

ZUZANA STLOUKALOVÁ, 3.A

---

FOSFOR *(PHOSPHORUS)*

# ZAŘAZENÍ A OBECNÉ INFORMACE

- ▶ objevení: německý alchymista Hennig Brand (1669) - přišel na to rozkladem lidské moči, zahuštěním a následnou destilací - kondenzované páry vytvořily voskovitou látku, která ve tmě světélkovala
- ▶ z řeckého phosphorus = světlonoš
- ▶ V. A skupina (pentely)
- ▶ nekov
- ▶ elektronová konfigurace valenční vrstvy:  $3s^2 3p^3$
- ▶ oxidační čísla: V, III, -III





# HENNIG BRAND

---



## VÝSKYT A VLASTNOSTI

- ▶ výskyt: pouze ve sloučeninách - nejznámější - fosforečnan vápenatý  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , tvoří podstatnou složku **fosforitu** a **apatitu** a je součástí kostí a zubů
- ▶ fosfor vázaný v organických sloučeninách bývá i součástí šedé kůry mozkové, nervů a buněčných jader - biogenní prvek
- ▶ nízká elektronegativita (2,1) - netvoří vodíkové můstky (dusík ano)
- ▶ s většinou prvků tvoří binární sloučeniny

## VÝROBA

- ▶ jediným průmyslovým zdrojem fosforu jsou apatity (i fosfority) a z nich se vyrábí fosfor redukcí uhlíkem
- ▶ tato redukce probíhá v elektrické peci při velmi vysokých teplotách uhlíkem (koksem) v přítomnosti křemene
- ▶  $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{SiO}_2 + 10\text{C} \rightarrow 6\text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + 10\text{CO}$

## 3 MODIFIKACE

### 1. Bílý fosfor

- ▶ měkká látka nažloutlé barvy
- ▶ nejreaktivnější ze všech modifikací
- ▶ jeho molekuly jsou složeny ze 4 atomů -  $P_4$
- ▶ na vzduchu samozápalný - uchovává se pod vodou
- ▶ velmi jedovatý
- ▶ rozpustný v sirouhlíku  $CS_2$

## 3 MODIFIKACE

### 2. Červený fosfor

- ▶ vzniká z bílého fosforu zahříváním v inertní atmosféře
- ▶ podle přípravy má různou barvu - od tmavočervené přes hnědou až po fialovou
- ▶ prášek
- ▶ stálý, nerozpustný v  $\text{CS}_2$ , nejedovatý, méně reaktivní
- ▶ není samovznětlivý na vzduchu, ale je schopen vzplanout - např. třením - výroba zápalek
- ▶ molekuly mají podobu řetězců

## 3 MODIFIKACE

### 3. Černý fosfor

- ▶ krystalický, má kovový lesk
- ▶ dobře vede teplo a el. proud
- ▶ ze všech modifikací - nejméně reaktivní
- ▶ vzniká z červeného fosforu díky působení vysokých tlaků

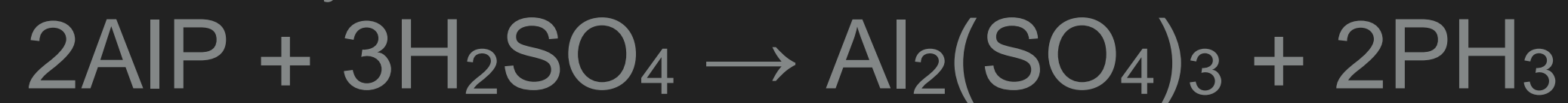


# SLOUČENINY FOSFORU S VODÍKEM

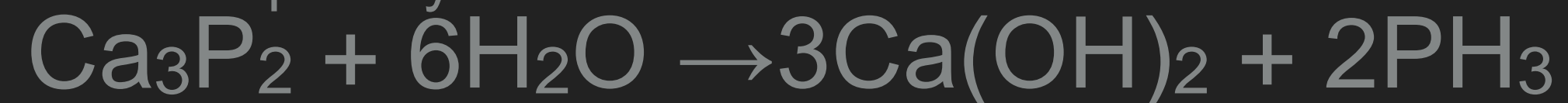
## PH<sub>3</sub> (fosfan)

