A vibrant sunflower with a butterfly on its center. The sunflower has bright yellow petals and a dark brown center with many small seeds. A butterfly with black, white, and orange wings is perched on the center of the flower. The background is a soft, out-of-focus green.

*Кафедра биофизики  
физического факультета  
МГУ имени М.В. Ломоносова*

**ЗАЧЕМ БИОЛОГИИ**

**ФИЗИКА ?**

**ОТ НЕЖИВОГО**

**К ЖИВОМУ**

*Твердислов*

*Всеволод Александрович*

*Развитие Вселенной с  
момента ее возникновения  
выглядит*

*как непрерывная  
последовательность  
нарушений симметрии...*

*Феномен жизни естественно  
вписывается в эту картину.*

**Фриман Дж. Дайсон**







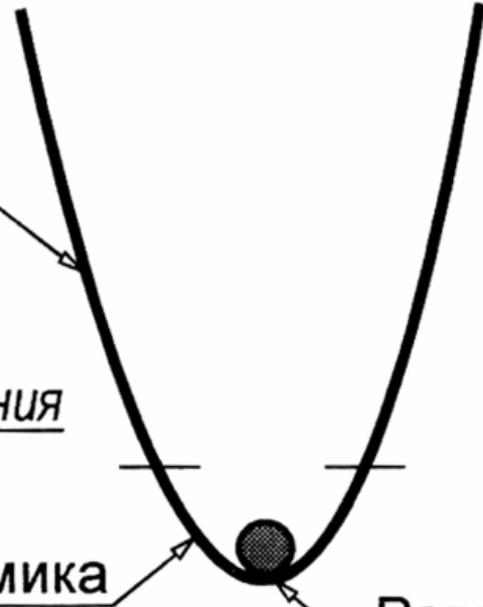


Нелинейная термодинамика

Стационарные состояния

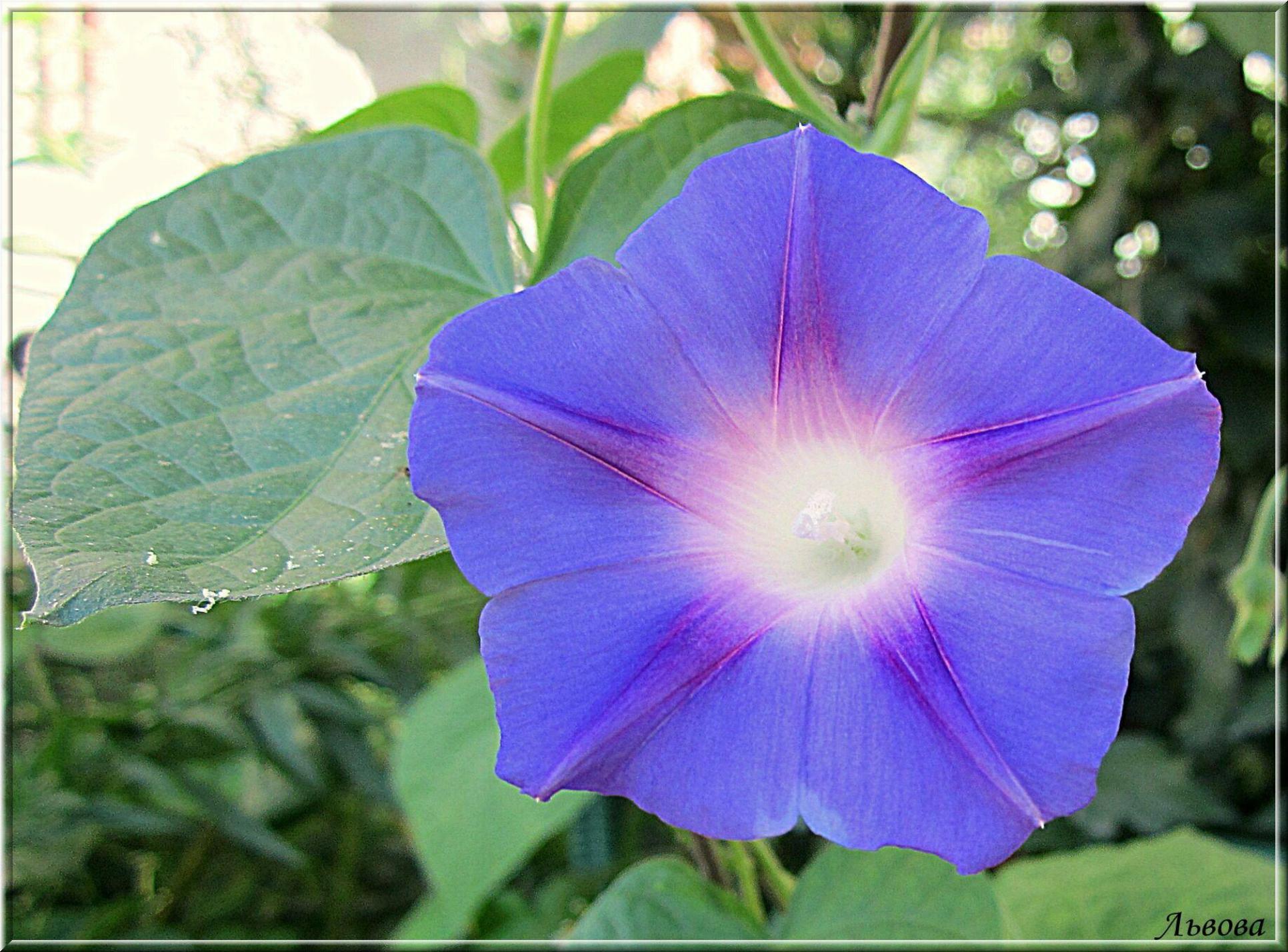
Линейная термодинамика

Равновесие



ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ





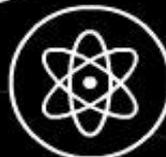
Львова

# Нобелевская премия 2011 года

Размер премии в этом году составит 10 млн шведских крон (~47 млн руб.)



