

# Фосфор

## I. История открытия фосфора

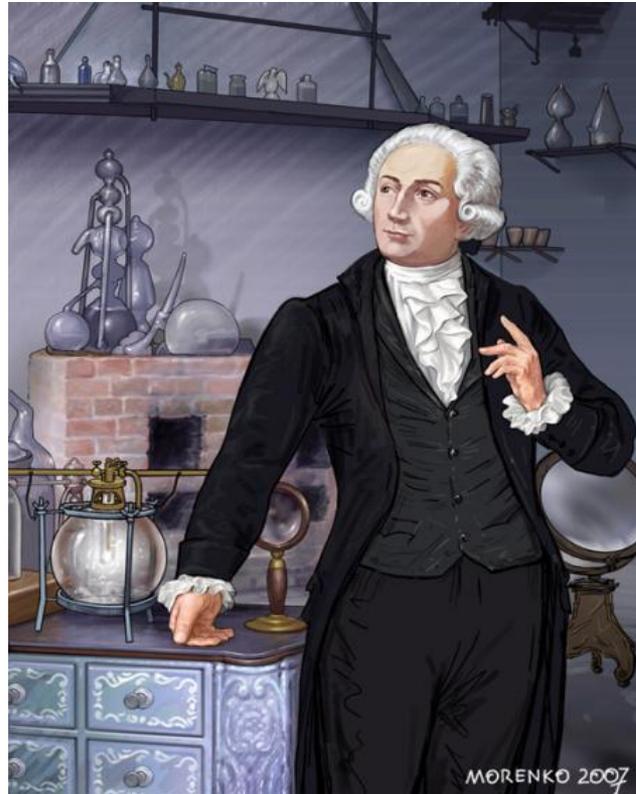
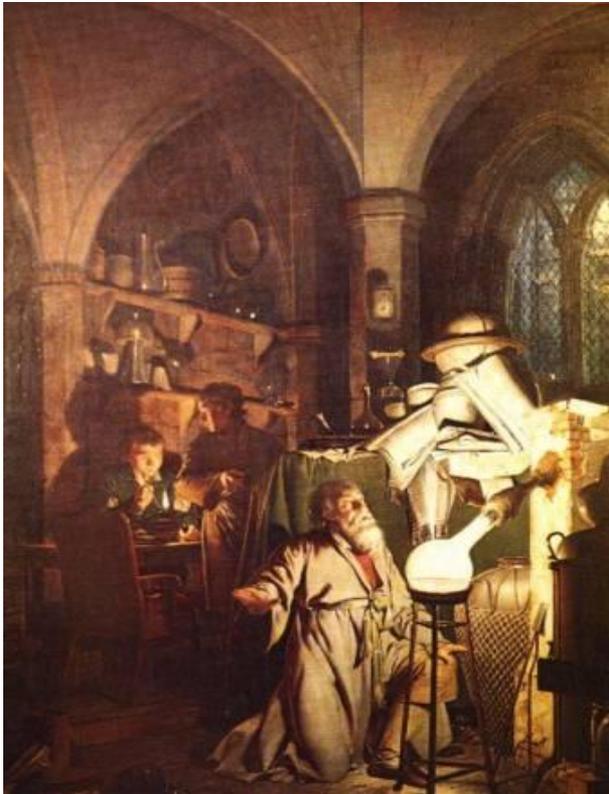
## II. Фосфор – химический элемент

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

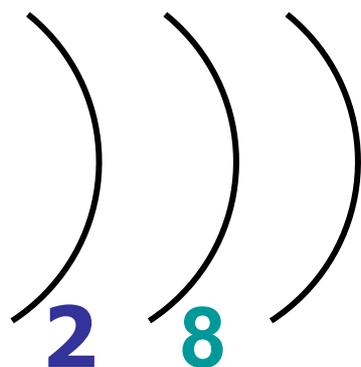
1. Аллотропные модификации фосфора.
2. Получение фосфора.
3. Химические свойства.
4. Применение фосфора

