

Hydrosféra

Cyklus vody

Global Water Reservoirs and Turnover Times

	10^3 km^3	%	Turnover time
Oceans	1,370,000	97.61	37,000 y
Polar Ice, Glaciers	29,000	2.08	16,000 y
Groundwater (actively exchanged)	4000	0.29	300 y
Freshwater lakes	125	0.009	10-100 y
Saline Lakes	104	0.008	10-10,000 y
Soil moisture	67	0.005	280 d
Atmosphere (water vapor)	14	0.0009	9 d
Rivers	1.32	0.00009	12-20 d

Hydrologický cyklus

Cesty

Odpaření (evaporace)

Srážky → přímé odpaření

→ zachycení rostlinami → odpaření („vypocení“)

→ povrchový odtok

→ vsakování (infiltrace) → mělký oběh

→ rezervoár podzemní vody

Rezervoáry

oceán 97,5 %

sladké vody 2,5 %

1,85 % (74 % sladkých vod) stále zmrzlé polární pokrivy

0,64 % (98,5 % zbytku) podzemní voda

0,01 % atmosféra, povrchová voda (toky, jezera)

Zdroje

Dva hlavní faktory:

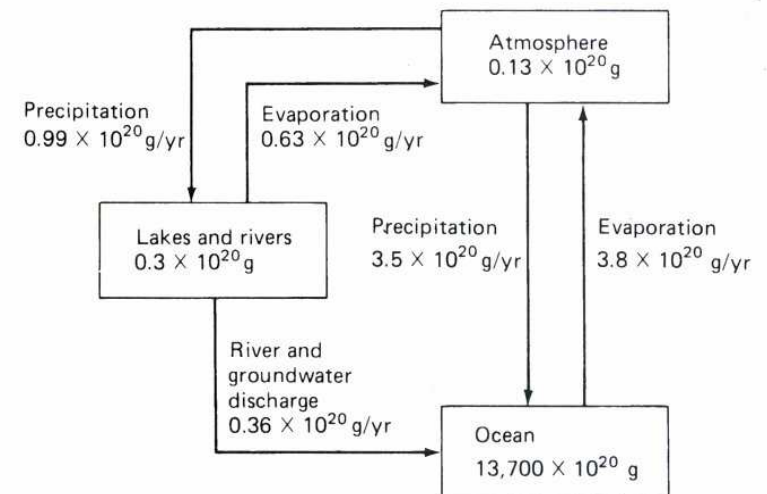
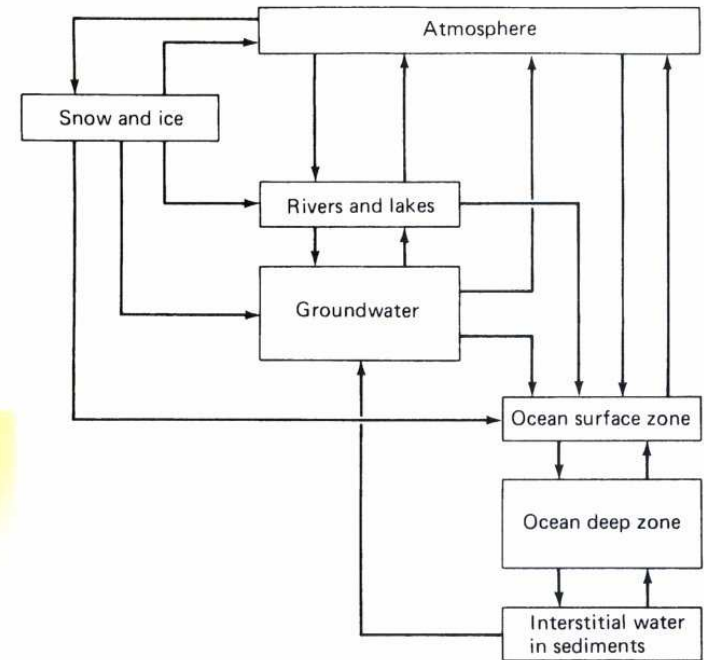
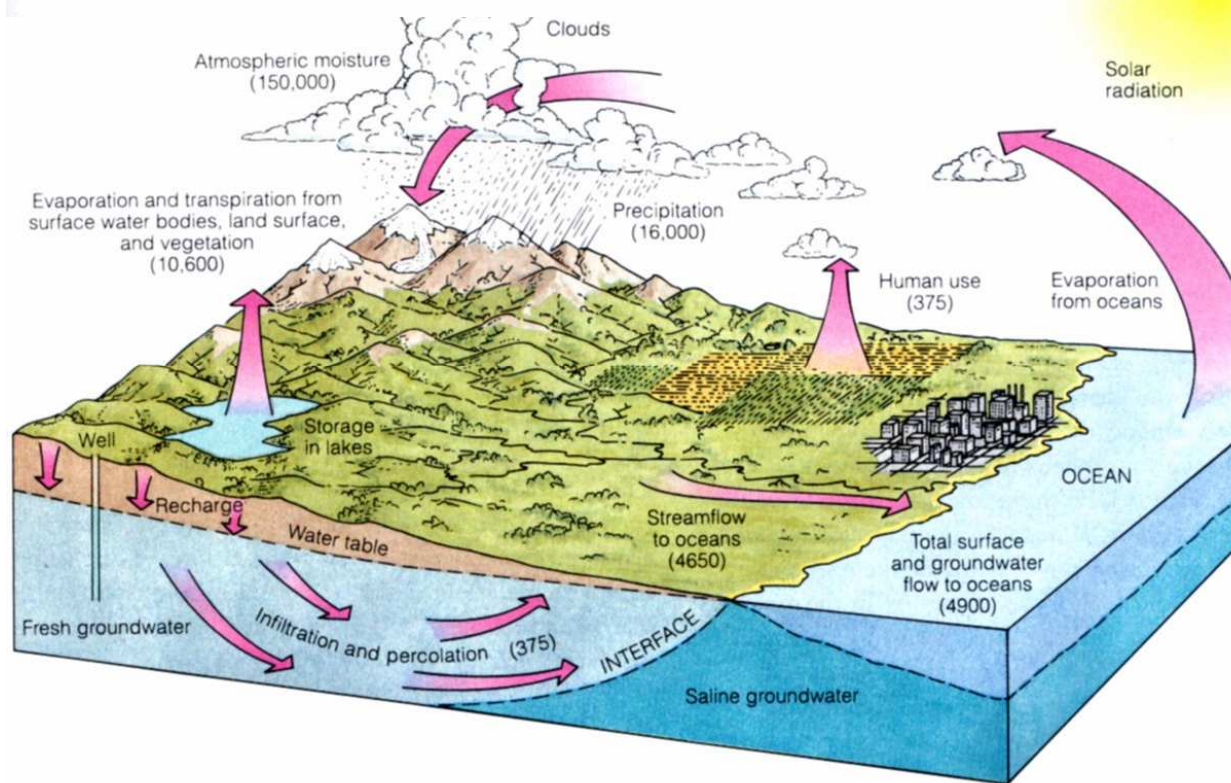
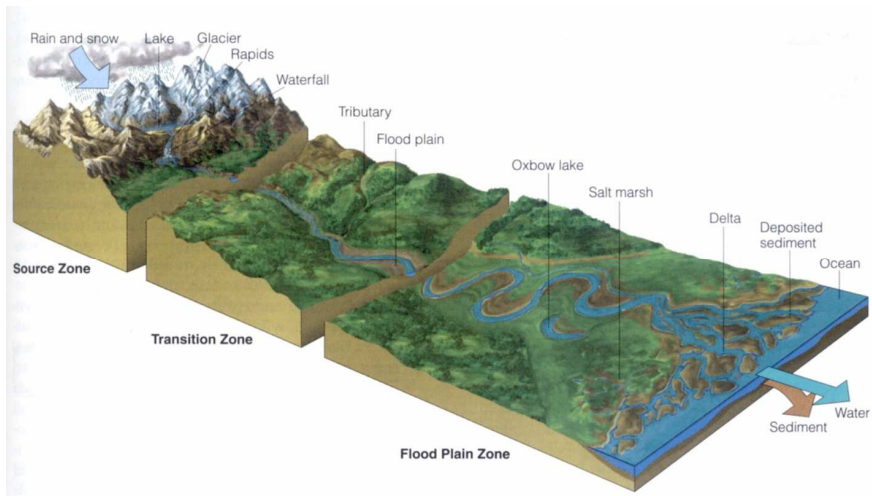
Kvalita

