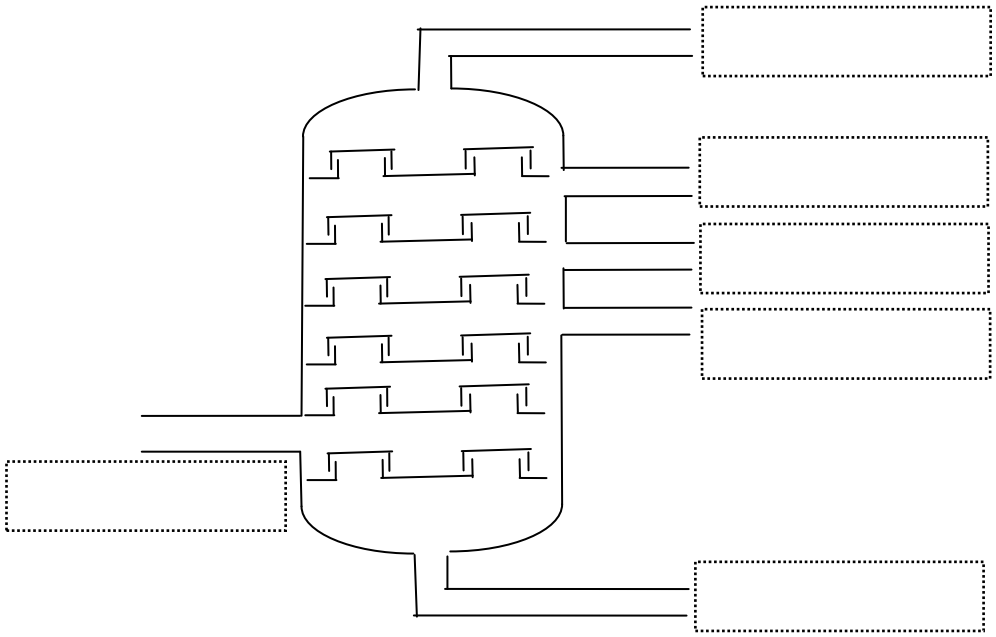
# ROPA A JEJÍ SLOŽENÍ

1. *Najděte v učebnici odpovědi na následující otázky:*
   a. *Jak vznikla ropa?*

   b. *Jaké je chemické složení ropy?*

   c. *Jakým způsobem mohou být odděleny jednotlivé složky ropy?*

   d. *Doplňte popisky do obrázku.*



   e. *Kde se používají jednotlivé frakce ropy?*

   f. *Jakým způsobem se získávají další frakce – mazací oleje a vosky?*

   g. *Proč se musí mazací oleje a vosky vyrábět tímto způsobem?*

   h. *Jak se nazývá a kde se používá materiál, který vznikne po oddělení mazacích olejů a vosků z mazutu?*

   i. *Porovnejte vlastnosti jednotlivých frakcí ropy.*

# ALKANY

= nasycené uhlovodíky, neboli uhlovodíky s pouze ..... vazbami.

Obecný vzorec: $\mathbf{C_nH}$.....

**Názvosloví alkanů:**

Nerozvětvené alkany (alkany s přímým řetězcem):

1. *Doplňte tabulku*

| | | | |
|---|---|---|---|
| $CH_4$ | | $C_6H_{14}$ | |
| | ethan | $C_7H$..... | |
| | propan | | oktan |
| | butan | | nonan |
| $C_5H_{12}$ | | | dekan |

Rozvětvené alkany:

Název nejdelšího nerozvětveného řetězce + názvy a pozice alkylových skupin.

ALKYLOVÁ SKUPINA = skupina, která vznikne z alkanu odtržením jednoho vodíkového atomu.

Sumární vzorec: $\mathbf{C_nH}$……, název je odvozen z pojmenování alkanu, přípona -……

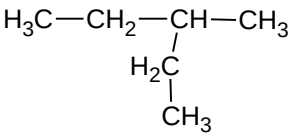
2. *Doplňte tabulku*

| | | | |
|---|---|---|---|
| $-C_3H_7$ | | | butyl |
| | ethyl | $-CH_3$ | |

Uhlíkové atomy v nejdelším řetězci očíslujeme tak, aby součet číselných koeficientů byl co nejmenší.

3. *Vyberte správné názvy následujících sloučenin a vysvětlete, proč jsou ostatní pojmenování nesprávná.*

*a.*

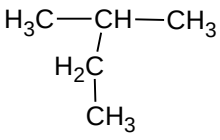


*2-ethylbutan*

*3-ethylbutan*

*3-methylpentan*

*b.*



*2-methylbutan*

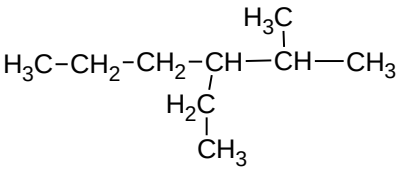
*3-methylbutan*

*2-ethylpropan*

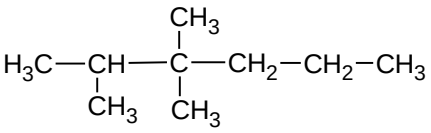
Různé uhlovodíkové zbytky řadíme v názvu v abecedním pořadí, číslovkové předpony (di, tri, ...) neovlivňují abecední pořadí.

