

GRUPA AZOTA

1																	18					
1	1	2															13	14	15	16	17	18
2	3	4															5	6	7	8	9	10
	Li	Be															B	C	N	O	F	Ne
3	11	12															13	14	15	16	17	18
	Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86				
	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112										
	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub										
LANTANOIDI			58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71						
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu						
AKTINOIDI			90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103						
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr						

GRUPA AZOTA

Pniktogeni – zagušljivci

N – u elementarnom stanju 78,4 vol% (75,5 mas.%) atmosfere

P – u obliku fosfornih minerala apatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}$ (X = F, Cl, OH)

As, Sb, Bi – malo zastupljeni u obliku sulfidnih minerala

GRUPA AZOTA

13	14	15	16	17	18
5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
	114		116		118

nemetal

metaloid

metal

Azot ima elektronegativnost 3 i gradi i jedinjenja
sa pozitivnim brojevima

13	14	15	16	17	18
5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar

Postepeni prelaz N, O, F

GRUPA AZOTA

Elektronska konfiguracija ns^2np^3



Oksidacioni brojevi

Od – III do V

- jedino N gradi jedinjenja sa svim oksidacionim stanjima
 - P, As, Sb, Bi bitnija oksidaciona stanja III i V
 - smanjena stabilnost jedinjenja sa oksidacionim brojem V sa povećanjem Z
 - uglavnom kovalentna jedinjenja
-

GRUPA AZOTA

Oksidacioni brojevi

Oksidaciono stanje – III

Jedini stabilan

Element (E)	$\chi(E)$	Formula hidrida	Naziv	E-H veza
N	3,0	NH ₃	Amonijak	polarna
P	2,1	PH ₃	Fosfin	nepolarna
As	2,0	AsH ₃	Arsin	nepolarna
Sb	1,9	SbH ₃	Stibin	nepolarna
Bi	1,9	BiH ₃	Bizmutin	nepolarna

Opada
baznost

NH₃ slaba baza
PH₃ skoro neutralan

GRUPA AZOTA

Oksidacioni brojevi

Oksidaciono stanje **III** i **V**

- Kisela svojstva oksida opadaju u nizu:



—————→
opada kiselost oksida E^{III} i E^V



—————→
opada kiselost oksida E

- oksidaciona sposobnost jedinjenja E^V opada u nizu



GRUPA AZOTA - AZOT



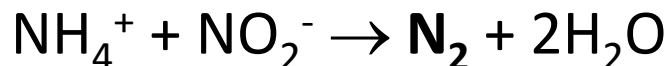
- gas bez boje i mirisa



Energija veze 946 kJ/mol

- inertan
- niska $T_k = -196\text{ }^{\circ}\text{C}$

- **dobijanje N_2 u laboratoriji**



- **dobijanje N_2 u industriji**

- frakcionom destilacijom vazduha

- **primena**

- dobijanje amonijaka
- inertna atmosfera u laboratoriji i industriji
- sredstvo za hlađenje

GRUPA AZOTA - AZOT



u jedinjenjima

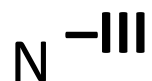
Oksidacioni brojevi

Od -III do V

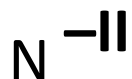
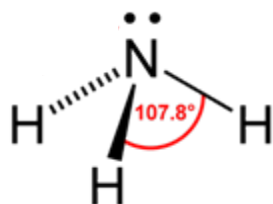
- lako gradi višestruke veze
 - katenacija 2 ili 3 N (slično kao O)
 - kovalentni karakter veza
-

GRUPA AZOTA - AZOT

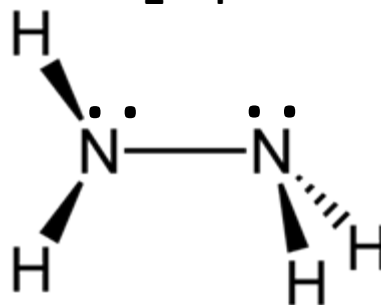
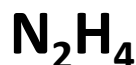
NEGATIVNI OKSIDACIONI BROJEVI



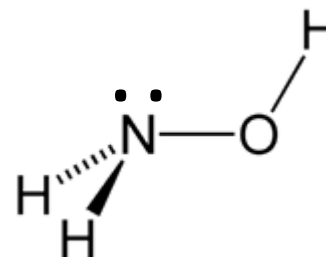
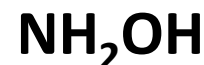
amonijak



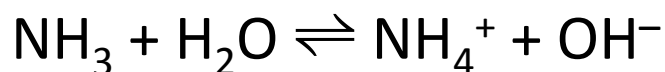
hidrazin



hidroksilamin

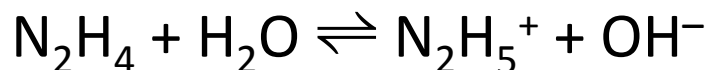


- imaju bazna svojstva



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

amonijum-



$$K_b = 8,5 \cdot 10^{-7}$$

hidrazinijum-



$$K_b = 6,6 \cdot 10^{-9}$$

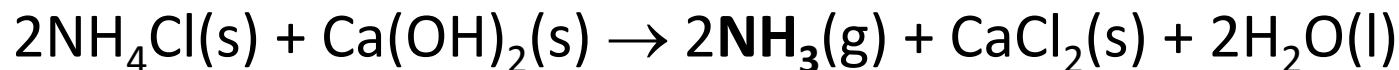
hidroksilamonijum-

} soli

GRUPA AZOTA - AZOT

NEGATIVNI OKSIDACIONI BROJEVI – III NH_3

- gas karakterističnog neprijatnog mirisa
- velika rastvorljivost u vodi
- bazna svojstva vodenog rastvora $\text{NH}_3(\text{aq})$
- **dobijanje amonijaka u laboratoriji**
 - istiskivanje iz amonijum soli jačom bazom

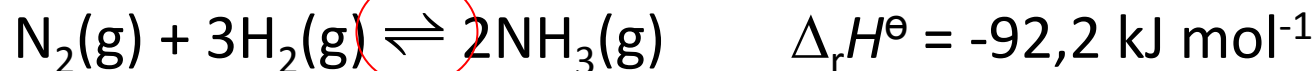


Hemijska fontana

GRUPA AZOTA - AZOT

NEGATIVNI OKSIDACIONI BROJEVI – III NH_3

- **dobijanje amonijaka u industriji**

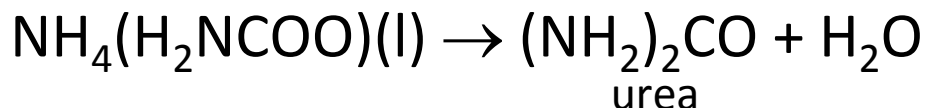
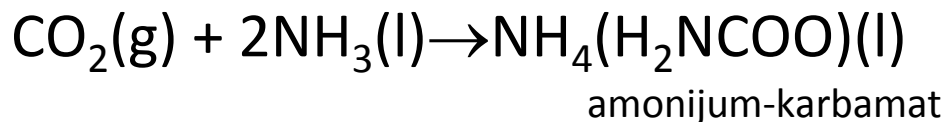


Haber-Bošov postupak

- visoka temperatura (kinetički razlozi) 400-500 °C + katalizatori
- veliki pritisci 200-600 atm
- izdvajanje $\text{NH}_3(\text{l})$

