

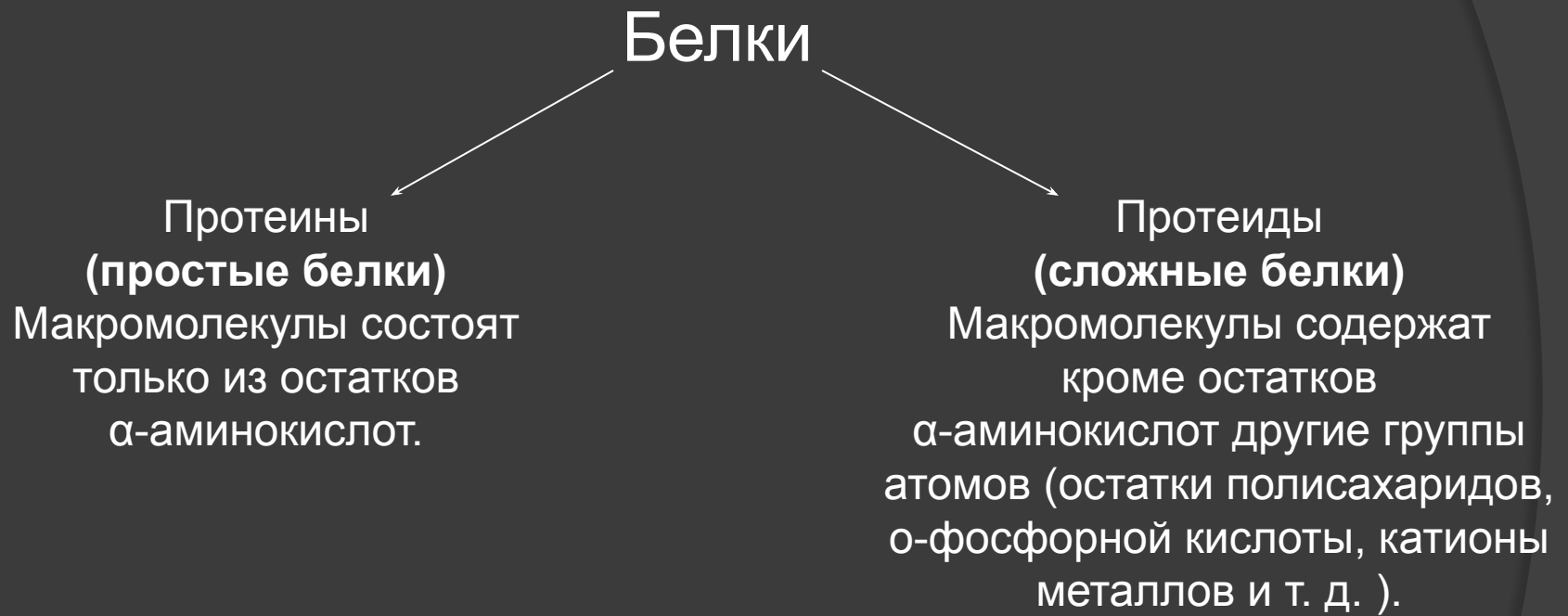
**ЛЕКЦИЯ №21.**

**ТЕМА: «БЕЛКИ».**

# План:

1. Белки
2. Строение белковых молекул.
3. Физические свойства.
4. Химические свойства.
5. Превращения белков в организме.
6. Функции белков в организме.

**Белки** – это природные высокомолекулярные соединения (биополимеры), структурную основу которых составляют полипептидные цепи, построенные из остатков  $\alpha$ -аминокислот.

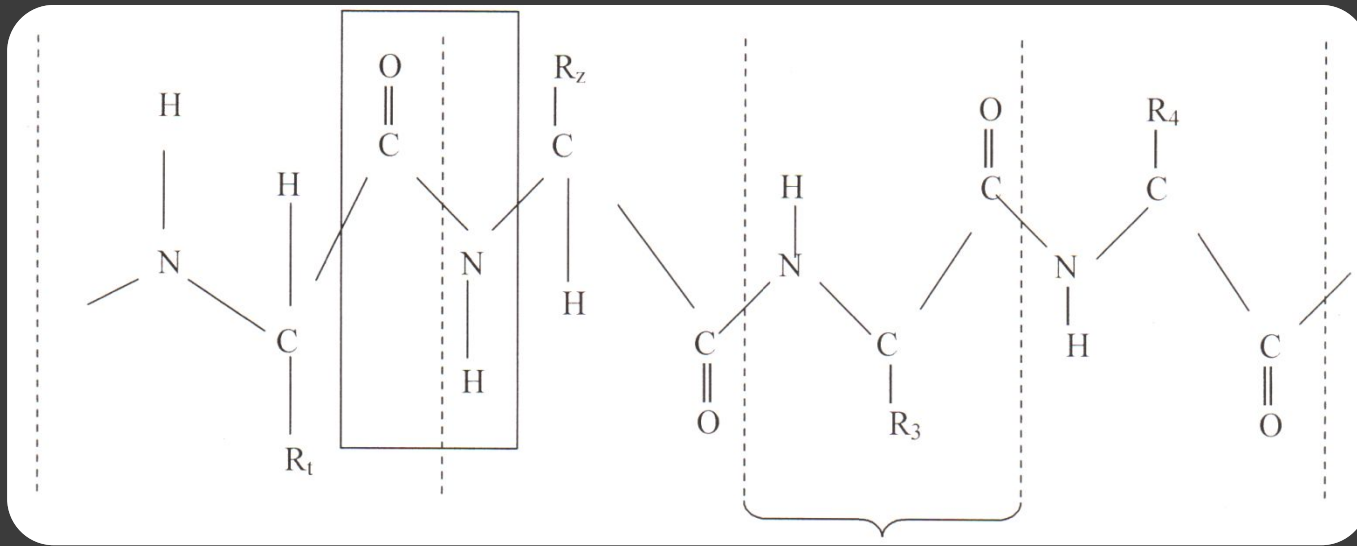


Все белки являются полипептидами, но не всякий полипептид является белком. Каждый белок имеет свое специфическое (индивидуальное и постоянное) строение.

