**Załącznik Nr 5**

**do ZARZĄDZENIA Nr 21/2019**

**SYLABUS PRZEDMIOTU/MODUŁU ZAJĘĆ NA STUDIACH WYŻSZYCH/DOKTORANCKICH**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim oraz angielskim  Spektrometria mas i techniki izotopowe  Mass spectrometry and isotope techniques | | |
|  | Dyscyplina  Nauki o Ziemi i środowisku | | |
|  | Język wykładowy  Język polski | | |
|  | Jednostka prowadząca przedmiot  WNZKS, Instytut Nauk Geologicznych, 1[Zakład Petrologii Eksperymentalnej](https://uni.wroc.pl/struktura-uczelni/jednostka/?j_id=114631), 2[Zakład Geologii Stosowanej, Geochemii i Gospodarki Środowiskiem](https://uni.wroc.pl/struktura-uczelni/jednostka/?j_id=114613) | | |
|  | Kod przedmiotu/modułu  USOS 76-OS-AS-S2-E3-SMTI | | |
|  | Rodzaj przedmiotu/modułu *(obowiązkowy lub do wyboru)*  Obowiązkowy na specjalności Analityka Środowiskowa | | |
|  | Kierunek studiów (specjalność/specjalizacja)  Ochrona środowiska | | |
|  | Poziom studiów *(I stopień, II stopień, jednolite studia magisterskie, studia doktoranckie)*  II stopień | | |
|  | Rok studiów *(jeśli obowiązuje*)  II | | |
|  | Semestr *(zimowy lub letni)*  zimowy | | |
|  | Forma zajęć i liczba godzin  Wykład: 30  Ćwiczenia: 5  Ćwiczenia laboratoryjne: 10  Metody uczenia się  - wykład multimedialny, prezentacja (multimedialna)  - ćwiczenia praktyczne (rozwiązywanie zadań prowadzące do osiągnięcia wprawy i biegłości w normalizacji i obliczeniach zagadnień izotopowych)  - ćwiczenia laboratoryjne (zadania wykonywane w laboratorium polegające na preparatykach izotopowych) oraz asystowanie prowadzącemu w pomiarach na IRMS oraz CRDS | | |
|  | Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia  Koordynator: 1dr hab. prof. UWr, Maciej Górka  Wykładowca: 1dr hab. prof. UWr, Maciej Górka  Prowadzący ćwiczenia: 1dr hab. prof. UWr, Maciej Górka  Prowadzący laboratorium: 1dr hab. prof. UWr, Maciej Górka,  2dr Marta Jakubiak | | |
|  | Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu  Wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne z zakresu materiału fizyki, matematyki, chemii i geochemii środowiska | | |
|  | Cele przedmiotu  Zapoznanie studentów z wiedzę dotyczącą: podstaw ideowych spektrometrii mas (SM), głównych metod jonizacji próbki, analizatorów i detektorów. Znać zasadę i cel współpracy SM z chromatografią gazową, cieczową i plazmą wzbudzoną indukcyjnie. Zaznajomienia studentów z techniką CRDS. Posiadać elementarną wiedzę interpretacji danych izotopowych izotopów trwałych O,H,S,C,N w naukach środowiskowych. Podać przykłady zastosowań technik izotopowych w technice i przemyśle. | | |
|  | Wykłady:  1. Model budowy atomu (Thomsona, Rutherforda, Bohra, Schrödingera), promieniotwórczość naturalna, rodzaje cząstek ), promieniotwórczość sztuczna, pojęcie izotopu.  2-3. Definicja spektrometrii mas, historia odkryć, zakresy zastosowania. Podstawowy schemat ogólny spektrometru mas. Źródła jonów- metody jonizacji (EI,. CI, SIMS, FD, LD, PD, TSP, ES, ESI, API, ICP)  4-5. Pojęcia i zadania analizatora, Definicje zakresu mas, przepuszczalności i zdolności rozdzielczej. Rodzaje analizatorów (czas przelotu, kwadrupolowy, magnetyczny i magneto-elektrostatyczny). Spektrometry o więcej niż dwóch analizatorach. Pojęcie detektora, rodzaje detektorów (płyty fotograficzne, puszki Faradaya, powielacze elektronowe, detektory mikro-kanalikowe, fotopowielacze). Funkcje komputera (przetworniki ADC, DAC).  