

CHEMIE PRO FAKULTU STROJNÍ

Ing. Mgr. Barbora Nikendey
Holubová, Ph.D.

DOMÁCÍ ZAMYŠLENÍ



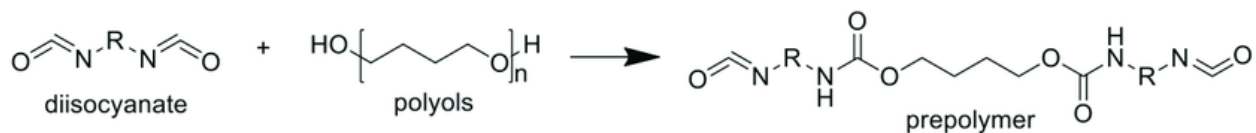
<https://www.youtube.com/watch?v=YUw3AnIPMG4>

Ve filmu **Big Hero 6** je zformováno uskupení superhrdinů, jejímž členem je i **superchemik, dívka jménem Honey Lemon**. Honey Lemon umí mnoho – díky své periodické kabelce vrhá proti zlosynům koule o různém chemickém složení a tím je znehybňuje, zmrazuje, vytváří kouřové clony... ale jsou to realistické chemické reakce? Jaká by byla jejich termodynamika a kinetika?

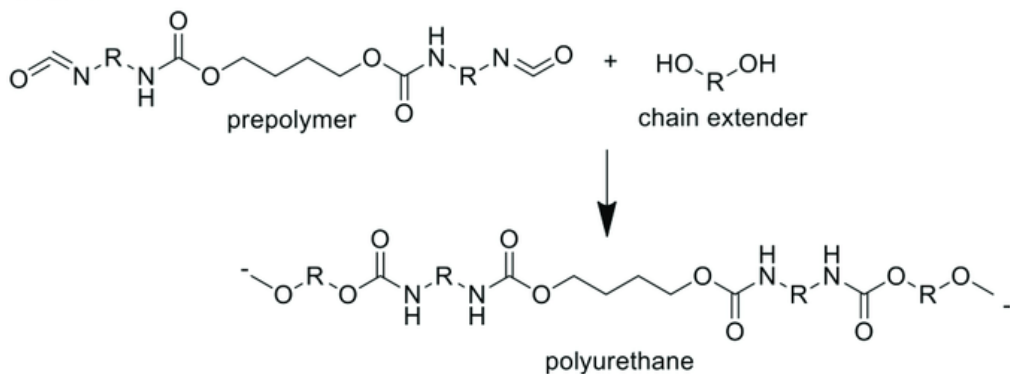


<https://phdprincess.com/blog/honey-lemon-chemistry>

DOMÁCÍ ZAMYŠLENÍ



STEP II



The mixture of the two components, polyol and isocyanate, which are liquids at room temperature, produces a chemical reaction that results in a solid, uniform and highly resistant structure.

HETEROGENNÍ EXOTERMNÍ POLYKONDENZACE



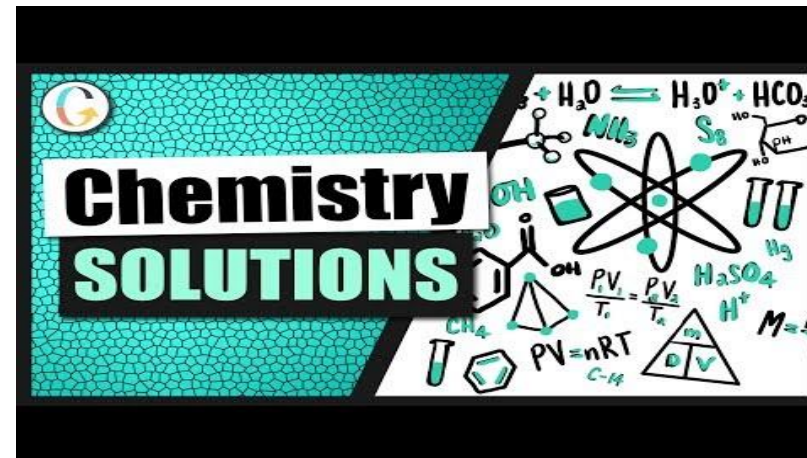
DOMÁCÍ ÚLOHA – TEORIE KYS./ZÁSAD

15. Predict which acid in each of the following pairs is the stronger and explain your reasoning for each.

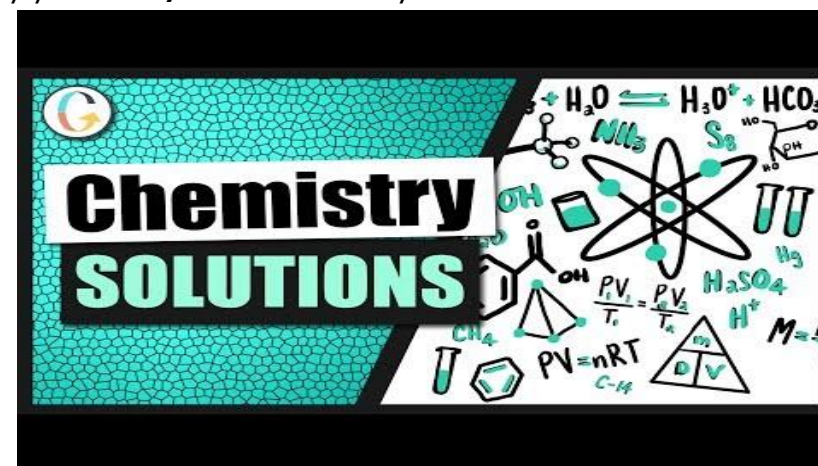
- (a) H_2O or HF
- (b) $\text{B}(\text{OH})_3$ or $\text{Al}(\text{OH})_3$
- (c) HSO_3^- or HSO_4^-
- (d) NH_3 or H_2S
- (e) H_2O or H_2Te

17. Rank the compounds in each of the following groups in order of increasing acidity or basicity, as indicated, and explain the order you assign.

- (a) acidity: HCl , HBr , HI
- (b) basicity: H_2O , OH^- , H^- , Cl^-
- (c) basicity: $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Si}(\text{OH})_4$, $\text{ClO}_3(\text{OH})$ (Hint: Formula could also be written as HClO_4).
- (d) acidity: HF , H_2O , NH_3 , CH_4



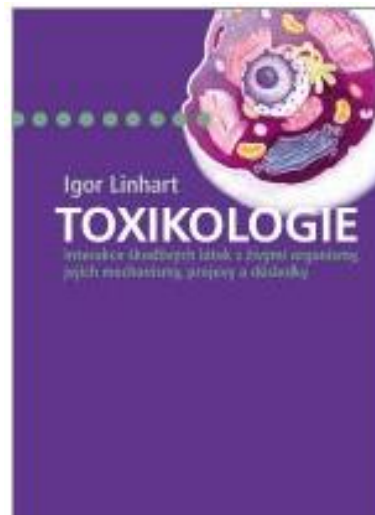
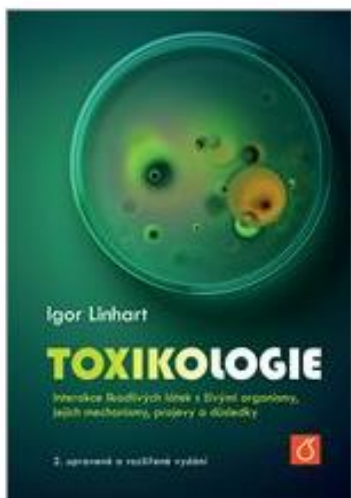
<https://www.youtube.com/watch?v=G2GPwviS5gl>



<https://www.youtube.com/watch?v=61pEUktnbAo>

LITERATURA

<https://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog>



LINHART, Igor. **Toxikologie: interakce škodlivých látek s živými organismy, jejich mechanismy, projevy a důsledky**. 2., upr. a rozš. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014. ISBN 978-80-7080-877-1.

MCGACHY, Lenka; TOMÁŠOVÁ, Pavla a ROŠKOVÁ, Zuzana. **Toxikologie a ekotoxikologie I**. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2021. ISBN 978-80-7592-097-3.

