

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: **Geochemia procesów geologicznych**

Rok akademicki: **2015/2016** Kod: **BGG-2-208-MS-s** Punkty ECTS: **5**

Wydział: **Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska**

Kierunek: **Górnictwo i Geologia** Specjalność: **Mineralogia stosowana z gemmologią**

Poziom studiów: **Studia II stopnia** Forma i tryb studiów: **Stacjonarne**

Język wykładowy: **Polski** Profil kształcenia: **Ogólnoakademicki (A)** Semestr: **2**

Strona www: **—**

Osoba odpowiedzialna: **dr hab. inż. Majka Jarosław (jaroslaw.majka@geo.uu.se)**

Osoby prowadzące: **dr hab. inż. Manecki Maciej (gpmmanec@cyf-kr.edu.pl)**

Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	Potrafi interpretować diagramy trwałości minerałów w świetle procesów krystalizacji, i rozpuszczania i przemian fazowych.	GG2A_W11, GG2A_W01	Egzamin
M_W002	Dostrzega procesy geologiczne kontrolowane przez kinetykę reakcji.	GG2A_W01, GG2A_U10	Egzamin
M_W003	Potrafi interpretować diagramy trwałości minerałów w świetle procesów krystalizacji, i rozpuszczania i przemian fazowych.	GG2A_W11, GG2A_W01	Egzamin
M_W004	Rozumie rolę i przebieg procesów sorpcji i desorpcji w geologii	GG2A_U01, GG2A_W01	Egzamin
M_W005	Potrafi interpretować diagramy trwałości minerałów w świetle procesów krystalizacji, rozpuszczania i przemian fazowych.	GG2A_W11, GG2A_W01	Egzamin
M_W006	Zna rolę i mechanizmy procesów utleniania i redukcji w procesach geologicznych	GG2A_W01	Egzamin
M_W007	Zna rolę i mechanizmy procesów utleniania i redukcji w procesach geologicznych	GG2A_W01	Egzamin
M_W008	Dostrzega procesy geologiczne kontrolowane przez kinetykę reakcji.	GG2A_W01, GG2A_U10	Egzamin

M_W009	Potrafi zastosować modelowanie komputerowe dla odtworzenia geochemicznych mechanizmów procesów geologicznych	GG2A_W03, GG2A_W11	Sprawozdanie, Kolokwium
M_W010	Potrafi wyznaczyć i zinterpretować temperatury i ciśnienia procesów geologicznych na podstawie obserwacji petrologicznych i analiz geochemicznych.	GG2A_W11, GG2A_W02	Sprawozdanie, Kolokwium, Aktywność na zajęciach
M_W011	Zna zasady konstrukcji diagramów fazowych dla odtworzenia procesów krystalizacji magm.	GG2A_U03, GG2A_W04	Sprawozdanie, Kolokwium
M_W012	Rozumie rolę i przebieg procesów sorpcji i desorpcji w geologii	GG2A_U01, GG2A_W01	Egzamin
M_W013	Rozumie zasadę i zastosowania metod geochronologicznych.	GG2A_W02	Egzamin
M_W014	Zna zasady interpretacji geologicznej znaczenia wyników datowania różnymi metodami.	GG2A_W05, GG2A_W02	Egzamin, Aktywność na zajęciach
Umiejętności			
M_U001	Potrafi interpretować równowagowe struktury w szlifach petrograficznych.	GG2A_U03, GG2A_W05, GG2A_U10	Sprawozdanie, Kolokwium, Aktywność na zajęciach
M_U002	Rozumie zastosowania obliczeń geochemicznych w aplikacjach złożowych i gemmologicznych.	GG2A_U19, GG2A_U17, GG2A_U09	Sprawozdanie, Egzamin, Aktywność na zajęciach
M_U003	Potrafi interpretować diagramy trwałości minerałów w świetle procesów krystalizacji, i rozpuszczania i przemian fazowych.	GG2A_U18, GG2A_U09	Egzamin
M_U004	Potrafi interpretować dane izotopowe i geochronologiczne.	GG2A_U03, GG2A_U01, GG2A_W11	Kolokwium
Kompetencje społeczne			
M_K001	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	GG2A_K01	Udział w dyskusji

Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Potrafi interpretować diagramy trwałości minerałów w świetle procesów krystalizacji, i rozpuszczania i przemian fazowych.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W002	Dostrzega procesy geologiczne kontrolowane przez kinetykę reakcji.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Potrafi interpretować diagramy trwałości minerałów w świetle procesów krystalizacji, i rozpuszczania i przemian fazowych.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Rozumie rolę i przebieg procesów sorpcji i desorpcji w geologii	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W005	Potrafi interpretować diagramy trwałości minerałów w świetle procesów krystalizacji, rozpuszczania i przemian fazowych.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W006	Zna rolę i mechanizmy procesów utleniania i redukcji w procesach geologicznych	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W007	Zna rolę i mechanizmy procesów utleniania i redukcji w procesach geologicznych	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W008	Dostrzega procesy geologiczne kontrolowane przez kinetykę reakcji.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W009	Potrafi zastosować modelowanie komputerowe dla odtworzenia geochemicznych mechanizmów procesów geologicznych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W010	Potrafi wyznaczyć i zinterpretować temperatury i ciśnienia procesów geologicznych na podstawie obserwacji petrologicznych i analiz geochemicznych.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W011	Zna zasady konstrukcji diagramów fazowych dla odtworzenia procesów krystalizacji magm.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W012	Rozumie rolę i przebieg procesów sorpcji i desorpcji w geologii	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W013	Rozumie zasadę i zastosowania metod geochronologicznych.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W014	Zna zasady interpretacji geologicznej znaczenia wyników datowania różnymi metodami.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Potrafi interpretować równowagowe struktury w szlifach petrograficznych.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_U002	Rozumie zastosowania obliczeń geochemicznych w aplikacjach złożowych i gemmologicznych.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Potrafi interpretować diagramy trwałości minerałów w świetle procesów krystalizacji, i rozpuszczania i przemian fazowych.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U004	Potrafi interpretować dane izotopowe i geochronologiczne.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Wprowadzenie do udziału procesów przemian chemicznych w procesach globalnych w świetle modelu tektoniki kier i w geologicznej skali czasu. Systemy otwarte i zamknięte. Pojęcia, definicje, aparat matematyczny.

Warunki trwałości minerałów i równowagi wielofazowe, pola trwałości na wykresach PT. Odczytywanie reakcji między minerałami ze struktur obserwowanych w mikroskopie optycznym. Zastosowanie funkcji termodynamicznych w petrologii, energia swobodna Gibbsa, równanie Clapeyrona. Diagramy PT i TX dla skał metamorficznych. Wyprowadzanie i uzgadnianie reakcji chemicznych dla procesów metamorficznych. Zawartość a aktywność, lotność, rzeczywiste wzory minerałów w obliczeniach geochemicznych. Założenia, ograniczenia i przykłady zastosowań klasycznej geotermobarometrii skał magmowych i metamorficznych, zasady kalibracji eksperymentalnej. Pseudosekcje. Komputerowe programy geochemiczne w modelowaniu geochemii procesów metamorficznych na przykładzie PERPLEX. Ścieżki P-T-t.

Podstawowe metody geochronologiczne. Wstęp do geochemii izotopów trwałych.

Procesy i reakcje metasomatyczne. Zastępowanie.

Geotermometry stosowane dla skał osadowych. Oznaczanie warunków paleośrodowiskowych z użyciem narzędzi geochemicznych.

Geochemia procesów minerało- i skałotwórczych w systemach magmowych. Reguła faz. Diagramy fazowe układów podwójnych i potrójnych w systemach magmowych.

Reakcje minerałów w środowisku wodnym na przykładzie minerałów fosforanowych i ilastych. Komputerowe programy geochemiczne w studiach procesów minerało- i skałotwórczych strefy hipergenicznej na przykładzie równowagi w roztworach wodnych na przykładzie PHREEQC.

Geochemia procesów utleniania-redukcji, termodynamika procesów nieodwracalnych.

Geochemia węglanów. Przyczyny i znaczenie specyfiki obiegu minerałów i skał węglanowych w skali globalnej tektoniki płyt litosfery.

Podstawy kinetyki chemicznej. Kinetyka procesów geologicznych. Procesy częściowo kontrolowane kinetycznie. Dyfuzja i adwekcja w procesach diagenety, w aktywności hydrotermalnej i w metamorfizmie. Powstawanie konkrecji, cementacja, migracja.

Wybrane struktury i tekstury skał magmowych i metamorficznych wynikające z

konkurencyjności reakcji. Tempo wietrzenia i denudacji chemicznej.
Przykłady zastosowań termodynamiki i kinetyki w interpretacji procesów złożotwórczych.

