

N, P

13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	18 0
					Helium 2 He 4,002602(2)
Bor 5 B 10,811(7)	Uhlík 6 C 12,0107(8)	Dusík 7 N 14,00674(7)	Kyslík 8 O 15,9994(3)	Fluor 9 F 18,9984032(5)	Neon 10 Ne 20,1797(6)
Hliník 13 Al 26,981538(2)	Křemík 14 Si 28,0855(3)	Fosfor 15 P 0,973761(2)	Síra 16 S 32,066(6)	Chlor 17 Cl 35,4527(9)	Argon 18 Ar 39,948(1)
Gallium 31 Ga 69,723(1)	Germanium 32 Ge 72,61(2)	Arsen 33 As 74,92160(2)	Selen 34 Se 78,96(3)	Brom 35 Br 79,904(1)	Krypton 36 Kr 83,80(1)
Indium 49 In 114,818(3)	Cín 50 Sn 118,710(7)	Antimon 51 Sb 121,760(1)	Tellur 52 Te 127,60(3)	Jod 53 I 126,90447(3)	Xenon 54 Xe 131,29(2)
Thallium 81 Tl 204,3833(2)	Olovo 82 Pb 207,2(1)	Bismut 83 Bi 208,98038(2)	Polonium 84 Po (208,9824)	Astat 85 At (209,9871)	Radon 86 Rn (222,0176)

3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 I B	12 II B
------------	-----------	----------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	------------

Skandium 21 Sc 44,955910(8)	Titan 22 Ti 47,867(1)	Vanad 23 V 50,9415(1)	Chrom 24 Cr 51,9961(6)	Mangan 25 Mn 54,938049(9)	Železo 26 Fe 55,845(2)	Kobalt 27 Co 58,933200(9)	Nikl 28 Ni 58,6934(2)	Měď 29 Cu 63,546(3)	Zinek 30 Zn 65,39(2)
Yttrium 39 Y 88,90685(2)	Zirkonium 40 Zr 91,224(2)	Niob 41 Nb 92,90638(2)	Molybden 42 Mo 95,94(1)	Technecium 43 Tc (98,9063)	Ruthenium 44 Ru 101,07(2)	Rhodium 45 Rh 102,90550(2)	Palladium 46 Pd 106,42(1)	Stříbro 47 Ag 107,8682(2)	Kadmium 48 Cd 112,411(8)
57-70 Lantha- noidy	Hafnium 72 Hf 178,49(2)	Tantal 73 Ta 180,9479(1)	Wolfram 74 W 183,84(1)	Rhenium 75 Re 186,207(1)	Osmium 76 Os 190,23(3)	Iridium 77 Ir 192,217(3)	Platina 78 Pt 195,078(2)	Zlato 79 Au 196,96655(2)	Rtuť 80 Hg 200,59(2)
89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1186)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1306)	Melitnerium 109 Mt (266)	Ununnilium 110 Uun (269)	Ununium 111 Uuu (272)	Ununbium 112 Uub (277)

1 I A	2 II A
----------	-----------

Vodík 1 H 1,00794(7)	
--------------------------------------	--

Lithium 3 Li 6,941(2)	Beryllium 4 Be 9,012182(3)
---------------------------------------	--

Sodík 11 Na 22,989770(2)	Hořčík 12 Mg 24,3050(6)
--	---

Draslík 19 K 39,0983(1)	Vápník 20 Ca 40,078(4)
---	--

Rubidium 37 Rb 85,4678(3)	Stroncium 38 Sr 87,62(1)
---	--

Cesium 55 Cs 132,90545(2)	Baryum 56 Ba 137,327(7)
---	---

Francium 87 Fr (223,0197)	Radium 88 Ra (226,0254)
---	---

15. skupina – 5 valenčních elektronů

konfigurace $ns^2 np^3$

Prvek	X	I^1 [kJ mol ⁻¹]	ρ [g cm ⁻³]	$b. t.$ [°C]	$b. v.$ [°C]	r [pm]
N	3,1	1402	0,00125	-210	-196	71
P	2,1	1012	1,82w	44w	280w	111

Oxidační číslo

N: -3, +1, +2, +3, +4, +5

P: -3, +1, +3, +5

Obecné informace

- 99,6 % ^{14}N a 0,4 % ^{15}N ; ^{31}P 100 %, významné jsou i ^{32}P a ^{33}P
- obsah N_2 v ovzduší 78 % - ve všech skupenstvích **molekuly N_2**

Přírodní zdroje N: atmosféra, NaNO_3 – chilský ledek, KNO_3 – ledek, NH_4NO_3 , bílkoviny

Přírodní zdroje P: apatity - $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$, $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$

Krystalové modifikace P: bílý, červený, fialový a černý fosfor

bílý



červený

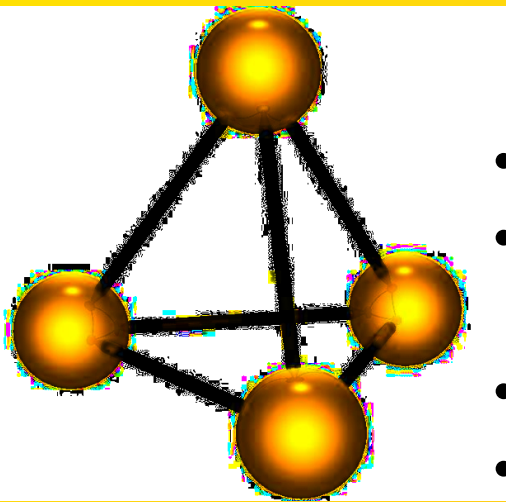


fialový



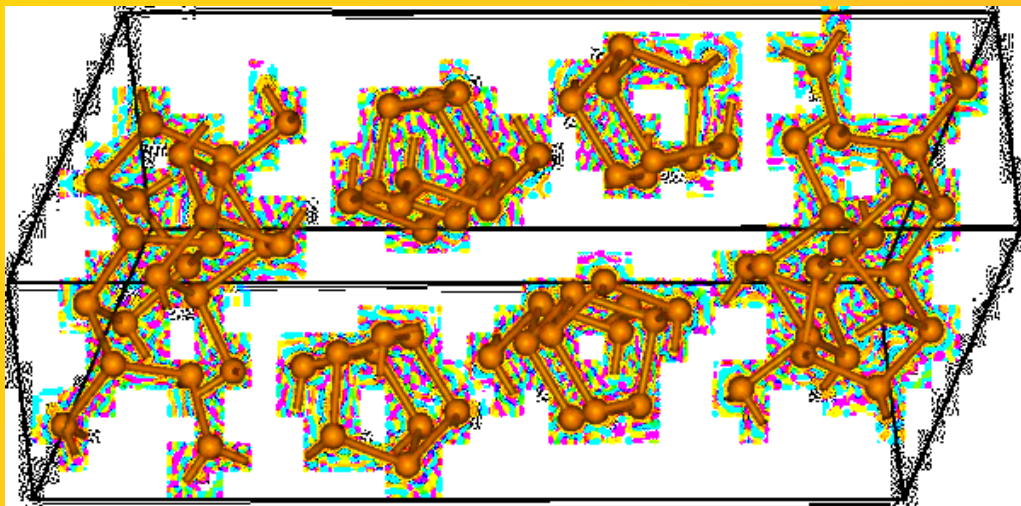
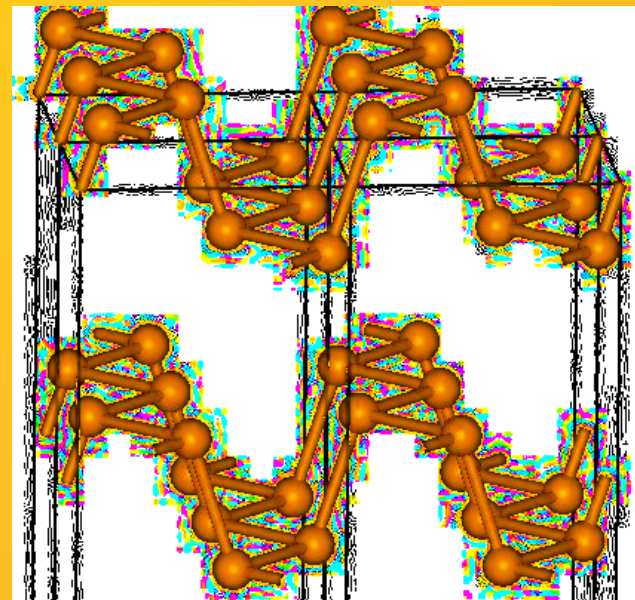
černý





