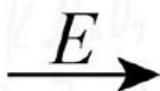
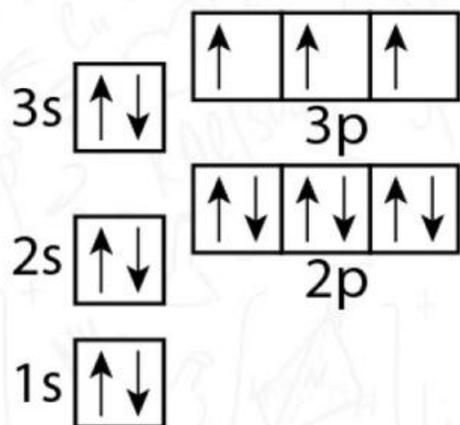


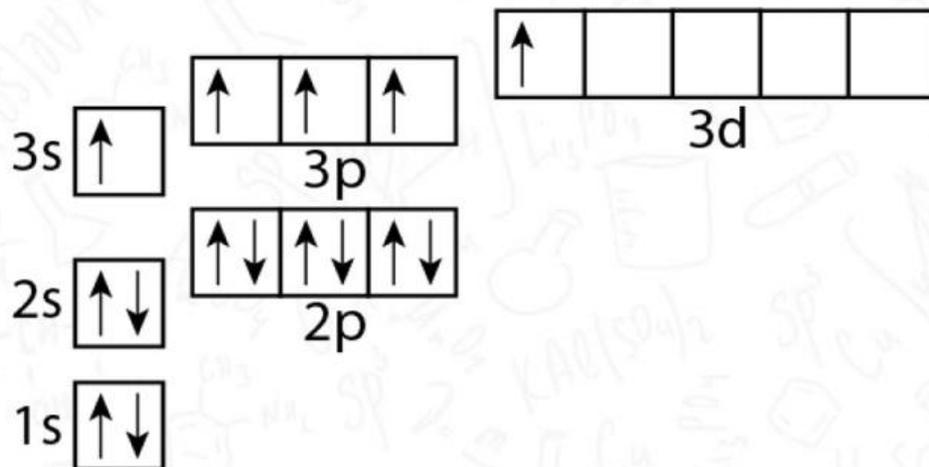
Фосфор. Соединения фосфора.

Общая характеристика фосфора

Электронная конфигурация атома Р в основном состоянии:



Электронная конфигурация атома Р в возбужденном состоянии:



Основные степени окисления фосфора и примеры основных соединений

-3	+1	+3	+5
PH_3 фосфин $\text{Ca}_3\text{P}_2, \text{Na}_3\text{P}$ фосфиды	H_3PO_2 фосфорноватистая кислота (одноосновная) KH_2PO_2 гипофосфит калия (средняя соль)	P_2O_3 оксид фосфора(III) H_3PO_3 фосфористая кислота (двухосновная) K_2HPO_3 фосфит калия (средняя соль)	P_2O_5 оксид фосфора(V) H_3PO_4 (орто)фосфорная кислота (трехосновная) K_3PO_4 (орто)фосфат калия

Свойства простого вещества – фосфора

Основные аллотропные модификации фосфора:

белый фосфор



красный фосфор



Самая активная форма – белый фосфор, имеет молекулярное строение и образован молекулами P_4 , имеющими тетраэдрическое строение:

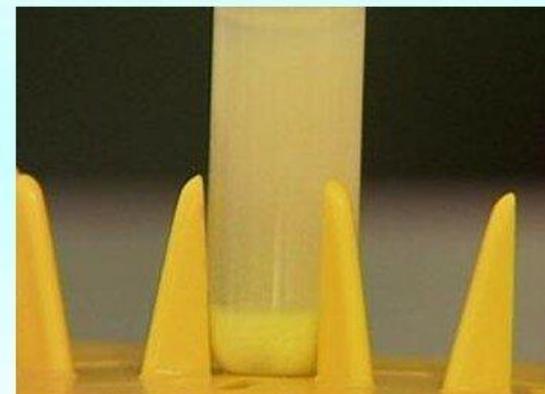
Красный фосфор – менее активная форма, чем белый, поскольку имеет полимерное строение. Образуется из белого при его хранении, либо нагревании.



Тем не менее, химические свойства обеих форм схожи, и разница в химическом поведении заключается лишь в том, что в случае красного фосфора реакции протекают не так быстро и желательно проводить их при нагревании.