4. *Pojmenujte následující alkany:*

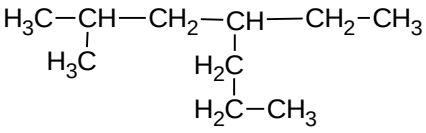
*a.*



*b.*



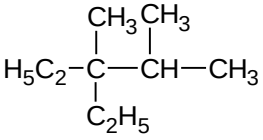
*c.*



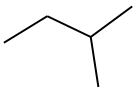
*d.*

$CH_3(CH_2)_5CH_3$

*e.*



*f.*



5. *Napište vzorce následujících alkanů*

a. *2,3-dimethylbutan*

b. *3-ethylpentan*

c. *ethan*

d. *4-ethyl-2,2,3-trimethylheptan*

e. *4-propyloktan*

f. *3,4-diethyl-2,3,5-trimethylhexan*

**Fyzikální vlastnosti**

Teplota varu, teplota tání, hustota a viskozita alkanů *roste/klesá* s rostoucím počtem atomů uhlíku v řetězci.

$CH_4$ – $C_4H_{10}$ jsou ....., $C_5H_{12}$ – $C_{16}H_{34}$ jsou ....., $C_{17}H_{36}$ a vyšší jsou .....

Rozvětvené alkany mají *vyšší/nižší* teplotu varu než nerozvětvené alkany se stejným počtem atomů uhlíku..

Alkany *jsou/nejsou* rozpustné ve vodě, protože mají *nepolární/polární* molekuly.

6. *Seřaďte následující alkany podle rostoucí teploty varu:*

*hexan* *2,2-dimethylpropan* *pentan*

**Chemické vlastnosti alkanů**

1. Hoření alkanů

Dokonalé spalování

1. *Doplňte a vyčíslete chemické rovnice:*

   a. $CH_4 + O_2 \rightarrow$

   b. $C_3H_8 + O_2 \rightarrow$

   c. $C_7H_{16} + O_2 \rightarrow$

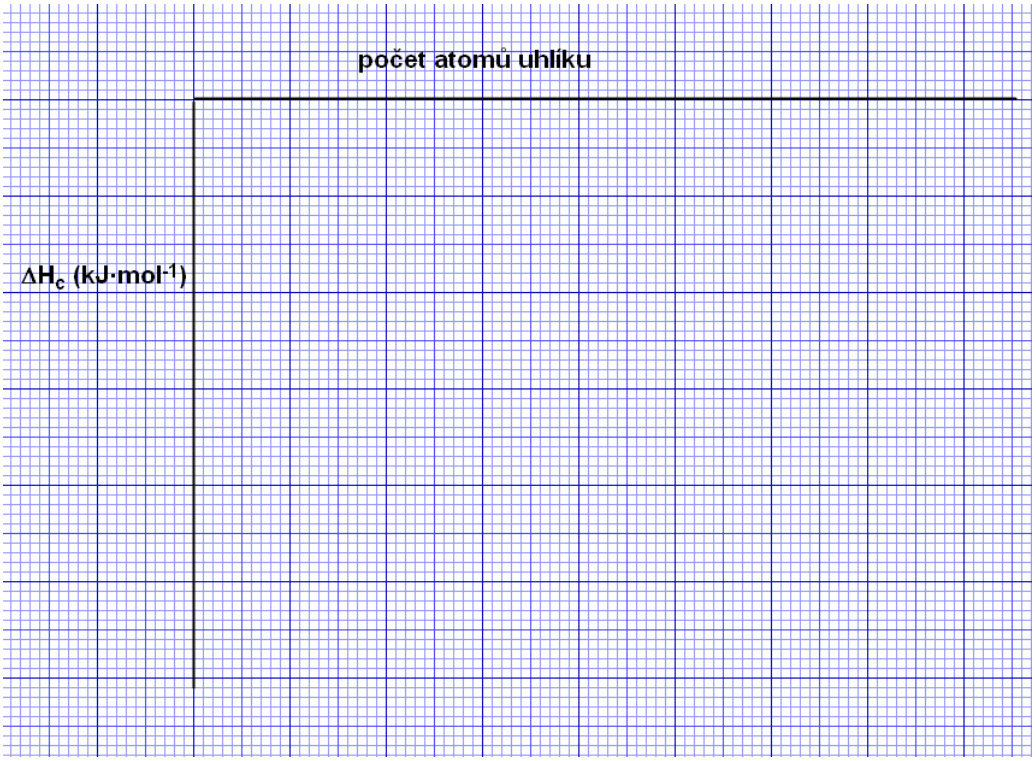
   d. $C_4H_{10} + O_2 \rightarrow$

   e. $C_2H_6 + O_2 \rightarrow$

   f. $C_8H_{18} + O_2 \rightarrow$

2. *Užitím údajů v tabulce zakreslete graf závislosti $\Delta H_c$ (spalného tepla) na počtu atomů uhlíku pro methan až hexan.*