Bílý

- reaktivní, nestabilní
- na vzduchu samozápalný (uchování pod vodou)
- **toxický**
- rozpustný v CS_2 , SO_2 , NH_3



Černý

- stabilní, polokovový
- polovodivý
- vzniká za vysokého tlaku
- struktura podobná grafitu
- nejméně reaktivní

Červený

- stabilní, méně reaktivní, **nejedovatý**, nerozpustný, vyrábí se z bílého P (UV)

N

- nereaktivní – vysoká energie vazby $N\equiv N$ (6x silnější než jednoduchá)
- **třetí neelektronegativnější** prvek (po fluoru a kyslíku)
- ve vodě se **rozpouští** méně než kyslík (**riziko** - kesonová/dekompresní nemoc)
- tvoří sloučeniny se všemi prvky (kromě vzácných plynů), ale až za žáru
- za nízké teploty pouze s Li, Mg a Ca
- tvoří maximálně **4 σ -vazby** (nedostupnost d-orbitalů) – NH_4^+/NR_4^+

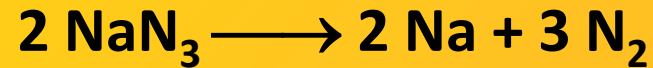
P

- tvoří sloučeniny se všemi prvky
- v kapalině tetraedry P_4 , v plynné fázi tvoří molekuly P_2
- může tvořit více než 4 σ -vazby (využití d-orbitalů)
- podobně reaktivní jako dusík - tvoří sloučeniny téměř se všemi prvky (mimo Sb, Bi a vzácných plynů), reaguje za vyšší teploty

Nejčastější oxidační stavy (N i P): **-III, III a V**

Výroba a použití

- **dusík** se vyrábí frakční destilací kapalného vzduchu (b. v. $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- laboratorně pak rozkladem vhodných sloučenin



- používá se jako účinné **chladio** (supravodiče, syntézy), **ochr. atm., sloučeniny** – amoniak, kys. dusičná, dusičnany, hydrazin, močovina
- **fosfor** redukcí uhlíkem v pecích



- vyrábí se z něj oxid fosforečný, **kyselina fosforečná, fosforečnany** – detergenty, insekticity, herbicidy, halogenofosforečnany účinné neurotoxiny

Sloučeniny dusíku

Nitridy – níže

Sloučeniny dusíku s vodíkem

NH_3 – amoniak (azan)

N_2H_4 – hydrazin (diazan)

HN_3 – azoimid (azidovodík)

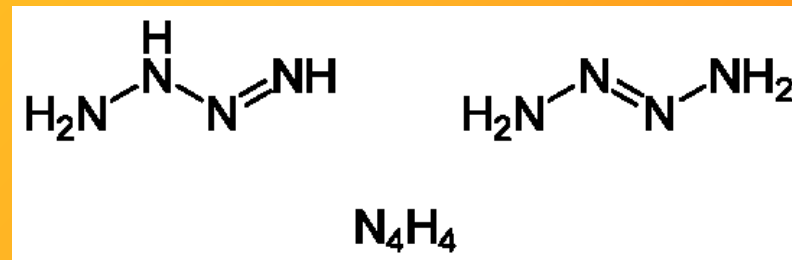
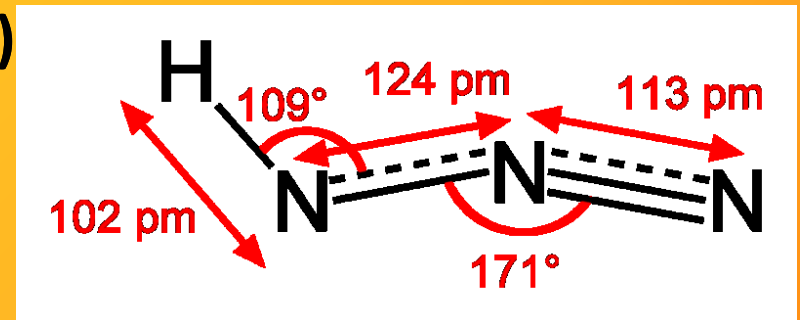
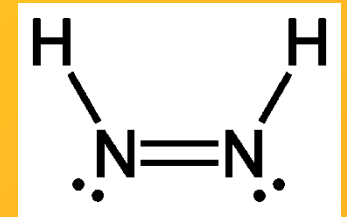
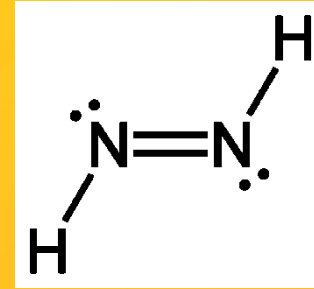
NH_4N_3 – azid amonný (N_4H_4)

$\text{N}_2\text{H}_5\text{N}_3$ – azid hydrazinia(1+) (N_5H_5)

N_2H_2 – diazen (diimid)

N_4H_4 – tetrazen

NH_2OH - hydroxylamin

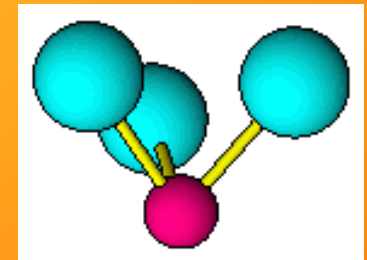
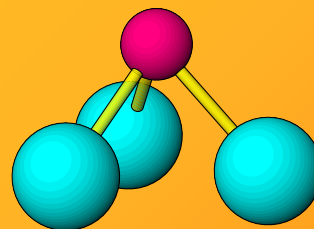
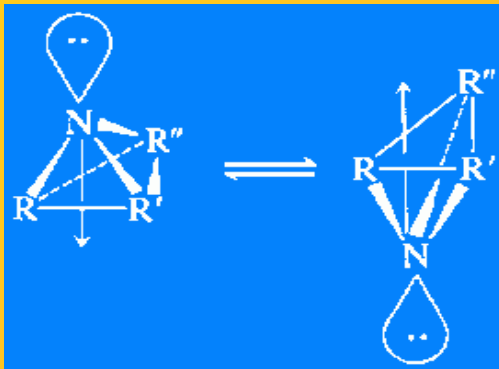




(Haber-Boschova výroba: 500 C/Fe, Al₂O₃, 20-100 MPa)



$$K_B = 1,8 \cdot 10^{-5}$$



Amoniak - redukční vlastnosti



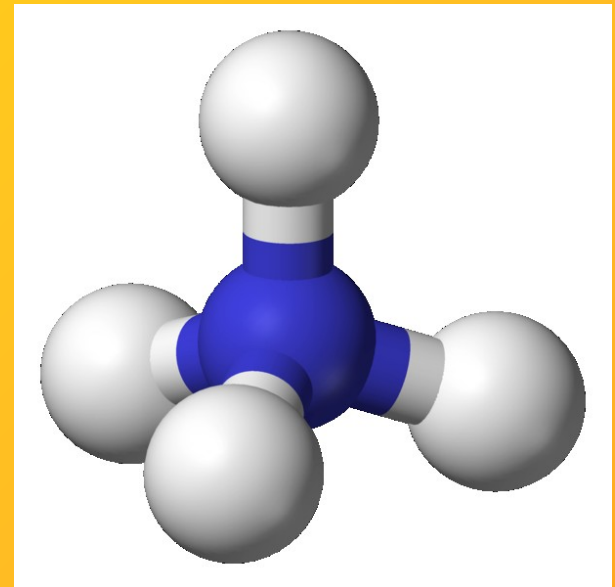
Amonný kation

- vzniká reakcí kyselin s roztokem NH_3
- soli jsou dobře **rozpuštěné ve vodě**, krystalické, podobné solím alkal. kovů