Премия в области медицины  
и физиологии



Премия в области физики



Премия в области химии



Премия в области  
литературы



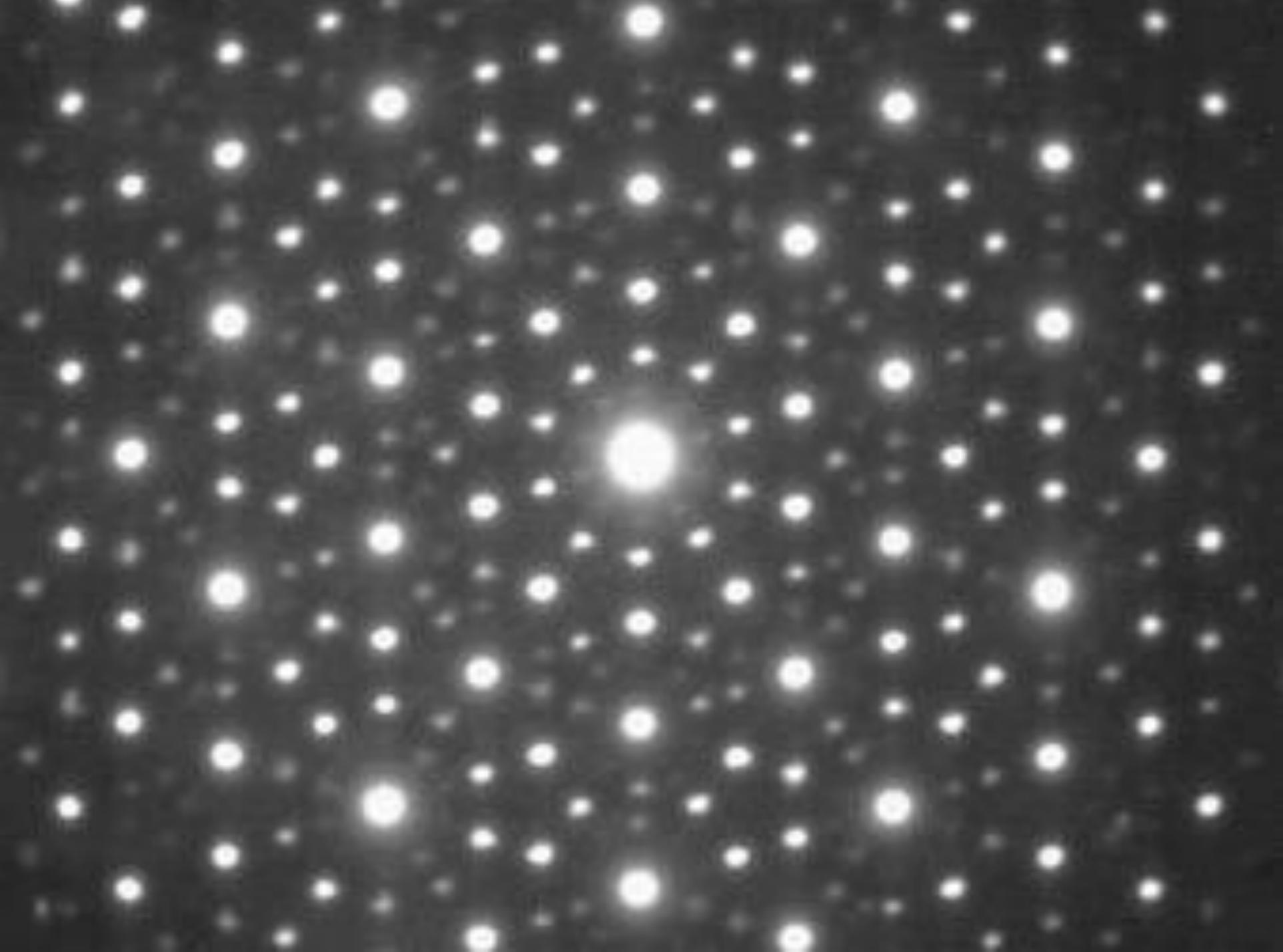
Премия в области экономики



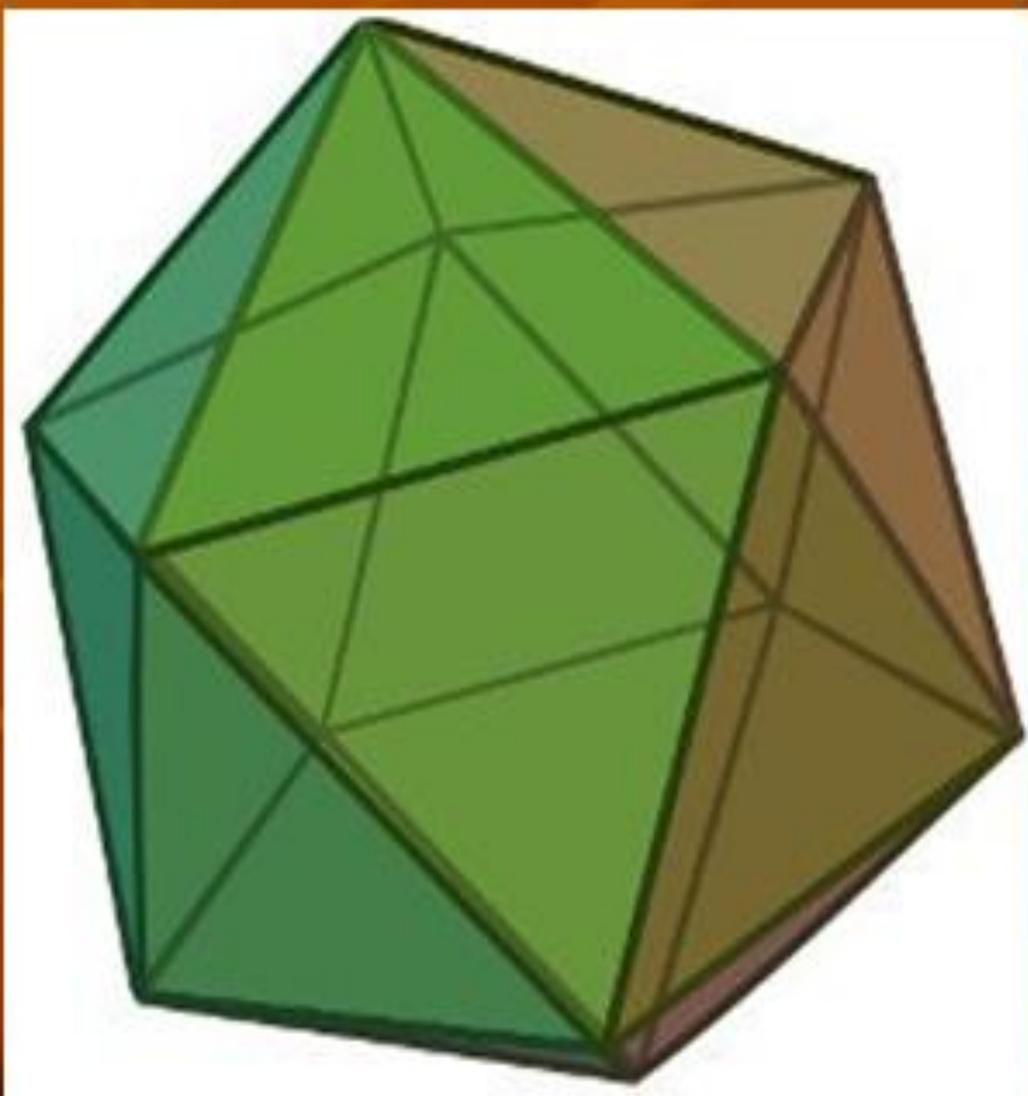
Премия мира

*5 октября 2011 года Нобелевский комитет  
объявил о присуждении Нобелевской  
премии в области химии Даниэлю  
Шехтману за открытие квазикристаллов.*

8 апреля 1982 года Шехтман изучал дифракционную картину, которая получалась при рассеивании пучка электронов на образце быстро застывавшего сплава алюминия и марганца. Он увидел на картинке набор из 10 точек, равномерно расставленных по кругу. Из этого следовало, что среди симметрий кристалла есть поворот на  $72^\circ$ . Такой группы симметрий в соответствии с теорией кристаллографии быть не могло!



# Икосаэдр Шехтмана





Львова



*Активные среды  
генерируют  
симметрии*

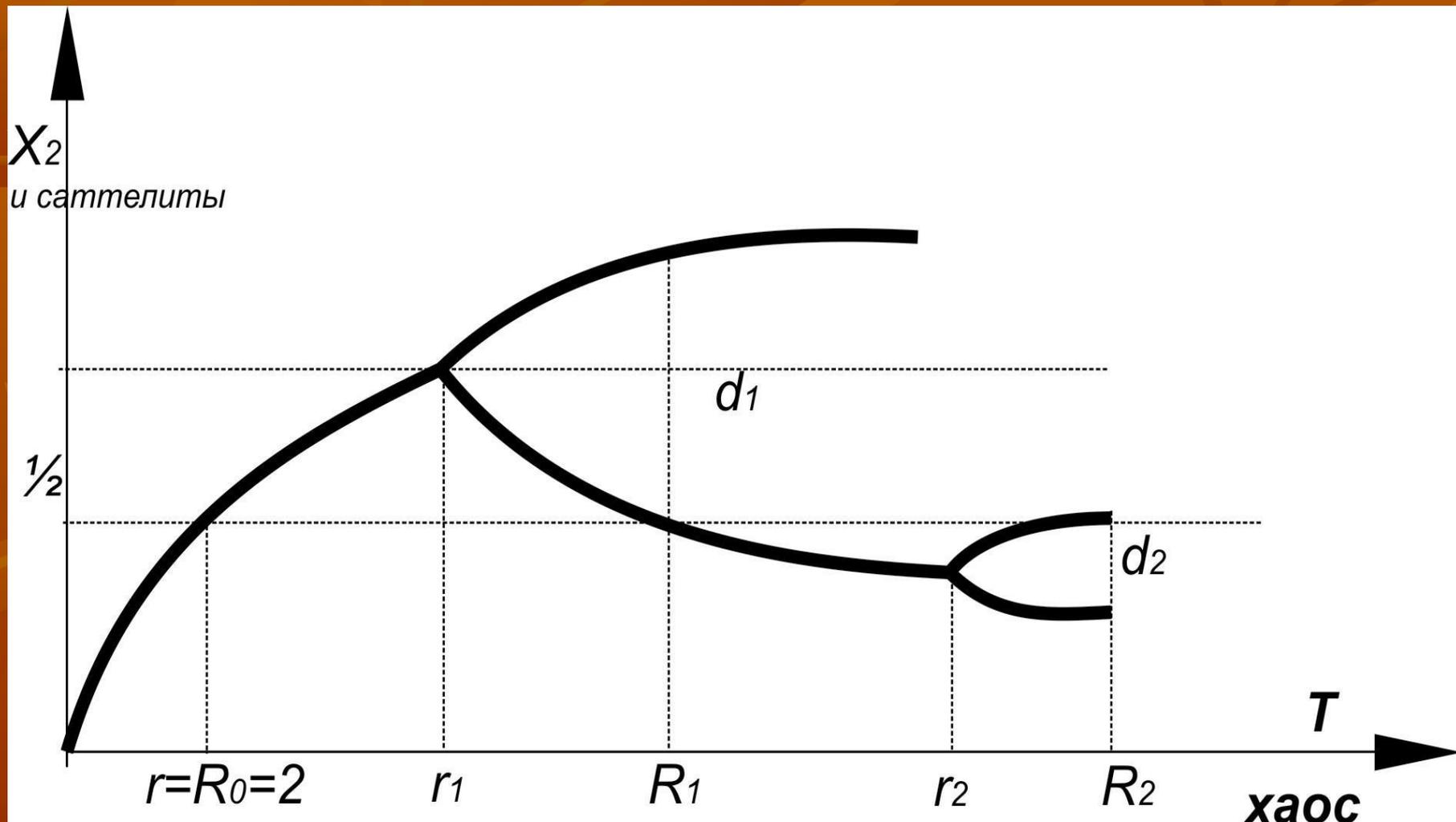


**Концентрические структуры, возникающие в ходе физико-химической колебательной реакции Белоусова-Заикина-Жаботинского**

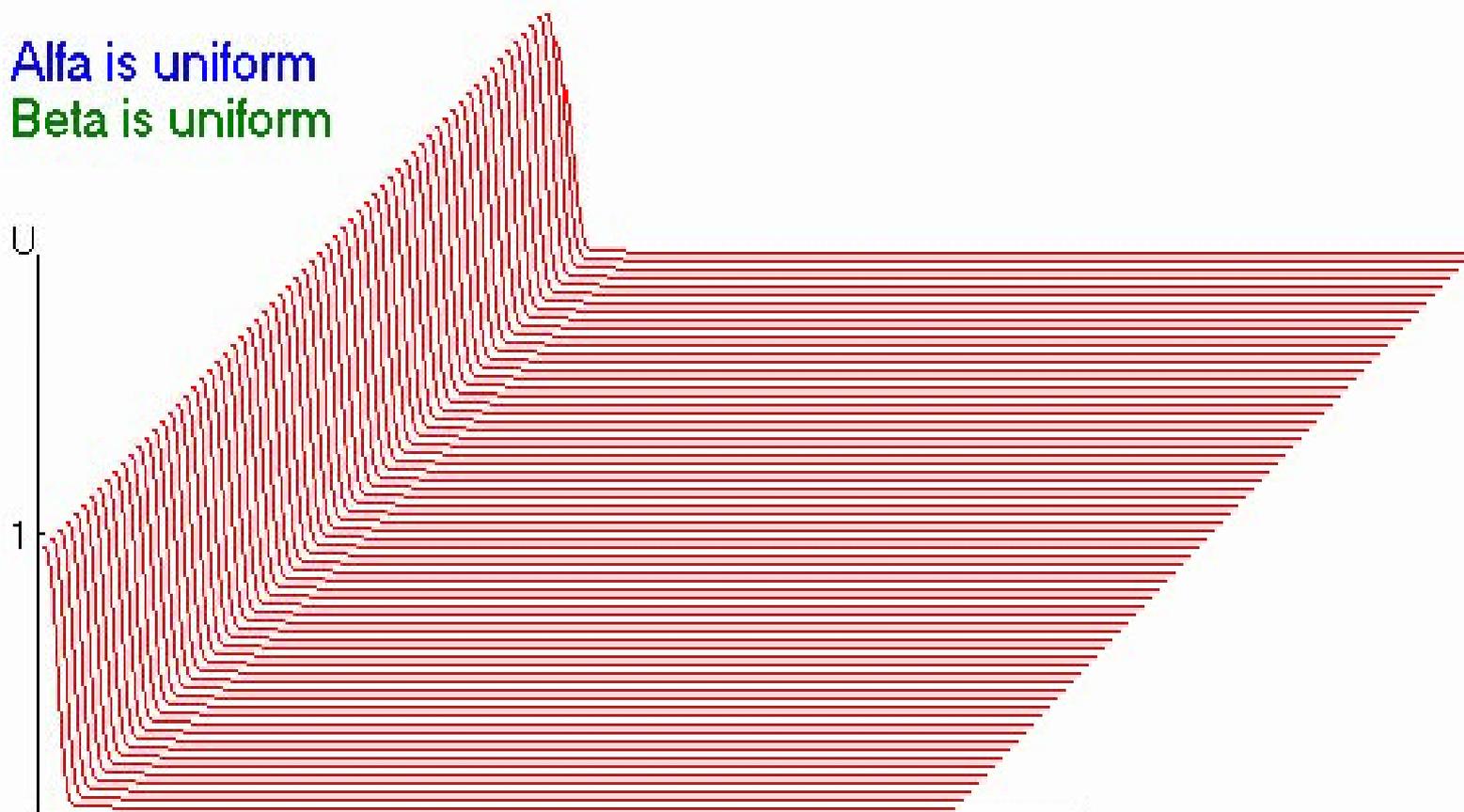


Концентрические структуры, возникающие в процессе роста лишайника.

