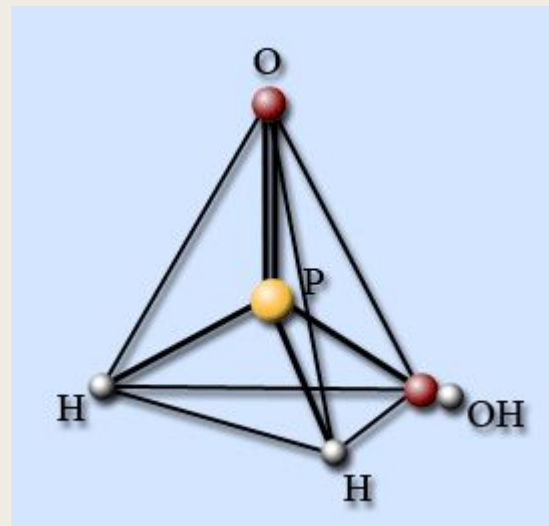




ФОСФОР

Красный, белый и черный

Строение молекулы



Молекула имеет форму тетраэдра с атомом фосфора в центре, в вершинах тетраэдра находятся два атома водорода, атом кислорода и гидроксогруппа. Поэтому фосфористая кислота, несмотря на наличие трех атомов водорода, является одноосновной.

ВИД СВЯЗИ

В узлах молекулярной кристаллической решетки белого фосфора находятся тетраэдрические молекулы P_4 . Это означает, что химическая связь в молекулах белого фосфора ковалентная неполярная, т.к. реализуется между одинаковыми атомами неметаллов. Прочность связи $P-P$ в молекуле P_4 относительно невелика, чем объясняется его высокая химическая активность. Кристаллическая решетка: белый-молекулярная, красный-атомная

Нахождение в природе. Биологическая роль.

- Фосфор - один из самых распространённых элементов земной коры, его содержание составляет 0,08-0,09 % её массы. В свободном состоянии не встречается из-за высокой химической активности. Образует около 190 минералов, важнейшими из которых являются апатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, фосфорит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и другие. Фосфор содержится во всех частях зелёных растений, ещё больше его в плодах и семенах. Содержится в животных тканях, входит в состав белков и других важнейших органических соединений (АТФ), является элементом жизни.
- Биологическая роль фосфора
- фосфор входит в состав многих веществ организма (фосфолипиды, фосфопротеиды, нуклеотиды, коферменты, ферменты и пр.)
- фосфолипиды являются основным компонентом мембран всех клеток в организме человека
- в костях фосфор находится в виде гидроксилапатита, в зубах в виде фторапатит, выполняя структурную функцию
- остатки фосфорной кислоты входят в состав нуклеиновых кислот и нуклеотидов, а также в состав аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) и креатинфосфата важнейшие аккумуляторы и переносчики энергии
- остатки фосфорной кислоты входят в состав буферной системы крови, регулируя ее значение pH

Физическая роль

- Элементарный фосфор в обычных условиях представляет собой несколько устойчивых аллотропных модификаций; вопрос аллотропии фосфора сложен и до конца не решён. Обычно выделяют четыре модификации простого вещества - белую, красную (см. рис.), черную и металлический фосфор. Иногда их ещё называют главными аллотропными модификациями, подразумевая при этом, что все остальные являются разновидностью указанных четырёх. В обычных условиях существует только три аллотропных модификации фосфора.

Белый фосфор, фосфор в жидком и растворенном состоянии, а также в парах до 800°C состоит из молекул P_4 . При нагревании выше 800°C молекулы диссоциируют: $\text{P}_4 = 2\text{P}_2$. При температуре выше 2000°C молекулы распадаются на атомы.

Красный фосфор имеет формулу $(\text{P}_4)_n$ и представляет собой полимер со сложной структурой, имеет оттенки от пурпурно-красного до фиолетового, растворим в расплавленных металлах (Bi, Pb).

Чёрный фосфор — это наиболее стабильная форма, вещество с металлическим блеском, жирное на ощупь и весьма похожее на графит, нерастворимое в воде или органических растворителях, полупроводник.

Химическая активность.

- Химическая активность фосфора значительно выше, чем у азота. Химические свойства фосфора во многом определяются его аллотропной модификацией. Белый фосфор очень активен, в процессе перехода к красному и черному фосфору химическая активность резко снижается. Белый фосфор на воздухе светится в темноте, свечение обусловлено окислением паров фосфора до низших оксидов.
- В жидком и растворенном состоянии, а также в парах до 800 °С фосфор состоит из молекул P_4 . При нагревании выше 800 °С молекулы диссоциируют: $P_4 = 2P_2$. При температуре выше 2000 °С молекулы распадаются на атомы.

Химические свойства

- Фосфор легко окисляется кислородом:
- Взаимодействует со многими простыми веществами — галогенами, серой, некоторыми металлами, проявляя окислительные и восстановительные свойства:
с металлами — окислитель, образует фосфиды:
 - фосфиды разлагаются водой и кислотами с образованием фосфина
 - с неметаллами — восстановитель:
- С водородом фосфор практически не соединяется. Однако разложением некоторых фосфидов водой по реакции, например:
 - может быть получен аналогичный аммиаку фосфористый водород

Химические свойства

■ Взаимодействие с водой

Взаимодействует с водяным паром при температуре выше $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, протекает реакция диспропорционирования с образованием фосфина и фосфорной кислоты:

■ Взаимодействие со щелочами

В холодных концентрированных растворах щелочей также медленно протекает реакция диспропорционирования.

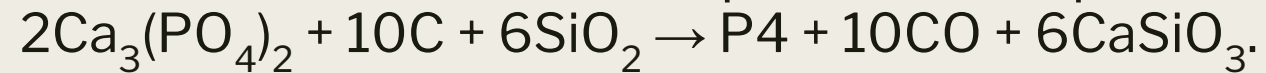
■ Восстановительные свойства

Сильные окислители превращают фосфор в фосфорную кислоту

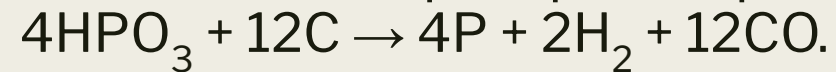
- Реакция окисления фосфора происходит при поджигании спичек, в качестве окислителя выступает [бертолетова соль](#)

Как получают

- Фосфор получают из апатитов или фосфоритов в результате взаимодействия с коксом и кремнезёмом при температуре 1600 °С:



Образующиеся пары белого фосфора конденсируются в приёмнике под водой. Вместо фосфоритов восстановлению можно подвергнуть и другие соединения, например, метафосфорную кислоту:



Где применяют

- Наиболее активен химически, токсичен и горюч белый («жёлтый») фосфор, потому он очень часто применяется (в зажигательных бомбах и пр.) .

Красный фосфор — основная модификация, производимая и потребляемая промышленностью. Он применяется в производстве спичек, взрывчатых веществ, зажигательных составов, топлив, а также противозадирных смазочных материалов, в качестве газопоглотителя в производстве ламп накаливания.

Соединения фосфора в сельском хозяйстве

Фосфор (в виде фосфатов) — один из трёх важнейших биогенных элементов (NPK), участвует в синтезе АТФ. Большая часть производимой фосфорной кислоты идёт на получение фосфорных удобрений — суперфосфата, преципитата, аммофоски и др.

Соединения фосфора в промышленности

Фосфаты широко используются:
в качестве комплексообразователей (средства для умягчения воды) ,
в составе пассиваторов поверхности металлов (защита от коррозии, например, т. н. состав «мажеф») ,

Фосфатные связующие

Способность фосфатов формировать прочную трёхмерную полимерную сетку используется для изготовления фосфатных и алюмофосфатных связок