$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – hnojivo

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ – cukrářské kvasnice



NH_4^+



Deriváty amoniaku

Amidy

- vznikají např. reakcí alkalických kovů s kapalným amoniakem
- NH_2^- je velmi silná báze (silnější než OH^-)



Imidy

- známé jen u Li, Ca, Ge, Sn a Pb
- vznikají tepelným rozkladem amidů, nebo:

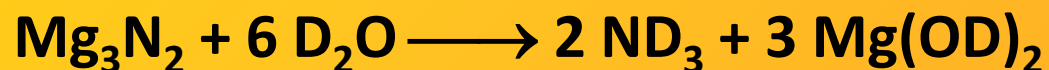


Nitridy

- vznikají reakcí s N_2 , rozkladem amidů či imidů a reakcí s amoniakem

Dělení:

- **iontové:** Li_3N , Mg_3N_2 , Ca_3N_2 (bezbarvé vodou se rozkládající)



(příprava deuterioamoniaku pro NMR)

- **intersticiální:** XN , X_2N (tvrdé, odolné a vodivé)
- **kovalentní:** AlN , BN , S_4N_4

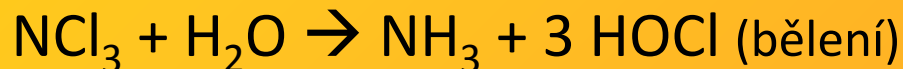
Halogenderiváty NX_3 (NHX_2 a NH_2X)

NF_3

- vzniká elektrolýzou NH_4HF_2 , bezbarvý inertní plyn

NCl_3 , NHCl_2 a NH_2Cl

- vznikají reakcí Cl_2 s NH_4Cl
- $\text{pH} > 8,5$ NH_2Cl ; $\text{pH} = 5$ NHCl_2 ; $\text{pH} < 4,5$ NCl_3
- chloramin i dichloramin existují jen ve zředěném roztoku
- NCl_3 „chlorid dusitý“ - nestálá kapalina, explozivní

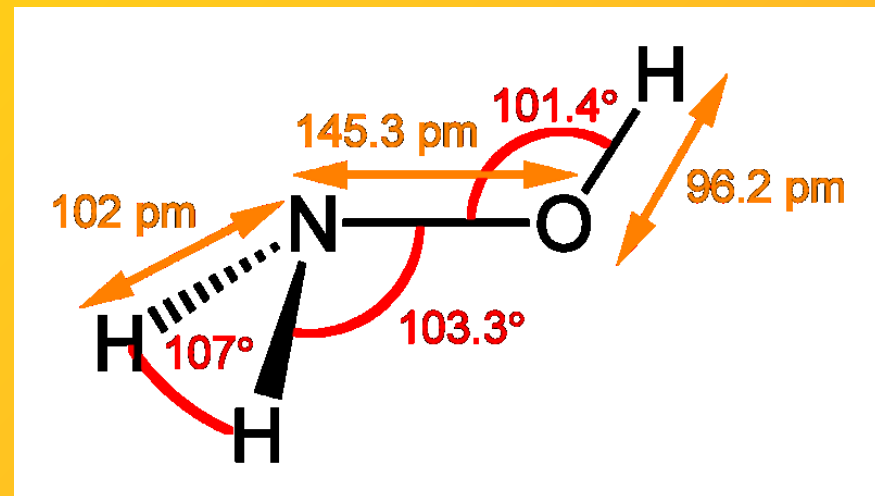


$\text{NBr}_3 \cdot 6 \text{NH}_3$, $\text{NI}_3 \cdot \text{NH}_3$

- vznikají reakcí Br_2 s kapalným amoniakem či I_2 s roztokem amoniaku
- **třaskavé** („jododusík“ - $\text{NI}_3 \cdot \text{NH}_3$)

NH₂OH - hydroxylamin

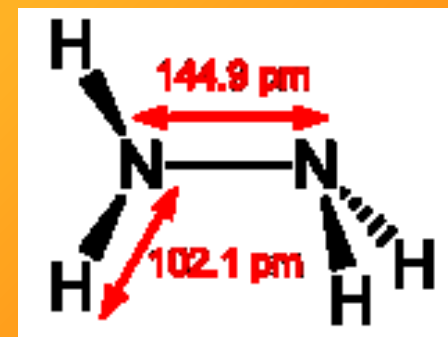
- bezbarvá, reaktivní, rozpustná látka
- slabá zásada
- působí oxidačně i redukčně
- využívá se v organické syntéze



N₂H₄ - hydrazin



- bezbarvá kapalina
- tvoří kationty N_2H_5^+ a $\text{N}_2\text{H}_6^{2+}$
- výborně hoří (na dusík a vodu)
- organické syntézy, **raketové palivo** (rozklad na katalyzátorech na N₂ a H₂)



HN₃ - azoimid

- bezbarvá, vysoce toxická kapalina
- má redukční i oxidační vlastnosti



- soli (slabá – jako kys. octová) - **azidy**, iontové jsou stálé (**NaN₃**), kovalentní třaskavé (**Pb(N₃)₂**, **Cu(N₃)₂**) – rozbušky

Oxidy dusíku



N₂O – rajský plyn, laughing gas (i [film](#) s Chaplinem, 1914)

- netoxický, dobře rozpustný v tucích – ovlivňuje nervovou soustavu
- podporuje hoření (rozkladem vzniká O) – oxidovadlo do raket i do aut

- plnění bombiček se šlehačkou
- anestetikum



- vyrábí se z něj i **azid sodný**



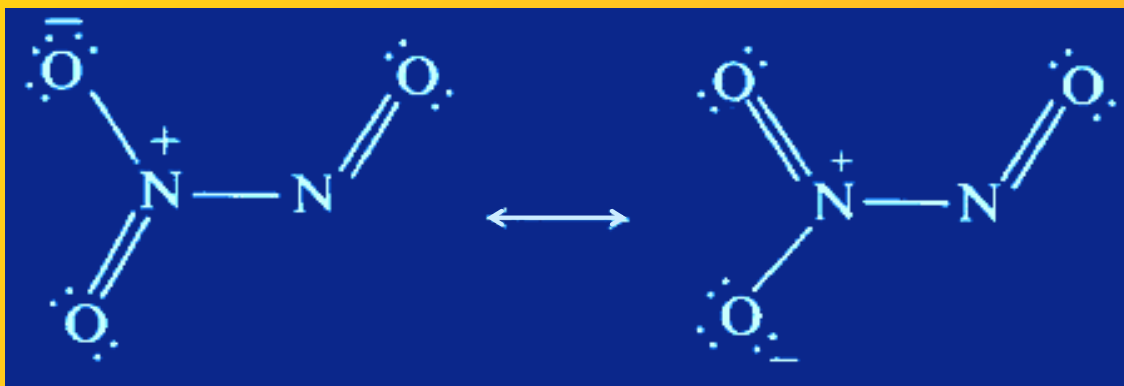
NO

- bezbarvý plyn, **paramagnetický** – ale příliš nedimeruje (srov. NO_2)
- **ligand** (nitrosyl)
- vzdušným kyslíkem se rychle oxiduje na hnědý NO_2



N_2O_3

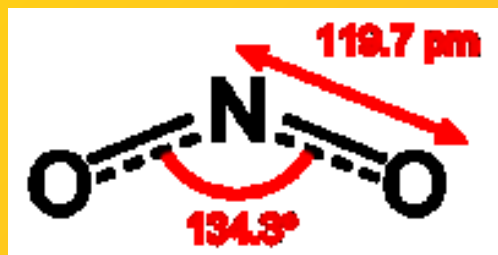
- anhydrid kyseliny dusité (reakcí s vodou vzniká HNO_2)
- pevný světle modrý, kapalný tmavě modrý
- snadno disproportionuje



