



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ORGANICKÁ CHEMIE

= chemie sloučenin látek obsahujících vazby C-H

Organické látky = všechny uhlíkaté sloučeniny kromě, metal and metal

Zdroje organických sloučenin = živé organismy nebo jejich fosílie:

-
-
-
-

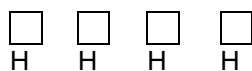
Proč vytváří uhlík tak mnoho sloučenin?

1. *Nakreslete elektronový vzorec nejjednodušší organické sloučeniny.*

A. Všechny valenční elektrony uhlíku se podílejí na Atom uhlíku má ve své valenční sféře elektrony.



⇒ žádné orbitaly



žádné.....el. páry

Stejně je tomu tak ve všech dalších uhlíkatých sloučeninách.

2. *Máte k dispozici čtyři atomy uhlíku. Spojte je všemi možnými způsoby. (Neuvažujte o možné nestabilitě takto vytvořených sloučenin.)*

B. Mezi atomy uhlíku se vyskytují silné jednoduché, nebo vazby.

Atomy uhlíku mohou vytvářet řetězce: přímé nebo, otevřené nebo

3. *Která z těchto dvou vazeb je silnější: C-C or Si-Si? Odpověď zdůvodněte.*

4. *Ačkoli atomy síry rovněž vytváří řetězce, množství siriých sloučenin není tak vysoký jako množství uhlíkatých sloučenin. Proč?*

C. Atomy uhlíku tvoří vazby.

5. $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H = -890 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ *Probíhá tato reakce za normálních podmínek samovolně?*

D. je potřeba k zahájení reakce. Uhlík tvoří sloučeniny.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

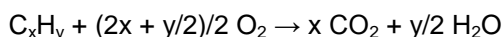
URČENÍ VZORCE ORGANICKÉ SLOUČENINY

1. **Empirický vzorec** = vyjadřuje nejmenší poměr mezi vázanými atomy

Opakování: Určete empirický vzorec látky složené z uhlíku a z vodíku víte-li, že:

- $w(C) = 75\%$, $w(H) = 25\%$
- $w(C) = 81,82\%$, $w(H) = 18,18\%$

V organické chemii se používá spalná (vážková) analýza – vzorek organické látky je zcela spálen až na CO_2 a H_2O . CO_2 je adsorbován na jeden adsorbent, voda na jiný adsorbent a z rozdílů hmotností můžeme vypočítat $m(CO_2)$ a $m(H_2O)$. Z těchto údajů je možno určit vzorec sloučeniny.



Řešený příklad:

5.000 g neznámé organické látky bylo kompletně spáleno na 15,278 g CO_2 a 7,500 g vody. Určete její empirický vzorec.

$$n(C) = n(CO_2) = m(CO_2) : M(CO_2) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ mol}$$

$$n(H) = \dots\dots\dots \cdot n(H_2O) = \dots\dots\dots \cdot m(H_2O) : M(H_2O) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ mol}$$

$$x : y = n(C) : n(H) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \quad C_{\dots}H_{\dots}$$

Pro ověření správnosti výpočtu a toho, zda se ve sloučenině nevyskytuje žádný jiný prvek můžeme spočítat hmotnosti uhlíku a vodíku ve sloučenině:

$$m(C) = n(C) \cdot M(C) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ g}$$

$$m(H) = n(H) \cdot M(H) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ g}$$

$$m(C) + m(H) = \dots\dots\dots$$

Látka tvořena pouze atomy uhlíku a vodíku =

- Vzorek uhlovodíku byl podroben spalné analýze a tou jsme získali 0,360 g CO_2 a 0,196 g H_2O . Stanovte jeho empirický vzorec. (C_3H_8)
- Spálením 1 g neznámé organické sloučeniny vzniklo 1,375 g CO_2 , 1,125 g vody a žádný jiný produkt. Vypočítejte hmotnosti uhlíku a vodíku ve vzorku a určete, zda sloučenina obsahuje ještě nějaký další prvek. Vypočítejte jeho hmotnost a stanovte empirický vzorec sloučeniny. Navrhněte její možný strukturní vzorec. (CH_4O)

3. 0.1g neznámé sloučeniny poskytlo kompletním spálením 0.06 g vody, 0.147 g CO_2 a žádný jiný produkt. Určete její empirický vzorec. Navrhněte dva možné molekulové vzorce a jim odpovídající strukturní vzorce. (CH_2O , $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$)

2. **Molekulový vzorec** = vyjadřuje skutečné počty atomů v molekule

K určení molekulového vzorce sloučeniny musíme znát její relativní molekulovou hmotnost.

