

# ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## XVIII век

Берцелиус : химия веществ,  
выделяемых из живых организмов  
(растений, животных и т.д.)

## “Жизненная сила”

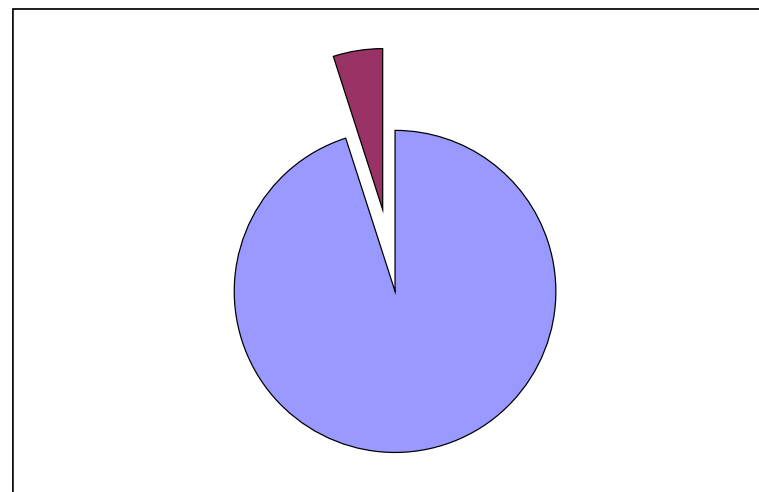
Органическая химия родилась в  
1828 году, когда F. Wohler при  
попытке синтеза цианата аммония  
получил мочевины:



## XX век :

Органическая химия – химия соединений углерода

Число известных соединений  
(больше **50 000 000**)



Соединения углерода (95%)

Прочие (5%)

# Нобелевские премии по органической химии

## (всего 30)

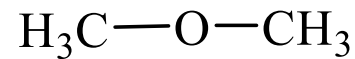
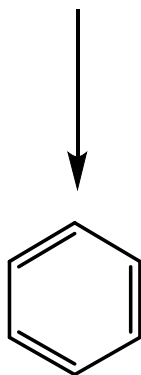
- 1947 Роберт Робинсон «За исследования растительных продуктов большой биологической важности, особенно алкалоидов».
- 1950 Отто Дильс, Курт Альдер «За открытие и развитие диенового синтеза».
- 1963 Карл Циглер, Джулио Натта «За открытие изотактического полипропилена».
- 1965 Роберт Вудворд «За выдающийся вклад в искусство органического синтеза».
- 1969 Д. Бартон, О. Хассель «За вклад в развитие конформационной концепции».
- 1973 Э.О. Фишер, Д Уилкинсон «За новаторскую, проделанную независимо друг от друга, работу в области химии металлоорганических, так называемых сэндвичевых, соединений».
- 1975 Д. Корнфорт «За исследование стереохимии реакций ферментативного катализа». В Прелог «За исследования в области стереохимии органических молекул и реакций».
- 1979 Г. Браун, Г. Виттиг «За разработку новых методов органического синтеза сложных бор- и фосфорсодержащих соединений».
- 1984 Роберт Меррифилд «За предложенную методологию химического синтеза на твердых матрицах».
- 1987 Д. Крам, Ж-М. Лен, Ч. Педерсен «За разработку и применение молекул со структурно-специфическими взаимодействиями высокой избирательности» (Супрамолекулярная химия).
- 1990 Э. Кори «За развитие теории и методологии органического синтеза».
- 1994 Джордж Ола «За вклад в химию углерода».
- 2001 У. Ноулз, Р. Нойори, Б. Шарплесс «За исследования, используемые в фармацевтической промышленности — создание хиральных катализаторов окислительно-восстановительных реакций».
- 2005 Р. Граббс, Р. Шрок, И. Шовен «За вклад в развитие метода метатезиса в органическом синтезе».
- 2010 Эй-Ити Негиси, Р. Ф. Хек, А. Судзуки «За разработки органических процессов на катализаторах палладия»

# Химическая структура

—

основное понятие  
органической химии

Кекуле (бензол), Купер, Бутлеров (изомерия)

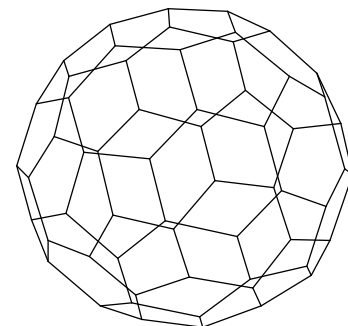
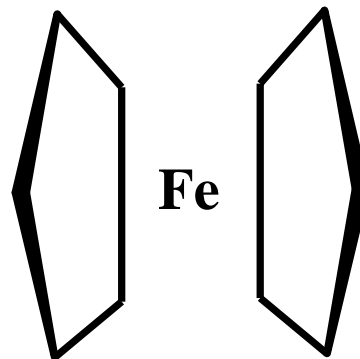
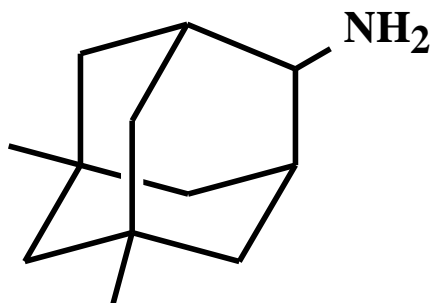
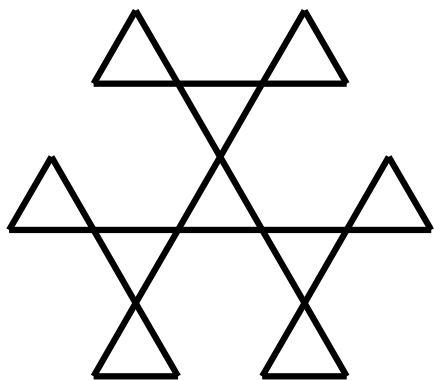


# “Химия создала свой предмет”

«Когда природа прекращает создание своих творений, человек начинает, используя природные объекты, в гармонии с самой природой, создавать бесчисленное количество своих собственных произведений.» *Leonardo da Vinci*

**Способность – подобная искусству**

**>30 000 000 известных соединений**



**ЯМР - 700 000 \$; Масс-Спектрометр 800 000 \$**

# Две фундаментальных проблемы химии

## ❖ 1. Структурные манипуляции и соотношения структура-структура



- Классификация структур и реакций,
- Изучение механизмов реакций,
- Стереохимия структур и реакций,
- Планирование синтеза,
- ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ.

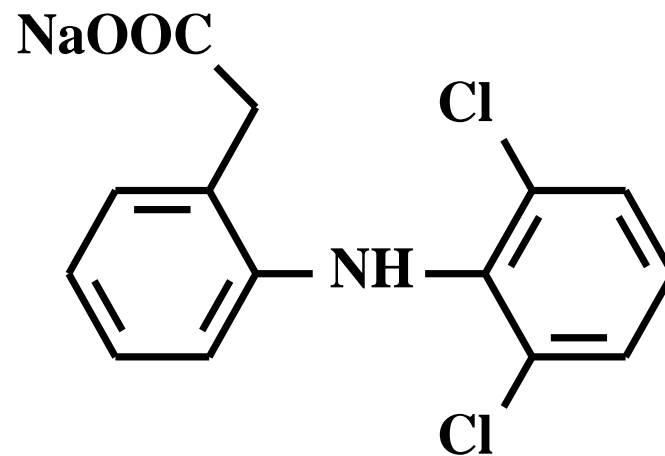
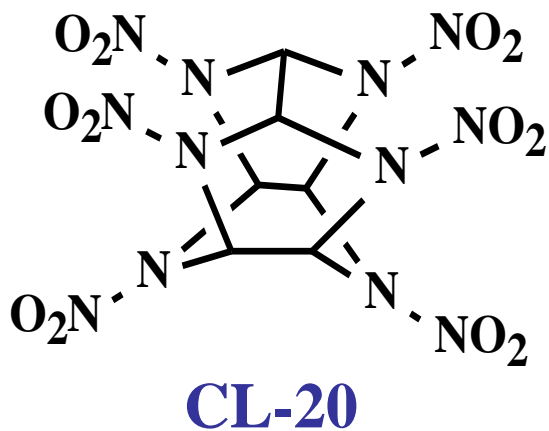
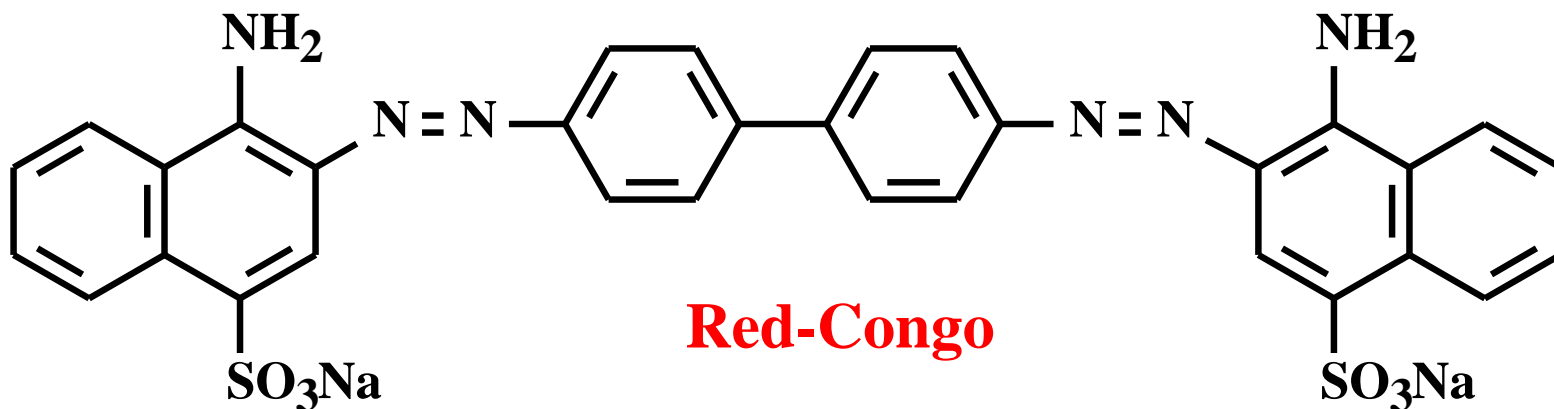
## ❖ 2. Соотношения структура-активность (свойство)

# **George S. Hammond:**

**“Наиболее важная и постоянная цель химического синтеза – не создание новых соединений, а создание свойств”**

*(Norris Award Lecture, 1968)*

# СВОЙСТВА



**Voltaren (1994 – 1 300 000 000 \$)**

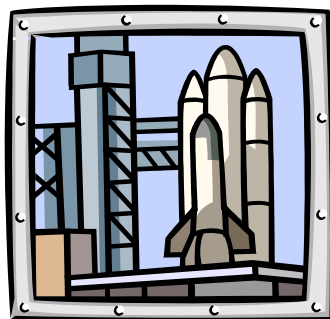
# Основной (“тяжелый”) органический синтез



**Нефте(газо)добыча и  
Нефте(газо)химия**



**С/х : пестициды  
(удобрения)**



**Полимеры, каучук, новейшие материалы  
ракетные топлива и окислители и т.д.**



**Красители**



# Основной и тонкий органический синтез



G C O

**Взрывчатые  
вещества**

**Строительные  
материалы,  
Клеи**

**Искусственные  
волокна**

**Пищевые  
добавки**



**Детергенты,  
Моющие средства**



**Косметика,  
химия в быту**

# Биологически активные соединения

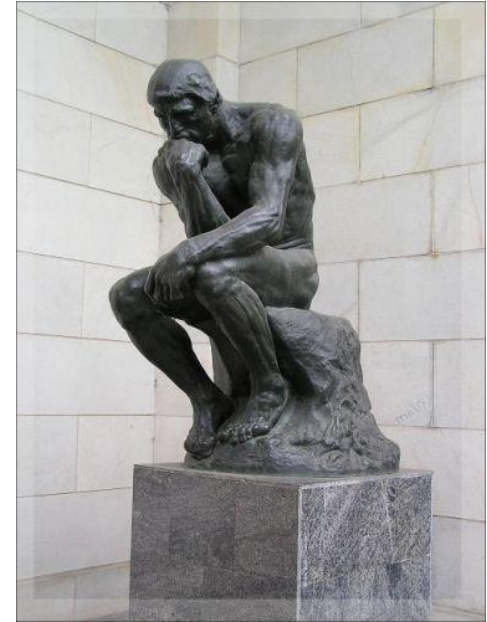


**МЕДИЦИНА**

Чтобы двигаться нужна энергия!  
Чтобы думать тоже нужна энергия!

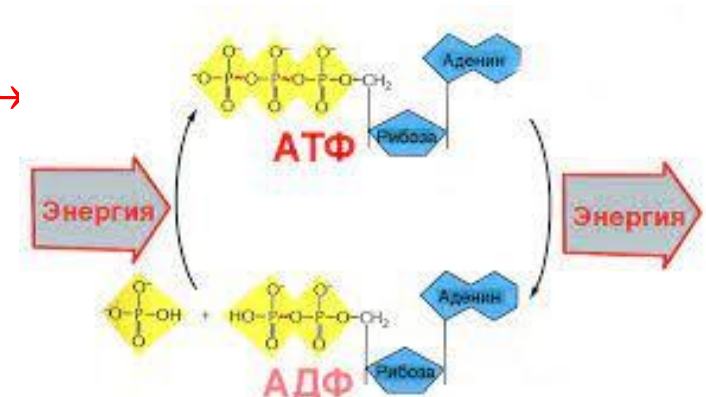


- Мирон, V в до н.э.  
Дискобол (римск. копия)



Огюст Роден  
Мыслитель

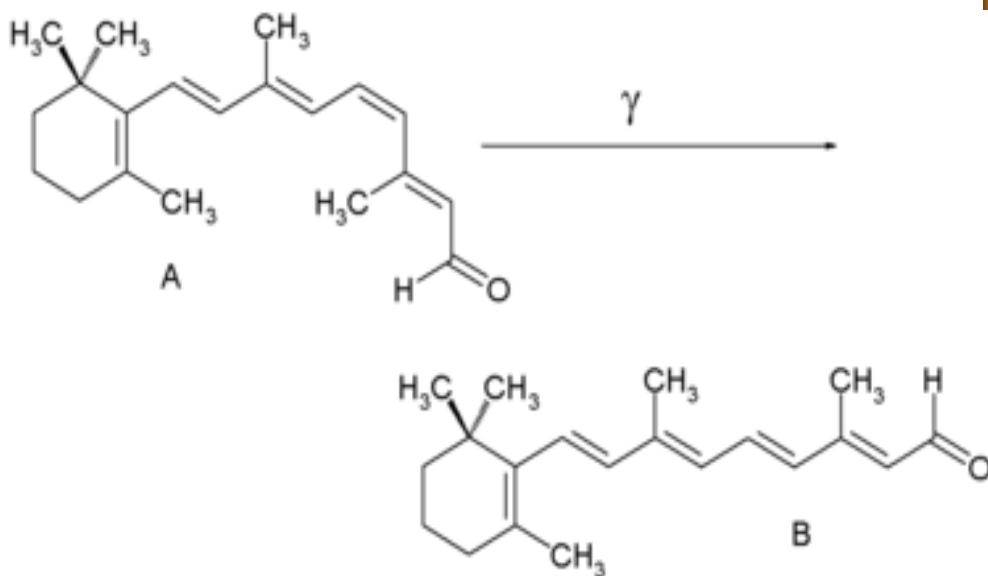
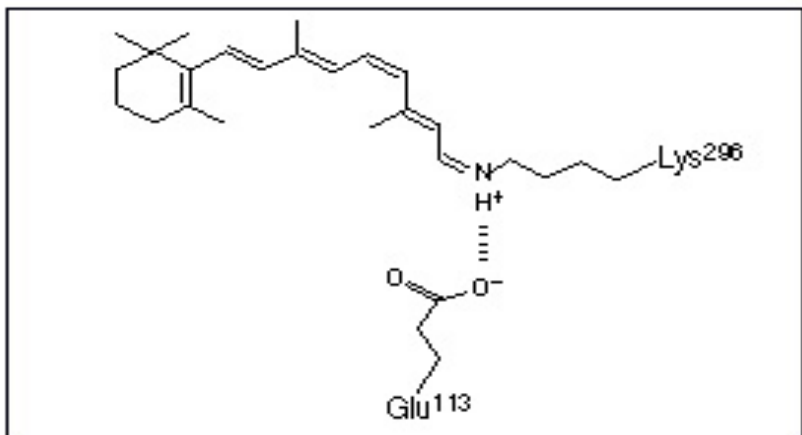
**УГЛЕВОДЫ ПИЩИ → ГЛЮКОЗА →  
Запасание энергии → АДФ + АТФ**



# ЗРЕНИЕ

условное изображение родопсина.

Родопсин = белок скотопсин + имин *цис*-ретинала



# СЛУХ

- Передача колебаний мембраны на слуховой нерв и далее в мозг происходит с участием нейромедиаторов.

- Примеры нейромедиаторов:

глицин,

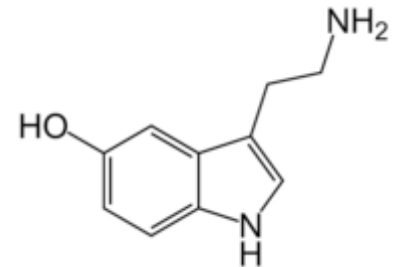
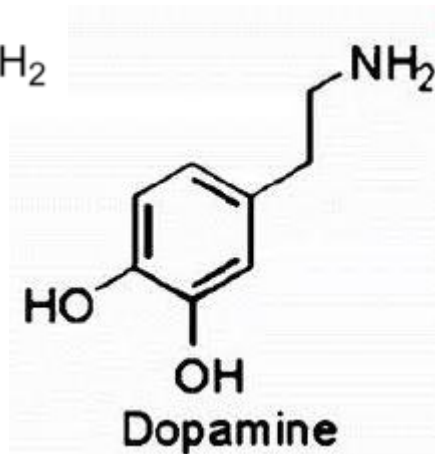
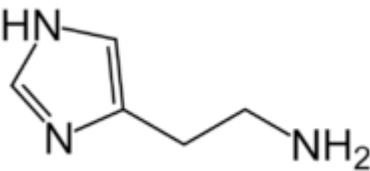
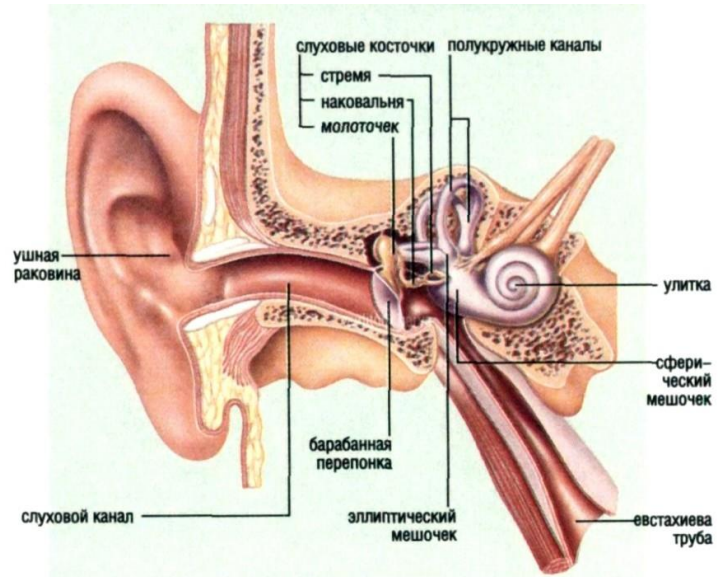
γ-аминомасляная

гистамин

дофамин

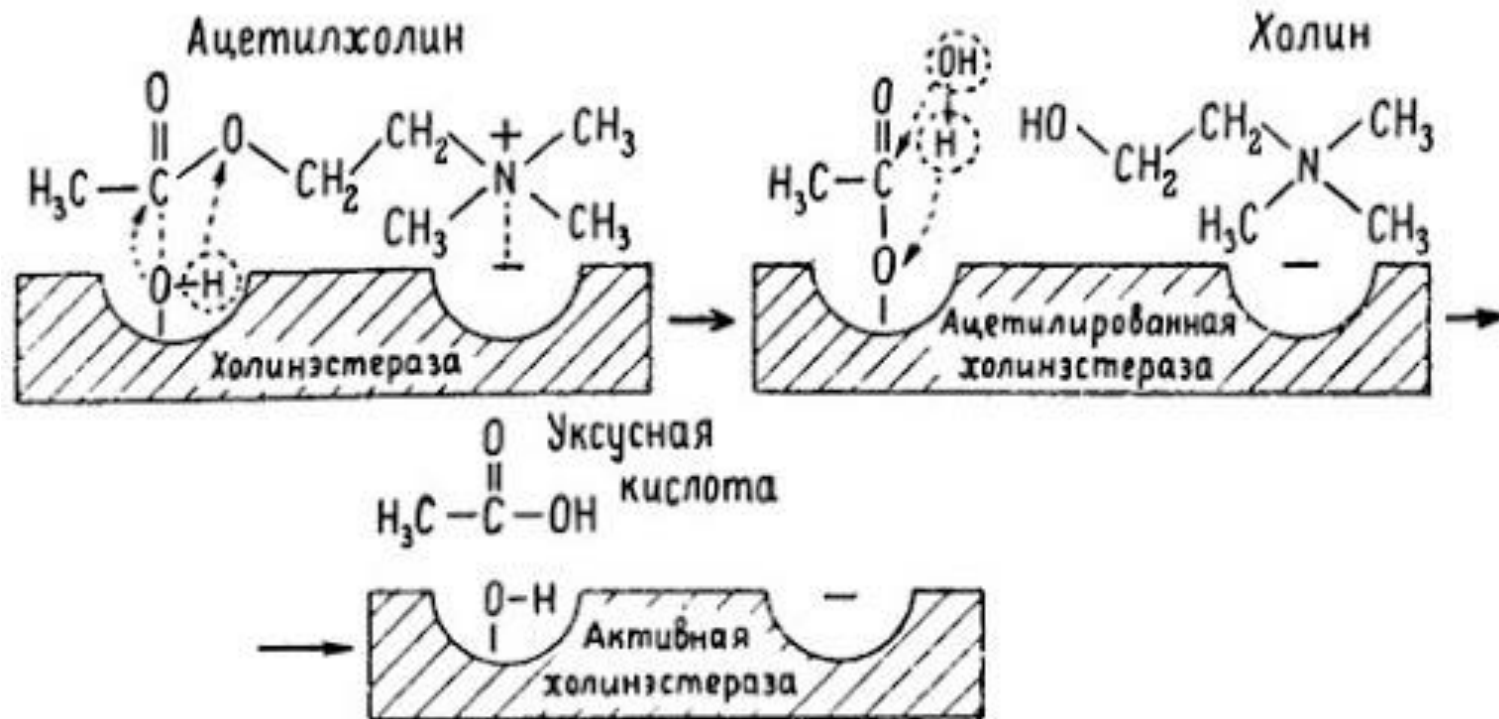
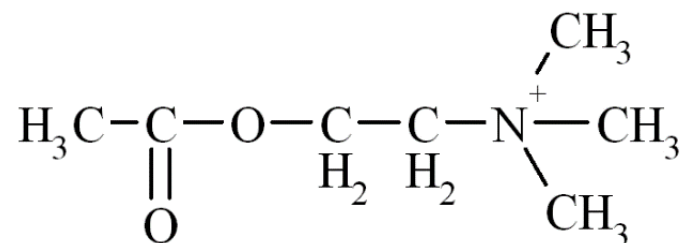
серотонин

Ацетилхолин (будет дальше)



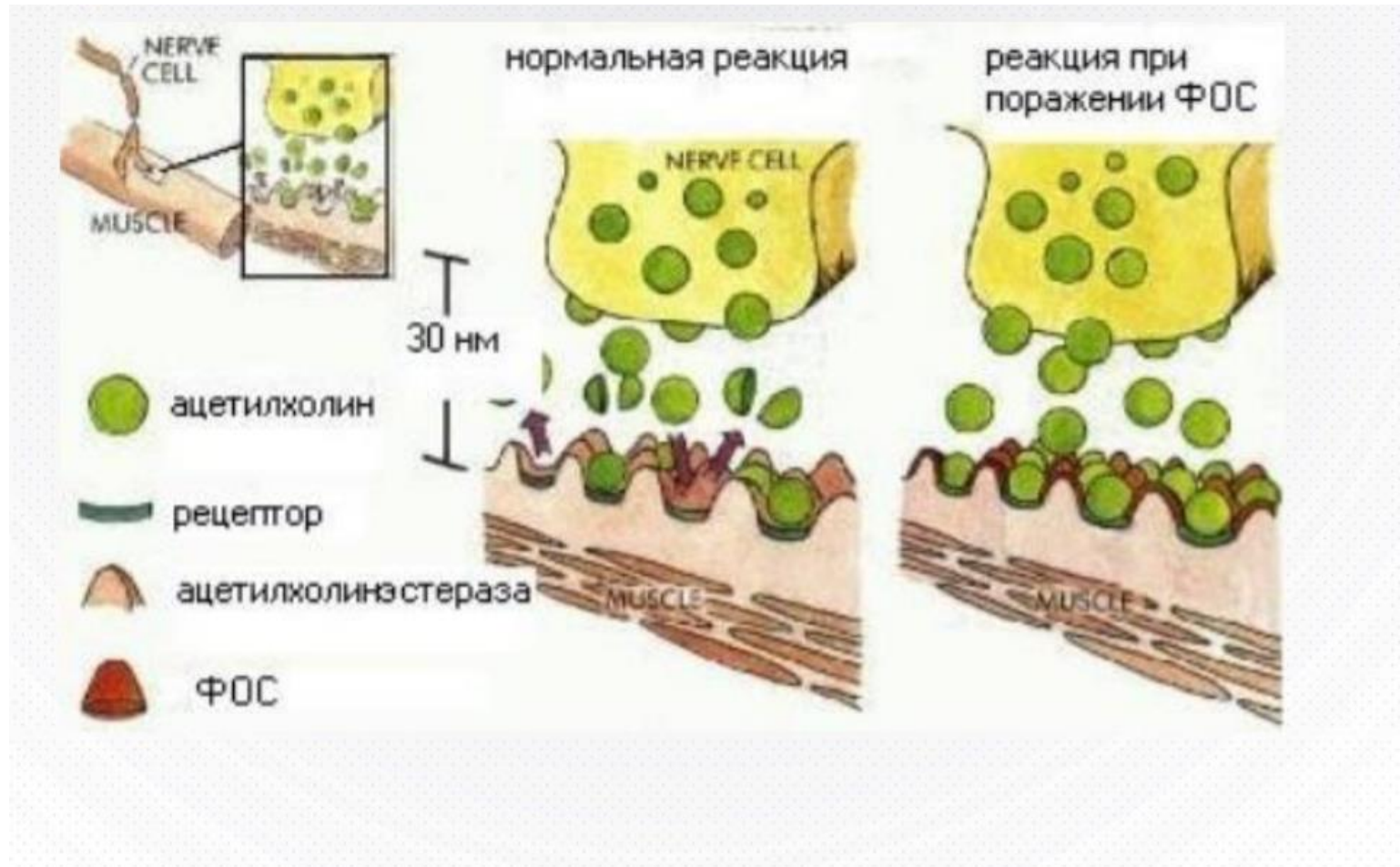
# Осызание, сокращение мышц

- Медиатор – ацетилхолин



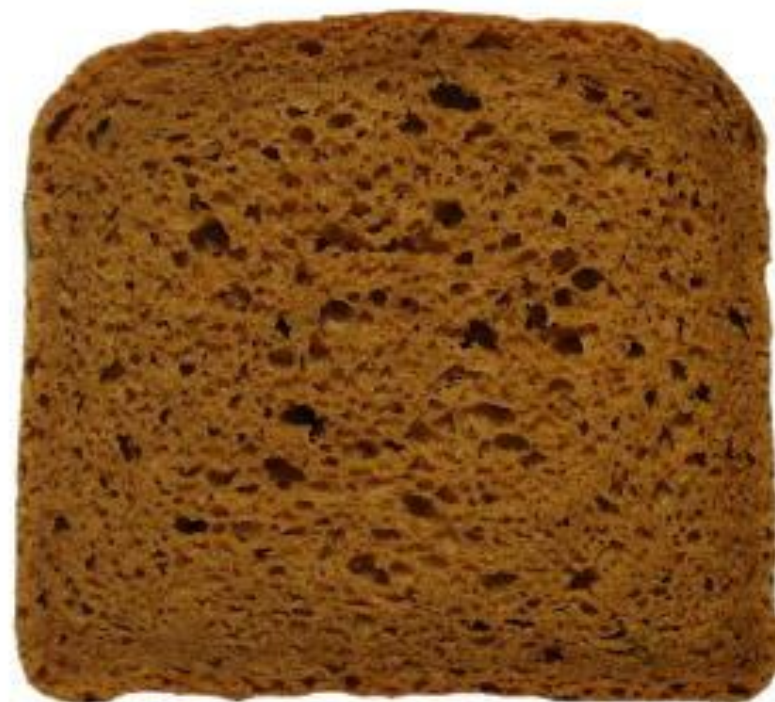


# Нейромедиаторы в синаптической щели



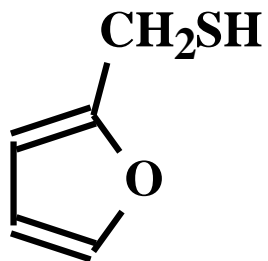
# ВКУС и ОБОНЯНИЕ

- Около 400 соединений были идентифицированы в этом запахе.
- Еще 400 соединений не были идентифицированы

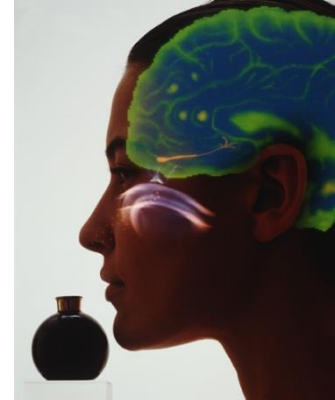




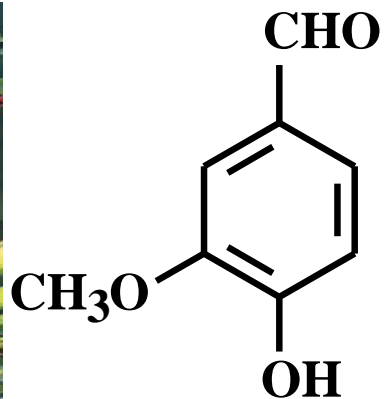
# Душистые вещества



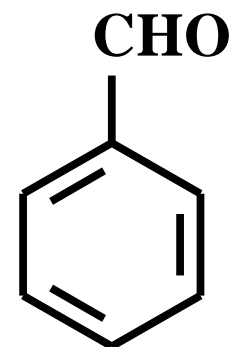
*(аромат кофе.)*



*(West Indian Vanilla pompona)*



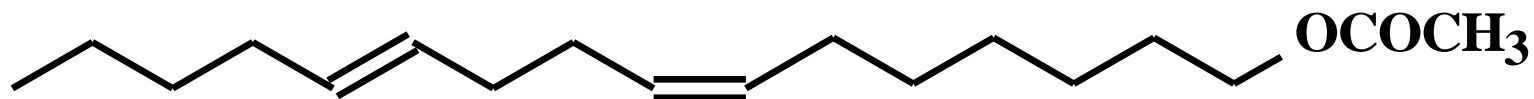
**Ванилин**



*(аромат миндаля)*

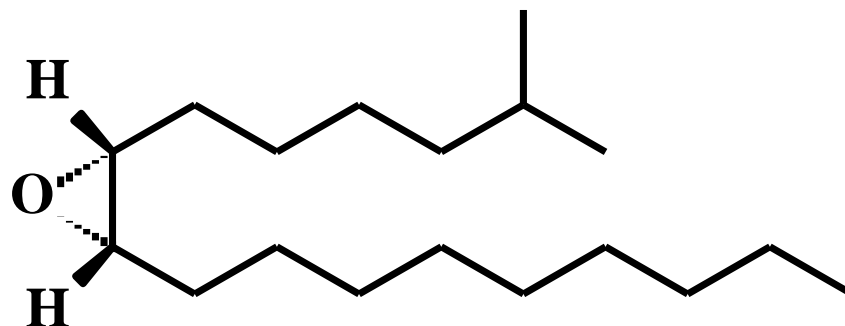
“Chemicals are the primary means of communications for the vast majority of species in animal world”.

## Феромоны насекомых



Gossyplure

(sex pheromone of *Pink bollworm*)

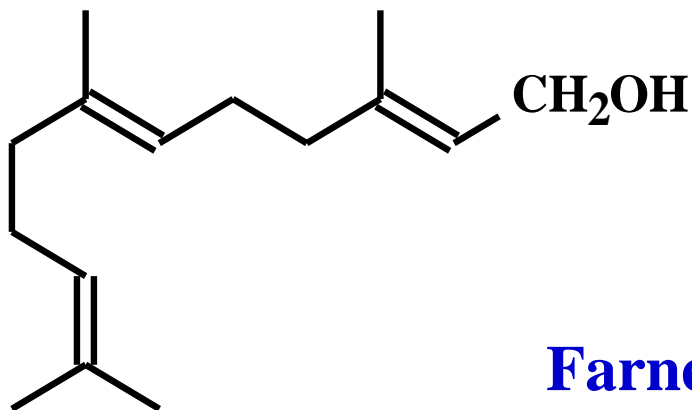


Disparlure  
(*Gypsy moth*)



# There is an opinion, that human sex appeal is also based on fragrances.

- American scientists after testing about 100 fragrances: “Flower-pepper perfume can create illusion in men, that a woman is more slim (svelte), approximately on 5.5 kg.”
- German Professor of biochemistry Hans Hatt after three years of research: “Spermatozoa move two times faster if they feel a fragrance of *der Maigloekchen*”.



**Farnesol**  
(*der Maigloekchen*)

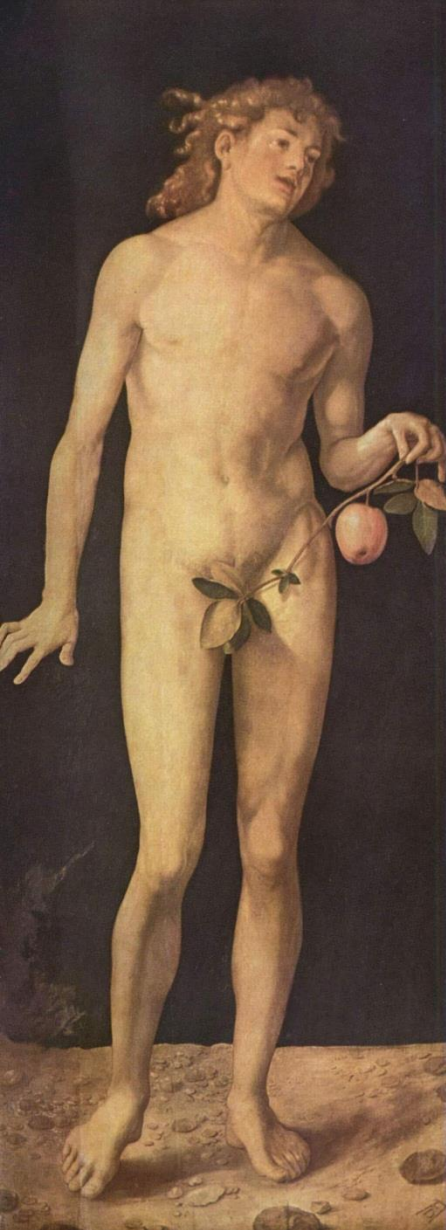




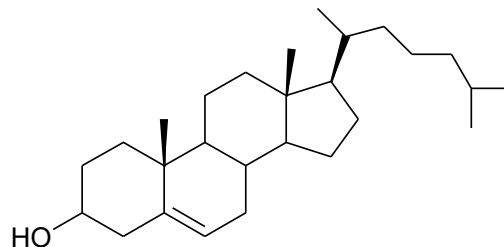
Половые различия между мужчинами и женщинами обусловлены различными химическими соединениями (речь идет о вторичных половых признаках)

## **А. Дюрер «Адам и Ева»**





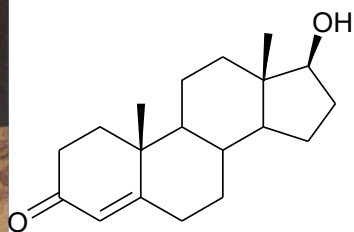
# Стероиды



**холестерин**

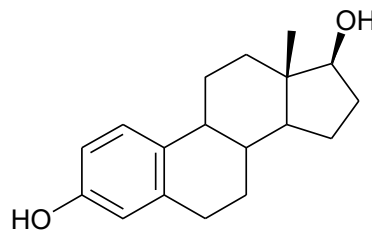
140-150 г в каждом взрослом человеке  
Синтез - 1 г в день. Расход - 1 г в день

андрогены

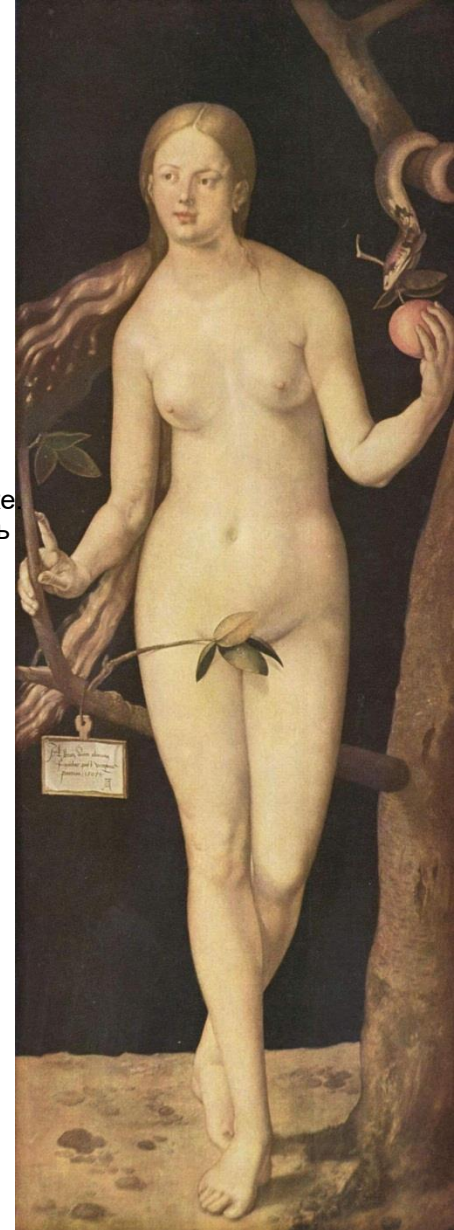


тестостерон

эстрогены



эстрадиол

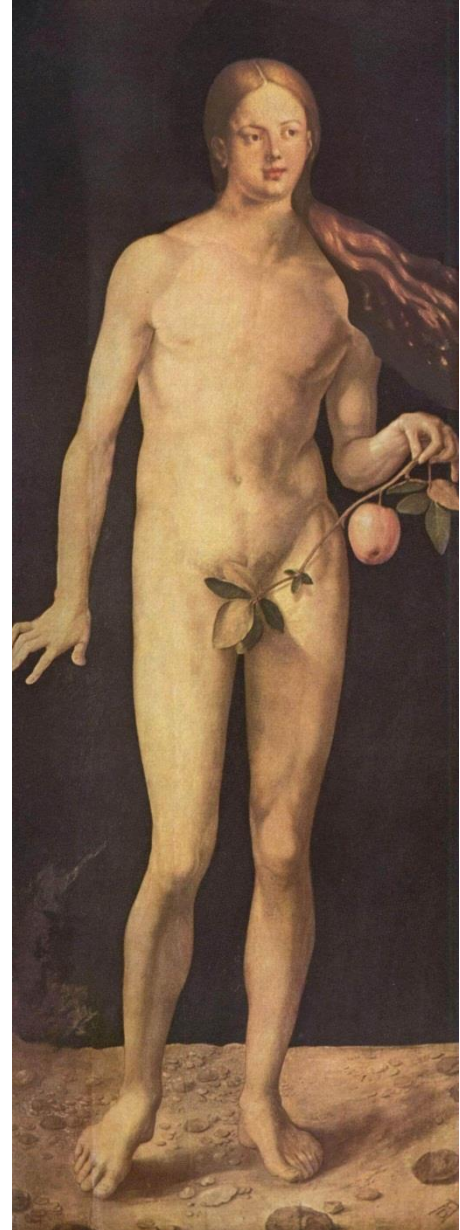
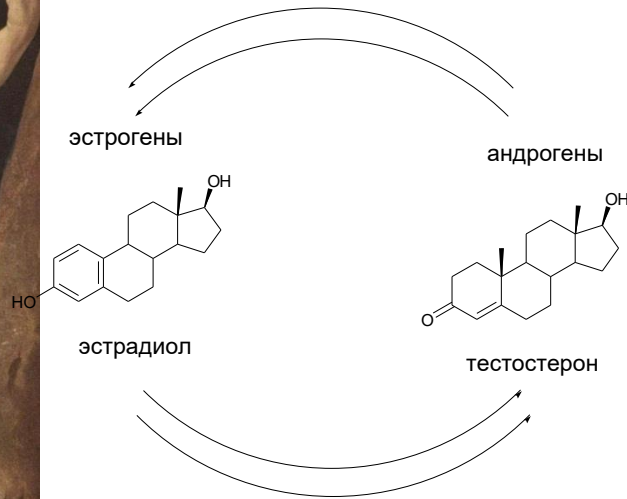


Альбрехт Дюрер "Адам и Ева"



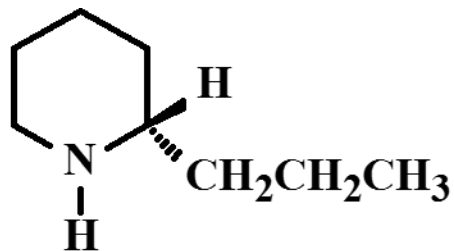
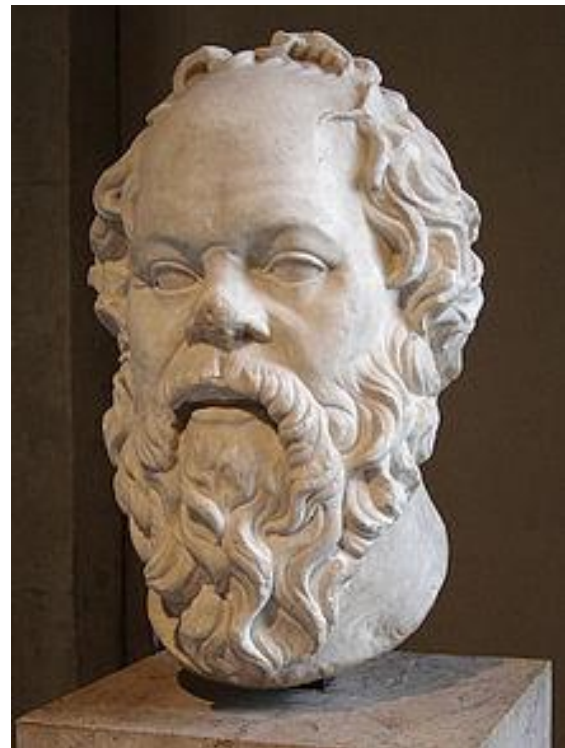


Если стероиды работают неправильно



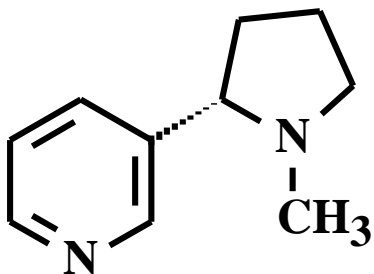
# Болиголов крапчатый

Портрет Сократа работы [Лисиппа](#), хранящийся в [Лувре](#)

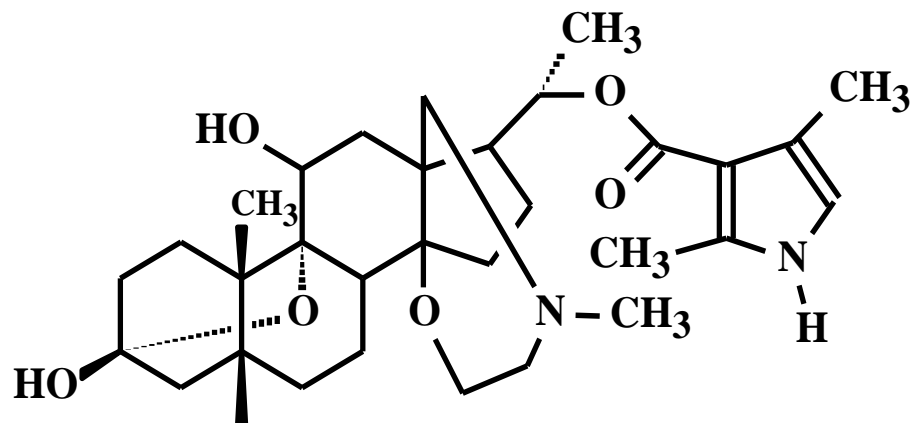


**(S)-(+)-Кониин**  
(болиголов крапчатый)

# Растительные и животные яды



**(S)-(-)-Никотин**  
(табак)



**Батрахотоксин**  
(dart frog)



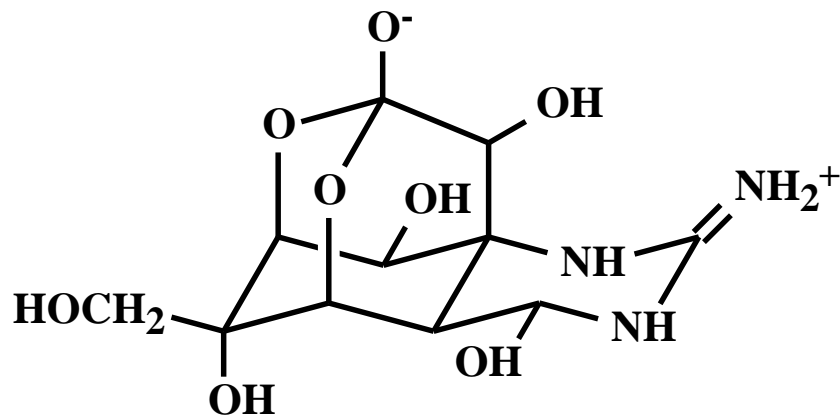
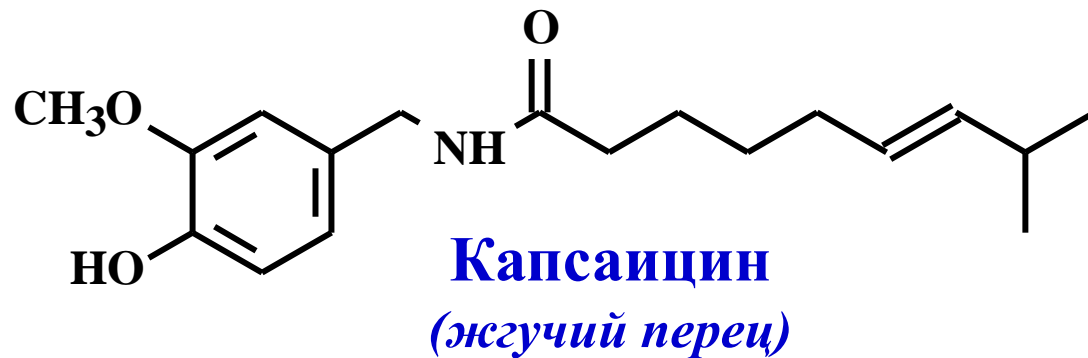
река Рио Торо, Коста-Рика, июнь 2009



Еще одна ядовитая лягушка



# Растительные и животные яды



**Тетродотоксин**  
(“fugu”)

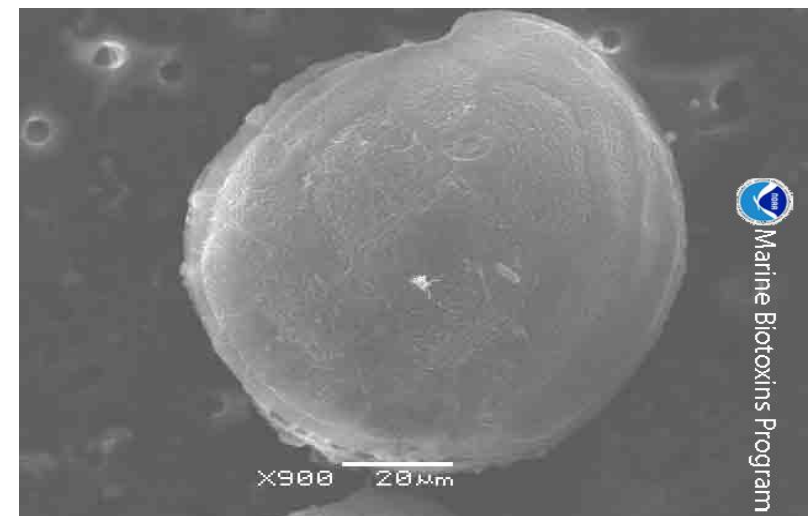
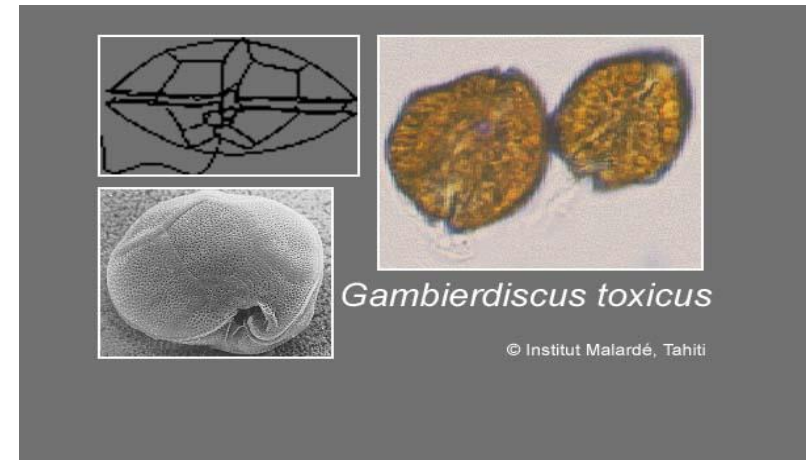
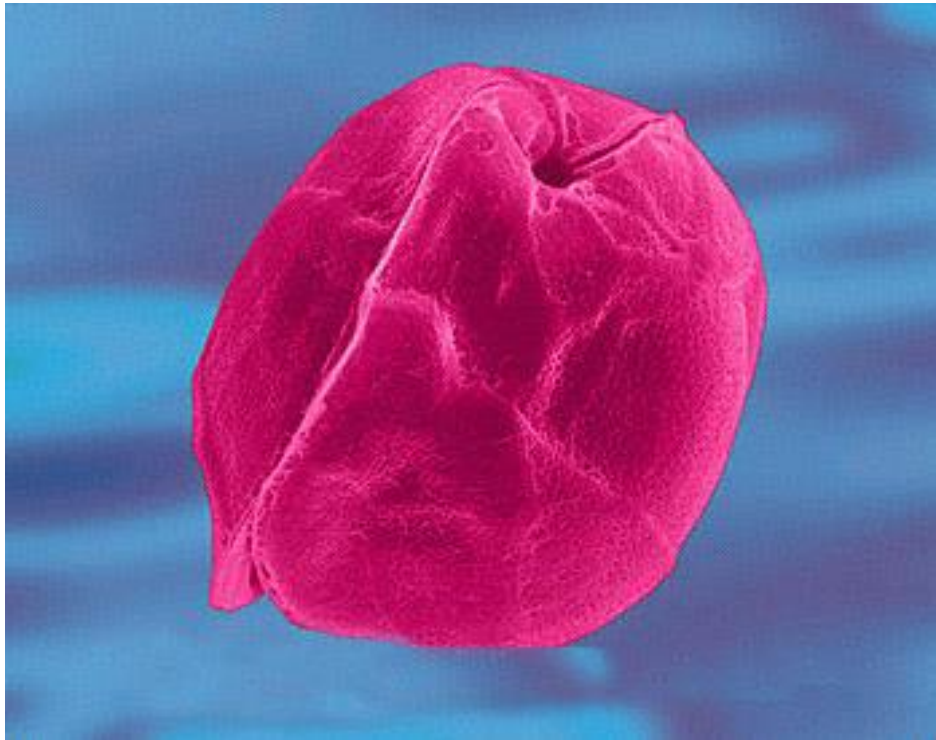




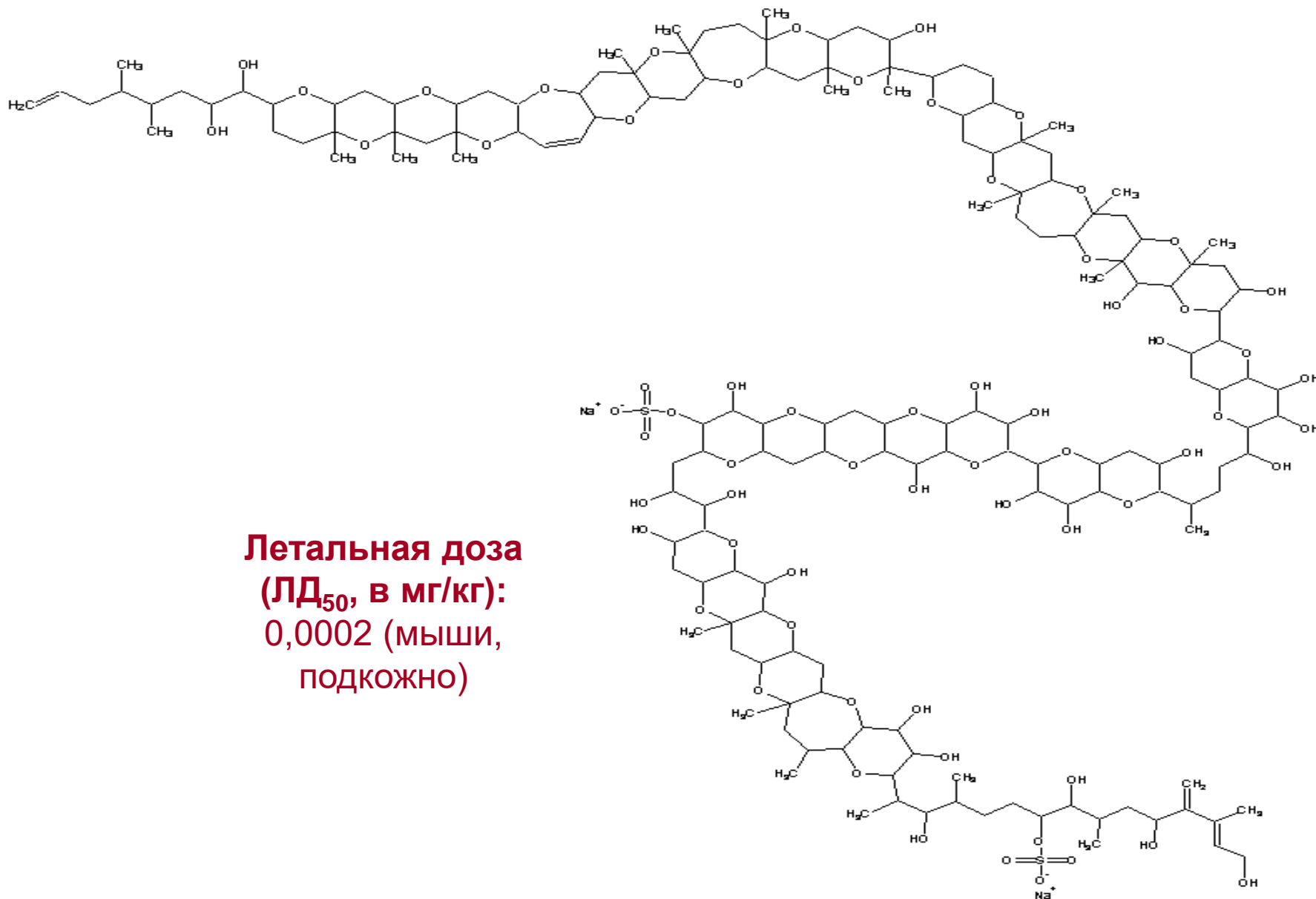
# Иглобрюх (рыба фугу), Танзания, январь 2012 г.



# Динофлагеллят *Gambierdiscus toxicus*

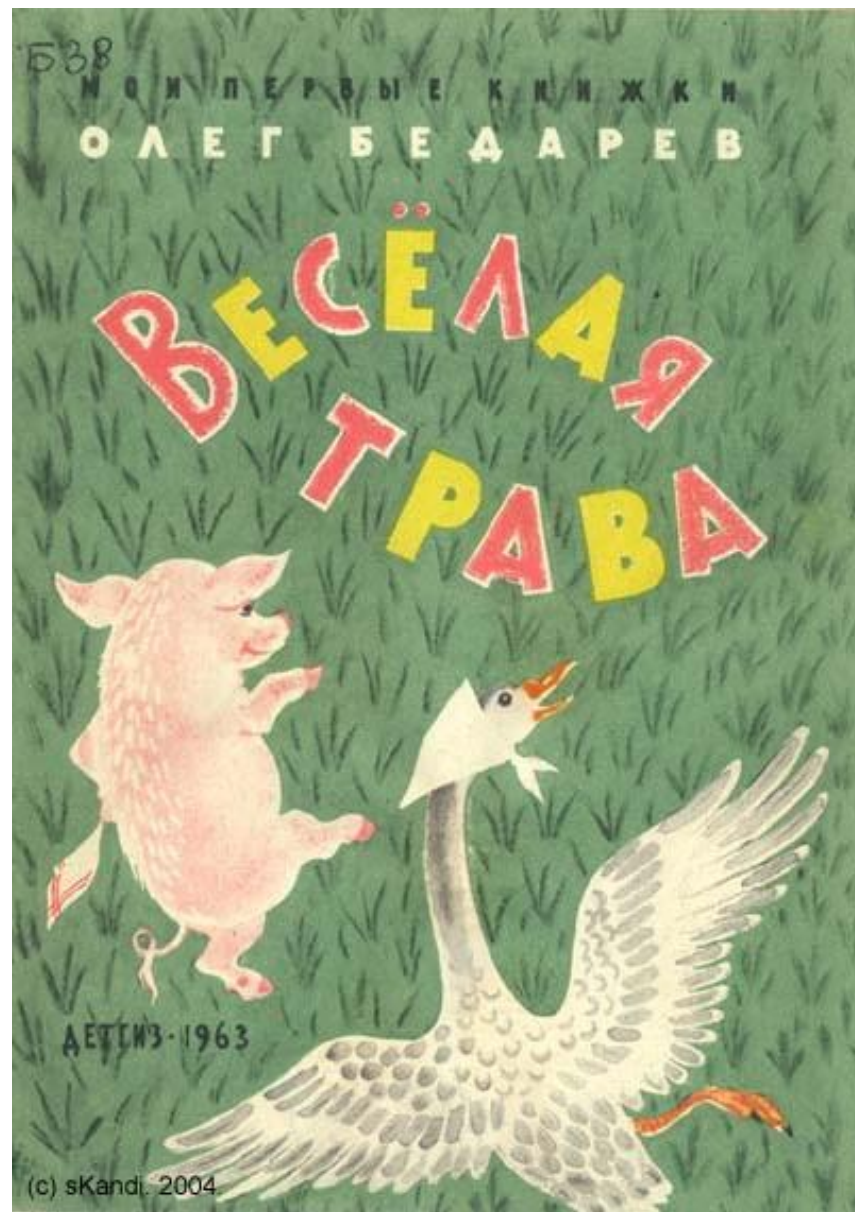
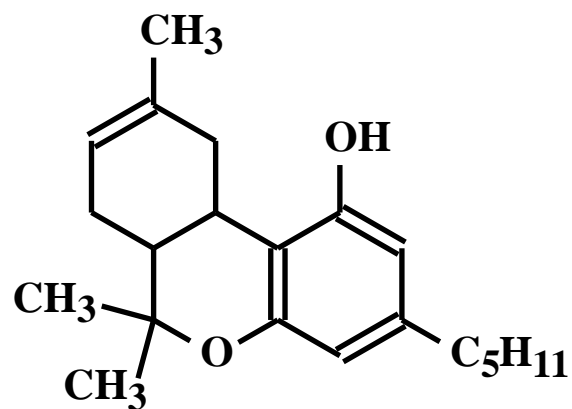


# Майтотоксин из динофлагеллята *Gambierdiscus toxicus*



**Летальная доза  
(ЛД<sub>50</sub>, в мг/кг):  
0,0002 (мыши,  
подкожно)**

- Тетрагидроканнабиол  
(*marijuana*)





**BAYER**  
PHARMACEUTICAL PRODUCTS.

We are now sending to Physicians throughout the United States literature and samples of

# ASPIRIN

The substitute for the Salicylates, agreeable of taste, free from unpleasant after-effects.

# HEROIN

The Sedative for Coughs,  
**HEROIN HYDROCHLORIDE**  
Its water-soluble salt.  
You will have call for them. Order a supply from your jobber.

Write for literature to  
**FARBENFABRIKEN OF ELBERFELD CO.**  
40 Stone Street, New York.

Am. J. Ph.] [December, 1905]

**BAYER Pharmaceutical Products**  
**HEROIN-HYDROCHLORIDE**

is pre-eminent adapted for the manufacture of cough elixirs, cough balams, cough drops, cough lozenges, and cough medicines of any kind. Price in 1 oz. packages, \$4.85 per ounce; less in larger quantities. The efficient dose being very small (1-48 to 1-24 gr.).

**The Cheapest Specific for the Relief of Coughs**  
(In bronchitis, phthisis, whooping cough, etc., etc.)

WRITE FOR LITERATURE TO  
**FARBENFABRIKEN OF ELBERFELD COMPANY**  
Selling Agents  
P. O. Box 2100 40 Stone Street, NEW YORK



**МЕНЯ СПАСЛА ТОЛЬКО НАТУРАЛЬНАЯ РАДИОАКТИВНАЯ МИНЕРАЛЬНАЯ**

**ИЖЕВСКАЯ ВОДА**

ПРЕКРАСНОЕ СРЕДСТВО ПРИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫХ БОЛЕЗНЯХ, НАРУШЕНИИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ, А ТАКЖЕ ПРИ БОЛЕЗНЯХ ПОЧЕК И МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ.

НЕЗАМЕНИМЫЙ СТОЛОВЫЙ НАПИТОК.

РЕЗУЛЬТАТ ПОСЛЕДНЕГО КЛИНИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ. (г. Пермь 27/III—1924 г. № 149).

Подтвержден настоящим излечением мною в конце октября 1923 г. для исследования Клиника Пермских Высших Пермского Университета 1 курса МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ "ИЖЕВСКОГО ИСТОЧНИКА" в Ижевского Уезда, считаю возможным сообщить, что ПРИМЕНЕНИЕ этой воды ОКАЗАЛОСЬ ПОЛЕЗНЫМ:

1. ПРИ ПОДАГРЕ уменьшение припухлости сустава и исчезновение боли.
2. ПРИ АТОНИИ КИШЕЧНИКА в случае запора (регулярные стулы).
3. ПРИ НАТУРАЛЬНО-МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ на фоне хронического воспаления.

ВОДА ПРИНАДЛЕЖИТ ОХОТНО ПЬЕТСЯ.

К этому могу добавить, что "ИЖЕВСКАЯ ВОДА" напичкалась в соответствующих ее составу органах многократно с успехом прежде на протяжении ряда лет в бытность мою в Казани.

Полный подписка: Директор Клиники Пермских Высших Пермского Университета — Профессор ПЕРУШИН.

ТРЕБУЙТЕ ВО ВСЕХ АПТЕКАХ И МАГАЗИНАХ. ТРЕБУЙТЕ ВО ВСЕХ АПТЕКАХ И МАГАЗИНАХ.

# ВНИМАНИЮ ВСѢХЪ!

# „ГЕРОИНЪ“.

Вѣрное средство для ращенія волосъ.

„Героинъ“ имѣетъ то преимущество, что онъ выплываетъ головную кожу, даетъ питаніе волосамъ, укрѣпляетъ ихъ и, абсолютно уничтожая перхоть, даетъ дивный ростъ и блескъ волосамъ, вызываетъ къ активности и тѣ корни, которые утратили свою силу.

При употребленіи „Героина“ голова всегда свѣжа и чиста, поры открыты и головные боли навсегда совершенно уничтожаются, что на практикѣ съ успѣхомъ доказано.

## Продажа вездѣ.

Ц. фл. 1 р. 75 к. и съ перес. 2 руб.

При больш. колич.

## СКИДКА.

Снабдь: Москва, Вол. Дмитровка, домъ № 7, Гончаровскій. Тел. № 48-15. 4724, 42



Аспирин — от простуды, героин - от кашля и для роста волос (ужас!) , радиоактивная ижевская вода — от болезней желудка (ужас-ужас!)





По данным ООН с 2005 по 2009 года количество героиновых наркоманов в Афганистане возросло на 140%, и это только официальные данные. По словам местных жителей, из более чем 25 млн человек населения Афганистана порядка 5 млн - наркозависимы в той или иной степени.

<https://varlamov.ru/423151.html> на фото - наркоманы под мостом через речку Кабул в г. Кабул

# Наркомания - это смерть !



ПОВРЕЖДЕНИЕ  
МОЗГА

ПОТОМСТВО



СПИД

ГЕПАТИТ



ПЕРЕДОЗИРОВКА



СМЕРТЬ



Как правило, люди с самым крепким здоровьем при регулярном употреблении наркотиков живут не более десяти лет. Большинство умирает раньше. Поскольку наркоманы пользуются не стерильными шприцами, среди них распространены многие болезни, передаваемые через кровь — СПИД, гепатит и другие. От этих болезней они часто умирают раньше, чем произошло отравление организма наркотиком

# Две фундаментальных проблемы химии

## ❖ 1. Структурные манипуляции и соотношения структура-структура

- Классификация структур и реакций,
- Изучение механизмов реакций,
- Стереохимия структур и реакций,
- Планирование синтеза,
- ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ.

## ❖ 2. Соотношения структура-активность (свойство)

# ГЛАВНЫЕ ЗАДАЧИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ.



- **ОПРЕДЕЛИТЬ СТРУКТУРУ ОРГАНИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ,**

даже если оно доступно в очень маленьких количествах.

- **Понять МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ**

– как взаимодействуют молекулы. Предсказать направление реакций.

- **СПЛАНИРОВАТЬ ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ОСУЩЕСТВИТЬ ЕГО**

- – переход от одной структуры к другой.

XXI век: При необходимости осуществить стереоселективный синтез соединений с заданной конфигурацией.

# **Важнейшие направления развития химии в начале XXI века**

## **(Революция в химии)**

- Широкое применение реакций, катализируемых комплексами переходных металлов.
- Стереоселективный синтез
- Органический синтез для создания наноматериалов
- Синтез новых лекарств на основе компьютерного моделирования (медицинская химия).

# Важнейшие понятия органической химии

# Важнейшие классы органических соединений.

## Функциональные группы

Функциональная группа		Название класса	Общая формула класса*	Пример
формула	название			
-F, -Cl, -Br, -I (Hal)	Фтор, хлор бром, йод	Галогено- производные	R-Hal	CH <sub>3</sub> Cl <i>Хлорметан</i>
-OH	Гидроксил	Спирты	R-OH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH <i>Этиловый спирт</i>
		Фенолы	Ar-OH	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH <i>Фенол</i>
>C=O	Карбонил	Альдегиды	R-CH=O	CH <sub>3</sub> CHO <i>Уксусный альдегид</i>
		Кетоны	R <sub>2</sub> C=O	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub> <i>Ацетон</i>
-COOH	Карбоксил	Карбоновые кислоты	R-COOH	CH <sub>3</sub> COOH <i>Уксусная кислота</i>
-NO <sub>2</sub>	Нитро	Нитро- соединения	R-NO <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> <i>Нитро-метан</i>
-NH <sub>2</sub>	Амино	Амины (первичные)	RNH <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> <i>Фениламин (анилин)</i>

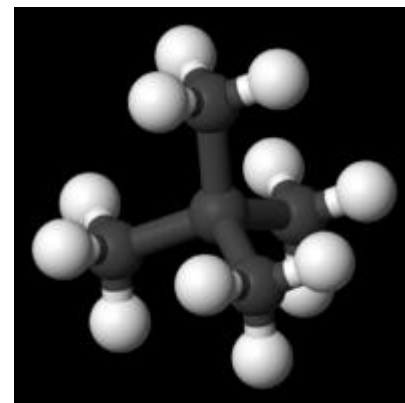
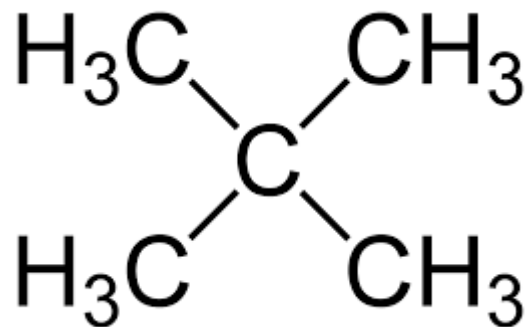
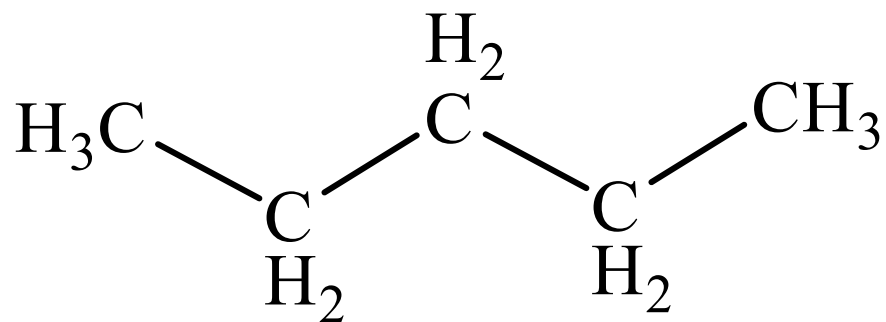
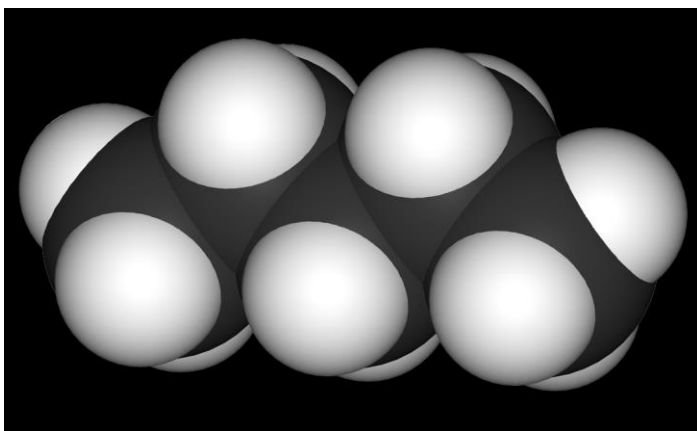
К функциональным группам можно отнести двойные и тройные связи. Примеры бифункциональных соединений (аминокислоты H<sub>2</sub>N-CH<sub>2</sub>-COOH и др.)

# Изомерия

Структурная	Пространственная (стереоизомерия)
Изомерия углеродного скелета (пентан и неопентан, см. ниже)	Оптическая изомерия.
Изомерия положения кратной связи $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$ и $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_3$	
Изомерия положения функциональной группы $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ и $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	Геометрическая изомерия
Изомерия классов органических соединений $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ и $\text{CH}_3\text{OCH}_3$	



Сравнение физических свойств пентана (т.пл. – 130°C, т.кип +36 °C  
и неопентана т.пл. – 17°C, т.кип +9°C



# Пространственная изомерия (стереоизомерия)

Оптическая изомерия.

# Симметричные и несимметричные предметы

Элементы симметрии: центр, ось и плоскость

Большинство предметов не имеют элементов симметрии



Болт

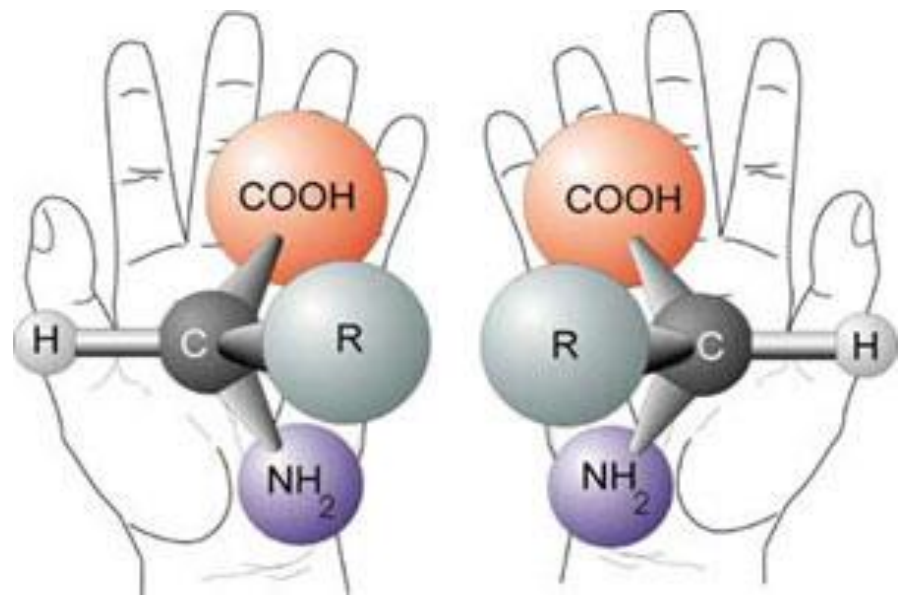
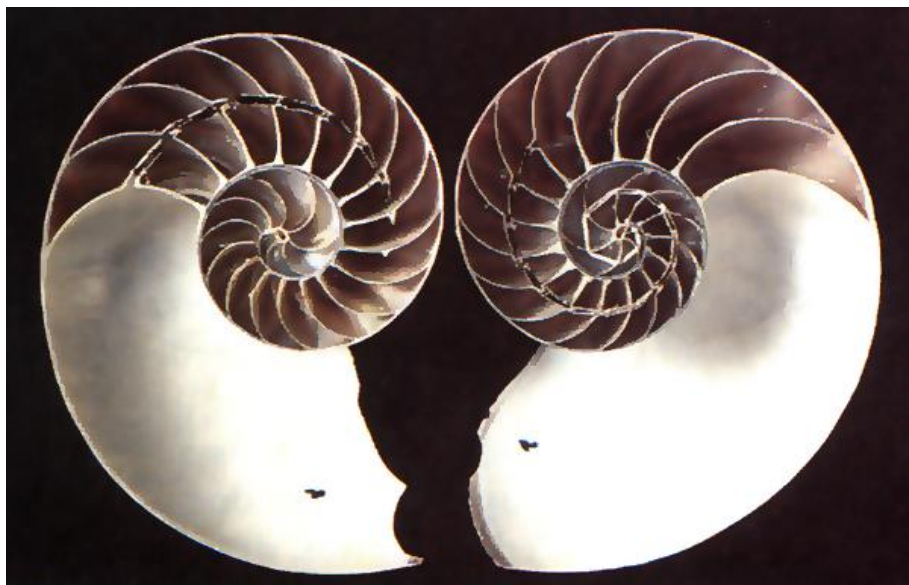


Винт



Наш мир не симметричен (асимметричен), или является хиральным (от греч. **χέρι** (*cheiri*) – рука).

**Химические структуры также могут быть хиральными, т.е. отличаться как предмет от своего зеркального изображения.**



Предметы, не имеющие элементов симметрии.

**Хиральность – отсутствие симметрии относительно правой и левой стороны** (др.-греч. *χείρ* - рука.)

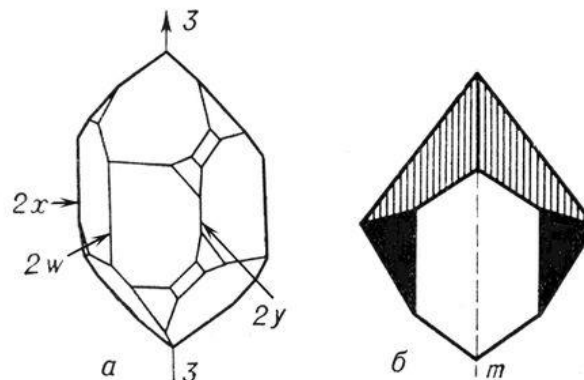
В хиральных предметах и молекулах **могут быть ОСИ** симметрии, но не может быть **ЦЕНТРОВ** и **ПЛОСКОСТЕЙ** симметрии!!!

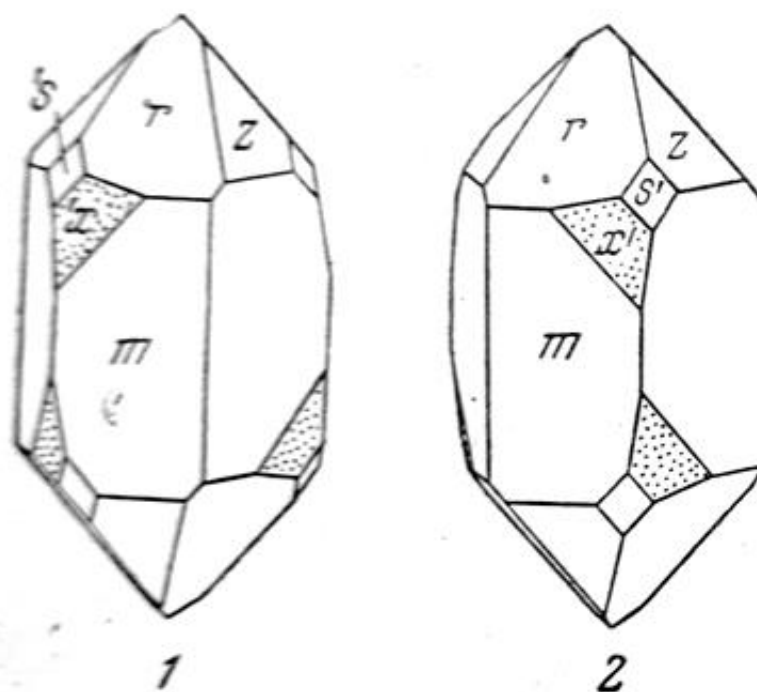
(Френель обнаружил правые и левые кристаллы кварца)



Кристаллы кварца и метасиликата натрия

а — кристалл кварца: 3 — ось симметрии 3-го порядка, 2x, 2y, 2w — оси второго порядка; б — кристалл водного метасиликата натрия: m — плоскость симметрии.

