

3.1 Bezpečnostní školení na martánské základně

Účastníků	30
Fyzická náročnost	I
Psychická náročnost	III
Autor	Vojtěch Marel
Počet uvádějících	2
Čas na realizaci	30 minut
Čas na přípravu	60 minut
Prostředí	Divadlo vědy, učebna, aula, přednáškový sál
Rozdělení	Žádné, lze uvádět pro velkou skupinu

Cíle

Seznámit žáky s nejdůležitějšími odlišnostmi a nebezpečími cizího prostředí vesmírného vakua a Marsu.

Sdělení

Nejdůležitějšími faktory s přímým vlivem na možné přežití ve zmíněných prostředích jsou nedostatek kyslíku a atmosférického tlaku a naopak přítomnost velmi nízkých teplot.

Metody

Frontální výuka, pozorování, provádění a demonstrace pokusů.

[Metody a formy](#)

Klíčové kompetence

- Matematická schopnost a základní schopnosti v oblasti vědy a technologií jsou rozvíjeny:
 - Seznámením se s méně běžnými a dostupnými prostředky – vývěva, kapalný dusík.
- Komunikace v mateřském jazyce je rozvíjena:
 - Porozuměním výkladu realizátorů.

Forma a popis realizace

Série experimentů s tematikou možného nebezpečí v neznámém prostředí volného vesmíru či planety Mars. Formátem je vědecké představení – science show se zapojením účastníků (diváků) do vybraných pokusů.

Uvedení

Příprava

K hladkému průběhu aktivity je třeba valnou většinu dílčích fází (experimentů) připravit předem.

1. Experiment s železnou vatou:

Na pojízdný stůl umístit kovovou podložku (rozměrů cca 40×40 cm) a připravit elektrický obvod, do nějž se při vlastní demonstraci přidá železná vata. Jeho součástmi jsou měděné vodiče, autobaterie a spínač. Vodiče, mezi nimiž bude nasazena vata, připravit tak, aby na hořící vatu bylo dobře vidět. Kromě obvodu je nutno připravit dva chomáče železné vaty, průhledné víko na zabezpečení hoření s přidaným kyslíkem, kyslíkovou bombu s přívodem, kovový kbelík na odpad ze spálené vaty a rukavice izolující od extrémních teplot.

2. Experiment s balónkem v podtlakovém zvonu

Na stůl připravit podtlakový zvon s napojením na zapojenou vývěvu. Dopředu nafouknout podlouhlý cirkusový balónek a poskládat jej do tvaru „človíčka“. Při nafukování dát pozor – příliš nafouknutý balónek pravděpodobně praskne během procesu vytváření človíčka, nedofouknutý se může ukázat jako příliš malý pro poskládání požadovaného tvaru, navíc při experimentu samotném nemusí prasknout. Skládání balónku do tvaru „človíčka“ není bezúčelné, umožňuje totiž pohodlné vměstnutí balónku do zvonu. Pro odlehčení je možné na odpovídající část balónku nakreslit lihovým fixem i obličej.

3. Experiment s trubicí a vodou

Do akvária či průhledné plastové nádoby přichystat cca 10 l vody a obarvit ji (nejlépe na modro). Dvoumetrovou plexisklovou trubicí (vnitřní průměr cca 12 cm, tloušťka plexiskla 5 mm) z obou konců neprodyšně uzavřít zátkami – jedna z nich musí být vybavena hadicí s kohoutem. Pomocí této úpravy pak odsát z trubice vzduch pomocí vývěvy. v dosahu nádrže s vodou připravit plastovou fólii schopnou velikostí zakrýt odšpuntovaný otvor trubice. Nádrž s vodou je vhodné umístit na nižší stůl či podstavec – ne úplně na zem, aby byla vidět z publika, ale ne tak vysoko, jako většinu ostatního experimentálního materiálu na běžných stolech – realizátor bude muset trubicí do nádržky ponořit kolmo k hladině, takže v případě umístění na běžně vysoký stůl by musel stát na štaflích. s vhodně volenými pomůckami však není problém nijak složitý.

4. Experiment s explozivním balónkem

Do klasického balónku napustit vodík z tlakové lahve. Připevnit balónek (např. pomocí kancelářské sponky) k chemickému stojanu a ten připravit na stůl. Je-li to technicky možné, je vhodné zabezpečit explodující balónek průhlednými zástěnami – např. z plexiskla – alespoň ze dvou stran (té, ze které balónek pozorují diváci a opačné, „jevištní“). Připravit minimálně dvoje protihluková sluchátka,

zapalovač a prskavku či svíčku na delší rukojeti (2 m).

5. Experiment s implozí plechovky

Přichystat Bunsenův kahan napojený na zdroj plynu, zapalovač, chemické kleště a plechovku od nápoje (nejlépe o objemu 0,5 l). na dno plechovky nalít přibližně 0,05 l vody a otvor pro pití zašpuntovat, ale ne vzduchotěsně, aby z plechovky mohl během pokusu unikat vzduch.

6. Experiment s krví ve vakuu

Do Erlenmayerovy baňky (50 ml) připravit roztok saponátu a na rudě obarvené horké vody. Baňku až do pokusu uchovat v termónádobě, aby „krev“ nevychladla; také je vhodné hrdlo zakrýt alobalovým „špuntem“. Rovněž připravit kádinku (250 ml) na přikrytí baňky ve zvonu.