Toxikologie MUNI - https://is.muni.cz/el/ped/podzim2017/FC4001/um/Skripta_toxikologie_prostudenty.pdf

Úvod do toxikologie UJEP - https://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/Stud_opora_TOX_PKr.pdf

1 TOXIKOLOGIE



- Samostatný vědní obor studující nepříznivé (**toxické**) účinky cizorodých chemických látek (**xenobiotik**) nebo jejich směsí na živé organismy.
- Název byl patrně odvozen z řeckého τοξικον (**toxikon**), což označuje jedovou substanci, do níž byly namáčeny špičky šípů, řecké τοξικος (**toxikos**) značí luk (vývary z Tisu červeného nebo Omněje Šalamounku).
- **PRŮMYSLOVÁ** - účinky surovin, meziproductů, produktů a odpadů z průmyslu, stanovují se bezpečnostní limity pro práci s chemikáliemi, souvisí s pracovním lékařstvím, které se zabývá chorobami z povolání
- **VOJENSKÁ** - chemické zbraně a jejich účinek, ochrana před zasažením, způsoby léčení následků a dekontaminace
- **SOUDNÍ LÉKAŘSTVÍ** (kriminalistická toxikologie) – hledá způsoby, jak prokázat otravu
- **PREDIKČNÍ** - využívá dostupné databáze k určení účinku chemikálií předem bez použití pokusných zvířat

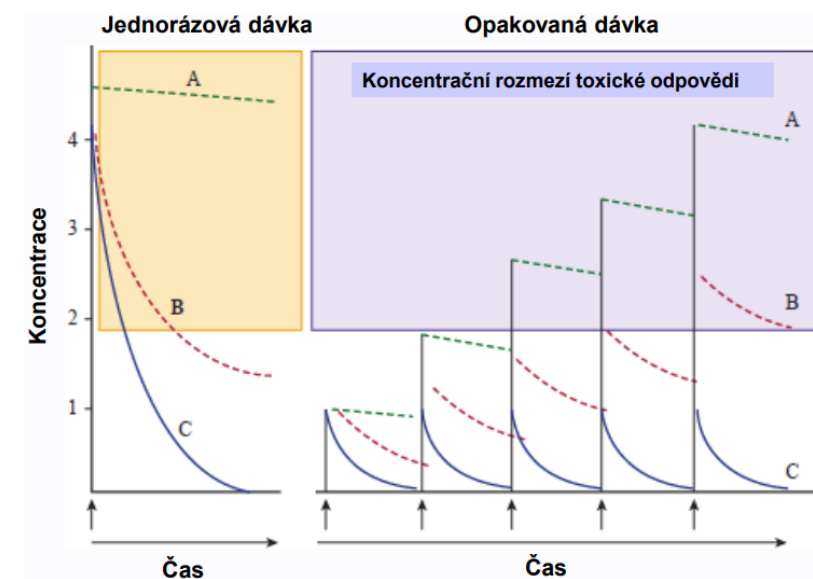


1 TOXIKOLOGIE

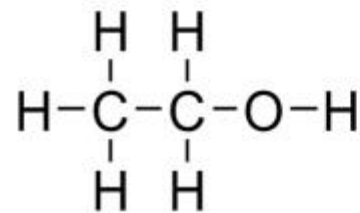
- Toxicita chemických látek závisí jen na její dávce

- **OTRAVA:** intoxikace, je poškození organismu v důsledku působení xenobiotika.
- **DÁVKA:** množství látky, které vstupuje do organismu
 - **smrtelná dávka (LETHAL DOSE (LD))** – odhaduje se výpočtem koeficientu LD50
- **AKUTNÍ OTRAVA:** Jednorázový přívod většího množství xenobiotika
 - Příznaky se objeví náhle
 - Bezprostřední ohrožení života, poškození často reversibilní
- **CHRONICKÁ OTRAVA:** Opakovaný často dlouhodobý přívod xenobiotika
 - Život není bezprostředně ohrožen
 - Poškození často ireversibilní

Skupina látek	LD v mg/kg	LD v objemových jednotkách	Příklady
PRAKTICKY NETOXICKÉ	> 15 000	> 1 litr	BaSO ₄
MÁLO TOXICKÉ	5 – 10 000	0,05 - 1 litr	Ethanol, penicilin G
MÍRNĚ TOXICKÉ	500 – 5 000	0,05 – 0.5 litru	NaCl, FeSO ₄ , Aspirin
SILNĚ TOXICKÉ	50 – 500	lžička – 0,05 litru	Methanol, Cd ²⁺ , Pb ²⁺ , Paracetamol
EXTRÉMNĚ TOXICKÉ	50 – 500	7 kapek – lžička	HgCl ₂ , Fenantyl
SUPERTOXICKÉ	50 – 500	stopové množství	Butolotoxin, sarin, nikotin



1 TOXIKOLOGIE

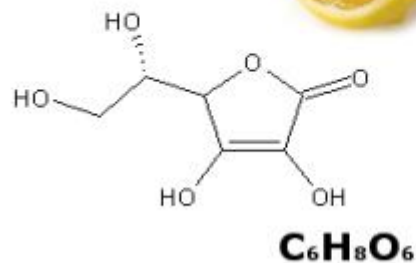


Ethanol

LD₅₀ = 7,6 g/kg



Vitamin C

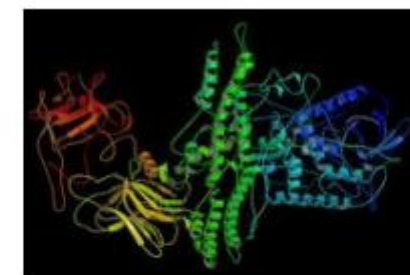


LD₅₀ = 11,9 g/kg



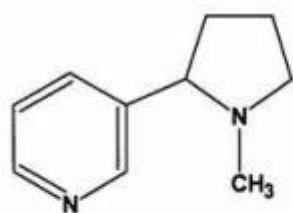
NaCl

LD₅₀ = 3g/kg



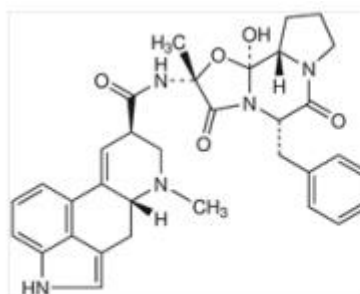
Botulotoxin

LD₅₀ = 1,3–2,1 ng/kg nitrožilně
10–13 ng/kg při inhalaci



NIKOTIN

LD₅₀ = 6.5–13.0 mg/kg



Ergotamin

LD₅₀ = 62 mg/kg



1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

PLYNY

OXID UHELNATÝ

- **CO**: je vysoce toxický bezbarvý, nedráždivý plyn bez zápachu, mírně lehčí než vzduch, se kterým se volně mísí.
- ZDROJ: Při vysokoteplotním spalování uhlíku a organických látek (topeniště, automobily, energetický a metalurgický průmysl).
- **CO₂**: plynná látka bez zápachu (při vyšších koncentracích nakyslá chuť), na rozdíl od CO se hromadí při zemi (těžší než vzduch)
- ZDROJ: přirozeně se vyskytuje v ovzduší (0,04%), spalování uhlíkatých látek, přispívá ke vzniku skleníkového efektu (pohlcuje IR).

OXIDY SÍRY

- ZDROJ: vulkanická činnost a požáry lesů, průmyslové výroby, potravinářství, spalování fosilních paliv, důležité komponenty znečištění vzduchu
- **SO₂** - dráždivý plyn pro horní cesty dýchací, v těžších případech až edém plic, chronicky negativně na krevní oběh, rozedma plic (hromadění plynu v tkáních), toxický pro rostliny - reaguje s chlorofylem a narušuje tak fotosyntézu
- **SO₃** - dráždivější než SO₂, ve vlhkém vzduchu tvoří mlhu kyseliny sírové, která leptá dýchací cesty

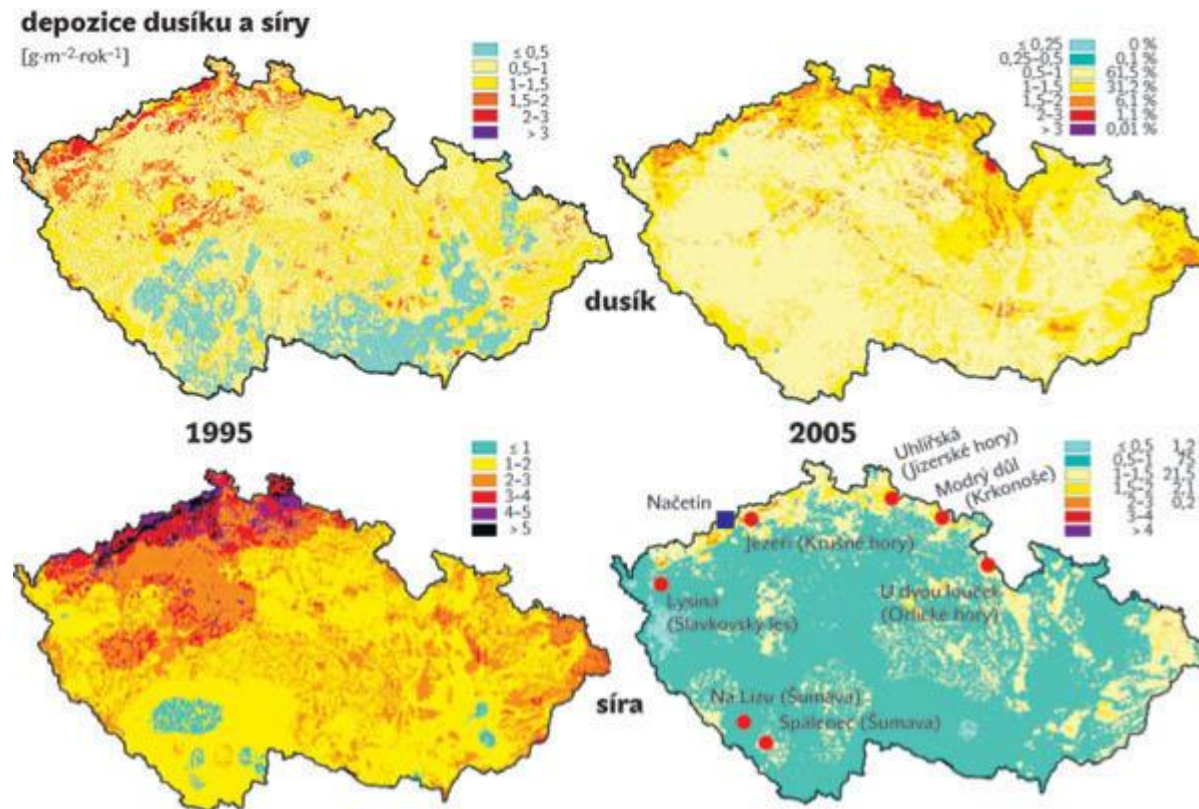
OXIDY DUSÍKU

- Nejčastěji se vyskytující oxid dusnatý (**NO**, bílý plyn bez zápachu) a oxid dusičitý (**NO₂**, červenohnědý plyn štiplavého zápachu), dále **oxid dusitý, tetraoxid dusíku a oxid dusičitý**
- ZDROJ: chemický průmysl, spalování fosilních paliv

1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

PLYNY

OXIDY SÍRY A OXIDY DUSÍKU



Jak vzniká kyselý déšť?
Co je v ČR jeho zdrojem?
Proč depozice dusíku klesla jen o 45%?

