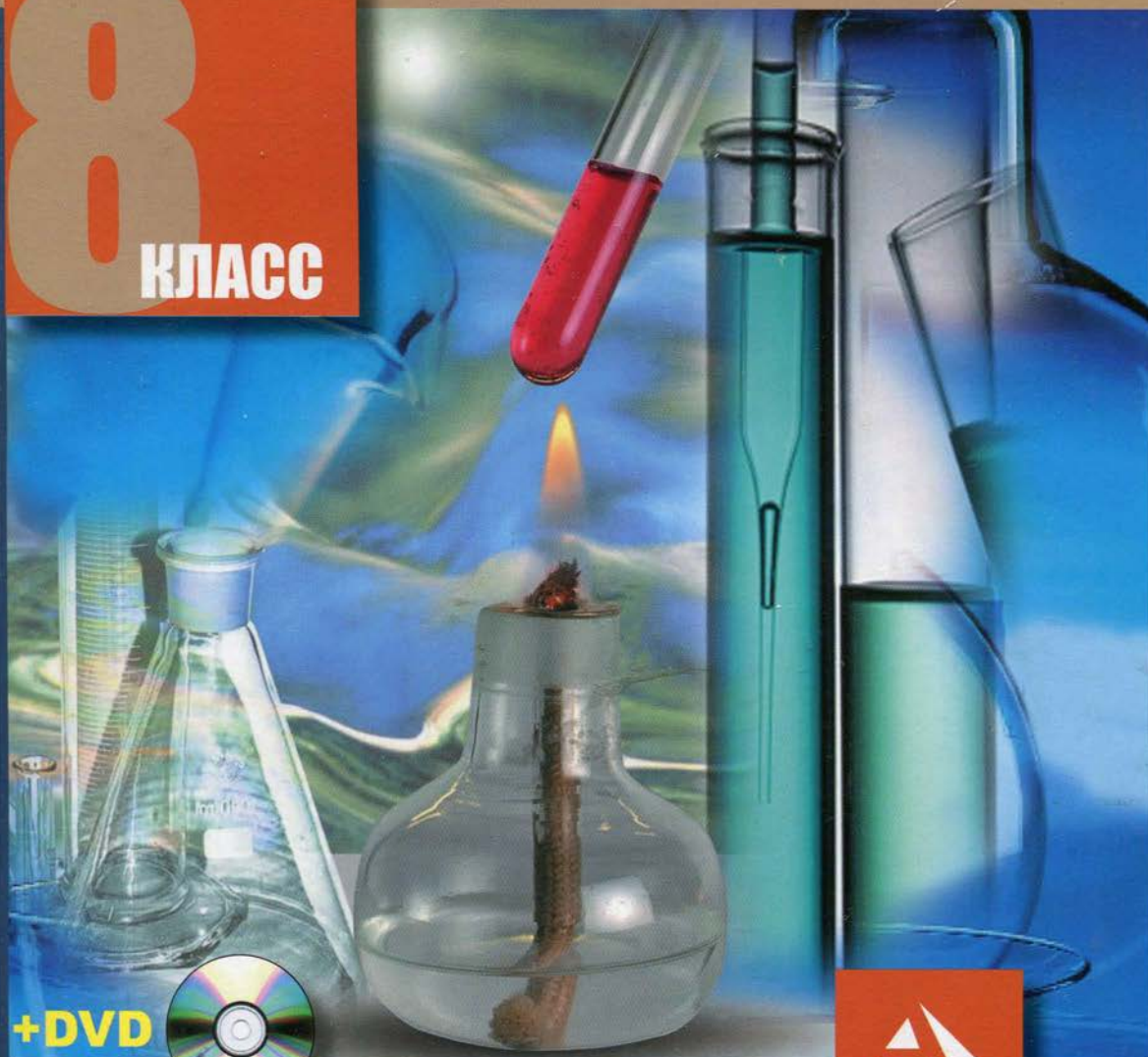


А.А. Журин С.В. Корнилаев М.М. Шалашова

ХИМИЯ

8
КЛАСС



+DVD



АКАДЕМКНИГА/УЧЕБНИК



ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧ

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В													
		I		II		III		IV		V					
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б				
1	1	H 1,0079 Водород													
2	2	Li 6,941 Литий		Be 9,01218 Бериллий		B 10,61 Бор		C 12,011 Углерод		N 14,0067 Азот					
3	3	Na 22,9898 Натрий		Mg 24,305 Магний		Al 26,9815 Алюминий		Si 28,0855 Кремний		P 30,9738 Фосфор					
4	4	K 39,0983 Калий		Ca 40,08 Кальций		Sc 44,9559 Скандий		Ti 47,88 Титан		V 50,9415 Ванадий					
	5	Cu 63,546 Медь		Zn 65,39 Цинк		Ga 69,72 Галлий		Ge 72,59 Германий		As 74,9216 Мышьяк					
5	6	Rb 85,4678 Рубидий		Sr 87,62 Стронций		Y 88,9059 Иттрий		Zr 91,22 Цирконий		Nb 92,9064 Ниобий					
	7	Ag 107,868 Серебро		Cd 112,41 Кадмий		In 114,82 Индий		Sn 118,69 Олово		Sb 121,75 Сурьма					
6	8	Cs 132,905 Цезий		Ba 137,33 Барий		La* 138,905 Лантан		Hf 178,49 Гафний		Ta 180,9479 Тантал					
	9	Au 196,967 Золото		Hg 200,59 Ртуть		Tl 204,383 Таллий		Pb 207,2 Свинец		Bi 208,980 Висмут					
7	10	Fr (223) Франций		Ra (226) Радий		Ac** (227) Актиний		Rf (261) Резерфордий		Db (262) Дубний					
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R₂O		RO		R₂O₃		RO₂		R₂O₅					
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ								RH₄		RH₅					
* Л А Н Т А Н															
57 138,905	La Лантан	58 140,12	Ce Церий	59 140,91	Pr Празеодим	60 144,24	Nd Неодим	61 (145)	Pm Прометий	62 150,36	Sm Самарий	63 151,96	Eu Европий	64 157,25	Gd Гадолиний
** А К Т И Н															
89 (227)	Ac Актиний	90 232,04	Th Торий	91 (231)	Pa Протактиний	92 238,03	U Уран	93 (237)	Np Нептуний	94 (244)	Pu Плутоний	95 (243)	Am Америций	96 (247)	Cm Курций

СКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

МЕНТОВ

VI		VII		VIII			
а	б	а	б	б			а
							He ² 4,00260 Гелий
O ⁸ 15,9984 Кислород	F ⁹ 18,9984 Фтор						Ne ¹⁰ 20,179 Неон
S ¹⁶ 32,06 Сера	Cl ¹⁷ 35,453 Хлор						Ar ¹⁸ 39,948 Аргон
Cr ²⁴ 51,996 Хром	Mn ²⁵ 54,938 Марганец	Fe ²⁶ 55,847 Железо	Co ²⁷ 58,9332 Кобальт	Ni ²⁸ 58,69 Никель			
Se ³⁴ 78,96 Селен	Br ³⁵ 79,904 Бром						Kr ³⁶ 83,80 Криптон
Mo ⁴² 95,94 Молибден	Tc ⁴³ (98) Технеций	Ru ⁴⁴ 101,07 Рутений	Rh ⁴⁵ 102,905 Родий	Pd ⁴⁶ 106,42 Палладий			
Te ⁵² 127,60 Теллур	I ⁵³ 126,904 Иод						Xe ⁵⁴ 131,29 Ксенон
W ⁷⁴ 183,85 Вольфрам	Re ⁷⁵ 186,207 Рений	Os ⁷⁶ 190,2 Осмий	Ir ⁷⁷ 192,22 Иридий	Pt ⁷⁸ 195,08 Платина			
Po ⁸⁴ (209) Полоний	At ⁸⁵ (210) Астат						Rn ⁸⁶ (222) Радон
Sg ¹⁰⁶ (263) Сиборгий	Bh ¹⁰⁷ (264) Борий	Hs ¹⁰⁸ (265) Гассий	Mt ¹⁰⁹ (266) Мейтнерий	Ds ¹¹⁰ (271) Дармштадтий			
RO₃	R₂O₇	RO₄					
H₂R	HR						

НОИДЫ

Gd ⁶⁵ 158,93 Иний	Tb ⁶⁵ 158,93 Тербий	Dy ⁶⁶ 162,50 Диспрозий	Ho ⁶⁷ 164,93 Гольмий	Er ⁶⁸ 167,26 Эрбий	Tm ⁶⁹ 168,93 Тулий	Yb ⁷⁰ 173,04 Иттербий	Lu ⁷¹ 174,97 Лютеций
---	---	--	--	--	--	---	--

ОИДЫ

Cm ⁹⁷ (247) ий	Bk ⁹⁷ (247) Берклий	Cf ⁹⁸ (251) Калифорний	Es ⁹⁹ (252) Эйнштейний	Fm ¹⁰⁰ (257) Фермий	Md ¹⁰¹ (258) Менделевий	No ¹⁰² (259) Нобелий	Lr ¹⁰³ (260) Лоуренсий
--	---	--	--	---	---	--	--

А.А. Журин, С.В. Корнилаев, М.М. Шалашова

ХИМИЯ

8 класс

Учебник
для общеобразовательных учреждений

Учебник прошел экспертизу
в РАН (протокол 10106-5215/151 от 07.10.2011)
и РАО (протокол 01-5/7д-19 от 11.10.2011)

Рекомендовано Министерством образования и науки
Российской Федерации



Москва
АКАДЕМКНИГА/УЧЕБНИК
2012

УДК 373.167.1:54
ББК 24я721
Х46

Х46 **Химия** [Текст] : 8 кл. : Учебник для общеобразоват. учреждений / А.А. Журин, С.В. Корнилаев, М.М. Шалашова. — М. : Академкнига/Учебник, 2012. — 224 с. : цв. ил.

ISBN 978-5-94908-880-7

УДК 373.167.1:54
ББК 24я721

Учебное издание

**Журин Алексей Анатольевич
Корнилаев Сергей Владимирович
Шалашова Марина Михайловна**

Химия

8 класс

Учебник

для общеобразовательных учреждений

Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93. Код 953000.

Подписано в печать 10.01.2012. Формат 70х90/16.

Гарнитура Franklin Gothic Book. Печать офсетная. Бумага офсетная.

Печ. л. 14,0. Тираж 10 000 экз. Тип. зак. 517.

ООО «Издательство «Академкнига/Учебник»
117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 90, оф. 602.
Тел./факс: (495) 334-76-21, (499) 234-63-58.
www.akademkniga.ru
E-mail: academuch@maik.ru

Отпечатано в ОАО ПИК «Офсет», 660075, г. Красноярск, ул. Республики, 51.

Тел. (391) 211-76-20. E-mail: marketing@pic-ofset.ru

ISBN 978-5-94908-880-7

© Журин А.А., Корнилаев С.В., Шалашова М.М., 2012
· © Оформление. ООО «Издательство «Академкнига/Учебник», 2012

Здравствуйте!

Уважаемый восьмиклассник!

Приступая к изучению нового учебного предмета — химии, Вы открыли новый учебник. Он не похож на учебники химии, по которым когда-то учились Ваши родители, дедушки и бабушки.

Химия — наука экспериментальная, поэтому при изучении её основ Вам придётся самостоятельно проделать немало опытов. Академик С.И. Вавилов справедливо заметил, что к опыту редко обращаются наудачу, в поисках неожиданных явлений. Прежде чем ставить опыт, экспериментатор всегда определяет, с какой целью он будет это делать. Для Вас главная цель опытов — научиться обращаться с лабораторным оборудованием, проводить целенаправленные наблюдения и осмысливать их результаты.

Среди заданий, которые Вы будете выполнять дома, Вам встретятся такие, на которые нет готового ответа в тексте параграфа. Для их выполнения Вам придётся воспользоваться дополнительными источниками информации.

Каждому параграфу учебника соответствует параграф с таким же названием на компакт-диске. Для чего нужен компакт-диск и какова структура его параграфов, Вы узнаете из предисловия к нему. Здесь же мы хотим обратить Ваше внимание на то, что успешность изучения химии будет во многом зависеть от Вас. Если Вы решите, что достаточно лишь прочитать то, что написано в учебнике, и выполнить задания к параграфу, тогда изучение химии покажется Вам трудным и неинтересным делом. В этом случае большим достижением станет и серенькая «тройка».

Если же Вам интересны превращения веществ, если Вы хотите защитить себя и окружающих от «сюрпризов», которые порой преподносят вещества и химические реакции, да просто расширить свои знания об окружающем мире, то без компакт-диска не обойтись. Поэтому при подготовке к уроку не ограничивайтесь содержанием учебника и выполнением простых заданий.

Выдающийся немецкий философ, экономист и политический деятель XIX в. Карл Маркс писал: «В науке нет широкой столбовой дороги, и только тот достигнет её сияющих вершин, кто, не страшась усталости, карабкается по её каменистым кручам». Это в полной мере относится и к учению. Трудитесь, не страшитесь химии, и она покорится Вам!

Авторы

При работе с учебником обращайте внимание на знаки.



Почти каждый параграф учебника начинается с экспериментального раздела, который обозначен таким знаком.



Так обозначено основное содержание урока, которое Вы должны хорошо понять и крепко запомнить.



Раздел параграфа, обозначенный знаком вопроса, предназначен для самостоятельной или групповой работы на уроке.



Завершается параграф домашним заданием. Оно обозначено так.

§ 1

Объект и предмет химической науки

• На уроке



Познакомьтесь с коллекциями веществ на лабораторных столах. Расскажите об их применении. Какие вещества Вы увидели впервые?



1. Несколько лет назад в Вашем дневнике был учебный предмет «естествознание». Потом он исчез, а его место заняли другие учебные предметы. Как Вы думаете, почему это произошло?
2. Что такое природа?
3. Почему выделяют природу живую и неживую?
4. Какие явления окружающего мира Вы изучаете на уроках:



- биологии?
- географии?
- физики?

5. Что Вы знаете о химии как о науке? Что Вам рассказывали родители или другие взрослые о химии как об учебном предмете?
6. Какое место среди наук занимает химия?
7. Почему химия связана и с живой, и с неживой природой?
8. Опираясь на знания, полученные ранее на уроках естествознания, физики и биологии, попытайтесь дать определение понятия «вещество». Обсудите свой ответ с одноклассниками.
9. Назовите пять любых предметов и назовите вещества, из которых они состоят.

● Самостоятельно дома



Что изучает химия?

За предыдущие годы обучения в школе Вы приступили к изучению разных наук: о языке, о развитии человеческого общества, об искусстве, о природных явлениях. Та часть окружающей нас действительности, на которую направлено внимание исследователя, называется объектом науки. Науки, изучающие природные явления, называются естественными науками. Объектом их изучения является окружающий нас материальный мир.

Естественных наук много, и каждая из них находит в общем объекте изучения ту его часть, которая составляет предмет каждой конкретной науки.

И живая, и неживая природа образована различными веществами. Поэтому и географы, и биологи, и физики так или иначе изучают вещество. Но изучают с разных точек зрения. Например, биологу интересно знать, как развиваются живые организмы. География не может ответить на этот вопрос, но объясняет расселение живых организмов по поверхности Земли.

Химия также изучает вещество. В чём же состоит отличие предмета химической науки от предмета других естественных наук?



Предмет изучения химии — вещества, их строение, свойства, превращения друг в друга.

- Физическая география изучает рельеф и климат, природу материков и т. д. Следовательно, предметом физической географии являются оболочки Земли.



- Внимание биологов приковано к растениям, животным (в том числе и человеку), микроорганизмам и т. д. Значит, предмет биологии составляет живая природа.



Задания



1. Выпишите из текста «Что изучает химия?» тот его фрагмент, в котором, на Ваш взгляд, заключена главная мысль текста. Обоснуйте Ваш выбор.
2. Рассмотрите схему и, пользуясь записями, которые Вы сделали на уроке, составьте к ней небольшое письменное пояснение с примерами.
3. Докажите справедливость утверждения или опровергните его: «Химические знания нужны каждому человеку».
4. Антуан Лоран Лавуазье сравнил горение свечи и процессы дыхания человека. В чём, на Ваш взгляд, состоит их сходство? Какое вещество необходимо как для дыхания, так и для горения?

§ 2

Методы научного познания в химии

• На уроке



Рассмотрите свечу.
Теперь зажгите свечу.

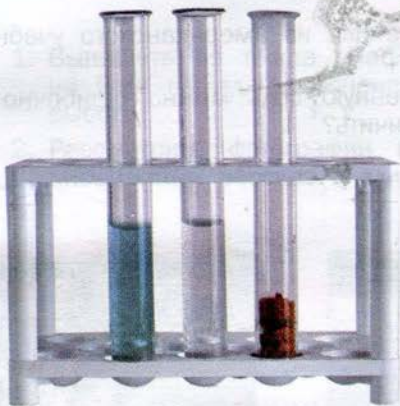


- Какое пламя у свечи?
- Как изменяется свеча в процессе горения?
- Запишите ответы на эти вопросы.
- Запишите в тетрадь свои наблюдения.

- Попробуйте самостоятельно сформулировать вопросы, на которые можно получить ответы, наблюдая за горящей свечой.
- Ответьте на эти вопросы.



Рассмотрите содержимое трёх выданных Вам пробирок.



- В одной из пробирок находится твёрдое вещество. Какого оно цвета?
- Во вторую пробирку налили воду. Похож ли цвет воды на цвет твёрдого вещества?
- Сравните цвет воды с цветом жидкости в третьей пробирке.
- Что Вы можете сказать о прозрачности выданных Вам веществ?



1. Какие явления природы изучает химия?
2. Объясните, что такое наблюдение. Проводили ли Вы когда-нибудь научные наблюдения? Расскажите о своём опыте наблюдений на уроках физики или биологии.
3. Сравните сделанное Вами описание свечи с описанием, которое приведено в американском учебнике химии.

«Свеча имеет цилиндрическую форму. Её диаметр — 20 мм. При горении свеча уменьшается приблизительно на 10 мм в час. Свеча сделана из полупрозрачного белого вещества со слабым запахом. Вещество довольно мягкое. По центру свечи сверху вниз проходит фитиль, состоящий из трёх скрученных нитей.

Свеча горит бесшумно. При горении она остаётся практически холодной. На расстоянии 10 мм от верхнего края свеча тёплая и размягчённая, так что ей можно придать любую форму. Около фитиля появляется бесцветная жидкость. Пламя свечи имеет довольно чёткие границы, за исключением нижнего края. Вокруг фитиля находится тёмная зона пламени конусообразной формы. Вокруг расположена ярко-жёлтая зона. В зоне пламени фитиль ярко-жёлтый. Пламя излучает тепло. При движении воздуха пламя свечи колеблется и становится коптящим».

Какое описание лучше: Ваше или из американского учебника? Ответ обоснуйте.

4. По каким признакам поваренную соль можно ошибочно принять за сахар? Как их можно отличить?

● Самостоятельно дома



Наблюдения



Любое изучение природного объекта начинается с наблюдения за ним. Наблюдение — это важнейший метод познания окружающего мира, который даёт исходный материал для других научных методов. Научное наблюдение отличается целенаправленностью. Это означает, что каждое научное наблюдение проводится с заранее определённой целью, которая часто формулируется в виде вопроса, связанного или с решением научной (учебной) задачи, или с практическими проблемами, возникающими в реальной жизни.

Если вопрос сложный, то на него может быть несколько ответов, в том числе и неверные. Поэтому ответы формулируют в виде предположений, которые необходимо проверить. Такие научные предположения называют гипотезами.

- Например, мы можем предположить, что вода — прозрачная жидкость, а можем сказать, что вода — белая. Какая из этих гипотез верна?

Чтобы проверить правильность гипотезы или убедиться в её ошибочности, необходимо провести эксперимент. Проведённое Вами на уроке наблюдение опровергло гипотезу о том, что вода — белая. Вы убедились, что это прозрачная жидкость, которая не имеет цвета. Следовательно, цвет и прозрачность — разные характеристики вещества, которые нельзя отождествлять.



Задания

1. Выпишите из текста «Наблюдения» тот его фрагмент, в котором, на Ваш взгляд, заключена главная мысль текста. Обоснуйте свой выбор.
2. Рассмотрите фотографии и на их основе составьте небольшой письменный рассказ о влиянии цели на результаты наблюдения.



§ 3

Методы научного познания в химии (продолжение)

● На уроке

Прежде чем приступать к проведению опытов, прочитайте несколько полезных советов.

- Наблюдение должно быть направлено на сбор максимальной информации. На этапе наблюдения ещё нельзя разделить существенную информацию от несущественной, главное — от второстепенного, важное — от неважного. Помните, что глаголами «смотреть» и «видеть» обозначаются разные действия!
- Информация по возможности должна носить не только качественный, но и количественный характер.
- В выводах следует объяснять смысл наблюдаемого. Наблюдение и интерпретация — это разные вещи.



Зажгите свечу. Возьмите тигельными щипцами стеклянную пластинку и подержите её над пламенем свечи.

Опыт № 1.

Как узнать, почему эта часть пламени светится?



Найдите среди лабораторного оборудования тигельные щипцы!



- Запишите наблюдения.
- Сделайте рисунок.



Внесите один конец стеклянной трубки в пламя около фитиля. Подожгите лучинкой пары, выходящие из другого отверстия трубки.

Опыт № 2.

Как узнать, что находится в этой части пламени?



Найдите среди лабораторного оборудования тигельные щипцы!

- Запишите наблюдения.
- Сделайте рисунок.

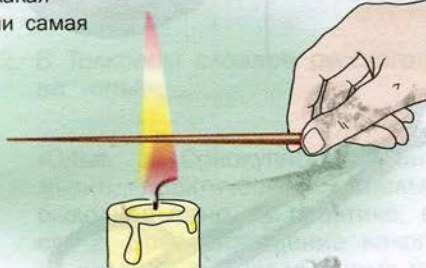




«Проткните» лучинкой пламя свечи в самой широкой его части. Через три секунды выньте лучинку из пламени.

Опыт № 3.

Как узнать, какая часть пламени самая горячая?



- Запишите наблюдения.
- Сделайте рисунок.



1. Обсудите результаты проведённых экспериментов.
2. Какие практически значимые выводы можно сделать из результатов изучения строения пламени?

● Самостоятельно дома



Эксперимент

Иногда одного эксперимента бывает недостаточно и приходится проводить целую серию опытов. При проведении экспериментов важно, чтобы исследователь был лично заинтересован в достижении цели. Если не будет такой заинтересованности, то от исследователя обязательно ускользнёт что-нибудь очень важное, что может подтвердить или опровергнуть гипотезу. Личная заинтересованность помогает тщательно подготовиться к проведению эксперимента и составить программу наблюдений. Ваши наблюдения будут более успешными, если Вы поймёте их необходимость.

Очень важно подготовиться к наблюдению, разработать программу и технику его проведения. Эксперименты и связанные с ними наблюдения являются важнейшими источниками информации о веществах и об их свойствах.

Для того чтобы ставить опыты и проводить наблюдения, нужно иметь лабораторное оборудование. Школьное лабораторное оборудование разработано в научных лабораториях. Некоторые предметы были изобретены много столетий назад и применялись в лабораториях алхимиков.



- Лабораторный штатив

- Ступка



- Тигельные щипцы



- Держатель для пробирок



Каждый предмет лабораторного оборудования имеет свое назначение. Он максимально приспособлен к тем или иным манипуляциям. Устройство любого предмета лабораторного оборудования обеспечивает максимальное удобство работы с ним. Устройство и действие даже самой простой лабораторной установки подчинены двум одинаково важным целям: результативности опыта и его безопасности.



Задания

1. Выпишите из текста «Эксперимент» тот его фрагмент, в котором, на Ваш взгляд, заключена главная мысль текста. Обоснуйте Ваш выбор.
2. В Толковом словаре русского языка приводится два толкования слова «опыт».

«Опыт. 1. Совокупность знаний, навыков, умений, выносимых из жизни, практической деятельности. То, что имело место, что уже было испытано на практике, в жизни, с чем приходилось встречаться. 2. Воспроизведение какого-либо явления или наблюдение нового явления в определённых условиях с целью исследования».

Объясните, чем жизненный опыт отличается от химического.

3. Согласны ли Вы с утверждением: «Опыт, результаты которого мне известны, нет смысла ставить»? Попробуйте, используя поговорку: «Обжёгшись на молоке, на воду дует», сформулировать своё отношение к высказанному утверждению.
4. Был ли в Вашей жизни не совсем удачный опыт обращения с веществами? Попробуйте изобразить его в виде комикса. Если Вы не умеете рисовать, напишите короткий весёлый рассказ.
5. Классифицируйте следующие вещества по агрегатному состоянию: мел, поваренная соль, вода, сахар, стекло, бензин, железо, кислород. Какие еще классификации Вы можете предложить? Какие из этих веществ растворимы в воде? Расположите эти вещества в порядке уменьшения твёрдости.

§ 4

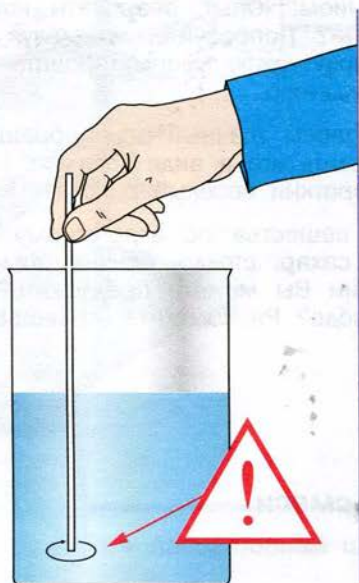
Чистые вещества и смеси

● На уроке



Сравните свойства поваренной соли и речного песка. Запишите Ваши наблюдения в таблицу.

Сравниваемые свойства	Свойства соли	Свойства песка
Агрегатное состояние		
Цвет		
Растворимость в воде		
Запах		
Вкус (не пробовать, а воспользоваться жизненным опытом!)		



- Растворение веществ



Приготовьте смесь, состоящую из 1 части песка и 1 части соли. Рассмотрите приготовленную смесь и запишите наблюдения в таблицу. Выделите из полученной смеси чистый песок.

Сравниваемые свойства	Свойства смеси соли и речного песка
Агрегатное состояние	
Цвет	
Растворимость в воде	
Запах	
Вкус (не пробовать, а воспользоваться жизненным опытом!)	



1. На различии каких свойств поваренной соли и речного песка основано разделение их смеси?
2. Какие практически важные выводы Вы можете сделать из проведённого эксперимента?

● Самостоятельно дома



Очистка веществ



На уроке Вы научились очищать вещества. Но очищенное вещество нужно хранить так, чтобы в него не попали примеси. Многие вещества, например сахар, активно поглощают из воздуха пары воды. Такие вещества называют гигроскопичными. Чтобы защитить вещество от влаги, используют эксикатор — толстостенный сосуд с притёртой (т. е. плотно прилегающей) крышкой. Эксикатор используют не только для защиты гигроскопичных соединений от атмосферной влаги, но и для осушки веществ. Некоторые вещества нельзя высушивать нагреванием, так как они разлагаются при повышении температуры. Тогда на помощь приходит эксикатор.

● Эксикатор

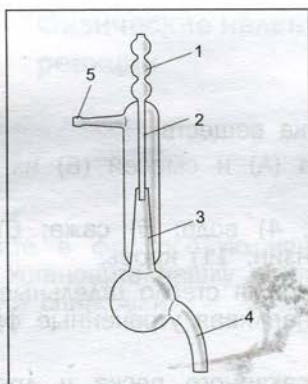
Для многих опытов вещества берут в виде растворов. В качестве растворителя чаще всего используют воду, но не из-под крана, а специально очищенную от примесей. Такую воду называют дистиллированной. Для получения дистиллированной воды обычную воду нагревают в колбе-реакторе.

Чтобы водяной пар опять стал жидкой водой (или, говоря научно, чтобы пар сконденсировался), его охлаждают в холодильнике. По узкой внутренней трубке холодильника сверху вниз движется водяной пар, а по внешней трубке (рубашке холодильника) снизу вверх движется холодная проточная вода. Подобную конструкцию холодильника впервые использовал немецкий химик Юстус Либих, и поэтому такой холодильник называют холодильником Либиха.



- Назовите детали установки для получения дистиллированной воды.

Очищая поваренную соль от речного песка, Вы, конечно, обратили внимание на то, как медленно происходит фильтрование. В некоторых случаях требуется отфильтровать раствор очень быстро. Для ускорения процесса фильтрования его проводят при пониженном давлении. Пониженное давление получают с помощью водоструйного насоса — стеклянного сосуда, внутри которого проходят две трубки. При движении воды по этим трубкам создается разрежение внутри насоса.



- Происходит это так. На отросток (1) надевают небольшой кусок резиновой трубки, с помощью которой насос присоединяют к водопроводному крану. Струя воды попадает в стеклянную трубку (2). За счёт сужения трубки скорость течения воды резко возрастает. Водяная струя захватывает воздух в зазоре между трубками (2) и (3) и уносит его в слив (4). Отросток (5) соединяется с помощью толстостенного резинового шланга с прибором, в котором нужно создать пониженное давление.



- Если пониженное давление необходимо для ускорения процесса фильтрации, шланг присоединяют к колбе Бунзена.



- Горло колбы закрывают резиновой пробкой со вставленной в неё воронкой Бюхнера.

На дно воронки, в которой есть множество мелких отверстий, кладут бумажный фильтр, диаметр которого соответствует внутреннему диаметру воронки. Эти примеры показывают взаимосвязь «устройство прибора — принцип его действия». И то и другое связано с целью опыта.



Задания

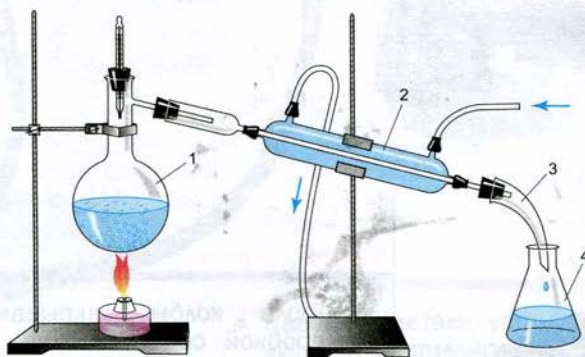
1. Составьте план текста «Очистка веществ».
2. Выпишите названия веществ (А) и смесей (Б) из следующего перечня:
1) воздух; 2) азот; 3) сода; 4) вода; 5) сажа; 6) лёд; 7) глина;
8) стекло; 9) молоко; 10) бензин; 11) кровь.
3. В старой школьной тетради время стёрло отдельные слова. Перепишите текст в тетрадь, восстанавливая утраченные фрагменты.

Задание: разделить смесь сахарного песка и древесных опилок. Рассмотрел смесь. Она имеет ... цвет. В ней хорошо видны частицы ... и Интересно, является ли цвет смеси её постоянным свойством?

Добавил в смесь воды. Наблюдал, как частицы ... растворяются в Древесные опилки

Профильтровал смесь. ... задерживаются фильтром, а раствор ... собирается в стакане. Перелил ... в ... и выпарил. При нагревании ... испаряется, а в ... остаются кристаллики

4. Пользуясь рисунком, расскажите родителям о получении дистиллированной воды.



- 1 — колба Вюрца; 2 — холодильник Либиха; 3 — аллонж;
4 — колба Эрленмейера

5. Представьте, что Вы оказались на необитаемом острове, где нет пресной воды. Каким из перечисленных способов: выпаривание, перегонка, фильтрование — Вы будете производить очистку морской воды от растворённых в ней солей?

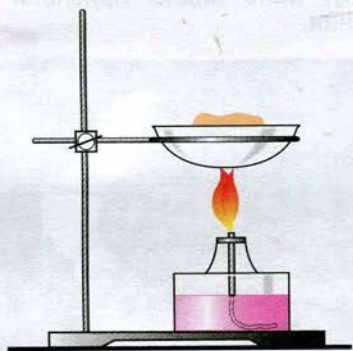
§ 5

Физические явления и химические реакции

● На уроке

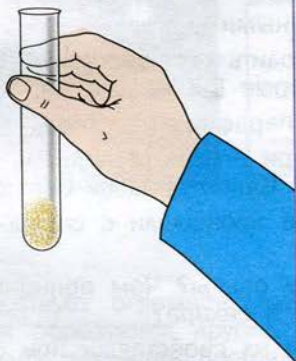


Положите в фарфоровую чашку небольшой кусочек парафина. Установите чашку на кольцо штатива и нагрейте на пламени спиртовки.



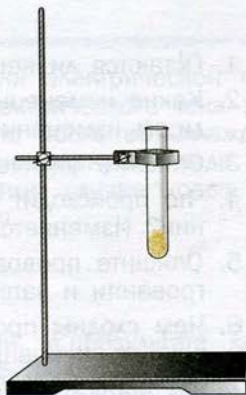
- Что происходит с парафином? Запишите наблюдения.
- Дайте образовавшейся жидкости остыть и рассмотрите вещество в фарфоровой чашке. Отличается ли оно от исходного парафина?

Насыпаем сахар в пробирку



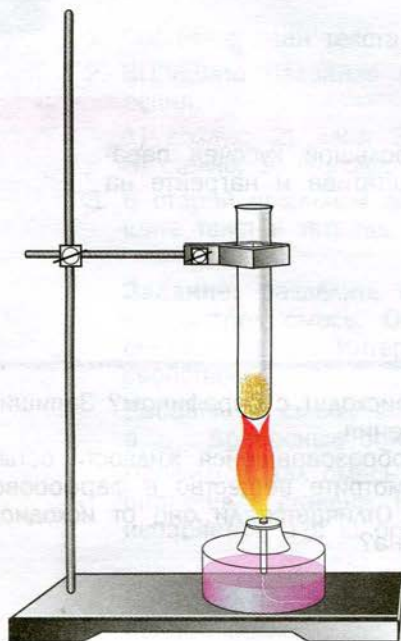
- Насыпьте в пробирку 1 ложко-дозатор сахарного песка.

Лабораторный штатив



- Закрепите пробирку в лапке штатива вертикально.

Нагреваем сахар в пробирке



- Нагревайте сахар до тех пор, пока не станут явно видны признаки его изменения.

- Запишите наблюдения, сделанные Вами при нагревании сахара.



1. Остаются ли вещества неизменными?
2. Какие изменения могут происходить с веществами? Приведите примеры изменений веществ, которые Вы наблюдали.
3. Опишите физические свойства парафина и сахара.
4. Что происходит с парафином при его нагревании и затем охлаждении? Изменяется ли вещество? Какой процесс Вы наблюдали?
5. Опишите превращения, которые произошли с сахаром при его нагревании и затем охлаждении.
6. Чем сходны сделанные Вами опыты? Чем принципиально различаются превращения парафина и сахара?
7. Что происходит с веществами и их свойствами при физических явлениях?
8. Что происходит с веществами и их свойствами при химических явлениях?

● Самостоятельно дома

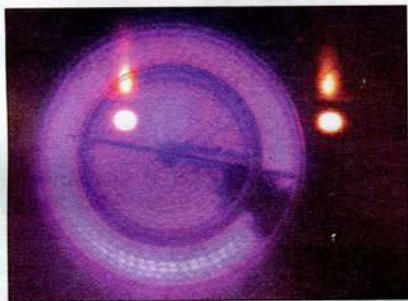


Химические реакции

При изучении физики Вы познакомились с некоторыми физическими явлениями, которые происходят с веществами. Как Вы помните, физическими явлениями называют явления, при которых происходит изменение формы тела, агрегатного состояния вещества, но не образуется новых веществ.



- Когда футбольный мяч влетает в сетку ворот, изменяется положение мяча в пространстве, изменяется форма сетки, но новых веществ при этом не образуется.



- При включении электрической плиты под действием электрического тока раскаляется спираль, но после её охлаждения она остаётся в неизменном виде. Следовательно, и в этом случае новые вещества не образуются.

Однако существует огромное количество явлений, в результате которых из одних веществ образуются другие. В организме футболиста, забивающего победный гол, одни вещества постоянно превращаются в другие (впрочем, такие превращения происходят в любом живом организме). Тепло от газовой плиты мы получаем в результате превращения природного газа метана в углекислый газ и воду. Такие явления называют химическими реакциями.

На уроке Вы самостоятельно осуществляли два вида превращения веществ.



- Плавление и застывание парафина — это физические явления.



- Изменения сахара при нагревании — это химическая реакция.



Химическая реакция — это явление, при котором образуются новые вещества.



Задания

1. Составьте план текста «Химические реакции».
2. Прочитайте фрагмент стихотворения С.Я. Маршака «Вчера и сегодня».

Лампа плакала в углу,
За дровами на полу:
— Я голодная,
Я холодная!
Высыхает мой фитиль.
На стекле густая пыль.
Почему —
Я не пойму —
Не нужна я никому?
Познакомилась в столовой
Я сегодня с лампой новой,
Говорили, будто в ней



Пятьдесят горит свечей.
Ну и лампа! На смех курам!
Пузырёк под абажуром.
В середине пузырька —
Три-четыре волоска.
Стеариновая свечка
Робко вставила словечко:
— Вы сказали, будто в ней
Пятьдесят горит свечей?
Обманули вас бесстыдно:
Ни одной свечи не видно!



