

Фосфор и его соединения

Отрывок из произведения Артура Конан Дойля «Собака Баскервильей».

- «...Да. Это была собака, огромная, черная, как смоль. Но такой собаки никто из нас, смертных, еще не видывал. Из ее пасти вырывалось пламя, глаза метали искры, по морде и загривку переливался мерцающий огонь. Ни в чьем воспаленном мозгу не могло бы возникнуть видение более страшное, более омерзительное, чем это адское существо, выскочившие на нас из тумана... Страшный пес величиной с молодую львицу. Чудовище лежало перед нами...
- Его огромная пасть все еще светилась голубоватым пламенем, глубоко сидящие дикие глаза обведены огненными кругами. Я дотронулся до этой светящейся головы и, подняв руку, увидел, что мои пальцы тоже засветились в темноте».

«Фосфор и его соединения».

200000 АТМ

Р

СОБАКА
БАСКЕРВИЛЛИ

Р

30,974

ЯД
РН₃



Девиз нашего урока

«Фосфор-элемент жизни и мысли»

(академик А.Е.Ферсман)

Охарактеризуйте фосфор как химический элемент по его положению в периодической системе химических элементов Д.И.

Менделеева по плану:

1. Порядковый номер, номер периода, группа, подгруппа;
2. Заряд ядра, электронная формула;
Сколько протонов, нейтронов и электронов в атоме фосфора.
3. Валентность и степень окисления;
4. Формула летучего водородного соединения и высшего оксида.

P

15

5
8
2

30.974

Phosphorus
Фосфор

1. Элемент VA группы
2. Электронная формула $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$.
3. Валентность: максимальная V.

Минимальная III. Наиболее характерные степени окисления: +5, +3, 0, -3.

Фосфор (P): $Z = 15$, $p^+ = 15$, $e = 15$, $A = 31$,

$$N = 31 - 15 = 16.$$

Оксиды P_2O_5 и P_2O_3 имеют кислотные свойства. Летучее водородное соединение – фосфин PH_3

Фосфор в свободном состоянии в природе не встречается.

Он находится не менее чем в 190 минералах, из которых главнейшими являются апатиты и фосфориты.

Наиболее важные минералы фосфора



апатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$



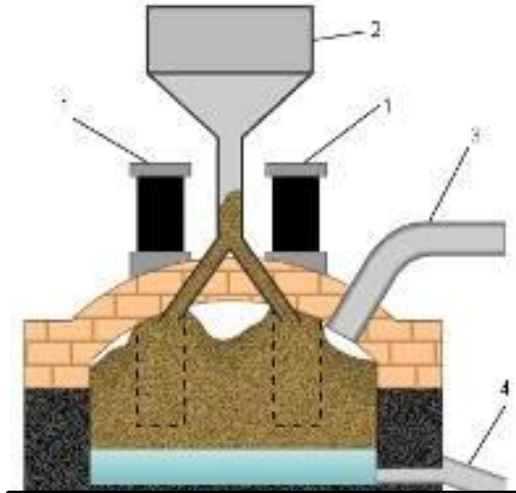
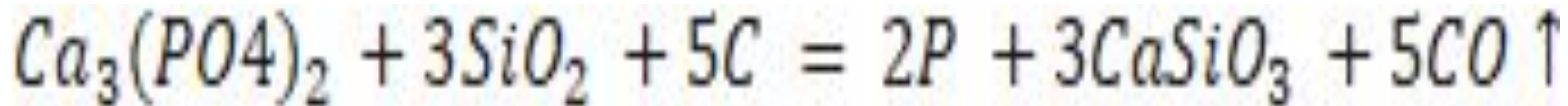
фосфорит $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

На Кольском полуострове имеются самые большие в мире запасы апатитов.

Получение.

В промышленности :

Фосфор получают из апатитов и фосфоритов, нагревая их в электрической печи без доступа воздуха в присутствии оксида кремния IV:



Печь для
получения фосфора
в промышленности

Что называется аллотропией?

