

Exercícios do Módulo 6

1) Grande parte do poder catalítico de uma enzima provém da energia livre liberada ao estabilizar as moléculas substrato de sua reação. Tal estabilização dá-se através de qual tipo de interações químicas?

O poder catalítico de uma enzima provém da sua capacidade de acelerar as reações químicas, diminuindo a energia de ativação necessária para que a reação ocorra. Grande parte dessa eficácia se deve à capacidade da enzima de estabilizar as moléculas de substrato durante a reação. Essa estabilização ocorre principalmente por meio de interações químicas, como:

Ligações de hidrogênio: As enzimas podem formar ligações de hidrogênio com os grupos funcionais das moléculas de substrato, o que ajuda a manter as moléculas em uma conformação adequada para a reação química.

Interações iônicas: Cargas positivas e negativas em grupos funcionais dos substratos e da enzima podem interagir, estabilizando as moléculas de substrato.

Ligações covalentes temporárias: Em algumas reações, a enzima pode formar ligações covalentes temporárias com os substratos, facilitando a reação química.

Interações de van der Waals: Forças de van der Waals também desempenham um papel na estabilização das moléculas de substrato na posição correta para a reação.

Encaixe induzido: As enzimas muitas vezes sofrem uma mudança conformacional ao se ligarem aos substratos. Esse encaixe induzido ajuda a estabilizar as moléculas de substrato em uma conformação favorável para a reação.

No geral, as interações químicas entre a enzima e os substratos desempenham um papel fundamental na redução da energia de ativação da reação, permitindo que ela ocorra mais rapidamente e eficientemente. Isso é fundamental para a função catalítica das enzimas.

2) Quais fatores determinam a especificidade de uma enzima por seu(s) substrato(s)?

A especificidade de uma enzima por seu(s) substrato(s) é fundamental para o funcionamento adequado do sistema bioquímico e depende de diversos fatores, incluindo:

1. **Complementaridade de forma:** A estrutura tridimensional da enzima deve ser complementar à estrutura dos substratos. Isso é muitas vezes referido como "chave-fechadura". As moléculas de substrato se encaixam nas regiões ativas da enzima de uma maneira específica devido à complementaridade de forma.
2. **Complementaridade de carga:** As cargas elétricas nas moléculas de substrato devem ser compatíveis com as cargas na superfície da enzima. Isso garante que as interações iônicas e ligações de hidrogênio ocorram de maneira adequada para a reação.

3. **Grupos funcionais específicos:** A presença de grupos funcionais específicos nas moléculas de substrato e nas regiões ativas da enzima é importante. Muitas vezes, grupos químicos específicos interagem seletivamente com grupos complementares na enzima.
4. **Conformação da enzima:** A conformação da enzima é importante para a especificidade. Algumas enzimas podem mudar de forma quando se ligam aos substratos, em um processo chamado "encaixe induzido", o que melhora a especificidade.
5. **Energia de ativação:** A energia de ativação para a reação deve ser diminuída quando a enzima se liga ao substrato. A enzima ajuda a diminuir a barreira energética para a reação, tornando-a mais específica para aquele substrato em particular.
6. **Sítio ativo:** O sítio ativo da enzima é a região onde a reação química ocorre. A especificidade é frequentemente determinada pela estrutura do sítio ativo e como ele interage com os substratos.
7. **Regulação alostérica:** Em algumas enzimas, a especificidade pode ser afetada por moléculas reguladoras, como moduladores alostéricos, que podem alterar a afinidade da enzima pelos substratos.
8. **Evolução:** A especificidade da enzima também é moldada pela evolução. Ao longo do tempo, as enzimas podem ter evoluído para serem específicas para determinados substratos que desempenham papéis específicos em processos biológicos.

Esses fatores atuam em conjunto para determinar a especificidade de uma enzima por seu(s) substrato(s). Essa especificidade é crucial para garantir que as reações químicas no organismo ocorram seletivamente e de maneira eficiente.

3) Esquematize, com Energia Livre no eixo das ordenadas e Coordenada da Reação nas abcissas, uma reação simples S P e então a mesma reação catalisada, indicando os compostos ES e EP na trajetória.