К какому явлению — физическому или химическому — относится: а) горение старой лампы? б) горение новой лампы? в) горение свечи? Аргументируйте Ваш ответ.

Выясните, что это за свечи, которые горят в лампе накаливания.

3. В результате каких явлений — физических или химических — эта старая фотография: а) пожелтела? б) потрескалась? Объясните Ваше решение.



4. Углекислый газ — это бесцветный газ без запаха, малорастворимый в воде. Его растворимость возрастает при повышении давления, что используется в приготовлении газированных напитков. При $t = -78,5^{\circ}\text{C}$ углекислый газ замерзает, образуя белые кристаллы «сухого льда». «Сухой лёд» используют для охлаждения продуктов, например мороженого. Если бросить кусочек «сухого льда» в воду, он начнёт с шипением таять, возгоняясь, т. е. переходит в газ, минуя жидкое состояние. К каким явлениям Вы отнесёте данный процесс?
5. С молоком постоянно приключаются разные неприятности: оно то убежит, что прокиснет. В каком случае происходит химическая реакция? Как Вы это определили?
6. В Вашем семейном фотоальбоме найдите две-три фотографии, на которых запечатлены химические явления. Принесите эти фотографии в школу — они потребуются на следующем уроке.

§ 6

Признаки химических реакций

● На уроке



В пробирку налейте около 1 мл раствора хлорида натрия (на склянке этикетка «NaCl») и осторожно добавьте 1–2 капли раствора нитрата серебра (на склянке из оранжевого стекла этикетка «AgNO₃»).



- Запишите наблюдения. Какое физическое явление сопровождает химическую реакцию между растворами хлорида натрия и нитрата серебра?



В ту же пробирку добавляйте по каплям раствор нашатырного спирта (этикетка «NH₃»), встряхивая пробирку после добавления каждой капли.



- Не забудьте записать наблюдения и сделать из них вывод о физическом явлении, которое сопровождает эту химическую реакцию.



Положите в пробирку 1 гранулу цинка (этикетка «Zn») и добавьте приблизительно 1 мл раствора соляной кислоты (этикетка «HCl»).



- Что Вы увидели в ходе этого эксперимента? Запишите в тетрадь признак химической реакции между цинком и соляной кислотой.



К 1 мл раствора хлорида железа(III) (этикетка «FeCl₃») добавьте такой же объем роданида калия (этикетка «KCNS»).



- Сделайте вывод из эксперимента, аналогичный выводам, которые Вы сделали из предыдущих лабораторных опытов.



1. Предложите, как можно выявить признаки реакций.
2. Перечислите признаки химических реакций, которые Вам удалось выявить опытным путём.
3. Всегда ли выявленные Вами признаки являются признаками химических реакций? Приведите примеры.
4. Предложите соседу по парте найти на принесённых Вами фотографиях результаты химических реакций и объяснить, почему эти явления химические. Оцените правильность ответа. В случае затруднений обратитесь за помощью к учителю.

● Самостоятельно дома

Признаки химических реакций

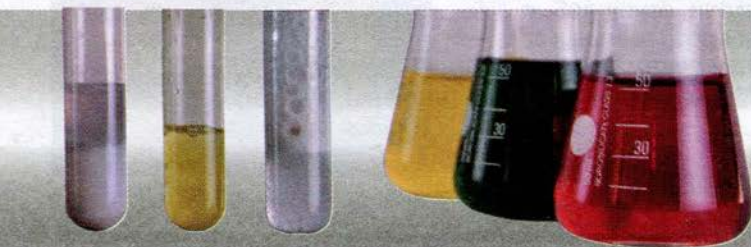


Факт — один из убедительнейших аргументов для доказательства или опровержения какого-либо утверждения. Откуда берутся факты?

Факт — результат наблюдения и его осмысления.

При проведении опытов Вы наблюдали превращения веществ, а осмысление наблюдений позволило Вам выделить признаки химических реакций. Так Вы самостоятельно добыли факты.

При проведении каждой из химических реакций Вы наблюдали физические явления, которыми сопровождались превращения одних веществ в другие:



- а) выпадение осадка;
- б) растворение осадка;
- в) выделение газа;
- г) изменение окраски.

Список признаков химических реакций не исчерпывается теми, которые Вы выявили экспериментально.

Рассмотрим стружку металла магния.



- Магний — серебристо-белый металл, и при обычных условиях мы не наблюдаем каких-либо изменений в его внешнем виде.



Внесём магниевую стружку в пламя спиртовки.

- Через очень короткий промежуток времени магний загорается и продолжает гореть даже после того, как мы вынесем его из пламени спиртовки.



- Происходит химическая реакция между металлом магнием и кислородом, входящим в состав воздуха. Следовательно, физическое явление — выделение света — является признаком химической реакции.



Проведём еще один опыт.

- На огнезащитную прокладку насыплем оранжевые кристаллы дихромата аммония.
- Раскалим на пламени спиртовки стеклянную палочку и прикоснёмся ею к поверхности кристаллов.
- Очень быстро кристаллы начинают потрескивать, а потом происходит настоящее извержение вулкана.



а

б

в

Наблюдаемое физическое явление — выделение теплоты — это также признак химической реакции.



Задания

1. Составьте план текста «Признаки химических реакций».
2. Докажите, что в любой песне, в которой упоминается автомобиль, речь идёт и о физических явлениях, и о химических реакциях. При необходимости приведите соответствующие цитаты из песен.
3. Прочитайте фрагмент романа В. Язвицкого «Иван III — государь всея Руси» и заполните таблицу.

«Буря вдруг сорвалась — загудело всё, завывало. Словно молнии, огненными полосами заметались по чёрному небу пылающие головни и летят по всему Кремлю и за кремлёвские стены. Занялись почти все посады Заградья. Душно становится от дыма и гари, и жаром пышет в лицо, и светло, как днём. Гул, шум и набат. Хруст и треск идёт от горящих изб, и хором человеческие вопли сливаются с шумом и грохотом бури».

Физические явления	Химические реакции
(Сюда перепишите предложения, в которых говорится о физических явлениях, и приведите доказательства того, что эти явления — физические.)	(Сюда перепишите предложения, в которых говорится о химических реакциях, и приведите доказательства того, что эти явления — химические реакции.)

4. При нагревании сливочного масла происходят следующие изменения: вначале масло плавится, потом, при более высокой температуре, начинает обугливаться. В каком случае наблюдаются химические превращения? Ответ обоснуйте.
5. С чем связано изменение цвета листьев деревьев осенью? Какие явления — физические или химические — происходят при этом? Какой пигмент обуславливает зелёную окраску листьев растений? Какой процесс происходит в зелёных листьях растений под действием солнечного света?

• На уроке



Возьмите один кусок сахара-рафинада и разломите его пополам. Продолжайте делить куски сахара пополам. Сложите все полученные кусочки сахара в ступку и разотрите их пестиком.

- Вещества в ступке растирают круговыми движениями пестика.



- Если стучать пестиком, хрупкая ступка расколется.



Рассмотрите результат Вашей работы с помощью увеличительного стекла.



Поместите в пробирку $\frac{1}{2}$ ложки-дозатора сахарной пудры, полученной в предыдущем опыте.



- В эту же пробирку налейте 3–4 мл дистиллированной (чистой) воды. На фото показано, как определить объём жидкости в пробирке.

- Перемешайте содержимое пробирки. Закрывать пробирку пальцем нельзя: в раствор попадут посторонние вещества или раствор может испачкать руки.
- Рассмотрите результат Вашей работы с помощью увеличительного стекла.



Наполните ложку для сжигания веществ сахарной пудрой. Прокалите сахар в пламени спиртовки. Запишите наблюдения.

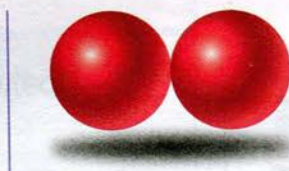


1. Сколько раз Вам удалось разделить кусочек сахара голыми руками?
2. Как Вы думаете, во сколько раз крупинки, полученные при растирании сахара в ступке, мельче самых маленьких кусочков, которые Вам удалось получить в первом опыте?
3. Удалось ли Вам увидеть частички сахара в растворе?
4. Что произошло с сахаром при нагревании?

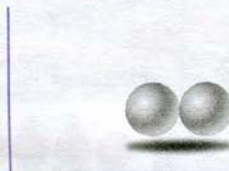
5. Рассмотрите модели молекул:



а) воды;



б) кислорода;



в) ...

Зная цветовые обозначения атомов, определите, модель молекулы какого газа показана на рисунке «в».

6. Определите, в чем заключается главная мысль текста «Знаки химических элементов».

Знаки химических элементов

Химические элементы имеют разные названия в разных языках. Сравните:

Русское название	Английское название	Немецкое название	Французское название
Железо	Iron	Eisen	Fer
Медь	Copper	Kupfer	Cuivre
Олово	Tin	Zinn	Etain

Чтобы люди, говорящие на разных языках, могли понимать, о каком химическом элементе идёт речь, используют специальные сокращённые обозначения — знаки химических элементов. За основу знака взято латинское название химического элемента. Большинство знаков химических элементов состоит из двух букв. Первая буква (всегда прописная) совпадает с первой буквой латинского названия химического элемента, вторая буква (всегда строчная) берётся из середины латинского названия. Например, с буквы «А» начинаются латинские названия золота и серебра. Чтобы различить их, необходимо использовать ещё одну букву: для золота — «и» (Au), для серебра — «г» (Ag).

7. Известно более 100 видов атомов, но при этом в окружающем нас мире насчитывается более 17 миллионов веществ. Чем объясняется такое разнообразие?

● Самостоятельно дома



Предел делимости вещества

Во все времена учёных занимал вопрос: «Существует ли предел делимости вещества?» Ещё древнегреческие философы утверждали, что вещество образовано мельчайшими частицами, которые далее не могут быть разделены.



Мельчайшая частица вещества, сохраняющая его химические свойства, называется молекулой¹.

Молекула состоит из ещё более мелких частиц, которые при химических реакциях оказываются неделимыми.



Мельчайшая химически неделимая частица вещества называется атомом.

Сколько атомов образуют окружающие нас вещества, сосчитать невозможно. Но видов атомов не так уж и много. Определённый вид атомов с одинаковыми химическими свойствами называется химическим элементом.

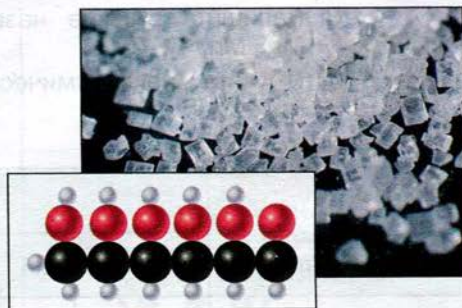
Сегодня человечество знает 118 разновидностей атомов, или, иначе говоря, химических элементов. Большинство из них встречается в природе, входя в состав разных веществ.



- Вода образована атомами двух химических элементов.
- Алмазы образованы атомами одного химического элемента.

¹ Понятие «молекула» применимо далеко не ко всем веществам. Во втором полугодии Вы познакомитесь с веществами немoleкулярного строения.

- Глюкоза образована атомами трёх химических элементов.



Для обозначения химических элементов используются специальные знаки — сокращённые латинские названия химических элементов. Как правило, знак химического элемента состоит из двух букв, поскольку первые буквы в латинских названиях многих химических элементов совпадают.

Сравните:

Русское название	Латинское название	Знак
Сера	Sulfur	S
Олово	Stannum	Sn
Кремний	Silicium	Si
Фосфор	Phosphorus	P
Свинец	Plumbum	Pb
Платина	Platinum	Pt



Задания

1. На сколько отдельных частей Вы могли бы разделить текст «Предел делимости вещества»? Выпишите в тетрадь первые предложения из каждой выделенной Вами части.
2. Пользуясь Таблицей знаков химических элементов, напишите знаки следующих химических элементов: азот, водород, железо, цинк, гелий, углерод, серебро, медь, натрий.

3. Напишите русские названия химических элементов: S, As, P, Cl, Mg, Mn, K, Ca.
4. Выучите знаки химических элементов, которые читаются как буквы алфавита.

Название химического элемента	Знак		Чтение
	печатный	письменный	
Водород	H	<i>ℋ</i>	аш
Углерод	C	<i>℄</i>	це
Азот	N	<i>ℵ</i>	эн
Кислород	O	<i>℔</i>	о
Фосфор	P	<i>ℙ</i>	пе
Сера	S	<i>℞</i>	эс

5. Названия некоторых химических элементов созвучны географическим названиям. Найдите не менее пяти таких химических элементов и запишите в тетрадь их знаки. Как Вы думаете, почему эти химические элементы получили такие названия?

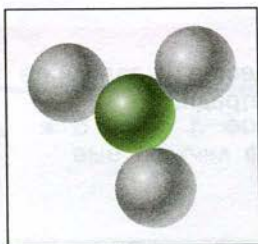
§ 8

Формы существования химических элементов

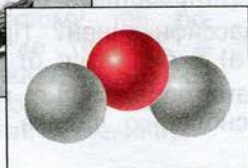
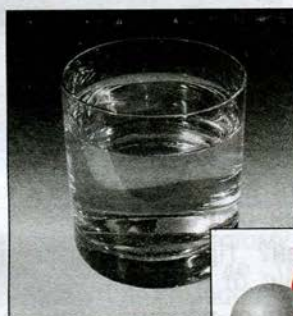
● На уроке



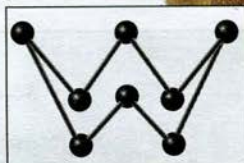
Пользуясь набором моделей атомов, соберите модели молекул следующих веществ:



• аммиак;



• вода;



• сера;



• водород.

На какие две группы Вы можете разделить эти вещества? Дайте аргументированный ответ.



Рассмотрите выданные Вам вещества и заполните таблицу, предварительно начертив её в тетради.

Простые вещества			Сложные вещества		
название	агрегатное состояние	цвет	название	агрегатное состояние	цвет
Железо			Мел		
Медь			Сахар		
Сера			Малахит		
Кислород			Спирт		



1. На какие две группы Вы можете разделить вещества, модели которых Вы собрали? Дайте аргументированный ответ.
2. Какое действие называют классификацией? Приведите известные вам классификации объектов: а) в биологии; б) в химии.
3. Попробуйте самостоятельно дать определение понятия «основание классификации». По какому основанию чистые вещества делят на простые и сложные?
4. В одном из пособий по диетологии указано, что в 100 г яичного желтка содержится 8,6 мг железа. Насколько корректно с химической точки зрения данное утверждение? Ответ поясните.
5. Обсудите, в каких случаях речь идёт о простых веществах, а в каких — о химических элементах.



- В 1886 г. французский химик Анри Муассан впервые получил фтор.

- Фтор входит в состав зубной пасты.



- В 1 л крови человека содержится около 0,21 мг свинца и 0,000001 мг золота.

- «Наверно, он потому так богат, ваш граф де Пейрак, — сказала Анжелика, — что он превращает в золото свинец» (А. Голон, С. Голон. Анжелика).



6. Составьте два предложения, в которых слово «алюминий» было бы употреблено для обозначения простого вещества, и два предложения, где оно означало бы химический элемент.
7. При сжигании сложного вещества образовался углекислый газ и вода. Какие химические элементы могли входить в состав этого сложного вещества?

● Самостоятельно дома



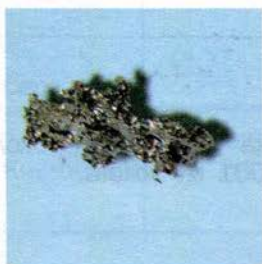
Простые и сложные вещества

В природе химические элементы могут существовать в разных формах, образуя разные вещества.



Вещества, образованные атомами одного химического элемента, называют простыми веществами.

Среди простых веществ больше всего металлов. С некоторыми из них вы познакомились ещё до начала изучения химии:



● серебро;



● железо;



● медь;

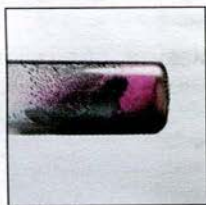


● золото;



● ртуть.

Кроме металлов существуют простые вещества — неметаллы:



- иод;



- сера;



- бром;



- фосфор.



Вещества, образованные атомами нескольких химических элементов, называют сложными веществами.

К сложным веществам относятся хорошо известные Вам:



- уксус;
- сахар;



- природный газ;
- парафин.

Простые вещества невозможно разложить на ещё более простые вещества, так как атомы в ходе химических реакций не изменяются. Сложные вещества, образованные атомами разных химических элементов, можно разложить на более простые вещества. Например, при нагревании малахита (где Вам встречалось это название?) образуются три новых вещества.



- При нагревании малахита образуются: оксид меди(II), вода и углекислый газ.



Задания

- Представьте содержание текста «Простые и сложные вещества» в виде схемы.
- Выучите знаки химических элементов, которые читаются как латинские названия.

Название химического элемента	Знак		Чтение
	печатный	письменный	
Железо	Fe	<i>Fe</i>	Феррум
Медь	Cu	<i>Cu</i>	Купрум
Серебро	Ag	<i>Ag</i>	Аргентум
Золото	Au	<i>Au</i>	Аурум
Ртуть	Hg	<i>Hg</i>	Гидраргирум
Олово	Sn	<i>Sn</i>	Станнум
Свинец	Pb	<i>Pb</i>	Плюмбум
Мышьяк	As	<i>As</i>	Арсеникум
Сурьма	Sb	<i>Sb</i>	Стибиум
Кремний	Si	<i>Si</i>	Силициум

3. Негашёную известь (кислородсодержащее соединение кальция) получают при сильном нагревании известняка. Кроме извести также образуется углекислый газ. Определите, какие химические элементы входят в состав известняка. Аргументируйте Ваш ответ.
4. Знаменитый древнегреческий философ Аристотель, учитель Александра Македонского, основал в 335 г. до н. э. в Афинах философскую школу Лицей. Он полагал, что первоосновой всего сущего являются четыре элемента: земля, огонь, вода и воздух. Аристотель уже знал о существовании семи металлов (золота, серебра, ртути, свинца, олова, меди и железа) и двух неметаллов (угля и серы). Позднее стали считать, что как слова состоят из букв, так и вещества — из элементов. Но даже великий французский химик Антуан Лоран Лавуазье принимал термины «элемент» и «простое вещество» как равнозначные. Только Д.И. Менделеев начал различать эти понятия. Чем же отличаются химический элемент и простое вещество?
5. Прочитайте фрагмент романа А. Конан Дойла «Маракотова бездна» и найдите в нем химическую ошибку.

«Могу только заявить, что видел собственными глазами и попробовал на вкус различные химические элементы в жидком и газообразном состоянии, которые вводились в аппараты и подвергались там обработке теплом, давлением и электричеством, и в результате машины производили муку, чай, кофе, вино и множество других продуктов питания».

§ 9

Закон Ж.-Л. Пруста

● На уроке

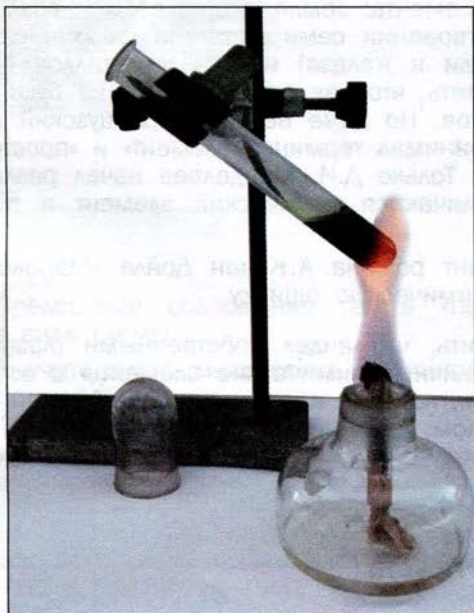


Рассмотрите выданные Вам порошки серы и железа. Проведите необходимые опыты, чтобы заполнить таблицу.

Свойства	Железо	Сера	Смесь железа с серой
Цвет			
Растворимость в воде			
Отношение к магниту			



Возьмите пробирку с заранее приготовленной смесью железа и серы. Закрепите её в лапке штатива и сильно нагрейте, как это показано на фото.



- Как только смесь раскалится, прекратите нагревание. После того как пробирка остынет, разбейте её в ступке, пинцетом удалите кусочки стекла и измельчите полученное вещество.
- Испытайте полученное вещество магнитом. Определите отношение вещества к воде.



1. Есть ли разница в составе веществ, имеющих формулы: CO и CO_2 , H_2O и H_2O_2 ?
2. Чтобы получить сульфид железа(II), необходимо смешать железо и серу в соотношении 7 : 4. Если смешать их в другой пропорции, например 10 : 4, то химическая реакция произойдёт, но 3 г железа в реакцию не вступит. Почему это происходит?
3. Напишите химические формулы следующих веществ, если известен их качественный и количественный состав:



а) азотная кислота, молекула которой состоит из одного атома водорода, одного атома азота и трёх атомов кислорода;



б) силикатный клей, образованный двумя атомами натрия Na, одним атомом кремния и тремя атомами кислорода.

4. Опишите качественный и количественный состав следующих веществ:

а) перманганата калия KMnO_4 («марганцовка»);



б) медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.



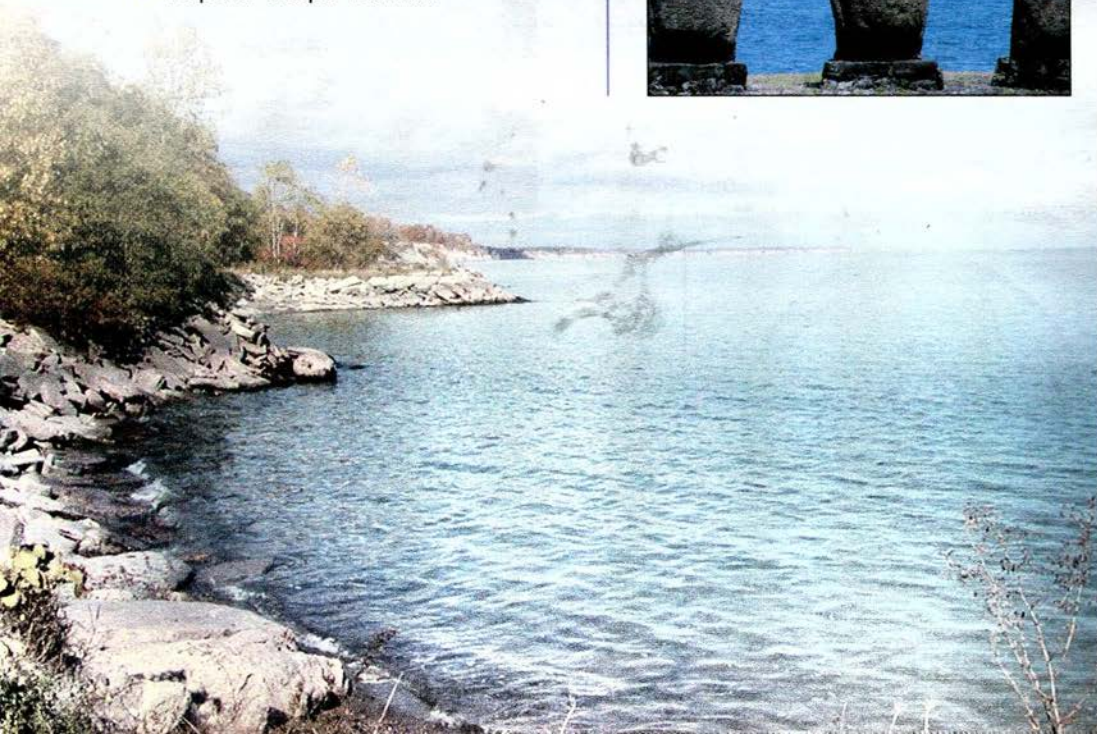
● Самостоятельно дома

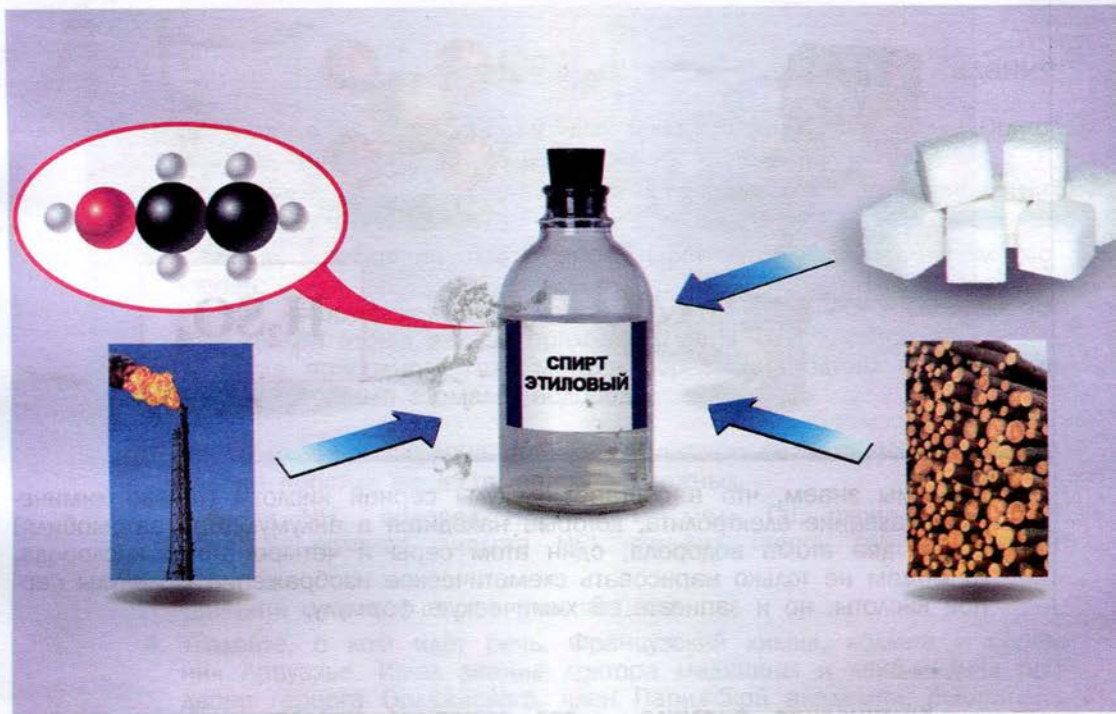
Состав вещества

Каждое вещество обладает определённым составом. В химии различают качественный и количественный состав вещества. Качественный состав показывает, из атомов каких химических элементов состоит вещество. Количественный состав показывает, в каких соотношениях соединены атомы в веществе.

Многочисленные исследования, проведённые химиками на рубеже XVIII—XIX вв., привели учёных к мысли о том, что состав вещества постоянен и не зависит от того, где и каким способом данное вещество было получено. Это положение получило название закона постоянства состава веществ. Если мы возьмём воду из Тихого океана, тщательно очистим её от примесей, то окажется, что состав молекул воды такой же, как и у молекул воды из Байкала: на каждый атом кислорода приходится два атома водорода.

- Каменные статуи на острове Пасхи в южной части Тихого океана
- Берега озера Байкал



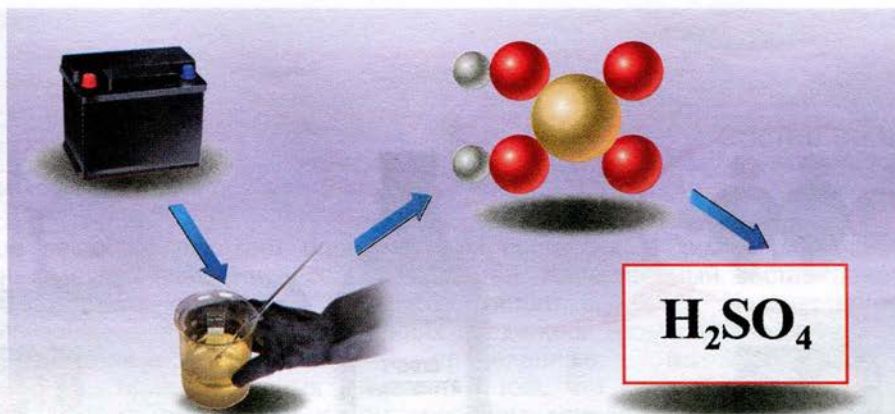


- Состав этилового спирта один и тот же независимо от способа получения: из сахара, природного газа или древесины.

В проведённом Вами лабораторном опыте массы железа и серы были подобраны таким образом, что на каждый атом железа приходился один атом серы. Если бы для опыта взяли другие массы серы или железа, то какое-то из двух веществ оказалось бы в избытке, т. е. полностью в ходе реакции не израсходовалось.

Как и многие законы природы, открытые человечеством в период становления науки, закон постоянства состава веществ имеет определённые границы применимости. В природе существует много веществ, на которые он не распространяется. С такими веществами вы познакомитесь в 9-м классе.

То, что вещества имеют постоянный состав, даёт возможность описать их с помощью знаков химических элементов.



- Если мы знаем, что в состав молекулы серной кислоты (таково химическое название электролита, который находится в аккумуляторе автомобиля) входят два атома водорода, один атом серы и четыре атома кислорода, то можем не только нарисовать схематическое изображение молекулы серной кислоты, но и записать её химическую формулу.



Химическая формула — это описание качественного и количественного состава вещества с помощью знаков химических элементов и индексов.



- Один атом обозначается химическим знаком без индекса.

- Индекс «2» показывает, что в молекуле два атома данного элемента.

С помощью химической формулы можно определить, к каким веществам — простым или сложным — относится данное вещество. Например, известно, что привычное, а поэтому кажущееся простым вещество вода имеет формулу H_2O . Такая запись означает, что в состав молекулы воды входят два атома водорода и один атом кислорода, т. е. атомы разных химических элементов. Следовательно, вода — сложное вещество. По формуле азота N_2 мы легко узнаём, что это простое вещество, так как в состав его молекулы входят атомы только одного химического элемента.



Задания

1. Предложите другое название для текста «Состав вещества». Приготовьтесь отстаивать свою точку зрения.
2. Сократите следующие утверждения, используя для этого знаки химических элементов:
 - в оксиде кальция на один атом кальция приходится один атом кислорода;
 - в руде, которую называют красным железняком или гематитом, на каждые два атома железа приходится три атома кислорода;
 - молекула природного газа метана образована одним атомом углерода и четырьмя атомами водорода.

3. Из следующего перечня веществ выпишите сначала формулы и названия простых веществ, затем — сложных.

Аммиак NH_3 , водород H_2 , иод I_2 , медь Cu , оксид меди CuO , сера S , соляная кислота HCl , сульфид цинка ZnS , углекислый газ CO_2 .

Опишите словами состав этих веществ.

4. Угадайте, о ком идёт речь. Французский химик, коллега и соратник Лавуазье. Имел звание доктора медицины и лейб-медика при дворе герцога Орлеанского, член Парижской академии, смотритель монетного двора. В 1807 г., оставив службу, поселился в парижском предместье Аркей, где создал свою химическую лабораторию. Именем этого химика названа соль — сильный окислитель, который входит в состав зажигательной смеси головки спичек.



- Назовите фамилию этого учёного. Каков его вклад в развитие химической науки?

- Что связывает учёного, фамилию которого Вы только что назвали, с человеком, изображённым на этом портрете?



5. Известно, что образцы нефти, добытой из разных месторождений, часто имеют разную температуру кипения. Можно ли назвать нефть чистым веществом? Ответ обоснуйте.

§ 10

Валентность

● На уроке



Рассмотрите модели атомов, из которых собирают модели молекул, и заполните пропуски в таблице.

Химический элемент	Цвет шарика	Число отверстий
Водород	Белый	
Кислород	Красный	
Углерод	Чёрный	
Азот	Зелёный	



С помощью коротких стерженьков соберите модели молекул:

- водорода;
- воды, состоящих из атомов водорода и кислорода;
- метана, состоящих из атомов углерода и водорода;
- аммиака, состоящих из атомов азота и водорода.

- Запишите в тетради химические формулы этих веществ.



Рассмотрите выданные Вам вещества и заполните таблицу.

Название	Формула	Внешний вид	Валентность	
			первого элемента	второго элемента
Галит	NaCl		I	
Галенит	PbS			II
Гематит	Fe_2O_3			
Пирролюзит	MnO_2			
Карналлит	MgCl_2			I
Флюорит	CaF_2		II	



1. Сравните качественный и количественный состав молекул: HCl , H_2O , NH_3 , CH_4 . Что общего в составе молекул? Чем они отличаются друг от друга?
2. Сколько одновалентных атомов может присоединить к себе: а) двухвалентный атом? б) трёхвалентный атом? в) четырёхвалентный атом? Приведите примеры.
3. Составьте формулы оксидов (соединений с кислородом) следующих химических элементов: а) лития; б) водорода; в) калия; г) цинка; д) кальция; е) меди.
4. В природе встречается много минералов, образованных атомами серы:



- галенит, или свинцовый блеск PbS ;



• акантит Ag_2S ;



• аурипигмент As_2S_3 .



• сфалерит, или
цинковая
обманка ZnS ;

Напишите химические названия этих веществ, зная, что латинское название серы — sulfur (корень названия подчеркнут), а валентность атомов серы равна двум.

- Железо образует с кислородом два соединения. В одном валентность железа равна II, во втором — III. Составьте химические формулы этих веществ и назовите их.
- Раньше вещества, формулы которых Вы составили, выполняя задание 5, называли окисью железа и закисью железа. Найдите соответствие между старыми и новыми названиями. Объясните ход Ваших рассуждений.
- Определите валентность атомов химических элементов по формулам соединений: NH_3 , Au_2O_3 , SiH_4 , CuO .
- Из приведённого ряда выпишите только те формулы, в которых атомы металлов двухвалентны: MnO , Fe_2O_3 , CrO_3 , CuO , K_2O , CaH_2 .
- Найдите закономерность в последовательности формул: Cl_2O , ClO_3 , Cl_2O_7 .

● Самостоятельно дома



Определение валентности атомов по формуле вещества и составление формул веществ по валентности атомов

Закон Ж.-Л. Пруста, или закон постоянства состава веществ, объясняется свойством атомов присоединять к себе определённое число других атомов.



Свойство атомов присоединять к себе определённое число других атомов называется валентностью.

Изучение качественного и количественного состава большого числа соединений показало, что атомы некоторых химических элементов во всех сложных веществах имеют одну и ту же валентность.



За единицу валентности принята валентность атомов водорода.

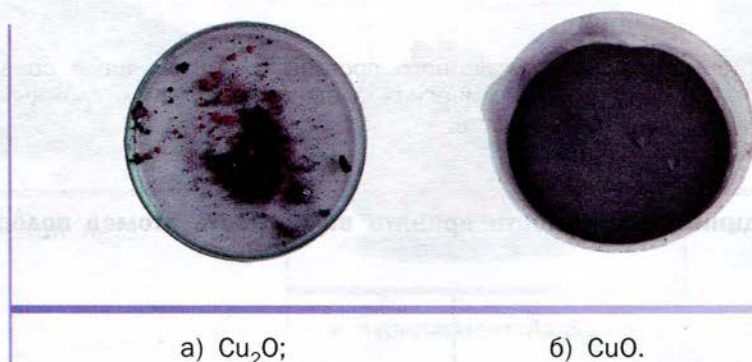
- Атомы алюминия и в глинозёме Al_2O_3 (вверху), и в криолите Na_3AlF_6 (внизу) трёхвалентны.



Однако атомы большинства химических элементов обладают способностью проявлять разную валентность в разных соединениях.

Химический элемент	Возможные значения валентности
Медь	I, II
Железо	II, III, VI
Азот	I, II, III, IV
Хлор	I, III, V, VII

Поэтому, например, медь с кислородом образует два разных вещества:



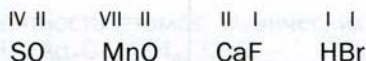
Знание валентности атомов химических элементов избавляет от необходимости запоминать химические формулы. Достаточно запомнить простое правило:



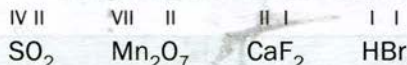
Суммарная валентность атомов одного химического элемента равна суммарной валентности атомов другого химического элемента.

Чтобы составить формулу вещества, нужно:

- 1) записать рядом знаки химических элементов, а над ними указать валентность атомов:



- 2) найти наименьшее общее кратное валентностей и полученное число разделить на валентность первого элемента (индекс после знака первого элемента), а потом наименьшее общее кратное разделить на валентность второго элемента (индекс после знака второго элемента):



Знание валентности атомов химических элементов позволяет составлять формулы веществ по их названию. Для этого сначала нужно определить валентности атомов:

- 1) умножить известную валентность на число атомов соответствующего химического элемента;
- 2) полученное число разделить на число атомов другого химического элемента, это и будет валентностью его атомов в данном соединении.

Когда валентности определены, можно составлять название вещества:

- 1) записывают корень латинского названия химического элемента, знак которого в формуле находится на втором месте, и добавляют к нему суффикс -ид;

- 2) записывают русское название химического элемента, знак которого в формуле находится на первом месте, в родительном падеже;
- 3) если атомы первого элемента имеют переменную валентность, то её указывают в скобках, записывая слитно с названием химического элемента: SO_2 — оксид серы(IV), так как атомы серы обладают переменной валентностью;
 CaF_2 — фторид кальция, так как атомы кальция обладают постоянной валентностью.



