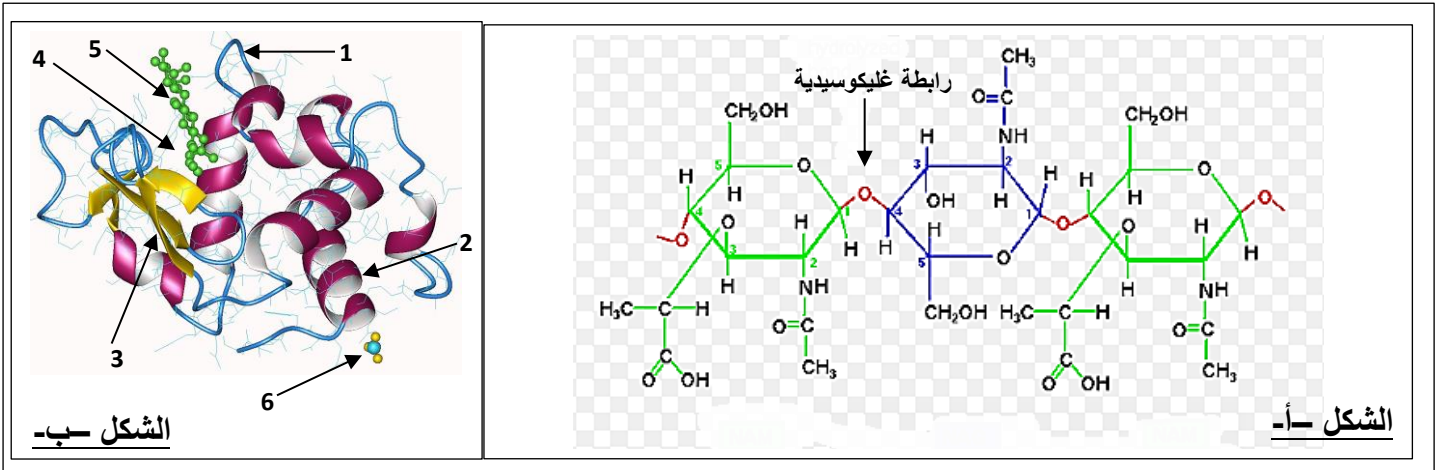


الموضوع

لكل بروتين بنية فراغية محددة بدقة متناهية ، هذه البنية هي المسؤولة عن وظيفة هذا البروتين.
I - لفهم آلية عمل الإنزيم وربط العلاقة بينها وبين البنية الفراغية نقوم بدراسة إنزيم الليزوزيم Lysozyme.

1 - يعمل إنزيم الليزوزيم على تفكيك (إمائه) جدار البكتريا الحساسة ، يتكون جدار البكتريا من سلاسل طويلة من سكريات متعددة تربطها سلاسل بيتيدية قصيرة ، ترتبط الوحدات المكونة لسلاسل السكريات المتعددة بروابط غليكوسيدية ، كما هو موضح في الشكل (أ) من الوثيقة 1.
يمثل الشكل (ب) من الوثيقة 1 نمذجة جزيئية للتحفيز الانزيمي لليزوزيم.

**الوثيقة 1**

أ - سم بيانات الشكل (ب) المرقمة من 1 إلى 6 .

ب - تعرف على البنية الفراغية لانزيم الليزوزيم مع التعليل.

ج - ما هي المعلومة التي يقدمها الشكل (ب) من الوثيقة 1 فيما يخص كيفية تشكيل المعقد "إنزيم - مادة التفاعل" ؟