**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.



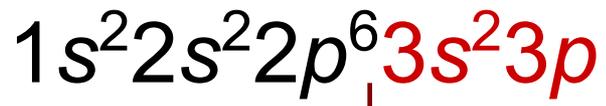
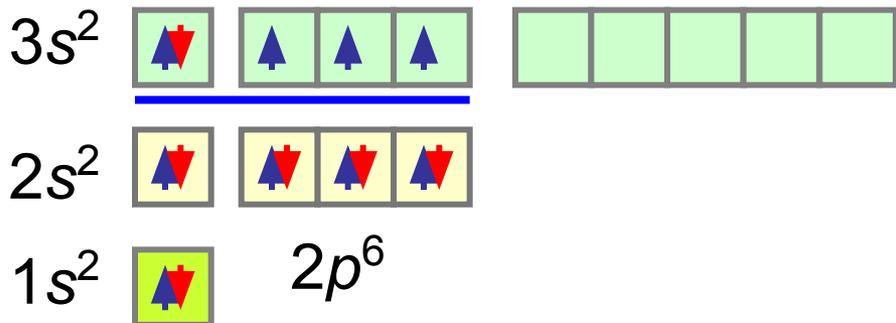
## Положение фосфора в ПСХЭ Д.И. Менделеева. Строение атома.

		порядковый номер	период	группа
<b>P</b>	неметалл	<b>+15</b>	<b>3</b>	<b>V5A</b>



$3p^3$

$3d^0$



3

валентные электроны

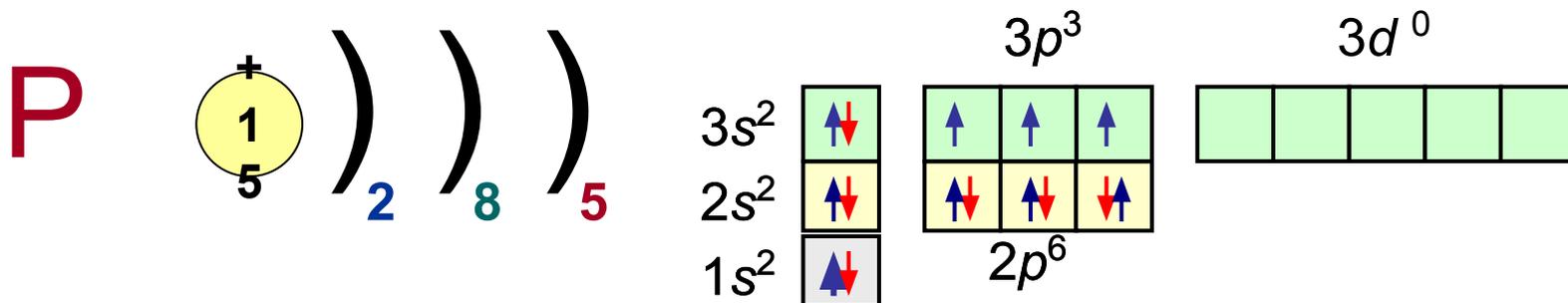
Строение электронной оболочки атома можно изображать графически с помощью *квантовых ячеек*.

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

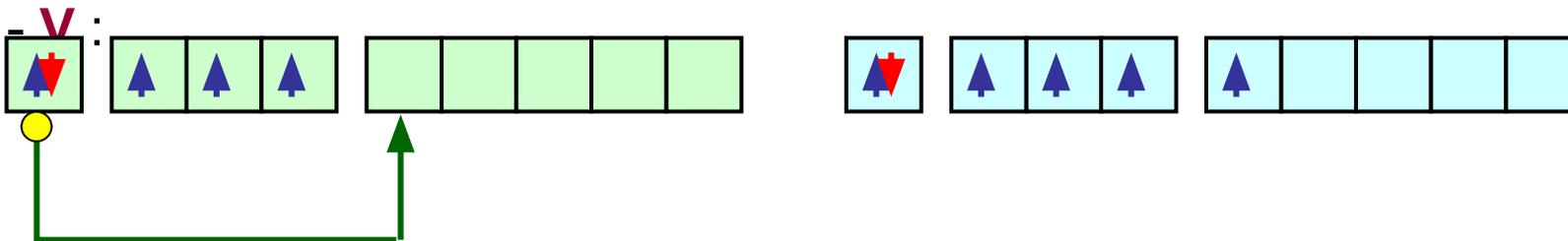
# Сравнение строения атома азота и фосфора