# Траектория развития нелинейной системы с удвоением в точке бифуркации



Alfa is uniform  
Beta is uniform

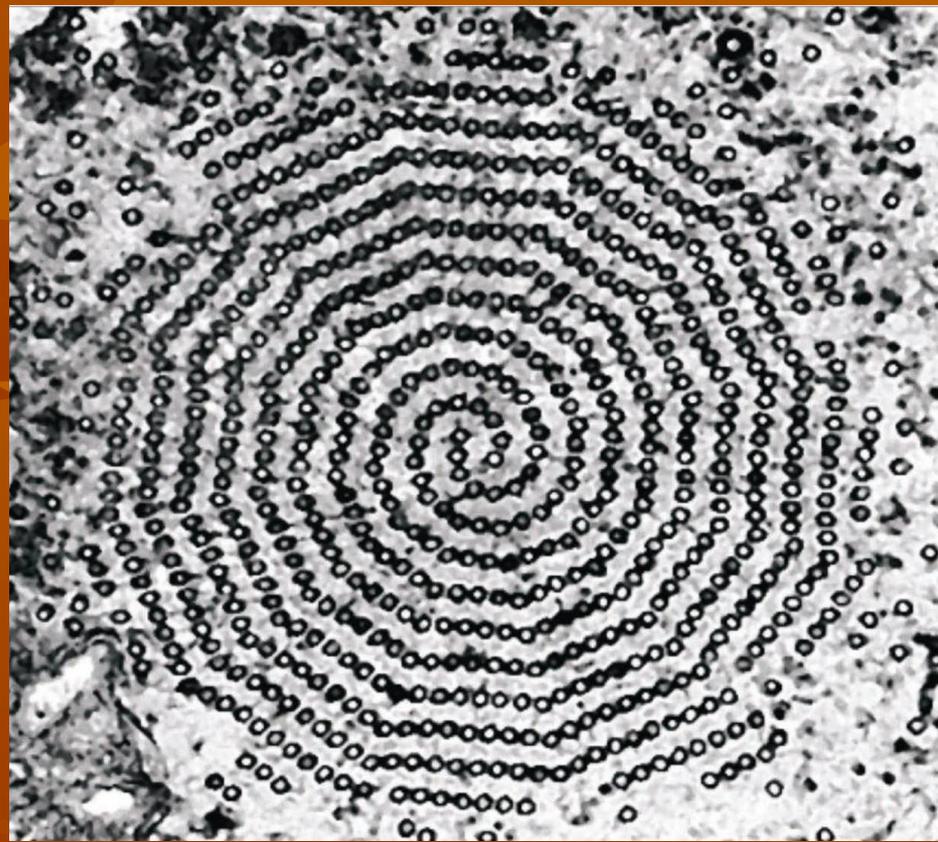


Формирование спиральной автоволны при наложении неоднородности на плоскую автоволну





**Ревербераторы, возникающие в ходе физико-химической колебательной реакции Белоусова-Заикина-Жаботинского**



**Вложенные спирали микротрубочек на срезе аксоподии солнечника**

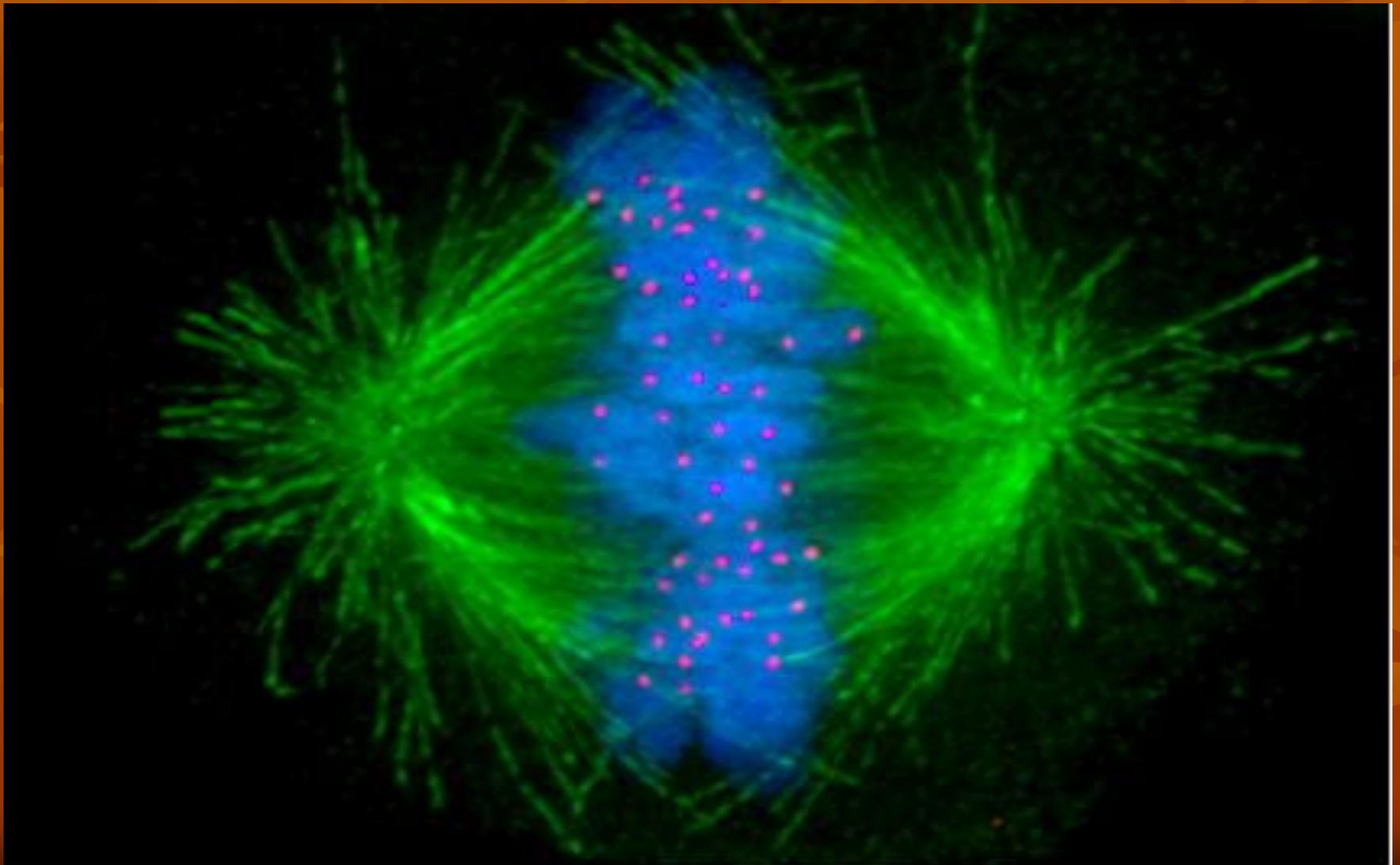




**ЦИКЛОН**



**Веретено деления в клетке человека.  
Микротрубочки – зеленые, хромосомы – синие,  
кинетохоры – красные.**

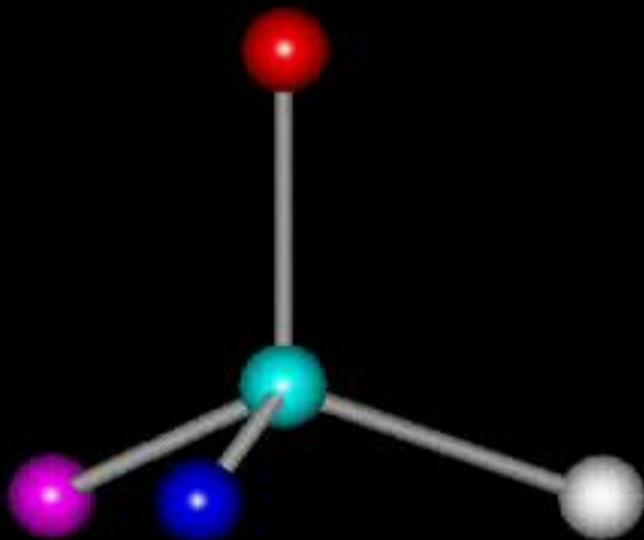


*«Through the Looking-Glass,  
and What Alice Found There»  
Lewis Carroll (1871)*

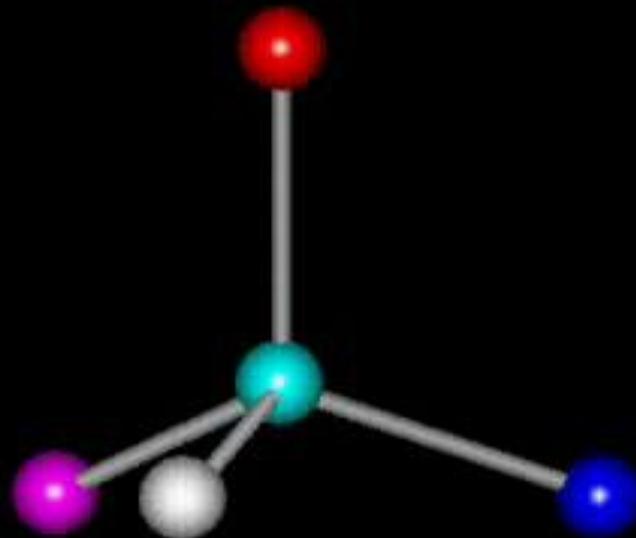
Хиральность (*χειρ* = рука) — свойство какого-либо тела или молекулы быть несовместимым со своим зеркальным отображением при любых комбинациях перемещений и вращений в трёхмерном пространстве.