Соединения фосфора

	оксид	кислота		соль
+5 max	P_2O_5	HPO_3 метафосфорная		$NaPO_3$ метафосфат
		H_3PO_4 ортофосфорная		Na_3PO_4 ортофосфат
+3	P_2O_3	H_3PO_3 фосфористая		Na_2HPO_3 фосфит
+1	не существует	H_3PO_2 фосфорноватистая		NaH_2PO_2 гипофосфит
0				
-3 min	—	PH_3 фосфин X не кислота		Na_3P фосфид X не соль



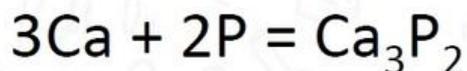
Фосфат серебра $Ag_3PO_4 \downarrow$
жёлтый осадок растворяется
в сильных кислотах

Отношение фосфора к простым веществам

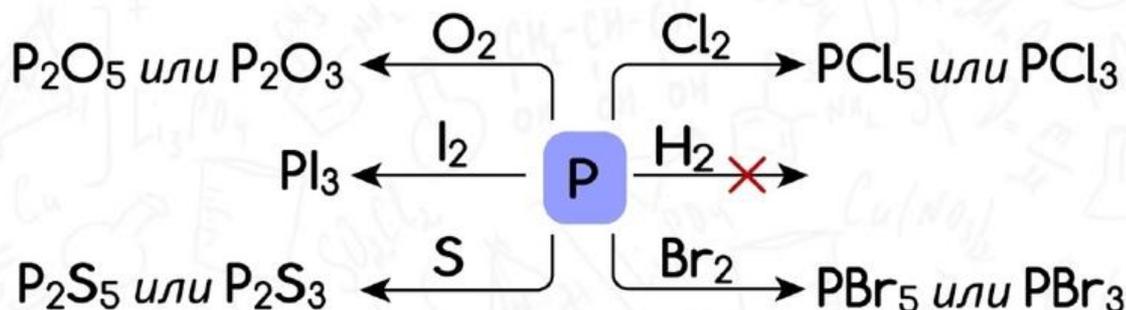
к металлам

Из металлов фосфор реагирует только с наиболее активными – ЩМ и ЩЗМ.

При этом образуются фосфиды, содержащие фосфор в низшей степени окисления (-3):



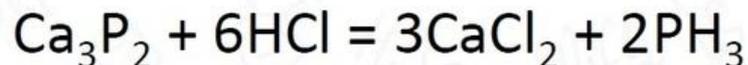
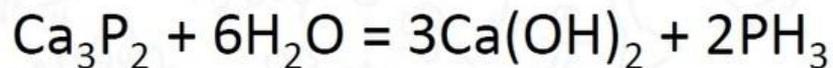
к неметаллам



Как можно заметить, фосфор с H_2 непосредственно не взаимодействует.

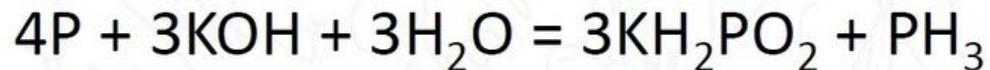
Тем не менее, бинарное соединение PH_3 (фосфин) существует.

Получить его можно гидролизом фосфидов активных металлов водой или р-рами кислот:



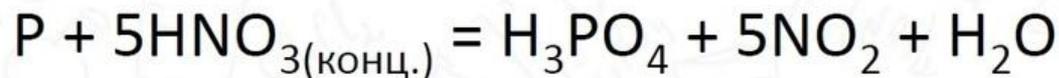
Отношение фосфора к сложным веществам *гидроксидам металлов*

Из гидроксидов металлов **P** реагирует только со щелочами при нагревании:



с кислотами

Из кислот фосфор реагирует только с кислотами-окислителями. Уметь записывать нужно следующие уравнения реакций.



Фосфин

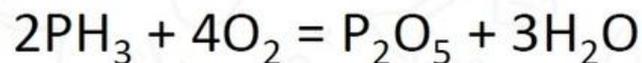
Фосфин PH_3 – бесцветный газ с чесночным запахом, крайне токсичен.

Несмотря на родство с аммиаком, практически не проявляет основных свойств.

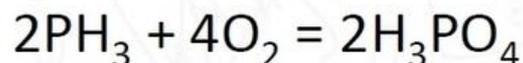
В частности, с водой он не реагирует вообще, а из кислот реагирует только с самыми сильными и только в определенных условиях (в общем, считаем, что не реагирует).

