

# ALKANY A CYKLOALKANY

Nasycené uhlovodíky. Obsahují jen C a H. Jen sigma vazby (jednoduché).

**Obecný vzorec:** Alkany:  $C_nH_{2n+2}$ , cykloalkany:  $C_nH_{2n}$ .

**Názvosloví:** Koncovka **-AN**. První 4 triviální (methan, ethan, propan, butan).

Další řecká či římská číslice + koncovka -AN.

počet uhlíků	název	vzorec	stechiometrický vzorec
1	methan	$CH_4$	$CH_4$
2	ethan	$C_2H_6$	$CH_3CH_3$
3	propan	$C_3H_8$	$CH_3CH_2CH_3$
4	butan	$C_4H_{10}$	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
5	pentan	$C_5H_{12}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$
6	hexan	$C_6H_{14}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
7	heptan	$C_7H_{16}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
8	oktan	$C_8H_{18}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
9	nonan	$C_9H_{20}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
10	dekan	$C_{10}H_{22}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
11	undekan	$C_{11}H_{24}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
12	dodekan	$C_{12}H_{26}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
20	eikosan	$C_{20}H_{42}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

## VLASTNOSTI

C1 až C4: plyny, C5 až C15: kapaliny, C16 a více: pevné látky. Bezbarvé. Nerozpustné ve vodě. Rozpustné v organických rozpouštědlech. Samy jsou dobrými rozpouštědly (kapalné alkany a cykloalkany). S rostoucím počtem uhlíků v řetězci roste i teplota varu, tání.

## KONFORMACE

Dochází k rotaci kolem sigma vazby. Vznik různých konformací.

Konformace v alkanech:

    Zákrytová konformace

    Nezákrytová konformace

Konformace v cykloalkanech:

    Židlička

    Vanička

    Křížená vanička

## REAKTIVITA

Pouze jednoduchá vazba (sigma). Pouze atomy C a H. Nepochybné vazby. Štěpení vazeb: **homolytické** (vznik radikálů). Typická reakce: **Substituce radikálová**. Radikál: vysoce reaktivní částice s nepárovým elektronem.

### **Substituce radikálová**

Například halogenace, nitrace, sulfochlorace.

Průběh radikálové substituce:

- 1) **Iniciace**. Molekula činidla se homolyticky štěpí za vzniku radikálů
- 2) **Propagace**. Radikál vygenerovaný z činidla napadá substrát za vzniku alkylového radikálu. Alkylový radikál napadá molekulu činidla za vzniku substituovaného produktu (derivát uhlovodíku).
- 3) **Terminace**. Ukončení reakce. Spojení všech radikálů beze zbytku. Přídavek inhibitoru (lapač radikálů). Eliminační reakce (vznik alkenů z alkylového radikálu).

### **Oxidace**

Hoření, prudká reakce s kyslíkem. Rozklad alkanu na oxid uhličitý a vodu.

**Další možné reakce alkanů: Eliminace, termolýza, dehydrogenace**

### **NÁZVOSLOVÍ ALKANŮ:**

**Nerozvětvený řetězec**: jednoduše pojmenujeme dle homologické řady (např: n-pentan)

**Rozvětvený řetězec**: Vyhledáme hlavní řetězec (nejdelší nerozvětvený řetězec). Očíslovíme uhlíky tak, aby postranní řetězce měly co nejnižší číselky. Názvy uhlovodíkových zbytků (ALKYLY) řadíme před název hlavního řetězce jako předpony v abecedním pořadí (angl. abeceda). Před každým názvem alkylu je příslušná číselka. Pokud více stejných postranních řetězců => předpona (di-, tri-, tetra-...). Řazení zůstává dle prvního písmene názvu alkylu.