В энантиомере (энантиоморфе) отсутствует симметрия относительно сторон и осевая симметрия.

левый



правый

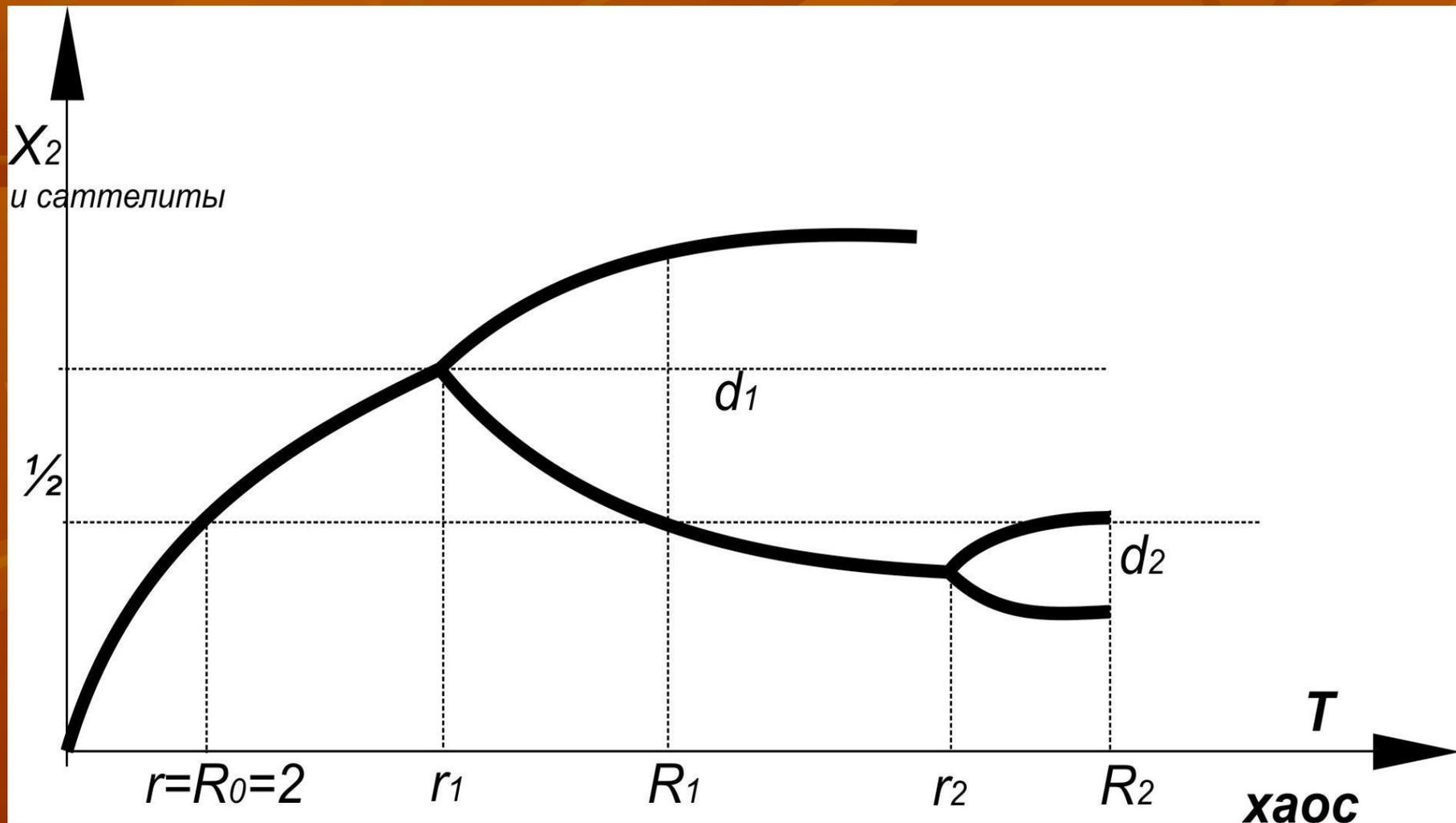


Если объект обладает свойством хиральности (*энантиоморфен*), то невозможно никакими движениями в трехмерном пространстве переверести одну хиральную (*энантиоморфную*) форму в другую.

Пример такого объекта - тетраэдр, все вершины которого различны (например группы у атома углерода)

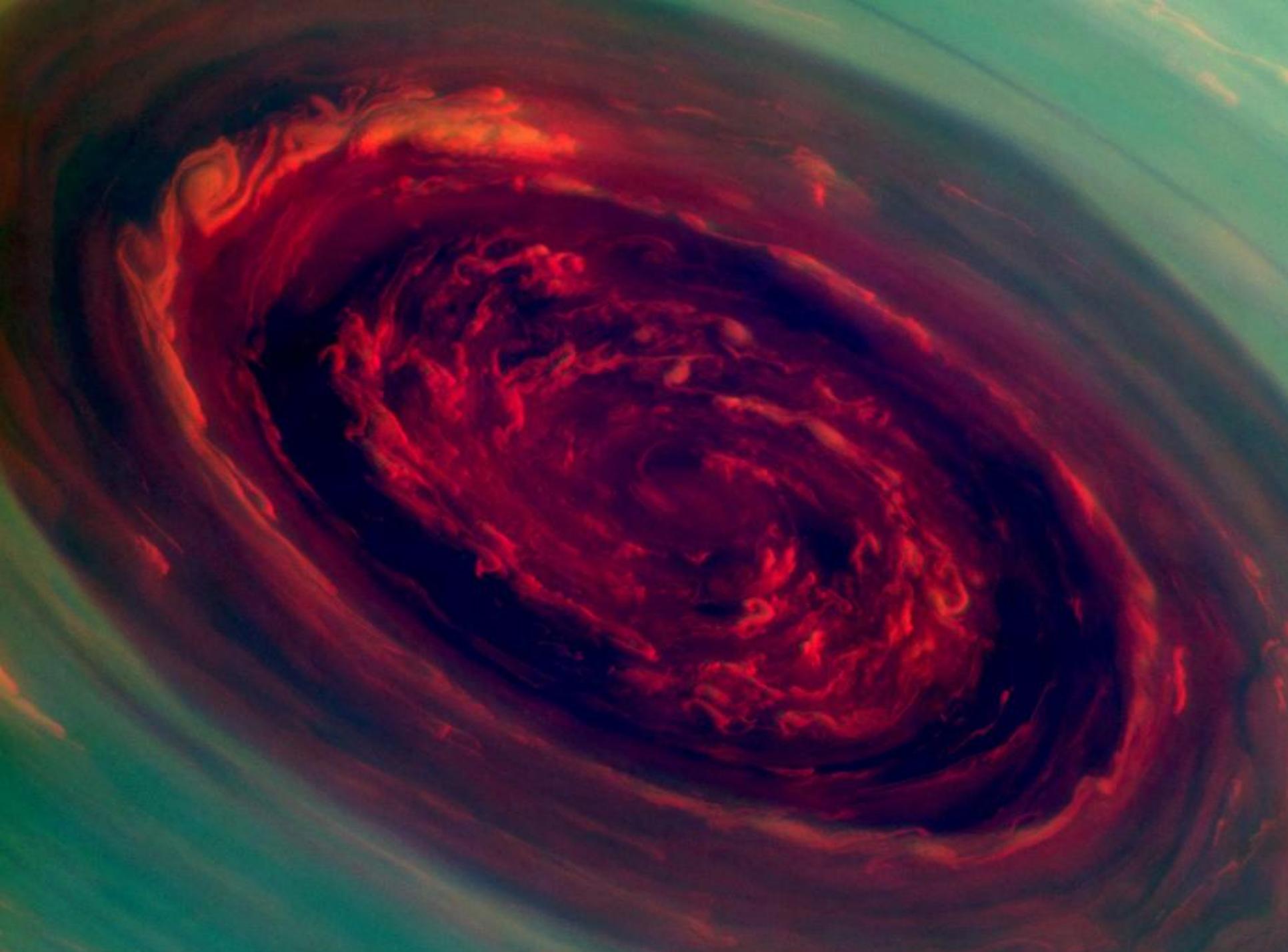
Хиральными называются микро- и макроскопические объекты, которые не могут быть совмещены со своим зеркальным отображением.

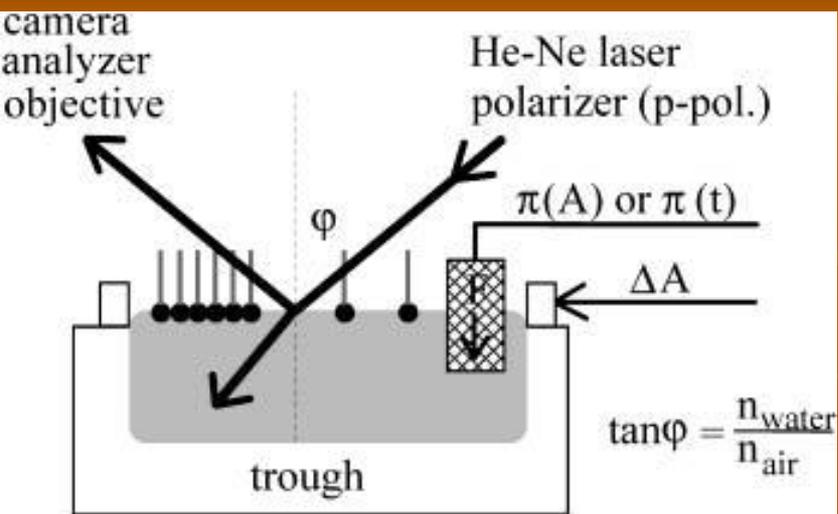
# Траектория развития нелинейной системы с удвоением в точке бифуркации





