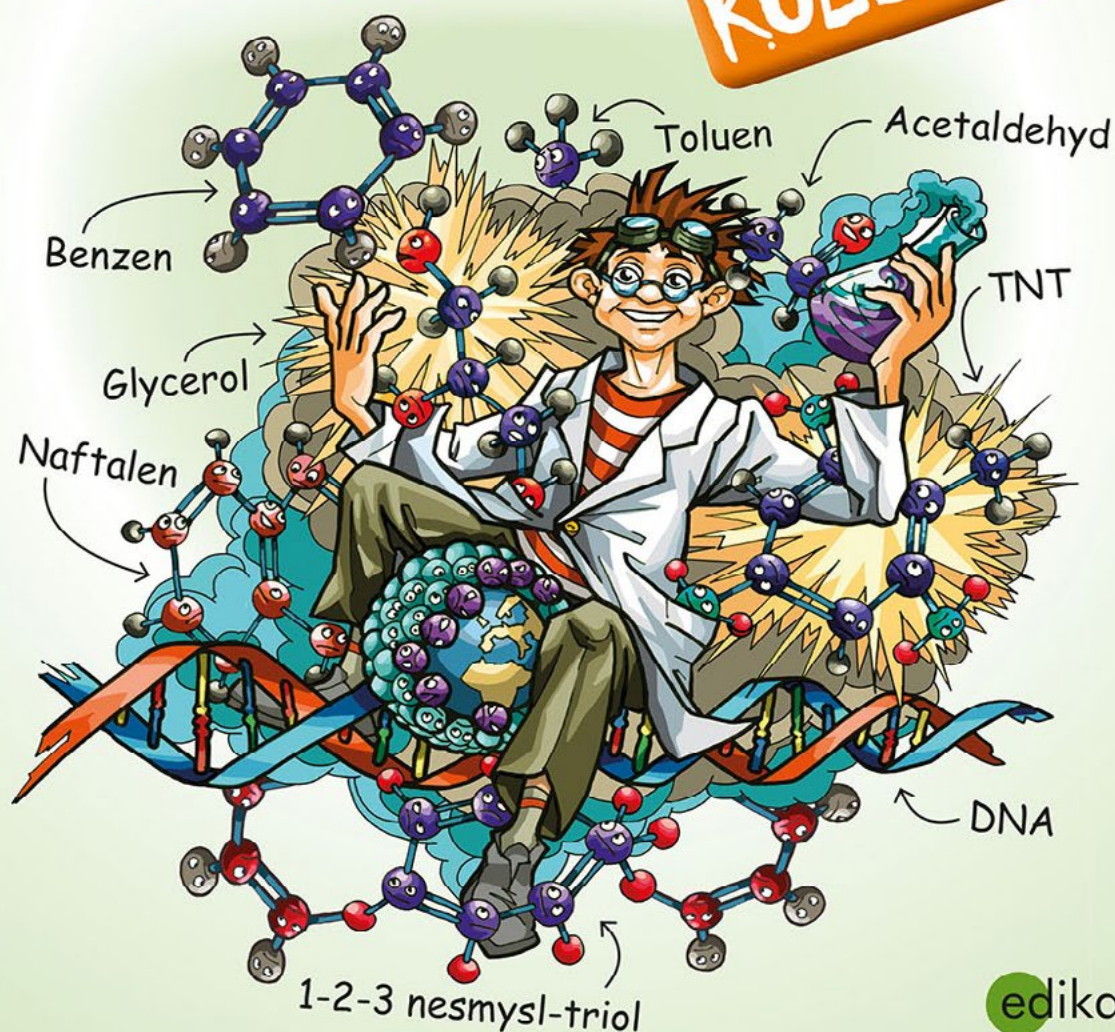


Milan Bārta

CHEMICKÉ SLOUČENINY ORGANIKA

KOLEM NÁS



edika.

Chemické sloučeniny kolem nás – Organika

Vyšlo také v tištěné verzi

Objednat můžete na
www.edika.cz
www.albatrosmedia.cz



Milan Bárta
Chemické sloučeniny kolem nás – Organika – e-kniha
Copyright © Albatros Media a. s., 2019

Všechna práva vyhrazena.
Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována
bez písemného souhlasu majitelů práv.

