

Химия – школьники. Задача 10 «Бионанокатализаторы в каждом из нас» (базовая).

Условия:

Химические реакции в биологических системах редко протекают в отсутствие катализаторов. Роль таких катализаторов выполняют специфические белки, называемые ферментами. Всем ферментам свойственна высокая каталитическая активность и специфичность.

Скорость и энергия активации реакции разложения пероксида водорода в присутствии различных катализаторов

Катализатор	Скорость реакции $\left(-\frac{d[H_2O_2]}{dt}\right)$, моль/(л·с)	E_a (кДж/моль)
Нет	10^{-8}	71
HBr	10^{-4}	50
Fe^{2+}/Fe^{3+}	10^{-3}	42
Фермент пероксидаза	10^7	8

Общие принципы названия ферментов такие: обычно ферменты именуют по типу катализируемой реакции, добавляя суффикс *-аза* к названию субстрата (например, алкогольдегидрогеназа – фермент класса дегидрогеназ, катализирующий окисление спиртов до альдегидов и кетонов; лактаза – фермент, участвующий в превращении лактозы). Таким образом, различные ферменты, выполняющие одинаковую функцию, имеют одинаковое название. Такие ферменты различают по другим свойствам, например, по оптимальному pH (щелочная фосфатаза) или локализации в клетке (мембранная АТФаза). Исходя из данных принципов названия ферментов, назовите субстрат и приведите реакцию, которую катализирует фермент уреазы? **(1 балл)**

Высокую активность ферментов можно объяснить за счет понижения энергии активации катализируемой реакции за счет образования фермент-субстратного комплекса в качестве промежуточного соединения. При этом субстрат присоединяется к специфическому участку на ферменте, называемому активным центром. Активный центр – трехмерное образование, при этом на активный центр приходится относительно малая часть от общего объема фермента. Субстраты относительно слабо связаны с ферментами – энергия связи от 10 до 50 кДж/моль. Специфичность связывания субстратов зависит от строго определенного расположения атомов в активном центре – субстрат связывается с активным центром, только в случае если он соответствует ему по форме. Это и определяет высокую селективность ферментов. Роль активных центров в ферментах чаще всего играют ионы металлов, координированные аминокислотными остатками, так например, ионы железа и меди являются активным центром ферментов оксидаз, ионы никеля – активный центр гидролаз и гидрогеназ, ионы цинка также выступают в качестве активного центра гидролаз. Приведите строение активного центра уреазы **(1 балл)** и возможные механизмы взаимодействия активного центра с субстратом **(3 балла)**.

В настоящее время ферменты широко используются для создания биосенсоров, к преимуществам таких сенсоров следует отнести высокую селективность и хорошее быстрое действие. Предложите принципиальную схему устройства сенсора на основе уреазы для определения наличия субстрата в исследуемом растворе, что будет служить сенсорным сигналом? **(5 баллов)**. При этом учтите, что для проведения ферментативного катализа растворы белков практически не используют, поскольку после проведения реакции ферменты требуется отделить от раствора. Общеизвестным решением данной проблемы является иммобилизация белков, то есть закрепление белка на какой-либо поверхности. Выберите метод иммобилизации и наноматериал, на который будет

проводиться иммобилизация, для создания высокоэффективного сенсора на основе уреазы, обладающего высокой стабильностью во времени (4 балла). Какие внешние факторы и условия могут полностью вывести такой биосенсор из строя или привести к выдаче им ложных сигналов (2 балла)?

Методические замечания:

1. Задача решается в рамках знаний школьной программы и в рамках здравого смысла
2. Если Вам незнакомы какие – либо термины, Вы можете спросить об этом преподавателей в специальном разделе форума <http://www.nanometer.ru/forum/viewforum.php?f=19> или найти ответ самостоятельно (в том числе изучив доступные Вам Лекции на сайте Олимпиады <http://www.nanometer.ru/lectures.html?UP=156195>)
3. Решение оформляется и отсылается только в электронном виде, как описано в инструкциях к работе с задачами и решениями заочного теоретического тура, приведенных в разделе «Олимпиада» http://www.nanometer.ru/olymp2_o4.html
4. Подписывать решения не надо, Ваша фамилия, имя и отчество будут зашифрованы при проверке, идентификация для системы проверки производится по логину и паролю, который Вы вводите при входе на сайт Олимпиады www.nanometer.ru в качестве участника (этот пароль Вы задавали при регистрации и заполнении анкеты участника).