

# ZÁKLADY STŘEDOŠKOLSKÉ CHEMIE

Ing. Jiří Vlček

*Demo soubor, není kompletní, bez obrázků.*

## ÚVOD

Tato publikace je určena všem studentům středních škol, kteří chemii studují pouze k doplnění všeobecného vzdělání, nikoliv jako hlavní obor. Zabývá se proto hlavně popisem faktů (vlastnosti látek). Jejich příčiny (vnitřní stavba atomů) zde jsou vysvětleny jen stručně. Hlavní výhodou této publikace je stručnost, přehlednost a srozumitelnost.

## 1. OBECNÁ CHEMIE

Předmětem chemického výzkumu jsou **látky** tvořící ovzduší Země, vodstvo, zemskou kůru, těla organismů, průmyslové suroviny, výrobky atd. Chemik zkoumá, **jak a proč se** základní částice látek **slučují**, zajímá ho podrobný **průběh** – mechanismus – **chemických reakcí** v živé i v neživé přírodě a jejich **energetické poměry**.

Základním pramenem poznání v chemii je **pokus** – experiment.

**Chemie je přírodní, experimentální věda o látkách, o jejich vnitřní struktuře a vlastnostech, o jejich reakcích a jevech, které průběh těchto reakcí doprovázejí.**

Teoretickými základy chemických jevů, zákonitostmi stavby látek a chemických dějů a vztahy mezi vlastnostmi látek a jejich vnitřní strukturou, se zabývá **obecná chemie**.

**Anorganická chemie** je věda o chemických prvcích a jejich sloučeninách. Je těsně spjata s přírodními vědami, které zkoumají anorganické přírodní látky (přírodniny), např. s geologií.

Sloučeniny prvku uhlíku – kromě některých jednoduchých sloučenin – jsou předmětem studia **chemie organické**. To těsně souvisí s vědami o živých přírodninách, jako jsou biologie, zoologie, botanika aj.

Z jejich vzájemného vztahu se vyvinula **biochemie**, která se zabývá látkami a chemickými ději v živých organismech. Jednou z nejmladších vědních disciplín organické chemie je

**makromolekulární chemie**, vědní obor o vysokomolekulárních látkách a o reakcích, jimiž lze tyto látky synteticky připravit.

Předmětem zkoumání **analytické chemie** je rozbor (analýza) látek.

**Technická chemie** je zaměřena na potřeby chemické **výroby**. Člení se podle druhu chemické výroby do mnoha oborů, např. potravinářská chemie, hutnická chemie, petrochemie, chemie silikátů, chemie výbušnin aj. Řešením problémů souvisejících s postupy v chemické výrobě se zabývá **chemická technologie**.

Všechna tělesa jsou tvořena **látkami**. Látkami jsou tedy železo, sklo, dřevo, ale i vzduch a voda. Např. láhev je z jedné látky – ze skla, okno je ze dvou látek – ze skla a ze dřeva, apod.

Podle **skupenství** rozlišujeme látky **pevné, kapalné a plynné**.

Podle **původu** dělíme látky na **přírodní a umělé**.

Podle **složení** rozeznáváme **chemické látky a směsi**.

Z hlediska chemie pohlížíme na **látku** jako na **soubor stavebních částic** (atomů, molekul nebo iontů), které se nacházejí v určitém skupenském stavu. Jestliže se daná chemická látka vyznačuje určitými chemickými a fyzikálními vlastnostmi, které se nemění ani jejím opakovaným čištěním, hovoříme o **chemické látce**. Příkladem chemické látky je destilovaná voda, čistá měď.

**Chemická látka má v celém svém objemu stejné složení a vyznačuje se určitými charakteristickými vlastnostmi.**

Např. charakteristickými vlastnostmi zlata je žlutá barva, vysoký lesk, malá chemická reaktivita, vysoká tažnost, kujnost, elektrická vodivost aj.

Některé chemické látky mají určité vlastnosti obdobné či dokonce zcela shodné, jinými vlastnostmi se však od sebe liší. Např. stříbro je stejně jako zlato vysoce lesklý kov, málo reaktivní, výborný vodič elektrického proudu, ale liší se od zlata svou barvou, rozpustností v koncentrované kyselině dusičné, teplotou tání, hustotou apod.

Obvykle rozlišujeme vlastnosti fyzikální a vlastnosti chemické.

**Fyzikálními vlastnostmi** jsou např. **barva, lesk, tvrdost, hustota, teplota tání, teplota varu, chuť, vůně či zápach, elektrická a tepelná vodivost, rozpustnost, tažnost, kujnost, tvar krystalů** aj. **Schopnost látek přeměňovat se v jiné látky je základní chemickou vlastností látek.** Látky se mohou **slučovat** s jinými látkami, **rozkládat se, hořet, vybuchovat, působit na živý organismus** apod.

