

Неметаллы

Подготовила учитель химии МБОУ СОШ № 22 Наталья Ивановна Бирюкова

Цели урока. Систематизировать и развить представления учащихся об особенностях строения и свойств атомов неметаллов, простых веществ — неметаллов. Обобщить знания учащихся о водородных соединениях неметаллов, оксидах и гидроксидах неметаллов.

Оборудование и реактивы. Модели кристаллических решеток графита, алмаза. Порошок железа, сера, железные стружки, NaCl , NH_4Cl , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, порошок SiO_2 , растворы KBr , KI , KMnO_4 , $\text{NaOH}_{(\text{конц})}$, бром, крахмальный клейстер,

План

I. Химические элементы-неметаллы

1. Особенности электронного строения атомов неметаллов.
2. Положение элементов-неметаллов в ПСХЭ в связи со строением атомов.
3. Закономерности в изменении свойств элементов-неметаллов.

II. Простые вещества — неметаллы

1. Химическая связь и кристаллическое строение.
2. Физические свойства неметаллов.
3. Химические свойства неметаллов.
4. Получение неметаллов.

III. Соединения неметаллов (водородные, оксиды и гидроксиды)

I. Химические элементы-неметаллы

Особенности электронного строения атомов неметаллов

Характеризуя электронное строение химических элементов-неметаллов, учащиеся отмечают, что их атомы имеют на внешнем слое, как правило, 4 и более электронов, малый радиус атомов (по сравнению с металлами), поэтому хорошо удерживают свои электроны и принимают электроны от других атомов до завершения внешнего слоя.

Положение неметаллов в ПСХЭ в связи со строением атомов

- неметаллы в ПСХЭ расположены справа и вверху от линии, соединяющей элементы бор и астат, в III, IV, V, VI, VII группах главных подгрупп, это p-элементы (кроме водорода);
- элемент бор, аналог алюминия, но у его атомов заполняется электронами последний подуровень, $\dots 2s^2 2p^1$, а у алюминия остается «пустым» 3d-подуровень $\dots 3s^2 3p^1 3d^0$; радиус атомов алюминия больше, чем у атомов бора, поэтому бор прочнее удерживает электроны, чем алюминий, и имеет свойства неметалла;
- свойства элемента астата точно определить не удастся, так как нет возможности получить его в ощутимых количествах, это искусственно получаемый радиоактивный элемент с периодом полураспада 8 часов;
- неметалл водород в ПСХЭ стоит особняком, это s-элемент, и чаще его помещают в главную подгруппу I группы в электронное семейство s-элементов с одним s-электроном на внешнем слое;
- благородные газы занимают главную подгруппу VIII группы.

Закономерности в изменении свойств элементов-неметаллов

Далее обсуждаются закономерности в изменении свойств элементов-неметаллов, принадлежащих одному периоду и одной подгруппе на основании строения атомов.

Чем меньше радиус атома и чем больше электронов на его внешнем слое, тем сильнее окислительные свойства этого атома, т. е. способность принимать электроны. Эти свойства характеризуют неметалличность элементов.

Таким образом, чем правее и выше стоит неметалл в ПСХЭ, тем ярче выражены его неметаллические (окислительные) свойства. Для количественной характеристики неметаллических свойств используют значения относительных электроотрицательностей элементов. Максимальное значение электроотрицательности, равное четырем, имеет фтор F — самый неметаллический элемент, элемент-окислитель. У остальных неметаллов значения электроотрицательности изменяются от 2 до 4, и в соответствии с ними неметаллы можно расположить в соответствующий ряд. Неметаллы могут быть и восстановителями (кроме фтора), восстановительные свойства усиливаются в обратном направлении (по сравнению с окислительными). H₂, C, Si — известные восстановители металлов из их оксидов.

Простые вещества — неметаллы

Химическая связь и кристаллическое строение

? Охарактеризовать химическую связь в простых веществах — неметаллах и состав образующихся частиц.

