1. Основные понятия и законы химии

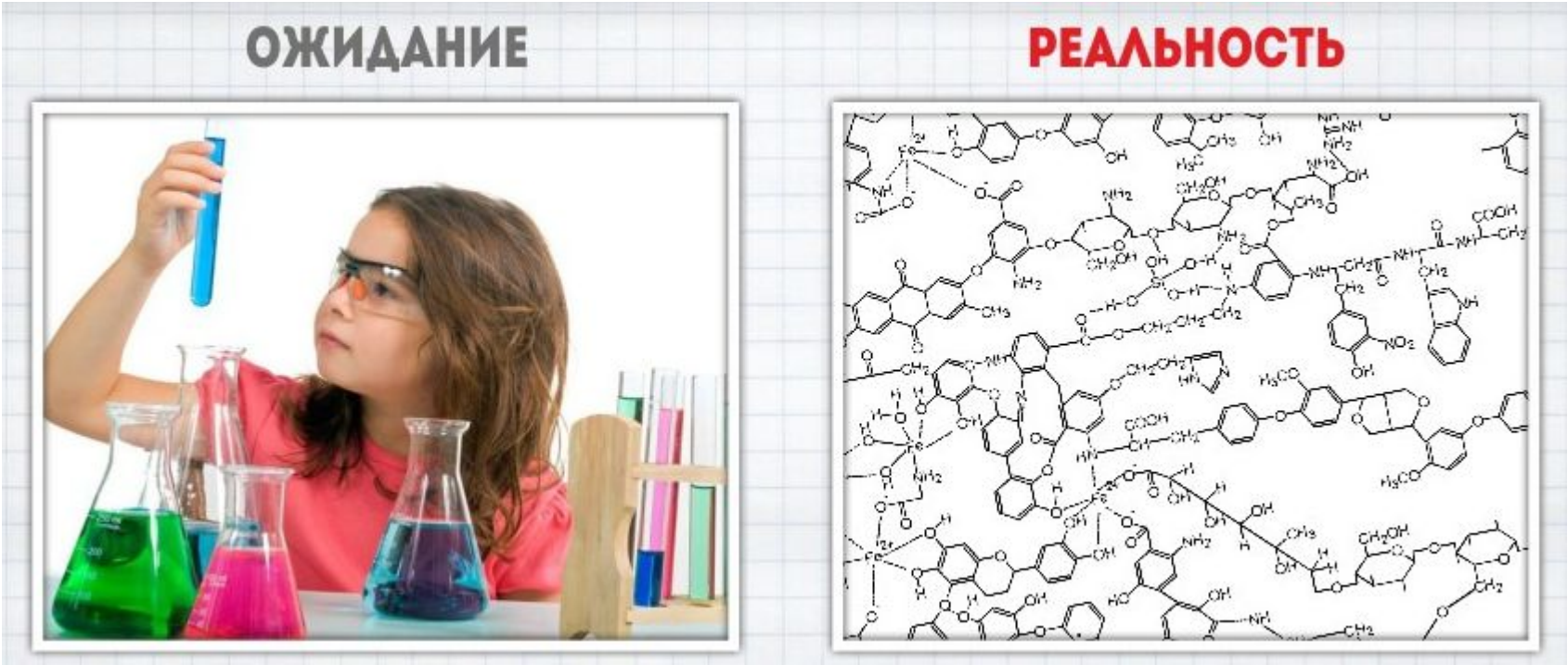
Лекции по общей и неорганической химии

Рекомендуемая литература

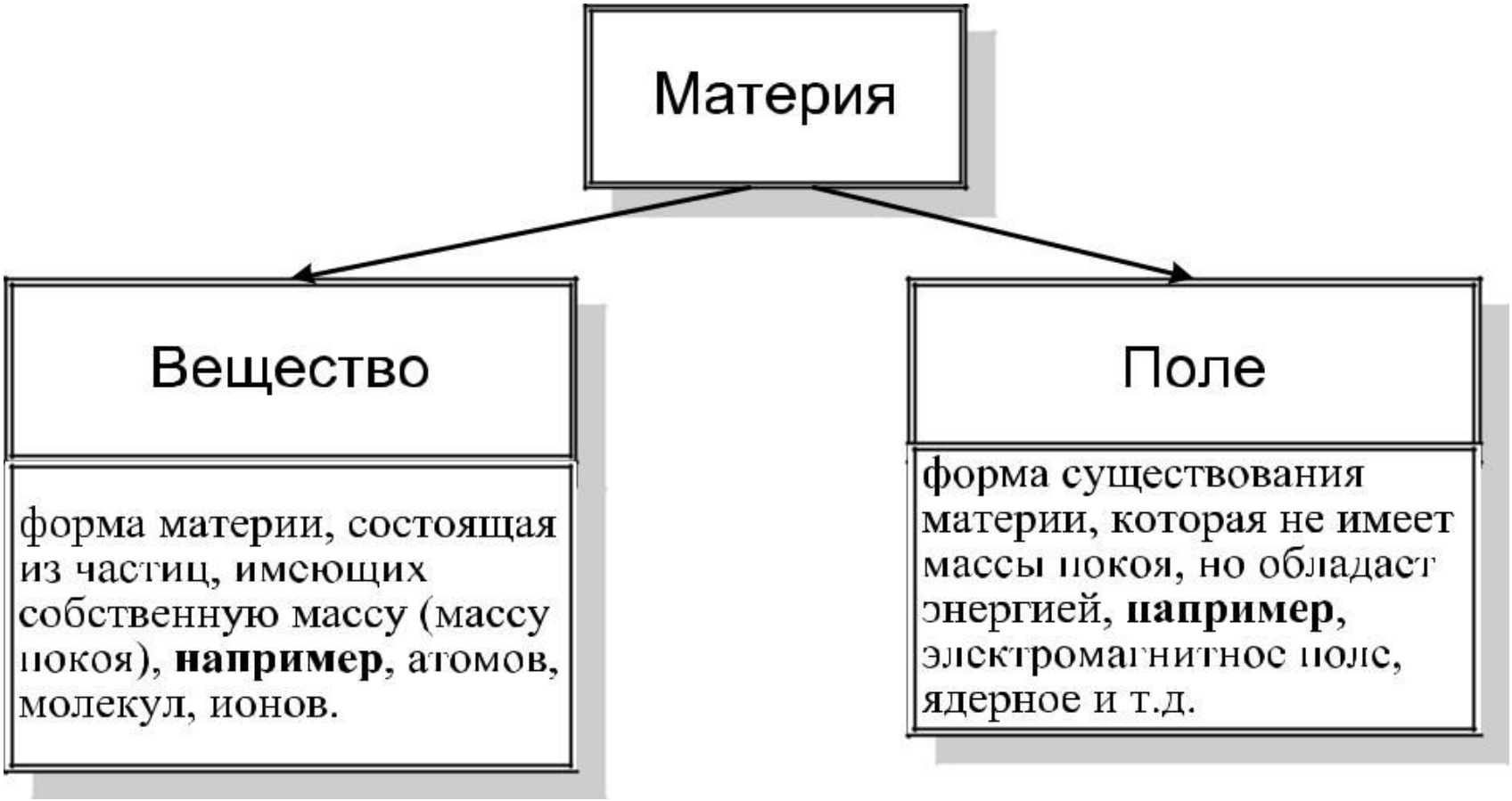
- Лебедева М.И., Анкудимова И.А., Свиряева М.А. Химия. Ч. 1 , 2, 3
- Ахметов Н.С. Неорганическая химия.
- Е.В. Савинкина. Общая и неорганическая химия
- Некрасов Б.В. Основы общей химии
- Глинка Н.Л. Общая химия