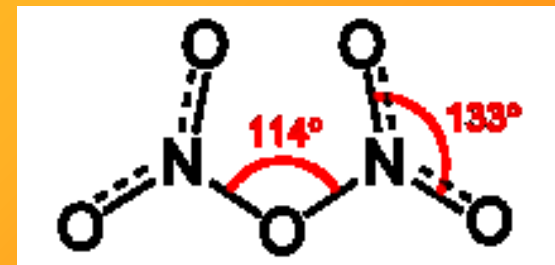
NO_2

- v pevném stavu **bezbarvý dimer** N_2O_4 (b. t. $-11\text{ }^\circ\text{C}$, b. v. $21\text{ }^\circ\text{C}$)
- za vyšší teploty **hnědý monomer**, či směs monomer-dimer
- s vodou disproportionuje na HNO_3 a NO

- vzniká buď oxidací NO nebo laboratorně rozkladem dusičnanů těžkých kovů



- bezbarvá krystalická látka, v pevném stavu $\text{NO}_2^+\text{NO}_3^-$
- snadno se rozkládá na NO_2 a O_2
- anhydrid kyseliny dusičné
- připravuje se výhradně její dehydratací



Kyslíkaté kyseliny

<i>Vzorec</i>	<i>Název</i>	<i>Poznámky</i>
$\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$	kyselina didusná	Slabá kyselina $\text{HON}=\text{NOH}$, izomerní s nitramidem $\text{H}_2\text{N}-\text{NO}_2$, soli jsou známy
{HNO}	nitroxyl	Reaktivní intermediát, soli jsou známy
$\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_3$	kyselina dihydrogen- didusnatá	Známá v roztoku a jako soli, např. Angeliho sůl $\text{Na}_2(\text{ON}=\text{NO}_2)$
$\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_4$	kyselina nitroxylová	Explozivní; známá sodná sůl $\text{Na}_4(\text{O}_2\text{NNO}_2)$

<i>Vzorec</i>	<i>Název</i>	<i>Poznámky</i>
HNO_2	kyselina dusitá	Nestálá, slabá kyselina, známé jsou stálé soli – dusitany
HOONO	kyselina peroxodusitá	Nestálá, izomerní s kyselinou dusičnou; některé soli jsou stabilnější
HNO_3	kyselina dusičná	Stálá, silná kyselina HONO_2 , známo mnoho solí – dusičnanů
HNO_4	kyselina peroxodusičná	Nestálé, explozivní krystaly HOONO_2

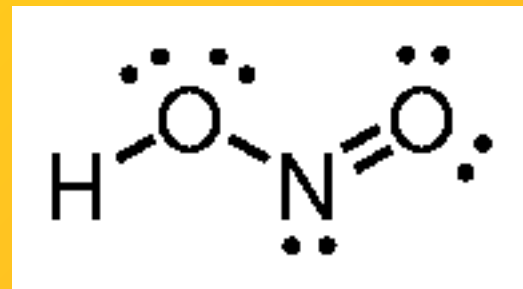
Kyselina dusitá - HNO_2



- středně silná kyselina, připravuje se reakcí dusitanů s neoxidujícími kyselinami
- dusitany pak redukcí či termickým rozkladem dusičnanů či:



- jsou dobře rozpustné ve vodě
- alkalické lze tavit, ostatní se rozkládají
- **toxický** – konzervace masa
- využívá se i v organických syntézách

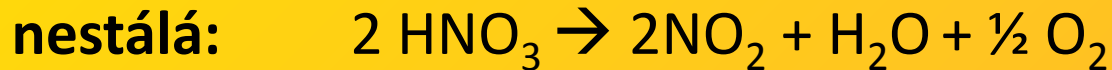
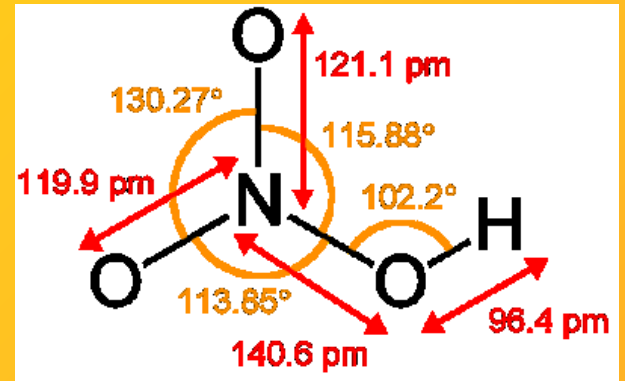


NOX – halogenidy nitrosylu

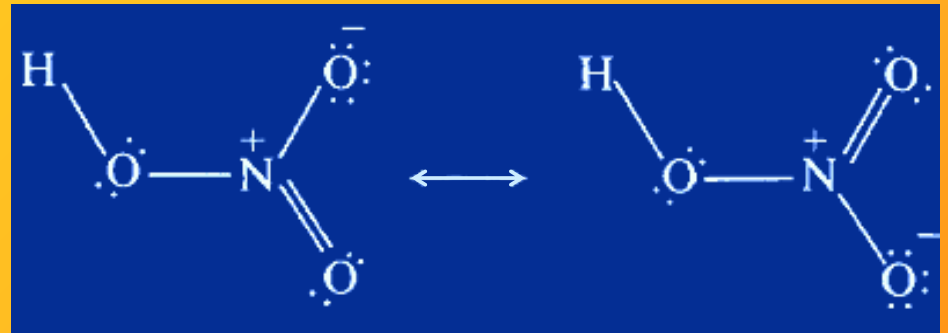
- reaktivní, nestabilní, ve vodě hydrolyzují na kys. dusitou a halogenovodík
- připravují se z halogenu a NO

Kyselina dusičná - HNO₃

- bezbarvá kapalina, **silné oxidační činidlo, silná kyselina**
- rozpouští tedy i ušlechtilé kovy
- dá se připravit působením kyseliny sírové na dusičnany
- průmyslově z amoniaku – patří mezi **tři hlavní** průmyslové kyseliny



- hnojiva
- org. syntézy
- výbušniny
- léčiva
- základní anorg. kyselina
- **dusičnany**: vznikají reakcí s hydroxidy i s kovy (některé se pasivují)
 - jsou rozpustné
 - termicky se rozkládají na dusitany až oxidy, mají oxidační schopnosti



NO₂X – halogenidy nitrylu

- bezbarvé plyny
- s vodou hydrolyzují na k. dusičnou a halogenovodík

Sloučeniny fosforu

Fosfidy

- přímou reakcí prvků
- M₄P až MP₁₅
- bohaté na kov jsou tvrdé, křehké, nereaktivní
- bohaté na P jsou reaktivní, polovodivé

Hydridy - PH₃ a P₂H₄

- několik homologických řad (řetězovité i cyklické, klusterové)

PH₃

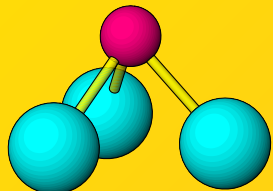
- bezbarvý, toxický, páchne po česneku
- vyrábí se rozkladem fosfidů vodou či kyselinami
- snadno se oxiduje (silné redukční činidlo)



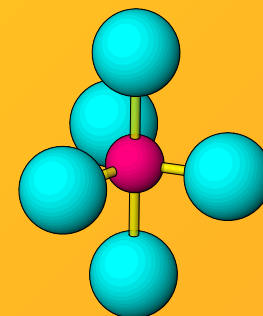
P₂H₄

- reaktivní bezbarvá kapalina
- vyrábí se z PH₃ elektrickým výbojem

Halogenidy



PF_3 (g)	PF_5 (g)	
PCl_3 (l)	PCl_5 (s)	P_2Cl_4 (l)
PBr_3 (l)	PBr_5 (s)	
PI_3 (s)		P_2I_4 (s)