| Alkan | $\Delta H_c$ (kJ·mol$^{-1}$) | Alkan | $\Delta H_c$ (kJ·mol$^{-1}$) | Alkan | $\Delta H_c$ (kJ·mol$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Methan | −890 | propan | −2220 | pentan | −3509 |
| Ethan | −1560 | butan | −2877 | hexan | −4195 |




   a. *Jaký rozdíl je ve struktuře mezi dvěma sousedními alkany?*

   b. *Jaký rozdíl je mezi hodnotami spalných tepel dvou sousedních alkanů?*

   c. *Pokus se předpovědět standardní spalné teplo oktanu.*

   d. *Jaké teplo se uvolní při spálení 1 dm$^3$ oktanu ($\rho$ = 0,692 g·cm$^{-3}$)?*

**Spalování benzinu v motoru automobilu**

Opakování z fyziky (čtyřtaktní motor):

- Sání: Směs ..... par a ..... je nasávána do .....
- .....
- Expanze: směs paliva a vzduchu je ..... pomocí ..... Ve válci se zvýší …….. a ……. vzniklých plynů, ty expandují a tlačí na ……., jehož pohyb je převeden na pohyb ……
- .....

Účinnost = kolem 35%, přibližně 35% energie uvolněné při spalování je přeměněno na ..... energii a zbytek (65%) je přeměněno na .....

**Oktanové číslo:**

Jestliže benzín obsahuje velké množství nerozvětvených alkanů, může se vznítit příliš brzy (před zapálením jiskrou) a tato situace potom způsobuje ..... motoru a snižuje jeho účinnost. Rozvětvené alkany se spalují efektivněji.

Heptan – zapaluje se předčasně → oktanové číslo .....

2,2,4-trimethylpentan – nejlepší vlastnosti → oktanové číslo .....

Oktanové číslo 95: Benzin se chová jako směs 95% ..... a ..... % .....

Nedokonalé spalování – při nedostatečném přístupu kyslíku → vznikají CO, C (saze)

2. Krakování alkanů

Při vysoké ..... nebo za přítomnosti..... jsou velké molekuly alkanů štěpeny na menší molekuly, např. $C_{12}H_{26} \rightarrow C_{10}H_{22}$ + .....

- Výroba ..... z .....
- Výroba .....

3. Halogenace = reakce s .....

$CH_4(g) + Br_2(g) \rightarrow CH_3Br(g) + HBr(g)$ probíhá pouze za přítomnosti.....

3. *O jaký typ reakce se jedná?*
4. *Je v této reakci pravděpodobnější heterolytické nebo homolytické štěpení vazeb?*

   $\Delta H_D(Br{-}Br) = 193\ kJ{\cdot}mol^{-1}$

   $\Delta H_D(CH_3{-}H) = 435\ kJ{\cdot}mol^{-1}$

5. *Která z těchto dvou vazeb se rozštěpí jako první?*

Reakční mechanismus: *elektrofilní/nukleofilní/radikálová* substituce $S_{....}$

- Iniciace: Br−Br → ..... + ..... vznikají velmi reaktivní ..... . Vazba je štěpena *homolyticky/heterolyticky*. Energie potřebná na rozštěpení vazby je dodána pomocí .....
- Propagace: Velmi reaktivní ..... napadají molekuly.....
  - $Br\cdot + CH_4 \rightarrow$
  -
- Terminace: Vzájemné spojování dvou radikálů a ukončení reakce:

4. Reformování: nerozvětvené alkany jsou přeměňovány za přítomnosti katalyzátoru ($Al_2O_3$) na:
   a. rozvětvené alkany → zvyšuje se..... číslo
   b. cykloalkany
5. Eliminace: $CH_3{-}CH_3 \xrightarrow{Pt} H_2 +$ .....

**Důležité alkany:**

Methan

bezbarvý, *toxický/netoxický* ....., způsobuje ..... efekt, hlavní složka ..... plynu, používá se jako ..... a na výrobu ..... : $CH_4 + H_2O \rightarrow CO +$ .....

Se vzduchem tvoří ……..…… směs.

6. *Nakreslete rámečkový diagram molekuly methanu. Které orbitaly se podílejí na vazbách?*

7. *Jaký tvar má molekula methanu?*

Ethan

8. *Jaké jsou fyzikální vlastnosti ethanu?*

Ethan se používá na výrobu .....

9. *Určete typ hybridizace v molekule ethanu?*

V molekule ethanu může docházet k ……. kolem jednoduché vazby a tím ke vzniku různých prostorových uspořádání molekul. Dvě z nich jsou známy jako:

zákrytová konformace nezákrytová konformace

Propan, butan

Provází methan v ……..….. plynu. Zkapalněné se používají jako náplň propan – butanových tlakových lahví, používaná jako .....

**Cykloalkany**

= nasycené uhlovodíky s cyklickým řetězcem, sumární vzorec $C_nH_{.....}$

*10. Užitím molekulových modelů zkus předpovědět nejstabilnější uhlíkatý cyklus.*

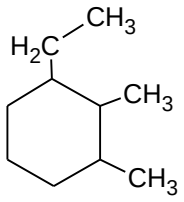
Cyklohexan $C_{...}H_{....}$ je *plyn/kapalina/pevná látka* používaná jako *polární/nepolární* rozpouštědlo. Jeho molekuly existují ve dvou konformacích:

židličková vaničková

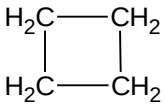
*11. Napište vzorce a názvy:*

*a. methylcyklopentan* *b. 1-ethyl-2-methylcykloheptan* c. *cyklooktan*

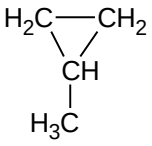
*d.*



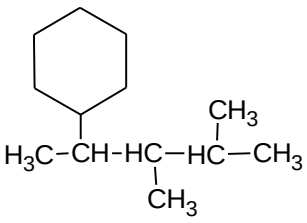
*e.*

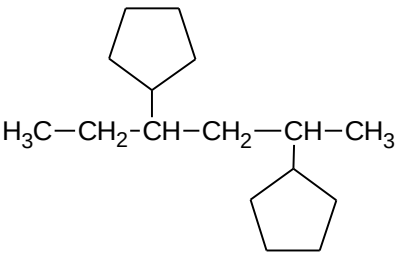


*f.*



Složitější vedlejší řetězce nebo více cykloalkylových skupin připojených k hlavnímu řetězci → látka je považována za alkan substituovaný cykloalkyly.





## NENASYCENÉ UHLOVODÍKY

= uhlovodíky s nižším než maximálním počtem vodíkových atomů, např. uhlovodíky s ..... nebo ..... vazbami

### ALKENY

= uhlovodíky s jednou ..... vazbou v otevřeném uhlíkovém řetězci. Souhrnný vzorec: $C_nH_{.....}$

**Charakter dvojné vazby**

Alkeny jsou *méně/více* reaktivní než alkany.

$E(C-C) = 346\ kJ \cdot mol^{-1}$, $E(C=C) = 598\ kJ \cdot mol^{-1}$, dvojná vazba *je/není* dvojnásobně silná než vazba jednoduchá, např. obě vazby ve dvojné vazbě *jsou/nejsou* stejné.

1. *Porovnejte délky C−C a C=C vazeb*

Dvojná vazba se skládá z:

σ-vazby: nejvyšší elektronová hustota ..... atomovými jádry.

π-vazby: nejvyšší elektronová hustota ..... a..... rovinou spojující jádra.

Orbitaly účastnící se π-vazby nejsou hybridní.

2. *Jaký typ hybridizace je v molekule ethenu a jaký je tvar této molekuly?*

Důsledky:

- π-vazba je slabší → může být snadněji přerušena → vyšší reaktivita alkenů
- není možná rotace kolem dvojné vazby → geometrická (cis, trans) isomerie

**Názvosloví alkenů:**

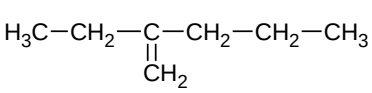
Alkeny s přímými řetězci: přípona **–en** s číslem uhlíku, z něhož dvojná vazba vychází.

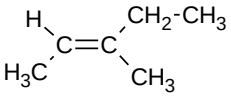
3. *Najděte všechny možné strukturní vzorce k následujícím vzorcům molekulovým a potom sloučeniny pojmenujte:*
   a. $C_2H_4$
   b. $C_3H_6$
   c. $C_4H_8$
   d. $C_5H_{10}$

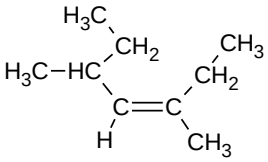
4. *Napište vzorce k následujícím názvům:*
   a. hept-1-en
   b. *cis* hex-2-en
   c. *trans* hex-3-en
   d. *trans* oct-2-en

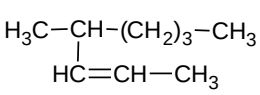
Rozvětvené alkeny: hlavní řetězec není nejdelší, ale ten s největším počtem dvojných vazeb, atomy uhlíku jsou očíslovány tak, aby dvojné vazby měly co nejmenší čísla.
http://www-personal.une.edu.au/~sglover/Alkenes_tutorial/sld001.htm

5. *Pojmenujte následující alkeny:*

a. 

b. 

c. 

d. 

