

Учебники по курсу «Теория эволюции»

Разделы:

- Современная теория эволюции
- История биологии
- Палеонтология

Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение. 2006.
Северцов А.С. Теория эволюции. 2005.

Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. М. 2000.

Длусский Г.М. История и методология биологии. М.: Анабасис, 2006.

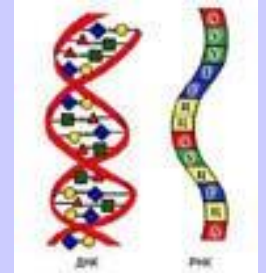
Еськов К.Ю. История Земли и жизни на ней. 2004.

Еськов К.Ю. Удивительная палеонтология. История земли и жизни на ней. 2007.

Иорданский Н.Н. Эволюция жизни. 2001.



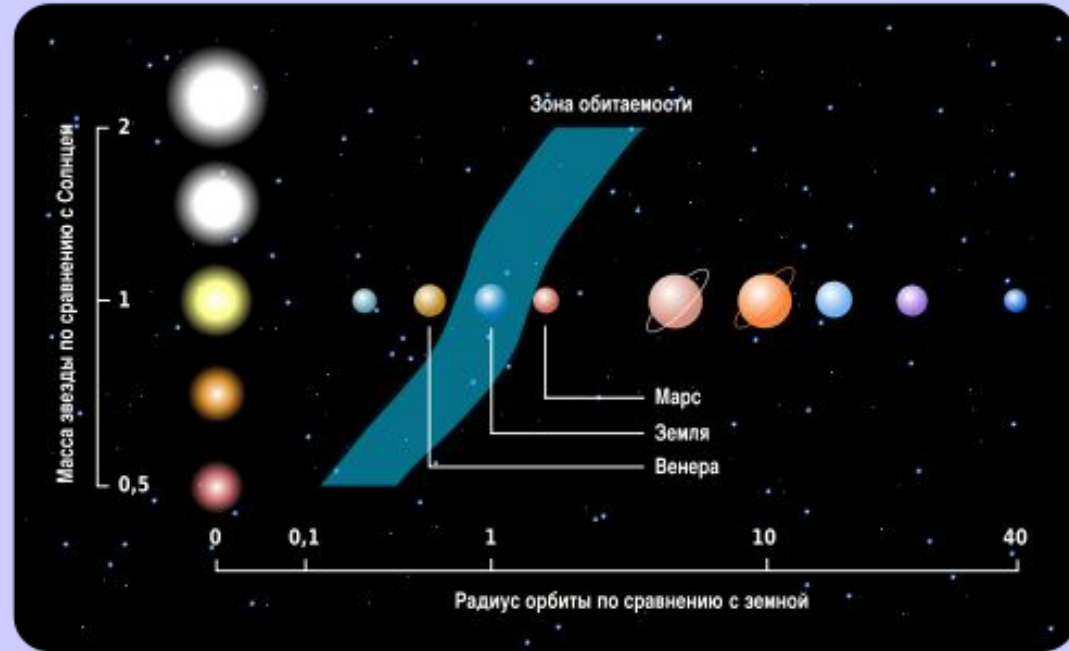
Сущность жизни и проблема ее происхождения



Вопросы:

- Что такое жизнь? Краткая история вопроса.
- Представление о жизни в разных науках.
- Как возникла жизнь? Краткая история вопроса.
- Современные представления о возникновении жизни.

Что такое ЖИЗНЬ?



Научные представления:

Биологическое

Химическое

Физическое

Физико-химическое

Геологическое

Системное

Зона обитаемости в зависимости от
размера звезды

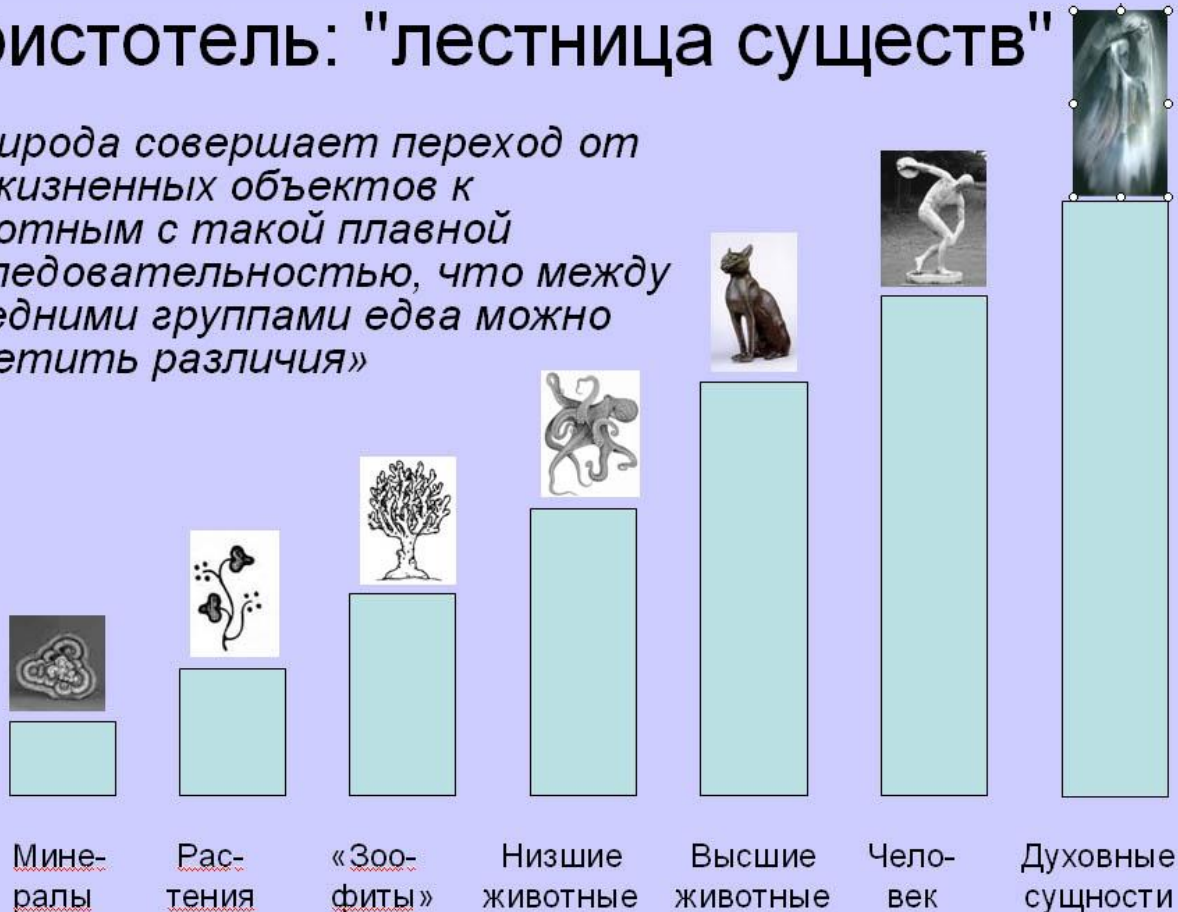
Что такое жизнь?