Některé vlastnosti chemických látek se dají **přesně změřit a číselně vyjádřit**, např. hustota, rozpustnost, teplota tání, teplota varu, elektrická vodivost aj. Číselné hodnoty těchto veličin v příslušných jednotkách jsou pro nejdůležitější chemické látky uvedeny v chemických tabulkách. Jiné vlastnosti chemických látek, např. barvu, lesk, chuť, vůni, zápach apod., lze vyjádřit pouze **kvalitativně – slovním popisem** vlastnosti či porovnáním s vlastnostmi standardních látek (např. tvrdost).

Chemické látky se tradičně člení do dvou skupin:

1. chemické **PRVKY**, složené z **atomů o stejném počtu protonů**, např. kyslík, rtuť, zinek;
2. chemické **SLOUČENINY**, složené z **atomů dvou nebo více prvků** vázaných chemickou vazbou, např. oxid uhelnatý, kyselina sírová, ethanol.

Každá chemická **látka** má svůj chemický **název**. Každému chemickému prvku přísluší určitý chemický **symbol** (značka), každé chemické sloučenině pak chemický **vzorec**.

## **SLOŽENÍ A STRUKTURA CHEMICKÝCH LÁTEK**

Stavební částice jsou složeny z elementárních částic: protonů, neutronů a elektronů.

**ATOMY** jsou elektroneutrální jednojaderné stavební částice složené z atomového jádra a atomového obalu. Atom je složen z elementárních částic, z nichž protony a neutrony tvoří jádro, elektrony atomový obal.

Atom je částice **elektricky neutrální**, neboť **počet protonů** (mají kladný elektrický náboj) **v jádře je shodný s počtem elektronů** (mají záporný elektrický náboj) **v obalu**.

Např. atom, který má v jádře 8 protonů a v obalu 8 elektronů, se chová elektricky neutrálně, neboť:  $+8$  (náboj jádra)  $- 8$  (náboj obalu)  $= 0$  (náboj atomu).

**Všechny atomy téhož prvku mají v jádře shodný počet protonů.**

Volné, nesloučené atomy tvoří stavební částice jen malého počtu chemických látek, v podstatě jen vzácných plynů (helium, neon, argon, krypton, xenon a radon). Za určitých podmínek mohou být nesloučené atomy stavebními částicemi i některých dalších chemických látek. Tak je tomu např. v párech kovů. Nesloučené atomy jsou však zpravidla málo stálé a chemicky se vážou, vytvářejí molekuly, krystalové struktury apod.

**IZOTOPY** jsou **atomy téhož prvku, které mají stejný počet protonů** (stejnou hodnotu protonového čísla), **liší se však počtem neutronů** (mají různou hodnotu nukleonového čísla).

**Izotopy se tedy liší svou hmotností, nikoli však svými chemickými vlastnostmi.**

Kromě přírodních izotopů byly mnohé izotopy připraveny též uměle. Tyto tzv. radioizotopy se uplatňují v biologii, v lékařství, v zemědělství, k vědeckým účelům, k zjišťování skrytých vad materiálu i výrobků apod.

**Pro chemické vlastnosti prvku je určující rozmístění elektronů v atomovém obalu**, tj. elektronové uspořádání neboli elektronová konfigurace atomu. Víte již že:

- a) Atomový obal je tvořen elektrony, a proto má záporný náboj. Velikost tohoto záporného náboje určuje počet přítomných elektronů.
- b) Počet elektronů v atomovém obalu je shodný s počtem protonů v atomovém jádře, neboli je roven protonovému číslu prvku.

Současné představy vycházející z výsledků vlnové mechaniky předpokládají, že **elektron se nachází v určitém prostoru kolem atomového jádra**. Tento prostor se nazývá **atomový orbital**, zjednodušeně jen orbital.

Orbital je prostor (oblast) kolem atomového jádra, v němž se nejpravděpodobněji elektron vyskytuje. K jednoznačnému popisu orbitů byla zavedena při tzv. **kvantová čísla**, a to **hlavní, vedlejší a magnetické kvantové číslo**, která charakterizují **velikost, prostorový tvar a prostorovou orientaci** každého orbitalu. Čtvrté číslo – **spinové kvantové číslo** – bylo zavedeno k popisu chování elektronu v orbitalu – rotace kolem své osy.

Mezník ve vývoji nejen klasifikace prvků, ale i v celé oblasti teoretické chemie přinesly práce ruského vědce, profesora petrohradské univerzity D. I. Mendělejeva. Ten v roce 1869 sestavil všech 63 tehdy známých prvků do **periodické soustavy prvků**, která vyjadřovala pravidelně se opakující podobnosti prvků v závislosti na jejich rostoucí atomové hmotnosti. Mendělejev seřadil prvky do vodorovných řad podle rostoucí atomové hmotnosti, současně však i do svislých sloupců, v nichž pod sebou byly umístěny prvky podobných chemických vlastností. V soustavě Mendělejev ponechal volná místa pro zařazení dosud neobjevených prvků a předpověděl i jejich vlastnosti.

Vztahy existující mezi prvky v periodické soustavě Mendělejev vyjádřil slovně ve formě periodického zákona.

**Vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonových čísel.**

Tabulkovým vyjádřením periodického zákona je periodická soustava prvků. Součástí učebnice je tzv. dlouhá forma periodické soustavy prvků, která patří v posledních letech k nejpoužívanějším. Dlouhá forma periodické soustavy je vodorovně rozčleněna do **7 řádků**, které se nazývají **periody**. Periody se označují arabskými číslicemi 1, 2, 3... až 7.

## NÁZVOSLOVÍ ANORGANICKÝCH SLOUČENIN

Názvosloví anorganické chemie vychází z hodnot oxidačních čísel atomů tvořících molekulu či ionty sloučeniny.

**Oxidační číslo atomu je rovno násobku elementárního náboje, který by atom získal při úplné polarizaci všech svých vazeb, tj. přidělením vazebných elektronových párů elektronegativnějším atomu.**

Oxidační čísla se značí římskými číslicemi a nabývají kladných hodnot v rozmezí I až VIII, záporných hodnot v rozmezí – I až – IV jinými slovy:

**Kladné oxidační číslo = počet elektronů, které atom při vytvoření vazby odevzdá.**

**Záporné oxidační číslo = počet elektronů, které atom při vytvoření vazby přijme.**

Při výpočtu hodnot oxidačních čísel atomů vycházíme ze vztahu, že **součet oxidačních čísel všech atomů v molekule je roven nule**, případně v iontu je roven jeho náboji. Atomy prvků mohou mít i různé hodnoty oxidačního čísla, např.  $\text{Cu}^{\text{I}}$  a  $\text{Cu}^{\text{II}}$ .

Tabulka koncovek názvů anorganický sloučenin a iontů

Kladné oxid. č.	oxid (kationt, hydroxid)	kyselina (její aniont)	sůl
I	-ný	-ná (-nanový)	-nan
II	-natý	-natá (-natanový)	-natan
III	-itý	-itá (itanový)	-itan
IV	-ičitý	-ičitá (ičitanový)	ičitan
V	-ičný	ičná (-ičnanový)	-ičnan
	-ečný	-ečná (-ečnanový)	-ečnan
VI	-ový	-ová (-anový)	-an
VII	-istý	-istá (-istanový)	-istan
VIII	-ičelý	-ičelá (-ičelanový)	-ičelan

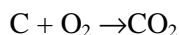
## CHEMICKÝ DĚJ

Chemická reakce je proces, při kterém nastávají látkové změny, tj. dochází ke změnám ve složení a struktuře látek. Chemické reakce se uskutečňují zpravidla v důsledku vzájemného působení dvou či více různých látek, ale některé z nich též vlivem energie na látku jedinou.

Některé chemické děje (např. rozpuštění NaCl ve vodě) nejsou chemickými reakcemi.

Chemický děj je **proces**, při němž **dochází ke změnám chemických vazeb** mezi stavebními částicemi látek. Nejčastějším případem chemického děje je chemická reakce.

Studiem tepelných změn při chemických dějích se zabývá chemická vědní disciplína – **termochemie**, která aplikuje zákony termodynamiky na tyto děje. Např. podstatu hoření koksů (uhlíku) vyjadřuje rovnice:



Víte, že je to děj, při němž se uvolňuje teplo. Měřením bylo zjištěno, že při vzniku 1 molu oxidu uhličitého se uvolní energie 395 kilojoulů (kJ). Tuto skutečnost zapíšeme takto:



Naopak existují děje, k jejichž uskutečnění je zapotřebí reaktantům tepelnou energii dodat, např.:



Z uvedených příkladů je zřejmé, že v termochemických zápisech chemických dějů se vyjadřuje **reakční teplo  $Q_m$** , které se uvolní či spotřebuje při stechiometrickém průběhu dané chemické reakce. Uvolněné teplo je označeno znaménkem  $-$ , pohlcené (spotřebované) teplo znaménkem  $+$ .

Podle toho, zda se při reakci teplo uvolňuje či pohlcuje, se rozlišují reakce exotermní a endotermní.

**Exotermní reakce** jsou ty, při nichž se **teplo uvolňuje**, při **endotermních reakcích** se naopak **teplo pohlcuje** (spotřebovává).

Hoření koksů je exotermní reakce, slučování hydroxidu sodného s oxidem uhličitým je reakce endotermní.

**Hodnota reakčního tepla určité chemické reakce závisí rovněž na skupenství reaktantů i produktů, popř. i na jejich krystalové struktuře.** Proto při termochemických zápisech chemických dějů je třeba vyznačit nejen hodnotu reakčního tepla, ale též skupenství, popř. modifikaci reaktantů a produktů,

**Reakční teplo přímé a protisměrné chemické reakce je až na znaménko stejné.**

**Výsledné reakční teplo určité reakce nezávisí na způsobu jejího průběhu, ale pouze na počátečním a konečném stavu.**

Přeměnu výchozích látek v produkty lze sledovat z dvojího hlediska. Jednak si všímáme rychlosti, již se reaktanty mění na produkty, jednak sledujeme, v jakém rozsahu se tato přeměna uskuteční.

