ثانوية 18 فبراير بوزغاية الشلف

التخصص الوظيفي للبروتين

ملخص الوحدة الثالثة

التخصص الوظيفي للبروتين في التحفيز الأنزيمي

Bac ...loading

2022

دروس دعم و تقوية
السنة ثالثة علوم تجريبية
مادة علوم الطبيعة و الحياة
الأستاذ فيصل بوحريرة

الأنزيمات الهاضمة جزيئات من طبيعة بروتينية تحطم المركبات الغذائية المعقدة إلى وحدات البناء الأساسية المكونة لها، بغرض تسهيل عملية امتصاصها في الجسم.

المشكلة العلمية: ما هي العلاقة بين بنية الأنزيم و تخصصه الوظيفي؟

1/ مفهوم الانزيم:

	الشروط التجريبية	النتائج
01	الاماهة الحامضية للنشاء في وجود حمض كلور الماء في درجة حرارة 100 م^0	تحلل جزيئة النشاء إلى وحدات من سكر بسيط هو سكر العنب (غلوكوز) بعد 40 دقيقة
02	إماهة النشاء في وجود إنزيم الأميلاز اللعابي في درجة حرارة 37 م^0 في وسط معتدل PH=7	تحلل جزيئة النشاء إلى سكر ثنائي هو سكر الشعير (المالتوز) بعد 7 دقائق
03	إعادة نفس التجربة (02) باستعمال لعاب مغلي	لا يتحلل النشاء
04	إعادة نفس التجربة (02) في درجة حرارة 0م^0	- لا يتحلل النشاء. - بعد العودة إلى درجة الحرارة 37 م^0، يتحلل النشاء إلى سكر العنب
05	إعادة نفس التجربة (02) مع استبدال النشاء بزلال البيض (بروتين).	لا يتحلل هذا البروتين
06	إعادة التجربة (02) في وسط حامضي أو في وسط قاعدي	لا يتحلل النشاء.

- ✓ التجربة 01 تفاعل تحت تأثير محفز كيميائي (**Hcl**)يسمح تبسيط النشاء.
- ✓ التجربة 02 تفاعل تحت تأثير محفز بيولوجي (**انزيم الاميلاز اللعابي**) يسمح بتبسيط **اسرع** للنشاء.
- ✓ التجربة 03 انزيم الاملاز اللعابي يتخرب بالحرارة فهو من طبيعة **بروتينية**
- ✓ التجربة 04 انزيم الاميلاز اللعابي تقل حركيته انخفاض درجة الحرارة و لا يتخرب
- ✓ التجربة 05 انزيم الاميلاز اللعابي لا يبسط البروتين فهو **نوعي** تجاه النشاء (متخصص)
- ✓ التجربة 06 انزيم الاميلاز اللعابي يتاثر بشروط الوسط بتغير حالته الكهربائية

الأنزيمات وسائط حيوية (من طبيعة بروتينية) ضرورية تتميز بتاثيرها النوعي تجاه مادة تفاعل (ركيزة) معينة في شروط ملائمة من درجة الحموضة (PH) و درجة الحرارة.

و يمكن تمثيل اي تفاعل انزيمي بالمعادلة

$$E+S \rightleftharpoons ES \longrightarrow E+P$$

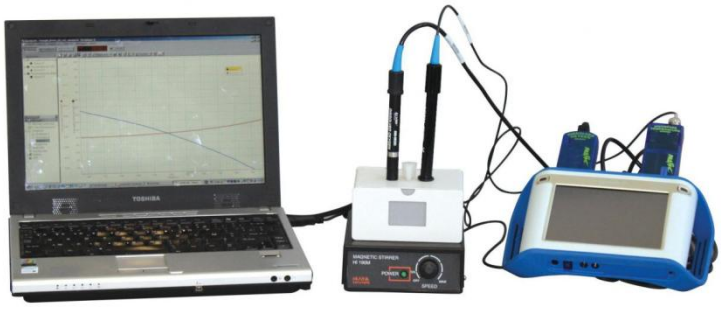
لدراسة حركية التفاعلات الانزيمية نقترح انزيم غلوكوز اكسيداز Glucose Oxydase (GO)
الانزيم GO يحفز اكسدة الغلوكوز بفعل الاكسجين وفق التفاعل التالي

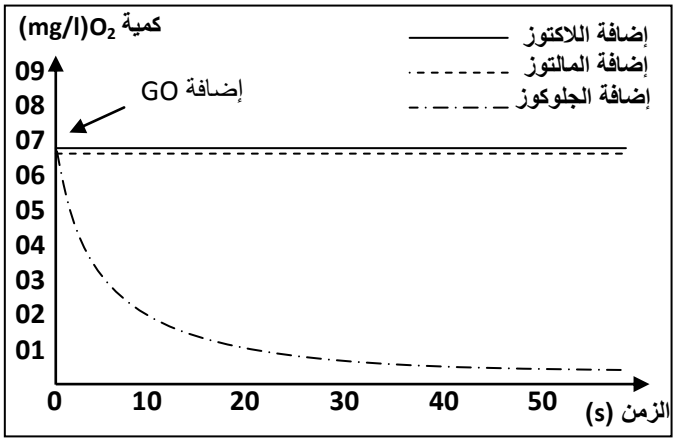
$$O_2 + \text{غلوكوز} \xrightarrow{\text{غلوكوز أكسيداز}} \text{حمض غلوكونيك} + H_2O_2$$

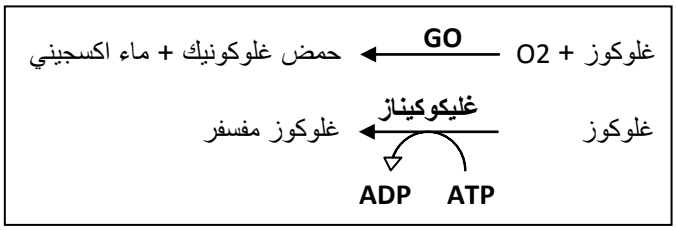
وقع الاختيار على هذا الأنزيم نظرا لإمكانية متابعة هذا التفاعل عن طريق التجريب المدعم بالحاسوب ExAO حيث يتم تتبع تغيرات الO2 في الوسط و تناقصة يُستدل به على حدوث التفاعل الأنزيمي.

إن استعمال **التجريب المدعم بالحاسوب** في قياس نشاط الإنزيمات له عدة مزايا مقارنة بالتجارب الاعتيادية من بينها :

- يسمح بالقياس السريع للمواد المتفاعلة أو النواتج بدقة
- يسمح لنا بمتابعة سير التفاعل على شاشة الحاسوب بصورة لحظية (آنية) أي لا ننتظر انتهاء التجربة للحصول على النتائج.
- يسمح لنا بمشاهدة تأثير إضافة مركبات أو تغيرات في شروط التفاعل مباشرة.







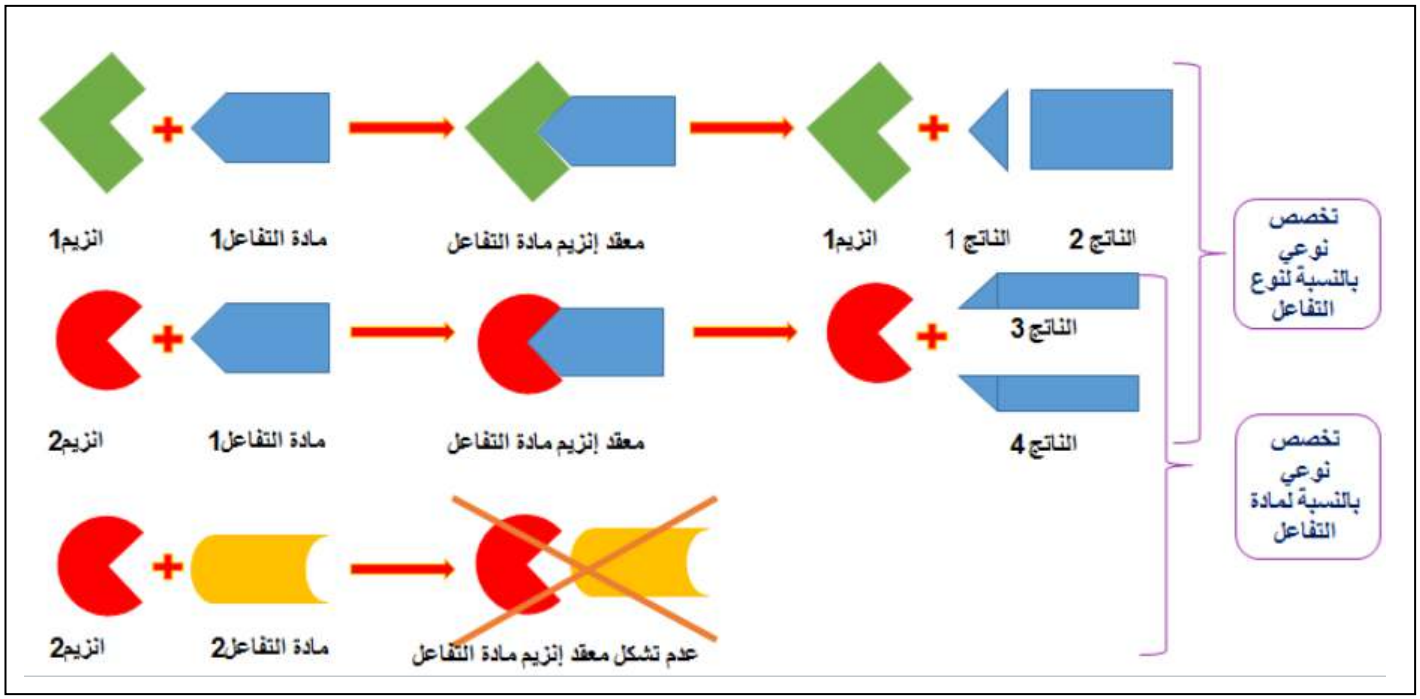
2/ التخصص الوظيفي المزدوج للأنزيمات

للإنزيم تأثير نوعي اتجاه مادة التفاعل حيث يتشكل المعقد أنزيم – مادة التفاعل (ES) مع الجلوكوز ولا يتشكل مع اللاكتوز او المالتوز وهو ما يعرف:

بالنوعية اتجاه مادة التفاعل

يمكن أن تؤثر عدة إنزيمات على نفس الركيزة لكن كل نوع من الإنزيمات لا يمكنه أن ينشط إلا نوعا واحدا من التفاعلات وهو ما يعرف

بالنوعية اتجاه نوع التفاعل

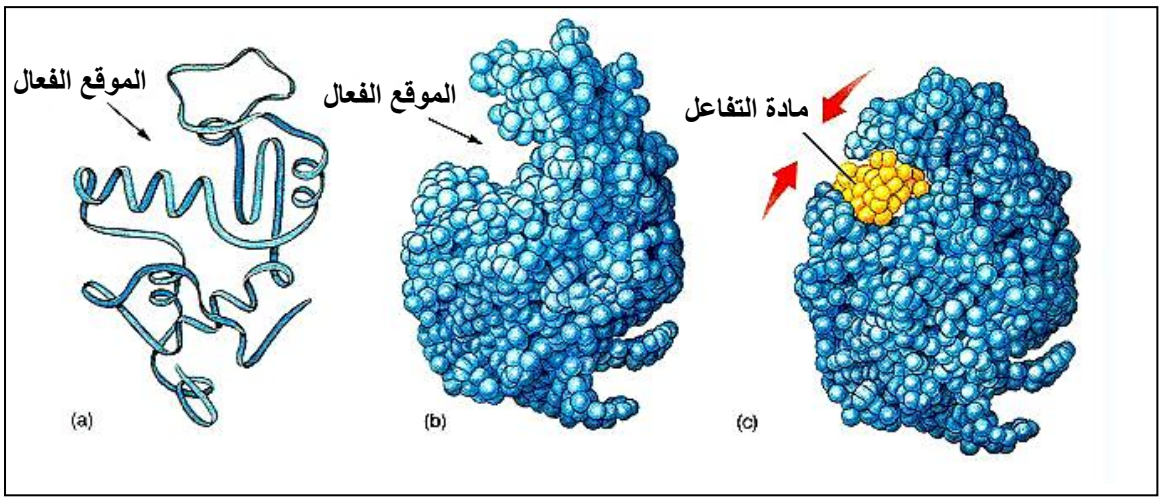


تتميز الإنزيمات بتأثيرها (تخصصها) النوعي المزدوج، نوعية اتجاه نوع التفاعل ونوعية اتجاه مادة التفاعل

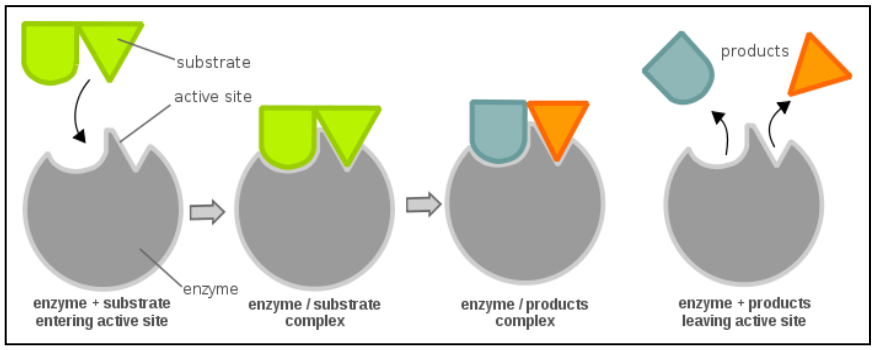
- لماذا النوعية تجاه مادة التفاعل؟ للانزيم موقع خاص يسمح بتثبيت ركيزة دون اخرى
- لماذا النوعية تجاه نوع التفاعل؟ للانزيم موقع خاص يسمح بتحفيز تفاعل محدد تجاه الركيزة

لتحديد ذلك ندرس خصائص بنية الانزيم باستعمال برنامج RasTop

3/ بنية الأنزيم

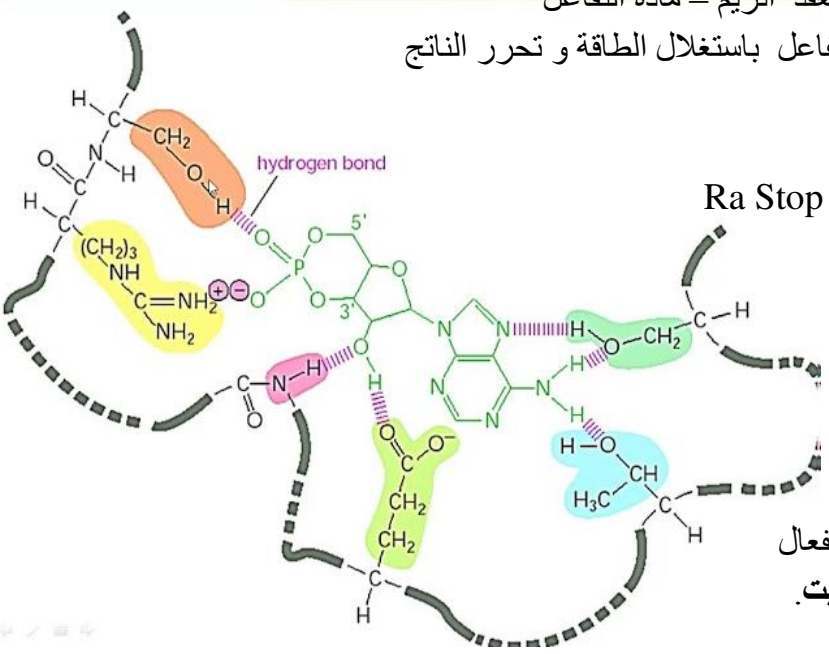


يمكن تمثيل علاقة الانزيم بمادة التفاعل بالنمذجة البسيطة التالية:



تتثبت مادة التفاعل (الركيزة) في منطقة محددة من الانزيم و نسيمها **الموقع الفعال** من خصائصه:

- ✓ جزء من الإنزيم يأخذ حيز صغير له القدرة على التعرف النوعي لمادة التفاعل لوجود تكامل بنيوي بينه و بين جزء محدد من مادة التفاعل.
- ✓ حسب طبيعة التفاعل فلأنزيم قد يساهم في تفاعل **هدم**، **بناء** أو **تحويل**
- ✓ يتم التفاعل وفق ثلاث مراحل - توفر عناصر التفاعل (الانزيم، مادة التفاعل و الطاقة)
  - تشكل المعقد انزيم – مادة التفاعل
  - حدوث التفاعل باستغلال الطاقة و تحرر الناتج



نغوص أكثر في الموقع الفعال باستعمال برنامج Ra Stop

<u>المرحلة 01:</u>

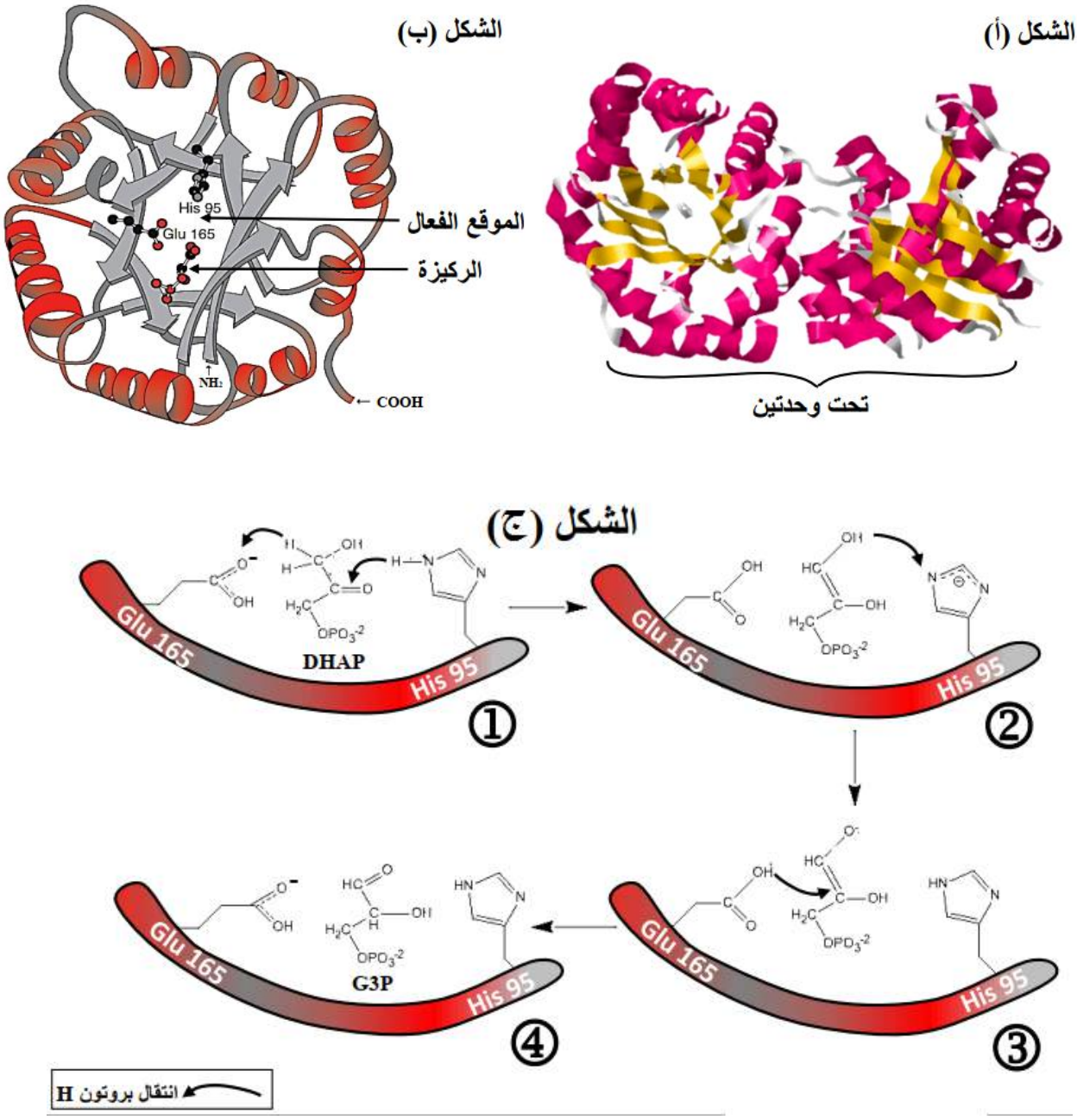
تكون الروابط بين مادة التفاعل والإنزيم في الموقع الفعال ضعيفة يسهل تكسيرها.

بعض الأحماض الامينية المشاركة في الموقع الفعال تسمح بتثبيت مادة التفاعل و تشكل **منطقة التثبيت**.

المرحلة 02:

يحفز إنزيم تريوز فوسفات إيزوميراز Triose Phosphate Isomérase (TPI) مرحلة أساسية من مراحل التحلل السكري يتم فيها تحفيز التفاعل التالي:

dihydroxyacétone phosphate (DHAP) ⇨ D-glycéraldéhyde-3-phosphate (G3P)



الشكل (أ) صورة مأخوذة من برنامج راستوب توضح البنية الفراغية لإنزيم TPI

الشكل (ب) رسم تخطيطي لإحدى تحت الوحدتين المتشابهتين تماما و المكونة لهذا الإنزيم تظهر الحمضين الامينين His 95 و Glu 165 المشاركان في الموقع الفعال.

الشكل (ج) رسم تخطيطي للموقع الفعال لإنزيم (TPI) وألية تحفيزه للتفاعل.

بالتدقيق في هذه الأحماض الامينية نلاحظ أنها لا تساهم في تثبيت مادة التفاعل بل تشارك في تفاعل و تبادل أفراد كيميائية بينها و بين مادة التفاعل حيث:

المرحلة 1:

.....

.....

المرحلة 2:

.....

.....

المرحلة 3:

.....

.....

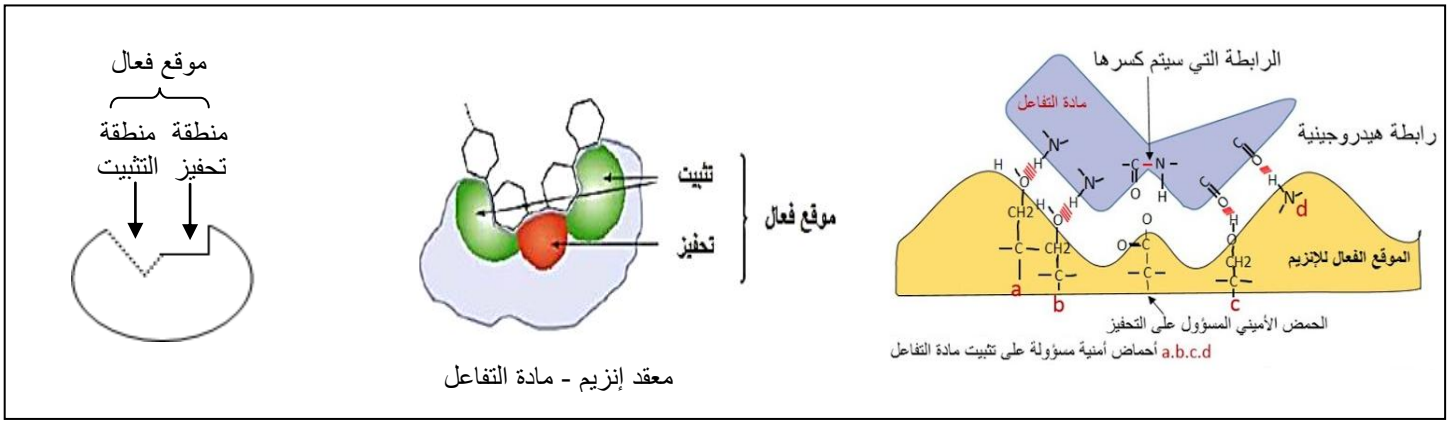
المرحلة 4:

.....

.....

اذا هذه الأحماض الامينية المشاركة في الموقع الفعال تسمح بتحفيز تفاعل محدد بمشاركة الافراد الكيميائية بينها و بين الركيزة و الوسط و تشكل **منطقة التحفيز**

الوقع الفعال = منطقة التثبيت + منطقة التحفيز



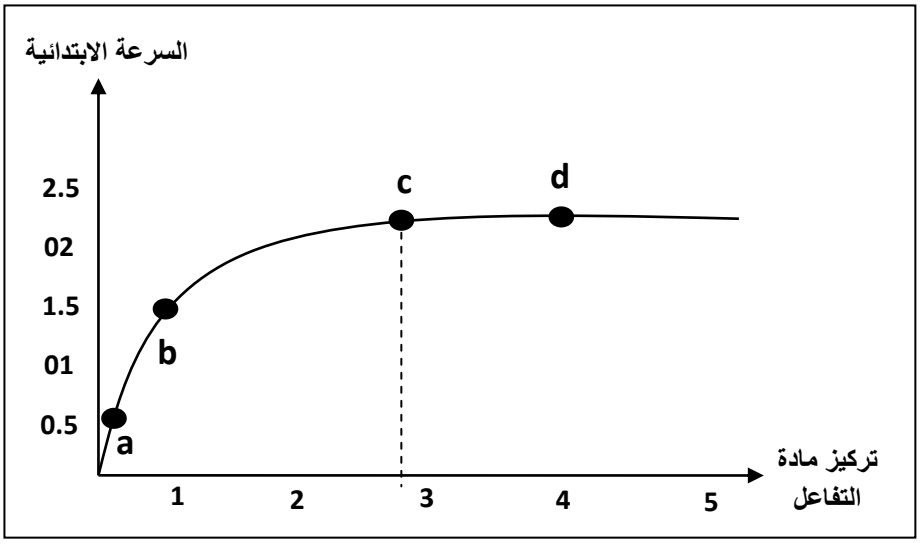
بعض الإنزيمات يكون تموقع الأحماض الامينية المشاركة في الموقع الفعال يشكل تكامل في وجود وفي غياب مادة التفاعل بينما تتقارب و يتم التكامل في بعض الإنزيمات فقط عند إقتراب مادة التفاعل لتاخذ شكلا مكملا لمادة التفاعل : انه **التكامل المُحَفز**

إن تغير شكل الأنزيم يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوثه تصبح في الموقع المناسب للتأثير على مادة التفاعل

تتوقف البنية ثلاثية الأبعاد للإنزيم على تموضع فراغي محدد لأحماض أمينية معينة .تسمح هذه البنية بتجمع أحماض أمينية موجودة في أماكن مختلفة من السلسلة لتشكيل موقع له خصائص هندسية تكمل بنية الجزء الموافق من مادة التفاعل

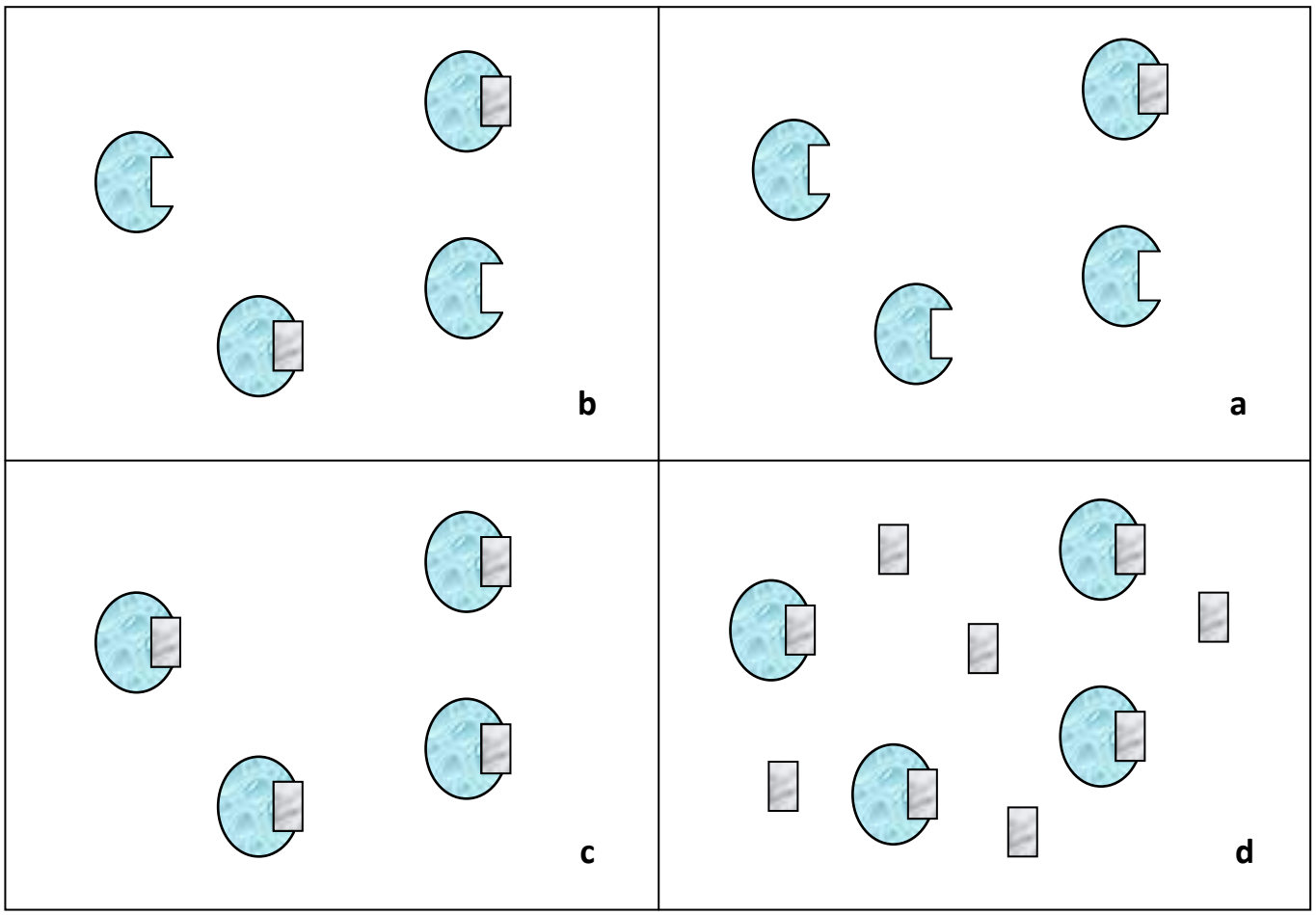
4/ تأثير تركيز مادة التفاعل على سرعة التفاعل الأنزيمي

نتتبع باستعمال التجريب المدعم بالحاسوب تطور السرعة الابتدائية للتفاعل الأنزيمي



- في التراكيز المنخفضة (الدنيا)لمادة التفاعل تكون سرعة التفاعل متزايدة بتزايد تركيز مادة التفاعل
- في التراكيز المرتفعة (العالية) لمادة التفاعل تكون سرهة التفاعل ثابتة مهما زاد تركيز مادة التفاعل و لذلك راجع لحالة التشبع الانزيمي حيث تكون كل المواقع الفعالة للانزيم مشغولة

يمكن تمثيل و نمذجة العلاقة بين الانزيم و تركيز مادة التفاعل في تراكيز مختلفة من مادة التفاعل حيث نختار التراكيز a ، b، c، d



الإنزيمات من طبيعة بروتينية ، فكيف تؤثر كل من الحرارة وpH على السرعة الابتدائية للتفاعلات المحفزة إنزيميا ؟

كيف يؤثر pH الوسط على السرعة الابتدائية (الحركية الأنزيمية) للتفاعل المحفز إنزيميا ؟

1/ دراسة تأثير تغيرات درجة pHالوسط على نشاط الإنزيم :

- تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل البيبتيدية وبالخصوص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال بحيث:
- في الوسط الحمضي تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية موجبة.
- في الوسط القاعدي تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية سالبة.

يفقد الموقع الفعال شكله المميز, بتغير حالته الأيونية وهذا يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل.

- لكل أنزيم درجة حموضة **مثلى** يكون نشاطه عندها **أعظميا**

في درجة الحموضة المثالية يكتسب الأنزيم و بالأخص الموقع الفعال شحنة ملائمة تسمح بأداء لعظمي

انتبه: الشحنة الملائمة للأنزيم ليست بالضرورة تكون متعادلة

2/ أثير درجة الحرارة:

يتم النشاط الأنزيمي ضمن مجال محدد من درجة الحرارة بحيث:

- تقل حركة الجزيئات بشكل كبير في درجات الحرارة المنخفضة ويصبح الأنزيم غير نشط.
- تتخرب البروتينات في درجات الحرارة المرتفعة و تفقد نهائيا بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز.
- يبلغ التفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة مثلى هي درجة حرارة الوسط الخلوي.