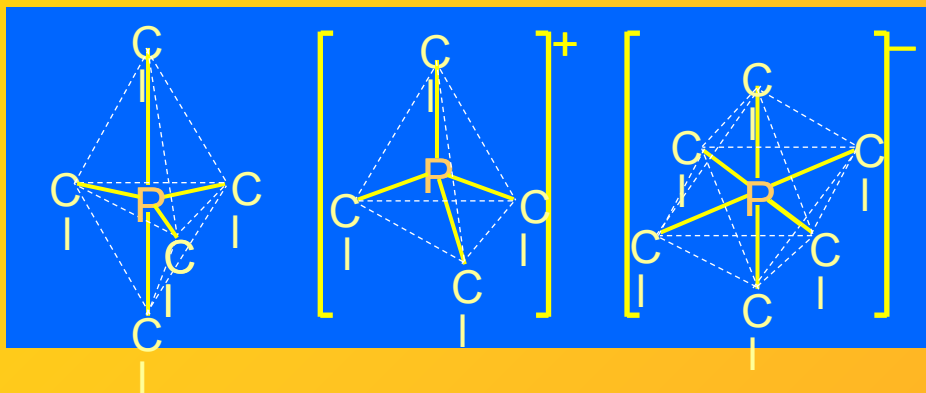
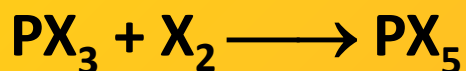
PX_3

- přímou syntézou s prvků (PF_3 fluorací PCl_3 pomocí AsF_3)
- PCl_3 se využívá v rozličných syntézách



PX₅ (mimo I)

- termická stabilita klesá od fluoridů k bromidům
- reagují s vodou
- PF₅ se připravuje fluorací PCl₃ s AsF₃



- molekuly v plynné fázi
- v kondenzovaných fázích a roztocích dle prostředí:

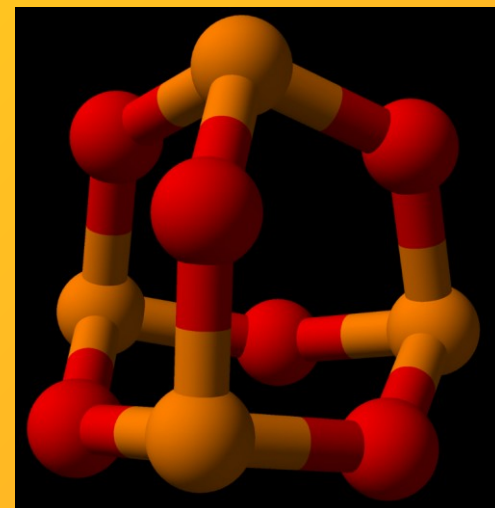
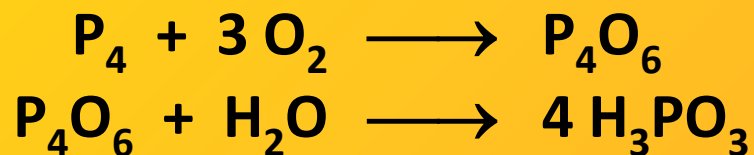


POF₃ a POI₃ se vyrábí halogenací POCl₃ - dýmavá kapalina

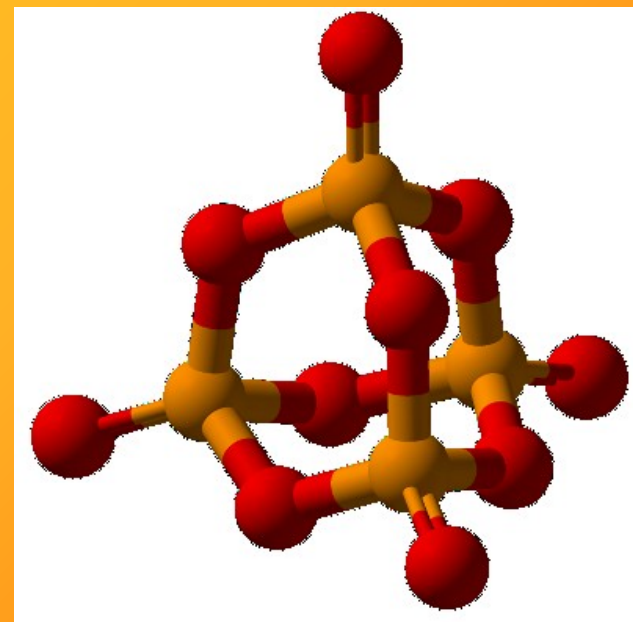
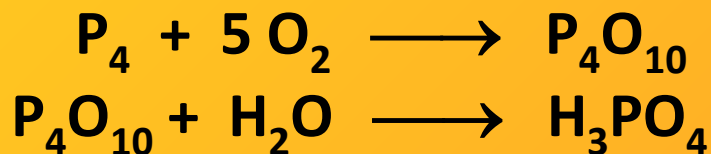
Oxidy – struktura odvozena od tetraedru P_4



- nízkotající (24 °C) pevná látka
- anhydrid kyseliny fosforité

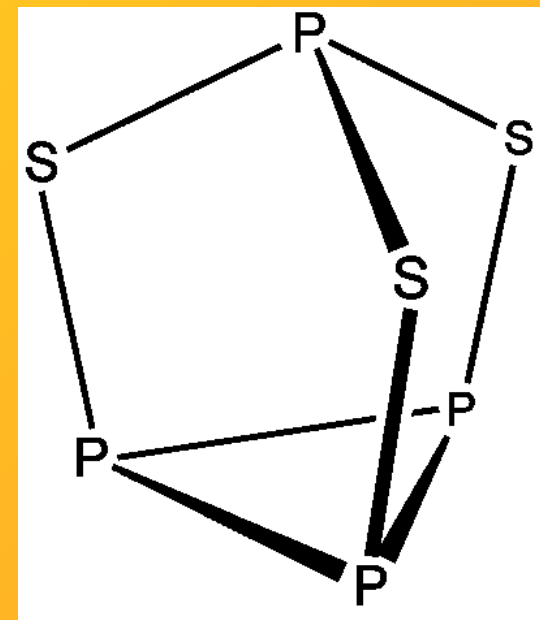
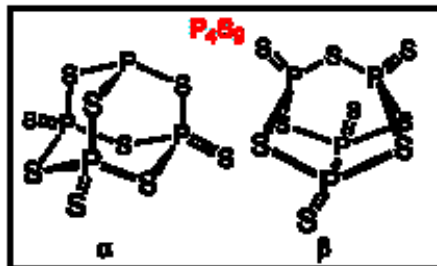
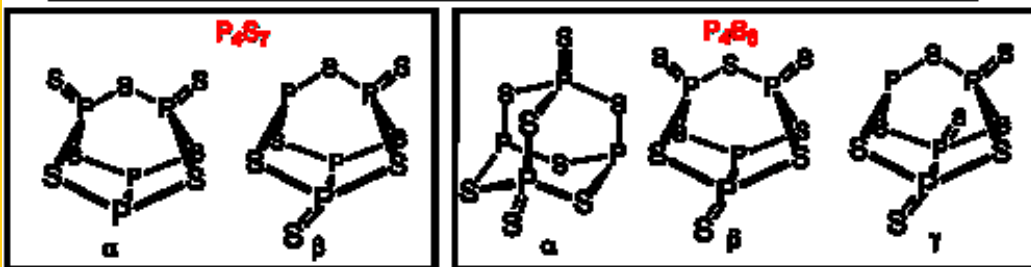
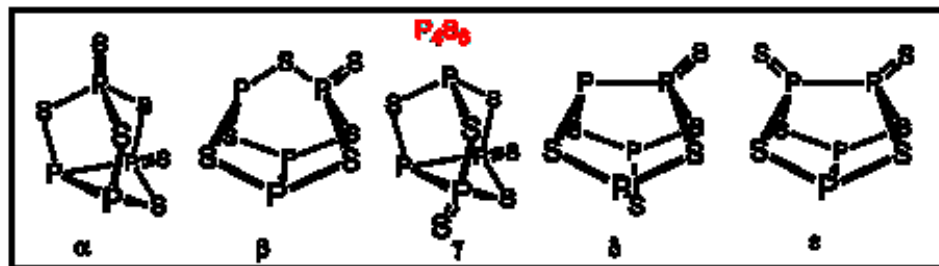
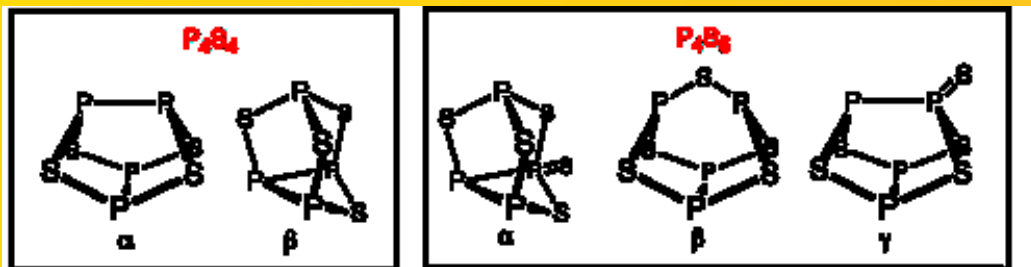


- vzniká hořením P na vzduchu
- s vodou prudce reaguje (vynikající sušidlo)
- odnímá vodu i H_2SO_4 a HNO_3



Sulfidy

- přímou reakcí z prvků, nejstabilnější je P_4S_3



Oxokyseliny, soli

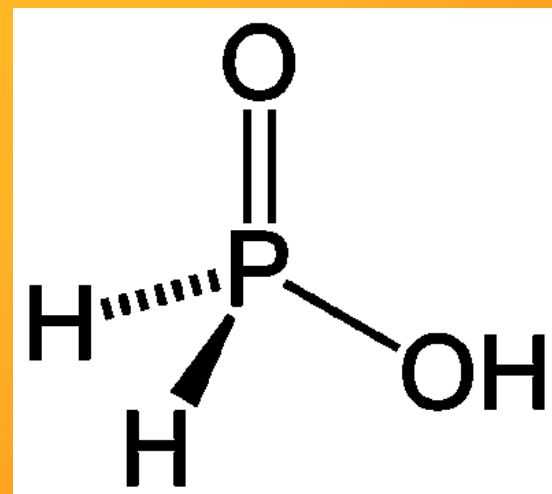
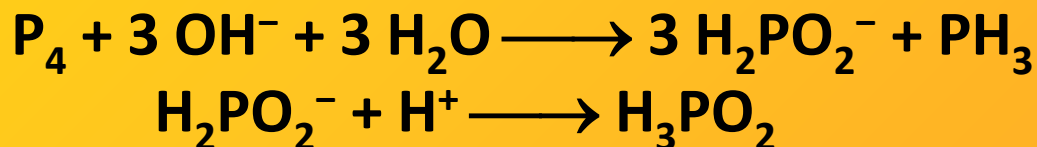
- mono- i polykyseliny - struktury lineární i cyklické
- **Strukturní principy:**
 - 1) Všechny atomy fosforu mají koordinační číslo **4**
 - 2) Obsahují nejméně jednu jednotku **P=O**
 - 3) Všechny atomy fosforu mají alespoň jednu skupinu **P-OH** (ionizovatelné vodíky)
 - 4) Mohou obsahovat skupinu P-H (neionizovatelné vodíky)
 - 5) Řetězení se děje můstky **P-O-P**, případně P-P

Kyseliny, soli

H_3PO_2 , $\text{H}[\text{PH}_2\text{O}_2]$ – kys. fosforná (dihydrido-dioxofosforečná, fosfinová)

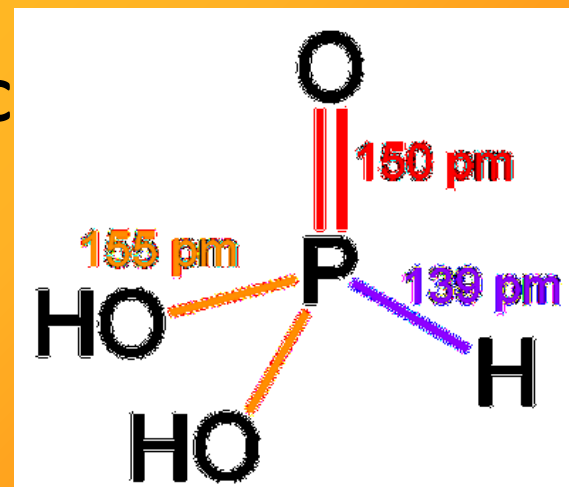


- silná ($\text{pK}_a = 1,1$), jednosytná kyselina
- soli jsou dobře rozpustné, jsou silná redukovadla
- $\text{Na}[\text{PH}_2\text{O}_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$ se průmyslově využívá (bezproudé niklování)
- farmaceutický průmysl
- konverze ArN_2^+ to Ar-H
- průmyslová výroba:



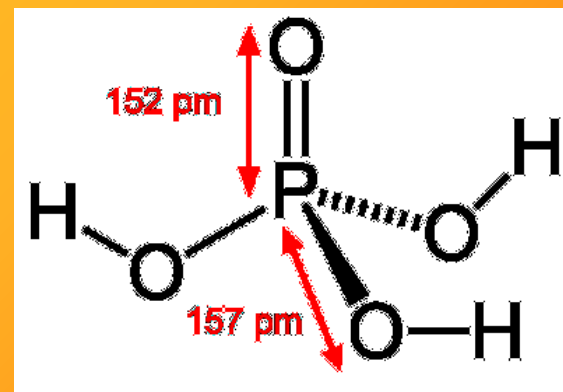
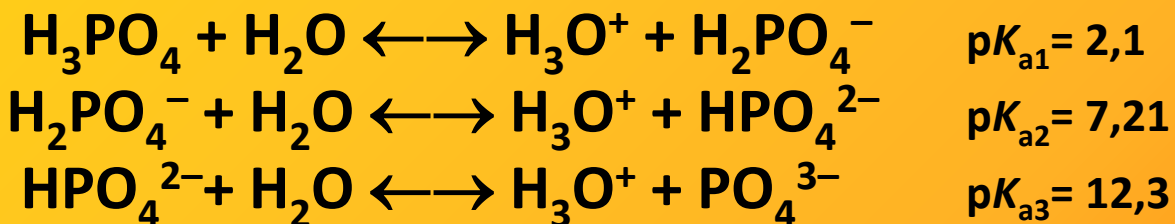
H_3PO_3 , $\text{H}_2[\text{PHO}_3]$ – kys. fosforitá (hydrido-trioxofosforečná, fosfonová)

- **silná** ($\text{p}K_{\text{A}1} = 1,3$; $\text{p}K_{\text{A}2} = 6,7$), **dvojsytná** kyselina
- slabší redukovač, než kys. fosforová
- fosforitany alkalických a těžkých kovů jsou málo rozpustné
- fosforitan draselný se používá jako antibakteriální látka
- laboratorně se vyrábí hydrolýzou PCl_3 v CCl_4
- organické deriváty: $\text{OPR}(\text{OR})_2$ apod. i – $\text{P}(\text{OR})_3$ (fosfity)
- výroby:



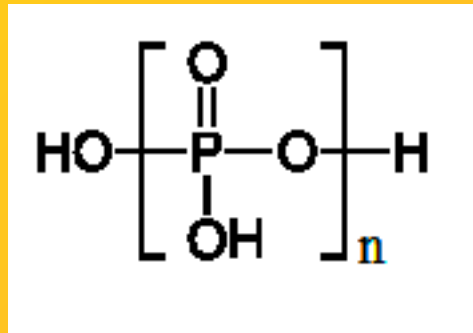
H₃PO₄ - kys. trihydrogenfosforečná (*ortho*-fosforečná)

