

3.5 Vyčisti vodu, vyrob kyslík

Účastníků	Ideální počet účastníků
Fyzická náročnost	II
Psychická náročnost	III
Autoři	Vojtěch Marek, Klára Helanová
Počet uvádějících	1
Čas na realizaci	60 minut
Čas na přípravu	60 minut
Prostředí	Laboratoř
Rozdělení	3 skupinky po cca 3 (4) členech

Cíle

Poznání základních způsobů čištění vody a výroby kyslíku v umělých podmínkách ve vesmíru.

Sdělení

Základní techniky výroby kyslíku a čištění vody jsou poměrně jednoduché, avšak jejich precizní a efektivní provedení si žádá poměrně náročné a drahé technologie, které zatím nejsou veřejně k dispozici.

Metody

Svobodná laboratoř, skupinová diskuze, demonstrační experiment.

[Metody a formy](#)

Klíčové kompetence

- Komunikace v mateřském jazyce je rozvíjena:
 - Nutností spolupráce při plnění úkolů na stanovištích, pochopením psaného textu a výkladu realizátora
- Schopnost učit se je rozvíjena:
 - Samostatným sestavováním aparatur s minimálním vkladem od realizátorů
- Matematická schopnost a základní schopnosti v oblasti vědy a technologií jsou rozvíjeny:
 - Názornou ukázkou i použitím laboratorních metod

- Sociální a občanské schopnosti jsou rozvíjeny:
 - Spoluprací při plnění úkolů na stanovištích

Forma a popis realizace

Laboratorní zkoumání povětšinou ve skupince nad určitým experimentem

Uvedení

Příprava

Aktivita musí v předkládané verzi probíhat v rámci celého programu paralelně s nějakou další, protože úkoly jsou koncipovány pro malé skupinky žáků a obecně kapacita laboratorních prostor nebývá (až na vzácné výjimky) tak velká, aby pojala celou třídu o např. třiceti žácích. v rámci ověřovaného projektu probíhal popisovaný blok paralelně s aktivitami zaměřenými na stravování ve vesmíru a blokem zaměřeným na radiaci, technologie a komunikaci. Rovněž počet uvádějících by v případě větší skupiny musel být vyšší (z bezpečnostních důvodů) a materiálová náročnost (např. příprava více stanovišť pro jednotlivé pokusy) by rovněž vzrostla.

Před samotným uvedením je třeba do chemické laboratoře s patřičným vybavením nachystat tři samostatná stanoviště, u nichž se žáci seznámí se základními metodami potřebnými pro čištění kapalin a výrobu kyslíku.

Stanoviště 1 - elektrolýza

Na stanoviště nachystat instruktážní list k elektrolýze (viz přílohu [Elektrolýza.pdf](#)), tři zdroje stejnosměrného proudu, tři sady vodičů s „krokodýlky“, elektrody (celkem 12 ks), tři tenké polystyrenové destičky (tvarem a velikostí srovnatelné s dřevěnými špachtlemi používanými k vyšetření krku u lékaře), láhev destilované vody, kuchyňskou sůl, ocet, 5% roztok hydroxidu sodného v zásobní lahvi, Pasteurovy pipety („kapátka“), tři kádinky, dvě chemické lžičky, chemické rukavice. Věci nachystat podle zadání úlohy na tři hromádky.

Stanoviště 2 - filtrace

K tomuto stanovišti přichystat instruktážní list k filtraci (viz příloha [Filtrace.pdf](#)), tři chemické stojany, kus látky (staré tričko, hadr...), na kolečka nastříhaný filtrační papír, tři filtrační kruhy, tři nálevky, tři skleněné tyčinky, třecí miska s tloučkem nebo hmoždíř, tablety živočišného uhlí (cca 20 ks), tři kádinky na odfiltrovanou vodu a tři kádinky se vzorky (voda znečištěná zeminou, voda obarvená potravinářským barvivem, turecká káva se sedlinou nebo sypaný čaj připravený přímo ve vodě – bez čajítka či sítka, nepředceděný)

Stanoviště 3 - destilace

Na rozdíl od předchozích stanovišť na toto místo nachystat jednak předem správně sestavenou destilační aparaturu, tak její jednotlivé části – topné hnízdo (případně kahan či lázeň), Liebigův chladič, teploměr, varnou baňku, alonž, sběrnou kádinku, chemické stojany, tuk na mazání zábrusů, hadičky pro napojení chladiče na přísun studené vody, varné kamínky. do destilační aparatury připravit silnou kávu (bez sedliny) a začít s destilací již před příchodem žáků, jinak hrozí, že se

nedočkáme dostatečného množství destilátu, které bychom mohli účastníkům předvést. na toto stanoviště rovněž přichystat ochranné brýle.