Задания

1. Используя текст параграфа, составьте «шпаргалку» для: а) определения валентности по формуле; б) составления формул по валентности.
2. Определите валентность атомов в следующих соединениях: SO_3 , CO_2 , As_2O_3 , Cl_2O , P_2O_5 . Для выполнения задания Вы можете использовать «шпаргалку», составленную в результате выполнения задания 1.
Назовите эти вещества.
3. Составьте формулы нитридов металлов: натрия, алюминия, кальция, калия, магния. Валентность азота в нитридах равна III. Для выполнения задания Вы можете использовать «шпаргалку», составленную в результате выполнения задания 1.
4. Ученик 8-го класса одной из школ не усвоил правила составления формул веществ по валентности. Продумайте план объяснения ему этого материала, выберите примеры для тренировки.

§ 11

Массы атомов и молекул

● На уроке



Определение линейных размеров физического тела.
Для определения линейных размеров учебника химии Вам потребуются:

- 1) линейка;
- 2) карандаш или ручка;
- 3) ластик;
- 4) пробирка.

Используя перечисленные предметы в качестве измерительных инструментов, заполните таблицу (предварительно перечертив её в тетрадь).

Измерительный инструмент	Единица измерения	Длина учебника химии	Ширина учебника химии
Линейка	Сантиметр		
Карандаш/ручка	Штука		
Ластик	Штука		
Пробирка	Штука		



Определение массы физического тела.

Для определения массы выданного вам твёрдого тела потребуются весы, разновесы и три других предмета, которые Вы самостоятельно выберете в качестве эталона массы.



- Обратите внимание: тело, массу которого определяют, помещают на левую чашку весов, а эталон сравнения — на правую.

- По результатам измерений заполните таблицу, предварительно перечертив её в тетрадь и придумав для неё название.

Измерительный инструмент	Единица измерения	Масса
Разновесы	Грамм	



- Как Вы понимаете термин «эталон»?
- Изменялись ли линейные размеры учебника при их измерении с помощью разных инструментов?
- Почему при использовании разных измерительных инструментов результаты измерения линейных размеров учебника оказывались разными?
- Прав ли был Удав из мультфильма «38 попугаев», когда заявил, что «в попугаях» он гораздо длиннее, чем «в слонах» и «в мартышках»?



- Кадр из мультфильма «38 попугаев»

5. Объясните результаты измерения массы твёрдого тела.
6. Рассчитайте относительные молекулярные массы следующих веществ:



- жжёных квасцов KAIS_2O_8 ;



- малахита $\text{Cu}_2\text{H}_2\text{CO}_5$.

7. В какой из руд — красном железняке или магнитном железняке — содержание железа больше?



- Магнитный железняк Fe_3O_4
- Красный железняк Fe_2O_3

● Самостоятельно дома



Относительная атомная и относительная молекулярная массы

Для измерения размеров атомов и молекул используют нанометр (нм):



$$1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$$

- Масса каждого из атомов углерода, образующих этот алмаз, составляет приблизительно $2 \cdot 10^{-23}$ г, или 0,000000000000000000000002 г.



Для измерения масс частиц микромира привычные для нас килограммы и граммы оказываются малоприспособленными. Поэтому возникла необходимость введения нового эталона массы.

За эталон массы в химии принята $\frac{1}{12}$ массы атома углерода¹.



Масса атома, измеренная относительно $\frac{1}{12}$ массы атома углерода, называется относительной атомной массой A_r .



Масса молекулы, измеренная относительно $\frac{1}{12}$ массы атома углерода, называется относительной молекулярной массой M_r .

¹ Позже мы уточним это определение.



Обычный школьный мел CaCO_3 :

- $M_r(\text{CaCO}_3) = A_r(\text{Ca}) + A_r(\text{C}) + 3A_r(\text{O})$;
- $M_r(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16$;
- $M_r(\text{CaCO}_3) = 100$.



Горный хрусталь SiO_2 :

- $M_r(\text{SiO}_2) = A_r(\text{Si}) + 2A_r(\text{O})$;
- $M_r(\text{SiO}_2) = 28 + 2 \cdot 16$;
- $M_r(\text{SiO}_2) = 60$.

Зная относительную атомную массу химического элемента, мы можем рассчитать его массовую долю в сложном веществе.

$$\omega = \frac{nA_r}{M_r},$$

где:

n — число атомов химического элемента в молекуле;

A_r — относительная атомная масса химического элемента;

M_r — относительная молекулярная масса вещества.

Обычно массовую долю химического элемента в сложном веществе выражают в процентах, т. е. в полученном числе переносят десятичную запятую на две цифры вправо и дописывают знак процента, например:

0,7 — это то же самое, что и 70%;

0,163 — это то же самое, что и 16,3%.



Задания

1. Часто авторы литературных произведений придумывают такие названия для своих книг, которые кажутся читателю загадочными, но вместе с тем точно передают содержание книги. Придумайте какое-нибудь «загадочное» название для этого параграфа.

2. Рассчитайте относительную молекулярную массу веществ:



б) хлора Cl_2 .

а) стиральной соды
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$;



3. В состав глины входит оксид алюминия. Составьте формулу этого вещества и рассчитайте, сколько частей алюминия (по массе) приходится на одну часть кислорода. Чему равна массовая доля алюминия в этом оксиде?
4. Предположим, что существует некая фантастическая планета, на которой атом углерода весит 12 кг. Чему на этой планете будут равны относительные молекулярные массы: а) воды H_2O ? б) углекислого газа CO_2 ? в) школьного мела CaCO_3 ? Ответ представьте в виде таблицы, придумав для неё название.

Для проведения расчётов воспользуйтесь сайтом «Технические расчёты».

Единица массы	Вода	Углекислый газ	Мел
Килограмм			
Грамм			
Фунт			
Унция			
Пуд			
Карат			

5. Поставьте точку на поле рабочей тетради. Каков приблизительно её диаметр? Сколько атомов железа может разместиться по диаметру Вашей точки, если диаметр атома железа — 0,28 нм?

§ 12

Количество вещества

● На уроке



Однородные предметы можно считать штуками, а можно — упаковками.



- 60 спичек = 1 коробок спичек
- 180 спичек = 3 коробка спичек

В выданных Вам трёх коробках находятся одинаковые предметы, но их число различно. Подсчитайте число предметов в каждой коробке и заполните таблицу, предварительно перечертив её в тетрадь.

Придумайте название таблицы.

№ коробки	Число предметов	Число предметов, измеренных в коробках, если за единицу измерения принять число предметов		
		в коробке № 1	в коробке № 2	в коробке № 3
1				
2				
3				



1. Объясните, почему в столбцах 3–5 для одной и той же коробки оказались разные значения.
2. Рассчитайте массу атома углерода в граммах.
3. Перечертите таблицу в тетрадь и заполните пропуски, пользуясь одной из математических формул:

$$N = \nu N_A; \quad \nu = \frac{N}{N_A}.$$

Вещество	Число частиц	Количество вещества
Кислород O_2	... молекул	... моль атомов кислорода
Водород H_2	... атомов	... моль молекул водорода
Хлороводород HCl	... молекул	0,2 моль молекул хлороводорода
Глюкоза $C_6H_{12}O_6$... атомов углерода	3 моль молекул глюкозы
Метан CH_4	... атомов водорода	... моль атомов углерода

4. Проанализируйте данные таблицы. Придумайте названия для столбцов таблицы и для таблицы в целом.

Земля — Солнце	149 600 000 км
Земля	5 974 200 000 000 000 000 000 т
Солнце	1 521 022 531 514 км ³
Мировой океан	361 000 000 км ²
$6,02 \cdot 10^{23}$ спичечных коробков	300 000 000 000 000 000 км
$6,02 \cdot 10^{23}$ кирпичей	2 347 800 000 000 000 000 000 т
$6,02 \cdot 10^{23}$ тетрадных листов	3 280 000 000 000 000 000 км ²
$6,02 \cdot 10^{23}$ футбольных мячей	15 197 600 000 000 000 000 000 км ³

Какие выводы Вы можете сделать из данных этой таблицы?

● Самостоятельно дома



Количество вещества и его единица

Из курса физики Вы знаете две характеристики вещества: масса (мера инертности) и объём (часть пространства, занимаемая веществом).



- Для измерения массы используют весы.

- Объём измеряют с помощью мерного цилиндра.



Наряду с этим есть ещё одна очень важная характеристика — количество вещества, — определяющая число структурных единиц в порции вещества.

Структурными единицами могут быть атомы, молекулы или другие частицы, с которыми Вы познакомитесь при дальнейшем изучении химии.

Каждая физическая величина измеряется в строго определённых единицах: масса — в килограммах, объём — в кубических метрах и т. д. Единицей количества вещества является моль, т. е. такое количество вещества, в котором число структурных единиц равно числу атомов в 12 г углерода.



1 моль — количество вещества, в котором содержится столько же структурных единиц, сколько атомов содержится в 12 г углерода¹.

Обратите внимание на то, что полное наименование единицы количества вещества «моль» и сокращённое обозначение «моль» совпадают. Поэтому нужно помнить простое правило: если количество вещества записывают цифрами, то слово «моль» — сокращённое обозначение и не склоняется: 0,5 моль, 13 моль. Сравните: 7 кг, 94 м³.

Если количество вещества записано словами или произносится, то слово «моль» склоняется: полмоля, тринадцать молей. Сравните: семь килограммов, девяносто четыре кубических метра.

Установлено, что 12 г углерода содержит $6,02 \cdot 10^{23}$ атомов. Это число названо постоянной Авогадро N_A в честь итальянского учёного Амедео Авогадро.

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Зная число структурных единиц N , можно рассчитать количество вещества:

$$N = \nu N_A; \quad \nu = \frac{N}{N_A}.$$

¹ Более строгое определение единицы количества вещества Вы узнаете после изучения строения атома.



Задания

1. Составьте схему, где были бы отражены физические величины, о которых идёт речь в тексте «Количество вещества и его единица», их определения и единицы, в которых измеряются эти величины.
2. В одном моле любого вещества содержится одинаковое число структурных единиц — $6 \cdot 10^{23}$. Это универсальная постоянная величина. Её называют по имени итальянского физика и химика, родившегося в 1776 г. Он был по образованию юристом, а математику, физику и химию изучил самостоятельно, и настолько хорошо, что преподавал их в университете. Этот учёный вёл правильный и размеренный образ жизни, был отцом восьмерых детей, глубоко презирал роскошь и был равнодушен к своим заслугам и известности. Он установил точный состав многих веществ и открыл закон, носящий его имя. Как звали этого учёного?

В Интернете есть очень много информации об этом учёном. Подготовьте небольшое сообщение (не более 3 минут) о его вкладе в развитие естествознания.

3. Перепишите таблицу в тетрадь и заполните её, используя первую строку как образец.

Название вещества	Количество вещества (моль)	Сокращённая запись	Первый химический элемент		Второй химический элемент		Третий химический элемент	
			число атомов	v	число атомов	v	число атомов	v
Серная кислота	2	$2\text{H}_2\text{SO}_4$	4	4	2	2	8	8
Мрамор	3	$\dots\text{CaCO}_3$						
Цианид калия	4	$\dots\text{KCN}$						
Хлороформ	5	$\dots\text{CHCl}_3$						
Фреон	6	$\dots\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$						
Сахароза	1	$\dots\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$						

§ 13

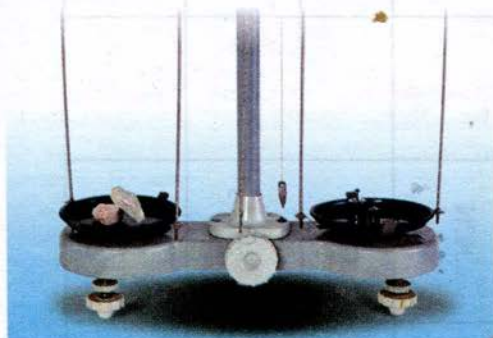
Закон М.В. Ломоносова

● На уроке

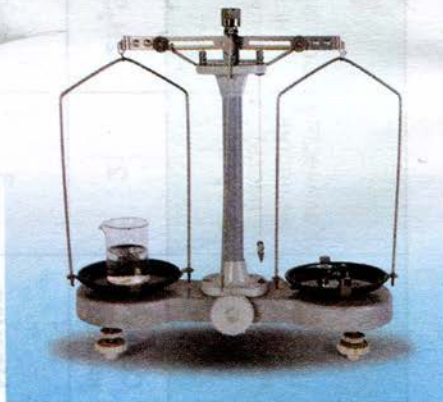


Подготовьте в тетради таблицу.

Масса до реакции	
CaCO_3	
раствора HCl (с учётом массы химического стакана)	
Итого	
Масса после реакции (с учётом массы химического стакана)	

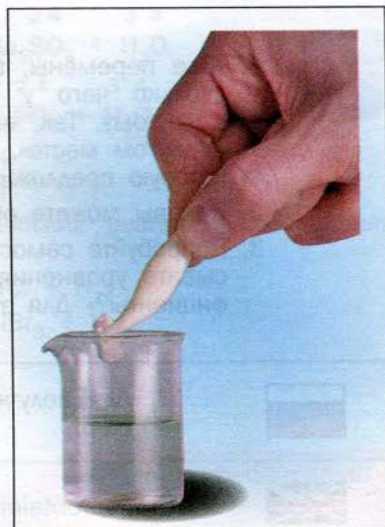


- Определите массу выданного Вам кусочка мрамора CaCO_3 . Результат запишите в таблицу.



- Определите массу выданного Вам химического стакана с соляной кислотой HCl . Результат запишите в таблицу.

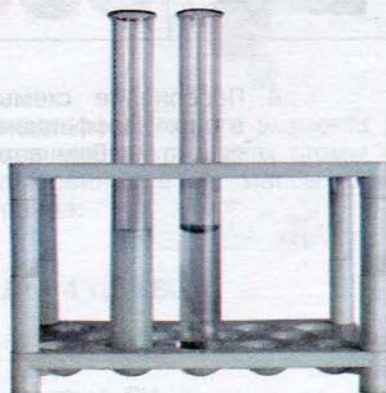
- Осторожно, чтобы не разбить химический стакан, поместите в него кусочек мрамора.
- После окончания химической реакции вновь взвесьте химический стакан с полученными веществами.
- Сформулируйте вывод после проведённого химического эксперимента.

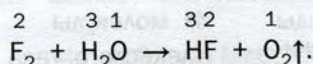
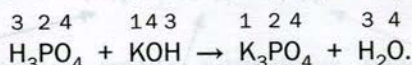
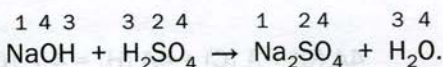


Налейте в чистый химический стакан 10 мл известковой воды.

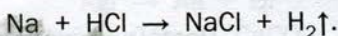
- Определите массу химического стакана с известковой водой.
- Результат запишите в тетрадь.

- Пропускайте через известковую воду газ из прибора для получения газов до тех пор, пока жидкость не станет прозрачной.
- Определите массу химического стакана с полученным раствором.
- Результат запишите в таблицу и сравните его с исходной массой.





5. Перепишите в тетрадь схемы химических реакций и расставьте в них коэффициенты.

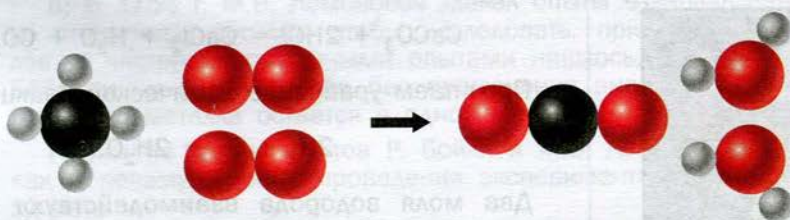


● Самостоятельно дома



Закон сохранения массы веществ и химические уравнения

Любая химическая реакция — это изменение качественного и количественного состава веществ. Например, при горении природного газа метана CH_4 образуются углекислый газ CO_2 и вода H_2O . Схематично это можно показать так:



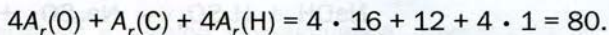
Обратим внимание на то, что число атомов каждого химического элемента до реакции и после реакции одинаково, ведь при химических реакциях атомы не изменяются. Суммарная масса всех атомов, измеренная в $\frac{1}{12}$ массы атома углерода, до того, как мы подожжём газ метан, равна:

$$4A_r(\text{O}) + A_r(\text{C}) + 4A_r(\text{H}) = 4 \cdot 16 + 12 + 4 \cdot 1 = 80.$$

Из двух молекул кислорода O_2

Из молекулы метана CH_4

После реакции:



Из двух молекул воды и одной молекулы углекислого газа CO_2

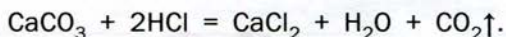
Из молекулы углекислого газа CO_2

Из двух молекул воды H_2O

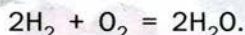
Поэтому масса веществ, вступивших в химическую реакцию, равна массе веществ, образовавшихся в результате этой реакции.

Впервые этот закон природы был теоретически обоснован М.В. Ломоносовым в 1748 г.

Закон сохранения массы веществ даёт нам возможность описывать химические реакции с помощью химических формул. Химическую реакцию, которую Вы провели на уроке, можно описать словами: «Мрамор взаимодействует с соляной кислотой, и при этом образуются углекислый газ, который выделяется из раствора, хлорид кальция и вода». Для такого описания нам потребовалось написать 19 слов. Ту же самую химическую реакцию можно описать значительно короче, используя для этого химические формулы веществ и специальные знаки, которые Вы будете узнавать по мере ознакомления с типами химических реакций:



Прочитаем уравнение химической реакции:



Два моля водорода взаимодействуют с одним молем кислорода, в результате чего образуются два моля воды.

Это же химическое уравнение можно прочитать иначе: «Два моля водорода вступают в химическую реакцию с одним молем кислорода с образованием двух молей воды».

Можно предложить и другие варианты чтения уравнения химической реакции, которые также будут правильными. Но если Вы прочитаете так: «Два аш-два плюс о-два равно два аш-два-о», то сделаете ошибку, ведь в русском языке нет слов «аш-два», «о-два» и «аш-два-о», и в природе нет веществ, которые обозначаются такими словами.

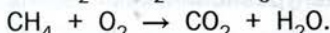
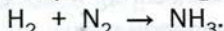
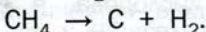
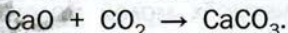
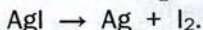
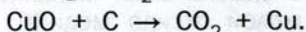
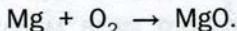


- М.В. Ломоносов. Портрет работы Л.С. Митропольского. 1787 г.



Задания

1. Перепишите в тетрадь схемы химических реакций и расставьте в них коэффициенты.



2. Не противоречит ли закону сохранения массы веществ тот факт, что после сгорания большой охапки хвороста в костре остаётся небольшая кучка золы, масса которой меньше исходной массы хвороста?

3. Прочитайте описание двух исторических опытов.

а) Изучая поведение металлов при прокаливании, Роберт Бойль помещал предварительно взвешенные металлические стружки в реторту, запаивал её и нагревал на жаровне в течение нескольких дней. После охлаждения реторты из неё извлекалась окалина и снова взвешивалась. На основании этих опытов Бойль сделал вывод, что «огненная материя» (флогистон) проникает сквозь стекло реторты, что и приводит к увеличению массы.

б) В 1756 г. М.В. Ломоносов «делал опыты в заплавленных накрепко стеклянных сосудах, чтобы исследовать, прибывает ли вес металлов от чистого жару... Оными опытами нашлось, что славного Роберта Бойля мнение ложно, ибо без пропущения внешнего воздуха вес сожжённого металла остаётся в одной мере».

Нарисуйте схемы опытов Р. Бойля и М.В. Ломоносова и объясните, как и почему условия проведения эксперимента повлияли на его результаты.

§ 14

Расчёты по химическим уравнениям

● На уроке



1. Переведите предложения на язык химии, сократив их до одной строки.

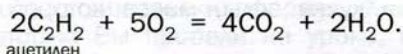
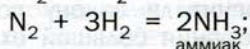
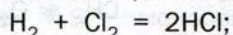
Если два моля натрия вступают в химическую реакцию с двумя молями хлороводорода HCl , то образуется один моль водорода и два моля поваренной соли NaCl .

В результате восстановления двух молей красного железняка Fe_2O_3 тремя молями кокса C получается четыре моля железа и выделяется три моля углекислого газа CO_2 .

Нагревание одного моля малахита $\text{Cu}_2\text{H}_2\text{CO}_5$ приводит к образованию двух молей оксида меди(II), одного моля воды и одного моля оксида углерода(IV).

На обжиг четырёх молей железного колчедана расходуется одиннадцать молей кислорода, а в результате реакции образуется два моля оксида железа(III) и восемь молей оксида серы(IV).

2. Прочитайте уравнения химических реакций:



3. Для производства чёрной краски используют сажу — простое вещество, образованное атомами углерода. Её получают, нагревая до высокой температуры без доступа воздуха природный газ метан CH_4 . Из 1 моль метана можно получить 1 моль сажи и 2 моль газообразного водорода.

Используя эту информацию:

- напишите уравнение химической реакции получения сажи из метана;
- рассчитайте, какое количество сажи можно получить, если нагреть не один, а два моля метана.

4. Перечертите таблицу в тетрадь и заполните в ней пропуски.

Схема химической реакции	Количество вещества	
$\text{CaO} + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\nu(\text{CaO}) = 4$ моль	$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \dots$ моль
$\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\nu(\text{NH}_3) = \dots$ моль	$\nu(\text{N}_2) = 2,5$ моль
$\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$	$\nu(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 3$ моль	$\nu(\text{H}_2) = \dots$ моль

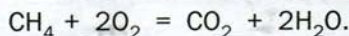
● Самостоятельно дома

**Нахождение количества вещества по уравнению химической реакции**

Зная количество вещества хотя бы одного из участников химической реакции, мы можем определить количество вещества любого другого её участника.

Например, мы можем узнать, какое количество вещества кислорода O_2 потребуется для сжигания 0,5 моль газа метана CH_4 .

Самое сложное в решении этой задачи — составление уравнения химической реакции:



Из уравнения химической реакции видно, что количество вещества кислорода O_2 в два раза больше количества вещества метана CH_4 . Если для химической реакции мы берём полмоля метана, то кислорода потребуется в два раза больше:

$$0,5 \cdot 2 = 1 \text{ моль.}$$

Это же химическое уравнение даёт возможность определить количество вещества образующегося углекислого газа. Поскольку коэффициенты перед формулами метана CH_4 и углекислого газа CO_2 равны, то количество вещества углекислого газа равно количеству вещества метана, т. е. 0,5 моль.

Оформить решение задачи в тетради или на классной доске можно разными способами. Однако, какой бы из способов Вы ни избрали, следует строго придерживаться принятых обозначений. Вы знаете, какими буквами обозначаются масса и объём тела. Количество вещества обозначается строчной греческой буквой ν (ню).

Пока вы только учитесь решать, поэтому решение нужно записывать подробно.

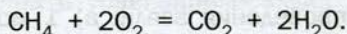
Дано

$$\nu(CH_4) = 0,5 \text{ моль}$$

$$\nu(O_2) = ?$$

Решение

1. Составляем уравнение химической реакции:



2. По уравнению химической реакции:

$$\frac{\nu(CH_4)}{\nu(O_2)} = \frac{1}{2}.$$

3. По условию задачи:

$$\frac{v(\text{CH}_4)}{v(\text{O}_2)} = \frac{0,5}{x}.$$

4. Так как речь идёт об одной и той же химической реакции, получаем:

$$\frac{1}{2} = \frac{0,5}{x}.$$

5. Отсюда в соответствии с основным свойством пропорции получаем:

$$x = \frac{0,5 \cdot 2}{1}; \quad x = 1 \text{ (моль)}.$$

Ответ: количество вещества кислорода равно 1 моль.



Задания

- Соляную кислоту — водный раствор газа хлороводорода HCl — используют для очистки металлических поверхностей перед пайкой. Слабый раствор этого вещества пьют больные с пониженной кислотностью желудочного сока. В промышленности хлороводород получают из простых веществ — водорода и хлора.
Используя эту информацию:
 - напишите уравнение реакции синтеза хлороводорода, учитывая, что молекулы хлора и водорода состоят из двух атомов;
 - рассчитайте, какое количество хлора и водорода необходимо для получения 0,5 моль хлороводорода.
- Рассчитайте количество вещества аммиака, которое образуется в результате химической реакции $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$, если для её проведения взяли: а) 1 моль водорода; б) 3 моль азота.
- Какое количество вещества взяли для реакции $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$, если в результате образовалось: а) 1,5 моль хлорида калия? б) 1,5 моль кислорода?

§ 15

Расчёты по химическим уравнениям
(продолжение)

● На уроке



1. Перечертите таблицу в тетрадь и заполните в ней пропуски, пользуясь подходящей формулой или комбинацией формул:

$$v = \frac{m}{M}; \quad v = \frac{M}{N}.$$

Вещество	Масса (г)	Молярная масса	Количество вещества	Число молекул
Хлорид натрия	1			
Оксид кремния	1			
Карбонат кальция	1			
Гидрокарбонат натрия	1			

Последовательность решения задач по химическим уравнениям

Известная масса одного вещества



Количество этого вещества



Сравнение коэффициентов в уравнении реакции

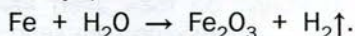


Количество другого вещества



Искомая масса другого вещества

- Определите массу воды, образовавшейся при сжигании в кислороде 8 г водорода.
- Несколько лет назад в газете «Калужский перекрёсток» была опубликована информация о том, что из 1 кг гвоздей со временем получается 3 кг ржавчины. Так ли это? Ответ подтвердите расчётом, приняв, что в состав гвоздей входит только железо, а процесс ржавления протекает по упрощённой схеме:



● Самостоятельно дома



Молярная масса

Усложним задачу, которую мы вместе решили в § 14. Пусть теперь она формулируется так: «Какая масса кислорода потребуется для сжигания 8 г газа метана?»


Для решения этой задачи необходимо воспользоваться физической величиной, которую называют молярной массой и обозначают латинской буквой M .






Молярной массой называют отношение массы вещества к его количеству:

$$M = \frac{m}{\nu}.$$

Учитывая, что в химии массу принято измерять в граммах, а единицей количества вещества является моль, молярная масса измеряется в г/моль. Абсолютная величина молярной массы равна относительной молекулярной массе данного вещества.

Вещество	Химическая формула	Относительная молекулярная масса	Молярная масса (г/моль)
 Поваренная соль	NaCl	$23 + 35,5 = 58,5$	58,5

Окончание таблицы

Вещество	Химическая формула	Относительная молекулярная масса	Молярная масса (г/моль)
 Кварц	SiO_2	$28 + 2 \cdot 16 = 60$	60
 Железный колчедан	FeS_2	$56 + 2 \cdot 32 = 120$	120
 Мрамор	CaCO_3	$40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$	100

Если мы знаем химическую формулу вещества, то можем рассчитать его молярную массу, а затем найти количество вещества, соответствующего взятой для химической реакции массе вещества. Это даёт возможность проводить расчёты по уравнениям химических реакций.

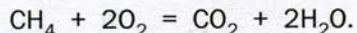
Дано

$$m(\text{CH}_4) = 8 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_2) = ?$$

Решение

1. Составляем уравнение химической реакции:



2. По формуле метана рассчитываем его молярную массу:

$$M(\text{CH}_4) = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ (г/моль)}.$$

3. Рассчитываем количество вещества метана:

если $M = \frac{m}{\nu}$, то $\nu = \frac{m}{M}$.

4. По уравнению химической реакции:

$$\frac{\nu(\text{CH}_4)}{\nu(\text{O}_2)} = \frac{0,5}{x}.$$

5. По условию задачи:

$$\frac{\nu(\text{CH}_4)}{\nu(\text{O}_2)} = \frac{1}{2}.$$

6. Так как речь идёт об одной и той же химической реакции, получаем:

$$\frac{1}{2} = \frac{0,5}{x},$$

Отсюда в соответствии с основным свойством пропорции:

$$x = \frac{0,5 \cdot 2}{1}; \quad x = 1 \text{ (моль)}.$$

7. По формуле кислорода рассчитываем его молярную массу;

$$M(\text{O}_2) = 2 \cdot 16 = 32 \text{ (г/моль)}.$$

8. Рассчитываем массу кислорода:

если $M = \frac{m}{\nu}$, то $m = \nu \cdot M$.

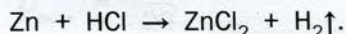
$$m(\text{O}_2) = 0,5 \cdot 32 = 16 \text{ (г)}.$$

Ответ: масса кислорода равна 16 г.



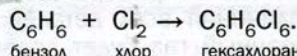
Задания

1. Взаимодействие цинка с соляной кислотой протекает по схеме:



Сколько граммов цинка необходимо взять, чтобы получить 4 г водорода?

2. В нашей стране длительное время для борьбы с сельскохозяйственными вредителями использовали гексахлоран, который образуется в результате химической реакции, протекающей по схеме:



Если для химической реакции взять 71 кг хлора, то сколько нужно брать бензола? Сколько гексахлорана образуется? Ответ дайте в килограммах.

3. Определите массу железной окалины Fe_3O_4 , полученной при сжигании 11,2 г железа.

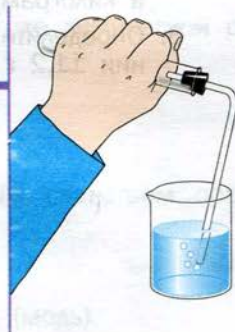
§ 16

Простые вещества. Кислород

● На уроке

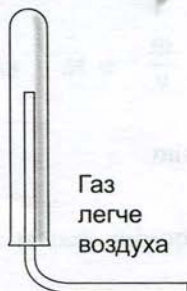
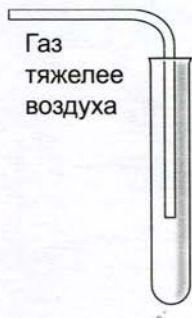
Перед использованием любого прибора для получения газа необходимо проверить герметичность соединения всех деталей. Если собранный прибор окажется негерметичным, то собранный газ будет содержать примесь воздуха или его вообще не удастся собрать.

- Рассмотрите рисунок и составьте подробную инструкцию проверки прибора на герметичность. Какое физическое явление лежит в основе этого способа проверки герметичности прибора?



Проверив прибор, следует подумать о том, как собрать газ в сосуд-приёмник. Существует несколько способов. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Чтобы заранее определить, легче или тяжелее воздуха получаемый газ, необходимо рассчитать относительную плотность газа по воздуху, т. е. разделить

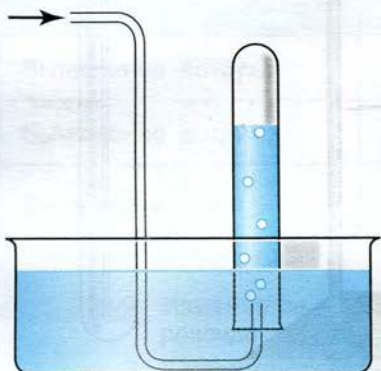


- Способ 1. Газ можно собрать, вытесняя из сосуда-приёмника воздух.

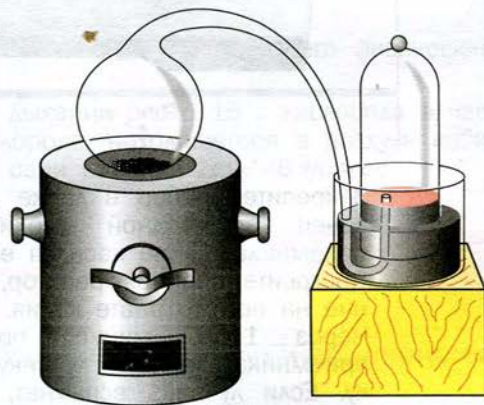
молярную массу газа на среднюю молярную массу воздуха (которая равна 29 г/моль).

Если $D < 1$, газ легче воздуха; если $D > 1$, газ тяжелее воздуха.

$$D_{\text{возд}} = \frac{M}{29}$$



- Способ 2. Вытеснение из сосуда—приёмника воды.

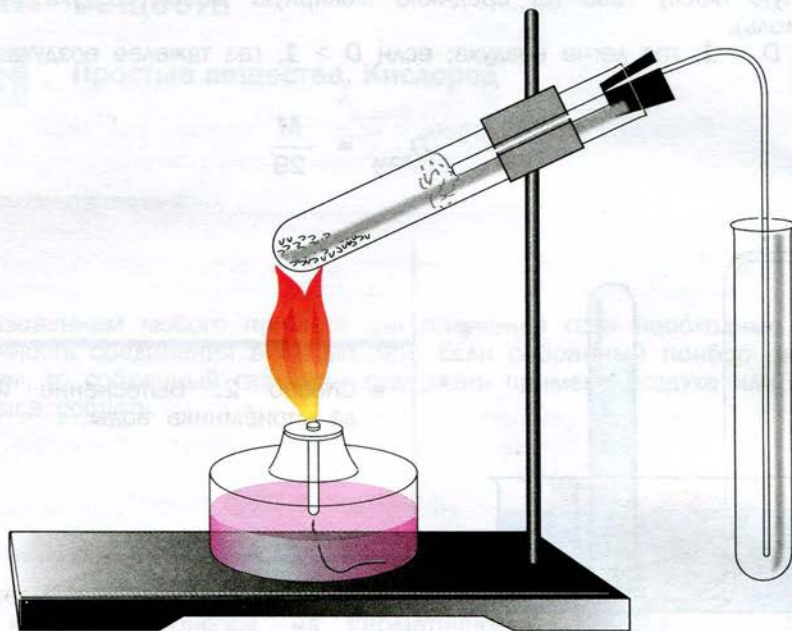


- Способ 3. Вытеснение из сосуда—приёмника ртути. Этот способ широко использовался в XVIII в.



Соберите прибор для получения и собирания кислорода методом вытеснения воздуха.

Заполните пробирку-реактор на одну пятую перманганатом калия (банка с этикеткой KMnO_4). В верхнюю часть пробирки поместите рыхлый комочек ваты, который будет задерживать пылинки твёрдых веществ, образующихся в результате разложения перманганата калия. Плотнo закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой.



Закрепите прибор в лапке штатива так, чтобы свободный конец газоотводной трубки доходил до дна пробирки-приёмника, но не касался его.

Прогрейте пробирку-реактор, затем сосредоточьте нагревание на перманганате калия.

Через 1–1,5 минуты поднесите к краю пробирки-приёмника тлеющую лучинку, но не вносите её в пробирку. Если лучинка вспыхнет, значит пробирка наполнилась кислородом.

Закройте пробирку с кислородом пробкой и поставьте



в штатив для пробирок.

В пробирку налейте 2–3 мл пероксида водорода (склянка с этикеткой H_2O_2) и добавьте к нему несколько крупинок оксида марганца(IV) MnO_2 .

- Запишите Ваши наблюдения. Внесите в пробирку тлеющую лучинку, чтобы выяснить, какой газ выделяется в ходе химической реакции.



1. Начертите в тетради таблицу и заполните её.

Способ собирания газа	Оценка способа	
	достоинства	недостатки
Вытеснение воздуха		
Вытеснение воды		
Вытеснение ртути		

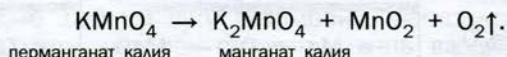
2. Изменяется ли оксид марганца(IV) в ходе реакции разложения пероксида водорода?
3. Рассмотрите собранный Вами кислород и опишите его физические свойства.
4. Один человек потребляет при дыхании около 15 л кислорода в час. Подсчитайте, какая часть кислорода, находящегося в воздухе кабинета химии, израсходуется за один рабочий день (6 уроков).

● Самостоятельно дома

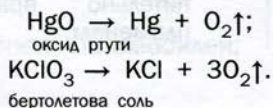


Получение кислорода и его свойства

В лабораториях кислород получают разложением сложных веществ, в состав которых входят атомы химического элемента кислорода. Одним из таких веществ является перманганат калия KMnO_4 , который мы обычно называем «марганцовкой».



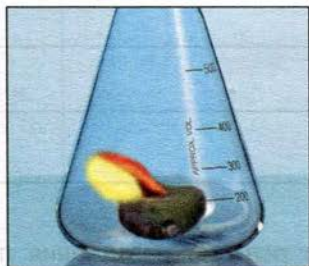
Раньше в лабораториях кислород получали из других веществ:



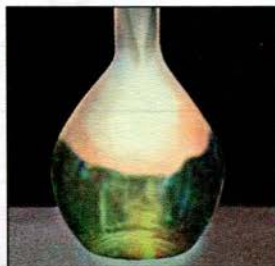
Сейчас от этих способов отказались из-за ядовитости паров ртути и взрывоопасности бертолетовой соли.

Полученный кислород нужно собрать в какой-либо сосуд. Для этого используют физические свойства кислорода: сравнительно плохую растворимость в воде (в 1 л воды растворяется 0,03 л кислорода) или большую по сравнению с воздухом плотность.