- výpočet M_r pomocí stavové rovnice pro ideální plyny: $pV = nRT \Rightarrow pV = (m/M) \cdot RT \Rightarrow M = mRT/pV$
- použití hmotnostní spektroskopie

4. Určete molekulový a empirický vzorec:

formaldehydu HCHO ,

kyseliny octové CH_3COOH

glukosy $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

5. Vypočítejte relativní molekulovou hmotnost všech tří sloučenin a najděte vztah mezi empirickým a molekulovým vzorcem.

$M_r(\text{sloučeniny}) : M_r(\text{empirického vzorce}) = n$ (celé číslo)

molekulový vzorec = $n \cdot$ empirický vzorec

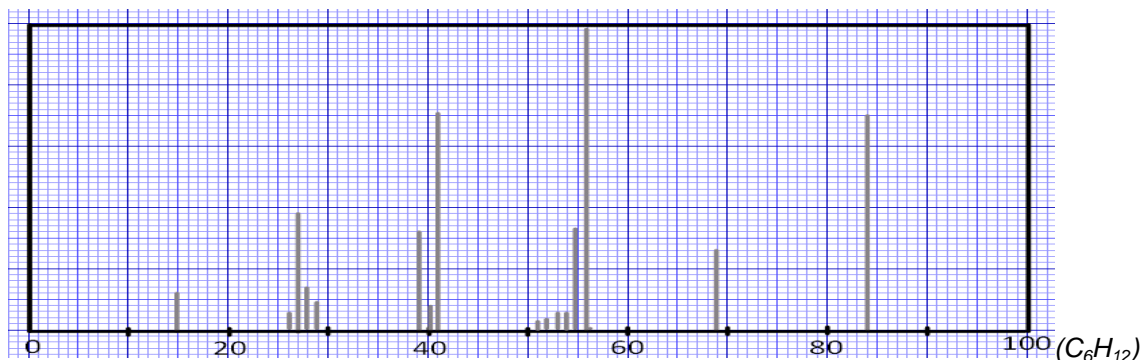
Řešený příklad:

Jistý uhlovodík má následující složení: $w(\text{C}) = 85,714\%$, $w(\text{H}) = 14,286\%$ a relativní molekulová hmotnost je 42. Určete jeho empirický a molekulový vzorec.

$n(\text{C}) : n(\text{H}) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \Rightarrow \text{C}\dots\text{H}\dots$

$M_r(\text{sloučeniny}) : M_r(\text{empirického vzorce}) = \dots\dots\dots = \dots\dots \Rightarrow \text{C}\dots\text{H}\dots$

6. Vzorek uhlovodíku X byl podroben vážkové analýze. Tou vzniklo 1,257 g CO_2 a 0,514 g vody. Určete pomocí níže znázorněného hmotnostního spektra jeho M_r . Zjistěte empirický a molekulový vzorec. Navrhněte možný **strukturní vzorec** (= vzorec, který znázorňuje vazby mezi atomy).





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

7. Uhlovodík *P* poskytl při vázkové analýze 0,65185 g CO_2 a 0,20000 g vody. $M_r(P) = 54$.
Určete molekulový vzorec této sloučeniny a navrhněte jeden strukturní vzorec. (C_4H_6)
8. 0.1 g neznámé látky bylo kompletně spáleno za vzniku 0,33 g CO_2 a 0,09 g H_2O a žádné jiné další látky. Je tato látka uhlovodík? Jaký je molekulový vzorec této látky, víte-li, že se jedná o plyn, jehož 0,1 g zaujímá za standardních podmínek objem 0,056 dm^3 ? (C_3H_4)
9. 0.1 g neznámé látky obsahující uhlík a vodík byl podroben vázkové analýze za vzniku 0.0723 dm^3 (za st. podm.) oxidu uhličitého a 0.087 g vody a žádného jiného produktu. Je tato látka uhlovodík? Určete molekulový vzorec této látky, víte-li, že její $M_r = 62$ ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$)
10. 0.5 g organické látky *D* bylo kompletně spáleno a uvolnilo se 1.1 g CO_2 , 0.6 g vody. Vypočítejte její molekulový vzorec. $M_r(D) = 60$ ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$)

3. Racionální vzorec – znázorňuje charakteristické skupiny

Charakteristická skupina = atom nebo skupina atomů vázána na uhlovodíkový řetězec, např. halogeny (F, Cl, Br, I), hydroxy skupina (OH), karbonylová skupina (C=O),...

Homologická řada = řada látek se stejnou charakteristickou skupinou, její členy se liší přírůstkem $-\text{CH}_2-$ skupiny. Členové stejné homologické řady mají stejné nebo podobné vlastnosti.

