

1.1. Stanovení závislosti rozpustnosti kyslíku ve vodě na teplotě



Uvedeme-li kapalnou fázi do kontaktu s plynnou fází za konstantní teploty a tlaku dochází k odpařování složek roztoku do plynné fáze a současně jsou plynné složky pohlcovány fází kapalnou. Tento proces je dynamický a pokud je soustava soustavou uzavřenou (tj. nedochází k výměně hmoty s okolím), dojde po určité době ke stavu termodynamické rovnováhy, při níž jsou si aktivity složek roztoku a plynné fáze rovny. Současně soustava nabývá minima možné hodnoty své Gibbsovy energie. V tomto stavu pozorujeme, že je konstantní, jak hodnota tlaku všech složek v plynné fázi tak i koncentrace složek v kapalně fázi. Obvykle hovoříme o tom že jsou páry nad kapalinou nasyceny a v kapalně fázi je dosažena hranice rozpustnosti. Rozpustnost plynů se snižuje s teplotou a naopak zvyšuje s tlakem, který je dán jeho parciálním tlakem nad kapalnou fází a teplotou (viz **TABULKA 1**).

Velmi názornou soustavou tohoto typu je soustava voda–kyslík–oxid uhličitý ($\text{H}_2\text{O}-\text{O}_2-\text{CO}_2$). Rozpouštění O_2 a CO_2 ve vodě a naopak jejich uvolňování do atmosféry Země se stalo a je rozhodujícím faktorem vzniku a trvání života na Zemi. Koncentrace kyslíku a CO_2 je rozhodující pro zachování rovnováhy mezi aerobními formami (např. ryby) a anaerobní formami (např. zelené řasy) života v hydrosféře. Stejně tak je koncentrace O_2 a CO_2 důležitá pro rovnováhu forem života na souši. Různé formy života jsou přizpůsobeny pro určitý rozsah těchto plynů. Je-li jejich koncentrace pro daný organismus nevhodná, dochází k narušení ekologického systému.



ÚKOL: Určete závislost rozpustnosti kyslíku v destilované a akvarijní vodě na teplotě v intervalu cca 10-40°C a porovnejte ji s tabelovanými hodnotami. Sledujte i změny pH.



POTŘEBY A CHEMIKÁLIE: Voda destilovaná, akvárium. Přístroj pro měření teploty, obsahu kyslíku a pH (např. Orion 4 Star pH/DO). Vzduchování (akvarijní kompresor a vzduchovací kamínek). Elektromagnetické míchadlo s ohřevem. Kádinka 500ml. Ochranné roztoky pro čidla.



POSTUP: Dle přiloženého návodu se seznámíme s obsluhou přístroje k měření teploty t , obsahu kyslíku (DO) a pH . Předběžně si vyzkoušíme manipulace s čidly a kádinkou.

1. Do kádinky nalijeme přiměřené množství destilované vody. Zaznameneáme hodnoty na displeji přístroje naměřené čidly (t , pH , DO) za laboratorní teploty.
2. Vložíme vzduchovací kamínek a současně mícháme roztokem na elektromagnetické míchačce. Sytíme vzduchem a mícháme. Průběžně v cca 1 minutových intervalech sledujeme stabilizaci signálu z čidel a hodnoty si zapisujeme. Pokud se hodnoty dále nemění považujeme je za rovnovážné.
3. Do kádinky přidáváme ledu pro ochlazení na teplotu alespoň 3°C a současně opakujeme postup v bodě 2 (ustavení rovnováhy za snížené teploty).
4. Zapneme zahřívání. Pomalu zahříváme. Vždy, když teplota vystoupí cca o 3 stupně, vypneme zahřívání a zaznamenáváme si hodnoty signálů z čidel. Takto pokračujeme až do teploty cca 40°C.

Postup v bodech 1-4 zopakujeme i pro vodu odebranou z akvária. Po skončení práce nezapomeneme správně uložit čidla do ochranných roztoků. Z akvária odebíráme vodu vždy čistou kádinkou. Do akvária nic nevracíme.



PROTOKOL: Tabulka 1a (Sledování rychlosti ustavení rovnováhy za laboratorní teploty): v destilované vodě pro každý čas hodnoty *pH* a *DO*.

Tabulka 1b: viz Tabulka 1a ale pro vodu akvarijní. **Tabulka 2** (Závislost rozpustnosti kyslíku ve vodě destilované): čas a hodnoty z čidel včetně teploty zaznamenané při ohřevu. **Graf 1:** Závislost obsahu kyslíku na době ustanovování rovnováhy v destilované a akvarijní vodě. **Graf 2:** Experimentálně naměřená závislost rozpustnosti kyslíku a *pH* na teplotě doplněná o tabelovanou závislost sestrojenou z dat, které uvádí **TABULKA 1**).

TABULKA 1: Závislost rozpustnosti kyslíku a oxidu uhličitého (mg/l) na teplotě při tlaku vzduchu 1Atm.

t/°C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
O ₂	14,8	12,9	11,5	10,4	9,45	8,69	8,05	7,52	7,07
CO ₂	1,22	-	0,85	-	0,62	-	0,47	-	-