- **primena amonijaka**

- proizvodnja veštačkih đubriva (amonijum-nitrat, -fosfat, urea)
- proizvodnja azotne kiseline
- polimerna vlakna, eksplozivi



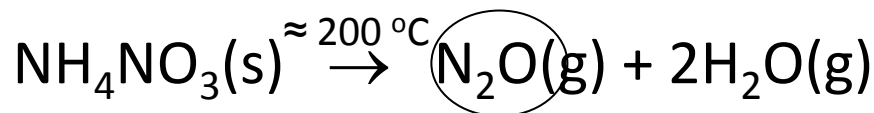
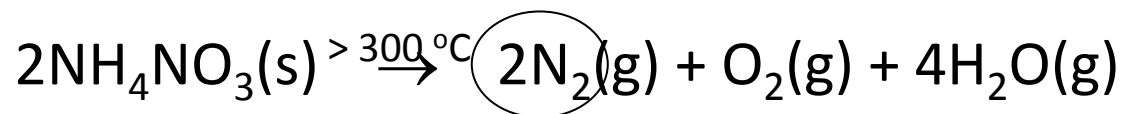
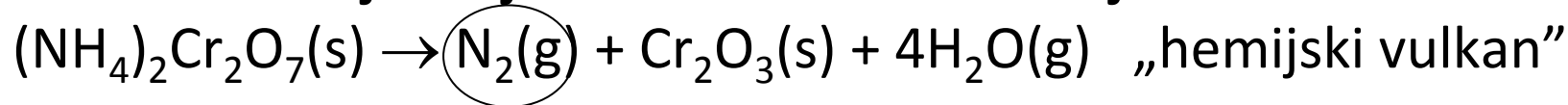
GRUPA AZOTA - AZOT

NEGATIVNI OKSIDACIONI BROJEVI – III NH_3

Amonijum jon je kiselina koja nema izražena redukciona svojstva
Amonjum soli su dobro rastvorljive u vodi

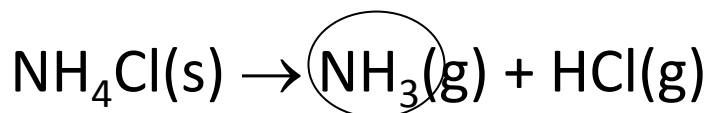
Termičko razlaganje čvrstih amonijum soli

- soli kod kojih anjon ima oksidaciona svojstva



- eksplozivni:
 - egzotermne reakcije (velika energija veze N_2)
 - brze reakcije
 - velika količina gasova

- soli kod kojih anjon nema oksidaciona svojstva



GRUPA AZOTA - AZOT

NEGATIVNI OKSIDACIONI BROJEVI – III NH_3

Postepenom zamenom H iz NH_3 :

amidi $-\text{NH}_2$ ili NH_2^-

imidi $=\text{NH}$ ili NH^{2-}

nitridi $\equiv\text{N}$ ili N^{3-}

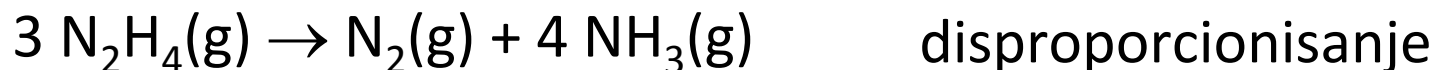
Jake baze - hidrolizuju dajući amonijak



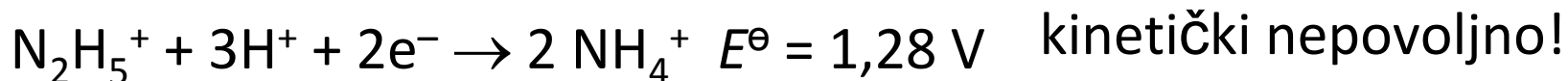
GRUPA AZOTA - AZOT

NEGATIVNI OKSIDACIONI BROJEVI – II N_2H_4

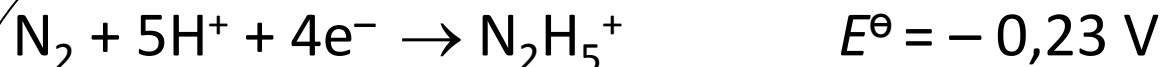
- bezbojna tečnost karakterističnog neprijatnog mirisa
- mogućnost formiranja vodoničnih veza
- nestabilan i lako se razlaže pri zagrevanju



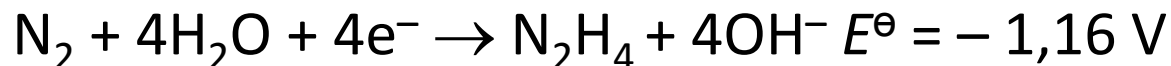
- kao oksidaciono sredstvo



- kao redukciono sredstvo



kisela sredina



bazna sredina

Za dobijanje koloidnih metalnih prahova – nanočestice

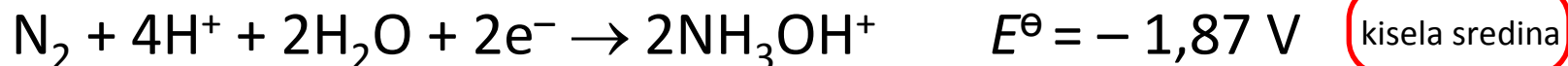
GRUPA AZOTA - AZOT

NEGATIVNI OKSIDACIONI BROJEVI – I hidroksilamin

- čvrsta, nestabilna supstanca

Hidroksilamonijum-soli: $(\text{NH}_3\text{OH})_2\text{SO}_4$ i $(\text{NH}_3\text{OH})\text{Cl}$ su stabilnije

- kao redukciono sredstvo



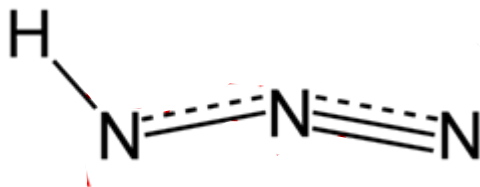
↓
- Najjače poznato redukciono sredstvo

Primena hidroksilamina

- kao redukciono sredstvo
-

GRUPA AZOTA - AZOT

NEGATIVNI OKSIDACIONI BROJEVI – I/3



Hidrogen-azidna kiselina
Azotovodonična kiselina

$$K_a = 1 \cdot 10^{-5}$$

Soli: **azidi**

$\text{Pb}(\text{N}_3)_2 \longrightarrow$ detonator u eksplozivima

$\text{NaN}_3 \longrightarrow$ vazdušni jastuci (uz dodatak SiO_2 i KNO_3
–stvaranje silikatnog praha od Na)

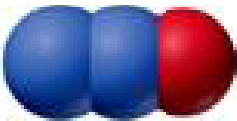
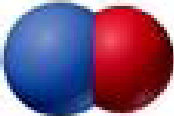
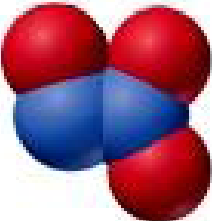
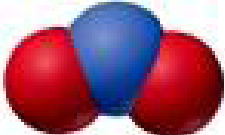
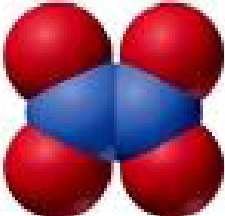
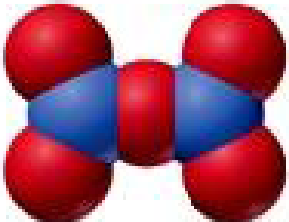
GRUPA AZOTA - AZOT