Mimo tři pracovní místa určená žákům si uvádějící připraví materiál pro závěrečný demonstrační pokus – výrobu kyslíku a jeho důkaz. k tomu bude potřebovat baňku podle Erlenmeyera, roztok peroxidu vodíku, manganistan draselný, chemickou lžičku, dřevěnou špejli a zapalovač.

Realizace

Po příchodu do laboratoře realizátor žáky přivítá:

„Zdravím vás! Dnes se seznámíte se základními procesy, které vám umožňují vůbec cestovat mimo Zemi – řekneme si totiž, jak se na kosmických lodích a stanicích vyrábí kyslík a čistí voda. Zmíněné procedury si v jejich základní podobě vyzkoušíte i vy, ovšem ve skutečných kosmických lodích jsou přístroje mnohem sofistikovanější a procesy daleko efektivnější. Nyní si, prosím, oblečte laboratorní pláště, jak víte, bezpečnost především, a rozdělte se do tří skupinek po třech lidech.“

Po oblečení plášťů a rozdělení do skupin uvádějící pokračuje:

„Nejdříve ve zkratce pravidla práce v laboratoři: nejezte a nepijte tu – nikdy nic. Mějte na sobě plášť, při vybraných úkolech i laboratorní rukavice a ochranné brýle. Používejte jen materiál zvlášť pro vás nachystaný a to způsobem, jenž vám bude popsán. Při jakékoli nejasnosti se ptejte, případné nehody mi okamžitě nahlase. Plňte mé pokyny, je to pro vaše dobro. Děkuji! Pojdme dál.“

Již z dřívějšíka víte, že kyslík a voda jsou základní podmínky pro přežití nejen lidských bytostí v kterémkoli prostředí. na Zemi je obojího dostatek, a tak se těmito podmínkami příliš nezabýváme, ale ve vesmíru nebo na Marsu už je to jiná písnička. na jednotlivých stanovištích si vyzkoušíte, jak lze vyrábět kyslík a čistit vodu. Stanoviště jsou tři a máme tři skupinky, takže se postupně prostrídáte. U dvou stanovišť máte postup a úkoly zapsány na instruktážním listě. U třetího, nejsložitějšího, se vám budu více věnovat osobně. Kdybyste ale měli problém kdekoli jinde, nebojte se zavčas ozvat. Je úplně jedno, kde začnete, takže se libovolně přiřaďte k jednomu z připravených stanovišť.“

Po rozdělení skupinek ke stanovištím nechá uvádějící žáky samostatně pracovat u míst s filtrací a elektrolyzou, kde jsou postupy a úkoly zadány na instruktážních listech. Sám přejde ke stanovišti s destilací.

„Zde si prosím raději nasadte chemické brýle. Víte, co zde probíhá? Tento proces slouží k oddělení dvou kapalin s odlišnou těkavostí, zjednodušeně odlišným bodem varu. Běžně se používá při výrobě silných alkoholických nápojů – ano, je to destilace. Zde je již sestavená a funkční aparatura, ale je tady ještě jedna, rozebraná. Vaším úkolem je poskládat druhou aparaturu podle vzoru již postaveného.“