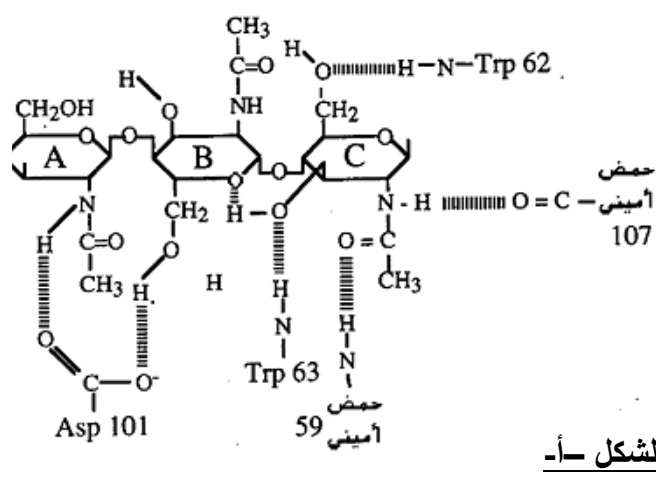
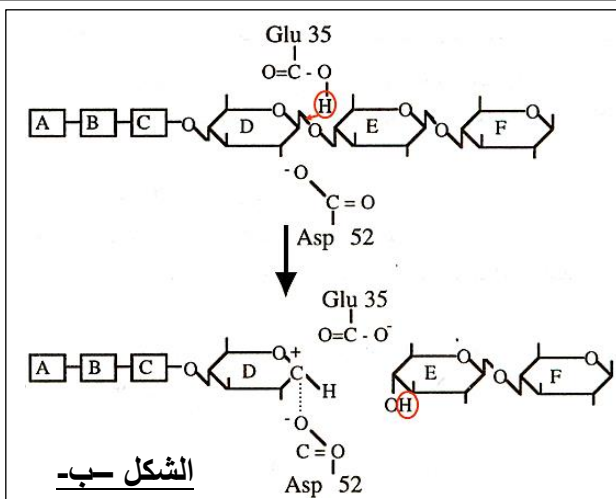
2 - تمثل الوثيقة 2 آلية عمل انزيم الليزوزيم ، حيث يمثل الشكل (أ) من الوثيقة 2 طريقة ارتباط الليزوزيم بمادة التفاعل على مستوى العنصر (4) من الوثيقة 1.

يمثل الشكل (ب) الخطوة الأولى من التفاعل الكيميائي الذي يحدث على مستوى العنصر (4).

أ - ما هي المعلومات المستخرجة من تحليلك للشكل (أ) من الوثيقة 2.

ب - صف الخطوة الممثلة في الشكل (ب) . ماذا تستنتج؟

ج - إن المسافة بين الحمض الاميني Glu35 والحمض الاميني Asp52 تقدر ب 0.30 nm فقط. فسر ذلك.



الوثيقة 2 A-B-C-D-E-F : تمثل الوحدات البنائية للسكر المتعدد والتي ترتبط فيما بينها بروابط غليكوسيدية

II- يمثل الشكل (أ) من الوثيقة 3 مقطع من انزيم الليزوزم والذي نرسم له بـ P، بينما يمثل الشكل (ب) جذور وقيمة PHi للأحماض الأمينية المشكلة لهذه القطعة .

PHi	الجذر R	الحمض الأميني
2.98	-CH ₂ -COOH	Asp
6.06	- H	Gly
5.68	-CH ₂ -OH	Ser
5.60	-CH(OH)-CH ₃	Thr
10.76	(CH ₂) ₃ -NH-C(=NH) NH ₂	Arg

الشكل ب-

....Gly – Asp – Arg – Ser – Thr

الشكل أ-

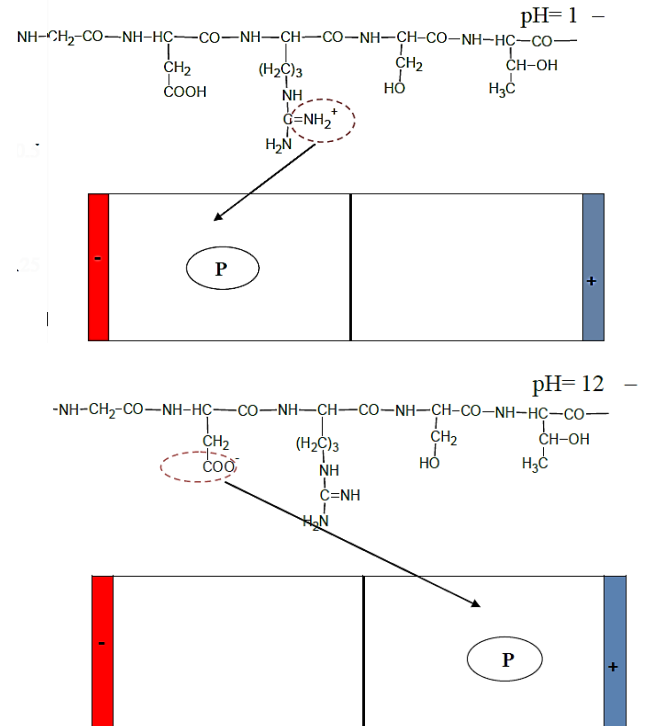
الوثيقة 3

- 1 - أعط صيغة هذا الببتيد عند PH=1 و PH=12 ثم حدد موضع الببتيد (P) على شريط الهجرة الكهربائية في كل حالة.
- 2 - حدد مبررا إجابتك أي من قيمتي الـ PH السابقتين (1 و 12) هي الأنسب لنشاط انزيم الليزوزم.
- 3 - إمالة هذا الببتيد أعطى خمسة أحماض أمينية.
- أ - صنف هذه الأحماض الأمينية.
- ب - ماهو الحمض الأميني (A) الناتج عن استبدال مجموعة COOH بالمجموعة OH ؟
- III - من خلال ما توصلت إليه من هذه الدراسة ومعلوماتك، استخلص مميزات العنصر (4) من الوثيقة 1 .

التصحيح

العلامة		عناصر الاجابة																	
مجزأة	كاملة																		
		1- ا أ – تسمية البيانات المرقمة من 1 إلى 6 : <table border="1"> <thead> <tr> <th>البيانات</th><th>التسمية</th><th>البيانات</th><th>التسمية</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>منطقة الانعطاف</td><td>4</td><td>الموقع الفعال</td></tr> <tr> <td>2</td><td>بنية ثانوية حلزونية α</td><td>5</td><td>مادة التفاعل</td></tr> <tr> <td>3</td><td>بنية ثانوية وريقات مطوية β</td><td>6</td><td>جزيئة ماء (H_2O)</td></tr> </tbody> </table> ب – التعرف على البنية الفراغية لانزيم الليزوزم : ➤ بنية ثالثة التعليل : ➤ تتميز بنقص في الطول وزيادة في السمك بسبب الالتفاف ،احتوائها على نهايتين فقط. ➤ تتميز بنوع الروابط المساهمة في استقراره : 4 أنواع من الروابط هي كبريتية ، شاردية ، كارهة للماء وهيدروجينية بين المجموعات الكيميائية الموجودة في السلاسل الجانبية (الجزور). ➤ تضم عددا من البنيات الثانوية α و β تفصلها عن بعضها مناطق إنعطاف. ➤ بنية الجزيئة تنتظم في الاتجاهات الفضائية الثلاثة ج – المعلومة : كيفية تشكيل المعقد "إنزيم - مادة التفاعل" ➤ تشكيل المعقد "إنزيم - مادة التفاعل" يتم نتيجة تكامل بنيوي بين موقع خاص للإنزيم (الموقع الفعال) وجزء محدد من مادة التفاعل. 2 – أ- المعلومة المستخرجة من تحليل الشكل (أ) من الوثيقة 2 : التحليل : ➤ تشارك في تثبيت على مستوى الموقع الفعال توجد 5 أحماض أمينية تشارك في تثبيت مادة التفاعل (الوحدات A-B-C) وهي: Trp62 ، حمض اميني 107 ، حمض أميني 59 ، Trp63 و Asp101 ، يتم الإرتباط عن طريق روابط هيدروجينية (6 روابط هيدروجينية). المعلومة المستخرجة : ➤ يتطلب تشكل المعقد " إنزيم-مادة التفاعل" وجود أحماض أمينية من نوع محدد في أماكن محددة من السلسلة الببتيدية على مستوى الموقع الفعال تكون مسؤولة على تثبيت مادة التفاعل. ب – وصف الخطوة الممثلة في الشكل (ب) : ➤ إنتقال H^+ من Glu35 إلى الرابطة C_1-O (الرابطة الجليكوزيدية) التي تنكسر ويرتبط H^+ مع O ➤ تتفصل الوحدتان F و E وتبقى داخل الموقع الفعال ➤ تحمل الوحدة D (المرتبطة بالوحدات A-B-C) شحنة موجبة على C_1. ➤ يرتبط الحمض الاميني Asp52 عن طريق مجموعة الحمضية السالبة الشحنة مع C_1 للوحدة D و الحاملة للشحنة الموجبة برابطة الكروستاتيكية. الاستنتاج : • يحتوي الموقع الفعال على جزء خاص بتحفيز التفاعل الكيميائي يتضمن احماض امينية محددة تتدخل في التحفيز وهما في حالة انزيم الليزوزم Asp52 و Glu35. ج – التفسير : ➤ المسافة بين الحمض الاميني Glu35 والحمض الاميني Asp52 تقدر بـ 0.30 nm فقط يعود ذلك لتقارب الحمضان الامينيان المتباعدان والمحددان وراثيا ضمن السلسلة الببتيدية ذات البنية الاولى . ➤ إلتفاف (انطواء) السلسلة الببتيدية ذات البنية الاولى في مناطق محدودة في شكل بنية حلزونية α أو أوراق مطوية β ➤ انطواء السلسلة الببتيدية ذات البنية الثانوى على مستوى المناطق البينية ، ينجم عن ذلك بنية ثالثة تسمح		البيانات	التسمية	البيانات	التسمية	1	منطقة الانعطاف	4	الموقع الفعال	2	بنية ثانوية حلزونية α	5	مادة التفاعل	3	بنية ثانوية وريقات مطوية β	6	جزيئة ماء (H_2O)
البيانات	التسمية	البيانات	التسمية																
1	منطقة الانعطاف	4	الموقع الفعال																
2	بنية ثانوية حلزونية α	5	مادة التفاعل																
3	بنية ثانوية وريقات مطوية β	6	جزيئة ماء (H_2O)																