## ***Строение белковых молекул.***

Различают четыре уровня структурной организации белковых молекул. *Первичная структура белка* – это число и последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи. (Полипептидную теорию строения белков предложил немецкий химик Э. Фишер в начале XX века). В организме человека свыше 10000 различных белков, и все они построены из одних и тех же 20  $\alpha$ -аминокислот (формулы некоторых из них приведены в табл. 490, которые соединены между собой пептидными связями. Число остатков аминокислот в молекулах белков варьирует от 50 до  $10^5$ . Потенциально возможное число белков с различной первичной структурой практически не ограничено.

# Фрагмент полипептидной цепи:



Пептидная  
связь

Аминокислотный остаток –  
структурное звено полипептида

$R_1, R_2, R_3, R_4$  – радикалы  $\alpha$ -аминокислот

Один из первых белков, первичная структура которого была установлена в 1954г., - *гормон инсулин* (регулирует содержание сахара в крови), его молекула состоит из двух полипептидных цепей, которые связаны друг с другом ( в одной цепи 21 аминокислотный остаток, в другой – 30),  $M_r$  (инсулина)=5700. Другой белок – *фермент рибонуклеаза* – состоит из 124 аминокислотных остатков и имеет  $M_r \approx 15000$  (рис.20). Белок крови – *гемоглобин* имеет  $M_r \approx 68000$ . Белки некоторых вирусов имеют  $M_r$  до 50 млн. Относительная молекулярная масса белков изменяется в широких пределах: от 5 тыс. до десятков миллионов.



**Вторичная структура белка** (для большинства белков) – это  $\alpha$ -спираль, которая образуется в результате скручивания полипептидной цепи за счет водородных связей между группами:  $-\text{C}-$  и  $-\text{N}-$  (рис.21)



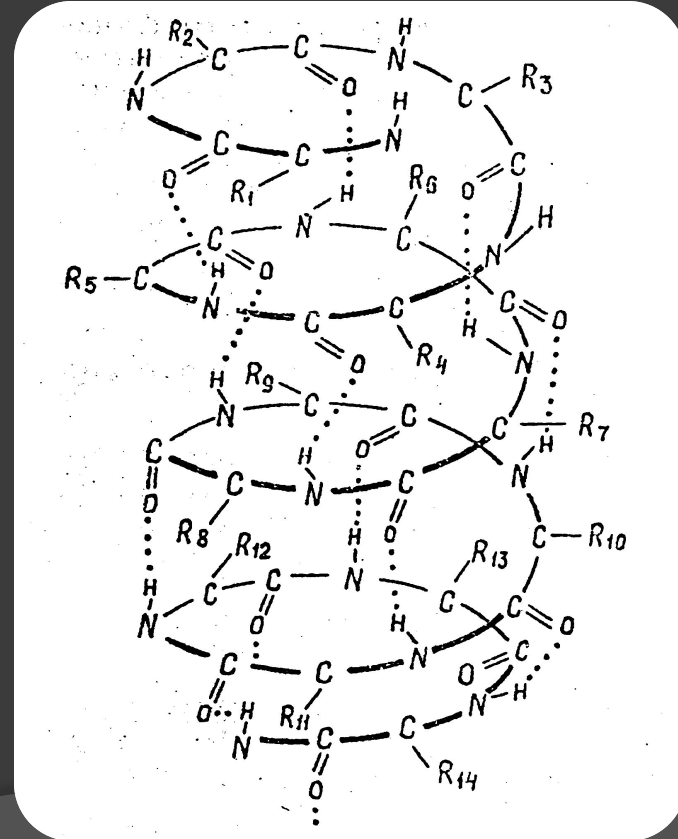
Теоретически все  $-\text{C}-$  и  $-\text{N}-$  группы могут участвовать в образовании водородных связей.



Поэтому вторичная структура очень стабильна. В одном витке спирали обычно содержится 3,6 аминокислотного остатка.

Вторичная структура была установлена американским химиком Л. Полингом в 1951 г.

Существуют белки, имеющие другие типы вторичной структуры.



**Третичная структура белка** – пространственная конфигурация спирали.

У большинства белков полипептидные цепи свернуты особым образом в «клубок» - компактную «глобулу». Эта структура поддерживается за счет гидрофобных взаимодействий, а также водородных, дисульфидных, ионных и других связей.

В количественном отношении наиболее важны *гидрофобные* (от греч. «гидро» - вода, «фобос» - страх) взаимодействия. Белок в водном растворе свертывается таким образом, чтобы его гидрофобные (водоотталкивающие) боковые цепи были внутри молекулы, а гидрофильные (растворимые) – повернуты наружу.