7. Experimenty s kapalným dusíkem (rukavice, oko)

Do Dewarovy nádoby připravíme cca 2 l kapalného dusíku. Předem si nachystáme (nejlépe do zásuvky pracovního stolu) gumovou rukavici (nejlépe typ určený k nošení při čistících pracích), kladívko či gumovou palici, podložku či kuchyňské prkýnko (v případě méně odolné desky stolu), kuchyňskou naběračku a hovězí oko (případně jiný biologický materiál) a ochranné rukavice proti extrémním teplotám.

8. Experiment s odsátým papíňákem

Je potřeba připravit konstrukci, na niž bude možné zavěsit odsátý hrnec a na něj připevněnou houpačku; v prostorách science centra byla k tomuto účelu využita stropní konstrukce obvykle skrytá nad podhledovým stropem. k pokusu je nutno hrnec upravit tak, aby: a) k němu bylo možno upevnit lano – tzn. připevnit oko zvnějšíku ke dnu hrnce a totéž provést s poklicí; b) z hrnce šlo vývěvou vysát vzduch a otvor, jímž se vzduch vysál, neprodyšně uzavřít, aby se v něm udržel vytvořený podtlak. Tlakový hrnec je volen z toho důvodu, že je ze své podstaty vzduchotěsně uzavíratelný (míněno poklicí), což je podmínkou pro správné provedení pokusu. Lana a houpačku je přesto nutné upevnit tak, aby v případě netěsnosti hrnce či překonání podtlaku v hrnci a jeho rozpojení zachytilo houpačku i s člověkem druhé lano, paralelně zapojené do konstrukce spolu s hrncem. Reálně lze zapojení houpačky přirovnat k elektrickému obvodu: lano zavěšené na nosné konstrukci – dvě paralelní větve, první s podtlakovým hrncem, která primárně nese tíhu houpačky i člověka na ní, a druhá paralelní větev, tvořená bezpečnostním lanem, které tíhu houpačky převezme pouze v případě, že se hrnec rozpojí; obě paralelní větve se opět setkávají v bodě, do kterého je (např. pomocí horolezecké skoby) připevněna samotná houpačka.

Realizace

Úvod + přivítání účastníků:

Po příchodu do místnosti, jež je upravena na dvě jasně rozlišitelné části – „jeviště“ pro demonstraci experimentů a „hlediště“ pro účastníky – jsou žáci rozsazeni tak, aby byli na jednu stranu dostatečně blízko k jevištní ploše, aby vše dobře viděli a mohli reagovat na případné otázky uvádějících, ale zároveň dost daleko na to, aby je výsledky experimentů (výbuchy, vylití kapalného dusíku) nijak neohrožovaly. Hlavní (AB) ze dvou uvádějících začne krátkým uvítáním:

„Vítáme vás – nové výzkumníky – na naší vědecké základně na Marsu! Já se jmenuji AB a jsem kapitánem této základny. Spolu s kolegou XY, bezpečnostním důstojníkem, vás provedeme první částí

vaší výzkumné mise – a tou bude bezpečnostní školení. Dozvíte se, jaká nebezpečí a omezení jsou spjata s volným vesmírným prostorem a s planetou Mars a podmínkami na ní panujícími.

U každého nebezpečí či limitujícího faktoru názorně předvedeme jeho možné účinky. U některých demonstrací využijeme i vaši pomoc – budete našimi vědeckými asistenty.“

S žáky se od začátku komunikuje, jako by byli účastníky mise na Mars a všichni se nacházeli na základně vystavěné na planetě. Cílová skupina je již dost vyspělá k pochopení nadsázky a je-li koncept podán dostatečně přesvědčivě, avšak nikoli trapně, tak pěkně funguje a také nastavuje určitý typ vztahu mezi realizátory a žáky – realizátoři jsou přirozeně vnímáni jako autority (kapitán, bezpečnostní důstojník, vědecký důstojník, zdravotní důstojník atp.).

Vlastní experimenty – demonstrační bezpečnostní školení

Uvádějíci (AB) po přivítání a úvodu do aktivity plynule přejde k vlastním dílčím experimentům:

„Prvním limitujícím faktorem, jehož se nedostává jak v atmosféře Marsu, tak ve volném vesmíru, je – věděl by někdo? Ano, správně, jde o kyslík. Ten potřebujeme k dýchání, ale demonstrovat udušení tady nebudeme. Předvedeme si účinky kyslíku na jiném jevu, který je s ním také neoddělitelně spjatý. Jde o hoření.“

Na to, ke kterému dalšímu ději kromě dýchání běžně potřebujeme kyslík, je možné se žáků i doptat, hoření je obecně známé tím, že vyžaduje kyslík.

