

Фосфор

I. История открытия фосфора

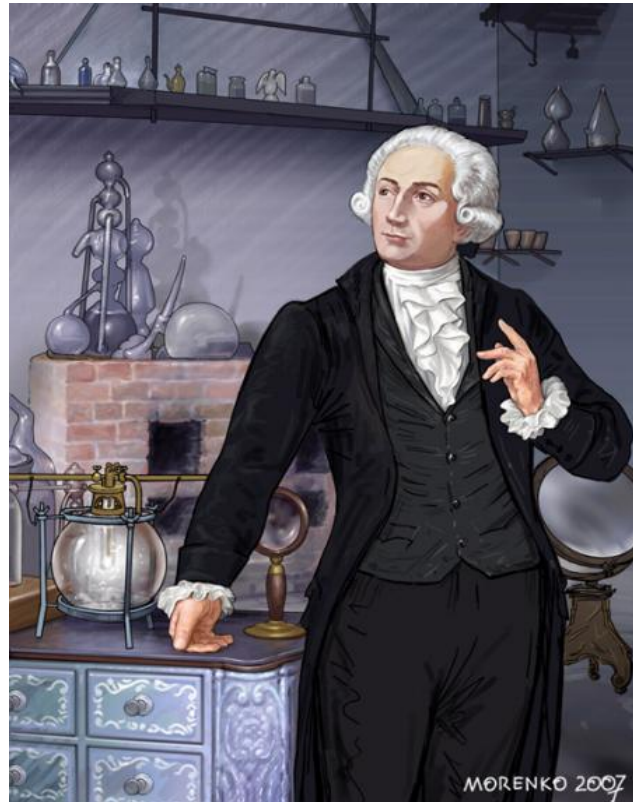
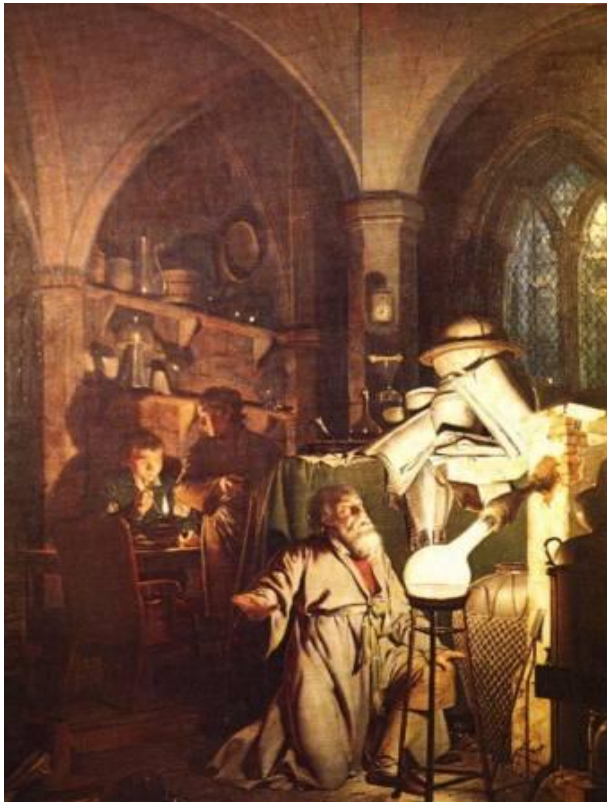
II. Фосфор – химический элемент

1. Положение фосфора в периодической системе химических элементов. Строение атома.
2. Сравнение строения атома азота и фосфора.
3. Нахождение в природе.

III. Фосфор – простое вещество

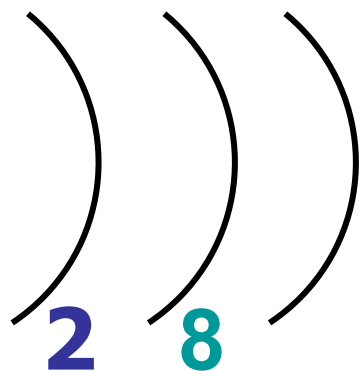
1. Аллотропные модификации фосфора.
2. Получение фосфора.
3. Химические свойства.
4. Применение фосфора

Фосфор был открыт немецким алхимиком Х. Брэндом в 1669 г. Позже А. Лавуазье доказал, что фосфор самостоятельный химический элемент. Ж. Пруст и М. Клапорт установили его широкое распространение в земной коре, в основном в виде фосфата кальция.



