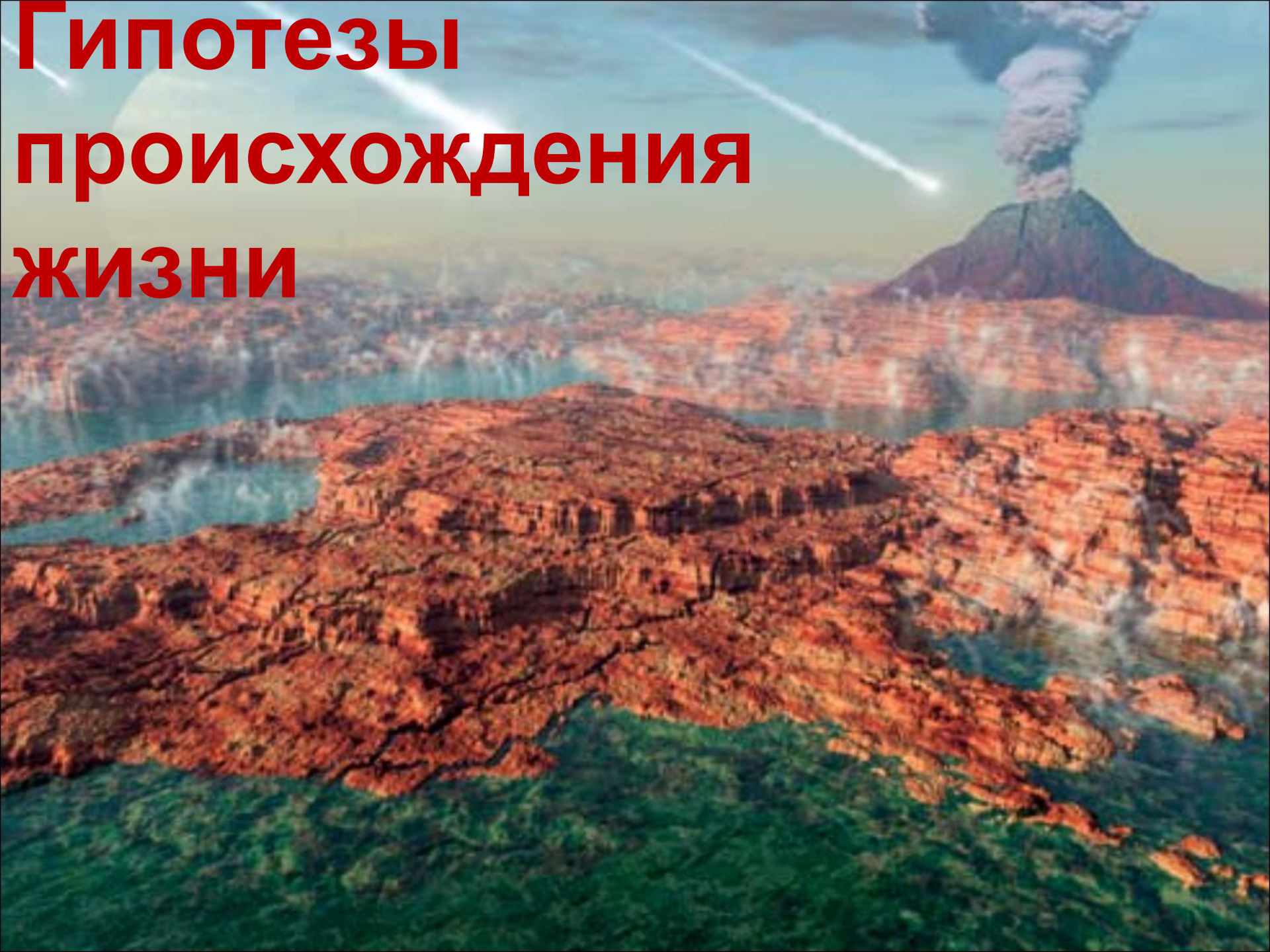


Гипотезы происхождения жизни



Вопросы к зачёту

- 37. Пять классических гипотез происхождения жизни на Земле.
- 38. Суть гипотезы биохимической эволюции зарождения жизни.
- 39. Условия для появления живого из неживого.
- 40. Теория абиогенного происхождения жизни А.И. Опарина.

Креационизм

- Согласно креационистской гипотезе сотворения жизни на основе толкования Библии предполагают, что животный, растительный мир и Человек создан Богом сразу по его желанию, как говорится, во всей своей красе и всем разнообразии. При этом все эти творения Бога созданы в совершенной гармонии и не требуют своего дальнейшего развития.



Гипотеза самопроизвольного непрерывного зарождения живого из неживого

- Эти представления поддерживали древнегреческие мыслители (Аристотель, Платон) и более поздние ученые (Галилей, Бэкон, Декарт, Гегель, Ламарк). Согласно Аристотелю, частицы вещества содержат «активное начало», дающее возможность зародиться живому, например, лягушки и насекомые при определенных условиях заводятся в сырой почве, в стоячей воде — черви и водоросли, в протухшем мясе при гниении — личинки мух.

Гипотеза самопроизвольного непрерывного зарождения живого из неживого

- Ван Гельмонт (1579—1644), голландский врач и натурфилософ, описал эксперимент, в котором он за три недели якобы создал мышей. Для этого нужны были грязная рубашка, темный шкаф и горсть пшеницы. Активным началом в процессе зарождения мыши Ван Гельмонт считал человеческий пот.



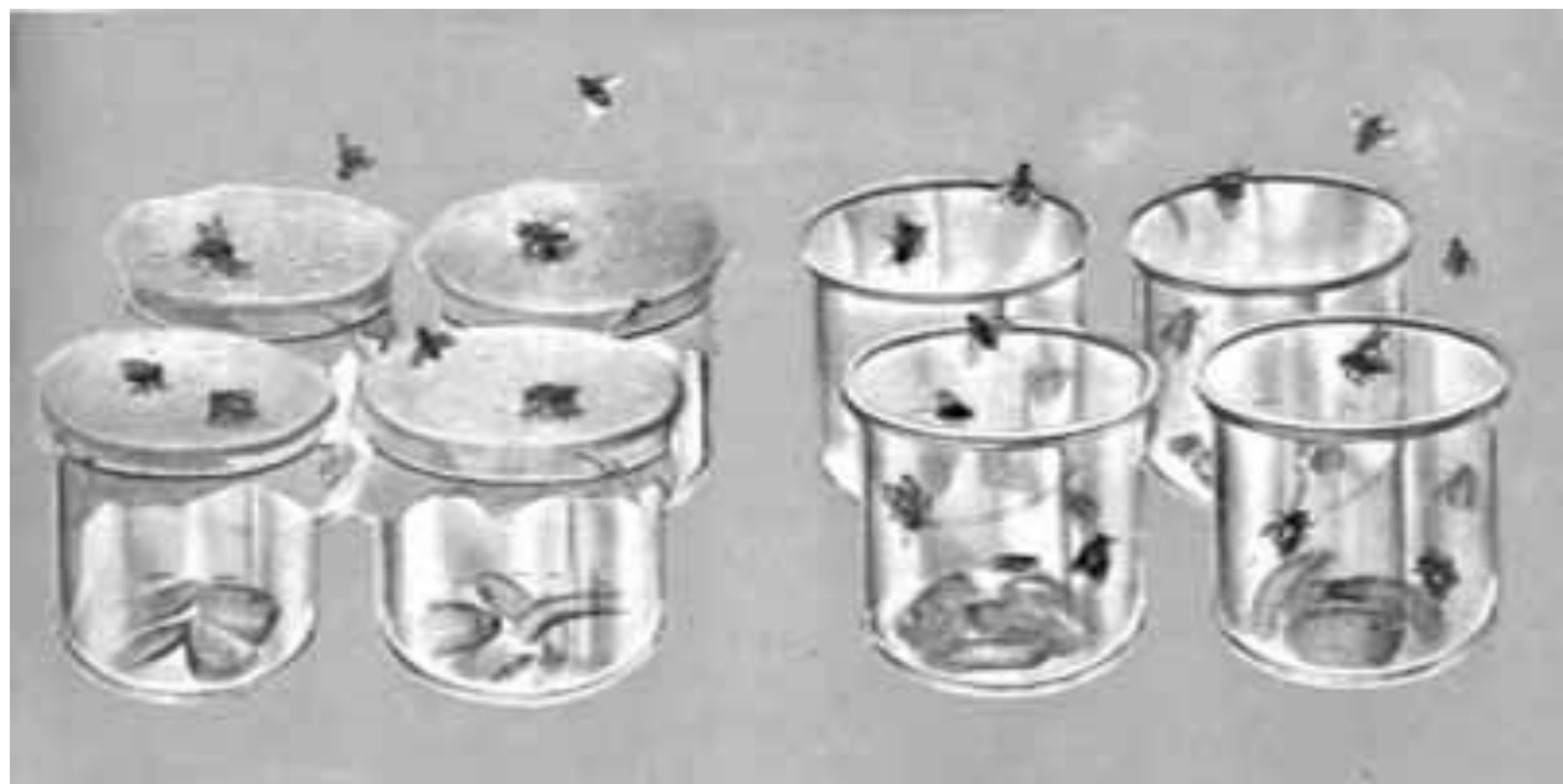
- Теории самозарождения, или абиогенеза, придерживались в течение многих лет после Аристотеля. В начале XIII столетия люди охотно верили в разные небылицы, подтверждающие ее.



Гипотеза самопроизвольного непрерывного зарождения живого из неживого

- Первый ощутимый удар по этой теории нанес итальянский естествоиспытатель и врач Ф. Реди (1626—1698), который в 1688 г. проделал опыт с закрытыми и открытыми сосудами, где были помещены мертвые змеи. В открытом сосуде мухи откладывали свои яйца и из них развивались личинки мух. В закрытом сосуде этого не происходило — отложенные на закрывающую банку кисею яйца не давали личинок. Из этих опытов и возник известный принцип Ф. Реди — «*все живое от живого*».





Гипотеза самопроизвольного непрерывного зарождения живого из неживого

- В дальнейшем французский микробиолог Л. Пастер (1822—1895) и английский физик Тиндаль (1820—1893) показали, что при определенных условиях (стерилизация, а в дальнейшем возник и термин «пастеризация») живые организмы — вирусы — не могут возникать. Однако это еще не является доказательством невозможности возникновения живого из неживого.

Панспермия

- Теория **панспермии** о занесении «зародышей жизни» из Космоса является гипотезой о **внеземном происхождении жизни**. Известно, что в мировом пространстве имеются частицы вещества, пылинки, на которых могут находиться живые споры микроорганизмов.



Панспермия

- Панспермия. Согласно теории Панспермии, предложенной в 1865 году немецким ученым Г. Рихтером и окончательно сформулированной шведским ученым Аррениусом в 1895 году, жизнь могла быть занесена на Землю из космоса. Наиболее вероятно попадание живых организмов внеземного происхождения с метеоритами и космической пылью. Это предположение основывается на данных о высокой устойчивости некоторых организмов и их спор к радиации, глубокому вакууму, низким температурам и другим воздействиям. Однако до сих пор нет достоверных фактов, подтверждающих внеземное происхождение микроорганизмов, найденных в метеоритах.
- Но если бы даже они попали на Землю и дали начало жизни на нашей планете, вопрос об **изначальном** возникновении жизни оставался бы без ответа.

Пансмермия

- В настоящее время получены космохимические данные, указывающие на возможность возникновения органических веществ, характерных для живых организмов, химическим путем в космических условиях. При изучении состава метеоритов (главным образом хондритов) и комет были обнаружены спирты, карбонильные соединения, вода, синильная кислота, формальдегиды и т.д. Большая часть молекул, обнаруженных в межзвездных облаках, относится к простейшим соединениям углерода, в том [4. Теория вечного существования](#) числе к аминокислотам. Предшественники

Биохимическая эволюция

Космологическая эволюция

• БВ → излучение + вещество →

Галактики, Вселенная → планеты

первичная атмосфера вторичная

атмосфера, гидросфера органические

вещества, аминокислоты →

коацерватные капли, естественный отбор,

мутации ДНК, РНК белок

Условия для появления живого из неживого

**Считается, что требуются четыре
основных условия:**

- наличие определенных химических веществ,**
- наличие источника энергии,**
- отсутствие газообразного кислорода,**
- длительное время.**

Александр Иванович Опарин (1894-1980)



- — русский биолог и биохимик, построивший эволюционную теорию возникновения жизни из абиотических компонентов.

Александр Иванович Опарин

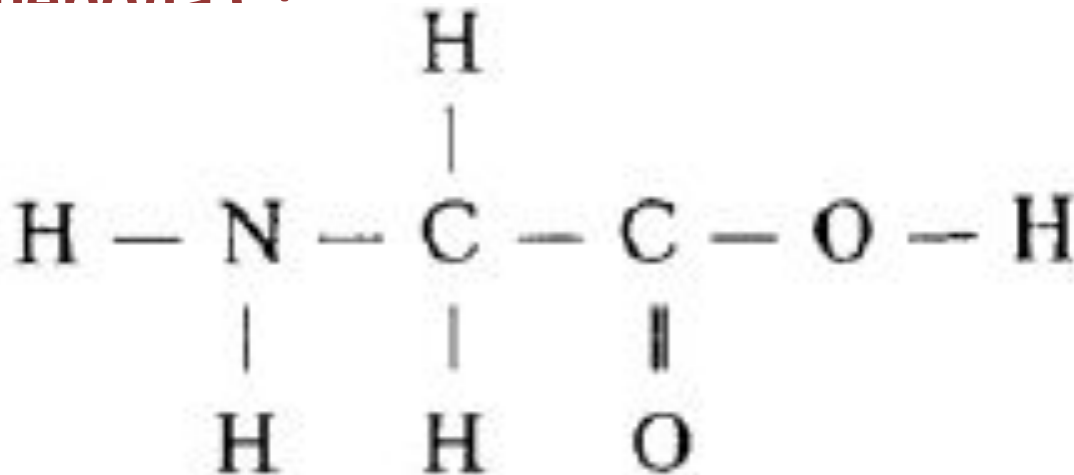
происхождения жизни А.И.

Опарина

- Процесс биохимической эволюции по Опарину можно представить в виде нескольких этапов:
- Переход воды в процессе охлаждения Земли из парообразного состояния в жидкое, образование отдельных атмосферы и гидросферы и последующая их эволюция. При этом шел синтез простейших неорганических соединений.
- Образование из неорганических соединений (H_2 , O_2 , CO_2 , NH_3 и CH_4) органических и накопление их в первичном океане в результате энергетического воздействия Солнца, электрических разрядов, космического излучения.
- Постепенное усложнение органических соединений и образование белковых структур.
- Выделение белковых структур из среды, образование гидрофильных комплексов и создание вокруг белков водной

Аминокислоты

- Аминокислоты — это такие органические соединения, которые служат основным элементом построения растительных и животных белков и поэтому играют особую роль в жизни организмов, участвуя в обмене азотсодержащих веществ. Свободные аминокислоты, например, глицин, содержат карбоксильную группу ($-\text{COOH}$) и аминогруппу ($-\text{NH}_2$), присоединенные к одному атому углерода С.



Теория абиогенного происхождения жизни А.И. Опарина

- В результате образования гидрофобных липидных границ между коацерватами и внешней средой создание полупроницаемых мембран, обеспечивающих стабильность функционирования коацервата.
- Связывание друг с другом нуклеотида коацерватов по принципу дополнительности с образованием цепи молекул. Обеспечение эволюции сложных соединений путем саморегуляции.
- Появление возможности самовоспроизводства при возникновении генетического кода. Предполагают, что таким образом образовалось живое вещество.

Макромолекулы

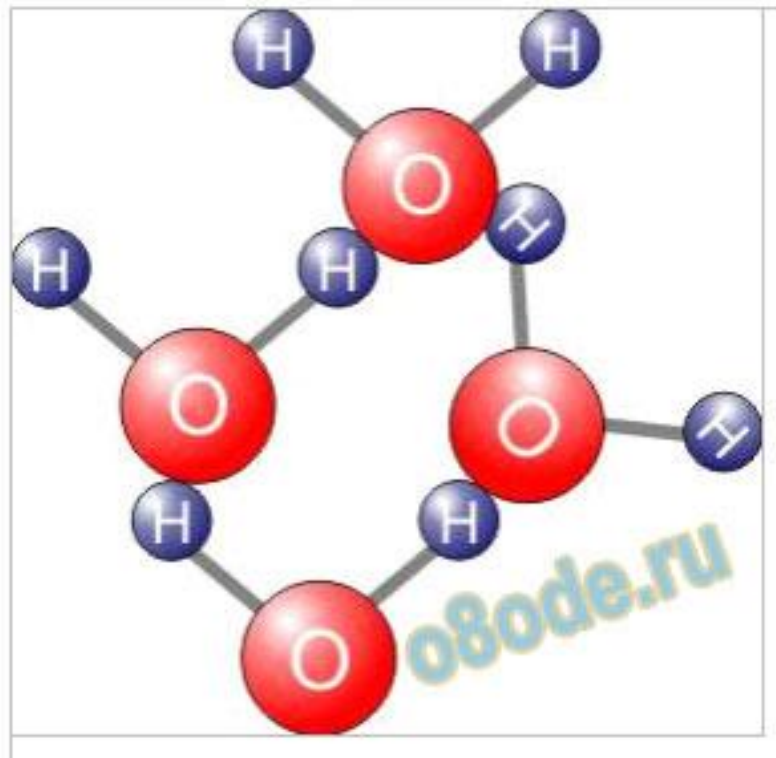
- **Макромолекула**, буквально — большая молекула, молекула полимера; построена по принципу повторения идентичных (у макромолекул **гомополимера**) или различных (у макромолекул **сополимера**) структурных единиц — мономерных (повторяющихся) звеньев. В линейных **макромолекулах** эти звенья соединены ковалентно в цепочку, длина которой характеризуется степенью полимеризации (то есть числом повторяющихся звеньев) или молекулярной массой.

Фрагмент макромолекулы
полиэтилена



**Из полиэтилена жизнь
не возникнет!!!**

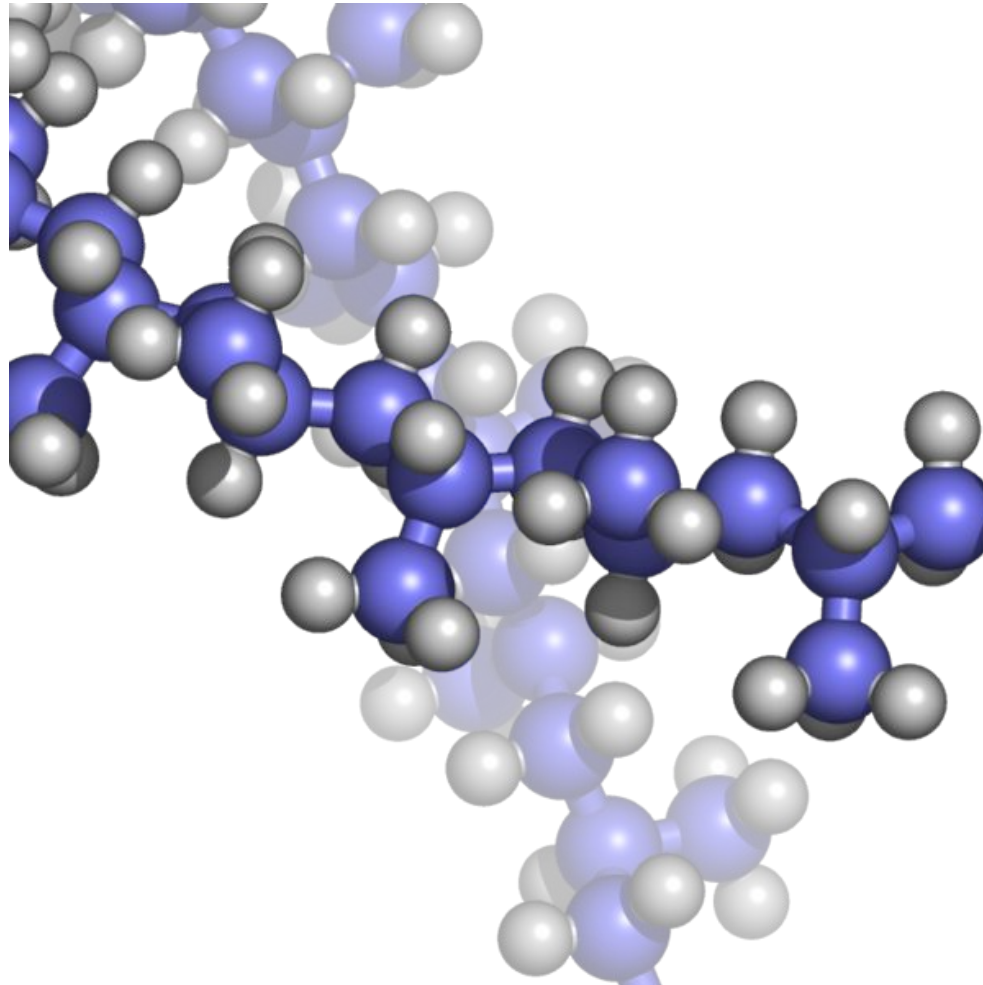
Макромолекулы воды



Полимеры

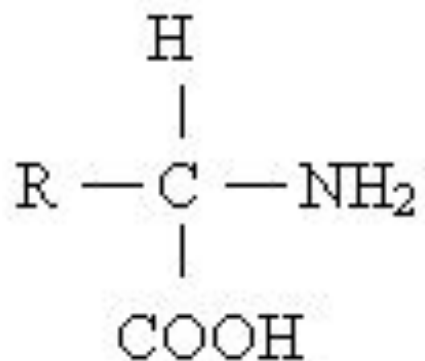
- Полимеры (греч. Полимеры (греч. πολύ- — много; μέρος — часть) — неорганические и органические, аморфные и кристаллические вещества, получаемые путём многократного повторения различных групп атомов, называемых «мономерными звеньями», соединённых в длинные макромолекулы химическими или координационными связями. Полимер — это высокомолекулярное соединение: количество мономерных звеньев в полимере (степень полимеризации) должно быть достаточно велико.
- Как правило, полимеры — вещества с молекулярной массой от нескольких тысяч до нескольких миллионов

Полимеры

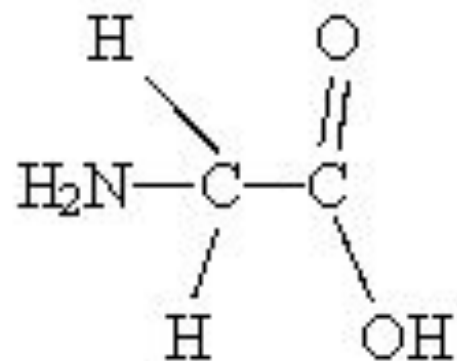


Аминокислоты

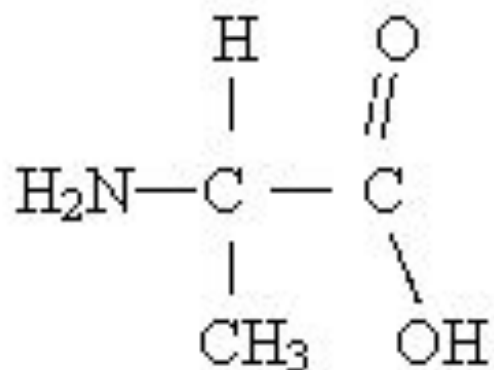
Общая формула



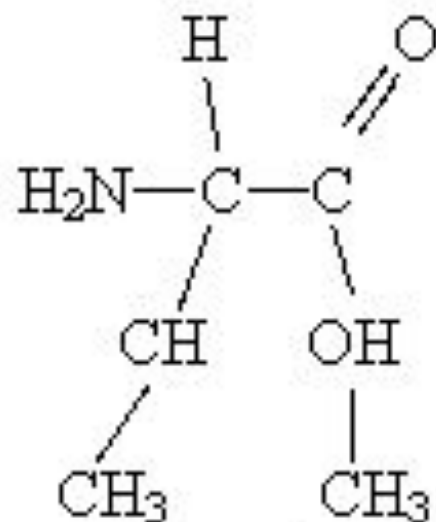
Глицин



Аланин



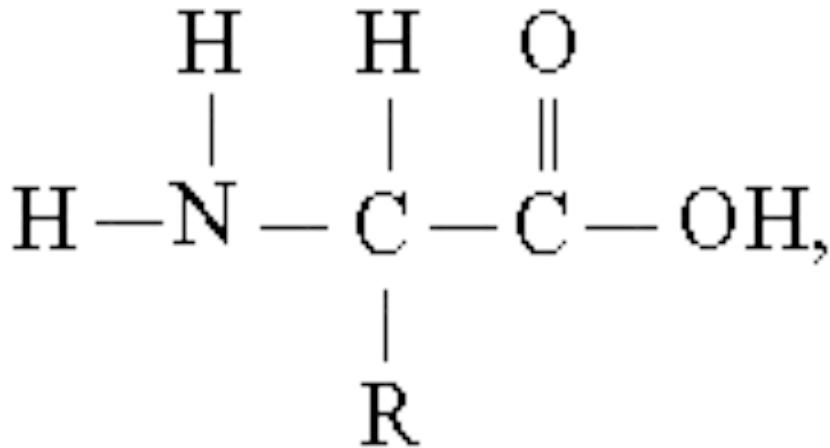
Валин



Полипептидная цепь

- **Образующиеся при удалении атома водорода от аминокислоты, аминокислотные остатки соединяются с ней пептидной связью (— CO—NH—), которая соединяет аминогруппу одной кислоты (или остатка) с карбоксильной группой другой. Полипептидная цепь образуется в результате повторения актов пептидной связи. На одном конце этой цепочки (N-конце) свободная NH₂ группа, на другом (C-конце) — COOH карбоксильная группа.**

Полипептидная цепь



где R – атом водорода или какая-нибудь органическая группа.

- Белковая молекула (полипептидная цепь) может состоять всего лишь из относительно небольшого числа аминокислот или из нескольких тысяч мономерных звеньев. Соединение аминокислот в цепи возможно потому, что у каждой из них имеются две разные химические группы: обладающая основными свойствами аминогруппа, NH_2 , и кислотная карбоксильная группа, COOH . Обе эти группы присоединены к атому углерода.
- Карбоксильная группа одной аминокислоты может образовать амидную (пептидную) связь с аминогруппой другой аминокислоты

Белки́ (протеи́ны, полипепти́ды)

- Белки́ (протеи́ны, полипепти́ды^[1]) — высокомолекулярные) — высокомолекулярные органические вещества) — высокомолекулярные органические вещества, состоящие из соединённых в цепочку пептидной связью) — высокомолекулярные органические вещества, состоящие из соединённых в цепочку пептидной связью альфа-аминокислот) — высокомолекулярные органические вещества, состоящие из соединённых в цепочку пептидной связью альфа-аминокислот. В

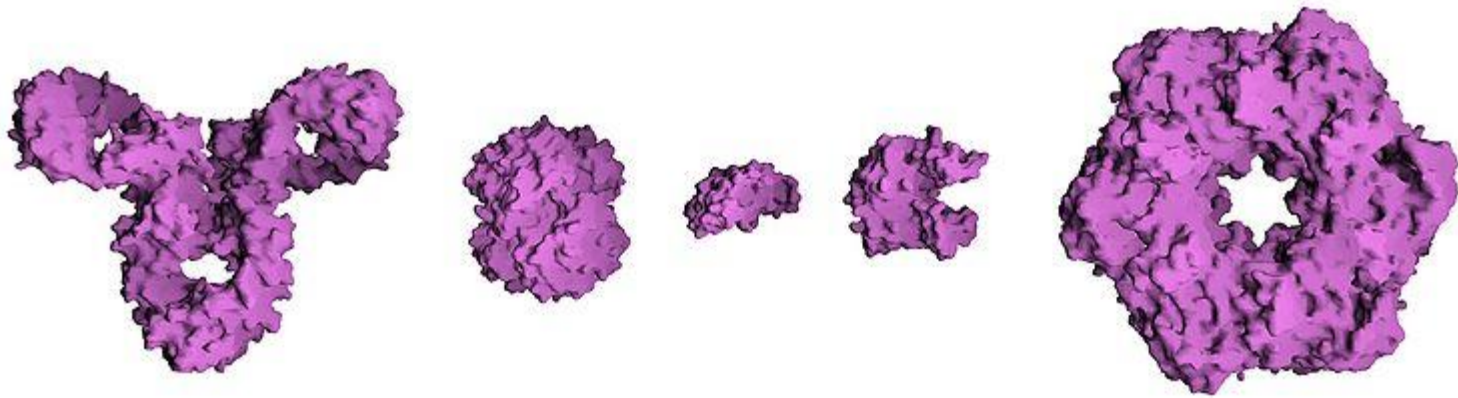
Белок

- Синтезировать можно многие тысячи различных аминокислот, и множество различных аминокислот встречается в природе, но для синтеза белков используется только 20 видов аминокислот: **аланин, аргинин, аспарагин, аспарагиновая кислота, валин, гистидин, глицин, глутамин, глутаминовая кислота, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, пролин, серин, тирозин, треонин, триптофан, фенилаланин и цистеин** (в белках цистеин может присутствовать в виде димера – цистина). Правда, в некоторых белках присутствуют и другие аминокислоты, помимо регулярно встречающихся двадцати, но они образуются в результате модификации какой-нибудь из двадцати перечисленных уже после того, как она включилась в белок.

20 видов аминокислот:

- аланин, аргинин, аспарагин, аспарагиновая кислота, валин, гистидин, глицин, глутамин, глутаминовая кислота, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, пролин, серин, тирозин, треонин, триптофан, фенилаланин и цистеин**

Белкі



Сравнительный размер белков. Слева направо: [антитело](#) Сравнительный размер белков. Слева направо: антитело (IgG), [гемоглобин](#) Сравнительный размер белков. Слева направо: антитело (IgG), гемоглобин, [инсулин](#) (гормон), аденилаткиназа (фермент) и глютаминсинтетаза (фермент)

Ферменты

- Ферменты или энзимы (от лат. *fermentum*, греч., греч. ζύμη, ἔνζυμον — закваска) — обычно белковые молекулы, греч. ζύμη, ἔνζυμον — закваска) — обычно белковые молекулы или молекулы РНК, греч. ζύμη, ἔνζυμον — закваска) — обычно белковые молекулы или молекулы РНК (рибозимы, греч. ζύμη, ἔνζυμον — закваска) — обычно белковые молекулы или молекулы РНК (рибозимы) или их комплексы

Гетеротрофы и автотрофы

- Первичной биотической основой жизни следует считать автотрофов. Автотрофные растения и животные являются пищей для гетеротрофов — таких живых организмов, которые не могут усвоить энергию непосредственно извне.

Гетеротрофы и автотрофы

- Ежегодно растения образуют до 150 млрд тонн органических веществ и запасают до 10^{16} кДж энергии Солнца. При этом они усваивают из атмосферы до 300 млрд тонн углекислого газа и разлагают до 130 млрд тонн воды, выделяя около 130 млрд тонн кислорода. Практически жизнь на Земле целиком зависит от фотосинтеза автотрофов. В настоящее время анаэробы существуют лишь там, где недостаточно кислорода для поддержания аэробной жизни.

Гетеротрофы и автотрофы

- Прокариоты анаэробы + фотосинтез
 - Эукариоты аэробы
 - Автотрофы + фотосинтез
 - Гетеротрофы

НОВЕЙШИЕ ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИЗНИ

- Жизнь на Земле никогда бы не зародилась, не будь у Земли Луны. Эта новейшая теория происхождения жизни на Земле принадлежит британскому биологу Ричарду Лэтсу. **4 миллиона лет назад Луна находилась на гораздо более близкой к Земле орбите**, и под влиянием ее притяжения приливы и отливы океанов были значительно сильнее, чем сейчас. Это, в свою очередь, способствовало ежедневной смене концентрации соли в морской воде, что в конечном счете и привело к зарождению жизни, утверждает ученый. Если эта теория верна, то одновременно она исключает возможность жизни на Марсе. Дело в том, что самый большой спутник Марса, Фобос, слишком мал для того, чтобы породить приливы и отливы, даже если на Марсе есть или была вода, что пока также не доказано.

НОВЕЙШИЕ ТЕОРИИ 1

ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИЗНИ

- Химики выдвинули новую теорию происхождения жизни на Земле - по их мнению, ее зарождению вполне могли поспособствовать древние вулканы. Газы, извергаемые вулканами, содержат много сульфида карбонила (химическая формула COS), а этот газ мог оказаться "клеем", с помощью которого склеились первые на Земле кирпичики жизни - органические молекулы.
- В опытах, поставленных учеными, молекулы аминокислот в присутствии сульфида карбонила склеивались друг с другом, образуя молекулы простейших белков. Скорость реакции была достаточно высокой, и никаких особых условий для ее осуществления не потребовалось. Если на заре земной истории концентрация сульфида карбонила, выбрасываемого огромным количеством вулканов, была значительной, именно он мог быть катализатором зарождения жизни на Земле.

**Жизнь без двойной
спирали, или новая теория
происхождения жизни**

- Эксперимент, который начал профессор Дорон Ланцет в институте Вейцмана, был основан на поиске альтернативы ДНК.



Дорон Ланцет

Идеи Ланцета основывались на более раннем учении Опарина



- Александр Иванович Опарин (1894-1980) — русский биолог и биохимик, построивший эволюционную теорию возникновения жизни из абиотических компонентов.

Александр Иванович Опарин

ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИЗНИ

- Эксперимент, который начали профессор Дорон Ланцет Кроны и его студенты, Дэниела Сегр и Dafna Бен в Центре Генома Человека в Институте Науки Германии, основан на поиске альтернативы белкам и рибонуклеиновым кислотам, так как появление белков или самокопирующихся молекул рибонуклеиновой кислоты осталось загадочным.
- Они развили модель, основанную на молекулах липида, и предложили новый взгляд на происхождение жизни. Липиды - масляные вещества, известные как главные компоненты мембран клеток. Липиды имеют две различных формы: гидро-фильную (привлекающую воду), и гидрофобную (отражающую воду). Липиды с готовностью синтезируются при моделируемых «предбиологических» условиях, и из-за их двусторонней природы имеют тенденцию спонтанно формировать надмолекулярные структуры, состоящие из тысяч молекулярных единиц. Это иллюстрируется на минимальных сообществах липида – на мицеллах, которые способны к росту и размножению в воде, что напоминает о жизнедеятельности клетки.

- Все же критический вопрос был оставлен без ответа: как минимальные сообщества липида могли нести и размножить информацию?

Модель, предложенная Ланцетом и коллегами предлагает решение. Они предполагают, что вначале липидоподобные составы существовали в очень большом разнообразии форм и размеров. Они показывают математически, что при существовавших условиях минимальные **сообщества липида могли содержать почти так же много информации, как и рибонуклеиновые кислоты или белковая цепь**. Информация была бы запасена в самом составе минимального сообщества, то есть в **точном количестве каждого из его компонентов**, что обеспечивало более точную передачу и сохранение информации, чем в последовательности молекулярных "гранул" на нити белка.

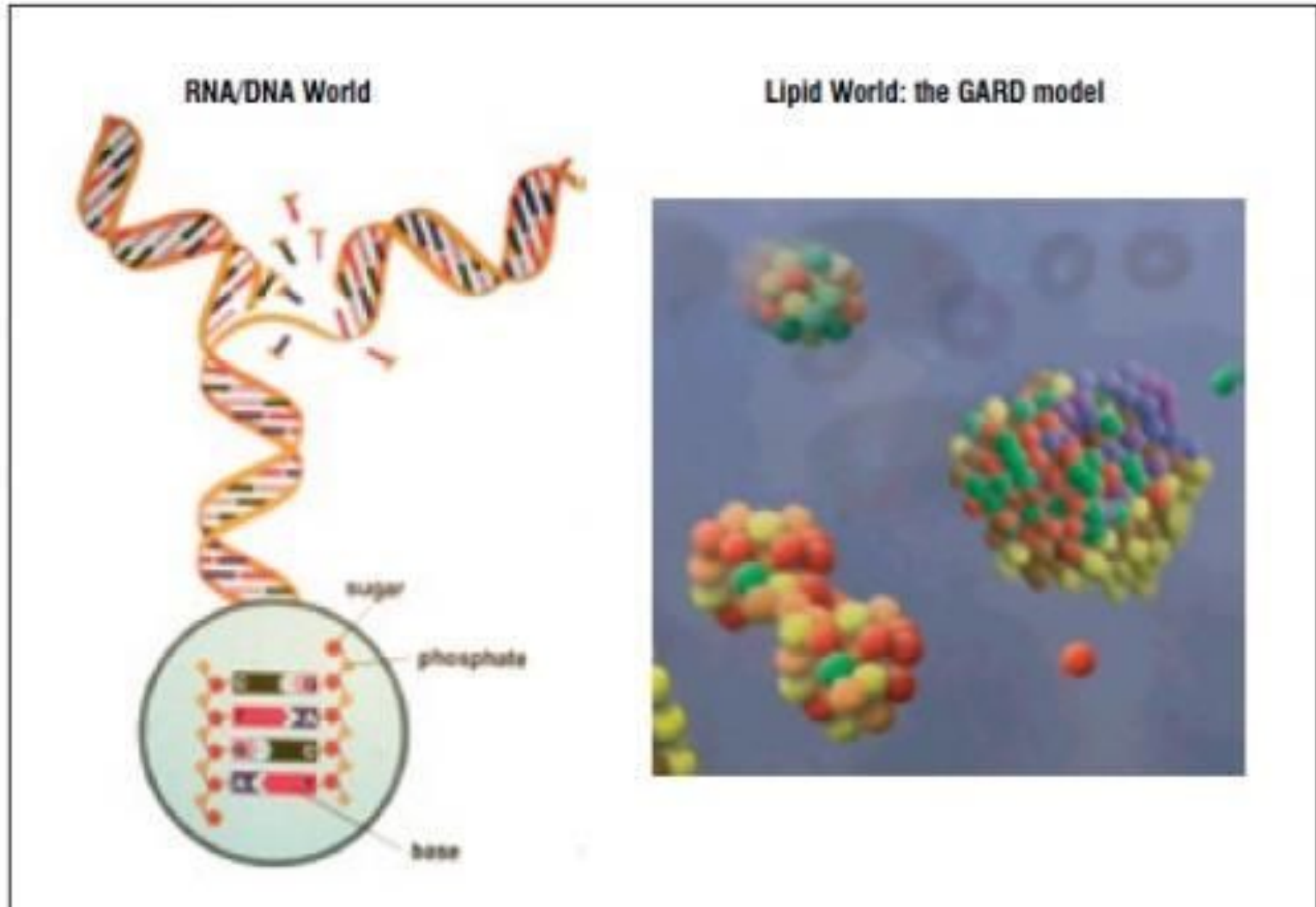
- Была представлена аналогия с духами: информация - аромат различается рецепторами, и запах в большей мере зависит от пропорции каждого компонента в смеси, чем в порядке, в котором ароматы добавлены.

- Таким образом, авторы доказывают, что о гетерогенных минимальных сообществах липида можно думать как о примитивных геномах. Они далее демонстрируют, как капелька - минимальное сообщество липида, при росте и делении, могло проявлять форму наследования. Их машинные моделирования показывают, как геном был бы передан минимальным сообществам потомства. Критический аспект модели - то, как такое молекулярное наследование стало возможным. В современных клетках, передача информации, содержащейся в ДНК, облегчена белковыми катализаторами фермента.
- В ранней предбиологической эре катализ мог быть выполнен теми же самыми липидоподобными веществами, которые несли информацию. Молекулы, уже представленные в виде капельки, функционировали как молекулярный «катализатор», увеличивая вероятность передачи одних признаков, и уменьшая вероятность передачи других.

- Группа Ланцета, разработала компьютеризированное моделирование, которое показывает, как, основанные исключительно на физико-химических принципах, **капельки липида с определенным составом срастаются, вырастают, делятся, самокопируются, накапливают мутации, и вовлекаются в сложную эволюционную игру.** Важно, что это - полные минимальные сообщества, с их сложными связями относительно маленьких молекул, которые копируются в дочерние капли.

Это отличается от предыдущих моделей, в которых копируется единственный длинный полимер рибонуклеиновой кислоты. Модель ученых делает очень немного химических предположений, но получает богатое молекулярное объяснение, проводящее параллель с современными процессами жизни. И поэтому имеет возможность стать тем давно разыскиваемым мостом, ведущим от неодушевленного мира до современного мира живых организмов.

Два мира - ДНК и липиды



Тайна происхождения жизни скоро будет разгадана?

- Аминокислоты (составные части белков), азотистые основания и сахара (составные части нуклеотидов, из которых состоят нуклеиновые кислоты), а также другие важные молекулы могли синтезироваться абиогенно несколькими разными способами.
- Но, как из этих блоков могли сами собой собраться первые **репликаторы** — молекулы или комплексы молекул, способные к **самовоспроизведению**.

Как построить РНК?

- Скорее всего, первыми репликаторами были **молекулы РНК**, катализирующие синтез собственных копий.
- Химикам до сих пор не удалось подобрать реальные условия, в которых из готовых «строительных блоков» — азотистых оснований, рибозы и фосфорной кислоты, которые могли возникнуть абиогенным путем, — **сами собой синтезировались бы рибонуклеотиды.**

Два пути

- **1. Предположение**, что изначально в роли «вещества наследственности» выступали не РНК, а **другие нуклеиновые кислоты**, которые в ходе дальнейшей эволюции были замещены привычными нам РНК.
- Кандидатами на роль таких молекул являются искусственно синтезированные, не встречающиеся в живой природе ПНК (см. Peptide nucleic acid), ТНК (см. Threose nucleic acid) и ГНК (см. Glycerol nucleic acid).
- Эти молекулы, с одной стороны, легче синтезируются абиогенным путем, чем РНК, с другой — вполне способны выполнять роль

- **2.** Второй путь, обходной (John Sutherland). Обнаружено, что синтезировать РНК куда легче не из готовых крупных блоков — сахаров и азотистых оснований — а из более простых органических молекул, таких как **формальдегид**.
- Синтез РНК из простейшей органики. Реакции хорошо идут при температурах и рН, встречающихся в небольших

Осталось немного...

- Таким образом, из оставшихся загадок ключевое значение имеет проблема появления у молекул РНК способности к самовоспроизведению.
- Очередной важный шаг в этом направлении сделали **Трейси Линкольн и Джеральд Джойс** (Tracey Lincoln, Gerald Joyce)
- Исследователям удалось подобрать несколько пар молекул РНК с каталитической активностью (рибозимов), которые успешно реплицируют (синтезируют копии) друг друга. За 30 часов популяция может в

Матрицы, матрицы...

- Схема репликации рибозимов в опыте Линкольн и Джойса. Исходными субстратами служат 4 олигонуклеотида (два розовых в верхней части рисунка и два голубых — в нижней). Голубой рибозим служит матрицей для сборки розового рибозима из двух розовых олигонуклеотидов, а розовый рибозим — матрицей для сборки голубого рибозима из двух голубых олигонуклеотидов.



Термины

- **Рибозим (сокращение от «рибонуклеиновая кислота» и «энзим»)**, также называемая **ферментативной РНК** или **каталитической РНК** — это молекула РНК, обладающая каталитическим действием
- **Энзимы (ферменты)** - это органические вещества белковой природы, которые синтезируются в клетках и во много раз ускоряют протекающие в них реакции

- Заставив несколько разных пар размножающихся рибозимов **конкурировать** друг с другом за субстрат, исследователи вынудили их начать дарвиновскую эволюцию. В результате спонтанных мутаций и естественного отбора появились **рекомбинантные рибозимы** с повышенной скоростью размножения.

- В данном случае процесс идет без участия белковых ферментов. Единственное, что не позволяет назвать этот результат окончательным решением проблемы самовоспроизведения РНК, — это природа субстрата. Размножающиеся пары рибозимов не могут использовать в качестве исходного материала для сборки новых молекул РНК отдельные **рибонуклеотиды**: они пока умеют работать лишь с **олигонуклеотидами**, то есть с довольно длинными фрагментами РНК, состоящими из многих рибонуклеотидов.

Термины

- **Олигонуклеотиды** - природные или синтетические олигомерные соединения, состоящие из немногих остатков нуклеотидов (мононуклеотидов), соединённых фосфодиэфирной связью.
- **Олигомер** (греч. ολίγος — малый, немногий, незначительный; μέρος - часть) — молекула в виде цепочки из небольшого числа одинаковых составных звеньев. Этим олигомеры отличаются от полимеров, в которых число звеньев теоретически не ограничено.

Протоклетки

- Кроме того ведутся работы по созданию искусственных **протоклеток** — пузырьков с липидной оболочкой, способных поглощать «пищу» (нуклеотиды) из окружающей среды и осуществлять репликацию РНК или ДНК. Протоклетки синтезируют ДНК без помощи ферментов, **«Элементы», 09.06.2008**).
- Протоклетки используют в качестве субстрата не олигонуклеотиды, а отдельные **нуклеотиды**, и обходятся без помощи белковых ферментов, но пока не могут полностью осуществить весь цикл репликации РНК (они выполняют только отдельные этапы этого процесса).

Исходные
вещества

Молекулы
и молекулярные системы

Современные
организмы

Метан

Водород

Аммиак

Вода

Углекислый
газ

Углеводно-
липидные
системы

Мономеры

Белково-
полинуклеотидные
системы

Белковоподобные
полимеры

Белково-
липидные
системы

Протобионты

Полинуклеотиды

Человек

Животные

Растения

Грибы

Бактерии

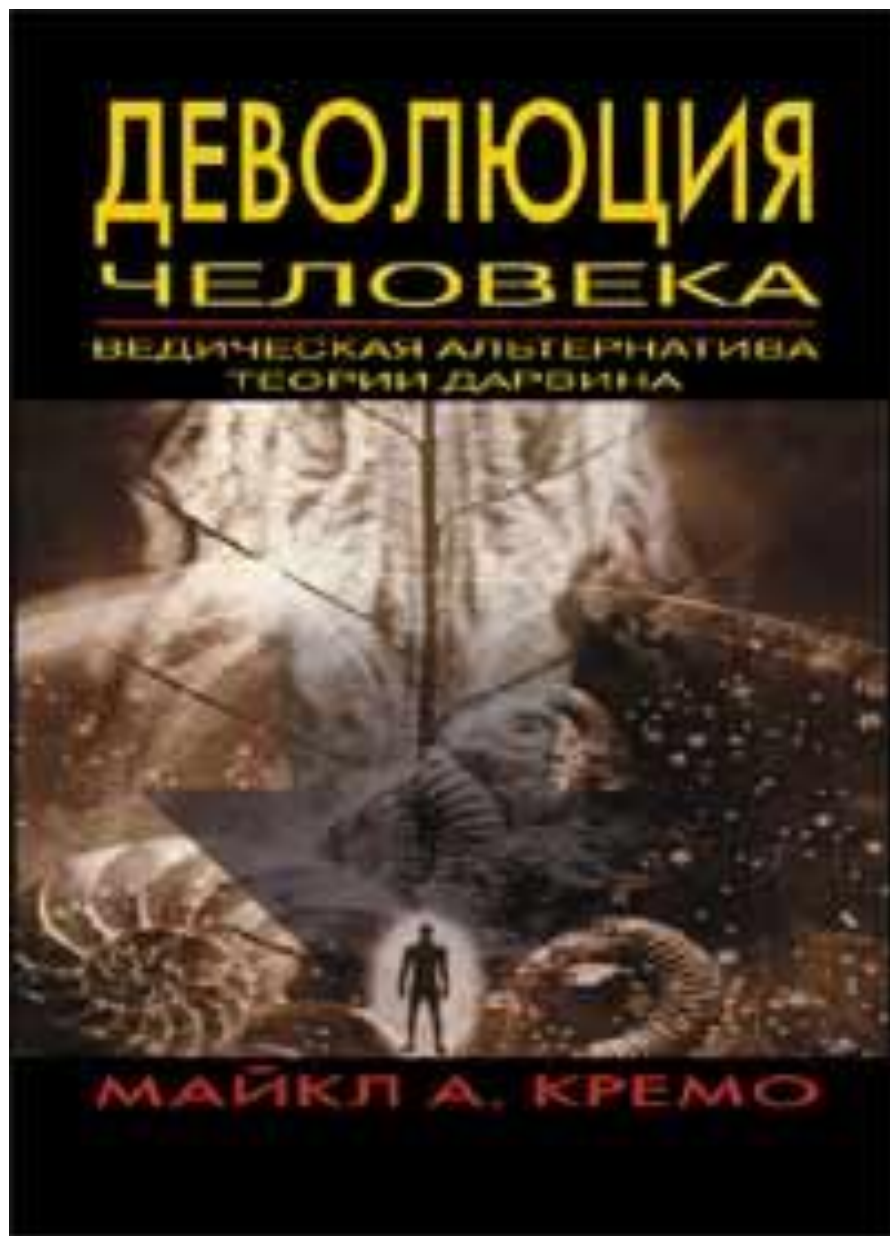
Образование
Земли

Химическая
эволюция

Биологическая
эволюция



Ho!...



- *В книге приводится ряд археологических свидетельств того, что человек существует гораздо дольше, чем принято обычно считать. Автор рассказывает, как эти свидетельства соотносятся с материалами, почерпнутыми из ведических писаний.*
- *«Деволуция человека» является продолжением книги «Неизвестная история человечества» Ричарда Томпсона и Майкла*