

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Module name: Functional materials

Academic year: 2019/2020 Code: CIMT-2-301-s ECTS credits: 8

Faculty of: Materials Science and Ceramics

Field of study: Materials Science Specialty: —

Study level: Second-cycle studies Form and type of study: Full-time studies

Lecture language: English Profile of education: Academic (A) Semester: 3

Course homepage: —

Responsible teacher: prof. nadzw. dr hab. inż. Jedliński Jerzy (jedlinsk@agh.edu.pl)

## Module summary

—

## Description of learning outcomes for module

MLO code	Student after module completion has the knowledge/ knows how to/is able to	Connections with FLO	Method of learning outcomes verification (form of completion)
Social competence: is able to			
M_K001	Student is aware of the responsibility for the tasks carried out independently and collectively, he/she is able to manage the team./ ma świadomość odpowiedzialności za realizowane samodzielnie i zespołowo zadania, potrafi kierować zespołem	IMT2A_K02	Activity during classes, Execution of laboratory classes, Involvement in teamwork, Completion of laboratory classes
M_K002	Student understands the importance of the impact of materials science on the development of modern technologies./ Rozumie znaczenie wpływu inżynierii materiałowej na rozwój nowoczesnych technologii	IMT2A_K03	Activity during classes, Presentation, Participation in a discussion, Completion of laboratory classes
Skills: he can			
M_U001	Student is able to use well-chosen methods and devices to measure the size of advanced materials./ Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar wielkości charakteryzujących zaawansowane materiały	IMT2A_U04	Activity during classes, Execution of laboratory classes, Completion of laboratory classes

Knowledge: he knows and understands			
M_W001	Student has detailed knowledge of the methods of synthesis of nanomaterials, biomaterials and functional materials./ Ma szczegółową wiedzę z zakresu metod syntezy nanomateriałów, biomateriałów i materiałów funkcjonalnych	IMT2A_W03	Activity during classes, Examination, Presentation, Participation in a discussion
M_W002	Has extensive knowledge in the field of computational methods and IT tools necessary to analyze the results of experiments and material design and process modeling./ Ma poszerzoną wiedzę w zakresie metod obliczeniowych i narzędzi informatycznych niezbędnych do analizy wyników eksperymentów oraz projektowania materiałów i modelowania procesów.	IMT2A_W02	Report, Execution of laboratory classes, Completion of laboratory classes
M_W003	Student has in-depth knowledge of materials specific to his specialty, their properties, methods of obtaining, testing methods./ Ma pogłębioną wiedzę w zakresie materiałów właściwych dla swojej specjalności, ich właściwości, metod otrzymywania, metod badań	IMT2A_W03	Examination, Execution of laboratory classes, Completion of laboratory classes

### Number of hours for each form of classes

Suma	Form of classes										
	Lectures	Auditorium classes	Laboratory classes	Project classes	Conversation seminar	Seminar classes	Practical classes	Fieldwork classes	Workshops	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
135	30	0	75	0	0	30	0	0	0	0	0

### FLO matrix in relation to forms of classes

MLO code	Student after module completion has the knowledge/ knows how to/is able to	Form of classes										
		Lectures	Auditorium classes	Laboratory classes	Project classes	Conversation seminar	Seminar classes	Practical classes	Fieldwork classes	Workshops	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Social competence: is able to												

M_K001	Student is aware of the responsibility for the tasks carried out independently and collectively, he/she is able to manage the team./ ma świadomość odpowiedzialności za realizowane samodzielnie i zespołowo zadania, potrafi kierować zespołem	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Student understands the importance of the impact of materials science on the development of modern technologies./ Rozumie znaczenie wpływu inżynierii materiałowej na rozwój nowoczesnych technologii	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Skills: he can												
M_U001	Student is able to use well-chosen methods and devices to measure the size of advanced materials./ Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i urządzeniami umożliwiającymi pomiar wielkości charakteryzujących zaawansowane materiały	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Knowledge: he knows and understands												
M_W001	Student has detailed knowledge of the methods of synthesis of nanomaterials, biomaterials and functional materials./ Ma szczegółową wiedzę z zakresu metod syntezy nanomateriałów, biomateriałów i materiałów funkcjonalnych	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
M_W002	Has extensive knowledge in the field of computational methods and IT tools necessary to analyze the results of experiments and material design and process modeling./ Ma poszerzoną wiedzę w zakresie metod obliczeniowych i narzędzi informatycznych niezbędnych do analizy wyników eksperymentów oraz projektowania materiałów i modelowania procesów.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student has in-depth knowledge of materials specific to his specialty, their properties, methods of obtaining, testing methods./ Ma pogłębioną wiedzę w zakresie materiałów właściwych dla swojej specjalności, ich właściwości, metod otrzymywania, metod badań	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-

