سلسلة كيف أفكر أثناء التصحيح - 5 تمارين بكالوريا مرفقة بالحل

تتعلم منها كيفية معالجة التمارين، ومنهجية الإجابة بأسلوب بسيط

(التمرين رقم 01)

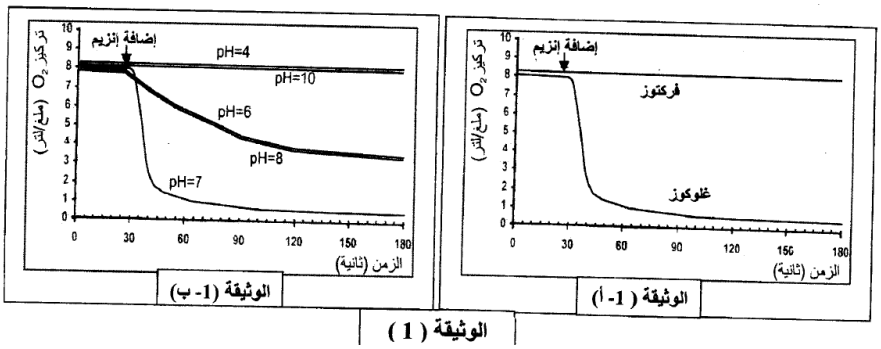
يتمثل النشاط الخلوي في العديد من التفاعلات الكيميائية الأيضية، حيث تلعب الانزيمات دورا أساسيا في تحفيز التفاعلات الحيوية. للتعرف على العلاقة بين بنية هذه الانزيمات ووظيفتها. نقترح الدراسة التالية:

1- تمثل الوثيقة (1) على التوالي:

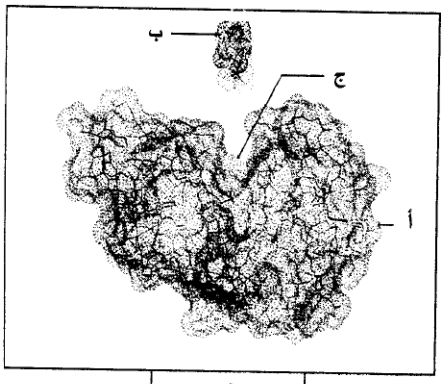
- (1 - أ): تغيرات تركيز الـ O_2 في وجود الغلوكوز أو الفراكتوز بإضافة الانزيم غلوكوز أكسيداز في درجة حرارة ودرجة pH ثابتتين.
- (1 - ب): تأثير الـ pH على النشاط الانزيمي.

أ- حلل الوثيقة (1 - أ)، ماذا تستخلص؟

ب- ما هي المعلومة التي يمكن استخراجها من الوثيقة (1 - ب)؟



الوثيقة (1- أ) — الوثيقة (1- ب) — الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

2- تمثل الوثيقة (2) مرحلة من مراحل تشكل المعقد (إنزيم – مادة التفاعل) تم تمثيلها بواسطة الحاسوب.

أ- قدم رسما تخطيطيا مبسطا مدعما بالبيانات المشار إليها بالأحرف تبرز فيه المرحلة الموالية للشكل الممثل بالوثيقة (2).

ب- يلعب الجزء (ج) من الوثيقة (2) دورا أساسيا في التخصص الوظيفي للإنزيم.

- حدد الخاصية البنيوية لهذا الجزء.
- إلى أي مدى تسمح بنية الانزيم بتعليل النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (1 - أ)؟

3- في نفس إطار الدراسة حول العلاقة بين بنية البروتين ووظيفته، أجرى العالم أنفنسن تجربة استعمل فيها الانزيم ريبونكلياز ومركب اليوريا الذي يعيق انطواء السلسلة الببتيدية، وβ ميركابتو إيثانول الذي يعمل على تفكيك الجسور الكبريتية على الخصوص.

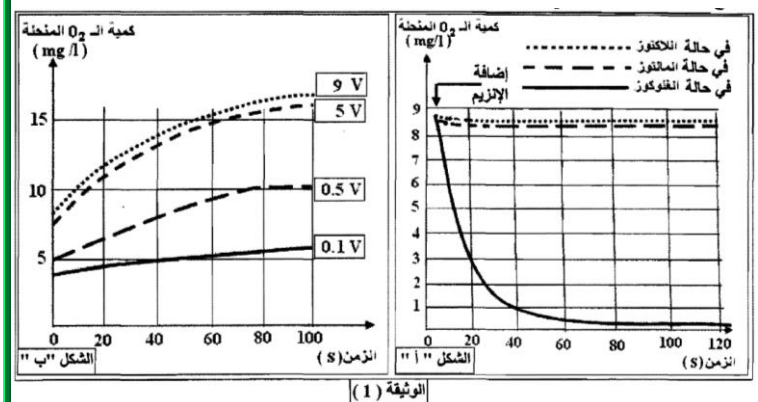
مراحل التجربة ونتائجها مدونة في الجدول التالي:

المرحلة	المعالجة	النتائج
1	ريبونيكلياز + اليوريا + مركب β ميركابتو إيثانول	فقدان البنية الفراغية: انزيم غير فعال
2	إزالة اليوريا ومركب β ميركابتو إيثانول	استعادة البنية الفراغية: انزيم فعال
3	ريبونيكلياز مخرب + يوريا	بنية فراغية غير طبيعية (تشكل الجسور في غير الأماكن الصحيحة): انزيم غير فعال

أ- ماذا تستخلص فيما يخص العلاقة بين بنية الانزيم ووظيفته؟ وضح ذلك.

ب- بناء على هذه المعلومات الأخيرة، اشرح النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (1 - ب).

(التمرين رقم 02)



الوثيقة (1)

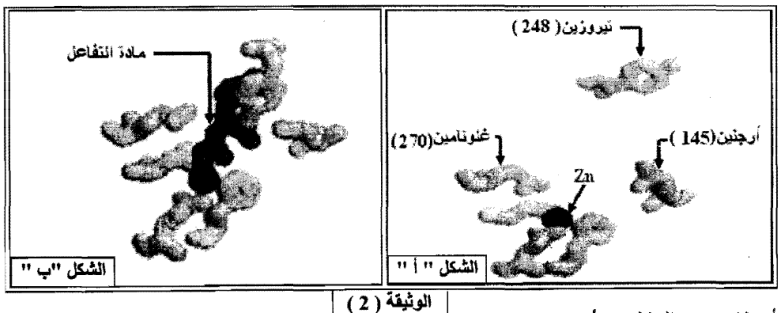
لدراسة حركية التفاعلات الإنزيمية أجريت تجارب مدعمة بالحاسوب (ExAO).

التجربة الأولى: وضع إنزيم غلوكوز أوكسيداز في وسط درجة حرارته 37 °م وذي pH = 7 داخل مفاعل خاص وبواسطة لاقط الـ O_2 تم تقدير كمية الـ O_2 المستهلكة في التفاعل عند استعمال مواد مختلفة (غلوكوز، لاكتوز، مالتوز). نتائج القياسات ممثلة في منحنيات الشكل "أ" من الوثيقة (1).

التجربة الثانية: حضرت أربعة محاليل من الماء الأكسجيني بتراكيز مختلفة (0,1v ، 0,5v ، 5v ، 9v) وأضيف 0,5 ml من انزيم الكاتالاز لكل محلول، حيث يحفز هذا الانزيم تحول الماء الأكسجيني (H_2O_2) السام بالنسبة للعضوية إلى ماء وثنائي الأكسجين (O_2) حسب التفاعل التالي:

$$H_2O_2 + H_2O_2 \xrightarrow{Catalase} 2H_2O + O_2$$

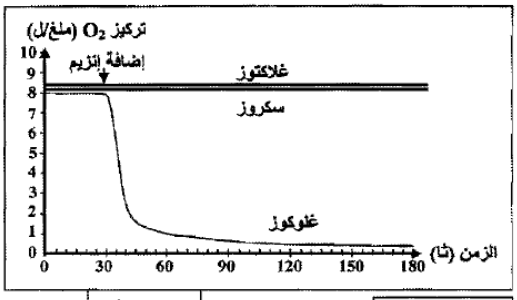
النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل "ب" من الوثيقة (1).
أ- حلل وفسر منحنيات الشكل "أ" والشكل "ب" من الوثيقة (1).
ب- ماذا تستخلص فيما يتعلق بنشاط الانزيم في كل حالة؟
2- تمثل الوثيقة (2) الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال لانزيم كربوكسي ببتيداز:
- الشكل "أ" في غياب مادة التفاعل.
- الشكل "ب" في وجود مادة التفاعل.
أ- قارن بين الشكلين "أ" و "ب".
ب- ماذا تستنتج حول طريقة عمل الانزيم؟
3- باستغلال نتائج الدراسة السابقة:
أ- مثل برسم تخطيطي طريقة تأثير الانزيم على مادة التفاعل مع وضع البيانات.
ب- قدم تعريفا دقيقا لمفهوم الانزيم.