Между одинаковыми атомами неметаллов — ковалентная неполярная. Атомы неметаллов соединяются либо попарно в молекулы H₂, O₂, N₂, Cl₂, I₂, Br₂, F₂, либо образуя молекулы из большего числа атомов O₃, P₄, S₈, либо кристаллы атомного строения C_n, B_n, Si_n, Se_n, Te_n (где *n* ограничивается лишь размерами кристалла). Вещества молекулярного строения в твердом состоянии тоже образуют кристаллы, имеющие молекулярные кристаллические решетки.

? 1. Сколько общих электронных пар (ковалентных связей) образует атом рассматриваемого неметалла?

2. Какие электроны принимают участие в образовании ковалентных связей?

Атом бора образует *три* общие пары электронов с другими атомами, участвуют в этом электроны, занимающие *sp*²-гибридизованные орбитали.

Атом углерода может образовать *четыре* общие пары электронов. Очевидно, что валентные электронные орбитали тоже будут гибридизоваться, в алмазе, например, атом углерода находится в *sp*³-гибридном состоянии.

Атом азота образует *три* ковалентные связи, *атом кислорода* — две, *атом фтора* — одну, причем в образовании связей у этих атомов принимают участие только электроны *p*-орбиталей.

Взаимное расположение гибридных орбиталей атома бора B исключает возможность одновременного перекрывания всех трех орбиталей двух атомов бора. Поэтому они образуют бесконечную пространственную сеть - атомную кристаллическую решетку. То же можно сказать и об атомах углерода, *sp*³-гибридные орбитали этих атомов направлены под углом 109°28' к вершинам воображаемого тетраэдра, и при соединении двух таких атомов возможно перекрывание только двух орбиталей, остальные будут участвовать в образовании связей с другими атомами углерода. Так образуется атомная структура алмаза.

У азота все непарные электроны занимают *p*-орбитали, угол между которыми 90°. Поэтому возможно перекрывание всех валентных орбиталей двух

взаимодействующих атомов азота: при этом образуется одна сигма-связь и две пи-связи во взаимно перпендикулярных плоскостях. Так образуется молекула N_2 . Аналогично с участием электронов, занимающих только р-орбитали, образуются молекулы O_2 и F_2 .

Вывод: Если пространственная направленность валентных орбиталей позволяет ограниченной группе атомов образовать общие электронные пары с участием всех непарных электронов данных атомов, то получается молекула вещества. В противном случае вещество будет иметь атомное строение.

Для неметаллов характерно явление аллотропии (углерод, кислород, сера, фосфор).

? почему галогены, в отличие от халькогенов, не образуют аллотропных модификаций?

Физические свойства неметаллов (демонстрация)

Химические свойства неметаллов

Окислительные свойства.

? Какие вещества проявляют восстановительные свойства по отношению к неметаллам?

Таковыми веществами-восстановителями являются в первую очередь металлы, а также неметаллы с меньшей электроотрицательностью и различные сложные неорганические и органические вещества.

Отработка умений: Запись уравнений реакций взаимодействия элементов 3 периода между собой.

Опыт 1. 2,8 г железного порошка смешивают с 1,6 г серы в порошке. Полученную смесь насыпают в пробирку, нагревают в точечно дно пробирки. Реакция экзотермическая

Примечание. Опыт проводить в вытяжном шкафу, на асбестовой сетке.

Далее обсуждаются окислительные свойства неметаллов по отношению к другим неметаллам с меньшей электроотрицательностью. Взаимодействие хлора с фосфором, серы с кислородом, фтора с кислородом, серы с водородом.

Опыт 2. Помещают в ложечку для сжигания немного серы, поджигают и вносят её в сосуд с кислородом. Предварительно в колбу наливают небольшое количество воды и добавляют метиловый-оранжевый. Наблюдают образование оксида серы, дальнейшее растворение в воде с образованием сернистой кислоты.

Примечание. Опыт проводить в вытяжном шкафу

Учащиеся выясняют роль каждого неметалла в этой реакции, составляют её уравнение, дают название продукта реакции.

