



كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثالثة

المادة : الانزييمات

المحاضرة : الثانية/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z Facebook Group :

كلية العلوم

11

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

الأنزيمات (الجزء الثاني)

العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل الأنزيمي

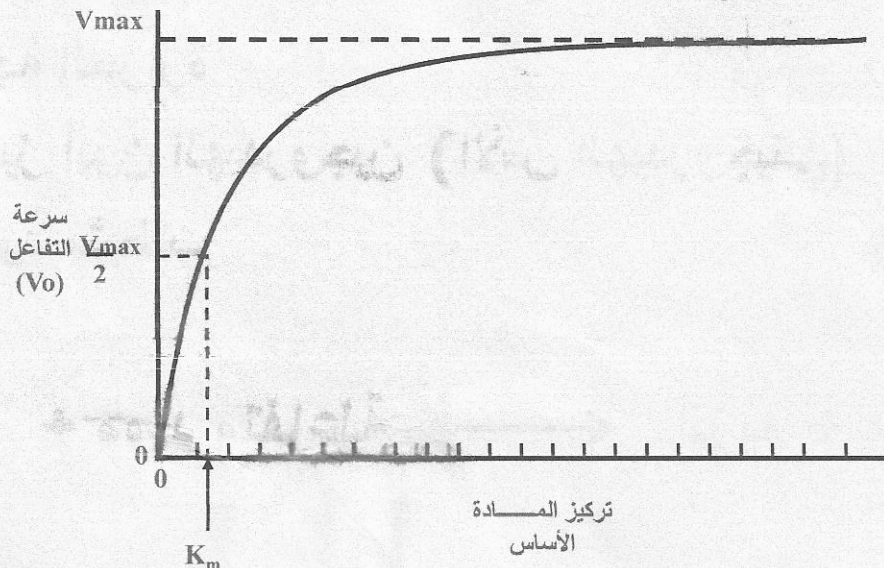
1. تركيز المواد المتفاعلة (المادة الهدف)
2. تركيز الأنزيم
3. درجة الحرارة
4. تركيز أيون الهيدروجين (الأس الهيدروجيني)
5. وجود مثبطات

• أنزيم + مواد متفاعلة ← أنزيم + مواد ناتجة

1- تركيز مادة التفاعل Substrate concentration

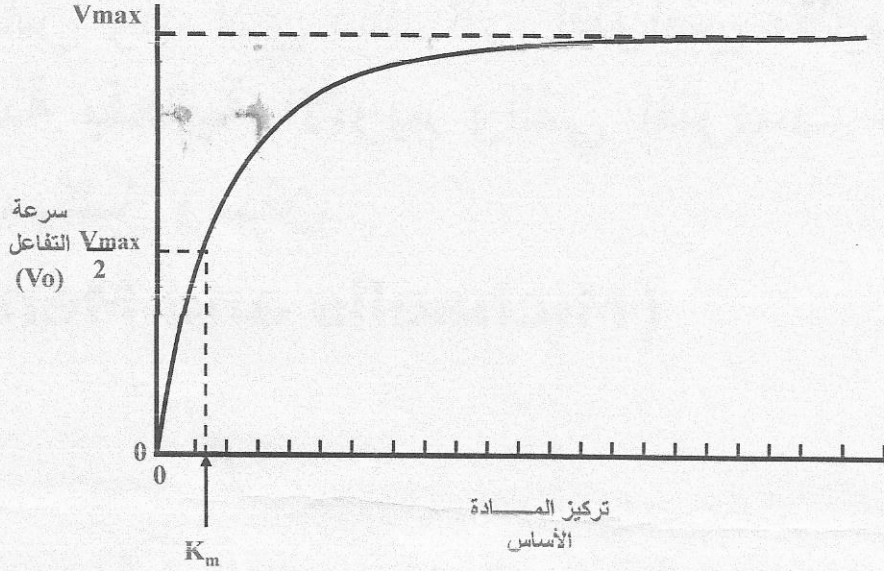
تأثير تركيز المادة الأساس على التحفيز بالأنزيمات

- عند دراسة تأثير التراكيز المتغيرة للمادة الأساس (المادة الهدف أو المادة المتفاعلة) على سرعة التفاعل المحفز بأنزيم ما مع بقاء تركيز الأنزيم ثابتاً، سوف نلاحظ الآتي :
(1) عندما تكون تراكيز المادة الأساس قليلة تكون زيادة سرعة التفاعل تتناسب طردياً مع تركيز المادة الأساس.



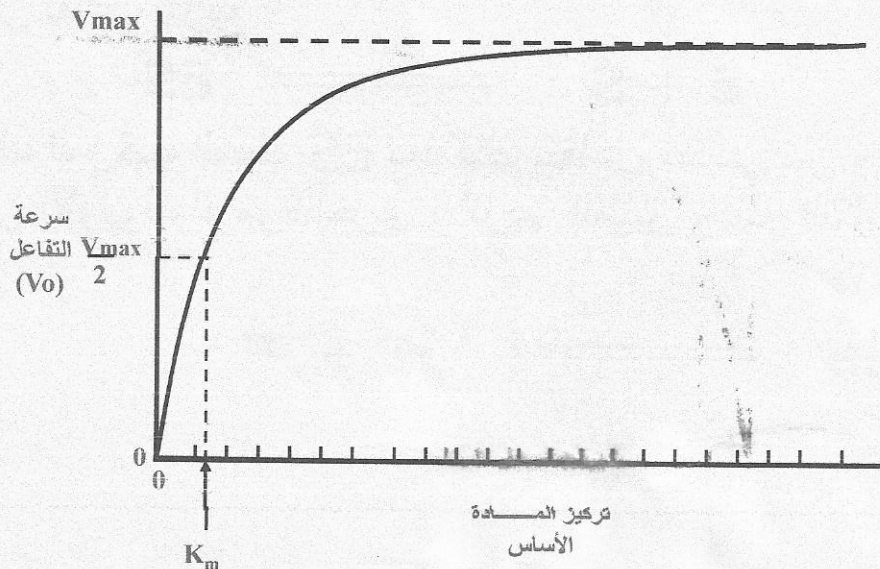
تأثير تركيز المادة الأساس على التحفيز بالأنزيمات

- ولكن عندما يزداد تركيز المادة الأساس أكثر وتصبح عالية فعندئذ نصل إلى نقطة لا يحدث بعدها أي زيادة في سرعة التفاعل وتبقى سرعة التفاعل ثابتة بغض النظر عن زيادة التراكيز عن هذه النقطة.



تأثير تركيز المادة الأساس على التحفيز بالأنزيمات

- وعند هذا المستوى من سرعة التفاعل التي يطلق عليها السرعة القصوى (يرمز لها V_{max}) يكون الأنزيم مشبعاً بالمادة الأساس ولا يستطيع أن يزيد سرعة التفاعل أكثر.



تأثير تركيز المادة الأساس على التحفيز بالأنزيمات

- تظهر جميع الأنزيمات ظاهرة التشبع بالمادة الأساس وقد أدى ذلك إلى افتراض نظرية عامة خاصة بفعالية الأنزيم والتي افترضت أولاً من قبل ميكليز ومنتن

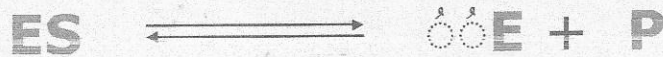
(Michaelis and Menten)

معادلة ميكليز ومنتن

- افترض هذان العالمان بأن الأنزيم E يتحد أولاً بصورة عكسية مع المادة الأساس S ليكون مركب معقد من الأنزيم والمادة الأساس ES في تفاعل سريع



- ثم يتفكك المركب المعقد ES بعد ذلك بتفاعل عكسي ثانٍ والذي يكون أبطأ من الأول ليولد مرة أخرى الأنزيم الطليق وناتج التفاعل P



معادلة ميكيلز ومنتن

- الشكل الخاص لمنحنى تشبع الأنزيم بالمادة الأساس يمكن أن يعبر عنه حسابياً بواسطة معادلة ميكيلز - منتن التي تصف أيضاً كيفية اختلاف سرعة التفاعل باختلاف تركيز المادة الأساس.

$$V_o = \frac{V_{max} [s]}{K_m + [s]}$$

سرعة التفاعل الابتدائية	=	V_o
السرعة القصوى	=	V_{max}
ثابت ميكيلز	=	K_m
تركيز المادة الأساس	=	$[s]$

معادلة ميكيلز - منتن

$$V_o = \frac{V_{max} [S]}{K_m + [S]}$$

□ تعتبر هذه المعادلة أساسية و صحيحة لكافة إختلافات فعالية (قدرة) الأنزيم في تحفيز التفاعلات وإذا كان كل من V_{max} و K_m معلومة والتي يمكن استنتاجها بسهولة من تجارب بسيطة نستطيع احتساب سرعة التفاعل لأي تركيز معين للمادة الأساس

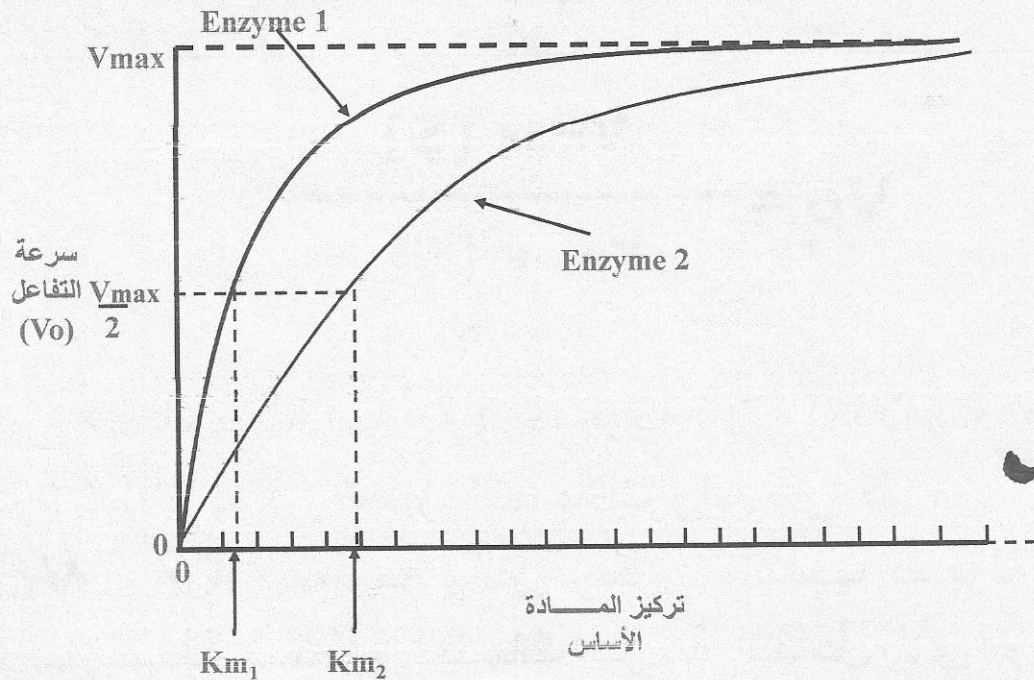
ثابت ميكيلز

● ثابت ميكيلز عبارة عن تركيز المادة الأساس الذي يكون عنده سرعة التفاعل تساوي $\frac{1}{2}$ السرعة القصوى ($\frac{1}{2} V_{max}$).

● ثابت ميكيلز لا يتغير بتغير تركيز الأنزيم .

● ثابت ميكيلز : لكل أنزيم ومادة أساس خاصة به ، قيمة لثابت ميكيلز معينة ، هذا الثابت يعكس سهولة أو صعوبة ارتباط الأنزيم بالمادة الأساس ، أي ميل الأنزيم للارتباط بالمادة الأساس .

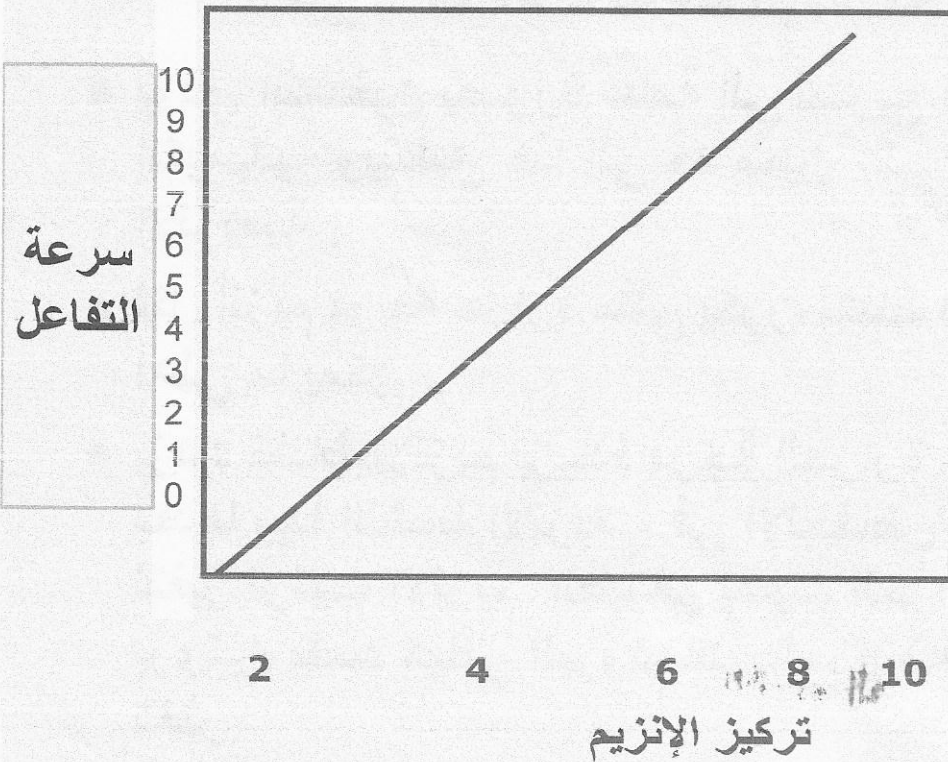
علاقة K_m ميل الأنزيم للمادة الأساس



- K_m عالية للأنزيم 2 تعكس ميل الأنزيم الضعيف للمادة الأساس .
- K_m صغيرة للأنزيم 1 تعكس ميل الأنزيم القوي للمادة الأساس .

2- تركيز الإنزيم

تركيز الإنزيم Enzyme Concentration



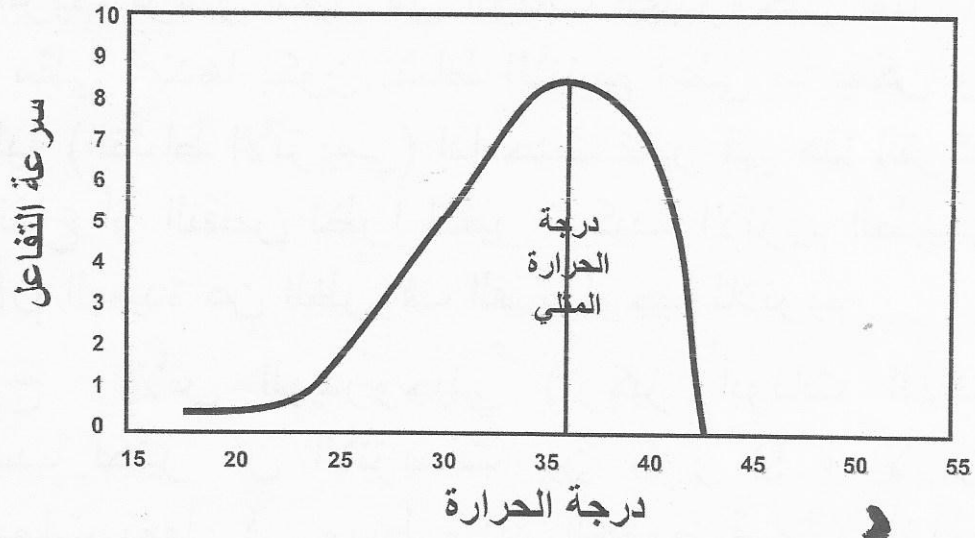
علاقة طردية
• تزداد سرعة التفاعل
بزيادة تركيز الإنزيم
زيادة طردية

3- درجة الحرارة

درجة الحرارة Temperature

- يؤدي التسخين بصورة عامة إلى تسريع التفاعلات الكيميائية وينطبق هذا إلى حد معين على التفاعلات الأنزيمية .
- لكل أنزيم درجة حرارة مثلى يكون نشاط الأنزيم عندها أعلى ما يمكن .
- يزداد نشاط الأنزيم بزيادة درجة الحرارة حتى حد معين بعدها يبدأ النشاط الأنزيمي في الانخفاض حتى ينعدم نظراً لتغير تركيب الأنزيم الطبيعي بسبب الحرارة العالية كونه بروتين يفسد كباقي البروتينات بالحرارة، أي حدث للأنزيم تخثر.

درجة الحرارة Temperature

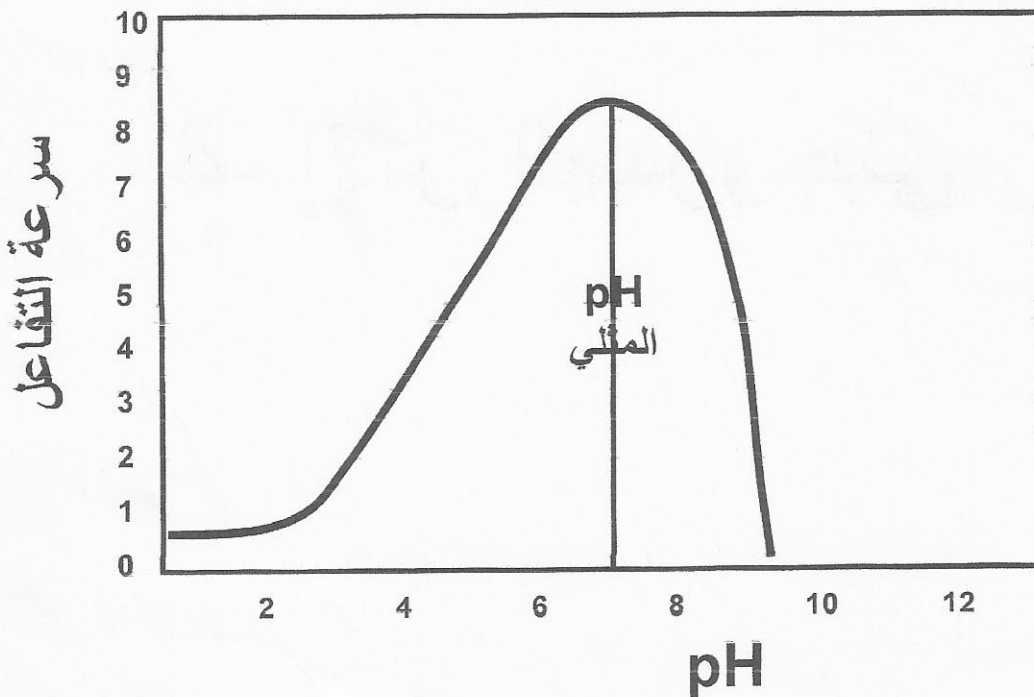


4- الأس الهيدروجيني

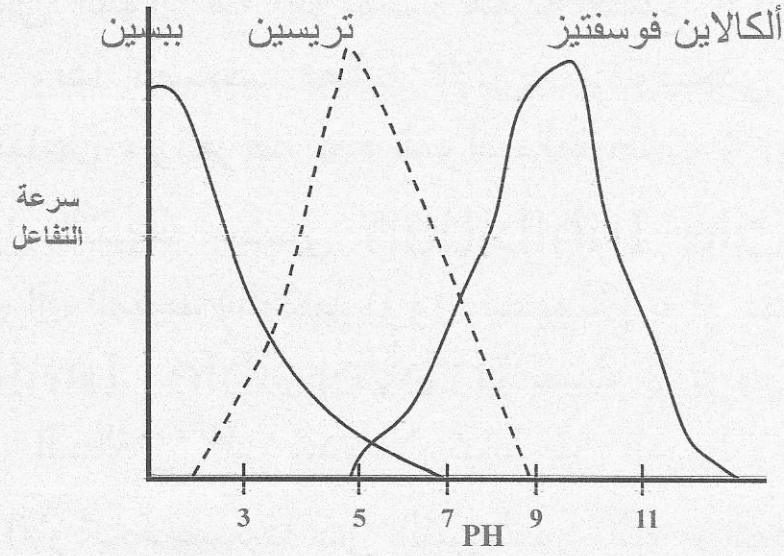
الأس الهيدروجيني pH

- لكل إنزيم، تركيز معين من أيونات الهيدروجين أمثل أو درجة pH مثلى عندها يكون نشاط الإنزيم أعلى ما يمكن وتقل هذه الفاعلية (النشاط الأنزيمي) إذا حدث تغير في هذا التركيز سواء بالارتفاع أو النقص نظراً لتغير تركيب الإنزيم الطبيعي بسبب الـ pH البعيدة عن الظروف الفسيولوجية للإنزيم .
- يتراوح الأس الهيدروجيني (تركيز أيونات الهيدروجين) المناسب لكثير من الأنزيمات بين 5 و 9 ، إلا أن بعض الأنزيمات تعمل في وسط شديد الحموضة مثل إنزيم الببسين بينما يميل الأس الهيدروجيني المناسب لبعض الأنزيمات إلى القلوية كما هو الحال في إنزيم الفوسفاتيز القلوي .

الأس الهيدروجيني



تأثير الـ PH على سرعة التفاعل



5- وجود المثبطات

وجود المثبطات وأنواعها

- تتحد بعض المواد مع إنزيمات معينة فتمنع ارتباطها مع المادة الهدف ، وبذا تضعف فعالية الإنزيم ، ويتجلى ذلك في نقص سرعة التفاعل ، وتعرف هذه المواد بالمثبطات Inhibitors.
- وقد يكون التثبيط عكسي Reversible Inhibition أي يزول بزوال المثبط (المثبط يزول بسهولة) ، أو يكون غير عكسي Irreversible Inhibition حيث لا يزول المثبط بسهولة ، وتتوقف الحالتان على شدة الارتباط بين المثبط والإنزيم .
- فإذا كان الارتباط ضعيفاً كان التثبيط من النوع العكسي ، وإذا كان الارتباط قوي كان التثبيط من النوع غير العكسي .

مثبطات الإنزيمات و أنواعها

□ التثبيط العكسي Reversible Inhibition

■ في هذا النوع من التثبيط تستعاد فاعلية الإنزيم إذا تم

التخلص من المثبط بطريقة ما.

■ يمكن تمييز نوعين من التثبيط العكسي هما التثبيط

التنافسي و التثبيط غير التنافسي.

1- التثبيط العكسي

I. التثبيط التنافسي Competitive Inhibition

□ في هذا النوع من التثبيط تركيب المثبط يشبه تركيب المادة الهدف، لذا فإنه يتنافس مع المادة الهدف ليرتبط بالإنزيم في منطقة الموقع النشط مانعاً بذلك ارتباط المادة الهدف بالإنزيم . وبذلك فإن المثبط والمادة الهدف يتنافسان على الارتباط بالإنزيم ، فإذا اجتمعا في الوقت نفسه مع الأنزيم فسيمنع كل منهما الآخر من الارتباط مع جزيء معين من الأنزيمات، وبناء على ذلك يمكن التقليل من أثر المثبط بزيادة عدد جزيئات المادة الهدف بحيث تزداد فرصة التقائها مع الإنزيم، ومن ثم يقلل من احتمالات ارتباط المثبط به .

1- التثبيط العكسي

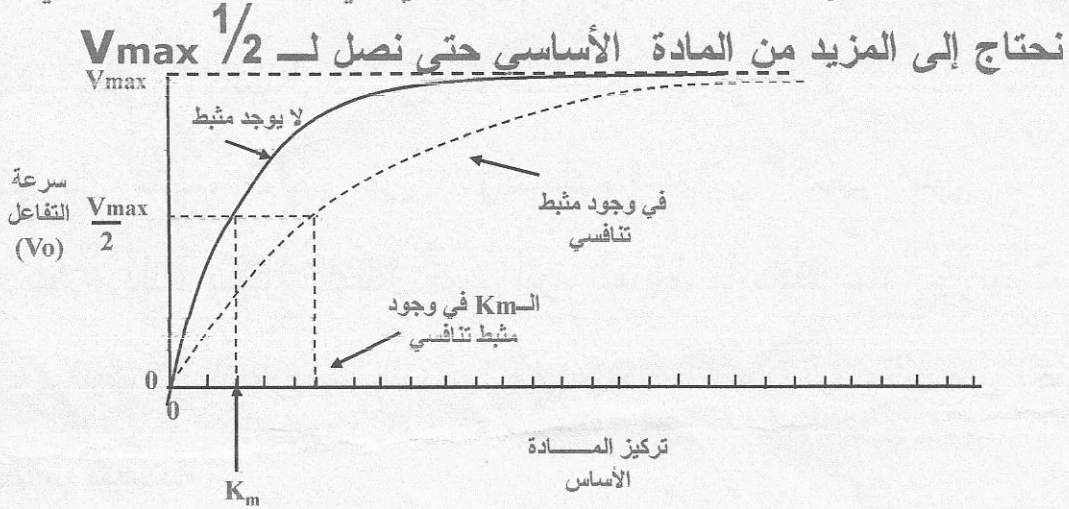
I. التثبيط التنافسي Competitive Inhibition

- و من الأمثلة على هذا النوع من التثبيط إنزيم سكسينات ديهيدروجينيز و هو أحد أنزيمات دورة كربس الذي يؤكسد السكسينات الى فيوماريت.
- و يمكن لكل من المالونات و المالات و الأوكسالواسيتات أن ترتبط مع الأنزيم فتثبط أكسدة السكسينات.

التثبيط العكسي

□ التثبيط التنافسي :

- في حالة وجود مثبط تنافسي فإن ذلك :
- لا يؤثر على السرعة القصوى للإنزيم V_{max}
- ولكنه يؤثر على K_m ، فيزيد من قيمتها أي في وجود مثبط تنافسي فإننا



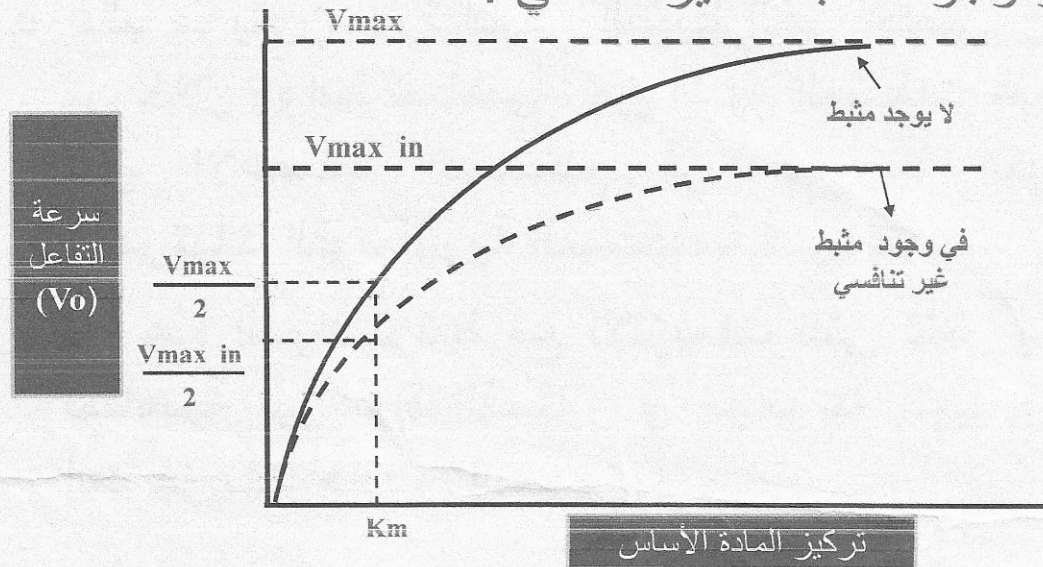
1- التثبيط العكسي

II. التثبيط غير التنافسي Non Competitive Inhibition

- في هذا النوع من التثبيط يرتبط المثبط مع الإنزيم من خلال منطقة معينة في الإنزيم ليست بالموقع النشط الذي يرتبط بالمادة الهدف ، لذا يمكن أن يرتبط كليهما مع الإنزيم في وقت واحد ، إلا أن ارتباط المثبط في هذه الحالة يمنع الإنزيم من إتمام التفاعل .
- ولما كان ارتباط الهدف مع الإنزيم لا يحول دون ارتباط المثبط مع المادة الأساسية فإن زيادة تركيز المادة الهدف لن يقلل من تأثير المثبط ، بل تبقى جميع جزيئات الإنزيم المرتبطة بالمثبط والهدف معاً أو المرتبطة بالمثبط وحده عاجزة عن إتمام التفاعل ، ولا يمكن تحقيق سرعة قصوى عالية للتفاعل مهما كان تركيز الهدف .

التثبيط العكسي الغير تنافسي

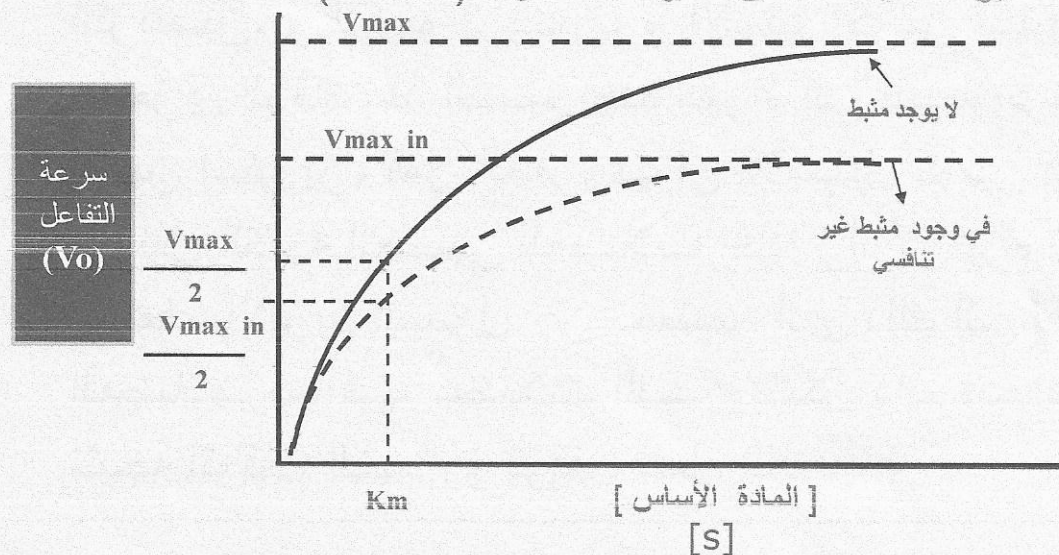
- المثبطات الغير تنافسية لا تمنع من ارتباط المادة الأساس بالأنزيم . وبالتالي الأنزيم يعطي نفس الـ K_m سواء في غياب أو وجود المثبط الغير تنافسي .



التثبيط العكسي الغير تنافسي

□ التثبيط الغير تنافسي :

- التثبيط الغير التنافسي لا يمكن التغلب عليه بزيادة تركيز المادة الأساس وبالتالي المثبطات الغير تنافسية تقلل من السرعة القصوى (V_{max}) للتفاعل .



مثبطات الإنزيمات وأنواعها Enzyme Inhibitors

2- التثبيط غير العكسي :

- غالبا ما يكون الارتباط في التثبيط الغير عكسي ارتباط قوي من خلال روابط تساهمية، من أشهر المثبطات غير العكسية ، غاز الأعصاب المستخدم في الحروب الكيميائية ، والمركبات الفوسفورية المستخدمة كمبيدات حشرية .
- كل هذه المواد ترتبط مع الأنزيمات التي تتأثر بها بروابط تساهمية بين ذرة الفسفور و مجموعة الهيدروكسيل في أحد جزيئات حامض السيرين.

مثبطات الإنزيمات وأنواعها Enzyme Inhibitors

2- التثبيط غير العكسي :

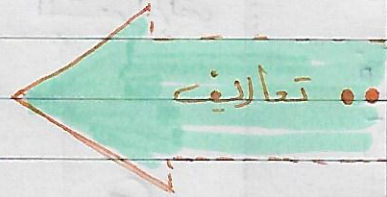
- و من الأنزيمات التي تثبط بمركبات الفسفور أنزيمات التريبسين، و الكيمو ترپسين، و الأستيل كولين إستيريز، و تعزى الوفاة عند التسمم بهذه المواد إلى تثبيط أنزيم الأستيل كولين إستيريز، فمن المعروف أن للأستيل كولين دورا هاما في نقل التنبية العصبي للعضلات. فإذا زاد تركيزه نتيجة لضعف الأنزيم المسؤل عن تحطيمه أدى ذلك إلى تقلص العضلات بما فيها عضلات التنفس بشكل دائم فتحدث الوفاة نتيجة لتوقف التنفس و توقف عمل القلب.

مسار التفاعل: تلك لحظة من التفاعل المارة بحوي طاقة
 • التناث من الوصل/ طرفيات (2) طاقة تنشيطية صغيرة

كلما كان في دارة طاقة التنشيط أقل من التفاعل أسرع

← ماهي الوارطة؟ الانذبات

← كلما زفنا درجة الحرارة تزداد سرعة التفاعل



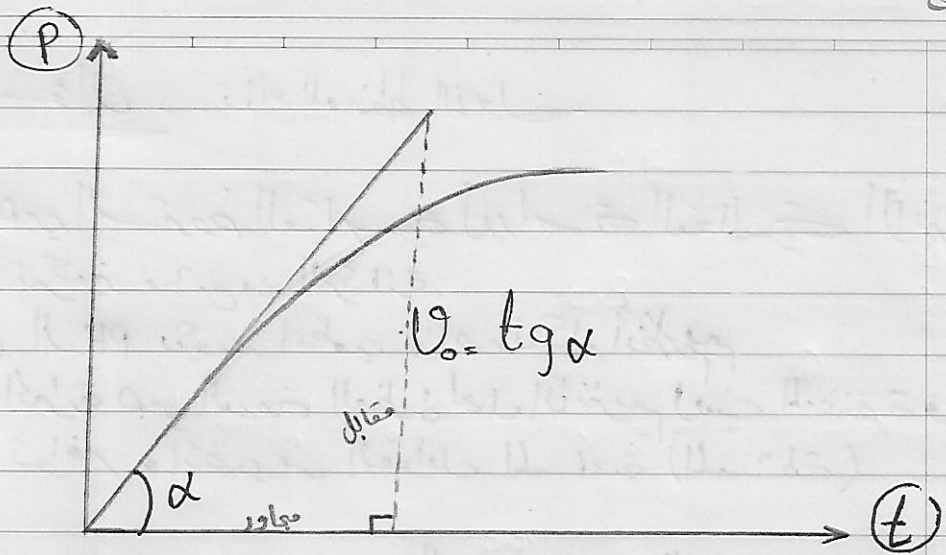
طاقة التنشيط: هي كمية الطاقة (تقدر بالطاوع. صرية) المتعدرة بالحيرة
 اللازمة لنقل هزيئات (mol) من المادة في الحالة النشطة في
 درجة الحرارة المعطاة.

الغالبية الأذنبية: تدعى بالعمية الأذنبية ويرفرها بالرفز U أو E وهي كمية
 الأذنبم اللازم لتحويل ميكرومول واحد من الركاره (المادة الامه) خلال
 دقيقة واحدة.

المعالية النوعية الأذنبات: وهو عدد ميكرومولات الركاره المتحولة خلال دقيقة
 واحدة من خلال تواسم فياي غرام واحد من البروتين.

واحدة تايه المعالية (الكاتك) = هي وحدة تعبر عن الأذنبم الذي يتواسم تحويل
 هنء واحد من الركاره الى نواتج خلال واحد تايه

(هي الوحدة الاسمي للعالم) $6 \times 10^7 =$ الكاتك

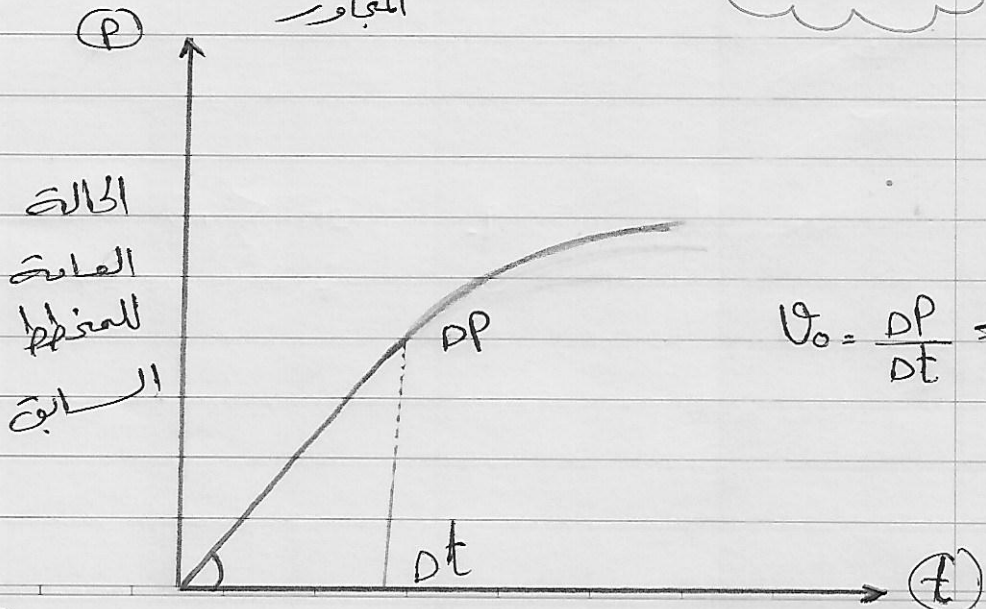


مخطط يبين علاقة ظهور النواتج P مع الزمن t

عليه واضح كيفية تحديد السرعة الابتدائية للتفاعل v_0
 * تسمى السرعة الأولية (الابتدائية) من العلاقة:
 $v_0 = tg \alpha$ - حيث v_0 هي السرعة من اللحظة الأولى
 من التفاعل

α هي زاوية الميل التي تميل بها المعايير
 المنخفض المتحرك والمنطلق من نقطة البدء
 $\frac{\text{ظل الزاوية}}{\text{المجاور}} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$

ملاحظة:



$$v_0 = \frac{DP}{dt} = tg \alpha$$

سؤال : تابع للعظم الأول -

ما هي السموم العيانية لدراسة الفعالية الأثرية؟

- ① تركيز وسبع من الركيزة
- ② ال PH يكون أعظمي فاه لكل أنزيم
- ③ الحرارة هي الدرجة العظمى لعمل الأثرية (بين المنخفضة والعلية)
- ④ توافق فائضه من العوامل المساعدة (المنطقة)

السرية الانتباهية: هي السرية من اللقطات الأولى من الحزن
حيث تحافظ من تلك الفترة العلاقة بين الزمن والناج (ظهوره)
على الشكل الخطي



مكتبة AZ to Z