POZITIVNI OKSIDACIONI BROJEVI

OKSID I KISELINE AZOTA

HNO₂
Azotasta
kiselina

HNO₃
Azotna
kiselina

I	N₂O	azot(I)-oksid (azot-suboksid)		$\text{:N}\equiv\text{N}-\ddot{\text{O}}\text{:}$
II	NO	azot(II)-oksid (azot-monoksid)		$\text{:}\dot{\text{N}}=\ddot{\text{O}}\text{:}$
III	N₂O₃ nestabilan	diazot- -trioksid		$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \quad \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \text{ } \quad \text{ } \\ \text{:}\dot{\text{N}}-\dot{\text{N}}\text{:} \\ \text{ } \\ \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \end{array}$
IV	NO₂	azot(IV)-oksid (azot-dioksid)		$\text{:}\ddot{\text{O}}-\dot{\text{N}}=\ddot{\text{O}}\text{:}$
	N₂O₄	diazot- -tetraoksid		$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \quad \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \text{ } \quad \text{ } \\ \text{:}\dot{\text{N}}-\dot{\text{N}}\text{:} \\ \text{ } \quad \text{ } \\ \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \quad \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \end{array}$
V	N₂O₅ nestabilan	diazot- -pentaoksid		$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \quad \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \quad \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \\ \text{ } \quad \text{ } \quad \text{ } \\ \text{:}\dot{\text{N}}-\ddot{\text{O}}-\dot{\text{N}}\text{:} \\ \text{ } \quad \text{ } \\ \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \quad \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \end{array}$

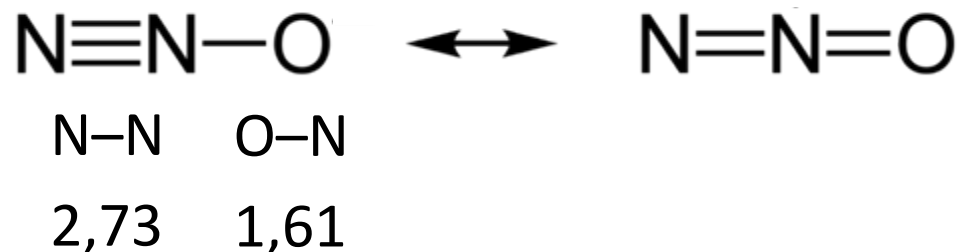
GRUPA AZOTA - AZOT

POZITIVNI OKSIDACIONI BROJEVI I

Azot(I)-oksid

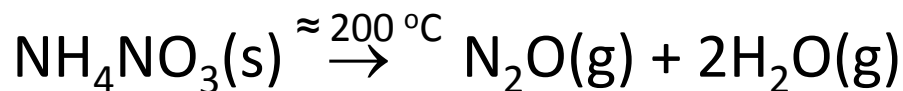
Dinitrogen-oksid

Azot-suboksid



- neutralni oksid (ne reaguje sa vodom i rastvorima baza)
- bez boje i mirisa
- izaziva veselo raspoloženje
- kao anestetik

Dobijanje



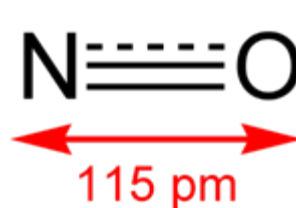
uz vrlo pažljivo zagrevanje

GRUPA AZOTA - AZOT

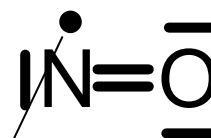
POZITIVNI OKSIDACIONI BROJEVI II

Azot(II)-oksid
Azot-monoksid

- bezbojan gas
- otrovan

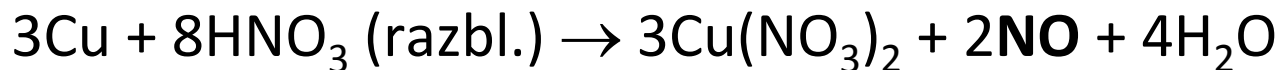
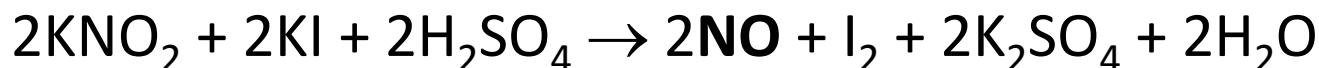


Red veze oko 2,5

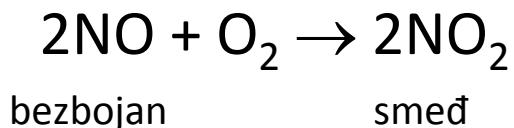


- slobodni radikal
- lako gubi e^- i prelazi u NO^+

(nitrozil-jon)



- u kontaktu sa vazduhom vrlo brzo prelazi u NO_2



NO i NO_2 zajednička oznaka (NO_x) -zagađivači

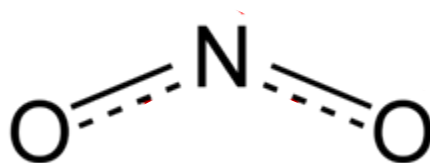
GRUPA AZOTA - AZOT

POZITIVNI OKSIDACIONI BROJEVI IV

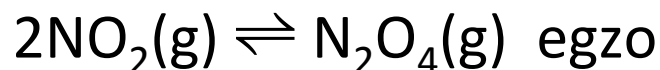
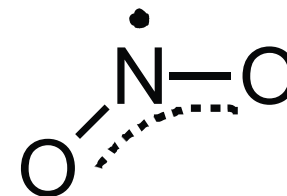
Azot(IV)-oksid

Azot-dioksid

Ravnoteža:



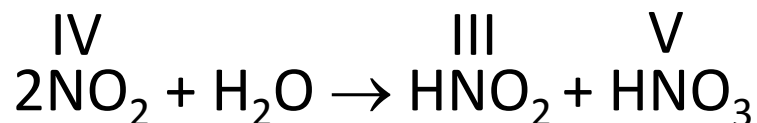
Red veze oko 1,5



Lako gubi e^- i prelazi u NO_2^+

- gas mrke boje
- korozivan (sam je oksidaciono sredstvo)
- jako oksidaciono sredstvo

Sa vodom u tragovima (mešoviti oksid):



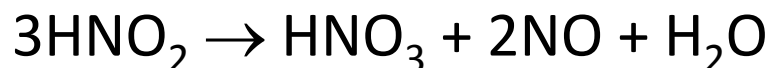
GRUPA AZOTA - AZOT

POZITIVNI OKSIDACIONI BROJEVI III

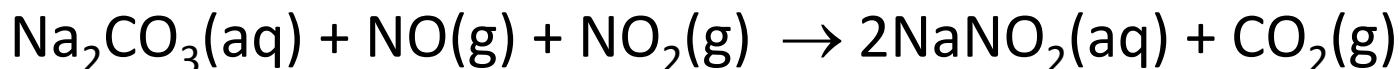
Azotasta kiselina **HNO₂**

Soli: **nitriti**

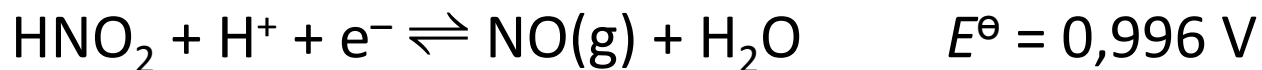
Slaba kiselina $K_a = 1 \cdot 10^{-5}$ koja se spontano razlaže:



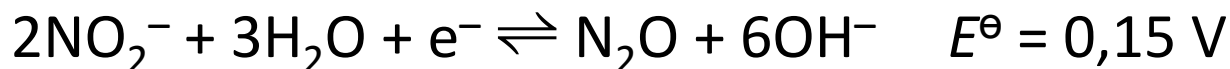
Dobijanje nitrita u industriji



- kao oksidaciono sredstvo

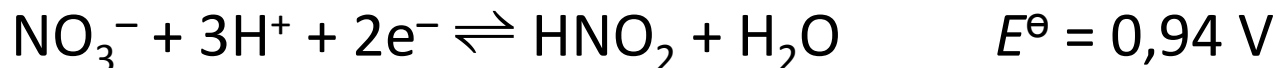


kisela sredina

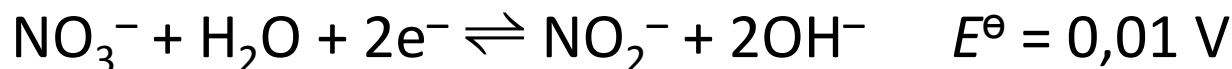


bazna sredina

- kao redukciono sredstvo



kisela sredina



bazna sredina

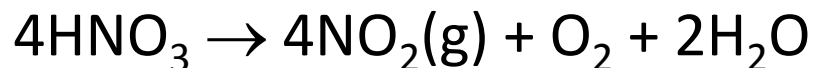
GRUPA AZOTA - AZOT

POZITIVNI OKSIDACIONI BROJEVI V

Azotna kiselina **HNO₃**

Soli: **nitрати**

- bezbojna tečnost temperature ključanja 83 °C
- Jaka kiselina ($K_a \approx 20$) koja se sporo razlaže:



- Potpomognuta svetlošću – temne boce

- treća kiselina po proizvodnji
(komercijalni proizvod 68 mas.%)
-

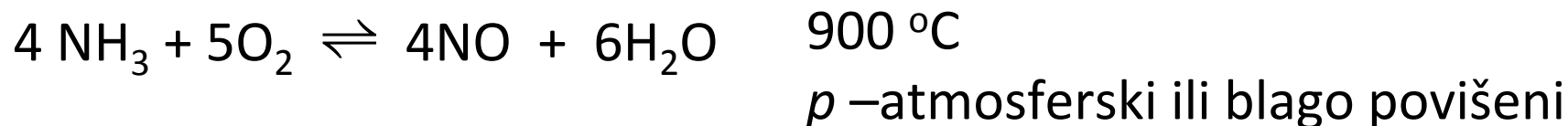
GRUPA AZOTA - AZOT

POZITIVNI OKSIDACIONI BROJEVI V

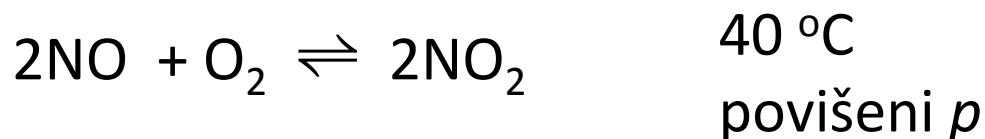
Azotna kiselina **HNO₃**

Dobijanje azotne kiseline - **Ostvaldov proces**

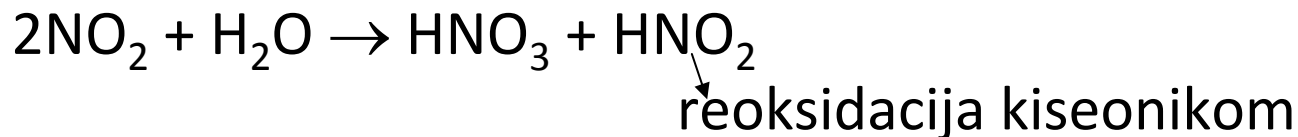
I faza: katalitička oksidacija amonijaka kiseonikom



II faza: oksidacija NO kiseonikom



III faza: apsorpcija NO₂ u vodi



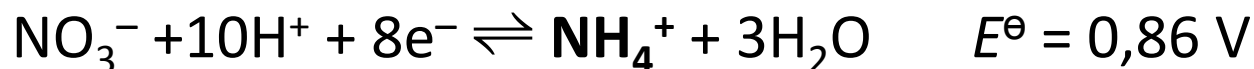
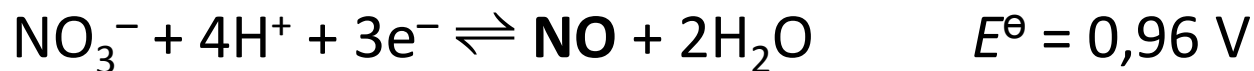
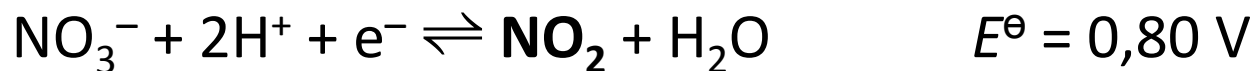
GRUPA AZOTA - AZOT

POZITIVNI OKSIDACIONI BROJEVI V

Azotna kiselina **HNO₃**

Jako oksidaciono sredstvo

Različite mogućnosti oksidacije HNO₃



Usvojeno:

koncentrovana (65 mas%) do NO₂
razblažena do NO

GRUPA AZOTA - AZOT

POZITIVNI OKSIDACIONI BROJEVI V

Azotna kiselina **HNO_3** Jako oksidaciono sredstvo

Usvojeno:

koncentrovana (65 mas%) do **NO_2**
razblažena do **NO**

- **koncentrovana HNO_3**



- **razblažena HNO_3**



- **vrlo razblažena HNO_3** i metali sa negativnim E



GRUPA AZOTA - AZOT

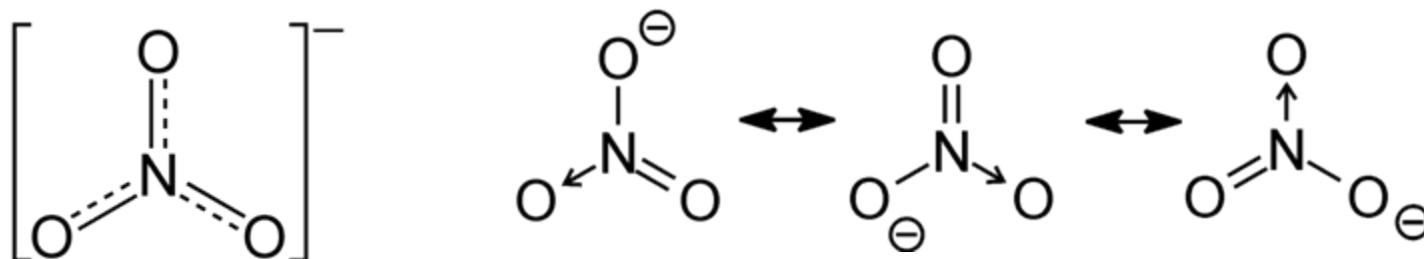
POZITIVNI OKSIDACIONI BROJEVI V

Azotna kiselina **HNO₃**

Soli: **nitрати**

- svi nitрати su rastvorljivi u vodi

Struktura nitrat-jona

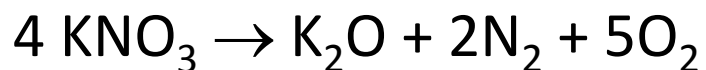


Red veze 1,33

Termičko razlaganje nitrata



Do nitrita (dobijanje nitrita)