6. *Napište vzorce k následujícím názvům:*
   a. 4-methylpent-2-en
   b. 3-ethyl-2-methylpent-2-en
   c. *trans* 2,2,4-trimethylhex-3-en

**Chemické vlastnosti alkenů**

1. Adiční reakce
   a. Reakce s halogeny (halogenace)
      $C_2H_4(g) + Br_2(aq)$ (or $Br_2(l)$) →
      mechanismus:

      Reakce s bromovou vodou ($Br_2(aq)$) se používá pro důkaz ..... .....

   b. Reakce s halogenvodíky (.....)
      $CH_2=CH_2 + HX$ →
      mechanismus:

      $CH_3-CH=CH_2 + HCl$ →..... nebo .....

      $H^+ + CH_3-CH=CH_2$ → nebo

Alkylová skupina má tendenci darovat elektrony každému atomu uhlíku, k němuž je připojena.

**Markovnikovo pravidlo: Při nesymetrických adicích se kladnější část činidla aduje na ten uhlíkový atom s větším počtem vodíků.**

7. *Napište výsledné produkty reakce:*

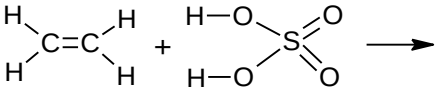
   a. $CH_2=CHCH_2CH_3 + Cl_2 \rightarrow$

   b. $CH_2=CHCH_2CH_3 + HBr \rightarrow$

   c. $CH_3CH=CHCH_3 + HI \rightarrow$

   d. $(CH_3)_2C=CHCH_3 + HCl \rightarrow$

c. Reakce s kyselinou sírovou



$\xrightarrow{H_2O,\ heat}$

d. Reakce s vodíkem (.....)

$CH_2=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni}$

Využití: výroba .....

2. Oxidace

   a. s $KMnO_4$ v kyselém prostředí: $CH_2=CH_2 \xrightarrow{KMnO_4/H^+}$

   b. s kyslíkem: $CH_2=CH_2 + ½\ O_2 \rightarrow$ $\xrightarrow{H_2O}$

3. Polymerace

   n $CH_2=CH_2 \rightarrow$

   n $CH_3-CH=CH_2 \rightarrow$

**Příprava alkenů:**

8. *Navrhněte přípravu ethenu s využitím následujících metod:*

1. Dehydrogenace alkanů

2. Dehydratace alkoholů

3. Dehydrochlorace chloroalkanů

4. Debromace bromoalkanů

**Alkadieny (dieny)**

= uhlovodíky se dvěma dvojnými vazbami v otevřeném řetězci.

C=C=C ..... dvojné vazby

C=C−C=C ..... dvojné vazby

C=C−$C_n$−C= (n≥1) ..... dvojné vazby

Nejdůležitější: buta-1,3-dien se užívá pro výrobu syntetických .....

9. *Napiteš vzorce nebo názvy k následujícím dienům a rozděl je na kumulované, konjugované a izolované.*

   a. *2-methylbuta-1,3-dien*

   b. *penta-1,2-dien*

   c. *$CH=CH-C(CH_3)_2-CH=CH_2$*

   d. *$CH_3-(CH_2)_4-CH=C=CH_2$*

10. *Najděte v tomto textu o alkenech použití těch nejdůležitějších.*

**ALKYNY**

= uhlovodíky s jednou ..... vazbou v otevřeném řetězci, obecný vzorec: $C_nH_{.....}$

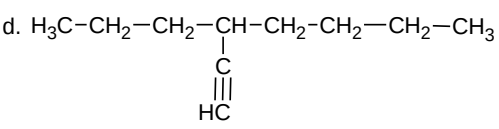
Trojná vazba se skládá z jedné vazby ..... a dvou vazeb ..... .

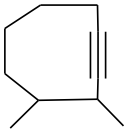
1. *Nakreslete rámečkový diagram molekuly ethynu. Jaký typ hybridizace se v ní uplatňuje a jaký je její tvar?*

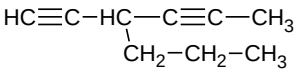
**Názvosloví:** přípona **-yn**, stejná pravidla jako u alkenů.

