

دراسة حركية التفاعل الإنزيمي

1/ دراسة مثال : أكسدة الجليكوز بواسطة إنزيم الغليكوسيداز GO ، حيث يتدخل هذا الإنزيم في تحفيز تفاعل تحويل الجليكوز

(C6H12O6) إلى حمض الجليكونيك (C6H10O6) بوجود ثنائي الأوكسجين .

- 1- أكتب معادلة التفاعل . محددًا عليها الركيزة (SUBSTRAT) و الناتج (PRODUIT) .
- 2- استنتج طريقة لقياس النشاط الإنزيمي بـ EXAO .

2/ قياس السرعة الابتدائية للتفاعل الإنزيمي :

تجربة 1: - ندخل 10 ملل من محلول الجليكوز في مفاعل

حيوي مزود بمسبار خاص بالـ O2 (PH=7 , C37) .

نسجل تطورات تركيز ثنائي الأوكسجين في المفاعل

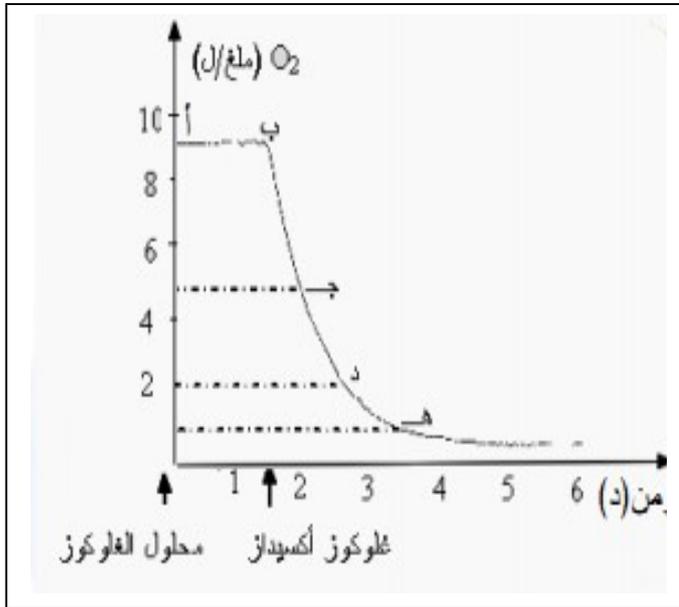
الحيوي قبل و بعد إضافة إنزيم GO بتركيز معلوم . (وثيقة 1)

1- حلل و فسّر النتائج المحصل عليها .

2- استخرج العلاقة بين كمية الركيزة المتوفرة و سرعة التفاعل .

3- قدم مفهومًا دقيقًا للسرعة الابتدائية .

4- احسب السرعة الابتدائية للتفاعل المدروس



3/ دراسة تأثير وجود الركيزة في الوسط على النشاط الإنزيمي :

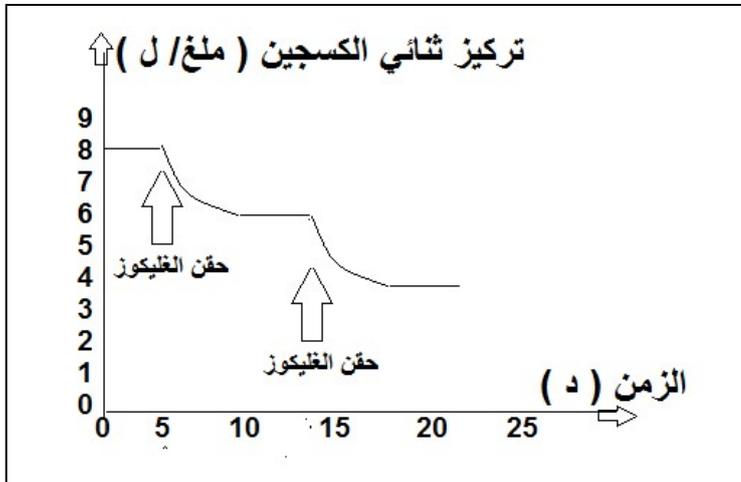
تجربة 2 : نسجل تطورات تركيز ثنائي الأوكسجين في

المفاعل الحيوي بوجود إنزيم GO بتركيز معلوم .

قبل و بعد إضافة كمية محدودة من الجليكوز (ركيزة)

(وثيقة 2)

1- حلل و فسّر المنحنى . ماذا تستنتج ؟



4/ دراسة تغيرات السرعة الابتدائية للتفاعل الإنزيمي بدلالة تركيز الركيزة

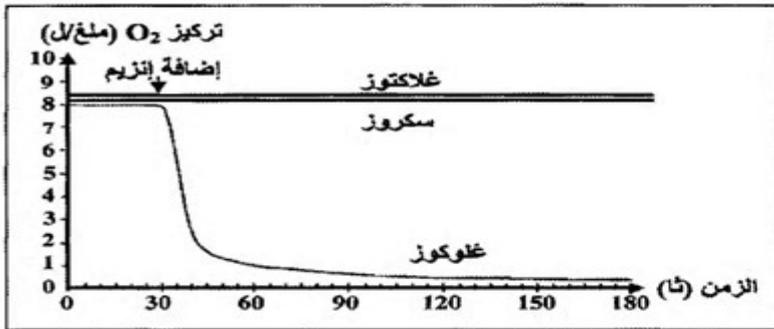
تركيز S	VI (مع / د)
1	3.6
10	9.6
70	28.8
300	34.8
600	34.8

تجربة 3: تم إجراء سلسلة من 5 تجارب، استعمل في كل تجربة نفس التركيز من الإنزيم و تراكيز متزايدة من الركيزة ، و بحساب السرعة الابتدائية في كل تجربة حصلنا على الجدول التالي :

- 1- ترجم الجدول إلى منحنى بياني يمثل تغيرات السرعة الابتدائية بدلالة تركيز مادة التفاعل . (على ورقة مليمترية)
- 2- حلل المنحى . ماذا تستنتج ؟
- 3- قدم فرضية تفسيرية لتغيرات السرعة الابتدائية بدلالة تركيز مادة التفاعل .

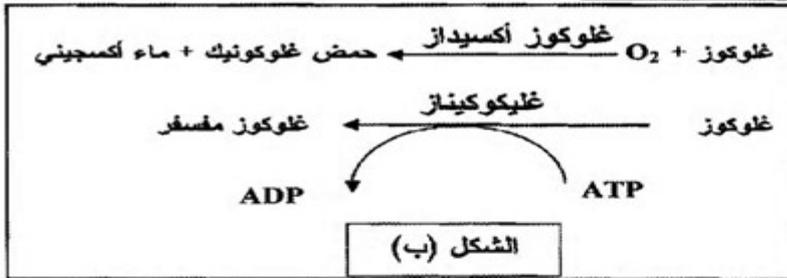
5/ دراسة تغيرات حركية التفاعل الإنزيمي بدلالة طبيعة مادة التفاعل

حل الجزء 1- من تمرين مقترح في شهادة البكالوريا 2010 و الجزء الثاني مقترح في بكالوريا 2009



الشكل (أ)

الوثيقة (1)



الشكل (ب)

التمرين الأول:

تلعب الأنزيمات دورا أساسيا في التفاعلات الكيميائية التابعة لمختلف النشاطات الحيوية للخلية من هدم وبناء.

1-

* تمثل منحنيات الشكل (أ) من الوثيقة (1) حركية التفاعلات الأنزيمية بدلالة مادة التفاعل باستعمال إنزيم غلوكوز أكسيداز .

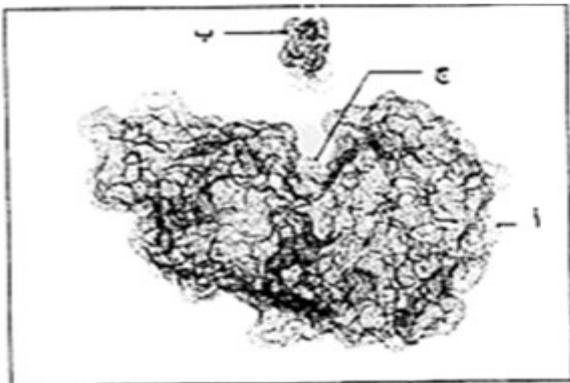
* أما معادلات الشكل (ب) من الوثيقة (1) فتظهر تفاعلين من تفاعلات الأكسدة الخلوية.

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 الأنزيمي ؟

ج- ماذا تستخلص حول نشاط الأنزيم الذي تقدمه لك الوثيقة (1) ؟

علل إجابتك.



