

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

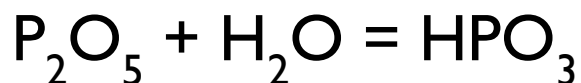
9 класс

Оксид фосфора (V) – фосфорный ангидрид

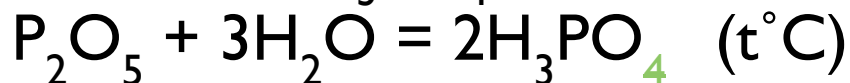
- **Физические свойства:** Оксид фосфора (V) P_2O_5 — белый гигроскопичный порошок (поглощает воду), следует хранить в плотно закрытых сосудах.
- **Получение:** Получается при горении фосфора в избытке воздуха или кислорода
$$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$$
- **Применение:** Оксид фосфора (V) очень энергично соединяется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

Химические свойства:

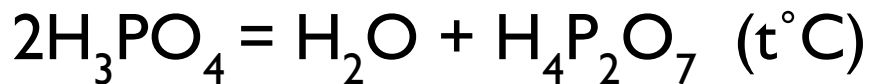
- это **кислотный оксид**, взаимодействует, подобно другим кислотным оксидам с водой, основными оксидами и основаниями.
- Фосфорный ангидрид особым образом взаимодействует с водой, взаимодействуя с водой при обычных условиях (без нагревания), образует в первую очередь **метафосфорную** кислоту HPO_3 :



- при нагревании образуется **ортофосфорная** кислота H_3PO_4 :



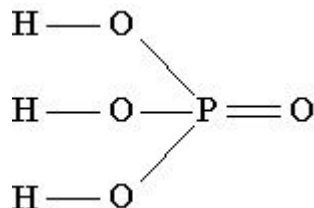
- При нагревании H_3PO_4 можно получить **пирофосфорную** кислоту $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$:



Ортофосфорная кислота

Наибольшее практическое значение имеет ортофосфорная кислота H_3PO_4 .

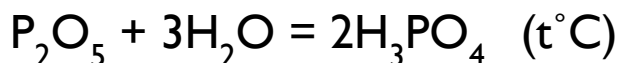
Строение молекулы: В молекуле фосфорной кислоты атомы водорода соединены с атомами кислорода:



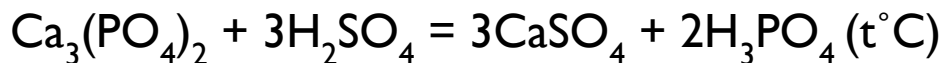
Физические свойства: Фосфорная кислота представляет собой бесцветное, гигроскопичное твердое вещество, хорошо растворимое в воде.

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

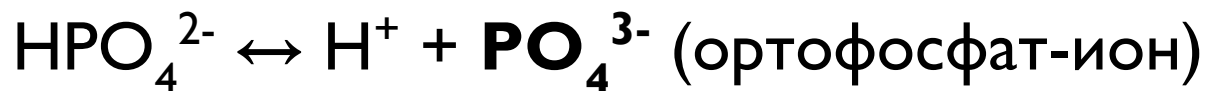
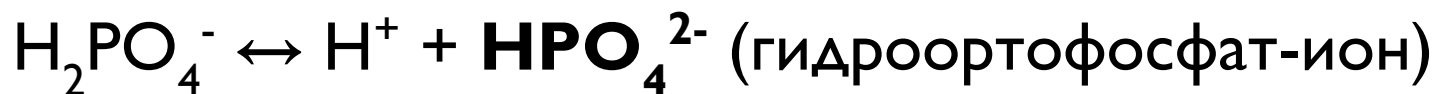


Химические свойства:

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 (H₂):



3. Взаимодействует с основными оксидами:

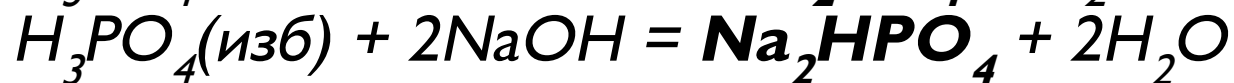
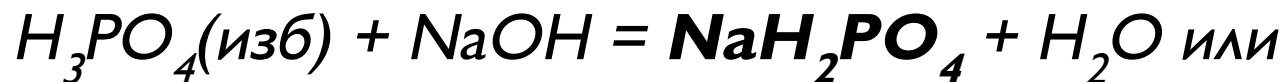


Свойства, общие с другими

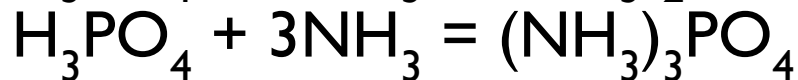
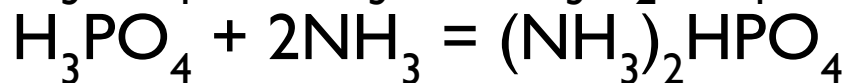
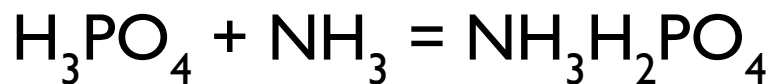
кислотами

4. Взаимодействует с основаниями $Me(OH)_n$:
основание + $H_3PO_4 = соль + H_2O$

если кислота в избытке, то образуется кислая соль:



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

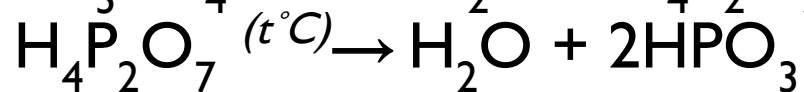
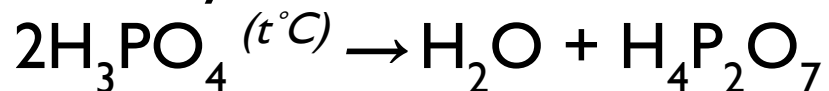


6. Реагирует с солями слабых кислот:



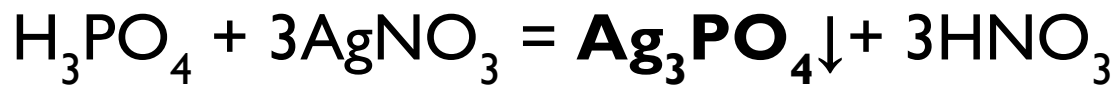
Специфические свойства

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



2. Качественная реакция на 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

NaNO_3
Чилийская селитра

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

Аммонийные

NH_4NO_3
Нитрат аммония

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

Амидные

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

Аммиачные

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
(K_2O)

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

Сульфат калия
 K_2SO_4

Древесная и торфяная зола (поташ)
 K_2CO_3

Микро-удобрения

Борные
 H_3BO_3

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

Марганцевые
 MnSO_4

Кобальтовые
 CoCl_2

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

Цинковые
 ZnSO_4

Фосфорные
(P_2O_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
 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. H_2O при нагревании

4. H_2O без нагревания

Для 2 реакции запишите полное и краткое ионное уравнение.

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

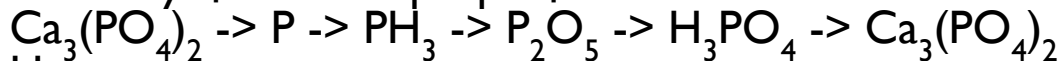
1. калием

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.