



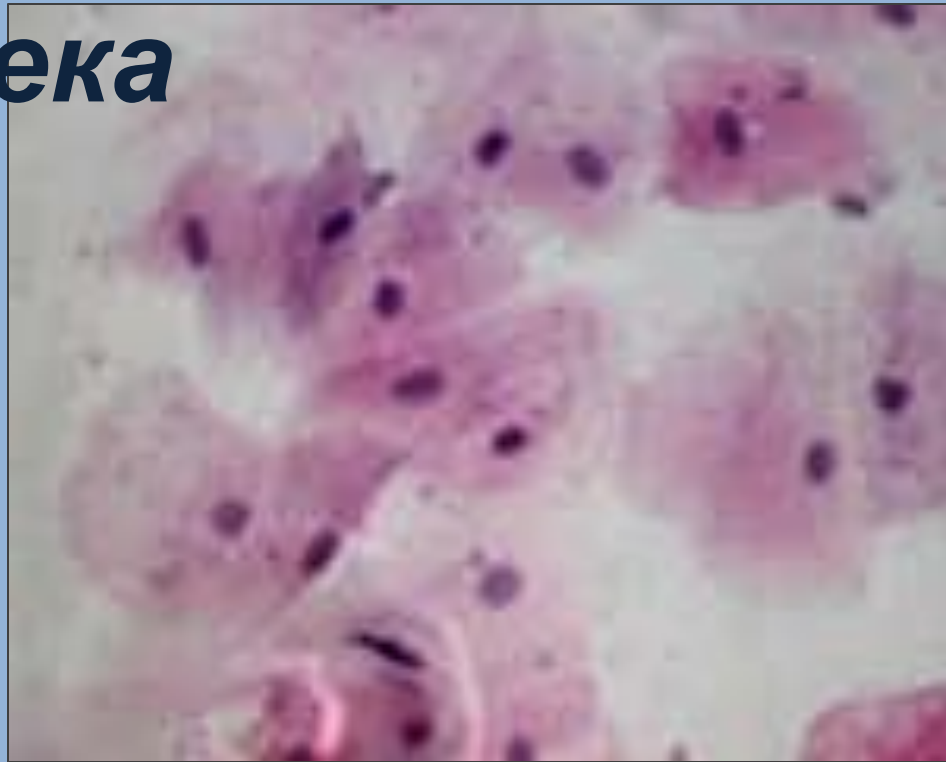
# *Ферменты*



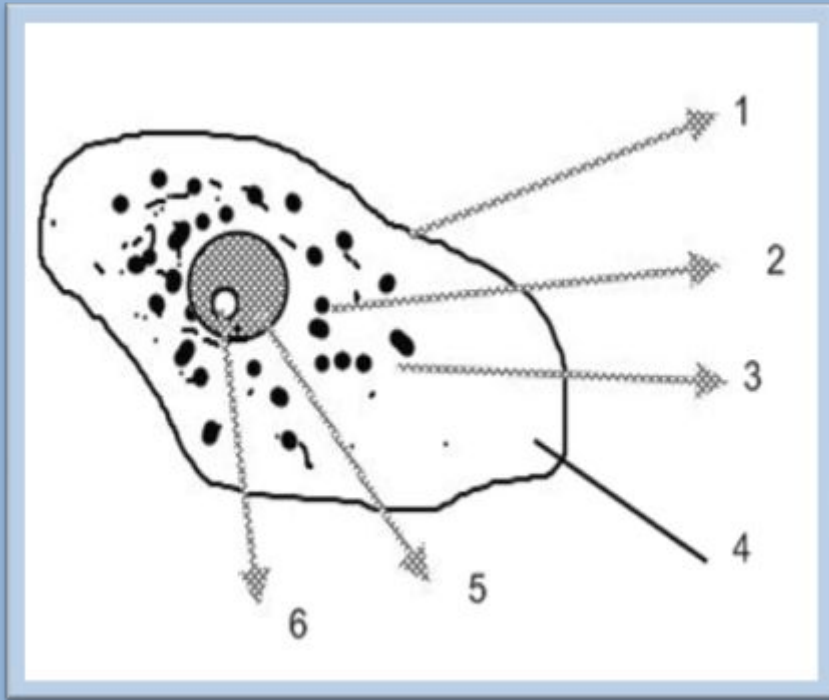
# 8 класс

- **Строение клетки человека**
- **Знакомство с ферментами**
- **Ферменты и свертываемость крови**
- **Ферменты и пищеварение**

