

MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

KATEDRA CHEMIE

Dusík

Anorganická chemie 2,

Vypracovala: **Martina Vlková**

V Brně, 19. 10. 2016

*Čestně prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně a pouze za využití pramenů,
zmíněných v závěru práce.*

- **1811** – **P. L. Dulong** připravil NCl_3 (při studiu jeho vlastností přišel o oko a 3 prsty).
- **1828** – **F. Wöhler** připravil močovinu z NH_4CNO .
- **1832** – **J. von Liebig** připravil nitrido-dichlorid fosforečný $(\text{NPCl}_2)_x$ zahřátím NH_3 nebo NH_4Cl s PCl_5 .
- **1835** – **M. Gregory** připravil S_4N_4 .
- **1862** – rozpoznán význam N_2 v půdě pro zemědělství.
- **1864** – **W. Weyl** referoval o schopnostech kapalného NH_3 rozpouštět kovy za vzniku barevných roztoků.
- **1886** – prokázána fixace N_2 organismy v kořenových hlízách.
- **1887** – **T. Curtis** poprvé izoloval hydrazin, **1890** z něj připravil HN_3 .
- **1895** – Franckův-Caroův postup výroby CaCN_2 (první průmyslový postup využívající vzdušný N_2).
- **1900** – Birkelandova-Eydeova průmyslová oxidace N_2 na NO sloužící k výrobě HNO_3 (zastaralý postup).
- **1906** – **F. Raschig** připravil krystalickou kyselinu amidosírovou HSO_3NH_2 .
- **1929** – **S. M. Naudé** objevil izotop dusíku ^{15}N .
- **1958** – **S. G. Shore** a **R. W. Parry** – připravili $\text{NH}_3\cdot\text{BH}_3$, izoelektronový s ethanem.
- **1965** – **A. D. Allan** a **C. V. Senoff** připravili první komplex s ligandem N_2 .


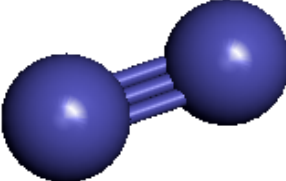
Vlastnosti

Dusík, latinsky **Nitrogenium**, se značí **N** s protonovým číslem 7 a relativní atomovou hmotností 14,00674 g/mol. Chemický prvek dusík je bezbarvý, dvouatomový plyn bez zápachu a chuti. Molekulový dusík je velmi málo reaktivní, protože jeho molekuly jsou tvořeny dvěma atomy vzájemně vázanými velice pevnou **trojnou vazbou**, která je příčinou jeho malé reaktivity. Je tedy velmi stabilní a štěpí se až za vysokých teplot (asi 4000 °C). Díky této vlastnosti se dusík využívá k vytváření inertní atmosféry. Naopak atomový dusík je velmi reaktivní. Díky své vysoké elektronegativitě se může podílet na tvorbě **vodíkových můstků**.

Přírodní N je tvořen 2 izotopy: ^{14}N (99,634 %) a ^{15}N (0,366 %)

Reaktivita dusíku roste s rostoucí teplotou, kdy se přímo slučuje s Be, s kovy alkalických zemin, B, Al, Si a Ge za vzniku nitridů. Za žáru s vodíkem vzniká NH_3 a s koksem dikyan (CN)₂.

Dusík se váže téměř se všemi prvky periodické tabulky s výjimkou vzácných plynů (kromě Xe). **Vaznost dusíku je maximálně 4**, i když jsou známy struktury, ve kterých má atom N koordinační číslo 6 nebo 8.

název	Dusík	 <p>Tekutý dusík</p>  <p>Molekula dusíku (trojná vazba)</p>
latinsky	Nitrogenium	
anglicky	Nitrogen	
značka	N	
protonové číslo	7	
relativní atomová hmotnost	14,00674	
elektronová konfigurace	$[\text{He}] 2s^2 2p^3$	
teplota tání	-210,1 °C	
teplota varu	-195,79 °C	
skupina	15 (V.A)	
perioda	2	
skupenství (při 20 °C)	plynné	
oxidační čísla ve sloučeninách	-3, +1, +2, +3, +4, +5	

Laboratorní příprava a výroba

V laboratoři se dusík připravuje tepelným rozkladem **dusitanu amonného** (NH_4NO_2).