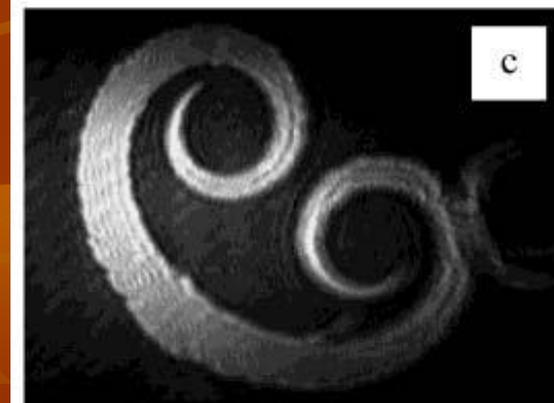


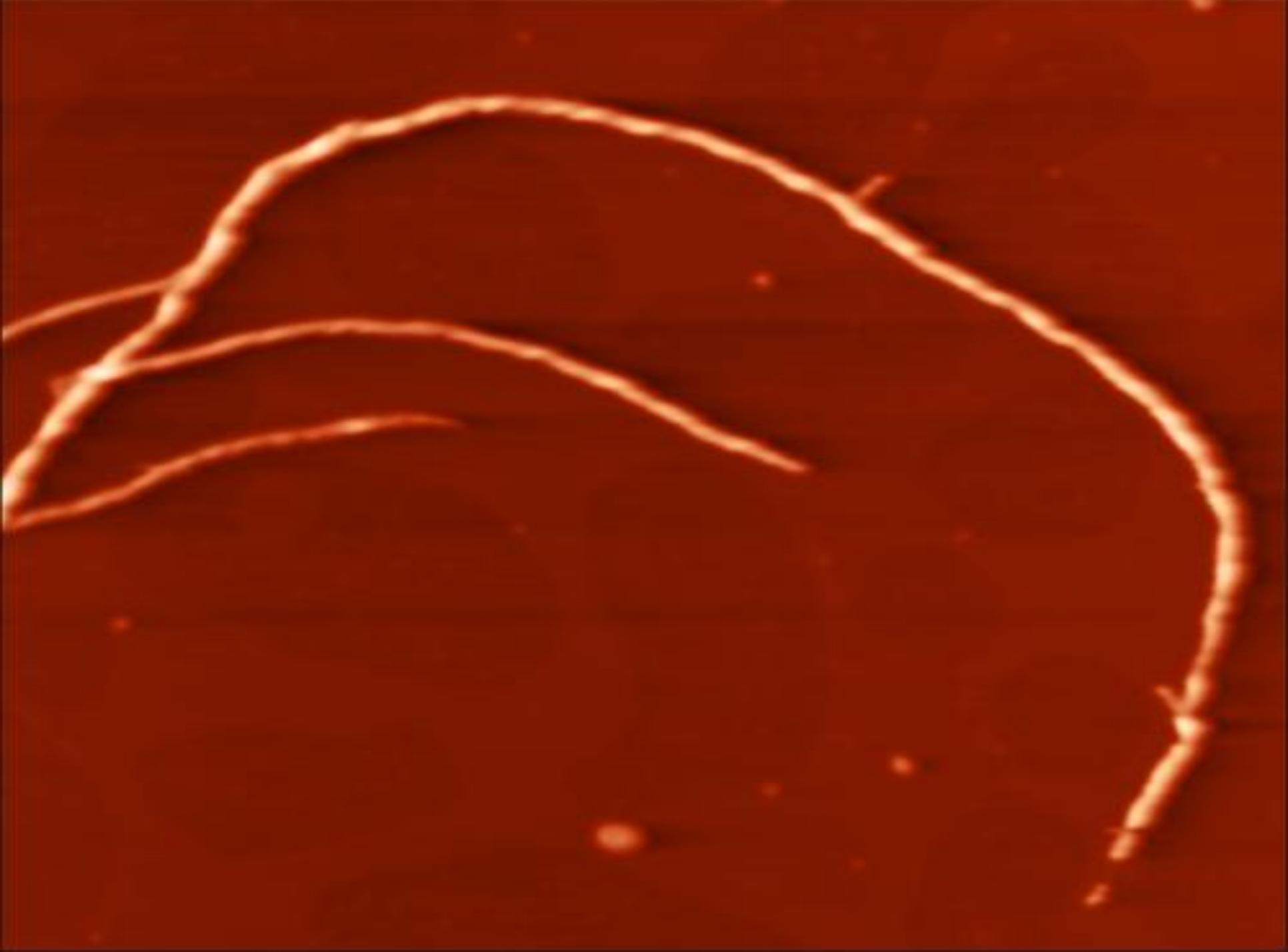




Поляризационная микроскопия  
поверхностного слоя ( $\phi$  – угол Брюстера)

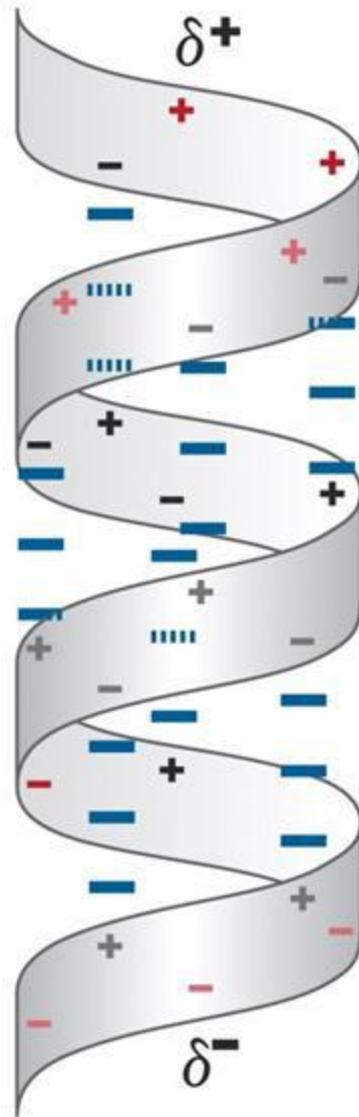
Домены конденсированной фазы,  
формируемые в монослоях энантимеров и  
рацемата N-R-пальмитоилтреонина, имеют  
вид спиралей, закрученных в  
противоположные стороны:  
(a) – D-энантиомер, (b) – L-энантиомер, (c) –  
рацемат. Размер изображения  $350 \times 350$  мкм.