# **1. Строение клетки человека**

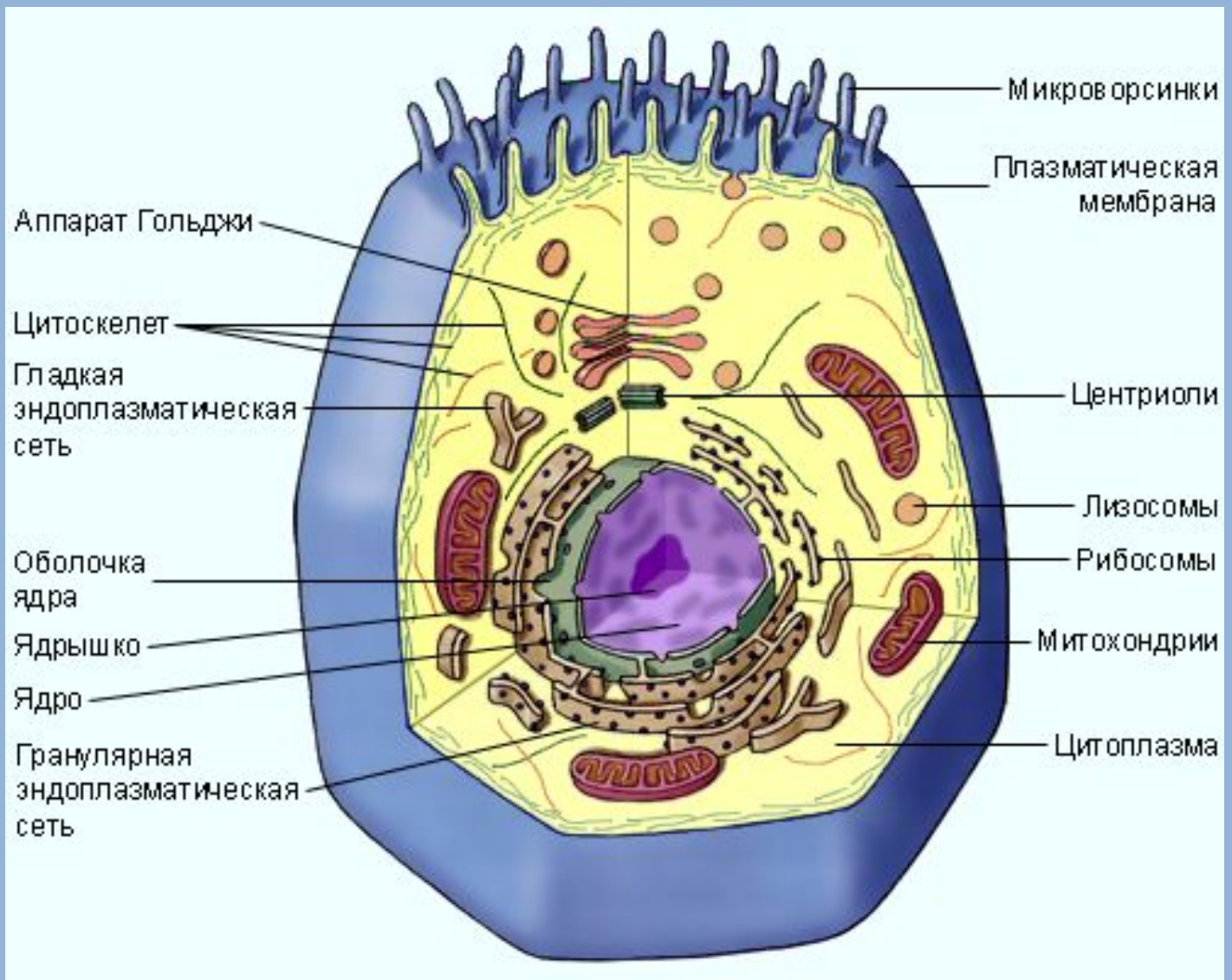


**Клетки эпителиальной ткани  
слизистой ротовой полости**



- 1
  - оболочка
- 2
  - гранулы
- 3
  - Цитоплазма (плотный слой)
- 4
  - Цитоплазма (менее плотный слой)
- 5
  - ядро
- 6
  - ядрышко

***клетка эпителиальной  
ткани слизистой  
ротовой полости***



## Клетка животных под электронным микроскопом

# Сравнение клеток

**Клетка человека**



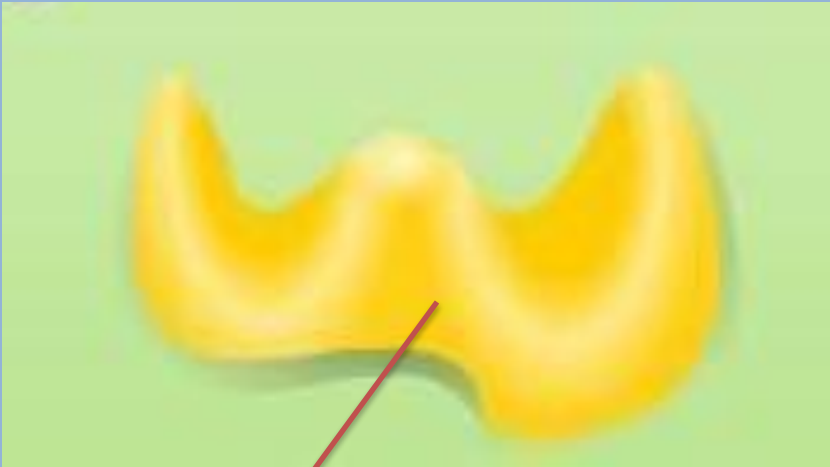
**Клетка растений**



**Клетка животного**

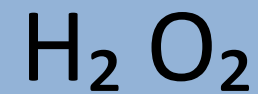
## 2. Знакомство с ферментами

фермент



белок

субстрат



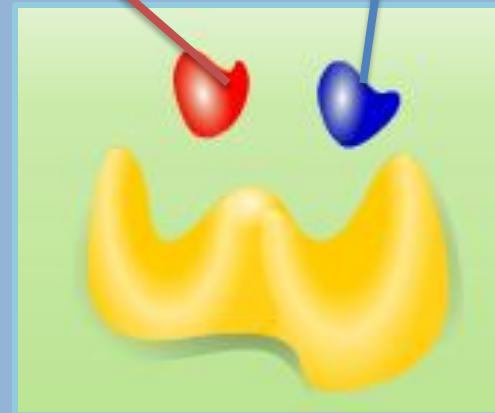
Пероксид водорода

Субстрат  
пероксид  
водорода

Продукты реакции



Фермен  
т  
каталаз  
а





# Работа фермента

1. Присоединение субстрата к ферменту



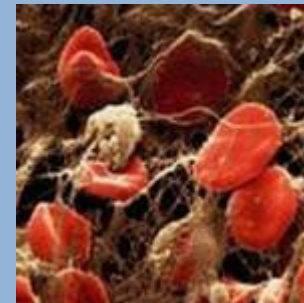
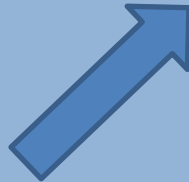
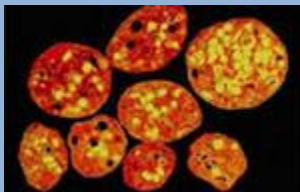
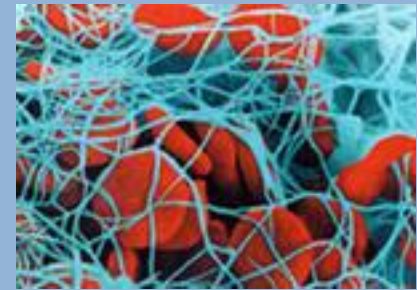
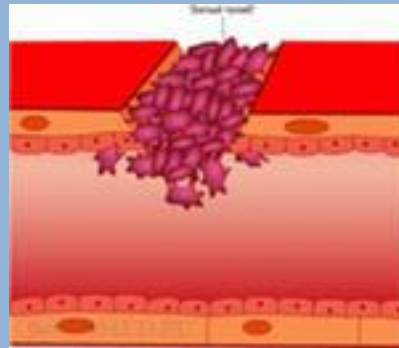
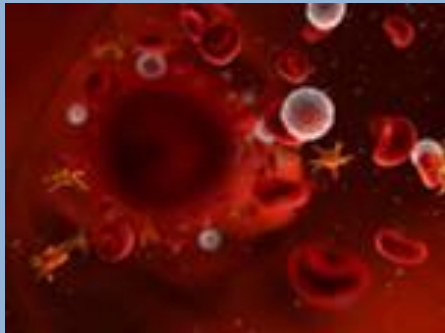
2. Химическая реакция с участием фермента