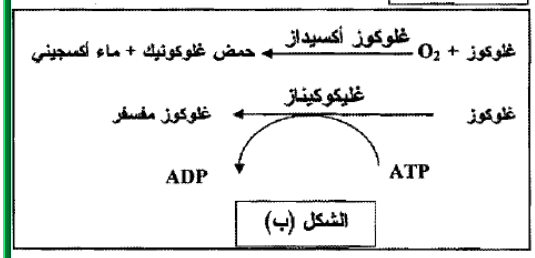
الوثيقة (2)

التمرين رقم 03)

تلعب الانزيمات دورا أساسيا في التفاعلات الكيميائية التابعة لمختلف النشاطات الحيوية للخلية من هدم وبناء.
1- تمثل منحنيات الشكل (أ) من الوثيقة (1) حركية التفاعلات الانزيمية بدلالة مادة التفاعل باستعمال انزيم غلوكوز أكسيداز. أما معادلات الشكل (ب) من الوثيقة (1) فتظهر تفاعلين من تفاعلات الأكسدة الخلوية.



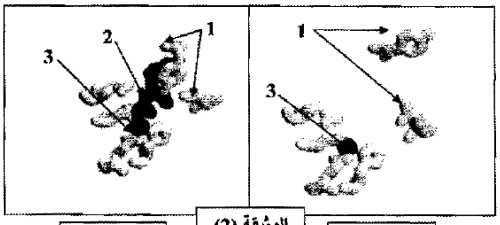
الشكل (أ)
الوثيقة (1)



الشكل (ب)

أ- قدم تحليلا مقارنا للتسجيلات الثلاث للشكل (أ) من الوثيقة (1).
ب- ما هي المعلومة التي تقدمها لك معادلات الشكل (ب) من الوثيقة (1) حول النشاط الانزيمي؟
ج- ماذا تستخلص حول النشاط الانزيمي الذي تقدمه لك الوثيقة (1)؟ علل إجابتك.

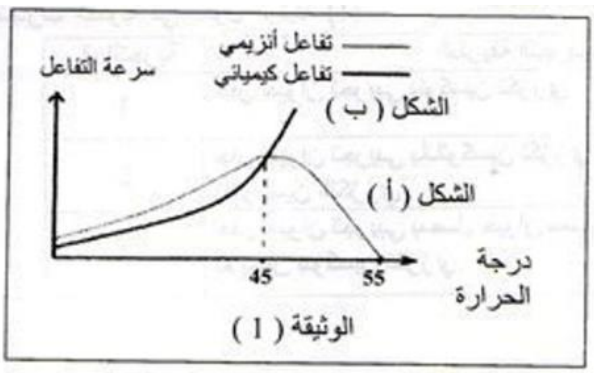
2- يمثل الشكل (أ) للوثيقة (2) الأحماض الأمينية التي يتشكل منها الموقع الفعال للانزيم، بينما يمثل الشكل (ب) الموقع الفعال في وجود مادة التفاعل.
أ- قدم تعريفا للموقع الفعال.
ب- ما هي الأدلة التي تقدمها الوثيقة (2) حول التخصص الوظيفي للانزيم؟



1- أحماض أمينية ، 2- مادة التفاعل ، 3- ذرة زنك مكونة للموقع

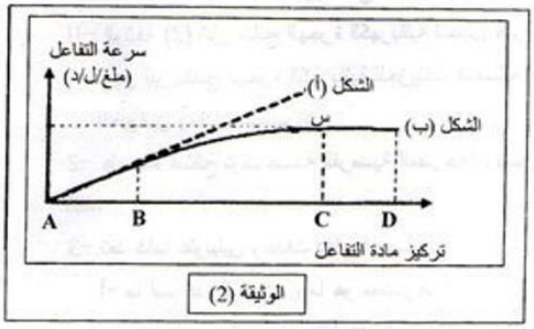
(التمرين رقم 04)

I- لمعرفة حركية كل من التفاعلات الانزيمية والكيميائية، أجريت تجارب نتائجها ممثلة في أشكال الوثيقة (1).
- الشكل (أ) من الوثيقة (1) يبين نتائج التفاعل الانزيمي.
- الشكل (ب) من الوثيقة (1) يمثل نتائج تفاعل كيمائي (دون وجود انزيم).
1- حلل نتائج الشكل (أ) من الوثيقة (1) ووضح ذلك بمعادلة كيميائية.
2- فسر نتائج الشكل (ب) من الوثيقة (1). ماذا تستنتج؟



الوثيقة (1)

II- لدراسة تأثير تركيز الانزيم وتركيز مادة التفاعل على سرعة التفاعل الانزيمي. أجريت تجارب سمحت لنا بالحصول على المنحنى الممثل في الوثيقة (2)، حيث أن الشكل (أ) يوضح تغيرات سرعة التفاعل الانزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل وذلك في حالة ثبات تركيز مادة التفاعل وتغير تركيز الانزيم. أما الشكل (ب) فقد تم الحصول عليه في حالة ثبات تركيز الانزيم وتغير تركيز مادة التفاعل.

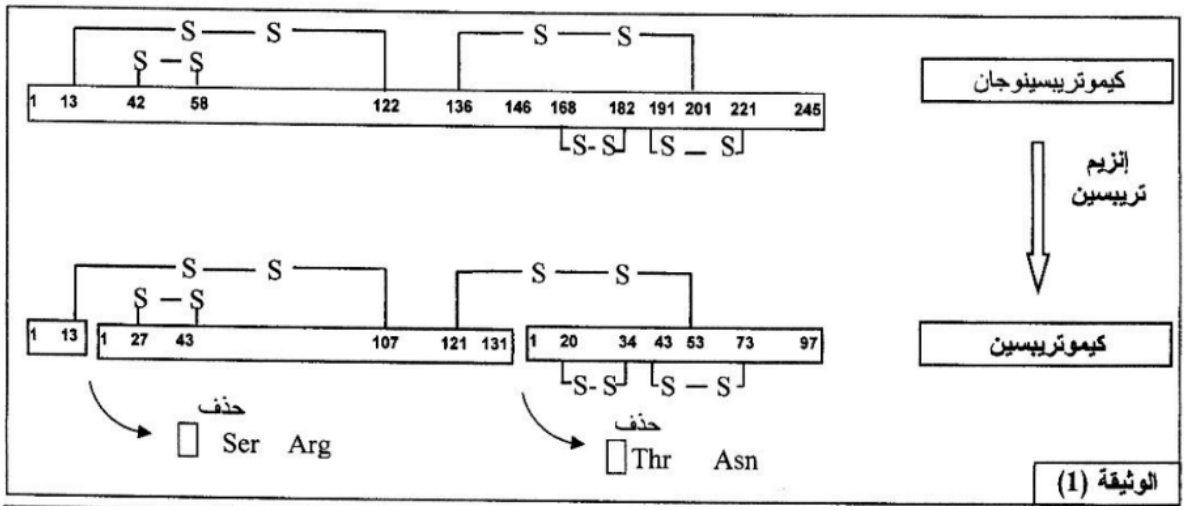


الوثيقة (2)

1- فسر تغيرات سرعة التفاعل على المنحنيين.
2- أيهما أكثر تأثيرا على سرعة التفاعل تركيز المادة أم تركيز الانزيم؟ علل.
3- مثل برسم تخطيطي حالة كل من مادة التفاعل (S) والانزيم (E) عند النقاط B وC وD في الشكل (ب).

(التمرين رقم 05)

تفرز الغدة البنكرياسية الكيموتريبسينوجان، وهو إنزيم غير نشط يتحول في العفج إلى إنزيم نشط يدعى الكيموتربسين تحت تأثير إنزيم أخر هو التربسين. تلخص الوثيقة (1) تمثيلا لبنيتي كل من إنزيم الكيموتريبسينوجان وإنزيم الكيموتريبسين.



