

# Белок. Строение. Уровни организации.

Практическая №2

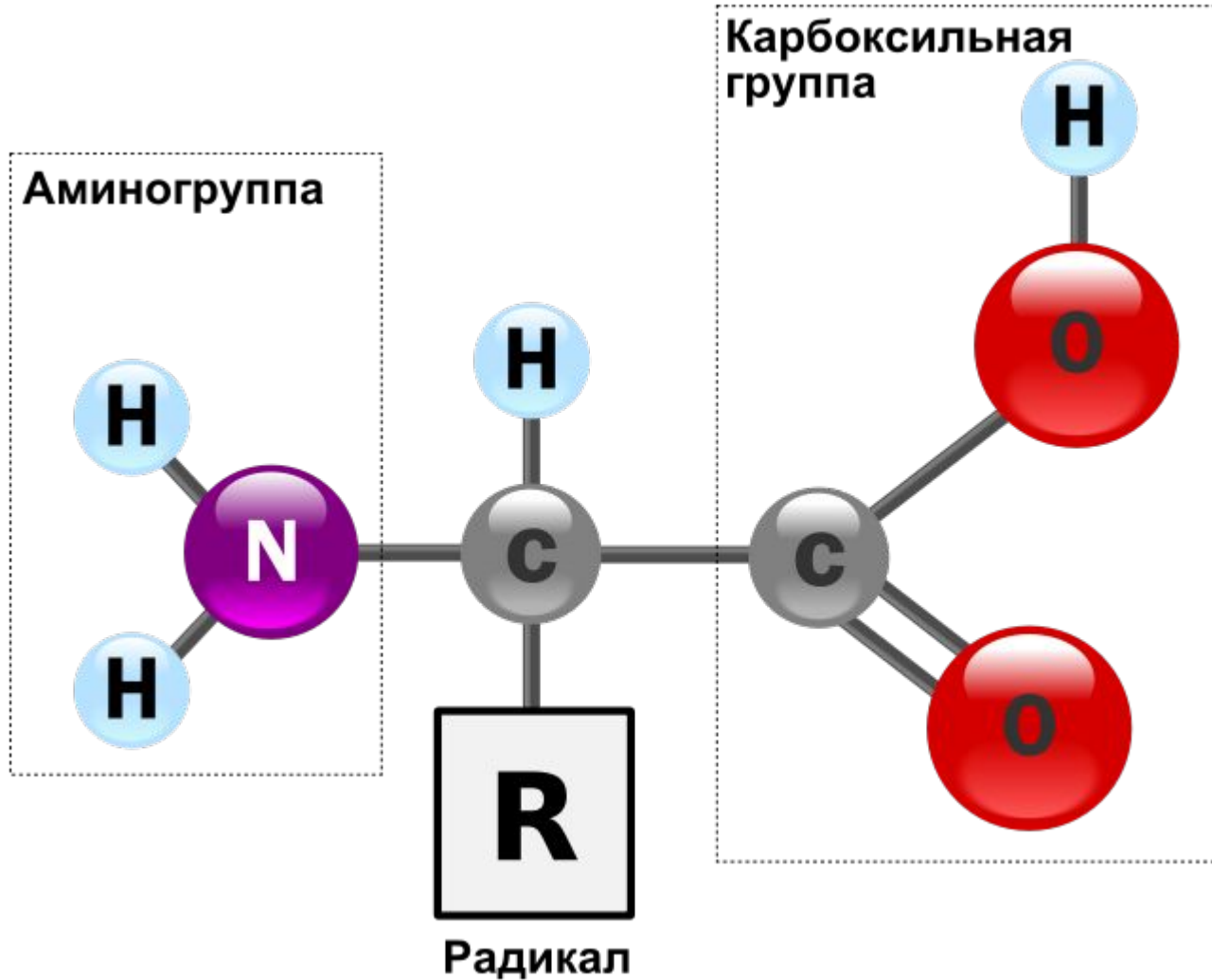
# Белки

- полимерные молекулы, мономеры - аминокислоты.
- В составе белков в организме человека встречаются 20  $\alpha$ -аминокислот.

## ***Общие структурные особенности аминокислот, входящих в состав белков***

- наличие амино- и карбоксильной групп, соединённых с одним и тем же  $\alpha$ -углеродным атомом.
- R - радикал аминокислот - в простейшем случае представлен атомом водорода (глицин), но может иметь и более сложное строение.