3. Образование продуктов реакции



# 3. Ферменты и свертываемость крови



# Система свертывания крови



Фаза  
активации

Фаза  
коагуляции

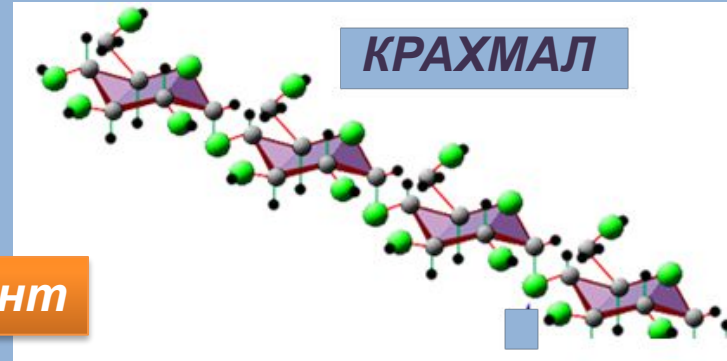
Фаза  
ретракции

# ***4. Ферменты и пищеварение***

# 1. Роль ферментов в пищеварении

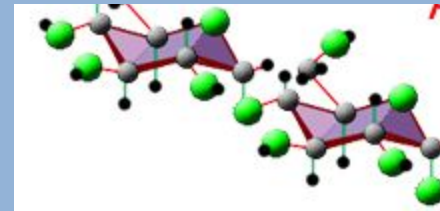
Сложные вещества  
(ПОЛИМЕРЫ)

фермент



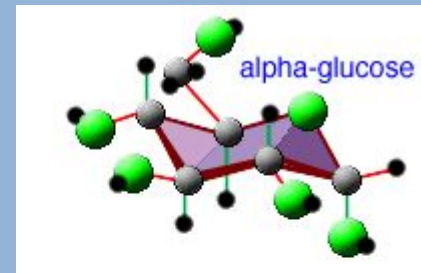
Олигомеры

фермент



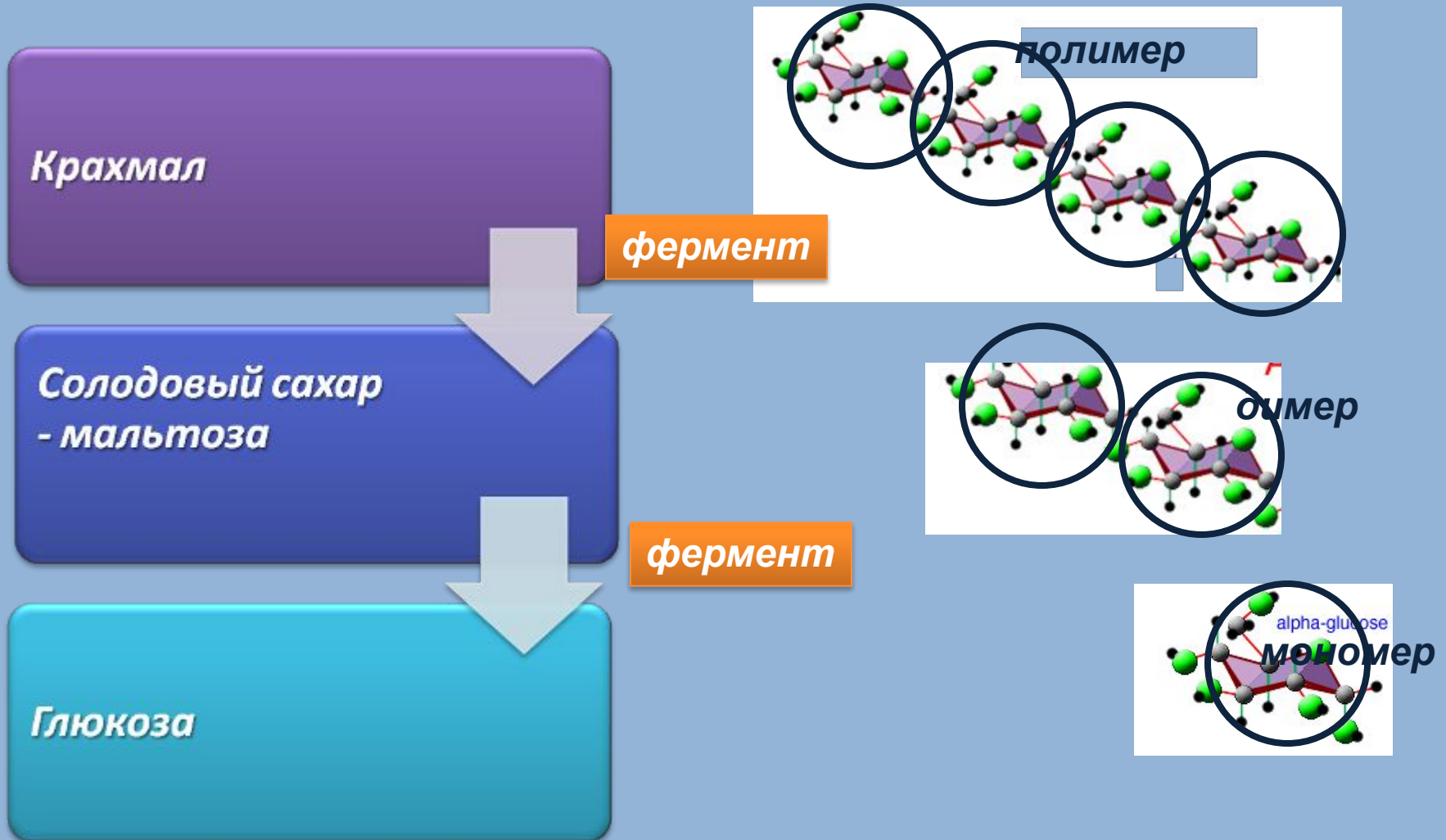
МАЛЬТОЗА

Простые вещества  
(МОНОМЕРЫ)



ГЛЮКОЗА

# 2. Пищеварение углеводов



# 3. Пищеварение белков

**белок**

фермент



полимер

**простые белки**

фермент



олигомер



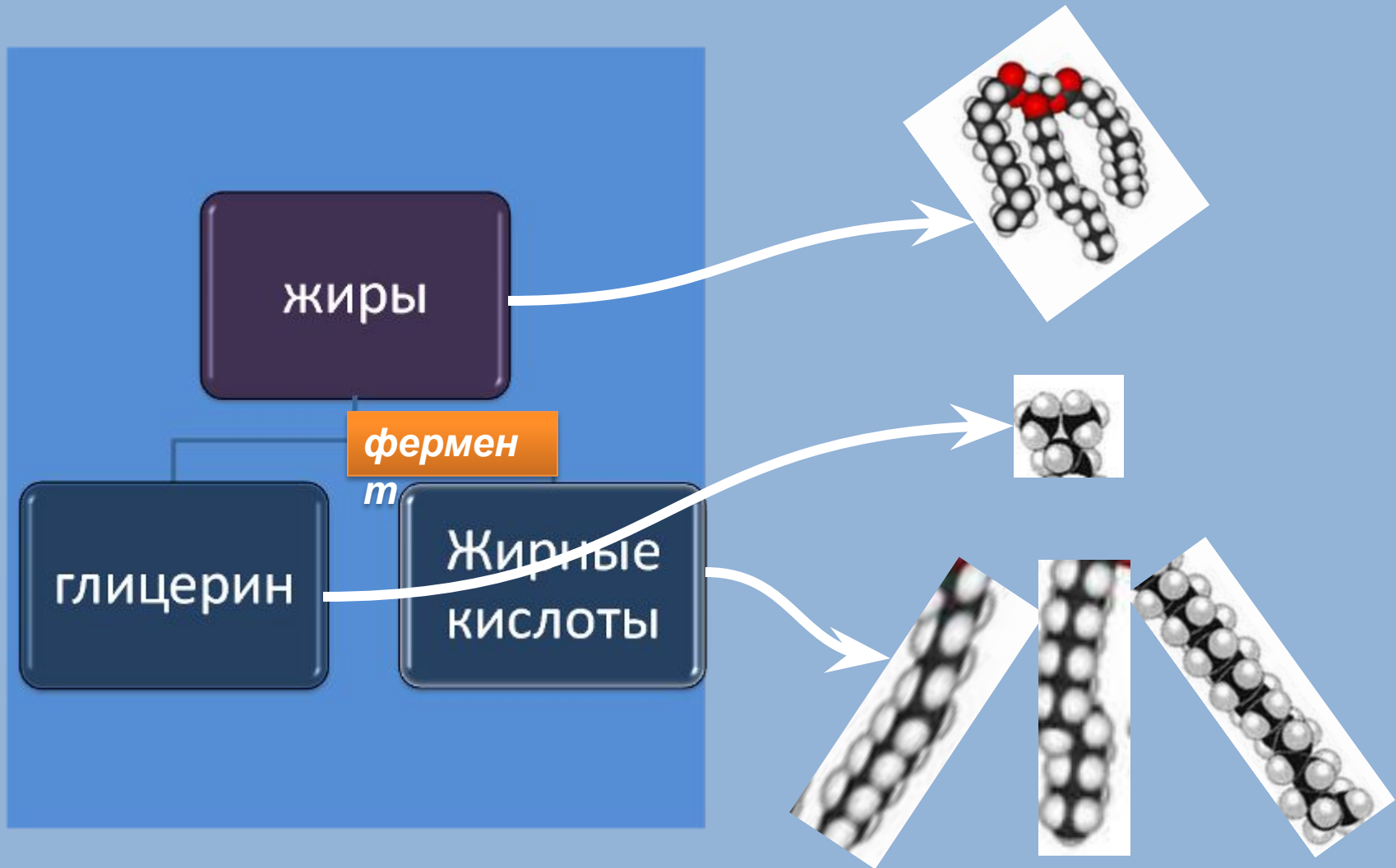
**аминокислоты**



мономер



# 4. Пищеварение жиров





9 класс

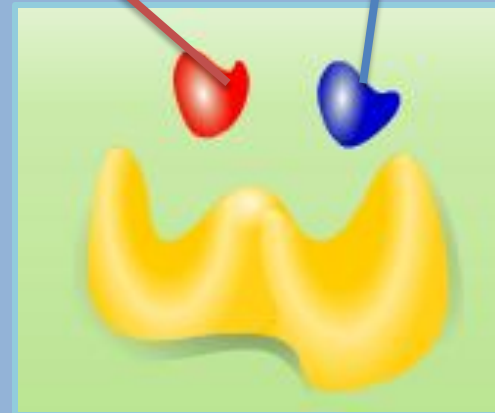
***Биологические  
катализаторы***

Субстрат  
пероксид  
водорода

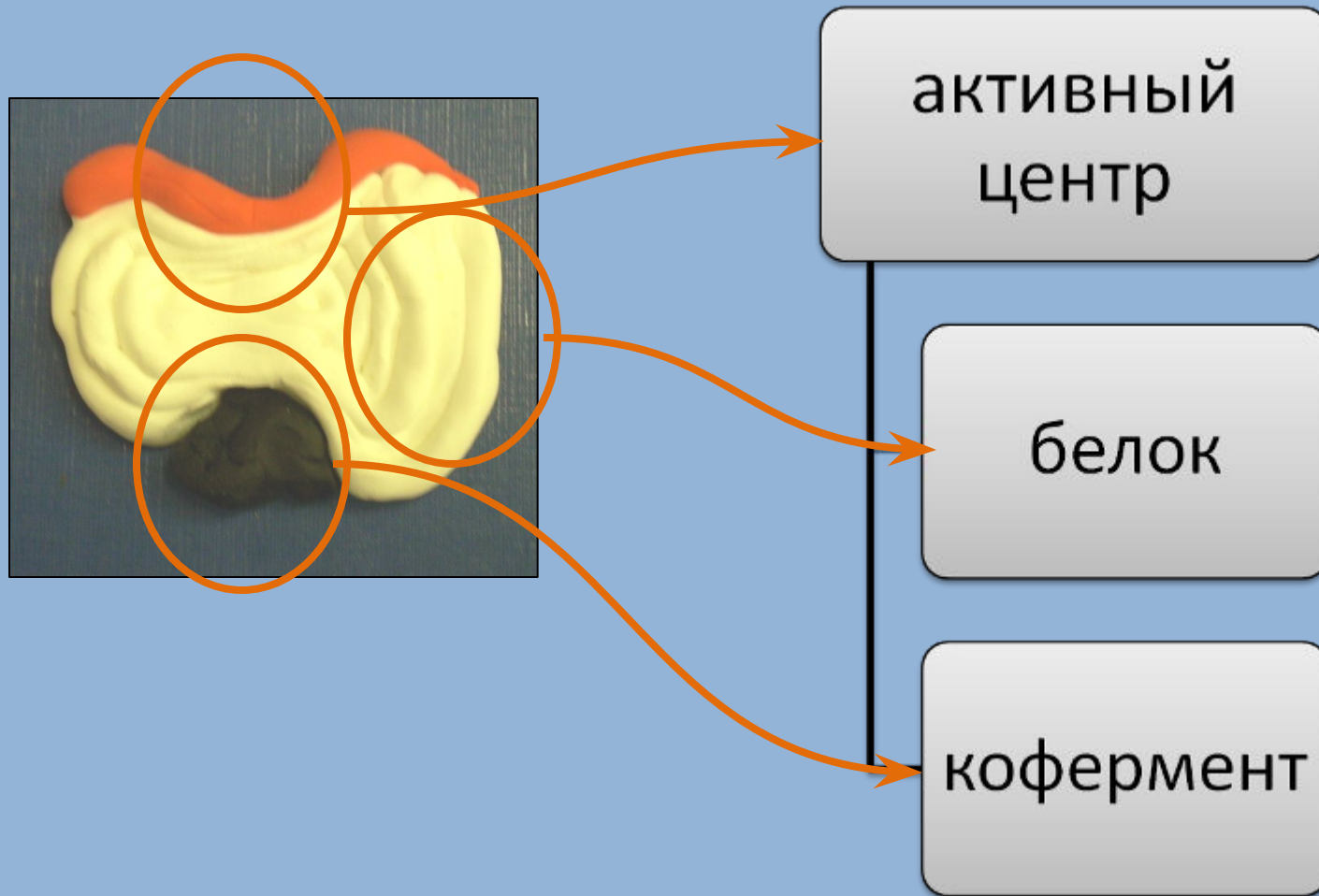
Продукты реакции



Фермен  
т  
каталаз  
а



# Строение фермента



# Работа фермента

1. Присоединение субстрата к ферменту



2. Образование фермент-субстратного комплекса

3. Химическая реакция в активном центре фермента