Аллотропия - способность атома
одного химического элемента
образовывать простые вещества
разного состава или разного
строения

Аллотропные модификации фосфора

Белый
Фосфор



Красный
Фосфор



Чёрный
Фосфор



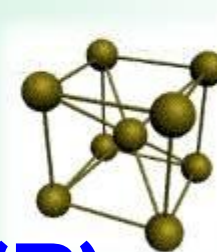
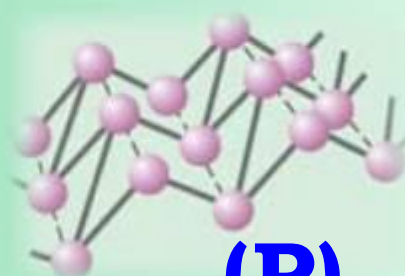
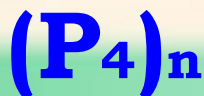
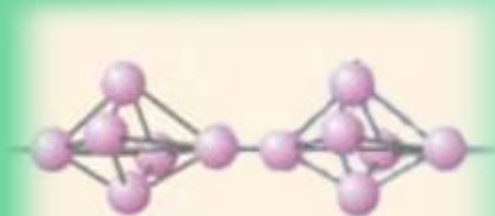
Металлический
Фосфор



↑ без доступа
воздуха
500 °C
В атм. CO

560 °C

¹⁰
8,3 · 10 Па



↑ пл. = 44,1 °C
P = 1823 кг/м³
Светится при
комнатной
температуре

↑ пл. = 240 °C
P = 2400 кг/м³
Не светится
Растворяется только
в трибромиде фосфора

↑ пл. = 1000 °C
P = 2690 кг/м³
Не светится
Не растворяется
Проводит эл. ток

P = 3830 кг/м³
Не светится
Проводит эл.ток

Химические свойства фосфора:

Химические свойства.

Как окислитель

Взаимодействует с металлами с образованием _____:



Химические свойства.

Как окислитель

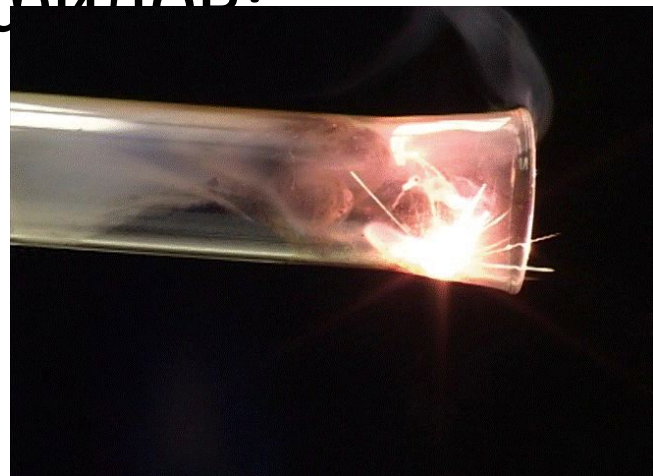
Взаимодействует с металлами с образованием фосфидов:



(фосфид кальция)

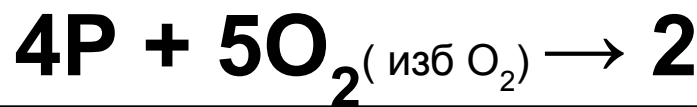


(фосфид натрия)

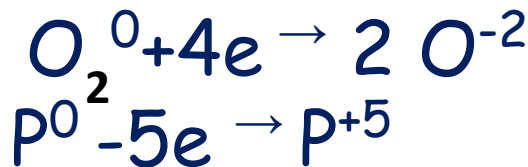


Как восстановитель

Горит в кислороде и на воздухе с образованием оксида фосфора (V):



