

3/2 Reakce organických sloučenin

Reakce dělené podle charakteru přeměn na substrátu

- substituce: přeměna jedné a vytvoření jiné vazby na témže atomu (nejčastěji na C); atom (skupina) se nahrazuje jiným atomem (skupinou); $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$
- adice: připojování atomů (skupin) na atomy vázané = nebo \equiv vazbami, nic se neodštěpuje, dvojně vazby se mění na jednoduché, \equiv vazby se mění na =, popř. až na jednoduché; např. $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_3$
- eliminace: reakce opačná k adici; ze 2 sousedních C atomů se oddělí atom (skupina atomů) a vytvoří se odštěpující se molekula, mezi sousedními C atomy vznikne násobná vazba; $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- přesmyk: reakce, při které dochází k přeskupení atomů a vazeb v molekule, chemické složení (souhrnný vzorec) dané sloučeniny se nezmění; např. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CHO}$
- další typy reakcí: oxidace, redukce, hydrogenace, dehydrogenace, polykondenzace, polymerace...; všechno jsou jen konkrétní případy některé ze 4 základních reakcí nebo jejich kombinací

Reakce dělené podle způsobu zániku původních vazeb

- A) homolytické (radikálové) reakce: symetrické štěpení vazby mezi atomy prvků se stejnou nebo velmi podobnou hodnotu elektronegativity; výsledkem jsou reaktivní částice s nepárovými elektrony - tzv. radikály (např. vznik atomárního chloru elektromagnetickým ozářením molekuly chloru): $\text{Cl}-\text{Cl} \longrightarrow \text{Cl}\cdot + \text{Cl}\cdot$; atom (radikál) $\text{Cl}\cdot$ se srazí s molekulou CH_4 , odejme jeden vodíkový atom, se kterým se sloučí na chlorovodík; z CH_4 vznikne methylový radikál: $\text{CH}_4 + \text{Cl}\cdot \longrightarrow \text{HCl} + \cdot\text{CH}_3$; methylový radikál reaguje s molekulou chloru za vzniku alkylchloridu; přitom se uvolní atom (radikál) chloru, který znovu vstupuje do reakce: $\cdot\text{CH}_3 + \text{Cl}-\text{Cl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}\cdot$; atom (radikál) $\text{Cl}\cdot$ se srazí s molekulou CH_3Cl , odejme jeden vodíkový atom, se kterým se sloučí na chlorovodík; z CH_3Cl vznikne radikál $\cdot\text{CH}_2\text{Cl}$...
- B) heterolytické (iontové) reakce: asymetrické štěpení vazby; přesun celého elektronového páru k jednomu z vazebných partnerů; vznikající částice obvykle nesou elektrický náboj; např. štěpení vazby atomu uhlíku s atomem jiného prvku: atom uhlíku může získat buď kladný nebo záporný náboj - podle toho, zda byl vázán s prvkem s vyšší nebo nižší elektronegativitou; C s Cl: Cl má vyšší elektronegativitu, „přitáhne“ si elektron od C \rightarrow odštěpení Cl^- , vzniká karbonyový kation C^+ ; C s elektropozitivním kovem: C má vyšší elektronegativitu, „přitáhne“ si elektron od elektropozitivního kovu \rightarrow vzniká karbonyový anion C^-
- a) elektrofilní chemická reakce - činidlem je karbonyový kation, substrát poskytuje elektronový pár
- b) nukleofilní chemická reakce - činidlem je karbonyový anion; substrát přijímá elektronový pár
- činidlo = výchozí látka, která *reaguje* s různými substráty *stejně*
 - substrát = výchozí látka, která v průběhu reakce *podléhá změně*

Radikálové (homolytické) reakce

- a) radikálová substituce (např. oxidace, chlorace) - průběh má 3 základní stavy: start - iniciace (činidlo se rozštěpí na radikály); mezireakce - propagace; zakončení - terminace
- b) radikálová adice (např. polymerace): začátek - iniciace (činidlo se rozštěpí na radikály); radikál napadne substrát v místě dvojně vazby \rightarrow ze substrátu vzniká radikál; substrátový radikál atakuje molekulu činidla...
- c) radikálová eliminace (např. štěpení uhlovodíků, dehydrogenace, odštěpování halogenovodíku z halogenderivátů...) - probíhá většinou za vysoké teploty; z molekuly se uvolní radikál s nepárovým elektronem; radikál odtrhne atom vodíku (halogenovodíku); vzniká nenasyčená vazba

Iontové (heterolytické) reakce

- a) elektrofilní adice (adice halogenovodíků, halogenů, kyseliny sírové...): rozštěpení vazby v molekule činidla, vznik π - komplexu, tvorba karbokationtu C^+ ; reakce karbokationtu s nukleofilní částicí; nejlepší průběh na větvcím se C s = vazbou (nejhůře na ethenu); platí zde Markovnikovo pravidlo: „elektrofilní skupina se váže na C s nenasyčenou vazbou, na kterém je větší počet vodíkových atomů“
- b) nukleofilní adice (např. adice vody): probíhá na nenasyčených vazbách $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{N}$, $\text{C}\equiv\text{N}$, $\text{C}\equiv\text{C}$
- c) elektrofilní substituce (např. nitrace, sulfonace, chlorace...); elektrofilním činidlem je např. sulfoniový kation $^+\text{SO}_3\text{H}$ (vzniklý ze 2 molekul H_2SO_4); probíhá např. u arenů
- d) nukleofilní substituce (např. příprava halogenderivátů substitucí hydroxylové skupiny v alkoholech)
- e) elektrofilní eliminace (vyskytuje se zřídka - např. u organokovových sloučenin)
- f) nukleofilní eliminace (vytváří se násobné - nenasyčené vazby)

Přesmyky

- jde vlastně o vnitřní substituce v energeticky bohatých látkách - např. v karbonyovém iontu
- nukleofilní přesmyk - převod skupiny, která nese vazebný pár elektronů a funguje tedy jako nukleofilní skupina; mohou probíhat nejen na sousedních atomech uhlíkatého řetězce, ale i na atomech krátce vzdálených

Úkol

- 1) Vypočítejte suroviny pro přípravu 250 g tříprocentního vodného roztoku močoviny.
- 2) Jakou molární koncentraci má roztok, který obsahuje 18 g močoviny v 1,5 l roztoku?

Řešení