Když se tým dá do sestavování destilační aparatury, realizátor krátce zkontroluje postup ostatních dvou skupin na druhých dvou stanovištích. na místě s elektrolyzou upozorní na opatrnost při zacházení s roztokem hydroxidu sodného a nutnost mít nasazené ochranné rukavice při manipulaci s ním; dále se ujistí, že žáci vědí, jak se správně chemicky přichichává k látce (při prudkém vdechnutí chloru by se mohly dostavit zdravotní problémy) a že vědí, jak bezpečně přichystat elektrický obvod. Poté se vrátí k probíhající destilaci, kterou je nutno hlídat (je vhodné někoho z „destilační skupinky“ určit hlídačem aparatury v momentě, kdy uvádějící kontroluje ostatní skupiny), a usměrní tým sestavující aparaturu – u cvičného sestavování není např. nutné mazat zábrusy nebo napojovat chladič na rezervoár studené vody. Během sestavování a posléze pozorování běžící aparatury

realizátor seznámí žáky se základními pravidly destilace:

1. Destilační baňka se plní do dvou třetin svého objemu. Když je naplněná víc, může destilovaná kapalina vystříkovat do chladiče. na druhou stranu – když je naplněná málo, působí už horní část baňky jako zpětný chladič a brání tak správnému průběhu procesu.
2. Do destilační baňky se musejí vložit varné kamínky (kousky porcelánu nebo kameniny) kvůli tzv. utajenému varu (ten může způsobovat bouchání nebo kypění destilované kapaliny).
3. Jednotlivé součásti aparatury musejí být propojeny natěsno, proto se používá tuk k mazání zábrusů. Aparatura jako celek ale musí být v kontaktu s okolní atmosférou.
4. Na destilační baňku se napojuje buď destilační nástavec, nebo již k tomu upravený chladič. Tyto součásti mají nahoře nad místem pro napojení varné baňky otvor pro teploměr. Ten musí být dlouhý tak, aby jeho zásobník se rtutí či lihem dosáhl až k vyústění chladiče po straně nebo přibližně centimetr pod toto postranní vyústění (je to proto, aby páry odcházející do chladiče omývaly teploměr a ten tak měřil teplotu těchto par).
5. Jednotlivé části aparatury na sebe musejí navazovat těsně, ale nesmí mezi nimi být napětí.
6. Zahřívání varné baňky (ať už topným hnízdem, plamenem nebo v lázni) s destilovanou kapalinou je potřeba provádět pomalu a rovnoměrně, přibližně tak, aby destilát na konci aparatury odkapával rychlostí cca 100 kapek skrz minutu.
7. Voda do chladiče se přivádí do jeho konce, který je blíž kádince s destilátem, naopak z konce blíže varné baňce s destilovanou látkou voda odtéká.
8. Destilace se pokaždé ukončuje dříve, než se vypaří všechna destilovaná kapalina; vždy musí její část zůstat jako tzv. destilační zbytek.
9. Při destilaci dbáme bezpečnostních předpisů a nevzdalujeme se od aparatury.

Rovněž je užitečné zmínit několik dalších zajímavostí o destilaci: že toto je jen její základní podoba, ale běžně se používají její upravené podoby – nejznámější jsou vakuová destilace, tedy destilace skrz sníženého tlaku, a frakční destilace, jež se používá např. při průmyslovém zpracování ropy. Tyto postupy pak samozřejmě vyžadují specifické úpravy i speciální vybavení (vývěvy, jiné typy chladičů a chladicích médií atd.). Že se s její pomocí vyrábí alkoholické nápoje, pravděpodobně žáci budou vědět, může zaznít informace, že běžným alkoholovým kvašením dosáhneme maximální koncentrace alkoholu 12 %, dále se pro získání vyššího množství musí použít právě destilace. Realizátor projde s žáky celý proces, upozorní a na aparatuře ukáže jednotlivé fáze – výpar určité složky kapalně směsi (ve směsi může být složek více, jako první se samozřejmě odděluje ta s nejnižším bodem varu), průchod par chladičem a jejich opětovné zkapalnění a následné jímání do sběrné nádoby. v případě vnímavých a zájem projevujících žáků mohou padnout i méně podstatné informace (přinejmenším v kontextu tohoto nejjednoduššího provedení) – např. že účinnost klasické destilace je poměrně nízká a že jednotlivé fáze, které od sebe její pomocí chceme oddělit, musejí mít bod varu od sebe odlišný přinejmenším o 50 °C, má-li být prostá destilace účinná.

