

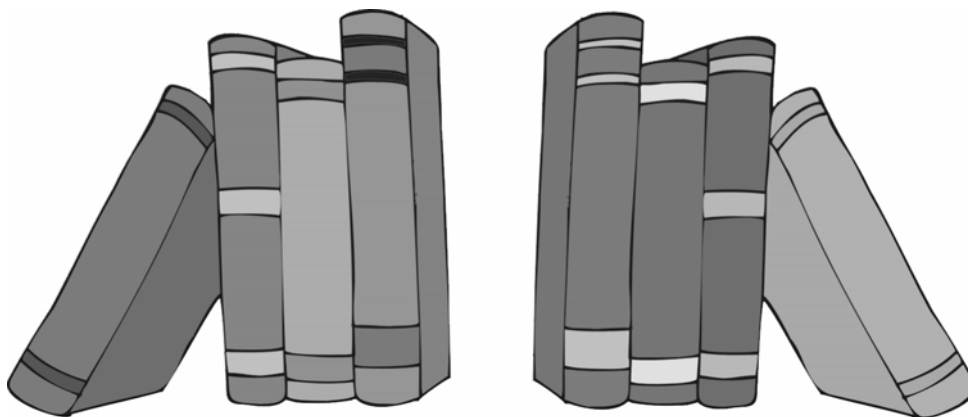


METODICKO-PEDAGOGICKÉ CENTRUM V PREŠOVE

**Peter Silný
Katarína Zverencová**

Organická chémia v otázkach a úlohách pre stredné školy

I.



- 2004 -

OBSAH

Predhovor	3
1 Úvod do organickej chémie	5
2 Uhľovodíky	11
2.1 Nasýtené uhľovodíky - alkány	11
2.2 Nenasýtené uhľovodíky - alkény a alkíny	16
2.3 Aromatické uhľovodíky - arény	21
3 Súhrnné úlohy ku kapitolám 1 a 2	27
4 Výsledky	33
Literatúra	43

PREDHOVOR

Publikácia obsahuje otázky a úlohy k tematickým celkom z problematiky *Uhl'ovodíky*. Zaradili sme do nej aj netradičné úlohy, riešenie ktorých si v porovnaní s úlohami uvedenými v učebniciach chémie pre stredné školy vyžaduje vo väčšej miere aplikáciu poznatkov zo všeobecnej chémie. Zaradili sme aj niekoľko kvantitatívnych (výpočtových) úloh, pretože práve tieto úlohy robia študentom veľké problémy.

Zbierka otázok a úloh je určená predovšetkým študentom gymnázií so štvorročným a osemročným štúdiom. Učitelia ju môžu využívať vo vyučovacom procese na hodinách základného typu, ale najmä na seminároch z chémie pri príprave na maturitné skúšky a prijímacie skúšky z chémie na vysoké školy (lekárska, farmaceutická, prírodovedecká fakulta atď.) Veríme, že bude prínosom aj pre študentov iných stredných škôl (napríklad pre strednú priemyselnú školu chemickú, strednú zdravotnícku školu). Niekoľko úloh je vhodných pre záujemcov o chémiu, napríklad študentov riešiacich chemickú olympiádu.

Niektoré úlohy majú problémový charakter. Ich zaraďovanie do vyučovania umožňuje vytvárať vhodné podmienky nielen pre rozvíjanie tvorivého myslenia študentov, ale aj na zisťovanie úrovne ich myslenia.

Ku všetkým otázkam a úlohám sú uvedené správne odpovede.

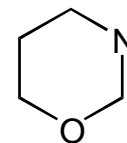
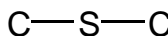
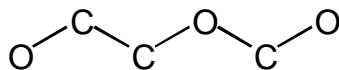
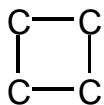
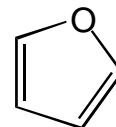
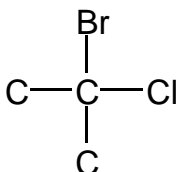
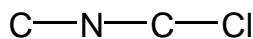
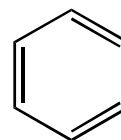
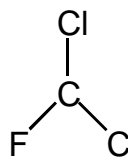
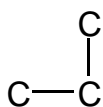
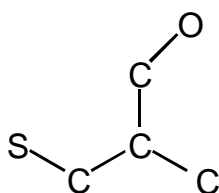
Autori

1 ÚVOD DO ORGANICKEJ CHÉMIE

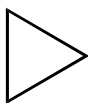
1. Prečiarknite vzorce zlúčenín, ktoré nie sú organické:

H_2S , H_2CO_3 , CH_4 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, NaOH , CS_2 , NH_3 , CH_3NH_2 , CO_2 , CH_3CH_3 ,
 NaHCO_3 , CH_3Cl , KCl , HCOOH , HCOH , $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$, C_6H_6 , SF_6 ,
 CH_3SH .

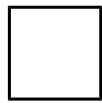
2. Doplňte symboly a počet atómov vodíka tak, aby bola dodržaná správna väzbovosť atómov:



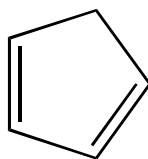
3. Vzorce zapíšete nezjednodušenými racionálnymi vzorcami:



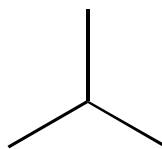
a)



b)



c)



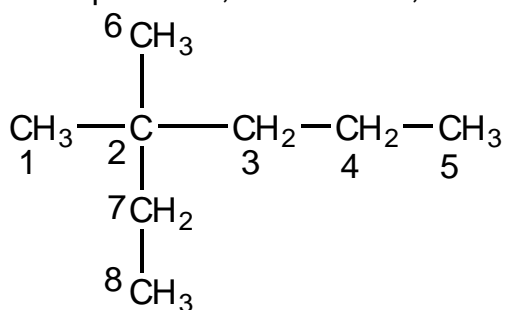
d)

4. Určte všetky správne tvrdenia:

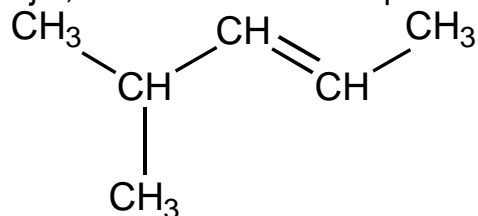
Atóm uhlíka, ktorý v molekule zlúčeniny viaže

- jeden atóm uhlíka, sa nazýva primárny,
- tri atómy vodíka, sa nazýva terciárny,
- dva atómy uhlíka, sa nazýva sekundárny,
- štyri atómy vodíka, sa nazýva kvartérny,
- tri atómy uhlíka, sa nazýva terciárny.

5. Určte primárne, sekundárne, terciárne a kvartérne atómy uhlíka v molekule:



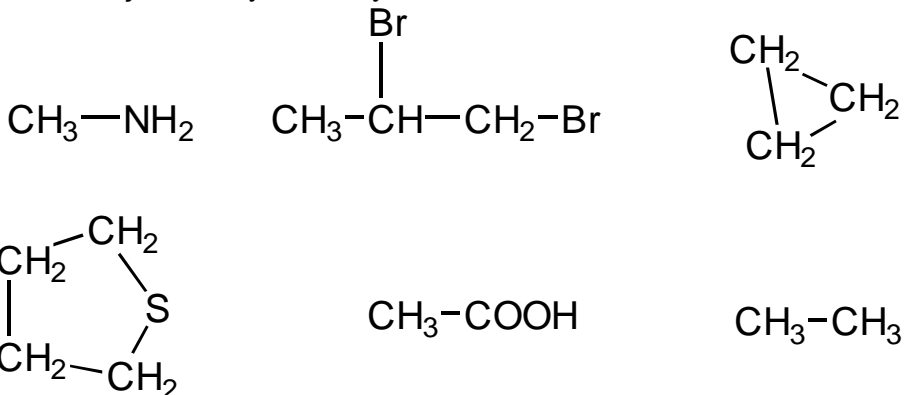
6. Zakrúžkujte, či sú dané tvrdenia správne alebo nie:



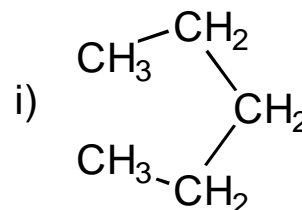
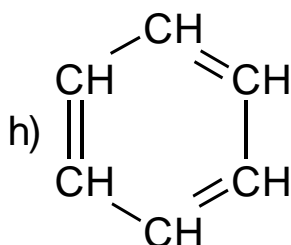
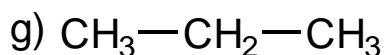
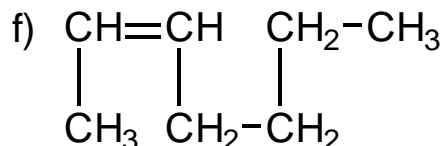
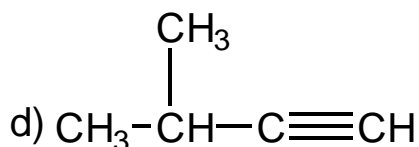
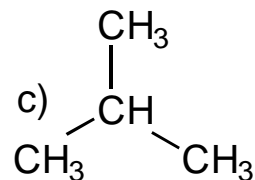
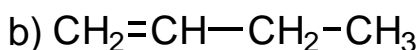
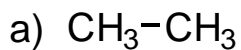
Uhl'ovodík je:

- | | | |
|----------------|---------|-----------|
| a) nasýtený, | správne | nesprávne |
| b) cyklický, | správne | nesprávne |
| c) aromatický, | správne | nesprávne |
| d) rozvetvený. | správne | nesprávne |

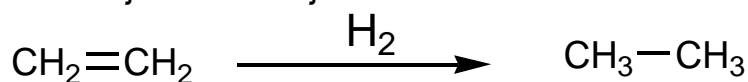
7. Zakrúžkujte všetky deriváty uhl'ovodíkov:



8. Rozdeľte zlúčeniny na alkány, alkény, alkíny a arény:

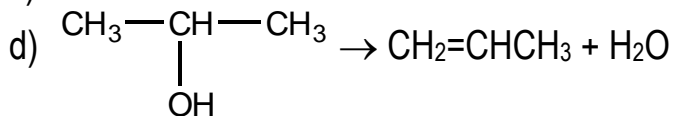
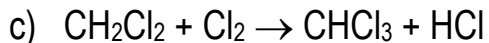
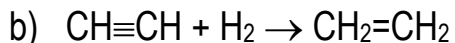
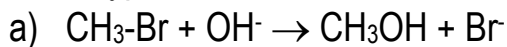


9. Nasledujúca reakcia je:



- adícia,
- prešmyk,
- redukcia,
- oxidácia,
- eliminácia,
- substitúcia.

10. Určte typ reakcií:



11. Vyberte správnu odpoveď:

Uhlíkovodíky, v ktorých sú atómy uhlíka viazané iba väzbami σ , môžu byť:

- a) nasýtené,
- b) alkány,
- c) veľmi reaktívne,
- d) arény,
- e) cykloalkány,
- f) aromatické,
- g) nenasýtené,
- h) málo reaktívne.

12. Atómy uhlíka sa môžu medzi sebou v molekulách uhlíkovodíkov spájať väzbou:

- a) vodíkovou,
- b) jednoduchou kovalentnou,
- c) iónovou,
- d) dvojitou kovalentnou,
- e) trojitou kovalentnou.

13. Väzba C - C je:

- a) kovalentná,
- b) iónová,
- c) polárna,
- d) nepolárna,

14. Pri elementárnej analýze zlúčeniny sa zistilo, že obsahuje 64,9 hmot. % C, 13,5 hmot. % H a 21,6 hmot. % O. Určte jej empirický vzorec.

15. Pre heterolytický zánik väzby platí:

- a) elektronegativita viazaných atómov je spravidla rôzna,
- b) rozdiel hodnôt elektronegativít viazaných atómov sa rovná nule,
- c) vyvoláva ho UV žiarenie,
- d) prebieha na σ -väzbách.

16. Radikály sú častice, ktoré:

- a) obsahujú nespárené elektróny,
- b) obsahujú len elektrónové páry,

- c) neobsahujú elektróny,
- d) sú vždy kladne nabité.

17. Napíšte, ktoré z častíc H^\bullet , OH^- , Br^+ , CH_3^\bullet , NO_2^+ , Cl^- , H_3O^+ patria medzi:

- a) elektrofilné,
- b) nukleofilné,
- c) radikálové.