„Za jinak běžných podmínek, avšak bez kyslíku, není hoření možné. Naopak v prostředí s jeho přebytkem hrozí požáry i tam, kde bychom je obvykle nečekali. Jako ukázka poslouží následující experimenty.“

Druhý uvádějíci (XY) přinese chomáč železné vaty přibližně o velikosti lidské pěsti. Hlavní uvádějíci (AB) přistoupí ke stolu s měděnými vodiči napojenými na autobaterii a spínač. Hlavní uvádějíci dále pokračuje:

„Toto je železná vata. (Názorně ukáže, případně pošle na chvíli kolovat mezi žáky.) Předměty a objekty vyrobené ze železa obvykle nehoří, ale zde, kde je tento materiál zpracovaný na velmi jemnou vatu o velkém povrchu, který umožňuje přístup dostatečného množství kyslíku, dosáhneme vznícení průchodem elektrického proudu. a nyní otázka – kdo z vás se stane mým prvním vědeckým asistentem?“

Po vybrání dobrovolníka uvádějíci spolu s nově vybraným asistentem přesunou ke stolu, kam je mezi dva vodiče přímo před zraky diváků umístěna železná vata tak, aby uzavřela obvod. Dobrovolník je nasměrován ke spínači, který umožní propojení s autobaterií a průchod proudu.

„Až řeknu, tak náš asistent spínačem pustí do obvodu proud. Uvidíme, co to udělá s naším železem... Jdeme na to!“

Po sepnutí spínače dojde ke vznícení železné vaty, jež shoří na oxid železitý. Hoření je vcelku pomalé a klidné, není u něj přítomen ani klasický plamen z plynů. Nicméně surové železo opravdu shoří. Po ukončení pokusu je potřeba spínač opět vrátit do polohy „vypnuto“, aby bylo možno provést na vodičích připojených k autobaterii další experiment. Zatímco hlavní realizátor děkuje dobrovolníkovi a usazuje ho zpět do publika, asistující realizátor odstraní zbytky spálené vaty a nahradí je novým, čerstvým chomáčem dosud nepoužité železné vaty.

„Díky našemu asistentovi! Jak vidno, tak když kyslíku umožníme přístup, může shořet i železo. Kyslík

je tak dobrým příkladem známé poučky „Všeho s mírou!“. Podmínky ve vesmírném vakuu nebo v atmosféře Marsu jsou ovšem takové, že k výstupům bereme s sebou nádoby s čistým kyslíkem. a na to, jak to může vypadat, když je kyslíku víc, než na kolik jsme zvyklí, se můžete podívat v následující úpravě předchozího pokusu.“

Tentokrát je část obvodu s vatou uzavřena pod skleněný poklop a oba uvádějící do prostoru přivedou pomocí hadice kyslík z tlakové bomby – jeden (XY) ovládá kohout u bomby, druhý (AB) kohout u ústí pod poklop. Hlavní uvádějící navíc udržováním skuliny mezi poklopem a podkladovou deskou zajišťuje, aby normální vzdušná atmosféra mohla zpod poklopu uniknout, když je vytlačována přivedeným kyslíkem. Správné provedení chce praxi – při malém obsahu kyslíku reakce nebude ve srovnání s předchozí ukázkou o tolik výraznější, přílišné množství kyslíku v uzavřeném prostoru by na druhou stranu bylo nebezpečné. Po načerpání dostatečného množství kyslíku se oba kohouty uzavřou a poklop zcela přiklopí. Následuje vlastní pokus:

„Tohle už bude bouřlivější, takže si to odpočítáme. Počítejte se mnou – pět, čtyři, tři, dva, jedna – TĚ!“

Po sepnutí spínače nyní v prostředí s přebytkem kyslíku shoří stejné množství železné vaty daleko rychleji v jednom prudkém záblesku. Pod poklopem navíc zůstanou vidět spečené kousky železa, nějakou chvíli mohou ještě i zářit díky své vysoké teplotě. v případě odklizení pokusu ze scény ihned po jeho skončení je třeba na to pamatovat a nesahat na zbytky spečené železné vaty; nicméně i pro relativně větší prostorovou náročnost materiálu (autobaterie, vodiče, poklop atd.) je doporučeno provést pokus na pojízdném stolku, který je možno ihned po skončení pokusů s vatou celý odvézt ze scény.

„Jak vidno, zásoby kyslíku pro procházky ve vnějším prostředí jsou sice nezbytné, ale mohou se proměnit i v doslova pekelný problém. Nicméně nejen nedostatek kyslíku nás trápí v prostoru mimo naši základnu. Jak na Marsu, tak hlavně ve volném vesmíru je daleko nižší okolní tlak. a to nejen může, ale také znamená reálný problém.“

Oba uvádějící přejdou ke stolku s podtlakovým zvonem napojeným na vývěvu. Hlavní realizátor (AB) pokračuje ve výkladu a obsluhuje zvon, druhý realizátor (XY) obstarává vývěvu.

„K tomuto experimentu také potřebuji dobrovolníka, ale tentokrát si nevezmu nikoho z vás, ale tady malého kolegu.“ (Vytáhne a předvede podlouhlý „cirkusový“ balónek překroucený do tvaru človíčka; pro zatraktivnění pokusu může mít i nakreslený obličej.) „Schválně, co se s mým asistentem stane, když ho umístíme do uzavřeného prostoru, ze kterého odsajeme okolní atmosféru.“

Po uzavření „človíčka“ do zvonu následuje odsávání vzduchu zevnitř pomocí vývěvy. v důsledku klesání okolního tlaku se balónek nejprve nafukuje = zvětšuje a nakonec i praskne. Pro dramatickost pokusu je vhodné odsávat vzduch vývěvou tak dlouho, dokud balónek nepraskne, ale je nutné i odhadnout míru a nečekat příliš dlouho; i z tohoto důvodu je také potřeba dávat pozor při přípravě balónkového človíčka – „nedofouknutý“ balónek bude mít ještě dostatečnou vůli materiálu k nafukování a k prasknutí vůbec nedojde. Každopádně po rupnutí balónku je zbytečné odsávat dál a je možno vypnout vývěvu a navrátit vzduch do zvonu.

„Jak vidíme, ztráta okolního tlaku může mít fatální následky... Také bychom ve vakuu pukli? Co myslíte?“ (Po několika návrzích z publika uvádějící pokračuje.) „Ne, my nejsme jen ze vzduchu jako tento panáček, ale z kostí, masa a dalších tkání, takže bychom nepraskli. Ale nepříjemné by to bylo, protože vzduch na Zemi nebo tady na naší základně, má skutečně velkou sílu. Zkusme si to přiblížit.“

Již během doptávání se na to, zda by skutečný, živý člověk ve vakuu praskl, hlavní uvádějící odstraní

zbytky balónkového človíčka ze zvonu, neboť ten se bude v průběhu představení ještě používat.

Asistující realizátor přinese hlavnímu 2 m dlouhou trubici z plexiskla na obou koncích neprodyšně uzavřenou špunty, z nichž jeden je vybaven hadičkou a kohoutem. Z trubice byl předem pomocí vývěvy odsát vzduch, takže nyní je v ní daleko menší tlak oproti atmosférickému. Uvádějící se začne ptát publika:

„Co myslíte, že je uvnitř této trubky? Vzduch? Jiné typy? Ano – NIC! Není v ní nic, protože vzduch jsme z ní dopředu odsáli. Nyní je uvnitř takřka vakuum. Ale jak to dokázat, když vzduch a vakuum od sebe nelze pohledem rozeznat?“

Oba uvádějící přejdou k nádobě s vodou. Hlavní realizátor vyleze na stoličku, schůdky atp., aby mohl pohodlně držet trubici a ponořit její konec s kohoutem do vody. Pro tento pokus je vhodné, aby voda byla obarvena potravinářským barvivem, protože vizuální efekt bude daleko markantnější. Asistující realizátor následně otevře kohout a všichni jsou svědky toho, jak je voda z nádoby rychle natlačena do trubice. Hlavní realizátor musí počítat s prudkým proudem vody a držet trubici tak, aby mu během procesu naplnění nevypadla; nutné je si vše předem vyzkoušet, aby uvádějící věděl, zda trubici udrží sám.

„Co se to teď stalo? Někdo by možná řekl, že trubice nasála vodu z nádoby, ale tak to není. Kdyby kolem nás bylo také vakuum, nic by se nestalo. Ve skutečnosti totiž okolní vzduch, tlačící na hladinu vody zevnějšku, natlačil vodu do trubice, kde bylo vakuum. Tlak okolní atmosféry dokážeme ještě jiným pokusem.“

Asistující realizátor přinese tenkou plastovou fólii, tak akorát velkou, aby překryla otvor na konci trubice. Pod hladinou fólii nasadí na místo původní zátky (tu je samozřejmě prvně potřeba vytáhnout, ovšem pod vodou!) a hlavní uvádějící následně vytáhne konec trubice nad hladinu. Fólie zadržuje vodu uvnitř, ačkoli není k trubici nijak důkladně připevněna. Po celou dobu výměny zátky skrz fólii a předvádění toho, že vzduch díky fólii udrží vodu uvnitř trubice, je třeba, aby uvádějící držel trubici kolmo k zemi, jinak reálně hrozí, že se pokus nezdaří.

„Teď okolní vzduch tlačí na fólii zespodu a nedovolí vodě vytéct ven, protože okolní atmosférický tlak je vyšší než vnitřní hydrostatický. Jak vysoký sloupec vody by vzduch s pomocí fólie dokázal udržet? Teoreticky skoro desetimetrový, ale předvedení tohoto je nad naše technické možnosti, takže nám musejí stačit dva metry.“

Po odstranění fólie již voda z trubky vyteče. Zde je možné předvést ještě „bublinkovou show“ – střídavým vynořováním a ponořováním otevřeného konce trubice pod hladinu lze do vodního sloupce v trubici posílat vzduchové bubliny. Nakonec je všechna voda z trubice vypuštěna. Asistující realizátor odnese trubku a přichystá chemický stojan s připevněným balónkem nafouknutým vodíkem. Vedoucí uvádějící navazuje:

„Normální, tedy pozemský, tlak vzduchu je oproti vzduchoprázdnu a atmosféře na Marsu opravdu velký. Proto se také využívají skafandry a přechodové komory, které nám pomáhají tento problém eliminovat, když musíme mimo komfort základny nebo kosmické lodě. i tak ale může nastat problematická situace týkající se náhlé změny tlaku. Víte, o co se jedná? Ano, jde o explozi. Tu si nyní předvedeme a jeden z vás ji spustí. Kdo to bude?“

Po vybrání dobrovolníka následuje krátká instruktáž: žák obdrží ochranná sluchátka na uši a zapálenou prskavku nebo svíčku připevněnou na dlouhé tyči. z bezpečné vzdálenosti přiloží hořící konec nástroje k balónku, jenž exploduje. Ostatní žáci v publiku jsou nabádáni k zacpání uší, aby jejich sluch neutrpěl.

