

Chemie životního prostředí II – Znečištění složek prostředí

Atmosféra

(05)

Dusík v atmosféře

Ivan Holoubek

RECETOX, Masaryk University, Brno, CR

holoubek@recetox.muni.cz; <http://recetox.muni.cz>



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

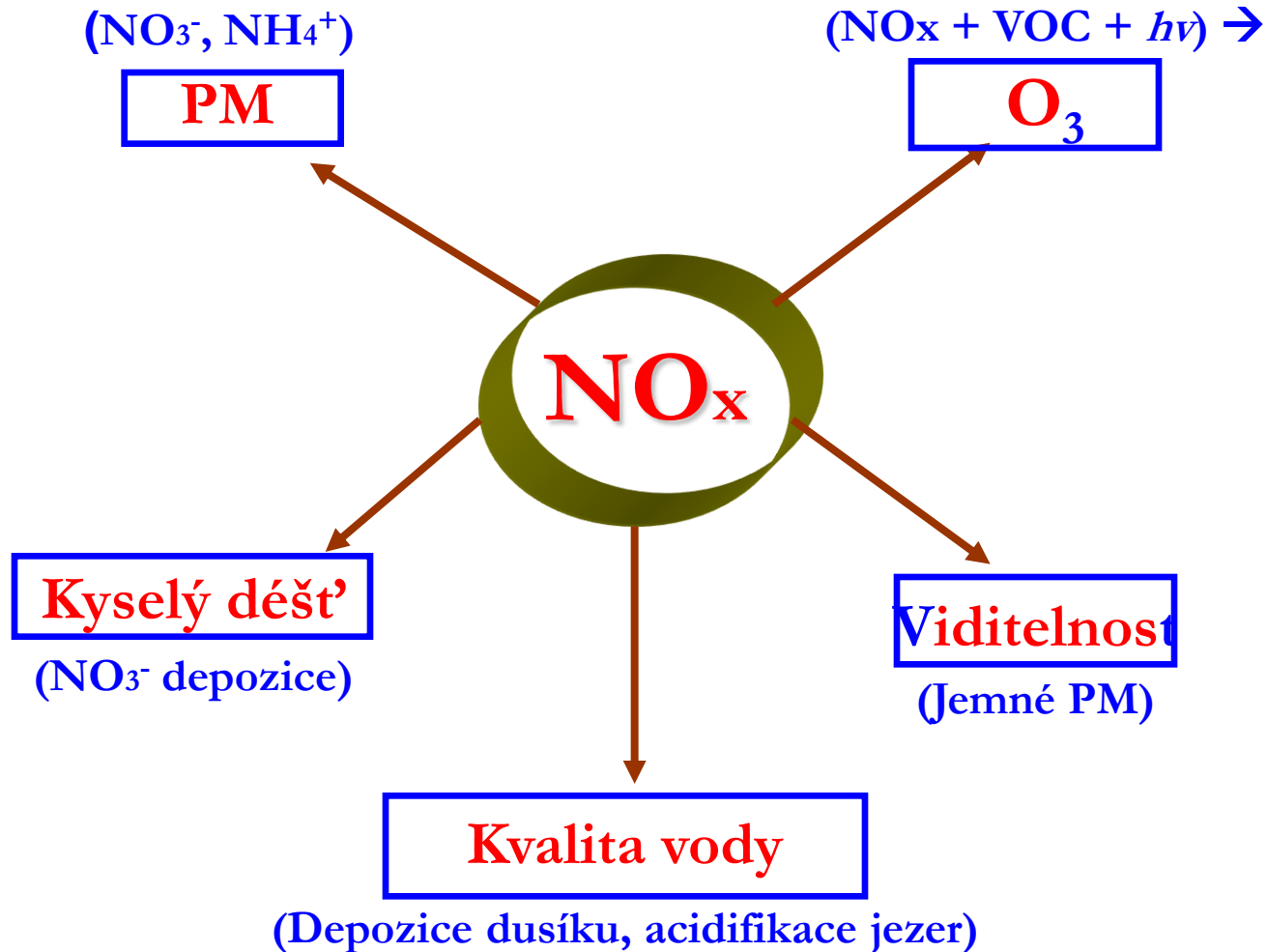


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

NO_x – problémy kvality ovzduší



Dusík v atmosféře

Amoniak (NH_3)

