

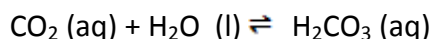
MOHOU NÁS OCEÁNY ZACHRÁNIT PŘED ZMĚNAMI KLIMATU?

V atmosféře se neustále zvyšuje množství oxidu uhličitého. Výpočty se přišlo na to, že až 30 % CO₂, který člověk vyprodukoval, se rozpustilo do mořské vody.

Nedaly by se tedy oceány použít jako úložiště pro tento plyn a zastavení oteplování?

Co se vám bude hodit vědět

Jakmile se oxid uhličitý rozpustí ve vodě, část z něj reaguje s vodou za vzniku kyseliny uhličité:



Použití oboustranné šipky u rovnice je záměrné, neboť daná reakce probíhá vždy v obou směrech současně. Záleží na podmínkách, v jaké rovnováze (v jakém poměru) se reakce ustálí. Zda je v soustavě více kyseliny uhličité - reakce tedy spíše probíhá doprava, nebo naopak doleva, kdy je v soustavě oxid uhličitý pouze rozpuštěn. Tato rovnováha, tedy zda reakce probíhá spíše jako přímá nebo zpětná, je charakterizována tzv. rovnovážnou konstantou K_a.

Kyselina uhličitá reaguje s vodou za vzniku hydrogenuhličitanu HCO₃⁻, který při další reakci s vodou dává uhličitánový anion CO₃²⁻.

Zapište rovnice těchto dvou reakcí. Jak ovlivní rovnici fakt, že kyselina uhličitá je slabá kyselina?

The acquisition of science competencies using ICT real time experiments COMBLAB

Efekt rozpouštění CO_2 ve vodě lze dobře sledovat pH čidlem. Ze změřených výsledků je rovněž možné spočítat množství rozpuštěného oxidu uhličitého ve vodě:

Pro reakci $\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ je obecný zápis rovnovážné konstanty:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}, \text{ a protože je množství (koncentrace) vzniklých iontů stejné, } [\text{H}_3\text{O}^+] =$$

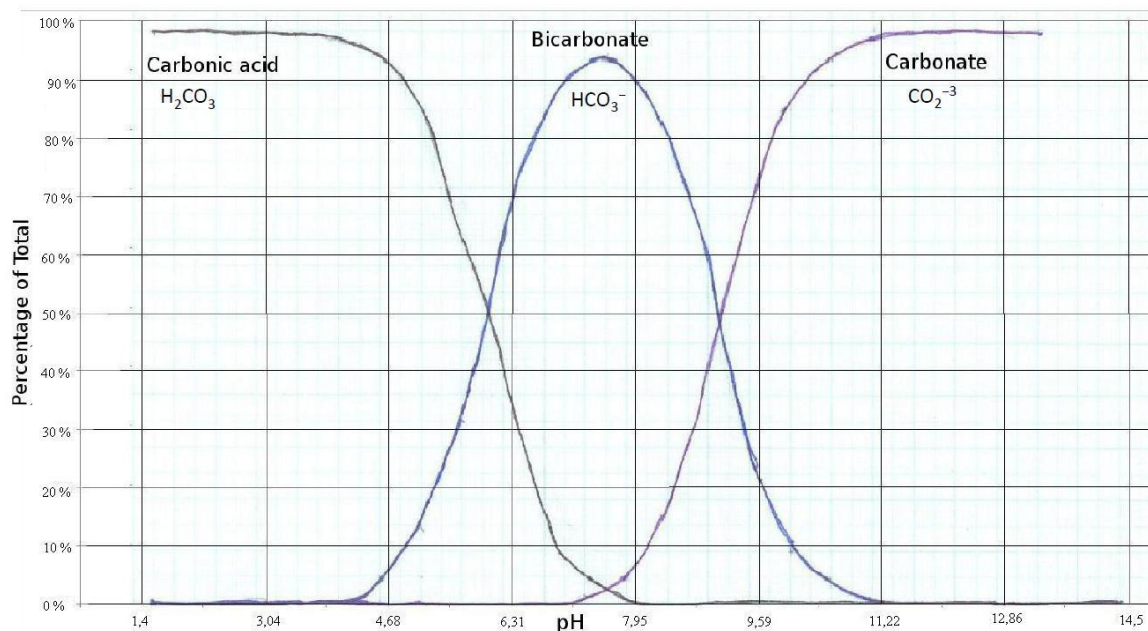
$$[\text{HCO}_3^-], \text{ lze rovnici zapsat } K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{CO}_2]}.$$

$$\text{Množství oxoniových iontů lze zjistit z naměřeného pH, } \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+].$$

Hodnota rovnovážné konstanty reakce je $K_a = 4,5 \cdot 10^{-7}$. Množství CO_2 se pak spočítá jako:

$$[\text{CO}_2] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{K_a} = \frac{10^{-2 \times \text{pH}}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$$

Když slabá kyselina reaguje s vodou, pH roztoku je dáno množstvím disociované kyseliny. V případě kyseliny uhličité jsou v roztoku přítomny molekuly kyseliny uhličité, hydrogenuhličitanu i uhličitanu. Jejich zastoupení v závislosti na pH ukazuje následující graf:



Prostudujte uvedený graf a vyřešte tyto otázky:

The acquisition of science competencies using ICT real time experiments COMBLAB

1. Jaké je pH roztoku, jestliže kyselina uhličitá a hydrogenuhličitany jsou zastoupeny ve stejném množství?

2. Při jakém pH, jsou v roztoku stále přítomny uhličitany?

Kyselost a zásaditost vody lze sledovat pomocí pH elektrody. Naučte se pracovat s čidlem: změřte pH dvou různých vzorků vody.

