**АЗОТ И ФОСФОР**

УРОК №

**Тема** Азот и фосфор: положение в периодической системе, строение атомов. Аллотропные модификации фосфора. Азот и фосфор как простые вещества: строение молекул, распространение в природе. Физические свойства. Химические свойства. Применение.

**Цель.** Охарактеризовать элементы азот и фосфор по положению в периодической системе и строению атомов; расширить знания учащихся об аллотропии на примере аллотропных модификаций фосфора; рассмотреть химические и физические свойства простых веществ, образованных элементами азотом и фосфором; систематизировать и дополнить знания учащихся о распространении азота и фосфора в природе; показать на при мере элементов группы V взаимосвязь между строением атома, положением элементов в периодической системе, их физическими и химическими свойствами; установить взаимосвязь между строением Кристаллической решетки и свойствами простых веществ, между свойствами веществ и их применением.

**Оборудование и материалы.** Периодическая таблица химических элементов Д. И. Менделеева, таблица электроотрицательностей.

**Базовые понятия и термины.** Окислитель, восстановитель, аллотропные модификации, нитриды, фосфиды, аммиак, фосфин.

**Тип урока**. Комбинированный.

**Структура урока**

I. Организационный этап 2-3 мин

II. Актуализация опорных знаний 12-15 мин

III. Изучение нового материала 20 мин

1. Положение элементов азота и фосфора в периодической системе.

2. Физические свойства азота. Азот в природе. Получение азота. З. Аллотропные модификации фосфора. Фосфор в природе.

4. Химические свойства азота.

5. Химические свойства фосфора.

6. Применение азота и фосфора.

IV. Закрепление и обобщение знаний. 5-7 мин

V. Домашнее задание: 2-3 мин

VI. Подведение итогов урока. 1-2 мин.

**ХОД УРОКА**

I. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ЭТАП

II. АКТУАЛИЗАЦИЯ ОПОРНЫХ ЗНАНИЙ Самостоятельная работа.

**I вариант**

При растворении серебра в избытке концентрированной серной кислоты выделился газ объемом 100 мл. Найдите массу растворенного серебра, если выход реакции 89 % .

**II вариант**

Из 320 тонн железного колчедана, содержащего 45 % серы, было получено 405 тонн серной кислоты. Вычислите выход кислоты.

**III вариант**

При взаимодействии сероводорода объемом 78,4 л (н. у.) с избытком раствора нитрата свинца образовалось 700 г осадка. Рассчитайте выход реакции.

**IV вариант**

Какой объем триоксида серы должен прореагировать с избытком воды для получения 20 г серной кислоты, если выход реакции 82 %?

**V вариант**

Необходимо получить 200 г 24% -го раствора серной кислоты. Какая масса оксида серы (VI) потребуется для этого, если выход реакции 78 %?

**VI вариант**

В реакцию нейтрализации вступают 46 г раствора гидроксида натрия с массовой долей NaOH 8 % и раствор серной кислоты массой 56 г с массовой долей H2S04 4 %. Какая масса соли образуется, если выход реакции 98 % ?

**Беседа.**

1) Назовите элементы, которые находятся в главной подгруппе V группы.

2) Назовите элементы, которые находятся в 'побочной подгруппе V группы.

3) Сравните изменение свойств элементов в главной и побочной подгруппах. Объясните свой ответ с точки зрения теории строения атома.

**III ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА**

1. ПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АЗОТА И ФОСФОРА В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ.

Рассказ учителя.

Азот и фосфор, как и остальные элементы V группы, имеют одинаковое строение внешнего энергетического уровня. Электронная формула внешнего уровня для элементов V группы в общем виде , где n - номер энергетического уровня. Одинаковое строение внешнего уровня обусловливает сходные свойства элементов 5 группы: валентность и степень окисления, общие формулы высших оксидов (R205) и водородных соединений (RНз). Нельзя забывать, что металлические свойства в группах сверху вниз возрастают и соответственно меняются свойства гидроксидов от кислотных через амфотерные к основным.

**Индивидуальное задание.**

Задание выполняется двумя учащимися у доски.

Запишите схемы распределения электронов по уровням и подуровням:

а) в атоме азота;

б) в атоме фосфора.

**Рассказ учителя.**

Характерная валентность для атомов азота и фосфора в невозбужденном состоянии равна III, в возбужденном состоянии - V. Это состояние возможно только для фосфора и других элементов V группы за исключением азота, так как на втором энергетическом уровне нет d-подуровня. Азот не бывает пятивалентным, но степень окисления, как условный заряд, может быть +5. Степени окисления у азота: -1, -2, -3, +1, +2, +3, +4, +5, у фосфора: -2, -3, +1, +3, +4, +5. Наиболее характерные для фосфора степени окисления: -3, +3, +5.

Возвращаясь к строению внешнего уровня атома азота, можно рассмотреть строение молекулы азота: три неспареных электрона каждого атома образуют тройную связь между атомами азота в молекуле N2. Для разрыва такой связи нужна значительная энергия, поэтому молекулярный азот проявляет химическую пассивность и вступает в химические реакции при нагревании, в присутствии катализатора, при повышенном давлении.

2. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЗОТА. АЗОТ В ПРИРОДЕ. ПОЛУЧЕНИЕ АЗОТА.

Рассказ учителя.

Азот - бесцветный газ без вкуса и запаха, немного легче воздуха (М(воздуха) = 29 г/моль, М (N2) = 28 г/моль), плохо растворим в воде.

Азот занимает пятое место по распространенности во Вселенной: из каждых 100000 атомов 15 являются атомами азота. Однако по распространенности на Земле азот находится в конце второй десятки элементов (в земной коре азота 0,04 %, основная часть азота сосредоточена в атмосфере - 4·1016 т). Азот в природе встречается главным образом в свободном состоянии. В воздухе его объемная доля составляет 78,1 %, массовая -75,6 %. Соединения азота в небольших количествах содержатся в почве. В виде органических соединений азот содержится во всех организмах. Он входит в состав белков, нуклеиновых кислот, АТФ и других органических веществ.

Азот получают в промышленности из жидкого воздуха: так как азот имеет самую низкую температуру кипения из всех газов атмосферы, то из жидкого воздуха он будет испаряться первым. Жидкий азот перевозят в так называемых сосудах Дьюара, которые устроены по аналогии с термосом.

Вопрос.

Почему сосуды Дьюара, заполненные азотом, не закрывают?

3. АЛЛОТРОПНЫЕ МОДИФИКАЦИИ ФОСФОРА. ФОСФОР В ПРИРОДЕ. Работа с учебником.

У фосфора известно несколько аллотропных модификаций, среди которых наиболее распространены белый; красный и черный фосфор, Учащиеся знакомятся с аллотропными модификациями фосфора по учебниику [1, § 9, с. 43-44]. Во время работы учащиеся заполняют таблицу.

Сравнительная характеристика аллотропных модификаций фосфора

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Признаки | Белый фосфор | Красный фосфор | Черный фосфор |
| Окраска |  |  |  |
| Запах |  |  |  |
| Внешний вид |  |  |  |
| Температура  плавления |  |  |  |
| Способность  к окислению |  |  |  |
| Растворимость |  |  |  |
| Ядовитость |  |  |  |
| Люминесценция |  |  |  |
| Кристаллическая  решетка |  |  |  |

**Рассказ учителя.**

Фосфор - жизненно важный элемент. Фосфор встречается в организмах и минералах только в химически связанном виде. В живых организмах фосфор содержится в виде фосфолипидов (например, лецитин в нервной и мозговой тканях), фосфопротеидов (ферменты), нуклеиновых кислот, АТФ, различных эфиров ортофосфорной кислоты И ортофосфата кальция (в костях и зубах). Экскременты птиц образуют природное фосфорсодержащее вещество - гуано.

Минералы, содержащие элемент фосфор - фосфориты, апатиты, основная составляющая которых Саз(Р04)2 Фосфаты содержатся также в некоторых рудах железа.

4. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЗОТА.

**Рассказ учителя.**

Азот - химически инертное вещество 'вследствие строения молекулы, поэтому он вступает в реакции при повышенной температуре и (или) в присутствии катализатора. При комнатной температуре азот реагирует только с литием:

6Li + N2 = 2LiзN - нитрид лития.

С другими металлами он реагирует при высоких температурах: 2Al + N 2 = 2AIN - нитрид алюминия;

3Mg + N2 = МgзN2 - нитрид магния.

Вещества, которые образуются в результате этих реакций, называются нитридами.

С водородом азот взаимодействует ~ присутствии катализатора при высоких давлении и температуре:

N 2 + 3Н2= 2NНз - аммиак.

При очень высоких температурах (около 3000 ОС) азот соединяется с кислородом:

N2 +02 = 2NO.

5. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОСФОРА.

Рассказ учителя.

Фосфор - более активный окислитель, чем азот. Фосфор проявляет как окислительные, так и восстановительные свойства. Из всех аллотропных модификаций наиболее активным является белый фосфор.

Белый фосфор самовоспламеняется, а красный горит при поджигании:

4Р + 502 = 2P20s - оксид фосфора (V).

При недостатке кислорода образуется оксид фосфора (III) - очень ядовитое вещество:

4Р + 302 = 2Р2Оз

При нагревании фосфор реагирует с металлами, образуя фосфиды: 3Са + 2Р = СаЗР2 - фосфид кальция.

Фосфиды легко разлагаются водой с образованием фосфина РНз (аналог аммиака):

СаЗР2 + 6Н2О = 3Са (ОН)2 + 2РНз

6. ПРИМЕНЕНИЕ АЗОТА и ФОСФОРА. Работа с учебником. Применение фосфора и азота учащиеся изучают самостоятельно по учебнику [1, § 10, с. 45-47].

V. ЗАКРЕПЛЕНИЕ И ОБОБЩЕНИЕ ЗНАНИЙ

Беседа.

1) Дайте сравнительную характеристику элементов V группы.

2) Попробуйте описать круговорот азота и фосфора в природе. Где возможно, приведите уравнения реакций.

3) Как можно потушить горящий фосфор?

4) Очень многие люди считают, Что светящийся циферблат часов и другие светящиеся в темноте вещи покрыты фосфором или, его соединениями. Это же утверждение есть и в произведении Конан Дойля «Собака Баскервилей» . Там говорится, что устрашающий вид собаке придавали светящиеся в темноте соединения фосфора. Как вы считаете, правильны ли такие рассуждения?

VI. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Изучить § 9, 10 [1]. ,

2. Выполнить задания 53-64 [1, с. 44-45], 65-68 [1, с. 47].

VII. ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ УРОКА

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ К УРОКУ АЗОТ В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ

Непосредственно из воздуха азот усваивают лишь некоторые бактерии, а все другие организмы способны усваивать только соединения азота. Растения извлекают азот из почвы с неорганическими веществами - нитратами и солями аммония; животные усваивают органически связанный азот при потреблении растительной или животной пищи.

Для выведения азота из организма природой была создана целая система - выделительная, основная задача которой - выведение продуктов распада азотсодержащих органических веществ, в основном - белков. В результате метаболизма азотсодержащих соединений в организмах образуется аммиак. Это ядовитое вещество. Как конечный продукт обмена он образуется у некоторых водных организмов и выводится из них, растворяясь в большом количестве воды. У наземных животных азот выводится в виде мочевины или мочевой кислоты. Для выведения водорастворимой мочевины требуется больше воды, чем для выведения нерастворимой. в воде мочевой кислоты. Поэтому мочевая кислота образуется у животных, которые не могут позволить себе терять много воды. Это птицы, которые не могут тратить много воды, так как ее запасы в организме ограничены (приспособление к полету, облегчение веса тела), животные засушливых экосистем (степей, полупустынь, пустынь), насекомые, рептилии и другие животные, которые в процессе эволюции приспособились экономить воду. Мочевина, или карбамид, образуется у остальных наземных животных, в том числе и у человека.

СВОЙСТВА ФОСФОРА И ФОСФИНА.

Фосфор получают из апатитов или фосфоритов при прокаливании их с коксом и песком при 1500 ос:

2Саз (Р04)2 + 10С+ 68Ю2 = 6Са8Юз + Р4 + 10СО.

Фосфин - бесцветный ядовитый газ с запахом гнилой рыбы, является более сильным ОКJ1:слителем, чем аммиак. На воздухе самовоспламеняется, при этом образуются различные кислородсодержащие кислоты фосфора, в основном ортофосфорная кислота:

РНЗ + 202 = НзР04 (реакция протекает в две стадии:

2РНз + 402 -7 РР5 + 3Н2О; Р2О5 + 3Нр -7 2НзР04 ).

По аналогии с аммиаком фосфин способен к реакциям присоединения:

РНЗ + HCl = PH4Cl .

Наряду с фосфином часто образуется и другое соединение фосфора С водородом - Р2Н4, воспламеняющееся на воздухе еще легче, чем фосфин. Эти свойства соединений РНз и Р 2Н4 обусловливают появление блуждающих огней на кладбищах и гниющих болотах.

Фосфор реагирует с галогенами, серой: 2Р + 38 = Р28з ;

2Р + 3Cl2 = 2РСlз .

Фосфор окисляется некоторыми оксидами при нагревании, например: 2Р + 3С02 = Р2ОЗ + зсо. (К вопросу о тушении горящего фосфора.) Фосфиды гидролизуются кислотами: NазР + 3HCl = РНЗ + 3NaCl.

ФОСФОР В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА.

В теле человека массой 70 кг содержится около 780 г фосфора. В виде фосфатов кальция фосфор присутствует в костях человека и животных. Он IJХОДИТ В состав белков, фосфолипидов, нуклеиновых кислот. Ежедневная

Потребность человеческого организма в фосфоре составляет 1,2 г. Основное его количество потребляется с молоком и хлебом. Наиболее богаты фосфором рыба, фасоль, некоторые виды сыра. Для правильного питания необходимо соблюдать баланс между количеством потребляемого фосфора и кальция: оптимальное соотношение этих элементов в пище составляет 1,5 : 1. Избыток богатой фосфором пищи приводит к вымыванию кальция из костей, а при избытке кальция развивается мочекаменная болезнь.

СПИЧКИ.

3наменитыЙ французский химик К. Л. Бертолле в 1806 г. получил соль хлорат калия КСIОз , которая впоследствии была названа бертолетовой. Ученый заметил, что соль бурно реагирует с серной кислотой, и в ходе реакции выделяется огромное количество теплоты. Это привело к изобретению первой спички., головка которой состояла из бертолетовой соли. Для воспламенения спички ее головку прижимали к асбесту, пропитанному концентрированной серной кислотой.

В 1832 г. появились сухие спички, изобретенные химиком Л. Тревани в Вене. Теперь спичку, головка которой состояла из смеси бертолетовой соли с серой и клеем, зажимали в листок наждачной бумаги и быстро выдергивали. От трения головка зажигалась. Иногда воспламенение головки происходило со взрывом. Это приводило к ожогам: воспламеняющаяся часть при трении нередко отпадала.

Химики придумали такой состав спичечной головки, который загорался спокойно. Он состоял из бертолетовой соли, белого фосфора и клея. Такие спички легко воспламенялись при трении о любую твердую поверхность, например о подошву сапога.

Количество спичечных фабрик интенсивно росло во всех странах мира.

И все же проблема создания спичек оказалась решенной не до конца. Вся сложность заключалась в том, что спички были небезопасными. Виновником этого являлся белый фосфор, способный легко воспламеняться. При перевозке спички нередко загорались от трения. Кроме того, белый фосфор - одно из самых ядовитых веществ. Поэтому работа на спичечных фабриках была весьма опасной для здоровья. Постепенно пришли к выводу, что изготовление спичек, содержащих белый фосфор, приносит больше убытка, чем дохода. И в конце XIX века в большинстве стран производство таких спичек было запрещено законом.

Оказалось возможным заменить белый фосфор на красный. В отличие от белого, эта разновидность фосфора совершенно безвредна. Красный фосфор ввели в состав спичечной массы. Но спички загорались очень плохо. Они не находили сбыта.

Проблема была решена в 1855 г. в Швеции. Поэтому долгое время эти спички назывались во всем мире «шведские». Их отличительная особенность заключалась в следующем. Они не воспламенялись при трении о любую поверхность. Чтобы спичечная головка зажглась, ее надо было потереть о боковую поверхность коробки (шкурку), покрытую особой массой. Таким образом, огонь возникал в результате трения и химических реакций.

Как же устроена современная спичка? Масса спичечной головки на 60 % состоит из бертолетовой соли, а также из горючих веществ - серы или каких-нибудь сульфидов металлов, например сульфида сурьмы. Чтобы воспламенение головки происходило медленно и равномерно, без взрыва, к массе добавляют так называемые наполнители - стеклянный порошок, оксид железа (III) и др. Связывающим материалом служит клей.

Бертолетову соль можно заменять иными веществами, в большом количестве содержащими кислород, например бихроматом калия. А из чего состоит намазка шкурки? Здесь основной компонент - красный фосфор. К нему добавляют оксид марганца (IV), толченое стекло и клей. При трении головки о шкурку в точке их соприкосновения красный фосфор загорается благодаря кислороду бертолетовой соли. В головке спички вспыхивает сера и сульфид сурьмы (III) опять же за счет кислорода бертолетовой соли. А уже затем загорается дерево. Ныне известно множество рецептов составов головки и намазки. Неизменными компонентами являются лишь бертолетова соль и красный фосфор.

Необходимый элемент спички - это ее деревянная часть, или спичечная соломка. Наиболее подходящее дерево для изготовления спичечной соломки - осина. Из бревна на специальных машинах нарезается тонкое деревянное полотно. Затем оно расщепляется на длинные тонкие прутки. Эти прутки превращаются в спичечную соломку. Далее соломка поступает в автоматы, где на ее конец наносится спичечная масса. Наряду с этим спичечную соломку обычно подвергают специальной обработке, чтобы предотвратить, например, отсыревание. Современные спичкоделательные машины производят сотни миллионов спичек в день.

Если принять, что каждый человек в среднем тратит 5 спичек в день, то, для того чтобы удовлетворить годовую потребность человека в спичках, необходимо около 50 млн осин - это почти миллион гектаров первосортного осинового леса. Вот почему широкое распространение получили всевозможные зажигалки - бензиновые, газовые, электрозажигалки для газовых плит и т. п.

Существует несколько разновидностей спичек. Охотничьи спички отличаются от простых тем, что, кроме обычной головки и соломки, у них имеются дополнительная обмазка ниже головки. Дополнительная зажигательная масса делает спичку долгогорящей с большим жарким пламенем. Такие спички дают возможность разжечь костер в любую погоду. Горит каждая спичка около 10 с, тогда как простая спичка всего 2-3 с.

Не менее любопытны и штормовые спички. Они не имеют головки, но намазка «тела» у них значительно толще, чем у охотничьих спичек: Зажигательная масса их содержит много бертолетовой соли, поэтому способность к воспламенению, т. е. чувствительность таких спичек очень высока. Они горят не менее 10 с в любых метеорологических условиях, даже в штормовую погоду при 12 баллах. Такие спички особенно нужны рыбакам и морякам.

Газовые спички отличаются от обычных тем, что палочка у них длиннее. Такой спичкой можно зажечь сразу несколько конфорок.

Добавление в зажигательную массу некоторых солей дает возможность получить цветной огонь: красный, розовый, синий, зеленый, фиолетовый.