

Význam, výskyt a toxické působení organických rozpouštědel na lidský organismus

Tu Kim Dung

Bakalářská práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí
akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Dung TU KIM**
Studijní program: **B 2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Chemie a technologie materiálů**

Téma práce: **VÝZNAM, VÝSKYT A TOXICKÉ PŮSOBENÍ
ORGANICKÝCH ROZPOUŠTĚDEL**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte přehled o vlastnostech organických rozpouštědel, o jejich rozdělení a o nejvýznamnějších zástupcích. 2. Popište působení nejpoužívanějších organických rozpouštědel na zdraví člověka.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] Jiří Grimmer, Miroslav Málek, Robert Santholzer: **Organická rozpouštědla**, Praha: Státní nakladatelství technické literatury 1956 [2] RNDr. PhMr. Václav Šedivec, Csc., Ing. Jan Flek: **Příručka analýzy organických rozpouštědel**, Praha, nakladatelství technické literatury 1968. [3] Prof. Ing. Jan Kupec, CSc.: **Toxikologie**. Fakulta technologická University Tomáše Bati ve Zlíně, skriptum, 2004

Vedoucí bakalářské práce:

RNDr. Jan Růžička, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

5. února 2007

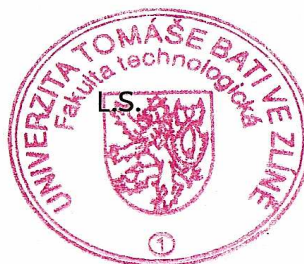
Termín odevzdání bakalářské práce:

11. června 2007

Ve Zlíně dne 1. února 2007

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.

děkan



doc. Ing. Jaromír Hoffmann, CSc.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato práce zahrnuje popis nejpoužívanějších organických rozpouštědel. Hlavně se zabývá jejich fyzikálními a chemickými vlastnostmi, využití v různých odvětvích lidské činnosti a jejich toxickým působením na lidský organismus.

Klíčová slova: organické rozpouštědlo, benzen, toluen, n-hexan, trichlorethylen, ethanol, aceton

ABSTRACT

This work includes a description of some organic solvents that are most generally applied. Especially the work deals with physical and chemical properties of organic solvents, their uses in different spheres of human activities and with their negative effects on human organism.

Keywords: organic solvent, benzene, toluene, n-hexane, trichloroethylene, ethanol, acetone

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 6 |
| 1 DEFINICE ORGANICKÝCH ROZPOUŠTĚDEL | 7 |
| 1.1 ROZPOUŠTĚNÍ ORGANICKÝCH LÁTEK V ORGANICKÝCH ROZPOUŠTĚDLECH A VODĚ | 7 |
| 1.2 ROZDĚLENÍ ROZPOUŠTĚDEL..... | 9 |
| 1.2.1 Podle chemického složení | 9 |
| 1.2.2 Podle vlastní rozpouštěcí schopnosti | 9 |
| 1.2.3 Podle odpařivosti..... | 10 |
| 1.2.4 Podle bodu varu..... | 10 |
| 1.2.5 Podle jedovatosti při vdechování | 10 |
| 2 NEJPOUŽÍVANĚJŠÍ ORGANICKÁ ROZPOUŠTĚDLA | 12 |
| 2.1 N- HEXAN | 12 |
| 2.2 BENZEN | 13 |
| 2.3 TOLUEN..... | 14 |
| 2.4 CYKLOHEXAN | 16 |
| 2.5 CHLOROFORM | 17 |
| 2.6 TETRACHLORMETHAN | 19 |
| 2.7 TRICHLORETHYLEN - TCE..... | 21 |
| 2.8 METHANOL..... | 23 |
| 2.9 ETHANOL..... | 25 |
| 2.10 ACETON..... | 27 |
| ZÁVĚR | 29 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 30 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 32 |

ÚVOD

Ve 21. století člověk získal a získává hodně úspěchů ve všech odvětvích a oborech, hlavně v průmyslu. Výsledek rychlého růstu průmyslové výroby je však také znečištění a snížení kvality životního prostředí. Spotřeba a výroba různých syntetických sloučenin se neustále zvyšuje. Jedna z významných skupin látek, které se v přírodě nevyskytují (nebo se vyskytují ve velmi nízkých koncentracích), jsou organická rozpouštědla. Tyto látky ovlivňují jak svět kolem nás, tak také nás samotné. Je důležité znát jejich vlastnosti, vědět, kde se mohou vyskytovat a jak se před jejich účinky chránit.

1 DEFINICE ORGANICKÝCH ROZPOUŠTĚDEL

Podle názvosloví používaného v odvětví plastických hmot a nátěrových hmot jsou rozpouštědla kapalně organické sloučeniny, schopné rozpouštět oleje, tuky, vosky, kaučuk a přírodní pryskyřice i syntetické vysokomolekulární hmoty - tedy látky, které jsou zpravidla nerozpustné ve vodě [1].

Podle vyhlášky Ministerstva životního prostředí číslo 355 ze dne 11. července 2002 je organickým rozpouštědlem jakákoli těkavá organická látka, která je užívána samostatně či ve směsi s jinými látkami k rozpouštění surovin, produktů nebo jako ředidlo, jako disperzní prostředí, jako prostředek používaný k úpravě viskozity či povrchového napětí, jako změkčovadlo či jako ochranný prostředek [2].

V mezinárodní terminologii se pro látky typu organických rozpouštědel velmi často používá zkratka **VOC** (volatile organic compounds), což značí soubor těkavých organických sloučenin nebo jejich směsí charakterizovaných podobnou mírou působení na zdraví lidí, zvířat a na životní prostředí.

1.1 Rozpouštění organických látek v organických rozpouštědlech a vodě

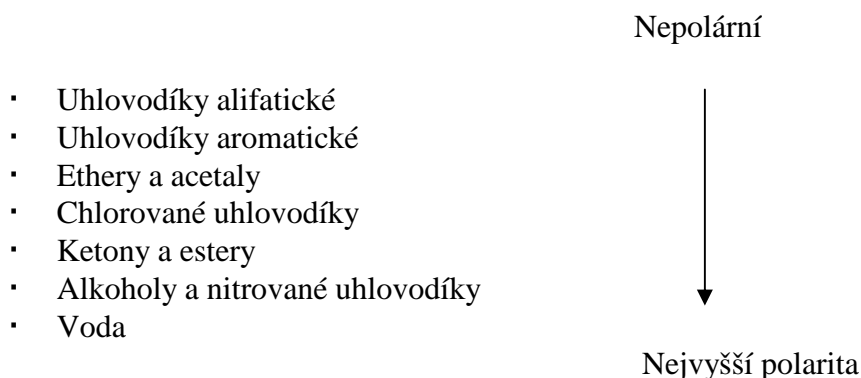
Rozpouštěním uvedených látek v organických rozpouštědlech se nemění chemické vlastnosti rozpouštěné látky.

Mechanismus rozpouštění: podle teorie Langmuir-Hildebrandovy je předpokladem rozpouštění organické látky v organickém rozpouštědle přítomnost určitých polárních nebo nepolárních skupin.

Nepolární sloučeniny jsou chemicky poměrně stálé, jsou málo reaktivní a mají nízkou dielektrickou konstantu. Uspořádání molekuly je souměrné jak z hlediska struktury, tak z hlediska rozmístění elektrických nábojů. V molekule není žádný potenciální rozdíl energií. Typickým zástupcem nepolárních rozpouštědel jsou alifatické uhlovodíky.

Polární sloučeniny jsou chemicky reaktivnější a méně stálé. Mají vyšší dielektrickou konstantu a větší dipólový moment. Molekula bývá uspořádána nesymetricky. Elektrické síly jsou tak v molekule soustředěny na dvou různých místech a mezi nimi vzniká určitý rozdíl energií. Typickým znakem polárních sloučenin je přítomnost skupin $-OH$, $-CO-$, $-O-$, $-NO_2$ v molekule.

Rozpouštědla podle stoupající dielektrické konstanty a tedy podle stoupající polarity uvádí se v tomto pořadí:



Pochod rozpouštění vysokomolekulárních látek: tři etapy

Solvatace (botnání): Při něm se vzájemně přitahují příbuzné skupiny rozpouštěné látky a rozpouštědla. Molekuly vysokomolekulární látky jsou na povrchu „pokryty“ vrstvou rozpouštědla jen v určitých místech, podle struktury rozpouštěné látky a polohy jejich „solvatačních“ skupin. Tato etapa je charakterizována maximálním množstvím rozpouštědla, která vyvolává botnání látky nebo je též dána poměrem rozpouštěné látky a rozpouštědla, potřebného k solvataci.

Mezibuněčné botnání: Molekuly rozpouštědla vnikají do svazků řetězovitých molekul nebo do shluků kulovitých molekul a postupně je uvolňují od sebe. Přitom si svazky molekul rozpouštěné látky přibližně zachovávají svůj tvar.