Тем не менее, в специфических условиях соли фосфония могут быть получены для наиболее сильных кислот. Например, существует такая соль, как йодид фосфония PH_4I .

PH_3 может самовозгораться на воздухе. Уравнение реакции фосфина с кислородом может быть записано так:

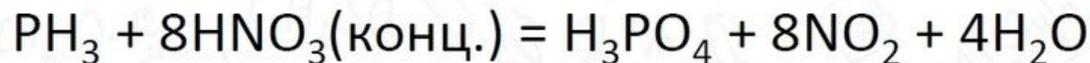


или так:



Также фосфин легко окисляется действием характерных окислителей в растворе.

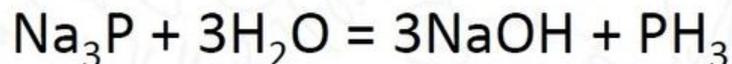
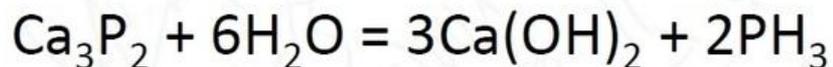
Продуктом окисления является фосфорная кислота либо ее соли.



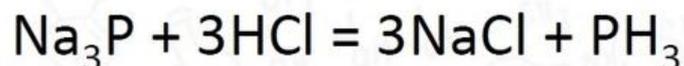
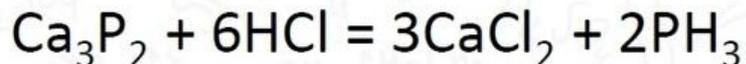
Получают фосфин либо гидролизом фосфидов, либо взаимодействием белого фосфора с растворами щелочей. Напрямую P и H_2 не взаимодействуют.

Гидролиз бинарных соединений фосфора

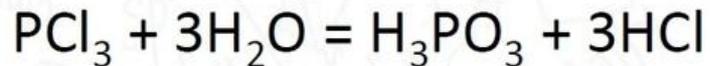
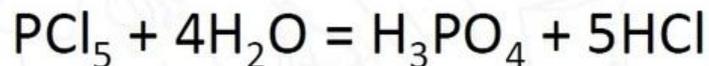
1) Фосфиды активных металлов гидролизуются действием воды, образуя фосфин и гидроксид металла.



при действии водных растворов кислот образуются фосфин и соль:



2) Галогениды фосфора гидролизуются водой с образованием двух кислот:



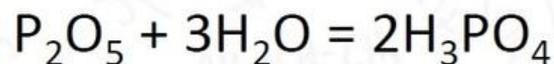
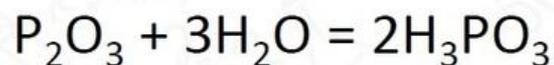
при гидролизе галогенидов фосфора растворами щелочей вместо кислот образуются соответствующие соли:



Оксиды и кислоты фосфора

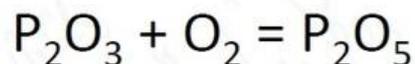
Фосфор способен образовывать несколько оксидов, однако знать нужно о двух наиболее важных – P_2O_3 и P_2O_5 .

Оба оксида представляют собой белые кристаллические вещества, реагирующие с водой:



P_2O_3 и H_3PO_3 проявляют выраженные восстановительные свойства и легко окисляются действием сильных окислителей до степени окисления фосфора +5.

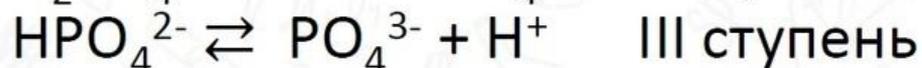
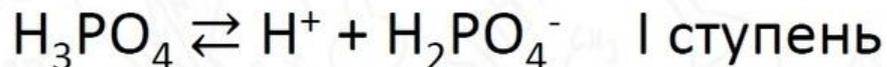
Например:



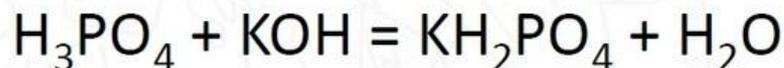
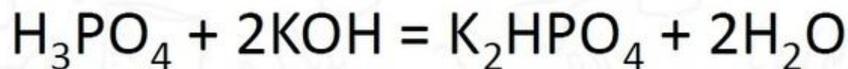
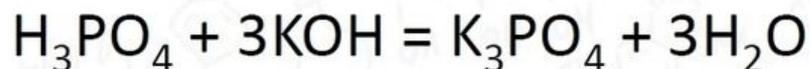
Фосфорная кислота и фосфаты

Трехосновная слабая кислота.

