



# 16. Chemické účinky ionizujícího záření

Jde o chemické změny vyvolané absorpcí ionizujícího záření v látkách

Studuje je **RADIAČNÍ CHEMIE**

(SOUČÁST FOTOCHEMIE)

- 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**  $M^+ + M \rightarrow \text{produkty}$

- tyto reakce probíhají po interakci s ionizujícím zářením a jsou velmi rychlé ( $\sim 10^{-14}$  s)
- molekulový ion má současně charakter radikálu
- v případě kapalné a polární látky M se elektrony vzniklé ionizací zpomalují a solvatují 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** absorbované látkou

(např. běžná rychlost vzniku produktu při dávkovém příkonu  $1 \text{ Gy s}^{-1}$  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

**$^{60}\text{Co}$**

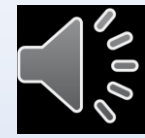
zdroj o aktivitě  $1,4 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$  dává dávkový příkon  $10^4 \text{ Gy s}^{-1}$

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

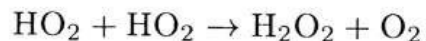
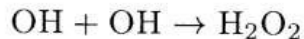
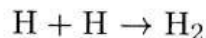
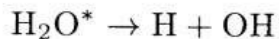
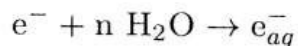
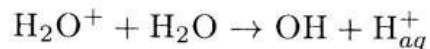
# Příklady ozařovacích procesů

Radiačně-chemické reakce se nejlépe studují v kapalně fázi.

•

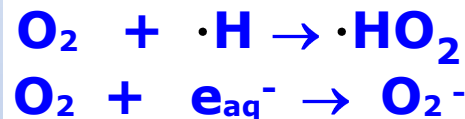


## ozařování vody



## ozařování vody v přítomnosti kyslíku

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 HO<sub>2</sub>, solvovaný elektron aj.)
- při reakcích s těmito částicemi se uplatňují především jejich redoxní vlastnosti

# Konkrétní využití radiálně chemických reakcí:



## Chemická dozimetrie ionizujícího záření

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



ozařovaný vodný roztok	působící agens	produkty
$\text{Fe}^{2+}$	H, $\text{HO}_2$ , $\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{Fe}^{3+}$
glukóza	H, OH	kyselina glukonová
glycin		$\text{NH}_3$ , $\text{CO}_2$ , kys. octová, kys. glyoxalová
adenin		$\text{NH}_3$ , $\text{CO}_2$ , kys. šťavelová deriváty adeninu deriváty pyridiminu a jiné heterocykly

# Vliv záření na polymery



Záření vyvolává v hotových polymerech následné reakce

## 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

## Radiační polymerace

- provádí se nejčastěji pomocí gama záření ( $^{60}\text{Co}$ )
- 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 a kompozitů 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

## Radiační úprava odpadních vod

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