# Аминокислота



# Классификация аминокислот

## По радикалу

- Неполярные: *глицин, аланин, валин, изолейцин, лейцин, пролин, метионин, фенилаланин, триптофан*
- Полярные незаряженные (заряды скомпенсированы) при  
 $pH=7$ : *серин, треонин, цистеин, аспарагин, глутамин, тирозин*
- Полярные заряженные отрицательно при  
 $pH < 7$ : *аспарагиновая к-та, глутаминовая к-та*
- Полярные заряженные положительно при  
 $pH > 7$ : *лизин, аргинин, гистидин*

# Классификация аминокислот

- По функциональным группам (радикалам)

Ароматические: *фенилаланин, тирозин, триптофан*

Гетероциклические: *гистидин, пролин*

Серосодержащие: *цистеин, метионин*

Нециклические: *все остальные*

# Классификация аминокислот

## Незаменимые

*– валин, изолейцин, лейцин, треонин, метионин, лизин, фенилаланин, триптофан, аргинин, гистидин.*

## Заменимые

*– глицин, аланин, пролин, серин, цистеин, аспартат, аспарагин, глутамат, глутамин, тирозин.*

# Схема 1

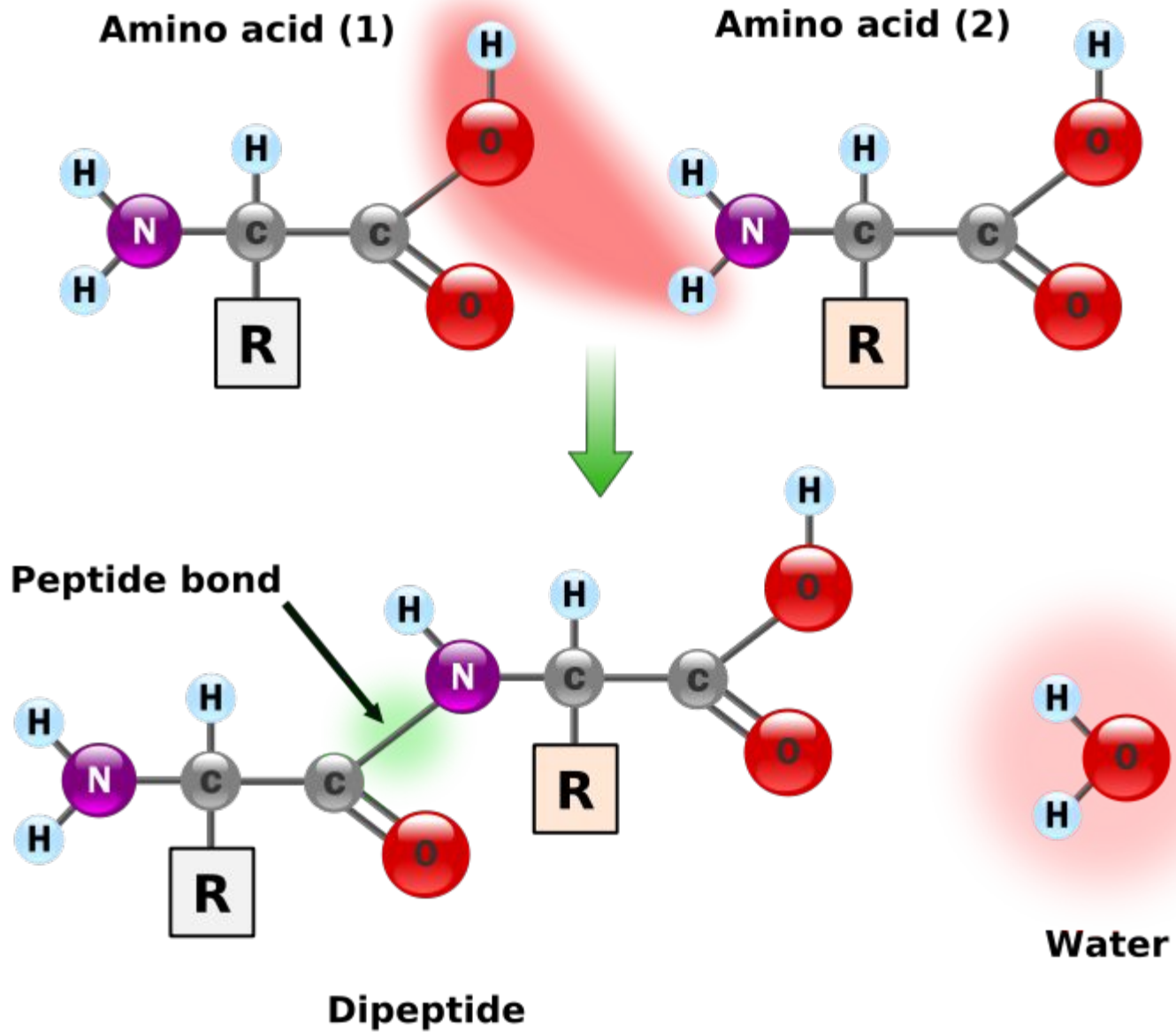
- Особенности обмена аминокислот.  
Обмен фенилаланина





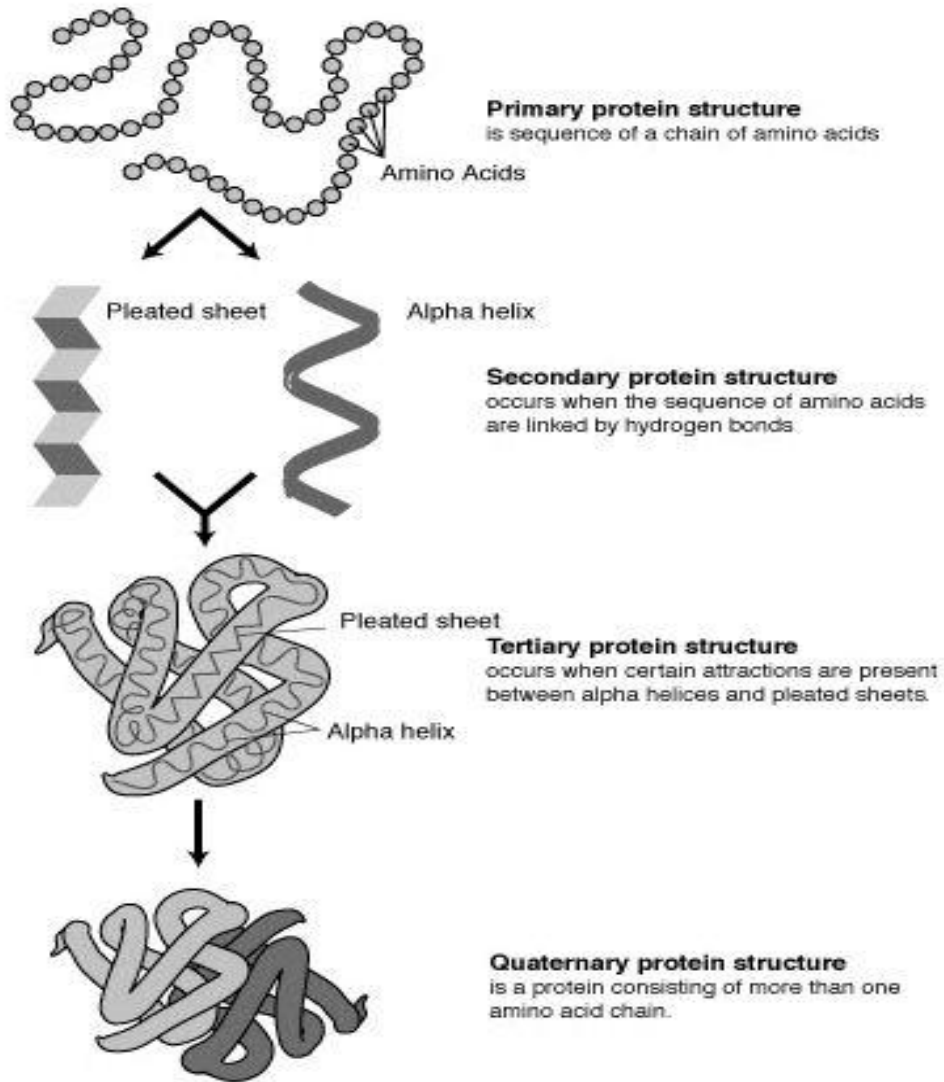
# Пептидная связь

- $\alpha$ -Аминокислоты могут ковалентно связываться друг с другом с помощью пептидных связей.
- Пептидная связь образуется между  $\alpha$ -карбоксильной группой одной аминокислоты и  $\alpha$ -аминогруппой другой, т.е. является амидной связью.
  - отщепление молекулы воды



# СТРУКТУРА БЕЛКА

- Пептидные цепи содержат а/к остатки, соединены пептидными связями.  
(прочные, разрыв - фермент)
- Белок имеет определённую пространственную структуру, она определяет функции белка.
- Различают 4 уровня структурной организации белков



# Первичная структура белка

- линейная последовательность а/к в полипептидной цепи
- первичная структура каждого белка закодирована в одном гене

# Вторичная структура белка

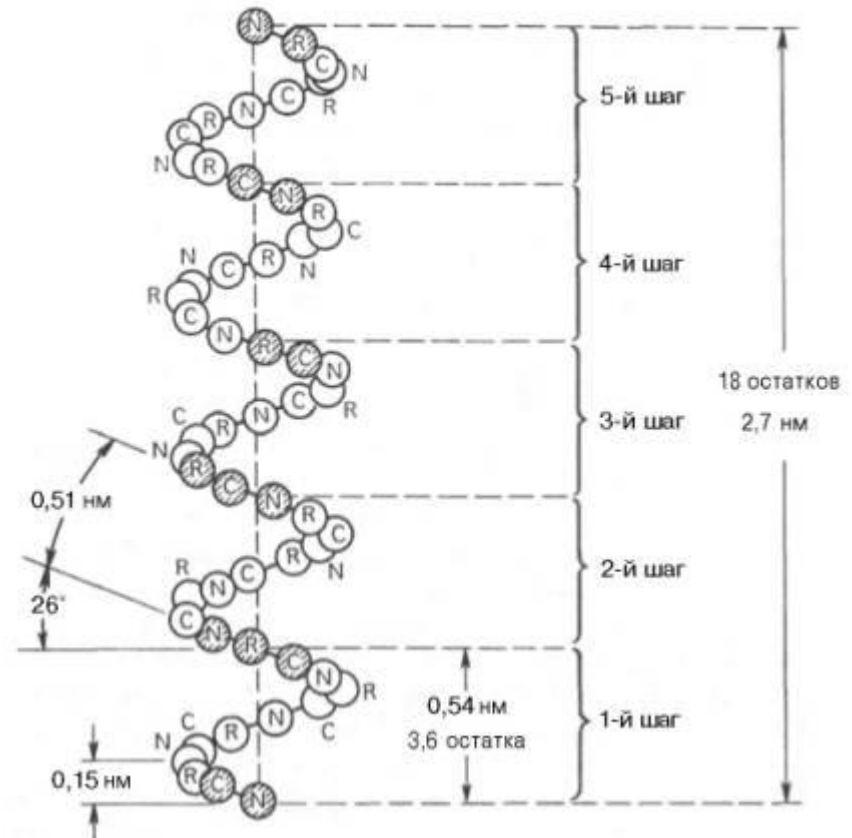
# Вторичная структура белка

- регулярные структуры двух типов:  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -структура.



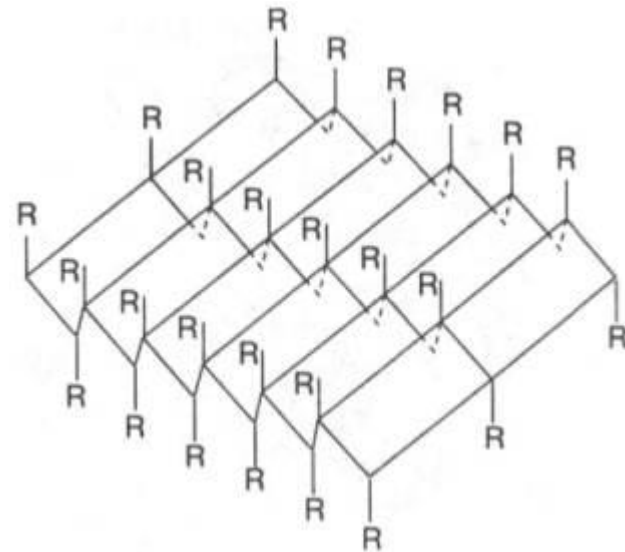
# α-Спираль

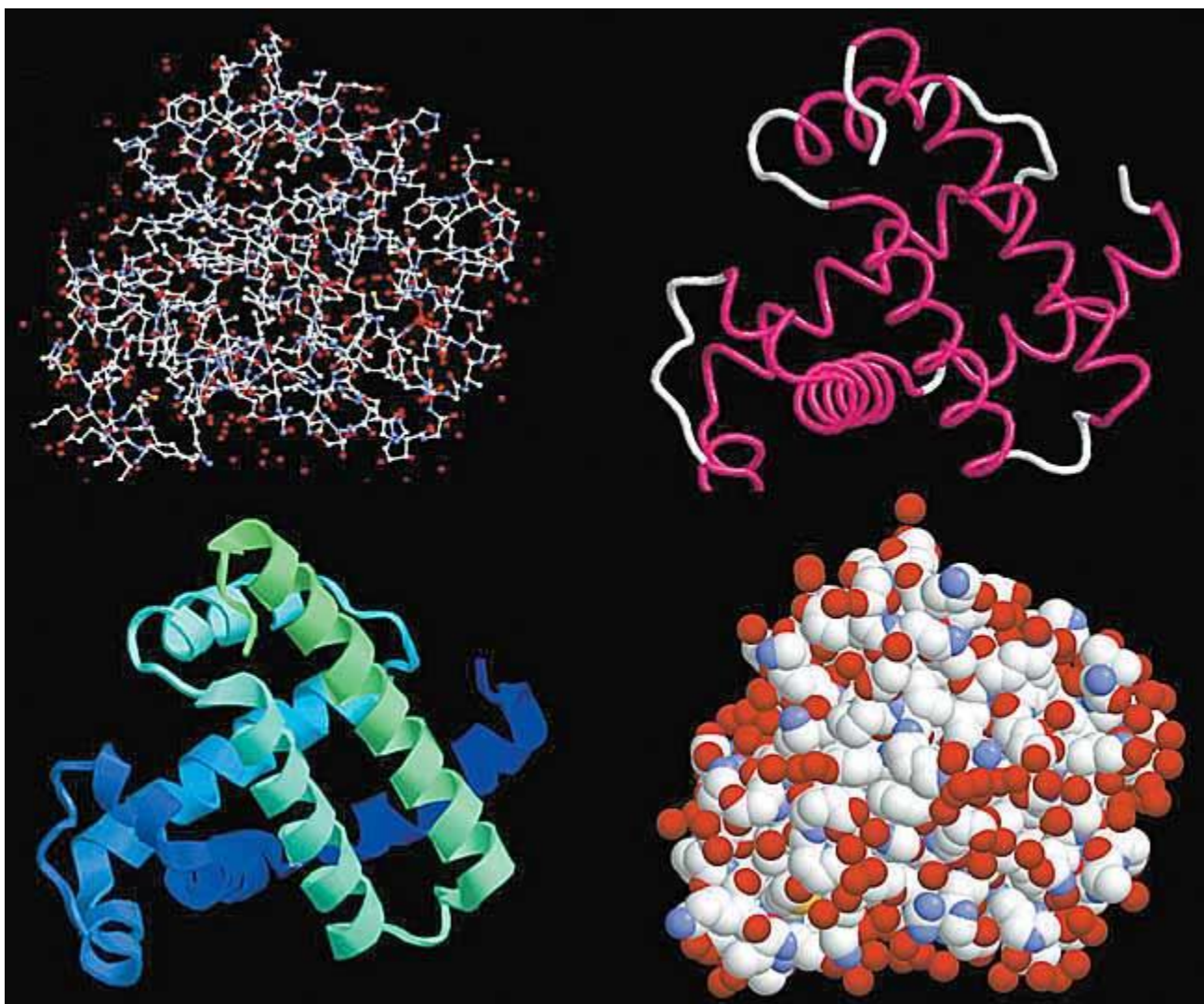
- пептидный остов закручивается в виде спирали
- водородных связи образуются между атомами кислорода карбонильных групп и атомами азота аминогрупп
- через 4 аминокислотных остатка
- Водородные связи ориентированы вдоль оси спирали
- На один виток α-спирали приходится 3,6 аминокислотных остатка.



# β-Структура

- формируется за счёт образования водородных связей между атомами пептидных групп
- β-Структура образует фигуру, подобную листу, сложенному "гармошкой",





# Третичная структура белков

- трёхмерная пространственная структура
- образуется за счёт взаимодействий между радикалами аминокислот, стоящих на значительном расстоянии друг от друга в цепи
- функционально активная конформация - **"нативная структура"**.

# Четвертичная структура

- Несколько глобул
- Одна глобула + кофактор и/или кофермент

# КОФАКТОРЫ И КОФЕРМЕНТЫ

Большинство ферментов для активности нуждается в:

- низкомолекулярных органических соединениях небелковой природы (коферментах)
- и/или в ионах металлов (кофакторах)  
 $Zn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $K^{+}$ ,  $Na^{+}$

# Функции белков в организме

1. **Каталитическая функция**
2. **Структурная функция**
3. **Защитная функция**
4. **Регуляторная функция**
5. **Сигнальная функция**
6. **Транспортная функция**
7. **Запасная (резервная) функция белков**
8. **Рецепторная функция**
9. **Моторная (двигательная) функция**

# Каталитическая функция

- **Ферменты (энзимы)** – белки - увеличивают скорость протекания химической реакции, при этом не расходуются
- биологическая функция фермента обусловлена наличием в его структуре **активного центра (АЦ)**
- в АЦ фермента есть участки связывания субстрата, и участки химического превращения субстрата (**каталитический участок**).



# Фермент-субстратные реакции

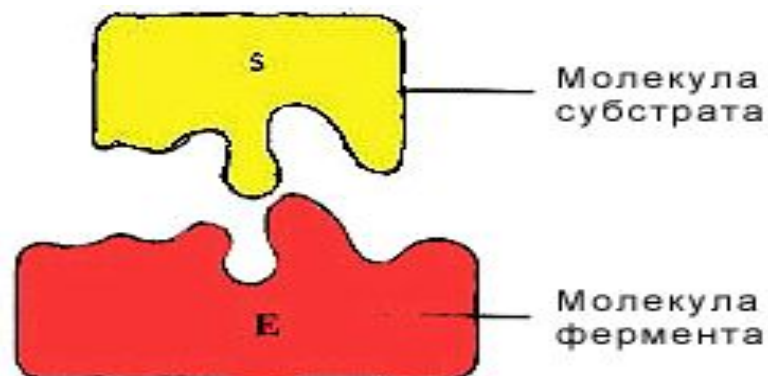
- В участке связывания субстрат связывается с ферментом - фермент-субстратный комплекс.
- В каталитическом участке субстрат превращается в продукт
- продукт отщепляется от активного центра фермента.

# Катализ

- *Схематично процесс катализа можно представить следующим уравнением:*



- где E - фермент (энзим), S - субстрат, P - продукт.

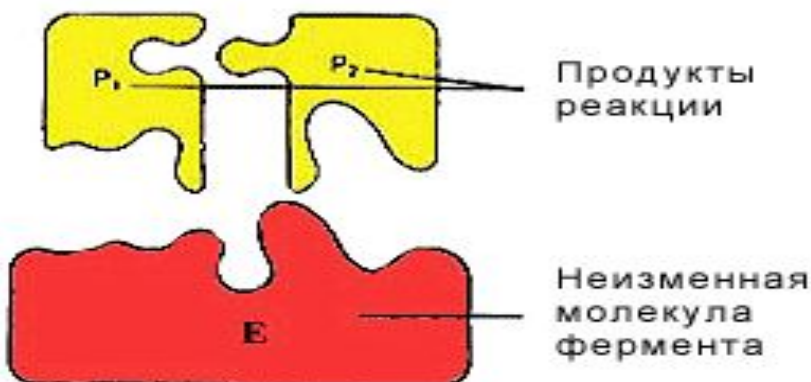


**I. Активация фермента**

**II. Узнавание ферментом своего субстрата**

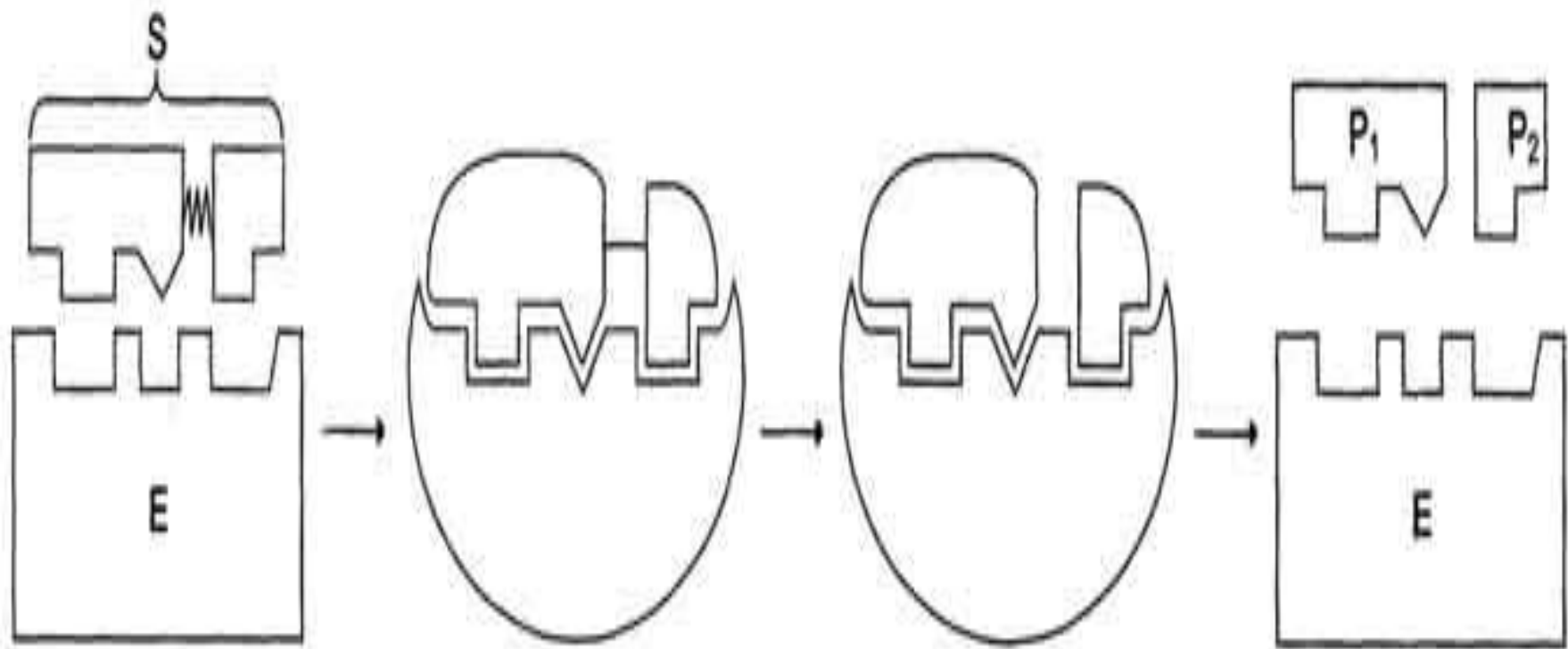


**III. Образование неактивного фермент-субстратного комплекса с помощью слабых водородных связей между субстратом и аминокислотами контактных участков**



**IV. Образование активного фермент-субстратного комплекса за счет каталитического участка**

**V. Образование продуктов реакции.**



$E + S$   
I



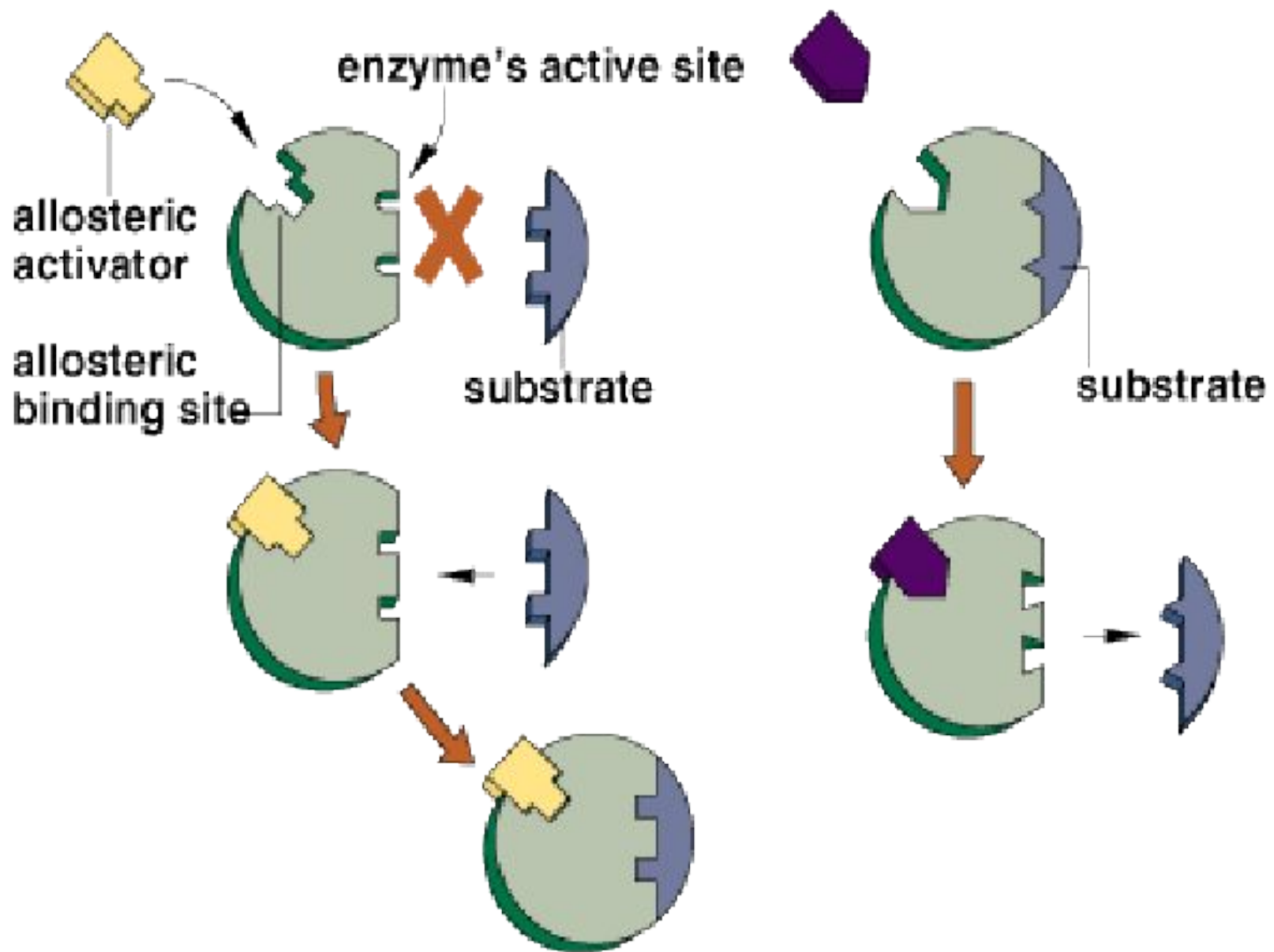
$ES$   
II



$EP$   
III



$E + P$   
IV



# Специфичность

наиболее важное свойство ферментов.

- субстратная сп.- способность фермента взаимодействовать лишь с одним или несколькими определёнными субстратами.

# Специфичность

Выделяют

1. абсолютную субстратную специфичность (катализ 1 субстрата) - аргиназа;
2. групповую субстратную специфичность однотипные реакции с группой структурно похожих субстратов - панкреатическая липаза ;
3. стереоспецифичность специфичность ферментов к стереоизомерам (L-аминокислотам )

# Каталитическая специфичность

- Фермент превращает субстрат по одному из возможных путей его превращения
- Зависит от строения каталитического участка активного центра фермента
- глюкозо-6-фосфат в клетках печени человека - субстрат 4 различных ферментов; фосфоглюкомутазы, глюкозо-6-фосфатфосфатазы, фосфоглюкоизомеразы и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы



# Номенклатура и классификация ферментов

- В настоящее время известно более 2400 ферментов. Каждый фермент, как правило, имеет две номенклатуры; одна из них рабочая (тривиальная), а другая - систематическая.
- Рабочее наименование фермента составляют путем прибавления к корню слова латинского, греческого или химического названия субстрата, на который действует фермент, или к названию процесса, катализируемого данным ферментом окончания “-аза”.

- *Вещество, имеющее это окончание, принимают за фермент. Ферменты, действующие на крахмал (amylum), сахарозу, мочевины (urea), пептиды получили соответственно названия : амилаза, сахараза, уреаза, пептидаза;*
- *В названии ряда ферментов указывают как характер субстрата, так и тип катализируемой реакции. Фермент, катализирующий отнятие водорода от спирта, называют алкогольдегидрогеназа.*
- *Рабочим названием ферментов пользуются в повседневной практике.*

- ферменты, катализирующие процессы гидролиза называют гидролазами, процессы окисления - оксидазами, перенос групп - трансферазами и т.д. Для некоторых ферментов сохранены названия, неподчиняющиеся этому правилу: пепсин, трипсин, химотрипсин папин и др.

# КОФАКТОРЫ И КОФЕРМЕНТЫ

Большинство ферментов для активности нуждается в:

- низкомолекулярных органических соединениях небелковой природы (коферментах)
- и/или в ионах металлов (кофакторах)  
 $Zn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $K^{+}$ ,  $Na^{+}$

# Регуляция работы ферментов

Активность ферментов зависит от количества:

- молекул субстрата
- продукта
- наличия кофакторов и коферментов.

Каскад : продукт одной ферментативной реакции является субстратом другой, образуя таким образом "метаболические пути".

*Среди множества ферментов практически каждого метаболического пути различают ключевые, или регуляторные, ферменты, активность которых может изменяться в зависимости от потребности клетки в конечном продукте метаболического пути.*

# Ингибиторы ферментов

- Действие ферментов можно полностью или частично подавить (ингибировать) химическими веществами (ингибиторами).
- По характеру действия ингибиторы могут быть обратимыми и необратимыми. - прочность соединения ингибитора с ферментом.