$\tau_{1/2} = 7$ dnů (suchý vzduch)

Oxidy dusíku (NO_x) = $\text{NO} + \text{NO}_2$

Toxické účinky, dráždivý účinek, vazba na hemoglobin

NO $\tau_{1/2} = 5$ dnů

NO_2 vzniká oxidací NO

NO - narušování ozónové vrstvy ve spodní části:

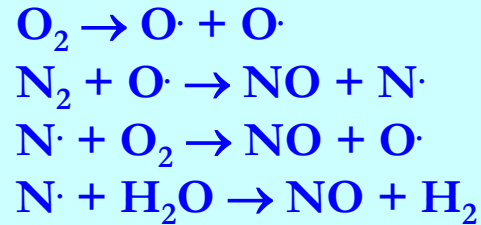
- ↪ emise z letecké dopravy (nad 15 000 m) - produkce NO na ústí leteckých turbin - 15 ± 5 g $\text{NO} \cdot \text{kg}^{-1}$ paliva
- ↪ zvyšující se produkce N_2O - denitrifikace umělých hnojiv:



NO_x - acidifikace prostředí

Termický:

vzduch
(O₂, N₂)
palivo
(RH)



NO_x

Palivový (nizkoteplotní)

Zdroj - organický dusík v palivu
tuhá - 0,5 - 2 %
kapalná - topné oleje - 0,1-0,6 %)

