

FOSFORO

fòsforo s. m. [dal gr. *φωσφόρος* «portatore di luce», comp. di *φῶς* «luce» e *-φόρος* «-foro»]. — 1. Elemento chimico di numero atomico 15, peso atomico 30,98 di cui sono noti un isotopo stabile e quattro radioattivi. Non si trova libero in natura per la sua tendenza a reagire con l'ossigeno ma si trova combinato nei fosfati minerali, nelle ossa degli animali, in composti organici (fosfoproteine, fosfatidi, ecc.). Il nome gli fu attribuito per la proprietà di emettere radiazioni luminose. 2. Nell'uso com.: *ha del f. nel cervello*, di persona che mostri intelligenza vivace, ingegno pronto; al contrario, *non ha f.*, *gli manca il f. nel cervello*, e sim., di chi rivela scarsa intelligenza e prontezza d'intuito o anche semplicem. stanchezza intellettuale.

L'ELEMENTO CHIMICO FOSFORO. — Fu scoperto (1669) dall'alchimista tedesco Brand per distillazione, fuori del contatto dell'aria e in presenza di sabbia silicea, del residuo dell'evaporazione delle urine. Esiste in diverse forme allotropiche: bianco (o giallo), rosso, nero, violetto, ecc. contraddistinte da differenti proprietà chimiche e fisiche. Il f. comune, detto giallo o bianco, è un solido bianco, ceroso, di densità 1,82 gr/cm³ che fonde a 44 °C dando un liquido limpido, incolore; bolle a 280 °C, è insolubile nell'acqua, solubile nei solventi organici in genere; per riscaldamento fuori del contatto dell'aria a 250÷300 °C si trasforma nel f. rosso di densità 2,1÷2,3 gr/cm³, costituito da più modificazioni. Il f. nero si ottiene pure da quello giallo per riscaldamento sotto elevatissime pressioni; ha aspetto grigio metallico, densità elevata (2,70 gr/cm³) bassa solubilità. Il f. bianco è la varietà più reattiva, si combina con quasi tutti gli elementi, separa molti metalli dai loro sali, si accende all'aria già a circa 40 °C bruciando con intenso sviluppo di luce e di calore e formando l'anidride fosforica, P₂O₅; si conserva sotto acqua; è fortemente velenoso. Il f. rosso è più stabile, si accende verso i 44 °C, ha reattività chimica molto minore, non è velenoso. La varietà nera si presenta con aspetto simile alla grafite. Industrialmente il f. si prepara secondo la reazione

$$2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{SiO}_2 + 10\text{C} \rightarrow 6\text{CaSiO}_3 + 10\text{CO} + \text{P}_4,$$

cioè riscaldando intorno ai 1400 °C un miscuglio di

cioè riscaldando intorno ai 1400 °C un miscuglio di fosforite, sabbia silicea e carbone in un forno elettrico costituito in genere da un involucro metallico rivestito internamente di refrattario, avente una suola di carbone e elettrodi verticali raffreddati con acqua. Dal forno si ottiene una massa fusa, costituita da una scoria a base prevalentemente di silicato di calcio e lega ferro-fosforo e prodotti gassosi costituiti da ossido di carbonio, vapori di f. e piccole quantità di varie impurezze (fluoruro di silicio, polveri, ecc.). Da questi gas per raffreddamento e lavaggio con acqua si condensa il f. mentre l'ossido di carbonio separato si utilizza come combustibile o per sintesi organiche. Si ottiene così f. bianco che riscaldato gradualmente in presenza di catalizzatori (iodio, ecc.) in recipienti di ferro si converte nella varietà rossa. Il f. si usa per preparare anidride e acido fosforico (quest'ultimo richiesto per la preparazione dei fosfati). Si preparano anche altri composti tra cui, importanti, i solfuri, gli alogenuri, gli ossidi, i fosfuri metallici, ecc. Il f. si usa ancora nella fabbricazione dei fiammiferi, in pirotecnica, nell'allestimento di artifici fumogeni e incendiari.

Biologia e medicina. - Il f. è un elemento biogeno indispensabile presente in tutti gli esseri viventi. Negli animali superiori esso si trova sotto forma inorganica di fosfato solubile disciolto nei liquidi organici, oppure di fosfato di calcio insolubile nelle ossa; inoltre esistono numerosi composti organici che contengono f.; ricordiamo il caseinogeno tra i fosfoprotidi, le lecitine e le cefaline tra i fosfolipidi, gli acidi nucleici e numerosi fosfoderivati dei carboidrati. In un uomo di 70 kg vi sono circa 700 g di f. di cui 600 g nello scheletro, 57 g nel tessuto muscolare, 5 g nel cervello, 2 g nel sangue, ecc. Il fabbisogno medio giornaliero di f. è di 1-1,5 g; gli alimenti più ricchi sono il formaggio, le uova, la carne e il latte. □ In *terapia* e in *tossicologia* ha importanza unicamente il f. bianco (o giallo), essendo la forma allotropica rossa pressoché inerte. A piccole dosi il f. favorisce la formazione della sostanza ossea durante la crescita, favorisce il consolidamento di fratture, stimola la produzione di globuli rossi, rallenta i processi ossidativi, favorendo così l'ingrassamento. Il f. può essere somministrato sotto forma metalloidica o di composti inorganici (fosfuro di zinco, acido fosforico, fosfati, ipofosfiti) od organici (glicerofosfati, lecitine, inositesafosfati, ecc.). Più recente è l'utilizzazione dell'isotopo radioattivo di peso atomico 32, che ha la caratteristica di localizzarsi soprattutto nei tessuti a rapido accrescimento: è pertanto impiegato nel trattamento di alcune forme tumorali delle leucemie croniche, e, soprattutto, nella poliglobulia essenziale (morbo di Vaquez). A dosi eccessive il f. provoca rarefazione del tessuto osseo (osteoporosi), distruzione dei globuli rossi, esaltazione del metabolismo energetico, lesioni degenerative a carico di diversi organi. Sono anche noti quadri tossici, acuti e cronici, causati dal f.

L'intossicazione acuta (piuttosto frequente in passato a scopo suicida e provocata per lo più con capocchie di fiammiferi o sostanze topicide) si manifesta con dolori addominali, vomito, prostrazione, e, in un secondo tempo, itterizia, emorragie, talora coma e morte. Si cura con lavande gastriche, evitando di dare latte o sostanze grasse che favoriscono l'assorbimento del metalloide. L'intossicazione cronica, o *fosforismo*, è per lo più legata a cause professionali, ed è caratterizzata da dolori epigastrici, ittero, prostrazione, paralisi periferiche, disturbi della sensibilità, presenza di albumina e cilindri nelle urine. Il fosforismo, oltre all'allontanamento dell'individuo colpito dal contatto col fosforo, richiede una terapia disintossicante generica e cure sintomatiche. Una rara forma di intossicazione professionale è quella da idrogeno solforato, che si manifesta con alterazioni degli apparati respiratorio (bronchiti, edema polmonare), digerente e, nei casi cronici, nervoso. L'antidoto è l'olio di trementina.

Botanica. - Nelle piante il f. è necessario per la formazione di molti composti organici (lecitine, nucleo-protidi, acidi nucleici, ecc.); esso interviene nei processi respiratori, fermentativi e anabolici (v. FOTOSINTESI) ed è indispensabile nella formazione di nuovi tessuti (meristemi). Nelle piante d'interesse agrario esso favorisce lo sviluppo delle radici, la maturazione delle cariossidi dei cereali, ecc. e quindi i concimi fosfatici sono molto importanti: le piante assorbono e utilizzano il f. per lo più sotto forma di fosfati.

COMPOSTI DEL FOSFORO

Azoturo di fosforo. - Composto di formula P_2N_5 ; polvere incolore, inodore, di proprietà fortemente riducenti.

Biioduro di fosforo. - Composto di formula P_2I_4 ; si presenta in forma di aghi prismatici di colore rosso chiaro; è usato in alcune sintesi organiche.

Cloronitruro di fosforo. - Composto di formula $(PNCl_2)_n$; nella sua preparazione si ottiene generalmente un miscuglio di polimeri corrispondente ad $n = 3$ e 4 . Si presenta in forma di cristalli bianchi che, sciolti in acqua, si decompongono in acido fosforico e ammoniaca; riscaldato a circa $300^\circ C$ dà un alto polimero di proprietà in parte simili a quelle del caucciù.

Imidonitruro di fosforo. - Sinon. di *fosfame*.

Ossibromuro, ossicloruro, ossifluoruro di fosforo. - Sinonimi, rispettivamente, di *cloruro, bromuro, fluoruro di fosforile*.

Ossidi di fosforo. - Degli ossidi cui il fosforo dà origine, per combinazione con l'ossigeno, sono noti con sicurezza: l'*anidride fosforosa* di formula P_2O_3 , che si presenta in forma di massa bianca cerosa ed è assai velenosa; si scioglie lentamente in acqua dando origine ad acido fosforoso (H_2PO_3). Il *tetrossido di f.* di formula P_2O_4 , in cristalli trasparenti che, sciolti in acqua, danno una miscela in parti eguali di acido fosforoso e fosforico: per tale comportamento il tetrossido di f. presenta un'analogia con l'ipoazotide. L'*anidride fosforica*, per la quale v. FOSFORICO. Il fosforo sembra possa dare oltre a quelli citati, anche ossidi inferiori, quali il P_2O o sottossido, che però non è conosciuto, mentre è noto l'acido corrispondente, ipofosforoso di formula H_2PO_2 .

Pentabromuro di fosforo. - Composto di formula PBr_5 ; solido cristallino che fuma all'aria e si decompone a caldo; esiste probabilmente in due forme allotropiche una gialla e una rossa.

Pentacloruro di fosforo. - Composto chimico di formula PCl_5 ; cristalli bianco-giallastri che emettono vapori irritanti per gli occhi e che in contatto con acqua danno, a seconda della quantità di questa, ossicloruro di f., acido metafosforico o acido fosforico. Il pentacloruro di f. trova impiego in chimica organica come mezzo di clorurazione, come catalizzatore, ecc.

Pentafluoruro di fosforo. - Composto di formula PF_5 ; gas incolore che fuma all'aria; dà con ammoniaca un composto di addizione giallo di formula $2PF_5 \cdot 5NH_3$ solubile in acqua.

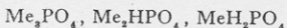
Pentassolfuro di fosforo. - Composto di formula P_2S_5 ; solido giallo chiaro, igroscopico, solubile negli alcali, che brucia all'aria formando anidride fosforica e solforosa. Si impiega come agente solforante in molte sintesi organiche.

Solfocloruro di fosforo. - Composto di formula $PSCl_3$; liquido incolore che si decompone con acqua dando acido fosforico, cloridrico e solfidrico.

Tribromuro di fosforo. - Composto di formula PBr_3 ; liquido incolore di odore penetrante che fuma all'aria; con acqua dà acido bromidrico; si usa in chimica analitica.

Tricloruro di fosforo. - Composto di formula PCl_3 ; liquido fumante, incolore, di odore pungente; velenoso; si decompone rapidamente all'aria umida ed è buon solvente del fosforo; miscibile con benzolo, etere, cloroformio ecc., trova impiego come mezzo clorurante e in molte sintesi organiche (saccarina, ecc.).

fosfato s. m. [dal fr. *phosphate*, der. di *phosph-* « fosfo- » col suff. *-ate* « -ato »]. — Sale dell'acido fosforico; poiché questo ha tre atomi d'idrogeno sostituibili da metalli si hanno, a seconda del grado di sostituzione, tre serie di sali che rispondono alle formule generali



(dove Me sta ad indicare un metallo monovalente); il primo è un f. tribasico o normale o neutro (perché non ha più idrogeni sostituibili), gli altri sono f. acidi (rispettivamente bibasici o monoacidi e monobasici o biacidi). Oltre ai f. provenienti dalla salificazione rispondenti alle precedenti formule, e detti orto-f., si hanno anche i piro-f. e i meta-f. I f. dei metalli alcalini sono facilmente solubili in acqua, mentre quelli degli altri metalli sono quasi del tutto insolubili. I f. hanno in genere notevole importanza: quelli di calcio, solubili, sono ottimi fertilizzanti; i f. alcalini si usano in metallurgia, nella depurazione delle acque, come mordenti in tintoria, nella preparazione di smalti ceramici, di vetri, per rendere incombustibili diversi materiali; in medicina si usano i f. di ferro, di magnesio, di bismuto; il f. di cobalto si usa come pigmento, quello di rame come fungicida ed insetticida. Per i f. *sedimentarî*, in mineralogia, v. FOSFATICO: rocce fosfatiche.

Fosfato minerale. — È costituito dal f. tricalcico di formula $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, che si trova in natura sotto varie forme nei minerali apatite, fosforite, ecc. □ A norma dell'art. 1 d) r. d.-l. 15 ottobre 1925, n. 2033 (sulla repressione delle frodi nella preparazione e nel commercio di sostanze di uso agrario e di prodotti agrarî) i f. m. quando vengono offerti in commercio per la concimazione dei terreni devono avere un titolo di anidride fosforica totale (P_2O_5) compreso fra due limiti differenti fra loro non più di due unità ed il titolo in finezza non deve essere inferiore all'85 % al setaccio Kahl n. 100.

Fosfato d'ossa. — È il residuo ottenuto privando le ossa animali del grasso e dell'osseina; è costituito essenzialmente da f. tricalcico e viene usato direttamente come fertilizzante o per preparare il perfosfato d'ossa.

Superfosfato. — È così detta nel linguaggio tecnico corrente la miscela di f. monocalcico e solfato di calcio usata come fertilizzante sotto il nome di perfosfato.