

# Современные проблемы химической предыстории возникновения жизни. Астрокатализ

*Снытников В.Н.*

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН  
Новосибирский государственный университет

*snyt@catalysis.ru*

# Развитие теорий зарождения жизни



Опарин А.И.  
(1894—1980)

(1922) **Гипотеза возникновения жизни на Земле с происхождением жизни из первичного "бульона" органических веществ в океане.**

- доклад «О возникновении жизни», 1924

- книга «Происхождение жизни», 1924.

(1980 год) :

«...возможно первичное образование простейших органических веществ – углеводов – на нашей планете. Эволюция этих веществ должна приводить к образованию белковоподобных соединений, а затем коллоидных систем...»

Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И.Менделеева» **Т. XXV, в.3-4, 1980 год**

# Развитие теорий зарождения жизни



В.И. Вернадский  
(1863—1945)

(1921-1927) **Жизнь на Земле геологически вечна**

La Géochimie, 1924

Биосфера, 1926

Очерки геохимии, 1927

**«Живое вещество и биосфера» – М.:Наука, 1994.**

Стр. 277: Не зная научно [космического прошлого Земли], очевидно, мы не можем научно решить вопрос о генезисе в нем жизни, *если* он произошел в космические периоды земной истории. Другого времени для этого нет, ибо в геологических временах зарождения жизни не было.

Стр. 277: ...Возможно стремиться к опытному воссозданию абиогенеза в наших лабораториях и институтах. Вполне мыслимо, что **особые условия «случая» или особой космической среды** могут быть найдены и воссозданы человеческим разумом.

# Развитие теорий зарождения жизни

Г.Э. Рихтер (1865 г.)

**Гипотеза панспермии** - рассеянные во Вселенной споры микроорганизмов переносятся с одной планеты на другую метеоритами или космической пылью .

С.А. Аррениус (1901 г.)

Перенос бактериальных спор с планеты на планету под действием давления света.

Суть гипотезы в том, что жизнь вечна в вечной Вселенной. Жизнь проявляется как фундаментальное свойство материи.

Возраст Вселенной – 13,6 млрд лет,  
Солнечной системы – 4,56 млрд лет.

Современная астробиология – конец XX века.



**Аррениус С.А.  
(1859—1927)**

# БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

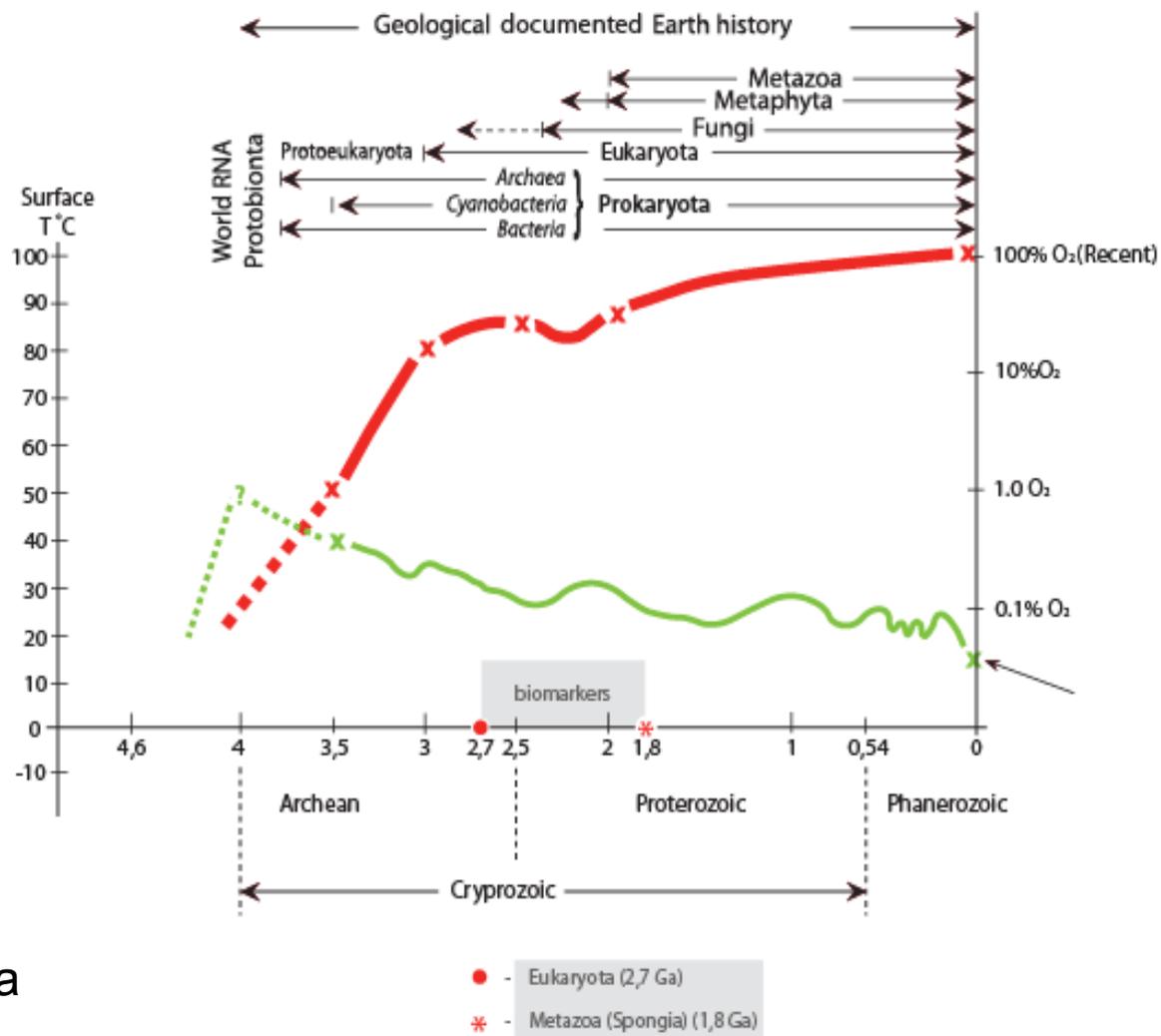


Срез мата *Microcoleus*



Цианобактериальная биопленка  
с пузырьками кислорода

**А.Ю. Розанов, Г.А. Заварзин и др. Бактериальная палеонтология. ПИН РАН, 2002.**



# Carbonaceous chondrites



*Murchison CM*

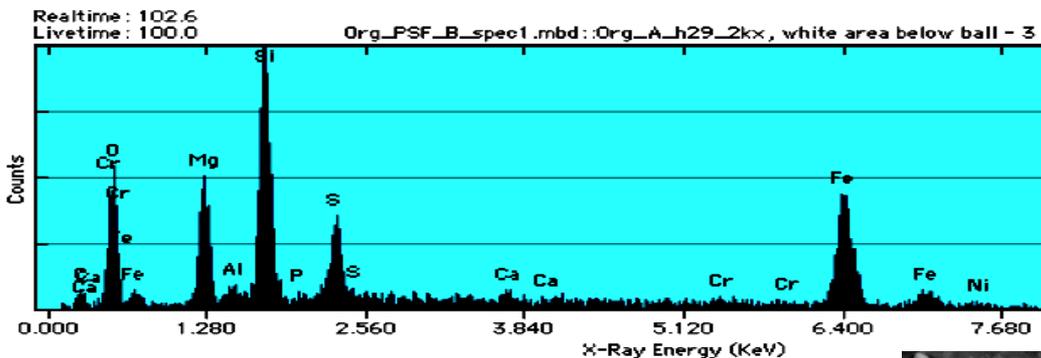


*Allende CV3*



*Orgueil (CI)*

# Indigenous Microfossils in Orgueil C11 Carbonaceous Chondrite



Quantitative Results for Org\_A\_h29\_2kx, white area below ball - 3  
Analysis: Bulk Method: Standardless  
Acquired 14-Jul-2004, 15.0 KeV @10 eV/channel

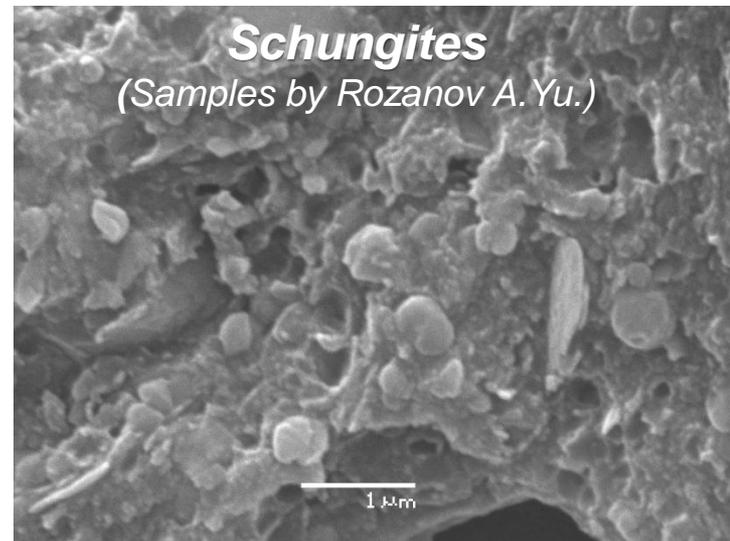
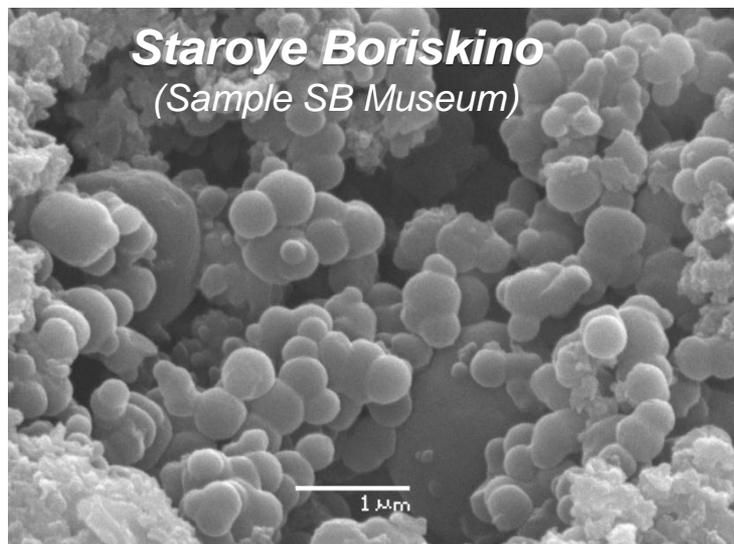
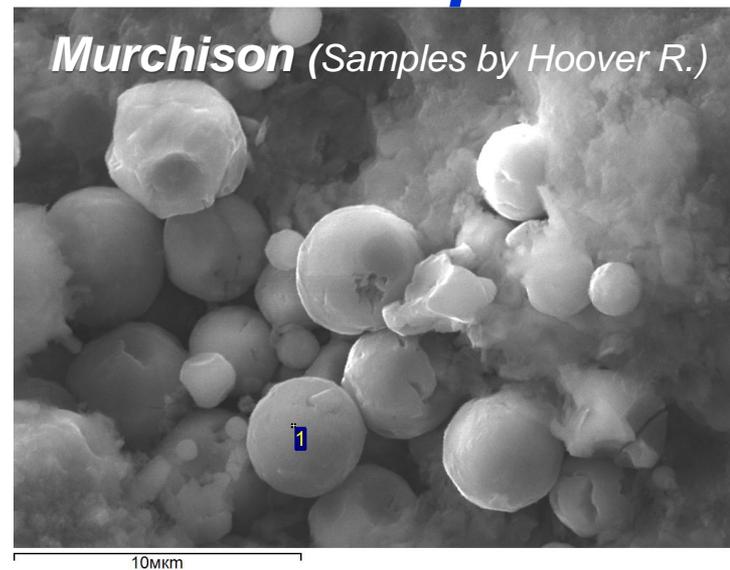
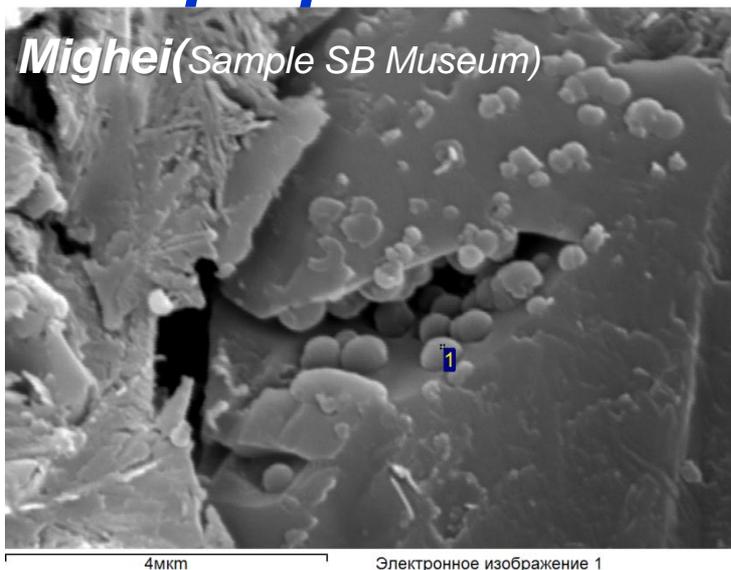
Element	Weight %	Std. Dev.	MDL	Atomic %	k-Ratio	Intensities
C	3.83	1.30	0.98	9.51	0.0251	92.4
N ?	0.01	0.01	7.38	0.01	0.0000	0.2
O	14.04	1.07	0.63	26.17	0.1171	1106.6
Mg	10.34	0.86	2.19	12.68	0.0509	874.0
Al ?	1.14	0.47	5.44	1.26	0.0064	106.2
Si	19.38	1.20	1.18	20.57	0.1336	2241.4
P ?	0.00	0.01	3.97	0.00	0.0000	0.2
S	6.15	1.25	1.85	5.72	0.0476	713.1
Ca ?	0.00	0.01	3.42	0.00	0.0000	0.2
Cr ?	0.00	0.01	4.20	0.00	0.0000	0.2
Fe	45.09	2.05	1.35	24.07	0.4113	1543.5
Ni ?	0.01	0.03	7.84	0.01	0.0001	0.2
Total	100.00					



EDAX Spectrum at x on Glycocalyx  
of Orgueil Cyanobacteria

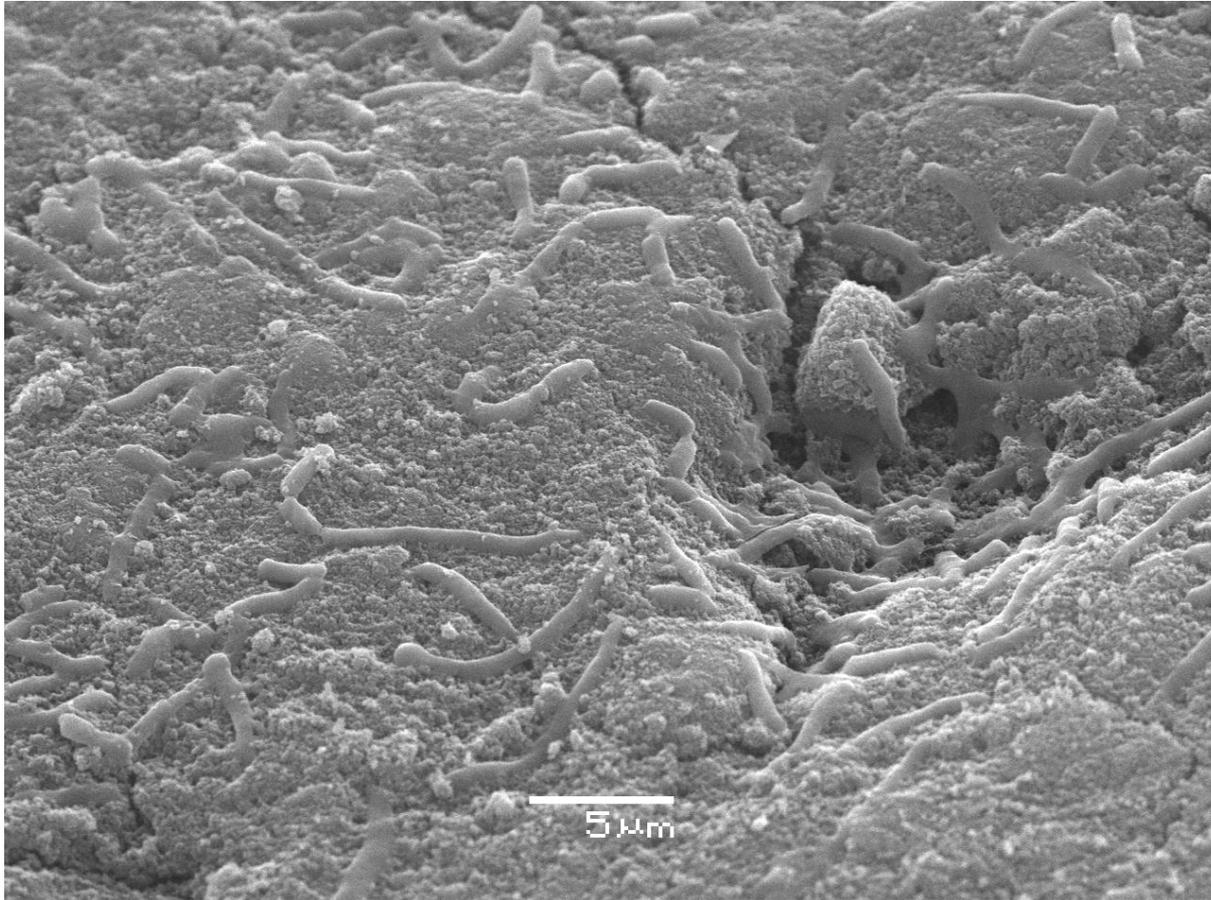
# МЕТЕОРИТЫ

## Микрофоссилии в углистых хондритах СМ



Scanning Electron Microscope, BIC SB RAS (Study by N.A. Rudina)

