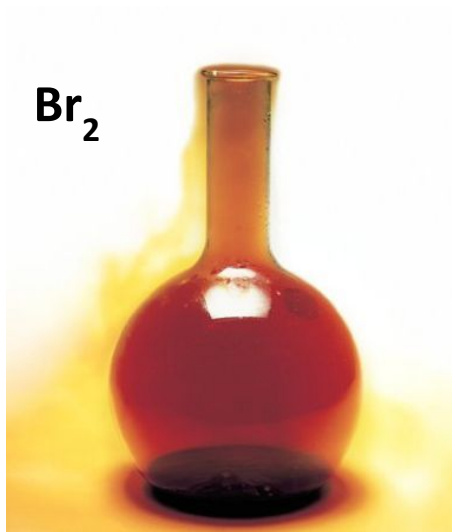


Металлы и неметаллы.
Знакомство с периодической
системой Д. И. Менделеева.

Урок №7

Примеры некоторых неметаллов



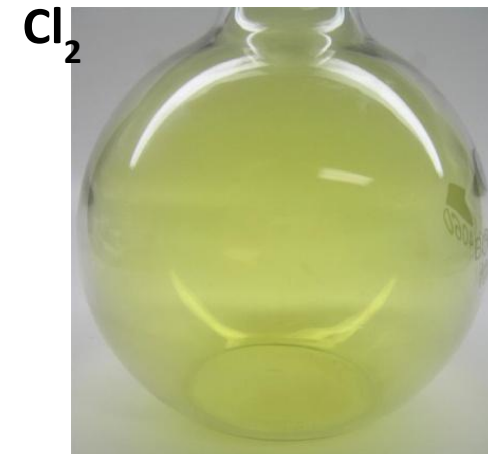
Бро
м



Фосфор



Сер



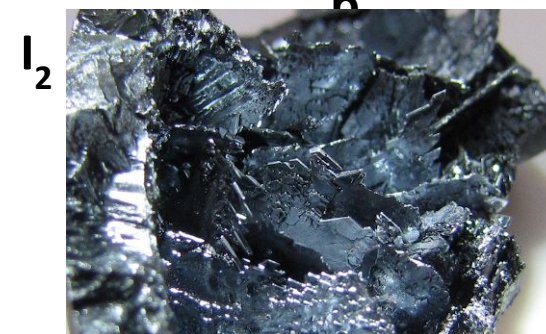
Хло
р



Алма
з



Граф
ит



Йо
д

Примеры некоторых металлов

Hg



Ртутные
капли

Au



Золотой
слиток

Cu



Медная
проволока

Na



Брусочек
натрия

Al



Алюминиевая
фольга

Sn



Оловянный
солдатик

Ag



Столовое
серебро

Металлы	Неметаллы
Примеры	
Fe, Cu, Al, Au, Sn, Pb	S, C, Cl, Si, O ₂ , Br ₂ , H ₂
Агрегатное состояние	
Твёрдые, искл. – ртуть (Hg)	Твёрдые – S, P, C, Si, I ₂ Газообразные - O ₂ , H ₂ , F ₂ , Cl ₂ , N ₂ Жидкость - Br ₂
Блеск	
Металлический блеск	Большинство не обладают блеском
Тепло- и электропроводность	
Хорошо проводят	Диэлектрики или плохо проводят
Ковкость	
Ковкие	В твёрдом состоянии - хрупкие

История создания Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева

✓ Что открыл Д. И. Менделеев?

Информация обо всех известных химических элементах собрана в периодической таблице химических элементов (см. форзац учебника). Таблица основана на Периодической системе химических элементов, созданной в 1869 г. великим российским химиком Дмитрием Ивановичем Менделеевым.

Поучительна история открытия Периодической системы, вокруг которой за полтора века её существования появилось много легенд. К началу второй половины XIX в. было известно и хорошо изучено около 60 химических элементов. Обнаружилось, что многие из них близки по свойствам и их можно объединить в группы. Например, литий Li, натрий Na и калий K образуют группу самых ак-

тивных металлов, названных щелочными. Аналогичную группу можно составить и из самых активных неметаллов — хлора Cl, брома Br и иода I, называемых галогенами. Это сходство приводит к тому, что если расположить элементы в определённом порядке, например в порядке возрастания атомных масс, то в некоторых случаях можно заметить периодическое повторение свойств. Такая периодичность была замечена химиками ещё в первой половине XIX в., задолго до Менделеева. Поэтому неверно считать, что именно Менделеев открыл периодичность свойств элементов. Заслуга Менделеева заключается в другом. В отличие от своих предшественников, он понял, что наблюдаемая периодичность — это не случайный экспериментальный факт, не мелкое, незначительное наблюдение, а проявление глубокого и общего закона природы — периодического закона.