**N-конец**



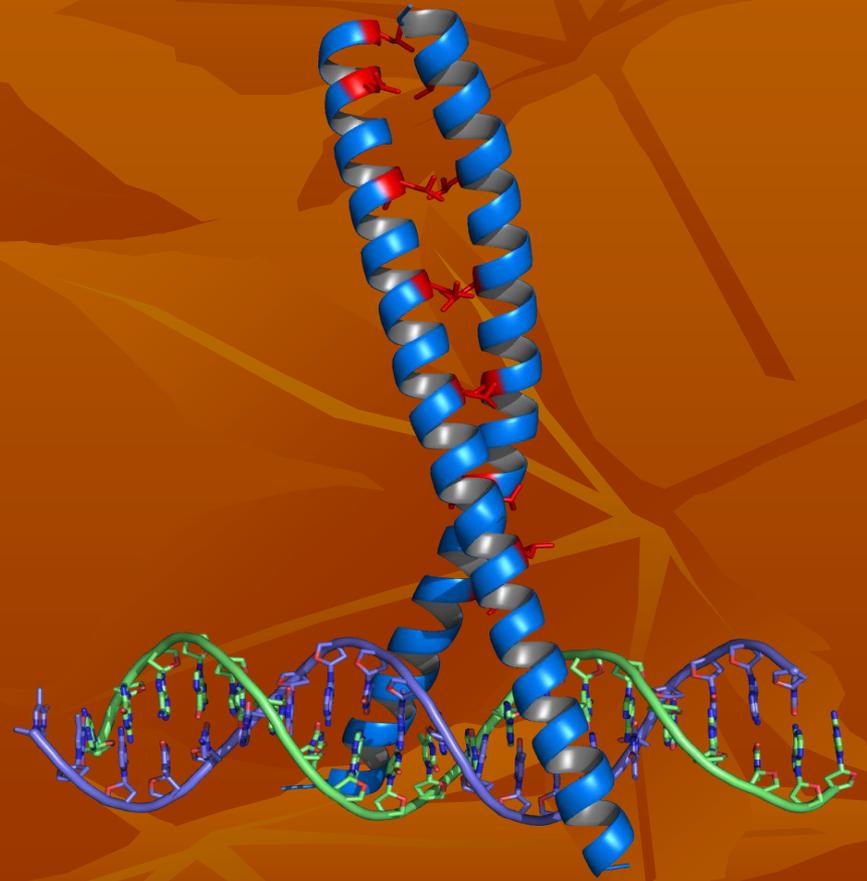
**C-конец**

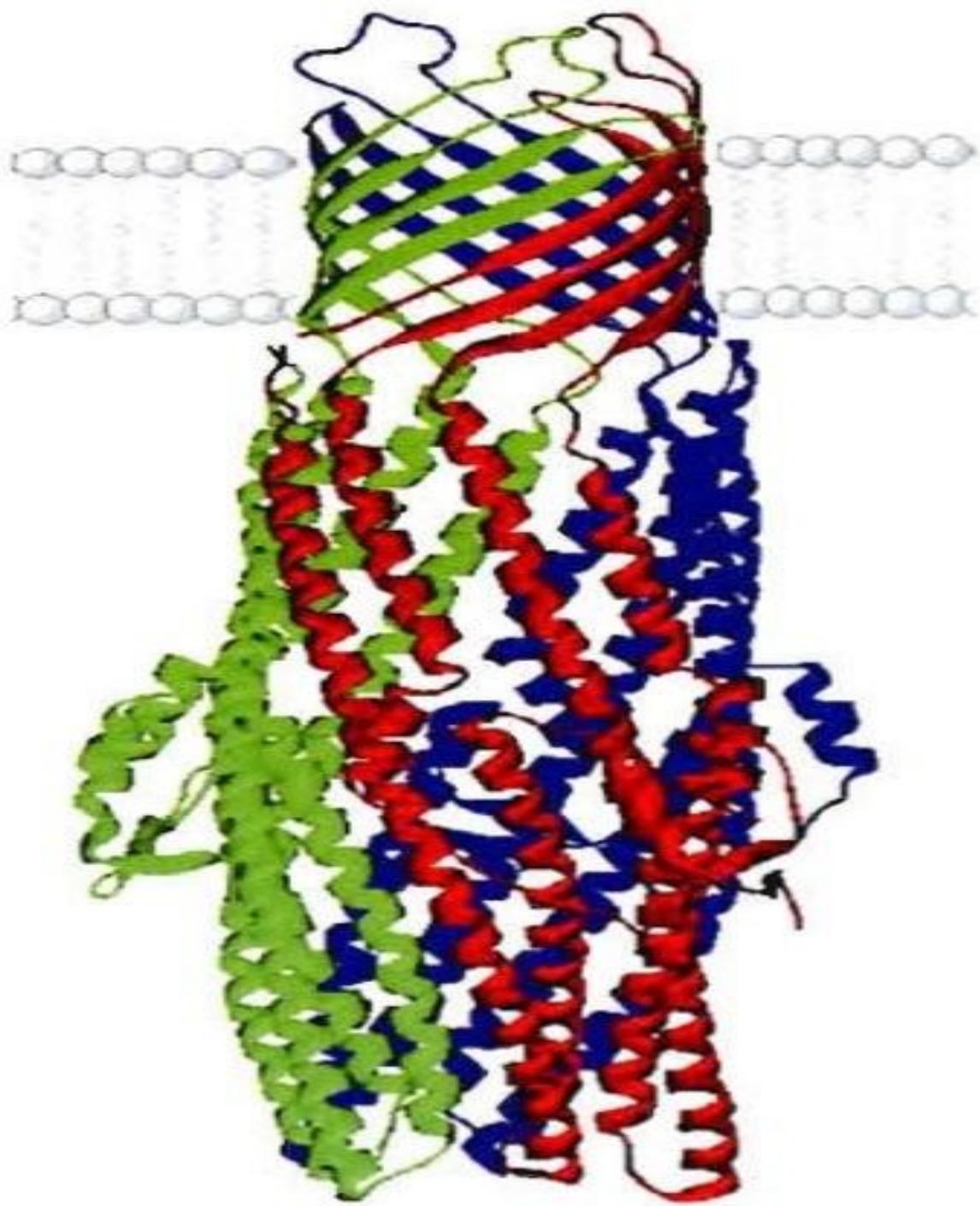
# РД, Структура кератинового микрофиламента



# Leucine zipper - лейциновая «молния»

- *Входит в состав некоторых ДНК-связывающих белков. Домен состоит примерно из 30 аминокислот и образует альфа-спираль, в которой остатки лейцина (обычно 4-5) расположены вдоль одной ее стороны. Л."м."* обеспечивает формирование димерной структуры белков и взаимодействие с палиндромными последовательностями ДНК.





**Просматривается**

**закономерная смена знака**

**хиральности**

**L-D-L-D**

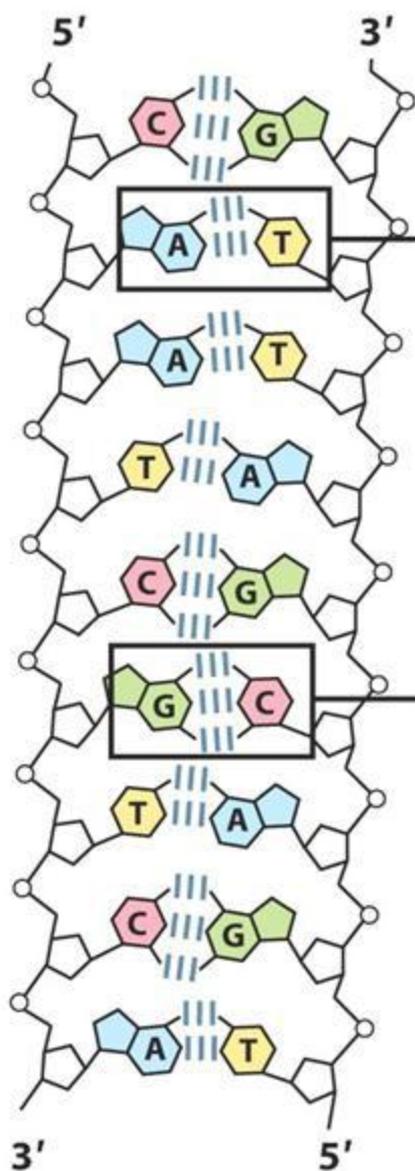
**при переходе на более**

**высокий уровень**

**структурно-функциональной**

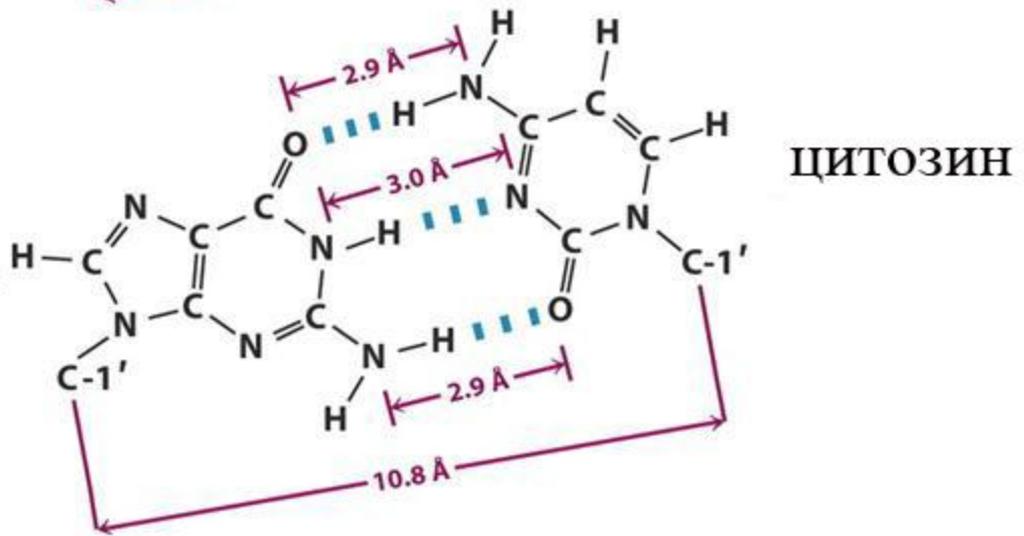
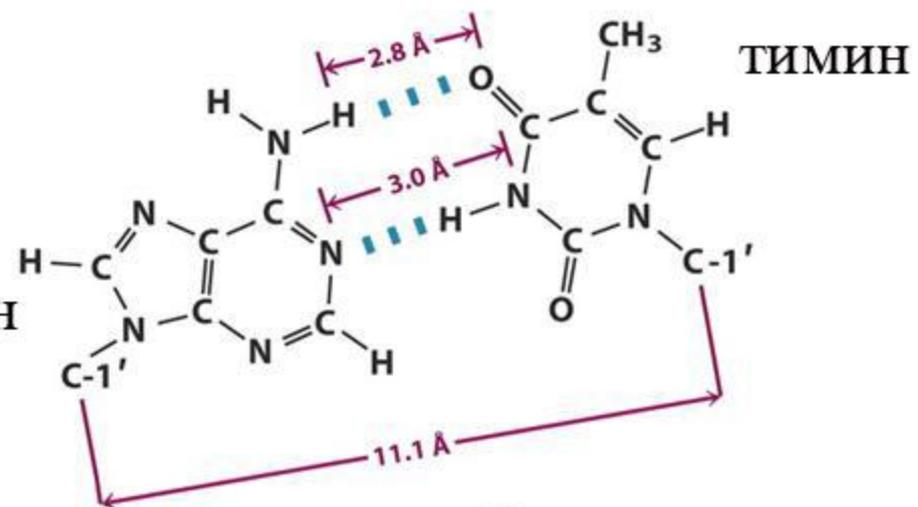
**организации белковых**

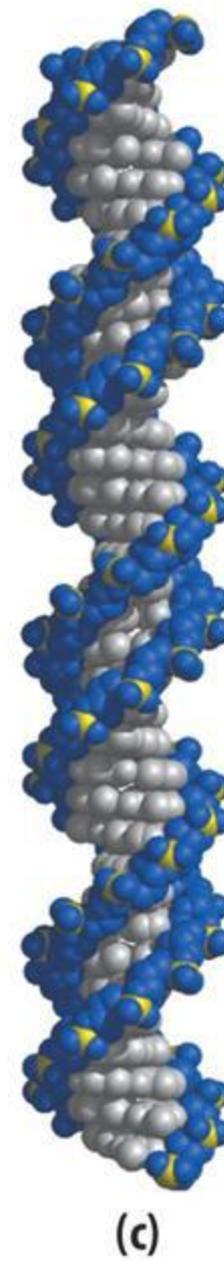
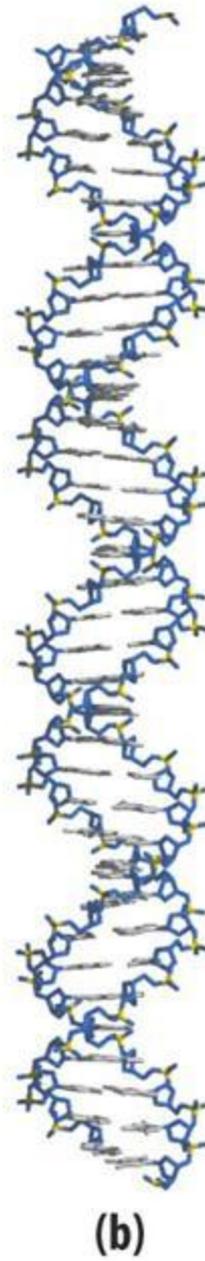
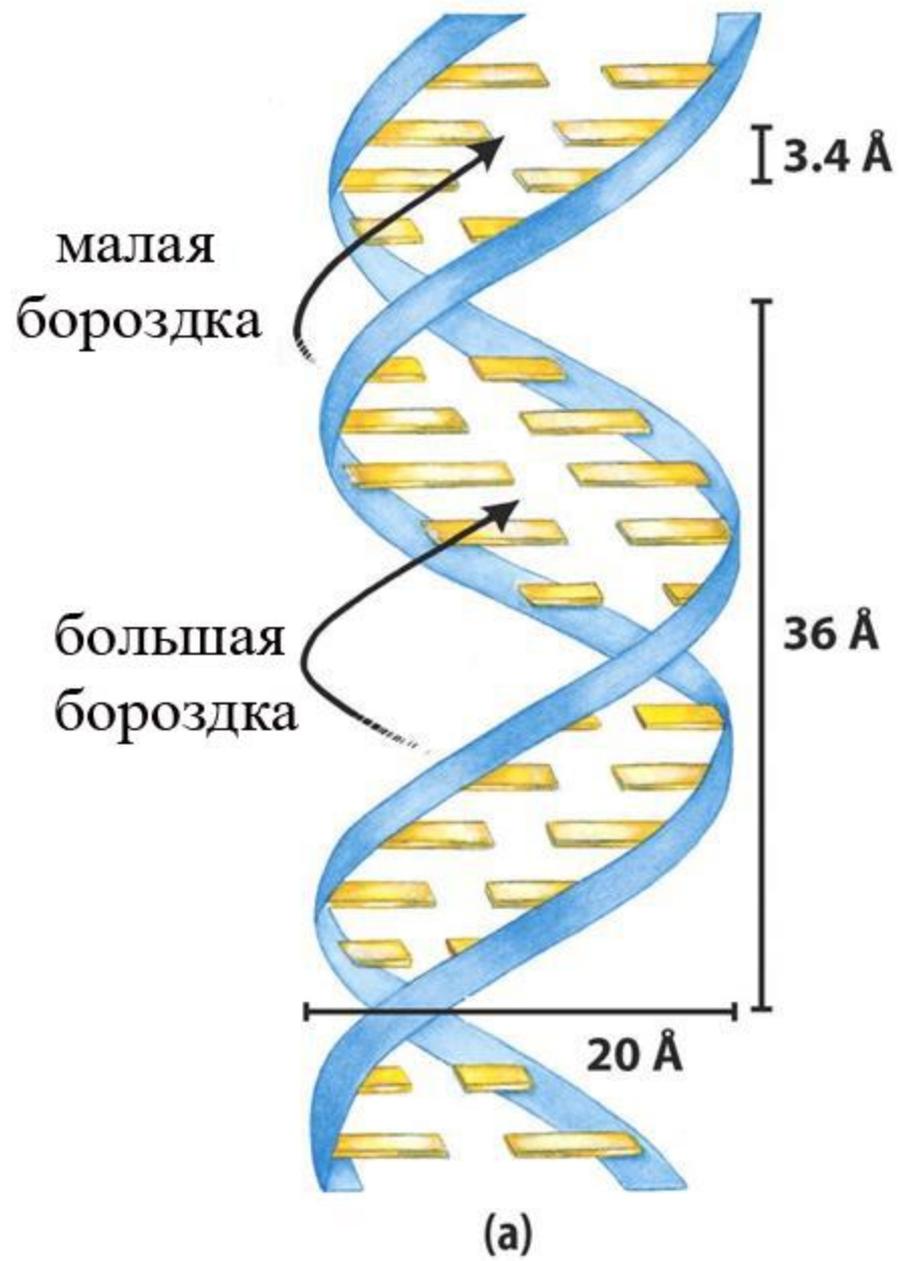
**структур**