V prvním případě nás zajímá chemická kinetika, v druhém chemická rovnováha.

Úkolem **chemické kinetiky** je určit **rychlost chemických reakcí** a její závislost na faktorech, které rychlost reakci ovlivňují. Z teorie chemické kinetiky vyplývá podmínka uskutečnitelnosti chemické reakce. K tomu, aby mezi látkami mohlo dojít k chemické reakci, musí být splněny tři základní podmínky:

- mezi částicemi reagujících látek musí docházet ke vzájemným srážkám;
- srážky mezi částicemi musí být geometricky účinné
- částice musí mít dostatečnou energii, aby srážky mezi nimi byly energeticky účinné, tzn. aby se narušily původní vazby.

Chemické reakce probíhají různými rychlostmi, a to v závislosti na vlastnostech reaktantů a na podmínkách, v nichž se reakce uskutečňuje. Chemické reakce se tedy vyznačují různými rychlostmi. Některé se uskutečňují velmi pomalu, jiné rychleji a některé probíhají obrovskými rychlostmi – téměř okamžitě.

Při průmyslové výrobě důležitých chemikálií se zpravidla usiluje o dosažení nejvyšších rychlostí příslušných reakcí, neboť se tím zvyšuje efektivnost chemickotechnologických procesů. V jiných případech se naopak snižují rychlosti chemických reakcí s nežádoucími účinky, např. reakcí probíhajících při korozi kovů.

### **Vliv látkových koncentrací reaktantů**

a) Z teorie chemické kinetiky vyplývá, že reakce látek jsou podmíněny vzájemnými srážkami jejich částic. Je zřejmé, že čím větší je počet částic v určitém objemu, tj. čím větší jsou látkové koncentrace reaktantů, tím větší je i pravděpodobnost většího počtu srážek těchto částic, neboli tím **větší je i rychlost chemické reakce.**

**Zvýšení látkových koncentrací reaktantů se zvyšuje i rychlost chemické reakce.**

### **Vliv teploty**

Zvýšením teploty se zvyšuje kinetická energie, a tím rychlost pohybu částic (atomů, molekul, iontů). Zvyšuje se tedy pravděpodobnost srážek těchto částic, a tím i rychlost chemické reakce.

**Zvýšením teploty vzrůstá rychlost chemické reakce.**

Experimentálně bylo zjištěno, že zvýšením teploty o 10 °C se rychlost většiny chemických reakcí zvýší dvojnásobně až čtyřnásobně.

### **Vliv katalyzátorů**

**Katalyzátor jsou látky, které svou přítomností výrazně ovlivňují rychlost chemické reakce. Po ukončení reakce zůstávají nezměněny a nespotřebovány.**

Katalyzátory, které zvyšují rychlost reakce, se nazývají **pozitivní katalyzátory**. Opačným účinkem – snížením rychlosti reakce – se projevují **negativní katalyzátory** neboli **inhibitory**.

Pro každou reakci existuje tzv. **aktivační energie**, což je energie, kterou musí mít molekuly, aby jejich srážky byly účinné. Aktivační energie tedy představuje určitou energetickou bariéru (val), kterou je třeba překonat, aby došlo k reakci. Je-li aktivační energie značná, je energetická bariéra vysoká a k jejímu překonání je třeba vysoké teploty např. hoření – papír, dřevo, uhlí.

*Obrázek č. 3 Průběh chemické reakce mezi látkami A a B a/ bez katalyzátoru b/ s katalyzátorem*

Význam katalyzátorů v chemické výrobě je nesmírný. Výroba mnohých základních chemikálií a důležitých syntetických látek (kaučuků, plastů) by bez katalyzování reakcí byla nemyslitelná.

Významné uplatnění mají i inhibitory, které zpomalují rozklad některých chemikálií, stárnutí výrobků z pryže apod. Inhibitorem je např. tetraethylplumban (tzv. tetraethylolovo), působí jako antidetonační přísada v motorovém benzínu.

Složitě chemické reakce v živých organismech umožňují a usměrňují biokatalyzátory. Patří k nim vitamíny, hormony a enzymy, s nimiž se seznámíme v učivu z organické chemie.

### **Vliv velikosti povrchu a rozptýlení stavebních částic reaktantů**

Chemické reakce se zpočátku zúčastňují částice na povrchu reaktantů. Teprve po jejich zreagování vstupují do reakce ostatní částice látek. **Čím větší je povrch reaktantů, tím větší počet částic současně vstupuje do reakce, a tím je rychlost reakce větší.**

Zvýšením povrchu reaktantů vzrůstá rychlost chemické reakce.

Např. granulovaný zinek reaguje s kyselinou dusičnou pomaleji než práškový zinek.

Velmi rychle probíhají vzájemné reakce plyných látek, neboť ty jsou rozptýleny až na molekuly nebo atomy. Podobně i reakce iontových sloučenin v roztocích, kde jsou tyto sloučeniny rozptýleny na volné ionty, se uskutečňují velkými rychlostmi.

Rychlost chemické reakce vzrůstá se zvyšujícím se rozptýlením stavebních částic reaktantů.