Кислород очень активное простое вещество. Он вступает в химические реакции со многими простыми и сложными веществами.



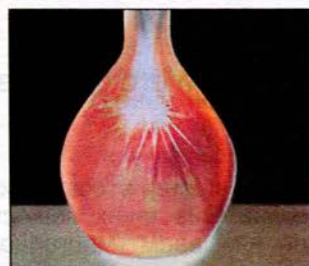
- $C + O_2 \rightarrow CO_2$
Тлеющий уголёк в кислороде быстро сгорает, раскаляясь докрасна.



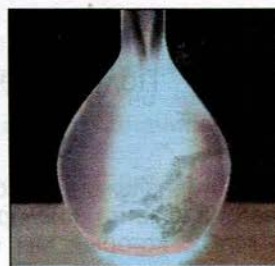
- $P + O_2 \rightarrow P_2O_5$
Фосфор в кислороде сгорает с образованием белого дыма.



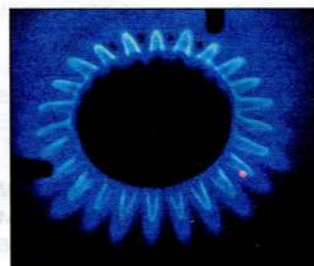
- $S + O_2 \rightarrow SO_2$
Пламя серы, горящей в кислороде, гораздо ярче пламени серы, горящей на воздухе.



- $Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$
Вещества, которые мы привыкли считать негорючими, сгорают в кислороде.



- $Mg + O_2 \rightarrow MgO$
Магний сгорает в кислороде ослепительно ярким пламенем.



- $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
Горение природного газа метана используют для приготовления пищи.



Задания

1. Перепишите в тетрадь схемы реакций, приведённые в тексте «Получение кислорода и его свойства». Расставьте в них коэффициенты.
2. Прочитайте текст и составьте его план. Обратите внимание на то, что текст не разбит на абзацы.

Роль кислорода в практической деятельности людей чрезвычайно велика. Особенно важное значение он имеет для процессов горения. При сгорании топлива выделяется теплота, которая преобразуется в механическую, электрическую и другие виды энергии. Для получения высоких температур при выплавке чугуна и стали в доменные печи вместе с воздухом вдувают дополнительное количество кислорода. Это не только ускоряет выплавку металла, но и повышает его качество. Если какой-либо горючий газ сжигать в чистом кислороде, можно получить пламя с очень высокой температурой. Кислородно-ацетиленовое пламя имеет температуру более 2000°C , поэтому в нём плавятся железо и другие металлы. Этим пламенем разрезают стальные плиты, сваривают стальные трубы, балки и т. п. Сварку и резку металлов этим пламенем можно проводить даже под водой, что имеет большое значение при строительстве различных подводных сооружений. Широкое применение кислород находит в химической промышленности для получения многих важных веществ. Кислород используется и в медицине. При некоторых заболеваниях дыхание человека часто бывает затруднённым, поэтому таким больным дают вдыхать небольшими порциями кислород.

3. Если измерить массы железа и кислорода, имеющих на Земле, то окажется, что они практически равны. Однако атомов кислорода больше, чем атомов железа. Как Вы это можете объяснить?
4. Прокомментируйте слова шведского химика XIX в. Й.-Я. Берцелиуса: «Кислород — это вещество, вокруг которого вращается земная химия».

5. Факты:

- в сутки человек вдыхает приблизительно 25 кг воздуха, в котором содержится 23% кислорода;
- на каждые 100 км пути автомобиль расходует 1825 кг кислорода. Сколько суток человек сможет дышать воздухом, если одна из машин проедет на 100 км меньше?

Используя приведённые факты и результаты Ваших расчётов, подготовьте:

а) рекламный проспект автомобилей;

б) текст обращения к народам Российской Федерации о защите природы.

6. На одной из площадей Лондона установлен памятник учёному-химику. На постаменте — фигура человека. В руках он держит лупу, с помощью которой собирает пучок солнечных лучей и направляет его на какое-то вещество. Кто этот учёный и какое открытие увековечено этой скульптурой?

§ 17

Оксиды

● На уроке



Рассмотрите выданные Вам образцы оксидов. Опишите их физические свойства, заполнив таблицу.

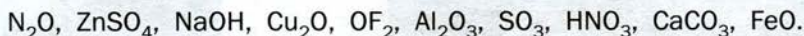
Название		Химическая формула	Агрегатное состояние	Цвет
научное	тривиальное			



1. Нас окружает множество оксидов: углекислый газ, вода, речной песок и т. д. Приведите примеры оксидов, которые при обычных условиях являются газами, жидкостями, твёрдыми веществами.

Оксиды		
газообразные	жидкие	твёрдые
1. Углекислый газ, или оксид углерода(IV) CO_2	1. Вода, или оксид водорода H_2O	1. Речной песок, или оксид кремния(IV) SiO_2
...

2. Из следующего списка выпишите формулы оксидов и назовите их:



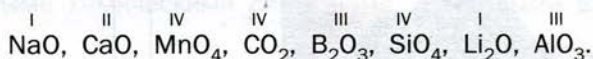
3. Составьте формулы оксидов железа(III), бария, серы(IV), хлора(VII), азота(V).

4. Запишите по два уравнения реакции окисления кислородом простых и сложных веществ.

5. Вставьте в схемы химических реакций недостающие формулы веществ.



6. На основании данных значений валентности выберите из списка веществ формулы оксидов, которые составлены правильно. Напишите уравнения химических реакций получения этих оксидов и дайте им названия:



● Самостоятельно дома



Оксиды

Простые и сложные вещества при горении в кислороде образуют оксиды.

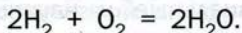


Оксидами называют сложные вещества, которые образованы атомами двух химических элементов, одним из которых является кислород.

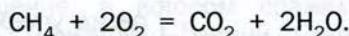


Вещества OF_2 и H_2O_2 не являются оксидами.

Если сгорает простое вещество, например водород, то образуется один оксид — вода:



Если же горит сложное вещество, то, как правило, образуется столько оксидов, сколько химических элементов входит в состав сжигаемого вещества. Так, при горении природного газа метана, молекула которого образована одним атомом углерода и четырьмя атомами водорода, образуется два оксида — вода и углекислый газ:



Оксиды, с которыми человек встречается чаще всего, имеют бытовые (тривиальные) названия, различные в разных языках. Почему?



- SiO_2 — песок (рус.), sand (англ.), sable (фр.)



- Wasser (нем.), eau (фр.), вода (укр.)



- Argilla (ит.), Lehm (нем.), глина (рус.)



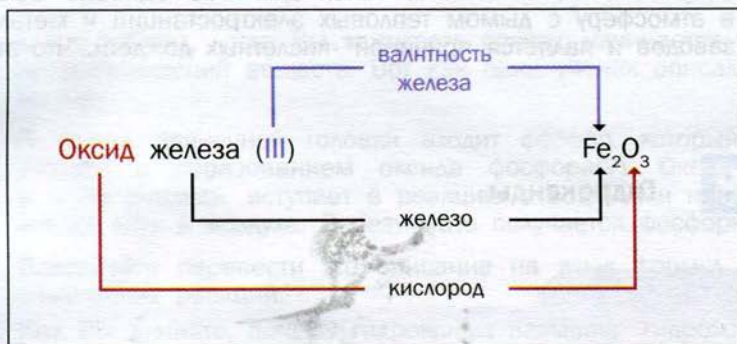
- CO_2 — углекислый газ (рус.), gas carbónico (исп.)

Научные названия оксидов состоят из двух обязательных и одной необязательной (факультативной) частей: слово «оксид» + название химического элемента в родительном падеже + валентность химического элемента в оксиде, если химический элемент имеет переменную валентность.

Сравните формулы, тривиальные и научные (номенклатурные) названия некоторых оксидов:

H_2O	вода	оксид водорода
CO	угарный газ	оксид углерода (II)
CO_2	углекислый газ	оксид углерода (IV)
CaO	негашёная известь	оксид кальция

По номенклатурным названиям легко составить формулу оксида.



В зависимости от того, какой химический элемент образует оксид, оксиды разделяются на оксиды металлов и оксиды неметаллов. Оксиды металлов и неметаллов обладают разными химическими свойствами, с которыми Вы познакомитесь позднее.



Задания

- Составьте химические формулы следующих оксидов: оксид азота(V), оксид магния, оксид серы(IV), оксид натрия, оксид азота(III), оксид кальция, оксид фосфора(V), оксид серы(VI), оксид железа(III), оксид углерода(IV), оксид меди(II), оксид кремния(IV).
Подчеркните одной линией оксиды металлов, а двумя линиями — оксиды неметаллов.
- Из следующего списка выпишите формулы оксидов и назовите их:
 N_2O , $ZnSO_4$, $NaOH$, Cu_2O , OF_2 , Al_2O_3 , SO_3 , HNO_3 , $CaCO_3$, FeO .
- Какие вещества образуются при горении: а) кальция Ca? б) железа Fe? в) метана CH_4 ? Напишите уравнения реакций горения этих веществ.
- Вещества SO_2 , N_2O_5 , SiO_2 , SO_3 , P_2O_5 раньше называли ангидридами: азотный ангидрид, кремниевый ангидрид, сернистый ангидрид, серный ангидрид, фосфорный ангидрид. Попробуйте найти соответствие между формулами и устаревшими названиями веществ. Как сегодня называется каждый из ангидридов?
- Со времён Гомера известен этот оксид — бесцветный газ с резким запахом. Одиссей, хитроумный герой Троянской войны, окуривал им помещение, в котором сражался, и в конце концов победил женихов Пенелопы. Плиний Старший, римский историк (23—79 г. н. э.), тоже упоминал в своих сочинениях о газообразном оксиде, который уничтожает инфекцию и вредных насекомых.

Тот же оксид стал причиной смерти Плиния во время извержения Везувия в 79 г. н. э. В наши дни «газ Одиссея» выбрасывается в атмосферу с дымом тепловых электростанций и металлургических заводов и является причиной «кислотных дождей». Что это за газ?

§ 18

Гидроксиды

● На уроке



В выданной Вам пробирке, закрытой пробкой, находится порошок оксида кальция. Осторожно с помощью пипетки добавляйте к нему по каплям дистиллированную воду, наблюдая за происходящими изменениями.

- По каким признакам Вы определили, что между оксидом кальция и водой происходит химическая реакция?



Рассмотрите выданные Вам растворы гидроксидов. Свои наблюдения запишите в таблицу.

Название	Формула	Свойства			
		цвет	изменение окраски		
			лакмуса	метилоранжа	фенол-фталейна
	H_3PO_4				
	NaOH				
	H_2SO_4				
	Ca(OH)_2				



1. В тот момент, когда Вы зажигаете спичку, начинается целая цепочка превращений веществ. Вот как один ученик описал эти превращения:

В состав спичечной головки входит фосфор, который сгорает на воздухе с образованием оксида фосфора(V). Оксид фосфора(V), в свою очередь, вступает в реакцию с водяными парами, которые всегда есть в воздухе. В результате получается фосфорная кислота.

Попробуйте перевести это описание на язык формул и уравнений химических реакций.

2. Как Вы думаете, почему гидроксиды называют гидроксидами?
3. По какому признаку можно разделить на две группы следующие вещества: Na_2O , SO_3 , K_2O , BaO , CO_2 , P_2O_5 ?

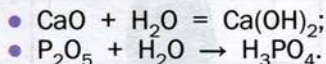
● Самостоятельно дома



Кислоты, щёлочи, основания

При взаимодействии некоторых оксидов с водой образуются гидроксиды. Растворимый гидроксид активного металла (натрия, калия, кальция и др.) называют щёлочью, гидроксид неметалла — кислотой.





В химическую реакцию с водой вступают только те оксиды металлов и неметаллов, которым соответствует растворимый гидроксид:



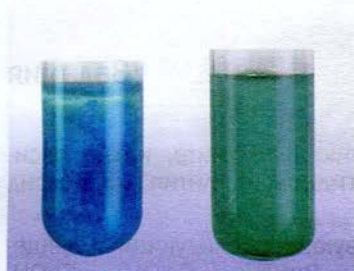
Определить, является данный гидроксид щёлочью или кислотой, можно с помощью индикаторов.



Индикаторы — вещества, изменяющие свою окраску под действием других веществ.

Вещества	Цвет индикатора		
	метилоранжа	лакмуса	фенолфталеина
Кислоты			
Вода			
Щёлочи			

Большинство металлов образует гидроксиды, которые не растворяются в воде. Такие гидроксиды называют основаниями.



а

б

а) Медь образует нерастворимый гидроксид состава $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

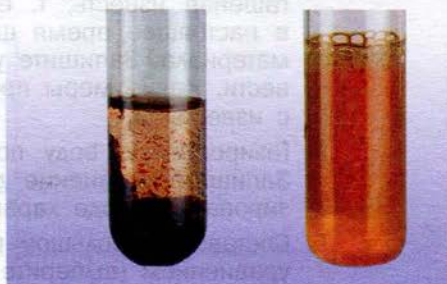
б) Хром образует нерастворимый гидроксид состава $\text{Cr}(\text{OH})_3$.

Названия щелочей состоят из двух слов: первое слово — «гидроксид», второе — название металла: NaOH — гидроксид натрия, KOH — гидроксид калия.

Так же как и в случае с оксидами, в названиях гидроксидов металлов иногда приходится указывать валентность металла:

а) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ — гидроксид железа(II);

б) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ — гидроксид железа(III).



а

б

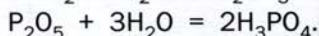
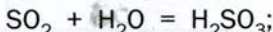
Для кислот используют исторически сложившиеся (тривиальные) названия.

Название кислоты	Формула кислоты
Азотная	HNO_3
Серная	H_2SO_4
Кремниевая	H_2SiO_3
Фосфорная	H_3PO_4



Задания

1. Составьте формулы оснований по названию и укажите, какие оксиды им соответствуют: гидроксид калия, гидроксид лития, гидроксид меди(II), гидроксид магния.
2. Приведите формулы оксидов, соответствующих следующим веществам: NaOH , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, CsOH , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$.
3. Достоверно установлено, что гидроксид кальция был одним из самых древних связующих строительных материалов. Смесь дроблёного камня, песка и извести применялась ещё 2000 лет назад в качестве бетона. А название «негашёная известь» для оксида кальция встречается ещё в сочинениях Педания Диоскорида, римского врача, жившего в I в. н. э. Название это используется и сейчас. Правда, строители чаще называют негашёную известь «кипелкой» — за то, что при гашении её небольшим количеством воды выделяется много теплоты и вода вскипает. Образующийся пар разрыхляет известь и превращает её в белый пушистый порошок. Это уже гашёная известь, т. е. гидроксид кальция. В смеси с песком он в настоящее время широко используется в качестве строительного материала. Запишите уравнение химического процесса гашения извести. Какие меры предосторожности следует соблюдать при работе с известью?
4. Газированную воду получают, насыщая воду оксидом углерода(IV). Запишите уравнение данной реакции. Какое вещество придаёт газированной воде характерный кисловатый вкус?
5. Составьте небольшой рассказ о химической реакции, описываемой уравнением (выберите одно из двух предложенных):



§ 19

Свойства кислот и щелочей

● На уроке



Положите в пробирку 1 ложку-дозатор оксида меди(II) (не больше спичечной головки) и добавьте 2 мл раствора серной кислоты.



- Нагрейте реакционную смесь в пламени спиртовки, но не доводите до кипения.



- Запишите наблюдения в тетрадь.
- **Осторожно!** Сначала прогрейте всю пробирку, потом нагревайте только смесь веществ. При этом следите, чтобы пламя не касалось границы между жидкостью и воздухом.



Поместите в пробирку 1 ложку-дозатор порошка оксида железа(III) и добавьте к нему раствор азотной кислоты. Нагрейте реакционную смесь в пламени спиртовки, но не доводите до кипения.

Осторожно! Сначала прогрейте всю пробирку, потом нагревайте только смесь веществ. При этом следите, чтобы пламя не касалось границы между жидкостью и воздухом.



- Поместите на стеклянную пластинку каплю раствора, полученного при взаимодействии оксида железа(III) с азотной кислотой.

- Осторожно нагрейте пластинку, держа её тигельными щипцами выше над пламенем спиртовки, до появления кристаллов.
- Запишите наблюдения в тетрадь.





Налейте в пробирку 2 мл раствора гидроксида кальция (известковой воды) и с помощью пластмассовой трубочки продуйте через раствор выдыхаемый воздух.

- Запишите Ваши наблюдения в тетрадь.



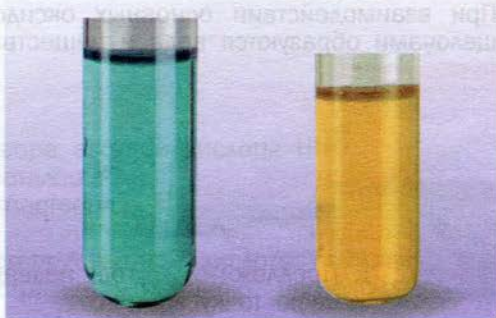
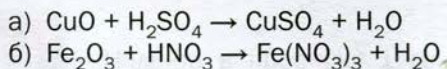
1. Совместно обсудите результаты опытов, составьте уравнения происходящих реакций и сделайте обобщённые выводы. Какие химические свойства кислот характеризуют проделанные опыты?
2. Какие признаки химических реакций Вы наблюдали?

● Самостоятельно дома



Взаимодействие кислот и щелочей с оксидами

Кислоты могут вступать в химические реакции с некоторыми оксидами металлов. Признаком химической реакции является растворение оксида с образованием прозрачного раствора, который может иметь окраску.



а

б



Оксиды, которые взаимодействуют с растворами кислот, называют основными оксидами.

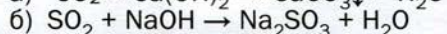
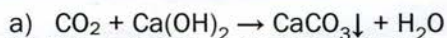
Щёлочи могут взаимодействовать с некоторыми оксидами неметаллов. В одних случаях может наблюдаться образование осадка (а).

Но очень часто раствор остаётся прозрачным, а признаком химической реакции является повышение температуры раствора (б).



а

б



Оксиды, которые взаимодействуют с растворами щелочей, называют кислотными оксидами.

При взаимодействии основных оксидов с кислотами и кислотных оксидов со щелочами образуются вода и вещества, относящиеся к классу солей.

Задания



1. Предложите другое название для § 19. Приготовьтесь отстаивать свою точку зрения.

2. Выпишите в тетрадь из текста «Взаимодействие кислот и щелочей с оксидами» схемы химических реакций и расставьте в них коэффициенты.
3. Что общего в химических свойствах основных и кислотных оксидов? Какими химическими свойствами они различаются?
4. В Вашем распоряжении есть твёрдый оксид, который не растворяется в воде, а также растворы гидроксида калия и азотной кислоты. Составьте подробный план эксперимента по определению характера (кислотного или основного) оксида. Опишите признаки химических реакций, по которым Вы можете отнести оксид к кислотным или основным.

§ 20

Взаимодействие кислот и щелочей

● На уроке



Налейте в пробирку 1 мл (около 1 см по высоте пробирки) раствора гидроксида натрия NaOH . Добавьте в раствор 1 каплю фенолфталеина.

Запишите окраску полученного раствора.

- С помощью пипетки добавляйте к раствору гидроксида натрия по каплям раствор серной кислоты H_2SO_4 , встряхивая пробирку после добавления каждой капли кислоты.
- Запишите Ваши наблюдения.



Налейте в пробирку 1 мл раствора азотной кислоты HNO_3 . Добавьте в раствор 1 каплю метилоранжа.

Запишите окраску полученного раствора.

- С помощью пипетки добавляйте к раствору азотной кислоты по каплям раствор гидроксида кальция Ca(OH)_2 , встряхивая пробирку после добавления каждой капли щёлочи.
- Запишите Ваши наблюдения.



1. Совместно обсудите результаты опытов, составьте уравнения происходящих реакций.
2. Для чего может использоваться реакция взаимодействия кислот и щелочей?
3. Можно ли при помощи фенолфталеина узнать, какая жидкость в стакане: вода, кислота H_2SO_4 , раствор KOH ? Можно ли для этого использовать раствор лакмуса?

● Самостоятельно дома



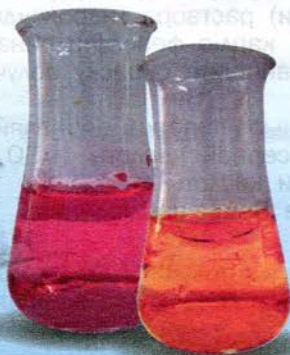
Реакция нейтрализации

Растворимые гидроксиды металлов (щёлочи) и неметаллов (кислоты) могут вступать в реакцию друг с другом. В результате их взаимодействия образуется соль и вода. О протекании химической реакции мы можем судить по изменению окраски индикатора.



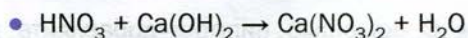
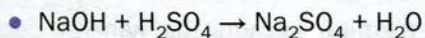
до

после



до

после



В результате этих реакций кислота нейтрализует щёлочь (или, что то же самое, щёлочь нейтрализует кислоту).

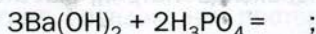


Химические реакции между кислотой и щёлочью называются реакциями нейтрализации.

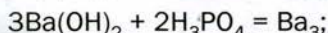
Определить состав образующейся соли и расставить коэффициенты в уравнениях реакций нейтрализации совсем нетрудно.

Для этого нужно сделать следующее:

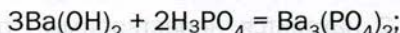
1) перед формулами щёлочи и кислоты поставить такие коэффициенты, чтобы число гидроксильных групп OH в щёлочи было равно числу атомов водорода в кислоте, например:



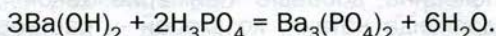
2) после знака равенства записать химический знак металла с индексом, равным коэффициенту перед формулой щёлочи:



3) число кислотных остатков равно коэффициенту перед формулой кислоты. Если этот коэффициент отличен от единицы, формулу кислотного остатка нужно записать в скобках:

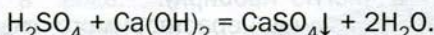


4) коэффициент перед формулой воды равен произведению коэффициента перед формулой кислоты на число атомов водорода в молекуле кислоты:



Задания

1. Предложите другое название для текста «Реакция нейтрализации». Приготовьтесь отстаивать свою точку зрения.
2. Напишите уравнения химических реакций между растворами:
а) фосфорной кислоты и гидроксида калия; б) гидроксида натрия и азотной кислоты; в) серной кислоты и гидроксида бария.
3. Составьте небольшой рассказ о химической реакции, описываемой уравнением:



4. 5%-ного раствора какой кислоты — азотной, серной или фосфорной — потребуется меньше для нейтрализации раствора, содержащего 2 г гидроксида натрия? Ответ подтвердите расчётами.
5. Причиной изжоги бывает повышенная кислотность желудочного сока. Какая кислота её обуславливает? Как можно снизить кислотность?

§ 21

Определение характера нерастворимого гидроксида

● На уроке



В пробирке № 1 находится нерастворимая кремниевая кислота. Встряхните пробирку, чтобы осадок равномерно распределился в воде, и отлейте половину в чистую пробирку. К первой половине добавьте примерно такой же объём раствора гидроксида натрия, ко второй — раствора азотной кислоты.

- В каком случае Вы заметили признаки химической реакции?
- Запишите Ваши наблюдения.



В пробирке № 2 находится нерастворимый гидроксид магния. Встряхните пробирку, чтобы осадок равномерно распределился в воде, и отлейте половину в чистую пробирку. К первой половине добавьте примерно такой же объём раствора гидроксида натрия, ко второй — раствора азотной кислоты.

- В каком случае Вы заметили признаки химической реакции?
- Запишите Ваши наблюдения.



В пробирке № 3 находится нерастворимый гидроксид, характер которого нужно определить. Встряхните пробирку, чтобы осадок равномерно распределился в воде, и отлейте половину в чистую пробирку.

Передайте половину нерастворимого гидроксида соседу по парте. Договоритесь, кто из вас будет добавлять раствор гидроксида натрия, а кто — раствор азотной кислоты.

- Проведите определение характера нерастворимого гидроксида.
- Запишите Ваши наблюдения и сделайте вывод.
- Сравните наблюдения и выводы с наблюдениями и выводами соседа по парте.



1. Чтобы определить, в какой из двух пробирок находится раствор гидроксида натрия, а в какой — раствор серной кислоты, достаточно в каждую из пробирок добавить несколько капель раствора индикатора, например метилоранжа. Можно ли воспользоваться этим способом для идентификации гидроксида свинца(II) и кремниевой кислоты? Дайте аргументированный ответ.
2. К водным растворам хлоридов бериллия и магния (BeCl_2 и MgCl_2) добавляли небольшими порциями раствор гидроксида натрия NaOH . Сначала в обоих растворах выпадает белый студенистый осадок, потом в избытке щёлочи осадок в сосуде с солью бериллия исчезает, раствор становится бесцветным и прозрачным. А там, где была соль магния, осадок не претерпевает никаких изменений. Чем вызвано столь разное поведение солей?

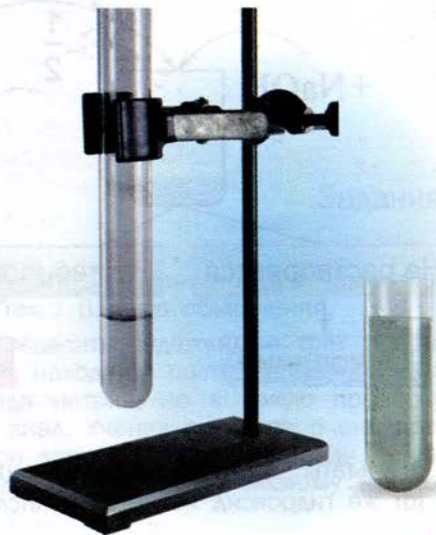
● Самостоятельно дома



Амфотерность

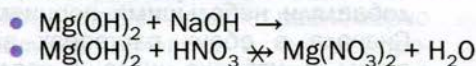
Вы знаете, как можно различить растворимые в воде кислоты и щёлочи: для этого достаточно к растворам данных веществ добавить индикатор. Но если гидроксиды в воде не растворяются, то воспользоваться этим способом нельзя, так как индикаторы окраску не изменят. Определить природу нерастворимого гидроксида можно с помощью химических реакций.

Чтобы убедиться, что у Вас нерастворимая кислота, нужно к ней добавить раствор щёлочи и раствор кислоты, лучше всего азотной, так как все её соли хорошо растворяются в воде. Если гидроксид растворился в щёлочи, но не растворился в кислоте, то этот гидроксид — кислота.



- $\text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{HNO}_3 \nrightarrow$

Эксперимент показал, что нерастворимый гидроксид не растворяется в растворе щёлочи, но растворяется в азотной кислоте, следовательно, это основание.



Схематично ход определения характера нерастворимого гидроксида можно представить так:



Результаты третьего эксперимента привели к неожиданному выводу: один и тот же гидроксид является и кислотой, и основанием.



Гидроксиды, которые обладают свойствами как кислот, так и оснований, называются амфотерными.

Вы проводили эксперимент с гидроксидом алюминия, следовательно, гидроксид алюминия — амфотерный гидроксид.



Оксиды, которым соответствуют амфотерные гидроксиды, называются амфотерными.



Задания

1. Представьте, что Вам нужно объяснить значение слова «амфотерность» первокласснику. Запишите текст Вашего объяснения.
2. Один ученик получил задание определить содержимое трёх пробирок. Ему было известно, что в них находятся растворы серной кислоты, гидроксида натрия и хлорида натрия, но в какую пробирку какой из растворов налит, он не знал. Ученик проделал очень простые опыты, результаты которых он записал в своей тетради. К сожалению, кто-то пролил на тетрадь крепкий кофе, поэтому некоторые слова прочитать не удалось.

Попробуйте восстановить записи в тетради.

Классная работа

23/II

Я стал проводить опыты в выданных пробирках, где содержались вещества, т. к. мои действия могли быть неправильными. Из каждой я взял небольшие порции растворов и налил их в другие пробирки. К этим растворам я добавил несколько капель раствора. В первой пробирке раствор стал, а во второй — . Из этого я сделал вывод, что в первой пробирке во вторую налили NaOH , в третьей

3. Страшная история о том, как химическая реакция не захотела идти и как был нарушен один из законов математики.

Два ученика, назовём их Коля и Толя, получали гидроксид хрома(III) из хлорида хрома(III).

Коля налил в пробирку раствор гидроксида калия и добавил к нему раствор хлорида хрома(III). Он очень удивился, увидев абсолютно прозрачный раствор без малейших признаков осадка.

Толя поступил иначе. Он налил в пробирку раствор соли и добавлял к нему по каплям раствор щёлочи. И хотя Коля убеждал его, что всё равно ничего не получится (ведь от перемены мест слагаемых сумма не меняется), в пробирке появился осадок гидроксида хрома(III).

Тут пришла девочка Оля и добавила в пробирку Коли немного соляной кислоты. В пробирке появился такой же осадок, как и у Толи. Тут уж удивились и Коля, и Толя: всем известно, что кислота с собственной солью не может образовать осадок. Пришлось Оле объяснять друзьям, в чём тут дело. Попробуйте и Вы объяснить полученные результаты.

§ 22

Соли

● На уроке



Рассмотрите выданные Вам образцы солей и по результатам наблюдений заполните пропуски в таблице.

Название		Формула	Внешний вид	Растворимость в воде
тривиальное	номенклатурное			
Поваренная соль		NaCl		
Кальцинированная сода		Na ₂ CO ₃		
Плавиковый шпат		CaF ₂		
Свинцовый блеск		PbS		



В пробирку налейте 2 мл раствора сульфата меди(II) CuSO₄ и опустите в этот раствор железную скрепку, к которой привязана нитка. Следите за тем, чтобы нитка не упала в пробирку, иначе Вы не сможете извлечь скрепку из пробирки. Поставьте пробирку с веществами в штатив для пробирок.

Во вторую пробирку налейте 2 мл раствора сульфата железа(II) FeSO₄ и опустите в раствор медную проволоку, к которой привязана нитка.

Через 2–3 минуты с помощью ниток извлеките металлы из растворов и сравните их.

- Сравните окраску растворов в пробирках и в склянках, из которых Вы брали исходные растворы. Запишите наблюдения в тетрадь.



1. Обсудите результаты сделанных опытов, составьте уравнения происходящих реакций. Сделайте обобщённые выводы.
2. Перечертите таблицу в тетрадь и восстановите в ней пропуски.

Кислота		Соль	
формула	название	формула	название
HCl	Соляная кислота	Al	Хлорид ...
HBr	...	K	Бромид ...
HI	...	Ca	Иодид ...
H ₂ S	...	Na	Сульфид ...
H ₂ SO ₄	...	Al	Сульфат ...
HNO ₃	...	Mg	Нитрат ...
H ₃ PO ₄	...	Ca	Фосфат ...
H ₂ CO ₃	...	K	Карбонат ...
H ₂ SiO ₃	...	Na	Силикат ...

● Самостоятельно дома



Соли и их названия

Одним из продуктов, образующихся в результате взаимодействия кислот с металлами и их оксидами, являются соли.



Соли — сложные вещества, образованные атомами металла и кислотными остатками.

- Соли широко распространены в природе. Например, в Турции, в Памуккале недалеко от Анталии, имеются отложения солей прямо на поверхности земли.



Соли в Памуккале образовались из подземных вод, которые, выходя на поверхность земли, испарялись.

Названия солей состоят из двух частей: названия кислотного остатка и названия металла в родительном падеже с указанием валентности металла, если у металла может быть переменная валентность.

Названия кислотных остатков образуются от корней латинских названий химических элементов, образовавших кислотный остаток. Если в кислотном остатке нет атомов кислорода, то к корню добавляется суффикс *-ид*, если атомы кислорода есть — суффикс *-ат*.

Кислотный остаток	Валентность	Название
F	I	Фторид
Cl	I	Хлорид

Окончание таблицы

Кислотный остаток	Валентность	Название
Br	I	Бромид
I	I	Иодид
S	II	Сульфид
NO ₃	I	Нитрат
SO ₄	II	Сульфат
CO ₃	II	Карбонат
SiO ₃	II	Силикат
PO ₄	III	Фосфат

Позже Вы познакомитесь с другими суффиксами и приставками, с помощью которых образуются названия кислотных остатков.

Составление формул солей по их названиям не вызовет у Вас затруднений, если Вы умеете составлять формулы оксидов и знаете, что валентность кислотного остатка равна числу атомов водорода в молекуле кислоты.

При обычных условиях соли — твёрдые кристаллические вещества, некоторые имеют яркую окраску.

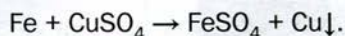


- Поваренная соль NaCl окраски не имеет, но в природе встречаются окрашенные образцы хлорида натрия. Разный цвет поваренной соли объясняется наличием разных примесей.

- Нитрат железа(III) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ярко окрашен.



Несмотря на различный состав солей, они имеют некоторые общие химические свойства. Например, растворы солей вступают в химическую реакцию с металлами. Железо вытесняет медь из сульфата меди(II):



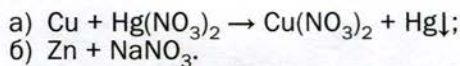
- Если бы Вы взяли достаточно много железа и проводили опыт дольше, то заметили бы, что раствор изменяет свою окраску с голубой на зелёную. Зелёную окраску имеет раствор сульфата железа(II).

Медную проволоку Вы можете годами держать в растворе сульфата железа(II), но никаких изменений ни с проволокой, ни с раствором не произойдёт — медь не может вытеснить железо из раствора соли.

По мере уменьшения активности металлы располагаются в следующий ряд:

K Ca Na Ba Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

Металл может вытеснить из раствора соли любой металл, который находится правее его, но не может вытеснить те металлы, которые ему предшествуют, например:



Задания

1. Насколько точно, по Вашему мнению, заголовок «Соли и их названия» отражает содержание текста? Дайте аргументированный ответ и при отрицательном ответе предложите свой вариант заголовка.
2. Приведите химические названия следующих солей, которые часто применяются в быту, медицине, промышленности и сельском хозяйстве: мел, известняк, мрамор CaCO_3 ,

поташ K_2CO_3 , калийная селитра KNO_3 , ляпис $AgNO_3$, поваренная соль $NaCl$. С какими из них Вы встречались в своей жизни?

3. С растворами каких солей может вступить в химическую реакцию железо: а) хлорид меди(II)? б) сульфат олова(II)? в) сульфат цинка? Для возможных взаимодействий напишите уравнения химических реакций и назовите образовавшиеся вещества.

4. В каждой химической лаборатории реактивы хранятся в строго определённых местах. В кабинете химии реактивы расставлены по полкам так, чтобы легко можно было найти соли, кислоты, оксиды и т. п.

Помогите «расставить» по полкам вещества, которые привезли в школу перед началом учебного года: CaO , $ZnCl_2$, H_2SO_4 , HCl , CuO , H_3PO_4 , $Fe_2(SO_4)_3$, Fe_2O_3 .

Полка 1. Оксиды	Полка 2. Кислоты	Полка 3. Соли

5. В 1920 г. в Лондоне был впервые опубликован роман Агаты Кристи «Таинственное происшествие в Стайлз». Приведём небольшой фрагмент в переводе на русский язык.

«Пуаро достал небольшой листок и прочёл следующее:

Следует крайне осторожно обращаться с микстурой:

сульфат стрихнина 1 грамм

поташ бромида 6 граммов

вода 8 граммов

Через несколько часов большая часть стрихнина осаждается на дно в виде прозрачных кристаллов. В случае попадания кристаллов в организм (обычно с последней дозой лекарства) возможен летальный исход».

Правильно ли (с химической точки зрения) выполнен перевод? Аргументируйте Ваше мнение.

• На уроке



1. Попробуйте перенестись в прошлое и проникнуть в творческую лабораторию учёных. Разделите известные Вам простые вещества на две группы — металлы и неметаллы. Вспомните общие характерные признаки тех и других.
2. Составьте уравнения реакций получения гидроксида цинка, взаимодействия его с кислотами и щелочами. К какому классу элементов следует отнести цинк, если по физическим свойствам он металл, а его гидроксид обладает амфотерными свойствами?
3. Шёл 1817 год. У министра Веймарского герцогства, поэта и философа Иоганна Вольфганга Гёте, собрались за вечерним чаем его друзья и родственники. Среди них были Иоганн Вольфганг Деберейнер, профессор химии, жена сына герцога — Мария Павловна — сестра русского царя Александра I — и другие влиятельные лица. Спорили о разном, в том числе и о химии. Деберейнер сказал, что если все известные химические элементы сгруппировать по сходству их свойств и расположить по три в ряд по возрастанию атомных масс, то обнаружится нечто удивительное. Мария Павловна заметила: «Бог троицу любит...»

Что же удивительного обнаружил Деберейнер?

