

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

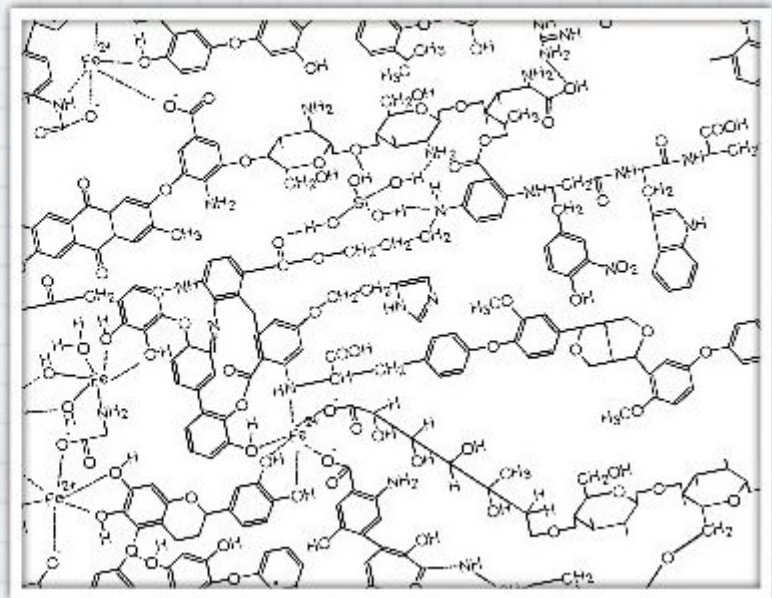
1.1 Определения

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

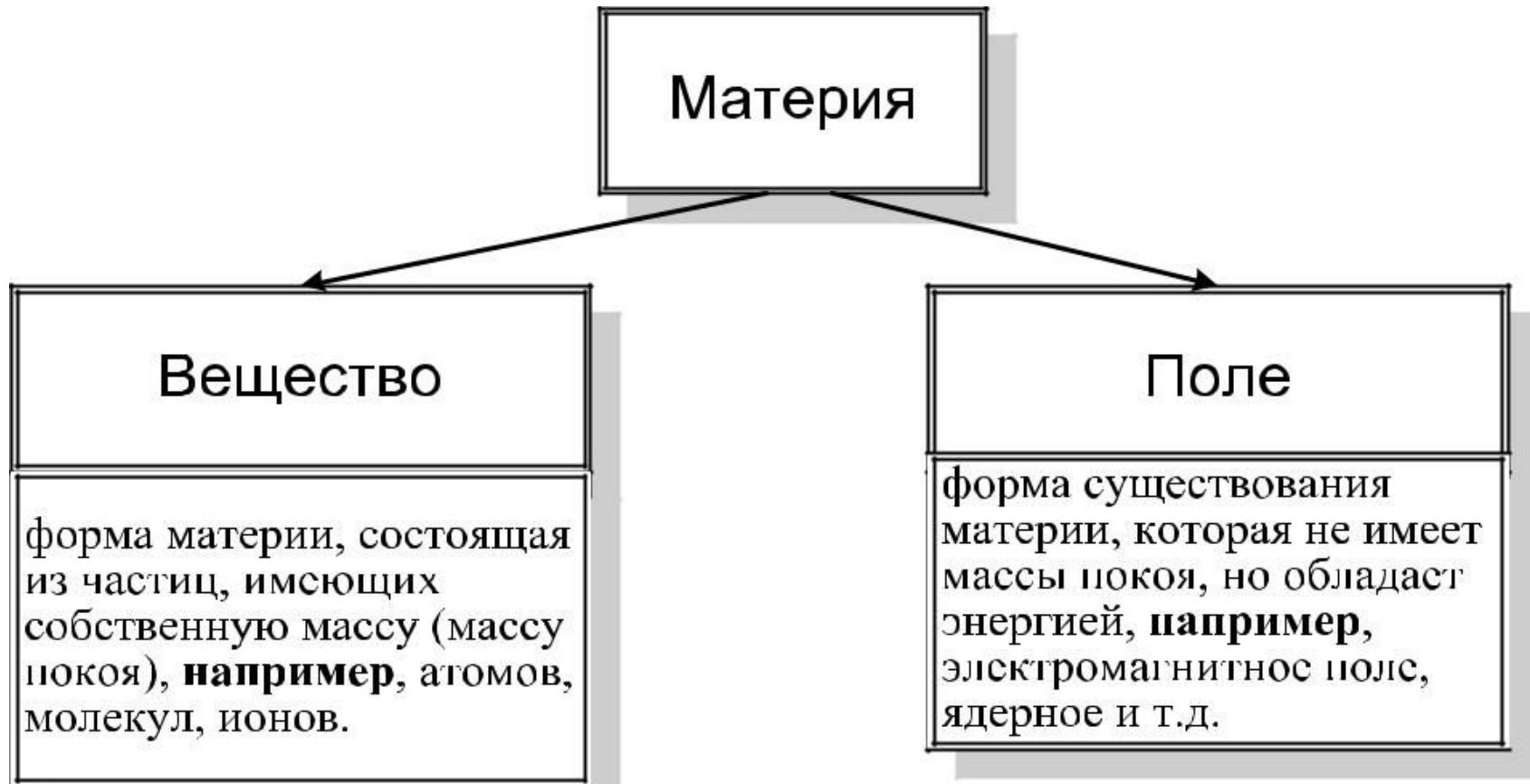
ОЖИДАНИЕ



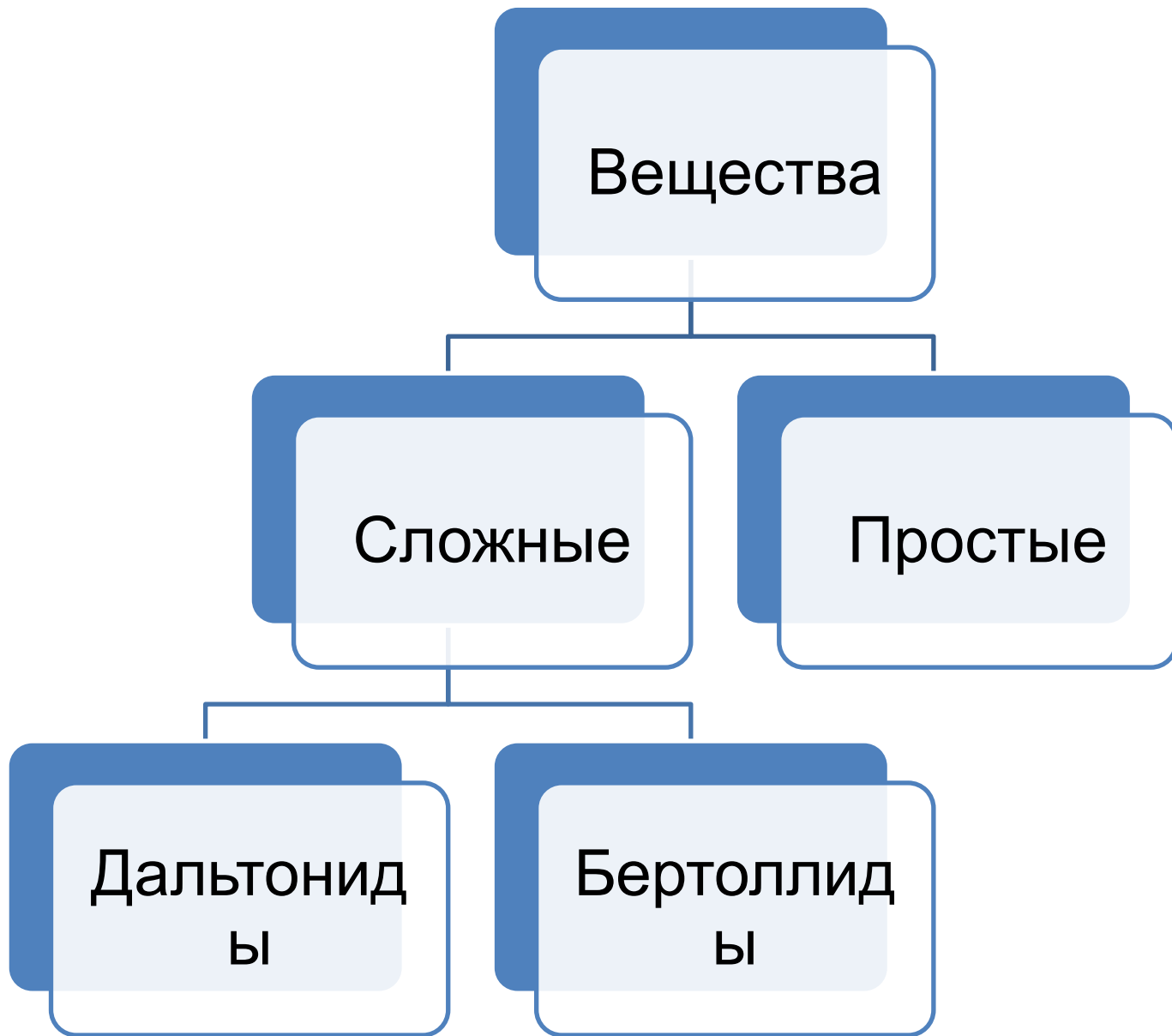
РЕАЛЬНОСТЬ



Формы существования материи



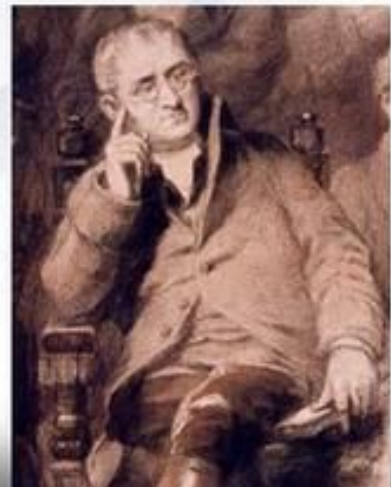
- **Что такое вещество?**
- Вещество – устойчивая совокупность частиц (атомов, ионов или молекул), обладающая определенными химическими и физическими свойствами.
- Свойство



Вещества

дальтонииды

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



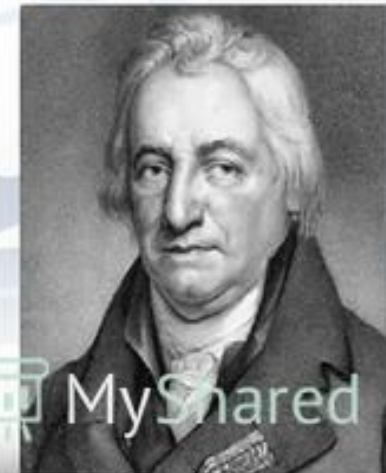
$H_2, O_2, N_2, O_3, S_2, S_8, P_4, Cl_2, F_2, Br_2, I_2$, фуллерен C_{60} , инертные газы (He, Ne и др.), сложные вещества ($HCl, HNO_3, CO_2, CO, SO_2, H_2O, N_2O, NH_3$), большинство органических веществ

↑
Дальтонииды

↓
газы, легко испаряющиеся, легкокипящие жидкости или твердые вещества

бертоллиды

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



металлы (все), неметаллы – кремний, алмаз, графит, карбин, мышьяк, бор, фосфор красный P; сложные вещества – кремниевая кислота H_2SiO_3 , песок SiO_2 , оксиды металлов, все соли

↑
Бертоллиды

↓
твердые и тугоплавкие вещества

- 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.

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	ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА					{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	31 Ga 69,7 1,81 ГАЛЛИЙ	32 Ge 72,6 2,01 ГЕРМАНИЙ	33 As 74,9 2,18 МЫШЬЯК	34 Se 79,0 2,55 СЕЛЕН	35 Br 79,9 2,96 БРОМ	36 Kr 83,8 3,00 КРИПТОН	* в квадратных скобках приведено массовое число наиболее ста- бильного изотопа					
5	Rb 37 85,5 0,82 РУБИДИЙ	Sr 38 87,6 0,95 СТРОНЦИЙ	39 Y 1,22 88,9 ИТРИЙ	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	49 In 114,8 1,78 ИНДИЙ	50 Sn 118,7 1,96 ОЛОВО	51 Sb 121,8 2,05 СУРЬМА	52 Te 127,6 2,10 ТЕЛЛУР	53 I 126,9 2,66 ЙОД	54 Xe 131,3 2,60 КСЕНОН	A – главные подгруппы B – побочные подгруппы					
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 РУТУТЬ	81 Tl 204,4 1,62 ТАЛЛИЙ	82 Pb 207,2 2,33 СВИНЕЦ	83 Bi 209,0 2,02 ВИСМУТ	84 Po [209] 2,00 ПОЛОНИЙ	85 At [210] 2,20 АСТАТ	86 Rn [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 [261] РЕЗЕРФОРДИЙ	105 Db [268] ДУБИНИЙ	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	113 Nh [284] НИХОНИЙ	114 Mc [288] МОСКОВИЙ	115 Lv [293] ЛЮВЕНГИЙ	116 Ts [294] ТЕННЕССИЙ	117 Og [294] ОГАНЕСОН							
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ	RO	RO	RO ₃	RO ₂	RO ₃	RO ₃	RO ₇	RO ₄						
ЛЕГУЩИЕ ВОДО- РОДНЫЕ СОЕД.				RH ₄	RH ₃	H ₂ R	HR							
* ЛАНТАНОИ- ДЫ 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	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 ЛУТЕЦИЙ
** АКТИНОИ- ДЫ 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] НЕПУТУНИЙ	94 Pu 1,33 [244] ПУМПУНИЙ	95 Am 1,33 [243] АМЕРИЦИЙ	96 Cm 1,30 [247] КУРЧИУМ	97 Bk 1,30 [247] БЕРКЕЛИЙ	98 Cf 1,30 [251] КАЛИФОРНИЙ	99 Es 1,30 [252] ЭЙЗЕНБЕРГИЙ	100 Fm 1,30 [257] ФЕРМИЙ	101 Md 1,30 [258] МЕНДЕЛЕВИЙ	102 No 1,30 [259] НОБЕЛИЙ	103 Lr 1,29 [262] ЛОУРЕНСИЙ

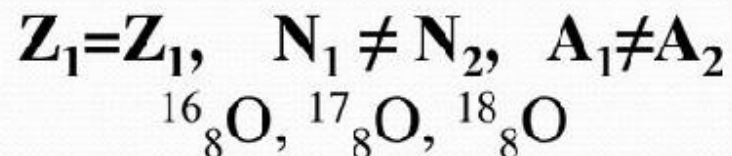
- Ионы, катионы, анионы
- Радикалы
- Атомные ионы и ион-радикалы
- Валентность



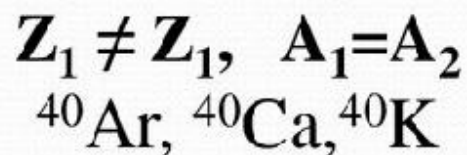
- Валентность
- Атомное ядро (состав, заряд)
- Нуклиды (лат. nucleus – ядро) – общее название атомных ядер, характеризуются определенным числом протонов и нейтронов (величиной положительного заряда и массовым числом)

Виды нуклидов

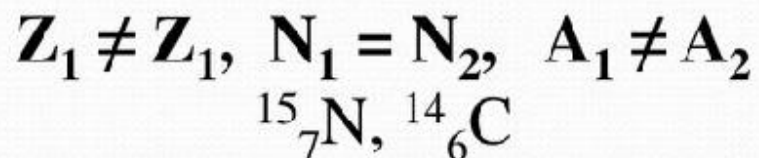
Изотопы – атомы одного и того же химического элемента, отличающиеся числом нейтронов, а, следовательно, и массой.



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



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

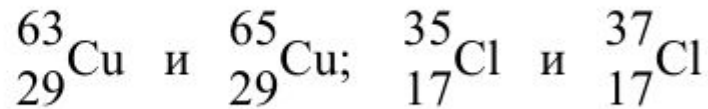


Массовое

число $\rightarrow A$

Заряд $\rightarrow Z$

ядра



- Международная единица атомных масс

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

- Относительная атомная масса
- Средняя абсолютная масса атома

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

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

ДЕФЕКТ МАСС

Масса ядра всегда меньше суммы масс свободных нуклонов.

$$M_{\text{я}} < Z \cdot m_{\text{p}} + N \cdot m_{\text{n}}$$



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

Расчетная формула для дефекта масс:

$$\Delta m = (Z \cdot m_{\text{p}} + N \cdot m_{\text{n}}) - M_{\text{я}}$$

$M_{\text{я}}$ = 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.

^2H атом



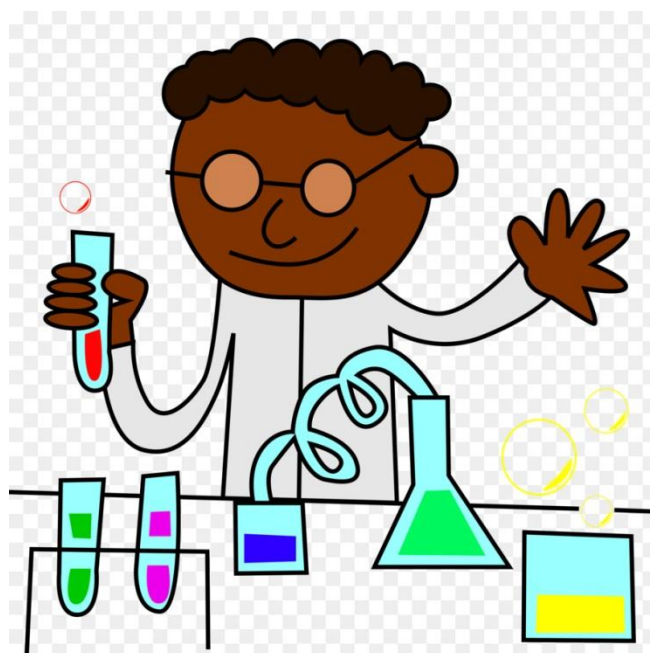
2.014102 а.е.м.

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

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



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 ₂ O	Окись азота NO	Азотистый ангидрид N ₂ O ₃	Двуокись азота NO ₂	Азотный ангидрид N ₂ O 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 ($0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}$, $1 \text{ атм} = 101,3 \text{ кПа}$) 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:

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

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:

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