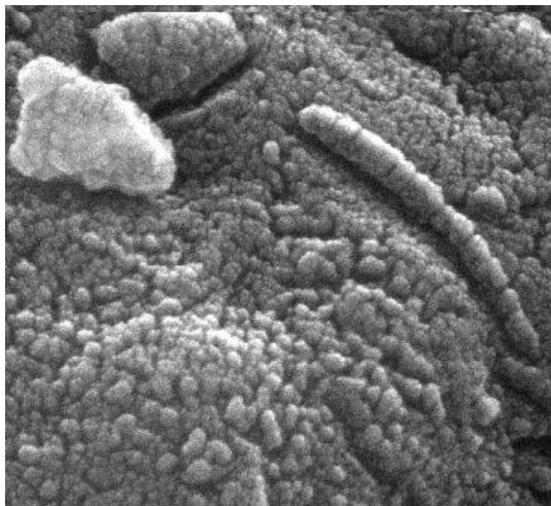
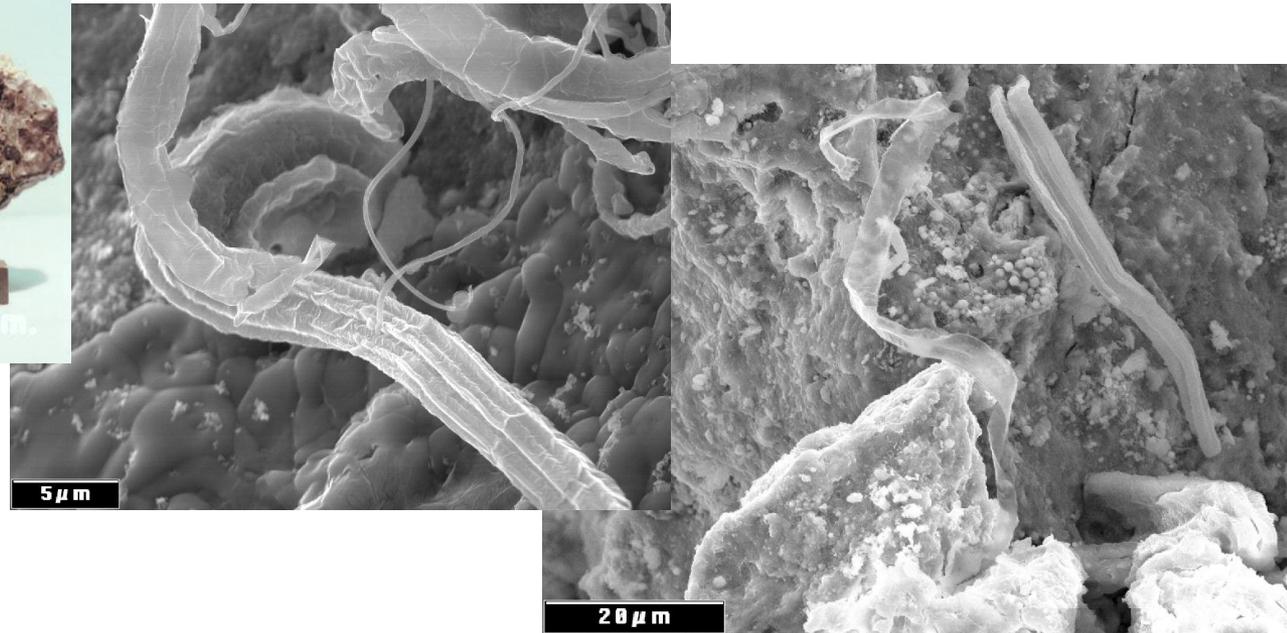
# *Rhodococcus* sp. on Sibunite (C – material)



Kovalenko G. and Rudina N. (BIC SBRAS)

# Comets, Carbonaceous Meteorites, and Origin of the Biosphere

1996: McKay et al. Report Discovery of Possible Microfossils in 3.2 Gya Mars Meteorite ALH84001. Microfossils discounted as being too small for life and too simple to be conclusively Biogenic.



2004: Hoover et al. Report Evidence for Complex Mats of Mineralized Morphotypes of Filamentous Cyanobacteria in Orgueil CI Carbonaceous Meteorite

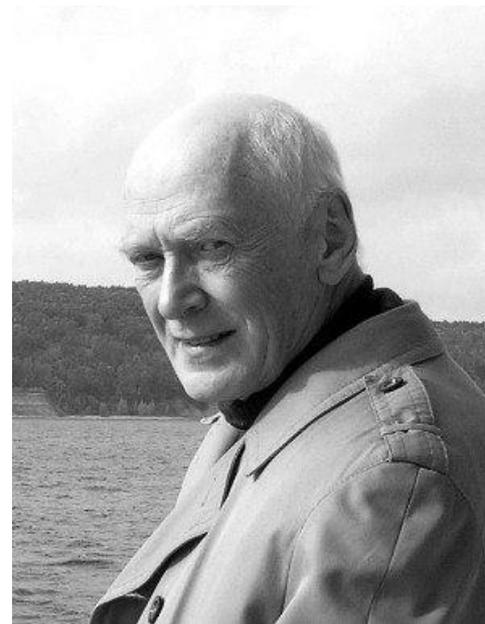
# Развитие теорий зарождения жизни

**Г.А. Заварзин** Лекции по природоведческой микробиологии. М., 2004

**Г.А. Заварзин** – Происхождение жизни – это проблема происхождения цельной системы - биоценоза, а не отдельной клетки, организма, тем более белка, молекул РНК, АТФ или ДНК.

**«Происхождение жизни окончательно вытеснено в Космос»**

**2009 г. В книге «Проблемы происхождения жизни», ПИН РАН, М. / Под ред. А.Ю. Розанова, А.В. Лопатина, В.Н. Снытникова**



**Г.А. Заварзин  
(1933—2011)**

Содержание книги не сводится к набору отдельных предложений. Предложения – к словам. Слова – к приставкам, корням, суффиксам, окончаниям. Они, в свою очередь, - к отдельным буквам. С точки зрения проблемы происхождения жизни мы в химии находимся в положении людей, которые, занимаясь отдельными буквами, пытаются понять содержание книги.

**Хемоценозы**

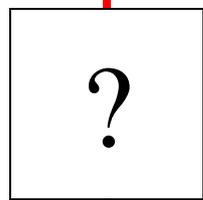
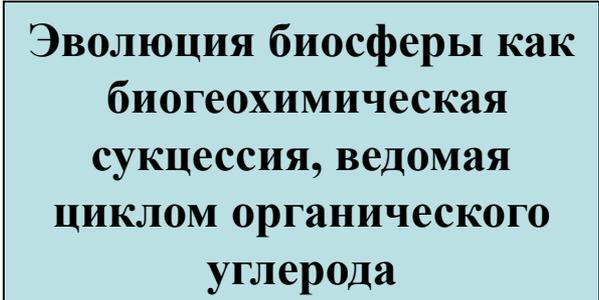
**Абиогенный синтез химических соединений**

**Мир РНК**

**Самосборка компонентов клетки: рибосом, нуклеоида, мембран, цитоплазмы**



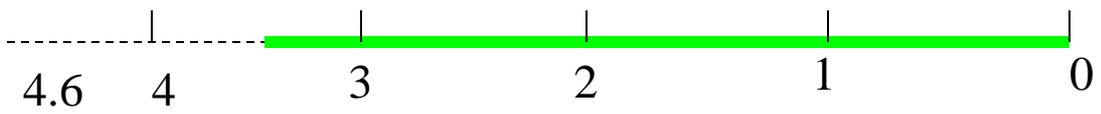
**Состав**  
 $(\text{CH}_2\text{O})_{106}(\text{NH}_3)_{16}\text{H}_3\text{PO}_4$   
**Масса  $2,5 \cdot 10^{18}$  г**



**Происхождение жизни**

**Где? Когда? Как?**

**Ключевая идея – Жизнь возникла при формировании планет СС**



**Эволюция биосферы Земли**

# Программа Президиума РАН «Происхождение и эволюция биосферы» 2004 – 2014 гг.

Движущей силой программы были академики

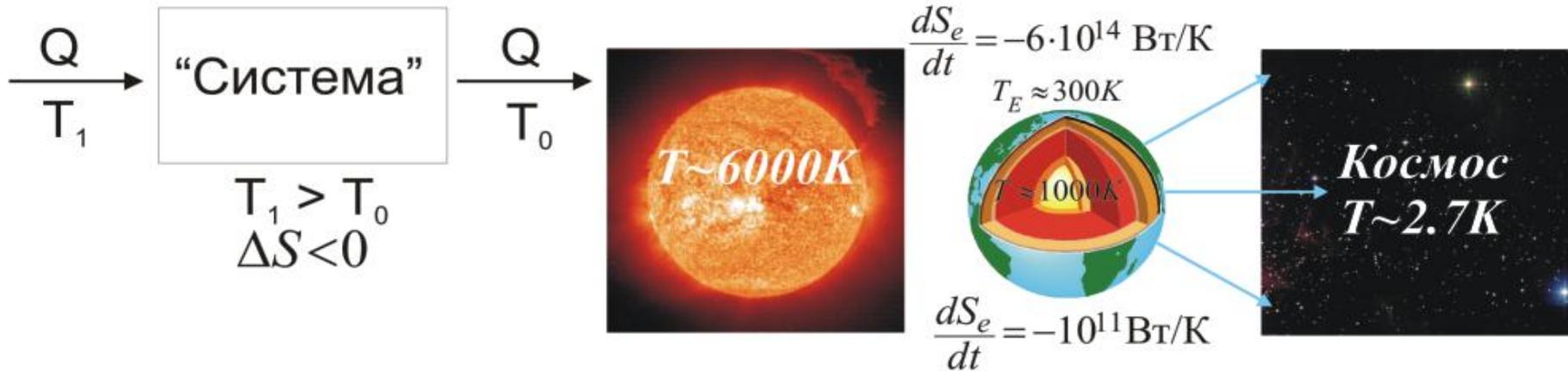
Г.А. Заварзин, Н.Л. Добрецов, Э.М. Галимов, М.В. Виноградов,  
А.Ю. Розанов, А.И. Григорьев, А.С. Спирин, Н.П. Юшкин,  
С.Г. Инге-Вечтомов, С.В. Шестаков, В.К. Шумный, Н.А. Колчанов,  
В.Н. Пармон, М.Я. Маров, В.В. Власов, А.П. Деревянко, М.А. Федонкин ...

и другие действительные члены и член-корреспонденты РАН - от астрофизиков до археологов.

Первоочередной задачей была выработка общего языка и терминологии,  
доступного для всех участников программы.  
Химические и биохимические технологии.

# Неравновесная термодинамика. Открытые системы. Закон возрастания энтропии.

Примеры:  
1. Земля и ее биосфера



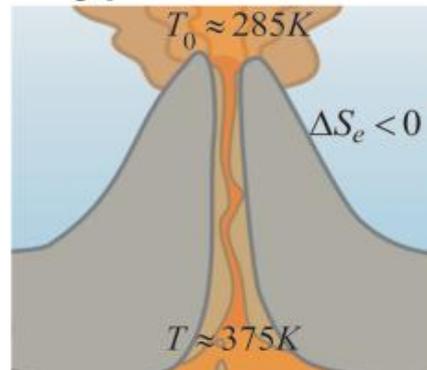
Физика процессов

$$\frac{dS_e}{dt} + \frac{dS_i}{dt} = 0$$

$$W = \frac{dQ}{dt} \quad \frac{\Delta S_e}{\Delta t} = W \left( \frac{1}{T_S} - \frac{1}{T_E} \right) < 0$$

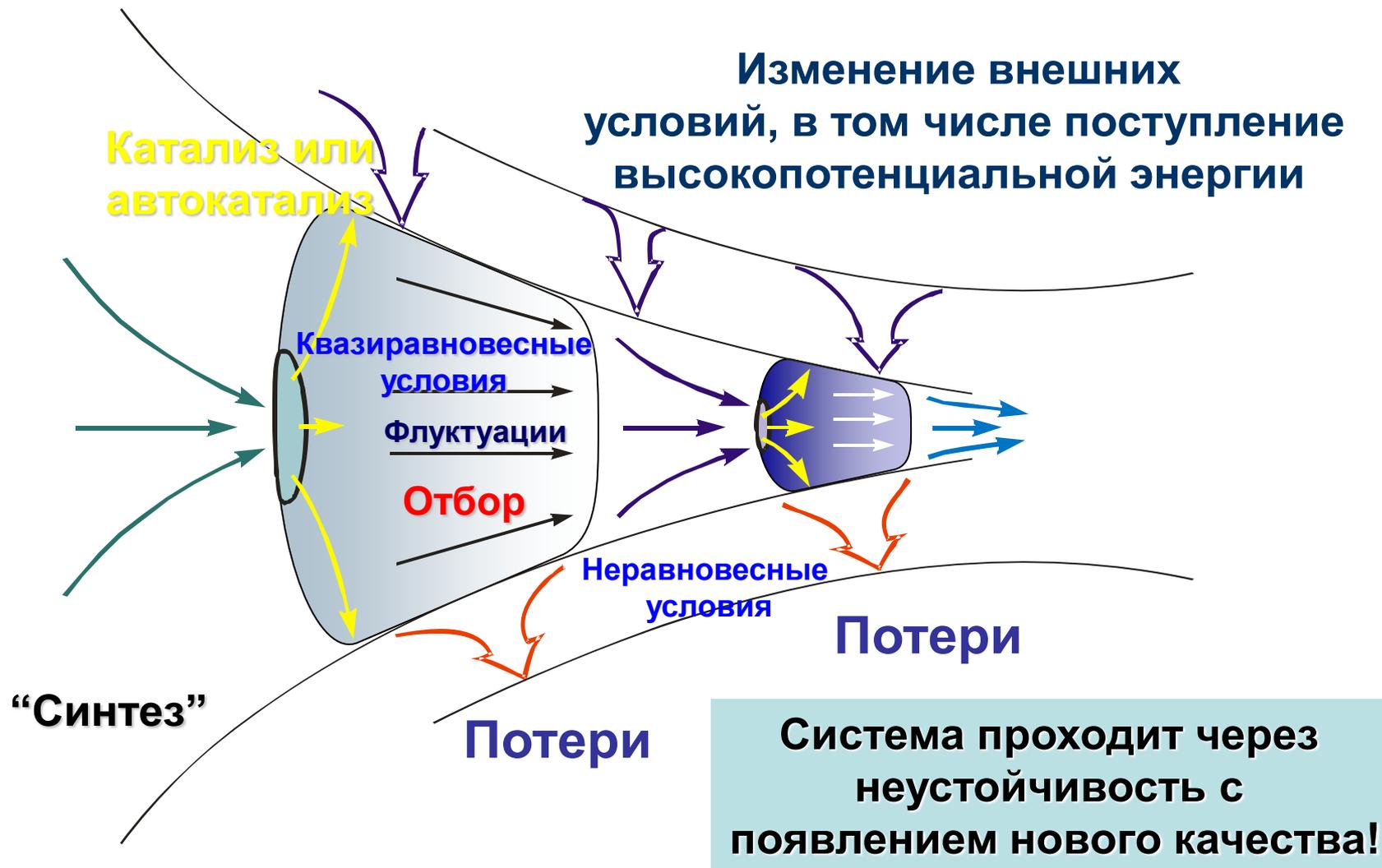
$$T \cdot \Delta S = Q$$

2. "Курильщик"



Земля - замкнутая система, биосфера на ее поверхности и на глубине - открытая система.

# Самоорганизация системы



# Как можно синтезировать $2,5 \cdot 10^{18}$ г органических и био- полимеров?

Сколько современный химик - технолог должен взять простейшего сырья и материалов, чтобы получить в заводских условиях

$2,5 \cdot 10^{18}$  г органического вещества

Состава  $(\text{CH}_2\text{O})_{106}(\text{NH}_3)_{16}\text{H}_3\text{PO}_4$  ?

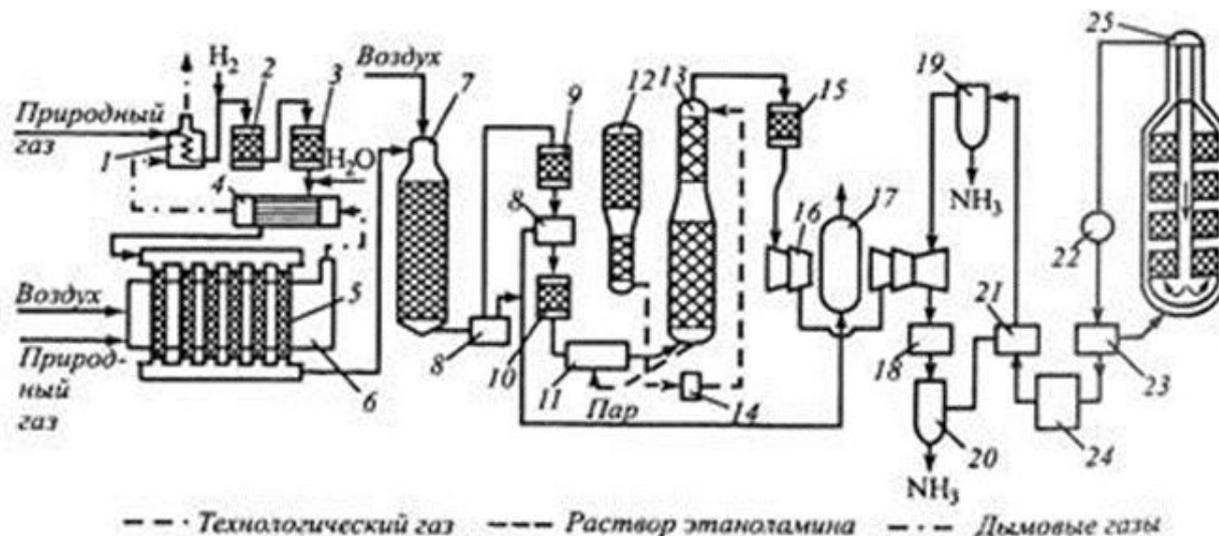
*Ответ:*

Необходимо проделать инженерный расчет **химико-технологической системы**, состоящей из конечного числа отдельных стадий.

