

Мартин Саар Неэме Катт

УЧЕБНИК ПО ХИМИИ
ДЛЯ 9 КЛАССА

maurus

УЧЕБНИК ПО ХИМИИ ДЛЯ 9 КЛАССА

Авторы: Мартин Саар, Неэме Катт

Перевод: Анастасия Воронина

Рецензенты: Эйнике Рейнвельт, Катрин Сойка

Редактор: Андрус Кангро (текст на эстонском языке)

Корректор: Эрика Ватсель

Верстка: Хейси Вяльяк

Иллюстрации: Имби Кроманов, Хейко Унт

Модели молекул: Тармо Тамм

ISBN 978-9949-641-68-0

Maurus Kirjastus OÜ, 2020

Первое издание эстонской версии учебника 2016. Второе (исправленное) издание эстонской версии учебника 2018.

Tartu mnt 74,

10144, Tallinn,

Телефон: 5919 6117

tellimine@kirjastusmaurus.ee www.kirjastusmaurus.ee

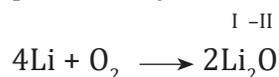
Все права на данное издание защищены законом. Механическое, электронное и любое другое копирование текста или его части запрещено без письменного разрешения владельца авторских прав.

Содержание

I. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ	5
1. Оксиды. Кислотные и основные оксиды	5
2. Кислоты и их классификация. Химические свойства кислот	11
3. Основания и их классификация. Химические свойства оснований.	18
4. Соли. Кислые соли. Способы получения солей.	24
5. Растворимость вещества в воде, зависимость растворимости от температуры.	29
6. Вычисления состава растворов (с учетом плотности)	36
7. Связи между классами неорганических веществ	40
8. Неорганические вещества в повседневной жизни.	45
9. Основные источники химического загрязнения.	54
II. КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА. РАСЧЕТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОЛЕЙ.	58
10. Количество вещества. Моль	58
11. Молярная масса.	62
12. Молярный объем газов	66
13. Закон сохранения массы в химических реакциях.	71
14. Расчеты по уравнениям реакций.	74
III. УГЛЕРОД И СОЕДИНЕНИЯ УГЛЕРОДА	80
15. Углерод как простое вещество.	80
16. Оксиды углерода.	85
17. Углеводороды.	88
18. Структурные формулы. Многообразие соединений углерода.	93
19. Полимеры.	102

20. Углеводороды в природе и их области применения	105
21. Полное сгорание углеводородов.	109
22. Спирты.	113
23. Карбоновые кислоты.	120
IV. РОЛЬ СОЕДИНЕНИЙ УГЛЕРОДА В ПРИРОДЕ.	
СОЕДИНЕНИЯ УГЛЕРОДА В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛОВ.	127
24. Экзо- и эндотермические реакции.	127
25. Жизненно важные соединения углерода:	
белки, жиры, углеводы	132
26. Принципы здорового питания.	141
27. Соединения углерода в качестве топлива.	147
28. Товары бытовой химии, пластмассы и волокна	156
РЯД ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ	165
РАСТВОРИМОСТЬ ОСНОВАНИЙ И СОЛЕЙ В ВОДЕ	165
ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	166
ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ	168

Оксиды образуются в результате реакции простых и сложных веществ с кислородом. При составлении уравнения реакции запомни, что формула молекулы кислорода O_2 . Чтобы составить формулу оксида, нужно использовать степени окисления элементов. В уравнении реакции нужно подобрать коэффициенты.



ЧТО ТАКОЕ КИСЛОТНЫЙ ОКСИД?

Кислотные оксиды – это оксиды, которые соответствуют кислотам.

Самыми известными кислотными оксидами являются оксиды неметаллов.

В таблице представлены важнейшие кислоты и соответствующие им оксиды. Такие оксиды есть только у кислот, в состав которых входит кислород. Степень окисления неметаллического элемента в кислоте и в соответствующем ей оксиде одинакова.

Не все оксиды неметаллов обладают кислотными свойствами. Например, CO, NO и N_2O являются нейтральными оксидами (у них нет свойств ни кислотных, ни основных оксидов).