18. Doplňte slová alebo slovné spojenia, aby boli tvrdenia pravdivé:

- a) Zánik väzby, pri ktorom si každý z pôvodne viazaných atómov nechá jeden zo spoločnej dvojice elektrónov, sa nazýva zánik.
- b) Reakcie, pri ktorých sa uvoľňuje energia, nazývame
- c) Častica, ktorá vznikne homolytickým štiepením väzby a obsahuje jeden nespárený elektrón, sa nazýva
- d) Pri polymerizácii vzniká z monoméru
- e) Nenasýtené uhľovodíky s jednou trojitou väzbou sa nazývajú
- f) majú vo svojich molekulách jednu dvojitú väzbu.
- g) Cyklické zlúčeniny, ktoré majú v cykle jeden alebo niekoľko iných atómov rôznych od uhlíka alebo vodíka, nazývame

19. Vyberte správne tvrdenia:

- a) Trojitá väzba je dlhšia ako dvojitá.
- b) Dvojitá väzba je kratšia ako jednoduchá väzba.
- c) Trojitú väzbu tvorí spolu šesť elektrónov.
- d) Väzba π sa štiepi ľahšie ako väzba σ .

20. Vyberte správne tvrdenia:

- a) Väčšina organických zlúčenín je pri vyšších teplotách málo stála (rozkladajú sa).
- b) V organických zlúčeninách prevládajú iónové väzby.
- c) Väzba σ má maximum elektónovej hustoty na spojnici jadier viazaných atómov.
- d) Atóm uhlíka býva v organických zlúčeninách maximálne štvorväzbový.

21. Vyberte správne tvrdenia:
- Nukleofilné činidlo má kladný náboj.
 - Elektrofilné činidlo má záporný náboj.
 - Adícia je opak eliminácie.
 - Dehydratácia je typická eliminačná reakcia.
22. V porovnaní s jedným molom plynného kyslíka bude mať jeden mol metánu za normálnych podmienok:
- rovnakú hmotnosť v gramoch,
 - rovnaký počet molekúl,
 - rovnakú hustotu,
 - rovnaký objem.
23. Styren je organická molekula, ktorá je stavebnou jednotkou mnohých polymérov. Sumárny vzorec styrenu je C_8H_8 .
- Aká je relatívna molekulová hmotnosť styrenu?
 - Aký je empirický vzorec styrenu?
 - Akú hmotnosť má 1000 molov styrenu?
 - Akú hmotnosť má 0,54 molu styrenu?
 - Koľko molov obsahuje 9,67 kg styrenu?
 - Aký je hmotnostný zlomok uhlíka v styrene?
24. Z molekúl $CH\equiv CH$, CH_3-CH_3 , $H_2C=CH_2$, CH_4 , $CH_3-CH=CH_2$, $CH_2=C=CH_2$, $CH_3-C\equiv CH$ vyberte tie, v ktorých sú atómy uhlíka v hybridizovanom stave:
- len sp^3 ,
 - sp^3 a sp^2 ,
 - len sp^2 ,
 - len sp ,
 - sp^2 a sp ,
 - sp^3 a sp .

2 UHL'OVODÍKY

2.1 Nasýtené uhľovodíky - alkány

1. Na základe homologického vzorca pre alkány určte sumárny vzorec s uvedeným celkovým počtom atómov uhlíka v molekule:
 - a) $n = 4$,
 - b) $n = 7$,
 - c) $n = 21$.
2. Určte, ktoré tvrdenia o nasýtených uhľovodíkoch sú správne:
 - a) ich molekuly sú tvorené iba atómami uhlíka a vodíka,
 - b) pomer počtu atómov vodíka a uhlíka v ich molekulách je vždy 2 : 1,
 - c) obsahujú len σ väzby,
 - d) väzby medzi atómami uhlíka sú veľmi polárne,
 - e) je pre ne charakteristický heterolytický zánik väzieb,
 - f) patria medzi najreaktívnejšie organické zlúčeniny.
3. Určte, ktoré tvrdenia o nasýtených uhľovodíkoch **nie sú správne**:
 - a) sú pre ne typické nukleofilné substitučné reakcie,
 - b) majú sp^3 hybridizované atómy uhlíka,
 - c) aktivačná energia všetkých reakcií je mimoriadne nízka,
 - d) reakciou s kyslíkom za prítomnosti kovových katalyzátorov môžu vzniknúť napríklad alkoholy, aldehydy, karboxylové kyseliny,
 - e) medzi tieto látky nepatria cykloalkány,
 - f) ich reakciu s kyslíkom za vzniku oxidu uhličitého a vody treba na začiatku aktivovať, preto majú produkty väčšiu energiu ako reaktanty.
4. Podčiarknite správne tvrdenia. Jeden mol metánu:
 - a) obsahuje $6,023 \cdot 10^{23}$ molekúl,
 - b) zaberá za normálnych podmienok objem $22,4 \text{ dm}^3$,
 - c) má hmotnosť rovnajúcu sa polovici hmotnosti jedného molu etánu,
 - d) obsahuje trikrát menej atómov vodíka ako jeden mol pentánu,
 - e) pri reakcii s kyslíkom uvoľní toľko tepla ako pri zreagovaní 1 mol propánu s kyslíkom.

5. Určte, ktoré tvrdenia o metáne a etáne **nie sú správne**:
- obe látky sú za bežných podmienok plyny,
 - etán má väčšiu molárnu hmotnosť,
 - 10 litrov metánu obsahuje za normálnych podmienok viac molekúl ako 10 litrov etán
 - reakciou 1 mol metánu a 1 mol etánu s kyslíkom sa uvoľní rovnaké množstvo energie,
 - v oboch zlúčeninách sa nachádzajú len π väzby.
6. Napíšte, ktoré tvrdenia o reakcii metánu s kyslíkom **nie sú správne**:
- $$\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
- na jej začatie treba dodať energiu,
 - prebieha veľmi pomaly,
 - jej rýchlosť nezávisí od koncentrácie kyslíka a metánu,
 - má radikálový charakter,
 - rovnováha je posunutá na stranu reaktantov,
 - využíva sa ako zdroj energie,
 - energia produktov je menšia ako energia reaktantov.
7. Prečo alkány nie sú rozpustné vo vode?
8. Patria pentán a 2-metylbután do toho istého homologického radu?
9. Koľko atómov uhlíka obsahuje alkán, ktorý má vo svojej molekule 56 atómov vodíka?
10. Aké väzby sa prevažne nachádzajú v molekulách alkánov?
- iónové,
 - vodíkové,
 - koordinačné kovalentné,
 - kovalentné nepolárne.
11. Vysvetlite, prečo môžu pri radikálovej chlorácii etánu vznikať aj iné produkty, ako sú chlórderiváty etánu. Uvedte príklady iných možných produktov.

12. Pri radikálovej chlorácii metylpropánu môžu vzniknúť dva rôzne monochlóorderiváty. Uvedte ktoré.

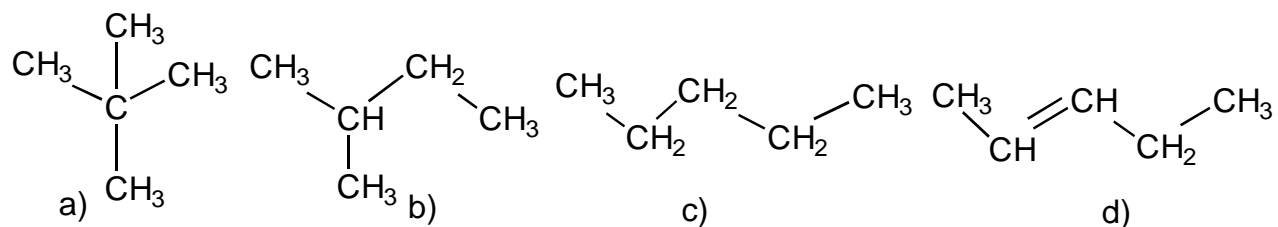
13. Ktorá z uvedených zlúčenín dáva pri radikálovej substitúcii chlómom do prvého stupňa len jeden možný produkt?

- a) n-pentán,
- b) 2-metylbután,
- c) 2,2-dimetylpropán.

14. Napíšte štruktúrne vzorce všetkých izomérnych uhľovodíkov so sumárnym vzorcom C_6H_{14} a pomenujte ich.

15. Napíšte, aké konformácie cyklohexánu a etánu poznáte.

16. Ktorá z nasledujúcich zlúčenín nie je izomérom pentánu?



17. Nakreslite racionálny vzorec izoméru oktánu, ktorý má v molekule jeden sekundárny, jeden terciárny a jeden kvartérny uhlík. Uvedenú zlúčeninu pomenujte.

18. Nakreslite racionálny vzorec izoméru hexánu, ktorý má v molekule kvartérny uhlík.

19. Zakrúžkujte správne tvrdenia. Reakcia metánu s chlómom:

- a) je radikálová reakcia,
- b) pozostáva z iniciácie, propagácie a terminácie,
- c) je substitučná heterolytická reakcia,
- d) je adičná nukleofilná reakcia,
- e) sa uskutočňuje pomocou UV žiarenia,
- f) sa uskutočňuje pri nízkej teplote.

20. Napíšte štruktúrny vzorec alkánu so sumárnym vzorcom C_6H_{14} , ak viete, že jeho chloráciou do 1. stupňa vznikajú dva izoméne monochlórankány.

21. Pre alkány a cykloalkány sú charakteristické reakcie:

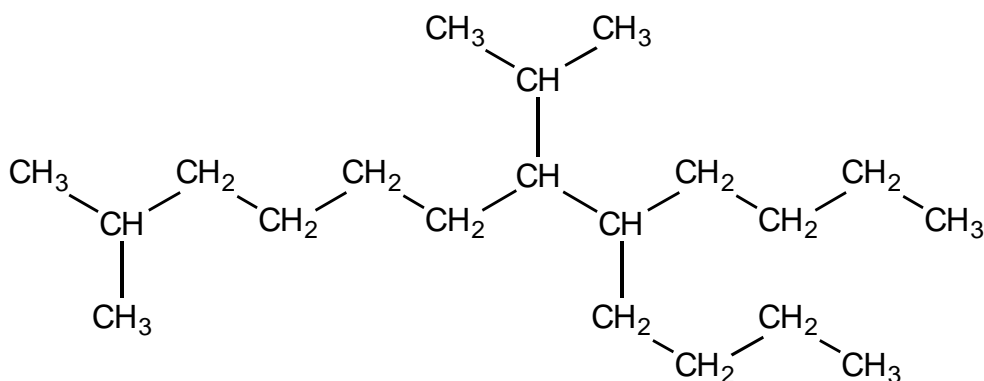
- adičné,
- substitučné radikálové,
- substitučné elektrofilné,
- substitučné nukleofilné,
- polymerizačné.

22. Na čo sa používa v domácnosti metán?

23. Ktorý z alkánov sa podieľa vo veľkej miere na vzniku skleníkového efektu?

24. Napíšte rovnicu úplnej oxidácie 3-metylpentánu. Doplňte aj stechiometrické koeficienty.

25. V uvedenej zlúčenine dopíšte názvy ku všetkým uhľovodíkovým väzbovým skupinám mimo hlavného reťazca:

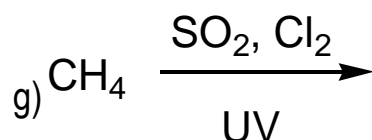
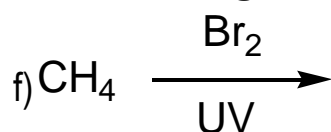
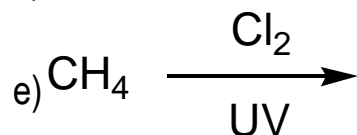
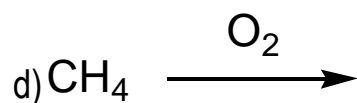
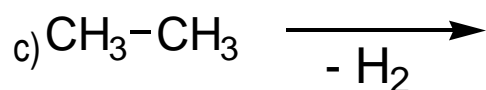
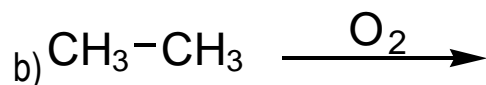
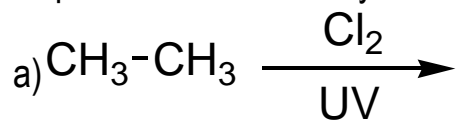


26. Doplňte slová alebo slovné spojenia, aby tvrdenia boli pravdivé:

- Rad, ktorého nasledujúci člen sa od predchádzajúceho člena líši prírastkom CH_2 , sa nazýva rad
- Alkány sú uhľovodíky.
- Cykloalkány sú uhľovodíky sreťazcom.
- So zvyšujúcou sa relatívnou molekulovou hmotnosťou jednotlivých členov homologického radu sa ich teplota topenia a varu

- e) Prvé štyri alkány majú za normálnych podmienok skupenstvo.
- f) Alkány majú hustotu ako voda.
- g) Alkány sú vo vode
- h) Väzby vo všetkých alkánoch sú
- i) Pri nedostatku kyslíka je produktom horenia alkánov jedovatý
- j) Hlavnou súčasťou zemného plynu je
- k) Dehydrogenáciou etánu vzniká
- l) Všeobecný názov radikálovej substitučnej reakcie, pri ktorej pôsobíme na alkán napríklad halogénom, sa nazýva
- m) Pre alkány je typickou reakciou
- n) Cyklohexán sa vyskytuje v konformáciách a, pričom z dôvodov priestorového usporiadania je stálejšia konformácia

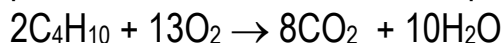
27. Doplňte reakčné schémy:



28. V alkánoch sú atómy uhlíka v hybridizovanom stave:

- a) sp,
- b) sp²,
- c) sp³,
- d) žiadne z tvrdení a) až c) nie je správne.