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

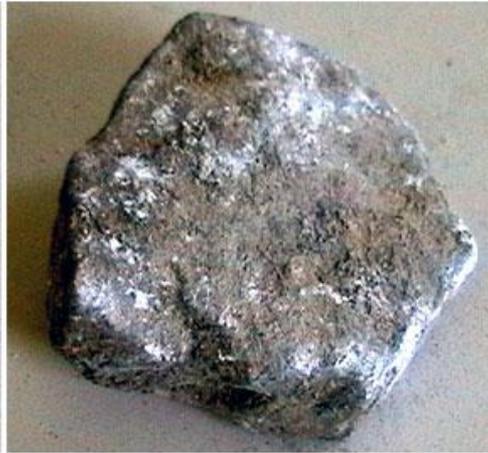


# Нахождение в природе

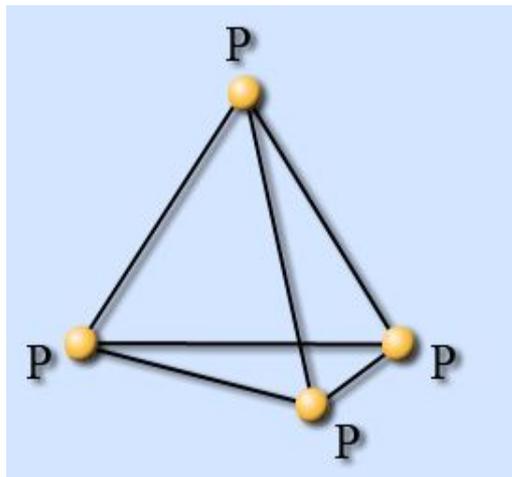


Содержание фосфора в земной коре составляет 0,093%.

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



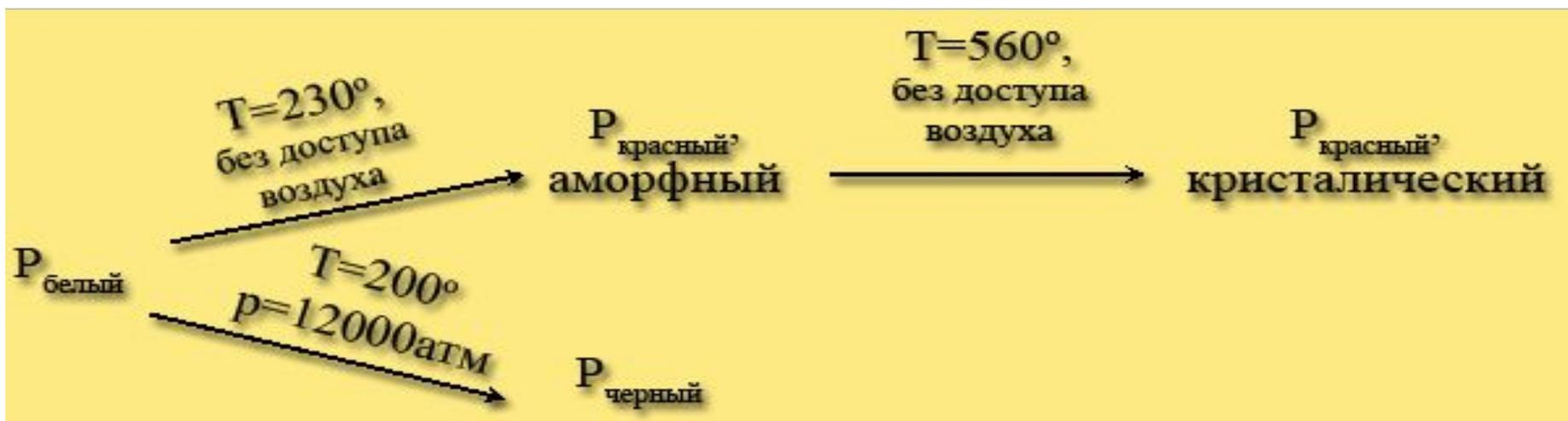
# Аллотропные модификации фосфора



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.

---

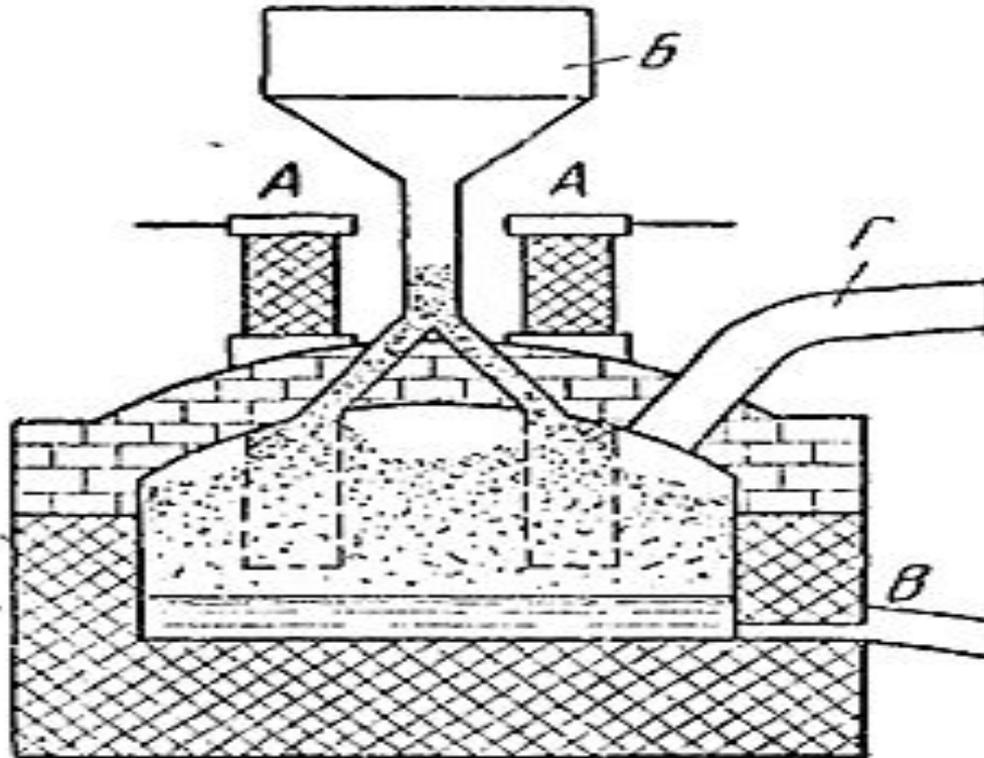
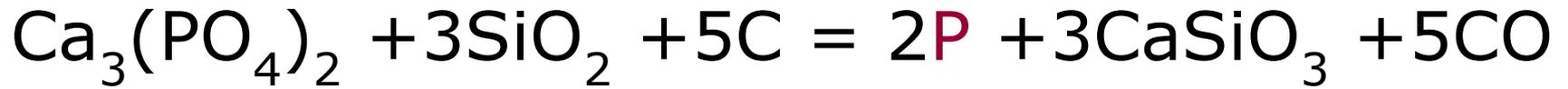
- **Красный фосфор** - порошок темно-красного цвета, плотность его  $2,2 \text{ г/см}^3$ . Получают длительным нагреванием белого фосфора без доступа воздуха при температуре  $250-300^\circ\text{C}$ . По своим свойствам отличается от белого, не ядовит.

---

- **Черный фосфор** - твердое вещество, плотность его  $2,7 \text{ г/см}^3$ . Образуется при нагревании белого фосфора при температуре  $200^\circ\text{C}$  под высоким давлением. Используется в производстве спичек, снарядов и т. д.

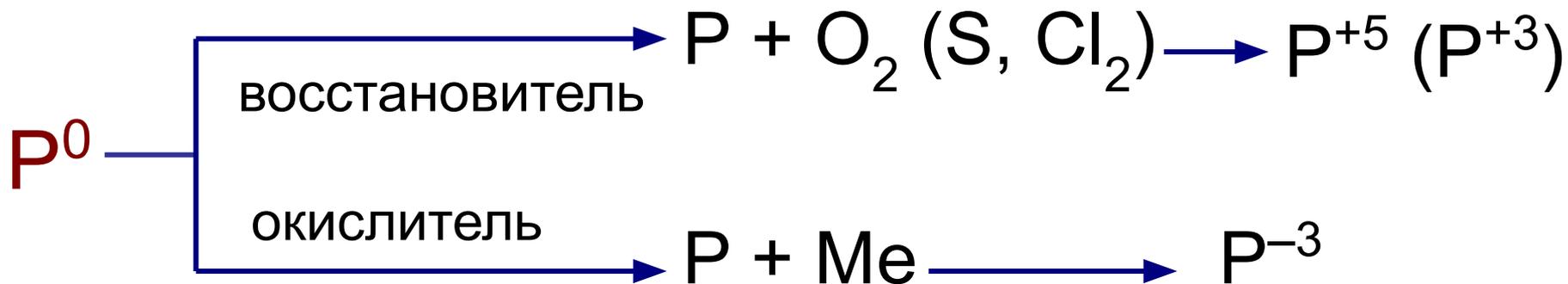
# Получение фосфора

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

---

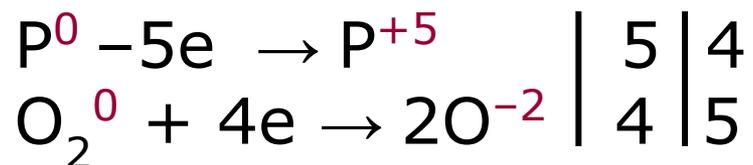
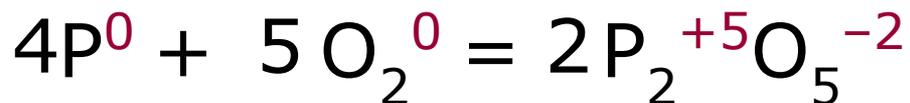
## III. Взаимодействие фосфора со сложными веществами

# I. Взаимодействие фосфора с неметаллами

## Взаимодействие фосфора с кислородом

---

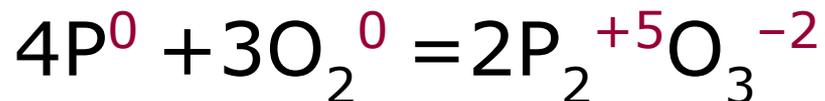
Составьте уравнения реакций взаимодействия фосфора с кислородом, серой, хлором. Назовите окислитель и восстановитель.



$\text{P}^0$  – восстановитель, процесс окисления;  
 $\text{O}_2^0$  – окислитель, процесс восстановления

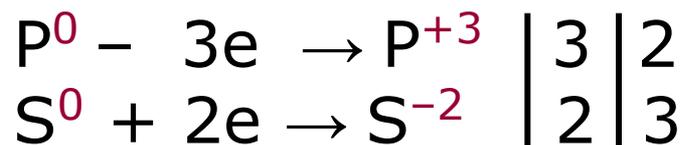
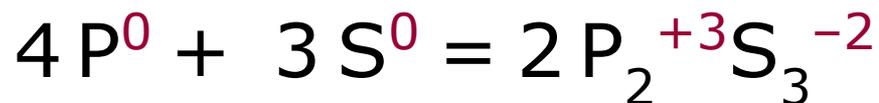
---