В результате взаимодействия между различными функциональными группами полипептидной цепи образуются: *дисульфидные мостики* (-S-S-), в создании которых участвуют атомы серы серусодержащих аминокислот (например, цистеина); *солевые мостики* ( $\text{NH}_3^+ \text{COO}^-$ ) – получаются при взаимодействии карбоксильных и аминогрупп



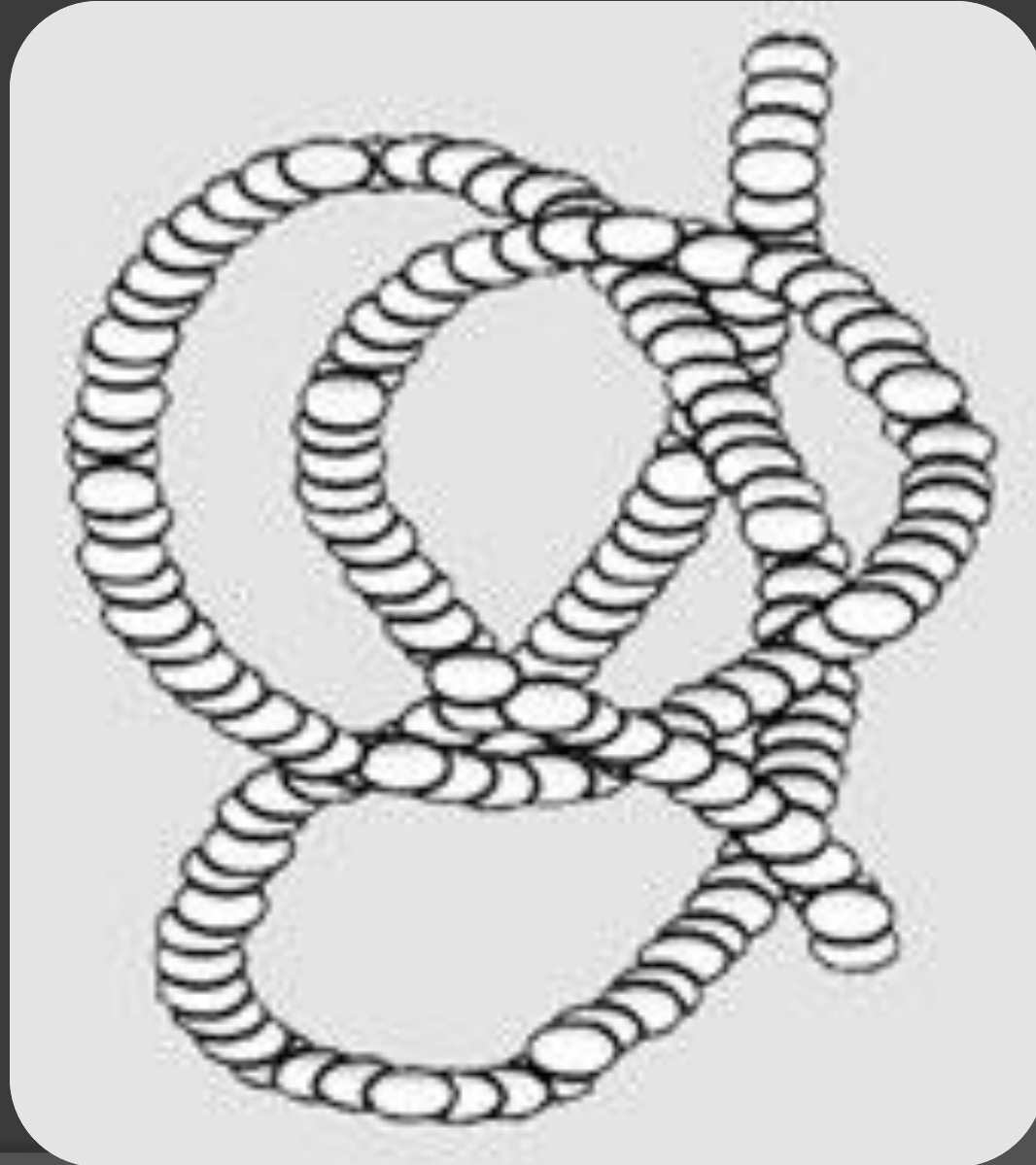
(ионная связь; *сложноэфирные мостики* (  $-\text{O}-\text{C}$  ) – результат взаимодействия карбоксильных и гидроксильных групп .



Существуют белки, у которых третичная структура почти или совсем не выражена.