- ▶ bezbarvý, jedovatý, páchne po česneku
- ▶ silné redukční činidlo
- ▶ vzniká reakcí fosfidů s vodou nebo se zředěnými kyselinami

fosfid hlinitý



fosfid vápenatý



# SLOUČENINY FOSFORU S HALOGENY

- ▶ fosforité  $PX_3$
- ▶ fosforečné  $PX_5$
- ▶ např.  $PCl_3$

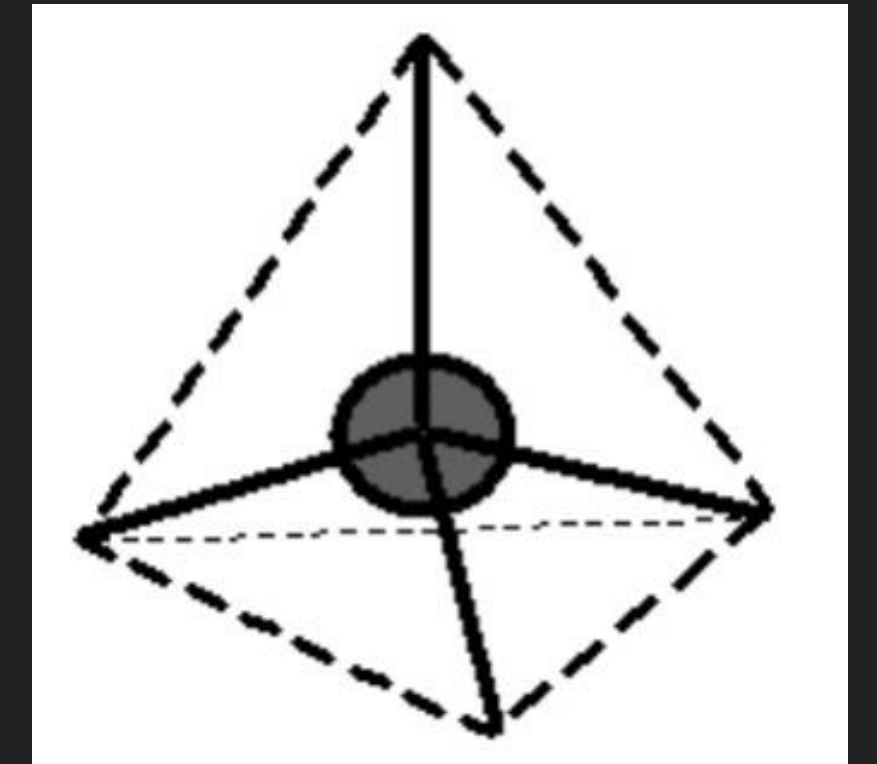
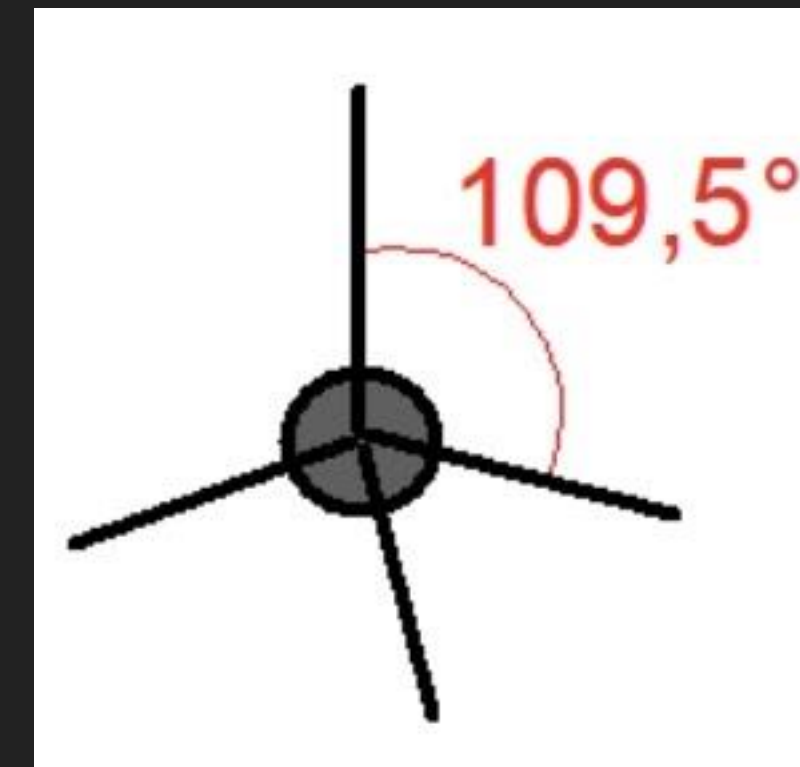
# SLOUČENINY FOSFORU S KYSLÍKEM