• Самостоятельно дома



Естественные семейства химических элементов

Первые попытки научной классификации химических элементов были предприняты в первой половине XIX в. В основе всех классификаций лежала относительная атомная масса химических элементов, или, как тогда говорили, атомный вес. Их авторы — немецкий химик Иоганн Вольфганг Деберейнер, английские химики Уильям Одлинг и Джон Александр Рейна Ньюлендс и др. располагали

известные им химические элементы в порядке увеличения атомной массы, но какой-либо закономерности в изменении свойств химических элементов и их соединений им обнаружить не удалось.

Наиболее удачным оказалось разделение Одлингом химических элементов на естественные семейства.

**Естественные семейства элементов, известные в 1864 г.
(таблица Одлинга)**

H 1			Mo 96	W 184
				Au 196,5
			Pd 106,5	Pt 197
Li 7	Na 23		Ag 108	
G 9	Mg 24	Zn 65	Cd 112	Hg 200
B 11	Al 27,5			Tl 203
C 12	Si 28		Sn 118	Pb 207
N 14	P 31	As 75	Sb 122	Bi 210
O 16	S 32	Se 79,5	Te 129	
F 19	Cl 35	Br 80	J 127	
	K 39	Rb 85	Cs 133	
	Ca 40	Sr 87,5	Ba 137	
	Ti 40	Zr 89,5		Th 231
	Cr 52,5		V 138	
	Mn 55			

Но и в такой классификации есть ошибки:

1) в четвёртой строке находится серебро Ag, отличающееся по своим свойствам от лития Li и натрия Na;

2) золото Au, которое обладает свойствами, близкими к свойствам серебра, располагается во второй строке;

3) активный металл магний оказался в одном семействе с неактивным металлом ртутью.

Оставался без ответа вопрос: «Есть ли связь между естественными семействами?» Сравнение закономерностей изменения свойств самых активных металлов и самых активных неметаллов приводит нас к отрицательному ответу. Если мы сравним изменение физических свойств и химической активности щелочных металлов и галогенов, то обнаружим совершенно противоположные тенденции. Их можно условно, без соблюдения какого-либо масштаба, представить графически:



Таким образом, все первые попытки классификации химических элементов не увенчались успехом.



Задания

1. Проанализируйте таблицы и напишите вывод.

Некоторые свойства щелочных металлов

Название	Знак	A_r	Температура кипения (°C)	Особенности взаимодействия с водой
Литий	Li	7	1342	Медленно
Натрий	Na	23	883	Бурно
Калий	K	39	759	Бурно, самовозгорается
Рубидий	Rb	85	688	Взрыв
Цезий	Cs	133	671	Взрыв

Некоторые свойства галогенов

Название	Знак	A_r	Простое вещество	Особенности взаимодействия с водородом
Фтор	F	19,0	F_2 — светло-жёлтый газ	Взрыв в темноте
Хлор	Cl	35,5	Cl_2 — жёлто-зелёный газ	Взрыв при ярком прямом свете
Бром	Br	80,0	Br_2 — красно-бурая жидкость	При начальном нагревании
Иод	I	127,0	I_2 — кристаллы тёмно-серого цвета с металлическим блеском	При постоянном нагревании

2. На основе данных, приведённых в задании 1, оцените безопасность опыта, описанного в старинном учебнике химии.

«Натрий при нагревании плавится, корочка окиси сбегает с его поверхности, и в этот момент чашечку нужно опустить в банку с кислородом. Там натрий ярко горит. На дно банки необходимо налить заранее немного воды, иначе если кусочек натрия упадёт, то банка треснет».

3. Ещё алхимики пытались найти закон природы, на основе которого можно было бы систематизировать химические элементы. Но им не хватало надёжных и подробных сведений об элементах. Первые попытки классификации элементов на металлы и неметаллы оказались несостоятельными. Почему?
4. Охарактеризуйте физические свойства фосфора. К какому классу простых веществ его можно отнести? Составьте формулы важнейших соединений фосфора (оксид, гидроксид). Как можно опытным путём определить их характер?
5. Музыкальная таблица Ньюлендса.

Американский химик Ньюлендс в 1865 г. расположил известные к тому времени химические элементы в порядке возрастания их относительных атомных масс. При этом он заметил, что каждый восьмой элемент напоминает по свойствам первый. Так, хлор напоминает фтор, фосфор близок по свойствам к азоту, калий подобен натрию и т. д. Такие последовательности из восьми химических элементов он назвал октавами, так как октава — восьмая ступень последовательного ряда звуков. Октавы Ньюлендса выглядели следующим образом:

H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe

Ньюлендс полагал, что открыл музыкальную гармонию среди химических элементов, и поэтому назвал свою таблицу «законом октав».

В начале марта 1861 г. Ньюлендс представил «закон октав» Лондонскому химическому обществу, но был встречен недоброжелательно. Более того, профессор физики Г. Фостер предложил расположить химические элементы в алфавитном порядке, по заглавным буквам их названий... Эта реплика оскорбила Ньюлендса. Какие недостатки на самом деле присущи «закону октав»?

§ 24**Классификация Д.И. Менделеева****● На уроке**

1. Почему учёные пытались классифицировать химические элементы? Какие вопросы можно решить с помощью классификации?

2. По легенде, мысль о системе химических элементов пришла к Менделееву во сне, однако известно, что однажды на вопрос, как он открыл Периодическую систему, учёный ответил: «Я над ней, может быть, двадцать лет думал, а вы думаете: сидел и вдруг... готово».

Написав на карточках основные свойства каждого элемента (их в то время было известно 63), Менделеев многократно переставлял эти карточки, пытаясь составлять из них ряды сходных по свойствам элементов, сопоставлять ряды один с другим.

Предлагаем Вам, подобно Д.И. Менделееву, почувствовать себя первооткрывателем и самостоятельно подготовить подобные карточки элементов естественных семейств, нанеся на них известную Вам информацию. Используя карточки, попытайтесь расположить их в определённой последовательности и выявить закономерности в изменении свойств химических элементов.

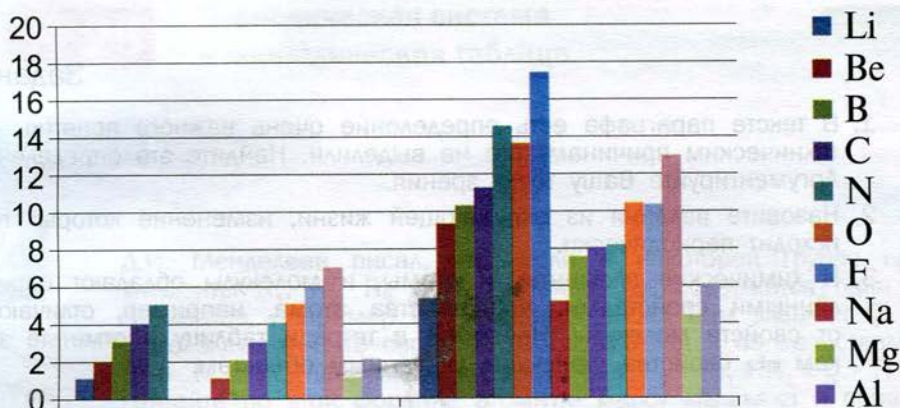
Проанализируйте, как изменяются металлические и неметаллические свойства в определённых промежутках.

Как изменяется валентность атомов в высших оксидах?

Как изменяются свойства оксидов и гидроксидов?

● Самостоятельно дома**Периодическая система химических элементов
Д.И. Менделеева**

Над классификацией химических элементов Дмитрий Иванович Менделеев работал много лет, но проблема была решена 17 февраля по старому стилю (1 марта по современному календарю) 1869 г. В этот день Д.И. Менделеев сравнил химические элементы, которые резко различались по всем своим



Высшая валентность в оксиде Неметаллические свойства

от относительной атомной массы (на диаграмме показаны не все химические элементы).

Хотя на диаграмме представлены только одно свойство химического элемента (высшая валентность в оксиде) и только одно свойство простого вещества (неметаллическость), явственно просматривается периодическая изменяемость свойств при постоянном увеличении относительной атомной массы химических элементов.

Свою классификацию Д.И. Менделеев назвал опытом системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве. Вдумаемся в смысл этого названия.

Слово «опыт» имеет множество значений, в числе которых есть «попытка». Скромность учёного не позволила ему даже в названии объявить работу над классификацией химических элементов завершённой.

Слово «система» также многозначно, но в середине XIX в. его употребляли чаще всего как синоним слова «классификация». Таким образом, «опыт системы элементов» означает «попытка классификации химических элементов». Причём в основе этой попытки лежат относительная атомная масса (в терминологии XIX в. — атомный вес) и сходство химических свойств элементов. Поскольку в такой классификации прослеживается периодическое изменение свойств химических элементов, её называют Периодической системой.

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева — естественно-научная классификация химических элементов.

В Периодической системе каждый химический элемент имеет свой порядковый номер, определяющий положение химического элемента в классификации. Самый лёгкий химический элемент — водород занимает в классификации первое место, и его порядковый номер — 1. Самый тяжёлый из известных сегодня химических элементов имеет порядковый номер 115.

Классификация химических элементов, предложенная профессором Санкт-Петербургского университета, не сразу была принята химиками, но уже через 20 лет весь учёный мир называл её «Периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева».



Задания

1. В тексте параграфа есть определение очень важного понятия. «По техническим причинам» его не выделили. Найдите это определение. Аргументируйте Вашу точку зрения.
2. Назовите явления из окружающей жизни, изменение которых происходит периодически.
3. И химические элементы, и атомы, и молекулы обладают определёнными свойствами. Но свойства атома, например, отличаются от свойств молекулы. Начертите в тетради таблицу и отметьте знаком «+» свойства, присущие указанным объектам.

Свойства	Химический элемент	Атом	Молекула	Простое вещество	Сложное вещество
Цвет					
Электропроводность					
Летучесть					
Масса					
Валентность					
Способность к разложению					
Температура кипения					
Плотность					
Металличность (неметалличность)					
Твёрдость					
Запах					

§ 25

Периодическая система
и периодическая таблица

● На уроке



Д.И. Менделеев писал, что «если в некоторой группе находятся элементы R_1 , R_2 , R_3 и в том ряде, где содержится один из этих элементов, например R_2 , находится перед ним элемент Q , а после этого элемент T , то свойства R_2 определяются по свойствам R_1 , R_3 , Q и T ». Так, например, атомный вес $R_2 = (R_1 + R_3 + Q + T) : 4$. Рассчитайте по этой формуле атомную массу мышьяка и сравните полученную величину с истинным значением.

● Самостоятельно дома

Периодическая таблица химических
элементов Д.И. Менделеева

Любая классификация — это прежде всего упорядоченная информация о каких-либо объектах. Периодическая система — упорядоченная информация о свойствах химических элементов, а в основе упорядочения лежат относительные атомные массы элементов. Но информацию нужно каким-нибудь образом зафиксировать.



- Самыми современными способами фиксации информации являются компьютерные базы данных.

Различия «длинного» и «короткого» вариантов периодической таблицы заключаются в том, что в «длинном» варианте 4–6-й периоды записаны в одну строку, а в «коротком» варианте они занимают по две строки. Благодаря этому «короткий» вариант становится более компактным. Столбцы периодической таблицы называются группами. Число столбцов, т. е. групп, в «длинной» и «короткой» таблицах различно. Это объясняется тем, что в «короткой» таблице совмещены в одном столбце группы, обозначенные одинаковой римской цифрой. Чтобы было проще различить разные естественные группы, знаки химических элементов смещают относительно друг друга. В «короткой» таблице, таким образом, различают главную и побочную подгруппы. В «длинной» таблице главной подгруппе соответствуют группы с буквой «А», побочной — с буквой «В». Главную подгруппу (или А-группу) образуют элементы малых и больших периодов.

В Российской Федерации и странах СНГ наиболее распространена короткая форма периодической таблицы, поэтому важно научиться различать главные и побочные подгруппы в таблицах, в которых рядом с номером группы нет букв «А» и «В». Как практически определить подгруппу в «короткой» таблице? Рассмотрим два примера.

Пример 1. Химический элемент вольфрам W (из простого вещества металла вольфрама изготавливают нити для электрических ламп) находится в VI группе периодической таблицы. Точно над химическим знаком вольфрама располагаются химические знаки молибдена Mo и хрома Cr. Точно над знаком хрома нет химических знаков никаких элементов. Хром — элемент 4-го периода, а это большой период.

	I		VI
1	H		
2	Li		O
3	Na		S
4	K		Cr
	Cu		Se
5	Rb		Mo
	Ag		Te
6	Cs		W
	Au		Po
7	Fr		Sg

Большой период

Естественная группа, образованная химическими элементами хромом, молибденом и вольфрамом, состоит только из элементов больших периодов. Вывод: вольфрам — элемент побочной подгруппы VI группы.

Пример 2. В какой подгруппе — главной (A) или побочной (B) — находится химический элемент олово?

	I		IV
1	H		
2	Li		C
3	Na		Si
4	K		Ti
	Cu		Ge
5	Rb		Zr
	Ag		Sn
6	Cs		Hf
	Au		Pb
7	Fr		Rf

Малый период

- Над знаком олова Sn располагаются знаки германия Ge, кремния Si и углерода C. Углерод — элемент главной (A) подгруппы, следовательно, и олово принадлежит к IVA-группе.



Задания

- Определите положение в периодической таблице следующих химических элементов: лития, железа, меди, свинца.
- Среди химических элементов 2-го периода найдите сходные с алюминием, с серой. Объясните свой ответ.
- В начале XX столетия геологи зашифровывали на картах места открытия руд ценных металлов при помощи координат химических элементов в Периодической системе. Арабской цифрой указывали номер периода, а римской — номер группы. Кроме того, в записях были ещё буквы русского алфавита — А или Б. На одной из

старых карт нашли обозначения: 4VIБ, 4VIIIБ2, 6IБ, 6IIБ. Расшифруйте записи геологов.

4. В 1955 г. группа американских химиков во главе с Т. Сиборгом получила новый, 101-й элемент, которому единодушно присвоили название «менделевий». В честь каких ещё учёных названы химические элементы? Какие ещё элементы своим названием связаны с Россией?

§ 26

Закон Д.И. Менделеева

● На уроке



1. Какие объективные исторические предпосылки способствовали открытию периодического закона?
2. Как изменяются свойства химических элементов в следующем ряду: Na, Mg, Al, Si?
3. Кто оспаривал у Д.И. Менделеева приоритет открытия периодического закона?

● Самостоятельно дома



Периодический закон и Периодическая система химических элементов

В самой классификации химических элементов периодичность изменения свойств скрыта, однако она явно проявляется при анализе периодической таблицы.

Каждый из периодов начинается с представителя естественного семейства щелочных металлов, а заканчивается представителем естественного семейства благородных (инертных) газов. Такое «движение» от типичных металлов к типичным неметаллам, а затем к инертным газам периодически повторяется.

Изменение металлических и неметаллических свойств химических элементов обуславливает изменение свойств оксидов и гидроксидов. И здесь также обнаруживается периодическая повторяемость свойств.

Работая над классификацией химических элементов, Д.И. Менделеев обнаружил это закономерное изменение. В своём учебнике «Основы химии» великий русский химик писал:

«...если все элементы расположить в порядке по величине их атомного веса, то получится периодическое повторение свойств. Это выражается законом периодичности: свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости (или, выражаясь алгебраически, образуют периодическую функцию) от величины атомных весов элементов».

На современном русском языке периодический закон в формулировке Д.И. Менделеева звучит так:



Свойства химических элементов и их соединений находятся в периодической зависимости от относительных атомных масс элементов.

Датой открытия периодического закона считается 17 февраля (1 марта по новому стилю) 1869 г. Однако в этот день был составлен лишь первый, черновой вариант Периодической системы, а приведённая в этом параграфе формулировка закона появилась годом позже. Почему же отсчёт времени идёт от 1869-го, а не от 1870 г.? Ответ находим у Д.И. Менделеева: «В соответствие этому закону и составлена **периодическая система элементов**».

Законы природы и законы, регулирующие отношения людей друг с другом, различаются по своей сути. Законы, которые устанавливаются людьми, **субъективны**, поэтому они различны в разных государствах. В этих законах находит отражение взгляд общества на допустимые и недопустимые поступки.

Законы природы **объективны**, т. е. не зависят от воли людей. Периодическая система химических элементов была построена Д.И. Менделеевым на основе периодического закона, который до 1 марта 1869 г. был никому не известен. Объективные законы природы неизменны. По мере приобретения новых знаний люди могут лишь уточнять их формулировки, открывать новые границы их применимости.

Периодический закон в формулировке Д.И. Менделеева не даёт ответа на ряд важных вопросов, которые позволили некоторым учёным XIX в. выступить против закона и Периодической системы химических элементов.

Почему в Периодической системе есть перестановки: элементы с большей относительной атомной массой предшествуют элементам с меньшей относительной атомной массой?

Почему свойства химических элементов изменяются периодически?

Почему у некоторых химических элементов высшая валентность не совпадает с номером группы?

Сам Д.И. Менделеев не смог ответить на эти вопросы, но предвидел, что дальнейшее развитие естествознания найдёт правильные ответы: «Периодическая изменяемость простых и сложных тел, по всей видимости, кроется в основных началах внутренней механики атомов и частиц».



Задания

1. В зависимости от контекста¹ — научного, исторического, политического и т. д. — в любом тексте можно выделить разные главные мысли. Ещё раз внимательно прочитайте текст «Периодический закон и Периодическая система химических элементов», перечертите в тетрадь таблицу и заполните её.

Контекст	Главная мысль

2. У многих людей есть хобби. Так, химик А.М. Бутлеров слыл известным пчеловодом, химик А.П. Бородин был композитором. Какое хобби было у Д.И. Менделеева?
3. Д.И. Менделеев однажды сказал: «Периодическому закону будущее не грозит разрушением, а только надстройки и развитие обещает». Согласны ли Вы с его утверждением?
4. Оцените значение периодического закона и Периодической системы Д.И. Менделеева для развития науки.
5. Научная деятельность Д.И. Менделеева охватывает многочисленные области знания, при этом сам учёный о себе писал: «...четыре предмета составили моё имя. Тут всё моё богатство, оно не отнято у кого-нибудь, а произведено мною...»
- О каких исследованиях говорит учёный?

§ 27

Закон Д.И. Менделеева (продолжение)

● На уроке



В пробирку налейте раствор гидроксида натрия и испытайте его индикатором. Проверьте, взаимодействует ли этот гидроксид: а) с растворами щелочей; б) с растворами кислот.

¹ Контекст (лат. contextus — тесная связь, соединение) — система внутренних и внешних условий, влияющая на особенности восприятия, понимания и преобразования человеком конкретной ситуации, обуславливающая смысл и значение этой ситуации как целого и её компонентов.



Исходя из имеющихся в Вашем распоряжении реактивов, получите гидроксид алюминия реакцией обмена. Разделите образовавшийся осадок на две части и изучите отношение гидроксида алюминия к растворам кислот и щелочей.



Испытайте раствор гидроксида фосфора(V) индикатором. Какой это гидроксид? Как обычно называют это вещество?

- Изучите отношение этого вещества к растворам кислот и щелочей.



Сделайте вывод об изменении кислотно-основных свойств гидроксидов, образованных химическими элементами одного периода.

● Самостоятельно дома



Д.И. Менделеев. Основы химии (фрагмент)

«Состав высших солеобразующих окислов определяется группою: первая группа даёт R_2O , вторая — R_2O_2 или RO , третья — R_2O_3 и т. д. Форм окислов восемь, а потому и групп восемь. Два ряда дают большой период, и, следовательно, те же формы окислов в большом периоде встречаются двукратно. Например, в периоде, начинающемся с К, окислы состава RO образуются Са и Zn, состава RO_3 — Cr и Se и т. д. Окислы чётных рядов, при той же форме, обладают основными свойствами в большей мере, чем окислы нечётных рядов. А этим последним преимущественно свойствен кислотный характер. Поэтому элементы, исключительно дающие основания, как щелочные, будут в начале периодов, а такие чисто кислотные элементы, каковы галоиды, на конце больших периодов. Притом наиболее ясный кислотный характер свойствен элементам с малым атомным весом из нечётных рядов, основной же — тяжелейшим и чётным. Оттого между легчайшими (типическими) элементами преобладают такие, которые дают кислоты, особенно в последних группах, а тяжелейшие элементы, даже

в последних группах (например, Th, U), имеют основной характер. Таким образом, основной и кислотный характер высших окислов определяются: а) формой окисла; б) чётным или нечётным рядом, в котором находятся элементы, и с) весом его атома. Группы означаются римскими цифрами от I до VIII».



Задания

1. Выпишите из текста «Основы химии» устаревшие слова. Какие из них относятся к химической терминологии? Найдите и запишите их современные эквиваленты.
2. В чём, на Ваш взгляд, заключается главная мысль этого текста? Как она соотносится с теми опытами, которые Вы проделали на уроке?
3. Составьте план текста.
4. Какие из простых веществ, образованных элементами 2-го и 3-го периодов Периодической системы могут реагировать со щелочами? Напишите уравнения данных реакций. Сравните химическую активность данных веществ по отношению к щелочам.

§ 28

Решение проблемы перестановок в периодической таблице

● На уроке



1. Найдите в периодической таблице три пары химических элементов, расположенных в обратном порядке, т. е. когда химический элемент с меньшей относительной атомной массой находится после химического элемента с большей атомной массой.
2. Прочитайте фрагмент фантастического романа Р. Желязны и Т. Томаса «Вспышка» и выскажите своё мнение о его научной достоверности.

«Конечно же, атмосфера Солнца не похожа на газ, состоящий из свободно плавающих атомов и молекул. При температуре порядка пяти тысяч восьмисот градусов солнечная атмосфера оказывается слишком горячей. Повинуясь действию температуры, простые моле-

кулы теряют атомную структуру и превращаются в плазму, поток заряженных частиц: ионы, положительно заряженные протоны и ядра водорода, отрицательно заряженные электроны».

3. Природный магний состоит из трёх изотопов, относительные атомные массы двух из них, соответственно, равны 25 и 26, а содержание их в природе составляет соответственно, 10,13 и 11,17 %. Пользуясь значением относительной атомной массы природного магния, равной 24,305, вычислите относительную атомную массу третьего изотопа.

● Самостоятельно дома



Строение атома. Изотопы

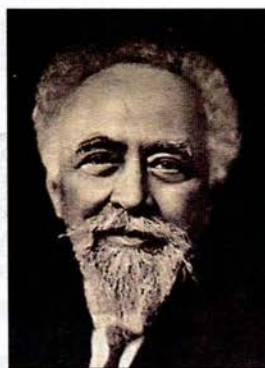
Проблемы периодического закона были разрешены благодаря исследованиям физиков.

В 1896 г. французский учёный Анри Беккерель открыл явление самопроизвольного деления атома, которое было названо радиоактивностью. При изучении этого явления физики пришли к выводу, что атом является сложной частицей, состоящей из более мелких, как тогда говорили, элементарных частиц.

Самая первая модель строения атома была предложена французским физиком Жаном Батистом Перреном всего пять лет спустя после открытия Беккереля.

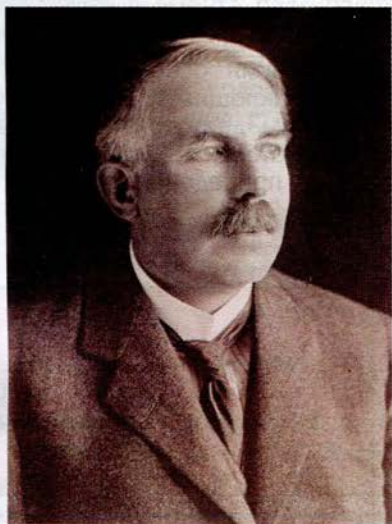
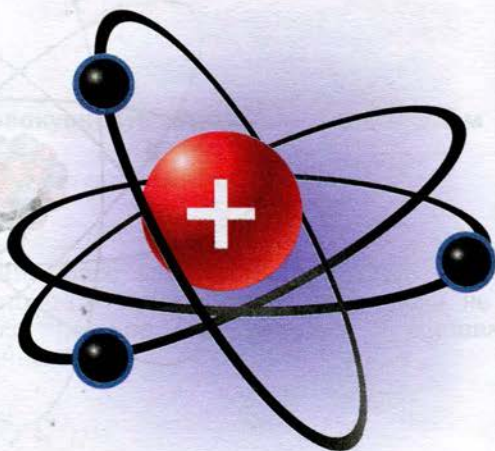


● А. Беккерель



● Ж.-Б. Перрен

- Согласно этой модели, в центре атома находится массивное положительно заряженное ядро, вокруг которого, как планеты вокруг Солнца, движутся отрицательно заряженные электроны.

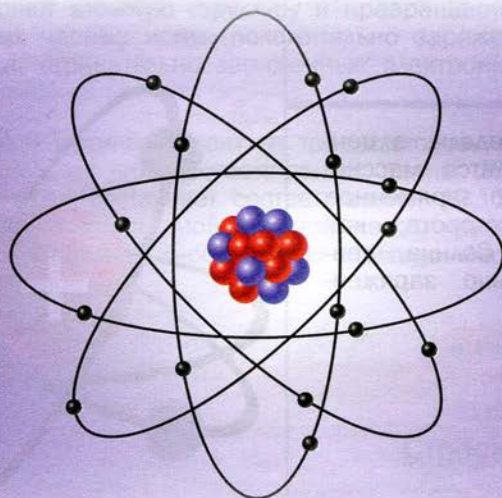


- Э. Резерфорд

Эта модель не объясняла свойств атомов, поэтому она нуждалась в уточнении. Такое уточнение было сделано английским учёным Эрнестом Резерфордом в 1911 г.

Позже и эта модель неоднократно подвергалась уточнениям, но пока мы будем рассматривать строение атомов с позиций Резерфорда. Более точные представления о строении атома вы получите на уроках химии в 10-м классе и на уроках физики в 11-м классе.

Упрощённо, но достаточно для правильного понимания сущности периодического закона строение атома можно представить следующим образом:



В центре атома находится ядро. Оно образовано двумя основными видами частиц: положительно заряженными протонами и не имеющими электрического заряда нейтронами. Вокруг ядра по кольцевым орбитам движутся отрицательно заряженные электроны, образуя электронную оболочку атома.

Важнейшие для нас характеристики этих трёх частиц приведены в таблице.

Место нахождения частицы	Название	Обозначение	Масса $1 = \frac{1}{12} m(C)$	Заряд $1 = \text{заряд электрона}$
Ядро атома	протон	p^+	$1,007 \approx 1$	+1
	нейтрон	n^0	$1,009 \approx 1$	0
Электронная оболочка	электрон	e^-	1/1840	-1

Заряд ядра обуславливают протоны: если в ядрах атомов водорода один протон, то заряд ядра его атомов равен +1. В ядрах атомов кислорода 8 протонов, и заряд ядра атомов кислорода равен +8. Заряд ядра является главной характеристикой атома.



Химический элемент — совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра.

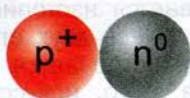
Если мы обратим внимание на значения масс этих частиц, то обнаружим, что масса атома определяется числом протонов и нейтронов и практически не зависит от числа электронов. Общее число протонов Z и нейтронов N , составляющих ядро атома, называют массовым числом A .

$$A = Z + N.$$

Ещё в начале XX в. было установлено, что разные атомы одного и того же химического элемента различаются по массам. Так, известны три разновидности атомов водорода — с массой¹ 1, 2 и 3. Но атомы всех этих разновидностей имеют одинаковый заряд ядра, равный +1. Как можно объяснить различие в массах атомов водорода? Внимательно рассмотрите рисунок и после этого сравните свой вывод с подрисунконной подписью.



$$A = 1$$



$$A = 1 + 1 = 2$$



$$A = 1 + 1 + 1 = 3$$

- Различие в значениях масс можно объяснить только различным числом нейтронов в ядрах атомов.

¹ Вспомним, что в качестве эталона для измерения масс атомов принята $\frac{1}{12}$ массы атома углерода.

Массовое число и заряд ядра, т. е. число протонов, указывают перед знаком химического элемента.



Разновидности атомов одного и того же химического элемента, имеющие разные массы, называются изотопами.

Изотопы водорода имеют собственные названия и химические знаки:

^1H — водород, или протий;

^2H — тяжёлый водород, или дейтерий D;

^3H — сверхтяжёлый водород, или тритий T.

Явление существования изотопов называется изотопией.

Природный углерод представляет собой смесь двух стабильных изотопов: ^{12}C — 98,93 % и ^{13}C — 1,07 %. Также в природе встречается углерод-14, но его содержание очень мало, около 10^{-12} %. Кроме этого, искусственным путём получены 13 радиоактивных изотопов углерода — от ^8C до ^{22}C . Возникает вопрос: массу атома какого изотопа нужно разделить на 12, чтобы получить эталон для измерения масс других атомов? Уточним понятие «относительная атомная масса».



Масса атома, измеренная относительно $\frac{1}{12}$ массы атома изотопа углерода-12, называется относительной атомной массой A_r .

Явление изотопии объяснило перестановки химических элементов в Периодической системе, которые сделал Д.И. Менделеев. Сравним изотопный состав природных калия и аргона.

Рассчитаем относительную атомную массу калия, учитывая распространённость каждого изотопа в природе:

Калий $_{19}\text{K}$		Аргон $_{18}\text{Ar}$	
массовое число изотопа	массовая доля изотопа в природе (%)	массовое число изотопа	массовая доля изотопа в природе (%)
39	93,260	36	0,337
40	0,0117	38	0,063
41	6,730	40	99,600

$$A_r(\text{K}) = 39 \cdot 0,9326 + 40 \cdot 0,000117 + 41 \cdot 0,0673 = 39,13538.$$

Для аргона получаем:

$$A_r(\text{Ar}) = 36 \cdot 0,00337 + 38 \cdot 0,00063 + 40 \cdot 0,996 = 39,98526.$$

Таким образом, относительная атомная масса калия меньше относительной атомной массы аргона, но в Периодической системе калий расположен после аргона. Если бы Д.И. Менделеев вслед за своими предшественниками в основу классификации положил только относительную атомную массу, то закономерный характер изменения свойств элементов нарушился бы, а периодический закон не был бы открыт.



Задания

1. Сравните определение понятия «химический элемент», с которым Вы познакомились в начале учебного года, с определением, приведённым в этом параграфе. Какое из них точнее отражает суть понятия? Аргументируйте Ваш ответ.
2. Живые существа усваивают лёгкие изотопы этого элемента чуть-чуть предпочтительнее, чем тяжёлые. Укажите: а) название элемента; б) число протонов и нейтронов в ядрах этих изотопов; в) число электронов в электронной оболочке атома.
3. Литературный критик В. Огнев в статье, опубликованной в № 11 журнала «Юность» за 1976 г., привёл фразу из дневника поэта Ильи Сельвинского: «Ртуть стоит в таблице элементов рядом с золотом, ей не хватает всего двух нейтронов, чтобы стать золотом». Проанализируйте научную достоверность этой фразы.

§ 29

Строение электронных оболочек атомов

• На уроке



1. В некоторых из предложенных схем распределения электронов по электронным слоям есть ошибки, но число электронов в каждой из схем соответствует заряду ядра соответствующего атома.

1, 8, 1

2, 8, 3

2, 7, 5

2, 8, 5, 5

1, 2, 3, 4

Перепишите в тетрадь эти схемы, исправляя допущенные ошибки, и укажите, атому какого элемента соответствует каждая схема.

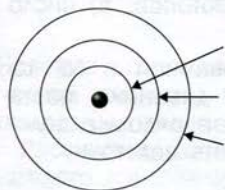
2. Назовите элементы II группы, у которых на предпоследнем уровне атома 8 электронов, 18 электронов.
3. Назовите металл 2-го периода, атом которого имеет один неспаренный электрон.
4. Составьте схему строения атома хлора. Сколько у него неспаренных электронов?

• Самостоятельно дома



Электронные слои

При химических реакциях атомное ядро не претерпевает никаких изменений. Заряд атомного ядра определяет принадлежность атома к тому или иному химическому элементу, но не объясняет химических свойств. Следовательно, это объяснение надо искать в электронном строении атома.



Первый слой — не более двух электронов

Второй слой — не более восьми электронов

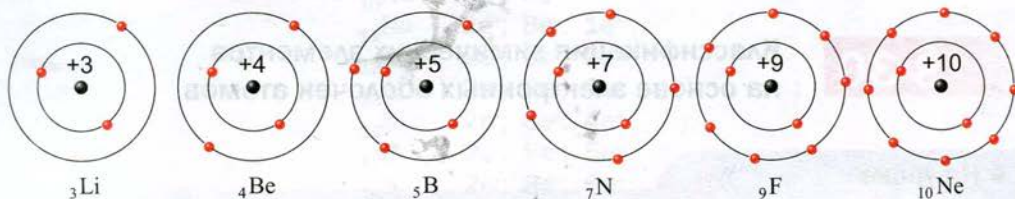
Третий слой — не более восемнадцати электронов

- Исследования показали, что электроны в атоме располагаются так называемыми слоями.

Учёные-физики объяснили, почему число электронов, помещающихся в том или ином слое, оказывается разным. Пока мы просто запомним, что максимальное число электронов N в электронном слое можно определить по следующей формуле:

$$N = 2n^2, \text{ где } n — \text{номер электронного слоя.}$$

Как только число электронов в одном слое достигнет максимального значения, в атоме начинает заполняться электронами новый слой.



- На рисунке пропущены модели электронного строения атомов двух элементов: углерода (заряд ядра +6) и кислорода (заряд ядра +8), но, проанализировав этот рисунок, Вы сможете самостоятельно восстановить «потерянные» модели.

Рисование моделей атомов требует много времени, а сами рисунки занимают много места. Поэтому часто модели заменяют схемами электронного строения атомов. Так, например, выглядят схемы строения атомов следующих четырёх химических элементов:

¹¹ Na	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 1e ⁻
¹² Mg	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 2e ⁻
¹³ Al	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 3e ⁻
¹⁴ Si	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 4e ⁻



Задания

1. Составьте схему строения атома серы.
2. Может ли атом магния существовать в виде такой частицы, в которой число электронов такое же, как в атоме неона? Ответ поясните.
3. Содержание данного элемента в крови человека незначительно и понижается при плохом самочувствии. Небольшая концентрация его — в стенках аорты, трахеи. Схема строения его атома: 2; 8; 4.

Какой это элемент? Какими известными Вам свойствами обладает простое вещество, образованное этим химическим элементом?

4. Этот элемент в сочетании с другими замедляет процессы старения. Концентрируется преимущественно в ногтях. Схема строения атома: 2; 8; 11; 2. Какой это элемент? Какими известными Вам свойствами обладает простое вещество, образованное этим химическим элементом?

§ 30

Классификация химических элементов на основе электронных оболочек атомов

● На уроке



1. Составьте схему распределения электронов по электронным слоям в атоме химического элемента, образующего простое вещество с наиболее ярко выраженными металлическими свойствами.
2. Определите число электронов во внешнем электронном слое атомов, заряд ядра которых равен: +5, +10, +15.
3. Не пользуясь периодической таблицей, определите, в каком периоде находятся химические элементы, ядра атомов которых имеют заряд: +1, +10, +16.
4. Не пользуясь периодической таблицей, определите, в какой группе находятся химические элементы, ядра атомов которых имеют заряд: +18, +3, +6.

● Самостоятельно дома

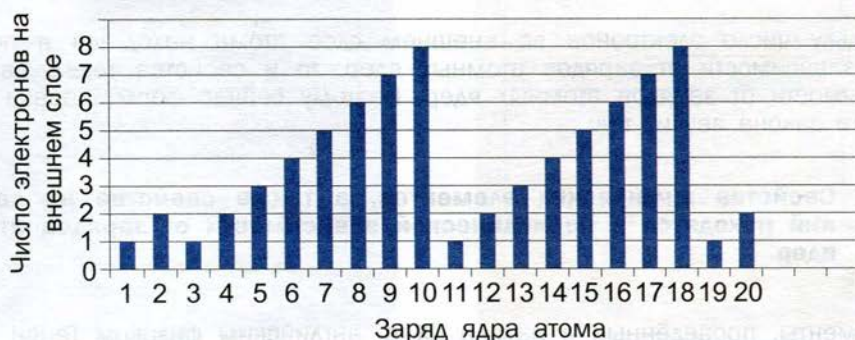


Строение атома и периодический закон

Запишем схемы распределения электронов по электронным слоям в атомах химических элементов, расположив их в порядке увеличения зарядов атомных ядер.

1	H	1e ⁻
2	He	2e ⁻
3	Li	2e ⁻ ; 1e ⁻
4	Be	2e ⁻ ; 2e ⁻
5	B	2e ⁻ ; 3e ⁻
6	C	2e ⁻ ; 4e ⁻
7	N	2e ⁻ ; 5e ⁻
8	O	2e ⁻ ; 6e ⁻
9	F	2e ⁻ ; 7e ⁻
10	Ne	2e ⁻ ; 8e ⁻
11	Na	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 1e ⁻
12	Mg	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 2e ⁻
13	Al	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 3e ⁻
14	Si	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 4e ⁻
15	P	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 5e ⁻
16	S	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 6e ⁻
17	Cl	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 7e ⁻
18	Ar	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 8e ⁻
19	K	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 8e ⁻ ; 1e ⁻
20	Ca	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 8e ⁻ ; 2e ⁻

В этом ряду есть замечательная закономерность, которая очень хорошо видна, если на основании данных о числе электронов в последнем (внешнем) слое атома построить гистограмму.



- Число электронов во внешнем слое атома изменяется периодически при постоянном возрастании зарядов атомных ядер.

Сравним изменение числа электронов во внешних слоях атомов с изменением неметаллических свойств простых веществ, образованных химическими элементами.



- Степень проявления простым веществом неметаллических свойств связана с числом электронов во внешнем электронном слое атома.

Поскольку число электронов во внешнем слое атома находится в периодической зависимости от зарядов атомных ядер, то и свойства также находятся в зависимости от зарядов атомных ядер. Поэтому сейчас формулировка периодического закона звучит так:



Свойства химических элементов, а также свойства их соединений находятся в периодической зависимости от зарядов атомных ядер.

Эксперименты, проведенные в начале XX в. английским физиком Генри Мозли, показали, что заряд ядра атома совпадает с порядковым номером химического элемента в Периодической системе. Следовательно, заряд ядра атома любого химического элемента можно определить по периодической таблице.

Сравним электронное строение атомов химических элементов, составляющих один и тот же период, например 3-й.

	¹¹ Na	¹² Mg	¹³ Al	¹⁴ Si	¹⁵ P	¹⁶ S	¹⁷ Cl	¹⁸ Ar
Z	+11	+12	+13	+14	+15	+16	+17	+18
1-й слой	2	2	2	2	2	2	2	2
2-й слой	8	8	8	8	8	8	8	8
3-й слой	1	2	3	4	5	6	7	8

- Сравнение электронного строения атомов элементов, образующих 3-й период Периодической системы, даёт возможность выделить общее: одинаковое число заполняющихся электронных слоёв в атоме.

Следовательно, зная номер периода, в котором находится химический элемент, мы можем узнать, сколько электронных слоёв в атоме этого химического элемента заполняется электронами.

Сравним электронное строение атомов химических элементов, образующих известные нам естественные группы щелочных металлов и галогенов.

IA	
Li	2e ⁻ ; 1e ⁻
Na	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 1e ⁻
K	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 8e ⁻ ; 1e ⁻
Rb	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 18e ⁻ ; 1e ⁻
Cs	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 18e ⁻ ; 18e ⁻ ; 8e ⁻ ; 1e ⁻
Fr	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 18e ⁻ ; 32e ⁻ ; 18e ⁻ ; 8e ⁻ ; 1e ⁻

VIIA	
F	2e ⁻ ; 7e ⁻
Cl	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 7e ⁻
Br	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 18e ⁻ ; 7e ⁻
I	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 18e ⁻ ; 18e ⁻ ; 7e ⁻
At	2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 18e ⁻ ; 32e ⁻ ; 18e ⁻ ; 7e ⁻

- Атомы химических элементов, образующих IA-группу, имеют во внешнем электронном слое по одному электрону. Что общего в электронном строении атомов галогенов, которые составляют VIIA-группу?

Следовательно, по номеру группы мы можем узнать число электронов во внешнем электронном слое атома. Но при этом нужно помнить, что **данное правило распространяется только на атомы элементов, образующих главные подгруппы**. С электронным строением атомов элементов побочных подгрупп Вы познакомитесь в 11-м классе.



Задания

1. Предложите другое название для текста «Строение атома и периодический закон». Приготовьтесь отстаивать свою точку зрения.
2. Начертите в тетради таблицу и заполните её.

Химический элемент	Знак химического элемента	Заряд ядра	Число электронов			
			в 1-м слое	во 2-м слое	в 3-м слое	в 4-м слое
Водород						
Гелий						
Литий						
Бериллий						
Бор						
Углерод						
Азот						
Кислород						
Фтор						
Неон						
Натрий						
Магний						
Алюминий						
Кремний						

3. На основе данных заполненной таблицы постройте гистограмму зависимости числа электронов во внешнем слое атома от заряда его ядра.

§ 31

Свойства химических элементов и их соединений

● На уроке



1. Изобразите электронное строение атома элемента 4-го периода главной подгруппы II группы Периодической системы. Какие свойства проявляет простое вещество, образованное этим элементом? Ответ обоснуйте.
2. Одинаково ли выражены металлические свойства у калия и кальция? Поясните свой ответ.
3. Что общего в строении атомов бериллия, магния и кальция?
4. С какими химическими элементами более всего сходны химические элементы: а) № 110; б) № 115?
5. Три элемента X, Y, Z принадлежат к тому же периоду, что и самый распространённый в земной коре элемент. Элемент Y проявляет металлические свойства и образует с X соединение, в котором на 1 атом X приходится 4 атома Y. Элемент Z реагирует с Y, образуя соединение, в котором на 1 атом Y приходится 1 атом Z. Назовите элементы X, Y, Z.
6. Одно из множества ярко окрашенных соединений элемента — его оксид $\text{Э}_2\text{O}_3$ зелёного цвета. На основе этого вещества делают самые прочные и светостойкие краски, не поддающиеся действию вредных примесей в атмосфере. Помимо живописи данный оксид широко применяется при росписи фарфора. Его наносят на поверхность слегка обожжённого фарфорового изделия, покрывают слоем глазури и проводят высокотемпературный обжиг при $1350\text{--}1450^\circ\text{C}$. Кроме зелёного оксида, о котором идёт речь, такую температуру выдерживает только один пигмент — чёрный оксид другого элемента, имеющий состав ЭО. Нанесённый на поверхность фарфорового изделия, при обжиге он сплавляется с глазурью и образует ярко-синие силикаты. Фарфоровую посуду с синим рисунком все хорошо знают. Это мейсенский фарфор, а в России — знаменитая гжельская посуда. О каких оксидах здесь шла речь?

● Самостоятельно дома



Характеристика химического элемента по его положению в Периодической системе

Естественно-научная классификация химических элементов, представленная в компактной табличной форме, позволяет достаточно подробно описать свойства химических элементов и их соединений. Такое описание обычно называют характеристикой элемента по его положению в Периодической системе. Характеристику элемента дают по следующему плану:

- Название химического элемента.
- Химический знак, порядковый номер, относительная атомная масса (округлённо).
- Состав ядра атома.
- Номер периода и число заполняемых электронами электронных слоёв в атоме.
- Номер группы и число электронов во внешнем электронном слое атома.
- Распределение электронов по электронным слоям атома.
- Максимальная валентность.
- Химическая формула и характер высшего оксида.
- Химическая формула и характер высшего гидроксида.
- Химическая формула летучего водородного соединения.

Почти на все пункты этого плана Вы уже можете ответить самостоятельно, но некоторые из них нуждаются в пояснении.

Определение высшей валентности атомов. Для большинства химических элементов высшая валентность равна номеру группы Периодической системы, в которой находится данный элемент. Исключения составляют фтор, кислород и некоторые другие химические элементы¹. Например, если углерод — элемент IV группы, то его высшая валентность равна четырём. Высшая валентность хлора равна семи, так как хлор — элемент VII группы.

Кислотно-основный характер высших оксидов и гидроксидов определяется значением валентности элемента, который образует оксид и гидроксид: чем больше валентность, тем сильнее у оксида и гидроксида выражены кислотные свойства и слабее основные.

Определение валентности в летучем водородном соединении. Летучие водородные соединения образуют неметаллы главных подгрупп IV–VII групп. Валентность элемента в этих соединениях определяют, вычитая из числа 8 номер группы. Например, в летучем водородном соединении сера имеет валентность II, так как сера — элемент главной подгруппы VI группы, $8 - 6 = 2$.

Приведём два примера характеристики химических элементов по их положению в Периодической системе.

¹ Напомним, что пока мы рассматриваем валентность с позиций атомно-молекулярного учения. С современными взглядами на природу валентности Вы познакомитесь чуть позже.

Для удобства сравнения используем табличную форму.

Пункт плана характеристики	Натрий	Хлор
1. Название химического элемента	Натрий	Хлор
2. Химический знак, порядковый номер, массовое число	$^{23}_{11}\text{Na}$	$^{35}_{17}\text{Cl}$
3. Состав ядра атома	$(11p^+ + 12n^0)$	$(17p^+ + 18n^0)$
4. Номер периода и число электронных слоев в атоме	3-й период, 3 электронных слоя	3-й период, 3 электронных слоя
5. Номер группы и число электронов во внешнем электронном слое атома	Ia-группа, 1 электрон во внешнем электронном слое	VIIa-группа, 7 электронов во внешнем электронном слое
6. Распределение электронов по электронным слоям атома	Na +11 2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 1e ⁻	Cl +17 2e ⁻ ; 8e ⁻ ; 7e ⁻
7. Максимальная валентность	I	VII
8. Химическая формула и характер высшего оксида	Na ₂ O — основной	Cl ₂ O ₇ — кислотный
9. Химическая формула и характер высшего гидроксида	NaOH — основание (щёлочь)	HClO ₄ — кислота
10. Химическая формула летучего водородного соединения	Не образует, так как элемент I группы	HCl



Задания

1. Исходя из положения в Периодической системе, опишите химические свойства элемента с порядковым номером 23.
2. Назовите химические элементы 2-го периода, образующие простые вещества неметаллы. Какое из них наиболее ярко проявляет неметаллические свойства?
3. Высший оксид химического элемента Э имеет формулу ЭO . Какими свойствами может обладать гидроксид этого элемента? Можно ли дать однозначный ответ на поставленный вопрос? В качестве аргументов приведите уравнения химических реакций.
4. Из старинного учебника химии: «Согласно положению бария в Периодической системе, напишите его окисел и гидрат окиси». Отредактируйте текст задания, используя современную химическую терминологию и Ваши знания литературного русского языка. Выполните задание из старинного учебника химии.
5. Из подслушанного на уроке: «В горизонтальных рядах при переходе слева направо нарастает атомная масса, а в вертикальных — свойства элементов одинаковы». Сформулируйте Ваше отношение к этому высказыванию.

● На уроке



1. Как с точки зрения строения атома объяснить химическую инертность гелия? Составьте схему строения его атома.
2. Укажите признаки сходства и различия в строении внешнего слоя атомов элементов с порядковыми номерами 17, 18, 19. Чему равна их максимальная валентность?
3. За счёт электронов какого слоя осуществляется связь между атомами в молекуле водорода, хлора?
4. Правильно ли утверждение, что химическая связь обусловлена одновременным притяжением электронной пары к двум ядрам? Ответ поясните.

● Самостоятельно дома



Ковалентная неполярная связь

Химические элементы существуют в виде простых и сложных веществ. Какие силы заставляют атомы химических элементов объединяться в более сложные структуры? Чтобы ответить на этот вопрос, сравним строение атомов химических элементов, занимающих первое и второе места в Периодической системе.

Элемент № 1 — водород. Ядро атома водорода имеет заряд +1, а вокруг ядра движется один электрон. Единственный электрон атома водорода образует первый электронный слой.

Элемент № 2 — гелий. Ядро атома гелия имеет заряд +2, следовательно, в атоме гелия на первом электронном слое находится два электрона. Обратим внимание на то, что больше электронов в первом слое быть не может, т. е. в атоме гелия первый электронный слой заполнен полностью (завершённый внешний электронный слой).

Простое вещество водород состоит из двухатомных молекул H_2 ; простое вещество гелий — из отдельных атомов He. Водород химически активен и вступает во взаимодействие со многими веществами, а гелий ни с какими веществами

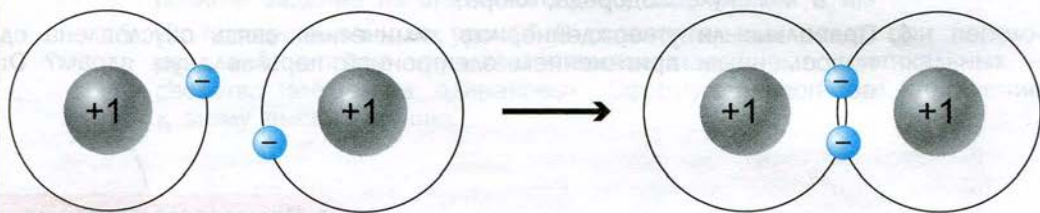
не реагирует. Очевидно, что различие в составе и химических свойствах обусловлено разным строением внешнего электронного слоя. Обозначив электрон точкой, можно представить электронное строение атомов водорода и гелия в виде такой записи:

$\text{H}\cdot$ — атом водорода (одна точка — это один неспаренный электрон);

$\text{He}:$ — атом гелия (две точки рядом обозначают два электрона, которые образуют пару; такие электроны называют спаренными).

Химическая инертность гелия свидетельствует об устойчивости завершённого первого электронного слоя, образованного парой электронов (или электронной парой).

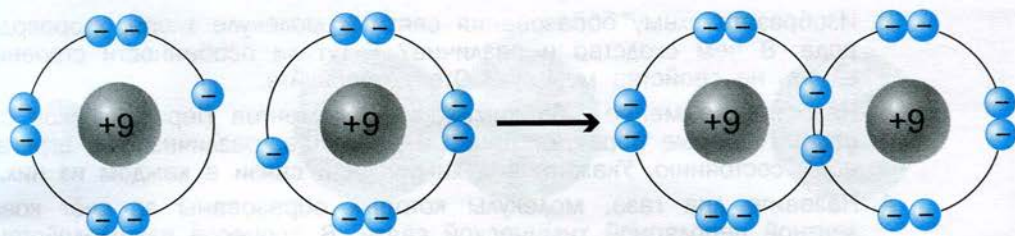
После сближения двух атомов водорода образуется электронная пара, принадлежащая одновременно двум атомам. В результате каждый атом водорода имеет устойчивый завершённый электронный слой. Чтобы разделить атомы водорода, необходимо затратить дополнительную энергию, поэтому молекула H_2 оказывается устойчивой.



Связь между атомами, которая осуществляется за счёт общей электронной пары, стали называть ковалентной химической связью или просто ковалентной связью.

Аналогично образуется химическая связь между атомами галогенов.

В атоме фтора во втором, внешнем электронном слое находятся три электронные пары и один неспаренный электрон. До завершения внешнего слоя атому фтора не хватает одного электрона. При взаимодействии двух атомов фтора образуется общая электронная пара, в результате чего каждый из атомов фтора получает завершённый устойчивый внешний электронный слой.

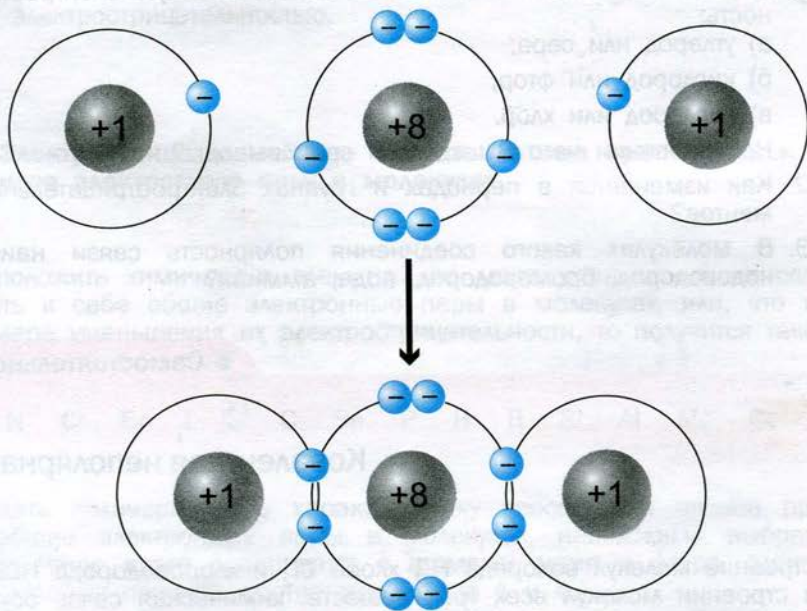


- Взаимодействие двух атомов фтора



Задания

1. Рассмотрите схему образования ковалентной связи в молекуле воды и самостоятельно составьте рассказ о том, как она образуется.



- Изобразите схему образования связи в молекуле хлора, хлороводорода. В чем сходство и различие? Будут ли особенности строения влиять на свойства молекул? Ответ обоснуйте.
- Назовите не менее двух химических элементов Периодической системы, которые образуют простые вещества, различные по агрегатному состоянию. Укажите вид химической связи в каждом из них.
- Назовите два газа, молекулы которых образованы за счёт ковалентной неполярной химической связи. В процессе взаимодействия этих газов друг с другом образуется новое газообразное вещество. Назовите эти вещества.

§ 33

Электроотрицательность атомов

● На уроке



- Определите, какой из элементов имеет бóльшую электроотрицательность:
 - углерод или сера;
 - кислород или фтор;
 - кислород или хлор.На основании чего Вы сделали свои выводы?
- Как изменяется в периодах и группах электроотрицательность элементов?
- В молекулах какого соединения полярность связи наибольшая: иодоводород, бромоводород, вода, аммиак?

● Самостоятельно дома



Ковалентная неполярная связь

Сравним строение молекул водорода H_2 , хлора Cl_2 и хлороводорода HCl .

Общее в строении молекул всех трёх веществ: химическая связь осуществляется за счёт одной электронной пары. Различие: в молекулах водорода и хлора общая электронная пара принадлежит одинаковым атомам, а в молекуле хлороводорода общая электронная пара связывает разные атомы.



Одинаковые атомы притягивают к себе общие электронные пары с одинаковой силой, поэтому общие электронные пары в одинаковой мере принадлежат каждому из атомов. Если же молекула образована разными атомами, то воздействие ядер атомов на общие электронные пары будет различным. В результате общие электронные пары будут несколько смещены к одному из атомов. Направление и степень такого смещения зависят от свойства атомов, которое называют электроотрицательностью.



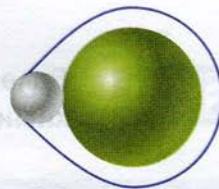
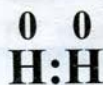
Электроотрицательность — свойство атома притягивать к себе общую электронную пару в молекулах.

Если расположить химические элементы по мере уменьшения их способности притягивать к себе общие электронные пары в молекулах, или, что то же самое, по мере уменьшения их электроотрицательности, то получится такой ряд:

F O N Cl Br I S C Se P H B Si Al Mg Ca Li Na...

Чтобы дать количественную характеристику способности атомов притягивать к себе общие электронные пары в молекулах, необходимо выбрать эталон сравнения. Чаще всего сравнивают с атомами лития и фтора, электроотрицательность которых принята, соответственно, за 1 и 4.

Сравнение электронного строения молекул водорода, хлора и хлороводорода даёт возможность выявить важное различие в, казалось бы, одинаковых ковалентных связях: в первых двух молекулах — ковалентная неполярная связь, в молекуле хлороводорода — ковалентная полярная связь.



Как Вы думаете, почему эти связи получили такое название?



Задания

1. Полностью ли название текста «Ковалентная полярная связь» соответствует его содержанию? Дайте аргументированный ответ и предложите свои два варианта названия.
2. Пользуясь Периодической системой, расположите элементы P, Al, Si, Cl, Na, S, Mg в порядке возрастания их электроотрицательности. Укажите причину изменения электроотрицательности.
3. Назовите наиболее электроотрицательный химический элемент в формулах каждого из химических соединений: H_2O , NF_3 , HI , H_2S , NH_3 , OF_2 .
4. Прочность связи между водородом и галогеном возрастает в ряду: $\text{HI} - \text{HBr} - \text{HCl} - \text{HF}$. Соответствует ли это электроотрицательности галогенов?

5. Могут ли химические элементы с порядковыми номерами 12 и 16 вступать в реакцию? Ответ подтвердите с помощью схем электронного строения атома. Какая химическая связь образуется между этими элементами?

§ 34

Валентность с точки зрения химической связи

● На уроке



1. Определите валентность хлора, серы, азота, фосфора и кремния в следующих соединениях: NH_3 , PH_3 , HCl , SiH_4 , H_2S .
2. Приведите примеры молекул, в которых связь между двумя атомами осуществляется одной, двумя, тремя парами электронов.
3. От каких факторов зависит прочность химической связи?

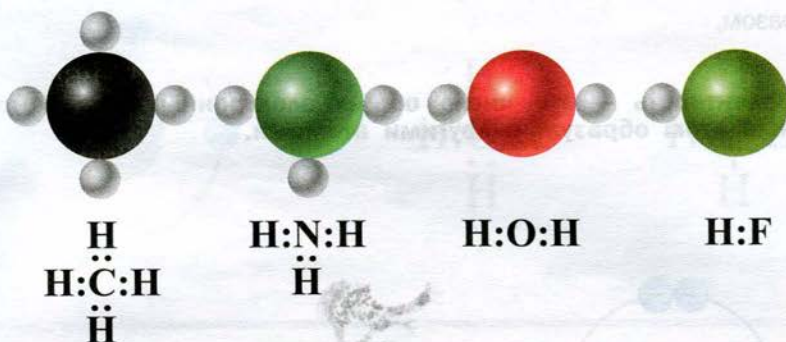
● Самостоятельно дома



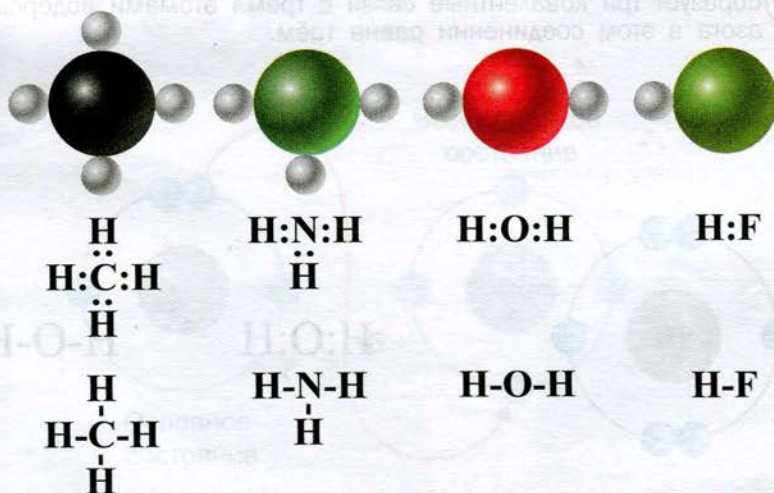
Валентность и строение молекул

Почему состав веществ постоянен? Ответ на этот вопрос учёные искали более 100 лет. Первоначально предполагалось, что атомы соединяются друг с другом с помощью крючков. Такое представление о строении молекул было настолько условным, что большинство учёных в него не верило. Однако в науке утвердилось представление о том, что атомы обладают определённой силой, с помощью которой удерживают около себя другие атомы. Французский химик Клод Луи Бертолле назвал эту силу валентностью.

Сравним электронное строение молекул водородных соединений неметаллов 2-го периода.



- Во всех молекулах атомы водорода образуют только по одной общей электронной паре, а атомы других неметаллов — разное число общих электронных пар: атом углерода — четыре, атом азота — три, атом кислорода — две, атом фтора, как и атомы водорода, — одну.

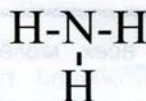
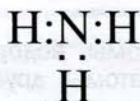
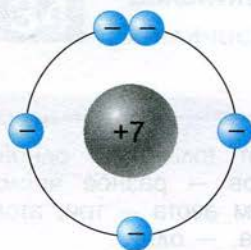


- Заменим в электронных формулах этих веществ точки — общие электронные пары — чёрточками и получим графические формулы водородных соединений. В графических формулах каждая чёрточка — это, с одной стороны, валентность атома, а с другой — одна ковалентная связь.

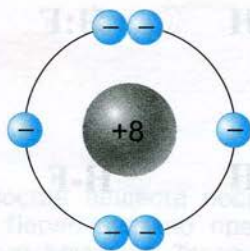
Таким образом,



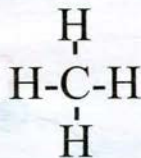
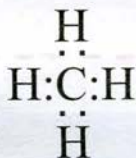
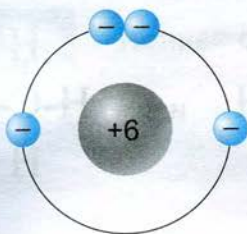
Валентность — это число общих электронных пар, которые данный атом образует с другими атомами.



- В атоме азота три неспаренных электрона, а в молекуле аммиака атом азота образует три ковалентные связи с тремя атомами водорода. Валентность азота в этом соединении равна трём.

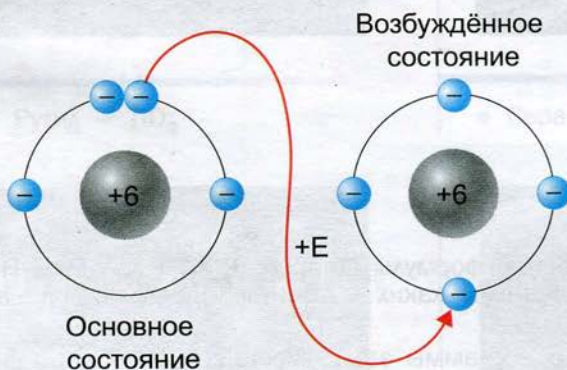


- В атоме кислорода два неспаренных электрона, а в молекуле воды атом кислорода образует две ковалентные связи с двумя атомами водорода. Валентность кислорода равна двум.

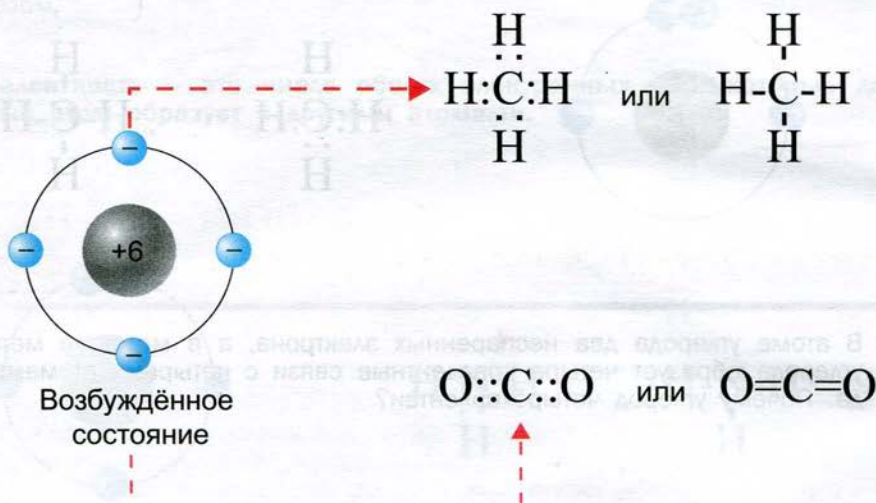


- В атоме углерода два неспаренных электрона, а в молекуле метана атом углерода образует четыре ковалентные связи с четырьмя атомами водорода. Почему углерод четырёхвалентен?

При образовании ковалентной связи электронная пара атома углерода превращается в два отдельных, неспаренных электрона.



- Говорят, что атом углерода переходит в возбуждённое состояние, в котором он имеет четыре неспаренных электрона.



- За счёт четырёх неспаренных электронов атом углерода образует четыре ковалентные связи с другими атомами.



Задания

- Даны вещества, формулы которых: PCl_3 , P_2O_5 , PH_3 , H_2O , CH_4 , N_2H_4 . Определите, атомы каких элементов проявляют одинаковую валентность.
- Постройте гистограммы зависимостей:
 - числа электронов во внешнем слое атомов элементов 1–3-го периодов от зарядов атомных ядер;
 - валентности атомов элементов 1–3-го периодов от зарядов атомных ядер.
- Даны формулы веществ Al_2O_3 и H_2S . Определите в них значение валентности атомов алюминия и серы и составьте формулу сульфида алюминия, в котором атомы алюминия и серы проявляют такую же валентность, как в данных соединениях.

§ 35

Ионная связь

● На уроке



1. Какие различия и сходство есть в образовании химической связи между атомами в молекулах H_2 и H_2O ? Ответ оформите в виде таблицы.
2. Какое значение имеет электронное строение атомов для определения характера химической связи между взаимодействующими атомами?
3. Определите тип химической связи в следующих веществах.

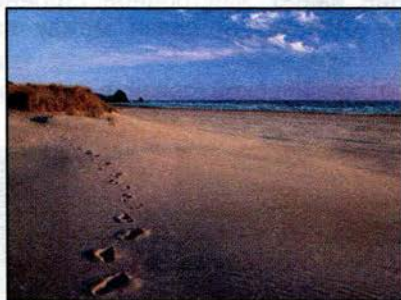
● Рутил — TiO_2 ● Сера — S_8 ● Киноварь — HgS ● Флюорит — CaF_2

● Самостоятельно дома



Зависимость вида химической связи от электроотрицательности связанных атомов

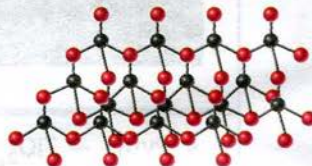
Сравним ряд веществ, образованных атомами кислорода.



В молекуле кислорода ковалентная неполярная связь, так как разность электроотрицательностей равна нулю:
 $3,5 - 3,5 = 0$



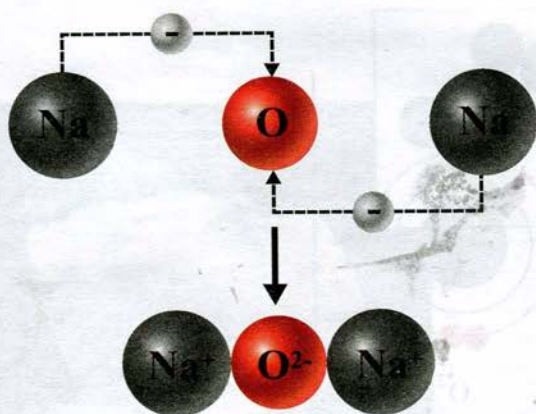
В молекуле воды ковалентная полярная связь, поскольку разность электроотрицательностей атомов водорода и кислорода отлична от нуля:
 $3,5 - 2,1 = 1,4$



В соединении кремния и кислорода также ковалентная полярная связь. Разность электроотрицательностей атомов кремния и кислорода составляет:
 $3,5 - 1,8 = 1,7$

В ряду соединений $O_2 \rightarrow H_2O \rightarrow SiO_2$ разность электроотрицательностей атомов возрастает; соответственно увеличивается степень смещения общей электронной пары к более электроотрицательному атому кислорода.

В результате полного смещения общей электронной пары атомы натрия и кислорода превращаются в заряженные частицы — ионы.

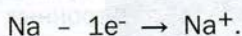


Ион — частица, образованная атомом или группой атомов и имеющая электрический (положительный или отрицательный) заряд.

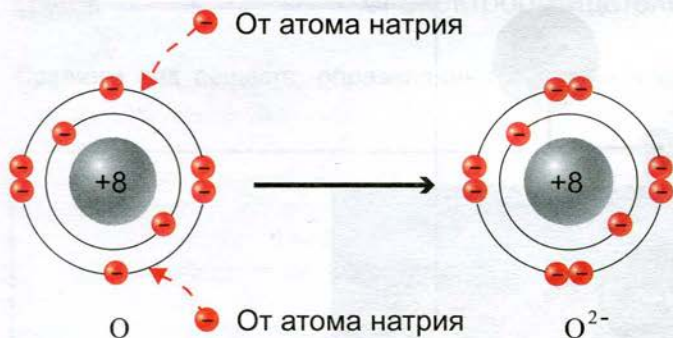
Атом натрия теряет единственный электрон на внешнем, третьем электронном слое и превращается в положительно заряженный ион. Ион натрия — устойчивая частица, так как её внешний электронный слой полностью заполнен.



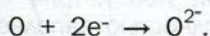
Процесс превращения атома натрия в ион натрия можно описать с помощью схемы:



Атом кислорода «забирает» у двух атомов натрия по одному электрону, и внешний электронный слой атома кислорода оказывается полностью заполненным. В результате присоединения двух электронов атом кислорода превращается в устойчивый отрицательно заряженный ион.



Образование отрицательно заряженного иона кислорода обычно показывают так:



- Химическая связь в драгоценном камне рубине обусловлена электростатическим притяжением ионов Al^{3+} и O^{2-} .



Ионная связь — химическая связь, обусловленная электростатическим притяжением ионов.

К соединениям с ионной связью нельзя применить понятие «валентность», поскольку в этих веществах нет общих электронных пар.

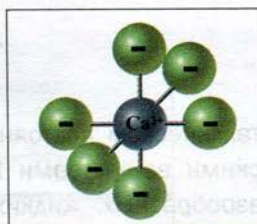
В кристалле галита NaCl положительно заряженные ионы натрия со всех сторон окружены отрицательно заряженными ионами хлора, поэтому нельзя говорить, что один ион натрия присоединяет к себе один ион хлора.



• Галит

Утверждение, что в кристалле флюорита один ион кальция связан с двумя ионами фтора, ошибочно, поскольку положительно заряженные ионы кальция со всех сторон окружены отрицательно заряженными ионами фтора.

• Флюорит





Задания

1. Приведите примеры соединений, образованных разными по характеру элементами.
2. Как происходит образование связи атомов элементов, резко отличающихся по электроотрицательности?
3. На основании строения атомов лития и фтора и расположения их в Периодической системе элементов дайте аргументированный прогноз относительно возможности образования между ними химической связи.
4. Сера образует химические связи с калием, водородом, бромом и углеродом. В каком из этих соединений химические связи наиболее и наименее полярны? Укажите, в сторону какого атома происходит смещение общих электронных пар.

§ 36

Кристаллы

● На уроке



1. Что Вы знаете о кристаллическом состоянии вещества?
2. С какими кристаллическими веществами Вы встречались в быту?
3. Приведите примеры газообразных, жидких и твёрдых веществ. Какой тип химической связи характерен для указанных Вами твёрдых веществ?
4. Изобразите состав молекул кислорода, воды, аммиака. Назовите вид химической связи в этих веществах. Какие связи, на Ваш взгляд, прочнее: те, что удерживают атомы в молекуле, или те, что удерживают молекулы в кристалле?
5. Почему вещества молекулярного строения легкоплавки и летучи в отличие от твёрдых веществ немолекулярного строения?
6. Из каких ионов построены кристаллы следующих соединений: MgO , Na_2CO_3 , CaCO_3 , K_2SO_4 , Ca(OH)_2 , Fe(OH)_2 ?

● Самостоятельно дома

● Кальцит — CaCO_3

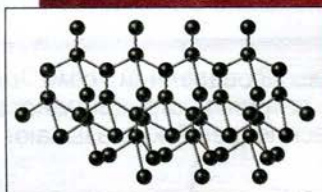
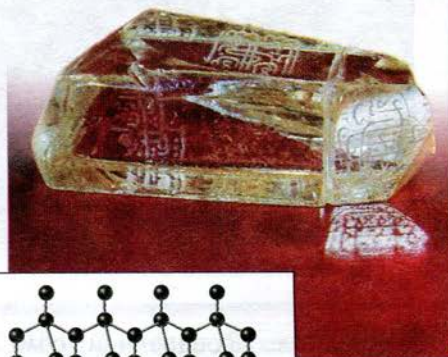
Типы кристаллических решёток

Толчком к изучению внутреннего строения кристаллов послужил казус, приключившийся с французским естествоиспытателем Рене Гаюи.

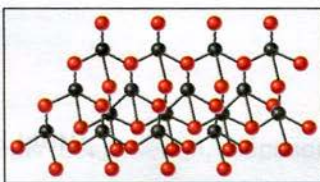
В 1787 г., скучая на великосветском приёме, Гаюи крутил в руках прекрасный кристалл кальцита и в конце концов уронил его. Хозяин дома, поддерживая свою репутацию покровителя искусств и наук, отдал учёному осколки кристалла. Последовательно раскалывая кристаллы кальцита, а затем и других минералов, Гаюи сделал вывод, что в конечном итоге можно прийти к основной единице, повторение которой образует макроскопический кристалл.

Современные представления об основной структурной единице кристалла очень близки к идее Гаюи о «составляющей молекуле».

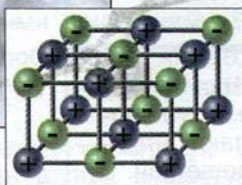
- Кристаллическая решётка алмаза образована атомами углерода, поэтому её называют атомной кристаллической решёткой.



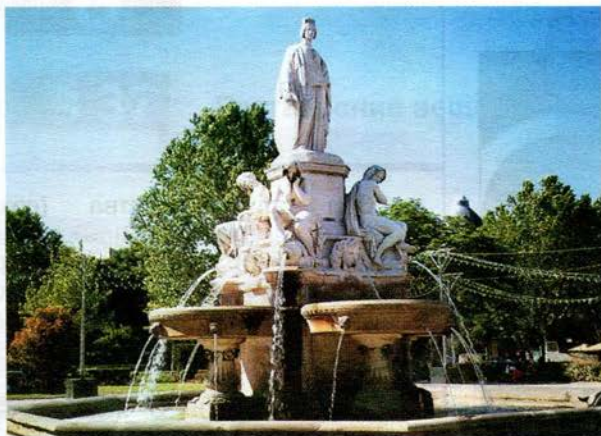
- Атомная кристаллическая решётка кристалла горного хрусталя SiO_2



Атомы в таких веществах связаны прочными ковалентными связями, поэтому вещества с атомной кристаллической решёткой имеют большие температуры кипения и плавления, практически не растворяются в воде.