Množství

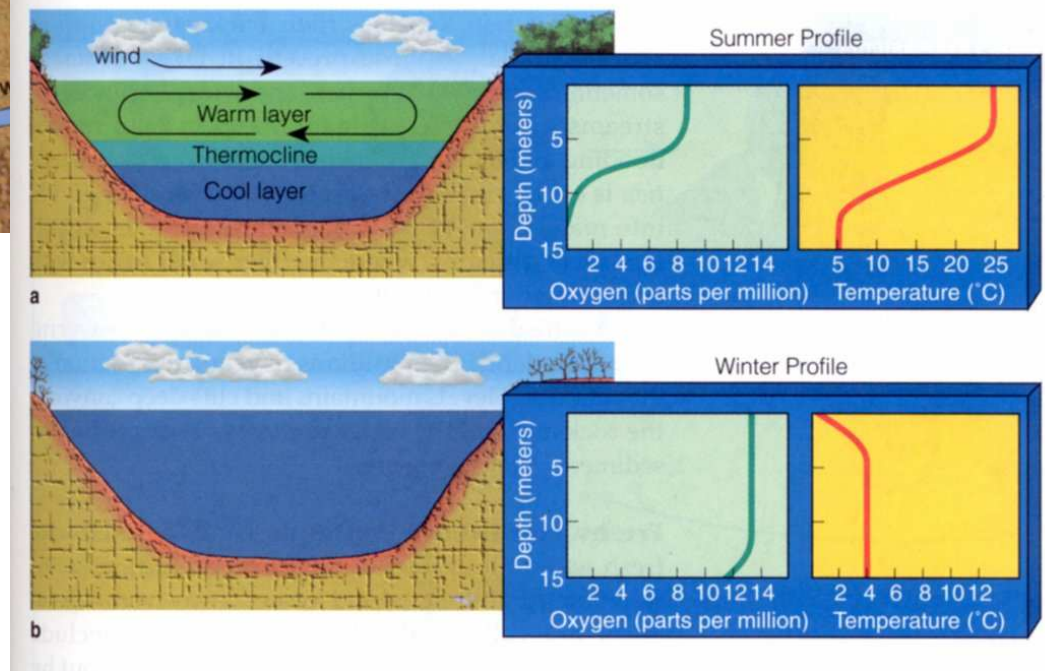
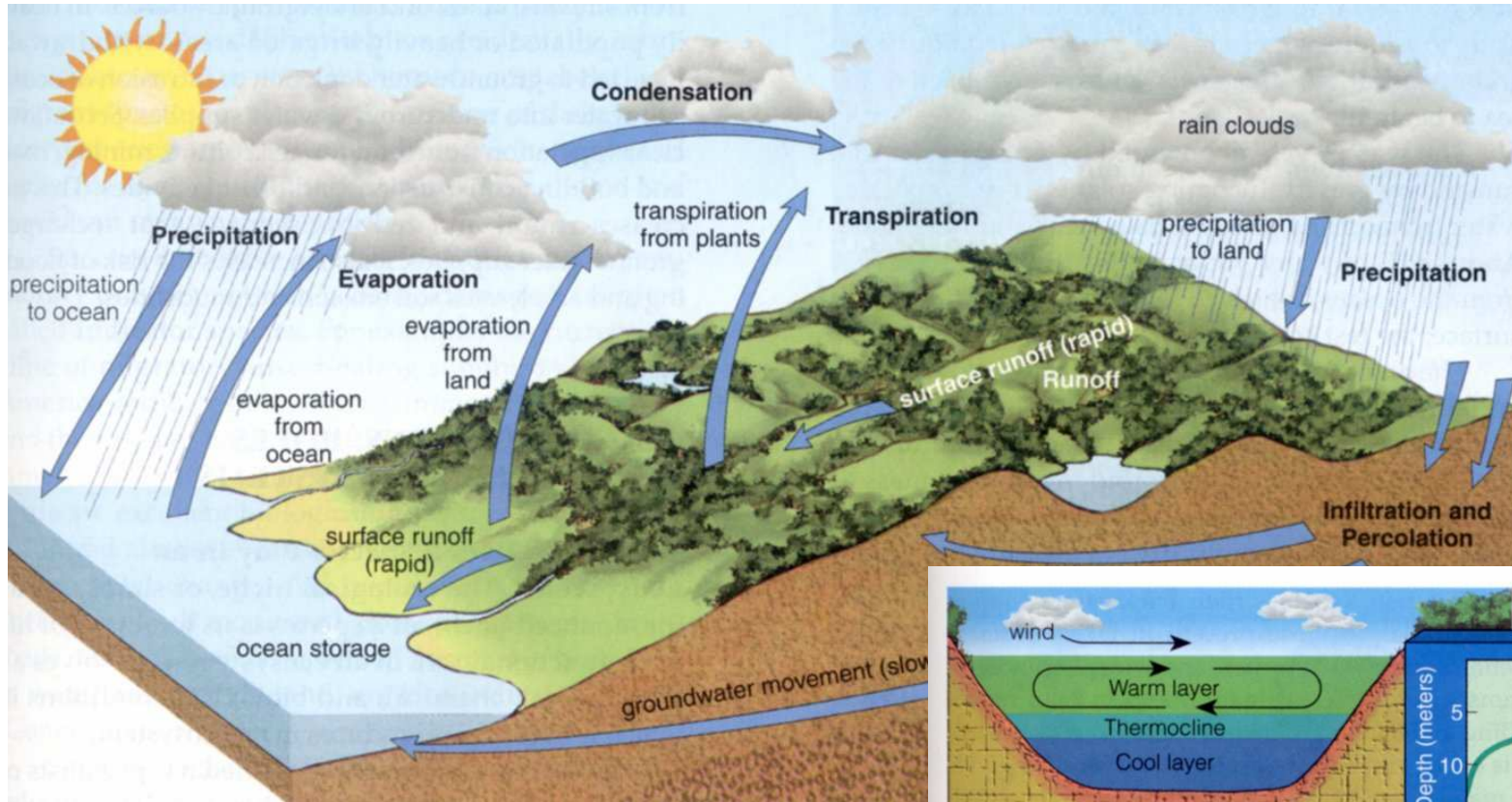
Podzemní voda