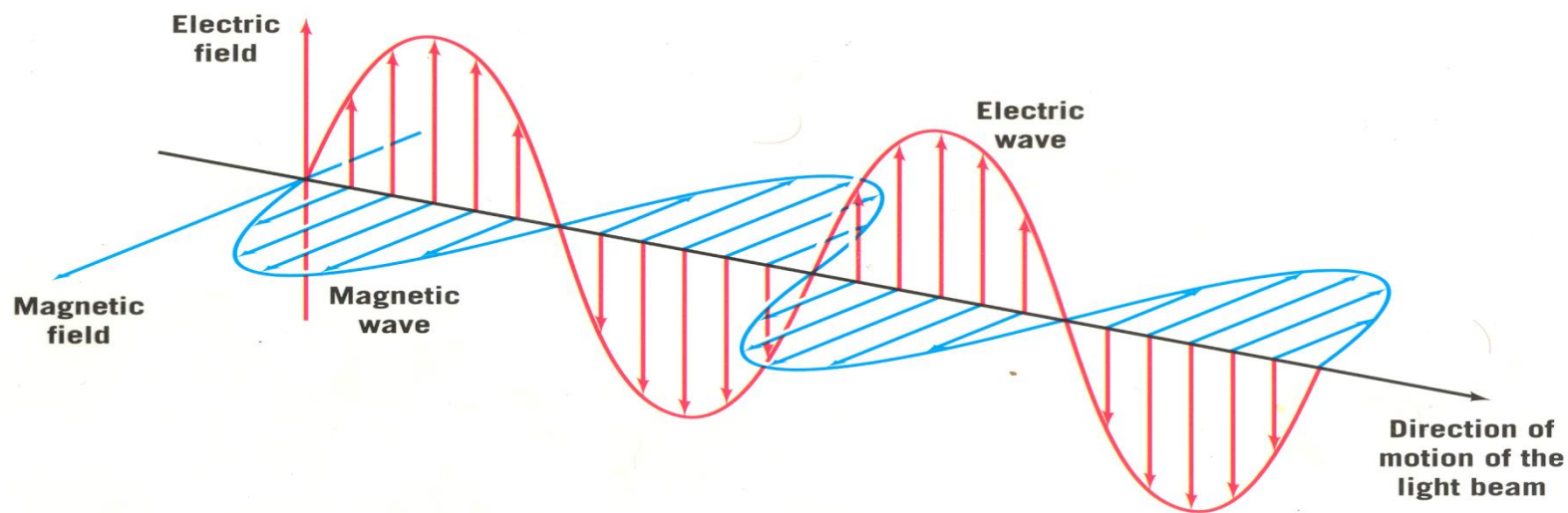




Фиг. 72. Левый (1)  
и правый (2) кристаллы  
кварца

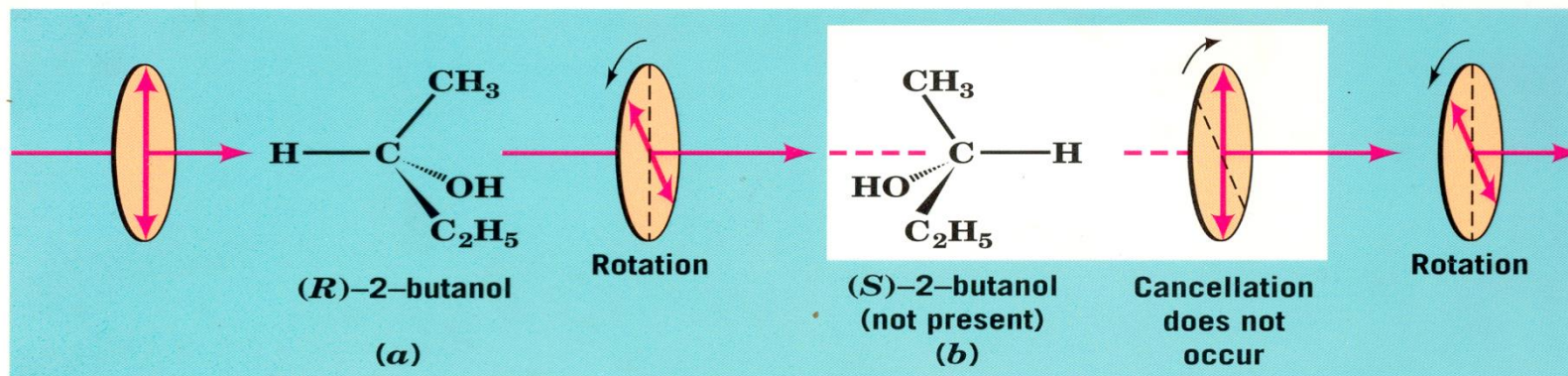
# Плоско поляризованный свет.

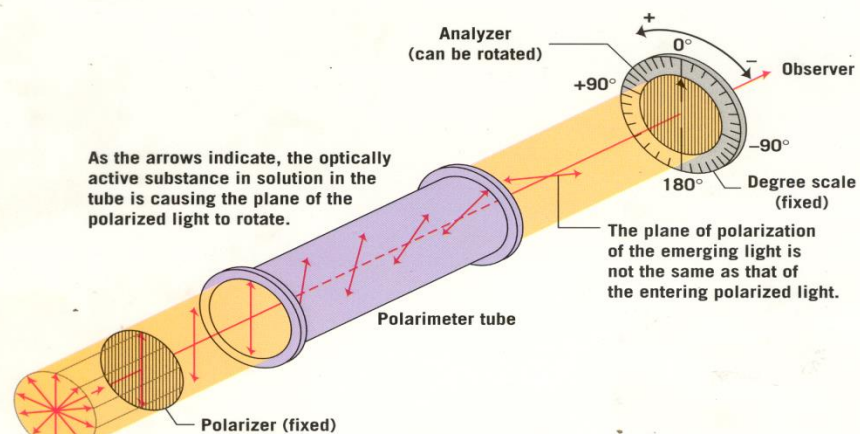
## Колебания вектора электрического и магнитного поля.





# Прохождение ППС через чистый энантиомер





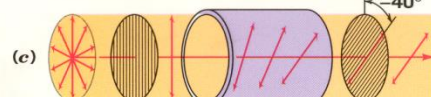
Light source



(a)



(b)



(c)

Polarizer

Analyzer

Observer

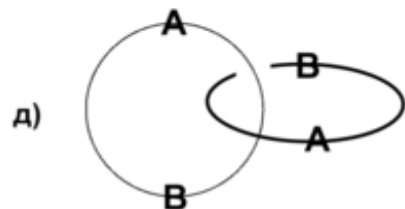
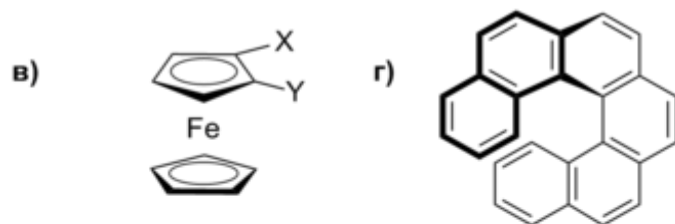
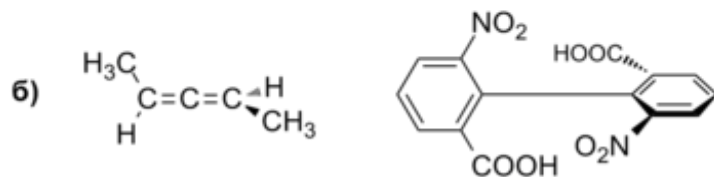
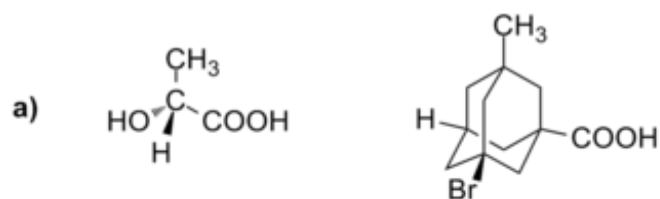
- Polarizer and analyzer are parallel.
- No optically active substance is present.
- Polarized light can get through analyzer.

- Polarizer and analyzer are crossed.
- No optically active substance is present.
- No polarized light can emerge from analyzer.

- Substance between polarizer and analyzer is optically active.
- Analyzer has been rotated to the left (from observer's point of view) to permit rotated polarized light through (substance is levorotatory).

Условие возникновения хиральности (у  $sp^3$  атома углерода – **наличие четырех разных заместителей**)

Другие типы хиральности (ось хиральности, плоскость хиральности и др.)



- **Энантиомеры. Рацематы.**
- 
- **Различия в свойствах энантиомеров. Когда они могут проявиться?**

**ЭНАНТИОМЕРЫ – отличаются друг от друга, как предмет от своего зеркального отображения. Имеют**

одинаковые физические свойства

- температура плавления,

температура кипения - плотность –

растворимость (в ахиральной среде) –

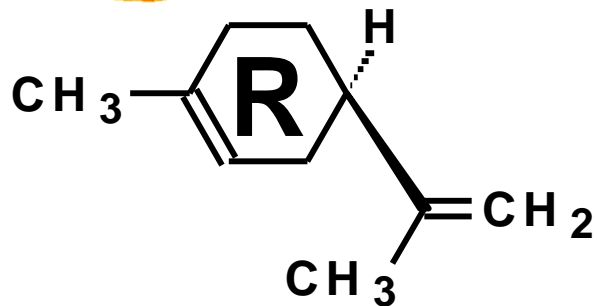
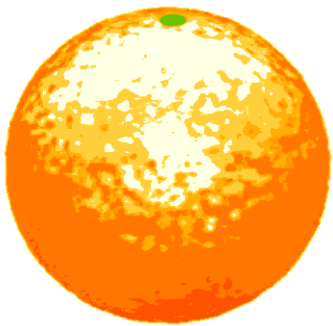
показатель преломления •



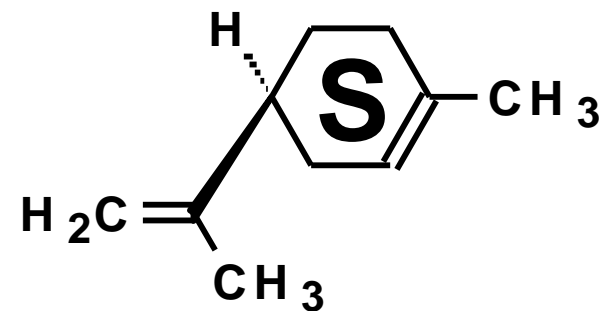
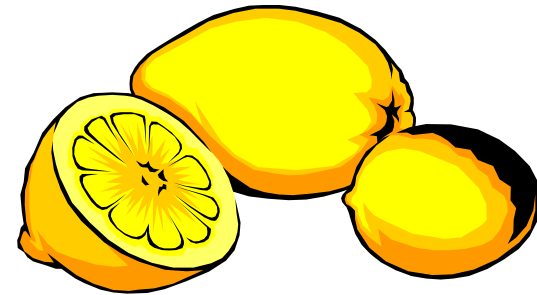
**Одинаковые химические свойства в ахиральном окружении •**

Различная оптическая активность (способность отклонять плоскость плоскополяризованного света) - правовращающие (+) - левовращающие (-)

# Enantiomers



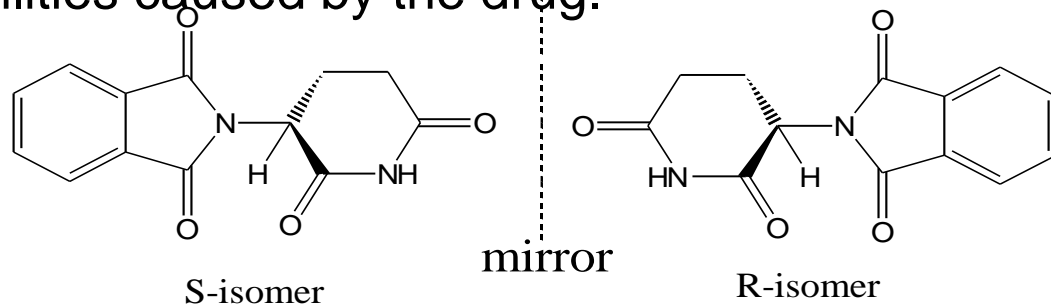
**(-)-LIMONENE**



**(+)-LIMONENE**

# Thalidomide problem.

- It was synthesized in [West Germany](#) in [1953](#) and marketed mainly in Germany and [Britain](#). It was available in around fifty countries,
- **It was later (1960–61) found to be [teratogenic in fetal development](#), especially if taken during the first 25 to 50 days of [pregnancy](#).**
- Around 15,000 children were affected by thalidomide, of whom about [12,000 children in 46 countries were born with birth defects, with only 8,000 of them surviving past the first year of life](#). Most of these survivors are still alive, nearly all with disabilities caused by the drug.





Томас Квастхофф, выдающийся немецкий  
певец, род. 1959 г.



## Ребенок – жертва талидомида

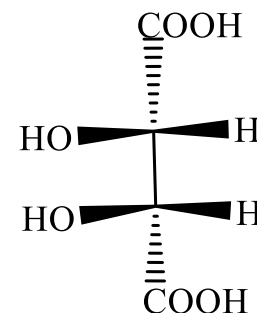
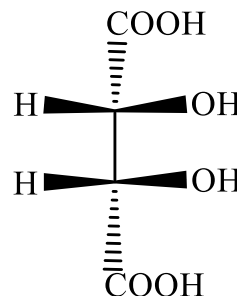
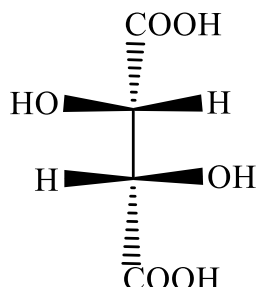
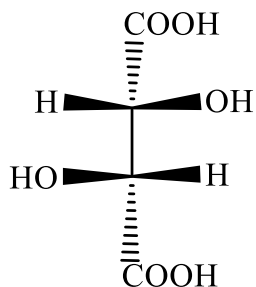


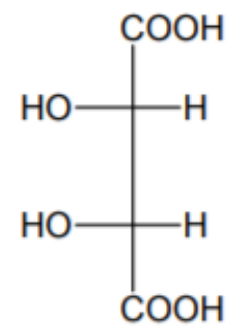
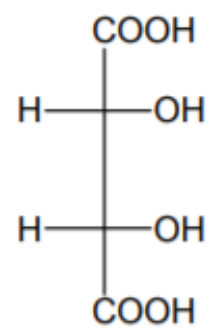
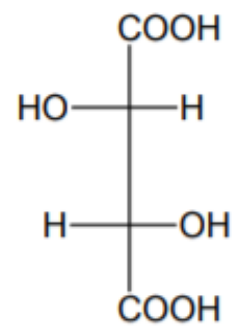
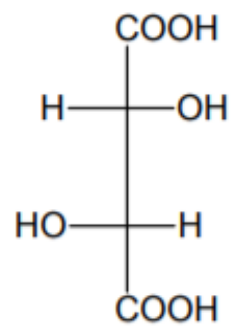
Но! талидомид как лекарство используется до сих пор. Это очень эффективное средство от проказы, а также применяется от некоторых видов рака, например, множественной миеломы. В 2006 году FDA [впервые разрешила](#) использовать талидомид на территории США. Даже это — действительно опасное лекарство со страшным тератогенным эффектом — спасло не меньше жизней, чем погубило. (*Новая Газета*, 7 авг 2021 г.)

- Случай нескольких асимметрических атомов. Число изомеров –  $2^n$ . Винные кислоты. Диастереомерные и энантиомерные пары.

Сколько здесь стереоизомеров?

Где энантиомеры, а что такое диастереомеры? Формулы Фишера

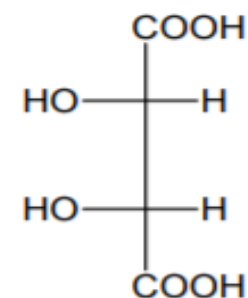
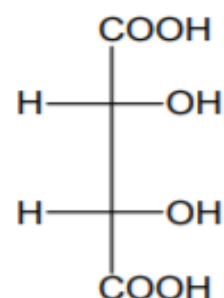
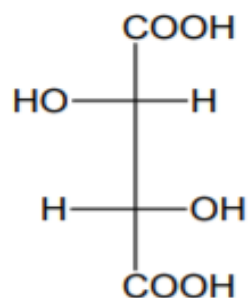
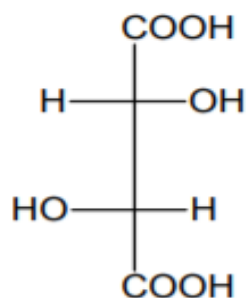




## Физические свойства стереоизомеров винных кислот

стереоизомер	Т. Пл.	$\alpha$	Р-римость в воде г/100 мл
2R,3R (+)	168-170	+12	139
2S,3S (-)	168-170	-12	139
мезо	146-148	0	125
рацемат	206	0	20.6

—это - диастереомеры—

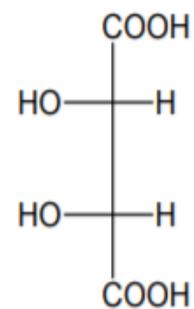
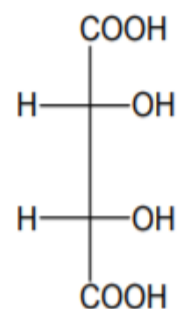
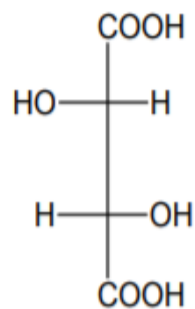
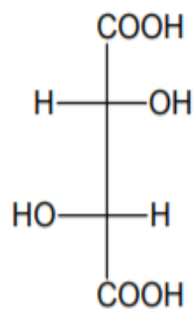


2R, 3R

2S,3S

это энантиомеры





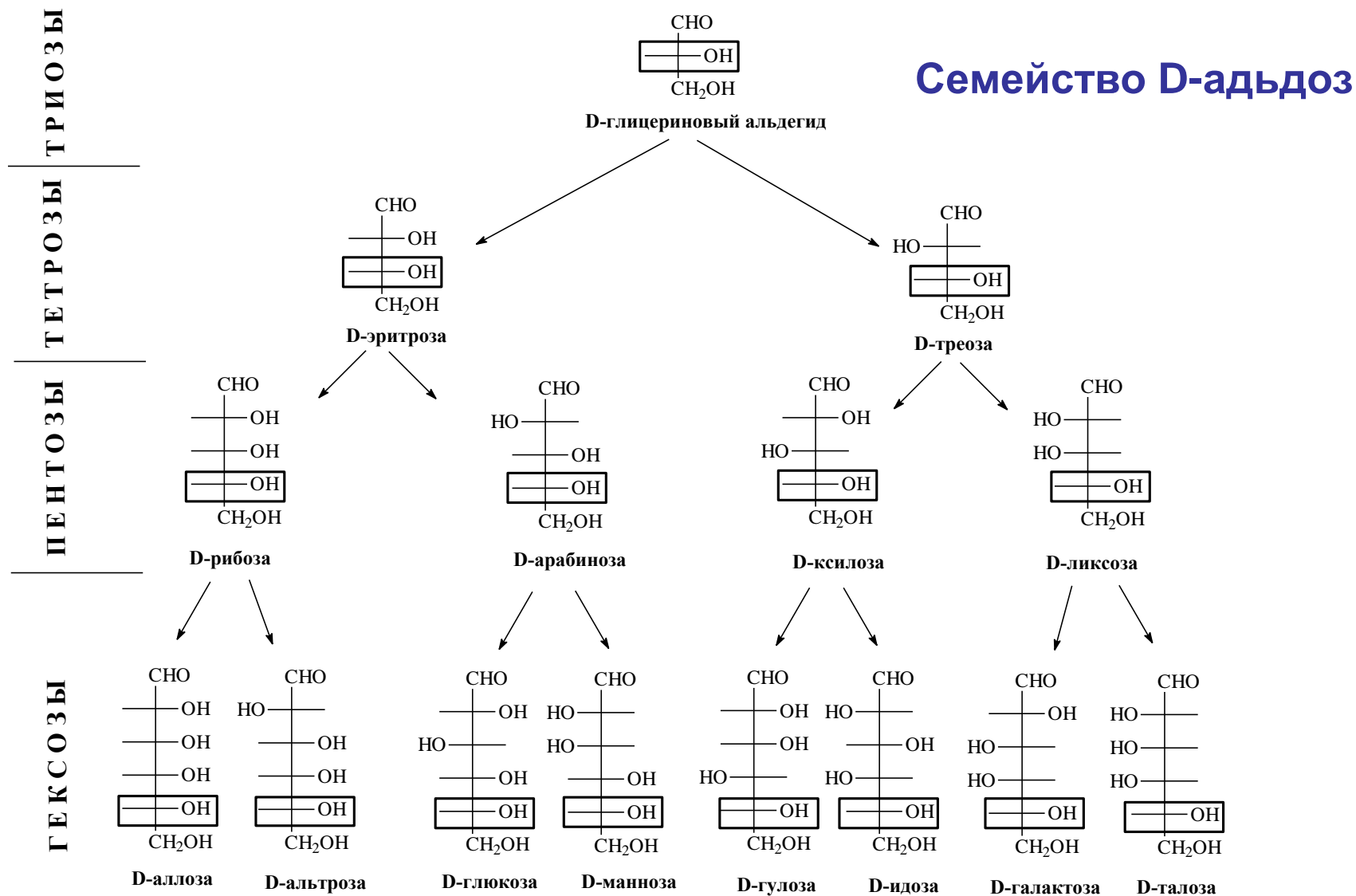
Эмиль Фишер 1852-1919  
Нобелевская премия 1902 г.

Установил пространственное строение глюкозы

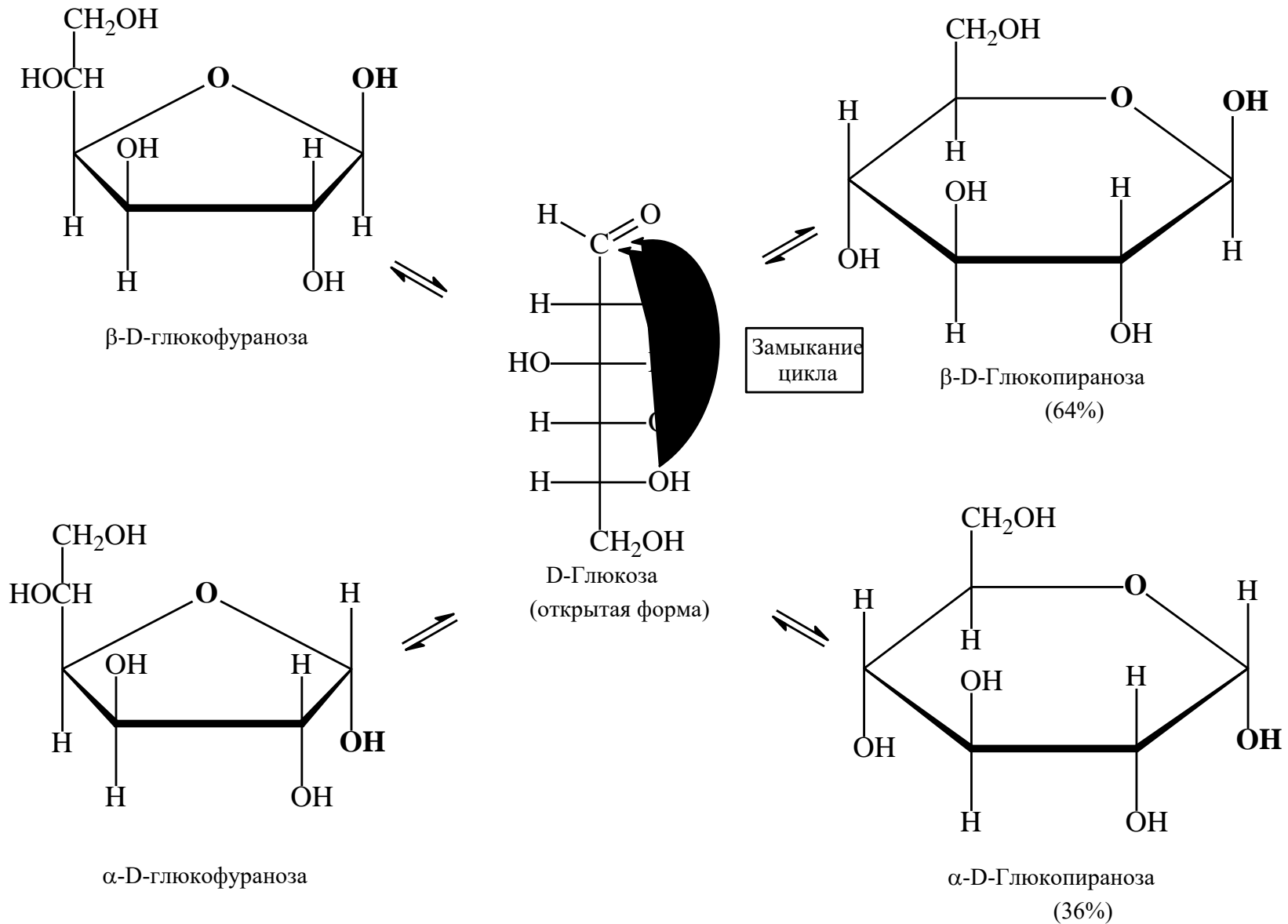
# МОНОСАХАРИДЫ.

## Строение и стереоизомерия.

### D-глюкоза и ее стереоизомеры (показано только 8)



# МОНОСАХАРИДЫ. Таутомерия, мутаротация, аномеры.





**Аллигатор альтруист гладил у маленьких гусей  
и даже у галок талию?**

**Аллоза-альтроза-глюкоза-манноза-гулоза-идоза-галактоза-талоза**



- **Конфигурация** – пространственное расположение атомов в молекуле, которое не может меняться при вращении и изгибе связи.
- **Конформация** – пространственное расположение атомов в молекуле, которое может меняться при вращении и изгибе связи (см. ниже).
- **Таутомерия.** Таутомеры – изомеры, легко переходящие друг в друга.



# Типы связей в органических соединениях и их характеристики.

Связи ионные ( $\text{Na}^+\text{Cl}^-$ ) и ковалентные.

Ионные связи в ОХ встречаются чрезвычайно редко

Ковалентные связи бывают неполярные ( $\text{CH}_3\text{-CH}_3$ , малополярные ( $\text{C-H}$ ) и полярные ( $\text{CH}_3^{\delta+}\text{-Cl}^{\delta-}$ )

## Относительная электроотрицательность элементов по Л. Полингу

Элемент	K	Li	Na	Mg	H	Se	C	S	Br	N	Cl	O	F
ЭО	0,8	0,95	1,0	1,2	2,1	2,4	2,5	2,58	2,8	3,05	3,16	3,5	3,98

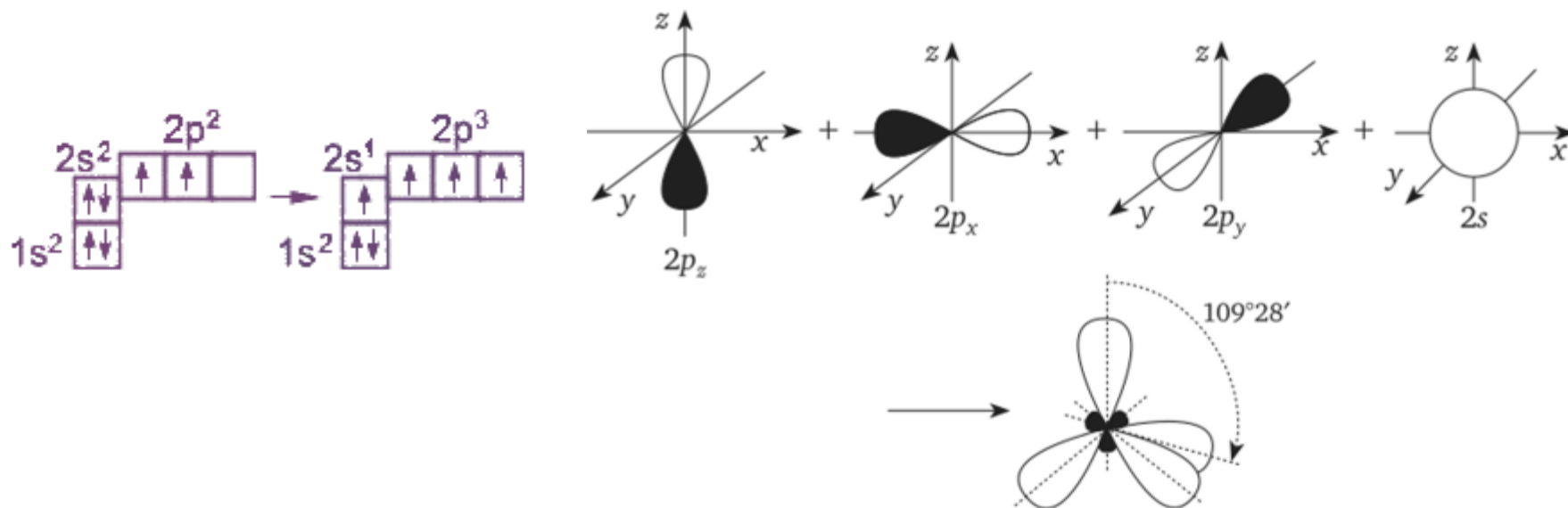
Рост электроотрицательности

[http:// www.chemistry.ssu.samara.ru](http://www.chemistry.ssu.samara.ru)

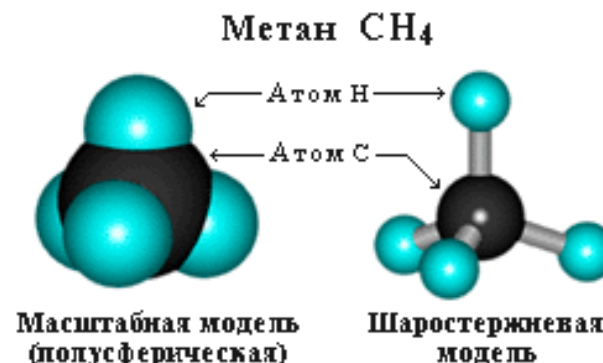
$$\chi = \frac{1}{2} (J_1^A + \epsilon_A)$$

Формула Малликена для вычисления Э.О. по Полингу (малонужная в контексте лекции)

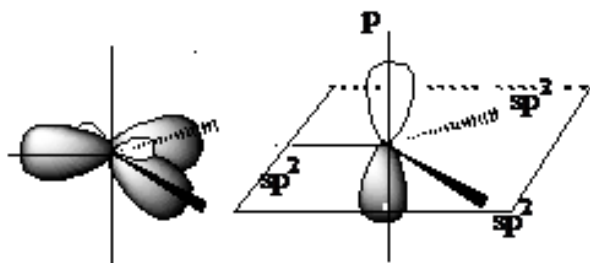
# Валентные состояния атома углерода $sp^3$ (на рисунке), $sp^2$ и $sp$ (см. ниже).