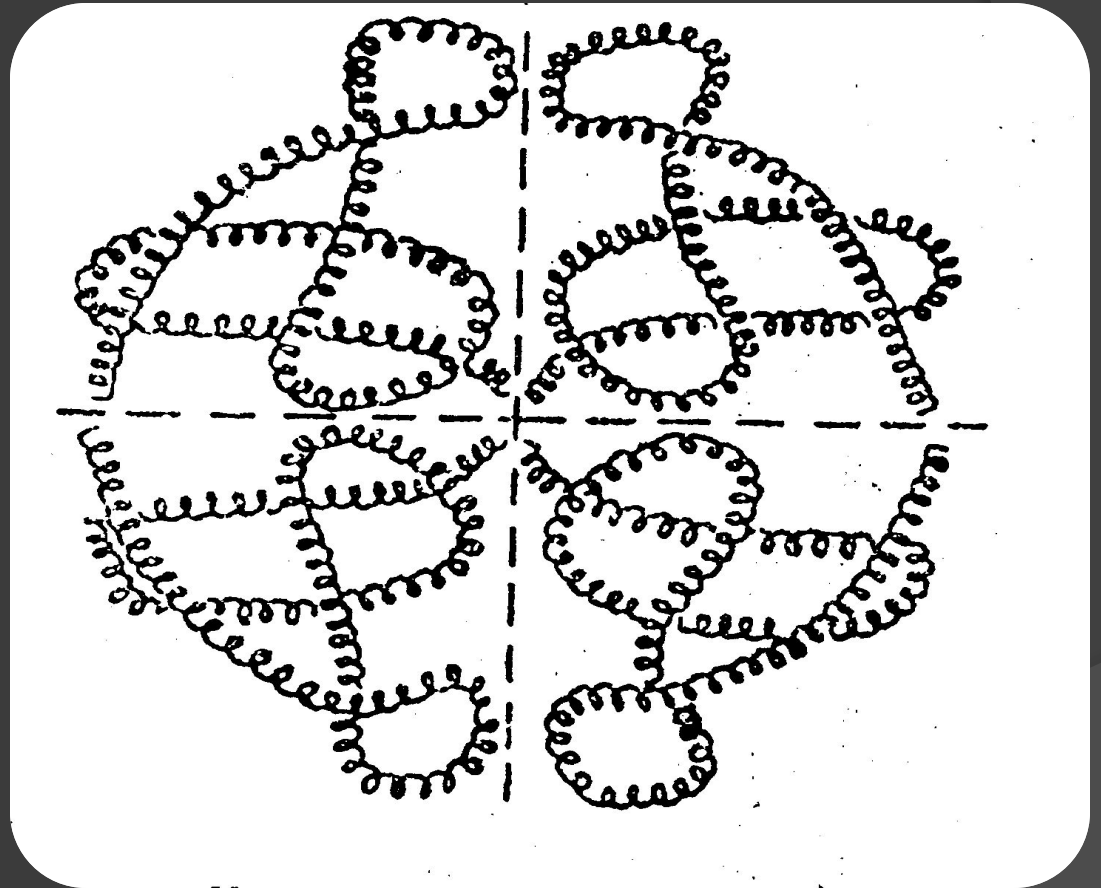
# Третичная структура белковой молекулы



**Четвертичная структура белка** – способ совместной укладки нескольких полипептидных цепей; образующиеся структуры называются ассоциатами. Например, *гемоглобин* (белок крови) – это сложный белок, макромолекула которого состоит из четырех полипептидных цепей (глобул), соединенных с четырьмя гемами – небелковыми образованиями, которые и придают крови красный цвет.

В каждом геме содержится один атом двухвалентного железа, который может прочно связывать одну молекулу кислорода.

В результате такого связывания образуется оксигемоглобин, одна молекула которого переносит к тканям четыре молекулы кислорода. Из тканей гемоглобин выносит углекислый газ молекулы которого присоединяются к аминокетильным группам, содержащимся в полипептидных цепях.



*Четвертичная структура белка (ассоциат, образованный четырьмя полипептидными цепями).*

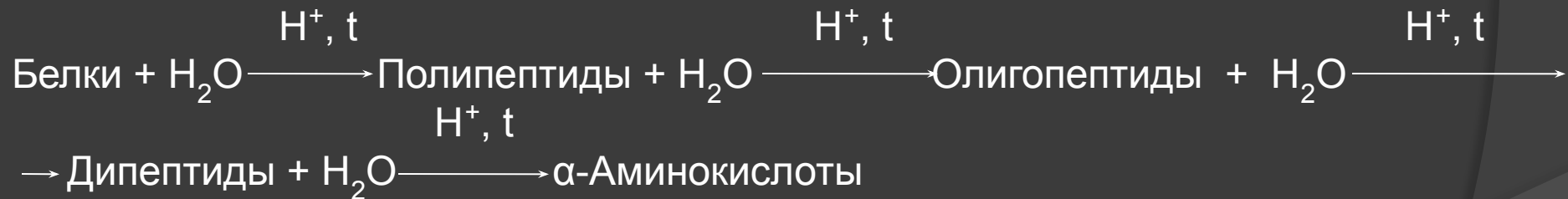
## Физические свойства.

Свойства белков так же разнообразны, как и функции, которые они выполняют. Одни белки растворяются в воде, образуя, как правило, коллоидные растворы (например, белок яйца); другие растворяются в разбавленных растворах солей; третьи нерастворимы (например, белки покровных тканей).

## Химические свойства.

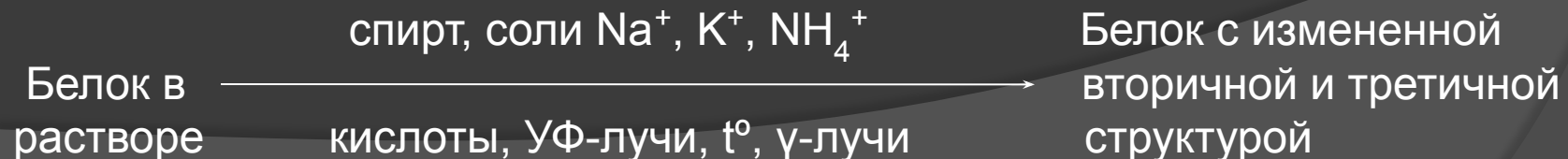
В радикалах аминокислотных остатков белки содержат различные функциональные группы, которые способны вступать во многие реакции. Белки вступают в реакции окисления-восстановления, этерификации, алкилирования, нитрования, могут образовывать соли как с кислотами, так и с основаниями (белки амфотерны).