Do oksida

+ S, + C barut

GRUPA AZOTA - AZOT

POZITIVNI OKSIDACIONI BROJEVI V

Azotna kiselina **HNO_3**

Upotreba azotne kiseline

- proizvodnja veštačkih đubriva

Nitrovanjem organskih jedinjenja:

Nitroglicerina (→ dinamit)	} u eksplozivima
Trinitrotoluen, TNT	
Nitoceluloza	

GRUPA AZOTA - AZOT

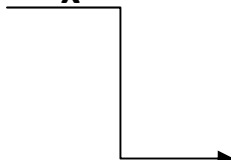
AZOT U PRIRODI

Kruženje

- vrlo složen proces koji uključuje i Živi svet
- fiksacija – vezivanje elementarnog N u biološka jedinjenja
- denitrifikacija – oslobađanje N_2 i N_2O tokom raspada organizama

Zagađenje

NO i NO₂ (NO_x) – povećana emisija ljudskom aktivnošću

- 
- kisele kiše
 - uništavanje ozonskog omotača

Biološki

- jedan od osnovnih elemenata koji čine Živu materiju
 - aminokiseline → proteini, nukleinske kiseline
-

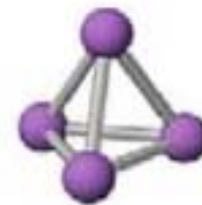
GRUPA AZOTA - FOSFOR

Alotropske modifikacije fosfora



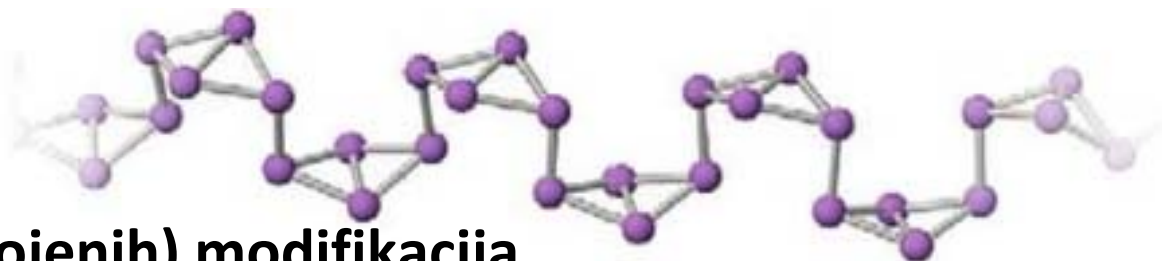
Beli fosfor P_4

- nestabilan i vrlo reaktivan
- rastvorljiv u organskim rastvaračima, CS_2
- otrovan (letalna doza 50 do 100 mg)
- svetli u tami – hemijska luminescencija



Crveni fosfor

- polimeran, amorfan
- stabilniji i manje reaktivan
- nerastvorljiv
- neotrovan (manje otrovan)

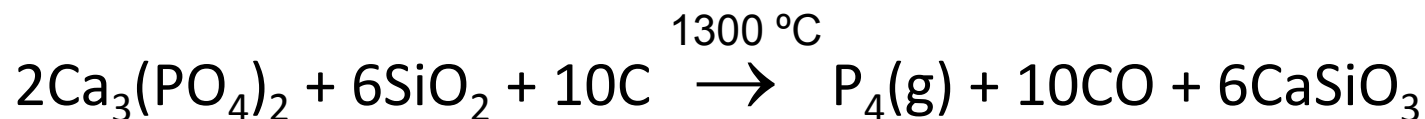


i još dosta (obojenih) modifikacija

GRUPA AZOTA - FOSFOR

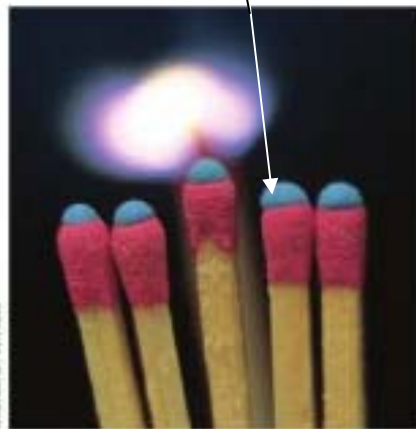
Dobijanje fosfora

Redukcijom apatita uz dodatak SiO_2



Upotreba fosfora

- dobijanje oksida P_4O_{10} i fosforne kiseline
- dobijanje PCl_3 , PCl_5 , P_4S_3 , P_4S_{10}



GRUPA AZOTA - FOSFOR

Oksidacioni brojevi

– III, III V

OKSIDACIONI BROJ – III

Fosfin PH₃

- gasovito, slabo bazno, otrovno jedinjenje

- **dobijanje**

- hidrolizom fosfida:

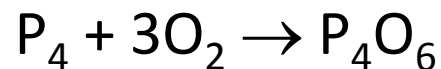
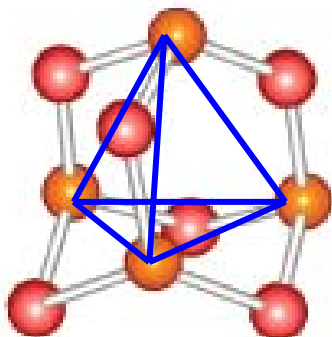


upotrebljava se za sintezu organskih jedinjenja sa fosforom

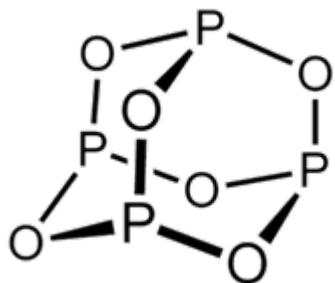
GRUPA AZOTA - FOSFOR

OKSIDACIONI BROJ III

Fosfor(III)-oksid P_4O_6



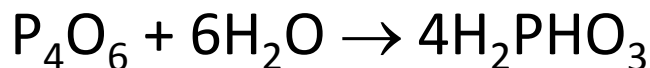
Oksidacija uz kontrolisanu količinu
kiseonika



GRUPA AZOTA - FOSFOR

OKSIDACIONI BROJ III

Fosforasta kiselina H_3PO_3



Dvobazna kiselina $\rightarrow \text{H}_2\text{PHO}_3$

$$K_{a,1} = 5,0 \cdot 10^{-2}, K_{a,2} = 2,0 \cdot 10^{-7}$$

Soli: **fosfiti**

- **redukciono sredstvo**

kisela sredina

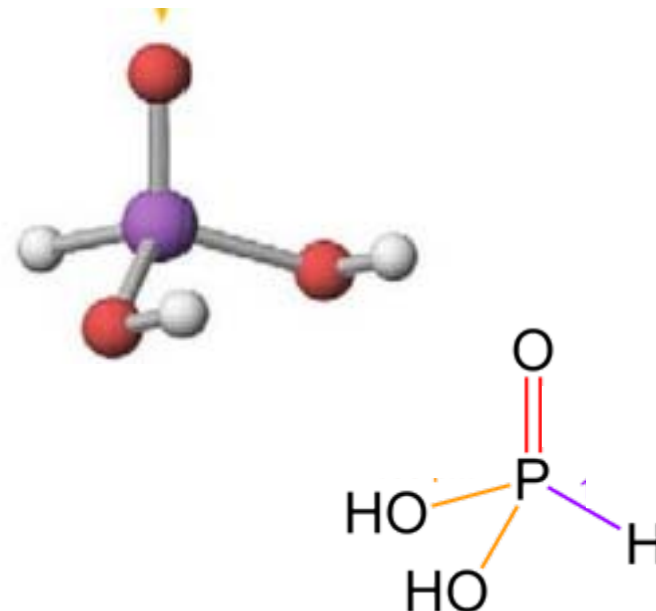


bazna sredina !!!