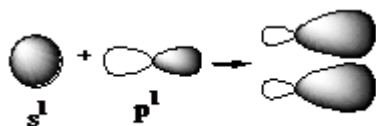
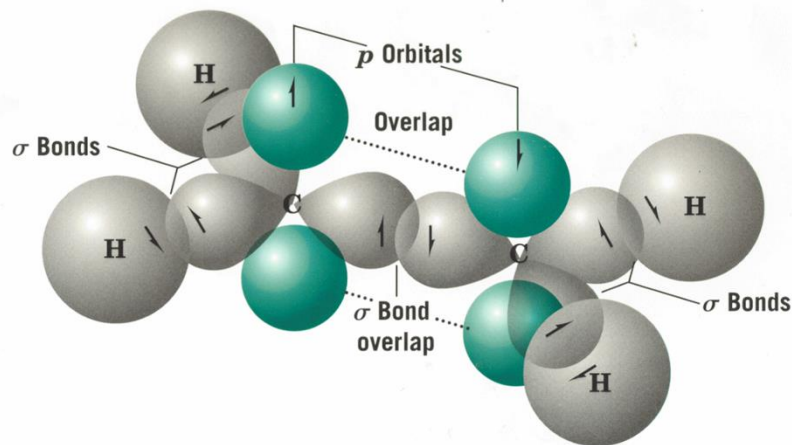
Гибридизация – это гипотетический процесс



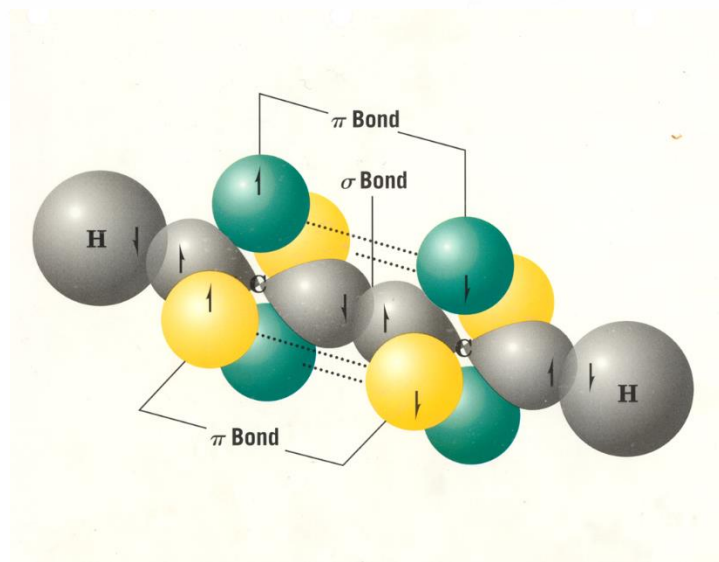
# $sp^2$ и $sp$ гибридизация. Этилен и ацетилен



Угол между  $sp^2$  орбиталями  $120^\circ$



Угол между  $sp$  орбиталями  $180^\circ$



# Классификация ковалентных связей (итог).

Полярные и неполярные связи

Одинарные, двойные и тройные

$\sigma$ - и  $\pi$ — СВЯЗИ

донорно-акцепторные связи (относительно редко в ОХ).

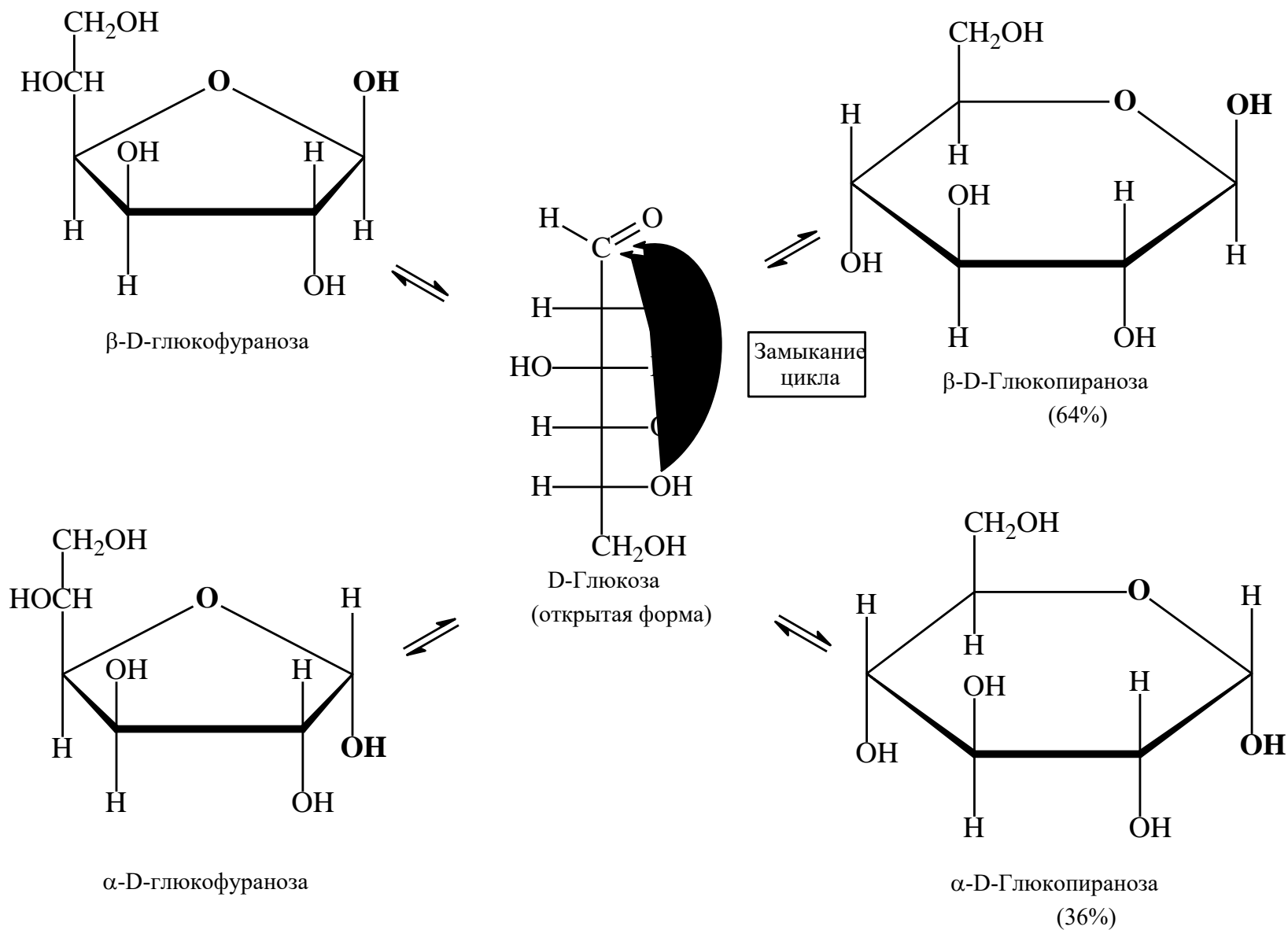
# Краткий обзор важнейших классов органических соединений



# Важнейшие понятия органической химии, обсужденные на первой лекции по ОХ

- 1. Что изучает органическая химия? Какие соединения являются органическими соединениями?**
- 2. Две фундаментальных проблемы органической химии**
- 3. Органические соединения вокруг нас и внутри нас. Как органы чувств используют органические молекулы?*
- 4. Половые феромоны насекомых и животных.*
- 5. Мужские и женские половые гормоны. Их роль (формулы учить не надо!)*
- 6. Токсичные вещества вокруг нас.*
- 7. Типы изомерии. Стереизомеры (что такое энантиомеры, диастереомеры?) Таутомерия (Кольчато-цепная таутомерия на примере глюкозы).**
- 8. Типы химических связей в органических соединениях. Валентные состояния атома углерода.**
- 9. Важнейшие классы органических соединений**

# МОНОСАХАРИДЫ. Таутомерия, мутаротация, аномеры.



# Что будет во второй лекции?

1. Кратко о химии алканов. Конформеры алканов. Особенности реакционной способности алканов. Применение алканов лаборатории и в промышленности. Алканы в природе.
2. Непредельные углеводороды (алкены, алкины). Особенности их реакционной способности
3. Понятие о нуклеофилах и электрофилах. Базовые представления о реакции нуклеофильного замещения в алифатическом ряду.
4. Особенности реакционной способности металлоорганических соединений.
5. Ароматические соединения. Критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Антиароматичность.
6. *О «революции» в органической химии. Важнейшие направления развития ОХ в начале XXI века.*

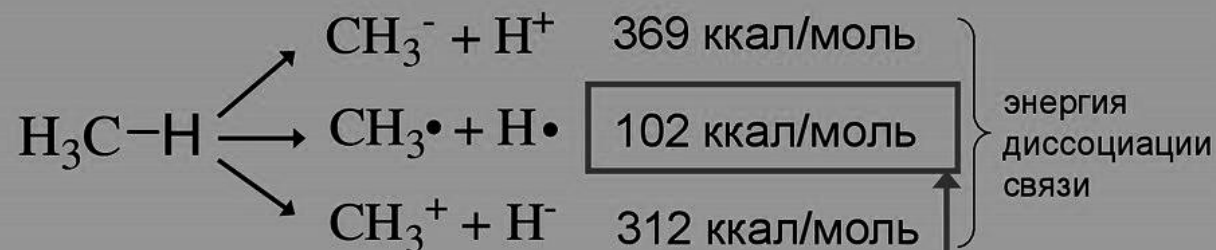
# АЛКАНЫ $C_nH_{2n+2}$

Углеводород (алкан)		Радикал (алкил)	
Формула	Название	Формула	Название
$CH_4$	метан	$CH_3-$	метил
$CH_3CH_3$	этан	$CH_3CH_2-$	этил
$CH_3CH_2CH_3$	пропан	$CH_3CH_2CH_2-$	пропил
$CH_3(CH_2)_2CH_3$	бутан	$CH_3(CH_2)_2CH_2-$	бутил
$CH_3(CH_2)_3CH_3$	пентан	$CH_3(CH_2)_3CH_2-$	пентил
$CH_3(CH_2)_4CH_3$	гексан	$CH_3(CH_2)_4CH_2-$	гексил
$CH_3(CH_2)_5CH_3$	гептан	$CH_3(CH_2)_5CH_2-$	гептил
$CH_3(CH_2)_6CH_3$	октан	$CH_3(CH_2)_6CH_2-$	октил
$CH_3(CH_2)_7CH_3$	нонан	$CH_3(CH_2)_7CH_2-$	нонил
$CH_3(CH_2)_8CH_3$	декан	$CH_3(CH_2)_8CH_2-$	децил (декин)

А сколько изомеров алканов может быть? ( $62 \times 10^{12}$  у  $C_{40}H_{82}$ )

А сколько вообще можно синтезировать органических соединений?

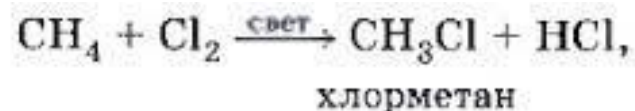
Какой тип разрыва связи характерен  
для алканов?



Вывод:

**Гомолитический разрыв связи  
для алканов более выгоден**





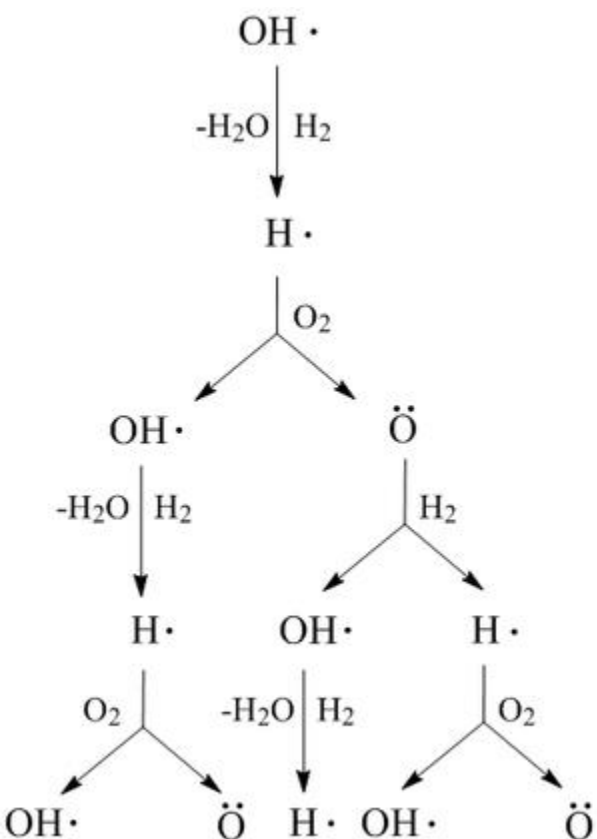
## Механизм хлорирования

•  $S_R$

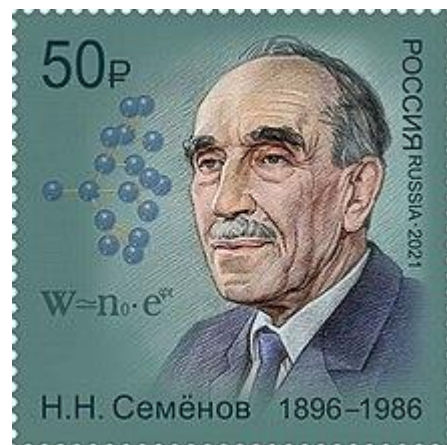


**Это неразветвленная цепная реакция**

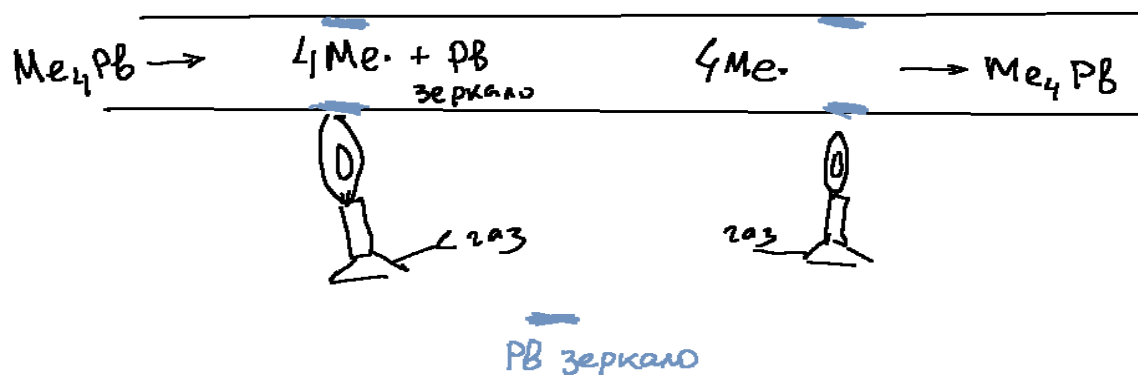
# Примеры разветвленных цепных реакций (горение, двигатели внутреннего сгорания)



Пламенное окисление приводит к полному сгоранию всех алканов до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. Эта реакция широко используется в энергетических, но не в химических целях. Окисление начинается уже при предпламенных температурах по типу разветвляющихся цепных реакций:  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



# Опыт Панета



Наблюдение образования алкильных радикалов (Панет). Тетраэтилсвинец. Двигатель внутреннего сгорания и дизельный двигатель.

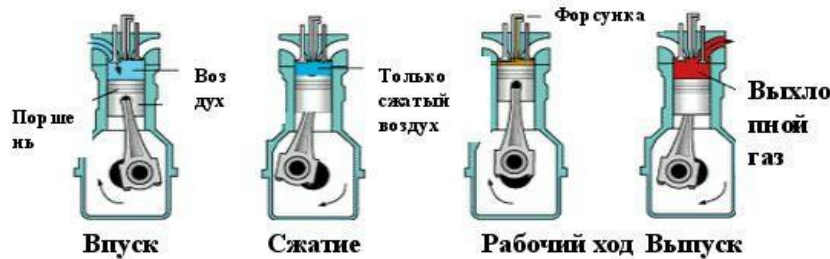
Окисление, горение (разветвленная цепная реакция).

# Чем отличается дизель от бензинового двигателя?



## Сравнение работы дизельного и бензинового двигателей

**Дизель : Воспламенение топлива от температуры сжатого воздуха**



**Бензин : Воспламенение смеси от электрической искры**



REMONTPEUGEOT.RU

Разный тип топлива: для бензинового дв. надо исключить способность самовоспламеняться от сжатия (высокое октановое число, разветвленная цепь алкана!), а для дизеля – наоборот, условно, низкое октановое число, т.е. почти 0, а на самом деле важно цетановое число (н-цетан –  $C_{16}H_{34}$  – неразветвленный алкан с т. кип.  $265^\circ C$  )

- **Нефть** - большая часть — жидкие углеводороды ( $> 500$  или обычно 80—90 % по массе) и гетероатомные органические соединения (4—5 %), преимущественно **сернистые** (около 250), **азотистые** ( $> 30$ ) и **кислородные** (около 85), а также металлоорганические соединения (в основном **ванадиевые и никелевые**); растворённые углеводородные газы (C1-C4)