Rozptýlení makromolekul v rozpouštědle: nastává při dalším přidavku rozpouštědla. Uvolněné makromolekuly látky jsou od sebe zcela uvolněny a rozptýleny mezi molekulami rozpouštědla a jsou více méně pohyblivé. Měřítkem této etapy je viskozita získaného roztoku.

U každého organického rozpouštědla musíme předpokládat tři funkční útvary nebo skupiny, které mají vliv na průběh rozpouštění:

- a) Skupina, která vyvolává botnání
- b) Skupina, která vyvolává rozptýlení molekul rozpouštěné látky v rozpouštědle
- c) Skupina, která je bez účinnosti (balast)

Celý pochod rozpouštění je značně závislý na teplotě a na druhu, struktuře vysokomolekulární látky, takže nelze stanovit jednoduchá a obecně platná pravidla pro rozpouštění [1].

1.2 Rozdělení rozpouštědel

Rozdělení rozpouštědel bývá řešeno podle různých hledisek. Nejrozšířenější je rozdělení podle chemického složení. Je výhodné, neboť jednotlivé skupiny rozpouštědel mají podobné vlastnosti i stejné obory použití a většinou se také podobným způsobem připravují.

1.2.1 Podle chemického složení

- A) Uhlovodíky
 - a) Uhlovodíky alifatické: nebo acyklické, to je bez kruhu (např. hexan)
 - b) Uhlovodíky aromatické: obsahují aromatický kruh (např. benzen, toluen, ethybenzen, xylen (BTEX))
 - c) Uhlovodíky hydrogenované: čili hydroaromatické jsou cyklické uhlovodíky získané hydrogenací aromatických sloučenin (např. cyklohexan, tetralin, dekalin)
 - d) Uhlovodíky terpenové: jejichž molekuly jsou vybudovány ze dvou nebo více molekul isoprenu (např. α -pinen, β -pinen, terpineol, α -terpinen, dipenten)
 - e) Uhlovodíky nitrované: obsahují dusík v molekule (např. nitromethan, nitroethan, 1-nitropropan, 2-nitropropan)
 - f) Uhlovodíky chlorované: obsahují chlor v molekule (např. chloroform, tetrachlormethan, 1,2-dichlorethan, 1,1,2-trichlorethylen, chlorbenzen)
- B) Alkoholy a glykoly: např. fenol, ethanol, methanol, ethylenglykol, polyglykoly
- C) Etery: např. diethylether, dioxan
- D) Ketony: např. aceton, methylethylketon, cyklohexanon
- E) Estery: např. methylacetát, ethylacetát, methylformiát, ethylformiát, glykolacetát
- F) Směsná rozpouštědla: např. benzin, petrolej aj.

1.2.2 Podle vlastní rozpouštěcí schopnosti

- A) Prává rozpouštědla: jsou schopná sama dokonale rozpouštět vysokomolekulární látky. Molekula rozpouštědla má funkční skupinu, která způsobuje rozptýlení molekul rozpouštěné látky.
- B) Neprává rozpouštědla: jsou schopná rozpouštět vysokomolekulární látky jen za přítomnosti pravého rozpouštědla. Zvětšují botnavost a rozptýlení makromolekul.

Podle praktického použití se rozpouštědla dělí podle odpařivosti, bodu varu a bodu vzplanutí.

1.2.3 Podle odpařivosti

- A) Rozpouštědla snadno těkavá — poměrná odpařivost do 8 (ether=1)
- B) Rozpouštědla středně těkavá — poměrná odpařivost 8—15.
- C) Rozpouštědla pomalu těkavá — poměrná odpařivost nad 15.

1.2.4 Podle bodu varu

- A) Lehká rozpouštědla s bodem varu do 100°C
- B) Střední rozpouštědla s bodem varu 100 —150°C
- C) Lehká rozpouštědla s bodem varu 150—200°C

1.2.5 Podle jedovatosti při vdechování

- A) Málo jedovatá rozpouštědla: lakový benzin, terpentýn, ethanol, ethylenglykol, aceton, ethylacetát.
- B) Středně jedovatá rozpouštědla: toluen, xylen, methanol, methylenchlorid, trichlorethan.
- C) Velmi jedovatá: benzen, sirouhlík, tetrachlormethan, chloroform, dioxan, pyridin.

Při technických popisech rozpouštědel jsou sledována i některá další hlediska jako např. tato: výrobní postupy, celkové vlastnosti rozpouštědel, použití, odkazy na československé normy nebo na zahraniční údaje.

Aby popis jednotlivých rozpouštědel mohl být dokonalý a vyčerpávající, je nutno sledovat kromě bodu varu také rozmezí destilace, bod vzplanutí, tensi par, hustotu, index lomu, viskozitu, povrchové napětí, dielektrickou konstantu, mez výbušnosti, zápach a fyziologické účinky, rozpustnost pro organické látky, schopnost tvorby azeotropických směsí a konečně mísitelnost s jinými rozpouštědly.

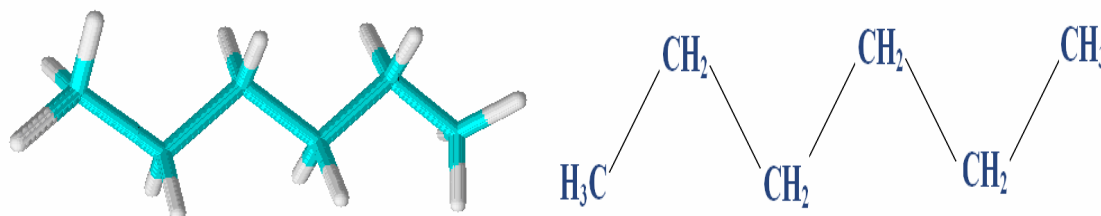
Některé vlastnosti rozpouštědel nelze hodnotit zcela přesně, protože jde o technické látky, které mohou obsahovat ještě jiná rozpouštědla, která rozpouštědlo sice “znečišťují“, ale dodávají mu zároveň různé zvláštní vlastnosti, výhodné pro praktické použití. Např. estery obsahují ještě volné alkoholy, v benzinech jsou aromatické uhlovodíky apod.

V praxi, hlavně pro pracovní prostředí je velmi důležité stanovit tzv. nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) a přípustné expoziční limity (PEL), které jsou uvedené v nařízeních vlády č. 178/2001 Sb. a 441/2004 Sb. Přípustné expoziční limity (PEL) jsou

celosměnnové časově vážené průměry koncentrací plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší, jimž mohou být podle současného stavu znalostí vystaveni zaměstnanci při osmi-hodinové pracovní době, aniž by u nich došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví, k ohrožení jejich pracovní schopnosti a výkonnosti. Výkyvy koncentrace chemické látky nad hodnotu přípustného expozičního limitu až do hodnoty nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) musí být v průběhu směny kompenzovány jejím poklesem tak, aby nebyla hodnota přípustného expozičního limitu překročena. Přípustné expoziční limity platí za předpokladu, že zaměstnanec je zatěžován tělesnou prací, při které jeho průměrná plicní ventilace nepřekračuje 20 litrů za minutu, a doba výkonu práce nepřesahuje 8 hodin. [1,3,17]

2 NEJPOUŽÍVANĚJŠÍ ORGANICKÁ ROZPOUŠTĚDLA

2.1 n- Hexan



| | | | |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Chemický název: | n-hexan | Teplota vzplanutí: | -22°C |
| Sumární vzorec: | C ₆ H ₁₄ | Tense par (25°C): | 120 mmHg |
| Molární hmotnost: | 86,18 g.mol ⁻¹ | Poměrná odpařivost(ether=1): | 2,3 |
| Index lomu (20°C): | 1,3749 | Dielektrická konstanta (25°C): | 1,890 |
| Hustota (20°C): | 0,6594 g.cm ⁻³ | Viskozita (20°C): | 0,31 cP |
| Teplota tání: | -95,3°C | Rozpustnost ve vodě (25°C): | 9,5 mg.l ⁻¹ |
| Teplota varu: | 68,7°C | Hodnota NPK-P: | 400 mg.m ⁻³ |
| | | Hodnota PEL: | 100 mg.m ⁻³ |

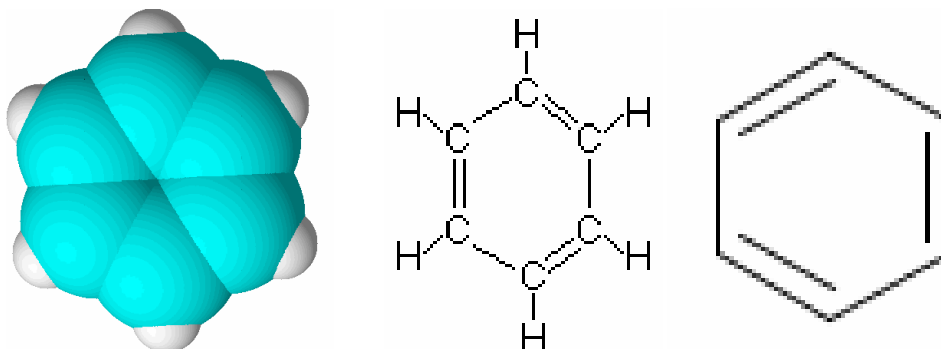
n - Hexan je nasycený uhlovodík s lineárním řetězcem, patří mezi alifatické sloučeniny. Je to vysoce těkavá látka s teplotou varu nižší než voda. Hexan je elektricky nevodivá nepolární látka, a proto je velmi dobrým rozpouštědlem nepolárních nebo málo polárních látek, zejména dobře se v něm rozpouštějí tuky.