Většina chemických reakcí má totiž charakter **zvratných reakcí**. To znamená, že při reakci vznikající produkty spolu reagují za opětovného vzniku původních reaktantů. Tuto zvratnou reakci, kdy současně probíhají dvě reakce v opačném směru – reakce přímá a zpětná – zapisujeme jedinou rovnicí s protisměrnými šipkami:

**Chemická rovnováha** je dynamický stav, při němž systém reagujících látek již dále nemění své složení, pokud se nezmění vnější podmínky. **Látkové koncentrace reaktantů i produktů jsou konstantní, neboť přímá i zpětná reakce probíhají stejnými rychlostmi.**

## **PROTOLYTICKÉ DĚJE**

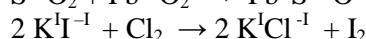
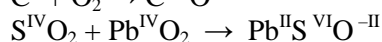
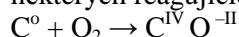
se uskutečňují mezi kyselinami a zásadami. Kyseliny a zásady definovány takto:

**Kyselina je částice** (molekula nebo ion), **kteřá je schopna odštěpit proton** (vodíkový kation).  
**Zásada je částice** (molekula nebo ion), **kteřá je schopna vázat proton**.

## OXIDAČNĚ REDUKČNÍ DĚJE

Mezi **oxidačně redukční** nebo zkráceně **redoxní** děje se zahrnují všechny chemické reakce, u nichž dochází k **přenosu elektronů mezi reagujícími částicemi**.

Charakteristickým rysem oxidačně redukčních reakcí jsou změny v hodnotách oxidačních čísel některých reagujících částic, např.:



Oxidační redukční (redoxní) reakce jsou takové chemické reakce, při nichž se **mění hodnoty oxidačních čísel** některých reagujících částic. Mechanismus oxidační reakce je založen na přenosu elektronů mezi reagujícími částicemi.

Jak vyplývá již z pojmenování, můžeme v oxidačně redukčních reakcích rozlišit dvě dílčí reakce: oxidaci a redukci.

**Oxidace** je chemická reakce, při níž **reagující částice odevzdává elektrony**. Naopak **redukce** je chemická reakce, při níž **částice přijímá elektrony**. **Oxidace probíhá vždy současně s redukcí a naopak**.

## 3.ORGANICKÁ CHEMIE

Molekuly organických sloučenin jsou tvořeny atomy jen několika málo prvků. Kromě atomů **uhlíku**, které jsou obsaženy v molekulách všech organických sloučenin, to jsou atomy **vodíku**, **kyslíku** a **dusíku**. Kromě těchto čtyř nejrozšířenějších prvků se v organických sloučeninách setkáváme ještě se **sírou**, **halogeny** (především s chlorem), **fosforem** a ojedinele i s **kovy**, např. železem (je přítomno v červeném krevním barvivu hemoglobinu) a s **hořčíkem** (obsahuje je zelené barvivo listů – chlorofyl).

1. Jsou zpravidla citlivé vůči světlu a teplu, jsou snadno těkavé a hořlavé.
2. Ve vodě jsou prakticky nerozpustné.
3. Jejich roztoky jsou většinou elektricky nevodivé, neboť jsou v nich rozptýleny elektricky neutrální molekuly.

Rozdílné vlastnosti anorganických a organických sloučenin jsou důsledkem rozdílných typů chemických vazeb. Zatímco pro mnohé anorganické sloučeniny je charakteristická vazba iontová, v molekulách organických sloučenin se převážně uplatňují **vazby kovalentní**.

Organické sloučeniny se vyrábějí většinou ze surovin organického původu. K takovým **surovinám** patří **uhlí, ropa, zemní plyn, dřevo, pryskyřice a různé rostlinné a živočišné zemědělské produkty**. Např. tuky se získávají z plodů rostlin, z těl zvířat, plasty z uhlí, z ropy a ze zemního plynu, škrob z brambor a kukuřice, cukr z cukrové řepy a z cukrové třtiny atd.

V současné době existují desetitisíce anorganických sloučenin, ovšem organických sloučenin, tj. sloučenin uhlíku, je známo již několik milionů. Existence tak obrovského počtu organických sloučenin je způsobená **schopností uhlíkových atomů vzájemně se vázat** a vytvářet **řetězce**, které mohou obsahovat dva až tisíce uhlíkových atomů. Tuto schopnost – vytvářet dlouhé řetězce z atomů téhož prvku – nemá žádný jiný prvek.

Uhlíkové řetězce tvoří základní kostru molekul organických sloučenin, na níž jsou připojeny atomy dalších prvků (vodíku, kyslíku, dusíku atd.).

Rozlišujeme několik druhů uhlíkových řetězců:

Jsou-li všechny atomy uhlíku uspořádány za sebou, hovoříme o **přímém** neboli **nerozvětveném** řetězci  
Jsou-li uhlíkové atomy uspořádány, do kruhu neboli **cyklu**, jde o **řetězec uzavřený** neboli **cyklický**.