- vyrábí se reakcí oxidu fosforečného s vodou nebo rozkladem fosforečnanů kys. sírovou
- je to **silná trojsytná** kyselina, snadno **polymeruje** (častý je dimer)
- dihydrogenfosforečnany jsou rozpustné, hydrogenfosforečnany a fosforečnany jen s kationty alkalických kovů
- fosforečnany a hydrogenfosforečnany podléhají hydrolýze, mají snahu přecházet na ve vodě stabilní **dihydrogenfosforečnan**
- **Použití:** povrchová úprava kovů, potravinářství (Coca-Cola), výroba hnojiv, výroba detergentů



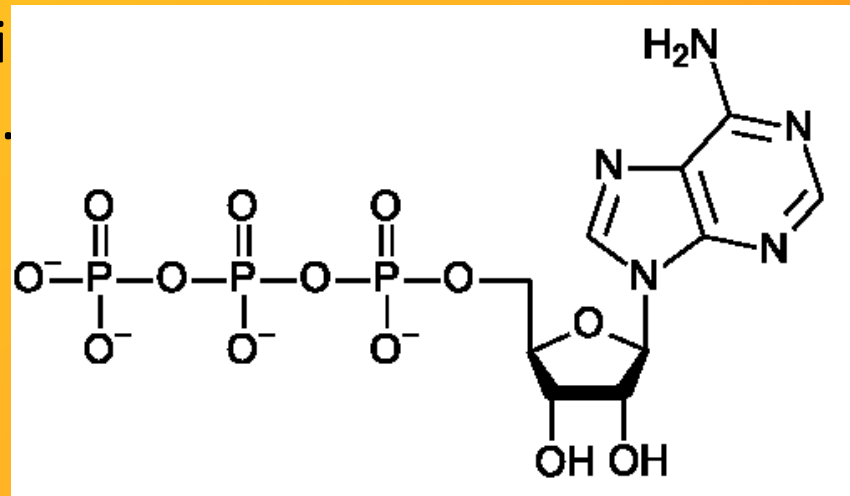
$(\text{HPO}_3)_x$ - kyselina monohydrogenfosforečná (meta-fosforečná)

- připravuje se dehydratací, kys. trihydrogenfosforečné
- je to sklovitá polymerní látka
- soli se připravují termickou dehydratací dihydrogenfosforečnanů či dihydrogendifosforečnanů alkalických kovů



$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ - kyselina tetrahydrogendifosforečná

- vyrábí se termickou kondenzací kys. fosforečné
- je to **silná čtyřsytná** kyselina ($\text{pK}_{\text{A}1} = 1,0$; $\text{pK}_{\text{A}2} = 2,0$ a $\text{pK}_{\text{A}3} = 6,6$; $\text{pK}_{\text{A}4} = 9,6$)
- tvoří jen difosforečnany a dihydrogendifosforečnany (viz hodnoty pK_{A})
- tyto soli vznikají termickou kondenzací (dehydratací) hydrogenfosforečanů, či dihydrogenfosforečanů
- dihydrogenfosforečnany jsou rozpustné, difosforečnany jen s alkal. kationty
- používají se v potravinářství (tavené sýry)
- trifosforečnany jako detergenty
- estery oligofosforečných kyselin **biologicky významné** (ATP atd.)



Fosfazeny (fosfazany)

- sloučeniny s vazbou **P=N (P-N)**, početná skupina sloučenin
- organicky substituované sloučeniny (Kirsanovova reakce):

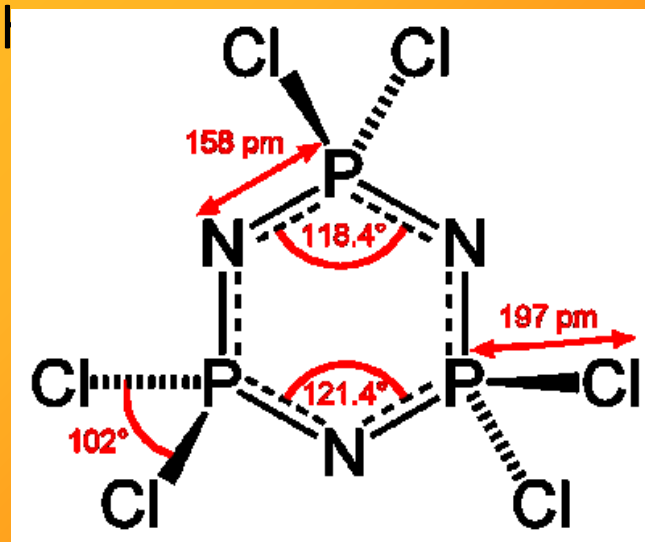


Difosfazeny



- reakce probíhá v chlorovaných uhlovodících jako $\text{Cl}_3\text{C}-\text{CCl}_3$, CCl_4 apod.

Nejrozsáhlejší jsou cyklické fosfazeny



- vzniká takto směs fosfazenů, cyklické ($n = 3 - 8$), lineární ($n = \infty$), $(\text{PNCI}_2)_3$ – hexachloro-cyklo-trifosfazen

Hydrolýza chloro-cyklo-fosfazenů



Fluoro-cyklo-fosfazený



Zahříváním směsi chloro-cyklo-fosfazenů vzniká polymer $(\text{PNCI}_2)_n$ „anorganický kaučuk“.

Organofosforečné sloučeniny

- např. $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$ – trifenylfosfan, $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_5$ – pentafenylfosforan
 $\text{P}(\text{O}-\text{C}_6\text{H}_5)_3$ - trifenylfosfit

Toxicita

N_2

- netoxický, ale nedýchatelný
- za tlaku se rozpouští v krvi, při snížení tlaku se z krve vylučuje – kesonová nemoc

Oxidy dusíku

- dráždí dýchací cesty, vedoucí až k edému plic
- jsou součástí městského oxidačního smogu

Kyselina dusičná, dusičnany

- kyselina je silně leptavá, dusičnany jsou téměř netoxické
- biotransformují se ale na dusitany

Dusitany

- $LD_{50} = 4 \text{ g}$, způsobují oxidaci hemoglobinu na methemoglobin (používají se jako protijed ke kyanidové otravě)
- způsobují roztažení cév
- podezřelé z karcinogenity, neboť mohou být biotransformovány na N-nitrososloučeniny, které poté přecházejí na diazosloučeniny
- ty jsou silně elektrofilní a mohou tak velice snadno **alkylovat DNA**, čímž dochází ke vzniku mutací

Estery kyseliny dusičné a dusité

- ethylenglykoldinitrát a glyceroltrinitrát (nitroglycerin)
- léčba anginy pectoris, vysoce jedovaté látky
- vyvolávají oxidaci hemoglobinu na methemoglobin, vznik chudokrevnosti, poškození srdečního svalu, ledvin, jater a sleziny
- estery kyseliny dusité jsou kardiotoxické a neurotoxické

Amoniak

- leptá sliznice, včetně očí, nad $3,5 \text{ g/m}^3$ nastává smrt
- amonné soli jsou málo toxické

Hydrazin

- dráždivé a leptavé účinky, toxický pro játra, ledviny i srdce
- poškozují embrya
- velmi snadno reaguje s kteroukoliv ketoskupinou za vzniku hydrazonu, čímž inhibuje mnohé enzymy (reaguje např. s koenzymem pyridoxalfosfátem), může tak ale též reagovat s bázemi DNA

Azidy

- napodobují chloridové ionty, čímž ovlivňují otevírání a zavírání nervových kanálů, poškozují zejména nervy, HN_3 jed. jako HCN