Hexan lze připravit hydrogenací nenasycených uhlovodíků, redukcí alkoholů nebo kyselin karboxylových jodovodíkem, a nebo redukcí ketonů, aldehydů práškovým zinkem s kyselinou chlorovodíkovou. Jinou možností je rozklad alkalických solí karboxylových kyselin zahříváním s alkalickým hydroxidem. Lze jej také připravit z halogenalkanů působením práškového zinku, atd.

n - Hexan se používá jako rozpouštědlo tuků, součást lepidel, laků, gumových směsí, je obsažen i v pohonných hmotách. V laboratorních postupech se využívá k extrakcím nepolárních látek z nejrůznějších vzorků.

Vyazuje narkotické účinky, dráždí oční sliznice, dýchací cesty a kůži. Příznaky otravy se projevují žaludečními obtížemi, bolestmi hlavy, podrážděním očí a dýchacích cest. Působí neuropatii – postižení nervů. [1,4,7,8,10,14,16]

2.2 Benzen



| | | | |
|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Chemický název: | benzen | Teplota vzplanutí: | -11°C |
| Sumární vzorec: | C ₆ H ₆ | Tense par (20°C): | 74,13 mmHg |
| Molární hmotnost: | 78,11g.mol ⁻¹ | Poměrná odpařivost(ether=1): | 3 |
| Index lomu (20°C): | 1,5007 | Dielektrická konstanta (20°C): | 2,27 |
| Hustota (20°C): | 0,8786g.cm ⁻³ | Viskozita (20°C): | 0,645 cP |
| Teplota tání: | 5,483°C | Rozpustnost ve vodě (25°C): | 1790 mg.l ⁻¹ |
| Teplota varu: | 80,2°C | Hodnota NPK-P: | 10 mg.m ⁻³ |
| | | Hodnota PEL: | 3 mg.m ⁻³ |

Benzen je aromatická organická chemická látka s aromatickým zápachem. Je to při pokojové teplotě bezbarvá, snadno těkající kapalina. Páry benzenu jsou jedovaté a se vzduchem tvoří výbušnou směs. Benzen je lehčí než voda a ve vodě nerozpustný. Hořením se uvolňují saze. Je dokonale mísitelná s většinou rozpouštědel. Benzen rozpouští dobře oleje, tuky, vosky a některé přírodní pryskyřice, dále kumaronové pryskyřice, estery kalafuny, kopálové pryskyřice a jejich estery, některé fenolické pryskyřice, pryskyřice cyklohexanové, alkydové, ethery celulosy, přírodní kaučuk aj. Ve směsi s alkoholem se jeho rozpouštěcí schopnost zvyšuje.

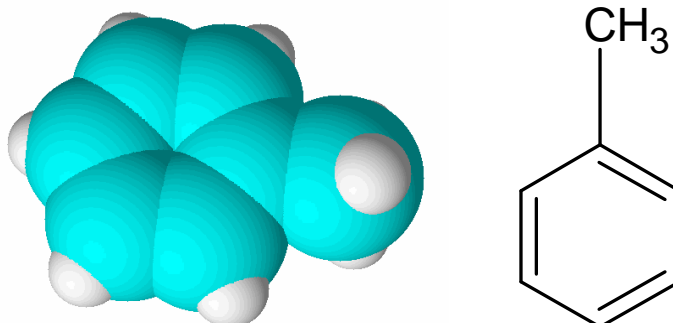
Benzen se vyrábí frakční destilací černouhelného dehtu nebo destilací pracích olejů po absorpci koksárenských plynů. Jinak benzen se připravuje dekarboxylací kyseliny benzoové, dehydrogenací cyklohexanu, hydrolýzou toluenu, nebo trimerizací acetyleny.

Benzen se používá jako rozpouštědlo a extrakční prostředek v chemickém a tukovém průmyslu. Velký význam má též pro přípravu lepidel, používaných zejména v průmyslu gumárenském. V průmyslu se používá jako důležité rozpouštědlo a jako surovina pro výrobu léčiv, kompaktních disků, plastů, syntetické pryže, barviv a výbušnin. V malém množství se přidává do benzínu pro zlepšení oktanového čísla. Využívá se i k výrobě kosmetických

přípravků. Pomocí benzenu se připravují také další důležité chemikálie, především styren, který se používá na výrobu polystyrénu, fenol a cyklohexan, které jsou používány při zpracování nylonu. V průmyslu nátěrových hmot je použití benzenu pro jeho jedovatost velmi omezeno.

Vdechování malého množství benzenu může způsobit bolest hlavy, potom ospalost, celkovou slabost, závratě, žaludeční nevolnost, zvracení, zrychlení srdečního tepu, chvění a ztrátu vědomí. Velká koncentrace benzenu ve vzduchu může mít za následek i smrt. Po těžkých otravách, jež nevedou přímo k smrti, lze někdy pozorovat dlouho trvající chorobné stavy: plicní onemocnění, pleuritidy, katary horních cest dýchacích, onemocnění rohovky a sítnice, poškození jater, nažloutlá barva obličej, srdeční poruchy atd. Benzen poškozuje kostní dřev a způsobuje chudokrevnost. Benzen je látkou s výraznými genotoxickými účinky, především teratogenními a karcinogenními - Mezinárodní společnost pro výzkum rakoviny (IARC) jej řadí do skupiny 1, což znamená, že jde o látku s prokázanými rakovinnými účinky na člověka. [1,4,5,6,8,9,10,14,15,16]

2.3 Toluén



| | | | |
|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Chemický název: | methylbenzen | Teplota vzplanutí: | 4°C |
| Sumární vzorec: | C ₇ H ₈ | Tense par (25°C): | 28,4 mmHg |
| Molární hmotnost: | 92,13 g.mol ⁻¹ | Poměrná odpařivost(ether=1): | 6,1 |
| Index lomu (20°C): | 1,4968 | Dielektrická konstanta (25°C): | 2,379 |
| Hustota (20°C): | 0,8669g.cm ⁻³ | Viskozita (20°C): | 0,62 cP |
| Teplota tání: | -95,1°C | Rozpustnost ve vodě (25°C): | 526 mg.l ⁻¹ |
| Teplota varu: | 110,8°C | Hodnota NPK-P: | 500 mg.m ⁻³ |
| | | Hodnota PEL: | 200 mg.m ⁻³ |

Toluen je bezbarvá kapalina aromatického zápachu, ve vodě nepatrně rozpustná a těkavá. Její páry tvoří se vzduchem třaskavou směs a jsou méně jedovaté než páry benzenové. Toluen rozpouští dobře oleje, tuky, kumaronové pryskyřice, přírodní a chlorovaný kaučuk a ethery celulosy, nerozpouští estery celulosy. Dále rozpouští velmi dobře alkydové pryskyřice modifikované oleji, některé vinylové pryskyřice (vinylacetát) aj.

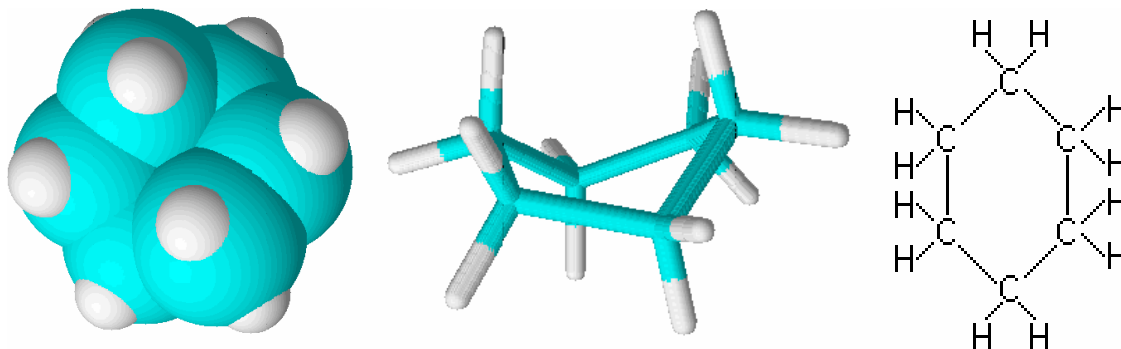
Toluen se vyrábí v podstatě ze stejných surovin jako benzen. Vyskytuje se v malém množství v petroleji, z kterého se průmyslově vyrábí. Laboratorně se může připravit reakcí benzenu s chlormethanem s katalyzátorem $AlCl_3$.

Toluen se může používat jako náplň do teploměrů díky svým výhodným teplotám tání a varu. Také se používá jako rozpouštědlo barev a laků. Toluen je nejpoužívanějším aromatickým uhlovodíkem v průmyslu nátěrových hmot. Je důležitým nepravým rozpouštědlem při výrobě nitrocelulosových nátěrových hmot. Mimo to má význam jako důležité rozpouštědlo při přípravě silikonových nátěrových hmot. Své místo má i při výrobě jiných sloučenin, př. TNT- trinitrotoluen. Můžeme z něj také připravit jeho základ, benzen.

Je také často zneužíván narkomany, kteří ho vdechují. Vdechování toluenu ve větší míře může způsobit závislost, toluen je jako droga značně rozšířen.

Ve vysokých koncentracích působí toluenové páry narkoticky, při delším působení nízkých koncentrací se objevují rovněž změny v krvi, svědčící o útlumu nebo podráždění krvetvorby. Příznaky u člověka jsou bolesti hlavy, opojení, žaludeční nevolnost, zvracení, porucha rovnováhy, ztráty vědomí. Toluen působí na nervovou soustavu silněji než benzen, výraznější je i jeho dráždivý účinek. Z toxikologického hlediska je méně nebezpečný než benzen, neboť nemá škodlivý vliv na kostní dřeň. Toluen podle IARC není karcinogenní. [1,4,5,6,8,9,10,12,14,15,16]

2.4 Cyklohexan



| | | | |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Chemický název: | cyklohexan | Teplota vzplanutí: | 4°C |
| Sumární vzorec: | C ₆ H ₁₂ | Tense par (25°C): | 77,3 mmHg |
| Molární hmotnost: | 84,09 g.mol ⁻¹ | Poměrná odpařivost(ether=1): | 3,4 |
| Index lomu (20°C): | 1,4263 | Dielektrická konstanta (25°C): | 2,023 |
| Hustota (20°C): | 0,7785g.cm ⁻³ | Viskozita (20°C): | 0,960 cP |
| Teplota tání: | 6,54°C | Rozp. ve vodě (25 °C) | 55 mg.l ⁻¹ |
| Teplota varu: | 80,74°C | Hodnota NPK-P: | 1000 mg.m ⁻³ |
| | | Hodnota PEL: | 500 mg.m ⁻³ |

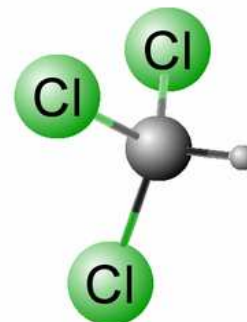
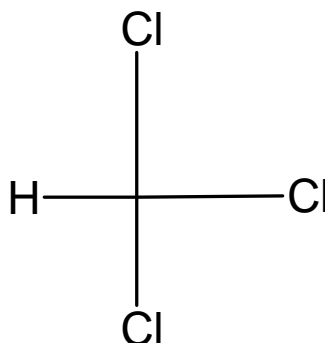
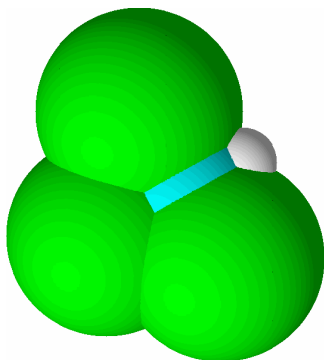
Cyklohexan je bezbarvá hořlavá kapalina mírně štiplavého zápachu. Rozpouští dobře tuky, oleje, vosky, bitumeny a některé přírodní a syntetické pryskyřice, především alkydové. Svými vlastnostmi s velmi podobá benzenu, ale je mnohem méně jedovatý, takže je snaha nahrazovat jím benzen všude, kde by jinak bylo ohroženo lidské zdraví.

Cyklohexan se získává pečlivou frakcionací některých rop nebo katalytickou hydrogenací benzenu.

Používá se jako surovina pro výrobu plastů, jako rozpouštědlo a k extrakci etherických olejů.

Obdobně jako hexan, cyklohexan vykazuje narkotické účinky, dráždí oční sliznice, dýchací cesty a kůži, poškozují ledviny a játra. Příznaky otravy se projevují žaludečními obtížemi, bolestmi hlavy, podrážděním očí a dýchacích cest. [1,4,8,10,14,15,16]

2.5 Chloroform



| | | | |
|--------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Chemický název: | trichlormethan | | |
| Sumární vzorec: | CHCl_3 | Tense par (20°C): | 157,6 mmHg |
| Molární hmotnost: | 119,39 g.mol ⁻¹ | Poměrná odpařivost(ether=1): | 2,5 |
| Index lomu (20°C): | 1,4455 | Dielektrická konstanta (20°C): | 4,8 |
| Hustota (20°C): | 1,4891 g.cm ⁻³ | Viskozita (20°C): | 0,568 cP |
| Teplota tání: | -63,5°C | Rozpuštnost ve vodě (25°C): | 7950 mg.l ⁻¹ |
| Teplota varu: | 61,3°C | Hodnota NPK-P: | 20 mg.m ⁻³ |
| | | Hodnota PEL: | 10 mg.m ⁻³ |

Chloroform je bezbarvá, nehořlavá a snadno těkající kapalina charakteristického nasládlého zápachu. Páry chloroformu působí silně narkoticky. Jeho páry jsou značně těžší než vzduch (4,12krát), proto se v uzavřených prostorách hromadí u podlahy a obtížně se vyvětrává. Na světle se chloroform postupně rozkládá za tvorby fosgenu. Stabilizuje se přidávkou asi 1% ethanolu. Chloroform je znamenité rozpouštědlo olejů, tuků a vosků, rozpouštějící různé přírodní a syntetické pryskyřice aj., prakticky se ho v průmyslu nátěrových hmot nepoužívá.

Původně byl chloroform připraven Liebenovou reakcí (nazývaná též haloformní reakce), tj. působením chlornanu vápenatého (chlorového vápna) na ethanol. Podobně lze připravit chloroform též působením chlornanu vápenatého na acetaldehyd nebo aceton. Může být místo chlornanu vápenatého použit chlornan sodný. Průmyslově se chloroform vyrábí zahříváním směsi chloru s chlormethanem nebo methanem na teplotu 400—500°C.

Koncem 19. a 20. století byl chloroform používán při operacích jako inhalační anestetikum, které dočasně nahradilo méně příjemný, avšak zdravotně bezpečnější diethylether. Po zjištění nežádoucích účinků chloroformu byl tento postupně opuštěn, nahrazen opět nejdříve diethyletherem a později jinými bezpečnějšími přípravky.

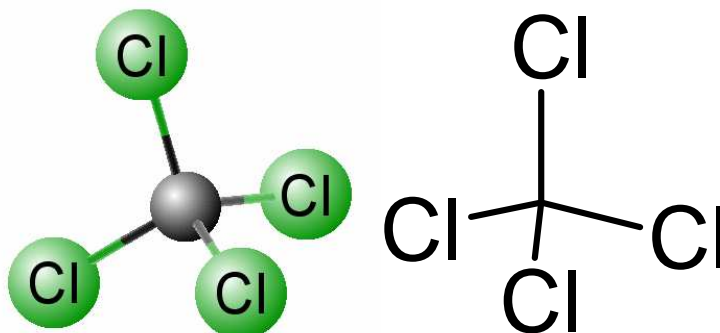
Dnes je používán v chemickém průmyslu hlavně při výrobě chladicího media pro ledničky a klimatizace. Jako většina halogenovaných uhlovodíků patří i chloroform mezi látky potenciálně ohrožující ozónovou vrstvu. Je také surovinou pro výrobu řady dalších organických sloučenin, např. aromatických aldehydů. Chloroform se používá jako rozpouštědlo v chemických laboratořích, ve farmaceutickém průmyslu a při výrobě pesticidů a nátěrových hmot. Je výborným lepidlem některých plastů, př. polystyrenu nebo plexiskla. Deuteriochloroform CDCl_3 , derivát chloroformu, je nejpoužívanějším rozpouštědlem v NMR spektroskopii.

Inhalace par chloroformu vede ke tlumení centrálního nervového systému. Vdechování vzduchu obsahujícího 900ppm po krátkou dobu způsobuje závratě, ospalost a bolesti hlavy. Větší dávky chloroformu mohou způsobit chronické otravy, případně až smrt. Příčinou smrti může být deprese dechového centra nebo srdeční arytmie.

Podrobné dlouhodobé klinické studie ukázaly, že trvalý dlouhodobý styk organismu s tímto rozpouštědlem značně zvyšuje riziko vzniku rakovinného bujení a chloroform se dostal do seznamu možných karcinogenních látek (IARC, sk. 2B). Vedle toho byly popsány i důsledky hepatotoxické a nefrotoxické. Na základě této skutečnosti je v současné době velmi silně omezena jak produkce, tak praktické využití toho organického rozpouštědla.

Vzhledem k vysoké toxicitě pro vodní organismy je nebezpečnou látkou z hlediska znečištění vodních toků odpadními vodami z podniků, které chloroform používají. Chloroform vzniká také v menších množstvích z některých organických látek při dezinfekci pitné vody chlorováním, což může vést k chronickým zdravotním potížím při jejím dlouhodobém používání k přípravě pokrmů a nápojů. [1,4,5,6,8,9,10,14,15,16]

2.6 Tetrachlormethan



| | | | |
|--------------------|---|--------------------------------|-------------------------------------|
| Chemický název: | tetrachlormethan | Teplota vzplanutí: | nehořlavý |
| Sumární vzorec: | CCl_4 | Tense par (20°C): | 98,5 mmHg |
| Molární hmotnost: | $153,823 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ | Poměrná odpařivost (ether=1): | 3 |
| Index lomu (20°C): | 1,4602 | Dielektrická konstanta (20°C): | 2,24 |
| Hustota (20°C): | $1,5940 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ | Viskozita (20°C): | 0,965 cP |
| Teplota tání: | -22,9°C | Rozp. ve vodě (25°C) | 793 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ |
| Teplota varu: | 76,76°C | Hodnota NPK-P: | 20 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ |
| | | Hodnota PEL: | 10 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ |

Tetrachlormethan či chlorid uhličitý je bezbarvá, snadno těkající kapalina výrazně nasládlého zápachu. Patří mezi nejstálejší chlorované uhlovodíky. Za normální teploty se nemění účinkem světla ani vzdušného kyslíku a působením vlhkosti se hydrolyzuje jen velmi pozvolna. Nemění se působením zředěných vodných roztoků alkálií, kyseliny sírové nebo kyseliny dusičné. Páry jsou nehořlavé, ve styku s otevřeným plamenem nebo s horkým povrchem kovů (nad 200°C) se rozkládají a vzniká fosgen, chlor a v přítomnosti vlhkosti chlorovodík. Je mísitelný s většinou organických rozpouštědel, jako jsou benziny, aromatické uhlovodíky, alkoholy nebo ketony. Rozpouští dobře jiné nepolární nebo málo polární látky, především oleje, tuky, vosky, kaučuk, některé estery a ethery celulosy, fenolové a alkylfenolové pryskyřice, kumaronové pryskyřice a jiné. Příkladově nižších alkoholů zlepšuje rozpouštěcí schopnost tetrachlormethanu pro estery a ethery celulosy.

Průmyslově se tetrachlormethan vyrábí chlorací sirouhlíku. Reakce se provádí v železných kotlích při 60°C. Surový produkt se čistí hydroxidem sodným a destilací. Tetrachlormethan se také dá připravit přímou chlorací methanu při 300-600°C. Při tom vznikají některé níže substituované deriváty methanu, které se oddělují frakcionovanou destilací.

Používá se ho především pro jeho nehořlavost jako extrakčního činidla a rozpouštědla v chemické laboratoři. Přidává se do nitrocelulosových laků, aby zvýšil jejich bod vzplanutí. Slouží také k přípravě alkylchloridů.

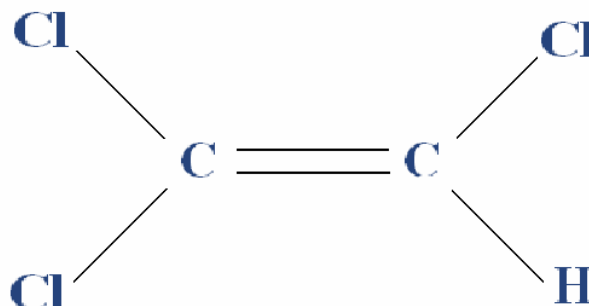
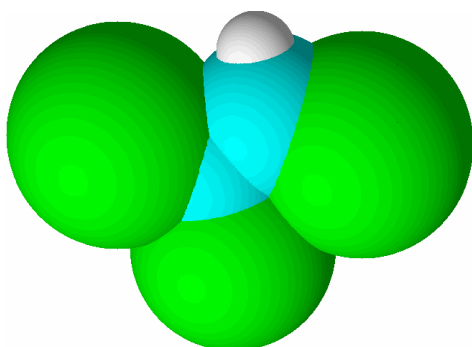
V minulosti se používal jako chladicí médium v chladicích systémech, při chemickém čištění látek a oděvu, k průmyslovému odmašťování předmětů, jako ředidlo v nátěrových hmotách, jako součást hnací látky v aerosolových bombičkách (zejména s nátěrovými hmotami) a také jako náplň hasicích přístrojů (tzv. tetrachlorové hasicí přístroje). Krátkou dobu se užíval i jako insekticidní prostředek pro škůdcům napadajícím zrní. V souvislosti s jeho škodlivými vlivy na lidské zdraví se jeho užití omezuje, v některých zemích (např. v USA) je jeho používání ve spotřebním zboží zakázáno.

Dalším důvodem pro útlum jeho výroby a používání je stejný vliv na ozónovou vrstvu jako mají freony.

Tetrachlormethan má intenzivní narkotický účinek a nevelký místní dráždivý účinek, hlavním nebezpečím je však to, že může poškodit řadu orgánů, v první řadě játra, poněkud vzácněji ledviny, dále ústřední nervstvo, srdeční sval a cévy.

Akutní otrava tetrachlormethanem vzniká hlavně při inhalaci par nebo požití, vzácně při vstřebání kůží. Při inhalační expozici projeví se pocitem plnosti v hlavě, bolestí hlavy, opilstostí a žaludeční nevolností. Po požití jsou bolesti břicha, obvykle ihned zvracení a později průjem. V dalším průběhu je při jakémkoli způsobu vniknutí do těla zvracení, prohloubení poruch vědomí, zpomalené dýchání, zpomalení tepu a ztráta jeho pravidelnosti a pokles krevního tlaku. Při velmi těžké otravě může postižený v hlubokém bezvědomí zemřít. Toxicita tetrachlormethanu při požití je velmi zvýšena současným požitím alkoholu nebo tuku. Tetrachlormethan se rovněž dostal do seznamu možných karcinogenních látek (IARC, sk. 2B). [1,4,5,6,8,9,10,11,14,15,16,18]

2.7 Trichlorethylen - TCE



| | | | |
|--------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Chemický název: | 1,1,2-trichlorethylen | Teplota vzplanutí: | nehořlavý |
| Sumární vzorec: | C_2HCl_3 | Tense par (20°C): | 60,0 mm Hg |
| Molární hmotnost: | 131,38 g.mol ⁻¹ | Poměrná odpařivost (ether=1): | 3,8 |
| Index lomu (27°C): | 1,4735 | Dielektrická konstanta (25°C): | 3,42 |
| Hustota (20°C): | 1,4655 g.cm ⁻³ | Viskozita (25°C): | 0,55 cP |
| Teplota tání: | -88°C | Rozp. ve vodě (25°C) | 1280 mg.l ⁻¹ |
| Teplota varu: | 86,7°C | Hodnota NPK-P: | 750 mg.m ⁻³ |
| | | Hodnota PEL: | 250 mg.m ⁻³ |

Trichlorethylen (TCE) je bezbarvá, nehořlavá a poměrně málo jedovatá kapalina s nasládlým zápachem. Patří mezi nejdůležitější chlorované rozpouštědla. Působením vzdušného kyslíku se po delším čase rozkládá za vzniku oxidu uhelnatého, chlorovodíku, fosgenu a dichloracetylchloridu. Stabilizuje se přísadou alkoholů, fenolů, aminů nebo čpavku a pak je stálý i v přítomnosti vlhkosti. Vodou se však rozkládá méně snadno než např. tetrachlormethan. Rozpouští dobře oleje, tuky, vosky, smoly, bitumeny, kaučuk a některé přírodní a syntetické pryskyřice. Jeho značné použití je odůvodněno těmito jeho výhodnými vlastnostmi: velkou rozpouštěcí schopností, snadnou odpařivostí, snadným oddestilováním od extrahovaného materiálu, poměrně velkou stálostí, malými toxickými účinky, nehořlavostí, a optimálním bodem varu aj.

Trichlorethylen se vyrábí z tetrachlorethanu odštěpením chlorovodíku vápnem.

Trichlorethylen patří k nejpoužívanějším chlorovaným rozpouštědlům. Používá se ho především při extrakci olejů a tuků, k odmašťování a čištění kovů při povrchové úpravě před nanášením nátěrových hmot a keramických smaltů nebo kovových povlaků, v chemických čistírnách, do chladících strojů a všeobecně jako rozpouštědla v chemickém průmyslu. Je také důležitým meziproduktem při výrobě kyseliny chloroctové a glykolové.

V průmyslu nátěrových hmot se ho jako rozpouštědla používá jen v omezeném množství do přípravků na odstraňování starých nátěrů.

Na některých průmyslových pracovištích bývá zneužíváno zaměstnanci jako inhalační droga způsobující euforii. Při inhalaci TCE se mohou objevit zrakové a sluchové halucinace, které mohou mít imperativní charakter.