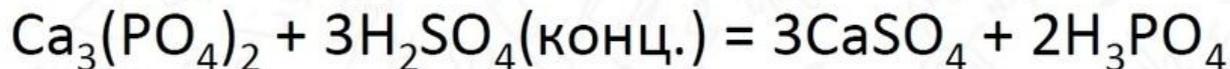
Диссоциирует частично, обратимо и ступенчато:



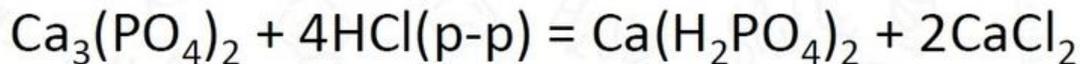
В реакциях со щелочами, так же как и P_2O_5 , способна образовывать три типа солей в зависимости от пропорции кислота/щелочь:



В промышленности фосфорную кислоту получают, обрабатывая фосфат кальция избытком концентрированной серной кислоты:

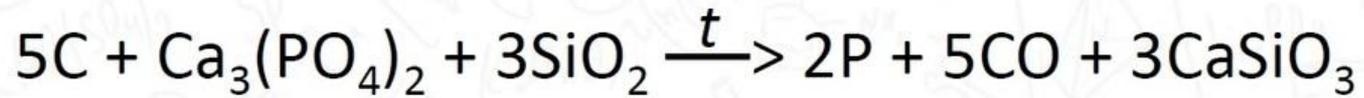


Важное свойство фосфатов – их способность растворяться в водных растворах сильных кислот за счет перехода в растворимые дигидрофосфаты:



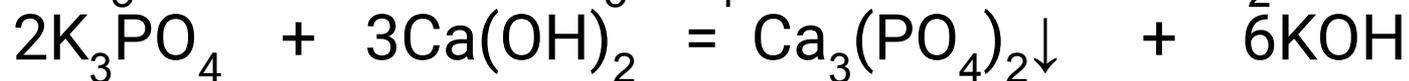
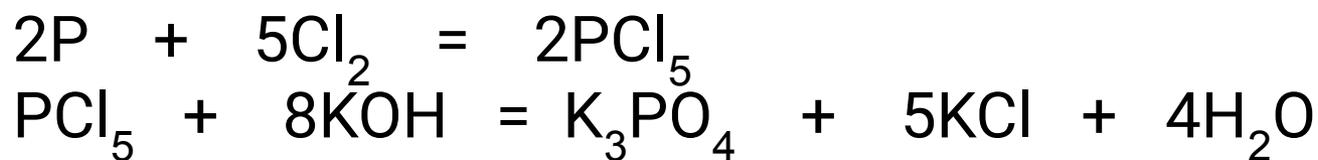
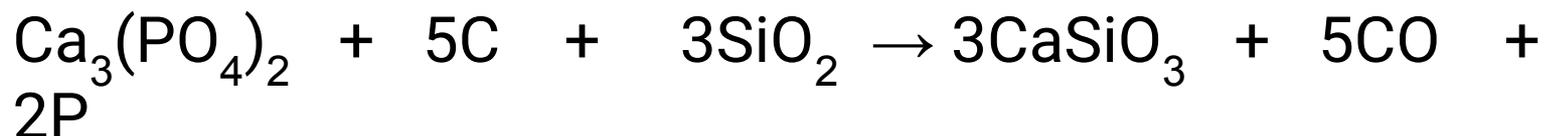
Получение фосфора в промышленности

В промышленности фосфор получают совместным прокаливанием фосфата кальция с углем (коксом) и песком (кварц, кремнезем):



Закрепление. Линия 31

Фосфат кальция прокалили с углем в присутствии речного песка. Образовавшееся простое вещество прореагировало с избытком хлора. Полученный продукт внесли в избыток раствора гидроксида калия. На образовавшийся раствор подействовали известковой водой. Напишите уравнения описанных реакций.



Закрепление. Линия 31

Вещество красного цвета, которое используется в производстве спичек, сожгли в избытке воздуха и продукт реакции при нагревании растворили в большом количестве воды. После нейтрализации полученного раствора пищевой содой в него добавили нитрат серебра. Напишите уравнения описанных реакций..