Пример - стадия получения аммиака из простых соединений элементов H, C, O, N.

# Производство аммиака

В современном агрегате синтез аммиака ведут при температуре 420 - 500 °С и давлении 250-360 атм в присутствии железных катализаторов, получаемых сплавлением оксидов железа с активаторами (промоторами) -  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$  и др. и последующим восстановлением оксидов железа.

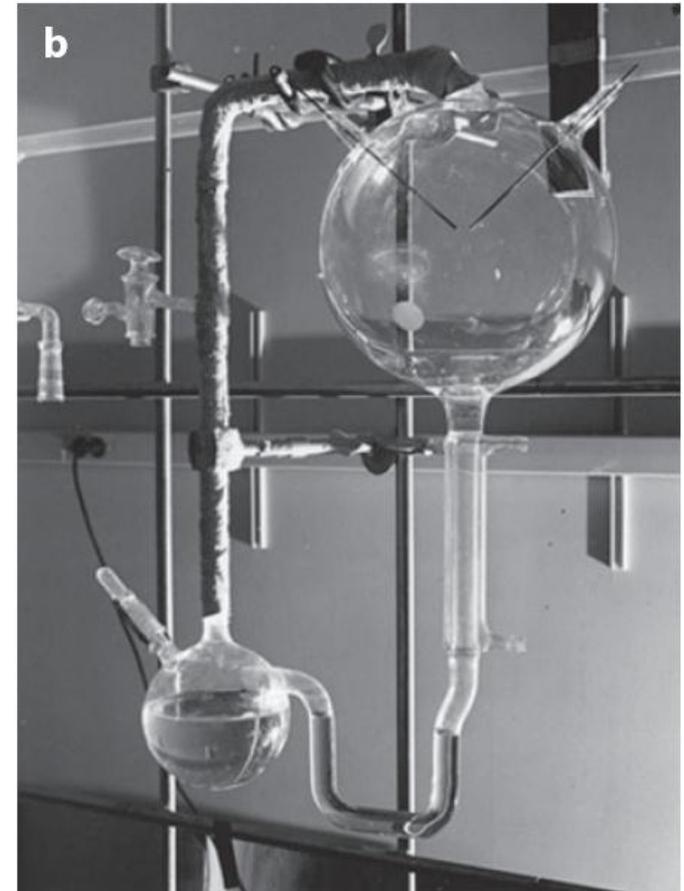
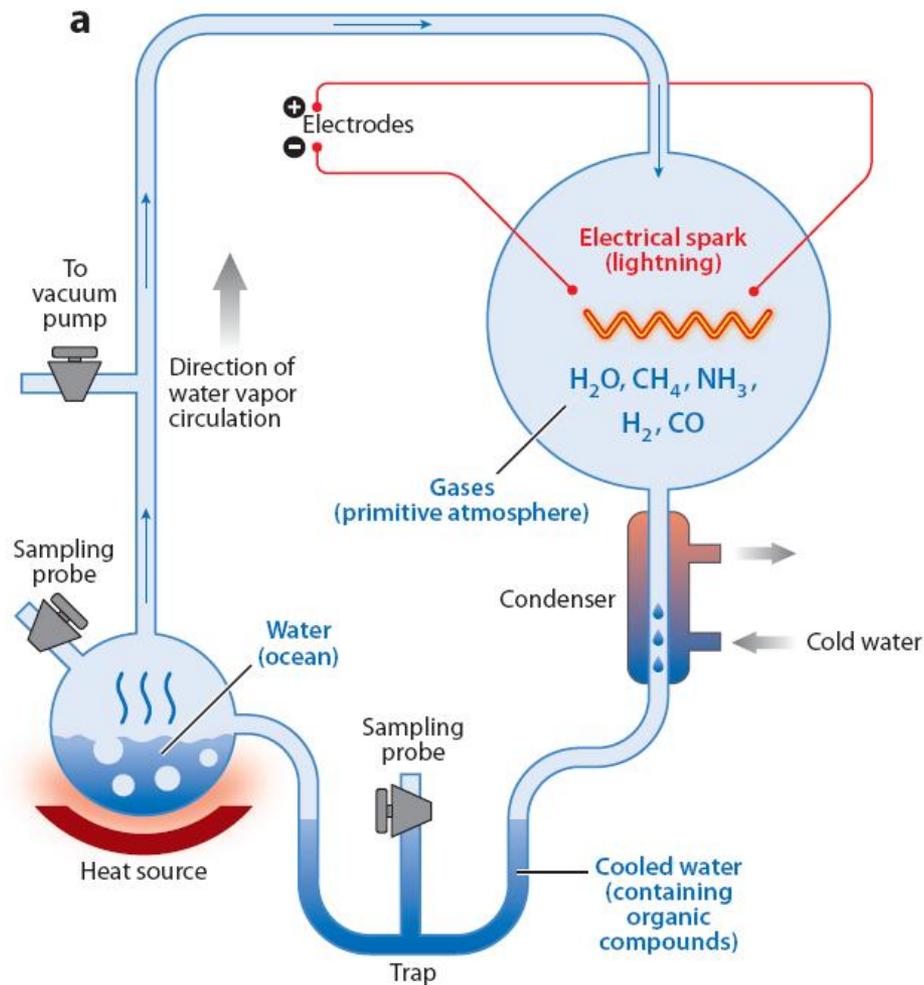


## Принципиальная схема синтеза аммиака под средним давлением:

1 - подогреватель природного газа; 2 - реактор гидрирования органической серы; 3 - адсорбер сероводорода; 4 - теплообменник; 5 - трубчатая печь - конвертор метана; 6 - топка; 7 - шахтный конвертор метана; 8 - паровой котел; 9 - конвертор CO I ступени; 10 - конвертор CO II ступени; 11 - теплообменник; 12 - регенератор  $CO_2$ ; 13 - абсорбер  $CO_1$ ; 14 - воздушный холодильник; 15 - метанатор; 16 - турбокомпрессор с газовой турбиной; 17 - паровая турбина; 18 - аммиачный холодильник; 19 - первичный сепаратор; 20 - вторичный сепаратор; 21 - холодильный теплообменник; 22 - водоподогреватель паровых котлов; 23 - "горячий" теплообменник; 24 - воздушный холодильник; 25 - полочная колонна синтеза

# Добиологический синтез

## Эксперимент Миллера-Ури

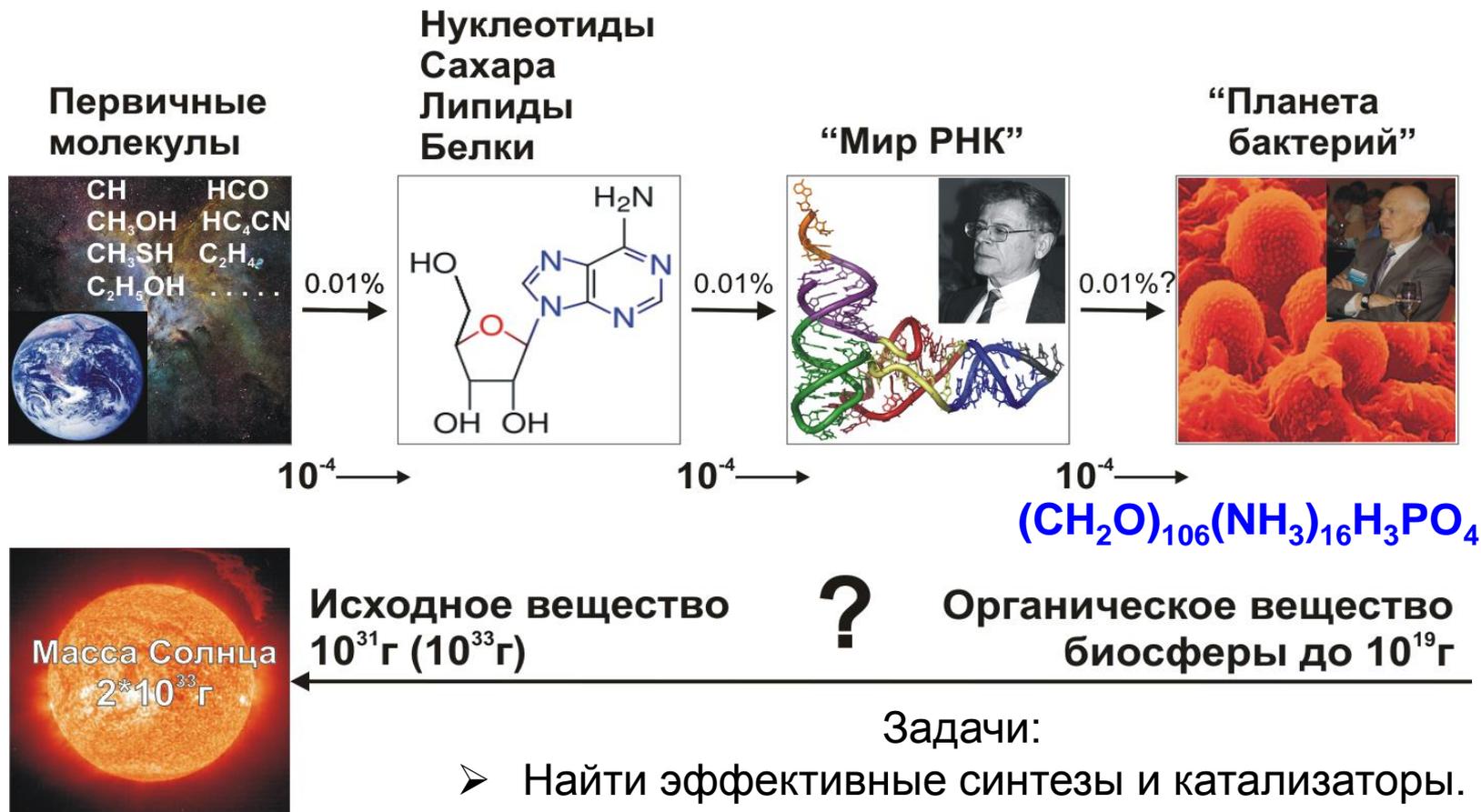


# Когда, где и как появилась жизнь ?



1. Сколько требуется сырья?
2. Как подводится и снимается энергия?
3. Как утилизируются отходы (в «топку», в «третьи страны»)?

# Проблема «Химического завода»



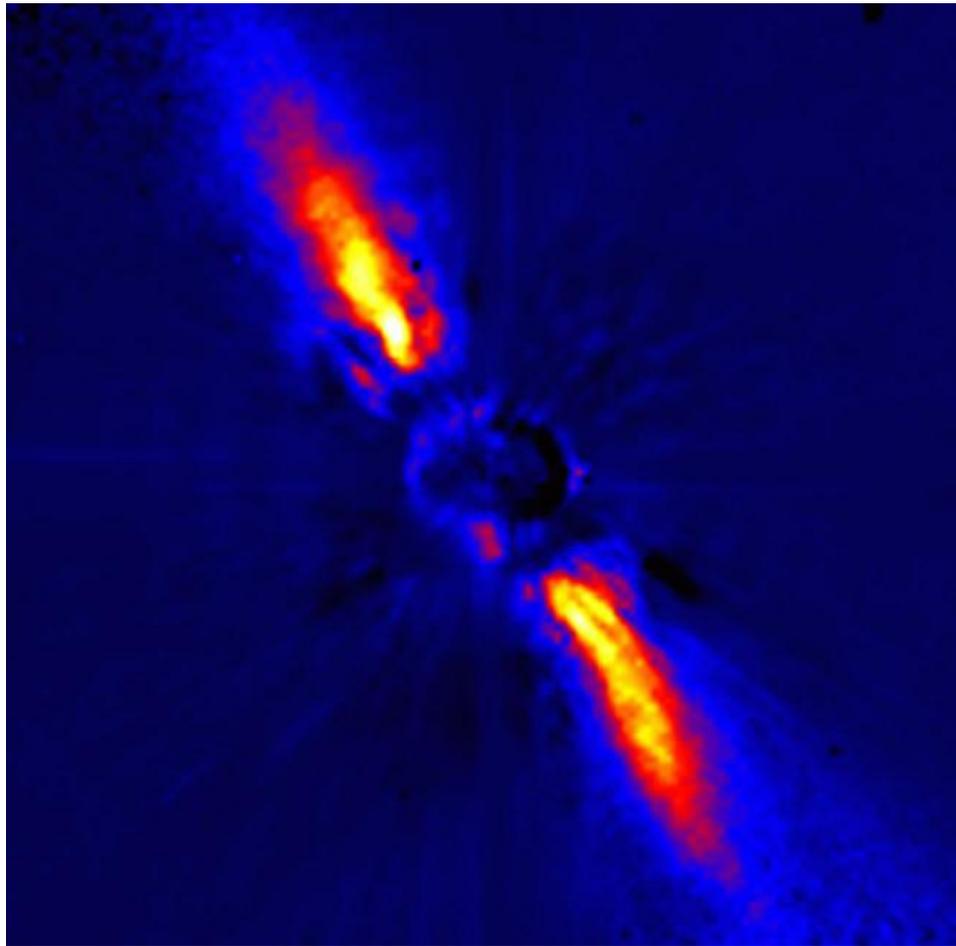
Можем ли позволить начинать не с CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, а с высокорреакционноспособных соединений?

Могла ли участвовать в синтезах масса вещества, сравнимая с солнечной?

