

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

1.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim oraz angielskim Dyfraktometria rentgenowska X-ray diffractometry
2.	Dyscyplina Nauki o Ziemi i środowisku
3.	Język wykładowy Język polski
4.	Jednostka prowadząca przedmiot WNZKS, Instytut Nauk Geologicznych, Zakład Mineralogii i Petrologii
5.	Kod przedmiotu/modułu USOS
6.	Rodzaj przedmiotu/modułu (<i>obowiązkowy lub do wyboru</i>) do wyboru
7.	Kierunek studiów (specjalność/specjalizacja) Geologia
8.	Poziom studiów (<i>I stopień, II stopień, jednolite studia magisterskie, studia doktoranckie</i>) II stopień
9.	Rok studiów (<i>jeśli obowiązuje</i>) I/II
10.	Semestr (<i>zimowy lub letni</i>) zimowy/letni
11.	Forma zajęć i liczba godzin Wykład: 14 Ćwiczenia laboratoryjne: 24 Metody uczenia się Wykład multimedialny, ćwiczenia praktyczne, wykonywanie zadań samodzielnie, wykonanie raportów
12.	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia Koordynator: dr Krzysztof Turniak Wykładowca: dr Krzysztof Turniak Prowadzący ćwiczenia: dr Krzysztof Turniak
13.	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 dyfrakcji rentgenowskiej w zakresie przewidzianym dla programu studiów I stopnia na kierunku Geologia.	
14.	Cele przedmiotu Celem jest przygotowanie studentów do pracy z dyfraktometrem rentgenowskim, stanowiącym kluczowe wyposażenie wielu laboratoriów zajmujących się jakościową i ilościową analizą fazową (m.in. przemysł wydobywczy, metalurgia, ochrona środowiska, ceramika, cementownie, przemysł farmaceutyczny, konserwacja zabytków, kryminalistyka i in.). W trakcie zajęć studenci zapoznają się z metodą dyfraktometrii rentgenowskiej (XRPD), a także nabywają praktycznych umiejętności przygotowywania preparatów, planowania i prowadzenia badań z wykorzystaniem dyfraktometru rentgenowskiego oraz interpretacji uzyskanych wyników.	
15.	Treści programowe Wykłady: Sieć przestrzenna i krystaliczna. Promieniowanie rentgenowskie i jego źródła. Zjawisko dyfrakcji promieni X w kryształach. Metoda DSH. Aparatura pomiarowa. Preparatyka próbek i planowanie pomiarów. Cyfrowe bazy danych krystalograficznych. Rentgenowska analiza fazowa jakościowa. Wskaźnikowanie dyfraktogramu i opis sieci. Rentgenowska analiza ilościowa. Metoda Rietvelda. Analiza wielkości kryształitów, roztworów stałych i naprężeń. Mikrodyfrakcja rentgenowska. Badania cienkich warstw. Zastosowania metody proszkowej i jej ograniczenia. Ćwiczenia laboratoryjne: Przygotowywanie preparatów proszkowych do pomiaru. Rodzaje uchwytów i techniki ładowania. Ładowanie i centrowanie kapilary na główce goniometrycznej. Planowanie pomiaru, ustalanie warunków pomiarowych. Zapoznanie z oprogramowaniem Diffrac Plus. Podstawy obsługi aparatury pomiarowej (dyfraktometry: Advanced 8 i D5005 firmy Bruker). Interpretacja dyfraktogramu z wykorzystaniem programu Diffrac.Eva. Identyfikacja faz z użyciem krystalograficznych baz danych. Dopasowywanie, indeksowanie refleksów, wyznaczanie tła, analiza deformacji geometrii pomiarowej (przy użyciu programu Topas). Interpretacja dyfraktogramu w celu opisu sieci krystalicznej. Analiza ilościowa z wykorzystaniem programu Topas i cyfrowych baz danych ICDD i COD. Przygotowywanie i wykorzystanie wzorców. Pomiary z wzorcem. Metoda Rietvelda. Ekspertyza powierzonej próbki w zakresie analizy fazowej metodą dyfraktometrii rentgenowskiej.	
16.	Zakładane efekty uczenia się W_1 Student zna podstawy fizyczne dyfraktometrii rentgenowskiej W_2 Student ma wiedzę dotyczącą możliwości zastosowania metody proszkowej w badaniach materiałów krystalicznych U_1 Student posiada umiejętność przygotowania próbek proszkowych i wzorców do badań metodą dyfraktometrii rentgenowskiej U_2 Student potrafi zaplanować i przeprowadzić pomiar XRD, zinterpretować	Symbole odpowiednich kierunkowych efektów uczenia się K2_W01, K2_W02, K2_W03 K2_W03, K2_W04, K2_W06 K2_U01, K2_U03, K2_U04