- **primena**

Redukcija metala i dobijanje metalnih prevaka

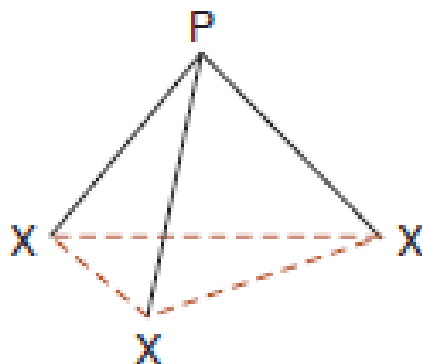


GRUPA AZOTA - FOSFOR

OKSIDACIONI BROJ III

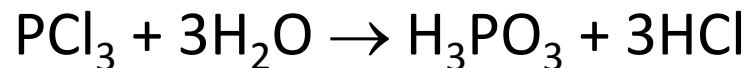
Halogenidi PX_3

Geometrija trostrane piramide



Najvažniji je PCl_3 (fosfor(III)-hlorid)

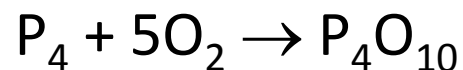
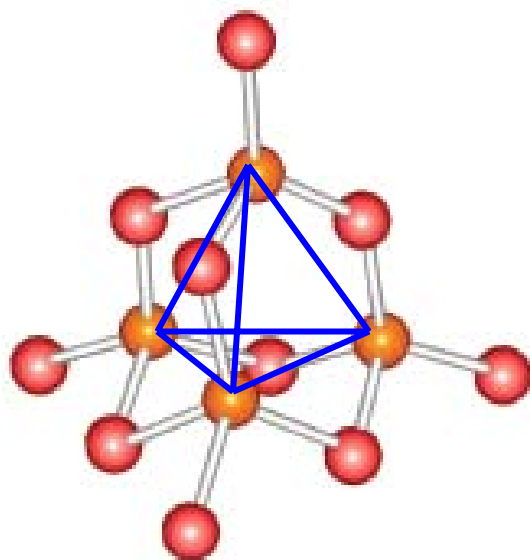
Hidrolizom halogenida nastaje fosforasta kiselina



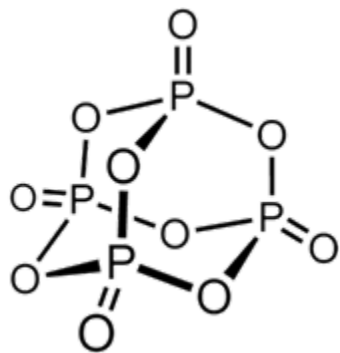
GRUPA AZOTA - FOSFOR

OKSIDACIONI BROJ V

Fosfor(V)-oksid P_4O_{10}



U reakciji sa viškom kiseonika



Reaguje burno sa vodom
dajući fosforu kiselinu

- koristi se kao
dehidrataciono sredstvo



GRUPA AZOTA - FOSFOR

OKSIDACIONI BROJ V

Fosforna kiselina H_3PO_4 (ortofosforna kiselina)

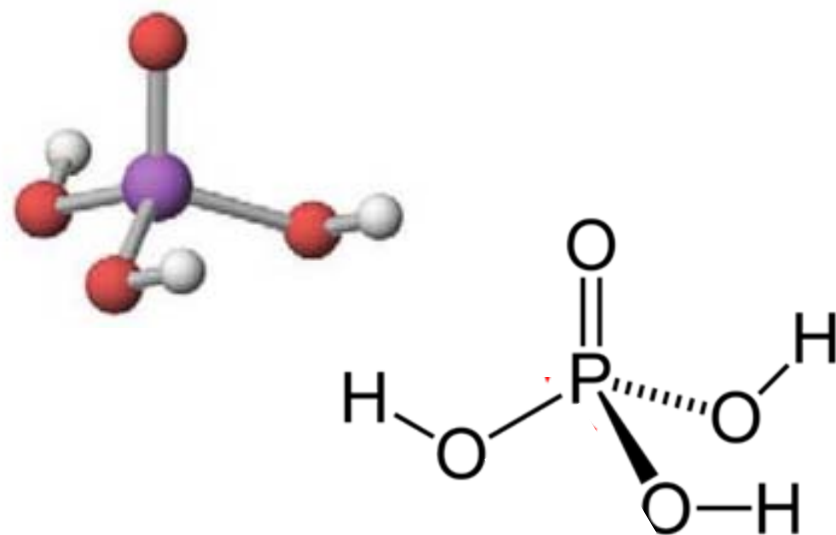
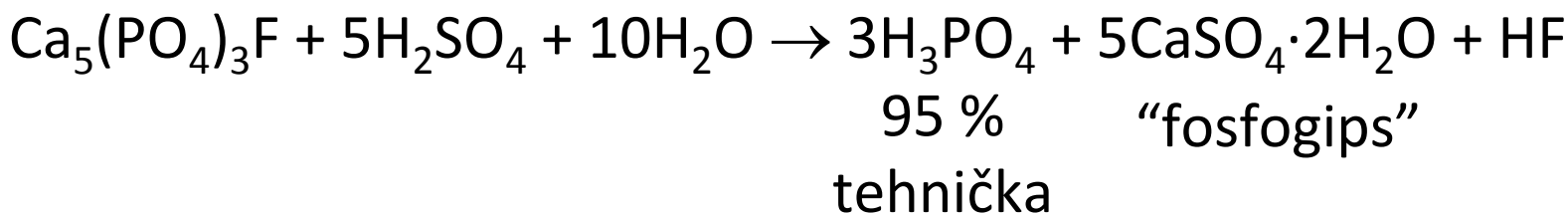
- čvrsta supstanca sa temperaturom topljenja $42\text{ }^\circ\text{C}$

- **dobijanje**

- iz P_4O_{10}



- iz fluoroapatita

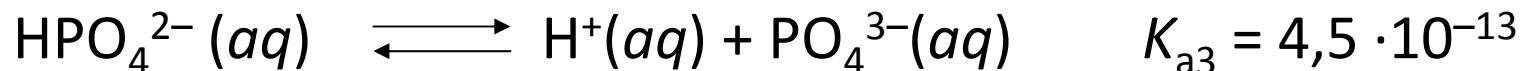
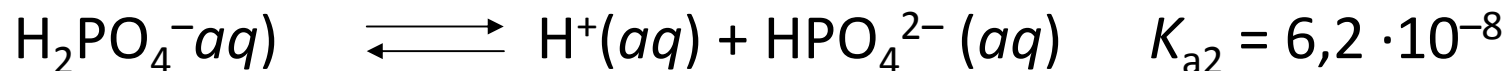
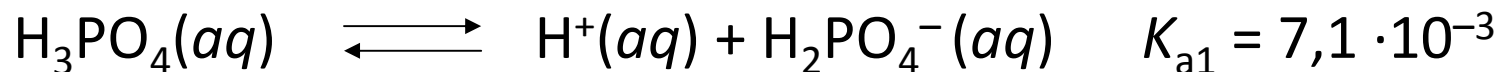