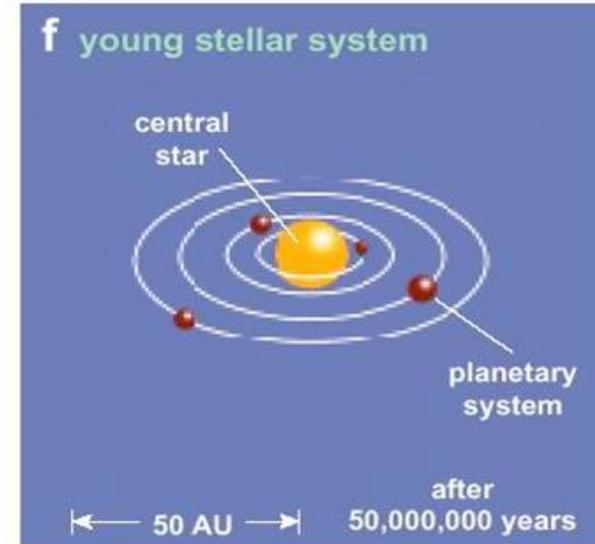
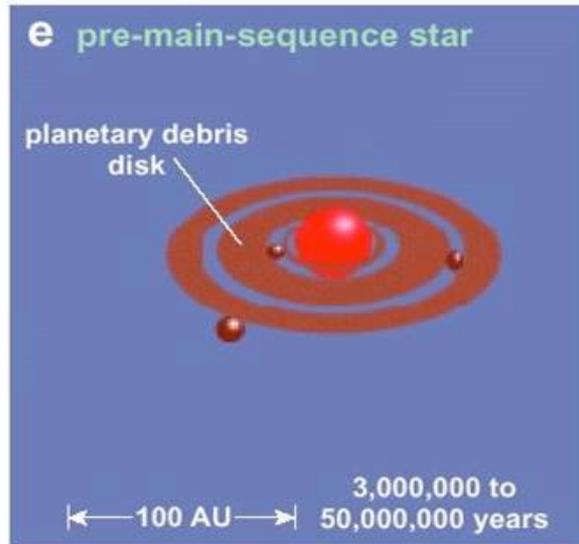
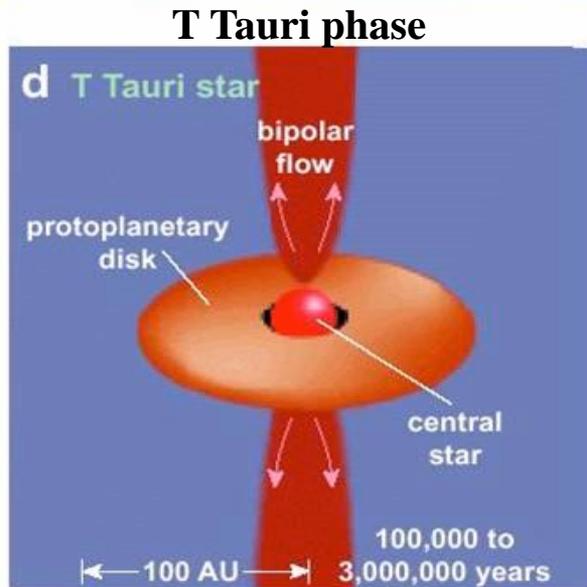
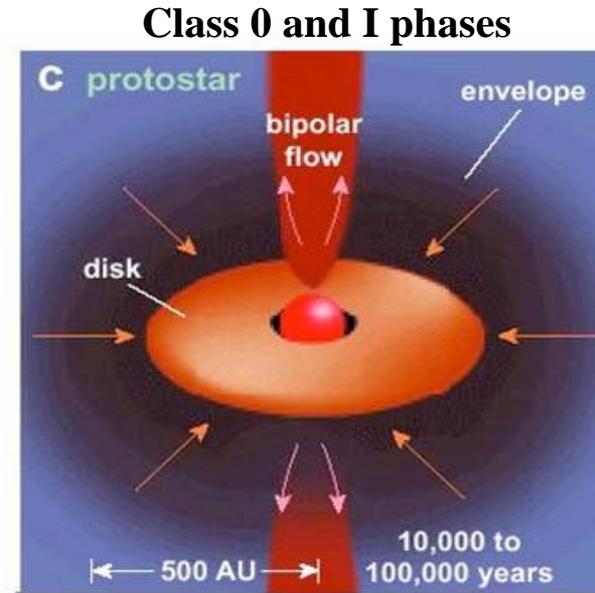
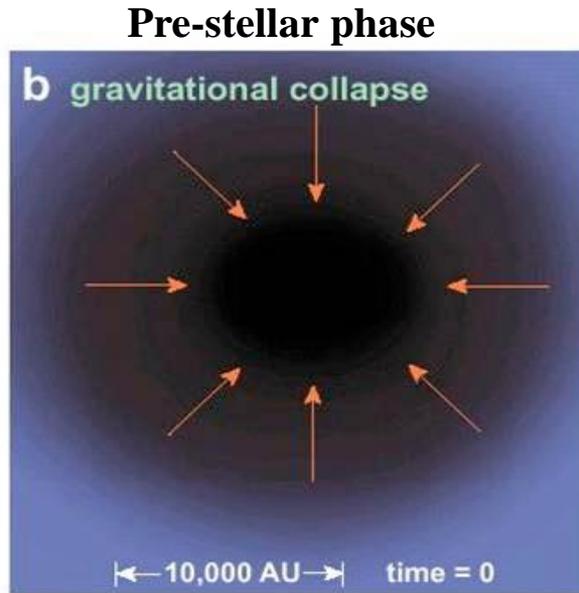
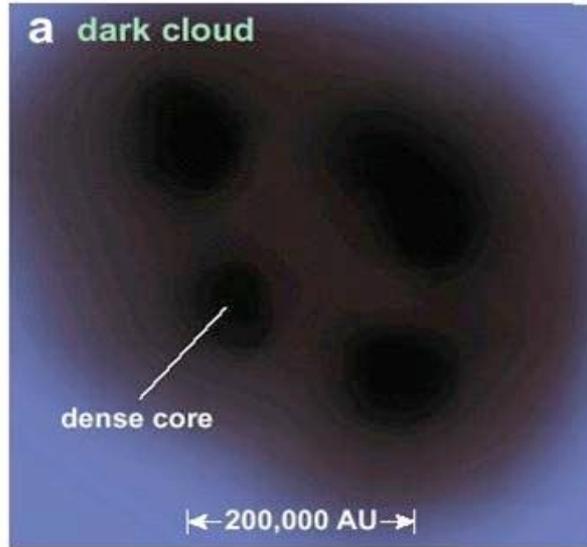


# Газопылевое облако $\beta$ Живописца

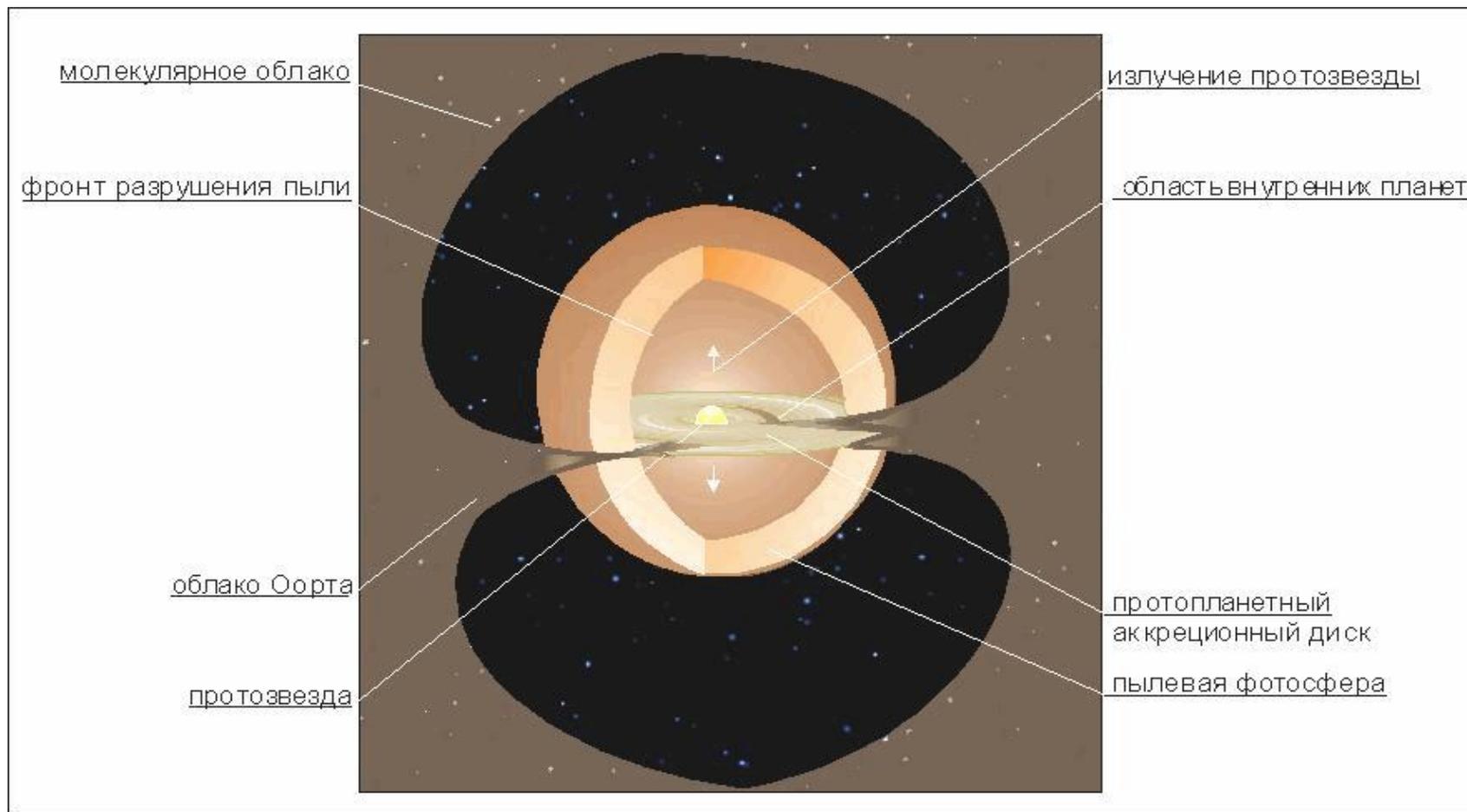
[[antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap971128.html](http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap971128.html)]



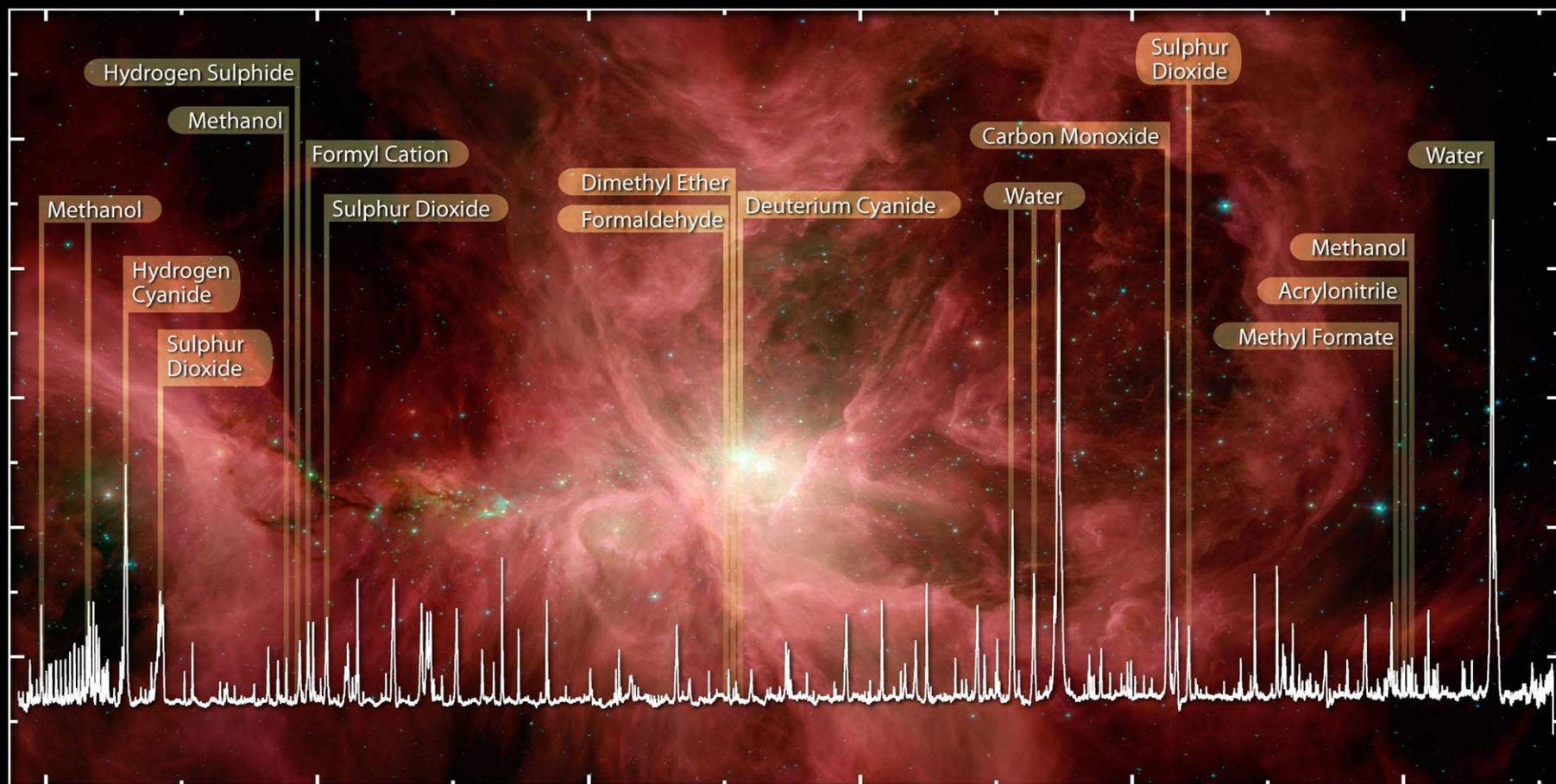
# Main stages of protostellar disk evolution



# Протозвезда с околозвездным ДИСКОМ

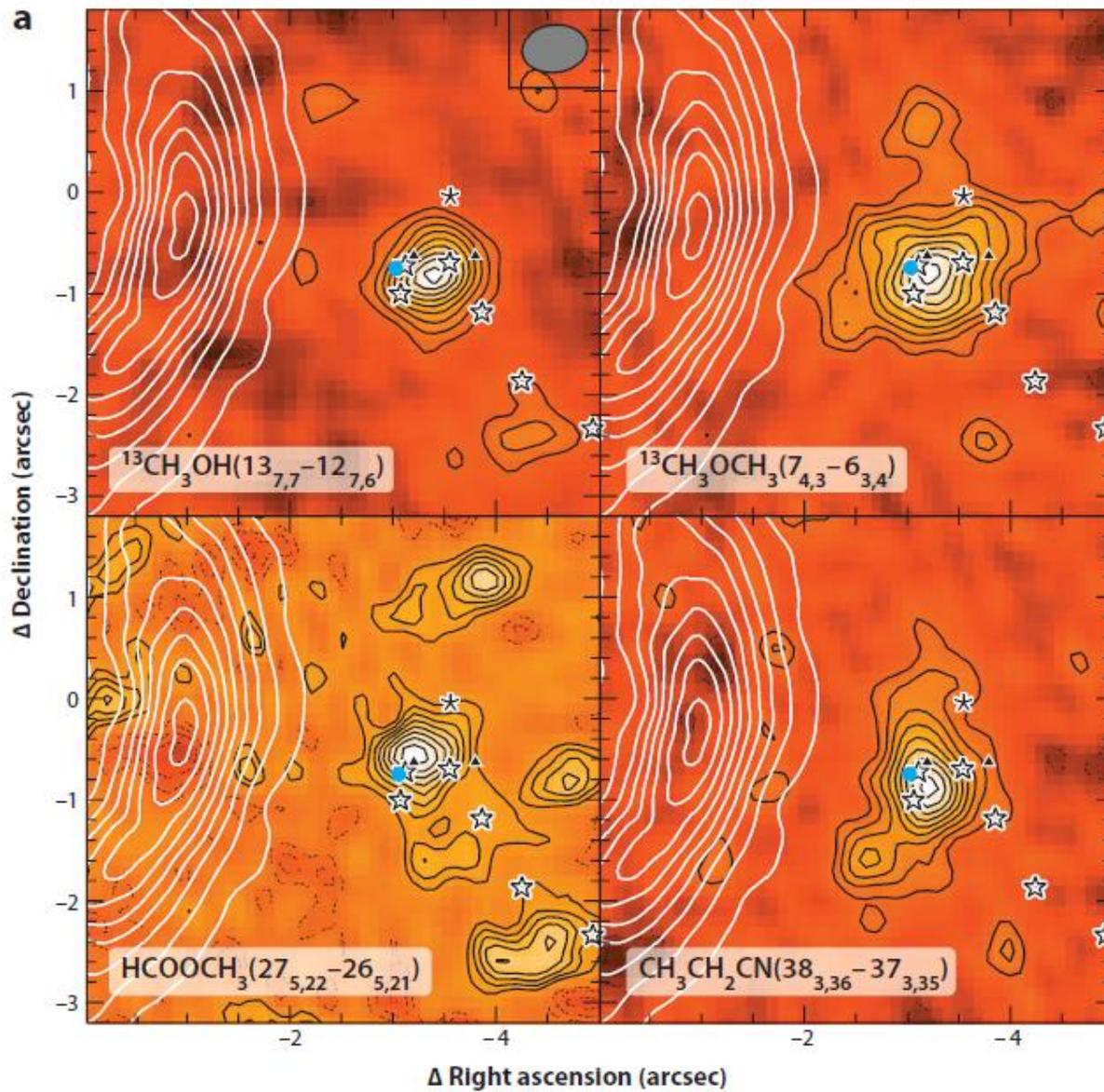


# Example of simple organic and inorganic compounds observed in molecular clouds



HIFI Spectrum of Water and Organics in the Orion Nebula

© ESA, HEXOS and the HIFI consortium  
E. Bergin



# Molecules, found in interstellar clouds

## Cold prehistory of the Life

2-atomic			
H <sub>2</sub>	NO	CO	SiN
AlF	NS	CO+	SiO
AlCl	NaCl	CP	SiS
C <sub>2</sub>	OH	CSi	CS
CH	PN	HCl	HF
CH+	CO	KCl	SH
CN	SO+	NH	FeO

3-atomic			
C <sub>3</sub>	MgCN	HCO+	c-SiC <sub>2</sub>
C <sub>2</sub> H	MgNC	HSC+	CO <sub>2</sub>
C <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub> H+	HOC+	NH <sub>2</sub>
C <sub>2</sub> S	N <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>3</sub> +
CH <sub>2</sub>	NaCN	H <sub>2</sub> S	SiCN
HCN	OCS	HNC	AlNC
HCO	SO <sub>2</sub>	HNO	

8-atomic
CH <sub>3</sub> C <sub>3</sub> N
HCOOCH <sub>3</sub>
CH <sub>3</sub> COOH
C <sub>7</sub> H
CH <sub>2</sub> OHCHO

4-atomic			
c-C <sub>3</sub> H	HNCS	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub> O+
I-C <sub>3</sub> H	HOCO+	HCCN	NH <sub>3</sub>
C <sub>3</sub> N	H <sub>2</sub> CO	HCNH+	SiC <sub>3</sub>
C <sub>3</sub> O	H <sub>2</sub> CN	HNCO	
C <sub>3</sub> S	H <sub>2</sub> SC		

5-atomic			
C <sub>5</sub>	HC <sub>2</sub> NC	c-C <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> NCN
C <sub>4</sub> H	HCOOH	CH <sub>2</sub> CN	HNC <sub>3</sub>
C <sub>4</sub> Si	H <sub>2</sub> CHN	CH <sub>4</sub>	SiH <sub>4</sub>
I-C <sub>3</sub> H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O	HC <sub>3</sub> N	H <sub>2</sub> COH+

9-atomic
CH <sub>3</sub> C <sub>4</sub> H
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CN
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH
HC <sub>2</sub> N
C <sub>8</sub> H

