

## G5081 Geochemie I

**Doc. RNDr. Josef Zeman, CSc., Mgr. Eva Geršlová, Ph.D.**

### **Anotace:**

Přednáška je úvodem do jedné ze základních disciplin věd o Zemi na úrovni bakalářského studia. Geochemie umožňuje kvalitativní a kvantitativní posouzení procesů, které probíhají v jednotlivých geosférách a jejich vzájemné interakce. S rostoucím technologickým pokrokem se prohlubuje vliv lidské činnosti na přirozené přírodní procesy. Kvantitativní přístup ke studiu těchto procesů v geochemii umožňuje odlišovat přirozené změny od změn vyvolaných člověkem. Pro studenty věd o Zemi přináší přednáška základní informace o chemickém složení Země a jeho změnách, pro chemicky a environmentálně orientované studenty je základem pro další prohloubení zaměření ve specializovaných přednáškách magisterského studia.

### **Požadované předběžné znalosti:**

Pro úspěšné zvládnutí předmětu jsou nutné znalosti v rozsahu základního kurzu ze všeobecné geologie, mineralogie, petrologie a chemie.

### **Zkouška a hodnocení:**

Závěrečný písemný test (10 otázek).

### **Studijní materiály:**

Přednáška vychází ze zahraničních učebních textů a dalších zdrojů, protože v českém jazyce není k dispozici moderní text.

Krauskopf, Konrad B. - Bird, Dennis K. *Introduction to geochemistry*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1995. 647 s. McGraw-Hill international editions: Earth science and geology series. ISBN 0-07-035820-6.

Drever, James I.: *The Geochemistry of Natural Waters*. Prentice Hall, 1997. 450 s. ISBN 0-13-272790-0.

Protože se geochemie velmi dynamicky rozvíjí a mnoho údajů v uvedených učebnicích již neodpovídá modernímu pohledu, doporučuje se návštěva přednášek. Podstatná část studijních materiálů (všechny powerpointové prezentace) jsou k dispozici na stránkách předmětu v IS MU.

### **Tématický přehled přednášek – jarní semestr 2014**

Vzhledem k nestejnému rozsahu mohou jednotlivá témata přesahovat do předcházejících i následujících přednášek.

Pořadí	Datum	Téma přednášky	Přednášející
1	21. 2. 2014	Úvod, původ chemických prvků, kosmochemie	Zeman
2	28. 2. 2014	Geochemie Sluneční soustavy a Země	Zeman
3	7. 3. 2014	Nestabilní izotopy, jejich využití v geologii	Zeman
4	14. 3. 2014	Stabilní izotopy, jejich využití v geologii	Zeman
5	21. 3. 2014	Vazby, struktury a povrchy	Zeman
6	28. 3. 2014	Základní principy termodynamiky a dynamiky procesů I	Zeman
7	4. 4. 2014	Základní principy termodynamiky a dynamiky procesů II	Zeman
8	11. 4. 2014	Geochemie atmosféry	Geršlová
9	18. 4. 2014	Geochemie hydrosféry	Geršlová
10	25. 4. 2014	Geochemie exogenních procesů	Geršlová
11	2. 5. 2014	Geochemie metamorfických procesů a magmatických procesů	Geršlová
12	9. 5. 2014	Organická geochemie	Geršlová
13	16. 5. 2014	Geochemie prostředí	Geršlová
14	23. 5. 2014	Užitá geochemie a zákonné regulace v ochraně prostředí	Geršlová

## **Podrobný syllabus:**

### **1. Úvod, původ chemických prvků, kosmochemie**

- Hmoty a záření
- Struktura hmoty
- Vznik a struktura Vesmíru
- Vývoj Vesmíru
- Chemické složení Vesmíru
- Vývoj hvězd

#### **Příklady otázek**

- Z jakých nejmenších částic se skládá hmota, se kterou se běžně setkáváme?
- Které chemické prvky vznikly po velkém třesku?
- Kde a jak vznikají chemické prvky?
- Jaká je charakteristika zastoupení chemických prvků ve Vesmíru v závislosti na atomovém čísle?
- Co je to nukleosyntéza a jaký je její význam ve vývoji Vesmíru?