Кислота	Соответствующий кислоте оксид
VI H_2SO_4 – серная кислота	VI SO_3 – триоксид серы
IV H_2SO_3 – сернистая кислота	IV SO_2 – диоксид серы
IV H_2CO_3 – угольная кислота	IV CO_2 – диоксид углерода
V H_3PO_4 – фосфорная кислота	V P_4O_{10} – декаоксид тетрафосфора
IV H_2SiO_3 – кремниевая кислота	IV SiO_2 – диоксид кремния
V HNO_3 – азотная кислота	V N_2O_5 – пентаоксид диазота

КАКОЕ ВЕЩЕСТВО ОБРАЗУЕТСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ РЕАКЦИИ КИСЛОТНОГО ОКСИДА С ВОДОЙ?

Большинство кислотных оксидов реагирует с водой. Происходит реакция соединения, в результате которой образуется соответствующая оксиду кислота.



Из наиболее известных кислотных оксидов с водой не реагирует диоксид кремния SiO_2 , который является основным компонентом песка.



ГДЕ ПРОИСХОДЯТ РЕАКЦИИ МЕЖДУ КИСЛОТНЫМИ ОКСИДАМИ И ВОДОЙ?

В повседневной жизни мы часто встречаемся с реакцией соединения между диоксидом углерода и водой. При растворении диоксида углерода в воде, часть вещества реагирует с водой и образуется угольная кислота:



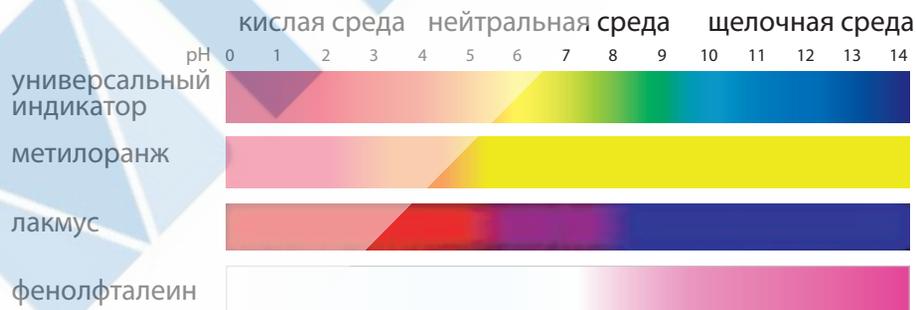
Эта реакция протекает как при газировании напитков, так и в атмосфере Земли при растворении находящегося в воздухе диоксида углерода в дождевой воде. Именно поэтому даже чистая дождевая вода всегда имеет слегка кислую среду раствора ($\text{pH} \approx 5,6$).



Многие кислородосодержащие кислоты при нагревании распадаются на соответствующий оксид и воду, например, кремниевая кислота:



pH раствора снижается при растворении в воде сухого льда или твердого CO_2 (универсальный индикатор меняет цвет с зеленого на желтый).

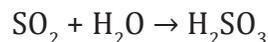


pH раствора можно оценить с помощью цвета индикатора.



Когда с водой реагирует образующийся при горении серы диоксид углерода, то в результате этой реакции образуется сернистая кислота. Под действием сернистой кислоты цвет раствора метилоранжа меняется.

В атмосфере Земли с водой реагируют и оксиды других неметаллов. Самым известным из них является диоксид серы, который растворяется в воде с протеканием химической реакции, в результате которой образуется сернистая кислота.



Этот процесс является причиной образования **кислотных осадков**, о которых мы поговорим в главе 9.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ СПОСОБНОСТЬ КИСЛОТНЫХ ОКСИДОВ РЕАГИРОВАТЬ С ВОДОЙ?

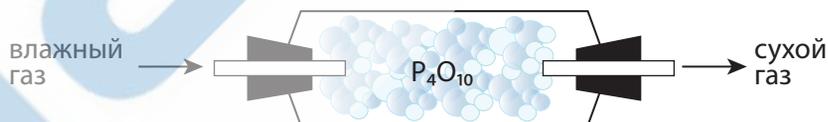
Способность кислотных оксидов реагировать с водой применяется в химической промышленности для получения кислот. Например, на последнем этапе промышленного производства серной кислоты протекает реакция между триоксидом серы и водой:



В лабораторных условиях реакцию между твердым декаоксидом тетрафосфора и водой используют для осушения веществ: P_4O_{10} связывает воду из других веществ, превращаясь при этом в фосфорную кислоту.



Сушка газа с P_4O_{10} .



Для некоторых оксидов металлов характерны кислотные свойства (например, CrO_3 , Mn_2O_7). Некоторые оксиды металлов являются амфотерными, т. е. они обладают одновременно как кислотными, так и основными свойствами (например, Al_2O_3 , ZnO , Cr_2O_3).