Менделеев писал: *«Искать же чего-либо — хотя бы грибов или какую-либо зависимость — нельзя иначе, как смотря и пробуя. Вот я и стал подбирать, написав на отдельных карточках элементы, с их атомными весами и коренными свойствами, сходные элементы и близкие атомные веса, что быстро и привело к тому заключению, что свойства элементов стоят в периодической зависимости от их атомного веса, причём, сомневаясь во многих неясностях, я ни минуты не сомневался в общности сделанного вывода, так как случайность допустить было невозможно».*

Руководствуясь этим убеждением, Менделеев расположил все известные элементы в периодическую систему. Как и другие учёные, в основу этой системы он положил атомные массы элементов, однако в новой системе впервые появились пустые места — пропуски, которые Менделеев оставил для ещё не открытых в то время элементов. Он был

настолько уверен в общности своей системы, что не просто постулировал существование новых элементов, но и предсказал их свойства (атомную массу, плотность), а также формулы и свойства их соединений. Три из его предсказаний блестяще подтвердились ещё в XIX в., два — в XX в. Справедливости ради надо отметить, что не все предсказания Менделеева сбылись. Он долго искал элемент с нулевой атомной массой, который, по его мнению, должен был стоять в Периодической системе до водорода. Сегодня мы точно знаем, что такого элемента не существует.

Интересно, что сам процесс открытия Периодической системы известен очень хорошо, с точностью до дня. Открытие состоялось 17 февраля 1869 г. Первые наброски периодической таблицы были сделаны на оборотной стороне конверта, в котором пришло письмо, приглашающее Менделеева на инспекцию сыроварен. В этот же день таблица была переписана набело (рис. 26) и отдана

в типографию. Менделеев включил её в свой знаменитый учебник «Основы химии» в качестве справочных данных.



Д. И. Менделеев
(1834—1907)

Выдающийся российский химик, первооткрыватель Периодического закона, родился в Тобольске в семье учителя и директора местной гимназии. Обучался в Петербургском педагогическом институте, закончил его с золотой медалью. После этого два года провёл в Германии на стажировке в лаборатории известного химика Роберта Бунзена. Вернувшись на родину, защитил диссертацию «Рассуждение о соединении спирта с водой», в которой доказал, что растворение веществ в воде сопровождается химическим взаимодействием растворённого вещества и растворителя.

В 1869—1871 гг. учёный параллельно работал над Периодической системой и учебником «Основы химии», который на долгие годы стал самой популярной книгой по химии. Первый вариант Периодической системы появился в 1869 г., когда учёному было 35 лет.

Менделеев был не только замечательным учёным, но и талантливым преподавателем и общественным деятелем, много сделавшим для развития отечественной науки и промышленности. В его честь назван 101-й элемент Периодической системы химических элементов.



Рис. 25. Марка, выпущенная к 100-летию со дня рождения Д. И. Менделеева

Структура Периодической системы

- ✓ Какую информацию можно найти в Периодической системе?

Менделеев отдавал себе отчёт в том, что причины периодичности лежат в законах внутреннего строения атома. Однако полное понимание этих причин пришло уже после его смерти. В 1920-х гг. выдающийся датский физик Нильс Бор объяснил периодичность свойств элементов периодическим изменением строения электронной оболочки атома при увеличении заряда его ядра. Таким образом, именно заряд ядра, а не атомная масса лежит в основе Периодической системы.

Периодическая система — это расположение химических элементов в порядке увеличения заряда ядра, которое обнаруживает периодическое изменение свойств элементов.

Наглядным представлением этой системы служит периодическая таблица элементов, которая, как и Периодическая система химических элементов, носит имя своего создателя — Д. И. Менделеева. Известно множество её вариантов, из которых наиболее распространены два — длинный и короткий. В нашей стране чаще пользуются коротким вариантом, который мы и рассмотрим.

Элементы в периодической таблице выстроены по номерам в горизонтальные ряды, называемые *периодами*. Всего в таблице семь периодов. Первый, и самый короткий, период состоит всего из двух элементов — водорода и гелия. Во втором и третьем периодах по 8 элементов, и эти периоды называют короткими. За ними идут длинные периоды, четвёртый и пятый, которые содержат по

18 элементов и занимают в таблице по две строки. В последних двух периодах по 32 элемента: 18 из них занимают две строки в таблице, а ещё 14 вынесены в отдельные строки внизу таблицы.

Каждый период, кроме первого, начинается щелочным металлом (самым активным металлом в периоде), а заканчивается двумя неметаллами: самым активным — галогеном и самым инертным — благородным газом. Последние получили своё название из-за уникальных химических свойств: они с большим трудом вступают в химические реакции, а для некоторых из них химические превращения вообще невозможны.