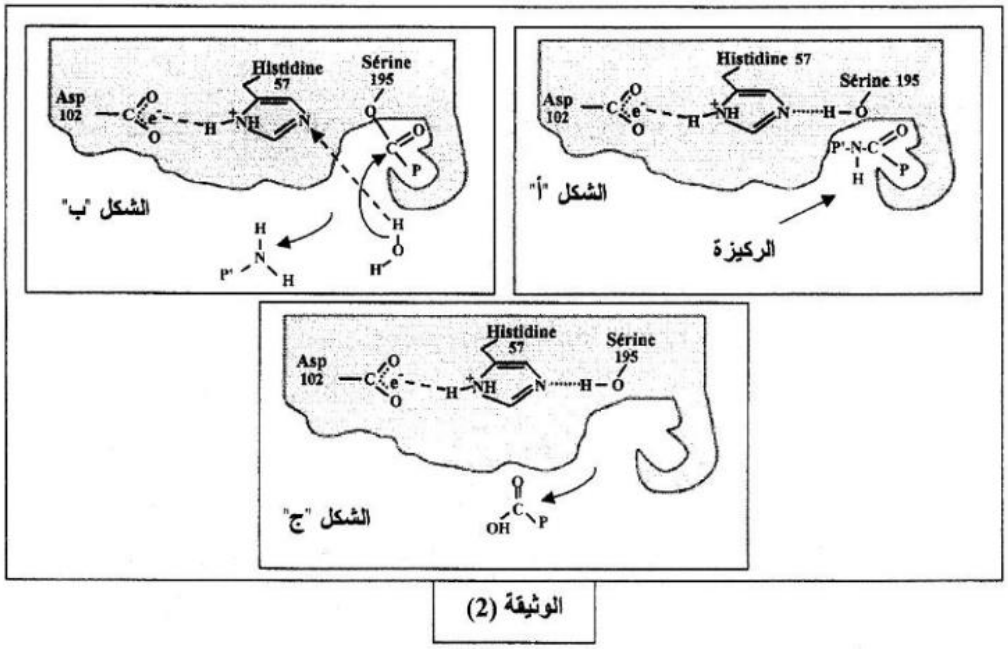
أ- قدم وصفا تفصيليا لبنية كل من الإنزيمين.
ب- ما هو تأثير إنزيم التريبسين على سلسلة الكيموتريبسينوجان؟
ج- بالاستعانة بالوثيقة (1)، قدم تعريفا للبنية الفراغية للبروتين.

2- تمثل الوثيقة (2) جزءا من إنزيم الكيموتريبسين يبرز العلاقة بين الركيزة والموقع الفعال للانزيم.
أ- حلل الشكل "أ" من الوثيقة (2).
ب- جد العلاقة بين البنية الفراغية للانزيم وتخصصه الوظيفي.
ج- ما هي المعلومة التي يمكن استخراجها من الوثيقة (2) فيما يخص نشاط الموقع الفعال لهذا الانزيم؟
د- باستغلالك الوثيقة (2)، ماذا يمكنك استخلاصه فيما يخص نشاط الموقع الفعال؟
هـ- قدم تعريفا للموقع الفعال.

3- يتم التفاعل الانزيمي النوعي وفق المعادلة التالية:

E + S → ES → E + P

- باستعمال المعارف المبنية ومعلوماتك، اشرح هذه المعادلة مدعما إجابتك برسم تخطيطي.



كيف أفكر أثناء التصحيح (1)

السّؤال باللون الأحمر، التّفكير في السّؤال بالأزرق، الإجابة على الورقة بالأسود.

التمرين الأول (بكالوريا 2008 – الإنزيمات)

1-أ- حلل الوثيقة (1 - أ)، ماذا تستخلص؟

1-أ- تحليل الوثيقة (1-أ)

التحليل سهل، أكتبه مباشرة على ورقة الإمتحان كي لا أضيع الوقت.

أُقسِّم التحليل إلى مرحلتين: التعرف على الوثيقة، وقراءة الوثيقة.

في التعرف على الوثيقة: أذكر المتغير وهو موجود على محور الفواصل (تركيز الغلوكوز)، والدلالة موجودة على محور التراتيب (الزمن). ثم أذكر الشروط التجريبية: وجود الإنزيم GO، درجة حرارة وpH ثابتتين. أبدأ الكتابة:

- يمثل المنحنيين تغيرات تركيز الأكسجين بدلالة الزمن في وجود الغلوكوز أو الفركتوز قبل وبعد إضافة الإنزيم غلوكوز أكسيداز (GO) في درجة حرارة ودرجة pH ثابتتين.

الآن: مرحلة قراءة المنحنى: أقسمه إلى مراحل، كي يسهل التحليل. أحلل بدقة وأذكر القيم كي يكون دقيقا.

- قبل إضافة الإنزيم (0 - 30 ثا): نسجل ثبات تركيز الغلوكوز والفركتوز عند القيمة 80 ملغ/ل.

- بعد إضافة الإنزيم

- في وجود الغلوكوز: نسجل تناقص سريع جدا في تركيز الأكسجين، ثم تناقص تدريجي حتى يكاد ينعدم بعد 180 ثانية.

- في وجود الفركتوز: نسجل استمرار ثبات تركيز الأكسجين.

الاستخلاص: (صعب نوعا ما، يتطلّب المحاولة في المسودة. أعود للمنحنى وأفكر: أضفنا غلوكوز وفركتوز؟ مادتين مختلفتين لنفس الإنزيم؟ استهلك الإنزيم الأكسجين مع مادة ولم يستهلكه مع الأخرى؟ ما الهدف من التجربة؟ ماذا نريد أن نثبت؟ أعرف خواص الإنزيم: النوعية، تثبت سرعته في التراكيز العالية، يتأثر بدرجة الـ pH، يتأثر بالحرارة... ؟ إذا نتكلم عن خاصية النوعية، والإجابة: يتميز هذا الإنزيم بالنوعية مع الغلوكوز. ولكن ممكن يكون الجواب: يستهلك الإنزيم GO الأكسجين في أكسدة الغلوكوز، هذه كذلك خلاصة جيدة؟ فكرة: كتحايل أكتبهما معا كالآتي:

يتميز الإنزيم غلوكوز أكسيداز بالنوعية مع الغلوكوز، حيث يستهلك الأكسجين في أكسدة الغلوكوز. (تعبير يبدو غير جيد ولكن لا بأس، المهم معلومة صحيحة بتعبير بسيط).

ب- ما هي المعلومة التي يمكن استخراجها من الوثيقة (1 - ب)؟

معلومة يمكن استخلاصها؟ أعود للمنحنى وألاحظ: المنحنى واضح ويتكلم عن موضوع الـ pH. في كل مرة أغير درجة الـ pH فيتغير النشاط الإنزيمي، في درجة pH=7 نشاط الإنزيم كبير. إذا المعلومة هي تأثير الـ pH، أحاول صياغة الإجابة في المسودة: كلما نغير الـ pH تتغير معه سرعة الإنزيم حيث تكون السرعة كبيرة في... لالا هذا تقريبا تحليل، أعيد الصياغة كالآتي:

ب- المعلومة التي يمكن استخراجها: يتأثر نشاط الأنزيم بدرجة pH الوسط، ويتميز بدرجة مثلة يكون نشاطه عندها أعظميا.

أو لما لا أكتبها مثلما كتبناها مع الأستاذ في القسم أفضل، لأننا أجبنا عن نفس السؤال: ...

أ- قدم رسما تخطيطيا مبسطا مدعما بالبيانات المشار إليها بالأحرف تبرز فيه المرحلة الموالية للشكل الممثل بالوثيقة (2).

ما هي المرحلة الموالية؟ هذه المرحلة يوجد إنزيم ومادة التفاعل منفصلين، إذا في المرحلة الموالية سيرتبط الإنزيم مع مادة التفاعل، أي نرسم المعقد إنزيم – مادة تفاعل (ES).

أ- الرسم التخطيطي: أرسم رسم مبسط لإنزيم يحتوي جيب يمثل الموقع الفعال، ترتبط به مادة تفاعل حيث تتكامل بنيويا مع الموقع الفعال. البيانات: إنزيم، موقع فعال، مادة تفاعل. العنوان: رسم تخطيطي يمثل المعقد إنزيم – مادة تفاعل (ES).

ب- يلعب الجزء (ج) من الوثيقة (2) دورا أساسيا في التخصص الوظيفي للإنزيم.

- حدد الخاصية البنيوية لهذا الجزء.

حدد الخاصية البنيوية؟ الخواص البنيوية للموقع الفعال، أعرف ثلاثة:

- يتركب من عدد ونوع وترتيب محدد من الاحماض الأمينية.
- يحتوي على موقعين: موقع تثبيت وموقع تحفيز.
- يتكامل بنيويا مع مادة التفاعل.

السؤال قال "خاصية" أي واحدة، لو طلب "خواص" لكتبتها كلها. فأيها يريد؟ أعود وأقرا السؤال مرة أخرى:

السؤال يقول: يلعب الجزء (ج) الذي هو الموقع الفعال، دور أساسي في التخصص الوظيفي؟ نعم لأنه هو الذي يرتبط مع مادة التفاعل لوجود تكامل بنيوي ويكسب الانزيم خاصية النوعية. إذا الخاصية هي:

- يتكامل بنيويا مع مادة التفاعل.

- إلى أي مدى تسمح بنية الانزيم بتعليل النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (1 - أ)؟

إلى أي مدى؟ إلى أي مدى؟ عبارة صعبة، لا بأس أواصل سأفهمها من سياق السؤال. إلى أي مدى تسمح بنية الإنزيم، بتعليل النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (1-أ)؟ إذا يقصد بالسؤال: بنية الأنزيم تعلل النتائج.

أعود لنتائج الوثيقة (1-أ): استخلصنا منها خاصية النوعية. إذا المطلوب هو تعليل: كيف تسمح بنية الإنزيم بتعليل خاصية النوعية، هذه سهلة والإجابة:

- يوجد تكامل بنيوي مع الغلوكوز.

- لا يوجد تكامل بنيوي مع الفركتوز.

هذه إجابتي، ولكن يجب أن أعيد صياغتها، وأضع أولا عنوانا للإجابة:

- بنية الإنزيم تعلل النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (1-ب).

- يوجد تكامل بنيوي بين الموقع الفعال للإنزيم غلوكوز أوكسيداز والغلوكوز، فيتشكل المعد إنزيم – مادة التفاعل. ويستهلك الإنزيم الأكسجين في أكسدة الغلوكوز.

- لا يوجد تكامل بنيوي بين الموقع الفعال للإنزيم والفركتوز، فلا يرتبط به ولا يتم التفاعل، وبالتالي لا يستهلك ثاني الأكسجين (يبقى ثابت).

3-أ- ماذا تستخلص فيما يخص العلاقة بين بنية الانزيم ووظيفته؟ وضح ذلك.

سؤال مركب من سؤالين: الاستخلاص، والتوضيح. الاستخلاص يكون دائما مختصرا، في جملة أو اثنين كفكرة عامة. التوضيح مثل الشرح، يكون مفصلا.

تجربة أنفنسن، الحمد لله درسناها في القسم، هذا مطمئن.

السؤال يقول: ماذا تستخلص فيما يخص العلاقة بين بنية الأنزيم ووظيفته؟ يسأل عن العلاقة بين بنية ووظيفة الإنزيم: العلاقة معروفة: بنية الإنزيم (أو البروتين) تحدد وظيفته. أقرأ التجربة مرة أخرى:

- التجربة 2: بنية طبيعية - إنزيم فعال أي وظيفي.

- التجربتين 1 و3: بنية مخربة أو غير طبيعية إنزيم غير فعال.

يعني الاستخلاص ساهل: تتوقف وظيفة الأنزيم على بنيته (نضيف الفراغية). أو العبارة الأولى: بنية الإنزيم تحدد تخصصه الوظيفي. هذي العبارة قالها لنا الأستاذ وحفظتها تكون أفضل.

الاستخلاص: بنية الإنزيم تحدد وظيفته.

- بعدها طلب التوضيح؟ أوضح العلاقة بين بنية ووظيفة الإنزيم؟

هل أوضحها كما حفظتها مع الأستاذ: نوع وعدد وترتيب الأحماض الأمينية --- البنية --- الوظيفة؟ أم أوضح من نتائج تجربة أنفنسن؟ لأتجنب ضياع النقطة: أوضح بهما معا:

التوضيح: يتركب الإنزيم من عدد ونوع وترتيب محدد بدقة من الأحماض الأمينية، تنشأ بينها روابط كيميائية في مواضع دقيقة في السلسلة الببتيدية، تكسب البروتين بنية وظيفية ثابتة ومستقرة.

- في التجربة 1، عند تفكيك الروابط الكبريتية وإزالة الانطواء الطبيعي، فقد الانزيم بنيته ووظيفته.

- في التجربة 3، عند إزالة الانطواء الطبيعي، تشكلت جسور كبيريتية في غير مواضعها، ونشأت عنها بنية غير طبيعية، وإنزيم غير فعال.

ب- بناء على هذه المعلومات الأخيرة، اشرح النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (1 - ب).

بناء على هذه المعلومات الأخيرة: يقصد العلاقة بنية - وظيفة. اشرح النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (1 - ب): يقصد تغير نشاط الانزيم بتغير الـ pH. إذا يريد أن أشرح كيف تؤثر الـ pH على الوظيفة وذلك بتأثيرها على البنية.

أحولها لسؤال مباشر: إشرح آلية تاثير الـ pH على نشاط الانزيم. وهذي رأيناها مع الأستاذ وحفظناها كالآتي:

ب- شرح النتائج المتحصل عليها في الشكل "ب" من الوثيقة 1: درجة الـ pH الغير ملائمة تؤثر على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية:

- في الوسط الحمضي: تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية للإنزيم موجبة (+).

- في الوسط القاعدي: تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية للإنزيم سالبة (-).

فيفقد الإنزيم بنيته الطبيعية، وهذا يعيق تثبيت مادة التفاعل مما يمنع حدوث التفاعل.

كيف أفكر أثناء التصحيح (2)

السّؤال باللون الأحمر، التّفكير في السّؤال بالأزرق، الإجابة على الورقة بالأسود.

التمرين الثاني (بكالوريا 2009 – الإنزيمات)

أ- حلل وفسر منحنيات الشكل "أ" والشكل "ب" من الوثيقة (1).

للإجابة عن السؤال: حلل وفسر، يمكن أن أحلل ثم أفسر وأفصلهما، أو أحلل وأفسر مباشرة. كلالهما صحيح.

1-أ- تحليل وتفسير منحنيات الشكل "أ" والشكل "ب"

الشكل "أ"

التحليل: الطريقة تم شرحها في التمرين السابق (رقم 1). لسهولة التحليل أدونه مباشرة على ورقة الإجابة:

تمثل المنحنيات تغيرات تركيز الـ O_2 بدلالة الزمن في وجود الإنزيم وفي ثلاث حالة: اللاكتوز، المالتوز والغلوكوز.

- في حالة اللاكتوز والمالتوز: نسجل ثبات تركيز الأكسجين من بداية التجربة إلى نهايتها عند القيمة 8.5 mg/l.

- في حالة الغلوكوز: نسجل تناقص سريع في تركيز الـ O_2، ثم تناقص تدريجي حتى يكاد ينعدم بعد 120 ثانية.

التفسير: التفسير أصعب من التحليل لأنه يتطلب فهم واستعمال معلومات من الدرس، بعكس التحليل فهو سهل ومجرد وصف للوثيقة. كتابة التفسير تتطلب تفكير وتعبير وصياغة وتصحيحها ربما لأكثر من مرة، لذا أكتبه في المسودة ثم أنقل الإجابة. لكي يكون التفسير صحيحا ودقيقا أقسمه لنفس مراحل التحليل. ثم أجيب عن السؤال "لماذا" عن الملاحظات التي سجلتها في التحليل. مثلا، إذا قلت في التحليل: تناقص تركيز الـ O_2، ففي التفسير أجيب عن السؤال: لماذا تناقص تركيز الأكسجين... وهكذا:

- في حالة اللاكتوز والمالتوز: نفسر ثبات تركيز الـ O_2 بعدم استهلاكه من طرف الإنزيم غلوكوز أكسيداز في أكسدة اللاكتوز والمالتوز.