ЧТО ТАКОЕ ОСНОВНОЙ ОКСИД?

Основные оксиды – это оксиды, которые соответствуют основаниям.

Оксиды металлов обычно являются основными оксидами.

Степень окисления металлического элемента в основании и в соответствующем ему оксиде одинакова.

Например, основанию NaOH соответствует оксид Na_2O .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Кислотные оксиды – это оксиды, которые соответствуют кислотам. Самыми известными кислотными оксидами являются оксиды неметаллов.
2. Основные оксиды – это оксиды, которые соответствуют основаниям. Оксиды металлов обычно являются основными оксидами.
3. В результате реакции кислотного оксида с водой образуется кислота:
кислотный оксид (оксид неметалла) + H_2O → кислота
(кроме SiO_2)
4. В результате реакции основного оксида с водой образуется основание:
основной оксид (оксид металла групп IA и IIA начиная с кальция) + H_2O → сильное основание или щелочь

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ ЭТОЙ ГЛАВЫ ТЫ УМЕЕШЬ

- правильно использовать связи между приведенными ниже классами веществ, составлять уравнения соответствующих реакций и безопасно проводить эти реакции:
 - кислотный оксид + вода,
 - (сильно)основной оксид + вода.

2. Кислоты и их классификация.

Химические свойства кислот

ДЛЯ ЧЕГО НУЖНО ИЗУЧАТЬ КЛАССИФИКАЦИЮ КИСЛОТ И ИХ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА?

В повседневной жизни человек использует разные кислоты. Растворы одной кислоты разной концентрации могут обладать разными свойствами. Например, один раствор реагирует с металлами быстрее, чем другой, или pH одного раствора ниже, чем pH другого раствора и так далее. Причиной этих отличий является сила кислоты. После изучения материала этой главы ты поймешь, почему кислоты делятся на сильные и слабые, и как они реагируют с основными оксидами, о которых шла речь в прошлой главе.

Концентрация показывает содержание вещества или частиц вещества в единице объема раствора.

ЧТО ТЫ ЗНАЕШЬ О КИСЛОТАХ ИЗ МАТЕРИАЛА 8 КЛАССА?

Кислоты – это вещества, которые отдают в раствор ионы водорода H^+ . Кислоты состоят из водорода и аниона кислотного остатка. Анионы кислотных остатков важнейших кислот представлены в таблице растворимости. Поскольку заряд иона водорода равен $1+$, то отрицательный заряд аниона кислотного остатка равен количеству ионов водорода в молекуле кислоты.

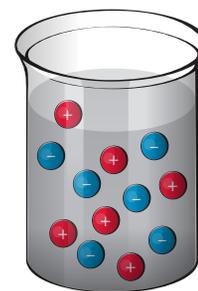


Кислоты реагируют с металлами и основаниями. Разные кислоты обладают разной силой.

ЧТО ТАКОЕ СИЛЬНЫЕ КИСЛОТЫ?

Сильные кислоты в водных растворах полностью распадаются на ионы.

Это значит, что в растворах сильных кислот присутствуют только ионы водорода и анионы кислотного остатка. Молекул кислоты в растворах сильных кислот нет.



● ионы водорода
● анионы кислотного остатка

Раствор сильной кислоты

К сильным кислотам относится, например, соляная кислота HCl . В растворе соляной кислоты присутствуют только ионы водорода H^+ и хлорид-ионы Cl^- . В растворе соляной кислоты нет молекул HCl .

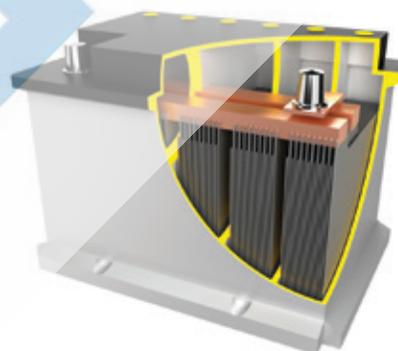
Эту кислоту можно найти в желудочном соке. Она используется в средствах для снятия ржавчины.

Важнейшими сильными кислотами являются HCl , HNO_3 , H_2SO_4 .



При работе с сильными кислотами нужно с особой внимательностью соблюдать правила техники безопасности. Растворы сильных кислот очень едкие. Например, серная кислота – это сильная кислота, которая используется в автомобильных аккумуляторах в качестве проводящего электрический ток раствора. При ее попадании на кожу или одежду поврежденное место нужно промыть большим количеством воды и при необходимости нейтрализовать его раствором пищевой соды.