Již v průběhu tohoto pokusu si asistující realizátor (rovněž s ochrannými sluchátky na uších, aby mohl pracovat už během exploze) chystá další demonstrační experiment: plechovku od vypitého nápoje (nejlépe o objemu alespoň 0,5 l), do níž je dopředu nachystáno malé množství vody a která je v místě otvoru pro pití zašpuntovaná, začne nahřívat nad zažehnutým Bunsenovým kahanem. Plechovku samotnou pochopitelně nedrží v rukou, ale v chemických kleštích. Rovněž zátka na otvoru původně sloužícímu k vypití nesmí být vzduchotěsná, ale musí umožňovat únik vzduchu, jenž je v průběhu nahřívání vody na dně vytlačován ven z plechovky; zátka je přítomna pro to, aby znemožnila úniku par a plynulé výměně plynů s okolím, vytlačení původní atmosféry na úkor vodních par je však nejen žádoucí, ale přímo nutnou podmínkou zdárného provedení pokusu.

Hlavní realizátor přebere od dobrovolníka sluchátka a „odpalovací zařízení“, usadí jej zpět do publika, okomentuje explozivní pokus a plynule přejde k dalšímu, který si již chystá asistující uvádějí.

„Tak teď jsme viděli explozi, díky našemu asistentovi skrz její odpálení! Ale důležitý je poznatek, že exploze vůbec nemusí souviset s ohněm či hlasitou ránou, ale s prudkým nárůstem a uvolněním tlaku. Ale známe také děj opačný, který už v povědomí lidí tolik není. Když explozi říkáme česky výbuch, tento opačný děj bychom mohli s nadsázkou označit jako „vbuch“. Můj kolega vám ho předvede.“

V tu chvíli přejde uvádějí XY s plechovkou, ze které již po stranách špuntů uniká pára, v kleštích ji otočí dnem vzhůru a konec se špuntem ponoří do nádrže s vodou, která je stále „na scéně“ od pokusu s trubicí. Plechovka se v okamžiku zmáčkne, jako by ji stiskla neviditelná ruka. Tentokrát může experiment okomentovat vypomáhající realizátor.

„Onomu „vbuchu“, jak to kolega nazval, se správně říká imploze. Tady implodovala plechovka. Ovšem museli jsme ji k tomu přimět: na začátku byla v plechovce trocha vody. Tu jsem nahřál nad kahanem a ona se vypařila – z kapalné vody se stala vodní pára. Ta vytlačila ven vzduch, protože plyny zaujímají daleko větší objem než kapaliny – z té trochy vody vzniklo tolik páry, že zabrala celou plechovku. Když jsem tu plechovku plnou páry zchladil ve vodě, pára zkondenzovala na několik málo kapek vody a v plechovce tak vznikl podtlak. Okolní tlak vzduchu pak plechovku zmáčkl – imploze je na světě.“

V případě, že implozi vysvětlil asistující realizátor, přebírá po něm hlavní uvádějí slovo a pokračuje dále:

„V tomto experimentu nám ke znázornění imploze pomohla voda. a to mi připomnělo, že naše vlastní tělo je ze dvou třetin složené z vody. Už při týrání človíčka v podtlakové komoře jsme se zmínili o tom, že bychom nedopadli tak dramaticky jako on. Ale co by nám skutečně hrozilo?“

Opět se opakuje situace z pokusu s človíčkem z balónku – hlavní realizátor provádí pokus u zvonu a asistující obsluhuje vývěvu. Tentokrát si hlavní uvádějí vezme malou baňku podle Erlenmeyera s falešnou krví a prázdnou kádinku, která velikostně zvládne Erlenmeyerovu baňku překrýt. Erlenmeyerovu baňku volíme proto, že se zužuje směrem k hrdlu a efekt pokusu je tak výraznější. Rovněž je nanejvýš vhodné, aby falešná krev byla vyrobena z horké vody a až do okamžiku vlastního experimentu uchovávána v termonádobě; jednak se tím zkrátí čas potřebný k provedení pokusu v podtlakovém zvonu, jednak většina konvenčních zvonů a vývěv není s to vyrobit tak silný podtlak, aby krev začala „vřít“, když je na začátku studená.

„Tady v baňce mám krev. Uvidíme, co se s ní stane, když odsají vzduch okolo ní.“

Realizátor na podstavu zvonu položí baňku s „krví“ a tu nejprve přikryje kádinkou a poté uzavře ve zvonu. Po odsátí určitého množství vzduchu „krev“ v kádince vybublá a začne se vařit. Kádinka se na Erlenmeyerovu baňku přikládá, aby vystříknuvší proud „krve“, která začne vařit, nepronikl až do

hadice napojené na vývěvu a neznečistil ji tak (některé zvony mají napojení hadice nahoře, některé zase v podstavě). Každopádně po dramatickém vyvaření kapaliny je záhodno pokus ukončit a protentokrát neobnovovat původní tlak – je lépe zavřít kohout a zvon, v němž zůstal podtlak, odklidit ze scény a vrátit se k němu (a jeho čištění) až po konci aktivity.