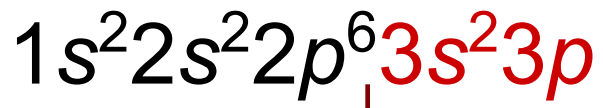
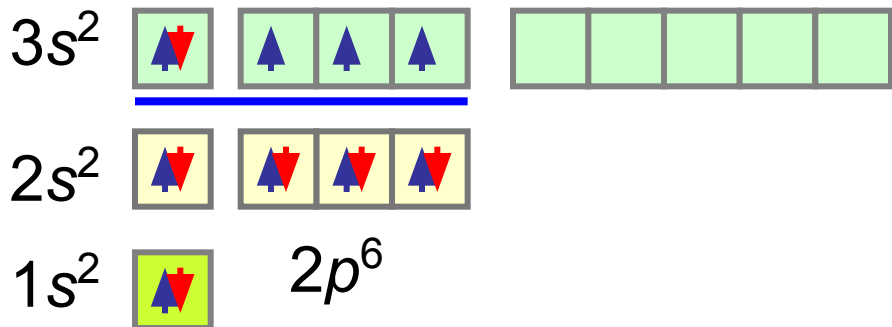
Положение фосфора в ПСХЭ Д.И. Менделеева. Строение атома.

| | | порядковый номер | период | группа |
|----------|----------|------------------|----------|------------|
| P | неметалл | +15 | 3 | V5A |



$3p^3$

$3d^0$



3

валентные электроны

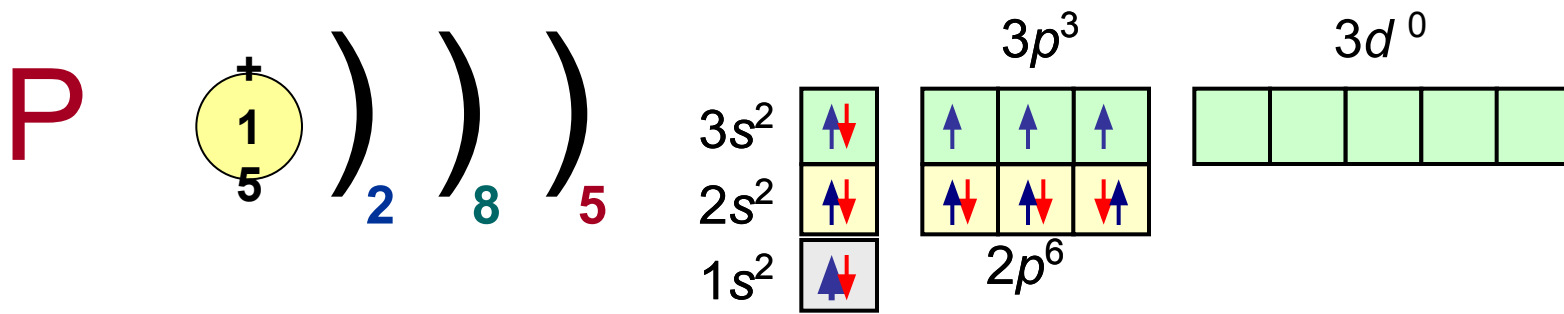
Строение электронной оболочки атома можно изображать графически с помощью *квантовых ячеек*.

Графические электронные формулы атомов показывают распределение электронов не только по уровням и по орбиталям.

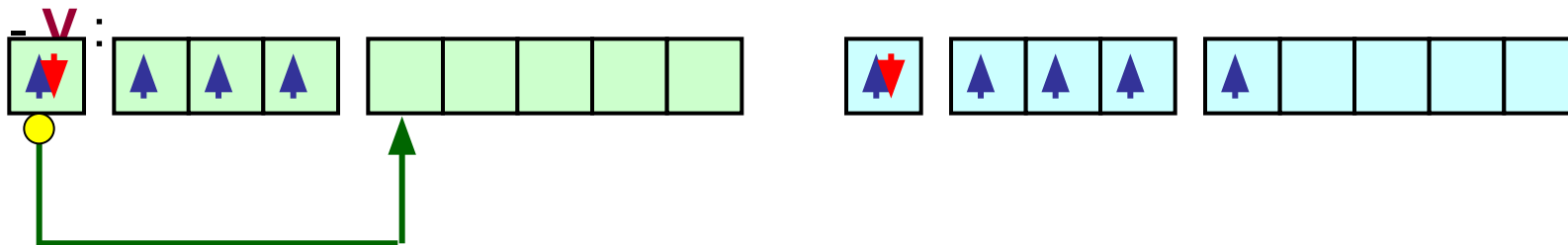
Сравнение строения атома азота и фосфора