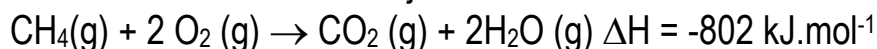
29. Aký objem oxidu uhličitého vznikne úplnou oxidáciou 20 ml butánu za normálnych podmienok? Reakciu možno zapísať rovnicou:



30. Určte, pri ktorej reakcii metánu s kyslíkom sa uvoľní viac tepla.

- a) $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - b) $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- Odpoveď zdôvodnite.

31. Na základe termochemickej rovnice



vypočítajte, koľko tepla sa uvoľní, ak zreaguje 0,25 mol metánu.

2.2 Nenasýtené uhľovodíky - alkény a alkíny

1. Zakrúžkujte správne tvrdenia o nenasýtených uhľovodíkoch:

- a) v ich molekulách sa nachádza len jedna dvojitá väzba,
- b) medzi atómami uhlíka sa nachádzajú aj väzby, ktoré sú kratšie, ako väzby v nasýtených uhľovodíkoch,
- c) nenasýtenú väzbu tvorí jedna σ väzba spolu s jednou alebo dvoma π väzbami,
- d) väzba π je stabilnejšia ako väzba σ ,
- e) sú menej reaktívne ako nasýtené uhľovodíky,
- f) typické sú pre ne adičné reakcie,
- g) v prírode sa bežne nevyskytujú.

2. Zakrúžkujte **nesprávne tvrdenia** o nenasýtených uhľovodíkoch.

- a) v ich molekulách sa nachádzajú len sp² a sp hybridizované atómy uhlíka,
- b) všetky väzby vychádzajúce z uhlíkových atómov viazaných dvojitou väzbou ležia v jednej rovine a zvierajú uhol 120°,

- c) násobné väzby medzi atómami uhlíka sú veľmi polárne, preto sa zvyčajne štiepia heterolyticky,
- d) ich typickou reakciou je nukleofilná substitúcia,
- e) existenciu nenasýtenej väzby možno dokázať pomocou brómu,
- f) v priebehu elektrofilných adícií sa môžu premeniť na nasýtené uhľovodíky,
- g) nereagujú s kyslíkom.

3. Doplňte slová alebo slovné spojenia, aby tvrdenia boli pravdivé:

- a) majú vo svojich molekulách dvojitú väzbu.
- b) Pri polymerizácii vzniká z monoméru
- c) Etén sa získava z
- d) Pre alkény je typickou reakciou
- e) Nenasýtené uhľovodíky s jednou trojitou väzbou sa nazývajú

4. Určte, pri ktorých reakciách sa uplatňuje Markovnikovovo pravidlo:

- a) adícia vodíka na etén,
- b) adícia chlorovodíka na acetylén,
- c) adícia bromovodíka na propén,
- d) chlorácia chlórmetánu.

5. Určte, ktoré tvrdenie o etíne je správne:

- a) hmotnosť 1 mol etínu je väčšia ako hmotnosť 1 mol metánu,
- b) za normálnych podmienok obsahuje 1 mol etínu viac molekúl, ako 1 mol eténu,
- c) za bežných podmienok je kvapalina,
- d) používa sa pri zvaraní,
- e) 1 mol molekúl etínu obsahuje dvojnásobný počet π väzieb ako 1 mol molekúl eténu.

6. Vyberte správne tvrdenia:

- a) alkény majú v molekule jednu dvojitú väzbu,
- b) alkény sa fyzikálnymi vlastnosťami podobajú alkánom,
- c) dvojitá väzba je tvorená štyrmi elektrónmi,
- d) pre alkény je typická elektrofilná adícia.

7. Vyberte správne tvrdenia:
- na dôkaz násobnej väzby možno použiť bróm,
 - alkény s halogénvodíkmi nereagujú,
 - hydrogenácia alkénov je redukcia,
 - oxidáciou alkénov vznikajú kyslíkaté deriváty uhľovodíkov.
8. Určte, ktorá z molekúl obsahuje kumulované dvojitě väzby:
- $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$,
 - $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$,
 - $$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 \end{array}$$
 - $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$.
9. Koľko atómov uhlíka je v molekule alkénu s 24 atómami vodíka?
10. Koľko atómov vodíka je v molekule alkadiénu s 36 atómami uhlíka?
11. σ -väzba medzi atómami uhlíka v molekule eténu je v porovnaní s π -väzbou v tej istej molekule:
- kratšia,
 - dlhšia,
 - rovnako dlhá,
 - menej stabilná,
 - stabilnejšia,
 - rovnako stabilná.
12. Ktorá z nasledujúcich reakcií neprebíha?
- alkén + OH^- ,
 - alkén + HBr ,
 - alkén + H_2SO_4 ,
 - alkén + Cl_2 ,
 - alkén + H_2 / katalyzátor.
13. Alkadiény sú uhľovodíky:
- ktoré majú všeobecný vzorec rovnaký ako alkíny,

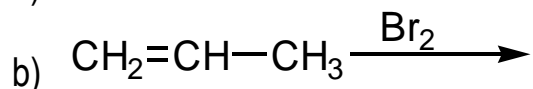
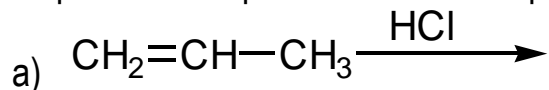
- b) medzi ktoré patrí 2-metylbuta-1,3-dién,
- c) ktoré majú všeobecný vzorec C_nH_{2n} ,
- d) medzi ktoré patrí izoprén,
- e) medzi ktoré patrí hexa-1,3-dién.

14. Keď sa hydrogenuje rastlinný olej, stane sa:

- a) tmavším,
- b) sladším,
- c) tuhým,
- d) zdravším.

15. Ktorý alkén sa používa na urýchlenie dozrievania banánov?

16. Napíšte vzorce produktov reakcií a pomenujte ich:



17. Predstavte si, že máte v dvoch uzatvorených skúmavkách etán a etén. Ako by ste mohli rozlíšiť, v ktorej skúmavke sa nachádza etán a v ktorej etén?

18. Napíšte racionálne vzorce všetkých lineárnych konjugovaných diénov so sumárnym vzorcom C_6H_{10} a pomenujte ich.

19. Ktoré zlúčeniny tvoria cis- a trans- izoméry?

- a) but-1-én,
- b) but-2-én,
- c) hex-2-én,
- d) hex-3-én,
- e) 2-metylbut-1-én,
- f) 1,2-dichlóretén.

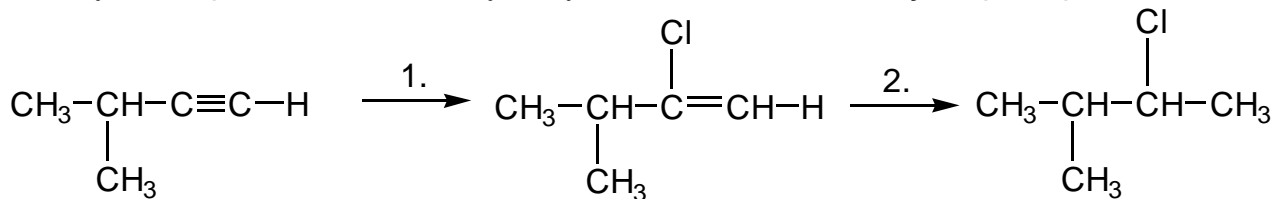
20. Napíšte reakčnú schému reakcie but-1-énu s HCl.

21. Napíšte reakčné schémy reakcií eténu:

- a) dehydrogenácia,
- b) hydrogenácia,
- c) dôkaz násobnej väzby brómom,

- d) adícia vody,
e) adícia chlorovodíka.
22. Napíšte systematický aj triviálny názov zlúčeniny $\text{CH}_2=\text{CCl}-\text{CH}=\text{CH}_2$ a napíšte, aký polymér sa z nej vyrába.
23. Vyberte správne tvrdenia:
a) adíciou na alkíny nemôžu vzniknúť nenasýtené zlúčeniny,
b) reakciu s roztokom manganistanu draselného možno použiť na dôkaz násobnej väzby,
c) vodík viazaný na uhlíku s trojitou väzbou má kyslý charakter,
d) benzín patrí medzi alkíny.
24. Vypočítajte, koľko gramov karbidu vápenatého je potrebných na vznik 0,5 mol acetylénu za normálnych podmienok.
25. Dvojitá väzba je v porovnaní s trojitou väzbou:
a) kratšia,
b) dlhšia,
c) rovnako dlhá
d) menej stabilná
e) stabilnejšia
f) rovnako stabilná.
26. Ktoré z nasledujúcich tvrdení o acetyléne **nie je pravdivé?**
a) jeho molekula obsahuje trojitú väzbu,
b) väzby C - H v jeho molekule sú síce polárne, ale celá molekula je nepolárna,
c) hustota acetylénu je menšia ako hustota vzduchu,
d) so vzduchom tvorí výbušnú zmes,
e) je veľmi dobre rozpustný vo vode.
27. Akým spôsobom možno z but-2-ínu pripraviť 2,2-dichlórbután?
28. Prečo pri etíne nehovoríme o zošíkmenej a zaclonenej konformácii?

29. Vyberte správne činidlá, ktorými by ste realizovali nasledujúcu postupnosť reakcií:



- a) 1. Cl₂ 2. HCl,
- b) 1. HCl 2. H₂,
- c) 1. HCl 2. HCl, H₂O₂,
- d) 1. HCl 2. HCl.

30. Východiskové látky sú etén a benzén. Zvoľte správne činidlá a napíšte sled rovníc chemických reakcií, ktorých výsledným produktom je styrén.

2.3 Aromatické uhľovodíky - arény

1. Určte, ktoré tvrdenia o aromatických uhľovodíkoch sú správne:
 - a) ich molekuly obsahujú delokalizované π elektróny,
 - b) väzby medzi atómami uhlíka v aromatickom jadre sú kratšie ako pri väzbe C-C a dlhšie ako pri väzbe C=C,
 - c) ich molekuly sú rovinné,
 - d) sú mimoriadne reaktívne,
 - e) vo vode sú veľmi dobre rozpustné,
 - f) všetky sú kvapalného skupenstva,
 - g) sú pre ne typické adičné reakcie,
 - h) pri ich horení vznikajú sadze.

2. Podčiarknite správne charakteristiky aromatických zlúčenín:

nestálosť, rovinná molekula, len nasýtené väzby, konjugované väzby, ľubovoľný počet π elektrónov, delokalizované elektróny, stabilita, rozpustnosť v organických rozpúšťadlách, rozpustnosť v polárnych rozpúšťadlách, cyklickosť, prítomnosť aspoň dvoch cyklov, necyklickosť.

3. Vyberte správne tvrdenia o benzéne:
 - a) má sumárny vzorec C₆H₆,
 - b) je to bezfarebná, charakteristicky zapáchajúca látka,
 - c) dĺžka väzby medzi uhlíkmi je v benzéne rovnaká ako v cykloalkánoch,

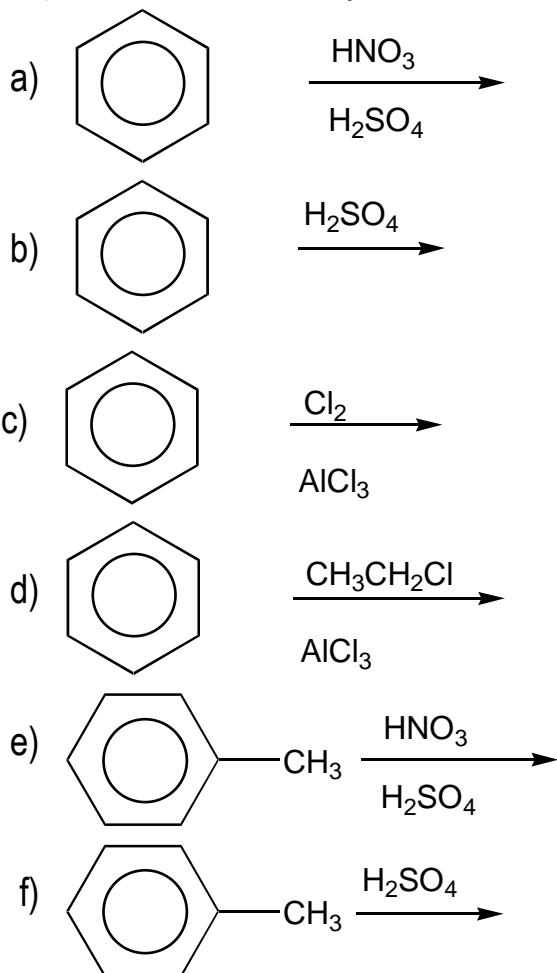
- d) dĺžka väzby medzi uhlíkmi je v benzéne rovnaká ako v cykloalkénoch,
- e) jeho kvalita sa hodnotí oktánovým číslom,
- f) všetky atómy molekuly benzénu ležia v jednej rovine.