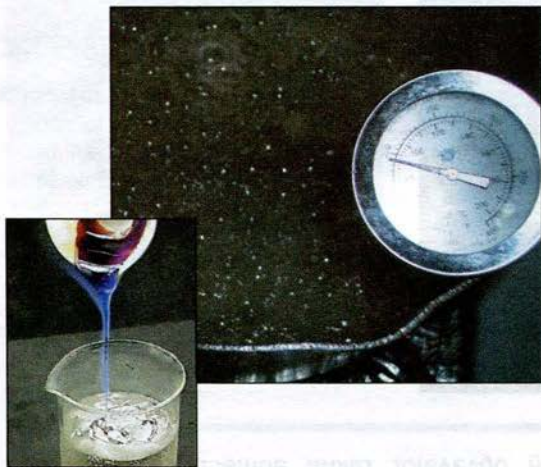
- Кристаллы поваренной соли образованы положительно заряженными ионами натрия и отрицательно заряженными ионами хлора. Такую кристаллическую решётку называют ионной.



- Ионной кристаллической решёткой обладают такие вещества, как медный купорос и мрамор. Вещества с ионной кристаллической решёткой могут хорошо растворяться в воде (медный купорос), а могут быть практически нерастворимыми (мрамор).



- В узлах кристаллических решёток сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$ и серы S_8 находятся молекулы. Говорят, что у этих веществ молекулярная кристаллическая решётка.



- Оба эти вещества (сахар и сера) плавятся при сравнительно низкой температуре, что свидетельствует о непрочности молекулярной кристаллической решётки.

Таким образом, прочность кристаллических решёток в ряду «атомная — ионная — молекулярная» уменьшается.



Задания

1. Какие частицы находятся в узлах кристаллической решётки графита, йода, поваренной соли? Как строение отражается на свойствах этих веществ?
2. Вещество нелетучее, твёрдое, плавится при высокой температуре. Какой тип кристаллической решётки соответствует описанным свойствам?
3. Хлорид натрия, выделяясь из водного раствора, образует бесцветные кристаллы кубической формы. А почему поваренная соль бывает розовой?
4. Для отделки станций метро, а также для получения строительного цемента используется данная соль. О какой соли идёт речь?

На следующий урок принесите бутылку простой газированной воды («Святой источник», «ВонАqua» и т. п.) объёмом 0,5 л.

• На уроке



Возьмите две пробирки и пронумеруйте их. Для этого воспользуйтесь специальным карандашом для письма по стеклу. В первую пробирку насыпьте 0,5 г нитрата калия, во вторую поместите такую же массу хлорида натрия. Добавьте в каждую пробирку по 5 мл воды.

С помощью стеклянной палочки перемешайте жидкость в каждой пробирке. Будьте осторожны и внимательны, чтобы не разбить пробирку.

В какой пробирке вещество растворилось полностью? Добавляйте это вещество в раствор до тех пор, пока оно не перестанет растворяться.

- Запишите наблюдения. Сделайте вывод о растворимости нитрата калия и хлорида натрия.



Нагрейте пробирку с раствором нитрата калия до кипения, но не кипятите. Если твёрдое вещество на дне пробирки растворится, добавляйте его небольшими порциями до тех пор, пока растворение не прекратится.



Повторите предыдущий опыт с раствором хлорида натрия. Сделайте вывод об изменении растворимости солей с увеличением температуры.



Откройте бутылку с газированной водой. Что Вы наблюдаете при открывании бутылки?

- Налейте в химический стакан газированную воду на $\frac{1}{3}$ его объёма и перемешайте воду стеклянной палочкой.

- Запишите наблюдения в тетрадь.
- Нагрейте газированную воду в стакане.



1. Обсудите результаты опытов, сделайте обобщённые выводы.
2. Почему вода играет важную роль в природе и в жизни человека?
3. Какие вещества могут растворяться в воде? Приведите примеры веществ, хорошо растворимых в воде.
4. Есть ли абсолютно нерастворимые вещества?
5. На какие группы по растворимости можно разделить все вещества?
6. Какие факторы оказывают влияние на растворимость различных веществ?
7. Почему аквариумы нельзя заполнять охлаждённой прокипячённой водой?

● Самостоятельно дома



Первоначальные представления о растворах

Растворение твёрдых веществ в воде сопровождается рядом последовательных физических явлений:

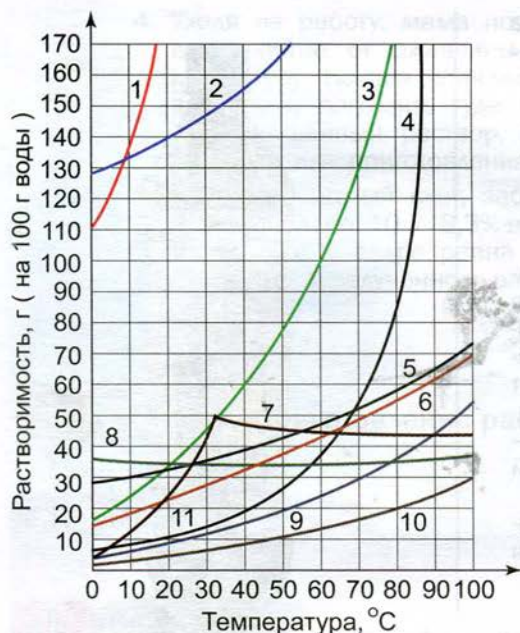
1) дробление вещества до молекул (если вещество имеет молекулярную кристаллическую решётку) или ионов (если кристаллическая решётка вещества ионная);

2) диффузия молекул или ионов по объёму раствора.

Вы опытным путём установили, что перемешивание позволяет значительно сократить время растворения медного купороса в воде. Это справедливо и для других веществ, растворы которых нужно приготовить.

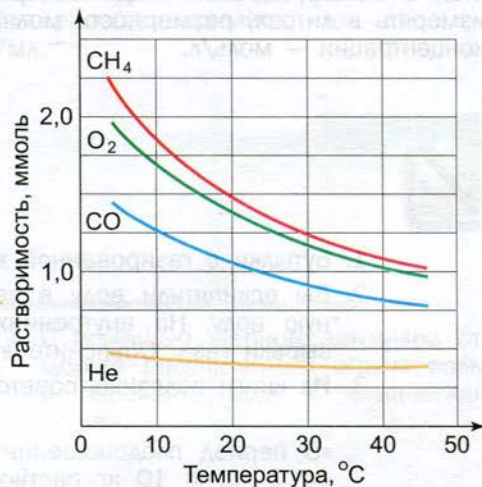
Нагреванием не всегда можно увеличить массу растворённого вещества в растворе. В этом легко убедиться, внимательно рассмотрев график (см. с. 173), который построен на основе экспериментальных фактов и называется «Кривые растворимости веществ» (самостоятельно объясните происхождение этого названия).

Растворимость большинства твёрдых веществ при нагревании возрастает. Растворимость хлорида натрия (поваренной соли) с увеличением температуры почти не изменяется, а растворимость сульфата натрия сначала увеличивается, а затем уменьшается.



- Кривые растворимости веществ
- 1 — нитрат серебра
- 2 — иодид калия
- 3 — нитрат калия
- 4 — алюмокалиевые квасцы
- 5 — хлорид аммония
- 6 — медный купорос
- 7 — сульфат натрия
- 8 — хлорид натрия
- 9 — бертолетова соль
- 10 — борная кислота
- 11 — глауберова соль

- Растворимость газов при нагревании растворов уменьшается.



С количественной стороны растворы характеризуются:

- 1) массовой долей растворённого вещества;
- 2) молярной концентрацией.

Массовая доля растворённого вещества представляет собой отношение массы растворённого вещества к массе раствора:

$$\omega = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{р-ра})} = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{в-ва}) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

Массовая доля растворённого вещества — безразмерная величина, которая всегда меньше единицы (почему?). В повседневной жизни массовую долю растворённого вещества часто увеличивают в 100 раз и называют процентной концентрацией. Например, столовый уксус — это раствор с массовой долей уксусной кислоты, равной 0,09.

Молярная концентрация — это отношение количества вещества, содержащегося в растворе, к объёму раствора:

$$C = \frac{v(\text{в-ва})}{V(\text{р-ра})}.$$

Поскольку количество вещества измеряется в молях, а объём в химии принято измерять в литрах, размерность молярной концентрации — моль/л.



- На этикетке столового уксуса указана его процентная концентрация — 9%.

Задания

1. Бутылки с газированной водой летом иногда взрываются. Почему?
2. Вы вскипятили воду в чайнике, вылили её и вновь налили холодную воду. На внутренних стенках чайника тут же появляются пузырьки газа. Объясните это явление.
3. Из книги полезных советов:

«В период плодоношения огурцы нужно подкармливать из расчёта на 2 кв. м 10 кг раствора с содержанием 30 г аммиачной селитры, 60 г суперфосфата, 10 г калийной соли».

Чему равна массовая доля аммиачной селитры в таком растворе? А массовая доля калийной соли?

4. Уходя на работу, мама поручила Ксюше постирать занавески и вывести пятно от ржавчины с помощью лимонной кислоты. Изучив литературу, Ксюша поняла, что нужно приготовить 10%-ный раствор кислоты и погрузить туда ткань на 30 мин. Помогите Ксюше приготовить данный раствор, рассчитав массы воды и кислоты, необходимые для приготовления раствора.
5. Крупный рогатый скот, заболевший ящуром, поят водой с добавлением в ведро 10 г 8,3%-ного раствора соляной кислоты. Если масса воды в 1 ведре равна 10 кг, чему равна массовая доля хлороводорода в полученном растворе?

§ 38

Приготовление растворов

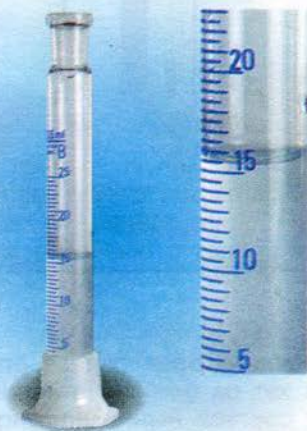
● На уроке



Рассчитайте массу соли, необходимую для приготовления раствора.

Рассчитайте массу воды, необходимую для приготовления раствора.

Рассчитайте объем воды, имеющий массу, найденную в результате второго действия. Для расчетов примите, что плотность воды равна 1 г/мл.



- С помощью мерного цилиндра отмерьте рассчитанный объем воды и перелейте воду в химический стакан.

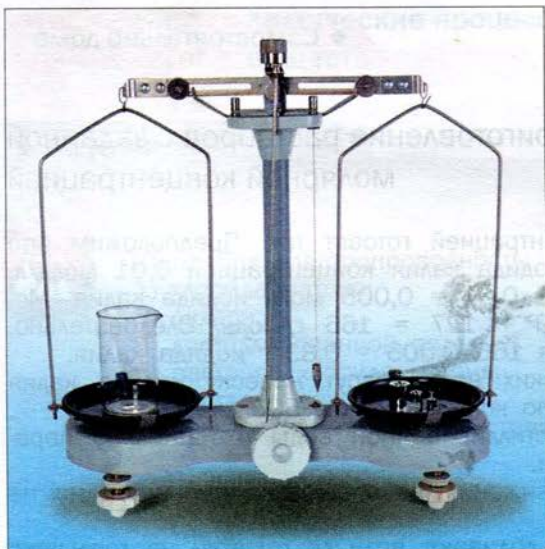
- Положите на кольцо штатива огнезащитную прокладку и поставьте на неё стакан с водой.



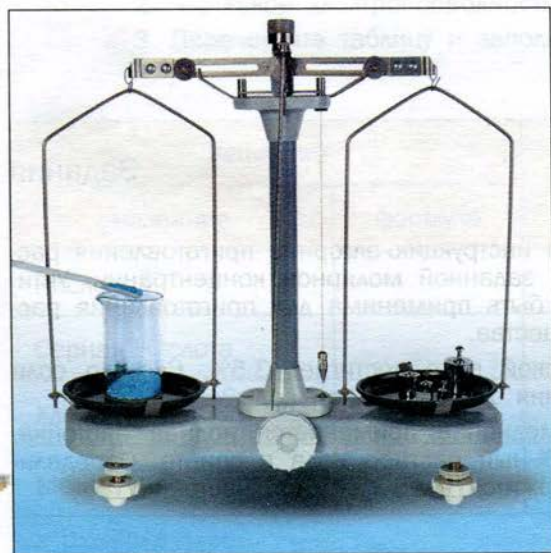
- Нагрейте воду, но не кипятите.
- Пока вода нагревается, отмерьте необходимую массу соли. Для этого:



- на левую чашку весов поставьте сухой чистый химический стакан и уравновесьте весы с помощью дроби;



- на правую чашку весов (где дробь) поставьте разновесы массой, соответствующей рассчитанной массе соли;



- осторожно добавляйте соль в химический стакан до тех пор, пока весы не придут в состояние равновесия.

- Перенесите взятую навеску соли в горячую воду.
- Перемешивайте раствор до тех пор, пока соль не растворится.
- Сдайте приготовленный раствор учителю.

● Самостоятельно дома



Приготовление растворов с заданной молярной концентрацией

Растворы с заданной молярной концентрацией готовят так. Предположим, что нужно приготовить 500 мл раствора иодида калия концентрацией 0,01 моль/л. В этом растворе будет содержаться $0,5 \cdot 0,01 = 0,005$ моль иодида калия. Молярная масса иодида калия равна $39 + 127 = 166$ г/моль. Следовательно, в 500 мл раствора должно содержаться $166 \cdot 0,005 = 0,83$ г иодида калия.

На очень чувствительных аналитических весах берут навеску иодида калия массой 0,83 г и переносят её в мерную колбу объёмом 500 мл.

Наливают в колбу около 100 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивают до полного растворения соли.

Раствор перемешивают круговыми движениями колбы так, чтобы её дно не отрывалось от поверхности стола.

Когда вся соль растворится, в колбу доливают воду до отметки на горлышке колбы. Затем колбу плотно закрывают пробкой и, удерживая пробку рукой, несколько раз переворачивают колбу вверх дном и обратно. Раствор иодида калия концентрацией 0,01 моль/л и объёмом 500 мл готов.



Задания

1. На основе текста составьте инструкцию-алгоритм приготовления раствора заданного объёма и заданной молярной концентрации. Учтите, что инструкция должна быть применима для приготовления раствора любого твёрдого вещества.
2. Содержание солей в морской воде достигает 3,5%. Сколько соли останется после выпаривания 10 кг морской воды?
3. Для дезинфекции ран в медицине применяется иодная настойка, представляющая собой 10%-ный раствор иода в спирте. Определите, какая масса иода содержится в 15 г иодной настойки.

§ 39

Химические процессы при растворении веществ

● На уроке



Испытайте электропроводность:

- 1) хлорида натрия;
- 2) сахара;
- 3) дистиллированной воды;
- 4) раствора хлорида натрия;
- 5) раствора сахара.

Результаты испытаний представьте в виде таблицы.



1. Обсудите результаты опытов, сделайте обобщённые выводы по составленной таблице.
2. Что такое электропроводность?
3. Перечертите таблицу и заполните её.

Вещество		Тип химической связи	Электролит или неэлектролит
название	формула		
Кислород			
Серная кислота			
Хлорид калия			
Метан	CH_4		

4. Из курса физики Вы знаете, что электрический ток — это направленное движение заряженных частиц. Исходя из этого, объясните:
 - а) почему кристаллы хлорида натрия не проводят электрический ток, хотя имеют ионную кристаллическую решётку;

б) почему водный раствор бромоводорода проводит электрический ток, хотя в молекуле HBr ковалентная связь.

5. 26 июля 1885 г. французский химик Анри Муассан впервые получил газообразный фтор, пропуская электрический ток через жидкий фтороводород, содержащий примесь фторида натрия. При демонстрации этого опыта на заседании Академии наук его ассистенты использовали фтороводород, тщательно очищенный от всех примесей, и опыт провалился: жидкий фтороводород не проводил электрический ток.

Какую роль сыграли примеси в первом опыте?

Как бы Вы «восстановили» электропроводность фтороводорода?

● Самостоятельно дома



Электролитическая диссоциация

Экспериментальное исследование электропроводности растворов позволило выделить две группы веществ.

Растворы первой группы неэлектропроводны. Электрический ток не проводят в основном растворы органических веществ. Эти вещества называют неэлектролитами.



Неэлектролиты — вещества, растворы или расплавы которых не проводят электрический ток.

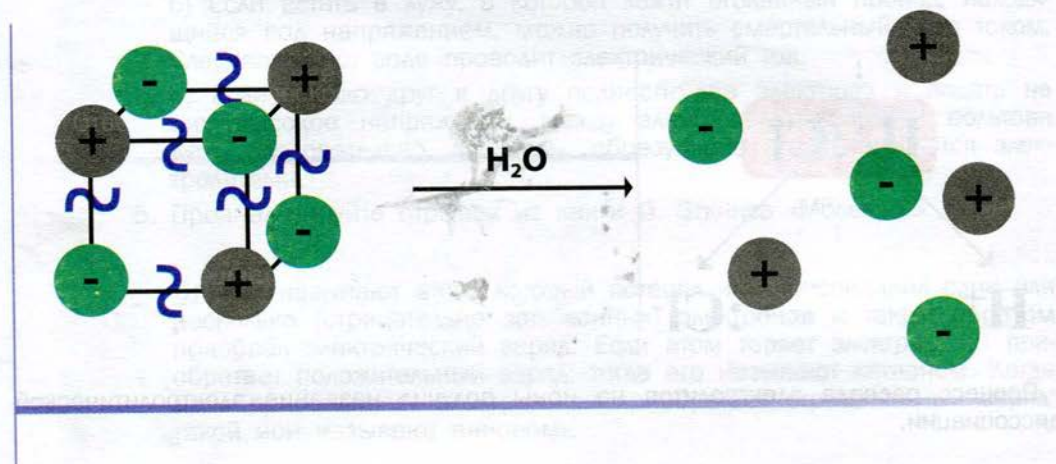
Растворы веществ второй группы проводят электрический ток. К таким веществам относятся кислоты, щёлочи и соли. Их называют электролитами.



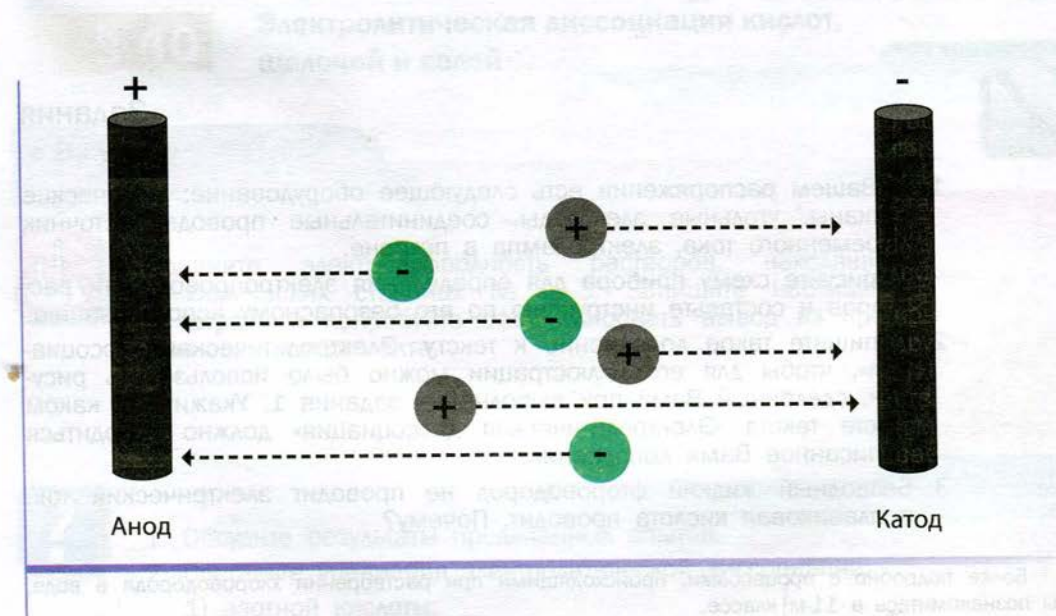
Электролиты — вещества, растворы или расплавы которых проводят электрический ток.

Электропроводность растворов электролитов можно объяснить только наличием в их составе каких-то заряженных частиц, которые могут свободно перемещаться. Такими частицами являются ионы.

Хлорид натрия имеет ионную кристаллическую решётку, которая при растворении в воде разрушается, и в растворе появляются положительно заряженные ионы натрия и отрицательно заряженные ионы хлора.

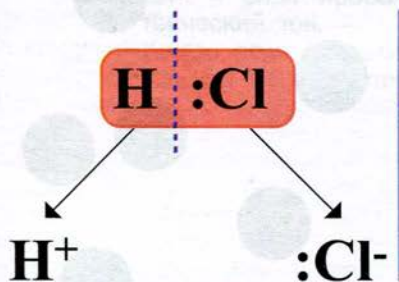


Под действием электрического поля хаотическое движение ионов становится направленным. В растворе возникает электрический ток.



Электрический ток проводят и растворы веществ с ковалентной полярной связью, например раствор хлороводорода. При растворении этого газа под действием молекул воды происходит полное смещение общей электронной пары к более электроотрицательному атому хлора.

Ковалентная полярная связь разрывается с образованием положительно заряженных ионов водорода и отрицательно заряженных ионов хлора¹.



Процесс распада электролитов на ионы получил название электролитической диссоциации.



Электролитическая диссоциация — распад электролита на ионы при растворении или расплавлении.



Задания

1. В Вашем распоряжении есть следующее оборудование: химические стаканы, угольные электроды, соединительные провода, источник переменного тока, электролампа в патроне.
Нарисуйте схему прибора для определения электропроводности растворов и составьте инструкцию по его безопасному использованию.
2. Напишите такое дополнение к тексту «Электролитическая диссоциация», чтобы для его иллюстрации можно было использовать рисунок, сделанный Вами при выполнении задания 1. Укажите, в каком месте текста «Электролитическая диссоциация» должно находиться написанное Вами дополнение.
3. Безводный жидкий фтороводород не проводит электрический ток, а плавиковая кислота проводит. Почему?

¹ Более подробно с процессами, происходящими при растворении хлороводорода в воде, Вы познакомитесь в 11-м классе.

4. Заведомо ложное умозаключение, построенное на неправильных положениях, называют софизмом. Попробуйте опровергнуть предложенные софизмы.
- а) Все металлы проводят электрический ток, следовательно, все металлы — электролиты.
 - б) Если встать в лужу, в которой лежит оголённый провод, находящийся под напряжением, можно получить смертельный удар током. Следовательно, вода проводит электрический ток.
 - в) Если близко друг к другу поднести два электрода и подать на них высокое напряжение, между электродами вспыхнет вольтова дуга. Следовательно, все газы, образующие воздух, являются электролитами.
5. Проанализируйте отрывок из книги П. Эткинса «Молекулы».

«Ионом называют атом, который потерял или присоединил один или несколько (отрицательно заряженных) электронов и таким образом приобрёл электрический заряд. Если атом теряет электрон, он приобретает положительный заряд; тогда его называют катионом. Когда атом присоединяет электрон, он приобретает отрицательный заряд; такой ион называют анионом».

Приведите примеры, показывающие, что объяснение Эткинса слишком упрощено.

§ 40

Электролитическая диссоциация кислот, щелочей и солей

● На уроке



Сравните электропроводность растворов, находящихся в химических стаканах № 1–3. Запишите наблюдения в тетрадь и попробуйте сформулировать вывод из проведённого эксперимента.



1. Обсудите результаты проделанных опытов.
2. Составьте уравнения электролитической диссоциации:
 - 1) азотной кислоты;

- 2) гидроксида лития;
- 3) хлорида бария;
- 4) серной кислоты;
- 5) гидроксида кальция;
- 6) нитрата серебра.

К каким классам относятся эти соединения?

3. Впишите в первую колонку таблицы (предварительно перечертив таблицу в тетрадь) формулы веществ, при растворении которых в воде образуются ионы, перечисленные во второй и в третьей колонках.

Вещество	Катион	Анион
	Na^+	SO_4^{2-}
	Ba^{2+}	Br^-
	H^+	SO_4^{2-}
	Sr^{2+}	OH^-
	K^+	MnO_4^-
	Al^{3+}	Cl^-
	Fe^{3+}	SO_4^{2-}

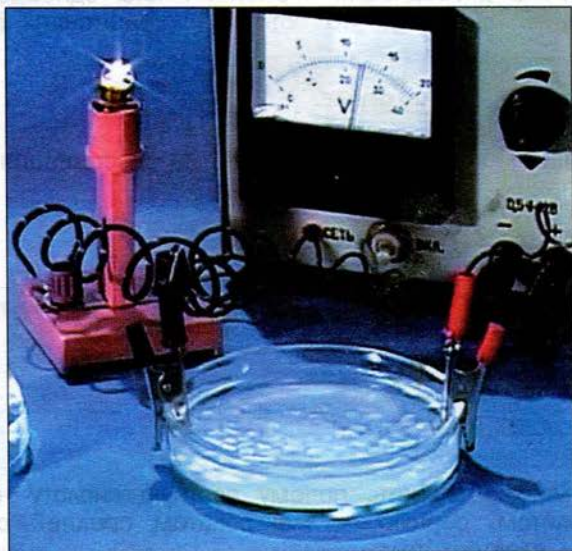
● Самостоятельно дома



Уравнения электролитической диссоциации

Электролитической диссоциации подвергаются все неорганические кислоты, щёлочи и соли. Для одних веществ этот процесс протекает легко, для других — хуже, в растворах третьих веществ обнаружить наличие ионов очень трудно.

Сравним электропроводность растворов трёх кислот: азотной, серной и фосфорной.

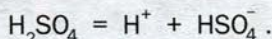


- Стрелка гальванометра показывает, что раствор азотной кислоты проводит электрический ток лучше, чем раствор серной кислоты, а раствор серной кислоты обладает большей электропроводностью по сравнению с раствором фосфорной.

При растворении азотной кислоты молекулы воды отрывают от молекулы кислоты один атом водорода:



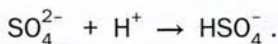
Диссоциация серной кислоты протекает в два этапа (принято говорить «ступенчато»). На первой ступени диссоциации молекулы воды отрывают от молекулы кислоты один ион водорода:



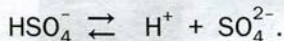
Второй положительно заряженный ион водорода оторвать от отрицательно заряженного иона значительно труднее:



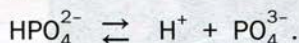
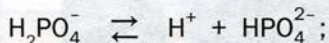
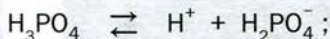
Сульфат-ион SO_4^{2-} , имеющий два отрицательных заряда, вновь может присоединять к себе ион водорода:



Таким образом, на второй ступени диссоциации серной кислоты одновременно протекают два противоположных процесса, что обычно в уравнениях реакций указывают так:

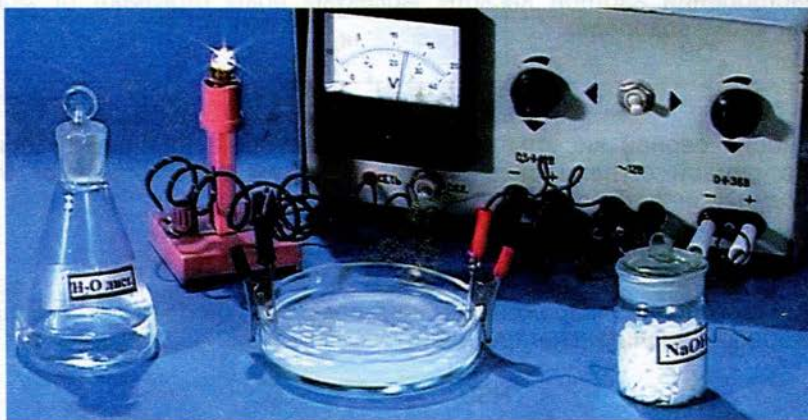


В молекуле фосфорной кислоты три атома водорода, поэтому диссоциация этого вещества состоит из трёх ступеней:



Попробуйте самостоятельно объяснить, почему азотную кислоту называют сильным электролитом, серную — электролитом средней силы, а фосфорную — слабым электролитом.

При растворении щелочей также происходит диссоциация.

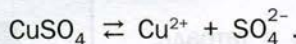
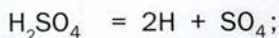


Все растворимые соли, с которыми Вы встретитесь в школьном курсе химии, полностью диссоциируют в водных растворах.



Задания

1. Напишите уравнения электролитической диссоциации электролитов, правильно применяя знаки $=$ и \rightleftharpoons :
нитрат серебра, карбонат натрия, вода, гидроксид натрия, хлорид серебра, карбонат кальция, серная кислота.
2. При выполнении задания 1 вы записывали уравнения электролитической диссоциации исходя из того, что в растворе содержится 1 моль вещества. Попробуйте записать уравнения для других количеств веществ.
Образец: $2\text{Sr}(\text{OH})_2 = 3\text{Sr}^{2+} + 6\text{OH}^-$.
а) 2 моль сульфата натрия; б) 4 моль сульфата алюминия;
в) 5 моль нитрата железа(III); г) 7 моль хлорида бария; д) 10 моль фосфата натрия.
3. Один ученик написал уравнения электролитической диссоциации нескольких веществ. Найдите, исправьте и объясните его ошибки.



4. В воде одного источника были обнаружены следующие ионы: Na^+ , K^+ , Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , Br^- , SO_4^{2-} . Растворением каких солей в дистиллированной воде можно получить раствор, содержащий те же ионы? Имеет ли задача одно решение? Ответ мотивируйте.
5. Какие из перечисленных веществ образуют при диссоциации ионы водорода: KOH , KHSO_4 , HClO ? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих реакций.

§ 41

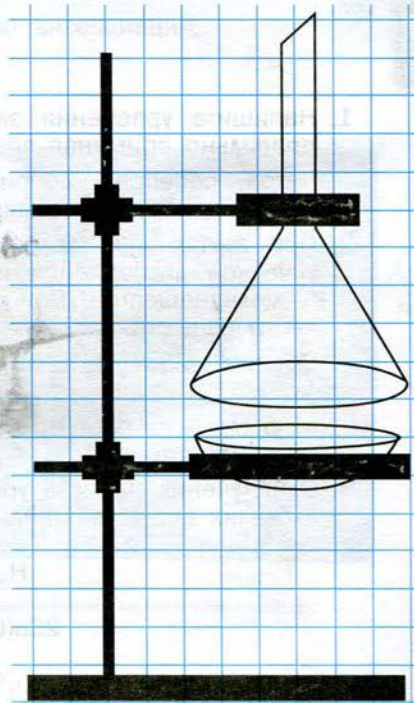
Свойства ионов

● На уроке



Положите в фарфоровую чашку для выпаривания 1 ложку-дозатор кристаллов медного купороса.

- Поместите чашку для выпаривания на кольцо штатива и сверху прикройте воронкой. Прокалите кристаллы медного купороса.



- Запишите наблюдения в тетрадь.



Когда порошок в фарфоровой чашке остынет, добавьте к нему 1–2 капли воды.

- Запишите наблюдения в тетрадь.
- Предложите объяснение наблюдаемых явлений.



1. Обсудите результаты опытов, сделайте обобщённые выводы.
2. Что произойдёт, если прокалить гидроксид меди(II)? Составьте уравнение предполагаемой реакции.
3. Чем отличаются свойства ионов хлора от свойств атомов хлора? Как объяснить это различие на основании различного строения?
4. Когда в 1887 г. появились первые работы шведского химика Сванте Августа Аррениуса по диссоциации, его оппоненты (научные противники) приводили «убийственные» доводы против диссоциации. Например, такой: «При растворении хлорида натрия мы получаем солёную воду, которая не только не причиняет вреда организму человека, но, напротив, полезна ему. Если принять точку зрения Аррениуса, то образовавшийся при диссоциации натрий тут же вступит в реакцию с водой» (вспомните, как протекает эта реакция).
Аррениус быстро нашёл ошибку в рассуждениях оппонентов. Можете ли Вы это сделать?
5. На основе наблюдений за демонстрируемыми растворами заполните таблицу (предварительно перечертив её в тетрадь).

Катион	Окраска	Анион	Окраска

6. Средняя концентрация солей в морской воде выражается следующими цифрами (%): хлорид калия — 2,91, сульфат кальция — 0,13, хлорид магния — 0,41, сульфат калия — 0,09, сульфат магния — 0,18, карбонат кальция — 0,01. Каких катионов в морской воде больше всего?

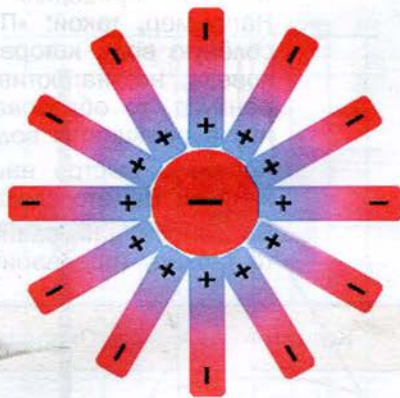
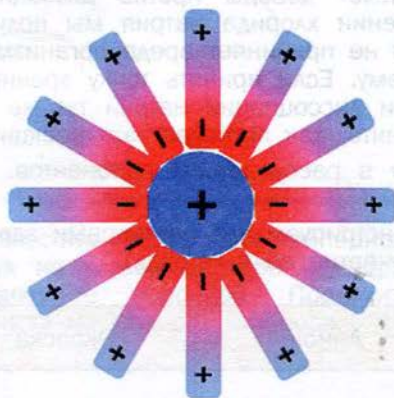
● Самостоятельно дома



Свойства ионов

Растворение электролитов в воде не ограничивается электролитической диссоциацией.

Молекулы воды образуют с положительно и отрицательно заряженными ионами соединения, которые называют гидратами.



При медленном испарении воды из растворов образуются твёрдые кристаллические гидраты, которые получили название кристаллогидратов.



Кристаллогидрат — кристалл, в состав которого входят молекулы воды.

Как правило, кристаллогидраты имеют постоянный состав.



- В состав кристаллогидрата сульфата меди(II), который мы называем медным купоросом, входит 5 молекул воды. Это записывают так: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

- Кристаллогидрат хлорида железа(III) удерживает 9 молекул воды: $\text{FeCl}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.



- Под палящим солнцем на берегу залива Кара-Богаз-Гол образуется кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Свойства ионов, связанных в кристаллах или свободно перемещающихся в растворах, значительно отличаются от свойств атомов, которые образуют простые вещества. В этом легко убедиться, сравнив биологическое действие некоторых веществ.

- Простое вещество хлор — сильный яд, который в годы Первой мировой войны использовали в военных действиях.

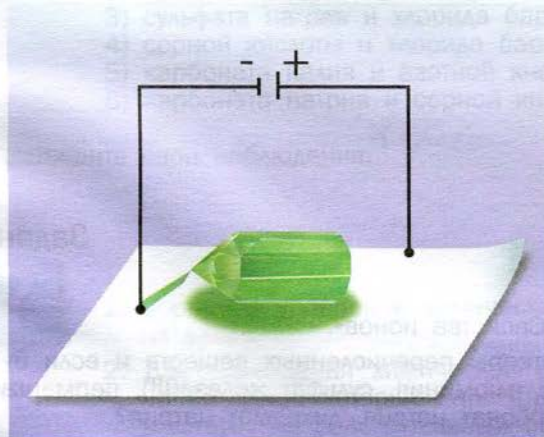


- Металлический натрий активно взаимодействует с водой, поэтому он тоже очень опасен для человека.

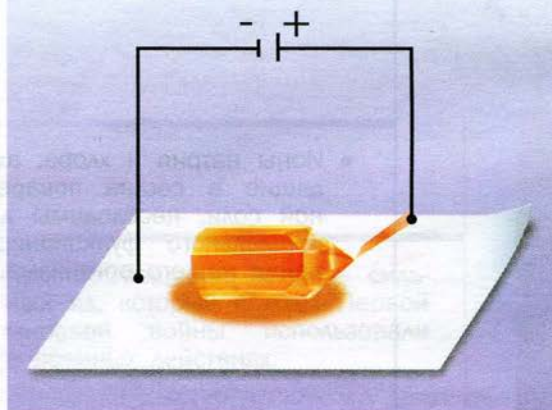


- Ионы натрия и хлора, входящие в состав поваренной соли, необходимы для нормального функционирования нашего организма.

Электронейтральные атомы и молекулы не перемещаются в электрическом поле. С помощью простого опыта мы можем убедиться, что ионы перемещаются в электрическом поле.



- Положительно заряженные ионы хрома Cr^{3+} , образовавшиеся в результате диссоциации хлорида хрома(III), перемещаются к отрицательно заряженному катоду.



- Отрицательно заряженные хромат-ионы CrO_4^{2-} , образовавшиеся в результате диссоциации хромата калия K_2CrO_4 , перемещаются к положительно заряженному аноду.

По направлению движения в электрическом поле положительно заряженные ионы стали называть катионами («идущими к катоду»), а отрицательно заряженные ионы — анионами («идущими к аноду»).