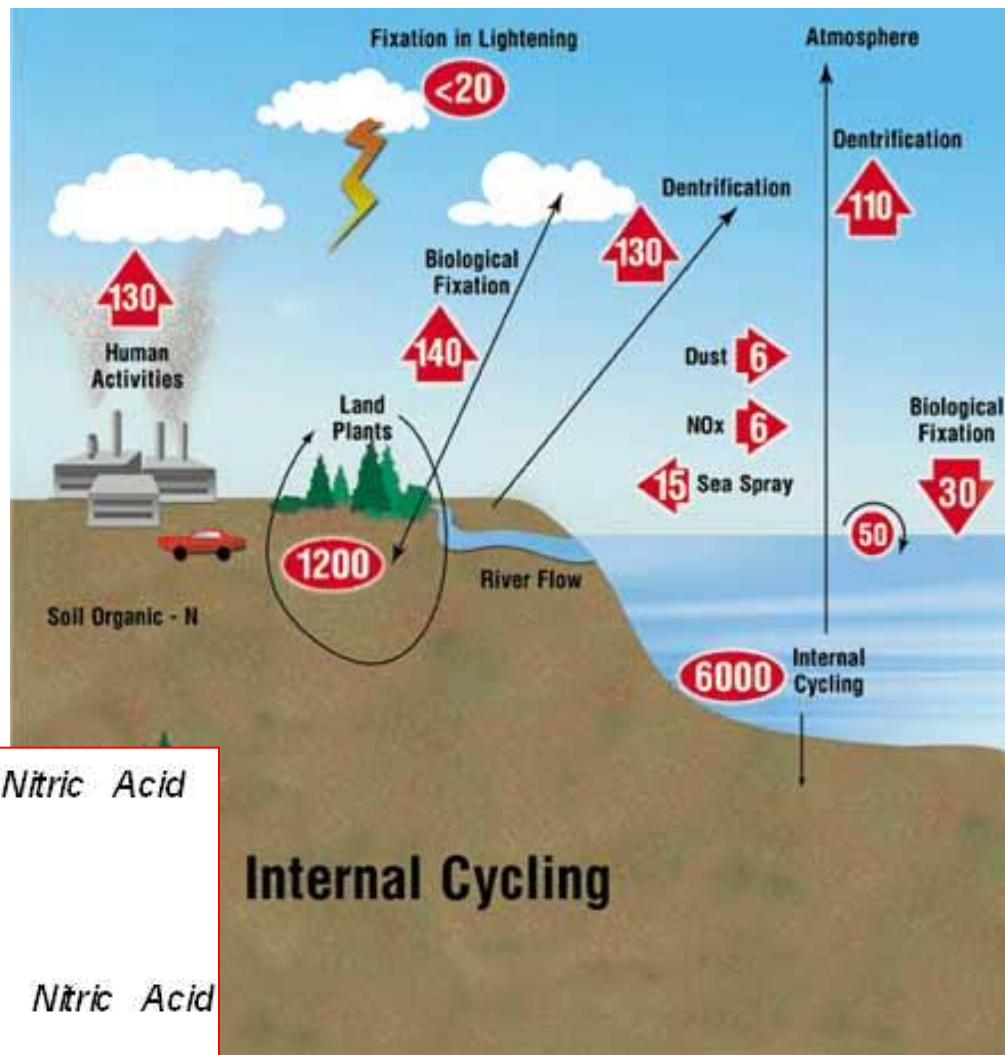
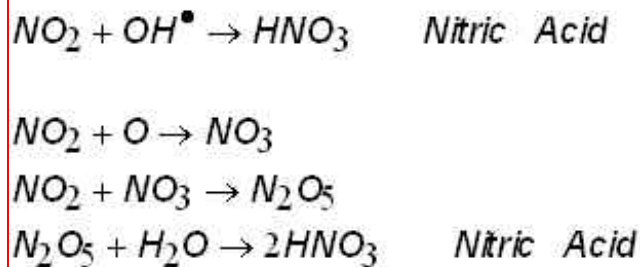
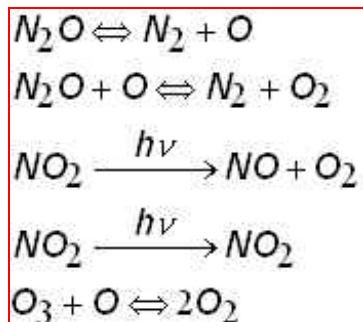
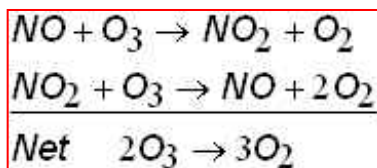
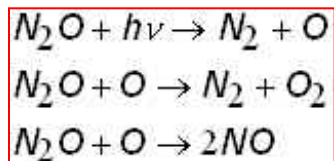
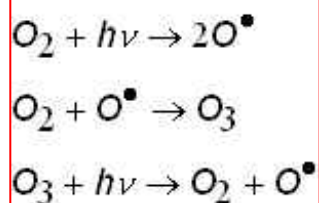
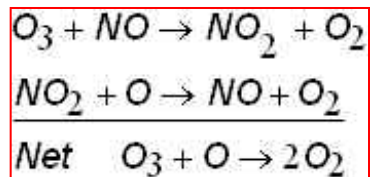
Konverze N do plynné fáze - 10 - 25 %

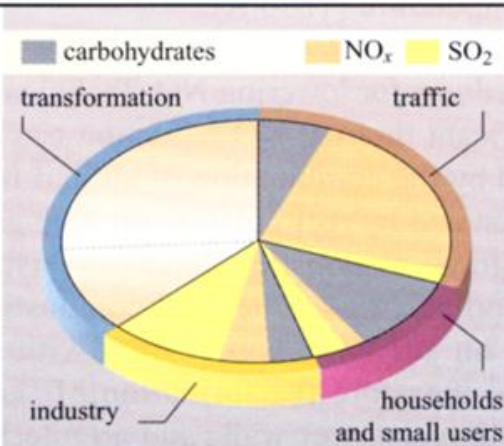
Okamžitý - tvoří se pouze v mezní vrstvě čela plamene