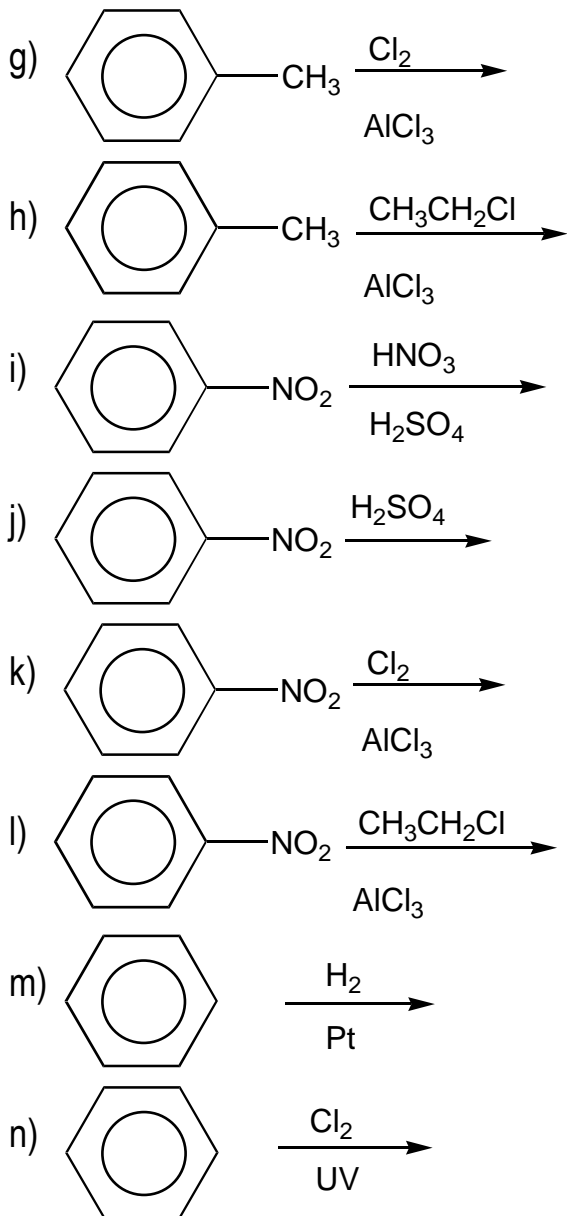
4. Uhl'ovodík s molárnou hmotnosťou $106 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ má aromatické jadro. Určte jeho sumárny vzorec a racionálne vzorce všetkých jeho izomérov.

5. Medzi aromatické zlúčeniny patrí:

- a) toluén,
- b) benzylchlorid,
- c) krezol,
- d) cyklohexa-1,3-dién

6. Doplňte reakčné schémy:





7. Medzi reakcie, ktoré nie sú typické pre arény, patrí:

- a) S_R , b) S_N , c) S_E , d) A_N .

8. Benzén je dobre rozpustný:

- a) v hexáne,
 b) vo vode,
 c) v roztoku KCl,
 d) v roztoku NaOH.

9. Ktorá látka má vyššiu teplotu varu, benzén alebo toluén? Odpoveď zdôvodnite.

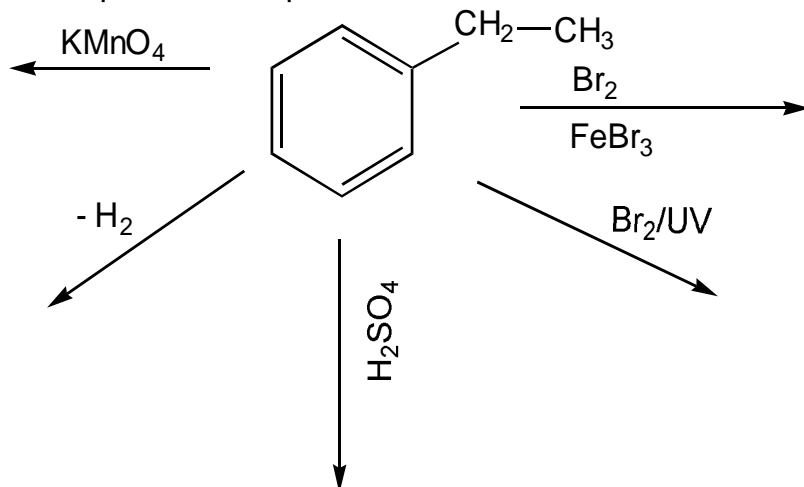
10. Rozdeľte substituenty na o-, p- a m-orientujúce:
Cl- , CH₃- , -SO₃H , -NO₂ , -OH , CH₃CH₂- , -COOH , Br- , -NH₂.

11. Doplňte homologický rad aromatických uhľovodíkov, ak prvý člen je benzén a štvrtý člen je propylbenzén. Nakreslite ich racionálne vzorce.

12. Zakružkujte správne odpovede: Arény ľahko poskytujú reakcie:

- a) adičné,
- b) substitučné,
- c) eliminačné,
- d) radikálové.

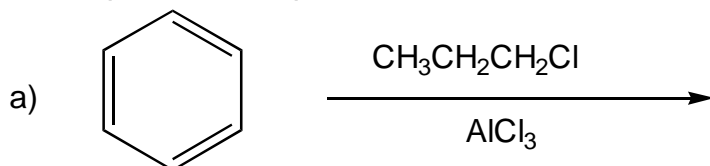
13. Doplňte vzorce produktov:

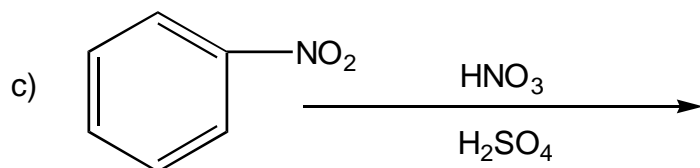
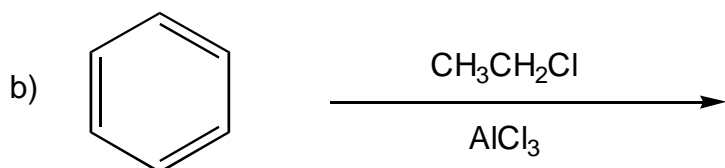


14. Určte, ktoré reakcie zaraďujeme medzi elektrofilné substitúcie:

- a) benzén + H_2SO_4 ,
- b) benzén + $\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$,
- c) benzén + H_2/Pt ,
- d) benzén + (O)/ V_2O_5 .

15. Doplňte vzorce produktov reakcií:

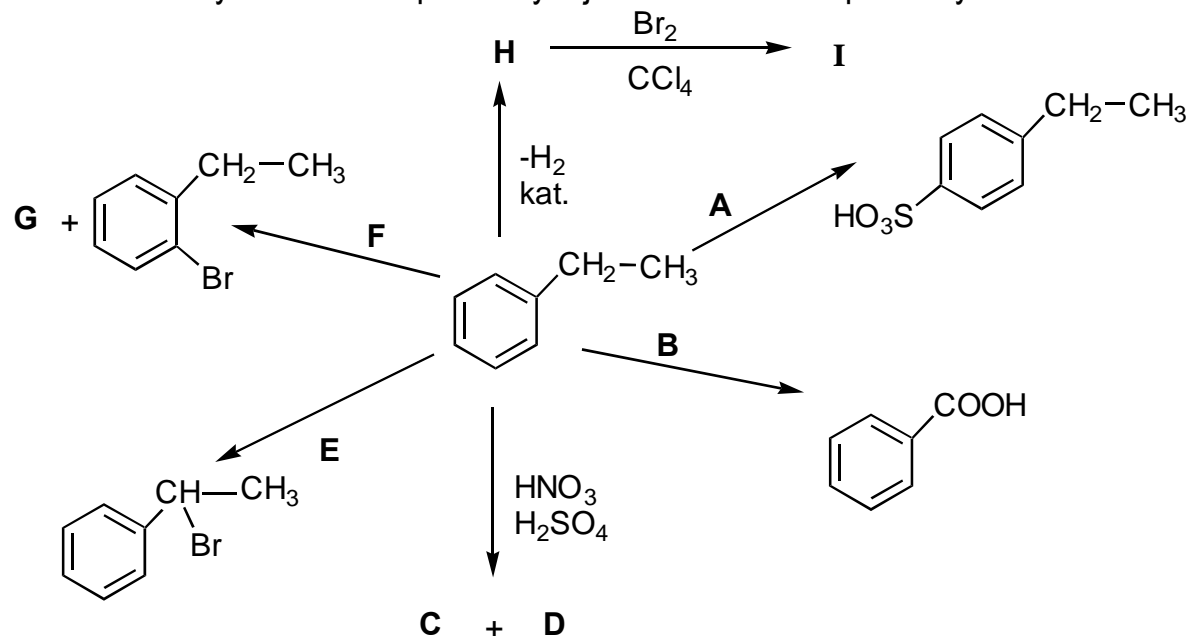




16. Napíšte reakčné schémy reakcií a vzorce činidiel :

- oxidácia propylbenzénu,
- nitrácia toluénu,
- dehydrogenácia benzénu,
- elektrofilná substitúcia brómu na etylbenzén,
- sulfonácia metylbenzénu.

17. Do reakčných schém doplňte chýbajúce činidlá alebo produkty:



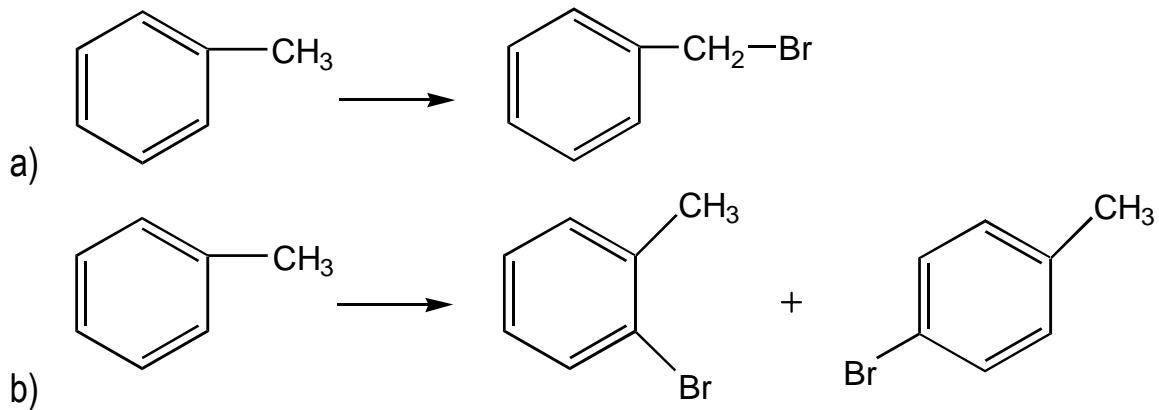
18. Utvorte správne dvojice:

- | | |
|--------------|---|
| 1. kumén, | a) výroba kyseliny benzoovej, |
| 2. p-xylén, | b) výroba kyseliny ftalovej, |
| 3. naftalén, | c) moderná výroba fenolu a acetónu, |
| 4. benzén, | d) výroba kyseliny tereftalovej, |
| 5. toluén, | e) príprava etylbenzénu, anilínu, fenolu, |
| 6. styrén, | f) na výrobu polystyrénu. |

19. Prečo pri horení benzénu vzniká čadivý plameň?

20. Prečo benzén nedáva také isté adičné reakcie ako napríklad cyklohexén?

21. Určte reakčné činidlá a podmienky, za ktorých budú prebiehať uvedené dve reakcie. Pomenujte produkty v oboch chemických reakciách.



22. Navrhните aspoň jeden spôsob prípravy kyseliny o-nitrobenzoovej z benzénu.

3 SÚHRNNÉ ÚLOHY KU KAPITOLÁM 1 A 2

1. Určte správne tvrdenia:

Uhl'ovodíky, v ktorých sa nachádzajú medzi atómami uhlíka len σ väzby, sú:

- a) arény,
- b) nenasýtené uhl'ovodíky,
- c) alkény,
- d) málo reaktívne,
- e) nasýtené uhl'ovodíky.