Катион — положительно заряженный ион.
Анион — отрицательно заряженный ион.



Задания

1. Составьте план текста «Свойства ионов».
2. Будут ли окрашены растворы перечисленных веществ и если будут, то в какой цвет: хлорид алюминия, сульфат железа(III), перманганат калия, нитрат калия, карбонат натрия, дихромат натрия?
3. Многие неорганические вещества ядовиты для человека. К ним относятся сульфат меди(II), хлорид бария, арсенат натрия Na_3AsO_4 .

нитрат калия. Зная, что свойства растворов электролитов обусловлены свойствами ионов, определите, будут ли ядовиты следующие соединения: а) хлорид натрия; б) нитрат меди(II); в) арсенат калия; г) нитрат бария; д) сульфат калия.

4. Разработка теории электролитической диссоциации связана с изучением электропроводности растворов. Первоначально Аррениус считал, что диссоциация происходит под действием проходящего через раствор электрического тока. Позже он обнаружил факты, доказывающие ошибочность первоначальной идеи.

Вспомните, какие факты доказывают, что электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах не зависит от электрического тока.

§ 42

Химические реакции в растворах электролитов

● На уроке



Проведите химические реакции между растворами:

- 1) хлорида железа(III) и гидроксида натрия;
- 2) сульфата железа(III) и гидроксида калия;
- 3) сульфата натрия и хлорида бария;
- 4) серной кислоты и хлорида бария;
- 5) карбоната калия и азотной кислоты;
- 6) карбоната натрия и серной кислоты.

- Запишите свои наблюдения.



1. Составьте уравнения химических реакций, которые Вы осуществили на уроке.
2. Для проведения химической реакции взяли растворы в склянках, на этикетках которых написаны формулы: «NaOH» и «H₂SO₄». Соответствует ли действительный состав растворов надписям на этикетках? Дайте обоснованный ответ, сопроводив его при необходимости уравнениями химических реакций.

● Самостоятельно дома



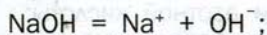
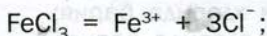
Ионные уравнения химических реакций

В химических реакциях между растворами электролитов друг с другом взаимодействуют не молекулы веществ, а ионы. Поэтому те уравнения химических реакций, которые мы записывали до сих пор, неточно отражают процессы, протекающие при сливании растворов электролитов.

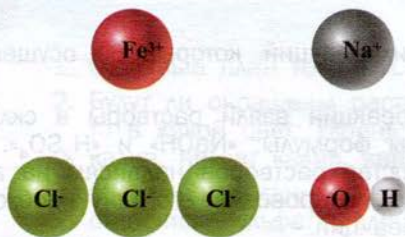
- Почему при сливании растворов разных веществ был получен одинаковый осадок гидроксида железа(III)?



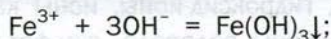
Для первой реакции были взяты растворы хлорида железа(III) и гидроксида натрия. Каждое из исходных веществ — сильный электролит, следовательно:



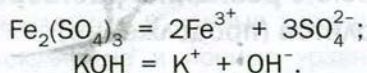
При сливании этих растворов в одной пробирке оказалось два вида катионов (железа и натрия) и два вида анионов (хлорид-ионы и гидроксид-ионы).



Очевидно, что катионы друг с другом взаимодействовать не будут, поскольку они имеют заряды одного знака. То же самое можно сказать и об анионах. При сближении катиона натрия и хлорид-иона связь между ними не образуется, поскольку хлорид натрия — сильный электролит. А при сближении катионов железа и гидроксид-ионов образуется гидроксид железа(III) — соединение, в котором ионы прочно связаны друг с другом:

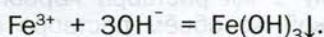


Для второго опыта были взяты растворы сульфата железа(III) и гидроксида калия:



Рассмотрим возможность образования новых веществ из имеющегося набора ионов:

$\text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-} \nrightarrow$, так как сульфат калия — сильный электролит:

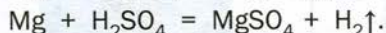
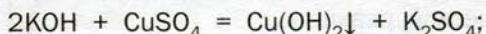


Молекулярное уравнение химической реакции показывает, растворы каких именно веществ были взяты для реакции. Ионное уравнение описывает процессы, происходящие при сливании растворов электролитов.

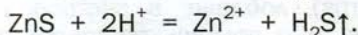
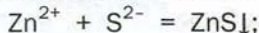


Задания

1. Напишите сокращённые ионные уравнения.



2. Напишите по два молекулярных уравнения к каждому ионному.



3. Для обеззараживания ядовитой сероводородной кислоты в стоки животноводческих ферм добавляют раствор не менее токсичного сульфата меди(II). Докажите с помощью уравнений реакций, в том числе и ионных, что после такой обработки стоки не содержат ядовитых ионов.

4. Можно ли приготовить растворы, в которых одновременно содержатся:
- ионы серебра, ионы калия, сульфат-ионы, нитрат-ионы?
 - карбонат-ионы, ионы натрия, ионы бария, гидроксид-ионы?
 - хлорид-ионы, ионы кальция, ионы алюминия, нитрат-ионы?
 - силикат-ионы, гидроксид-ионы, ионы калия, ионы водорода?
 - фосфат-ионы, ионы водорода, сульфат-ионы, ионы натрия?

§ 43

Химические реакции в растворах электролитов (продолжение)

● На уроке



Налейте в пробирку 1 мл раствора карбоната калия (поташа) и добавьте такой же объем раствора серной кислоты.

- Запишите наблюдения. Составьте молекулярное и ионное уравнения проведенной химической реакции.



Налейте в пробирку 1 мл раствора сульфата железа(II) (железного купороса) и добавьте такой же объем раствора гидроксида калия (едкого кали).

- Запишите наблюдения. Составьте молекулярное и ионное уравнения проведенной химической реакции.



Налейте в пробирку 1 мл раствора гидроксида натрия (едкого натра), добавьте в раствор 1 каплю раствора фенолфталеина и с помощью пипетки приливайте по каплям раствор азотной кислоты до появления явных признаков химической реакции.

- Запишите наблюдения. Составьте молекулярное и ионное уравнения проведенной химической реакции.



1. Составьте уравнения химических реакций, которые Вы осуществили.
2. Обсудите результаты опытов и сформулируйте условия, при которых реакции между растворами электролитов доходят до конца.
3. Объясните, почему идёт до конца реакция между растворами этих веществ:

- а) сульфат натрия и нитрат бария;
- б) карбонат натрия и хлороводородная кислота;
- в) хлорид натрия и нитрат серебра.

Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций.




4. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций между нитратом бария и серной кислотой, нитратом серебра и сульфатом натрия, нитратом кальция и карбонатом калия.
5. Почему реакцию нейтрализации щелочей проводят в присутствии индикатора, а для нейтрализации нерастворимых оснований индикатор не требуется?

● Самостоятельно дома



Когда химические реакции в растворах электролитов идут до конца

Химические реакции в растворах электролитов протекают в сторону связывания ионов. Поэтому взаимодействие возможно в том случае, когда в результате реакции образуется:

Газ	Осадок	Вода
		
• $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	• $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow$	• $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$

При составлении ионных уравнений химических реакций необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Простые вещества, оксиды, а также нерастворимые кислоты, основания и соли в ионных уравнениях реакций считают недиссоциирующими.

2. Для проведения химических реакций берут растворы веществ, поэтому даже малорастворимые вещества находятся в растворах в виде ионов.

3. Если малорастворимое вещество образуется в результате реакции, то его считают нерастворимым.

4. Сумма электрических зарядов в левой части ионного уравнения должна быть равна сумме электрических зарядов в правой части.



Задания

1. Между какими парами растворов веществ возможна химическая реакция:

а) азотная кислота и гидроксид натрия?

б) нитрат магния и хлорид натрия?

в) гидроксид калия и сульфат меди(II)?

г) сульфат железа(III) и хлорид меди(II)?

д) оксид кальция и соляная кислота?

Напишите молекулярные и сокращённые ионные уравнения.

2. Какие нерастворимые соли можно получить, смешивая попарно растворы фосфата калия, хлорида калия, сульфата меди(II), сульфида натрия, нитрата серебра, нитрата бария? Напишите молекулярные и ионные уравнения соответствующих реакций.

3. Во время практического занятия по химии один ученик прилил к раствору карбоната калия раствор хлорида кальция, затем последовательно в ту же пробирку добавлял всё, что у него оказалось под рукой: растворы соляной кислоты, нитрата серебра, сульфата железа(III), гидроксида натрия. Какие вещества в конечном итоге оказались у него в пробирке? Что наблюдал ученик после добавления очередного раствора? Ответ представьте в форме таблицы.

Добавляемое вещество	Молекулярное и ионное уравнения реакции	Наблюдения

§ 44

Химические свойства кислот

● На уроке



Подготовьте таблицу для записи результатов химических экспериментов.

Чтобы вам было удобно работать с таблицей, начертите её на развороте тетради.

Опыт № 62.			Химические свойства кислот	
Кислота	Добавляемое вещество	Признаки реакции	Уравнение	
			Молекулярное	Ионное
HCl	Метилоранж	красный p-p	—	$HCl = H^+ + Cl^-$

Кислота (раствор)	Добавляемое вещество	Признаки реакции	Уравнение	
			молекулярное	ионное
Соляная	Раствор метилоранжа			
Серная	Раствор метилоранжа			
Соляная	Раствор лакмуса			
Серная	Раствор лакмуса			
Соляная	Цинк			

Окончание таблицы

Кислота (раствор)	Добавляемое вещество	Признаки реакции	Уравнение	
			молекулярное	ионное
Соляная	Медь			
Серная	Цинк			
Серная	Железо			
Серная	Медь			
Соляная	Оксид магния			
Азотная	Оксид магния			
Азотная + раствор лакмуса	Раствор гидроксида натрия			
Серная + раствор лакмуса	Раствор гидроксида калия			
Азотная	Раствор силиката натрия			
Серная	Раствор карбоната калия			

- Проведите химические реакции, необходимые для заполнения таблицы.

● Самостоятельно дома



Общие свойства кислот

Общие свойства кислот обусловлены наличием в их растворах ионов водорода.



Кислоты — электролиты, в растворах которых нет других катионов, кроме ионов водорода.

Разные кислоты одинаково изменяют окраску индикаторов (как?), так как в результате диссоциации кислот в растворе появляются ионы водорода.



- Растворы всех кислот взаимодействуют с металлами, которые в ряду активности металлов расположены до водорода, например с железом.

Из известных Вам кислот исключение составляет раствор азотной кислоты, который может вступать в химические реакции с металлами, расположенными в ряду активности после водорода. При этом водород из раствора азотной кислоты не выделяется.

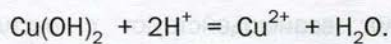


- Растворы кислот взаимодействуют с оксидами металлов (например, с оксидом меди(II)), если в результате реакции должна образоваться растворимая соль (нитрат меди(II)).

- Кислоты вступают в химические реакции как со щелочами (например с едким кали),



- так и с нерастворимыми в воде основаниями:



Взаимодействие кислот с солями возможно в том случае, если в результате реакции образуется более слабая кислота — например, кремниевая (слева) или угольная, которая тут же разлагается на углекислый газ и воду (справа).



Общие свойства кислот — это свойства ионов водорода.



Задания

1. На основе текста «Общие свойства кислот» составьте схему общих химических свойств кислот.
2. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций серной кислоты с гидроксидом меди(II), гидроксидом натрия, гидроксидом кальция. К какому типу относятся эти реакции?
3. Определите, с какими из перечисленных веществ может вступать в реакцию соляная кислота: CaO , SO_2 , KOH , Zn , SiO_2 , Al , Fe_2O_3 . Составьте уравнения возможных реакций, укажите их тип.
4. По приведённому ниже описанию нарисуйте прибор.

«Простейший прибор для получения газов (пробирка с пробкой, через которую пропущена газоотводная трубка) можно усовершенствовать и получать в нем водород только тогда, когда в этом есть необходимость (как в аппарате Киппа). Для этого необходимо сде-

лать маленькое отверстие в дне пробирки и запастись химическим стаканом...»

Что нужно сделать дальше? Как использовать усовершенствованный прибор для получения водорода?

§ 45

Химические свойства оснований

● На уроке



Подготовьте таблицу для записи результатов химических экспериментов. Чтобы Вам было удобно работать с таблицей, начертите её на развороте тетради. При заполнении таблицы заменяйте устаревшие названия веществ современными их названиями.

Щёлочь (раствор)	Добавляемое вещество	При- знаки реакции	Уравнение	
			молеку- лярное	ион- ное
Едкий натр	Раствор метилоранжа			
Едкое кали	Раствор метилоранжа			
Едкий натр	Раствор лакмуса			
Едкое кали	Раствор лакмуса			
Едкий натр	Раствор фенолфталеина			
Едкое кали	Раствор фенолфталеина			
Известковая вода	Углекислый газ			

Окончание таблицы

Щёлочь (раствор)	Добавляемое вещество	При- знаки реакции	Уравнение	
			молеку- лярное	ион- ное
Известковая вода + раствор метилоранжа	Соляная кислота			
Едкое кали + + раствор лакмуса	Серная кислота			

- Проведите химические реакции, необходимые для заполнения таблицы.



Налейте в пробирку 1 мл раствора сульфата меди(II) (медного купороса) и добавьте к нему такой же объём раствора гидроксида натрия. Полученный осадок нагрейте.

- Запишите Ваши наблюдения.



Налейте в пробирку 1 мл раствора сульфата железа(II) (железного купороса) и добавьте к нему такой же объём раствора гидроксида натрия. Проверьте, будет ли образовываться гидроксид железа(II) взаимодействовать с раствором азотной кислоты.

● Самостоятельно дома



Общие свойства оснований

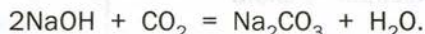
Общие свойства щелочей обусловлены наличием в их растворах гидроксид-ионов.



Основания — электролиты, в растворах которых нет других анионов, кроме гидроксид-ионов.

Поэтому растворы разных щелочей одинаково изменяют окраску индикаторов. Как?

Щёлочи вступают в химические реакции с кислотными оксидами, например:



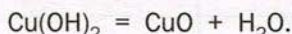
(Ионное уравнение этой реакции составьте самостоятельно.)

Растворы щелочей могут вступать в химические реакции с растворами солей, если хотя бы один из продуктов реакции не растворяется в воде.

Растворы щелочей и нерастворимых оснований взаимодействуют с кислотами (самостоятельно приведите примеры уравнений химических реакций).



- Нерастворимые основания при нагревании разлагаются:



- $3\text{KOH} + \text{CrCl}_3 = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{KCl}$

(Ионное уравнение составьте самостоятельно.)

- $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = 2\text{NaOH} + \text{BaSO}_4\downarrow$

(Ионное уравнение составьте самостоятельно.)



Общие химические свойства растворов щелочей — это свойства гидроксид-ионов.



Задания

1. На основе текста «Общие свойства оснований» составьте схему общих химических свойств оснований.
2. Приведите примеры разных оснований для каждого взаимодействия, указанного в таблице: сначала для щелочей, затем для нерастворимых оснований.

Добавляемое вещество	Результаты взаимодействия	
	со щелочами	с нерастворимыми основаниями
Лакмус	Синий	—
Метилоранж	Жёлтый	—
Фенолфталеин	Малиновый	—
Растворы кислот	Соль и вода	Растворимая соль и вода
Оксиды неметаллов	Соль и вода	—
Растворы солей	Нерастворимая соль и щёлочь или растворимая соль и нерастворимое основание	—
Нагревание	—	Оксид металла и вода

Обязательно составьте молекулярные и ионные уравнения химических реакций.

3. К бесцветным жидкостям, находящимся в двух химических стаканах, добавили по несколько капель раствора фиолетового лакмуса. В первом стакане жидкость приобрела красную окраску, во втором окрасилась в синий цвет. Какие ионы безусловно находятся: а) в первом стакане? б) во втором стакане? Какие ионы могут находиться: а) в первом стакане? б) во втором стакане?
4. Натронная известь представляет собой смесь едкого натра и гашённой извести. На чем основано применение этой смеси для поглощения углекислого газа? Напишите уравнения соответствующих реакций.

§ 46

Химические свойства амфотерных гидроксидов

• На уроке



В две пробирки налейте по 1 мл раствора сульфата цинка. В каждую пробирку добавляйте по каплям раствор гидроксида натрия, пока не образуется осадок. В первую пробирку приливайте раствор соляной кислоты до появления явных признаков химической реакции. Во вторую пробирку приливайте раствор гидроксида натрия до появления явных признаков химической реакции.

- Запишите наблюдения. Составьте уравнения химических реакций.



Повторите предыдущие опыты, заменив раствор сульфата цинка раствором хлорида алюминия.

- Запишите наблюдения. Составьте уравнения химических реакций.



К раствору алюмината натрия, полученному в предыдущем опыте, добавляйте по каплям раствор соляной кислоты.

- Запишите наблюдения. Составьте уравнения химических реакций.



Вы знаете, что водород обычно получают в аппарате Киппа взаимодействием цинка с соляной кислотой. В лабораторных условиях часто вместо цинка и соляной кислоты берут алюминий и раствор гидроксида натрия.

Напишите уравнение химической реакции получения водорода вторым способом.

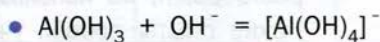
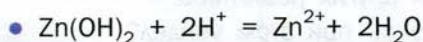
Нарисуйте аппарат Киппа, «заряженный на водород» алюминием и раствором гидроксида натрия. Сделайте на рисунке пояснительные надписи.

● Самостоятельно дома

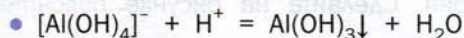


Амфотерные гидроксиды

Амфотерные гидроксиды проявляют свойства нерастворимых оснований и нерастворимых кислот.



Соли, в которых металл входит в состав аниона, взаимодействуют с кислотами, поскольку амфотерные гидроксиды являются очень слабыми кислотами.



Задания

1. Напишите уравнения химических реакций, характеризующих свойства гидроксида цинка: а) как кислоты; б) как основания.
2. Чтобы разделить катионы магния и бериллия при их совместном присутствии в растворе, осаждают гидроксиды $\text{Be}(\text{OH})_2$ и $\text{Mg}(\text{OH})_2$, а затем обрабатывают выпавший осадок избытком щёлочи. Один из малорастворимых гидроксидов переходит в раствор, и остаётся только отфильтровать от него осадок. Ионы какого из двух элементов переходят в раствор при щелочной обработке раствора?
3. Представьте себе следующую ситуацию.

Конец мая. Жарко. В лаборантской кабинета химии открыто окно. На лабораторном столе стоят склянки с растворами хлорида алюминия и гидроксида калия. И вдруг — две случайности подряд: плохо приклеенные этикетки отваливаются и порыв ветра сдувает их на пол. В лаборантскую заходит ученик, занимающийся в химическом кружке, и решает восстановить порядок. Чтобы узнать, к какой склянке какую этикетку приклеить, он проводит два опыта с этими растворами, не используя никаких других реактивов.

Какие опыты провёл ученик и что он при этом увидел?

Напишите молекулярные и ионные уравнения химических реакций, которые провёл ученик.

§ 47

Химические свойства солей

● На уроке



Подготовьте таблицу для записи результатов химических экспериментов. Чтобы Вам было удобно работать с таблицей, начертите её на развороте тетради. При заполнении таблицы заменяйте устаревшие названия веществ их современными названиями.

Соль	Добавляемое вещество	Признаки реакции	Уравнение	
			молекулярное	ионное
Раствор хлорида меди(II)	Раствор едкого натра			
Раствор сульфата магния	Раствор едкого кали			
Раствор сульфида натрия + раствор серной кислоты + нагревание	Влажная синяя лакмусовая бумажка у отверстия пробирки			
Раствор хлорида железа(III)	Цинк			
Раствор хлорида цинка	Медь			

- Проведите химические реакции, необходимые для заполнения таблицы.

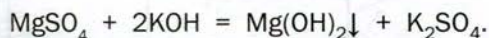
● Самостоятельно дома



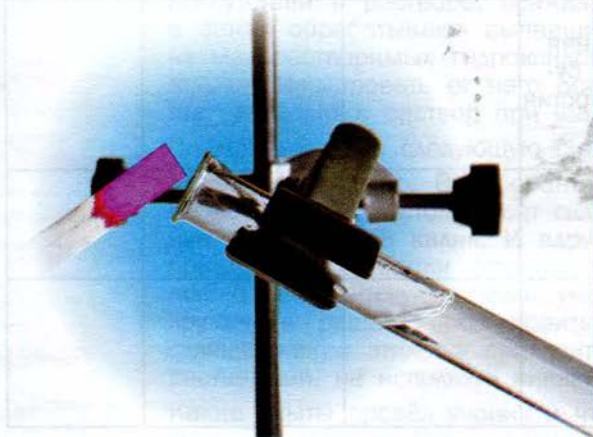
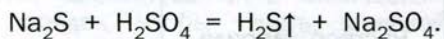
Общие свойства солей

Химические свойства солей обусловлены свойствами катионов и анионов, находящихся в растворах солей.

- Если катиону соответствует нерастворимое основание, раствор соли будет вступать в химические реакции с раствором щёлочи. Например:

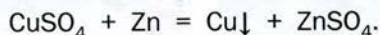


- Если аниону соли соответствует слабая кислота, то раствор соли будет реагировать с более сильной кислотой:

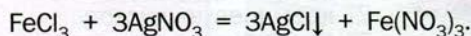




- Растворы солей взаимодействуют с металлами, если металл, входящий в состав соли, расположен правее металла, который добавляют в раствор:



- Растворы солей могут взаимодействовать друг с другом при условии, что в результате реакции образуется нерастворимая соль, например:



Задания

1. Какие новые соли можно получить, имея в своём распоряжении:
а) сульфат магния и хлорид бария? б) хлорид меди(II) и гидроксид натрия? в) хлорид бария, нитрат серебра и карбонат натрия?

Кроме молекулярных и ионных уравнений химических реакций напишите, как Вы выделите каждую соль в твёрдом состоянии.

2. В Вашем распоряжении негашёная известь, карбонат натрия и вода. Перед Вами поставлена задача получить гидроксид натрия (едкий натр). Какие способы получения Вы предложите? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
3. В результате взаимодействия растворов гидроксида натрия и серной кислоты могут образоваться две разные соли:



Раньше одну из этих солей называли сернокислым натрием, а другую — кислым сернокислым натрием.

- Попробуйте определить соответствие между названиями и составом солей.
- Как должны относиться друг к другу количества вещества гидроксида натрия и серной кислоты, чтобы в результате реакции образовался: кислый сернокислый натрий? сернокислый натрий?
- Сформулируйте свои предположения о различии в свойствах сернокислого натрия и кислого сернокислого натрия.

§ 48

Генетическая связь между классами неорганических соединений

● На уроке



Из имеющихся в Вашем распоряжении реактивов получите:

- 1) фосфат кальция;
- 2) кремниевую кислоту;
- 3) гидроксид кальция;
- 4) гидроксид алюминия, а из него — две разные соли, в одной из которых алюминий образует катион, а во второй входит в состав аниона.

● Самостоятельно дома



Генетические ряды и генетическая СВЯЗЬ

Генетический ряд металла



Ca

→



CaO

→



Ca(OH)₂

→

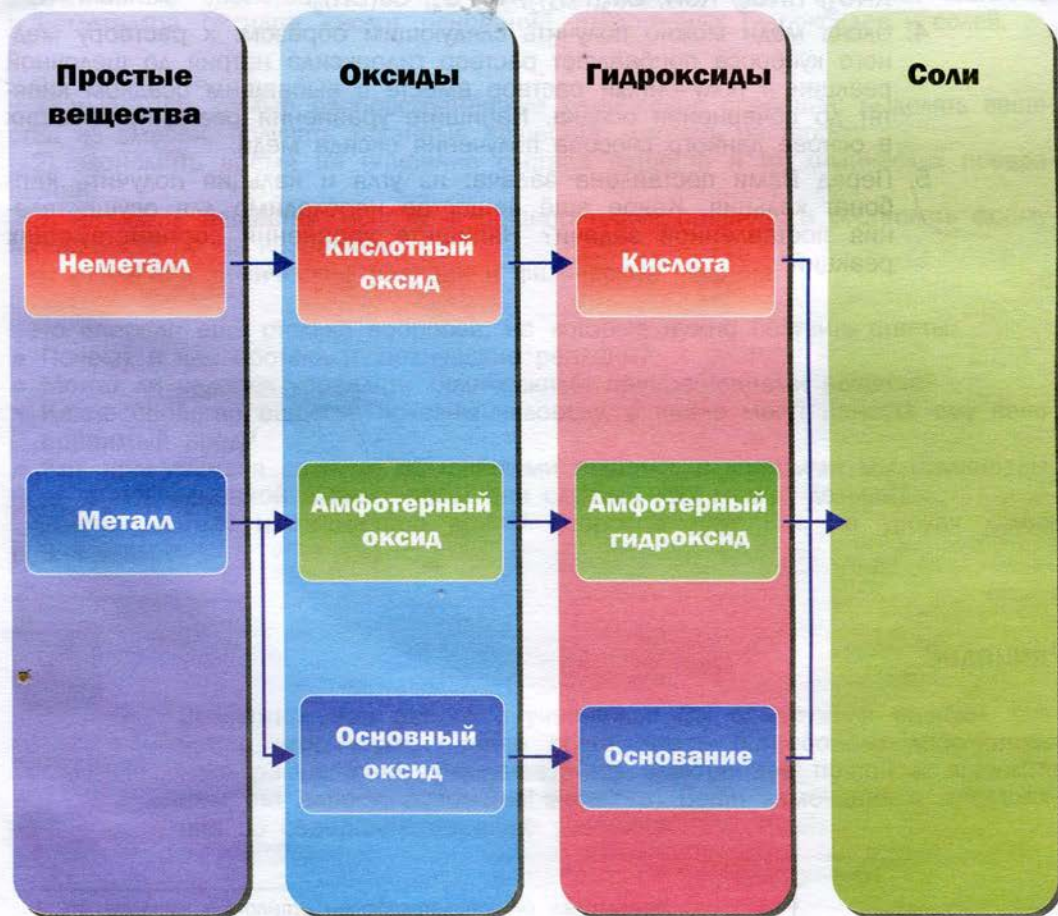


CaCO₃

Генетический ряд неметалла



Схема генетической связи основных классов неорганических веществ





Задания

1. Напишите небольшой рассказ (10–15 предложений) о генетических рядах металлов и неметаллов и о генетической связи основных классов неорганических соединений.
2. Используя приведённый перечень веществ, составьте схему генетической связи: CO_2 , Ca(OH)_2 , Al , MgO , H_2SO_4 , CaO , AlCl_3 , CaSO_4 , Cl_2 , Ca .
Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить составленную Вами цепочку превращений.
3. Классифицируйте следующие соединения на кислоты, основания и соли: H_2SO_4 , Cu(OH)_2 , FeSO_4 , CuSO_4 , NaOH , HCl , Na_2CO_3 , CaCO_3 , KNO_3 , HNO_3 , KOH , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, H_3PO_4 , Ca(OH)_2 .
4. Оксид меди можно получить следующим образом: к раствору медного купороса прибавляют раствор гидроксида натрия до щелочной реакции и полученный раствор вместе с выпавшим осадком кипятят до почернения осадка. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного способа получения оксида меди.
5. Перед Вами поставлена задача: из угля и кальция получить карбонат кальция. Какое ещё вещество необходимо для осуществления поставленной задачи? Напишите уравнения соответствующих реакций.

До встречи в следующем учебном году!

● Самостоятельно дома



Заканчивается учебный год. На уроках химии Вы узнали очень многое. Посчитайте ради интереса, сколько одних только терминов Вы выучили.

Вы также узнали:

- 1) основные законы химии: закон постоянства состава веществ, закон сохранения массы веществ при химических реакциях, периодический закон;
- 2) начала важнейших теорий, на которых строится современная химия: теории строения вещества, теории электролитической диссоциации;
- 3) главные свойства основных классов неорганических веществ: металлов и неметаллов, оксидов, кислот, оснований, амфотерных гидроксидов и солей.

Вы научились:

- 1) выполнять самые распространённые химические операции: выделять вещества из смесей, получать заданные вещества, готовить растворы;
- 2) экономить время на описание состава веществ и их химических превращений;
- 3) называть вещества, используя общепринятые правила, и составлять формулы веществ по их названиям;
- 4) различать химические реакции и физические явления.

Но впереди ещё столько вопросов, на которые нужно получить ответы:

- Почему и как протекают химические реакции?
- Может ли человек управлять химическими превращениями веществ?
- Какие свойства веществ полезны человеку, а какие могут нанести ему непоправимый вред?
- Как пользоваться самыми обыденными вещами, с которыми мы сталкиваемся в повседневной жизни, чтобы они служили как можно дольше?

Ответы на эти и множество других вопросов ждут Вас на уроках химии в 9-м классе.



Задания¹

Возможно, при работе с учебником Вы обнаружили ошибки, опечатки, неточности. Скорее всего, что-то потребовало дополнительного разъяснения. Воспользуйтесь электронной почтой и пришлите нам (по адресу: academuch@maik.ru) Ваши замечания и предложения по совершенствованию учебника.

¹ Эти задания выполнять не обязательно, но желательно.



Природные индикаторы

Попробуйте установить, сок каких растений меняет окраску в растворах кислот и щелочей. В качестве кислоты Вы можете взять столовый уксус, а щелочную реакцию среды имеет раствор хозяйственного мыла.



Силикаты против огня

Пожар — это химическая реакция горения, которая вдруг вышла из-под контроля человека. Знание химии даёт возможность предотвратить пожары.

Силикат натрия Na_2SiO_3 известен Вам под названием «силикатный клей». Это вещество можно использовать для получения несгораемой ткани.

Возьмите немного силикатного клея, добавьте воды и тщательно перемешайте. Погрузите небольшой лоскут в полученный раствор. Отожмите и дайте ему высохнуть. Потом, соблюдая меры предосторожности (над раковиной или широким сосудом с водой) попытайтесь поджечь лоскут.



Большое чудо из множества маленьких

В плохую погоду, когда на улице холодно и идёт дождь, очень хочется чего-нибудь красивого. Хотите получить кристаллы разных солей? Как правило, в природе крупные кристаллы правильной формы встречаются редко. Но Вы можете сами вырастить их из невзрачных мелких кристаллов. Проще всего работать с медным купоросом, немного сложнее — с поваренной солью. Если у Вас есть медный купорос, начинайте с него.

- Для опыта потребуется посуда для приготовления раствора соли и для выращивания кристаллов (2 сосуда, согласуйте это с родителями).
- Сначала получите насыщенный раствор соли. Для этого нагрейте воду в сосуде почти до кипения и, постоянно помешивая раствор, добавляйте соль до тех пор, пока она не перестанет растворяться. Дайте раствору отстояться и перелейте горячий раствор в банку. Будьте осторожны! Стеклоянная банка может лоп-

нуть! Поставьте банку так, чтобы в случае неудачи не было пострадавших от ожога.

- Возьмите карандаш, привяжите к нему нитку такой длины, чтобы она погрузилась в раствор почти до самого дна банки. Карандаш положите на банку сверху, нитку опустите внутрь. Поставьте банку в такое место, где она никому не будет мешать.
- Через несколько дней нитку с выросшими кристаллами выньте, раствор снова нагрейте и добавьте соль, как Вы это уже делали.
Из выросших на нитку кристаллов выберите один самый крупный с хорошими, правильными формами. Привяжите к нему тонкую нитку, лучше капроновую. Поместите кристалл в насыщенный раствор соли.

- Попробуйте вырастить кристаллы разных солей, например:
 - медного купороса — синие;
 - алюмокалиевых квасцов — бесцветные;
 - хромовых квасцов — фиолетовые.

Можно получить многоцветные кристаллы: несколько дней держите нитку в насыщенном растворе алюмокалиевых квасцов, затем — в насыщенном растворе хромовых. Повторяя эти действия много раз, Вы получите много разноцветных слоёв, которые можно увидеть, распилив кристалл мокрой суровой ниткой.

- Опыт можно изменить. Возьмите тонкую медную проволоку и сделайте из неё какую-нибудь фигурку или просто скрутите в рыхлый комочек. Можно взять и сухую ветку. Опустите проволоку или ветку в насыщенный раствор любой соли, и через несколько дней...

Здесь мы поставим точку, но Вам, конечно же, хочется ещё «похимичить». Возьмите в библиотеке книги:

- О. Ольгин. Опыты без взрывов;
 - Э. Гроссе, Х. Вайсмантель. Химия для любознательных.
- В них Вы найдёте описание многих интересных, эффектных и безопасных экспериментов.

А мы прощаемся с Вами до сентября, когда вновь откроется дверь кабинета химии, за которой... Впрочем, Вы уже знаете, что ждёт Вас там.

Итак, до встречи в сентябре!

Содержание

Здравствуйтесь!	3
Глава 1. Предмет и методы химии	
§ 1. Объект и предмет химической науки	4
§ 2. Методы научного познания в химии	6
§ 3. Методы научного познания в химии (продолжение)	9
§ 4. Чистые вещества и смеси	13
§ 5. Физические явления и химические реакции	19
§ 6. Признаки химических реакций	24
Глава 2. Основные понятия химии	
§ 7. Химический элемент	29
§ 8. Формы существования химических элементов	34
§ 9. Закон Ж.-Л. Пруста	41
§ 10. Валентность	48
§ 11. Массы атомов и молекул	53
§ 12. Количество вещества	60
§ 13. Закон М.В. Ломоносова	66
§ 14. Расчёты по химическим уравнениям	71
§ 15. Расчёты по химическим уравнениям (продолжение)	75
Глава 3. Важнейшие классы неорганических веществ	
§ 16. Простые вещества. Кислород	80
§ 17. Оксиды	86
§ 18. Гидроксиды	90

§ 19. Свойства кислот и щелочей	94
§ 20. Взаимодействие кислот и щелочей	99
§ 21. Определение характера нерастворимого гидроксида	102
§ 22. Соли	107

Глава 4. Классификация химических элементов

§ 23. Первые попытки классификации химических элементов	114
§ 24. Классификация Д.И. Менделеева	119
§ 25. Периодическая система и периодическая таблица	123
§ 26. Закон Д.И. Менделеева	127
§ 27. Закон Д.И. Менделеева (продолжение)	129
§ 28. Решение проблемы перестановок в периодической таблице	131
§ 29. Строение электронных оболочек атомов	138
§ 30. Классификация химических элементов на основе электронных оболочек атомов	140
§ 31. Свойства химических элементов и их соединений	145

Глава 5. Строение вещества

§ 32. Химическая связь	149
§ 33. Электроотрицательность атомов	152
§ 34. Валентность с точки зрения химической связи	156
§ 35. Ионная связь	161
§ 36. Кристаллы	166

Глава 6. Растворы

§ 37. Растворение веществ	171
---------------------------------	-----

§ 38. Приготовление растворов	175
§ 39. Химические процессы при растворении веществ	179
§ 40. Электролитическая диссоциация кислот, щелочей и солей	183
§ 41. Свойства ионов	188
§ 42. Химические реакции в растворах электролитов	195
§ 43. Химические реакции в растворах электролитов (продолжение)	198
§ 44. Химические свойства кислот	201
§ 45. Химические свойства оснований	206
§ 46. Химические свойства амфотерных гидроксидов	210
§ 47. Химические свойства солей	213
§ 48. Генетическая связь между классами неорганических соединений	216
До встречи в следующем учебном году!	219

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛО

		Сильные основания									
		H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	NH ₄ ⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺
Анионы	OH ⁻		P	P	P	P	M	P	H	M	H
	F ⁻	P	M	P	P	M	H	P	H	H	M
	Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	S ²⁻	M	P	P	P	—	—	—	—	P	—
	SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	P	P	M	P	?
	SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P
	NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	H	H	—	H	H	H
	CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	H	H	P	H	H	?
	SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	H	H	—	P	H	?



растворяется
(>1 г на 100 г H₂O)



мало растворяется
(от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)



не растворяется
(< 0,1 г на 100 г H₂O)

Т, ОСНОВАНИЙ И СОЛЕЙ В ВОДЕ

Катионы

Слабые основания

Cr^{3+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Ni^{2+}	Co^{2+}	Mn^{2+}	Zn^{2+}	Ag^{+}	Hg^{2+}	Pb^{2+}	Sn^{2+}	Cu^{2+}
Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	?	?	Н	Н	Н
Р	М	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Н	Р	Р
Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р
Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	Р	Р
?	Р	?	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	?
—	Р	?	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
—	Р	?	Р	Р	Р	М	Р	?	Р	?	?
Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	—	Р	Р	Р
Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р
Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Р	Н	?	Н	Н	Н	Н	Н	?	Н	?	Н
Р	Н	?	?	?	Н	Н	?	?	Н	?	?

—

в водной среде разлагается

?

нет достоверных сведений
о существовании соединения



АКАДЕМКНИГА/УЧЕБНИК

ISBN 978-5-94908-880-7



9 785949 088807

1357498



2 050013 574980

У-50-3-1-1

1 шт | 173