### **METHAN CH<sub>4</sub>**

Nejjednodušší alkan

**Výskyt**: zemní plyn, ropa, důlní plyny, bahenní, sopečné a střešní plyny, plyny vznikající při zpracování ropy a černého uhlí

**Příprava**: Reakce trikarbidu tetrahlíníku s vodou

Termický rozklad solí kyseliny octové s hydroxidem

**Reaktivita, význam**:

Spalování methanu: Za dostatečného přístupu vzduchu

Za nedostatečného přístupu vzduchu

Oxidace methanu

Zahřívání methanu s vodní parou (výroba vodíku)

Výroba ethynu (acetylen)

### **ETHAN C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>**

**Výskyt:** Zemní plyn, ropa

**Příprava:**

Dekarboxylace solí kyseliny propionové hydroxidem

Reakcí jodomethanu s vodíkem

**Výroba:**

Katalytická hydrogenace ethenu nebo acetylenu

**Význam:** Hořlavá plynná látka. Výchozí látka pro řadu organických syntéz

### **PROPAN $C_3H_8$ , BUTAN $C_4H_{10}$**

**Výskyt:** Zemní plyn, ropa, odpadní plyny při výrobě benzinu

**Vlastnosti:** Plyny. Lze je zkapalnit. Směs propan-butan: vysoká výhřevnost, vaříče, zapalovače...

### **KAPALNÉ ALKANY A CYKLOALKANY**

Kapalná paliva, pohonné hmoty. Nepochybně rozpouštědla

### **PEVNÉ ALKANY A CYKLOALKANY**

Vazelíny. Mazací oleje. Parafin

## **ALKENY A CYKLOALKENY**

Nenasycené uhlovodíky. Alespoň jedna dvojná vazba. Vazby:  $\sigma$  i  $\pi$

**Názvy** sloučenin: odvozeny od alkanů, koncovka –EN

**Homologický vzorec:** Alifatické alkeny:  $C_nH_{2n}$ , Cyklické alkeny:  $C_nH_{2n-2}$

**Výskyt:** zemní plyn, ropa, hnědouhelný dehet, vznikají při krakování ropy

### **VLASTNOSTI:**

**Fyzikální:** Podobné jako u alkanů (viz alkany). Nižší plyny, vyšší kapaliny nebo pevné látky.

**Chemické:** Vyšší reaktivita

**Izomerie:** geometrická

$\pi$ -vazba brání rotaci, všechny vazby vycházející z jednoho atomu uhlíku leží v jedné rovině a svírají spolu úhel  $120^\circ$

Cis izomery

Trans izomery

**Charakteristika vazby:** Obsahují alespoň jednu dvojnou vazbu,  $\pi$ -vazba je méně stálá než  $\sigma$ -vazba. Většina reakcí probíhá na  $\pi$ -vazbě.

## **REAKTIVITA**

**Adice: Adice elektrofilní**

Činidlo nese částečný nebo úplný kladný náboj. Meziproduktem je karbokation.

**Markovnikovo pravidlo:** kladná částice (vodík  $H^+$ ) se aduje na ten z uhlíků alkenů, který nese větší počet vodíků.

**Příklady adice elektrofilní:** Adice halogenů, adice vody, hydrogenace

**Oxidace:**

Za použití oxidačních činidel (manganistan draselný, ozon). Podle podmínek reakce mohou vznikat alkoholy, karbonylové sloučeniny, karboxylové kyseliny, oxid uhličitý a voda.

**Polymerace:** nejčastější jsou polyadiční reakce

Z monomeru vzniká polymer, dvojná vazba zaniká. Příprava plastů.

**PŘÍPRAVA ALKENŮ:**

Odštěpením halogenovodíku z alkylhalogenu, katalytickou dehydrogenací alkanů, dehydratací alkoholů (dehydratační činidlem kyselina sírová)

**NÁZVOSLOVÍ ALKENŮ A ALKYNŮ:**

Obsahují jednu či více násobných vazeb.

Uhlovodík obsahuje alespoň jednu dvojnou vazbu = přípona **-en**

Uhlovodík obsahuje alespoň jednu trojnou vazbu = přípona **-yn**

Počet násobných vazeb: předpona di-, tri-, tetra-...

Umístění násobných vazeb: lokant, vkládáme mezi kmen a příponu, oddělujeme spojovníkem (pomlčka)

**Číslování hlavního řetězce:** Prioritu má dvojná vazba (před dalšími alkyly, před trojnou vazbou). Trojná vazba má prioritu před alkylem. Číslováme tak, aby C na násobné vazbě měly co nejnižší čísla (lokanty)

**ETHEN (ETHYLEN)  $C_2H_4$** 

Lehký, bezbarvý plyn, nasládlá vůně. Ve směsi s kyslíkem výbušný. Získává se při zpracování ropy.