2. Doplňte slová alebo slovné spojenia, aby boli tvrdenia pravdivé:

- a) je tmavá olejovitá kvapalina, ktorá vznikla rozkladom rastlinných a živočíšnych zvyškov bez prístupu vzduchu pri vysokých tlakoch.
- b) Najcennejšia frakcia ropy, ktorá vrie do 200 °C, sa nazýva
- c) Proces, ktorým sa spracováva ropa, sa nazýva
- d) Premena nerozvetvených alkánov na rozvetvené, prípadne necyklických na cyklické, sa nazýva
- e) Mierou kvality benzínu je
- f) je proces, pri ktorom sa štiepia väzby medzi uhlíkovými atómami.

3. Určte správne tvrdenia o benzéne a eténe:

- a) za bežných podmienok sú obe látky plyny,
- b) dĺžka väzieb medzi atómami uhlíka je v oboch látkach rovnaká,
- c) patria medzi najreaktívnejšie uhl'ovodíky,
- d) typické sú pre ne adičné reakcie,
- e) reakciou s vodíkom môžu vznikáť látky, v ktorých sa nachádzajú σ väzby.

4. Určte správne tvrdenia.

Mechanizmom elektrofilnej adície budú prebiehať reakcie:

- a) metánu s brómom,
- b) benzénu s chlóróm,
- c) propénu s chlorovodíkom,
- d) acetylénu s brómom,
- e) cyklobutánu s chlóróm.

5. Elektrofilná substitúcia je charakteristická pre:

- a) metán,

- b) etén,
- c) benzén,
- d) toluén,
- e) cyklopentán.

6. Určte správne tvrdenia.

Radikálová substitúcia je typická reakcia pre:

- a) etín,
- b) naftalén,
- c) propán,
- d) cyklohexén,
- e) etán.

7. Určte správne tvrdenia.

Medzi radikálové substitúcie patria reakcie:

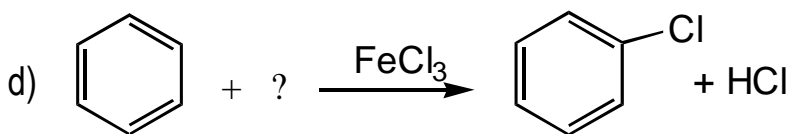
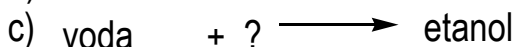
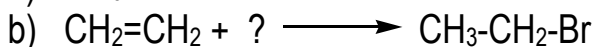
- a) nitrácia benzénu,
- b) bromácia etánu,
- c) chlorácia eténu,
- d) hydratácia etínu,
- e) sulfochlorácia metánu.

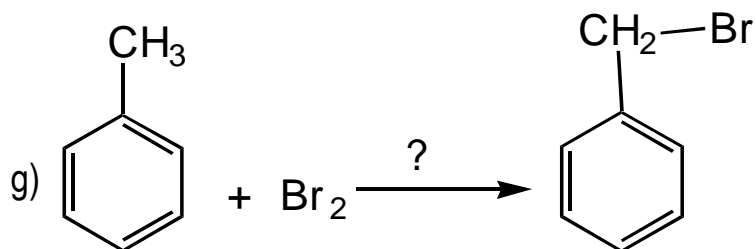
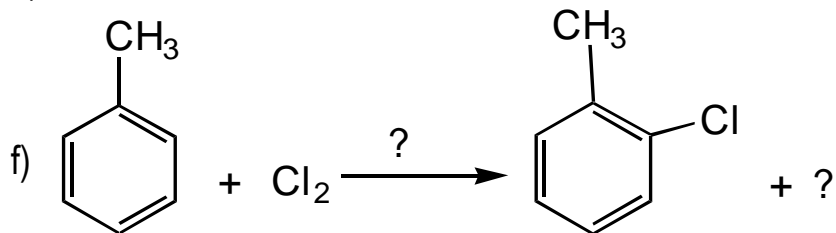
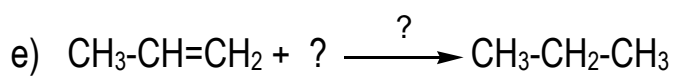
8. Určte správne tvrdenia.

Medzi elektrofilné substitúcie patria reakcie:

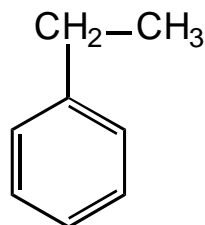
- a) propánu s brómom,
- b) dehydrogenácia etánu,
- c) naftalénu s chlóróm,
- d) eténu s bromovodíkom,
- e) metánu s kyslíkom.

9. Doplňte chýbajúci reaktant (vzorec alebo názov), katalyzátor, prípadne iné podmienky:





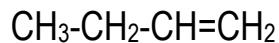
10. Látku



zaradujeme medzi zlúčeniny:

- a) alifatické nenasýtené,
- b) heterocyklické,
- c) alicyklické,
- d) aromatické,
- e) alifatické.

11. Vzorec



predstavuje uhľovodík:

- a) aromatický,
- b) nasýtený,
- c) acyklický rozvetvený nenasýtený,
- d) acyklický nerozvetvený nenasýtený,
- e) alicyklický nasýtený.

12. Vyberte správne tvrdenia:

- a) koks sa vyrába z ropy,
- b) drevo je recentná surovina,

- c) recentné suroviny vznikajú v súčasnosti,
- d) ropa neobsahuje alkény.

13. Vyberte správne tvrdenia:

- a) petrolej sa používa ako rozpúšťadlo nečistôt,
- b) krakovaním sa štiepia reťazce uhľovodíkov,
- c) reformovaním sa štiepia reťazce uhľovodíkov,
- d) motorová nafta je frakciou ropy.

14. Spojte skupinu uhľovodíkov s ich charakteristickým typom reakcií:

- | | |
|------------|------------------------------|
| 1. alkány, | a) elektrofilná substitúcia, |
| 2. alkény, | b) radikálová substitúcia, |
| 3. alkíny, | c) nukleofilná substitúcia, |
| 4. arény, | d) elektrofilná adícia, |
| | e) nukleofilná adícia, |
| | f) oxidácia, |
| | g) redukcia. |

15. Napíšte, ako sa prepravuje ropa, zemný plyn a uhlie.

16. Prečo je výhodnejšie používať ako palivo zemný plyn než uhlie?

17. Ktoré látky vznikajú karbonizáciou uhlia?

18. Prečo sa v súčasnosti kladie čoraz väčší dôraz na používanie bezolovnatého benzínu?

19. Prečo v blízkosti benzínových čerpadiel platí prísny zákaz fajčenia a manipulácie s ohňom?

20. Prečo je životu nebezpečné nechať bežať motor automobilu v uzavretej garáži?

21. Čo znamená, že sa uhlie odsíruje, a prečo sa to robí?

22. Pospájajte, čo sa z čoho vyrába:

- | | |
|----------------|-----------------------|
| a) ropa, | 1. benzín, |
| b) zemný plyn, | 2. nafta, |
| c) uhlie, | 3. karbonizačný plyn, |

4. čiernouhoľný decht,
5. syntézny plyn,
6. petrolej,
7. sviatplyn,
8. sadze,
9. HCN.

23. Krakovanie je:

- a) druh oxidácie,
- b) druh redukcie,
- c) skracovanie reťazcov uhľovodíkov,
- d) sprevádzané štiepením väzieb medzi uhlíkmi,
- e) sprevádzané štiepením väzieb medzi kyslíkom a uhlíkom.

24. Čím a prečo sa odorizuje zemný plyn?

25. Hustota plynného uhľovodíka je $1,78 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$ za normálnych podmienok. Za studena reaguje jeden mól uhľovodíka s dvoma mólmí brómu. Ktorý je to uhľovodík?

26. Zmes etánu a eténu s pôvodným objemom 150 cm^3 má po prebublání cez vodný roztok brómu objem 60 cm^3 . Vyjadrite percentuálne zloženie pôvodnej zmesi plynov v objemových percentách. (Objemy sú merané pri rovnakej teplote a tlaku.)

27. Pri spálení 80 cm^3 istého uhľovodíka sa spotrebovalo 360 cm^3 kyslíka. Po skvapalnení vzniknutej vodnej pary zostalo 240 cm^3 plynu, ktorý počas prepúšťania cez vodný roztok hydroxidu draselného zostal úplne pohltený. Určte molekulový vzorec neznámeho uhľovodíka. (Objemy plynov boli merané pri rovnakej teplote a tlaku.)

28. Neznámy uhľovodík má molárnu hmotnosť $56 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Ak ho pridáme k brómovej vode, okamžite sa odfarbí a netvorí sa bromovodík. Na 1 mól neznámej látky sa spotrebuje 1 mól brómu. Napíšte racionálne vzorce všetkých látok, ktoré spĺňajú dané podmienky.

29. Uhľovodík so sumárnym vzorcom C_6H_x reaguje s brómom. Pritom na 1 mól uhľovodíka sa spotrebujú 3 móly brómu a vytvorí sa 2 móly bromovodíka. Určte sumárny vzorec neznámeho uhľovodíka.

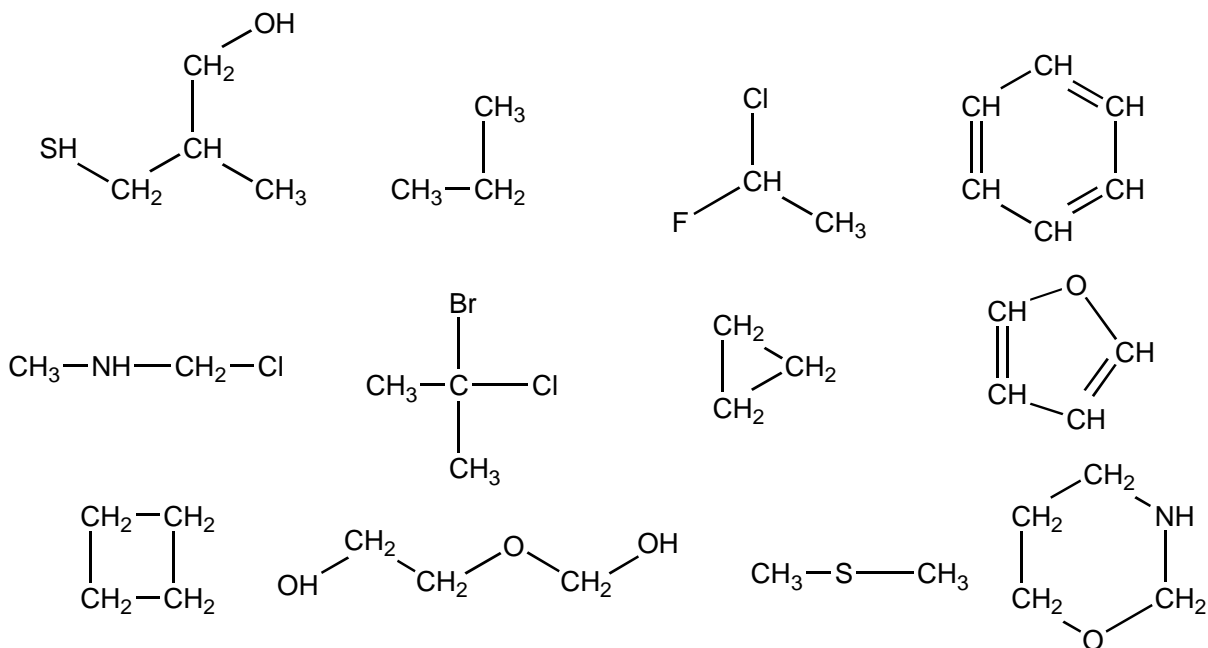
30. Uhl'ovodík obsahuje 88 % uhlíka a 12 % vodíka a má molárnu hmotnosť 82 g.mol⁻¹. Brómová voda sa pri reakcii s ním odfarbí. Na niklovom katalyzátore reaguje 1,5 g tejto látky so 410 ml vodíka. Určte, o ktorý uhl'ovodík ide a napíšte jeho racionálny vzorec.

4 VÝSLEDKY

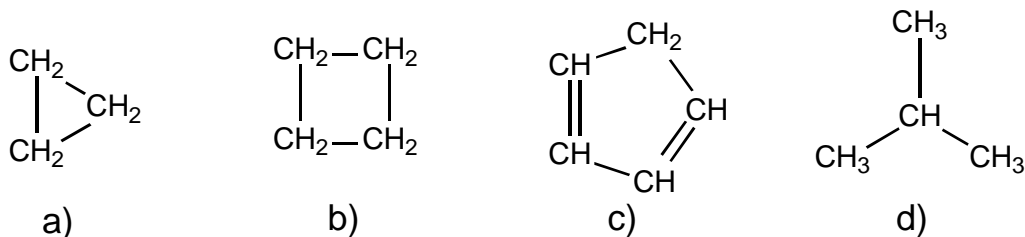
1 Úvod do organickej chémie

1. H_2S , H_2CO_3 , NaOH , CS_2 , NH_3 , CO_2 , NaHCO_3 , KCl , SF_6 ,

2.

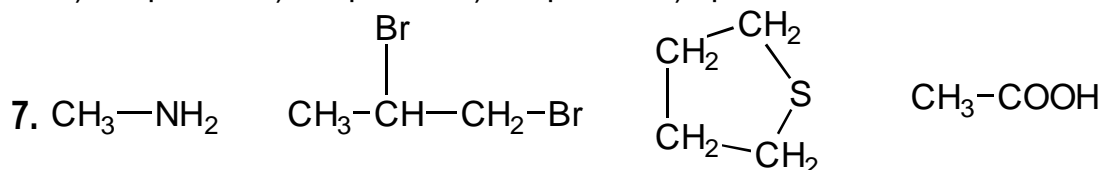


3.



4. a), c), e). 5. primárne: 1, 5, 6, 8, sekundárne: 3, 4, 7, terciárne: nie sú, kvartérne: 2.

6. a) nesprávne b) nesprávne c) nesprávne d) správne.



8. alkány a), c), g), i), alkény b), f), alkíny d), e), arény h). 9. a) adícia, c) redukcia.

10. a) substitúcia, b) adícia, c) substitúcia, d) eliminácia. 11. a), b), e), h). 12. b), d), e)

13. a), d). 14. $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 15. a), d). 16. a). 17. a) elektrofilné : Br^+ , NO_2^+ , H_3O^+ ,

b) nukleofilné: OH^- , Cl^- , c) radikálové: H^\bullet , CH_3^\bullet . 18. a) homolytický, b) exotermické,

c) radikál, d) polymér, e) alkíny, f) alkény, g) heterocyklické 19. b), c), d). 20. a), c), d)

21. c), d). 22. b), d). 23. a) 104, b) CH, c) 104000 gramov, d) 56,16 gramov, e) 93 mol, f) 92,3%. 24. a) len sp^3 : CH_3-CH_3 , CH_4 , b) sp^3 a sp^2 : $CH_3-CH=CH_2$, c) len sp^2 : $H_2C=CH_2$, d) len sp : $CH\equiv CH$, e) sp^2 a sp : $H_2C=C=CH_2$, f) sp^3 a sp : $CH_3-C\equiv CH$.

2 Uhľovodíky

2.1 Nasýtené uhľovodíky – alkány

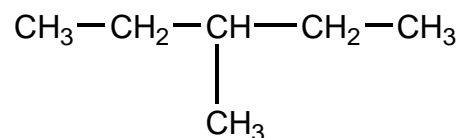
1. a) C_4H_{10} , b) C_7H_{16} , c) $C_{21}H_{44}$. 2. a), c). 3. a), c), e), f). 4. a), b), d). 5. c), d), e). 6. b), c), e). 7. Pretože ich molekuly sú nepolárne. 8. Nie. 9. 27. 10. d). 11. Pretože v priebehu terminácie môže nastať spojenie viacerých radikálov. Môže vzniknúť napríklad bután. 12. Môže vzniknúť 1-chlórmetylpropán alebo 2-chlórmetylpropán.

13. c). 14. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

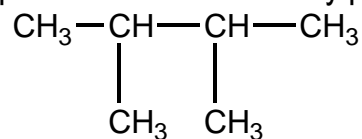
hexán



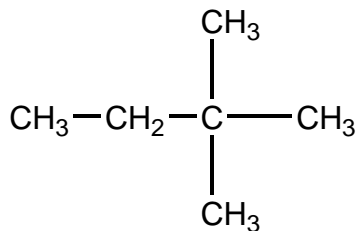
2-metylpentán



3-metylpentán

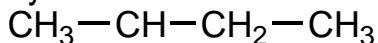


2,3-dimetylbután

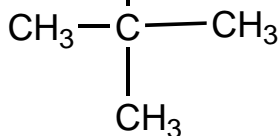


2,2-dimetylbután

15. cyklohexán: stoličková a vaničková, etán: zaclonená a zošíkmená. 16. d).



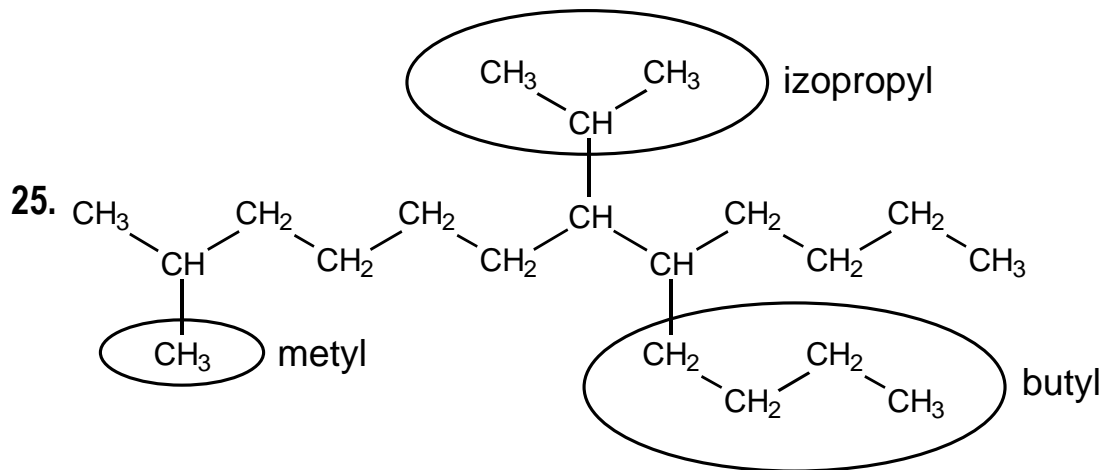
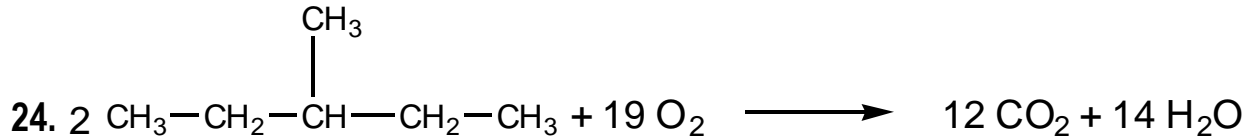
17. $CH_3-C(CH_3)_3$ 2,2,3-trimetylpentán.



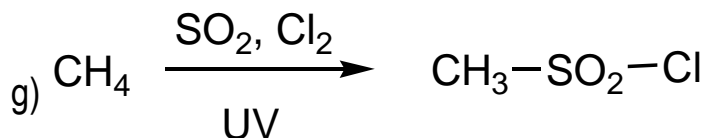
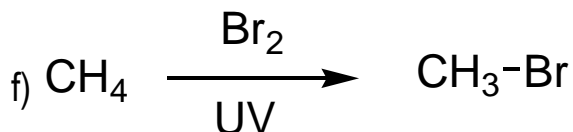
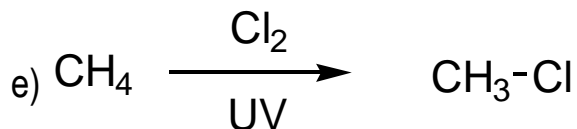
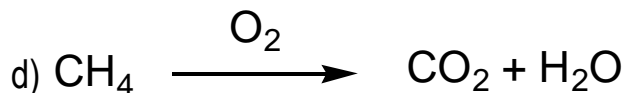
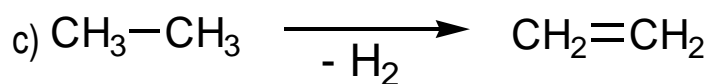
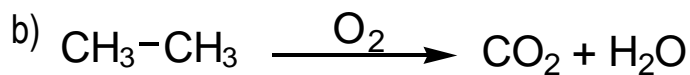
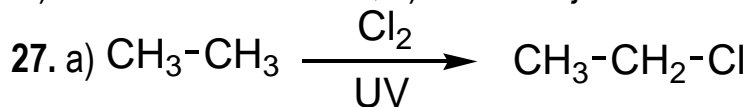
18. $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH_3$ 19. a), b), e), g). 20. $CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$ 21. b).

22. Metán je najvýznamnejšou zložkou zemného plynu, používa sa napríklad na varenie, vykurovanie.

23. Metán.



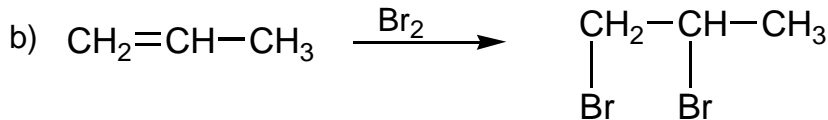
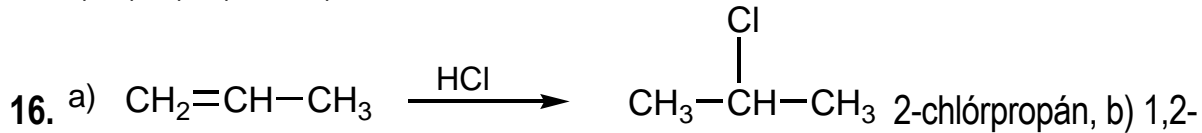
26. a) homologický, b) nasýtené, c) uzavretým, d) zvyšuje, e) plynné, f) rôznu, g) nerozpustné, h) jednoduché, i) oxid uhoľnatý, j) metán, k) etén, l) halogenácia, m) radikálová substitúcia, n) stoličkovej a vaničkovej, vaničková.



28. c). 29. 80 ml. 30. b), produkty majú nižšiu energiu ako produkty reakcie a) (pri skvapalnení vodnej pary sa uvoľňuje teplo) 31. Uvoľní sa 200,5 kJ.

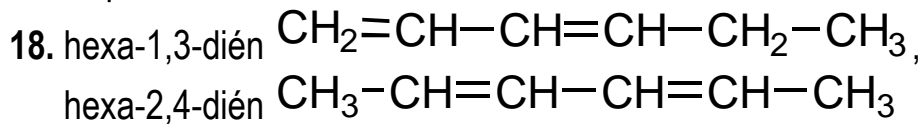
2.2 Nenasýtené uhľovodíky - alkény a alkíny

1. b), c), f), g). 2. a), c), d), g). 3. a) alkény, b) polymér, c) ropy, d) adícia, e) alkíny.
 4. b), c). 5. a), d), e). 6. a), b), c), d). 7. a), c), d). 8. b). 9. 12. 10. 70. 11. c), e). 12. a).
 13. a), b), d), e). 14. c). 15. etén.

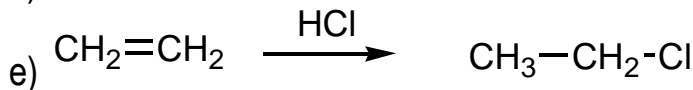
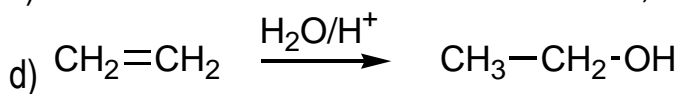
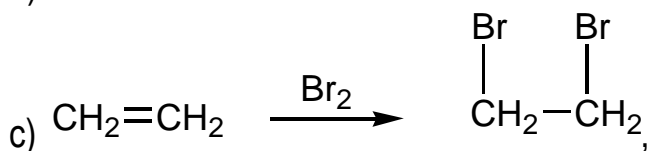
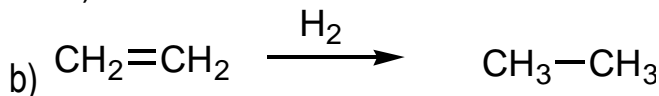
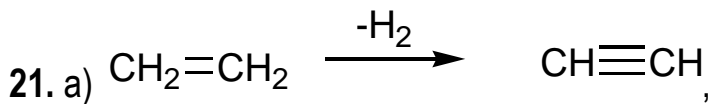
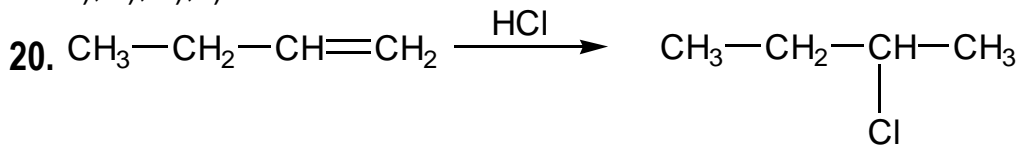


dibrómpropán.

17. Napríklad reakciou s brómovou vodou, odfarbí sa roztok v skúmavke s eténom.



19. b), c), d), f).



22. 2-chlórbuta-1,3-dién, chloroprén, vyrába sa z neho chloroprénový kaučuk

23. b), c).

24. 32 gramov.

