

ФУНКЦИИ

БЕЛКОВ

Классификация белков по функциям

- 1. КАТАЛИТИЧЕСКИЕ
- 2. СТРУКТУРНЫЕ
- 3. РЕГУЛЯТОРНЫЕ
- 4. РЕЦЕПТОРНЫЕ
- 5. ТРАНСПОРТНЫЕ
- 6. ЗАЩИТНЫЕ
- 7. СОКРАТИТЕЛЬНЫЕ

ФЕРМЕНТЫ - ЭТО

БИОЛОГИЧЕСКИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ

С химической точки зрения ферменты – белки или РНК- белковые комплексы

СВОЙСТВА ФЕРМЕНТОВ

1. СПЕЦИФИЧНОСТЬ

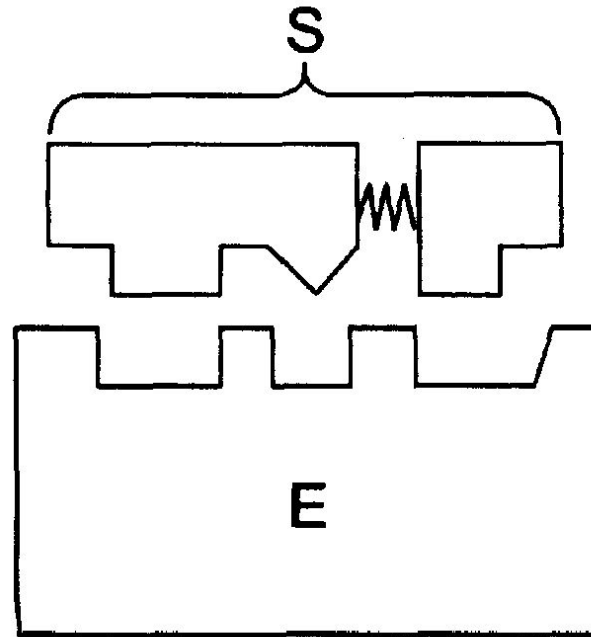
- АКТИВНЫЙ ЦЕНТР



СУБСТРАТ-
СВЯЗЫВАЮЩИЙ
КАТАЛИТИЧЕСКИЙ
ЦЕНТРЫ

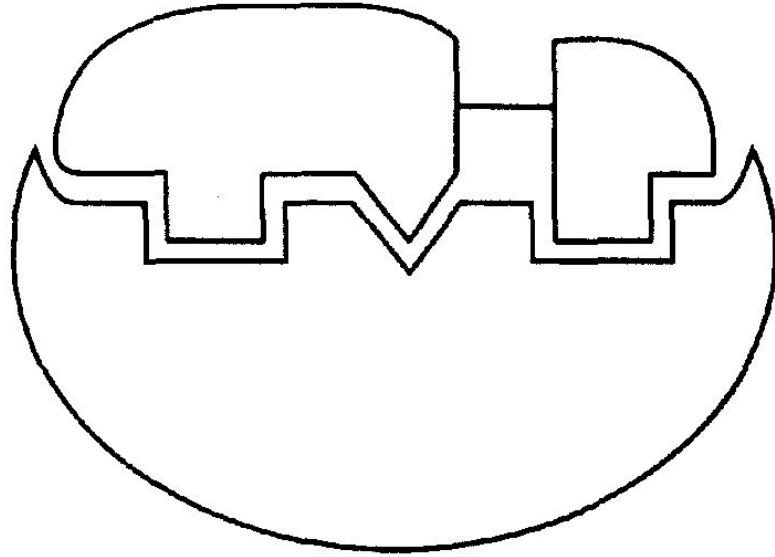


ЭТАПЫ ФЕРМЕНТАТИВНОГО КАТАЛИЗА



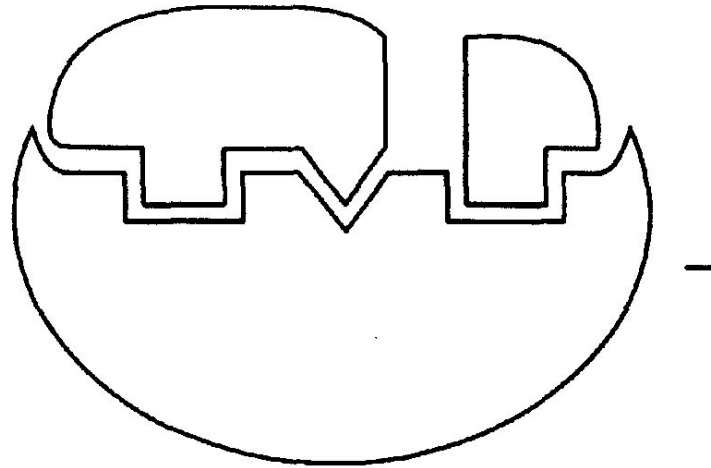
$E + S$

|



ES

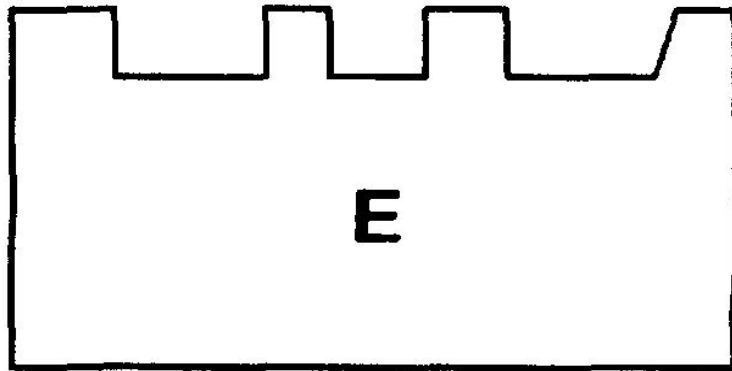
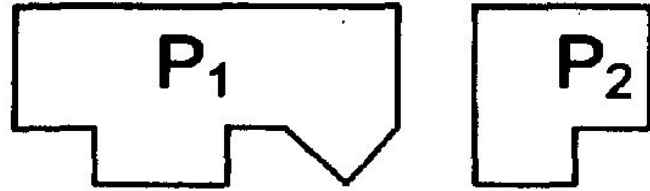
||



EP



III



$E + P$

IV

СПЕЦИФИЧНОСТЬ ФЕРМЕНТА

- **СУБСТРАТНАЯ-**

- **Способность**

- взаимодействовать с**

- одним или несколькими**

- структурно близкими**

- субстратами**

- **А) абсолютная;**

- **Б) групповая;**

- **В) стереоспецифичность**

- **КАТАЛИТИЧЕСКАЯ**

2. КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

- В результате работы фермента скорость реакции увеличивается в
 - $10^8 - 10^{14}$
 - раз
- Молярная активность
 - (число оборотов) фермента – это количество молекул субстрата, превращенных в продукт за 1 секунду

В. Лабильность ферментов

Г. Способность к регуляции

- 1. Концентрацией субстрата**
- 2. Концентрацией продукта**
- 3. Гормонами и регуляторами метаболизма**

Классификация ферментов – по типу катализируемой реакции

- **1. Оксидоредуктазы**
- **1.1. дегидрогеназы**
- **1.2. оксидазы**
- **1.3. оксигеназы**
(присоединяют O)
- **2. Трансферазы**
- **3. Гидролазы**
- **4. Лиазы**
- **5.Изомеразы**
- **6. Лигазы**
(синтетазы)