аденин

гауниин





**Просматривается**  
**закономерное чередование**  
**знака хиральности**

**D-L-D-L**

**при переходе на более**  
**высокий уровень**  
**структурно-функциональной**  
**организации ДНК.**

# ДНК

РНК

Рибосома

Белок

# Белки



Суперспираль



Четвертичная структура



Третичная структура



Вторичная Структура (α-спираль)



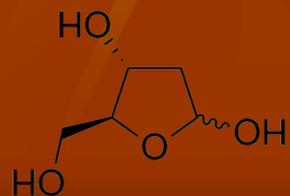
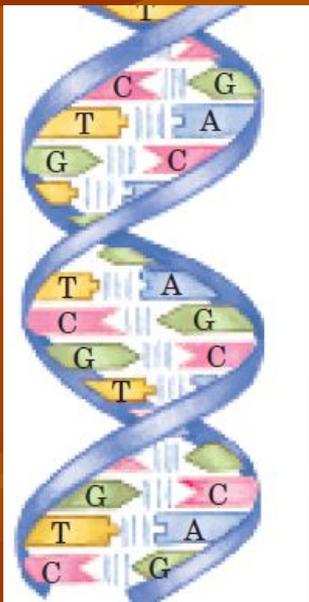
Первичная структура (аминокислоты)

