

POKUSY SE SUCHÝM LEDEM

Suchý led je pevné skupenství oxidu uhličitého. Suchý led se mu říká proto, že při atmosférickém tlaku nemá kapalně skupenství (k tomu se ještě o něco níže vrátím). Z pevného skupenství přímo sublimuje (přitom si udržuje teplotu $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$).



Lze jej zakoupit např. u firmy LINDE (www.linde-gas.cz) ve formě bloků nebo pelet za cenu cca 50 Kč/kg. Je nutné ho objednat předem a přinést si vlastní transportní nádobu - pokud nemáte „profesionální“ termobox, postačí papírová krabice vyložená deskami z pěnového polystyrenu.

Suchý led se vyrábí vypouštěním oxidu uhličitého z tlakových lahví. Při prudkém rozpínání se plyn ochladí natolik, že částečně desublimuje - vznikají „vločky“ suchého ledu. Ty se lisují do granulí nebo do cihel.

Běžným doprovodným jevem je vznik mlhy - to není plynný oxid uhličitý, ale drobné kapičky vzdušné vlhkosti, které zkondenzovaly díky značnému ochlazení vzduchu suchým ledem.



Pokud vlastníte citlivé chemické váhy (citlivost alespoň 0,02 g), nasypejte na ně suchý led a sledujte, jak se postupně snižuje jeho hmotnost (proces lze urychlit ofukováním horkým vzduchem).

Napadl mě pokus, který tak trochu nesplňuje bezpečnostní normy. Suchý led má $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$, rtuť taje při $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$. Takže rtuť nalitá do plechovčky (třeba od čajové svíčky) ponořené do suchého ledu by měla ztuhnout ...

Změna objemu při sublimaci

Do pout'ového balonku nasypejte několik lžiček suchého ledu a balónek zauzlujte (zavažte provázkem). Balónek se začne okamžitě nafukovat. Doporučuji ohřívat ho dlaněmi nebo fénem. Pokud budete během nafukování balónek vážit, tak na začátku ukazují váhy 8 g a po nafouknutí už jen 5 g ...



Větší zábavu si užijete, pokud nasypete několik polévkových lžic suchého ledu do PET lahve, nalijete dovnitř trochu vody a zašroubujete.

POZOR - pokus je nutno dělat na dvoře a sledovat ho z bezpečné vzdálenosti!!!

Voda slouží pouze jako ohřev suchého ledu, ten díky tomu začne prudce sublimovat - láhev po chvíli za ohlušující rány praskne. Použití skleněné láhve by mohlo mít smrtící následky ...

Fotografický záznam z našeho výbuchu je na následující stránce.



12:47:34



12:47:59



12:48:02



12:48:06



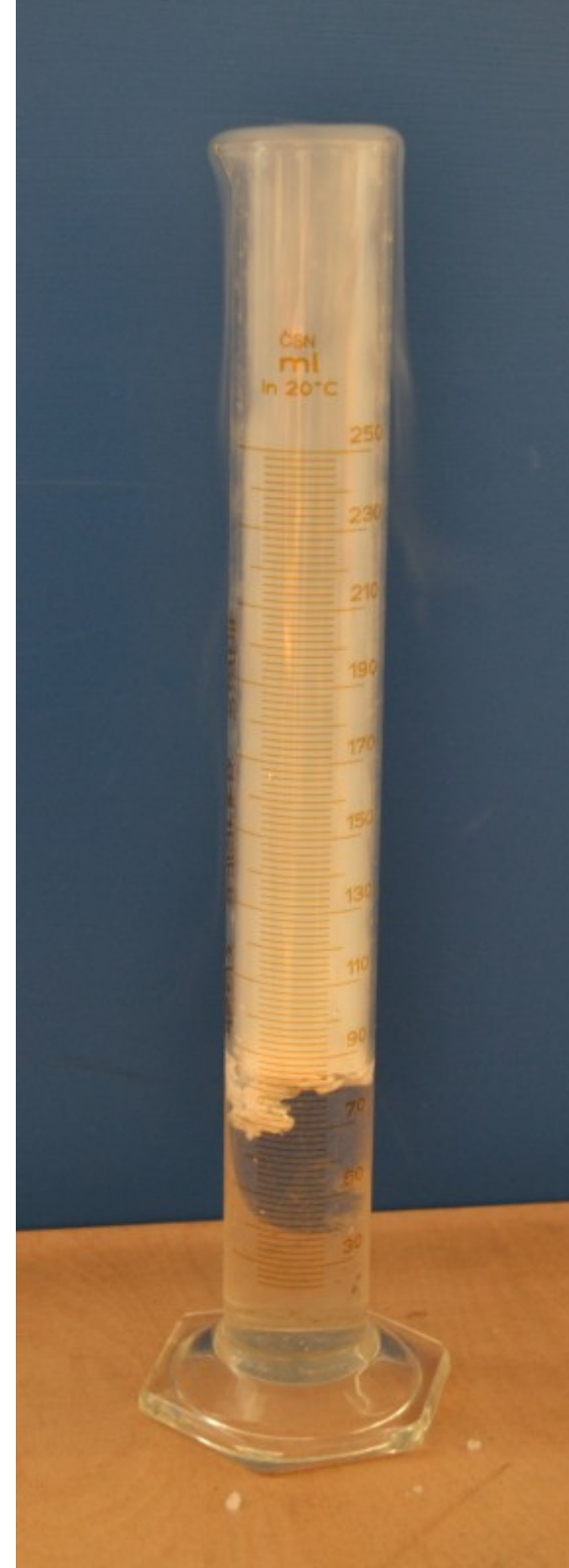
14:48:07



Žákovské pokusy

Klasickým, bezpečným pokusem je nasypání suchého ledu do sklenice s vodou.

Blok suchého ledu klesá ve vodě ke dnu, granule zůstanou u hladiny (obalí se totiž vrstvou plynného CO_2). Voda je skoro o 100 °C teplejší než suchý led, proto ho prudce ohřívá - oxid uhličitý rychle sublimuje. Stoupá k okraji sklenice a přetéká do okolí (plynný CO_2 má větší hustotu než vzduch). Celý proces efektně doprovází vznik husté mlhy ze vzdušné vlhkosti.



Po chvíli suchý led vysublimuje, na hladině zůstane chuchvalec normálního ledu - vody, která díky extrémně nízké teplotě zmrznula.

Dalším efektním pokusem je vyfouknutí bubliny - okraj sklenice s vodou navlhčíme saponátovým roztokem. Do roztoku namočíme konopný provázek. Do vody vhodíme suchý led a sklenici přetáhneme namočeným provázkem - tím vytvoříme saponátovou blánu.



Poté stačí v klidu pozorovat, jak se blána vyfukuje do veliké bubliny ...



Dosažení trojného bodu

K tomuto pokusu potřebujeme ne zcela běžnou pomůcku - PET preformu (tj. polotovár, ze kterého se vyfukují PET lahve). Preforma má už hotové hrdlo se závitem, zbytek je jakousi plastovou zkumavkou se stěnami tloušťky 3 mm.

Do preformy nasypeme suchý led a pevně zašroubujeme.

Chvíli se zdá, že se nic neděje ...



Oxid uhličitý začne v preformě tát, až celý přejde do kapalného skupenství. Po **OPATRNÉM** uvolnění víčka začne kapalina vařit, plyn uniká se syčením ven a uvnitř preformy vznikne opět suchý led.

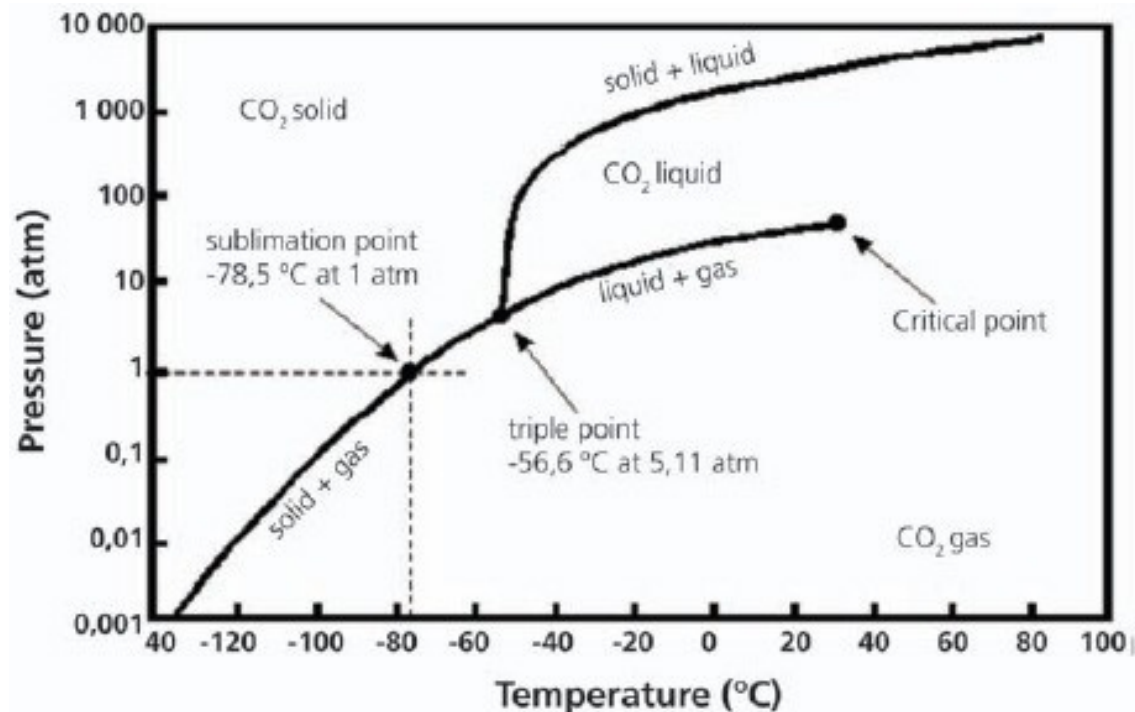


Vysvětlení přináší fázový diagram oxidu uhličitého. CO_2 totiž může být v kapalném skupenství až při tlacích přesahujících 511 kPa. Při nižších tlacích (tj. i při běžném atmosferickém tlaku)

může být pouze plynný nebo pevný.

Tlak dostatečný ke zkapalnění si oxid uhčitý v preformě vytvoří sám sublimací. Tak vysoký tlak by PET láhev pravděpodobně nevydržela a praskla, proto je nutno použít preformu.

Tento nádherný experiment jsem viděl v předvedení maďarských fyziků na Physics on stage II. v Holandsku.



<http://www.globalccsinstitute.com>

Obyčejné pokusy s CO_2

K následujícím pokusům lze použít libovolný zdroj oxidu uhličitého (např. směs jedlé sody a octu nebo sifonovou bombičku). Ale když už máme suchý led ...

Nádoba se suchým ledem je až po okraj naplněná plynným CO_2 . Ten vytváří vcelku ostrou hladinu, přes okraj přetéká dolů. Můžeme se ho proto nadechnout - vytváří štiplavý pocit na patře známý při pití bublinkových minerálek.

S nadechováním oxidu se to nesmí přehnat - neobsahuj kyslík a díky vysoké hustotě se usazuje v dolních částech plic.

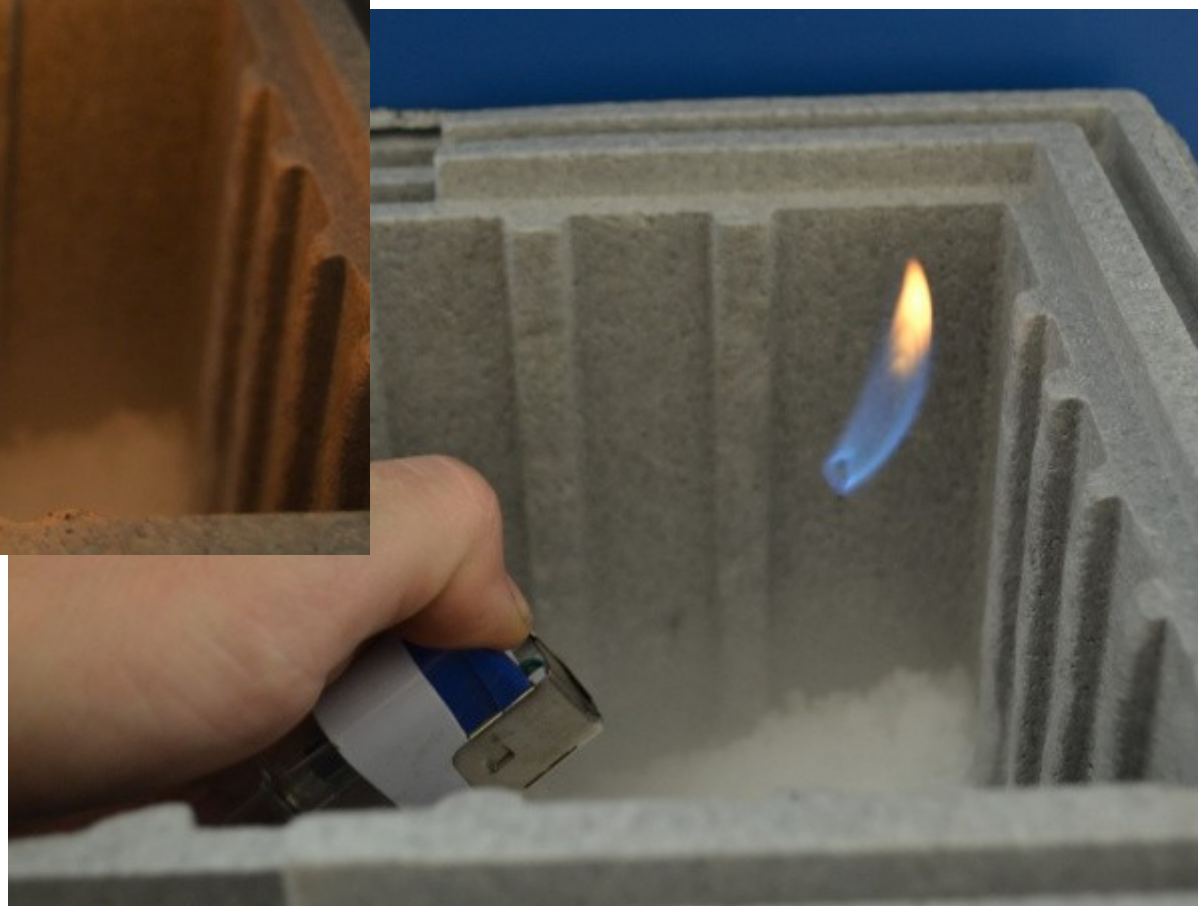
Člověk může omdlít až chvíli po nadechování se ...

Spolehlivě lze dostat CO_2 z plic tak, že se postavíme do stojky a chvíli zhluboka dýcháme.

To, že oxid neobsahuje kyslík, lze ukázat dvěma experimenty.
V prvním přeléváme CO_2 do nádoby s hořící svíčkou.



Ve druhém použijeme zapalovač - butan proudící z trysky zapalovače může hořet až tam, kde má k dispozici kyslík.



Na závěr lze do nádoby s CO_2 vyfukovat bubliny - jsou vyplněny vzduchem, který má výrazně menší hustotu než oxid uhličitý - proto plavou na jeho hladině.

U kapalin by ekvivalentem byl pingpongový míček naplněný lihem plovoucí na hladině vody ...