Celková depozice dusíku a síry (g·m⁻²·rok⁻¹) v letech 1995 a 2005 na území České republiky (zdroj: Český hydrometeorologický ústav). Vpravo dole jsou znázorněna vybraná povodí GEOMON společně s výzkumnou plochou Načetín.

<https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2008/cislo-12/dusik-lesnich-ekosystemech.html>

1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

PLYNY

OXIDY DUSÍKU



Mrak plynů nad Pardubicemi
Srpen 2012

Za nehodu mohlo nejspíš přehřátí zásobníku, který nevydržel, a došlo k takzvanému fyzikálnímu výbuchu, což je výbuch bez požáru.

Jaroslava Doležalová, mluvčí Synthesie:

„Jednou z možných příčin provozní nehody jsou extrémně vysoké venkovní teploty. Vedení společnosti přijalo okamžitá opatření a přerušilo část výroby. Majetek a osoby v areálu SementinZone nebyly ohroženy. Příčina vzniku provozní nehody bude předmětem šetření.“

<https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1151276-v-synthesii-vybuchl-zasobnik-unikly-nitrozni-plyny>

1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

PLYNY

SULFAN – H₂S

- Bezbarvý plyn, těžší než vzduch s charakteristickým zápachem po zkažených vejcích.
- Čichem se dá postřehnout pouze v nižších koncentracích – ve vysokých ochrnuje zakončení čichového nervu
- poškozujee buněčný metabolismus, postihuje nervovou soustavu - bolesti hlavy, únava, křeče, bezvědomí, při vyšší koncentraci ochrnutí dýchacího centra.
- ZDROJ: průmysl síry (dvě třetiny světové spotřeby síry se nyní získávají ve formě sulfanu vypíraného ze surového zemního plynu), sopečná činnost, odpadní vody.

AMONIAK – NH₃

- (čpavek) bezbarvý, velmi štiplavý plyn, zásadité povahy
- inhalovaný dráždí až leptá sliznici dýchacích cest a plic, spojivky, vysoké koncentrace při nadechnutí způsobí křeč a otok hrtanu až udušení, perorálně leptá sliznice, nausea, vomitus, možná perforace jícnu nebo žaludku
- ZDROJ: průmysl, součást hnojiv, čpavková voda je složka čistících roztoků (čistění skla a porcelánu, nerezavějící oceli), jako chladivo či antimikrobiální činidlo v potravinářských výrobcích.



V areálu firmy, která se zabývá zpracováním tekutých průmyslových kalů, unikly ve vysokých koncentracích nebezpečné látky na bázi síry. Nehoda zasáhla sedm lidí, tři odešli z objektu sami, čtyři museli záchranáři resuscitovat.

06/2021

<https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/3328420-v-plzni-unikly-z-cistirny-vod-nebezpecne-latky-ctyri-lide-byli-resuscitovani>

1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

HALOGENY

FLUOROVODÍK - HF

- páchnoucí bezbarvý plyn, vodný roztok kyselina fluorovodíková - leptá sklo a proto v plastových lahvích
- silně leptají, hluboká pálivá bolest i mimo místo kontaktu, bílé skvrny na kůži - odebírají vodu - dehydratace, ionty fluoru odebírají vápník z tkání na CaF_2
- ZDROJ: fluoroorganická chemie, ve sklářském průmyslu (matování, leptání), chemické rozklady silikátových hornin, v polovodičovém průmyslu k řízenému odleptávání určených vrstev křemíkové matrice.
- 1. POMOC: Na postižená místa co nejrychleji kalcium glukonát, který převede F na nerozpustný CaF_2 a zabrání další penetraci.



SLOUČENINY CHLORU

- Elementární plyn – toxický žlutozelený, čpavého zápachu, těžší než vzduch.
- K intoxikaci může dojít v průmyslu i v domácnostech při nesprávném užití čisticích prostředků na bázi chloru (SAVO – NaClO) a v kombinaci s kyselinami může dojít k vývoji plynného chloru. Neodborná manipulace s bazénovou chemií.
- ZDROJ: průmysl, dezinfekční prostředek, HCl – katalyzátor a velmi průmyslově významná kyselina, kyselina chloristá jednou z nejsilnějších kyselin vůbec.



1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

KOVY A POLOKOVY

- Toxikologicky významné kovy a polokovy: **Lithium** (energetika, psychofarmaka, slitiny), **Beryllium** (jaderná energetika, slitiny, propouštění rtg.), **Baryum** (sklářský a keramický průmysl, rodenticid, kontrastní látka), **Chrom** (metalurgie, pigmenty – textilní barvy, inkousty, inhibitory koroze, kožedělný průmysl), **Mangan** (průmyslové provozy – hornictví, výroba slitin, sváření, lakovny), **Železo** (železářský a ocelový průmysl), **Nikl** (slitiny, pokovování, baterie, katalyzátor), **Měď** (slitiny bronz a mosaz, pigmenty, katalyzátory, fungicidní a baktericidní účinky, mořící nátěry), **Zinek** (povrchové ochrany Fe a oceli, pigmenty, sklářský a keramický průmysl, farmaceutika), **Kadmium** (pájky, baterie, speciální slitiny, fosfátová hnojiva), **Rtuť** (spalování fosilních paliv a odpadů, těžba, metalurgie a chemický průmysl), **Hliník** (slitiny v leteckém a automobilovém průmyslu, svařování), **Thalium** (lehce tavitelné slitiny, impregnace, rodenticid), **Olovo** (automobilový průmysl, pájky, akumulátory, pigmenty, sklářský a keramický průmysl), **Bor** (kyseina boritá – dezinfekce, jaderný průmysl, sklo a keramika, zpomalovače hoření), **Arsen** (metalurgický průmysl, průmysl zpracování rud (zejména rudy s obsahem mědi a olova) a výroba energie z fosilních paliv).
- Přirozeně se vyskytují a přetrvávají v přírodě – **riziko bioakumulace v rámci potravního řetězce.**
- Jejich chemická forma může být změněna v důsledku působení fyzikálně-chemických, biologických a antropogenních vlivů.

LITHIUM – Li

- Z **alkalických kovů nejtoxičtější**, smrtelná dávka LiCl pro člověka jen několik gramů, (podobností se sodíkem a draslíkem)
- při akutní otravě: nevolnost, průjmy, třes, poruchy pohybové souhry, hlubší poruchy - artikulace řeči, křeče
- LiCO₃ se stalo v 50. letech 20. stol. milníkem při léčbě bipolární poruchy – přesto hrozí akutní lithiová intoxikace
- ZDROJ: pevné slitiny s Al a Mg (snižuje hmotnost při zachování pevnosti), dobíjecí baterie/elektronika, elektromobilita, Li sloučeniny jako mazivo při výrobě polymerů či hliníku i ve farmacii
- Li nemá antidotum – cílem je zamezit další expozici a upravit vodní iontovou rovnováhu.

1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

KOVY A POLOKOVY

CHROM - Cr

- mikrobiogenní prvek, denní potřeba cca 20 mg
- ionty Cr³⁺ prakticky netoxické (jen místní účinky), ale **sloučeniny Cr⁶⁺ značně toxické** (oxidační účinky), rozpustné Cr⁶⁺ sloučeniny jsou karcinogenní a mutagenní
- páry chromu nebezpečné, NPK 0,1 mg/m³, typická je perforace nosní přepážky při chronické inhalaci
- akutní otrava: zvracení, anurie – antidotum: Na₂Ca EDTA

ZDROJ: ochrana před korozi, používán **v metalurgii – ocelářský a železářský průmysl**, pigmenty – textilní barvy, inkousty, inhibitory koroze, kožedělný průmysl ... kontaminace povrchových i podzemních vod.



