# Fosfor

1. **Základní charakteristika**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Z | Značka | Latinský název | Elektronová konfigurace | Oxidační číslo | Elektronegativita | Teplota tání oC | Teplota varu oC |
| 5 | P | Phosphorus | [He]3s2 3p3 | -III, III, V | 2,1 | 44,1 | 280[[1]](#footnote-1) |

Fosfor je prvkem V. A (15. skupiny) periodické tabulky prvků. Prvky této skupiny označujeme jako *pentely* a patří sem dále dusík (N), arsen (As), antimon (Sb) a bismut (Bi). Dusík a fosfor jsou nekovy, arsen a antimon polokovy, bismut je typický kov. Ve valenční vrstvě ns2 np3 mají pět elektronů.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | V.A | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  |  | | | | | | | | | |  |  | N |  |  |  |
|  |  |  |  | P |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | As |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Sb |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Bi |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

*Obrázek 1: Umístění fosforu v periodické tabulce*

1. **Výskyt**

Fosfor se v přírodě nachází vázaný ve sloučeninách, z nichž nejrozšířenější jsou soli kyseliny fosforečné – *fosforečnany*. Fosfor je *biogenní* prvek. Je důležitý pro stavbu kostí, zubů, činnost nervů a mozku, je součástí molekul DNA a RNA (nositelů genetické informace) a energetických přenašečů ADP a ATP.

Volný fosfor se vyskytuje ve třech *modifikacích* – bílý, červený a černý fosfor, které se od sebe liší strukturou i vlastnostmi.

1. **Vlastnosti a užití**
   1. **Bílý fosfor**

Bílý fosfor vytváří čtyř atomové molekuly P4. Je měkký, voskovité konzistence, značně *toxický*, vysoce reaktivní a na vzduchu *samozápalný*. Je proto nutné uchovávat jej ponořený ve vodě, která zabrání jeho samovolnému vzplanutí. Je nerozpustný ve vodě, ale dobře se rozpouští v sirouhlíku CS2. Ve tmě jeho páry *fosforeskují* (samovolně vydávají slabé světelné záření).

Schopnost samovznícení bílého fosforu při styku se vzduchem se v polovině minulého století využívalo k výrobě samozápalných leteckých pum a dělostřeleckých granátů.

Bílý fosfor se pro svou extrémní jedovatost používá k výrobě *rodenticidů* (chemických přípravků k hubení hlodavců – myší, potkanů a krys). Je surovinou k výrobě *léků*. Dříve se používal k výrobě zápalek. Pro svou jedovatost bylo jeho použití pro tyto účely v roce 1903 zakázáno.

* 1. **Červený fosfor**

Červený fosfor tvoří řetězce vzájemně propojených atomů Pn. Jde o červenohnědý prášek. Červený fosfor je na vzduchu neomezeně *stálý*, *není* *jedovatý* a *není* *samozápalný*. Vzniká zahřáním bílého fosforu na 250ºC v uzavřené nádobě pod tlakem v inertním prostředí.

Přesto, že není samozápalný, je červený fosfor schopen vzplanout při silnějším lokálním zahřátí, vyvolaném např. mechanickým třením. Díky této vlastnosti je červený fosfor dodnes základní surovinou pro výrobu *kuchyňských zápalek*. Zároveň se tyto vlastnosti uplatňují při výrobě různých *pyrotechnických potřeb*.

* 1. **Černý fosfor**

Černý fosfor vrstevnaté krystalky. Je *velmi* *stálý* a svými fyzikálními vlastnostmi připomíná spíše kovy. Má kovový lesk, je tepelně i elektricky dobře vodivý. Vzniká zahříváním červeného fosforu pod tlakem na teploty přes 400 ºC.

Pro své elektrické vlastnosti se používá v *elektronickém* *průmyslu*.

1. **Výroba**

Základem průmyslové výroby elementárního fosforu je redukce fosforečnanů koksem (uhlíkem) za přítomnosti křemenného písku podle rovnice:

2Ca3(PO4)2 + 6SiO2 + 10C → P4 + 6CaSiO3 + 10CO

1. **Sloučeniny fosforu**
   1. **Kyselina trihydrogenfosforečná H3PO4**

Je středně silnou trojsytnou kyselinou. Koncentrovaná kyselina fosforečná je těžká, viskosní kapalina s velmi vysokým bodem varu. Tvoří celkem tři řady solí - *fosforečnany* (PO4)3-, *hydrogenfosforečnany* (HPO4)2- a *dihydrogenfosorečnany* (H2PO4)-.

