



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Jméno autora:** Mgr. Ladislav Kažimír

**Datum vytvoření:** 05.04.2013

**Číslo DUMu:** VY\_32\_INOVACE\_07\_Ch\_ACH

**Ročník:** I.

**Vzdělávací oblast:** Přírodovědné vzdělávání

**Vzdělávací obor:** Chemie

**Tematický okruh:** Anorganická chemie

**Téma:** Fosfor

**Metodický list/anotace:**

Prezentace je určena pro téma **chemie fosforu** v rozsahu SŠ, pro zopakování základních vlastností, reakcí a výskytu. Průmyslová výroba a využití.



# FOSFOR



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
<b>1H</b>																			2He
3Li	4Be											5B	6C	7N	8O	9F	10Ne		
11Na	12Mg											13Al	14Si	<b>15P</b>	16S	17Cl	18Ar		
19K	20Ca	21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr		
37Rb	38Sr	39Y	40Zr	41Nb	42Mo	43Tc	44Ru	45Rh	46Pd	47Ag	48Cd	49In	50Sn	51Sb	52Te	53I	54Xe		
55Cs	56Ba	57La*	72Hf	73Ta	74W	75Re	76Os	77Ir	78Pt	79Au	80Hg	81Tl	82Pb	83Bi	84Po	85At	86Rn		
87Fr	88Ra	89Ac**	104Rf	105Db	106Sg	107Bh	108Hs	109Mt	110Ds	111Rg	112Cn	113Uut	114Fl	115Uup	116Lv	117Uus	118Uuo		

\* Lanthanoidy

\*\* Aktinoidy

58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb	71Lu
90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr

30,973

**15P**

FOSFOR

*Phosphorus*

2,19

1669

Hennig  
Brand



Obr.2

## VLASTNOSTI

## FYZIKÁLNÍ







- ❖ fosfor se vyskytuje ve třech modifikacích
- ❖ bílý, červený a černý fosfor
- ❖ teplota tání  $+44,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $317,3\text{ K}$ )
- ❖ teplota varu  $+276,85\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $550\text{ K}$ )
- ❖ nekovový prvek

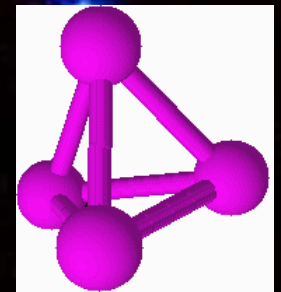
Obr.4

## VLASTNOSTI

### Bílý fosfor

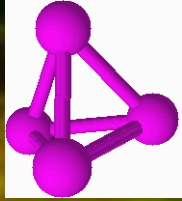
## MODIFIKACE

- ❖ molekuly  $P_4$
- ❖ měkká látka nažloutlé barvy
- ❖ velmi reaktivní
- ❖ značně jedovatý - 50mg 
- ❖ smrt nastává 5 - 10 den 
- ❖ ve vodě nerozpustný (uchovává se pod vodou)
- ❖ jemně rozptýlený - samovznícení 
- ❖ pevný se vznítí při zahřátí (cca  $50^{\circ}C$ ) 
- ❖ způsobuje těžko hojitelné popáleniny  





Obr.4



## VLASTNOSTI

### Bílý fosfor

## MODIFIKACE

- ❖ hořící fosfor nelze hasit vodou
  - Fosforečný prach, zaplavený do jemných trhlin, by se po odpaření vody vznítí.
- ❖ rozpustný v sirouhlíku
- ❖ Chemiluminiscence - světélkování doprovázející chemické reakce.
- ❖ Světlo vzniká přímou přeměnou chemické energie na světelnou - energie převádí atomy nebo molekuly do excitovaného stavu - takto získanou energii uvolňují ve formě světelných kvant (fotonů).
- ❖ téměř vůbec nevzniká teplo - studené světlo



Obr.12



Obr.11

Obr.4

## VLASTNOSTI

### Červený fosfor

## MODIFIKACE

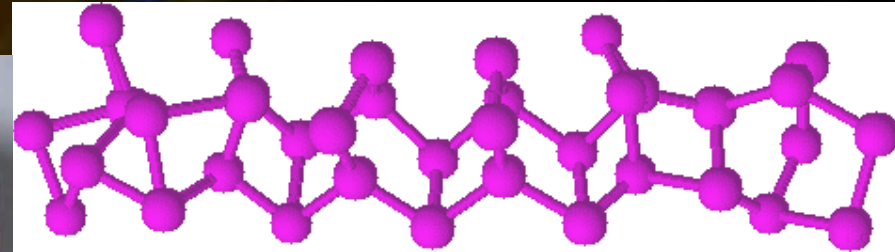


Obr.8

- ❖ molekuly  $P_n$
- ❖ červená barva
- ❖ méně reaktivní
- ❖ není jedovatý
- ❖ nesvětélkuje
- ❖ nerozpustný ve vodě ani v sirouhlíku
- ❖ teplota tání  $+597\text{ }^\circ\text{C}$
- ❖ s většinou prvků se slučuje až při vyšších teplotách
- ❖ Vzniká zahřátím bílého fosforu v inertním prostředí na  $250\text{ }^\circ\text{C}$ .



Obr.13



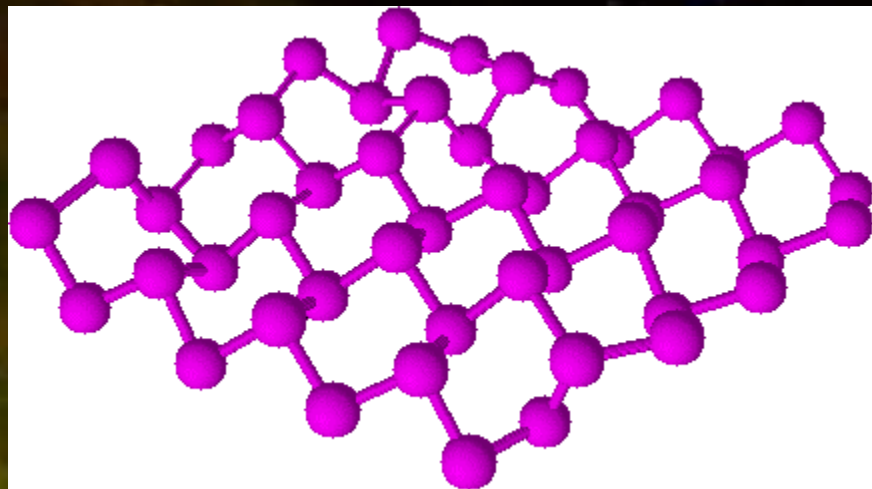


Obr.4

## VLASTNOSTI

### Černý fosfor

## MODIFIKACE



- ❖ molekuly  $P_n$
- ❖ kovový lesk

Obr.14



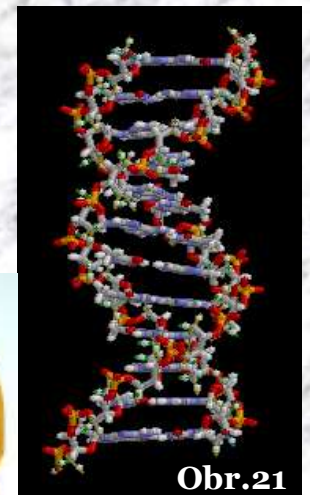
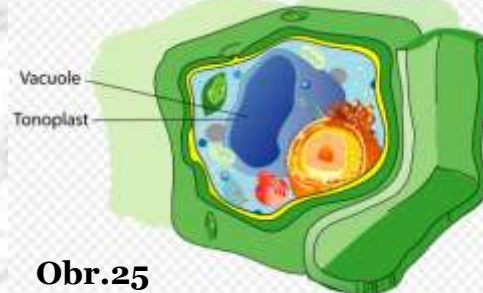
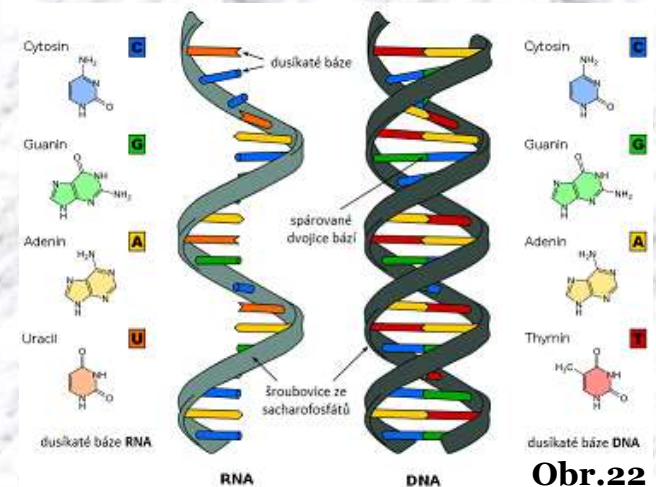
- ❖ nejméně reaktivní
- ❖ fyzikálními vlastnostmi připomíná spíše kovy
- ❖ tepelně i elektricky dobře vodivý
- ❖ Vzniká zahříváním červeného fosforu pod tlakem za teploty přes  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Nebo zahříváním bílého fosforu za teploty  $380\text{ }^{\circ}\text{C}$  a přítomnosti jemně rozptýlené kovové rtuti.



# VÝSKYT

## VÁZANÝ

- ❖ biogenní prvek
- ❖ ve všech živých organizmech na Zemi
- ❖ uložen v kostech a zubech
- ❖ DNA a RNA
- ❖ energetické přenašeče (ADP, ATP)
- ❖ obsažen ve většině tuků - lipidů
- ❖ v rostlinách je skladován ve vakuole



# VÝSKYT

## VOLNÝ

- ❖ volný se na Zemi nevyskytuje

## VÁZANÝ

- ❖ apatit  $\text{Ca}_5[(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})(\text{PO}_4)_3]$
- ❖ fosforit  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- ❖ fluoroapatit  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$
- ❖ wavelit  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- ❖ vivianit  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$



Obr.15

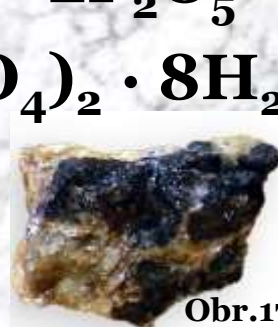
apatit

kalcit



Obr.16

červená



Obr.17



zelená

Obr.18



modrá

Obr.19



Obr.20



## PRŮMYSLOVÁ VÝROBA

□ Redukce fosforečnanů koksem (uhlíkem) za přítomnosti křemenného písku.



- Fosfor za vysoké teploty (okolo 1300 °C) v tavenině téká jako molekula  $\text{P}_4$  a je zachycován po kondenzaci ve vodě jako bílý fosfor.
- Při zahřívání bílého fosforu v inertní atmosféře přechází na modifikaci červeného fosforu, která má strukturu  $\text{P}_n$ .

Tavící pec pro výrobu fosforu.

Masivní kabelové svazky zajišťují přívod třífázového střídavého proudu k elektrodám.





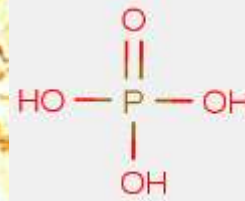
## POUŽITÍ

❑ Výroba zápalek (červený).

❑ Spalování na oxid fosforečný ( $P_4O_{10}$ ).

➤ Výroba kyseliny fosforečné.

➤ Výroba fosforečných hnojiv.



Obr.27



Obr.28

❑ Toxických vlastností bílého fosforu se využívá při výrobě jedovatých nástrah na krysy a jiné hlodavce.

❑ Bílý fosfor se dá také použít jako nekonvenční zbraň (zápalné bomby).



Obr.29



Obr.30



# Doplňte tabulku pomocí PTP

český název prvku	<b>FOSFOR</b>
latinský název prvku	<b>PHOSPHORUS</b>
značka prvku	<b>P</b>
protonové číslo	<b>15</b>
počet protonů v jádře	<b>15</b>
počet elektronů v obalu	<b>15</b>
číslo skupiny	<b>V.A</b>
číslo periody	<b>3</b>
počet valenčních elektronů	<b>5</b>
počet elektronových vrstev	<b>3</b>
elektronegativita	<b>2,2</b>
atomová hmotnost	<b>31</b>

# Citace

- Obr.1** RATINCKX, Josef Leopold. *Soubor: Josef Leopold Ratinckx Der Alchemist.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Joseph\\_Leopold\\_Ratinckx\\_Der\\_Alchemist.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Joseph_Leopold_Ratinckx_Der_Alchemist.jpg)
- Obr.2** WRIGHT, Joseph. *Soubor: JosephWright-Alchemist.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:JosephWright-Alchemist.jpg>
- Obr.3** NASA. *HubbleSite - Picture Album: Hubble Sees a Horsehead of a Different Color*[online]. [cit. 6.3.2013]. Dostupný na WWW: [http://hubblesite.org/gallery/album/nebula/pr2013012a/large\\_web/](http://hubblesite.org/gallery/album/nebula/pr2013012a/large_web/)
- Obr.4** NASA. *Soubor: Sig06-020a.tif - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sig06-020a.tif>
- Obr.5** BXXXD. *Soubor: Weißer Phosphor.JPG - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wei%C3%9Fer\\_Phosphor.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wei%C3%9Fer_Phosphor.JPG)
- Obr.6** TORSTEN HENNING. *Soubor:GHS-pictogram-skull.svg - Wikipedie* [online]. [cit. 15.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-skull.svg>
- Obr.7** OELEN, W.. *Soubor: Phosphorus2.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phosphorus2.jpg>
- Obr.8** HENNING, Torsten. *Soubor:GHS-pictogram-flamme.svg - Wikipedie* [online]. [cit. 15.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-flamme.svg>
- Obr.9** TORSTEN HENNING. *Soubor:GHS-pictogram-pollu.svg - Wikipedie* [online]. [cit. 15.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-pollu.svg>
- Obr.10** ORSTEN HENNING. *Soubor:GHS-pictogram-acid.svg - Wikipedie* [online]. [cit. 15.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:GHS-pictogram-rondflam.svg>
- Obr.11** DEGLR6328. *Soubor: Chemoluminescent reaction.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chemoluminescent\\_reaction.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chemoluminescent_reaction.jpg)
- Obr.12** ENDIMION17. *Soubor: Bílý fosfor zářící e17.png - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:White\\_phosphorus\\_glowing\\_e17.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:White_phosphorus_glowing_e17.png)



# Citace

**Obr.13** TOMIHAHNDORF. *Soubor: Phosphor rot.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phosphor\\_rot.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phosphor_rot.jpg)

**Obr.14** KRIMBACHER, Peter. *Soubor: fosfor-rot-violett.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].

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

**Obr.15** DESCOUENS, Didier. *Soubor: Apatit Canada.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apatite\\_Canada.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apatite_Canada.jpg)

**Obr.16** RA'IKE. *Soubor: Phosphorit (Staffelit) - Staffel Lahnggebiet.jpg - Wikimedia Commons*[online]. [cit. 20.2.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phosphorit\\_\(Staffelit\)\\_-\\_Staffel\\_Lahnggebiet.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phosphorit_(Staffelit)_-_Staffel_Lahnggebiet.jpg)

**Obr.17** DYET, Dave. *Soubor: Vivianite w-triphylite a živce (vodnatý železitý fosfát Custer County South Dakota 1651) jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vivianite\\_w-triphylite\\_and\\_feldspar\\_\(Hydrous\\_iron\\_phosphate\\_Custer\\_County\\_South\\_Dakota\\_1651\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vivianite_w-triphylite_and_feldspar_(Hydrous_iron_phosphate_Custer_County_South_Dakota_1651).jpg)

**Obr.18** LAVINSKY, Robert. *Soubor: Vivianite-139656.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].

Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vivianite-139656.jpg>

**Obr.19** LAVINSKY, Robert. *Soubor: Vivianite-191721.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].

Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vivianite-191721.jpg>

**Obr.20** LAVINSKY, Robert. *Soubor: Vivianite-usa09abg.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].

Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vivianite-usa09abg.jpg>

**Obr.21** BRIAN0918™. *Soubor: ADN animation.gif - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ADN\\_animation.gif](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ADN_animation.gif)

**Obr.22** SPONK. *Soubor: Rozdíl DNA RNA-DE.svg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Difference\\_DNA\\_RNA-DE.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Difference_DNA_RNA-DE.svg)

**Obr.23** QUTEMOL. *Soubor: AdenosineTriphosphate.qutemol.gif - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].

Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:AdenosineTriphosphate.qutemol.gif>

**Obr.24** YGREK. *Soubor: Slunečnicové oil.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013].

Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sunflowerseed\\_oil.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sunflowerseed_oil.jpg)

# Citace

**Obr.25** RUIZ, Mariana. *Soubor: Plant cell structure svg vacuole.svg - Wikimedia Commons*[online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plant\\_cell\\_structure\\_svg\\_vacuole.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plant_cell_structure_svg_vacuole.svg)

**Obr.26** PALMER, Alfred T.. *Soubor: Large electric phosphate smelting furnace used in the making of elemental phosphorus in a TVA chemical plant in the Muscle Shoals area, Alabama.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Large\\_electric\\_phosphate\\_smelting\\_furnace\\_used\\_in\\_the\\_making\\_of\\_elemental\\_phosphorus\\_in\\_a\\_TVA\\_chemical\\_plant\\_in\\_the\\_Muscle\\_Shoals\\_area,\\_Alabama.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Large_electric_phosphate_smelting_furnace_used_in_the_making_of_elemental_phosphorus_in_a_TVA_chemical_plant_in_the_Muscle_Shoals_area,_Alabama.jpg)

**Obr.27** RITTER, Sebastian. *Soubor: Streichholz.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Streichholz.jpg>

**Obr.28** LOSCH. *Soubor: Wanderratte (IMG 8022).jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wanderratte\(IMG\\_8022\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wanderratte(IMG_8022).jpg)

**Obr.29** USAF. *Soubor: B-2 duch bombing.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:B-2\\_spirit\\_bombing.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:B-2_spirit_bombing.jpg)

**Obr.30** SULLIVAN, Jon. *Soubor: Explosions.jpg - Wikimedia Commons* [online]. [cit. 20.2.2013]. Dostupný na WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Explosions.jpg>

# Literatura

Dušek B.; Flemr V. Chemie pro gymnázia I. (Obecná a anorganická), SPN 2007, ISBN:80-7235-369-1

Vacík J. a kolektiv Přehled středoškolské chemie, SPN 1995, ISBN: 80-85937-08-5

Kotlík B., Růžičková K. Chemie I. v kostce pro střední školy, Fragment 2002, ISBN: 80-7200-337-2