**Załącznik Nr 5**

**do ZARZĄDZENIA Nr 21/2019**

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim oraz angielskim  Techniki izotopowe/ 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 | | |
|  | Rodzaj przedmiotu/modułu *(obowiązkowy lub do wyboru)*  obowiązkowy w obrębie fakultatywnego modułu | | |
|  | Kierunek studiów (specjalność/specjalizacja)  Geologia | | |
|  | Poziom studiów *(I stopień, II stopień, jednolite studia magisterskie, studia doktoranckie)*  II stopień | | |
|  | Rok studiów *(jeśli obowiązuje*)  I/II | | |
|  | Semestr *(zimowy lub letni)*  zimowy/letni | | |
|  | Forma zajęć i liczba godzin  Wykład: 26  Ćwiczenia: 2  Laboratorium: 10  Metody uczenia się:  wykład multimedialny, ćwiczenia praktyczne, ćwiczenia laboratoryjne, asystowanie prowadzącemu w pomiarach na IRMS oraz CRDS | | |
|  | Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia  Koordynator: 1dr hab. Maciej Górka, prof. UWr  Wykładowca: 1dr hab. prof. UWr, Maciej Górka  Prowadzący ćwiczenia: 1dr hab. Maciej Górka, prof. UWr  Prowadzący laboratorium: 1dr hab. Maciej Górka, prof. UWr,  2dr Marta Jakubiak, 2dr Wojciech Drzewicki | | |
|  | Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu  Wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne z zakresu fizyki, matematyki, chemii i geochemii środowiska | | |
|  | Cele przedmiotu  Zapoznanie studentów z wiedzą dotyczącą: podstaw ideowych spektrometrii mas (MS, IRMS), głównych metod jonizacji próbki, analizatorów i detektorów. Poznanie zasady i celu współpracy detektora MS z chromatografią gazową, cieczową i plazmą wzbudzoną indukcyjnie. Poznanie podstaw pomiaru i zastosowania techniki CDRS oraz technik izotopowych. | | |
|  | Wykłady:  Model budowy atomu (Thomsona, Rutherforda, Bohra, Schrödingera), promieniotwórczość naturalna, rodzaje cząstek ), promieniotwórczość sztuczna, pojęcie izotopu. 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). 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). 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. 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. 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.). Podstawy techniczne datowania - K/Ar, Ar/Ar, Rb/Sr, Sm/Nd, Fission Track Dating, Luminescence Dating, C-14. Zastosowanie izotopów promieniotwórczych w technice  Ćwiczenia:  Wykonywanie przeliczeń związanych z normalizacją wyników względem międzynarodowych wzorców izotopowych, użycie podstawowych wzorów dotyczących składu izotopowego oraz frakcjonowania izotopowego. 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:  Pobór próby powietrza atmosferycznego oraz pomiar stężenia i składu izotopowego węgla z dwutlenku węgla i metanu na spektrometrze CRDS Picarro G-2201i. Przygotowanie prób organicznych oraz pomiar składu izotopowego węgla na spektrometrze CRDS sprzęgniętym z interfejsem Liason i modułem spalającym CM (Combustion Module). 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). 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 w tym sprzężonych z innymi urządzeniami.  W\_3 Zna zastosowanie technik izotopowych w tym CRDS w naukach środowiskowych i pokrewnych.  U\_1 Posługuje się technikami MS i CRDS w naukach środowiskowych.  U\_2 Wykonuje proste analizy laboratoryjne na sprzęcie sprzężonym z MS.  K\_1 Jest świadomy roli i znaczenia nowoczesnych technik analitycznych, w tym MS w naukach o środowisku.  K\_2 Jest zdolny do rzetelnego i bezpiecznego użytkowania spektrometrów masowych i CRDS w laboratoriach analitycznych. | Symbole odpowiednich kierunkowych  efektów kształcenia:  K2\_W02  K2\_W02  K2\_ W03, K2\_ W08  K2\_U01, K2\_U02, K2\_U05  K2\_U01, K2\_U02, K2\_U05  K2\_ K01, K2\_ K06  K2\_ K02, K2\_ K05 | |
|  | Literatura obowiązkowa i zalecana *(źródła, opracowania, podręczniki, itp.)*  Literatura obowiązkowa:  De Hoffman E., Charette J., Stroobant V. 1998. Spektrometria mas, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne , Warszawa  Barker J. 1999. Mass spectrometry (Second edition), John Wiley & Sons, Chichester New York Brisbane Singapore Toronto,  Dickin A.P. 1995. Radiogenic Isotope Geology, Cambridge University Press,  Hoefs J. 2009. Stable Isotope Geochemistry, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg  Overman R.T., Clark H.H. 1963. Izotopy promieniotwórcze – metodyka stosowania, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa  Walanus A., Goslar T. 2004. Wyznaczanie wieku metoda 14C dla archeologów, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów  Gardner R.P., Ely R.L. 1972. Zastosowanie izotopów promieniotwórczych w technice, Ośrodek Informacji o Energii Jądrowej,  Publikacje z: Baza danych SCOPUS / Baza danych Web of Knowledge  Literatura zalecana:  Geyh, M. A. & Schleicher H. 1990. Absolute age determination. Physical and chemical dating methods and their application, Springer-Verlag, Berlin.  Gross J.H. 2011. Mass Spectrometry (a Textbook) 2nd ed., Springer-Verlag.  De Groot P.A. 2004. Handbook of Stable Isotope Analytical Techniques, Elsevier. | | |
|  | Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się:  - Wykład: egzamin pisemny stanowiący końcową weryfikację efektów kształcenia: K2\_W02, K2\_ W03, K2\_ W08, , K2\_ K01, K2\_ K06.  - Ćwiczenia praktyczne: opracowanie raportu z ćwiczeń obliczeniowych: K2\_U01, K2\_U02, K2\_U05  - Laboratorium: opracowanie raportu z ćwiczeń laboratoryjnych stanowiące końcową weryfikację efektów kształcenia: K2\_U01, K2\_U02, K2\_U05, K2\_ K02, K2\_ 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,  - warunkiem uzyskania oceny dostatecznej (3.0) jest zrealizowanie ćwiczeń obliczeniowych bez zasadniczych błędów i poprawne przedstawienie efektu pracy w postaci sprawozdania  Laboratorium:  - 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: 26  - ćwiczenia: 2  - laboratorium: 10  - konsultacje: 12 | | 50 |
| praca własna studenta/doktoranta ( w tym udział w pracach grupowych) np.:  - przygotowanie do zajęć:10  - czytanie wskazanej literatury:5  - przygotowanie do egzaminu: 20  - wykonanie sprawozdań z ćwiczeń i laboratorium: 15 | | 50 |
| Łączna liczba godzin | | 100 |
| Liczba punktów ECTS | | 4 |