Obrázek č. 4: Uhlíkové řetězce a/ přímý (alkan) b/ přímý (alken) c/ přímý (alkin) d/ rozvětvený e/ cyklický

Při vyjadřování chemického složení organických sloučenin se setkáváme s několika typy chemických vzorců:

1. **Souhrnný** (sumární) vzorec vyjadřuje kvalitativní a kvantitativní zastoupení jednotlivých atomů. Tento druh vzorce se používá u nejjednodušších organických sloučenin, např.  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ . U složitějších organických sloučenin mohou mít tentýž souhrnný vzorec dvě, tři, ale i desítky a sta různých sloučenin. V souhrnných vzorcích se symboly jednotlivých prvků uvádějí za sebou v pořadí C, H, O, např.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , a potom další symboly prvků v abecedním pořadí, např.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ .
2. **Strukturní** rozvinutý vzorec vyjadřuje pomocí vazebných čárek všechny vazby mezi atomy v molekule a je z něj zřejmá vaznost jednotlivých atomů, např.:
3. **Racionální** vzorec se používá v organické chemii nejčastěji. Jde v podstatě o tzv. kondenzovaný strukturní vzorec, v němž jsou souhrnně uvedeny jednotlivé skupiny a vyznačení kovalentních vazeb vazebnými čárkami je zachováno většinou jen mezi uhlíkovými atomy:

Žádný ze tří uvedených typů vzorců ovšem nezobrazuje skutečný tvar molekuly, prostorové uspořádání atomů či orientaci vazeb v molekule, neboť zatímco tyto **vzorce jsou plošné, molekuly jsou útvarly prostorové.**

**Izomery** jsou organické sloučeniny, které mají **stejně chemické složení** (mají totožný souhrnný vzorec), ale **různé fyzikální a chemické vlastnosti.**

## UHLOVODÍKY ACYKICKÉ

### ALKANY

a) Alkany jsou acyklické uhlovodíky, v jejichž molekulách se v uhlíkovém řetězci vyskytují **výhradně jednoduché vazby.**

Můžeme je uspořádat do **řady podle vzrůstajícího počtu atomů uhlíku v jejich molekulách.**

**Prvním členem této řady je methan  $\text{CH}_4$ .**

Řada sloučenin, v níž se kterýkoli člen řady liší od předcházejícího členu ve stavbě molekuly o stejnou skupinu atomů, se nazývá **homologická řada.** U alkanů činí přírůstek v homologické řadě –  $\text{CH}_2$  –; je to tzv. **homologický přírůstek.**

Všechny alkany mají ve svém názvu příponu –an. První čtyři alkany v homologické řadě mají historické pojmenování: **methan, ethan, propan, butan.** Názvy dalších alkanů se odvozují od číslovkových předpon jimiž vyjadřujeme počet uhlíkových atomů v molekule: **pentan** ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ), **hexan** ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ), **heptan** ( $\text{C}_7\text{H}_{16}$ ), **oktan** ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ), atd.

Obecný vzorec alkanů je  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

Počínaje butanem  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  se u alkanů uplatňuje **řetězcová izomerie.** Tentýž souhrnný vzorec jako butan  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  má i alkan s rozvětveným řetězcem o racionálním vzorci  $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3$

Fyzikální a chemické **vlastnosti** alkanů závisí **na délce a rozvětvení** uhlíkového řetězce. První čtyři členy homologické řady alkanů ( $\text{C}_1 - \text{C}_4$ ) jsou za normálních podmínek plyny, další ( $\text{C}_5 - \text{C}_{15}$ ) kapaliny, ostatní jsou pevné látky, podobné voskům. Teplota tání a teplota varu alkanů závisí na délce řetězce molekul: čím je řetězec delší, tím vyšší je teplota tání a teplota varu alkanů.

Alkany jsou **nepolární sloučeniny**, proto **se ve vodě nerozpouštějí**, samy jsou však **dobrymi rozpouštědly** nepolárních sloučenin. Např. **benzín**, v podstatě směs kapalných alkanů, je dobrým rozpouštědlem tuků.

Alkany jsou poměrně málo reaktivní. Reagují zpravidla až při vyšších teplotách nebo při ultrafialovém záření. Např. při reakci s chlorem vznikají halogenderiváty.

$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{CH}_3\text{Cl}$  - chlormetan

Reakce může pokračovat dál, přičemž vznikají další deriváty methanu: dichlormethan  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , trichlormethan  $\text{CHCl}_3$  a tetrachlormethan  $\text{CCl}_4$ . Jelikož je při těchto reakcích vázané atomy vodíku nahrazují atomy jiného prvku, je tato reakce příkladem substituce.

Při zvýšené teplotě a za přítomnosti katalyzátorů odštěpují alkany vodíkové atomy, přičemž se mění na nenasycené uhlovodíky s jednou dvojnou vazbou – alkeny. Tento děj, který je příkladem eliminace, se v tomto konkrétním případě označuje jako **dehydrogenace.** Opačná reakce, při níž nenasycený uhlovodík přibírá vodíkové atomy a mění se na alkan, se nazývá **hydrogenace.**

Alkany mají největší význam jako **paliva, pohonné látky, mazací oleje, izolační látky** aj. **Směs kapalných alkanů je benzín, směs kapalných a pevných uhlovodíků je vazelína**, významná zvláště pro farmaceutický průmysl. Z pevných alkanů se vyrábějí např. svíce.