**Využití:** výroba ethanolu, ethylbenzenu, acetaldehydu, polyethylenu.

Je rostlinným hormonem, používá se k dozrávání ovoce

**PROPEN (PROPYLEN)  $C_3H_6$** 

Plyn. Získává se při zpracování ropy.

**Využití:** Výroba acetonu, polypropylenu

**ALKADIENY**

Nenasycené uhlovodíky obsahující právě dvě dvojné vazby. Izomery alkynů.

Název: odvozen od alkanů, koncovka –**DIEN**

Charakteristika vazby alkadienů: Dvojné vazby:

#### **Konjugované**

Dvojné vazby jsou oddělené 1 jednoduchou vazbou,  $\pi$ -elektrony jsou delokalizované, vzájemně se ovlivňují. Nejstálější dieny, průmyslové využití

#### **Kumulované**

Obě dvojné vazby vycházejí z jednoho atomu C. Nestálé sloučeniny, přecházejí na alkyny (izomerie)

#### **Izolované**

Dvojné vazby jsou oddělené alespoň dvěma či více jednoduchými vazbami,  $\pi$ -elektrony jsou izolované, vzájemně se neovlivňují. Reakce probíhají jako u alkenů.

### **REAKTIVITA**

**Polymerace** – např. příprava syntetických kaučuků z butadienů

### **PŘÍPRAVA**

Dehydrogenace alkanů a alkenů.

#### **BUTA-1,3-DIEN**

Plyn. Využití: výroba syntetického kaučuku.

#### **IZOPREN (2-METHYLBUTA-1,3-DIEN)**

Stavební jednotka všech izoprenoidů. Využití: výroba syntetického kaučuku.

# ALKYNY A CYKLOALKYNY

Nenasycené uhlovodíky. Obsahují alespoň jednu trojnou vazbu.

**Název:** odvozen od alkanů, koncovka –YN

Homologický vzorec:  $C_nH_{2n-2}$

## VLASTNOSTI

**Fyzikální:** podobné jako u alkanů a alkenů

**Chemické:** podobné jako u alkenů (výskyt násobné vazby, adiční reakce). Vodík na uhlíku nesoucím trojnou vazbu vykazuje kyselé vlastnosti. Trojná vazba: jedna  $\sigma$  vazba, dvě vazby  $\pi$ . Reakce probíhají na vazbách  $\pi$

## REAKTIVITA

### Adice elektrofilní

Adice vody na ethyn: výroba acetaldehydu, za katalýzy kyselinou sírovou a síranem rtuťnatým. Meziproduktem je vinylalkohol, který přechází na stabilnější tautomer acetaldehyd (tautomerie mezi enolformou a ketoformou).

Další příklady: Adice bromu, adice halogenovodíku, adice vodíku

### Vznik acetylidů

Náhrada kyselého vodíku za atom kovu. Acetylid vápenatý = karbid vápníku – k výrobě acetylenu.

## Oxidace

### ACETYLEN (ETHYN) $C_2H_2$

Bezbarvý plyn, bez zápachu. Ve směsi s kyslíkem výbušný.

**Příprava:** Ze zemního plynu

Z acetylidu vápenatého

**Využití:** Svařování (autogen – směs acetylenu s kyslíkem), výroba organických sloučenin (acetaldehyd, vinylchlorid...)

# AROMATICKÉ UHLOVODÍKY (ARENY)

**Podmínky aromaticity:** Planární (rovinná) cyklická molekula. Konjugovaný  $\pi$ -elektronový systém. Počet  $\pi$ -elektronů:  $4n + 2$ . Základní stavební jednotkou je benzenové jádro. Šestičlenný kruh uhlíkových atomů ležící v jedné rovině.

**Vazby:** Nejsou ani jednoduché, ani dvojné, jsou někde mezi.  $\pi$ -elektrony jsou delokalizované, tj. rovnoměrně rozložené po celém řetězci nad a pod rovinou kruhu. Aromatické sloučeniny mají nižší energii, než by měli sloučeniny se stejnou strukturou bez konjugovaných násobných vazeb. Tento rozdíl energií se nazývá **delokalizační energie**. Čím větší je delokalizační energie, tím je sloučenina stabilnější.

**Jednoduché areny: Benzen, toluen, xylén**

**Vlastnosti:** kapaliny, typický zápach, nemísitelné s vodou, hoří čadivým plamenem za vzniku sazí, toxické látky

**Kondenzované areny: Naftalen, anthracen, fenantren**

**Vlastnosti:** pevné látky, typický zápach, nerozpustné ve vodě, hoří čadivým plamenem za vzniku sazí, toxické látky

**Bifenyly:** 2 a více nekondenzovaných jader spojených vazbou mezi kruhy

**Výskyt:** Černouhelný dehet, ropa. **Příprava:** Při karbonizaci uhlí, frakční destilace ropy

## REAKTIVITA AROMATICKÝCH SLOUČENIN:

### Substituce elektrofilní

Typická reakce aromatických sloučenin. Elektrofilní činidlo napadá  $\pi$ -elektronový systém za vzniku  $\pi$ -komplexu. Elektrofilní činidlo se naváže na jeden z uhlíků za vzniku  $\sigma$ -komplexu, aromaticita arenu je narušena. Vodík navázaný na uhlíku napadeném elektrofilem odstupuje, napadá  $\pi$ -elektronový systém a vzniká  $\pi^2$ -komplex. Kation vodíku se odštěpí a aromatický systém je obnoven.

Příklady:

**Nitrace benzenu**

**Bromace benzenu**

**Oxidace:**

Na postranním řetězci (toluen → kyselina benzoová)

Na aromatickém jádře (benzen → anhydrid kyseliny maleinové)

**Adice:**

Přestože obsahují dvojné vazby, nepodléhají snadno adičním reakcím, důvodem je delokalizace  $\pi$ -elektronů. Adice probíhá pouze za přítomnosti katalyzátoru. Adice vodíku na benzen za katalýzy platinou či Raney-Niclem, vzniká cyklohexan.

Adice chloru na benzen za iniciace UV zářením, vzniká 1,2,3,4,5,6-hexachlorcyklohexan.

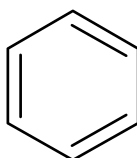
Pro **několikanásobnou substituční reakci** rozlišujeme substituenty I. a II. třídy dle prvního z navázaných substituentů, který významně ovlivní další substituce na daném arenu:

**Substituenty I. třídy:** skupina  $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{R}$ ,  $-\text{X}$

Usnadňují další elektrofilní substituce. Řídí vstup dalších substituentů do poloh ortho (2,6) a para (4).

**Substituenty II. třídy:** skupina  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NO}_2$

Snižují reaktivitu Ar sloučeniny. Řídí vstup dalších substituentů do poloh meta (3,5)

**BENZEN**

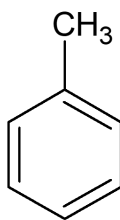
**Vlastnosti:** bezbarvá, hořlavá, zdraví nebezpečná kapalina s charakteristickým zápachem. Při dlouhodobém vdechování poškozuje tukovou tkáň, kostní dřeň, může způsobovat chudokrevnost, leukemii. Je karcinogenní. Výskyt v cigaretovém kouři.

**Příprava, výroba:** karbonizace uhlí, dehydrogenace cyklohexanu

**Použití:** rozpouštědlo, syntéza dalších aromatických sloučenin (styren, nitrobenzen...)



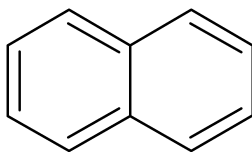
## TOLUEN (METHYLBENZEN)



**Vlastnosti:** bezbarvá, hořlavá, zdraví nebezpečná kapalina s charakteristickým zápachem, má narkotické účinky. Je zneužíván jako inhalační droga, příznaky intoxikace se podobají opilosti, ale euforická fáze je kratší. Při inhalačním užívání snadné předávkování. Způsobuje poruchy vnitřních orgánů, především mozku, rozpouští nosní přepážku, pokud způsobí obrnu dýchacího centra nebo srdeční arytmií, vede ke smrti.

**Použití:** rozpouštědlo, syntéza dalších aromatických sloučenin (sacharin, TNT, kyselina benzoová...)

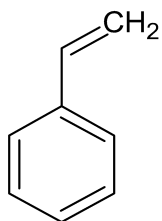
## NAFTALEN



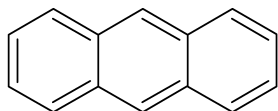
**Vlastnosti:** Bílá pevná krystalická látka, polycyklický Ar uhlovodík, charakteristický zápach, karcinogenní, toxický pro vodní organismy, snadno sublimuje.

**Příprava, výroba:** Z černouhelného dehtu

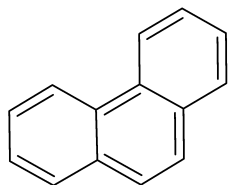
**Použití:** Tablety k hubení molů, syntéza dalších aromatických sloučenin



**Styren**



**Anthracen**



**Fenanthren**

## NÁZVOSOLOVÍ ORGANICKÝCH SLOUČENIN

Speciálně konstruovaný jazyk. Každé sloučenině přiřadí její název a naopak  
IUPAC – Union of Pure and Applied Chemistry.

### Názvy sloučenin:

Triviální: Podle původu apod. (kyselina octová – výskyt v octu)

Systematické: Zařazení látek do skupin dle jejich reaktivity

Semisystematické: Kombinuje oba způsoby

### ALKANY A CYKLOALKANY:

**Základní struktura:** Základní uhlovodík

**Kmen:** Část názvu, která charakterizuje základní sloučeninu

**Názvoslovná předpona:** Předřazuje se před kmen. Vyjadřuje obměnu základní struktury

**Názvoslovná přípona:** Připojuje se za kmen. Vyjadřuje typ vazby nebo charakteristických skupin

**Substituent:** Atom/skupina atomů, která nahradila atom vodíku v základní struktuře

**Číslovková předpona:** Před názvoslovnou předponou/příponou. Počet přítomných substituentů nebo násobných vazeb

**Lokant:** Číslo/písmeno. Označuje polohu substituentu či násobné vazby.  
Oddělení: od slov spojovníkem, mezi sebou čárkou

**Nadřazenost:** Priorita podle předepsané hierarchie

**Charakteristická funkční skupina:** Obsahuje 1 či více heteroatomů

**Hlavní funkční skupina:** Vybírá se dle posloupnosti priorit z charakteristických funkčních skupin

**Nerozvětvený řetězec:** Viz tabulka alkany – homologická řada

**Cykloalkany:** předpona cyklo + kmen

**Rozvětvený řetězec:** Určíme hlavní řetězec = ten nejdelší

Očíslovujeme hlavní řetězec: Atomy C, na nichž došlo k větvení, budou mít nejnížší čísla (lokanty). Ostatní jsou **boční řetězce** = postranní – tedy uhlovodíkové zbytky, tzv. alkyly. Název alkylu dle počtu C, místo koncovky –an bude koncovka –yl. Názvy uhlovodíkových zbytků řadíme jako předpony v

abecedním pořadí (anglická abeceda!). Každý alkyl má svůj **lokant**. Poslední předpona je připojena k názvu hlavního řetězce. Více alkylů stejného typu: Předradíme latinskou číslovku coby předponu předpony (di, tri, tetra, penta...). Každý z alkylů má svůj **lokant**

#### ALKENY A CYKLOALKENY, ALKYNY A CYKLOALKYNY:

Obsahují jednu či více násobných vazeb.

Uhlovodík obsahuje alespoň jednu dvojnou vazbu = přípona **-en**

Uhlovodík obsahuje alespoň jednu trojnou vazbu = přípona **-yn**

Počet násobných vazeb: předpona di-, tri-, tetra-...

Umístění násobných vazeb: lokant, vkládáme mezi kmen a příponu, oddělujeme spojovníkem

Číslování hlavního řetězce: Prioritu má dvojná vazba (před dalšími alkyly, před trojnou vazbou). Trojná vazba má prioritu před alkylem. Číslováme tak, aby C na násobné vazbě měly co nejnížší čísla (lokanty).

#### AROMATICKÉ UHLOVODÍKY

Benzen

Naftalen

Anthracen

Fenanthren

Bifenyl

Toluen = methylbenzen

Xyleny

o-dimethylbenzen

m-dimethylbenzen

p-dimethylbenzen

Fenyl

Benzyl

Benzylden

benzyldyn