Окислительные свойства неметаллов в реакциях со сложными веществами могут быть рассмотрены на опыте горения спирта

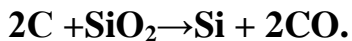
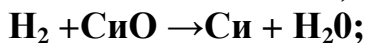
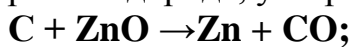
Опыт 3 Горение спиртовки

Вывод:

- по отношению к фтору все неметаллы (даже кислород) проявляют восстановительные свойства;
- все неметаллы (кроме фтора) будут восстановителями в реакциях с кислородом.

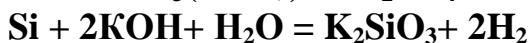
Учитель напоминает учащимся известные им реакции горения угля, серы, фосфора на воздухе и в чистом кислороде. Один из этих опытов он демонстрирует, обращая внимание на продукты таких реакций — оксиды.

Наиболее сильные восстановительные свойства имеют неметаллы, стоящие в ряду электроотрицательности далеко от F. Учащимся хорошо известна восстановительная роль водорода, углерода, кремния в получении металлов и неметаллов из их оксидов:



Можно вспомнить и известную им из органической химии реакцию восстановления альдегидов и кетонов водородом до спиртов.

а) неметаллы являются восстановителями:



б) неметалл является и окислителем, и восстановителем одновременно:

реакции диспропорционирования



«хлорная известь»

Получение неметаллов

1. Самые активные галогены получают электролизом: F₂ — электролизом расплава **KHF₂**,

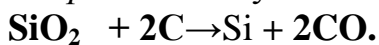
2. Cl₂ - электролизом расплава или раствора **NaCl**.

Другие галогены можно получить аналогично Cl₂ или вытеснением из их солей в растворе с помощью хлора, например: **Cl₂ + 2NaI = 2NaCl + I₂**

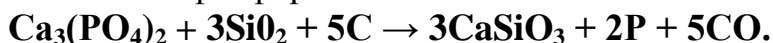
3. Кислород и азот получают разделением жидкого воздуха.

4. Сера, углерод (*графит, алмаз*) встречаются в природе в самородном виде.

5. Кремний получают восстановлением коксом из кремнезема:

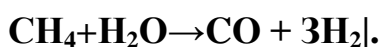


6. Фосфор получают восстановлением из фосфата кальция, который содержится в апатитах и фосфоритах:



7. Селен и теллур получают из отходов производства серной кислоты, так как их соединения встречаются лишь в виде примесей к природным соединениям серы с металлами (**PbS, FeS₂** и др.).

8. Основным промышленным способом получения *водорода* - конверсия (превращение) метана:



9. Мышьак получают из мышьяковистого колчедана

10. Бор получают восстановлением оксида бора магнием.

III. Соединения неметаллов

(водородные, оксиды и гидроксиды)

Водородные соединения неметаллов можно рассмотреть по следующему плану:

1. Состав водородных соединений неметаллов.
2. Значение некоторых водородных соединений неметаллов в жизни природы и хозяйственной деятельности человека.
3. Получение.
4. Физические свойства.
5. Химические свойства: кислотно-основные и восстановительные.

На основании закономерностей в изменении строения внешнего электронного слоя в атомах неметаллов учащиеся определяют степень окисления элемента-неметалла и составляют формулы водородных соединений неметаллов.

Рассматривая примеры хорошо известных водородных соединений неметаллов — метана, аммиака, воды, сероводорода, хлороводорода — учащиеся отмечают относительную схожесть их физических свойств благодаря их молекулярному строению, характеризуют их природное и хозяйственное значение.

Учащиеся могут назвать и простейший (но только с теоретической стороны) способ получения водородных соединений неметаллов — их синтез из простых веществ. Далее обсуждается практическая целесообразность синтеза аммиака, хлороводорода, метана, воды, сероводорода.

Обсуждается схожесть физических свойств водородных соединений неметаллов: летучести, растворимости в воде, а также в проявлении противоположных свойств хлороводорода и аммиака при взаимодействии с водой.

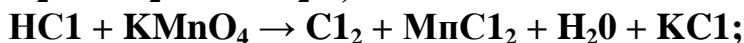
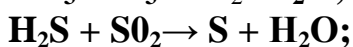
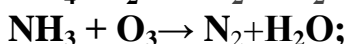
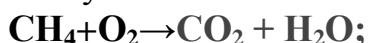
Безразличное отношение к воде, кислотам и основаниям у метана учащиеся объясняют насыщенностью валентных возможностей атома углерода.

Для обобщения материала о закономерностях изменения кислотно-основных свойств водородных соединений неметаллов учитель приводит схему

Кислотно-основные свойства водородных соединений неметаллов

(Усиление кислотных свойств, ослабление основных по периоду и в группе.)

В большинстве рассматриваемых соединений неметалл имеет низшую степень окисления, и в соответствии с этим учащиеся отмечают восстановительные свойства водородных соединений неметаллов в ОВР и разбирают сущность некоторых реакций с их участием с точки зрения процессов окисления и восстановления:



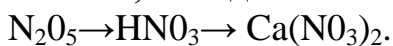
Обобщение свойств водородных соединений неметаллов можно расширить, рассмотрев отношение водородного соединения кислорода (H_2O) и галогеноводородов к органическим веществам.

Для закрепления материала учитель предлагает учащимся сравнить по строению и свойствам водородные соединения неметаллов и водородные соединения типичных металлов.

Оксиды неметаллов и кислородсодержащие кислоты (гидраты оксидов неметаллов) можно рассмотреть в соответствии с планом.

1. Состав оксидов неметаллов, физические свойства.
2. Оксиды солеобразующие и несолеобразующие.
3. Характерные химические свойства оксидов и соответствующих им гидроксидов неметаллов: кислотные и окислительно-восстановительные.

Оксидам неметаллов, если они солеобразующие, соответствует кислородсодержащая кислота, а следовательно, и соли. Возможные примеры такого соответствия:



Опыт 4. В пластмассовую бутылку, наполненную заранее карбонатом натрия, наливают раствор соляной кислоты. Когда бутылка заполнится углекислым газом, добавляют концентрированный раствор гидроксида натрия, быстро закрывают пробкой и встряхивают бутылку с содержимым.

Учащиеся наблюдают, как сильно деформируется, сжимается пластмассовая бутылка. Учитель просит учащихся дать объяснение проведенным наблюдениям, составить уравнения химических реакций и сделать выводы о свойствах солеобразующих оксидов неметаллов.

Выводы:

- солеобразующие оксиды неметаллов являются **кислотными оксидами**;
- при взаимодействии с водой образуются растворимые кислородсодержащие кислоты (гидраты оксидов);
- характерная реакция кислотных оксидов — взаимодействие со щелочью с образованием соли.

Затем учащиеся обсуждают изменение кислотных свойств оксидов и соответствующих им кислот в зависимости от положения элемента-неметалла в Периодической системе по периоду и по группе, а также в зависимости от степени окисления одного и того же неметалла.

Чем больше число, получаемое при делении степени окисления центрального элемента на число связанных с ним атомов кислорода, тем больше сила кислоты.

Например:

Состав высших кислородсодержащих кислот, образуемых неметаллами

Периоды	Группы				
	III	IV	V	VI	VII
2	H_3BO_3	H_2CO_3	HNO_3		
3		H_4SiO_4	H_3PO_4	H_2SO_4	HClO_4
4			H_3AsO_4	H_2SeO_4	
5				H_6TeO_6	H_3IO_6

Следует учитывать, что чем больше радиус центрального атома, тем больше других атомов может вокруг него разместиться в пространстве. В данном случае речь идет об атомах кислорода в составе кислотного остатка, образуемого атомом неметалла.

Задания с выбором ответов

I. Выбор одного правильного варианта из 4 предложенных

Вопрос

Комментарий

A1. Какая формула соответствует электронной конфигурации внешнего электронного уровня селена?

Селен находится в VI–А группе, значит, на последнем слое 6 электронов. В 4-ом периоде, значит, 4 электронных уровня.

1. ...3s²3p⁴

2. ...4s²4p⁴

3. ...3s²3p⁶

4. ...4s²4p⁶

Правильный ответ 2.

A2. У какого элемента ярче выражены неметаллические свойства:

1. теллур
2. сера
3. селен
4. кислород

A3. В каком соединении сера проявляет степень окисления +6?

1. SO_2
2. H_2SO_3
3. H_2SO_4
4. Al_2S_3

A4. Какой из перечисленных металлов не реагирует с концентрированной серной кислотой?

1. Медь
2. Цинк
3. Кальций
4. Железо

A5. В какой из приведенных пар оба вещества реагируют с разбавленной серной кислотой?

1. сера и оксид серы (IV)
2. медь и гидроксид меди (II)
3. оксид меди (II) и хлорид меди (II)
4. оксид меди (II) и гидроксид бария

A6. В качестве реагента на SO_4^{2-} можно использовать раствор, содержащий ионы:

1. Ba^{2+}
2. H^+
3. Cu^{2+}
4. Fe^{2+}

A7. Степень окисления азота может быть:

1. +1
2. -4
3. +6
4. +7

A8. Сравните устойчивость водородных соединений азота и фосфора:

1. водородное соединение азота более устойчиво
2. водородное соединение азота менее устойчиво

Все элементы VI-A группы, а в рамках группы неметаллические свойства усиливаются снизу вверх.

Правильный ответ 4.

Определяем степень окисления серы в каждом веществе, зная, что O^{-2} , а H^{+1} . Сумма всех степеней окисления в молекуле должна быть равна 0.

Правильный ответ 3.

Концентрированная серная кислота реагирует и с теми металлами, которые находятся в электрохимическом ряду напряжений правее водорода. Но она не реагирует с некоторыми металлами из-за пассивации. Среди этих металлов и железо.

Правильный ответ 4.

Разбавленная серная кислота взаимодействует с основными оксидами, основаниями, металлами, находящимися в ряду напряжений до водорода и с солями, если получается осадок или газ.

Правильный ответ 4.

Качественной реакцией на серную кислоту и её соли, т.е на ион SO_4^{2-} является реакция с растворимыми солями бария.

Правильный ответ 1.

Азот может проявлять степени окисления от -3 до +5. В указанном интервале подходит только вариант 1.

Правильный ответ 1.

Водородные соединения азота NH_3 – аммиак, и фосфора PH_3 – фосфин.

PH_3 фосфин самовоспламеняется на воздухе.

3. оба соединения неустойчивы
 4. оба соединения одинаково устойчивы

Правильный ответ 1.

A9. В каком соединении азот проявляет степень окисления +4?

1. N_2O
 2. $NaNO_2$
 3. $NaNO_3$
 4. NO_2

Определяем степень окисления азота в каждом веществе, зная, что O^{-2} , а Na^{+1} . Сумма всех степеней окисления в молекуле должна быть равна 0.

Правильный ответ 4.

A10. Какую кристаллическую решетку имеет твердый аммиак?

1. атомную
 2. молекулярную
 3. ионную
 4. металлическую

Аммиак состоит из молекул.

Правильный ответ 2.

A11. Каким способом получают аммиак в лаборатории?

1. соединением азота с водородом
 2. разложением солей аммония
 3. восстановление оксидов азота водородом
 4. взаимодействием солей аммония с гидроксидом кальция

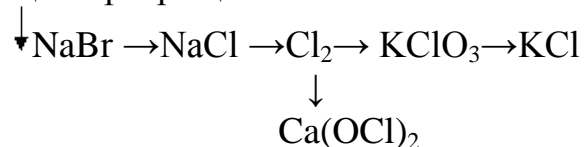
При промышленном производстве аммиака из водорода и азота требуются высокие температура и давление, и катализатор.



Правильный ответ 4.

Вопрос

C1. Напишите уравнения реакций, которые нужно провести для осуществления следующих превращений:



Комментарий