- **Méně než 1 % z celkového množství vody**
- **40× více než ve sladkovodních jezerech**
- **více než 98 % nezmrzlé vody v hydrologickém cyklu jako podzemní voda**
- **většinou v oblasti do 750 m**
- **objem ekvivalentní vrstvě 55 m vody na kontinentech**

Hydrologický cyklus



Hydrologický cyklus



Vlastnosti vody

Vlastnost

vynikající rozpouštědlo

vysoká dielektrická konstanta

vysoké povrchové napětí

transparentní pro viditelné a krátké UV záření

největší hustota v kapalném stavu při 4 °C

vysoké výparné teplo

vysoké teplo tání

vysoká tepelná kapacita

Působení a význam

transport živin a odpadů, umožňuje průběh biogeochemických procesů

vysoká rozpustnost iontových sloučenin

kontrolní faktor pro fyziologii; kapky a povrchy

bezbarvá dovoluje fotosyntézu ve vodném prostředí

led plave, izolace od promrznutí, udržení stratifikace

určuje režim přenosu vody mezi atmosférou a vodou

stabilizace teplotního režimu při promrzání

stabilizace teplotních podmínek

Distribuce látek

$$[\text{OH}^-], [\text{H}_2\text{CO}_3^*], [\text{HCO}_3^-] \text{ a } [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$c_T = [\text{H}_2\text{CO}_3^*] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] = \text{konst.}$$

$$K_1 = [\text{H}^+] [\text{HCO}_3^-] / [\text{H}_2\text{CO}_3^*]$$

$$K_2 = [\text{H}^+] [\text{CO}_3^{2-}] / [\text{HCO}_3^-]$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-]$$

pH je určeno
 hmotová bilance
 disociace do prvního stupně
 disociace do druhého stupně
 autoprotolýza vody

