



Trošenje, otapanje i taloženje silikata



Trošenje = fizikalna i kemijska razgradnja minerala i stijena na površini Zemlje

Otapanje = prijelaz sastojaka minerala u vodenu otopinu

Taloženje = nastanak čvrste faze iz otopine

Trošenje, otapanje i taloženje silikata

Topljivost silikata



Silikatni minerali najrasprostranjeniji su minerali litosfere i glavni su petrogeni minerali.



Njihovim kemijskim trošenjem u vodu se oslobađaju otopljene tvari, a istodobno mogu nastajati novi, sekundarni minerali – osobito minerali glina.



Procijenjeno je da u svjetskim rijekama oko **45% ukupno otopljene tvari** potječe od **trošenja (otapanja) silikata**.



Topljivost silikata



Silikatni minerali najrasprostranjeniji su minerali litosfere i glavni su petrogeni minerali.



Njihovim kemijskim trošenjem u vodu se oslobađaju otopljene tvari, a istodobno mogu nastajati novi, sekundarni minerali – osobito minerali glina.



Procijenjeno je da u svjetskim rijekama oko 45% ukupno otopljene tvari potječe od trošenja (otapanja) silikata.

Primarni minerali → naslijeđeni iz matične stijene

Sekundarni minerali → nastaju tijekom trošenja



Topljivost silikata



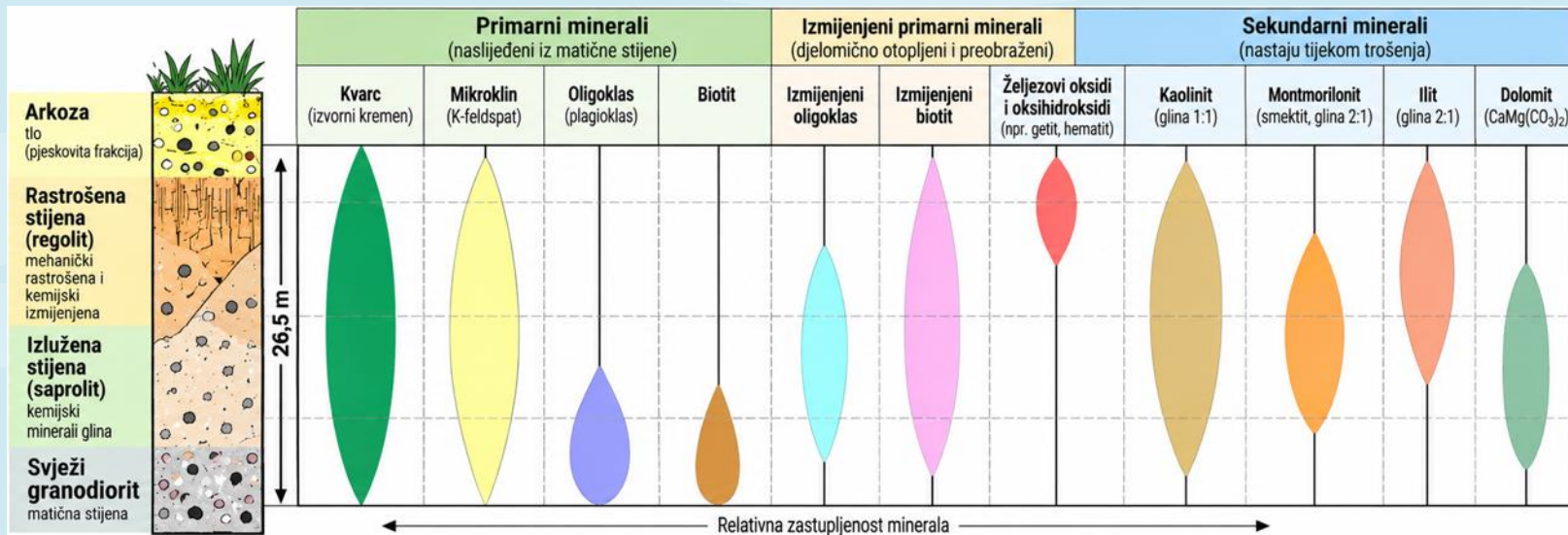
Silikatni minerali najrasprostranjeniji su minerali litosfere i glavni su petrogeni minerali.



Njihovim kemijskim trošenjem u vodu se oslobađaju otopljene tvari, a istodobno mogu nastajati novi, sekundarni minerali – osobito minerali glina.



Procijenjeno je da u svjetskim rijekama oko 45% ukupno otopljene tvari koja potječe od trošenja (otapanja) silikata.



Primarni minerali – nastali kristalizacijom magme

- Kvarc – SiO_2
- Mikroklin (K-feldspat) – KAlSi_3O_8
- Oligoklas (plagioklas) – $(\text{Na,Ca})(\text{Al,Si})_4\text{O}_8$
- Biotit – $\text{K}(\text{Mn,Fe})_2\text{AlSi}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Izmijenjeni primarni minerali – prijelazno stanje

- Izmijenjeni oligoklas – djelomično otopljen i preobražen, prijelaz prema mineralima glina
- Izmijenjeni biotit – gubitak K, Mg, Fe, nastanak minerala glina i željezovih oksida

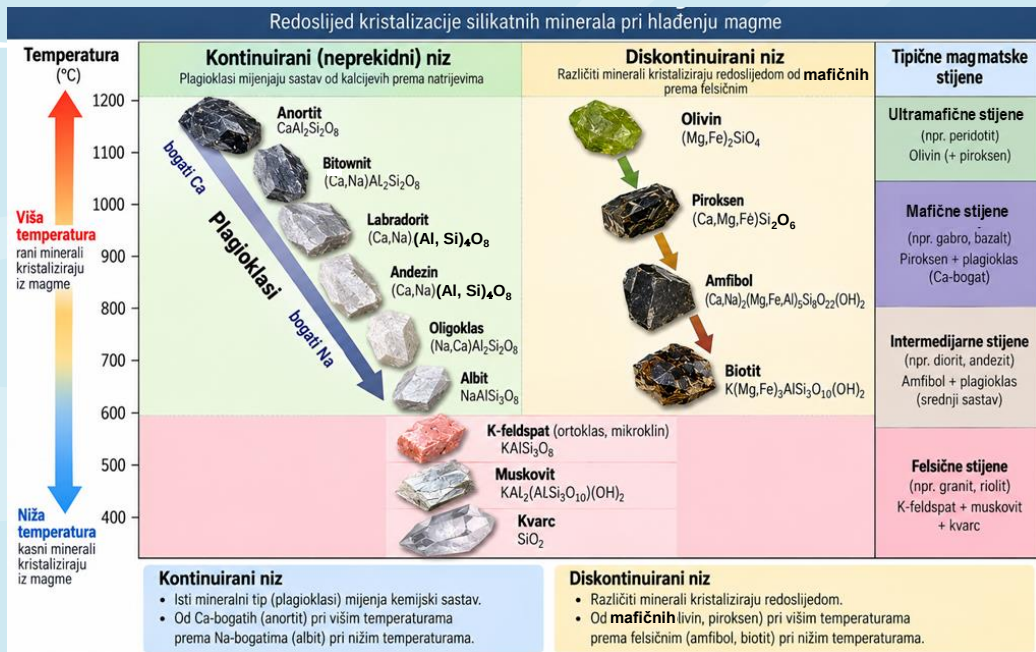
Sekundarni minerali – produkti kemijskog trošenja

- Željezovi oksidi i oksihidroksidi – npr. getit (FeOOH), hematit (Fe_2O_3)
- Kaolinit – $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (glina 1:1)
- Montmorilonit (smektit) – $(\text{Na,Ca})_{0.33}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (glina 2:1)
- Ilit – $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ (glina 2:1)

Kako čitati dijagram?