1- ١١ صيغة البيتيد



✓ الحمضان الامينيان Glu و Asp يصنفان ضمن الاحماض الاميني الحامضية ، فعند هذه القيمة من ال PH وهي اكبر من قيمة P_iH لهما فيسلكان سلوك حمض حيث تتأين الوظائف الحمضية الجانبية (الموجودة في الجذر) للحمضين الغلوتاميك والاسبارتيك مما يسمح لهما بأداء دورهما التحفيزي حيث تأين الحمض الأميني Glu35 في الموقع الفعال يمكن تحرير H^+ لانطلاق تفاعل تفكيك الرابطة الغليكوزيدية بين السكريات في مادة التفاعل (نشاط طبيعي للانزيم) .

✓ هذه القيمة من الـ PH وهي اقل من قيمة PHi لهما فيسلكان سلوك قاعدة ،عدم تأين الوظائف الحمضية الجانبية وهذا يعيق دورهما التحفيزي فينعدم نشاط الانزيم .

- ✓ Asp : حمض أميني حامضي
- ✓ Gly : حمض أميني متعادل
- ✓ Arg : حمض اميني قاعدي
- ✓ Ser ;Thr : احماض امينية هيدروكسيلية (متعادلة)

III - مميزات الموقع الفعال :

- ✓ يأخذ حيز صغير من الإنزيم، أي أن أغلب الأحماض الأمينية لا تشارك في التفاعل مباشرة.
- ✓ يأخذ شكل ثلاثي الأبعاد وقد يتكون من أحماض أمينية بعيدة عن بعضها في التسلسل. فإنزيم الليزوزيم مثلا يتكون موقعه النشط من الأحماض الأمينية 35 ، 52 ، 62 ، 63 ، 101 ، 107.
- ✓ تكون الروابط بين مادة التفاعل والإنزيم في الموقع الفعال ضعيفة (روابط هيدروجينية وشاردية) يسهل

		تفسيرها. يتكون الموقع الفعال من منطقتين هما : ✓ منطقة التعرف : تتكون من تتابع الاحماض الامينية للانزيم ، وتكون هذه المنطقة متكاملة مع البنية الفراغية لنوع من مادة التفاعل وهذا ما يفسر امتلاك الانزيم تخصص نوعي بالنسبة لمادة التفاعل. ✓ منطقة التحفيز : تتكون من تتابع احماض أمينية (2أو3) من الانزيم (عددها 2 في حالة انزيم الليزوزم) ، على مستواها يتم نشاط تحفيزي نوعي لنوع من مادة التفاعل ✓ الوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل الببتيدية الموجودة على مستوى الموقع الفعال تتأثر بعدة عوامل مثل درجة الحموضة.
--	--	--