(оксид фосфора (V), или фосфорный ангидрид.)
 P_2O_5



5

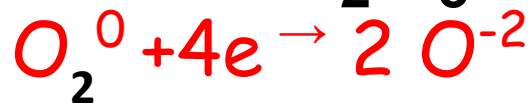
ок - ль; вос - ние;

4

вос - ль; ок - ние;



(оксид фосфора (III), или фосфористый ангидрид.)
 P_2O_3



3

ок - ль; вос - ние;

4

вос - ль; ок - ние;

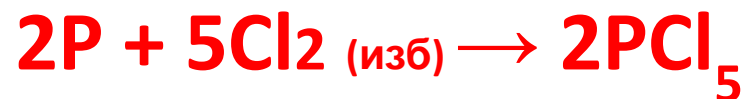


Видеофрагмент «сравнение
температур воспламенения
фосфора»

Взаимодействует с галогенами и с серой.



Взаимодействует с галогенами и с серой.



С водородом фосфор не
соединяется.

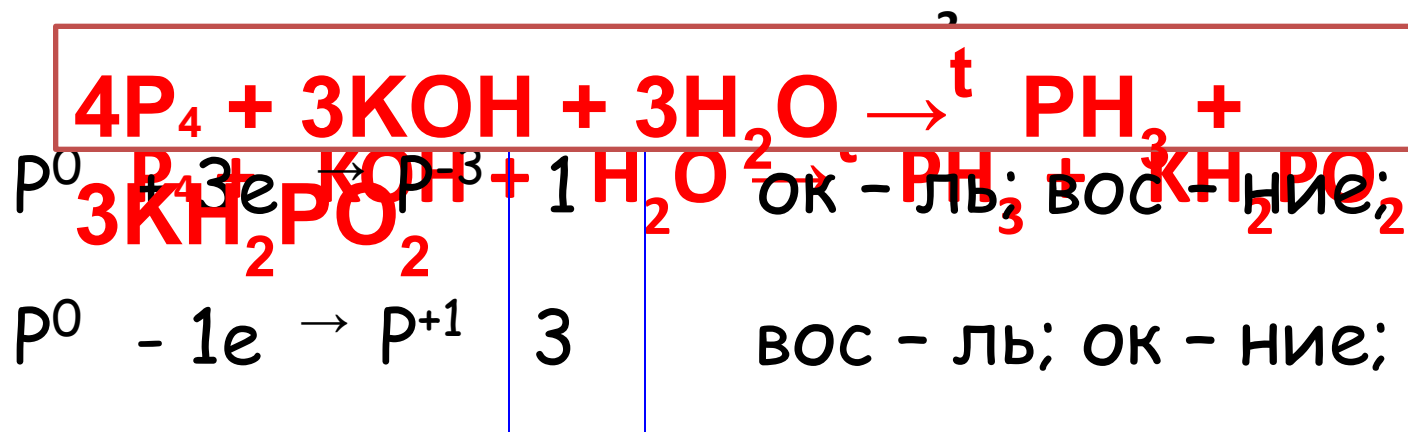
Взаимодействие со сложными вещес

Взаимодействие со сложными веществами

Взаимодействие со щелочами

В холодных концентрированных растворах щелочей также медленно протекает реакция

диспропорционирования:



Взаимодействие со сложными веществами

Сильные окислители превращают фосфор в фосфорную кислоту:



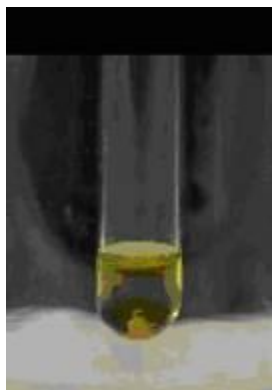
5

ОК - ^{Н₂О}ль; ВОС - ние;



1

ВОС - ль; ОК - ние;