1.1 Определения

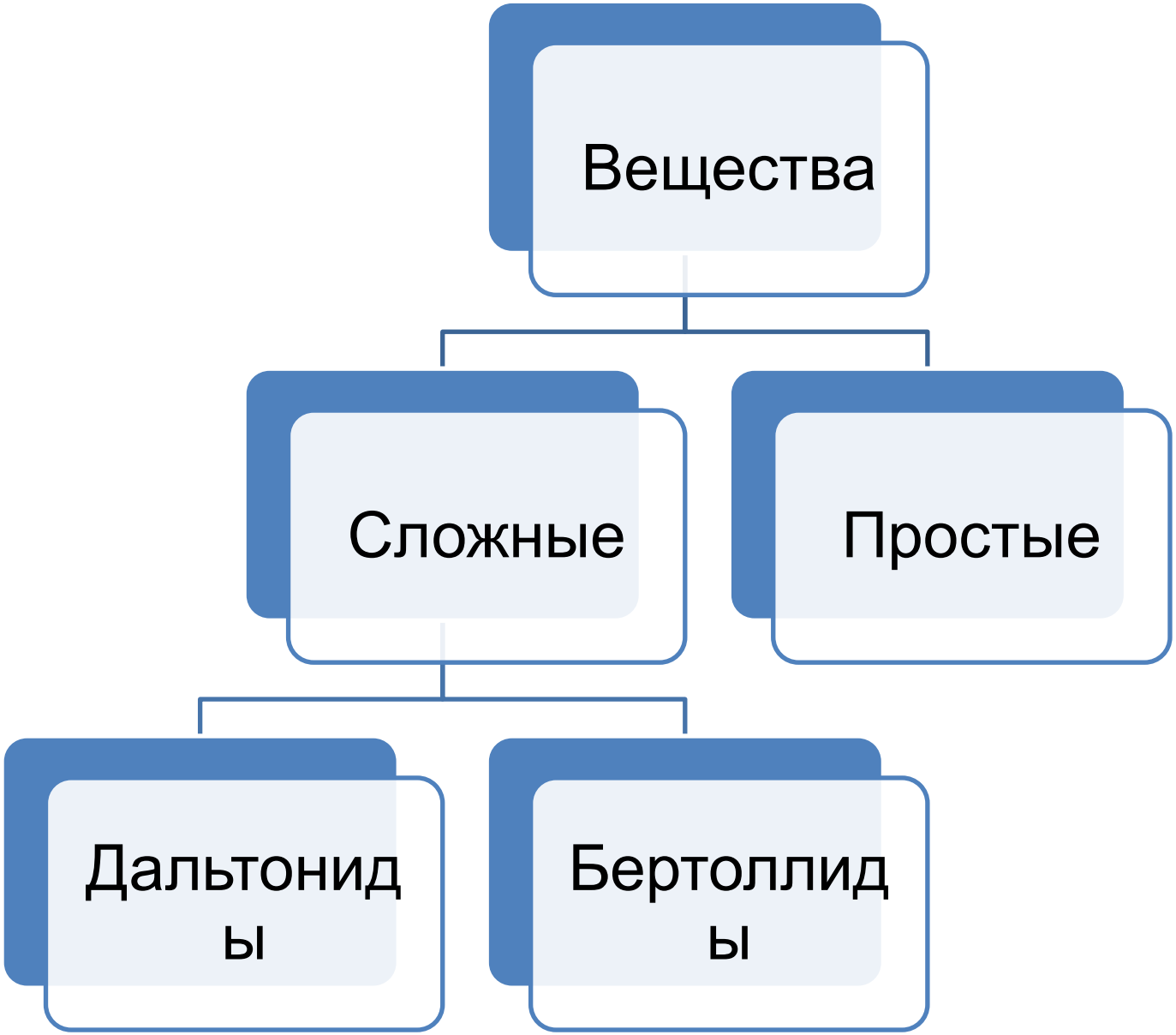
- Химия - это наука, изучающая состав, строение и свойства химических веществ, а также закономерности их взаимных превращений.



Формы существования материи



- Что такое вещество?
- Вещество – устойчивая совокупность частиц (атомов, ионов или молекул), обладающая определенными химическими и физическими свойствами.
- Свойство


Вещества
Сложные
Простые
Дальтонид
ы
Бертоллид
ы

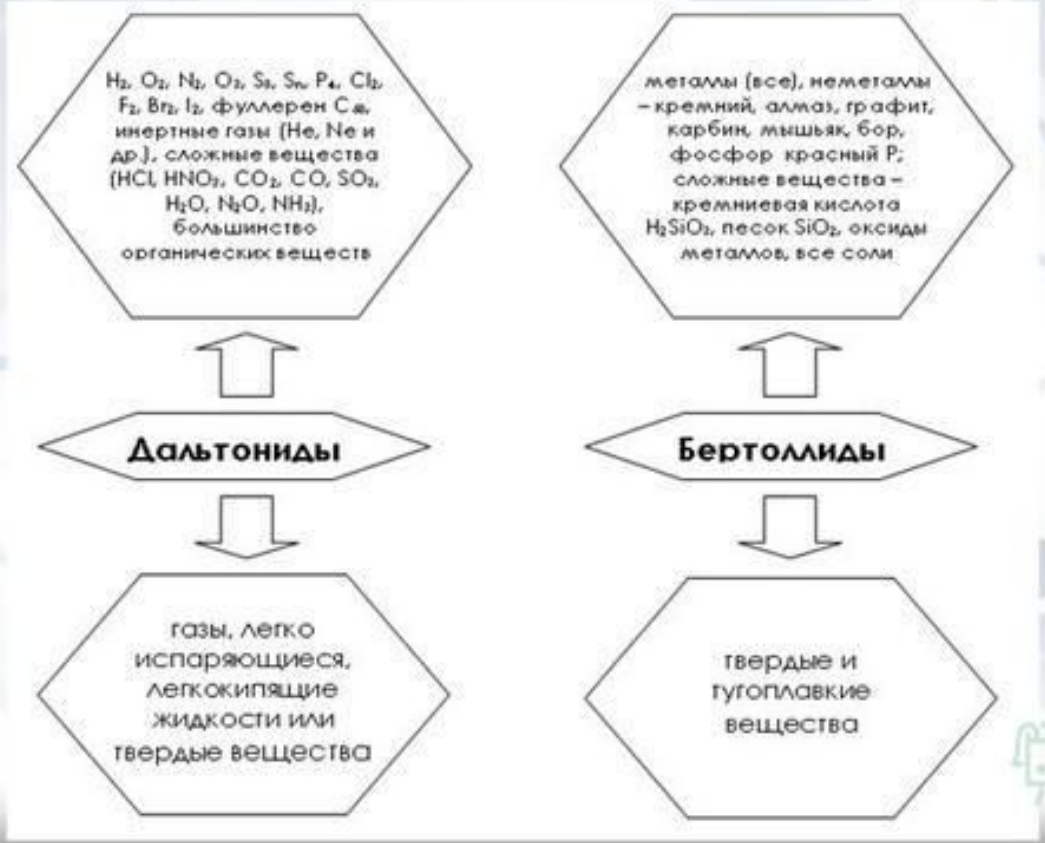
Вещества

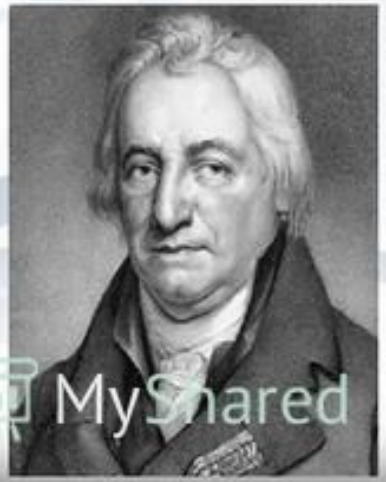
дальтониды

вещества постоянного состава (в честь английского химика и физика Джона Дальтона).

бертоллиды

вещества переменного состава (в память о французском химике Клоде Луи Бертолле).





MyShared

- Молекула – наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами.
- *Атом - это наименьшая электронейтральная частица химического элемента, являющаяся носителем его химических свойств и состоящая из положительно заряженного ядра и электронной оболочки*
- Химический элемент - это вид атомов, характеризующийся определенным зарядом ядер и строением электронных оболочек.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОД	A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A VIII B		
1	H 1 1,01 2,10 ВОДОРОД						{H}	He 2 4,0 ГЕЛИЙ		
2	Li 3 6,9 0,98 ЛИТИЙ	Be 4 9,0 1,57 БЕРИЛЛИЙ	B 5 10,8 2,04 БОР	C 6 12,0 2,55 УГЛЕРОД	N 7 14,0 3,04 АЗОТ	O 8 16,0 3,44 КИСЛОРОД	F 9 19,0 3,98 ФТОР	Ne 10 20,2 НЕОН		
3	Na 11 23,0 0,98 НАТРИЙ	Mg 12 24,3 1,31 МАГНИЙ	Al 13 27,0 1,61 АЛЮМИНИЙ	Si 14 28,1 1,90 КРЕМНИЙ	P 15 31,0 2,19 ФОСФОР	S 16 32,1 2,58 СЕРА	Cl 17 35,5 3,16 ХЛОР	Ar 18 39,9 АРГОН		
4	K 19 39,1 0,82 КАЛИЙ	Ca 20 40,1 1,00 КАЛЬЦИЙ	21 Sc 1,36 45,0 СКАНДИЙ	22 Ti 1,54 47,9 ТИТАН	23 V 1,63 50,9 ВАНАДИЙ	24 Cr 1,66 52,0 ХРОМ	25 Mn 1,55 54,9 МАРГАНЕЦ	26 Fe 1,83 55,8 ЖЕЛЕЗО	27 Co 1,88 58,9 КОБАЛЬТ	28 Ni 1,91 58,7 НИКЕЛЬ
	29 Cu 1,90 63,5 МЕДЬ	30 Zn 1,65 65,4 ЦИНК	Ga 31 69,7 1,81 ГАЛЛИЙ	Ge 32 72,6 2,01 ГЕРМАНИЙ	As 33 74,9 2,18 МЫШЬЯК	Se 34 79,0 2,55 СЕЛЕН	Br 35 79,9 2,96 БРОМ	Kr 36 83,8 3,00 КРИПТОН		
5	Rb 37 85,5 0,82 РУБИДИЙ	Sr 38 87,6 0,95 СТРОНЦИЙ	39 Y 1,22 88,9 ИТТРИЙ	40 Zr 1,33 91,2 ЦИРКОНИЙ	41 Nb 1,60 92,9 НИОБИЙ	42 Mo 2,16 95,9 МОЛИБДЕН	43 Tc 1,90 [98] ТЕХНЕЦИЙ	44 Ru 2,20 101,1 РУТЕНИЙ	45 Rh 2,28 102,9 РОДИЙ	46 Pd 2,20 106,4 ПАЛЛАДИЙ
	47 Ag 1,93 107,9 СЕРЕБРО	48 Cd 1,69 112,4 КАДМИЙ	In 49 114,8 1,78 ИНДИЙ	Sn 50 118,7 1,96 ОЛОВО	Sb 51 121,8 2,05 СУРЬМА	Te 52 127,6 2,10 ТЕЛЛУР	I 53 126,9 2,66 ЙОД	Xe 54 131,3 2,60 КСЕНОН		
6	Cs 55 132,9 0,79 ЦЕЗИЙ	Ba 56 137,3 0,89 БАРИЙ	57 La* 1,10 138,9 ЛАНТАН	72 Hf 1,30 178,5 ГАФНИЙ	73 Ta 1,50 180,9 ТАНТАЛ	74 W 2,36 183,8 ВОЛЬФРАМ	75 Re 1,90 186,2 РЕНИЙ	76 Os 2,20 190,3 ОСМИЙ	77 Ir 2,20 192,2 ИРИДИЙ	78 Pt 2,28 195,1 ПЛАТИНА
	79 Au 2,54 197,0 ЗОЛОТО	80 Hg 2,00 200,6 РТУТЬ	Tl 81 204,4 1,62 ТАЛЛИЙ	Pb 82 207,2 2,33 СВИНЕЦ	Bi 83 209,0 2,02 ВИСМУТ	Po 84 [209] 2,00 ПОЛОНИЙ	At 85 [210] 2,20 АСТАТ	Rn 86 [222] 2,20 РАДОН		
7	Fr 87 [223] 0,70 ФРАНЦИЙ	Ra 88 [226] 0,90 РАДИЙ	89 Ac** 1,10 [227] АКТИНИЙ	104 Rf [265] РЕЗЕРФОРДИЙ	105 Db [268] ДУБНИЙ	106 Sg [271] СИБОРГИЙ	107 Bh [267] БОРИЙ	108 Hs [269] ХАССИЙ	109 Mt [278] МЕЙТНЕРИЙ	110 Ds [281] ДАРМШТАДТИЙ
	111 Rg [281] РЕНТГЕНИЙ	112 Cn [285] КОПЕРНИЦИЙ	Nh 113 [284] НИХОНИЙ	114 [289]	Mc 115 [288] МОСКОВИЙ	116 [293]	Ts 117 [294] ТЕННЕССИН	Og 118 [294] ОГАНЕСОН		
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ	R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4		
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕД.				RH_4	RH_3	H_2R	HR			
* ЛАНТАНОИДЫ 4f	58 Ce 1,12 140,1 ЦЕРИЙ	59 Pr 1,13 140,9 ПРАЗЕОДИМ	60 Nd 1,14 144,2 НЕОДИМ	61 Pm 1,13 145,0 ПРОМЕТИЙ	62 Sm 1,17 150,4 САМАРИЙ	63 Eu 1,20 152,0 ЕВРОПИЙ	64 Gd 1,20 157,3 ГАДОЛИНИЙ	65 Tb 1,10 158,9 ТЕРБИЙ	66 Dy 1,22 162,5 ДИСПРОЗИЙ	67 Ho 1,23 164,9 ГОЛЬМИЙ
** АКТИНОИДЫ 5f	90 Th 1,30 232,0 ТОРИЙ	91 Pa 1,50 [231] ПРОТАКТИНИЙ	92 U 1,38 238,0 УРАН	93 Np 1,36 [237] НЕПТУНИЙ	94 Pu [illegible] ПЛУТОНИЙ	95 Am 1,13 АМЕРИЦИЙ	96 Cm [illegible] КЮРИЙ	97 Bk [illegible] [247] БЕРКЛИЙ	98 Cf 1,00 [251] КАЛИФОРНИЙ	99 Es 1,30 [252] ЭЙНШТЕЙНИЙ

68 Er 1,24 167,3 ЭРБИЙ	69 Tm 1,25 168,9 ТУЛИЙ	70 Yb 1,10 173,0 ИТТЕРБИЙ	71 Lu 1,27 175,0 ЛЮТЕЦИЙ	
100 Fm 1,30 [257] ФЕРМИЙ	101 Md 1,30 [258] МЕНДЕЛЕВИЙ	102 No 1,30 [259] НОБЕЛИЙ	103 Lr 1,29 [262] ЛОУРЕНСИЙ	

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА — АТОМНЫЙ НОМЕР — НАЗВАНИЕ — ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА (ОКРУГЛЕННАЯ)* — ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ (ШКАЛА Л. ПОЛИНГА)

Li 3 / 6,9 0,98 / ЛИТИЙ

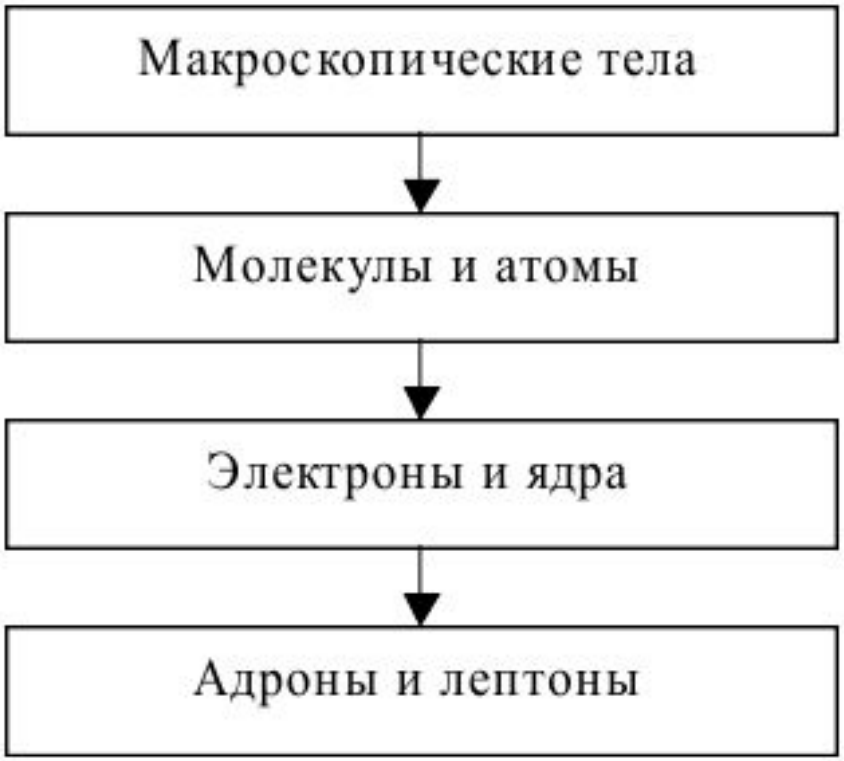
* в квадратных скобках приведено массовое число наиболее стабильного изотопа

А – главные подгруппы
В – побочные подгруппы

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

www.ukazka.ru

- Ионы, катионы, анионы
- Радикалы
- Атомные ионы и ион-радикалы
- Валентность



- Валентность
- Атомное ядро (состав, заряд)
- Нуклиды (лат. nucleus – ядро) – общее название атомных ядер, характеризуются определенным числом протонов и нейтронов (величиной положительного заряда и массовым числом)

Виды нуклидов

Изотопы – атомы одного и того же химического элемента, отличающиеся числом нейтронов, а, следовательно, и массой.

$$Z_1=Z_1, \quad N_1 \neq N_2, \quad A_1 \neq A_2$$

$$^{16}_{8}O, \ ^{17}_{8}O, \ ^{18}_{8}O$$

Изобары – нуклиды разных элементов с одинаковой атомной массой, но с различным числом протонов и нейтронов.

$$Z_1 \neq Z_1, \quad A_1=A_2$$

$$^{40}Ar, \ ^{40}Ca, ^{40}K$$

Изотоны – нуклиды разных элементов с одинаковым числом нейтронов, но с различным числом протонов и атомной массой.

$$Z_1 \neq Z_1, \quad N_1 = N_2, \quad A_1 \neq A_2$$

$$^{15}_{7}N, \ ^{14}_{6}C$$

Массовое число → A
Заряд ядра → Z $^{A}_{Z}Э$

$^{63}_{29}Cu$ и $^{65}_{29}Cu$; $^{35}_{17}Cl$ и $^{37}_{17}Cl$

- Международная единица атомных масс

$$1 \text{ а.е.м} = {}^{1}/_{12} \cdot m\,(^{12}C) = 1{,}66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

- Относительная атомная масса
- Средняя абсолютная масса атома

$$A_{r(Mg)} = 24{,}312$$

$$m_{(Mg)} = 24{,}312 \cdot 1{,}66057 \cdot 10^{-24} = 4{,}037 \cdot 10^{-23} \text{ г}$$

ДЕФЕКТ МАСС

Масса ядра всегда меньше суммы масс свободных нуклонов.

$$M_я < Z \cdot m_p + N \cdot m_n$$

☆

Дефект масс - недостаток массы ядра по сравнению с суммой масс свободных нуклонов

Расчетная формула для дефекта масс:

$$\Delta m = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - M_я$$

$M_я$ = масса ядра

m_p = масса свободного протона

m_n = масса свободного нейтрона

Z= число протонов в ядре

N= число нейтронов в ядре

Дефект массы

Частицы в составе атома дейтерия

1.007276 а.е.м. +

1.008665 а.е.м.

0.000549 а.е.м. −

2.016490 а.е.м.

^{2}H **атом**

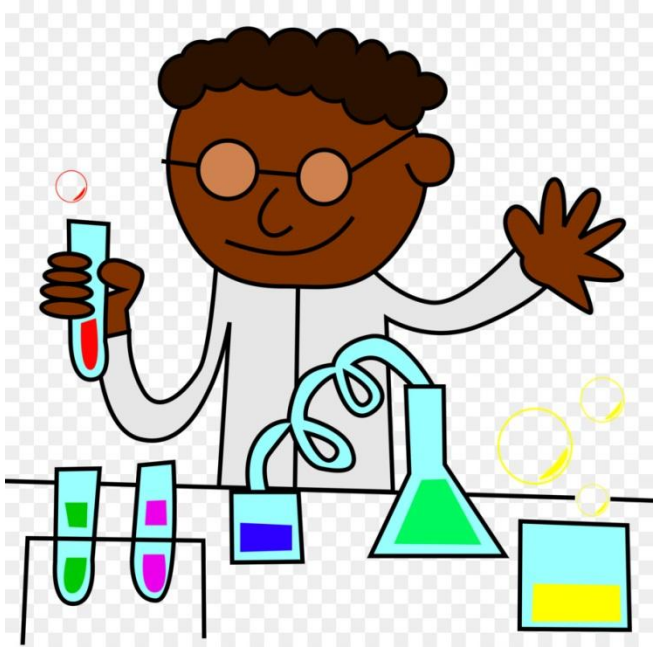
2.014102 а.е.м.

Дефект массы = 0.002388 а.е.м.

- Почему же так много энергии выделяется даже при простом делении ядер, не говоря уже о синтезе?
- Ответ в названии этого слайда
- А масса все еще переходит в энергию по формуле $E = mc^2$
- Аннигиляция конечно круче. Но она пока только в теории. а.е.м.

- Относительная молекулярная масса
- Средняя абсолютная масса молекулы
- Количество вещества, моль
- Число Авогадро
- Молярная масса

$N_A = 6{,}022\ 140\ 76 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$



1.2 Основные законы

Закон сохранения массы веществ (М.В.Ломоносов, 1748 г.; А.Лавуазье, 1789 г.)

Закон постоянства состава Впервые сформулировал Ж.Пруст (1808 г)

Все индивидуальные химические вещества имеют постоянный качественный и количественный состав и определенное химическое строение, независимо от способа получения.

Закон кратных отношений (Дальтон) – *если два элемента образуют между собой несколько соединений, то массовые количества одного элемента, соединяющиеся с одним и тем же массовым количеством другого, относятся между собой как небольшие целые числа.*

Состав оксидов азота (в процентах по массе) выражается следующими числами:

	Закись азота N_2O	Окись азота NO	Азотистый ангидрид N_2O_3	Двуокись азота NO_2	Азотный ангидрид N_2O_5
N	63.7	46.7	36.8	30.4	25.9
O	36.3	53.3	63.2	69.6	74.1
Частное O/N	0.57	1.14	1.71	2.28	2.85

Разделив числа нижней строки на 0,57, видим, что они относятся как 1:2:3:4:5.

1778-1850

Закон объемных отношений

(Ж.Гей-Люссак, 1805 г)

При одинаковых условиях объемы вступающих в реакцию газов, относятся друг к другу и к объемам образующихся газообразных продуктов как небольшие целые числа.

- $N_2 + 3\,H_2 = 2\,NH_3$
- $V_{N_2} : V_{H_2} : V_{NH_3} = 1 : 3 : 2$

Закон Авогадро (1811 г.)

В равных объемах различных газов при одинаковых условиях (температура, давление и т.д.) содержится одинаковое число молекул. (Закон справедлив только для газообразных веществ.)

Следствия.

1. Одно и то же число молекул различных газов при одинаковых условиях занимает одинаковые объемы.
2. При нормальных условиях (0°С = 273°К , 1 атм = 101,3 кПа) 1 моль любого газа занимает объем 22,4 л.

Объединенный газовый закон: для данной массы газа произведение давления на объем, деленное на абсолютную температуру, есть величина постоянная:

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{const} \text{ или } \frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T},$$

где P, V, T – соответственно давление, объем, температура при условиях, отличных от нормальных; P_0, V_0, T_0 – соответственно давление, объем, температура данной массы газа при нормальных условиях.

Эквивалент – реальная или условная частица вещества, которая в данной кислотно-основной реакции равноценна (эквивалентна) одному иону водорода или в данной окислительно-восстановительной реакции – одному электрону.

Фактор эквивалентности – это число, обозначающее, какая доля реальной частицы вещества эквивалентна одному иону водорода в данной кислотно-основной реакции или одному электрону в данной окислительно-восстановительной реакции. Фактор эквивалентности $f_{\text{экв}} = \frac{1}{z}$ может равняться единице или быть меньше ее.

Закон эквивалентов: массы взаимодействующих без остатка веществ прямо пропорциональны молярным массам эквивалентов этих веществ:

$$\frac{m(\mathrm{X})}{m(\mathrm{Y})} = \frac{M\left(\frac{1}{z}\mathrm{X}\right)}{M\left(\frac{1}{z}\mathrm{Y}\right)}.$$