

# Кафедра химии



**Тема лекции:  
ЛИПИДЫ**

# ЛИПИДЫ

Это сложная смесь органических веществ, выделяемых из объектов растительного, животного и микробиологического происхождения

## Особенность:

наличие хорошо развитой **неполярной** (гидрофобной) части молекулы, представленной либо циклическим углеводородным скелетом, либо ациклической углеводородной цепью

# Классификация

## 1. По отношению к щелочам:

**ЛИПИДЫ**

```
graph TD; A[ЛИПИДЫ] --> B[ОМЫЛЯЕМЫЕ]; A --> C[НЕОМЫЛЯЕМЫЕ];
```

**ОМЫЛЯЕМЫЕ**

[гидролизуются  
с образованием  
«мыл» (ПАВ)]

**НЕОМЫЛЯЕМЫЕ**

[не образуют мыла]  
(терпены, стероиды,  
жирорастворимые  
витамины, простые  
эфирьы и т.д.)

## 2. По химическому составу:

### ОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

**простые**

[не содержат N, P, S]

**ВОСКИ**

**жиры,  
масла**

(ацилглицерины,  
эфиры диолов и др.)

**сложные**

[содержат N, P, S]

**Фосфо-  
липиды**

**сфинго-  
липиды**

**глико-  
липиды**

**сульфо-  
липиды**

### 3. По функциям в живом организме:



# Структурные компоненты липидов

## 1. Карбоновые кислоты

### Особенности:

а) **зигзагообразная** конформация углеродной цепи

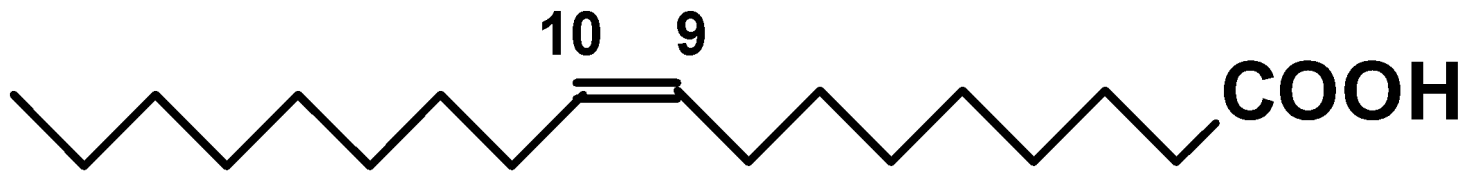
Например, стеариновая кислота  $C_{17}H_{35}COOH$



б) **четное** число атомов углерода (т.к. при биосинтезе с участием ацетилкофермента А присоединяется остаток уксусной кислоты  $C_2$ )

в) все двойные связи имеют **цис**-конфигурацию

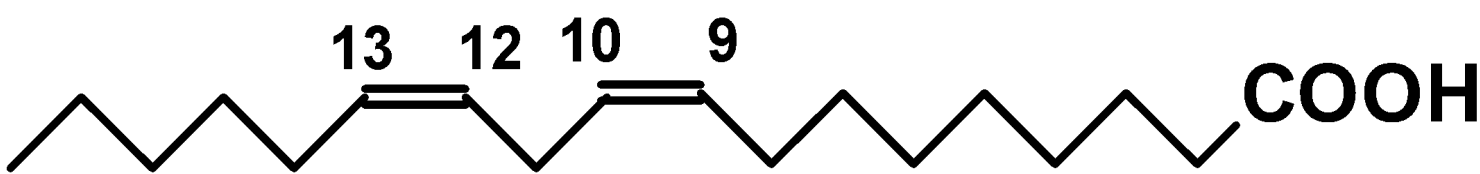
Например,



**олеиновая кислота**

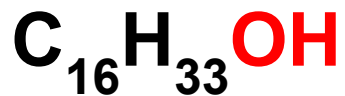
г) карбоновые кислоты с несколькими двойными связями являются **несопряженными** структурами

Например,

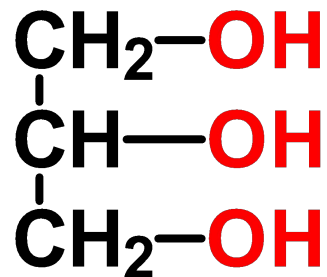


**линолевая кислота**

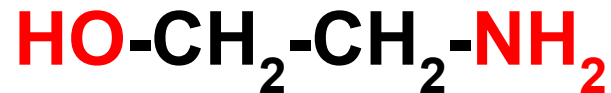
## 2. Спирты, аминокислоты, стероиды



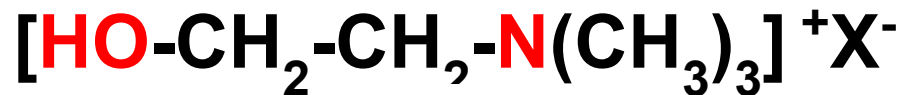
цетиловый спирт



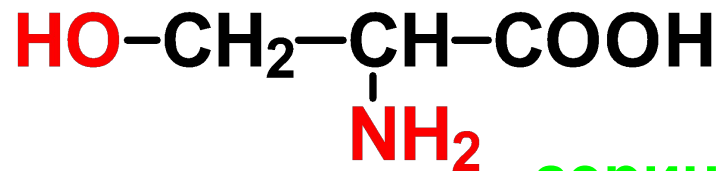
глицерин



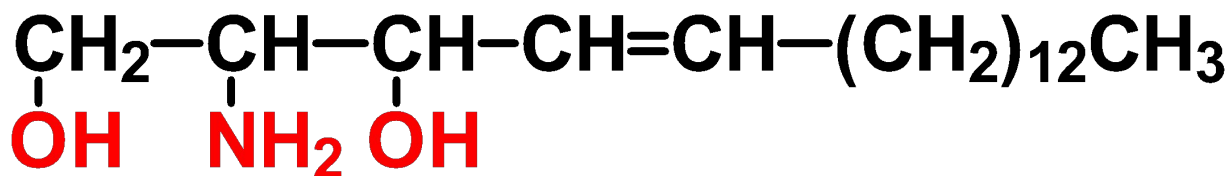
коламин (этанолламин)



холин

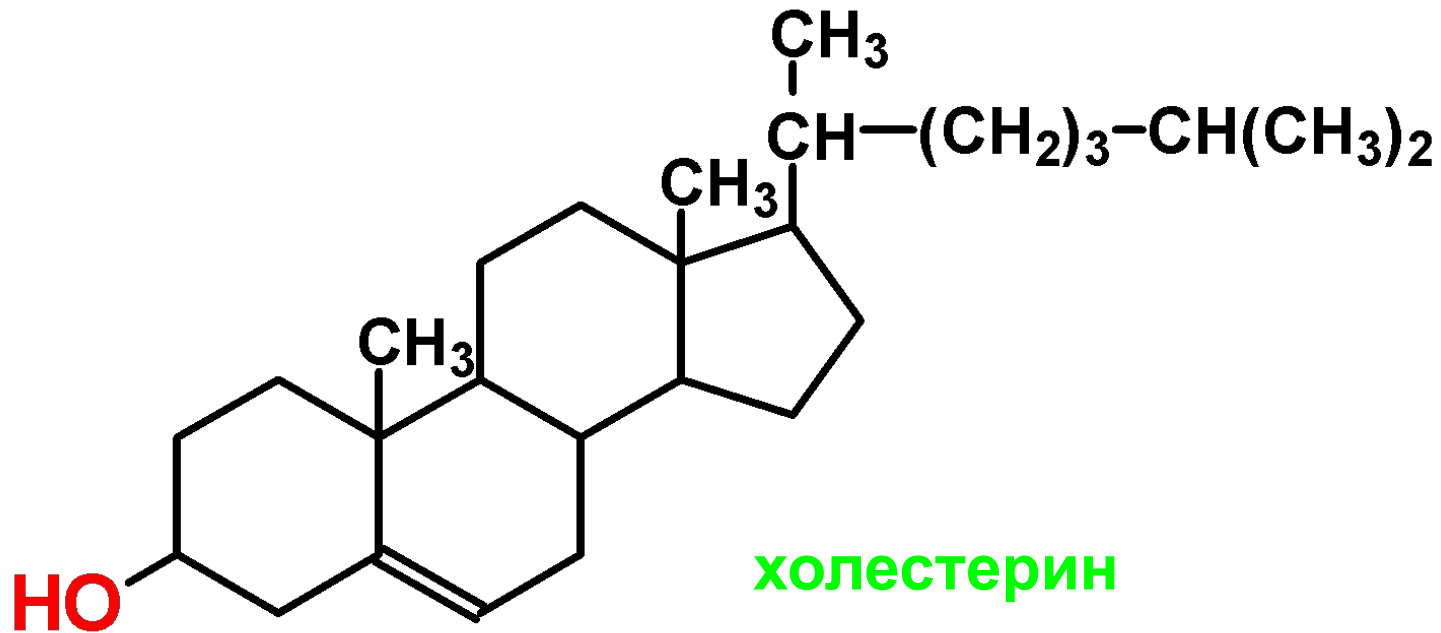


серин



Сфингозин, *транс*-конфигурация кратной связи





**3. Фосфорная кислота (в фосфолипидах)**

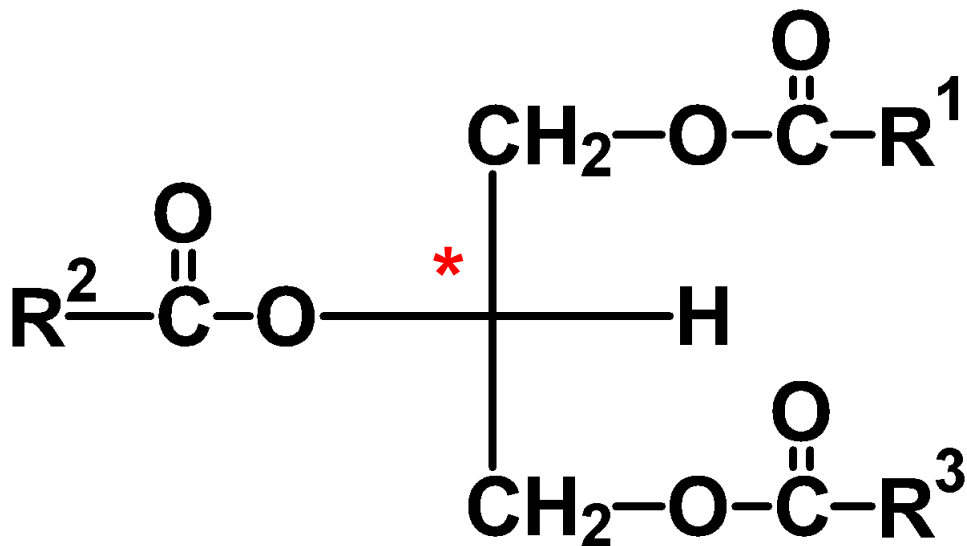
**4. Моно- и олигосахариды (в гликолипидах)**

**5. Серная кислота (в сульфолипидах)**

# Простые липиды

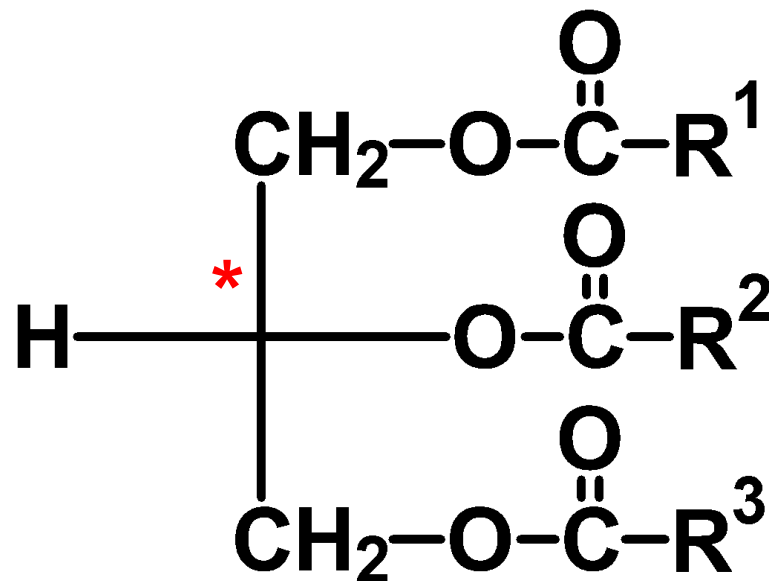
**Ж И Р Ы**

(триацилглицерины)