1. Připojte čidlo k počítači a zapněte program LoggerPro.
2. Nakalibrovanou elektrodu opláchněte destilovanou vodou. Vyberte vzorek vody a opláchněte jím čidlo (nebo elektrodu osušte – nesmíte ale měřený vzorek „kontaminovat“ destilovanou vodou).
3. Ponořte čidlo do vzorku a čekejte 10 sekund. Opište si hodnotu pH.
4. Opláchněte čidlo dalším vzorkem vody, poté do něj ponořte čidlo a opět změřte pH.

Měření lze sledovat také v grafu, což je zvláště výhodné v další aktivitě. Naučte se zaznamenávat hodnoty do grafu. Nejjednodušší je závislost pH na čase.

- Zahajte měření tím, že zmáčknete zelené tlačítko Collect (Start) a měření ukončíte červeným tlačítkem Stop.
- Dobu měření můžete změnit v nabídce Menu → Experiment → Data collection.
 - Jestliže změníte dobu sběru dat ze sekund na minuty, změňte také frekvenci sběru dat. Vhodná rychlost jsou 2 vzorky za sekundu.

V laboratoři – simulace podmínek

The acquisition of science competencies using ICT real time experiments COMBLAB

Vaším úkolem je vymyslet způsob, jakým by šlo omezit koncentraci oxidu uhličitého ve vzduchu, když víte, že ten se rozpouští ve vodě. Navrhněte metodu snížení emisí CO₂ a experiment, který vaši metodu podpoří.

Metoda:

Experiment ověřující metodu:

Nápovědy/pomůcky

1. Nejčastějším producentem CO₂ jsou tepelné elektrárny. Daly by se tyto emise nějak zachytit do oceánu?
2. Jedním ze způsobů, jak se „zbavit“ části oxidu uhličitého z elektrárny, by bylo zavádět plynné produkty do vody. Jak by šlo toto simulovat v laboratoři? Co byste použili jako zdroj oxidu uhličitého?
3. Jakmile navrhnete simulaci experimentu, je potřeba také zjistit účinnost provedení. Jak zjistíte, zda se oxid uhličitý ve vodě rozpustil nebo ne?

Možné nápady na provedení experimentu:

1. Dostupným zdrojem CO₂ je reakce octu a jedlé sody (hydrogenuhličitan sodný). Dalším zdrojem může být dech nebo spalování dřeva či uhlí. Je důležité se rozhodnout, zda se chce zjišťovat také efektivita metody. V tom případě je nutné zjistit také množství připraveného CO₂, nejen toho rozpuštěného. I to může mít vliv na volbu metody.

The acquisition of science competencies using ICT real time experiments COMBLAB

2. K zavádění plynů do vody lze použít gumovou hadičku a trubičku. Je lepší použít menší množství vody, aby byl výsledek snadno rozpoznatelný.

Výsledky

Na základě vašeho experimentu vyřešte tyto otázky:

1. Mohly by oceány pohltit ještě více oxidu uhličitého, než je tomu v současných klimatických podmínkách, a sloužit tak jako úložiště zplodin?

2. Mohla by se stejná metoda, jakou jste vymysleli, využít také ve velkém měřítku (realitě)? Jaké jsou výhody a nevýhody metody?

3. Jak by šla navržená metoda zefektivnit?

4. Oceán se dokáže s menšími výkyvy pH vyrovnat, tlumí je. Jedná se tedy o pufr (tlumicí roztok). Jak toto ovlivní možnost použití vaší metody v reálných podmínkách?

Diskuse a závěr

The acquisition of science competencies using ICT real time experiments COMBLAB

Dlouhodobé studium mořské/oceánské vody ukázalo, že pH vody postupně klesá s tím, jak v ovzduší roste množství oxidu uhličitého. Vědci již provedli několik modelů, kdy sledovali, jak moc se změní pH vody, jestliže množství oxidu uhličitého bude v ovzduší stoupat. Jeden z modelů předpovídá, že v roce 2100 bude ve vzduchu obsah CO_2 717 ppm. To by znamenalo, že pH vody by bylo přibližně 7,82.

Znovu prostudujte graf: jaké bude procentuální zastoupení kyseliny uhličitě, hydrogenuhličitanu a uhličitanu při tomto pH? Bude množství uhličitanových iontů menší nebo větší než dnes, kdy je pH povrchové vody 8,1?

Uhličitany vytvářejí uhličitan vápenatý, který je součástí pevných schránek mnoha mořských živočichů (korály, korýši). Jaký vliv by mělo okyselování oceánu na podmořský život?

Nápovědy:

1. Živočichové, kteří k životu potřebují uhličitany, jsou zvyšováním kyselosti ohroženi hned dvakrát. Zamyslete se nad vlivem kyselin a formami kyseliny uhličitě.
2. Ekosystémy jsou vztahově propletené systémy. Každý živočich je závislý na jiném živočichu či rostlině. Co by se stalo s mořským ekosystémem, jestliže by se snížil počet organismů závislých na CaCO_3 ?

Ve vaší pracovní skupině zformulujte odpověď na počáteční otázku:

Můžeme použít oceány jako skladiště na CO_2 a zastavit tak globální oteplování?

a připravte si, jak budete argumentovat vaše závěry ostatním skupinám.

Zdroje:

<http://www.explainingclimatechange.ca/Climate%20Change/Lessons/Lesson%208/lesson8.html> (visited August 17th 2012)

vanLoon, G.W, Duffy, S. J, 2011, *Environmental Chemistry: A Global Perspective*, Oxford university press, pp. 256-258

Graf rozpouštění kyseliny uhličitě ve vodě sestrojila Rajka Kavonius na základě dat uvedených v prvním zdroji.

The acquisition of science competencies using ICT real time experiments COMBLAB



Lifelong Learning

