

1.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim Techniki izotopowe
2.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku angielskim Isotope techniques
3.	Jednostka prowadząca przedmiot WNZKŚ, Instytut Nauk Geologicznych, Zakład Petrologii Eksperymentalnej
4.	Kod przedmiotu/modułu USOS
5.	Rodzaj przedmiotu/modułu Obligatoryjny w obrębie fakultatywnego modułu
6.	Kierunek studiów Geologia
7.	Poziom studiów II stopień
8.	Rok studiów I lub II rok
9.	Semestr zimowy lub letni
10.	Forma zajęć i liczba godzin Wykłady: 26 godz. Ćwiczenia: 2 godz. Ćwiczenia prowadzone w laboratorium: 10 godz.
11.	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia wykładowca: dr hab. Maciej Górka, prof. UWr koordynator: dr hab. Maciej Górka, prof. UWr prowadzący ćwiczenia: dr hab. Maciej Górka, prof. UWr, dr Marta Jakubiak, dr Wojciech Drzewicki
12.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu oraz zrealizowanych przedmiotów Fizyka, Chemia, Geochemia
13.	Cele przedmiotu Zapoznanie studentów z wiedzą dotyczącą: podstaw ideowych spektrometrii mas (MS, IRMS) głównych metod jonizacji próbki, analizatorów i detektorów. Znać zasadę i cel współpracy detektora MS z chromatografią gazową, cieczową i plazmą wzbudzoną indukcyjnie. Znać podstawy pomiaru i zastosowania techniki CDRS. Podać przykłady zastosowań technik izotopowych w technice/przemysle, biologii i medycynie.

14.	<p>Zakładane efekty kształcenia</p> <p>(W_1) zna zasady jonizacji próbek oraz stosowanych analizatorów i detektorów</p> <p>(W_2) zna ideę działania spektrometrów masowych (SM) oraz SM sprzężonych z innymi urządzeniami</p> <p>(W_3) zna zastosowanie technik izotopowych w naukach środowiskowych i pokrewnych</p> <p>(U_1) posługuje się technikami spektrometrii masowej w naukach środowiskowych</p> <p>(U_2) wykonuje proste analizy laboratoryjne na sprzęcie sprzężonym z SM</p> <p>(K_1) jest świadomy roli i znaczenia nowoczesnych technik analitycznych, w tym SM w naukach o środowisku</p> <p>(K_2) jest zdolny do rzetelnego i bezpiecznego użytkowania spektrometrów masowych w laboratoriach analitycznych</p>	<p>Symbole kierunkowych efektów kształcenia</p> <p>K2_W02</p> <p>K2_W02</p> <p>K2_W03, K2_W08</p> <p>K2_U01, K2_U02, K2_U05</p> <p>K2_U01, K2_U02, K2_U05</p> <p>K2_K01, K2_K06</p> <p>K2_K02, K2_K05</p>
15.	<p>Treści programowe</p> <p>Wykłady:</p> <p>1. Model budowy atomu (Thomsona, Rutherforda, Bohra, Schrödingera), promieniotwórczość naturalna, rodzaje cząstek (α, β, γ), promieniotwórczość sztuczna, pojęcie izotopu.</p> <p>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)</p> <p>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).</p> <p>6-7. Idea i schemat metody GC-MS (sprzężenia chromatografii gazowej ze spektrometrią 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.</p> <p>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 ($P, \alpha, \delta, \Delta$), 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</p>	

	<p>minerałów tlenkowych i krzemianowych. CF-IRMS wraz automatycznymi przystawkami Flash EA, TC/EA oraz Gas Benach II, PreCON. Preparatyki izotopowe on-line.</p> <p>9-10. 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 izotopowego). Przystawki współpracujące ze spektrometrami CRDS (CM, Automate FX, Liason, Aurora TOC analyzer, etc.)</p> <p>11-12. Podstawy techniczne datowania - K/Ar, Ar/Ar, Rb/Sr, Sm/Nd, Fission Track Dating, Luminescence Dating, C-14</p> <p>13. Zastosowanie izotopów promieniotwórczych w technice</p> <p>14-15. Zastosowanie izotopów w medycynie i biologii</p> <p>Ćwiczenia:</p> <p>1. Wykonywanie przeliczeń związanych z normalizacją wyników względem międzynarodowych wzorców izotopowych, użycie podstawowych wzorów dotyczących składu izotopowego oraz frakcjonowania izotopowego. (2h)</p> <p>Laboratorium:</p> <p>1. Pobór próby powietrza atmosferycznego oraz pomiar stężenia i składu izotopowego węgla z dwutlenku węgla i metanu na spektrometrze CRDS Picarro G-2201i. (2h)</p> <p>2. Przygotowanie prób organicznych oraz pomiar składu izotopowego węgla na spektrometrze CRDS sprzęgniętym z interfejsem Liason i modułem spalającym CM (Combustion Module). (2h)</p> <p>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). (3h)</p> <p>4. Pomiar składu izotopowego siarki na spektrometrze masowym Delta Advantage w opcji dual inlet. (3h)</p>
16.	<p>Zalecana literatura (podręczniki)</p> <p>Literatura podstawowa:</p> <p>De Hoffman E., Charette J., Stroobant V., Spektrometria mas, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1998</p> <p>Barker J., Mass spectrometry (Second edition), John Wiley & Sons, Chichester New York Brisbane Singapore Toronto, 1999</p> <p>Gross J.H. Mass Spectrometry (a Textbook) 2nd ed., Springer-Verlag, 2011</p> <p>Dickin A.P., Radiogenic Isotope Geology, Cambridge University Press, 1995</p> <p>Hoefs J., Stable Isotope Geochemistry, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2009</p> <p>Geyh, M. A. & Schleicher H., Absolute age determination. Physical and chemical dating methods and their application, Springer-Verlag, Berlin 1990</p> <p>Overman R.T., Clark H.H., Izotopy promieniotwórcze – metodyka stosowania, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1963</p>

	<p>Walanus A., Goslar T., Wyznaczanie wieku metoda ^{14}C dla archeologów, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2004</p> <p>Migaszewski Z.M., Głuszka A., Podstawy geochemii środowiska, WNT, Warszawa 2007</p> <p>Kazimierzczuk Z., Wszechwiedzące izotopy, Wydawnictwo ALFA, 1995</p> <p>Malec-Olecha J., Izotopy w służbie biologii, Warszawa 1964, PWN</p> <p>Gardner R.P., Ely R.L., Zastosowanie izotopów promieniotwórczych w technice, Ośrodek Informacji o Energii Jądrowej, 1972</p> <p>Wada E., Yoneyama T., Minagawa M., Ando T., Fry B.D., Stable Isotopes in the biosphere, Kyoto University Press Japan, 1995</p> <p>De Groot P.A., Handbook of Stable Isotope Analytical Techniques, Elsevier, 2004</p> <p>Literatura uzupełniająca:</p> <p>Baza danych SCOPUS</p> <p>Baza danych Web of Knowledge</p> <p>Materiały Internetowe</p>							
17.	<p>Forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu, sposób sprawdzenia osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia:</p> <p>Wykłady: egzamin - test otwarty (P_W01, P_W02; P_W03 , P_U01, P_K01, P_K02)</p> <p>Ćwiczenia i ćwiczenia prowadzone w laboratorium:: sprawozdanie z zajęć (P_W02, P_U01, P_U02, P_K01, P_K02)</p> <p>Elementy i wagi mające wpływ na ocenę końcową: egzamin 70 %, ćwiczenia 30%.</p>							
18.	<p>Język wykładowy</p> <p>polski</p>							
19.	<p>Obciążenie pracą studenta:</p> <table border="1" data-bbox="304 1417 1361 2011"> <thead> <tr> <th data-bbox="304 1417 1031 1532">Forma aktywności studenta</th> <th data-bbox="1031 1417 1361 1532">Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="304 1532 1031 1776"> Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem: - wykład: 26 - ćwiczenia: 2 - laboratorium: 10 - konsultacje: 2 </td> <td data-bbox="1031 1532 1361 1776" style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td data-bbox="304 1776 1031 2011"> Praca własna studenta np.: - przygotowanie do zajęć: 10 - opracowanie wyników: 10 - czytanie wskazanej literatury: 10 - napisanie raportu z zajęć: 15 </td> <td data-bbox="1031 1776 1361 2011" style="text-align: center;">65</td> </tr> </tbody> </table>		Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności	Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem: - wykład: 26 - ćwiczenia: 2 - laboratorium: 10 - konsultacje: 2	40	Praca własna studenta np.: - przygotowanie do zajęć: 10 - opracowanie wyników: 10 - czytanie wskazanej literatury: 10 - napisanie raportu z zajęć: 15	65
Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności							
Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem: - wykład: 26 - ćwiczenia: 2 - laboratorium: 10 - konsultacje: 2	40							
Praca własna studenta np.: - przygotowanie do zajęć: 10 - opracowanie wyników: 10 - czytanie wskazanej literatury: 10 - napisanie raportu z zajęć: 15	65							

- przygotowanie do egzaminu: 20	
Suma godzin	105 godz.
Liczba punktów ECTS	4 ECTS