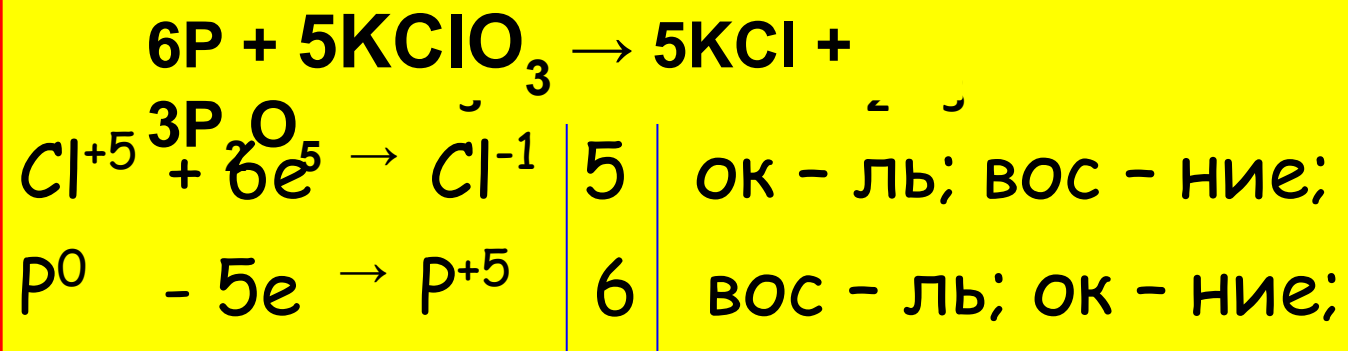


Взаимодействие со сложными веществами

Сильные окислители превращают фосфор в фосфорную кислоту:



Реакция окисления фосфора происходит при поджигании спичек, в качестве окислителя выступает бертолетова соль:



Такая реакция происходит, когда мы зажигаем спички. В головке спичек содержится бертолетова соль, в намазке шкурки – красный фосфор



Соединения фосфора

PH_3 – фосфин.

- Бесцветный,
- Ядовитый газ,
- С чесночным запахом,
- Легко самовоспламеняется на воздухе.

Получение:

Действие соляной кислоты на фосфиды металлов, например:

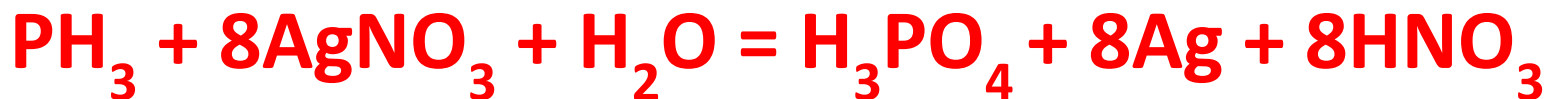


Химические свойства PH_3 :

Фосфин при температуре около $150\text{ }^\circ\text{C}$ самовоспламеняется на воздухе.



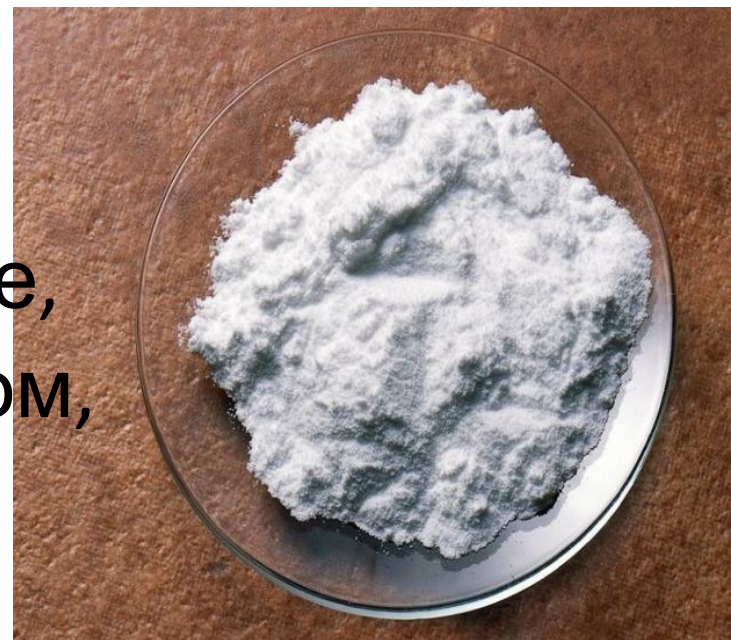
Фосфин восстанавливает соли некоторых малоактивных металлов до свободных металлов, например:



Практического значения фосфин не имеет.

