

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА.

Автор: Костина Анна 8 «А»

Руководитель: Бочарова О.Н.

ГБОУ 41

Москва 2016 г.

Содержание.

- ❖ Таблица Менделеева. Что это?
- ❖ Немного из истории.
- ❖ Предыстория.
- ❖ Как произошло открытие таблицы.
- ❖ Два варианта системы элементов.
- ❖ Внесение инертных газов.
- ❖ Реакция учёных.
- ❖ Исправление атомных масс элементов.
- ❖ История открытия некоторых элементов.
- ❖ Элементы предсказанные Менделеевым.
- ❖ Значение периодической системы.
- ❖ Признание периодической системы.
- ❖ Попытки приписать открытие закона другим учёным.
- ❖ Триумф.
- ❖ Итоги.

Таблица Менделеева.

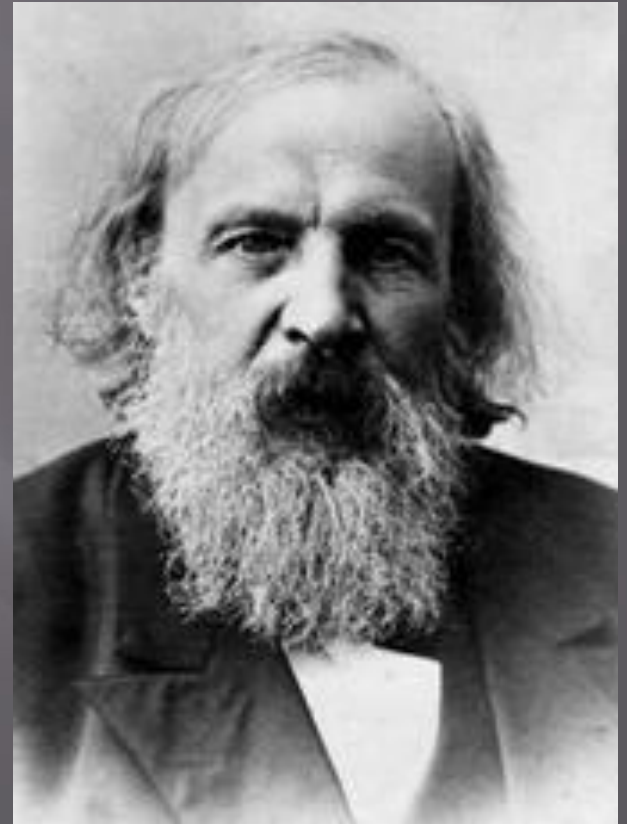
- Периодическая система химических элементов (таблица Менделеева) — классификации химических элементов, устанавливающая зависимость различных свойств элементов от заряда атомного ядра. Система является графическим выражением периодического закона

| периоды | группы элементов | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|------|--|---|--|
| | а I б | а II б | | а III б | | а IV б | | а V б | | а VI б | | а VII б | | а | VIII | | б | |
| 1 | H водород | | | | | | | | | | | | | He гелий | | | | |
| 2 | Li литий | Be бериллий | B бор | C углерод | N азот | O кислород | F фтор | Ne неон | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> атомный номер U уран название </div> | | | | | | | | | |
| 3 | Na натрий | Mg магний | Al алюминий | Si кремний | P фосфор | S сера | Cl хлор | Ar аргон | | | | | | | | | | |
| 4 | K калий | Ca кальций | Sc скандий | Ti титан | V ванадий | Cr хром | Mn марганец | Fe железо | Co кобальт | Ni никель | | | | | | | | |
| 5 | Cu медь | Zn цинк | Ga галлий | Ge германий | As мышьяк | Se селен | Br бром | Kr криптон | Ru рутендий | Rh родий | Pd палладий | | | | | | | |
| 6 | Rb рубидий | Sr стронций | Y иттрий | Zr цирконий | Nb ниобий | Mo молибден | Tc технеций | Ru рутендий | Rh родий | Pd палладий | | | | | | | | |
| 7 | Ag серебро | Cd кадмий | In индий | Sn олово | Sb сурьма | Te теллур | I йод | Xe ксенон | | | | | | | | | | |
| 8 | Cs цезий | Ba барий | La* лантаны | Hf гафний | Ta тантал | W вольфрам | Re рений | Os осмий | Ir иридий | Pt платина | | | | | | | | |
| 9 | Au золото | Hg ртуть | Tl таллий | Pb свинец | Bi висмут | Po полоний | At астат | Rn радон | | | | | | | | | | |
| 10 | Fr франций | Ra радий | Ac* актиниды | Ku куративий | Ns нильсборий | | | | | | | | | | | | | |
| * ЛАНТАНОИДЫ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ce церий | Pr празеодим | Nd неодим | Pm прометий | Sm самарий | Eu европий | Gd гадолиний | Tb тербий | Dy диспрозий | Ho гольмий | Er эрбий | Tm тулий | Yb иттербий | Lu лютеций | | | | | |
| * АКТИНОИДЫ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Th торий | Pa протактиний | U уран | Np нептуний | Pu плутоний | Am амерций | Cm курий | Bk берклий | Cf калфорний | Es эйнштейний | Fm фермий | Md менделевий | No нобелий | Lr лууренсий | | | | | |

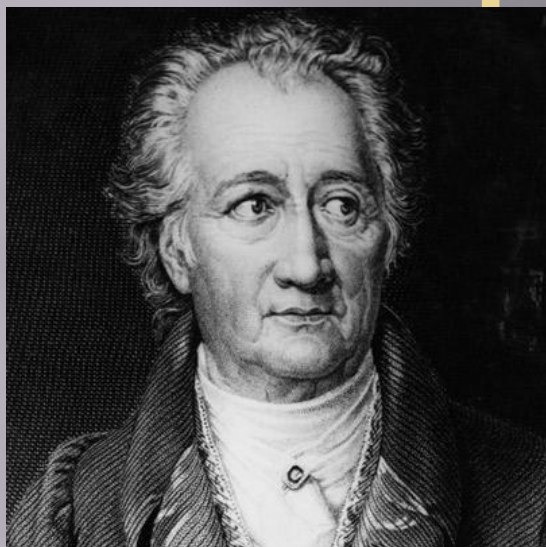
- s - элементы
 - p - элементы
 - d - элементы
 - f - элементы

Немного из истории.

- Периодическая система химических элементов была открыта русским учёным Дмитрием Менделеевым в марте 1869 года и окончательно сформулирована в 1870-71 годах. Согласно периодической системе химических элементов, свойства всех элементов находятся в периодической зависимости от их атомной



Предыстория.



| | Триады | | | Относительные атомные массы | | |
|----|--------|----|----|-----------------------------|----|-----|
| 1. | Li | Na | K | 7 | 23 | 39 |
| 2. | S | Se | Te | 32 | 79 | 128 |
| 3. | Cl | Br | I | 35,5 | 80 | 127 |
| 4. | Ca | Sr | Ba | 40 | 88 | 137 |

- Попытки систематизировать химические элементы предпринимались с начала XIX века, задолго до Менделеева. Так например, немецкий химик Дёберейнер составил в 1829 году мини-таблицу, в которой в каждом периоде было по три элемента.

Роберт Бойль.

- В 1668 Роберт Бойль привёл список неразложимых химических элементов. Было их на тот момент всего пятнадцать. При этом учёный не утверждал, что кроме перечисленных им элементов больше не существует и вопрос об их количестве оставался открытым.

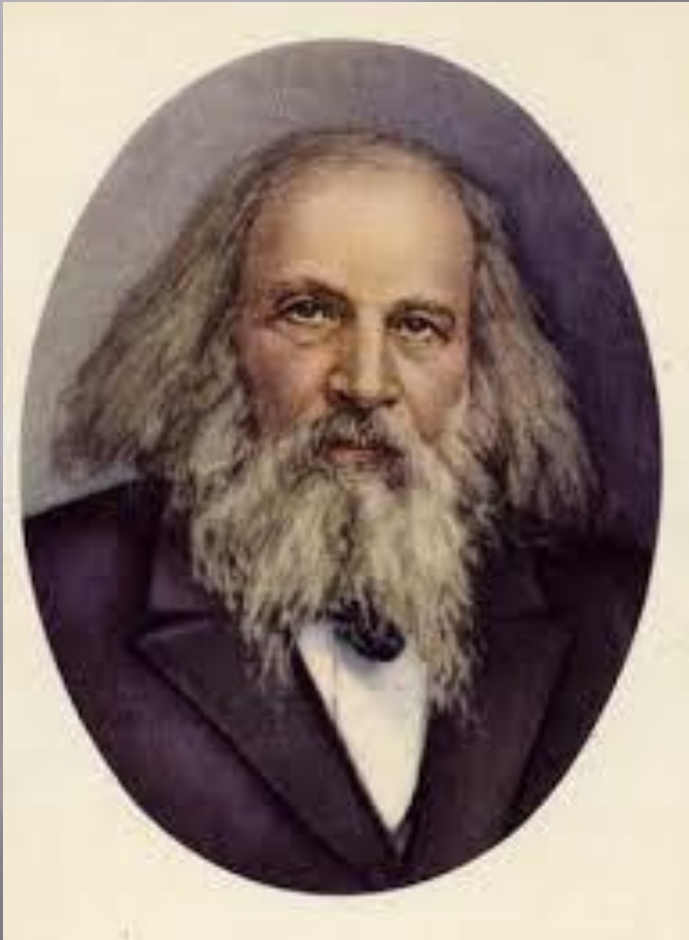


Антуан Лавуазье.

- Через сто лет французский химик Антуан Лавуазье составил новый список из известных науке элементов. В его реестр попали 35 химических веществ, из которых 23 были впоследствии признаны теми самыми неразложимыми элементами.
- Работа по поиску новых элементов велась химиками во всём мире и



Дмитрий Менделеев.



- ▣ Были и другие учёные составлявшие подобные системы, но только Менделееву удалось вывести самый полный и универсальный периодический закон химических элементов, который в оригинале имел следующую формулировку: «Свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел стоят в периодической

Как произошло открытие.

- В каком порядке элементы должны следовать друг за другом? Дмитрий Иванович любил на досуге раскладывать пасьянсы. Вот и для решения этой задачи он использовал картонные карточки, написав на каждой название элемента, его атомный вес, формулы соединений и основные свойства. Менделеев сделал то, чего не делал никто из его современников — сблизил несходные элементы из разных, порой далеких групп. Получилась таблица, вместившая в себя 63 элемента, соотносящихся друг с другом по атомному весу и по ХИМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ.

| | | | | | | |
|-------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl |
| Натрий | Магний | Алюминий | Кремний | Фосфор | Сера | Хлор |
| 23 | 24 | 27 | 28 | 31 | 32 | 35,5 |
| Na ₂ O | MgO | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | P ₂ O ₅ | SO ₃ | Cl ₂ O ₇ |
| осн. окс. | осн. окс. | амф. окс. | кисл. окс. | кисл. окс. | кисл. окс. | кисл. окс. |
| NaOH | Mg(OH) ₂ | Al(OH) ₃ | H ₂ SiO ₃ | H ₃ PO ₄ | H ₂ SO ₄ | HClO ₄ |
| основание | основание | амф. гидр. | кислота | кислота | кислота | кислота |

НИЯ ИХ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ АТОМНЫХ МАСС

Первый вариант системы элементов.

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ,
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ

| | | | |
|----------|-----------|-------------|------------------------------|
| | Tl = 50 | Zr = 90 | ? = 180. |
| | V = 51 | Nb = 94 | Ta = 182. |
| | Cr = 52 | Mo = 96 | W = 186. |
| | Mn = 55 | Rh = 104,4 | Pt = 197,4 |
| | Fe = 56 | Ru = 104,4 | Ir = 198. |
| | Ni = 59 | Pd = 106,6 | Os = 199. |
| H = 1 | Cu = 63,4 | Ag = 108 | Hg = 200 |
| Be = 9,4 | Mg = 24 | Zn = 65,2 | Cd = 112 |
| B = 11 | Al = 27,4 | ? = 68 | Cr = 116 Au = 197? |
| C = 12 | Si = 28 | ? = 70 | Sn = 118 |
| N = 14 | P = 31 | As = 75 | Sb = 122 Bi = 210? |
| O = 16 | S = 32 | Se = 79,4 | Te = 128? |
| F = 19 | Cl = 35,5 | Br = 80 | I = 127 |
| Li = 7 | Na = 23 | K = 39 | Rb = 85,4 Cs = 133 Tl = 204. |
| | | Ca = 40 | Sr = 87,6 Ba = 137 Pb = 207. |
| | | ? = 45 | Ce = 92 |
| | | ? Er = 56 | La = 94 |
| | | ? Yt = 60 | Di = 95 |
| | | ? In = 75,6 | Th = 118? |

Д. Менделѣевъ.

Первая система химических элементов Д.И.Менделеева была названа «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве». Менделеев взял не одну основу систематизации, а две. Другие же брали за единую основу систематизации либо относительную атомную массу, либо химический эквивалент, либо химическое свойство, либо сходство по валентности. Все элементы в таблице расставлены по 19 горизонтальным рядам и по 6 вертикальным столбцам.

Второй вариант системы элементов.

- В 1870 году в первом издании «основа химии» Менделеев помещает второй вариант системы «Естественная система элементов». Горизонтальные ряды элементов-аналогов первого варианта превратились здесь в вертикальные и образовалось 8 групп элементов. Номера групп указывают на высшую валентность элементов тех рядов, которые включены в эти группы. И наконец, 6 вертикальных столбцов первого варианта, про образы периодов, превратились здесь в периоды, более близкие к современным, разбившись на 12 рядов. Теперь каждый период начинается щелочным металлом и заканчивается типичным

ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ (1870)

| ГРУППЫ | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII (элементов = 11) |
|----------------------------------|------------------|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Трехвалентные элементы | Li | Ba | B | C | N | O | F | |
| 1 период 1 вал. 2 ок. | Na | Mg | Al | Si | P | S | Cl | |
| 2 период 2 вал. 3 ок. | K | Ca | — | Ti | V | Cr | Mn | Fe, Co, Ni, Cu |
| 3 период 3 вал. 4 ок. | Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | — | Ru, Rh, Pt, Ag |
| 4 период 4 вал. 5 ок. | Cs | Ba | — | Ce | — | — | — | |
| 5 период 5 вал. 6 ок. | — | — | — | — | — | — | — | |
| 6 период 6 вал. 7 ок. | — | — | — | — | Ta | W | — | Os, Ir, Pt, Au |
| 7 период 7 вал. 8 ок. | — | — | — | — | — | — | — | |
| Высшая окислительная способность | H ₂ O | R ₂ O (RO) | R ₂ O ₃ (RO ₂) | R ₂ O ₄ (RO ₂) | R ₂ O ₅ (RO ₂) | R ₂ O ₆ (RO ₃) | R ₂ O ₇ (RO ₃) | R ₂ O ₈ (RO ₄) |
| | | | (R ₂ O ₃) | (R ₂ O ₄) | (R ₂ O ₅) | (R ₂ O ₆) | (R ₂ O ₇) | |

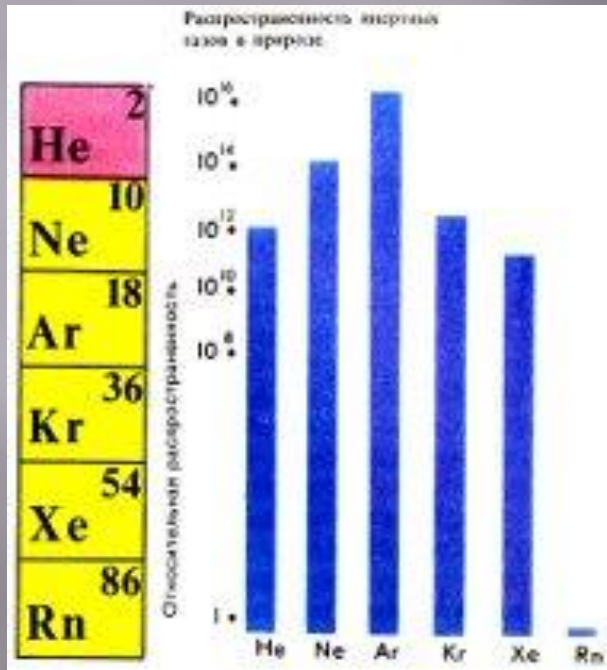
Внесение инертных газов.

- Дмитрий Иванович сделал вывод, что между каждым из галогеном и каждым из последующих металлов возможен какой-то промежуточный ещё не известный элемент. В 1884 г. Н.А.Морозов предсказывает, что должны существовать инертные газы, которые следует искать в воздухе!
- В 1893г. Морозов узнаёт, что У.Рамзай открыл, и именно в воздухе, инертный газ аргон. Вскоре последовало открытие и других инертных газов, вплоть до 6, открытого в 1899г.

| | | | | | | |
|---|--|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Символ элемента | He | Ne | Ar | Kr | Xe | Rn |
| Русское название | Гелий | Неон | Аргон | Криптон | Ксенон | Радон |
| Латинское название | Helium | Neon | Argon | Krypton | Xenon | Radon |
| Год открытия | 1868 | 1898 | 1894 | 1898 | 1898 | 1899 |
| Автор открытия | Н. Локьер, Ж. Жансен | В. Рамзай, М. Траверс | В. Рамзай, В. Рэлей | В. Рамзай, М. Траверс | В. Рамзай, М. Траверс | Э. Резерфорд, Р. Оуэнс |
| Содержание в земной атмосфере, объемная доля, % | $5,24 \cdot 10^{-4}$ | $1,8 \cdot 10^{-3}$ | 0,93 | $3 \cdot 10^{-4}$ | $9 \cdot 10^{-6}$ | $6 \cdot 10^{-18}$ |
| Нахождение в природе | Встречаются в природе исключительно в свободном состоянии, преимущественно в атмосфере | | | | | |

Реакция ученых.

- Некоторые ученые пытались истолковать открытие инертных элементов как удар по системе Менделеева, как её «опровержение». На самом же деле открытие инертных газов логически дополнило периодическую систему элементами, заканчивающими периоды, занимающие промежуточное, «нейтральное» место между типичными неметаллами и типичными металлами.



Исправление атомной массы бериллия.



В 1870 г. На основе работ И. В. Авдеева Менделеев принял атомную массу бериллия равную 9,4 (вместо 14). Он поместил $Be=9,4$ в ряду типических элементов во второй группе между $Li=7$ и $B=11$

В 1881 г. Б. Браунер показал, что главные химические и физические свойства Be и его соединений составляют периодическую функцию атомной массы $Be=9,1$, а не $Be=13,6$, как утверждали многие

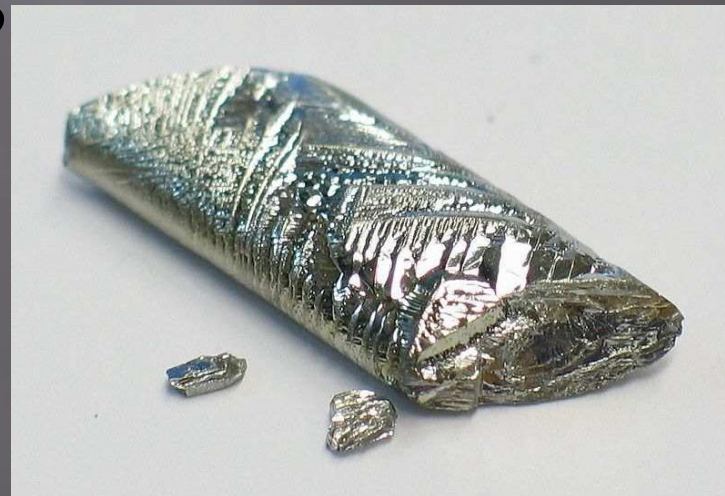
Исправление атомной массы урана.

До 1870 г. Атомная масса урана принималась равной 120. Дмитрий Иванович принял удвоенную атомную массу урана ($U=240$), что впоследствии подтвердилось исследователями Г.Росско и К.Циммермана. В 1881 г. К.Циммерман определил плотность паров $U\text{Br}_4$ и $U\text{Cl}_4$ и полностью подтвердил предсказанную Д.И. Менделеевым атомную



Исправление атомной массы индия, церия и теллура.

- В 1871 г. Менделеев изменил атомную массу индия (вместо 75,6 он применял 113,4). Атомную массу церия, равную 92, он исправил на 138, а затем на 140. Б. Браунера в 1885 г. экспериментально установил, что $A_r(\text{Ce})=140,24$. Для теллура он принял $A_r(\text{Te})=128$, установленную ещё Я.Берцелиусом. Возле цифры 128 Менделеев поставил вопросительный знак. Этот вопрос был снят после многочисленных исследований Б.Браунера, который определил, что $A_r(\text{Te})=127,5$.



Исправление атомной массы тория и итрия.

Атомную массу тория Дмитрий Иванович изменил с 174 на 231, итрия - с 92 на 88. В 1883 г. П.Клеве определил, что $A_r(Y)=89$. Атомную массу титана Д.И. Менделеев принял равной 48 (вместо 50). В 1885 г. Т.Е. Торп экспериментально установил:

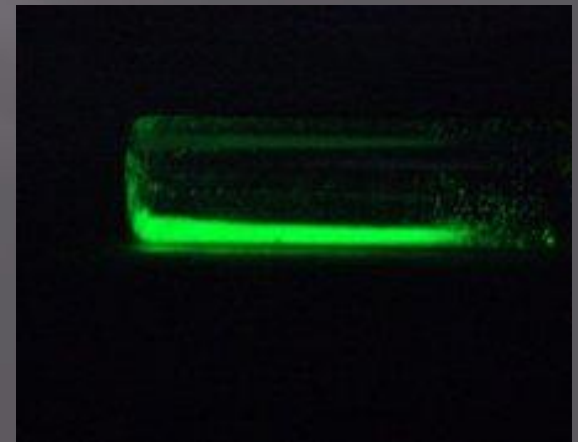


Открытие радия.

Новый химический элемент был открыт супругами **Марией и Пьером Кюри**, которые обнаружили, что отходы, остающиеся после выделения урана из урановой руды, более радиоактивны, чем чистый уран.

Новому элементу молва быстро приписала целебные свойства и способность излечивать чуть ли не от всех болезней. Радий включили в состав пищевых продуктов, зубной пасты, кремов для лица. Богачи носили часы содержащие радий. Радиоактивный элемент рекомендовали как средство для улучшения потенции и снятия стресса.

Подобное «производство» продолжалось целых двадцать лет - до 30-х годов двадцатого века, когда ученые открыли истинные свойства радиоактивности и выяснили насколько губительно влияние радиации на человеческий организм.



Открытие корония и небулия.



- При исследовании солнечной атмосферы были обнаружены линии при изучении «короны» Солнца, которые им не удалось отождествить ни с одним из химических элементов. Так появился элемент, который получил название **короний**.

- Изучая спектры газовых туманностей, обнаружили линии, которые снова не удалось отождествить ни с чем земным, приписали другому химическому элементу - небулию.

- После проверки обнаружилось, что небулий является обычным земным кислородом, а короний - сильно ионизированное железо.



Элементы предсказанные Менделеевым.

- В первой публикации об открытии периодического закона (1869) Д.И. Менделеев предсказал четыре неизвестных элемента с атомными массами 45 (будущий скандий), 68 (будущий галлий), 70 (будущий германий) и 180 (будущий



Значение периодической системы.

1. Классификация химических элементов и предсказание неизвестных.
2. Толчок к открытию новых элементов и изучению строения атомов.
3. Продолжением является 2 учения:
 Учение об электронном строении атома.
 Теория химической связи.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА



| ПЕРИОДЫ | ГРУППЫ | ЭЛЕМЕНТОВ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | 1 | H 1,00794 Водород | | | | | | (H) | He 4,002603 Гелий | Символ элемента Порядковый номер Атомная масса | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II | 2 | Li 6,941 Литий | Be 9,012182 Бериллий | B 10,811 Бор | C 12,011 Углерод | N 14,0067 Азот | O 15,9994 Кислород | F 18,998403 Фтор | Ne 20,1797 Неон | Ca 40,078 Кальций | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III | 3 | Na 22,98976928 Натрий | Mg 24,304 Магний | Al 26,9815385 Алюминий | Si 28,0855 Кремний | P 30,973761998 Фосфор | S 32,065 Сера | Cl 35,453 Хлор | Ar 39,948 Аргон | Kr 79,904 Криптон | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IV | 4 | K 39,0983 Калий | Ca 40,078 Кальций | Sc 44,955912 Скандий | Ti 47,88 Титан | V 50,9415 Ванадий | Cr 51,9961 Хром | Mn 54,938044 Марганец | Fe 55,845 Железо | Ni 58,6934 Никель | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V | 5 | Rb 85,4678 Рубидий | Sr 87,62 Стронций | Y 88,905848 Иттрий | Zr 91,224 Цирконий | Nb 92,90638 Нобелий | Mo 95,94 Молибден | Tc 98,906250 Технеций | Ru 101,07 Рутений | Rh 101,07 Родий | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VI | 6 | Cs 132,90545196 Цезий | Ba 137,327 Барий | La* 138,90547 Лантан | Hf 178,49 Гафний | Ta 180,94788 Тантал | W 183,84 Вольфрам | Re 186,207 Рений | Os 190,23 Осмиум | Ir 192,22 Иридий | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VII | 7 | Ag 107,8682 Серебро | Cd 112,411 Кадмий | In 114,818 Индий | Sn 118,710 Олово | Sb 121,757 Сурьма | Te 127,60 Теллур | Xe 129,90434 Ксенон | Hg 132,90545196 Ртуть | Pt 195,084 Платина | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VIII | 8 | Cs 132,90545196 Цезий | Ba 137,327 Барий | La* 138,90547 Лантан | Hf 178,49 Гафний | Ta 180,94788 Тантал | W 183,84 Вольфрам | Re 186,207 Рений | Os 190,23 Осмиум | Ir 192,22 Иридий | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IX | 9 | Au 196,966569 Золото | Hg 200,59 Ртуть | Tl 204,38 Таллий | Pb 207,2 Свинец | Bi 208,9804 Висмут | Po 209 Полоний | At 210 Астат | Rn 222 Радон | Pt 195,084 Платина | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | 10 | Fr 223 Франций | Ra 226 Радий | Ac** 227 Актиний | Rf 261 Рифмидий | Db 262 Дубний | Sg 263 Сегундий | Bh 264 Бергелий | Hs 265 Хассий | Mt 266 Миттлерий | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XI | 11 | Uu 289 Унунуний | Uub 291 Унунбий | Uut 293 Унунтрий | Uuq 295 Унунквядий | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Высшие окислы | | RO | RO | RO ₂ | RO ₂ | RO ₃ | RO ₃ | RO ₄ | RO ₄ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Летучие водородные соединения | | | | | RH ₄ | RH ₃ | H ₂ R | HR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * * * А К Т И В Н О Д Ы * * * | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>La</td><td>Ce</td><td>Pr</td><td>Nd</td><td>Pm</td><td>Sm</td><td>Eu</td><td>Gd</td><td>Tb</td><td>Dy</td><td>Ho</td><td>Er</td><td>Tm</td><td>Yb</td><td>Lu</td> </tr> <tr> <td>Th</td><td>Pa</td><td>U</td><td>Np</td><td>Pu</td><td>Am</td><td>Cm</td><td>Bk</td><td>Cf</td><td>Es</td><td>Fm</td><td>Md</td><td>No</td><td>Lr</td> </tr> </table> | | | | | | | | | | | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr |
| La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Признание периодической системы.

▣ *Признание периодической системы Менделеева пришло в научный мир не сразу: Менделееву приходилось бороться с оппонентами, доказывая её верность свойствами вновь открываемых элементов. Лишь в 1880 году система получила общемировое признание в качестве базового закона теоретической химии.*

Попытки приписать открытие закона другим учёным.

- В конце XIX в. к Д.И.Менделееву пришла слава и известность, когда его закон достаточно «укрепился», начались нелепые попытки приписать приоритет в открытии этого закона другим учёным. Французы отстаивали приоритет А.Е.Бегье де Шанкуртуа, англичане – Дж. Ньюлендса, немцы – Лотара Мейера. Защищая свою честь, как русского учёного, Менделеев написал письмо, в котором написал, что именно он проводил все опыты и рискнул предугадать свойства неизвестных элементов, изменить принятые атомные веса элементов.

ИТОГИ.

1. *Много лет пытались составить периодическую систему химических элементов, но удалось это только Д.И.Менделееву.*
2. *Были открыты элементы предсказанные Д.И. Менделеевым.*
3. *Со временем периодическая система получала всё большее подтверждение своей верности и универсальности.*