При окислении фосфора в недостатке кислорода образуется  $\text{P}_2\text{O}_3$



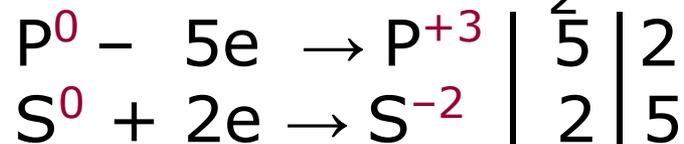
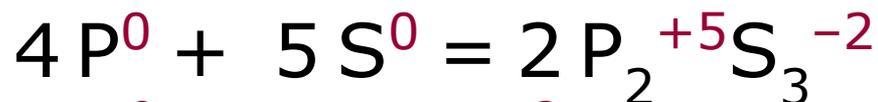
Так же, как с кислородом, фосфор реагирует и с другим халькогеном – серой:

---



$\text{P}^0$  – восстановитель, процесс окисления;  
 $\text{S}^0$  – окислитель, процесс восстановления

---

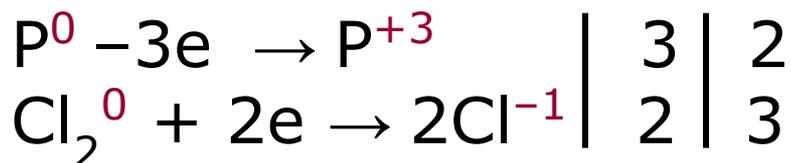
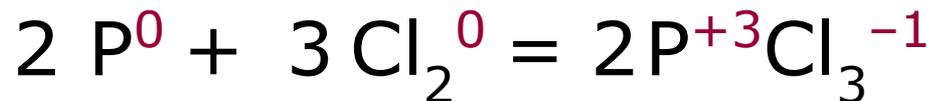


$\text{P}^0$  – восстановитель, процесс окисления;  
 $\text{S}^0$  – окислитель, процесс восстановления

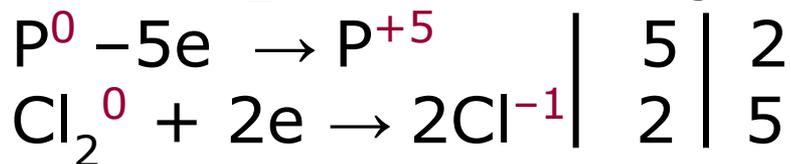
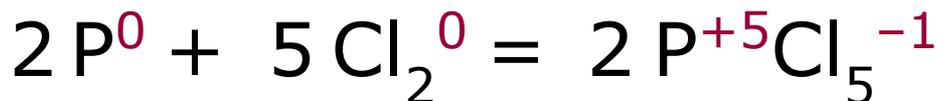
---

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.

---



$\text{P}^0$  – восстановитель, процесс окисления;  
 $\text{Cl}_2^0$  – окислитель, процесс восстановления



$\text{P}^0$  – восстановитель, процесс окисления;  
 $\text{Cl}_2^0$  – окислитель, процесс восстановления

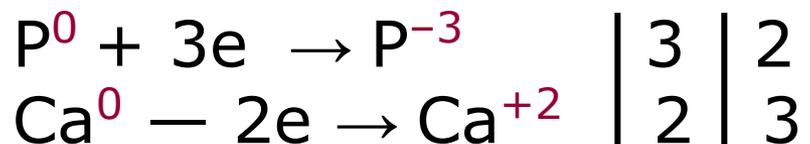
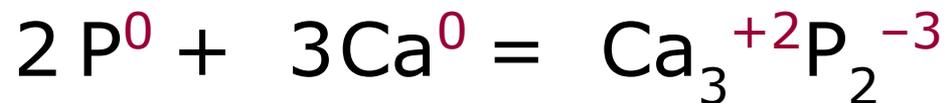
---

### III. Взаимодействие фосфора с металлами

---

#### Взаимодействие фосфора с кальцием

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



$\text{P}^0$  – окислитель, процесс восстановления;  
 $\text{Ca}^0$  – 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.
- 

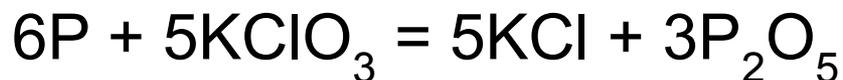
1. Концентрированные азотная и серная кислоты окисляют фосфор до фосфорной кислоты:



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