MANGAN – Mn

- mikrobiogenní prvek, součást enzymů, denní potřeba cca 4 mg
- dlouhodobá expozice zřejmě souvisí s Parkinsonovou nemocí
- Akutní intoxikace: „**slévačská horečka**“ projevuje se nevolností, zvracením, bolestí hlavy a psychiatrickými poruchami.
- ZDROJ: znečištění ocelárny, teplárny, průmyslové provozy (hornictví, drcení rud, výroba slitin, cihel, sváření, lakovny)



1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

KOVY A POLOKOVY

NIKL- Ni

- lokálně dráždí a způsobuje záněty kůže, u 10 % lidí vznik alergických vyrážek („niklový svrab“), toxický pro vodní organismy
- nikelnaté ionty jsou karcinogeny, mutageny, teratogeny
- ZDROJ: slitiny, pokovování, baterie, katalyzátor...do životního prostředí je Ni emitován zejména lidskou činností



RTUŤ - Hg

- jediný tekutý kov za normální teploty, 1 litr váží 13,5 kg, vypařuje se za normální teploty, NPK = 50 ng/m³
- inhalací par -vstřebává se z 80 % !!! perorálně se kovová rtuť prakticky nevstřebává, pouze inhalací a kůží
- akutní otrava: stomatitida, slinění, kovová pachuť, průjmy, pneumonie
- chronická otrava: nechutenství, rýma, zánět ústní sliznice, zápach z úst, měděné zbarvení patra, později neurologické - kovová rtuť se vylučuje až 90 dní, anorganická 40 dní, organická 70 dní
- Minamata disease: Hg odcházela do odpadních vod (z továren), poprvé zjištěno v Japonsku, nemoc Minamata otravou požitím ryb s obsahem methylrtuti; Feerova nemoc: pozdní neuroalergická reakce na malé terapeutické dávky rtuti v mastích a zásypech
- ZDROJ: spalování fosilních paliv a odpadů, těžba, metalurgie a chemický průmysl.
- Antidotum: dimercaptol, první pomoc: mléko, bílky, zvracení

1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

KOVY A POLOKOVY

OLOVO - Pb

- v krvi se 90 % olova váže na červené krvinky, na jejich membránu a hemoglobin, nejdříve se distribuuje do měkkých tkání (ledviny, játra), později se ukládá zejména v kostech (tam již toxické není !!!!!, ale např. těhotenství či otrava ethanolem mohou vyvolat jeho vyplavení a přivodit tak náhlou otravu i po dlouhé době od expozice).
- k otravám může vést požití ve vodě nerozpustných olověných barviv, které se rozpouštějí v žaludeční HCl
- roztavené olovo (teplota nad 600 °C) je těkavé a inhalace výparů vede k otravě - např. v hutnictví, sklářství a při výrobě akumulátorů nebo při pájkování
- akutní otravy jsou vzácné a obvykle jsou způsobeny vdechováním par nebo požitím kontaminované potravy
- chronické otravy - postižení orgánových systémů a biochemických pochodů
- typické znaky otrav olovem: bledý obličej, šedý lem kolem dásní
- Při terapii otrav olovem se používají chelatační činidla: akutně lze i použít mléko nebo čaj
 - medicínsky se obvykle používají edetan vápenato-disodný, dimerkaprol či d-penicilamin
 - chelatační činidla komplexují olovnaté ionty a vzniklé komplexy jsou vyloučeny ledvinami, u organických sloučenin olova (např. tetraethylolova) nemá podávání chelatačních činidel efekt, protože olovo je v neionizované formě!



1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

DALŠÍ LÁTKY

KYANIDY

- Vysoce reaktivní sloučeniny uhlíku a dusíku
- ZDROJ: Nezbytnou součástí důležitých syntetických reakcí v průmyslu – soli kyanidu a jejich roztoků se užívají pro čištění kovů, elektrolytické pokovování, organické syntézy, extrakce kovů, fotografické chemikálie a v důlním průmyslu.
- Otravy způsobují nejčastěji kyanidové soli a inhalace plynného kyanidu (LD50 – 0,5 – 1 mg/kg) a plynný kyanid je i v cigaretovém kouři
- Kyanid je buněčný jed, a proto terapeutický zásah musí být velmi rychlý (kombinace např. thiosulfátu a hydroxokobalaminu zajišťující konverzi na thiokyanát vylučovaný ledvinami)



Ryby z otrávené Bečvy

1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

DALŠÍ LÁTKY

ORGANICKÉ LÁTKY

- Většina organických látek jsou kapaliny nebo nízkotající tuhé látky mající vysokou tenzi par a jsou často výbušné. Díky lipofilnímu charakteru snadno pronikají do těla nejen dýchacími cestami, ale též stykem se sliznicí a pokožkou, a to již v malých koncentracích.

ALIFATICKÉ UHLOVODÍKY

- Látky z této skupiny vykazují všeobecně narkotický účinek vzrůstající s molekulovou hmotností. Přítomnost dvojných vazeb (alkeny) nebo cyklu (např. cyklohexan) jej také zesiluje.

- **N-HEXAN** – součást benzínu a lepiel, inertní rozpouštědlo, toxické (necitlivost končetin)

Jedna z prvních hromadných profesních intoxikací propukla v 70. letech v Japonsku, kde bylo postiženo 93 pracovníků, kteří při výrobě sandálů používali lepidlo s 60% obsahem n-hexanu.

- **ACETYLEN** – plyn využívaný ve svářečství, neurotoxický, nemetabolizuje se, vyloučí se dechem



AROMATICKÉ UHLOVODÍKY

- Jsou to cyklické látky obsahující benzenové jádro (systém dvojných vazeb v kruhu).

- Uplatňují se jako ředidla, jsou to výborná rozpouštědla tuků, olejů a vosků. Z pohledu toxikologie se jedná o významnou skupinu látek poškozujících řadu životně důležitých funkcí a jsou neurotoxické.

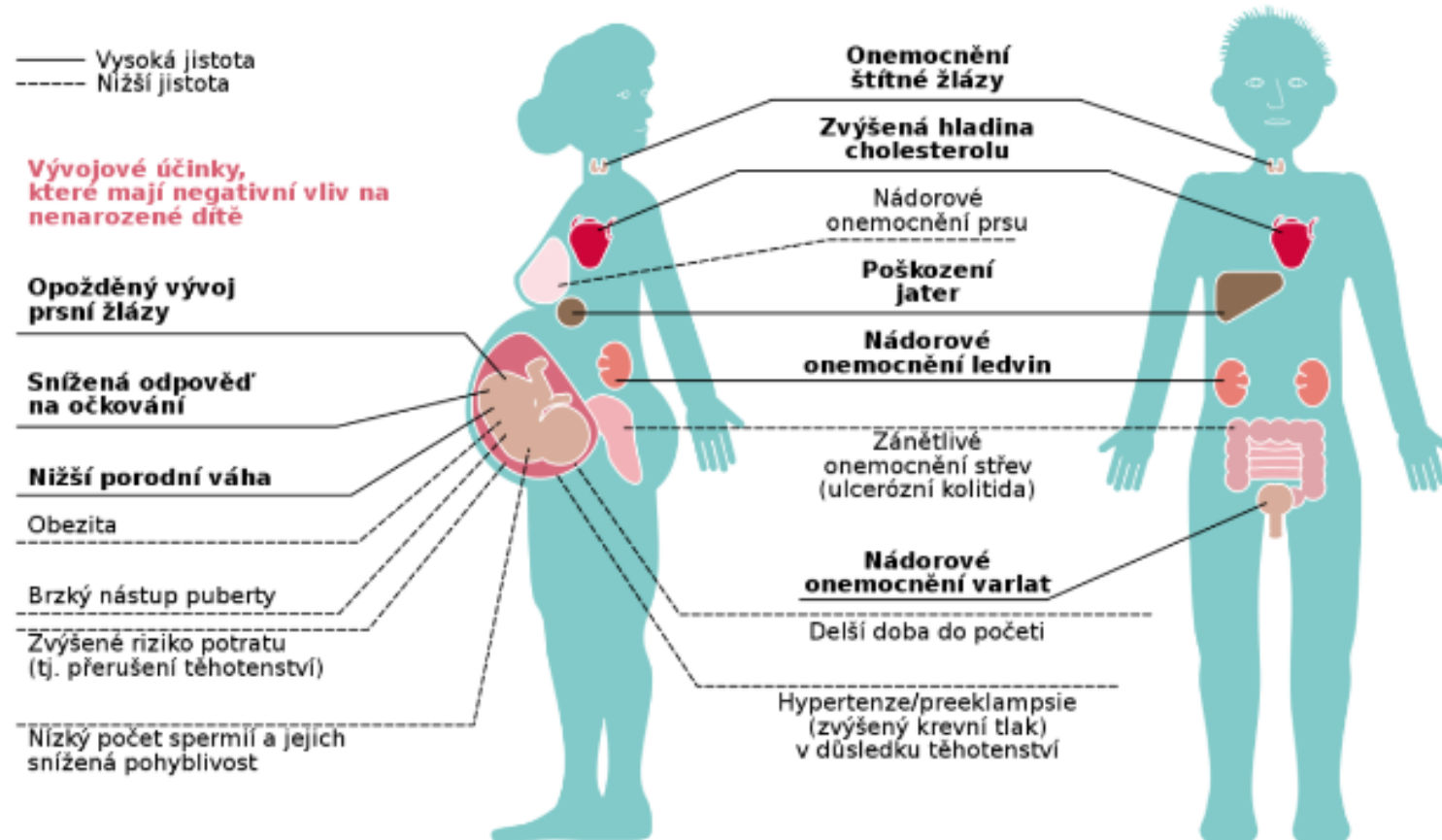
- **BENZEN** (rozpuštědlo, karcinom), **TOLUEN** (rozpuštědlo v barvách, lepidlech, vůních apod., vysoce toxický), **XYLEN** (rozpuštědlo, bezpečnější, ale stále toxický).

1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

DALŠÍ LÁTKY

PFAS

- perfluoroalkylové chemické látky. Jde o velkou skupinu tisíců uměle vyrobených chemikálií, které se používají téměř všude. Nedá se jim dnes prakticky vyhnout: jsou v tisících domácích a průmyslových výrobcích, hlavně u věcí, jež mají odolávat horku a nemají se na nich zachytávat skvrny.



