>(Processing and utilization of natural graphites. Industrial graphite materials. Pure and special quality graphites and carbons)</i></li> <li>11. Włókna węglowe: surowce oraz metody wytwarzania. <i>(Carbon fibers: raw materials and their processing)</i></li> <li>12. Materiały kompozytowe na bazie pierwiastka węgla ze szczególnym uwzględnieniem C/SiC, ich właściwości i zastosowanie. <i>(Properties and utilization of carbon-based composites, especially, C/SiC)</i></li> <li>13. Fullereny: otrzymywanie, właściwości i potencjalne zastosowanie. <i>(Fullerenes: preparation, properties, and emerging applications)</i></li> <li>14. Nanorurki węglowe: prekursory, procesy, charakterystyka. <i>(Carbon nanotubes: precursors, processing, and characteristics)</i></li> <li>15. Podstawowe chemiczne i instrumentalne metody charakterystyki prekursorów i materiałów („mokra” analiza chemiczna, metody spektroskopowe: XRD/EDS, XPS, NMR, FT-IR, PL, UV-vis; mikroskopia elektronowa: SEM, TEM; mikroskopia sił atomowych AFM; analiza termogravimetryczna TGA/DTA). <i>(Basic chemical and instrumental characterization methods of precursors and materials ("wet" chemical analyses, spectroscopic methods: powder XRD/EDS, XPS, NMR, FT-IR, PL, UV-vis; SEM and TEM microscopy, atomic force microscopy AFM, thermogravimetry TGA/DTA)</i></li> <li>16. Problemy i przyszłość konwersji prekursorów chemicznych do użytecznych form materiałowych. <i>(Future outlooks for materials manufacturing from chemical precursors)</i></li> </ol>	

## Program pozostałych zajęć (ćwiczenia, laboratoria, projekty, seminaria)

### Ćwiczenia laboratoryjne/Laboratory

1. Otrzymywanie kompozytowych nanoproszków typu C/SiC metodą aerozolową z wykorzystaniem monodispersyjnego generatora aerozolu.  
(*Preparation of C/SiC composite nanopowders by the aerosol synthesis method utilizing a monodisperse aerosol generator*)
2. Otrzymywanie kompozytowych nanoproszków typu C/SiC metodą aerozolową z wykorzystaniem ultradźwiękowego polidispersyjnego generatora aerozolu.  
(*Preparation of C/SiC composite nanopowders by the aerosol synthesis method utilizing an ultrasound polydisperse aerosol generator*)
3. Jakościowa analiza wydzielania się gazowych produktów ubocznych syntezy aerozolowej nanoproszków C/SiC z wykorzystaniem spektroskopii w podczerwieni FT-IR.  
(*Qualitative FT-IR analysis of gas by-products in the aerosol synthesis of C/SiC nanopowders*)
4. Jakościowa analiza stałych produktów syntezy aerozolowej nanoproszków C/SiC z wykorzystaniem spektroskopii w podczerwieni FTIR.  
(*Qualitative FT-IR analysis of solid products in the aerosol synthesis of C/SiC nanopowders*)
5. Oznaczanie zawartości węgla i składników nieorganicznych w stałych produktach syntezy aerozolowej nanoproszków C/SiC.  
(*Determination of carbon and mineral matter contents in the solid products of the aerosol synthesis of C/SiC nanopowders*)

### Seminarium/Seminar

Każdy student opracowuje i przedstawia dwa referaty na podstawie dostarczonych artykułów naukowych w języku angielskim (dotyczą one syntezy nanomateriałów węglowych i nieorganicznych). W pierwszej fazie praca koncentruje się na przetłumaczeniu danego artykułu na język polski oraz na krytycznym przeglądzie jego treści, co prowadzić ma do zidentyfikowania zasadniczych tez naukowych tam zawartych. W drugim etapie, w oparciu o treść artykułu, student przygotowuje prezentację multimedialną (MS PowerPoint). Referat ilustrowany multimedialnie wygłaszany jest potem przed grupą studentów. W kolejnej fazie, studenci zachęceni są do zadawania pytań oraz do dyskusji nad treścią i formą prezentacji. Całość kończy się podsumowaniem przez prowadzącego zajęcia.

*Each student is expected to prepare and give two oral presentations based on provided scientific papers in English (presentations are concerned with syntheses of carbon and inorganic nanomaterials). First, translation of a paper to Polish is accomplished and paper's basic scientific ideas are identified. Second, based on the paper a MS PowerPoint presentation is prepared. Students give oral presentations in front of a seminar group. Subsequently, all participants are encouraged to ask questions and take part in a discussion on the content and style of the presentation. Finally, a teacher summarizes up the presentation.*

### Bibliografia

1. G. E. Coates: Związki metaloorganiczne; PWN, 1960.
2. A. J. Downs, ed.: Chemistry of aluminium, gallium, indium, and thallium; Blackie Academic & Professional, 1993.
3. L. A. Dobrzański: Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo; WNT 2002.
4. A. Heczko: Fullereny; PWN, 2002.
5. R. Pampuch, S. Błażewicz, J. Chłopek, A. Górecki, W. Kuś: Nowe materiały węglowe w technice i medycynie; PWN, 1988.

Studenci korzystają na seminarium z dostarczonych im kopii bieżących artykułów naukowych w języku angielskim z zakresu chemii prekursorów materiałowych/inżynierii materiałowej. Dodatkowo zaleca się im przegłębienie materiału z zaliczonego przedmiotu „Analiza instrumentalna/ Metody instrumentalne w chemii”. Ćwiczenia laboratoryjne wykonuje się w oparciu o wcześniej udostępnione konspekty ćwiczeniowe.

Students in the seminar are provided e-copies of current papers in English in the field of chemistry of materials precursors/materials engineering. They are also encouraged to review the content of the course on Instrumental Analysis/Methods of Instrumental Analysis in Chemistry. Instructions for laboratory exercises are available before the class.

\*Rodzaje zajęć: ćwiczenia – ćwiczenia audytoryjne, lektoraty, zajęcia wf, laboratoria – ćwiczenia laboratoryjne, zajęcia praktyczne, zajęcia terenowe, seminaria – seminaria, konwersatoria, projekty – ćwiczenia projektowe, prace kontrolne i przejściowe.