P_2O_5 – оксид фосфора (V), или фосфорный ангидрид.

- Белый порошок,
- Без запаха,
- Хорошо растворяется в воде,
- Является кислотным оксидом,
- Образует несколько кислот:



При нагревании

Ортофосфорная, или фосфорная,
кислота

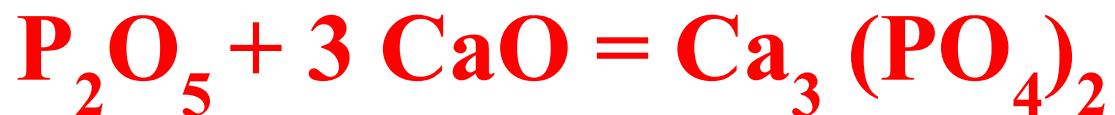


На холоде

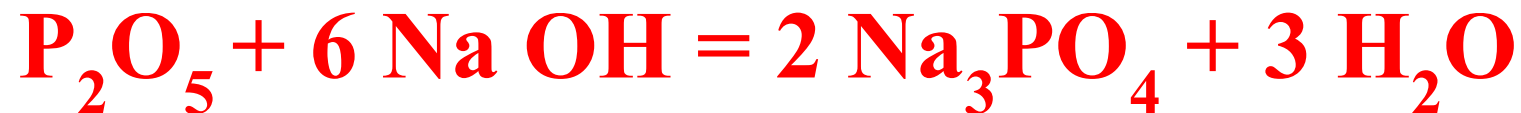
Метафосфорная кислота.

С чем кислотный оксид P_2O_5 будет
взаимодействовать :

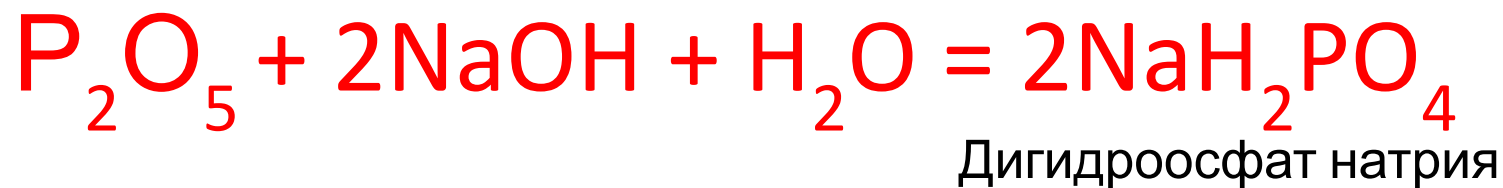
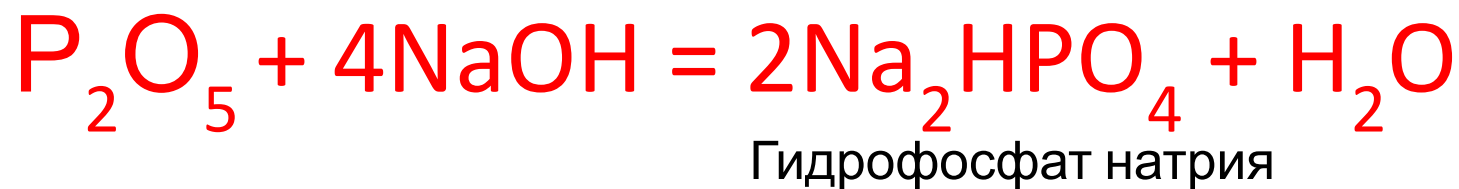
С основными оксидами