## $P_4O_6$ (oxid fosforitý)

- ▶ krystalická jedovatá látka
- ▶ vzniká řízeným spalováním fosforu
- ▶ základem jeho struktury je tetraedr  $P_4$ , ve kterém jsou všechny atomy fosforu pospojovány pomocí kyslíkových můstků

## $P_4O_{10}$ (oxid fosforečný)

- ▶ je znám v několika modifikacích
- ▶ vzniká se spalováním fosforu v nadbytku suchého vzduchu
- ▶  $P_4 + 5O_2 \rightarrow P_4O_{10}$



Obr. č. 3

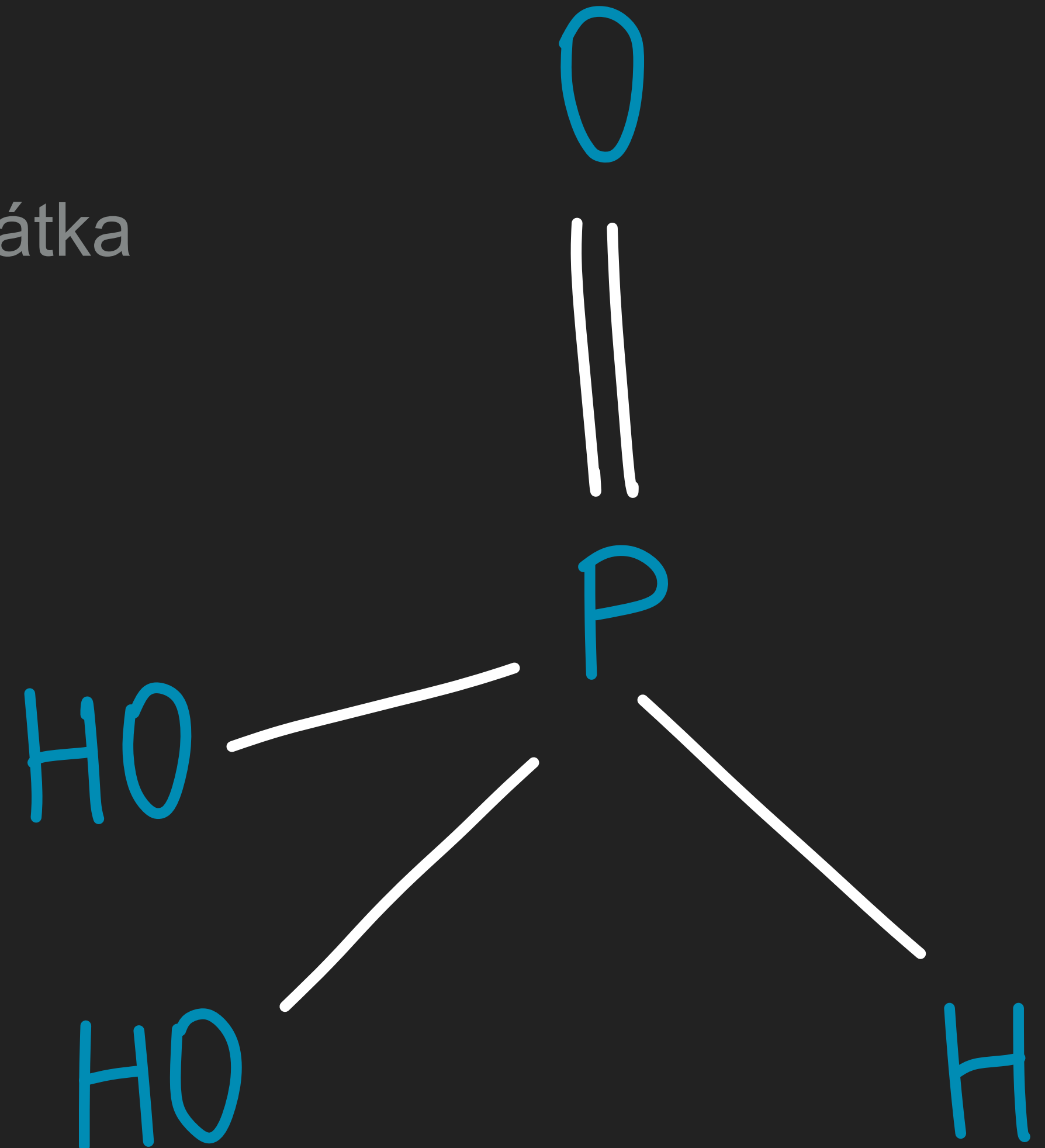
Obr. č. 2



# SLOUČENINY FOSFORU S KYSLÍKEM

$\text{H}_3\text{PO}_3$  (kys. trihydrogen fosforitá)

- ▶ bezbarvá, ve vodě dobře rozpustná krystalická látka
- ▶ dvojsytná



# SLOUČENINY FOSFORU S KYSLÍKEM

$\text{H}_3\text{PO}_4$  (kys. trihydrogen fosforečná)

- ▶ bezbarvá krystalická látka, dobře rozpustná ve vodě
  - ▶ používá se k povrchové antikoroční úpravě kovů (fosfátování) a okyselování nápojů (Coca Cola)
  - ▶ trojsytná - tvoří 3 řady solí
- 1)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  - rozpustné ve vodě
  - 2)  $\text{HPO}_4^{2-}$  - rozpustné pouze soli alk. kovů
  - 3)  $\text{PO}_4^{3-}$  - rozpustné pouze soli alk. kovů

# SLOUČENINY FOSFORU S KYSLÍKEM

- ▶  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  - fosforečnan vápenatý
- ▶ nejvýznamnější sůl  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- ▶ používá se pro výrobu fosforečných hnojiv