ALBATROS  **MEDIA**

Obsah

Methan	4	Kyselina octová	65
Butan	8	Kyselina mášelná.	68
2,2,4-trimethylpentan	12	Kyselina šťavelová	71
Ethen	16	Kyselina palmitová	74
Ethyn	20	Kyselina benzoová	77
2-methylbuta-1,3-dien	23	Ethylester kyseliny mravenčí	80
Benzen	26	Stearan sodný	83
Toluen.	29	Glycin	86
Naftalen	32	Kyselina mléčná	89
Trichlormethan.	35	Trinitrotoluen	92
Dichlordifluormethan.	38	Glukóza	95
Methanol	41	Sacharóza	98
Ethanol	44	Škrob	101
Glycerol	47	Celulóza	104
Ether	50	Tuky	107
Formaldehyd.	53	Bílkoviny	110
Acetaldehyd	56	DNA	113
Aceton.	59	Zdroje fotografií	117
Kyselina mravenčí	62		



Úvod: Nenapadla nás jiná organická látka, od které bychom mohli lépe a užitečněji začít.

Methan je nejjednodušší, od jeho názvu se odvíjejí názvy mnoha dalších sloučenin. Skládá se z uhlíku a vodíku, dvou prvků, z nichž je tvořena i většina organických látek. Uhlík by měl být ve všech, vždyť organická chemie je definována jako chemie sloučenin uhlíku. Vodík byl sice v některých uměle vyrobených sloučeninách nahrazen jinými prvky, ale v naší publikaci půjde jen o jedinou výjimku.



Jiné názvy: Názvosloví organických sloučenin vznikalo podle jiných principů než v případě anorganických látek. A ne vždy se mezi lidmi vžilo. V této publikaci většinou uvádíme jako úvodní název ten, který je obecně nejvíce vžitý, a obvykle připomínáme i některé další názvy více či méně známé a více či méně oficiální. V případě methanu se v nechemických souvislostech používá výraz metan, postaru se o něm také hovoří jako o karbanu.



Za průkopníka využívání zemního plynu ve střední Evropě je považován Jan Medlen, který našel zdroj nedaleko svého bydliště. Zavedl si plyn do domu. Po několika měsících levného vytápění mu dům vyletěl do povětří.



Vzorce: V anorganické chemii se ve škole zpravidla používají vzorce stechiometrické. O látkách říkají jen to, z kterých prvků se skládají a v jakém poměru jsou atomy těchto prvků. Například chlorid sodný má vzorec NaCl, jeho krystaly tedy tvoří ionty sodíku a chloru v poměru jedna ku jedné. Oxid uhličitý má vzorec CO₂, jeho molekuly se tedy skládají z atomů uhlíku a kyslíku v poměru jedna ku dvěma.

Jelikož molekuly organických sloučenin jsou často složeny jen z atomů uhlíku a vodíku, se stechiometrickými vzorci nevystačíme. Proto se používají vzorce molekulové, které říkají, kolik a kterých atomů je v molekule. Methan má molekulový vzorec CH₄. Jeho molekula je složena z jednoho atomu uhlíku a čtyř atomů vodíku.

U složitějších molekul se může stát, že jeden molekulový vzorec odpovídá několika různým látkám. Například molekulový vzorec C₃H₆ má látka s názvem propen, ale také látka cyklopropan. Tyto látky mají jinou strukturu a jiné vlastnosti, proto se obvykle ještě používají vzorce strukturální naznačující přesnější stavbu sloučenin, anebo vzorce racionální, které jsou zjednodušenými vzorci strukturálními.

Propen vypadá racionálně takto:



Cyklopropan takto: 

Racionální vzorec methanu je stejný jako molekulový, zjednodušit jej zkrátka nelze.



Zařazení: Methan je představitelem látek, které se nazývají uhlovodíky. Jde o organické sloučeniny skládající se jen z atomů uhlíku a vodíku.



Methan je součástí zemního plynu, na kterém se ve většině domácností vaří jídlo.