Vzhledem k tomu, že baňka s „krví“ čeká na provedení pokusu celkem dlouho od doby své přípravy před aktivitou, je vhodné zmínit i Henryho zákon a jeho fungování – rozpustnost plynů v kapalinách je úměrná tlaku jejich par nad roztokem, tzn., snížíme-li tlak vzduchu nad „krví“, před varem se z ní uvolní v ní rozpuštěný dusík a kyslík.

„Tak tady máme odpověď! Tady je nutno poznamenat, že jsme pozorovali kombinaci jevů – s klesajícím tlakem okolo kapaliny se z ní jednak vyplavily plyny, které v ní byly rozpuštěné, což v krvi znamená hlavně dusík a kyslík, jednak se začala vařit kapalina – krev – samotná. Bod varu totiž nesouvisí jen s teplotou, ale také s tlakem – čím je nižší, tím je i nižší hodnota bodu varu. Když se ptali technika NASA, kterému se v 60. letech při testech skafandrů stala nehoda a on byl vystaven vakuu, co si pamatuje jako poslední věc před ztrátou vědomí, tak řekl, že cítil, jak se mu vaří sliny na jazyku. Kombinace těchto jevů – snížení teploty bodu varu kapalin takřka na nulu snížená rozpustnost plynů, které by se z tkání vyplavovaly – by byla skutečným problémem a také příčinou smrti ve vakuu; tomuto stavu se říká ebullismus a smrt by nastala do minuty a půl.“

Ale všechny sci-fi filmy nám předkládají, že ve vakuu vesmíru je obrovská zima, takže tam všechno zmrzne... Tak jak to tedy je? Je to poněkud složitější. Záleží na tom, kde se ocitnete. Například jste-li natočeni ke Slunci a to na vás svítí, může vám být naopak dost horko. Ale když se ocitnete ve stínu nějakého vesmírného tělesa, pak ano, vesmír je studený... a to hodně. My si nízkou teplotu přiblížíme kapalným dusíkem.“

Podle umístění nádoby (nejlépe Dewarovy nádoby = laboratorní termosky) s kapalným dusíkem si buď hlavní realizátor přejde na určité místo, jen vytáhne nádobu nebo mu ji přinese asistující realizátor.

„Kapalným dusíkem má teplotu necelých -196 °C, což sice ještě zdaleka není teplota neozářeného vesmírného prostoru, ale pro ilustraci to bude stačit. Následujícím pokusem ukážeme, že materiály, ze kterých se vyrábějí ochranné pomůcky pro výstupy do vesmíru, musejí být opravdu výjimečně odolné.“

Realizátor vezme gumovou rukavici na čisticí práce a hodí ji do nádoby s dusíkem. Po chvilce se obrátí na publikum:

„Našel by se další asistent? Výborně – pojd' sem skrz mnou.“

Vybranému dobrovolníkovi je zapůjčeno kladivo nebo palice, načež uvádějící pomocí laboratorních kleští vytáhne rukavici z nádoby s dusíkem a položí ji na stůl. Při vytahování rukavice z nádoby plné dusíku je třeba pamatovat na to, že malé množství dusíku zůstane uvnitř rukavice; to je vhodné obrátě vylít při vyprošťování ztuhlé rukavice.

„Tak a teď použij zapůjčený nástroj – třískni do té rukavice!“

Dobrovolník lehce pomocí kladiva či palice rozbije gumovou rukavici, jež vlivem nízké teploty zkřehla. Je vhodné pod rukavici umístit odolnou plochu (kus plechu, kuchyňské prkénko apod.), záleží na typu stolu, na němž je pokus předváděn.

„Tak a tady je ukázka toho, co s běžnými materiály může udělat nízká teplota. Naštěstí jsou skafandry a další ochranné pomůcky z mnohem odolnějších a sofistikovanějších materiálů. Já děkuji našemu asistentovi, můžeš se posadit. Ale jaký účinek by měla tak nízká teplota na skutečnou tkáň?“

Vyzkoušíme to na tomto.“

Uvádějící vytáhne předem připravené, avšak dosud ukryté hovězí oko.

„Víte, co to je? Schválně, můžete si to zblízka prohlédnout.“

Oko se nechá kolovat v publiku, aby se přesvědčilo, že je skutečné a bylo součástí živého zvířete.

„Jak už slyším některé z vás, poznali jste oko. Konkrétně je to hovězí, kravské oko, na kterém si ověříme vliv nízkých teplot na živočišnou tkáň.“

Oko je ponořeno do dusíku a nějakou dobu (cca půl minuty) je ponecháno v nádobě. Poté je pomocí naběračky vyjmuto a uvádějící předvede jeho upuštěním na zem, že je skrz naskrz zmrzlé, ztuhlé.

„Vidíme, že tato obrovsky nízká teplota živočišné tkáni nesvědčí. Musíme ovšem dodat jednu podstatnou věc: ačkoli je teplota vesmírného vakua velmi nízká, tak takhle rychle jako toto oko v dusíku by v něm nic nezmrzlo. Vakuum vzhledem k téměř absenci částic takřka nevede teplo, tudíž byste vaše tělesné teplo ztráceli velice pomalu a pozvolna zářením čili sáláním, nikoli však vedením nebo prouděním. Z našich pokusů je ovšem znát, že vakuum není něco, s čím by si bylo radno zahrávat. Proto se při výstupech z lodí a základny používají skafandry a přechodové komory. Rozdíl mezi vakuem a silou atmosféry si předvedeme v posledním pokusu.“

Asistující realizátor připraví upravený papiňák a vývěvu. Při následující proceduře, kdy se z hrnce vysává vzduch pomocí vývěvy, oba realizátoři spolupracují – je nutné přidržet víko na hrnci na dost dlouho, aby se „přicuclo“ – tedy aby jej tlak okolního vzduchu na hrnci udržel sám o sobě.

„Máme tu poněkud upravený tlakový hrnec neboli papiňák. Ten obvykle slouží k přípravě jídel skrz vyššího tlaku, aby v něm voda zůstala kapalná i při vyšších teplotách než 100 °C. My jsme jej ale předělali na podtlakový hrnec a naopak zařídíme, aby okolní tlak byl vyšší. Pomůže nám to předvést již zmiňovanou sílu okolní atmosféry.“

Po vysátí dostatečného množství vzduchu zevnitř se hrnec zavěsí na lano připevněné k nosné konstrukci stropu a na druhý konec (spodní) se pomocí horolezecké skoby připojí houpačka. Ta poslouží jako testovací zařízení.

„Jistě jste pochopili, jak hodláme otestovat sílu atmosféry zde – použijeme lidská závaží! Kdo z vás váží nejméně? Ty? Tak pojď skrz mnou! Nasadím ti přilbu a pak tě usadím na naši houpačku...“

Postupně se na houpačce vystřídá několik dobrovolníků, jejichž tělesná hmotnost je čím dál vyšší. Každému je před zhoupnutím nasazena přilba. Po zhoupnutí nejtěžšího dobrovolníka přistoupí realizátoři k závěru.

Uzavření

Po usazení nejtěžšího dobrovolníka zpět do publika přistupují k improvizovanému testovacímu zařízení sami uvádějící:

„Je vidět, že atmosféra je tu opravdu silná a i naše zařízení je vcelku schopné ji zkrotit... Ale je potřeba se přesvědčit opravdu důkladně.“

Hlavní uvádějící předá přilbu asistujícímu realizátorovi a vybídne ho k posazení se na houpačku. Poté, co se vedlejší realizátor posadí, si hlavní uvádějící stoupne na houpačku skrz něj – odsátý hrnec tak

drží tíhu obou uvádějících zároveň.

„Výborně! Je vidět, že opravdu vše funguje tak, jak jsme předpokládali... a abyste se opravdu přesvědčili, že nás teď podržela naše atmosféra zde a její tlak, tak...“

Hlavní uvádějící sestoupí z houpačky a posléze otevře ventil na hrnci, čímž do něj vpustí vzduch. Poklice se tak oddělí a asistent sedící na houpačce tak spadne (buď úplně na zem, nebo – v případě bezpečněji sestavené konstrukce – se jen propadne o několik centimetrů, než jej zachytí bezpečnostní lano).

„Tímto končím toto bezpečnostní školení a budu doufat, že v následujících výzkumných úkolech nebudete vystaveni žádnému drastickému účinku některého z jevů, jež jsme si ukazovali. Přeji vám mnoho zdaru a úspěchů při vaší výzkumné misi!“

Poznámky

- Pokus s železnou vatou lze v jednoduché variantě bez přidaného kyslíku zrealizovat i jednodušeji pomocí baterie, jejíž oba póly se zároveň dotknou chomáče vaty a tím ji zapálí.
- Dvoumetrová délka trubice, do níž je okolním vzduchem natlačena voda, je pouze přibližná; délka by měla být taková, aby manipulaci s vodou naplněnou trubicí zvládl jeden člověk, přesto aby vyvolalo poměrně velké překvapení, že takový sloupec vody je možno udržet v trubici jen skrz pomoci tlaku vzduchu a plastové fólie.
- Do balónku k demonstraci exploze lze dopředu připravit i směs vodíku s kyslíkem (např. v poměru 2:1), vzroste tím však nejen hlasitost a síla exploze, ale také její celková nebezpečnost.
- K zahřívání vody v plechovce je pochopitelně možno použít téměř libovolného zdroje tepla, který zvládne přivést dané množství vody k varu dostatečně rychle. Bunsenův kahan je vhodný pro snadnou manipulovatelnost i možnost dobře regulovat sílu a výhřevnost plamene. Nicméně např. přenosný vaříč na propan-butanové bomby je také vhodnou alternativou.
- Při smočení plechovky plné par je skutečně žádoucí, aby se plechovka otočila dnem vzhůru a do vody se ponořil konec se zazátkovaným otvorem. Zabrání se tak výměně plynů při ochlazování plechovky a vzroste tak pravděpodobnost zdárného provedení pokusu.
- Není nutné na to dávat důraz, je však vhodnější používat sousloví „kapalný dusík“, nikoli „tekutý dusík“. Tekutinami jsou totiž i plyny a tekutý dusík tak fakticky máme okolo sebe neustále jako součást vzduchu.
- K demonstraci vlivu nízké teploty na živočišnou tkáň je samozřejmě možno použít libovolný vzorek, není nutné zrovna hovězí oko. To se jeví jako vhodná volba z více důvodů – jde o živočišnou tkáň, a to navíc celistvou (celý orgán, nejen „kus masa“), je rozměrově nevelké a skladné, což usnadňuje i proces promrznutí atd.
- Pro úpravu tlakového hrnce na „podtlakový“ je vhodné opatřit starší typ papiňáku, kdy se poklice nekládala skrz okraj hrnce dovnitř, nýbrž přiklápěla se zvenčí, podobně jako běžné poklice. Není-li to přímo součástí výbavy hrnce, je vhodné zajistit vzduchotěsnost a přiléhavost poklice např. gumovým okrajem, který zajistí těsné „přicucnutí“ poklice k hrnci při odsátí vzduchu z hrnce.

Pomůcky a materiál

Položka	Počet	Popis
Železná vata	2 ks	Jemná vlákna železa umožňující přístup kyslíku k povrchu
Tlaková nádoba s kyslíkem	1 ks	Nádoba s kohoutem na stlačený kyslík

Položka	Počet	Popis
Tlaková nádoba s vodíkem	1 ks	Nádoba s kohoutem na stlačený vodík
Hadička	1 ks	Hadička pro přívod kyslíku z tlakové nádoby
Autobaterie	1 ks	Standardní autobaterie, nabitá
Měděné vodiče	3 ks	Napojené na spínač a autobaterii, min. částečně odhalené
Spínač elek. obvodu	1 ks	Napojen na autobaterii a vodiče
Skleněný kryt/poklop	1 ks	Velký zvonovitý průhledný skleněný kryt
Železná podložka	1 ks	Kovová podložka rozměrů cca 40×40 cm
Kovový kbelík	1 ks	Nádoba na zbytky spálené železné vaty
Vývěva	1 ks	Laboratorní vývěva k odsávání atmosféry
Vakuový zvon	1 ks	Zvon k vytvoření podtlaku
Dewarova nádoba	2 ks	Laboratorní nádoba k udržení specifické teploty
Erlenmeyerova baňka	1 ks	Laboratorní baňka zužující se směrem k hrdlu
Balónek klasický	1 ks	Běžný gumový nafukovací balónek
Balónek podlouhlý	1 ks	Protáhlý nafukovací balonek
Pracovní stůl	2 ks	Pojízdný laboratorní stůl s keramickými dlaždicemi
Trubice z plexiskla	1 ks	2 m dlouhá trubice z plexiskla, vodotěsně uzavíratelná zátkami
Pryžová zátka velká	1 ks	Zátka k vzduchotěsnému uzavření trubice
Pryžová zátka s kohoutem	1 ks	Zátka s hadičkou a kohoutem k vysátí vzduchu z trubice
Nádoba na vodu	1 ks	Větší (cca 10 l) průhledná nádoba (plastová či skleněná)
Voda	10 l	Voda pro použití v experimentech
Průhledná fólie	2 ks	Krycí plastová pevná tenkostěnná fólie
Rychlovarná konvice	1 ks	Běžná kuchyňská rychlovarná konvice
Chemický stojan	1 ks	Standardní chemický stojan
Chemická svorka	1 ks	Standardní chemická svorka k připevnění na stojan
Kancelářská svorka	1 ks	Sponka pro připevnění balónku s vodíkem na stojan
Mušlové chrániče sluchu	2 ks	Chrániče uší ve tvaru sluchátek kryjících celé ušní boltce
Tyč 2 m	1 ks	Např. násada od koštěte, k zapálení balónku s vodíkem
Prskavka	1 ks	K zapálení balónku s vodíkem, připevněna na tyči
Laboratorní kleště	1 ks	Kovové dlouhé laboratorní kleště
Plechovka na nápoj	1 ks	Prázdná plechovka 0,5 l
Pryžová zátka malá	1 ks	K uzavření plechovky pro pokus s implozí
Bunsenův kahan	1 ks	Laboratorní kahan s regulovatelnou silou plamene
Zapalovač	1 ks	Nejlépe dlouhý k zapalování ohňů v krbu
Červené barvivo	1 ks	Malé množství pro přípravu umělé krve
Modré barvivo	1 ks	Větší množství pro zviditelnění 10 l vody
Saponát	1 ks	Malé množství pro přípravu umělé krve
Ochranné rukavice	2 páry	Rukavice pro práci s předměty o nízké teplotě
Kádinka 250 ml	1 ks	Běžná laboratorní kádinka o objemu 250 ml
Gumová rukavice	1 ks	Pracovní gumová rukavice k práci se saponáty
Kladivo	1 ks	Běžné ruční kladivo nebo gumová palice
Hovězí oko	1 ks	Oko z poraženého hovězího dobytka (např. z jatek)
Kapalný dusík	2 l	Zkapalněný dusík o teplotě -210 až -196 °C
Naběračka	1 ks	Běžná nerezová kuchyňská naběračka
Tlakový hrnec	1 ks	Tlakový hrnec – „papiňák“ – pro přípravu jídel
Houpačka	1 ks	Závěsná houpačka s jisticí horolezeckou karabinou

Položka	Počet	Popis
Přilba	1 ks	Jakákoli kvalitní přilba – cyklistická, hokejová, dělnická...

Přílohy

Aktivita nemá přílohy.

From:

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

Permanent link:

<https://mscb.vida.cz/skolam/telo/aktivita/1/3>

Last update: **2022/02/10 14:14**

