

Nitrogéncsoport II.: a foszfor és vegyületei

(26. fejezet)

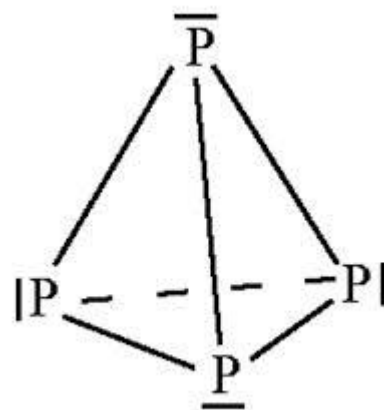
Fizikai tulajdonságai, molekulaszervezete

A foszfor – a nitrogénhez hasonlóan – élettani szempontból nagy jelentőséggel bír, ugyanis a sejtek tartalmaznak létfontosságú szerves foszforvegyületeket (pl. foszfatidok, ATP). **Nagy reakciókészsége miatt a természetben elemi állapotban nem fordul elő.** Vegyületei közül a foszfátok, ásványai közül az apatit és a foszforit a leggyakrabban előforduló.

Elektronegativitása 2,1. Elektronszerkezete: $3s^2 3p^3$, a nitrogénhez hasonlóan **3 párosítatlan elektront tartalmaz.** Molekulaszervezete azonban nem olyan egyszerű, mint a nitrogénnek. **Több allotróp módosulata** is ismert. A módosulatok szerkezete megszabja azok alapvető fizikai és kémiai tulajdonságait, így célszerű őket külön tárgyalni. A továbbiakban a két legfontosabb allotróp módosulat kerül részletesebb tárgyalásra, ez a **fehér- és a vörösfoszfor.**

Fehérfoszfor

Sárgásfehér színű, lágú (késsel vágható), mérgező, kristályos anyag. A nitrogénnel ellentétben mivel a foszforatomok nagyobb méretűek és kisebb elektronegativitásúak, ezért közöttük a nitrogénnel ellentétben nem fog többszörös kötés kialakulni. Ebből következően a molekulái 4 atomból épülnek fel (P_4), melyben minden foszforatom 3 másikhoz kapcsolódik egyszeres kovalens kötéssel, miközben minden atomon van egy nemkötő elektronpár is. Olvadáspontja molekulatömegéhez képest alacsony, mert **molekulái között gyenge diszperziós kölcsönhatás van.** Szilárd állapotban **molekularácsot alkot.**



Írta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

Honlapcím: <https://www.emeltkemiaerettsegi.hu/>

26. fejezet: Nitrogéncsoport II.: a foszfor és vegyületei

Nagyon vigyázni kell vele, mert rendkívül **reakcióképes és gyúlékony**. Levegőn állva kis melegítés vagy akár napfény hatására **képes az öngyulladásra**. Gyulladás hőmérséklete nagyon alacsony (60 °C). Elégetve difoszfor-pentaoxidot képez. **Apoláris mivolta miatt apoláris oldószerekben oldódik (pl. CS₂)**.

Vízben nem oldható, és nem is lép vele reakcióba, ezért **tárolása víz alatt, sötét helyen történik**. Már kis mennyiségben is halálosan mérgező, bőrrel érintkezve nehezen gyógyuló égési sebet okoz. Égésekor fokozottan vigyázni kell, mert égés közben megolvad és fröcskölni kezd.

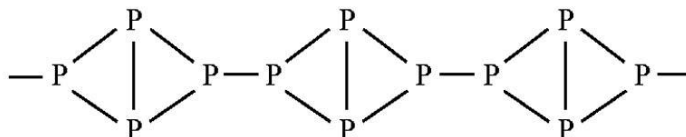
Erős lúgokban oldódik (reakcióba lép velük). Számos nemfémmel, félfémmel és fémmel is reakcióba lép. A halogénekkal például nagyon hevesen, tűzjelenség közben, miközben a megfelelő foszfor-halogenid keletkezik.

A foszfor-halogenideknek (PCl₃, PCl₅) nagy jelentősége van a szerves kémia bizonyos területein.

Vörösfoszfor

A vörösfoszfor egy **jóval stabilabb módosulat, mint a fehér**.

Vörös színű, nem mérgező kristályos anyag.



Molekulaszerkezetében szintén egy foszforatom három másikhoz kapcsolódik, és mindegyik atomon található nemkötő elektronpár, azonban van egy nagy különbség fehér testvérel szemben. A vörösfoszfor **molekulái nagyon hosszú láncot alkotnak**, ugyanis a P₄ egységek egymással egyszeres kovalens kötés lévén összekapcsolódnak, így egy **láncszerű atomrácsos szerkezetet alkotnak**. Ennek következménye az, hogy **jóval stabilabb, nincs fizikai oldószere, sem apoláris, sem poláris anyagokban nem oldódik**, élettanilag is indifferens, nem mérgező.

Reaktivitása jóval alacsonyabb, mint a fehérfoszfornak, például levegőn fény és enyhébb melegítés hatására is stabilan eláll (eltartható levegőn).

Írta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

Honlapcím: <https://www.emeltkemiaerettsegi.hu/>

26. fejezet: Nitrogéncsoport II.: a foszfor és vegyületei

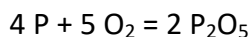
Gyulladási hőmérséklete és olvadáspontja is a fehérfoszfor többszöröse. Molekulái között szintén diszperziós kölcsönhatás van, azonban mivel nagy felületen képesek egymással érintkezni, ezért **ez a diszperziós kölcsönhatás erősebb, mint a fehérfoszfor esetében** (ez az egyik oka, hogy az olvadáspontja jóval magasabb, mint a fehérfoszfornak).

A foszforatom vegyületeiben -3 (foszfin (PH₃)) és +5 (ortofoszforsav) oxidációs forma között fordulhat elő.

A foszfor fontosabb vegyületei

Difoszfor-pentaoxid (P₂O₅)

Fehér színű, kristályos anyag. Molekularácsban kristályosodik. Szublimál, és erősen higroszkópos. Vízzel nagy hőfejlődés közben reagál. Vízzel való reakciójakor végeredményként ortofoszforsav keletkezik. Elsőnek metafoszforsav (HPO₃) fejlődik, majd ez átalakul pirofoszforsavvá (H₄P₂O₇), végül ortofoszforsavvá (H₃PO₄). Előállítására foszfor égetésével történik.



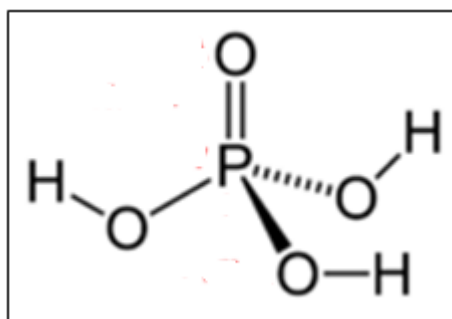
A molekulaszervezete a valóságban dimerként létezik (P₄O₁₀). Higroszkópos tulajdonsága miatt gázok vízmentesítésére (szárítására), valamint foszforsavgyártásra használják.

Ortofoszforsav (H₃PO₄)

A foszforsavnak számos módosulata ismert. Mi most csak az ortofoszforsavat tárgyaljuk részletesen.

Közepesen erős, színtelen, alacsony olvadáspontú, nem illékony, nem mérgező, **szilárd halmazállapotú, háromértékű sav.**

Molekulájában a központi foszforatomhoz egy



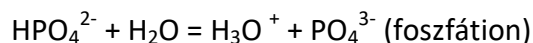
Írta: Lénárt Gergely okl. vegyészmérnök, kémia magánoktató

Honlapcím: <https://www.emeltkemiaerettsegi.hu/>

26. fejezet: Nitrogéncsoport II.: a foszfor és vegyületei

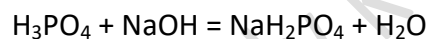
oxigénatom kettős kötéssel, míg a másik három egyes kovalens kötéssel kapcsolódik. Az egyes kovalens kötéssel kapcsolódók egy 1-1 hidrogénatomhoz is kapcsolódnak. A központi atom oxidációs száma +5.

Vízben kitűnően oldódik. Levegőn állva elfolyósodik, ami annak köszönhető, hogy erősen higroszkópos, a levegő nedvességtartalmát megköti, ez vezet az elfolyósodáshoz. Vízben oldva háromértékű savként viselkedhet. Ionjai és bázissal alkotott sói a foszfátok, hidrogén-foszfátok és dihidrogén-foszfátok.

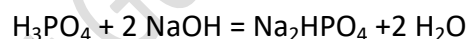


Lúgokkal sav-bázis reakcióban vesz részt, erős lúgokkal háromértékű savként viselkedik. Nátrium-hidroxiddal való reakciója a következő:

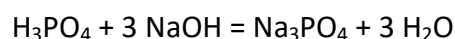
- 1:1 molarány esetén csak egy protont ad le, és sóként nátrium-dihidrogén-foszfát keletkezik



- 1:2 molarány esetén két protont ad le, és sóként dinátrium-hidrogén-foszfát keletkezik?



- 1:3 molarány esetén az összes protonját leadja, és sóként trinátrium-foszfát, más néven trisó keletkezik



Észterképzési reakcióban is képes részt venni. A szerves foszforésztereket bővebben a szerves kémia megfelelő részénél lesz alkalom megismerni. A szerves foszforsav-vegyületek építőkövei a **sejtműködés** szempontjából nélkülözhetetlen ATP-nek, ADP-nek és foszfatidoknak.

Felhasználása

Elsődleges felhasználási területe az élelmiszeripar, ahol savanyúságot szabályzó anyagként használják fel, többek között a kólában is. Ismert mellékhatása nincs, de képes a kalciumot elvonni a szervezetből, ez pedig egy idő után csonttrikuláshoz is vezethet, ha túl nagy mennyiségben fogyasztunk ilyen adalékanyagú élelmiszereket.

A foszforsav fontosabb vegyületei

Trinátrium-foszfát (trisó, Na_3PO_4)

Fehér, kristályos anyag, amely vízben oldva lúgos kémhatású. Vízlágyításnál használatos főként.

Kalcium-foszfát (foszforit, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)

Fehér színű, vízben rosszul oldódó foszforvegyület. Felhasználható foszforsav és műtrágya előállítására.

Ahhoz, hogy használható lehessen műtrágyaként, vízoldhatóvá kell tenni. Ha kénsav segítségével szuperfoszfáttá ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) alakítják, akkor vízoldhatóvá válik, így a növények képesek felvenni.