

1.1. Stanovení závislosti rozpustnosti kyslíku ve vodě na teplotě



Je-li kapalná fáze v 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 kapalné fázi. Obvykle hovoříme o tom že jsou páry nad kapalinou nasyceny a v kapalné fázi je dosažena hranice rozpustnosti. Velmi názornou soustavou tohoto typu je soustava voda–kyslík–oxid uhličitý ($\text{H}_2\text{O}-\text{O}_2-\text{CO}_2$). Rozpouštění plynů ve vodě a naopak jejich uvolňování do atmosféry Země se stalo a je rozhodujícím faktorem vzniku a trvání života na Zemi. V současné etapě evoluce je koncentrace kyslíku ve vodě určující pro aerobní formy života (např. ryby). Koncentrace CO_2 je naopak důležitá pro rozvoj anaerobní formy (např. zelené řasy). Rozpustnost těchto plynů se snižuje s teplotou a naopak zvyšuje s tlakem. Různé formy života jsou různě náročné na obsah kyslíku, který je dán jeho parciálním tlakem a teplotou roztoku (viz **TABULKA 1**).



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 300ml. Ochranné roztoky pro čidla.



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

1. Do kádinky nalijeme přiměřené množství destilované vody. Zaznamenané hodnoty na displeji přístroje naměřené čidly (t , pH , DO) za laboratorní teploty.
2. Vložíme vzduchovací kamínek a necháme ustavit rovnováhu (sycení vzduchem vzduchováním). Průběžně v cca 3 minutových intervalech sledujeme stabilizaci signálu z čidel a hodnoty si zapisujeme. Při vlastním měření vždy vypínáme vzduchování. Pokud se hodnoty dále nemění považujeme je za rovnovážné.
3. Do kádinky můžeme přidat trochu ledu pro ochlazení a zopakujeme postup v bodě 2 (ustavení rovnováhy za snížené teploty).
4. Zapneme zahřívání. Vždy, když teplota vystoupí cca o 3 stupně, vypneme zahřívání i vzduchování 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: Pro vodu destilovanou i akvarijní: **Tabulka 1:** Pro teplotu laboratorní i sníženou: výchozí hodnoty (t , pH , DO) před vzduchováním, hodnoty v průběhu vzduchování a hodnoty rovnovážné. **Tabulka 2:** Hodnoty čidel zaznamenané při ohřevu. **Graf 1:** Závislost obsahu kyslíku na době ustanovování

rovnováhy při měření za laboratorní a snížené teploty. **Graf 2:** Závislost rozpustnosti kyslíku a pH na teplotě doplněná o tabelovanou závislost sestavenou 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 | - | - |