

Ортофосфорная кислота

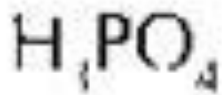
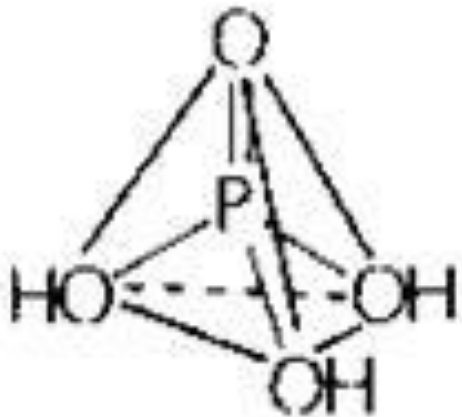
# История открытия и получения фосфорной кислоты

**Фосфорную кислоту открыл Р. Бойль с помощью индикаторов. Сжигая фосфор и растворяя образовавшийся белый продукт в воде он получил неизвестную химикам кислоту. По исходному веществу он назвал её фосфорной.**

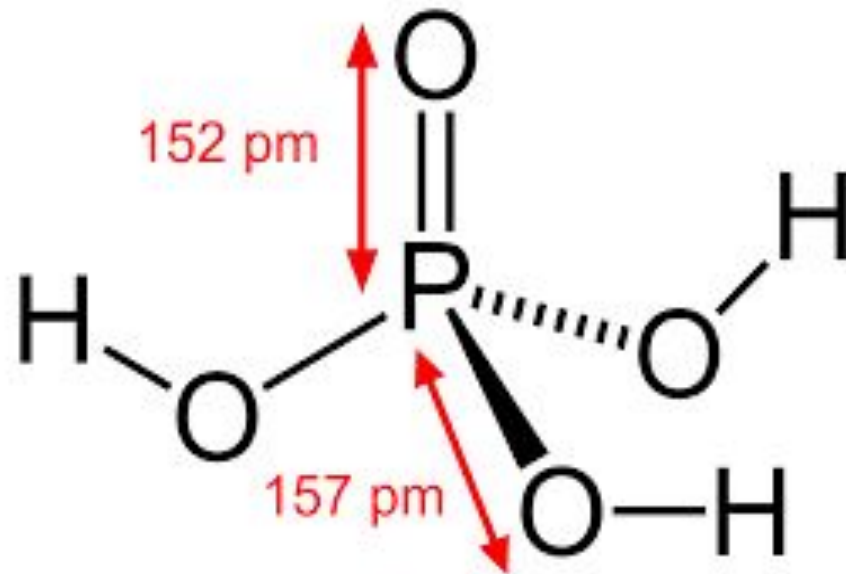
**Технически фосфорную кислоту впервые получили более 100 лет назад разложением низкокачественных фосфоритов.**



# Строение $\text{H}_3\text{PO}_4$



Между атомами кислорода и фосфором возникает заметное донорно - акцепторное взаимодействие.



# Физические свойства

- Твердое прозрачное кристаллическое вещество;
- Гигроскопичное;
- Хорошо растворимое в воде в любых соотношениях;
- Трехосновная кислота средней силы;
- $T^{\circ}\text{пл.} = 42^{\circ}\text{C}$ ;
- $\rho = 1,88 \text{ г/см}^3$ ;
- Окислительные свойства не проявляет.

**Ортофосфорная кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$  образует три ряда солей:**

**1) Средние соли, или фосфаты -  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3$**

- Фосфаты нерастворимы в воде, кроме фосфатов щелочных металлов .

**2) Кислые, или дигидрофосфаты-  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$**

- Большинство дигидрофосфатов хорошо растворимы в воде.

### 3) **Кислые-гидрофосфаты- $\text{CaHPO}_4$**

- Гидрофосфаты **малорастворимы** в воде (кроме фосфатов натрия, калия и аммония), т.е. занимают промежуточное положение между фосфатами и дигидрофосфатами по растворимости.
- **Вывод:** с увеличением содержания атомов водорода в молекуле соли, ее растворимость повышается.

# Химические свойства

## НЗРО<sub>4</sub> проявляет все свойства кислот

### Реагирует:

- с щелочами: NaOH, KOH



- с основными оксидами: Li<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O



- с солями: K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>



- с металлами **не реагирует**

# Химические свойства

Фосфаты всех металлов (кроме щелочных металлов) нерастворимы, т.к. на поверхности этих металлов образуется нерастворимая пленка, препятствующая их дальнейшему растворению в кислоте.

Щелочные металлы при растворении в кислоте, начинают взаимодействовать с водой.



# Химические свойства

Некоторые реакции с металлами протекают в очень разбавленных растворах:



# Специфические свойства

- 1) При нагревании постепенно превращается в метафосфорную кислоту:



- 2) Ортофосфорная кислота играет большую роль в жизнедеятельности животных и растений. Ее остатки входят в состав аденозинтрифосфорной кислоты - АТФ. При разложении АТФ выделяется большое количество энергии.

# Качественная реакция на фосфат-ион $\text{PO}_4^{3-}$

Реактивом на фосфорную кислоту и растворимые фосфаты является раствор нитрата серебра, при взаимодействии с которым образуется осадок  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$



Однако в отличие от  $\text{AgBr}$  и  $\text{AgI}$  этот осадок растворяется при добавлении раствора кислоты.

# Диссоциация солей фосфора

## 1. $\text{Na}_3\text{PO}_4$ -фосфат натрия

$\text{Na}_3\text{PO}_4 = 3\text{Na}^+ + \text{PO}_4^{3-}$  (одна ступень диссоциации)

## 2. $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ -гидрофосфат натрия

$\text{Na}_2\text{HPO}_4 = 2\text{Na}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$  (первая с.д.)

$\text{HPO}_4^{2-} = \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$  (вторая с.д.)

## 3. $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ – дигидрофосфат натрия

$\text{NaH}_2\text{PO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$  (первая с.д.)

$\text{H}_2\text{PO}_4^- = \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$  (вторая с.д.)

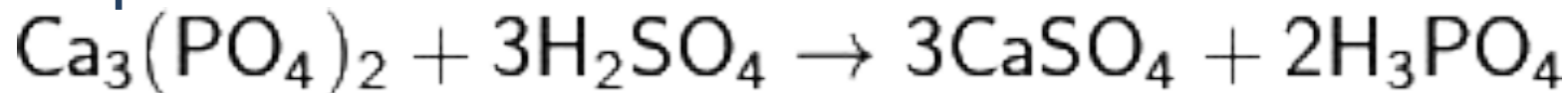
$\text{HPO}_4^{2-} = \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$  (третья с.д.)

**Вывод:** Каждая последующая ступень диссоциации протекает в меньшей степени, чем предыдущая.

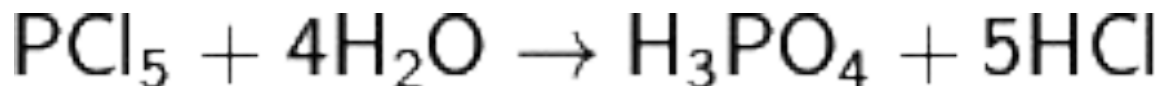
# Получение фосфорной

## КИСЛОТЫ

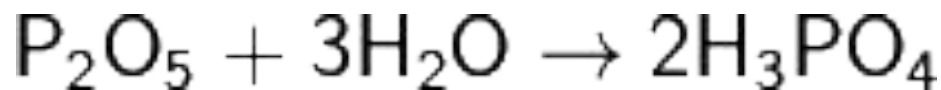
1) Фосфорную кислоту получают из фосфата:



2) Можно получить гидролизом пентахлорида фосфора:



3) Взаимодействие с водой оксида фосфора (V), полученного сжиганием фосфора в кислороде:



# Применение

Основная область использования - производство фосфорных и сложных концентрированных удобрений, а также получение кормовых фосфатов, синтетических моющих и водосмягчающих средств. В металлообрабатывающей промышленности  $H_3PO_4$  применяют для фосфатирования, в текстильной - для обработки и крашения шерсти, растительных и синтетических волокон, в органическом синтезе - как катализатор.  $H_3PO_4$  и ее производные используют также в производстве различных марок специального стекла, в фотографии (для производства светочувствительных эмульсий), в медицине (приготовление медикаментов, зубных цементов), при обработке древесины (для придания огнестойкости). Производные  $H_3PO_4$  применяют в пищевой промышленности - от хлебопекарных порошков и приготовления



**Спасибо за внимание!**