### **2. Geochemie Sluneční soustavy a Země**

- Vznik Sluneční soustavy
- Stavba Země
- Složení Země

#### **Příklady otázek**

- Jak se liší atmosféra jednotlivých planet Sluneční soustavy a proč?
- Který prvek převažuje v kont. kůře a jaké je jeho zastoupení v hmotnostních a objemových procentech?
- Co určuje, že je Země vhodná, na rozdíl od ostatních planet Sluneční soustavy, pro vznik života?

### **3. Nestabilní izotopy, jejich využití v geologii**

- Vazebná energie jádra
- Rozpad nestabilního a vybuzeného jádra
- Rychlost rozpadu
- Geochronologie
- Kinetika – určování dynamiky

### **4. Stabilní izotopy, jejich využití v geologii**

- Vlastnosti důležité pro využití
- Frakcionace izotopů – vyjádření
- Teplotní závislost
- Kinetika
- Geotermometrie
- Hydrosféra a atmosféra
- Paleoteploty
- Hydrotermální systémy
- Krystalizace magmatu

#### **Příklady otázek**

- Co je to radioaktivní rozpad prvků a k čemu se využívá v geologii?
- Co je to alfa záření a jak se změní prvek při jeho vyzaření?
- Co to je frakcionace stabilních izotopů, proč k ní dochází a jak se využívá v geologii?
- Jaký je rozdíl v izotopickém složení kyslíku mezi oceánskou vodou a vodní parou, která vzniká jejím odpařením a proč?
- Jaký je princip izotopické geotermometrie?

### **5. Vazby, struktury, povrchy**

- Prvky a periodický systém
- Vazby a velikosti
- Základy výstavby struktur
- Povrchy – dvojvrstva
- Povrchy – sorpce
- Povrchy – hustoty e – STEM

#### **Příklady otázek**

- Jaká je symetrie nejtěsnějšího prostorového uspořádání stejně velkých kulovitých částic?

- Jaká je symetrie nejtěsnějšího uspořádání kyslíků ABCABC... a jakého typu je pak elementární buňka?
- Jaké typy dutin vznikají v nejtěsnějším prostorovém uspořádání stejně velkých kulovitých částic a které jsou největší?
- Proč se chemicky příbuzné prvky Ca a Mg ve strukturách minerálů nezastupují?
- Co jsou to koloidy a čím je způsobena jejich stabilita?
- Co je to elektrická dvojvrstva?
- Co určuje stabilitu koloidních částic a za jakých podmínek dochází k jejich vysrážení?

## 6. Základní principy termodynamiky a dynamiky procesů I: Principy

- Principy
- Základní pojmy
- První zákon
- Druhý zákon
- Třetí zákon
- Gibbsova funkce
- Závislost chemického potenciálu na složení

### Příklady otázek

- Jaké principy určují průběh procesů v přírodě?
- Jakými způsoby se může měnit energie systému (energie, minerálů, hornin)?
- Podle jaké veličiny je možné určit směr průběhu přírodních procesů?
- Co je to Gibbsova funkce a k čemu slouží?
- Jak závisí hodnota Gibbsovy funkce na teplotě a tlaku?
- Které minerály dostávají přednost za vysokých teplot a které za vysokých tlaků a proč?

## 7. Základní principy termodynamiky a dynamiky procesů II: Stabilita a procesy

- Fázový diagram
- Závislost stability fází a teplotě a tlaku
- Konstrukce fázového diagramu
- Vícesložkové soustavy s konstantním složením fází
- Systémy s proměnlivým složením fází
- Rovnovážné konstanty

### Příklady otázek

- Co je to fázový diagram a co z něj můžeme vyčíst?
- Nakreslete fázový diagram jednosložkové soustavy, vyznačte kritický bod. Jaký je jeho význam?
- Proč dochází ke snížení bodu tání minerálu při krystalizaci z taveniny, která obsahuje další složky?
- Co je výsledkem rovnovážné krystalizace taveniny minerálů vytvářejících úplnou izomorfní řadu?

## 8. Geochemie atmosféry

- Struktura atmosféry
- Absorbce Slunečního záření v atmosféře
- Chemické reakce v atmosféře
- Složení
- Cyklus kyslíku, dusíku, uhlíku
- Klimatické změny

### Příklady otázek

- Jaká je struktura atmosféry a jak se jednotlivé vrstvy liší?
- V jakém pořadí klesá obsah jednotlivých plynů v atmosféře?
- Jaký je průměrný obsah CO<sub>2</sub> v atmosféře a čím je jeho obsah regulován?
- Co to jsou globální geochemické cykly?
- Napište rovnici fotosyntézy a uveďte, jaký je její význam pro globální cyklus uhlíku?
- Proč dochází ke klimatickým změnám?

## 9. Geochemie hydrosféry

- Cyklus vody
- Zdroje
- Vlastnosti vody
- Distribuce látek
- Oxidace a redukce
- Eh-pH a pe-pH diagramy

### **Příklady otázek**

- Jaké jsou hlavní rezervoáry vody a jaký mají obsah?
- Jak dochází ke stratifikaci vod?
- Jmenujte vlastnosti vody důležité z hlediska přírodního prostředí?
- Co můžeme vyčíst z Eh-pH diagramů?
- Jaké je typické pH čisté srážkové vody, vody v řekách a vody v oceánu?

## **10. Geochemie exogenních procesů**

### Zvětrávání

- Mechanické zvětrávání
- Chemické zvětrávání
- Zvětrávání – podmínky
- Půda – profily
- Geochemie půdy
- Eroze

### **Příklady otázek**

- Jmenujte hlavní typy reakcí zvětrávání?
- Co a jak určuje rychlost a typ zvětrávání?
- Jaké jsou hlavní produkty zvětrávání v povrchových podmínkách?
- Popište typický půdní profil.
- Jaký je význam jílových minerálů pro vlastnosti půd?
- Čím je způsobována eroze půd?

## **11. Geochemie metamorfních procesů a magmatických procesů**

### Metamorfní systémy

- Rekrystalizace
- Reakce
- Podmínky

### Magmatické systémy

- Magma
- Role těkavých složek
- Rovnováhy krystaly-tavenina
- Fázové diagramy
- Krystalizace

### **Příklady otázek**

- Proč dochází k rekrystalizaci minerálů?
- Co podmiňuje průběh metamorfních reakcí?
- Jaké jsou hlavní geochemické vlastnosti magmatu?
- Jaký je vliv vody na krystalizaci minerálů z tavenin?
- Jak ovlivňuje tlak krystalizaci magmatu?

## **12. Organická geochemie**

- Struktury a reakce
- Obecná pravidla
- Skupiny
- Pesticidy, herbicidy, PCB, odpady

### **Příklady otázek**

- Jak vznikají přírodní organické látky?
- Jaké vlastnosti organických látek jsou důležité z hlediska jejich migrace v prostředí?
- Jak ovlivňuje struktura organických látek jejich reaktivitu?

## **13. Geochemie prostředí**

- Voda, typy polutantů
- Atmosféra: Anorganické polutanty, organické polutanty, ochuzení stratosférické ozonové vrstvy
- Fotochemický smog

### **Příklady otázek**

- Jaké jsou základní typy polutantů?
- Jmenujte hlavní typy polutantů ve vodě?
- Jaké jsou hlavní atmosférické polutanty?
- Co je to a jak vzniká fotochemický smog?

#### **14. Užitá geochemie a zákonné regulace v ochraně prostředí**

- Zdroje informací
- Analýza rizika
- Hodnocení rizika
- Látky s nekarcinogenním účinkem
- Látky s karcinogenním účinkem
- Identifikace expozičních cest
- Kvantifikace expozice
- Kvantifikace rizika

##### **Příklady otázek**

- Jaké jsou hlavní regulace týkající se životního prostředí?
- Jaké jsou principy analýzy rizika?
- Co jsou to expoziční cesty a jak se určují?