

16. Chemické účinky ionizujícího záření

Jde o chemické změny vyvolané absorpcí ionizujícího záření v látkách

⇒ **radiačně - chemické reakce**

Studuje je **RADIAČNÍ CHEMIE**

- chemické změny v látkách jsou důsledkem tzv. **radiolýzy** (rozklad látek účinkem záření)
- společně s radiolýzou však mohou probíhat i **reakce syntetické** mezi zpravidla velmi reaktivními produkty radiolýzy

Jednoduchou interakcí záření s hmotou jsou:

- ▶ **rekombinace molekulových iontů** vzniklých ionizací za vzniku původní, ale excitované molekuly



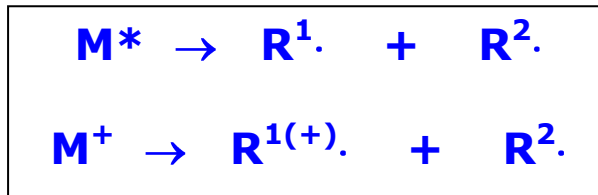
- ▶ **iontově-molekulové reakce**



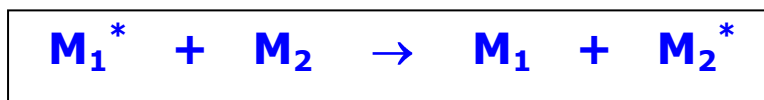
- ▶ Tyto reakce probíhají po interakci s ionizujícím zářením a jsou velmi rychlé ($\sim 10^{-14}$ s)
- ▶ molekulový ion má současně charakter radikálu

▶ v případě kapalně a polární látky M se elektrony vzniklé ionizací zpomalují a solvují se (tzv. **solvatované elektrony**)

▶ některé vazby vysoce excitovaných molekul nebo molekulových iontů se často homolyticky štěpí za vzniku radikálů



▶ mezi molekulami dochází k přenosu energie



▶ definuje se **výtěžek radiačně-chemických reakcí** jako počet částic vzniklých při sdělení energie **100 eV** absorbuje látky

(např. běžná rychlost vzniku produktu při dávkovém příkonu 1 Gy s^{-1} a výtěžku jedné částice /100 eV absorbované energie je cca $1 \cdot 10^{-7} \text{ mol s}^{-1}$)

▶ celkový výtěžek je tedy úměrný celkové absorbované dávce \Rightarrow aby se dosáhlo významných koncentrací produktů, musí se ozařovat vysokými dávkami

▶ v radiační chemii se výhradně používá k ozařování

• ^{60}Co

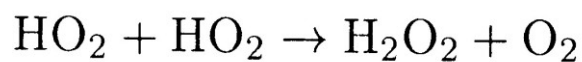
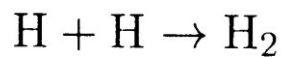
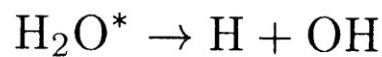
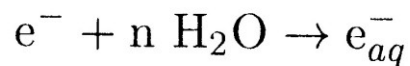
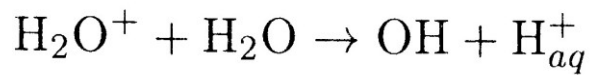
zdroj o aktivitě $1,4 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$ dává dávkový příkon 10^4 Gy s^{-1}

• **elektrony** (z lineárního urychlovače) o energii 2-10 MeV

Příklady ozařovacích procesů

Radiačně-chemické reakce se nejlépe studují v kapalně fázi.

➤ ozařování vody



Pokud voda obsahuje rozpuštěný kyslík, pak ještě probíhají další reakce (**kyslíkový efekt**):



(Vznikající radikály takto při ozáření živého organismu obsahujícího vodu zvyšují riziko jeho poškození)

➤ **ozařování vodných roztoků**

- přímá interakce záření s rozpuštěnou látkou je málo pravděpodobná (vzhledem k nadbytku vody)
- chemické změny rozpuštěných látek jsou důsledkem jejich reakce s produkty radiolýzy vody (radikály H, OH, v přítomnosti kyslíku také HO₂, solvatovaný elektron aj.)
- při reakcích s těmito částicemi se uplatňují především jejich redoxní vlastnosti

ozařovaný vodný roztok	působící agens	produkty
Fe ²⁺	H, HO ₂ , H ₂ O ₂	Fe ³⁺
glukóza	H, OH	kyselina glukonová
glycin		NH ₃ , CO ₂ , kys. octová, kys. glyoxalová
adenin		NH ₃ , CO ₂ , kys. šťavelová deriváty adeninu deriváty pyridiminu jiné heterocykly

➤ **ozařování jiných roztoků**

Ozařovaná látka	Produkty ozařování
n-hexan	H ₂ CH ₄ uhlovodíky C ₂ – C ₁₂ hexen
benzen	H ₂ cyklohexadien bifenyl

Konkrétní využití radiačně chemických reakcí:

1. chemická dozimetrie ionizujícího záření

- používá se k měření vysokých dávek, kdy nelze použít klasických dozimetrů (jsou příliš citlivé)
- $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ (okyselený a provzdušněný roztok železnaté soli)
- dávka se určuje na základě koncentrace Fe^{3+} (až 500 Gy)
- citlivost dozimetru lze záměrně snížit přidávkem Cu^{2+} (vznikající Cu^+ redukuje již vzniklé železité ionty – lze zvýšit horní mez měření dávek až na 10^5 Gy)

2. vliv záření na polymery

- záření vyvolává v hotových polymerech následné reakce :

zesíťování – PE, kaučuky, silikonové kaučuky, polyamidy

degradaci – nepříznivý vliv, zhoršují se vlastnosti polymerů

pozitivní vliv degradace – výroba některých látek

- při ozařování teflonu vznikají nízkomolekulární fluorované uhlovodíky sloužící jako maziva
- degradace celulózy vede ke vzniku Traumacelu (zastavuje krvácení)
- zpracování celulóзовých odpadních hmot pro přípravu krmiv – (ozáření dávkou $10^5 - 10^6$ Gy, spojené s kyselou nebo enzymatickou hydrolýzou)

- ozářený polypropylen (mikroten) se snadno odbourává působením půdních mikroorganismů
- hlavní význam radiační degradace polymerů je při likvidaci plastů – ozářením se plasty naruší a snadněji se pak spalují

3. radiační polymerace (nejčastěji pomocí ^{60}Co)

- působením záření na monomery vznikají radikály, které startují polymerační reakce
- konzervace předmětů kulturního dědictví po jejich poškození atmosférickými vlivy nebo škůdci (monomer se nechá vsáknout do předmětu a pak se zpolymeruje ozářením)
- povrchové radiační roubování (na povrch polymeru, skla, kamene apod. se nanese tenká vrstva monomeru a „naroubuje“ se na podklad ozářením)
- tento postup zlepšuje vlastnosti materiálu – zvyšuje se odolnost, nehořlavost, barvitelnost, hydrofobnost nebo naopak hydrofilnost apod.
- vytvrzování nátěrových hmot ozářením
- ozářené polymerní fólie mají zlepšenou schopnost potisku, metalizace apod.
- textilní tkaniny se vyznačují sníženou mačkavostí a zvýšenou barvitelností
- ve farmacii se na nosič roubováním dodá aktivní složka, která se pak postupně v těle uvolňuje

4. radiační úprava odpadních vod

perspektivní využití pro odbourávání škodlivin v odpadních vodách (fenoly, bifenyly, pesticidy a jiné polutanty)