Methan patří mezi skleníkové plyny. Nebezpečný je především jeho únik z roztávajícího permafrostu – věčně zmrzlé půdy Sibíře a dalších oblastí severní polokoule.



Na zkapalněný methan jezdí zatím nejčastěji městské autobusy.

Uhlovodíky se dále dělí podle dalších kritérií, hlavně podle toho, které typy vazeb se v nich vyskytují a jaké mají typy řetězců. Methan je z tohoto hlediska alkan. Alkany mají jen jednoduché vazby a necyklické řetězce.



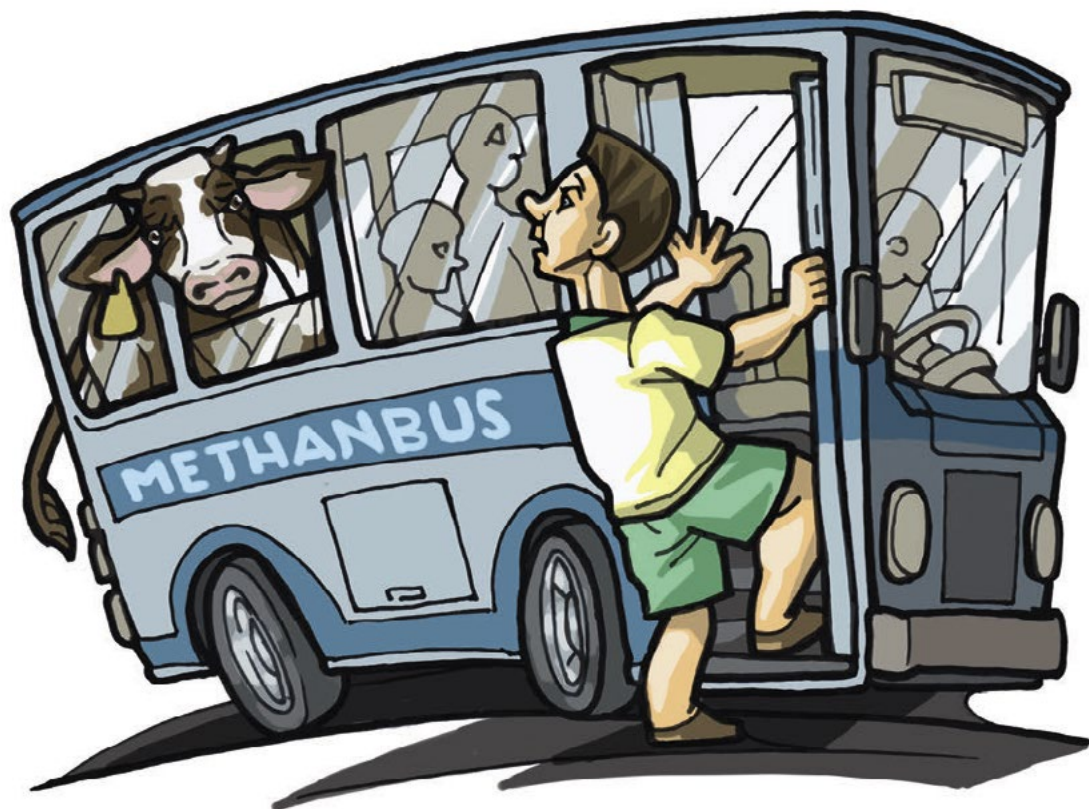
Vlastnosti: Methan je za normálních podmínek plyn a vůbec nejlehčí organická sloučenina. Je bezbarvý a bez zápachu. Ve vodě je prakticky nerozpustný. Jde o plyn hořlavý, jeho směs se vzduchem je výbušná.

Právě jeho reakce s kyslíkem je nejvýznamnější. Za dostatečného přístupu vzduchu methan hoří podle následující reakce:



Za nedostatečného přístupu vzduchu hoří rovněž, ale za vzniku jedovatého oxidu uhelnatého (případně sazí). To je důležité si uvědomit například při použití tohoto plynu v domácnostech. Oxidem uhelnatým se bohužel ročně otráví stovky lidí.

Rovnice v tomto případě vypadá následovně:





Takto vypadají zásobníky bioplynu, jehož je metan hlavní součástí.



Zdroje: Nejvýznamnějším zdrojem methanu je zemní plyn, který se po světě dopravuje buď pomocí plynovodů, anebo jako zkapalněný na speciálních lodích. V přírodě je například součástí bahenního plynu, plynů v uhelných dolech nebo bioplynu. Bioplyn vzniká rozkladem různých organických materiálů – v trávicích orgánech zejména býložravců, na skládkách, v čističkách, na hnojištích a podobně.



Využití: Naprostá většina methanu slouží jako zdroj energie. Ve městech se jím topí a používá se i k vaření či pečení. V některých státech se pomocí zemního plynu nebo bioplynu vyrábí elektrická energie (u nás většina tepelných elektráren spaluje hnědé uhlí).

Methan v podobě zemního plynu se stal i pohonnou hmotou. Stojan se zemním plynem se na čerpací stanici označuje zkratkou CNG. Jde o zkratku anglických slov Compressed Natural Gas (stlačený přírodní plyn).

Jako mnoho jiných uhlovodíků lze metan použít k výrobě vodíku, oxidu uhličitého a sazí, případně dalších organických látek – o některých z nich si v dalších kapitolách ještě přečtete. Příkladem je třeba methanol nebo některý z jednoduchých halogenderivátů.



V roce 2014 se vytěžilo na světě 3 460 miliard metrů krychlových zemního plynu.



Příbuzné látky: V této knize se budeme věnovat ještě dvěma alkanům – butanu a 2,2,4-trimethylpentanu. Obecně platí, že uhlovodíky a velká většina organických sloučenin tvoří řady, v nichž každý další má o jeden atom uhlíku více. Alkany tvoří známou řadu, kterou umí aspoň zčásti vyjmenovat každý, kdo měl na základní škole aspoň jednu hodinu chemie týdně: metan, ethan, propan, butan, pentan, hexan, heptan, oktan. Další už znají jen odborníci či chemičtí nadšenci. Třeba ikosan (dvacet atomů uhlíku), henheptakontan (71) nebo hektan (100). Jsme u první sloučeniny a už jejích příbuzných je prakticky nekonečné množství.



Úvod: Většina lidí zná spojení propan-butan, ale ne každý si uvědomí, že jde o směs dvou látek. Jedna se jmenuje propan a druhá butan. Tato směs se na trh dodává v různých poměrech propanu a butanu. V tzv. zimní směsi převládá propan, v letní může převládat butan. Důvodem je teplota varu, která je u butanu těsně pod bodem mrazu, zatímco propan ji má asi minus 44 stupňů Celsia. Vzhledem k použití je důležité, aby směs neměnila skupenství v závislosti na okolní teplotě.

Do této publikace jsme vybrali butan, ale většina uvedených údajů platí i pro jeho věrného druhá s názvem propan.



Jiné názvy: n-butan



Vzorec:

C_4H_{10} (molekulový vzorec)

$CH_3 - (CH_2)_2 - CH_3$ (racionální vzorec)

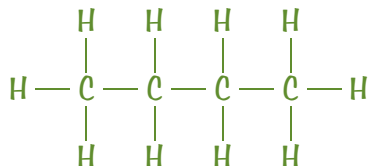
Vzorec C_4H_{10} má i jedna další látka: methylpropan, proto tento molekulový vzorec není unikátní a stejně jako v řadě dalších případů musíme použít i jiný typ vzorce (strukturní).



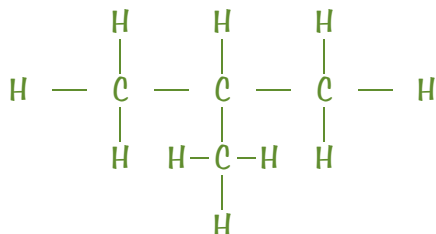
Ročně v Česku hasiči evidují více než 150 požárů způsobených technickými plyny. Konkrétně třeba v roce 2007 jich bylo 166. Zemřeli při nich tři lidé a dalších 47 bylo zraněno.

Strukturní vzorce těchto sloučenin vypadají například následovně:

butan (n-butan)



methylpropan (izobutan)



Butan je ideálním palivem do přírody.



Butan je zneužíván jako číhací droga. Může navodit mírnou euforii, ale také srdeční arytmii nebo omrzliny. Nemluvě o riziku výbuchu.

Schválně si spočítejte jednotlivé atomy. Látky, které mají stejný molekulový vzorec, ale jinou strukturu, se označují jako **izomery**.





Zařazení: Butan, stejně jako propan, patří mezi uhlovodíky, konkrétně mezi alkany.



Vlastnosti: Butan je snadno zkapalnitelný plyn bez barvy a zápachu. Pokud jste ho cítili, například při zapalování vařiče nebo zapalovače, nejde o zápach samotného butanu. Technické plyny se často záměrně „zezapašňují“ (odborně řečeno odorizují) – tedy přidávají se do nich extrémně zapáchající plyny (thioly nebo sulfan), aby se snadno zjistilo, jestli někde neunikají.

Na rozdíl od methanu je butan těžší než vzduch, při úniku se drží spíše u země. I to je důvod, proč se podle vyhlášky nesmějí propan-butanové láhve skladovat v místnostech pod úrovní terénu – v garážích, sklepích apod.

Butan snadno hoří za dostatečného přístupu vzduchu za vzniku oxidu uhličitého a vody:



Zdroje: Propan-butan se také moderně označuje jako LPG, což je zkratka anglického výrazu Liquefied Petroleum Gas, česky zkapalněný ropný plyn. Hlavním zdrojem butanu je tedy ropa. Butan je v ní coby plyn rozpuštěn a při destilaci se uvolňuje jako první frakce, tedy složka s nejnižší teplotou varu.

Jak propan, tak butan mohou být obsaženy i v zemních plynech. Zemní plyny se liší podle naleziště. Například ty, které pocházejí ze severní Afriky, mohou obsahovat butanu i přes půl procenta, naopak severoamerické plyny butan takřka neobsahují. Zemní plyny obsahující kromě methanu další alkany se označují jako vlhké nebo bohaté.



Láhve obsahující butan.



Využití: Propan-butan se používá jako topný plyn zejména tam, kam se nevyplatí přivádět potrubím zemní plyn, to znamená v malých obcích, na chatách a chalupách. Používají ho turisté, vodáci, trampové ve svých hořácích. Tvoří také náplň v levných zapalovačích pro kuřáky.

Poté, co došlo k omezení použití látek se souhrnným označením freony, se butan (a zejména jeho izomer izobutan)

začal používat jako hnací plyn ve sprejích a jako chladicí médium v ledničkách a mrazničkách.

Na našich silnicích také jezdí čím dál tím více automobilů a autobusů, které používají propan-butan (LPG) jako pohonnou látku. Tyto uhlovodíky jsou ekologičtější a levnější, ale upravený automobil potřebuje ještě jednu nádrž, která většinou zabírá prostor v kufru automobilu. Takový pohon se tak vyplatí třeba autoškolám nebo taxikářům.



Tlakové láhve plněné propan-butanem musí být pravidelně kontrolovány. V plnicí stanici by vám neměli naplnit nebo prodat láhev, která nebyla více než deset let na revizi.