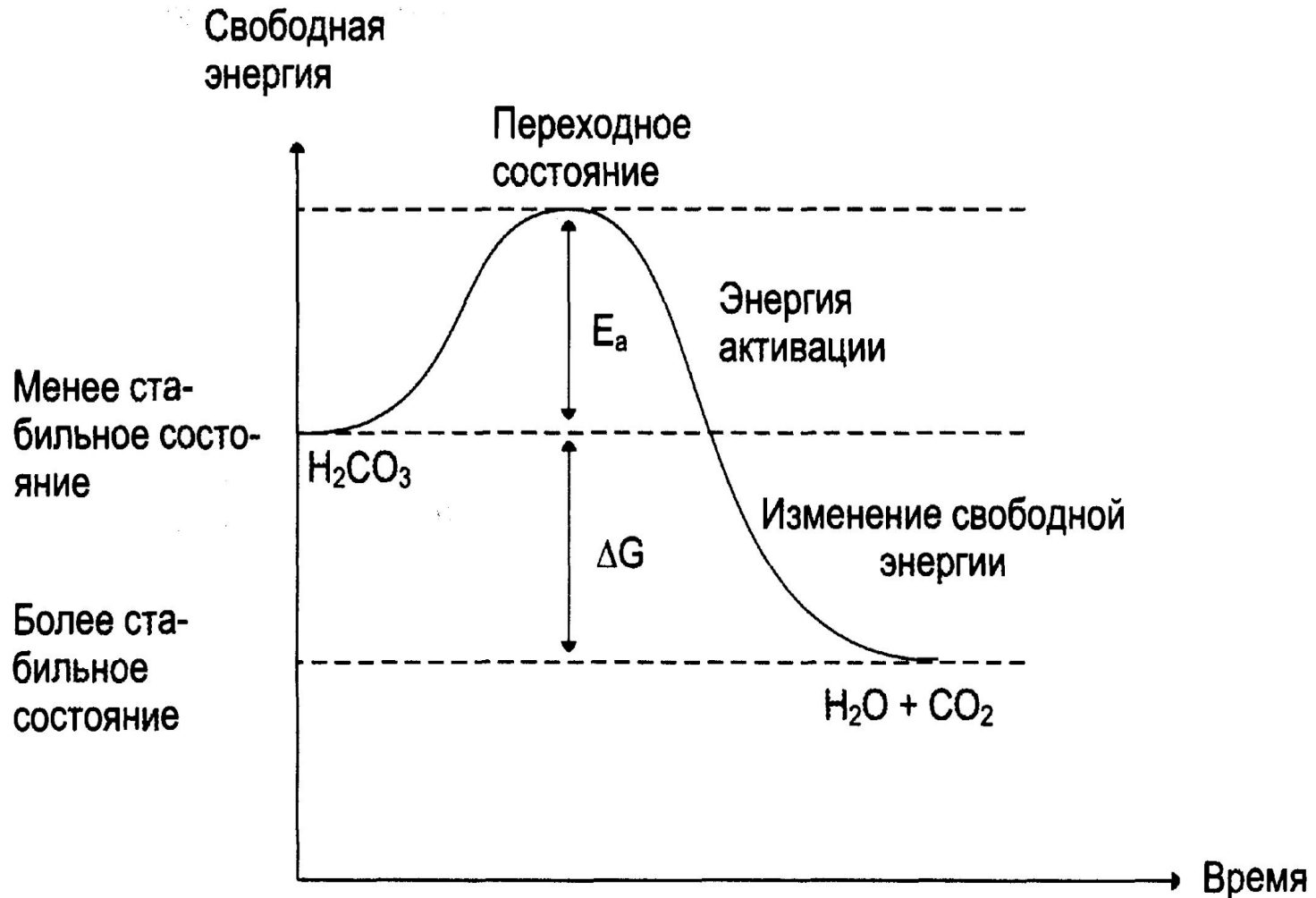
КОФАКТОРЫ И КОФЕРМЕНТЫ

- 25% ферментов для проявления активности нуждается в катионах металлов
 - Mg^{+2} Zn^{+2} Fe^{+2} Mn^{+2}
- Простетическая группа – связана ковалентно
- (биотин, липоевая кислота и другие)
- Кофермент – не связан
- НАД, ФАД, НАДФ

К коферментам относятся

- производные витаминов;
- гемы, входящие в состав цитохромов, каталазы, пероксидазы, гуанилатциклазы, NO-синтазы и являющиеся простетической группой ферментов;
- нуклеотиды — доноры и акцепторы остатка фосфорной кислоты;
- убихинон, или кофермент Q, участвующий в переносе электронов и протонов в ЦПЭ;
- фосфоаденозилфосфосульфат, участвующий в переносе сульфата;
- S-аденозилметионин (SAM) — донор метильной группы;
- глутатион, участвующий в окислительно-восстановительных реакциях.

Механизм действия ферментов



Изменение свободной энергии при разложении угольной кислоты.