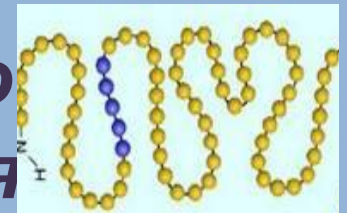
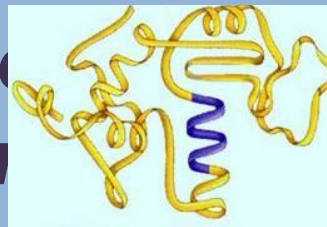


4. Образование продуктов реакции



# Свойства фермента:

- специфичность
- Способны образовывать промежуточные комплексы (фермент - субстрат)
- Субстрат комплементарен АЦ фермента
- Способность утрачивать каталитическую способность под действие факторов среды



- (денатурация фермента и ренатурация) (денатурация белков и ренатурация)

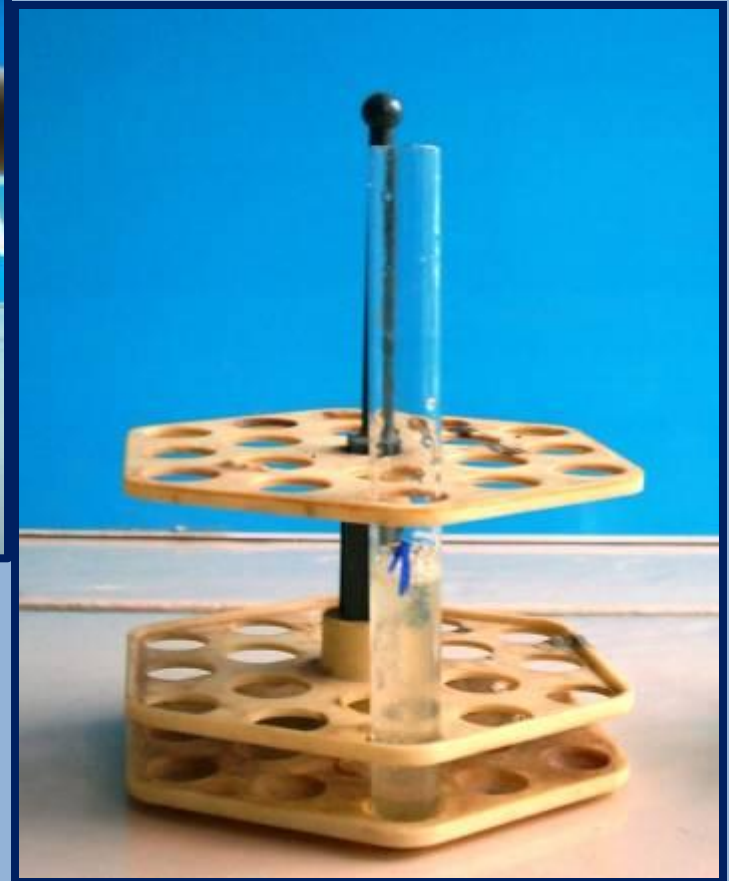
*10 класс*

# ***Ферментативный катализ***

***Свойства белка и ферментативный катализ***

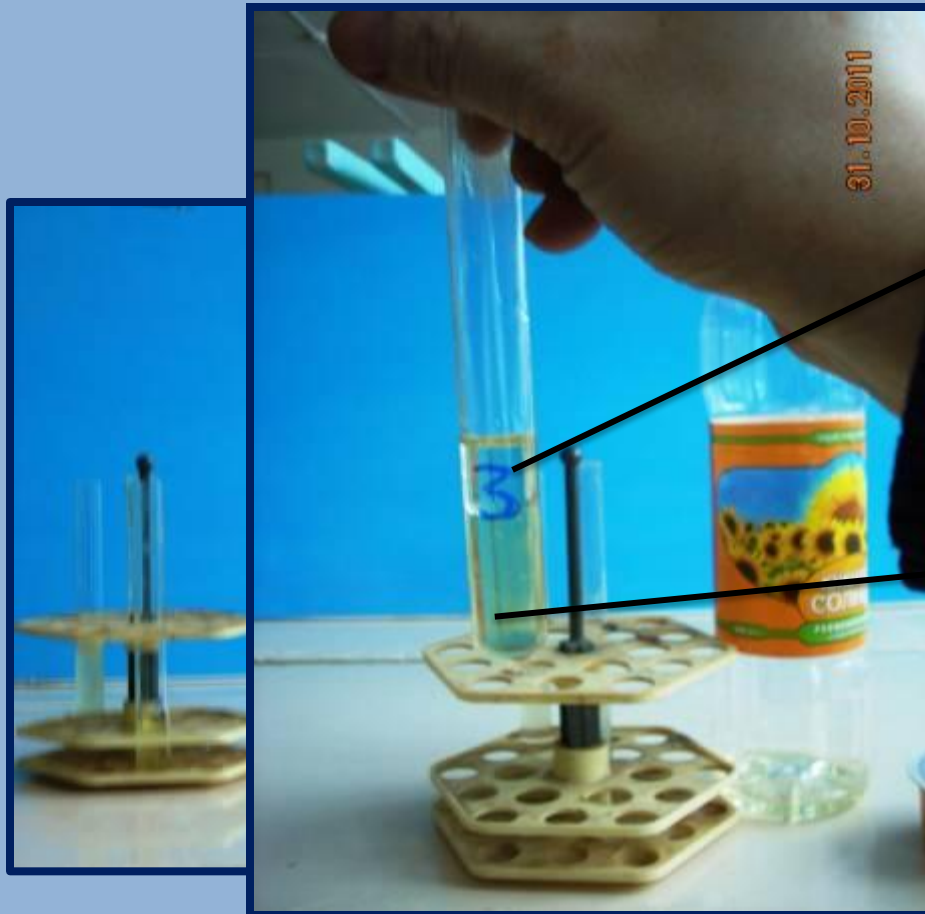
# Лабораторная работа «Белки»