1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

DALŠÍ LÁTKY

MIKROPLASTY

- Mikroplasty je obecné označení užívané pro různorodé úlomky plastů o velikosti od 100 nanometrů až po pět milimetrů, které se vyskytují ve vodě, v půdě i ve vzduchu jako součást jejich znečištění.
- Mikroplasty tvoří směs vláken, kuliček či zlomků nepravidelného tvaru, z nichž část je záměrně v takové podobě vyráběna (primární mikroplasty), ale většina vzniká postupným nalámáním, fragmentací větších kusů plastů (sekundární mikroplasty). Tyto mikroplasty se posléze hromadí v oceánech.
- Nanoplasty jsou těmi nejmenšími druhy mikroplastů, jedná se o částice menší než 20 mikrometrů. Existuje řada podezření, že právě ony mohou působit nejhorší škody kvůli schopnosti pronikat různými biologickými bariérami.

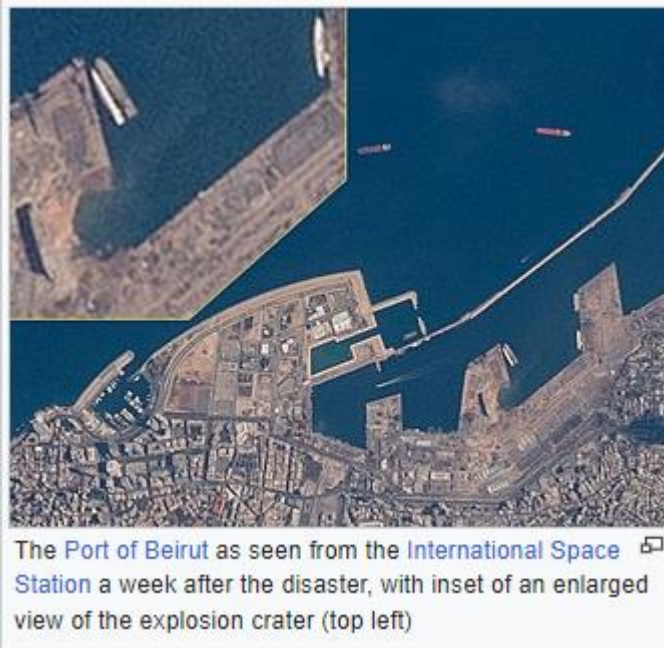


1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

DALŠÍ LÁTKY

LEDEK A BEJRÚT

- Explodovalo 2 750 tun dusičnanu amonného (látka minimálního toxikologického významu, ale v kombinaci s nedbalostí smrtící), který byl vládou již 6 let uložen v bejrútském přístavu bez dostatečných bezpečnostních opatření. Prvotní předběžný odhad síly exploze byl odhadován na 0,50 kt TNT a později byl přehodnocen na 1,12 kt TNT. Šlo tak o jednu z deseti nejsilnějších náhodných nenukleárních explozí, dosahující třetiny síly Halifaxského výbuchu a vůbec nejsilnější takovou událost v 21. století.
- Podle svědků byla ve stejném skladu jako dusičnan amonný uložena také zábavní pyrotechnika.[3] Některé zdroje spekovaly o tom, že v místě musela být skladována i vojenská munice. K 10. srpnu byly uváděny ztráty 220 mrtvých, kolem 110 nezvěstných a asi 6 000 zraněných. Přibližně 300 000 lidí přišlo o přístřeší.



1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

ZÁSADY

1. ochranné pracovní pomůcky

- **pracovní oděv** - pracovní plášť (bavlněný ne umělý), ne volné rukávy
- **pracovní obuv** - uzavřená z kůže nebo umělé kůže
- **brýle** - pracovní brýle či celoobličejový štít - kontaktní čočky nevhodné kvůli sorpci a reakci
- **Plynné produkty?**

OCHRANA OBLIČEJE A DÝCHACÍHO ÚSTROJÍ!!!



2. vlasy - smotat

3. jídlo a pití - zakázáno, nepoužívat laboratorní sklo pro přípravu a příjem potravy

4. návštěvy - odpoutávají pozornost, jsou nepoučené

DÁT SI POZOR

- **Žiraviny** : potřísnění při pádu a rozbití nádoby, lít kyselinu do vody ne naopak, pomalu míchat - uvolňuje se teplo
- **V ovzduší**: agresivní látky mohou unikat při volném odpařování z hladiny, z aparatury vlivem přetlaku, při ředění při exotermní reakci
- **Únik hořlavých kapalin**: běžné nehody jako převržení či pád lahve - velká plocha umožňuje rychlé vypaření a pak možno vzplanutí,
- proto po nehodě vypnout všechny zdroje jiskry a pak odsát inertními materiály sorbenty,
- **Nesprávný postup při zahřívání** - odpařováním může vzniknout výbušný oblak
- **Požár** – likvidace- hasit, odstranit hořlavé látky z dosahu a uvědomit další o pomoc



1 TOXIKOLOGIE VYBRANÝCH XENOBIOTIK

OTRAVY

a) **inhalace** - postiženého vyvést na čerstvý vzduch, případně odstranit zamořený oděv (sorbované páry, popřípadě políť tekavou látkou), lékařská pomoc podle stupně zasažení

b) **požití** - zředit obsah žaludku vodou nebo vodou s aktivním uhlím, nebo vyvolat zvracení, nesmí se vyvolat při požití kyselin a zásad, petroleje, benzínu, při křečích

- výplach žaludku pouze školení pracovníci
- po vyprázdnění žaludku se může podat aktivní uhlí, které je sorbentem, s vodou jako řídká kaše

- **poleptání trávicího ústrojí** - nevyvolávat zvracení!!!! po požití kyseliny podávat po doušcích roztok jedlé sody 1-2 lžičky na sklenici vody, po požití alkalických látek citronovou šťávu nebo vodu s octem.

PORANĚNÍ

c) **poranění očí** - po vniknutí cizího tělíska, toto odstraníme, pokud není zaseknuté v rohovce

- zasažení chemikálií - pevné krystalky vyjmout, vyplachovat až do příchodu lékaře

!!!nikdy neprovádět neutralizaci!!!

- zabránit mnutí oka

d) **poleptání kůže** - bolest, zarudnutí až destrukce pokožky

- odstranit potřísněný oděv, oplachovat vydatně vodou, i 0,5 hodiny, neutralizovat, poté místo překryjeme sterilním obvazem.

TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO

Volejte 224 91 92 93

nebo 224 91 54 02

<https://www.tis-cz.cz/>





2. TECHNICKÉ PLYNY - OBECNĚ

- Složky vzduchu:

kyslík, dusík, vzácné plyny

- Vodík a různé organické plyny:

topné nebo výchozí pro syntézy
v organické chemii -

syntézní plyn, ethylen, acetylen

- Anorganické plyny: amoniak, oxid siřičitý, oxid uhličitý, chlor, fluor, oxidy dusíku a chlorovodík

Velmi různorodé použití, značné
objemy výroby.

Důležité pro jejich izolaci, skladování a transport:

Kritická teplota t_K - udává teplotu, nad kterou daná látka nemůže za
žádných okolností existovat v kapalném skupenství

Teplota varu t_V (při atmosférickém tlaku)

Zkapalnění plynů je možné jen tehdy, pracujeme-li za teplot nižších než je jejich kritická teplota. Jelikož hodnoty kritických teplot mnoha plynů leží hluboko pod normální teplotou, je nutné provádět jejich zkapalňování při hlubokém podchlazení. Dlouho se proto nedařilo řadu plynů zkapalnit.

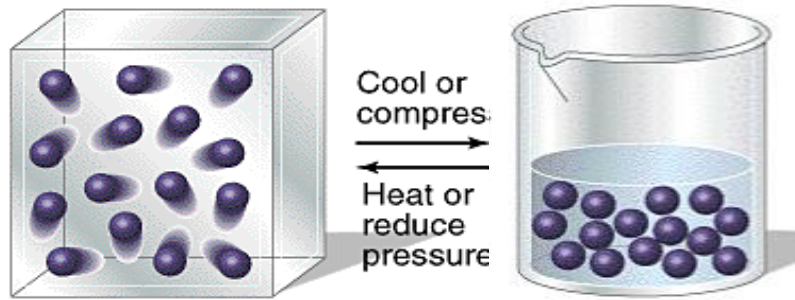
Plyny s kritickou teplotou nad -45°C

Zkapalnění plynu lze provést stlačením plynu za normální teploty, chlazením vodou nebo běžnými aparaturami v chladírenském průmyslu.

Plyny s kritickou teplotou pod -45°C

Nutné kryogenní postupy, potřebného ochlazení plynu lze dosáhnout expanzí stlačeného plynu (Joule-Thomsonův efekt), Většinou možno využít až po předběžném ochlazení (pod inverzní teplotu).