2. *Napište strukturní vzorce všech alkynů s molekulovým vzorcem $C_6H_{10}$ a pojmenujte je. (7)*

3. *Napište názvy nebo vzorce:*
   *a. okt-2-yn* *b. 3-ethyl-4-methylpent-1-yn* *c. cyklohexyn*

d. 

e. 

f. 

**Výroba ethynu (acetylenu)**

- Hydrolýza $CaC_2$: $CaC_2 + H_2O \rightarrow$ nákladná
- Krakováním ropy

**Chemické vlastnosti ethynu:**

1. Adiční reakce

Hydrogenace: $HC{\equiv}CH + H_2 \xrightarrow{Ni}$ ..... + $H_2 \xrightarrow{Ni}$ .....

Halogenace: $HC{\equiv}CH + X_2 \rightarrow$ ..... + $X_2 \rightarrow$ .....

Hydrohalogenace: $HC{\equiv}CH + HX \rightarrow$ ..... + $HX \rightarrow$ .....

Hydratace: $HC{\equiv}CH + H_2O \rightarrow$

Adice HCN: $HC{\equiv}CH + HCN \rightarrow$

4. *Dokončete rovnice:*
   a. $CH_3CH_2C{\equiv}CCH_3 + Cl_2$ (nadbytek) →
   b. $(CH_3)_2CHC{\equiv}CH$ + HBr (nadbytek) →
   c. $HC{\equiv}CCH_3 + H_2$ (nadbytek) $\xrightarrow{Ni}$
   d. $CH_3CH_2C{\equiv}CH$ + HCl (poměr látkových množství 1:1) →
   e. $CH_3C{\equiv}CH + H_2O$ →
   f. $HC{\equiv}CCH_2CH_3$ + HCN →

5. *Napište rovnice polymerací*
   a. *chloroethenu (vinylchloridu)*
   b. *akrylonitrilu*

2. Oxidace
   - Hoření:
     - Dokonalé spalování – ethyn (acetylen) se ve směsi s čistým kyslíkem používá na ..... a ..... kovů
       (Přechovává se v ocelových lahvích s ..... pruhem)
     - Nedokonalé spalování: ethyn se vzduchem hoří ..... plamenem.
       Obecně: čím vyšší počet násobných vazeb, tím ..... čadivý plamen
   - + $KMnO_4/H^+$ → karboxylové kyseliny, roztok manganistanu se .....

3. Kyselé vlastnosti:
   C≡C skupina má vysokou elektronegativitu. Je-li na ni vázán atom vodíku, snadno..... elektron a vzniká ..... ion.
   Důkaz terminální (na začátku nebo na konci řetězce) trojné vazby:
   $R{-}C{\equiv}C{-}H + Ag^+/NH_3 \rightarrow H^+/NH_3$ + ..... sraženina, třaskavá

6. *Rozhodněte, která z následujících látek reaguje s amoniakálním roztokem stříbra, a napište vzorce produktů.*
   a. $CH_3CH_2C{\equiv}CCH_3$
   b. $(CH_3)_2CHC{\equiv}CH$
   c. $HC{\equiv}CCH_3$
   d. $CH_3CH_2CH{=}CH_2$

4. Polymerace
   n HC≡CH → polovodivý polymer

## ARENY

= aromatické uhlovodíky = uhlovodíky s minimálně jedním benzenovým kruhem.

Slovo aromatické bylo původně spojeno s vůní těchto uhlovodíků, dnes je aromatický charakter vázán ke struktuře.

Struktura benzenu byla objevena Friedrichem Augustem Kekulém von Stradonitz (německý chemik, 1829-1896). Ten předpokládal, že šest atomů uhlíku je vázáno do šestiúhelníku a pravidelně se mezi nimi střídají jednoduché a dvojné vazby. Na každém atomu uhlíku je vázán jeden atom vodíku. Tuto teorii podporuje fakt, že benzen hoří čadivým plamenem. Avšak objevily se i problémy s vysvětlením struktury podle Kekulého. Jeden problém je v tom, že by benzen díky svým násobným vazbám měl být velice reaktivním cykloalkenem a měl by tudíž podléhat adičním reakcím, které vedou ke zrušení $\pi$-vazeb. Benzen ovšem nereaguje s bromovou vodou. Druhým problémem je tvar molekuly benzenu. Podle Kekulého by tvar měl vypadat tak, že v šestiúhelníku se pravidelně střídají kratší dvojné a delší jednoduché vazby, skutečný tvar, ale ukazuje na stejnou délku vazeb. Moderní pohled do struktury benzenu je takový: šest uhlíkových atomů je umístěno v rozích pravidelného šestiúhelníku, každý uhlíkový atom má jeden orbital 2s a tři orbitaly 2p. Hybridizace atomů uhlíku je $sp^2$. Z každého uhlíku vychází tudíž tři vazby, dvě jdou na sousední atomy uhlíků a jedna na atom vodíku. Třetí 2p orbital je nehybridní a orientuje se kolmo na rovinu cyklu. Každý z šesti *p* orbitalů šesti atomů uhlíku se překrývá se sousedními orbitaly. Výsledkem je rozložení elektronové hustoty po celém aromatickém kruhu. Místa s nejvyšší elektronovou hustotou si můžeme představit jako dva prstence nad a pod benzenovým jádrem. Takový systém je velmi stabilní.