## Опыт 1. Определение гидрофильности или гидрофобности



$H_2O$

## Опыт 2. Гидрофильность или гидрофобность.



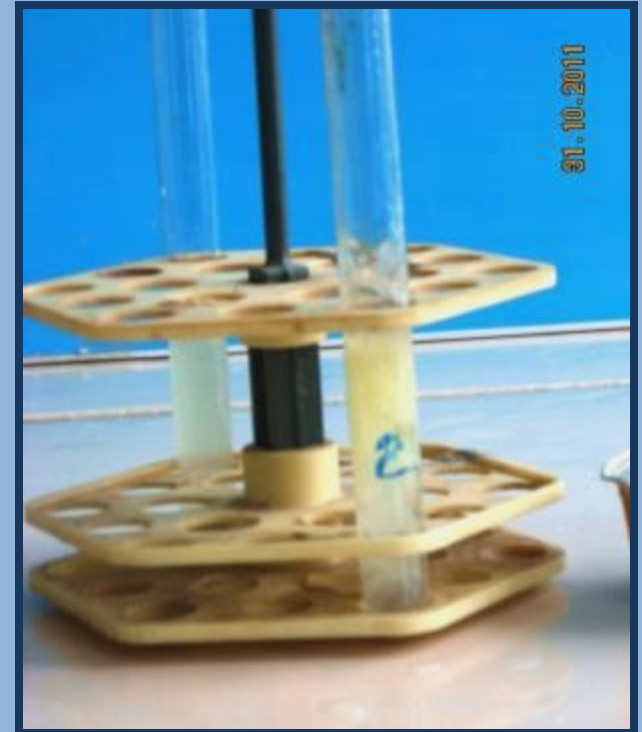
**Растительное  
масло**

**белок**



# Опыт 3. Действие уксусной кислоты на куриный белок

**Денатурированный  
белок**



# ***Опыт 4. Действие пищевой соды на куриный белок.***

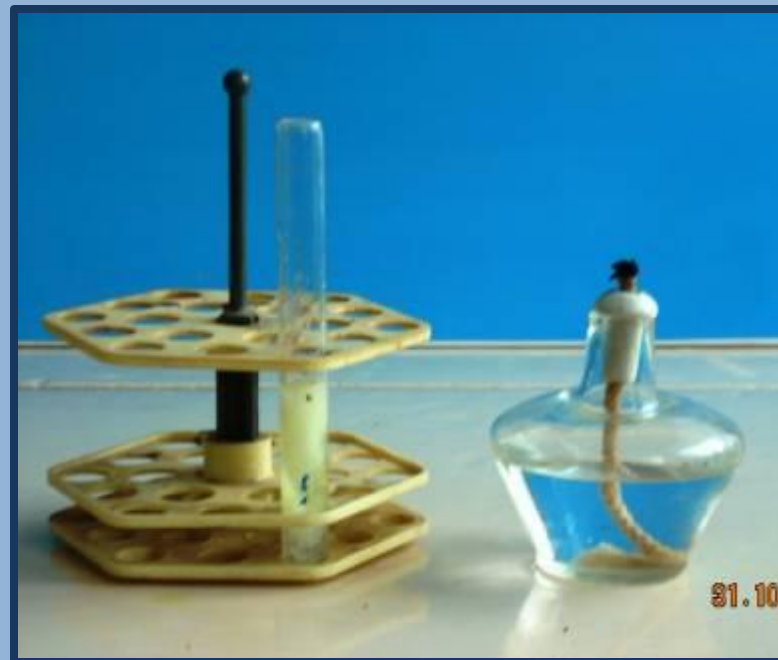


***4.1. После добавления раствора с небольшой концентрацией***



***4.3. После добавления  
кристаллов соды***

***4.2. После добавления раствора с  
большой концентрацией***



## *Опыт 5. Действие температуры*

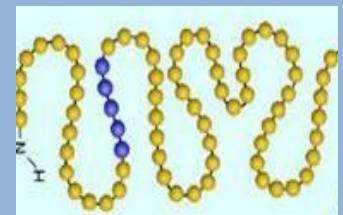
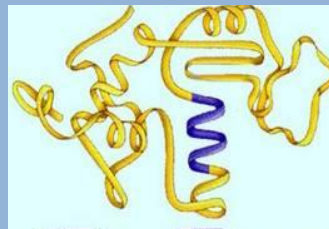
# Свойства белка:



- Гидрофильность
- лабильность
- Способность изменять структуру (пространственную организацию):



денатурация  
+ ренатурация

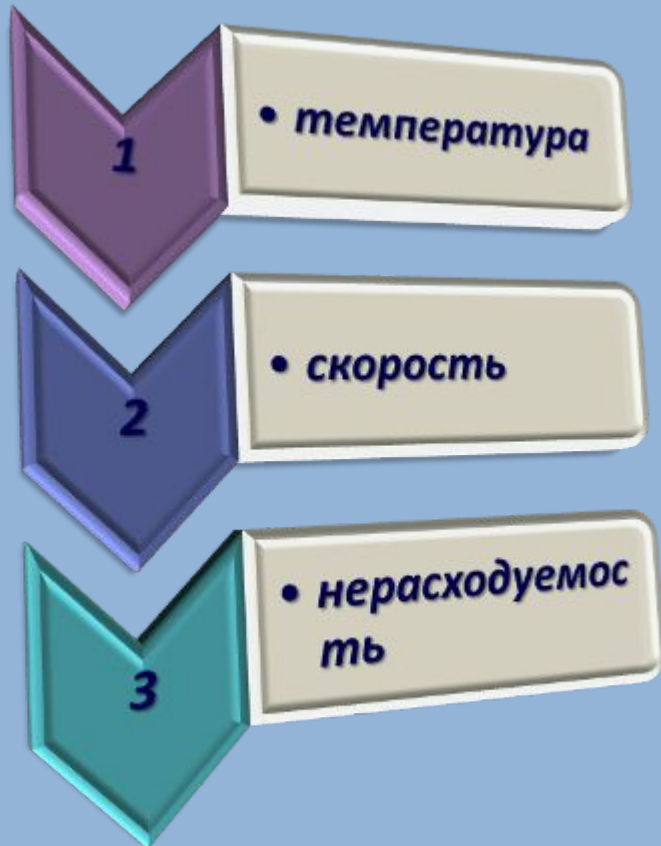


# ***Ферментативный катализ***

**Теоретические основы**

**Ферментативный  
катализ, биокатализ -  
избирательное ускорение  
химических реакций,  
протекающих в живом  
организме, под влиянием  
ферментов.  
(БСИ)**