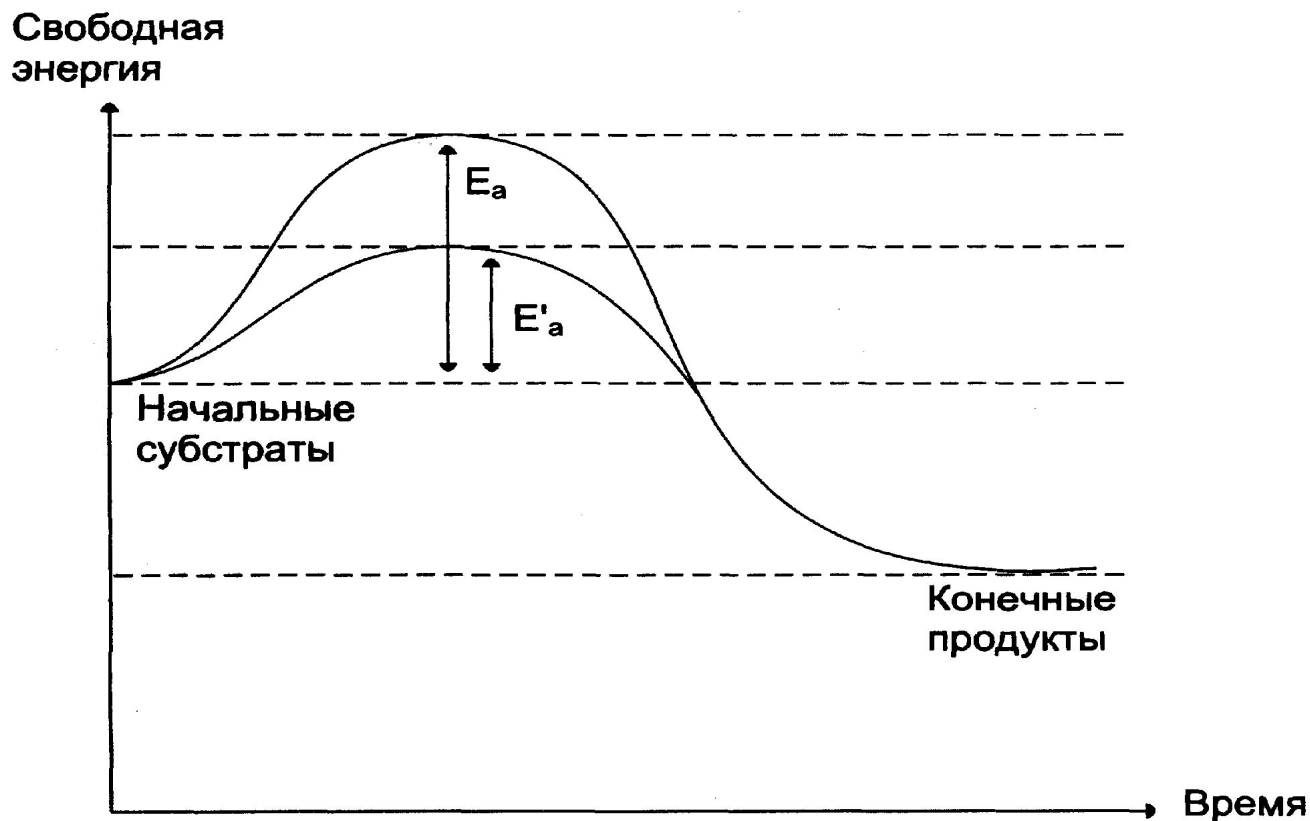
Сходство ферментов с небиологическими катализаторами

- ферменты катализируют энергетически возможные реакции;
- энергия химической системы остаётся постоянной;
- в ходе катализа направление реакции не изменяется;
- ферменты не расходуются в процессе реакции.

Отличия ферментов от небелковых катализаторов

- скорость ферментативных реакций выше, чем реакций, катализируемых небелковыми катализаторами;
- ферменты обладают высокой специфичностью;
- ферментативная реакция проходит в клетке, т.е. при температуре $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, постоянном атмосферном давлении и физиологическом значении pH;
- скорость ферментативной реакции может регулироваться.

Изменение свободной энергии в ходе химической реакции некатализируемой и катализируемой ферментом



