

**Оксид фосфора(V).  
Ортофосфорная кислота и  
ее соли. Минеральные  
удобрения.**

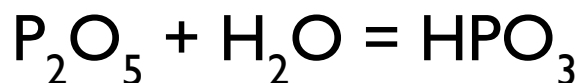
9 класс

## Оксид фосфора (V) – фосфорный ангидрид

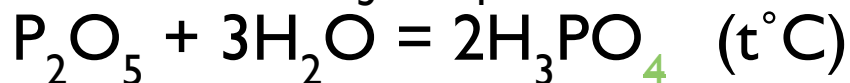
- **Физические свойства:** Оксид фосфора (V)  $P_2O_5$  — белый гигроскопичный порошок (поглощает воду), следует хранить в плотно закрытых сосудах.
- **Получение:** Получается при горении фосфора в избытке воздуха или кислорода  
$$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$$
- **Применение:** Оксид фосфора (V) очень энергично соединяется с водой, а также отнимает воду от других соединений. Применяется как осушитель газов и жидкостей.

# Химические свойства:

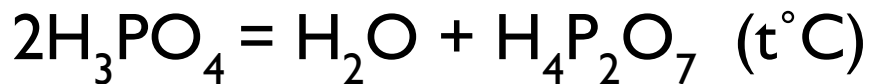
- это **кислотный оксид**, взаимодействует, подобно другим кислотным оксидам с водой, основными оксидами и основаниями.
- Фосфорный ангидрид особым образом взаимодействует с водой, взаимодействуя с водой при обычных условиях (без нагревания), образует в первую очередь **метафосфорную** кислоту  $\text{HPO}_3$ :



- при нагревании образуется **ортофосфорная** кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :



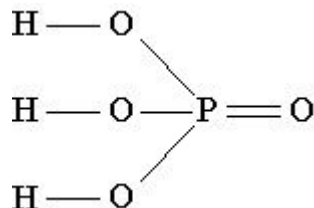
- При нагревании  $\text{H}_3\text{PO}_4$  можно получить **пирофосфорную** кислоту  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ :



# Ортофосфорная кислота

Наибольшее практическое значение имеет ортофосфорная кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

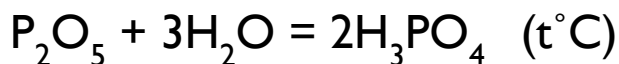
**Строение молекулы:** В молекуле фосфорной кислоты атомы водорода соединены с атомами кислорода:



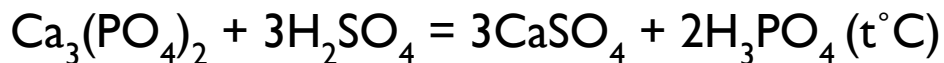
**Физические свойства:** Фосфорная кислота представляет собой бесцветное, гигроскопичное твердое вещество, хорошо растворимое в воде.

**Получение:**

1) Взаимодействие оксида фосфора (V) с водой при нагревании:



2) Взаимодействие природной соли – ортофосфата кальция с серной кислотой при нагревании:



3) При взаимодействии фосфора с концентрированной азотной кислотой

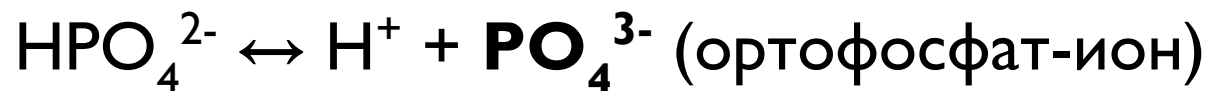
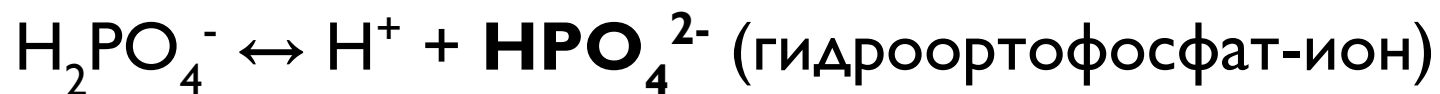


# **Химические свойства:**

## **Свойства, общие с другими кислотами**

**1. Водный раствор кислоты изменяет окраску индикаторов на красный:**

Ортофосфорная кислота диссоциирует ступенчато:



**2. Взаимодействует с металлами в ряду активности до ( $\text{H}_2$ ):**



**3. Взаимодействует с основными оксидами:**

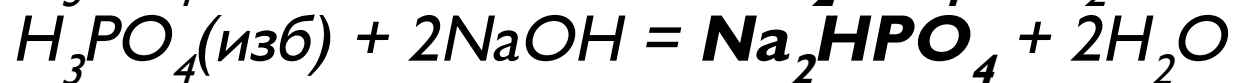
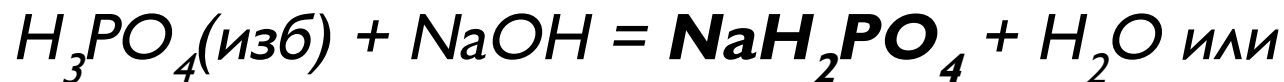


# Свойства, общие с другими

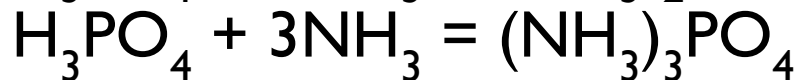
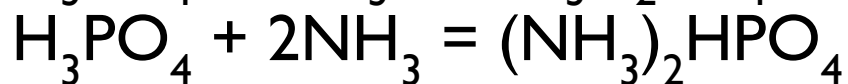
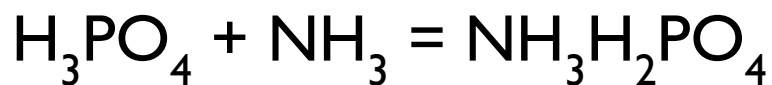
## кислотами

4. Взаимодействует с основаниями  $\text{Me}(\text{OH})_n$ :  
**основание +  $\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{соль} + \text{H}_2\text{O}$**

*если кислота в избытке, то образуется кислая соль:*



5. Реагирует с аммиаком (по донорно-акцепторному механизму), если в избытке кислота, образуются кислые соли:

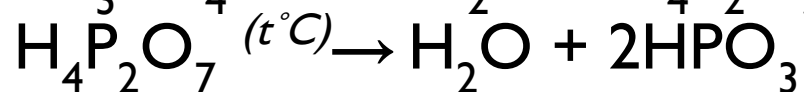
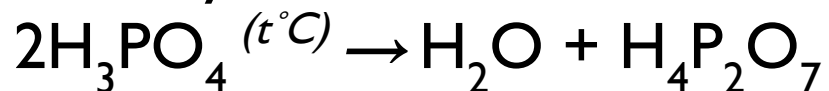


6. Реагирует с солями слабых кислот:



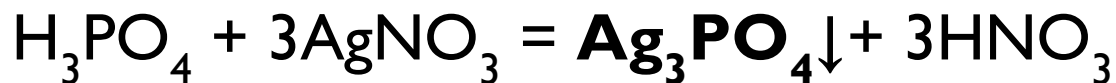
# Специфические свойства

1. При нагревании ортофосфорная кислота постепенно превращается в метафосфорную кислоту:



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

Отличительной реакцией ортофосфорной кислоты от других фосфорных кислот является реакция с нитратом серебра — образуется **жёлтый осадок**:



3. Играет большую роль в жизнедеятельности животных и растений. Её остатки входят в состав АТФ. При разложении АТФ выделяется большое количество энергии, что очень важно для живых организмов.

# ***Применение:***

- В основном для производства **минеральных удобрений**.
- А также, используется при пайке, для очищения от ржавчины металлических поверхностей. Также применяется в составе фреонов, в промышленных морозильных установках как связующее вещество. Ортофосфорная кислота зарегистрирована в качестве пищевой добавки **E338**. Применяется как регулятор кислотности в газированных напитках.



## ПРОСТЫЕ

## Азотные

## Нитратные

$\text{NaNO}_3$   
Чилийская селитра

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$   
Кальциевая селитра

## Аммонийные

$\text{NH}_4\text{NO}_3$   
Нитрат аммония

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$   
Сульфат аммония

## Амидные

$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$   
Мочевина  
(карбамид)

## Аммиачные

$\text{NH}_3$   
Аммиак жидкий

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$   
Аммиачная вода

$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$   
Аммиакаты

Калийные  
( $\text{K}_2\text{O}$ )

Сильвинит  
 $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$

Сульфат калия  
 $\text{K}_2\text{SO}_4$

Древесная и торфяная зола (поташ)  
 $\text{K}_2\text{CO}_3$

## Микро-удобрения

Борные  
 $\text{H}_3\text{BO}_3$

Медные  
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Марганцевые  
 $\text{MnSO}_4$

Кобальтовые  
 $\text{CoCl}_2$

Молибденовые  
 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$

Цинковые  
 $\text{ZnSO}_4$

Фосфорные  
( $\text{P}_2\text{O}_5$ )

Простой суперфосфат  
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaSO}_4$

Двойной суперфосфат  
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

Преципитат  
 $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Фосфоритная мука  
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

## КОМПЛЕКСНЫЕ

Нитрат калия  
 $\text{KNO}_3$   
(K, N)

Аммофос  
 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$   
(N, P)

Диаммофос  
 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Аммофоска  
 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 + \text{KCl}$   
(N, K, P)

Нитроаммофоска  
 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl}$

# ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

№1. Составьте уравнения реакций оксида фосфора (V) с



3.  $\text{H}_2\text{O}$  при нагревании

4.  $\text{H}_2\text{O}$  без нагревания

Для 2 реакции запишите полное и краткое ионное уравнение.

№2. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций ортофосфорной кислоты с:

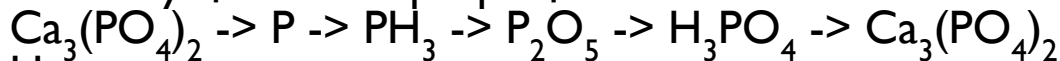
1. калием

2. оксидом калия

3. гидроксидом калия

4. сульфитом калия

№3. Осуществите превращения по схеме:



Назовите вещества

№4. Вычислите (в %), какое из фосфорных удобрений: двойной суперфосфат или преципитат богаче фосфором? Химические формулы удобрений найдите в схеме самостоятельно.