## DERIVÁTY UHLOVODÍKŮ

Od uhlovodíků můžeme odvodit další organické sloučeniny náhradou vodíkových atomů atomy jiných prvků či celými skupinami atomů, např. – Cl, – NO<sub>2</sub>, – OH. Sloučeniny, které tímto nahrazením odvozujeme od uhlovodíků, se nazývají deriváty uhlovodíků.

Atomy nebo atomové skupiny, které charakterizují určitou skupinu derivátů uhlovodíků, se nazývají **charakteristické skupiny**. Charakteristickými skupinami jsou např. –Cl, –NO<sub>2</sub>, –OH, –CHO, CO, –COOH aj. Sloučeniny, které mají stejnou charakteristickou skupinu, mají určité podobné chemické vlastnosti, např. kyselost, zásaditost, redukční nebo oxidační schopnosti apod.

**Trichlormethan, chloroform** CHCl<sub>3</sub> je za normálních podmínek bezbarvá kapalina nasládlé omamné vůně. Dříve se chloroform používal v lékařství k narkóze. Od jeho používání se však upustila, neboť jednak patří mezi karcinogeny, jednak se na světle a vzduchu rozkládá za vzniku prudce jedovatého fosgenu COCl<sub>2</sub>. Chloroform se uplatňuje především jako rozpouštědlo organických látek.

**Trijodmethan, jodoform** CHI<sub>3</sub> je žlutý, výrazně zapáchající prášek s antiseptickými účinky.

**Tetrachlormethan, chlorid uhličitý** CCl<sub>4</sub> je jedovatá nehořlavá kapalina. Používá se jako rozpouštědlo k čištění oděvů a jeho náplň do hasicích přístrojů. Tetrachlormethan však nelze používat k hašení v uzavřených místnostech, neboť jeho rozkladem vznikají jedovaté plyny oxid uhelnatý CO a fosgen COCl<sub>2</sub>.

**Chlorethylen, vinylchlorid** CH<sub>2</sub> = CHCl je jedním z nejvýznamnějších halogenderivátů, protože za přítomnosti katalyzátorů polymeruje na **polyvinylchlorid – PVC**.

2-Chlor-1,3-butadien, **chloropren** CH<sub>2</sub> = CCl – CH = CH<sub>2</sub> je výchozí surovinou pro výrobu chloroprenového syntetického kaučuku.

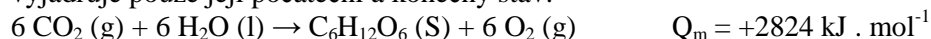
**Freony** jsou fluorderiváty alkanů obsahující v molekule ještě atomy dalšího halogenu, např. chlortrifluormethan CCl<sub>3</sub>F, aj. Za běžných podmínek jsou freony nehořlavé, nejedovaté, chemicky nereaktivní, silně těkavé kapaliny, které se používají jako náplně do chladicích zařízení, sprejů, jako čisticí a hasící prostředky. Jejich rozsáhlé použití však má negativní dopad na životní prostředí. Reagují s ozonem, jehož vrstva ochraňuje zemský povrch před nadměrným dopadem ultrafialových paprsků slunečního záření. Proto se v současnosti používání freonů omezuje a nahrazují se jinými látkami bez nežádoucích vedlejších účinků.

**Tetrafluorethylen** CF<sub>2</sub> = CF<sub>2</sub> a **chlortrifluorethylen** CClF = CF<sub>2</sub> jsou výchozí látky při výrobě plastů (**teflon, teflex**).

## PŘÍRODNÍ LÁTKY

Jako přírodní látky označujeme ty organické sloučeniny, které vznikají chemickými reakcemi v živých organismech – rostlinách a živočiších.

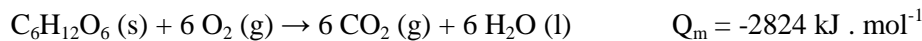
V **rostlinách** probíhá **endotermické reakce**, umožňující život na Zemi – **FOTOSYNTÉZA**. Za katalytického působení **chlorofylu**, který pohlcuje energii slunečního záření, vzniká z jednoduchých anorganických látek – **oxidu uhličitého a vody** – organická látka **glukosa a kyslík**. Průběh fotosyntézy je velmi složitý. Zpravidla ji zapisujeme jednoduchou chemickou rovnicí, která však vyjadřuje pouze její počáteční a konečný stav:



Z jednoduché organické látky glukosy C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> jsou rostliny schopny vytvořit další přírodní látky, které potřebují ke svému životu.

