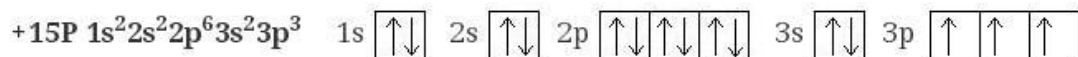


Фосфор расположен в **главной подгруппе V группы** и в **третьем периоде**

Электронная конфигурация **фосфора** в **основном состоянии**:



Атом **фосфора** содержит на внешнем энергетическом уровне **3 неспаренных электрона и одну неподеленную электронную пару**. Следовательно, атом фосфора может образовывать 3 связи

Степени окисления атома фосфора – от -3 до +5. Характерные степени окисления -3, 0, +1, +3, +5.

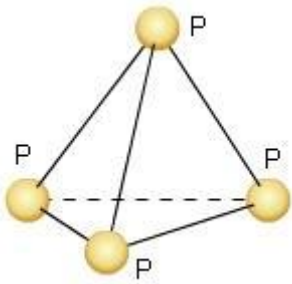
Соединения фосфора

Типичные соединения фосфора:

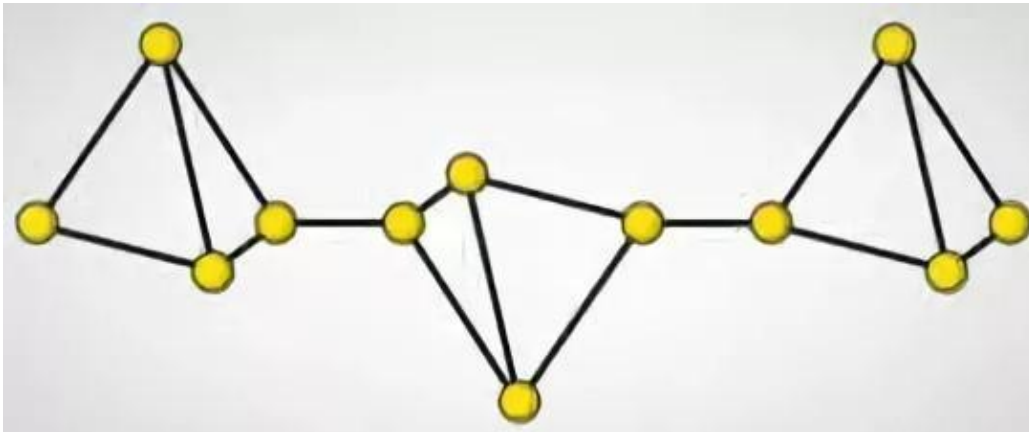
Степень окисления	Типичные соединения
+5	оксид фосфора (V) P_2O_5 ортофосфорная кислота H_3PO_4 метафосфорная кислота HPO_3 пирофосфорная кислота $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ фосфаты MePO_4 Гидрофосфаты MeHPO_4 Дигидрофосфаты MeH_2PO_4 Галогенангидриды: POCl_3 , PCl_5
+3	Оксид фосфора (III) P_2O_3 Фосфористая кислота H_3PO_3 Фосфиты MeHPO_3 Галогенангидриды: PCl_3
+1	Фосфорноватистая кислота H_3PO_2 Соли фосфорноватистой кислоты — гипофосфиты: MeH_2PO_2
-3	Фосфин PH_3 Фосфи́ды металлов MeP

Фосфор образует различные простые вещества (аллотропные модификации).

Белый фосфор — это вещество состава P_4 . Мягкий, бесцветный, ядовитый, имеет характерный чесночный запах. Молекулярная крист.решётка. Очень реакционно способен, самовоспламеняется на воздухе.



Красный фосфор – это модификация с **атомной кристаллической решеткой**. Формула красного фосфора P_n , это полимер со сложной структурой. Твердое вещество без запаха, красно-бурого цвета, не ядовитое. Это гораздо более **устойчивая модификация**, чем белый фосфор.



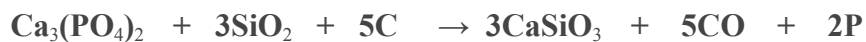
Черный фосфор – то наиболее стабильная термодинамически и химически наименее активная форма элементарного фосфора. Чёрный фосфор — это чёрное вещество с металлическим блеском, жирное на ощупь и весьма похожее на графит, полностью нерастворимое в воде или органических растворителях.

В природе фосфор встречается только в виде соединений. В основном это **апатиты** (например, $Ca_3(PO_4)_2$), **фосфориты** и др. Фосфор входит в состав важнейших биологических соединений — фосфолипидов.

Известны также такие модификации, как желтый фосфор и металлический фосфор. **Желтый фосфор** – это неочищенный белый фосфор. При очень высоком давлении фосфор переходит в новую модификацию – **металлический фосфор**, который очень хорошо проводит электрический ток.

Способы получения фосфора

Белый фосфор получают из природных **фосфатов**, прокаливая их с коксом и песком в электрической печи:



2. Вместо фосфатов можно использовать другие неорганические соединения фосфора, **например**, метафосфорную кислоту.

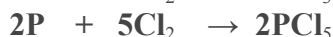


1. Фосфор проявляет свойства **окислителя** (с элементами, которые расположены ниже и левее в Периодической системе) и свойства **восстановителя** (с элементами, расположенными выше и правее). Поэтому фосфор реагирует с **металлами** и **неметаллами**.

1.1. При взаимодействии с **кислородом** воздуха образуются **оксиды** – ангидриды соответствующих кислот:



При взаимодействии фосфора с **галогенами** образуются **галогениды** с общей формулой PHal_3 и PHal_5 :

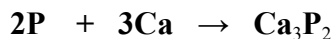


При взаимодействии фосфора с **серой** образуются **сульфиды**:

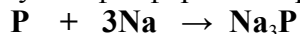


При взаимодействии с **металлами** фосфор проявляет свойства **окислителя**, продукты реакции называют **фосфидами**.

Например, кальций и магний реагируют с фосфором с образованием **фосфидов** кальция и магния:



Еще **пример**: натрий взаимодействует с фосфором с образованием фосфида натрия:



Со сложными веществами фосфор реагирует, проявляя окислительные и восстановительные свойства.

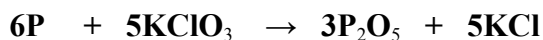
Например, азотная кислота окисляет фосфор до **фосфорной кислоты**:



Серная кислота также окисляет фосфор:



Соединения хлора, **например**, **бертолетова соль**, также окисляют фосфор:



Реакция красного фосфора с бертолетовой солью. Этот процесс заложен в принципе возгорания спички при трении её о шершавую поверхность коробка.

Соединения фосфора

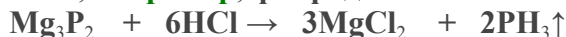
фосфин

Фосфин PH_3 – это бинарное соединение водорода с фосфором, относится к **летучим водородным соединениям**. Следовательно, фосфин газ, с неприятным запахом, бесцветный, мало растворимый в воде, химически нестойкий и ядовитый.

Например, фосфин образуется при водном гидролизе **фосфида кальция**:

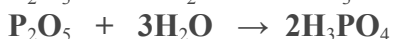


Или при кислотном гидролизе, **например**, **фосфида магния** в соляной кислоте:



Оксиды фосфора

P_2O_3 Оксид фосфора (III), фосфористый ангидрид, белый, твердый, кислотный
 P_2O_5 Оксид фосфора (V), фосфорный ангидрид, белый, твердый, кислотный



Кислоты

Фосфорная кислота

Строение молекулы и физические свойства

Фосфор в степени окисления +5 образует несколько кислот: орто-фосфорную H_3PO_4 , мета-фосфорную HPO_3 , пиро-фосфорную $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$.

Фосфорная кислота H_3PO_4 – это кислота средней силы, трехосновная, прочная и нелетучая. При обычных условиях фосфорная кислота – твердое вещество, хорошо растворимое в воде и гигроскопичное.

Биологическое значение фосфора. Фосфор является составной частью тканей организмов человека, животных и растений. В организме человека большая часть фосфора связана с кальцием. Для построения скелета ребёнку требуются одинаковые количества фосфора и кальция. Кроме костей, фосфор содержится в нервной ткани, крови, молоке. В растениях фосфор входит в состав белков.

Из фосфора, поступающего в организм человека с пищей, главным образом с яйцами, мясом, молоком и хлебом, строится АТФ — аденозинтрифосфорная кислота, которая служит основным источником энергии для внутриклеточных процессов, а также нуклеиновые кислоты — ДНК и РНК, осуществляющие передачу наследственных свойств организма.

Наиболее интенсивно АТФ расходуется в активно работающих органах тела: печени, мышцах, мозге. Недаром знаменитый минералог, один из основоположников науки геохимии, академик А. Е. Ферсман назвал фосфор «элементом жизни и мысли».

Применение фосфора и его соединений. Красный фосфор используют для производства спичек, фосфорной кислоты, которая, в свою очередь, идёт на производство фосфорных удобрений и кормовых добавок для животноводства. Кроме того, фосфор применяют для получения ядохимикатов (вспомните баллончики с дихлофосом, хлорофосом и др.)

Вопросы

1. Напишите формулы трёх видов солей натрия и фосфорной кислоты, назовите их и запишите уравнения их диссоциации.

Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции, протекающей по схеме:



сколько килограммов 80%-й фосфорной кислоты можно получить из 31 кг фосфора, содержащего 5% примесей?