6. Idea i schemat metody GC-MS (sprzężenia chromatografii gazowej ze spektrometria mas). Połączenia open-split i bezpośrednie. Spektrometr w metodzie GC-MS jako detektor selektywny i nieselektywny. Różnice pomiędzy GC-MS i GC-IRMS (sprzężenie chromatografii gazowej i spektrometrii mas oznaczającej stosunki izotopowe). Zakres zastosowań GC-IRMS. Definicja i idea działania ICP-MS (plazmy wzbudzonej indukcyjnie). Zasada działania palnika argonowego. Analizatory w metodzie ICP-MS. Przykłady zastosowań ICP-MS w naukach przyrodniczych.  7-8. Tandemowy spektrometr mas (MS/MS) definicja, typy. HPLC-MS/MS (sprzężenie wysokosprawnej chromatografii cieczowej i spektrometrii mas) – typy jonizacji, zakresy zastosowań. MC-ICP-MS. Podstawy izotopowe pierwiastków lekkich (H, O, C, N, S), definicje (R frakcjonowanie izotopowe, termometry izotopowe, metody przygotowania próbek do pomiaru stosunków izotopowych (off-line i on-line). Metody preparacji siarki z jonu siarczanowego, węgla z DIC-a, tlenu i wodoru z wody, tlenu z minerałów tlenkowych i krzemianowych. CF-IRMS wraz automatycznymi przystawkami Flash EA, TC/EA oraz Gas Benach II, PreCON. Preparatyki izotopowe on-line.  9. Spektroskopia CRDS (spektroskopia strat we wnęce optycznej SSWO). Podstawy fizyczne metody. Budowa spektrometru CRDS (. Typy spektrometrów na przykładzie rozwiązań firmy Picarro (analizatory stężeń i analizatory składu iztopowego). Przystawki współpracujące ze spektrometrami CRDS (CM, Automate FX, Liason, Aurora TOC analyzer, etc.).  10-11 Zastosowanie izotopów trwałych w naukach przyrodniczych i naukach pokrewnych – izotopy O, H, C, S i N.  12-13. Podstawy techniczne datowania - K/Ar, Ar/Ar, Rb/Sr, Sm/Nd, Fission Track Dating, Luminescence Dating, C-14  14. Zastosowanie izotopów promieniotwórczych w technice  Ćwiczenia:   1. Wykonywanie przeliczeń związanych z normalizacją wyników względem międzynarodowych wzorców izotopowych, użycie podstawowych wzorów dotyczących składu izotopowego oraz frakcjonowania izotopowego. 2. Obliczanie efektów frakcjonowania izotopowego z użyciem równań destylacji Rayleigh’a. Ilościowe określanie źródeł pochodzenia substancji z wykorzystaniem równań izotopowego bilansu mas oraz poznanych wcześniej równań frakcjonowania izotopowego.   Laboratorium:  1. Pobór próby powietrza atmosferycznego oraz pomiar stężenia i składu izotopowego węgla z dwutlenku węgla i metanu na spektrometrze CRDS Picarro G-2201i.  2. Przygotowanie prób organicznych oraz pomiar składu izotopowego węgla na spektrometrze CRDS sprzęgniętym z interfejsem Liason i modułem spalającym CM (Combustion Module).  3. Preparatyka izotopowa siarki (preparatyka off-line) z wytrąconego z roztworu jonu siarczanowego jako BaSO4, polegającej na kriogenicznym oczyszczaniu gazu z wody i gazów towarzyszących (w tym dwutlenku węgla).  4. Pomiar składu izotopowego siarki na spektrometrze masowym Delta Advantage w opcji dual inlet. | | |
|  | Zakładane efekty kształcenia  W\_1 zna zasady jonizacji próbek oraz stosowanych analizatorów i detektorów  W\_2 zna ideę działania spektrometrów masowych (SM) oraz SM sprzężonych z innymi urządzeniami  W\_3 zna zastosowanie technik izotopowych w naukach środowiskowych i pokrewnych  U\_1 posługuje się technikami spektrometrii masowej w naukach środowiskowych  U\_2 wykonuje proste analizy laboratoryjne na sprzęcie sprzężonym z SM  K\_1 jest świadomy roli i znaczenia nowoczesnych technik analitycznych, w tym SM w naukach o środowisku  K\_2 jest zdolny do rzetelnego i bezpiecznego użytkowania spektrometrów masowych w laboratoriach analitycznych | Symbole odpowiednich kierunkowych  efektów kształcenia, *np.:*  K\_W05, K\_W12, K\_W14  K\_W05, K\_W12, K\_W14  K\_W05, K\_W12, K\_W14  K\_U02, K\_U07  K\_U02, K\_U07  K\_K01, K\_K05  K\_K01, K\_K05 | |
|  | Literatura obowiązkowa i zalecana *(źródła, opracowania, podręczniki, itp.)*  Literatura obowiązkowa:   1. De Hoffman E., Charette J., Stroobant V., Spektrometria mas, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne , Warszawa 1998 2. Barker J., Mass spectrometry (Second edition), John Wiley & Sons, Chichester New York Brisbane Singapore Toronto, 1999 3. Dickin A.P., Radiogenic Isotope Geology, Cambridge University Press, 1995 4. Hoefs J., Stable Isotope Geochemistry, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2009 5. Overman R.T., Clark H.H., Izotopy promieniotwórcze – metodyka stosowania, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1963 6. Walanus A., Goslar T., Wyznaczanie wieku metoda 14C dla archeologów, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2004 7. Gardner R.P., Ely R.L., Zastosowanie izotopów promieniotwórczych w technice, Ośrodek Informacji o Energii Jądrowej, 1972 8. Publikacje z: Baza danych SCOPUS / Baza danych Web of Knowledge   Literatura zalecana:   1. Geyh, M. A. & Schleicher H., Absolute age determination. Physical and chemical dating methods and their application, Springer-Verlag, Berlin 1990 2. Gross J.H. Mass Spectrometry (a Textbook) 2nd ed., Springer-Verlag, 2011 3. De Groot P.A., Handbook of Stable Isotope Analytical Techniques, Elsevier, 2004 | | |
|  | Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się:  - Wykład: egzamin pisemny stanowiący końcową weryfikację efektów kształcenia (K\_W05, K\_W12, K\_W14, K\_U02, K\_U07, K\_K01, K\_K05)  - Ćwiczenia praktyczne: sprawdzian pisemny stanowiące końcową weryfikację efektów kształcenia (K\_W05, K\_W12, K\_W14, K\_U02, K\_U07)  - Ćwiczenia laboratoryjne: opracowanie raportu z ćwiczeń laboratoryjnych stanowiące końcową weryfikację efektów kształcenia (K\_U02, K\_U07, K\_K01, K\_K05) | | |
|  | Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu:  Wykład:  - uzyskanie na egzaminie pisemnym (pytania otwarte) minimum punktowego (6pkt. na 10pkt.) na ocenę dostateczną (3.0)  Ćwiczenia:  - ciągła kontrola obecności i kontroli postępów w zakresie tematyki zajęć,  - uzyskanie na sprawdzianie pisemnym minimum punktowego (6pkt. na 10pkt.) na ocenę dostateczną (3.0)  Ćwiczenia laboratoryjne:  - ciągła kontrola obecności i kontroli postępów w zakresie tematyki zajęć,  - warunkiem uzyskania oceny dostatecznej (3.0) jest zrealizowanie ćwiczeń laboratoryjnych bez zasadniczych błędów i poprawne przedstawienie efektu pracy w postaci sprawozdania | | |
|  | Nakład pracy studenta/doktoranta | | |
| forma działań studenta/doktoranta | | liczba godzin na realizację działań |
| zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym:  - wykład: 30  - ćwiczenia: 5  - ćwiczenia laboratoryjne: 10  - konsultacje: 5 | | 50 |
| praca własna studenta/doktoranta:  - przygotowanie do zajęć:10  - czytanie wskazanej literatury:15  - przygotowanie do egzaminu: 20  - przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego: 5 | | 50 |
| Łączna liczba godzin | | 100 |
| Liczba punktów ECTS | | 4 |