Geochemia procesów powstawania wybranych minerałów o znaczeniu gemmologicznym.

Ćwiczenia audytoryjne

Identyfikacja układów równowagowych w obrazach mikroskopowych skał magmowych i metamorficznych. Uzgadnianie równań chemicznych, wyznaczanie aktywności pierwiastków we wzorach rzeczywistych. Wyznaczanie temperatur i ciśnień z użyciem analiz mikrosondowych. Zastosowanie programu komputerowego PerpleX.

Obliczenia termodynamiczne. Konstrukcja i interpretacja diagramów fazowych dla modeli równowagowej i frakcjonalnej krystalizacji magmy. Systemy eutektyczne i perytektyczne.

Ćwiczenia z rekonstrukcji wieloetapowej historii geologicznej na podstawie przedstawionych wyników analiz izotopowych, geochronologii i termochrometrii.

Zastosowanie programu PHREEQC do modelowania równowag mineralnych w roztworach.

Sposób obliczania oceny końcowej

Warunkiem uzyskania zaliczenia jest wykonanie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych, złożenie wszystkich sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych oraz uzyskanie pozytywnej oceny z zaliczenia. Ocena z zaliczenia wystawiana jest na podstawie średniej z ocen z kolokwiów i ze sprawozdań z ćwiczeń oraz aktywności:

Ocena z zaliczenia = $0,4 \cdot \text{ocena z kolokwiów} + 0,4 \cdot \text{ocena ze sprawozdań z ćwiczeń} + 0,2 \cdot \text{aktywność na zajęciach}$

Ocena końcowa = $0,6 \cdot \text{ocena z egzaminu} + 0,4 \cdot \text{ocena z zaliczenia}$

Wymagania wstępne i dodatkowe

- Znajomość podstaw chemii i geochemii
- Znajomość podstaw mineralogii
- Znajomość podstaw petrografii

Zalecana literatura i pomoce naukowe

K. B. Krauskopf, D. K. Bird 1995. Introduction To Geochemistry – 3rd Edition, McGraw-Hill

A.C. Lasaga 1998. Kinetic theory in the earth sciences. Princeton University Press.

H. Y. McSween, S. M. Richardson, and M. E. Uhle. 2003. Geochemistry: pathways and processes, 2nd ed. Columbia University Press

D.A. Wyman (Ed.) 1996. Trace element geochemistry of volcanic rocks. Geological Association of Canada.

D.R. Lentz (Ed.) 2003. Geochemistry of sediments and sedimentary rocks. Geological Association of Canada.

L. Robb. 2005. Introduction to ore-forming processes. Blackwell Publishing.

Spear, F.S. (1994) Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Monograph of the Mineralogical Society of America. 799 p.

Cemic, L. (2005) Thermodynamics in Mineral Sciences: An Introduction. Springer. 386 p.

Anderson G. M.(2007) Thermodynamics of Natural Systems, Cambridge University Press

Materiały dodatkowe do podręcznika:
<http://www.cambridge.org/catalogue/catalogue.asp?isbn=0521847729&ss=res>

Nordstrom, D.K., Munoz, J.L. (2006) Geochemical Thermodynamics. Blackburn Press. 504 p.

Greenwood, H. J. (ed) (1977) Short Course In Application of Thermodynamics to Petrology and Ore Deposits. Mineralogical Association of Canada, 230 p.

Fraser, D. (1977) Thermodynamics in Geology. NATO Science Series: C. Kluwer Academic Publishers. 424 p.

Faure G., Mensing T.M., 2005. ISOTOPES. Principles and applications. Wiley & Sons

Z. Sharp, 2006. Principles of Stable Isotope Geochemistry
<http://www.geo.cornell.edu/geology/classes/Geo656/656notes03.html>