$$\alpha_0 = [\text{H}_2\text{CO}_3^*] / c_T$$

$$\alpha_1 = [\text{HCO}_3^-] / c_T$$

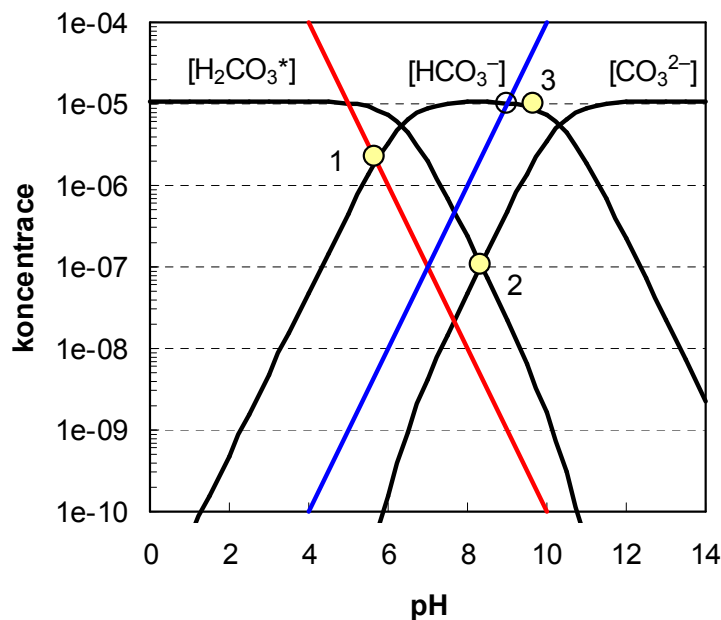
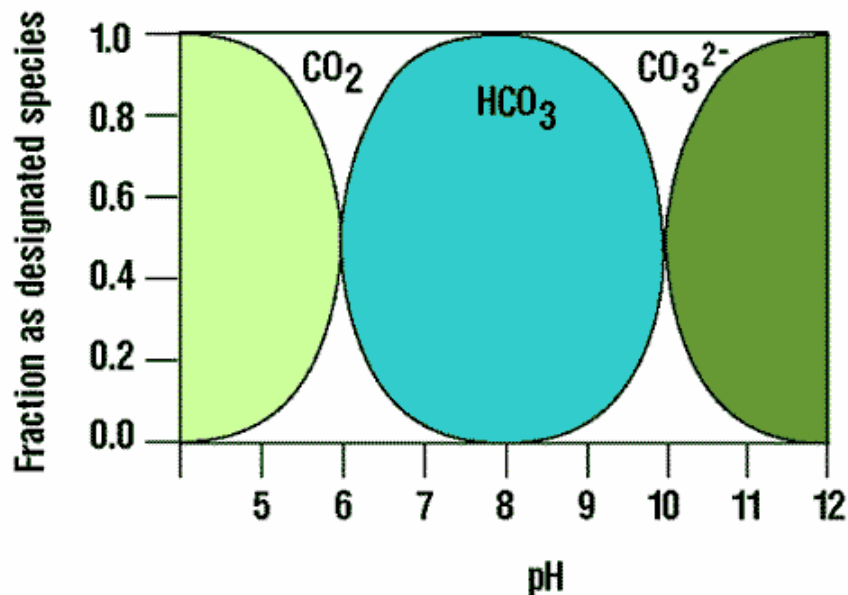
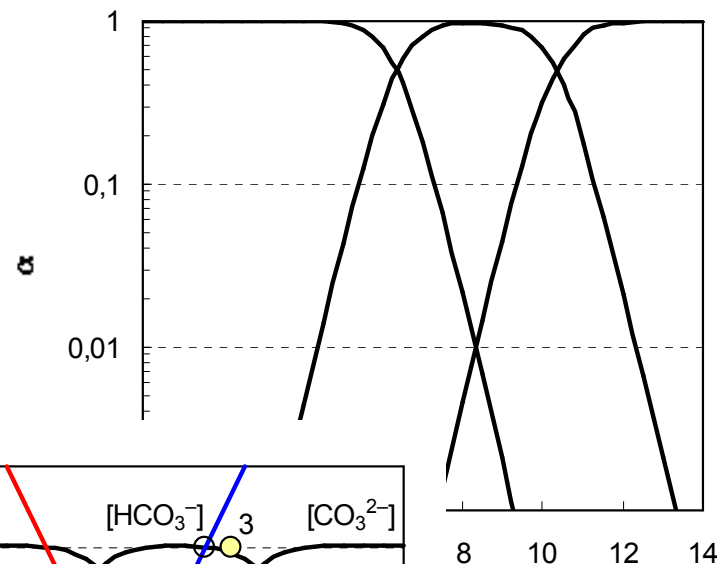
$$\alpha_2 = [\text{CO}_3^{2-}] / c_T$$

$$c_T = [\text{H}_2\text{CO}_3^*] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$[\text{H}_2\text{CO}_3^*] = \alpha_0 c_T$$

$$[\text{HCO}_3^-] = \alpha_1 c_T$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \alpha_2 c_T$$



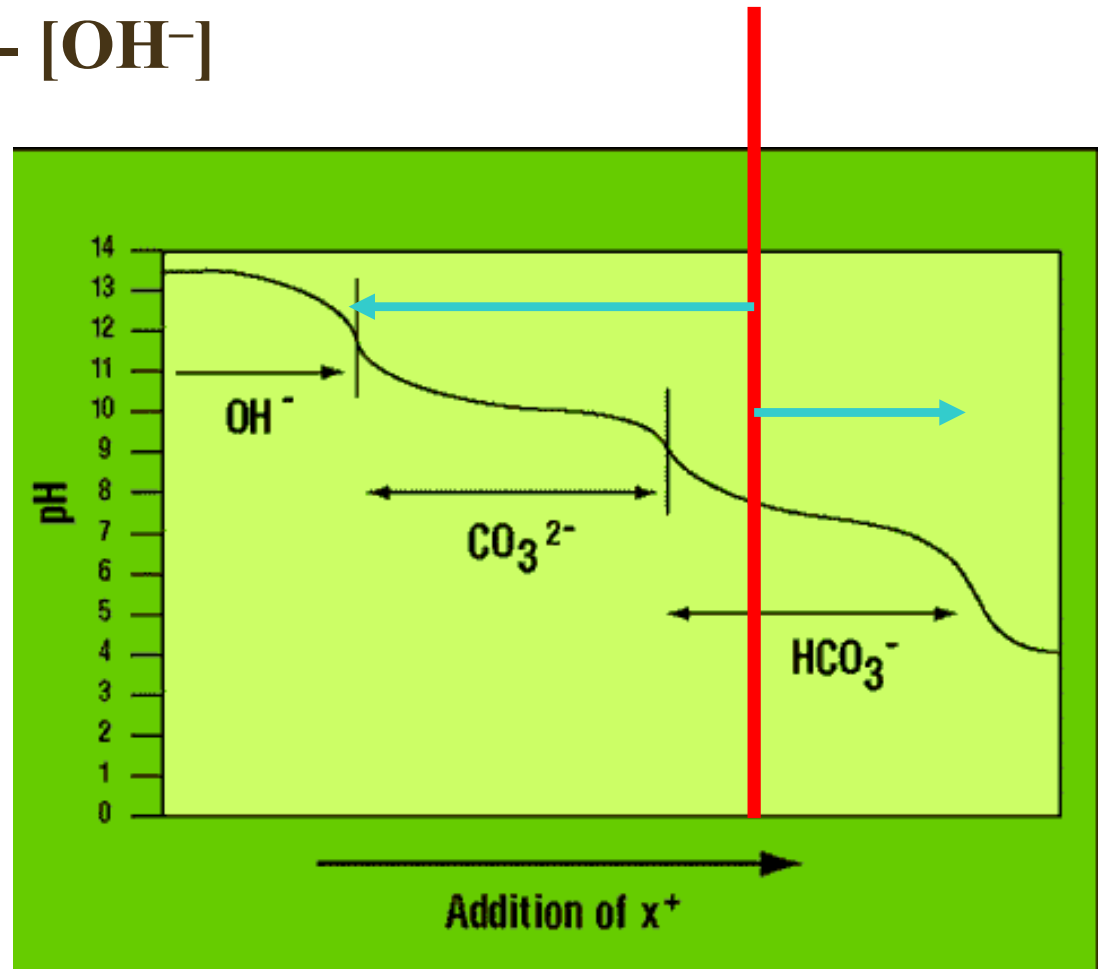
Alkalita a acidita

$$[\text{Alk}] = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] - [\text{H}^+]$$

$$[\text{Alk}] = c_T (\alpha_1 + 2 \alpha_2) + [\text{OH}^-] - [\text{H}^+]$$

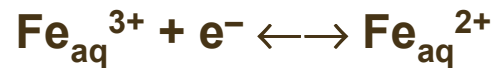
$$[\text{Acy}] = 2 [\text{H}_2\text{CO}_3^*] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-]$$

$$[\text{Acy}] = c_T (2 \alpha_0 + \alpha_1) + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-]$$



Oxidace a redukce

Redox



$$\Delta G = -nF \Delta E$$

$$\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \ln \Pi$$

$$E = E^{\circ} - RT/nF \ln \Pi$$

$$E = E^{\circ} + RT/nF \ln a_{\text{ox}}/a_{\text{red}}$$

$$E = E^{\circ} + 0,0592/n \log a_{\text{ox}}/a_{\text{red}}$$

$$K = [\text{Fe}^{2+}] / \{[\text{Fe}^{3+}] [\text{e}^{-}]\}$$

$$p\varepsilon = -\log a_{\text{e}^{-}}$$

$$\log K = \log [\text{Fe}^{2+}] / [\text{Fe}^{3+}] + p\varepsilon$$

$$p\varepsilon = \log K - \log [\text{Fe}^{2+}] / [\text{Fe}^{3+}]$$

$$p\varepsilon^{\circ} = \log K \text{ a obecně } p\varepsilon^{\circ} = 1/n \log K$$

$$p\varepsilon = p\varepsilon^{\circ} - \log [\text{Fe}^{2+}] / [\text{Fe}^{3+}]$$

$$p\varepsilon = F Eh / (2,303 RT)$$

vysoké $p\varepsilon$

– oxidační podmínky

nízké $p\varepsilon$

– redukční podmínky

$p\varepsilon$ vody v rovnováze se vzduchem je + 13,58

Oxidace a redukce

Oxidační stav je důležitý

Hg, HgCH_3^+ , $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$ methylrtuť je mnohem toxičtější než ryzí Hg
 Cr^{VI} je mnohem toxičtější než ostatní formy ($\text{Cr}^{\text{III}}, \text{IV}$)

Oxidační stavy ve sloučeninách

H	vždy 1+
O	vždy 2-
alkalické kovy	vždy 1+
alkalické zeminy	vždy 2+

Dusík

N_2 , NH_3 , NO_3^- , NO_2^-

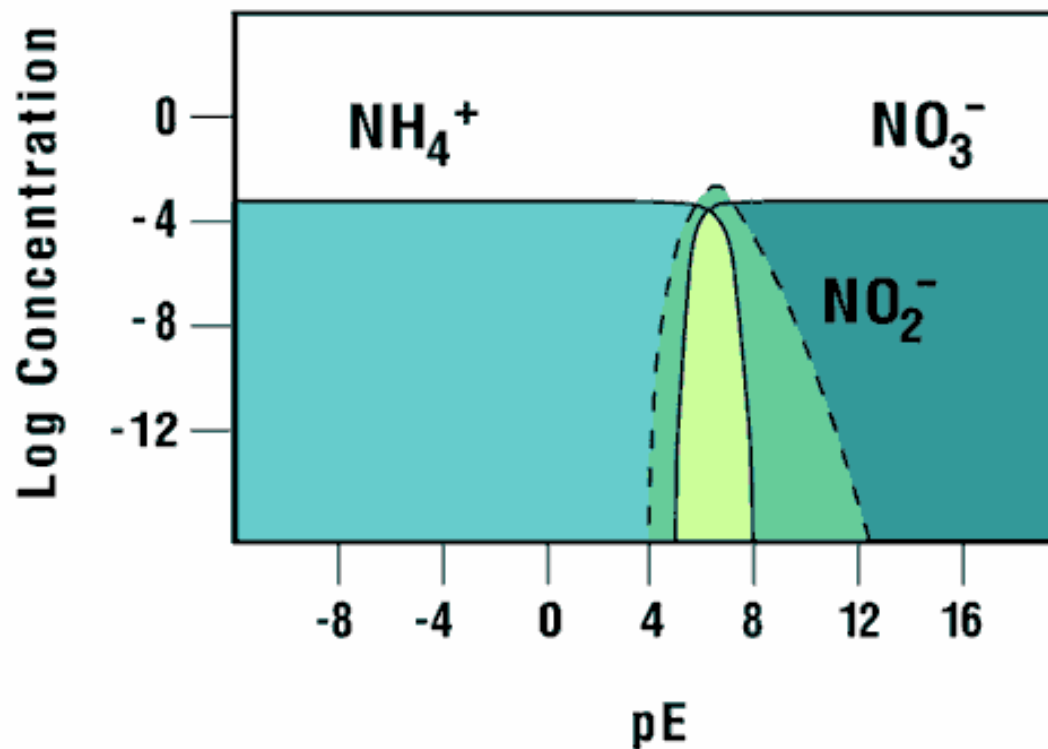
Síra

H_2S , S, SO_2 , SO_3 , SO_3^{2-} , SO_4^{2-}

Uhlík

CH_4 , CH_2O , C, CO, CO_2

pE diagram ukazuje nejstabilnější formy v určitém vodném prostředí



Eh-pH a pε-pH diagramy

Eh-pH



$$\text{Eh} = \text{Eh}^\circ + 0,0592/2 \log \{[\text{p}_{\text{O}_2}]^{1/2} [\text{H}^+]^2\} / [\text{H}_2\text{O}]$$

$$\text{Eh} = \text{Eh}^\circ + 0,0592/2 \log [\text{p}_{\text{O}_2}]^{1/2} + 0,0592 \log [\text{H}^+]$$

$$\text{Eh} = \text{Eh}^\circ + 0,0592/2 \log [\text{p}_{\text{O}_2}]^{1/2} - 0,0592 \text{pH}$$

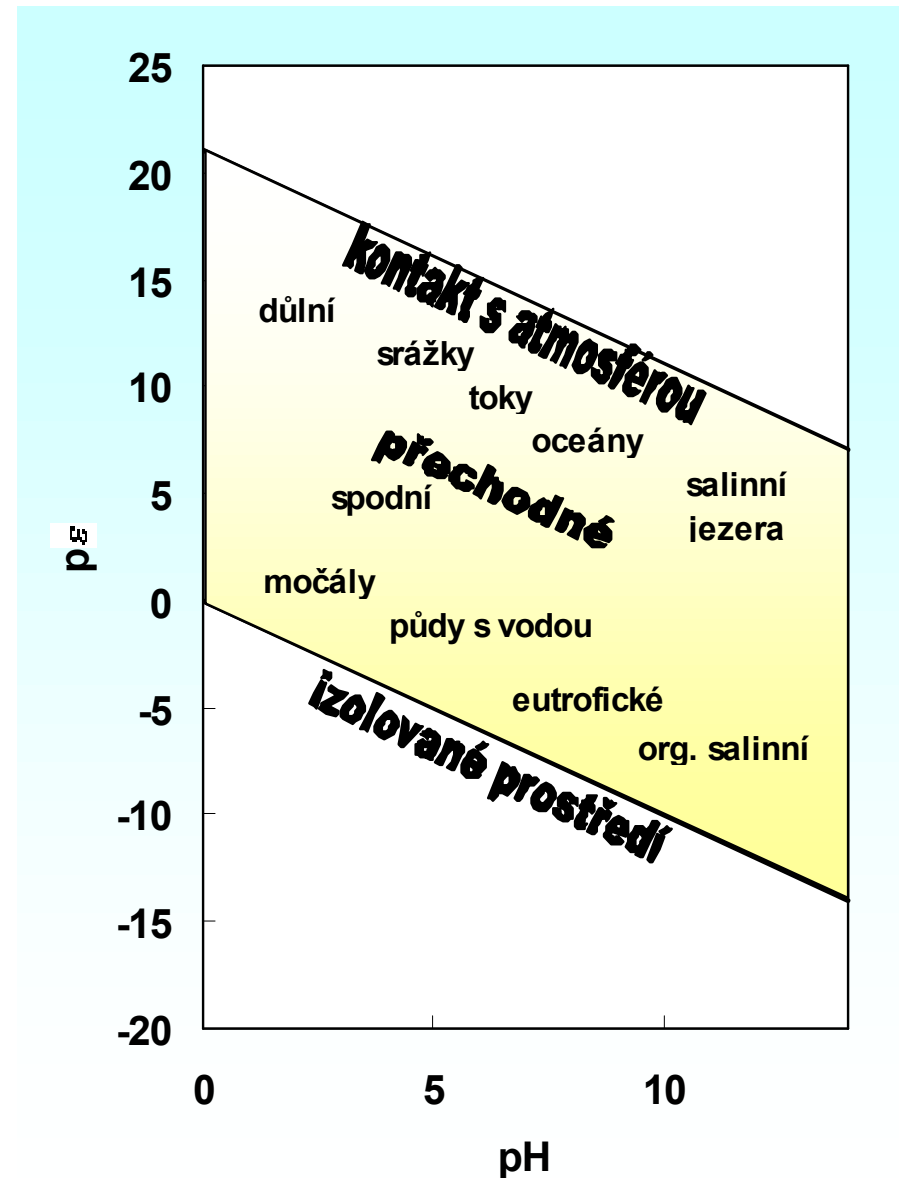
pε-pH

$$K = [\text{H}_2\text{O}] / \{[\text{p}_{\text{O}_2}]^{1/2} [\text{e}^-]^2 [\text{H}^+]^2\}$$

$$\log K = \log [\text{H}_2\text{O}] - 1/2 \log \text{p}_{\text{O}_2} + 2 \text{p}\epsilon + 2 \text{pH}$$

$$\text{pro } 25^\circ\text{C, } 0,1 \text{ MPa: } \log K = 41,56$$

$$\text{p}\epsilon = 20,78 - \text{pH}$$



Užití diagramů

Diagramy v grafické formě představují termodynamická data
Neudávají rychlost, s jakou se budou jednotlivé formy měnit

Předvídání podmínek vzniku minerálů