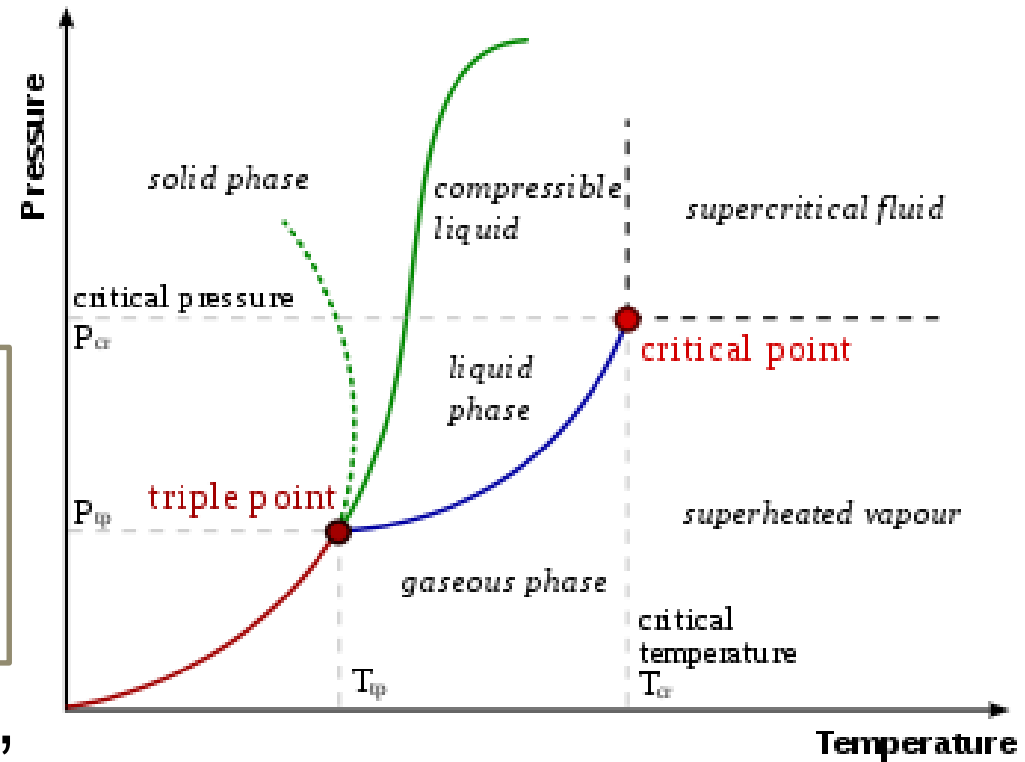
2. TECHNICKÉ PLYNY - OBECNĚ



KRITICKÉ VELIČINY: ZKAPALŇOVÁNÍ

kritická teplota, teplota, nad kterou daná látka nemůže za žádných okolností existovat v kapalném skupenství

Minimální tlak, který je při kritické teplotě nutný pro zkapalnění látky se označuje jako **kritický tlak**.



2. TECHNICKÉ PLYNY - OBECNĚ

- Pokud to jde, **plyny se dopravují kapalně.**
- Plyny s velmi nízkou kritickou teplotou (dusík, kyslík) se **v praxi přechovávají a transportují v kapalném stavu v uzavřených a ve velmi dobře tepelně izolovaných nádobách**, v nichž zkapalněný plyn stále vře a tím se za atmosférického tlaku udržuje na bodu varu.
- Při transportu plynu v ocelových láhvích 90 % hmotnosti připadá na obal a 10 % na užitečný náklad.
- Při uchování a transportu plynu v tlakových lahvích je dovolený **plnicí tlak většiny plynů 19,61 MPa.**
- **Závity ventilů pro všechny hořlavé plyny jsou z důvodu vyloučení záměny levotočivé, pro nehořlavé plyny jsou pravotočivé.** Výjimka je u acetylenu, kde je zcela zvláštní konstrukce připojení.



Dewarova nádoba – kyslík, dusík



Bezpečná doprava tlakových lahví s plyny

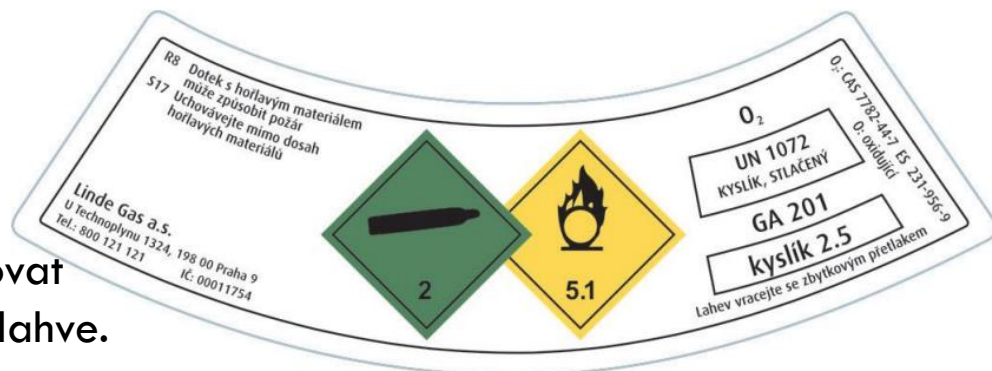


Zkapalněný zemní plyn – Wikipedie

2. TECHNICKÉ PLYNY – TLAKOVÉ LAHVE

- Požár často souvisí s hořlavými plyny a parami
- Plyny jsou v laboratořích skladovány v tlakových lahvích - kovových zásobnících s tlakem větším než je atmosférický (až 15-20 MPa) stlačené (nezkapalněné, zkapalněné, rozpuštěné)
- **Nesmí být umístěny v blízkosti tepelných zdrojů,**
- **při požáru odstraněny, jinak zdrojem výbuchu,**
- aby byl přehled, **musí být na vnější straně dveří tabulky s označením přítomných plynů.**

-VŽDY!
Prostudovat
značení lahve.



VENTIL TLAKOVÝCH LAHVÍ

- závity ventilových přípojek pro redukční ventil jsou pro různé plyny různé:

1. hořlavé levotočivý
2. ostatní pravotočivý

manometr
vysokotlakové části

manometr
nízkotlaké části





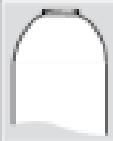

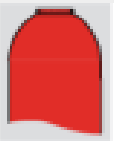



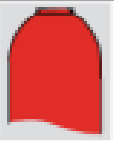

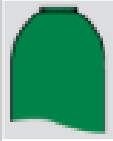





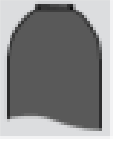



přípojka ventilu

uzavírací výstupní
ventilek



hadicová přípojka





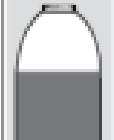

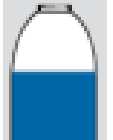

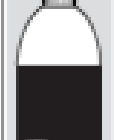
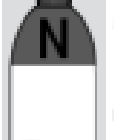
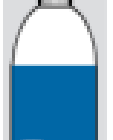

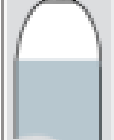
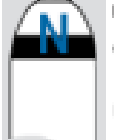
Přehled stávajícího a nového barevného značení na příkladech
Tabulka barev 1: Čisté plyny/směsi plynů pro průmyslové použití

Stávající stav (převažující)	Nový	Stávající stav (převažující)	Nový
 modrá modrá	 bílá modrá (modrá)	 šedá šedá (šedá)	 jasně zelená šedá (jasně zelená)
kyslík technický		xenon, krypton, neon	
 bílá bílá	 kaštanová kaštanová (bílá, šedá)	 červená červená	 červená červená
acetylen		vodík	
 hnědá hnědá	 hnědá hnědá (šedá, hnědá zelená)	 červená červená	 červená šedá
argon		hořlavá směs plynů (směsi: dusík/vodík, argon/vodík)	
 zelená zelená	 černá zelená (šedá)	 šedá šedá	 jasně zelená šedá
dusík		stlačený vzduch	
 černá černá	 šedá šedá	 šedá šedá	 jasně zelená šedá
oxid uhlíčitý		inertní směs plynů (směsi: dusík/oxid uhlíčitý, dusík/kytan, argon/oxid uhlíčitý, argon/kytan, argon/oxid uhlíčitý/kyslík)	
 hnědá hnědá	 hnědá (jasně zelená) hnědá (šedá)		
helium			

Poznámka:

Válcová část lahve může být označena různými barvami, z nichž jedna je zde zobrazena barevně a ostatní jsou uvedeny v závorce.

Přehled stávajícího a nového barevného značení na příkladech
Tabulka 2: Čisté plyny/směsi plynů pro mediální použití

Stávající stav (převažující)	Nový	Stávající stav (převažující)	Nový
 bílá modrá	 bílá bílá	 bílá modrá	 bílá hnědá bílá
kyslík mediální		směs helium/kyslík	
 bílá šedá	 modrá bílá	 bílá modrá	 bílá šedá bílá
oxid dusný		směs kyslík/oxid uhlíčitý	
 bílá černá	 šedá šedá	 bílá modrá	 bílá modrá bílá
oxid uhlíčitý		směs kyslík/oxid dusný	
 bílá stříbrná	 bílá černá bílá		
vzduch			

Poznámka:

Válcová část lahve je u mediálních plynů vždy bílá.

Tabulka barev podle normy	číslo RAL	název dle RAL
červená	3000	červená červená
jasně zelená	6015	stříbrná zelená
kaštanová	3009	kaštanová červená
bílá	9010	bílá bílá
modrá	5010	modrá modrá

Tabulka barev podle normy	číslo RAL	název dle RAL
hnědá zelená	6001	zelená zelená
černá	9005	černá černá
šedá	7037	šedá šedá
hnědá	8003	černá hnědá
stříbrná	1015	stříbrná stříbrná

2. TECHNICKÉ PLYNY – TLAKOVÉ LAHVE

MEZE VÝBUŠNOSTI SMĚSÍ PLYNŮ A PAR SE VZDUCHEM

- Směs hořlavého plynu nebo hořlavé páry se vzduchem je schopná hořet nebo vybuchnout jen v jistém rozmezí koncentrací: omezena **tzv. spodní mezí výbušnosti a horní mezí výbušnosti**

- zpravidla v objemových procentech plynu nebo páry ve vzduchu při normální teplotě
- ve směsi musí být dostatek kyslíku jako oxidovadla a dostatek molekul oxidovaných

SPODNÍ MEZ VÝBUŠNOSTI - nejnižší koncentrace směsi hořlavých par nebo plynů se vzduchem nebo jiným okysličovadlem, při které je tato směs již výbušná.

HORNÍ MEZ VÝBUŠNOSTI - nejvyšší koncentrace par či plynů, při které je ještě směs výbušná, nad horní mez již nevybuchuje pro nedostatek molekul okysličovadla.

https://www.linde-gas.cz/cs/news/press_releases/elearning_skoleni_bezpecnosti.html

Elearning pro školení podle normy ČSN 078304 pro bezpečnou manipulaci a připojení lahve

2. TECHNICKÉ PLYNY - VZDUCH

V průmyslové praxi je vzduch významný jako **teplonosné medium** (vzduchové chladiče, klimatizace), jako sušící medium (teplovzdušné sušárny). Ve formě stlačeného vzduchu můžeme na dálku **přenášet energii (pneumatické stroje, např. sbíječky) nebo informace (pneumatické měření a regulace)**. Bez podstatných úprav se používá vzduch jako zdroj kyslíku ve spalovacích a oxidačních procesech, v nichž nevadí velké zastoupení inertního dusíku.

Vzduch je dnes **prakticky jedinou surovinou pro výrobu jednotlivých technických plynů**: kyslíku, dusíku, argonu a ostatních vzácných plynů.

- **Velkým konzumentem kapalného kyslíku jako oxidační složky paliv je raketová technika** (raketa Saturn 2000 t).
- **Kapalný dusík se používá na udržování chladu v chladírenských přepravních kontejnerech** a má speciální užití i při mrazení v chirurgii nebo pro smršťování sesazovaných strojních částí.

Složení vzduchu

N ₂	78 %	-196 °C
O ₂	21 %	-183 °C
Ar	0,9 %	-186 °C
CO ₂	až 0,04 %	-78 °C
Ne	0,002 %	-266 °C
He	0,0005 %	-269 °C
Kr	0,0001 %	-153 °C
Xe	0,000009 %	-108 °C

2. TECHNICKÉ PLYNY – KYSLÍK/DUSÍK A JEJICH VÝROBA DĚLENÍM VZDUCHU

- **Velkospotřebitelé kyslíku**, především ocelárny, vyrábějí kyslík na místě spotřeby a dusík je zde spíše nevyužívaným odpadem.
- **Dusík spotřebovává chemický průmysl hlavně na syntézu amoniaku** a pro souběžně získávaný kyslík se vždy najde výhodné využití.
- **Zlevnění kyslíku vede k jeho zavádění do výroby, ve kterých se tradičně pracovalo se vzduchem** (rychlejší reakce, menší nároky na ohřev a chlazení, menší objemy zpracovávaných plynů a lepší podmínky pro recyklaci a čištění odpadních plyných proudů)
- **Dálková doprava dusíku a kyslíku** potrubím v plynném stavu se neprovozuje, zcela běžná je dnes přeprava automobilními cisternami a skladování v nádržích ve zkapalněné formě. Menší speciální chemické výrobny zkapalněné plyny nakupují.
- **Velkým konzumentem kapalného kyslíku jako oxidační složky paliv je raketová technika** (raketa Saturn 2000 t).
- **Kapalný dusík se používá na udržování chladu v chladírenských přepravních kontejnerech** a má speciální užití i při mrazení v chirurgii nebo pro smršťování sesazovaných strojních částí.

Dělení vzduchu destilací Je založeno na rozdílném bodu varu, u složek suchého vzduchu:

Složky vzduchu

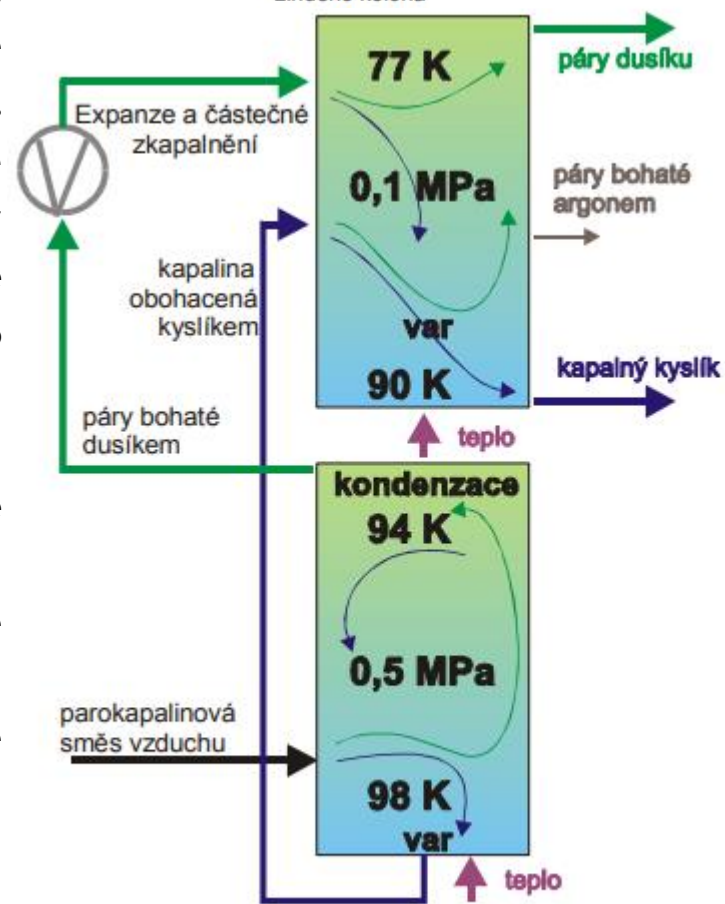
	%	bod varu [K]	[°C]
N ₂	78	77	-196
O ₂	21	90	-183
Ar	0.9	87	-186
CO ₂	až 0.04	195	-78
Ne	0.002	27	-266
He	0.0005	4	-269
Kr	0.0001	120	-153
SO ₂	až 0.0002	263	-10
H ₂	0.00005	20	-253
Xe	0.000009	165	-108

LINDEHO KOLONA

Pro dělení kapalného vzduchu bylo v roce 1910 zavedeno použití Lindeho kolony, což jsou vlastně dvě samostatné kolony postavené nad sebe. Hrubé dělení směsi se odehrává v dolní tlakové koloně při vyšším tlaku asi 0,5 MPa (vyšší body varu). Nastříkovaný kapalný vzduch se dělí na těkavější (více dusíku) páru a méně těkavou (více kyslíku) vroucí kapalinu. Chlazený vršek vysokotlaké kolony kondensuje z páry částečně kapalinu chudší na dusík a vrací ji dolů. Zbylá pára se odvede a nechá se expandovat, čímž zčásti zkondensuje a zavádí se pak jako zpětný tok do hlavy horní, nízkotlaké kolony pracující za normálního tlaku 0,1 MPa. Z této hlavy odchází již prakticky čisté dusíkové páry. Kyslíkem obohacená kapalina z vysokotlaké kolony se nastříkuje doprostřed kolony nízkotlaké, kde stykem se stoupajícími parami ztrácí postupně dusík a dolů nakonec stéká prakticky čistý kapalný kyslík, který se odtud odvádí jako produkt. Někde uprostřed kolony se výrazně zvyšuje koncentrace argonu, který můžeme odvést a další destilací čistit. Tlak 0,5 MPa ve vysokotlaké části je zvolen tak, že odpovídající bod varu dusíku $-179\text{ }^{\circ}\text{C}$ je zde nad bodem varu kyslíku za normálního tlaku, $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$. V Lindeho uspořádání tedy kondensujícím dusíkem za zvýšeného tlaku ohříváme přes stěnu vroucí kyslík u dna nízkotlaké horní koloně a nemusíme používat dalšího chladícího a topného media.



