

Фосфор и его соединения



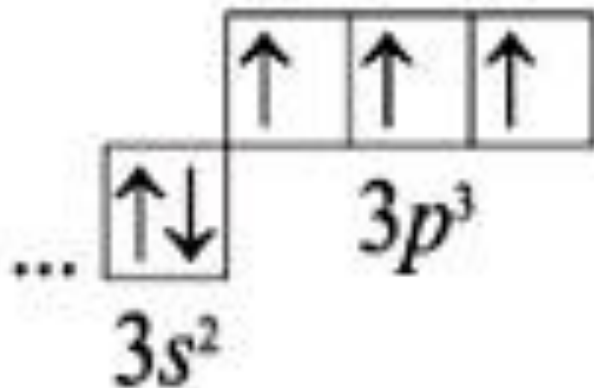
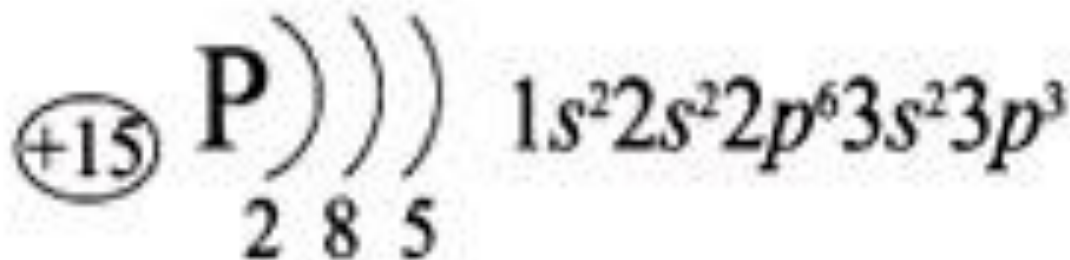
Открытие фосфора

В 1669 Хеннинг Бранд при нагревании смеси белого песка и выпаренной мочи получил светящееся в темноте вещество, названное сначала «холодным огнём».

Вторичное название «фосфор» происходит от греческих слов «фос» — свет и «феро» — несу.



Составьте электронные формулы атома фосфора.
Определите возможные степени окисления
химического элемента.



Возможные степени окисления фосфора

Степень окисления	Примеры веществ
-3	PH_3 – фосфин (газ)
0	Простые вещества (аллотропия)
+3	Оксид и кислота
+5	Оксид и кислота

Нахождение в природе

- По распространенности он занимает тринадцатое место среди других элементов.
- В природе фосфор встречается только в виде соединений. Основными минералами фосфора являются фосфорит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и апатит $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$.
- В теле человека на долю фосфора приходится примерно 1,16% (1,5кг). Из них 0,75% (1,4кг) уходит на **костную ткань**, около 0,25% (130г) - на мышечную и примерно 0,15% (13г) - на нервную ткань. Кроме того, фосфор входит в состав зубов.



Физические свойства фосфора

АЛЛОТРОПНЫЕ МОДИФИКАЦИИ ФОСФОРА:

1. Белый фосфор P_4 -молекулярная решетка **ЯД**
!!!

2.Красный фосфор P_n - атомная решетка. Не ядовит!

3.Черный фосфор P – атомная решетка.

Рис. 28 с.102

Аллотропные модификации фосфора



БЕЛЫЙ
ФОСФОР



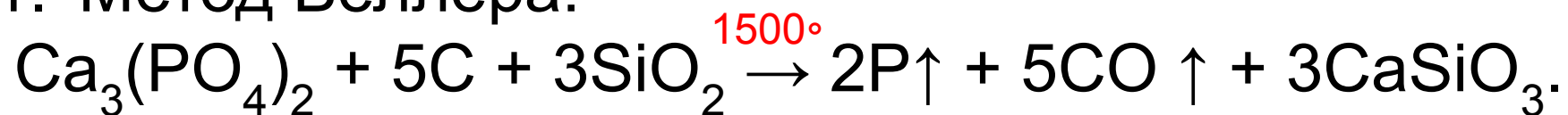
КРАСНЫЙ
ФОСФОР



ЧЕРНЫЙ
ФОСФОР

Получение фосфора

1. Метод Веллера:

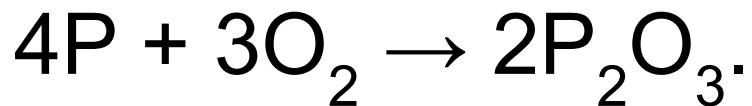
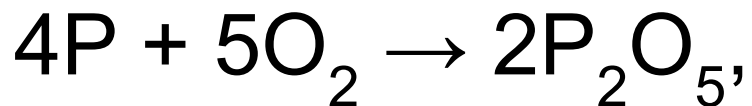


Пары
белого
фосфора

Химические свойства фосфора

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 чёрному фосфору химическая активность резко снижается.

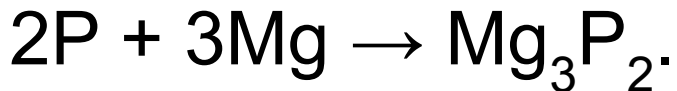
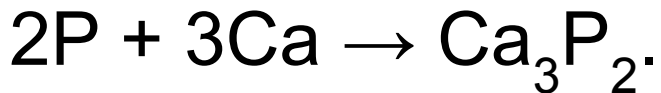
1) Фосфор легко окисляется [кислородом](#):



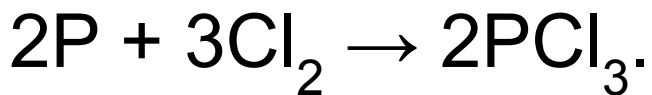
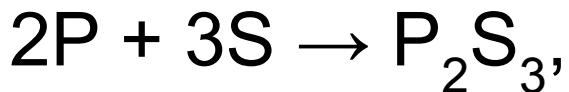
Химические свойства фосфора

Взаимодействует со многими простыми веществами — галогенами, серой, некоторыми металлами, проявляя окислительные и восстановительные свойства:

2) с металлами — окислитель, образует фосфиды:



3) с неметаллами — восстановитель:



Химические свойства фосфора

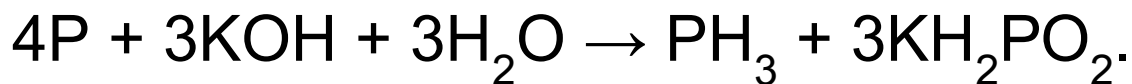
4) Взаимодействует с водой, при этом

диспропорционирует (**700-800°C, кат.Pt? Cu**):



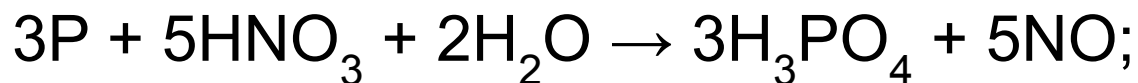
5) Взаимодействие со щелочами

В растворах щелочей диспропорционирование происходит в большей степени:



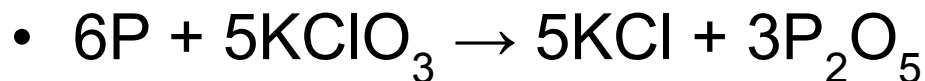
6) Сильные окислители превращают фосфор в

фосфорную кислоту:



7) Реакция окисления также происходит при поджигании спичек, в качестве окислителя выступает бертолетова

соль:



ПРИМЕНЕНИЕ!!!

Соединения фосфора

1. Фосфиды- соединения фосфора с металлами (Ca_3P_2)
2. Фосфин -соединение с водородом(PH_3).
Ядовитый бесцветный газ с запахом чеснока. Образуется при разложении органических соединений. Окисление кислородом-«блуждающие огни»

3. Оксиды

```
graph TD; A[3. Оксиды] --> B[Р2О3 или Р4О6]; A --> C[Р2О5 или Р4О10];
```



Триоксид дифосфора,
Оксид фосфора (III)-
Белое кристаллическое
вещество, реагирует с водой



Фосфористая (фосфоновая) кислота
Соли-фосфиты



Пентаоксид дифосфора,
Оксид фосфора (V)-
Белое кристаллическое
вещество, реагирует с водой



Фосфорная (ортофосфорная)
кислота

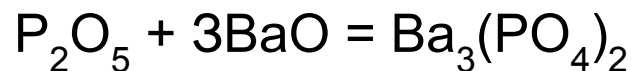
P₂O₅- КИСЛОТНЫЙ ОКСИД

Взаимодействует:

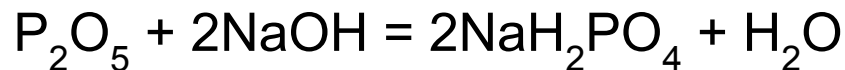
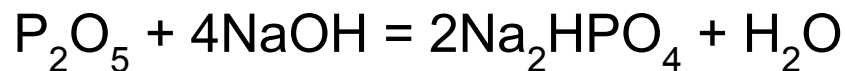
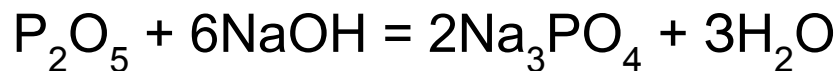
1) с водой, образуя при этом различные кислоты



2) с основными и амфотерными оксидами, образуя фосфаты

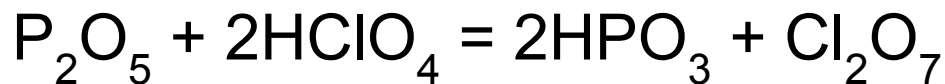
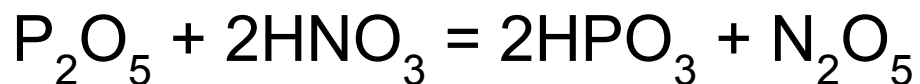


в) со щелочами, образуя средние и кислые соли



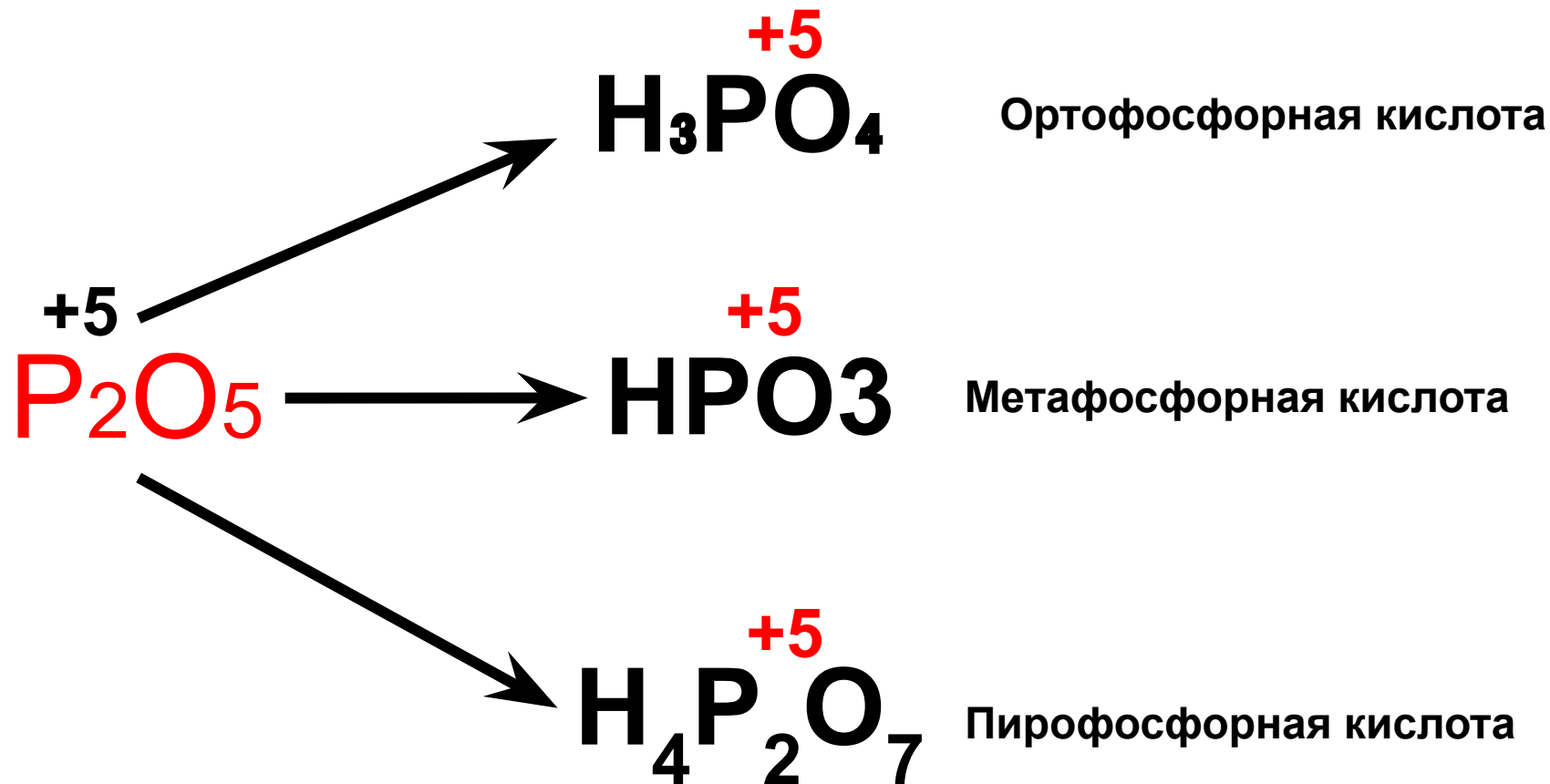
P₂O₅- водоотнимающий реагент

Фосфорный ангидрид отнимает у других веществ не только гигроскопическую влагу, но и химически связанную воду. Он способен даже дегидратировать оксокислоты:



Это используется для получения ангидридов кислот.

P_2O_5 - КИСЛОТНЫЙ ОКСИД



Физические свойства ортофосфорной кислоты

При обычной температуре безводная H_3PO_4 представляет собой прозрачное кристаллическое вещество, очень гигроскопичное и легкоплавкое ($t. \text{пл. } 42^\circ\text{C}$).

Смешивается с водой в любых соотношениях.

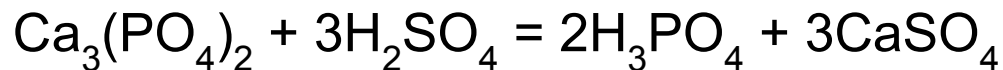


Получение ортофосфорной кислоты

Исходным сырьем для промышленного получения H_3PO_4 служит природный фосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$:

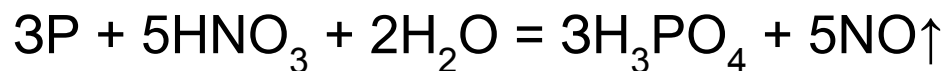


II. Обменное разложение фосфорита серной кислотой



Получаемая по этому способу кислота загрязнена сульфатом кальция.

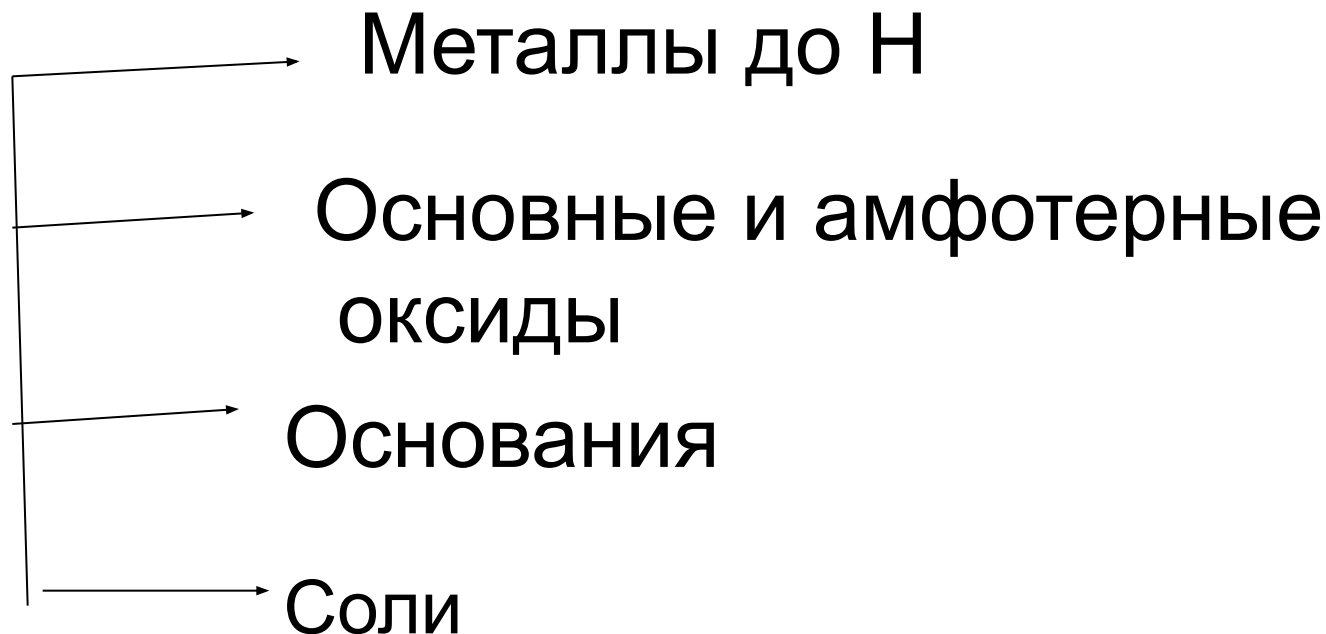
III. Окисление фосфора азотной кислотой (лабораторный способ):



Химические свойства ортофосфорной кислоты

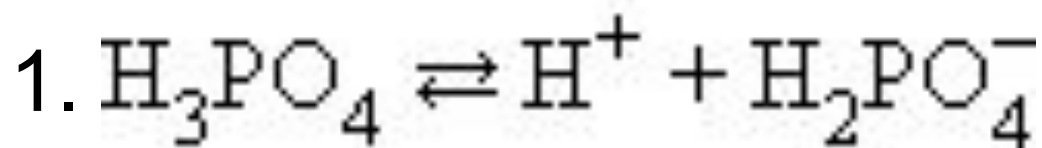
• H_3PO_4

Изменяет
окраску
Индикатора???

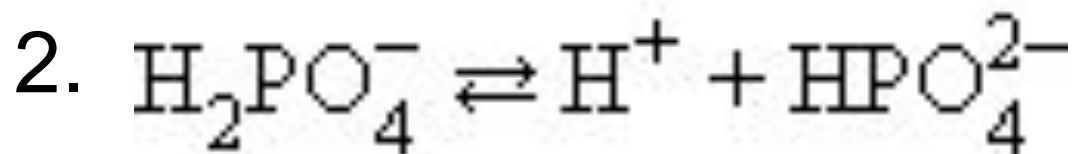


Ортофосфорная кислота и её свойства

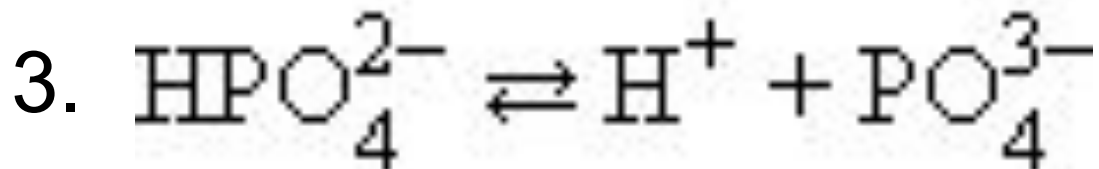
Диссоциация ортофосфорной кислоты



дигидрофосфат -ион



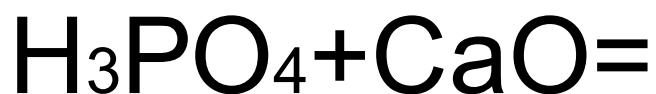
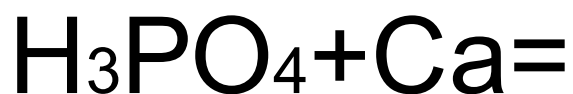
гидрофосфат -ион



