

# Соединения фосфора

Учебное занятие по химии в 11 классе

**Г. Г. Куприянчик,**  
учитель химии высшей категории  
гимназии № 2 г. Пинска

**Цель урока:** создать условия для изучения строения соединений фосфора, их физических и химических свойств, способов получения и применения.

## **Задачи урока:**

*Образовательная:* изучить свойства оксидов фосфора и фосфорной кислоты, повторить классификацию и основные свойства оксидов и кислот.

*Развивающая:* развитие умений самостоятельно систематизировать и анализировать теоретическую и экспериментальную информацию, выделять главное в процессе проведения опытов, уметь самостоятельно делать выводы.

*Воспитательная:* способствовать формированию научного мировоззрения, развитию коммуникативных умений в ходе парной и коллективной работы, убеждения в необходимости привлечения химии к пониманию и описанию процессов происходящих в окружающей среде, воспитанию осознанного отношения к своему здоровью и “здоровью” окружающей среды, воспитанию эстетического отношения к предмету.

**Оборудование:** мультимедийный проектор, презентация, видеофильм по теме «Фосфор», на столе учителя порошок, бутылки с напитками «Coca-cola», «Fanta», р-ры  $\text{AgNO}_3$ , р-ры  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , пробирки

**Тип урока:** урок формирования новых знаний.

**Методы и формы:** беседа, рассказ, лекция.

## **Ход урока**

### **1. Организационный момент.**

### **2. Изучение нового материала**

На столе учителя стоит стиральный порошок, бутылки с напитками «Coca-cola», «Fanta».

Как вы думаете, каким образом всё это связано с нашим сегодняшним уроком? (Ответы учащихся).

Соединения фосфора содержатся в порошке, фосфорная кислота в качестве пищевой добавки содержится в составе таких напитков, как «Coca-cola» и «Fanta». Кроме того, фосфорная кислота и фосфаты используются в качестве ингибиторов коррозии.

### **Тема сегодняшнего урока: «Фосфор и его соединения»**

Давайте вспомним, где в периодической таблице находится фосфор? (Ответы учащихся).

Сейчас я вам предлагаю посмотреть небольшой видеофрагмент из фильма по мотивам романа Артура Конан Дойля «Собака Баскервиль» и ответить на вопрос: «Правильно ли разгадали тайну Шерлок Холмс и доктор Ватсон?»

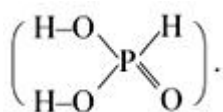
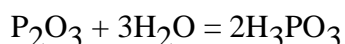
Просмотр видеофрагмента и обсуждение.

На самом деле это невозможно, так как мы уже знаем, что фосфор имеет 3 аллотропные модификации и одна из них действительно светится, но это не фосфор ...

Просмотр видеофрагмента, в котором подтверждается, что это не белый фосфор, так как он ядовит и даже при небольшом нагревании воспламеняется.

Фосфор легко окисляется кислородом, галогенами, серой. При недостатке окислителя обычно образуются соединения фосфора (III) ( $P_2O_3$ ,  $PNa_3$ ,  $P_2S_3$ ), при избытке – соединения фосфора (V) ( $P_2O_5$ ,  $PNa_5$ ,  $P_2S_5$ ).

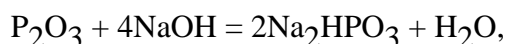
Оксид  $P_2O_3$  (истинная формула –  $P_4O_6$ ) – белое кристаллическое вещество, типичный кислотный оксид. При взаимодействии с водой на холоде образует фосфористую кислоту (средней силы):



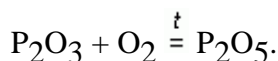
запись схемы на доске

Поскольку фосфористая кислота является двухосновной, при взаимодействии триоксида фосфора со щелочами образуется два типа солей – гидрофосфиты и дигидрофосфиты.

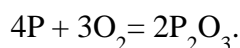
Например:



Диоксид фосфора  $P_2O_3$  окисляется кислородом воздуха до пентаоксида:



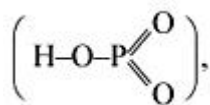
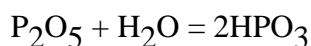
Триоксид фосфора и фосфористая кислота являются достаточно сильными восстановителями. Получают оксид фосфора (III) медленным окислением фосфора в недостатке кислорода:



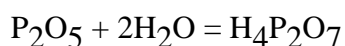
Оксид фосфора (V) и фосфорные кислоты

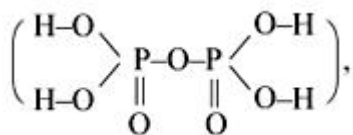
Пентаоксид фосфора  $P_2O_5$  (истинная формула –  $P_4O_{10}$ ) – белое гигроскопичное кристаллическое вещество. В твердом и газообразном состояниях молекула существует в виде димера, при высоких температурах мономеризуется. Типичный кислотный оксид. Очень хорошо растворяется в воде, образуя ряд фосфорных кислот:

метафосфорную:

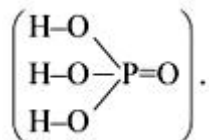
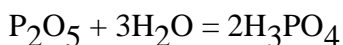


пирофосфорную (дифосфорную):



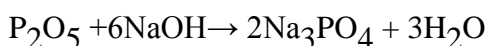
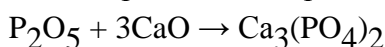


ортофосфорную (фосфорную):

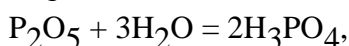


Вопрос к классу. С какими веществами будет взаимодействовать кислотный оксид – оксида фосфора (V)? (С основными оксидами, щелочами).

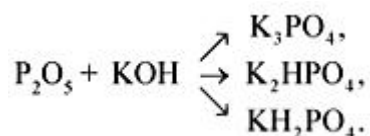
**Учитель.** Запишите уравнения реакций взаимодействия оксида фосфора с оксидом кальция и гидроксидом натрия.



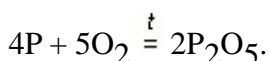
Пентаоксид фосфора проявляет все свойства, характерные для кислотных оксидов, например:



может образовывать три типа солей:

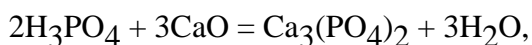
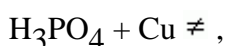
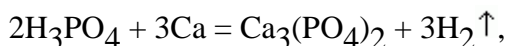


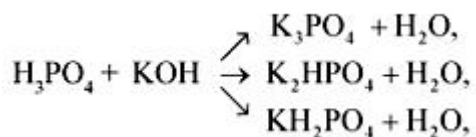
Окислительные свойства для него не характерны, т.к. степень окисления +5 является для фосфора очень устойчивой. Получают пентаоксид фосфора при горении фосфора в достаточном количестве кислорода:



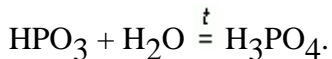
Ортофосфорная кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$  – бесцветное кристаллическое вещество, очень хорошо растворимое в воде, гигроскопична. Это трехосновная кислота средней силы; не обладает выраженными окислительными свойствами. Проявляет все химические свойства, характерные для кислот, образует три типа солей (фосфаты, гидрофосфаты и дигидрофосфаты):

**Учитель.** Фосфорная кислота при нагревании вступает в реакции с металлами, стоящими в ряду напряжения металлов до водорода.





взаимодействие метафосфорной кислоты с водой при нагревании:



В организме человека ортофосфорная кислота образуется при гидролизе аденозинотрифосфорной кислоты (АТФ):

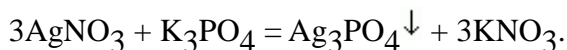
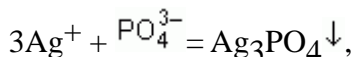


#### 4. Физкультминутка

В кабинет вносится чёрный ящик. А сейчас предлагаю немножко поиграть, каждому из вас необходимо выбрать из чёрного ящика листочек с формулой вещества. Назвать вещество и рассказать, что вы знаете об этом веществе (на листочках записаны формулы фосфорной кислоты, гидрофосфата натрия, дигидрофосфата калия, оксидов фосфора).