GRUPA AZOTA - FOSFOR

OKSIDACIONI BROJ V

Fosforna kiselina H_3PO_4

- slaba kiselina



$$K_{a3} < K_{a2} < K_{a1}$$

- nema oksidaciona svojstva

GRUPA AZOTA - FOSFOR

OKSIDACIONI BROJ V

Fosforna kiselina H_3PO_4

Soli:

dihidrogenfosfati – „primarni fosfati”

hidrogenfosfati – „sekundarni fosfati”

fosfati – „tercijarni fosfati”

(soli sa katjonima
alkalnih metala)

$\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightarrow$ Kisela reakcija rastvora

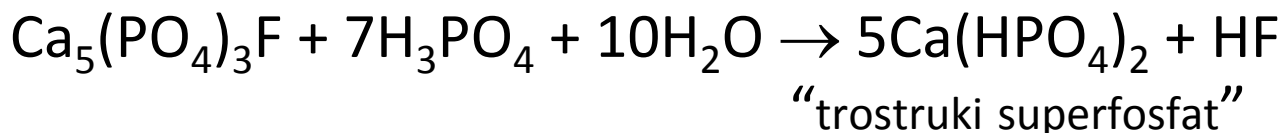
$\text{HPO}_4^{2-} \rightarrow$ Bazna reakcija rastvora

$\text{PO}_4^{3-} \rightarrow$ Jako bazna reakcija
rastvora

- najvažnije soli su sa Na^+ , K^+ i NH_4^+

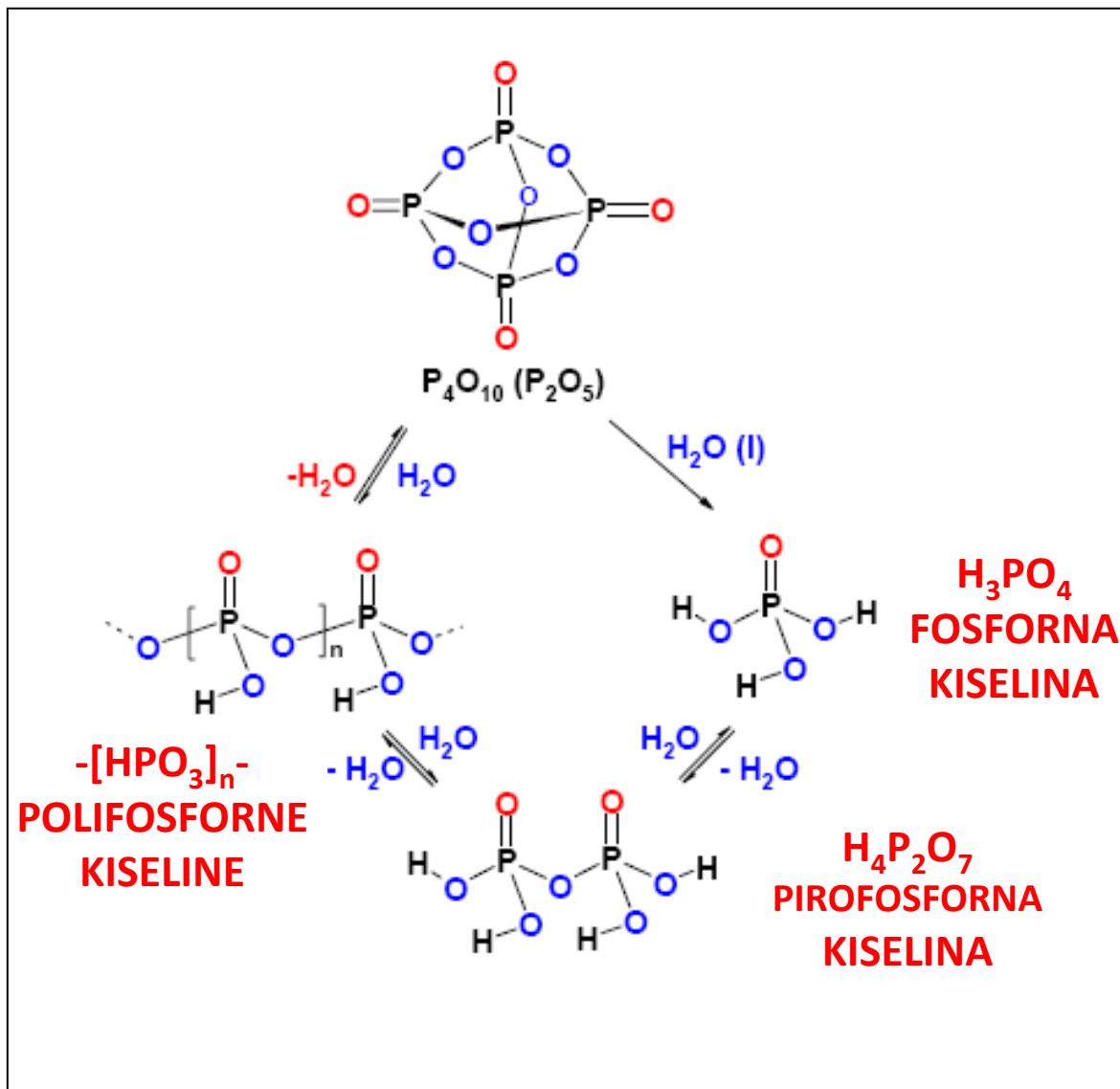
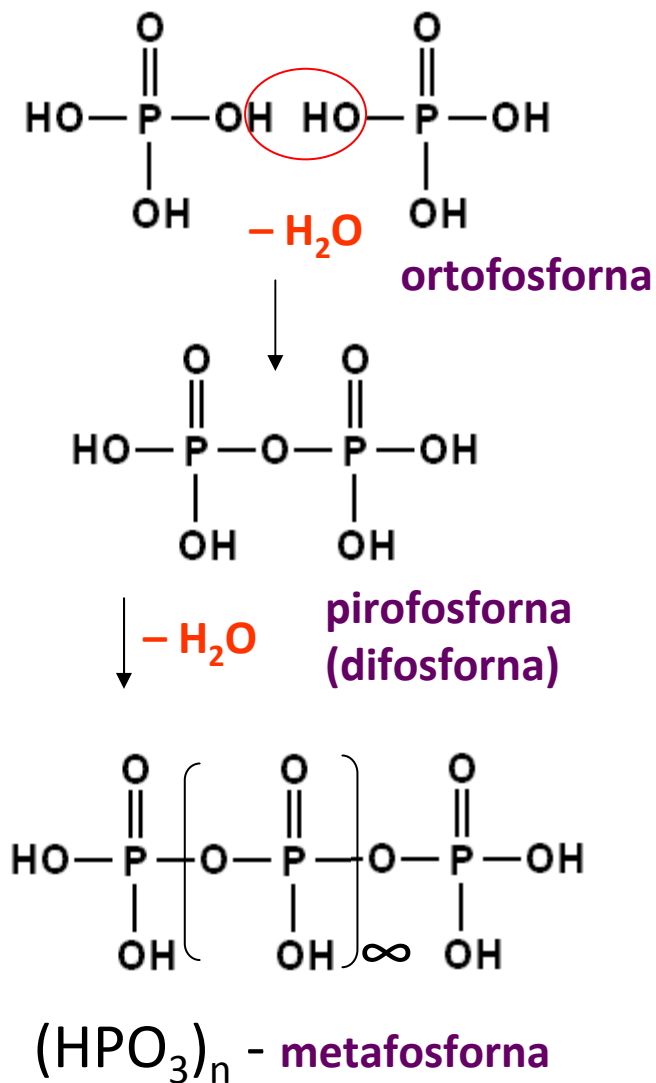
- **primena H_3PO_4**

