



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<b>ŠKOLA:</b>	<b>Gymnázium Chomutov, Mostecká 3000, příspěvková organizace</b>
<b>AUTOR:</b>	<b>Mgr. Monika ŠLÉGLOVÁ</b>
<b>NÁZEV:</b>	<b>VY_32_INOVACE_06A_18 Fosfor, arsen</b>
<b>TEMA:</b>	<b>NEKOVY</b>
<b>ČÍSLO PROJEKTU:</b>	<b>CZ.1.07/1.5.00/34.0816</b>
<b>DATUM TVORBY:</b>	<b>31. 3. 2013</b>

### ANOTACE

Materiál je určen pro studenty 2. ročníku 4letých a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií, do předmětu Chemie, kapitola Nekovy.

Tento materiál slouží k výkladu učiva o fosforu, jeho modifikacích a sloučeninách a arsenu.

První část je určena jako podpora výkladu učitele. Obsahuje ilustrační obrázky a odkazy na zajímavé video modifikační přeměny fosforu a na schema Marshovy zkoušky používané k důkazu otravy arsenikem. Žáci mohou tuto část použít jako podklad pro zápis do sešitu.

Druhá část materiálu obsahuje rozšiřující otázku na pojem fosforescence (odpověď mají žáci vyhledat) a dále kontrolní otázky, které navazují na probrané učivo. Odpovědi mohou žáci doplňovat do sešitu, nebo do promítaného zadání na tabuli fixem, nebo pomocí světelného pera na interaktivní tabuli.

Tuto část lze použít po vytištění také jako samostatný test nebo pracovní list.

Správné odpovědi jsou připojeny na konci materiálu, se zadáním jsou propojeny hypertextovým odkazem.

Všechny hypertextové odkazy jsou platné ke dni vytvoření díla.

Materiál je určen pro interaktivní výuku.

# p<sup>3</sup> prvky - V. A skupina

## FOSFOR – P

### 1. Výskyt

**Volný** se nevyskytuje

**Vázaný:** **apatity** (minerály na bázi fosforečnanů)  
biogenní prvek (kosti, zuby, DNA, RNA)

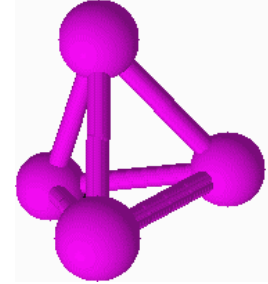
### 2. Vlastnosti

- Pevná, látka, nekov
- 3 krystalové modifikace
  - **Bílý fosfor** – P<sub>4</sub> (čtyřstěn),



Obrázek 2

- nejreaktivnější, nestálý, samozápalný (uchovává se pod vodou), **prudce jedovatý**,
- Měkký, nerozpustný ve vodě, rozpustný v sirouhlíku a benzenu
- **páry fosforeskují** (pomalá oxidace)
- **využití:** samozápalné bomby, jed na krysy



Obrázek 1

- **Červený fosfor** – vzniká zahřátím bílého (270°C) bez přístupu vzduchu
  - Amorfní, stálý, **nejedovatý**, fialovočervený prášek
  - nereaktivní, nesvětélkuje, nerozpustný ve vodě ani organických rozpouštědlech
  - **využití:** výroba zápalek
    - škrtátko – červený P + MnO<sub>2</sub> + skelný prach
    - hlavička – Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> + KClO<sub>3</sub>



Obrázek 3

**video:** [modifikační přeměny fosforu](#)

- **Černý fosfor** (kovový) – vzniká zahřátím bílého fosforu (380°C) + Hg
  - **vrstevnatá polymerní struktura, připomínající grafit**
  - nejméně reaktivní, tepelně i elektricky vodivý
  - nerozpustný ve vodě a v rozpouštědlech, **nejedovatý**



Obrázek 4

### 3. Výroba fosforu:

- redukce fosforečnanů pískem a koksem v elektrické peci

## 4. Sloučeniny

### A. Bezokyslíkaté

- $\text{PH}_3$  - fosfan jedovatý, zápachající
- **Fosfidy**: kov + fosfor:  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ ,  $\text{Zn}_3\text{P}_2$ ,  $\text{AlP}$

### B. Kyslíkaté

#### • Oxidy

$\text{P}_4\text{O}_6$  – dimerní, při spalování  $\text{P}_4$  při nedostatku kyslíku

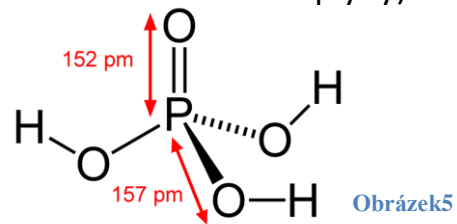
$\text{P}_4\text{O}_{10}$  – dimerní, z  $\text{P}_4$ , dostatek kyslíku

Pevná bílá látka, **silně hygroskopická** (= váže vodní páry => vysušuje plyny)

#### • Kyseliny

$\text{H}_3\text{PO}_4$

- nemá oxidační vlastnosti
- středně silná, bezbarvá krystalická látka
- **většinu kovů nerozpouští**, protože se ve zředěné kyselině fosforečné vytváří na jejich povrchu vrstva nerozpustných fosforečnanů => ochrana kovů před korozi
- **využití - potravinářství**: okyselování nápojů, konzervant (coca cola), E338



#### • Soli od $\text{H}_3\text{PO}_4$

- 3 řady solí:  $(\text{H}_2\text{PO}_4)^-$ ,  $(\text{HPO}_4)^{-2}$ ,  $(\text{PO}_4)^{-3}$
- **Ve vodě rozpustné**:  $(\text{H}_2\text{PO}_4)^-$  s prvky I. A a II. A  
 $(\text{HPO}_4)^{-2}$  a  $(\text{PO}_4)^{-3}$  s prvky I.A a s  $\text{NH}_4^+$   
ostatní nerozpustné
- **Využití**:
  - **fosforečnany** – v potravinách, změkčovadla vody, při výrobě léčiv
  - **průmyslová hnojiva** -  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  – ve vodě nerozpustný, působením  $\text{H}_2\text{SO}_4$  se převádí na  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  => **superfosfát**

## ARSEN – As

- v přírodě vázaný v minerálech, známý od 13. st
- 4 alotropické modifikace, polokov
- $\text{As}_4\text{O}_6$  – **arzenik, otrušík, utrejch**  
bílá, krystalická látka, bez chuti a zápachu, rozpustná ve vodě  
prudký jed, nedokazatelný až do 1. pol. 19. st., kdy byla vyvinuta **Marshova zkouška** ([schema a popis](#))

**Zajímavost:** Od fosforu je nepřímo odvozen pojem **fosforescence**, zjistěte v literatuře nebo na internetu, co tento pojem znamená.

odpověď

## KONTROLNÍ OTÁZKY:

1) Oxidační číslo fosforu v  $P_4$  je:

- a) IV    b) -I    c) 0    d) -IV

2) Fosfor nemá ve svých sloučeninách oxidační číslo:

- a) IV    b) -III    c) III    d) V

3) Nejreaktivnější modifikace fosforu je:

- a) černá    b) červená  
c) bílá    d) všechny jsou stejně reaktivní

4)  $Ca_3(PO_4)_2$  je:

- a) ve vodě nerozpustný    b) ve vodě rozpustný  
c) součástí dusíkatých hnojiv    d) složka superfosfátů

5) Která forma fosforu vede elektrický proud?

6) Která forma fosforu je jedovatá?

7) Z jakého minerálu se vyrábí fosfor?

8) Která forma fosforu se nachází na škrátku zápalek?

9) Reakcí  $P_4O_{10} + 6H_2O$  vzniká kyselina:

- a) fosforitá    b) trihydrogenfosforitá  
c) fosforečná    d) trihydrogenfosforečná

10) Vyberte správné tvrzení: Ve vodě jsou:

- a) všechny fosforečnany rozpustné  
b) dihydrogenfosforečnany  $s^2$  prvků rozpustné  
c) dihydrogenfosforečnany  $s^1$  prvků nerozpustné  
d) fosforečnany  $s^1$  prvků nerozpustné

ŘEŠENÍ

## FLUORESCENCE A FOSFORESCENCE

Jde o dva typy **luminiscence** (záření látek z excitovaných elektronů)  
**fluorescence** se vyznačuje **velmi krátkou dobou dosvitu** (cca  $10^{-8}$ s)  
**fosforescence** má **delší dobu dosvitu** ([zpět na kontrolní otázky](#))

## ŘEŠENÍ KONTROLNÍCH OTÁZEK

- 1) Oxidační číslo fosforu v  $P_4$  je:  
a) IV    b) -I    **c) 0**    d) -IV
- 2) Fosfor nemá ve svých sloučeninách oxidační číslo:  
**a) IV**    b) -III    c) III    d) V
- 3) Nejreaktivnější modifikace fosforu je:  
a) černá    b) červená  
**c) bílá**    d) všechny jsou stejně reaktivní
- 4)  $Ca_3(PO_4)_2$  je:  
**a) ve vodě nerozpustný**    b) ve vodě rozpustný  
c) součástí dusíkatých hnojiv    d) složka superfosfátů
- 5) Která forma fosforu vede elektrický proud?  
**černá**
- 6) Která forma fosforu je jedovatá?  
**bílá**
- 7) Z jakého minerálu se vyrábí fosfor?  
**z apatitu**
- 8) Která forma fosforu se nachází na škrátku zápalek?  
**červená**
- 9) Reakcí  $P_4O_{10} + 6H_2O$  vzniká kyselina:  
a) fosforitá    b) trihydrogenfosforitá  
c) fosforečná    **d) trihydrogenfosforečná**
- 10) Vyberte správné tvrzení: Ve vodě jsou:  
a) všechny fosforečnany rozpustné  
**b) dihydrogenfosforečnany s<sup>2</sup> prvků rozpustné**  
c) dihydrogenfosforečnany s<sup>1</sup> prvků nerozpustné  
d) fosforečnany s<sup>1</sup> prvků nerozpustné

[ZPĚT NA ZADÁNÍ](#)

## CITACE:

Archiv autora

VACÍK, Jiří a kol. *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN, 1996, ISBN 80-85937-08-5.

Obr. 1.: MANGL, Ondřej. *Wikipedia* [online]. [cit. 31.3.2013]. Dostupný na WWW:

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:B%C3%AD%C3%BD\\_fosfor.gif](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:B%C3%AD%C3%BD_fosfor.gif)

Obr. 2.: BXXD. *Wikipedia* [online]. [cit. 31.3.2013]. Dostupný na WWW:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:PhosphComby.jpg>

Obr. 3.: TOMIAHNDORF. *Wikipedia* [online]. [cit. 31.3.2013]. Dostupný na WWW:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:PhosphComby.jpg>

Obr. 4.: KRIMBACHER, Peter. *Wikipedia* [online]. [cit. 31.3.2013]. Dostupný na WWW:

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phosphor-rot-violett.jpg>

Obr. 5.: BENJAH-BMM27. *Wikipedia* [online]. [cit. 31.3.2013]. Dostupný na WWW:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Phosphoric-acid-2D-dimensions.png>