- في حالة الغلوكوز: نفسر تناقص الـ O_2 باستهلاك من طرف الإنزيم في أكسدة الغلوكوز.

الشكل "ب"

التحليل: تمثل المنحنيات تغيرات كمية الـ O_2 المنحلة بدلالة الزمن في وجود كمية ثابتة من الإنزيم وتراكيز مختلفة من مادة التفاعل (الماء الأكسجيني).

- **في التركيز 0.1v:** تزايد بطيء لكمية الـ O_2 المنحلة، وتثبت عند الكمية 5 mg/l بعد 100 ثانية.

- **في التركيز 0.5v:** تزايد تدريجي لكمية الـ O_2 المنحلة، وتثبت عند القيمة 10 mg/l بعد 80 ثانية.

- **في التراكيز 5v و9v:** ارتفاع سريع (كبير) لكمية الـ O_2 المنحلة، وتثبت عند القيمة 17 mg/l بعد 100 ثانية.

التفسير: التفسير يعتمد على فهمي لتأثير تركيز مادة التفاعل على نشاط الأنزيم.

في التركيز 0.1v

- نفسر التزايد البطيء لكمية الـ O_2 المنحلة بأن كمية مادة التفاعل قليلة ووجود جزيئات إنزيم حرة كافية للارتباط بها وتحويلها إلى ناتج.

- نفسر ثبات كمية الـ O_2 المنحلة (الناتج) بنفاذ مادة التفاعل.

في التركيز 0.5v

- نفسر التزايد التدريجي لكمية الـ O_2 المنحلة بزيادة تركيز مادة التفاعل، وبالتالي يزداد ارتباطها بجزيئات الأنزيم الذي يحولها إلى ناتج.

- نفسر ثبات كمية الـ O_2 المنحلة بنفاذ مادة التفاعل.

- **في التراكيز 5v و9v:** نفسر الارتفاع الكبير لكمية الـ O_2 المنحلة بتوفر كمية كبيرة من مادة التفاعل. ونفسر ثبات سرعة التفاعل الأنزيمي مهما زادت مادة التفاعل بتشبع كل جزيئات الانزيم بمادة التفاعل.

ب- ماذا تستخلص فيما يتعلق بنشاط الانزيم في كل حالة؟

الاستخلاص في كل حالة يقصد به: استخلاص لتحليل وتفسير الشكل "أ" واستخلاص لتحليل وتفسير الشكل "ب"

- **الاستخلاص من الشكل "أ":** أعود للمنحنى وألاحظه مرة أخرى: قام الانزيم باستهلاك الأكسجين في وجود الغلوكوز، ولم يستهلكه في وجود المالتوز واللاكتوز، إذا أستخلص خاصية النوعية:

يتميز الأنزيم غلوكوز أكسيداز بالنوعية مع الغلوكوز.

- **الاستخلاص من الشكل "ب":** ألاحظ المنحنى وأحلله باختصار: كلما زادت تركيز مادة التفاعل زادت سرعة التفاعل، ثم ثبتت سرعة التفاعل عند التركيز 5 وعند التركيز 9 وطبعا ستكون مماثلة عند التركيز 20 و 30 ... إذا الإنزيم يتشبع، أي عنده عدد محدود من المواقع الفعالة. هذه خلاصتي:

تتميز جزيئات الأنزيم بعدد محدود من المواقع الفعالة، عند تشبعها تثبت سرعة التفاعل الأنزيمي.

أ- قارن بين الشكلين "أ" و "ب".

2- أ- المقارنة: لو طُلِبت المقارنة بين بنيتين مختلفتين (مثل مقارنة بين ADN و ARN) سأحدد أوجه التشابه وأوجه الاختلاف. ولكن بما أنها مقارنة لنفس البنية (الموقع الفعال) في أزمنة مختلفة فسنكتفي بذكر أوجه الاختلاف.

كذلك، لو كانت أوجه الاختلاف كثيرة (مثل الفرق بين HLAI وHLAII) لوضعتها في جدول، ولكن بما أنها مقارنة بسيط سأعبر عنها باختصار.

الشكل "أ"

- الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال (أرجنين 145، تيروزين 248، غلوتامين 270) متباعدة في الفراغ.

- عدم وجود مادة تفاعل.

الشكل "ب": الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال متقاربة ومرتبطة بمادة التفاعل.

ب- ماذا تستنتج حول طريقة عمل الانزيم؟

الاستنتاج: (قاعدة، إذا لاحظت: تغير موضع الأحماض الأمينية (مثل هذه الحالة)، أو تغير شكل الموقع الفعال، تغير بنية الأنزيم... أستنتج مباشرة: التكامل المحفز)

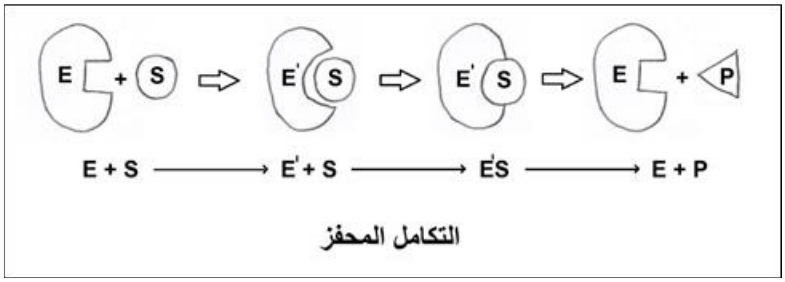
طريقة عمل الأنزيم هي التكامل المحفز: عند اقتراب مادة التفاعل من الانزيم تحفزه على تغيير شكله الفراغي ليصبح الموقع الفعال متكاملا مع مادة التفاعل. تغير شكل الانزيم يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوثه تصبح في الموقع المناسب للتأثير على مادة التفاعل.

3- باستغلال نتائج الدراسة السابقة:

أ- مثل برسم تخطيطي طريقة تأثير الانزيم على مادة التفاعل مع وضع البيانات.

3-أ- التمثيل برسم تخطيطي: التكامل المحفز.

أمثل طريقة تأثير الإنزيم على مادة التفاعل؟ سهل وأعرفها: طريقة تأثير الإنزيم: في البداية يوكن غير مرتبط بالمادة، ثوم يرتبط بها ويشكل المعقد ES ثم يتحرر الناتج عن الإنزيم. ولكن: هل يقصد تفاعل عادي أم تكامل محفز؟ أعود للسؤال، قال: باستغلال نتائج الدراسة السابقة. إذا أمثل التكامل المحفز.



التكامل المحفز

ب- تعريف الأنزيم: جزيئ بروتيني يعمل كوسيط حيوي في تحفيز نوع معين من التفاعلات الأيضية مع مادة تفاعل معينة. يعمل في شروط محددة من درجة الحرارة والـ Ph.

كيف أفكر أثناء التصحيح (3)

السّؤال باللون الأحمر، التّفكير في السّؤال بالأزرق، **الإجابة على الورقة بالأسود.**

التمرين الثالث (بكالوريا 2010 - الإنزيمات)

في المعطيات: حركية التفاعل = سرعة التفاعل = النشاط الأنزيمي.

تفاعلات الأكسدة: درستها في المجال 2.

1-أ- قدم تحليلا مقارنا للتسجيلات الثلاث للشكل (أ) من الوثيقة (1).

1-أ- التحليل المقارن: عندما يوجد أكثر من منحنى في مستوي واحد، فإننا نقوم بالتحليل المقارن سواء طلب ذلك أم لا. التحليل شرحته في التمرين الأول.

- تمثل المنحنيات تغيرات تركيز الـ O_2 بدلالة الزمن في وجود غلاكتوز، سكروز أو غلوكوز، قبل وبعد إضافة الإنزيم غلوكوز أوكسداز GO.

- قبل إضافة الإنزيم: نلاحظ ثبات تركيز الأكسجين في وجود السكريات الثلاثة: غلاكتوز، سكروز أو غلوكوز (عدم حدوث تفاعل).

- بعد إضافة الإنزيم: نلاحظ استمرار ثبات تركيز الـ O_2 في وجود الغلاكتوز والسكروز. وتناقص حاد ثم تناقص تدريجي لتركيز الـ O_2 حتى يكاد ينعدم بعد 180 ثانية في وجود الغلوكوز.