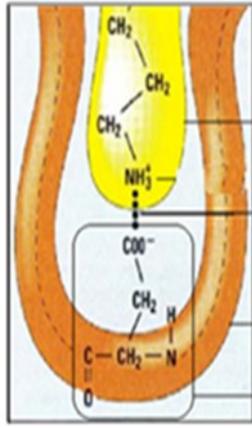
الوثيقة (2)

- 2 - تمثل الوثيقة (2) مرحلة من مراحل تشكيل المعقد (إنزيم - مادة التفاعل) تم تمثيلها بواسطة الحاسوب .
 أ - قدم رسما تخطيطيا مبسطا مدعما بالبيانات اتمشار إليها بالأحرف تبرز فيه المرحلة المولية للشكل الممثل بالوثيقة (2).
 ب - يلعب الجزء (ج) من الوثيقة (2) دورا أساسيا في التخصص الوظيفي للإنزيم.
 α - حدد الخاصية البنوية لهذا الجزء .
 β - إلى أي مدى تسمح بنية الإنزيم بتعديل الناتج المحصل عليها في الوثيقة (1- أ) ؟

تطبيق: مثل بنماذج جزئية العلاقة بين E , S , P في نقاط مختلفة من تركيز الركيزة في منحنى تغير Vi بدلالة [S]

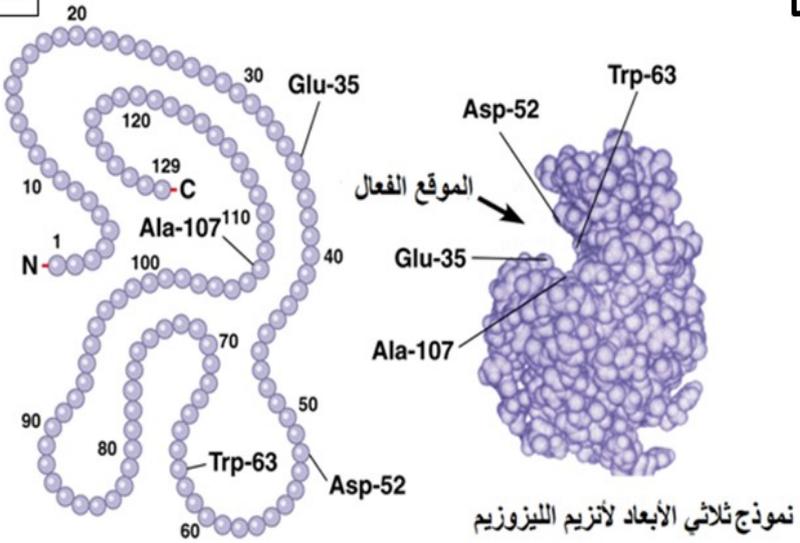
1

الوثيقة (1)



رسم تخطيطي تفسيري لجزء مكبر من المعقد
إنزيم - ركيزة

الشكل (2)



تتابع الأحماض الأمينية في السلسلة
البروتينية لإنزيم الليزوزيم

الشكل (1)

نموذج ثلاثي الأبعاد لأنزيم الليزوزيم

2- باستغلال الشكل (2) :

اشرح آلية تشكل المعقد انزيم ركيزة

1- باستغلال الشكل (1) :

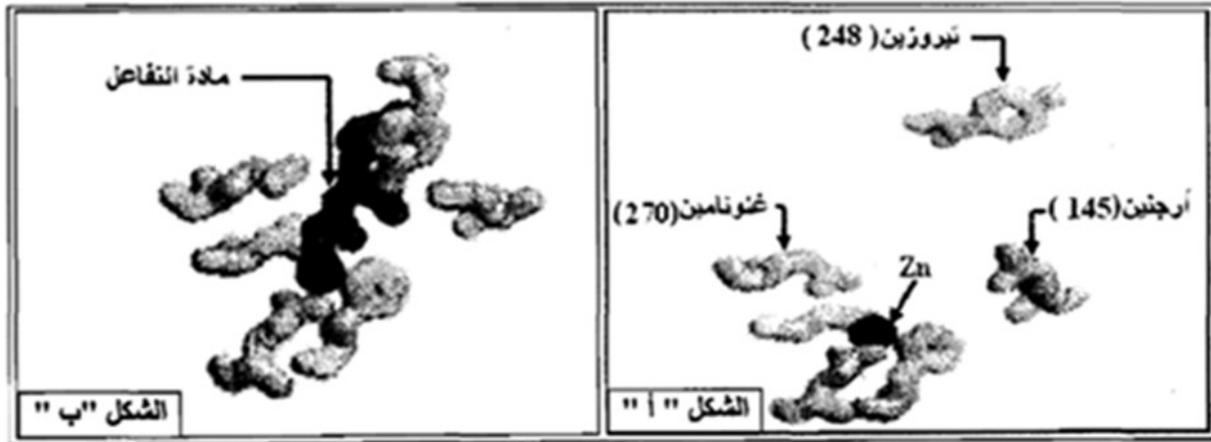
أ - حدد المستوى الفراغي لأنزيم الليزوزيم . علل

ب- عرف الموقع الفعال

تمثل الوثيقة (2) الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال لإنزيم كربوكسي بيبتيدياز (Carboxy Peptidase) :

الشكل " أ " في غياب مادة التفاعل .

الشكل " ب " في وجود مادة التفاعل .



الوثيقة (2)

أ - قارن بين الشكلين " أ " و " ب " .

ب - ماذا تستنتج حول طريقة عمل الإنزيم ؟

3 - باستغلال نتائج الدراسة السابقة :

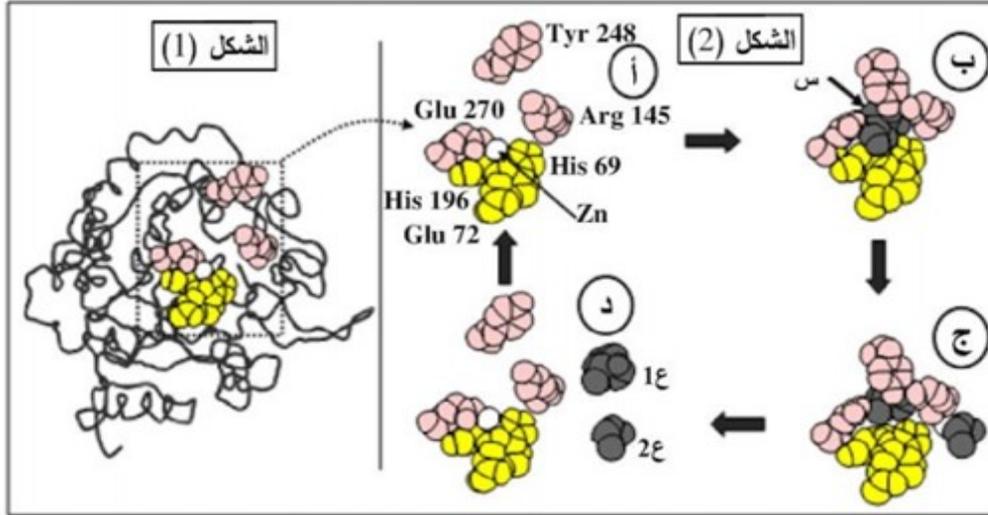
أ - مثل برسم تخطيطي طريقة تأثير الإنزيم على مادة التفاعل مع وضع البيانات.

ب - قدم تعريفا دقيقا لمفهوم الإنزيم.

• بناء على المعارف المبنية سابقا لخص العلاقة بين بنية الإنزيم ووظيفته .

التمرين الأول: (06 نقاط)

تظهر البروتينات ببنيات فراغية مختلفة، مُحدّدة بعدد، نوع وترتيب الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيبها. لإظهار التخصص الوظيفي للبروتينات في التحفيز الأنزيمي وتأثير الوسط على نشاطها تُقترح عليك الدراسة التالية: I- يُبين الشكل (1) من الوثيقة (1) البنية الفراغية لأنزيم كربوكسي بيتيداز بينما الشكل (2) فيمتمثل آلية عمل الجزء المؤطر من الشكل (1).

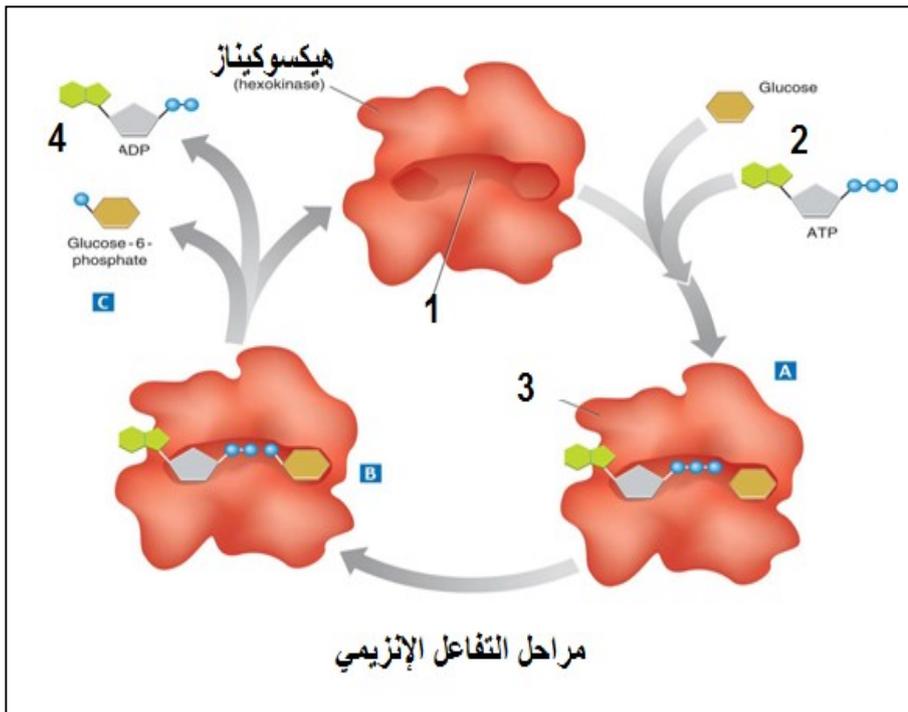


الوثيقة (1)

باستغلالك لمعطيات الوثيقة (1):

- 1- ماذا تمثل الأحماض الأمينية المرقمة في الشكل 2 (الجزء المؤطر من الشكل 1) والعناصر (س، ع، 1ع، 2ع)؟
- 2- اشرح كيفية الانتقال من الحالة (أ) إلى الحالة (د)، مثل ذلك بمعادلة.
- 3- استخرج من الشكل (2) الأدلة التي تؤكد أن الأنزيمات وسائط حيوية.