IZOMERIE

= molekuly mají stejný vzorec, ale jejich atomy se liší uspořádáním

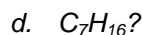
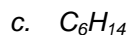
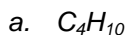
Typy izomerií:

1. Strukturní (konstituční) izomerie

Strukturní izomery mají stejný molekulový vzorec, ale jiné

a. Řetězová izomerie: izomery se liší v uspořádání uhlíkatých atomů

1. Kolik existuje izomerů s molekulovým vzorcem:

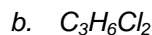




INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

b. Polohová izomerie: izomery se liší v pozici funkční skupiny

3. Zapište všechny možné struktury s molekulovým vzorcem.

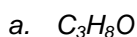


4. Zapište všechny struktury s molekulovým vzorcem $C_4H_8Br_2$ a určete, o jaký typ izomerie se jedná.

c. Izomerie funkční skupiny: dvě látky se stejným molekulovým vzorcem obsahují odlišné funkční skupiny, jsou členy jiné homologické řady

5. Najděte dva funkční izomery s molekulovým vzorcem C_2H_6O .

6. Najděte všechny izomery s molekulovým vzorcem



2. Stereoizomerie

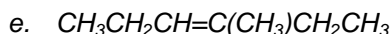
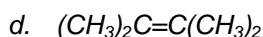
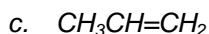
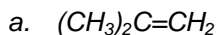
Stereoizomery mají stejný strukturní vzorec, ale liší se uspořádáním atomů v prostoru.

a. Geometrická izomerie (Z (cis), E (trans) izomerie): typická pro alkeny a jejich deriváty.

7. Navrhněte tvar molekuly ethenu ($CH_2=CH_2$).

8. Nakreslete dvě možné 3D struktury $CHCl=CHCl$ víte-li, že kolem dvojně vazby není možná volná rotace.

9. Které z následujících molekul mají geometrické izomery? Nakreslete jejich uspořádání.



b. Optická izomerie

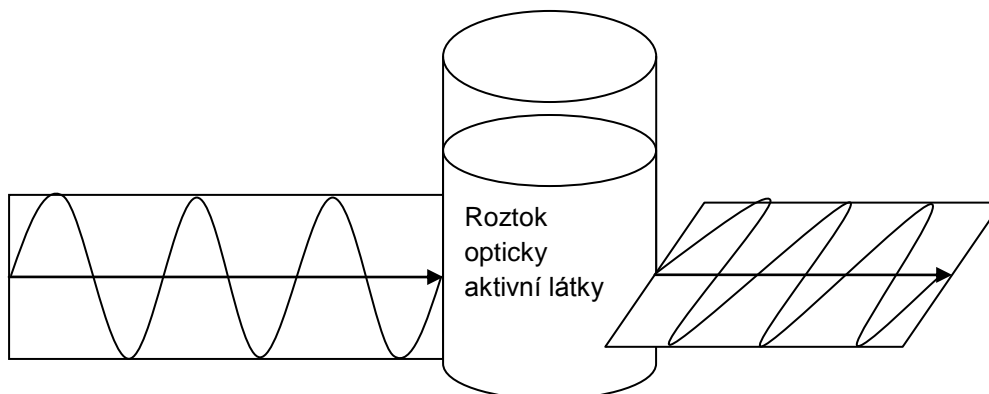
Pokud určitá látka obsahuje atom uhlíku se čtyřmi různými navázanými skupinami, tyto skupiny mohou být rozmístěny do prostoru ve dvou odlišných formách.



Tento uhlíkatý atom je centrem asymetrie (nesouměrnosti) molekuly a je nazýván asymetrickým nebo uhlíkem. Dvě izomerní struktury se nazývají Jsou navzájem svými zrcadlovými obrazy. Obvykle jsou označovány písmeny L a D (podle L-glyceraldehydu a D-glyceraldehydu)

Zvláštní vlastnost optických izomerů = **optická aktivita**, tj. schopnost stáčet rovinu polarizovaného světla o určitý úhel.

Polarizované světlo = světlo kmitající v jedné rovině kolmé na směr šíření.

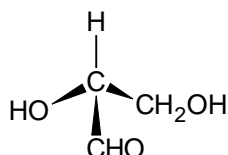


Dva enantiomery se stejným strukturálním vzorcem se liší ve směru otáčení této roviny. Jejich roztok obsahující ekvimolární množství obou enantiomerů se nazývá..... směs.

10. Co se stane s rovinou polarizovaného světla, která projde racemickou směsí?

Většina přírodně se vyskytujících opticky aktivních látek se nalézá pouze jako jeden izomer: D-sacharidy, L- aminokyseliny.