**Živočichové jsou na rostlinách závislí**, neboť **produkty fotosyntézy jsou přímo či nepřímo jejich potravou**. Velmi složitými reakcemi, které se označují jako **metabolické procesy**, vytvářejí živočichové z potravy látky nezbytné pro svůj růst, pohyb, udržování tělesné teploty apod. **Energii potřebnou k životu získávají exotermickou reakcí opačnou k fotosyntéze – dýcháním**.





Chemické reakce, které se uskutečňují v živých organismech, jsou velmi složité a z velké části dosud neobjasněné. Probíhají sice podle týchž zákonů jako chemické reakce v laboratořích, ale za značně odlišných vnějších podmínek. Zatímco v laboratořích se chemické reakce organických sloučenin uskutečňují zpravidla teprve za vysokých teplot, tlaků, za přítomnosti specifických katalyzátorů, v bezvodém prostředí či v roztocích organických rozpouštědel, za použití silných kyselin apod., metabolické procesy většinou probíhají ve velmi zředěných vodných roztocích, v téměř neutrálním prostředí při hodnotě pH = 6-8 a v úzkém teplotním rozmezí 25 - 40 °C. Nezastupitelný význam pro uskutečnění a rychlost biochemických reakcí v uvedených podmínkách má přítomnost vysoce účinných **biokatalyzátorů**.

Přírodních látek existuje obrovský počet; některé z nich jsou poměrně jednoduché sloučeniny, jiné se naopak řadí mezi látky makromolekulární. K nejvýznamnějším přírodním látkám patří především tzv. **živiny** (lipidy, sacharidy a bílkoviny), **biokatalyzátory** (enzymy, vitamíny a hormony), dále pak nukleové kyseliny, steroidy, alkaloidy a terpen.

**LIPIDY** jsou přírodní organické sloučeniny produkované rostlinami i živočichy. Obsahují vyšší monokarboxylové kyseliny vázané ve formě esterů. Nejvýznamnější z nich jsou jednoduché lipidy, v nichž alkoholickou část esterů tvoří glycerol; jsou to **GLYCERIDY**: Směsi glyceridů známe pod označením **TUKY A OLEJE**; za běžné teploty jsou **tuky pevné látky, oleje jsou kapaliny**. Skupenství glyceridů závisí na tom, zda v jejich molekulách převládají nasycené či nenasycené kyseliny. V **tucích** převládají **nasycené kyseliny** (kyselina palmitová, kyselina stearová aj.), v **olejích** naopak **kyseliny nenasycené** (kyselina olejová aj.).

Podle původu rozdělujeme tuky a oleje na **rostlinné** a živočišné. Tuky jsou většinou živočišného původu, např. **máslo, sádlo, lůj**, zatímco oleje jsou převážně původu rostlinného, např. **lněný olej, olivový olej**. V obou skupinách však existují výjimky, např. rybí olej či kakaový tuk.

Rostlinné **oleje** vznikají v rostlinách **přeměnou sacharidů**. Živočišný organismus vytváří vlastní tuk z tuků či olejů přijímaných v potravě nebo z přijatých sacharidů, popř. bílkovin.

Tuky a oleje tvoří významnou součást potravy. Jsou **hlavním energetickým zdrojem**, neboť jejich energetický obsah je ve srovnání se sacharidy a bílkovinami téměř dvojnásobný. Jsou zdroji některých vitamínů a rovněž plní funkci rezervních látek.

Rostlinné oleje se získávají lisováním plodů nebo semen, popř. extrakcí (vyluhováním) vhodným rozpouštědlem. Živočišné tuky se získávají z podkožních vrstev vyškvařováním, lisováním nebo extrakcí vhodným rozpouštědlem.

Působením tepla, světla, vzduchu nebo mikroorganismů se tuky rozkládají: hořknou a zapáchají (kazí se). Podstatou tohoto tzv. **žluknutí tuků** je vznik aldehydů, ketonů a karboxylových kyselin s menším počtem atomů uhlíku v řetězci molekul.

Tuky a oleje jsou ve **vodě nerozpustné**, mohou se v ní však **rozptýlit**, např. mléko. Dobře se rozpouštějí v nepolárních rozpouštědlech, např. v benzenu, benzínu, trichlorethylenu, tetrachlormethanu aj. Zahříváním se pevné tuky roztavují. Za přítomnosti bílkovinných látek mohou přijmout vodu. Tak se vyrábí např. **margarín**.

Glyceridy se snadno hydrolyzují. V kyselém prostředí silných anorganických kyselin nebo v neutrálním prostředí probíhá kyselá hydrolyza neboli štěpení tuků a olejů. Produkty této reakce jsou stavební složky glyceridů, tj. volné monokarboxylové kyseliny a glycerol. Obdobně probíhá i štěpení glyceridů v živých organismech působením enzymů.

Působením alkalických hydroxidů dochází k zásadité hydrolyze neboli k **zmýdelňování tuků a olejů**.

Při zmýdelňování se tuky či oleje vaří s roztokem hydroxidu sodného NaOH nebo hydroxidu draselného KOH. Vznikají sodné či draselné soli příslušných karboxylových kyselin, které se běžně označují jako mýdla, a uvolňuje se glycerol: