

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Module name: Measurements of fizykochemical quantities

Academic year: 2019/2020 Code: ZSDA-3-0202-s ECTS credits: 5

Faculty of: Szkoła Doktorska AGH

Field of study: Szkoła Doktorska AGH Specjalty: —

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

Lecture language: Polski i Angielski Profile of education: Academic (A) Semester: 0

Course homepage: —

Responsible teacher: prof. dr hab. inż. Wojciechowski Krzysztof (wojciech@agh.edu.pl)

Module summary

Pojęcia i wielkości podstawowe. Sygnały analogowe i cyfrowe. Błędy pomiarowe, dokładność i precyzja pomiaru. Pomiar i regulacja temperatury, czujniki termometryczne. Pomiar wielkości elektrycznych. Pomiar rezystancji metodą - 2 i 4 sondową. Pomiar ciśnienia, budowa i zasada działania manometrów. Pomiar podciśnienia i próżni. Pomiar przewodnictwa cieplnego. Metody pomiarów ciepła właściwego. Skaningowa kalorymetria różnicowa DSC. Pomiar entalpii przemian fazowych.

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)
Knowledge: he knows and understands			
M_W001	potrafi opisać podstawy danej metody badawczej	SDA3A_W03	Examination
M_W002	potrafi opisać poszczególne etapy procesu pomiarowego	SDA3A_W03	Examination
M_W003	potrafi dobrać kryteria/parametry metody pomiarowej dla danego problemu badawczego	SDA3A_W03	Examination
M_W004	zna zasady opracowania wyników dla danej metody badawczej	SDA3A_W03	Examination

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
45	15	0	30	0	0	0	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
Knowledge: he knows and understands												
M_W001	potrafi opisać podstawy danej metody badawczej	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	potrafi opisać poszczególne etapy procesu pomiarowego	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	potrafi dobrać kryteria/parametry metody pomiarowej dla danego problemu badawczego	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	zna zasady opracowania wyników dla danej metody badawczej	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Student workload (ECTS credits balance)

Student activity form	Student workload
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	45 h
Preparation for classes	30 h
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	36 h
Realization of independently performed tasks	30 h
Examination or Final test	2 h
Contact hours	5 h
Summary student workload	148 h
Module ECTS credits	5 ECTS

Additional information

Module content

Lectures

-

Laboratory classes

Ćwiczenia labolatoryjne (12)

Podczas zajęć studenci zapoznają się z podstawowymi metodami pomiaru właściwości fizykochemicznych: temperatury, ciśnienia, natężenia przepływów, próżni oraz właściwości cieplnych i elektrycznych materiałów.

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują następujące tematy:

- Charakterystyki statyczne czujników temperatury
 - Wyznaczanie parametrów dynamicznych czujników termometrycznych
 - Pomiar ciśnienia i natężenia przepływu gazów
 - Wytwarzanie i metody pomiaru próżni
 - Pomiar temperatury z wykorzystaniem pirometru
 - Optymalizacja nastaw regulatora PID metodą Zieglera – Nicholasa
 - Pomiar dyfuzyjności cieplnej metodą LFA oraz wyznaczanie przewodnictwa cieplnego
- Wyznaczanie ciepła właściwego metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej
- Wyznaczanie temperatury i ciepła przemiany fazowej metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej

Pomiar rezystancji materiałów metodą 2- i 4-sondową

Pomiar koncentracji nośników metodą Halla

Pomiar efektu termoelektrycznego w materiałach

Teaching methods and techniques:

Lectures: Wykłady z użyciem rzutnika i tablicy

Demonstracje eksperymentów

Laboratory classes: Ćwiczenia z użyciem zestawów laboratoryjnych

Kolokwia sprawdzające stan przygotowania studenta

Sprawozdania z ćwiczeń

Kolokwium zaliczeniowe

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

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest:

- uczestniczenie w wykładach
- uzyskanie oceny pozytywnej z ćwiczeń labolatoryjnych

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

Lectures:

- Attendance is mandatory: Yes
- Participation rules in classes: Wykład – obowiązkowy

Laboratory classes:

- Attendance is mandatory: Yes
- Participation rules in classes: Ćwiczenia obowiązkowe

Method of calculating the final grade

Ocena końcowa Ok wyliczana jest ze wzoru:

$$Ok = E \cdot 0.6 + CL \cdot 0.4$$

gdzie

E- ocena z egzaminu

CL - ocena z ćwiczeń laboratoryjnych

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

Ćwiczenia laboratoryjne mogą być wykonane w ramach zajęć dodatkowych po uzyskaniu zgody osoby prowadzącej

Prerequisites and additional requirements

Prerequisites and additional requirements not specified

Recommended literature and teaching resources

Z. Komor, Elektrotechnika i elektronika dla studentów Wydziału Chemicznego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011

A. Gajek Z. Juda, Czujniki, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Warszawa 2009

W. Jabłoński G. Płoszajski, Elektrotechnika z automatyką, WSiP, Warszawa 2008

D. Taler, J. Sokołowski: Pomiary cieplne w przemyśle, Agenda Wydawnicza PAK, Warszawa 2006

M.W. Kułakow: Pomiary technologiczne i aparatura kontrolno - pomiarowa w przemyśle chemicznym, WNT, Warszawa 1972

E. Romer: Miernictwo przemysłowe, WNT, Warszawa

Greblicki: Podstawy automatyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006, pomiarów, PWN, Warszawa, 1981

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

1. Analysis of the fins geometry of a hot-side heat exchanger on the performance parameters of a thermoelectric generation system / Marcin BORCUCH, Michał MUSIAŁ, Stanisław GUMUŁA, Karol SZTEKLER, Krzysztof WOJCIECHOWSKI // Applied Thermal Engineering ; ISSN 1359-4311. — 2017 vol. 127, s. 1355-1363. — Bibliogr. s. 1363,

2. Multi-point measurement method for thermal characterization of foil bearings using customized thermocouples / Michał LUBIENIECKI, Jakub ROEMER, Adam MARTOWICZ, Krzysztof WOJCIECHOWSKI, Tadeusz UHL // Journal of Electronic Materials ; ISSN 0361-5235. — 2016 vol. 45 no. 3, s. 1473-1477. — Bibliogr. s. 1477

3. Characterization of thermoelectric properties of layers obtained by pulsed magnetron sputtering / Krzysztof WOJCIECHOWSKI, Elżbieta GODLEWSKA, Krzysztof MARS, Ryszard MANIA, Gabriele Karpinski, Paweł Ziolkowski, Christian Stiewe, Eckhard Müller // Vacuum : Surface Engineering, Surface Instrumentation & Vacuum Technology ; ISSN 0042-207X. — 2008 vol. 82 iss. 10 spec. iss., s. 1003-1006.

4. The influence of a dispersion cone on the temperature distribution in the heat exchanger of a thermoelectric generator / M. MUSIAŁ, M. BORCUCH, K. WOJCIECHOWSKI // Journal of Electronic Materials ; ISSN 0361-5235. — 2016 vol. 45 no. 3, s. 1517-1522. — Bibliogr. s. 1522.

Investigation on the structure and thermoelectric properties of Cu_xTe binary compounds / Shriparna 5. Mukherjee, Raju CHETTY, P.V. Prakash Madduri, Ajaya K. Nayak, Krzysztof WOJCIECHOWSKI, Tanmoy Ghosh, Kamano Chattopadhyay, Satyam Suwase, Ramesh Chandra Mallik // Dalton Transactions ; ISSN 1477-9226. — 2019 vol. 48 iss. 3, s. 1040-1050. — Bibliogr. s. 1049-1050.

6. 3-omega method for thermal conductivity measurements / Krzysztof WOJCIECHOWSKI, Elżbieta GODLEWSKA, Ryszard MANIA, Krzysztof MARS, Rafał ZYBAŁA // W: ELTE'07 [Dokument elektroniczny] : IX konferencja naukowa „Technologia elektronowa” ELTE 2007 : Kraków 4-7.09.2007 :

7. Application of DLC layers in 3-omega thermal conductivity method / K. T. WOJCIECHOWSKI, R. ZYBAŁA, R. MANIA // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering ; ISSN 1734-8412. — 2009 vol. 37 iss. 2, s. 512-517. — Bibliogr. s. 517, Abstr..

8. Experimental analysis of the influence of thermal and flow conditions on operational parameters of the thermoelectric generator / Marcin BORCUCH, Stanisław GUMUŁA, Krzysztof WOJCIECHOWSKI // W:

SEED 2017 : 2nd international conference on the Sustainable Energy and Environment Development : Kraków, Poland, 14-17 November, 2017

9. Laserowa metoda impulsowa jako narzędzie do badania przewodnictwa cieplnego skutterudytów : [poster] — [Laser flash method as the tools for the thermal conductivity skutterudities investigation] / Krzysztof WOJCIECHOWSKI, Paweł Nieroda, Rafał ZYBAŁA // W: SAT'2010 [Dokument elektroniczny] : VI Szkoła Analizy Termicznej : Zakopane, 25-28 kwiecień 2010 / AGH, PTKAT

10. Sposób pomiaru właściwości materiałów termoelektrycznych oraz sonda pomiarowa dla tego sposobu — [Method for measuring properties of thermoelectric materials and the measuring probe for this method] / Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie ; wynalazca: WOJCIECHOWSKI Krzysztof. — Int.Cl.: G01R 27/00^(2006.01). — Polska. — Opis zgłoszeniowy wynalazku ; PL 419240 A1 ; Opubl. 2018-05-07. — Zgłosz. nr P.419240 z dn. 2016-10-24 // Biuletyn Urzędu Patentowego ; ISSN 0137-8015 ; 2018 nr 10, s. 36.

11. Sposób pomiaru współczynnika Seebecka — [Seebeck coefficient measurement method] / Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie ; wynalazca: WOJCIECHOWSKI Krzysztof, SCHMIDT Maksymilian, ZYBAŁA Rafał. — Int.Cl.: G01N 27/14^(2006.01). — Polska. — Opis zgłoszeniowy wynalazku ; PL 393069 A1 ; Opubl. 2012-06-04. — Zgłosz. nr P.393069 z dn. 2010-11-29 // Biuletyn Urzędu Patentowego ; ISSN 0137-8015 ; 2012 nr 12, s. 33.

Additional information

None