11. Obrázek níže představuje D-glyceraldehyd. Nakreslete tvar L-glyceraldehydu.



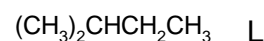
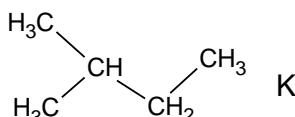
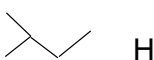
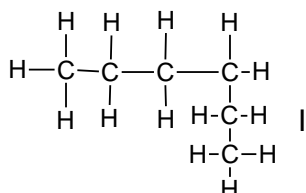
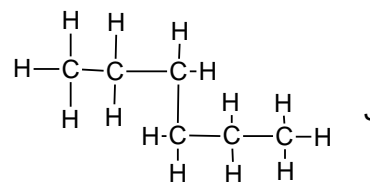
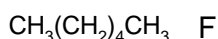
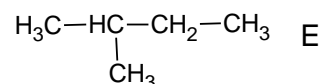
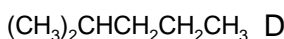
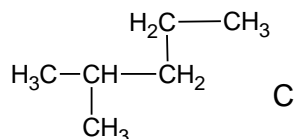
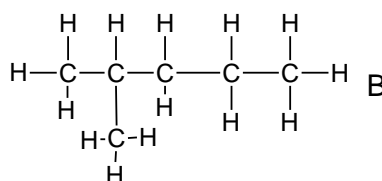
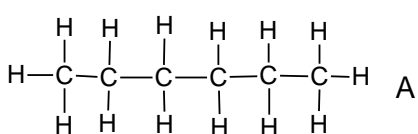
12. Vykazuje CHClBrF optickou izomerii? Pokud ano, nakreslete trojrozměrnou konfiguraci obou enantiomerů.

13. Nakreslete strukturu nejjednoduššího alkanu, který vykazuje optickou aktivitu.

14. Najděte v otázce 2. látku, která je opticky aktivní.

15. Které z následujících vzorců A-L představují stejné sloučeniny?

16. Které ze sloučenin jsou řetězovými izomery?

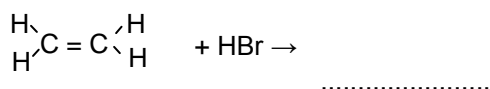


REAKČNÍ MECHANISMY V ORGANICKÉ CHEMII

Reakční mechanismus = sled kroků, vyjadřující průběh chemické reakce

Typy reakcí:

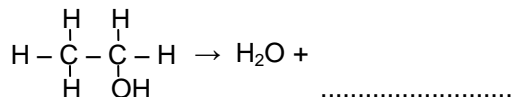
- **Substituce** = jeden atom nebo skupina atomů je nahrazen jiným atomem (skupinou atomů)
 $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \dots\dots\dots$
- **Adice** = dvě látky reagují spolu za vzniku jedné látky (navázání molekuly jedné látky na molekulu druhé látky) Adice obvykle vyžaduje přítomnost dvojně nebo trojně vazby.





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- **Eliminace** = malá molekula se odštěpuje (eliminuje) z větší molekuly. Tato reakce obvykle vede ke vzniku..... nebo vazby.



- **Přesmyk** = mění se uspořádání atomů a vazeb v rámci jedné molekuly
 1. Roztřídte následující reakce mezi substituce, adice, eliminace nebo přesmyk.
 - a. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$
 - b. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$
 - c. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{Cl} \rightarrow \text{HCl} + \text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$
 - d. $\text{CH}_2=\text{CHOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO}$
 - e. $\text{CH}_3\text{I} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{NaI}$

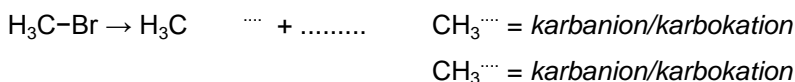
Způsoby štěpení vazeb

Kovalentní vazba: dva elektrony jsou mezi dvěma atomy

- **Homolytické štěpení:** elektrony jsou rovnocenně sdíleny dvěma atomy. Když se vazba poruší, každý atom si bere elektron. Vzniklé atomy jsou vysoce reaktivní, nazývají se



- **Heterolytické štěpení:** oba elektrony chemické vazby připadnou jedinému atomu (tomu, co má nižší/vyšší elektronegativitu) \rightarrow vznikají.....



Karbokationty jsou přitahovány ke skupinám snábojem, nazývají se

Karbanionty jsou přitahovány skupinami snábojem, nazývají se.....

Elektrofil = částice přitahována ke skupinám, které mohou poskytnout/přijmout elektrony.

Nukleofil = částice přitahována ke skupinám, které mohou poskytnout/přijmout elektrony.

2. Zařadte každou z níže uvedených skupin mezi karbokationty, karbanionty, volné radikály nebo žádné z předešlých:

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| a. $\text{C}_3\text{H}_7\cdot$ | c. C_2H_5^+ | e. CH_3CH_2^- |
| b. Cl^- | d. $\text{Br}\cdot$ | f. CH_3^+ |

3. Která z následujících skupin nebo iontů může vystupovat jako elektrofil, nukleofil nebo obojí:

- | | | |
|------------------|--------------------|------------------|
| a. HBr | c. NO_2^+ | e. CN^- |
| b. OH^- | d. NH_3 | f. H^+ |