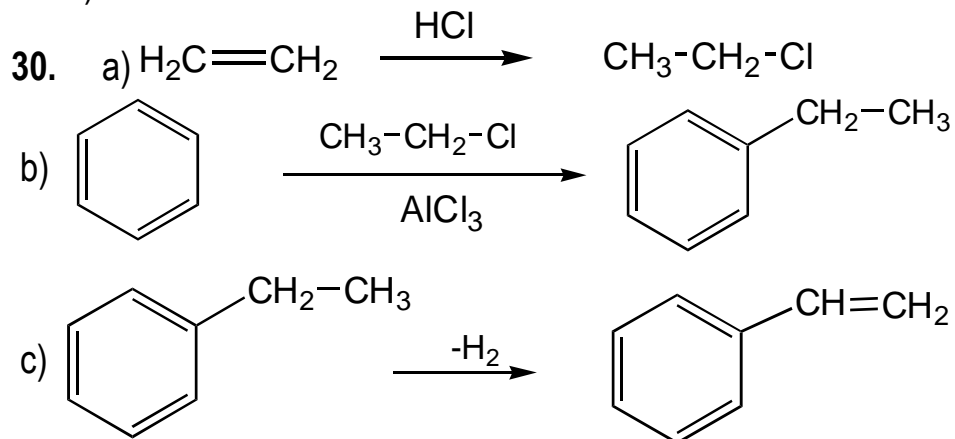
25. b), d).

26. e).

27. adíciou HCl (úplnou).

28. Pretože všetky atómy v jeho molekule ležia na jednej priamke.

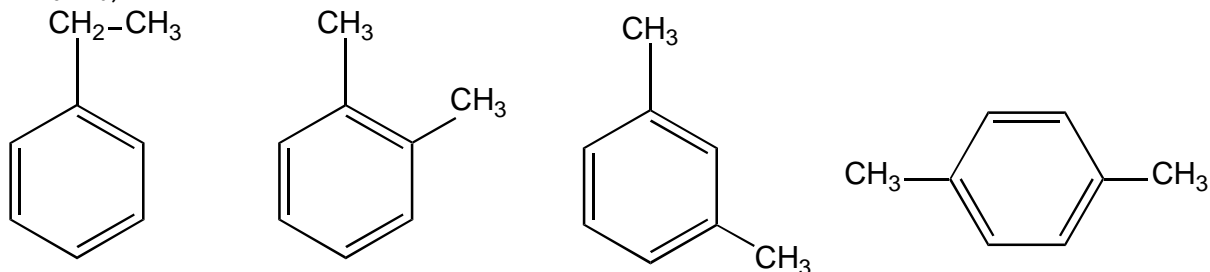
29. b)



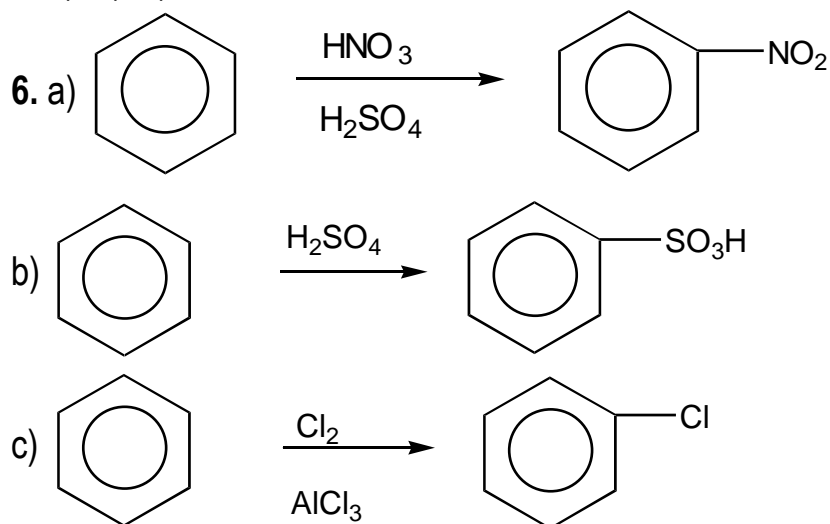
2.3 Aromatické uhľovodíky - arény

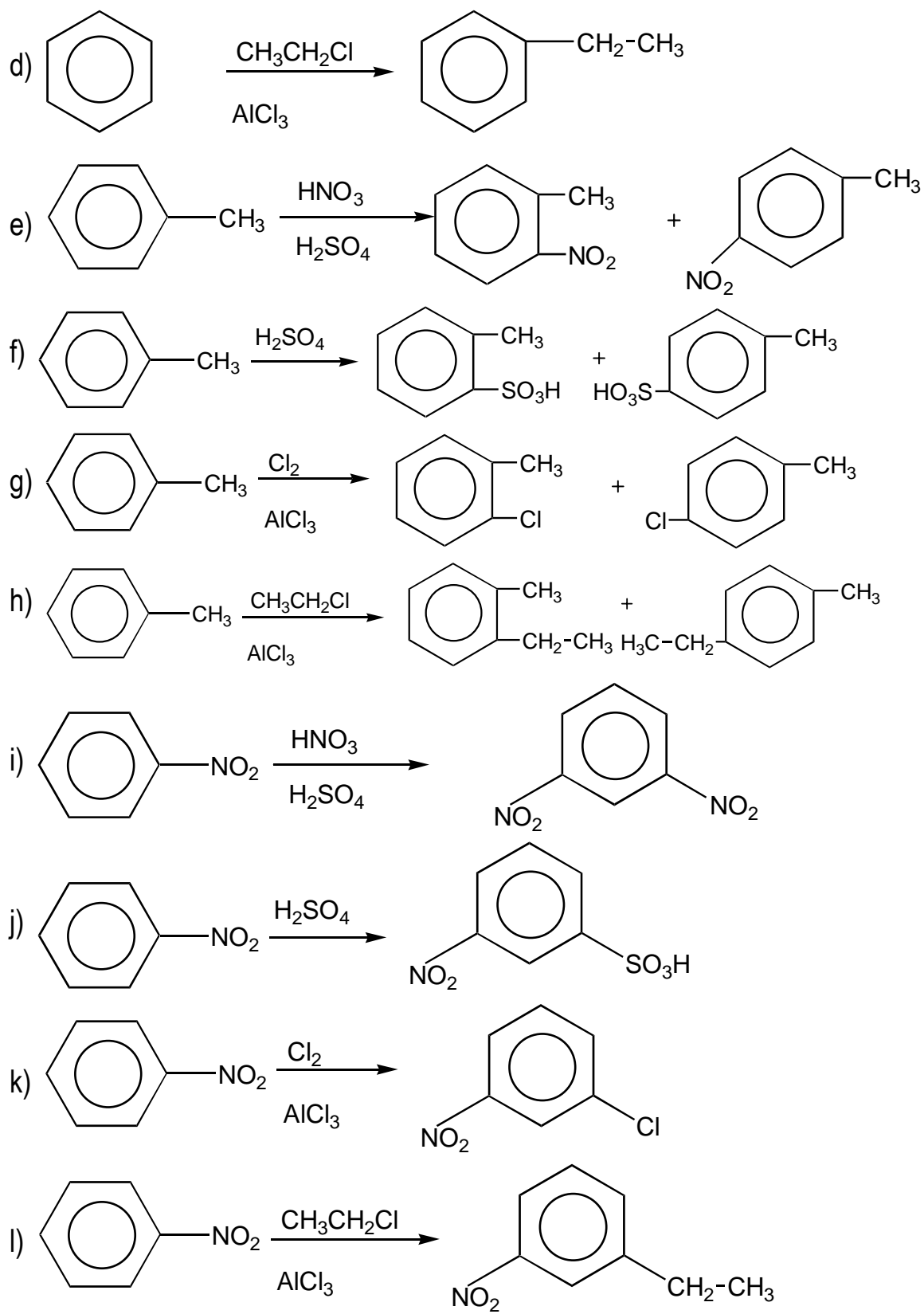
1. a), b), c), h). 2. rovinná molekula, konjugované väzby, delokalizované elektróny, stabilita, rozpustnosť v organických rozpúšťadlách, cyklickosť. 3. a), b), f).

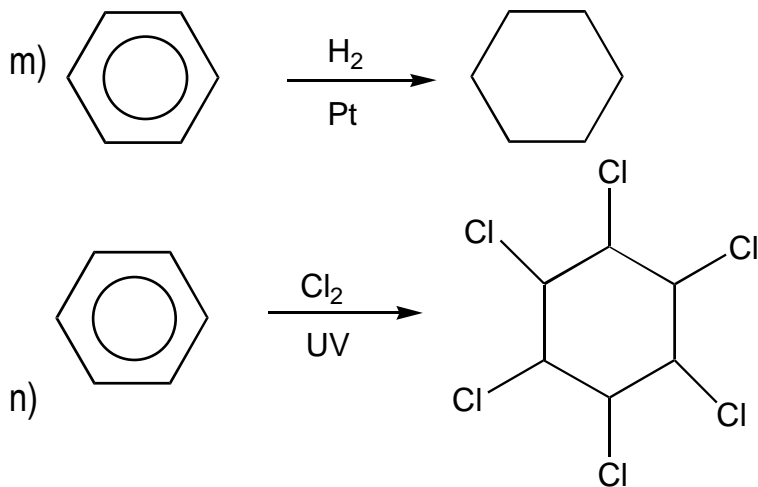
4. C_8H_{10} ,



5. a), b), c).



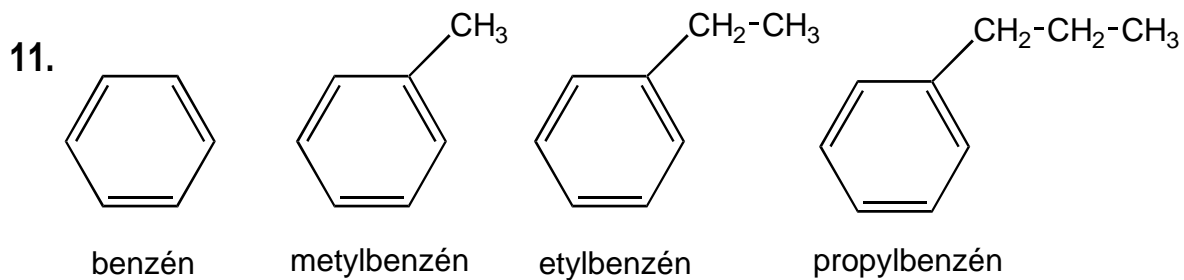




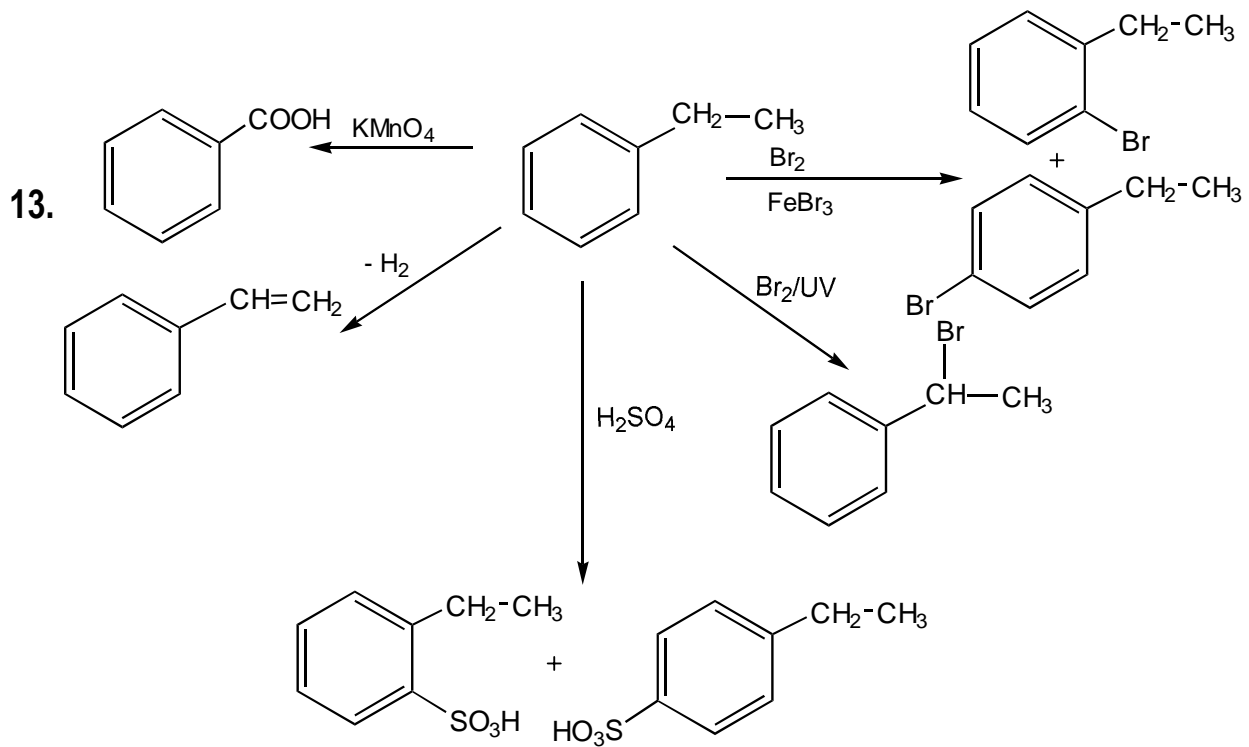
7. S_R , S_N , A_N . 8. a).