# Сходство и отличия ферментов и неорганических катализаторов



**СХОДСТВО**

**ферменты**

Диапазон  $t$

$pH$  среды

избирательность

Специфичность

Строгая регуляция

**Неорганические катализаторы**

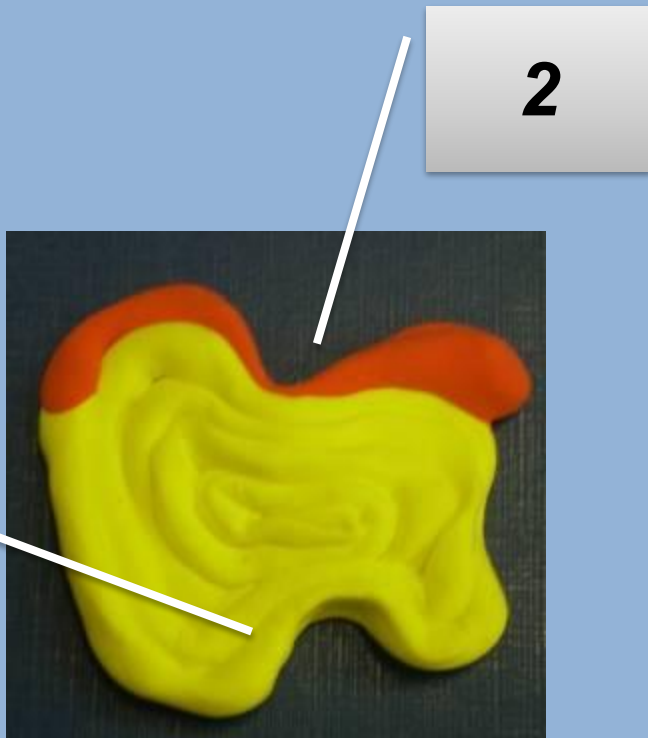
Высокие  $t$

Высокое давление

**ОТЛИЧИЯ**



# Строение фермента



1

• Апофермент  
(глобула)

2

• Активный  
центр  
• (участок  
глобулы)

# Активаторы фермента



Активаторы

кофактор

кофермент

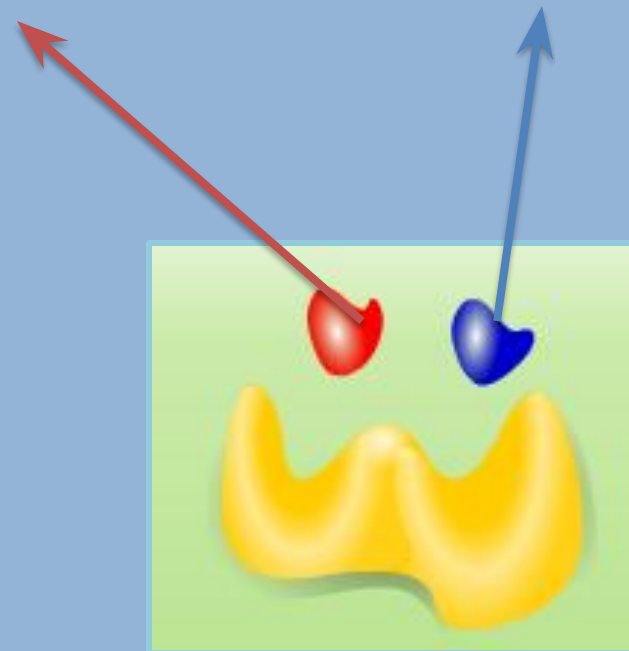
***Лабораторная работа. Часть 2.***  
***Ферментативная функция***  
***белка***  
**Изучение термолабильности**  
**ферментов**

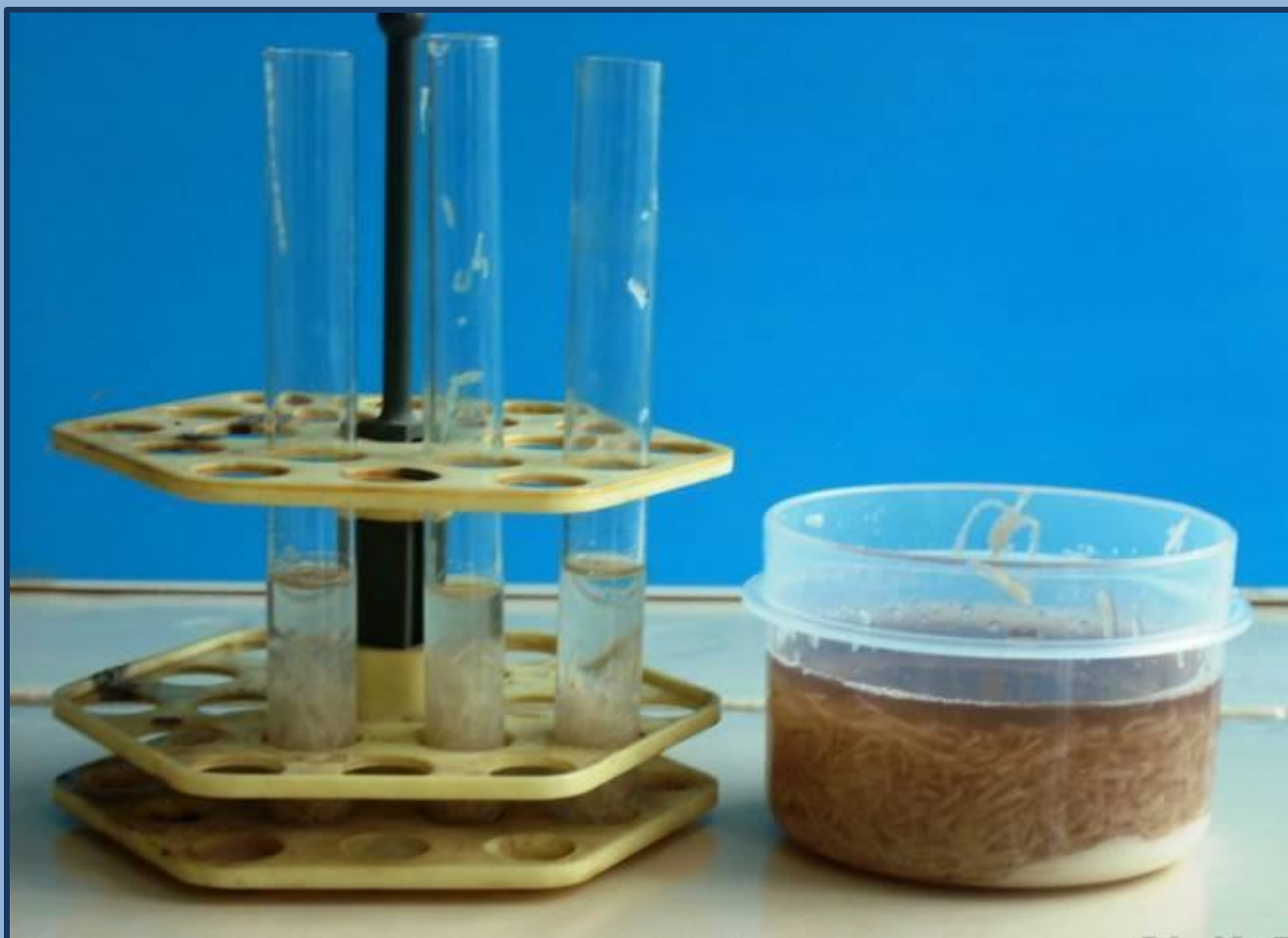
Субстрат  
пероксид  
водорода

Продукты реакции



Фермен  
т  
каталаз  
а





## Измельченный экспериментальный материал



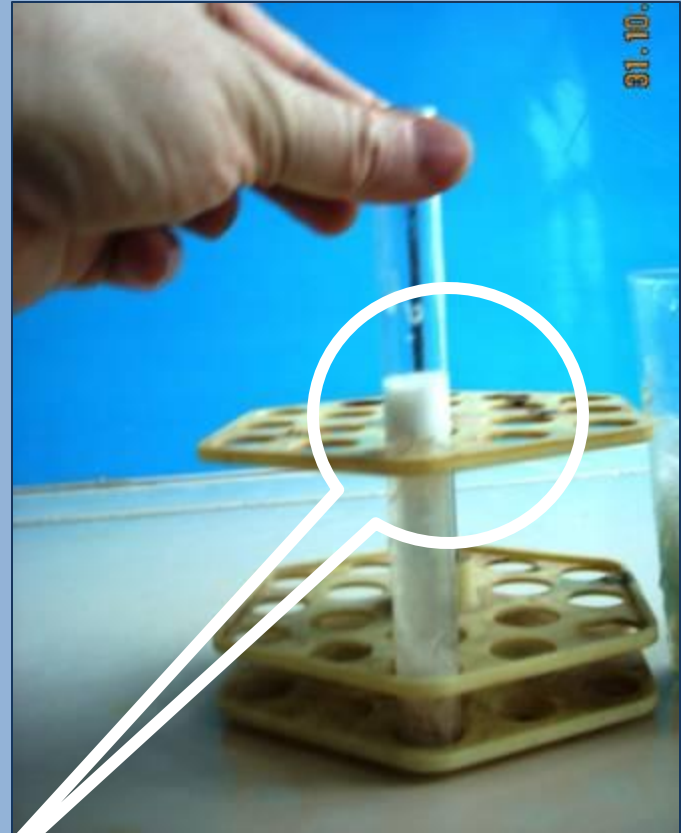
**Температурный диапазон**

# Ферментативная активность при низких температурах



$O_2$

# Ферментативная активность при температуре человеческого тела



$O_2$



# Ферментативная активность при высоких температурах



$O_2 - ?$

# *Термолабильность ферментов*



*Результаты эксперимента*

# Свойства ферментов:

- *Специфичность*

*(один фермент – один субстрат)*

- *Лабильность :*

*Термолабильность*

*Определенная pH среды*

## 4. Закономерности ферментативного катализа

субстрат

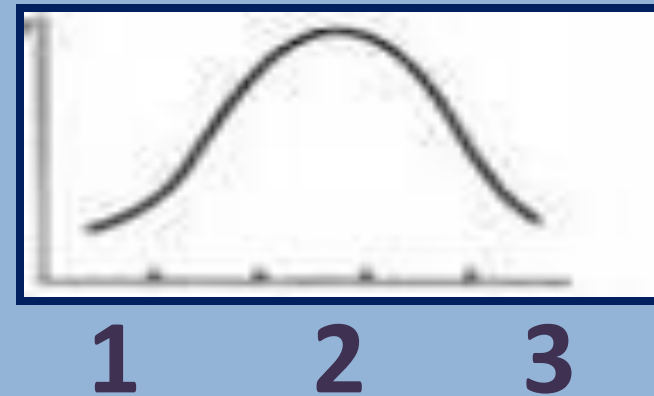
1



- апофермент определяет лабильность фермента
- Фермент активен при наличии кофактора (кофермента)
- Фермент специфичен, то есть для определенного фермента необходим определенный

## 2. Катализ протекает с определенной скоростью

Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации фермента и субстрата



Скорость катализа определяется соотношением количества субстрата и фермента

# 3. Теория ферментативного катализа



Эмиль Фишер

- Первое применение ферментов в органическом синтезе (1894)
- Принцип "ключ к замку" (1894)

Даниэль Кошланд,

автор теории индуцированного соответствия

# Теория индуцированного соответствия по Д. Кошланду

## 1 этап

- Не связанное состояние субстрата
- активный центра не имеет определенной конфигурации (формы).



## 2 этап

- присоединение субстрата к ферменту,
- изменение формы активного центра,
- каталитические группы активного центра соответствуют субстрату



*Образование фермент - субстратного комплекса*

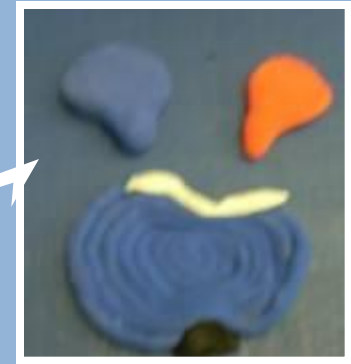


## 3 этап



- катализ
- образование продуктов реакции.

## 4 этап



- не соответствие формы продукта активному центру
- отсоединение продуктов реакции от активного центра фермента

## 5 этап



приобретение активным центром  
неопределенных очертаний

## 5. Классификация ферментов

### *оксидоредуктазы*

- Перенос атомов O, H, e
- дегидрогеназа

### *трансферазы*

- Перенос определенной группы
- Трансаминаза, киназа

### *гидролазы*

- Реакции гидролиза
- Липаза, амилаза, пептидаза

# Классификация ферментов (продолжение)

## **лиазы**

- *Негидролитическое присоединение, отщепление*
- *Декарбоксилаза, фумараза, альдоза*

## **изомеразы**

- *Внутримолекулярная перестройка*
- *Изомераза, мутаза*

## **лигазы**

- *Соединение двух молекул с затратами энергии АТФ*
- *синтетаза*