

Pokusy se suchým ledem na školách



Obsah

Poznámky k používání této příručky	4
Seznamte se se suchým ledem a oxidem uhličitým	6
Použití suchého ledu.....	7
Pokusy	
Plovoucí bubliny.....	7
Samonafukovací balónek.....	9
Vznášedlo	11
Bezpečná exploze.....	13
Růst krystalů	14
Skřípějící kov	17
Tvorba mlhy 1	18
Vylévání oxidu uhličitého a hasicí přístroje	21
Tvorba mlhy 2 – strašidelná scéna – výrazný mlhový efekt	23
Raketa.....	25
Vytvoření komety	30
Příšery z bublin	31
Pohyb po stupnici pH.....	33
Kouřící toroidní prstence	34
Mrazicí roztok.....	37
Šumivé ovoce	42
Ovocný mrak a kouřící nápoje	43
Výroba ovocné zmrzliny	46
Sopka – hořčík a suchý led.....	48
Měření molárního objemu CO ₂	51
Přílohy	
Návrh posouzení nebezpečí	56
Bezpečnostní list.....	58

Poznámky k používání této příručky

Naší vášní ve společnosti SPEKTRO CZ je suchý led! Jedná se o skvělý materiál pro znázornění vědeckých principů žákům všech věkových kategorií. Je to výborný prostředek, jak dodat šmrnc dnům otevřených dveří a shromážděním. Tato příručka je naším pokusem, jak dodat "na klíč" vše, co se týče suchého ledu. Bohužel ale, není dokonalá... pokud se naučíte nové způsoby použití suchého ledu na školách, a rádi byste své poznatky přidali do této příručky (a sdíleli je s ostatními), nebo pokud jste objevili nesprávné či nepřesné údaje, zašlete nám prosím sdělení na adresu: info@spektrum.cz

Budeme také rádi, obdržíme-li zpětnou odezvu, fotografie a vůbec cokoliv. Děkujeme a dopřejte si bezpečnou zábavu se suchým ledem!

Každý pokus je uveden s odhadovanou dobou, potřebným zařízením, cílem a body k prodiskutování. Většina z požadovaného zařízení je k dispozici ve vzdělávacím balíčku Chilly Science Pack. Respektujte všechny bezpečnostní předpisy a dokončete posouzení nebezpečí; v kapitole Informace k bezpečnosti je příklad posouzení nebezpečí a databáze jako pomůcka pro bezpečné používání tohoto výrobku.

Každý pokus je možno provést samostatně; aby byla jistota, že nic nebude vynecháno, opakovali jsme diskuze o sublimaci a bezpečnosti. V závislosti na věku žáků je můžete nechat provádět tyto pokusy v malých skupinách. Většina praktických činností je vhodná pro žáky všech věkových kategorií; učitelé vědí, nakolik podrobně se do problematiky pustit, většinu pokusů je možno provádět v rámci jedné nebo dvou lekcí, a pokusy obecně probíhají tak, jak jsme se pokusili vylíčit v textu.



Lehčené rukavice poskytnou krátkodobou (do 10 vteřin) izolaci bez negativního ovlivnění obratnosti. Jsou určeny pro sebrání jednotlivých kousků suchého ledu a vložení např. do generátorů toroidálních prstenců. Nejsou určeny pro nabírání velkého množství suchého ledu nebo jeho držení po dobu delší než 10 vteřin. Tyto rukavice umožní také efektní ukázkou plynu uvolňujícího se ze suchého ledu u experimentu samonafukování balónku.

Balíček Chilly Science Pack obsahuje:

- ✓ 5x vodní raketu
- ✓ 5x generátor toroidních prstenců
- ✓ 1x nádoba z polykarbonátu pro bezpečnou explozi (slouží rovněž k nabírání suchého ledu)
- ✓ 1x džbán
- ✓ 1x kapsle na led
- ✓ 5x míchátko Chillistick
- ✓ 1x směs na tvorbu bublin
- ✓ 1x nádoba na 10 litrů
- ✓ 2x sadu lehkých rukavic
- ✓ 1x příručku na CD



Bude také zapotřebí objednat balík suchého ledu v našem e-shopu www.spektrum.cz . Dodávané velikosti jsou od 5 kg do 20 kg v závislosti na vašem požadavku – zavolejte nám za účelem konzultace.

Mějte na paměti, že suchý led vydrží jen po dobu několika dnů, a proto je důležité zajistit, aby dodávka došla vhodně podle vašeho časového plánu. Dodávky je možno provést od úterý do pátku; nejčerstvější informace najdete na webové stránce www.spektrum.cz.

Abyste balík využili na maximum, doporučujeme, aby byl suchý led sdílen větším počtem tříd a věkových skupin, proto je vyžadována určitá koordinace v rámci školy.

Kovová termoska na suchý led (naleznete na www.funnyice.cz) je technicky vyspělý skladovací systém, který by mohl v této záležitosti pomoci – udrží 1 kg suchého ledu po několik dní.





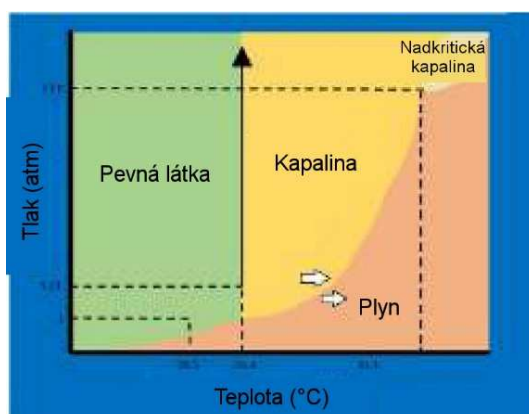
Seznamte se se suchým ledem a oxidem uhličitým

Suchý led je pevná forma oxidu uhličitého (CO₂). Při atmosférickém tlaku existuje jako pevná látka při teplotě -79 °C. Suchý led se mění z pevné látky na plyn bez přeměny na kapalnou fázi, tomuto jevu se říká sublimace.

Nepřítomnost kapalně fáze (při atmosférickém tlaku) spolu se nízkou teplotou jsou příčiny, proč se nazývá 'suchý' led – nemá nic společného s běžným 'vodním' ledem.

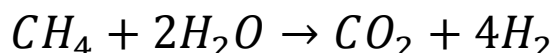
Suchý led se vyrábí z plynu oxidu uhličitého, který se stlačí a zmrazí, až se stane kapalným. Tato kapalina se čerpá do stroje zvaného 'peletizér', kde se tlak kapaliny skokem sníží na atmosférický tlak. Pokud k tomu dojde, určitá část kapalného oxidu uhličitého se vypaří a zbývající kapalina se zmrazí na 'sníh' z oxidu uhličitého.

Tento pevný oxid uhličitý ve tvaru sněhu se stlačí na pevné pelety, plátky a bloky suchého ledu. Tento graf znázorňuje fáze CO₂ v závislosti na teplotě a tlaku.



Zajímá nás, co se stane při atmosférickém tlaku, a zde se ukazuje, že CO₂ existuje pouze jako pevná látka nebo plyn. Suchý led sublimuje na plyn CO₂ a v důsledku tepla sublimace, požadovaného pro tuto změnu fáze, pak zbývající suchý led udržuje svou teplotu -79°C. Za zmínku stojí trojný bod, kde CO₂ existuje ve všech třech fázích při teplotě -56°C a tlaku jen něco málo nad 5 bar.

Veškerý suchý led se vyrábí z recyklovaného CO₂, který se vyrábí především jako vedlejší produkt výroby vodíku z fosilních paliv, souhrnná rovnice je:



(Ostatně vodík se pak používá při Haber-Boschově metodě pro fixaci dusíku v průmyslu hnojiv, což napomáhá při zajištění potravy pro třetinu světové populace).

Oxid uhličitý hraje stěžejní roli při koloběhu uhlíku – procesu, při kterém se uhlík recykluje mezi životním prostředím a živými organismy:

Uhlík vstupuje do atmosféry jako oxid uhličitý, a to při dýchání a spalování.

- Oxid uhličitý je pohlcován rostlinami pro tvorbu sacharidů a kyslíku pomocí fotosyntézy.
- Zvířata zkrmují rostliny obsahující složky uhlíku, většina spotřebovaného uhlíku vystupuje jako oxid uhličitý při dýchání. Živočichové a rostliny nakonec umírají.
- Mrtvé organismy se rozkládají a uhlík v jejich tělech se vrací do atmosféry ve formě oxidu uhličitého a metanu. V některých podmínkách se rozkladu zamezí. Rostliny a živočichové se pak přemění na uhlí, olej a plyn – fosilní paliva, která při svém spalování uvolňují znovu oxid uhličitý.

CO₂ představuje jeden z primárních skleníkových plynů v zemské atmosféře, a vědci prokázali, že nárůst plynu CO₂ v důsledku spalování fosilních paliv má vážné dopady na naše životní prostředí.

Mějte na paměti, že suchý led, dodávaný na základě objednávky na stránce www.spektrum.cz, se dodává z recyklovaných zdrojů.

Použití suchého ledu

Nejběžnější použití suchého ledu je balení předmětů, které musí zůstat chladné nebo zmražené, jako biologické vzorky a rychle se kazící zboží. Používá se také pro rychlé zmrazení předmětů, jako jsou potraviny, farmaceutické výrobky a laboratorní biologické vzorky. Další použití suchého ledu je u zamlžovačů v divadlech, při odstraňování bradavic, cejchování zvířat mrazem (což zvířata ani neporaní, ani nepoškodí jejich kůži), čištění peletami suchého ledu, uchovávání zchlazených potravin v letadlech, zpracování potravin, např. výroba zmrzliny a - samozřejmě - výuka!

V průmyslu se velká množství suchého ledu používají jako šetrné a ekologické tryskací médium k čištění povrchů. Pelety suchého ledu jsou unášeny stlačeným vzduchem vysokou rychlostí. Směřovány tryskou narážejí na nečistoty, které odstraňují z povrchu výrobků či strojů. Jelikož suchý led po nárazu okamžitě sublimuje, nezpůsobí další znečištění prostředí.



Plovoucí bubliny

Domníváme se, že se jedná o dobrý vizuální pokus pro žáky všech věkových kategorií při zahájení výuky o suchém ledu. Vznášející se mýdlové bubliny vedou k debatě o sublimaci suchého ledu na plyn, a také poskytují vizuální potvrzení o rozdílu hustot CO_2 a vzduchu. A také to dobře vypadá!

Co budete potřebovat

Velkou nádobu s vodotěsným dnem; ideální je nádoba na 10 l z balíčku Chilly Science Pack, (nebo zvažte použití laboratorní výlevky se zastrčenou zátkou)

Roztok na tvorbu bublin (dodávaný s balíkem suchého ledu).

Plastová naběračka/šálek (dodávané v soupravě) nebo podobná nádoba z technického skla

Čas

5 minut plus doba debaty ve třídě



Pokyny

Přibližně 100 g suchého ledu naberte do naběračky. Pokud ji nemáte, můžete použít keramický hrnek na kávu nebo plastovou sklenici na pití, a zpola ji naplňte ledem. **Nepoužívejte nádobu ze skla, s tou výjimkou, že se jedná o technické sklo.**

Šálek umístěte do nádoby o objemu 10 litrů nebo do výlevky se zastrčenou zátkou. Vyčkejte pět minut, aby mohl suchý led začít sublimovat na neviditelný plyn CO_2 .

Vyzvěte několik žáků, aby bubliny foukalo do zásobníku pomocí kapaliny na tvorbu bublin, dodávané v balíčku. Některé bubliny budou plavat a poskakovat nahoru a dolů. Nemáte-li k dispozici žádnou směs na tvorbu bublin, můžete si vytvořit vlastní.

70 ml mycího prostředku

30 ml glycerinu

1 litr vodovodní vody **Pokyn: Pokud nemáte vhodnou výlevku nebo nádobu, můžete použít samotnou nádobu na suchý led, protože vždy bude naplněna plynným CO_2 . Po ukázce nezapomeňte znovu nasadit víčko na zásobník, aby se led uchoval.**

Debata ve třídě

Proč bubliny plavou?

Ovzduší nad suchým ledem obsahuje velkou část CO_2 , takže pokud bubliny, naplněné vzduchem s hustotou, přijdou do kontaktu s CO_2 s hustotou, bubliny plavou na těžším plynu. Oxid uhličitý uvolněný sublimací ze suchého ledu je navíc chladnější, než okolní vzduch, čímž se rozdíl hustot obou látek zvyšuje.

Odkud se bere plyn CO_2 ?

Teplo v místnosti způsobí, že suchý led sublimuje na plyn CO_2 .

Liší se dech, který vydechujeme, od 'průměrného' vzduchu v místnosti?

Při dýchání vydechujeme dusík, kyslík, malé množství plynného CO_2 a vodní páru.

Proč bubliny poskakují nahoru a dolů?

Plyn CO_2 je tekutina – pro vyzkoušení mírně míchejte CO_2 ve výlevce nebo zvedněte a spusťte krabici dolů a pozorujte, jak bubliny reagují. Jsou jako loď na moři, která reaguje na pohyb vody.

Jak fungují komponenty v roztoku pro tvorbu bublin?

Mycí roztok snižuje povrchové napětí bubliny o cca 1/3 a umožní tak rozšiřování bubliny. Glycerin snižuje vypařování vody z povrchu bubliny a napomáhá tak zamezit tomu, aby obrovské bubliny příliš brzy praskly.