Сильная кислота разъедает древесину. В автомобильном аккумуляторе свинцовые электроды погружены в раствор серной кислоты.



ЧТО ТАКОЕ СЛАБЫЕ КИСЛОТЫ?

Слабые кислоты в водных растворах частично распадаются на ионы.

-  молекулы кислоты
-  ионы водорода
-  анионы кислотного остатка



Раствор слабой кислоты

Это значит, что в таких растворах содержатся как молекулы кислоты, так и ионы водорода и анионы кислотного остатка. К слабым кислотам относится, например, сероводородная кислота H_2S .

В растворе сероводородной кислоты есть небольшое количество ионов водорода H^+ и анионов кислотного остатка, но в основном в растворе присутствуют молекулы H_2S .

Важнейшими слабыми кислотами являются H_3PO_4 , H_2SO_3 , H_2S , H_2CO_3 , H_2SiO_3 .

Чем меньше молекул кислоты в водном растворе распадается на ионы, тем слабее кислота. Очень слабую угольную кислоту можно всегда обнаружить в природной воде (например, в дождевой воде), где она образуется при растворении содержащегося в воздухе углекислого газа: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$.



pH раствора будет тем ниже, чем выше в этом растворе содержание ионов водорода и чем кислее этот раствор. Если приготовить два раствора одинаковой концентрации, но с использованием разных кислот, то в растворе, приготовленном из более сильной кислоты, будет больше ионов водорода H^+ , а значит и pH этого раствора будет ниже.



H_3PO_4 и H_2SO_3 часто считаются кислотами со средней силой. Они гораздо слабее, чем HNO_3 , H_2SO_4 и HCl , но заметно сильнее, чем H_2S и H_2CO_3 .

Слабыми кислотами являются уксусная кислота CH_3COOH и другие содержащиеся во фруктах и ягодах кислоты. С такими кислотами мы ближе познакомимся в главе 23.

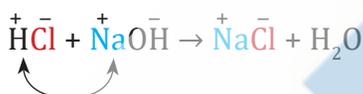
Такие напитки, как Coca-Cola, газированы с помощью CO_2 и добавляют в них фосфорную кислоту. Таким образом, в растворе напитка содержатся как молекулы фосфорной, так и молекулы угольной кислоты, а также образовавшиеся из них ионы.

Связь между содержанием в растворе ионов водорода с pH раствора и силой кислоты

С ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ КАКИХ КЛАССОВ ВЕЩЕСТВА РЕАГИРУЮТ КИСЛОТЫ?

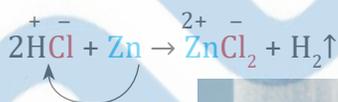
1. Кислоты реагируют с **основаниями**: протекает реакция нейтрализации, в результате которой образуются соль и вода. Вода образуется при соединении иона водорода кислоты и гидроксид-иона основания. Реакция между кислотами и основаниями протекает всегда.

кислота + основание → соль + вода



2. Кислоты реагируют с **металлами**: протекает реакция замещения, в результате которой образуются соль и водород. С разбавленными кислотами реагируют только те металлы, которые находятся слева от водорода в ряду активности металлов.

кислота + металл → соль + водород



3. Кислоты реагируют с **основными оксидами**.

КАКОЕ ВЕЩЕСТВО ОБРАЗУЕТСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ РЕАКЦИИ КИСЛОТЫ С ОСНОВНЫМ ОКСИДОМ?

В результате реакции кислоты с основным оксидом образуется соль и вода.

кислота + основной оксид → соль + вода

Эта реакция протекает всегда. Образующаяся в результате реакции соль состоит из катиона основания, которое соответствует прореагировавшему оксиду, и аниона кислотного остатка прореагировавшей кислоты.

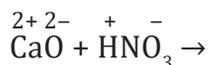
Водород не выделяется в результате реакции HNO_3 с металлами. Кроме соли и воды, продуктами реакции будут так же соединения азота (NO , NO_2 и т. д.).

На фотографии в левой пробирке находится слабая кислота, а в правой пробирке находится сильная кислота. Слабая кислота реагирует с металлом медленнее, чем сильная кислота.

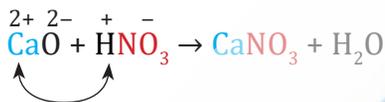
Основные оксиды – это оксиды, которые реагируют с кислотами.