- ▶ ve vodě nerozpustný → nutno nechat zareagovat s  $\text{H}_2\text{SO}_4$  na rozpustný dihydrogen fosforečnan vápenatý  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
- ▶  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



## VYUŽITÍ

- ▶ červený fosfor - výroba zápálek
- ▶ černý fosfor - výroba polovodičů
- ▶ bílý fosfor - hubení krys

## CITACE

MAREČEK, Aleš a Jaroslav HONZA. *Chemie pro čtyřletá gymnázia*. Třetí opravené vydání. Brno: vydáno vlastním nákladem, 2013. ISBN 80-902-4020-8.

HONZA, Jaroslav a Aleš MAREČEK. *Chemie pro čtyřletá gymnázia*. Čtvrté opravené vydání, (v nakladatelství Proton druhé). Brno: Proton, 2014. ISBN 978-80-902402-5-4.

Obr. č. 1: Henning Brand. *Henning Brand* [online]. 2020 [cit. 2020-09-17]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Hennig\\_Brand](https://en.wikipedia.org/wiki/Hennig_Brand)

Obr. č. 2, obr. č. 3: Obecná chemie, 13 Tvar molekul (model VSEPR, teorie hybridizace). *Obecná chemie* [online]. 2018, 2018 [cit. 2020-09-17]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js18/obecna\\_chemie/web/pages/13-tvar-molekul--model-vsepr--teorie-hybridizace-.html](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js18/obecna_chemie/web/pages/13-tvar-molekul--model-vsepr--teorie-hybridizace-.html)

Obr. č. 4 – vlastní