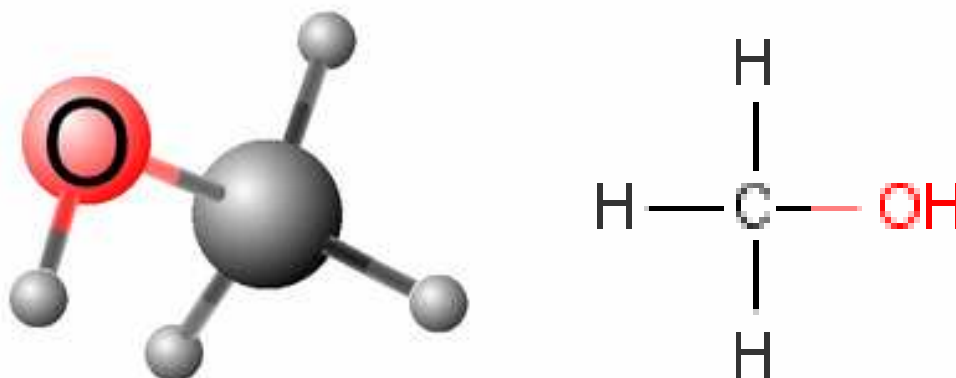
TCE byl součástí čistícího prostředku Čikuli. Užívání TCE se rozšířilo zejména na začátku 70. let. Uživateli byli hlavně žáci základních škol ve věku od 13 let. Ve sledované skupině pak všichni ukončili užívání po dosažení 19 let.

Značná část (50% - 70%) inhalovaného TCE je absorbováno plicním cévním systémem a je metabolizováno v lidském organismu na kyseliny dichloroctovou, trichloroctovou, trichloroethanol a kyselinu oxalovou. TCE a jeho metabolity ukládají do lipofilních orgánů včetně jater a mozku, koncentrují se ve vaječnících a spermatocytech, mohou prostopovat placentou snadno do fetálního oběhu a do amniové tekutiny. Po expozici TCE dochází k četným hematologickým změnám, TCE a příbuzné látky mají ještě kardiovaskulární účinky. Způsobuje akutní i chronické kardiotoxicity, jsou popisovány srdeční arytmie, perikarditidy, poškození myokardu, významně zvýšené je riziko srdeční arteriosklerózy, je chybná činnost srdce a abnormální EKG a také může dojít k infarktu myokardu. Je naznačován vztah mezi expozicí TCE a poškozením plodu, především ve smyslu srdečních poruch. Vyskytuje se významný nárůst mortality různého původu včetně maligních neoplasmí, ischemické choroby srdeční i nemaligních respiračních onemocnění u dělníků vystavených rozpouštědlům, zvláště TCE. TCE poškozuje játra. Hepatotoxicita je však reversibilní a ustává po ukončení expozice. Výsledkem expozice TCE může být hepatitida, fatální hepatická nekrosa, disfunkce jater, hepatomegalie a ikterus, tj. žloutenka. Při zneužití TCE narkomany byla zjištěna abnormální jaterní funkce.

V minulosti býval TCE aplikován jako anestetikum, ale vzhledem k často popisovaným komplikacím kraniálního nervu byla tato praxe zakázána. Chronické příznaky po expozici TCE zahrnují únavu, závratě, letargii, omámenost, slabost, ospalost, nevolnost, poruchy vidění, nekoncentrovanost, pocit necitlivosti v pažích a nohou, emoční labilitu, slabou krátkodobou paměť, bolesti hlavy, zmatenost, svalovou ochablost, netečnost, abnormální EKG. Některé uvádějí, že může dojít k poškození nervů a i mentálnímu poškození. Byl prokázán prostup TCE do mozku, biochemické změny zahrnují snížení množství RNA, snížení množství rozpustných proteinů a zvýšení hladiny dopaminu a norepinephrinu. Neurologická poškození byla rovněž popsána po expozici TCE v pitné vodě.

Potenciální karcinogenita TCE je stále otevřená otázka. Část vědců se domnívá, že TCE je karcinogenní prostřednictvím svých metabolitů, zejména kyselinou trichloroctovou. TCE a jeho metabolity však interagují s buněčnými molekulami a interferují se signálními membránovými receptory. Některé studie zjistila potenciální vztah mezi konzumací pitné vody s obsahem rozpouštědel (TCE, PCE, 1,2-trans-dichloroethylene) a zvýšeným rizikem dětské leukémie, zvláště akutní lymfocytické leukémie. Podle IARC trichlorethylen patří mezi pravděpodobné karcinogenní látky (IARC, sk. 2A). [1,4,5,6,9,10,12,13,14,15,16]

2.8 Methanol



| | | | |
|--------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Chemický název: | Methanol Methylalkohol | Teplota vzplanutí: | 6,5°C |
| Sumární vzorec: | CH ₄ O | Tense par (20°C): | 96 mmHg |
| Molární hmotnost: | 32,03g.mol ⁻¹ | Poměrná odpařivost (ether=1): | 6,3 |
| Index lomu (20°C): | 1,3290 | Dielektrická konstanta (20°C): | 31,2 |
| Hustota (20°C): | 0,7915 g.cm ⁻³ | Viskozita (20°C): | 0,5945 cP |
| Teplota tání: | -97,7°C | Rozp. ve vodě (25°C) | Neomezená |
| Teplota varu: | 64,5°C | Hodnota NPK-P: | 1000 mg.m ⁻³ |
| | | Hodnota PEL: | 250 mg.m ⁻³ |

Methanol je nejjednodušší alifatický alkohol. Používá se pro něj též dnes již zastaralý název dřevný líh. Je to bezbarvá, alkoholicky páchnoucí kapalina, neomezeně mísitelná s vodou. Je těkavý, hořlavý a silně jedovatý. Methanol rozpouští četné organické sloučeniny, přírodní pryskyřice (manilu, šelak), některé druhy syntetických pryskyřic, oleje, tuky, vosky a některé deriváty celulosy.

Původně se vyráběl suchou destilací dřeva, především bukového, přičemž vzniká směs methanolu, kyseliny octové a acetonu. Kyselina octová se ze získané směsi odstraňuje ne-

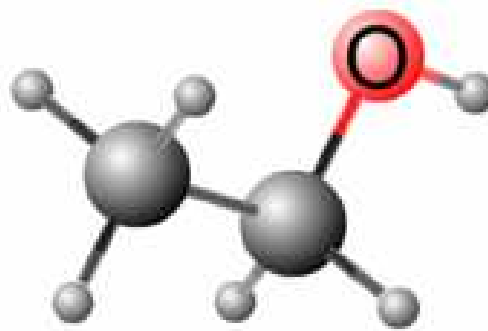
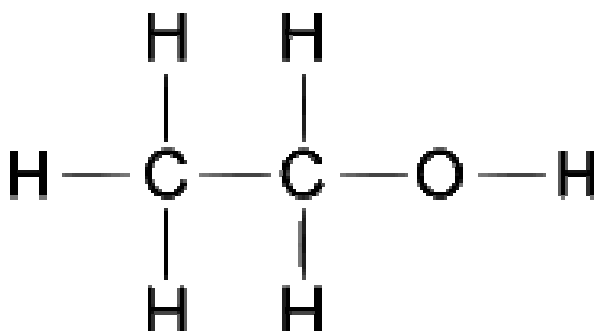
utralizací vápnem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a methanol spolu s nepatrným množstvím acetonu se oddělí destilací. Podle této metody výroby dostal triviální název dřevný líh. V současné době se průmyslově vyrábí katalytickou hydrogenací oxidu uhelnatého CO z vodního plynu, tj. směsi vodíku a oxidu uhelnatého za vysokých teplot (250°C) a tlaků (5 až 10 MPa) a za přítomnosti katalyzátorů na bázi směsi Cu, ZnO, Al_2O_3 .

Methanol vzniká v malém množství rozkladem organických látek působením některých mikroorganismů, velice brzy se však ve vzduchu působením slunečního záření oxiduje na oxid uhličitý a vodu.

Methanol se používá jako rozpouštědlo, přísada do nemrzoucích směsí, denaturační činidlo pro denuraci ethanolu (už se prakticky nepoužívá), přísada do pohonných látek nebo jako samostatná pohonná látka, jako surovina pro výrobu jiných organických látek, např. formaldehydu, kyseliny mravenčí, dimethyletheru. Výhledově se uvažuje i o jeho použití v palivových článcích.

Narkotický účinek methanolu je o něco menší než u ethanolu, rovněž z těla se vylučuje pomaleji, proto opilost trvá déle. Příznaky otravy jsou křečovitě bolesti břicha a poruchy vidění. Methanol poškozují chemické látky v oční sítnici, což může vést až k oslepnutí. V lidském těle se methanol přeměňuje metabolickými procesy na velmi jedovaté a reaktivní látky, kyselinu mravenčí a zejména formaldehyd, který blokuje volné aminoskupiny v bílkovinných látkách. Vážná otrava nastává při požití cca 5 – 10 ml, smrt pak při cca 30 ml. Otrava může vzniknout také vdechováním par, kdy se projevuje silný dráždivý účinek, bolesti hlavy a třas. K nevratnému poškození zrakového nervu dochází jen při vysokých koncentracích par. [1,4,5,8,9,10,14,15,16]

2.9 Ethanol



| | | | |
|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Chemický název: | Ethanol Ethylalkohol | Teplota vzplanutí: | 18,3°C |
| Sumární vzorec: | C ₂ H ₆ O | Tense par (20°C): | 96 mmHg |
| Molární hmotnost: | 46,05 g.mol ⁻¹ | Poměrná odpařivost (ether=1): | 8,3 |
| Index lomu (20°C): | 1,3614 | Dielektrická konstanta (20°C): | 25,7 |
| Hustota (20°C): | 0,78934 g.cm ⁻³ | Viskozita (20°C): | 1,22 cP |
| Teplota tání: | -114,5°C | Rozp. ve vodě (25 °C) | Neomezená |
| Teplota varu: | 78,4°C | Hodnota NPK-P: | 3000 mg.m ⁻³ |
| | | Hodnota PEL: | 1000 mg.m ⁻³ |

Ethanol je bezbarvá kapalina příjemného lihového zápachu. Je snadno zápalný a je proto klasifikován jako hořlavina 1. třídy. Ethanol se rozpouští velice špatně v nepolárních rozpouštědlech, s polárními rozpouštědly (např. s vodou) se většinou mísí neomezeně. S vodou vytváří tzv. azeotropickou směs, která obsahuje 95,57 hmotnostních procent ethanolu a která za normálního tlaku vře při 78,1°C, přičemž složení plynné a kapalné fáze je stejné. Proto se směs tohoto složení již nedá další destilací rozdělit. Bezvodý ethanol rozpouští četné přírodní pryskyřice, některé syntetické cyklohexanonové a některé fenolové pryskyřice, ethery a estery celulosy atd. Ve směsi s benzenovými rozpouštědly rozpouští výborně kumaronové pryskyřice, alkydové pryskyřice a deriváty celulosy.

Největší část produkce ethanolu se připravuje z jednoduchých sacharidů alkoholovým kvašením působením různých druhů kvasinek, především různých šlechtěných kmenů druhu *Saccharomyces cerevisiae*. Používá se k tomu jak cukerného roztoku (o maximální koncentraci 20%), tak přímo přírodních surovin sacharidy obsahujících, jako jsou např. brambory nebo cukrová třtina. Kvašením vzniká zápar, tj. velmi zředěný vodný roztok ethanolu, vždy však obsahuje nežádoucí příměsi, zejména vyšší alkoholy (propanol, isopropanol), vícesy-

né alkoholy (glycerol), ketony (aceton) aj. Čištění se provádí na výkonných destilačních kolonách, přičemž lze získat tzv. absolutní alkohol, obsahující 95,57% ethanolu a 4,43% vody.

Synteticky se ethanol připravuje katalytickou hydratací ethenu (etylenu). Jako katalyzátor se používá kyselina trihydrogenfosforečná na oxidu křemičitém. Takto připravený ethanol má mnohem méně nečistot než kvasný a je tedy kvalitnější. Další způsob syntetické přípravy spočívá v katalytické hydrogenaci acetaldehydu, který může být průmyslově vyráběn hydratací acetylenu.

Nejnámějším použitím ethanolu je výroba alkoholických nápojů. Také se používá pro zlepšení výkonu spalovacích motorů jako přídavek do pohonných hmot. V lékařství se používá jako rozpouštědlo, při přípravě některých kapalných přípravků pro vnitřní i vnější použití a k dezinfekci neporaněné kůže. V oblasti kosmetiky se uplatňuje při výrobě voňavek. Tento alkohol má své místo i při výrobě čistících prostředků. V chemickém průmyslu se používá jako surovina, zejména při výrobě dalších organických sloučenin, např. kyseliny octové, ethenu, diethyletheru, ethylakrylátu aj. V průmyslu nátěrových hmot se používá pro přípravu lihových nátěrových hmot, jako rozpouštědlo a přísada do syntetických nátěrových hmot.

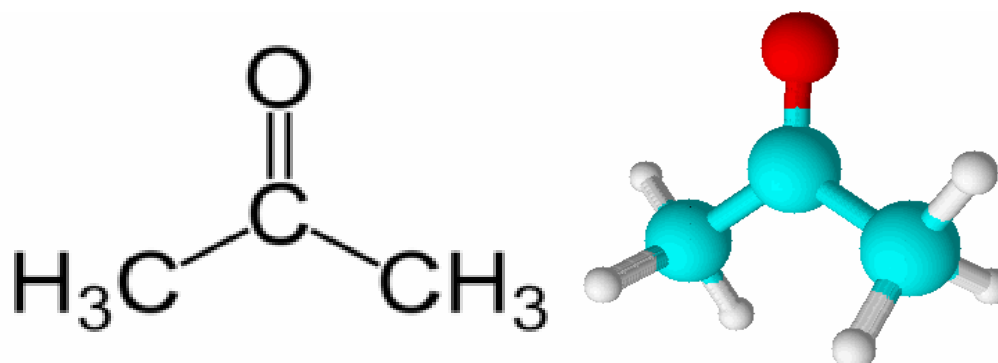
Ethanol je vysoce hodnotné ekologické palivo pro spalovací motory. Má antidetonační vlastnosti. Jeho nedostatkem je schopnost vázat vodu a působit tak korozi motoru, což lze odstranit přidáním vhodných aditiv (antikorozních přípravků).

V malých dávkách ethanol krátkodobě způsobuje euforii a pocit uvolnění, ve větších pak deprese, ztrátu koordinace pohybů těla, sníženou vnímavost, prodloužení reakce a útlum rozumových schopností, případně i agresivitu. Mnohem významnější vliv na lidské tělo a psychiku má jeho metabolit, acetaldehyd. Potom se acetaldehyd pomalu v těle odbourává až na neškodnou kyselinu octovou.

Dlouhodobé a opakované působení ethanolu prostřednictvím acetaldehydu vede k závislosti na něm a způsobuje cirhózu jater. Byl prokázán i karcinogenní účinek acetaldehydu u laboratorních zvířat, u člověka zatím definitivně stanoven nebyl.

Vzhledem k tomu, že biochemická podstata jeho působení na lidský organismus je obdobná jako u methanolu ale je méně riziková, používá se jako protijed při otravách methanolem. Ethanol je svým vzhledem a zápachem úplně stejný jako methanol, proto hrozí jejich záměna. Domácké pálení alkoholu je zákonem zakázané a je velmi nebezpečné. [1,4,5,8,9,10,14,15,16]

2.10 Aceton



| | | | |
|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Chemický název: | Dimethylketon Propanon-2 | Teplota vzplanutí: | -16°C |
| Sumární vzorec: | C ₃ H ₆ O | Tense par (20°C): | 180 mmHg |
| Molární hmotnost: | 58,08 g.mol ⁻¹ | Poměrná odpařivost (ether=1): | 2,1 |
| Index lomu (20°C): | 1,3591 | Dielektrická konstanta (20°C): | 24,45 |
| Hustota (20°C): | 0,7906 g.cm ⁻³ | Viskozita (20°C): | 0,316 cP |
| Teplota tání: | -95,4°C | Rozp. ve vodě (25°C) | Neomezená |
| Teplota varu: | 56,1°C | Hodnota NPK-P: | 1500 mg.m ⁻³ |
| | | Hodnota PEL: | 800 mg.m ⁻³ |

Aceton patří mezi alifatické ketony. Aceton je bezbarvá kapalina charakteristické zápachu, těkavá a hořlavá, méně jedovatá než většina ostatních rozpouštědel, dokonale mísitelná s vodou v každém poměru. Výborně se mísí s většinou organických rozpouštědel, zvláště s aromatickými uhlovodíky a s alkoholy. Přídavkem acetonu do směsí rozpouštědel se značně snižuje viskozita roztoků. Je stálý ke zředěným kyselinám a zředěným zásadám. Aceton dobře rozpouští vinylové pryskyřice, deriváty celulosy. Jako rozpouštědlo má všestranné použití pro svou rychlou odpařivost a velkou rozpouštěcí schopnost, nízkou jedovatost a poměrně nízkou cenu.

Aceton se původně vyráběl výhradně z produktů suché destilace bukového dřeva. Kapalný podíl po neutralizaci hydroxidem vápenatým Ca(OH)₂ obsahoval octan vápenatý (CH₃COO)₂Ca, který se za tepla rozkládal na aceton CH₃COCH₃ a uhličitán vápenatý CaCO₃. Novější metoda je v principu založena na rozkladu kyseliny octové při vyšších teplotách (450°C) za katalytického působení oxidu ceričitého CeO₂. Tato metoda je poměrně málo hospodárná. Aceton se vyrábí též oxidací isopropylalkoholu při teplotě 410 – 425°C za použití ZnO jako katalyzátoru. Dříve byl aceton získáván i kvasným pochodem,

kde je toto rozpouštědlo vlastně vedlejším produktem při butanolovém kvašení, kde vedle dvou dílů butanolu vzniká jeden díl acetonu.

Aceton se používá jako rozpouštědlo na výrobu acetonových nátěrových hmot, na rozpouštění acetylcelulosy, polymeračních pryskyřic, k výrobě bezdýmného střelného prachu, filmů, umělé kůže a bezpečnostních skel. Používá se ho taky k extrakci oleje, tuků a pryskyřic. Z lakařských surovin dokonale rozpouští nitrocelulosu a acetylcelulosu, vinylové pryskyřice, vosky, tuky a vysychavé oleje. Aceton je základní surovinou k výrobě důležitých látek, jako je chloroform, jodoform, methylnmethakrylát, některé plastické hmoty a syntetické pryskyřice.

Aceton působí na organismus jako narkotikum a postihuje všechny oblasti centrální nervové soustavy. Po dlouhodobé a opakované inhalaci se v těle hromadí, takže závisí nejen na koncentraci, ale i na době působení. Akutní otravy po inhalaci par se projevují pálením v nosohltanu, bolestmi hlavy a závratěmi. Při chronické otravě způsobuje bolesti hlavy, závratě, únavu, podrážděnost, nechutenství a kašel. Požití větších dávek vede k zánětlivému onemocnění žaludeční a střevní sliznice a k narkóze s možností poškození jater a ledvin. Vzhledem ke své dobré rozpustnosti ve vodě se aceton rychle dostává do krve a vylučuje se nezměněn plícemi, ledvinami a kůží, pokud není zoxidován až na oxid uhličitý a vodu. Vzniká však také v těle při poruchách látkové přeměny, zvláště při cukrovce nebo hladovění, velmi často u dětí při onemocněních spojených s horečkou a menším příjmem potravy. Na kůži působí aceton jen mírně dráždivě, vyvolává překrvení, ale protože rozpouští tuky, činí kůži citlivější k infekci a ke vzniku ekzému. [1,4,5,8,9,10,14,15,16,18]

ZÁVĚR

Organická rozpouštědla hrají velice důležitou roli v různých odvětvích, hlavně v různých druzích průmyslové výroby, a také je nacházíme v některých domácích činnostech.

Většina organických rozpouštědel jsou bezbarvé, těkavé a hořlavé kapaliny. Mnohá rozpouštědla se snadno odpařují a unikají tak do ovzduší. Páry některých rozpouštědel mohou vytvořit se vzduchem výbušnou směs. Zvláště ohroženi jsou lidé, kteří jsou delší dobu vystaveni párám z rozpouštědel. Proto jsou pro pracovní prostředí stanoveny tzv. nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) a přípustné expoziční limity (PEL), uvedené v nařízeních vlády č. 178/2001 Sb. a 441/2004 Sb., které je třeba sledovat a dodržovat pomocí různých technických opatření. Kromě těchto limitů jsou stanoveny též emisní limity pro vypouštění organických rozpouštědel do ovzduší (dáno Vyhláškou č. 355/2002 Sb. a navazujícími nařízeními).

Můžeme říci, že každé organické rozpouštědlo je jistým způsobem jedovaté. Nejčastěji se do lidského organismu dostává vdechováním, je však i možnost průniku kůží. Vzhledem ke své chemické podstatě rozpouštědla buď rozpouští tuk nebo jsou rozpustné v tuku lidského organismu. Vliv rozpouštědel může být jednak akutní, jednak chronický. Otrava parami rozpouštědel závisí na toxicitě konkrétního druhu rozpouštědla, na jejich koncentraci a délce expozice. Při vdechování mohou rozpouštědla velmi silně podráždit dýchací ústrojí nebo i způsobit zápal plic. Mnoho rozpouštědel postihuje všechny oblasti nervové soustavy včetně centrální nebo způsobuje narkotické stavy. Kůže vlivem odtučňovacího účinku rozpouštědel praská a puká, čímž jsou způsobovány záněty. Chlorovaná rozpouštědla jsou hlavně jedy pro nervovou soustavu, mimoto zanechávají u citlivých lidí trvalé kožní změny a ekzémy, a poškozují játra. Je velmi závažné, že u některých z nejpoužívanějších rozpouštědel byly zjištěny i karcinogenní účinky - například u benzenu.

Proto je velmi důležité znát dobře vlastnosti těchto látek, se kterými pracujeme, abychom je mohli správně využívat a přitom abychom vytvořili bezpečné pracovní prostředí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Grimmer J., Málek M., Santholzer R.: Organická rozpouštědla, Praha: Státní nakladatelství technické literatury 1956
- [2] Vyhláška Ministerstva životního prostředí číslo 355 z roku 2002
- [3] Zelinger J., Heidingsfeld V., Kotlík P., Šimůnková E.: Chemie v práci konzervátora a restaurátora, Academia Praha 1987
- [4] Z Wikipedie, otevřené encyklopedie. Dostupné online, 17.11.2006, <http://cs.wikipedia.org>
- [5] Lazarev N. V.: Chemické jedy v průmyslu. Státní zdravotnické nakladatelství Praha 1959
- [6] International Agency for Research on Cancer . Dostupné online, 27.11.2006, <http://www.iarc.fr/>
- [7] Webová stránka o zdraví a kráse. Dostupné online dne 1.12.2006, <http://zdravi.doktorka.cz/postizeni-nervu-neuropatie/>
- [8] Šedivec V., Flek J.: Příručka analýzy organických rozpouštědel. Nakladatelství technické literatury, Praha 1968
- [9] Prokeš J.: Úvod do toxikologie. 1. lékařská fakulta University Karlovy, Praha, skriptum, 2005. Dostupné online dne 20.11.2006 <http://radio.lf1.cuni.cz/Data/files/skripta2005.doc>
- [10] Kupec J.: Toxikologie. Fakulta technologická University Tomáše Bati ve Zlíně, skriptum, 2004
- [11] Sbírka mezinárodních smluv ročník 2003, částka 51, ze dne 30.09.2003. Dostupné online dne 20.12.2006, <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=ss03110&cd=77&typ=r>
- [12] Národní monitorovací středisko pro drogy a drogové závislosti Úřad vlády České republiky: Informační portál o ilegálních a legálních drogách. Dostupné online dne 20.12.2006, http://www.drogy-info.cz/index.php/info/legalni_drogy/tekave_latky/tekave_latky_podrobne

- [13] Toxicological profile for trichloroethylene. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Atlanta. Dostupné online dne 8.3.2007, http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/CSEM/tce/physiologic_effects.html
- [14] Národní lékařská knihovna Spojených států amerických, TOXNET, databáze Environmental Health & Toxicology. Dostupné online, dne 02.03.2007: <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/jsp/common/ChemFull.jsp?calledFrom=lite>
- [15] Häberle G. a kolektiv: Technika životního prostředí pro školu i praxi. Nakladatelství Europa-Sobotáles cz, Praha 2003
- [16] Nařízení vlády č. 178-2001 Sb., ve znění nařízení č. 441-2004 Sb., dostupné on line dne 11.04.2007: <http://cheminfo.chemi.muni.cz/odbory/predpisy/050218/178-2001.htm>
- [17] Státní zdravotní ústav Praha, dostupné online dne 12.04.2007: <http://www.szu.cz/chpnp/index.php?page=PEL>
- [18] Marhold J.: Přehled průmyslové toxikologie organické látky. AVICENUM, zdravotnické nakladatelství, Praha 1986

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|-------|---|
| BTEX | Benzen, toluen, ethylbenzen, xylen |
| EKG | Elektrokardiogram |
| IARC | International Agency of Research on Cancer - Mezinárodní společnost pro výzkum rakoviny |
| NPK-P | Nejvyšší přípustná koncentrace pro pracovní prostředí |
| PCE | Tetrachlorethylen (perchlorethylen) |
| PEL | Přípustné expoziční limity |
| TCE | Trichlorethylen |
| VOC | Volatile organic compounds – soubor těkavých organických sloučenin |

EVIDENČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| |
|--|
| Místo uložení práce: Ústřední knihovna UTB ve Zlíně |
| Autor práce: Tu Kim Dung |
| Název práce: <i>Česky:</i> Význam, výskyt a toxické působení organických rozpouštědel na lidský organismus <i>Anglicky:</i> Importance, occurrence and toxic effect of organic solvents on human organism |
| Vedoucí práce: RNDr. Jan Růžička, Ph.D. |
| Vysoká škola (název a adresa): Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Mostní 5139, 760 01 Zlín Fakulta technologická, nám. T. G. Masaryka 275, 762 72 Zlín Ústav inženýrství ochrany životního prostředí |
| Rok obhájení práce: 2007 |
| Počet stran: 32 |
| Předmětová hesla: <i>Česky:</i> organické rozpouštědlo, benzen, toluen, n-hexan, trichlorethylen, ethanol, aceton <i>Anglicky:</i> organic solvent, benzene, toluene, n-hexane, trichloroethylene, ethanol, acetone |
| Souhrn: <i>Česky:</i> Tato práce zahrnuje popis nejpoužívanějších organických rozpouštědel. Hlavně se zabývá jejich fyzikálními a chemickými vlastnostmi, využití v různých odvětvích lidské činnosti a jejich toxickým působením na lidský organismus. <i>Anglicky:</i> This work includes a description of some organic solvents that are most generally applied. Especially the work deals with physical and chemical properties of organic solvents, their uses in different spheres of human activities and with their negative effects on human organism. |