



# الأنزيمات

أ. أماني الغامدي

# العوامل التي تؤثر على عمل الانزيم

هنالك عدة عوامل تؤثر على سرعة عمل الانزيمات:

○ تركيز الانزيم

○ تركيز مادة الاساس .

○ درجة الحرارة .

○ درجة الحموضه .

○ عوامل معيقه



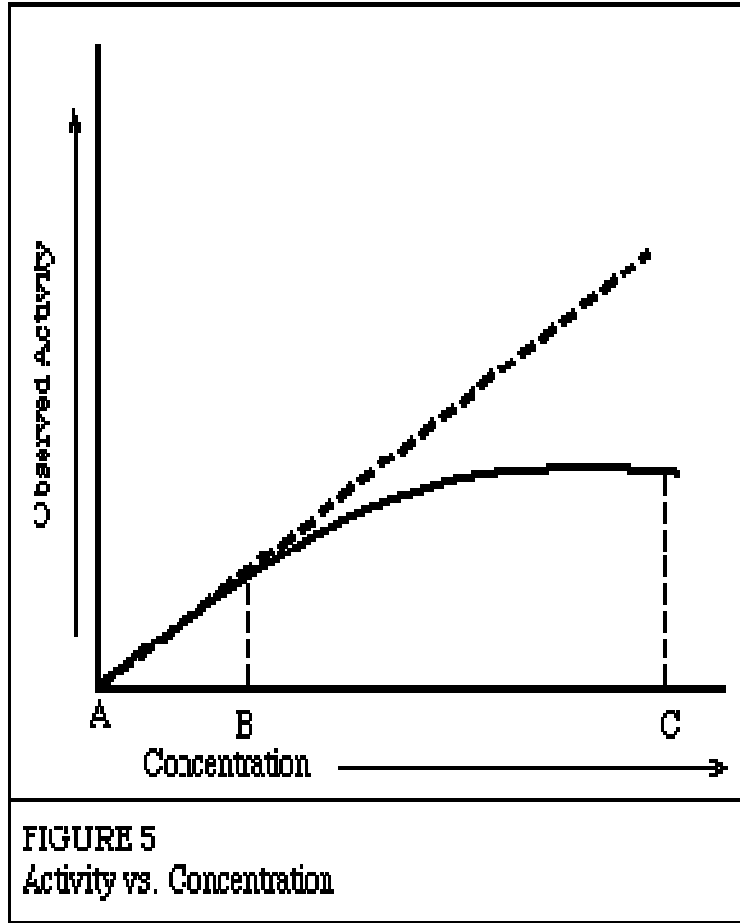
# العوامل التي تؤثر على عمل الانزيم

## ○ تركيز الانزيم

○ تتناسب سرعة التفاعل تناسباً طردياً مع زيادة تركيز الانزيم اي كلما كان تركيز الانزيم اعلى كلما زادت سرعة التفاعل



# تركيز الانزيم



○ يُلاحظ استقرار في سرعة التفاعل على حد معين اي ان اضافة اكثر انزيم تبقى سرعة التفاعل ثابتة تدعى هذه السرعة بالسرعة القصوى . السبب لوجود الاستقرار يرجع لتركيز مادة الاساس المحدوده , فمادة الاساس قد اصبحت مرتبطة كلها بالانزيمات فاضافة انزيمات اكثر "الن تجد" مادة اساس لتعمل عليها .