- prehrambena industrija
- kućna hemija
- veštačka đubriva



GRUPA AZOTA - FOSFOR

OKSIDACIONI BROJ V Fosforna kiselina H_3PO_4
Sklona je kondenzaciji

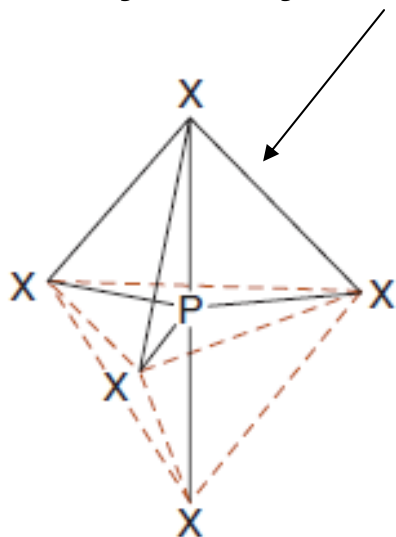


GRUPA AZOTA - FOSFOR

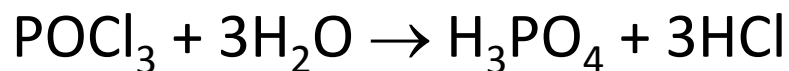
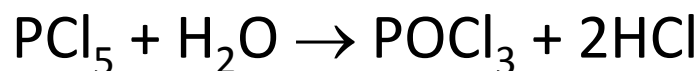
OKSIDACIONI BROJ V

Jedinjenja sa halogenima

najvažnija PCl_5 (fosfor(V)-hlorid) i POCl_3 (fosfor(V)-hlorid-oksid)



Oba jedinjenja hidrolizuju do H_3PO_4



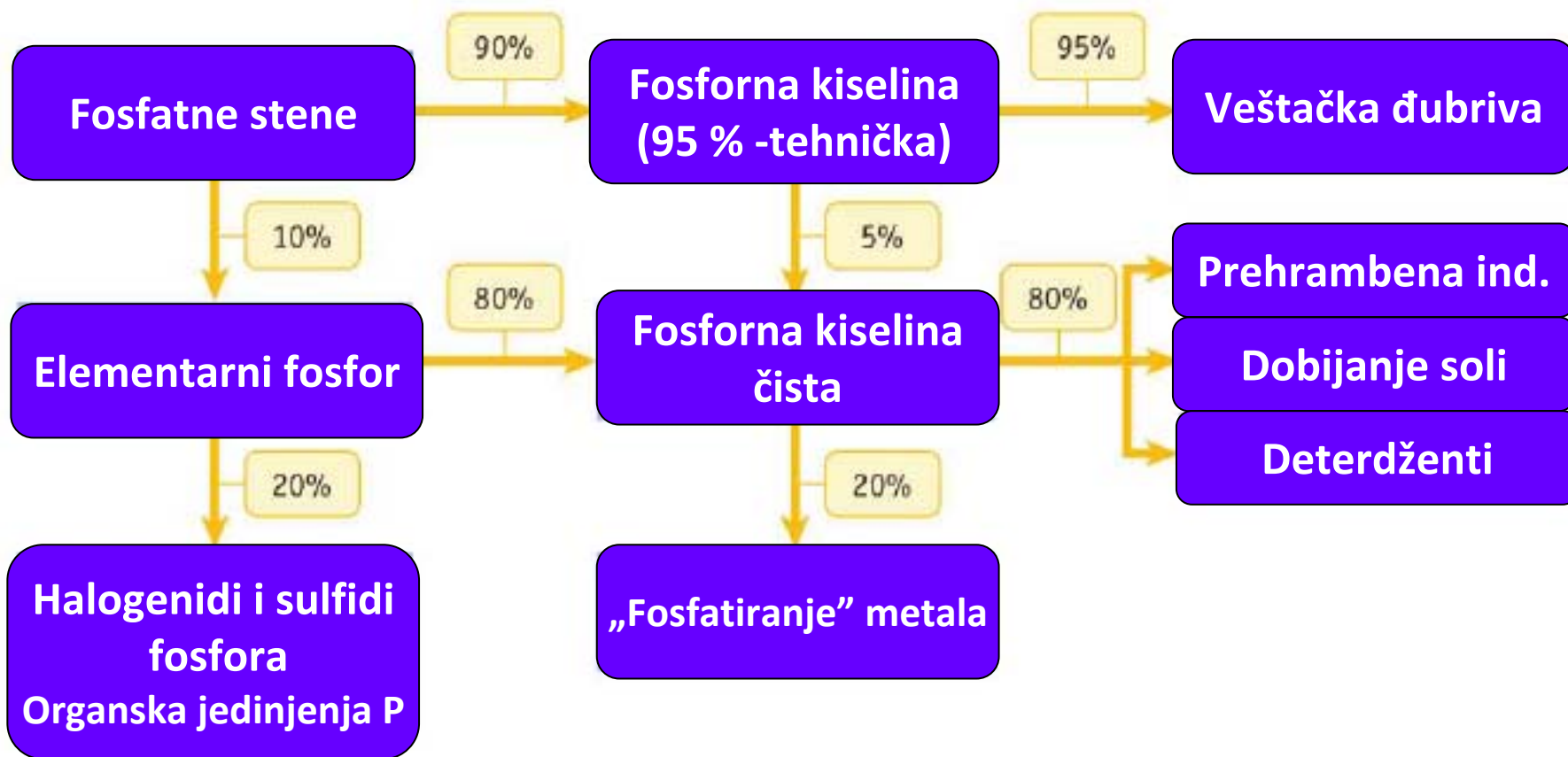
Trigonalno-bipiramidalna geometrija
(Samo u gasovitoj fazi)

- **primena**

U proizvodnji organskih jedinjenja sa fosforom

GRUPA AZOTA - FOSFOR

- primena



GRUPA AZOTA - FOSFOR

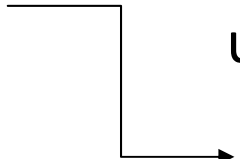
FOSFOR U PRIRODI

Kruženje

- u ciklus fosfora nisu uključena gasovita jedinjenja
- gubici P iz zemljišta (ispiranje) ne mogu se nadoknaditi prirodno

Zagađenje

fosfati – povećana količina u vodama usled primene
u deterdžentima i đubrivima

- 
- poremećena rečna flora (eutrofikacija)
 - izumiranje rečne faune i flore zbog povećane potrošnje O_2

Biološki

- jedan od elemenata koji čine Živu materiju (6. u ljudskom organizmu)
- u kostima, održavanje pH u ćeliji, DNK, adenzin-trifosfat