* + 1. **Fosforečnany**

Převážná část vytěžených fosforečnanů nalézá uplatnění jako *průmyslová* *hnojiva*. Nejvíce používaná jsou přitom vápenato-fosfátová hnojiva, (např. Superfosfát dihydrogenfosforečnan vápenatý Ca(H2PO4)2, který je vodou dobře rozpustný a rychle se vstřebává do půdy).

Vápenaté a sodné fosforečnany se přidávají do *zubních* *past*. Slouží jako součást *odrezovacích* *roztoků* pro odstraňování produktů koroze z povrchu železných konstrukcí.

Sodné soli kyseliny fosforečné se uplatňují jako *součást* *prášků* *na* *praní* nebo *přípravků* *na* *mytí* *nádobí* v automatických myčkách, kde se používají ke změkčení vody (Na3PO4). Dále se užívají v potravinářském průmyslu při výrobě sýrů a nakládání šunky (Na2HPO4).   
Jejich přítomnost ve vodě má také *antikorozní* *účinky* a používají se jako ochranné prostředky pro otopné systémy (vodní kotle, ústřední topení, průmyslové vyhřívací okruhy), kde zabraňují korozi a tvorbě vodního kamene.

* + 1. **Vliv fosforečnanů na životní prostředí**

Fosforečnany užívané v pracích a čistících přípravcích mají nepříznivý vliv na životní prostředí. Jsou zdrojem fosforu, který podporuje rozvoj procesu *eutrofizace* vod a půd. Projevem eutrofizace vod je růst tzv. vodního květu. Jedná se o *rozmnožování* *škodlivých* *sinic* a *řas* ve vodních tocích a vodních nádržích. Nastává úbytek kyslíku, úhyn ryb a dalších organizmů. Mění se druhové složení vod a přemnožují se nežádoucí organizmy. Fosforečnany jako součást pracích prostředků se již v České republice nepoužívají. Nadále však představují tyto látky problém v přípravcích užívaných v myčkách nádobí.

1. **Cvičení**
2. Pojmenujte sloučeniny: bromid fosforečný, oxid fosforečný, sulfid fosforitý, fosfid vápenatý, kyselina fosforečná, kyselina trihydrogenfosforečná, kyselina trihydrogenfosforná, fosforečnan zlatitý, fosforečnan sodný, hydrogenfosforečnan draselný, monohydrát fosfornanu sodného.
3. Napište vzorce sloučenin: PCl5, PI3, P2O3, Zn3P2, AlP, H3PO3, Ca3(PO4)2, K2(HPO4), Cd(H2PO4)2.2H2O.
4. Rovnicí vyjádřete reakci hydroxidu sodného s kyselinou fosforečnou, při níž vznikne hydrogenfosforečnan sodný. Určete typ reakce.
5. Zapište reakci hoření fosforu P4, při které vzniká oxid fosforečný. Určete typ reakce.
6. Uveďte princip likvidace sinic v brněnské přehradě.
7. Vysvětlete, proč nezapálíte zápalku škrtnutím její hlavičky o drsnou podložku.

Zdroje:

Literatura:

BANÝR, J. et al. *Chemie pro střední školy.* SNP –pedagogické nakladatelství, 2001. ISBN 80‑85937‑46-8

VACÍK, J. et al. *Přehled středoškolské chemie.* Praha: SPN, 1999. ISBN 80–7235–108–7.

ŠRÁMEK, V. *Chemie obecná a anorganická.* 2. vyd. Olomouc: Olomouc s.r.o., 2005. ISBN 80–7182–099–7.

BENEŠOVÁ,M. SATRAPOVÁ, H. *Odmaturuj z chemie.* DIDAKTIS, 2002. ISBN 80-86285-56-1

Obrázky:

Obrázek 1: vlastní zdroj

1. VACÍK, J. et al. *Přehled středoškolské chemie.* Praha : SPN, 1999. ISBN 80–7235–108–7.s.187 [↑](#footnote-ref-1)