Со щелочами



При взаимодействии в избытке P_2O_5 со щелочами могут образовываться не только средние, но и кислые соли:

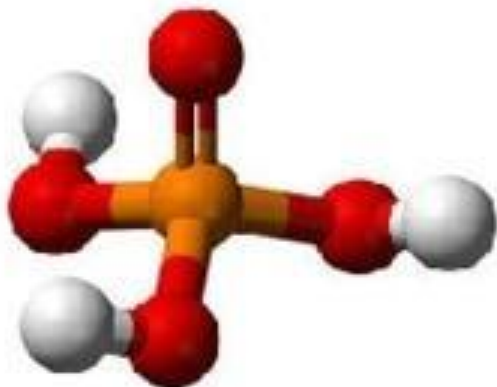
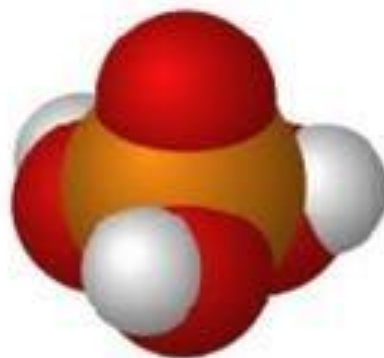
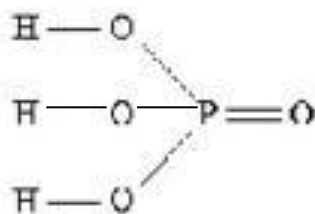




Ортофосфорная кислота

Ортофосфорная кислота - H_3PO_4

- кристаллическое,
- нелетучее,
- твердое,
- бесцветное вещество.

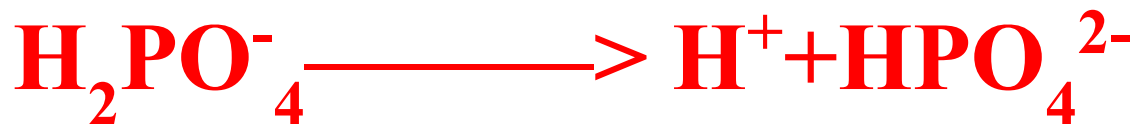
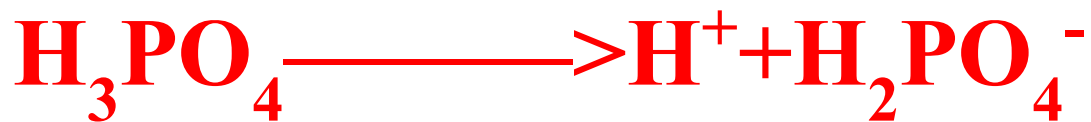


Химические свойства ортофосфорной кислоты

общие с другими кислотами



1. *Водный раствор кислоты изменяет окраску индикаторов. Диссоциация происходит ступенчато:*



Легче всего идет диссоциация по первой ступени и труднее всего — по третьей

Химические свойства ортофосфорной кислоты общие с другими кислотами

2. Реагирует с металлами, расположенными в вытеснительном ряду до водорода:



3. Реагирует с основными оксидами:

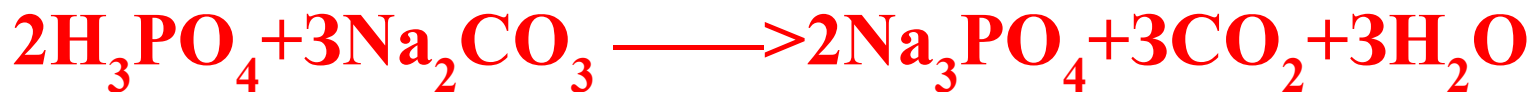


Химические свойства ортофосфорной кислоты общие с другими кислотами

4. Реагирует с основаниями и аммиаком; если кислота взята в избытке, то образуются кислые соли:



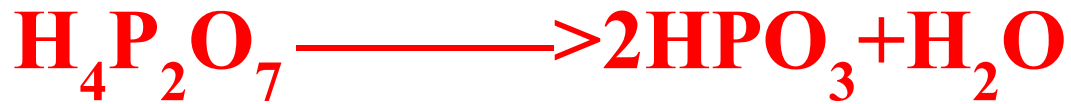
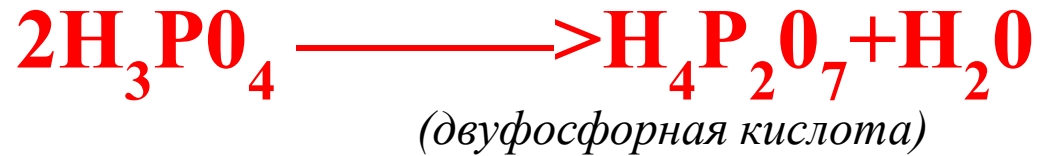
5. Реагирует с солями слабых кислот:

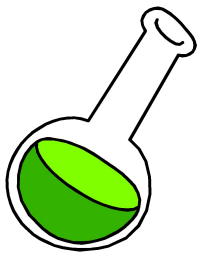


Химические свойства ортофосфорной кислоты

специфические

1. При нагревании постепенно превращается в метафосфорную кислоту:

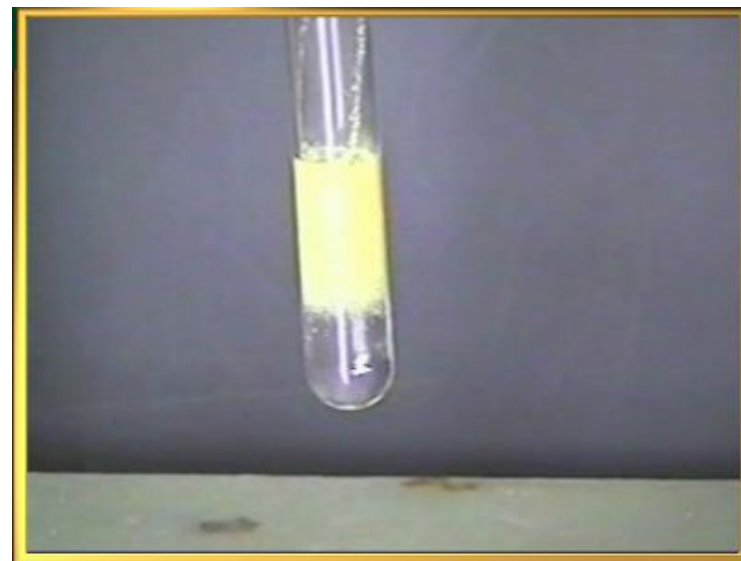




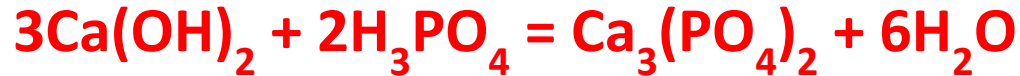
Качественная реакция на фосфат-ион PO_4^{3-}



- $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{AgNO}_3 \longrightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 + 3\text{HNO}_3$
- желтый осадок
- $\text{PO}_4^{3-} + 3\text{Ag}^+ = \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow$ (желтый фосфат серебра)
- Полученный осадок растворяется в сильных кислотах.
- По этому признаку его можно отличить от других нерастворимых солей серебра желтого цвета – AgI , AgBr



Соли фосфорной кислоты



Фосфаты являются хорошими удобрениями, которые повышают урожайность.