E_a - энергия активации некатализируемой реакции

E'_a - энергия активации катализируемой ферментами реакции

Молекулярные механизмы ферментативного катализа

- **1. Кислотно-основной катализ**
- **2. Ковалентный катализ**

СКОРОСТЬ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ

$$V = D[S]/t = D[P]/t.$$

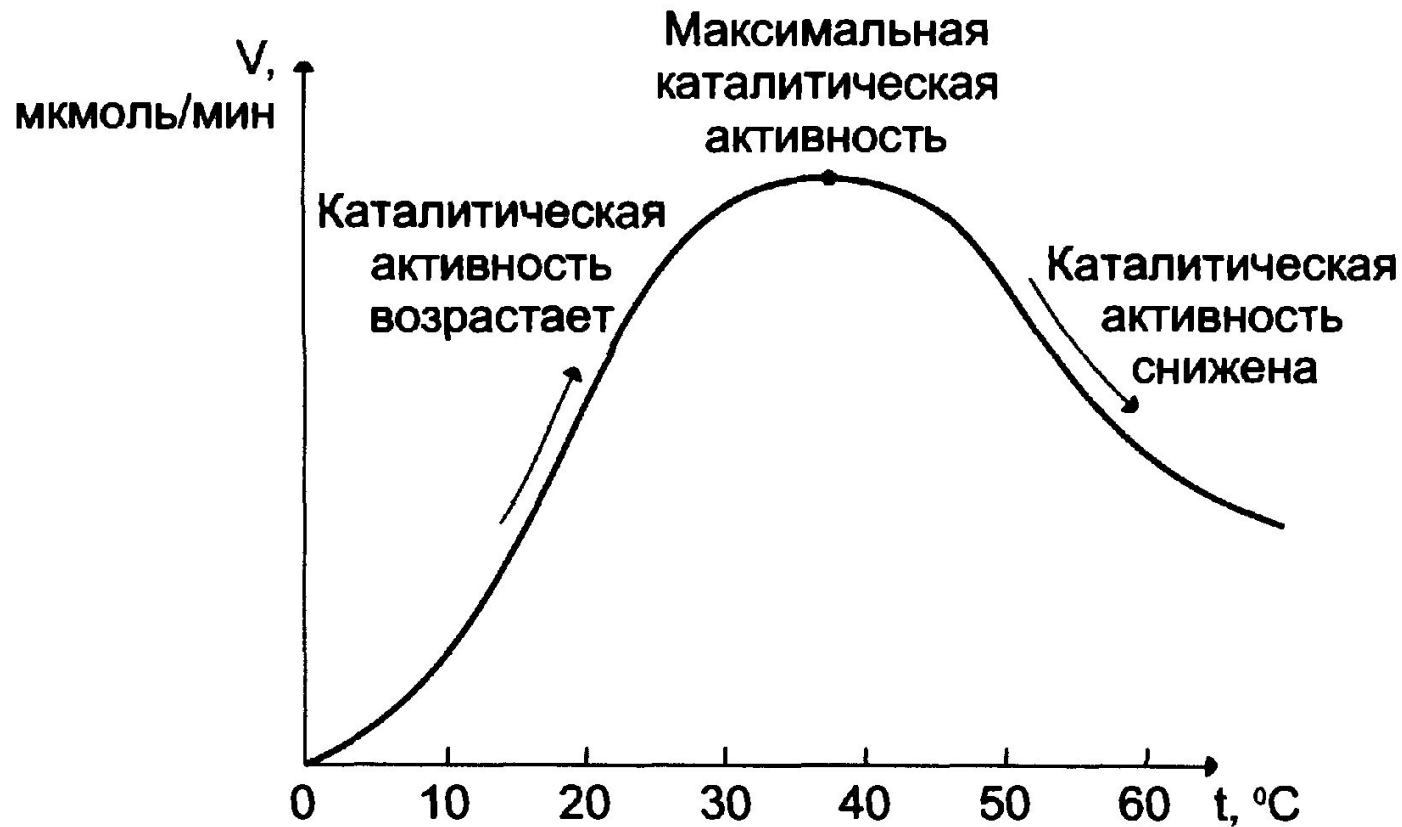
ЕДИНИЦЫ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТА

$$1 \text{ ME} = \frac{1 \text{ мкмоль превращённого субстрата}}{1 \text{ мин}}$$

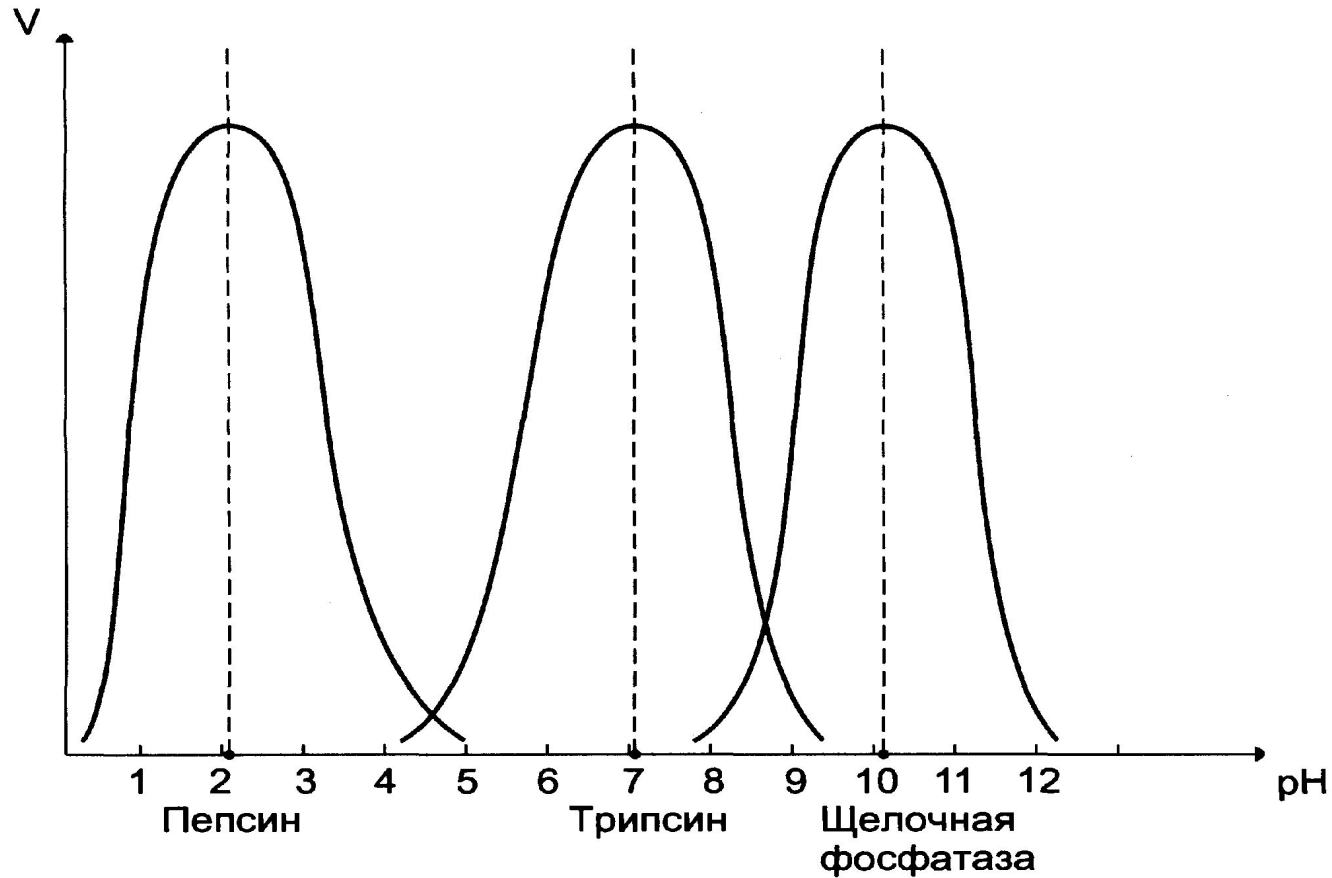
$$\text{катал} = \frac{\text{Количество превращённого субстрата (моль)}}{\text{Время (с)}}$$

$$1 \text{ ME} = 1 \text{ мкмоль/мин} = 1/60 \text{ мкмоль/с} = 1/60 \text{ мккат} = 16,67 \text{ нкат.}$$

ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ



ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ ОТ pH СРЕДЫ



ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ ОТ КОЛИЧЕСТВА СУБСТРАТА



где k_1 — константа скорости образования фермент-субстратного комплекса; k_{-1} — константа скорости обратной реакции, распада фермент-субстратного комплекса; k_2 — константа скорости образования продукта реакции.

Следующее соотношение констант скоростей $(k_{-1} + k_2)/k_1$ называют константой Михаэлиса и обозначают K_m .

Наибольшая скорость реакции наблюдается в том случае, когда все молекулы фермента находятся в комплексе с субстратом, т.е. в фермент-субстратном комплексе ES, т.е. $[E] = [ES]$.

Уравнение Михаэлиса–Ментен — основное уравнение ферментативной кинетики, описывающее зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата.

Уравнение Михаэлиса – Ментен

$$V = \frac{V_{\max}[S]}{K_m + [S]}$$

Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата