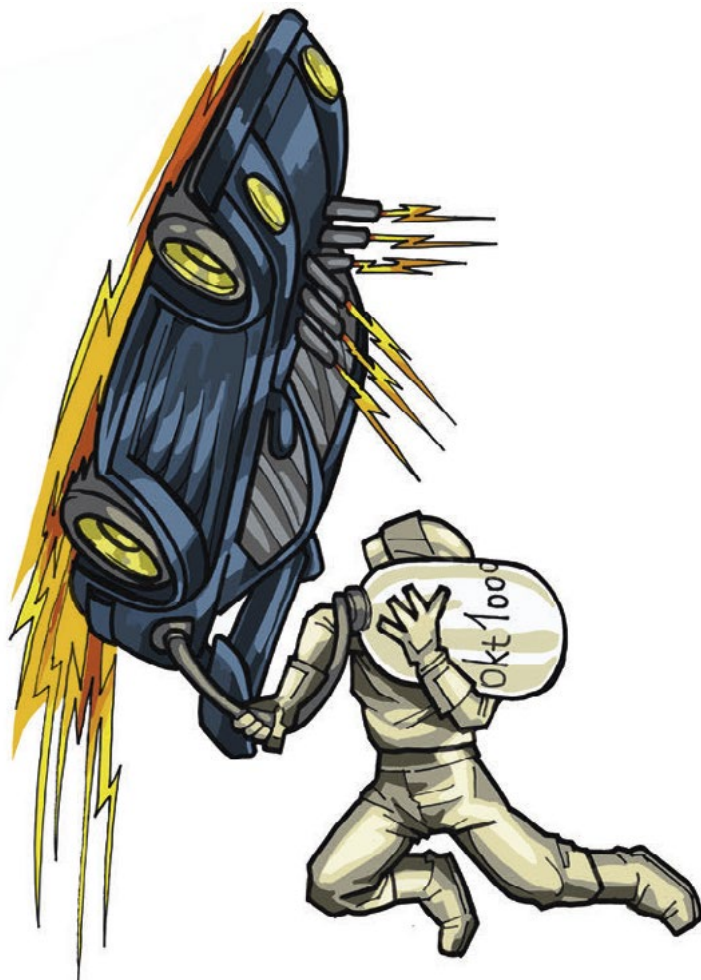


Příbuzné látky: V malém množství jsou propan s butanem doprovázeny dalším alkanem, který se jmenuje ethan. Ten má jen dva atomy uhlíku a vzorec C_2H_6 . Vyskytuje se zejména v zemním plynu, a tak je spalován spolu s ostatními. V čisté podobě má využití zejména při výrobě plastů či syntetické kyseliny octové.

Methan, ethan, propan a butan jsou za normálních podmínek plynné uhlovodíky. Ty s větším počtem atomů uhlíku jsou již kapalné, alkany s více než 18 atomy uhlíku (záleží na rozvětvení řetězce) jsou pak pevné látky (známe je jako parafíny, které se používají k výrobě svíček nebo kosmetiky).



Autá jezdící na LPG potřebují ještě jednu nádrž.



Úvod: Proč najednou tak velký skok? Zkrátka proto, že látka s tímto krkolomným názvem je nejžádanější součástí benzínu. A zážehové spalovací motory používající benzín jsou v současnosti stále nejběžnějším typem motoru, který pohání po silnicích automobily.

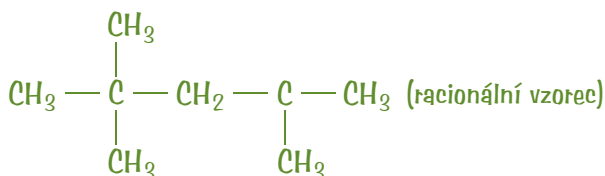


Jiné názvy: isooktan, izooktan



Vzorec:

C_8H_{18} (molekulový vzorec)



Během druhé světové války vyráběli Němci v Záluží u Mostu benzín dokonce i z hnědého uhlí, aby uspokojili poptávku armády. Obzvlášť když ztratili přístup k ropným polím v Rumunsku.



Zařazení: 2,2,4-trimethylpentan patří stejně jako předchozí uhlovodíky mezi alkany. Liší se od nich jen tím, že jeho řetězec se větví. Jeho molekulový vzorec je stejný jako u „řadového“ a nerozvětveného alkanu s názvem oktan. Oktan a 2,2,4-trimethylpentan jsou tedy izomery.



Benzín dostal svůj název díky tomu, že byl poprvé připraven zahříváním kyseliny benzoové s vápnem.



Vlastnosti: Za normálních podmínek jde o bezbarvou kapalinu. V různých státech se však benzíny různě obarvují. Důvodem je potřeba, aby se od sebe odlišily pohonné hmoty zatížené spotřební daní od látek, které se takto nezdaňují nebo se zdaňují mírněji.

Složky benzínu jsou silně těkavé a se vzduchem vytvářejí velmi výbušnou směs. Dolní mez výbušnosti, nejmenší koncentrace látky ve vzduchu, kterou lze zapálit, je 0,6 objemových procent. Horní mez je osm procent. To je hlavní důvod, proč se na benzínkách blízko čerpacích stojanů nesmí kouřit.



Těžba ropy, hlavní suroviny pro výrobu benzínu, je čím dál dražší.

2,2,4-trimethylpentan je ve vodě prakticky nerozpustný, nemísí se s ní a má nižší hustotu než voda, takže plave na její hladině. Rozpouští ale velké množství organických látek, například oleje.



Česko má jednu z nejhustších sítí čerpacích stanic v Evropě. V průměru připadá na každých třináct kilometrů silnic jedna.

I benzín – stejně jako řada dalších látek – se zneužívá k čichání. Způsobuje změny stavu vědomí, ale důsledkem může být i smrt v důsledku zástavy srdce nebo udušení.



Zdroje: Prakticky veškerý benzín se vyrábí z ropy. Základní metodou je frakční destilace, která rozdělí ropu na základní složky podle teploty varu a tím i délky řetězců. Zjednodušeně se dá napsat, že první frakcí jsou propan s butanem, druhou benzín, třetí petrolej, čtvrtou nafta a pátou topné oleje a mazut.

Protože 2,2,4-trimethylpentan je nejžádanější složkou ropy, vytěžené suroviny se různě upravují, aby se zvýšila kvalita benzínu. Tyto metody se nazývají izomerizace, alkylace nebo hydrogenace.



Využití: Již z předešlého je zřejmé, že 2,2,4-trimethylpentan se používá jako palivo v zážehových spalovacích motorech. Je na čase si vysvětlit, co je oktanové číslo, tedy veličina, která benzín charakterizuje a která má přímou souvislost s naší látkou.

Oktanové číslo vyjadřuje odolnost paliva proti samozápalu, který se v motoru projevuje jako klepání. Bylo stanoveno, že látka, která se chová jako 2,2,4-trimethylpentan, má oktanové číslo 100. Naopak látka chovající se jako uhlovodík heptan má oktanové číslo nula.

Nejprodávanější benzín s oktanovým číslem 95 se tedy chová, jako by byl z devadesáti pěti procent tvořen 2,2,4-trimethylpentanem a z pěti procent heptanem. Ve skutečnosti se však skládá z mnoha dalších látek. Oktanové číslo se uměle zvyšuje látkami, kterým se říká aditiva nebo

také antidetonační přísady. Dříve se používaly sloučeniny olova, ty však byly zakázány kvůli jejich jedovatosti. V současnosti se používají například sloučeniny s názvem ethery.

Existují i paliva, která jsou odolnější proti samozápalu než 2,2,4-trimethylpentan, proto mohou mít speciální benzíny oktanové číslo vyšší než sto. Nejde tak o klamání zákazníků (třeba máslo s podílem tuku vyšším než



Rafinerie ropy může vypadat i romanticky.

sto procent by byla hloupost). Takové benzíny se objevují například na tuningových srazech, kde se pořádají drag race závody.

Benzín je také významným rozpouštědlem. Používá se jako ředidlo barev a laků, k extrakci tuků a olejů anebo k čištění strojů. Koupit se dá i do domácnosti pod názvem benzínový čistič a spolehlivě odstraní mastné skvrny z oděvů.



Příbuzné látky: A co je nafta? Už výše padlo, že nafta je jednou z dalších frakcí ropy. Té, jejíž teplota varu se pohybuje v rozmezí 160 až 360 °C. Obsahuje uhlovodíky s devíti až dvaceti atomy uhlíku. Slouží jako palivo ve vznětových neboli dieselových motorech. Kvalita nafty se udává pomocí cetanového čísla, které funguje obdobně jako číslo oktanové. Cetanové číslo nula má však v tomto případě uhlovodík s názvem 1-methylnaftalen, zatímco cetanové číslo sto má alkan hexadekan neboli cetan. I cetanové číslo se u nafty zvyšuje pomocí aditiv. Zatímco oktanové číslo se u benzínu běžně udává na stojanech, po čísle cetanovém se musí pátrat více. Běžně mají nafty většinou toto číslo v rozmezí 51 až 60.



Benzín i naftu si zákazník může na čerpačí stanici vybrat v různých kvalitách.