### 1. Гидролиз белков:

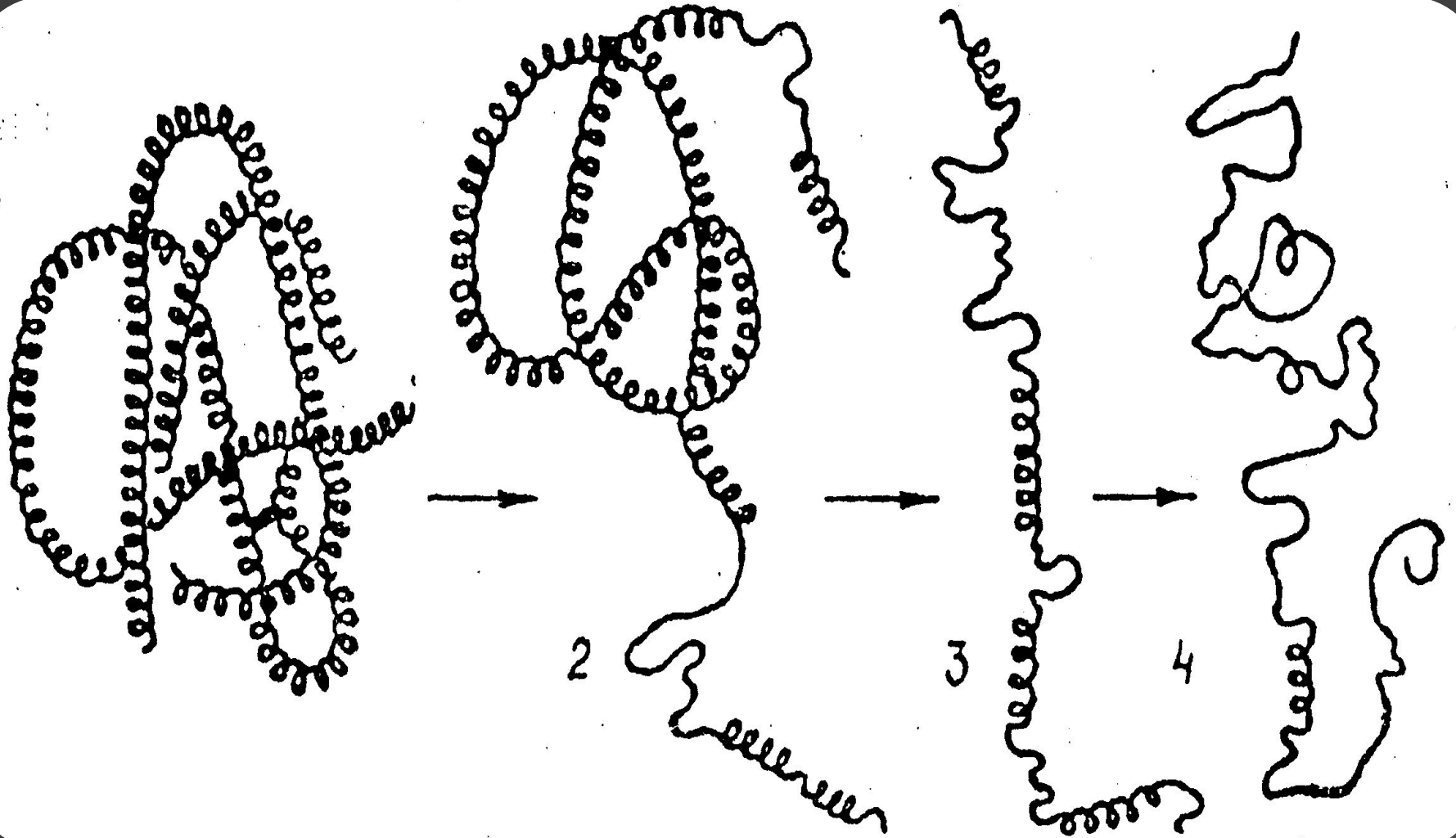


### 2. Осаждение белков:

#### а) обратимое (высаливание):



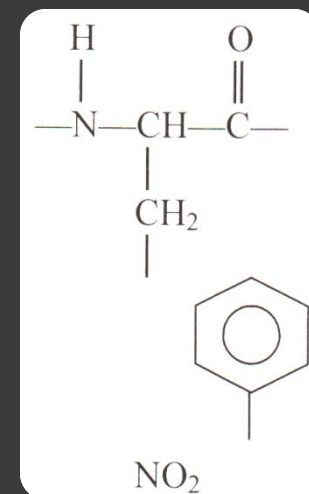
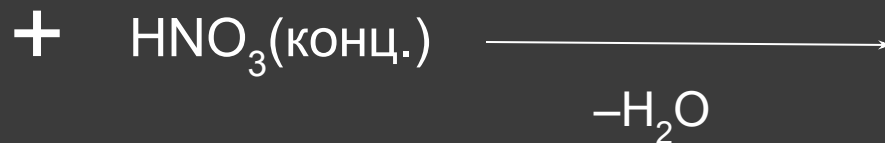
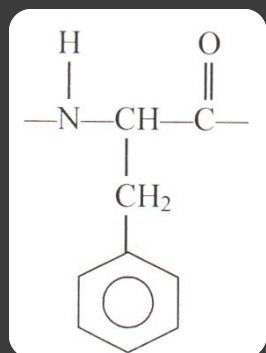
# Схема процесса денатурации



