

Co mají společného pečení a oceány?

Oxid uhličitý hraje velkou roli v klimatické změně, která se dotýká nejen nás, ale i oceánů. Žáci provedou pokus, ve kterém z jedlé sody a kyseliny připraví oxid uhličitý a budou zkoumat závislost jeho rozpustnosti ve vodě na teplotě. Na základě zjištěných závislostí prozkoumají, jakou roli v klimatické změně hraje rozpouštění oxidu uhličitého v oceánech.

Délka: 45 minut

Věk: 8.–9. třída ZŠ, SŠ

Předměty: chemie, fyzika

Typ: pokus

Vytvořeno: 18. 5. 2023

Autor/ka: Lenka Karpíšková, Divadlo fyziky [ÚDiF](#), vytvořeno pro [Člověk v tísni, o. p. s.](#)

Vzdělávací cíle:

- Žák provede pokus zaměřený na rozpustnost oxidu uhličitého ve vodě.
- Žák popíše změny, které nastaly během pokusu, a vyvodí z nich obecně platné závěry.
- Žák propojí pozorované jevy s rozpouštěním oxidu uhličitého v oceánech, což souvisí s klimatickou změnou.

Pomůcky:

Při provedení pokusu je možné některé pomůcky nahradit jinými, viz dále. Žáci pracují sami či ve dvojicích.

- vytištěné pracovní listy s návodem pro každého žáka nebo dvojici (příloha 1)
- kádinka (150 ml)
- tyčinka
- lžička
- Pasteurova pipeta
- aparatura pro vývoj CO₂
- kahan
- zápalky
- 2× zkumavka
- držák na zkumavku
- stojan na zkumavky

Chemikálie:

- jedlá soda (max. 15 g na pokus)
- kyselina citronová (max. 15 g na pokus)
- univerzální (Yamadův) indikátor
- voda

Alternativy k pomůckám:

Původní vybavení	Čím lze nahradit
kádinka (150 ml)	kelímek nebo sklenička (min. 150 ml)
tyčinka	lžička
Pasteurova pipeta	není třeba, stačí nalít

Původní vybavení	Čím lze nahradit
kahan	magnetická míchačka, plotýnka apod. (v takovém případě je lepší zahřívat roztok nikoli ve zkumavce, ale např. v kádince)
zkumavky	kelímky nebo skleničky
držák na zkumavku	nemusí být nutný (v závislosti na způsobu zahřívání)
stojan na zkumavky	jako stojan na zkumavky může posloužit sklenička či kádinka

Univerzální (Yamadův) indikátor je problematické nahradit. Indikátorové papírky neposkytují dostatečnou zpětnou vazbu během pokusu a nemusí být tedy zřetelná změna pH. Výluh z červeného zelí má tendenci být sám o sobě mírně kyselý, což znemožňuje vidět barevné změny způsobené CO_2 .

Příprava před hodinou:

Příprava univerzálního (Yamadova) indikátoru

Návod je uveden pro přípravu 1 l roztoku, na jeden pokus stačí několik mililitrů.

Rozpusťte 0,18 g methylčerveně a 0,36 g fenolftaleinu v 550 ml přibližně 95% ethanolu. V jiné nádobě rozpusťte 0,43 g bromthymolové modři v 300 ml destilované vody.

Oba roztoky smíchejte a doplňte destilovanou vodou na objem 1 l.

Po kapkách přidávejte zředěný (1M) hydroxid sodný, dokud se roztok nezbarví zeleně.

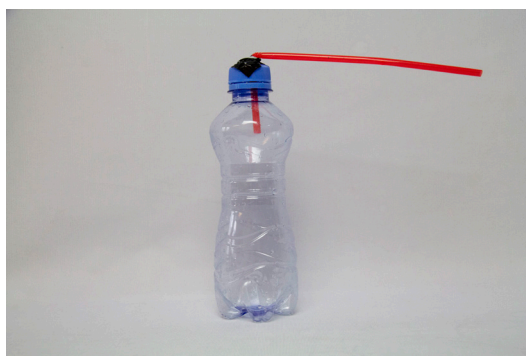
Aparatura pro vývoj CO_2

Existuje několik možností, jak vyrobit aparaturu na vývoj plynu:

- **Odsávací baňka se zátkou a hadicí.** Na olivku odsávací baňky nasadte pasující hadici.



- **PET láhev s brčkem.** Do víčka PET láhve udělejte díru (např. nůžkami nahřátými nad zapalovačem). Do díry vložte brčko a zalepte jej izolepou tak, aby byl otvor ve víčku okolo brčka utěsněný.



- **Brčko a foukat.** Není potřeba žádná aparatura, stačí brčkem opatrně foukat do roztoku indikátoru. V případě využití této metody není potřeba jedlá soda a kyselina citronová, což ovšem vede k tomu, že se ztrácí souvislost s pečením. Tato metoda je nejjednodušší na přípravu a nejspolehlivější, nicméně si žáci nezkusí práci s aparaturou a úlohu mohou mít hotovou o něco rychleji.

Postup:**1. Evokace**

Položte žákům následující otázky:

- *Jak je možné, že je pečivo nadýchané a má v sobě díry?*
- *Který plyn vytvoří v pečivu bublinky?*
- *Jaká přísada se přidává do těsta, aby se bubliny vytvořily?*

2. Provedení pokusu

Níže je uveden návod k provedení pokusu, který mají žáci ve stejném znění k dispozici v pracovním listu s návodem v příloze 1. Žáci pracují samostatně nebo ve dvojicích.

1. Do kádinky nalijte asi 50 ml vody. Přidejte Pasteurovou pipetou univerzální (Yamadův) indikátor tak, aby byla zřetelná jeho barva, a zamíchejte tyčinkou. Odlijte si pár mililitrů tohoto roztoku do zkumavky pro porovnání barvy.
2. Do aparatury pro vývoj CO_2 nalijte rozumné množství vody z kohoutku s ohledem na použitou aparaturu. Přidejte větší lžičku kyseliny citronové a krouživým pohybem částečně rozpustte.
3. Přidejte větší lžičku jedlé sody a zazátkujte aparaturu. Okamžitě začněte zavádět vznikající oxid uhličitý do připraveného roztoku indikátoru v kádince. Může pomoci s nádobou pro vývoj plynu trochu zamíchat, aby se vyvíjelo více plynu. Pozorujte změnu barvy roztoku. Pokud byste potřebovali vyvíjet více plynu, přidejte do aparatury další lžičku kyseliny citronové a jedlé sody.
4. Do čisté zkumavky odlijte asi 1–2 cm roztoku indikátoru z kádinky, do které jste zaváděli plyn.
5. Zkumavku chyťte do držáku a zahřívejte nad kahanem. Ústím zkumavky nemiřte na žádnou osobu! Roztok by měl měnit barvu. Jakmile začne vřít, ihned ukončete zahřívání. Pozorujte barvu roztoku.

Příklad, jak mohou vypadat výsledné barvy roztoku:



Vlevo je samotný zředěný univerzální indikátor, uprostřed indikátor po zavádění oxidu uhličitého, vpravo po zahřívání. Barvy se mohou lišit podle použité vody a množství rozpuštěného CO_2 .

TIP: V případě černobílého tisku pracovních listů vytiskněte pro žáky barevně pH stupnici z návodu. Do pracovního listu také můžete zařadit úkol, aby žáci zakreslili aparaturu pro zahřívání.

3. Pracovní list – vyplnění a kontrola

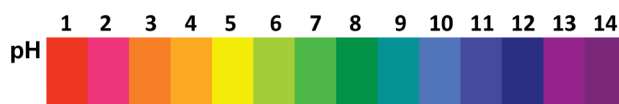
Pracovní list pro žáky (příloha 1) je rozdělen na dvě části. První část, „Úkoly“, přímo navazuje na provedení pokusu. Druhá část, „Jak to souvisí s klimatickou změnou?“, obsahuje otázky, které propojují pozorování z pokusu s klimatickou změnou.

Níže jsou uvedeny správné odpovědi.

Úkoly

Napište, jak se měnila během pokusu barva roztoku. Podle barevné škály přiřadte k barvám hodnotu pH a určete, jestli je toto pH kyselé, zásadité, nebo neutrální.

	barva roztoku	pH	kyselé/zásadité/neutrální
před zaváděním CO ₂	<i>tmavě zelená (záleží na pH místní vody)</i>	<i>8 (záleží na pH místní vody)</i>	<i>přibližně neutrální</i>
po zavádění CO ₂	<i>světle zelená</i>	<i>6</i>	<i>kyselé</i>
po zahřívání	<i>tmavě zelená (záleží na pH místní vody)</i>	<i>8 (záleží na pH místní vody)</i>	<i>přibližně neutrální</i>



Kypřicí prášek obsahuje jedlou sodu a něco kyselého (např. dihydrogendifosforečnan sodný). Jedlá soda neboli hydrogenuhličitan sodný začne s kyselinou při zahřátí reagovat podobně, jako jste teď připravovali oxid uhličitý.

A) Proč se při pečení používá kypřicí prášek?

Vznikající oxid uhličitý vytvoří v těstu bublinky, díky kterým je pečivo nadýchané a měkké.

B) Vysvětlete, jak je možné, že jste mohli vyvíjet oxid uhličitý, přestože jste jej připravovali ve vodě, ve které se oxid uhličitý rozpouští.

Rozpustnost CO₂ ve vodě je omezená, CO₂, který se ve vodě již nemůže rozpustit, uniká do vzduchu.

Jak to souvisí s klimatickou změnou?

Voda, například ta v oceánech, pohlcuje oxid uhličitý, který se v ní rozpouští, což je možné vidět jako změnu pH (okyseluje se, stejně jako se tomu dělo během pokusu). Množství rozpuštěného oxidu závisí na teplotě, což ostatně můžete sami pozorovat – když necháte perlivou vodu zteplat, bublinek CO₂ výrazně ubude.

Na Zemi je lidstvem produkováno velké množství CO₂, který spolu s ostatními skleníkovými plyny způsobuje globální oteplování. Velké množství z vyprodukovaného CO₂ je ale zároveň pohlcováno právě v oceánech, které tak fungují jako přirozený zpomalovač oteplování.

C) Když se průměrná teplota na Zemi stále zvyšuje, budou se zvyšující se teplotou oceány schopny pohlcovat méně, nebo více oxidu uhličitého? Odpověď uveďte na základě zkušenosti z pokusu.

Méně. Rozpustnost plynů ve vodě klesá se zvyšující se teplotou, jak bylo možné pozorovat i během pokusu.

D) Kdyby bylo v atmosféře pořád stejně CO₂ a oceány by se oteplevaly, jaký efekt by to mělo na globální oteplování? Bude se zrychlovat, zpomalovat, nebo bude stále stejné?

Zrychlovat. Velké množství vyprodukovaného CO₂ se rozpouští v oceánech a nepřispívá tak ke skleníkovému efektu. Pokud se teplota oceánu zvýší, nebude moct pohlcovat tolik CO₂ a může se z něj i uvolňovat. Tento CO₂ bude zůstávat v atmosféře a přispívat ke skleníkovému efektu.

Podmořští živočichové a rostliny potřebují ke svému životu kyslík rozpuštěný ve vodě. Pro plyny rozpuštěné ve vodě obecně platí stejná závislost na teplotě jako pro oxid uhličitý.

- E) *Bude se s dalším oteplením zvětšovat, nebo zmenšovat oblast tzv. „mrtvých zón“, které nejsou vhodné k životu?*

Zvětšovat, protože se bude ve vodě rozpouštět méně kyslíku. Zároveň se zdá, že organismy (aspoň některé) mají v teplejší vodě větší spotřebu kyslíku.

Mrtvé zóny mají kromě nízkého obsahu kyslíku další příčinu, a to eutrofizaci hnojivy z průmyslového zemědělství.

4. Závěr

Se žáky proberte jejich odpovědi na otázky a nechte je, aby vysvětlili, jak k daným výsledkům došli. Otázky vyžadují zamýšlení a jsou spíše náročnější, proto není vhodné žáky známkovat za správnost odpovědí. Ponechte prostor na diskusi, pokud by žáci měli nějaké otázky.

Na závěr se žáky provedte reflexi toho, co se v lekci dozvěděli. Nechte každého z nich zodpovědět následující otázku:

- *Jaká informace z této hodiny tě nejvíce zaujala nebo překvapila?*

Infobox:

Zpětná vazba CO₂: Mezi atmosférou a oceánem panovala rovnovážná výměna CO₂, dokud se lidskou činností nezačala koncentrace CO₂ v atmosféře zvyšovat. Část vyprodukovaných emisí CO₂ se rozpouští v oceánech, což vede k postupnému okyselování oceánů. Čím víc roste koncentrace CO₂ v atmosféře, tím více se jej rozpouští v oceánech a oceány se více okyselují. To má neblahý vliv na mořské organismy. Oceány mají omezenou kapacitu, kolik CO₂ dokážou pohltit, a tak postupně dochází ke zpomalení ukládání CO₂ z atmosféry. Negativní vliv na ukládání CO₂ do oceánů má také zvyšující se teplota. Po překročení bodu zlomu může nastat, že oceány budou mít tak nízkou kapacitu pohlcovat CO₂, že ho naopak začnou uvolňovat zpět do atmosféry. Další informace o klimatické změně a oceánech se můžete dozvědět na <https://faktaoklimatu.cz/explainery/vymirani-koralovych-utesu>

Tipy pro další práci:

Navažte lekcí „Jak klimatická změna ovlivňuje oceány“ (Barbora Mikulecká, ÚDiF, 2023), která pomocí jednoduchých pokusů ukazuje další vztahy mezi klimatickou změnou a oceány. Lekci naleznete zde: <https://ucimoklimatu.cz/vyukove-materialy/jak-klimaticka-zmena-ovlivnuje-oceany>

Zdroje:

BREITBURG, Denise et al. Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. Science 359, eaam7240 (2018). DOI: [10.1126/science.aam7240](https://doi.org/10.1126/science.aam7240)

HELMENSTINE, Anne. Universal Indicator Chart and Recipes. Science Notes and Projects [online]. 2021 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://sciencenotes.org/universal-indicator-chart-and-recipes/>

Proč umírají korálové útesy? Fakta o klimatu [online]. Otevřená data o klimatu, z. ú., 2023 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/vymirani-koralovych-utesu>

Přílohy:

Příloha 1: Pracovní list s návodem



Ministerstvo životního prostředí



STÁTNI FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Tento projekt je spolufinancován
Státním fondem životního prostředí ČR
na základě rozhodnutí ministra životního prostředí.
www.mzp.cz www.sfzp.cz