Úvod: Lidské hormony jsou většinou složité látky ovlivňující náš růst, chování i zdravotní stav. Hormony se vytvářejí i v tělech jiných živočichů, a dokonce i rostlin. A některé zase tolik složité nejsou – příkladem je ethen, látka, která urychluje dozrávání plodů řady druhů ovoce a zeleniny. Jak toho lze využít, se dozvíte v této kapitole.

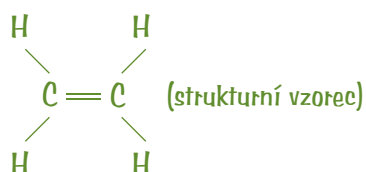


Jiné názvy: ethylen, etylén



Vzorec:

C_2H_4 (molekulový vzorec)



Ethen se používal i jako anestetikum. Na člověka byl však příliš silný, a tak našel uplatnění při uspávání koní.



Zařazení: Ethen se řadí mezi uhlovodíky, které se nazývají alkeny. Přípona -en signalizuje v organické chemii přítomnost dvojné vazby. Alkeny jsou tedy uhlovodíky s právě jednou dvojnou vazbou a lineárním řetězcem. Uhlovodíkům, které mají ve své molekule mezi atomy uhlíku aspoň jednu dvojnou nebo trojnou vazbu, se obecně říká nenasycené.



Výroba polyethylenové fólie.



Vlastnosti: Ethen je bezbarvý plyn s nasládlou vůní. Stejně jako ostatní plynné uhlovodíky je hořlavý a ve směsi se vzduchem tvoří výbušnou směs. Hoření až na oxid uhličitý popisuje tato rovnice:



Oproti alkanům lze ethen poměrně snadno polymerovat – to znamená, že se z něj dají vytvářet dlouhé řetězce o tisících atomů uhlíku. Je k tomu však potřeba velký tlak a speciální katalyzátory (látky, které tyto reakce urychlují). Tato schopnost ethylenu a dalších nenasycených organických látek výrazně pozměnila naši dobu – vyrábějí se z nich totiž plasty.



Zdroje: Připravit si ethylen v laboratoři není příliš složité. Stačí zahřát alkohol s kyselinou sírovou. Tuto metodu využil už v druhé polovině sedmnáctého století německý alchymista Johann Joachim Becher. Stane se toto:



Ještě v roce 2009 bylo v Česku rozdáno asi 9 miliard plastových tašek, z velké části vyrobených z ethenu. Od té doby toto množství klesá, kvůli změnám materiálů i změnám v chování zákazníků.



V současnosti existuje levnější způsob, jak ethylen vyrábět – krakováním jednotlivých frakcí ropy. Název metody je odvozen od anglického slova „crack“ (prasklina, prasknutí). Velmi zjednodušeně řečeno, vezme se uhlovodík s dlouhým řetězcem a za pomoci katalyzátoru a zvýšené teploty se donutí k prasknutí. Takto z něj vzniknou dva uhlovodíky – první je alkan, který se hodí například k výrobě benzínu, a druhý alken, vhodný například k výrobě plastů.





Využití: Asi 75 procent ethenu se používá k výrobě různých druhů plastů. Přímou z ethenu se vyrábí polyethylen. Ten se produkuje v různých hustotách a na výrobcích z něj vzniklých většinou nalezneme zkratku PE. Už několik desetiletí jde o nejvyráběnější plast.

Kromě toho se ethen používá k výrobě látek, ze kterých se pak plasty rovněž vyrábějí – vinylchloridu, z něhož se vyrábí polyvinylchlorid neboli PVC, ethylenglykolu, potřebného k výrobě syntetických vláken, nebo styrenu, z něhož se syntetizuje polystyren. Hlavně díky ethenu můžeme o naší době hovořit jako o době plastové, již v osmdesátých letech 20. století se plastů vyrábělo více než oceli.

Ethen je výchozí látkou i k syntéze dalších látek a s některými z nich se ještě v této publikaci setkáme. Slouží k výrobě základu pesticidů k hubení škůdců i k syntéze jedné z nejobávanějších



I takto může vypadat produkt vyrobený z plynného ethenu.



NENÍ BECHER
JAKO BECHER.