تطبيق رقم (2) تمثل الوثيقة مراحل التفاعل الإنزيمي الذي يحفزه انزيم الهكسوكيناز (فسفرة الجلوكوز).

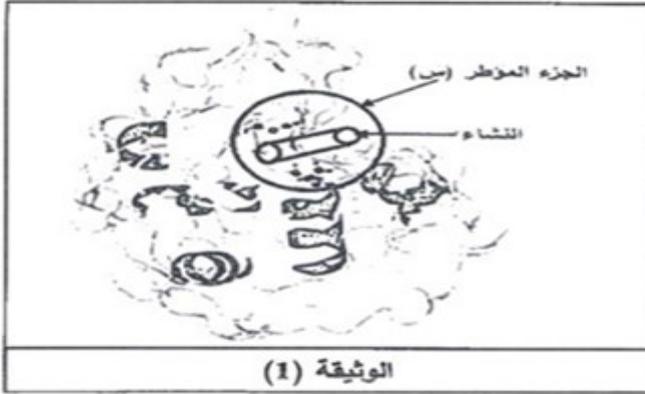


- 1- تعرف على البيانات المرقمة.
- 2- استخرج مراحل التفاعل الإنزيمي (A, B ; C) مستنتجا نوع التفاعل.
- 3- برسومات تخطيطية بسيطة مثل بنماذج من اقتراحك انواع التفاعلات الإنزيمية.
- 4- علل كون نقص الإنزيم أو غيابه ينتج عنه خلل في النشاط الأيضي للخلية.

التمرين الأول: (06 نقاط)

يُعتبر النشاط الإنزيمي مظهرا من مظاهر التخصص الوظيفي للبروتينات والذي يرتبط أساسا ببنيتها الفراغية ويتم وفق شروط ملائمة لحياة الخلية.

I- النشاء سكر معقد يُحلل تدريجيا على مستوى الأنتوب الهضمي بتدخل إنزيمات نوعية مثل: الأميلاز، α غلوكوزيداز



والمالتاز، ليصبح في النهاية سكرًا بسيطًا (غلوكوز) الذي يُمتص على مستوى الزغبات المعوية.

- تمثل الوثيقة (1) البنية الفراغية لإنزيم الأميلاز (أحادي السلسلة البيبتيدية) أُخذت عن ميرمج محاكاة Rastop.

1- ماذا يمثل الجزء المؤثر (س)؟ علّل إجابتك.

2- أ- تعرّف على المستوى البنائي لجزيئة الأميلاز مع التعليل.
ب- اذكر الروابط الكيميائية المساهمة في ثبات هذه البنية.

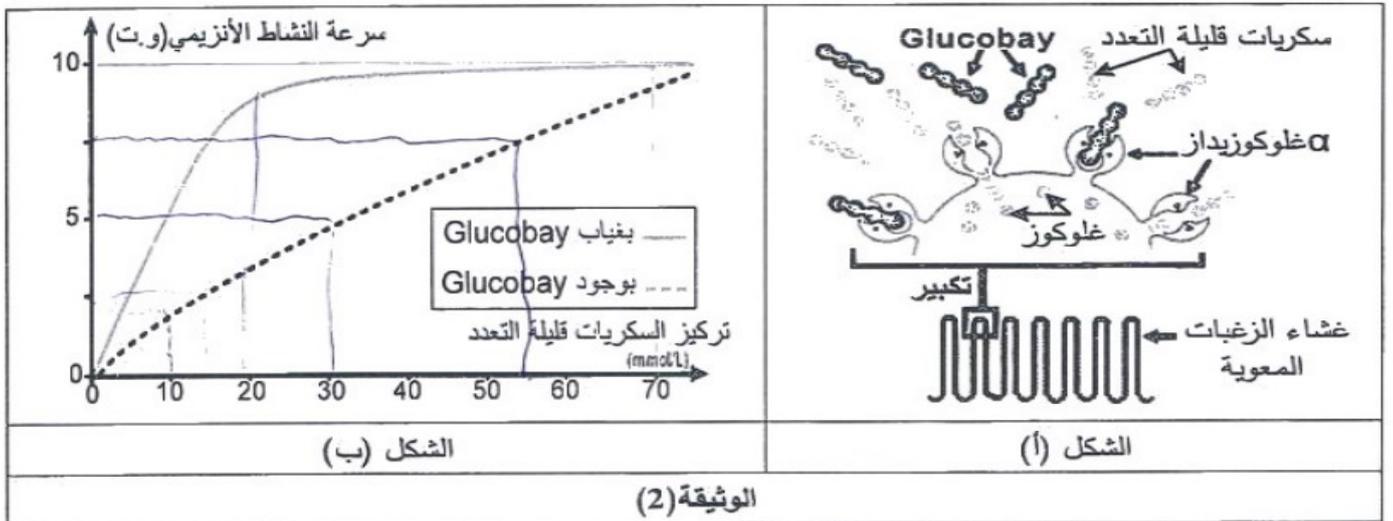
II- 1- للتعرف على أهمية الجزء المؤثر (س) في نشاط إنزيم الأميلاز أُجريت المراحل التجريبية التالية:

مراحل التجربة	الشروط التجريبية	النتائج التجريبية	
		تثبيت النشاء	إمالة النشاء
①	أميلاز طبيعي (غير طافر) + نشاء	+	+
②	أميلاز طافر (تغير الحمض الأميني 52 Thr) + نشاء	+	+
③	أميلاز طافر (تغير الحمض الأميني 58 Trp) + نشاء	-	-
④	أميلاز طافر (تغير الحمض الأميني 197 Asp) + نشاء	+	-

أ- فسّر النتائج التجريبية.

ب- ماذا تستخلص بخصوص الجزء المؤثر (س)؟

2- يتواجد إنزيم α غلوكوزيداز (α - Glucosidase) على مستوى غشاء خلايا الزغبات المعوية يُحول السكريات قليلة التعدد إلى غلوكوز الذي ينتقل إلى الدم كما هو ممثل في الشكل (أ) من الوثيقة (2)، مما يسبب ارتفاع نسبة السكر في الدم عند المصابين بالداء السكري، ولتقادي ذلك يستعمل Glucobay كعلاج. أما الشكل (ب) من الوثيقة (2) فيمثل تغير نشاط إنزيم α غلوكوزيداز بوجود ويغياب مادة Glucobay.



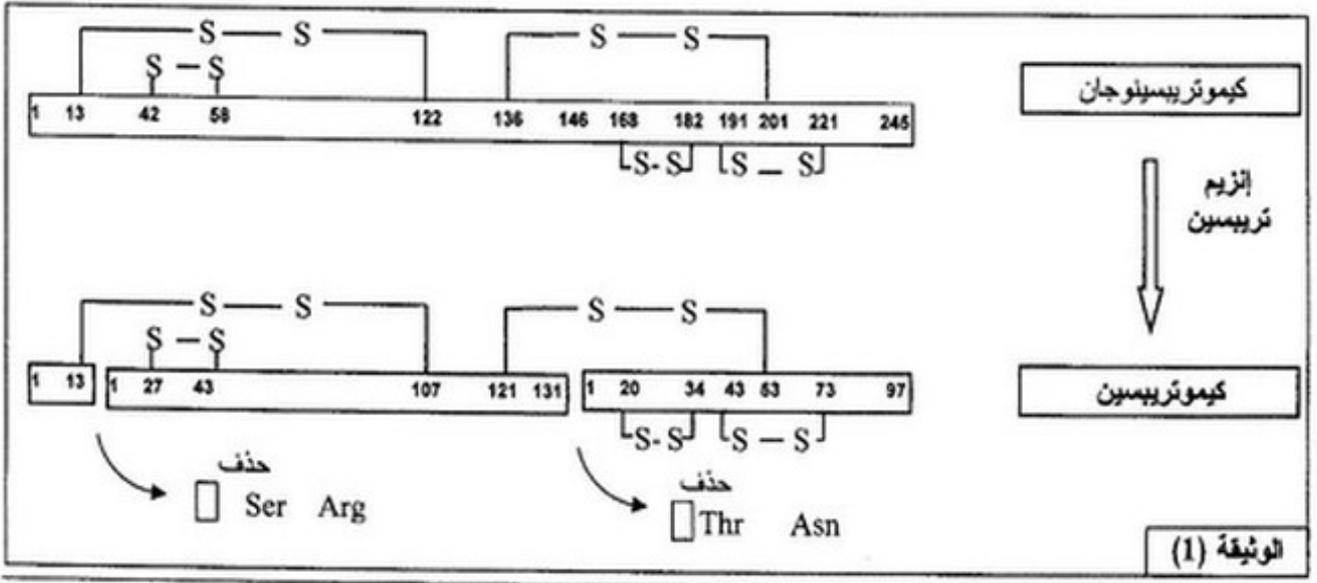
أ- حلّل منحني الشكل (ب) من الوثيقة (2). ماذا تستنتج؟

ب- فسّر معتمدا على الوثيقة (2) كيف يعمل هذا الدواء على تخفيض نسبة السكر في دم المصاب.

III- انطلاقا مما سبق بيّن كيف يكتسب الأنزيم تخصصه الوظيفي.

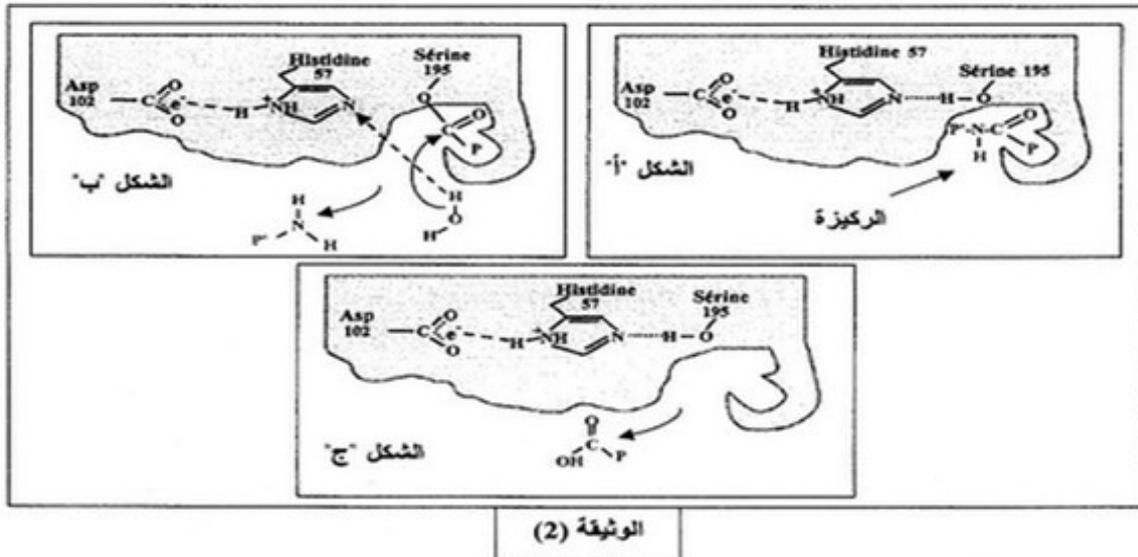
التمرين الثالث: (05 نقاط)

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



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

2- تمثل الوثيقة (2) جزءا من إنزيم الكيموتريبسين يبرز العلاقة بين الركيزة والموقع الفعال للإنزيم.



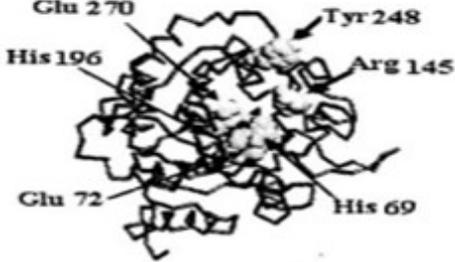
- أ- حَلِّل الشكل "أ" من الوثيقة (2).
 ب- جد العلاقة بين البنية الفراغية للإنزيم وتخصصه الوظيفي.
 ج- ما هي المعلومة التي يمكن استخراجها من الوثيقة (2) فيما يخص نشاط الموقع الفعال لهذا الإنزيم ؟
 د- باستغلالك الوثيقة (2) ماذا يمكنك استخلاصه فيما يخص نشاط الموقع الفعال ؟
 هـ- قَدِّم تعريفا للموقع الفعال .

3- يتم التفاعل الإنزيمي النوعي وفق المعادلة التالية: $E + S \longrightarrow ES \longrightarrow E + P$
 باستعمال المعارف المبنية ومعلوماتك، اشرح هذه المعادلة مدعما إجابتك برسم إجمالي.

البروتينات ذات النشاط الأنزيمي لها بنية متميزة تضمن لها تخصصا وظيفيا عاليا.

I- لإظهار العلاقة بين البنية الفراغية للأنزيم ومادة التفاعل ندرس نشاط أنزيم الكربوكسي بيبيدياز (أحد الأنزيمات الهاضمة).

تُظهر الوثيقة (1) البنية الفراغية لهذا الأنزيم، حيث: يُمثل الشكل (أ) الأنزيم في غياب مادة التفاعل ويُمثل الشكل (ب) الأنزيم في وجود مادة التفاعل.

بنية الفراغية للأنزيم	مادة التفاعل
	
الشكل (ب): في وجود مادة التفاعل	الشكل (أ): في غياب مادة التفاعل

الوثيقة (1)

ملاحظة: الأرقام الموضحة في الشكل (أ) تشير إلى الأحماض الأمينية المشكّلة للموقع الفعال

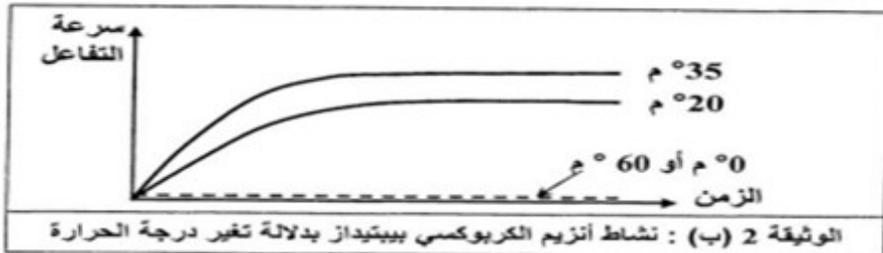
1- هل كل الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب الأنزيم تُحدد تأثيره النوعي ؟ علل إجابتك.

2- قارن بين الشكلين (أ) و (ب) من الوثيقة (1) ، ثم وضح كيفية تشكل المعقد [أنزيم - مادة التفاعل] .
- ماذا تستنتج ؟

II- لدراسة تأثير النشاط الأنزيمي بتغير شروط الوسط، قيس نشاط أنزيم الكربوكسي بيبيدياز بدلالة تغير كل من درجة الحموضة (pH) ودرجة الحرارة، النتائج مبينة في الوثيقتين 2 (أ) و 2 (ب).

قيمة الـ pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
النشاط الأنزيمي	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.5	0.3

الوثيقة 2 (أ) : نشاط أنزيم الكربوكسي بيبيدياز بدلالة تغير الـ pH



1- أ- ارسم منحنى تغيرات النشاط الأنزيمي بدلالة درجة الحموضة (pH). ماذا تستنتج؟

ب- حلل النتائج الممثلة في الوثيقة 2 (ب). ماذا تستنتج ؟

2- كيف تفسر النشاط الأنزيمي عند القيم التالية:

أ - عند pH = 8 وعند القيم الأخرى للـ pH.

ب- عند درجة حرارة 35°C وعند القيم الأخرى لدرجة الحرارة.

III- أثناء دراسة تدخل الوسائط الحيوية في الظواهر البيولوجية للعضوية أمكن تحديد مادة التفاعل (الركيزة S)

ونوع التفاعل لمجموعة من الأنزيمات. كما يوضحه جدول الوثيقة (3).

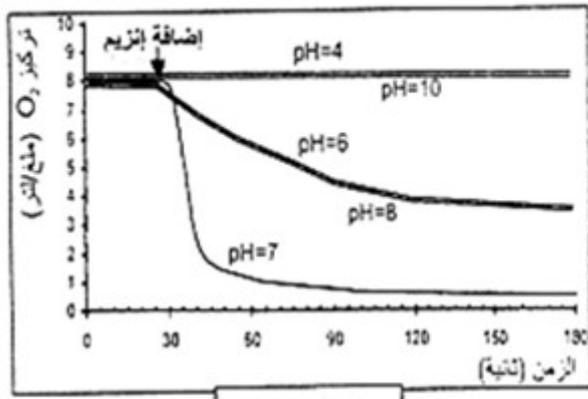
نوع التفاعل	مادة التفاعل (الركيزة S)	الأنزيم (E)
إمالة	بروتينات	كيموتريسين (شيموتريسين)
إمالة	بروتينات	تريسين
إمالة	بروتينات	بيسين
أكسدة	غلوكوز	غلوكوز أكسيداز
بناء	غلوكوز	غلوكوجين سالتيتاز
فسفرة	غلوكوز	غلوكوكيناز
إمالة	مالتوز	مالتاز
بناء	المادة H	الأنزيم A (للزمرة الدموية)
إمالة	النشاء	أميلاز اللعاب

الوثيقة (3)

1- ما هي المعلومات المستخرجة

من معطيات جدول الوثيقة (3)؟

2- لخص مفهوم النوعية الأنزيمية.



الوثيقة (1)

1 - تمثل الوثيقة (1)

تأثير الـ pH على النشاط الإنزيمي.