ب- ما هي المعلومة التي تقدمها لك معادلات الشكل (ب) من الوثيقة (1) حول النشاط الانزيمي؟

ب- المعلومة التي تقدمها معادلات الشكل ب:

معلومة من المعادلات؟ أقرأ المعادلات لأستخرج المعلومة:

التفاعل الأول: غلوكوز زائد أكسجين، في وجود الإنزيم GO يعطي حمض غلوكونيك زائد ماء أكسجيني. لا شيء؟

التفاعل الثاني: غلوكوز، في وجود الأنزيم غلوكوكيناز، يعطي غلوكوز مفسفر – مرتبط به فوسفور. نفس الشيء؟

ما هي المعلومة؟ لا أرى وجود أي معلومة؟ هل يريد نوع التفاعل (تحويل وتركيب وتفكيك)؟

قراءة المعادلتين منفصلتين لم تظهر شيء، أعيد قراءتهما مرة أخرى مع المقارنة لعلي أستخرج معلومة ما:

في التفاعلين:

- نفس مادة التفاعل وهي الغلوكوز، لا أضنها صدفة.

- الانزيمين مختلفين، ويحول كل منهما الغلوكوز إلى ناتج مختلف.

هنا اتضحت الأمور، يقصد أن الإنزيمين يشتركان في مادة التفاعل، ويختلفان في نوع التفاعل. إنه يقصد أن للإنزيم تخصص مزدوج. إذا المعلومة: التخصص المزدوج للإنزيم.

يتميز الإنزيم بتخصص وظيفي مزدوج: تخصص مع مادة تفاعل وتخصص مع نوع تفاعل.

ج- ماذا تستخلص حول النشاط الانزيمي الذي تقدمه لك الوثيقة (1)؟ علل إجابتك.

الاستخلاص: أعود للمنحنيات: توجد ثلاث مواد تفاعل، تفاعل الإنزيم مع واحدة، ولم يتفاعل مع المادتين الأخرتين: إذا الاستخلاص واضح وهو: خاصية النوعية للإنزيم. والخلاصة تكون: يتميز الإنزيم بالنوعية. قبل قليل نوعية مزدوجة، والآن نوعية؟ سأدقق جوابي، اقارن شكلي الوثيقة بشكل عام:

- في الشكل أ: إنزيم واحد مع مواد مختلفة.

- في الشكل ب: العكس، إنزيمين مختلفين مع مادة واحدة.

فهمت كل شيء الآن:

- معلومة الشكل ب هي: التخصص مع نوع التفاعل.

- واستخلاص الشكل أ هو: التخصص مع مادة التفاعل.

سأعيد الصياغة:

1-ب- المعلومة التي تقدمها المعادلات الشكل (ب): يتميز الإنزيم بتخصص اتجاه نوع التفاعل.

1-ج- الاستخلاص: يتميز الإنزيم بتخصص اتجاه مادة التفاعل.

- **التعليل:** التعليل يكون من المعطيات (تجربة ونتائجها، جدول، منحنى...)، بعكس التفسير والشرح الذين يكونان من معلوماتي وفهمي.

قام الإنزيم باستهلاك الـ O_2 في أكسدة الغلوكوز فقط، الركيزة النوعية الخاصة به. ولم يتفاعل مع السكريات الأخرى.

2-أ- قدم تعريفا للموقع الفعال.

2-أ- تعريف الموقع الفعال: هذا السؤال هدية لنا. جزء بسيط من الإنزيم، يظهر على شكل فجوة أو شق في بنية الإنزيم، يتكون من عدد محدود من الأحماض الأمينية، يتميز بالتكامل البنيوي مع مادة التفاعل ويتكون من موقعين:

- موقع التثبيت (الارتباط) يثبت مادة التفاعل، أي يشكل المعقد إنزيم – مادة التفاعل.

- موقع التحفيز: يحفز التفاعل، أي يحول مادة التفاعل إلى ناتج.

ب- ما هي الأدلة التي تقدمها الوثيقة (2) حول التخصص الوظيفي للانزيم؟

الأدلة التي تقدمها الوثيقة (2): الأدلة جمع دليل؟؟؟ ما هي الأدلة التي تقدمها الوثيقة حول التخصص الوظيفي للإنزيم؟ رأينا قبل قليل التخصص المزدوج؟ لالا، الآن جزء مفصول ووثيقة جديدة طلب مني أن أعتمد عليها.

سألاحظ الوثيقة وأستخرج منها الأدلة: الوثيقة عبارة عن تمثيل للموقع الفعال، أكيد لأن الموقع الفعال هو المسؤول عن التخصص الوظيفي للإنزيم، الجزء الآخر من الإنزيم يشكل البنية فقط (وكأن الموقع الفعال يستعمل البنية كحامل له فقط مثلما يستعمل دماغي رجلاي لتنقله من مكان لآخر... الوقت يمضي وأنا أخلّط، سأعود للسؤال).
- في الشكل أ: غياب مادة التفاعل والأحماض متباعدة، في الشكل ب، الأحماض متقاربة ومتوضعة في الفراغ بحيث تتكامل مع مادة التفاعل: هذا التكامل المحفّز. إذا هذا ما تحتويه الوثيقة، ولكن كيف أجيب وماذا أكتب؟

هل أحلل الوثيقة، ثم أكتب ما أحفظه عن التكامل المحفز، أم أشرح التكامل المحفز مباشرة؟ السؤال قال "أدلة" وليس "دليل واحد"؟؟؟ إذا كتحايل، أقارن بين الشكلين باختصار ثم أشرح التكامل المحفز. كما أن زيادة معلومة غير مخلة بالمعنى أفضل من معلومات ناقصة، وسيرى المصحح بأنني فاهم للموضوع. بسم الله:

- في غياب مادة التفاعل، الأحماض الأمينية متوضعة في الفراغ بشكل معين ومتباعدة.

- في وجود مادة التفاعل، تغير توضع الأحماض الأمينية بحيث أصبحت متقاربة ومتكاملة مع مادة التفاعل.

- إذا، عند اقتراب مادة التفاعل من الإنزيم، فإنه يغير من شكله بحيث يصبح متكامل بنيويا مع مادة التفاعل.

بعد قراءة السؤال الذي يتكلم عن التخصص الوظيفي، وجوابي، لا باس أن أضيف القاعدة المعروفة التالية (كتحلية للإجابة واستعراض عضلات):

لأن التفاعل الإنزيمي يعتمد على التكامل البنيوي بين الإنزيم ومادة التفاعل.

الخلاصة من التمرين

عند قراءتك لأي سؤال، تأكد أنك ستجيب من المعلومات التي درست مهما كانت الوثيقة معقدة أو صعبة الفهم، فابحث في حافظتك وفهمك ولا تذهب بعيدا.

هل كنت تتصور في بداية التمرين، أنك ستستخلص من المنحنيات التخصص مع مادة التفاعل، ومن المعادلات التخصص مع نوع التفاعل؟ لا أظن ذلك.

واطمئن، فعند تحظير تمارين الامتحان: توضع المعلومات التي درستها على الطاولة أولا، ثم تطرح عنها الأسئلة.

كيف أفكر أثناء التصحيح (4)

السّؤال باللون الأحمر، التّفكير في السّؤال بالأزرق، **الإجابة على الورقة بالأسود.**

التمرين الرابع (بكالوريا 2011 - الإنزيمات)

المعطيات: لم ندرس التفاعل الكيميائي في العلوم؟ هل هو نفسه الذي درسناه في الفيزياء؟

I-1- حلل نتائج الشكل (أ) من الوثيقة (1). وضح ذلك بمعادلة كيميائية.

I-1- تحليل نتائج الشكل أ: التحليل تم شرحه سابقا يمثل المنحنى تغير سرعة التفاعل بدلالة درجة الحرارة.

- من 0 م° إلى 45 م°: كلما زادت درجة الحرارة زادت سرعة التفاعل الإنزيمي. يمكن كتابة: تزداد سرعة التفاعل الإنزيمي بزيادة درجة الحرارة. أو سرعة التفاعل الإنزيمي تتناسب طرديا مع درجة الحرارة.

- في الدرجة 45: سرعة التفاعل الإنزيمي أعظمية (قصوى).

- من 45 م° إلى 55 م°: تتناقص سرعة التفاعل الإنزيمي حتى تنعدم. تتوقف

- **المعادلة الكيميائية:** يقصد هنا معادلة التفاعل الإنزيمي، معادلة واحد معروفة

$$E + S \rightarrow ES \rightarrow E + P$$

2- فسر نتائج الشكل (ب) من الوثيقة (1). ماذا تستنتج؟

2- تفسير نتائج الشكل (ب): عندما يطلب التفسير مباشرة ولا يطلب التحليل قبله، مثل هذه الحالة، فإنه يجب عني كتابة ما سأفسره باختصار ثم أفسر.

نفسر الارتفاع المستمر لسرعة التفاعل بزيادة الحرارة بأن الحرارة المرتفعة ترفع من الطاقة الحركية للجزيئات مما يزيد من تصادمها وبالتالي يسرع التفاعل. هذا التفسير درسناه في الفيزياء.

- **الاستنتاج:** تابع للسؤال 2، إذا يقصد: ماذا استنتج من التفسير فقط، وليس من تحليل الشكل (أ).

ماذا أستنتج؟ هل أستنتج: سرعة التفاعل الكيميائي تختلف عن التفاعل الإنزيمي؟ ولكن الاستنتاج عن التفاعل الكيميائي فقط. هل أقول: سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طرديا مع درجة الحرارة؟ هذا تحليل، ولكن أضن لا بأس به ففي المنحنيات البسيطة لا تفرق أحيانا بين التحليل والاستنتاج؟ يبدو بسيطا ولكن صياغته صعبة. هل تصلح: تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة درجة الحرارة؟ نفس الشيء، وكأنه تحليل مختصر كذلك، لم أجد ما أكتب، سأدونها أفضل من تركها فارغة

الاستنتاج: تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة درجة الحرارة

II- المعطيات تتطلب تركيز وإعادة القراءة لعدة مرات، خاصة الجملة الطويلة: حيث أن الشكل (أ) يوضح تغيرات سرعة التفاعل الإنزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل وذلك في حالة ثبات تركيز مادة التفاعل وتغير تركيز الإنزيم. كيف ذلك؟ أعيد القراءة مرة أخرى وأصيغها إن تطلب الأمر بطريقتي:

- الشكل (أ): تركيز الإنزيم متغير، وتركيز الركيزة ثابت.

- الشكل (ب): العكس، تركيز الإنزيم ثابت، وتركيز الركيزة متغير.

1- فسر تغيرات سرعة التفاعل في المنحنيين.

ماذا سأفسر؟ تغيرات سرعة التفاعل. إذا أحدد التغيرات أولا ثم أفسرها:

الشكل (أ): كلما زاد تركيز الإنزيم، زادت سرعة التفاعل (تناسب طردي).

الشكل (ب): نقسم التفسير إلى ثلاث مراحل، ونفسر كل مرحلة على حدة: لدينا: المرحلة A-B، المرحلة B-C، المرحلة C-D.

الآن كيف أفسر: سأعتمد على حالة المواقع الفعالة في جزيئة الإنزيم: شاغرة أو متشبعة.

II-1- التفسير

- الشكل (أ): كلما زاد تركيز الإنزيم زادت سرعة التفاعل.

التفسير: لأن عدد جزيئات الإنزيم المتدخلة يزيد، وبالتالي يزيد عدد المعقدات إنزيم – مادة المتشكلة مما يسرع التفاعل.

الشكل (ب):

- المرحلة A-B: نفسر زيادة سرعة التفاعل بزيادة تركيز الركيزة بوجود مواقع فعالة شاغرة في جزيئات الإنزيم (كمية مادة التفاعل قليلة).

- المرحلة B-C: نفسر تناقص زيادة سرعة التفاعل بتناقص عدد المواقع الفعالة الشاغرة لجزيئات الإنزيم، بسبب زيادة مادة التفاعل.

- المرحلة D-E: نفسر ثبات سرعة التفاعل بتشبع كل جزيئات الإنزيم بمادة التفاعل المتوفرة بكمية كافية.

2- أيهما أكثر تأثيرا على سرعة التفاعل، تركيز المادة أم تركيز الانزيم؟ علّل.

أعود للتفسير وأحاول إيجاد الإجابة:

- في حالة تغير تركيز الإنزيم، سرعة التفاعل متزايدة وغير منتهية.

- في حالة تغير الركيزة، سرعة التفاعل تثبت بعد مدة قصيرة.

يغلب ضني أن تركيز الأنزيم أكثر تأثيرا.

- تركيز الأنزيم أكثر تأثيرا على سرعة التفاعل الإنزيمي.

- **التعليل:** ببساطة من النتائج السابقة في حالة تغيّر تركيز الإنزيم، سرعة التفاعل متزايدة وغير منتهية لأن عدد المواقع الفعالة يزيد. في حالة تغيّر الركيزة، سرعة التفاعل ثبتت بعد مدة قصيرة لأن عدد المواقع الفعالة ثابت.

تعليل آخر مختصر ودقيق من فهمي للنتائج السابقة: لأن عدد المواقع الفعالة في جزيئات الإنزيم محدود، عندما تتشبع تثبت سرعة.

3- مثل برسم تخطيطي حالة كل من مادة التفاعل (S) والانزيم (E) عند النقاط B وC وD في الشكل (ب).

الرسم يبدو بسيطا ولكنه يتطلب تركيزا، وربما يعتبر أدق سؤال في التمرين.

قبل الرسم، أربط السؤال بالمعطيات: طلب التمثيل عند النقاط A وB وC وهي نقاط في الشكل (ب) أي: جزيئات الإنزيم ثابتة ومادة التفاعل متغيرة، إذا أرسم نفس عدد جزيئات الإنزيم عند النقاط الثلاثة. وأرسم عدد جزيئات مادة التفاعل متزايد.

كم أرسم جزيئة إنزيم؟ واحدة ستكون إما شاغرة أو متشبعة ولا توضح النقاط الثلاثة؟ إذا أَرسم ثلاثة أو أربعة على الأقل بحيث:

- في النقطة A: سرعة التفاعل ليست معدومة أي أرسم جزيئة أو أكثر مرتبطة. ولكنها مازالت متزايدة أي أرسم جزيئات أخرى حرة.

- في النقطة B: تمثل لحظة ثبات سرعة التفاعل أي أرسم كل جزيئات الانزيم متشبعة ولا توجد مادة تفاعل حرة.

- في النقطة C: رغم زيادة مادة التفاعل إلا أن السرعة ثابتة، إذا أرسم كل جزيئات الانزيم متشبعة مع وجود فائض من مادة التفاعل.

السّؤال باللون الأحمر، التّفكير في السّؤال بالأزرق، **الإجابة على الورقة بالأسود.**

التمرين الخامس (بكالوريا 2012 - الإنزيمات)

المعطيات: كيموتريبسينوجان إنزيم غير نشط: لم ندرس هذا الإنزيم؟ كما أننا لم ندرس أن الإنزيم يكون غير مُنشَّط ثم يُنَشّط؟ إذا فكرة جديدة.

1-أ- قدم وصفا تفصيليا لبنية كل من الإنزيمين.

1-أ- وصف بنية الإنزيمين بالتفصيل الوصف مماثل للتحليل، وهو قراءة الوثيقة فقط ولا أضيف أي معلومات من عندي. الفرق بينهما أن التحليل يطرح في حالة نتائج تجريبية أو منحنيات... بينما الوصف يطرح في حالة البنية فقط: صف بنية الإنزيم، صف بنية الميتوكوندري...

- وصف بنية الكيموتريبسينوجان: يتركب من سلسلة ببتيدية واحدة تحتوي 245 حمضا أمينيا. كما تحتوي على ستة جسور ثنائية الكبريت بين الأحماض الأمينية: 13 و122، 42 و125، 136 و201، 168 و182، 191و221.

- وصف بنية الكيموتريبسين: يتركب من ثلاثة سلاسل ببتيدية (أسميها: سلسلة قصيرة، متوسطة وطويلة من عندي ليسهل الوصف): سلسلة قصيرة تحتوي 13 حمضا أمينيا، وسلسلة طويلة تحتوي 131 حمضا أمينيا، وسلسلة متوسطة تحتوي 95 حمضا أمينيا. ترتبط السلاسل الثلاثة فيما بينها بجسور ثنائية الكبريت:

- رابطة بين الحمض 13 للسلسلة القصيرة مع الحمض 107 للسلسلة المتوسطة.

- ورابطة بين الحمض 121 للسلسلة الطويلة مع الحمض 53 للسلسلة المتوسطة.

كما تحتوي السلسلة الطويلة على جسر كبريتي بين الحمضين 27 و43. وتحتوي السلسلة المتوسطة على جسرين كبريتيين بين الحمضين 20 و34، والحمضين: 43 و73. التحليل طويل، ولكنه أكد على أن يكون الوصف مفصلا، لا بأس إذا.

ب- ما هو تأثير إنزيم التريبسين على سلسلة الكيموتريبسينوجان؟

ب- تأثير الببسين على الكيموتريبسينوجان: إنزيم الببسين يحول الكيموتريبسينوجان (إنزيم غير نشط) إلى كيموتريبسين (إنزيم نشط) وذلك بحذف بعض الأحماض الأمينية من السلسلة الببتيدية ويصبح مكون من ثلاثة سلاسل ببتيدية بعد أن كان يتشكل من واحدة. الأحماض الامينية المحذوفة أربعة وهي: السيرين Ser والأرجنين Arg بين السلسلتين القصيرة والطويلة، والثريونين Thr والأسبارجين Asn بين السلسلتين الطويلة والمتوسطة.

ج- بالاستعانة بالوثيقة (1)، قدم تعريفا للبنية الفراغية للبروتين.

ج- تعريف البنية الفراغية للبروتين: هذا التعريف أحفظه شكل ثلاثي الأبعاد ثابت ومستقر، ينتج عن ارتباط عدد

ونوع وترتيب محدد من الأحماض الأمينية، يكسب البروتين تخصصا وظيفيا.

2-أ- حلل الشكل "أ" من الوثيقة (2).

2-أ- تحليل الشكل "أ": التحليل هو مجرد قراءة للوثيقة، وينقسم إلى مرحلتين: التعرف على الوثيقة ثم قراءتها.

- يمثل الشكل "أ" جزء من إنزيم الكيموتريبسين الذي يحتوي الموقع الفعال.

- ألاحظ أنه يتركب الموقع الفعال من ثلاثة أحماض أمينية: Asp 102، Histidine 57، Serine 195.

- كما الاحظ أن الركيزة متوضعة في الموقع الفعال.

ب- العلاقة بين البنية الفراغية للإنزيم وتخصصه الوظيفي: الذي يحدد التخصص الوظيفي في بنية الإنزيم هو الموقع الفعال طبعا لذا اكتب يتوقف التخصص الوظيفي للإنزيم على جزء صغير من بنيته على شكل شق أو جيب يسمى الموقع الفعال. ثم أتكلم عن الموقع الفعال يتكون من عدد ونوع وترتيب محدد من الأحماض الأمينية يجعله متكاملا بنيويا مع الركيزة.

ج- ما هي المعلومة التي يمكن استخراجها من الوثيقة (2) فيما يخص نشاط الموقع الفعال لهذا الانزيم؟

ج- المعلومة التي يمكن استخراجها فيما يخص نشاط الموقع الفعال: ألاحظ الأشكال الأخرى للوثيقة وأقارن بينها لعلي أستخرج المعلومة: في الشكل "أ" قلنا الركيزة متوضعة في الموقع الفعال. في الشكل "ب" الركيزة تفاعلت مع الحمضين الأمينيين للموقع الفعال وتفككت إلى ناتجين مع إضافة جزيئة ماء، إذا هذه هي المعلومة: نوع هذا التفاعل هو تفاعل إماهة (تفكيك)، ونسميه إماهة لأنه تم فيه تفكيك مادة التفاعل مع إذافة جزيئة ماء من الوسط. أواصل ملاحظة الشكل "ب" ربما أجد معلومة أخرى: أحد الناتجين تحرر والآخر شكل رابطة مع Serine195.

ملاحظة أخرى وكأنها مختبئة لم أنتبه لها: الرابطة الضعيفة على شكل خط متقطع بين الحمضين الأمينيين المشكلين للموقع الفعال Histidine 57 و Serine 195 اختفت؟ واختفاء الرابطة ينشأ عنه تغير في بنية الموقع الفعال: وهذا ما سميناه بالتكامل المحفز هذه المعلومة الثانية: دقيقة جدا يصعب استخراجها. الحمد لله أتذكر هذه القاعدة جيدا: إذا رأينا أي تغير في بنية الإنزيم، في بنية الموقع الفعال، في موضع الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال، أو تغير الروابط بينها... فإننا نستنتج مباشرة طريقة عمل الإنزيم الشهيرة: التكامل المحفز. إذا وجدت معلومتين:

- نوع التفاعل: إماهة لأنه تم تفكيك مادة التفاعل إلى ناتجين مع إضافة جزيئة ماء

- طريقة عمل الإنزيم: التكامل المحفز، لأنه تم تغير في الرابطة على مستوى الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال.

د- الاستخلاص فيما يخص نشاط الموقع الفعال: ماذا سأستخلص، استخرجت المعلومة وهي التكامل المحفز، فماذا سأكتب في الاستخلاص، وكأنه سؤال مكرر؟ سألاحظ الوثيقة مرة أخرى وأفكر جيدا، وأبسطها. فكرة الوثيقة:

- الشكل أ: توضعت مادة التفاعل في الموقع الفعال.

- الشكل ب: تغير شكل الموقع الفعال، ارتبطت به الركيزة وتفككت.

- الشكل ج: تحرر النواتج.

الخلاصة لن تكون غير التكامل المحفز. المعلومة فيما يخص النشاط: تكامل محفز، والخلاصة فيما يخص النشاط تكامل محفز، نفس السؤال؟ فكيف سأجيب؟ لن اضيع وقتي في سؤال واحد، أترك مكانه فارغا وأعود له بعد الانتهاء من كل الأسئلة السهلة للتمارين الثلاثة.

هـ- قدم تعريفا للموقع الفعال

هـ- تعريف الموقع الفعال: الحمد لله، على الأقل سؤال واضح

جزء بسيط من الإنزيم، يظهر على شكل فجوة أو شق في بنية الإنزيم، يتكون من عدد محدود من الأحماض الأمينية، يتميز بالتكامل البنيوي مع مادة التفاعل ويتكون من موقعين:

- موقع التثبيت (الارتباط) يثبت مادة التفاعل، أي يشكل المعقد إنزيم – مادة التفاعل.

- موقع التحفيز: يحفز التفاعل، أي يحول مادة التفاعل إلى ناتج.

3- يتم التفاعل الانزيمي النوعي وفق المعادلة التالية: $E + S \rightarrow ES \rightarrow E + P$

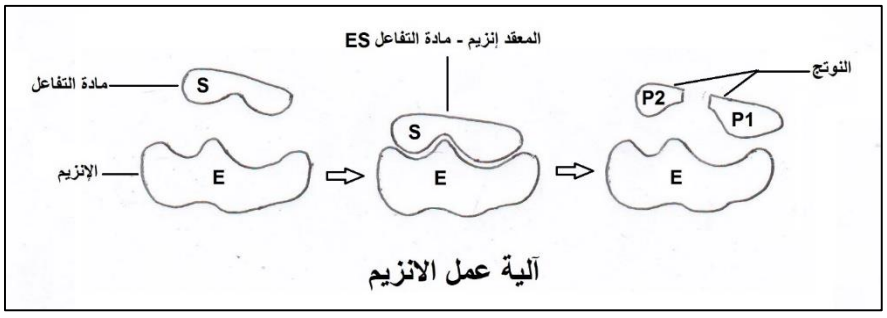
- باستعمال المعارف المبنية ومعلوماتك، اشرح هذه المعادلة مدعما إجابتك برسم تخطيطي.

من المعارف المبنية وأكملها بمعلوماتي: يقصد هنا آلية عمل الإنزيم. الحمد لله هذا أحفظه.

- يرتبط الانزيم (E) بالركيزة (S) في مستوى الموقع الفعال لوجود تكامل بنيوي ويتشكل المعقد انزيم-مادة التفاعل (E-S) الضروري لحدوث التفاعل: بواسطة روابط انتقالية (هيدروجينية)، ترتبط الوظائف الكيميائية لمادة التفاعل مع الوظائف الكيميائية للسلاسل الجانبية للأحماض الأمينية المشكلة لموقع التثبيت في الموقع الفعال.

- تتحول الركيزة إلى ناتج P بواسطة موقع التحفيز للموقع الفعال.

- يتحرر الناتج عن الانزيم.



آلية عمل الانزيم