### 3. Цветные (качественные) реакции на белки:

а) ксантопротеиновая реакция (на остатки аминокислот, содержащих бензольные кольца):

Белок +  $\text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$  желтое окрашивание

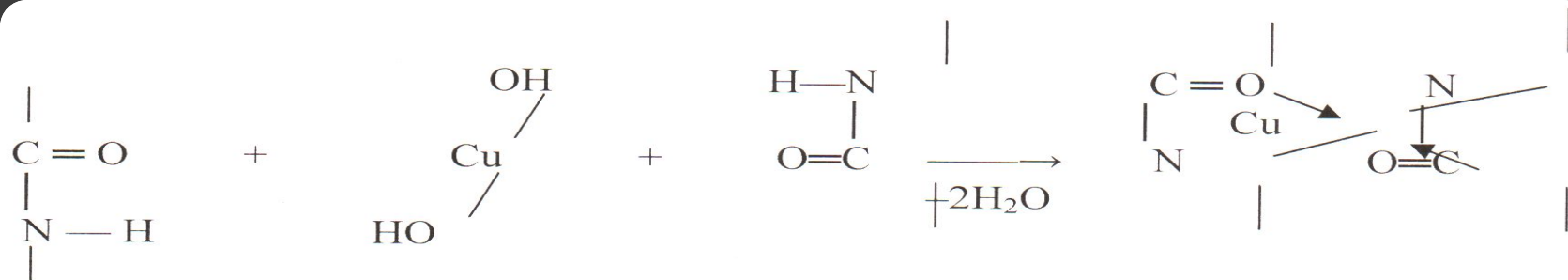


$\text{NO}_2$   
 $\text{NO}_2^+$   
(желтый цвет)

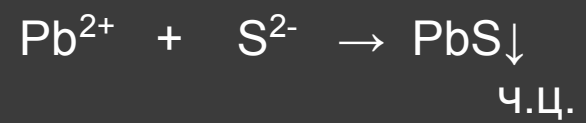
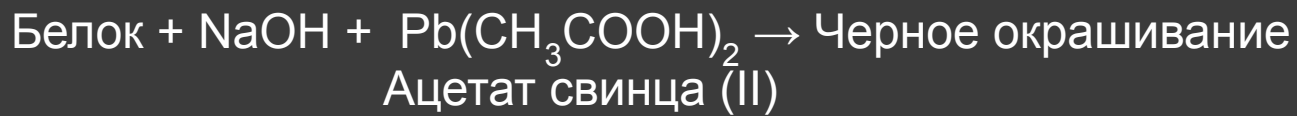
Остаток фенилаланина

б) биуретовая реакция (на пептидные связи):

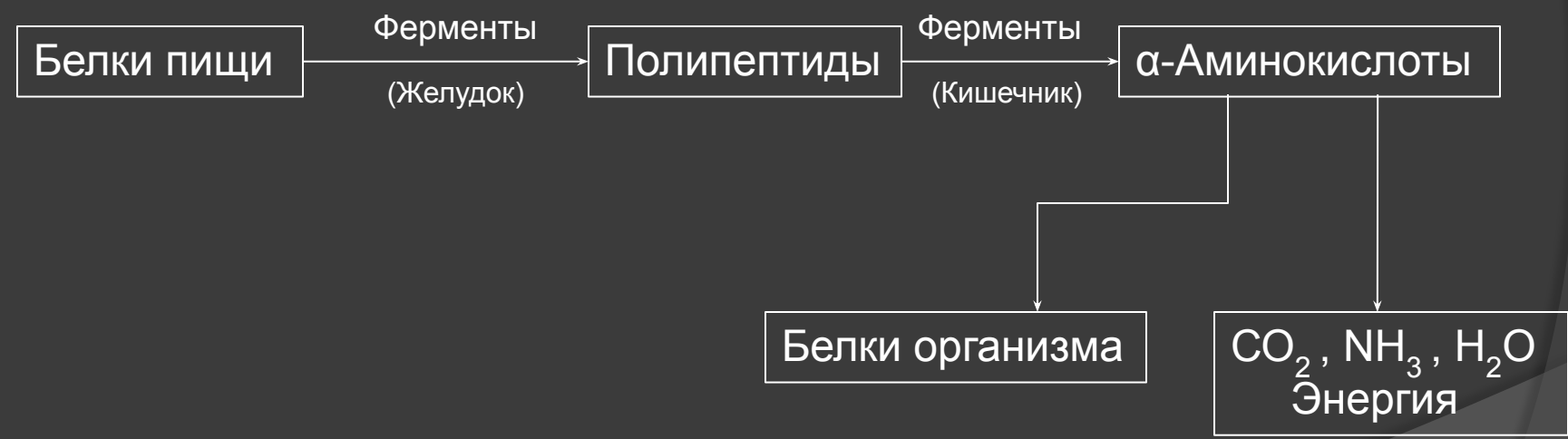
Белок +  $\text{CuSO}_4$  +  $\text{NaOH}$   $\rightarrow$  Ярко-фиолетовое окрашивание  
(насыщ.) (конц.)



в) цистеиновая реакция (на остатки аминокислот, содержащих серу):



### *Превращения белков в организме.*



Белки являются основой всего живого на Земле и выполняют в организмах многообразные функции.

### Функции белков в организме.

1. Пластическая	Строительный материал клетки	Например, коллаген, мембранные клетки
2. Транспортная	Переносят различные вещества	Например, гемоглобин (перенос $O_2$ и $CO_2$ )
3. Защитная	Обезвреживают чужеродные вещества	Например, $\gamma$ -глобулин сыворотки крови
4. Энергетическая	Снабжают организм энергией	При расщеплении 1 г белка освобождается 17,6 кДж энергии
5. Каталитическая	Ускоряют протекание химических реакций в организме	Все ферменты по своей химической природе являются белками. Например, рибонуклеаза

6. Сократительная	Выполняет все виды движений, к которым способны клетки	Например, миозин (белок мышц)
7. Регуляторная	Регулируют обменные процессы	Гормоны, например, инсулин (обмен глюкозы)

Существуют белки, выполняющие специфические функции, например, рецепторные, - обеспечивают передачу импульсов между нервными клетками и др. Белки – необходимая составная часть пищи человека, отсутствие или недостаток их в пище может вызвать серьезные заболевания.

## **ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ**

### **ЖИРЫ. МЫЛА. ПОНЯТИЕ О СМС.**

#### **ЖИРЫ.**

Жиры – это сложные эфиры, образованные высшими карбоновыми кислотами и трёхатомным спиртом глицерином. Общее название таких соединений – ТРИГЛИЦЕРИДЫ.



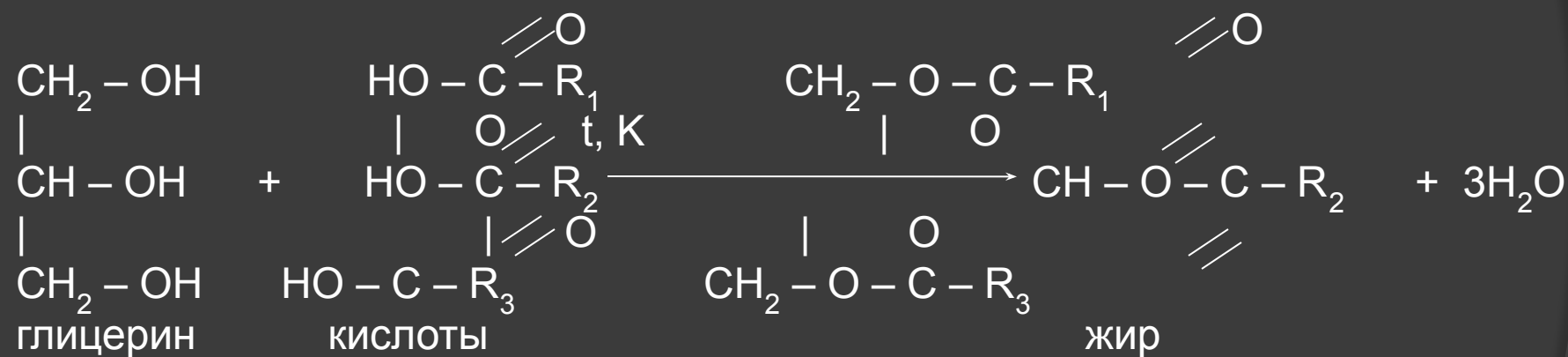
## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА:

Животные жиры – это твёрдые вещества.

Растительные жиры – жидкие вещества (называются по другому маслами).

Все жиры легче воды, в воде не растворимы, но растворимы в бензине, дихлорэтане, эфире, сероуглероде, тетрахлориде. Жиры хорошо впитываются бумагой и кожей.

## СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ ЖИРОВ:



$\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$  – углеводородные радикалы. Они могут быть одинаковыми и разными. В состав жиров чаще всего входят остатки следующих карбоновых кислот:

Предельные кислоты:

1)  $C_{15}H_{31}COOH$  пальмитиновая

к-та

2)  $C_3H_7COOH$  масляная к-та

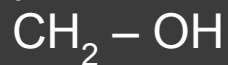
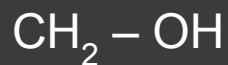
3)  $C_{17}H_{35}COOH$  стеариновая к-та

Жиры, образованные предельными кислотами – это твёрдые жиры. Жиры, образованные главным образом непредельными кислотами – жидкие жиры.

1)  $C_{17}H_{33}COOH$  олеиновая к-та

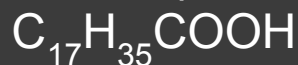
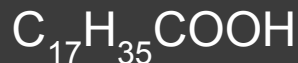
2)  $C_{17}H_{31}COOH$  линолевая к-та

3)  $C_{17}H_{29}COOH$  линоленовая к-та



Глицерин

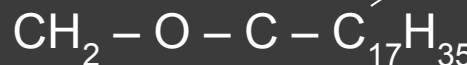
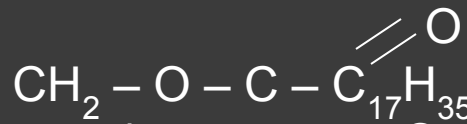
+