L-ряд

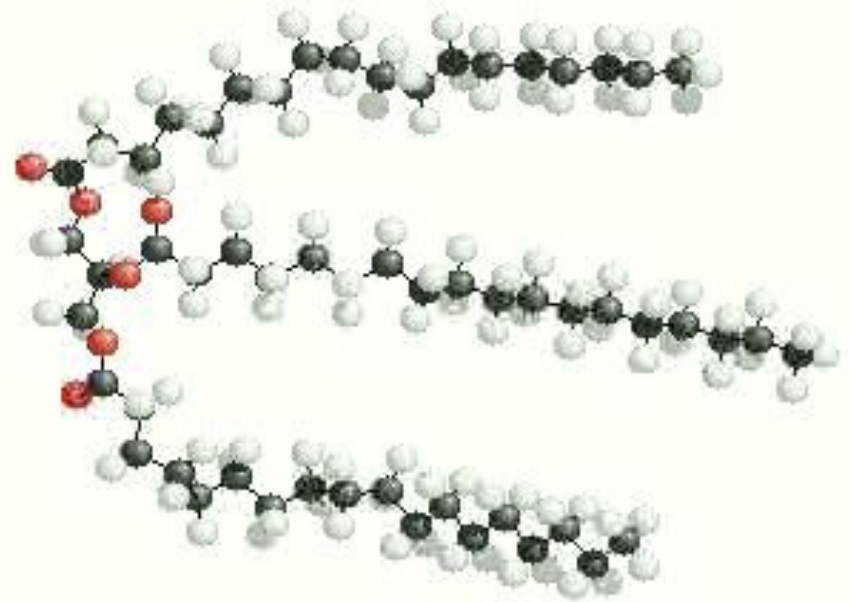
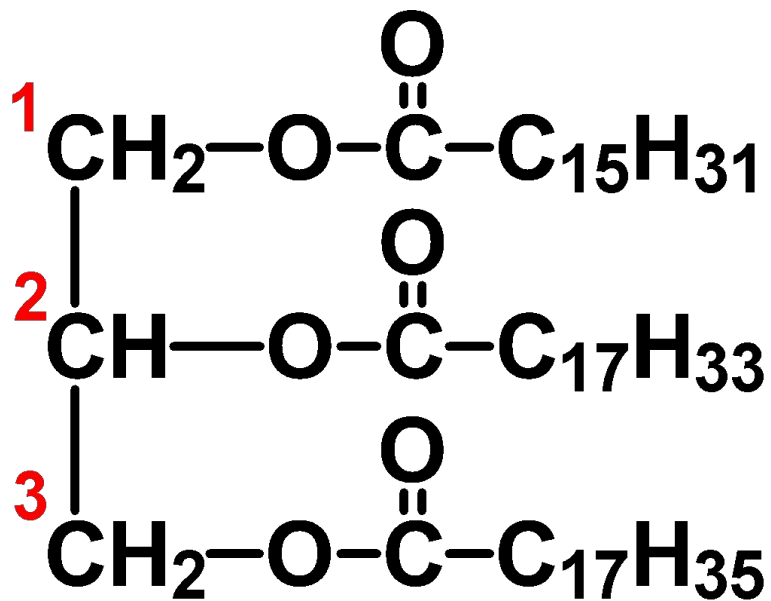
(в природе!)



D-ряд

Если  $R^1 \neq R^3$ , тогда жир является оптически активным, т.к. в молекуле есть **асимметрический атом углерода**

# Номенклатура

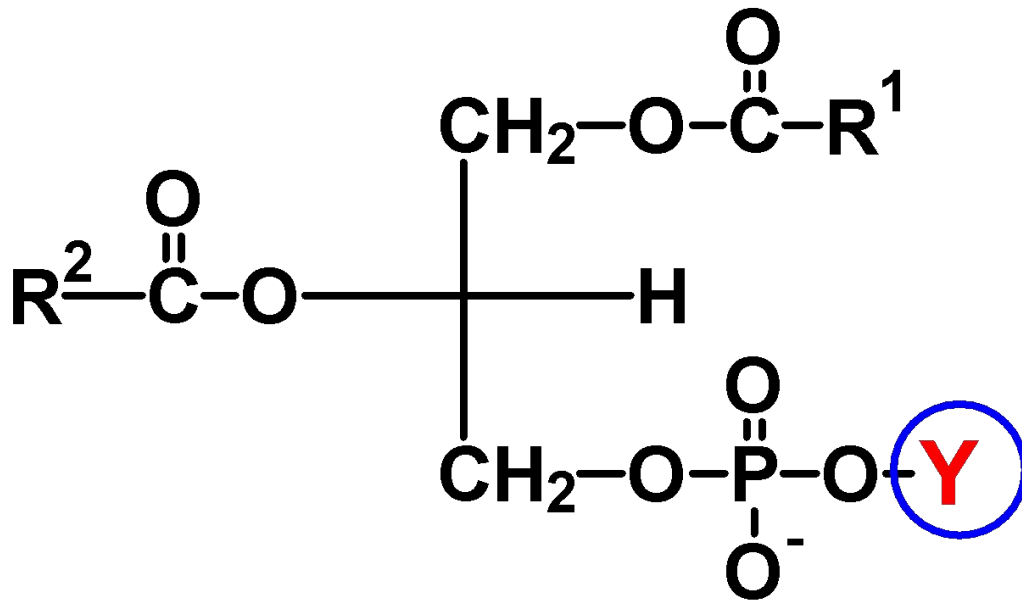


**1-пальмитил-2-олеил-3-стеарилглицерин**

# Сложные липиды

(компоненты нервных тканей)

I. Фосфолипиды (наиболее распространены фосфатиды)



(сложные  
эфиры  
L-фосфатидовых  
кислот)

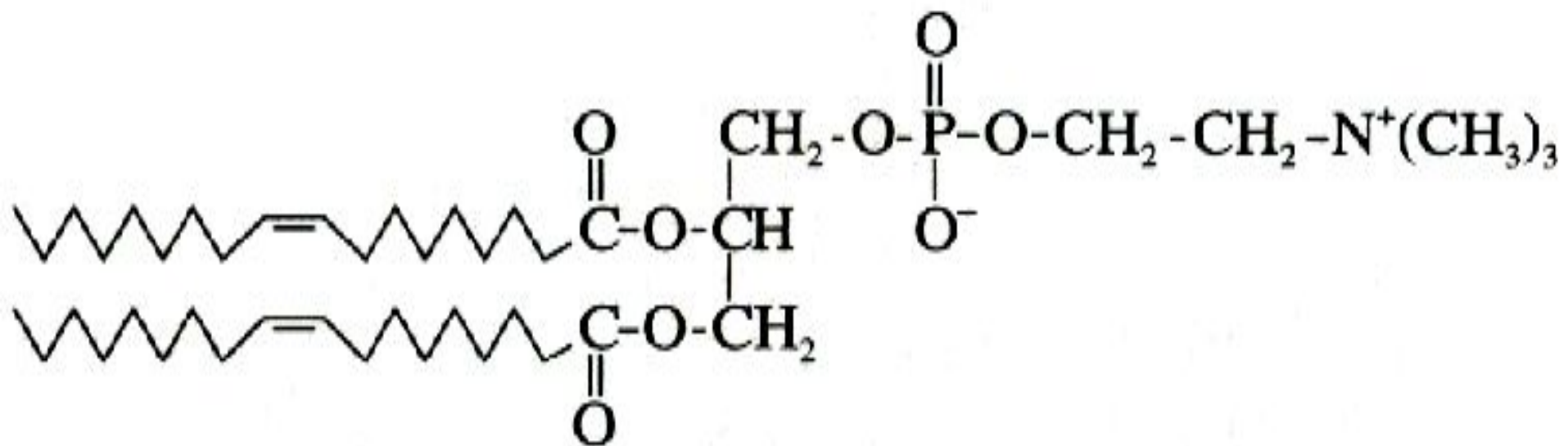
# Фосфатиды

$Y = -H$  фосфатидовые кислоты

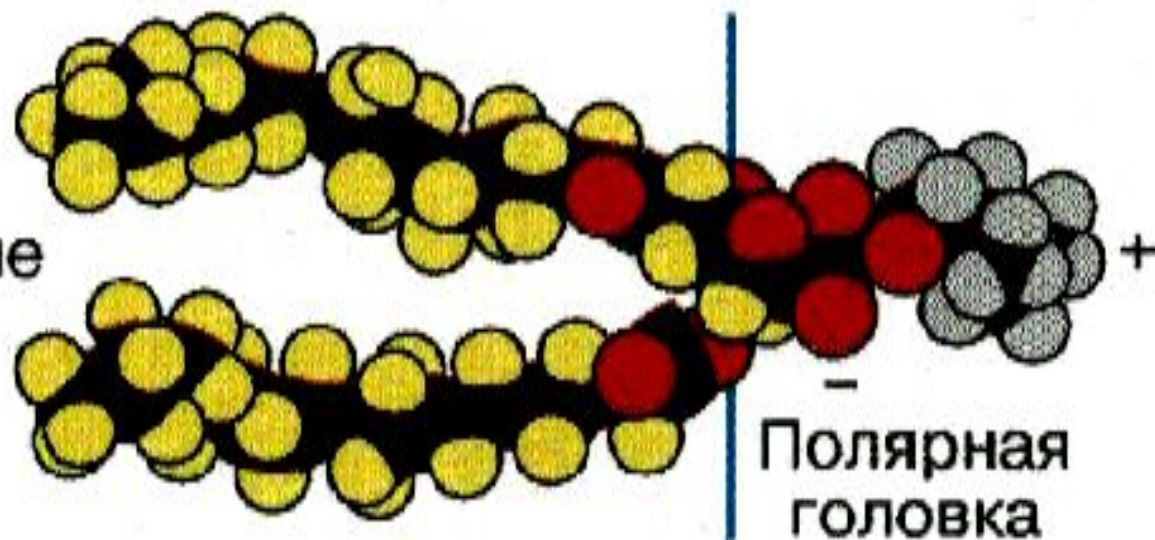
$Y = -CH_2CH_2NH_3^+$  Фосфатидилэтаноламины  
(коламинкефалины)

$Y = -CH_2CH_2N^+(CH_3)_3$  Фосфатидилхолины (лецитины)

$Y = -CH_2-\underset{\substack{| \\ COOH}}{CH}-NH_3^+$  Фосфатидилсерины



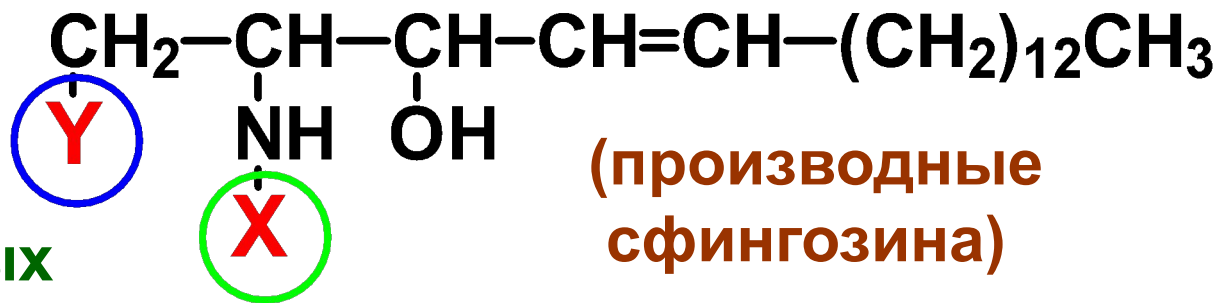
Неполярные  
цепи



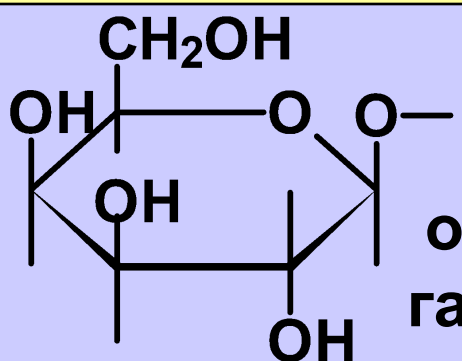
Полярная  
головка

Фосфатидилхолин

# II. Сфинго- липиды



(компоненты нервных тканей)

	X	Y	Название
1	$\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—C}_{23}\text{H}_{47}$	ОН	<b>Церамид</b>
2	$\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—C}_{23}\text{H}_{47}$	 <p>остаток галактозы</p>	<b>Психозин</b> (гликолипид)

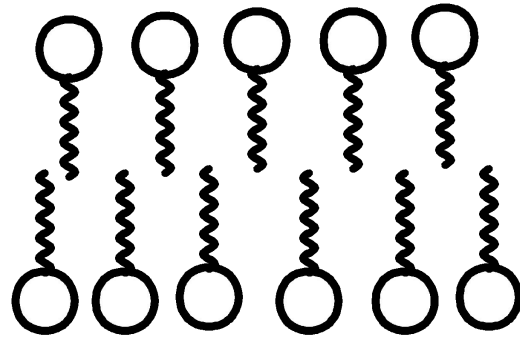


	X	Y	Название
3	$\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—C}_{23}\text{H}_{47}$	$\text{—O—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{P}}\text{—O—(CH}_2\text{)}_2\text{—}\overset{\text{CH}_3}{\overset{+}{\text{N}}}\text{—CH}_3$ $\text{O}^-$ $\text{CH}_3$	<b>Сфинго-миелин</b> (сфинго- и фосфолипид)
4	$\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—C}_{17}\text{H}_{35}$		<b>Сульфатид</b> (сульфат цереброзида) (сульфолипид)

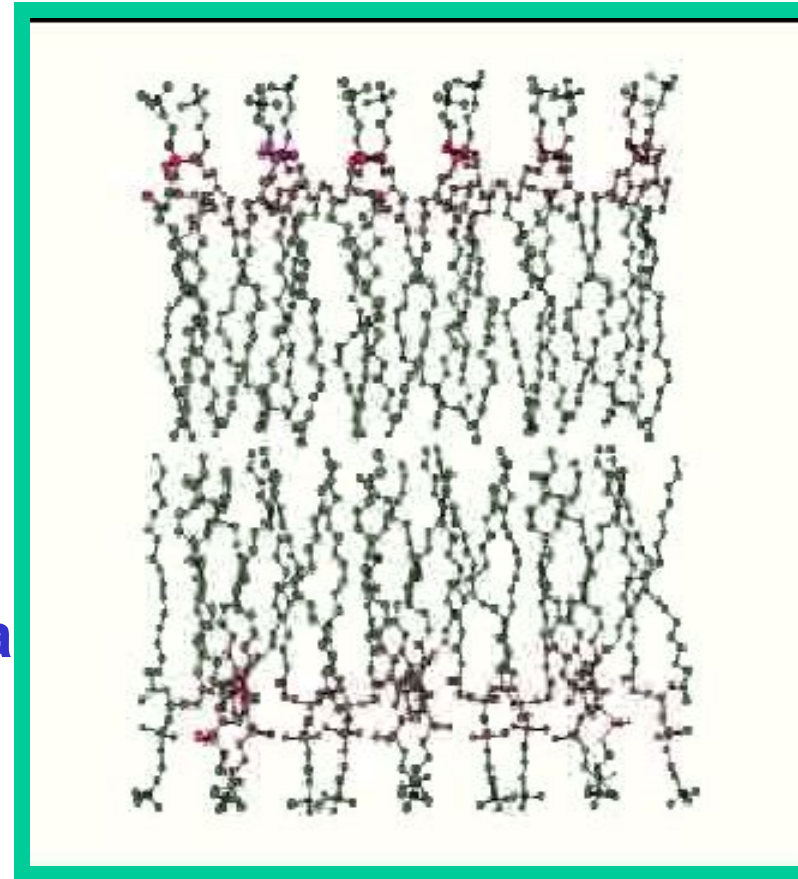
# Свойства липидов

1. **Гидрофобность** – нерастворимость в воде, хорошая растворимость в органических растворителях

а) образование липидного бислоя – создание мембран

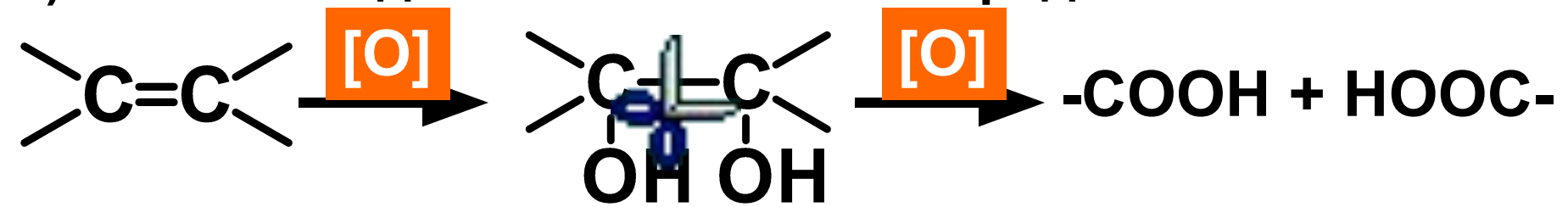


б) растворители  
в военном деле - ОВ,  
в парфюмерии - пахучие вещества  
и т.д.)

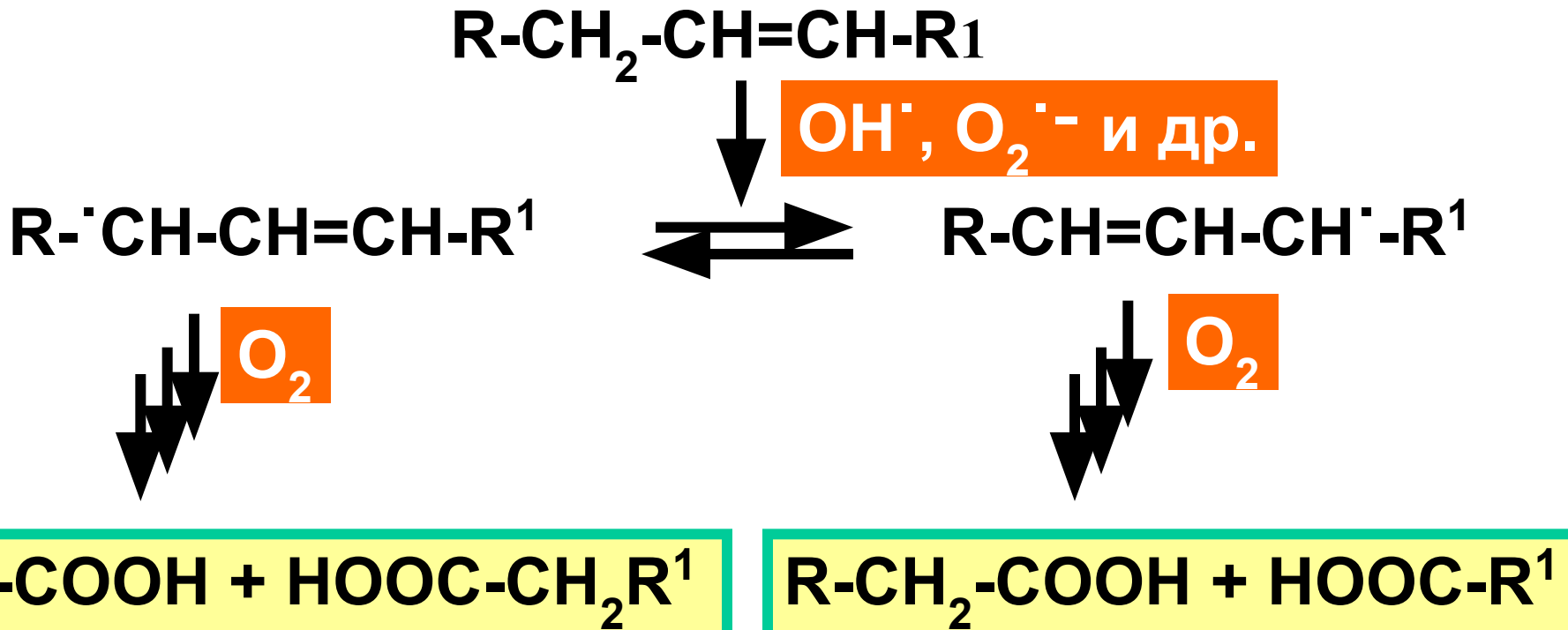


- 2. Низкая электро- и теплопроводность – следствие неполярной природы** (защита живых организмов от термических и электрических поражений)
- 3. Невысокая плотность ( $\rho = 0,91-0,97$ )** – сообщение многим организмам плавучести
- 4. Отсутствие постоянной температуры плавления, т.к. это – многокомпонентные смеси** ( $t_{\text{пл.}}^0$  зависит от количества непредельных кислот в липиде)
- 5. Окисление** – сопровождается выделением энергии (на 1г – 39 кДж), в 2 раза больше, чем для белков и углеводов (прогоркание жиров)

а) окисление двойных связей в непредельных кислотах



б) пероксидное (перекисное) окисление липидов (лежит в основе разрушения мембран при лучевой болезни)

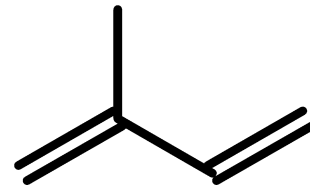


6. Гидролиз – омыление до глицерина и солей высших жирных кислот («мыл»)
7. Реакции присоединения [ $\text{H}_2$ ,  $\text{Br}_2$  (или  $\text{I}_2$ ),  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}(\text{H}^+)$ ] – для жиров, содержащих остатки непредельных кислот
8. **Обратимый метаболизм в углеводы по схеме:**  
гидролиз → окисление глицерина → альдоли-  
зация во фруктозу → эпимеризация в глюкозу  
(см. темы «Оксосоединения» и «Углеводы»)

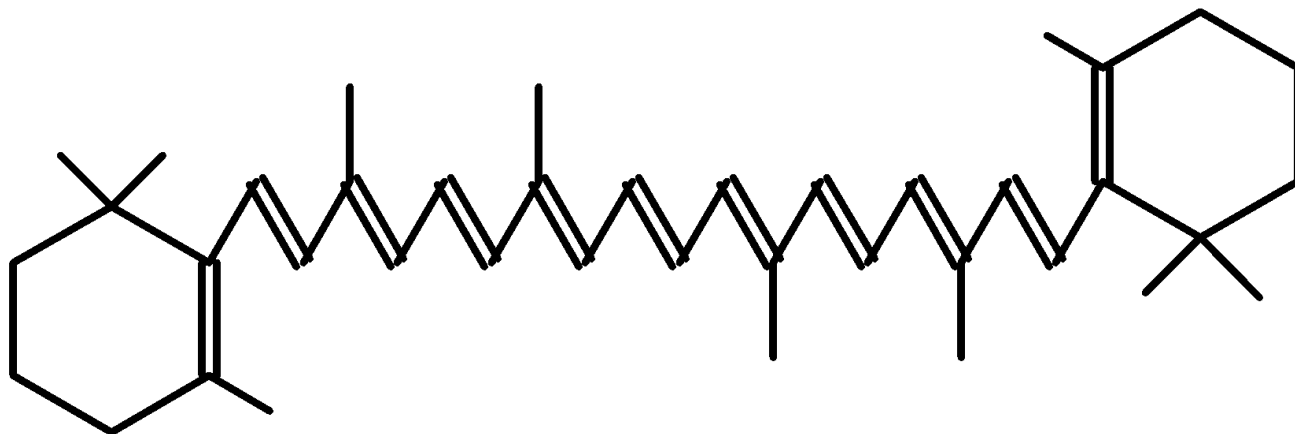
# Неомыляемые липиды (терпены и стероиды)

## Терпены

Это соединения, содержащие звенья изопрена



Длинные изопреноидные цепи часто входят в растительные пигменты и жирорастворимые витамины, важнейшие из которых - каротиноиды



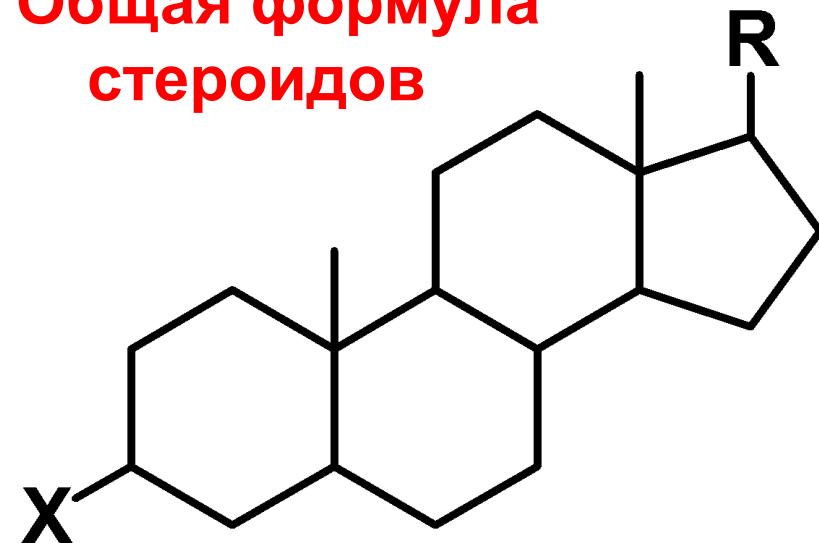
$\beta$ -  
каротин

# С т е р о и д ы

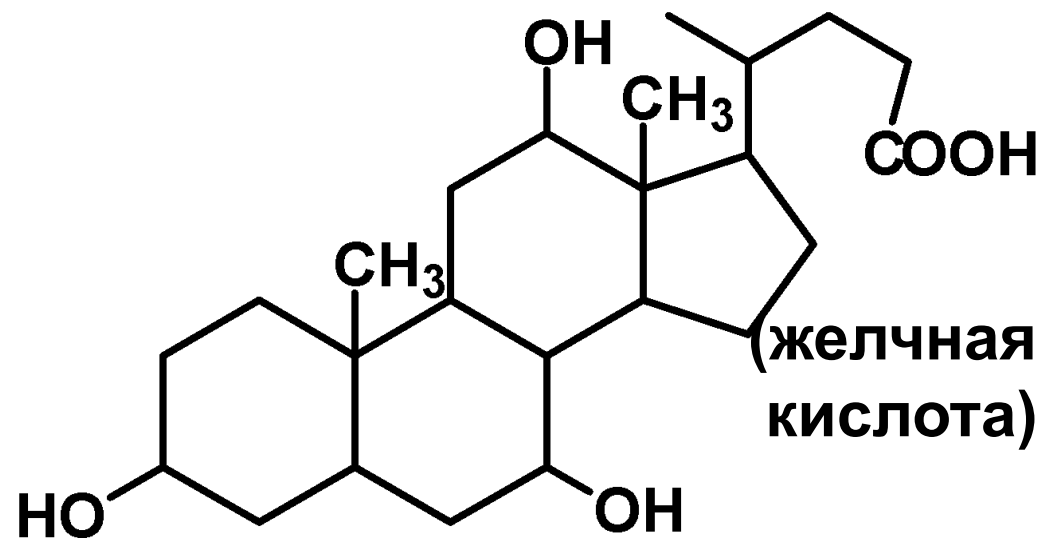
К стероидам относятся стерины, желчные кислоты, половые гормоны, гормоны надпочечников, сердечные агликоны, яды жаб, стероидные алкалоиды и т.д.

Стерины – предшественники желчных кислот и стероидных гормонов в организме

Общая формула  
стероидов



$X = OH, OR$

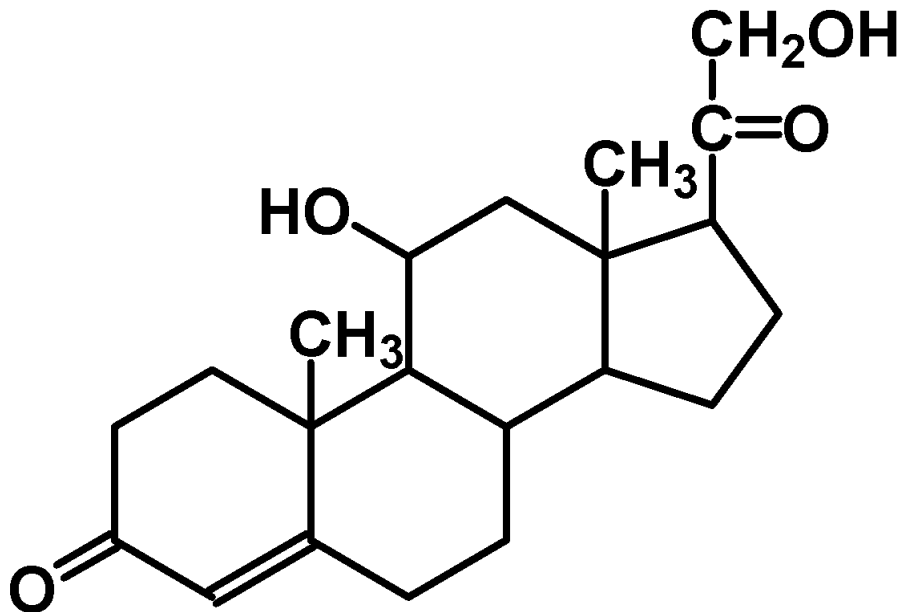


**ХОЛЕВАЯ КИСЛОТА**

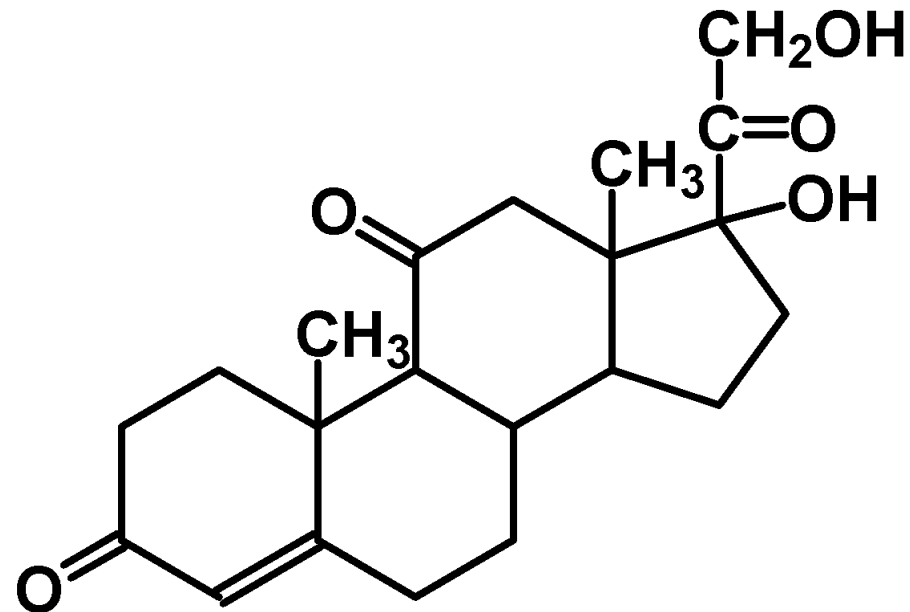
# Стероидные гормоны

## а) гормоны надпочечников

(содержатся в коре надпочечников, регулируют углеводный и солевой обмен)



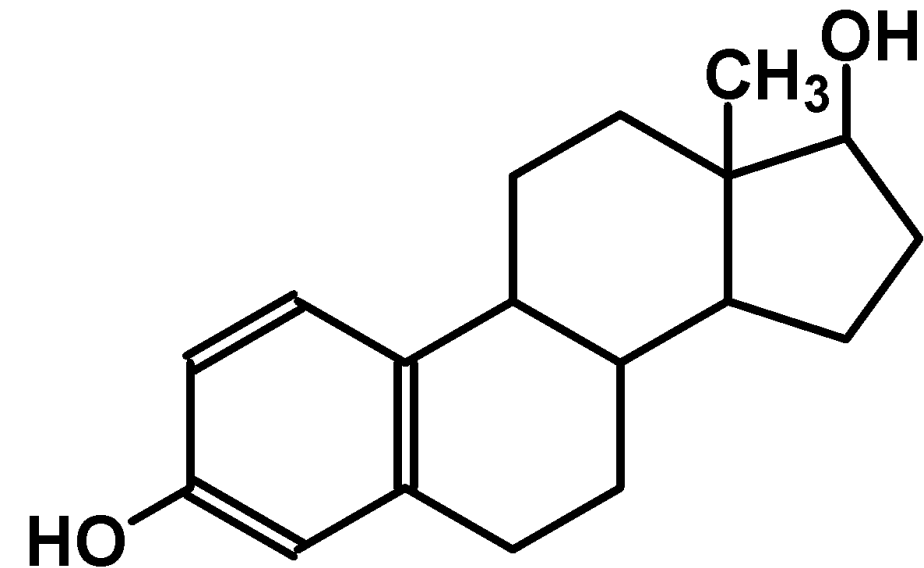
кортикостерон



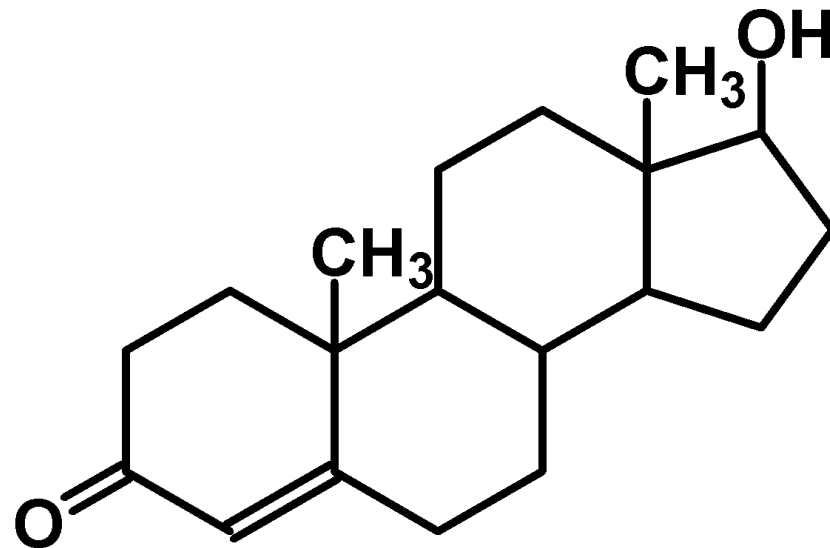
кортизон



## б) половые гормоны



**эстрадиол**  
**(женский)**



**тестостерон**  
**(мужской)**