Po dokončení sestavování cvičné aparatury je tato uvádějícím zkontrolována a následně jsou žáci vyzváni k jejímu opatrnému rozebrání, aby stejný úkol mohly provést další skupiny. Realizátor připomene i ostatním týmům na dalších stanovištích, aby i ony uvedly své pokusy do původního stavu, aby si je mohly vyzkoušet všechny skupinky.

Na závěr destilačního stanoviště žáci mohou přičichnout i ochutnat kávový destilát – přestože je naprosto čirý, stále je z něj cítit kávové aroma.

Po 15 minutách se týmy u jednotlivých stanovišť protočí, totéž se posléze opakuje ještě jednou. Jakmile si družstva vyzkouší všechna stanoviště, můžeme přistoupit k závěru.

Uzavření

Po dokončení třetího kola laboratorních aktivit hlavní realizátor ukončí práci na destilační aparatuře, zkontroluje stav zbylých dvou stanovišť včetně výsledků úkolů a osloví všechny účastníky.

„V této aktivitě jste poznali základní způsoby, kterými lze vyrábět kyslík a čistit vodu. Elektrolýza vody je skutečně hlavním způsobem, kterým se zajišťuje kyslík v kosmických lodích. Rovněž filtrace a destilace hrají podstatnou roli při čištění vody, jen jsou daleko účinnější; na ISS je vše součástí složitého systému ECLSS (Environmental Control and Life Support System, systém kontroly prostředí a podpory života). Ve vesmíru se recykluje veškerá voda, ke které se lze dostat – nejen moč a pot astronautů, ale i vlhkost obsažená ve vzduchu! Zásobní moduly samozřejmě občas nějakou čerstvou vodu dovezou, ale dopravovat vodu tam nahoru je dosti neekonomické, takže se recykluje, jak jen to jde.

V kosmu však musíme čelit ještě jednomu problému, ale dnes jsme si o něm ještě neřekli. Zkusíte přijít na to, o co jde?“

Pokud žáci nemohou uhádnout, realizátor může napovědět:

„Tentokrát nejde o to něco vyrobit, ale o to něčeho se zbavit... Ano – atmosféra v lodi, uzavřeném prostoru, po jisté době doslova přetéká oxidem uhličitým. a ten ve vysokých koncentracích lidskému zdraví rozhodně neprospívá. Ve vesmíru se to řeší různými způsoby: oxid uhličitý se může sloučit s vodíkem, který vznikl při elektrolýze vody a výrobě kyslíku. k tomu dochází při tzv. Sabatierově reakci, při níž vznikne metan a voda. Metan se vypustí do vesmíru a voda se opět použije k elektrolýze a výrobě kyslíku. Dál se dá zbavit CO₂ zvláštním sítím s krystaly zeolitu, které ho vychytají ze vzduchu a CO₂ je pak vyveden pryč do vesmíru, nebo pomocí čističky vzduchu s hydroxidem lithným. Reakcí LiOH a CO₂ vzniká voda – opět využitelná – a uhličitán hlinitý. Hydroxid lithný se při tom ale spotřebovává a musí se doplňovat.

Protože občas se stane něco, co vás nutí improvizovat, volit jiné než obvyklé postupy, nastanou situace, kdy každá taková znalost bude mít cenu zlata. Proto si i teď ukážeme další příklad toho, jak vyrobit kyslík, ačkoli rozhodně nejde o postup standardní. Používají se ale při něm vcelku dostupné látky, které mohou být k nalezení například v lékárnice.“

Realizátor přinese materiál na závěrečný demonstrační pokus – výrobu kyslíku. Při předvádění pokusu musí mít patřičný odstup od žáků, ale dbá na to, aby každý dobře viděl. Ještě před zahájením pokusu si nasadí ochranné rukavice a brýle, přičemž k nasazení brýlí vyzve i žáky. Během předvádění pokusu rovnou poskytuje komentář.

