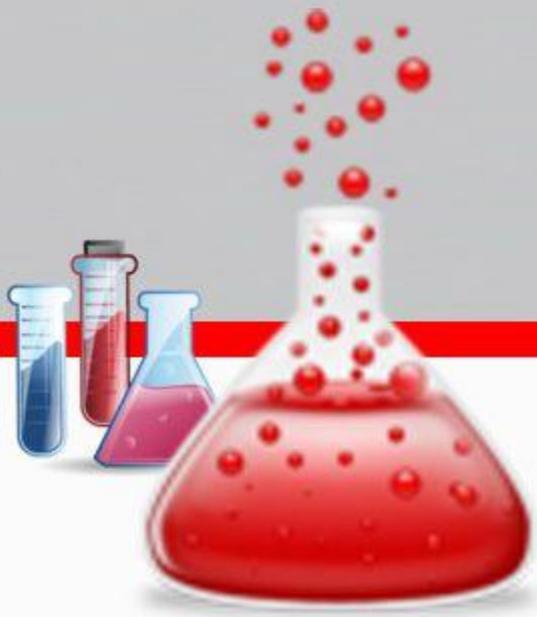


**Тайны химических превращений
или
химическая кинетика
в исследовательских работах
школьников**

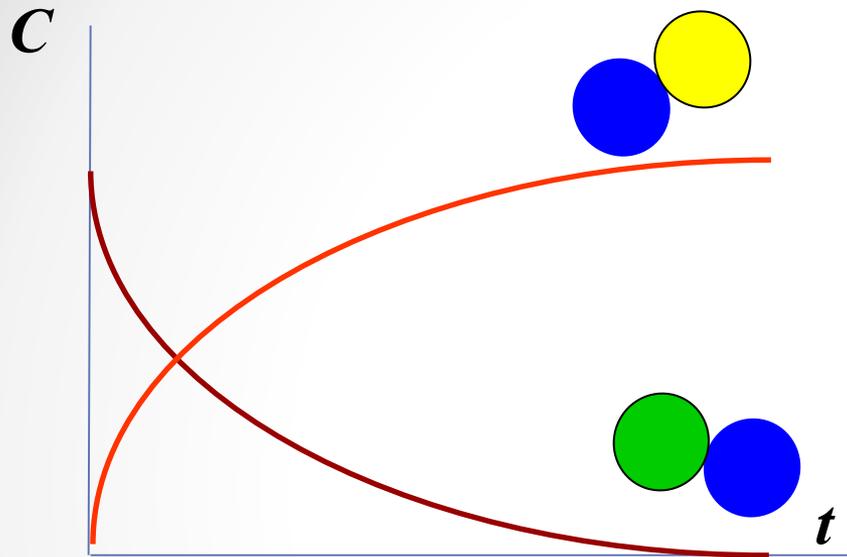
**Кандидат химических наук, старший научный сотрудник кафедры коллоидной химии
Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова**

Богданова Юлия Геннадиевна

yulibogd@yandex.ru



Химическая кинетика – учение о химическом процессе, его механизме и закономерностях развития во времени.



$$\omega = \pm \Delta C / \Delta t$$

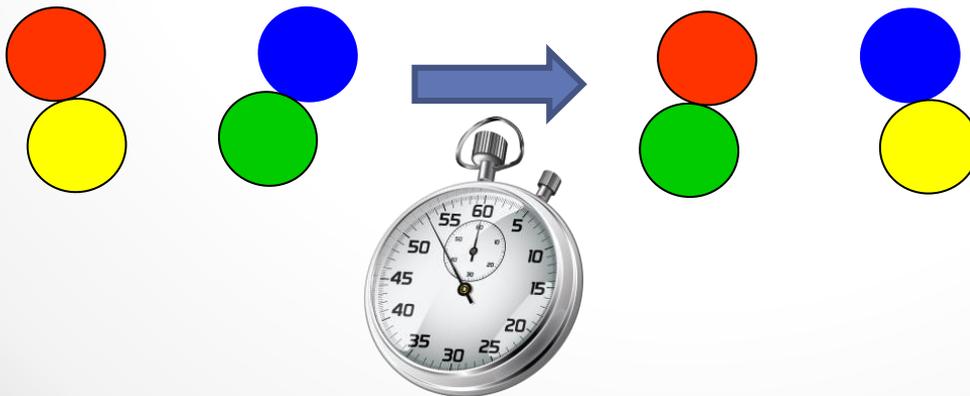


$$\text{моль}/(\text{л} \cdot \text{с})$$

$$\omega = \pm \Delta n / (S \cdot \Delta t)$$



$$\text{моль}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$$



Факторы, влияющие на скорость химической реакции



Факторы, влияющие на скорость химической реакции

Природа реагентов

Температура

Степень измельчения твердого реагента

Катализатор

Концентрация реагентов

$$v = k c_A^a \cdot c_B^b$$

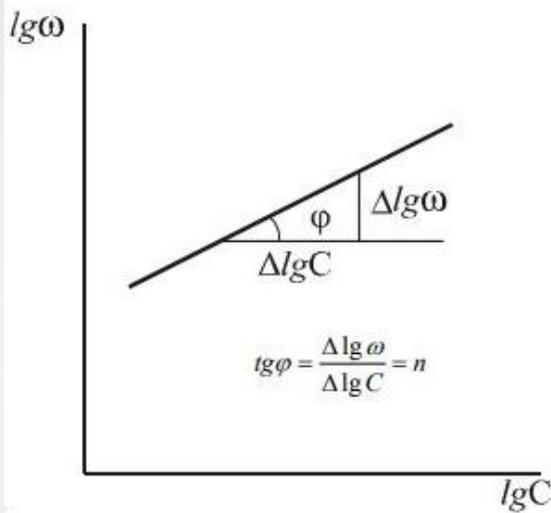
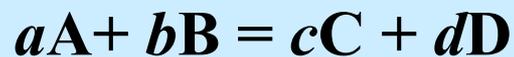
Основное кинетическое уравнение,
закон действия масс,
закон К.М. Гульдберга и П. Вааге (1864г).

$a + b = n$ - **порядок реакции**



Карл Максимилиан Гульдберг
и Петер Вааге

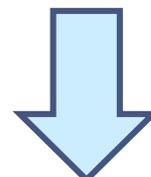
Порядок и молекулярность реакции



$$a + b = n \quad - \text{порядок реакции}$$

может быть предсказан из уравнения

может быть определен экспериментально



Мономолекулярные реакции

- Элементарные реакции, в которых участвует только одна молекула реагента
- Реакции разложения
- Реакции изомеризации

Бимолекулярные реакции

- Элементарные реакции, в которых участвуют две частицы реагентов
- Наиболее распространены
- Реакции соединения
- Реакции обмена

Тримолекулярные реакции

- Элементарные реакции, в которых одновременно участвуют три частицы реагента
- Встречаются редко

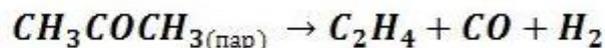
**Сложный механизм реакции:
скорость определяется
лимитирующей стадией.**

Примеры реакций первого порядка

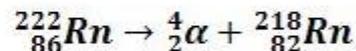
- ▶ Разложение оксида азота (V) в газовой фазе



- ▶ Разложение ацетона

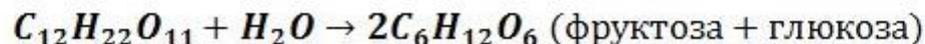


- ▶ Радиоактивный распад

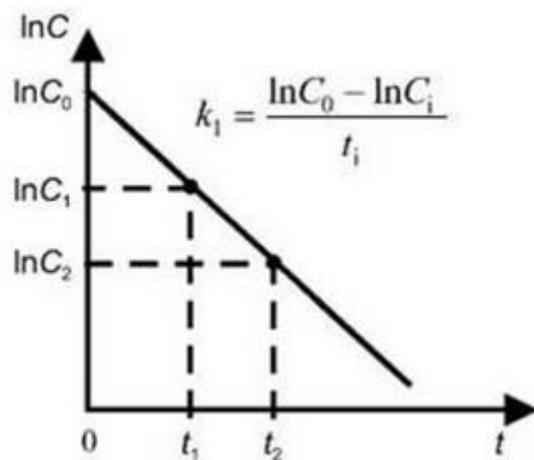


- ▶ Гидролиз в растворе

- ▶ Инверсия тростникового сахара в кислотной среде



- ▶ Реакции изомеризации



$$\omega = kC$$

$$\left[\frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л} \cdot \text{сек}} \right] = k \cdot \left[\frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}} \right]$$

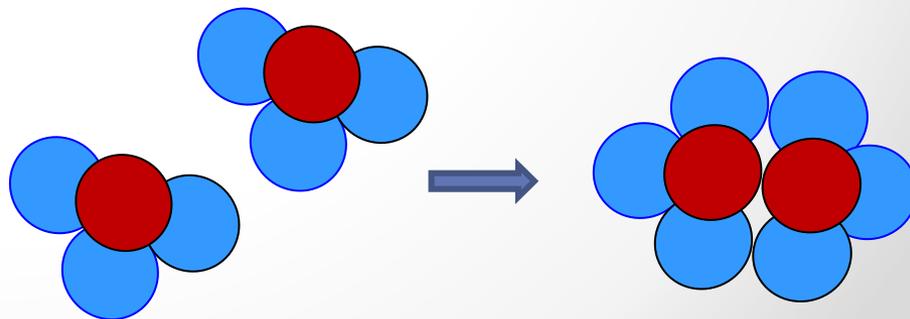
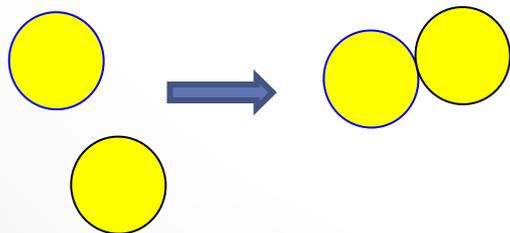
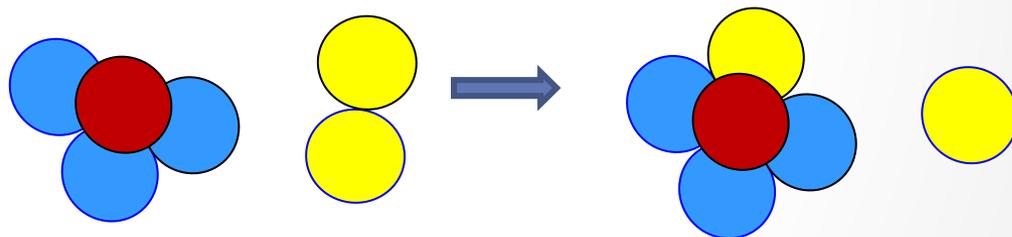
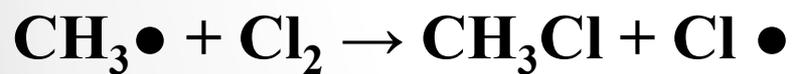
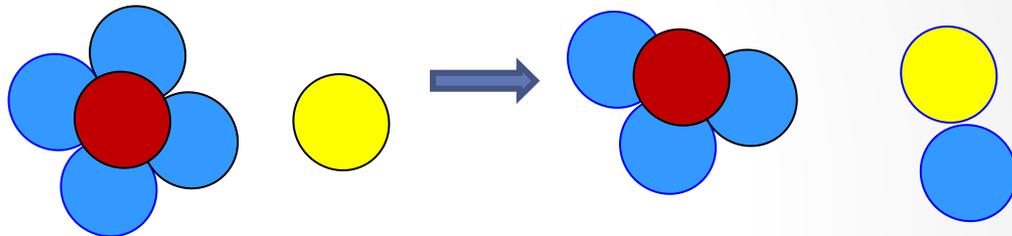
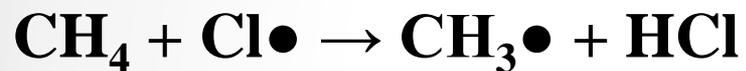
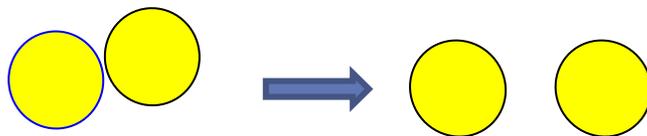
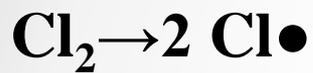
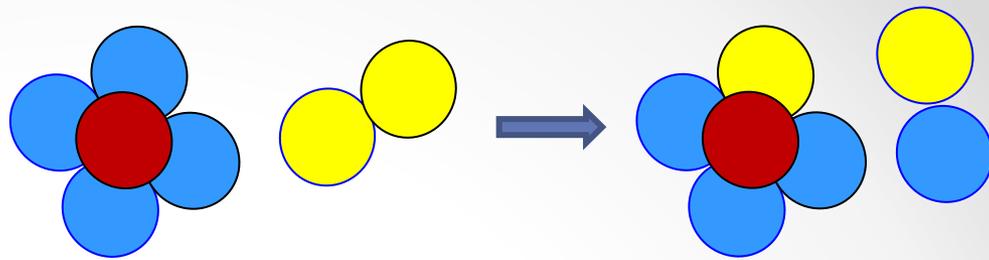
1/сек

Реакция второго порядка

$$\omega = kCaCв$$

$$\left[\frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л} \cdot \text{сек}} \right] = k \cdot \left[\frac{\text{МОЛЬ}^2}{\text{Л}^2} \right]$$

л/(моль·сек)



Сложные реакции

$2\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{N}_2\text{O}_4$ – сложная реакция;
протекает по нескольким элементарным стадиям:

1 ст. $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{O}_2 + \text{N}_2\text{O}_3$ – быстро

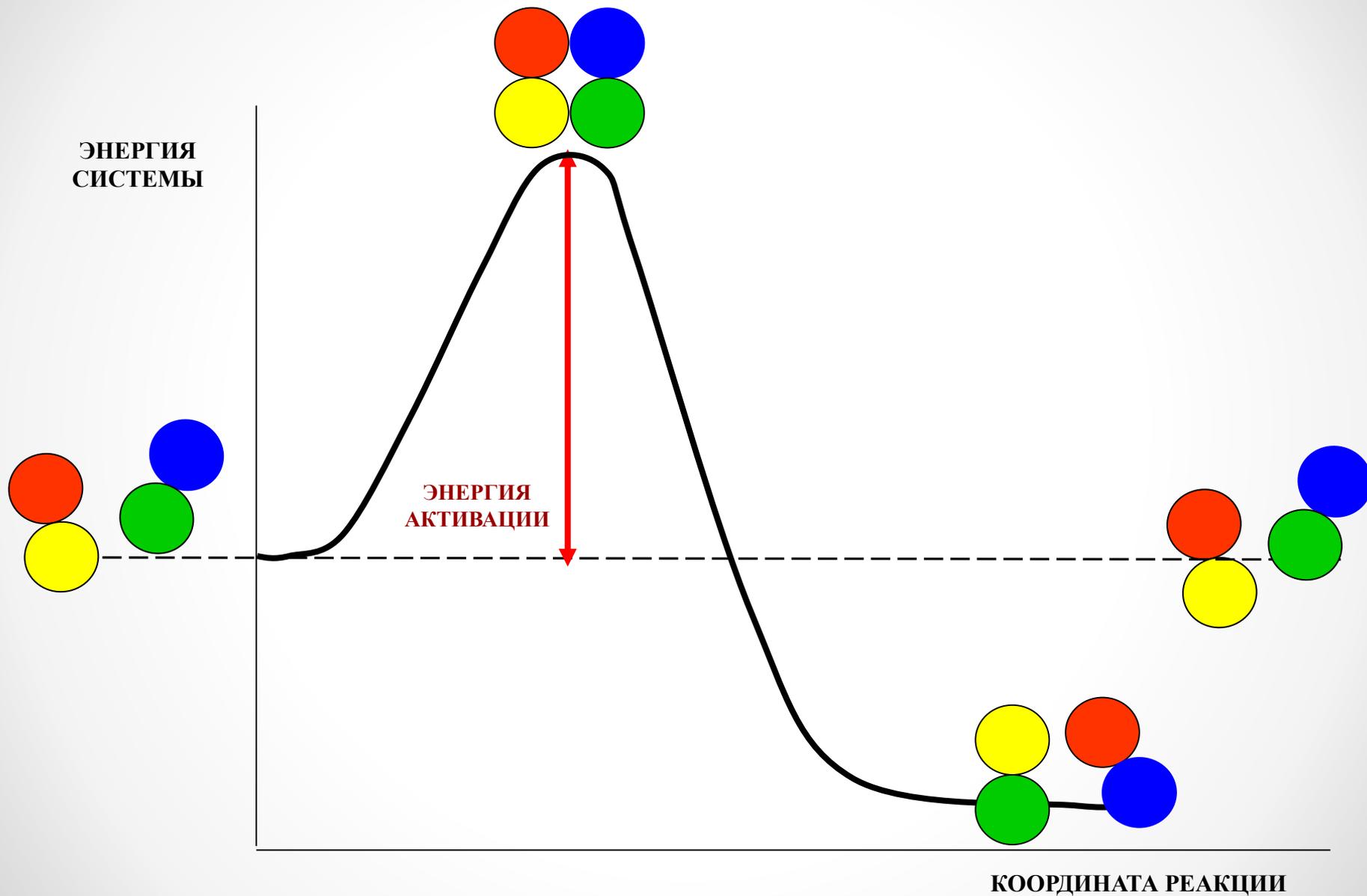
2 ст. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{NO}_2$ – медленно

3 ст. $2\text{NO}_2 \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_4$ – быстро

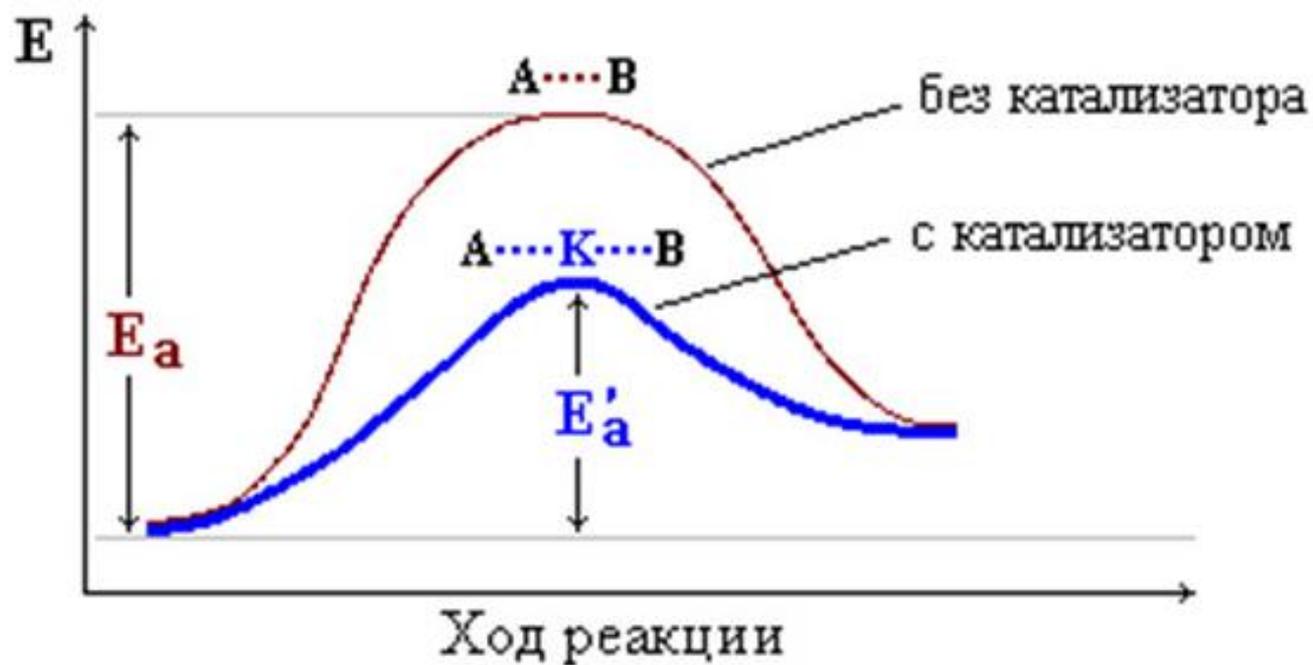
медленная стадия (2) \Rightarrow определяет общий порядок
кинетического уравнения $\Rightarrow n = 1$:

$$g = -\frac{dC_{\text{N}_2\text{O}_5}}{d\tau} = kC_{\text{N}_2\text{O}_5}$$

Энергетический профиль реакции



Влияние катализатора (К) на энергию активации (E_a) реакции $A+B \xrightarrow{K} AB$



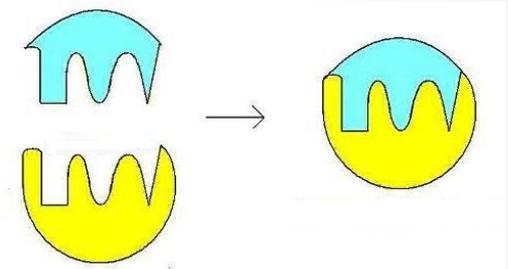
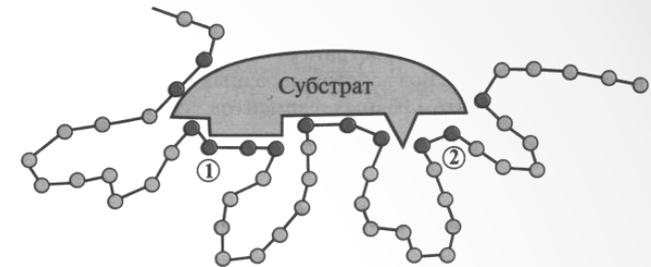
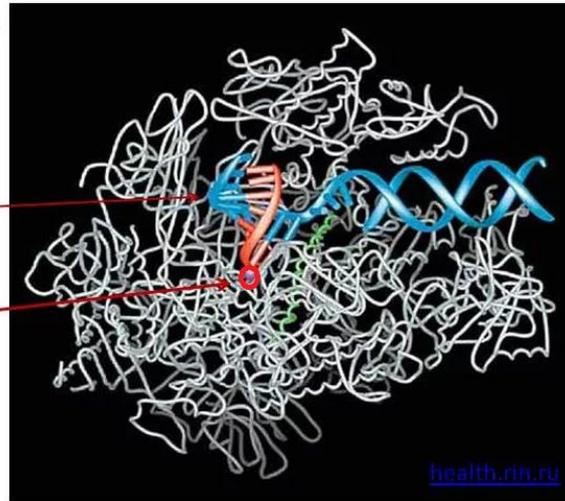
Ферменты – катализаторы белковой природы

Ферменты

Ферменты – биологические катализаторы, крупные белковые молекулы с так называемым активным центром.

Активные центры:

- молекула небелковой природы
- ион металла



Ферменты специфичны к субстратам и условиям реакции

Оксиредуктазы – перенос электрона или атома Н

Трансферазы – перенос функциональных групп

Гидролазы – гидролитическое расщепление молекулы

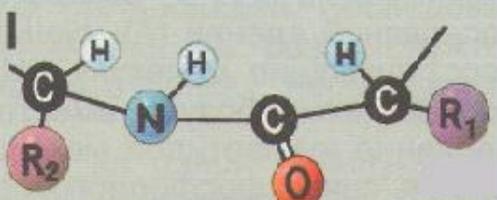
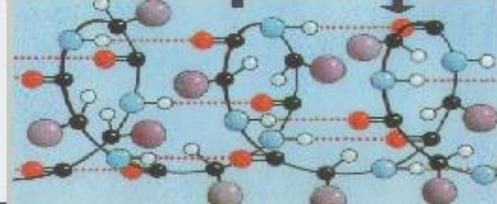
Изомеразы – изменение порядка соединения атомов в молекуле

Лиазы – отщепление функциональных групп

- **Лигазы** – соединение молекул

10¹²

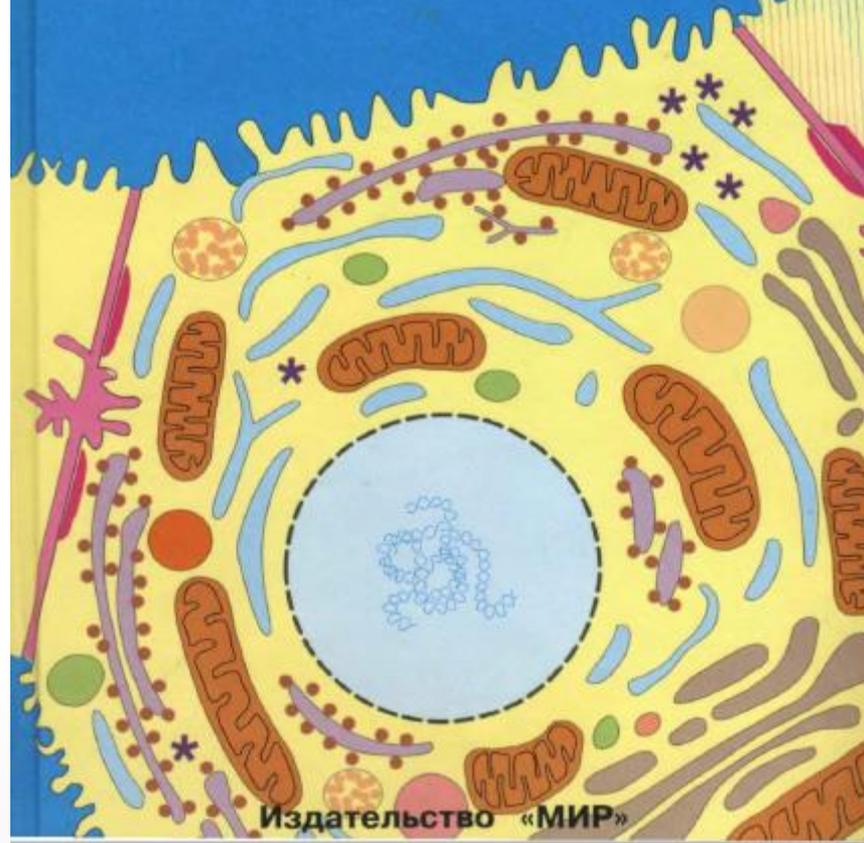
Ферменты – катализаторы белковой природы

Структура белковой молекулы	Характеристика структуры, тип связи	Вид структуры
Первичная	Порядок чередования аминокислот в полипептидной цепи Пептидная связь	
Вторичная	Закручивание цепи в спираль (α - структура) Внутримолекулярные водородные связи	
Третичная	Упаковка вторичной структуры в пространстве (сферическая, нитевидная). Дисульфидные и ионные связи	
Четвертичная	Объединение нескольких белковых молекул. Водородные связи, электростатическое взаимодействие	

Янко Слава (Библиотека Fort/Da) || <http://yanko.lib.ru>

Кольман Я., Рём К.-Г.

Наглядная БИОХИМИЯ

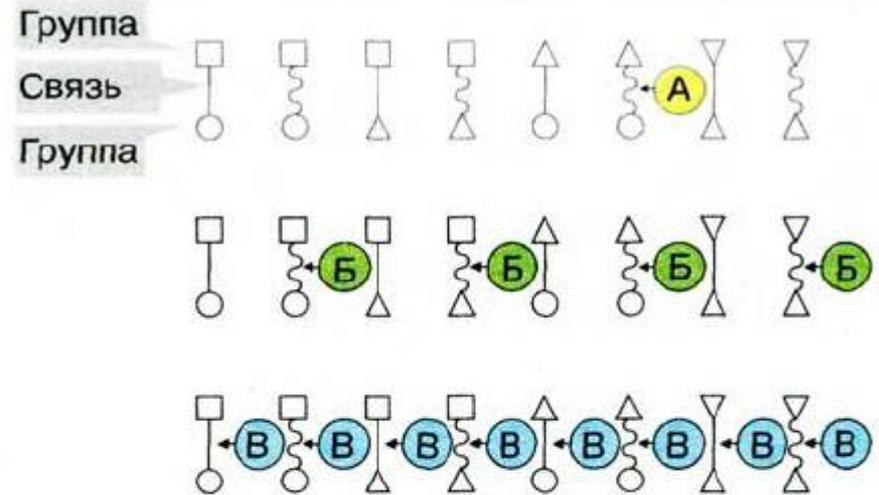


Издательство «МИР»

Ферменты – катализаторы белковой природы



А. Ферментативная активность



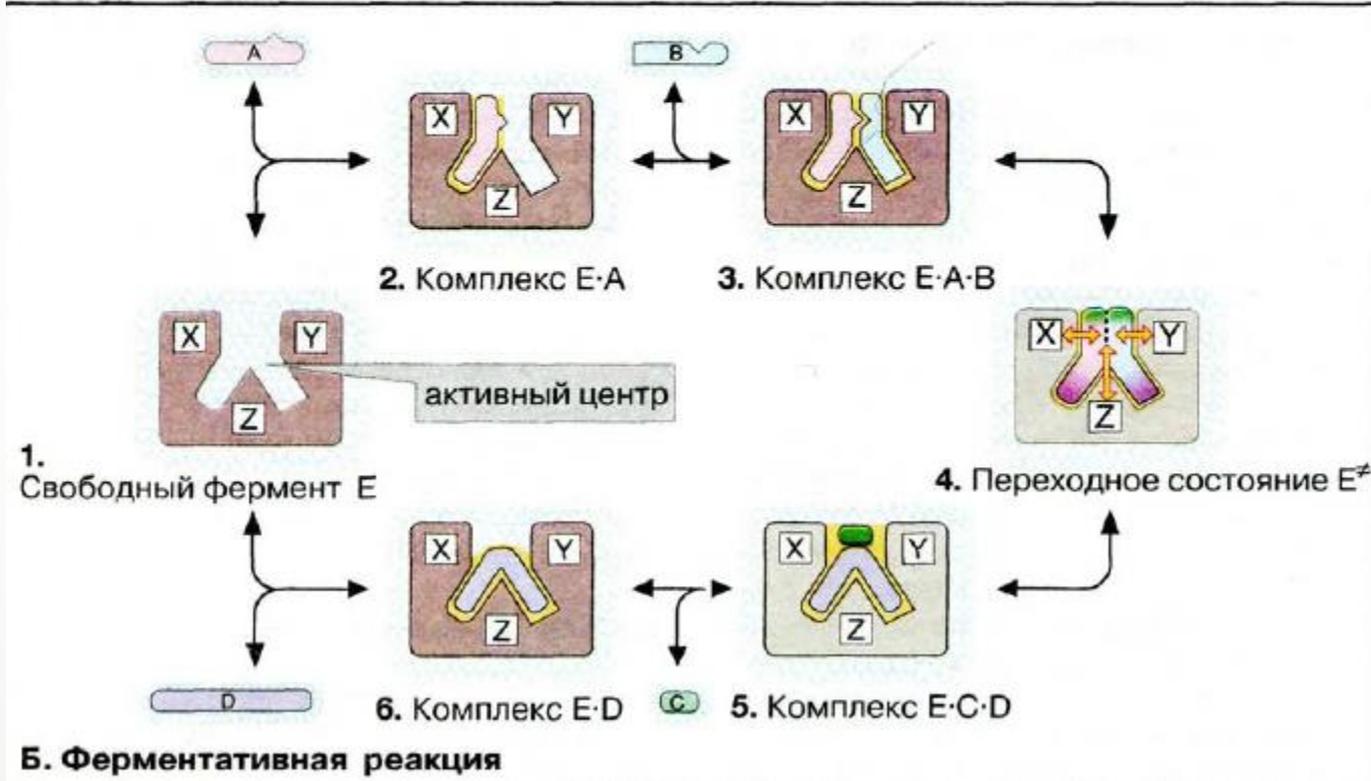
	Реакционная специфичность	Субстратная специфичность
А	Высокая	Высокая
Б	Высокая	Низкая
В	Низкая	Низкая

Б. Реакционная и субстратная специфичность

Класс	Тип реакции	Важнейшие подклассы
1 Оксидо-редуктазы	<p>○ = Восстановительный эквивалент</p> <p>$A_{red} + B_{ox} \rightleftharpoons A_{ox} + B_{red}$</p>	Дегидрогеназы Оксидазы, пероксидазы Редуктазы Моноксигеназы, диоксигеназы
2 Трансферазы	<p>$A-B + C \rightleftharpoons A + B-C$</p>	С ₁ -Трансферазы Гликозилтрансферазы Аминотрансферазы Фосфотрансферазы
3 Гидролазы	<p>$A-B + H_2O \rightleftharpoons A-H + B-OH$</p>	Эстеразы Гликозидазы Пептидазы Амидазы
4 Лиазы ("синтазы")	<p>$A + B \rightleftharpoons A-B$</p>	С-С- Лиазы С-О- Лиазы С-N- Лиазы С-S- Лиазы
5 Изомеразы	<p>$A \rightleftharpoons \text{изо-}A$</p>	Эпимеразы <i>цис-транс</i> -Изомеразы Внутримолекулярные трансферазы
6 Лигазы ("синтетазы")	<p>$A + B + XTP \rightleftharpoons A-B + XDP$ $X = A, G, U, C$</p>	С-С- Лигазы С-О- Лигазы С-N- Лигазы С-S- Лигазы

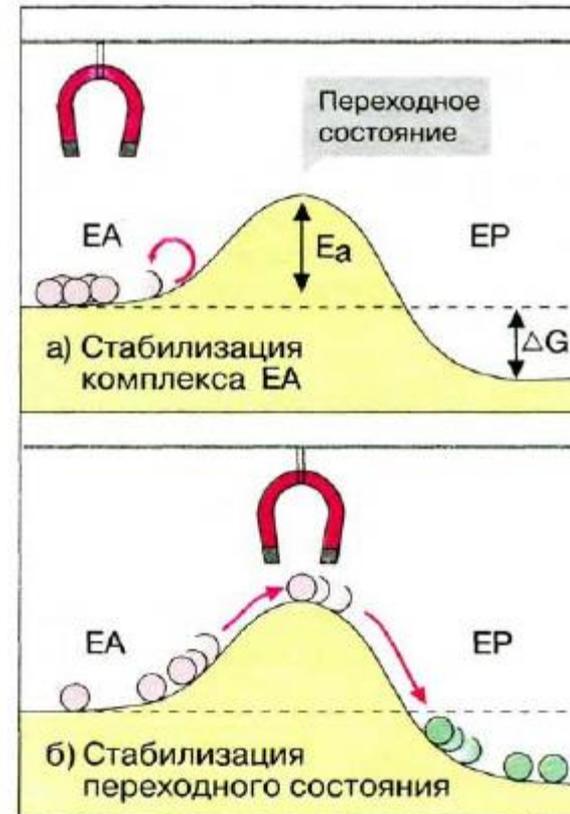
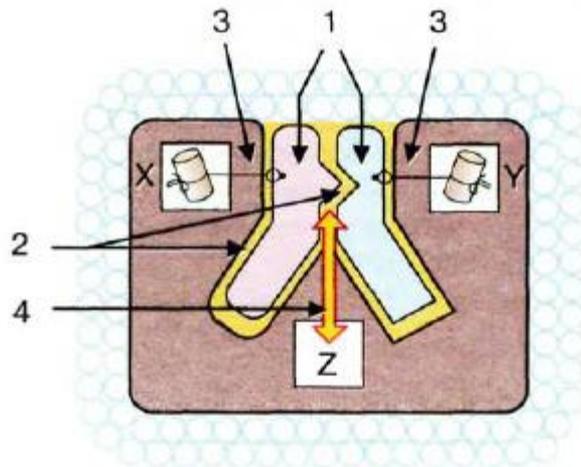
В. Классы ферментов

Ферменты – катализаторы белковой природы

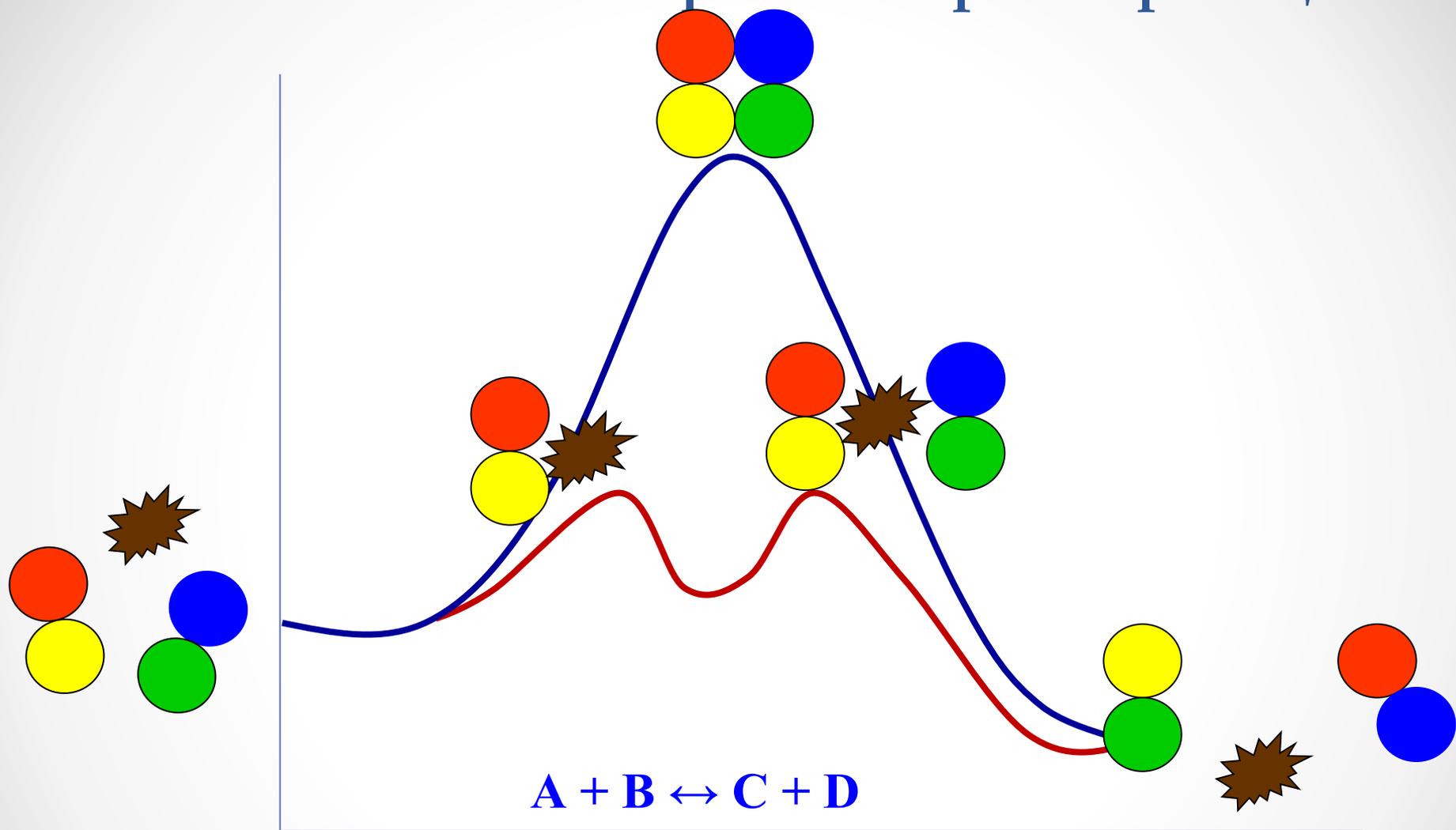


Ферменты – катализаторы белковой природы

- 1 Сближение и ориентация субстратов
- 2 Исключение воды
- 3 Стабилизация переходного состояния
- 4 Перенос группы

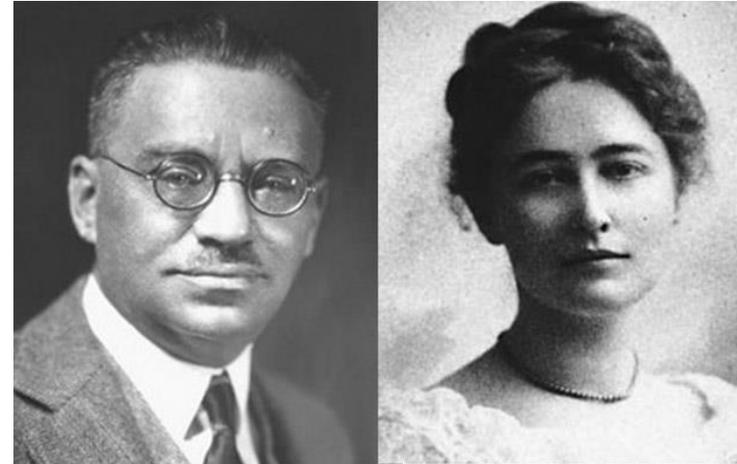


Влияние катализатора на скорость реакции

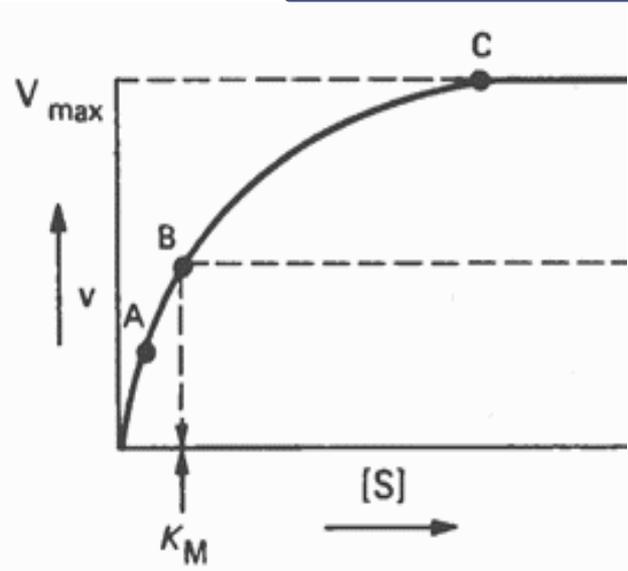


Уравнение Михаэлиса-Ментен

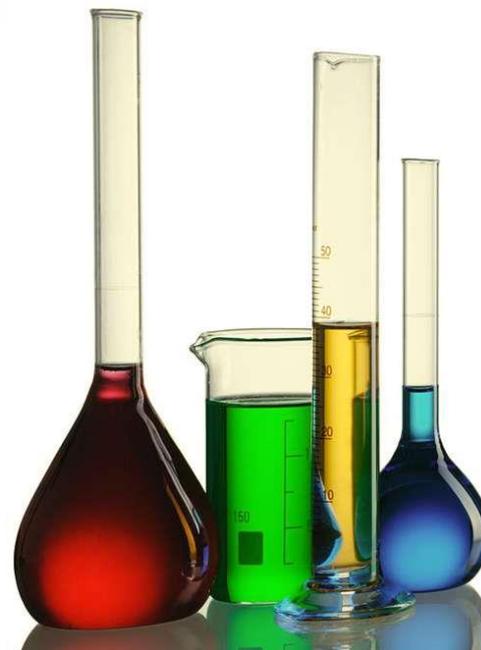
$$v = \frac{V_{\max} [S]}{K_M + [S]}$$



Леонор Михаэлис и Мод Леонора Ментен



$\square = S$ Enz



Активность оксиредуктаз в продуктах питания

исследовательская работа

Работу выполнили ученики 11А класса Гимназии 1409

Данилов Рафаэль, Щербинина Александра

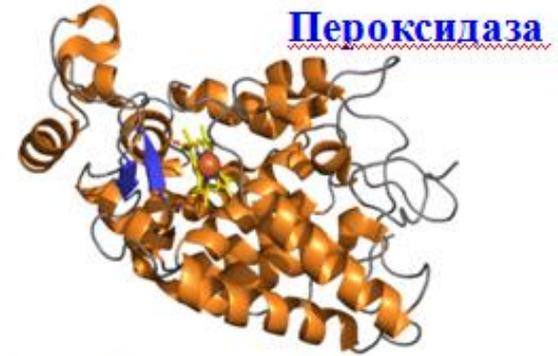
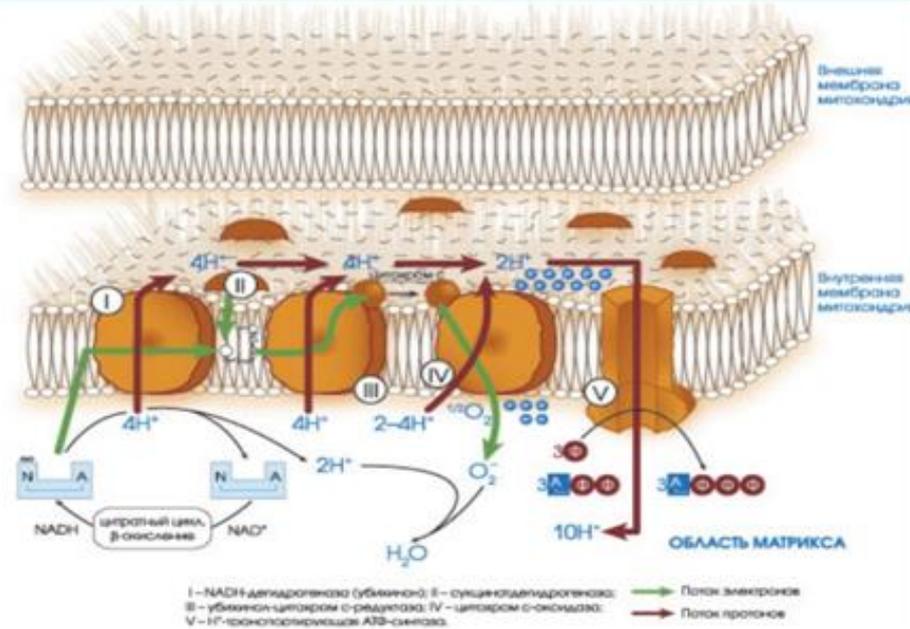
Руководители:

учитель химии Костяева Н.А.

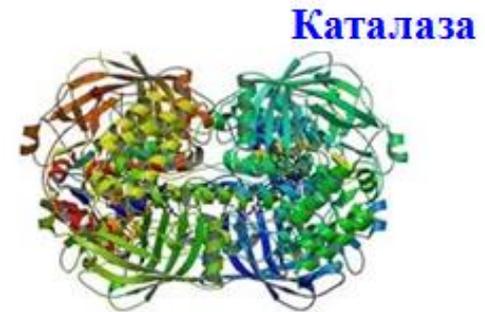
учитель химии, к.х.н., доцент Богданова Ю.Г.

Оксидазы: общие сведения

Электронно - транспортная цепь в митохондриях.



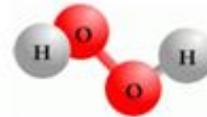
<http://www.bialexa.ru/antibody-derivatives/>



<http://sasec.in/categ/catalase-en-zyme>



- окисление –SH групп
- окисление π-связей
- образование •ОН



Постановка работы

- **Гипотеза проекта** –
предположение различной активности оксидаз в продуктах, обусловленной внешними факторами (условия хранения).
- **Актуальность работы** обеспечивается масштабностью хранения самых разнообразных продуктов питания растительного и животного происхождения. Активность ферментов может быть отражением пищевой ценности продуктов в свете содержания в них биологически активных веществ с невысокой стабильностью.
- **Цель работы** –
выявление влияние условий хранения на активность оксидаз в продуктах питания.
- **Практическая значимость** результатов работы состоит в потенциальной возможности создания на основе полученных в ней данных новой экспрессной методики контроля качества продуктов питания.

Предмет исследования данной работы –

активность оксиредуктаз, входящих в состав продуктов питания

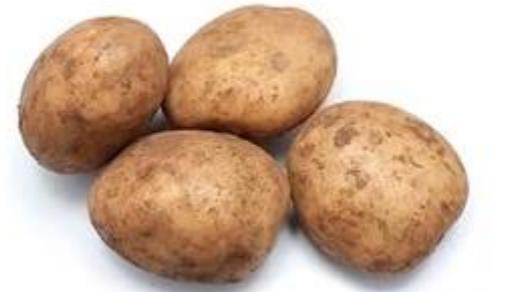
Объекты исследования

- Мясо (говядина)

- Картофель

Парное мясо

Хранение в темноте



Мясо после заморозки (2 недели)

Хранение на свету (2 недели)



ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ – активность оксиредуктаз

Методика исследования

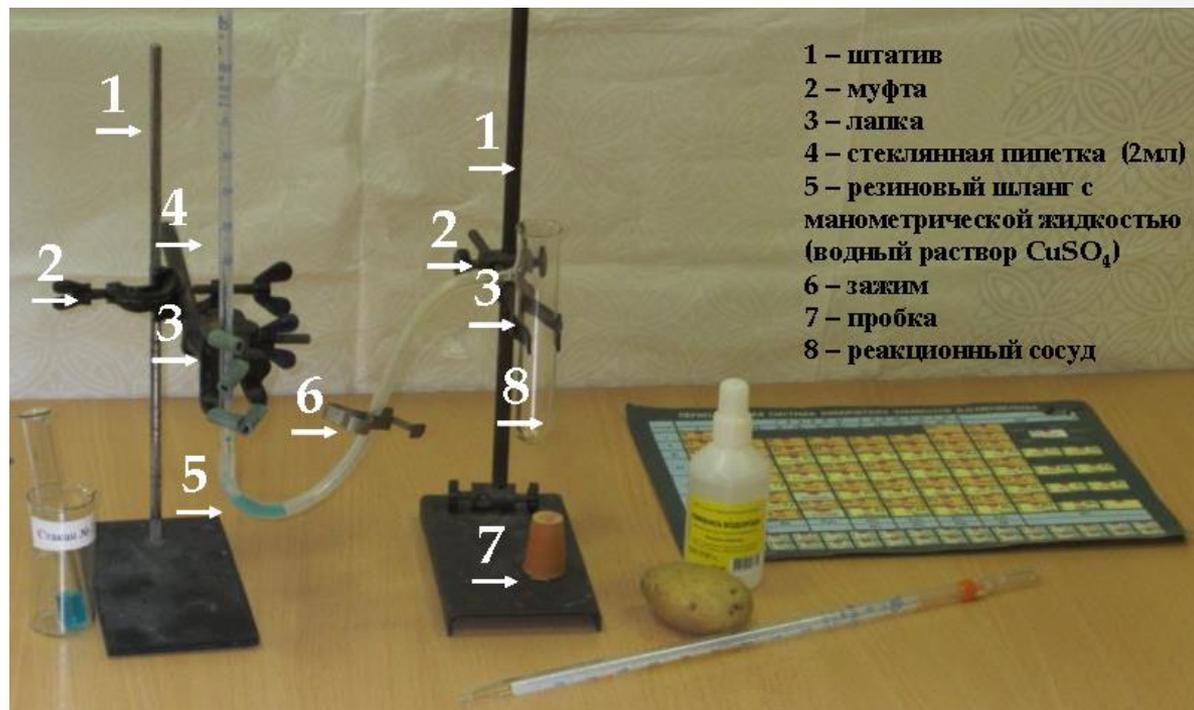
Задачи работы

*определение скорости разложения пероксида водорода ферментами, входящими в состав продуктов питания;

* на основании полученных экспериментальных данных сопоставить активность ферментов в продуктах питания, хранившихся в разных условиях.



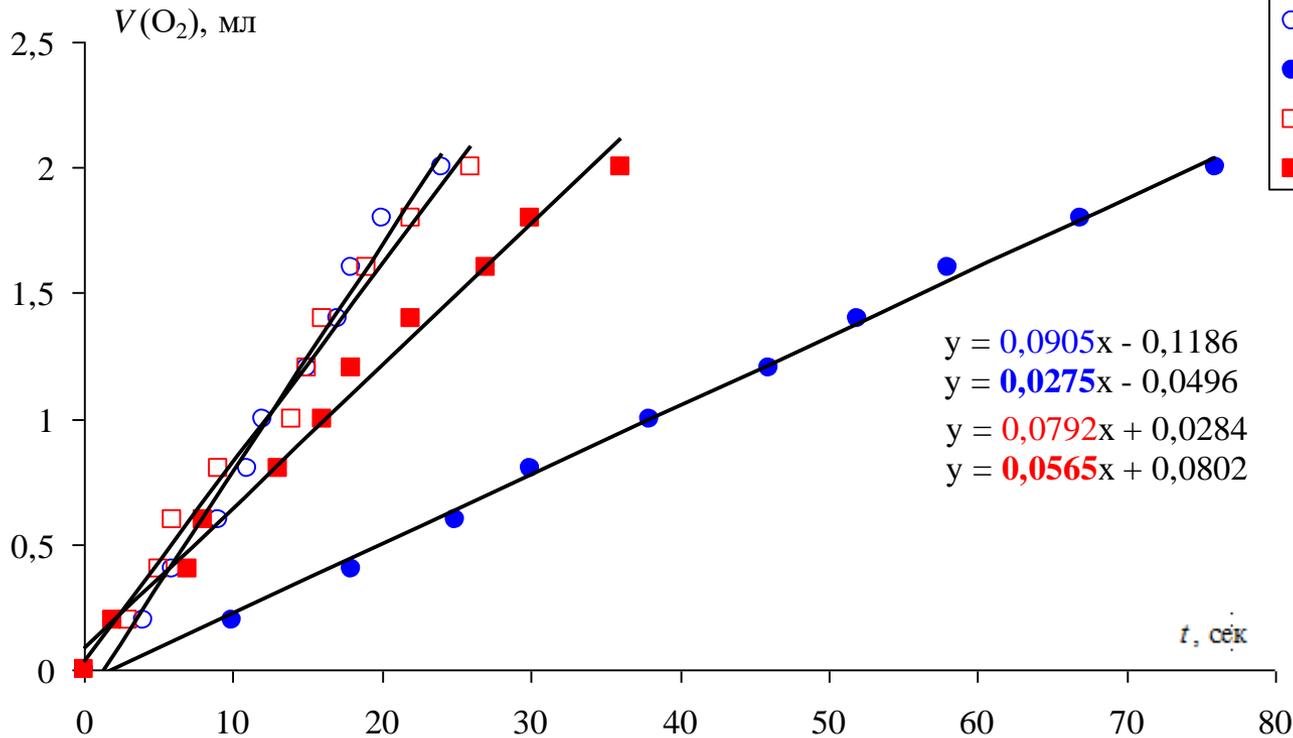
Поставленные задачи решали в соответствии со стандартными методологическими подходами химической кинетики



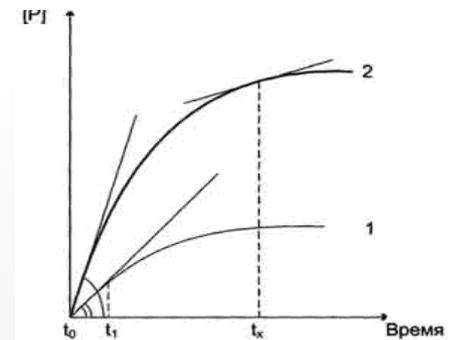
Прибор для определения объема выделяющегося кислорода

Результаты

Зависимости объема выделяющегося кислорода от времени

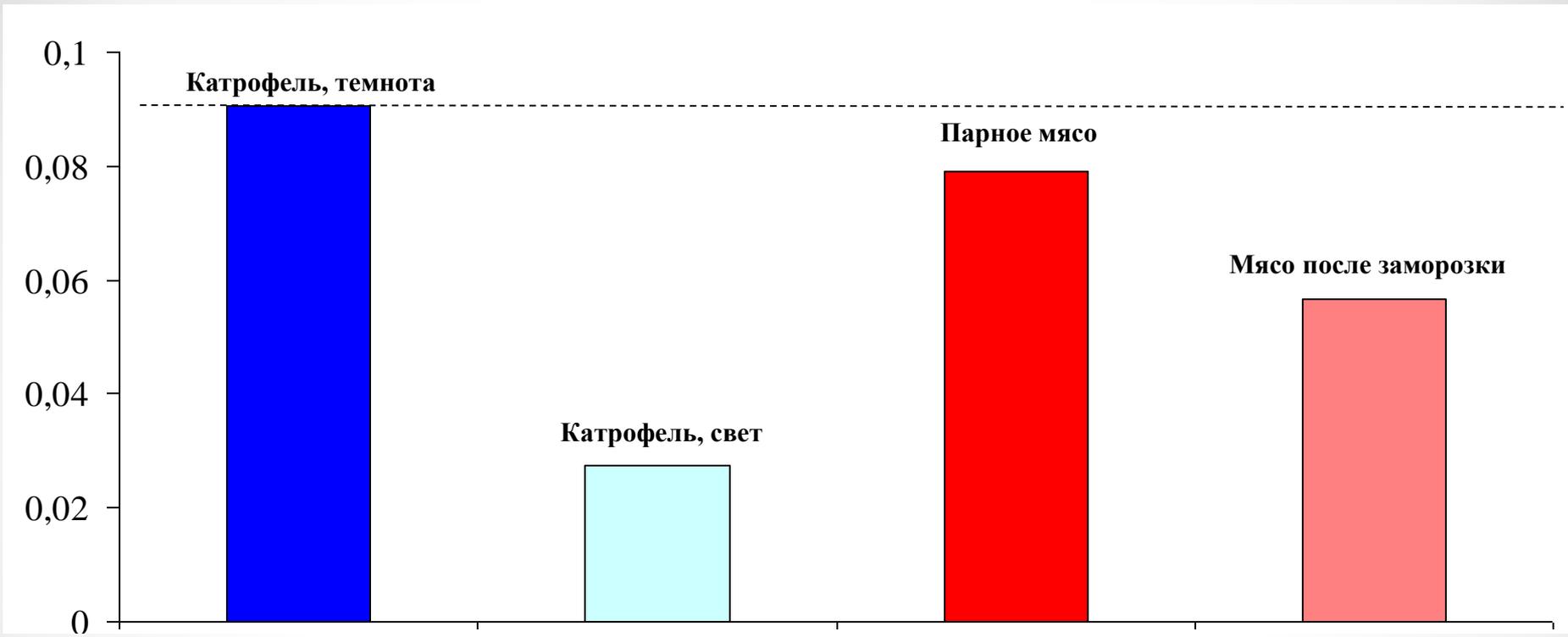


$$\omega = \Delta V / \Delta t$$



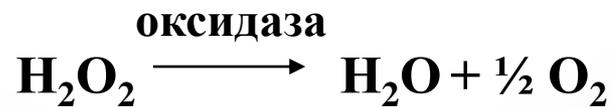
Результаты

Скорость реакции, мл/сек



Потеря активности оксидаз может быть обусловлена адсорбцией метаболитов на активных или якорных центрах ферментов.

Потеря активности оксидаз может быть обусловлена частичным изменением структуры белковой части ферментов.



Выводы

1. Экспериментально подтверждена гипотеза о различной активности оксидаз в продуктах, обусловленной условиями хранения.
2. Показано, что сопоставление активности фермента при разных условиях хранения продуктов может выступать как основа методики контроля их качества.

Рекомендуем учащимся биохимического профиля продолжить исследования в этом направлении.

Антисептика



Антисептика - система мероприятий, направленных на уничтожение микроорганизмов в ранах, органах и тканях, а также в организме больного в целом.

Механизмы действия химических антисептиков

Деструктивное (хлорамин) – денатурация белковых молекул патогена.

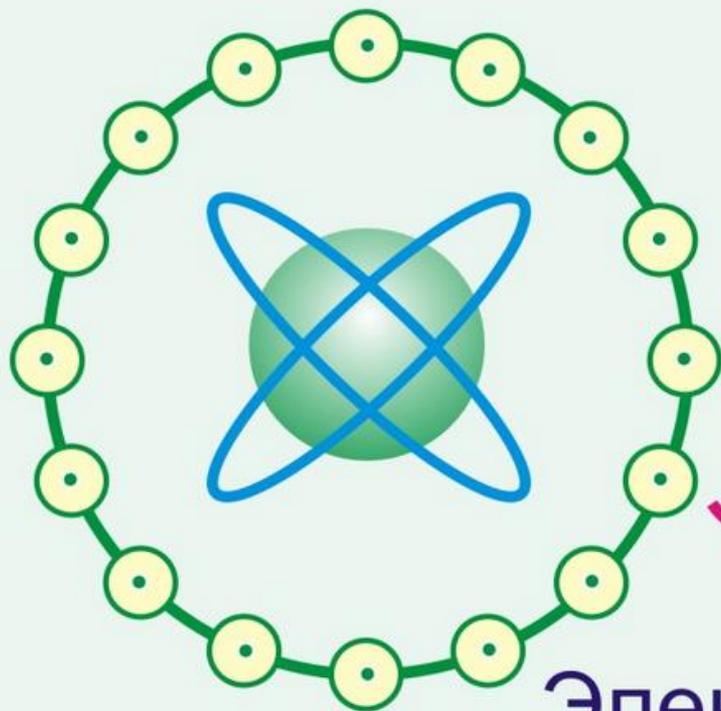
Мембраноатакующее (ПАВ, хлоргексидин) – разрушение клеточных мембран патогена.

Антиметаболическое (колларгол) – отравление ферментов.

Окислительное (пероксид водорода, перманганат калия, йод) – совокупность химических процессов, приводящих в итоге к гибели патогена.

Антиоксиданты – ингибиторы окислительных процессов, нейтрализующие свободные радикалы.

Антиоксидант



Электрон

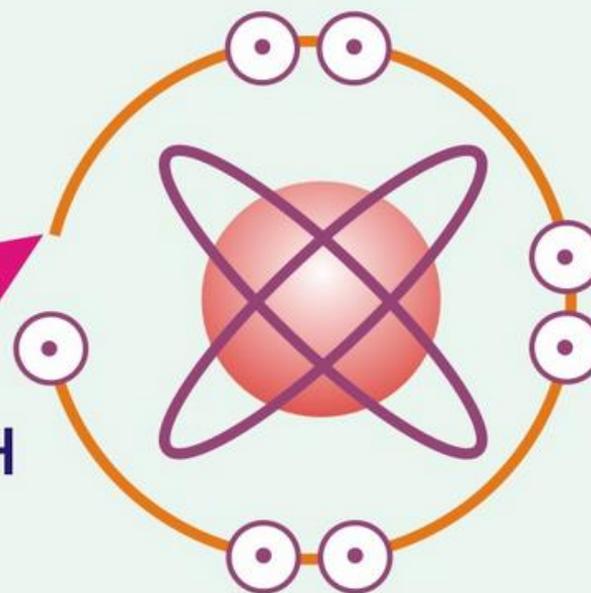
Лучевая болезнь

Нейродегенеративные заболевания

Старение-стресс

Регенерация тканей

Сопротивляемость болезням



Свободный радикал



Антиоксиданты в рисе

Авторы:

Морозова Ирина, Шиянова Влада, Синичкина Виолетта,
Пастухова София, 10 «Б» класс ГБОУ №1297 ЦАО г. Москвы

Руководители:

Шабалин В.Г., к.х.н., учитель химии ГБОУ №1297

Богданова Ю.Г., к.х.н., доцент, с.н.с.

Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Холоднова О.Е., учитель биологии ГБОУ №1297

Виды риса различающиеся по степени обработки



Виды риса различающиеся по цвету



Задача работы – выявить различия антиоксидантной активности риса различных сортов и разного способа обработки.

Объекты исследования

- Два вида риса, отличающиеся обработкой (сухой, вареный, рисовый отвар):

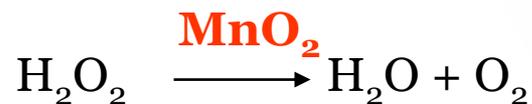
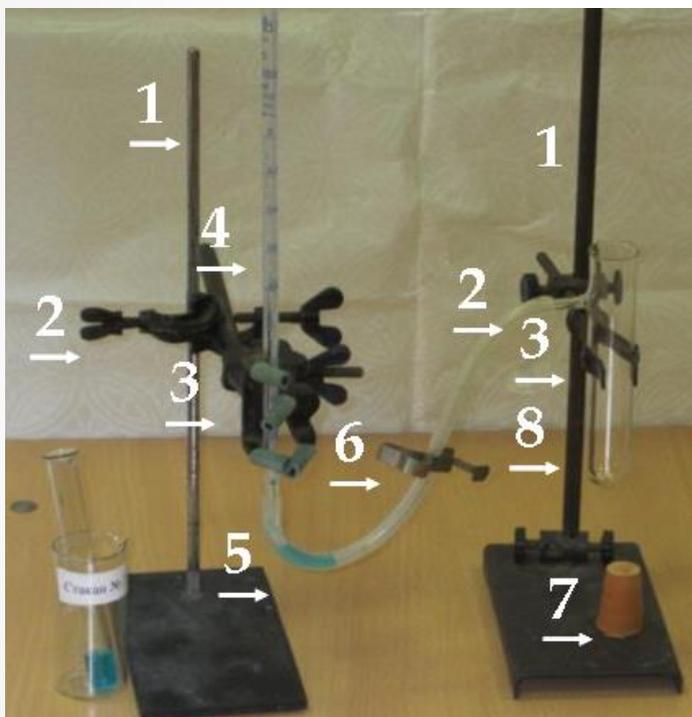


Дикий



Белый

Методики исследования



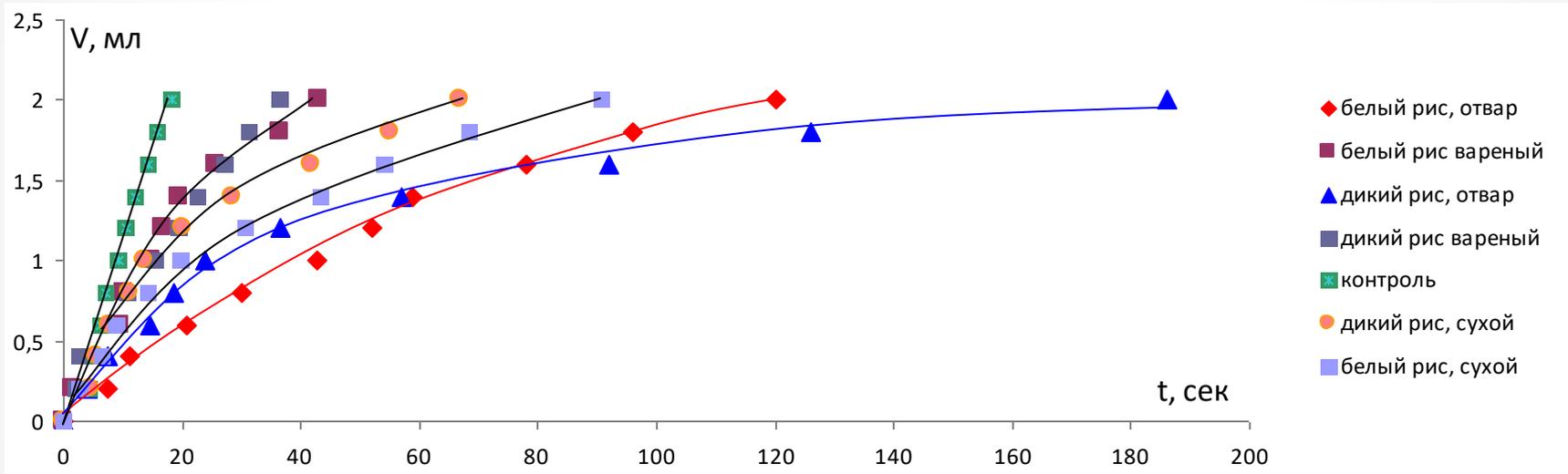
Экспериментальная установка для определения объема кислорода, выделяющегося в результате разложения пероксида водорода:

1 – штатив; 2 – муфта; 3 – лапка; 4 – стеклянная пипетка (2мл); 5 – резиновый шланг с манометрической жидкостью (водный раствор CuSO_4); 6 – зажим; 7 – пробка; 8 – реакционный сосуд.

5мл 3% H_2O_2 + 0.1 г MnO_2 + рис (5г или 5 мл отвара)

MnO_2 – катализатор, компоненты риса – ингибиторы реакции.

Результаты



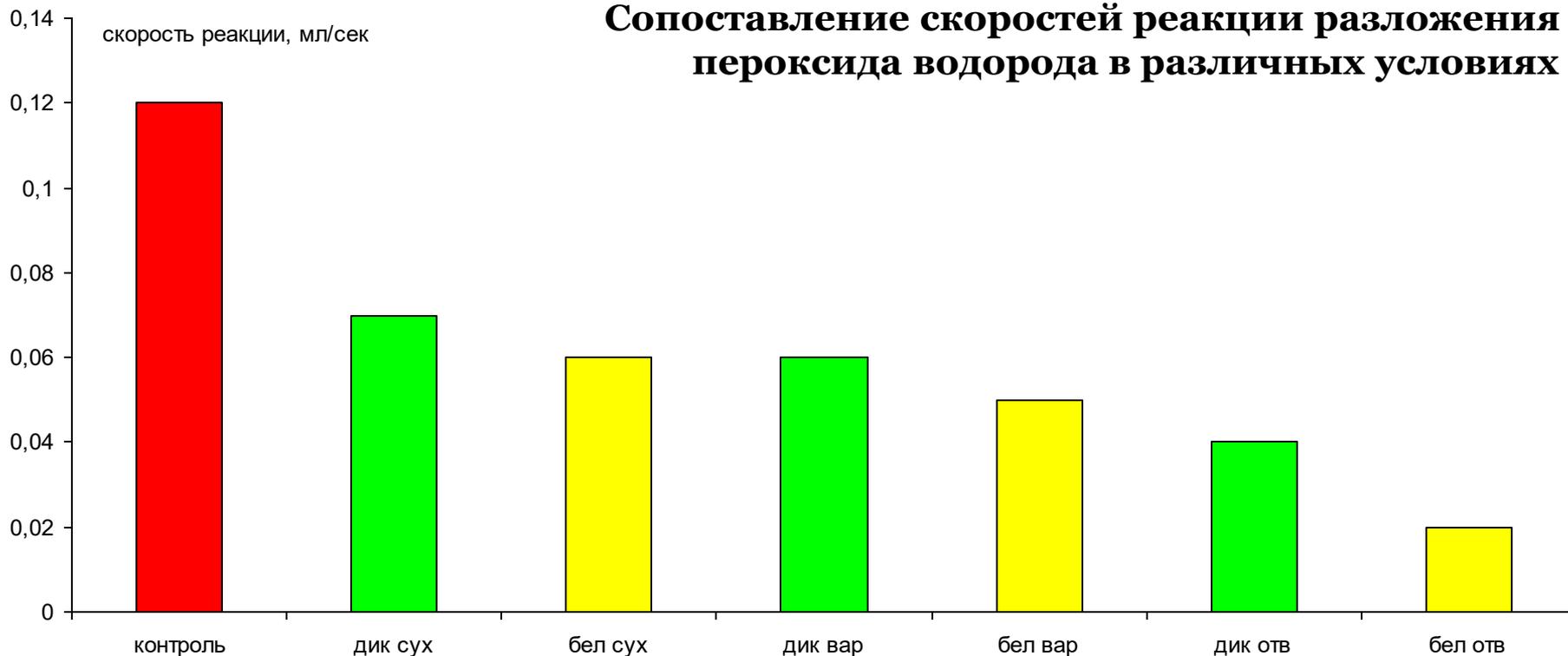
Зависимости объема кислорода от времени в различных системах

Контроль: 5мл 3% H_2O_2 + 0.1 г MnO_2 + 5 мл воды

$$\omega = \Delta V / \Delta t$$

Результаты

Сопоставление скоростей реакции разложения пероксида водорода в различных условиях



Белый рис обладает более сильной антиоксидантной активностью, чем дикий
Антиоксидантная активность усиливается в ряду
сухой рис < отварной рис < рисовый отвар

Выводы

- Установлена антиоксидантная активность компонентов риса.
- Выявлены различия антиоксидантной активности для риса различных сортов. Показано, что по сравнению с диким рисом белый рис проявляет более сильные антиоксидантные свойства.
- Обнаружены различия в антиоксидантной активности риса в зависимости от способа его обработки. Более активным антиоксидантным действием обладает рисовый отвар.

Мёд здоровье
бережет

Постановка цели и формулировка задач работы

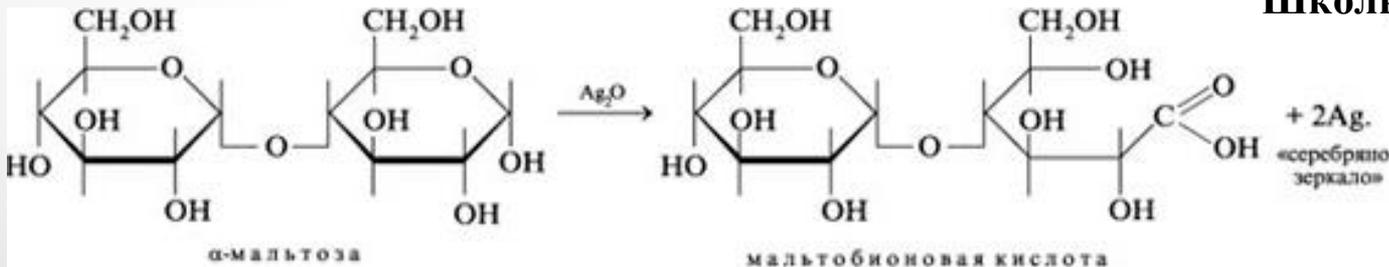
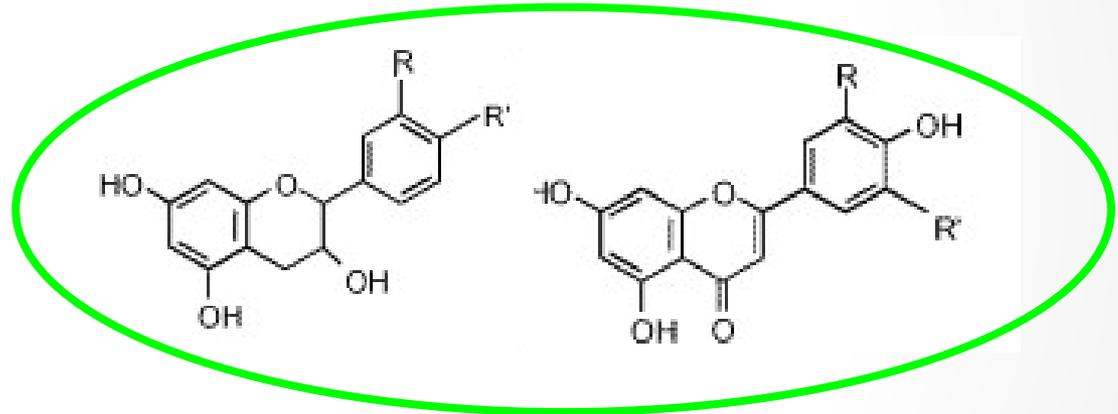
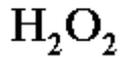


Мед – уникальный продукт природного происхождения, имеющий сложный состав.

Основные компоненты меда:

сахара, белки, органические кислоты, ферменты, микроэлементы, антиоксиданты.

Целебные свойства меда:
антисептик, антиоксидант.



Школьные проекты



В центре нашего внимания - антисептическое действие меда.

Методическая часть

Объект исследования - мед различных сортов.

Покупной



Кавказский



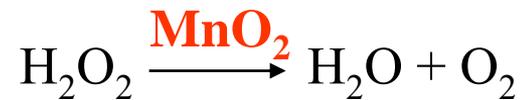
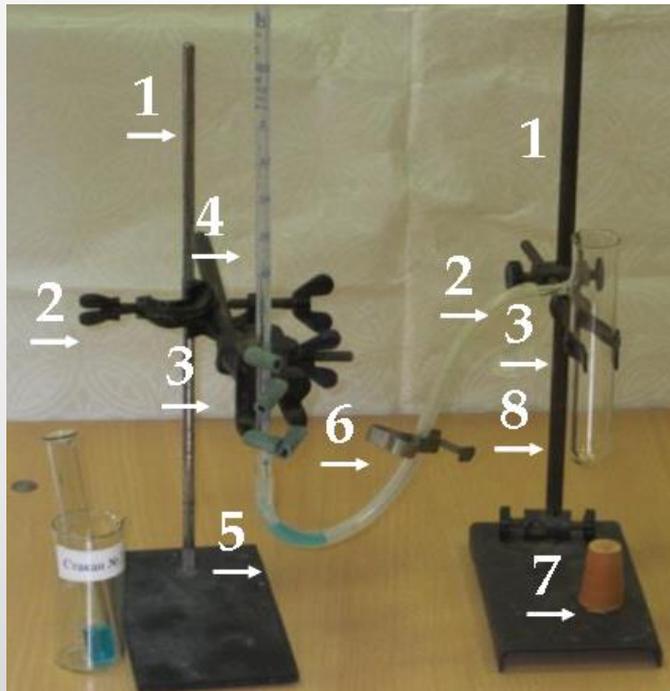
Кандык



Подсолнух



Разнотравье



Экспериментальная установка для определения объема кислорода, выделяющегося в результате разложения пероксида водорода:

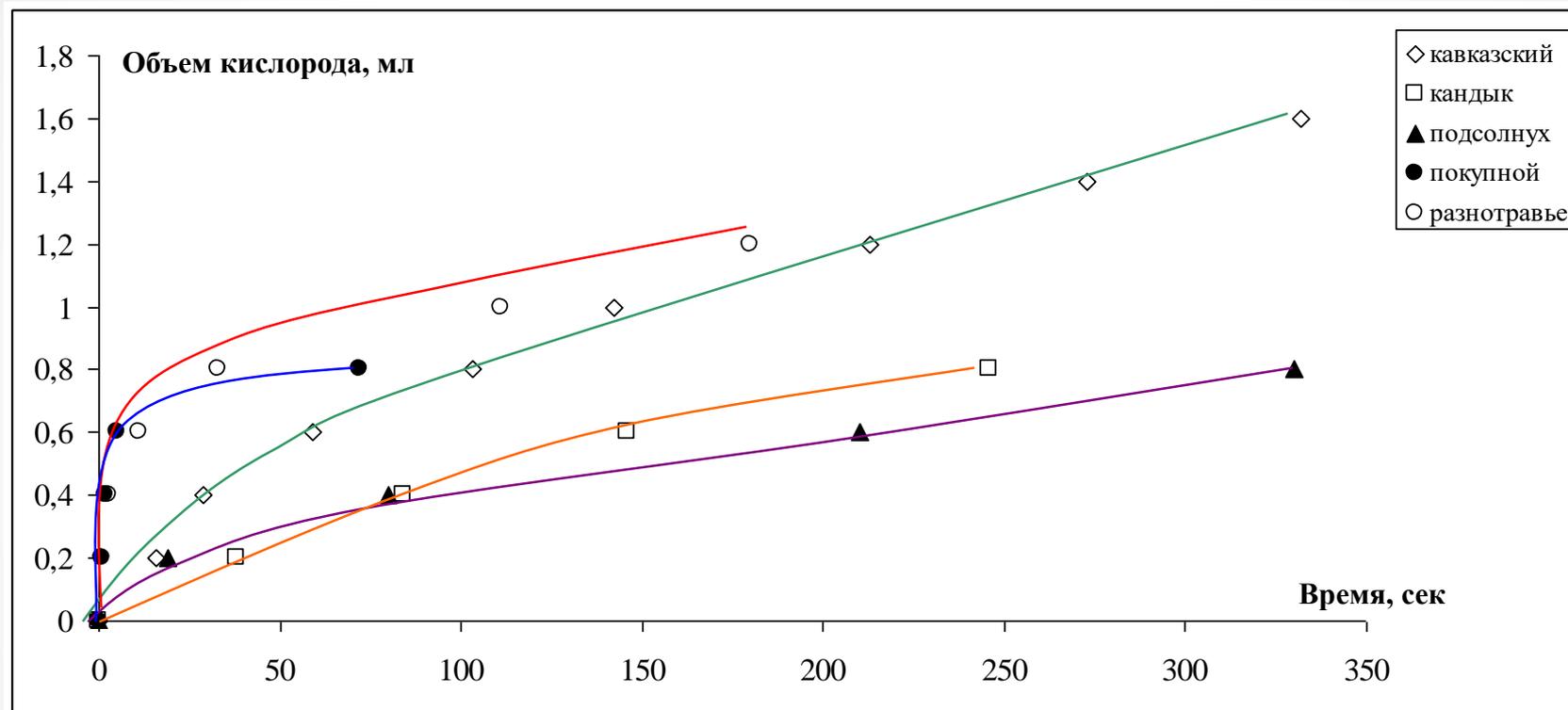
1 – штатив; 2 – муфта; 3 – лапка; 4 – стеклянная пипетка (2мл); 5 – резиновый шланг с манометрической жидкостью (водный раствор CuSO_4); 6 – зажим; 7 – пробка; 8 – реакционный сосуд.



± 0,1
20°C

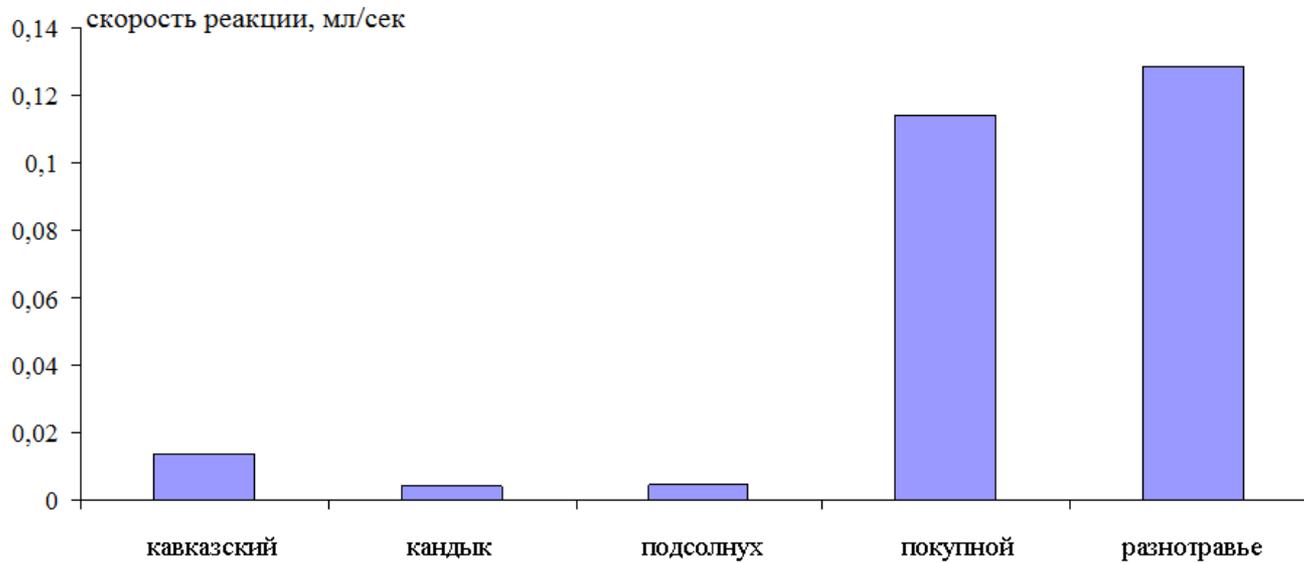
Результаты

Зависимости объема выделившегося кислорода от времени в реакции разложения пероксида водорода в дисперсиях меда различных сортов

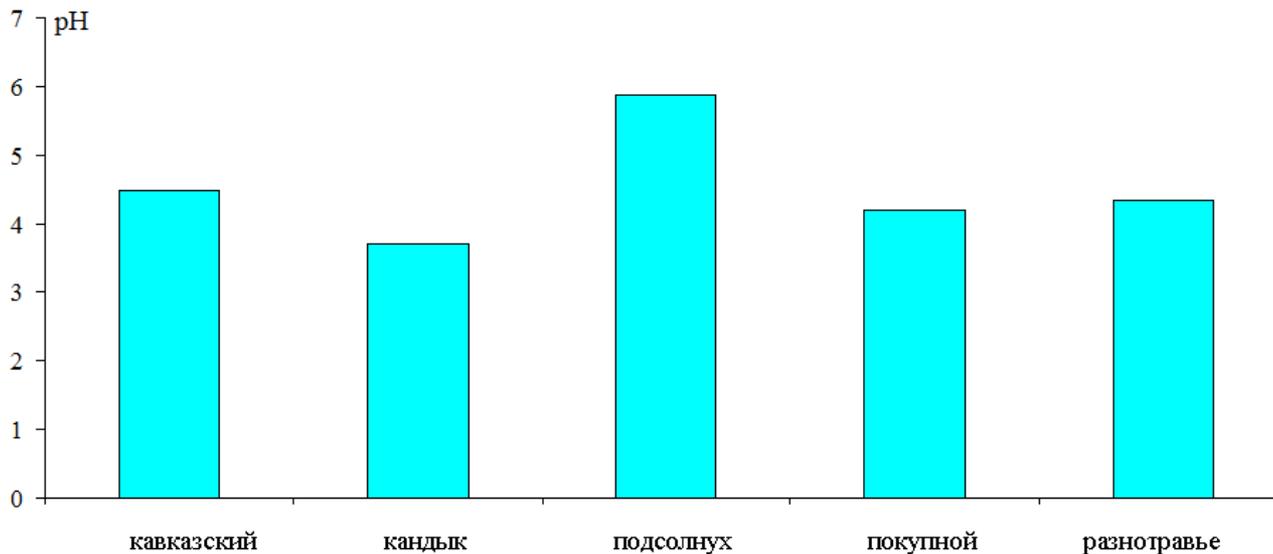


$$\omega(r) = \Delta V / \Delta t$$

Результаты

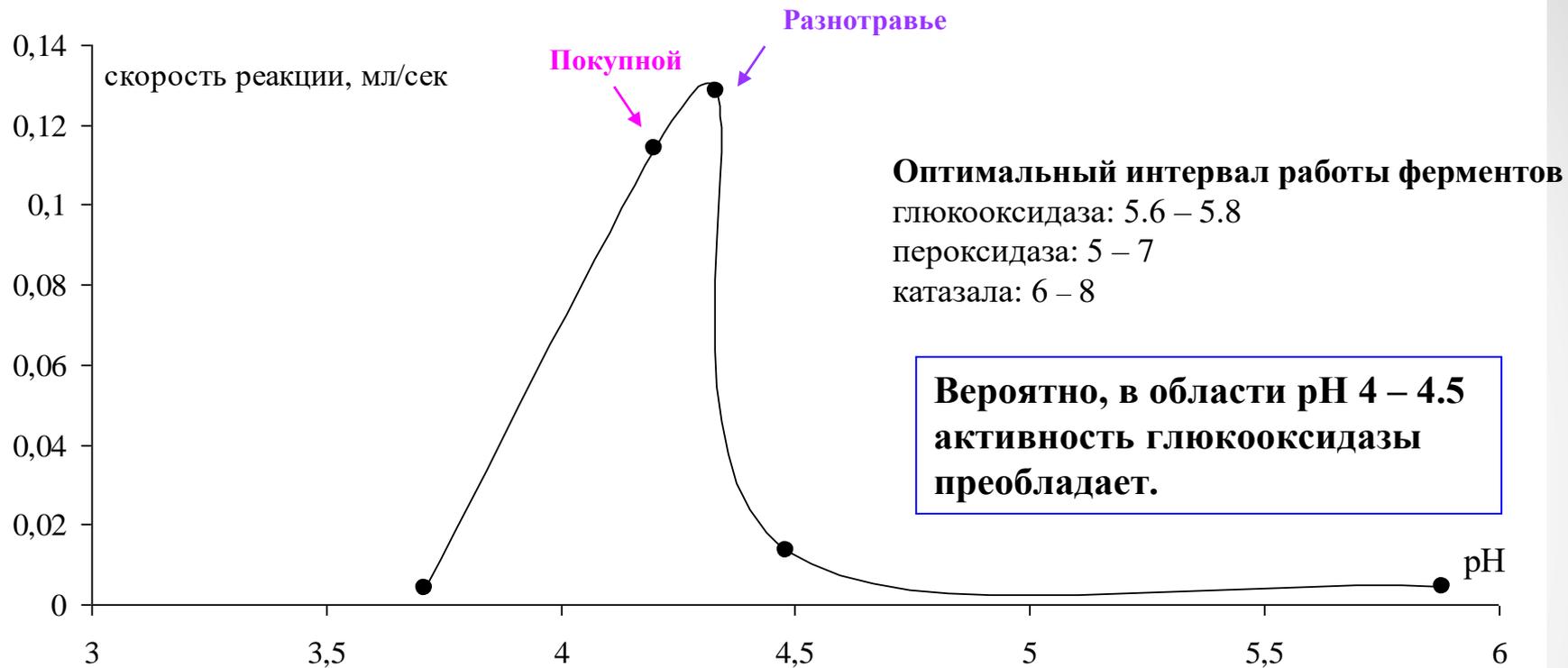


Зависимость скорости реакции разложения пероксида водорода в дисперсиях меда различных сортов



Показатель кислотности (pH) водных дисперсий меда

Результаты



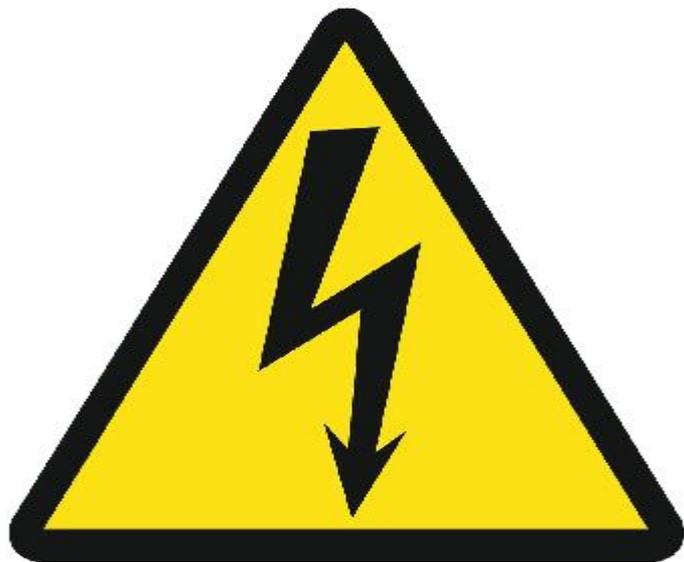
Взаимосвязь скорости реакции разложения пероксида водорода и показателем кислотности дисперсий меда

**Между содержанием пероксида водорода и кислотностью среды меда
существует взаимосвязь:
области рН 4 ÷ 4,5 отвечает максимальное содержание
пероксида водорода в меде.**

Выводы

- 1. Экспериментально установлена взаимосвязь между содержанием пероксида водорода в меде и рН его водной дисперсии.**
- 2. Показано, что величина рН может быть критерием выбора меда, обладающего наиболее сильными антисептическими свойствами.**

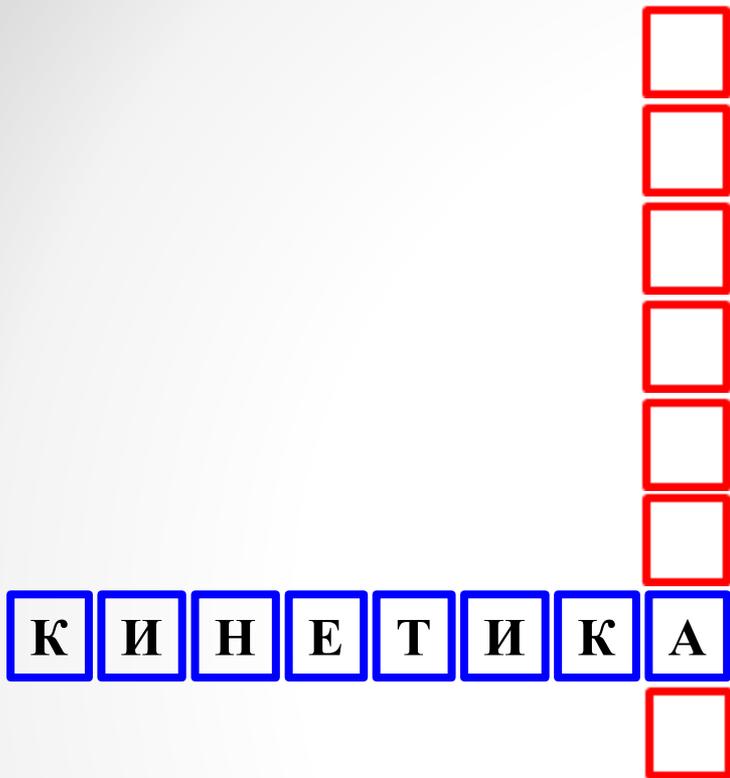
Мандарин



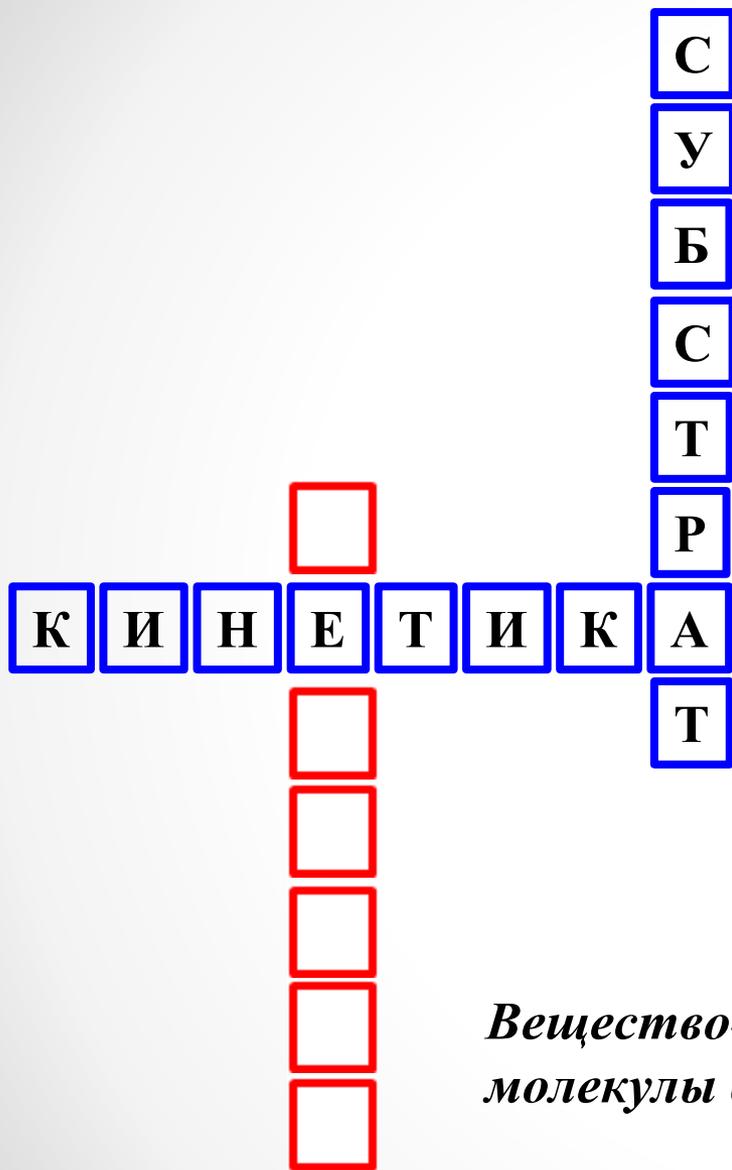
Баттлз))

м							
---	--	--	--	--	--	--	--

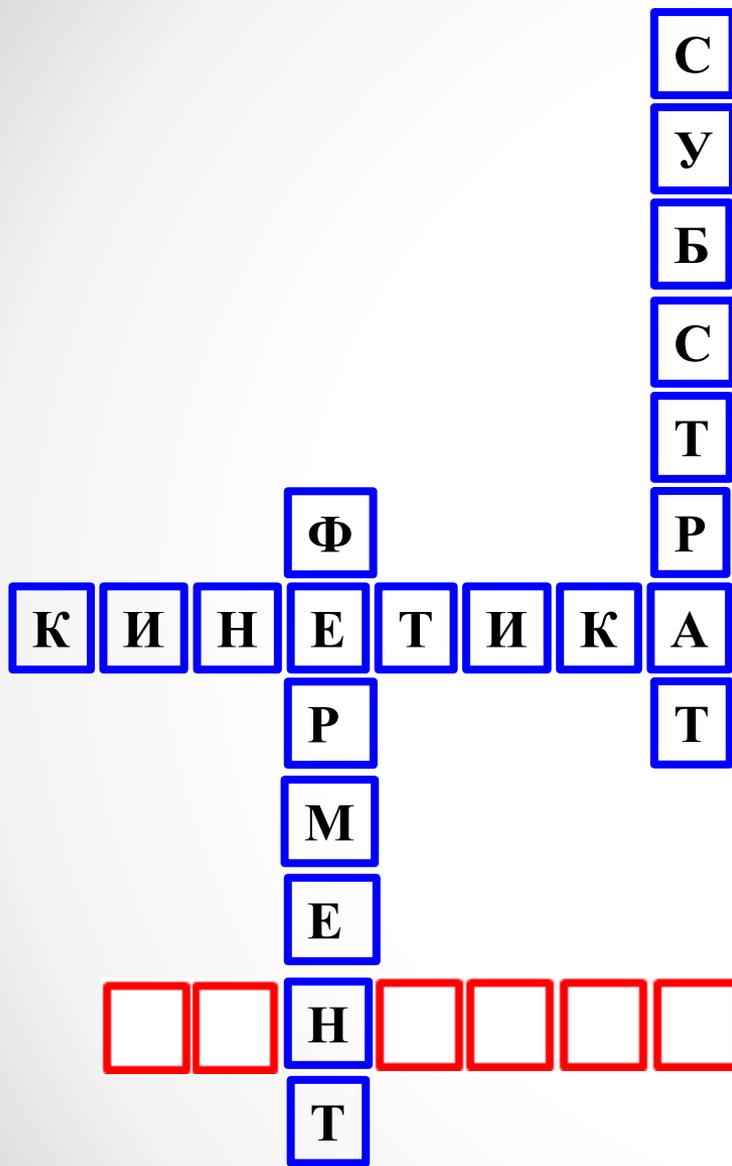
*Учение о химическом процессе,
его механизме и закономерностях развития во времени.*



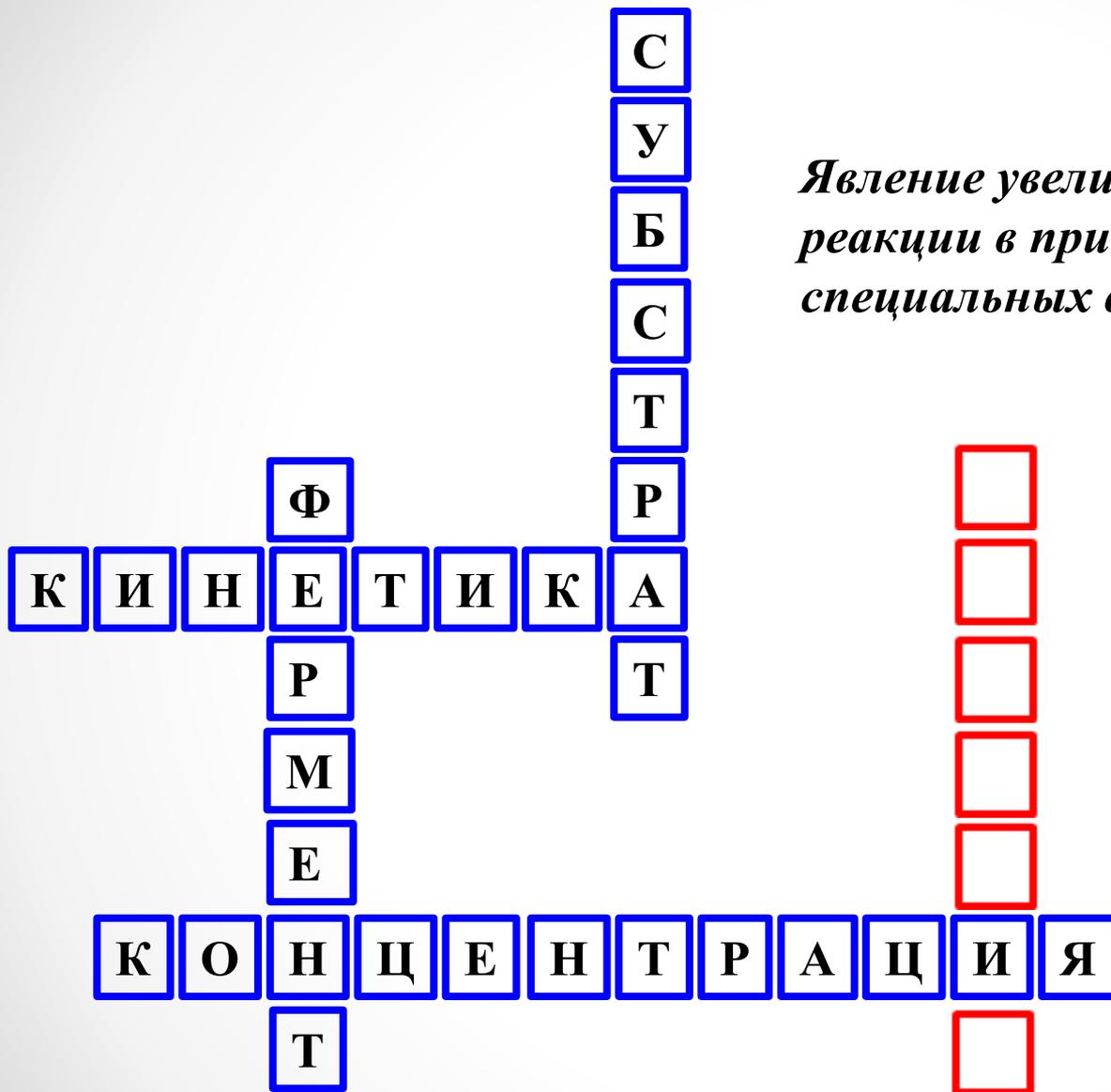
Реагент, преобразуемый ферментом в конечный продукт в результате специфического взаимодействия.



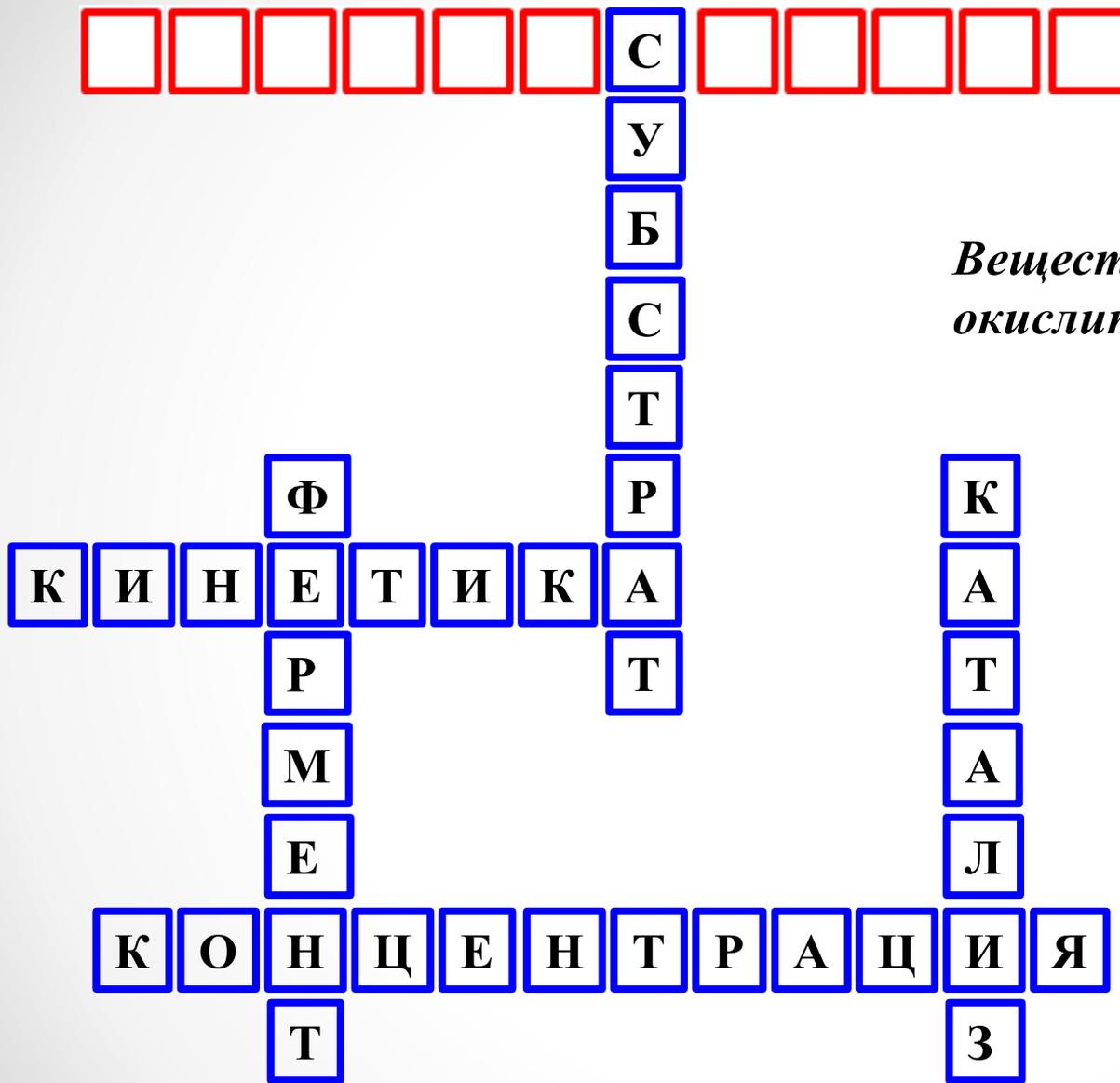
Вещество-катализатор, содержащий в составе молекулы белковый фрагмент.



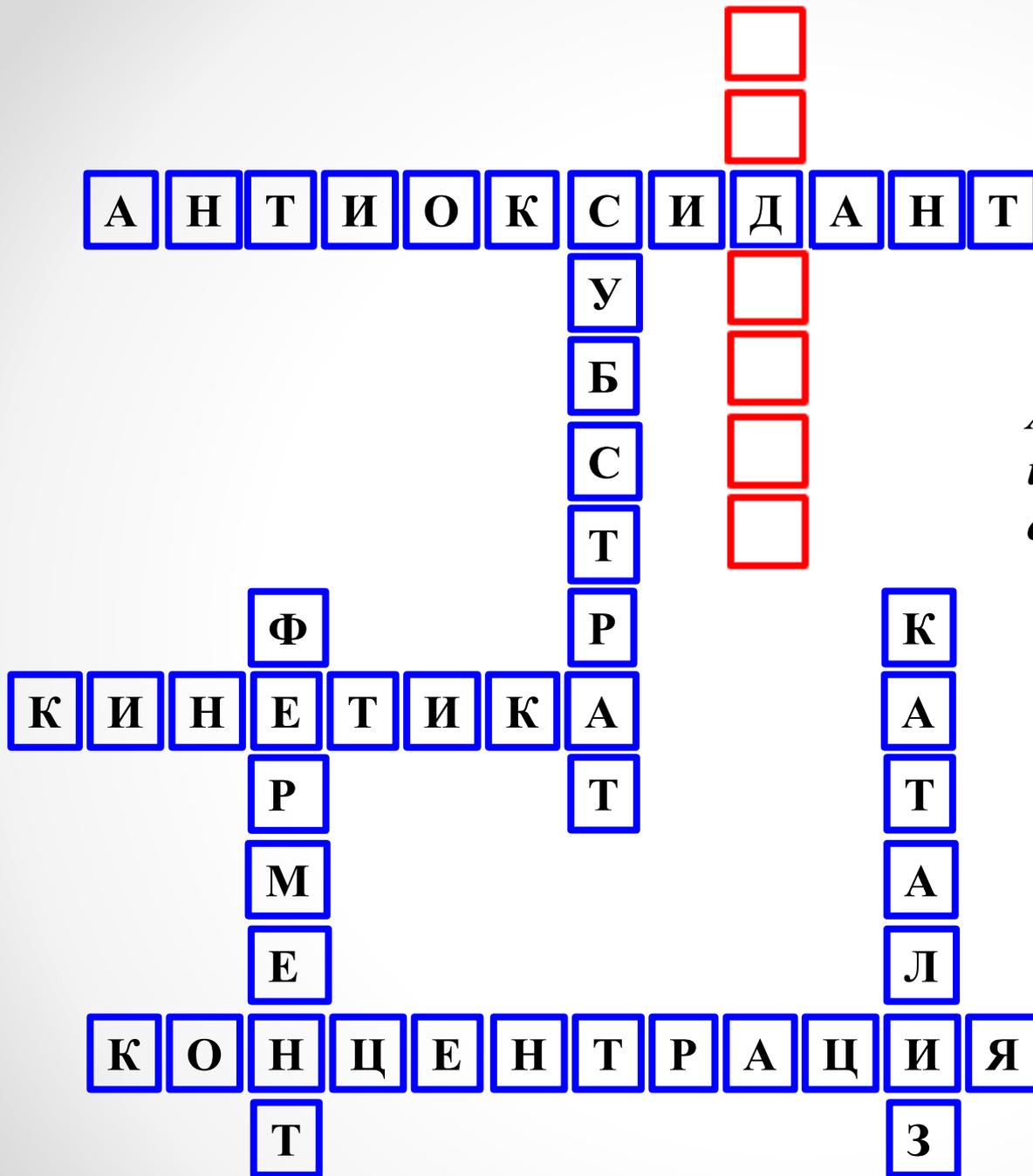
Один из факторов, влияющих на скорость реакции.



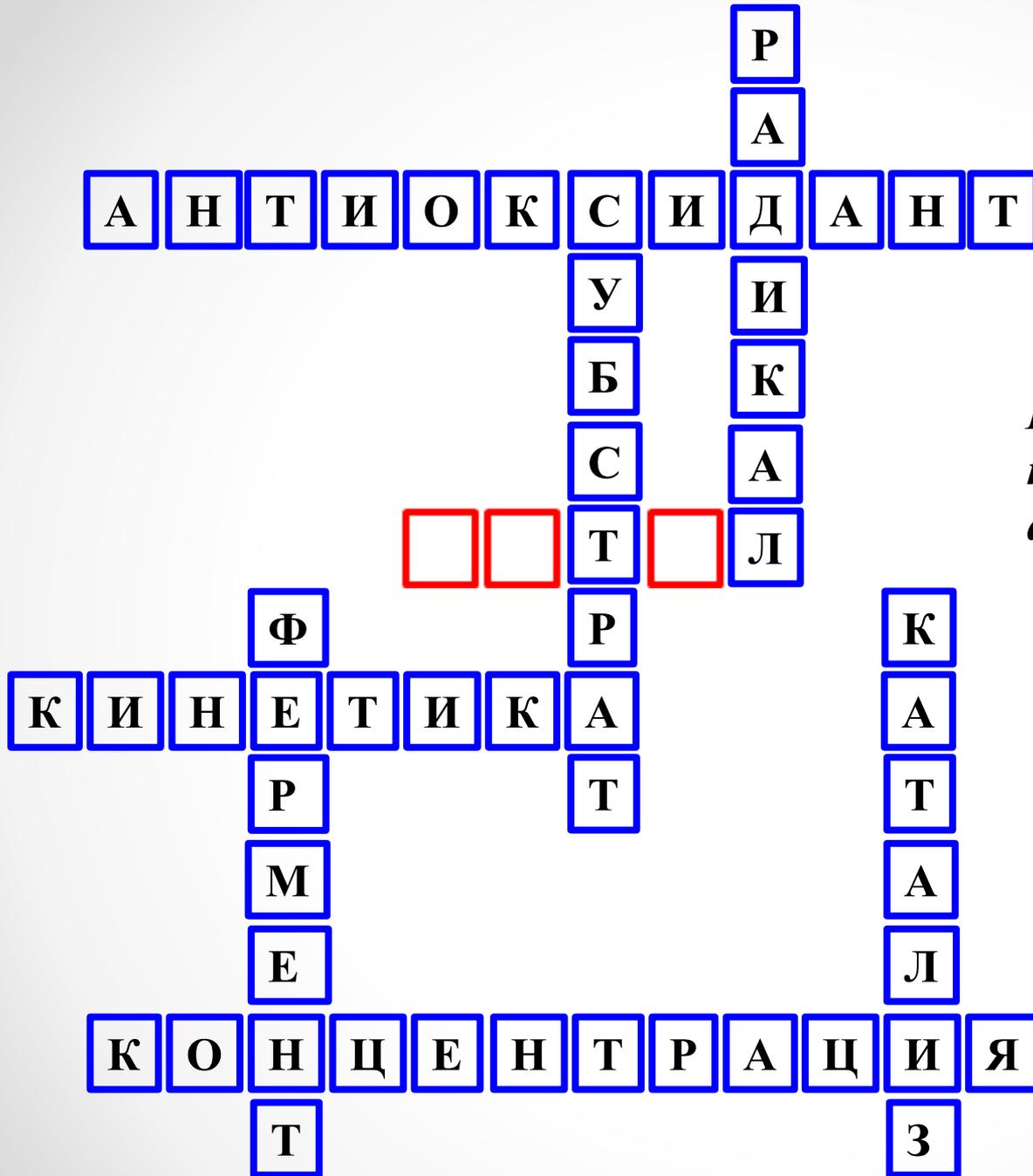
*Явление увеличения скорости
реакции в присутствии
специальных веществ.*



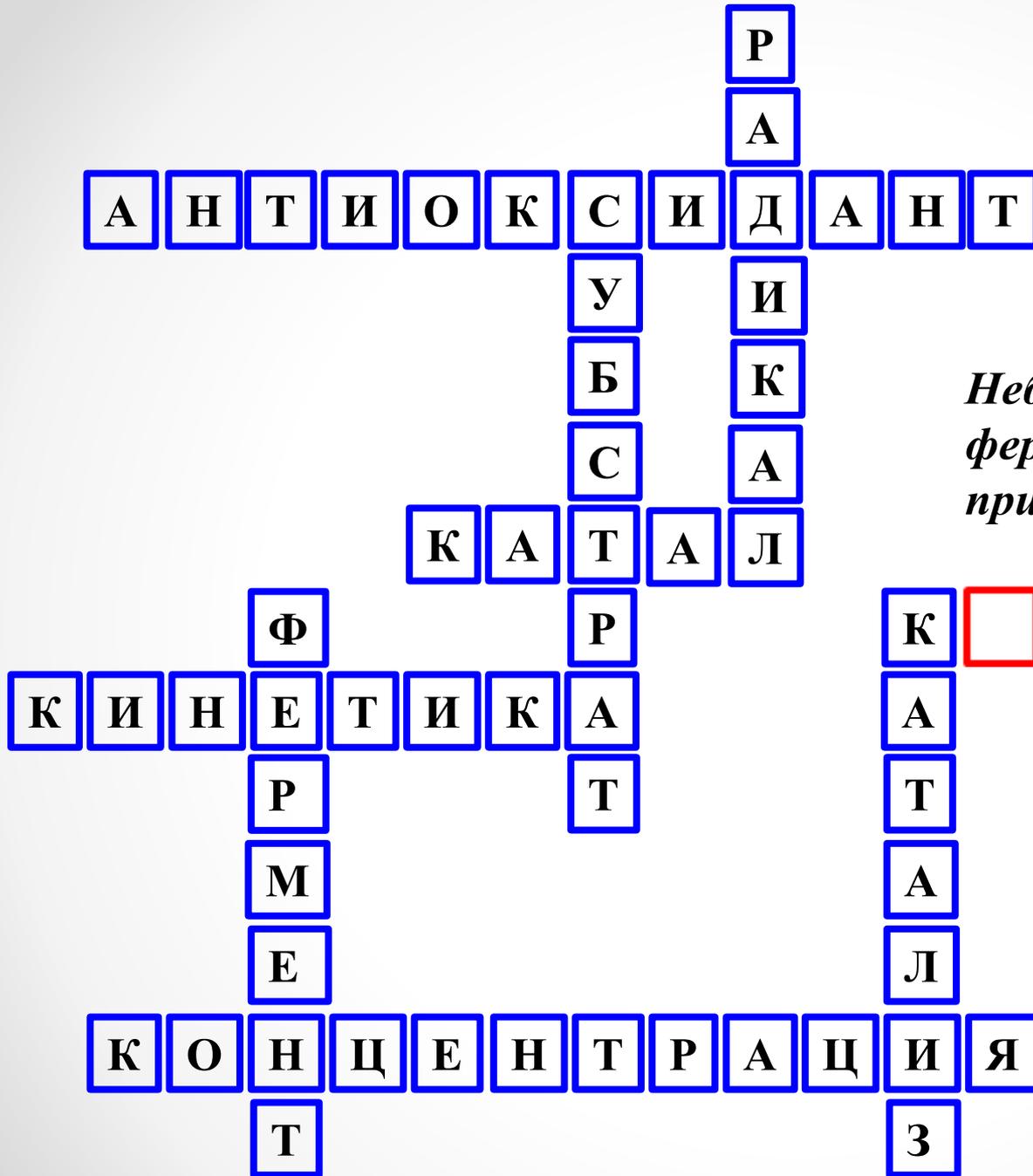
*Вещество – ингибитор
окислительных превращений.*



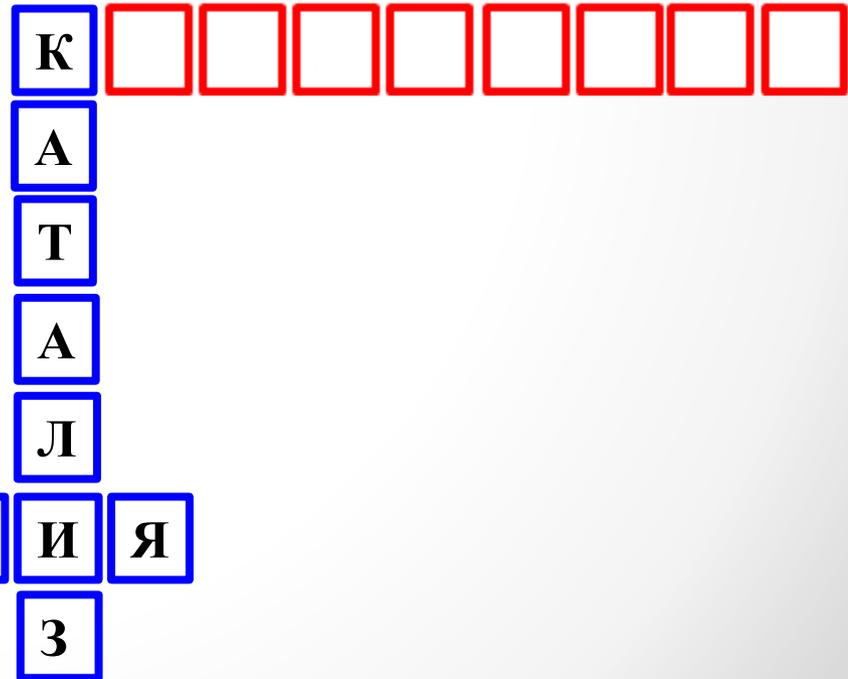
*Активная частица –
интермедиат в
окислительных процессах.*



*Единица измерения
каталитической
активности фермента.*



Небелковая часть молекулы фермента органической природы.



Р
 А
 А Н Т И О К С И Д А Н Т
 У И
 Б К
 С А
 К А Т А Л
 Ф Р
 К И Н Е Т И К А
 Р Т
 М А
 Е Л
 К О Н Ц Е Н Т Р А Ц И Я
 Т З

Небелковая часть молекулы фермента неорганической природы.

К О Ф Е Р М Е Н Т
 А
 Т
 А
 Л
 З

[]
 []
 []
 []
 []
 []
 []

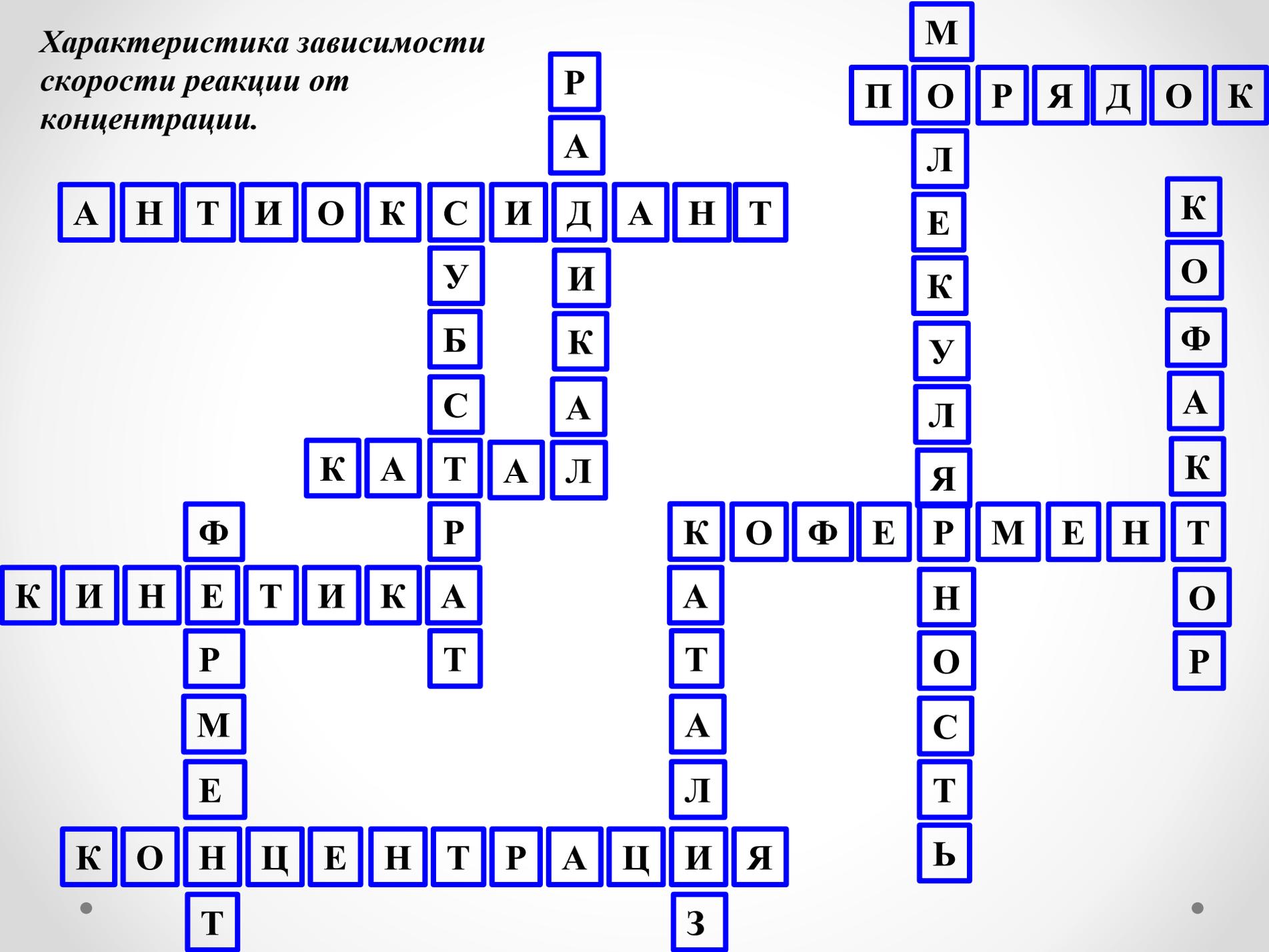
Термин, определяющий число частиц в активированном комплексе элементарной химической реакции.

A crossword puzzle grid with filled and empty cells. The filled cells contain the following words:

- Across: АНТИОКСИДАНТ, КАТАЛИЗАТОР, КОФЕРМЕНТ, КОНЦЕНТРАЦИЯ
- Down: РАБА, ИОН, АТОМ, ФЕНИЛ, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ

There are 10 empty red-outlined cells in a vertical column on the right side of the grid.

Характеристика зависимости скорости реакции от концентрации.



**Спасибо за внимание,
мы с вами сегодня молодцы!**