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

2 - في نفس إطار الدراسة حول العلاقة بين بنية البروتين ووظيفته، أجرى العالم Anfinsen تجربة أستعمل فيها إنزيم الريبونوكلياز ومركب اليوريا الذي يعيق انطواء السلسلة الببتيدية و β مركبتوايتاتول الذي يعمل على فكك الجسور الكبريتية على الخصوص.
مراحل التجربة ونتائجها مدونة في الجدول التالي:

المرحلة	المعالجة	النتائج
1	ريبونوكلياز + اليوريا + مركب β مركبتوايتاتول	فقدان البنية الفراغية: إنزيم غير فعال
2	إزالة اليوريا ومركب β مركبتوايتاتول	استعادة البنية الفراغية الطبيعية: إنزيم فعال
3	ريبونوكلياز مخرب + يوريا	بنية فراغية غير طبيعية (تشكل الجسور في غير الأماكن الصحيحة): إنزيم غير فعال

أ - ماذا تستخلص فيما يخص العلاقة بين بنية الإنزيم ووظيفته ؟ وضح ذلك.
ب - بناء على هذه المعلومات الأخيرة، أشرح النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (1).

تطبيق رقم 2 : الجزء الثاني من بكالوريا 2016

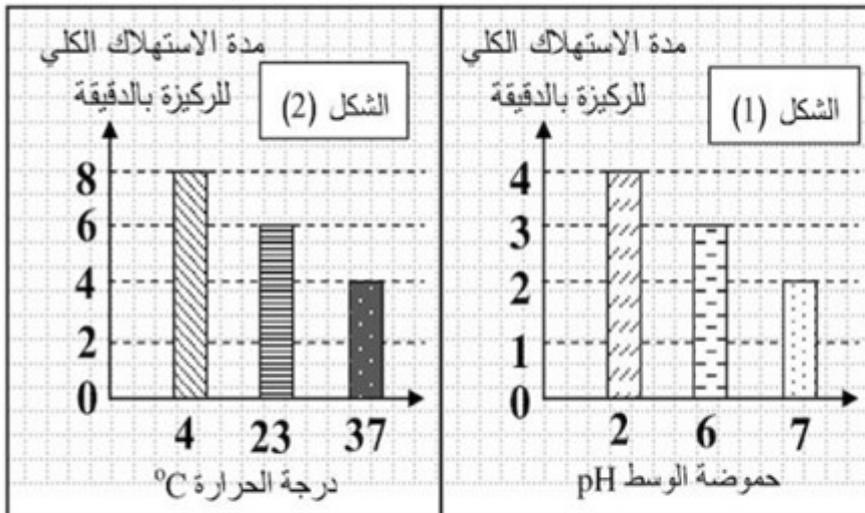
II - يؤثر تغيير عوامل الوسط على نشاط الأنزيمات، لإظهار ذلك تم قياس مدة الاستهلاك الكلي لمادة التفاعل

في وجود أنزيم نوعي وضمن شروط محددة، النتائج المحصل عليها ممثلة في شكلي الوثيقة (2).

باستغلالك لشكلي الوثيقة (2):

1- استخراج الشروط الملائمة لعمل هذا الأنزيم، علل.

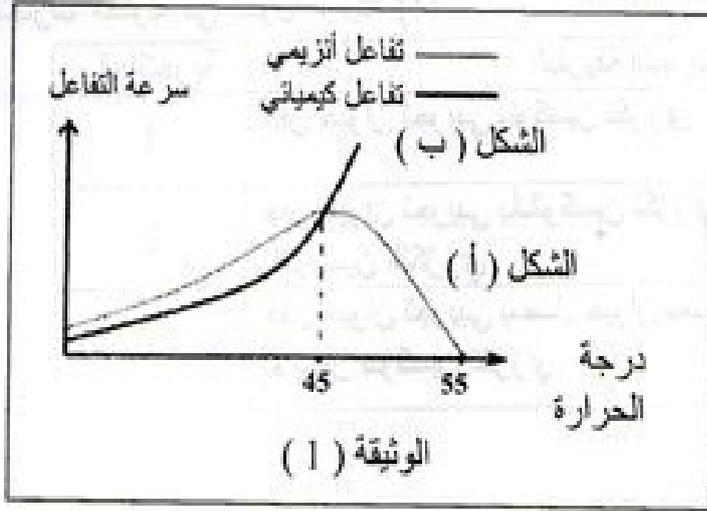
2- فسّر مدة الاستهلاك للركيزة عند $\text{pH} = 2$ ، ودرجة حرارة 4°C .



الوثيقة (2)

التمرين الثاني: (06 نقاط)

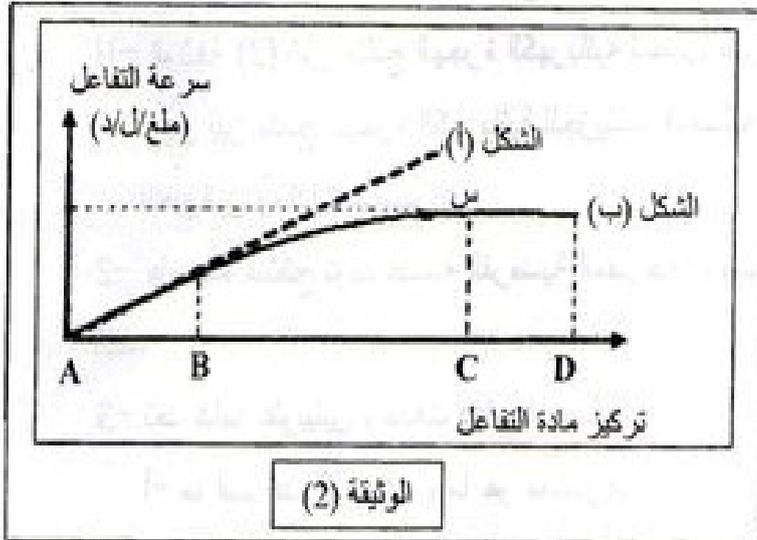
- 1- لمعرفة حركية كل من التفاعلات الإنزيمية والكيميائية، أجريت تجارب نتائجها ممثلة في أشكال الوثيقة (1).
- الشكل (أ) من الوثيقة (1) يبين نتائج التفاعل الإنزيمي.



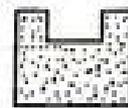
- الشكل (ب) من الوثيقة (1) يمثل نتائج تفاعل كيميائي (دون وجود إنزيم).

- 1- حلل نتائج الشكل (أ) من الوثيقة (1) ووضح ذلك بمعادلة كيميائية.
- 2- فسر نتائج الشكل (ب) من الوثيقة (1) ماذا تستنتج ؟

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



- 1- فسر تغيرات سرعة التفاعل في المنحنيين.
- 2- أيهما أكثر تأثيرا على سرعة التفاعل تركيز المادة أم تركيز الإنزيم ؟ علل
- 3- ممل برسم تخطيطي حالة كل من مادة التفاعل (S) و الإنزيم (E) عند النقاط B و C و D في الشكل (ب).



تمثيل الإنزيم بالشكل:



تمثيل مادة التفاعل بالشكل:

التحريين الأول: (5.5 نقاط)

إظهار تأثير تغير العوامل الخارجية على النشاط الأنزيمي تقترح عليك القراءة التالية:
- تغير قيم pH الأوساط الحيوية للعضوية في مجالات محددة. لاحظ معطيات الجدول أ ، الوثيقة 1.

رقم التجربة	الشروط التجريبية	النشاط الأنزيمي
1	بروتينز + سائل ليزوزومي حيوي + بروتينات بكتيريا	إمالة شديدة
2	بروتينز + سائل حيوي حيوي + بروتينات بكتيريا	معدوم
3	مكسوكيناز + سائل ليزوزومي + غلوكوز + ATP	معدوم
4	مكسوكيناز + سائل حيوي حيوي + غلوكوز + ATP	فسفرة شديدة

الجدول (أ)

تغير قيم pH

الوسط الحيوي

في الدم 7.35 إلى 7.45

في السيتوبلازم 7 إلى 7.3

داخل اليزوزوم 4.5 إلى 5.5

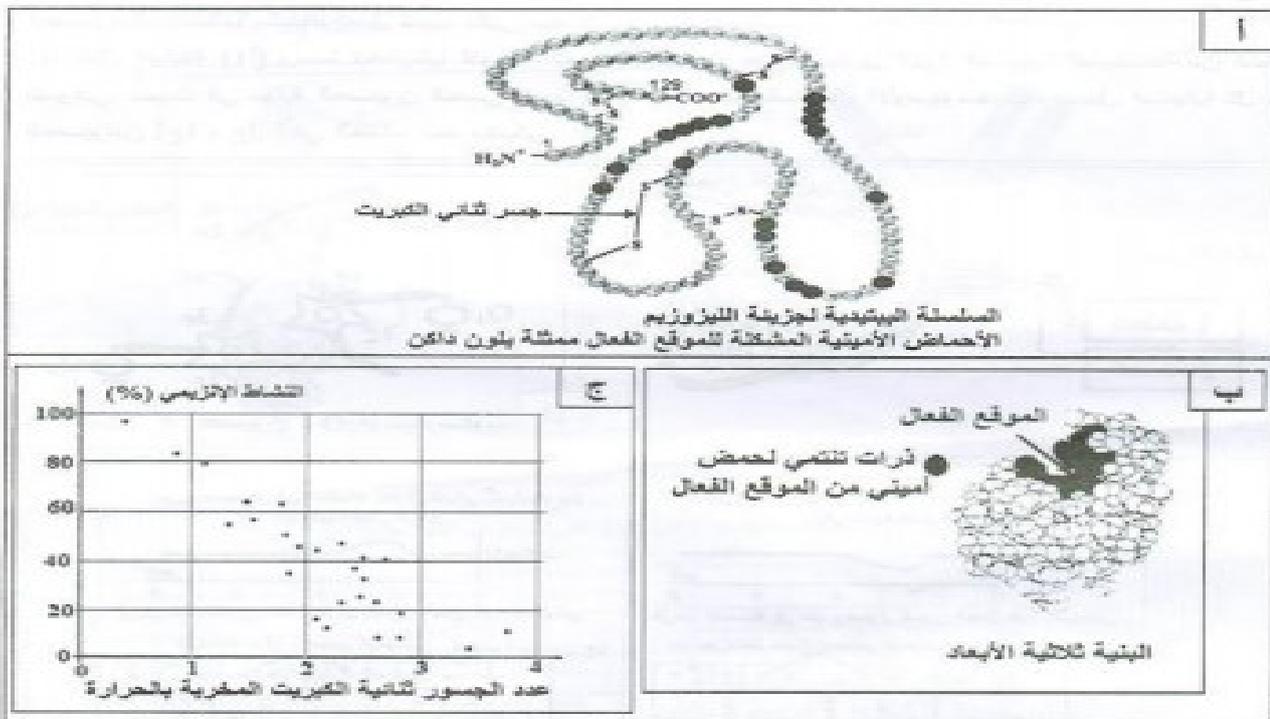
الجدول (ب)

الوثيقة (1)

- 1- بيّن التحضري الخلوي أن الخلايا حقيقية النواة تحتوي على عدة بيئات حيوية متميزة، مثل اليزوزوم المنفصل عن الهيولى بطبقة غشائية.
 - يحتوي هيولى الخلايا على الكثير من الأنزيمات، مثل أنزيم مكسوكيناز الضروري لفسفرة الغلوكوز في تفاعلات التحلل السكري.
 - من جهة أخرى يحتوي اليزوزوم على أكثر من 40 نوعاً من أنزيمات الإمالة، مثل أنزيمات البروتيناز المفككة لبروتينات البكتيريا.
- قصد متابعة النشاط الأنزيمي لبعض البروتينات مكنت تقنية ما فرق الطرد المركزي من فصل السائل اليزوزومي عن السائل الهيولي، أخذ بروتيناز اليزوزوم ومكسوكيناز الهيولى ثم وضعها في شروط فيزيولوجية مختلفة. لاحظ النتائج على الجدول (ب)، الوثيقة (1).

- 1- بالاعتماد على المعطيات السابقة فسّر نتائج الجدول (ب)، ماذا تستنتج؟
- ب- بيّن بأن اليزوزوم هو مثال جيد لإبراز أهمية التنظيم الجبري في المحافظة على النشاط الأنزيمي.

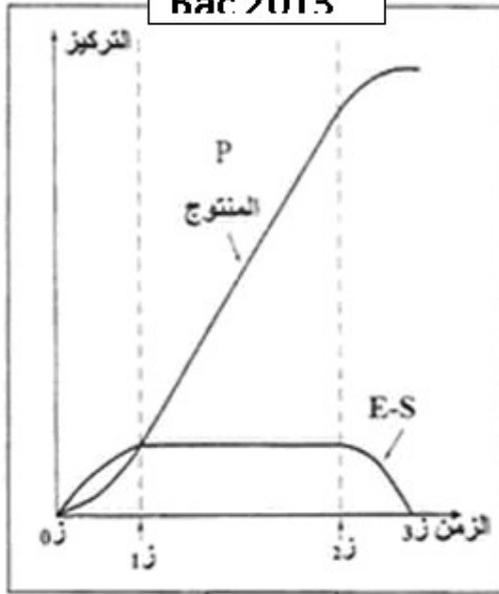
- 2- الليزوزيم (lysozyme) بروتين مضاهي اكتشفت خواصه الأنزيمية من طرف ألكسندر فلمنج سنة 1922، اتضح بأن مفعوله يخرب جدران البكتيريا المشكلة من سلاسل سكرية بسيطة لكونه يكسّف الروابط الكيميائية بين الوحدات السكرية الداخلة في بنيتها. لاحظ معطيات الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

- 1- علّل شسمية الأكرام بواسطة حيوي.
- ب- صفّاً بنية الليزوزيم مبرزاً دور الجسور ثنائية الكبريت.
- ج- استدل من معطيات الوثيقة (2) لتبيّن أن الحرارة المرتفعة للعضوية تُعرضها للإصابة بالبكتيريا.
- 3- استنتج، مما سبق، شروط عمل الأكرام.

Bac 2013



الوثيقة (1)

التمرين الثاني: (06 نقاط)

لإظهار دور البروتينات في النشاط الإنزيمي، نقتح الدراسة التالية:
1- عند مزج كميات معلومة من الإنزيم (E) ومادة التفاعل (S) في شروط مناسبة، ينتج عنه تفاعل إنزيمي كما هو موضح بالعلاقة التالية:



حيث: V_1 تمثل سرعة التفاعل بين الـ (E) والـ (S).

V_2 تمثل سرعة التفاعل المؤدية إلى تشكل الناتج E + P

أ- ماذا يمثل (E-S) ؟

ب- كيف يتم قياس سرعة التفاعل الإنزيمي ؟

ج- ما هي طبيعة العلاقة البنوية بين (E) و (S) ؟

2- يعمل الإنزيم ريبونيكلياز على إماهة الـ ARN، ويسمح تتبع

تطور تركيز كل من المنتج P والـ E-S بالحصول على الوثيقة (1).

أ- حلّل منحنبي الوثيقة (1).

ب- فتم تفسيراً للنتائج المحصل عليها.

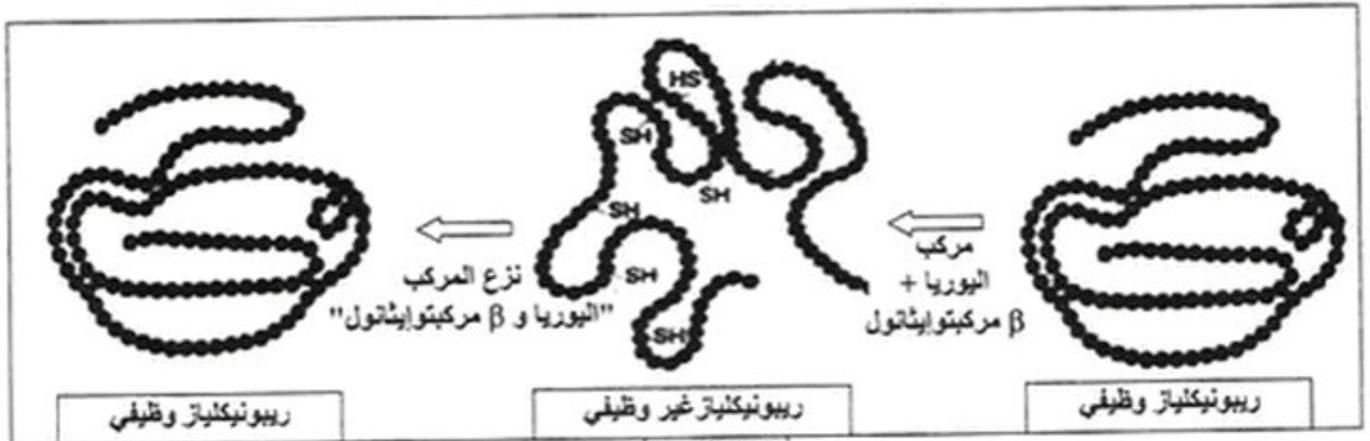
ج- مثل برسم تخطيطي تفسيري يوضح العلاقة بين (E) و (S) و (P) في الأزمنة التالية: z_0 ، z_1 ، z_2 .

* ملاحظة: استعمال الرموز المعطاة.

إنزيم مادة التفاعل المنتج

3- تم حضن إنزيم الريبونيكلياز مع مائتي β مركبتوايثانول واليوريا، فأصبح الإنزيم عندئذ غير وظيفي. وبعد

التخلص من هاتين المائتين في وجود الأوكسجين، يسترجع الإنزيم نشاطه كما هو موضح بالوثيقة (2).



الوثيقة (2)

- من هذه المعطيات التجريبية، ومعلوماتك. ما هي الأسباب التي أدت إلى فقدان الإنزيم نشاطه؟ علّل إجابتك.

التصميم الثالث: (08 نقاط)

تقوم البروتينات ومنها الإنزيمات بأدوار مهمة في حياة الخلية، يرتبط نشاطها بالمعلومات الوراثية في المورثات المشفرة لها. نبحت في هذه الدراسة العلاقة بين نشاط الإنزيم والمورثة المسؤولة عنه.

I- عند بعض الأشخاص حساسية مفرطة للأشعة فوق البنفسجية (UV) التي توجد ضمن أشعة الشمس، حيث تظهر على جلودهم بقع سوداء قد تتطور إلى سرطان جلدي ويعرف هذا المرض بجفاف الجلد Xeroderma pigmentosum: لغرض التعرف على سبب هذا المرض الوراثي الخطير والنادر، نقدم المعطيات التالية:
نص الوثيقة I: يمثل معطيات عامة حول هذه الإصابة، أما جدول نفس الوثيقة فيمثل جزء من تتالي النيكلوتيدات في السلسلة غير الناسخة والجزء الموافق لها من تتالي الأحماض الأمينية لدى شخص سليم وآخر مريض.

النص:

أثناء تضاعف الـ ADN اللازم لانقسام خلايا العضوية، قد تطرأ بعض الأخطاء وذلك باستبدال أو حذف أو تعويض نيكلوتيدة بأخرى أو تشكل روابط غير مرغوبة بين بعض النيكلوتيدات فيما بينها. غير أنه يوجد في نواة الخلية إنزيمات تصحح هذه الأخطاء، ومن بينها إنزيم XPA الذي يتشكل من 215 حمض أميني.

	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
شخص سليم																
ADN	AGG	GAT	GCT	GAT	AAA	CAC	AAG	CTT	ATA	ACC	AAA	ACA	GAG	GCA	AAA	CAA
XPA بروتين	ARG	ASF	ALA	ASP	LYS	HIS	LYS	LEU	ILE	THR	LYS	THR	GLU	ALA	LYS	GLN
شخص مريض																
ADN	AGG	ATG	CTG	ATG	ATA	AAC	ACA	AGC	TTA	TAA	CCA	AAA	CAG	AGG	CAA	AAC
XPA بروتين	ARG	MET	LEU	MET	ILE	ASN	THR	SER	LEU							

الجدول

الوثيقة 1

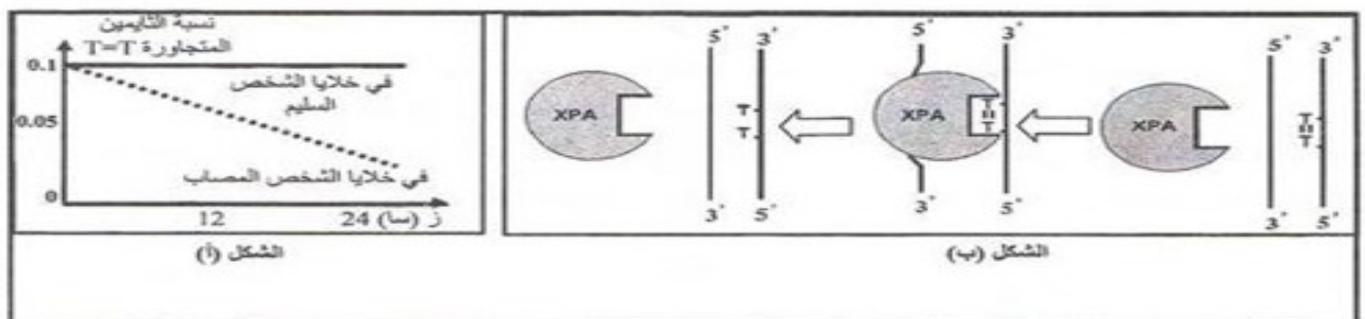
(1) تعرّف على البرنامج الذي قُدم به جدول الوثيقة I. حدّد الغرض من استعماله.

(2) أعط تتالي نيكلوتيدات الـ ARN_m عند الشخصين وأنجز جدولا للشفرة الوراثية انطلاقا من معطيات الوثيقة 1.

II- لغرض معرفة سبب ظهور الإصابة بمرض جفاف الجلد نقم التجربة التالية:

نعرّض خلايا جلدية من شخص سليم وأخرى من شخص مريض بجفاف الجلد للأشعة فوق البنفسجية (UV) التي تتسبب في ظهور ثنائيات التايمين (Thymine) المتجاورة في نفس سلسلة الـ ADN.

في الزمن ز₀ نوقف تعريض هذه الخلايا للأشعة (UV)، النتائج المحصل عليها مبينة في الشكل (أ) من الوثيقة 2 بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيوضح آلية عمل إنزيم XPA.



الوثيقة 2

1-1 حلّ نتائج الشكل (أ) من الوثيقة 2.

(ب) استخرج من الشكل (ب) آلية عمل إنزيم XPA.

(ج) اقترح فرضية حول علاقة نشاط الإنزيم بالمرض.

(2) تحقّق من الفرضية بتفسير النتائج المحصل عليها في الشكل (أ) اعتمادا على معطيات الشكل (ب).

III- انطلاقا من المعطيات المقدمة في I و II ومعلوماتك، بيّن في نص علمي العلاقة بين المورثة وإنزيم XPA ومرض جفاف الجلد، مع اقتراح حلول لحماية الأشخاص المصابين بهذا المرض.

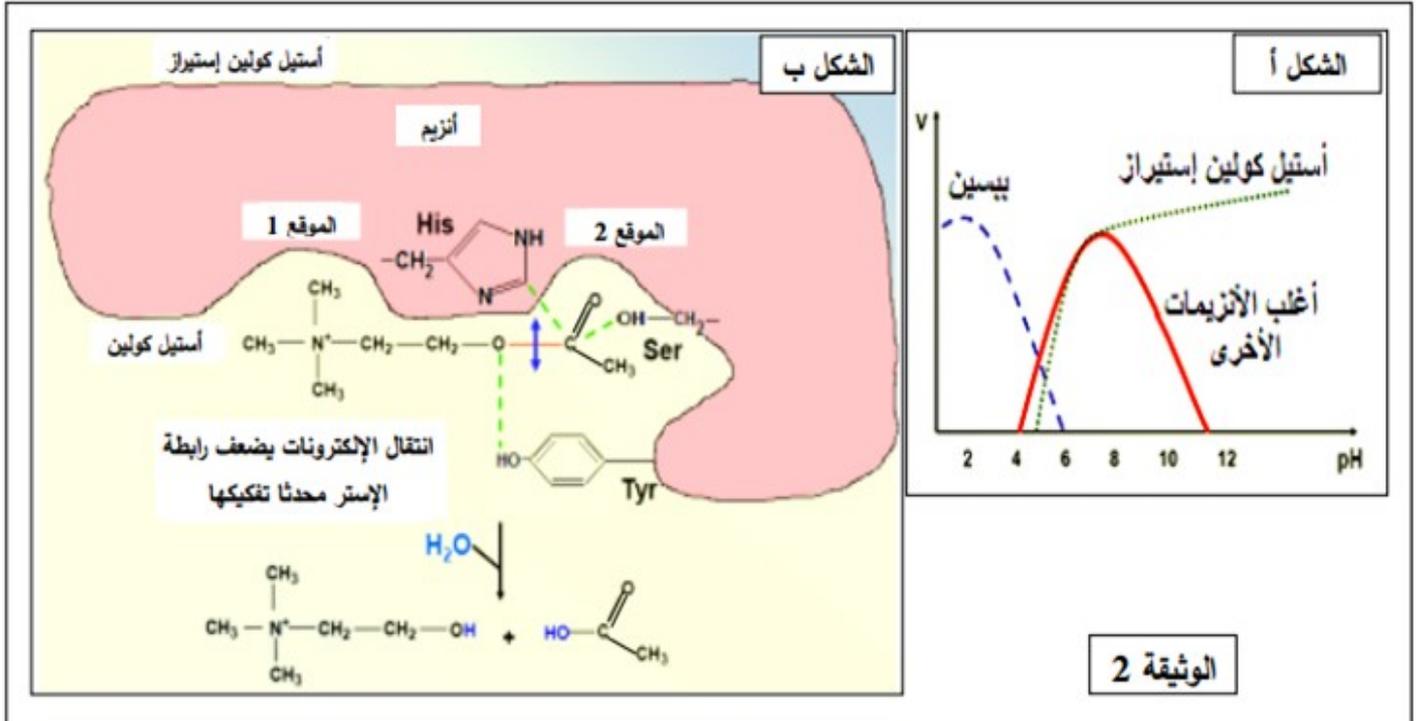
التمرين الثاني: (07 نقاط)

تتوقف العلاقة بين الأنزيم وتخصصه الوظيفي على بنيته الفراغية، ولتوضيح ذلك نُقترح عليك الدراسة التالية:
الجزء 1: تُمثل الوثيقة (1) معطيات حول أنزيمين هما α - أميلاز و المالتاز.

المعطيات العددية		الأنزيم
أرقام الأحماض الأمينية المشكّلة للموقع الفعال	عدد الأحماض الأمينية المكونة للأنزيم	
58 - 59 - 62 - 63 - 151 - 197 - 233 - 300 - 305	511	α - أميلاز
1279 - 1280 - 1355 - 1418 - 1427 - 1526 - 1560 - 1584	1857	المالتاز

- (1) ما هي المعلومات التي يمكنك استخلاصها من المعطيات العددية الواردة في الجدول؟
(2) إذا طرأ تغير على جزيئة الأميلاز في الحمض الأميني رقم 58 فإن ذلك يؤدي إلى ضعف النشاط الأنزيمي. - فسّر ذلك.

الجزء 2: من جهة أخرى، مَكُنْتُ قياسات سرعة النشاط الأنزيمي (v) لكل من البيسين والتريسين وأنزيم الأستيل كولين إستيراز في أوساط مختلفة ال pH من الحصول على الشكل أ من الوثيقة (2).



(1) انجز تحليلا مقارنا لمنحنيات الشكل أ من الوثيقة (2).

(2) يمثل الشكل ب من الوثيقة (2) العلاقة بين الركيزة والموقع الفعال لأنزيم أستيل كولين إستيراز.

- اعتمادا على معطيات الوثيقة (2):

(أ) استخراج الموقع التفاعلي للأنزيم.

(ب) قَدِّم وصفا مختصرا لآلية عمل هذا الأنزيم.

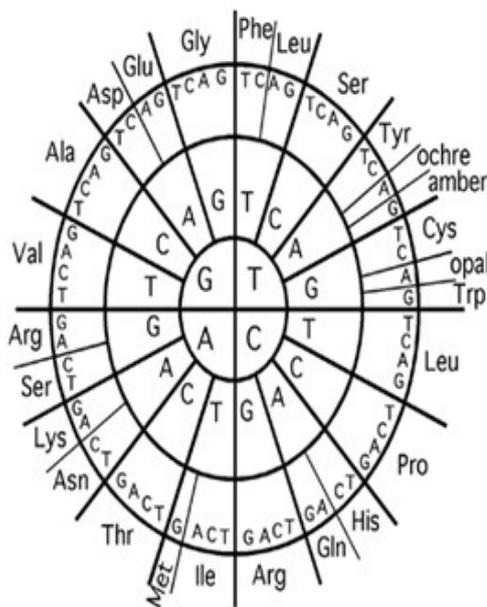
(ج) تَرَجِّم برسم تفسيري تفاعل أنزيم أستيل كولين إستيراز مع الركيزة عند كل من pH=2 و pH=12 باستعمال الرموز المقابلة.



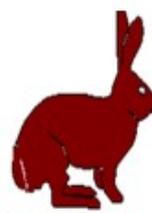
- تشرف المورثات على إظهار النمط الظاهري للأفراد و في بعض الحالات تتدخل عوامل الوسط في تغيير النمط الظاهري . نريد في هذه الدراسة توضيح العلاقة بين المورثة و النمط الظاهري من جهة و علاقة هذا الأخير بظروف الوسط من جهة أخرى .

I – تتميز الأرانب المتوحشة (السلالة أ) بفرو داكن ، و تتميز أرانب الهيمالايا (السلالة ب) بفرو أبيض ، باستثناء بعض المناطق تكون داكنة (نهاية القوائم ، الأنف ، الأذنين ، الذيل) .

(الشكل 1) من الوثيقة (1) يظهر التفاعلات الإنزيمية التي تؤدي إلى تشكيل صبغة الميلانين المسؤولة عن اللون الداكن أما (الشكل 2) من نفس الوثيقة فيمثل التتابع النكليوتيدي للأليلين المشرفين على تركيب انزيم التيروسين عند السلالتين (أ و ب) .



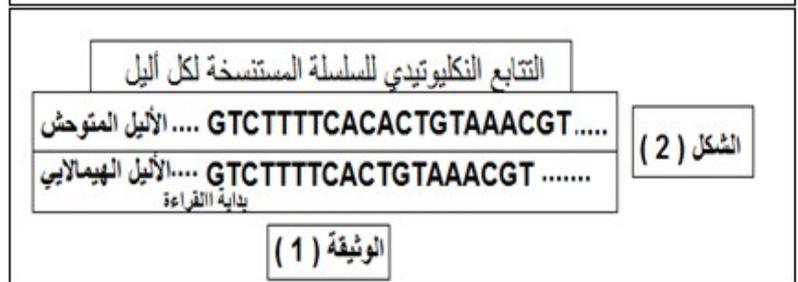
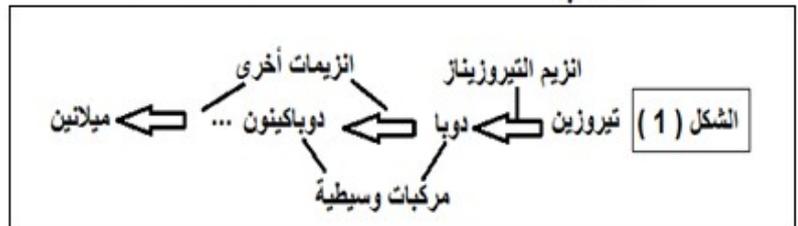
قاموس الشفرة الوراثية
باستعمال السلسلة غير المستسخة



السلالة الوحشية أ



الأرنب الهيمالايا
السلالة ب



الوثيقة (1)

1- باستغلال الشكل (1) اقترح فرضية أو فرضيات تفسر بها عدم ظهور اللون الداكن في بقية جسم الأرنب الهيمالايا (السلالة ب) .

2- باستغلال الشكل (2) و قاموس الشفرة الوراثية و مكتسباتك :

أ- وضح بدقّة العلاقة بين المورثة و البروتين مدعما إجابتك بتمثيل التعبير المورثي لكل أليل.

ب- ما ذا تستنتج فيما يخص بنية انزيم التيروسيناز عند كل من السلالتين (أ و ب) ؟ علّل .

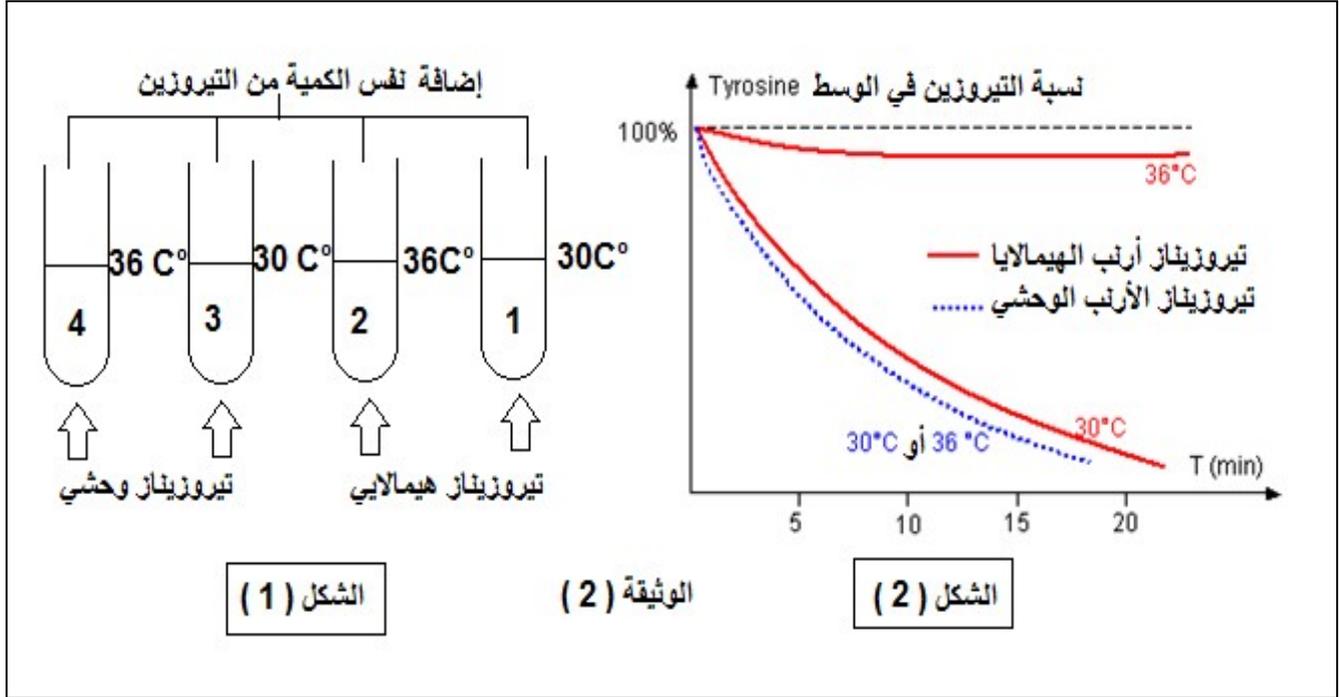
3- عند إزالة الفرو لأرنب السلالة (ب) و وضعه في وسط درجة حرارته 15 م° بعد مدة يظهر عليه فرو جديد كله داكن . فسّر سبب ظهور اللون الداكن في كامل الجسم علما ان درجة حرارة الأرانب ثابتة عند الدرجة 37 م° ماعدا في بعض المناطق (نهاية القوائم ، الأنف ، الأذنين ، الذيل) تكون اقل من 33 م° .

II – بغية فهم تأثير درجة الحرارة على ظهور لون الفرو عند الأرانب نقوم بدراسة مضمون الوثيقة (2) التي حصلنا عليها بعد القيام بالخطوات التالية :

- استخلاص انزيمي التيروسيناز من خلايا فرو الأرنب الهيمالايا و الأرنب الوحشي .

- توزيع كميات متساوية من الإنزيمين على انابيب اختبار تضم نفس الكمية من محلول التيروسين .

- تعريض الأنابيب إلى درجات حرارة مختلفة كما هو موضح في الشكل (1) من الوثيقة (2) .
- قياس كمية التيروسين في الوسط لكل انبوب و النتائج موضحة في الشكل (2) من نفس الوثيقة .



- 1- ما هي المعلومات المستخلصة من تحليل منحنيات الشكل (2) ؟ علّل
- 2- بوضع علاقة بين إجابتك في السؤال (2-ب) و السؤال 3 من الجزء I والمعلومات المستخلصة في السؤال 1 من الجزء II . تحقق من صحة إحدى الفرضيات المقترحة في السؤال 1 من الجزء I .
- 3- استخلص العلاقة بين المورثة ، النمط الظاهري ، ظروف الوسط (درجة الحرارة مثلا) .