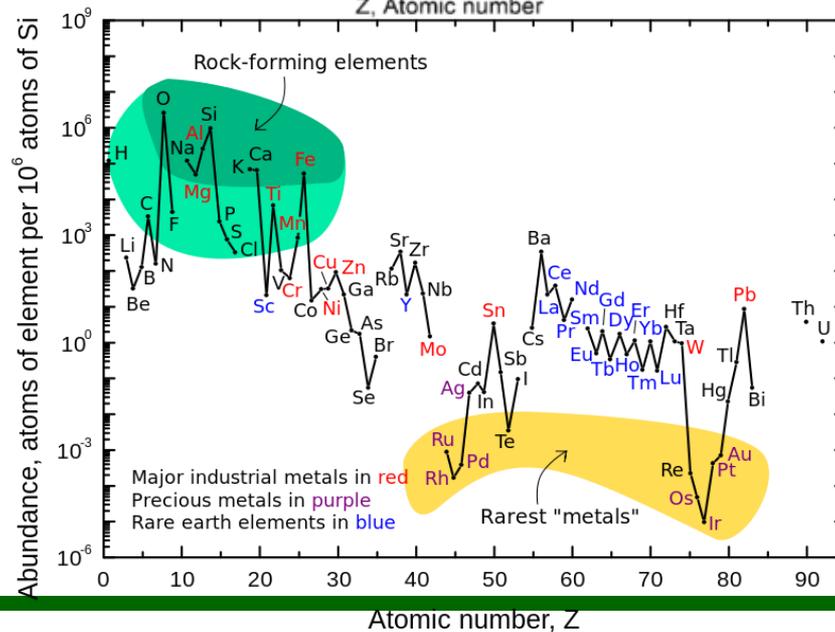
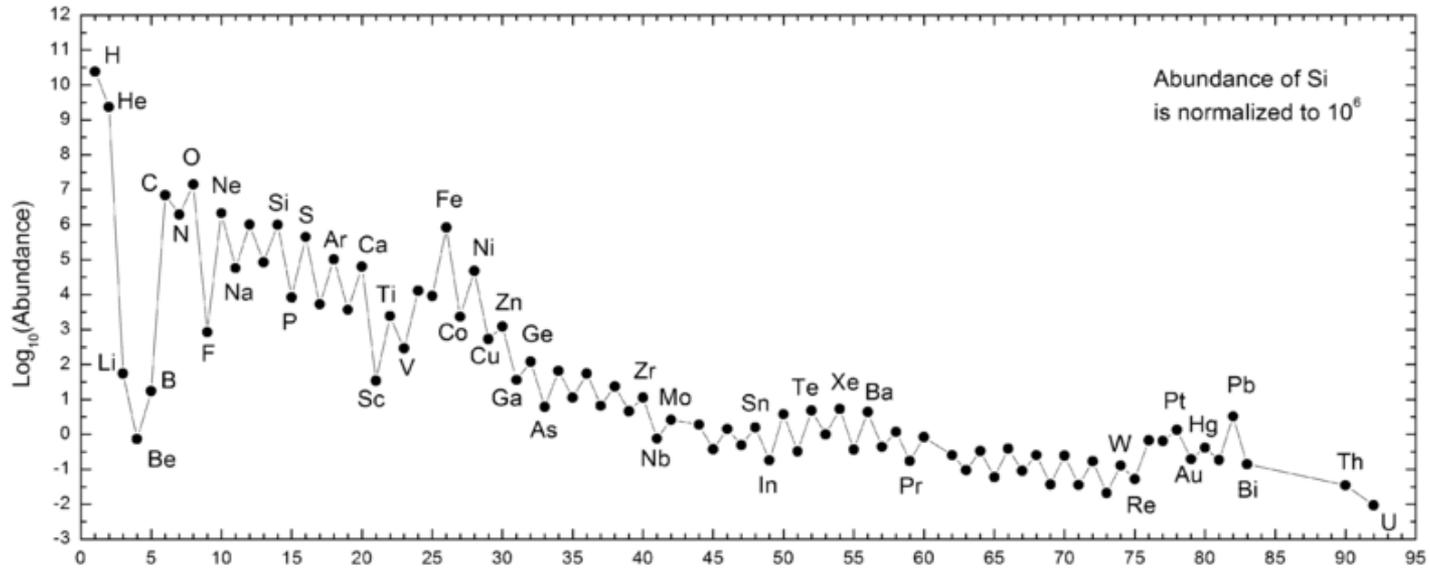
6-atomic			
C <sub>5</sub> H	CH <sub>3</sub> SH	CH <sub>3</sub> CN	NH <sub>2</sub> CHO
L-H <sub>2</sub> C <sub>4</sub>	HC <sub>3</sub> NH+	CH <sub>3</sub> NC	C <sub>5</sub> N
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	HC <sub>2</sub> CHO	CH <sub>3</sub> OH	

7-atomic	
C <sub>6</sub> H	HCOCH <sub>3</sub>
CH <sub>2</sub> CHCN	NH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
CH <sub>3</sub> C <sub>2</sub> H	c-C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O
HC <sub>5</sub> N	CH <sub>2</sub> CHOH

10-atomic
CH <sub>3</sub> C <sub>5</sub> H
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO
NH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> COOH

R.L.Rawls,  
C&EN, 2002

# Распространенность элементов



# МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОБЛАКА

## Астрохимия



*Распространенность элементов в космосе*

H, He, O, C, Ne, N, Mg, Si, Fe, S, Ar,...

- I. *H + He* – 98%,  
*Another elements* – 1-2%, *among them*
- II. *Organics* (H, O, C, N,...) > 90%
- III. *Inorganics* (Mg, Si, Fe, O, ...) < 10%

H<sub>2</sub>, He, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, Ne, NH<sub>3</sub>, MgH<sub>2</sub>, SiH<sub>4</sub>, FeH, H<sub>2</sub>S, Ar,...

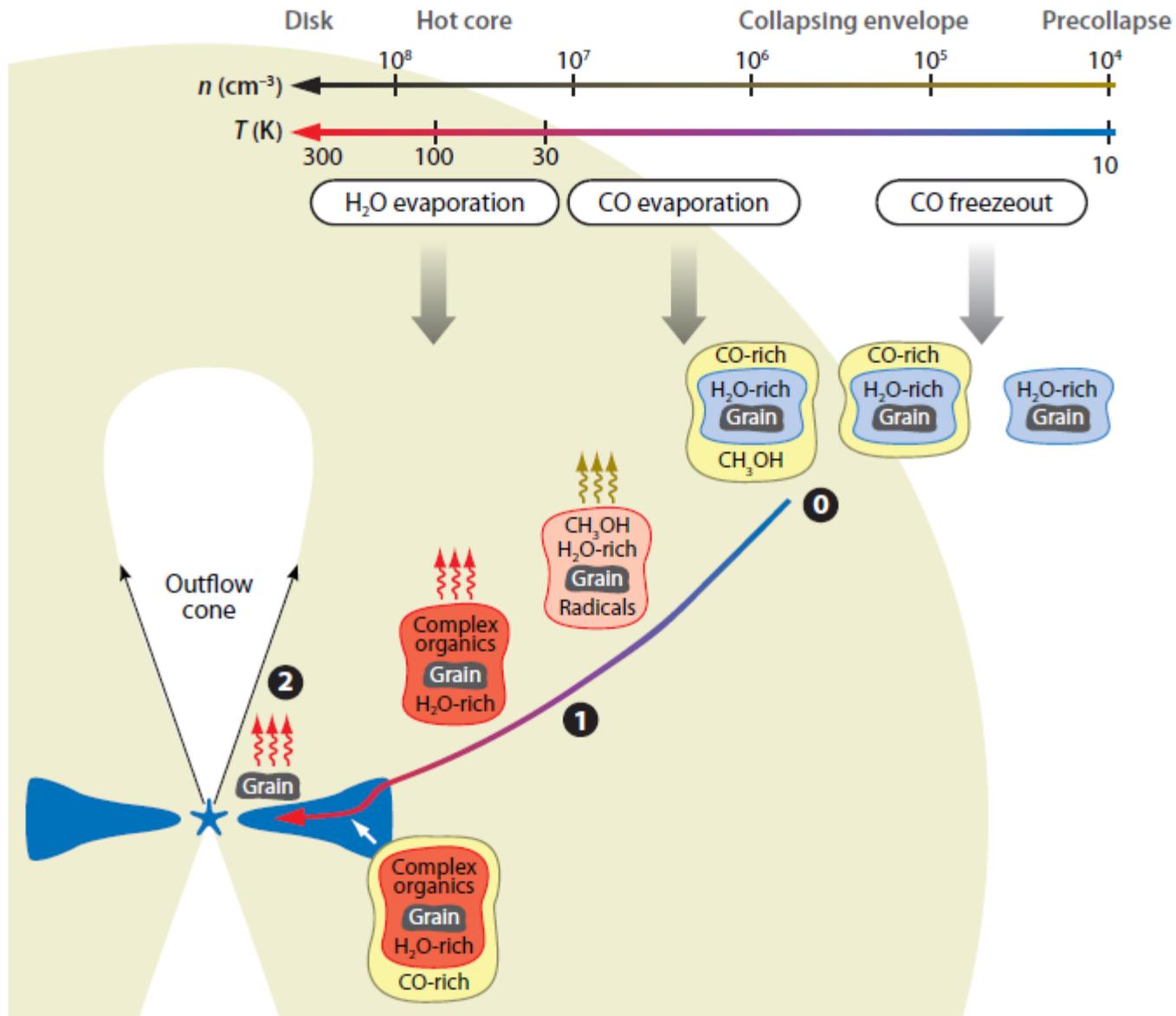
H<sub>2</sub>, He, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, Ne, Ar - *пробники гравитации, температуры, давления*

H, O, C, N, S, ... - *элементы для синтеза органики*

O, MgH<sub>2</sub>, SiH<sub>4</sub>, FeH, ... – *соединения для синтезов неорганики*

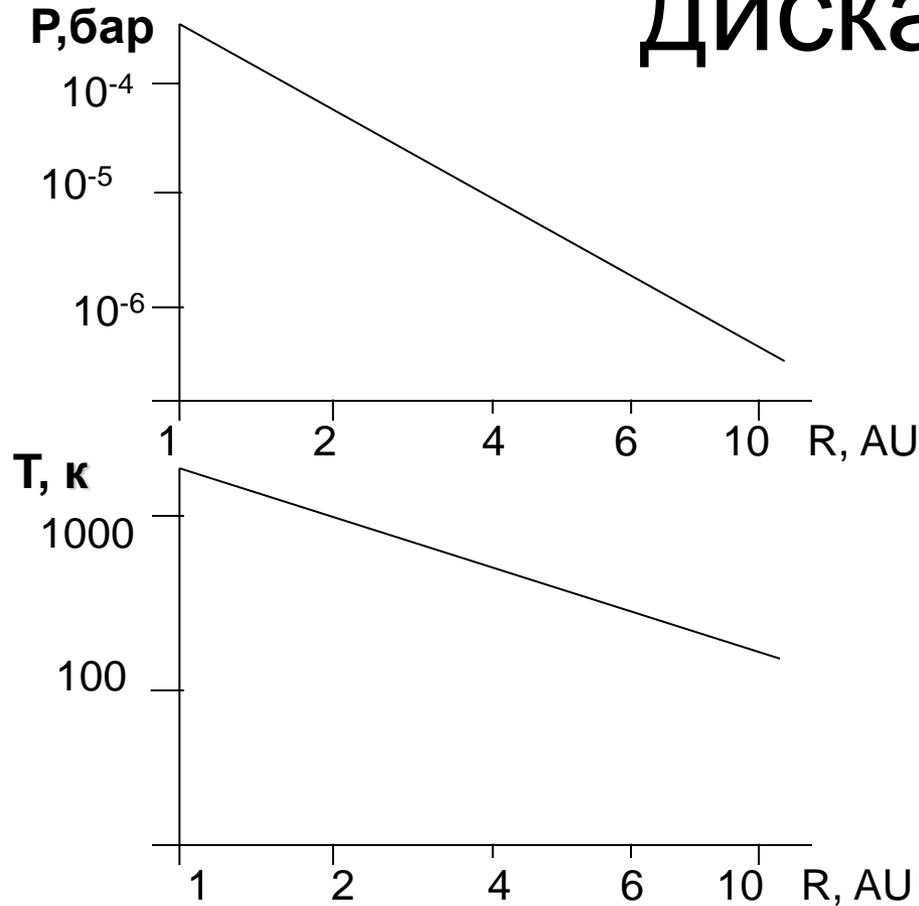
MgH<sub>2</sub> + SiH<sub>4</sub> + FeH + H<sub>2</sub>O --> (Mg,Fe)<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> and (Mg,Fe)<sub>6</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>8</sub>

(CH<sub>2</sub>O)<sub>106</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>16</sub>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> and Organics → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + N<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub> + [PO<sub>3</sub>]<sup>3-</sup>



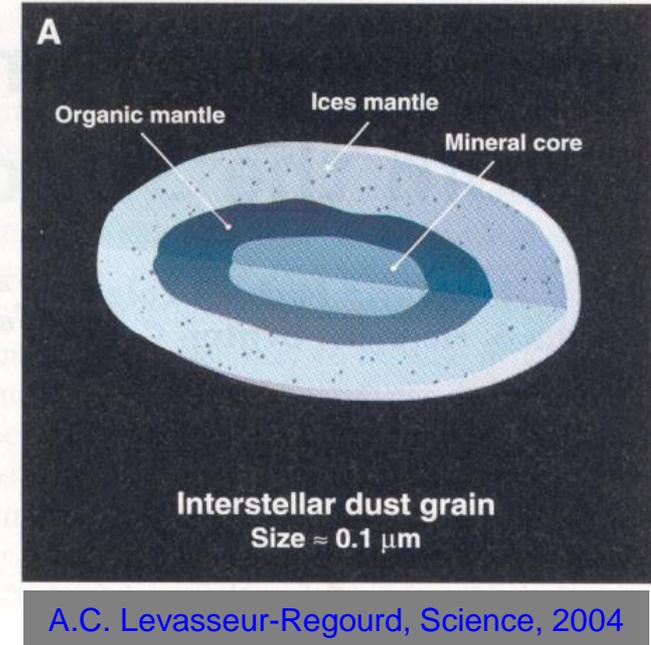
# Параметры околосолнечного диска

## ДИСКА



Дорофеева В.А., Макалкин А.Б., 2004

## Межзвездная пыль



Центрифужный параметр

$$Z = (m_1 - m_2)V^2/kT \sim 2000$$

Что могло происходить в диске на поверхности наночастиц ?

# Fischer-Tropsch Synthesis

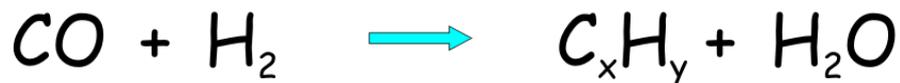
## Components of Gas and Interstellar Dust - Reagents and Catalyst

H <sub>2</sub>	71-77%
He	21-27%
CO	10 <sup>-4</sup> *
N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> CO	~ 10 <sup>-5</sup> *
HCN, HNC, NH <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> OH	~ 10 <sup>-6</sup> *

\* Relative to H<sub>2</sub>

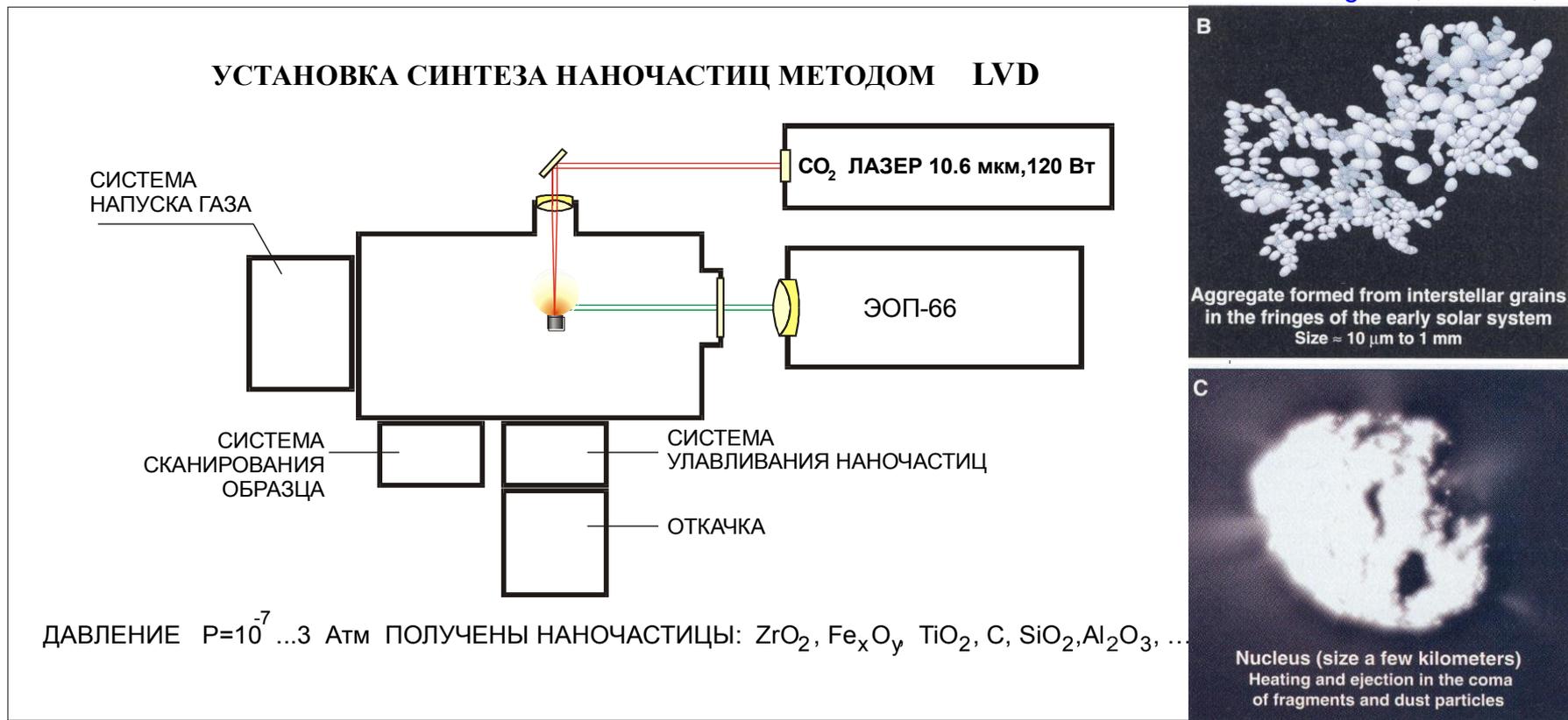
SiO <sub>2</sub>	33 %
FeO	22 %
MgO	23 %
FeNi	8,9 %
FeS	6,17 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,53 %
CaO	2,32 %
Na <sub>2</sub> O	0,72 %
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,49 %
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,38 %
MnO	0,24 %
TiO <sub>2</sub>	0,11 %
	about 100 %