„Znáte tuhle fialovou látku? Občas se její roztok používá třeba na protiplísňové koupele. Je to manganistan draselný. Trochu si ho nasypu do téhle baňky (pomocí chemické lžičky si realizátor do Erlenmeyerovy baňky nasype menší množství manganistanu). Pak si vezmu tuto kapalinu – na první pohled vypadá jako voda, ale kdybyste k ní přičichli, hned byste poznali, že to voda není. Je to součást oné štipavé dezinfekce – peroxid vodíku. a slovo peroxid už dává tušit, že jeho součástí jsou i atomy kyslíku. No, a když dám peroxid dohromady s manganistanem...“

Uvádějící zalije manganistan v baňce malým množstvím peroxidu, což vyvolá znatelnou reakci, během níž z baňky uniká plyn. Realizátor pokračuje:

„Ale jak si můžu být jistý, že mi vzniká kyslík? k tomu tady mám tuhle špejli. Zapálím si jeden její konec (v bezpečné vzdálenosti od baňky tak učiní, chvíli nechá špejli hořet a následně ji sfoukne; na

místě musí zůstat část doutnajícího dřeva). Tak, teď jsem špejli sfouknul, už nehoří. Ale když doutnající konec ponořím do baňky... (Skutečně tak provede.) Špejle se opět rozhoří! Je to proto, že reakcí manganistanu s peroxidem se uvolňuje kyslík, který podporuje hoření a jeho vyšší koncentrace přiměla doutnající špejli se znovu rozhořet. Čímž jsme si ukázali další způsob, jak lze vyrobit kyslík – a to se ve vesmíru vždycky hodí!

Teď prosím odevzdejte pláště a další ochranné pomůcky, děkuji skrz pozornost a přeji vám mnoho úspěchů při dalším průzkumu!"

Poznámky

Zdrojem stejnosměrného napětí pro elektrolýzu může být např. plochá baterie o napětí 9 V, ale klidně i zdroj s regulovatelným proudem a napětím; v takovém případě je třeba buď jej předem nastavit tak, aby s ním žáci po zapnutí nemuseli manipulovat, nebo je obeznámit s jeho ovládáním.

Rovněž elektrody nutně nemusejí dvojího typu, výsledek je u uhlíkových i měděných elektrod stejný, tudíž v případě nedostávajícího se materiálu je možno porovnání elektrod oželeť; rovněž je samozřejmě možné použít úplně jiné elektrody (např. odmaštěné železné hřeby).

Ke každé hromádce k sestavení aparatury na elektrolýzu nachystat právě dva kabely k propojení elektrod se zdrojem; netřeba žákům nasazovat brouka do hlavy tím, že by bylo přichystáno více vodičů, než je zapotřebí.

Roztokem k destilaci nemusí být zrovna káva, může se zvolit libovolná směs vhodná pro prostou destilaci. Nicméně výsledek destilace kávy je poměrně působivý – výsledná kapalina je naprosto čirá, avšak ponechává si typické kávové aroma.

Při ověřování byly aktivity [3.5 Vyčisti vodu, vyrob kyslík](#), [3.6 Technologie a komunikace](#) a [3.7 Stravování a smyslové vnímání ve vesmíru](#) realizovány paralelně v jednom bloku a pauzy mezi nimi byly pouze na WC a přesun z místa na místo. Toto účastníci ve zpětné vazbě shledali jako nedostatečné, proto při navazování jakékoliv aktivity delší než 30 minut na druhou aktivitu doporučujeme přestávku alespoň 10 minut, spíše však 15 minut, obzvlášť pokud realizace probíhá v prostředí, jež je pro účastníky nové.

Odkazy

- PEAKE Timothy: Zptej se astronauta. Computer Press, Praha, 2018.
- STUART Colin: Jak přežít ve vesmíru. Universum, Praha, 2020.
- <https://lat.zshk.cz/vyuka/destilace.aspx>
- <https://lat.zshk.cz/vyuka/filtrace.aspx>

Pomůcky a materiál

Položka	Počet	Popis
Laboratorní plášť	12 ks	Pro každého žáka a pro realizátora
Chemické brýle	12 ks	Pro každého žáka a pro realizátora
Balení jednorázových rukavic	3 ks	Pokud možno alespoň tři různé velikosti