Теперь на примере азотной кислоты и оксида кальция мы рассмотрим, как составляется уравнение реакции между кислотой и основным оксидом.

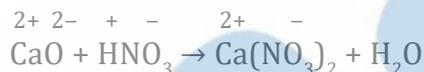
- 1. Составим формулы исходных веществ: при составлении формулы оксида исходим из степеней окисления, формулы кислот нужно знать наизусть, заряд аниона кислотного остатка можно проверить по таблице растворимости



- 2. Составим формулы продуктов: соль образована катионом соответствующего основания (Ca^{2+}) и анионом кислотного остатка (NO_3^-), т. е. положительный ион водорода меняется местами с положительным ионом металла. Вторым продуктом будет полученная из водорода и кислорода вода H_2O .



- 3. С помощью зарядов ионов найдем индексы в формуле полученной соли.



- 4. Расставим коэффициенты в уравнении реакции. Анион кислотного остатка нужно рассматривать целиком.



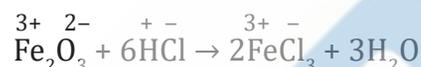


Чистка монет в растворе кислоты. Нужно помнить, что кислоты реагируют со многими металлами. Поэтому для таких процедур используются относительно слабые кислоты, а после очистки предметы обязательно хорошо ополоснуть от кислоты.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ СПОСОБНОСТЬ КИСЛОТ РЕАГИРОВАТЬ С ОСНОВНЫМИ ОКСИДАМИ?

Реакции между кислотами и оксидами металлов могут применяться по-разному. Ниже приведено несколько примеров.

1. Ржавчина (в основном состоит из Fe_2O_3) удаляется с помощью средств, которые содержат кислоты (например, HCl , H_3PO_4).

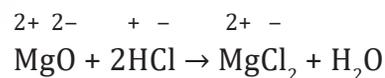


2. С помощью реакций между кислотами и основными оксидами получают некоторые соли.



В результате реакции черного оксида CuO с бесцветной кислотой H_2SO_4 получается голубая соль CuSO_4 .

3. Оксид магния MgO используется в медицине в качестве лекарства от повышенной кислотности желудка и изжоги.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Чем быстрее кислота распадается на ионы (ионы водорода и анионы кислотного остатка), тем она сильнее.
2. Сильные кислоты в водных растворах полностью распадаются на ионы. Самыми важными сильными кислотами являются HCl , HNO_3 , H_2SO_4 .
3. Слабые кислоты в водных растворах частично распадаются на ионы. Самыми важными слабыми кислотами являются H_3PO_4 , H_2SO_3 , H_2S , H_2CO_3 , H_2SiO_3 .
4. Кислоты реагируют с основаниями, основными оксидами и металлами. В ходе этих реакций образуются соли:
 - кислота + основной оксид \rightarrow соль + вода
 - кислота + основание \rightarrow соль + вода
 - кислота + металл \rightarrow соль + водород

ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ ЭТОЙ ГЛАВЫ ТЫ УМЕЕШЬ

- связывать кислотные свойства с наличием в растворе ионов H^+ ;
- различать сильные и слабые кислоты;
- правильно использовать связи между приведенными ниже классами веществ, составлять уравнения соответствующих реакций и безопасно проводить эти реакции:
 - кислота + металл,
 - кислота + основание,
 - кислота + основной оксид.

3. Основания и их классификация. Химические свойства оснований

ДЛЯ ЧЕГО НУЖНО ИЗУЧАТЬ КЛАССИФИКАЦИЮ ОСНОВАНИЙ И ИХ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА?

Основания нужно уметь распознавать несмотря на то, что в повседневной жизни мы сталкиваемся с ними реже, чем с кислотами. Самыми известными веществами, которые обладают основными свойствами, являются гидроксиды. В этой главе мы сравним силу основных свойств растворимых и практически нерастворимых в воде гидроксидов. Понимание того, насколько сильными основными свойствами обладает вещество, нужно для соблюдения правил техники безопасности: сильные основания или щелочи очень едкие. Кроме этого, ты узнаешь, как основания реагируют с пройденными в одной из предыдущих глав кислотными оксидами и для чего используются эти реакции.

ЧТО ТЫ ЗНАЕШЬ ОБ ОСНОВАНИЯХ ИЗ МАТЕРИАЛА 8 КЛАССА?

Основания и кислоты противоположны друг другу по химическим свойствам.