### *“FT” Synthesis*



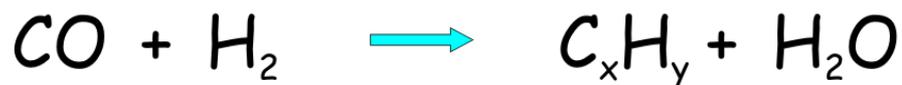
# Получение наноматериалов испарением образцов лазерным излучением

A.C. Levasseur-Regourd, Science, 2004

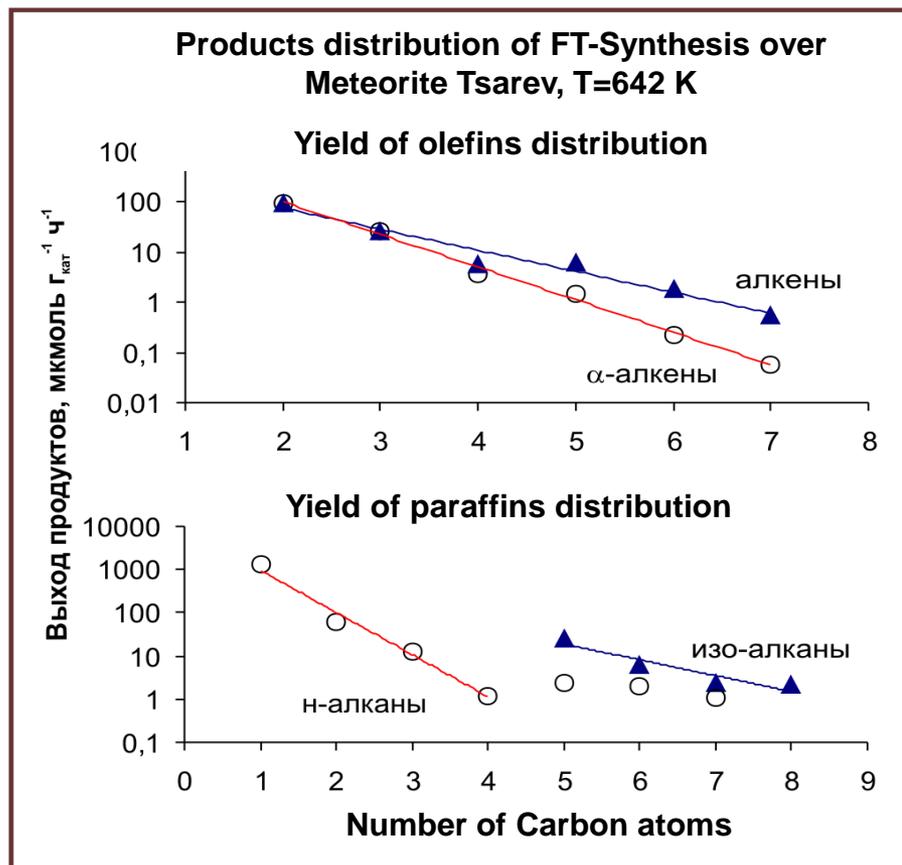


Определена каталитическая активность наноматериалов  
Формирование в диске малых тел

# “FT” Synthesis -Slurry reactor and fixed bed reactor



## Catalytic active nanomaterials



	Meteorite Tsarev	Dolerit
--	------------------	---------

SiO <sub>2</sub>	40,6	41,6
TiO <sub>2</sub>	0,12	1,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5	12,2
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5	0,02
<b>FeO<sub>x</sub></b>	<b>14,0</b>	<b>25,3</b>
MnO	0,34	0,18
MgO	25,2	9,0
CaO	2,0	6,3
Na <sub>2</sub> O	0,7	1,0
K <sub>2</sub> O	0,10	0,47
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,3	0,09
S	1,92	0,98
Fe (сулф.)	3,36	0
<b>Fe<sup>0</sup></b>	<b>6,51</b>	<b>0</b>
<b>Ni</b>	<b>1,08</b>	<b>0,17</b>
<b>Co</b>	<b>0,048</b>	<b>0</b>
Cu	0,013	0,13

# Добиологический синтез нуклеиновых оснований

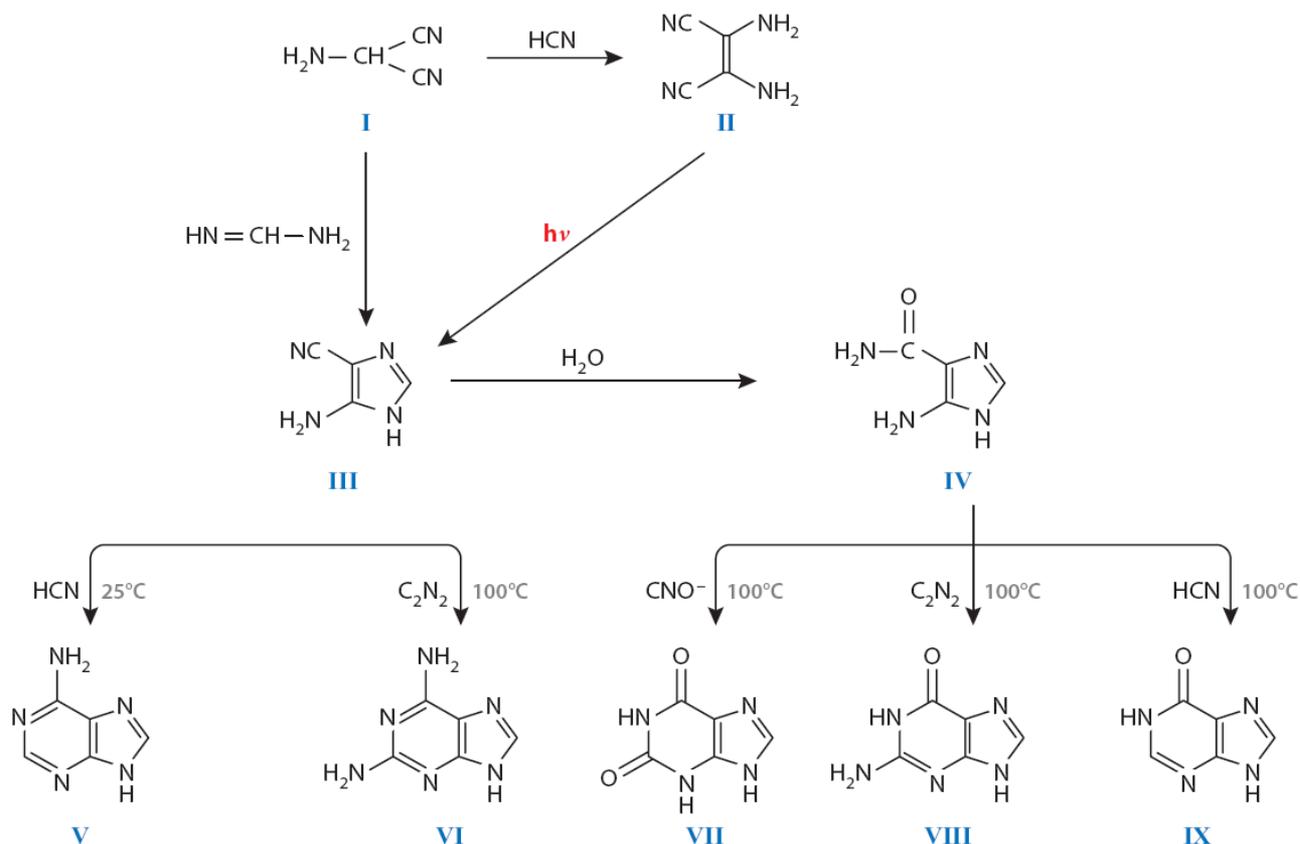
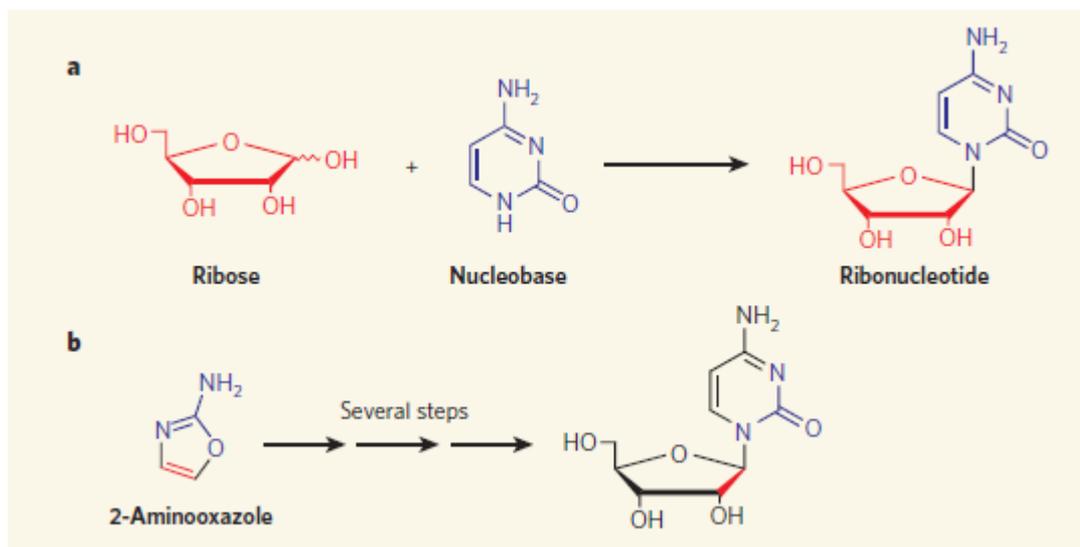
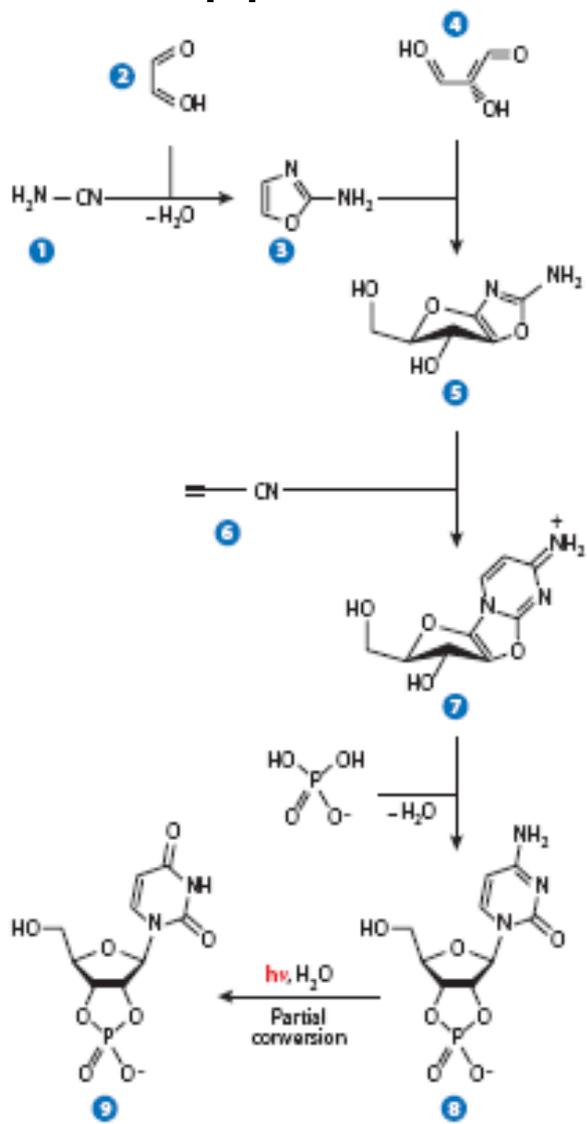


Схема синтеза пуриновых оснований из цианистого водорода (HCN).

( Thomas M. McCollom *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 2013. 41:207–29)

# Добиологический синтез нуклеотидов



**Схема синтеза пиримидин нуклеотида.**  
 (Thomas M. McCollom *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*  
 2013. 41:207–29)

# Производство полиэтилена



*Технологическая схема производства полиэтилена (СИБУР)*

## *Параметры процесса полимеризации этилена*

Продукт	Полиэтилен высокого давления (ПЭВД)	Полиэтилен низкого давления (ПЭНД)
Условия процесса		
Давление, атм	1300 ÷ 3000	1 ÷ 20
Температура, °С	200 ÷ 300	50 ÷ 120
Активатор	Кислород или органические перекиси	-
Катализатор	-	Металло-органический
Реакционная среда	Расплав	Суспензия



*Реактор полимеризации этилена высокого давления – трубопровод длиной 3 км (3 зоны по 1 км каждая)*

# Как из малых тел получить крупные тела: развитие гравитационной неустойчивости

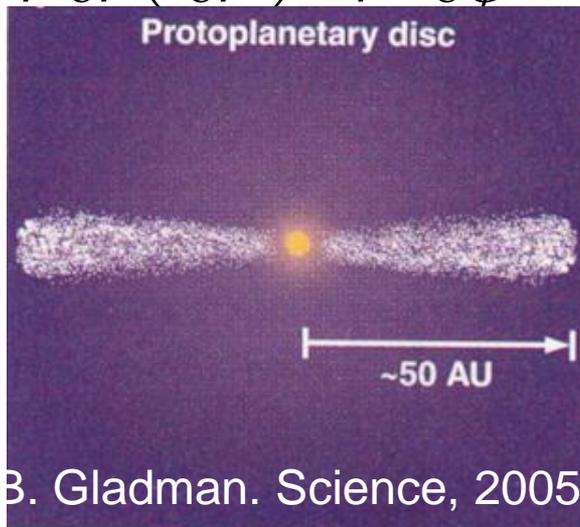
## Уравнения гравитационной динамики и

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \vec{u} \frac{\partial f}{\partial \vec{r}} - \frac{\nabla \Phi}{m} \frac{\partial f}{\partial \vec{u}} = 0$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{\partial \Phi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = 4\pi G \rho$$

Физические неустойчивости.

Чириков Б.В., Сагдеев Р.З.,  
Захаров В.А., Кузнецов Е.А.,  
Рютов Д.Д. и др.



Снытников В.Н. и др.

Письма в Астрон. Жур., 2003.

## газодинамические уравнения

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \vec{v}) = 0,$$

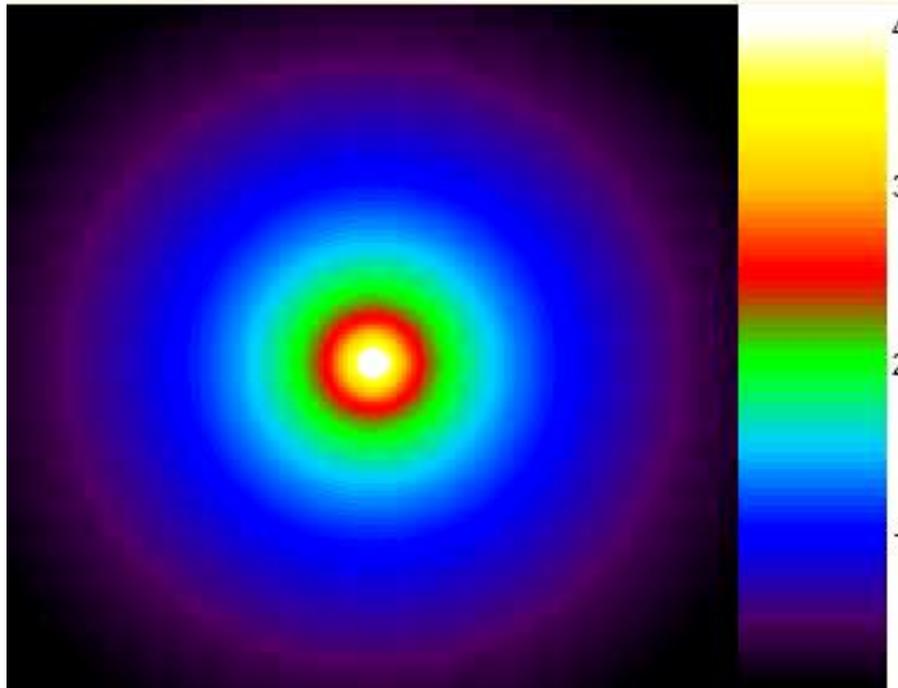
$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \nabla) \vec{v} = -\frac{1}{\rho} \text{grad}(p) + \frac{\vec{F}}{\rho},$$

$$\frac{\partial E}{\partial t} + (\vec{v} \nabla) E = -\frac{1}{\rho} \text{div}(p \vec{v}) + \frac{Q}{\rho} + \frac{(\vec{F}, \vec{v})}{\rho} - \frac{1}{\rho} \text{div}(\vec{W}),$$

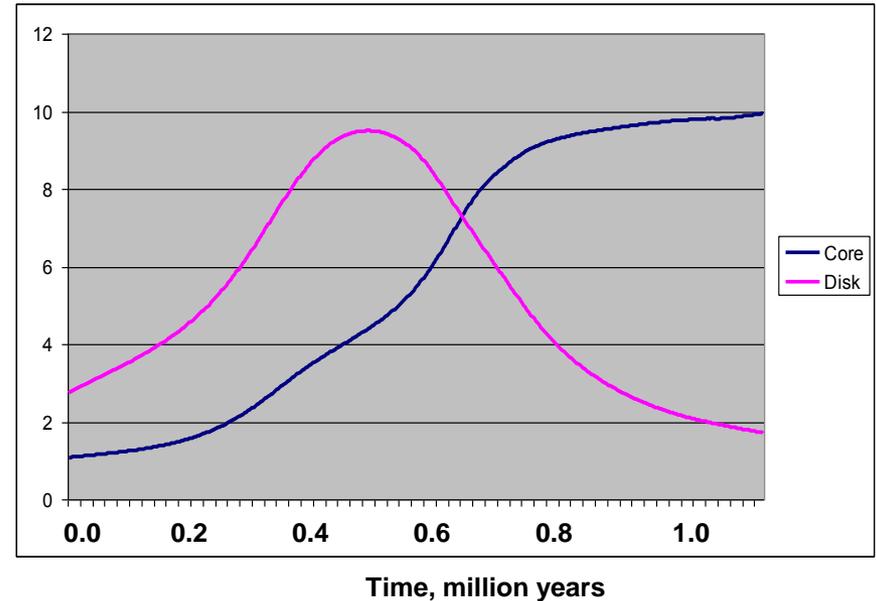
# DISK – SUBDISK *Astrocatalysis*

Density in meridional plane  
Axial lengths - 2000 AU

T = 0



Protostar's and its disk mass change  
Times about 1 Million Years



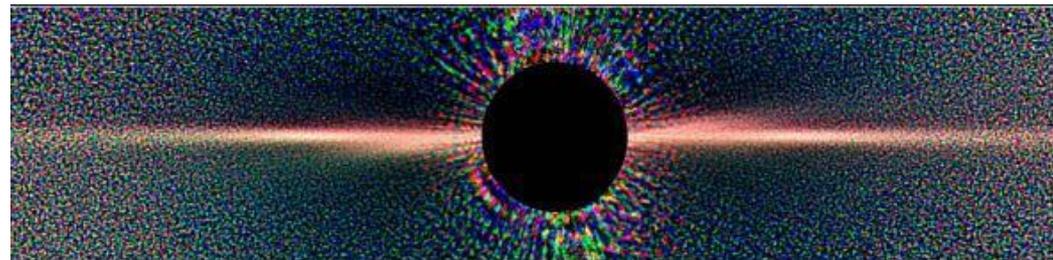
*Disk of Beta-Pictoris, Hubble Telescope*

Gas/condense phase density  $>0.1$

Temperature in massive disk – firstly increases from 10K up to over 300K, then falls

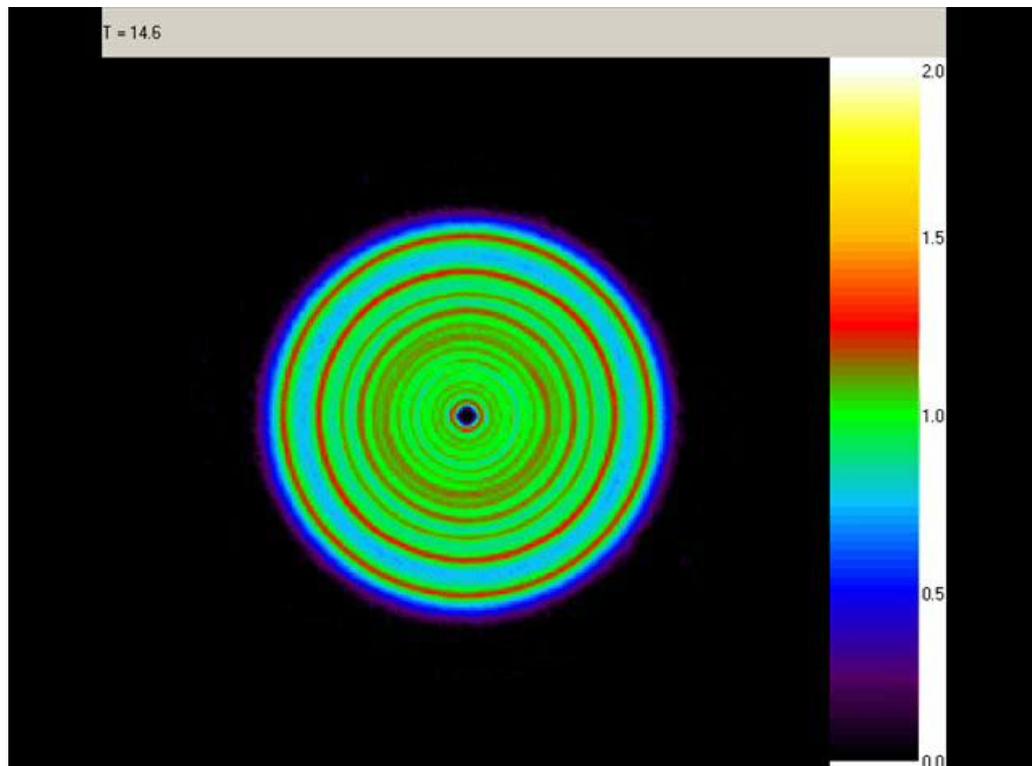
*Catalyst - Fe- Mg-Si-O*

Formation of the bodies of organic composition with radius up to 1- 10 m



# Особые условия в околозвездном диске

## *RNA World*



*Creation of primary bodies with size about 1 and more kilometers*

*Catalysts and organics compounds*

*Drastic change of physical and chemical conditions*

*RNA world*

*Ancient RNA world was a precursor of the Life on the Earth*

**Gravitational instability**

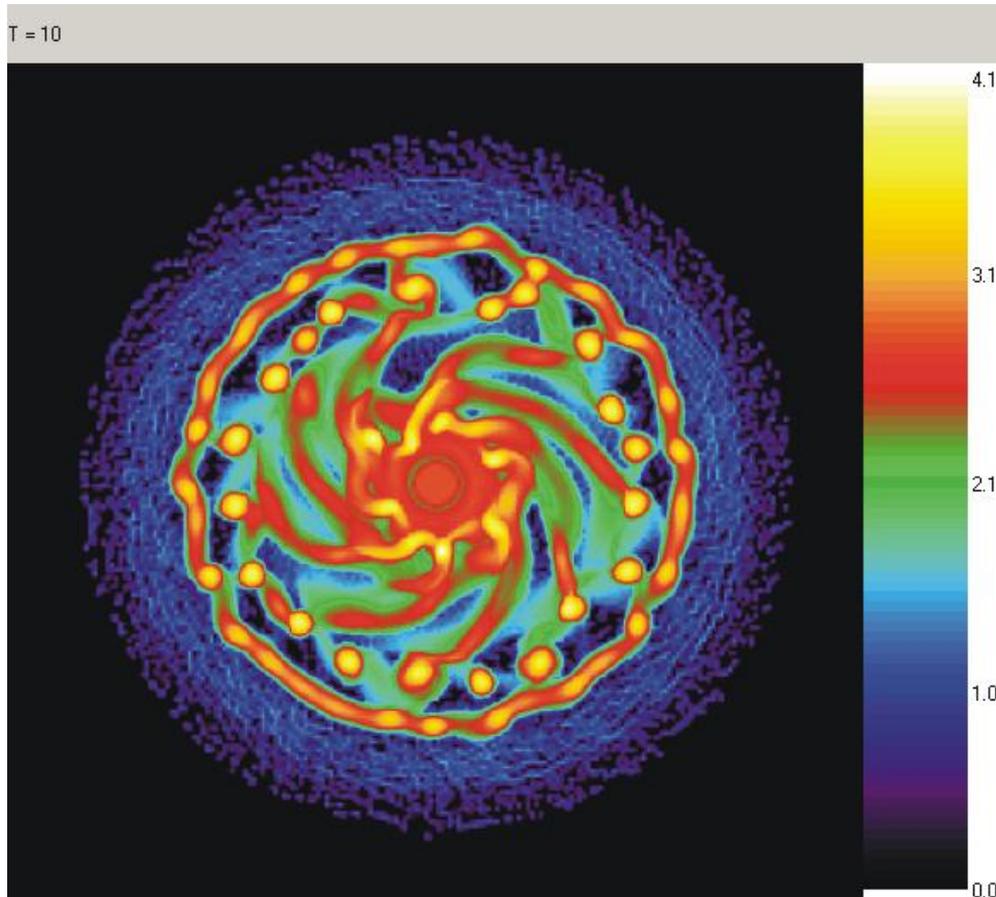
**Time of the Clump was 1-10 years**

**RNA World was during 1 Million Years**

**Ribonucleic acids are capable to perform all basic functions characteristic of both DNA and proteins.**

# Астрокатализ. Воссоздание физических условий химической эволюции в допланетных околозвездных дисках.

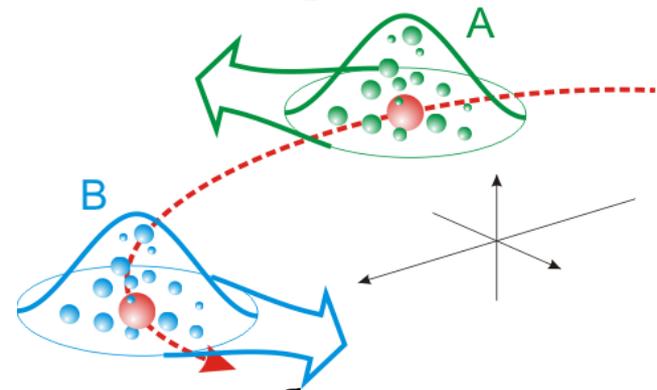
Логарифм плотности газа в диске. Сгустки.



Двухфазная модель диска из газа и твердых тел.

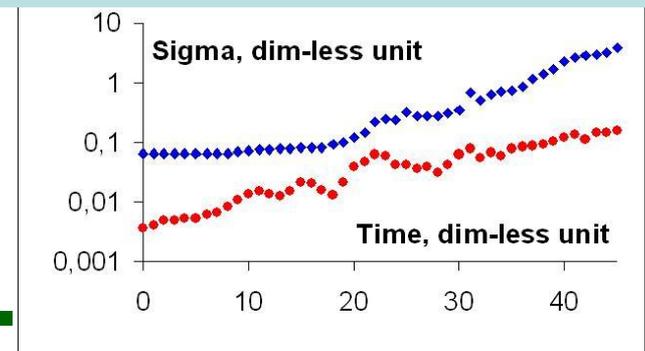
Расчеты на ССКЦ и кластере ИК СО РАН. Сетка 80 000 000 ячеек.

Периодическое повышение давления над поверхностью тела из  $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$  и  $(\text{Mg,Fe})_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$  при его движении из одного сгустка к другому в первый миллион лет. Волновые реактора высокого давления  $P > 100$  атм по  $\text{H}_2$  и  $\text{He}$  для «мира РНК».



Коллапс газа и сборка тел в одном сгустке

Поверхностная плотность газа (синий) и плотность твердой фазы (красный)



# Характеристика космического каталитического реактора - солитона

## *Реактор с псевдооживленной кипящей твердой фазой*

*Восстановительная Водород-Гелиевая Атмосфера*

*Давление газа до 100 атмосфер*

*Твердая фаза* – **SiO<sub>2</sub> – MgO – Fe** каталитически активная огромная поверхность связанных **наночастиц** (составы глинистых минералов, монтмориллонитов ?), на определенных расстояниях - с конденсированной **H<sub>2</sub>O**

*Размеры «гранул» твердой фазы* – порядка 1 – 10 метров

*Размеры реактора на разных временных этапах* – от 10<sup>7</sup> км (0.1AU) до десятков диаметров Солнца (0.01AU) и меньше

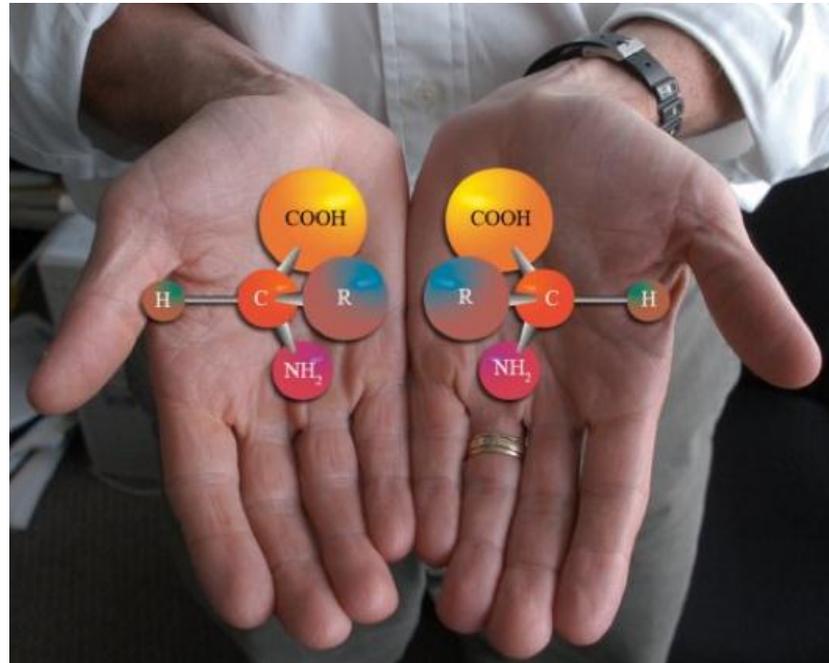
*Ввод энергии* – излучение протоСолнца с поступлением в среду посредством атомарного H и метастабильного He на всю поверхность протопланетного диска и - *Съем энергии*

*Конечное состояние* – высокомолекулярные органические соединения, **H<sub>2</sub>O** и другие гидриды элементов, ( «Мир РНК» !? )

# Хиральность, биологическая гомохиральность

Гомохиральность  $\equiv$  предусловие для зарождения и эволюции жизни

«Правая» форма  
Dextro-  
D-энантиомер



«Левая» форма  
Levo-  
L-энантиомер

« L + D » 50/50 – рацемическая смесь

« L  $\neq$  D » – нерацемическая или скалемическая смесь

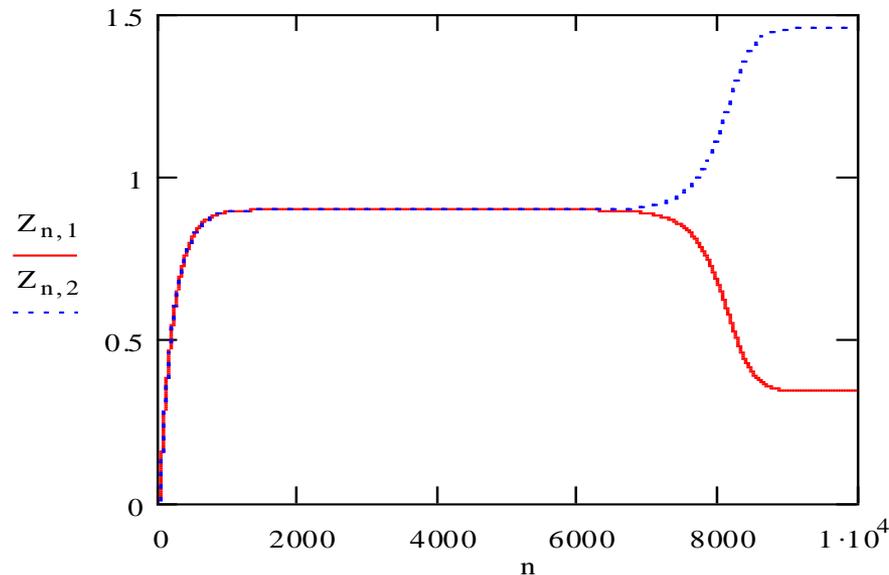
« ee » (enantiomeric excess) - энантиомерный избыток

# Хиральность

$k_1 := .9$   
 $C_0 := .9$       $a := 10.0$       $X := \begin{pmatrix} 0.0100000 \\ 0.0100000000 \end{pmatrix}$       $V := .5$       $k := 1.0$

$$D(t, X) := \begin{bmatrix} C_0 - X_0 - X_0 \cdot (X_1)^2 \cdot k + X_1 \cdot (X_0)^2 \cdot k \\ C_0 - X_1 - X_1 \cdot (X_0)^2 \cdot k + X_0 \cdot (X_1)^2 \cdot k \end{bmatrix}$$