Obr.2.1 Zásobníky kapalného kyslíku a Lindeho kolona



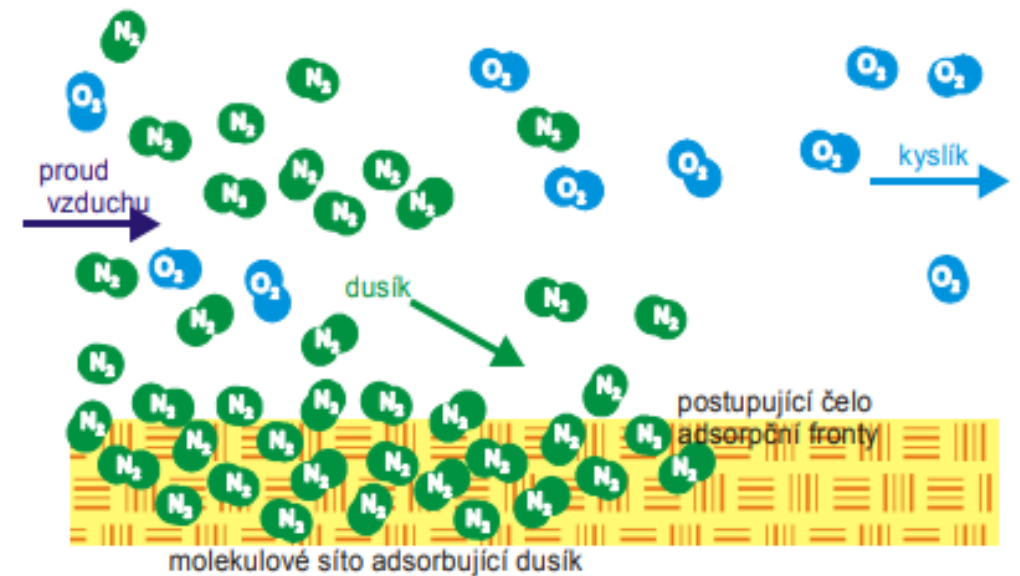
Obr. 2,2 Princip destilace vzduchu v Lindeho koloně

DĚLENÍ VZDUCHU TECHNIKOU PSA

- **PSA (pressure swing adsorption – doslovně přeloženo jako adsorpce s pohupujícím se tlakem)**

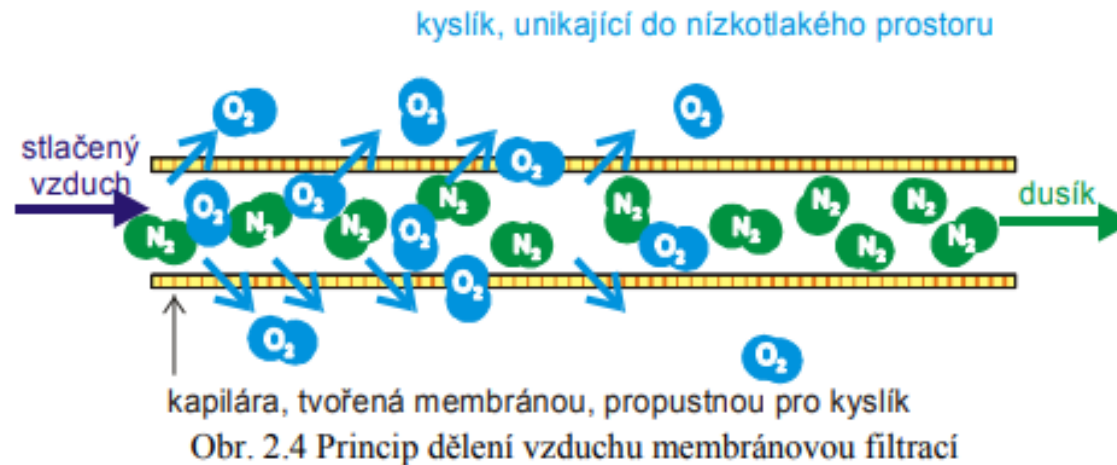
Na některých mikropórných površích, "**MOLEKULOVÝCH SÍTECH**", se může přednostně usazovat některý plyn ze směsi. Na vhodně vybraných zeolitech, což jsou přírodní nebo uměle připravené jílovité látky, je to dusík, takže vstupuje-li do vrstvy molekulového síta vzduch, ven vychází čistý kyslík, dokud se povrch zeolitu dusíkem neobsadí. Je to zřetelně velmi levný postup separace plynů, bohužel při únosných rozměrech zařízení je proces ukončen již za několik desítek vteřin. Možnost precizně ovládat časování takového procesu, umožněná ventily dálkově řízenými počítačem, však dovoluje včasnou, rychlou a spolehlivou regeneraci náplně a tím praktické průmyslové použití.

PSA spojena s uvolněním tlaku soustavy, někdy dokonce až s evakuací (VSA), při čemž se uvolní usazený dusík a odfoukne se z aparátu. Při zapojení dvou nebo více střídavě pracujících jednotek může být odběr produktů rovnoměrný



Obr. 2.3 Zachycování dusíku na molekulových sítích

DĚLENÍ VZDUCHU MEMBRÁNAMI



Některé polymerní materiály propouštějí nesejně molekuly různých plynů. Zpravidla je to kyslík, který proniká (permeuje) z prostoru o vyšším parciálním tlaku (vysokotlakého) do prostoru nízkotlakého podstatně rychleji. Membrány jsou tvořeny obvykle svazkem tisíců polymerních kapilár (dutá vlákna), jejichž součet délek se v průmyslových aparátech měří ve stovkách kilometrů. Konec kapilár opouští vnitřkem dusík prakticky zbavený kyslíku. Některé membrány odstraní ze vzduchu současně vlhkost a CO₂.

Nádoba s membránami je poměrně nákladným aparátem, který je možno hrubou chybou obsluhy snadno poškodit. Při zachování základních pravidel je však provoz spolehlivý, nenáročný a snadno lze měnit výkon jednotky, najíždět a odstavovat, takže je ideální pro provoz s proměnnou spotřebou separovaných plynů.

2. VODÍK

-Vodík je za běžných podmínek **plyn bez barvy, chuti i zápachu.**

-Je přibližně 14x lehčí než vzduch, lehko difunduje stěnami pevných látek.

(má nízkou hustotu i viskozitu)

-Vodík je téměř nerozpustný ve vodě. Na Zemi se volný vodík za běžných podmínek nevyskytuje

- **Karbonizace uhlí**

Koksárenský plyn obsahuje přes 50% H₂, 10% CO a 35% uhlovodíků CH₄ a C₂H₆. Pevným zbytkem je **koks** a kapalným **dehet**.

- **Vodní plyn**

Ještě před 2.světovou válkou se 90% vodíku získávalo zplyněním uhlí souhrnnou reakcí: $3C + O_2 + H_2O \rightarrow H_2 + 3CO$, probíhající v tzv. generátoru.

- **Parní reforming**

Největší podíl vodíku 25% hm. je v zemním plynu.

Jde o endotermní reakci $CH_4 + H_2O \rightleftharpoons 3H_2 + CO$

Příměsí plynů je možno od vodíku odloučit velmi dokonale metodou PSA na molekulových sítích. Malé vodíkové molekuly se na zeolitových výplních prakticky nezachycují. Tato metoda se používá také v BC-MCHZ Ostrava a produktem je až 99,999%ní H₂.

- **Částečná oxidace zemního plynu**

- **Vysokoteplotní krakování uhlovodíků (ethylenová pyrolýza)**

- **Elektrolýza vody**



Obr. 3.1 Parní reforming

Pec se svislými, 10 m dlouhými trubkami, naplněnými katalyzátorem, kterými proudí reakční směs CH₄ + H₂O. Trubky jsou uloženy v peci a hořáky jsou namířeny přímo na ně.

Jednotka vybudovaná v BC-MCHZ v roce 2005 má již kratší trubky, uložené jako svazek v peci s jediným, dobře regulovaným hořákem.

DOMÁCÍ ZAMYŠLENÍ

Vodík tvoří výbušnou směs s kyslíkem a se vzduchem v širokém koncentračním rozmezí (4 až 95 % objemu vodíku v kyslíku, 4 až 77 % objemu vodíku ve vzduchu). Na vzduchu je lehce zápalný. Výbušné jsou rovněž směsi vodíku s fluorem a chlorem (stačí iniciace světlem). Působením ohně může dojít k explozi tlakové nádoby.

JAK JE TENTO TECHNOLOGICKÝ PROBLÉM ŘEŠEN PŘI VÝROBĚ AUT NA VODÍKOVÝ POHON?

https://www.hydrogenfuelnews.com/how-safe-are-hydrogen-fuel-cell-vehicles-in-a-crash/8539783/#google_vignette

<https://ekonomickydenik.cz/u-vodiku-je-treba-resit-vyznamna-technologicka-rizika-jde-ale-o-perspektivni-formu-bezuhlukoveho-zdroje-energie-tvrdi-odbornici/>



DOMÁCÍ ZAMYŠLENÍ



ZAJÍMAVOST: S využitím vodíku jako paliva počítá většina národních strategií snižování emisí skleníkových plynů. Výroba vodíku ovšem v současnosti určitě není bezemisní záležitostí, ale jedná se o velmi neekologický a energeticky náročný proces.

Co tedy znamenají následující výrazy: „Černý“ vodík, „hnědý“ vodík, „šedý/modrý“, „zelený vodík“ ?

K jakému z výše napsaných výrazů se stahuje průmyslový komplex na obrázku – co to je?

Více [zde](#)

ODKAZY

Toxikologie MUNI - https://is.muni.cz/el/ped/podzim2017/FC4001/um/Skripta_toxikologie_prostudenty.pdf

Úvod do toxikologie UJEP - https://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/Stud_opora_TOX_PKr.pdf

https://uchop.vscht.cz/files/uzel/0022265/0062~~Ky3LT4kvya_IzM7PyU_PTNU1MjA0jw8NAQA.pdf?redirected

https://uchop.vscht.cz/files/uzel/0022265/0066~~i8rKLC7JL0vMy4wvya_ITM4sqdQ1MjA0BwA.pdf?redirected

<https://uchop.vscht.cz/files/uzel/0022265/0084~~iwpX1TU00XVKrSpITc7LLy6JLyhKTE6NTwTSZXmZ8QX5ufnJukYGhuYA.pdf?redirected>

<https://uchop.vscht.cz/files/uzel/0022265/0113~~c0qtKkg90puXX1yiUKaQnJGam5mcfXilQk5iUn5RYkn-0ZmZOgolqUWJBZmpCvklIRYIICkZmhoZGBoYWAA.pdf?redirected>