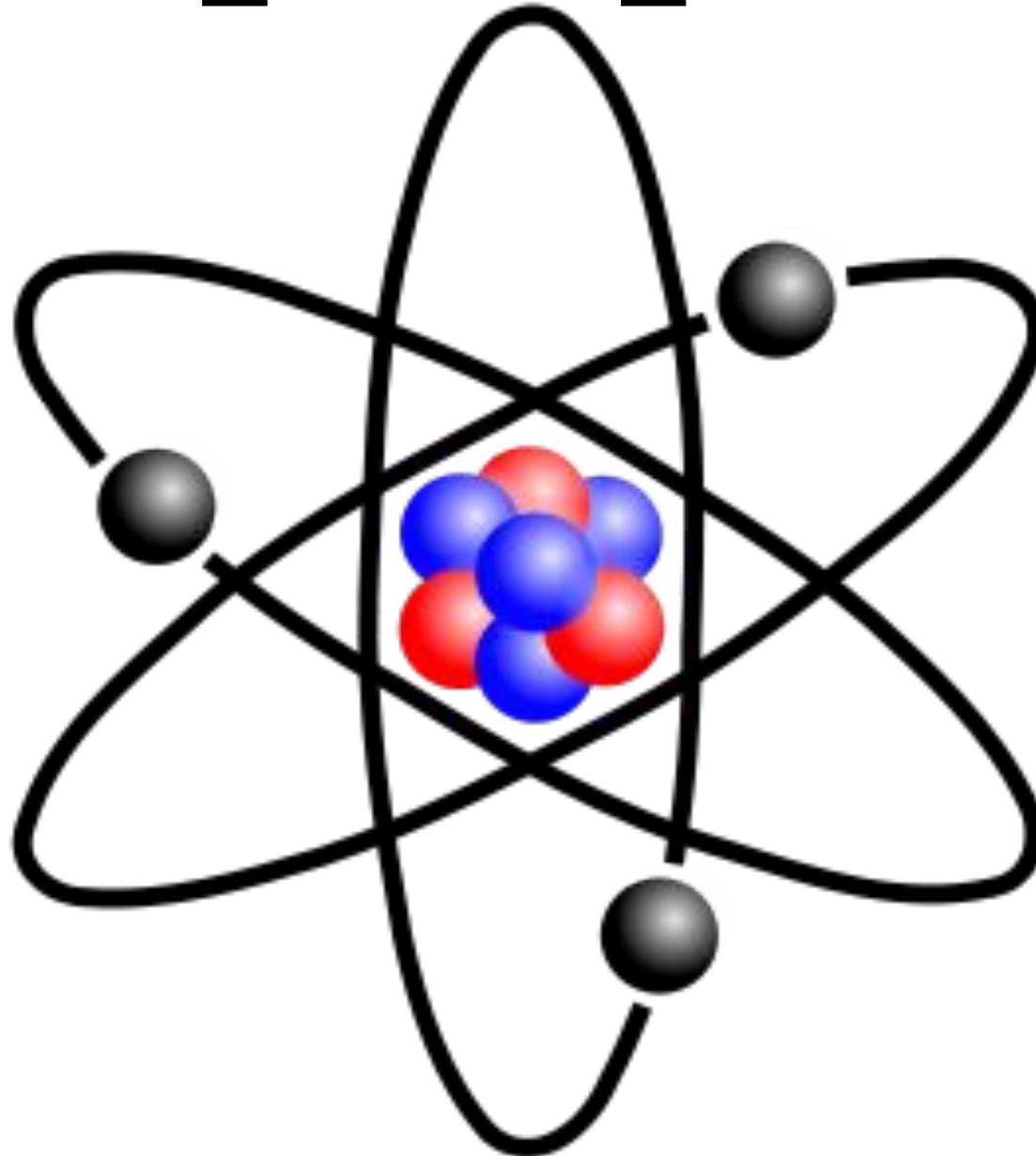


Основы современного естествознания - 5

13. Атомный уровень Химия
простых веществ
14. Молекулярный уровень
Химия соединений
15. Живое субклеточный
уровень

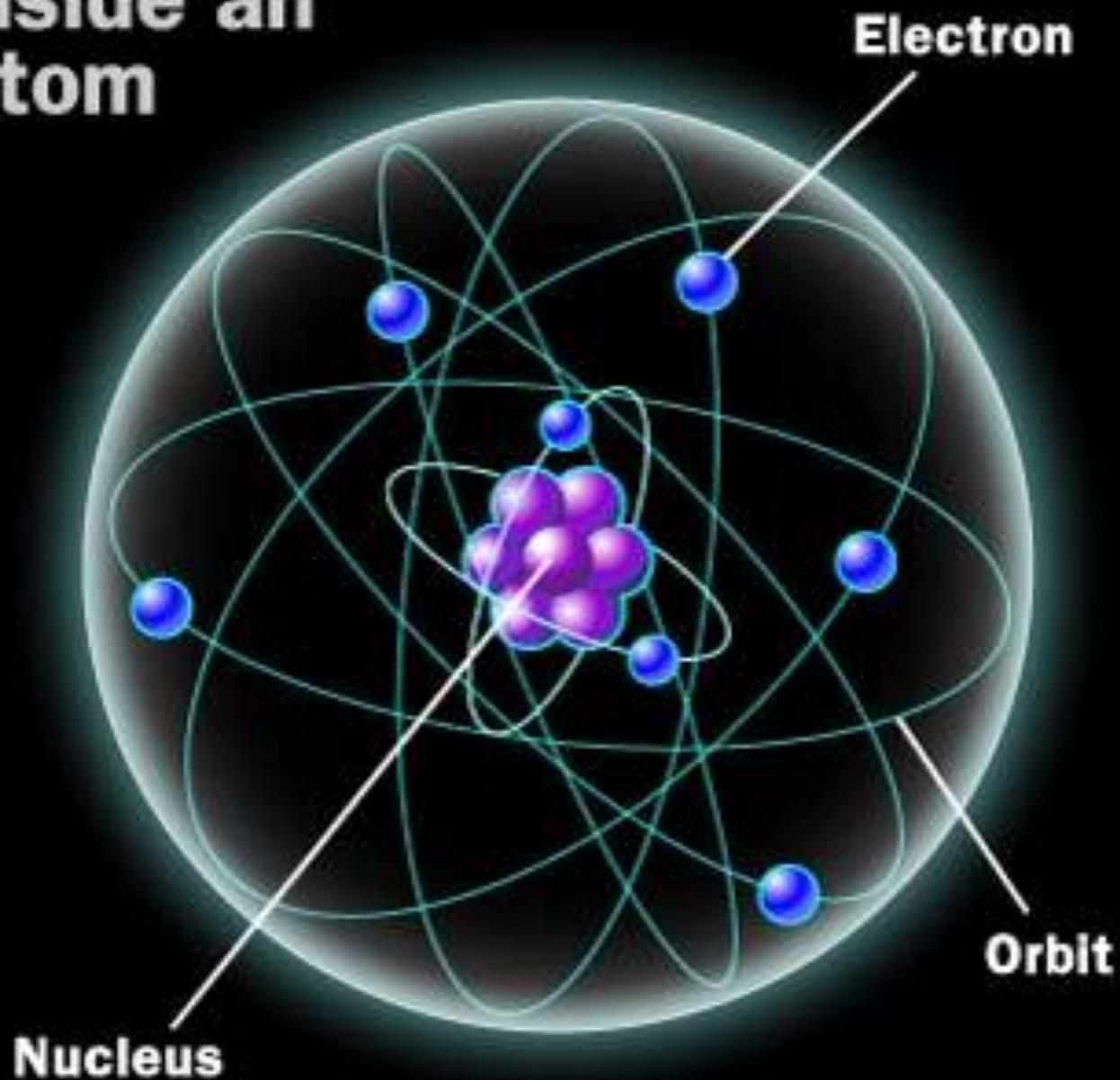
- Атом - мельчайшая частица химического элемента, носящая его свойства
- Атом сегодня предстает как не имеющая отчетливой внешней границы система, в центре которой – массивное ядро, состоящее из нуклонов (положительно заряженных протонов и незаряженных нейтронов), а на периферии – распределенные по определенным орбитам незначительные по массе отрицательно заряженные электроны.

Stylised_Lithium_Atom



- Если число протонов и электронов одинаково, то атом электрически нейтрален, если – неодинаково, то атом называется ионом и характеризуется положительным или отрицательным зарядом. Электроны в атоме могут занимать лишь дискретный набор разрешенных энергетических уровней

Inside an Atom



- Различаются изотопы со стабильными и нестабильными ядрами. Изотопы с нестабильными ядрами описываются как радиоактивные, самопроизвольно распадающиеся с испусканием частиц или электромагнитного излучения. Помимо естественной радиоактивности существует также и искусственная, запускаемая направляемыми человеком ядерными реакциями.

Основные типы радиоактивного распада:

- В альфа-распаде атом испускает альфа-частицу (ядро атома гелия), в силу чего атомный номер уменьшается на две единицы (из исходного элемента образуется дочерний элемент, на две клетки ближе к началу таблицы Менделеева).

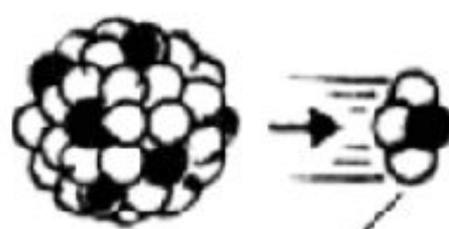
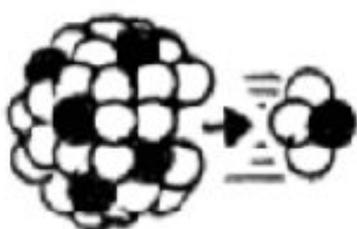
- Бета-распад в основном подразумевает излучение бета-частицы (электрона или позитрона) под влиянием слабого взаимодействия (изменение кварка превращает протон в нейтрон и наоборот)

- Гамма-излучение (изомерный переход), часто сопровождающее другие формы распада, подразумевает испускание гамма-квантов электромагнитного излучения и переход ядра в состояние с более низкой энергией.

Альфа-распад



Ядро атома



Альфа-частица

Бета-распад



Ядро атома

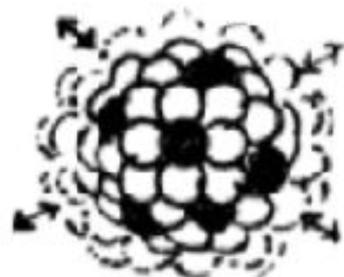
Нейтрон



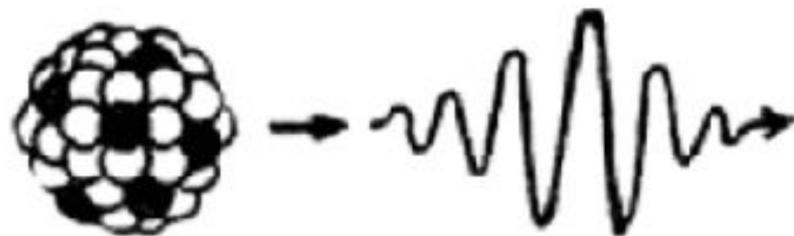
Протон



Гамма-излучение



Возбуждённое ядро



Гамма-квант

- Классификация атомов как химических элементов была важнейшей задачей развития химии, блестящее разрешение которой предложил Дмитрий Иванович Менделеев в Периодической системе элементов.

- Сегодня химический элемент определяется как вид атомов с определенным положительным зарядом ядра и соответственным числом протонов, определяющим его порядковый (атомный) номер в таблице Менделеева.

		Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева						VII		VIII		
		I						(H)		VIII		
1	1	H 1 1,00794 водород							2	He 4,002602 гелий	 Периодический закон открыт Д.И. Менделеевым в 1869 г.	
2	2	Li 3 6,941 литий	Be 4 9,01218 бериллий	B 5 10,811 бор	C 6 12,011 углерод	N 7 14,0067 азот	O 8 15,9994 кислород	F 9 18,998403 фтор	Ne 10 20,179 неон			
3	3	Na 11 22,98977 натрий	Mg 12 24,305 магний	Al 13 26,98154 алюминий	Si 14 28,0855 кремний	P 15 30,97376 фосфор	S 16 32,066 сера	Cl 17 35,453 хлор	Ar 18 39,948 аргон			
4	4	K 19 39,0983 калий	Ca 20 40,078 кальций	Sc 21 44,95591 скандий	Ti 22 47,88 титан	V 23 50,9415 ванадий	Cr 24 51,9961 хром	Mn 25 54,9380 марганец	Fe 26 55,847 железо	Co 27 58,9332 кобальт		
	5	Cu 29 63,546 медь	Zn 30 65,39 цинк	Ga 31 69,723 галлий	Ge 32 72,59 германий	As 33 74,9216 мышьяк	Se 34 78,96 селен	Br 35 79,904 бром	Kr 36 83,80 криптон			
5	6	Rb 37 85,4678 рубидий	Sr 38 87,62 стронций	Y 39 88,9059 иттрий	Zr 40 91,224 цирконий	Nb 41 92,9064 ниобий	Mo 42 95,94 молибден	Tc 43 [98] технеций	Ru 44 101,07 рутений	Rh 45 102,9055 родий	Pd 46 106,42 палладий	
	7	Ag 47 107,8682 серебро	Cd 48 112,41 кадмий	In 49 114,82 индий	Sn 50 118,710 олово	Sb 51 121,75 сурьма	Te 52 127,60 теллур	I 53 126,9045 йод	Xe 54 131,29 ксенон			
6	8	Cs 55 132,9054 цезий	Ba 56 137,33 барий	La* 57 138,9055 лантан	Hf 72 178,49 гафний	Ta 73 180,9479 гантал	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	
	9	Au 79 196,9665 золото	Hg 80 200,59 ртуть	Tl 81 204,383 галлий	Pb 82 207,2 свинец	Bi 83 208,9804 висмут	Po 84 [209] полоний	At 85 [210] астат	Rn 86 [222] радон			
7	10	Fr 87 [223] франций	Ra 88 [226] радий	Ac** 89 [227] актиний	Rf 104 [261] резерфордий	Db 105 [262] дубний	Sg 106 [263] сиборгий	Bh 107 [262] борий	Hs 108 [265] гасий	Mt 109 [266] майтнерий	Ds 110 [271] дармштадтий	
	11	Rg 111 [272] рентгений	Uub 112 [285] унубий	(Uut) 113 [] унунтрий	Uuq 114 [287] унунквадий	(Uup) 115 [] унунпентий	Uuh 116 [292] унунгексий	(Uus) 117 [] унунсептий	Uuo 118 [293] унуноктий			

* Лантаноиды

Ce 58 140,12 церий	Pr 59 140,9077 празеодим	Nd 60 144,24 неодим	Pm 61 [145] прометий	Sm 62 150,36 самарий	Eu 63 151,96 европий	Gd 64 157,25 гадолиний	Tb 65 158,9254 тербий	Dy 66 162,50 диспрозий	Ho 67 164,9304 гольмий	Er 68 167,26 эрбий	Tm 69 168,9342 тулий	Yb 70 173,04 иттербий	Lu 71 174,967 лютеций
---------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

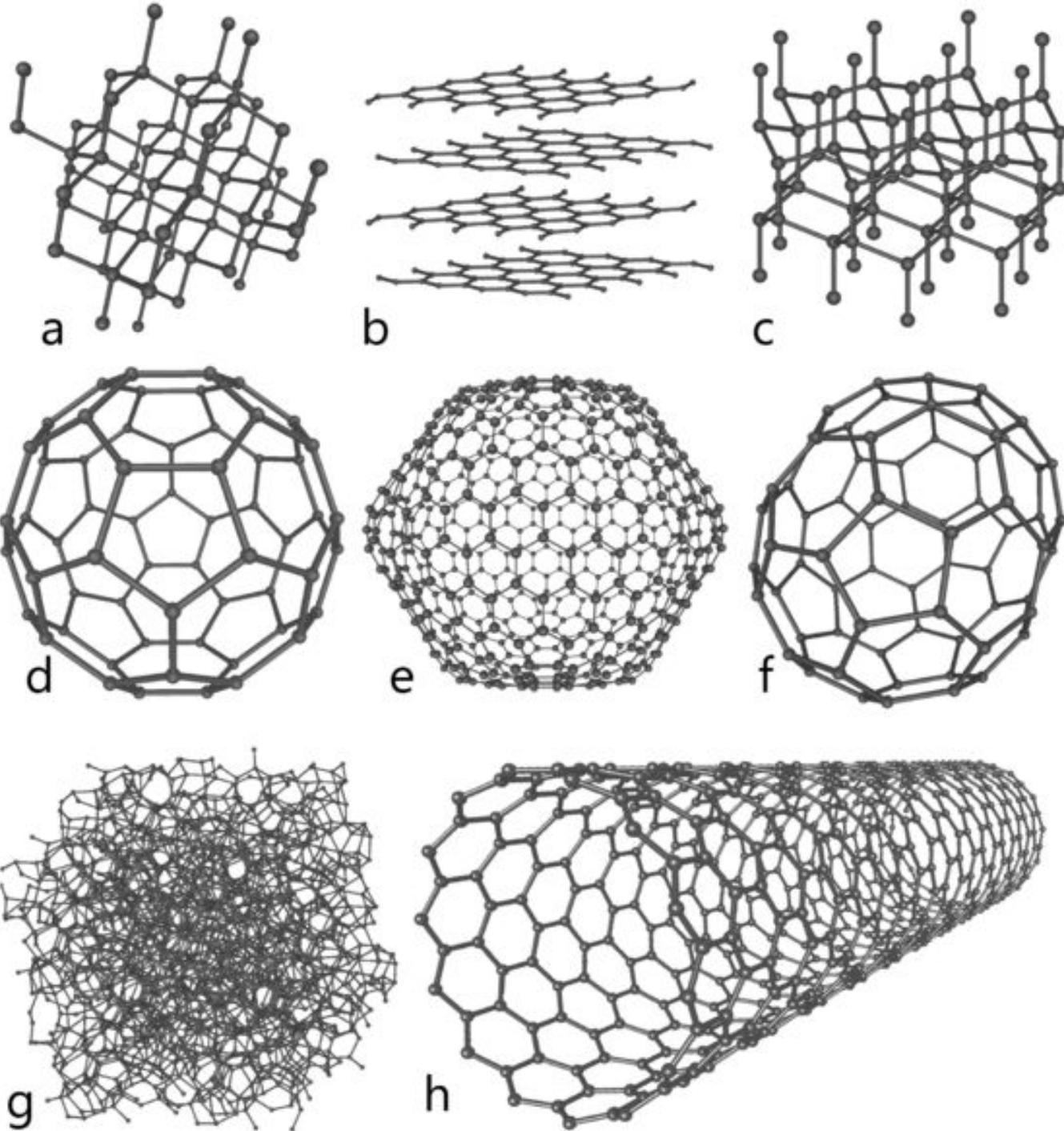
** Актиноиды

Th 90 232,0381 торий	Pa 91 [231] протактиний	U 92 238,0289 уран	Np 93 [237] нептуний	Pu 94 [244] плутоний	Am 95 [243] америций	Cm 96 [247] кюрий	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] луоренсий
-----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Целое число в скобках – массовое число наиболее устойчивого изотопа

- Наиболее часто встречающимися в природе элементами являются водород и гелий, на земле преобладают водород, кислород и кремний.

- Ряд элементов проявляются в виде разных, отличающихся по строению и свойствам простых веществ (аллотропия, например, проявляющаяся в разных кристаллических формах углерода – графите, алмазе, фуллерене и пр.)). В аллотропии проявляется свойство атомов включаться в более сложные системы – молекулы.





алмаз



графит

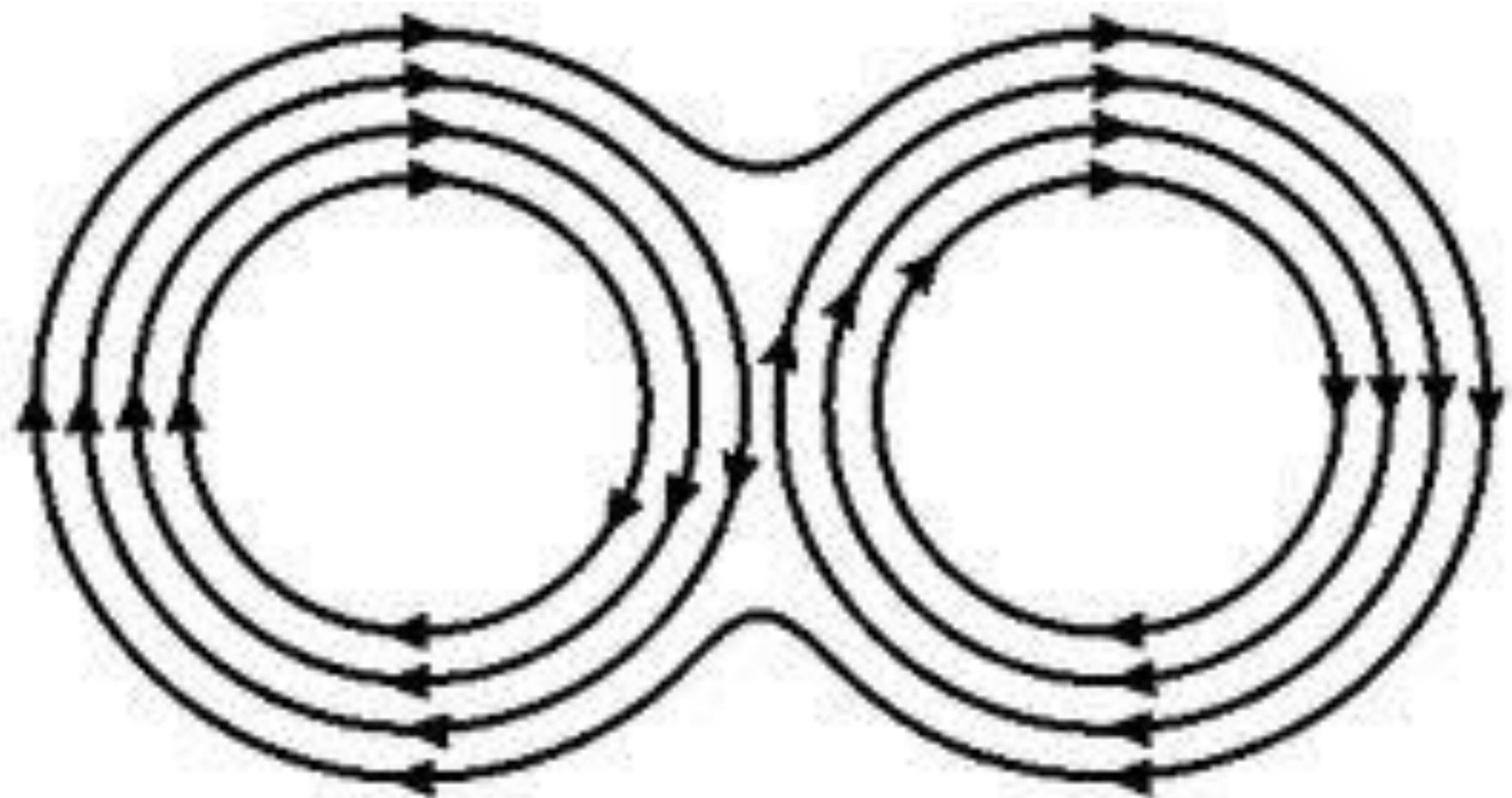
- водный раствор $C_{60}H_{12}N_6$



- молекулой принято
называть состоящую хотя
бы из двух атомов
самостоятельную
мельчайшую стабильную
частицу химического
вещества, имеющую все его
свойства

- Сложнейшие представители молекулярного уровня – макромолекулы – включают себя тысячи атомов разных химических элементов

- Важным свойством молекул является молекулярная масса, определяющаяся суммой масс всех атомов, входящих в молекулу. Молекула также характеризуется постоянным количественным и качественным составом



**Образование химической
связи между двумя атомами**

- Особой разновидностью молекул (и атомов) являются свободные радикалы, имеющие на внешней оболочке неспаренный (одиночный) электрон, что предопределяет парамагнитные свойства и способно усиливать реакционные возможности радикалов.

- Важным для определения молекулы служит определенный набор состояний, которые она принимает или может принимать, переходя от состояния к состоянию самопроизвольно или под влиянием внешних сил.

- Каждое состояние молекулы характеризуется конкретными свойствами, в определенной мере характеризующими вещество, складываемое молекулами. При любой химической реакции молекулы структурно изменяются, причем видоизменяется не только порядок связи атомов, но – зачастую и их число

- В отличие от простых веществ, состоящих из атомов одного вида, сложные вещества, состоящие из разных химических элементов, чаще всего складываются как раз из молекул.

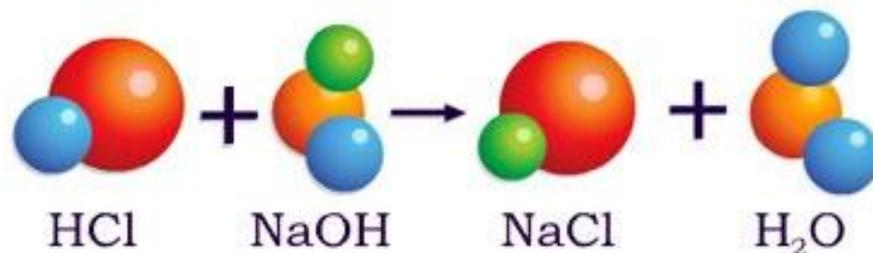
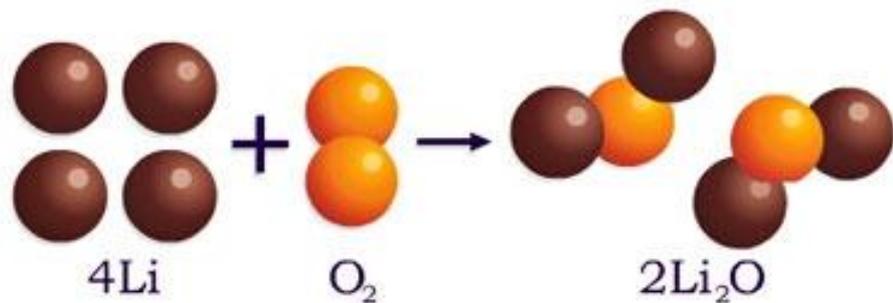
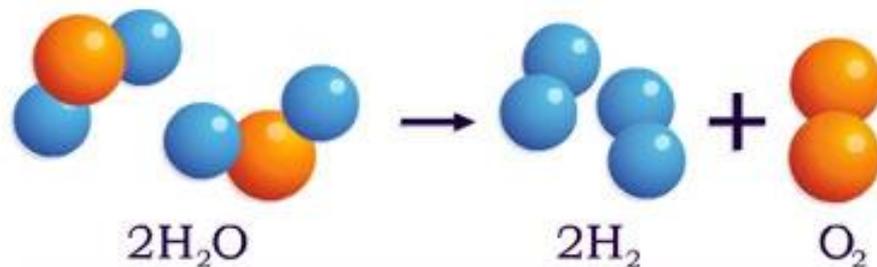
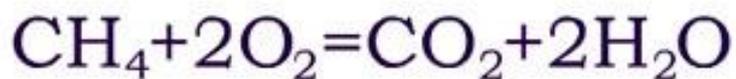
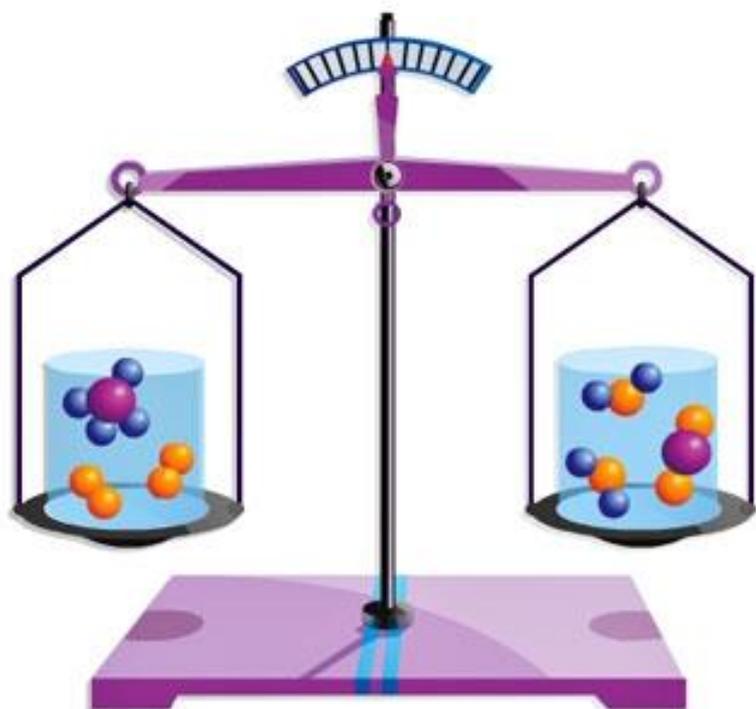
- Соединения – вещества, состоящие из одинаковых молекул, каждая из которых состоит из разных атомов. Как таковые соединения обладают постоянными физическими свойствами. В особый класс выделяются органические соединения, включающие в свой состав углерод (помимо карбидов, угольной кислоты, карбонатов, оксидов углерода и цианидов).

- Соединения также характеризуются как чистые вещества, в отличие от смесей – веществ, состоящих из разнотипных молекул. Поскольку чистые вещества в природе встречаются редко, то они получают из смесей посредством различных методов. Различаются смеси однородные (в состав входят частицы очень малых размеров, напр, воздух) и неоднородные (напр, мутная вода, кровь, почва).

- Однородные смеси также характеризуются как растворы, которые в зависимости от состояния могут быть жидкими, газообразными и твердыми. В растворе обычно выделяются растворимое вещество и растворитель – компонент, агрегатное состояние которого не меняется при образовании раствора (либо просто преобладающий компонент). Важным показателем для ряда химических процессов с растворами служит водородный показатель (кислотность среды), мера активности ионов водорода в растворе.

- Химические реакции в целом выявляют собственно химические свойства вещества. В ходе этих реакций из исходного вещества или смеси веществ (реагентов) образуются новые вещества (продукты реакции), при этом в атомах изменяется электронные оболочки, но не ядро атома (новые химические элементы не образуются). Важнейшим признаком химической реакции является исчезновение одних веществ и образование других.

Закон сохранения массы веществ



Масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции.



1

2

3

4

5

6

7

8

- Сопутствующими признаками являются образование осадка, изменение цвета, изменение запаха, выделение газа и выделением или поглощением теплоты. Важнейшим условием многих химических реакций является наличие катализатора, – химического вещества, ускоряющего реакцию, но не входящее в состав продуктов реакции, а потому количественно в результате реакции не изменяющееся.

- Химические реакции классифицируются по изменению степени окисления, по тепловому эффекту, по обратимости, по типу изменения реагирующих веществ и др.

- По изменению степени окисления выделяются окислительно-восстановительные реакции (одно вещество (окислитель) понижает степень окисления, за счет чего другое (восстановитель) – повышает, например, горение водорода (восстановитель) в кислороде (окислитель) с образованием воды) и не окислительно-восстановительные реакции (реакции без изменения окисления).

- По тепловому эффекту различаются экзотермические (с выделением тепла) и эндотермические (поглощение тепла) реакции.
- По обратимости классифицируют необратимые и обратимые реакции.

- По типу изменения реагирующих веществ выделяют реакции разложения (из одного вещества образуются несколько новых), соединения (из нескольких веществ образуется одно) и реакции образования нескольких новых веществ из нескольких реагентов (замещение и обмен).

- По составу реагентов различают гомогенные (реакционная смесь однородна) и гетерогенные (реакционная смесь неоднородна).

3. Живое: субклеточный уровень

- Клеточный,
организменный,
популяционный,
биогеоценотический и
биосферный уровни
ЖИВОГО

- Основы существования жизни рассматривает органическая химия, живое как целостную сферу мира – биология.

- Живое может определяться по своему составу (формируется на основе белков и органических соединений), а также по основным своим свойствам – самосохранению, самовоспроизводству и эволюции, обмену веществ, активной реакции на внешние раздражители и особым способам взаимодействия.

- Эти свойства считаются относимыми к живому начиная с уровня клетки, однако, вопрос о происхождении живого заставляет ученых рассматривать некоторые органические соединения в качестве также возможных носителей этих свойств.

- **В противовес представлению, что живое абсолютно, существует всегда и везде, например, в виде семян (гипотеза панспермии), с древности сформировались две противостоящих трактовки происхождения живого:**

- **1. (из мифологического мировоззрения) органицизм: естественность и самопроизвольность зарождения живого (Аристотель: живое возникает не только посредством воспроизводства, но и вследствие разложения почвы).**

- **2. (из религиозного мировоззрения) креационизм: возникновение живого – процесс искусственный, направляемый внешней разумной силой (Богом). В соответствии с Писанием Бог сотворил растения в третий день творения, в пятый – рыб, пресмыкающихся и птиц, в шестой – животных и человека.**

- **Итальянский биолог Франческо Реди на основе экспериментов постулировал, что живое происходит только от живого (принцип Реди)**

- **Луи Пастер, экспериментируя с микроорганизмами, пришел к выводу, что живое в той или иной среде возникает лишь если его семена в ней уже содержатся**
- **В современной науке – возрождение органицизма в виде концепции биохимической эволюции**

Гипотеза биохимической эволюции (гипотеза Опарина – Холдейна)

- в 1924 г. советский исследователь Александр Опарин: особые растворы высокомолекулярных соединений в «первичном бульоне» древнего океана Земли могли самопроизвольно трансформироваться в первые органические вещества, из которых впоследствии возникли белки и белковые тела.**

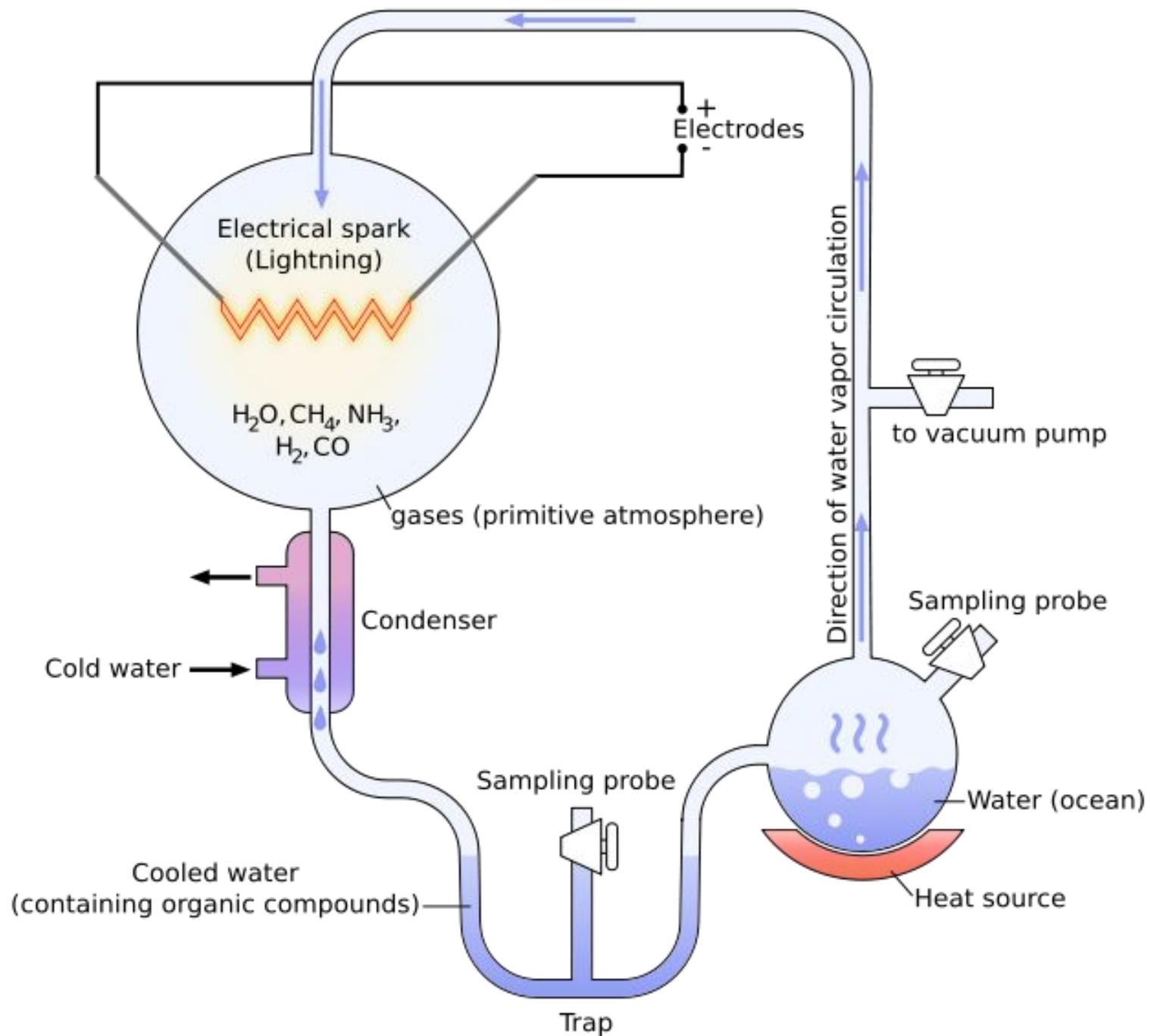
- **Аналогичную идею высказал в 1928 г. британский биолог Джон Холдейн: живое (первые «большие молекулы») появилось из смеси воды, диоксида углерода и аммиака под влиянием солнечного ультрафиолетового излучения и с возможным влиянием комет, привносивших в атмосферу Земли большое число органических веществ.**



- **подтверждение в 1953 г. экспериментах американских ученых Стэнли Миллера и Гарольда Юри. Они воспроизвели предполагаемую первичную химическую смесь, приведшую к формированию живого (водяной пар, метан, аммиак, водород, оксид углерода)**

- **Подвергли ее ряду воздействий, аналогичных возможным условиям планеты на ранних стадиях ее развития, в частности, высокой температуре и электрическим разрядам.**

- **В результате удалось синтезировать большинство аминокислот, входящих в состав живого (позже аналогично синтезировали другие аминокислоты и более сложные молекулы нуклеотидов).**



- **Немецкий ученый Манфред Эйген: самовоспроизводящиеся макромолекулы объединялись в замкнутые автокаталитические цепи (гиперциклы), приобретая важнейшие характеристики живого (приспособляемость, наследственность, обмен веществ).**

- **В конкуренции этих гиперциклов «выживают» наиболее быстрые и эффективные, эволюционируя во все более высокоэнергетические молекулы, в том числе белковые, а впоследствии – в первые клетки.**

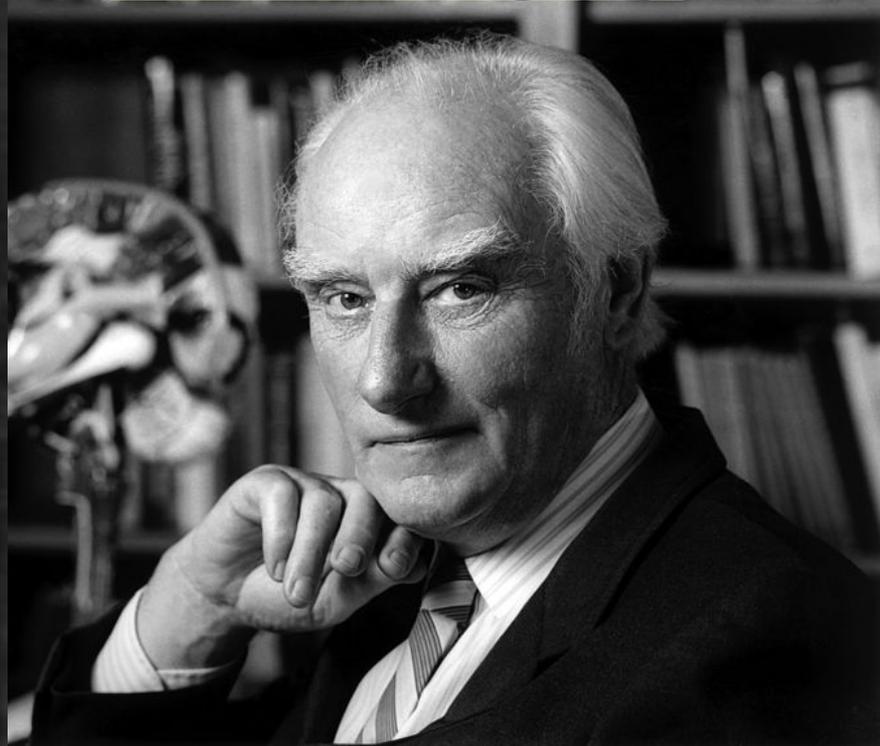
- **Карл Вёзе:**
предположение, что все живое возникло из рибонуклеиновых кислот (РНК) как носителей информации и одновременно катализаторов.

- **Считается, что именно РНК в ходе случайных мутаций синтезировали как белки, так и дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК). Возможность синтеза самовоспроизводящейся РНК из неживого вещества была подтверждена в 1975 г. опытами Манфреда Сампера и Рудигера Льюиса.**

Современные представления

- **Живое было занесено на Землю из космоса, где оно и возникло (формирование субклеточной органики, в частности, в хвостах комет). Паранаука (уфология): гипотеза о занесения жизни на Землю инопланетянами**

- **ДНК открыта Иоганном Мишером в 1869 г., в 1944 г. была выявлена ее функция носителя генетической информации, а детальное ее описание в 1953 г. предложили американский биолог Дж. Уотсон и английский физик Ф. Крик.**



- **ДНК – макромолекула, состоящая из повторяющихся нуклеотидов, чаще всего представляет линейную или циклическую правозакрученную двойную (двухцепочную) спираль.**

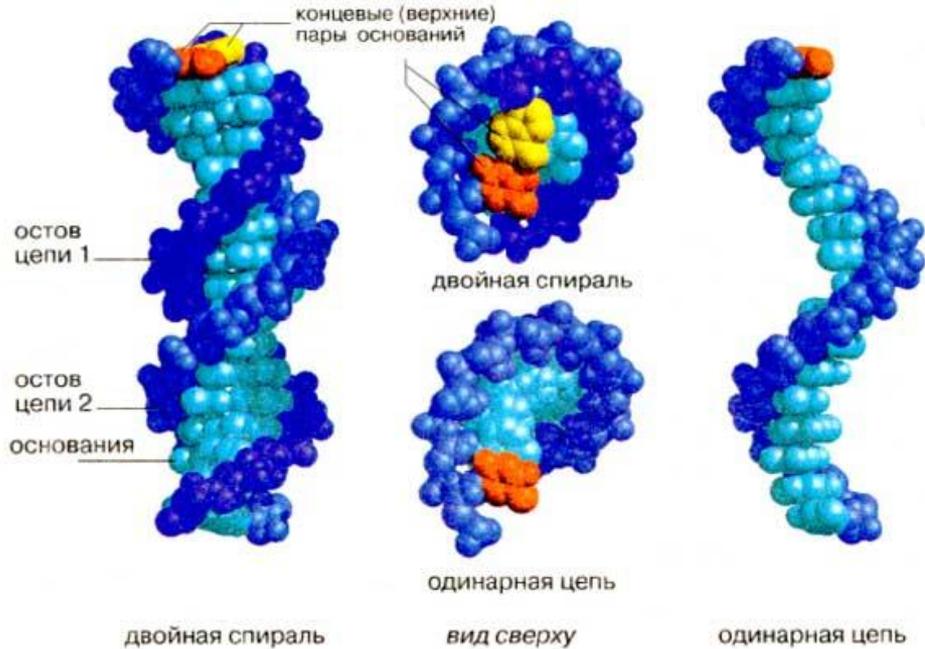
- **В последовательности нуклеотидов содержится закодированная информация, задающая основные параметры живой системы (жизнедеятельность, рост, развитие) и обеспечивающая наследственность и изменчивость.**

- **Части этой последовательности копируется при синтезе РНК, другие выполняют регуляторные и структурные функции, в том числе определяющие репликацию ДНК (деление с наращиванием, в результате которых из одной молекулы возникают две), выступающую прототипом размножения живого.**

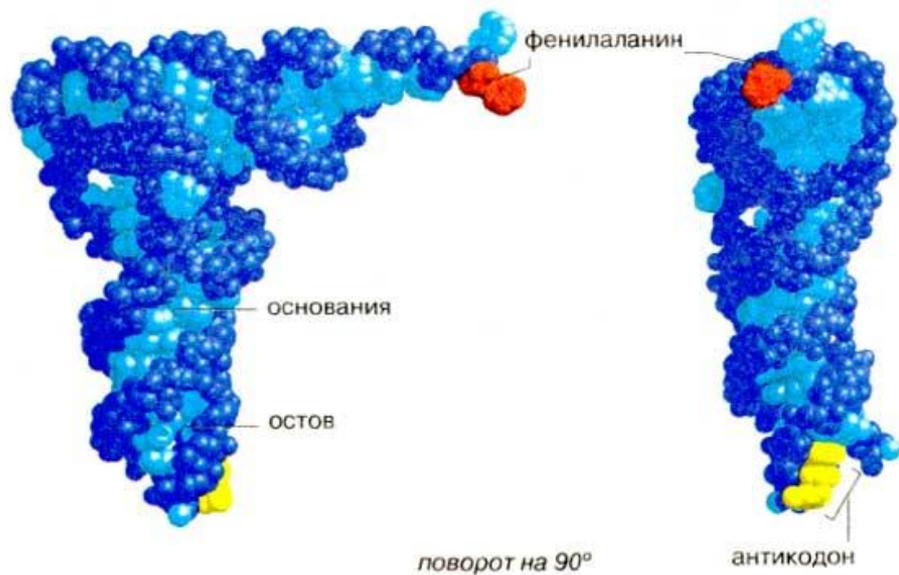


- **Участки ДНК содержат «генетических паразитов» типа транспозонов или не используемую информацию («некодирующая последовательность», или т.н. «мусорная ДНК», у человека – около половины ДНК), часто отражающую историю вида (дезактивированные коды).**

- **При определенных условиях неиспользуемая информация может быть задействована, в том числе для приспособления организма к новым условиям существования.**

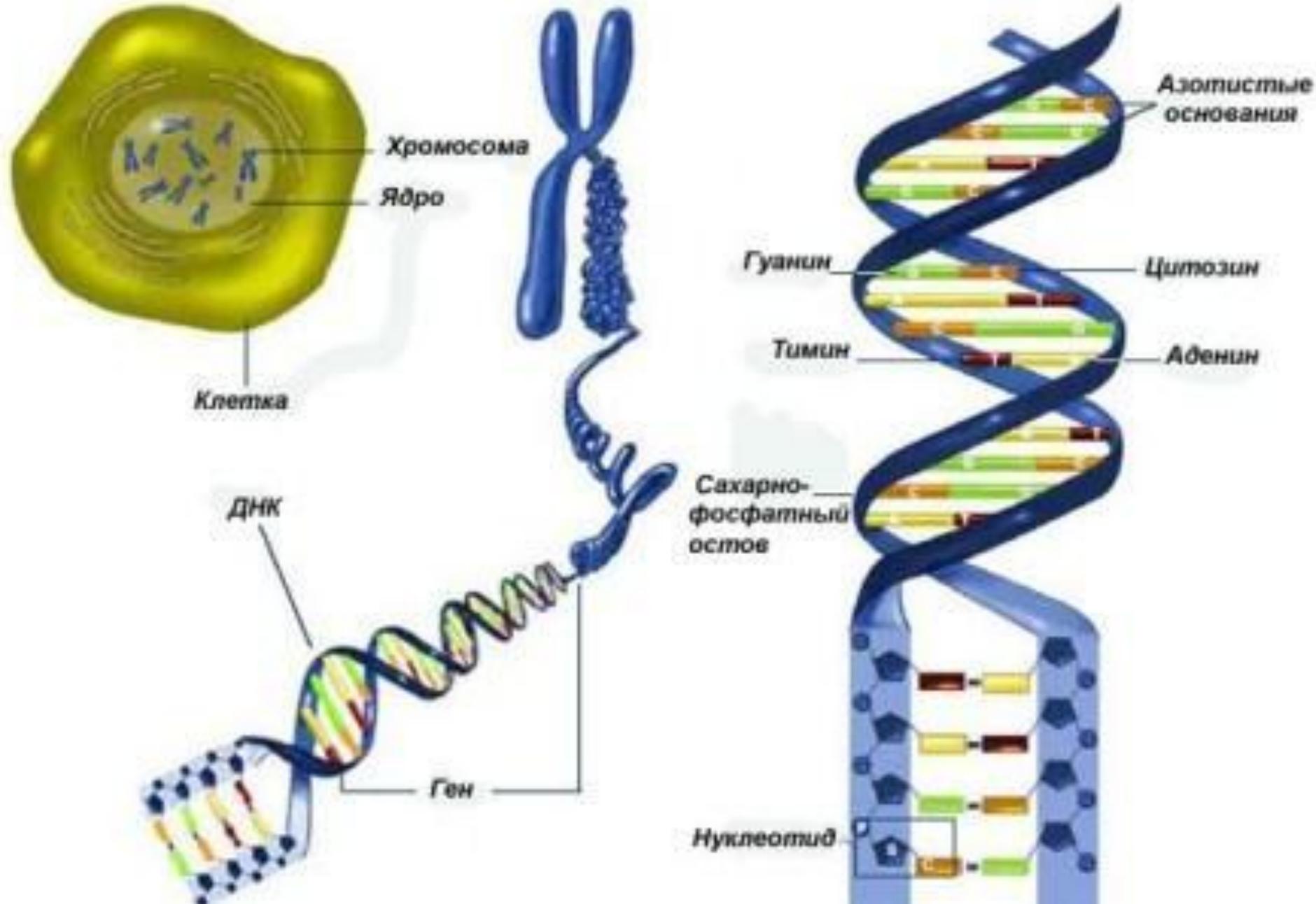


А. В-ДНК



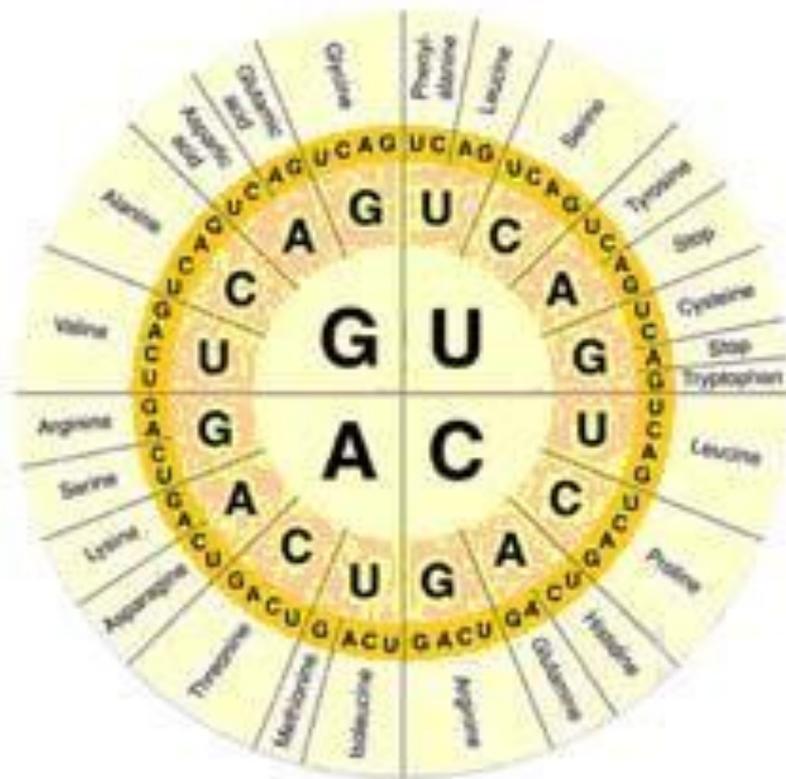
- **Информационной единицей ДНК считается ген, представляющий собой участок ДНК, кодирующий одну молекулу белка или РНК. Для всякого вида свойственен особый набор генов – геном, для каждого организма – особое соотношение этих генов (генотип).**

- **Несмотря на то, что информация о видовых чертах превалирует, в ДНК открыты и особые участки, определяющие индивидуальность, причем с полной точностью, что позволило сделать ДНК-анализ важнейшим методом юридической экспертизы.**



- **Генетическому коду присуща триплетность, описываемая кодоном – словом, состоящим из трех букв (место которых занимают обозначения формирующих код нуклеотидов четырех типов).**

Генетический код



- *На стыке биологии, математики и информационной теории родилось открытие. Это был триумф генетики, и научный триумф Георгия Гамова, которому всего лишь «было занято разгадывать коды».*

$$4^1 = 4$$

$$4^2 = 16$$

$$4^3 = 64$$

- **В информационной последовательности имеют место нарушения, что приводит к мутациям организма (зачастую патогенным) и его наследственности. Выявление этих нарушений используется в современной медицине в частности для превентивной идентификации генетически обусловленных заболеваний.**

- **Несмотря на индивидуальные и видовые различия в целом генетический код един для всего живого, а потому предполагается, что все живое возникло из единого источника, от ЛУКИ.**

- **Молекула РНК в отличие от ДНК чаще всего одноцепочная, более короткая и в силу своего специфического состава менее стабильная. Она синтезируется на основе ДНК, однако, может возникать из абиотических веществ, вследствие чего, как говорилось выше, РНК рассматривается как предшественница ДНК.**

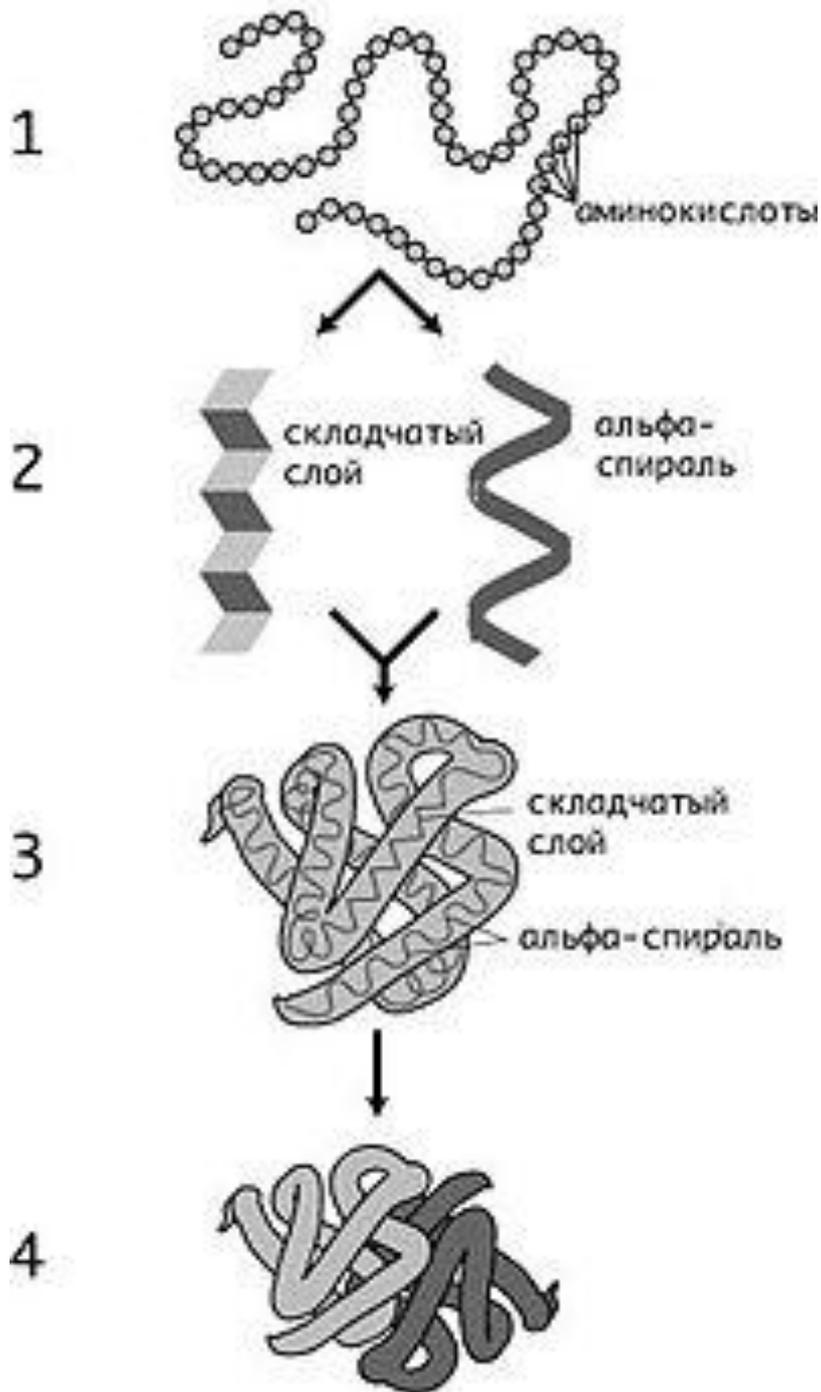
- **РНК участвуют в синтезе белка и регуляции генов, выступая передатчиком информации, а также выступают и катализаторами ряда биохимических реакций.**

- **Еще одним важнейшим основанием живого выступают белки (ранее вообще считалось, что именно белковая природа отличает живое от неживого). Белки – состоящие из аминокислот высокомолекулярные органические вещества, определяющие жизнедеятельность клеток и организмов.**

- **Белки полифункциональны: ряд белков (ферменты) катализируют процессы синтеза и расщепления сложных молекул живого (в том числе ДНК и РНК), белки регулируют биологические процессы, определяют движение и обмен веществ, защиту (в том числе иммунитет) и информационный обмен в органических системах. Наконец, белки задают цитоскелет клетки, являются основным материалом самой клетки и ряда межклеточных веществ.**



- Кристаллы различных белков, выращенные на космической станции «[Мир](#)» Кристаллы различных белков, выращенные на космической станции «Мир» и во время полётов [шаттлов](#) Кристаллы различных белков, выращенные на космической станции «Мир» и во время



- Уровни структуры белков: 1 — первичная, 2 — вторичная, 3 — третичная, 4 — четвертичная