	otrzymane wyniki w zakresie identyfikacji fazowej, analizy ilościowej oraz opisu sieci krystalicznej U_3 Student potrafi obsługiwać programy komputerowe (Diffra Plus, Topas) oraz korzystać z cyfrowych baz danych krystalograficznych (ICDD, ICSD, COD, ASTM) U_4 Student potrafi przygotować ekspertyzę w zakresie analizy fazowej (jakościowej i ilościowej) powierzonej próbki, w oparciu o wyniki badań przeprowadzonych metodą dyfraktometrii rentgenowskiej. K_1 Student rozumie potrzebę ciągłego uczenia się i śledzenia zmian w stanie wiedzy dotyczącej struktur ciał krystalicznych oraz technik analitycznych stosowanych w dyfraktometrii rentgenowskiej. K_2 Student potrafi planować pomiary w taki sposób, aby uzyskać oczekiwany efekt możliwie najmniejszym kosztem.	K2_U01, K2_U02, K2_U03, K2_U04, K2_U05 K2_U05, K2_U02 K2_U06, K2_U02, K2_K07 K2_K01 K2_K07
17.	Literatura obowiązkowa i zalecana (<i>źródła, opracowania, podręczniki, itp.</i>) Literatura obowiązkowa: 1. Bojarski Z., Gigla M., Stróż K., Surowiec M., Krystalografia+CD. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa, wyd. 3, 2017. 2. Bolewski A., Żabiński W. (red), Metody badań minerałów i skał. Wyd. Geol. Warszawa, 1979 3. Trzaska-Durski Z., Trzaska-Durska H., Podstawy krystalografii strukturalnej i rentgenowskiej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1994. 4. Waseda Y., Matubara E., Shinoda K., X-Ray Diffraction Crystallography. Introduction, examples and Solved Problems. Springer, 2011. Literatura zalecana: 1. Hammond C., The Basics of Crystallography and Diffraction. Third Edition. Oxford University Press, 2009. 2. Penkala T., Zarys Krystalografii. Wyd. Geol. Warszawa, 1976. 3. R. A. Young (ed.). The Rietveld Method. International Union of Crystallography. Oxford University Press 1993. 4. Will G., Powder Diffraction: The Rietveld Method and the Two Stage Method to Determine and Refine Crystal Structures from Powder Diffraction Data. Springer, 2006. 5. Woolfson M.M., An introduction to X-ray crystallography. Second edition. Cambridge University Press, 1997.	
18.	Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się: np. - sprawdzian teoretyczny w formie testu mieszanego: K2_W01-K2_W04, K2_W06, - sprawdzian praktyczny weryfikujący umiejętność przygotowania próbki w uchwycie płaskim, zaplanowania i przeprowadzenia pomiaru w geometrii Bragg-Brentano oraz interpretacji wyników w zakresie fazowej analizy jakościowej: K2_U01-K2_U06,	

	- sprawdzian praktyczny weryfikujący umiejętność przygotowania próbki w kapilarze, zaplanowania i przeprowadzenia pomiaru w wiązce równoległej i fazowej analizy jakościowej: K2_U01-K2_U06, - sporządzenie ekspertyzy w zakresie analizy fazowej (jakościowej i ilościowej) powierzonej próbki: K2_U01-K2_U06, K2_K01, K2_K07.	
19.	Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu: Wykłady: - sprawdzian teoretyczny w formie testu mieszanego; ocena pozytywna – uzyskanie minimum 50% możliwych do zdobycia punktów. Ćwiczenia: - sprawozdania pisemne – złożenie 2 sprawozdań z wykonanych ćwiczeń praktycznych i uzyskanie min. 50% punktów możliwych do zdobycia. - sporządzenie ekspertyzy w zakresie analizy fazowej (jakościowej i ilościowej) powierzonej próbki i uzyskanie min. 50% możliwych do uzyskania punktów. Ocena każdego sprawdzianu wynika z procentowego udziału zdobytych punktów w stosunku do punktacji maksymalnej: - ocena dostateczna: 50-60% - ocena dostateczna plus: 60-70% - ocena dobra: 70-80% - ocena dobra plus: 80-90% - ocena bardzo dobra: od 90% Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią arytmetyczną ocen uzyskanych ze sprawdzianu teoretycznego i ze sprawdzianów praktycznych. Do uzyskania zaliczenia zajęć konieczne jest zaliczenie każdego z ocenianych sprawdzianów. Każdy sprawdzian można poprawiać jednokrotnie. Ocena w takim przypadku jest średnią arytmetyczną obu podejść. Obecność na zajęciach jest obowiązkowa. Wszelkie nieobecności muszą być usprawiedliwione i, po uzgodnieniu z prowadzącym zajęcia, odrobione w innym terminie.	
20.	Nakład pracy studenta/doktoranta	
	forma działań studenta/doktoranta	liczba godzin na realizację działań
	zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym: - wykład: 14 - ćwiczenia laboratoryjne: 24	38
	praca własna studenta/doktoranta (w tym udział w pracach grupowych) np.: - przygotowanie do zajęć: 2 - czytanie wskazanej literatury: 4 - przygotowanie prac/wystąpień/projektów: 10 - przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu: 6	22
	łączna liczba godzin	60
	Liczba punktów ECTS	2