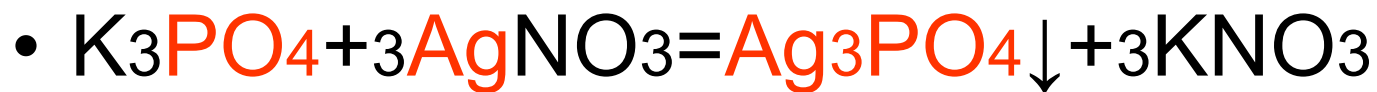
фосфат -ион

Ортофосфорная кислота и её свойства

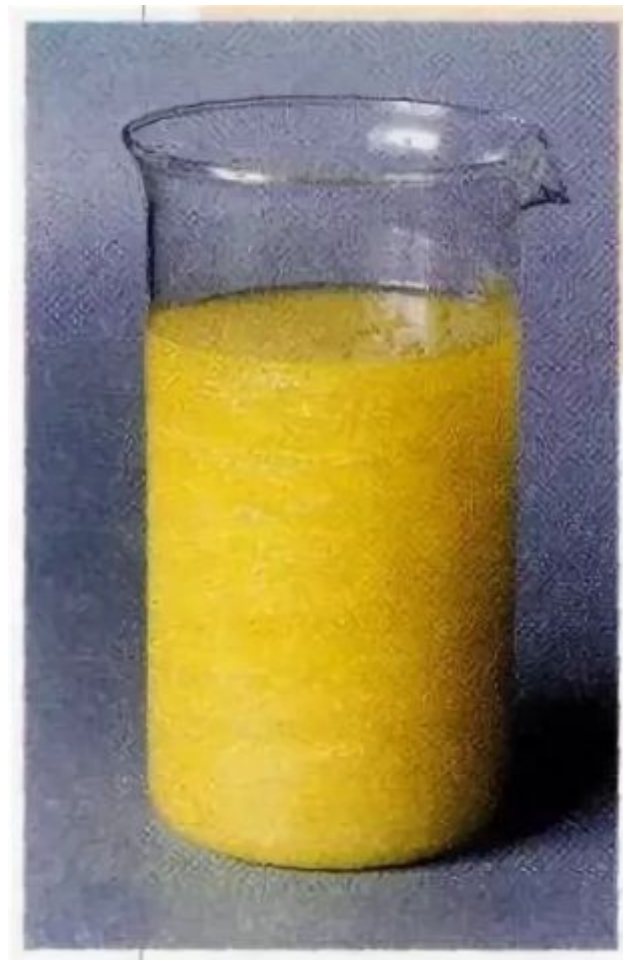
Допишите уравнения реакций



Качественная реакция на фосфат - ионы



при этом выпадает
жёлтый осадок
нитрата серебра



Соли ортофосфорной кислоты

H_3PO_4 как 3-основная кислота образует 3 типа солей, которые имеют большое практическое значение.

Название	Анион соли	Растворимость в воде	Примеры солей
Фосфаты	PO_4^{3-}	большинство нерастворимо (кроме фосфатов щелочных Me и аммония)	Na_3PO_4 ; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
Гидрофосфаты	HPO_4^{2-}	растворимы	Na_2HPO_4 ; CaHPO_4
Дигидрофосфаты	H_2PO_4^-	очень хорошо растворимы	NaH_2PO_4 ; $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$



Фосфорная
кислота



Производство
спичек



Моющие
средства

Ядохимикаты



Пищевые
добавки



Медицина



Удобрения



Взрывчатые
вещества