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

- Gee D.G., Andréasson P.-G., Lorenz H., Frei D., Majka J. 2015. Detrital zircon signatures of the Baltoscandian margin along the Arctic Circle Caledonides in Sweden: The Sveconorwegian connection. *Precambrian Research*, v. 265, 40-56, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2015.05.012>
- Majka J., Rosén Å., Janák M., Froitzheim N., Klonowska I., Manecki M., Sasinková V., Yoshida K. 2014. Microdiamond discovered in the Seve Nappe (Scandinavian Caledonides) and its exhumation by the "vacuum-cleaner" mechanism. *Geology*, v. 42, 1107-1110, doi: 10.1130/G36108.1.
- Koźmińska K., Majka J., Mazur S., Krumbholz M., Klonowska I., Manecki M., Czerny J., Dwornik M. 2014. Blueschist facies metamorphism in Nordenskiöld Land of west-central Svalbard. *Terra Nova*, vol. 26, 377-386, doi: 10.1111/ter.12110.
- Majka J., Be'eri-Shlevin Y., Gee D.G., Czerny J., Frei D., Ladenberger A. 2014. Torellian (c. 640Ma) metamorphic overprint of the Tonian (c. 950Ma) basement in the Caledonides of southwestern Svalbard. *Geological Magazine*, vol. 151, 732-748, doi:10.1017/S0016756813000794.
- Majka J., Janák M., Andersson B., Klonowska I., Gee D.G., Rosén Å., Koźmińska K. 2014. Pressure-temperature estimates on the Tjeliken eclogite: new insights into (ultra)-high pressure evolution of the Seve Nappe Complex in the Scandinavian Caledonides. In: Corfu, F., Gasser, D. & Chew, D. M. (eds) 2014. *New Perspectives on the Caledonides of Scandinavia and Related Areas*. Geological Society, London, Special Publications, vol. 390, 369-384, doi: <http://dx.doi.org/10.1144/SP390.14>.
- Klonowska I., Majka J., Janák M., Gee D.G., Ladenberger A. 2014. Pressure-temperature evolution of a kyanite-garnet pelitic gneiss from Åreskutan: implications for (U)HP metamorphism of the Seve Nappe Complex, west-central Jämtland, Swedish Caledonides. In: Corfu, F., Gasser, D. & Chew, D. M. (eds) 2014. *New Perspectives on the Caledonides of Scandinavia and Related Areas*. Geological Society, London, Special Publications, vol. 390, 321-336, doi: <http://dx.doi.org/10.1144/SP390.7>.
- Janák M., van Roermund H., Majka J., Gee D.G. 2013. UHP metamorphism recorded by kyanite-bearing eclogite in the Seve Nappe Complex of northern Jämtland, Swedish Caledonides. *Gondwana Research*, vol. 23, 865-879, doi: 10.1016/j.gr.2012.06.012.
- Broska I., Petrík I., Be'eri-Shlevin Y., Majka J., Bezák V. 2013. Devonian/Mississippian I-type granitoids in the Western Carpathians: A subduction-related hybrid magmatism. *Lithos*, vol. 162-163, 27-36, doi: 10.1016/j.lithos.2012.12.014.
- Lorenz H., Gee D.G., Larionov A.N., Majka J. 2012. The Grenville-Sveconorwegian orogeny in the high Arctic. *Geological Magazine*, vol. 149 (5), 875-891, doi: 10.1017/S0016756811001130.
- Majka J., Be'eri-Shlevin Y., Gee D.G., Ladenberger A., Claesson S., Konečný P., Klonowska I. 2012. Multiple monazite growth in the Åreskutan migmatite: evidence for a polymetamorphic Caledonian evolution of the Seve Nappe Complex in west-central Jämtland, Sweden. *Journal of Geosciences*, vol. 56, 3-23, doi: 10.3190/jgeosci.112.
- Majka J., Czerny J., Mazur S., Holm D.K., Manecki M. 2010. Neoproterozoic metamorphic evolution of the Isbjørnhamna Group rocks from south-western Svalbard. *Polar Research*, vol. 29, 250-264, doi: 10.1111/j.1751-8369.2010.00186.x.
- Majka J., Mazur S., Czerny J., Manecki M., Holm D.K. 2008. Late Neoproterozoic amphibolite facies metamorphism of a pre-Caledonian basement block in southwest Wedel Jarlsberg Land, Spitsbergen: new evidence from U-Th-Pb dating of monazite. *Geological Magazine*, vol. 145, 822-830, doi: 10.1017/S001675680800530X.

Informacje dodatkowe

Instrukcje do ćwiczeń dostępne na stronie internetowej przedmiotu udostępnianej przez prowadzącego w trakcie semestru
www.geol.agh.edu.pl/~mmanecki

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	28 godz
Udział w ćwiczeniach audytoryjnych	28 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	33 godz
Przygotowanie do zajęć	15 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	20 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	126 godz
Punkty ECTS za moduł	5 ECTS