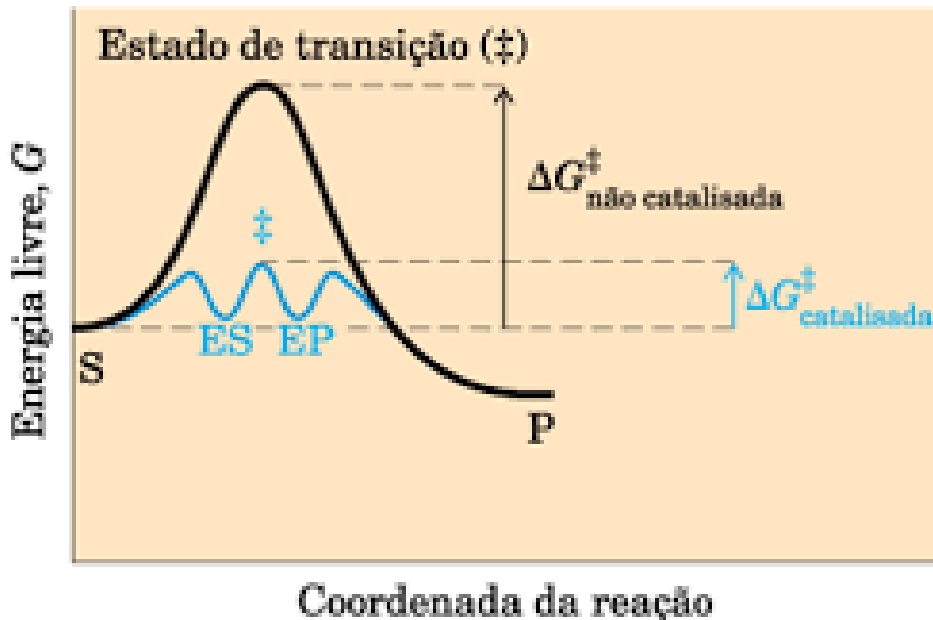


Diagrama da coordenada da reação comparando uma reação catalisada por enzima com uma não catalisada.

4) Pesquise em livros e explique os fenômenos proporcionados pelas enzimas de:

a) **Dessolvatação:** A dessolvatação é um fenômeno que ocorre quando uma enzima age sobre seus substratos. Em uma solução aquosa, as moléculas de água circundam as moléculas de substrato, criando uma "capa" de água ao redor delas, que é chamada de "camada de solvatação". Essa camada de água pode dificultar a interação entre os substratos e, assim, diminuir a velocidade da reação química. As enzimas têm o poder de remover ou diminuir essa camada de água, o que facilita a interação entre os substratos e, conseqüentemente, acelera a reação. Esse fenômeno de dessolvatação é importante para o poder catalítico das enzimas.

b) **Redução da Entropia:** A entropia é uma medida da desordem ou aleatoriedade em um sistema. Quando duas moléculas se combinam para formar uma molécula maior, como ocorre nas reações enzimáticas, a entropia do sistema diminui. Isso ocorre porque as moléculas individuais têm mais graus de liberdade e, portanto, maior entropia do que a molécula maior e mais complexa resultante. Enzimas ajudam a facilitar reações químicas de combinação de moléculas, reduzindo a entropia do sistema e, ao mesmo tempo, diminuindo a energia de ativação necessária para a reação ocorrer.

c) **Estabilização, evitando redistribuição de elétrons:** Durante uma reação química, os elétrons podem ser transferidos entre as moléculas de substrato. As enzimas desempenham um papel importante na estabilização dos intermediários da reação, evitando que os elétrons se redistribuam de maneira não controlada. Isso é feito através de interações específicas entre as moléculas da enzima e os substratos, como ligações de hidrogênio e interações iônicas, que ajudam a manter a estrutura dos substratos durante a reação.

d) **Ajuste Induzido:** O ajuste induzido é um fenômeno no qual a enzima muda sua conformação quando se liga aos substratos. Isso ocorre para que a enzima possa se encaixar de maneira mais específica com os substratos e, assim, acelerar a reação química. A mudança na conformação da enzima é induzida pela ligação dos substratos, e isso aumenta a eficiência da catálise. O ajuste induzido é fundamental para a especificidade das enzimas, pois permite que elas se adaptem aos substratos de maneira seletiva.

5) As enzimas podem fazer ligações covalentes com seus substratos? Explique, caso positivo ou caso negativo.

As enzimas podem, em alguns casos, fazer ligações covalentes transitórias com seus substratos, mas isso não é uma característica comum a todas as reações enzimáticas. A capacidade de formar ligações covalentes com substratos é uma característica específica de algumas enzimas e está relacionada a tipos particulares de reações químicas.

Existem dois principais tipos de reações nas quais as enzimas podem formar ligações covalentes transitórias com seus substratos:

1. **Reações de transferência de grupos:** Algumas enzimas catalisam reações de transferência de grupos funcionais de uma molécula para outra. Durante esse processo, a enzima forma uma ligação covalente temporária com o grupo funcional que está sendo transferido. Um exemplo clássico é a ação da enzima quinase, que transfere grupos fosfato de uma molécula para outra. Durante a reação, a quinase forma uma ligação covalente com o grupo fosfato, que é posteriormente transferido para o substrato.
2. **Reações de quebra de ligação:** Algumas enzimas quebram ligações covalentes em moléculas de substrato. Isso geralmente envolve a formação de uma ligação covalente transitória entre a enzima e um dos átomos envolvidos na ligação que será quebrada. Um exemplo é a ação da enzima DNA polimerase durante a replicação do DNA, onde a enzima forma uma ligação covalente transitória com o grupo fosfato do novo nucleotídeo a ser adicionado à cadeia de DNA.

No entanto, é importante destacar que a maioria das enzimas não forma ligações covalentes com seus substratos. A maioria das reações enzimáticas envolve interações não covalentes, como ligações de hidrogênio, interações iônicas e interações de van der Waals. Essas

interações permitem que as enzimas catalisem reações de forma seletiva e eficiente sem serem permanentemente modificadas durante o processo.

Em resumo, embora algumas enzimas possam formar ligações covalentes transitórias com substratos em reações específicas, isso não é uma característica universal das reações enzimáticas. A maioria das reações enzimáticas depende de interações não covalentes para catalisar as reações.