vzdušný N₂ → ohniště → termický NO

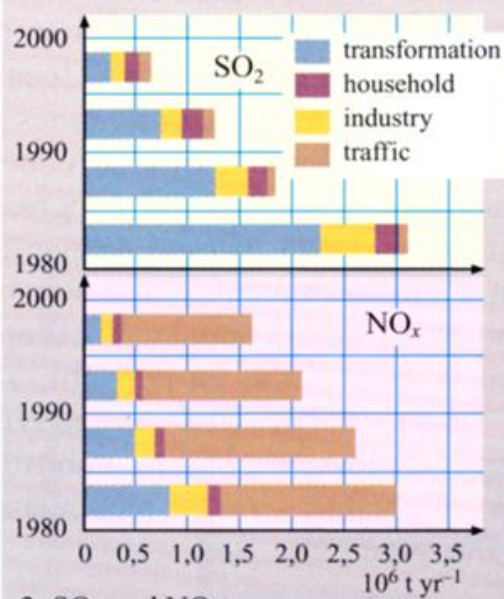
palivový N₂ → plamen → palivový NO
→ okamžitý NO

Reakce N

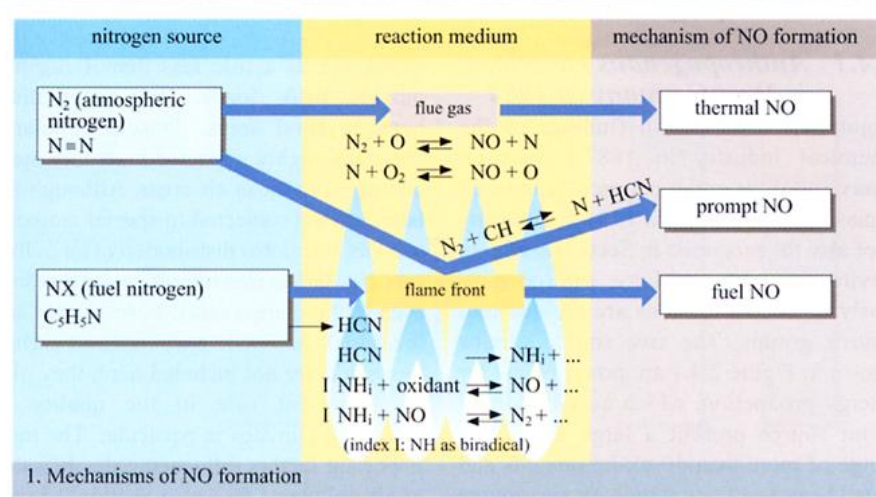




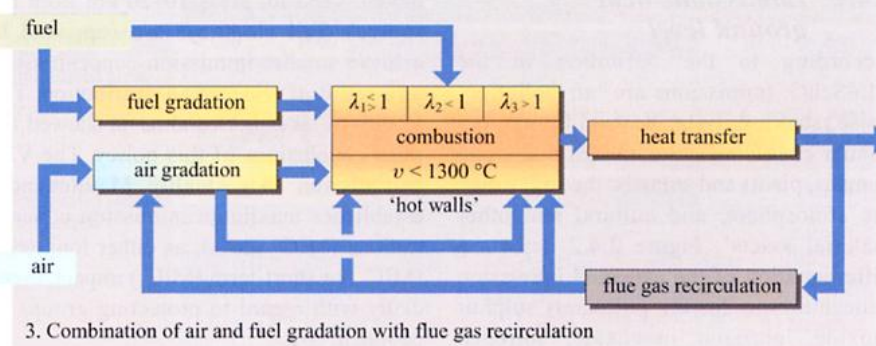
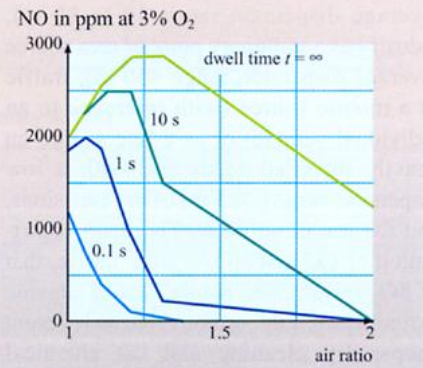
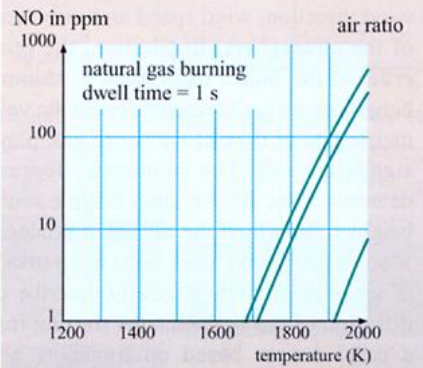
1. Fractions of individual air pollutants by emitter



