

Примеры вопросов контрольной работы №2

Федорчук В.В.

26 апреля 2025 г.

1 Ферментативная кинетика (Михаэлис-Ментен, Анри, трёхстадийная)

- 1.1. Напишите простейшую кинетическую схему ферментативной реакции, подчиняющейся уравнению Михаэлиса-Ментен. Выведите уравнение зависимости начальной скорости реакции от концентрации субстрата в стационарном режиме.
- 1.2. Выведите уравнение зависимости начальной скорости реакции от концентрации субстрата в стационарном режиме для схемы Анри (схема с непродуктивным фермент-субстратным комплексом). Возможно ли различить схемы Михаэлиса и Анри в режиме стационарной кинетики и почему?
- 1.3. Схема Михаэлиса-Ментен. Физический смысл константы Михаэлиса и максимальной скорости ферментативной реакции. В каких единицах измеряются параметры K_M и $V_{\text{макс}}$? Как экспериментально их можно определить?
- 1.4. Схема Михаэлиса-Ментен. Методы представления и анализа экспериментальных данных зависимости начальной скорости от концентрации субстрата. Линеаризация экспериментальных данных.
- 1.5. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Как и почему будет выглядеть кинетическая кривая накопления продукта для ферментативной реакции при условии:

а) $[S]_0 \gg K_M$

б) $[S]_0 \ll K_M$

Ответ поясните.

- 1.6. Какие кинетические параметры ферментативной реакции ($k_{\text{кат.}}$, K_M , $k_{\text{кат.}}/K_M$) и как можно определить, если концентрация субстрата в реакционной смеси:

а) $[S]_0 \gg K_M$

б) $[S]_0 \approx K_M$

в) $[S]_0 \ll K_M$

В каких физических единицах измеряются эти параметры? Ответ поясните формулами и графиками.

- 1.7. Известно, что ферментативная реакция подчиняется уравнению Михаэлиса-Ментен. Каков порядок реакции при

а) $[S]_0 \ll K_M$

б) $[S]_0 \approx K_M$

в) $[S]_0 \gg K_M$

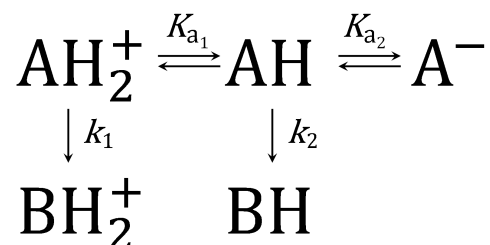
Ответ поясните.

- 1.8. Для каких ферментов применима кинетическая схема трехстадийной ферментативной реакции с образованием ацилфермента? Напишите кинетическую схему и поясните какая стадия может быть лимитирующей. Ответ проиллюстрируйте формулами.
- 1.9. Трехстадийная схема ферментативной реакции с образованием ацилфермента, понятие о лимитирующей стадии. Для ферментов какого класса и подкласса характерна такая схема?
- 1.10. Напишите трехстадийную схему ферментативной реакции на примере сериновых протеаз. Какая стадия процесса может быть лимитирующей? Ответ поясните. Какую реакцию катализируют ферменты этого подкласса?

2 Ингибирование, температурные и pH-зависимости

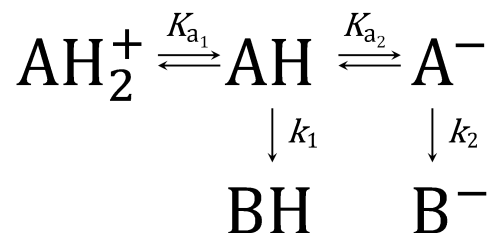
- 2.1. Какие задачи в энзимологии, можно решить с помощью ингибиторов? Ответ поясните.
- 2.2. Каким физико-химическим параметром можно охарактеризовать действие обратимого ингибитора? Ответ поясните.
- 2.3. Обратимое ингибирование ферментов. Анализ кинетической схемы полного [конкурентного | неконкурентного | бесконкурентного] ингибирования. Вывод уравнения зависимости начальной скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата и ингибитора в стационарном режиме.
- 2.4. Какие параметры уравнения Михаэлиса-Ментен изменяются при изменении концентрации ингибитора для случая [конкурентного | неконкурентного | бесконкурентного] ингибирования. Ответ проиллюстрируйте формулами и графиками.
- 2.5. Как определить константу ингибирования из данных по зависимости скорости реакции от концентрации субстрата и ингибитора, если тип ингибирования - [конкурентный | неконкурентный | бесконкурентный]. Ответ проиллюстрируйте формулами и графиками.
- 2.6. При каких типах ингибирования эффект действия обратимого ингибитора **НЕ может** быть ослаблен или устранен путем увеличения концентрации субстрата? Ответ проиллюстрируйте формулами и графиками.
- 2.7. При каком типе ингибирования эффективность действия обратимого ингибитора **может** быть ослаблена или устранена путем увеличения концентрации субстрата? Ответ проиллюстрируйте формулами и графиками.
- 2.8. Схематически изобразите на графике энергетические схемы некатализируемой реакции и ферментативной реакции, подчиняющейся уравнению Михаэлиса-Ментен. Укажите на графике свободную энергию активации и полное изменение свободной энергии в ходе реакции для ферментативной и некатализируемой реакции.

- 2.9. Каковы особенности зависимости скорости ферментативной реакции от температуры и как экспериментально можно определить энергию активации? Ответ поясните формулами и графиками.
- 2.10. Схематически изобразите на графике кривую, описывающую ход реакции первого порядка (зависимость концентрации исходного вещества от времени). На графике укажите время полупревращения, $t_{\frac{1}{2}}$. Зависит ли величина $t_{\frac{1}{2}}$ от начальной концентрации исходного вещества?
- 2.11. Влияние температуры на кинетику ферментативных реакций: какие активационные параметры можно определить согласно теории абсолютных скоростей.
- 2.12. На что может указывать излом в зависимости скорости ферментативной реакции от температуры в полулогарифмических координатах ($\lg k$ от $1/T$)?
- 2.13. Каковы типичные зависимости скорости ферментативных реакций от pH.
- 2.14. Какова особенность зависимостей скорости ферментативных реакций от pH?
- 2.15. Как определить pK_a функциональных групп свободного фермента [и | или] фермент-субстратного комплекса? Учтите, что константы ионизации для свободного фермента и фермент-субстратного комплекса могут отличаться.
- 2.16. Какие параметры ферментативной реакции и каким образом можно определить из зависимости $k_{\text{кат.}}$ от pH? Учтите, что константы ионизации для свободного фермента и фермент-субстратного комплекса могут отличаться.
- 2.17. Приведите примеры ионогенных групп, находящихся в активных центрах ферментов и поясните роль этих групп в катализе.
- 2.18. Приведите примеры ионогенных групп, входящих в активные центры ферментов – гидролаз.
- 2.19. На рисунке представлена кинетическая схема, описывающая неферментативное и необратимое превращение вещества А в вещество В. Нарисуйте pH-зависимость наблюдаемой константы скорости этой реакции и предложите математические уравнения для её описания, если $k_2 > k_1$ (используйте выражение для констант кислотности, закон действующих масс и материальный баланс по веществу А). Отметьте на графике значения каталитических констант и величины pK_a .

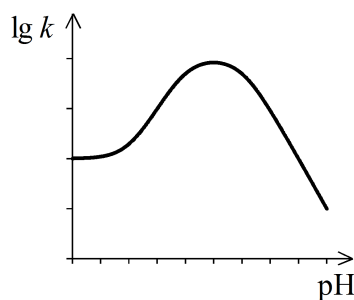


- 2.20. На рисунке представлена кинетическая схема, описывающая неферментативное и необратимое превращение вещества А в вещество В. Нарисуйте pH-зависимость наблюдаемой константы скорости этой реакции и предложите математические уравнения для её описания, если $k_2 < k_1$ (используйте выражение для констант

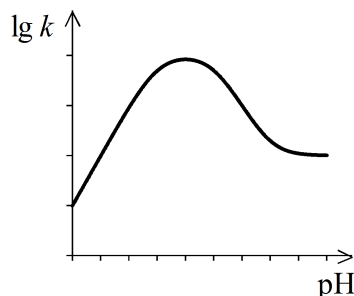
кислотности, закон действующих масс и материальный баланс по веществу А). Отметьте на графике значения каталитических констант и величины pK_a .



- 2.21. На рисунке представлена pH-зависимость наблюдаемой константы скорости реакции неферментативного и необратимого превращения вещества А в вещество В. Предложите кинетическую схему и математические уравнения для описания этой зависимости (используйте выражение для констант кислотности, закон действующих масс и материальный баланс по веществу А). Отметьте на графике значения каталитических констант и величины pK_a .



- 2.22. На рисунке представлена pH-зависимость наблюдаемой константы скорости реакции неферментативного и необратимого превращения вещества А в вещество В. Предложите кинетическую схему и математические уравнения для описания этой зависимости (используйте выражение для констант кислотности, закон действующих масс и материальный баланс по веществу А). Отметьте на графике значения каталитических констант и величины pK_a .



3 Активные центры и механизмы катализа

- 3.1. К какому классу и подклассу относятся ферменты α -химотрипсин, трипсин и эластаза? Каковы общие черты и различия в строении активных центров и механизмах катализа этими ферментами?

- 3.2. Какие ферменты относят к сериновым протеазам? Какую реакцию они катализируют? Каковы общие черты и различия в строении активных центров и механизмах катализа этими ферментами?
- 3.3. Изобразите и поясните схему «эстафетной передачи протона» для стадий ацилирования и деацилирования в катализе сериновыми протеазами. Какую реакцию катализируют эти ферменты?
- 3.4. Какую химическую реакцию катализирует фермент(ы) [α -химотрипсин | трипсин | эластаза | (сериновые протеазы)]? На примере катализа этим фермент(ом/ами) рассмотрите каталитический и сорбционный подцентры активного центра фермента.
- 3.5. Какую реакцию катализирует [α -химотрипсин | трипсин | эластаза] и к какому классу и подклассу он относится? Какую функцию выполняет [остаток гистидина | карбоксильная группа] в активном центре этого фермента? Какие ещё функциональные группы содержатся в активном центре [α -химотрипсина | трипсина | эластазы]?
- 3.6. Какую реакцию катализирует папаин? К какому классу и подклассу он относится? Какую функцию выполняет остаток [гистидина | цистеина] в активном центре этого фермента? Какие ещё функциональные группы содержатся в активном центре папаина?
- 3.7. Каковы общие черты и различия действия функциональной группы аминокислоты гистидин в активном центре ферментов α -химотрипсина и папаина? Какую реакцию катализируют эти ферменты?
- 3.8. Какую функцию выполняют карбоксильные группы в механизме катализа пепсином? Какую реакцию катализирует этот фермент? К какому классу и подклассу он относится?
- 3.9. К какому классу и подклассу относится фермент лизоцим, какую реакцию он катализирует? Что является субстратом этого фермента. Перечислите основные функциональные группы, входящие в активный центр лизоцима. Опишите механизм катализа.
- 3.10. К какому классу относится фермент рибонуклеаза? Какую реакцию он катализирует? Какую функцию выполняет гистидин в механизме катализа этим ферментом?
- 3.11. Каковы общие черты и различия действия функциональной группы аминокислоты гистидин в активном центре ферментов α -химотрипсина и рибонуклеазы?
- 3.12. Ион какого металла входит в активный центр карбоксипептидазы? Поясните его роль в механизме катализа. Какие ещё функциональные группы участвуют в катализе? Какую реакцию катализирует этот фермент?
- 3.13. Ион какого металла входит в активный центр фермента карбоангидразы? Поясните его роль в механизме катализа. Какую реакцию катализирует этот фермент?
- 3.14. Перечислите основные особенности ферментативного катализа? Какую из этих особенностей объясняет концепция Фишера "ключ-замок"? Поясните эту концепцию на примере субстратной специфичности различных сериновых протеаз.

- 3.15. Перечислите основные особенности ферментативного катализа? В чем заключается механизм "напряжения"? Какую из этих особенностей объясняет данный механизм. Приведите пример одного из субстратов и укажите химическую связь, подвергающуюся напряжению.
- 3.16. Перечислите основные особенности ферментативного катализа? В чем состоит принцип индуцированного соответствия фермента субстрату в ферментативном катализе? Приведите пример фермента и его субстратов, который иллюстрирует данный принцип.
- 3.17. Приведите примеры двух ферментов одного класса, в активный центр которых входит ион цинка? Поясните его роль в механизме катализа. Какую реакцию катализируют эти ферменты?
- 3.18. Приведите и поясните пример катализа с активацией воды карбоксильной группой в механизмах действия гидролаз. Напишите уравнение протекающей реакции.
- 3.19. Приведите и поясните пример катализа с активацией субстрата карбоксильной группой в механизмах действия гидролаз. Напишите уравнение протекающей реакции.
- 3.20. Назовите ферменты, содержащие нуклеофильные группы в активном центре. Поясните роль этих групп в катализе. Напишите уравнения реакций, катализируемых этими ферментами.
- 3.21. Приведите и поясните примеры катализа с активацией воды имидазольной группой в механизмах действия гидролаз. Назовите ферменты и напишите уравнения реакций.

4 Расчётные задачи

- 4.1. Чему равна константа Михаэлиса ферментативной реакции, если при [увеличении | уменьшении] концентрации субстрата от $[X]$ до $[Y]$ мкМ начальная скорость этой ферментативной реакции [увеличивается | уменьшается] в $[Z]$ раз? Отметьте исходные данные и полученное значение константы на графиках зависимости скорости от концентрации субстрата в прямых и двойных обратных координатах.
- 4.2. Рассчитайте наблюдаемые параметры $k'_{\text{кат.}}$ и K'_M при концентрации [конкурентного | неконкурентного | бесконкурентного] ингибитора $[I]_0 = [X]$ мкМ, если $K_I = [Y]$ мкМ, а в отсутствии ингибитора $k_{\text{кат.}} = [A]$ с⁻¹ и $K_M = [B]$ мкМ.
- 4.3. Известно, что температурная зависимость ферментативной реакции в диапазоне температур от $[X]$ до $[Y]$ градусов Цельсия описывается уравнением Аррениуса с энергией активации $[A]$ кДж/моль. При какой температуре каталитическая константа ферментативной реакции будет больше в $[N]$ раз, чем при температуре $[Z]$ °C?
- 4.4. Процесс инактивации фермента подчиняется кинетике реакции первого порядка, полупериод которой составляет [заданное время]. Начальная концентрация активного фермента составляет $[X] \cdot 10^{-7}$ М. Чему равна константа скорости инактивации? Ответ поясните формулами и графиками.