Položka	Počet	Popis
Chemický stojan	5-7 ks	Standardní chemický stojan
Chemická svorka	5-7 ks	Standardní chemická svorka k připevnění na stojan
Filtrační kruh	3 ks	K sestrojení filtračních aparatur
Filtrační nálevka	3 ks	K sestrojení filtračních aparatur
Filtrační papír		K sestrojení filtračních aparatur
Tablety živočišného uhlí	1 bal.	K sestrojení filtračních aparatur
Skleněné tyčinky	3 ks	Chemické tyčinky pro přelévání filtrátu
Třecí miska s tloučkem	1 ks	K rozemletí tablet živočišného uhlí
Látkový hadřík 20×20 cm	3 ks	K sestrojení filtračních aparatur
Sypaný čaj	1 bal.	K přípravě roztoku na filtraci
Potravinářské barvivo	1 bal.	Malé množství pro přípravu vzorku na filtraci
Voda	10 l	Voda pro použití v experimentech
Kádinka 150 ml	3 ks	K zachycení přefiltrovaného roztoku
Kádinka 250 ml	6 ks	K přípravě elektrolytů a směsí pro filtraci
Kádinka 100 ml	2 ks	K sestrojení destilačních aparatur
Polystyrenová destička	3 ks	Polystyrenový kousek 15x2x0,5 cm pro připevnění elektrod
Měděné plíšky	6 ks	Plíšky 10×1 cm sloužící jako elektrody
Tuhy do verzatilk	1 bal.	Tuhy sloužící jako uhlíkové elektrody
Zdroj stejnosměrného napětí/baterie 9 V	3 ks	Jako zdroj na elektrolýzu
Kabely s krokodýlky	6 ks	Kabely pro sestrojení elektrického obvodu na elektrolýzu
Chemická lžička	3 ks	Pro transport a rozpouštění látek
Pasteurova pipeta	3 ks	Plastová pipeta k odměření malého množství kapaliny
Hadička	4 ks	Hadička pro přívod a odvod vody z destilační aparatury
Erlenmeyerova baňka	1 ks	Laboratorní baňka zužující se směrem k hrdlu
Pracovní stůl	2 ks	Pojízdný laboratorní stůl s keramickými dlaždicemi
Topné hnízdo/Bunsenův kahan	2 ks	Topné hnízdo k zahřívání baňky/laboratorní kahan s regulovatelnou silou plamene
Zapalovač	1 ks	K zapálení kahanu a špejle
Potravinářské barvivo	1 ks	Malé množství pro přípravu vzorku k filtraci
Alonž	2 ks	K sestavení destilační aparatury
Liebigův chladič	2 ks	K sestavení destilační aparatury
Teploměr se zábrusem	2 ks	K sestavení destilační aparatury
Varná baňka se zábrusem	2 ks	K sestavení destilační aparatury
Držák na chladič	2 ks	K sestavení destilační aparatury
Držák na varnou baňku	2 ks	K sestavení destilační aparatury
Podstavec teleskopický	2 ks	K sestavení destilační aparatury
Tuk mazací	1 ks	K promazání zábrusů u destilační aparatury
Varné kamínky	10 ks	K destilaci a zabránění utajenému varu
Destilovaná voda	2 l	K přípravě roztoků a směsí na experimenty
Ocet	10 ml	K přípravě elektrolytu
Kuchyňská sůl (NaCl)	10 g	K přípravě elektrolytu
Hydroxid sodný (NaOH)	50 ml	5% roztok k přípravě elektrolytu
Peroxid vodíku (H ₂ O ₂)	50 ml	10% roztok k experimentální výrobě kyslíku

Položka	Počet	Popis
Manganistan draselný (KMnO ₄)	5 g	K experimentální výrobě kyslíku

Přílohy

Obsahové přílohy

#	Soubor	Popis
005.05.01	Elektrolyza.docx	Informační tabule pro práci na stanovišti s elektrolýzou
005.05.03	Elektrolyza.pdf	Informační tabule pro práci na stanovišti s elektrolýzou - tisk
005.05.02	Filtrace.docx	Informační tabule pro práci na stanovišti s filtrací
005.05.04	Filtrace.pdf	Informační tabule pro práci na stanovišti s filtrací - tisk

Metodické přílohy

#	Soubor	Popis
---	--------	-------

From:

<https://mscb.vida.cz/> - MSCB

Permanent link:

<https://mscb.vida.cz/skolam/telo/aktivita/5/3>

Last update: **2022/02/11 06:41**

