الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

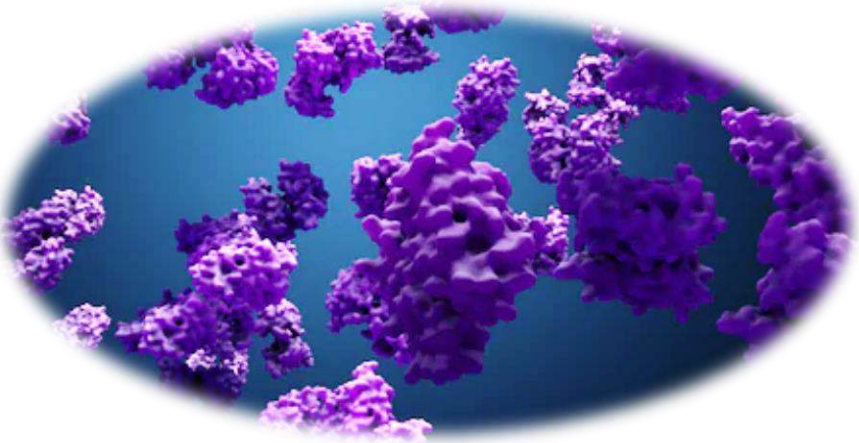
وزارة التربية الوطنية

مديرية التربية لولاية الاغواط

الاستاذ بلمـداني وليد

المذكرات التربويـــــــة

علوم الطبـــــــيعة و الحياة



بكالوريا 2020

الوحدة التعلمية رقم 03 : النـــــــــــشاط الاتزيمي للبروتينات

السنة 3 ثانوي شعبة علوم تجريبية

حسب المنهاج التربوي و تدرج التعلمات 2020

حسب منهاج علوم الطبيعة و الحياة للسنة الثالثة ثانوي علوم تجريبية

المجال التعلمي الاول :

التخصـــــــــص الوظيفي للبروتينات

الوحدة التعلمية1:	الوحدة التعلمية 2 :	الوحدة التعلمية 3 :	الوحدة التعلمية 4 :	الوحدة التعلمية 5 :
تركيب الـــبروتين	العلاقة بين بنـــية البروتين و وظيفته	النشـــاط الإتريمي للبروتينات	دور البروتينات في الدفاع عن الذات	دور البروتينات في الاتصال العصبي
الهدف التعلمي 1 :	**الهدف التعلمي 2 :**	**الهدف التعلمي 3 :**	**الهدف التعلمي 4 :**	**الهدف التعلمي 5 :**
يحدد آليات تركيب البروتين	يجد علاقة بين البنية و التـــــخصص الوظيفي للبروتينات	يظهـــر التخصص الوظيفي للبروتينات في التحفيز الأتريمي	يظهر التخـــصص الوظيفي للبروتينات في الدفاع عن الذات	يظهر التخـــصص الوظيفي للبروتينات في الاتصال العصبي

الكفاءة القاعدية رقم 01

يقدم ـ بناء على أسس علمية ـ إرشادات لمشكل اختلال وظيفي عضوي , بتجنيد المعارف المتعلقة بالاتصال على مستوى الجزيئات الحاملة للمعلومة .

الكفاءة الختامية

في نهاية السنة الثالثة ثانوي، يجب أن يكون التلميذ قادرا على :

ـ اختيار التوجه نحو مسار علمي.

ـ اقتراح حلول مبنية على أسس علمية للإجابة على مشاكل الصحة و المحيط والمشاركة في حوارات مفتوحـة حول المسائل العلمية الحالية.

المجال التعلمي I: التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة 3: التخصص الوظيفي للبروتين في التحفيز الانزيمي

الفكرة العامة للوحدة : (المنهاج التربوي)

الأنزيمات وسائط **حيوية**،تتميز بتأثيرها **النوعي** اتجاه مادة التفاعل (**ركيزة**) معينة في شروط درجة حرارة **ملائمة** للحياة. يرتكز التخصص الوظيفي **المزدوج** (تخصص بالنسبة للتفاعل و تخصص بالنسبة لمادة التفاعل) للأنزيمات على تشكل معقد أنزيم ـ مادة التفاعل ،ينشأ أثناء حدوثه رابطة **انتقالية** بين جزء من مادة التفاعل ومنطقة خاصة من الأنزيم تدعى **الموقع الفعال**. يحدث **التكامل** بين الموقع الفعال للأنزيم ومادة التفاعل عند اقتراب هذه الأخيرة التي تحفز الأنزيم لتغيير شكله الفراغي فيصبح مكملا لشكل مادة التفاعل: إنه التكامل **المحفز**. إن تغير شكل الأنزيم يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوثه تصبح في الموقع **المناسب** للتأثير على مادة التفاعل.

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.

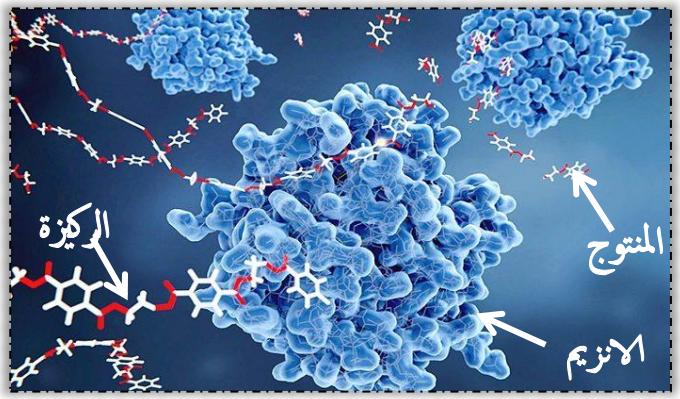
لكل أنزيم درجة حموضة **مثلى**، يكون نشاطه عندها **أعظميا**.

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**(أكبر من 40 °م) ، و تفقد نهائيا بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز. يبلغ التفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة **مثلى**، هي درجة حرارة الوسط الخلوي (37°م عند الإنسان).

ماذا تبين لك الصورة ؟



المشكل العام : ما هو دور البروتينات في التحفيز الانزيمي ؟

الاستاذ بلمداني وليد	المستوى السنة الثالثة ثانوي شعبة علوم تجريبية	المذكرة التربوية رقم 05

نوع المقـــــــطع	مدة الانجـاز	الوسائل العلمية و البيداغوجية المستعملة
نظري - عملي	05 ساعة	السبورة, جهاز اسقاط رقمي, وثائق الكتاب المدرسي, التركيب التجريبي EXAO (عمل تطبيقي في المختبر)

المجال التعلـــمي رقم 01	التخصص الوظيفي للبروتين في العضويـــــــة
الوحدة التعلميـة رقم 03	التخصص الوظيفي للبروتين في التحفيز الأنزيمي
المقطع التعلمـــي رقم 01	العلاقة بين بنية الانزيم و تخصصـــه الوظيفي

الانشطة المقترحة للسير المنهجي للتدرج التعلمات
1- يطرح مشكلة العلاقة بين بنية الانزيم و تخصصه الوظيفي

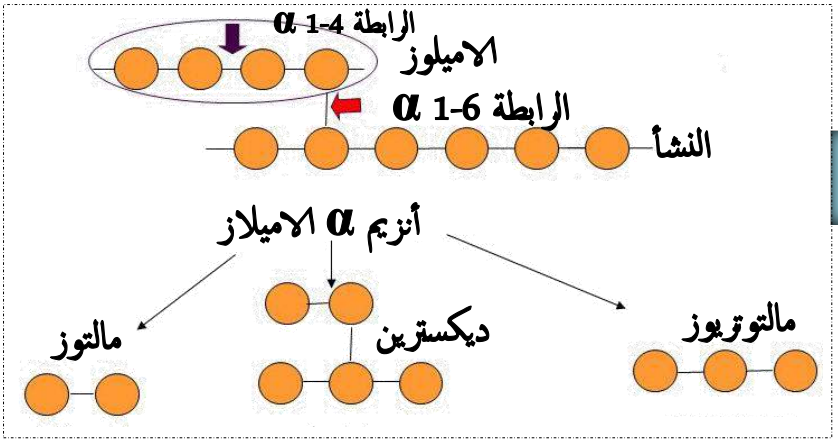
أهداف التعلم
1- يقدم تعريفا للأنزيم
2- يحدد العلاقة بين بنية الانزيم و تخصصه الوظيفي
3- يحدد تأثير بعض العوامل على النشاط الأنزيمي و ألية تأثيرها

الوثائق العلمية المستعملة حسب تدرج التعلمات
الوثائق 4,5,6 و 7 الصفحة 63,64,65 من الكتاب المدرسي.
الوثيقة 8 و 9 الصفحة 65 و 66 من الكتاب المدرسي.
الوثيقة الصفحة 67 و 68 من الكتاب المدرسي.

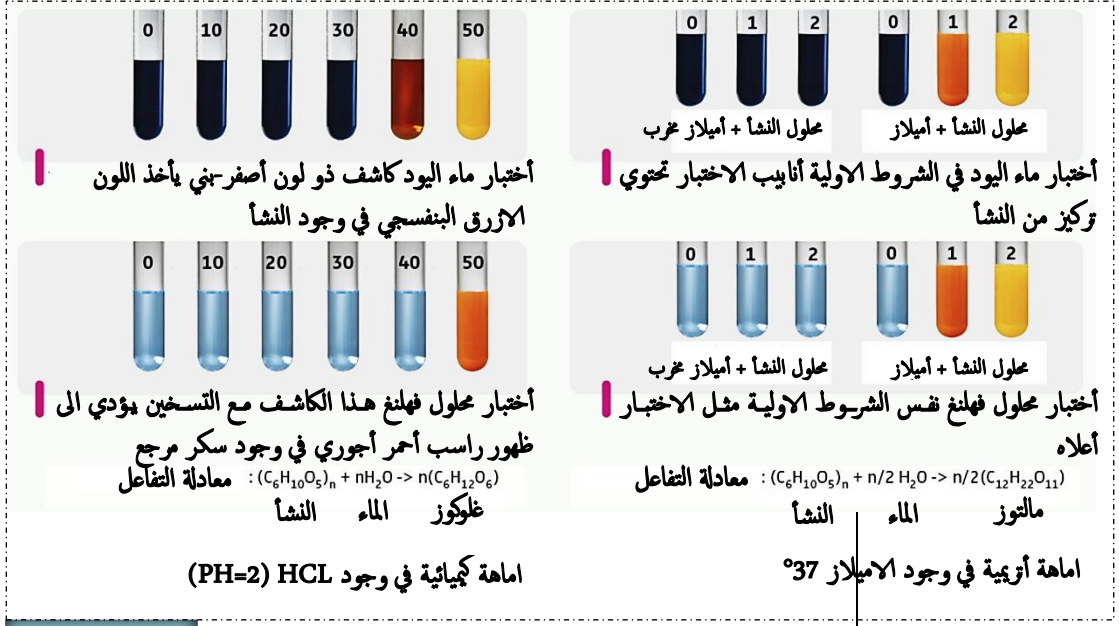
الاهداف المنهجية
تجنيد المكتسبات القبلية.
استقصاء المعلومات.
ايجاد علاقة منطقية بين المعطيات.
استعمال تقنية EXAO.
وضع نموذج.

المراحل المتبعة	السير المنهجي للمقطع التعلمي	الموارد المستهدفة
وضعية الانطلاق	استرجاع المكتسبات القبلية للسنة 4 متوسط بتحليل مخطط يبين الانزيمات الهاضمة و دورها, نتائج تجريبية تبين بعض خصائص الانزيمات.	الأنزيمات وسائط حيوية، تتميز بتأثيرها النوعي اتجاه مادة التفاعل (ركيزة) معينة في شروط درجة حرارة ملائمة للحياة. يرتكز التخصص الوظيفي المزدوج (تخصص بالنسبة للتفاعل و تخصص بالنسبة لمادة التفاعل) للأنزيمات على تشكل معقد أنزيم - مادة التفاعل ،ينشأ أثناء حدوثه رابطة انتقالية بين جزء من مادة التفاعل ومنطقة خاصة من الأنزيم تدعى الموقع الفعال. يحدث التكامل بين الموقع الفعال للأنزيم ومادة التفاعل عند اقتراب هذه الأخيرة التي تحفز الأنزيم لتغيير شكله الفراغي فيصبح مكملا لشكل مادة التفاعل: إنه التكامل المحفز. إن تغير شكل الأنزيم يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات

الوثيقة 1



تجربة : اماهة النشأ مخبريا



الوثيقة 2

1- قدم تحليلا للوثيقة 1

2- فسر النتائج التجريبية الموضحة في الوثيقة 2

الحصة الاولى : العلاقة بين البنية و التخصص الوظيفي للأنزيم

المشكل المطروح : **ما هي العلاقة بين البنية و التخصص الوظيفي للأنزيم ؟**

المهمة رقم 01 : تعريف الانزيم

استغلال الوثائق و بناء التعلمات

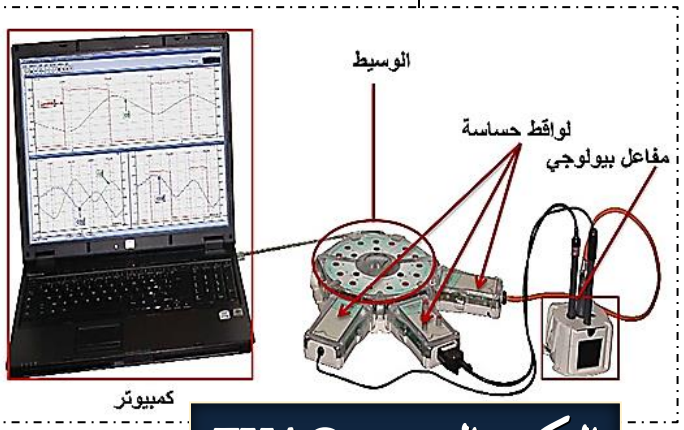
السندات

1-1- دراسة حركية التفاعل الأنزيمي

الوثائق 4 ,5 الصفحة 63, 64

يتم قياس سرعة التفاعل الأنزيمي بقياس كمية المواد المتفاعلة المستهلكة و كمية المواد الناتجة في وحدة من الزمن.

1-1-1- التركيب التجريبي المدعم بالحاسوب EXAO



التركيب التجريبي EXAO

المطلوب :

1- **اشرح** في فقرة مكونات EXAO

2- **أذكر** مزايا EXAO

الاجابة

1- شرح مكونات EXAO

أ- المفاعل الحيوي : مقر حدوث التفاعل الأنزيمي وفق شروط مناسبة.

ب- اللواقط : قياس تغيرات كمية المتفاعلات و النواتج, Tc°,PH

ج- الوسائط : ربط المفاعل بجهاز الحاسوب.

د- الحاسوب : اظهار النتائج على شكل منحنيات بيانية.

2- مزايا الـ EXAO :

- يسمح بالقياس السريع للمواد المتفاعلة أو النواتج بدقة.
- يسمح بمتابعة سير التفاعل على شاشة الحاسوب بصورة لحظية.
- يسمح بمشاهدة تأثير اضافة مركبات أو تغيرات في شروط التفاعل.
- حفظ النتائج.

الكيميائية الضرورية لحدوثه تصبح في الموقع المناسب للتأثير على مادة التفاعل.

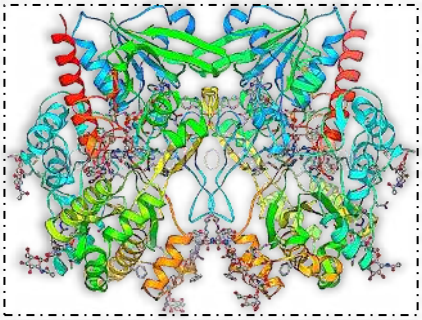
تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل البيبتيدية وبالخصوص تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال بحيث:

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.

	3- يتطلب التفاعل أثناء استعمال EXAO متابعة تغيرات درجة PH الوسط و درجة الحرارة, علل الاجابة. **1-1-2- دراسة نشاط أنزيم الغلوكوزأكسيداز (GO)** لدراسة حركية التفاعلات الانزيمية بواسطة EXAO وقع الاختيار على أنزيم GO  البنية الفراغية للأنزيم GO يحفز أنزيم GO التفاعل التالي : تفاعل أكسدة الغلوكوز GLUCOSE + O2 (C6H12O6 S1 S2) → GO (ES1S2 تحويل) → ACIDE GLUCONIQUE (P1) + PYROXYDE HYDROGENE (H2O2 P2) يحدث تفاعل أكسدة الغلوكوز بتدخل أنزيم GO و في وجود O2 في الخلايا الكبدية و تكمن أهمية التفاعل في الحصول على حمض الغلوكونيك الذي سيرتبط مع المواد الزائدة و التي لا تحتاجها العضوية (مثلا ملونات العصير ...)	3- التعليل : تغيرات كل من الـPH و الحرارة تؤثر على النتائج المنتظرة لان الانزيمات من طبيعة بروتينية و بنية فراغية محددة و درجة الـ PH تغير من نوع الروابط بتغيرها مما يفقد الانزيم البنية الفراغية و بالتالي تخصصه الوظيفي فيتوقف النشاط الأنزيمي و نفس الامر بالنسبة لدرجة حرارة الوسط. **1- شرح التفاعل :** أنزيم GO وسيط حيوي ذو طبيعة بروتينية يحفز تفاعل أكسدة الغلوكوز و هذا بتسريع هذا التفاعل مع استهلاكه للـ O2 و يتم التفاعل على مرحلتين حيث يتم أولا الحصول غلوكونولاكتون بتحفيز من GO و يرافق ذلك استهلاك O2 حيث يحدث بين O2 و مرافق	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 (أكبر من 40 °م) ، و تفقد نهائيا بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز. يبلغ التفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة مثلى، هي درجة حرارة الوسط الخلوي (37°م عند الإنسان).

حيث يسهل حمض الغلوكونيك عمل الكلى من أجل التخلص منها.

المطلوب :

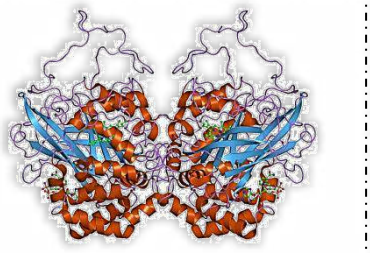
1- اشرح تفاعل أكسدة الغلوكوز بوساطة GO.

أنزيم الكاتلاز يحفز تفاعل تفكيك الماء الاكسجيني الى ماء و ثنائي الاكسجين التفاعل التالي يبين ذلك :

$$2H_2O_2 \xrightarrow[ES1]{\text{Catalase}} 2H_2O + O_2$$

S1 — تفكيك — P1 — P2

تفاعل تفكيك الماء الاكسجيني



البنية الفراغية للأنزيم كاتلاز

نتائج تجريبية :

التجربة رقم 01 :

تم دراسة تغيرات تركيز O2 بدلالة الزمن في غياب و في وجود أنزيم GO :

تم استعمال محلول غلوكوزي (**مادة التفاعل**) بتركيز محدد و الانزيم ديهيدروجيناز FADH2 في وجود أنزيم GO تفاعل أكسدة و ارجاع فيتأكسد FADH2 و يرجع O2 الى ماء أكسجيني H2O2 و في وجود الماء يتم اماهة رابطة من حلقة غلوكونولاكتون بالتالي فتح الحلقة و تشكيل وظيفة حمضية التي تميز حمض الغلوكونيك.

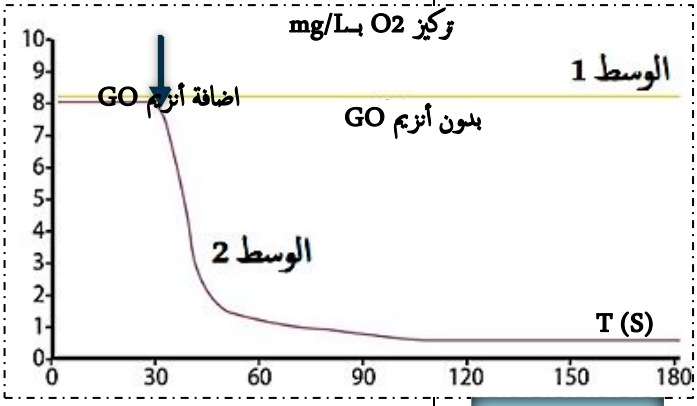
التجربة رقم 01 :

1- التفسير :

يمثل المنحنيين البيانيين تغيرات تركيز O2 الوسط و المعبر عنه بـ mg/L بدلالة الزمن بـ S و هذا في وسطين الاول خال من أنزيم GO و الثاني يضاف له الانزيم في الزمن 30 ثا.

الوسط 1 : نلاحظ بقاء تركيز O2 الوسط ثابت عند قيمة مرتفعة 8mg/L بمرور الزمن

في درجة حرارة ثابتة 37° و في PH=7 بعد وضع عناصر التفاعل في المفاعل يتم تشغيل التركيب التجريبي و بدء التسجيل على شاشة الحاسوب بعد تشغيل المبرمج الخاص عند T= 30s, من انطلاق التسجيل, يتم حقن تركيز ثابت من أنزيم GO يتم اجراء نفس التجربة في غياب أنزيم GO النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (4).



الوثيقة 4

المطلوب :

1- **باستغلال** الوثيقة 4 **فسر** المنحنيين مستعينا بمعادلة تفاعل أنزيم GO

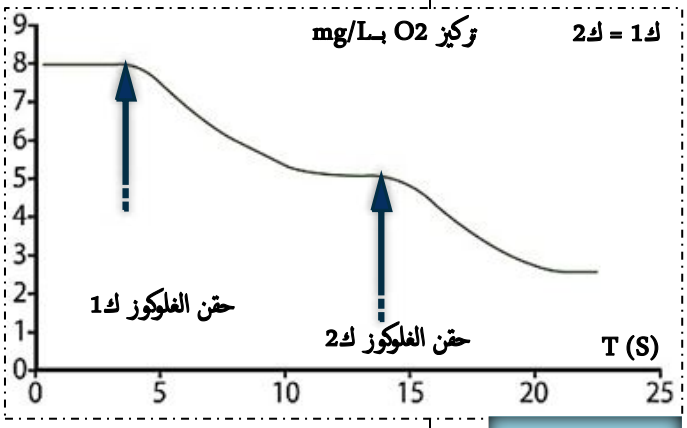
التجربة رقم 02 :

نفسر لكون أن غياب أنزيم GO يؤدي الى عدم استهلاك O2 **مما يدل** على عدم أكسدة الغلوكوز و بالتالي عدم حدوث النشاط الانزيمي

الوسط 2 : عند اضافة الانزيم في الزمن 30 ثانية **نلاحظ** تناقص سريع في تركيز O2 الوسط بمرور الزمن حتى يكاد ينعدم **نفسر** لكون أنه بعد إضافة انزيم GO في الزمن 30 ثانية يتم استهلاك O2 بسرعة **مما يدل** على أكسدة الغلوكوز و يتشكل كل من حمض الغلوكونيك و بيروكسيد الهيدروجين.

و منه **نستنتج** أن الانزيم **يستهلك** مادة التفاعل. (أنزيم GO **يستهلك** O2 من أجل **تسريع أكسدة** الغلوكوز و انتاج حمض غلوكونيك).

تم دراسة تغيرات O2 بدلالة الزمن, بعد حقن كمية صغيرة من مادة التفاعل (**غلوكوز**) باستعمال تركيز محدد من الانزيم في درجة حرارة ثابتة 37° و PH ثابت 7, تم حقن كمية متساوية من الغلوكوز عند الزمنين T1 و T2 و النتائج ممثلة في الوثيقة (5).



الوثيقة 5

المطلوب :

1- **باستغلال** الوثيقة 5 **فسر** المنحنى مستعينا بمعادلة تفاعل أنزيم GO

2- مماسبق **قدم** مفهوما

التجربة رقم 02 :

1- التفسير :

يمثل المنحنى البياني تغيرات تركيز O2 الوسط و المعبر عنه بـ mg/L بدلالة الزمن بـ S و هذا في حالة الحقن الاول بكمية محددة من الغلوكوز في T1 و الحقن الثاني بنفس الكمية من الغلوكوز في T2 بتوفير أنزيم GO بتركيز محدد و في شروط ملائمة.

نلاحظ استهلاك O2 بنفس السرعة في الحالتين (حالة **ك1** و حالة **ك2**) مما **يفسر** على تدخل نفس الانزيم بنفس التركيز (**بقاء التركيز ثابتا**) أي عدم تغير الطاقة الحركية للأنزيم GO بالتالي الانزيم يستطيع أن يسرع تفاعل أكسدة الغلوكوز ومنه **نستنتج**

	للأنزيم	أن الانـــزيم محفـــز حيـــوي **لا يســـــتهلك** و **لا يتـــأثر** بالتفاعل. 2- مفهـــوم الانـــزيم الأنـــزيم وســـــيط حيـــــوي ذو طبيعـــة **بروتينيـــة** **يسرـــع** التفـــــاعلات الكيميائيـــــة الحيويـــة له تـــأثير **نـــوعي** اتجـــاه الـــركيزة لا **يســـتهلك** أثنـــاء التفاعـــل و لا يتـــأثر به.	
	المهمة رقم 02 : اظهار التخصص الوظيفي المزدوج للأنزيم و علاقته ببنيته		
اســـــتغلال الوثائـــــق و و بناء التعلمات	**الســـــــــــــندات**	**الاجابـــــــــــــة**	
	1- دراسـة التفاعـل الأنزيمـي بدلالة تركيز S وطبيعتها: **الوثائـق 6, 7 الصـفحة 64, 65.** **التجربة 1 :** يتم دراسة تغيرات الابتدائية للتفاعل الأنزيمي بـدلالة تراكيز متزايدة من الركيزة (**الغلوكوز**) **في كل تجربـــــــــــــة 600,300,70,10,1 مـــيلي مـول مـن S/ل**)، تم اجـراء التجـارب الخمسـة عنـد نفـس	1- تحليـل و تفسـير المنحـنى المحصل عليه : **يمثـل** المنحـنى البيـاني تغـيرات **Vi** المعبر عنها بـ **مغ/ل/د** للأنـزيم **GO** و هـذا بـدلالة تـركيز الـركيزة (**الغلوكـوز**) و المعبر عنها بـ **ميلي مول/ل** : [مـــن **0** الى **300**] مـــيلي مول/ل من الغلوكوز **نلاحظ** تزايـد في **Vi** بتزايـد تـركيز الغلوكوز, حتى تصل الى سرعة قصوى **Vmax = 34,8 mg/l/min**	

درجـــة الحـــرارة و PH (37°,7), نتـــائج التجـــارب الخمســة ممـثلة في منحنيـات الوثيقة 6 كما يوضح الجدول (1) قـــيم Vi الـــتي تم اســتخراجها مـــن معطيـات الوثيقة 6.

المطلوب :

2- **أرسم** منحنى تغيرات Vi بـدلالة تـركيز S ثم **فسر** المنحنى المحصل عليه.

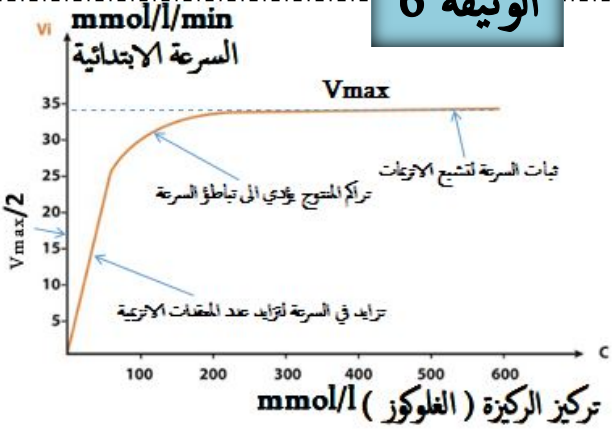
نفسر بزيادة في عدد **المعقدات الانزيمية** المتشكلة حيث يتم ارتباط الركيزة (**الغلوكوز**) و الانزيم (GO) وفق التكامل البنيوي الفراغي بينهما.

[من 300 فما فوق] ميلي مول/ل من الغلوكوز **نلاحظ** بقاء Vi ثابتة عند السرعة القصوى Vmax مهما زاد تركيز الغلوكوز في الوسط نفسر **بتشبع** جميع الانزيمات.

نستنتج أن الانزيم له **طاقة حركية محدودة** عندما يكون بتركيز **ضعيف** فلا يحول التراكيز العالية **للركيزة**, بالتالي فسرعة التفاعل الأنزيمي تثبت عند التراكيز العالية من الركيزة.

رسم المنحنى البياني انطلاقا من الجدول

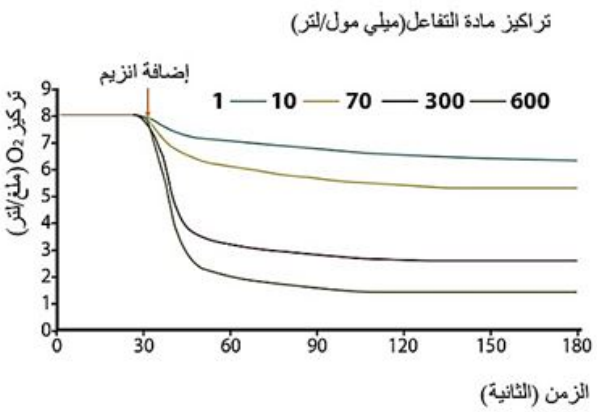
الوثيقة 6



Vmax : تكون كل الانزيمات مرتبطة بالركيزة

Vmax/2 : نصف الانزيمات مرتبطة بالركيزة

لزيادة الطاقة الحركية للانزيم يجب الزيادة في تركيز الانزيم في الوسط

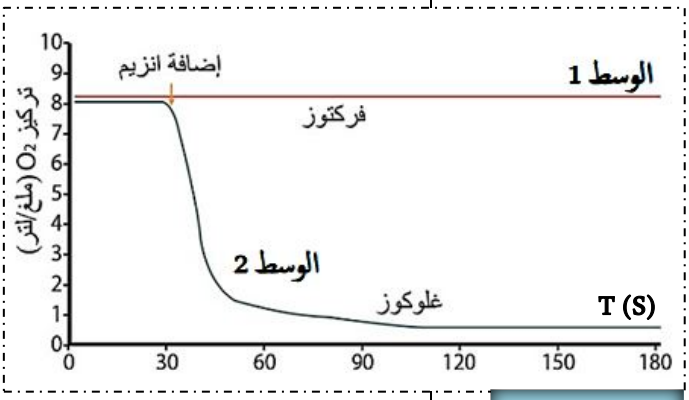


من 0 الى 300 ملي مول/ل : العامل المحدد للسرعة هو تركيز الركيزة الضعيف

من 300 ملي مول/ل : العامل المحدد للسرعة هو تركيز الانزيم الضعيف حيث طاقة الانزيم الحركية في تركيزه الضعيف تمنعه من تحويل التراكيز العالية للركيزة

التجربة 2 :

يتم دراسة تغيرات تركيز O2 بـدلالة الـزمن في وجـود الغلوكـوز, أنجـزت في هـذه المرحلة تجربتين ام في كل منهما قياس تغيرات تركيز O2 في وسط المفاعل المحتوي على تركيز ثابت من GO بالإضافة الى سكر الغلوكوز أو الفركتوز في شروط ملائمـة (37° و PH=7) النتـائج ممـثلة في الوثيقة 7.



الوثيقة 7

المطلوب :

1- **فسر** المنحـنى البيـاني للوثيقة 7.

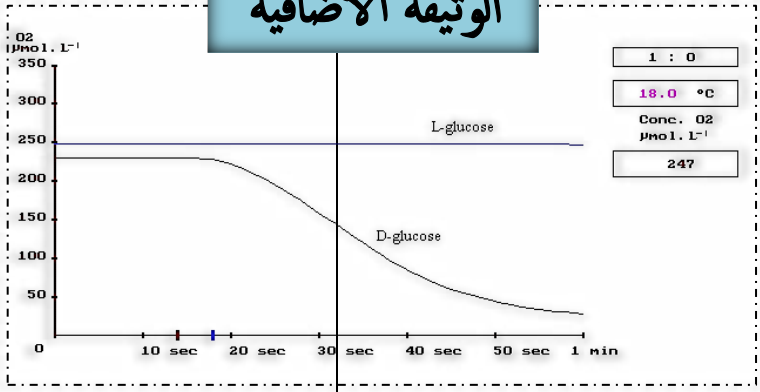
علاقـة أنـزيم GO بوضـعية OH في الغلوكوز

أنـزيم GO يعمـل عـلى D غلوكوز أي **نوعي** له و لا يعمل على L غلوكوز فتغير **وضعية**

1- التفسير :

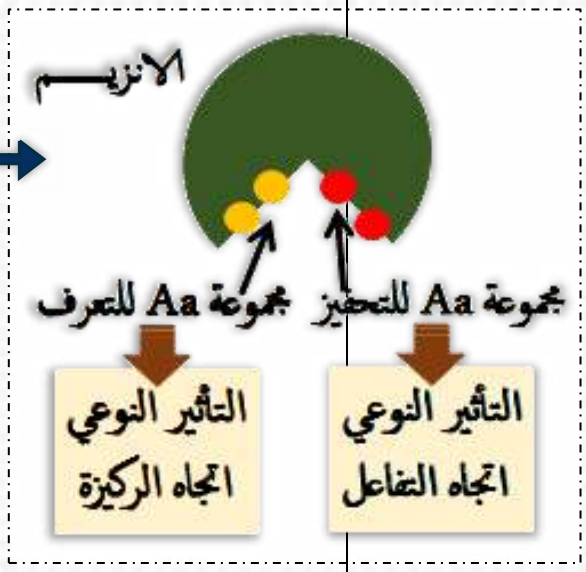
نفسر بأنه يتم استهلاك O2 بسرعة من طرف أنزيم GO في الوسط 2 **مما يدل** على أكسدة الغلوكوز و لا يتم ذلك في الوسـط 1 في وجـود الفركتـوز حيـث تكـون Vi معدومة **دلالة** على عدم أكسدة الفركتوز **نستنتج** أن الانـزيم نوعي للغلوكوز فقط.

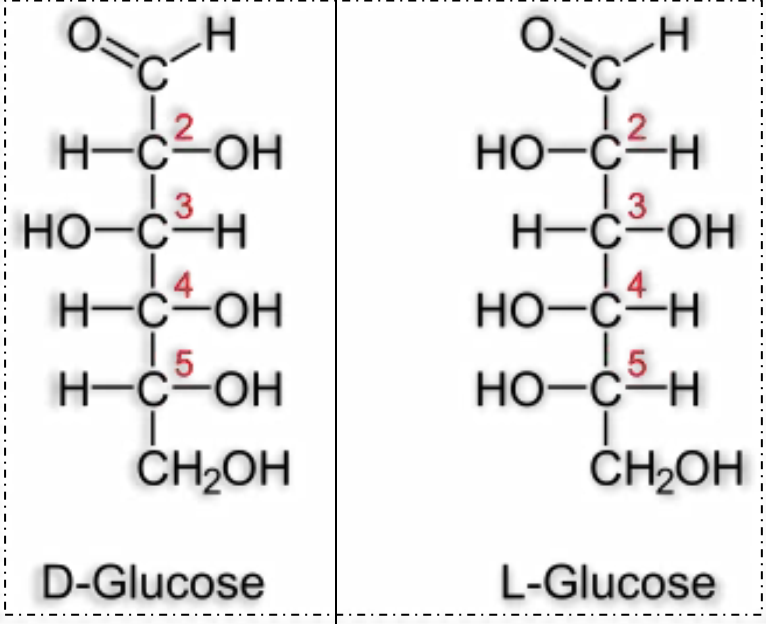
الوثيقة الاضافية



OH في الغلوكوز تؤدي الى عدم توضع المجموعات الكيميائية للغلوكوز في المكان **المناسب** مع المجموعات الكيميائية للأحماض الامينية للموقع الفعال للأنزيم GO (**غياب التكامل البنيوي**) الوثيقة الاضافية.

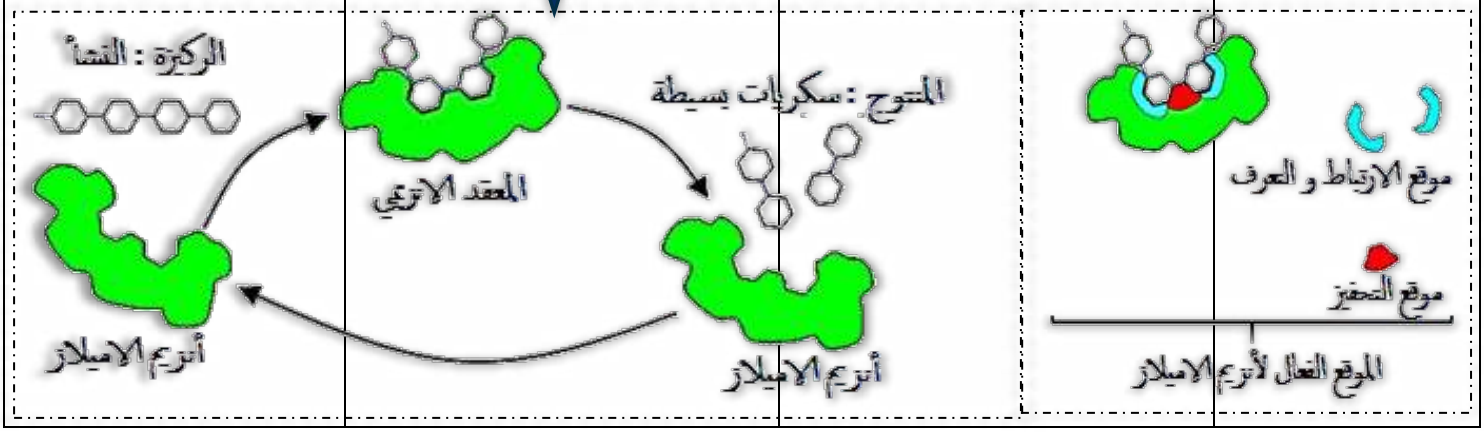
2- مما سبق **لخص** الخاصية التي تتميز بها الانزيمات اتجاه نوع الركيزة و نوع التفاعل وضح ذلك بالرسم تخطيطي.





2- التلخيص :

للموقع الفعال للأنزيم **تخصص مزدوج** حيث يتعرف على الركيزة بفضل التأثير **النوعي** للموقع التعرف اتجاه الركيزة و يحدد **نوع** التفاعل المؤدي الى تحويل الركيزة الى منتوج بفضل موقع التحفيز (**حسب تغيرات Vi**).

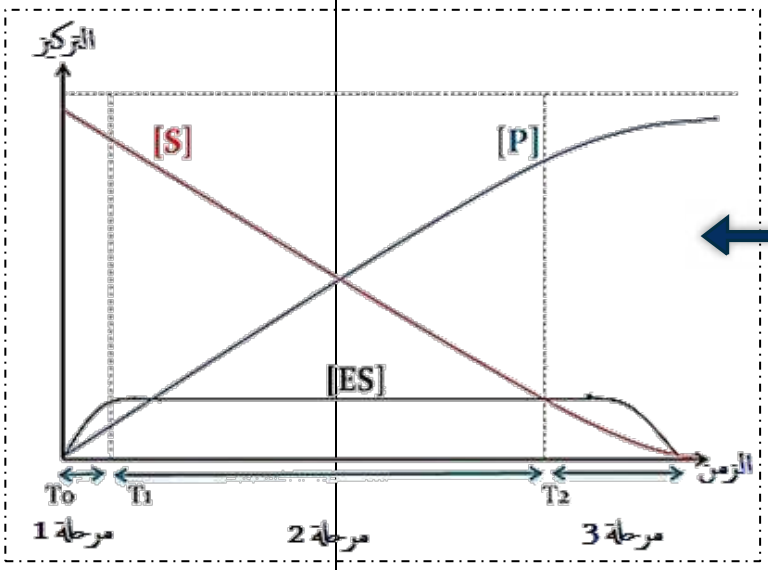


	مثال أنزيم الاميلاز : تشكيل روابط انتقالية بين النشأ و الاحماض الامينية المشكلة للموقع الفعال للأنزيم الاميلاز مجموعة التعرف, ثم تتدخل الاحماض الامينية الخاصة بالتحفيز للنفس الموقع الفعال للأنزيم الاميلاز حيث تتفاعل مع النشأ مسببة تفكيكه الى سكريات مرجعة. **3- الشرح في فقرة :** يتم التفاعل الأنزيمي على مرحلتين : **المرحلة الأولى :** و تسمى بمرحلة **التعرف** على الركيزة يتم فيها ارتباط الركيزة بالأنزيم الخاص بها وفق التكامل البنيوي الفراغي بين الركيزة و الموقع الفعال للأنزيم حيث تتوضع المجموعات الكيميائية للركيزة في المكان المناسب و الذي تتواجد فيه المجموعات الكيميائية للنهايات جذور الاحماض الامينية المشكلة للموقع الفعال للأنزيم (**مجموعة التعرف**) تتشكل بين	**3- أكتب** معادلة التفاعل الانزيمي ثم **اشرح** في فقرة هذا التفاعل. معادلة التفاعل الانزيمي E + S $\xrightarrow{1}$ ES $\xrightarrow{2}$ E + P الانزيم الركيزة V1 المعقد الأنزيمي V2 الانزيم المنتوج 	

المجموعات الكيميائية روابط انتقالية تؤدي الى تشكل المعقد الأنزيمي **ES** و هذا ما يدل على التأثير النوعي للأنزيم اتجاه الركيزة.

المرحلة الثانية : تسمى بمرحلة **التحفيز** (**التفاعل**) و فيها يتم تحويل الركيزة الى منتوج بتدخل الاحماض الامينية المشكلة للموقع الفعال للأنزيم (**مجموعة التحفيز**) حيث يحدث بينها و بين الركيزة تفاعل من نوع معين يتسبب في تحويل هذه الأخيرة الى منتوج.

نتائج تجريبية اضافية : تمثل المنحنيات البيانية التالية تغيرات تركيز المواد (P-S-ES).



المطلوب :

1- **علق** على النتائج التجريبية.

1- التعليـــق عـــلى النتـــائج التجريبية :

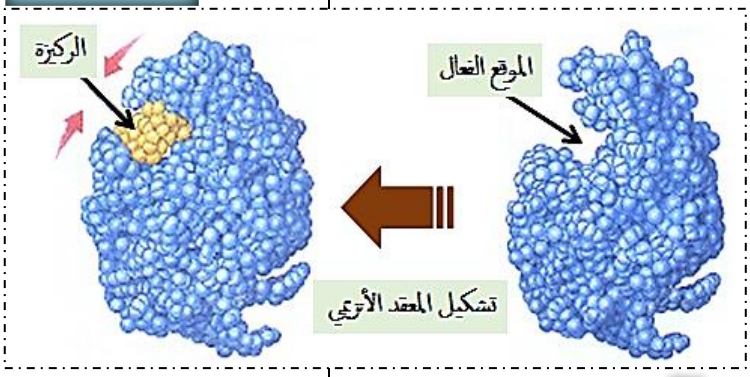
يـتم التفاعـل الأنزيمـي عـلى 3 مراحل :

المـرحلة الأولى مـن T0 الى T1 : ما قبل التشبع, حيث يتم فيها استهلاك للركيزة مع تشكيل للمنتوج و هذا بزيادة في **عـدد** المعقـدات الانزيميـة المتشكلة مما يؤدي الى تزايد في السرعة الابتدائية للتفاعل الأنزيمي.

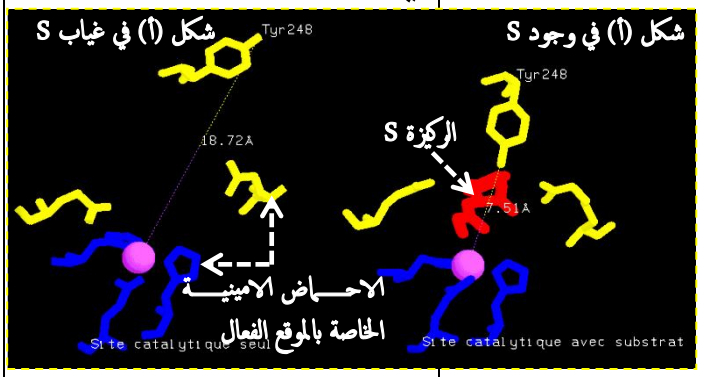
المرحلة الثانية من T1 الى T2 عند التشبع, يستمر استهلاك الركيزة و تشكيل المنتوج مع ثبـات في عـدد المعقـدات الانزيمية عند القيمة القصوى و يعتمد ذلك على تركيز الانزيم في الوسـط مقابـل التراكـيز العالية للركيزة (**طاقة حركية محدودة بتركيز الانزيم و اذا أردنا الغاء الثبات يجب الزيادة في تركيز الانزيم مما يؤدي الى تزايـد في عـدد المعقـدات الانزيمية**) و هذا الثبات يعبر اذن عـن تشـبع الانزيمـات و

		الوصول الى السرعة القصوى Vmax. **المرحلة الثالثة من T2 الى T3** **بعد التشبع** بمجرد نفاذ الركيزة يتناقص عدد المعقدات الانزيمية مما يدل على تناقص في سرعة التفاعل دون استهلاك للأنزيم او التأثير عليه يبقى تركيزه ثابت.

المهمة رقم 03 : استنتاج التكامل البنيوي بين شكل الموقع الفعال للأنزيم و جزء من الركيزة و التكامل المحفز

	السندات	الاجابة
استغلال الوثائق و بناء التعلمات	1- النماذج الجزيئية للأنزيم و الركيزة **الوثيقة 8 و 9 الصفحة 65 و 66** تم عن طريق برنامج Rastop تمثيل البنية الفراغية للأنزيم الليزوزيم E في غياب مادة التفاعل و في وجودها ES فحصلنا على النموذج الجزيئي المبين في الوثيقة 8. **المطلوب :** 1- **صف** الوثيقة 8	**الوثيقة 8** 

للغـــرض **توضـــيح** العلاقـــة الموجـودة بـين الموقـع الفعـال للأنـزيم و الـركيزة أكـثر نقـترح نموذج مبين ببرنامج **Rastop** في الوثيقة التالية.



2- **باســتغلال** شـكلي الوثيقـة **فسـر** العلاقـة الموجـودة بـين الانزيم و الركيزة.

3- مـن خـلال الوثيقـة **9** **حـدد** نوع التفـاعلات و التفاعـل الذي يبـين علاقـة التكامـل البنيـوي المحفز بين الموقع الفعـال للأنـزيم و الركيزة

4- **بين** بمخطط مراحل التفاعل ب.

1- الوصف :

مـن خـلال الوثيقـة **8** نلاحـظ تغير شكل الموقع للأنـزيم عنـد ارتبـاط الـركيزة بـه مـن خـلال ذلك فالعلاقـة بـين الـركيزة و الانزيم تتمثل في وجود تكامـل بنيـوي فراغـي بـين الـركيزة و الموقع الفعال للأنزيم, فالشكل يـــوضح توضـــع المجموعـــات الكيميائيـة للـركيزة في الأمـاكن المتواجـــدة فيهـــا المجموعـــات الكيميائية المناسبة لها للنهايات جـذور الاحـماض الامينيـة المشكلة للموقع الفعـال و تـدل هـــذه العلاقـــة عـــلى التـــأثير النوعي للأنزيم اتجاه الـركيزة و ينـتج عـن ذلك تشـكل معقـد أنزيمي.

2- التفسير :

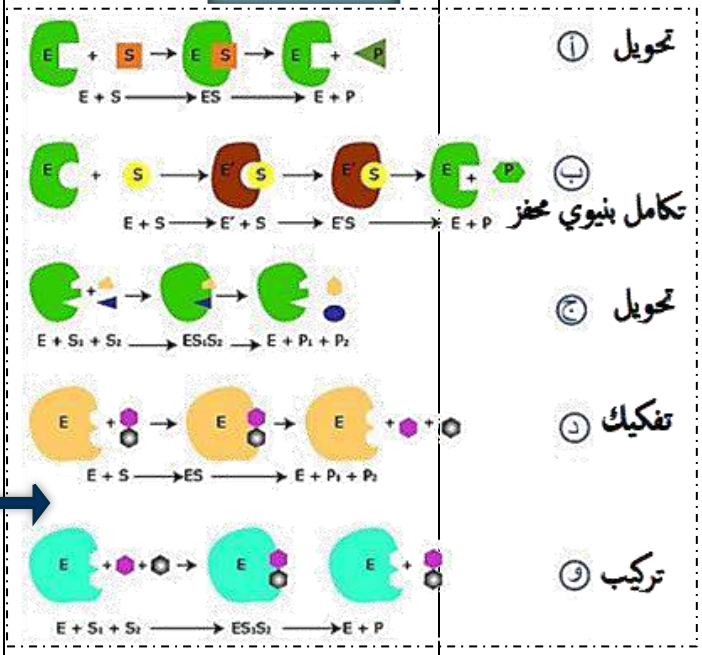
في غياب الركيزة تكـون المسـافة بـين الحمـض الاميني التيروزين **248** و باقي الاحـــماض الامينيـــة هي **18.72** **A°** و في حـالة وجـود الـركيزة تصـبح المسـافة بـين الحمض الاميني تيروزين **248** و باقي الاحـــماض الامينيـــة

7.51 A° **نفسر** ذلك بتغيير في الوضعية الفراغية للأحماض الامينية الخاصة بالموقع الفعال للأنزيم (**تقترب من بعضها البعض**) لكي تصبح مجموعاتها الكيميائية الحرة في وضعية مناسبة بالنسبة للمجموعات الكيميائية للركيزة فتتشكل بينهما روابط انتقالية و بالتالي تشكل **ES** و منه حدوث تفاعل أنزيمي, **نستنتج** أنه توجد علاقة **تكامل بنيوي محفز** بين الموقع الفعال للأنزيم و الركيزة.

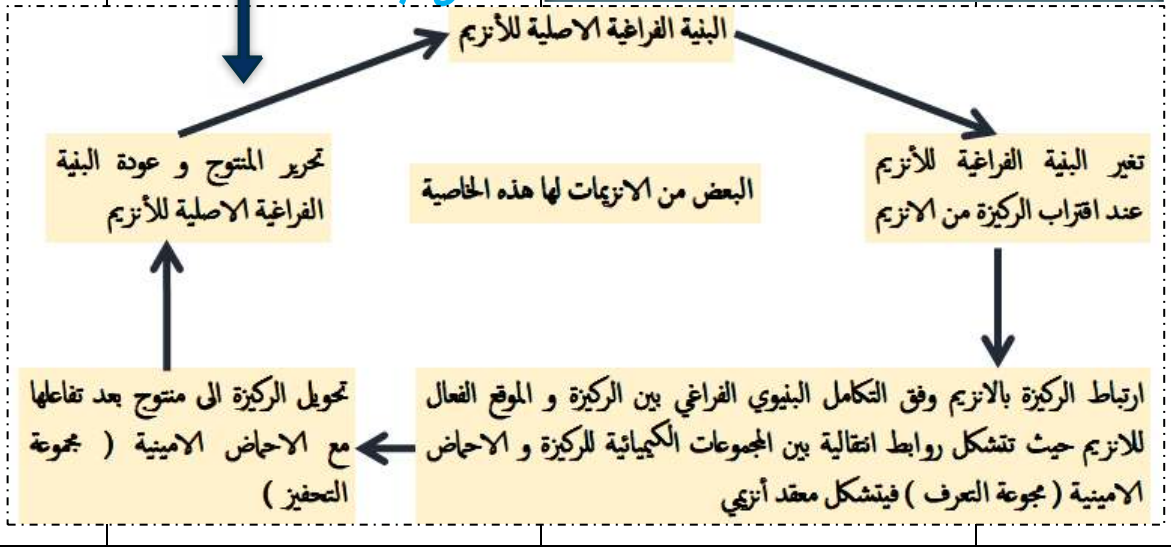
3- تحديد نوع التفاعلات و التفاعل الذي يوضح علاقة التكامل البنيوي المحفز :

4- مخطط يوضح مراحل التفاعل ب :

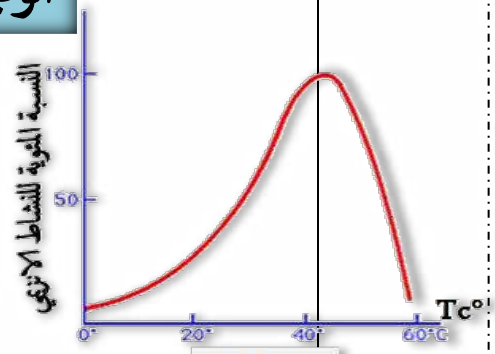
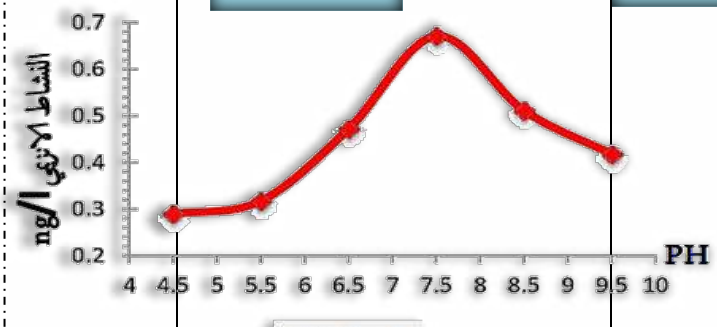
الوثيقة 9



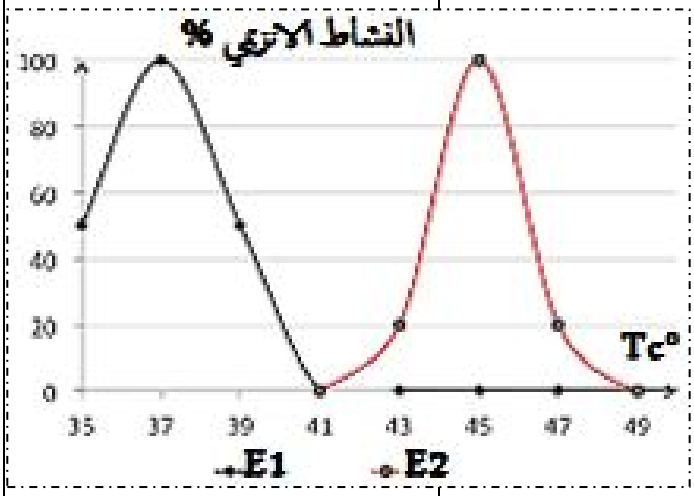
مخطط يوضح مراحل التفاعل (ب) (التكامل البنيوي المحفز)



المهمة رقم 04 : استنتاج تأثير كل من PH و درجة حرارة الوسط على نشاط الانزيم

استغلال الوثائق و بناء التعلمات	السندات	الاجابة
	1- تأثير تغيرات PH و درجة حرارة الوسط على التحفيز الانزيمي للبروتينات الوثيقة 1 و 2 الصفحة 67 و 68 **تجربة :** في وسطين تجريبيين نوفر كل من الغلوكوز, O2 و أنزيم GO بتراكيز ضعيفة حيث نغير من شروط التجربة اما بتغيير Tc° في الوسط (1) أو بتغيير PH في الوسط (2) **الوثيقة 2**  تأثير الـTc° **المطلوب :** 1- **باستغلال** نتائج الوسطين (1) و (2) **فسر** تأثير PH و TC° على النشاط الانزيمي.	1- تفسير النتائج : الوسط رقم (1) : المنحنى البياني **يوضح** تغيرات النشاط الأنزيمي المعبر عنه بـ % و هذا بدلالة تغيرات Tc° الوسط حيث يكون النشاط الانزيمي أعظمي 100% عند Tc° تساوي 40° حيث كلما **تنخفض** درجة الحرارة عن 40° **يتناقص** النشاط الأنزيمي **الوثيقة 1**  تأثير الـPH عن القيمة الاعظمية, مما يدل على **قلة حركة الجزيئات** فيؤدي الى **قلة التصادمات الجزيئية** في درجات الحرارة المنخفضة حيث في هذه الحالة

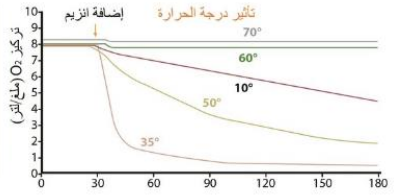
2- من خلال الوثيقة التالية **استخرج** قاعدة تخص النشاط الأنزيمي و علاقته بالعوامل **الخارجية**.



يتم **تثبيط** الانزيم عن النشاط دون تخريبه فالحرارة المنخفضة **عامل مثبط** للتفاعل الأنزيمي و هو تخريب **عكوس** لأنه و بمجرد العودة الى درجة الحراة المثلى يستعيد الانزيم نشاطه فالحرارة عامل **حركي** للتفاعل الأنزيمي , أما في درجات الحرارة العالية التي تفوق **40°** **فيتناقص** النشاط الأنزيمي مع ارتفاع درجة الحرارة حيث يحدث **تخريب تديجي غير عكسي** للأنزيمات المتواجدة في الوسط (**بتركيز ضعيف**) فتفقد الانزيمات المخربة **بنيتها** و تفقد بذلك الوظيفة و هو تفاعل **لاعكوس** فالحرارة المرتفعة عامل **مخرب** (الحرارة **المرتفعة** تخرب الروابط المساهمة في **استقرار** البنية الفراغية للبروتين خاصة منها الهيدروجينية حيث لا يتم إعادة شكلها بل تتشكل مكانها روابط قوية أخرى تمنع عودة البنية الفراغية الاصلية للأنزيم) و منه نستنتج أن

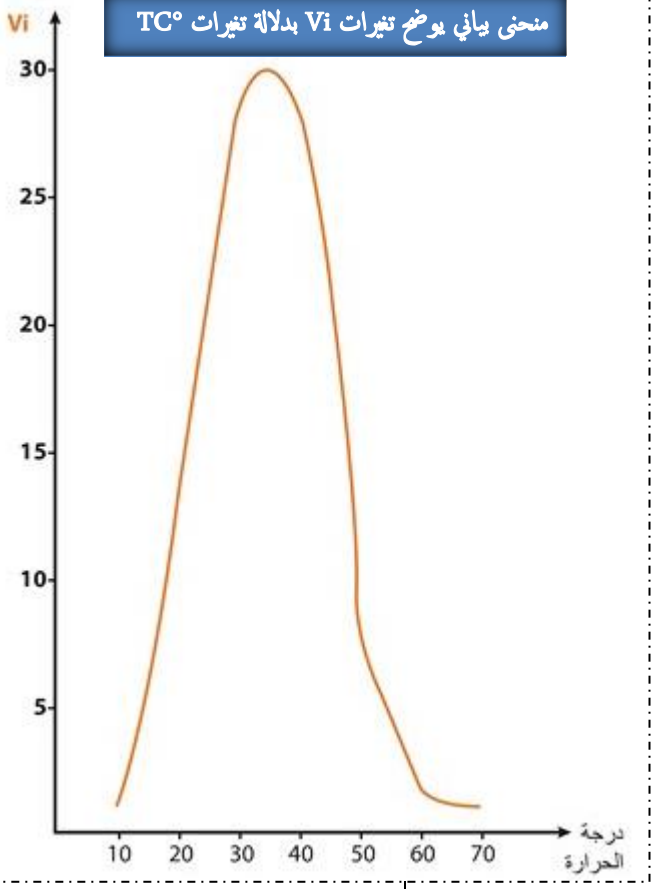
الوثيقة الصفحة 68

Vi ملغ/ل/دقيقة	درجة الحرارة
2,4	10
33.96	35
6.00	50
0.72	60
0.36	70



ترجمة نتائج الجدول الى منحنى بياني

منحنى بياني يوضح تغيرات Vi بدلالة تغيرات TC°

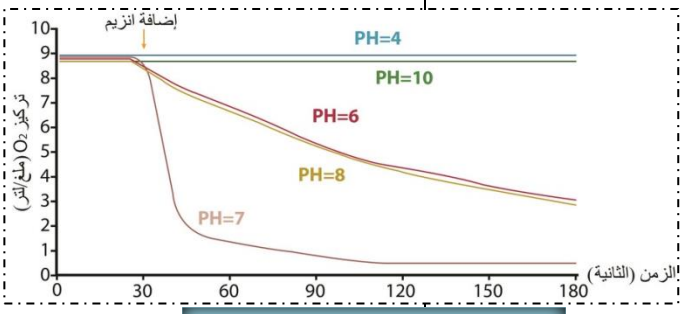


تغير درجة حرارة الوسط يؤثر على بنية الانزيم و بالتالي نشاطه اما **بتثبيط** الانزيم أو **بتخريبه**.

الوسط رقم (2) :

المنحنى البياني **يوضح** تغيرات النشاط الأنزيمي المعبر عنه **ng/l** و هذا بدلالة تغيرات **PH** الوسط حيث يكون النشاط الأنزيمي أعظمي بقيمة **ng/l6,7** عند **PH** تساوي **7,5** و كلما ابتعدنا عن هذه الدرجة يتناقص النشاط الأنزيمي عن القيمة الاعظمية, للعلم أن الوسط التجريبي يحتوي دائما على تراكيز ضعيفة من الانزيم باعتبار هذه الأخيرة محفزات حيوية تسرع التفاعلات الكيميائية الحيوية أما درجة **PH** الوسط فتتعلق بتركيز كل من شوارد H_3O^+ و

شـــوارد OH^- فكلـــما كان تـــــركيز شـــــــوارد الهيـــدرونيوم أكـــبر بالمقارنـــة بالشـــوارد الهيدروكســـيل يكـــون الوســـط ذو PH مـــنخفض أي حمضي ـــ ممـــا يجعـــــل الانزيمـــــات المتواجـــــدة في الوســـــط تتفاعـــل مـــع الوســـط فتســـلك ســـلوك القواعـــد في وســـــط حمضي ـــــ باكتســـابها بروتـــونا بالتـــالي ســـيتفاعل عـــدد مـــن الانزيمـــات في الوســـط مـــع شـــــوارد الهيـــــدرونيوم الزائـــدة مـــن أجـــل التعـــديل في التراكـــيز و يبقـــى عـــدد منهـــا يعمـــل و هـــو مـــا يفسر ـــ وجـــود نشـــاط أنزيمـــي لكـــن بدرجـــة أقـــل و العكـــــس في حـــــالة وجـــــود شـــــوارد الهيدروكســـــيل بتركـــــيز أكـــبر فيكـــون الوســـط قاعـــدي ذو PH مرتفـــع اذا ســـيتفاعل عـــدد مـــن



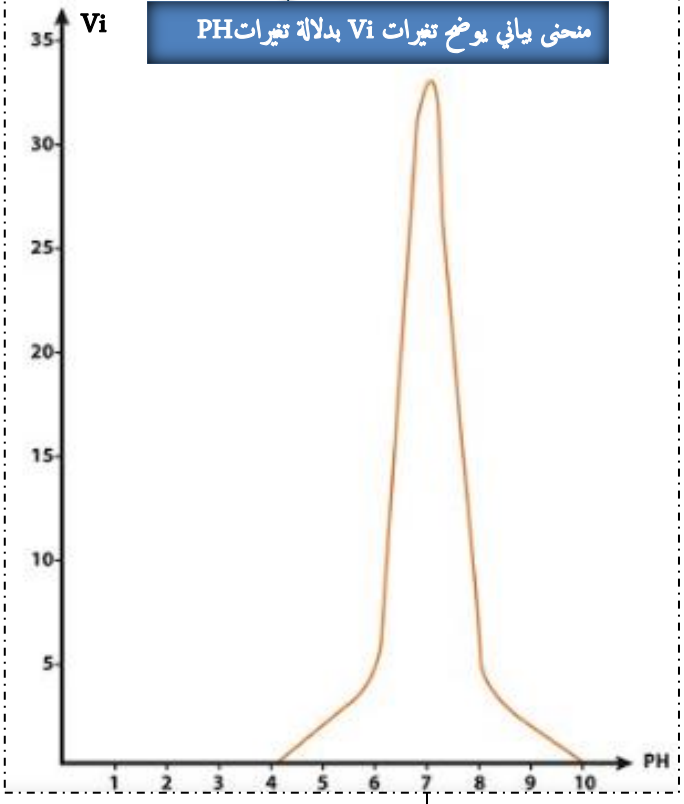
الوثيقة الصفحة 67

pH	Vi(ملغ/ل/ دقيقة)
4	0
6	3.6
7	33.6
8	3.6
10	0

Vi = السرعة الابتدائية

ترجمة نتائج الجدول الى منحنى بياني

منحنى بياني يوضح تغيرات Vi بدلالة تغيرات PH



		الانزيمات في الوسط مع شوارد الهيدروكسيل الزائدة من أجل التعديل و العودة الى الدرجة المثلى حيث تسلك الانزيمات المتفاعلة سلوك الاحماض بفقد بروتون و يبقى عدد منها نشط و منه فان نقصان النشاط الأنزيمي بتزايد أو نقصان PH الوسط يعود الى زيادة في عدد الانزيمات المتفاعلة مع الشوارد في الوسط من أجل التعديل مما يؤدي بطبيعة الحال الى نقصان في عدد الانزيمات النشطة و منه نستنتج أن تغير PH يؤدي بالضرورة الى تغير في البنية الفراغية للأنزيم حيث تتغير شحنة المجموعات الكيميائية للنهايات جذور الاحماض الامينية و خاصة تلك المشكلة	

للموقع الفعال مما يقلل إمكانية الارتباط بالركيزة أما في درجة PH المثلى تكون كل الانزيمات نشطة لها بنية مستقرة و لم تتفاعل مع شوارد الوسط.

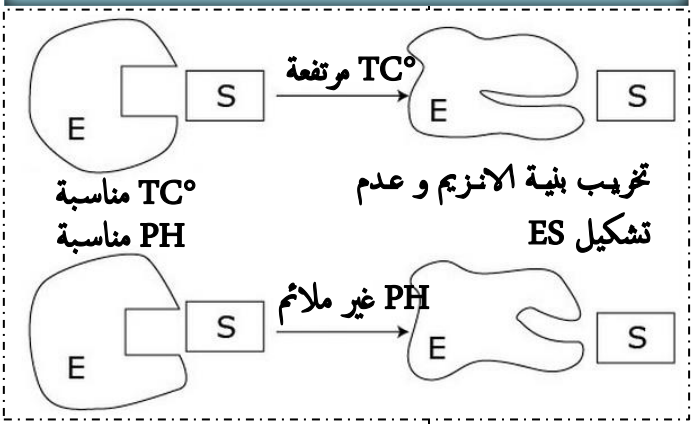
2- القاعدة :

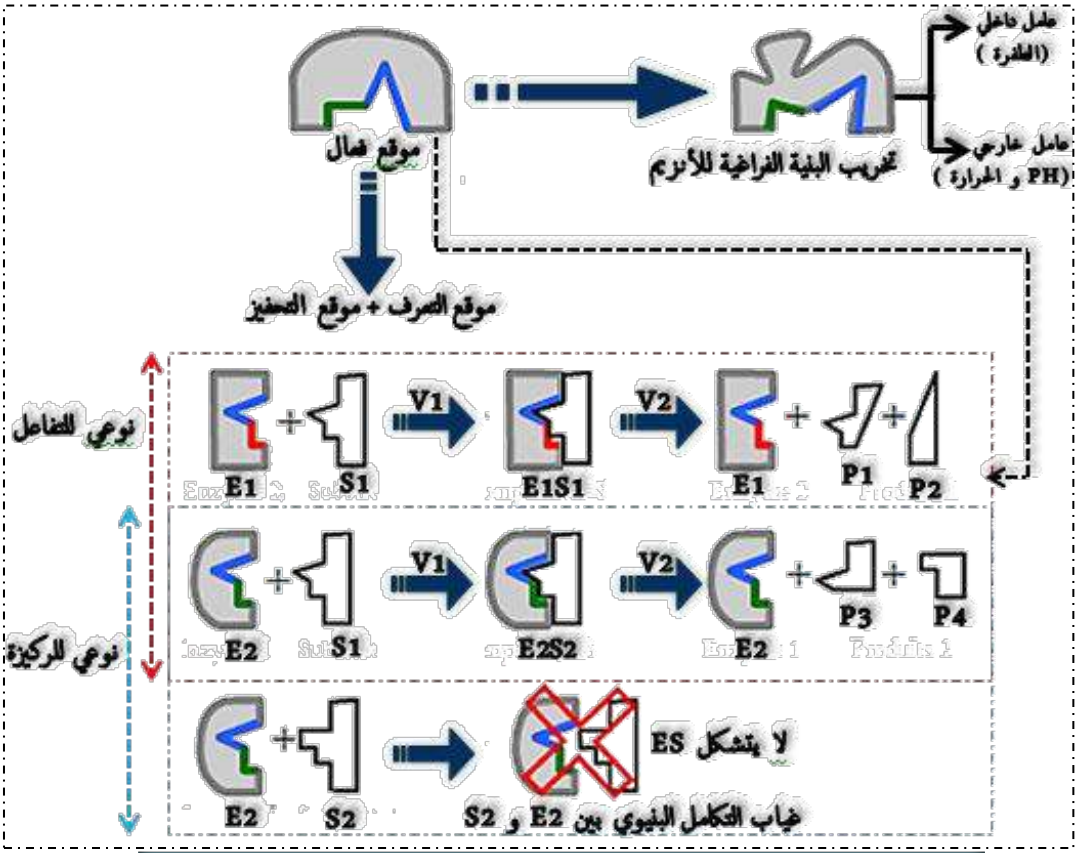
لكل أنزيم درجة PH مثلى للنشاطه فالأنزيم E1 يعمل في وسط حمضي بينما الانزيم E2 يعمل في وسط معتدل.

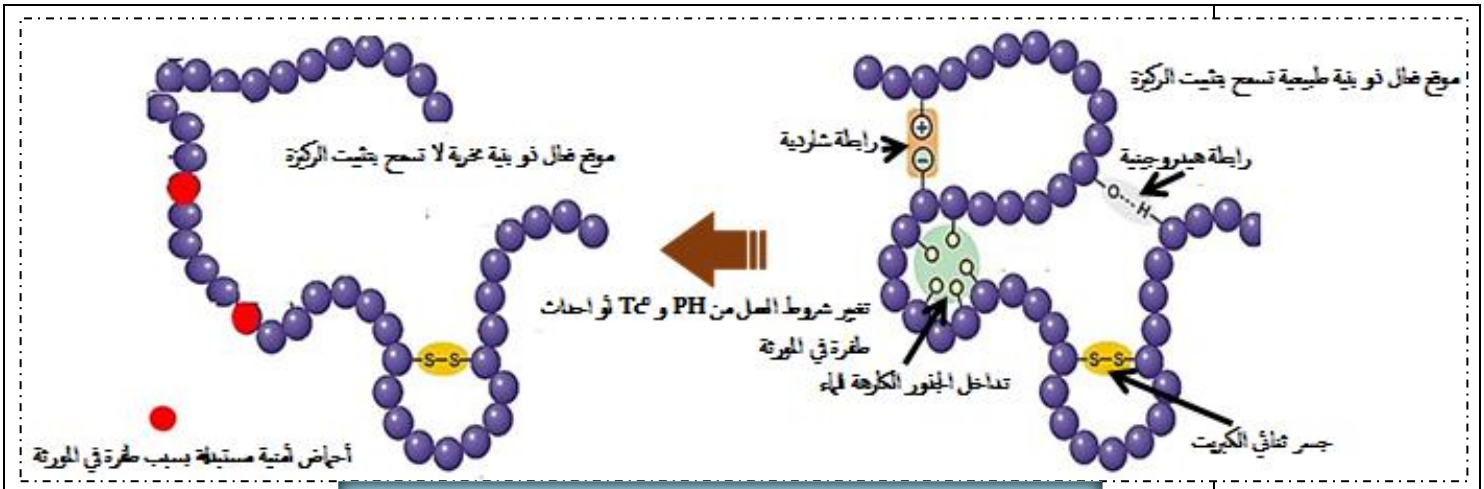
لكل أنزيم درجة Tc° مثلى للنشاطه فالأنزيم E1 يعمل في 37° بينما الانزيم E2 يعمل في وسط 45°.

3- نمذجة توضح تأثير كل من PH و درجة الحرارة على بنية و نشاط الانزيم

نمذجة توضح تأثير PH و °TC على بنية و نشاط الانزيم



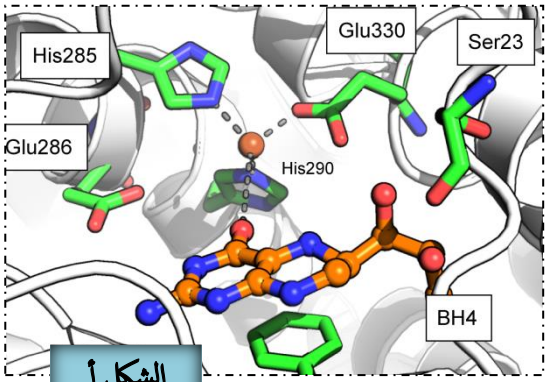
ارساء الموارد	الانزيم وسيط حيوي ذو طبيعة بروتينية له تأثير نوعي اتجاه مادة التفاعل يستلك و لا يستهلك و لا تتأثر بنيته و لا نشاطه أثناء التفاعل. يغير الانزيم من شكله الفراغي و خاصة الموقع الفعال عند اقتراب الركيزة منه انه التكامل البنيوي المحفز. يتأثر نشاط الانزيم و بنيته الفراغية بالعوامل الخارجية مثل PH و درجة الحرارة فلكل أنزيم درجة PH مثلى و درجة حرارة مثلى للنشاطه الاعظمي كما أن العوامل الداخلية مثل الطفرة تؤدي الى فقدان الانزيم بنيته و بالتالي يصبح غير فعال و تتمثل عواقب نقص أو غياب النشاط الأنزيمي في خلل في العضوية مما يسبب ظهور أمراض خطيرة.
التقويم المرحلي	نمذجة عن طريق رسم اجمالي تأثير الـ PH و درجة الحرارة, الطفرة على المحفزات الحيوية الانزيمية و العواقب المترتبة على ذلك بالاعتماد على المعارف المبنية المتعلقة بالتخصص الوظيفي المزدوج للبروتينات.  نمذجة توضح العلاقة بين التخصص الوظيفي المزدوج و بنية الانزيم



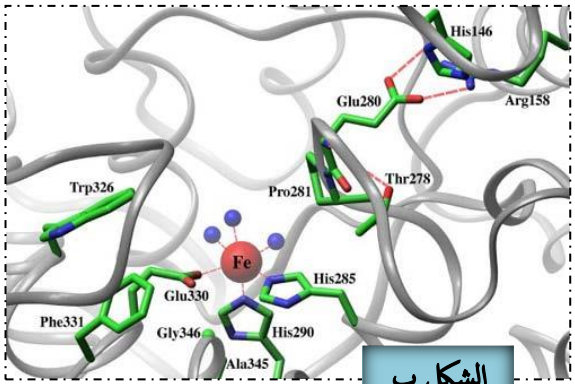
عواقب تغير العوامل الخارجية و الداخلية على بنية و نشاط الانزيم

ملاحظة :

الموقع الفعال للأنزيم يحتوي على أحماض أمينية مساعدة تقسم الى مجموعتين مجموعة التعرف و مجموعة التحفيز فالأولى تشكل روابط انتقالية مع الركيزة و الثانية تشارك في التفاعل مع الركيزة بمساهمة شوارد أو مركبات عضوية هذه الأخيرة تساعد مجموعة التحفيز في التفاعل فتلعب دور محفزات (تنشط الانزيم) قد يكون التفاعل أكسدة و ارجاع, إضافة فوسفور, تفكيك, تركيب, تحويل وظيفة كيميائية (تماكب)... كما هو الحال في الشكل أ فالمحفز عبارة عن مادة عضوية BH4 بينما في الشكل ب شاردة الحديد.



الشكل أ



الشكل ب

انجاز نص علمي :

أكتب نص علمي **تشرح** فيه العلاقة بين بنية و نشاط الانزيم

نص علمي حول العلاقة بين بنية و نشاط الانزيم

المقدمة

الانزيمات هي وسائط حيوية ذات طبيعة بروتينية لان مصدرها الكائنات الحية و لا تستهلك أثناء التفاعل و لا تتأثر به و سميت بالمحفزات الحيوية لأنها تستطيع ان تسرع التفاعلات الكيميائية الحيوية بتراكيز ضعيفة منها, تتميز بالنوعية اتجاه مادة التفاعل, **ما هي العلاقة بين بنية و نشاط الانزيمات؟.**

العرض

يعتمد نشاط الانزيم على البنية الفراغية و التي يحددها تتابع معين من الاحماض الامينية تحت مراقبة المورثة, حيث تحتوي الانزيمات على حيز صغير يدعى بالموقع الفعال يسمح بارتباط الركيزة بالأنزيم وفق التكامل البنيوي الفراغي بينهما فتشارك مجموعة من الاحماض الامينية الخاصة بالتعرف في هذه العملية بحيث تتوضع المجموعات الكيميائية للركيزة في المكان المناسب للتوضع المجموعات الكيميائية للنهايات جذور الاحماض الامينية للمجموعة التعرف للموقع الفعال للأنزيم يسمى هذا بتأثير النوعي للأنزيم اتجاه الركيزة (**نظرية القفل و المفتاح**) الا انه توجد بعض الانزيمات و التي لها خاصية تغيير الشكل الفراغي للموقعها الفعال عند اقتراب الركيزة منها و الغرض من ذلك الوصول الى التكامل البنيوي الفراغي بين الركيزة و الموقع الفعال للأنزيم لكن عند انتهاء التفاعل يعود الشكل الفراغي الأصلي للأنزيم تسمى هذه الظاهرة بالتكامل البنيوي المحفز.

أما مجموعة الاحماض الامينية الخاصة بالتحفيز فتتفاعل مع الركيزة من أجل تحويلها الى منتوج و هذا بمساهمة شوارد أو مركبات عضوية (**تحويل, تفكيك, تركيب, أكسدة و ارجاع, فسفرة, تماكب, نزع هيدروجين....**), ميزة الموقع الفعال البنيوية تعطي للأنزيم تخصصا مزدوجا فموقع التعرف يعطي للأنزيم التأثير النوعي اتجاه **S** و موقع التحفيز له تأثير نوعي اتجاه التفاعل و بالتالي يحدد طبيعة المنتوج.

يتأثر نشاط الانزيم بأي تغيير حاصل للبنية الفراغية للموقع الفعال الانزيم حيث استقرار هذا الحيز الصغير من الانزيم تضمنه روابط استقرار فأي تخريب لها يؤدي بضرورة الى فقدان الانزيم للبنية الفراغية و بالتالي فقدان الوظيفة و هناك عدة عوامل تؤدي الى ذلك منها الكيميائية كاستعمال المخربات بيتا مركبتوايثانول الذي يحلل الجسور ثنائية الكبريت و يمنع إعادة تشكلها و اليوريا التي تعيق الانطواء الطبيعي بتشكيل جسور ثنائية الكبريت في أماكن غير صحيحة, عوامل وراثية كحدوث طفرة في المورثة تسبب خلل في تتابع الاحماض الامينية فيصبح الانزيم غير وظيفي, عوامل فيزيائية **Tc°** و **PH** فدرجة الحرارة المنخفضة جدا تؤدي الى تثبيط الانزيم مما يسبب قلة حركة الجزيئات (**قلة التصادمات الفعالة**) دون تخريب الانزيم انه تفاعل عكوس بالتالي تعتبر الحرارة المنخفضة جدا كعامل مثبط للتفاعل الانزيمي أما الحرارة المرتفعة فهي المخربة للأنزيم بطريقة غير عكسية حيث تؤدي الى تخريب الروابط التي تستقر بها البنية الفراغية دون عودتها مما يفقد الانزيم نشاطه.

أما التغير في **PH** الوسط فيؤدي ذلك الى التغير في شحنة المجموعات الكيميائية للنهايات جذور الاحماض الامينية و خاصة المشكلة للموقع الفعال للأنزيم مما يقلل إمكانية الارتباط بالركيزة حيث يسلك الانزيم سلوك الاحماض في وسط قاعدي و يحمل الشحنة السالبة و سلوك القواعد في وسط حمضي و يحمل الشحنة الموجبة (**شحنة اجمالية**).

و من أجل اظهار حدوث النشاط الأنزيمي من عدمه نلجأ الى التركيب التجريبي المدعم بالحاسوب **EXAO** و الذي يسمح لنا بمتابعة أي تغير في كمية المتفاعلات و كمية النواتج في وحدة من الزمن و على أساس ذلك يمكن قياس سرعة النشاط الانزيمي **Vi**.

الخاتمة

من خلال ما سبق **نستنتج** أن الحفاظ على **النشاط الأنزيمي** يستدعي الحفاظ على **بنيته الفراغية** حيث استقرار هذه الأخيرة تضمنه مجموعة من روابط الاستقرار و هذا في ظروف حيوية مناسبة من **Tc°** مثلى و **PH** أمثل

التقويم الشامل للكفاءة

التمـــــــــــــرين :

تضمن جملة من الانزيمات عملية هضم الاغذية في الانبوب الهضمي و تمتص نواتج هذه العملية على مستوى المعي الدقيق لتنتقل إلى الخلايا, قد يحدث خلال عملية الهضم عدة مشاكل من بينها حالة عدم تحمل اللاكتوز.

لتحديد التحولات التي تطرأ على اللاكتوز عند الشخص المصاب بهذه الحالة مقارنة بالشخص السليم و سبب عدم اللاكتوز, نقترح الدراسة التالية :

الجزء الاول : لتحديد دور إنزيم اللاكتاز وبعض خصائص نشاطه، تجرى سلسلة من التجارب.

التجربة رقم (01) : نرغب في تبيان دور بعض العوامل المؤثرة, على نشاط أنزيم اللاكتاز و لذلك تم قياس **Vi** لنشاط هذا الانزيم في شروط مختلفة أعطت النتائج الموضحة في الوثيقة (1) :

السرعة الابتدائية Vi (و إ)	درجة الحرارة (C°)		السرعة الابتدائية Vi (و إ)	درجة الـ PH
0,6	10		00	4
2,5	20		5	8,5
35	37		20	10
8	42		16	10,5
0,5	48		4	12

الوثيقة (1)

1) **أنجز** منحنى تغيرات **Vi** بدلالة درجة **PH** الوسط ثم **فسر** تأثيرها على النشاط الأنزيمي.

2) من خلال النتائج التجريبية، **استنتج** تأثير درجة الحرارة على النشاط الأنزيمي.

التجربة رقم (2) : التفاعل الذي يحفزه أنزيم اللاكتاز, الشروط التجريبية و النتائج المحصل عليها :

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{اللاكتاز}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

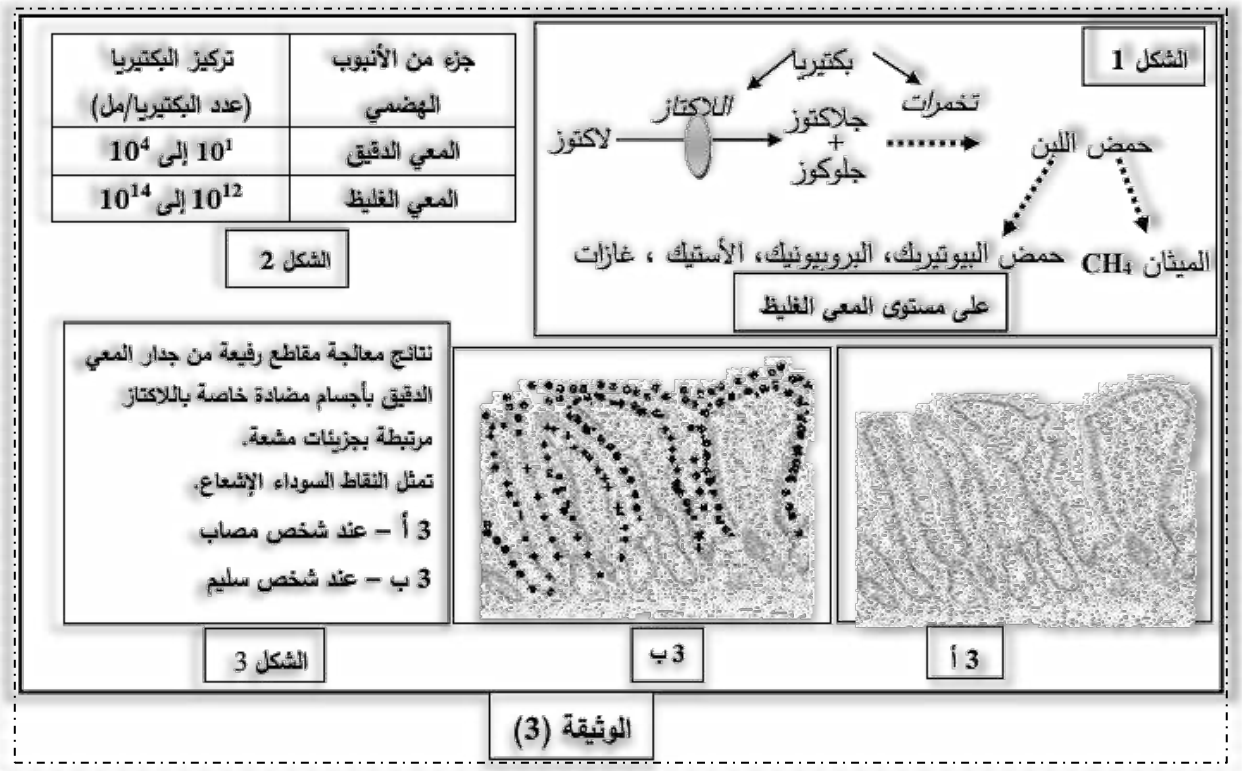
لاكتوز — جلوكوز — جلاكتوز

التجربة	الشروط التجريبية في وجود اللاكتوز بتركيز 1ملي مول/ل	مدة التفاعل
1	في 37 °م وغياب أي وسيط	عدة أشهر
2	في 100 °م في وسط حامضي (PH= 4)	60 دقيقة
3	في 37 °م + اللاكتاز بتركيز 1 ميكرو مول/ل في وسط ذو PH يساوي10	60 ثانية
4	في 37 °م + اللاكتاز بتركيز 1 ميكرو مول/ل في وسط ذو PH يساوي4	عدة أشهر
5	في 37 °م+ اللاكتاز بتركيز 1 ميكرو مول/ل + الثيولاكتوز بتركيز 1 ملي مول/ل في وسط ذو PH يساوي10	3 دقائق

ملاحظة : الثيولاكتوز يشبه اللاكتوز له صيغة C12H22O10S

1) **نمذج** العلاقة بين الجزيئات المتواجدة في الوسط (3) و الوسط (5), **لتفسر** النتائج المحصل عليها في كل وسط ثم **ضع** مفهوما دقيقا للأنزيم.

الجزء الثاني : تظهر على شخص يعاني من عدم تحمل اللاكتوز أعراض تتمثل في انتفاخ و ألام في البطن, غازات و اسهال. لتحديد مصدر هذه الاعراض و علاقتها بهضم اللاكتوز و دور اللاكتاز في ذلك نقدم الوثيقة (3) :



بالاعتماد على أشكال الوثيقة (3) و **باستدلال منطقي** :

- **اشرح** سبب ظهور أعراض عدم تحمل اللاكتوز عند الشخص المصاب و عدم ظهورها عند الشخص السليم رغم حدوث هضم اللاكتوز عند الشخصين.