2. SO₂ und NO_x status and prognosis



1. Mechanisms of NO formation



3. Combination of air and fuel gradation with flue gas recirculation

Figure 2.3.4 Nitrogen oxide: formation and lowering of levels

Odstraňování NO_x během dne – neznečištěná atmosféra

Během dne je NO₂ pomalu odstraňován z cyklu fotostacionárního stavu reakcí:



Ačkoliv HNO₃ fotolyzuje zpět na •OH + NO₂, její doba života je 15 - 80 dnů v závislosti na sezónních variacích a zeměpisné šířce.

Protože tato doba života je dosti dlouhá, HNO₃ slouží jako krátkodobý propad pro oxidy dusíku [NO_x = NO + NO₂].

Kromě toho, díky rozpustnosti ve vodě, je značná část HNO₃ rozpuštěna v kapénkách oblaků nebo aerosolových částic dusičnanu amonného vznikajícího reakcí HNO₃ s amoniakem, než je fotolyzována zpět na NO₂.

Odstraňování NO_x během dne – neznečištěná atmosféra

Radikály •OH mohou též reagovat s NO za vzniku kyseliny dusité (HNO₂):



V městských oblastech se může HNO₂ tvořit i v nočních hodinách, zřejmě heterogenní hydrolyzou NO₂ nebo NO_x nebo obou těchto látek.

Fotolýza HNO₂ v časných ranních hodinách tak může být důležitým zdrojem •OH radikálů, vedoucí k rychlé iniciaci fotochemické aktivity:



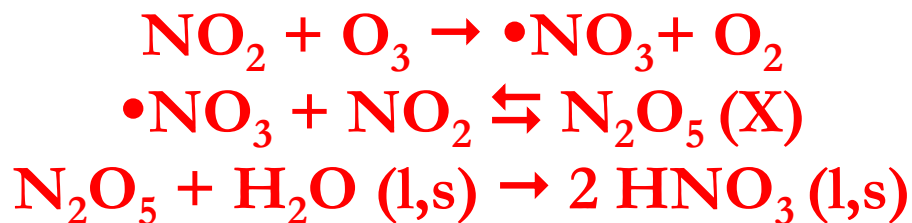
Odstraňování NO_x během noci – neznečištěná atmosféra

Během noci, je reakce tvorby ozonu přerušena eliminováním hlavních chemických zdrojů O a NO.

Protože atomární kyslík je nezbytný pro tvorbu ozonu, je jeho produkce v tuto dobu také přerušena a jak O a NO, tak i O₃ jsou produkovány chemicky.

Pokud je NO emitován během noci, rozkládá ozón reakcí s NO.

Protože fotolýza NO₂ je v noci přerušena, začíná být dostupná tvorba •NO₃, N₂O₅ a HNO₃ sledem reakcí:



Odstraňování NO_x během noci – neznečištěná atmosféra

Reakce NO₂ s O₃ se vyskytuje v aerosolech a na povrchu částic.

