

Appendix 1

Redoxreaktioner i havbunden

I de forskellige lag i havbunden sker forskellige kemiske reaktioner. Langt størstedelen af disse reaktioner er af typen redoxreaktioner. Disse kemiske reaktioner udføres af mikroorganismer så som bakterier og archaea. Nedenfor er vist en tegning af zonerne ned igennem havbunden. De kemiske reaktioner, som sker i de forskellige zoner er opskrevet, men er ikke afstemt.

Opgaven er at afstemme redoxreaktionerne og derefter finde ud af hvem, som kunne udføre disse reaktioner. Desuden skal de forskellige elektron acceptorer i respirations zonen sættes i rigtig rækkefølge (den mest energi favorable først).

Respiration: CH ₂ O + O ₂ --> CO ₂		Respirations Zone
Elektron acceptorer: Mn(IV) NO ₃ ⁻ Fe(III) O ₂		
Sulfat reduktion: [CH ₂ O] + SO ₄ ²⁻ --> HS ⁻ + HCO ₃ ⁻		Sulfat Reduktions Zone
AOM: CH ₄ + SO ₄ ²⁻ --> HS ⁻ + HCO ₃ ⁻		Sulfat Metan Transitions Zone
Methanogenese: CO ₂ + H ₂ --> CH ₄ + CO ₂		Metan Zone

Herunder er en opskrift på, hvordan man løser redoxreaktioner. Når I har afstemt reaktionerne, er det tid til at søge i litteraturen for at finde ud af hvilke bakterier, der kan lave de ovenstående reaktioner. Søg i bøger og på nettet, hvis muligt. Giv eksempler på mikroorganismer, som kunne lave hver af ovenstående reaktioner.

Nr.	Trin for trin	Hjælpenoter
1	Opskriv reaktionsligningen.	Gør plads til tilføjelser på begge sider! Husk tilstandsformer
2	Bestem hvert atoms oxidationstrin (OT).	Benyt: OT(hydrogen) = +1 OT(oxygen) = -2 Undtagelse: oxygen i peroxider, fx H_2O_2 , OT(O) = -1 Husk at summen af OT for atomerne i en forbindelse skal give forbindelsens samlede ladning!
3	Bestem hvordan hvert atoms OT ændres.	Oxideres (ox↑) eller reduceres (red↓) atomet - og hvor meget?
4	Find en fællesnævner og gang på reaktanter og produkter.	Husk at tjekke om nogle atomer har et tvunget antal, fx Cl_2 har 2 Cl!
5	Bestem ladningen på hver side af reaktionspilen og opnå ladningsbevarelse.	Tilføj H^+ (sur væske) eller OH^- (basisk væske).
6	Bestem antallet af hydrogenatomer på hver side af reaktionspilen og opnå atombevarelse.	Tilføj H_2O så antallet af hydrogenatomer stemmer overens på begge sider af reaktionspilen.
7	Bestem antallet af oxygenatomer på hver side af reaktionspilen.	Hvis der er samme antal oxygenatomer på begge sider har du afstemt redoxreaktionen korrekt. Hvis ikke der er samme antal oxygenatomer på begge sider har du lavet en fejl i ovenstående! Start i så fald forfra!

Atomic Number	Oxidation States*
Symbol	
Name	
Atomic Mass	

*Oxidation States in **Bold** are most common.
States in *italics* are predicted.

6 C Carbon 12.011 <i>4,3,2,1,-1</i> <i>-2,-1,-4</i>	7 N Nitrogen 14.007 <i>5,4,3,2,1,0</i> <i>-1,-2,-3</i>	8 O Oxygen 15.999 <i>2,1,0,-1,-2</i>
1 H Hydrogen 1.008 <i>1,0,-1</i>	16 S Sulfur 32.066 <i>6,5,4,3,2,1</i> <i>0,-1,-2</i>	

Appendix 2

Udregning af flux i sediment

Porevandsprofiler er mikrobiologens redskab til at finde ud af, hvilke forhold der gør sig gældende i et givent sediment og giver svar på spørgsmål som f.eks., hvilke substrater der forbruges eller produceres af mikroorganismene i sedimentet. Hvis et stof forbruges, vil koncentrationsprofilen buge indad mod dybdeaksen, hvorimod der ved en produktion af stof vil være en udbuling på koncentrationsprofilens forløb. For at få en forståelse for hvor meget, der produceres og forbruges af et stof, kan fluxen af det pågældende stof udregnes med en matematisk model. Flux er mængden af et stof, der diffunderer over et areal over en tidsperiode enhed ($\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$). Fick's første lov bruges til at bestemme fluxen af de forskellige substrater (f.eks. ilt, sulfat og metan) ved de forskellige dybder:

$$\text{Fick's første lov:} \quad J_{sed} = -\phi D_{sed} \frac{dC}{dx}$$

Konstanten dC angiver koncentrationsforskellen af en komponent, f.eks. metan i porevandet – dx angiver dybdeforskellen. Hældning dC/dx kan findes ved at aflæse tangentens hældning i et givent punkt ud fra koncentrationsprofilen. Konstanten ϕ angiver porøsiteten af sedimentet, altså hvor kompakt det sediment vi kigger på er. D_{sed} er difussionskoefficienten i sedimentet. D_{sed} beskriver altså hvor godt/skidt et stof diffunderer i sedimentet og kan aflæses ud fra en tabel for hver af de respektive substrater.

Forbruges eller dannes sulfat og ammonium i 0,5 meters dybde?

Udregn fluxen af sulfat og ammonium ved 0,5 meters dybde i sedimentet. Brug Fick's første lov til at udregne fluxen. Følgende konstanter er givet:

$$J_{sed} = -\phi D_{sed} \frac{dC}{dx}$$

$$\phi = 0,9, \quad D_{sed}(\text{Sulfate}) = 8,55 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}, \quad D_{sed}(\text{Ammonium}) = 1,29 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$$