Вертикальные столбцы таблицы образуют *группы*, которые объединяют похожие по свойствам элементы. В коротком варианте периодической таблицы восемь групп, их нумеруют римскими цифрами. Каждую группу подразделяют на две подгруппы: главную (А) и побочную (В). В подгруппы входят элементы, близкие по свойствам. Например, I группа объединяет водород, все щелочные металлы от лития Li до франция Fr (главная подгруппа, IA) и благородные металлы: медь Cu, серебро Ag и золото Au (побочная подгруппа, IB) (рис. 28).

Периодическая таблица устроена таким образом, что, зная период, группу и подгруппу, в которых элемент находится, можно с достаточной точностью предсказать его свойства. В 8 классе вы узнаете, как это делал Д. И. Менделеев, и научитесь предсказывать свойства элементов самостоятельно.

IA		A I B		IV	
H 1,0079 1 Водород	1	H 1,0079 1 Водород	1	Cu 63,546 18 18 32 2 Медь	1
Li 6,941 2 Литий	3	Li 6,941 2 Литий	3	Ag 107,868 18 18 32 2 Серебро	1
Na 22,9898 2 Натрий	11	Na 22,9898 2 Натрий	11	Au 196,967 18 32 18 8 2 Золото	1
K 39,0983 2 Калий	19	K 39,0983 2 Калий	19	Rg [280] 111 [280] Рентгений	1
Rb 85,4678 2 Рубидий	37	Rb 85,4678 2 Рубидий	37		
Cs 132,905 2 Цезий	55	Cs 132,905 2 Цезий	55		
Fr [223] 2 Франций	87	Fr [223] 2 Франций	87		
		R₂O			

Главная подгруппа (IA) — водород H и щелочные металлы от лития Li до франция Fr

Побочная подгруппа (IV) — благородные металлы: медь Cu, серебро Ag, золото Au и ренгений Rg

Рис. 28. Первая группа Периодической системы

Символ элемента	Атомная масса	Порядковый номер	Название элемента
F	18,9984	9	Фтор
7 2			

А какую информацию об элементе можно получить из периодической таблицы в явном виде? Рассмотрим одну из ячеек в периодической таблице.

Она содержит минимально необходимую информацию об элементе: название — фтор, химический символ — F, порядковый номер — 9, заряд ядра — +9, число электронов в атоме — 9, атомная масса — 18,9984 а. е. м. Мы видим, что атомная масса очень близка к целому числу. Причина в том, что в земной коре имеется единственный изотоп фтора — фтор-19, и в таблице указана масса атома именно этого изотопа. Если изотопов несколько, как, например, у хлора, то рассчитывают среднее значение массы с учётом доли каждого изотопа данного элемента. Однако у большинства элементов единственный изотоп преобладает, поэтому очень многие атомные массы в периодической таблице можно считать целыми числами.

Слева внизу в данной клетке показано, как в атоме фтора распределяются по энергетическим уровням электроны. Подробно об этом вы узнаете в 8 классе.

Периодическая таблица Д. И. Менделеева

Период	Ряд	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
1	1	(H)							H ¹ Водород 1,00797	He ² Гелий 4,0026	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> Обозначение элемента Li Литий </div> <div style="text-align: center;"> Атомный номер 3 6,939 </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> Относительная атомная масса </div>	
2	2	Li ³ Литий 6,939	Be ⁴ Бериллий 9,0122	B ⁵ Бор 10,811	C ⁶ Углерод 12,01115	N ⁷ Азот 14,0067	O ⁸ Кислород 15,9994	F ⁹ Фтор 18,9984	Ne ¹⁰ Неон 20,179			
3	3	Na ¹¹ Натрий 22,9898	Mg ¹² Магний 24,305	Al ¹³ Алюминий 26,9815	Si ¹⁴ Кремний 28,086	P ¹⁵ Фосфор 30,9738	S ¹⁶ Сера 32,064	Cl ¹⁷ Хлор 35,453	Ar ¹⁸ Аргон 39,948			
4	4	K ¹⁹ Калий 39,102	Ca ²⁰ Кальций 40,08	21 Sc ^{44,956} Скандий	22 Ti ^{47,90} Титан	23 V ^{50,942} Ванадий	24 Cr ^{51,996} Хром	25 Mn ^{54,9380} Марганец	26 Fe ^{55,847} Железо	27 Co ^{58,9330} Кобальт	28 Ni ^{58,71} Никель	
	5	29 Cu ^{63,546} Медь	30 Zn ^{65,37} Цинк	31 Ga ^{69,72} Галлий	32 Ge ^{72,59} Германий	33 As ^{74,9216} Мышьяк	34 Se ^{78,96} Селен	35 Br ^{79,904} Бром	36 Kr ^{83,80} Криптон			
5	6	Rb ³⁷ Рубидий 85,47	Sr ³⁸ Стронций 87,62	39 Y ^{88,905} Иттрий	40 Zr ^{91,22} Цирконий	41 Nb ^{92,906} Ниобий	42 Mo ^{95,94} Молибден	43 Tc ^[99] Технеций	44 Ru ^{101,07} Рутений	45 Rh ^{102,905} Родий	46 Pd ^{106,4} Палладий	
	7	47 Ag ^{107,868} Серебро	48 Cd ^{112,40} Кадмий	49 In ^{114,82} Индий	50 Sn ^{118,69} Олово	51 Sb ^{121,75} Сурьма	52 Te ^{127,60} Теллур	53 I ^{126,9044} Иод	54 Xe ^{131,30} Ксенон			
6	8	Cs ⁵⁵ Цезий 132,905	Ba ⁵⁶ Барий 137,34	57 La* Лантан 138,91	72 Hf ^{178,49} Гафний	73 Ta ^{180,948} Тантал	74 W ^{183,85} Вольфрам	75 Re ^{186,2} Рений	76 Os ^{190,2} Осмий	77 Ir ^{192,2} Иридий	78 Pt ^{195,09} Платина	
	9	79 Au ^{196,967} Золото	80 Hg ^{200,59} Ртуть	81 Tl ^{204,37} Таллий	82 Pb ^{207,19} Свинец	83 Bi ^{208,980} Висмут	84 Po ^{[210]*} Полоний	85 At ^[210] Астат	86 Rn ^[222] Радон			
7	10	Fr ⁸⁷ Франций [223]	Ra ⁸⁸ Радий [226]	89 Ac** Актиний [227]	104 Rf ^[261] Резерфордий	105 Db ^[262] Дубний	106 Sg ^[263] Сиборгий	107 Bh ^[262] Борий	108 Hs ^[265] Хассий	109 Mt ^[266] Майтнерий	110 Ds ^[271] Дармштадтий	
	11	111 Rg ^[272] Рентгений	112 Cn ^[285] Коперниций	113 Nh ^[286] Нихоний	114 Fl ¹¹⁴ Флеровий	115 Mc ¹¹⁵ Московский	116 Lv ¹¹⁶ Ливерморий	117 Ts ¹¹⁷ Теннессин	118 Og ^[294] Оганесон			

Лантаноиды*	58 Ce 140,12 Церий	59 Pr 140,907 Празеодим	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm [147]* Прометий	62 Sm 150,35 Самарий	63 Eu 151,96 Европий	64 Gd 157,25 Гадолиний	65 Tb 158,924 Тербий	66 Dy 162,50 Диспрозий	67 Ho 164,930 Гольмий	68 Er 167,26 Эрбий	69 Tm 168,934 Тулий	70 Yb 173,04 Иттербий	71 Lu 174,97 Лютеций
Актиноиды**	90 Th 232,038 Торий	91 Pa [231] Протактиний	92 U 238,03 Уран	93 Np [237] Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [252]* Калифорний	99 Es [254] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [257] Менделевий	102 No [255] Нобелий	103 Lr [256] Лоуренсий

Домашнее задание. Сдаём к уроку 7.12 на <http://moodle.sch130.ru> или на почту ponomar@sch130.ru

Задание 1. Изучите материал презентации.

Задание 2. Экспресс-опрос. Запишите краткие ответы на поставленные вопросы.

- 1) Мельчайшая электронейтральная химически неделимая частица вещества – это ...
- 2) Самый распространённый химический элемент в космосе – это ...
- 3) Самый распространённый элемент на Земле – это ...
- 4) Запишите значение атомной единицы массы.
- 5) Из каких элементарных частиц состоит ядро атома?
- 6) Заряд ядра атома хлора равен ...
- 7) Запишите правильные обозначения нейтронов, протонов и электронов.
- 8) Число электронов и протонов в атоме меди соответственно равны ...

- 9) Запишите химические знаки и названия всех щелочных металлов, которые расположены в первой группе и главной подгруппе (**IA**).
- 10) благородные инертные газы расположены в восьмой группе, главной подгруппе (**VIII A**). Запишите их знаки и названия.
- 10) В каком периоде, группе и какой подгруппе расположен в таблице азот?
- 11) Какой химический элемент расположен во втором периоде, четвёртой группе и главной подгруппе?
- 12) Запишите значения относительных атомных масс химических элементов с порядковыми номерами в таблице – 17, 20, 56.
- 13) Вычислите относительную молекулярную массу поваренной соли NaCl
- 14) Вычислите массовую долю кислорода в мраморе CaCO_3
- 15) Какие газообразные вещества входят в состав воздуха?
- 16) Какими веществами можно заполнять воздушный шарик, чтобы он взлетел?
- 17) Какой неметалл проводит электрический ток?