Перечислим наиболее значимые:

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

Простой суперфосфат - смесь $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и CaSO_4

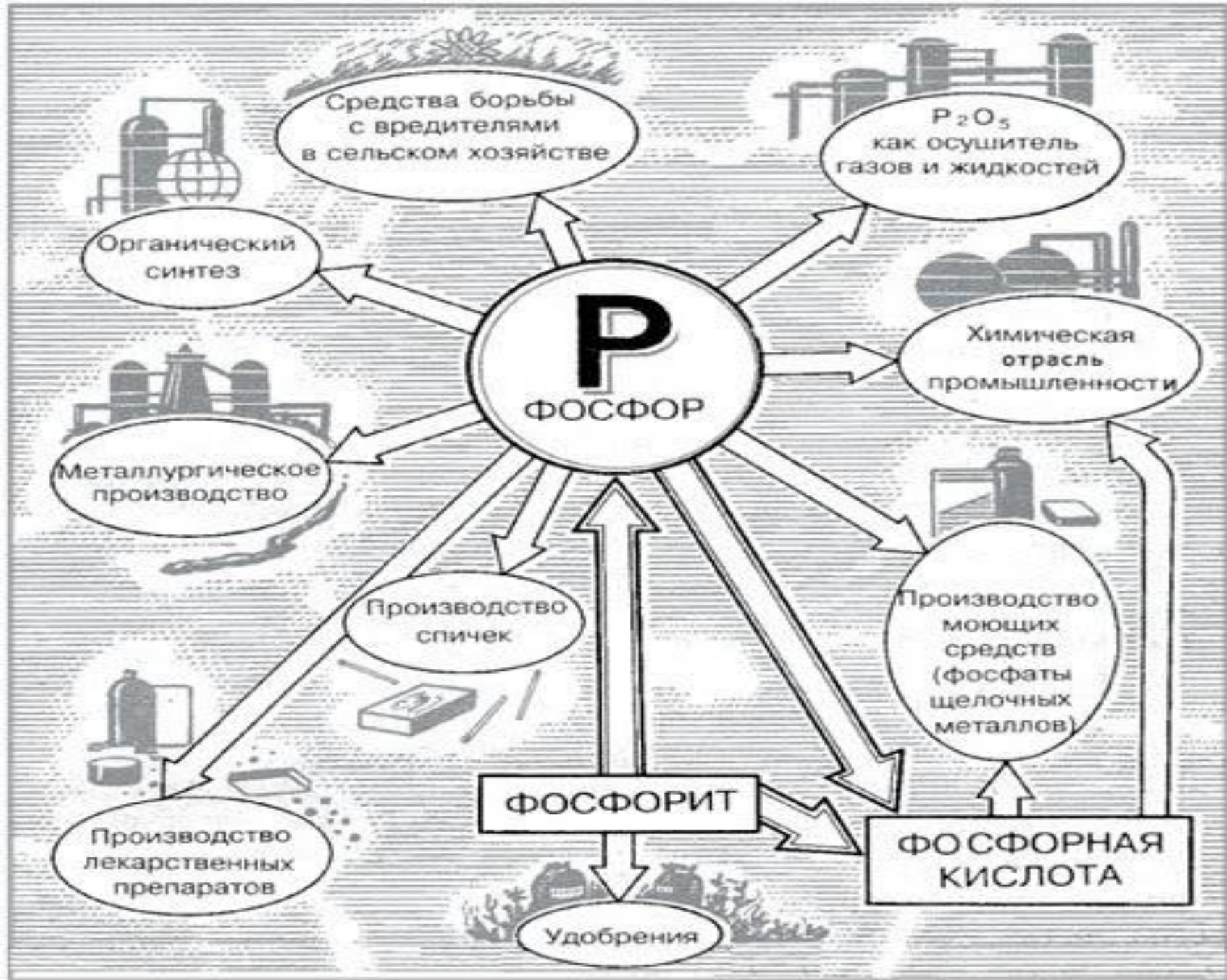
Двойной суперфосфат - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Дигидрофосфат аммония (Аммофос) - в основном состоит из моноаммонийфосфата - $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

Гидрофосфат аммония – $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ с $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и другими примесями

Костная мука - продукт переработки костей домашних животных $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

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



Закрепление

Осуществите превращение согласно схеме:

