

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

مديرية التربية لولاية الاغواط

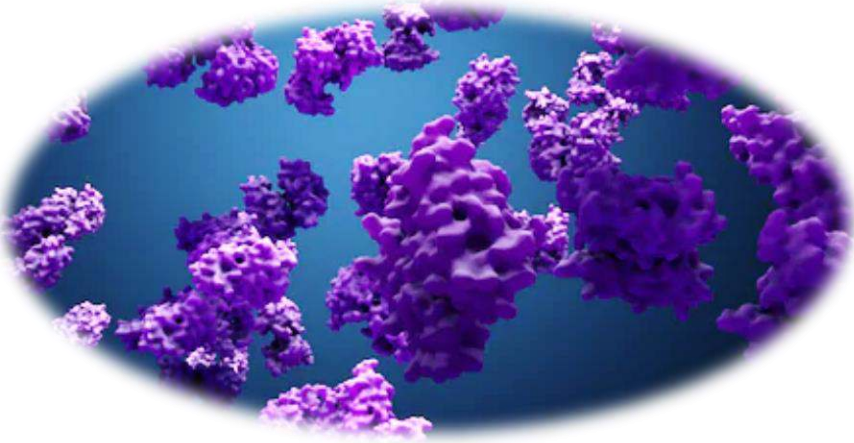
وزارة التربية الوطنية



الاستاذ بلمداني وليد

المذكرات التربوية

علوم الطبيعة والحياة



بكالوريا 2020

الوحدة التعليمية رقم 03 : النشاط الاتربي للبروتينات



حسب المنهاج التربوي و تدرج التعلّات 2020

السنة 3 ثانوي شعبة علوم تجريبية

حسب منهاج علوم الطبيعة و الحياة للسنة الثالثة ثانوي علوم تجريبية

المجال التعليمي الاول :

التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة التعليمية 1:	الوحدة التعليمية 2 :	الوحدة التعليمية 3 :	الوحدة التعليمية 4 :	الوحدة التعليمية 5 :
تركيب البروتين	العلاقة بين بنية البروتين و وظيفته	النشاط الإترمي للبروتينات	دور البروتينات في الدفاع عن الذات	دور البروتينات في الاتصال العصبي
الهدف التعليمي 1 :	الهدف التعليمي 2 :	الهدف التعليمي 3 :	الهدف التعليمي 4 :	الهدف التعليمي 5 :
يحدد آليات تركيب البروتين	يجد علاقة بين البنية و التخصص الوظيفي للبروتينات	يظهر التخصص الوظيفي للبروتينات في التحفيز الأترمي	يظهر التخصص الوظيفي للبروتينات في الدفاع عن الذات	يظهر التخصص الوظيفي للبروتينات في الاتصال العصبي

الكفاءة القاعدية رقم 01

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

الكفاءة الختامية

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

- اختيار التوجه نحو مسار علمي.

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

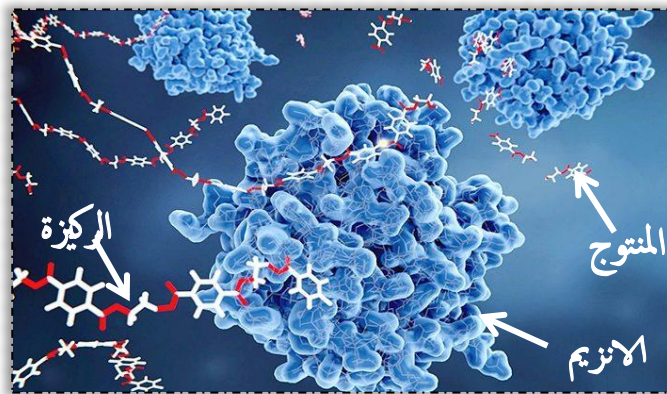


المجال التعليمي I: التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة 3: التخصص الوظيفي للبروتين في التحفيز الانزيمي

الفكرة العامة للوحدة : (المناهج التربوي)

الأنزيمات وسائط **حيوية**، تتميز بتأثيرها **النوعي** اتجاه مادة التفاعل (**ركيزة**) معينة في شروط درجة حرارة **ملائمة** للحياة. يركز 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 مكملًا لشكل مادة التفاعل: إنه **التكامل المحفز**. إن تغيير 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 الببتيدية 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 ؟

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

المجال العلمي رقم 01	التخصص الوظيفي للبروتين في العضوية
الوحدة التعليمية رقم 03	التخصص الوظيفي للبروتين في التحفيز الأنزيمي
المقطع التعليمي رقم 01	العلاقة بين بنية الانزيم و تخصصه الوظيفي

الانشطة المقترحة للسير المنهجي للتدرج التعليمات
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 آلية تأثيرها

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

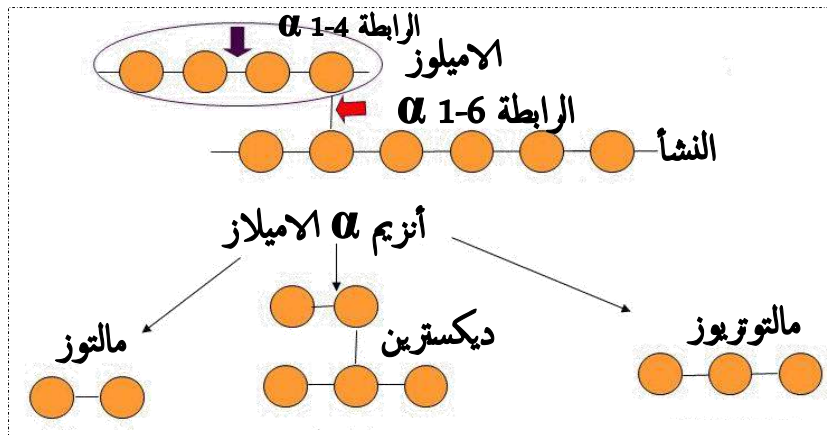
الوثائق العلمية المستعملة حسب تدرج التعليمات
الوثائق 4,5,6 و 7 الصفحة 63,64,65 من الكتاب المدرسي.
الوثيقة 8 و 9 الصفحة 65 و 66 من الكتاب المدرسي.
الوثيقة الصفحة 67 و 68 من الكتاب المدرسي.

المراحل المتبعة

وضعية الانطلاق

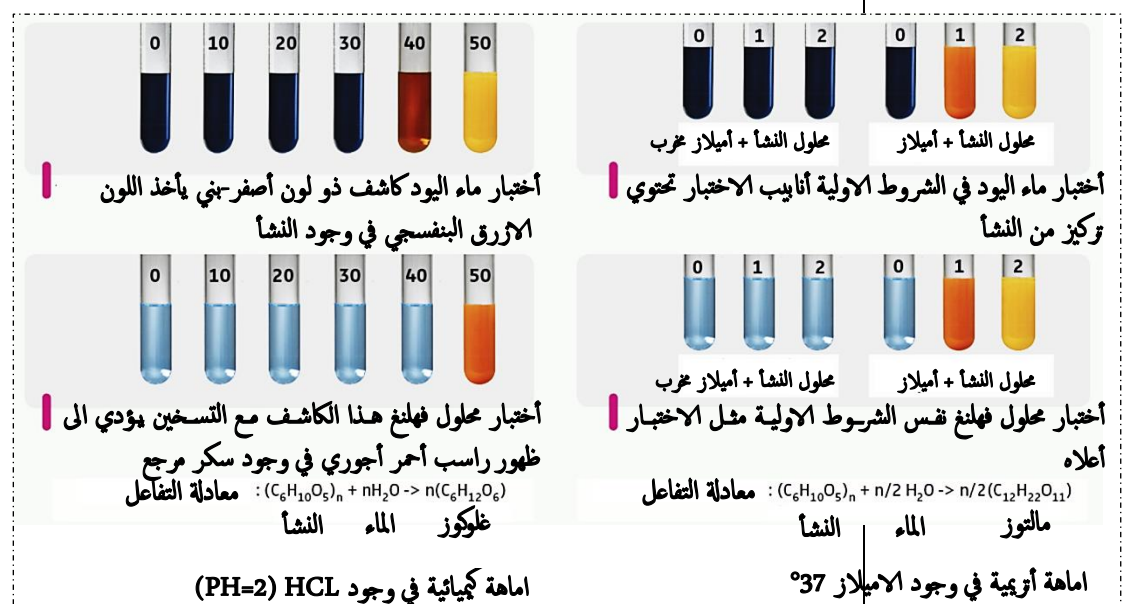
السير المنهجي للمقطع التعليمي

استرجاع المكتسبات القبلية للسنة 4 متوسط بتحليل مخطط يبين الانزيمات الهاضمة و دورها، نتائج تجريبية تبين بعض خصائص الانزيمات.



الوثيقة 1

تجربة : امادة النشأ مخبريا



الوثيقة 2

1- قدم تحليلا للوثيقة 1

2- فسر النتائج التجريبية الموضحة في الوثيقة 2

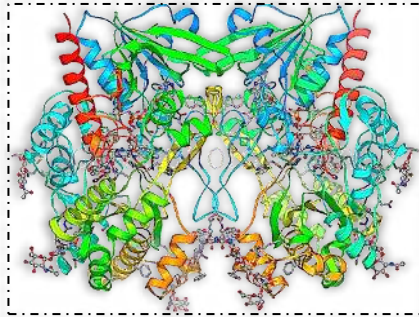


الموارد المستهدفة

الأنزيمات وسائط حيوية، تتميز بتأثيرها النوعي اتجاه مادة التفاعل (ركيزة) معينة في شروط درجة حرارة ملائمة للحياة. يتركز التخصص الوظيفي المزدوج (تخصص بالنسبة للتفاعل و تخصص بالنسبة لمادة التفاعل) للأنزيمات على شكل 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 تغيير شكل الأنزيم يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات

3- يتطلب التفاعل أثناء استعمال EXAO متابعة تغيرات درجة PH الوسط و درجة الحرارة، **علل** الاجابة.

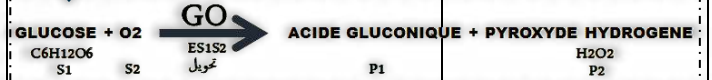
1-1-2- دراسة نشاط أنزيم الغلوكوز أكسيداز (GO) لدراسة حركية التفاعلات الانزيمية بواسطة EXAO وقع الاختيار على أنزيم GO



البنية الفراغية للأنزيم GO

يحفز أنزيم GO التفاعل التالي :

تفاعل أكسدة الغلوكوز



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 (مثلاً ملونات العصير ...)

3- **التعليق :** تغيرات كل من الـ PH 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 أولاً 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 نهائياً بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز. يبلغ التفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة مثلى ، هي درجة حرارة الوسط الخلوي (37م° عند الإنسان).

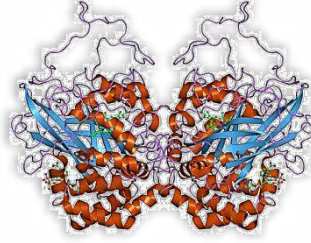
حيث يسهل حمض الغلوكونيك عمل الكلى من أجل التخلص منها.

المطلوب :

1- اشرح تفاعل أكسدة الغلوكوز بوساطة GO. أنزيم الكاتلاز يحفز تفاعل تفكيك الماء الأكسجيني الى ماء و ثنائي الأكسجين التفاعل التالي يبين ذلك :



تفاعل تفكيك الماء الأكسجيني



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

الأنزيم دييدروجيناز 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.

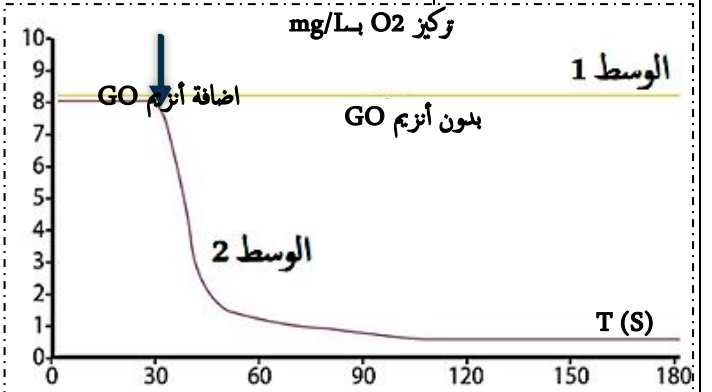
التجربة رقم 01 :

1- التفسير :

يمثل المنحنين 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 الأنزيم 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-
المتحنيين مستعينا بمعادلة
تفاعل أنزيم GO

التجربة رقم O2 :

تفسر- 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 **تلاحظ** تناقص سريع في تركيز O2 الوسط بمرور الزمن حتى يكاد ينعدم **تفسر-** 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).

التجربة رقم 02 :

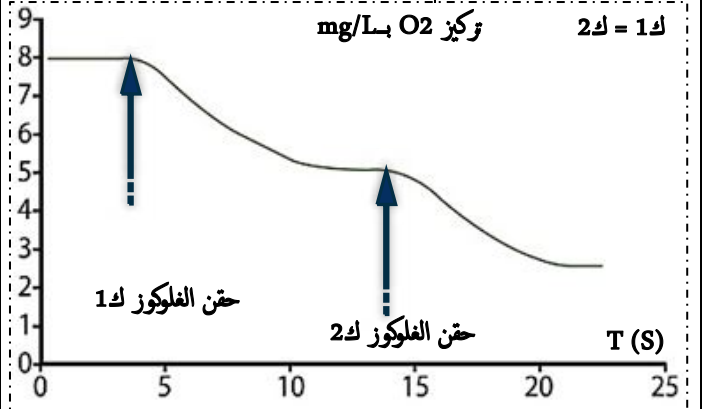
1- التفسير :

يمثل المنحنى البياني تغيرات تركيز O_2 الوسط و المعبر عنه بـ mg/L بدلالة الزمن بـ S و هذا في حالة الحقن الاول بكمية محددة من الغلوكوز في T_1 و الحقن الثاني بنفس الكمية من الغلوكوز في T_2 بتوفير أنزيم GO بتركيز محدد و في شروط ملائمة.

نلاحظ استهلاك O_2

بنفس السرعة في الحالتين (حالة K_1 و حالة K_2) 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**

تم دراسة تغيرات O_2 بدلالة الزمن, بعد حقن كمية صغيرة من مادة التفاعل (غلوكوز) باستعمال تركيز محدد من الانزيم في درجة حرارة ثابتة $37^\circ C$ و PH ثابت 7, تم حقن كمية متساوية من الغلوكوز عند الزمنين T_1 و T_2 و النتائج ممثلة في الوثيقة (5).



الوثيقة 5

المطلوب :

1- **باستغلال** الوثيقة 5 **فسر**- المنحنى مستعيناب معادلة تفاعل أنزيم GO



2- **مما سبق قدم** مفهوما

	للأنزيم	أن الانزيم محفز حيوي لا يستهلك و لا يتأثر بالفاعل. 2- مفهوم الانزيم الأنزيم وسيط حيوي ذو طبيعة بروتينية يسرع التفاعلات الكيميائية الحيوية له تأثير نوعي اتجاه الركيزة لا يستهلك أثناء التفاعل و لا يتأثر به.
المهمة رقم 02 : اظهار التخصص الوظيفي المزدوج للأنزيم و علاقته بنيته		
استغلال الوثائق و بناء التعلّيمات	السندات	الاجابــــة
	1- دراسة التفاعل الأنزيمي بدلالة تركيز S وطبيعتها: الوثائق 6, 7 الصفحة 64, 65. التجربة 1 : يتم دراسة تغيرات الابتدائية للتفاعل الأنزيمي بدلالة تراكيز متزايدة من الركيزة (الغلوكوز في كل تجربة	1- تحليل و تفسير المنحنى المحصل عليه : يمثل المنحنى البياني تغيرات Vi المعبر عنها بـ مغ/ل/د للأنزيم GO و هذا بدلالة تركيز الركيزة (الغلوكوز) و المعبر عنها بـ ميلي مول/ل : [من 0 الى 300] ميلي مول/ل من الغلوكوز نلاحظ تزايد في Vi بتزايد تركيز الغلوكوز، حتى تصل الى سرعة قصوى $V_{max} = 34,8 \text{ mg/L/min}$

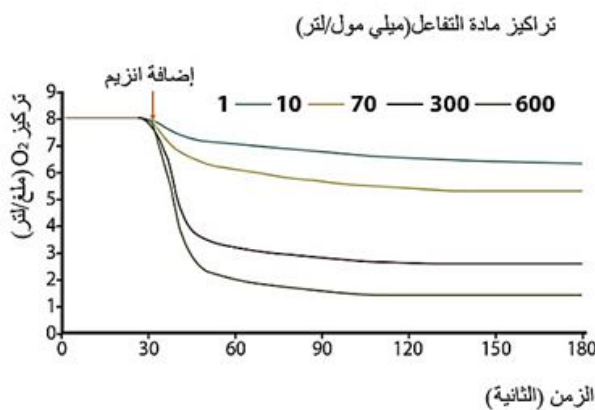
درجة الحرارة و PH (7, 37°), نتائج التجارب الخمسة ممثلة في منحنيات الوثيقة 6 كما يوضح الجدول (1) قيم V_i التي تم استخراجها من معطيات الوثيقة 6.

المطلوب :

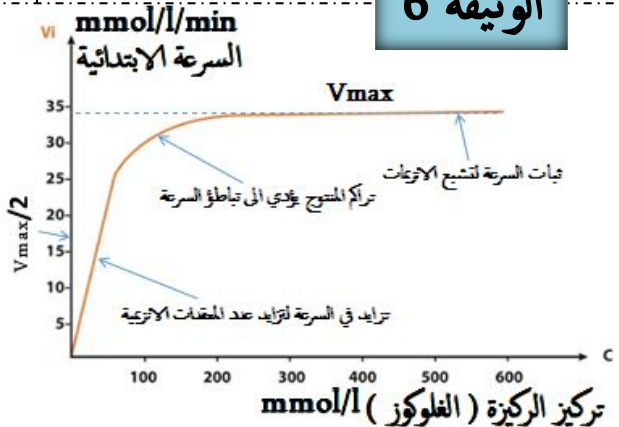
2- أرسم منحنى تغيرات V_i بدلالة تركيز S ثم **فسر** المنحنى المحصل عليه.

رسم المنحنى البياني انطلاقاً من الجدول

الوثيقة 6



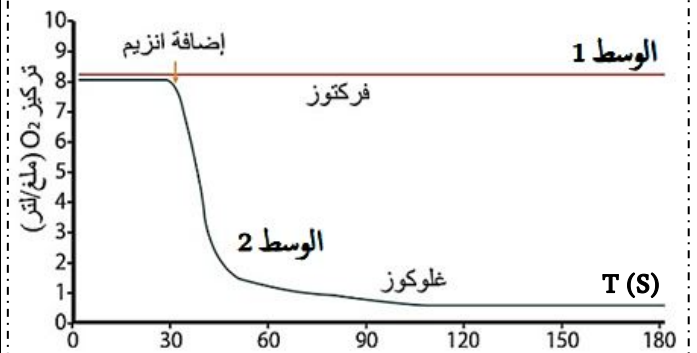
من 0 إلى 300 ملي مول/ل : العامل المحدد للسرعة هو تركيز الركيزة الضعيف
من 300 ملي مول/ل : العامل المحدد للسرعة هو تركيز الأنزيم الضعيف حيث طاقة
الأنزيم الحركية في تركيزه الضعيف تمنعه من تحويل التراكيز العالية للركيزة



V_{max} : تكون كل الانزيمات مرتبطة بالركيزة
 $V_{max}/2$: نصف الانزيمات مرتبطة بالركيزة
لزيادة الطاقة الحركية للأنزيم يجب الزيادة في تركيز الأنزيم في الوسط

التجربة 2 :

يتم دراسة تغيرات تركيز O_2 بدلالة الزمن في وجود الغلوكوز، أنجزت في هذه المرحلة تجربتين ام في كل منهما قياس تغيرات تركيز O_2 في وسط المفاعل المحتوي على تركيز ثابت من GO بالإضافة الى سكر الغلوكوز أو الفركتوز في شروط ملائمة (37° و $PH=7$) النتائج ممثلة في الوثيقة 7.



الوثيقة 7

المطلوب :

1- **فسر** - المنحنى البياني للوثيقة 7.

علاقة أنزيم GO بوضعية OH في الغلوكوز

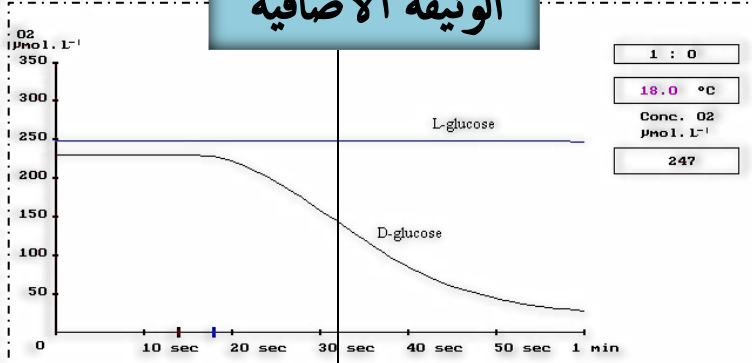
أنزيم GO يعمل على D غلوكوز أي **نوعي** له ولا يعمل على L غلوكوز فتغير **وضعية**

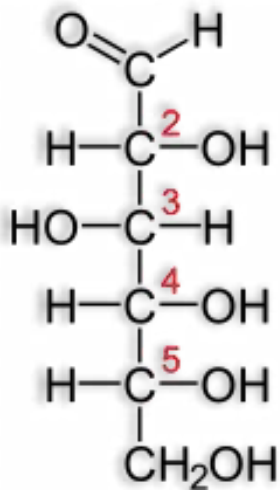
1- التفسير :

نفسر - بأنه يتم استهلاك O_2 بسرعة من طرف أنزيم GO في الوسط 2 **مما يدل** على أكسدة الغلوكوز و لا يتم ذلك في الوسط 1 في وجود الفركتوز حيث تكون V_i معدومة **دلالة** على عدم أكسدة الفركتوز **نستنتج** أن الانزيم نوعي للغلوكوز فقط.

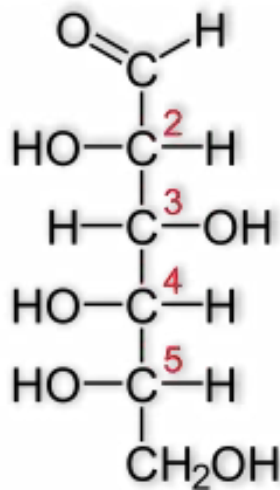


الوثيقة الاضافية





D-Glucose



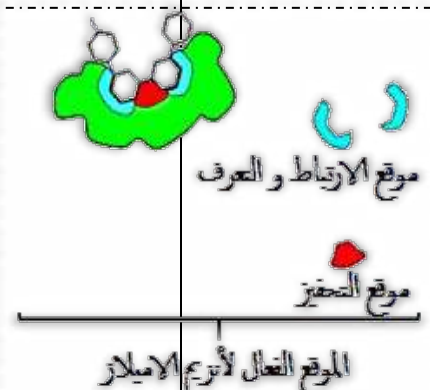
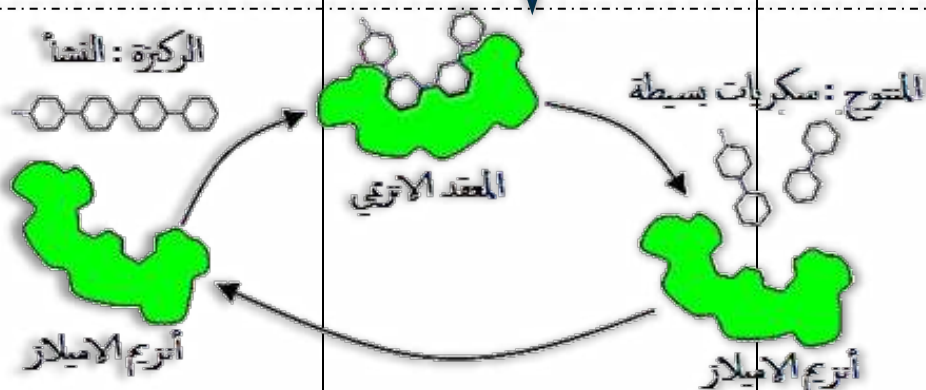
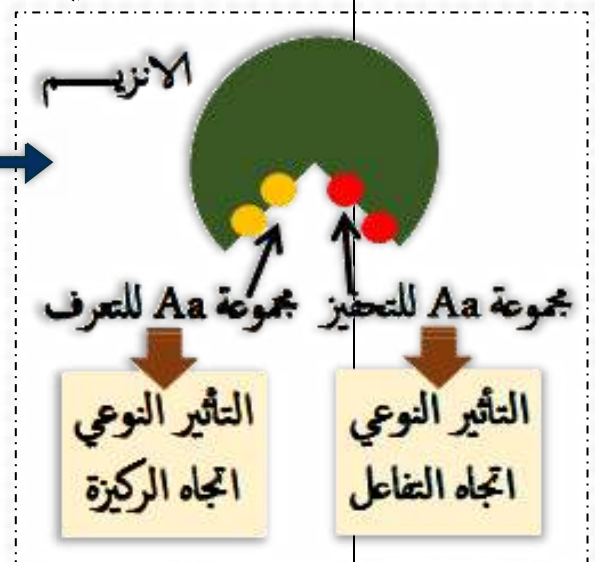
L-Glucose

OH في الغلوكوز تؤدي الى عدم توازن 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 التخطيطي.

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 منتج بفضل موقع التحفيز (حسب تغيرات Vi).



3- أكتب معادلة التفاعل الأنزيمي ثم اشرح في فقرة هذا التفاعل.

معادلة التفاعل الأنزيمي



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
البنوي 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



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

المرحلة الثانية : تسمى بمرحلة

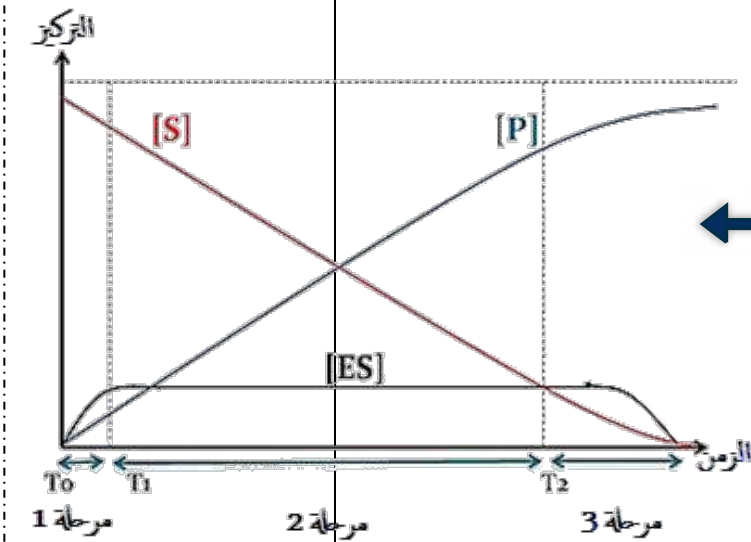
التحفيز (التفاعل) و فيها يتم
تحويل الركيزة الى منتج
بتدخل الاحماض الامينية
المشكلة للموقع الفعال للأنزيم
(مجموعة التحفيز) حيث
يحدث بينها و بين الركيزة
تفاعل من نوع معين يتسبب
في تحويل هذه الأخيرة الى
منتج.



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

المطلوب :

1- **علق** على النتائج التجريبية.



1- التعليق على النتائج التجريبية :

يتم التفاعل الأنزيمي على 3
مراحل :

المرحلة الأولى من T0 الى

T1 : ما قبل التشبع, حيث

يتم فيها استهلاك للركيزة مع
تشكيل للمنتوج و هذا بزيادة
في **عدد** المعقدات الانزيمية
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
ثبات في عدد المعقدات
الانزيمية عند القيمة القصوى و
يعتمد ذلك على تركيز الانزيم
في الوسط مقابل التراكيز
العالية للركيزة (طاقة حركية
محدودة بتركيز الانزيم و اذا
أردنا الغاء الثبات يجب الزيادة
في تركيز الانزيم مما يؤدي الى
تزايد في عدد المعقدات
الانزيمية) و هذا الثبات يعبر
اذن عن تشبع الانزيمات 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 للإنزيم او التأثير
عليه يبقى تركيزه ثابت.



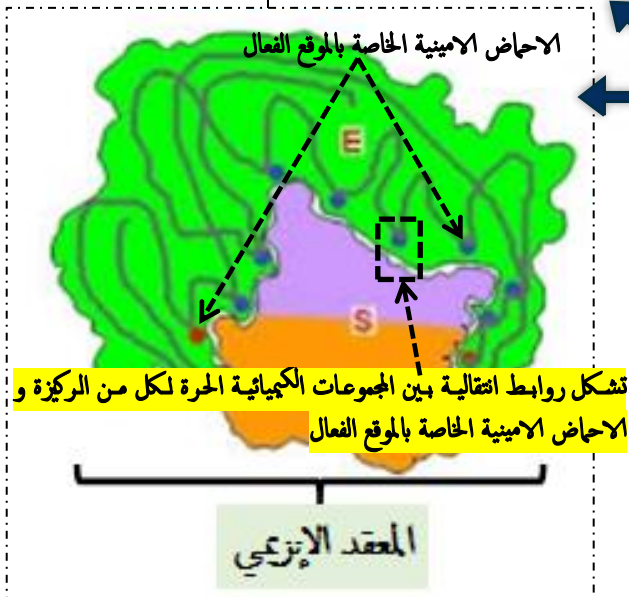
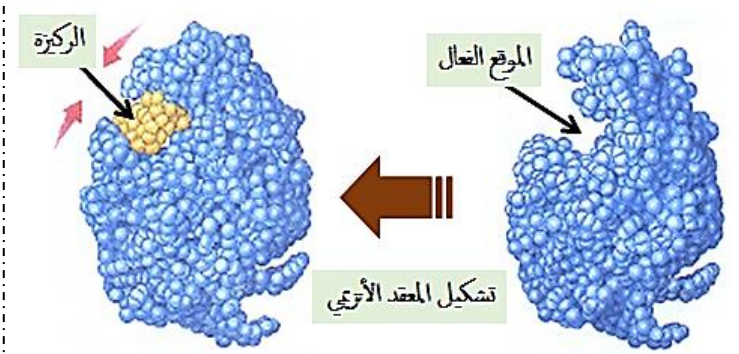
المهمة رقم 03 : استنتاج التكامل البنيوي بين شكل الموقع
الفعال للإنزيم و جزء من الركيزة و التكامل المحفز

الاجابة

الاسئدات

استغلال
الوثائق و
و بناء التعلات

الوثيقة 8



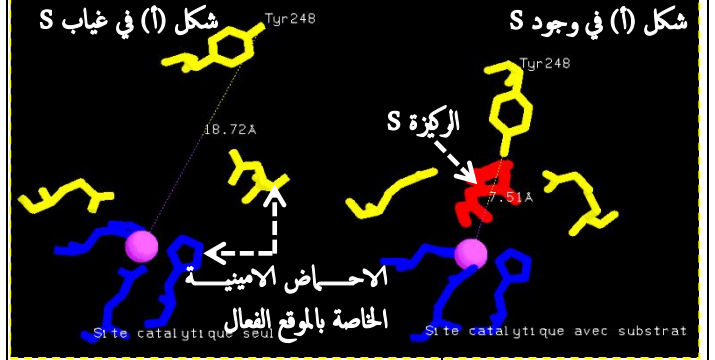
1- النماذج الجزيئية للإنزيم و
الركيزة
الوثيقة 8 و 9 الصفحة 65 و
66

تم عن طريق برنامج
Rastop تمثيل البنية الفراغية
للأنزيم اليزوزيم E في غياب
مادة التفاعل و في وجودها
ES فحصلنا على النموذج
الجزيئي المبين في الوثيقة 8.

المطلوب :

1- صف الوثيقة 8

لغرض **توضيح** العلاقة الموجودة بين الموقع الفعال للإنزيم و الركيزة أكثر نقترح نموذج مبين برنامج **Rastop** في الوثيقة التالية.



2- **باستغلال** شكلي الوثيقة **فسر** العلاقة الموجودة بين الإنزيم و الركيزة.

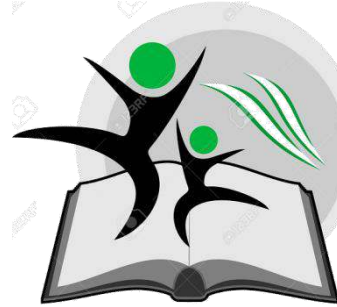
3- من خلال الوثيقة 9 **حدد** نوع التفاعلات و التفاعل الذي يبين علاقة التكامل البنيوي المحفز بين الموقع الفعال للإنزيم و الركيزة

4- **بين** بمخطط مراحل التفاعل ب.

1- الوصف :

من خلال الوثيقة 8 نلاحظ تغير شكل الموقع للإنزيم عند ارتباط الركيزة به من خلال ذلك فالعلاقة بين الركيزة و الإنزيم تتمثل في وجود تكامل بنيوي فراغي بين الركيزة و الموقع الفعال للإنزيم، فالشكل يوضح توزيع المجموعات الكيميائية للركيزة في الأماكن المتواجدة فيها المجموعات الكيميائية المناسبة لها للنهيات جذور الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال و تدل هذه العلاقة على التأثير النوعي للإنزيم اتجاه الركيزة و ينتج عن ذلك تشكل معقد أنزيمي.

2- **التفسير :** في غياب الركيزة تكون المسافة بين الحمض الأميني التيروسين 248 و باقي الأحماض الأمينية هي 18.72 Å و في حالة وجود الركيزة تصبح المسافة بين الحمض الأميني تيروزين 248 و باقي الأحماض الأمينية



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.

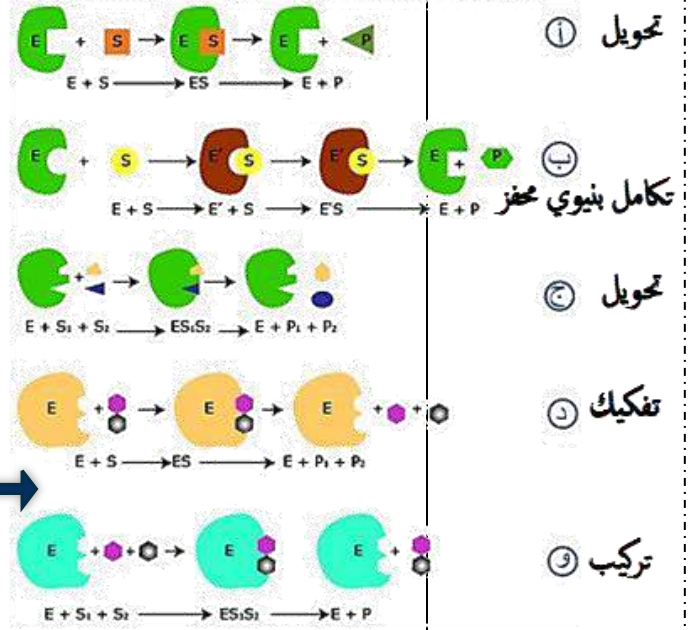
3- تحديد نوع التفاعلات و

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 التعلّلات

الاجابة

الاسئلة

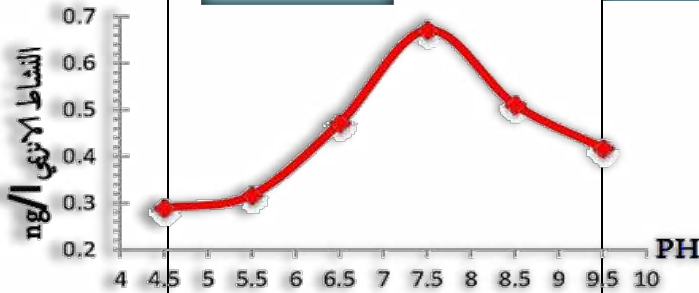
1- تفسير النتائج :
الوسط رقم (1) :

المنحنى البياني يوضح تغيرات النشاط الأنزيمي المعبر عنه بـ % و هذا بدلالة تغيرات T_c° الوسط حيث يكون النشاط الأنزيمي أعظمي 100% عند T_c° تساوي 40° حيث كلما **تنخفض** درجة الحرارة عن 40° **يتناقص** النشاط الأنزيمي

1- تأثير تغيرات PH و درجة حرارة الوسط على التحفيز الأنزيمي للبروتينات
الوثيقة 1 و 2 الصفحة 67 و 68

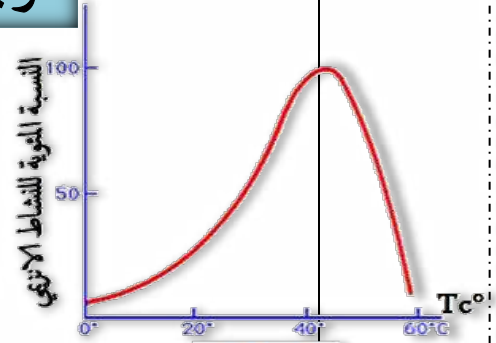
تجربة : في وسطين تجريبيين نوفر كل من الغلوكوز، O_2 و أنزيم GO بتركيز ضعيفة حيث نغير من شروط التجربة اما بتغيير T_c° في الوسط (1) أو بتغيير PH في الوسط (2)

الوثيقة 1



تأثير الـ PH

الوثيقة 2



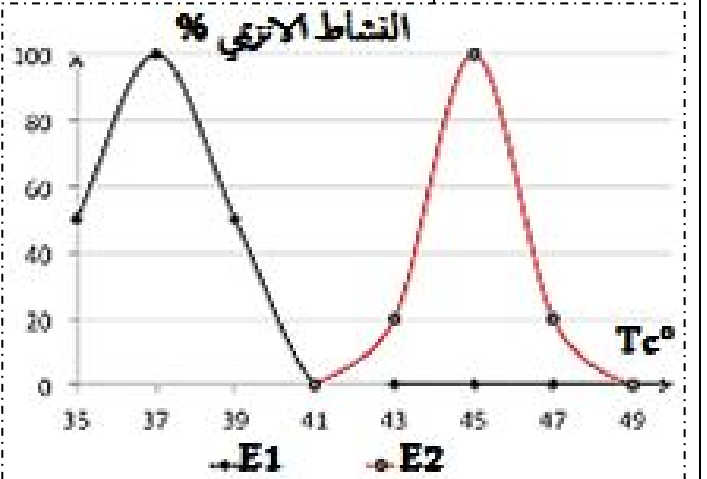
تأثير الـ T_c°

عن القيمة الاعظمية، مما يدل على **قلة حركة الجزيئات** فيؤدي الى **قلة التصادمات الجزيئية** في درجات الحرارة المنخفضة حيث في هذه الحالة

المطلوب :

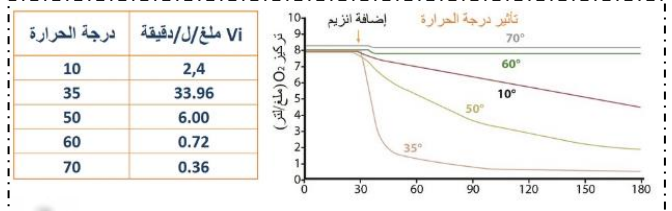
1- باستغلال نتائج الوسطين (1) و (2) **فسر** تأثير PH و T_c° على النشاط الأنزيمي.

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

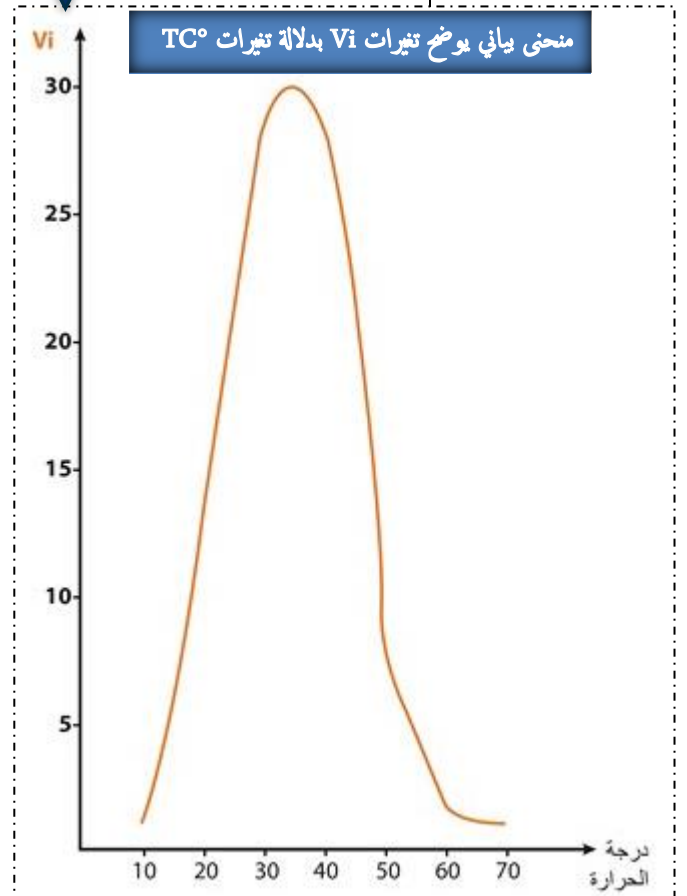


يتم **تنشيط** الانزيم عن النشاط
دون تخريبه فالحرارة المنخفضة
عامل مثبط للتفاعل الأنزيمي و
هو تخريب **عكوس** لأنه و
بمجرد العودة الى درجة الحرارة
المثلى يستعيد الانزيم نشاطه
فالحرارة عامل **حركي** للتفاعل
الأنزيمي , أما في درجات
الحرارة العالية التي تفوق 40°
فيتناقص النشاط الأنزيمي مع
ارتفاع درجة الحرارة حيث
يحدث **تخريب تديجي غير**
عكسي للأنزيمات المتواجدة في
الوسط (بتركيز ضعيف)
فتفقد الانزيمات المخرية **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



ترجمة نتائج الجدول الى منحنى بياني

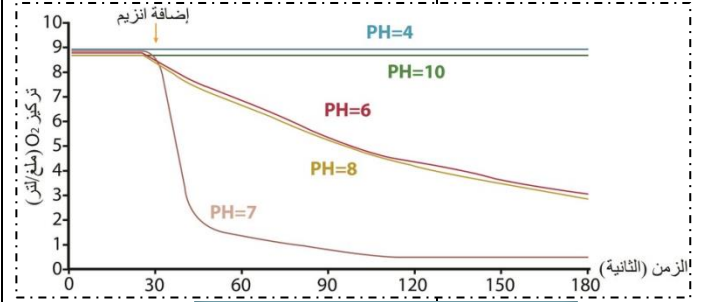


تغير درجة حرارة الوسط يؤثر على بنية الانزيم وبالتالي نشاطه اما **بتثبيط** الانزيم أو **بتخريبه**.

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 $ng/l 6,7$ عند PH تساوي 7,5 وكلما ابتعدنا عن هذه الدرجة يتناقص النشاط الأنزيمي عن القيمة الاعظمية, للعلم أن الوسط التجريبي يحتوي دائماً على تراكيز ضعيفة من الانزيم باعتبار هذه الأخيرة محفزات حيوية تسرع التفاعلات الكيميائية الحيوية أما درجة PH الوسط فتتعلق بتركيز كل من H_3O^+ و

شوارد OH^- فكلما كان تركيز شوارد الهيدرونيوم أكبر بالمقارنة بالشوارد الهيدروكسيل يكون الوسط ذو PH منخفض أي حمضي. مما يجعل الانزيمات المتواجدة في الوسط تتفاعل مع الوسط فتسلك سلوك القواعد في وسط حمضي. باكتسابها بروتونا بالتالي سيتفاعل عدد من الانزيمات في الوسط مع شوارد الهيدرونيوم الزائدة من أجل التعديل في التراكيز و يبقى عدد منها يعمل وهو ما يفسر وجود نشاط أنزيمي لكن بدرجة أقل والعكس في حالة وجود شوارد الهيدروكسيل بتركيز أكبر فيكون الوسط قاعدي ذو PH مرتفع اذا سيتفاعل عدد من

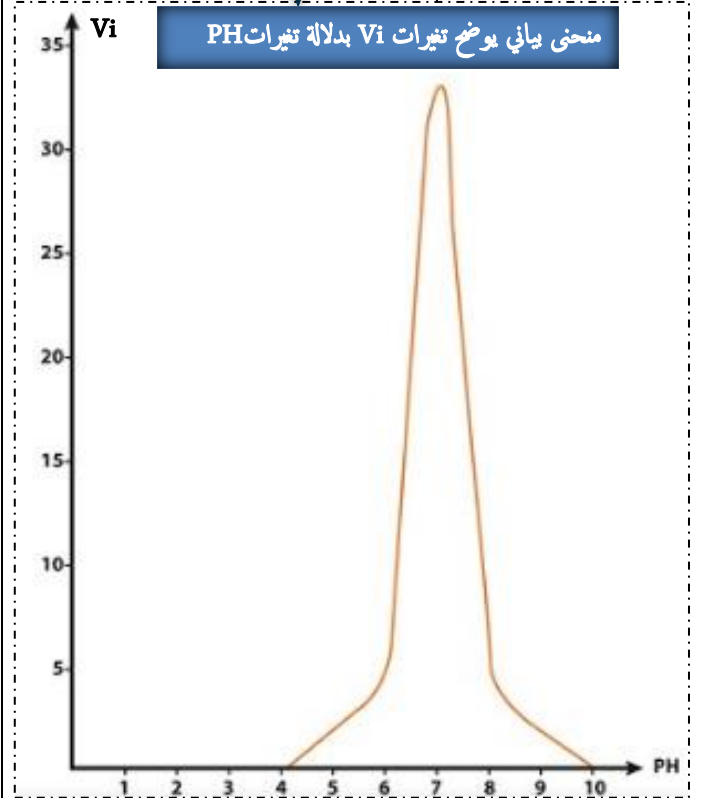


الوثيقة الصفحة 67

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.

