Załącznik Nr 4

do Zasad

**SYLABUS PRZEDMIOTU/MODUŁU ZAJĘĆ\***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim oraz angielskim  Spektroskopia Ramana / Raman spectroscopy | | |
|  | Dyscyplina  Nauki o Ziemi i środowisku | | |
|  | Język wykładowy  Język polski | | |
|  | Jednostka prowadząca przedmiot  WNZKS, Instytut Nauk Geologicznych, Zakład Mineralogii i Petrologii | | |
|  | Kod przedmiotu/modułu  USOS | | |
|  | Rodzaj przedmiotu/modułu *(obowiązkowy lub do wyboru)*  Do wyboru | | |
|  | Kierunek studiów (specjalność)\*  Geologia | | |
|  | Poziom studiów *(I stopień\*, II stopień\*, jednolite studia magisterskie\*)*  II stopień | | |
|  | Rok studiów *(jeśli obowiązuje*)  I/II | | |
|  | Semestr *(zimowy lub letni)*  Zimowy | | |
|  | Forma zajęć i liczba godzin (w tym liczba godzin zajęć online\*)  Wykład: 12 (T)  Ćwiczenia laboratoryjne: 18 (T) | | |
|  | Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu  Wymagana jest wiedza z zakresu podstaw nauk przyrodniczych (wiadomości z fizyki i chemii z zakresu podstawy szkoły średniej) oraz wiedza o budowie krystalochemicznej minerałów w zakresie przewidzianym dla programu studiów I stopnia na kierunku Geologia. | | |
|  | Cele kształcenia dla przedmiotu  Celem przedmiotu jest przygotowanie teoretyczne i praktyczne studentów do pracy ze spektrometrem ramanowskim stanowiącym coraz częściej wyposażenie wielu laboratoriów zajmujących się analizą strukturalną substancji krystalicznych (m.in. ochrona środowiska, ceramika, przemysł farmaceutyczny, konserwacja zabytków, kryminalistyka i in.). W trakcie zajęć studenci zapoznają się z metodami spektroskopowymi (Raman oraz spektroskopia w podczerwieni) ze szczególnym naciskiem na spektroskopię ramanowską, a także nabywają praktycznych umiejętności w przygotowywaniu preparatów, planowania i prowadzenia badań z wykorzystaniem spektrometru Ramana oraz interpretacji uzyskanych wyników. | | |
|  | Treści programowe  - realizowane w sposób tradycyjny (T)\*  Cykl wykładów wynosi 6 spotkań (12 godzin). Wyróżnić można następujące treści programowe realizowane w ramach wykładów:   1. Zarys historii metod spektroskopowych ze szczególnym naciskiem na spektroskopię ramanowską. Optyczne metody spektroskopowe oraz podstawy spektroskopii wibracyjnej. Rozpraszanie stokesowskie i antystokesowskie, rozpraszanie Rayleigha, polaryzowalność cząsteczek, efekt Ramana. 2. Aparatura pomiarowa, źródła światła w spektrometrach ramanowskich. Preparatyka próbek i planowanie pomiarów. 3. Spektroskopia rezonansowego rozpraszania ramanowskiego. Powierzchniowo wzmocnione rozpraszanie ramanowskie (SERS). Ramanowska aktywność optyczna (ROA). Obrazowanie ramanowskie. 4. Porównanie widm w podczerwieni i Ramana. Rozkład widm Ramana. 5. Zjawisko fluorescencji oraz polaryzacji. Analiza fazowa, interpretacja otrzymanych wyników. Cyfrowe bazy danych. 6. Praktyczne zastosowania metod spektroskopowych (Raman, FT-IR) i ich ograniczenia.   - realizowane online (O)\*  Wykłady w ramach przedmiotu spektroskopia Ramana realizowane będą stacjonarnie, jednak w przypadkach siły wyższej (np. związanych z sytuacją epidemiczną), część lub całość wykładów będzie realizowana online. Tego typu forma nie koliduje z treściami przedmiotu.  Cykl ćwiczeń laboratoryjnych wynosi 9 spotkań (18 godzin). Ćwiczenia odbywają się w Pracowni Mikroskopii Elektronowej znajdującej się w zakładzie Mineralogii i Petrologii Instytutu Nauk Geologicznych. W trakcie zajęć realizowane będą następujące treści programowe:   1. Budowa spektrometru ramanowskiego. Praktyczne przygotowywanie preparatów do pomiaru. Planowanie pomiaru, ustalanie warunków pomiarowych ze względu na badaną próbkę. Zapoznanie z oprogramowaniem Wire. Podstawy obsługi aparatury pomiarowej (spektrometr Renishaw inVia Qontor, skaningowy mikroskop elektronowy Jeol JSM-IT500LA). 2. Interpretacja widm ramanowskich z wykorzystaniem programu Wire, CrystalSleuth) oraz opis sieci krystalograficznej. 3. Mapowanie ramanowskie powierzchni i głębokościowe. Pomiary punktowe, linowe. 4. Zjawisko fluorescencji w próbkach. Praktyczne metody usuwania fluorescencji. 5. Wykorzystanie zjawiska polaryzacji minerałów podczas wykonywania pomiarów. 6. Analiza widm spektroskopowych w zakresie występowania drgań pochodzących od: grup hydroksylowych, cząsteczek wody, cząsteczek CO2 itp. 7. Analiza minerałów z wybranych grup systematycznych: krzemiany. 8. Analiza minerałów z wybranych grup systematycznych: siarczki, węglany, halogenki, arseniany, substancje organiczne itd. 9. Ekspertyza powierzonej próbki w zakresie analizy fazowej metodą spektroskopii ramanowskiej.   - realizowane online (O)\*  Ćwiczenia laboratoryjne w ramach przedmiotu spektroskopia Ramana realizowane będą stacjonarnie, ze względu na praktyczny charakter ćwiczeń nie ma możliwości realizacji ich online. | | |