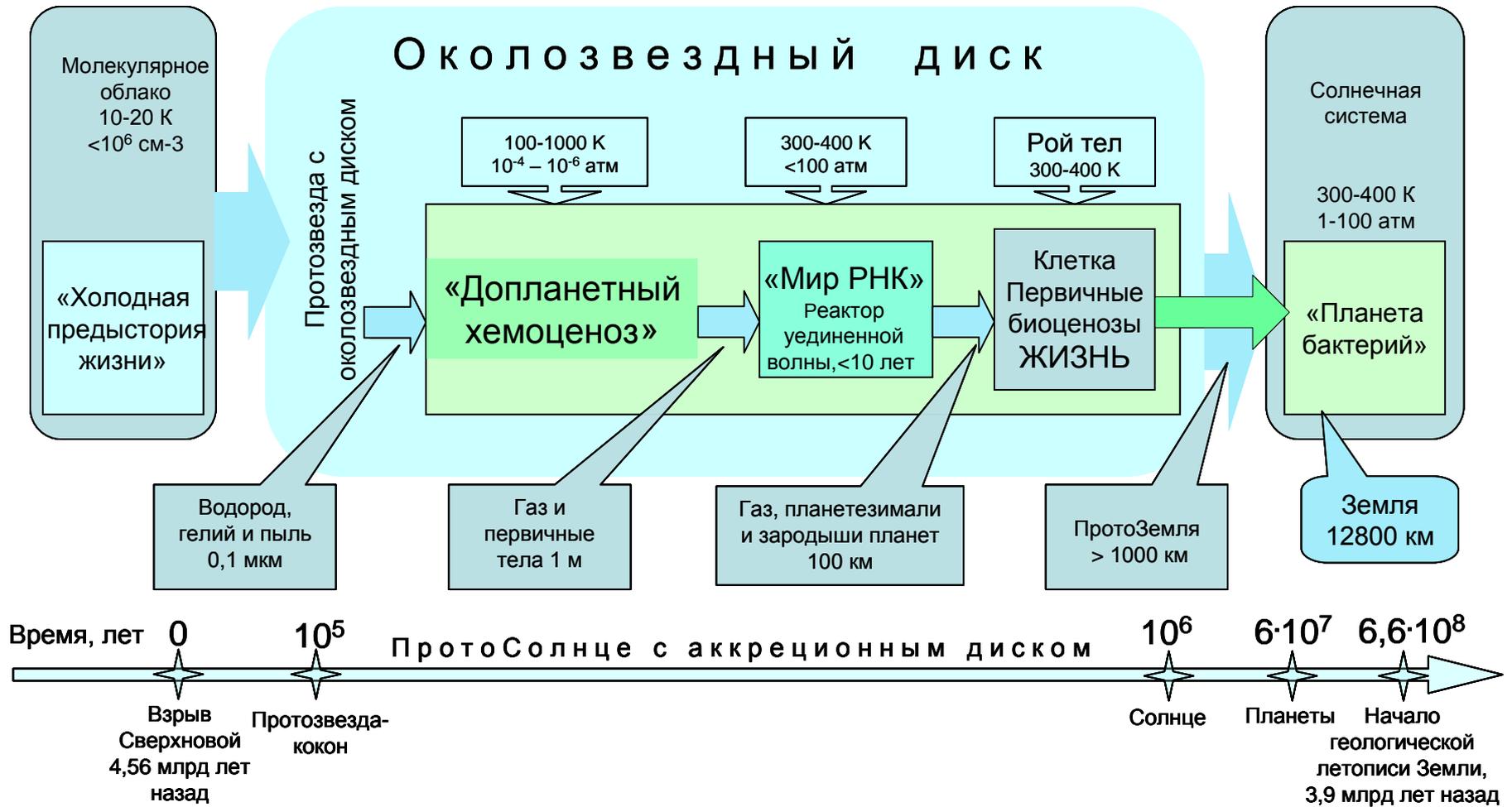
$Z := \text{rkfixed}(X, 0, 50, 10000, D)$       $n := 0..9999$



## Автокатализ на L+L и на D+D

Снытников В.Н.,  
Пармон В.Н., 2004

# Происхождение жизни как процесс самоорганизации



# ВЫВОДЫ

*Астрохимия* – десятки миллионов лет  
*Возникновение жизни при формировании планет*

## Стадии:

*Астрокатализ* – сотни тысяч лет,  
*Мир РНК* – миллионы лет,  
*Протопланетная биосфера* – десятки миллионов лет,  
*Депрессивная биосфера* – сотни миллионов лет,  
*Планета бактерий* – миллиарды лет

# ***Направления по изучению абиогенного синтеза пребиотических соединений***

- Детальное изучение космическими аппаратами Юпитерианской атмосферы на предмет органической материи и характеристик реликтовой биосферы
- Детальное изучение метеоритов как каталитических материалов с синтезируемыми органическими соединениями на них
- Сбор на МКС микрометеоритов и космической пыли с детальным их изучением в лабораториях на Земле
- Создание детальных компьютерных сценариев, аккумулирующих наши знания по формированию Солнечной системы и физико-химических изменений в ней

# Проблемы и задачи

- Понять процесс самоорганизации
- Получить данные о формировании планет в околозвездных дисках. Набрать данные о составе атмосферы на планетах вне СС. Понять законы эволюции планет.
- Химическая эволюция на допланетных временах
- Химическая эволюция в процессе образования планет
- Данные об геологической эволюции основных планет СС, отдельных малых тел СС и об СС в целом, включая С.
- Получить данные о биогеохимической эволюции на поверхности Земли, включая атмосферу. В чем уникальность Земли? Как образовалась Луна?
- Получить данные о геохимических процессах на поверхности Марса, Венеры, других тел СС.

Итак, наблюдательные астрофизические данные, экспериментальные лабораторные исследования, полевые данные с образцами, космические исследования автоматическими аппаратами тел СС, математическое моделирование

Рассчитать на суперкомпьютерах сценарии эволюции (процессы самоорганизации), которые привели к биосфере на поверхности Земли

Найти зоны обитаемости в предыдущие времена. Сделать прогнозы на будущее.

# Современные телескопы (астрономические проекты)

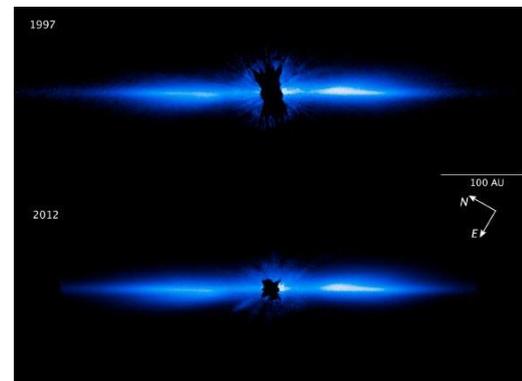
## HST (Hubble Space Telescope)



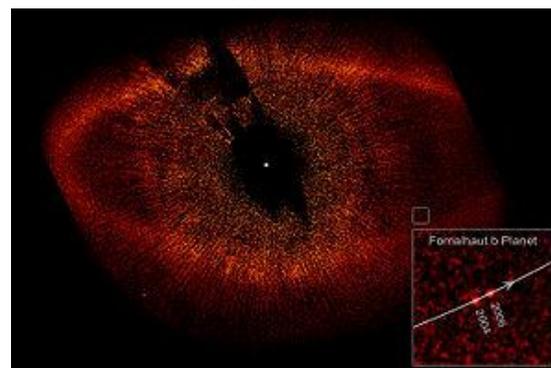
Дата открытия: 24 апреля 1990

Высота орбиты: 559 км

Стоимость: 2.5 млрд USD, общие расходы  
на проект - 6 млрд USD и 593 млн Euro



Газопылевой диск вокруг  
звезды Бета Живописца



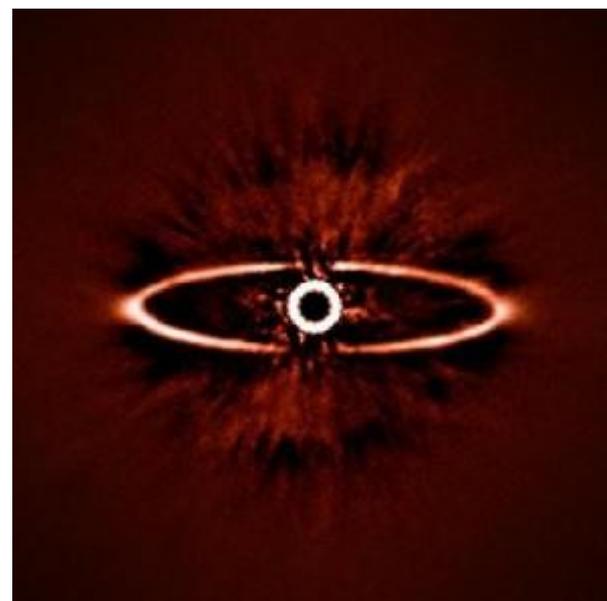
Фотография осколочного  
диска вокруг Фомальгаута  
(Наблюдения с HST).

# Современные телескопы (астрономические проекты)

## VLT (Very Large Telescope)



**Дата открытия: май 1998**  
**Расположение: пустыня Атакама, Чили**  
**Стоимость:**



Околос звездный диск (пылевой диск  
вокруг звезды HR 4796A,  
наблюдение с VLT)

# Современные телескопы (астрономические проекты)

**ALMA**

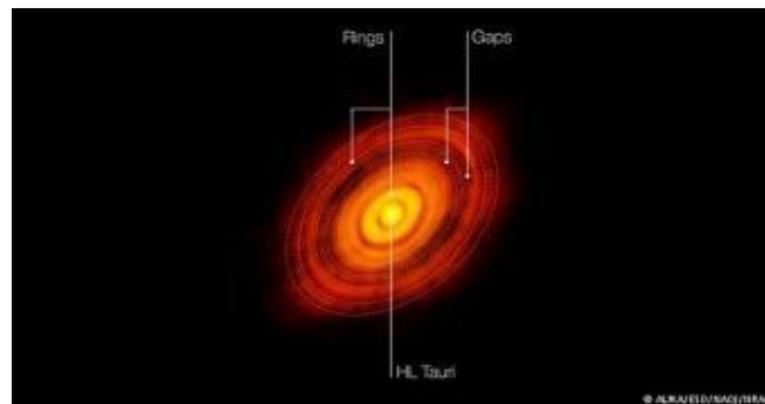
**(Atacama Large Millimeter Array)**



**Дата открытия: 13 марта 2013**

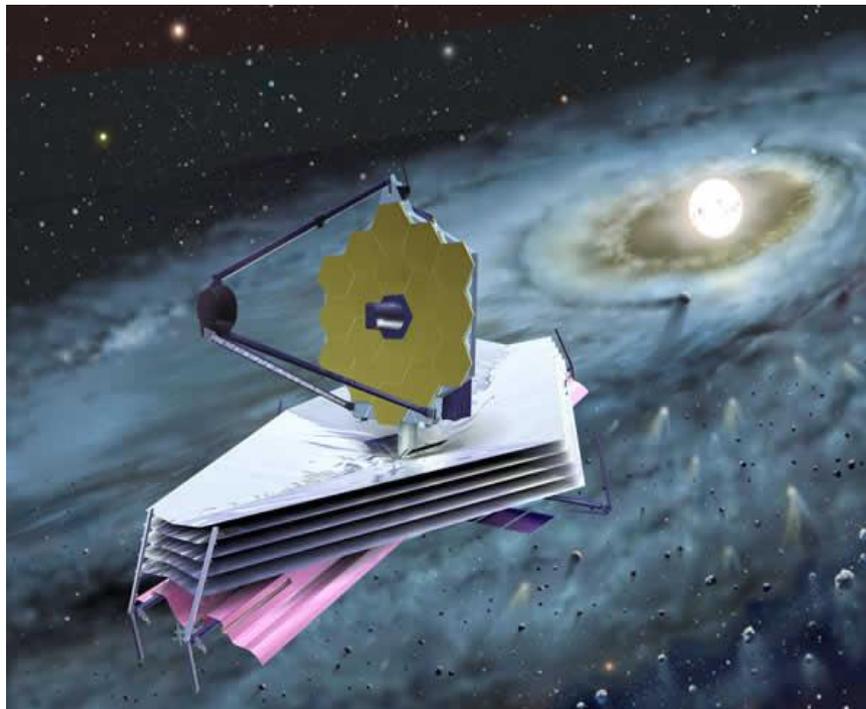
**Расположение: пустыня Атакама, Чили**

**Стоимость: 2.5 млрд Euro**



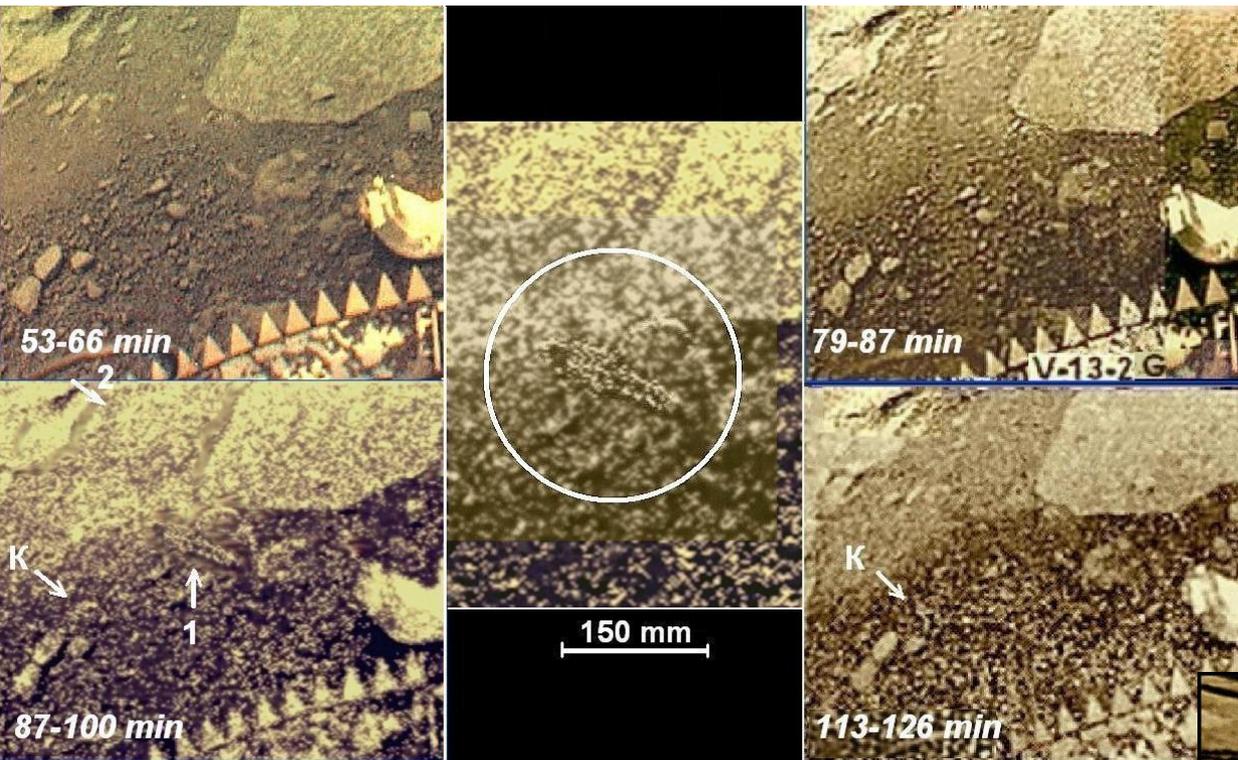
Околос звездный диск (протопланетный газопылевой диск вокруг звезды HL Tauri, наблюдение с ALMA)

# Современные телескопы (астрономические проекты) **JWST (James Webb Space Telescope)**



**Дата запуска: запланирован на 2018**  
**Местонахождение: точка Лагранжа  $L_2$  системы Солнце — Земля**  
**(1,5 млн км от Земли в противоположную Солнцу сторону)**  
**Стоимость: может составить 6.8 млрд USD**

# !!!??? Венера - биосфера ???!!!



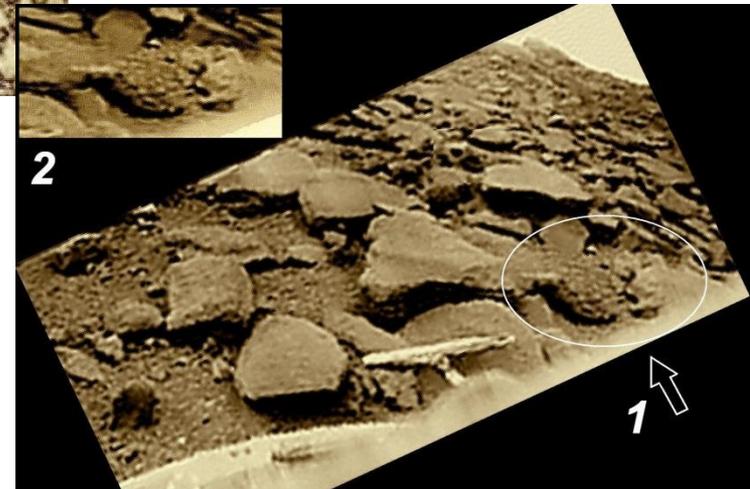
Миссии  
**ВЕНЕРА -9,-10, -13,-14**

Л.В. Ксанфомалити  
«Астрономический вестник»,  
2012 г. , №1

Наука и жизнь  
2012, №5, стр. 14-20,  
№6 стр. 60-66

Температура - 462°C,  
давление 87 – 90 атмосфер,  
Газовая оболочка - плотность 65 кг/м<sup>3</sup>,  
Углекислый газ - 96,5%, азот - 3,5%.

Полимеры на основе азота?



# Спасибо за внимание

snyt@catalysis.ru