

Теория абиогенеза  
(биохимической эволюции).  
Модель А.Опарина -Дж.  
Холдейна. опыты С. Миллера.  
Проблемы и противоречия теории



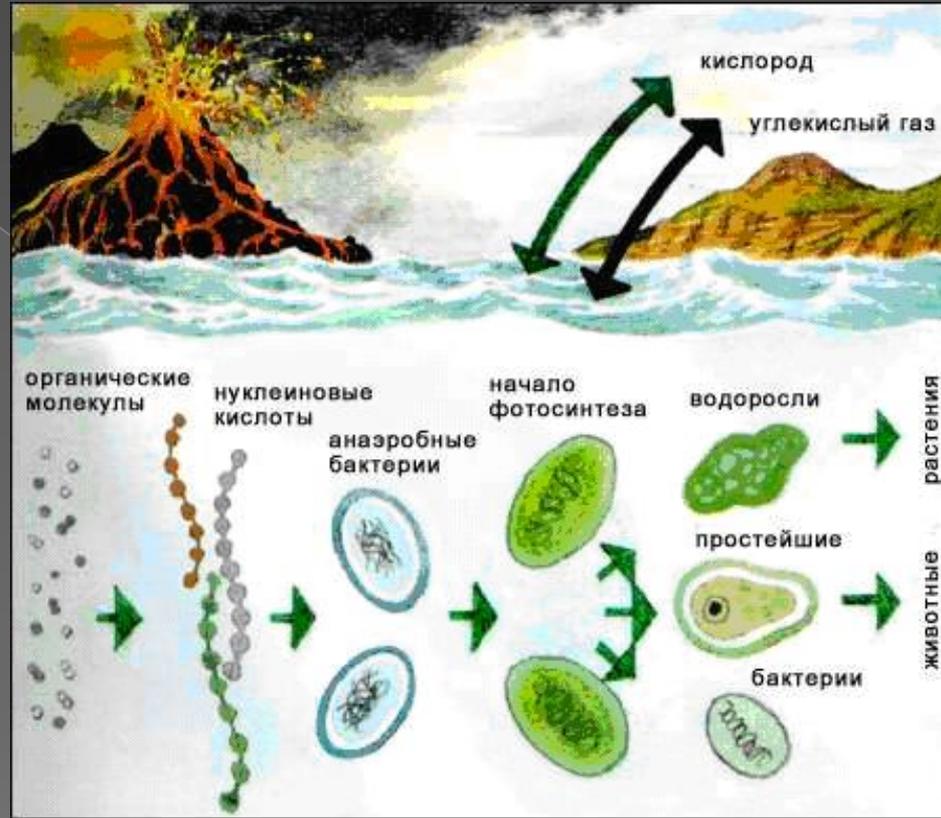
В **1923** году  
советским  
биохимиком  
**Алексеем**  
**Опаринным** была  
разработана  
*теория*  
*биохимической*  
*эволюции.*



**А. И. Опарин**, русский биохимик, академик, еще в 1924 г. опубликовал свою первую книгу по данной проблеме происхождения жизни путем биохимической эволюции

2 марта 1894 г. - 21 апреля 1980 г.

# Основу этой теории составляла идея:



миллиарды лет назад при формировании планеты первыми органическими веществами были углеводороды, которые образовались в океане из более простых соединений.



Появление жизни **А. Опарин** рассматривал как единый естественный процесс, который состоял из протекавшей в условиях ранней Земли первоначальной химической эволюции, перешедшей постепенно на качественно новый уровень — **биохимическую эволюцию**.

# Суть гипотезы:

**Зарождение жизни на Земле —  
длительный эволюционный  
процесс становления живой  
материи в недрах неживой**

Произошло это путем химической эволюции, в результате которой простейшие органические вещества образовались из неорганических под влиянием сильнодействующих физико-химических факторов.

## **Опарин выделяет три этапа перехода от неживой материи к живой:**

- 1) этап синтеза исходных органических соединений из неорганических веществ в условиях первичной атмосферы ранней Земли;
- 2) этап формирования в первичных водоемах Земли из накопившихся органических соединений биополимеров, липидов, углеводов;
- 3) этап самоорганизации сложных органических соединений, возникновение на их основе и эволюционное совершенствование процессов обмена веществом и воспроизводства органических структур, завершающееся образованием простейшей клетки.

# Первый этап (около 4 млрд. лет назад)

**По мере остывания планеты водяные пары, находившиеся в атмосфере, конденсировались и обрушивались на Землю ливнями, образуя огромные водные пространства.**

**Поскольку поверхность Земли оставалась горячей, вода испарялась, а затем, охлаждаясь в верхних слоях атмосферы, вновь выпадала на поверхность планеты.**

**Эти процессы продолжались многие миллионы лет**

Таким образом в водах первичного океана были растворены различные соли и органические соединения

# Второй этап

Происходит смягчение условий на Земле, под воздействием на химические смеси первичного океана электрических разрядов, тепловой энергии и ультрафиолетовых лучей стало возможным образование сложных органических соединений — биополимеров и нуклеотидов, которые, постепенно объединяясь и усложняясь.

**Итогом** эволюции сложных органических веществ стало **появление коацерватов**, или **коацерватных капель**.

**Коацерваты** — это комплексы коллоидных частиц, раствор которых разделяется на два слоя:

**слой, богатый коллоидными частицами**

**жидкость, почти свободную от них**

**Коацерваты** оказались способными поглощать из внешней среды различные органические вещества, что обеспечило возможность первичного обмена веществ со средой.

# Третий этап

Начал действовать  
естественный отбор

в результате сохранилась только малая часть  
коацерватов

сохранившиеся коацерватные капли обладали  
способностью к первичному метаболизму

**достигнув определенных размеров, материнская капля  
могла распадаться на дочерние, которые сохраняли  
особенности материнской структуры**

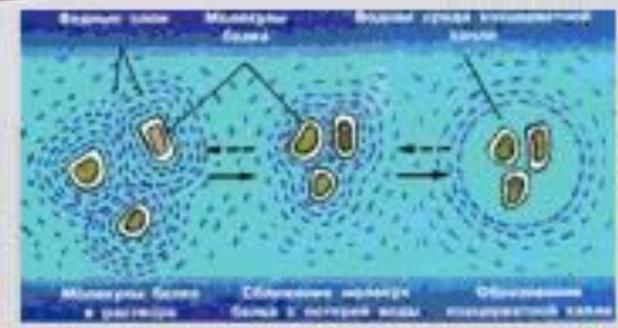
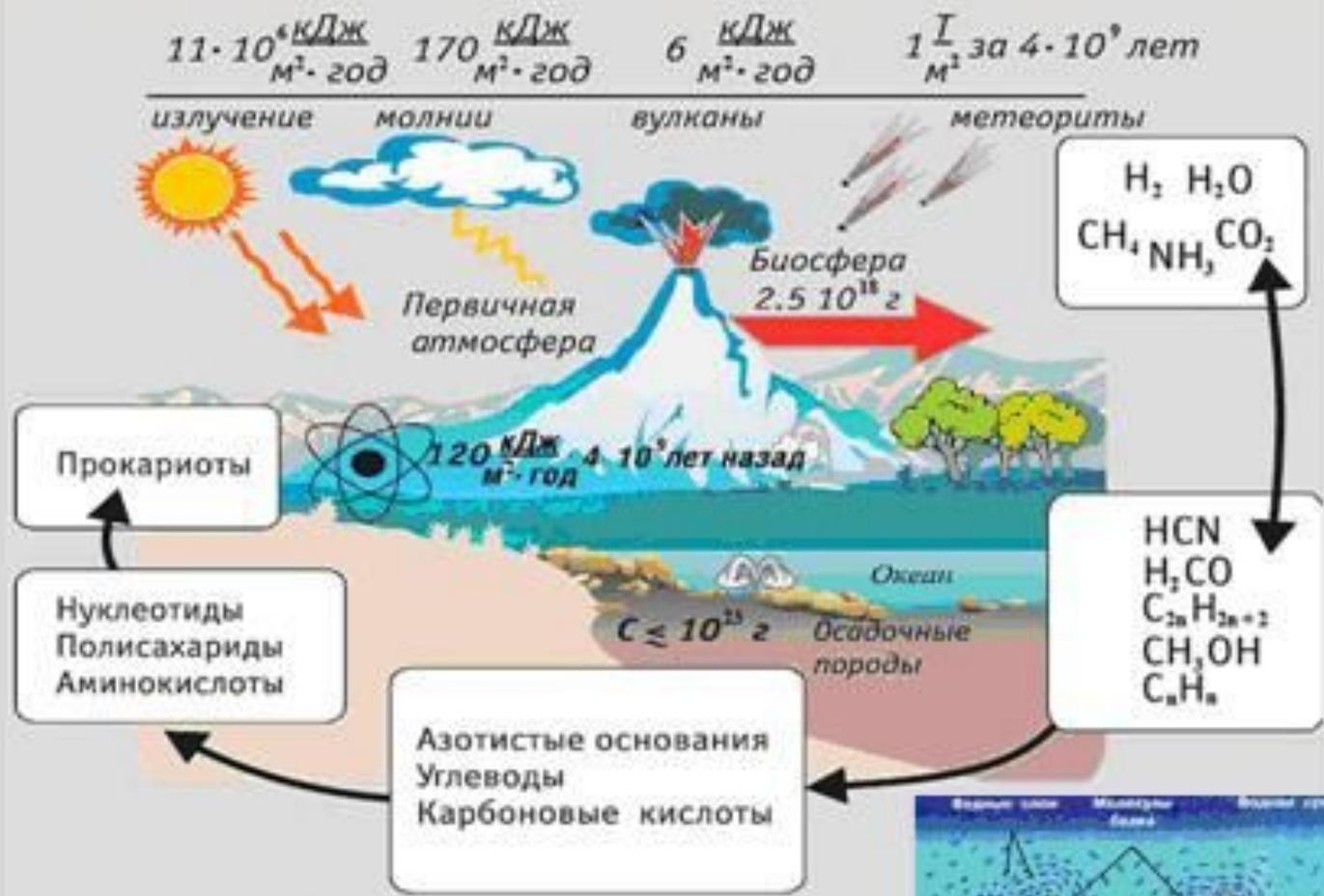
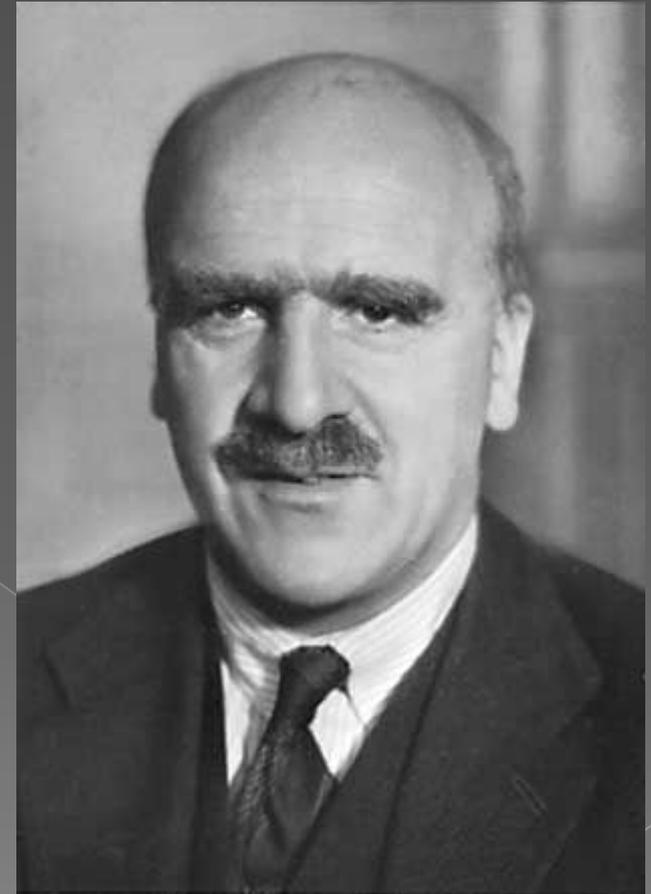


Схема биохимической эволюции по А.И. Опарину

Позднее теория  
биохимической  
эволюции получила  
развитие в трудах  
английского учёного  
Джона Холдейна



**Дж. Холдейн**, английский  
генетик и биохимик, с 1929 г.  
развивал идеи, созвучные  
представлениям  
*А. И. Опарина.*



*5 ноября 1892 г. - 1 декабря 1964 г.*

# Джон Холдейн сформулировал гипотезу



From SciAm 7/99 image by Andy Christie

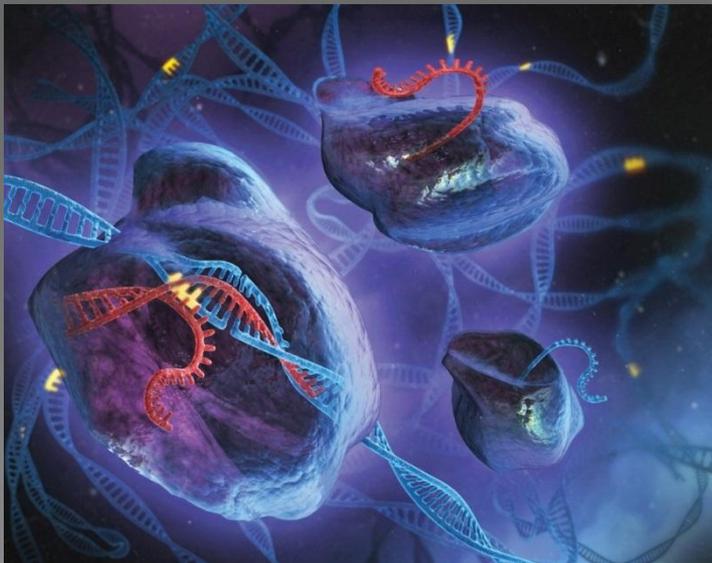
Жизнь явилась результатом длительных эволюционных углеродных соединений. Вещества, близкие по своему химическому составу к белкам и другим органическим соединениям, составляющие основу живых организмов, возникли на основе углеводов.

В дальнейшем поглощая из окружающей среды белковые вещества, структура коацерватов усложнялась, и они стали похожи на примитивные, но уже живые клетки, а химические соединения внутреннего состава позволяли им расти, видоизменяться, осуществлять обмен веществ и размножаться.



Коацерват (от лат. *coacervātus* — «собранный в кучу») или «Первичный бульон» — многомолекулярный комплекс, капли или слои с большей концентрацией разведённого вещества, чем в остальной части раствора того же химического состава.

Теория биохимической эволюции и происхождения жизни на Земле, высказанная Алексеем Опариним, признана многими учеными, однако из-за большого количества предположений и допущений, она вызывает некоторые сомнения.



# Теория Опарина — Холдейна

Коацерватная капля



Александр Опарин в  
лаборатории



# «Гипотеза Опарина—Холдейна»

Постулирует, что жизнь возникла на Земле именно из неживой материи, в условиях, имевших место на планете миллиарды лет назад. Эти условия включали наличие источников энергии, определенного температурного режима, воды и других неорганических веществ — предшественников органических соединений. Атмосфера тогда была бескислородной (источником кислорода в настоящее время являются растения, а тогда их не было).



## Этапы развития жизни на Земле по гипотезе Опарина—Холдейна

Временной период	Этапы возникновения жизни	События, происходящие на Земле
От 6,5 до 3,5 млрд лет тому назад	1	Образование первичной атмосферы, содержащей метан, аммиак, углекислый газ, водород, окись углерода и пары воды
	2	Охлаждение планеты (ниже температуры +100 °С на ее поверхности); конденсация паров воды; образование первичного океана; растворение в его воде газов и минеральных веществ; мощные грозы Синтез простых органических соединений — аминокислот, сахаров, азотистых оснований — в результате действия мощных электрических разрядов (молний) и ультрафиолетовой радиации
	3	Образование простейших белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов, жиров; коацерватов
От 3,5 до 3 млрд лет тому назад	4	Образование протобионтов, способных к самовоспроизведению и регулируемому обмену веществ, в результате возникновения мембран с избирательной проницаемостью и взаимодействий нуклеиновых кислот и белков
3 млрд лет тому назад	5	Возникновение организмов, имеющих клеточное строение (первичных прокариот-бактерий)



Весьма убедительные доказательства  
возможности осуществления 2-го и 3-го  
этапов развития жизни получены в  
результате многочисленных экспериментов  
по искусственному синтезу биологических  
мономеров.

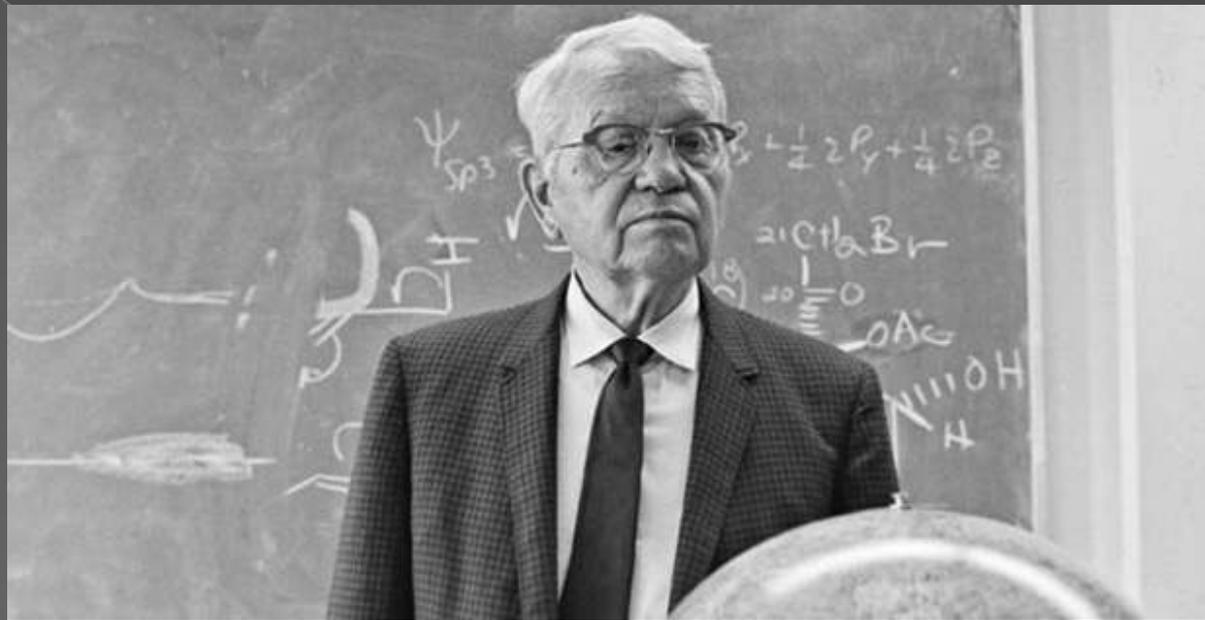


**Впервые в 1953 г. С. Миллер (США) создал достаточно простую установку, на которой ему удалось из смеси газов и паров воды под действием ультрафиолетового облучения и электрических разрядов синтезировать ряд аминокислот и других органических соединений**

Публикация в журнале **Science** описывает данные, ускользнувшие от ученых 50 с лишним лет назад.



*Молодой сотрудник Университета Чикаго, Стэнли Миллер, проводит свои знаменитые эксперименты по синтезу биологических молекул. 1953 год. //Архив Химического факультета Калифорнийского университета в Сан-Диего*



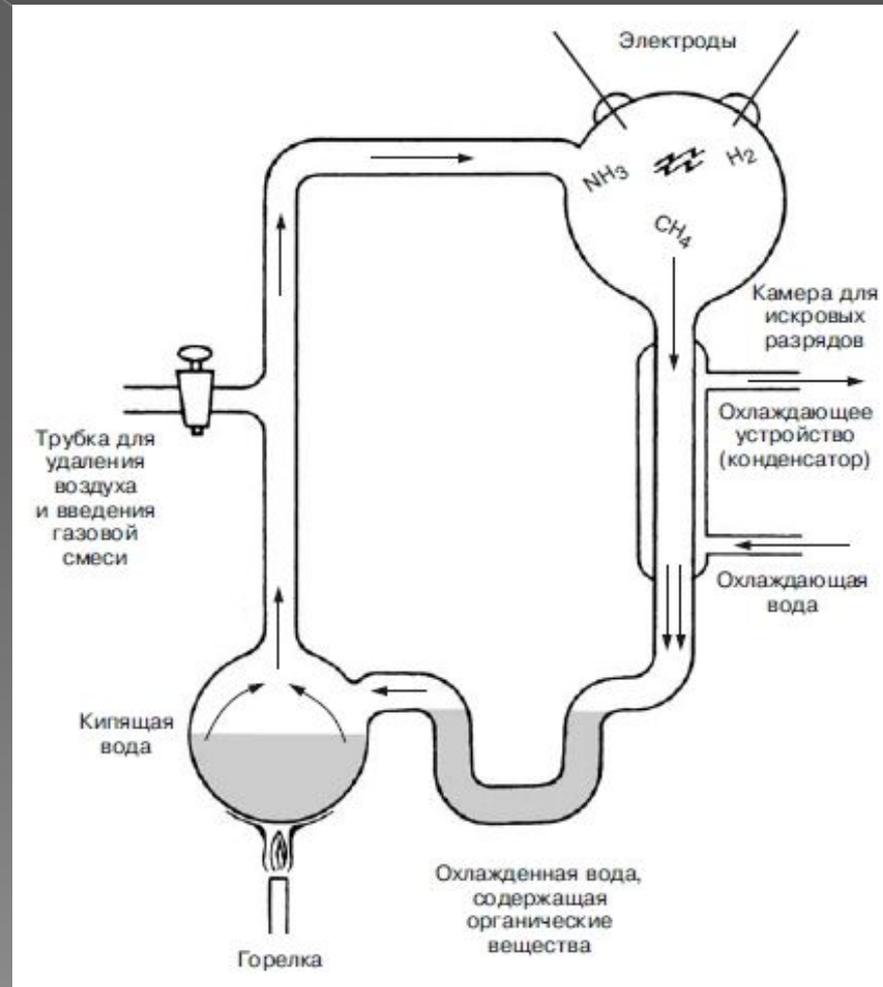
29 апреля 189 - 5 января 1981 (87 лет)

*вдохновил* одного из своих подопечных, *Стэнли Миллера*, теорией доисторического абиотического супа, из которого под влиянием внешних факторов получились первые органические молекулы.

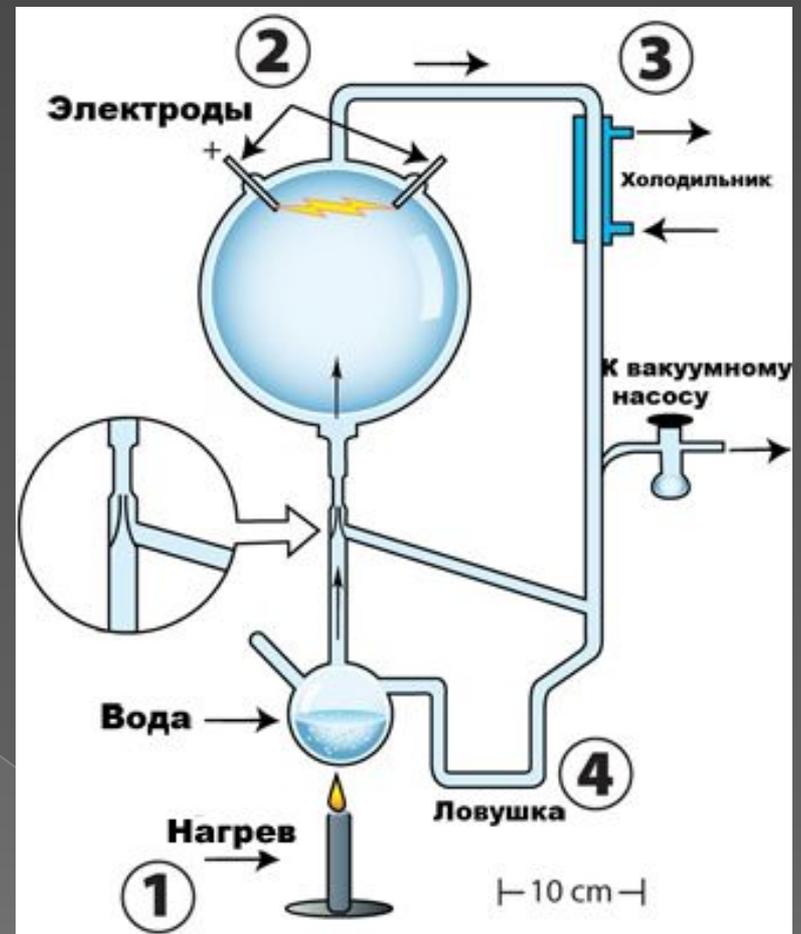
Тогда нобелевский лауреат **Гарольд Юри**, получивший престижную премию за открытие тяжелой воды и увлекшийся впоследствии проблемами космохимии,



Для того чтобы воссоздать реакции в лаборатории в условиях, приближенных к тем, что царили на Земле миллиарды лет назад, **Миллер**, разработал оригинальный химический прибор.



Прибор состоит из большой реакционной колбы, содержащей пары метана, аммиака и водорода, в которую снизу нагнетается горячий водяной пар. Сверху же расположены вольфрамовые электроды, генерирующие искровой разряд. Моделируя таким образом условия грозы в окрестностях действующего прибрежного вулкана, Миллер надеялся получить в ходе синтеза биологические молекулы.



Кипящая вода (1) создает поток пара, который усиливается соплом аспиратора (врезка), искра, проскакивающая между двумя электродами (2), запускает набор химических превращений, холодильник (3) охлаждает поток водяного пара, содержащего продукты реакции, которые оседают в ловушке (4). // Нед Шоу, Университет Индианы.

**В своем опыте Миллер  
использовал газовую смесь,  
состоящую из:**

**аммиак**

**метан**

**водород**

**водяной  
пар**

**По предположению Миллера,  
именно эта смесь преобладала в  
первичной атмосфере Земли**

Так как эти газы не могли вступить в реакцию в естественных условиях, Миллер подвергал их воздействию электрической энергии, имитируя грозовые разряды, от которых, как предполагалось, была получена энергия в ранней атмосфере

При температуре  $100^{\circ}\text{C}$  смесь кипятилась в течение недели, систематично подвергаясь воздействию электрических разрядов.

Проведенный в конце недели анализ хемосинтеза показал, что **из двадцати аминокислот, составляющих основу любого белка, образовались только три**

После смерти Стивена Миллера, разбирая его дневники и архивы, близкие и коллеги **обнаружили** записи, относящиеся к работам 50-х годов, а также несколько склянок с подписями.

**Подписи указали на то, что**  
**содержимое склянок** — не что иное,  
**как продукты синтеза в аппаратах**  
**Миллера, сохраненные автором в**  
**неприкосновенном виде.**



Опыты **Стэнли Миллера**, попытавшегося в пробирке повторить зарождение жизни на Земле, были куда успешнее, чем полагал сам Миллер. **Современные методы позволили найти не пять, а все 22 аминокислоты в химической посуде, запечатанной ученым многие десятилетия назад**

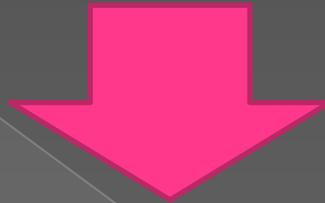
# На протяжении последующих 20 лет было установлено:

Атмосфера в опыте Миллера  
была фиктивной

Ранняя атмосфера Земли состояла не из метана и аммиака, а из азота, двуокиси углерода и водных испарений, а эксперимент Миллера был ничем иным, как откровенной ложью.

В опытах, для получения аминокислот, брали готовый аммиак, а сам по себе, абиогенным способом, образуется он только при высоком давлении и температурах из эквимолярной смеси водорода и азота, в присутствии катализатора

**Миллер** использовал в эксперименте механизм "**холодного капкана**", *то есть образовавшиеся аминокислоты сразу же были изолированы от внешней среды.*



**Если бы не было этого механизма, атмосферные условия тотчас же разрушили бы эти молекулы.**

Миллер, используя метод «холодного капкана», сам сокрушил свое же утверждение о возможности свободного образования аминокислот в атмосфере.



В итоге все усилия показали, что **даже в идеальных условиях лаборатории невозможно синтезировать аминокислоты без механизма "холодного капкана"**, чтобы предотвратить расщепление аминокислот уже под влиянием собственной среды, так что не может быть и речи о случайном их возникновении в природе.

# Научные проблемы опытов Миллера

Полученные аминокислоты

оказались «неживыми»:

не того направления

вращения —

эффект «киральности».

в результате опыта было

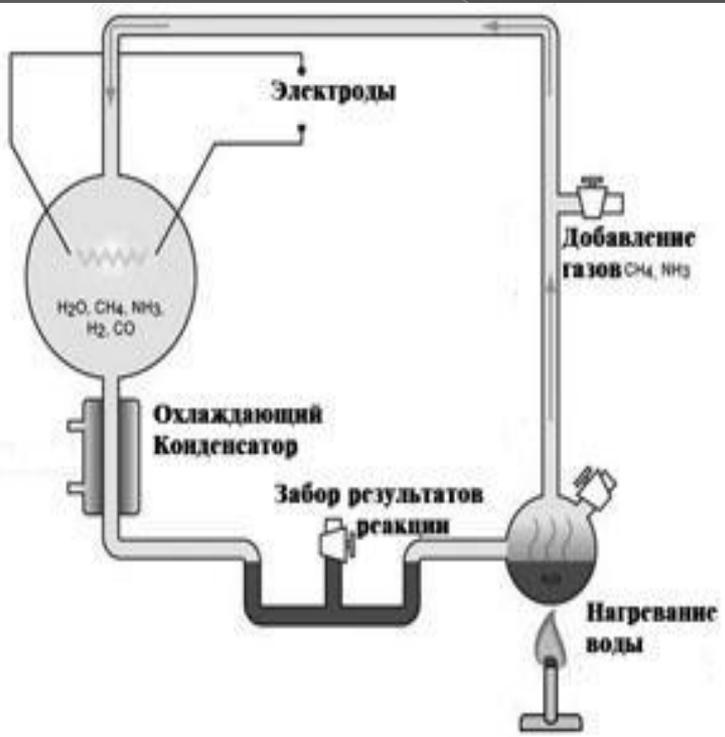
получено множество

D-аминокислот.

D-аминокислоты отсутствуют

в структуре живого

организма.

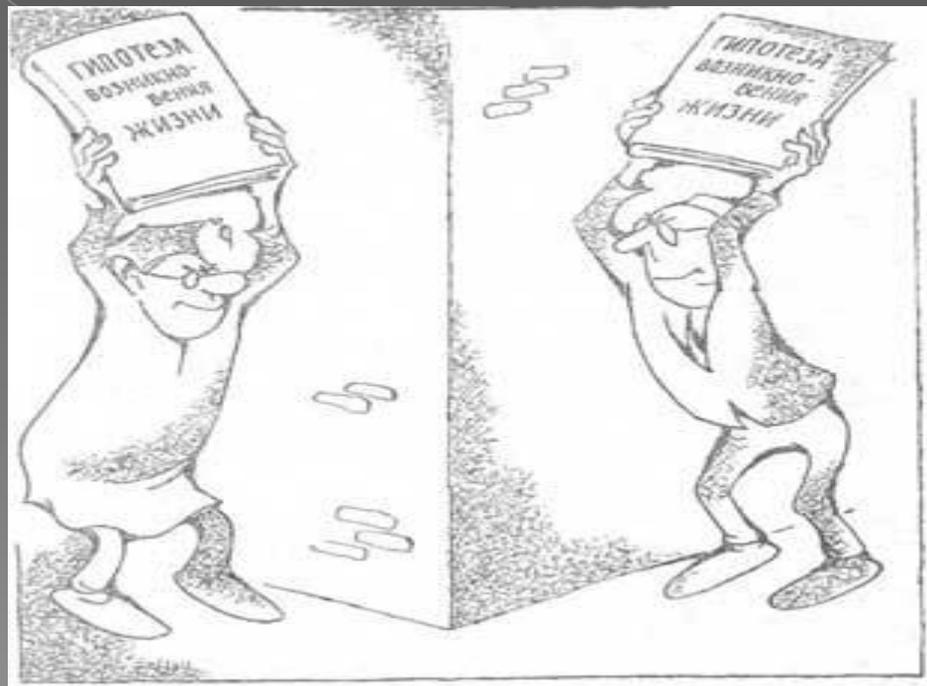
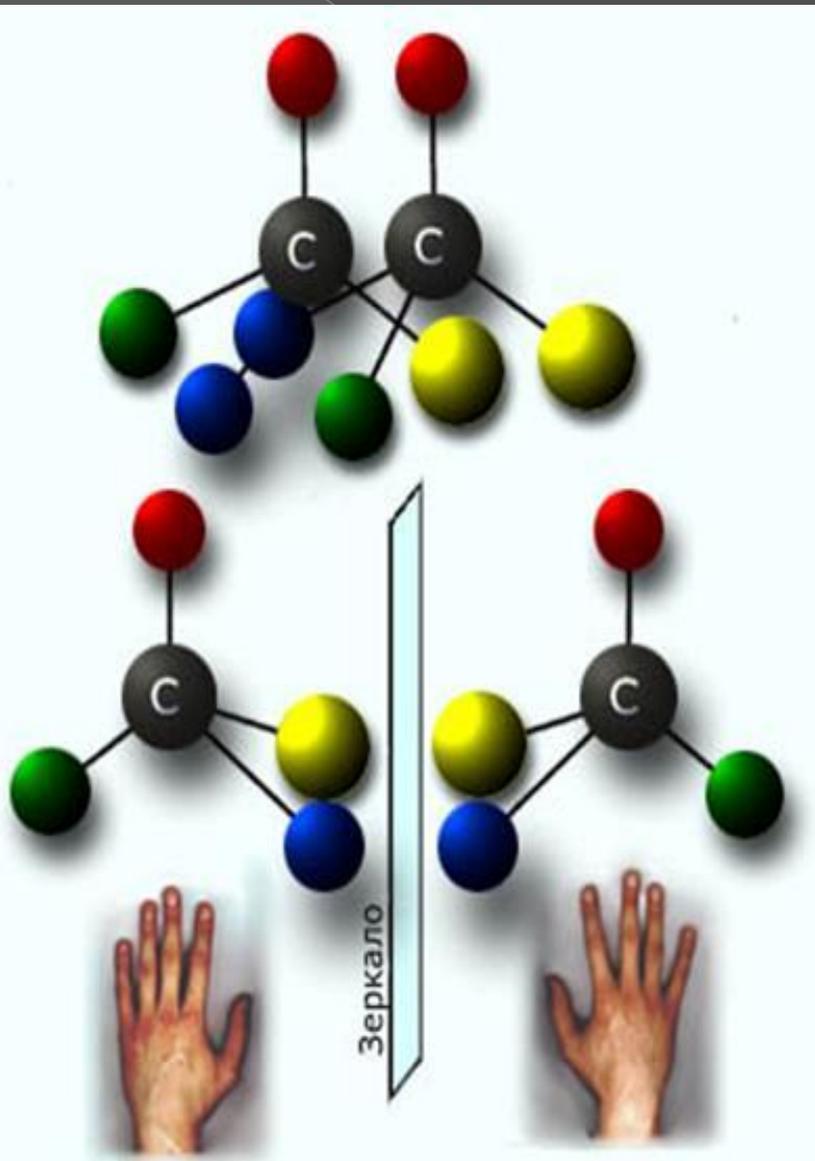


# “проблемы хиральности”

**В результате опыта были  
получены аминокислоты  
с разным поворотом (ориентацией)  
от воображаемой оси, что делает  
практически невозможным их соединение в  
протеин (б-ок)**

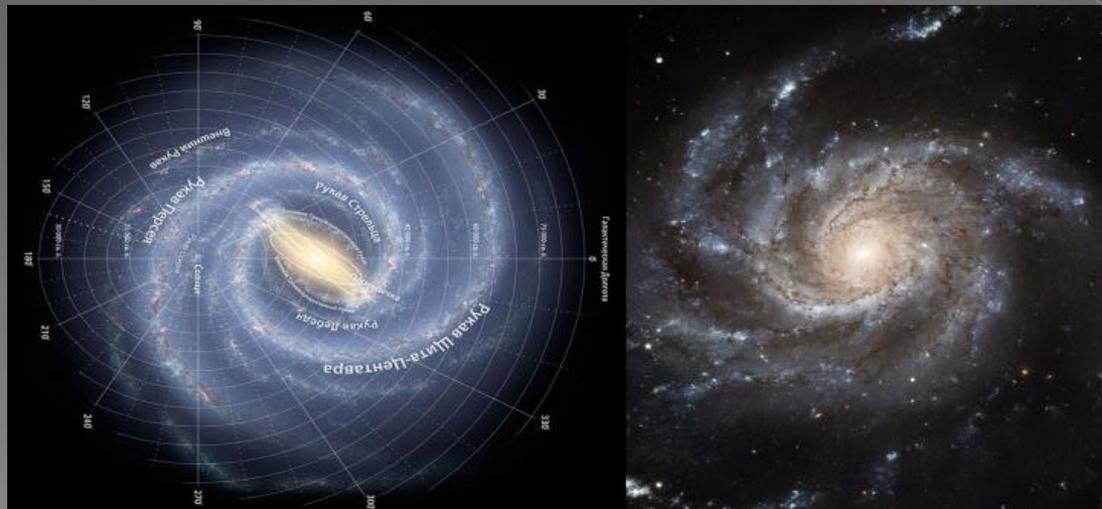
# киральность

Термин "хиральность" происходит от греческого слова "хирос" - рука.

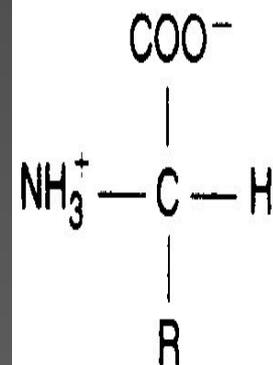
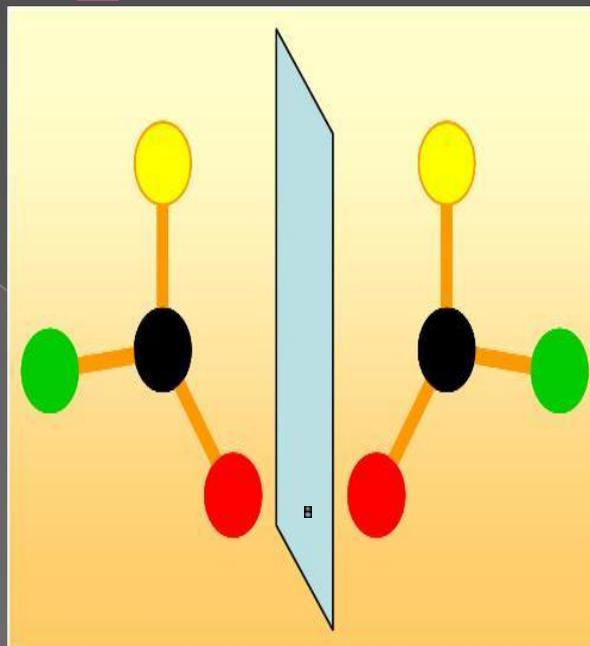
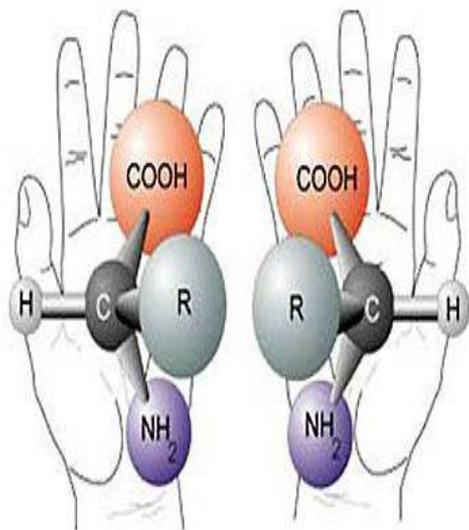


# киральность

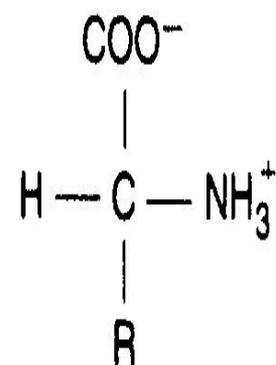
## Проявление киральности



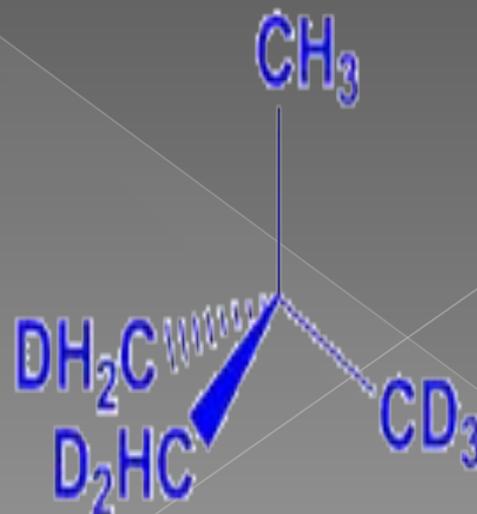
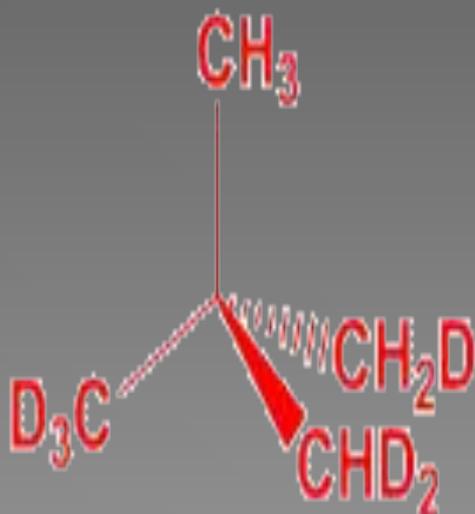
# киральность



L-аминокислота:  
боковая цепь



D-аминокислота:  
боковая цепь



# «Неживые молекулы»

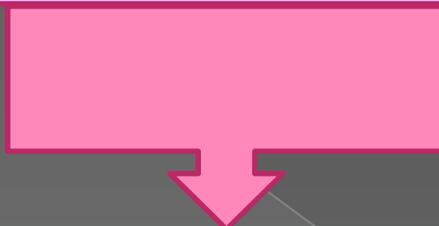
Могут быть:

- ◆ Зеркально симметричны
- ◆ Зеркально асимметричны (как левая и правая перчатки)

Т. е. могут **встречаться как в «левом», так «правом» варианте** – эффект хиральности (греч. cheiros – рука)

# «Живые молекулы»

могут быть только одной ориентации –  
либо левой, либо правой



Киральная чистота живого:  
именно киральность молекул  
определяет биохимическую  
границу между живым и  
неживым

# Пища и пищевые добавки

Киральность молекул пищи согласуется с киральностью молекул человеческого организма подобно тому, как правые гайки согласуются с правыми болтами, а левые – с левыми



**Если киральность пищи изменится,  
то она оказывается  
биологически ядовитой**

# Кирально нечистые молекулы

- ◆ Синтетические витамины
- ◆ Синтетически (искусственно, химически) полученные биодобавки
- ◆ Синтетически (искусственно, химически) полученные лекарства

в лучшем случае не навредят человеку,

в худшем – нанесут непоправимый вред

# Гарольд Ури (Юри) учитель Миллера

признается в следующем:

«...жизнь настолько комплексна, что не могла эволюционировать на каком-либо этапе своего развития.»

Но, следуя своим убеждениям, мы верим в то, что жизнь произошла из неживого. Однако эта комплексность настолько велика, что даже представить эволюцию для нас очень сложно.»

# Профессор Крик (создатель модели ДНК)

на Бюроканском симпозиуме в 1971 году  
сказал:

«Мы не видим пути от первичного бульона до естественного отбора. Можно прийти к выводу, что происхождение жизни – чудо, но это свидетельствует только о нашем незнании».