## Student workload (ECTS credits balance)

Student activity form	Student workload
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	135 h
Preparation for classes	25 h
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	30 h
Realization of independently performed tasks	30 h
Examination or Final test	2 h
Contact hours	5 h
Summary student workload	227 h
Module ECTS credits	8 ECTS

## Additional information

### Module content

#### Lectures

General programme:

- Electronic, ionic and mixed electron-ion conductors
- Fuel cells
- Sensors
- Materials for waste heat recovery
- Materials for Li ion batteries
- Materials for solar energy harvesting
- Nanostructures and their properties
- Sintering of nanoceramics
- Biofuels and corrosion
- Materials for corrosion-resistant coatings
- Multiferroic and magnetoelectric materials and applications
- Materials for soldering and brazing
- Modeling in materials science and engineering, computer aided design

#### Laboratory classes

- Introduction, H&S issues
- Semiconductor sensors (methane sensor, ethanol sensor)
- Electrochemical sensors (O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> and humidity sensors)
- PVD: magnetron sputtering
- SHS in the manufacturing of functional materials
- PA CVD
- Sol-gel deposition
- Characterization of deposited layers
- Measurements of electrical properties by dc methods
- Impedance spectroscopy I
- Impedance spectroscopy II
- Properties of ferroelectric materials
- Microgravimetry in corrosion studies

- Oxidation kinetics of metals

### **Seminar classes**

- Materials for fuel cells
- Materials for optoelectronics
- Thermoelectric and pyroelectric materials
- Photovoltaic cells: properties of silicon, 1st and 2nd generation cells
- Semiconductors in heterogeneous catalysis
- Magnetocaloric materials
- Amorphous materials/coatings
- Semiconductor lasers
- Functional hybrid systems
- Superhard coatings
- Materials for hydrogen storage and battery applications
- Multiferroic and magnetoelectric materials
- Lead-free solders
- Nanomaterials – H&S issues

### **Teaching methods and techniques:**

Lectures: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Laboratory classes: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

Seminar classes: Na zajęciach seminaryjnych podstawą jest prezentacja multimedialna oraz ustna prowadzona przez studentów. Kolejnym ważnym elementem kształcenia są odpowiedzi na powstałe pytania, a także dyskusja studentów nad prezentowanymi treściami.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Nie określono

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Lectures:

- Attendance is mandatory: No
- Participation rules in classes: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Laboratory classes:

- Attendance is mandatory: Yes
- Participation rules in classes: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Seminar classes:

- Attendance is mandatory: Yes
- Participation rules in classes: Studenci prezentują na forum grupy temat wskazany przez prowadzącego oraz uczestniczą w dyskusji nad tym tematem. Ocenie podlega zarówno wartość merytoryczna prezentacji, jak i tzw. kompetencje miękkie.

### **Method of calculating the final grade**

ocena końcowa = 0,3 seminarium + 0,2 laboratorium + 0,4 egzamin + 0,1 frekwencja (oceny z seminarium, laboratorium i egzaminu to średnie arytmetyczne z wszystkich terminów)

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Nie określono

### **Prerequisites and additional requirements**

Prerequisites and additional requirements not specified

### **Recommended literature and teaching resources**

- Coatings Technology, Fundamentals, Testing, and Processing Techniques, Ed. Tracton A.A. CRC Press(2006);
- Ceramic matrix composites, Microstructure, properties and Applications, ED. Low I.M. CRC Press (2006);
- Composite Materials. Functional Materials for Modern Technologies, Chung D.D.L., Springer (2002);
- Engineering Materials for Technological Needs - Vol. 2, Functional Materials: Electrical, Dielectric, Electromagnetic, Optical and Magnetic Applications, Chung D.D.L, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. (2010);
- current scientific literature
- lecture notes

### **Scientific publications of module course instructors related to the topic of the module**

Publikacje można znaleźć na stronie Biblioteki Głównej AGH: <https://www.bpp.agh.edu.pl>

### **Additional information**

Obecność na zajęciach seminaryjnych, laboratoryjnych i wykładach jest obowiązkowa.