Затем учитель показывает карточку с веществом –  $\text{AgNO}_3$ . Ребята, как вы думаете, каким образом это вещество связано с темой нашего урока?

Качественной реакцией на фосфат-ион является реакция с катионом серебра; образуется осадок желтого цвета, не растворимый в слабокислых средах (Демонстрация опыта взаимодействия фосфата калия с нитратом серебра): запись в тетради



Получение и применение фосфора.

#### 4. Физкультминутка

### 5. Закрепление изученного материала.

Работа с цепочками превращений по изученной теме (работа парами).

Перед вами цепочка превращений по фосфору. Вам дается 5 минут. Вы должны записать уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить эти превращения.

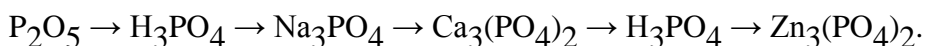
Вариант 1

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:



Вариант 2

Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:



#### Тест по теме «Фосфор и его соединения»

##### Вариант 1

1. Исключите «лишний» элемент из перечисленных по принципу возможности образования аллотропных модификаций:

- а) кислород; б) азот;
- в) фосфор; г) сера.

2. Число электронов на внешнем уровне атома фосфора:

а) 2; б) 3; в) 5; г) 15.

3. Сумма коэффициентов в уравнении электролитической диссоциации фосфата калия равна:

а) 5; б) 3; в) 4; г) 8.

4. При взаимодействии 42,6 г фосфорного ангидрида и 400 г 15%-го раствора гидроксида натрия образуется:

а) фосфат натрия;

б) гидрофосфат натрия;

в) смесь фосфата и гидрофосфата натрия;

г) смесь гидро- и дигидрофосфата натрия.

5. Фосфор, полученный из 33 г технического фосфата кальция, сожгли в кислороде. Образовавшийся оксид фосфора(V) прореагировал с 200 мл 10%-го раствора гидроксида натрия (плотность – 1,2 г/мл) с образованием средней соли. Масса примесей в техническом образце фосфата кальция (в г) составляет:

а) 3,5; б) 1,5; в) 2; г) 4,8.

### **Вариант 2**

1. Исключите «лишний» элемент из перечисленных по принципу образования аллотропных модификаций:

а) водород; б) азот;

в) фосфор; г) магний.

2. Число сигма-связей в молекуле ортофосфорной кислоты:

а) 2; б) 7; в) 14; г) 10.

3. Сумма коэффициентов в уравнении электролитической диссоциации фосфата натрия равна:

а) 5; б) 3; в) 4; г) 8.

4. При взаимодействии 42,3 г фосфорного ангидрида и 400 г 15%-го раствора гидроксида натрия образуется:

а) фосфат натрия;

б) гидрофосфат натрия;

в) смесь фосфата и гидрофосфата натрия;

г) смесь гидро- и дигидрофосфата натрия.

5. Фосфор, полученный из 32 г технического фосфата кальция, сожгли в кислороде. Образовавшийся оксид фосфора(V) прореагировал с 200 мл 10%-го раствора гидроксида натрия (плотность – 1,2 г/мл) с образованием средней соли. Масса примесей в техническом образце фосфата кальция (в г) составляет:

а) 3,5; б) 1; в) 2; г) 4,8.

Проверка

**6. Домашнее задание:** § 44, № 3,7

Подведение итогов вместе с классом.

**7. Рефлексия. Рефлексивный тест**

1. Узнал много нового.

2. Мне это пригодится в жизни.

3. На поставленные вопросы я получил ответы.

4. На уроке работал (с интересом, без удовольствия) и цели урока достигнуты.

Учитель благодарит учащихся за сотрудничество:

«Сами, трудясь, вы сделаете всё и для близких людей и для себя, а если при труде успеха не будет, неудача – не беда, попробуйте ещё».

Д. И. Менделеев.