- Širina obojenog polja pokazuje relativnu zastupljenost minerala.
- Dolje – matična stijena (svjež granodiorit).
- Prema gore – sve intenzivnije trošenje (saprolit → regolit → tlo).
- Vrši se emancipacija primarnih minerala.

Bowenov niz kristalizacije



Goldichev niz stabilnosti minerala pri trošenju

Goldichov niz stabilnosti minerala pri trošenju

Minerali koji kristaliziraju pri višim temperaturama najmanje su stabilni na površini Zemlje i najbrže se troše, a oni koji nastaju na kraju su najstabilniji.

Najmanja stabilnost
(najveća topljivost u vodi)



Najveća stabilnost
(najmanja topljivost u vodi)

Olivin



Augit

(piroksen)

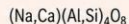


Ca-plagioklasi

(anortit)



Na, Ca-plagioklasi



Na-plagioklasi

(albit)



Biotit

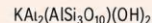


Kalijev glinenac

(mikroklin, K-feldspat)



Muskovit

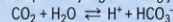


Kremen (kvarc)

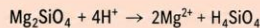


Primjeri reakcija kemijskog trošenja silikatnih minerala

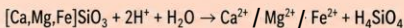
U prirodnim uvjetima izvor protona je uglavnom ugljična kiselina (iz CO_2 u vodi):



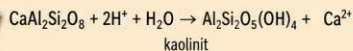
Olivin
(forsterit)



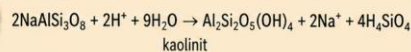
Piroksen
(npr. augit)



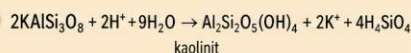
Ca-plagioklas
(anortit)



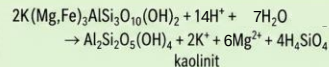
Na-plagioklas
(albit)



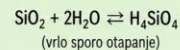
K-feldspat
(mikroklin)



Biotit



Kvarc
(kremen)



Glavne skupine minerala glina i njihove strukturne značajke

Skupina	Tip sloja	Naboj sloja (x)	Osnovna značajka	Formula
Kaolinit	1:1	≈ 0	Nema značajnog trajnog naboja; ne bubri	$[\text{Si}_4]\text{Al}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($n = 0$ or 4)
Ilit	2:1	Visok	K^+ u međusloju; uglavnom ne bubri	$\text{M}_x[\text{Si}_{6.8}\text{Al}_{1.2}]\text{Al}_3\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.7}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$
Vermikulit	2:1	Srednji do visok	Izmjenjivi međuslojni kationi; ograničeno bubrenje	$\text{M}_x[\text{Si}_7\text{Al}]\text{AlFe}_{0.05}\text{Mg}_{0.5}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$
Smektit	2:1	Nizak	Hidratizirani međuslojni kationi; izraženo bubrenje	$\text{M}_x[\text{Si}_8]\text{Al}_{3.2}\text{Fe}_{0.2}\text{Mg}_{0.6}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$
Klorit	2:1:1	Promjenjiv	Dodatni hidroksidni međusloj; ne bubri	$(\text{Al}(\text{OH})_{2.55})_4[\text{Si}_{6.8}\text{Al}_{0.2}]\text{Al}_{3.4}\text{Mg}_{0.6}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$

Kaolinit (1:1)

Tetraedarski
Oktaedarski

Ilit / smektit (2:1)

Tetraedarski
Oktaedarski
Tetraedarski

Klorit (2:1:1)

Tetraedarski
Oktaedarski
Tetraedarski
Hidroksidni

Glavne skupine minerala glina i njihove strukturne značajke

Skupina	Tip sloja	Naboj sloja (x)	Osnovna značajka	Formula
Kaolinit	1:1	≈ 0	Nema značajnog trajnog naboja; ne bubri	$[\text{Si}_4]\text{Al}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (n= 0 or 4)
Ilit	2:1	Visok	K^+ u međusloju; uglavnom ne bubri	$\text{M}_x[\text{Si}_{6.8}\text{Al}_{1.2}]\text{Al}_3\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.7}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$
Vermikulit	2:1	Srednji do visok	Izmjenjivi međuslojni kationi; ograničeno bubrenje	$\text{M}_x[\text{Si}_7\text{Al}]\text{AlFe}_{0.05}\text{Mg}_{0.5}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$
Smektit	2:1	Nizak	Hidratizirani međuslojni kationi; izraženo bubrenje	$\text{M}_x[\text{Si}_8]\text{Al}_{3.2}\text{Fe}_{0.2}\text{Mg}_{0.6}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$
Klorit	2:1:1	Promjenjiv	Dodatni hidroksidni međusloj; ne bubri	$(\text{Al}(\text{OH})_{2.55})_4[\text{Si}_{6.8}\text{Al}_{0.2}]\text{Al}_{3.4}\text{Mg}_{0.6}\text{O}_{20}(\text{OH})_4$

Kaolinit (1:1)

Tetraedarski
Oktaedarski

Ilit / smektit (2:1)

Tetraedarski
Oktaedarski
Tetraedarski

Klorit (2:1:1)

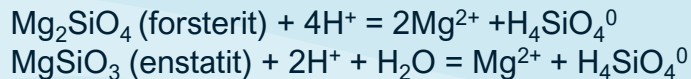
Tetraedarski
Oktaedarski
Tetraedarski
Hidroksidni

Minerali glina nisu završni, nepromjenjivi produkti trošenja. Njihova daljnja stabilnost ovisi o pH, kemijskom sastavu vode, redoks-uvjetima, temperaturi i intenzitetu izluživanja.

Kongruentno otapanje silikatnih minerala (silikati koji ne sadrže aluminij)



Kongruentno otapanje = mineral se potpuno otapa, a njegovi sastojci prelaze u vodenu otopinu; **ne nastaje novi mineral**.

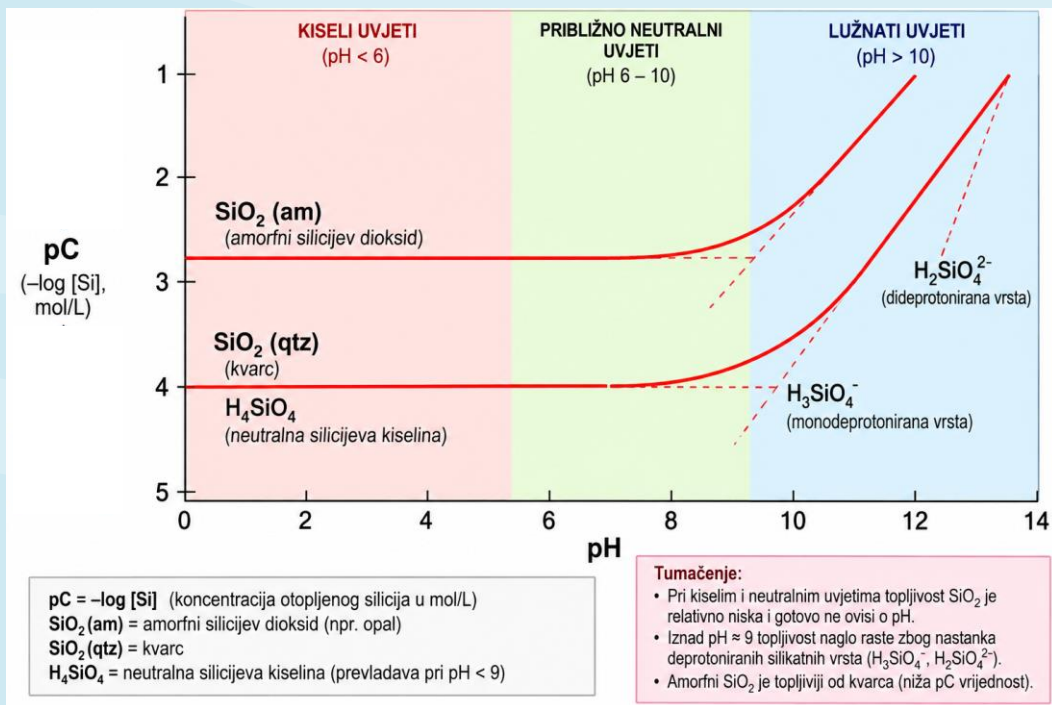


Kationi poput Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ su jako hidratizirani u vodenoj otopini i nalaze se kao slobodni ioni u prirodnim vodama.

Silicij oslobođen otapanjem silikata u prirodnim vodama pri uobičajenim pH vrijednostima uglavnom se nalazi kao neutralna silicijeva kiselina H_4SiO_4^0 .



Kongruentno otapanje silikatnih minerala (silikati koji ne sadrže aluminij)



Inkongruentno otapanje silikatnih minerala - nastanak minerala glina



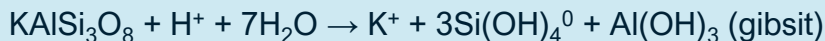
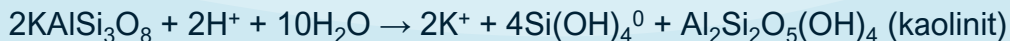
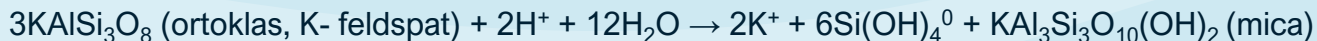
Inkongruentno otapanje = dio sastojaka primarnog minerala prelazi u otopinu, dok se drugi dio ugrađuje u **novi mineral**.



Silikatni minerali koji sadrže Al skloni su inkongruentnom otapanju jer se Al pri približno neutralnom pH slabo mobilizira pa se često zadržava u čvrstoj fazi i ugrađuje u sekundarne minerale.



Primjeri:



Što onda nastaje trošenjem silikata?



Trošenjem primarnih silikatnih minerala:

- ✓ dio elemenata prelazi u vodenu otopinu,
- ✓ dio elemenata ostaje u čvrstoj fazi i može se ugraditi u sekundarne minerale,
- ✓ nastaju minerali glina (npr. kaolinit, ilit, smektit), a u odgovarajućim uvjetima i gipsit te željezovi oksidi i oksihidroksidi.



Produkti kemijskog trošenja silikata ovise o vrsti minerala koji se troši, pH, aktivnosti otopljenog silicija i aluminija, dostupnosti drugih iona te intenzitetu izluživanja.



Koji će produkt nastati ovisi o uvjetima koji vladaju u području trošenja
- primjer otapanja albita (Na plagioklasa):

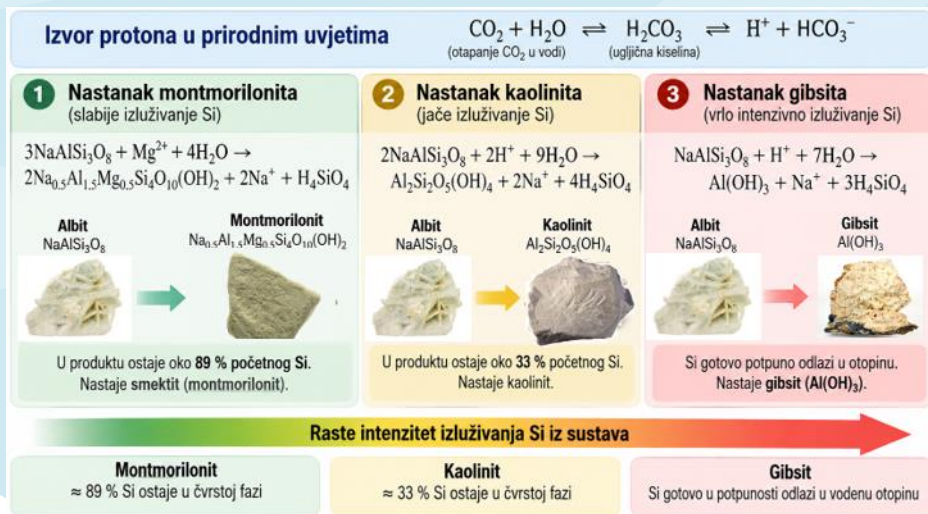
Isti mineral – različiti produkti trošenja



Produkti kemijskog trošenja silikata ovise o vrsti minerala koji se troši, pH, aktivnosti otopljenog silicija i aluminijskog, dostupnosti drugih iona te intenzitetu izluživanja.



Koji će produkt nastati ovisi o uvjetima koji vladaju u području trošenja - primjer otapanja albita (Na plagioklasa):



Isti mineral – različiti produkti trošenja

01

1. Što uzrokuje trošenje albita?

U vodi imamo otopljeni CO_2 , koji doprinosi nastanku H^+ .

H^+ sudjeluje u reakcijama kemijskog trošenja albita.

Čak i bez dodatnog izvora kiseline albit se može trošiti, samo drugim reakcijskim putovima i često sporije.

Dakle, kiselost utječe na brzinu i mehanizam trošenja, ali sama ne određuje koji će sekundarni mineral nastati.

02

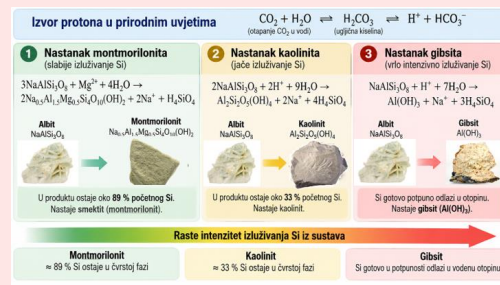
2. Što će nastati trošenjem albita?

Albit sadrži Na, Al i Si. Kada se troši, dio tih elemenata prelazi u vodu, a dio se može ugraditi u novi mineral.

Sada je važno što se događa s otopljenim silicijem:

- ✓ Ako voda odnosi relativno malo Si, može nastati montmorilonit, uz odgovarajuće druge uvjete.
- ✓ Ako voda odnosi više Si, može nastati kaolinit.
- ✓ Ako voda odnosi gotovo sav Si, može nastati gipsit.

Ne govorimo nužno o siliciju iz drugih minerala. Govorimo prvenstveno o siliciju koji se oslobađa trošenjem samog albita.

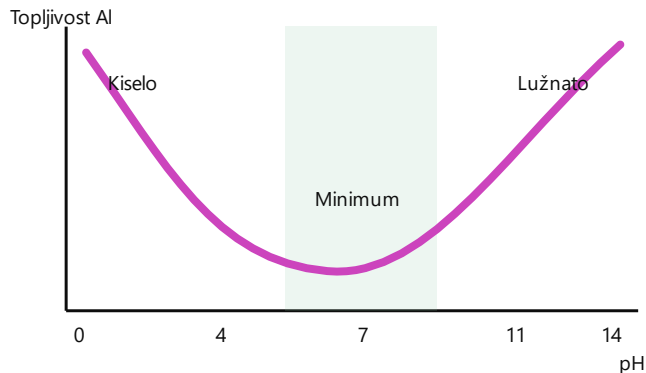


03

3. Ali što ako u vodi već ima silicija?

Ako voda već sadrži mnogo otopljenog silicija, primjerice zbog otapanja drugih silikatnih minerala, to može utjecati na to koji će sekundarni mineral biti stabilan.

A što je s aluminijem?



Aluminij je amfoteran – njegova topljivost može biti povećana i u kiselim i u jako alkalnim uvjetima.

Kiseli uvjeti	Približno neutralni uvjeti	Jako alkalni uvjeti
Topljivost Al raste	Topljivost Al je mala	Topljivost Al ponovno raste
Važne su otopljene kationske vrste Al	Pogoduje zadržavanju Al u čvrstim fazama	Prevladavaju aluminatne vrste, npr. $\text{Al}(\text{OH})_4^-$

A što je s aluminijem?

ALBIT – $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$



Kemijsko trošenje u prisutnosti vode

Na⁺

Mobilan

Prelazi u otopinu i odnosi se
vodom



Otopljeni ioni

Si

Promjenjivo ponašanje

Ostaje u vodi kao H_4SiO_4 ili se ugrađuje
u nove minerale



Otopina / minerali

Al

Slabo mobilan

Pri približno neutralnom pH često se
zadržava u čvrstim fazama



Kaolinit / gipsit

Kako prirodni uvjeti utječu na nastanak sekundarnih minerala?

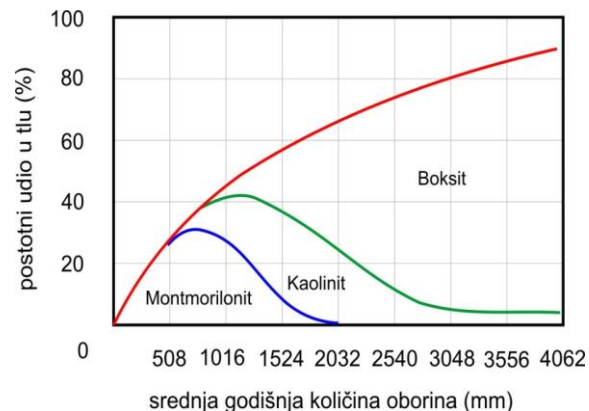
Koji će mineral nastati ovisi o:

- ✓ Matičnoj stijeni – mineralnom sastavu i otpornosti minerala na trošenje.
- ✓ Dreniranju – količini vode koja prolazi kroz stijenu i odnosi otopljene sastojke.
- ✓ **Vegetaciji i tlu** – produkciji CO₂ i organskih kiselina.
- ✓ **Klimi** – temperaturi i količini oborina.

Montmorilonit nastaje u relativno suhoj klimi u kojoj je brzina izluživanja mala, a troši se stijena čiji minerali se relativno brže otapaju (vulkanske stijene, tufovi).

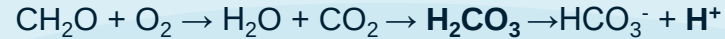
Gibsit i drugi Al hidroksidi nastaju u vlažnim i tropskim uvjetima s obiljem vode i dobrim dreniranjem. (lateritna tla, boksiti)

Kaolinit i ilit obično nastaju u umjerenom klimatskom pojasu s razvijenom vegetacijom i hidrološki povoljnim uvjetima.



Procesi koji uzrokuju zakiseljavanje podzemnih voda:

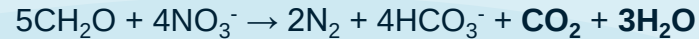
Oksidacija organskih tvari prirodnog porijekla npr.



Izgaranje fosilnih goriva (kisele kiše) npr.



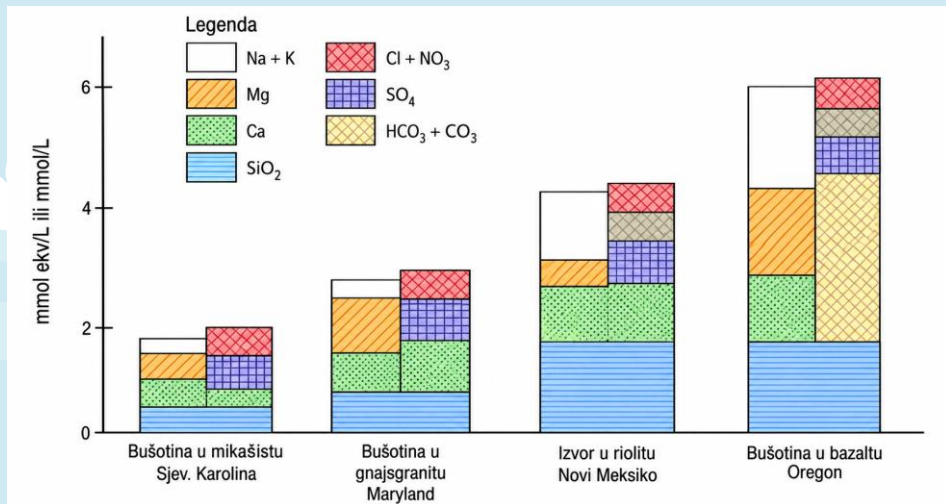
Prihranjivanje tla (amonijak, stajski gnoj)



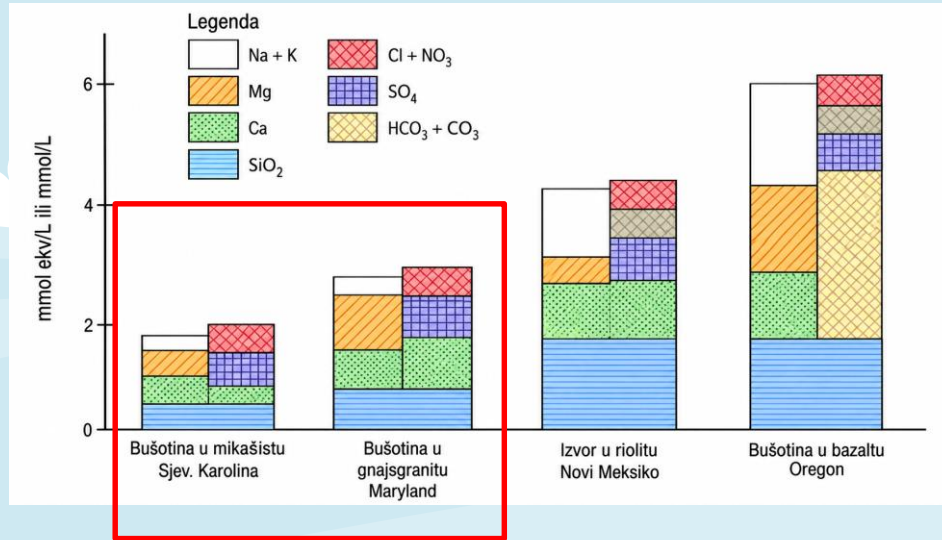
Oksidacija pirita (rudničke vode) npr.



Zašto i kako se razlikuje kemijski sastav podzemnih voda?



Zašto i kako se razlikuje kemijski sastav podzemnih voda?



Mikašist i gnajsgnait

Ove stijene sadrže minerale poput kvarca, feldspata i tinjaca.

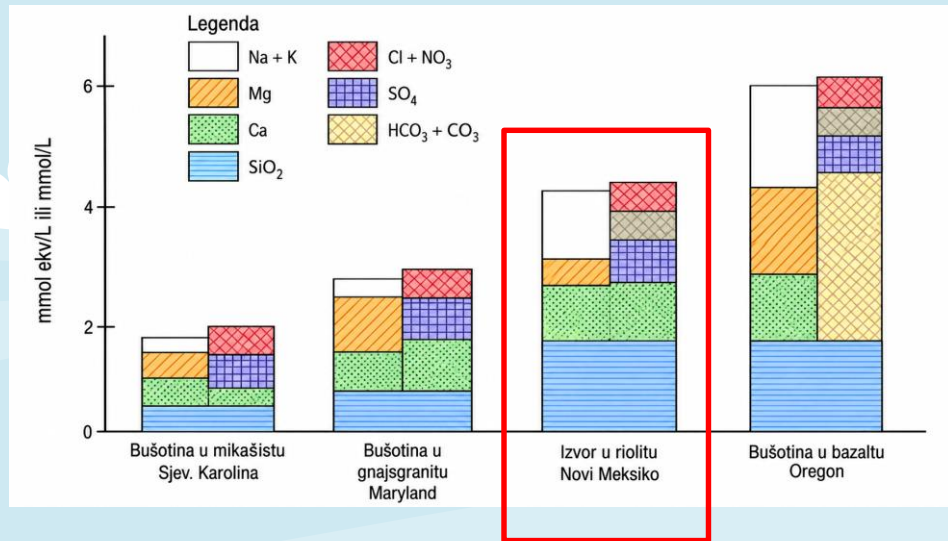
Kvarc je relativno otporan na kemijsko trošenje.

Feldspati i tinjci oslobađaju Na⁺, K⁺, Ca²⁺ i Mg²⁺, ali njihove brzine trošenja ovise o mineralnom sastavu i uvjetima.

Ako voda brzo prolazi kroz pukotine, vrijeme kontakta s mineralima može biti kratko.

Rezultat: relativno male koncentracije otopljenih tvari u prikazanim vodama.

Zašto i kako se razlikuje kemijski sastav podzemnih voda?



Riolit

Riolit je kisela vulkanska stijena bogata silicijem, a može sadržavati vulkansko staklo, kvarc i feldspate.

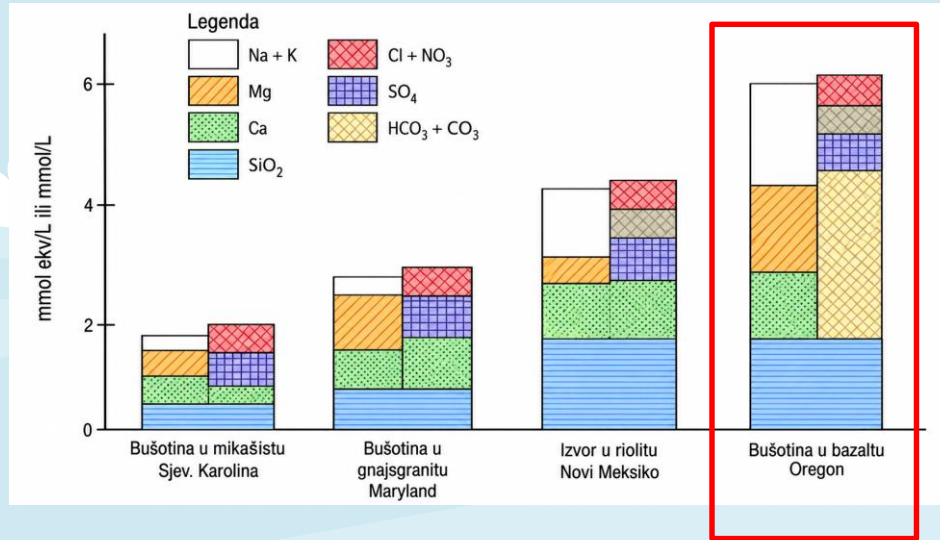
Vulkansko staklo može se trošiti znatno brže od kristalnog kvarca.

Njegovim otapanjem u vodu prelazi silicij, uglavnom u obliku H₄SiO₄.

Na koncentraciju dodatno utječu vrijeme kontakta, temperatura i sekundarni minerali.

Rezultat: voda može imati relativno visoku koncentraciju otopljenog silicija, kao što je prikazano na dijagramu. Važno: riolit nije nužno topljiviji od granita samo zato što je vulkanska stijena. Presudni su mineralogija, udio stakla i uvjeti trošenja.

Zašto i kako se razlikuje kemijski sastav podzemnih voda?



Bazalt

Bazalt je mafična magmatska stijena koja sadrži Ca-bogate plagioklase, piroksene i ponekad olivin.

Ti minerali uglavnom se kemijski troše brže od kvarca i mnogih minerala felsičnih stijena.

Tijekom trošenja oslobađaju se:

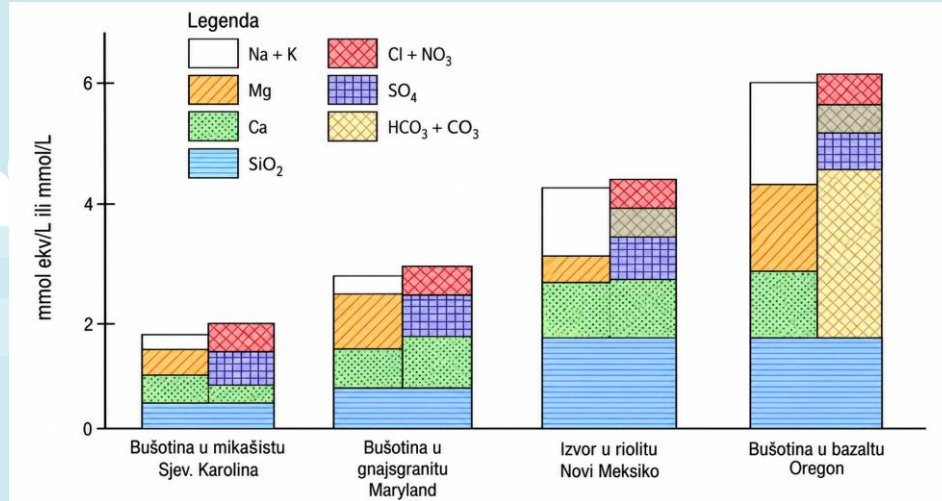
Ca²⁺ – osobito iz Ca-plagioklasa i klinopiroksena.

Mg²⁺ – iz piroksena i olivina.

Si – u obliku otopljenih silicijevih vrsta.

Rezultat: podzemna voda može biti bogatija otopljenim ionima, osobito Ca²⁺, Mg²⁺ i HCO₃⁻.

Zašto i kako se razlikuje kemijski sastav podzemnih voda?



Kemijski sastav podzemnih voda ovisi o mineralnom sastavu stijena i intenzitetu njihove interakcije s vodom.

Mikašist i gnajsgnait:

relativno niske koncentracije otopljenih tvari.

Riolit:

povećan udio otopljenog silicija, potencijalno zbog trošenja vulkanskog stakla i silikatnih minerala.

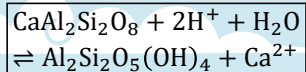
Bazalt:

povećane koncentracije Ca²⁺ i Mg²⁺ zbog trošenja mafičnih minerala.

Mineralni sastav određuje što se može otopiti, a geokemijski i hidrogeološki uvjeti određuju koliko će se otopiti.

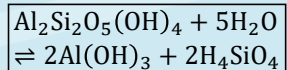
Ravnotežne reakcije

1. Anortit – kaolinit



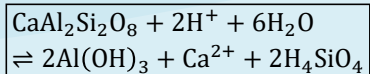
$$K_1 = \frac{a_{\text{Ca}^{2+}}}{a_{\text{H}^+}^2}$$

2. Kaolinit – gipsit

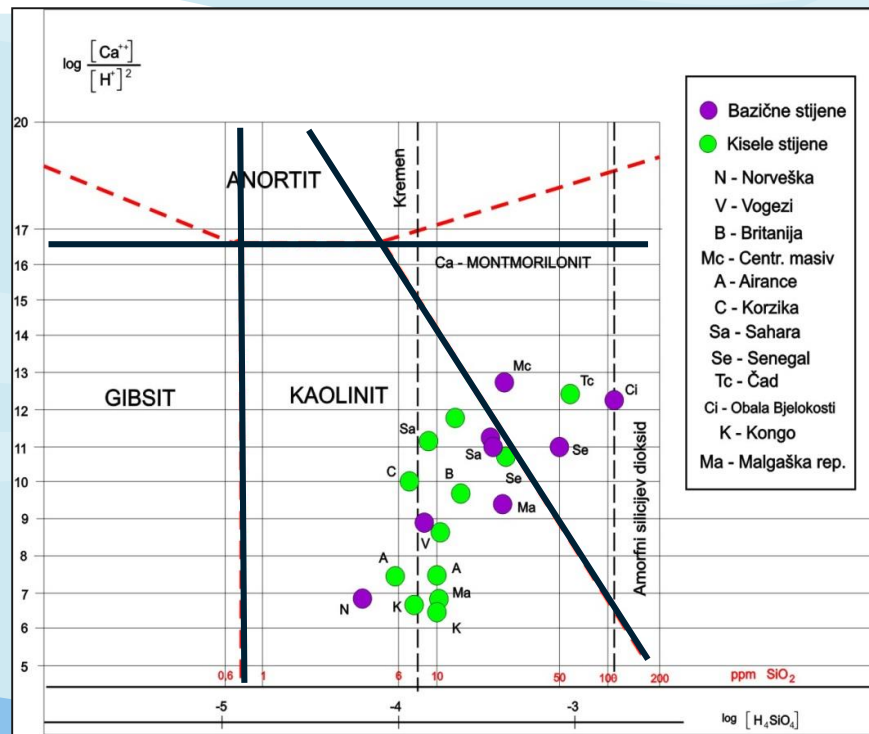


$$K_2 = a_{\text{H}_4\text{SiO}_4}^2$$

3. Anortit – gipsit

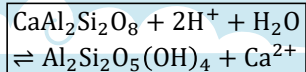


$$K_3 = \frac{a_{\text{Ca}^{2+}} a_{\text{H}_4\text{SiO}_4}^2}{a_{\text{H}^+}^2}$$



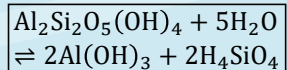
Ravnotežne reakcije

1. Anortit – kaolinit



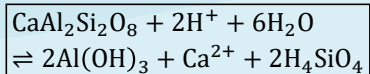
$$K_1 = \frac{a_{\text{Ca}^{2+}}}{a_{\text{H}^+}^2}$$

2. Kaolinit – gipsit

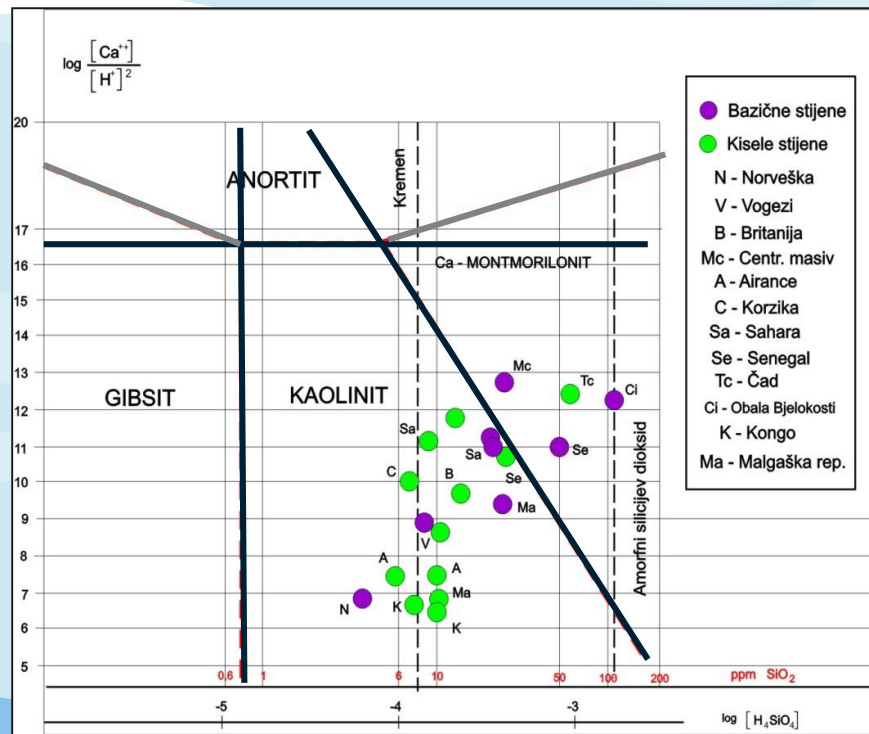


$$K_2 = a_{\text{H}_4\text{SiO}_4}^2$$

3. Anortit – gipsit

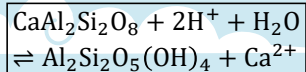


$$K_3 = \frac{a_{\text{Ca}^{2+}} a_{\text{H}_4\text{SiO}_4}^2}{a_{\text{H}^+}^2}$$



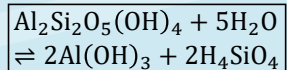
Ravnotežne reakcije

1. Anortit – kaolinit



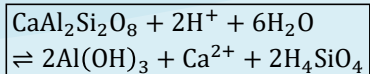
$$K_1 = \frac{a_{\text{Ca}^{2+}}}{a_{\text{H}^+}^2}$$

2. Kaolinit – gipsit

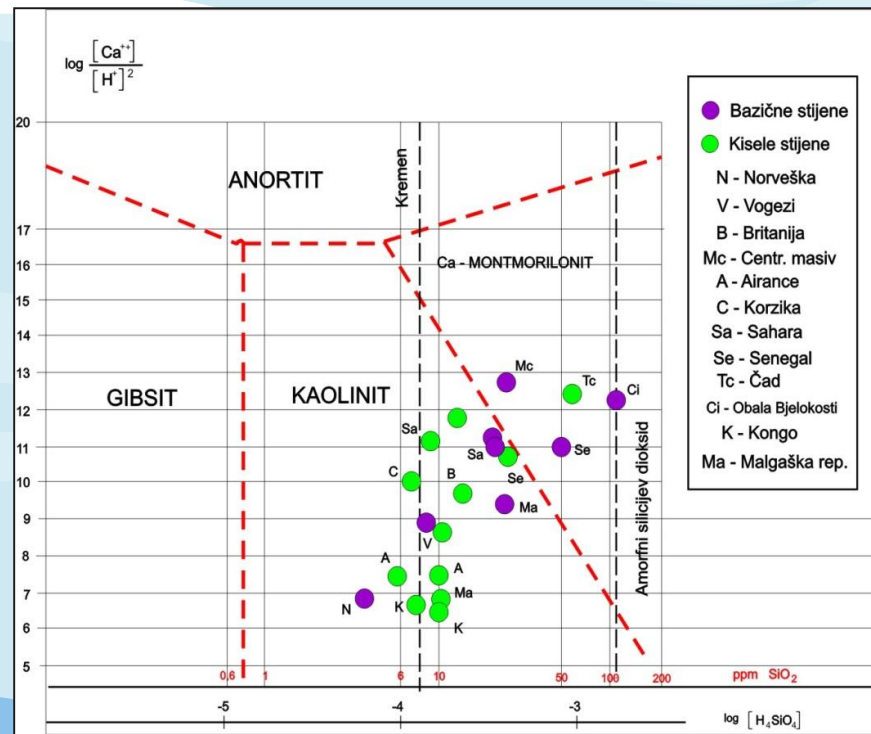


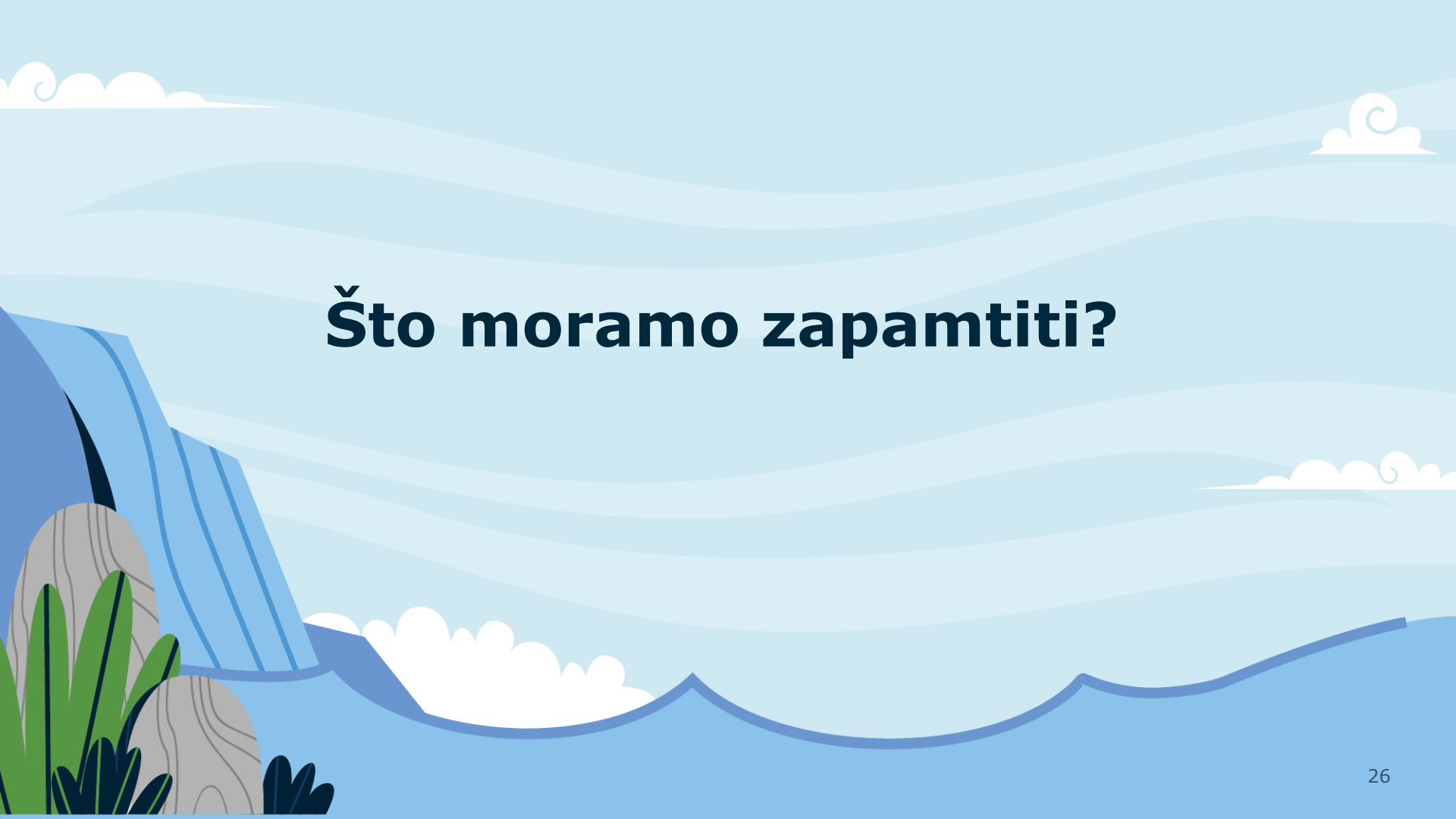
$$K_2 = a_{\text{H}_4\text{SiO}_4}^2$$

3. Anortit – gipsit



$$K_3 = \frac{a_{\text{Ca}^{2+}} a_{\text{H}_4\text{SiO}_4}^2}{a_{\text{H}^+}^2}$$



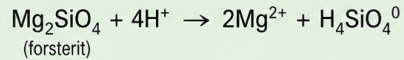
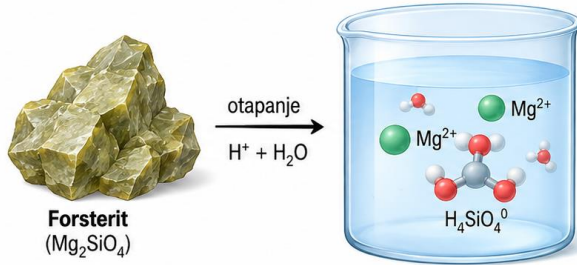
The background is a stylized illustration. On the left, a waterfall flows over a grey rock formation with green plants. The bottom of the image shows blue waves. The sky is light blue with white, stylized clouds. The text is centered in the upper half of the image.

Što moramo zapamtiti?

KONGRUENTNO OTAPANJE

(silikati koji ne sadrže aluminij)

Mineral se potpuno otapa, a svi njegovi sastojci prelaze u vodenu otopinu.
Ne nastaje novi čvrsti mineral.

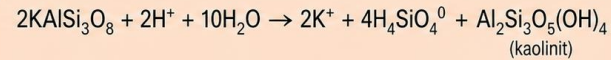
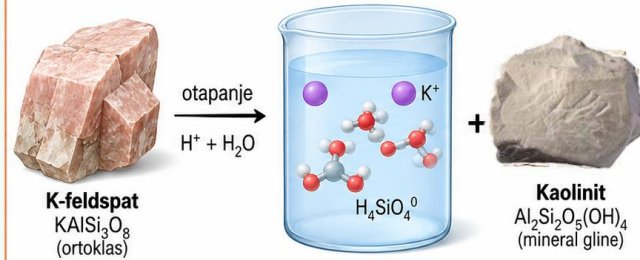


Kongruentno: mineral → otopina

INKONGRUENTNO OTAPANJE

(silikati koji sadrže aluminij)

Samo dio sastojaka primarnog minerala prelazi u otopinu, dok se drugi dio ugrađuje u **novi čvrsti mineral** (najčešće mineral gline).

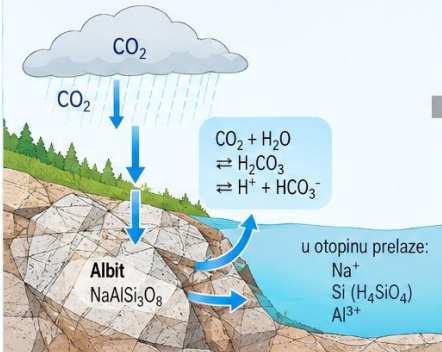


Inkongruentno: mineral → otopina + novi mineral

1 Što pokreće trošenje silikata?

CO_2 iz atmosfere otopljen u vodi stvara ugljičnu kiselinu i H^+ , koji reagiraju s mineralima.

- CO_2 iz atmosfere otopljen u vodi $\rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$
- H^+ napada silikatne minerale (npr. albit).
- Oslobađaju se ioni (Na^+ , Si , Al), a mineral se mijenja.



Zaključak:

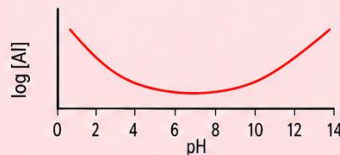
Kiselost (CO_2 , H^+) omogućuje/ubrza trošenje silikata.

2 Što se događa s oslobođenim Al, Si i drugim ionima?

O tome odlučuje pH i koncentracija otopljenog silicija te dostupnost drugih iona (npr. Mg , Ca , Na).

Aluminij (Al)

- Pri niskom i visokom pH je topljiviji.
- Pri približno neutralnom pH je slabo topljiv i često ostaje u čvrstoj fazi (npr. kao sekundarni mineral).



Silicij (Si)

- U vodi je prisutan uglavnom kao H_4SiO_4 .
- Što je niža koncentracija otopljenog silicija (manji udio Si u vodi), to su stabilniji Si -osiromašeni minerali (kaolinit, gipsit).

Zaključak:

Topljivost Al i koncentracija otopljenog Si određuju koji će sekundarni minerali nastati.

3 Koji sekundarni minerali nastaju?

Ovisi o intenzitetu izluživanja (uklanjanja silicija), pH i dostupnosti drugih iona.

Manje izluživanje Si
(viša $[\text{Si}]$ u vodi)



Montmorilonit
(smektit)

Umjereno izluživanje Si
(srednja $[\text{Si}]$ u vodi)



Kaolinit

Intenzivno izluživanje Si
(niska $[\text{Si}]$ u vodi)



Gipsit

Zaključak:

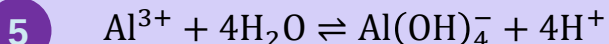
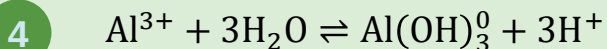
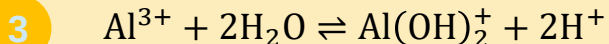
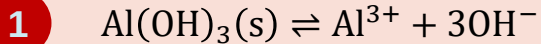
S povećanjem intenziteta izluživanja silicija nastaju sve više Si -osiromašeni minerali:
montmorilonit $\rightarrow$ kaolinit $\rightarrow$ gipsit.

Cjelovita slika: CO_2 i H^+ pokreću trošenje silikata. $\rightarrow$ Oslobađaju se Na , Si i Al . $\rightarrow$ pH, koncentracija otopljenog Si i dostupnost drugih iona određuju koji sekundarni mineral nastaje.

Vježba 1: Ravnoteža Al u vodi

Aluminij u vodi postoji u različitim kemijskim oblicima, a njihova zastupljenost ovisi o pH. Gibsit je čvrsta faza s kojom promatramo ravnotežu otopljenih vrsta.

Ravnotežne reakcije



Zadane konstante (25 °C)

Ravnoteža	Konstanta	Log vrijednost
Otapanje gipsita	$K_{\text{sp}} = 10^{-32,64}$	$\log K_{\text{sp}} = -32,64$
Prva hidroliza	$\beta_1^* = 10^{-4,99}$	$\log \beta_1^* = -4,99$
Druga hidroliza	$\beta_2^* = 10^{-10,13}$	$\log \beta_2^* = -10,13$
Treća hidroliza	$\beta_3^* = 10^{-16,00}$	$\log \beta_3^* = -16,00$
Četvrta hidroliza	$\beta_4^* = 10^{-22,16}$	$\log \beta_4^* = -22,16$
Ionski produkt vode	-	$\text{p}K_{\text{w}} = 14$

Zadatak:

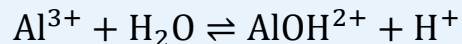
Nacrtajte pravce zasićenja!

Vježba 1: Ravnoteža Al u vodi

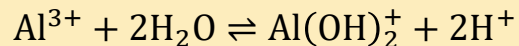
Aluminij u vodi postoji u različitim kemijskim oblicima, a njihova zastupljenost ovisi o pH. Gibsit je čvrsta faza s kojom promatramo ravnotežu otopljenih vrsta.

Ravnotežne reakcije

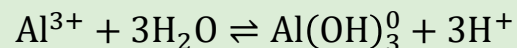
2



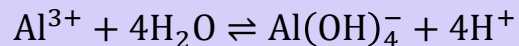
3



4

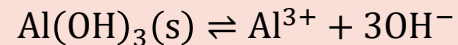


5



Otapanje gipsita:

1



$$K_{sp} = a_{\text{Al}^{3+}} \cdot a_{\text{OH}^-}^3 = 10^{-32,64}$$

Logaritmiranjem:

$$\log a_{\text{Al}^{3+}} + 3 \log a_{\text{OH}^-} = -32,64$$

Budući da vrijedi:

$$\log a_{\text{OH}^-} = \text{pH} - 14$$

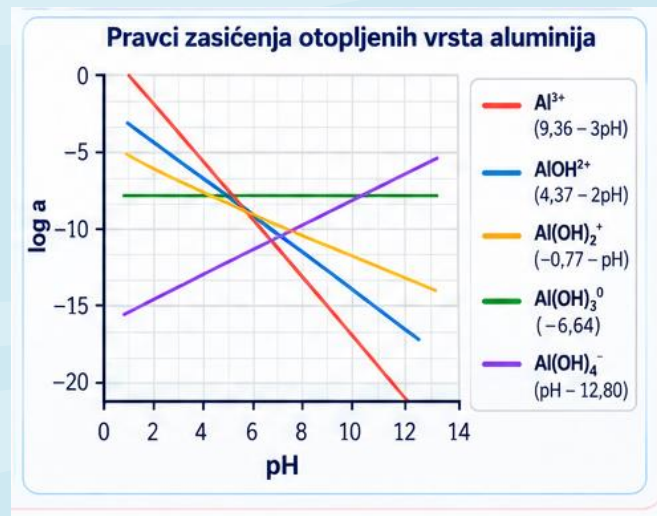
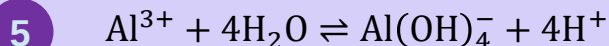
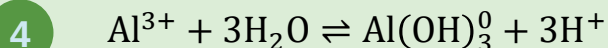
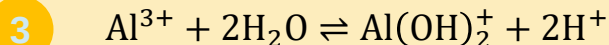
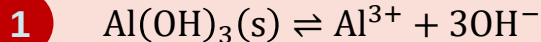
Dobivamo:

$$\boxed{\log a_{\text{Al}^{3+}} = 9,36 - 3\text{pH}}$$

Vježba 1: Ravnoteža Al u vodi

Aluminij u vodi postoji u različitim kemijskim oblicima, a njihova zastupljenost ovisi o pH. Gibsit je čvrsta faza s kojom promatramo ravnotežu otopljenih vrsta.

Ravnotežne reakcije



Zadatak:
Nacrtajte pravce zasićenja!