9. Vyššiu teplotu varu má toluén, medzi jeho molekulami pôsobia väčšie medzimolekulové sily.

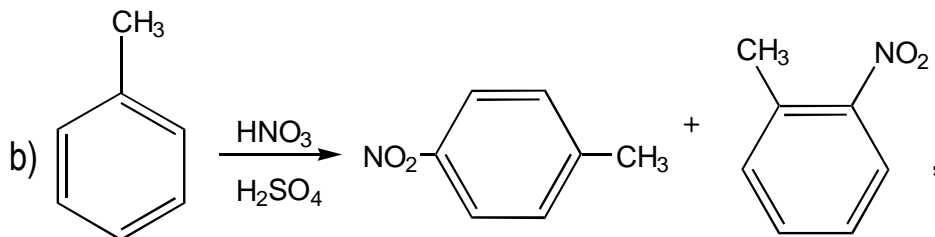
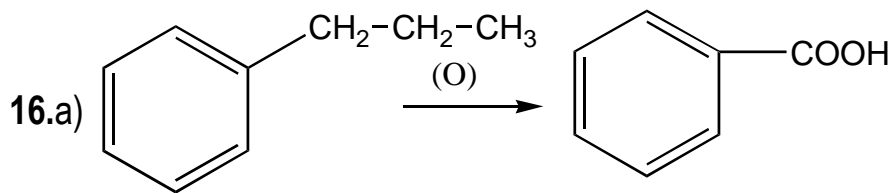
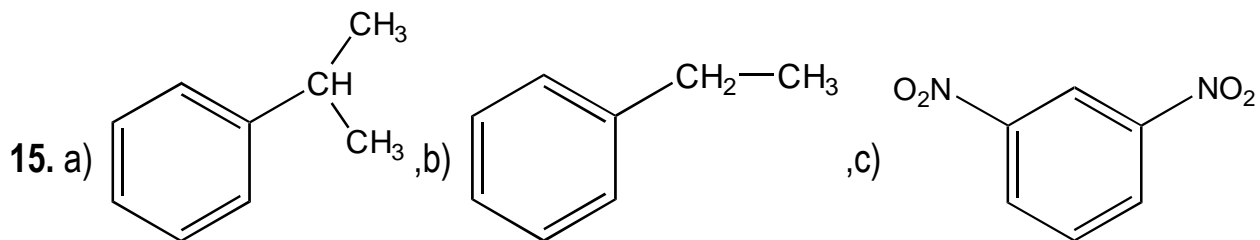
10. o-, p-: Cl-, CH₃-, -OH, CH₃CH₂-, Br-, -NH₂, m- orientujúce: -SO₃H, -NO₂, -COOH



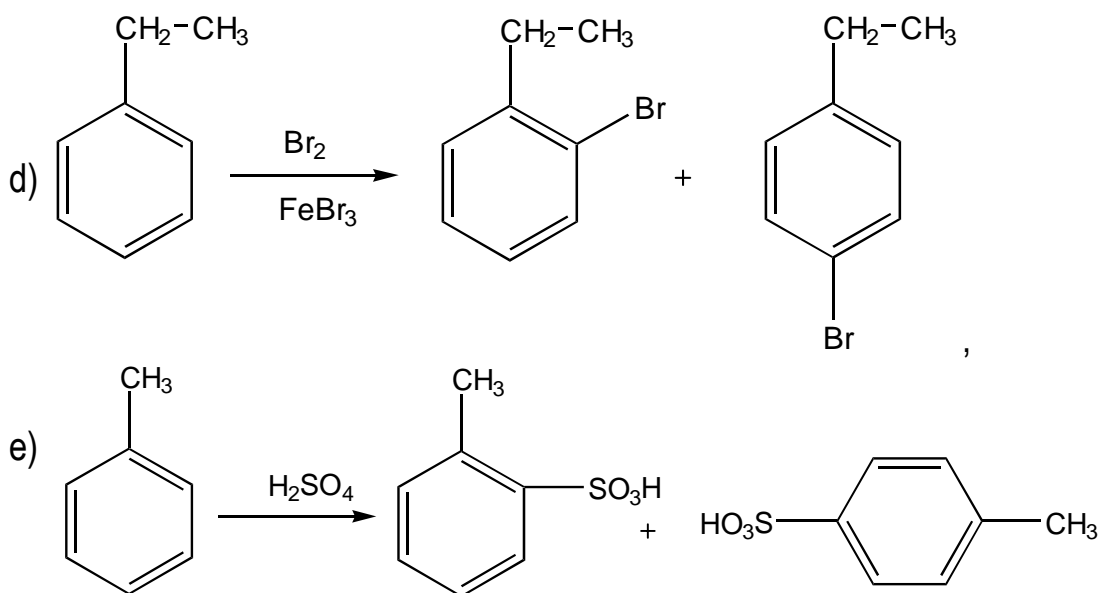
12. b).



14. a), b).



c) neprebieha,



17. **A** H_2SO_4 , **B** (O), **C** 1-etyl-2-nitrobenzén, **D** 1-etyl-4-nitrobenzén, **E** Br_2/UV , **F** $\text{Br}_2/\text{FeBr}_3$, **G** 4-etyl-1-brómbenzén, **H** styrén, **I** (1,2-dibrómetyl)benzén. **18.** 1 c), 2 d), 3 b), 4 e), 5 a), 6 f). **19.** Nastáva nedokonalé horenie. **20.** Pretože aromatické zlúčeniny sú stabilné, nemajú nenasýtený charakter. **21.** a) činidlo: bróm, UV žiarenie, produkt: (brómmetyl)benzén, b) činidlo bróm, FeBr_3 , produkty: 2-brómtoluén a 4-brómtoluén. **22.** Postupne: Friedel-Craftsova metylácia benzénu na toluén, nitrácia toluénu, oxidácia o-nitrotoluénu.

2.4 Súhrnné úlohy ku kapitolám 1 a 2

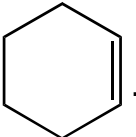
1. d), e). 2. a) ropa, b) benzínová, c) frakčná destilácia, d) reformovanie, e) oktánové číslo, f) krakovanie. 3. e). 4. c), d). 5. c), d). 6. c), e). 7. b), e). 8. c 9. a) reaktant Cl_2 , b) reaktant HBr , c) reaktant etén, kyslé prostredie, d) reaktant Cl_2 , e) reaktant H_2 na kovovom katalyzátore f) činidlo AlCl_3 , produkt HCl , g) UV žiarenie. 10. d). 11. d). 12. b), c), d). 13. a), b), d) 14. 1 b), 2 d), 3 d), 4 a). 15. ropa: ropovody, tankery; zemný plyn: plynovody; uhlie: nákladná doprava (lodná, cestná, železničná). 16. Ľahšie sa prepravuje, produktom spaľovania nie sú rôznorodé oxidy. 17. Najmä koks, čiernouhoľný decht a karbonizačný plyn. 18. Pretože zlúčeniny olova zamorujú životné prostredie (sú jedovaté). 19. Pretože vzduch v okolí benzínových čerpadiel je nasýtený parami benzínu a môže dôjsť k výbuchu. 20. Pretože sa v uzavretej garáži zvyšuje koncentrácia oxidov uhlíka (CO_2 a CO) a znižuje sa koncentrácia kyslíka, hrozí zadusenie. Najmä CO je pre človeka mimoriadne nebezpečný. 21. Odstraňuje sa z neho časť obsahu síry. Pri spaľovaní uhlia sa znižuje koncentrácia vzniknutých oxidov síry, čo znižuje množstvo kyslých dažďov. 22. a) 1, 2, 6, b) 5, 8, 9, c) 3, 4, 7.

23. c), d). 24. Zemný plyn sa z bezpečnostných dôvodov odorizuje tiolmi, aby ho bolo možno zacítiť 25. Propín. 26. V pôvodnej zmesi bolo 40 % etánu a 60 % eténu.

27. C_3H_6 .

28. $CH_2=CH-CH_2-CH_3$, $CH_3-CH=CH-CH_3$, $\begin{array}{c} CH_3-C=CH_2 \\ | \\ CH_3 \end{array}$

29. C_6H_{10} .

30. cyklohexén, 

Literatúra

- Alkanes, http://www.facstaff.bucknell.edu/casteel/chem211/problemsets/alkanes_1.html, 7. 3. 1999.
- Atkins, P. W.: General chemistry. New York: Scientific American, 1989, 989 s.
- Brady, J. E., Holum, J. R.: Fundamentals of chemistry. Wiley & sons, USA, 1988, 1055 s.
- Bunheller, B.: Grundkurs 1987-1999, www.chemielabor.com, 28. 8. 2002.
- Čtrnáctová, H., Klímová, H., Vasilešková, M.: Úlohy ze středoškolské chemie. Praha: 1991, 220 s.
- Die Schulchemie-website, <http://www.schulchemie.de>, 30. 8. 2001.
- Dundr, M., Klímová, H.: Znáte organickou chemii? Praha: Prospektrum, 1997, 37 s.
- Dvořáčková, s., Ulrichová, J.: Chemie v testových otázkách a odpovědích. Olomouc: Rubico s.r.o., 1997, 175 s.
- Gilleland, M. J.: Introduction to general, organic and biological chemistry. West publishing company, USA, 1982, 753 s.
- Hrnčiar, P.: Organická chémia. Bratislava: SPN, 1990, 712 s.
- Chem 212 PS4, <http://www.ruf.rice.edu/~sfs/chem212/ps4.htm>, 15.1.1999.
- Chemistry 350, <http://lab1.chem.queensu.ca>, 27. 4. 2000.
- CHM230 Fall 1998 Quiz 5, <http://www.jan.ucc.nau.edu/jmaxka-cgi-bin/f98q5/quiz.cgi>, 2.8.2000.
- Kodíček, M. kol.: Chemie pro gymnázia v testových úlohách. Praha: SPN, 1998, 143 s.
- Kolektív: Požiadavky z chémie na prijímacie skúšky na vysoké školy. SPN, 1988, 108 s.
- Kolektív: Zbierka otázok a úloh na prijímacie skúšky z chémie. Q 111, 2. vydanie, 1999, 122 s.
- Orchin, M. a kol.: Organická chemie. Praha: STNL, 1986, 552 s.
- Pacák, J. a kol.: Chémia pre II. ročník gymnázia. Bratislava: SPN, 1985, 216 s.
- Pazdro, M.: Zbiór zadań z chemii dla szkół średnich. Warszawa: Oficyna Edukacyjna, 1994, 368 s.
- Practice examination for chapter thirteen, <http://ull.chemistry.uakron.edu>, 29. 6. 1999.
- Problem 1, , <http://www.rod.beavon.clara.net/problem1.htm>, 22. 6. 1999.
- Prokša, M.: Chémia a my. Bratislava: Media Trade - Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1997, 163 s.
- PS5RX, <http://168.28.242.123/hombuckle/ps5rx.htm>, 27. 4. 2000.
- Reactions of alkyl halides, <http://www.auburn.edu/~shevlpb/r/alkhal.html>, 15. 1. 1999.
- Silný, P., Brestenská, B., Pichaničová, I.: Úlohy a modely usmerňovania riešenia úloh zo všeobecnej chémie. Bratislava: Expol pedagogika, 1999, 171 s.
- Silný, P., Brestenská, B.: Prehľad chémie 1. Bratislava: SPN, 2. vydanie, 243 s.
- Večeřa, M. a kol.: Chemické tabulky organických sloučenin. Praha: STNL, 1975, 888 s.
- Zahradník, P., Kollárová, M.: Prehľad chémie 2. Bratislava, SPN, 1997, 323 s.

METODICKO-PEDAGOGICKÉ CENTRUM V PREŠOVE

**Peter Silný
Katarína Zverencová**

Organická chémia v otázkach a úlohách pre stredné školy

I.

- 2004 -

Názov : Organická chémia v otázkach a úlohách
pre stredné školy I.

Autori : prof. RNDr. Peter Silný, PhD.
PaedDr. Katarína Zverencová, PhD.

Recenzenti : RNDr. Jana Hnatová
RNDr. Tomáš Lavický, PhD.

Jazyková úprava : PhDr. Zora Mihoková

Vydavateľ : Metodicko-pedagogické centrum v Prešove

Za vydanie
zodpovedá : PaedDr. Ivan Pavlov, PhD.
riaditeľ MPC

Náklad : 200 ks

Rok vydania : 2004

1. vydanie

ISBN 80-8045-338-1