стеариновая к-та

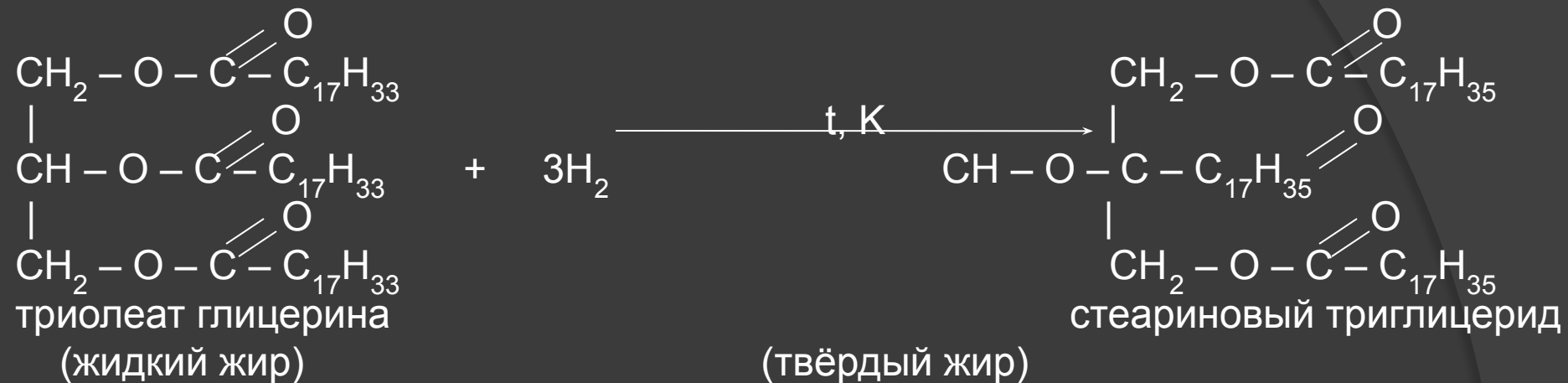
t, K

O

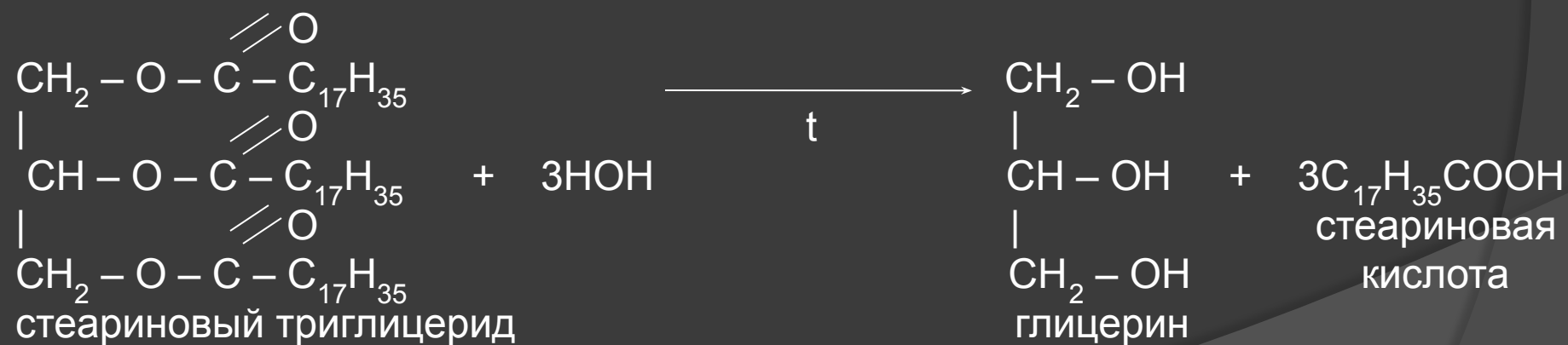


стеариновый триглицерид

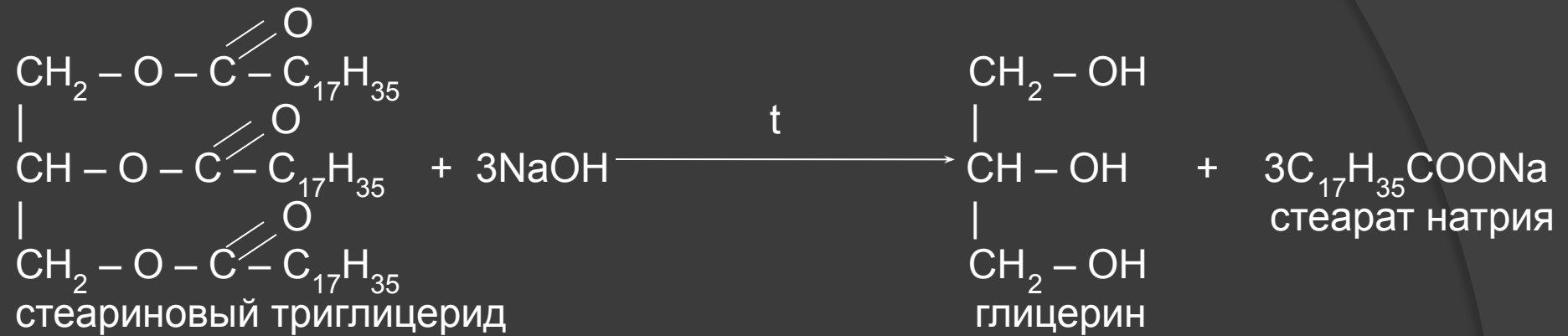
Гидрогенизация – это реакция, с помощью которой жидкие жиры превращаются в твёрдые.



## КИСЛОТНЫЙ ГИДРОЛИЗ ЖИРОВ



# ЩЕЛОЧНОЙ ГИДРОЛИЗ ЖИРОВ



При щелочном гидролизе образуются – мыла. *Мыла* - это соли высших карбоновых кислот .