Самим известными основаниями являются гидроксиды, которые состоят из катиона металла и гидроксид-иона.

Количество гидроксид-ионов в формуле равно заряду катиона металла. Общий вид названия гидроксида:

гидроксид + название элемента в родительном падеже + степень окисления

Если металл обладает постоянной степенью окисления (металлы групп IA, IIA, IIIA), то степень в название гидроксида не записывается.



Разные гидроксиды обладают разными по силе основными свойствами.

ОСНОВАНИЯ

противоположны кислотам по химическим свойствам

ГИДРОКСИДЫ

состоят из ионов металла и ионов OH^-

ЩЕЛОЧИ

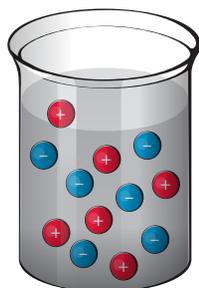
гидроксиды групп IA и IIA начиная с Ca^{\downarrow}

Классификация оснований

ЧТО ТАКОЕ СИЛЬНЫЕ ОСНОВАНИЯ?

Щелочи – это гидроксиды, которые обладают сильными основными свойствами и хорошо растворяются в воде.

В водных растворах щелочи полностью распадаются на ионы: в растворах щелочей присутствуют только катионы металла и гидроксид-ионы.



+ ионы металла
- гидроксид-ионы

Раствор сильного основания

1 H	
3 Li	4 Be
11 Na	12 Mg
19 K	20 Ca
37 Rb	38 Sr
55 Cs	56 Ba
87 Fr	88 Ra

Синим отмечены металлические элементы, гидроксиды которых являются сильными основаниями.

Щелочи – это гидроксиды металлических элементов групп IA и IIA начиная с кальция.

В растворе гидроксида натрия присутствуют только ионы натрия Na^+ и гидроксид-ионы OH^- .

Гидроксид натрия входит в состав многих средств для чистки канализационных труб.

К щелочам относится и плохо растворяющийся в воде гидроксид кальция, который известен под названием гашеная известь. Сильными основными свойствами обладают как приготовленная из гидроксида кальция суспензия (известковое молоко), так и полученный фильтрацией известкового молока раствор (известковая вода).

При работе со щелочами нужно особенно внимательно соблюдать правила безопасности. Растворы щелочей очень едкие. При попадании содержащего щелочь средства на кожу или одежду, это место следует промыть большим количеством воды и при необходимости нейтрализовать его лимонной или уксусной кислотой. При проглатывании щелочи ни в коем случае нельзя самостоятельно вызывать рвоту, так как повторное попадание едкой жидкости в пищевод увеличит повреждения.

Сильные основания или щелочи можно получить в результате реакции соответствующего основного оксида с водой.

основной оксид + вода → основание



Бывали случаи, когда маленькие дети случайно делали несколько глотков содержащих щелочи средств бытовой химии, после чего полость рта и пищевод получали необратимые повреждения. Средства бытовой химии нужно хранить в недоступном для детей месте.

ЧТО ТАКОЕ СЛАБЫЕ ОСНОВАНИЯ?

Практически нерастворимые (слаборастворимые) в воде гидроксиды обладают слабыми основными свойствами.



Обладающие слабыми основными свойствами гидроксиды практически не растворяются в воде.

Практически нерастворимые в воде гидроксиды можно получить с помощью реакции между солью соответствующего металлического элемента и щелочью. Так, например, в результате реакции между солью магния (например, $MgCl_2$) со щелочью (например, $NaOH$) в растворе появляется осадок гидроксида магния.

Например, слабые основания гидроксид железа(III) $Fe(OH)_3$ и гидроксид меди $Cu(OH)_2$ присутствуют в растворе в виде осадка и в небольшом количестве выделяют в раствор гидроксид-ионы и катионы соответствующего металла. Практически нерастворимые в воде гидроксиды обозначены в таблице растворимости буквой «Н».



Осадок $Cu(OH)_2$ и $Fe(OH)_3$

Слаборастворимые в воде гидроксиды не едкие.

С ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ КАКИХ КЛАССОВ ВЕЩЕСТВА РЕАГИРУЮТ ОСНОВАНИЯ?

Основания реагируют с **кислотами**: протекает реакция нейтрализации, в результате которой образуются соль и вода (смотри главу 2). С кислотами реагируют как обладающие сильными основными свойствами щелочи, так и обладающие слабыми основными свойствами практически нерастворимые гидроксиды.