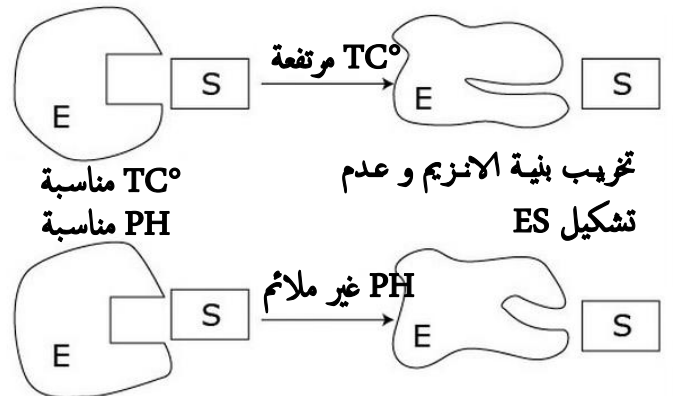
2- القاعدة :

لكل أنزيم درجة PH
مثلى للنشاطه فالأنزيم
E1 يعمل في وسط
حمضي - بينما الانزيم E2
يعمل في وسط معتدل.
لكل أنزيم درجة T_c°
مثلى للنشاطه فالأنزيم
E1 يعمل في 37° بينما
الانزيم E2 يعمل في
وسط 45° .

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



نمذجة توضيح تأثير PH و T_c° على بيئة و نشاط الانزيم



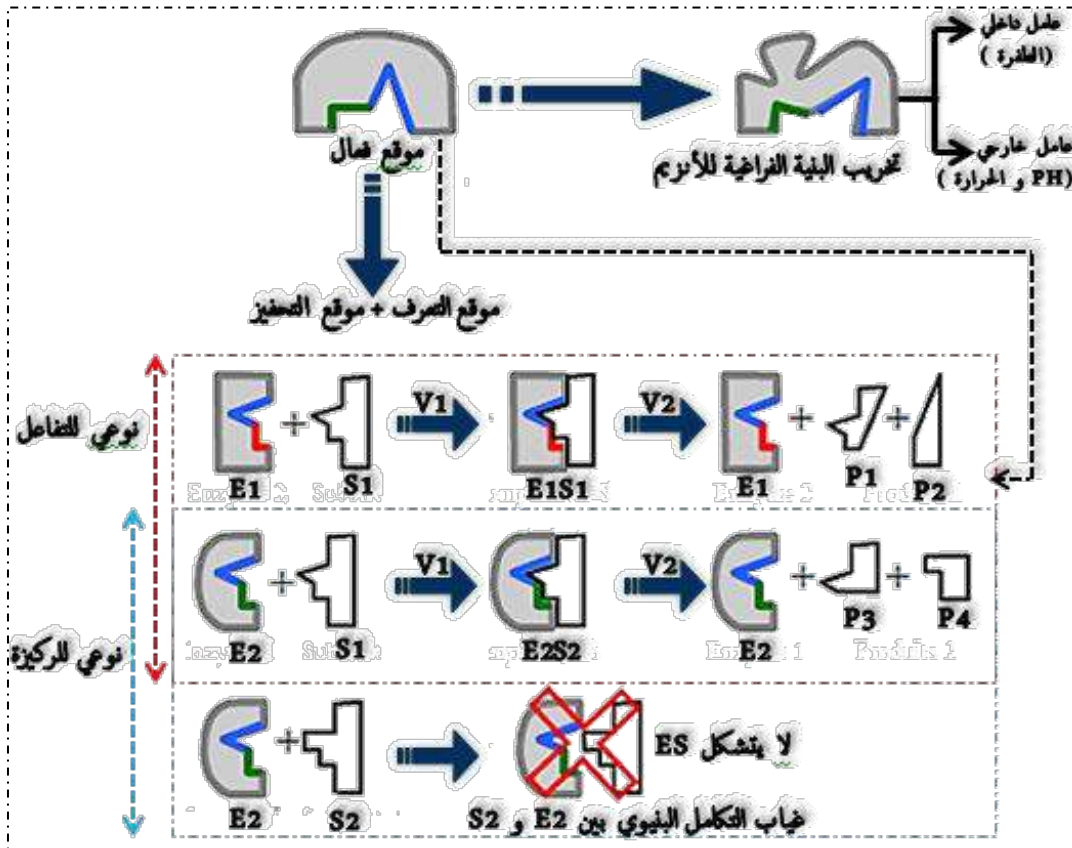
ارساء الموارد

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.

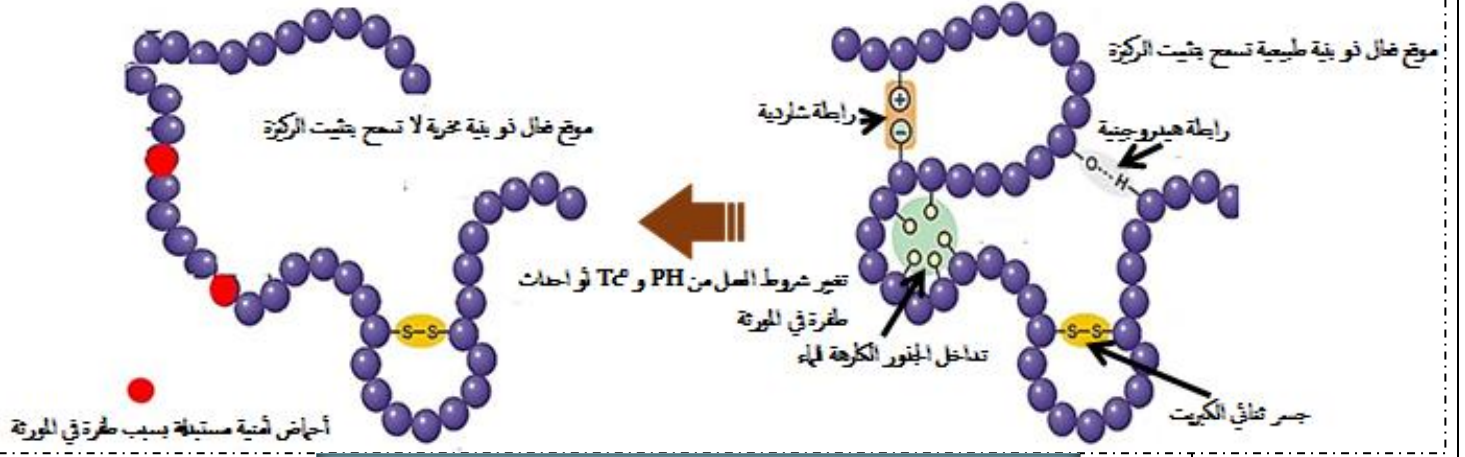
يتأثر نشاط الانزيم و بنيته الفراغية بالعوامل الخارجية مثل PH و درجة الحرارة فلكل أنزيم درجة PH مثلى و درجة حرارة مثلى للنشاطه الاعظمي كما أن العوامل الداخلية مثل الطفرة تؤدي الى فقدان الانزيم بنيته و بالتالي يصبح غير فعال و تتمثل عواقب نقص أو غياب النشاط الأنزيمي في خلل في العضوية مما يسبب ظهور أمراض 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 المبينة المتعلقة بالتخصص الوظيفي المزدوج للبروتينات.



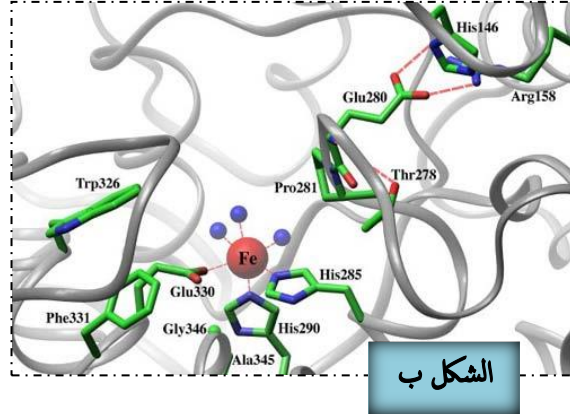
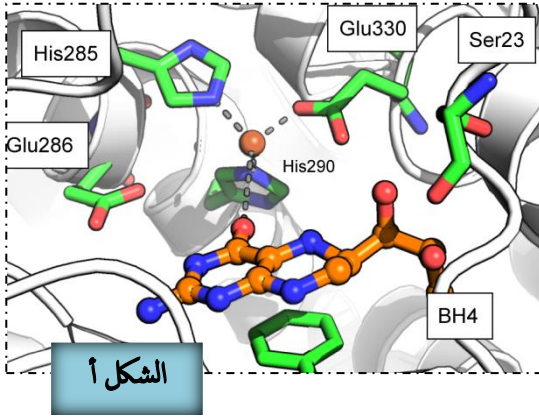
نمذجة توضح العلاقة بين التخصص الوظيفي المزدوج و بنية الانزيم



عواقب تغير العوامل الخارجية والداخلية على بنية ونشاط الانزيم

ملاحظة :

الموقع الفعال للإنزيم 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 وظيفية كيميائية (تأكس) ... كما هو الحال في الشكل أ فالمحفز عبارة عن مادة عضوية BH4 بينما في الشكل ب شاردة الحديد.



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 بتركيز 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 بالانزيم 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 للانزيم يسمى هذا بتأثير النوعي للانزيم 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 للانزيم لكن عند انتهاء التفاعل يعود الشكل الفراغي الأصلي للانزيم تسمى هذه الظاهرة بالتكامل البنيوي المحفز.

أما مجموعة الاحماض الامينية الخاصة بالتحفيز فتتفاعل مع الركيزة من أجل تحويلها الى منتج و هذا بمساهمة شوارد أو مركبات عضوية (**تحويل, تفكيك, تركيب, أكسدة و ارجاع, فسفرة, ثماكب, نزع هيدروجين....**), ميزة الموقع الفعال البنيوية تعطي للانزيم تخصصا مزدوجا فوق التعرف يعطي للانزيم التأثير النوعي اتجاه **S** و موقع التحفيز له تأثير نوعي اتجاه التفاعل و بالتالي يحدد طبيعة المنتج. 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 تشكيلها 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 T_c° 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 المخرجة للانزيم 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 للانزيم 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 الانزيمي 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 الانزيمي يستدعي الحفاظ على بنية الفراغية حيث استقرار هذه الأخيرة تضمنه مجموعة من روابط الاستقرار و هذا في ظروف حيوية مناسبة من T_c° مثلى و PH أمثل

التقويم الشامل للكفاءة

التدريب :

تضمن جملة من الانزيمات عملية هضم الاغذية في الانبوب الهضمي و تمتص نواتج هذه العملية على مستوى المعى الرقيق لتنتقل إلى الخلايا، قد يحدث خلل في 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** للنشاط هذا الانزيم في شروط مختلفة أعطت النتائج الموضحة في الوثيقة (1) :

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

الوثيقة (1)

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

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

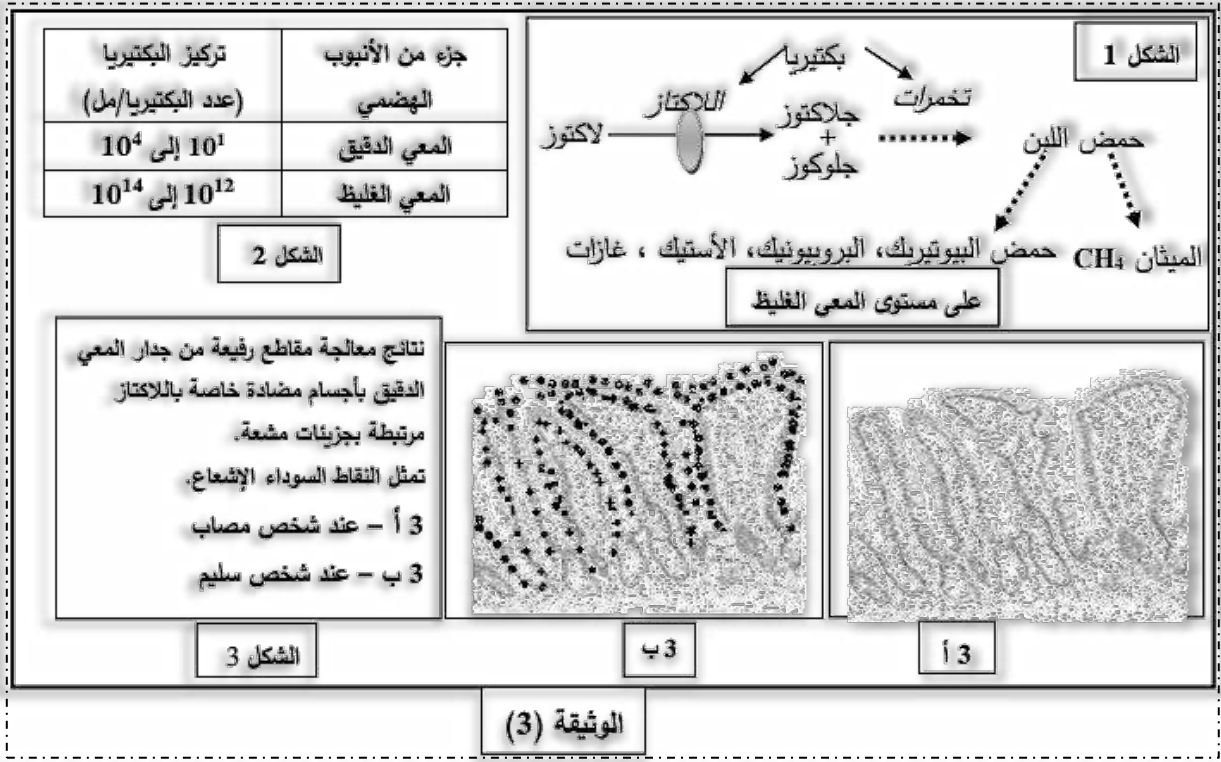
التجربة رقم (2): التفاعل الذي يحفزهُ أنزيم اللاكتاز، الشروط التجريبية و النتائج المحصل عليها :

$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{اللاكتاز}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ لاكتوز جلوكوز جالاكتوز	
التجربة	الشروط التجريبية في وجود اللاكتوز بتركيز 1 ملي مول/ل
1	في 37 °م وغياب أي وسيط
2	في 100 °م في وسط حامضي (PH= 4)
3	في 37 °م + اللاكتاز بتركيز 1 ميكرو مول/ل في وسط ذو PH يساوي 10
4	في 37 °م + اللاكتاز بتركيز 1 ميكرو مول/ل في وسط ذو PH يساوي 4
5	في 37 °م + اللاكتاز بتركيز 1 ميكرو مول/ل + الثيولاكتوز بتركيز 1 ملي مول/ل في وسط ذو PH يساوي 10

ملاحظة : الشولاكوتوز يشبه اللاكتوز له صيغة $C_{12}H_{22}O_{10}S$

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

الجزء الثاني : تظهر على شخص يعاني من عدم تحمل اللاكتوز أعراض تتمثل في انتفاخ و آلام 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.