P

Bílý fosfor P₄

- samozápalný, působí destrukce tkání a těžce se hojící popáleniny
- narušuje metabolismus cukrů, tuků i bílkovin
- brání též ukládání glykogenu v játrech
- poškozuje játra, ledviny a nervovou soustavu
- při chronické otravě dochází k poškozování kostí
- LD₅₀ = 70 mg

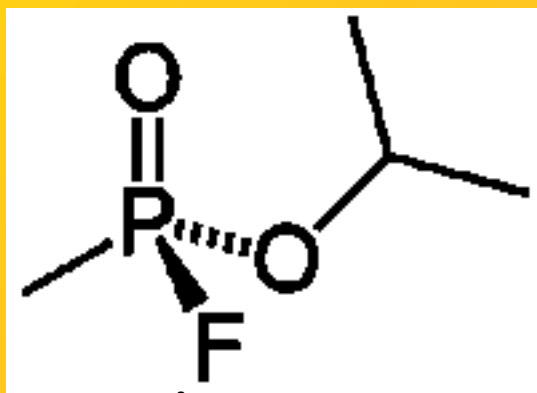
(oxo)Halogenidy fosforečné(ité)

- silně dráždivé látky, po expozici může vznikat edém plic

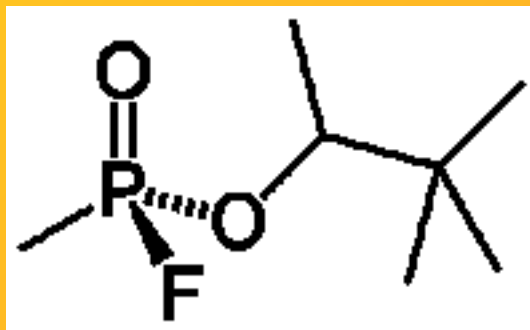
Organofosfáty – organické estery kyseliny fosforečné

- vysoce toxické, bývají využívány jako insekticidy nebo ve válkách jako nervové plyny
- extrémně toxické jsou pak fluorofosfáty
- nevratným způsobem inhibují enzym acetylcholinesterasu, který na nervových zakončeních katalyzuje rozklad nervového přenašeče acetylcholinu na cholin a kyselinu octovou
- inhibice tohoto rozkladu vede ke zvýšeným koncentracím acetylcholinu na nervových zakončeních
- otrava se projevuje jednak příznaky trávicí soustavy (křeče, zvracení, průjem), dále slzením, pocením, snížením krevního tlaku, svalovou slabostí až paralýzou
- otrávený je neklidný, nemůže se soustředit, objevují se též poruchy paměti a spánku, dýchání je oslabeno
- bývá pozorováno poškození slinivky břišní, ledvin, krvácení do jater a do dalších orgánů

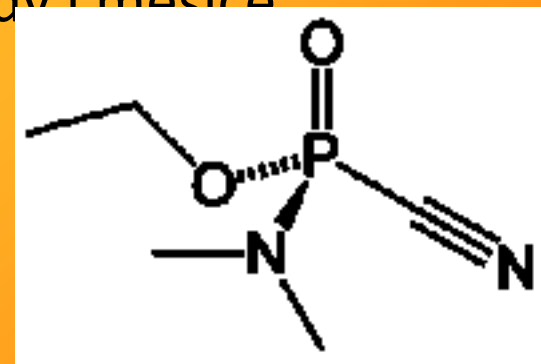
- v těžších případech nastává smrt následkem křečí průdušek, případně v důsledku paralýzy příčně pruhovaného svalstva (zejména bránice)
- vědomí bývá obvykle dlouho zachované
- při chronické expozici vypadávají vlasy a zuby, silné zažívací potíže vedou k hubnutí
- při otravě podáme jednak atropin, který kompetitivně blokuje účinky acetylcholinu, tím se eliminuje zejména účinek jedu na průdušky, zatímco kosterní svalstvo zůstává paralyzováno
- kromě atropinu se podávají též reaktivátory acetylcholinesterasy, neboť pro velmi pevnou vazbu fosfátu na acetylcholinesterasu takto může účinek přetrvávat dny, týdny a někdy i měsíce



sarin

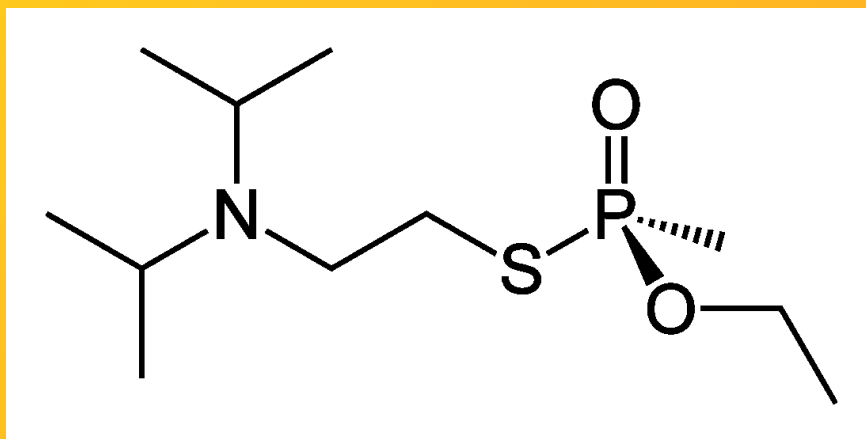
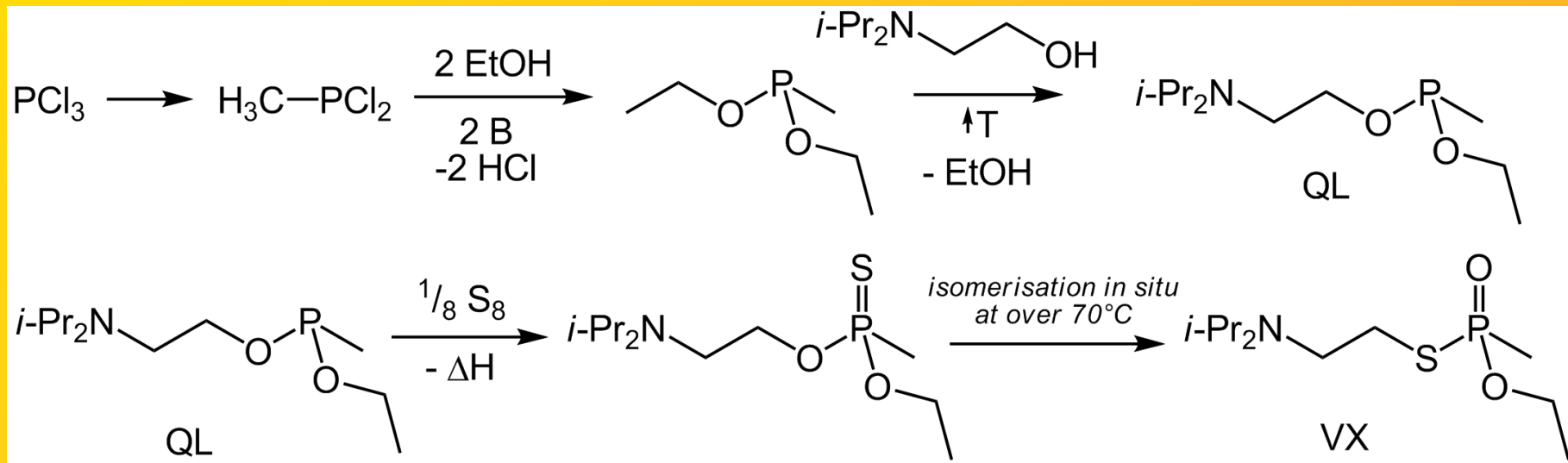


soman



tabun

- **VX** - extrémně toxická olejovitá substance, vhodná pouze pro válečné účely, klasifikován jako ZHN a v roce 1993 zakázán
- $LD_{50} = 0,7$ mg (pokožkou)



VX - O-ethyl S-[2-(diisopropylamino)ethyl] methylphosphonothioate