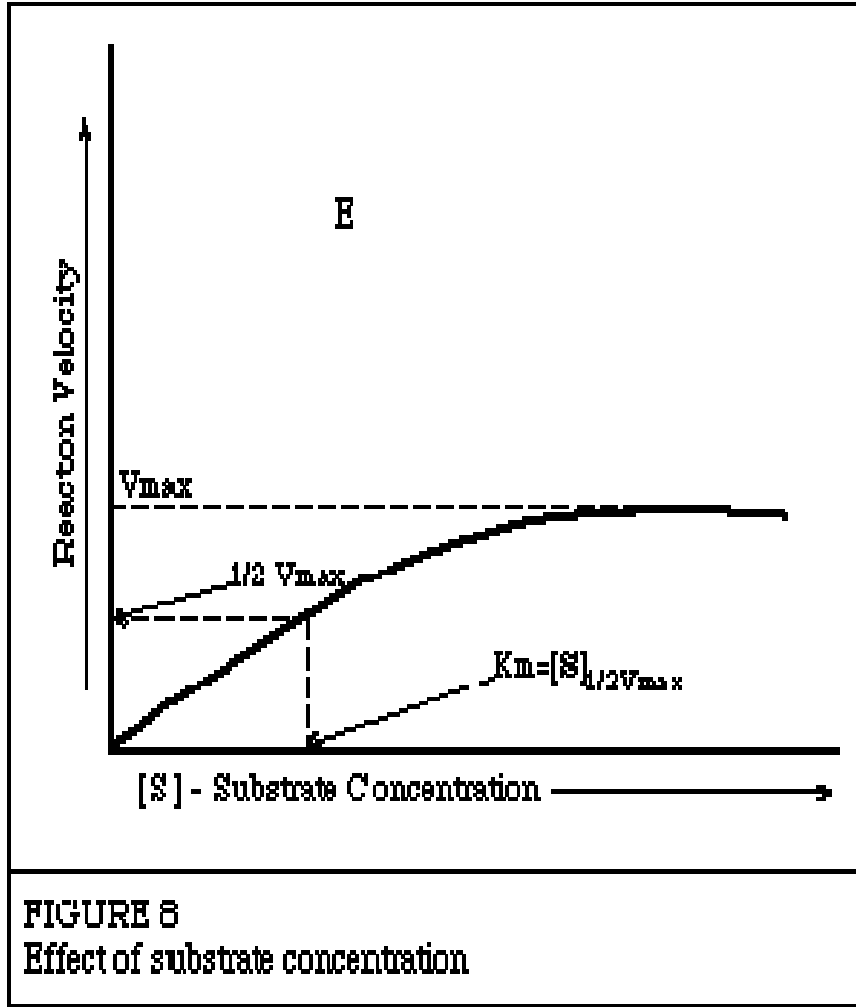
# العوامل التي تؤثر على عمل الانزيم

## ○ تركيز مادة الاساس:

○ كذلك الامر بالنسبة لتركيز مادة الاساس , فتناسب سرعة التفاعل تناسباً طردياً مع زيادة تركيز مادة الاساس اي كلما كان تركيز مادة الاساس اعلى كلما زادت سرعة التفاعل

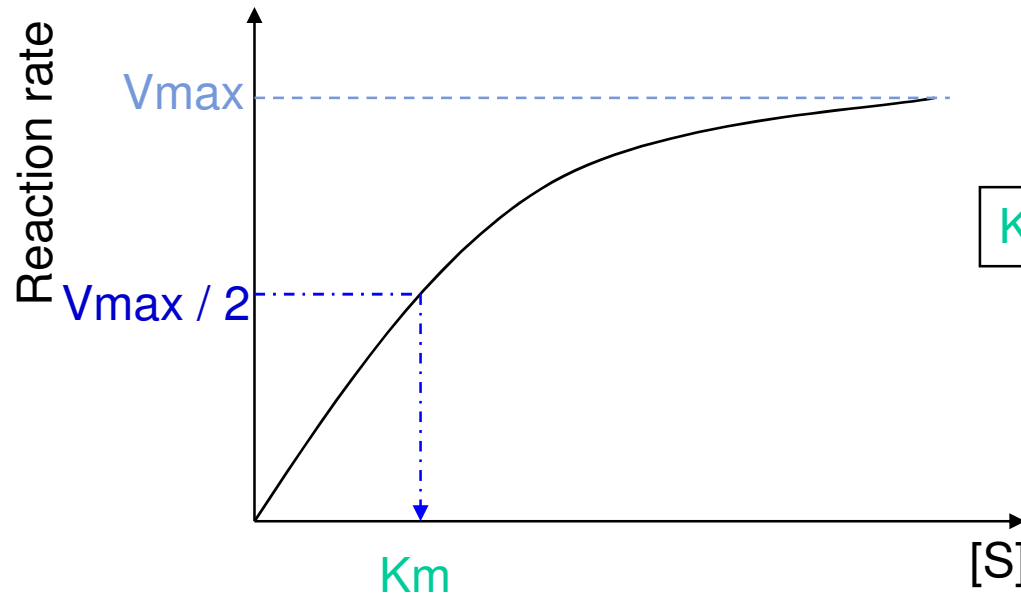


## تركيز مادة الاساس



○ نرى انه بعد اضافة تركيز معين من مادة الاساس تبقى سرعة عمل الانزيم ثابتة (سرعة التفاعل) ( $V_{max}$ ) يعود ذلك كون الانزيمات موجودة بتركيز محدود فاضافة اكثر مادة اساس "لن تجد" انزيمات لترتبط بها اي ان كل الانزيمات قد اصبحت موجودة بشكل "المركب المعقد المؤقت ES" (لذا لن تزيد سرعة التفاعل اكثر) ○

# تركيز مادة الاساس



$K_m$ : is Michaelis constant

Michaelis-Menten curve

عندما تساوي سرعة التفاعل  $1/2 V_{max}$  اي نصف  
السرعه القصوى  $[S] = K_m$



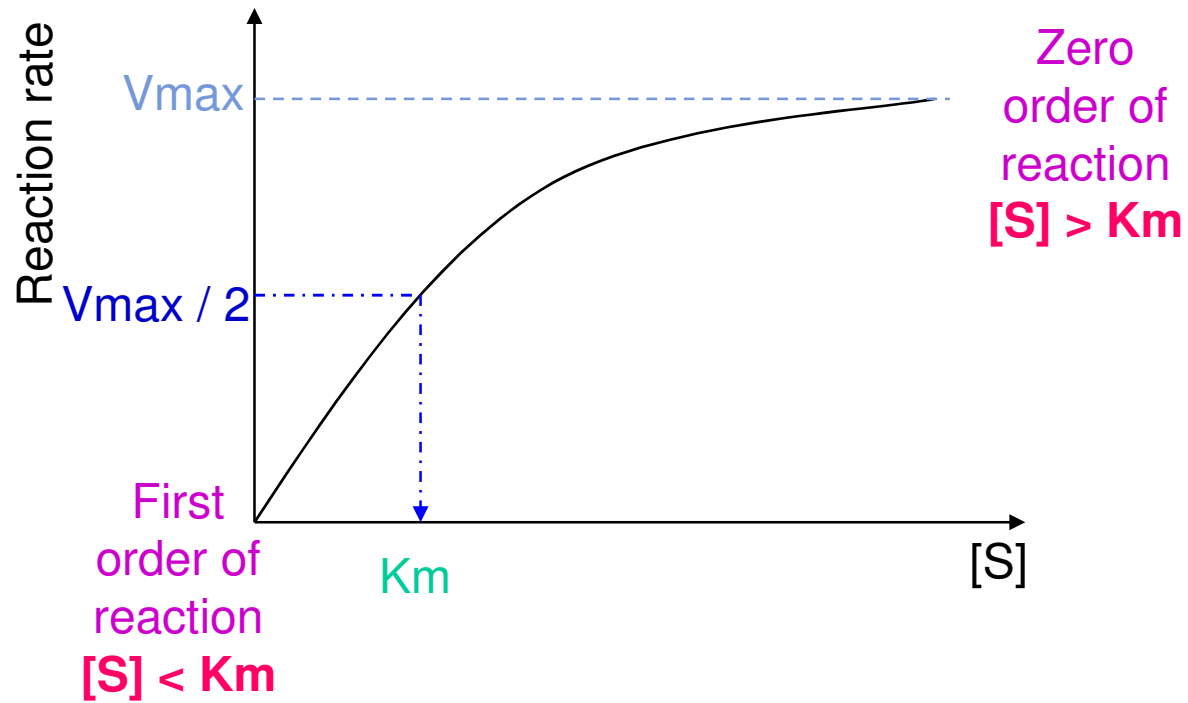
## تركيز مادة الاساس

- عندما يكون تركيز [s] اقل بكثير من (km) سرعة التفاعل تتناسب طرديا مع تركيز المادة الأساس
- في هذه الحالة يقال عن درجة التفاعل بالدرجة الأولى
- عندما يكون تركيز [s] اكثر بكثير من (km) سرعة التفاعل تكون ثابتة و مساويه للسرعة القصوى
- في هذه الحالة يقال عن درجة التفاعل بالدرجة الصفر





# درجة التفاعل



Michaelis-Menten curve



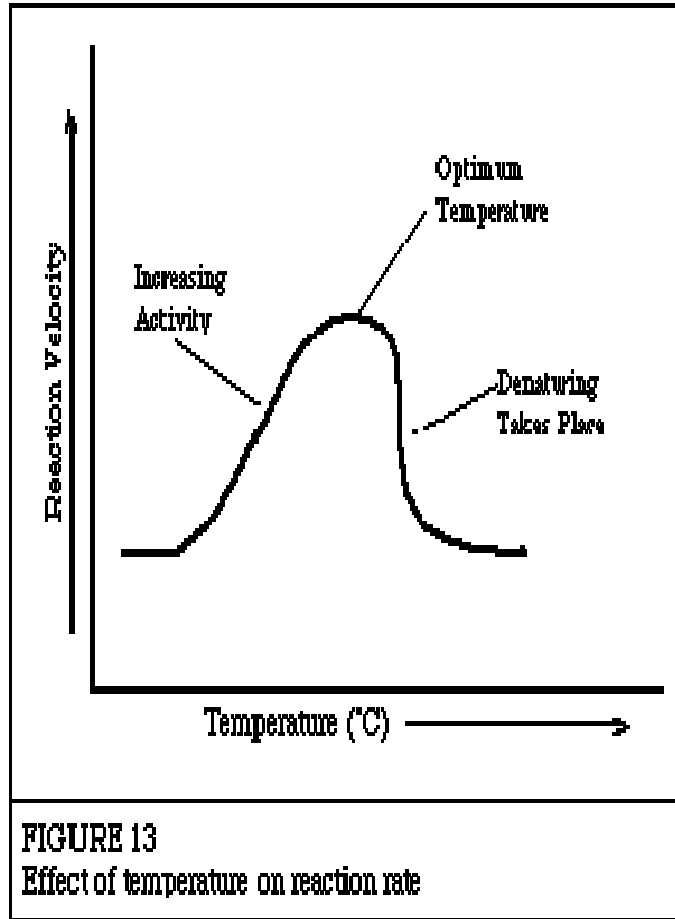
# العوامل التي تؤثر على عمل الانزيم

## ○ درجة الحرارة

○ يؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى زيادة سرعة التفاعل الانزيمي حتى حد معين فقط , اذ تزداد سرعة التفاعل في البدايه مع ارتفاع درجة الحرارة لغاية وصول درجة الحرارة المثلى ( Optimal ) ولكن عند الدرجات الحراريه الاعلى تنخفض السرعه تدريجيا حتى الصفر



# درجة الحرارة



○ تتأثر درجة الحرارة بطريقتين:

○ (1) ارتفاع درجة الحرارة يزيد من سرعة حركة الجزيئات وبالتالي ازدياد احتمال تصادف الانزيم مع مادة الاساس

○ شكل: تغير سرعة التفاعل مع ارتفاع درجة الحرارة



# درجة الحرارة

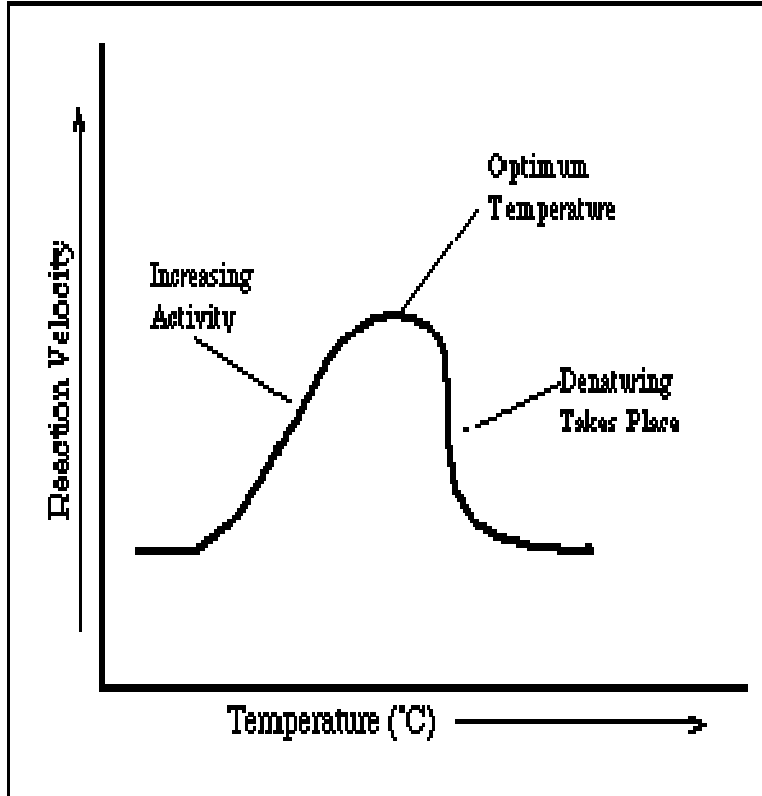


FIGURE 13  
Effect of temperature on reaction rate

(2) زيادة سرعة تخثر الانزيم بسبب ارتفاع درجة الحرارة كون الانزيم هو بروتين حيث تؤدي الحرارة العاليه الى هدم المبنى الفراغي وفقدانه وظيفته . درجة الحرارة 37-40 مئوية عادة هي درجة الحرارة المثلى (Optimal Temp) لعمل الانزيم , في حين ان درجة حراره منخفضة تسبب لوقف عمل الانزيم



# العوامل التي تؤثر على عمل الانزيم

## ○ درجة الحموضة pH :

- كل انزيم له درجة pH مثلى تكون عندها سرعة التفاعل هي السرعة القصوى
- تتاثر الانزيمات بتغير درجة ال pH , الدرجة الاكثر مفضله هي درجة الحموضة التي يكون نشاط الانزيم الاعلى بها وهي **درجة ال-pH المثلى** .
- درجة pH متطرفه عاليه او متطرفه منخفضه عادة تفقد الانزيم فعاليته , حيث ان درجة الحموضة هي ايضا عاملا محددًا لاستقرار تركيب الانزيم .



## درجة الحموضة PH

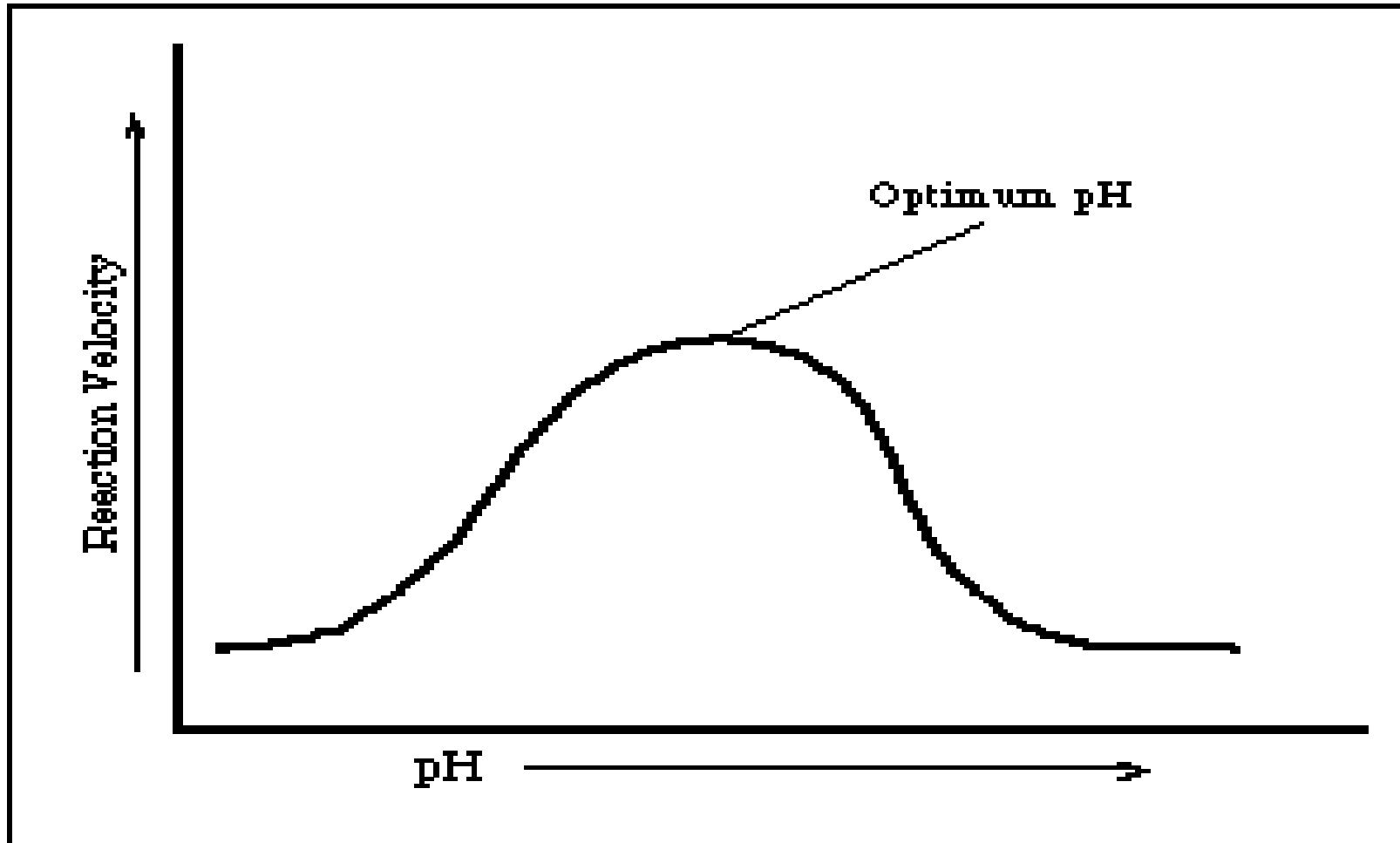
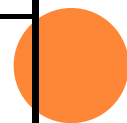
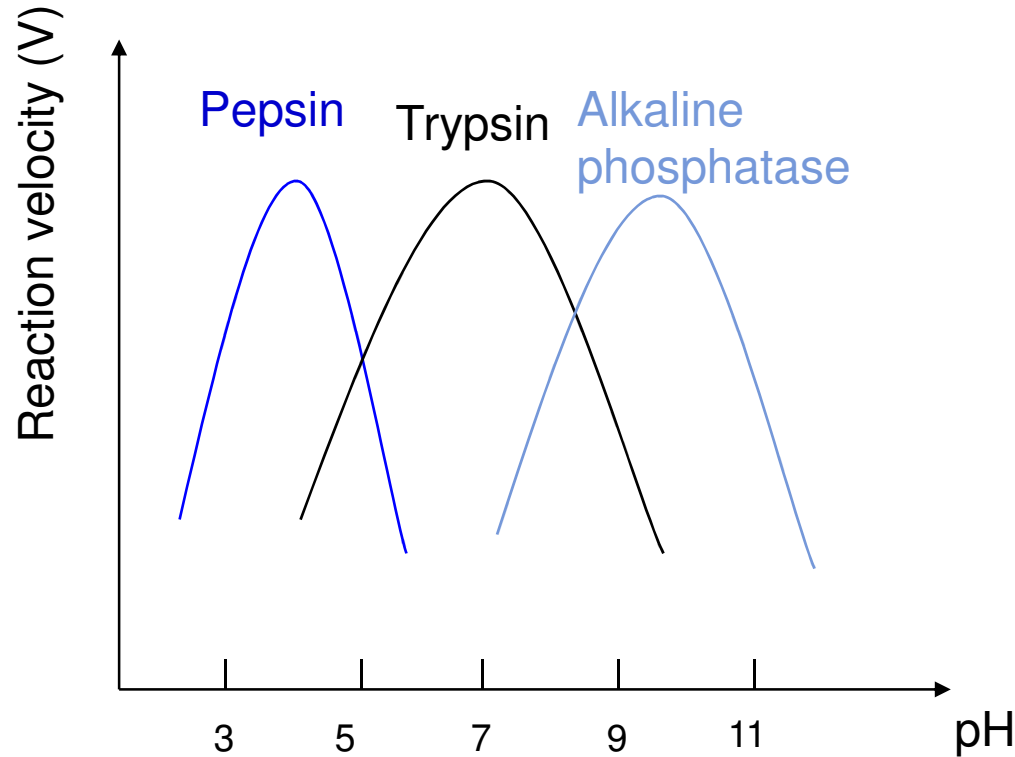


FIGURE 14  
Effect of pH on reaction rate



### درجة الحموضة -3



تأثير درجة الحموضة

بعض الإنزيمات لها درجة النشاط العليا في الوسط الحامضي  
بعض الإنزيمات لها درجة النشاط العليا في الوسط المتعادل  
بعض الإنزيمات لها درجة النشاط العليا في الوسط القاعدي



# العوامل التي تؤثر على عمل الانزيم

○ المثبطات :-

○ التثبيط هي الظاهره التي تتميز بتبطيء سرعة التفاعل بوجود عامل معيق

○ تقسم العوامل المثبطه لفئتين :

○ التثبيط العكسي

○ التثبيط الغير عكسي





## المثبطات

### التثبيط العكسي

- يرتبط بالإنزيمات عن طريق روابط غير تساهميه
- ممكن للمثبط أن ينفصل عن الإنزيم و يعود الإنزيم لحالته الطبيعية

- Competitive Inhibitors التثبيط التنافسي
- Non-Competitive Inhibitors التثبيط غير التنافسي
- Uncompetitive inhibition التثبيط لا التنافسي



## التثبيط العكسي

### • التثبيط التنافسي Competitive Inhibitors

- في هذا النوع من التثبيط يتنافس المثبط مع المادة الاساس على الارتباط بالمركز الفعال بالانزيم . اذ ان هذا النوع من التنافس يتطلب تشابه بالتركيب بين المثبط والمادة الاساس . فكلما كانا اكثر تشابه كان التثبيط اكثر
- لتركيز الانزيم ومادة الاساس ايضا لهما تأثير على مدى التثبيط , يكون تأثير التثبيط عكسيا اي بزيادة مادة الاساس يستعيد الانزيم نشاطه الطبيعي

اذا زاد تركيز  $I$  على  $S$  يحصل تثبيط

اذا زاد تركيز  $S$  على  $I$  لا يحصل تثبيط



## التثبيط التنافسي

○ .



+

I

↕

EI



## التثبيط العكسي

### ○ التثبيط غير التنافسي Non-Competitive Inhibitors

○ هذا النوع من التثبيط لا يمكن ابطاله بزيادة تركيز مادة الاساس , اذ يعتمد مقدار التثبيط على تركيز العامل المثبط وميل الانزيم للارتباط به . يقلل التثبيط غير التنافسيه من سرعة التفاعل القصوى ( $V_{max}$ ) ويعود ذلك لانخفاض عدد الانزيمات الفعاله ( غير مرتبطه بالمثبط )

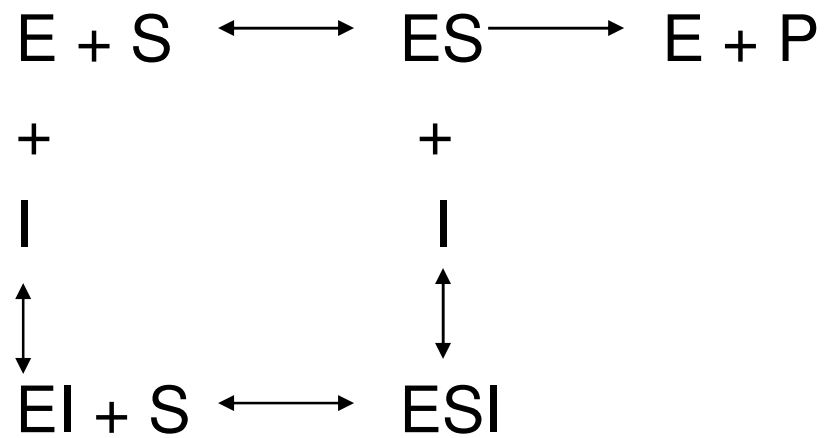
○ يرتبط هذا المثبط في موقع في الإنزيم يختلف عن الموقع الفعال

○ لا يغلق ارتباط هذا المثبط مكان ارتباط المادة الأساس

○ الإنزيم يكون غير نشط في حال ارتبطت به المادة الأساس أو لم ترتبط



## B. NON-COMPETITIVE INHIBITION



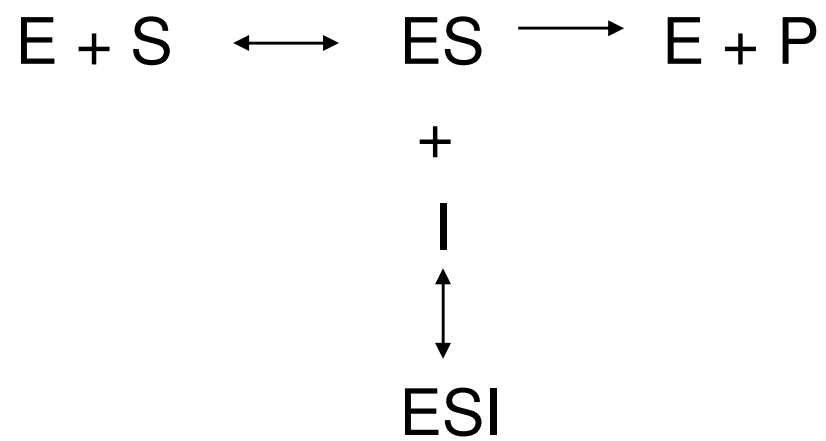
# التثبيط لا التنافسي Uncompetitive inhibition

- يرتبط هذا المثبط في موقع في الإنزيم يختلف عن الموقع الفعال
- يرتبط هذا المثبط فقط مع معقد الإنزيم-المادة الاساس



## التثبيط لا التنافسي

○ .



## التثبيط الغير عكسي

- يثبط نشاط الإنزيم بحيث لا يستطيع الإنزيم أن يعود إلى حالته الطبيعية
- مثل

الأيديواسيتيميت

داي ايزبريل فلوروفوسفيت