Для азота, атомы которого не имеют близких по значению энергии вакантных *d*-орбиталей, валентность равна **IV**



В атоме фосфора и других элементов VA группы появляются пять вакантных *d*-орбиталей, на которые и могут перейти в результате распаривания спаренные *s*-электроны внешнего уровня, валентность



Нахождение в природе

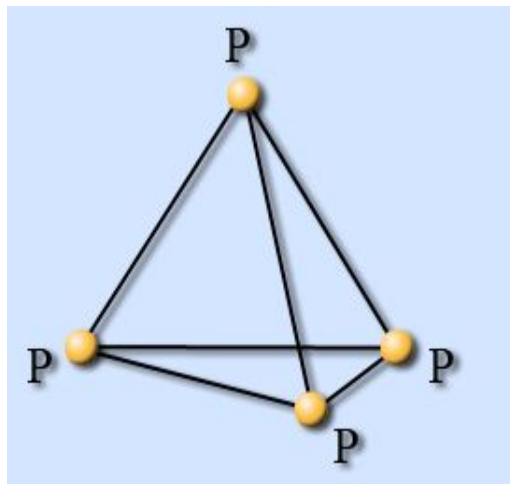


Содержание фосфора в земной коре составляет 0,093%.

В природе фосфор встречается только в виде соединений, главным образом апатитов, фосфоритов.