Античность, Средневековье и до XIX в.

Не было проблемы живого и его происхождения, т.к. между живым и неживым не видели принципиальной разницы.

Аристотель: "лестница существ"

«Природа совершает переход от безжизненных объектов к животным с такой плавной последовательностью, что между соседними группами едва можно заметить различия»



Представление о жизни в биологии

Ж.Б. Ламарк показал принципиальное отличие живого от неживого и дал определение новой науки - биологии в 1802 г.



Ж.Б. Ламарк (1744-1829)

У живого есть:

- Обмен веществ (питание, дыхание, выделение)
- Размножение и рост
- Раздражимость
- Подвижность

Некоторые из этих свойств могут встречаться и в неживой природе, но все вместе – нет.

Представление о жизни в химии

XIX век – успехи химии

- **Для живого характерны макромолекулы:**
 - **белки** (Ф. Энгельс, 1878: *«Жизнь есть способ существования белковых тел, и этот способ существования состоит ... в постоянном самообновлении химических составных частей этих тел».*

Позднее:

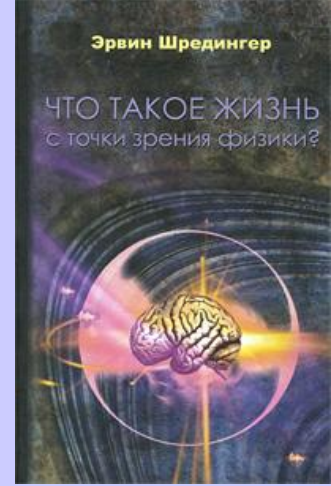
- **нуклеиновые кислоты**

- Хиральная чистота: левозакрученные аминокислоты и правозакрученные сахара в нуклеиновых кислотах.
- Все реакции управляются ферментами. Каждой реакции соответствует свой фермент.
- Матричный синтез: соответствие набора нуклеотидов набору аминокислот в белке.

Представление о жизни в физике

Шредингер, 1944 г. «Что такое жизнь точки зрения физика?» (What is Life?)

С

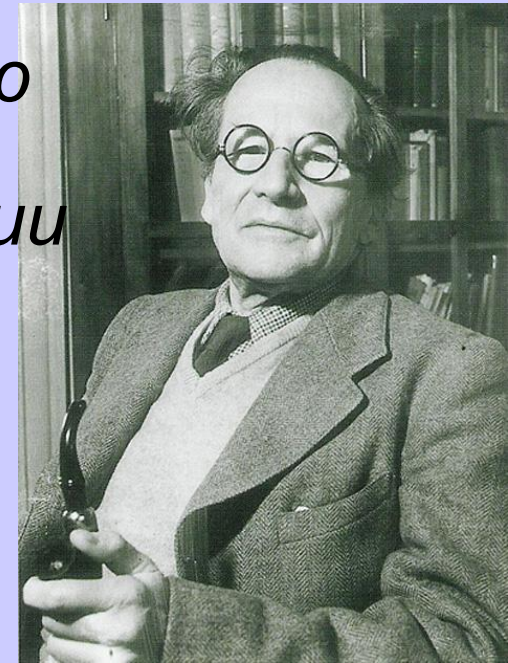


Э. Шредингер
(1887-1961),
австрийский физик.
Создатель
волновой механики

Обмен веществ - это способ избежать перехода к равновесию.

«Жизнь - есть работа соответствующим образом организованной системы по удержанию и развитию антиэнтропийного состояния за счет увеличения энтропии окружающей среды».

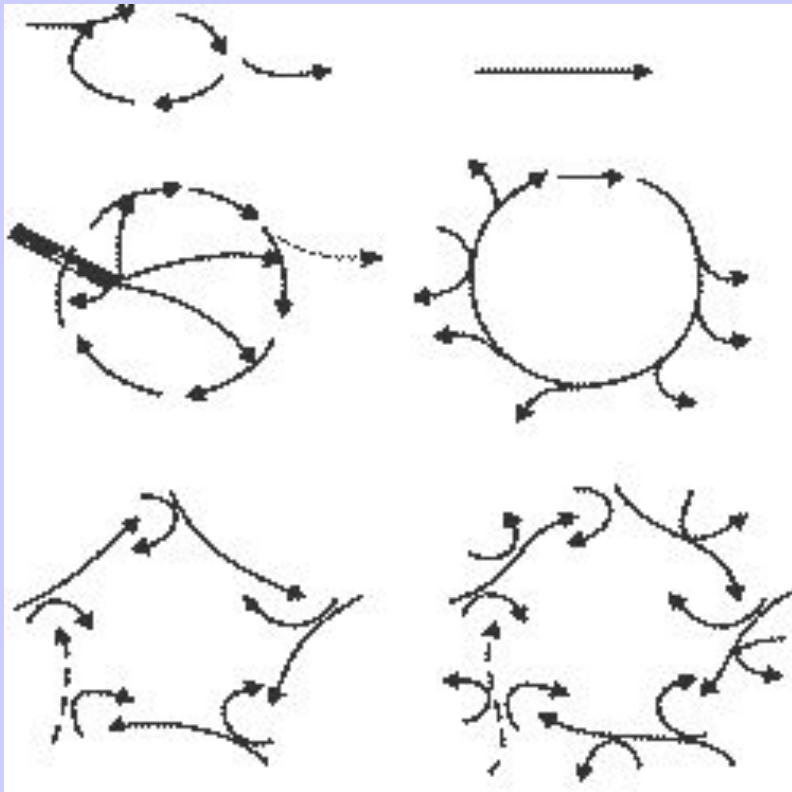
- Неравновесные системы в стационарном состоянии
- Непрерывный расход энергии



Представление о жизни в физхимии

- Жизнь как самоподдерживающийся, автокаталитический процесс.

М. Эйген (1982)



Работы в области автокатализа.

В растворах при подаче и оттоке вещества основные реакции идут с выделением энергии, а побочные ее используют. Промежуточные вещества являются катализаторами для последующих реакций.

В **каталитическом гиперцикле** несколько автокатализаторов, соединены циклически. Идет отбор катализаторов, что ускоряет побочную реакцию. Гиперцикл образует систему, способную к согласованной эволюции.

Как возникла жизнь?

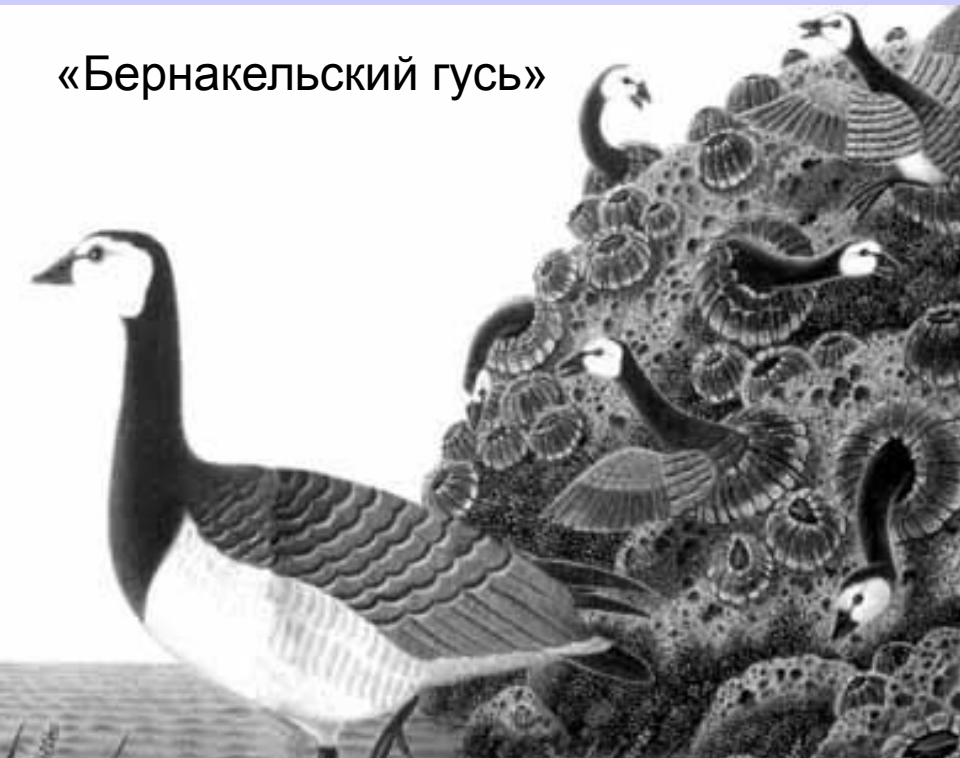
История вопроса

Античность-Средневековье:

- Поскольку между живым и неживым не видели принципиальных границ, **самозарождение** жизни считалось нормальным явлением.
- Божественное творение – креационизм.

Античность - Средневековье

«Бернакельский гусь»



Самозарождение ягнят

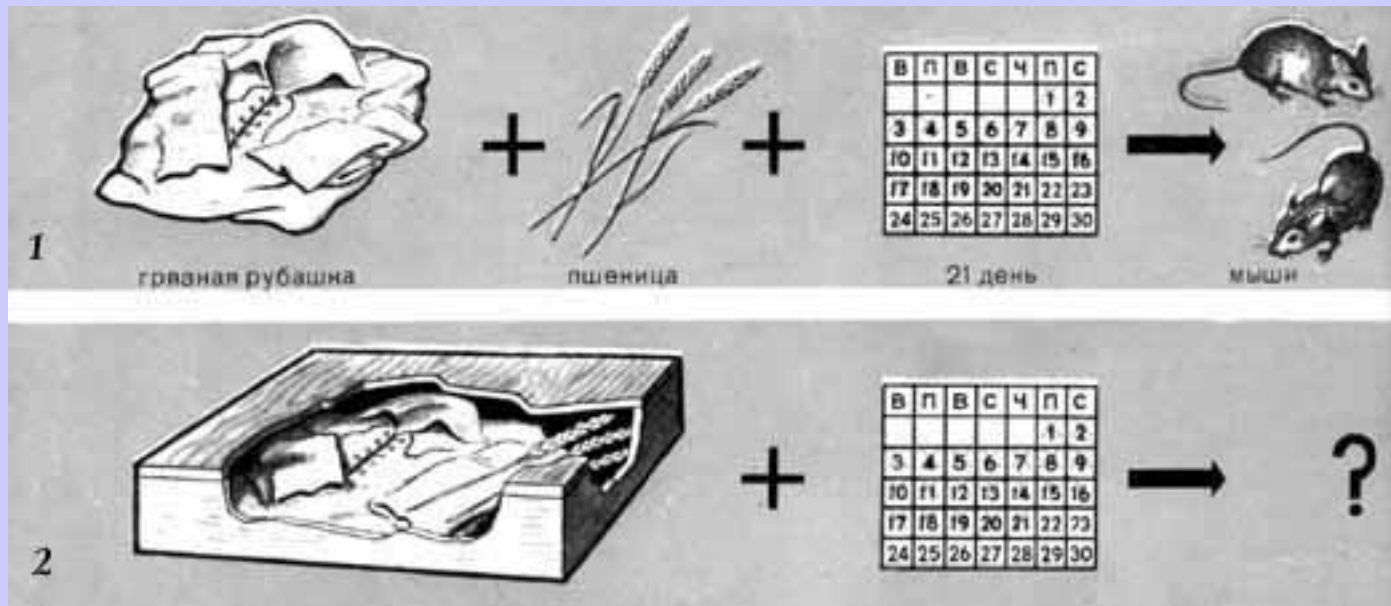


Огромные стаи казарок появлялись во время перелета на север (или с севера). Никто не знал, как они высиживают яйца, никто не видел их птенцов. Сказка о Бернакельском гусе, птенцы которого выводятся из камней.

Возрождение

Ван Гельмонт – ученый первой половины XVII в., алхимик, предложил «рецепт» создания живых организмов:

«Положи в горшок зерна, заткни его грязной рубашкой и жди. Через двадцать один день появятся мыши: они зародятся из испарений слежавшегося зерна и грязной рубашки».



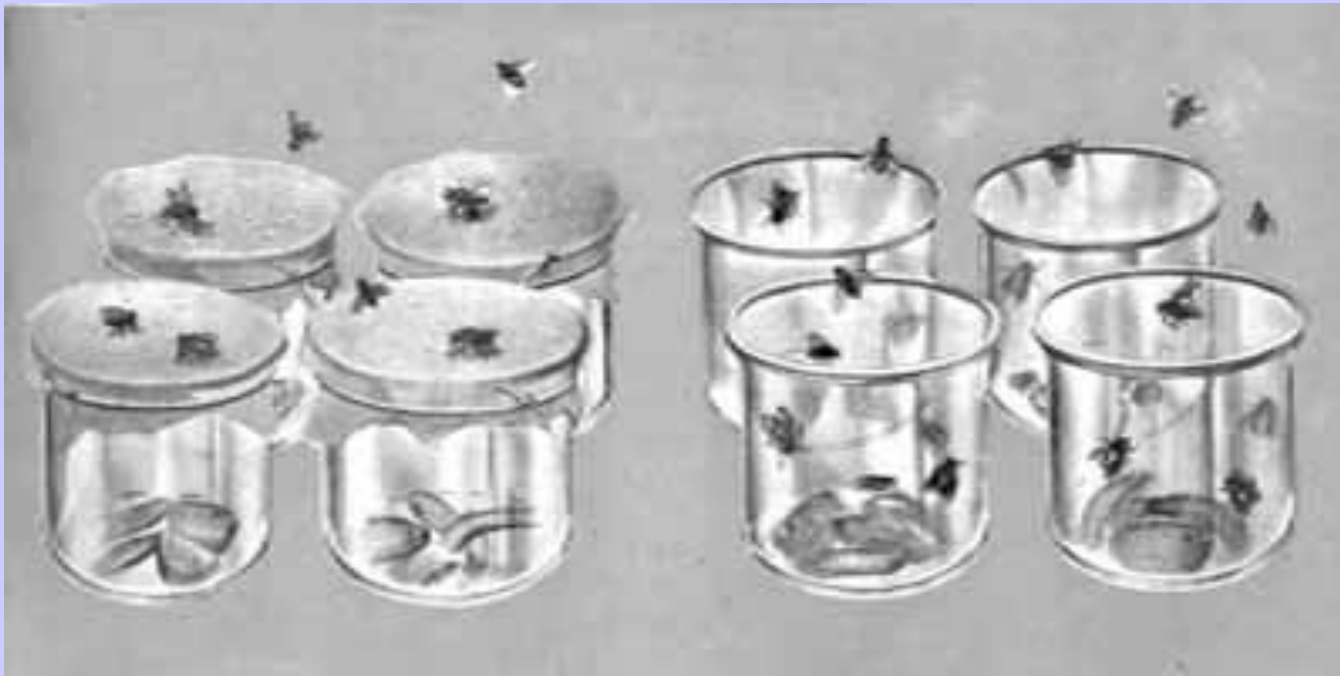
XVII век - опровержение гипотезы самозарождения жизни для макроорганизмов

Реди взял 4 горшка, поместил в один из них мертвую змею, в другой – немного рыбы, в третий – угрей, в четвертый – кусок телятины и плотно закрыл их.

Затем поместил то же самое в 4 других горшка, оставив их открытыми.

В открытых сосудах появились личинки мух.

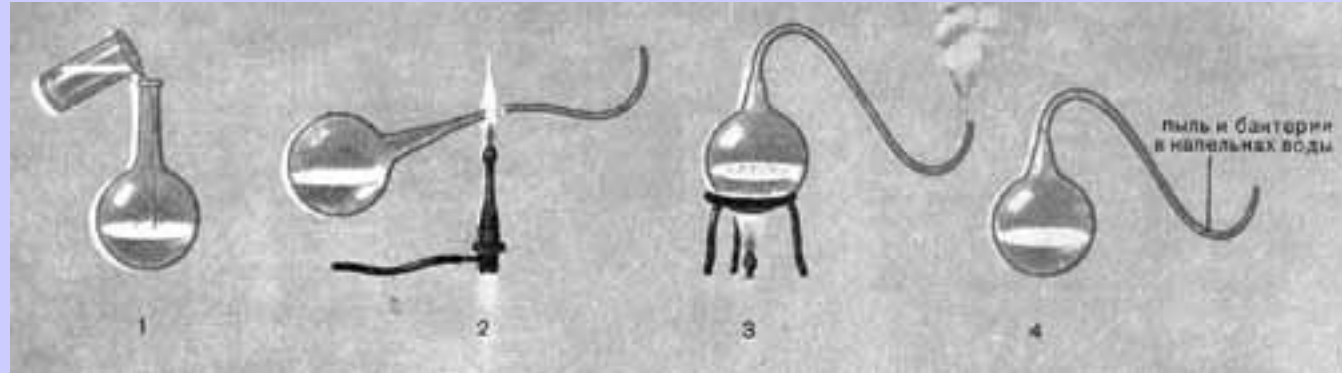
В закрытых же горшках не оказалось ни одной.



Франческо Реди
(1626–1697)
Итальянский врач,
биолог, поэт

XIX век - опровержение гипотезы самозарождения жизни: микроорганизмы

Опровержение
витализма
(самозарождения)



Опыт Пастера, доказавший
невозможность самозарождения
жизни в современных условиях

Луи Пастер (1822–1895)
французский
микробиолог и химик



Почему жизнь не может возникнуть в современных условиях?

Окислительная атмосфера
(абиотический фактор)

Пищевые отношения
(биотический фактор)

Но если абиогенеза (самозарождения) нет, то откуда вообще появилась жизнь?

Остались 3 версии:

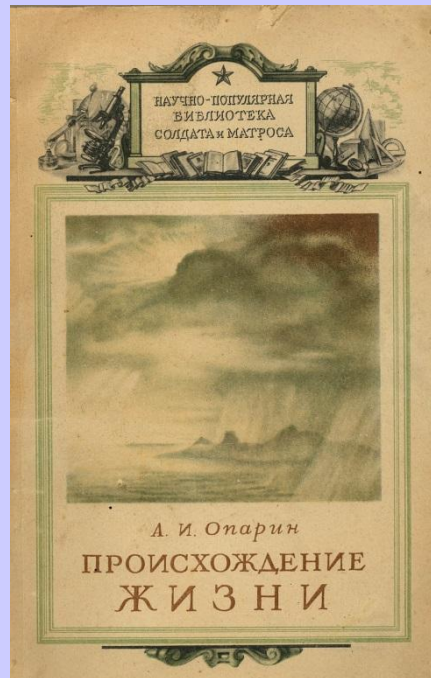
- жизнь существовала изначально (гипотеза стационарного состояния),
- панспермия,
- сотворена богом (креационизм).

Они не являются научными.

50 лет спустя (1924 и 1929 гг.): новая постановка вопроса – абиогенез в условиях не современной, а древней биосферы



А.И. Опарин
(1894-1980)

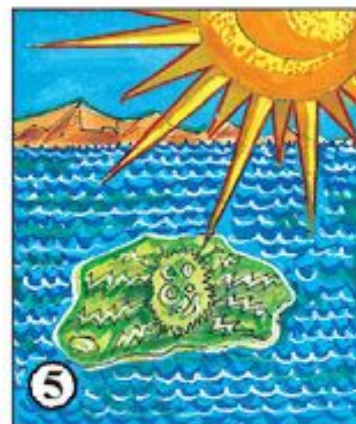
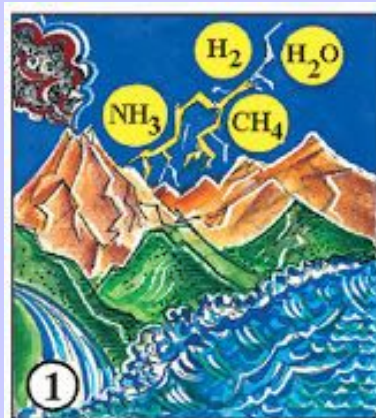


Дж. Холдейн
(1892 – 1964)

Идея стала очень популярной, начались интенсивные исследования.



Схема А.И. Опарина





А.И. Опарин
(1894-1980)



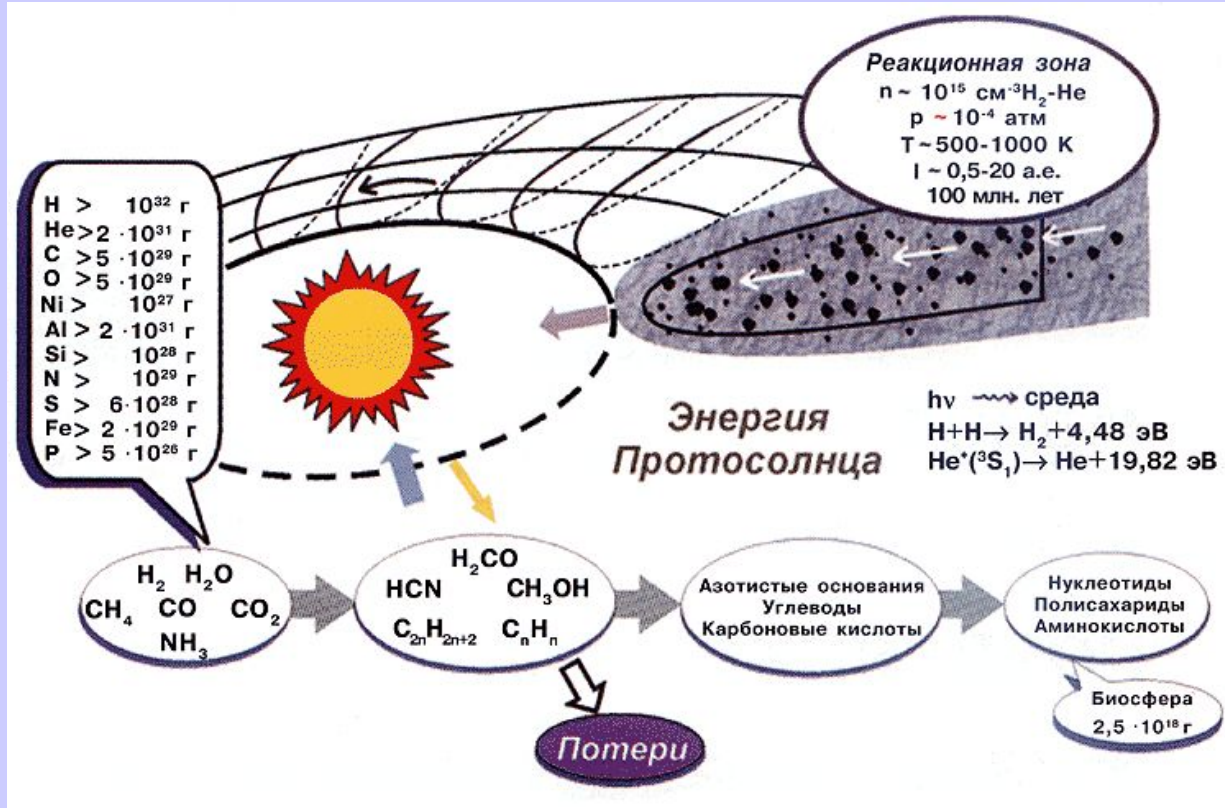
Дж. Холдейн
(1892 – 1964)

Сначала были белки:

- и 1929 г.: белково-коацерватная теория. Спонтанно возникавшие в первичном "бульоне" белковоподобные соединения объединялись в коацерватные капли - обособленные коллоидные системы (золи).

Ассимилирующий, растущий и размножающийся делением коацерват рассматривался как прообраз живой клетки.





Современные представления о возникновении жизни

Сегодня обоснована возможность синтеза органических веществ в газовой-пылевой протопланетной оболочке из H , N , CO , HCN и других простых молекул, обычных в космосе. Условие - присутствие катализаторов, содержащих Fe , Ni , Si .

1953 г. - опыт Миллера - Юри

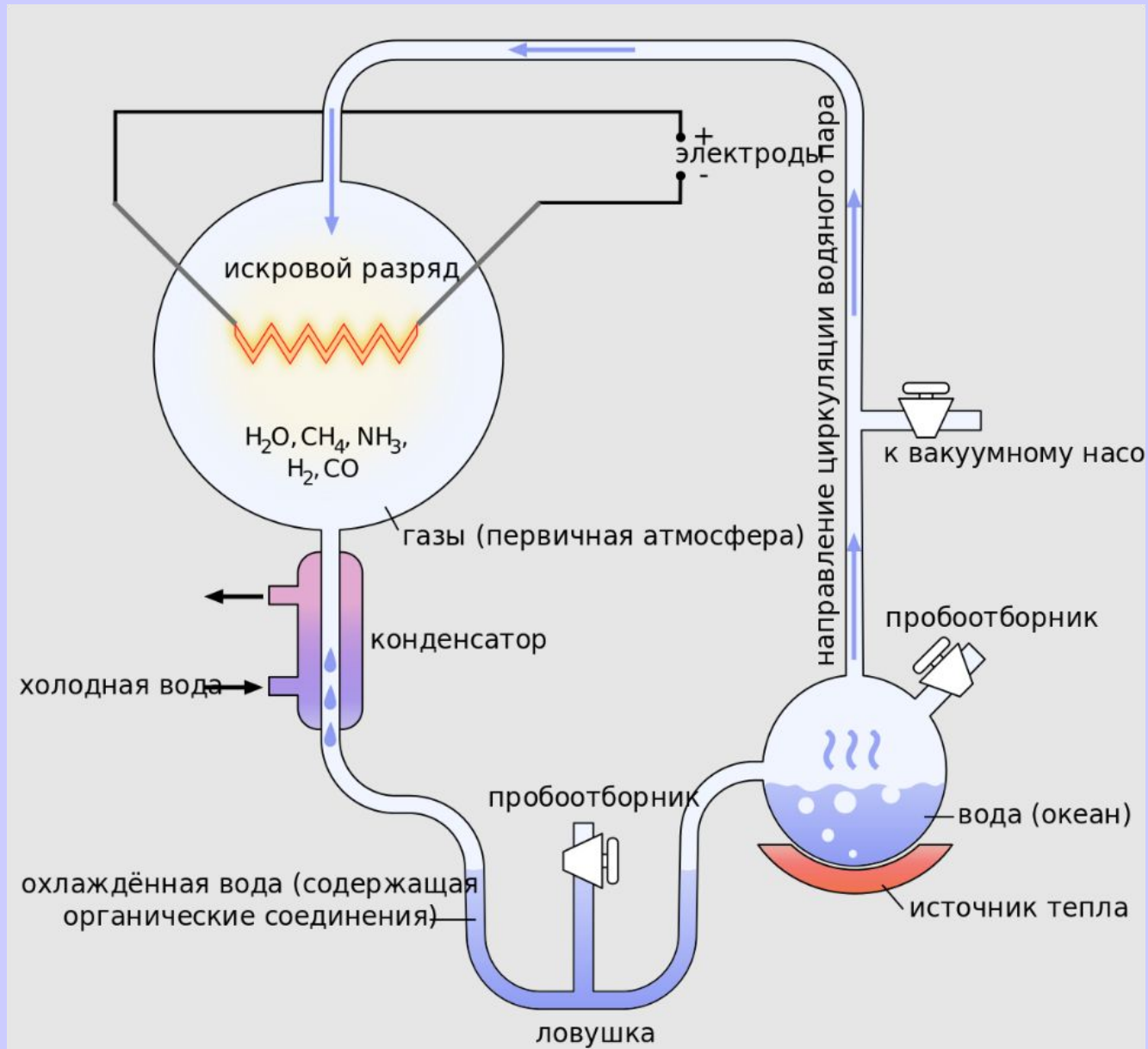
Начиная с 50-ых годов 20 века в лабораториях синтезируют **мономеры** белков и нуклеиновых кислот (аминокислоты, пурины, пиримидины – основа нуклеотидов) **из разных неорганических веществ**, используя **разные источники энергии** (электрический ток, температура, радиоактивное излучение).

Начинается "естественный отбор" среди химических процессов. Медленные реакции постепенно затухают и прекращаются, вытесняемые более быстрыми.

Главное: между живой и косной материей на химическом уровне нет непреодолимой грани.



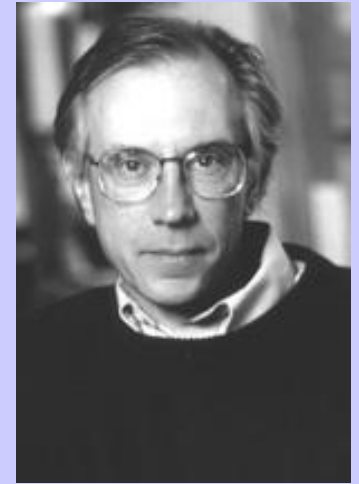
Опыт Миллера-Юри



Открытие новых свойств РНК

Открыта каталитическая функция РНК - рибозим (1982)

Это РНК, которые могли действовать как катализаторы в реакции сплайсинга (вырезание копий интронов из про-мРНК и сшивание копий экзонов с образованием мРНК).



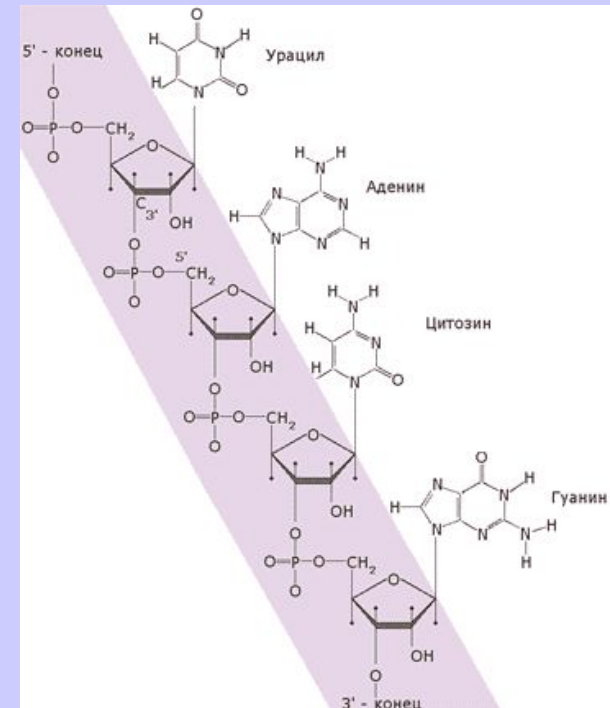
Т. Чек - Нобелевская премия 1989 г. за открытие каталитических свойств РНК

РНК из "почти лишней" стала "почти главной".

Как возникла РНК?

РНК – полимер, состоящий из рибонуклеотидов. Каждый из них собран из трех частей:

- **фосфат** - неорганическое вещество, которого довольно много в земной коре и океанах.
- **азотистое основание** (аденин, урацил, гуанин и цитозин). Могли синтезироваться из неорганических молекул (CO , HCN и NH_3) еще в протопланетном облаке. Их находят и в метеоритах.
- **сахар рибоза** – образуется в ходе автокаталитической реакции из формальдегида: $5\text{CH}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$



РНК начинает эволюционировать



С появлением рибозимов возникает Мир РНК – предшественник современной жизни

Молекулы РНК функционировали и как генетический материал, и как катализаторы при собственном воспроизведении.

Сегодня в лабораториях уже живут колонии размножающихся молекул РНК, способные синтезировать белки.

В ходе эволюции на основе мира РНК должно было происходить:

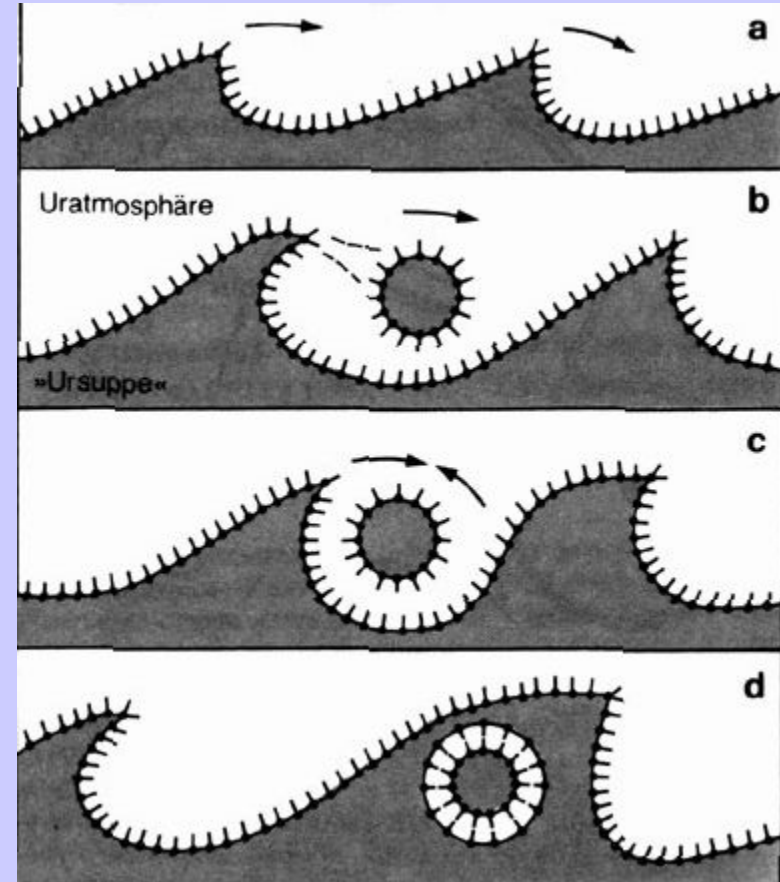
1. Становление механизмов биосинтеза белка.
2. Появление мембран.
3. Передача функции носителя генетической информации от РНК к ДНК.

Появление мембраны – переход на уровень организмов

Первые коацерваты могли образоваться самопроизвольно из липидов, синтезированных абиогенным путем.

Липидные мембраны обладают избирательной проницаемостью. Они могли вступить в симбиоз с "живыми растворами" – колониями молекул РНК, среди которых были и рибозимы, катализирующие синтез липидов.

Подобное сообщество уже можно назвать организмом.



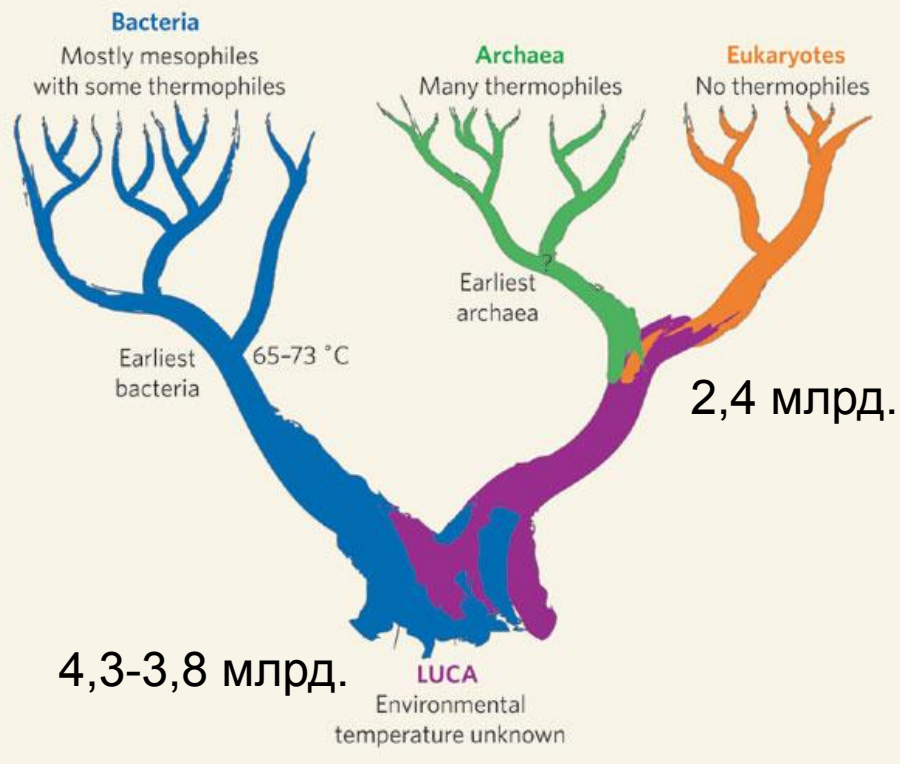
Передача функции носителя генетической информации от РНК к ДНК

Молекула ДНК:

- Более устойчива к гидролизу в слабощелочных растворах, которые были в первичных водоемах и сохранились в современных клетках.
- 2 цепи облегчают исправление ошибок копирования.

Платой за стабильность стала неспособность молекул ДНК сворачиваться в глобулы и выполнять какие-либо активные действия.

Изначально ДНК, вероятно была чем-то вроде покоящейся фазы в жизненном цикле самовоспроизводящихся колоний РНК, и лишь много позднее она стала основным носителем наследственной информации



Прогенот
последний общий
предок всего живого
- LUCA (от англ. last
 universal common ancestor)

Обитал, по последним данным, в биотопах с пониженной температурой (ок. 20°C).

ДНК как основное хранилище информации возникло независимо друг от друга у бактерий и архей.

Не имел системы синтеза мембранных липидов, т.к. они разные у бактерий и архей.

Вероятно, Лука был еще представителем РНК-мира.