|  | Zakładane efekty uczenia się  W\_1 Student zna podstawy fizyczne spektroskopii Ramana  W\_2 Student ma wiedzę dotyczącą możliwości zastosowania metody w badaniach materiałów krystalicznych, półkrystalicznych, amorficznych  U\_1 Student potrafi zaplanować i przeprowadzić pomiar spektroskopowy Ramana oraz posiada umiejętność przygotowania próbek do badań metodą spektroskopii ramanowskiej. Potrafi zinterpretować otrzymane wyniki w zakresie identyfikacji fazowej oraz opisu sieci krystalograficznej.  U\_2 Student potrafi obsługiwać programy komputerowe (Wire, Spectragryph) oraz korzystać z cyfrowych baz danych (rruff.info)  U\_3 Student potrafi przygotować ekspertyzę w zakresie analizy fazowej powierzonej próbki, w oparciu o wyniki badań przeprowadzonych metodą spektroskopii Ramana.  K\_1 Student rozumie potrzebę ciągłego uczenia się i śledzenia zmian w stanie wiedzy dotyczącej budowy krystalochemicznej minerałów oraz metod analitycznych stosowanych w spektroskopii ramanowskiej.  K\_2 Student potrafi planować pomiary w taki sposób, aby uzyskać oczekiwany efekt możliwie najmniejszym kosztem. | | Symbole odpowiednich kierunkowych efektów uczenia się, *np.: K\_W01\**, *K\_U05, K\_K03*  K2\_W01, K2\_W02, K2\_W03  K2\_W03, K2\_W04,  K2\_U01, K2\_U02, K2\_U03, K2\_U04, K2\_U05  K2\_U05, K2\_U02  K2\_U06, K2\_U02  K2\_K01  K2\_K07 |
|  | Literatura obowiązkowa i zalecana *(źródła, opracowania, podręczniki, itp.)*  Literatura obowiązkowa:  Sadlej J., Spektroskopia molekularna, WNT  Kęcki Z., Podstawy spektroskopii molekularnej, PWN  Praca zbiorowa pod red. Kamilli Małek. Spektroskopia oscylacyjna od teorii do praktyki. PWN, Warszawa, 2016.  Barańska H., Łabudzińska A., Terpiński Ł. Laserowa spektrometria ramanowska. Zastosowania analityczne. PWN, Warszawa, 1981.  Praca zbiorowa pod red. Kamilli Małek. Wybrane metody spektroskopii i spektroskopii molekularnej w analizie strukturalnej. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 2005.  Literatura zalecana:  Nakamoto K. Infrared and Raman spectra of Inorganic and Coordination compounds. Part A: Theory and applications in inorganic chemistry. 6th edition. Wiley, 2009.  Larkin P.J. Infrared and Raman Spectroscopy. Principles and spectral interpretation. 2nd edition, Elsevier, 2018.  Lazarev A.N. Vibrational spectra and structure of silicates. Springer Science+Business media, LLC 1995. | | |
|  | Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się:  - ciągła kontrola obecności na wykładach oraz ćwiczeniach,  - egzamin pisemny (T) lub (O)  - pisemna praca semestralna (indywidualna) (T). | | |
|  | Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu:  Podstawą uzyskania zaliczenie przez studenta wykładu będzie obecność na wykładach oraz pozytywnie zaliczony egzamin pisemny (T) lub (O). Zaliczenie części ćwiczeniowej odbędzie się na podstawie obecności oraz pisemnej pracy semestralnej (indywidualnej) (T). | | |
|  | Nakład pracy studenta | | |
| forma realizacji zajęć przez studenta\* | liczba godzin przeznaczona na zrealizowanie danego rodzaju zajęć | |
| zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym:  - wykład: 12 godz.  - laboratorium: 18 godz. | 30 | |
| praca własna studenta (w tym udział w pracach grupowych):  - przygotowanie do zajęć: 2  - czytanie wskazanej literatury: 2  - przygotowanie prac/wystąpień/projektów: 8  - przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu: 6 | 18 | |
| Łączna liczba godzin | 48 | |
| Liczba punktów ECTS (*jeśli jest wymagana*) | 2 | |

(T) – realizowane w sposób tradycyjny

(O) - realizowane online

Koordynator przedmiotu dr Iwona Korybska-Sadło