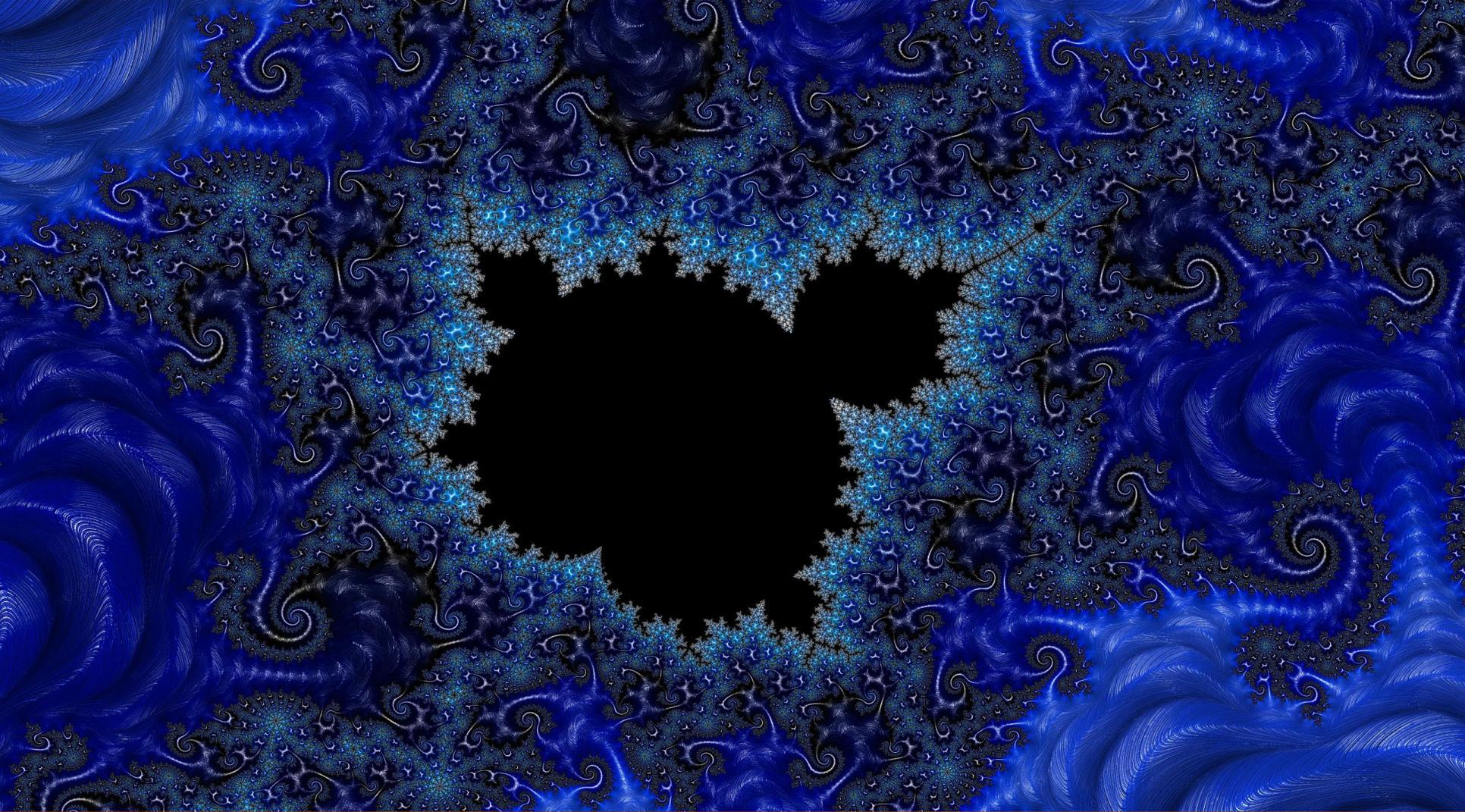


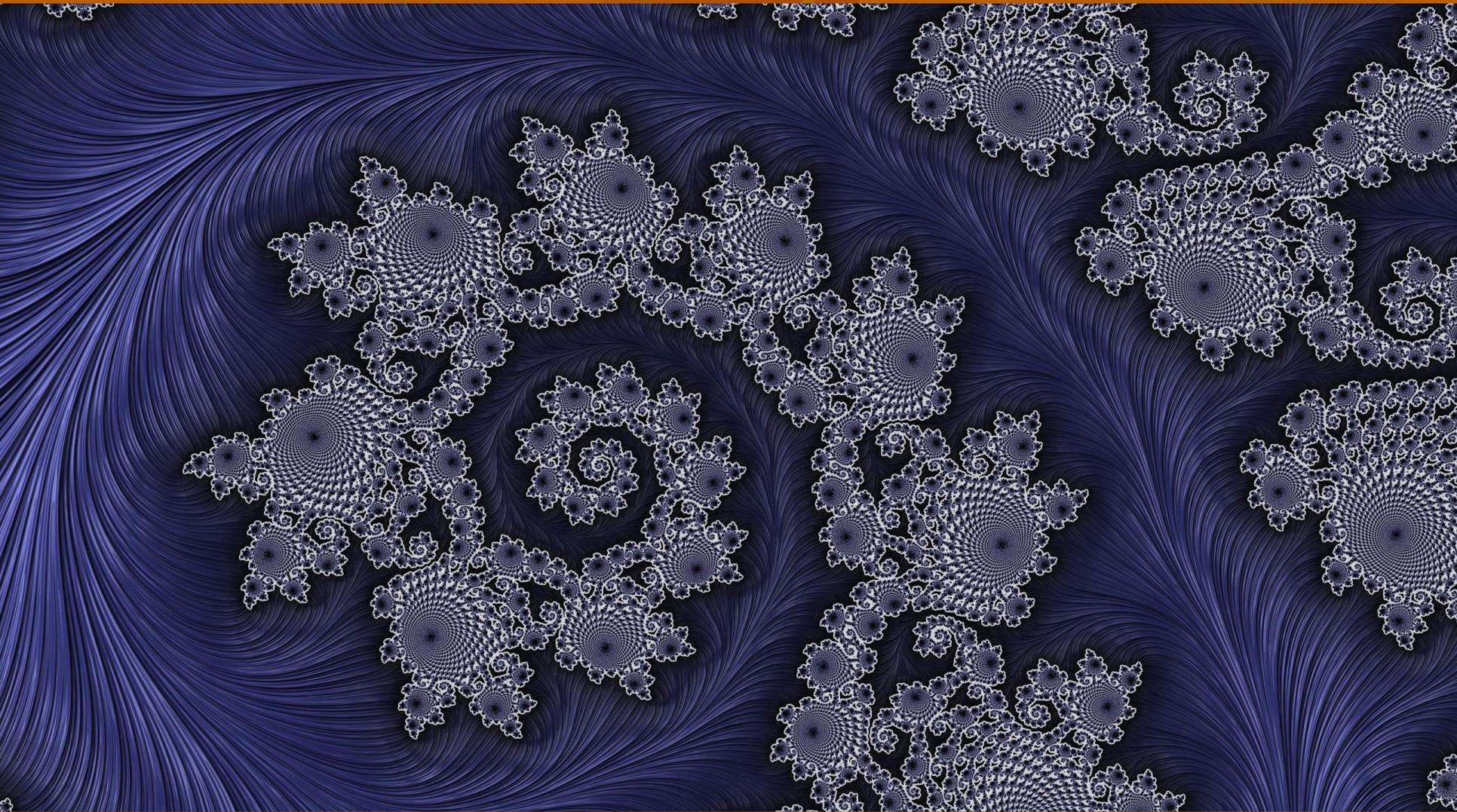
Двойная спираль ДНК

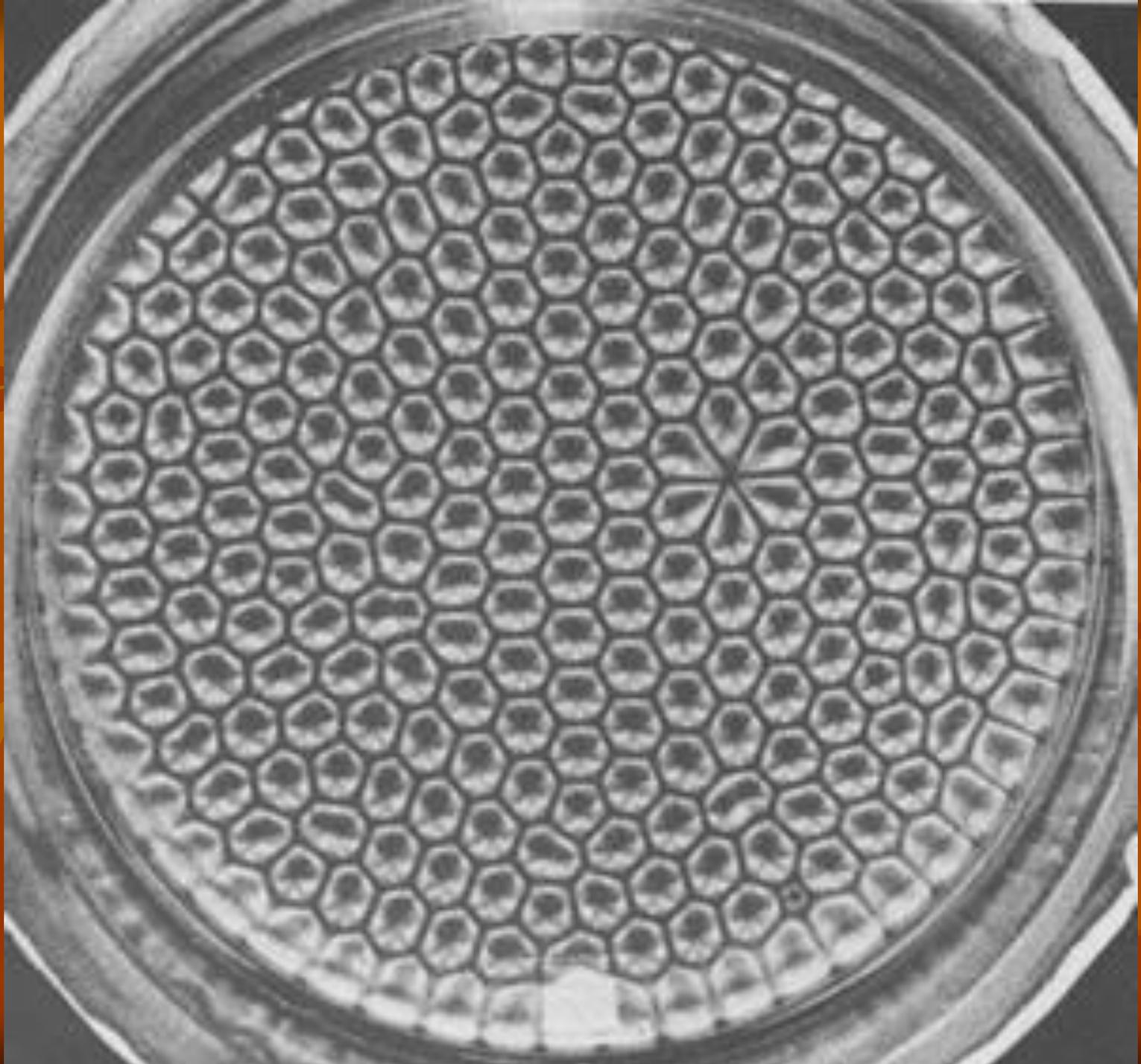
Нуклеотиды

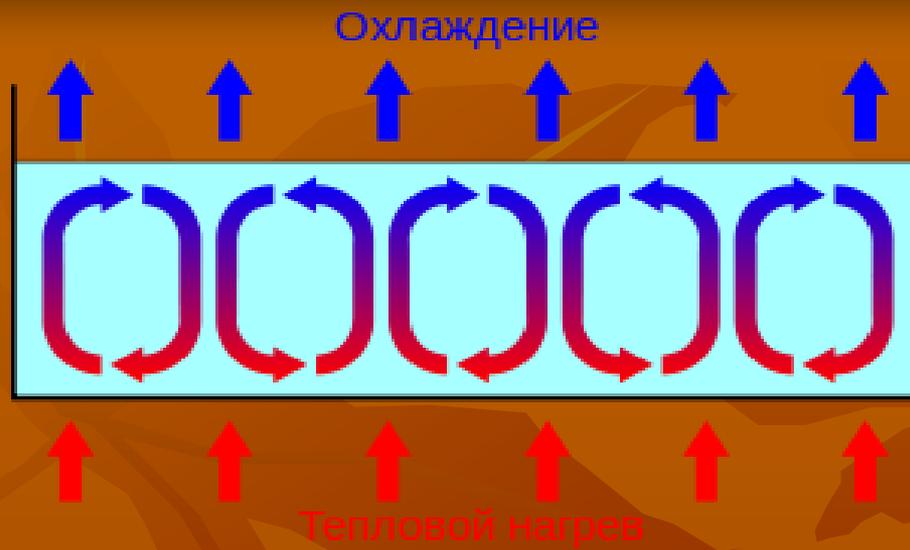
Дезоксирибоза





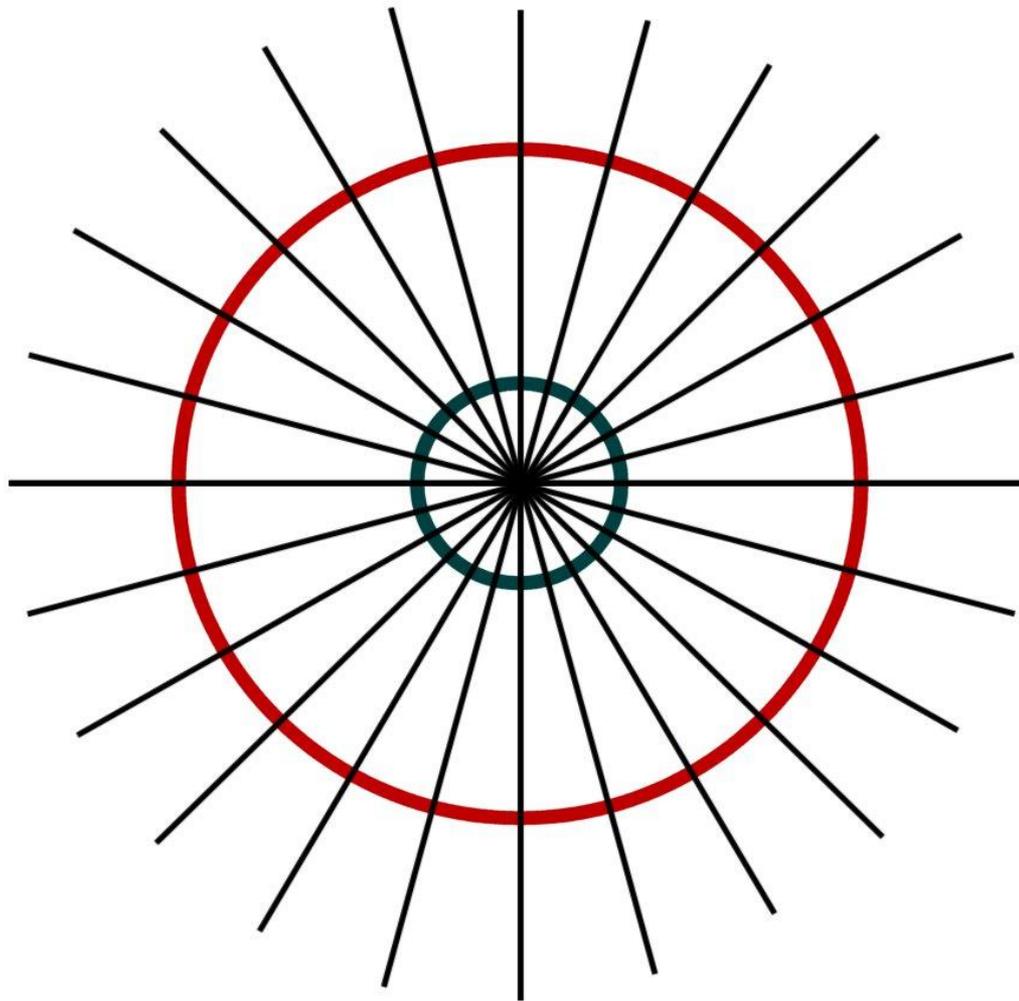






Конвекция, создаваемая поверхностным натяжением (конвекция Бенара).

Приводимый снимок, увеличенный примерно в 25 раз, демонстрирует гексагональную



Закон Кулона  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

4-й закон Ньютона  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

БЛАГОДАРЮ  
ЗА  
ВНИМАНИЕ!