

Fosfor

Ponovimo:

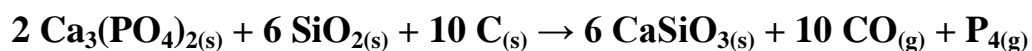
- Formiranje kovalentne veze
- Tetraedarska struktura molekula
- Polarnost molekula, dipol
- Stupnjevi ionizacije fosforne kiseline
- Redukcijska svojstva koksa (tehnički važni metali, dobivanje željeza)

Nalazišta i dobivanje fosfora:

Fosfor je jedini element 15. skupine periodnog sustava kojeg u prirodi nema u slobodnom stanju. Nalazi se u stijenama u sastavu mnogih minerala i u tlu, a nastaje razgradnjom stijena ili biljnih ostataka. Poznato je oko 170 različitih minerala fosfora, od kojih su najvažniji *fosforit* ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) i *apatit*, skupina minerala koji se razlikuju u koncentraciji aniona u kristalnoj strukturi, pa tako postoji *hidroksiapatit*, *fluorapatit* i *klorapatit*.

Osim u zemljinoj kori, sastavni je dio plodova i zrnja biljaka, a kod kralježnjaka se može pronaći u sastavu kostiju, zubi, a u manjoj mjeri u mišićima, mozgu i živčanim stanicama.

Dobiva se redukcijom *fosforita* koksom uz silicijev dioksid u električnim pećima pri temperaturi od 1300 °C do 1450 °C. Jednadžba reakcije glasi:



Pare fosfora se odvajaju od ugljikova monoksida kondenzacijom pod vodom. Tekući fosfor se daljnjom preradom prevodi u bijeli ili crveni fosfor.

Fizikalna i kemijska svojstva fosfora:

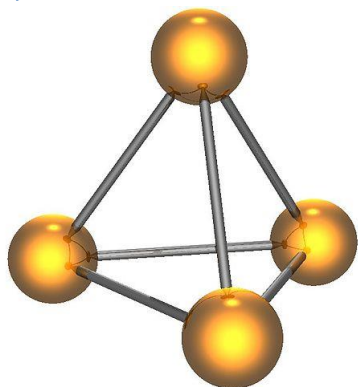
$$t_f = 44.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_v = 280 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Oksidacijski brojevi fosfora su: - III, III, V

Alotropija je pojava da se ista tvar javlja u dva ili više strukturnih oblika. Alotropija fosfora se očituje u tri različita strukturna oblika, **alotropske modifikacije**; bijeli, crveni i crni fosfor. Razlike u svojstvima tih tvari uzrokovane su različitim rasporedom fosforovih atoma unutar kristala.

Bijeli fosfor, P₄:

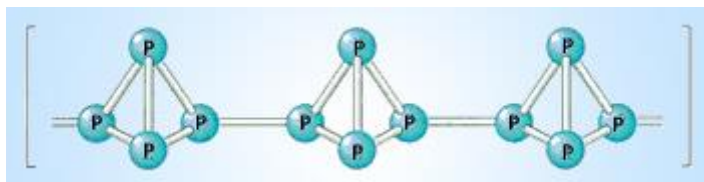


Slika 1. Prikaz strukture molekule bijelog fosfora, P₄. Atomi fosfora (žute kuglice) su u četveroatomnoj molekuli raspoređeni u tetraedarskoj strukturi (kut između podjeljenih elektronskih parova je 109.5 °).

Svojstva bijelog fosfora:

- Napolarna molekula, nije topljiv u vodi (dobro topljiv u organskim otapalima poput ugljikova disulfida, CS₂)
- Izuzetno reaktivan, samozapaljiv na zraku (čuva se u destiliranoj vodi)
- Otrovan za čovjeka
- Oksidacijom svjetluca u mraku (fosforescencija)

Crveni fosfor, $(P_4)_n$:



Slika 2. Prikaz strukture molekule crvenog fosfora $(P_4)_n$. Tetraedarske strukture fosfora su povezane u lančaste strukture koje sadrže veliki, neodređeni broj podjedinica. Pri sobnoj temperaturi se nalazi u obliku crvenkastog praha

Svojstva crvenog fosfora:

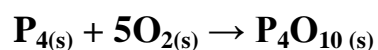
- Manje reaktivan od bijelog fosfora
- Nije otrovan za čovjeka
- Ne otapa se u ugljikovom disulfidu
- Ne fosforescira
- Rabi se u proizvodnji šibica, a dobiva se iz bijelog fosfora

Crni fosfor:

Crni fosfor je još složeniji polimer od crvenog fosfora. Stabilan je samo pri visokom tlaku.

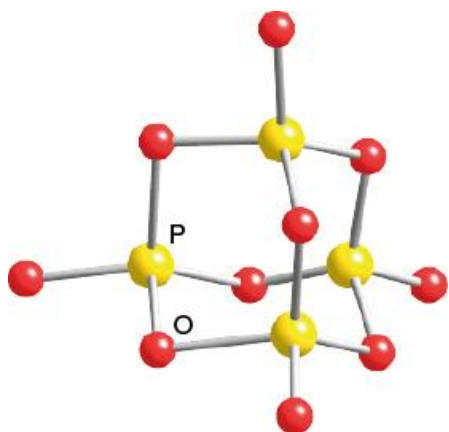
Reaktivnost crvenog i bijelog fosfora:

Bijeli i crveni fosfor sagorijevanjem daju fosforov (V)oksid, ali zbog svoje strukture to rade pri različitim temperaturama ($p = \text{konst.}$). Bijeli fosfor se zapali pri $60\text{ }^\circ\text{C}$, a crveni pri $400\text{ }^\circ\text{C}$. Jednadžba te reakcije glasi:



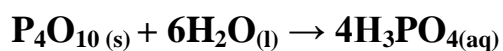
Gorenje crvenog i bijelog fosfora pogledajte na video zapisu:

<https://www.youtube.com/watch?v=UnuW-KpQwY8>

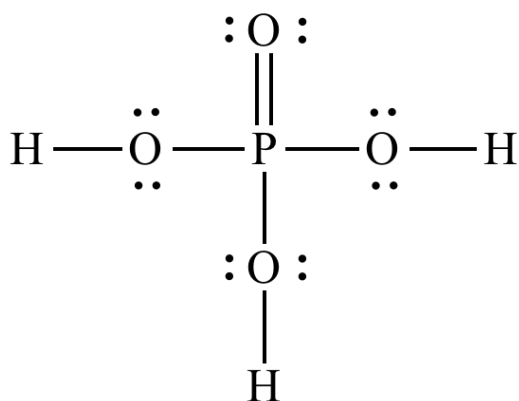


Slika 3. Prikaz strukture fosforovog (V) oksida. Iako bi empirijska formula ovog spoja trebala glasiti P_2O_5 , istraživanja su pokazala da je formula molekule P_4O_{10}

Reakcijom fosforovog (V) oksida s vodom nastaje fosforna kiselina. Jednadžba te reakcije glasi:



Fosforna kiselina je triprotonska kiselina koja svojim svojstvima spada u skupinu srednje jakih kiselina. Rabi se u farmaceutskoj industriji, kao i za zakiseljavanje gaziranih pića.



Slika 4. Lewisov prikaz strukture fosforne kiseline, H_3PO_4

Samostalni rad:

1. Riješi zadatak: Pomiješano je 50 cm^3 natrijeve lužine koncentracije 0.368 mol/dm^3 s 50 cm^3 fosforne kiseline koncentracije 0.184 mol/dm^3 . Izračunaj masu kristalnog produkta.
2. U bilježnicu zapiši sva tri stupnja ionizacije fosforne kiseline.
 - a) Označi konjugirane parove
 - b) Koji je član oksidans, a koji reducens u drugom stupnju ionizacije? Zašto?
 - b) Imenuj nastale anione.
3. Objasni zašto bijeli fosfor izgara u burnoj reakciji pri nižoj temperaturi, a crveni pri višoj?