1. *Nakreslete:*
   a. *Kekulého strukturu benzenu*

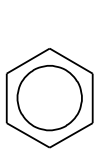
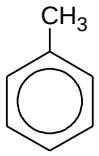
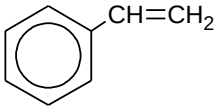
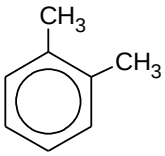
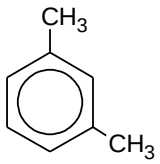
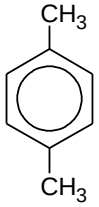
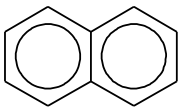
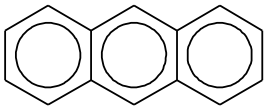
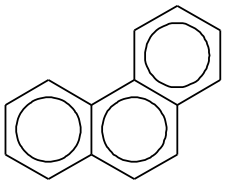
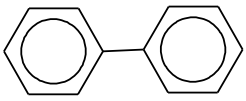
   b. *p-orbitaly tvořící $\pi$-komplex delokalizovaných elektronů*

   c. *zjednodušený model struktury benzenu pomocí popisu ve výše uvedeném textu*

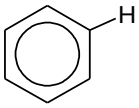
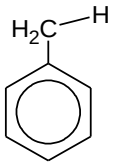
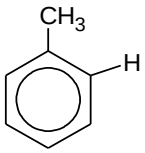
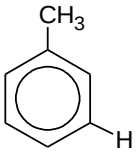
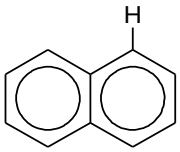
2. *Navrhněte jednoduchou zkumavkovou reakci, která umožní rozlišit benzen a cyklohexan.*

3. *Uveďte důvod, proč benzen hoří čadivým plamenem.*

**Názvosloví arenů:**

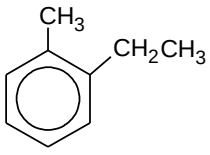
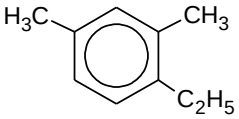
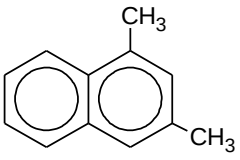
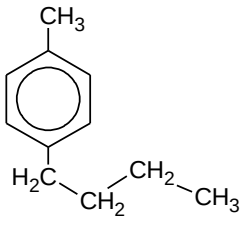
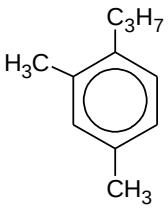
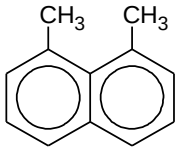
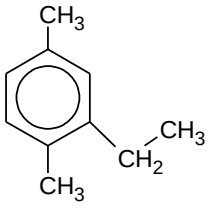
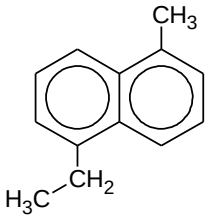











**Aryly** = skupiny odvozené od arenů odtrhnutím ..... atomu

*4. Napište vzorce: a. p-tolyl b. 2-naftyl*

*5. Pojmenujte následující sloučeniny:*

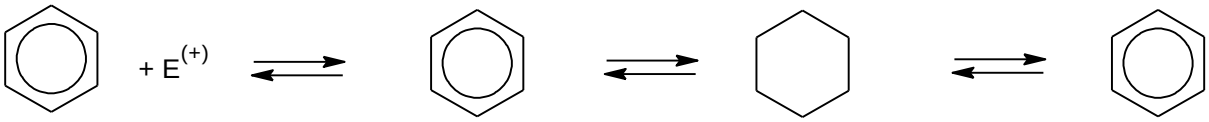









6. Napište strukturní vzorce:
   a. *1,4-diethylbenzen*
   b. *1-ethyl-2-methylbenzen*
   c. *1,7-dimethylnaftalen*
   d. *1-butyl-2-ethyl-3-vinylbenzen*

**Chemické vlastnosti benzenu**

Benzen nereaguje ani s bromovou vodou (nebo s bromem ve tmě) ani s okyseleným roztokem manganistanu. To znamená, že benzen nepodléhá ..... adicím a .....

1. ..... substituce S.....
   Mechanismus:



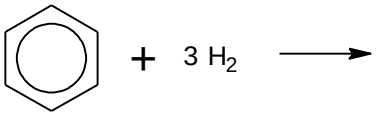

   a. Nitrace: nitrační směs = konc. $HNO_3$ + konc. $H_2SO_4$

   b. Halogenace

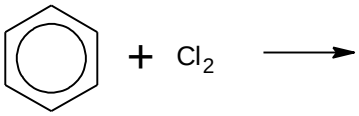
   c. Sulfonace

   d. Friedel-Craftsovy alkylace

2. ..... adice A.....
   a. Hydrogenace, v přítomnosti .....



   b. Halogenace,v přítomnosti .....



**Pozice substituce u benzenových derivátů**

Substituenty již vázané na benzenové jádro mají vliv na rychlost substituce a na postavení dalších substituentů.

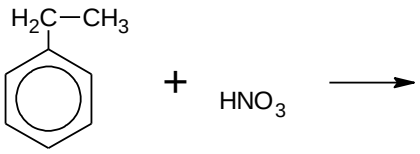
- Kruh aktivující substituenty (substituenty 1. třídy) = *urychlují/zpomalují* další substituci, *poskytují/odebírají* electrony, řídí vstup dalších substituentů do polohy …… a …… alkylové skupiny, $-NH_2$, $-OH$, $-OCH_3$

- Kruh deaktivující substituenty (substituenty 2. třídy) = *urychlují/zpomalují* další substituci, *poskytují/odebírají* elektrony, řídí vstup dalších substituentů do polohy…… $-NO_2$, $-COOH$, $-SO_3H$

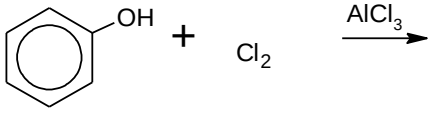
Výjimka: **halogeny** zpomalují další substituce, ale řídí vstup dalšího substituentu do polohy **.....** a **.....**

7. *Napiš pomocí vzorců hlavní produkty těchto reakcí:*

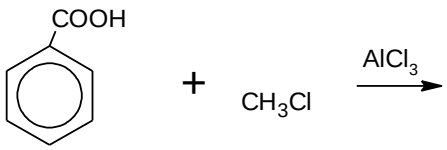
a.

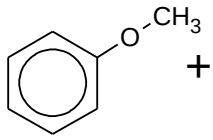


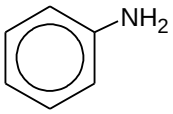
b.

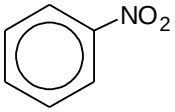


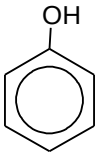
c.



d.  + $H_2SO_4$ →

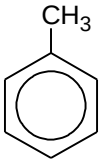
e.  + $C_2H_5Cl$ $\xrightarrow{AlCl_3}$

f.  + $Br_2$ $\xrightarrow{Fe}$

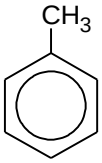
g.  + $HNO_3$ →

**Chemické vlastnosti methylbenzenu (.....)**

1. Reakce s $-CH_3$ skupinou:
   a. halogenace, mechanismus = ..... substituce

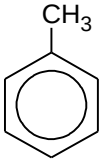
 + $Cl_2$ $\xrightarrow{.....}$

   b. oxidace

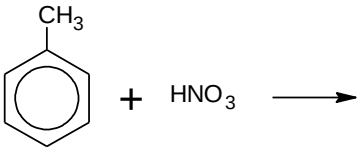
 $\xrightarrow{.....}$

2. Reakce na benzenovém kruhu:
   = ..... substituce

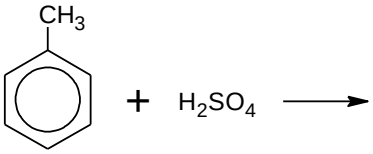
   a. halogenace

 + $Cl_2$ $\xrightarrow{AlCl_3}$

b. nitrace




c. sulfonace




8. *Uveďte reaktanty a podmínky přípravy:*

a. 2-methylfenylaminu z anilinu

b. kyseliny pikrové (2,4,6-trinitrofenolu) z fenolu

c. kyseliny *3*-nitrobenzensulfonové z nitrobenzenu

d. 1- chlor-4-ethylbenzenu z chlorbenzenu

e. 2-nitrotoluenu z benzenu (2 kroky)

f. 3-nitrotoluenu z benzenu (2 kroky)

g. kyseliny *3*-chlorbenzoové z benzenu (3 kroky)

h. kyseliny 2-chlorbenzoové z benzenu (3 kroky)

**Zdroje aromatických uhlovodíků**

9. *Pomocí knihy nastudujte dva hlavní způsoby výroby benzenu.*