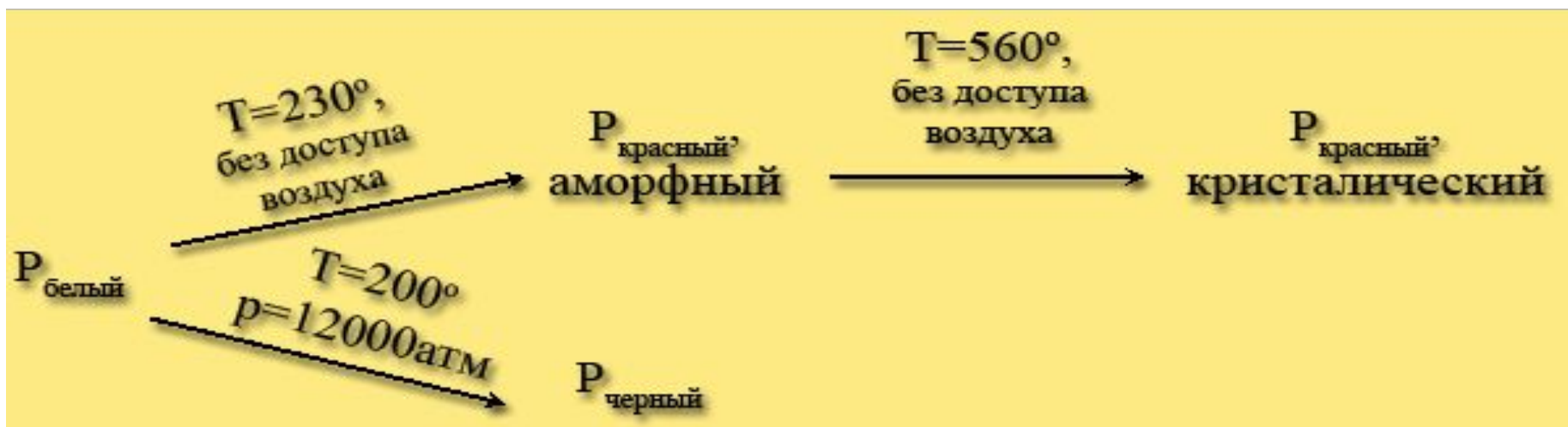
Аллотропные модификации фосфора



фосфор красный



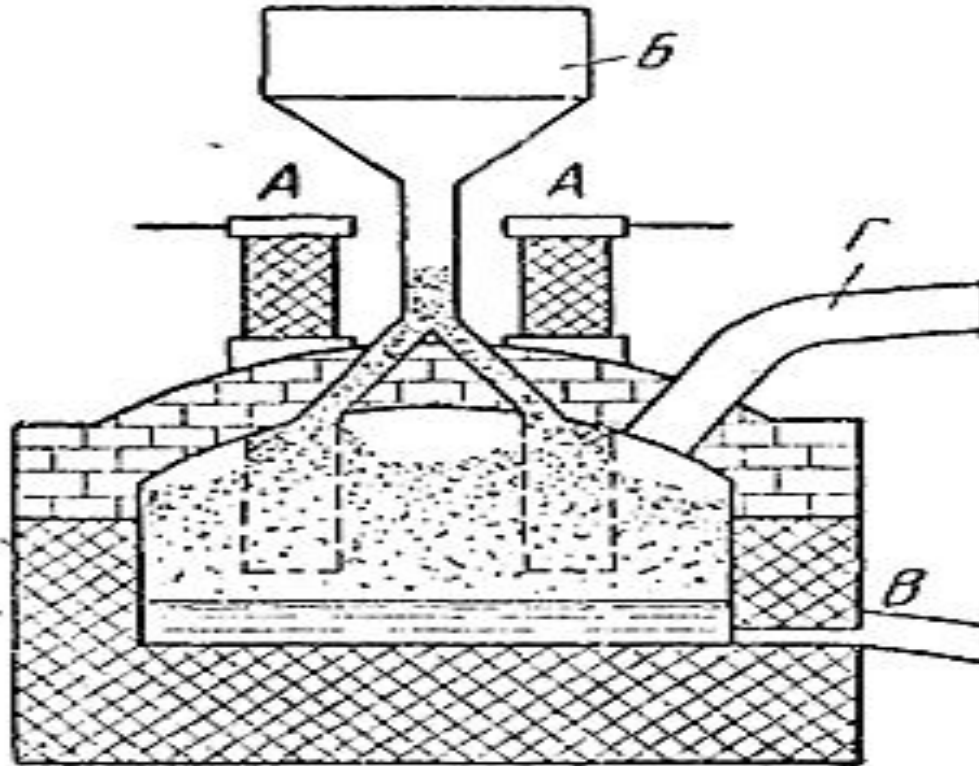
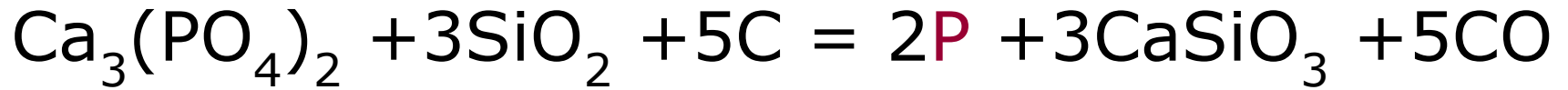
фосфор черный



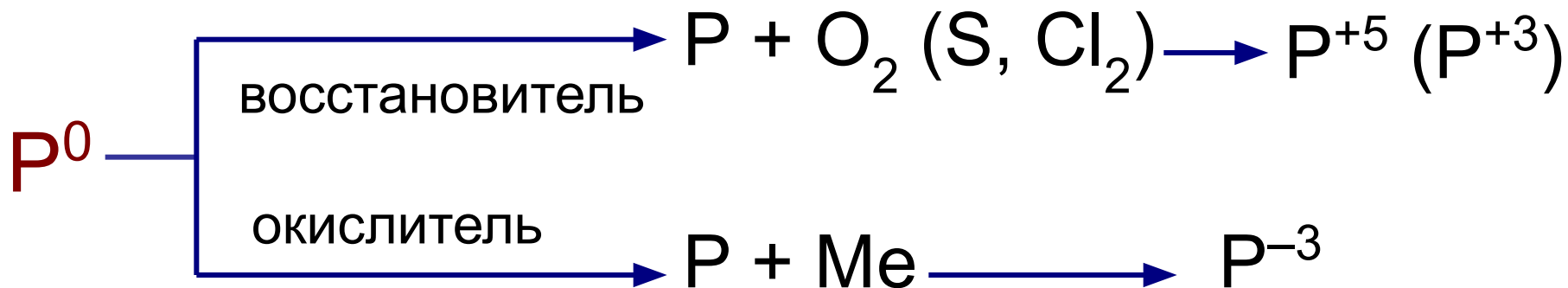
- **Белый фосфор** - твердое кристаллическое вещество, плотность его $1,82 \text{ г/см}^3$. На воздухе самовоспламеняется, в темноте светится. Получают быстрым охлаждением паров фосфора. Очень ядовит.
- **Красный фосфор** - порошок темно-красного цвета, плотность его $2,2 \text{ г/см}^3$. Получают длительным нагреванием белого фосфора без доступа воздуха при температуре $250-300^\circ\text{C}$. По своим свойствам отличается от белого, не ядовит.
- **Черный фосфор** - твердое вещество, плотность его $2,7 \text{ г/см}^3$. Образуется при нагревании белого фосфора при температуре 200°C под высоким давлением. Используется в производстве спичек, снарядов и т. д.

Получение фосфора

Свободный фосфор получают из природных фосфатов, прокаливая их с коксом и песком:



Химические свойства фосфора



I. Взаимодействие фосфора с неметаллами

- 1) с кислородом
- 2) с серой
- 3) с хлором

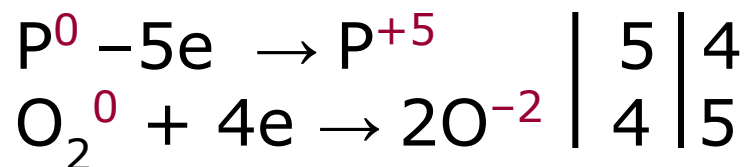
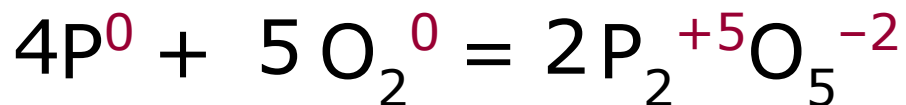
II. Взаимодействие фосфора с металлами

III. Взаимодействие фосфора со сложными веществами

I. Взаимодействие фосфора с неметаллами

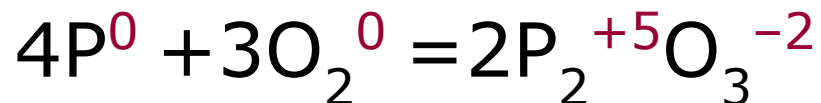
Взаимодействие фосфора с кислородом

Составьте уравнения реакций взаимодействия фосфора с кислородом, серой, хлором. Назовите окислитель и восстановитель.

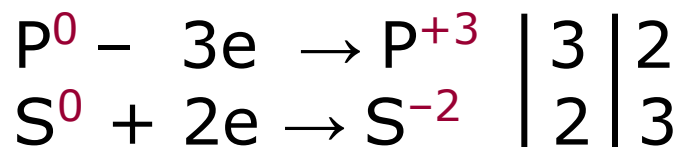
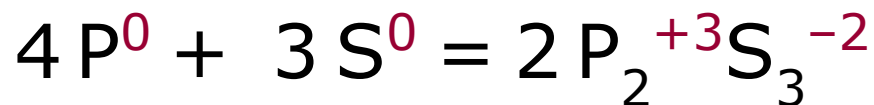


P^0 – восстановитель, процесс окисления;
 O_2^0 – окислитель, процесс восстановления

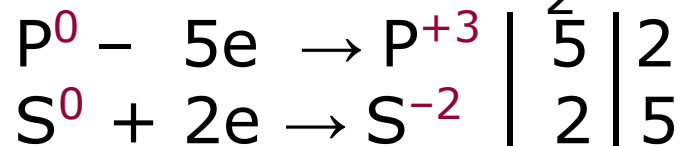
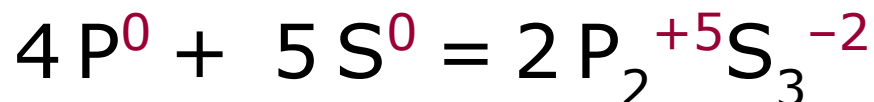
При окислении фосфора в недостатке кислорода образуется P_2O_3



Так же, как с кислородом, фосфор реагирует и с другим халькогеном – серой:

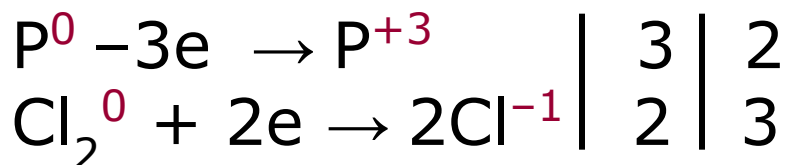
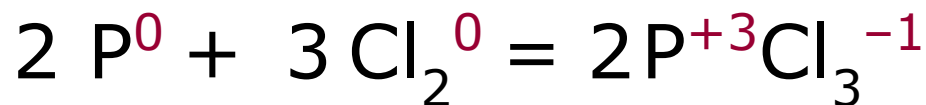


P^0 – восстановитель, процесс окисления;
 S^0 – окислитель, процесс восстановления

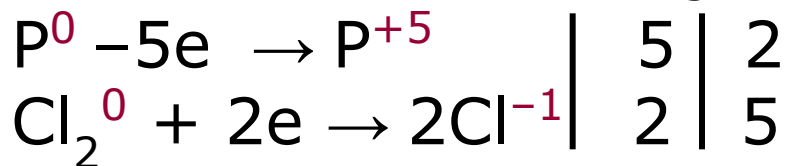
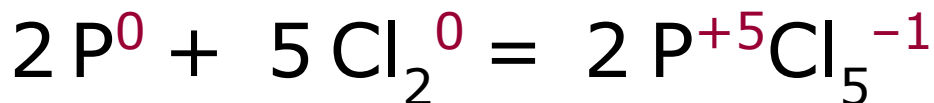


P^0 – восстановитель, процесс окисления;
 S^0 – окислитель, процесс восстановления

При пропускании хлора через трубку с красным фосфором в приемнике собирается бесцветная жидкость – хлорид фосфора (III). В избытке хлора фосфор сгорает бледно-зеленым пламенем с образованием хлорида фосфора (V), которые при охлаждении конденсируются в светло-желтые кристаллы.



P^0 – восстановитель, процесс окисления;
 Cl_2^0 – окислитель, процесс восстановления

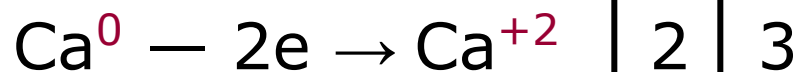
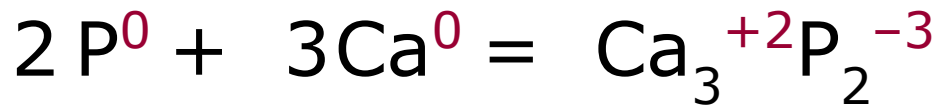


P^0 – восстановитель, процесс окисления;
 Cl_2^0 – окислитель, процесс восстановления

III. Взаимодействие фосфора с металлами

Взаимодействие фосфора с кальцием

Составьте уравнение реакции взаимодействия фосфора с кальцием, назовите окислитель и восстановитель.



P^0 – окислитель, процесс восстановления;
 Ca^0 – восстановитель, процесс окисления.

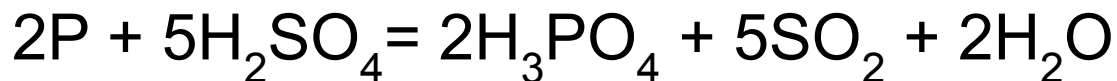
Фосфиды энергично разлагаются водой с выделением фосфина. Фосфин очень ядовитый газ с чесночным запахом.



III. Взаимодействие фосфора со сложными веществами:

1. С концентрированными кислотами (азотной и серной);
2. Раствором щелочи;
3. Хлоратом калия.

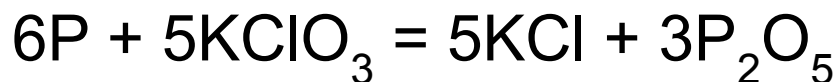
-
1. Концентрированные азотная и серная кислоты окисляют фосфор до фосфорной кислоты:



-
2. Фосфор, особенно легко белый, вступает в реакцию с горячим раствором щелочи:



-
3. В роли окислителя фосфора может быть бертолетова соль (хлорат калия):



Применение фосфора

1

Белый фосфор применяется для получения красного фосфора

2

Фосфор применяется для получения фосфорных кислот и их производных.

3

Основная область применения красного фосфора – производство спичек

4

Фосфор применяется как раскислитель и компонент некоторых металлических сплавов

5

Производство лекарственных препаратов

6

Средства борьбы с вредителям сельского хозяйства

7

Производство моющих средств

8

Органический синтез

9

P_2O_5 как осушитель газов и жидкостей