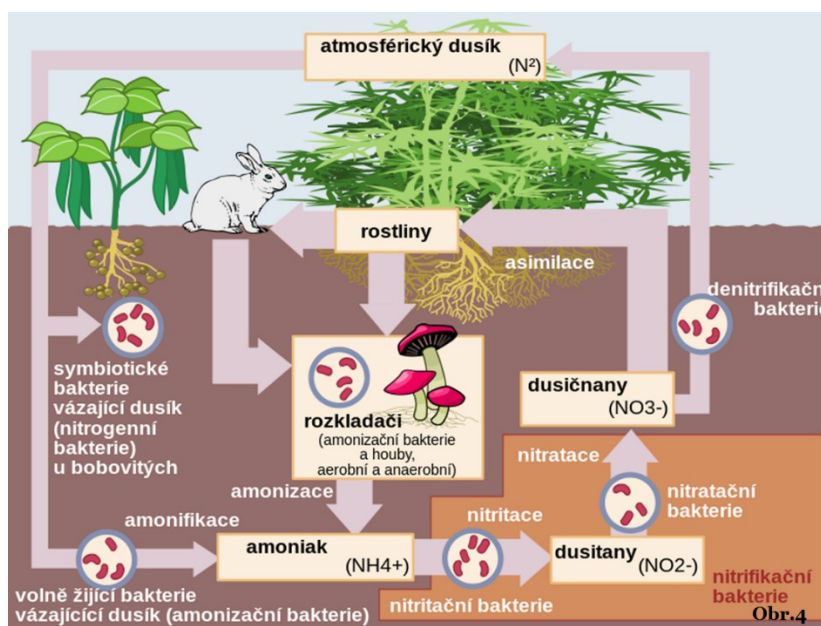
Průmyslová výroba

Průmyslově se dusík vyrábí **frakční destilací** zkapalněného vzduchu.

Výskyt

Dusík se v přírodě vyskytuje **volný** nebo **vázaný**. Vzduch, který nás obklopuje, je tvořen ze **78 obj. %** tímto plynem. I přes jeho malou reaktivitu je dusík vázán v celé řadě přírodních sloučenin – soli kyseliny dusičné – **NaNO₃** – **čilský ledek**.

Koloběh dusíku v přírodě



Využití

Samotný dusík byl v době objevu identifikován jako součást vzduchu, většího uplatnění dosáhly sloučeniny dusíku např. při výrobě **střelného prachu**, později jako paliva raketových motorů, při výrobě barviv, léčiv a hnojiv.

Dusík, který se skladuje a převáží stlačený v ocelových lahvích označených zeleným pruhem, se používá především k výrobě **amoniaku** (NH₃), **kyseliny dusičné** (HNO₃) a různých průmyslových hnojiv, například **čilský ledek** (NaNO₃ – dusičnan sodný), **dusičnan amonný** (NH₄NO₃), atd. Díky své malé reaktivitě se využívá také k vytváření inertní atmosféry (použití např. při skladování velmi reaktivních alkalických kovů).



Ve velkém se používá k **proplachování petrochemických reaktorů** a jiných chemických zařízení. Dále se používá jako inertní ředilo chemikálií, při výrobě plaveného skla a jako ochrana před oxidací taveniny cínu.

Kolem 10 % vyrobeného dusíku se používá jako **chladio** při mletí materiálů, které jsou za normální teploty měkké nebo gumovité, k obrábění pryže za nízké teploty, k montáži technických konstrukcí ve smrštěném stavu, k ochranně biologických vzorků (krev, sperma apod.) a jako prostředek do lázně o konstantní teplotě -196°C .

Dezoxidovaný dusík se v chemickém průmyslu také používá pro inertizaci zařízení a jako **balicí plyn E 941** v potravinářství. Přímá vysokotlaká syntéza **čpavku** z dusíku a vodíku na železném katalyzátoru, podle Habera a Boshe, je jednou z nejdůležitějších chemických výrob vůbec. Za její praktické zvládnutí byl **Fritz Haber** oceněn Nobelovou cenou za chemii 1918.

Amoniak (NH_3) slouží jako hnojivo a chladio, ale zejména jako základní surovina pro celou řadu dalších chemických výrob, z nichž nejdůležitější je výroba kyseliny dusičné a jejích solí, močoviny a kyanovodíku. Čpavek společně s kyselinou sírovou tvoří dodnes základ moderní průmyslové chemie.

Kapalný dusík se často používá i při mražení potravin; k chlazení během přepravy; ke značkování dobytka; ke zmrazování obsahu potrubí místo ventilu pro přerušení průtoku; ke zmrazování zeminy pro zpevnění nestabilního základu při tunelování nebo hloubení.



Potravinářský průmysl

V potravinářském průmyslu se dusík používá:

- k prodloužení skladovatelnosti balených potravin zabráněním kažení oxidací, růstem plísní, migrací vlhkosti a napadením hmyzem;
- při termoregulaci a chlazení potravin;
- při rychlém zmrazení (kryogenní zmrazování a IQF) potravin;
- pro odstraňování plynů z kapalin;
- pro pneumatickou dopravu složek a vytvoření inertní atmosféry v nádobách na skladování potravin;
- k chlazení kazících se výrobků během dopravy;

- při balení v modifikované atmosféře;

Ropný průmysl

V ropném průmyslu se dusík používá:

- ke zlepšení regenerace a udržení tlaku v ropných a plynových ložiskách;
- jako krycí plyn ve skladovacích nádržích a při nakládání/vykládání produktů;
- k proplachování potrubí;
- k odstraňování těkavých organických sloučenin (VOC) z odpadních toků nebo k chlazení větracích toků;

Výroba kovů

Ve výrobě kovů se dusík používá:

- k ochraně kovů, jako je ocel, měď a hliník, během procesu žhání, nauhličování a sintrování ve vysokoteplotních pecích;
- k chlazení matric při tváření a lisování;
- při uložení kovových dílů za tepla;

Přehled sloučenin

1. bezokyslíkaté sloučeniny

NH_3 – amoniak, bezbarvý a štiplavý plyn, který leptá sliznici

NH_4Cl - chlorid amonný (**salmiak**) používá se při pájení a v suchých bateriových člancích

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - síran amonný, průmyslové hnojivo

NH_4NO_3 - dusičnan amonný, průmyslové hnojivo **ledek amonný s vápencem** (směs

NH_4NO_3 a CaCO_3)

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ - uhličitán amonný, součást kypřících prášků

amidy - aniont NH_2^- , např. NaNH_2

imidy - aniont NH^{2-} , např. CaNH

nitridy - aniont N^{3-} , např. **BN**

NCl_3 - chlorodusík

NI_3 - jododusík

HN_3 - kyselina azidovodíková nestálá explozivní kapalina

NH_4CNO – močovina

2. kyslíkaté sloučeniny

a) oxidy

N_2O – oxid dusný, tzv. "**rajský plyn**" používaný při operacích k anestezii

NO – oxid dusnatý, bezbarvý

N_2O_3 – oxid dusitý

NO_2 – oxid dusičitý, hnědočervený plyn, který má charakteristický zápach; silně jedovatý

b) kyseliny

HNO_2 – kyselina dusitá, slabá kyselina

HNO_3 – kyselina dusičná, silná kyselina; uchovává se v tmavých lahvích, protože se působením světla rozkládá

c) solí kyseliny dusičné (NO_3^-)

KNO_3 – dusičnan draselný (**draselný ledek**), průmyslové hnojivo

NaNO_3 – dusičnan sodný (**chilský ledek**), průmyslové hnojivo

NH_4NO_3 – dusičnan amonný (**amonný ledek**), průmyslové hnojivo

Nitridy, azidy a nitrodikomlexy

1. Nitridy – dělení do čtyř skupin na:

- iontové
- kovalentní
- diamantového typu
- kovové (intersticiální)

Vzorce těchto sloučenin lze zapsat iontově pomocí částic N^{3-} , avšak je nepravděpodobné, že by separace náboje úplná, např.: Li_3N a M_3N_2 ($\text{M} = \text{Be}, \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}$ a Ba).

Díky svým vlastnostem se používají na výrobu kelímků, vysokoteplotních reakčních nádob, pouzder termoelektrických článků apod.

2. Azidy

Naproti tomu azidy NaN_3 , KN_3 atd. jsou dobře charakterizovány jako **krystalické soli**, které tají za částečného rozkladu.

Azidy se vyznačují symetrickou lineární skupinou N_3^- ($\text{N}^- = \text{N}^+ = \text{N}^-$)

Azidy kovů podskupin B (např. AgN_3 , $\text{Cu}(\text{N}_3)_2$ a $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$) jsou citlivé na náraz a snadno detonují. Jsou daleko méně iontové a mají složitější strukturu.

Jsou známy též sloučeniny o jiném složení, např.: Ca_2N , Ca_3N_4 a Ca_{11}N_8

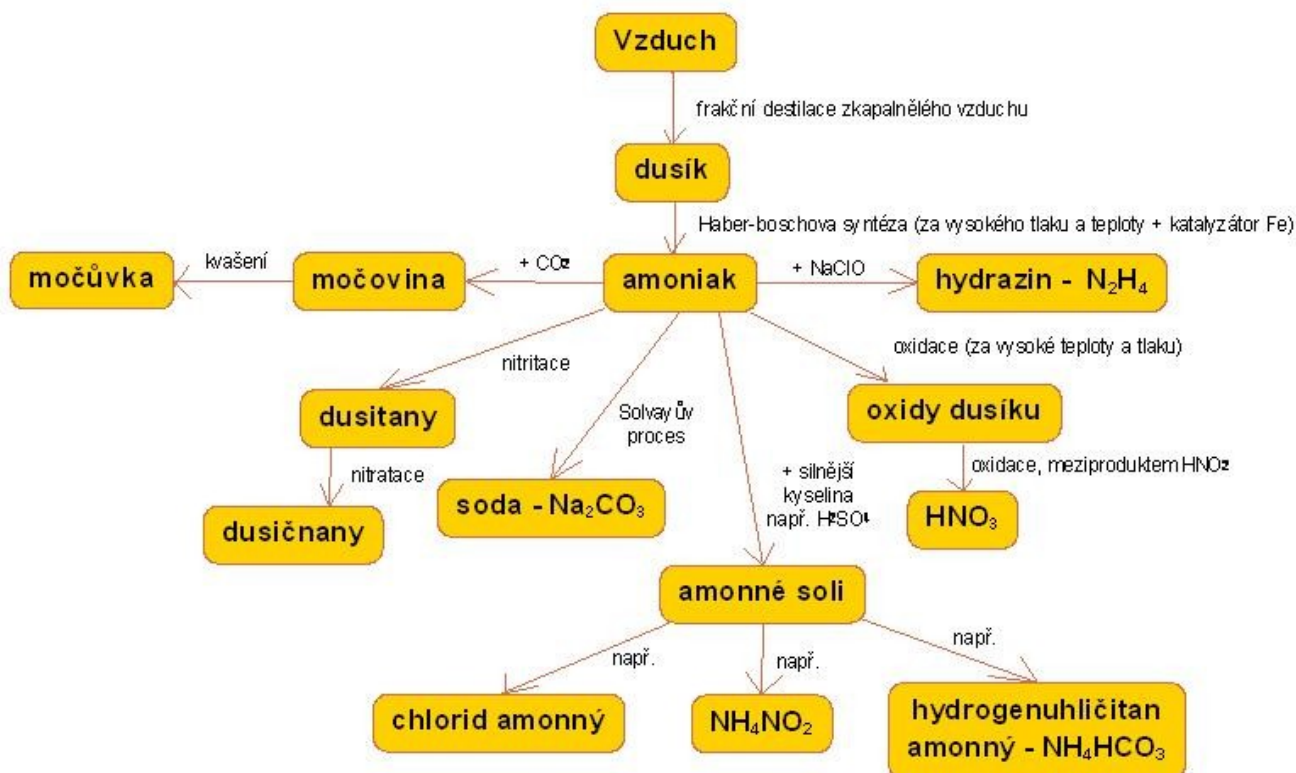
3. Nitridokomplexy

Nitridový ion N^{3-} je vynikajícím ligandem zvláště vůči přechodným kovům druhé a třetí řady. Je považován za daleko nejsilnější π -donor elektronů, druhým nejsilnějším je izoelektronový ion O^{2-} .

Nitridové komplexy se obvykle připravují **tepelným rozkladem azidů** (např. azido-fosfinové komplexy V^{V} , Mo^{VI} , W^{VI} , Ru^{VI} a Re^{V}) nebo deprotonizací NH_3 (např. $[\text{OsO}_4 \rightarrow \text{OsO}_3\text{N}]^-$).

Většina komplexů obsahuje koncovou skupinu $[\equiv\text{N}]^{3-}$, jako např. $[\text{VCl}_3\text{N}]^-$, $[\text{MoO}_3\text{N}]^-$, $[\text{WCl}_5\text{N}]^{2-}$ apod. Jiné vazebné způsoby se uskutečňují lineárním symetrickým můstkem, jako např. v $[(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}_4\text{Ru}-\text{N}-\text{RuCl}_4(\text{H}_2\text{O})]^{3-}$

Schéma vzniku dusíkatých sloučenin



Seznam literatury:

1. Jančář, L. *Periodická soustava prvků*, 2. dotisk 1. vydání, vydala Masarykova univerzita, 2015, 154 s, ISBN 978-80-210-6621-2
2. Klikorka J., Hájek B., Votinský J.: *Obecná a anorganická chemie*, SNTL, Praha 1985.
3. <http://e-chembook.eu/pentely-skupina-dusiku>
4. <http://www.tabulka.cz/prvky/ukaz.asp?id=7>
5. <http://www.prvky.com/7.html>
6. <http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/hist/chemlat/dusik.html>
7. <http://www.ceskeminipivovary.cz/nabidka/vyroba/komponenty-pivovaru/podpurna-zarizeni/redukni-ventily/>
8. <http://www.siad.com/repceca/pagina.asp?m=4&id=268>