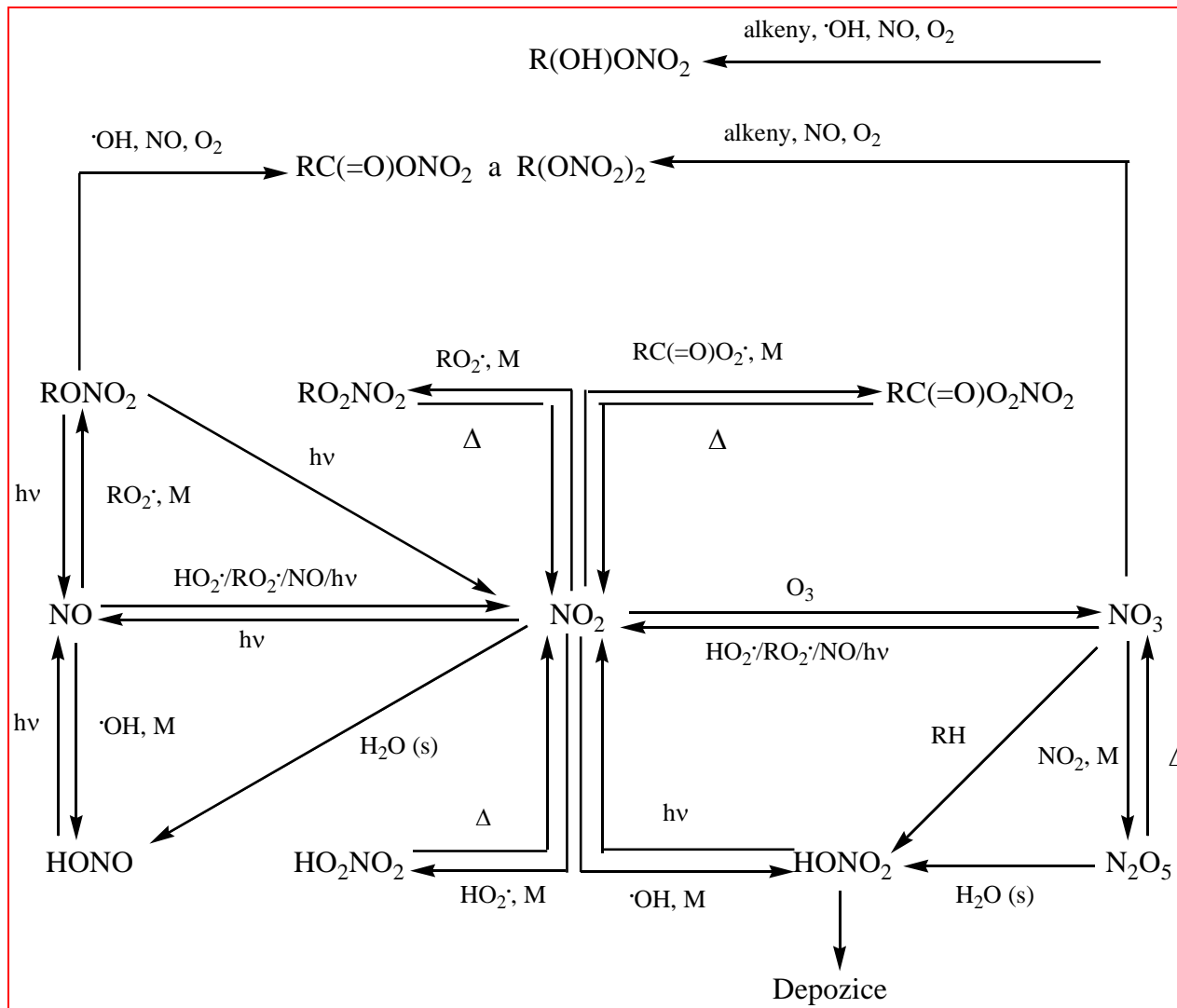
Ráno sluneční světlo rozkládá •NO₃ během několika sekund (doba života kolem 5 s při poloze slunce v nadhlavníku), takže koncentrace •NO₃ není během dne významná.

Protože N₂O₅ vzniká z •NO₃ a termicky se také rozkládá během několika sekund za vyšších teplot vratnou reakcí (X), nemá ani on významnou roli v denní troposférické chemii.

Po západu slunce se však jeho koncentrace mohou zvyšovat až do nočních koncentrací od 5 * 10⁷ do 1 * 10¹⁰ molekul.cm⁻³ (< 2 - 430 ppt) nad kontaminovanými oblastmi ovlivněnými antropogenními emisemi NO_x:



Denní a noční troposférická chemie NO a NO₂, vyšších anorganických oxidů (NO₃, HNO₂, HNO₃ a HO₂NO₂) a organických nitrátů - alkylnitrátů, RONO₂, peroxyacylnitrátů, RC(=O)O₂NO₂ a bifunkčních nitrátů R(OH)ONO₂ a R(ONO₂)₂





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Inovace tohoto předmětu je spolufinancována
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem
České republiky**